
无锡地铁4号线一期工程

环境影响报告书

(报批稿)

全文公示版

建设单位：无锡地铁集团有限公司

二〇一七年十二月

目 录

1. 概述	1
1.1 项目背景及由来.....	1
1.2 项目特点	9
1.3 评价过程	9
1.4 主要的环境问题.....	10
1.5 分析判定相关情况.....	10
1.6 环境影响评价主要结论.....	25
2. 总则	27
2.1 编制依据	27
2.2 评价工作及评价因子.....	31
2.3 评价等级及评价范围.....	32
2.4 评价标准	35
2.5 环境保护目标.....	40
2.6 工程路线可行性发.....	51
3. 工程概况及工程分析	56
3.1 工程概况	56
3.2 主要工程内容.....	61
3.3 工程分析	86
4. 工程影响区域环境概况	104
4.1 自然环境概况.....	104
4.2 区域主要污染源.....	108
4.3 区域环境质量现状.....	109
4.4 城市土地利用现状.....	111
5. 声环境影响评价	114
5.1 概述	114
5.2 声环境现状监测与评价.....	114
5.3 噪声影响预测与评价.....	119
5.4 噪声污染防治措施及建议.....	138
6. 振动环境影响评价	147
6.1 概 述.....	147
6.2 振动环境现状评价.....	147
6.3 振动环境影响预测与评价.....	154
6.4 振动污染防治措施建议.....	175
7. 地表水环境影响评价	183
7.1 概述	183
7.2 地表水环境现状评价.....	183
7.3 地表水环境影响分析与评价.....	186
7.4 废水治理方案.....	188
8. 地下水环境影响评价	191
8.1 概述	191
8.2 地下水环境现状监测与评价.....	191
8.3 沿线地下水环境概况.....	196

8.4	工程对地下水环境影响预测评价及总结	218
8.5	预测评价结论及建议	231
8.6	地下水环境保护措施	232
9.	环境空气影响评价	234
9.1	概述	234
9.2	环境空气质量现状调查与分析	234
9.3	营运期环境空气影响预测分析	236
9.4	营运期环境空气污染减缓措施	244
10.	固体废物环境影响分析	245
10.1	固体废物来源与分类	245
10.2	固体废物环境影响预测与分析	245
10.3	固体废物处理处置情况分析	246
10.4	固体废物环境影响分析	246
10.5	评价小结	247
11.	生态环境影响评价	248
11.1	概述	248
11.2	工程沿线生态环境现状	248
11.3	生态环境影响分析与评价	258
11.4	生态环境影响保护措施	263
12.	施工期环境影响及环保措施	267
12.1	施工方案分析	267
12.2	施工期环境影响评价	276
12.3	施工期环境保护措施	284
13.	环境风险影响分析及防范措施	294
13.1	施工期环境风险影响分析及防范措施	294
13.2	运营期环境风险影响评价	299
14.	运营期环保措施评述及投资估算	301
14.1	噪声污染防治措施	301
14.2	振动污染防治措施	302
14.3	地表水污染防治措施	303
14.4	地下水环境保护措施	303
14.5	大气环境污染防治措施	304
14.6	固体废弃物污染防治措施	305
14.7	生态环境减缓措施	305
14.8	环保措施投资估算	306
15.	环境影响经济损益分析	309
15.1	社会及环境效益分析	309
15.2	环境影响经济损益分析	311
15.3	评价小结	312
16.	环境管理与环境监测计划	313
16.1	环境管理计划	313
16.2	污染物排放清单	318
16.3	信息公开内容	322

16.4	污染物总量控制.....	322
16.5	环境监测计划.....	323
16.6	环境监理	324
16.7	环境影响跟踪评价.....	325
16.8	竣工环保验收监测计划.....	325
17.	环境影响评价结论.....	329
17.1	工程概况	329
17.2	声环境影响评价结论.....	329
17.3	振动环境影响评价结论.....	331
17.4	生态环境影响评价结论.....	338
17.5	地表水环境影响评价结论.....	338
17.6	地下水环境影响评价结论.....	339
17.7	大气环境影响评价结论.....	340
17.8	固体废弃物环境影响评价结论.....	340
17.9	施工期环境影响评价结论.....	341
17.10	公众参与调查结论	341
17.11	污染物排放总量及控制	341
17.12	评价总结论	341

附件目录：

1. 委托书；
2. 国家发改委关于印发无锡市城市轨道交通近期建设规划（2013-2018 年）的通知；
3. 关于《无锡市城市轨道交通建设规划(2012-2017) 环境影响报告书》的审查意见；
4. 工程排水方案预审文件；
5. 无锡地铁 4 号线一期工程地质灾害危险性评估报告审查意见；
6. 原环评批复
7. 监测报告；
8. 土方外运合同
9. 公众参与承诺函
10. 无锡地铁 4 号线一期工程技术评审会议纪要
11. 专家意见修改清单
12. 建设项目环评审批基础信息表。

1. 概述

1.1 项目背景及由来

2013年9月，国家发改委以“发改基础[2013]1723号”批复了《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018）》，根据该建设规划，确定在继续实施轨道交通1、2号线工程基础上，新建地铁3号线一期工程、4号线一期工程，研究建设1号线南延线工程，至2018年，形成四条运营线路，总长112.6公里的轨道交通基本网络，基本实现无锡地铁建设的初步目标。同时，环境保护部南京环境科学研究所编制完成了《无锡市城市轨道交通建设规划（2012-2017）环境影响报告书》（“无锡市城市轨道交通建设规划（2012-2017）”与“无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018）”指同一文件），并于2012年7月30日获得了环境保护部的审查意见（环审【2012】205号文）。2016年6月，南京国环科技股份有限公司（原为“南京国环环境科技发展股份有限公司”）编制完成了《无锡地铁4号线一期工程环境影响报告书》，原环评阶段（即工可阶段）项目工程方案相对于建设规划发生了一定变化，在原环评阶段已经分析评价，2016年8月1日江苏省环保厅以《关于无锡地铁4号线一期工程环境影响报告书的批复》（苏环审【2016】79号）批复了该工程的环境影响报告书。无锡地铁4号线一期工程地理位置见附图1-1。无锡市轨道交通近期建设规划（2013-2018）见附图1-2。

地铁4号线一期工程已于2017年3月开工建设，截至11月工程进展情况如下：2个站点正在进行主体结构施工，分别为大剧院站、五湖大道站；12个站点正在进行围护结构施工，分别为刘潭站、广石路站、天河停车场出入线、盛岸站4号线部分、惠山古镇站、河埭口站、建筑路站、体育中心站、蠡湖公园站、大通路站、吴都路站、商务中心站；5个站点施工单位未进场，分别为青石路站、四院站、望山路站、市民中心站、贡湖大道站。由于本工程环境影响报告书已于2016年8月1日，获得了环保部门的批复，故本项目已开工建设符合有关法律法规要求。地铁4号线一期工程施工方案走向示意图见附图1-3。

项目施工方案（本次评价内容）相对于工可阶段，工程内容再次发生变化，施工方案、工可方案与规划方案对比见表1.1-1，施工方案、工可方案与规划方案对比示意图见附图1-4。

表 1.1-1 无锡地铁 4 号线一期工程方案变化（建设规划、工可方案、施工方案）对比

阶段	建设规划	工可方案	施工方案
	/	相对于建设规划	相对于工可方案
线路长度	22.39 km	24.4km, 增加 2.01km	24.123km, 减少 277m
车站	16 座	18 座, 锡龙路站更名为广石路站, 黄巷站更名为青石路站, 通惠路站更名为惠山古镇站, 锡惠公园站位置有所调整, 丘巷站更名为建筑路站, 蠡园中学更名为体育中心站, 市民广场站更名为市民中心站, 吴越路站更名为吴都路站, 增设商务中心站及贡湖大道站	18 座, 锡惠公园站更名为四院站, 望山路站、蠡湖公园站位置有所调整; 沿线各车站风亭、冷却塔、出口位置及编号发生调整, 部分车站增加 VRF 空调外机系统、风热冷泵
线路线形	沿城市偏西侧, 南北走向	基本维持《建规》线位, 线路延伸 2 站 2 区间	基本维持工可线位, 望山路站~蠡湖公园站有轻微摆动, 摆动幅度最大处达到 95 米
停车场	天河停车场: 位于规划天河路以南, 石澄路以东、在建广澄路以北、凤翔路以西地块, 地块南侧为刘潭河。	与规划基本一致	与工可基本一致, 增加公交场站建设内容
车辆段	谢家桥车辆段: 位于具区路以北、立德道以西、棠甘路以东的地块内。规划为居住用地。用地: 约 37ha, 接轨站: 吴都路站	具区路车辆段: 位于震泽路以南, 南湖大道以西, 具区路以北, 贡湖大道以东所围合的地块内。用地: 约 45ha, 接轨站: 贡湖大道站	与工可基本一致, 具区路车辆段将作*****
终点站	终点站为吴越路(原吴都路), 后接建规谢家桥车辆段出入线	终点站延伸至贡湖大道站, 后接具区路车辆段出入线, 贡湖大道站与规划 7 号线换乘, 站位设于贡湖大道与震泽路交叉口西侧	与工可基本一致

线路施工方案相对于工可阶段（原环评阶段）具体涉及的主要工程变化及引起的环境保护目标变化情况见表 1.1-2~1.1-3。

工程变更后环境保护目标发生较大变化：

①原环评阶段声/大气环境保护目标总计 11 处。工程变更后，声/大气环境保护目标减少 3 处、增加 9 处（其中因工程调整减少 2 处、增加 3 处），总计 17 处。相对于原环评阶段，工程调整后，声/大气敏感点数量总计增加了 6 个。

②原环评阶段振动敏感点 60 处，工程变更后，减少 5 处敏感点，新增 15 处敏感点（其中因工程调整减少 3 处、增加 0 处），沿线振动敏感点总计为 70 处，相对于原环评阶段，工程调整后，振动敏感点数量增加了 10 处。

根据江苏省环境保护厅《关于加强建设项目重大变动环评管理的通知》（苏环办[2015] 256 号）文中第二条规定：“建设项目存在重大变动的，建设单位应当按照现有审批权限重新报批环境影响评价文件，原审批部门不再受理此类建设项目的环境影响评价修编材料。”。参照 256 号文附件“其他生态类建设项目重大变动清单（试行）”中第 10 条规定：“位置或管线调整使得评价范围内出现新的环境敏感点”，本项目界定为重大变更项目，需要重新报批。

表 1.1-2 车站&基地施工方案与工可方案主要调整分析

工程组分	变更内容	工程变更引起的声、大气环境保护目标变化
刘潭站	1号风亭组调整至2号风亭组西侧，新增1组VRF室外机； 冷却塔调整至天池路2号风亭组对面； 原有1号风亭组处设3号风亭组，新增1组VRF室外机； 在3号风亭组东侧增设4号风亭组； 部分设备位置微调。	工程变化前后均不涉及敏感目标
广石路站	冷却塔南移100米，1号风亭组南移200米，增设两组VRF室外机； 2号风亭组移至广石路西南侧凤翔路高架下中间绿化带，增设一组VRF室外机，新风井移至交叉口南侧地块； 在于交叉路口北侧地块内增设一组VRF室外机； 部分设备位置微调。	因近期最新规划新增1处敏感目标（广石路规划项目）
青石路站	冷却塔移至高架桥下； 1号风亭组增加一组VRF室外机； 2号风亭组增加一组VRF室外机； 部分设备位置微调。	因最新规划新增1处敏感目标（青石路规划项目）
盛岸站	无调整	工程变化前后均不涉及敏感目标
惠山古镇站	2号风亭组改为3号，3号风亭组改为4号；在1号风亭组与3号风亭组间增设新2号风亭组，新增风热冷泵机组； 3号风亭组增加两组VRF室外机； 4号风亭组增加一组VRF室外机； 冷却塔移至4号风亭组南侧； 部分设备位置微调。	工程变化前后均不涉及敏感目标
四院站	车站向东南方向调整约20米； 1号风亭组移至荣军医院对面，新增一组VRF室外机； 冷却塔移至1号风亭组位置；2号风亭组移至四院大门对面；在四院门前新增3号风亭组，增加一组VRF室外机； 部分设备位置微调。	①因工程调整新增敏感点2处（第四人民医院住院楼、胜利新村） ②因工程调整减少敏感点1处（荣院宿舍）
河埭口站	4-1号风亭组改为4-3号，4-3号风亭组改为4-1号；	工程变化前后均不涉及敏感目标

	4-3号风亭组增加一组 VRF 室外机; 4-2号风亭组增加一组 VRF 室外机; 部分设备位置微调。	
建筑路站	1号风亭组增加一组 VRF 室外机; 2号风亭组增加一组 VRF 室外机; 部分设备位置微调。	敏感点数量未变
体育中心站	1号风亭组由路西移至路东, 新增一组 VRF 室外机; 2号风亭组、冷却塔由路西移至路东, 新增一组 VRF 室外机; 部分设备位置微调。	敏感点数量未变
望山路站	望山路站站位发生调整, 整体向北移动 292m, 1号风亭组新增一组 VRF 室外机, 于路口南侧地块设置 2号风亭组调至路西侧。	因工程调整新增 1处敏感点 (蠡湖香榭)
蠡湖公园站	车站位置向西南移动约 20m, 1号、2号风亭组均移动到车站南侧, 分别增加一组 VRF 室外机; 冷却塔移至 1号风亭组西侧。	工程变化前后均不涉及敏感目标
大剧院站	3号风亭组改为 2号风亭组, 增加一组 VRF 室外机、一组风冷热泵; 油烟井单独设为 3号风亭组, 位于金石路与万顺道路口西侧地块; 增加 5号风亭组, 位于 4号风亭组南侧 冷却塔均移至 2号风亭组内; 1号风亭组增加一组 VRF 室外机; 部分设备位置微调。	敏感点数量未变
五湖大道站	车站向西北方调整约 30m, 1号风亭组 (包含冷却塔) 随车站向西北方移动 17m, 增加一组 VRF 室外机; 2号风亭组调整至五湖大道与周新路路口南侧地块内, 增加一组 VRF 室外机。	因工程调整减少 1处敏感点 (东绎实验学校)
大通路站	1号、2号风亭组分别增加一组 VRF 室外机; 冷却塔向西北方调整 95m; 部分设备位置微调。	敏感点数量未变
市民中心站	1号、2号风亭组分别增加一组 VRF 室外机; 部分设备位置微调。	工程变化前后均不不涉及敏感点
吴都路站	2号风亭组增加一组 VRF 室外机;	工程变化前后均不不涉及敏感点

	4号风亭组两组 VRF 室外机、一组风热热泵； 部分设备位置微调。	
商务中心站	1号、2号风亭组分别增加一组 VRF 室外机； 部分设备位置微调。	工程变化前后均不不涉及敏感点
贡湖大道站	4-1号风亭组改为1号风亭组，增加一组 VRF 室外机； 4-3号风亭组改为3号风亭组； 4-4号风亭组改为4号风亭组，增加一组 VRF 室外机； 部分设备位置微调。	工程变化前后均不不涉及敏感点
天河停车场	平面布置调整，增加上盖的公交场站工程建设内容	①因最新规划新增敏感点2处（新街家园二期、天河规划项目） ②因拆迁完工减少敏感点1处（小蒋巷）
具区路车辆段	平面布置微调	①因最新规划新增敏感点1处（具区路规划项目） ②因原环评未评价，经核实新增敏感点1处（水乡苑）

表 1.1-3 线路施工方案与工可方案主要调整分析

区间	变更内容	工程变更引起的振动环境保护目标变化
起点	线位无调整	工程变化前后均不不涉及敏感点
刘潭站	下穿刘潭三村段线路东偏，DK0+800~DK1+450 向东南最大偏移约 90m；DK1+450~DK2+000 向西北最大偏移约 86 米	因最新规划新增 1 处敏感点（广石路规划项目）
广石路站	江海路附近中间风井东偏、穿沪宁城际区段前后微调，DK2+450~DK3+500 东南最大偏移值 45 米	因在原环评中归入其他敏感点，现经核实单独列出，新增 1 处敏感点（郑巷）
青石路站	青石路站车站偏向西北侧，引起线位变化	因最新规划新增 1 处敏感点（青石路规划项目）
盛岸站	寺塘泾桥附近配合惠山古镇站区段微调	因原环评未评价，经核实新增 2 处敏感点（惠山街道社区卫生服务中心、市盛岸幼儿园）
惠山古镇站		

	区间线路微调，偏移最大处为 20 米	①因工程调整减少 1 处敏感点（化轻家舍） ②因原环评未评价，经核实新增 1 处敏感点（粮科宿舍）
四院站		
	区间线路微调	因在原环评中归入其他敏感点，现经核实单独列出，新增 1 处敏感点（胜利新村）
河埭口站		
	梁溪河至建筑路区段微调	①因原环评未评价，经核实新增 1 处敏感点（无锡嘉仕恒信医院） ②因工程调整减少 1 处敏感点（奥林花园 A 区）
建筑路站		
	区间配合建筑路站站位微调	因工程调整减少 1 处敏感点（奥林花园 B 区）
体育中心站		
	DK12+600~DK13+400 区段向东偏移 38 米	敏感点数量未变
望山路站		
	区间线路微调	因最新规划新增 1 处敏感点（蠡湖一号二期）
蠡湖公园站		
	区间为绕避太湖山庄增设一曲线，DK14+700~DK15+500 向北最大偏移 40 米，DK15+500~DK16+300，向西南最大偏移 95 米	敏感点数量未变
大剧院站		
	欢乐广场区段微调	因原环评未评价，经核实新增 1 处敏感点（宋庆龄实验幼儿园）
五湖大道站		
	区间线路微调	因原环评未评价，经核实新增 2 处敏感点（小商品市场、蠡江新村）
大通路站		
	线位无调整	敏感点数量未变
市民中心站		
	线位无调整	工程变化前后均不涉及敏感点
吴都路站		
	区间配合商务中心站微调	工程变化前后均不涉及敏感点

商务中心站	区间配合商务中心站微调	工程变化前后均不涉及敏感点
贡湖大道站		
终点	线位无调整	工程变化前后均不涉及敏感点
天河停车场出入场段线	线位无调整	①因原环评未评价，经核实新增 1 处敏感点（静心寺） ②因最新规划新增 1 处敏感点（天河规划项目） ③因拆迁完工减少 1 处敏感点（小蒋巷）
具区路车辆段试车线、出入场段线	线位无调整	①因最新规划新增 1 处敏感点（具区路规划项目） ②经核实超出评价范围的敏感点而减少 1 处敏感点（水乡苑）

1.2 项目特点

项目名称：无锡地铁 4 号线一期工程线路长约 24.123km，设 18 座车站，平均站间距 1.418km，全部为地下线路。线路北端设天河停车场一处，南端设具区路车辆段一处。4 号线一期工程主变电站电磁辐射由无锡市环保局另行审批，本次评价不包括电磁相关内容。

1.3 评价过程

项目建设和运营过程中产生的噪声、振动、废水、废气和固废等，可能会对当地环境造成一定影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等有关文件的规定，建设单位无锡地铁集团有限公司委托我公司开展无锡地铁 4 号线一期工程环境影响评价工作，对项目实施可能产生环境影响进行详细评价，从环境保护角度评估项目建设的可行性。评价单位接受委托后，课题组人员在熟悉工程设计资料的基础上开展现场踏勘和相关资料的收集工作，并依据国家、江苏省的有关法律、法规和技术规范，开展了环境质量现状监测、工程分析和影响预测评价等工作，编制完成了《无锡地铁 4 号线一期工程环境影响报告书》。

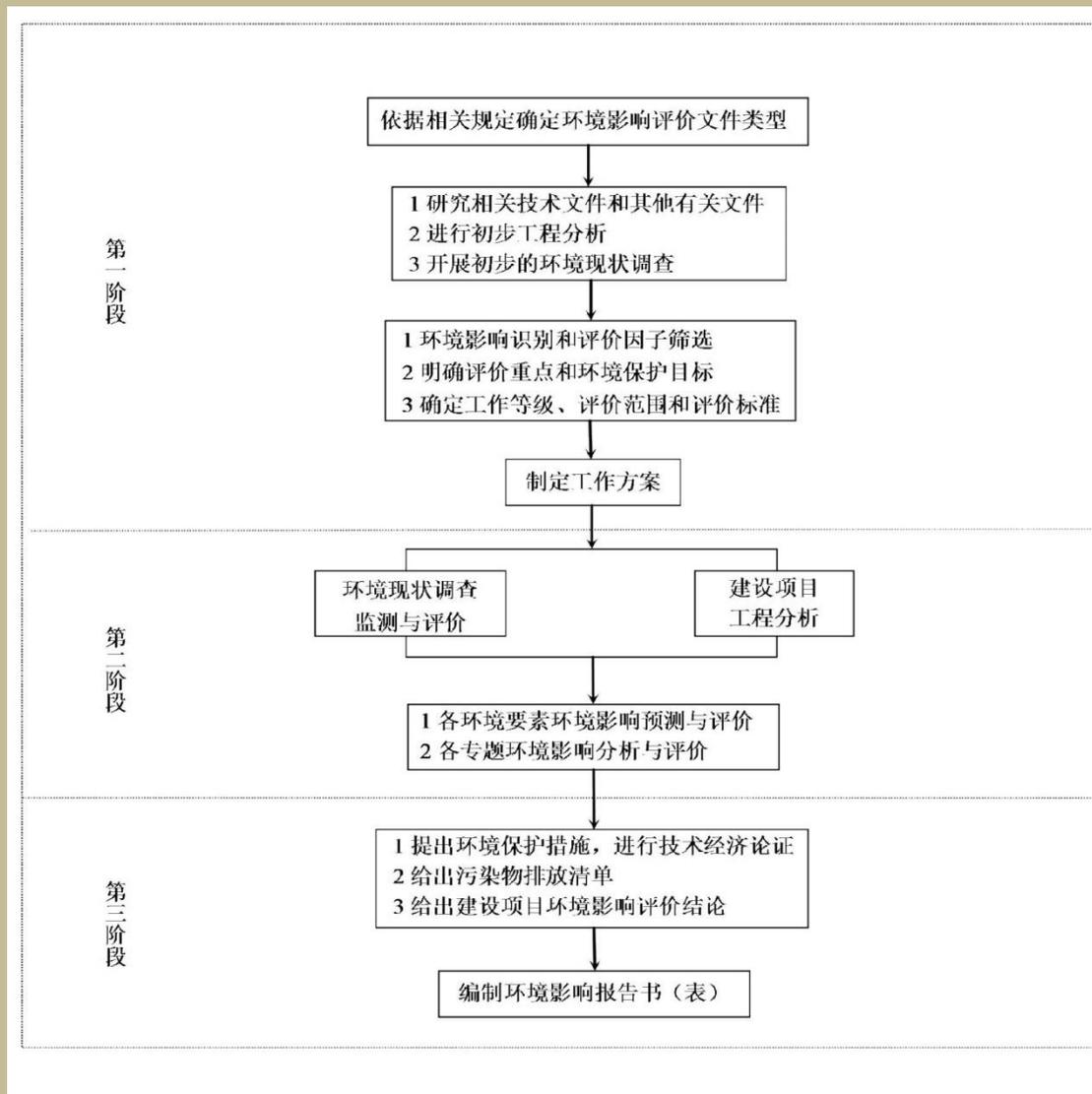


图 1.3-1 环境影响评价的工作过程及程序

1.4 主要的环境问题

工程全线均为地下线路，施工期主要的环境影响为施工噪声、振动、污水、扬尘、弃土、固废及地下水水位、水量和地质灾害等影响，此外，施工活动对景观和生态环境也将造成一定程度的影响；运营期影响主要体现在风亭、冷却塔、VRF 外机噪声，地铁运行产生的振动影响以及地铁建设对地下水流场的阻隔影响等。

1.5 分析判定相关情况

1.5.1 政策相符性

本工程是城市轨道交通的建设，属于《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》（国家发改委令第 21 号）中鼓励类的“二十二、城市基础设施

施”中的第6条“城市及市域轨道交通新线建设”。因此，项目符合《产业结构调整指导目录（2011年本）（修正）》（国家发改委令第21号）的要求。

1.5.2 规划相符性

1.5.2.1 与《无锡市城市总体规划》的相符性分析

（1）规划要点

在《无锡市城市总体规划》中，无锡市的功能定位为“独具竞争力的国际化区域中心城市，最具影响力的国际化生态湖湾型城市，国家历史文化名城”。

城镇空间布局为：突出环太湖和锡澄联动发展，通过“双轴双带”轴带整合市域空间，形成一体两翼的空间格局，以无锡主城为主体，以江阴辅城、宜兴辅城为两翼，以新市镇为纽带，形成一个特大城市、两个大中城市和若干新市镇组成的三级城镇体系。

无锡市区的总体结构为：

市级中心（3个）：老城商贸中心、太湖新城商贸中心、蠡湖休闲中心；

专业中心（2个）：高铁中心、空港中心；

片区中心（6个）：惠山新城、东亭、旺庄、钱桥、前洲玉祁、马山，若干组团中心。

（2）协调性分析

根据《无锡市城市总体规划（2001-2020）》第82条“主城区轨道交通规划”：规划区域线1条，为沪宁城际铁路；市区线6条，呈放射状，分别为1号南北线、2号高速铁路车站线、3号东西城际线、4号太湖新城线、5号东亭太湖线、6号西北组团线，总长216公里。其中，预留1号线向北延伸接江阴，2号线向东、西延伸分别接常熟和常州，3号线向东、西延伸接苏州和宜兴，规划长期预留轨道交通线路用地。

无锡市近期建设重点为“三湾三中心”，即运河湾老城商贸活力中心、蠡湖湾蠡湖旅游休闲中心和太湖湾新城金融商务中心，各板块的建设重点为中心城区、太湖新城、科技新城、锡东新城、惠山新城、锡西新城、锡东城镇组群及锡西城镇组群。本工程与无锡市城市总体规划相符性见附图1-5。

4号线串联了惠山新城、中心城区、蠡溪新城、太湖新城、科技新城、高铁商务区等片区。缩短了外围新城和高铁商务区等新开发地区到城市中心区的时间距离。4号线一方面自南到北贯穿老城中心区，另一方面连接惠山新城、中心城区、蠡溪新城、太湖新城、科技新城、高铁商务区等大部分外围片区，非常有利于促进中心区改造和搬迁，有利于中心区居住人口外迁至外围片区，从而降低中心区的人口密度及交通需求密度，使中心区发展成为以现代商务、国际会展、信息传媒、商业购物、餐饮服务、文体娱乐、市场物流为主的商务商贸和服务业经济的高度密集区，可以引导老城外围片区的空间优化发展，引领新主城太湖新城的迅速腾飞，促进以新城金融、新区工业为代表的无锡产业顺利转型升级，促进其布局结构的形成，因此符合无锡市城市总体规划要求。

1.5.2.2 与《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018年）》的相符性分析

1、《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018年）》概况

2013年9月，国家发改委以“发改基础[2013]1723号”批复了《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018）》，根据建设规划，近期建设方案为：建成3号线一期工程、4号线一期工程，研究建设1号线南延线。至2018年，形成4条运营网络，总长112.6公里的轨道交通基本网络。

3号线一期工程自苏庙至机场站，线路长29.9公里，设站21座，投资218.21亿元，规划建设期为2013-2017年；

4号线一期工程自刘潭至吴越路站，线路长22.4公里，设站16座，投资160.17亿元，规划建设期为2014-2018年；

1号线南延线工程自雪浪至南泉站，线路长4.6公里，设站2座，投资21.06亿元，结合无锡至宜兴城际铁路建设情况适时建设。

无锡市轨道交通近期建设规划见表1.5-1和附图1-2。

表 1.5-1 轨道交通近期建设规划

线名	起终点	线路长度 (km)			总投资 (亿元)	主要经由地点及公交换乘点
		地下	地上	总长		
3号线一期	苏庙~机场	29.9	0	29.9	218.21	钱桥镇、吴桥、青石路美食一条街、无锡火车站、新区开发区、太湖花园、新区城际站、机场
4号线一期	刘潭~吴越路	22.4	0	22.4	160.17	刘潭、吴桥、锡惠公园、河埭口、太湖新城

1号线南延线	雪浪~南泉	4.6	0	4.6	21.06	南泉镇
合计		56.9	0	56.9	399.44	

根据《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018）》，无锡地铁4号线一期工程线路全长22.4km，全部为地下线，共设车站16座，全部为地下站。设谢家桥车辆段和天河停车场。

具体线路走向：北起惠山区桃园新村，向西在1号线刘潭站附近与1号线换乘，再沿凤祥路东侧向南，穿沪宁高速铁路和沪宁铁路后至丽新路与凤祥路交叉口设黄巷站；继续向南至与盛岸路交叉口设与3号线换乘的盛岸路站，再折向东在通惠西路设通惠路站，向南绕过锡山后在惠河路设锡惠公园站，后沿惠河路往西南方向下穿河埭广场后至梁溪路与蠡溪路交叉口设与2号线换乘的河埭口站，接着线路沿蠡溪路向南，依次在与建筑路交叉口设丘巷站、于太湖大道交叉口设与5号线换乘的蠡园中学站、于望山路交叉口设望山路站，至金城路后折向东南，在蠡湖公园附近设蠡湖公园站，往东南从蠡湖大桥和蠡湖隧道间下穿东蠡湖后在无锡艺术中心西侧设艺术中心站；往东南延万顺路、周新路至与五湖大道交叉口设五湖大道站，往东至立信路后折向南行，在与落霞路交叉口设大通路站，至高浪路折向东至立德路后沿立德路南行，在与观山路交叉口设与1号线换乘的市民广场站、在与吴越路交叉口设终点站吴越路站，站后设出入段线与周潭车辆段相连。

本次施工方案中无锡地铁4号线一期工程线路走向与《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018）》所示的规划方案基本一致，主要变化为具区路车辆段选址调整，引起一期工程延伸2站2区间。两者对比示意图见图1-4和表1.5-2。

表 1.5-2 无锡地铁4号线一期工程建设规划与施工方案对比

阶段	建设规划	施工方案	差异百分比（相较于建设规划）
线路长度	22.39 km	24.123km，增加 1.744km	+7.79%
车站	16 座	18 座，锡龙路站更名为广石路站，黄巷站更名为青石路站，通惠路站更名为惠山古镇站，锡惠公园站位置有所调整并更名为四院站，丘巷站更名为建筑路站，蠡园中学更名为体育中心站，望山路站、蠡湖公园站位置有	+25%

		所调整，市民广场站更名为市民中心站，吴越路站更名为吴都路站，增设商务中心站及贡湖大道站	
线路线形	沿城市偏西侧，南北走向	基本维持《建规》线位，线路延伸2站2区间，望山路站~蠡湖公园站有轻微摆动，摆动幅度最大处达到95米	
停车场	天河停车场：位于规划天河路以南，石澄路以东、在建广澄路以北、凤翔路以西地块，地块南侧为刘潭河。	与规划基本一致，增加公交场站建设内容	
车辆段	谢家桥车辆段：位于具区路以北、立德道以西、棠甘路以东的地块内。规划为居住用地。用地：约37ha，接轨站：吴都路站	具区路车辆段：位于震泽路以南，南湖大道以西，具区路以北，贡湖大道以东所围合的地块内。****。用地：约47ha，接轨站：贡湖大道站	数量不变，一段一场，场段位置调整
终点站	终点站为吴越路（原吴都路），后接建规谢家桥车辆段出入线	终点站延伸至贡湖大道站，后接具区路车辆段出入线，贡湖大道站与规划7号线换乘，站位设于贡湖大道与震泽路交叉路口西侧	

2、工可方案与建设规划方案差异性分析

①车辆段选址变化

由于《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018年）》确定无锡地铁4号线分期建设，2018年完成一期工程刘潭~吴越路段。因4号线二期工程建设期不定，因此4号线一期需与车辆段同期建设；又因用地条件限制，只能由一期终点站后接车辆段出入线，所以4号线车辆段选址决定4号线一、二期分期位置。

根据《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018年）》（报批稿）中4号线谢家桥车辆段周边用地规划为居住、教育用地，车辆段的修建会影响此片区的居住品质。在无锡市政府牵头，轨道办、规划局等单位参与的4号线方案汇报的会议上确定本次工可推荐方案为震泽路以南，南湖大道以西，具区路以北，贡湖大道以东所围合的地块内。该方案不仅可以将4号线与远期6号线的车辆段共建共享，且两侧有贡湖大道、南湖大道两条主干道进行隔离，环境风险小。

根据车辆段最新选址方案，4号线一期工程正线及车辆段出入线接轨站作相应调整。相较于建设规划，施工方案正线增加两站两区间，提前建设4号线二期工程的商务中心站和贡湖大道站，4号线一期工程由建设规划的22.4公里增加为24.123公里，车站由16座增加至18座。

②四院站（锡惠公园站）站位调整

原建设规划方案中，锡惠公园站设在锡惠公园南门附近，见附图1.5-1中方案二。本次施工方案调整至惠河路与规划大石路交口，并更名为四院站，其中大石路规划为跨运河通道，客流吸引能力大，见方案一。

③望山路站调整

原建设规划方案中，望山路站设在蠡溪路路与老湖滨路交汇口，见附图1.5-2中方案二。本次施工方案调整至望山路与蠡溪路交口，车站出入口兼顾大路口四个象限，服务功能得到优化，见方案一。

④蠡湖公园站调整

本次施工方案（方案二）相对于建设规划方案向西南方向调整20m至惠河路与规划大石路交口，主要原因是原方案车站有部分侵入太湖风景名胜区二级管控线内，见方案一。

综上所述，除上述主要变化外，其它线路走向和敷设方式、车站设置、车辆选型、机电设备系统选择等工程标准与建设规划方案基本一致。

1.5.2.3 与《无锡市城市轨道交通建设规划（2012-2017）环境影响报告书》审查意见的相符性分析

1、建设规划环境影响报告书审查意见

2012年5月21日，环境保护部在无锡市主持召开了《无锡市城市轨道交通建设规划（2012-2017）环境影响报告书》审查会，随后以“环审[2012]205号”文下发了“关于无锡市城市轨道交通建设（2012-2017）环境影响报告书的审查意见”，审查意见中与地铁4号线一期工程相关的意见摘录如下：

“四、该规划在优化调整和实施过程中应重点做好以下工作：

（一）线路下穿居住、文教、办公、科研、历史建筑等敏感区的路段结合振动环境影响评价结论，做好规划控制，并针对振动可能产生的结构噪声影响采取有效防治措施。

（二）4号线通惠路站至锡惠公园站段线路走向应尽量向东敷设，减缓对惠山古镇、惠山国家森林公园的不良影响。

（三）进一步优化3号线和4号线穿越老城区的线路走向，尽量减少下穿学校、医院等敏感建筑。

……

（五）加强对车辆段、停车场和综合基地的规划控制和周边土地集约利用，《规划》线路及附属地面设施的布局应与周边学校、医院、集中居住区等环境敏感区保持必要的防护距离。

（六）在规划实施过程中，每个5年左右进行一次环境影响跟踪评价，在规划修编时应重新编制环境影响报告书”。

2、建设规划环评审查意见落实情况分析

规划环评审查意见及落实情况见表1.5-3，分析可见，工程建设符合规划环评审查意见相关要求。

表 1.5-3 规划环评审查意见及落实情况

序号	审查意见	执行情况	与审查意见相符性
1	线路下穿居住、文教、办公、科研、历史建筑	本工程下穿的居住、文教、办公、科研等敏感区将根据本报告书要求采取	符合

	等敏感区的路段结合振动环境影响评价结论，做好规划控制，并针对振动可能产生的结构噪声影响采取有效防治措施	做好规划控制，在本报告书按照不同线路条件及不同等级减振措施情况下的计算的振动规划控制距离内不宜规划建设相应类型的振动敏感建筑；针对振动可能产生的结构噪声影响采取钢弹簧浮置板道床减振措施，根据达标预测分析，采取措施后，二次结构噪声能满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》中相应标准限值。	
2	4号线通惠路站至锡惠公园站段线路走向应尽量向东敷设，减缓对惠山古镇、惠山国家森林公园的不良影响。	已按要求落实，在工程设计技术要求允许的前提下已尽量向运河（东）边敷设，距离惠山国家森林公园的最近距离由12米调整为16米。	符合
3	进一步优化4号线穿越老城区的线路走向，尽量减少下穿学校、医院等敏感建筑。	工程穿越老城区的线路方案与建设规划基本一致，刘潭站~广石路站部分路段经优化调整，下穿的居民住宅数量有所减少（约70户），相比建设规划阶段，因工程调整减少的敏感点有3处、因程调整增加的敏感点有0处。	符合
4	加强对车辆段、停车场和综合基地的规划控制和周边土地集约利用，《规划》线路及附属地面设施的布局应与周边学校、医院、集中居住区等环境敏感区保持必要的防护距离	本次环评中要求加强对车辆段、停车场和综合基地的规划控制和周边土地集约利用。对线路及附属地面设施的布局应与周边学校、医院、集中居住区等环境敏感区保持必要的防护距离，其中风亭和冷却塔的噪声防护距离参照报告书表5.3-9和表5.3-10执行。	符合
5	在规划实施过程中，每个5年左右进行一次环境影响跟踪评价，在规划修编时应重新编制环境影响报告书	本次环评已提出，在规划实施过程中，每个5年左右进行一次环境影响跟踪评价，在规划修编时应重新编制环境影响报告书的要求。	符合

1.5.2.3 原环境影响报告书审批意见的落实情况

原环评审批意见及落实情况见表 1.5-4，分析可见，工程建设符合原环评审批意见相关要求。

表 1.5-4 原环评审批意见及落实情况

序号	审批意见	落实情况
1	做好轨道交通沿线用地控制，依据《报告书》提出的达标控制距离要求，在地铁沿线、车站风亭、冷却塔等的噪声、振动防护距离范围内，不宜规划建设居民区、学校、医院等敏感建筑物。	工程尚处于建设初期。
2	落实施工期噪声和振动防治措施。合理布置施工场地、控制作业时间，禁止夜间进行高噪声、高振动作业。地铁沿线、车站、车辆段、停车场及配套设施等的建设，应采用对环境影响小的施工方式，必要时在周围设立隔声围挡或吸声屏障。高噪声设备应采用隔声罩或隔声屏进行降噪处理，应加强声环境敏感点噪声监测，采取有效措施，防止发生噪声扰民现象。优化施工工艺和方案，减少对周围敏感目标的振动影响，对可能造成的房屋开裂、地面沉降等影响采取加固等预防措施。施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）。	<p>(1) 施工场地噪声控制标准按《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523—2011）要求执行，确保离开施工作业区边界 30m 处噪声小于 60dB，撞击噪声最大不超过 80dB。</p> <p>(2) 合理安排施工机械作业，除抢险施工外，其它施工作业时间应尽量安排在每天的七时至十二时和十四时至二十二时，避免夜间施工。</p> <p>(3) 施工现场的电锯、电刨、搅拌机、固定式混凝土输送泵、大型空气压缩机等噪声设备搭设封闭式隔音机棚，电动葫芦高噪声设备设置隔音罩等消音措施，并尽可能设置在离居民区域相对较远的方位，同时尽可能避免夜间施工。</p> <p>(4) 离高噪声设备近距离操作的施工人员配戴耳塞。</p> <p>(5) 运输车辆遵守禁鸣规定，在非禁鸣路段和时间每次按喇叭不得超过 0.5 秒，连续按鸣不得超过 3 次，避免因交通堵塞而增加的车辆鸣号。</p> <p>(6) 运输车辆进出口保持平坦，减少由于道路不平而引起的车辆颠簸噪声和产生的振动。</p> <p>(7) 在施工作业过程中禁止从高空抛掷钢材、铁器等施工材料及工具而造成的人为噪声。</p> <p>(8) 施工现场进行噪声值监测，监测方法执行《建筑施工场界噪声测量方法》，噪声值不应超过国家或地方噪声排放标准。</p>
3	严格控制运营期振动和噪声影响。针对不同情况，采取有效的振动防治措施，确保沿线医院、学校和居民住宅等环境敏感点运营期环境振动满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求，二次结构噪声满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标	工程尚处于建设初期。

	<p>准》(JGJ170-2009)的要求。优先采用低噪声、声学性能优良的风机、冷却塔和空调,合理布局风亭、冷却塔,风亭主排风口尽量远离、背向居民住宅等敏感点设置,确保沿线各环境敏感点满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)相应要求。车辆段、停车场等厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)相应标准,禁止夜间试车。加强沿线敏感目标噪声和振动跟踪监测,根据监测结果及时增补和完善防治措施,防止对沿线居民正常生产、生活造成不良影响。</p>	
4	<p>严格落实水环境保护措施。施工期生活污水和生产废水经分类收集、处理达到接管标准后回用或就近排入市政污水管网。运营期各车站冲洗废水、生活污水排入市政污水管网;车辆段、停车场等的生活污水及食堂餐饮废水分别经处理达接管标准后排入市政污水管网,生产废水经调节、隔油、汽浮工艺处理达接管标准后排入市政污水管网。加强基坑水位、水质及地面沉降的监控,制定风险防范应急预案,采取有效的围护止水措施,最大限度地减少地下水下降,避免因地面沉降、塌陷等引起环境问题。</p>	<p>施工期:(1)根据施工地区排水网的走向和过载能力,选择合适的排口位置和排放方式。(2)在工程开工前完成工地排水和废水处理设施的建设,并保证工地排水和废水处理设施在整个施工过程中的有效性,做到现场无积水、排水不堵塞、水质达标。(3)搅拌机前台、混凝土输送泵及制梁场相关位置处应当设置沉淀池,废水不得直接排出,经二次沉淀后循环使用或用于洒水降尘。(4)现场存放油料,必须对库房进行防渗漏处理,储存和使用都要采取措施,防止油料泄露,污染土壤水体。(5)施工现场设置的食堂用餐人数在100人以上的,设置简易有效的隔油池,加强管理,专人负责定期掏油,防止污染。</p> <p>运营期:工程尚处于建设初期。</p>
5	<p>严格落实大气污染防治措施。施工期应采用商品混凝土,采取围挡、遮盖、洒水等抑尘措施,严格控制施工期物料装卸、运输、堆放等过程中的扬尘和废气污染。物料堆放区须设置在距离居民区等环境敏感目标主导风向下风向300米以外区域。风亭采取绿化覆盖及消除异味措施,与周边敏感目标控制距离应不小于15m。车辆段、停车场职工食堂燃用天然气,油烟经净化达到《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001)后排放。</p>	<p>施工期:(1)选择低污染的机械设备,并安装空气污染控制系统。(2)车辆进出工地不得超限、超速运输,防止沿途撒漏产生较大的粉尘。(3)严禁在现场焚烧任何废弃物及有毒废料(废机油、废塑料等)。生活营地使用清洁能源,保证炉灶烟尘符合标准;对施工机械车辆加强维护,以减少废气排量;对汽油等易挥发物品要密闭存放,并尽量缩短开启时间。(4)对施工现场和运输道路经常进行清扫和洒水湿润,减少扬尘。(5)拆除旧建筑物时,应采取洒水措施,控制扬尘现象,并将现场垃圾及时清理出现场。</p> <p>运营期:工程尚处于建设初期。</p>
6	<p>严格落实各类固体废物的收集和安全处置措施,防止产生二次污染。车辆更换的蓄电池、废油、含油污泥等危险废物须交有资质单位处置。</p>	<p>工程尚处于建设初期。</p>
7	<p>加强沿线生态环境保护。各类临时用地尽可能少占耕地,</p>	<p>施工期:(1)对绿化,在施工范围内严格按照法规执行,合理布置施工场</p>

	避让生态红线区域。做好文物保护工作，落实规划环评审查意见有关要求，施工过程中发现文物立即加以保护并及时上报文物保护单位。做好水土保持工作，施工结束后及时落实《报告书》提出的生态修复和补偿措施。	地，生产、办公设施布置在征地红线以内，尽量不破坏原有的植被，保护自然环境。(2) 严格履行各类用地手续，按划定的施工场地组织施工，不乱占地、不多占地。(3) 对施工中可能遇到的各种公共设施，制定可靠的防止损坏和移位的实施措施，向全体施工人员交底。(4) 施工场地采用硬式围挡，施工作业队的材料堆放、材料加工、出碴及出料口等场地均设置围挡封闭，施工现场以外的公用场地禁止堆放材料、工具、建筑垃圾等。(5) 施工场地位于原有道路周边时，施工中尽量不破坏原有设施和影响行车。(6) 工程竣工后搞好地面恢复，恢复原有植被，防止水土流失。(7) 加强全员文物保护意识教育，做到不损坏文物，对施工过程中发现的地下文物，及时上报文物主管部门，配合文物管理部门做好文物挖掘和保护工作。 运营期：工程尚处于建设初期。
8	本工程涉及的变电站辐射环境影响不在本次评价之内，需另行评价并办理审批手续。	审批手续正在办理中。
9	落实《报告书》提出的环境管理及监测计划。	工程尚处于建设初期。

1.5.3与《江苏省生态红线区域保护规划》的相符性分析

1、规划要点：

风景名胜区二级管控区内禁止开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；禁止修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；禁止在景物或者设施上刻划、涂污；禁止乱扔垃圾；不得建设破坏景观、污染环境、妨碍游览的设施；在珍贵景物周围和重要景点上，除必须的保护设施外，不得增建其他工程设施。

2、相符性分析

本工程评价范围内有惠山国家森林公园和蠡湖风景名胜区2处生态红线保护区。其中，工程DK-14+700~DK-16+260以盾构方式穿越蠡湖风景名胜区的二级管控区，穿越长度约1560米。惠山古镇站~四院站区间工程段DK-7+510~DK-7+620以地下线路方式沿惠山国家森林公园二级管控区外围敷设，工程段DK-7+190~DK-7+510以盾构方式穿越惠山国家森林公园的二级管控区，穿越长度320米。施工期本工程采用盾构法地下施工，不破坏地上部分景观、植被和地形地貌，穿越区域不属于珍贵景物和重要景点，不存在以上禁止的建设行为。因此符合《江苏省生态红线区域保护规划》的要求。

1.5.4与《江苏省太湖水污染防治条例》的相符性分析

1、条例要点：

第四十五条 太湖流域一、二、三级保护区禁止下列行为：

(一) 新建、改建、扩建化学制浆造纸、制革、酿造、染料、印染、电镀以及其他排放含磷、氮等污染物的企业和项目；

(二) 销售、使用含磷洗涤剂；

(三) 向水体排放或者倾倒油类、酸液、碱液、剧毒废渣废液、含放射性废渣废液、含病原体污水、工业废渣以及其他废弃物；

(四) 在水体清洗装贮过油类或者有毒有害污染物的车辆、船舶和容器等；

(五) 使用农药等有毒物毒杀水生生物；

(六) 向水体直接排放人畜粪便、倾倒垃圾；

(七) 围湖造地；

(八) 违法开山采石，或者进行破坏林木、植被、水生生物的活动；

(九) 法律、法规禁止的其他行为。

第四十七条 太湖流域二级保护区限制下列行为：

(一) 新建、扩建化工、医药等企业和项目；

(二) 增设排污口；

(三) 扩大水产养殖规模；

(四) 法律、法规限制的其他行为。

2、相符性分析

本工程与太湖流域保护区的关系见附图 1-6，由图可见，本工程 DK4+900~DK24+400 位于太湖流域一级保护区范围内，其余路段位于二级保护区，全线以地下线路方式穿越保护区的控制建设区，工程相关建设活动不涉及上述禁止的开发行为。

工程施工场地内设置截水沟、隔油池、沉淀池等废水处理设施，其中截水沟布置在施工场地四周，截留施工场地内冷却水和冲洗水引入隔油池和沉淀池处理后循环使用；泥浆水进入沉淀池，经自然沉淀后循环使用。工程施工影响可以控制在施工场地范围之内。运营期污水经预处理后排入市政污水管网，经城北、芦村和太湖新城污水处理厂集中处理后排放，其总量纳入各污水处理厂总量中，不会增加区域废水排放总量；通过做好施工期和运营期各种环境保护措施，选择合理的施工方式，对太湖流域水体污染影响较小，符合《江苏省太湖水污染防治条例》相关要求。

1.5.5 与《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》的相符性分析

1、通知要点：

一、强化“三线一单”约束作用

(一) 生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。相关规划环评应将生态空间管控作为重要内容，规划区域涉及生态保护红线的，在规划环评结论和审查意见中应落实生态保护红线的管理要求，提出相应对策措施。除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公

路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动，依法不予审批新建工业项目和矿产开发项目的环评文件。

(二) 环境质量底线是国家和地方设置的大气、水和土壤环境质量目标，也是改善环境质量的基准线。有关规划环评应落实区域环境质量目标管理要求，提出区域或者行业污染物排放总量管控建议以及优化区域或行业发展布局、结构和规模的对策措施。项目环评应对照区域环境质量目标，深入分析预测项目建设对环境的影响，强化污染防治措施和污染物排放控制要求。

(三) 资源是环境的载体，资源利用上线是各地区能源、水、土地等资源消耗不得突破的“天花板”。相关规划环评应依据有关资源利用上线，对规划实施以及规划内项目的资源开发利用，区分不同行业，从能源资源开发等量或减量替代、开采方式和规模控制、利用效率和保护措施等方面提出建议，为规划编制和审批决策提供重要依据。

(四) 环境准入负面清单是基于生态保护红线、环境质量底线和资源利用上线，以清单方式列出的禁止、限制等差别化环境准入条件和要求。要在规划环评清单式管理试点的基础上，从布局选址、资源利用效率、资源配置方式等方面入手，制定环境准入负面清单，充分发挥负面清单对产业发展和项目准入的指导和约束作用。

2、相符性分析

(1) 生态保护红线

本工程评价范围内有惠山国家森林公园和蠡湖风景区 2 处生态红线保护区。其中，工程 DK-14+700~DK-16+260 以盾构方式穿越蠡湖风景区的二级管控区，穿越长度约 1560 米。惠山古镇站~四院站区间工程段 DK-7+510~DK-7+620 以地下线路方式沿惠山国家森林公园二级管控区外围敷设，工程段 DK-7+190~DK-7+510 以盾构方式穿越惠山国家森林公园的二级管控区，穿越长度 320 米。施工期本工程采用盾构法地下施工，不破坏地上部分景观、植被和地形地貌，穿越区域不属于珍贵景物和重要景点，项目属于铁路基础设施建设项目，不存在以上禁止的建设行为。因此符合《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》的要求。

(2) 环境质量底线

①声环境

本工程线路布设路段基本沿交通干线路中行走，沿线主要分布有居民、学校、机关、企业等，人口密度较高，因此，交通噪声是沿线区域的主要噪声源，其次为人群活动产生的社会生活噪声。对照《声环境质量标准》

(GB3096-2008)中相应标准，17处敏感目标的监测点均能达标，声环境质量较好。天河停车场、具区路车辆段厂界处环境背景噪声监测点均能达标，声环境质量较好。

②振动环境

工程沿线的振动主要是由城市道路交通及社会生活引起的。现状监测结果表明，70处被监测的目标，环境振动 V_{Lz10} 值昼间为51.04~66.05dB，夜间为47.64~62.35dB，均能满足《城市区域环境振动标准》(GB10070-88)之相应标准限值要求。

③地表水环境

京杭大运河上的凤翔大桥断面氨氮超标，超标率为66.7%，最大超标倍数为0.42，其它水质均能满足相应标准要求。根据表7.2-3分析表明：现阶段京杭大运河上的凤翔大桥断面氨氮超标，超标率为100%，最大超标倍数为0.16，其它水质均能满足相应标准要求。

④地下水环境

小园一村、六房巷的总大肠菌群外监测指标均符合《地下水质量标准》(GB/T4848-1993)中V类标准限值，其它各项监测指标均符合或优于《地下水质量标准》(GB/T4848-1993)中III类标准限值。考虑到沿线地下水补给主要是降水补给，浅层地下水受地面农业或生活污染的可能性较大，为本次地下水部分监测因子超标提供了一定的可能性。

⑤大气环境

评价区各监测点的各监测因子日均值均达到了《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准要求，项目所在区域环境空气质量良好。

综上所述，项目地表水现状监测结果出现超标，但与原有环评监测相比京杭大运河断面处氨氮超标问题得到改善。根据分析，氨氮超标是流域性问题。京杭大运河是贯穿无锡市的主要河流，无锡市境内河水向东汇入京杭运河，京杭运河也成为无锡市重要的排污通道，这是水质监测结果超标的主要原因。

另外，区内河流在上游水质来源较差的基础上，接纳一定量生活污水和生产废水，河流纳污能力下降。因此，需要对区域水环境进行综合整治。为了加大水环境综合整治力度，不断提升水环境质量，无锡市政府出台了《无锡市河道环境综合整治工作方案（2016—2020年）》，根据实施计划要求，2016年3月底前，制定完成区域河道五年综合整治总体方案，2016年4月至2020年6月，按照整治方案完成工程建设。根据方案要求，无锡市区共整治河道115条，包括考核监测断面河道54条，部分支流61条，本工程沿线经过的京杭大运河、梁溪河均在整治河道名单中，经过综合整治，区域水环境质量有望得到改善。

（3）资源利用上线

土地资源：本项目为轨道交通项目，全线均为地下线路，工程占用土地主要集中在停车场和车辆段，地下车站的出入口、风亭，以及施工期的施工场地，占地面积较小，不影响区域土地资源总量。

水资源：本项目用水为主要来自沿线车站产生的生活用水，具区路车辆段与天河停车场的工作人员生活用水、车辆冲洗用水，用水量较小（约625m³/d），不影响区域水资源。

燃气、燃油：本工程为城市轨道交通建设，轨道交通使用清洁能源，不但改变了交通结构，大大提高客运量，有利缓解地面交通紧张状况，较公汽舒适快捷，同时也可减少公汽运输汽车的燃气、燃油能源消耗。

（4）准入清单相符性

《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018年）》为无锡市内轨道交通建设的规划，本工程属于规划中规划“4号线一期工程”，符合规划的准入要求。

因此本工程建设符合《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》的要求。

1.6 环境影响评价主要结论

无锡地铁4号线一期工程符合《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018）》，符合无锡市城市总体规划和轨道交通建设规划发展的要求，项目的建设运营对项目所在地的声环境、水环境、大气环境、生态环境会产生一定的

不利影响，在落实本报告书提出的各项对策和建议的前提下，其环境的负面影响可以得到有效控制和减缓。从环境保护角度分析，本工程建设是可行的。

全文公示版

2. 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规

1. 《中华人民共和国环境保护法》（修订）（2015.01.01）；
2. 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016.9.1）；
3. 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1997.3.1）；
4. 《中华人民共和国水污染防治法》（修订）（2017.6.29）；
5. 《中华人民共和国大气污染防治法》（修订）（2016.1.1）；
6. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（修订）（2015.11.13）；
7. 《中华人民共和国水土保持法》（2010.12.25 修订）；
8. 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012.7.1 修订）；
9. 《中华人民共和国文物保护法》（2013.6.29）。

2.1.2 环境保护法规、规范性文件

- 1、《建设项目环境保护管理条例》（国务院[1998]253 号）（根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订）；
- 2、《建设项目环境保护分类管理名录》（环境保护部令第 44 号，2017.9.1 施行）；
- 3、《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011.1.8 修订）；
- 4、《中华人民共和国文物保护法实施条例》（2003.7.1）；
- 5、《城市房屋拆迁管理条例》（国务院[2001]第 305 号）；
- 6、《基本农田保护条例》（国务院 [1999] 第 257 号）；
- 7、《风景名胜区条例》（国务院[2006]第 474 号）；
- 8、《中华人民共和国河道管理条例》（1988 年 6 月施行）；
- 9、《国务院办公厅关于加强城市快速轨道交通建设管理的通知》（国办发 [2003]81 号）；

-
- 10、《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发[2005]39号）；
 - 11、《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77号）；
 - 12、《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98号）；
 - 13、《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部办公厅 2017 年 9 月 1 日印发，2017 年 10 月 1 日起施行）；
 - 14、《国家危险废物名录（2016）》（环由环境保护部联合国家发展和改革委员会、公安部向社会发布，自 2016 年 8 月 1 日起施行）；
 - 15、《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35 号）；
 - 16、关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的通知（环办[2013]103 号）；
 - 17、《国务院关于加强文化遗产保护的通知》（国发[2005]42 号）；
 - 18、《环境保护公众参与办法》（2015 年 9 月 1 日起施行）；
 - 19、《关于加强基本建设工程中考古工作的指导意见》（国家文物局，2007 年）；
 - 20、《关于做好轨道交通项目环境影响评价工作的通知》（环办[2014]117 号文）；
 - 21、《关于进一步做好固体废物领域审批审核管理工作的通知》（环发[2015]47 号）；
 - 22、关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见（环发[2015]178 号）；
 - 23、《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评[2016]150 号）；
 - 24、《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》（环发[2015]178 号）
 - 25、《太湖流域管理条例》（国务院[2011]第 604 号）；
 - 26、《江苏省太湖水污染防治条例》（2012 年修订）；

-
- 27、《江苏省大气污染防治条例》（2015年3月1日起施行）；
 - 28、《江苏省环境保护条例（修正）》（1997年7月31日起施行）；
 - 29、《江苏省风景名胜区管理条例》（2004年5月1日起施行）；
 - 30、《江苏省文物保护条例》（2004年1月1日起施行）；
 - 31、《江苏省历史文化名城名镇保护条例》（2010年11月1日起施行）；
 - 32、《江苏省环境噪声污染防治条例》（2006年3月1日起施行）；
 - 33、《江苏省固体废物污染环境防治条例》（2010年1月1日起施行，2017年6月修订）；
 - 34、《江苏省排放污染物总量控制暂行规定》（省政府[1992]38号令）；
 - 35、《省政府关于加强文化遗产保护工作的意见》（苏政发[2006]144号）；
 - 36、《江苏省排污口设置及规范化整治管理办法》（苏环控[1997]122号）；
 - 37、《关于进一步规范规划和建设项目环评中公众参与听证制度的通知》（苏环办[2011]173号）；
 - 38、《江苏省环境保护公众参与办法》（2017.1.1）
 - 39、《关于加强建设项目环评文件固体废物内容编制的通知》（苏环办[2013]283号）；
 - 40、《省政府关于印发江苏省生态红线区域保护规划的通知》（苏政发[2013]113号）；
 - 41、《省政府关于印发江苏省大气污染防治行动计划实施方案的通知》（苏政发[2014]1号）；
 - 42、《关于落实省大气污染防治行动计划实施方案严格环境影响评价准入的通知》，（苏环办[2014]104号）；
 - 43、无锡市内资禁止投资项目目录（2015年本）；
 - 44、市政府办公室关于转发市发改委无锡市内资禁止投资项目目录（2015年本）的通知（锡政办发〔2015〕182号）；
 - 45、《无锡市大气污染防治行动计划实施细则》（2014.4.22）；
 - 46、《无锡市环境噪声污染防治管理办法》（2006.11.17）；
 - 47、《无锡市水环境保护条例》（2008.9.28）；
 - 48、《无锡市人民政府办公室关于进一步加强建筑渣土管理的实施意见》

(锡政办发〔2010〕250号)；

49、《无锡市历史文化遗产保护条例》(2010.3.1)；

50、《无锡市城市绿化管理条例》(2001.10.1)。

2.1.3 环评技术导则与规范

1、《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1—2016)；

2、《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ453—2008)；

3、《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19—2011)；

4、《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4—2009)；

5、《环境影响评价技术导则 地面水环境》(HJ/T2.3—93)；

6、《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610—2016)；

7、《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2—2008)；

8、《声环境功能区划分技术规范》，(GB/T15190-2014)；

9、《防治城市扬尘污染技术规范》，(HJ/T393-2007)；

10、《无锡市区声环境功能区划分技术报告》；

11、无锡市环境空气质量功能区划规定(无锡市环保局, 2011.11)。

2.1.4 相关规划

1. 《江苏省生态红线区域保护规划》(2013.08)；

2. 《江苏省地表水(环境)功能区划》(2003.3)；

3. 《无锡市城市轨道交通建设规划(2013-2018)》，(铁道第四勘察设计院, 2012.8)；

4. 《无锡市城市总体规划(2001~2020)》；

5. 《无锡市土地利用总体规划(2006-2020年)》；

6. 《太湖风景名胜区总体规划(2009-2030)》；

7. 《无锡历史文化名城保护规划》。

2.1.5 与项目相关的文件资料

1. 《无锡市轨道交通4号线一期工程施工图》，中铁第四勘察设计院集团有

-
- 限公司，2017年9月；
2. 《无锡市轨道交通4号线一期工程地质灾害危险性评估报告》，江苏省地质调查研究院，2015年12月；
 3. 《无锡市轨道交通4号线一期工程场地地震安全性评价报告》，江苏省地震工程研究院，2015年12月；
 4. 国家发展改革委关于印发无锡市城市轨道交通近期建设规划（2013-2018年）的通知，（发改基础[2013]1723号）；
 5. 《无锡市城市轨道交通建设规划（2012-2017）环境影响报告书》，环境保护部南京环境科学研究所，2012年8月；
 6. 关于《无锡市城市轨道交通建设规划（2012-2017）环境影响报告书》的审查意见，环审[2012]205号；
 7. 《无锡市轨道交通4号线一期工程环境影响报告书》，南京国环科技股份有限公司，2016年6月；
 8. 环境影响评价委托书；
 9. 建设单位提供的其它相关技术资料。

2.2 评价工作内容及评价因子

2.2.1 评价内容

本次评价的主要内容包括工程分析、声环境影响评价、振动环境影响评价、地表水环境影响评价、地下水环境影响评价、环境空气影响分析、固体废物对环境的影响评价、生态环境影响评价、施工期环境影响评价、和环保措施及投资估算等。其中评价工作重点为声环境影响评价、环境振动影响评价、地下水环境影响评价、施工期环境影响评价及污染防治措施。

2.2.2 评价因子

各环境要素的评价因子见表 2.3-1。

表 2.3-1 评价因子一览表

评价时段	评价要素	现状评价因子	影响评价因子	单位
施工期	声环境	昼、夜间等效连续 A 声级 (L_{Aeq})	昼、夜间等效连续 A 声级 (L_{Aeq})	dB (A)
	振动环境	铅垂向 Z 振级 (VL_{Z10})	铅垂向 Z 振级 (VL_{Z10})	dB
	地表水环境	pH、SS、COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类	pH、SS、COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类	mg/L
	地下水	钙 (Ca^{2+})、镁 (Mg^{2+})、钠 (Na^+)、钾 (K^+)、碳酸根 (CO_3^{2-})、碳酸氢根 (HCO_3^-)、硫酸根 (SO_4^{2-}) 和氯离子 (Cl^-)；pH、总硬度、氨氮、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、氟化物、铬、铁、锰、溶解性固体、高锰酸盐指数、总大肠杆菌、细菌总数	总硬度、氨氮、硫酸盐、氯化物、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮	mg/L
大气环境	PM _{2.5} 、PM ₁₀	PM _{2.5} 、PM ₁₀	mg/m ³	
运营期	声环境	昼、夜间等效连续 A 声级 (L_{Aeq})	昼、夜间等效连续 A 声级 (L_{Aeq})	dB (A)
	振动环境	铅垂向 Z 振级 (VL_{Z10})	铅垂向 Z 振级 (VL_{Z10} 、 VL_{Zmax})、室内二次结构噪声 (L_{Aeq})	dB
	大气环境	SO ₂ 、NO ₂ 、PM _{2.5} 、PM ₁₀	SO ₂ 、NO ₂ 、PM _{2.5} 、PM ₁₀	mg/m ³
	地表水环境	pH、SS、COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类	pH、SS、COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类	mg/L

2.3 评价等级及评价范围

2.3.1 评价等级

2.4.1.1 声环境

无锡地铁 4 号线一期工程全部为地下线路，工程沿线声环境功能有 1 类、2 类和 4a 类区，评价区域内无 0 类声环境功能区域及对噪声有特别限制要求的保

护区等敏感目标，建设项目建设前后评价范围内部分敏感目标噪声级增高量大于 5 dB(A)，受影响人口数量显著增加，确定本次声环境评价为一级评价。

2.4.1.2 振动环境

无锡地铁 4 号线一期工程全部为地下线路，评价范围内各类振动适用地带的沿线敏感建筑或重点文物保护单位，其工程运营前后振动级变化量为 5~10 dB，确定本次振动环境影响评价为一级评价。

2.4.1.3 环境空气

由于本工程列车采用电力动车组，停车场、车辆段不新建锅炉，因此，轨道交通工程仅有地下车站排风亭排气异味、车辆段食堂油烟等影响，属于不需要确定评价等级的项目。根据《环境影响评价技术导则·大气环境》（HJ2.2-2008）和《环境影响评价技术导则·城市轨道交通》（HJ 453-2008），本次评价仅进行大气环境影响分析。

2.4.1.4 生态环境

本工程建设内容主要为地下线路和地上车站、场段，其影响范围小，线路工程长度小于 50km，工程沿线以人工生态系统为主，根据《环境影响评价技术导则·生态影响》（HJ19—2011）和《环境影响评价技术导则·城市轨道交通》（HJ 453-2008），本次生态环境影响评价参照三级评价深入开展。

2.4.1.5 地表水环境

本工程废水由具区路车辆段、天河停车场及沿线各车站分散排放，最大污水排放量 572.5m³/d，小于 1000m³/d。根据工程分析及污染源类比调查，排放的污染物主要为非持久性污染物，需预测浓度的水质参数数目小于 10 个，所以污水水质的复杂程度为“中等”，车站污水均可纳入既有的城市污水管网进入相应城市污水处理厂集中处理。因此，根据《环境影响评价技术导则·地面水环境》（HT/J2.3-93）和《环境影响评价技术导则·城市轨道交通》（HJ 453-2008），本次评价仅进行地表水环境影响分析。

2.4.1.6 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）等级划分原则，城市轨道交通机务段为Ⅲ类项目，工程沿线无地下水生活供水水源地和其它特殊类型地下水资源保护区，因此，拟建项目地下水环境“不敏感”。考虑

拟建项目临近太湖及项目所在区域环境水文地质问题，地下水环境敏感程度识别为“较敏感”，本次地下水环境影响等级定义为三级，城市轨道交通除机务段以外其余为IV类项目，不开展地下水环境影响评价。本次地下水环境影响评价按三级评价要求开展工作，进行相应的地下水现状监测及预测。

本次工程评价等级详见下表 2.5-1:

表 2.5-1 评价等级表

环境因素	评价等级
声环境	一级
振动环境	一级
地下水环境	三级
生态环境	三级
地表水环境	影响分析
大气环境	影响分析

2.3.2 评价范围

2.3.2.1 评价涉及的工程范围

本次环境影响评价以中铁第四勘察设计院集团有限公司编制的《无锡市轨道交通 4 号线一期工程施工图》（2017 年 9 月）为编制的工程依据。

本次评价工程的范围为：工程施工起点 DK-0+249~施工终点 DK-24+372，线路全长 24.123km，设 18 座车站，平均站间距 1.418 km，全部为地下线路，线路北端设天河停车场一处及上盖含公交场站，南端设具区路车辆段一处。

2.3.2.2 专题评价范围

根据本工程污染物排放情况及周围环境特征，本次工程环境影响评价各专题的评价范围具体见表 2.5-2。

表 2.5-2 评价范围汇总表

序号	项目	评价范围
1	声环境	车站冷却塔、风亭周围50m内区域；停车场、车辆段场界外1m，有敏感目标时扩大到敏感目标处。
2	振动环境	外轨中心线两侧60m以内区域；室内二次结构噪声评价范围为地下隧道垂直上方至外轨中心线两侧20m以内区域。
3	大气环境	车站冷却塔、风亭周围50m内区域；施工期为施工场界100米以内区域。

4	地表水环境	车站污水总排放口、车辆段和停车场污水总排放口。
5	地下水环境	地下水水位变化的影响区域，主要是地铁沿线两侧200m范围内。
6	生态环境	线路两侧150m区域，车辆段、停车场用地界外100米区域。

2.4 评价标准

2.4.1 环境质量标准

(1) 声环境

根据无锡市人民政府锡政复【2011】97号文，无锡市声环境功能区分为1类、2类、3类、4类（4a、4b）区域，无锡市噪声功能区划见附图2-1.1。本工程全部为地下线路，评价范围内声环境敏感目标执行《声环境质量标准》

（GB3096—2008）中2类和4a类标准，具体见表2.6-1。

表2.6-1 声环境质量标准

功能区类别	噪声标准dB (A)	
	昼间	夜间
1类	55	45
2类	60	50
4a类	70	55

(2) 振动环境

本工程沿线经过的振动环境功能区有“居住、文教区”、“混合区、商业中心区”和“交通干线道路两侧”三类，环境振动执行《城市区域环境振动标准》（GB10070-88），具体标准值及适用情况见表2.6-2。

表2.6-2 环境振动执行标准及适用情况一览表

功能区划	昼间 (dB)	夜间 (dB)	适用范围
居住、文教区	70	67	居住区、文教区
混合区、商业中心区	75	72	混合区、商业区

交通干线道路两侧	75	72	<p>4a类区适用范围：交通干线两侧一定距离之内。</p> <p>a、若临交通干线建筑以高于三层楼房以上（含三层）的建筑为主，第一排建筑面向交通干线一侧的区域；</p> <p>b、若临街建筑以低于三层楼房建筑（含开阔地）为主，交通干线两侧一定距离内的区域。</p> <p>一定距离的划定如下： 相邻区域为1类标准适用区域，距离为50米； 相邻区域为2类标准适用区域，距离为35米； 相邻区域为3类标准适用区域，距离为25米。</p>
----------	----	----	---

下穿的敏感建筑二次结构噪声执行《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009），具体见表2.6-3。

表2.6-3 轨道交通引起建筑物室内二次辐射噪声限值

适用地带范围	建筑物室内二次辐射噪声限值【dB(A)】	
	昼间	夜间
居住区、商业混合区、商业中心区	41	38
交通干线两侧	45	42

(3) 环境空气

根据无锡市环境空气质量功能区划规定，无锡市区环境空气质量功能区划分为一类区和二类区，无锡市环境空气质量功能区划见附图2-1.2。参考《环境影响评价技术导则·城市轨道交通》（HJ453-2008），本工程评价范围内的环境空气属于二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，具体标准值见表2.6-4。

表2.6-4 环境空气质量标准 单位：(mg/m³)

标准	小时平均	日平均	依据
SO ₂	0.5	0.15	《环境空气质量标准》 GB3095-2012二级标准
NO ₂	0.2	0.08	
PM ₁₀	/	0.15	

PM _{2.5}	/	0.075	
-------------------	---	-------	--

(4) 地表水环境

工程沿线涉及的主要地表水体有京杭大运河、梁溪河和五里湖等。根据《江苏省地表水（环境）功能区划》（苏政复【2003】29号），本工程沿线地表水京杭大运河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类标准，梁溪河和五里湖执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类，具体标准值见表 2.6-5。

表2.6-5 地表水环境质量标准 单位：mg/L，pH除外

项目	pH	COD	石油类	BOD ₅	SS	氨氮
III类标准	≤6-9	≤20	≤0.05	≤4	≤30	≤1.0
IV类标准	≤6-9	≤30	≤0.5	≤6	≤60	≤1.5

(5) 地下水环境

无锡市未进行地下水功能区划分，地下水环境质量参考《地下水质量标准》（GB/T14848-93），具体标准值见表 2.6-6。

表2.6-6 地下水环境质量标准 单位：mg/L

序号	项目	类别 标准值	类别				
			I类	II类	III类	IV类	V类
1	色(度)	≤5	≤5	≤15	≤25	>25	
2	嗅和味	无	无	无	无	有	
3	浑浊度(度)	≤3	≤3	≤3	≤10	>10	
4	肉眼可见物	无	无	无	无	有	
5	pH			6.5~8.5	5.5~6.5 8.5~9	<5.5, >9	
6	总硬度(以 CaCO ₃ 计)(mg/L)	≤150	≤300	≤450	≤550	>550	
7	溶解性总固体(mg/L)	≤300	≤500	≤1000	≤2000	>2000	
8	硫酸盐(mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350	
9	氯化物(mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350	
10	铁(Fe)(mg/L)	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤1.5	>1.5	

11	锰(Mn)(mg/L)	≤0.05	≤0.05	≤0.1	≤1.0	>1.0
12	铜(Cu)(mg/L)	≤0.01	≤0.05	≤1.0	≤1.5	>1.5
13	锌(Zn)(mg/L)	≤0.05	≤0.5	≤1.0	≤5.0	>5.0
14	钼(Mo)(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.1	≤0.5	>0.5
15	钴(Co)(mg/L)	≤0.005	≤0.05	≤0.05	≤1.0	>1.0
16	挥发性酚类(以苯酚计)(mg/L)	≤0.001	≤0.001	≤0.002	≤0.01	>0.01
17	阴离子合成洗涤剂(mg/L)	不得检出	≤0.1	≤0.3	≤0.3	>0.3
18	高锰酸盐指数(mg/L)	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤10	>10
19	硝酸盐(以 N 计)(mg/L)	≤2.0	≤5.0	≤20	≤30	>30
20	亚硝酸盐(以 N 计)(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.02	≤0.1	>0.1
21	氨氮(NH ₄)(mg/L)	≤0.02	≤0.02	≤0.2	≤0.5	>0.5
22	氟化物(mg/L)	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	>2.0
23	碘化物(mg/L)	≤0.1	≤0.1	≤0.2	≤1.0	>1.0
24	氰化物(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
25	汞(Hg)(mg/L)	≤0.00005	≤0.0005	≤0.001	≤0.001	>0.001
26	砷(As)(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.05	>0.05
27	硒(Se)(mg/L)	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.1	>0.1
28	镉(Cd)(mg/L)	≤0.0001	≤0.001	≤0.01	≤0.01	>0.01
29	铬(六价)(Cr ⁶⁺)(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
30	铅(Pb)(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1
31	铍(Be)(mg/L)	≤0.00002	≤0.0001	≤0.0002	≤0.001	>0.001
32	钡(Ba)(mg/L)	≤0.01	≤0.1	≤1.0	≤4.0	>4.0
33	镍(Ni)(mg/L)	≤0.005	≤0.05	≤0.05	≤0.1	>0.1
34	滴滴滴(μg/L)	不得检出	≤0.005	≤1.0	≤1.0	>1.0
35	六六六(μg/L)	≤0.005	≤0.05	≤5.0	≤5.0	>5.0
36	总大肠菌群(个/L)	≤3.0	≤3.0	≤3.0	≤100	>100
37	细菌总数(个/L)	≤100	≤100	≤100	≤1000	>1000
38	总 σ 放射性(Bq/L)	≤0.1	≤0.1	≤0.1	>0.1	>0.1
39	总 β 放射性(Bq/L)	≤0.1	≤1.0	≤1.0	>1.0	>1.0

2.4.2 污染物排放标准

(1) 噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523—2011），具体标准值见表 2.6-7。

表2.6-7 建筑施工场界环境噪声排放限值 单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

运营期车站风亭、停车场和车辆段噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)，具体标准值见表 2.6-8。

表2.6-8 工业企业厂界环境噪声排放限值 单位：dB（A）

声环境功能区类别	时段	
	昼间	夜间
2类	60	50
4类	70	55

(2) 废水

本工程施工期生活污水排入城市污水管网接管，《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)中表 1 中 B 等级相关标准，具体标准值见表 2.6-9。

本工程车辆段、停车场及沿线 18 座车站污水均可纳入既有的城市污水管网分别进入城北、芦村和太湖新城污水处理厂集中处理，污水接管执行《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)中表 1 中 B 等级相关标准，具体标准值见表 2.6-9。接纳本项目废水的三个污水处理厂，尾水中 COD、氨氮、总磷排放执行《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》（DB32/1072-2007）表 2 标准，其余因子执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）表 1 一级 A 标准，具体见表 2.6-10。

表2.6-9 本项目废水排放采用的标准 单位：mg/L

序号	污染物名称	排放浓度	标准来源
1.	COD	500	《污水排入城镇下水道水质标准》
2.	BOD ₅	350	
3.	SS	400	
4.	石油类	15	
5.	氨氮	45	
6.	总磷	8	
7.	LAS	20	

表2.6-10 污水处理厂尾水排放标准 单位：mg/L

序号	污染物名称	排放浓度	标准来源
1.	COD	50	(DB32/1072-2007) 表 2 标准
2.	氨氮	5 (8)	
3.	总磷	0.5	
4.	LAS	0.5	
5.	BOD ₅	10	(GB18918-2002) 表 1 一级 A 标准
6.	石油类	1	
7.	SS	10	

(3) 废气

施工期大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2 二级标准。见表 2.6-11。

表 2.6-11 大气污染物排放执行标准

污染物名称	适用时段	排放方式	无组织排放监控浓度 (mg/m ³)
颗粒物 (施工扬尘)	施工期	无组织排放	周界外浓度最高点 1.0

餐饮油烟执行《饮食业油烟排放标准 (试行)》(GB18483-2001) 二类区 II 时段标准, 见表 2.6-12。风亭排放的“臭气浓度”标准执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 中二级标准, 见表 2.6-13。

表 2.6-12 饮食业油烟排放标准

规模	小型	中型	大型
基准灶头数	≥1, <3	≥3, <6	≥6
最高允许排放浓度 mg/m ³	2.0		
净化设施最低去除效率%	60	75	85

表 2.6-13 恶臭污染物厂界标准值

控制项目	单位	标准值
臭气浓度	无量纲	20

2.5 环境保护目标

本工程电磁环境另行审批, 不在本次评价范围内。因此, 本次评价涉及的环境保护目标为声和大气环境保护目标、振动环境保护目标、水环境保护目标和生态环境保护目标。

2.5.1 声和大气环境保护目标

根据工程设计文件和现场调查结果, 本工程设 18 个地下车站和两个车辆基地, 涉及敏感目标 17 处, 其中车站风亭冷却塔涉及敏感目标 13 处, 天河停车场周边 2 处敏感目标, 具区路车辆段周边 2 处敏感目标, 工程变更后, 声/大气

环境保护目标减少 3 处、增加 9 处（其中因工程调整减少 2 处、增加 3 处）。本工程在广石路站与青石路站之间设置的区间风井周边无敏感点。具体见表 2.8-1 和附图 2-2.1~2-2.20。

（1）风亭、冷却塔噪声及大气保护目标

根据最新设计资料和现场踏勘结果，车站风亭冷却塔周边敏感保护目标共 13 处，其中 12 处为居民点、1 处为医院住院楼。

（2）停车场、车辆段噪声及大气敏感目标

无锡地铁 4 号线一期工程设置天河路停车场和具区路车辆段。停车场选址位于规划天河路以南，石澄路以东、规划任钱路以北及凤翔路以西地块。地块内有一条沿任钱路东西走向的河流，地块西北角也有一条河流的支流。现状地块内原有毛巷村、东巷村、小蒋巷等村庄及少量厂房，地势比较平坦，房屋拆迁量较大，目前已拆除完毕，根据规划建设方案，周边拟新增 2 处敏感点，为南街家园二期（规划）、天河规划项目。具区路车辆段段址位于震泽路以南，南湖大道以西，具区路以北，贡湖大道以东所围合的地块内，地块内地势较为平坦，有少量房屋拆迁，主要为 1~3 层民房及厂房，现状地块东侧有水乡苑敏感目标 1 处，同时根据规划建设方案，*****。

2.5.2 振动环境保护目标

根据现场调查，本工程全线为地下线路，沿线振动环境保护目标有 70 处，包括居民住宅 57 处、机关单位 3 处、学校 6 处和医院 4 处，工程变更后，减少 5 处敏感点，新增 15 处敏感点（其中因工程调整减少 3 处、增加 0 处），沿线所有振动环境敏感点具体情况见表 2.8-2 和附图 2-3.1~2-3.35。

表2.8-1 工程周边声和大气环境保护目标一览表

序号	敏感点名称	方位	车站名称	使用功能	声功能区	评价范围内规模	噪声源	距离声源最近距离 (m)						与原环评相比变化情况
								VRF 外机	新风亭	排风亭	活塞风亭	风热冷泵	冷却塔	
1	广石路规划项目	**	广石路站	住宅	2	*****	1号风亭组、VRF 外机、冷却塔	**	**	**	**	**	**	新增
2	黄巷上1	南	青石路站	住宅	2	2栋2层砖混结构住宅, 2户	1号风亭组、VRF 外机	38	19	46	38	/	/	/
	黄巷上2	西北		住宅	2	12栋2层砖混结构住宅, 12户		34	/	32	33	/	/	/
3	青石路规划项目	**		**	2	*****	**	**	**	**	**	**	新增	
4	凤翔苑	东南		住宅	2	1栋7层砖混住宅, 40户	2号风亭组、VRF 外机	37	/	48	45	/	/	/
5	江宁宿舍	东南	四院站	住宅	2	3栋4层砖混住宅、1栋7层砖混住宅, 110户	1号风亭组、VRF 外机、冷却塔	18	26	22	18	/	15	/
6	胜利新村	东南		住宅	2	1栋7层砖混住宅、3栋8层砖混住宅, 180户	2号风亭组	/	17	/	/	/	/	新增
7	第四人民医院住院楼	西北		医院	2	1栋14层砖混住院楼, 500人	3号风亭组、VRF 外机	23	/	30	38	/	/	新增
8	奥林花园A区	东	建筑路站	住宅	2	1栋16层框架商住混合、1栋18层框架商住混合、1栋7层框架商住混合, 120户	1号风亭组、VRF 外机、冷冷却塔	22	16	23	29	/	28	/
9	奥林花园B区	东		住宅	2	1栋12层框架商住混合、1栋18层框架商住混合, 160户	2号风亭组、VRF 外机	20	20	20	24	/	/	/
10	华侨城景华苑	东	体育中心站	住宅	2	1栋29层框架住宅, 120户	2号风亭组、VRF 外机、冷却塔	20	30	25	23	/	27	/
11	蠡湖香榭	东	望山路站	住宅	2	1栋25层框架住宅, 100户	1号风亭组、VRF 外机	42	42	42	45	/	/	新增
12	太湖国际社区	东	大剧院站	住宅	2	2栋32层框架住宅, 260户	4号风亭组、风冷热泵; 5号风亭组;	/	23	31	20	24	/	/
13	周新苑1	西	大通路站	住宅	4a	2栋6层砖混住宅, 50户	1号风亭组、VRF 室外机	38	/	34	34	/	/	/
	周新苑2	西				2栋11层框架住宅、1栋24层砖框架住宅, 160户	2号风亭组、VRF 室外机、冷却塔	18	19	15	15	/	15	/
14	新街家园二期(规划)	**	天河停车场	**	2	*****	停车场作业, 出入段线	*****						新增
15	天河规划项目	**	天河停车场	**	2	*****	停车场作业, 出入段线	*****						新增
16	具区路规划项目	**	具区路车辆段	**	2	*****	车辆段作业, 出入段线	*****						新增
17	水乡苑	东	具区路车辆段	住宅	2	18层框架住宅5栋, 360户	车辆段作业, 出入段线	与具区路车辆段距离约100米						新增

表 2.8-2 振动环境保护目标一览表

编号	敏感点名称	与原环评相比变化情况	铺设方式	区间	桩号及位置关系	现阶段线路(m)		建筑物概况				标准(dB)		
						水平距离	高差	层数	结构	建筑类型	规模	昼间	夜间	
1.	刘潭实验幼儿园		地下	刘潭站 ~ 广石路站	右 DK-0+639~右 DK-0+711, 右侧	22	15	2	砖混	III	300 人	70	67	
2.	刘潭实验小学		地下		右 DK-0+721~右 DK-0+807, 右侧	8	16	3	砖混	III	650 人	70	67	
3.	刘潭二村		地下		左 DK-0+647~右 DK-0+946, 下穿	0	15	6	砖混	II	360 户	70	67	
4.	刘潭三村		地下		右 DK-0+885~左 DK-1+108, 下穿	0	22	6	砖混	II	150 户	70	67	
5.	黄岸头		地下		右 DK-1+052~右 DK-1+188, 下穿	0	23	2/4	砖混	II	120 户	70	67	
6.	刘潭西街		地下		右 DK-1+302~右 DK-1+462, 下穿	0	24	2	砖混	III	12 户	75	72	
7.	东大岸		地下		左 DK-1+476~左 DK-1+591, 下穿	0	22	2	砖混	III	18 户	75	72	
8.	广石路规划项目	新增	地下			*****	**	**	**	**	**	**	75	72
9.	郑巷	新增	地下	广石路站~青石路站	右 DK-2+871~左 DK-3+164, 下穿	0	14	2	砖混	III	50 户	75	72	
10.	杨木桥		地下		左 DK-3+170~左 DK-3+295, 下穿	0	22	1/2	砖混	III	36 户	70	67	
11.	五河新村		地下		左 DK-3+300~左 DK-3+428, 下穿	0	21	7	砖混	II	100 户	70	67	
12.	沈巷		地下		左 DK-3+620~左 DK-3+862, 下穿	0	19	6	砖混	II	320 户	75	72	
13.	绿洲花园		地下		左 DK-3+955~左 DK-4+027, 左侧	18	20	18	框架	I	100 户	70	67	
14.	黄巷上		地下	青石路站~盛岸站	左 DK-4+207~左 DK-4+356, 左下穿	0	14	1/2	砖混	III	15 户	75	72	
15.	青石路规划项目	新增	地下			*****	***	***	***	***	***	***	75	72
16.	凤翔苑		地下		左 DK-4+414~左 DK-4+468, 左下穿	0	15	7	砖混	II	50 户	75	72	
17.	盛岸里		地下	盛岸站~惠山古镇站	左 DK-5+238~左 DK-5+440, 左侧	40	21	2/6	砖混	III	5 户	75	72	
18.	盛岸一村		地下		左 DK-5+546~左 DK-6+100, 下穿	0	23	5	砖混	II	500 户	70	67	
19.	惠山街道社区卫生服务中心	新增	地下		左 DK-5+674~右 DK-5+798, 下穿	0	23	3	砖混	III	50 人	70	67	
20.	市盛岸幼儿园	新增	地下		右 DK-5+894~左 DK-5+933, 下穿	0	23	2	砖混	III	200 人	70	67	
21.	惠盛路小区		地下		右 DK-6+070~右 DK-6+139, 右侧	48	28	7	砖混	II	84 户	70	67	

22.	锡惠园		地下		右 DK-6+216~右 DK-6+476, 左侧	10	20	10	框架	I	350 户	70	67	
23.	锡园小区		地下		右 DK-6+242~右 DK-6+413, 右侧	13	22	2	砖混	II	30 户	75	72	
24.	青山高级中学		地下	惠山古镇站~四院站	右 DK-8+000~右 DK-8+242, 右侧	35	21	2/5	砖混	II	1500 人	70	67	
25.	上余巷		地下		右 DK-8+413~右 DK-8+420, 右侧	13	20	2	砖混	III	20 户	75	72	
26.	锡景苑		地下		左 DK-8+268~左 DK-8+420, 左侧	9	20	12	框架	I	100 户	75	72	
27.	粮科宿舍	新增	地下		右 DK-8+529~右 DK-8+550, 右侧	14	18	4	砖混	II	16 户	70	67	
28.	荣院宿舍		地下		右 DK-8+550~右 DK-8+586, 右侧	14	18	4	砖混	II	16 户	70	67	
29.	江宁宿舍		地下		左 DK-8+461~左 DK-8+785, 左侧	16	14	5	砖混	II	350 户	75	72	
30.	荣军医院		地下		右 DK-8+600~右 DK-8+811, 右侧	36	14	3	砖混	II	-	70	67	
31.	第四人民医院住院楼		地下		右 DK-8+820~左 DK-9+088, 右侧	27	14	13	砖混	II	-	70	67	
32.	胜利新村	新增	地下		四院站~河埭口站	左 DK-8+837~左 DK-9+036, 左侧	23	14	5	砖混	II	100 户	70	67
33.	紫金英郡		地下	右 DK-9+167~右 DK-9+498, 右侧		18	16	5	砖混	II	120 户	70	67	
34.	产山新村		地下	左 DK-9+321~左 DK-9+577, 下穿		0	20	7	砖混	II	180 户	70	67	
35.	上严巷		地下	左 DK-9+502~左 DK-9+678, 下穿		0	20	2	砖混	III	80 户	70	67	
36.	富安华庭		地下	右 DK-9+898~右 DK-9+940, 右侧		35	22	32	框架	I	300 户	75	72	
37.	万达广场 C 区		地下	河埭口站~建筑路站	左 DK-10+070~左 DK-10+272, 左侧	18	22	34	框架	I	600 户	75	72	
38.	泰康新村		地下		右 DK-10+100~右 DK-10+300, 右侧	7	22	5	砖混	II	200 户	70	67	
39.	阳光嘉园		地下		左 DK-10+370~左 DK-10+545, 左侧	20	24	28	框架	I	240 户	70	67	
40.	景鸿苑		地下		左 DK-10+737~左 DK-10+875, 左侧	12	22	4	砖混	II	150 户	70	67	
41.	无锡嘉仕恒信医院	新增	地下		左 DK-10+900~左 DK-11+012, 左侧	23	17	6	砖混	II	-	70	67	
42.	隐秀苑		地下		右 DK-10+875~右 DK-11+175, 右侧	6	16	6	砖混	II	150 户	70	67	
43.	滨湖交警大队		地下		左 DK-11+035~左 DK-11+134, 左侧	16	16	4	砖混	II	-	70	67	
44.	奥林花园 C 区		地下		建筑路站~体育中心站	右 DK-11+389~右 DK-11+659, 两侧	36	15	18	框架	I	500 户	75	72
45.	名都华庭		地下			右 DK-11+700~右 DK-11+853, 右侧	39	18	18	框架	I	250 户	75	72
46.	西园里		地下	右 DK-11+884~右 DK-11+936, 右侧		22	18	7	砖混	II	40 户	75	72	
47.	景华苑		地下	体育中心站~望	左 DK-12+385~左 DK-12+406, 左侧	43	15	28	框架	I	100 户	70	67	
48.	蠡湖香榭		地下		左 DK-12+671~左 DK-13+062, 左侧	33	15	26	框架	I	300 户	70	67	

49.	路劲天御		地下	山路站	右 DK-12+764~右 DK-12+849, 右侧	40	17	31	框架	I	未入住	70	67
50.	瑞湖华庭		地下		右 DK-12+891~右 DK-13+059, 右侧	36	15	30	框架	I	-	70	67
51.	蠡湖一号一期		地下	望山路	左 DK-13+870~左 DK-14+000, 左侧	44	20	39	框架	I	128 户	70	67
52.	蠡湖一号二期 (规划)	新增	地下	站~蠡湖 公园站	*****	**	**	**	**	**	**	70	67
53.	太湖山庄		地下	蠡湖公 园站~大 剧院站	左 DK-15+430~左 DK-15+570, 左侧	5	25	2	砖混	II	60 户	70	67
54.	太湖国际社区		地下	大剧院 站~五湖 大道站	左 DK-16+691~左 DK-17+488, 两侧	10	15	15	框架	I	2000 户	75	72
55.	宋庆龄实验幼 儿园	新增	地下		左 DK-17+280~左 DK-17+365, 左侧	26	15	2/3	框架	I	200	75	72
56.	万科铂悦		地下		右 DK-17+458~右 DK-17+742, 右侧	39	14	10	框架	I	400 户	70	67
57.	东绛实验学校		地下		左 DK-17+837~左 DK-17+964, 左侧	51	16	5	砖混	II	700 人	70	67
58.	世家名门		地下		右 DK-18+089~右 DK-18+318, 右侧	35	21	16	框架	I	350 户	75	72
59.	无锡地税局稽 查局		地下		左 DK-18+251~左 DK-18+309, 左侧	54	22	3	砖混	II	-	70	67
60.	周新中路小区		地下	五湖大 道站~大 通路站	右 DK-18+394~右 DK-18+595, 右侧	22	20	6	砖混	II	200 户	75	72
61.	小园二村		地下		左 DK-18+556~左 DK-18+578, 左侧	8	22	6	砖混	II	36 户	75	72
62.	小园一村		地下		左 DK-18+588~左 DK-18+659, 左侧	33	21	2/3	砖混	II	20 户	75	72
63.	小商品市场	新增	地下		右 DK-18+600~右 DK-18+712, 右下 穿	0	21	2	砖混	III	8 户	75	72
64.	蠡江新村	新增	地下	右 DK-18+600~右 DK-18+712, 右侧	30	21	3/4	砖混	II	20 户	75	72	
65.	周新苑		地下	大通路 站~市民 中心站	右 DK-18+980~左 DK-19+690, 两侧	6	14	6	砖混	II	1000 户	70	67
66.	富力十号		地下	左 DK-19+769~左 DK-19+937, 下穿	0	21	22	框架	I	200 户	70	67	
67.	玉兰花园		地下	右 DK-20+075~右 DK-20+595, 右侧	13	22	18	框架	I	1100 户	70	67	
68.	静心寺	新增	地下	天河停车场出入段线, 左侧	5	20	2	砖混	II	-	70	67	
69.	天河规划项目	新增	地面	*****	**	**	**	**	**	**	**	70	67
70.	具区路规划项目	新增	地下	*****	**	**	**	**	**	**	**	70	67

2.5.3 水环境保护目标

本工程距离无锡市区最近的地表水饮用水水源保护区（贡湖锡东饮用水水源保护区）距离约 2800 米。根据江苏省人民政府《省政府关于印发江苏省生态红线区域保护规划的通知》（苏政发【2013】113 号）：贡湖锡东饮用水水源保护区一级管控区为一级保护区为以取水口为中心半径 500 米范围内的区域范围；二级管控区为二级保护区位一级保护区外外延 2500 米范围的水域和东至望虞河、西至许仙港、沿湖高速公路以南的陆域。综上及附图 2-5.1 判断，本工程不涉及集中式饮用水水源保护区。

工程沿线经过的地表水体主要为京杭大运河、梁溪河和蠡湖等，具体见表 2.8-3 和附图 2-4。

表2.8-3 地表水环境保护目标一览表

水体名称	里程位置	与线路的位置关系	埋深 (m)	水体功能	水质目标	
					2010 年	2020 年
京杭运河	DK-4+900~DK-5+020	下穿	22	景观娱乐用水、工业用水	IV	IV
梁溪河	DK-10+690~DK-10+737	下穿	24	景观娱乐用水、工业用水	III	III
蠡湖	DK-15+500~DK-16+300	下穿	25	景观娱乐	IV	III

2.5.4 生态环境保护目标

(1) 重要植被和珍稀野生动物

本工程基本位于城市建成区，由于城市活动的发展，线路两侧未发现珍稀动物栖息地、繁殖地等特殊敏感点，也没有发现野生珍稀植物。沿线植被主要为城市道路绿化，建筑路站附近发现一棵古银杏，车站方案设计时已避开该树所在位置。

(2) 生态红线保护区

根据《江苏省生态红线区域保护规划》，生态红线区域实行分级管理，划分为一级管控区和二级管控区，一级管控区是生态红线的核心，实行最严格的管控措施，严禁一切与保护主导生态功能无关的开发建设活动；二级管控区以

生态保护为重点，实行差别化的管控措施，严禁有损主导生态功能的开发建设活动。无锡市区范围内共有惠山国家森林公园等生态红线区域 13 处，本工程与上述生态红线区域的位置关系见附图 2-5.1~2.5-3 和表 2.8-4。

由图表可见，本工程评价范围内有惠山国家森林公园和蠡湖风景区 2 处生态红线保护区。其中，工程 DK-14+700~DK-16+260 以盾构方式穿越蠡湖风景区的二级管控区，穿越长度约 1560 米。惠山古镇站~四院站区间工程段 DK-7+510~DK-7+620 以地下线路方式沿惠山国家森林公园二级管控区外围敷设，工程段 DK-7+190~DK-7+510 以盾构方式穿越惠山国家森林公园的二级管控区，穿越长度 320 米。

(3) 太湖风景区

根据《太湖风景区总体规划》，各景区划定了核心景区界限，规划景区界线及规划保护地带界限。无锡市区范围内有锡惠、蠡湖、梅梁湖和马山景区 4 个景区以及泰伯庙、泰公墓 2 个独立景点。工程与太湖风景区的位置关系见附图 2-6。由图可见，本工程 DK-7+510~DK-7+620 区间以地下线路方式沿锡惠景区外围敷设，DK-7+190~DK-7+510 区间以盾构方式穿越锡惠景区规划景区界限，未涉及规划核心景区界限；工程 DK-14+700~DK-16+260 以地下线路方式穿越蠡湖景区规划景区界限，未涉及规划核心景区界限。

(4) 文物保护目标

无锡地铁在《无锡市快速轨道交通线网规划研究报告》和《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018）》中已经注意对城区重点文物、古迹的避让，本工程与沿线文保单位的位置关系见附图 2-7 和表 2.8-5，可见，振动影响评价范围内没有已经发现的文物保护目标。

(5) 历史文化街区

根据《无锡历史文化名城保护规划》，规划重点保护惠山古镇、清名桥沿河、荣巷、小娄巷四个历史文化街区和荡口古镇一个历史文化名镇。工程与无锡历史文化名城保护规划中历史文化遗存的位置关系见图 2-8。由图可见，本工程 DK-5+600~DK-7+800 以地下方式沿惠山古镇历史文化街区外围敷设。

表 2.8-4 4 号线一期工程所涉及的生态红线区域一览表

序号	生态红线区域名称	主导生态功能	红线区域范围		与本项目的位置关系	
			一级管控区	二级管控区	一级管控/禁止开发区	二级管控/限制开发区
1	惠山国家森林公园	自然与人文景观保护	惠山三茅峰、寄畅园、天下第二泉等景点划为一级管控区，面积 2km ²	位于无锡市城区西部，锡惠山大部分山体范围，含太湖风景名胜锡惠景区。除一级管控区外其余为二级管控区，面积 5.18km ²	不涉及一级管控区	DK-7+510~DK-7+620 区间地下线路方式沿二级管控区外围敷设，DK-7+190~DK-7+510 区间以盾构方式穿越锡惠景区规划景区界限
2	蠡湖风景名胜区	自然与人文景观保护	/	北从环湖路经蠡园至金城湾公园，南从金城湾沿金石一路到金城湾湿地公园，东至金城湾以贡湖大道为界，西与梅梁湖景区毗连，以宝界山范围内东西蠡湖水域和沿湖开放绿地区域，含太湖风景名胜区蠡湖景区。面积 16.80km ²	/	DK-14+700~DK-16+260 穿越二级管控区，穿越长度约 1560 米，区间段采用盾构法施工。蠡湖公园站紧邻二级管控区边界。

表 2.8-5 4 号线一期工程与沿线文物保护单位相对位置关系

序号	名称	保护级别	相对线路位置关系	与外轨中心线最近距离	照片
1	惠山古镇	国家级/市级	线路西南侧，距离建控地带约 115m，距离保护范围约 138m，距离建筑本体约 150m	150 米	
2	严氏旧居	市级	线路东南侧，未划定建设控制范围	250 米	

3	于文彬旧宅	市级	线路东侧，未划定建设控制范围	360米	
---	-------	----	----------------	------	---

于文彬旧宅

2.6 工程路线可行性

2.6.1 与地下管线布置的相符性分析

工程沿线地下管线种类多、密度大，埋设深度不一。惠山大道、广石路、凤翔路、中山路、古华山路、惠河路、蠡溪路、立德道、丰润道、清舒道、贡湖大道、南湖大道、震泽路、清晏路、清源路、具区路、干城路等各道路下各种管线密布，有雨水、污水、自来水管线、燃气管线及各种通信光（电）缆等，这些均对施工存在影响。

本工程施工期间，工程优先级高于大部分地下管线，必要时对地下管线进行临时/永久迁改，保证周边居民的正常生活。工程埋深大于绝大部分地下管线，故施工结束后部分管线可予以复原，无法复原的管线进行永久迁改。

工程涉及的通信线路均为普通通信网络，不涉及国防光缆，均可迁改；工程涉及的燃气管线大多为中低压燃气管线，仅金城西路设有管径 630 的高压燃气管线一根，4 号线蠡湖公园站施工需迁改该高压燃气管线，同时还需考虑地铁运营期间杂散电流侵蚀燃气管线的影响，经协调，该管线的永久迁改方案正在实施。工程涉及燃气管线位置关系图见附图 2-9.1~附图 2-9.17。

项目设计及施工前应彻底查明地下障碍物的性质并采取相应的措施。详细分析拟建地铁与周围已有建（构）筑物的关系，车站施工须对市政管线进行保护，必要时改线；防止地铁施工对已有建（构）筑物基础结构的破坏，避免出现由于地铁建设引发的地面沉降，而危及已有建（构）筑物安全与稳定的现象。

2.6.2 路由方案比选

本工程设计时除部分地段的线路由于需要必须穿越道路以外，其它地段基本位于城市道路规划红线内行走，选线时最大限度减轻轨道列车运行时产生的噪声与振动影响。本次评价主要从下穿的房屋数量、对地块的切割影响、噪声和大气敏感目标以及工程本身技术条件等多方面因素考虑，对部分路段的推荐方案及比选方案进行比选。

2.6.2.1 刘潭站至青石路站段

刘潭至青石路区间受沪宁城际铁路、沪宁铁路、江海路和凤翔路高架影响，线路只能沿道路一侧敷设，实施条件困难且切割地块。刘潭站与既有 1 号

线换乘，站位固定；广石路站受天河停车场及凤翔路高架桥影响，位置也相对固定。线路自规划天河路转向凤翔路走行，不可避免的穿越较多民宅，线路为尽可能减少拆迁量，避让高层建筑，线路走向较为固定。为了绕避江海路高架桥桩基，尽可能增大线路下穿沪宁城际铁路的角度，本区段线路下穿较多民宅。

(1) 方案介绍

方案一（凤翔路方案）：线路起点为刘潭站，沿规划天河路向西再转至凤翔路东侧向南延伸，至广石路路口北侧设广石路站，穿沪宁铁路和城际铁路后至青石路设青石路站，线路长 4.0km。

方案二（全丰路方案）：线路起点为刘潭站，沿规划天河路往西至全丰路后沿全丰路向南，在广石路路口设广石路站，青石路口设青石路站，线路长 3.9km。

(2) 工程比选

凤翔路方案走向靠近快速内环线，有利于客流吸引和疏散，沪宁铁路建设时已为本方案预留通道，但该线型较差，线路较长，且下穿刘潭二村、杨木桥、五河新村等住宅。

全丰路方案线路较为顺直，彻底避开了快速内环线高架部分，有利于施工。但全丰路为次干道，红线宽度不到 30m，且道路两侧为建成区。线路将下穿刘潭三村、丰涵家园和民丰北苑等住宅，施工期间对沿线居民出行影响较大，同时天河停车场出入线涉及拆迁量较大。

两个方案中刘潭站和青石路站车站方案皆为一致，只有广石路站沿广石路东移 200m，于全丰路跨路口设站。广石路站两站位方案经研究设站条件足够，凤翔路东侧方案涉及大量拆迁，全丰路方案站后出入线明挖也将造成大量拆迁，管线改迁有待研究。综合比选，推荐凤翔路东侧方案。

(3) 环境比选

“刘潭站~青石路站段”路由环境比选见表 2.6-1

表 2.6-1 刘潭站~青石路站段站段方案环境因素比较表

比较方案	方案一	方案二
振动影响	正线下穿 45 幢 2~4 层居民住宅；	正线下穿 56 幢 2~4 层居民住

	天河停车场出入线下穿 4 幢 2 层住宅	宅；天河停车场出入线下穿 1 幢 16 层住宅
噪声影响	1 处敏感目标	2 处敏感目标
水环境影响	下穿 3 处地表水体	下穿 3 处地表水体
综合评价	从环保角度，推荐方案一（即本次施工方案）	

综合工程和环境比选，推荐方案一，即本次评价的施工方案。

2.6.2.2 青石路站至惠山古镇站段

4 号线一期工程青石路站~惠山古镇站段线路沿地块内敷设，沿线下穿大量 5~7 层居民楼和 2~5 层厂房等建筑，盛岸路站为 3、4 号线换乘站，车站主体位于地块内，地铁建设需大量拆迁，同时车站周边地块为待拆迁改造区，结合城市规划，开展线路方案比选研究。

(1) 方案介绍

该路段共有三个比选方案，具体见图 2.6-2。

(2) 工程比选

青石路站~惠山古镇站段工程比选见表 2.6-2。

表 2.6-2 青石路站~惠山古镇站段线路路径方案比较表

方案	方案一	方案二	方案三
线位	沿凤翔路东侧敷设，拐入古华山路	下穿凤翔路与盛岸路交叉口东北象限地块和盛岸一村的东北角，	直穿凤翔路与盛岸路交叉口东北象限地块和制药厂地块北侧
站位	盛岸站位于凤翔路与盛岸路交叉口，已结合 3 号线实施。	盛岸站位于盛岸一村北侧，规划腐乳浜西侧	盛岸站位于凤翔路与盛岸路交叉口东北象限地块腹地
工程风险和社会风险	1、下穿：下穿盛岸一村部分 5~7 层居民楼，施工拆迁社会风险大，增加运营减振设施投资 2、实施：凤翔高架影响该方案工程实施	1、下穿：下穿盛岸一村大量和湖光新村 2~3 层建筑 2、实施：工程实施条件较好	1、下穿：下穿盛岸里、湖光新村等大量地块 2、实施：工程实施条件一般
综合评价	考虑盛岸市场拆迁难度、社会影响及工程实施难度	本方案线位对周边影响最小，可结合地块同步实施。	本方案线位顺直，但站位对周边地块影响范围大，且不利于城市规划落地

(3) 环境比选

“青石路站~惠山古镇站段”环境比选见表 2.6-3。

表 2.6-3 青石路站~惠山古镇站段方案环境因素比较表

比较方案	方案一	方案二	方案三
振动影响	下穿盛岸一村 11 栋居民住宅	下穿盛岸一村、湖光新村和锡惠园等 16 栋居民住宅	下穿湖光新村和锡惠园等 13 栋居民住宅
噪声影响	1 处敏感目标	2 处敏感目标	1 处敏感目标
社会影响	拆迁少量盛岸里 2~3 层住宅	需拆迁盛岸里 2~3 层居民住宅和部分厂房，范围较大	拆迁：考虑到联络线的设置，需拆迁无锡船厂、大量 2-3 层企业厂房及部分 2-3 层居民住宅，拆迁量大。
水环境影响	下穿 5 处地表水体	下穿 4 处地表水体	下穿 4 处地表水体
生态影响	沿凤翔路东侧辐射，切割 1 个地块	切割 5 个地块	切割 5 个地块
综合评价	从环保角度，推荐方案一		

综合工程和环境比选，推荐方案一，即本次评价的施工方案。

2.6.2.3 四院站~河埭口站区间

本区段线路下穿青祁路高架桥桩基，同时河埭口站为与 2 号的换乘站，位置固定，线路由英俊路转向蠡溪路过程中，下穿较多住宅，无可优化的方案。

2.6.2.4 蠡湖公园站至大剧院站区段

工程于蠡湖公园北侧设蠡湖公园站，之后线路下穿金城路隧道、侧穿太湖山庄、下穿蠡湖至万顺道与金石路路口设大剧院站。该路段以地下线形式穿越蠡湖景区，施工采用盾构掘进。线路下穿蠡湖规划保护地带，在保护地带内线路长约 1560m，设车站两座（蠡湖公园站、大剧院站），线路埋深在 14~27.5m 之间。该区段线路串联蠡湖新城核心开发区与太湖新城北部太湖社区与华润万象城，是联系蠡湖新城与太湖新城重要交通纽带。该路段有两个比选方案，具体见图 2.6-3。

(1) 工程比选

与方案一相比，方案二线路长度增加约 3km，增加土建投资约 4.2 亿；线路内侧为蠡湖，车站客流皆为单边客流，同时金城路为快速路，贡湖大道为城市主干道，沿线客流较方案一差；不能照顾华润万象城及太湖国际社区等重要

客流点，其中华润万象城定位为集购物、餐饮、娱乐、旅游、文化等于一体的高端滨湖城市综合体项目，总建筑面积达 24 万平方米，是蠡湖沿岸重要商业综合体，辐射太湖新城与蠡湖新城。

(2) 环保比选

该路段环保比选见表 2.6-4。

表 2.6-4 蠡湖公园站~大剧院站区段环境因素比较表

比较方案	方案一	方案二
振动影响	沿线有太湖山庄 1 处振动敏感目标	沿线有太湖山庄、蠡湖苑、山水湖滨花园、金瑞家园和瑞星家园 5 处振动敏感目标
声环境影响	无噪声敏感目标	无噪声敏感目标
水环境影响	下穿蠡湖	下穿 2 条入湖河流
生态影响	下穿蠡湖风景名胜区的二级管控区，穿越长度约 1560 米，采用盾构法施工	沿蠡湖风景区二级管控区外围敷设，最近距离 10 米，采用盾构法施工

由表 2.6-4 可以看出，方案二沿蠡湖风景名胜区的二级管控区外围敷设，线路与二级管控区的最近距离约 10 米；方案一下穿蠡湖风景名胜区的二级管控区，穿越长度约 1560 米，线路埋深在湖底以下 8~18 米，两个方案均采用盾构法施工，工程对蠡湖风景名胜区的影响均很小。同时，相比方案一，方案二沿线振动敏感目标较多，且下穿了两条入湖河流，因此，环保比选推荐方案一，即本次评价的施工方案。

3. 工程概况及工程分析

3.1 工程概况

3.1.1 项目名称及建设性质

项目名称：无锡地铁 4 号线一期工程

建设性质：新建

3.1.2 原环评概况

(1) 原工程概况

无锡地铁 4 号线一期工程刘潭站至贡湖大道站段，线路全长 24.4km，全部为地下线，设站 18 座，其中有 6 座换乘站，分别为刘潭站与 1 号线换乘、盛岸路站与 3 号线换乘、河埭口站与 2 号线换乘、体育中心站与 5 号线换乘、市民中心站与 1 号线换乘、贡湖大道站与 7 号线换乘。线路北端设天河停车场，南端设具区路车辆段，在金匮公园设市民中心主变电站。

项目总长为 24.40 正线公里，总投资为 1733554.47 万元。工程计划 2017 年 7 月初全线土建开始施工，2021 年 12 月 31 日通车试运营。

(2) 环评主要结论

无锡地铁 4 号线一期工程建设符合国家产业政策、符合《无锡市城市总体规划》、《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018）》和《江苏省生态红线区域保护规划》等规划要求。工程建成后能进一步缓解城市交通压力、有利于无锡市地方经济发展，产生的社会效益、经济效益显著，项目得到当地公众的普遍支持。

本次评价认为，虽然本工程实施对自然环境和社会环境产生一定程度的不利影响，在落实工程可行性研究报告和本报告书提出的环保措施和风险防范措施，在切实做好环境保护工作的前提下，本工程是一项经济效益、社会效益、环境效益相协调统一的项目。因此，从环境保护角度分析，工程建设具有环境可行性。

3.1.3 线路走向

无锡地铁4号线一期工程刘潭站至贡湖大道站段，线路全长24.123km，全部为地下线，设站18座，线路北端设天河路停车场，南端设具区路车辆段，在金匮公园设市民中心主变电站。

4号线一期工程北起惠山区桃园新村，向西在1号线刘潭站附近与1号线十字交叉，设与1号线换乘的刘潭站，再沿凤翔路东侧南行，穿沪宁铁路和城际铁路后至中山路设站；继续南行至盛岸路设与3号线换乘的盛岸路站，后折向东在惠山古镇附近设惠山古镇站，向南绕过锡山后沿惠河路往西南延伸，在规划大石路设四院站，下穿青祁路高架后至梁溪路与蠡溪路交叉口设与2号线换乘的河埭口站；沿蠡溪路南行，依次在建筑路口设建筑路站、太湖大道口设与5号线换乘的体育中心站、望山路口设望山路站，至金城路折向东，在蠡湖公园附近设蠡湖公园站，往东南从蠡湖大桥和金城路隧道间下穿东蠡湖后在大剧院东侧设大剧院站；沿万顺道、周新路至与五湖大道交叉口设五湖大道站，往东至立信大道后折向南，在大通路口设大通路站，至高浪路折向东沿立德路南行，依次在与观山路口设与1号线换乘的市民中心站、吴都路口设吴都路站，后沿震泽路折向东，在丰润路口设商务中心站，最后于震泽路和贡湖大道交叉口西侧设置贡湖大道站，与远期规划6号线换乘，站后接具区路车辆段出入线。

无锡地铁4号线一期工程线路走向示意图见附图3-1。

3.1.4 工程投资和计划安排

无锡地铁4号线一期工程总投资为1911238.63万元，计划2017年3月开工，2021年12月建成试运营，总工期约58个月。

3.1.5 设计年度

工程计划2021年底通车试运营，设计年度考虑为：初期2024年，近期2031年，远期2046年。

3.1.6 预测客流量

根据建设时序，地铁4号线一期工程各特征年客运量及高峰小时单向最大断面流量见表3.1-1。

表 3.1-1 无锡铁 地铁 4 号线一期 工程客流预测表

年份	日客运量 (万人 次)	客运周转量 (万人公里/ 日)	客运强度 (万人次/ 公里日)	平均运距 (公里)	高峰小时单向 最大断面流量 (万人次)
初期 2024 年	21.14	149.04	0.88	7.05	1.02
近期 2031 年	57.05	526.00	1.32	9.22	2.09
远期 2046 年	88.54	840.24	2.04	9.49	3.11

3.1.7 设计运输能力

根据预测客流量、列车编组及定员等条件，确定主线部分系统运输能力如下表：

表 3.1-2 无锡地铁 4 号线 一期工程设计运能表

设计年度		初期	近期	远期
编组方案(辆/列)		6	6	6
列车动拖比		4:2	4:2	4: 2
列车定员(人/列)		1260	1260	1260
高峰小时单向最大断面流量(万人)		1.02	2.09	3.11
高峰小时开行列车对数	大交路	12	10	14
	小交路		10	14
	合计	12	20	28
高峰小时最小行车间隔(min/列)		5.0	3.0	2.1
高峰小时单向输送能力(万人)		1.51	2.53	3.53
设计运能余量 (%)		32.7%	17.2%	11.9%
运用车数 (列/辆)	4 辆	/	/	/
	6 辆	20/120	46/276	64/384
	合计	20/120	46/276	64/384
配属车数 (列/辆)		25/150	53/318	72/432
高峰小时列车满载率		35.4%	45.9%	49.9%

3.1.8 行车组织

(1) 运营时间

本线运营后将成为无锡市民出行的主要交通工具之一。目前，无锡市的公共交通白班运营时间在 5:30-23:00 之间，为方便乘客出行，及与公共电、汽车衔接配合，以及设备检修养护的需要，无锡地铁 4 号线运营时间为 5:00-23:00，全日运营 18 小时。

(2) 全日行车计划

全日行车计划是营业时间内各个小时开行的列车对数计划，它规定了地铁交通线路的日常作业任务，是科学地组织运送乘客的办法，又是编制列车运行图，计算运营工作量和确定车辆配备数的基础依据。

根据全日的预测客流特征编制全日行车计划，系统提供运能的大小应根据客流规模的要求在全日各个时段进行调整。4 号线每天早晨 5:00 开始投入运营，开行列车对数逐渐增加，至上午 7:00 高峰小时开始，开行列车数和系统提供的运能达到 100%；在从 9:00 至下午 5:00 这段时间内，客流量较小，列车运营对数根据客流量适当降低并保持一定的服务水平；下午 5:00 以后开始进入晚高峰时段，在平峰时段退出运营的运用车重新投入运营；在晚高峰以后，线路运营又处于平峰时段，系统采用早高峰时段约 50% 的运能，并在不同的时段，运能逐渐减小，直至最后停运。

全日行车计划的确定取决于分时段的客运量、平均运距、列车定员、线路长度、列车满载率等因素。本设计阶段仅编制平日列车开行计划。各设计年度列车开行对数见表 3.1-3。

表 3.1-3 全日行车计划 单位：对

营业时间	初期	近期			远期		
	合计	大交路	小交路	合计	大交路	小交路	合计
5:00~6:00	4	6		6	6		6
6:00~7:00	8	10	5	15	12	6	18
7:00~8:00	12	12	6	18	13	13	26

8: 00~9: 00	12	12	6	18	13	13	26
9: 00~10: 00	9	10	5	15	12	6	18
10: 00~11: 00	8	10		10	12		12
11: 00~12: 00	6	10		10	12		12
12: 00~13: 00	6	10		10	12		12
13: 00~14: 00	6	10		10	12		12
14: 00~15: 00	6	10		10	12		12
15: 00~16: 00	6	10		10	12		12
16: 00~17: 00	6	10	5	15	12	6	18
17: 00~18: 00	10	12	6	18	13	13	26
18: 00~19: 00	10	12	6	18	13	13	26
19: 00~20: 00	6	10	5	15	12	6	18
20: 00~21: 00	6	8		8	10		10
21: 00~22: 00	6	6		6	8		8
22: 00~23: 00	4	4		4	6		6
合计	131	172	44	216	202	76	278

3.1.9 车辆

(1) 结构尺寸

车辆长度（车钩连接面之间） 19520mm

车体长度 19000mm

车体最大宽度 2800mm

车体高度（轨顶面至车顶，新轮） 3800mm

转向架中心距 12600mm

固定轴距 2300mm

客室地板距走行轨轨面高度 1100mm（新轮）

车内净高 ≥ 2100 mm

车轮直径 840mm（新轮）

805mm（半磨耗）

770mm（全磨耗）

车钩高度 720mm±10mm

（2）车辆选型

无锡地铁4号线一期工程拟采用B型车，铝合金或不锈钢车体，DC1500V接触轨受电，车内设空调。

车辆长宽高=19000×2800×3800（mm）。

列车编组：初、近、远期6辆，4动2拖。

车辆定员：初、近、远期1460人/列。

列车速度：设计最高运行速度为80km/h，平均旅行速度≥35.0km/h。

车辆轴重：≤14t。

全线初期运用车数为20列，备用机检修车数为5列，配属车辆总数为25列，共150辆；近期运用车数为46列，备用机检修车数为7列，配属车辆总数为53列，共318辆；远期运用车数为64列，备用机检修车数为8列，配属车辆总数为72列，共432辆。

3.1.10 工程筹划

本工程从2015年8月初开展工可设计，2016年4月底完成总体设计并开展设计招标及初步设计工作，2016年10月开始前期施工准备；2017年3月底全线土建开始施工，2021年12月1日通车试运营，施工工期为58个月。

3.2 主要工程内容

3.2.1 线路

（1）概述

4号线自北向南贯穿中心老城区，连接惠山新城、中心城区、蠡溪新城、太湖新城、科技新城、高铁商务区等大部分外围片区。工程北端起自惠山刘潭站，沿天池路、凤翔路（下穿沪宁城际及京杭运河）、古华山路、惠河路、蠡溪路、金城西路、下穿东蠡湖、万顺道、周新路、立信道、立德道、震泽路走行，途径惠山古镇、锡惠公园、体育中心、东蠡湖、无锡市民中心、太湖新城CBD等重要客流节点，止于贡湖大道太湖国际博览中心。线路长约24.123km，

设 18 座车站，平均站间距 1.418 km，全部为地下线路。线路北端设天河停车场一处，南端设具区路车辆段一处。

(2) 主要技术标准

正线数目：双线轨距：1435 mm

最小曲线半径

区间正线：一般情况 300m 困难情况 250m；

辅助线：一般情况 200 m 困难情况 150 m；

车场线：一般情况 150 m；

车站：车站站台段线路应设在直线上，在困难地段可设在半径不小于 1000m 的曲线上。

②线路坡度

正线的最大坡度不宜大于 30‰，困难地段可采用 35‰，联络线、出入线的最大坡度不宜大于 40‰。纵断面设计不计算坡度折减。

地下区间线路的最小坡度不宜小于 3‰。

道岔宜设在不大于 5‰的坡道上，在困难地段可设在不大于 10‰的坡道上。

地下车站站台计算长度段线路坡度宜采用 2‰，在困难条件下，可设在不大于 3‰的坡道上。

纵断面的坡段长度一般不宜小于 200m，困难情况下不得小于远期列车长度。

③竖曲线半径：

竖曲线半径一般为 5000m，车站端部或困难情况下，可以采用 3000m，配线为 2000m。

(3) 线路施工方法

本工程地下区间共计 20.920 双线公里；其中出入段线采用明挖法施工，明挖矩形断面 1.059 公里；其余地下区间采用盾构法施工，盾构段约 19.861 双线公里。地下区间结构形式和施工方法汇总见表 3.2-1。

表 3.2-1 地下区间隧道施工工法一览表

车站名称	区间长度 (米)	施工工法	结构形式	备注
刘潭站	1203.415	盾构	圆形断面	下穿刘潭二村、刘潭三村大量 5~7 层居民楼
广石路站				
青石路站	2106.876	盾构	圆形断面	设置区间中间风井 1 座，下穿江海高架桥、沪宁城际铁路和京沪普速铁路，下穿五河新村、沈巷小区多栋居民楼
盛岸站	853.406	盾构	圆形断面	下穿京杭大运河，下穿凤翔苑 7 层居民楼
惠山古镇站	1205.589	盾构	圆形断面	下穿盛岸一村多栋居民楼
四院站	1401.000	盾构	圆形断面	
河埭口站	967.356	盾构	圆形断面	下穿青祁路高架，下穿产业新村多栋居民楼，岩溶发育
建筑路站	1278.232	盾构	圆形断面	下穿梁溪河，下穿神州基础设施工程公司 6~7 层建筑
体育中心站	705.000	盾构	圆形断面	
望山路	944.000	盾构	圆形断面	下穿蠡溪路
蠡湖公园站	1445.000	盾构	圆形断面	
大剧院站	1666.876	盾构	圆形断面	下穿东蠡湖和金城路隧道
五湖大道站	710.914	盾构	圆形断面	
大通路站	1438.816	盾构	圆形断面	
市民中心站	1374.705	盾构	圆形断面	
吴都路站	909.889	盾构	圆形断面	
商务中心站	1035.656	盾构	圆形断面	
	764.200	盾构	圆形断面	

贡湖大道站				
天河出入场线	160	明挖	U型槽	
	106	明挖	矩形框架	穿越刘潭河、凤翔路
具区路出入段线	320	明挖	矩形框架	
	230	明挖	U型槽	

盾构机选型比较见表 3.2-2。

表 3.2-2 盾构机选型比较

比较项目	混合式泥水加压式盾构	土压平衡式盾构
地层适应性	适合淤泥质粘土、粉土、粉细砂等各类软土地层	通过调节添加材料的浓度和用量适应不同地层
开挖面稳定能力	好	较好
施工场地	需泥浆处理场，施工场地较大	施工场地较小
地面沉降控制	压力控制精度高，对地面沉降控制精度高，更适用于大直径的盾构掘进机	压力控制精度相对较低，对地面沉降控制精度相对较低，更适用于中小直径的盾构掘进机
泥土输送方式	泥水管道输送，可连续输送，输送速度快而均匀；占用隧道空间小，更便于隧道内的结构和路面同步施工。	螺旋机出土，土箱运输，输送间断不连续，施工速度慢；占用隧道空间大，不便于隧道内的结构和路面的同步施工。
对周围环境影响	泥浆处理设备噪音、振动及碴土运输对环境产生影响较大	碴土运输对环境产生一定影响
施工存在问题	水土不易分离，泥浆处理困难	地表沉降控制与施工人员的施工经验关系密切，需经验丰富的盾构操作手。
设备费用及经济性	泥水处理设备费用高	较泥水盾构低

从以上比较可知，土压平衡盾构不需泥浆处理场，施工占地少，对环境的影响相对较小，每延米综合价格相对较低。而泥水平衡盾构需泥浆处理场，需较大施工场地，对周边环境影响较大，且泥浆处理费用昂贵，故每延米综合价格相对较高。泥水平衡盾构在主要为高水压饱和粉细砂地层中对控制开挖工作面稳定性、地表沉降方面及保证施工进度方面明显优于土压平衡盾构，且更能保证施工安全。

无锡市轨道交通 4 号线工程采用盾构的区段，隧道主要穿越在市区及建筑物和交通主干道下方，所穿越土层大部分为粘性土或含水的粉砂、细砂层，自稳能力较差，地层中富含地下水。在此种地质条件下施工，经综合考虑，宜优先选用土压平衡式盾构。惠山古镇站~四院站、四院站~河埭口站区间部分区段基岩埋深较浅，隧道需要穿越部分岩层，该区间采用复合式土压平衡盾构。

(3) 隧道

采用盾构法施工时，隧道断面一般为圆形。盾构隧道单线区间隧道的内径为 5.5 m，一般采用装配式钢筋砼管片衬砌，管片厚 350 mm，宽 1200 mm，全断面共分 6 块管片。在联络通道开口除可采用钢管片，提高工程安全性。

3.2.2 车站

(1) 车站分布及型式

无锡地铁 4 号线一期工程刘潭站至贡湖大道站段，线路全长 24.123km，全部为地下线，设站 18 座，线路北端设天河路停车场，南端设具区路车辆段，在金匮公园设市民中心主变电站。在刘潭站与 1 号线换乘、盛岸路站与 3 号线换乘、河埭口站与 2 号线换乘、体育中心站与 5 号线换乘、市民中心站与 1 号线换乘，贡湖大道站与远期规划 6 号线换乘。具体见表 3.2-3。

表 3.2-3 车站分布一览表

序号	车站名称	中心里程	站间距	线间距	备注
1	起点	DK-0+249.000			
2	刘潭站	DK-0+381.300	1664.337	14 (岛式)	与 1 号线换乘、站前交叉渡线
3	广石路站	DK-2+045.637	2297.326	14 (岛式)	地下二层站，接出入场线
4	青石路站	DK-4+342.963	1112.462	14 (岛式)	地下二层站
5	盛岸站	DK-5+455.425	1672.578	17 (岛式)	与 3 号线换乘，地下三层站
6	惠山古镇站	DK-7+128.003	1642.4	14 (岛式)	地下二层站，设双停车线

7	四院站	DK-8+770.403		14 (岛式)	地下二层站
			1140.375		
8	河埭口站	DK-9+910.778		17 (岛式)	与 2 号线换乘, 地下三层站
			1470.591		
9	建筑路站	DK-11+381.370		14 (岛式)	地下二层站
			860.074		
10	体育中心站	DK-12+241.443		17 (岛式)	与规划 5 号线换乘, 地下二层站, 设联络线、单渡线
			943.562		
11	望山路站	DK-13+185.005		14 (岛式)	地下二层站
			1444.92		
12	蠡湖公园站	DK-14+629.925		14 (岛式)	与规划 5 号线换乘, 地下二层站
			1827.721		
13	大剧院站	DK-16+457.646		14 (岛式)	地下二层站, 设双停车线
			1228		
14	五湖大道站	DK-17+685.646		14 (岛式)	地下二层站
			1562		
15	大通路站	DK-19+247.646		14 (岛式)	地下二层站
			1561.619		
16	市民中心站	DK-20+809.265		15 (岛式)	与 1 号线换乘, 地下三层站
			1091.69		
17	吴都路站	DK-21+900.955		15 (岛式)	地下二层站、设单渡线
			1292.691		
18	商务中心站	DK-23+193.646		14 (岛式)	地下二层站
			956		
19	贡湖大道站	DK-24+149.646		17 (岛式)	接车辆段出入线, 与规划 6 号线换乘, 地下二层站
20	终点	DK-24+400			

4号线一期工程18座车站全部为地下站，且均采用岛式站台。具体见表3.2-4。岛式车站通常布置在道路中间。其中地下一层为站厅层，地下二层为站台层（若为地下三层车站时，则地下一层为站厅层，地下二层为设备层，地下三层为站台层）。站厅中部为公共区，两端分别为管理用房及设备用房区，公共区分为付费区和非付费区，在付费区内设置自动扶梯（步行梯）与站台连通，站台层中部为有效站台区，景观良好，两端布置设备用房。

表 3.2-4 车站站台特征一览表

序号	站名	设计特点	配线及换乘	设计客流 (人/小时)	站台型式
1	刘潭站	地下二层侧，与既有高架1号线换乘，车站下穿高架	与已建1号线刘潭高架站通道换乘	10686	地下二层岛式
2	广石路站	地块内，地块开发	站前设置双出入场线	7288	地下二层岛式
3	青石路站	地块内，外挂设备用房，地块开发		6315	地下二层岛式
4	盛岸站	带联络线的L换乘，地块大开发	与规划3号线节点换乘，站前设置单渡线	20062	地下三层岛式
5	惠山古镇站	配线站，站前双停车线	/	6129	地下二层岛式
6	四院站站	标准站	/	6318	地下二层岛式
7	河埭口站	换乘节点已实施	与已建2号线河埭口“T”型换乘，换乘节点已建成	31973	地下三层岛式
8	建筑路站	标准站		11417	地下二层岛式
9	体育中心站	换乘站，考虑体育中心的突发客流，5号线放地块，考虑地铁拿地	与规划5号线节点换乘，站后设单渡线	18688	地下二层岛式
10	望山路站	标准站		12802	地下二层岛式
11	蠡湖公园站	标准站		7335	地下二层岛式
12	大剧院站	配线站，与大剧院地下衔接，大剧院地下已实施	站前设置停车线	10897	地下二层岛式
13	五湖大道站	标准站，处理与河道的关系		19788	地下二层岛式

14	大通路站	标准站		18173	地下二层岛式
15	市民中心站	土建已实施	与1号线节点换乘	22302	地下三层岛式
16	吴都路站	周边地块大开发，结合考虑	站后设置单渡线	12626	地下二层岛式
17	商务中心站	标准站，站后线路张开避尚贤桥		16281	地下二层岛式
18	贡湖大道站	换乘站，与规划6号线换乘，站后接出入段线	站后设置出入场线	13842	地下二层岛式

(2) 车站施工方式

车站施工方法的选择，受沿线工程地质及水文地质条件、工程环境（地面建筑物、地下管线及构筑物等环境）、道路交通以及环境保护等因素的影响和制约，不仅要满足地铁工程本身的使用功能，适应合理开发利用地上、地下有效空间的要求，而且要考虑尽量减少施工给周围环境带来的不良影响。地下车站工程常用的施工方法有明挖法、盖挖法和暗挖法，各工法综合比较见表 3.2-5。

表 3.2-5 地下车站施工方法综合比较表

比选内容		施工方法	明挖顺做	盖挖逆做	暗挖法
			双层三跨	双层三跨	双层三连拱
综合费用	土建费		低	较低	高
	拆迁费 Δ		高	高	低
	车站所需自动扶梯费用		低	低	高
	车站运营所需费用		低	低	高
	综合造价		低	较低	高
工程实施	施工难度		施工简便	施工技术成熟，难度小	施工技术复杂，难度大
	防水质量		容易保证	较容易保证	较难保证
	地面沉降		小	小	较大
	工期		短	较长	长
	安全性		好	较好	较差
地面影响	对商业经济活动的影响		大	较大	小
	对城市居民生活的影响		大	较大	小

	对地面交通的影响	时间长	时间较短	没影响
	房屋拆迁量 Δ	大	大	不用拆迁
	管线改移量	影响大	影响大	不用拆迁

综上所述，根据无锡市轨道交通 4 号线地下车站的地形、地质、水文条件，开挖深度绝大多数在 20m 内，明挖法与盖挖法无论从施工难度、施工工期、结构防水质量及土建工程造价等方面均较暗挖法具有明显的优势，故推荐明挖和盖挖法作为地下车站的主要施工方法。4 号线一期工程车站施工方案和结构型式见表 3.2-6，工程纵断面图见附图 3-2。

表 3.2-6 地下车站施工方案和结构型式汇总

序号	车站站名	车站型式	站 位 地 面 环 境	标准段结构形式	推荐施工方法	车站总长	基坑深度	车站覆土深度	支护形式
1	刘潭站	地下二层岛式站	位于惠山大道与规划天池路十字路口下方，沿规划天池路敷设。	二层二跨闭合框架	明挖法，局部盖挖	359.1m	15.91m	3.1m	800厚地下连续墙+内支撑（局部钻孔桩）
2	广石路站	地下二层岛式站	位于凤翔路与广石路十字路口东侧，车站横跨广石路，两端位于振达大酒店及无锡联众4s店地块。车站东侧为现状河道。	二层二跨闭合框架	明挖法	323.7 m	15.71m	3m	800厚地下连续墙+内支撑
3	青石路站	地下二层岛式站	位于凤翔路与青石路十字路口，沿凤翔路敷设。地块现状为低矮民宅。	二层二跨闭合框架	明挖法，局部盖挖	200.65m	15.9m	3m	800厚地下连续墙+内支撑
4	盛岸站	地下三层岛式L形换乘站	位于凤翔路与盛岸路十字路口东侧地块内。车站周边规划住宅用地。现状为多层民居。	三层二跨闭合框架	明挖法/盖挖法	302.2 m	—	4.68m	1000厚地下连续墙+内支撑
5	惠山古镇站	地下二层岛式站	位于古华山路与龙光路十字路口下方，沿古华山路敷设。车站东北象限为规划商业及交通用地，现状为空地；西北象限为惠山古镇；西南象限为锡惠公园；东南象限为金色豪门酒店。	二层二跨闭合框架	明挖法，局部盖挖	427.3 m	19.85m	3.11m	800厚地下连续墙+内支撑（局部钻孔桩）
6	四院站	地下二层岛式站	位于惠河路与规划支路丁字路口下方，沿惠河路敷设。车站东侧江南大学青山校区宿舍，胜利新村等现状居民小区，车站西站为第四人民医院、荣军医院以及现状居民小区。	二层二跨闭合框架	明挖法	182m	17.7m	3m	Φ1000@1200 钻孔桩+内支撑

7	河埭口站	地下三层岛式站	位于蠡溪路与梁溪路十字路口南侧，沿蠡溪路敷设。	三层三跨闭合框架	明挖法	170 m	26.65m	2.78m	1000厚地下连续墙+内支撑
8	建筑路站	地下二层岛式站	位于蠡溪路与建筑路十字路口下方，沿蠡溪路敷设。车站西北象限为家乐福超市；其余三象限均为奥林花园住宅小区。	二层二跨闭合框架	明挖法，局部盖挖	185 m	16.21m	3m	800厚地下连续墙+内支撑
9	体育中心站	地下二层岛式T形换乘站	位于蠡溪路与太湖大道十字路口，沿蠡溪路敷设。车站东北象限为无锡体育中心，西北、西南象限为空地，东南象限为华侨城景华苑。	二层二跨闭合框架	明挖法，局部盖挖	322 m	16.28m 换乘节点 23.18m	3.11m	800厚地下连续墙+内支撑
10	望山路站	地下二层岛式站	位于蠡溪路与望山路交叉口，沿蠡溪路设置。现站位西北象限属居住用地，现已建成蠡湖瑞士花园；东北象限为陆典桥滨沿河绿地；东南象限为蠡湖香榭地块，当前工程未建；西南象限为蠡湖新城核心规划地块，属高密度开发商业办公规划地块。	二层二跨闭合框架	明挖法	189.7m	15.71m	3m	800厚地下连续墙+内支撑
11	蠡湖公园站	地下二层岛式站	位于金城西路与青祁路交叉口西侧500m处，沿金城西路道路南侧敷设。车站站位北侧为蠡湖一号会所及蠡湖一号居住区，东南侧内为蠡湖公园，西南侧为社会停车场，湖滨饭店、太湖之星游览园等。	二层二跨闭合框架	明挖法	179.8 m	16.90m	3.5m	800厚地下连续墙+内支撑
12	大剧院站	地下二层岛式站	位于金石路与万顺道十字路口，沿万顺道敷设。车站西南、东南象限地块为太湖国际社区；东北象限为万象城。	二层二跨闭合框架	明挖法，局部盖挖	469.9 m	17.61m	3.5m	800厚地下连续墙+内支撑
13	五湖大道站	地下二层岛式站	位于周新西路与五湖大道交叉口，五湖大道西侧沿周新路布置。车站西北象限为绿地，西南象限为万科铂悦小区，东北象限为无锡市东绛实验学校，东南象限为绿地。	二层二跨闭合框架	明挖法	190 m	15.91m	3m	800厚地下连续墙+内支撑

14	大通路站	地下二层岛式站	本站位于大通路 with 立信大道交叉口下方，车站周边均为周新苑小区。	二层二跨闭合框架	明挖法	189.7m	16.1m	3m	800厚地下连续墙+内支撑
15	市民中心站	地下三层岛式站	位于观山路与立德路的交叉口，沿立德路布置。	——	——	——	——	-	——
16	吴都路站	地下二层岛式站	位于吴都路与立德道十字路口下方，沿立德道敷设。现状为太湖新城金融一、二、三街区。车站规划与周边地块合建。	二层二跨闭合框架	明挖法	306.05m	16.56m	2.65m	800钻孔桩+内支撑
17	商务中心站	地下二层岛式站	本站位于震泽路与丰润道交叉口东侧，车站西北象限为无锡太湖国际博览中心，东北象限为多层民宅，其余象限为现状厂房。	二层二跨闭合框架	明挖法	182.1m	15.91m	3m	800厚地下连续墙+内支撑
18	贡湖大道站	地下二层岛式站	本站位于郑泽路与贡湖大道交叉口，车站西北象限为无锡太湖国际博览中心，东北象限为多层民宅，其余象限为现状厂房。	二层二跨闭合框架	明挖法	290m	16.51m	3m	800厚地下连续墙+内支撑

3.2.3 轨道

(1) 轨道结构组成

轨道结构主要由钢轨、扣件、道床及道岔等组成。根据本线的客流量、密度、轴重、运营条件等诸多因素进行轨道的选型和设计。

(2) 主要技术标准

①钢轨：正线、辅助线、出入场线及车辆段试车线采用耐磨的 U75V 普通热轧 60kg/m 钢轨。车辆段及停车场除试车线外采用 U71Mn 普通热轧轨 50kg/m 钢轨。道岔钢轨与对应区间轨道钢轨类型一致。钢轨铺设采用直铺法，有缝线路地段钢轨连接采用配套的接头夹板、螺栓、螺母与垫圈。

②扣件：弹性分开式扣件。

地下正线及辅助线推荐采用 DTIII2 型扣件。车场库外地面线采用国铁弹条 I 型扣件，车场库内线路采用弹条 I 型检查坑扣件。DTIII2 型扣件为弹性分开式扣件，扣压件采用国铁弹条 I 型弹条。轨下与板下可同时设调高垫板，加大了水平调整量，并设轨距块，起调距和绝缘作用。可调整弹条的扣压力，更换弹条方便；轨下与铁垫板下可同时设橡胶垫板，具有较好的减振降噪效果。

③道床：隧道及其 U 形结构采用长枕式整体道床；地面出入段线、试车线、车场库外线采用混凝土轨枕碎石道床。车场库内线采用与其工艺相适应的整体道床。

④道岔：正线及配线上的道岔采用 60kg/m 钢轨弹性可弯尖轨的 9 号单开道岔及其交叉渡线，导曲线半径 $R=200\text{m}$ ，60AT 藏尖式尖轨、高锰钢整铸式辙叉，分开式可调护轨、弹性分开式扣件，道床结构采用钢筋混凝土短轨枕式整体道床形式；车辆段除试车线采用 60kg/m 钢轨 9 号单开道岔，其它车场线采用 50kg/m 钢轨 7 号单开道岔，并采用混凝土长枕碎石道床结构。

3.2.4 结构工程

结合车站建筑布置，地下车站一般采用单层双跨、双层双跨及双层四跨框架钢筋混凝土结构。线路所经区域地质变化较大，车站主体围护结构多采用地下连续墙、钻孔灌注桩或 SMW 工法等，围护桩、墙与车站内侧墙组成叠合墙结构。

车站结构施工方法有明挖法、盖挖法和暗挖法，可根据站址地质情况、结合交通疏解方案采用。明挖法在施工工期、施工难度、造价、防水等方面有明显优势，本工程在条件允许时优先采用明挖法。

本线路区间隧道采用单圆盾构为主的施工方法。单圆盾构内径采用 $\text{Ø}5500\text{mm}$ ，拼装管片厚度 350mm 。

结构采用防水混凝土。车站根据不同的围护结构形式，考虑外包防水层的设置。明挖隧道结构采用外包柔性防水卷材，盾构隧道管片接缝防水采用密封垫及密封胶等。

3.2.5 主变电所

4号线一期工程设置两座主变电所，分别位于盛岸路站及市民中心站附近；其中盛岸路站主变电所作为3号线新建主变电所，在3号线建设时新建，并为本工程预留供电条件，市民中心主变电所为本工程新建。新建市民中心主变电站两路 110kV 电源分别来自现状的 220kV 湖东变及现状的 110kV 周仓桥变， 110kV 线路采用电缆敷设，长度约 13.5km 。主变电所 110kV 侧采用线路变压器组方案。 35kV 母线采用单母线分段接线方式，母联设置断路器。

3.2.6 通风与空调

无锡地铁4号线一期工程通风空调系统由隧道通风系统（含防排烟系统）、车站公共区通风空调系统（大系统）、车站设备管理用房通风空调系统（小系统）和空调制冷循环水系统（水系统）组成，其中隧道通风系统由区间隧道通风系统和车站隧道通风系统两部分组成。

系统由中央控制、车站控制和就地控制组成三级控制。地下车站采用屏蔽门系统，以减少运营能耗，保证乘客安全候车。

3.2.6.1 隧道通风及防排烟系统

（1）区间隧道通风及防排烟系统

无锡地铁4号线一期工程全线隧道通风及防排烟系统采用单、双活塞相结合的双风机方案。标准车站隧道通风系统采用单活塞风井方案，带配线车站隧道通风系统采用双活塞风井方案；带配线车站由于土建条件限制，隧道风机无法设置于车站有效站台端部，轨行区排烟风机无法与隧道风机合设，采用三风机方案。

区间隧道实行分段式纵向通风方案，利用列车运行的活塞效应，使隧道与外界进行通风换气，维持区间隧道内夏季最高温度不超过 40℃；当区间温度超过 40℃时，则需要开启为该区间服务的隧道机械通风系统，隧道风机通风量为 60m³/s。列车阻塞在区间隧道时，需要开启相应的隧道风机进行机械通风，控制列车顶部最不利点的隧道温度不超过 45℃，以维持列车空调器的正常运行，并为人员提供新风量。区间隧道火灾时，联动开启本区间及相邻区间的风机，合理组织气流，控制烟气流向，为乘客疏散提供迎面风速，让乘客感受到有新鲜空气流动，能迎着新鲜空气流入的方向撤离到安全区域。当列车在轨行区发生火灾时，开启轨行区排烟风机，利用轨顶排烟风道进行排烟。

区间隧道通风系统由轴流式隧道风机（TVF 风机）、轨行区排烟风机、射流风机、风阀、消声器、风室和风道组成。

通过活塞风道内风阀的开、闭组合，可以实现区间隧道的开式运行、闭式运行。当冬季室外空气温度低于 5℃时，采用闭式运行模式。

① 空调季运行模式

无锡地铁 4 号线一期工程全线按站台设置可开启式站台门系统设计，空调季按全高封闭式站台门系统运行。

当因事故列车阻塞在区间隧道或在隧道内发生火灾时，开启区间相邻 2 座车站两端的隧道风机（4 送 4 排），并开启或关闭相应的电动风阀，合理组织气流，形成一定的断面风速（不小于 2m/s 且高于临界风速，最大不超过 11m/s），满足规范要求。

② 非空调季运行模式

无锡地铁 4 号线一期工程全线按站台设置可开启式站台门系统设计，非空调季按全高站台门系统运行。

当列车因事故阻塞在区间隧道或在隧道内发生火灾时，开启区间相邻 4 座车站两端的隧道风机（8 送 8 排），并开启或关闭相应的电动风阀，合理组织气流，形成一定的断面风速（不小于 2m/s 且高于临界风速，最大不超过 11m/s），满足规范要求。

(2) 车站轨行区排热兼排烟系统设计

经 SES 软件模拟计算，当取消车站轨行区排热风机后，远期 25 年内区间隧道温度满足相关规范要求。

车站两端各设置一套轨行区排烟系统，根据车站形式不同设置专用单向运转耐高温（250℃）轴流风机（轨行区排烟风机）或者采用双向运转耐高温（250℃）轴流风机（TVF 风机）兼用轨行区排烟。排烟风道设置在车站轨行区上部，采用土建结构风道。每条隧道计算排烟量按 30m³/s 计。

3.2.6.2 车站公共区通风空调及防排烟系统设计

无锡地铁 4 号线一期工程全线 17 座地下车站（不含盛岸站）公共区均采用全空气一次回风通风空调系统，该系统在空调季运行。其中 15 座车站通风空调系统由组合式空调机组、回/排风机、专用排烟风机及相应的管道、风道、新风井（亭）、排风井（亭）和各种阀门等组成。蠡湖公园站和五湖大道站做为试点车站采用直接蒸发式空调机组代替常规组合式空调机组。

空调机房与风道之间设置土建混风室，新风道内设置粗效过滤器，新风道采取防尘措施。

每座车站公共区通风空调系统均采用两台空调机组形式。车站公共区通风空调系统不设置小新风机，设置手动调节小新风湿阀。车站 A 端风亭附近设置两台冷却塔，为组合式空调机组提供冷却水。该系统满足空调季小新风运行、空调季全新风运行模式。

末端系统调节负荷采用变频的方法。空调/制冷机组风机、回/排风机带变频控制器，可根据负荷变化进行风量调节，达到节能运行，直接蒸发式空调机组根据车站公共区温度、湿度调节风量，根据出风温度、湿度调节压缩机制冷量，通过电子膨胀阀动态调节优化蒸发温度实现湿度调节及系统节能控制。

3.2.6.3 车站设备及管理用房通风空调及防排烟系统

无锡地铁 4 号线一期工程车站设备及管理用房按照房间功能及用途通风空调系统分类设置。管理用房、变电所房间、弱电房间及其他房间各类通风机房等分设系统。

(1) 有人值守的电气设备用房以及管理及办公用房（室内设计温度为 27℃，空调季采用变制冷剂流量多联机系统+新风系统，室外新风经新风处理机组处理后送入室内；非空调季采用通风系统。系统由多联机、新风处理机组、送风机、排风机、风管及相应风阀构成。管理用房通风空调系统与车站大系统冷源独立，便于灵活控制。

(2) 弱电系统设备用房空调季采用变制冷剂流量多联机系统+通风系统，非空调季采用通风系统，通风量取换气次数和排除余热所需风量二者最大值。系统由多联机、送风机、排风机、风管及相应风阀构成。多联机室内机采用偶数布置且按照两组配置，连接至不同的多联机室外机实现互为备用功能，确保设备全时段安全、可靠运行。与车站大系统冷源独立，确保设备全时段运行的安全性。考虑设备房间检修等情况，送入设备区走廊的新风量满足人员检修需求。

(3) 本工程共有 7 座车站设置降压变电所，分别为青石路站、四院站、建筑路站、体育中心站、蠡湖公园站、五湖大道站、市民中心站、商务中心站。刘潭站大里程端设置跟随所，广石路站至青石路站区间中间风井设置区间跟随所。对于发热量较小的降压变电所及跟随所，空调季采用变制冷剂流量多联机系统+通风系统，早晚各通风半小时，之后关闭通风系统，只开启多联机空调系统。非空调季采用通风系统，通风量取换气次数和排除余热所需风量二者最大值。系统由多联机、送风机、排风机、风管及相应风阀构成。多联机室内机采用偶数布置且按照两组配置，连接至不同的多联机室外机实现互为备用功能，确保设备全时段安全、可靠运行。与车站大系统冷源独立，确保设备全时段运行的安全性。考虑设备房间检修等情况，送入设备区走廊的新风量满足人员检修需求。

(4) 本工程共有 10 座车站设置牵引变电所，分别为刘潭站、广石路站、惠山公园站、河埕口站、隐秀路站、大剧院站、大通路站、吴都路站、贡湖大道站。对于发热量较大的牵引变电所，采用全空气一次回风空调系统，与车站大系统共用冷源，空调季非运营时段及过渡季节采用通风方式排除余热。系统由空气处理机组、回/排风机及风阀、风管等组成。在夜间变电所设备非全负荷运行时，采用全通风方式排除余热，达到节能的目的。

(5) 厕所、污水泵房、废水泵房、茶水间、清扫工具间等设置独立排风系统。消防泵房、气瓶间等设置独立排风系统。气瓶间排风采用下排风。

(6) 通风空调机房、车站备品库、备用间等设置机械通风系统。

(7) 设备区走道等设置机械通风系统，该系统全年运行，通风量按不小于 4 次换气次数计算。

(8) 面积超过 200m² 的通风空调机房、冷冻机房设置独立排烟系统。

(9) 最远点到车站公共区的直线距离超过 20m 的内走道设置机械排烟、机械补风系统。该系统设置专用排烟风机及排烟补风机，补风量为排烟量的 60%。排烟设备耐高温要求为 250℃ 条件下保证能连续工作 1h。烟气流经的风阀、消声器等辅助设备与相应风机耐高温等级相同。

(10) 车站控制室、设备管理用房区的防烟楼梯间及其前室、不能自然通风或自然通风不满足要求的封闭楼梯间设机械加压送风系统，直通地面的封闭楼梯间采用自然通风排烟。

(11) 采用自动灭火系统保护的房间宜集中布置，通风系统设计满足自动灭火系统工艺要求，服务于这些房间的送、回/排风管上设防烟防火阀。自动灭火保护房间的范围为全线各地下车站的环控电控室、通信、ISCS、AFC 设备室、UPS 电源室、商用通信设备室、警用通信设备室、信号设备室（含信号电源室）、党政通信室、400V 开关柜室、整流变压器室、35kV 开关柜室、控制室、站台门控制室，地下物业开发的环控电控室、跟随变电所及通信设备室等弱电房间。按火灾时房间密闭、喷气、火灾后排气进行设计，所排气体直接排出地面。

(12) 封闭楼梯间加压送风机、车控室加压送风机、各类排烟补风机需要设置在单独的补风机房内。

3.2.6.4 车站空调水系统

除市民中心站与既有 1 号线设置集中冷站外，其余车站均采用分站独立供冷方案。除市民中心站外，每座车站设置 1 处冷水机房，冷水机房尽量靠近负荷中心设置。市民中心站为 1、4 号线换乘车站，该站设置集中冷站，并已由 1 号线实施，投入运营。除蠡湖公园站和五湖大道站外，空调冷源均采用水冷螺杆式冷水机组。空调水系统主要由冷冻水系统和冷却水系统构成，冷冻水系统包括水冷螺杆式冷水机组、冷冻水泵、分/集水器、水处理设备、各类阀门及管道；冷却水系统包括冷却水泵、冷却塔、各类阀门及管道。车站空调水系统冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔与冷水机组一一对应设置。蠡湖公园站和五湖大道站作为试点，采用直接蒸发式空调机组取代常规冷水机组和组合式空调机组。该系统主要由制冷剂循环系统和冷却水系统构成，制冷剂循环系统包含压缩机、蒸发器、膨胀阀、冷凝器、各类阀门及管道。制冷剂循环系统全部集成于

直接蒸发式空调机组的蒸发段。冷却水系统与常规水系统设置一致，包括冷却水泵、冷却塔、各类阀门及管道。

冷却塔就近设于冷水机房侧地面。冷却塔多塔布置时，采用相同型号产品，且其积水盘下应设连通管，进水管和出水管上均应设电动蝶阀。

空调水系统采用变水量运行，即冷水机组和水泵的水量根据室内负荷变化及室外温湿度变化而改变，在末端空调机组或空气处理机组处设置电动二通调节阀，根据负荷变化调节冷冻水量，分水器与集水器间设置压差旁通阀，保证冷水机组水量变化满足冷水机组最低运行要求。

空调冷冻水温度：供水 7℃，回水 12℃；冷却水温度：供水 30℃，回水 35℃。

车站空调冷冻水系统采用膨胀水箱定压。

水系统在最低点设泄水阀，最高点设自动排气阀。所有各类阀门及仪表均应布置在便于观察和操作的位置。

3.2.6.5 人防清洁式通风系统

本工程一座地下车站加一个区间隧道为一个防护单元，战时功能为人员紧急掩蔽部兼顾物资储存，每个防护单元紧急掩蔽 1000 人，清洁式风量按 10000m³/h 设计。

3.2.6.6 商业开发通风空调及防排烟系统

无锡地铁 4 号线一期工程有三个车站带商业开发，分别为惠山古镇站、大剧院站、吴都路站。商业开发独立设置通风空调及防排烟系统。

商业开发通风空调系统包括公共区商铺及走道通风空调系统，电气、设备用房通风空调系统和空调水系统。

(1) 公共区商铺及走道通风空调系统

初步设计阶段商业开发公共区商铺及走道采用“风机盘管+新风”的通风空调方案，商铺及走道分别设置风机盘管，新风处理机组等通风空调设备，由风冷热泵机组提供冷、热水。

新风系统布置在商铺区域走道内，室外新风经新风机组处理后送至走道。室内负荷由风机盘管承担，新风负荷由新风处理机组承担，设置电子杀菌净化装置。

(2) 电气、设备用房通风空调系统

服务于商铺的电气、设备用房采用全空气一次回风通风空调系统，设置柜式空调机组及回排风机，空调机组冷源由风冷热泵提供。通风空调机房采用送排风方式通风换气，设置送风机及排风机各一台。消防泵房、隔油间、卫生间等房间采用独立排风系统，卫生间排风系统独立设置。本工程设计为商业开发区域可能存在的餐饮用房预留排油烟井，并设置排油烟风机、油烟净化装置及排油局部烟罩。

全空气一次回风通风空调系统空调季根据室外气象参数变化采用小新风模式或全新风模式运行，过渡季及冬季采用通风模式运行。通风空调机房及其他通风房间全年按通风模式运行。

(3) 空调水系统

商业开发冷热源采用热泵型风冷模块机组。热泵型风冷模块机组放于地面风井旁，空调循环水泵放置在商业开发通风空调机房内。水系统采用膨胀水箱定压。冷水供回水温度分别为 7℃、12℃；热水供水回温度分别为 45℃、40℃。

商业开发空调水系统采用一次泵定流量系统，商铺、商铺区走道、电气设备房间分别设置供回水管，各供回水管道分别从分、集水器上接出。分、集水器间设旁通装置，末端设电动两通阀。循环水系统设置水处理设备。

(4) 非机动车库通风排烟系统设计

吴都路站和大通路站含非机动车库，非机动车库设置机械排风、自然补风系统，每个车库设置一台排风机、风阀及相应的风管。通风量按换气次数 4 次/h 计算。

对于人防工程内的自行车库采用密闭防烟措施，不另设防排烟通风系统。

3.2.7 给排水与消防

各车站、区间、车辆段、车场及沿线配套设施均采用城市自来水为给水水源。地铁车站及沿线配套设施的粪便污水、结构渗漏水、冲洗水及消防等废水、车站露天出入口以及车辆段、车场内各种生产污废水应分类集中，就近排放。车站生活污水（餐饮废水除外）经收集后直接排入市政污水管网，少量餐饮废水收集后经隔油池处理后排入市政污水管网。停车场和车辆段的生活污水经化粪池处理排入市政污水管网，洗车和检修废水主要污染物为 SS 和石油类，

经隔油、气浮预处理后排入市政污水管网。消防及冲洗废水自流或抽升排入城市废水系统。

3.2.8 车辆基地

(1) 场段选址

无锡地铁4号线一期工程在线路北端新建天河停车场，在线路南端设置具区路车辆段与综合基地。具体位置示意图见图3.2-2。

天河停车场位于规划天河路以南，石澄路以东、在建广澄路以北、凤翔路以西地块，地块南侧为刘潭河。现状地块内原有毛巷村、东巷村等村庄及少量厂房，地势比较平坦，房屋拆迁量较大，目前已拆迁完毕。

具区路车辆段段址位于震泽路以南，南湖大道以西，具区路以北，贡湖大道以东所围合的地块内，可用地面积约47公顷。地块内地势较为平坦，原地面标高为3.1~4.3m之间，有少量房屋拆迁，主要为1~3层民房及厂房。

(2) 出入场、段线工程

出入场线接轨站为广石路站，设置为地下两层岛式站台车站，站后设一组交叉渡线，出入场线由交叉渡线末端引出后，沿正线向北延伸、然后向西接入停车场。出入场线全长约668m，最小曲线半径200m。

具区路车辆基地出入段线采用“八”字接轨方案，其中一端采用双线接4号线一期工程贡湖大道站，车站为地下二层岛式站台，出入段线由车辆东端引出，先以直线向东延伸，然后向南接入地面车辆段；出入段线通过交叉渡线与正线连通，全长约0.82km，另预留与4号线二期工程永信路站接轨条件。

(3) 场段内主要设施

①天河停车场

A. 停车列检库设13股道（每线2列位），尽头式布置，共计26列位，近期全部建成。库长276m，宽85.2m，股道间距4.8m，中间设柱子处线间距7.6m；库内每股道均具有列检功能，单侧均设有一列位宽1.2m，深1.4m的柱式检查地沟。轨面、通道标高均为+0.00，检查坑内设安全电压照明、安全电压照明插座及动力插座。

B.双周/三月检库内设 1 股道，库长 150m。库内股道采用柱式检查坑形式，每股道两侧设置宽作业面检查坑，宽检查坑标高为-1.0m（轨顶面标高为±0.00m），股道中间设普通检查坑，坑深为-1.4m，宽 1.2m。

C.停车场办公房屋与综合维修工区合建综合办公楼，并设材料与零配件库、洗车库等房屋。

D.4 号线一期天河停车场做上盖开发，8.5 米盖板上为公交停车场（主要有公交停放、检修、调度、新能源车充电装置，人员办公功能），另外在广澄路以北，刘潭河以南同步建设公交停车场的配套功能，如加油站、加气站、洗车机等。盖下为地铁车辆停车场功能，主要是停车、列检、洗车、办公等。其中办公用房和检修库用房建筑面积约 4000 平方，其他辅助用房约 1000 平方，加油站为公交内部加油站，3 个地下储油罐。

②具区路车辆段

A.停车列检库共设 13 股道（每线 2 列位），尽头式布置，共计 26 列位，近期一次建成，根据无锡地铁集团提供资料，具区车辆段位于地下 2.5m。具区路车辆段采用两线跨布置方式，库长 276m，宽 110.6m，股道间距 4.8m，考虑上盖开发中间设柱子处线间距 8.0m；库内每股道均具有列检功能，单侧均设有一列位宽 1.2m，深 1.4m 的柱式检查地沟。轨面、通道标高均为+0.00，检查坑内设安全电压照明、安全电压照明插座及动力插座。

B.双周/三月检库内设 3 股道，库长 150m，采用两线跨布置方式，线间距 6m。库内股道采用柱式检查坑形式，每股道两侧设置宽作业面检查坑，宽检查坑标高为-1.0m（轨顶面标高为±0.00m），股道中间设普通检查坑，坑深为-1.4m，宽 1.2m。

C.双周/三月检线设三层作业面，第一层作业面为股道两侧宽作业面检查坑，标高-1.0m，第二层作业面标高+1.1m，第三层作业面标高+3.6m。

D.在咽喉区的西侧设置一条不落轮镟修线，解决因磨擦产生的擦伤、偏磨等不良故障。不落轮镟修线的长度满足不落轮镟床前后各有一列位长度要求，避免影响其他列车的正常作业和运行。作业区段为平直线路以保证镟轮精度。

E.定临修库为 2 线库，库长 150m，宽 18.0m，其中定修 1 列位，临修 1 列位，两股道间设检查坑，定修线外侧设宽地沟。库内设 10t 天车 1 台，临修库线检查坑两侧设移动式架车机。

F.静调库宽 9m，库长 150m，设 1 股道，1 个列位，股道间设检查坑，股道两侧设宽检查坑，库端设有静调电源间，一侧设车顶作业平台。调试电源（DC1500V）入库，设有声光警示装置。

G.吹扫库宽 9m，设 1 股道，1 个列位，库长 150m，股道间设检查坑，股道两侧设宽检查坑。

H.除上述检修车间外，还设有洗车库、给水所、污水处理场、调机工程车库、牵引降压混合变电所、跟随变电所等。

I.生活办公房屋包括综合办公楼和乘务员公寓等。

(3) 定员

具区路车辆段、天河停车场定员如表 3.2-7:

表 3.2-7 车辆段与停车场定员

	初期 (人)	近期 (人)	远期 (人)
具区路车辆段	210	280	330
天河停车场	120	160	170
合计	330	440	500

具区路车辆段和天河停车场平面布置图见附图 2-2.19~2-2.20。

3.2.9 区间风井

结合目前本工程最新线路及站位设置，经行车专业检算需在广石路站—青石路站区间设置区间风井，按双活塞风道设置。

风井内设置两台事故风机及相应的风阀等设备，风机参数暂按风量 $60\text{m}^3/\text{s}$ ，风压 800Pa，电机功率 90kW 考虑，风机平时不用，只有在列车在区间发生火灾或阻塞情况下才启动。通过风阀的转换两台事故风机能够并联对单独一个区间送风或者排风，并使两台风机可以互为备用。

3.2.10 控制中心

无锡地铁 4 号线一期工程控制中心设在金城路站附近，该控制中心是无锡地铁 1 至 5 号线共 5 条线路的线路控制中心。地铁控制中心大楼由 1 号线同期建设，已投入运营。

3.2.11 工程土石方、征地及拆迁

类比无锡地铁1号线工程，工程挖方共计约408.8万 m^3 ，其中，车站挖方（含泥浆）约253.5万 m^3 ，区间挖方约155.3万 m^3 ；车站回填利用96.3万 m^3 ，经工程内调配利用后本工程总弃方约312.5万 m^3 ，弃土为固态状泥土，暂存于各车站临时用地范围内，经统一调配处置后运往指定场地填埋并进行生态恢复。本工程土石方平衡见图3.2-1。

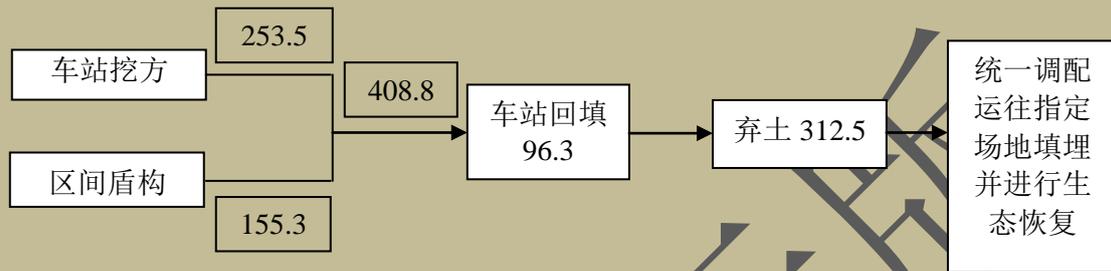


图 3.2-1 工程土石方平衡图（万 m^3 ）

4号线一期工程建设需要，建设用地范围内需征用的土地主要包括车辆段、停车场，地下车站的地面出入口和风亭。

工程永久占地包括具区路车辆段、天河停车场用地和各地下车站的出入口、风亭和冷却塔，共计约64.37 hm^2 ，占地类型主要是建设用地、道路和绿化用地，不占用基本农田。本工程临时占地主要包括车站主体施工临时用地、区间联络线施工临时用地，施工单位临时办公生活用地等，共计约23.37 hm^2 ，占地类型主要为建设用地、道路和绿地。

根据调查统计，本工程拟征用土地现状情况主要为：刘潭站占用林陆巷社区居民委员会、无锡盛业海港股份有限公司、西漳地铁站区，广石路站占用刘潭社区居委会、无锡华星上通汽车销售服务有限公司、无锡市陆氏塑胶工贸有限公司、无锡振达钢管厂，青石路站占用无锡市昌盛房屋建设开发公司，惠山古镇站涉及了文旅集团、国联集团、交通产业集团的用地，蠡湖公园站占用无锡恒远地产有限公司用地，大剧院站占用华润新鸿基房地产（无锡）有限公司、无锡市太湖新城发展集团有限公司，五湖大道站占用企业华润新鸿基房地产（无锡）有限公司用地，天河河停车场占用无锡市隆达电力电器有限公司，具区路车辆段占用无锡华东印染机械有限公司、无锡市新蕾机械制造有限公司

司、无锡市伟丰特种布业有限公司、无锡市华庄万达工程机械厂、无锡市佳源轧辊厂、无锡苏南试验设备有限公司。

以上工业企业中属于生产型的企业有无锡市陆氏塑胶工贸有限公司、无锡振达钢管厂、锡市隆达电力电器有限公司、无锡华东印染机械有限公司、无锡市新蕾机械制造有限公司、无锡市伟丰特种布业有限公司、无锡市华庄万达工程机械厂、无锡市佳源轧辊厂、无锡苏南试验设备有限公司。经调查核实，上述生产型企业均不涉及水及土壤污染问题，拆迁过程妥善处置产生的固体废物及设备后将不存在环保遗留问题。

(1) 地下站出入口、风亭、冷却塔的征地

表 3.2-8 无锡地铁 4 号线一期工程车站用地征收情况统计表

序号	站名	永久用地 (m ²)	临时用地 (m ²)	道路恢复 (m ²)	绿化恢复 (m ²)
1	刘潭站	3751	17065	4930	450
2	广石路站	5544	48695	779	335
3	青石路站	2808	12365	1890	1739
4	盛岸站	3959	21350	0	0
5	惠山古镇站	3513	14350	1230	1352
6	锡惠公园站	3853	11782	6993	2350
7	河埭口站	1748	4955	3250	520
8	建筑路站	3405	6082	4750	879
9	体育中心站	4556	7725	11273	1115
10	望山路站	2651	9175	6538	944
11	蠡湖公园站	2573	7703	6001	428
12	大剧院站	4013	19569	4998	78
13	五湖大道站	2524	8562	6133	566
14	大通路站	2696	12940	6167	1310
15	市民中心站	4102	0	0	0
16	吴都路站	2081	16982	10801	1010
17	商务中心站	2883	5831	5647	1431

18	贡湖大道站	3751	8550	14276	2213
合计		60411	233681	95656	16720

(2) 车辆段和停车场的征地

无锡地铁 4 号线 1 期设有天河停车场和具区路车辆段。天河停车场用地面积约 14.33 公顷，具区路车辆段 4 号线部分约 33 公顷、6 号线部分 11 公顷。

(3) 房屋拆迁数量

因地铁 4 号线一期工程建设需要，拆除建设范围内需征收的房屋，征收总体范围为 4 号线一期工程用地范围，具体以规划定点图为准。

3.3 工程分析

3.3.1 环境影响要素识别和评价因子筛选

3.3.1.1 环境要素识别

根据轨道交通环境影响特点，工程环境影响要素综合识别结果详见表 3.3-1。

表 3.3-1 工程环境影响要素综合识别

时段	工程内容	环境影响因素	
施工期	施工期准备 居民搬迁、单位搬迁、地下管线拆迁，施工场地布置	<ul style="list-style-type: none"> ●对城市交通和居民出行造成障碍。 ●造成扬尘或道路泥泞，影响空气质量和城市景观。 ●拆迁建筑等弃渣流失。 ●干扰居民工作、生活；干扰单位正常生产，造成经济损失。 	
	地下车站、车辆段施工	基础开挖	●同“地下管线拆迁”，影响范围以点为主。
		连续墙围护结构	●泥浆池产生 SS 含量较高的污水。
		基础混凝土浇筑	●形成噪声源，混凝土搅拌、输送、振动机械噪声。
	施工材料运输，施工人员驻扎	<ul style="list-style-type: none"> ●产生噪声、振动、废气及扬尘、弃渣与固体废物环境影响。 ●弃渣及路基边坡水土流失影响。 	
地下车站及区间隧道施工期	车站及盾构始发井明挖法、隧道盾构法施工	<ul style="list-style-type: none"> ●地下水文、水质影响；工程降水对地表及建筑物稳定影响。 ●产生噪声、振动、扬尘、弃渣环境影响。 ●占道施工影响城市交通。 ●弃渣及路面段路基边坡防护不当，易造成水土流失。 	

运营期	通车运营期	列车运行 (不利影响)	<ul style="list-style-type: none"> ●地下段振动，地面车站风亭及冷却塔的噪声，振动、电磁辐射，主变电所的噪声、电磁辐射等环境污染影响。 ●车辆段、停车场的车辆检修、冲洗产生的生产废水及办公生活污水，沿线车站产生的生活污水。 ●沿线风亭排放的废气可能对排放口附近空气环境有影响。 ●车站出入口、风亭及冷却塔、主变电所等地面构筑将造成城市景观影响。
		列车运行 (有利影响)	<ul style="list-style-type: none"> ●改善区域交通条件，方便居民出行；有利于沿线土地综合开发利用，实现城市总体规划，优化城市结构。 ●减少了地面交通量，提高车速，减少了汽车尾气和交通噪声造成的污染负荷，从而改善空气和声学环境质量。 ●改善城市投资环境，有利于持续性发展。

根据城市轨道交通工程环境影响评价经验和评价结果，总体上讲，无锡地铁4号线一期工程产生污染物的方式以能量损耗型（产生噪声、振动）为主，以物质损耗型（产生污水、废气、固体废物）为辅；对生态环境的影响以对城市社会经济环境的影响为主（对居民出行、拆迁安置、土地利用、城市交通、城市景观、社会经济等产生影响），以对城市自然生态环境影响为辅（对城市绿地等产生影响）。

3.3.1.2 评价因子筛选

根据本工程建设和运营特点，确定工程在施工期和运营期产生的环境影响的性质，结合工程沿线环境特征及环境敏感程度情况，对本工程行为环境影响要素进行筛选，筛选结果详见表 3.3-2。

通过对工程环境影响识别，结合沿线环境敏感性，以及相互影响关系的初步分析，确定本工程各环境要素评价影响评价因子见表 3.3-3。

表 3.3-3 环境影响评价因子表

评价要素	评价因子
生态环境	土地利用、地表植被、河道水面、水土流失、城市景观
社会经济环境	社会经济、征地拆迁、交通、居民生活质量
声环境	等效连续 A 声级 L_{Aeq}
振动环境	铅垂向 Z 振级 (VL_{z10})
空气环境	TSP、 PM_{10} 、风亭异味
水环境	运营期生活污水 pH、COD、SS、氨氮；生产污水 pH、COD、SS、石油类。施工期废水 SS、石油类；地下水水位
固体废物	施工垃圾、生活垃圾

表 3.3-2 工程环境影响评价要素识别与筛选矩阵

阶段	工程活动	影响程度识别	城市生态环境				物理-化学环境						社会经济环境			
			城市景观	植被绿化	居民生活	水土保持	地表地下水	噪声	振动	空气	电磁	固体废物	工业	地方经济	公共交通	就业劳务
施工期	征地、拆迁	-II	-2	-1	-1	-1	-3	-3	0	-2	0	-3	+3	-3	-3	-3
	土石方工程	-II	-2	-1	-2	-2	-1	-2	-3	-2	0	-2	+3	+3	-2	+3
	隧道工程	-III	-2	0	-2	-2	-1	-3	-3	-3	0	-3	+3	+3	-2	+3
	建筑工程	-II	-2/+2	-2	-1		-2	-3	-3	-3	0	-3	+3	+3	-1	+3
	绿化恢复工程	+II	+2	+2	+3	0	0	+3		+3	0	0	0	0	0	0
	材料运输	-III	-2	-1	-1	0	0	-3	-1	-2	0	-2	+3	0	-2	+3
运营期	列车运行	+II	+2	0	+2	-2	-2	-3	-1	-1	0	-3	+2	+2	+3	+2
	列车检修	-III	-1	0	-3	-2	-2	-2	-3	-1	0	-3	0	0	0	

注：（1）单一影响识别：反映某一工程活动对某一个环境要素的影响，其影响程度按下列符号识别。+：有利影响；-：不利影响；1：较大影响；2：一般影响；3：轻微影响；0：无影响或基本无影响。

（2）综合（或累积）影响程度识别：反映某一种工程活动对各个环境要素的综合影响，或反映某一个环境要素受所有工程活动的综合影响，并作为评价因子筛选的判据。影响程度按下列符号识别。I：较重大影响；II：一般影响；III：轻微影响。

3.3.2 工程环境影响特征分析

本工程的环境影响从空间概念上可分为以下单元：地下线路、车辆段与停车场、进出车辆段（场）线路、冷却塔、风亭等；从时间序列上可分为施工期和运营期。

(1) 施工期环境影响识别

工程征地拆迁、开辟施工场地及工程供施工、材料设备和土石方运输等施工活动将占用和破坏城市道路，同时增加城市道路的负荷，使城市交通受到较大干扰，极易出现堵塞现象。同时工程占地将导致征地范围内道路绿化带的减少，施工临时占地和施工扬尘也将使沿线植被受到破坏或不良影响。施工中的挖掘机、重型装载机械及运输车辆等机械设备产生的噪声、振动会影响周围居民区、学校和医院等敏感点。施工过程中的生产作业废水，尤其是雨季冲刷堆渣池和泥浆池产生的泥浆废水都会对周围环境造成影响。施工作业对环境空气的影响主要表现为扬尘污染和燃油施工机械尾气排放，主要来源于车站、隧道地表开挖、土石方工程、出渣运输过程。工程建设将有部分被拆迁居民需安置，如安置措施不适当，将对拆迁居民生活质量带来一定程度的影响。

施工期环境影响见图 3.3-1。

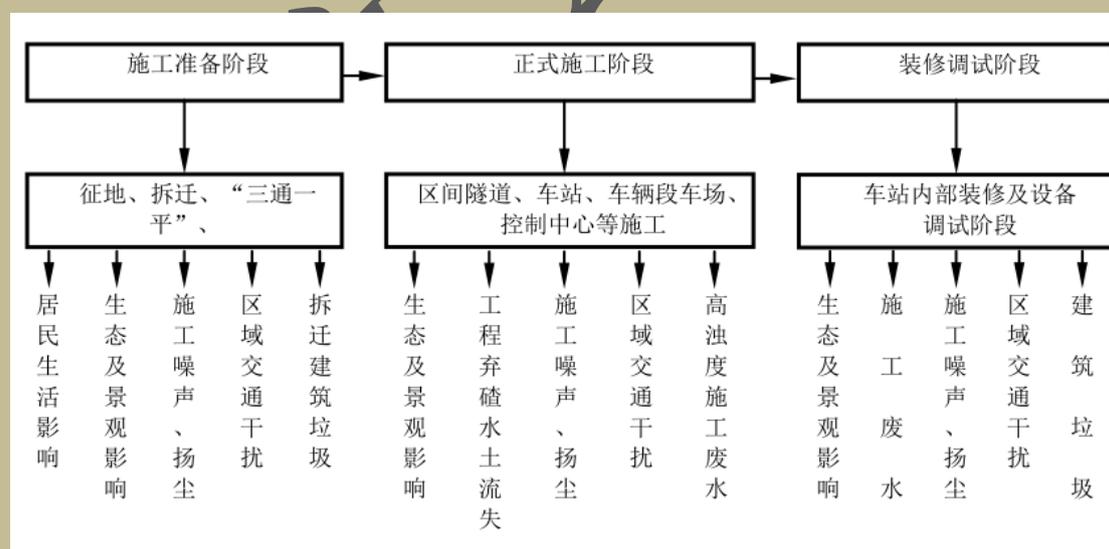


图 3.3-1 工程施工期环境影响分析示意图

(2) 运营期环境影响识别

地下线路、车站的环境影响：列车运行噪声、风机噪声及风管气流噪声通过风井传播至地面环境敏感目标；列车运行产生振动通过地层传播至地面环境

敏感目标；车站结构渗漏水、凝结水及出入口雨水由泵抽升至地面市政雨水管道，生活污水通过污水泵抽升至市政污水管道；车站及隧道内的空气通过风机、风井与地面空气进行交换，轨道交通运营初期车站及隧道内留存的施工粉尘和装修材料散发的气味通过空气处理箱由风井排入地面空气中；车站产生的生活垃圾收集后运至地面，由环卫系统收运处置。

车场的环境影响：车场的固定机械设备将产生噪声、振动；场内整备、检修、冲洗等作业将产生生产污水，职工办公生活将产生生活污水，职工食堂产生厨房油烟气；段、场内职工办公、生活产生生活垃圾，进段（场）列车产生旅客丢弃在车上的垃圾，机械加工及维修作业产生废弃物等。

运营期环境影响见图 3.3-2。

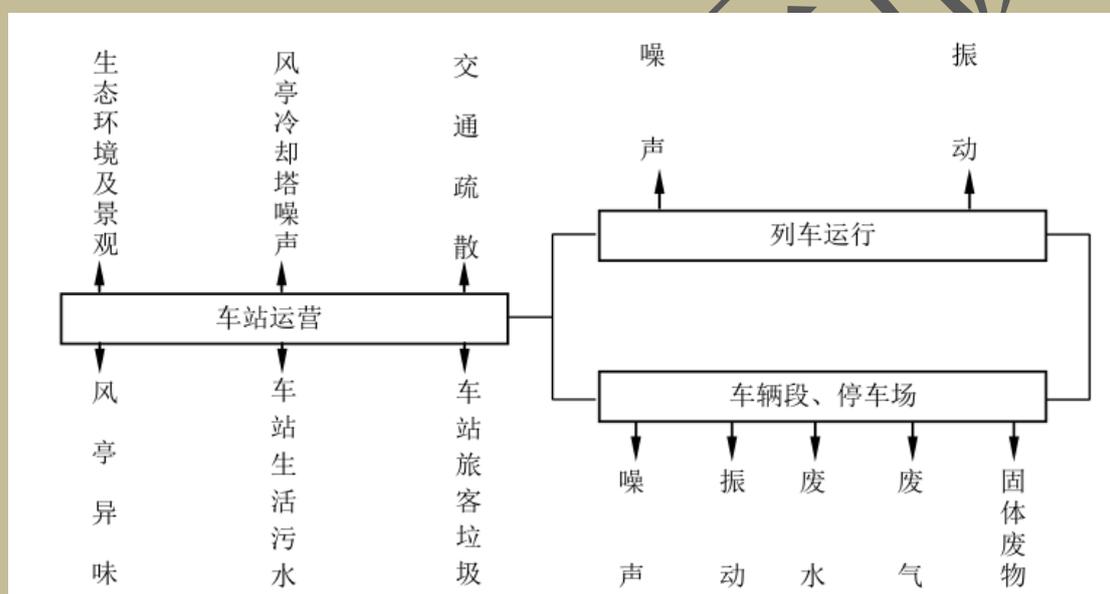


图 3.3-2 工程运营期环境影响特性分析示意图

3.3.3 主要污染源分析

3.3.3.1 噪声

(1) 施工期

本工程施工期噪声源主要为动力式施工机械产生的噪声，施工场地挖掘、装载、运输等机械设备作业噪声，施工机械是非连续作业，参考《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），地铁施工常用施工机械噪声源强见表 3.3-4。

表 3.3-4 施工机械及车辆噪声源强 单位：dB(A)

施工阶段	施工设备	距振源 5 米处噪声源强
土方阶段	挖掘机	80~86
	推土机	83~88
	装载机	90~95
	钻井机	87
	卡车	82~90
基础阶段	平地机	90
	空压机	88~92
	风锤	98
结构阶段	振捣机	80~88
	混凝土泵	88~95
	气动扳手	95
	移动式吊车	96
	压路机	80~90
	摊铺机	87
各阶段	发电机	95~102

(2) 运营期

本项目全线为地下线路，根据地铁噪声源影响特点，地下区段对外环境产生影响的噪声源主要有风亭和冷却塔噪声；停车场、车辆段的出入线、试车线将产生列车运行噪声影响，生产车间内的固定声源设备也将产生一定的噪声影响。

① 车站风亭和冷却塔

对外界产生噪声影响的环控系统主要有风亭和冷却塔。风亭包括进风亭、排风亭和活塞风亭，根据地面建筑的现状或规划要求，风亭可集中或分散布置，就噪声影响来看，排风亭和活塞风亭影响相对较大，新风亭噪声影响较小。冷却塔是车站室内通风空调系统的室外设备机组，由于体量较大，对城市景观影响较大，一般设置在绿地或周边建筑屋顶上，一般仅在 6-9 月的空调期内开启，非空调期内冷却塔噪声对外环境影响相对较小。

无锡市范围内目前已投入运营的线路有 1 号线和 2 号线，本次评价在充分研究本工程设计资料的基础上，根据《无锡市轨道交通 1 号线工程竣工环境保护验收调查报告》中风亭噪声源强监测结果，同时选择上海地铁 1 号线、6 号线作为本次评价的主要类比工点，确定风亭、冷却塔、室外机噪声源强汇于表 3.3-5。

表 3.3-5 风亭及冷却塔噪声类比调查与监测结果

噪声源类别	测点位置	A 声级 dB(A)	测点相关条件	类比地点 (资料来源)
排风亭	百叶窗外 2.5 m	69.6	HP3LN-B-112-H 型, 设有 2m 长消声器	上海地铁一号线 上海马戏城站, 屏蔽门系统
新风亭	百叶窗外 2.5 m	59	HL3-2A No.5A 型, 设有 2 m 长消声器 (屏蔽门)	
活塞/机械风 亭	百叶窗外 3 m	65	TVF (风量 45 m ³ /s), 风机前后各设 2 m 长消声 器	
冷却塔 (普 通型)	距塔体 3.3 m 处	72	良机冷却塔 LRCM-LN150	北京地铁复八线 西单至大望路段
冷却塔 (超 低噪声型)	冷却塔当量距离 (4m) 处	58.6	SC-125LX2 (电机功率: 4kw, 流量: 125m ³ /h)	上海轨道交通 6 号线成山路站
室外机	距塔体 3.3 m 处	62	制冷量 150kw	上海黄浦区南苏 州路 193 号二层 VRF 外机

注: 1. 车站风机运行时段为 4:30~23:30, 计 19 个小时。

2. 冷却塔一般在每年的 6~9 月 (可根据气候作适当调整) 空调期内开启, 其运行时间为地铁运营前 30min 开始至地铁停运后 30min 结束, 为 4:30~23:30, 计 19 个小时。

②车辆基地

天河停车场噪声以出入段列车运行噪声为主, 此外, 还有维修中心、定修库等固定设备噪声。具区路车辆段噪声特征类似天河停车场。此外, 车辆段设有试车线, 相比于车辆进出车辆段时的车速, 试车线上的车速可以达到 80km/h, 影响较大。

a、固定声源设备噪声类比调查

停车场内有空压机、风机等噪声设备, 天河停车主要噪声设备见表 3.3-6, 类比监测各固定声源设备的噪声源强见表 3.3-7。

表 3.3-6 车辆基地主要固定噪声源强表

设备名称	位置	单元	数量	源强	距场界距离			
			台	dB(A)	东	南	西	北
污水泵	天河停车场	污水站	1	80	350	125	85	10

水泵	具区路车辆段	洗车库	1	80	260	100	160	20
锻造机		维修中心	2	74	230	40	190	80
牵引机			2	74	230	40	190	80
空压机		检修库	1	75	230	70	190	50
风机			1	75	230	70	190	50
变压器		混合变电所	1	72	85	150	360	5
污水泵		污水站	1	80	140	300	230	470
水泵		加压泵房	1	80	150	310	220	480
锻造机		维修中心	2	74	160	190	200	550
牵引机			2	74	160	190	200	550
空压机		检修库	1	75	80	190	230	550
风机			1	75	80	190	230	550
变压器		混合变电所	1	72	40	650	400	120
变压器		变电所	1	72	120	240	260	520

表 3.3-7 主要固定噪声源类比强表

声源名称	洗车库	污水处理站	维修中心	变电所	联合检修库
距声源距离	5	5	3	1	3
声源源强 (dB(A))	72	72	75	71	73
运转情况	昼间, 按 4h 计	昼夜	昼间, 按 4h 计	昼夜	昼间, 按 4h 计

b、列车运行噪声类比调查

天河停车场出入段列车运行噪声, 类似于地面线路的列车运行噪声。为了预测其影响, 本次评价在充分研究本工程设计资料的基础上, 选择上海地铁一号线和二号线作为本次评价的主要类比工点, 类比调查与监测结果见表 3.3-8。

表 3.3-8 地面及敞开段线路主要噪声类比调查与监测结果

测点位置	A 声级 dB(A)	测点相关条件	类比地点 (资料来源)
距轨道中心线 7.5m	84~87	V=20~40Km/h, 地面线路, 碎石道床。	上海地铁一号线外环路站至莘庄站区间
距轨道中心线 7.2m	85~87	V=62~74Km/h, 地铁敞开段, 混凝土整体道床。	上海地铁二号线龙阳路站至张江高科站敞开段中部

本次评价采用地面线路的噪声源强为: 距轨道中心线 7.5 米处为 87dB

(A) (速度 40km/h, 碎石道床), 本项目出入段线预测采用的运行速度为 40km/h、试车线预测采用的运行速度为 80km/h。

3.3.3.2 振动

(1) 施工期

施工期振动源主要为动力式施工机械产生的振动, 各类施工机械振动源强见表 3.3-9。

表 3.3-9 施工机械振动源强参考振级 单位: dB

施工阶段	施工设备	距振源距离 (m)				
		5	10	20	30	40
土方阶段	挖掘机	82-84	78-80	74-76	69-71	67-69
	推土机	83	79	74	69	67
	压路机	86	82	77	71	69
	重型运输车	82	76	71	66	64
	盾构机	/	80-85	/	/	/
基础阶段	打桩机	106	99	92	88	86
	振动夯锤	100	93	86	83	81
	风锤	92	85	78	75	73
	空压机	85	81	78	76	74
结构阶段	钻孔机	63	/	/	/	/
	混凝土搅拌机	82	76	71	66	64

(2) 运营期

无锡地铁已投入运行的 1 号线和 2 号线竣工验收调查报告中未对地铁振动源强进行监测。本次评价类比北京地铁 1 号线: B 型车, 六辆编组, 铺设 50~60kg/m 钢轨的无缝线路和采用整体道床、弹性分开式扣件的技术条件下, 距轨道 0.5m 处的振动源强 VLzmax 为 87.2dB (列车速度为 60km/h)。

3.3.4.3 废水

(1) 施工期

本工程施工期水污染源主要来自施工作业生产的施工污水和施工人员产生的生活污水等。施工污水包括开挖和钻孔产生的泥浆水、搅拌站和预制场等场地的冲洗废水、机械设备运转的冷却水和洗涤水; 生活污水包括施工人员的盥洗水、食堂下水和厕所冲刷水。

根据对地铁工程施工污水排放情况的调查, 单个车站泥浆水产生量平均约为 50m³/d, 主要污染物为 SS, 搅拌机前台、混凝土输送泵及制梁场相关位置处应当设置沉淀池, 废水不得直接排出, 泥浆水进入沉淀池后得泥浆澄清水

(10m³/d), 经二次沉淀后循环使用或用于洒水降尘, 对施工中产生的废泥浆进行沉淀过滤后排入指定位置, 再用封闭式泥浆车运出现场外运弃土场; 施工冲洗废水排放量约 5m³/d, 主要污染物为 COD、SS、石油类等, 经二次沉淀后循环使用或用于洒水降尘; 设备冷却及洗涤水排放量约 4m³/d, 主要污染物为

COD、SS、石油类等，排入城市污水管网；生活污水约为 $4\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为 COD、SS、动植物油等，排入城市污水管网。单个施工期废水产生情况见表 3.3-10。

表 3.3-10 单个工点施工废水排放预测

废水类型	排水量 (m^3/d)	污染物浓度(mg/L)			排放去向
		COD	石油类	SS	
生活污水	4	200~300	/	20~80	市政污水管网
设备冷却排水	4	10~20	0.5~1.0	10~15	
泥浆澄清水	10	/	/	含少量泥浆	沉淀后循环使用或洒水降尘
场地冲洗排水	5	50~80	1.0~2.0	150~200	
《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)表 1 中 B 等级		500	15	400	

(2) 运营期

运营期污水主要来自沿线车站产生的生活污水和少量餐饮废水，具区路车辆段与天河停车场的工作人员生活污水、车辆洗刷废水及检修产生的少量含油废水。

①车站

类比已经运行的地铁线路，每个车站产生的生活污水量约 $10\text{m}^3/\text{d}$ ，地面冲洗废水约 $2\text{m}^3/\text{d}$ 。

②具区路车辆段

具区路车辆段近期定员为 280 人，生活污水量排放量约为 $28.6\text{m}^3/\text{d}$ （按用水量 $120\text{L}/\text{人}\cdot\text{天}$ ，产污系数 0.85 估算）；车辆洗刷废水及检修废水约 $200\text{m}^3/\text{d}$ 。

③天河停车场

天河停车场的工作人员近期定员为 160 人，生活污水量排放量约为 $16.4\text{m}^3/\text{d}$ （按用水量 $120\text{L}/\text{人}\cdot\text{天}$ ，产物系数 0.85 估算）；车辆洗刷废水及检修废水约 $100\text{m}^3/\text{d}$ 。

车站生活污水（餐饮废水除外）经收集后直接排入市政污水管网，少量餐饮废水收集后经隔油池处理后排入市政污水管网。具区路车辆段和天河停车场的生活污水经化粪池处理排入市政污水管网，洗车和检修废水主要污染物为 SS 和石油类，经隔油、气浮预处理后排入市政污水管网。

本工程运营期污水排放具体情况详见表 3.3-11。

全文公示版

表 3.3-11 本工程运营期污水排放情况一览表

项目	污水类别	污水量 (m ³ /a)	污染物	产生浓度 (mg/L)	产生量 (t/a)	排放浓度 (mg/L)	接管量 (t/a)	排放去向
沿线 车站	生活污水	65700	COD	400	26.28	400	26.28	直接排入市政 污水管网（餐 饮废水经隔油 预处理）
			BOD ₅	200	13.14	200	13.14	
			SS	250	16.43	250	16.43	
			氨氮	25	1.64	25	1.64	
			TP	4	0.26	4	0.26	
	地面冲洗水	13140	COD	120	1.58	120	1.58	
			SS	200	2.63	200	2.63	
具区路 车辆段	生活污水	10439	COD	400	4.18	350	3.65	经化粪池处理 后排入城市污 水管网
			BOD ₅	200	2.09	150	1.57	
			SS	250	2.61	200	2.09	
			氨氮	25	0.26	25	0.26	
			TP	4	0.04	4	0.04	
	生产废水	73000	pH	6.5~8.5	/	6.5~8.5	/	经隔油、气浮 预处理后排入 市政污水管网
			COD	200	14.6	180	13.14	
			SS	500	36.5	350	25.55	
			石油类	25	1.83	8	0.58	
			LAS	18	1.31	18	1.31	
天河停 车场	生活污水	5986	COD	400	2.39	350	2.10	经化粪池处理 后排入城市污 水管网
			BOD ₅	200	1.20	150	0.90	
			SS	250	1.50	200	1.20	
			氨氮	25	0.15	25	0.15	
			TP	4	0.02	4	0.02	
	生产废水	36500	pH	6.5~8.5	/	6.5~8.5	/	经隔油、气浮 预处理后排入 市政污水管网
			COD	200	7.30	180	6.57	
			SS	500	18.25	350	12.78	
			石油类	25	0.91	8	0.29	
LAS	18	0.66	18	0.66				

合计	204765	COD	275.10	56.33	260.40	53.32
		BOD ₅	80.24	16.43	76.23	15.61
		SS	380.53	77.92	296.34	60.68
		氨氮	10.01	2.05	10.01	2.05
		TP	1.56	0.32	1.56	0.32
		石油类	13.53	2.77	4.40	0.9
		LAS	9.62	1.97	9.62	1.97

环评报告

3.3.3.4 废气

(1) 施工期

地铁施工期间的大气污染源主要有：

根据城市轨道交通的施工情况调查分析，4号线施工期间的大气环境污染源主要为：

①粉尘及颗粒物。施工过程中的开挖、回填、拆迁及沙土装卸产生的施工扬尘，车辆运输过程中引起的二次扬尘等。

②机动车尾气及沥青烟气。如运输车辆、柴油发电机等机械排放的含氮氧化物、一氧化碳、碳氢化合物等污染物的废气，柏油路面摊铺会产生沥青烟气。

③有机废气。具有挥发性恶臭的施工材料产生的有毒、有害气味，如油漆、沥青蒸发所产生的大气污染，主要污染物为挥发性有机物。

施工期间对大气环境产生影响的最主要因素是扬尘污染。运输车辆引起的二次扬尘影响时间最长，其影响程度也因施工场地内路面破坏，泥土裸露而明显加重。在车速、车重不变的情况下，道路扬尘量的产生完全取决于道路表面积尘量，积尘量越大，二次扬尘越严重。可通过一系列的有效措施和对策，控制大气污染：实施封闭施工，使用商品混凝土，以缩小施工扬尘扩散范围；开挖时对作业面及土堆适当喷水处理以减少扬尘；开挖的泥土和建筑垃圾要及时清运，以防长期堆放引起表面干燥起尘或被雨水冲刷；运输产量尽量采用遮盖和封闭措施，冲洗轮胎以减少沿途抛洒；搅拌泥浆、混凝土现场采用喷雾降尘处理措施。

(2) 运营期

本工程为地下线，车场不设置锅炉，热能采用热力管网或电能解决；列车采用电力动车组，无机车废气排放。因此，本项目运营期大气污染源只有停车场和车辆段食堂产生的油烟废气和车站风亭产生的排气异味等。

地下车站风亭排气可能产生一定的异味影响，运营初期风亭排气异味较大，主要与轨道交通工程采用的各种复合材料、新设备等散发的多种有害气体尚未挥发完有关，随着时间推移这部分气体将逐渐减少。

另外，地铁建成将替代部分地面公共交通及私人交通，相应减少了汽车尾气污染物的排放量，对改善城市空气质量起到积极的作用。

3.5.3.5 固体废物

(1) 施工期

施工期固体废物主要是施工场地的拆迁建筑垃圾、工程弃土和施工队伍产生的少量生活垃圾。施工生活垃圾由环卫部门统一收集处理，建筑垃圾和工程弃土运往指定地点填埋，后期统一进行生态恢复。通过采取有效的控制措施，并切实执行环境监理可将上述影响控制在最小范围内，同时施工期间的影响是暂时性的，随工程结束而消失。

(2) 运营期

本项目运营后产生的固体废物主要分为生活垃圾和生产垃圾两种类型。

①生活垃圾产生量

生活垃圾主要来源于地铁工作人员和旅客。

本项目近期定员 3472 人，产生的生活垃圾按 0.3kg/人.日计算，则每年产生的生活垃圾为 380.18t/a。旅客候车和乘车时丢弃的果皮果核、包装纸袋及饮料瓶、罐等，营运近期日均客运发送约 57.34 万人次，按 25kg/万人次.日计算，运营近期旅客生活垃圾近期产生总量为 523.23t/a。

综上，本工程运营期生活垃圾近期产生总量为 903.41t/a。对沿线生活垃圾，运营管理部门在各车站合理布置垃圾箱，安排管理人员及时清扫，在分类后集中送环卫部门统一处理。

②生产垃圾产生量

生产垃圾主要来自车辆段及停车场车辆检修、保养、清洗和少量的机械加工等作业。生产垃圾主要包括废弃零部件、废蓄电池、废油纱、废水处理含油污泥等。本工程设具区路车辆段和天河停车场，根据无锡地铁已运营的车辆段和停车场生产垃圾产生量统计，本工程运营期具区路车辆段和天河停车场生产垃圾的产生情况见表 3.3-11。

全文公布版

表 3.3-12 本工程生产垃圾产生情况统计表

序号	固废名称	属性	废物类别	废物代码	产生量 (t/a)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废棉纱 (布)	危险废物	HW49	900-041-49	1.2	车辆检修	固态	棉纱 (布)、矿物油	矿物油	周	易燃	在停车场或车辆段危废暂存场暂存, 委托有资质单位定期处理
2	废矿物油	危险废物	HW08	900-249-08	1.6	车辆检修	液态	矿物油	矿物油	月	易燃	
3	废油脂桶	危险废物	HW49	900-041-49	1.5	车辆检修	固态	矿物油	矿物油	月	易燃	
4	含油污泥	危险废物	HW08	900-210-08	2.5	废水处理	半固态	油泥、废油	矿物油	天	易燃	
5	废蓄电池	危险废物	HW49	900-044-49	2000 余节	车辆检修	固态	碱性电池 (锂电池)	重金属 (不含铅、汞)	年	有毒	在停车场或车辆段危废暂存场暂存, 由生产厂家回收处置
6	废弃零部件	一般固废			100	车辆检修	固态	金属、橡胶		月		收集回收利用
/	合计				105.3t/a, 2000 余节废蓄电池							

本项目产生的生活垃圾交由环卫部门收集处理, 废弃零部件属于一般固废, 收集后回收利用; 电动车组用蓄电池属危险废物, 由生产厂家回收处置; 车辆段含油废水处置后污泥、废棉纱 (布)、废矿物油和废油脂桶等属于危险废物, 交由有资质单位安全处置。

3.3.3.5 污染物排放汇总

本项目污染物“三本帐”核算情况见表 3.3-13。

表 3.3-13 本工程污染物“三本帐”统计表 (t/a)

项目	污染物	产生量	削减量	接管量	排入外环境量
废水	废水量	204765	0	204765	204765
	COD	56.33	3.01	53.32	10.24
	BOD5	16.43	0.82	15.61	2.05
	SS	77.92	17.24	60.68	2.05
	氨氮	2.05	0	2.05	1.02
	TP	0.32	0	0.32	0.10
	石油类	2.77	1.87	0.9	0.20
	LAS	1.97	0	1.97	0.10
固废	废棉纱(布)	1.2	1.2	/	0
	废矿物油	1.6	1.6	/	0
	废油脂桶	1.5	1.5	/	0
	含油污泥	2.5	2.5	/	0
	废蓄电池	2000 余节	2000 余节	/	0
	废弃零部件	100	100	/	0
	生活垃圾	903.41	903.41	/	0

4. 工程影响区域环境概况

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

无锡市位于江苏省东南部，长江三角洲平原腹地，介于北纬 $31^{\circ} 7' \sim 32^{\circ} 2'$ ，东经 $119^{\circ} 33' \sim 120^{\circ} 38'$ 。无锡北临长江，南濒太湖，东与苏州接壤，西与常州交界，京杭运河从中穿过。无锡市是长江三角洲的中心城市之一，位于苏锡常都市圈，是大上海都市圈有机组成部分，地理位置优越。

拟建地铁 4 号线一期工程属于无锡城市轨道交通辅助线路，起自刘潭站，南至贡湖大道站，自北向南穿越了无锡市惠山区、梁溪区和滨湖区，将有效缓解城市中心南北向交通压力，缩短外围新城到城市中心区的时间距离，有利于降低中心区的人口密度及交通需求密度，引导老城外围片区的空间优化发展，引领新主城太湖新城的发展。

4 号线一期工程地理位置图见附图 1-1。

4.1.2 地形地貌

无锡市位于太湖冲湖积平原区，拟建地铁 4 号线一期工程位于无锡市中西部，地势中间高、南北低。以惠山为最高点（海拔 328.98m），向南、向北均为太湖平原，向北地面高程 1.5~3.0m、向南地面高程 3.1~4.5m。

地铁 4 号线一期工程跨低山丘陵剥蚀构造区、湖沼积洼地区和冲湖积平原区。

(1) 低山丘陵剥蚀构造区：主要分布于无锡市西南和东北部，市区周边有大小规模不等的残留山体，山体受构造控制，多为泥盆系碎屑岩组成的单斜断块山体，在安镇附近可见二叠系灰岩，在遭受长期剥蚀作用下，山体形态多呈浑圆状，相对高程在 50~200m 之间，其中惠山三茅峰海拔 328.9 米。

(2) 湖沼积洼地区：主要分布在玉祁、洛社、石塘湾、西漳及钱桥镇局部地段。

(3) 冲湖积平原区：广泛分布于无锡城区及周边地区，地势较平展，河、汉、沟塘水网发育，自山前向平原方向微倾，地面高程在 3~5m 之间。

4.1.3 气候气象

无锡市属北亚热带湿润区，受季风环流影响，形成的气候特点是：四季分明，气候温和，雨水充沛，日照充足，无霜期长。据气象资料统计，区内多年平均温度 15.5℃，极端最高气温 38.9℃，极端最低气温-12.5℃气温，1 月平均气温在 2.8℃左右；7 月平均气温在 28℃左右。全年无霜期 220 天左右。无锡市区年平均降水量在 1048 毫米。雨季较长，主要集中在夏季，年最大降雨量 1713.1mm（1999 年），最小降雨量 569.1mm（1978 年）；全年降水量大于蒸发量，属湿润地区。无锡市区日照时数 2001.1 小时。常见的气象灾害有台风、暴风、连阴雨、干旱、寒潮、冰雹和大风等。由于受太湖水体和宜南丘陵山区复杂地形等的影响，局部地区小气候条件多种多样，具有南北农业皆宜的特点，作物种类繁多。

4.1.4 水文地质

4.1.4.1 地表水

无锡市地表水系发育，河流纵横、水网密布，主要来源为太湖水经河道的补给及接受大气降水，水位的变化受季节变化而变化。以蒸发及人工用水为区内地表水的主要排泄方式。无锡是距离太湖最近的城市，太湖为江南水网中心，面积 2338.1km²，总蓄水量为 44.28 亿 m³，年平均吞吐量约 52 亿 m³。

拟建地铁 4 号线一期工程自北向南沿线主要穿越京杭大运河、梁溪河、蠡湖等主要地表水体。具体见表 4.1-1。

表 4.1-1 区域地表水分布范围

序号	地表水类型	分布范围	施工方式
1	京杭运河	青石路站~盛岸路站区间	盾构下穿，下穿距离 107 米
2	梁溪河	河埭口站~建筑路站区间	盾构下穿，下穿距离 38 米
3	蠡湖	蠡湖公园站~大剧院站	盾构下穿，下穿距离 700 米

京杭大运河北起北京，南至杭州，经北京、天津两市及河北、山东、江苏、浙江四省，沟通海河、黄河、淮河、长江、钱塘江五大水系。全长 1800 千米。历年最大流量 74.3m³/s（1%频率），多年平均流量 25m³/s（95%频率），最小流量 14.8m³/s，最枯流量测量值为 9.4m³/s。京杭大运河贯穿无锡全境，经直湖港与太湖相通，经锡澄运河与长江相通，常年东南向顺流出境。在无锡境内全长 41.0km，河底高程-1.0~0.0m，底宽 35~94m，河口最大宽度为 150m，

航道等级为4级，素有“黄金水道”之称。无锡段运河有沟通长江和太湖水系，起着调节水量的功能。据水文站观测资料统计，2013年9月大运河无锡站月平均水位3.52米，比历年同期高0.20米。

梁溪河，是无锡市最古老的自然河流，被誉为无锡人的母亲河，是沟通城区水系、京杭运河、蠡湖和太湖的一条天然水体纽带。梁溪河全长7.4公里，平均水深3米，丰水期流量 $16.5\text{m}^3/\text{s}$ ，枯水期流量 $6.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

蠡湖位于太湖北部（ $121.13^\circ\text{E}\sim 120.27^\circ\text{E}$ ， $31.28^\circ\text{N}\sim 31.35^\circ\text{N}$ ），东西长约6km，南北宽0.3~1.8km，正常水位时湖体周长21km，面积约8.6km²。蠡湖经梁溪河闸、五里湖闸及支流与梅梁湖相通，通过曹玉泾、长广溪等分别与京杭运河、汞湖连接，湖周围还有一些小河及断头浜，是一个既相对独立又与太湖湖体相通的水体。蠡湖多年平均降雨量为1112.3毫米，代表站无锡站的多年平均水位3.06米，历史最高水位4.88米，最低水位1.92米，五十年一遇设计洪水位4.53米；湖泊正常蓄水位3.30米左右，相应库容约1500万立方米。

4.1.4.2 地下水

根据工程拟建场地含水层特性，将地下水分为上层滞水、微承压水、承压水（第I承压含水层、第II承压含水层、第III承压含水层）。

（1）上层滞水

主要分布于浅部填土中，含水层岩性为①1杂填土。埋深及水位受地形及地貌等因素的控制具有一定的变化。其补给来源主要为大气降水及周围湖（河）水体补给。以地面蒸发、植物的蒸腾及向周围湖（河）水网的径流为主要排泄方式。动态特征表现为气候调节型。

（2）微承压水

该含水层主要赋存于全新统中段河湖相为主的灰、灰黄色粉土及粉砂层中，含水层岩性为④2层粉土、④3层粉砂（车辆段为⑤2层粉土），富水性中等，其稳定水位为地面下1.50~2.00m。顶板埋深一般在6~10m。其补给来源主要为上部潜水的垂直入渗及周围河（湖）水网的侧向补给、西侧惠山基岩裂隙含水层的侧向补给为主要来源，以民间水井用水及向周围河（湖）水网的侧向径流或对深层地下水的越流为该含水层的主要排泄方式。

（3）第I承压水

该含水层主要赋存于上更新统滨海-河口相的灰、灰黄色粉砂层中，含水层岩性为⑥4粉土、⑦2层粉砂。水位变化在6~9m之间，其稳定水位在自然地面下6.00~10.00m，顶板埋深一般在26~35m，厚度变化较大，富水性较强。以上部微承压水垂向越流补给、周围河（湖）的侧向补给为主要来源，以人工开采及对深层地下水的越流补给为主要排泄方式。

（4）第Ⅱ承压水

该含水层主要受常锡苏等地带中更新统古河床的控制，分布在本区中的古河道中。含水层的岩性在河床部位以中细砂、中粗砂为主，厚度较大，在河漫滩及次级支流发育地段，含水层岩性以粉砂、细砂为主。含水层岩性为⑨2层粉砂，⑩1层粉砂（仅见于具区路车辆段及其连接线，以透镜体分布）。含水量较丰富，以承压水的越流补给及地下径流补给，以人工开采及对深层地下水的越流补给为主要排泄方式。

（5）第Ⅲ承压含水层

该含水层主要为下更新统，含水层岩性为⑮层细砂，水量丰富，由于埋深较大，它的补、径、排条件主要受含水层的分布范围、厚度、上下隔水层的岩性等因素影响，以邻区的侧向补给，基岩地下水的补给为主要来源，以人工开采为主要排泄方式。

4.1.5 土壤植被

无锡市土地资源类型由太湖河网平原区和太湖及湖滨丘陵区构成。其中无锡以北及湖西平原以平地冲积性水稻土水田、平地潜育性水稻土水田等为主，是一等宜农耕地；宜兴太湖边渚区和综合洼地低地分布有潜育性水稻田，土壤以青泥土、竖头乌棚等为主。太湖及湖滨丘陵区是太湖平原地区热量条件最优越的区域，以黄棕壤为主。北部沿江平原区与湖西平原区的热量条件次之。山区系土层厚度不同的红壤，丘陵系耕种红壤。

无锡属暖温带中亚热带季风气候区，植被的组成和类型由简单而复杂，地带性植被类型的外型由落叶阔叶林到落叶阔叶-常绿阔叶混交林，南部宜兴为常绿阔叶林。区内自然植被包括针叶林、落叶阔叶林、落叶阔叶与常绿阔叶混交林、竹林、灌丛、草甸及水生、湿生等植被类型。林木大多分布在低山丘陵地区，水生、湿生植物分布在湖荡及滨河、滨湖地区。无锡的植物除种属丰富

外，在林相上，南北方树种混生现象很普遍，大多成混交林，单一树种的纯林面积较小。

4.2 区域主要污染源

（一）废水和主要污染物

2015年，全市废水排放总量为6.613亿吨，其中工业废水排放总量约为2.203亿吨，占废水排放总量的33.31%；生活污水排放总量为4.41亿吨，占废水排放总量的66.69%。全市废水中排放化学需氧量3.586万吨，单位GDP排放强度为0.421千克/万元。其中工业废水中化学需氧量排放1.109万吨，占化学需氧量排放总量的30.93%；农业源废水中化学需氧量排放0.846万吨，占化学需氧量排放总量的23.59%；生活污水中化学需氧量排放1.631万吨，占化学需氧量排放总量的45.48%。全市废水中排放氨氮0.362万吨，单位GDP排放强度为0.042千克/万元。其中工业废水中氨氮排放0.044万吨，占氨氮排放的11.89%；农业源废水中氨氮排放0.1046万吨，占氨氮排放12.71%；生活污水中氨氮排放0.205万吨，占氨氮排放总量的56.63%。

（二）废气和主要污染物

2015年，全市工业废气排放总量为6320亿标立方米。

全市二氧化硫排放量为7.662万吨，单位GDP排放强度为0.900千克/万元。其中工业污染源排放二氧化硫7.611万吨，占排放总量的99.33%；生活污染源排放二氧化硫0.051万吨，占排放总量的0.67%。全市氮氧化物排放量为12.473万吨，单位GDP排放强度为1.464千克/万元。其中工业污染源排放氮氧化物19.784万吨，占排放总量的78.44%；机动车排放氮氧化物2.659万吨，占排放总量的21.32%；生活污染源排放氮氧化物0.030万吨，占排放总量的0.24%。

全市排放烟（粉）尘8.498万吨（含钢铁、水泥行业无组织排放），其中工业污染源排放烟（粉）尘8.289万吨，占烟（粉）尘总排放量的97.54%；机动车排放烟（粉）尘0.17万吨，占烟（粉）尘总排放量的2.00%；生活污染源排放烟（粉）尘0.039万吨，占烟（粉）尘总排放量的0.46%。

（三）固体废物

2015年，全市一般工业固体废物产生量903.9万吨，危险废物产生量51.82万吨。综合利用工业固体废物853.25万吨，综合利用危险废物35.8万吨，分别占其产生量的94.40%和69.09%。一般工业固体废物处置量为50.65万吨，危险废物处置量16.02万吨，分别占其产生量的5.6%和30.91%。医疗废物收集处置量4799吨，全部采用焚烧处置。

2016年，无锡市围绕“结构减排、工程减排、管理减排”，实施水污染减排项目103个、大气污染减排项目95个。全市六项主要污染物化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、二氧化硫和氮氧化物分别在2015年基础上削减2.89%、2.87%、3.22%、3.66%、8.54%和5.48%，超额完成年度减排目标任务。

4.3 区域环境质量现状

4.3.1 环境空气质量

根据《2016年度无锡市环境状况公报》，2016年无锡市环境空气质量达标天数比例(AQI)为66.9%，同比上升2.8个百分点，主要污染物为细颗粒物(PM_{2.5})和臭氧(O₃)。6项监测指标浓度中，二氧化氮、一氧化碳和臭氧3项同比上升，二氧化硫、可吸入颗粒物和细颗粒物3项同比下降。市区酸雨频率17.7%，同比下降13.3个百分点。

4.3.2 水环境质量

2016年，全市13条主要出入湖河流，水质符合II~III类标准的有6条，分别为大浦港、乌溪港、大港河、陈东港、大溪港和望虞河，其中大浦港、乌溪港、陈东港水质同比好转1个级别，大溪港水质同比变差1个级别，其余2条河流水质同比持平；符合IV类标准的有7条，分别为漕桥河、太滂南运河、社渎港、官渎港、洪巷港、直湖港和梁溪河，其中漕桥河、社渎港、官渎港水质同比好转1个级别，其余4条河流水质同比持平。2016年，全市区域内34条主要河流中水质符合II~III类的河流有10条，同比增加5条；水质符合IV类的河流有18条，同比持平；水质符合V类的河流有4条，同比减少4条；水质劣于V类的河流有2条（古运河、横港），同比减少1条，主要污染因子为氨氮、化学需氧量和总磷。

项目所涉及河流：4号线一期工程穿越的京杭运河，无锡出境断面较入境断面水质有所改善。工程穿越的梁溪河为入湖河流，达到IV类标准。

太湖无锡水域：2016年，太湖无锡水域水质符合IV类标准，定类指标总磷浓度为0.070毫克/升，同比上升7.7%；化学需氧量浓度为16毫克/升，同比下降30.4%，符合III类标准；氨氮浓度为0.16毫克/升，同比上升14.3%，符合II类标准；高锰酸盐指数浓度为4.1毫克/升，同比下降8.9%，符合III类标准；总氮作为单独评价指标，浓度为1.82毫克/升，同比持平，符合V类标准；叶绿素a浓度为0.013毫克/升，同比下降48.0%；综合营养状态指数55.6，同比下降1.7，水体处于轻度富营养状态。

集中式饮用水水源地：全市7个集中式饮用水水源地分别为太湖的沙渚、锡东水源地，长江的小湾、肖山湾和窑港水源地，宜兴市的横山水库和油车水库水源地。2016年，7个集中式饮用水水源地水质全部达标。

行政交界断面水质：2016年，31个区域补偿监测断面中达到考核要求的断面有15个，占比48.4%；京杭运河、锡澄运河和锡北运河等河流出境断面较入境断面水质有所改善。张家港河和漕桥河等河流出境断面较入境断面水质持平。太滬南运河、官渎港、陈东港出境断面较入境断面水质有所变差。

4.3.3 声环境质量

2016年，全市昼间区域环境噪声为56.2分贝，处于三级、评价水平为一般，较2015年下降了0.1分贝；其中无锡市区、江阴、宜兴区域昼间环境噪声分别为56.6分贝、54.8分贝、55.7分贝，市区和宜兴处于三级，评价水平为一般，江阴处于二级，评价水平为较好。

2016年，全市昼间道路交通环境噪声均值为68.8分贝，同比下降了0.5分贝；市区、江阴、宜兴的昼间道路交通环境噪声均值分别为66.4分贝、71.1分贝、70.1分贝，同比市区、江阴和宜兴分别下降0.3分贝、0.9分贝和0.6分贝。全市昼间道路交通噪声质量等级二级，评价水平为较好。

4.3.4 生态环境质量

2016年，无锡市生态环境状况指数为69.97，生态环境质量级别为良。其中无锡市区的生态环境状况指数为67.51，生态环境质量级别为良；江阴市的生

态环境状况指数为 60.60，生态环境质量级别为良；宜兴市的生态环境状况指数为 75.79，生态环境质量级别为优。

4.4 城市土地利用现状

4.4.1 规划区域土地利用现状

全市土地总面积 478760.9 公顷，其中农用地 244337.2 公顷（366.51 万亩），占土地总面积的 51.0%；建设用地 113958.8 公顷，占土地总面积的 23.8%；其他土地 120464.9 公顷，占土地总面积的 25.2%。农用地中，耕地 136107.0 公顷（204.16 万亩），园地 20871.0 公顷（31.31 万亩），林地 35966.3 公顷（53.95 万亩），牧草地 42.0 公顷（0.063 万亩），其他农用地 51350.9 公顷（77.03 万亩）。耕地、园地、林地、其他农用地分别占农用地的 55.7%、8.6%、14.7%、21.0%。林地集中分布在宜兴市和滨湖区环太湖带，园地主要分布在宜兴市和惠山区。

建设用地中，城乡建设用地 97317.1 公顷，交通水利用地 13370.9 公顷，其他建设用地 3270.8 公顷，分别占建设用地的 85.4%、11.7%、2.9%。城乡建设用地中，城镇工矿用地 61554.4 公顷，农村居民点用地 35762.7 公顷。其他土地中，水域 110737.4 公顷，主要是太湖水域，自然保留地 9727.5 公顷。

4.4.2 土地利用总体规划

（1）土地利用结构调整方案

到 2020 年，全市农用地 228850.9 公顷（343.28 万亩），建设用地 133885.3 公顷，其他土地 116024.7 公顷，占土地总面积比例分别为 47.8%、28.0%、24.2%。

与 2005 年比较，农用地比例下降 3.2 个百分点，建设用地比例上升 4.2 个百分点，其他土地比例下降 1.0 个百分点。

（2）土地利用功能分区

基本农田集中区：基本农田分布集中度较高、优质基本农田占比例较大的区域，土地面积 139273 公顷，占土地总面积的 29.1%，主要分布在宜兴东部和西部、江阴南部和西部，锡山区、惠山区城镇组团间隔区域。农业生产条件好，是全市粮食和主要农产品的主产区，土地利用以基本农田保护和农田水利

基本建设为主导。鼓励开展基本农田建设，可进行直接为基本农田服务的农村道路、农田水利、农田防护林及其他农业设施的建设；土地整理复垦资金应当优先投入基本农田集中区；从严控制本区域内新增建设用地的规模，大力推进本区域内存量内非农建设用地和其他零星农用地整理、复垦或调整为基本农田。

一般农业发展区：园地、林地、牧草地、养殖水面及相对分散的耕地的分布区，全市林果、水产、畜禽等农产品的重要生产区，土地面积 141140 公顷，占全市土地总面积的 29.5%。控制新增城乡建设用地规模，鼓励现有非农建设用地和其他零星农用地整理、复垦或调整为耕地、林地、园地；规划中已列明、且已安排用地布局的线性基础设施建设项目，符合规划。

城镇村发展区：中心城区、江阴和宜兴城区、玉祁、前洲、洛社、胡埭、东港、锡北、周庄、华士、官林、张渚、丁蜀等重点发展城镇用地范围，土地面积 81555 公顷，占全市土地总面积的 17.0%。是全市经济、政治、文化中心，土地利用主导功能为城镇建设和产业发展，土地用途以城镇工矿用地、交通水利用地等为主。区内新增城镇建设用地受规划指标和年度计划指标约束，统筹增量保障与存量挖潜，确保土地节约集约利用；规划实施过程中，在允许建设区面积不改变的前提下，允许建设区空间布局形态可调整，但不得突破有条件建设区的边界，并须报规划审批机关同级国土资源管理部门审查批准。

独立工矿区：大中型矿山和集中发展以能源重化工产业为主的区域，面积 524 公顷，占全市土地总面积的 0.1%。土地主要为工矿生产建设及直接为工矿生产服务使用，严格按照国家规定的行业用地定额标准，安排各项建设用地，并注重保护和改善生态。

自然与文化遗产保护区：龙池山省级自然保护区、马镇湿地生态保护区、三汊重要湿地、要塞森林公园、定山风景名胜区、太湖风景名胜区阳羨景区、鼋头渚风景名胜区、蠡湖风景名胜区、惠山国家森林公园、长广溪国家湿地公园等具有重要自然与历史文化价值的区域。土地面积 6801 公顷，占全市土地总面积的 1.4%。土地利用以生态旅游、休闲观光为主，从严控制与主导功能不相符的建设与开发活动；可以因地制宜，适当布局生态旅游用地。

生态环境安全控制区：湖泊水面、横山水库饮用水源保护区、太湖小湾里-充山饮用水源保护区、望虞河清水通道维护区、马山水源涵养区、太湖沿岸水

源保护区、太湖入湖河道水源保护区等具有重要生态服务功能和生态敏感的区域及其他基于生态安全目的需要进行土地利用特殊控制的区域。土地面积 109468 公顷（其中湖泊水面 79239 公顷），占全市土地总面积的 22.9%。土地利用以生态保育和修复为主，从严控制各类建设与开发活动，属于重要生态功能区的空间原则上禁止开发。

全文仅供参考

5. 声环境影响评价

5.1 概述

5.1.1 工作内容

- 1、进行现场踏勘、调查和环境噪声现状实测，评价工程沿线声环境现状；
- 2、次评价对工程所有声环境敏感点进行预测，并对沿线敏感点进行对标分析；
- 3、分析敏感点的主要噪声源及其超标情况，对因工程建设导致环境噪声超标的敏感点，提出工程治理措施；
- 4、给出风亭、冷却塔、VRF外机、风热热泵噪声防护距离，为城市规划提供参考依据。

5.1.2 评价量

环境噪声现状测量值为昼、夜等效连续 A 声级，评价量同测量量。

预测量包括轨道交通噪声昼间及夜间运营时段的等效连续 A 声级，评价量同预测量。

5.2 声环境现状监测与评价

5.2.1 声环境现状调查

根据本工程在初步设计阶段车站风亭、冷却塔、VRF外机、风热热泵等环控设备的设置情况，本工程车站评价范围内共有噪声敏感点 17 处，其中居民点 12 处，医院 1 处。详见表 2.8-1。天河停车场段涉及 4 处敏感点。

5.2.2 声环境现状监测

评价期间，建设单位委托江苏华测检测技术有限公司于 2016 年 12 月 01 日至 12 月 04 日对沿线声环境敏感目标、停车场及车辆段场界噪声进行现状监测，建设单位委托无锡市中证检测技术有限公司于 2017 年 11 月 28 日对编制期间新增的敏感目标进行补充监测。

1、监测方法

- ① 声环境现状监测按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）要求执行。
- ② 监测因子：环境噪声现状测量量为等效连续 A 声级，评价量同测量量。

③ 监测 1 天，分昼、夜各监测一次，测量时间昼间选在 6:00~22:00，夜间选在 5:00~6:00 及 22:00~23:00 的代表性时段内用积分式声级计连续测量 20min 等效连续 A 声级，以代表昼、夜间的背景噪声。测量同时记录噪声主要来源。

受既有道路影响的监测点，每次测量选择不低于车流平均运行密度的 20 min 监测。周围无显著声源的监测点，每次测量 10 min。

④ 测量仪器

本次环境噪声现状监测采用 AWA6228、AWA6228B、AWA6228-4 型噪声统计分析仪，所有测量仪器使用前均在每年一度的计量检定中具有资质的计量检定部门鉴定合格。

2、测点布置原则

本工程环境噪声现状监测主要针对分布车站风亭周围、停车场场界外的敏感点，对所有有监测条件的声环境敏感点进行现状监测。

监测点位置：住宅楼 1 楼窗外 1 m 处，学校、医院、机关等单位监测点位置布设于教学楼、住院部、办公楼前窗外 1 m，距地面高度 1.2m 以上处。点位布设见附图 5-1.1~5-1.3。

3、监测结果及评价

① 敏感目标现状环境噪声监测结果

对各敏感目标和拟建停车场进行声环境现状监测，监测结果见表 5.2-1。

表 5.2-1 声环境现状监测表 单位: dB(A)

编号	点位名称	主要声源	等效声级		声功能区类别	标准限值		超标情况		对应车站	对应敏感点	
			昼	夜		昼	夜	昼	夜		序号	名称
N35	广石路规划项目	生活	54.3	42.7	2类	60	50	达标	达标	广石路站	1	广石路规划项目
N5	黄巷上 1	生活	53.1	46.2	2类	60	50	达标	达标	青石路站	2	黄巷上 1
											3	青石路规划项目
N6	黄巷上 2	生活	54.2	47.3	2类	60	50	达标	达标		2	黄巷上 2
N7	凤翔苑	交通	59.9	46.2	2类	60	50	达标	达标		4	凤翔苑
N10	江宁宿舍	生活	53.6	45.4	2类	60	50	达标	达标	四院站	5	江宁宿舍
N12	胜利新村	生活	52.9	45.1	2类	60	50	达标	达标		6	胜利新村
N13	第四人民医院住院楼	生活	53.1	44.8	4a类	70	55	达标	达标		7	第四人民医院住院楼
N17	奥林花园 A 区	交通	56.6	46.3	2类	60	50	达标	达标	建筑路站	8	奥林花园 A 区
N18	奥林花园 B 区	交通	56.2	45.9	2类	60	50	达标	达标		9	奥林花园 B 区
N19	华侨城景华苑	生活	53.0	45.2	4a类	70	55	达标	达标	体育中心站	10	华侨城景华苑
N36	蠡湖香榭	生活	54.6	42.8	2类	60	50	达标	达标	望山路站	11	蠡湖香榭
N20	太湖国际社区二街区	生活	53.4	45.6	2类	60	50	达标	达标	大剧院站	12	太湖国际社区
N21	太湖国际社区香缇美郡	交通	56.8	47.9	2类	60	50	达标	达标		12	太湖国际社区
N24	周新苑	交通	54.2	45.6	2类	60	50	达标	达标	大通路站	13	周新苑

N37	新街家园二期（规划）	生活	54.1	43.6	2类	60	50	达标	达标	天河停车场	14	新街家园二期（规划）
N38	天河规划项目	生活	51.5	39.1	2类	60	50	达标	达标		15	天河规划项目
N39	具区路规划项目	生活	52.4	41.6	2类	60	50	达标	达标	具区路车辆段	16	具区路规划项目
N34	水乡苑四区	生活	51.4	44.6	2类	60	50	达标	达标		17	水乡苑

全文预览

表 5.2-2 主要声源为交通的监测点车流量统计 辆/20min

编号	名称	时间	小型车	中型车	大型车	汽车列车	折合小客车流量
N7	凤翔苑	昼间	114	22	0	0	147
		夜间	6	0	0	0	6
N17	奥林花园 A 区	昼间	186	14	0	0	207
		夜间	17	0	0	0	17
N18	奥林花园 B 区	昼间	177	10	0		192
		夜间	22	2	0	0	25
N21	太湖国际社区香缇美郡	昼间	92	16	4	0	126
		夜间	18	2	0	0	21
N24	周新苑	昼间	59	4	0	0	65
		夜间	0	0	0	0	0
N28	刘谭实验学校	昼间	131	4	0	0	137
		夜间	10		0	0	10
N29	新街家园	昼间	114	2	0	0	117
		夜间	120	0	0	0	120

② 天河停车场界背景噪声监测结果

天河停车场厂界、具区路车辆段厂界背景噪声各设置 4 个监测点，点位布设见附图 5-1.1~5-1.3，监测结果见表 5.2-3。

表 5.2-3 拟建 停车场 厂界背景噪声监测结果表 单位：dB(A)

编号	点位名称	现有声源	等效声级		声功能区类别	标准限值		超标情况	
			昼	夜		昼	夜	昼	夜
1	具区路车辆段东厂界	无	53.1	47.1	2类	60	50	达标	达标
2	具区路车辆段南厂界	无	52.9	46.8	2类	60	50	达标	达标
3	具区路车辆段西厂界	无	53.3	45.9	2类	60	50	达标	达标
4	具区路车辆段北厂界	无	51.6	46.4	2类	60	50	达标	达标
5	天河停车场东厂界	无	52.7	46.5	2类	60	50	达标	达标
6	天河停车场南厂界	无	51.4	45.7	2类	60	50	达标	达标
7	天河停车场西厂界	无	51.9	47.1	2类	60	50	达标	达标

8	天河停车场北厂界	无	52.3	45.4	2类	60	50	达标	达标
---	----------	---	------	------	----	----	----	----	----

5.2.3 环境噪声现状评价

(1) 噪声源概况

本工程线路布设路段基本沿交通干线路中行走，沿线主要分布有居民、学校、机关、企业等，人口密度较高，因此，交通噪声是沿线区域的主要噪声源，其次为人群活动产生的社会生活噪声。

(2) 敏感点环境噪声现状评价与分析

由表 5.2-1 可知，沿线敏感目标环境噪声现状值昼间为 51.4~59.9dB(A)、夜间为 39.1~47.9dB(A)。对照《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中相应标准，17 处敏感目标的监测点均能达标，声环境质量较好。

根据表 5.2-1 可知，区域内主要声源为交通的凤翔苑、奥林花园 A 区、奥林花园 B 区、太湖国际社区香缇美郡、周新苑、刘潭实验学校等敏感点现状值昼间为 54.2~59.9dB(A)、夜间为 45.4~47.9dB(A)，区域内主要声源为生活的其他监测点现状值昼间为 51.4~57.4dB(A)、夜间为 39.1~47.3dB(A)，两种敏感点的监测值昼间差别大、夜间差别小，主要原因是昼间受交通噪声影响的监测点车流量较大，夜间受交通噪声影响的监测点车流量较小。

(3) 停车场厂界背景噪声评价

由表 5.2-2 可知，天河停车场、具区路车辆段场界处环境背景噪声昼间为 51.4-53.3 dB(A)、夜间为 45.4-47.1 dB(A)，对照《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中相应标准，监测点均能达标，声环境质量较好。天河停车场各场界处噪声监测值差别相当，主要原因是周边主要为生活区，无其他噪声源影响。

5.3 噪声影响预测与评价

5.3.1 预测参数

1、噪声源强

通过类比国内轨道交通噪声源强的实测结果，分析确定本工程噪声源强，具体如下：

(1) 风亭、冷却塔、VRF 外机噪声源强

地下段的噪声影响主要来源于风亭、冷却塔、VRF 外机等环控设备运行时产生的噪声，对外界产生噪声影响的环控系统主要有风亭和冷却塔。类比上海地铁 6 号线等监测结果，风亭及冷却塔、VRF 外机源强如下表 5.3-1~5.3-3。

表 5.3-1 风亭噪声源强

噪声源类别	测点位置	A 声级 dB(A)	测点相关条件	类比地点 (资料来源)
排风亭	百叶窗外 2.5 m	69.6	HP3LN-B-112-H 型，设有 2m 长消声器	上海地铁一号线上海马戏城站，屏蔽门系统
新风亭	百叶窗外 2.5 m	59	HL3-2A No.5A 型，设有 2 m 长消声器（屏蔽门）	
活塞/机械风亭	百叶窗外 3 m	65	TVF（风量 45 m ³ /s），风机前后各设 2 m 长消声器	

表 5.3-2 冷却塔噪声源强

噪声源类别	测点位置	A 声级 dB(A)	测点相关条件	类比地点 (资料来源)
冷却塔（普通型）	距塔体 3.3 m 处	72	良机冷却塔 LRCM-LN150	北京地铁复八线西单至大望路段
冷却塔（超低噪声型）	冷却塔当量距离（4m）处	58.6	SC-125LX2（电机功率：4kw，流量：125m ³ /h）	上海轨道交通 6 号线成山路站

表 5.3-3 室外机噪声源强

噪声源类别	测点位置	A 声级 dB(A)	测点相关条件	类比地点 (资料来源)
室外机	距塔体 3.3 m 处	62	制冷量 150kw	上海黄浦区南苏州路 193 号二层 VRF 外机

(2) 车辆基地噪声源强

停车场日常运行的高噪声设施有引入线、洗车棚、污水处理站、修车库等。其中，洗车棚、污水处理站等设施仅昼间运行；而停车场内停车库，行车速度极低（<5 km/h），噪声级较小。

车辆基地内主要固定噪声源强见下表 5.3-4。

表 5.3-4 车辆基地主要固定声源源强

声源名称	洗车库	污水处理站	维修中心	变电所	联合检修库
距声源距离	5	5	3	1	3
声源源强 (dB(A))	72	72	75	71	73
运转情况	昼间, 按 4h 计	昼夜	昼间, 按 4h 计	昼夜	昼间, 按 4h 计

(3) 列车运行噪声类比调查

出入段、试车线列车运行噪声, 类似于地面线路的列车运行噪声。为了预测其影响, 本次评价在充分研究本工程设计资料的基础上, 选择上海地铁一号线和二号线作为本次评价的主要类比工点, 类比调查与监测结果见表 5.3-5。

表 5.3-5 地面及敞开段线路主要噪声类比调查与监测结果

测点位置	A 声级 dB(A)	测点相关条件	类比地点 (资料来源)
距轨道中心线 7.5m	84~87	V=20~40Km/h,地面线路, 碎石道床。	上海地铁一号线外环路站至莘庄站区间
距轨道中心线 7.2m	85~87	V=62~74Km/h,地铁敞开段, 混凝土整体道床。	上海地铁二号线龙阳路站至张江高科站敞开段中部

本次评价采用地面线路的噪声源强为: 距轨道中心线 7.5 米处为 87dB

(A) (速度 40km/h, 碎石道床), 本项目出入段线预测采用的运行速度为 40km/h、试车线预测采用的运行速度为 80km/h。

2、设计参数

设计年度: 初期 2024 年, 近期 2031 年, 远期 2046 年。

钢轨: 正线及辅助线、出入线和试车线采用 60 kg/m 钢轨, 其它车场线采用 50 kg/m 钢轨。

道床: 地下线一般地段采用长枕式整体道床; 地面线采用长枕式碎石道床; 不同道床间衔接设置弹性过渡段。

线路形式: 全线采用地下敷设, 车辆段出入场线厂界外为地下线, 厂界内为地面线。

运行速度: 正线设计最高运行速度为 80 km/h; 车辆段出入线最高时速 40km/h, 进入车辆段内 15 km/h; 试车线最高运行速度为 80 km/h, 主要测试车辆正线运行控制。各敏感点速度按设计提供的列车速度计算图计算。

车辆编组: 初、近、远期均采用 6 辆编组。

运营时间：地铁运行时间昼间为 6:00~22:00，共 18h；夜间为 5:00~6:00，22:00~23:00，共 2h。

环控设备运营时间：新、排风亭运行时间昼间为 6:00~22:00，共 16h，新、排风亭、活塞风亭夜间为 4:30~6:00，22:00~23:30，共 3h。VRF 室外机、冷却塔在空调期内运行，运行时间昼间为 6:00~22:00，共 16h，夜间为 4:30~6:00，22:00~23:30，共 3h。

5.3.2 预测模式

环境噪声影响评价采取模式预测计算的方法，预测模式采用《环境影响评价技术导则—城市轨道交通》（HJ453—2008）推荐的公式。

(1) 出入段线噪声影响预测

预测时间 T 内的列车噪声对某一预测点处影响的等效声级 $L_{Aeq,p}$ ：

$$L_{Aeq,p} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \left(\sum n t_{eq} 10^{0.1 L_{p,A}} \right) \right)$$

式中： $L_{Aeq,p}$ ——评价时间内预测点的等效计权 A 声级，单位为 dB (A)；

N——T 时间内列车通过列数；

T——规定的评价时间，单位为 s。

t_{eq} ——列车通过时段的等效时间，单位为 s；按下式计算。

$$t_{eq} = \frac{l}{v} \left(1 + 0.8 \frac{d}{l} \right)$$

式中：l——列车长度，单位为 m；

v——列车运行速度，单位为 m/s；

d——预测点到外轨中心线的水平距离，单位为 m。

$L_{p,A}$ ——单一列车通过预测点的等效声级，按式 (4-3) 计算，单位 dB (A) 或 dB。

式中：

$$L_{p,A} = \frac{1}{m} \sum_1^m L_{p0,i} \pm C$$

$L_{P0,i}$ ——列车最大垂向指向性方向辐射的噪声源强，列车通过时段的参考点等效声级，可为 A 计权声压级或频带声压级，单位 dBA 或 dB。

m ——列车通过列数， $m \leq 5$ 。

C ——噪声修正项，按下式计算

$$C = C_v + C_t + C_d + C_a + C_g + C_b + C_\theta + C_{f,i}$$

式中： C_v ——速度修正，单位为 dB；

C_t ——线路和轨道结构的修正，单位为 dB；

C_d ——几何发散衰减，单位为 dB；

C_a ——空气吸收衰减，单位为 dB；

C_g ——地面效应引起的衰减，单位为 dB；

C_b ——屏障插入损失，单位为 dB；

C_θ ——垂向指向性修正，单位为 dB；

$C_{f,i}$ ——频率计权修正。

各修正因子如下：

①速度修正 C_v

声源强弱的速度修正

$$C_v = 30 \lg(V/V_0)$$

式中： V ——列车在预测位置段的运行速度，km/h；

V_0 ——70km/h。

区间不同位置处列车运行速度是不一样的，靠近站台处的速度低，区间中央的速度快。但列车最快的行驶速度不超过 80km/h，最慢的速度在站台处，为 0，但我们在计算中取 20km/h，因为此处虽然速度慢，但存在启动和刹车噪声。

②线路、桥梁、轨道结构和轮轨条件的修正， C_t

表 5.3-6 不同线路、桥梁、轨道结构及轮轨条件的噪声修正值

弯道（半径 $r \leq 500m$ ）	相对直线轨道噪声级高 3~8dBA
岔道	相对直线轨道噪声级高 4 dBA
坡道（上坡）	相对直线轨道噪声级高 2dBA
混凝土高架桥结构（8m）	相对地面轨道噪声级高 3~5 dBA
混凝土枕	相对木枕噪声级高 1~2dBA

混凝土整体道床	相对碎石道床噪声级高 2~4dBA
连续焊接长钢轨	可降低噪声 3dBA
车轮有磨平、表面粗糙、不圆	噪声级提高 3~5 dBA
车轮加阻尼及车身带裙板	噪声级降低 10~12 dBA
弹性车轮	噪声级降低 10~20dBA

③几何扩散衰减, C_d

$$C_d = -10 \lg \frac{d \arctan \frac{l}{2d_0} + \frac{2l^2}{4d_0^2 + l^2}}{d_0 \arctan \frac{l}{2d} + \frac{2l^2}{4d^2 + l^2}}$$

式中: d_0 ——源强的参考距离, 单位为m;

d ——预测点至轨道中心线的水平距离, 单位为m;

l ——列车长度, 单位为 m。

④垂向指向性修正, C_θ

根据国际铁路联盟 (UIC) 所属研究所 (ORE) 的研究资料, 建立了列车运行噪声辐射垂向指向性修正量 C_θ 的数学模型。可按下式计算。

按下式计算:

• 当 $-10^\circ \leq \theta < 24^\circ$ 时,

$$C_{\theta, 1} = -0.012 (24 - \theta)^{1.5}$$

• 当 $24^\circ \leq \theta < 50^\circ$ 时,

$$C_{\theta, 1} = -0.075 (\theta - 24)^{1.5}$$

式中: θ ——声源到预测点方向与水平面的夹角, 单位为度。

⑤空气吸收衰减 C_a

声音从声源发出, 经过大气传播时, 由于大气的吸收作用引起一定的声衰减。大气吸收引起的声衰减, 与传播距离、声音频率、大气温度、湿度和气压有关。根据 GB/T17247.1—2000, 空气声吸收的衰减量 C_a 可通过查表获取。

$$C_a = \alpha d$$

式中: α ——大气吸收引起的纯音声衰减系数, 单位为dB/m;

d ——预测点至轨道中心线的水平距离, 单位为m。

⑥地面效应引起的衰减, C_g

地面衰减主要是由于从声源到接受点之间直达声和地面反射声的干涉引起的。根据GB/T 17247.2—1998《声学户外声传播衰减，第2部分：一般计算方法》，当声波越过疏松地面或大部分为疏松地面的混合地面时，地面效应引起的衰减量 C_g 可按下式计算。

$$C_g = 4.8 - \frac{2h_m}{d} \left(17 + \frac{300}{d} \right) \geq 0 \text{ dB}$$

式中： h_m ——传播路程的平均离地高度，单位为m；

d ——预测点至轨道中心线的水平距离，单位为m。

⑦声屏障插入损失， C_b

列车运行噪声按线声源处理，根据HJ/T90中规定的计算方法，对于声源和声屏障假定为无限长时，屏障插入损失 C_b 可按下式计算。

$$C_b = \begin{cases} 10 \lg \left[\frac{3\pi\sqrt{1-t^2}}{4 \arctg \sqrt{\frac{1-t}{1+t}}} \right], & \left(t = \frac{40f\delta}{3c} \leq 1 \right) \\ 10 \lg \left[\frac{3\pi\sqrt{t^2-1}}{2 \ln(t + \sqrt{t^2-1})} \right], & \left(t = \frac{40f\delta}{3c} > 1 \right) \end{cases}$$

声速 $C=340\text{m/s}$ ， $f=1000$ 赫兹， δ 为声程差，m。

式中： f ——声波频率，单位为Hz；

δ ——声程差，单位为m；

c ——声速，单位为m/s。

⑧频率计权修正， C_f

表 5.3-7 A 计权频率修正值 C_f

频率 (Hz)	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160
A 计权响应 (dB)	-50.5	-44.7	-39.4	-34.6	-30.2	-26.2	-22.5	-19.1	-16.1	-13.4
频率 (Hz)	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
A 计权响应 (dB)	-10.9	-8.6	-6.6	-4.8	-3.2	-1.9	-0.8	0	+0.6	+1.0

频率 (Hz)	2K	2.5k	3.15k	4K	5k	6.3k	8K	10k	12.5k	16K
A 加权响应	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
(dB)	1.2	1.3	1.2	1.0	0.1	0.1	1.1	2.5	4.3	6.6

预测点处的总等效声级 Leq :

$$Leq = 10 \log(10^{0.1L_{eq\text{列车}i}} + 10^{0.1Leq\text{本底}})$$

(2) 风亭、冷却塔、VRF 室外机噪声影响预测

无锡地铁 4 号线一期工程全部为地下线路，本次预测评价主要对风亭噪声敏感目标进行预测，并提出相应的噪声影响控制措施。同时，对车站拟建风亭、冷却塔、VRF 室外机等声环境防护距离进行预测，并提出相应的控制要求。

风亭、冷却塔、VRF 外机噪声等效声级基本预测计算式如（式 5.3-1）所示。

$$L_{Aeq,p} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \left(\sum_i t 10^{0.1L_{p,A}} \right) \right) \quad (\text{式 5.3-1})$$

式中：

$L_{Aeq,p}$ ——评价时间内预测点的等效计权 A 声级，单位 dB(A)；

T ——规定的评价时间，单位 s；

t ——风亭、冷却塔、VRF 外机的运行时间，单位 s；

$L_{p,A}$ ——预测点的等效声级，按（式 5.3-2）计算，可为 A 计权声压级或频带声压级，单位 dB(A)；

$$L_{p,A} = L_{p0} \pm C \quad (\text{式 5.3-2})$$

式中： L_{p0} ——在当量距离 D_m 处测得（或设备标定）的风亭、冷却塔、VRF 外机辐射的噪声源强，可为 A 计权声压级或频带声压级，单位 dB(A)。

进、排风亭当量距离： $D_m = (ab)^{1/2} = (S_e)^{1/2}$ ，式中 a、b 为矩形风口的边长， S_e 为异形风口的面积。

圆形冷却塔当量距离： D_m 为塔体新风侧距离塔壁水平距离一倍塔体直径。当塔体直径小于 1.5 m 时，取 1.5 m；

矩形冷却塔当量距离： $D_m=1.13(ab)^{1/2}$ ，式中 a、b 为塔体边长。

C —— 噪声修正项，可按（式 5.3-3）计算，可为 A 计权声压级修正项或频带声压级修正项，单位 dB(A)。

$$C = C_d + C_f \quad (\text{式 5.3-3})$$

式中：

C_d —— 几何发散衰减；

$C_{f, i}$ —— 频率计权修正。

a) 几何发散衰减， C_d

当预测点到风亭、冷却塔、VRF 外机的距离大于其 2 倍当量距离 D_m 或最大限度尺寸时，风亭、冷却塔、VRF 外机噪声具有点声源特性，可按（式 5.3-4）

计算：

$$C_d = 18 \lg \left(\frac{d}{D_m} \right) \quad (\text{式 5.3-4})$$

式中：

D_m —— 源强的当量距离，单位 m；

d —— 声源至预测点的距离，单位 m。

当预测点到风亭、冷却塔、VRF 外机的距离介于当量点至 2 倍当量距离 D_m 或最大限度尺寸之间时，风亭、冷却塔、VRF 外机噪声不再符合点声源衰减特性，其噪声辐射的几何发散衰减 C_d 可按（式 5.3-5）简单估算：

$$C_d = 12 \lg \left(\frac{d}{D_m} \right) \quad (\text{式 5.3-5})$$

当预测点到风亭、冷却塔、VRF 外机的距离小于当量直径 D_m 时，风亭、冷却塔、VRF 外机噪声接近面源特征，不再考虑其几何发散衰减。

b) 频率计权修正 C_f

若采用按频谱计算的方法，可根据《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2008）的相关规定计算。本次不考虑频率计权修正。

(3) 停车场固定声源设备预测公式

停车场、车辆段的噪声设备如空压机、锻造设备和风机等可视为点声源，其噪声传播衰减公式：

$$L_p = L_{p0} - 20 \log \frac{r}{r_0}$$

式中： L_p —预测点的A声级，dB；

L_{p0} —固定设备在 r_0 处的A声级，dB；

r —预测点至声源的距离，m。

预测点处的总等效声级计算公式：

$$Leq = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_{\text{固}i} \times 10^{0.1L_{p\text{固}i}} + 10^{0.1Leq_{\text{列车}}} + 10^{0.1Leq_{\text{背景}}} \right)$$

式中：

Leq —预测点处总等效连续 A 声级，dBA；

$L_{p\text{固}i}$ —第 i 种固定设备在预测点的 A 声级，dBA；

$t_{\text{固}i}$ —第 i 种固定设备在预测点的作用时间，s；

$L_{Aeq_{\text{列车}}}$ —列车通过等效声级，dBA；

$L_{Aeq_{\text{背景}}}$ —预测点处背景噪声，dBA。

5.3.3 环控设备噪声预测结果及评价

1、预测结果及评价

本次敏感点声环境预测预测的运行时段为空调期，冷却塔采用超低噪声冷却塔，预测结果见表 5.3-8，根据预测结果，地铁运行后各敏感点的环境噪声级昼、夜等效连续 A 声级分别为 53.3~60.2dB (A) 和 47~58.6dB (A)。其中，昼间无敏感点超标；夜间 9 个测点超标，超标量在 1.1~6.9dB (A)。超标主要原因是受拟建项目车站风亭、冷却塔噪声影响，同时，本工程大部分路段沿城市既有道路下方敷设，受道路交通噪声影响也较大。

表5.3-8 营运期环控设备敏感点噪声预测结果

序号	敏感点名称	方位	车站名称	预测点	风亭编号	距离声源最近距离 (m)						现状值 (dB(A))		标准值 (dB(A))		环控设备贡献值 (dB(A))		环控设备预测值 (dB(A))		与现状相比噪声增量 (dB(A))		建成后超标值 (dB(A))					
						VRF	新风亭	排风亭	活塞风亭	风热冷泵	冷却塔	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
1	广石路规划项目	西北	广石路	建筑外1m	1号	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				
2	黄巷上1	南	青石路站	建筑外1m	1号	38	19	46	38	/	/	53.1	46.2	60	50	49.5	50.8	54.7	52.1	1.6	5.9	达标	2.1				
	黄巷上2	西北		建筑外1m	1号	34	/	32	33	/	/	54.2	47.3	60	50	50.7	52.0	55.8	53.3	1.6	6.0	达标	3.3				
	青石路规划项目	南		建筑外1m	1号	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	达标	达标			
3	凤翔苑	东南	四院站	建筑外1m	2号	37	/	48	45	/	/	59.9	46.2	60	50	48.1	49.5	60.2	51.2	0.3	5.0	达标	达标				
4	江宁宿舍	东南		建筑外1m	1号	18	26	22	18	/	15	53.6	45.4	60	50	55.3	56.6	57.5	56.9	3.9	11.5	达标	6.9				
5	胜利新村	东南		建筑外1m	2号	/	17	/	/	/	/	52.9	45.1	60	50	44.0	44.0	53.4	47.6	0.5	2.5	达标	达标				
6	第四人民医院住院楼	西北	建筑路站	建筑外1m	3号	23	/	30	38	/	/	53.1	44.8	70	55	51.8	52.7	55.5	53.4	2.4	8.6	达标	达标				
7	奥林花园A区	东		建筑外1m	1号	22	16	23	29	/	28	56.6	46.3	60	50	54.3	55.1	58.6	55.6	2.0	9.3	达标	5.6				
8	奥林花园B区	东		建筑外1m	2号	20	20	20	24	/	/	56.2	45.9	60	50	54.7	55.7	58.5	56.1	2.3	10.2	达标	1.1				
9	华侨城景华苑	东	体育中心站	建筑外1m	2号	20	30	25	23	/	27	53.0	45.2	70	55	53.8	55.0	56.4	55.4	3.4	10.2	达标	5.4				
10	蠡湖香榭	东	望山路站	建筑外1m	1号	42	42	42	45	/	/	54.6	42.8	70	55	48.9	50.1	55.6	50.8	1.0	8.0	达标	达标				

11	太湖国际社区	东	大剧院站	建筑外1m	4号、5号	/	23	31	20	24	/	53.4	45.6	60	50	52.0	54.2	55.8	54.8	2.4	9.2	达标	4.8
12	周新苑1	西	大通路站	建筑外1m	1号	38	/	34	34	/	/	54.2	45.6	70	55	50.1	51.5	55.6	52.5	1.4	6.9	达标	达标
	周新苑2	西		建筑外1m	2号	18	19	15	15	/	15	54.2	45.6	70	55	57.2	58.4	59.0	58.6	4.8	13.0	达标	3.6

全文预览

2、风亭、冷却塔和 VRF 外机的噪声防护距离

风亭、冷却塔、VRF 外机的噪声防护距离应按照《地铁设计规范》(GB50157-2013) 中“表 29.3.4”进行控制，各类功能区敏感建筑的控制距离及噪声限值如下表。

表 5.3-9 风亭、冷却塔、VRF 外机距敏感建筑物的噪声防护距离

声环境功能区类别	各环境功能区敏感点	风亭、冷却塔、VRF 外机边界与敏感建筑物的水平间距 (m)	等效声级 dB (A)	
			昼间	夜间
1 类	居住、医疗、文教、科研区	≥30	55	45
2 类	居住、商业、工业混合区	≥20	60	50
3 类	工业区	≥10	65	55
4a 类	城市轨道交通两侧区域	≥10	70	55

针对本工程实际并结合轨道交通在设计中，风亭和冷却塔可能存在多种组合形式的特点，本次评价按不同声功能区的要求，预测相应的达标距离，如表 5.3-10。

表 5.3-10 不同风亭、冷却塔、VRF 外机组合的噪声防护距离

声源类型	声源类型	达标距离 (m)							
		4a 类区		3 类区		2 类区		1 类区	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
活塞/机械风亭	风亭设置 2 m 长片式消声器	*	10.8	*	10.8	5.7	20.4	10.8	38.7
	风亭设置 3 m 长片式消声器	*	*	*	*	*	5.7	*	10.8
新风亭+排风亭	风亭设置 2 m 长片式消声器	*	17	6.5	17	8.9	32.1	17	60.9
	风亭设置 3 m 长片式消声器	*	4.7	*	4.7	*	8.9	4.7	17
冷却塔	低噪声冷却塔	0.8	13.7	2.0	13.7	5.2	16.1	8.5	30.6
	超低噪声冷却塔		5.2		5.2	2.0	8.5	4.5	16.1

活塞/机械风 亭+新风亭+ 排风亭	风亭设置 2 m 长 片式消声器	3.1	20	8.2	20	10.4	37.5	19.8	71
	风亭设置 3 m 长 片式消声器	*	5.6	*	5.5	2.9	10.4	5.5	19.8
活塞/机械风 亭+冷却塔	风亭设置 2 m 长 片式消声器, 低 噪声冷却塔	1.8	15.1	4.8	15.1	12.4	28.7	15.1	54.4
	风亭设置 3 m 长 片式消声器, 超 低噪声冷却塔	*	4.4	*	4.4		8.3	4.4	15.7
新风亭+排 风亭+冷却 塔	风亭设置 2 m 长 片式消声器, 低 噪声冷却塔	2.8	18.5	5.2	18.5	9.8	35.2	18.5	66.6
	风亭设置 3 m 长 片式消声器, 超 低噪声冷却塔	*	6	*	6	3.2	11.4	6	21.7
活塞/机械风 亭+新风亭+ 排风亭+冷 却塔	风亭设置 2 m 长 片式消声器, 低 噪声冷却塔	3.5	21.2	5.9	21.2	11.2	40.2	21.2	76.1
	风亭设置 3 m 长 片式消声器, 超 低噪声冷却塔	*	6.7	*	6.7	3.5	12.7	6.7	24
新风亭+排 风亭+VRF 外机	风亭设置 2 m 长 片式消声器, 低 噪声 VRF 外机	2.8	18.5	5.2	18.5	9.8	35.2	18.5	66.6
	风亭设置 3 m 长 片式消声器	*	6	*	6	3.2	11.4	6	21.7
活塞/机械风 亭+新风亭+ 排风亭 +VRF 外机	风亭设置 2 m 长 片式消声器, 低 噪声 VRF 外机	3.5	21.2	5.9	21.2	11.2	40.2	21.2	76.1
	风亭设置 3 m 长 片式消声器	*	6.7	*	6.7	3.5	12.7	6.7	24
活塞/机械风 亭+新风亭+ 排风亭 +VRF 外机+ 冷却塔	风亭设置 2 m 长 片式消声器, 低 噪声冷却塔, 低 噪声 VRF 外机	3.2	21.9	6.1	21.9	11.5	41.5	21.9	78.7
	风亭设置 3 m 长 片式消声器, 超	*	7.8	*	7.8	4.1	14.8	7.8	28

	低噪声冷却塔								
--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--

表注：“*”表示在风亭百叶窗外即可达标。预测冷却塔为低噪音冷却塔。

由表 5.3-10 可知，在风亭、冷却塔、VRF 外机噪声中，冷却塔和 VRF 外机噪声占有主导地位，因此非空调期（不开启冷却塔）风亭区周围 4a、2、1 类区噪声达标防护距离分别为 20 m、37.5 m、71 m；空调期如采用低噪声冷却塔，风亭区周围 4a、2、1 类区的噪声防护距离分别为 21.9 m、41.5 m、78.7 m；采用超低噪声冷却塔、风亭区（活塞+排+新）消声器加长至 3 m 后，风亭区周围 4a、2、1 类区的噪声防护距离分别为 7.8 m、14.8 m、28 m。由此可见，为减少工程拆迁量，节约城区土地资源，选用低噪声环控设备或“防治结合”提出针对性的噪声治理方案，可有效控制地下车站风亭区噪声影响。

5.3.4 车辆基地声环境影响预测与评价

(1) 敏感点处噪声预测结果及评价

天河停车场选址位于规划天河路以南，石澄路以东、规划任钱路以北及凤翔路以西地块。地块内有一条沿任钱路东西走向的河流，地块西北角也有一条河流的支流。现状地块内原有毛巷村、东巷村、小蒋巷等村庄及少量厂房，地势比较平坦，房屋拆迁量较大，目前已拆除完毕，根据规划建设方案，周边拟新增 2 处敏感点，为南街家园二期（规划）、天河规划项目。

具区路车辆段段址位于震泽路以南，南湖大道以西，具区路以北，贡湖大道以东所围合的地块内，地块内地势较为平坦，有少量房屋拆迁，主要为 1~3 层民房及厂房，现状地块东侧有水乡苑敏感目标 1 处，同时根据规划建设方案，*****。

车辆基地主要承担 4 号线一期建成通车后车辆的停放、经常性巡检、定期维修、故障检修、日常保养和维护。其噪声主要来自列车进出库、调车作业、车辆调试时牵引设备噪声以及检修车间的各种设备噪声。

在车场各类噪声源中，以进出库列车运行对外环境影响较明显，停车场出入场段线地面段采取全封闭隔声措施，在封闭屏障的北侧（非敏感点侧）设置低噪声通风百叶窗，对外环境影响较小。

车辆基地内污水处理站有污水泵、检修库有空压机和风机、洗车库配备水泵、维修中心有锻造设备和牵引设备、变电所有变压器等强噪声设备，该部分

固定声源设备均设在室内，并且具有衰减较快的特点，因此对外环境影响不大。

根据天河停车场的平面布置图，在对出入场段线地面段采取全封闭、固定声源置于室内的降噪措施的基础上对其分别进行敏感点和四周场界噪声预测，预测结果见表 5.3-11 及表 5.3-12，噪声等值线图见图 5.3-1；根据具区车辆段的平面布置图，*****，故出入场段线地面段、各固定声源、试车线均已位于场段室内，同时各固定声源的产生工段另置于单独的室内，试车期试车线昼间运行，在此基础上对其分别进行敏感点和四周场界噪声预测预测结果见表 5.3-11 及表 5.3-12，噪声等值线图见图 5.3-2。

由表可见，敏感点噪声值均能满足《声环境质量标准》（GB3096—2008）中 2 类要求，各场界噪声值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）要求。

表 5.3-11 车辆基地周围敏感点声环境影响预测结果 单位: dB(A)

敏感点名称	设计年度	现状值 (dB(A))		标准值 (dB(A))		单纯停车场噪声 (dB(A))		预测值 (dB(A))		与现状相比噪声增量 (dB(A))		建成后超标值 (dB(A))	
		昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
新街家园二期 (规划)	初期	54.1	43.6	60	50	37.9	44.5	54.2	44.6	0.1	1.0	达标	达标
	近期					37.9	44.5	54.2	44.6	0.1	1.0	达标	达标
	远期					37.9	44.5	54.2	44.6	0.1	1.0	达标	达标
天河规划项目	初期	51.5	39.1	60	50	33.1	39.1	51.6	40.2	0.1	1.1	达标	达标
	近期					33.1	39.1	51.6	40.2	0.1	1.1	达标	达标
	远期					33.1	39.1	51.6	40.2	0.1	1.1	达标	达标
具区路规划项目	初期	52.4	41.6	60	50	47.3	45.8	53.6	47.2	1.2	5.6	达标	达标
	近期					47.3	45.8	53.6	47.2	1.2	5.6	达标	达标
	远期					47.3	45.8	53.6	47.2	1.2	5.6	达标	达标
水乡苑四区	初期	51.4	44.6	60	50	44.3	36.7	52.2	45.2	0.8	0.6	达标	达标
	近期					44.3	36.7	52.2	45.2	0.8	0.6	达标	达标
	远期					44.3	36.7	52.2	45.2	0.8	0.6	达标	达标

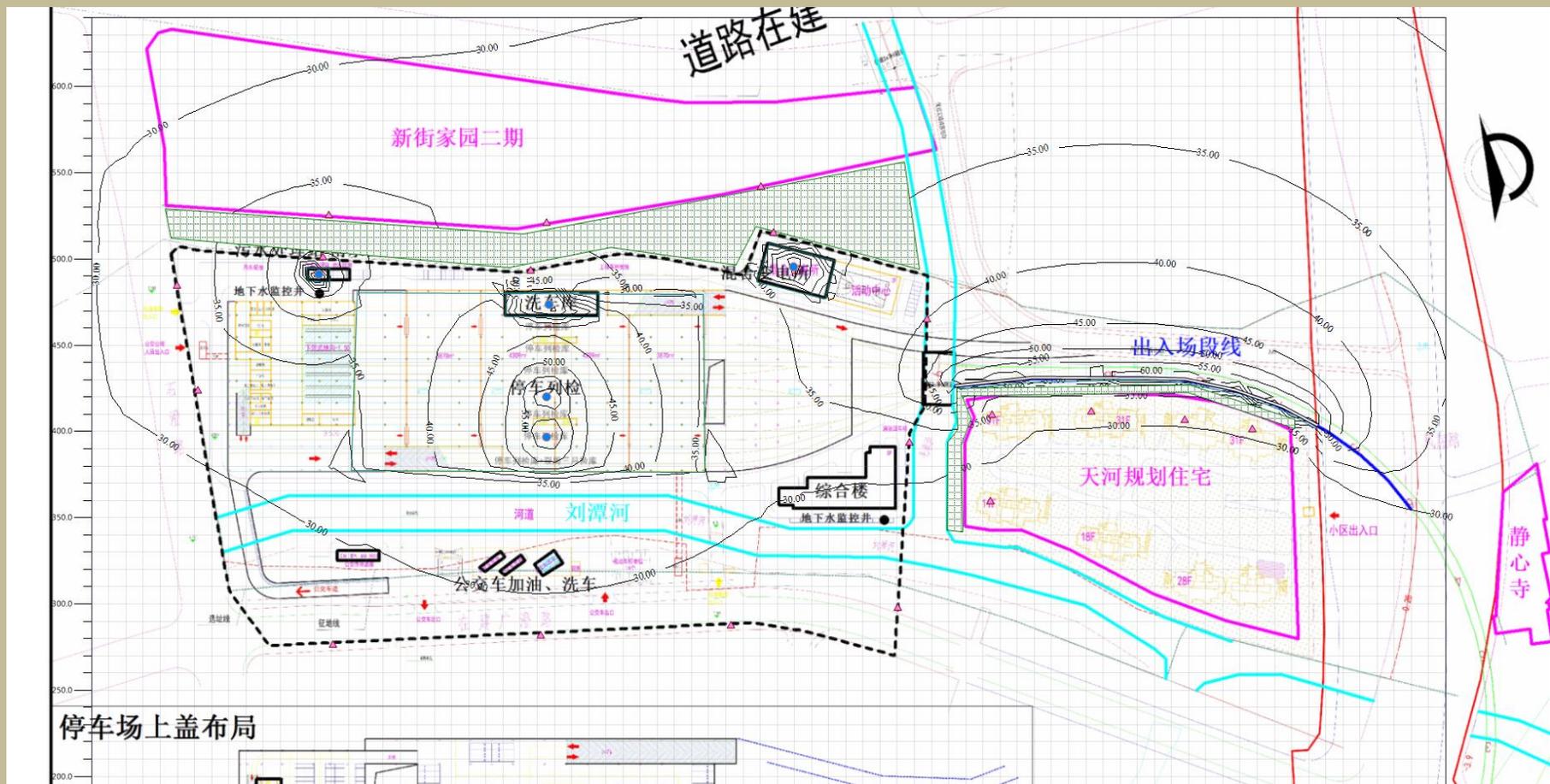


图 5.3-1 天河停车场噪声预测等值线图

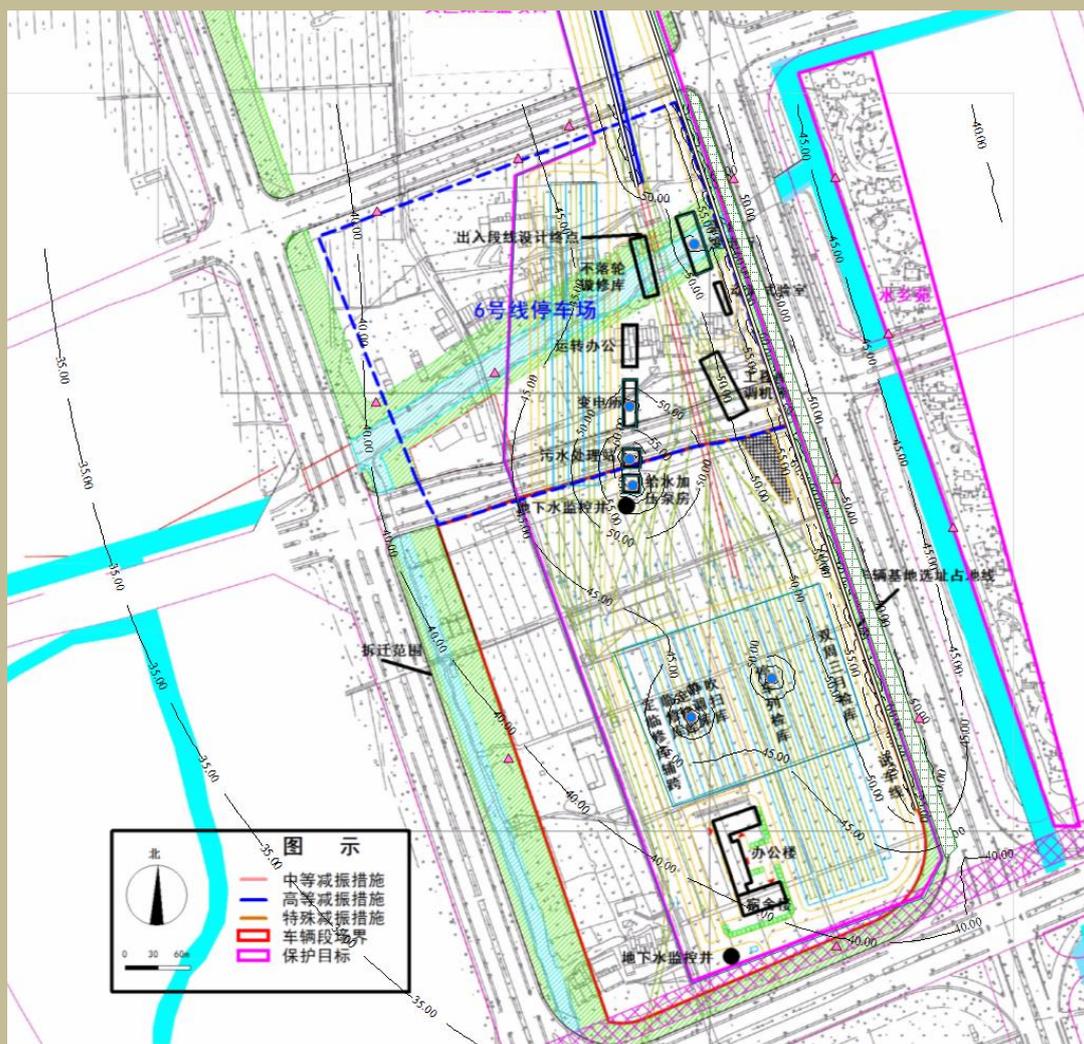


图 5.3-2 具区路车辆段噪声预测等值线图

表 5.3-12 车辆基地场界声环境影响预测结果 单位: dB(A)

位置	预测点	现状值		非试车期预测值		试车期预测值		标准限值		超标情况	
		昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
天河停车场	东南	53.1	47.1	53.3	47.1	/	/	70	55	达标	达标
	西南	52.9	46.8	52.9	46.8	/	/	60	50	达标	达标
	西北	53.3	45.9	53.3	46.0	/	/	60	50	达标	达标
	北	51.6	46.4	52.9	46.5	/	/	60	50	达标	达标
具区路车辆段	东南	52.7	46.5	52.8	47.4	55.6	47.4	70	55	达标	达标
	西南	51.4	45.7	51.4	45.8	51.7	45.8	70	55	达标	达标
	西北	51.9	47.1	52.0	47.5	52.2	47.5	70	55	达标	达标
	北	52.3	45.4	52.5	46.9	52.9	46.9	60	50	达标	达标

5.4 噪声污染防治措施及建议

5.4.1 概述

根据我国环境保护的“预防为主、防治结合、综合治理”的基本原则以及“社会效益、经济效益、环境效益相统一”的基本战略方针，本着“治污先治本”的指导思想，本工程噪声污染防治措施遵循以下先后顺序：

(1) 首先从声源上进行噪声控制，选用低噪声的设备及结构类型。

(2) 其次为强化噪声污染治理工程设计，主要是从阻断噪声传播途径和受声点防护着手。

(3) 最后为体现“预防为主”的原则，结合城市改造和城市规划，合理规划沿线土地功能区划，优化建筑物布局，避免产生新的环境问题。

5.4.2 建议噪声污染防治建议

5.4.2.1 设计、工程措施

风亭和冷却塔是轨道交通地下区段对外环境产生影响的最主要噪声源，因而风亭和冷却塔合理选型对预防地下区段环境噪声影响至关重要。鉴于本工程设计的环控设备型号尚未最终确定，故评价对其选型提出以下要求：

1、风机选型及设计要求

在满足工程通风要求的前提下，尽量采用低噪声、声学性能优良的风机；并在风亭设计中注意以下问题：

①风亭在选址时，应根据表 5.3-10 中噪声防护距离尽量远离噪声敏感点，并尽量使进、出风口背向敏感点。

②充分利用车站设备、出入口及管理用房等非噪声敏感建筑的屏障作用，将其设置在风亭与敏感建筑物之间。

③合理控制风亭排风风速，减少气流噪声。

2、冷却塔选型

冷却塔一般设置于地面、风亭顶部，或地下浅埋设置，其辐射噪声直接影响外环境，如要阻隔噪声传播途径，必须将其全封闭，全封闭式屏障不仅体量大，对冷却塔通风亦产生影响，因而最佳途径是采用低噪声冷却塔或超低噪声冷却塔，严格控制其声源噪声值。本工程所有冷却塔均采用超低噪声冷却塔冷

却塔，目前开发低噪声冷却塔的生产厂家及型号众多，生产技术水平也趋于成熟，例如某厂生产的低噪声型（DBNL3型）和超低噪声型（CDBNL3型）冷却塔的声学测试数据如表 5.4-1 所列。

表 5.4-1 低噪声型和超低噪声型冷却塔噪声值

型号	低噪声型（DBNL ₃ 型）		超低噪声型（CDBNL ₃ 型）	
	距离（m）	噪声值（dB（A））	距离（m）	噪声值（dB（A））
150	3.732	58.5	4.6	54.0
	10	52.0	10	47.5
175	3.732	59.5	4.6	55.0
	10	53.0	10	48.5
200	4.342	60.0	5.7	55.0
	10	54.0	10	49.6
250	4.342	61.0	5.7	56.0
	10	55.6	10	50.6
300	5.134	61.0	6.4	56.0
	10	56.8	10	51.8
350	5.134	61.5	6.4	56.5
	10	57.3	10	52.3

由表 5.4-1 中各型号冷却塔的噪声值看出，低噪声型冷却塔噪声值比普通冷却塔噪声值低 10 dB(A)以上，超低噪声冷却塔比普通冷却塔低 15 dB(A)以上。

评价建议建设单位和设计部门在采用超低噪声冷却塔时，严把产品质量关，其噪声指标必须达到或优于 GB/T 7190.1-2008 规定的噪声指标。

GB/T7190.1-2008 规定的各类冷却塔噪声指标如表 5.4-2 所列。

表 5.4-2 GB/T 7190.1-2008 规定的各类冷却塔噪声指标 单位：dB(A)

名义冷却流量 (m ³ /h)	噪声指标			
	P型	D型	C型	G型
30	68.0	60.0	55.0	70.0
50	68.0	60.0	55.0	70.0
75	68.0	62.0	57.0	70.0
100	69.0	63.0	58.0	75.0
150	70.0	63.0	58.0	75.0
200	71.0	65.0	60.0	75.0
300	72.0	66.0	61.0	75.0
400	72.0	66.0	62.0	75.0

在下一步设计中，应考虑环境噪声功能区的要求，对风亭、冷却塔、VRF 外机噪声控制措施应根据声源频谱、声级等特性进一步确定消声器长度、冷却塔降噪方式等措施，并对风亭及风帽的型式进行比选确定。

5.4.2.2 城市规划及建筑物合理布局

为了对沿线用地进行合理规划，预防轨道交通运营期的噪声污染，并根据《地面交通噪声污染防治技术政策》要求，建议在表 5.3-10 中所列的噪声达标

防护距离内如规划建设居民区、学校、医院等噪声敏感建筑时，开发商必须考虑敏感建筑自身的隔声性能，应使建筑物内部声环境满足使用功能的要求。科学规划建筑物的布局，临近噪声源的第一排建筑宜规划为商业、办公用房等非噪声敏感建筑。结合城区改造，应优先拆除靠声源较近的居民房屋，结合绿化设计和建筑物布局的重新配置，为新开发的房屋留出噪声防护距离或利用非敏感建筑物的遮挡、隔声作用，使之对敏感建筑物的影响控制在标准允许范围内。

5.4.2.3 轨道交通的运营管理

加强运营管理，可有效地降低列车运行噪声对外环境的影响，主要有以下几点：

(1) 定期修整车轮踏面

车轮在运行一段时间后，踏面会出现程度不等的粗糙面，当车轮上有长度为 18 mm 以上一系列的粗糙点时，应立即进行修整。试验证明经打磨后的车轮可使尖叫声降低 2~5 dB(A)，轰鸣声降低 2~6 dB(A)。

(2) 保持钢轨表面光滑

由于钢轨表面的光滑度直接影响到轮轨噪声的大小，因此在运营一段时间后，需用打磨机将钢轨出现的波纹以及粗糙面磨平。采用该措施后，可使轮轨噪声较打磨前降低 5~6 dB(A)。

(3) 车辆段与停车场的运营管理

加强停车场和车辆段的运营管理、提高司乘人员的环保意识，控制鸣笛；禁止夜间进行试车作业和高噪声车间的生产作业。另外，车辆段的咽喉区轨道曲线半径较小，会产生轮轨侧磨噪声，对曲线钢轨涂油可降低该噪声影响。

5.4.3 敏感点噪声治理工程

5.4.3.1 车站环控设备噪声治理

(1) 防治措施设置原则

①调整风亭、冷却塔、VRF 外机位置

风亭、冷却塔、VRF 外机位置与敏感点的距离尽可能大于 20m，若小于 15 m，建议调整位置。

②阻隔声源传播途径

冷却塔等地面噪声源可采用设置隔声屏障或内侧面贴吸声材料的措施有效阻断噪声传播途径，起到一定的隔声降噪效果。

③受声点防护措施

可采用建筑隔声的方法进行受声点防护，如采用隔声通风窗可使室内噪声降低 20 dB(A)左右，使得室内噪声满足功能使用要求。隔声通风窗具有投资较小的优点，但影响视觉及通风换气，对居民日常生活有一定影响。

④消声设计

对于排、新风亭可在风管上和通风机前后安装消声器来降低风亭噪声影响，片式消声器可安装于风道内，整体式消声器可安装于风管上，类比调查与测试结果表明，消声器平均每米降噪 10 dB(A)左右。此外，尽量加大风道的表面积，并贴吸声材料；出口处设置消声百叶，优化消声百叶几何断面，降低气流噪声等措施可以在一定程度上降低风亭噪声影响。

(2) 防治措施及效果分析

本次环境影响评价从最不利情况出发，以空调期环境噪声预测值为依据提出噪声防治措施，并使敏感点处的环境噪声达到相应的环境标准，并尽量使其环境噪声维持现状水平，针对环控设备采取的噪声防治措施及效果汇于表 5.4-3 中。

表 5.4-3 风亭（冷却塔）评价范围内声环境敏感点降噪措施表

序号	敏感点名称	方位	车站名称	预测点	风亭编号	距离声源最近距离 (m)						现状值 (dB(A))		标准值 (dB(A))		采取措施前								措施建议	投资 (万元)	治理效果	采取措施后										
						VRF 外机	新风亭	排风亭	活塞风亭	风热冷泵	冷却塔					昼	夜	环控设备贡献值 (dB(A))		环控设备预测值 (dB(A))		与现状相比噪声增量 (dB(A))					建成后超标值 (dB(A))		环控设备贡献值 (dB(A))		环控设备预测值 (dB(A))		与现状相比噪声增量 (dB(A))		达标情况		
												昼	夜	昼	夜			昼	夜	昼	夜	昼	夜				昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼
1	广石路规划项目	**	广石路	建筑外 1m	1号	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	30	①排风道、活塞风亭隧道风机出口设置3m长消声器；活塞风道内建议设置2m长消声器； ②冷却塔：采用超低噪声冷却塔； ③VRF 外机：调整位置，利用车站构筑物的遮挡作用，遮挡不足部分加隔声屏障	①排风道、活塞风亭加长消声器1m降低风亭噪声10dB(A)；采用超低噪声冷却塔；VRF 外机安装隔声罩后可降低噪声10dB(A)；②采取措施后环控设备不对敏感点造成新增影响	47.1	47.5	55.1	48.7	0.8	6.0	达标	达标
2	黄巷上1	南	青石路站	建筑外 1m	1号	38	19	46	38	/	/	53.1	46.2	60	50	49.5	50.8	54.7	52.1	1.6	5.9	达标	2.1	10	①风亭：排风道、活塞风亭隧道风机出口设置3m长消声器；活塞风道内建议设置2m长消声器； ②VRF 外机：调整位置，利用车站构筑物的遮挡作用，遮挡不足部分加隔声屏障	①排风道、活塞风亭加长消声器1m降低风亭噪声10dB(A)；②采取措施后环控设备不对敏感点造成新增影响	46.5	46.8	54.0	49.5	0.9	3.3	达标	达标			
	黄巷上2	西北		建筑外 1m	1号	34	/	32	33	/	/	54.2	47.3	60	50	50.7	52.0	55.8	53.3	1.6	6.0	达标	3.3			①排风道、活塞风亭加长消声器1m降低风亭噪声10dB(A)；②采取措施后环控设备不对敏感点造成新增影响	45.2	45.7	54.7	49.6	0.5	2.3	达标	达标			
	青石路规划项目	**		建筑外 1m	1号	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**			**	**	**	**	①排风道、活塞风亭加长消声器1m降低风亭噪声10dB(A)；②采取措施后环控设备不对敏感点造成新增影响	39.3	39.3	53.3	47.0	0.2	0.8	达标
3	风翔苑	东南		建筑外 1m	2号	37	/	48	45	/	/	59.9	46.2	70	55	48.1	49.5	60.2	51.2	0.3	5.0	达标	达标	-	-	-	48.1	49.5	60.2	51.2	0.3	5.0	达标	达标			
4	江宁宿舍	东南	四院站	建筑外 1m	1号	18	26	22	18	/	15	53.6	45.4	60	50	55.3	56.6	57.5	56.9	3.9	11.5	达标	6.9	40	①风亭：排风道、活塞风亭隧道风机出口设置3m长消声器；活塞风道内建议设置2m长消声器； ②冷却塔：采用超低噪声冷却塔并安装隔声屏障； ③VRF 外机：调整位置，利用车站构筑物的遮挡作用，遮挡不足部分加隔声屏障	①排风道、活塞风亭加长消声器1m降低风亭噪声10dB(A)；采用超低噪声冷却塔，冷却塔安装隔声屏障后可降低噪声10dB(A)；VRF 外机安装隔声罩后可降低噪声10dB(A)；②采取措施后环控设备不对敏感点造成新增影响	46.4	47.5	54.4	49.6	0.8	4.2	达标	达标			
5	胜利新村	东南		建筑外 1m	2号	/	17	/	/	/	/	52.9	45.1	60	50	44.0	44.0	53.4	47.6	0.5	2.5	达标	达标			-	-	-	44.0	44.0	53.4	47.6	0.5	2.5	达标	达标	
6	第四人民	西北		建筑外	3号	23	/	30	38	/	/	53.1	44.8	70	55	51.8	52.7	55.5	53.4	2.4	8.6	达	达			-	-	-	51.8	52.7	55.5	53.4	2.4	8.6	达标	达标	

风亭降噪措施：广石路站（1号风亭）、青石路站（1号风亭）、四院站（1号风亭）、建筑路站（1号风亭和2号风亭）、体育中心站（2号风亭）、大剧院站（4号风亭和5号风亭）、大通路站（2号风亭），共7个车站9个风亭采取加强消声处理的措施或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施果。

冷却塔降噪措施：广石路站、四院站、体育中心站、大通路站、建筑路站等5处车站首选的降噪措施为选用超低噪声冷却塔，次选方案为对上述四个车站的冷却塔安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施，其中四院站等冷却塔的降噪措施需要采取超低噪声冷却塔结合安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施果。

VRF外机降噪措施：优先调整广石路站（1号风亭）、四院站（1号风亭）、建筑路站（1号风亭）、体育中心站站（2号风亭）等4处车站4个风亭的VRF外机安装位置，充分利用车站自身构筑物的遮挡屏蔽作用，遮挡不足部分安装隔声屏障；次选方案为对上述4个车站4个风亭的VRF外机安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。

风热冷泵噪措施：优先调整大剧院站（4号风亭）的风热冷泵安装位置，充分利用车站自身构筑物的遮挡屏蔽作用，遮挡不足部分安装隔声屏障；次选方案为对上述1个车站1个风亭的风热冷泵安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。

具体降噪措施下阶段请有设计资质的单位进行复核。

5.4.3.2 车辆基地噪声防治措施

天河停车场出入场段线地面段采取全封闭（两侧围挡+顶盖），各工段的固定声源置于室内的，因此对外环境影响不大；由于具区路场段*****，故出入场段线地面段、各固定声源、试车线均已位于场段室内，同时各固定声源的产生工段另置于单独的室内，试车期试车线昼间运行，行因此对外环境影响不大。

在上述情况下建设单位可进一步采取以下措施：停车场设备选型时尽量选用低噪音设备和使用电机变频调节技术；设备安装隔振机座或减振垫，管道采用弹性连接，通风排气设备安装消音器等；停车场进出线地面段采取封闭隔声措施。具体降噪措施下阶段请有设计资质的单位进行复核。

5.4.3.3 工程降噪措施汇总

各工程降噪措施的估算见表 5.4-4。地下车站环控设备噪声治理合计需增加环保投资 190 万元，其中风亭措施投资 80 万元，冷却塔降噪措施投资 60 万元，VRF 外机降噪措施投资 40 万元、风热冷泵降噪措施投资 10 万元。

表 5.4-4 工程降噪措施及投资汇总表

措施内容	序号	适用范围或保护对象		降噪效果	投资估算 (万元)
风亭采取加长消声处理的降噪措施	1	广石路站	地铁集团规划住宅	降低风亭 噪声10dB(A)	80
	2	青石路站	黄巷上、青石路规划项目		
	3	建筑路站	奥林花园A区、奥林花园B区		
	4	体育中心站	华侨城景华苑		
	5	大剧院站	太湖国际社区		
	6	大通路站	周新苑		
	7	四院站	江宁宿舍		
冷却塔采用超低噪声冷却塔	1	广石路站	地铁集团规划住宅	/	40
	2	体育中心站	华侨城景华苑		
	3	大通路站	周新苑		
	4	建筑路站	奥林花园A区		
冷却塔采用超低噪声冷却塔并安装隔声屏障等降噪措施	5	四院站	胜利新村	降低冷却塔噪声 10 dB(A)	20
VRF室外机调整位置或安装隔声屏障等降噪措施	1	广石路站	地铁集团规划住宅	VRF室外机安装隔声罩后可降低噪声 10dB(A)	40
	2	四院站	江宁宿舍、第四人民医院住院楼		
	3	建筑路站	奥林花园A区		
	4	体育中心站	华侨城景华苑		
风热冷泵调整位置或安装隔声屏障等降噪措施	1	大剧院站	太湖国际社区	风热冷泵安装隔声罩后可降低噪声 10dB(A)	10
合计	/	/	/	/	190

6. 振动环境影响评价

6.1 概述

6.1.1 评价等级

本工程以地下线路为主，工程运营前后，评价范围内敏感建筑物振动级变化量多在 5 dB 以上，根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2008）等级划分原则，本次振动环境影响评价按一级评价深度开展工作，振动现状监测及预测覆盖所有的振动环境敏感点。

6.1.2 评价范围

根据本工程轨道交通振动干扰特点和干扰强度，以及沿线敏感点的相对位置等实际情况，确定环境振动影响评价范围为外轨中心线两侧 60 m 以内区域，室内二次结构噪声影响评价范围为隧道垂直上方至外轨中心线两侧 20m 以内区域。

6.1.3 评价工作内容及工作重点

本次振动环境影响评价主要工作内容包括：①在现场调查和监测的基础上，对项目建成前的环境振动现状进行监测评价。环境振动现状监测覆盖评价范围内全部有监测条件的敏感点，各敏感点现状值均为实测值；②采用类比测量法确定振动源强，预测影响程度；③振动环境影响预测覆盖全部敏感点，给出各敏感点运营期振动预测量、较现状变化量及超标量；④针对环境保护目标的环境振动影响范围和程度，提出振动防护措施，并进行技术、经济可行性论证，给出减振效果及投资估算；⑤为给环境管理和城市规划部门决策提供依据，本次评价给出沿线地表的振动达标防护距离。

6.2 振动环境现状评价

6.2.1 振动环境现状监测

（1）监测执行的标准和规范

环境振动监测执行《城市区域环境振动测量方法》（GB10071—88）。

（2）测量实施方案

①测量仪器

环境振动测量采用 AWA6256B 型环境振动分析仪；振动速度的测量采用法国 OROS OR34 四通道动态信号分析仪和美国 PCB 393B31 高灵敏度加速度传感器。

仪器性能符合 ISO/DP8041—1984 条款的规定。所有参加测量的仪器在使用前均在每年一度的计量检定中由计量检定部门鉴定合格。

②测量时段

本工程的运营时间为 5:00~23:00，环境振动在昼、夜间各测量一次，每次测量时间不少于 1000s，振动现状监测选择在昼间 6:00~22:00、夜间 22:00~6:00 有代表性的时段内进行。

振动速度测量选择在振动干扰较严重的昼间内进行，记录时间每次不小于 15 min，记录次数不小于 5 次。

③评价量及测量方法

环境振动现状监测由苏州市华测检测技术有限公司进行采样监测，采用《城市区域环境振动测量方法》（GB10071—88）中的“无规振动”测量方法进行。每个测点选择昼、夜时段分两次进行测量，连续测量，以测量数据的累计百分 Z 振级 $V_{L_{Z10}}$ 作为评价值。监测日期为 2016 年 12 月 03 日至 2016 年 12 月 06 日，2017 年 11 月 28 日（补充监测）。

④测点设置原则

本次评价针对发生工程沿线可能涉及的 70 处敏感点全部进行了振动现状监测。监测点布置详见附图 5-1.1~5-1.3。

（3）现状监测结果

沿线敏感点环境振动监测结果见表 6.2-1。

表 6.2-1 拟建项目沿线振动现状监测结果表 单位：dB

监测点名称	区间	桩号及位置关系	相对线路位置 (m)		VLz10 (dB)		标准 (dB)		达标情况		对应敏感点	
			水平距离	高差	昼	夜	昼	夜	昼	夜	序号	名称
V1 刘潭实验幼儿园	刘潭站 ~ 广石路站	右 DK-0+639~右 DK-0+711, 右侧	22	15	58.95	54.35	70	67	达标	达标	1	刘潭实验幼儿园
V2 刘潭实验小学		右 DK-0+721~右 DK-0+807, 右侧	8	16	59.45	54.65	70	67	达标	达标	2	刘潭实验小学
V3 刘潭二村		左 DK-0+647~右 DK-0+946, 下穿	0	15	61.35	59.45	70	67	达标	达标	3	刘潭二村
V4 刘潭三村		右 DK-0+885~左 DK-1+108, 下穿	0	22	57.15	54.75	70	67	达标	达标	4	刘潭三村
V5 黄岸头		右 DK-1+052~右 DK-1+188, 下穿	0	23	57.95	53.65	70	67	达标	达标	5	黄岸头
V6 刘潭西街		右 DK-1+302~右 DK-1+462, 下穿	0	24	61.45	57.55	75	72	达标	达标	6	刘潭西街
V7 东大岸		左 DK-1+476~左 DK-1+591, 下穿	0	22	64.55	57.25	75	72	达标	达标	7	东大岸
V69 广石路规划项目		左 DK-1+547~左 DK-2+000, 下穿	13	17	59.24	52.85	75	72	达标	达标	8	广石路规划项目
V12 郑巷	广石路站~青石路站	右 DK-2+871~左 DK-3+164, 下穿	0	14	58.25	54.75	75	72	达标	达标	9	郑巷
V14 杨木桥		左 DK-3+170~左 DK-3+295, 下穿	0	22	58.45	55.75	70	67	达标	达标	10	杨木桥
V15 五河新村		左 DK-3+300~左 DK-3+428, 下穿	0	21	65.15	60.35	70	67	达标	达标	11	五河新村

V16 沈巷		左 DK-3+620~左 DK-3+862, 下穿	0	19	62.25	59.15	75	72	达标	达标	12	沈巷
V17 绿洲花园		左 DK-3+955~左 DK-4+027, 左侧	18	20	60.45	55.35	70	67	达标	达标	13	绿洲花园
V18 黄巷上	青石路 站~盛 岸站	左 DK-4+207~左 DK-4+356, 左下穿	0	14	65.35	61.25	75	72	达标	达标	14	黄巷上
		左 DK-4+224~左 DK-4+342, 左侧	13	14	65.35	61.25	75	72	达标	达标	15	青石路规划项目
V19 凤翔苑		左 DK-4+414~左 DK-4+468, 左下穿	0	15	64.55	60.75	75	72	达标	达标	16	凤翔苑
V20 盛岸里		左 DK-5+238~左 DK-5+440, 左侧	40	21	66.05	62.35	75	72	达标	达标	17	盛岸里
V21 盛岸一村	盛岸站 ~惠山 古镇站	左 DK-5+546~左 DK-6+100, 下穿	0	23	58.45	55.25	70	67	达标	达标	18	盛岸一村
V21 惠山街道社区卫生服务中心		左 DK-5+674~右 DK-5+798, 下穿	0	23	58.45	55.25	70	67	达标	达标	19	惠山街道社区卫生服务中心
V21 市盛岸幼儿园		右 DK-5+894~左 DK-5+933, 下穿	0	23	58.45	55.25	70	67	达标	达标	20	市盛岸幼儿园
V22 惠盛路小区		右 DK-6+070~右 DK-6+139, 右侧	48	28	60.45	54.25	70	67	达标	达标	21	惠盛路小区
V23 锡惠园		右 DK-6+216~右 DK-6+476, 左侧	10	20	60.05	54.15	70	67	达标	达标	22	锡惠园
V24 锡园小区		右 DK-6+242~右 DK-6+413, 右侧	13	22	61.05	54.15	75	72	达标	达标	23	锡园小区
V26 青山高级中学		右 DK-8+000~右 DK-8+242, 右侧	35	21	59.15	54.75	70	67	达标	达标	24	青山高级中学
V27 上余巷	惠山古 镇站~ 四院站	右 DK-8+413~右 DK-8+420, 右侧	13	20	56.35	54.05	75	72	达标	达标	25	上余巷
V28 锡景苑		左 DK-8+268~左 DK-8+420, 左侧	9	20	57.15	55.15	75	72	达标	达标	26	锡景苑
V29 荣院宿舍		右 DK-8+529~右 DK-8+550, 右侧	14	18	58.65	54.75	70	67	达标	达标	27	粮科宿舍

		右 DK-8+550~右 DK-8+586, 右侧	14	18	58.65	54.75	70	67	达标	达标	28	荣院宿舍
V30 江宁宿舍		左 DK-8+461~左 DK-8+785, 左侧	16	14	60.05	54.75	75	72	达标	达标	29	江宁宿舍
V31 荣军医院		右 DK-8+600~右 DK-8+811, 右侧	36	14	59.35	54.25	70	67	达标	达标	30	荣军医院
V32 第四人民医院住院楼	四院站 ~河埭 口站	右 DK-8+820~左 DK-9+088, 右侧	27	14	58.15	54.55	70	67	达标	达标	31	第四人民医院住院楼
V33 胜利新村		左 DK-8+837~左 DK-9+036, 左侧	23	14	56.65	53.75	70	67	达标	达标	32	胜利新村
V34 紫金英郡		右 DK-9+167~右 DK-9+498, 右侧	18	16	57.25	54.05	70	67	达标	达标	33	紫金英郡
V35 产山新村		左 DK-9+321~左 DK-9+577, 下穿	0	20	56.95	54.15	70	67	达标	达标	34	产山新村
V36 上严巷		左 DK-9+502~左 DK-9+678, 下穿	0	20	57.85	54.65	70	67	达标	达标	35	上蒋巷
V37 富安华庭		右 DK-9+898~右 DK-9+940, 右侧	35	22	60.15	55.95	75	72	达标	达标	36	富安华庭
V39 万达广场 C 区		左 DK-10+070~左 DK-10+272, 左侧	18	22	61.25	57.35	75	72	达标	达标	37	万达广场 C 区
V40 泰康新村	右 DK-10+100~右 DK-10+300, 右侧	7	22	58.15	54.65	70	67	达标	达标	38	泰康新村	
V41 阳光嘉园	河埭口 站~建 筑路站	左 DK-10+370~左 DK-10+545, 左侧	20	24	57.25	54.05	70	67	达标	达标	39	阳光嘉园
V42 景鸿苑		左 DK-10+737~左 DK-10+875, 左侧	12	22	60.75	56.95	70	67	达标	达标	40	景鸿苑
V44 无锡嘉仕恒信医院		左 DK-10+900~左 DK-11+012, 左侧	23	17	58.65	55.15	70	67	达标	达标	41	无锡嘉仕恒信医院
V43 隐秀苑		右 DK-10+875~右 DK-11+175, 右侧	6	16	61.25	57.25	70	67	达标	达标	42	隐秀苑
V45 滨湖交警大队		左 DK-11+035~左 DK-11+134, 左侧	16	16	65.35	61.25	70	67	达标	达标	43	滨湖交警大队

V48 奥林花园 C 区	建筑路站~体育中心站	右 DK-11+389~右 DK-11+659, 两侧	36	15	60.45	56.75	75	72	达标	达标	44	奥林花园 C 区
V49 名都华庭		右 DK-11+700~右 DK-11+853, 右侧	39	18	57.35	54.15	75	72	达标	达标	45	名都华庭
V50 西园里		右 DK-11+884~右 DK-11+936, 右侧	22	18	58.25	54.45	75	72	达标	达标	46	西园里
V51 景华苑	体育中心站~望山路站	左 DK-12+385~左 DK-12+406, 左侧	43	15	58.25	54.95	70	67	达标	达标	47	景华苑
V52 蠡湖香榭		左 DK-12+671~左 DK-13+062, 左侧	33	15	56.45	54.15	70	67	达标	达标	48	蠡湖香榭
V53 路劲天御		右 DK-12+764~右 DK-12+849, 右侧	40	17	57.65	53.85	70	67	达标	达标	49	路劲天御
V54 瑞湖华庭		右 DK-12+891~右 DK-13+059, 右侧	36	15	56.65	53.75	70	67	达标	达标	50	瑞湖华庭
V70 蠡湖一号一期	望山路站~蠡湖公园站	左 DK-13+870~左 DK-14+000, 左侧	44	20	58.44	47.64	70	67	达标	达标	51	蠡湖一号一期
V71 蠡湖一号二期(规划)		左 DK-14+030~左 DK-14+450, 左侧	13	16	58.94	48.64	70	67	达标	达标	52	蠡湖一号二期(规划)
V55 太湖山庄		左 DK-15+430~左 DK-15+570, 左侧	5	25	57.25	54.25	70	67	达标	达标	53	太湖山庄
V56 太湖国际社区	大剧院站~五湖大道站	左 DK-16+691~左 DK-17+488, 两侧	29	15	59.85	56.35	75	72	达标	达标	54	太湖国际社区
		左 DK-17+280~左 DK-17+365, 左侧	26	15	59.85	56.35	75	72	达标	达标	55	宋庆龄实验幼儿园
V57 万科铂悦		右 DK-17+458~右 DK-17+742, 右侧	39	14	56.55	54.15	70	67	达标	达标	56	万科铂悦
V58 东绛实验学校		左 DK-17+837~左 DK-17+964, 左侧	51	16	59.85	56.15	70	67	达标	达标	57	东绛实验学校
V59 世家名门		右 DK-18+089~右 DK-18+318, 右侧	35	21	60.25	56.65	75	72	达标	达标	58	世家名门
V60 无锡地税局稽查局		左 DK-18+251~左 DK-18+309, 左侧	54	22	61.05	57.25	70	67	达标	达标	59	无锡地税局稽查局

V61 周新中路小区	五湖大道站~大通路站	右 DK-18+394~右 DK-18+595, 右侧	22	20	59.25	54.15	75	72	达标	达标	60	周新中路小区
V62 小园二村		左 DK-18+556~左 DK-18+578, 左侧	8	22	58.65	54.05	75	72	达标	达标	61	小园二村
V63 小园一村		左 DK-18+588~左 DK-18+659, 左侧	33	21	58.95	54.35	75	72	达标	达标	62	小园一村
V61 蠡江新村		右 DK-18+600~右 DK-18+712, 右下穿	0	21	59.25	54.15	75	72	达标	达标	63	小商品市场
		右 DK-18+600~右 DK-18+712, 右侧	30	21	59.25	54.15	75	72	达标	达标	64	蠡江新村
V64 周新苑	大通路站~市民中心站	右 DK-18+980~左 DK-19+690, 两侧	4	14	59.55	55.65	70	67	达标	达标	65	周新苑
V65 富力十号		左 DK-19+769~左 DK-19+937, 下穿	0	21	58.75	54.65	70	67	达标	达标	66	富力十号
V66 玉兰花园		右 DK-20+075~右 DK-20+595, 右侧	13	22	57.65	54.35	70	67	达标	达标	67	玉兰花园
V6 刘潭西街	天河停车场出入段线		5	20	61.45	57.55	75	72	达标	达标	68	静心寺
V72 天河规划项目			10	0	55.84	53.04	70	67	达标	达标	69	天河规划项目
V73 具区路规划项目	具区路车辆段试车线		0	13	51.04	49.04	70	67	达标	达标	70	具区路规划项目

6.2.2 振动现状监测结果评价与分析

工程沿线的振动主要是由城市道路交通及社会生活引起的。现状监测结果表明，70处被监测的目标，环境振动 VL_{z10} 值昼间为 51.04~66.05dB，夜间为 47.64~62.35 dB，均能满足《城市区域环境振动标准》(GB10070-88)之相应标准限值要求。

总体而言，无锡地铁4号线一期工程沿线地段振动环境质量现状良好，随着敏感点距道路的距离和道路路况、车流等的不同，沿线敏感点环境振动 VL_{z10} 值有所差异，但均能满足所属功能区的标准要求。

6.3 振动环境影响预测与评价

6.3.1 预测方法

地铁振动的产生和传播是一个异常复杂的过程，它与地铁列车的构造、性能和行车速度、轨道、隧道结构、材料及沿线的地质条件等许多因素有关。本次振动预测在现状监测的基础上，采用《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ453-2008)中的振动预测模型，同时采用类比调查与测试相结合的方法，结合本线的工程实际和环境特征，用分析、类比、计算调查的方法进行预测。振动预测模式如下：

$$VL_Z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n VL_{z0,i} \pm C \quad (\text{式 6.3-1})$$

式中： VL_Z ——建筑物室外（内）地面垂向 Z 振级，dB；

$VL_{z0,i}$ ——列车振动源强，列车通过时段的参考点 Z 计权振动级，dB；

n——列车通过列数， $n \leq 5$ ；

C——振动修正项，dB。

其中，振动修正项 C，按下式计算：

$$C = C_V + C_W + C_L + C_R + C_H + C_D + C_B \quad (\text{式 6.3-2})$$

式中： C_V ——速度修正值，dB；

C_W ——轴重修正值，dB；

C_L ——轨道结构修正值，dB；

C_R ——轮轨条件修正值，dB；

C_H ——隧道结构修正值, dB;

C_D ——距离修正值, dB;

C_B ——建筑物类型修正值, dB。

6.3.2 预测参数

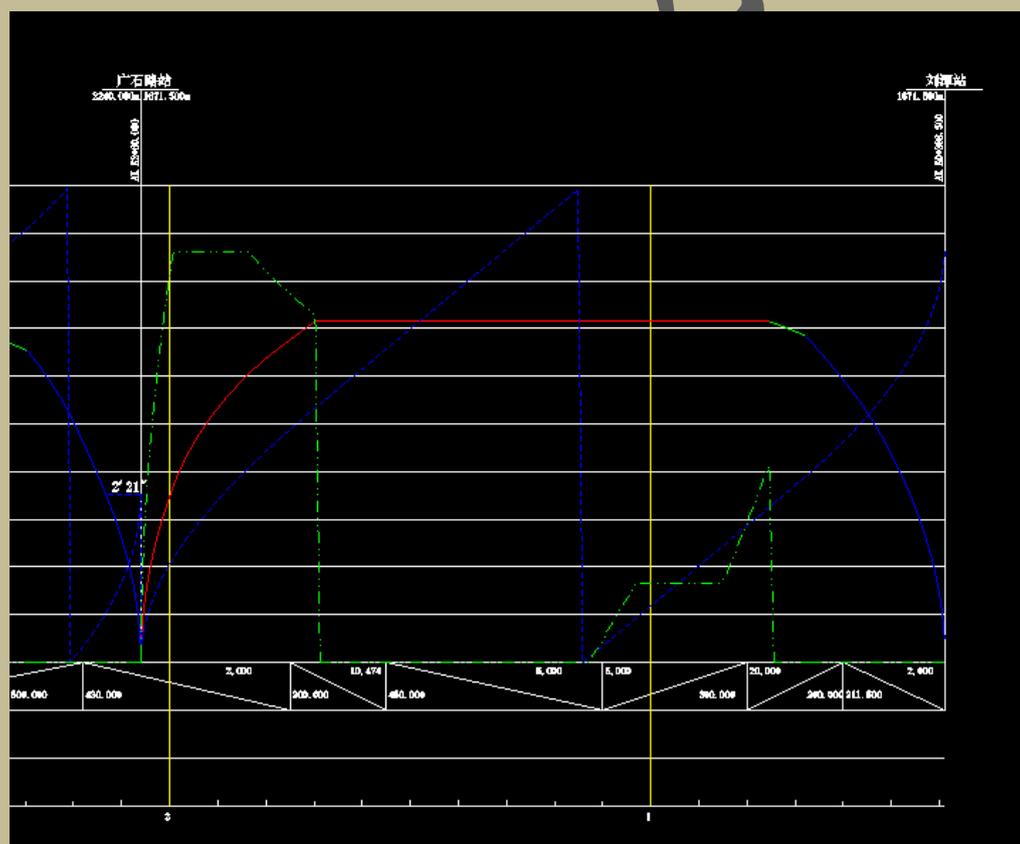
由式 6.3-2 可知, 建筑物室外(或室内)振级与标准线路振动源强、列车速度、轮轨条件、道床和扣件类型、隧道结构形式、距离和介质吸收等因素密切相关, 现分述如下:

①速度修正值 (C_V)

$$C_V = 20 \lg \frac{v}{v_0} \quad (\text{式 6.3-3})$$

式中: v_0 ——源强的参考速度, 60 km/h;

v ——列车通过预测点的运行速度, km/h, 典型路段列车牵引速度曲线图如下:



②轴重修正值 (C_w)

$$C_w = 20 \lg \frac{w}{w_0} \quad (\text{式 6.3-4})$$

式中： w_0 ——源强的参考轴重，单位 t，类比车辆为 B 型车；

w ——预测车辆的轴重，本工程为 B 型车， $C_w=0$ ；

③轨道结构修正值 (C_L)

一般轨道刚性越低，质量越大，轨下振级越小，由于目前国内轨道交通线路采用的钢轨类型相同（均为 60 kg/m 钢轨），轨道结构对振动的影响主要体现在道床结构、扣件类型的选取上。表 6.3-1 中列出了不同轨道结构的振动修正值 C_L 。

表 6.3-1 不同轨道结构的振动修正值 C_L (dB)

轨道结构类型	振动修正值 (振动加速度级)
普通钢筋混凝土整体道床	0
轨道减振器式整体道床	-5~-8
弹性短轨枕式整体道床	-9~-13
橡胶浮置板式整体道床	-15~-25
钢弹簧浮置板式整体道床	-20~-30

④轮轨条件修正值 (C_R)

隧道振动的大小与轮轨条件也有很大关系，车轮与钢轨表面的粗糙不平、波纹状磨损等可使振动频率高频成分增加，按表 6.3-2 考虑 Z 振级修正量。

表 6.3-2 不同轮轨条件的振动修正值 C_R (dB)

轮轨条件	振动修正值 (振动加速度级)
无缝线路、车轮圆整、钢轨表面平顺	0
短轨线路、车轮不圆整、钢轨表面不平顺	5~10

⑤隧道结构修正值 (C_H)

不同隧道结构振动修正量可按表 6.3-3 确定。

表 6.3-3 不同隧道结构振动修正量 C_H (dB)

序号	隧道结构类型	振动修正值 (振动加速度级)
1	矩形隧道	+1
2	单洞隧道	0
3	双洞隧道	-2
4	三洞隧道和车站区段隧道	-4

⑥距离修正值 (C_D)

振动能量随距离扩散而引起衰减，其衰减规律受地质条件的影响，因不同地区的地质条件存在差异，根据对与苏州地质情况相近的上海地铁振动的测试和研究成果，地铁振动随距离的衰减 C_D 按下式计算：

a. 隧道顶部（垂直）上方预测点（当 $L \leq 5$ m 时）

$$C_D = -a \lg \left(\frac{H}{H_0} \right) \quad (\text{式 6.3-5})$$

式中： H_0 ——隧道顶至轨顶面的距离；

H ——预测点至轨顶面的垂直距离，m。

b. 隧道两侧预测点（当 $L > 5$ m 时）

$$C_D = -20 \lg(R) + 12 \quad (\text{式 6.3-6})$$

式中： R ——预测点至外轨中心线的直线距离，m，采用下式计算得出。

$$R = \sqrt{L^2 + H^2} \quad (\text{式 6.3-7})$$

L ——预测点至外轨中心线的水平距离，m；

H ——预测点至轨顶面的垂直距离，m；

c. 地面线路

$$C_D = -15 \lg \frac{r}{7.5} \quad (\text{式 6.3-8})$$

式中： r ——预测点至外轨的直线距离，m。

⑦ 建筑物类型修正值 (C_B)

不同地面建筑物对振动的响应是不同的。一般而言，质量大、基础好的钢筋混凝土框架建筑（楼层在 8~10 层以上）对振动有较大的衰减的建筑物称为 I 类；基础一般的砖混结构楼房（楼高 3~8 层或质量较好的平房、2~3 层住宅）称为 II 类；基础较差的低矮、陈旧建筑或轻质、砖木结构房屋，其自身频率接近于地表，受激励后易产生共振，对振动产生放大作用的建筑物称为 III 类。

表 6.3-4 不同建筑物类型的振动修正值 C_B (dB)

建筑物类型	建筑物结构及特性	振动修正值
I	基础良好框架结构建筑（高层建筑）	-13~-6
II	基础一般的砖混结构建筑（中层建筑或质量较好的低层建筑）	-8~-3
III	基础较差的轻质、砖木、老旧房屋（质量较差的低层建筑或简易临时建筑）	-3~3

注：本次预测评价中，I 为类建筑物修正值为-6，II 类 建筑物修正值为-3，III 为类建筑物修正值为 3。

⑧ 弯道修正量 (C 弯道)

参照北京市地方标准《地铁噪声与振动控制规范》（DB11/T838-2011），弯道修正量见下表。

表 6.3-5 弯道修正量

线路形式	知道或弯道 $R > 2000\text{m}$	弯道 $500 < R \leq 2000\text{m}$	弯道 $R \leq 500\text{m}$
修正量	0	+1	+2

根据类比的振动源强参数，本次评价振动影响参数选择见表 6.3-6。

表 6.3-6 本次评价参数选择 单位：dB

序号	参数	取值
1	轴重修正 C_W	0
2	轨道结构修正 C_L	0
3	轮轨条件修正 C_R	0
4	隧道结构修正 C_H	-2
5	距离修正 C_D	$a=20, b\lambda(R)=12$
6	建筑物修正 C_B	本次评价考虑最不利条件下对不同建筑物类型的振动进行修正，I、II、III类建筑修正值分别-6、-3和3
7	弯道修正 C_Q	$R \leq 500$ ，修正值取 2； $500 < R \leq 2000\text{m}$ ，修正值取 1； $R > 2000\text{m}$ ，修正值取 0

6.3.3 预测评价量

沿线居民住宅、学校、医院等敏感点的振动预测评价量为 VL_{z10} （dB）。

地铁正上方至外轨中心线 20m 以内敏感点的二次结构噪声预测评价量为计权声压级 L_p （dB）。

6.3.4 预测技术条件

列车速度：设计最高运行速度为 80 km/h。

运营时间：昼间运营时段为 6：00~22：00，共 16 h；夜间运营时段分别为 5：00~6：00、22：00~23：00，共 2 h。

车辆选型：采用 B 型车，初、近、远期均采用 6 辆编组。

线路技术条件：钢轨—正线采用 60 kg/m，车场线采用 50 kg/m。扣件—采用弹性分开式扣件；道床—正线采用整体道床，地面段、出入场线、试车线采用碎石道床。

6.3.5 环境振动预测公式

根据上述地铁振动源强、预测模式和各预测参数，本工程环境振动预测公式为：

(1) 地下区段隧道两侧室外地表(或室内)环境振动预测公式

$$VL_{z10} = 84.2 + 20\lg \frac{W}{W_0} + 20\lg \frac{V}{V_0} - 20\lg \sqrt{L^2 + H^2} + 12 + C_H + C_B \quad (\text{式 6.3-9})$$

(2) 地下区段隧道顶上方室外地表(或室内)环境振动预测公式

$$VL_{z10} = 84.2 + 20\lg \frac{W}{W_0} + 20\lg \frac{V}{V_0} - 20\lg \frac{H}{H_0} + C_H + C_B \quad (\text{式 6.3-10})$$

(3) 地面区段室外地表环境振动预测公式

$$VL_{z10} = 77.1 + 20\lg \frac{W}{W_0} + 20\lg \frac{V}{V_0} - 15\lg \frac{r}{7.5} \quad (\text{式 6.3-11})$$

6.3.6 振动预测结果与评价

6.3.6.1 环境振动预测

(1) 预测结果

根据沿线敏感点与轨道交通线路之间的相对位置关系以及工程技术条件、列车运行状况等因素，采用前述预测公式预测出敏感点处的 Z 振级如表 6.3-7~6.3-8 所列。

表 6.3-7 振动敏感目标影响预测结果表（左线） 单位：dB

编号	敏感点名称	桩号及位置关系	建筑类型	运行速度 (km/h)	相对轨道距离 (m)		修正值								预测值		标准值		超标量		最大超标量	
					水平距离	高差	C _v	C _H	C _B	C _Q	C _w	C _L	C _R	C _D	VL _{Z10}	VL _{Zmax}	昼	夜	昼	夜	昼	夜
1.	刘潭实验幼儿园	右 DK-0+639~右 DK-0+711, 右侧	III	66	36	15	0.83	-2	3	0	0	0	0	-19.82	66.2	69.2	70	67	达标	达标	达标	2.2
2.	刘潭实验小学	右 DK-0+721~右 DK-0+807, 右侧	III	68	22	16	1.09	-2	3	0	0	0	0	-16.69	69.6	72.6	70	67	达标	2.6	2.6	5.6
3.	刘潭二村	左 DK-0+647~右 DK-0+946, 下穿	II	72	0	15	1.58	-2	0	1	0	0	0	-9.72	75.1	78.1	70	67	5.1	8.1	8.1	11.1
4.	刘潭三村	右 DK-0+885~左 DK-1+108, 下穿	II	72	0	22	1.58	-2	0	1	0	0	0	-13.04	71.7	74.7	70	67	1.7	4.7	4.7	7.7
5.	黄岸头	右 DK-1+052~右 DK-1+188, 下穿	II	72	0	23	1.58	-2	0	1	0	0	0	-13.43	71.4	74.4	70	67	1.4	4.4	4.4	7.4
6.	刘潭西街	右 DK-1+302~右 DK-1+462, 下穿	III	72	0	24	1.58	-2	3	0	0	0	0	-13.80	73.0	76.0	75	72	达标	1.0	1.0	4.0
7.	东大岸	左 DK-1+476~左 DK-1+591, 下穿	III	72	0	22	1.58	-2	3	0	0	0	0	-13.04	73.7	76.7	75	72	达标	1.7	1.7	4.7
8.	广石路规划项目	*****	I	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
9.	郑巷	右 DK-2+871~左 DK-3+164, 下穿	III	72	0	14	1.58	-2	3	2	0	0	0	-9.12	79.7	82.7	75	72	4.7	7.7	7.7	10.7
10.	杨木桥	左 DK-3+170~左 DK-3+295, 下穿	III	72	0	22	1.58	-2	3	2	0	0	0	-13.04	75.7	78.7	70	67	5.7	8.7	8.7	11.7
11.	五河新村	左 DK-3+300~左 DK-3+428, 下穿	II	72	0	21	1.58	-2	-3	2	0	0	0	-12.64	70.1	73.1	70	67	0.1	3.1	3.1	6.1
12.	沈巷	左 DK-3+620~左 DK-3+862, 下穿	II	72	0	19	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-11.77	69.0	72.0	75	72	达标	达标	达标	达标
13.	绿洲花园	左 DK-3+955~左 DK-4+027, 左侧	I	64	18	20	0.56	-2	-6	2	0	0	0	-16.60	62.2	65.2	70	67	达标	达标	达标	达标
14.	黄巷上	左 DK-4+207~左 DK-4+356, 左下穿	III	50	0	14	-1.58	-2	3	0	0	0	0	-9.12	74.5	77.5	75	72	达标	2.5	2.5	5.5
15.	青石路规划项目	*****	I	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
16.	凤翔苑	左 DK-4+414~左 DK-4+468, 左下穿	II	51	0	15	-1.41	-2	-3	0	0	0	0	-9.72	68.1	71.1	75	72	达标	达标	达标	达标
17.	盛岸里	左 DK-5+238~左 DK-5+440, 左侧	III	44	40	21	-2.69	-2	3	0	0	0	0	-21.10	61.4	64.4	75	72	达标	达标	达标	达标
18.	盛岸一村	左 DK-5+546~左 DK-6+100, 下穿	II	72	0	23	1.58	-2	-3	2	0	0	0	-13.43	69.4	72.4	70	67	达标	2.4	2.4	5.4
19.	惠山街道社区卫生服务中心	左 DK-5+674~右 DK-5+798, 下穿	III	72	0	23	1.58	-2	3	2	0	0	0	-13.43	75.4	78.4	70	67	5.4	8.4	8.4	11.4
20.	市盛岸幼儿园	右 DK-5+894~左 DK-5+933, 下穿	III	72	0	23	1.58	-2	3	2	0	0	0	-13.43	75.4	78.4	70	67	5.4	8.4	8.4	11.4

21.	惠盛路小区	右 DK-6+070~右 DK-6+139, 右侧	II	72	62	28	1.58	-2	-3	2	0	0	0	-24.65	58.1	61.1	70	67	达标	达标	达标	达标
22.	锡惠园	右 DK-6+216~右 DK-6+476, 左侧	I	72	10	20	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-14.99	62.8	65.8	70	67	达标	达标	达标	达标
23.	锡园小区	右 DK-6+242~右 DK-6+413, 右侧	II	72	27	22	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-18.84	61.9	64.9	75	72	达标	达标	达标	达标
24.	青山高级中学	右 DK-8+000~右 DK-8+242, 右侧	II	72	49	21	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-22.54	59.2	62.2	70	67	达标	达标	达标	达标
25.	上余巷	右 DK-8+413~右 DK-8+420, 右侧	III	72	27	20	1.58	-2	3	1	0	0	0	-18.53	69.3	72.3	75	72	达标	达标	达标	0.3
26.	锡景苑	左 DK-8+268~左 DK-8+420, 左侧	I	72	9	20	1.58	-2	-6	1	0	0	0	-14.82	64.0	67.0	75	72	达标	达标	达标	达标
27.	粮科宿舍	右 DK-8+529~右 DK-8+550, 右侧	II	62	28	18	0.28	-2	-3	0	0	0	0	-18.45	61.0	64.0	70	67	达标	达标	达标	达标
28.	荣院宿舍	右 DK-8+550~右 DK-8+586, 右侧	II	62	28	18	0.28	-2	-3	0	0	0	0	-18.45	61.0	64.0	70	67	达标	达标	达标	达标
29.	江宁宿舍	左 DK-8+461~左 DK-8+785, 左侧	II	58	16	14	-0.29	-2	-3	0	0	0	0	-14.55	64.4	67.4	75	72	达标	达标	达标	达标
30.	荣军医院	右 DK-8+600~右 DK-8+811, 右侧	II	50	50	14	-1.58	-2	-3	0	0	0	0	-22.31	55.3	58.3	70	67	达标	达标	达标	达标
31.	第四人民医院	右 DK-8+820~左 DK-9+088, 右侧	II	50	21	14	-1.58	-2	-3	0	0	0	0	-16.04	61.6	64.6	70	67	达标	达标	达标	达标
32.	胜利新村	左 DK-8+837~左 DK-9+036, 左侧	II	68	23	14	1.09	-2	-3	2	0	0	0	-16.60	65.7	68.7	70	67	达标	达标	达标	1.7
33.	紫金英郡	右 DK-9+167~右 DK-9+498, 右侧	II	70	32	16	1.34	-2	-3	2	0	0	0	-19.07	63.5	66.5	70	67	达标	达标	达标	达标
34.	产山新村	左 DK-9+321~左 DK-9+577, 下穿	II	70	0	20	1.34	-2	-3	2	0	0	0	-12.22	70.3	73.3	70	67	0.3	3.3	3.3	6.3
35.	上严巷	左 DK-9+502~左 DK-9+678, 下穿	III	70	0	20	1.34	-2	3	2	0	0	0	-12.22	76.3	79.3	70	67	6.3	9.3	9.3	12.3
36.	富安华庭	右 DK-9+898~右 DK-9+940, 右侧	I	51	49	22	-1.41	-2	-6	0	0	0	0	-22.60	52.2	55.2	75	72	达标	达标	达标	达标
37.	万达广场 C 区	左 DK-10+070~左 DK-10+272, 左侧	I	66	18	22	0.83	-2	-6	0	0	0	0	-17.07	60.0	63.0	75	72	达标	达标	达标	达标
38.	泰康新村	右 DK-10+100~右 DK-10+300, 右侧	II	66	21	22	0.83	-2	-3	0	0	0	0	-17.66	62.4	65.4	70	67	达标	达标	达标	达标
39.	阳光嘉园	左 DK-10+370~左 DK-10+545, 左侧	I	72	20	24	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-17.89	59.9	62.9	70	67	达标	达标	达标	达标
40.	景鸿苑	左 DK-10+737~左 DK-10+875, 左侧	II	72	12	22	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-15.98	65.8	68.8	70	67	达标	达标	达标	1.8
41.	无锡嘉仕恒信医院	左 DK-10+900~左 DK-11+012, 左侧	II	72	23	17	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-17.13	64.7	67.7	70	67	达标	达标	达标	0.7
42.	隐秀苑	右 DK-10+875~右 DK-11+175, 右侧	II	72	20	16	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-16.17	65.6	68.6	70	67	达标	达标	达标	1.6
43.	滨湖交警大队	左 DK-11+035~左 DK-11+134, 左侧	II	72	16	16	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-15.09	66.7	69.7	70	67	达标	达标	达标	2.7
44.	奥林花园 C 区	右 DK-11+389~右 DK-11+659, 两侧	I	45	36	15	-2.50	-2	-6	0	0	0	0	-19.82	53.9	56.9	75	72	达标	达标	达标	达标
45.	名都华庭	右 DK-11+700~右 DK-11+853, 右侧	I	72	53	18	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-22.96	54.8	57.8	75	72	达标	达标	达标	达标
46.	西园里	右 DK-11+884~右 DK-11+936, 右侧	II	68	36	18	1.09	-2	-3	0	0	0	0	-20.10	60.2	63.2	75	72	达标	达标	达标	达标

47.	景华苑	左 DK-12+385~左 DK-12+406, 左侧	I	46	43	15	-2.31	-2	-6	0	0	0	0	-21.17	52.7	55.7	70	67	达标	达标	达标	达标
48.	蠡湖香榭	左 DK-12+671~左 DK-13+062, 左侧	I	66	33	15	0.83	-2	-6	0	0	0	0	-19.19	57.8	60.8	70	67	达标	达标	达标	达标
49.	路劲天御	右 DK-12+764~右 DK-12+849, 右侧	I	66	54	17	0.83	-2	-6	0	0	0	0	-23.06	54.0	57.0	70	67	达标	达标	达标	达标
50.	瑞湖华庭	右 DK-12+891~右 DK-13+059, 右侧	I	72	54	15	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-22.97	54.8	57.8	70	67	达标	达标	达标	达标
51.	蠡湖一号一期	左 DK-13+870~左 DK-14+000, 左侧	I	70	44	20	1.34	-2	-6	2	0	0	0	-21.68	57.9	60.9	70	67	达标	达标	达标	达标
52.	蠡湖一号二期 (规划)	*****	I	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
53.	太湖山庄	左 DK-15+430~左 DK-15+570, 左侧	II	72	5	25	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-14.15	67.6	70.6	70	67	达标	0.6	0.6	3.6
54.	太湖国际社区	左 DK-16+691~左 DK-17+488, 两侧	I	50	10	15	-1.58	-2	-6	2	0	0	0	-13.12	63.5	66.5	75	72	达标	达标	达标	达标
55.	宋庆龄实验幼儿园	左 DK-17+280~左 DK-17+365, 左侧	I	50	26	15	-1.58	-2	-6	2	0	0	0	-17.55	59.1	62.1	75	72	达标	达标	达标	达标
56.	万科铂悦	右 DK-17+458~右 DK-17+742, 右侧	I	50	53	14	-1.58	-2	-6	2	0	0	0	-22.78	53.8	56.8	70	67	达标	达标	达标	达标
57.	东绛实验学校	左 DK-17+837~左 DK-17+964, 左侧	II	72	51	16	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-22.56	58.2	61.2	70	67	达标	达标	达标	达标
58.	世家名门	右 DK-18+089~右 DK-18+318, 右侧	I	72	35	21	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-20.22	57.6	60.6	75	72	达标	达标	达标	达标
59.	无锡地税局稽查局	左 DK-18+251~左 DK-18+309, 左侧	II	72	54	22	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-23.31	57.5	60.5	70	67	达标	达标	达标	达标
60.	周新中路小区	右 DK-18+394~右 DK-18+595, 右侧	II	72	36	20	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-20.29	60.5	63.5	75	72	达标	达标	达标	达标
61.	小园二村	左 DK-18+556~左 DK-18+578, 左侧	II	72	8	22	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-15.39	65.4	68.4	75	72	达标	达标	达标	达标
62.	小园一村	左 DK-18+588~左 DK-18+659, 左侧	II	72	33	21	1.58	-2	-3	2	0	0	0	-19.85	62.9	65.9	75	72	达标	达标	达标	达标
63.	小商品市场	右 DK-18+600~右 DK-18+712, 右下穿	III	72	9	21	1.58	-2	3	2	0	0	0	-15.18	73.6	76.6	75	72	达标	1.6	1.6	4.6
64.	蠡江新村	右 DK-18+600~右 DK-18+712, 右侧	II	72	30	21	1.58	-2	-3	2	0	0	0	-19.27	63.5	66.5	75	72	达标	达标	达标	达标
65.	周新苑	右 DK-18+980~左 DK-19+690, 两侧	II	67	13	14	0.96	-2	-3	1	0	0	0	-13.62	67.5	70.5	70	67	达标	0.5	0.5	3.5
66.	富力十号	左 DK-19+769~左 DK-19+937, 下穿	I	72	0	21	1.58	-2	-6	2	0	0	0	-12.64	67.1	70.1	70	67	达标	0.1	0.1	3.1
67.	玉兰花园	右 DK-20+075~右 DK-20+595, 右侧	I	72	27	22	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-18.84	58.9	61.9	70	67	达标	达标	达标	达标
68.	静心寺	天河停车场出入段线, 左侧	II	40	5	20	-3.52	-2	-3	0	0	0	0	-12.22	63.5	66.5	70	67	达标	达标	达标	达标
69.	天河规划项目	*****	I	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
70.	具区路规划项目	*****	I	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		*****		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

表 6.3-8 振动敏感目标影响预测结果表（右线） 单位：dB

编号	敏感点名称	桩号及位置关系	建筑类型	运行速度 (km/h)	相对轨道距离 (m)		修正值								预测值		标准值		超标量		最大超标量	
					水平距离	高差	C _v	C _H	C _B	C _Q	C _w	C _L	C _R	C _D	VL _{Z10}	VL _{Zmax}	昼	夜	昼	夜	昼	夜
1.	刘潭实验幼儿园	右 DK-0+639~右 DK-0+711, 右侧	III	66	22	15	0.83	-2	3	0	0	0	0	-16.51	69.5	72.5	70	67	达标	2.5	2.5	5.5
2.	刘潭实验小学	右 DK-0+721~右 DK-0+807, 右侧	III	68	8	16	1.09	-2	3	0	0	0	0	-13.05	73.2	76.2	70	67	3.2	6.2	6.2	9.2
3.	刘潭二村	左 DK-0+647~右 DK-0+946, 下穿	II	72	0	15	1.58	-2	0	1	0	0	0	-9.72	75.1	78.1	70	67	5.1	8.1	8.1	11.1
4.	刘潭三村	右 DK-0+885~左 DK-1+108, 下穿	II	72	0	22	1.58	-2	0	1	0	0	0	-13.04	71.7	74.7	70	67	1.7	4.7	4.7	7.7
5.	黄岸头	右 DK-1+052~右 DK-1+188, 下穿	II	72	0	23	1.58	-2	0	1	0	0	0	-13.43	71.4	74.4	70	67	1.4	4.4	4.4	7.4
6.	刘潭西街	右 DK-1+302~右 DK-1+462, 下穿	III	72	0	24	1.58	-2	3	0	0	0	0	-13.80	73.0	76.0	75	72	达标	1.0	1.0	4.0
7.	东大岸	左 DK-1+476~左 DK-1+591, 下穿	III	72	0	22	1.58	-2	3	0	0	0	0	-13.04	73.7	76.7	75	72	达标	1.7	1.7	4.7
8.	广石路规划项目	*****	I	72	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
9.	郑巷	右 DK-2+871~左 DK-3+164, 下穿	III	72	0	14	1.58	-2	3	2	0	0	0	-9.12	79.7	82.7	75	72	4.7	7.7	7.7	10.7
10.	杨木桥	左 DK-3+170~左 DK-3+295, 下穿	III	72	0	22	1.58	-2	3	2	0	0	0	-13.04	75.7	78.7	70	67	5.7	8.7	8.7	11.7
11.	五河新村	左 DK-3+300~左 DK-3+428, 下穿	II	72	0	21	1.58	-2	-3	2	0	0	0	-12.64	70.1	73.1	70	67	0.1	3.1	3.1	6.1
12.	沈巷	左 DK-3+620~左 DK-3+862, 下穿	II	72	0	19	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-11.77	69.0	72.0	75	72	达标	达标	达标	达标
13.	绿洲花园	左 DK-3+955~左 DK-4+027, 左侧	I	64	32	20	0.56	-2	-6	2	0	0	0	-19.54	59.2	62.2	70	67	达标	达标	达标	达标
14.	黄巷上	左 DK-4+207~左 DK-4+356, 左下穿	III	50	7	14	-1.58	-2	3	0	0	0	0	-11.89	71.7	74.7	75	72	达标	达标	达标	2.7
15.	青石路规划项目	*****	I	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	75	72	达标	达标	达标	达标
16.	凤翔苑	左 DK-4+414~左 DK-4+468, 左下穿	II	51	14	15	-1.41	-2	-3	0	0	0	0	-14.24	63.5	66.5	75	72	达标	达标	达标	达标
17.	盛岸里	左 DK-5+238~左 DK-5+440, 左侧	III	44	54	21	-2.69	-2	3	0	0	0	0	-23.26	59.2	62.2	75	72	达标	达标	达标	达标
18.	盛岸一村	左 DK-5+546~左 DK-6+100, 下穿	II	72	0	23	1.58	-2	-3	2	0	0	0	-13.43	69.4	72.4	70	67	达标	2.4	2.4	5.4
19.	惠山街道社区卫生服务中心	左 DK-5+674~右 DK-5+798, 下穿	III	72	0	23	1.58	-2	3	2	0	0	0	-13.43	75.4	78.4	70	67	5.4	8.4	8.4	11.4
20.	市盛岸幼儿园	右 DK-5+894~左 DK-5+933, 下穿	III	72	0	23	1.58	-2	3	2	0	0	0	-13.43	75.4	78.4	70	67	5.4	8.4	8.4	11.4

21.	惠盛路小区	右 DK-6+070~右 DK-6+139, 右侧	II	72	48	28	1.58	-2	-3	2	0	0	0	-22.90	59.9	62.9	70	67	达标	达标	达标	达标
22.	锡惠园	右 DK-6+216~右 DK-6+476, 左侧	I	72	24	20	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-17.89	59.9	62.9	70	67	达标	达标	达标	达标
23.	锡园小区	右 DK-6+242~右 DK-6+413, 右侧	II	72	13	22	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-16.15	64.6	67.6	75	72	达标	达标	达标	达标
24.	青山高级中学	右 DK-8+000~右 DK-8+242, 右侧	II	72	35	21	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-20.22	61.6	64.6	70	67	达标	达标	达标	达标
25.	上余巷	右 DK-8+413~右 DK-8+420, 右侧	III	72	13	20	1.58	-2	3	1	0	0	0	-15.55	72.2	75.2	75	72	达标	0.2	0.2	3.2
26.	锡景苑	左 DK-8+268~左 DK-8+420, 左侧	I	72	23	20	1.58	-2	-6	1	0	0	0	-17.68	61.1	64.1	75	72	达标	达标	达标	达标
27.	粮科宿舍	右 DK-8+529~右 DK-8+550, 右侧	II	62	14	18	0.28	-2	-3	0	0	0	0	-15.16	64.3	67.3	70	67	达标	达标	达标	0.3
28.	荣院宿舍	右 DK-8+550~右 DK-8+586, 右侧	II	62	14	18	0.28	-2	-3	0	0	0	0	-15.16	64.3	67.3	70	67	达标	达标	达标	0.3
29.	江宁宿舍	左 DK-8+461~左 DK-8+785, 左侧	II	58	30	14	-0.29	-2	-3	0	0	0	0	-18.40	60.5	63.5	75	72	达标	达标	达标	达标
30.	荣军医院	右 DK-8+600~右 DK-8+811, 右侧	II	50	36	14	-1.58	-2	-3	0	0	0	0	-19.74	57.9	60.9	70	67	达标	达标	达标	达标
31.	第四人民医院	右 DK-8+820~左 DK-9+088, 右侧	II	50	7	14	-1.58	-2	-3	0	0	0	0	-11.89	65.7	68.7	70	67	达标	达标	达标	1.7
32.	胜利新村	左 DK-8+837~左 DK-9+036, 左侧	II	68	37	14	1.09	-2	-3	2	0	0	0	-19.95	62.3	65.3	70	67	达标	达标	达标	达标
33.	紫金英郡	右 DK-9+167~右 DK-9+498, 右侧	II	70	18	16	1.34	-2	-3	2	0	0	0	-15.63	66.9	69.9	70	67	达标	达标	达标	2.9
34.	产山新村	左 DK-9+321~左 DK-9+577, 下穿	II	70	0	20	1.34	-2	-3	2	0	0	0	-12.22	70.3	73.3	70	67	0.3	3.3	3.3	6.3
35.	上严巷	左 DK-9+502~左 DK-9+678, 下穿	III	70	0	20	1.34	-2	3	2	0	0	0	-12.22	76.3	79.3	70	67	6.3	9.3	9.3	12.3
36.	富安华庭	右 DK-9+898~右 DK-9+940, 右侧	I	51	35	22	-1.41	-2	-6	0	0	0	0	-20.33	54.5	57.5	75	72	达标	达标	达标	达标
37.	万达广场 C 区	左 DK-10+070~左 DK-10+272, 左侧	I	66	32	22	0.83	-2	-6	0	0	0	0	-19.78	57.2	60.2	75	72	达标	达标	达标	达标
38.	泰康新村	右 DK-10+100~右 DK-10+300, 右侧	II	66	7	22	0.83	-2	-3	0	0	0	0	-15.27	64.8	67.8	70	67	达标	达标	达标	0.8
39.	阳光嘉园	左 DK-10+370~左 DK-10+545, 左侧	I	72	34	24	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-20.39	57.4	60.4	70	67	达标	达标	达标	达标
40.	景鸿苑	左 DK-10+737~左 DK-10+875, 左侧	II	72	26	22	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-18.64	63.1	66.1	70	67	达标	达标	达标	达标
41.	无锡嘉仕恒信医院	左 DK-10+900~左 DK-11+012, 左侧	II	72	37	17	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-20.20	61.6	64.6	70	67	达标	达标	达标	达标
42.	隐秀苑	右 DK-10+875~右 DK-11+175, 右侧	II	72	6	16	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-12.65	69.1	72.1	70	67	达标	2.1	2.1	5.1
43.	滨湖交警大队	左 DK-11+035~左 DK-11+134, 左侧	II	72	30	16	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-18.63	63.2	66.2	70	67	达标	达标	达标	达标
44.	奥林花园 C 区	右 DK-11+389~右 DK-11+659, 两侧	I	45	36	15	-2.50	-2	-6	0	0	0	0	-19.82	53.9	56.9	75	72	达标	达标	达标	达标
45.	名都华庭	右 DK-11+700~右 DK-11+853, 右侧	I	72	39	18	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-20.66	57.1	60.1	75	72	达标	达标	达标	达标
46.	西园里	右 DK-11+884~右 DK-11+936, 右侧	II	68	22	18	1.09	-2	-3	0	0	0	0	-17.07	63.2	66.2	75	72	达标	达标	达标	达标

47.	景华苑	左 DK-12+385~左 DK-12+406, 左侧	I	46	57	15	-2.31	-2	-6	0	0	0	0	-23.41	50.5	53.5	70	67	达标	达标	达标	达标
48.	蠡湖香榭	左 DK-12+671~左 DK-13+062, 左侧	I	66	47	15	0.83	-2	-6	0	0	0	0	-21.86	55.2	58.2	70	67	达标	达标	达标	达标
49.	路劲天御	右 DK-12+764~右 DK-12+849, 右侧	I	66	40	17	0.83	-2	-6	0	0	0	0	-20.76	56.3	59.3	70	67	达标	达标	达标	达标
50.	瑞湖华庭	右 DK-12+891~右 DK-13+059, 右侧	I	72	36	15	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-19.82	58.0	61.0	70	67	达标	达标	达标	达标
51.	蠡湖一号一期	左 DK-13+870~左 DK-14+000, 左侧	I	70	58	20	1.34	-2	-6	2	0	0	0	-23.76	55.8	58.8	70	67	达标	达标	达标	达标
52.	蠡湖一号二期 (规划)	*****	I	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
53.	太湖山庄	左 DK-15+430~左 DK-15+570, 左侧	II	72	19	25	1.58	-2	-3	1	0	0	0	-17.94	63.8	66.8	70	67	达标	达标	达标	达标
54.	太湖国际社区	左 DK-16+691~左 DK-17+488, 两侧	I	50	24	15	-1.58	-2	-6	2	0	0	0	-17.04	59.6	62.6	75	72	达标	达标	达标	达标
55.	宋庆龄实验幼儿园	左 DK-17+280~左 DK-17+365, 左侧	I	50	40	15	-1.58	-2	-6	2	0	0	0	-20.61	56.0	59.0	75	72	达标	达标	达标	达标
56.	万科铂悦	右 DK-17+458~右 DK-17+742, 右侧	I	50	39	14	-1.58	-2	-6	2	0	0	0	-20.35	56.3	59.3	70	67	达标	达标	达标	达标
57.	东绛实验学校	左 DK-17+837~左 DK-17+964, 左侧	II	72	65	16	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-24.51	56.3	59.3	70	67	达标	达标	达标	达标
58.	世家名门	右 DK-18+089~右 DK-18+318, 右侧	I	72	35	21	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-20.22	57.6	60.6	75	72	达标	达标	达标	达标
59.	无锡地税局稽查局	左 DK-18+251~左 DK-18+309, 左侧	II	72	68	22	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-25.08	55.7	58.7	70	67	达标	达标	达标	达标
60.	周新中路小区	右 DK-18+394~右 DK-18+595, 右侧	II	72	22	20	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-17.46	63.3	66.3	75	72	达标	达标	达标	达标
61.	小园二村	左 DK-18+556~左 DK-18+578, 左侧	II	72	22	22	1.58	-2	-3	0	0	0	0	-17.86	62.9	65.9	75	72	达标	达标	达标	达标
62.	小园一村	左 DK-18+588~左 DK-18+659, 左侧	II	72	47	21	1.58	-2	-3	2	0	0	0	-22.23	60.6	63.6	75	72	达标	达标	达标	达标
63.	小商品市场	右 DK-18+600~右 DK-18+712, 右下穿	III	72	0	21	1.58	-2	3	2	0	0	0	-12.64	76.1	79.1	75	72	1.1	4.1	4.1	7.1
64.	蠡江新村	右 DK-18+600~右 DK-18+712, 右侧	II	72	44	21	1.58	-2	-3	2	0	0	0	-21.76	61.0	64.0	75	72	达标	达标	达标	达标
65.	周新苑	右 DK-18+980~左 DK-19+690, 两侧	II	67	6	14	0.96	-2	-3	1	0	0	0	-11.65	69.5	72.5	70	67	达标	2.5	2.5	5.5
66.	富力十号	左 DK-19+769~左 DK-19+937, 下穿	I	72	0	21	1.58	-2	-6	2	0	0	0	-12.64	67.1	70.1	70	67	达标	0.1	0.1	3.1
67.	玉兰花园	右 DK-20+075~右 DK-20+595, 右侧	I	72	13	22	1.58	-2	-6	0	0	0	0	-16.15	61.6	64.6	70	67	达标	达标	达标	达标
68.	静心寺	天河停车场出入段线, 左侧	II	40	19	20	-3.52	-2	-3	0	0	0	0	-16.81	58.9	61.9	70	67	达标	达标	达标	达标
69.	天河规划项目	*****	I	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
70.	具区路规划项目	*****	I	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		*****		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

(2) 环境振动预测结果评价与分析

由表 6.3-7~6.3-8 可知：运营期拟建轨道交通沿线两侧地面的环境振动 Z 振级将会有较大幅度增加，这主要是因为振动环境现状值较低，轨道交通列车运行产生的振动较大，使工程沿线环境振动值增加。

无锡地铁 4 号线一期工程环境敏感点有 70 个，其中左线预测点室外振动值 V_{Lz10} 为 52.2~79.7 dB，昼间 11 个敏感目标环境振动超标，超标范围为 0.1~6.3dB；夜间 20 个敏感目标环境振动超标，超标范围为 0.1~9.3dB。

左线预测点室外振动值 V_{Lzmax} 为 55.2~82.7dB，昼间 20 个敏感目标环境振动 V_{Lzmax} 超标，超标范围为 0.1~9.3dB；夜间 28 个敏感目标环境振动 V_{Lzmax} 超标，超标范围为 0.2~12.3dB。

右线预测点室外振动值 V_{Lz10} 为 50.5~79.7dB，昼间 11 个敏感目标环境振动超标，超标范围为 0.1~6.3dB；夜间 20 个敏感目标环境振动超标，超标范围为 0.1~9.3dB。

右线预测点室外振动值 V_{Lzmax} 为 53.5~82.7dB，昼间 20 个敏感目标环境振动 V_{Lzmax} 超标，超标范围为 0.1~9.3dB；夜间 25 个敏感目标环境振动 V_{Lzmax} 超标，超标范围为 0.2~12.3dB。

分析超标原因，主要是三个方面，一是敏感目标与轨道水平距离较近，振动的自然衰减较小；二是敏感目标位于两车站区间中段，列车运行速度较快；三是敏感建筑物基础较差，抗振能力较差。

6.3.6.2 二次结构噪声影响预测

①依据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ453-2008），本次评价采用的列车通过时段二次结构噪声预测模型如下：

$$L_{p,i}(f) = VL_i(f) - 20 \lg(f_i) + 37 \quad (\text{式 6.3-12})$$

$$L_p = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1[L_{p,i}(f) + C_{f,i}]} \quad (\text{式 6.3-13})$$

式中： L_p ——建筑物内的 A 计权声压级，dB(A)；

$L_{p,i}(f)$ ——未计权的建筑物内的声压级，dB；

$V_{Li}(f)$ ——与频率相对应的建筑物内的振动加速度级，dB；

$C_{f,i}$ ——第 i 个频带的 A 计权修正值，dB；

f——1/3 倍频带中心频率, Hz;

n——1/3 倍频带数。

②预测结果与分析

振动二次结构噪声频率范围为 20~200HZ, 本次取中心频率为 50Hz, 根据类比调查测量结果, 结合模式计算可得出沿线敏感建筑物室内二次结构噪声预测结果, 详见表 6.3-9。

全文电子版

表 6.3-9 地下线路敏感建筑物二次结构噪声预测结果表

编号	敏感点名称	建筑物结构	相对地铁距离 (m)			二次结构噪声预测值 dB(A)				标准值(dB)		超标量(dB)			
						左线		右线				左线		右线	
			左线	右线	高差	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
1.	刘潭实验小学	砖混	>20	8	16	/	/	48.7	48.7	41	38	/	/	7.7	10.7
2.	刘潭二村	砖混	0	0	15	50.6	50.6	50.6	50.6	41	38	9.6	12.6	9.6	12.6
3.	刘潭三村	砖混	0	0	22	47.2	47.2	47.2	47.2	41	38	6.2	9.2	6.2	9.2
4.	黄岸头	砖混	0	0	23	46.9	46.9	46.9	46.9	41	38	5.9	8.9	5.9	8.9
5.	刘潭西街	砖混	0	0	24	48.5	48.5	48.5	48.5	45	42	3.5	6.5	3.5	6.5
6.	东大岸	砖混	0	0	22	49.2	49.2	49.2	49.2	45	42	4.2	7.2	4.2	7.2
7.	广石路规划项目	框架	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
8.	郑巷	砖混	0	0	14	55.2	55.2	55.2	55.2	45	42	10.2	13.2	10.2	13.2
9.	杨木桥	砖混	0	0	22	51.2	51.2	51.2	51.2	41	38	10.2	13.2	10.2	13.2
10.	五河新村	砖混	0	0	21	45.6	45.6	45.6	45.6	41	38	4.6	7.6	4.6	7.6
11.	沈巷	砖混	0	0	19	44.5	44.5	44.5	44.5	45	42	达标	2.5	达标	2.5
12.	绿洲花园	框架	18	>20	20	37.7	37.7	/	/	41	38	达标	达标	/	/
13.	黄巷上	砖混	0	7	14	50.0	50.0	47.2	47.2	45	42	5.0	8.0	2.2	5.2

14.	青石路规划项目	框架	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
15.	凤翔苑	砖混	0	14	15	43.6	43.6	39.0	39.0	45	42	达标	1.6	达标	达标
16.	盛岸一村	砖混	0	0	23	44.9	44.9	44.9	44.9	41	38	3.9	6.9	3.9	6.9
17.	惠山街道社区卫生服 务中心	砖混	0	0	23	50.9	50.9	50.9	50.9	41	38	9.9	12.9	9.9	12.9
18.	市盛岸幼儿园	砖混	0	0	23	50.9	50.9	50.9	50.9	41	38	9.9	12.9	9.9	12.9
19.	锡惠园	框架	10	>20	20	38.3	38.3	/	/	41	38	达标	0.3	/	/
20.	锡园小区	砖混	>20	13	22	/	/	40.1	40.1	45	42	/	/	达标	达标
21.	上余巷	砖混	>20	13	20	/	/	47.7	47.7	45	42	/	/	2.7	5.7
22.	锡景苑	框架	9	>20	20	39.5	39.5	-24.5	-24.5	45	42	达标	达标	/	/
23.	粮科宿舍	砖混	>20	14	18	/	/	39.8	39.8	41	38	/	/	达标	1.8
24.	荣院宿舍	砖混	>20	14	18	/	/	39.8	39.8	41	38	/	/	达标	1.8
25.	江宁宿舍	砖混	16	>20	14	39.9	39.9	/	/	45	42	达标	达标	/	/
26.	第四人民医院	砖混	>20	7	14	/	/	41.2	41.2	41	38	/	/	0.2	3.2
27.	紫金英郡	砖混	>20	18	16	/	/	42.4	42.4	41	38	/	/	1.4	4.4
28.	产山新村	砖混	0	0	20	45.8	45.8	45.8	45.8	41	38	4.8	7.8	4.8	7.8
29.	上严巷	砖混	0	0	20	51.8	51.8	51.8	51.8	41	38	10.8	13.8	10.8	13.8

30.	万达广场C区	框架	18	>20	22	35.5	35.5	/	/	45	42	达标	达标	/	/
31.	泰康新村	砖混	>20	7	22	/	/	40.3	40.3	41	38	/	/	达标	2.3
32.	阳光嘉园	框架	20	>20	24	35.4	35.4	/	/	41	38	达标	达标	/	/
33.	景鸿苑	砖混	12	>20	22	41.3	41.3	/	/	41	38	0.3	3.3	/	/
34.	隐秀苑	砖混	20	6	16	41.1	41.1	44.6	44.6	41	38	0.1	3.1	3.6	6.6
35.	滨湖交警大队	砖混	16	>20	16	42.2	42.2	/	/	41	38	1.2	4.2	/	/
36.	蠡湖一号二期(规划)	框架	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
37.	太湖山庄	砖混	5	19	25	43.1	43.1	39.3	39.3	41	38	2.1	5.1	达标	1.3
38.	太湖国际社区	框架	10	>20	15	39.0	39.0	/	/	45	42	达标	达标	/	/
39.	小园二村	砖混	8	>20	22	40.9	40.9	/	/	45	42	达标	达标	/	/
40.	小商品市场	砖混	9	0	21	49.1	49.1	51.6	51.6	45	42	4.1	7.1	6.6	9.6
41.	周新苑	砖混	13	6	14	43.0	43.0	45.0	45.0	41	38	2.0	5.0	4.0	7.0
42.	富力十号	框架	0	0	21	42.6	42.6	42.6	42.6	41	38	1.6	4.6	1.6	4.6
43.	玉兰花园	框架	>20	13	22	/	/	37.1	37.1	41	38	/	/	达标	达标
44.	天河规划项目	框架	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
45.	静心寺	砖混	5	19	20	39.0	39.0	34.4	34.4	41	38	达标	1.0	达标	达标

46.	具区路规划项目（试 车线夜间不运行）	框架	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
47.			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

全文公示版

③预测结果分析与评价

从表 6.3-9 中预测结果可知，工程地下段正上方至外轨中心线 20 m 范围内共有 47 处敏感建筑物。

室内二次结构噪声范围为 34.4~55.2 dB，参照《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）标准限值，26 处敏感建筑受到地铁振动引起的二次结构噪声昼间超标，超标量为 0.1~10.8 dB，36 处敏感建筑受到地铁振动引起的二次结构噪声夜间超标，夜间超标量为 0.3~13.8dB。

分析超标原因主要有三个方面，一是 4 号线一期工程从敏感点正下方穿越，对其振动影响较大；二是地铁运行至此处的速度较快；三是下穿的敏感点的建筑多是 2~3 层砖混结构住宅，其自身抗振能力较弱。

6.3.6.3 振动影响范围预测

《地铁设计规范》（GB50157—2013）“29.3.3”条对地铁沿线各类功能区敏感建筑环境振动限值做了明确规定，其振动限值见下表 6.3-10。

表 6.3-10 轨道中心线距各类区域敏感点振动限值

各环境功能区敏感点	建筑物类型	振动限值 (dB)	
		昼间	夜间
特殊住宅区	I、II、III类	65	65
居民、文教、机关的敏感点	I、II、III类	70	67
商业与居民混合区、商业集中区	I、II、III类	75	72

本次根据新规划或新建的敏感点不同环境功能和建筑类型、地铁 4 号线正线各区间不同埋深和不同减振措施，计算得到的振动达标距离预测结果详见下表 6.3-11。

表 6.3-11 轨道沿线地表振动达标距离预测情况 m

1 环境敏感点建筑类型 II 类(修正值取-3 dB)、运行速度 70km/h							
区间减振条件	埋深 (m)	“混合区、商业中心区”、“工业集中区”、“交通干线道路两侧”		居民、文教区		特殊住宅区	
		昼间 (75dB)	夜间 (72dB)	昼间 (70dB)	夜间 (67dB)	昼间 (65dB)	夜间 (65dB)
无减振措施	10	9	16	22	32	41	41
	15	5	12	19	30	40	40
	20	0	5	13	27	38	38

	25	0	0	5	23	34	34
	30	0	0	0	15	30	30
一般减振措施	10	5	9	14	22	29	29
	15	0	5	8	19	26	26
	20	0	0	5	13	23	23
	25	0	0	0	5	17	17
	30	0	0	0	0	5	5
中等减振措施	10	0	5	7	14	19	19
	15	0	0	0	8	15	15
	20	0	0	0	5	7	7
	25	0	0	0	0	5	5
	30	0	0	0	0	0	0
高等减振措施	10	0	0	5	9	14	14
	15	0	0	0	5	8	8
	20	0	0	0	0	5	5
	25	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0
特殊减振措施	10	0	0	0	5	9	9
	15	0	0	0	0	5	5
	20	0	0	0	0	0	0
	25	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0
2	拟建敏感点建筑类型 I 类(修正值取-6 dB)、运行速度 70km/h						
区间类型	埋深 (m)	“混合区、商业中心区”、“工业集中区”、“交通干线道路两侧”		居民、文教区		特殊住宅区	
		昼间 (75dB)	夜间 (72dB)	昼间 (70dB)	夜间 (67dB)	昼间 (65dB)	夜间 (65dB)
无减振措施	10	5	9	14	22	29	29
	15	0	5	8	19	26	26
	20	0	0	5	13	23	23
	25	0	0	0	5	17	17
	30	0	0	0	0	5	5
一般减振措施	10	0	5	7	14	19	19
	15	0	0	0	8	15	15
	20	0	0	0	5	8	8
	25	0	0	0	0	5	5
	30	0	0	0	0	0	0
中等减振措施	10	0	0	5	7	12	12
	15	0	0	0	0	5	5
	20	0	0	0	0	0	0
	25	0	0	0	0	0	0

	30	0	0	0	0	0	0
高等 减振 措施	10	0	0	0	5	7	7
	15	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0
	25	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0
特殊 减振 措施	10	0	0	0	0	5	5
	15	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0
	25	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0

*计算中一般减振效果为-3 dB、中等减振效果为-6 dB、高等减振效果为-8dB、特殊减振效果为-10 dB。

考虑最不利情况（埋深 10m、建筑类型 II 类），本工程线路沿线控制距离建议如下：

①本工程正线未采取减振措施的区段，距外轨中心线 16 m 以内区域不宜规划建设“混合区、商业中心区”、“工业集中区”，地铁外轨中心线 32m 以内区域不宜规划建设“居民、文教区”、地铁外轨中心线 41m 以内区域不宜规划建设“特殊住宅区”；

②本工程正线采取一般减振措施的区段，距外轨中心线 9 m 以内区域不宜规划建设“混合区、商业中心区”、“工业集中区”，地铁外轨中心线 22m 以内区域不宜规划建设“居民、文教区”、地铁外轨中心线 29m 以内区域不宜规划建设“特殊住宅区”；

③本工程正线采取中等减振措施的区段，距外轨中心线 5 m 以内区域不宜规划建设“混合区、商业中心区”、“工业集中区”，地铁外轨中心线 14m 以内区域不宜规划建设“居民、文教区”、地铁外轨中心线 19m 以内区域不宜规划建设“特殊住宅区”；

④本工程正线采取高等减振措施的区段，距外轨中心线 9m 以内区域不宜规划建设“居民、文教区”、外轨中心线 14m 以内区域不宜规划建设“特殊住宅区”；

⑤本工程正线采取特殊减振措施的区段，距外轨中心线 5m 以内区域不宜规划建设“居民、文教区”、外轨中心线 9m 以内区域不宜规划建设“特殊住宅区”。

参考《地铁设计规范》（GB 50157-2013）正文中相关建议，地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响进行评

价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足上述建议控制距离要求。同时建议新规划或新建敏感点建筑应以结构抗振动能力较强 I 类框架结构建筑为主。

6.4 振动污染防治措施建议

6.4.1 振动污染防治的一般性原则

根据地铁振动的产生机理，在车辆类型、轨道构造、线路条件等方面进行减振设计，降低轮轨撞击产生的振动源强值，从根本上减轻地铁振动对周围环境的影响。

(1) 车辆振动控制

车辆性能的优劣直接影响振源的大小，在车辆构造上进行减振设计对控制地铁振动作用重大。根据国内外的有关研究资料，采用弹性车轮可降低振动 4~10dB。此外还可采用阻尼车轮或特殊踏面车轮；在转向架上采取减振措施；减轻一、二系悬挂系统质量；采用盘式制动等措施来降低车辆的振动。因此在本工程车辆选型中，建议除考虑车辆的动力和机械性能外，还应重点考虑其振动防护措施及振动指标，优先选择噪声、振动值低、结构优良的车辆。

(2) 轨道结构减振措施

根据相关地铁轨道减振工程研究成果，轨道分级减振工程措施方案如下表 6.4-1。

表 6.4-1 轨道分级减振工程措施方案

振动分级标准	振动超标量 ≤ 3dB	3dB < 振动超标量 < 6dB	6dB ≤ 振动超标量 < 8dB 或二次结构噪声超标 5 dB 以内	振动超标量 ≥ 8dB 或二次标 结构噪声超标 5 dB 以上
减振措施方案	一般减振措施	中等减振措施	高等减振措施	特殊减振措施

注：上表中振动超标量以 VL zmax 计。

a、一般减振措施

全线采用 60 kg/m 重轨无缝轨道，不仅能增强轨道的稳定性，减少养护维修工作量和降低车辆运行能耗，而且能减少列车的冲击荷载，因而已在城市轨道交通中得到广泛应用；采用整体道床、弹性分开式扣件。

b、中等减振措施

采用 GJ-III 型轨道减振扣件作为中等减振措施。GJ-III 型轨道减振降噪扣件采用分离式结构，由轨下橡胶垫板、上铁垫板、中间橡胶垫板、下铁垫板和自锁机构等组成，利用两层橡胶垫板的压缩变形实现减振，橡胶垫板与铁件分离，可实现单独更换。这种扣件减振性能与第 2 代减振器扣件相当，结构合理，更利于检修、维护，并已在国内部分地铁工程中开始推广应用。

c、高等减振措施

本工程地下线路高等减振地段建议采用梯形轨道道床。梯形轨道道床是一种预制钢筋混凝土纵梁支撑轨道结构，由预应力混凝土纵向长梁和钢轨形成复合轨道，两个纵向长梁中间用钢管连接形成框架，在预应力纵向长梁下设置弹性聚氨脂高弹支垫，使其浮于混凝土基础之上，是一种轻型化的浮置板轨道结构。

它具有自重轻、低振动、更换维修支垫方便、弹性垫使用寿命长等特点。梯形轨道道床自重轻，每节纵梁长 6.15 m，纵梁中间用钢管连接，纵横向刚度较大，稳定性好；与橡胶浮置板相比由于其减轻了参振质量，减振效果稍低于浮置板，但是和弹性支承块轨道相比，减振效果略优于弹性支承块轨道，试验测试其减振可达 6~10 dB，并可以降低结构噪音。系统固有频率 25-30 Hz 左右，梯形轨道在人体能感觉到的频率范围（60~2000 Hz）的减振效果较好。目前，国内北京、上海、广州、深圳地铁正在推广应用。

d、特殊减振措施

轨道特殊减振措施目前仅有钢弹簧浮置板轨道结构，该结构通过不同的设计和可以实现不同的减振效果，基本能够满足特殊减振要求。

钢弹簧浮置板道床是将浮置板置于钢弹簧上，减振原理与橡胶浮置板轨道相同，只是把橡胶支座换成由螺旋钢弹簧等组成隔振阻尼器。此轨道系统阻尼性能好，可消除固体声，自振频率可设计得更低（5~8 Hz），减振性能更好，最大可减振 20 dB 以上，低频段减振效果更明显。钢弹簧浮置板道床维修更换方便，无需动用大型设备更换隔振阻尼器，不影响行车。隔振阻尼器使用寿命长，可中置也可侧置，较橡胶浮置板轨道可省去纵向及侧向橡胶支座，对限界有利。目前国内北京、深圳、上海、南京、广州地铁均有应用实例。

6.4.2 超标敏感点振动污染治理

根据国内外城市轨道交通振动控制应用实例，参照《地铁设计规范》（GB50157-2013）及《环境影响评价技术导则-城市轨道交通》（HJ453-2008）的要求，结合减振措施在工程实施过程中的可操作性，对沿线超标敏感点两端各延长 30~50 m，分地段采取减振措施，对于减振防护措施中敏感点减振防护措施重叠的区段，采用减振效果最优的措施，在采取了本次环境影响评价建议采取的减振措施后，本工程沿线涉及的环境敏感点处的振动预测值均可达到相应的环境振动标准。

鉴于轨道减振技术的不断进步，在下阶段设计深化时，所采用的减振措施可以根据工程实施时的国内外技术情况，适当调整为减振效果相当、维修方便及造价便宜的其它成熟减振措施。

因工程设计上全线已采用整体道床和弹性分开式扣件等一般减振措施，根据轨道分级减振工程措施方案，可以有效减振 3 分贝，因此，本次评价对于振动超标量小于 3 分贝的敏感点，不再附加减振措施。另外，对于振动超标量大于 3dB 的敏感目标，在敏感点里程两端各延长 30-50 米来计算减振措施长度，同时根据现有地铁工程的经验，下穿敏感目标的防护措施等级本次提高一级。

经统计，工程涉及 70 处振动敏感点，共有 37 处敏感点需要采取振动防护措施，按照本次预测结果需要采取措施的线路段参照表 6.4-2 执行或采取同等减振效果的其他措施。

工程共需使用特殊减振措施 11950 延米，投资约 15535 万元；共需使用高等级减振措施 3070 延米，投资约 3070 万元；共需中等减振措施 10 延米，投资约 3 万元。

综上，本项目超标敏感点减振措施总投资为 18608 万元。

表 6.4-2 本项目减振措施及投资汇总表

编号	敏感点名称	桩号及位置关系	室外振动标量 VL _{Zmax}				二次结构噪声超标量(dB)				拟采取减振措施		措施区段		措施长度 (m)		备注	
			左线		右线		左线		右线		左线	右线	左线	右线				
			昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜								
1.	刘潭实验幼儿园	右 DK-0+639~右 DK-0+711, 右侧	达标	2.2	2.5	5.5	/	/	/	/	-	中等减振措施	-	DK-0+590~DK-0+600	-	10	/	
2.	刘潭实验小学	右 DK-0+721~右 DK-0+807, 右侧	2.6	5.6	6.2	9.2	/	/	7.7	10.7	中等减振措施	特殊减振措施	/	/	/	/	与刘潭二村重叠, 实际措施依托刘潭二村	
3.	刘潭二村	左 DK-0+647~右 DK-0+946, 下穿	8.1	11.1	8.1	11.1	9.6	12.6	9.6	12.6	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-0+600~DK-0+990	DK-0+600~DK-0+990	330	330	/	
4.	刘潭三村	右 DK-0+885~左 DK-1+108, 下穿	4.7	7.7	4.7	7.7	6.2	9.2	6.2	9.2	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-0+990~DK-1+150	DK-0+990~DK-1+150	260	260	部分与刘潭二村重叠, 重叠部分措施依托刘潭二村	
5.	黄岸头	右 DK-1+052~右 DK-1+188, 下穿	4.4	7.4	4.4	7.4	5.9	8.9	5.9	8.9	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-1+150~DK-1+230	DK-1+150~DK-1+230	80	80	部分与刘潭三村重叠, 重叠部分措施依托刘潭三村	
6.	刘潭西街	右 DK-1+302~右 DK-1+462, 下穿	1.0	4.0	1.0	4.0	3.5	6.5	3.5	6.5	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-1+260~DK-1+510	DK-1+260~DK-1+510	250	250	/	
7.	东大岸	左 DK-1+476~左 DK-1+591, 下穿	1.7	4.7	1.7	4.7	4.2	7.2	4.2	7.2	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-1+510~DK-1+640	DK-1+510~DK-1+640	130	130	部分与刘潭西街重叠, 重叠部分措施依托刘潭西街	
8.	广石路规划项目	*****	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
9.	郑巷	右 DK-2+871~左 DK-3+164, 下穿	7.7	10.7	7.7	10.7	10.2	13.2	10.2	13.2	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-2+830~DK-3+510	DK-2+830~DK-2+510	680	680	/	
10.	杨木桥	左 DK-3+170~左 DK-3+295, 下穿	8.7	11.7	8.7	11.7	10.2	13.2	10.2	13.2								
11.	五河新村	左 DK-3+300~左 DK-3+428, 下穿	3.1	6.1	3.1	6.1	4.6	7.6	4.6	7.6								
12.	沈巷	左 DK-3+620~左 DK-3+862, 下穿	达标	达标	达标	达标	达标	2.5	达标	2.5	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-3+590~DK-3+900	DK-3+590~DK-3+900	410	410	根据现有地铁工程的经验, 下穿敏感目标的防护措施等级提高一级	
13.	绿洲花园	左 DK-3+955~左 DK-4+027, 左侧	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
14.	黄巷上	左 DK-4+207~左 DK-4+356, 左下穿	2.5	5.5	达标	2.7	5.0	8.0	2.2	5.2	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-4+170~DK-4+280	DK-4+170~DK-4+280	230	230	/	
15.	青石路规划项目	*****	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
16.	凤翔苑	左 DK-4+414~左 DK-4+468, 左下穿	达标	达标	达标	达标	达标	1.6	达标	达标	高等减振措施	-	DK-4+400~DK-4+500	/	100	/	/	
17.	盛岸里	左 DK-5+238~左 DK-5+440, 左侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

18.	盛岸一村	左 DK-5+546~左 DK-6+100, 下穿	2.4	5.4	2.4	5.4	3.9	6.9	3.9	6.9								/
19.	惠山街道社区卫生服务中心	左 DK-5+674~右 DK-5+798, 下穿	8.4	11.4	8.4	11.4	9.9	12.9	9.9	12.9	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-5+550~DK-6+150	DK-5+550~DK-6+150	650	650		
20.	市盛岸幼儿园	右 DK-5+894~左 DK-5+933, 下穿	8.4	11.4	8.4	11.4	9.9	12.9	9.9	12.9								
21.	惠盛路小区	右 DK-6+070~右 DK-6+139, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
22.	锡惠园	右 DK-6+216~右 DK-6+476, 左侧	达标	达标	达标	达标	达标	0.3	/	/	高等减振措施	/	DK-6+170~DK-6+520	/	350	/	/	/
23.	锡园小区	右 DK-6+242~右 DK-6+413, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/
24.	青山高级中学	右 DK-8+000~右 DK-8+242, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
25.	上余巷	右 DK-8+413~右 DK-8+420, 右侧	达标	0.3	0.2	3.2	/	/	2.7	5.7	特殊减振措施		-	DK-8+370~DK-8+470	-	100	/	/
26.	锡景苑	左 DK-8+268~左 DK-8+420, 左侧	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/
27.	粮科宿舍	右 DK-8+529~右 DK-8+550, 右侧	达标	达标	达标	0.3	/	/	达标	1.8	高等减振措施		/	DK-8+480~DK-8+630	/	150	/	/
28.	荣院宿舍	右 DK-8+550~右 DK-8+586, 右侧	达标	达标	达标	0.3	/	/	达标	1.8	-							
29.	江宁宿舍	左 DK-8+461~左 DK-8+785, 左侧	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
30.	荣军医院	右 DK-8+600~右 DK-8+811, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
31.	第四人民医院	右 DK-8+820~左 DK-9+088, 右侧	达标	达标	达标	1.7	/	/	0.2	3.2	/	高等减振措施	/	DK-8+830~DK-9+130	/	300	/	/
32.	胜利新村	左 DK-8+837~左 DK-9+036, 左侧	达标	1.7	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
33.	紫金英郡	右 DK-9+167~右 DK-9+498, 右侧	达标	达标	达标	2.9	/	/	1.4	4.4	/	高等减振措施	/	DK-9+130~DK-9+280	/	150	部分与产山新村、上严巷段重叠, 重叠部分依托产山新村、上严巷段	
34.	产山新村	左 DK-9+321~左 DK-9+577, 下穿	3.3	6.3	3.3	6.3	4.8	7.8	4.8	7.8	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-9+280~DK-9+720	DK-9+280~DK-9+720	440	440	/	
35.	上严巷	左 DK-9+502~左 DK-9+678, 下穿	9.3	12.3	9.3	12.3	10.8	13.8	10.8	13.8								
36.	富安华庭	右 DK-9+898~右 DK-9+940, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
37.	万达广场 C 区	左 DK-10+070~左 DK-10+272, 左侧	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
38.	泰康新村	右 DK-10+100~右 DK-10+300, 右侧	达标	达标	达标	0.8	/	/	达标	2.3	/	高等减振措施	/	DK-10+050~DK-10+350	/	300	/	/
39.	阳光嘉园	左 DK-10+370~左 DK-10+545, 左侧	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
40.	景鸿苑	左 DK-10+737~左 DK-10+875, 左侧	达标	1.8	达标	达标	0.3	3.3	/	/	高等减振措施	/	DK-10+690~DK-10+920	/	230	/	/	/
41.	无锡嘉仕恒信医院	左 DK-10+900~左 DK-11+012, 左侧	达标	0.7	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

42.	隐秀苑	右 DK-10+875~右 DK-11+175, 右侧	达标	1.6	2.1	5.1	0.1	3.1	3.6	6.6	高等减振措施	特殊减振措施	DK-10+920~DK-11+220	DK-10+830~DK-11+220	300	390	与景鸿苑重叠, 重叠部分依托景鸿苑
43.	滨湖交警大队	左 DK-11+035~左 DK-11+134, 左侧	达标	2.7	达标	达标	1.2	4.2	/	/	高等减振措施	/	/	/	/	/	与隐秀苑重叠, 重叠部分依托隐秀苑
44.	奥林花园 C 区	右 DK-11+389~右 DK-11+659, 两侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
45.	名都华庭	右 DK-11+700~右 DK-11+853, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
46.	西园里	右 DK-11+884~右 DK-11+936, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
47.	景华苑	左 DK-12+385~左 DK-12+406, 左侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
48.	蠡湖香榭	左 DK-12+671~左 DK-13+062, 左侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
49.	路劲天御	右 DK-12+764~右 DK-12+849, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
50.	瑞湖华庭	右 DK-12+891~右 DK-13+059, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
51.	蠡湖一号一期	左 DK-13+870~左 DK-14+000, 左侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
52.	蠡湖一号二期 (规划)	*****	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
53.	太湖山庄	左 DK-15+430~左 DK-15+570, 左侧	0.6	3.6	达标	达标	2.1	5.1	达标	1.3	特殊减振措施	高等减振措施	DK-15+390~DK-15+610	DK-15+390~DK-15+610	220	220	/
54.	太湖国际社区	左 DK-16+691~左 DK-17+488, 两侧	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/
55.	宋庆龄实验幼儿园	左 DK-17+280~左 DK-17+365, 左侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
56.	万科铂悦	右 DK-17+458~右 DK-17+742, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
57.	东绛实验学校	左 DK-17+837~左 DK-17+964, 左侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
58.	世家名门	右 DK-18+089~右 DK-18+318, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
59.	无锡地税局稽查局	左 DK-18+251~左 DK-18+309, 左侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
60.	周新中路小区	右 DK-18+394~右 DK-18+595, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
61.	小园二村	左 DK-18+556~左 DK-18+578, 左侧	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/
62.	小园一村	左 DK-18+588~左 DK-18+659, 左侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
63.	小商品市场	右 DK-18+600~右 DK-18+712, 右下穿	1.6	4.6	4.1	7.1	4.1	7.1	6.6	9.6	殊减振措施	殊减振措施	DK-18+550~DK-18+760	DK-18+550~DK-18+760	210	210	/
64.	蠡江新村	右 DK-18+600~右 DK-18+712, 左侧	达标	达标	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
65.	周新苑	右 DK-18+980~左 DK-19+690, 两侧	0.5	3.5	2.5	5.5	2.0	5.0	4.0	7.0	特殊减振措施	殊减振措施	DK-18+930~DK-19+185、DK-19+310~DK-19+740	DK-18+930~DK-19+185、DK-19+310~DK-19+740	685	685	空出部分为车站
66.	富力十号	左 DK-19+769~左 DK-19+937, 下穿	0.1	3.1	0.1	3.1	1.6	4.6	1.6	4.6	特殊减振措施	特殊减振措施	DK-19+740~DK-19+980	DK-19+740~DK-19+980	240	240	部分与周新苑街重叠, 重叠部分措施依托周新苑; 根据现有地铁工程的经验, 下

																		穿敏感目标的防护措施等级提高一级
67.	玉兰花园	右 DK-20+075~右 DK-20+595, 右侧	达标	达标	达标	达标	/	/	达标	达标	/	/	/	/	/	/	/	/
68.	静心寺	天河停车场出入段线, 左侧	达标	达标	达标	达标	达标	1.0	达标	达标	高等减振措施	/	CDK0+450~ CDK0+600	/	150	-	/	
69.	天河规划项目	*****	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
70.	具区路规划项目	*****	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
		*****	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

注:①措施里程段已去除敏感点交叉部分, 按照最高措施要求。②特殊减振措施是指“钢弹簧浮置板轨道结构”; 高等减振措施是指“梯形轨道道床”; 中等减振措施是指“GJ-III型轨道减振扣件”; 一般减振措施是指“整体道床和弹性分开式扣件”。

全文公示版

6.4.3 合理规划布局

为了对沿线用地进行合理规划，预防轨道交通运营期的振动污染，建议：

(1) 参考《地铁设计规范》（GB 50157-2013）正文中相关建议，地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响评价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足 6.3.6.3 小节的建议控制距离要求。

(2) 结合旧城区的改造，应优先拆除靠振源较近的居民房屋，结合绿化设计和建筑物布局的重新配置，为新开发的房屋留出振动防护距离，使之对敏感建筑物的影响控制在标准允许范围内。

7. 地表水环境影响评价

7.1 概述

本次地表水评价内容包括：（1）根据水环境现状监测数值，对地表水环境进行现状评价；（2）分析无锡地铁4号线一期工程沿线车站及车站配套设施、车辆段、停车场所产生废水种类、水量及排放去向，污水水质达标情况；（3）评价污水处理措施的可行性，分析地表水环境影响。

7.2 地表水环境现状评价

7.2.1 地表水环境现状监测

（1）监测断面与监测因子

共设监测断面3个，分别在京杭大运河、梁溪河、蠡湖，具体位置与监测因子见表7.2-1和附图5-1.1~5-1.3。

表 7.2-1 地表水环境监测点位、监测因子一览表

测点编号	水体名称	监测点位	监测因子
W1	京杭运河	凤翔大桥	pH、SS、COD _{Cr} 、BOD ₅ 、氨氮、石油类
W2	梁溪河	蠡溪桥	
W3	蠡湖	蠡湖大桥	

（2）监测时间和频次

监测时间：2015.12.8~2015.12.10，2016.11.28~2016.11.30，监测频率：每天上、下午各一次。2015.12.8~2015.12.10监测数据引用《无锡地铁4号线一期工程环境影响报告书（报批稿）》监测值。

（3）监测分析方法

监测及分析方法按国家环保局颁发的《水和废水监测分析方法》（第四版）有关规定和要求执行。各因子的分析方法详见表7.2-1

表 7.2-1 监测分析方法

序号	项目	标准（方法）名称及编号（含年号）
1	pH值	水质 pH值的测定 玻璃电极法 GB/T6920-1986
2	悬浮物	水质 悬浮物的测定 重量法 GB/T11901-1989

3	氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ535-2009
4	化学需氧量	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法 GB/T11914-1989
5	五日生化需氧量 (BOD ₅)	水质 五日生化需氧量 (BOD ₅) 的测定 稀释与接种法 HJ505-2009
6	石油类	水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法 HJ637-2012

7.2.2 水质现状评价

(1) 评价方法

采用超标法和单因子标准指数法评价，单因子标准指数计算公式：

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{si}$$

式中： $S_{i,j}$ ：单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$ ：水质参数 i 在监测点 j 的监测平均浓度值，mg/L；

C_{si} ：水质参数 i 的地面水水质标准；

pH 的标准指数为：

$$S_{pH,j} = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad (pH_j \leq 7.0 \text{ 时})$$

$$S_{pH,j} = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad (pH_j > 7.0 \text{ 时})$$

式中： $S_{pH,j}$ 为水质参数 pH 在 j 断面的标准指数； pH_j 为 pH 在 j 断面的 pH 值； pH_{sd} 为地面水水质标准中规定的 pH 值下限； pH_{su} 为地面水水质标准中规定的 pH 值上限。

(2) 评价结果与分析

原环评阶段地表水各监测因子水质评价结果统计见表 7.2-2，地表水各监测因子水质评价结果统计见表 7.2-3。

表 7.2-2 地表水现状评价结果（单位：mg/m³）

监测断面	监测项目	监测因子					
		pH 值	SS	COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮	石油类
W1	最小值	6.22	16	10.3	2.4	0.192	0.01
	最大值	6.27	23	13.6	3.6	2.13	0.01
	最大超标倍数	--	--	--	--	0.42	--
	超标率 (%)	0	0	0	0	66.7	0
W2	最小值	6.72	20	10.4	3.1	0.156	0.01
	最大值	6.82	26	13.7	3.7	0.505	0.01
	最大超标倍数	--	--	--	--	--	--
	超标率 (%)	0	0	0	0	0	0
W3	最小值	7.41	13	11.1	2.9	0.138	0.01

	最大值	7.46	18	12	3.6	0.23	0.02
	最大超标倍数	--	--	--	--	--	--
	超标率 (%)	0	0	0	0	0	0

表 7.2-3 地表水现状评价结果 (单位: mg/m³)

监测断面	监测项目	监测因子					
		pH 值	SS	COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮	石油类
W1	最小值	7.18	13	<10	2.1	1.06	0.01L
	最大值	7.19	14	<10	2.9	1.16	0.01
	最大超标倍数	--	--	--	--	0.16	--
	超标率 (%)	0	0	0	0	100%	0
W2	最小值	7.25	12	<10	2.1	0.229	0.01L
	最大值	7.28	13	<10	3.3	0.478	0.01
	最大超标倍数	--	--	--	--	--	--
	超标率 (%)	0	0	0	0	0	0
W3	最小值	7.08	12	<10	1.6	0.267	0.01L
	最大值	7.12	13	<10	1.7	0.409	0.01L
	最大超标倍数	--	--	--	--	--	--
	超标率 (%)	0	0	0	0	0	0

注: pH 值无量纲, 未检出以“检出限 L”表示。

根据表 7.2-2 分析表明: 京杭大运河上的凤翔大桥断面氨氮超标, 超标率为 66.7%, 最大超标倍数为 0.42, 其它水质均能满足相应标准要求。根据表 7.2-3 分析表明: 现阶段京杭大运河上的凤翔大桥断面氨氮超标, 超标率为 100%, 最大超标倍数为 0.16, 其它水质均能满足相应标准要求。

通过对比分析可知, 两次监测均存在一定的氨氮超标问题, 京杭大运河断面处氨氮超标问题得到改善。根据分析, 氨氮超标是流域性问题。京杭大运河是贯穿无锡市的主要河流, 无锡市境内河水向东汇入京杭运河, 京杭大运河也成为无锡市重要的排污通道, 这是水质监测结果超标的主要原因。另外, 区内河流在上游水质来源较差的基础上, 接纳一定量生活污水和生产废水, 河流纳污能力下降。因此, 需要对区域水环境进行综合整治。

为了加大水环境综合整治力度, 不断提升水环境质量, 无锡市政府出台了《无锡市河道环境综合整治工作方案(2016—2020年)》, 根据实施计划要求, 2016年3月底前, 制定完成区域河道五年综合整治总体方案, 2016年4月至2020年6月, 按照整治方案完成工程建设。根据方案要求, 无锡市区共整治河道115条, 包括考核监测断面河道54条, 部分支流61条, 本工程沿线经过的京杭大运河、梁溪河均在整治河道名单中, 经过综合整治, 区域水环境质量有望得到改善。具体整治方案主要包括: ①控源截污。认真做好河道沿岸污水

的收集和处理，加快污水处理设施和配套管网建设，提高污水收集率，加强污水处理厂的运行管理，确保达标排放。②河道整治。规范垃圾收运清理，做好河岸与河道保洁，解决因脏乱差、垃圾入河导致的水环境恶化问题。加强沿河养殖管理，取缔非法捕鱼行为。着手开展初期雨水污染治理和资源化利用研究。③疏浚活水。针对重点河段开展清淤疏浚，削减河道内源污染负荷。加快水系沟通、引清活水，提高环境容量。④生态修复。做好驳岸生态化改造、沿岸绿化及景观建设，加快氮磷拦截吸收、曝气充氧等生态工程建设，促进水质提升及生态美化，恢复与重建河道良性生态系统

7.3 地表水环境影响分析与评价

7.3.1 废水种类

(1) 生活污水

本线生活污水来源于沿线各车站、车辆段及停车场。

各车站生活污水主要包括车站内厕所粪便污水及工作人员的生活污水，污水主要污染因子为 SS、COD、BOD₅ 和氨氮等。

(2) 生产废水

具区路车辆段与天河停车场的车辆洗刷废水及检修整备少量含油废水。

① 车辆检修

车辆架修、定修等作业会产生含油废水，废水主要污染因子为 SS、COD 和石油类。

② 车辆洗刷

本工程在车辆段和停车场均设有洗车线，洗车库车辆外皮洗刷及转向架冲洗时会产生洗刷废水，废水主要污染因子为 SS、COD、和石油类等。

(3) 地下段结构性渗水、隧道口初期雨水及消防废水

轨道地下段结构渗水量、消防废水和隧遂口初期雨水产生量较小，废水污染因子主要为 SS，拟通过线路排水沟集中到车站主排水泵站集水池，通过沉淀后，由废水泵提升至城市雨水管网。

7.3.2 废水及主要污染物排放量

根据工程设计资料和类比预测，本工程废水排放情况如表 7.3-1 所示。

表 7.3-1 本工程运营期废水排放情况一览表

项目	污水类别	污水量 (m ³ /a)	污染物	产生浓度 (mg/L)	产生量 (t/a)	排放浓度 (mg/L)	接管量 (t/a)	排放去向	
沿线车站	生活污水	65700	COD	400	26.28	400	26.28	直接排入市政污水管网(餐饮废水经隔油预处理)	
			BOD ₅	200	13.14	200	13.14		
			SS	250	16.43	250	16.43		
			氨氮	25	1.64	25	1.64		
			TP	4	0.26	4	0.26		
	地面冲洗水	13140	COD	120	1.58	120	1.58		
			SS	200	2.63	200	2.63		
			石油类	2	0.03	2	0.03		
具区路车辆段	生活污水	10439	COD	400	4.18	350	3.65		经化粪池处理后排入城市污水管网
			BOD ₅	200	2.09	150	1.57		
			SS	250	2.61	200	2.09		
			氨氮	25	0.26	25	0.26		
			TP	4	0.04	4	0.04		
	生产废水	73000	pH	6.5~8.5	/	6.5~8.5	/	经隔油、气浮预处理后排入市政污水管网	
			COD	200	14.6	180	13.14		
			SS	500	36.5	350	25.55		
			石油类	25	1.83	8	0.58		
			LAS	18	1.31	18	1.31		
天河停车场	生活污水	5986	COD	400	2.39	350	2.10		经化粪池处理后排入城市污水管网
			BOD ₅	200	1.20	150	0.90		
			SS	250	1.50	200	1.20		
			氨氮	25	0.15	25	0.15		
			TP	4	0.02	4	0.02		
	生产废水	36500	pH	6.5~8.5	/	6.5~8.5	/	经隔油、气浮预处理后排入市政污水管网	
			COD	200	7.30	180	6.57		
			SS	500	18.25	350	12.78		
			石油类	25	0.91	8	0.29		
			LAS	18	0.66	18	0.66		
合计		204765	COD	275.10	56.33	260.40	53.32		
			BOD ₅	80.24	16.43	76.23	15.61		
			SS	380.53	77.92	296.34	60.68		
			氨氮	10.01	2.05	10.01	2.05		
			TP	1.56	0.32	1.56	0.32		
			石油类	13.48	2.76	4.40	0.9		
			LAS	9.62	1.97	9.62	1.97		

7.3.3 废水排放去向

本工程线路穿越无锡市中心城区，城区内均设有城市污水管网，沿线车站、车辆段产生的地面冲洗水、生活污水及生产废水经相应处理后均排入城市污水管网，进入相应的污水处理厂进行处理，不会对周围水环境产生影响。工

程沿线污水管网分布见附图 7-1，沿线各车站、车辆段所污水排放去向见表 7.3-2。

表 7.3-2 废水排放去向一览表

序号	污染源	污水性质	废水量 (t/a)	排放去向	接管条件
1.	刘潭站	生活污水、地面冲洗水	4440	城北污水处理厂	管网建设完善，具备接管条件
2.	广石路站	生活污水、地面冲洗水	4414		
3.	青石路站	生活污水、地面冲洗水	4292		
4.	盛岸路站	生活污水、地面冲洗水	4712		
5.	惠山古镇站	生活污水、地面冲洗水	4486	芦村污水处理厂	管网建设完善，具备接管条件
6.	四院站	生活污水、地面冲洗水	4622		
7.	河埭口站	生活污水、地面冲洗水	4660		
8.	建筑路站	生活污水、地面冲洗水	4015		
9.	体育中心站	生活污水、地面冲洗水	4680		
10.	望山路站	生活污水、地面冲洗水	3984		
11.	蠡湖公园站	生活污水、地面冲洗水	4414	太湖新城污水处理厂	管网建设完善，具备接管条件
12.	大剧院站	生活污水、地面冲洗水	4055		
13.	五湖大道站	生活污水、地面冲洗水	4277		
14.	大通路站	生活污水、地面冲洗水	4340		
15.	市民中心站	生活污水、地面冲洗水	4680		
16.	吴都路站	生活污水、地面冲洗水	3944		
17.	商务中心站	生活污水、地面冲洗水	4414		
18.	贡湖大道站	生活污水、地面冲洗水	4411		
19.	具区路车辆段	生活污水	10439	城北污水处理厂	管网建设完善，具备接管条件
		生产废水	73000		
20.	天河停车场	生活污水	5986	城北污水处理厂	管网建设完善，具备接管条件
		生产废水	36500		

7.4 废水治理方案

7.4.1 生产废水

(1) 处理工艺

本工程运营后，运行车辆的维修、洗车也将陆续展开，本工程停车场和车辆段根据所产生的生产废水水质，设计拟采用隔油、气浮工艺处理后接管排放，处理工艺流程见图 7.4-1。



图 7.4-1 停车场和车辆段废水处理工艺流程图

(2) 处理效果分析

隔油池既能满足沉淀功能，又可以达到除油、水量调节的作用，经铁路系统现场污水处理工程的验证，具有较大的使用价值。气浮法处理含油废水，是目前国内比较成熟的处理工艺，铁路系统多年来采用上述气浮处理工艺处理机务段、车辆段产生的含油生产废水。

实践表明，经上述工艺处理后，COD 去除率约为 10%，石油类的去除率可达到 80%，SS 的去除率可达到 30%。

根据上述去除率，预测本工程运营后，车辆段和停车场含油及洗车生产废水经隔油沉淀、气浮处理后，气浮设备出水水质及污染物排放量预测见表 7.4-1。

表 7.4-1 气浮设备出口水质预测一览表

污染源	项目	pH 值	COD _{cr}	石油类	SS	LAS
生产 废水	GB/T31962-2015 表 1 中 B 等级 (除 pH 外, mg/L)	6~9	500	15	400	20
	水质预测值 (除 pH 外, mg/L)	6.5~8.5	180	5~8	350	18
	超标倍数	N	N	N	N	N

由表 7.4-1 的预测结果表明，车辆段及停车场含油生产废水经隔油沉淀、气浮处理后出水水质可达到《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015) 中表 1 中 B 等级相关标准。

7.4.2 生活污水

本工程生活污水主要包括地下车站工作人员生活污水、车站设施擦洗污水、配套餐饮废水以及车辆段和停车场生活污水、食堂餐饮废水等。

本工程车站冲洗废水和生活污水直接排入市政污水管网，少量餐饮废水收集后经隔油池处理后排入市政污水管网。车辆段与停车场的生活污水（食堂餐饮废水除外）经化粪池处理后排入市政污水管网，食堂餐饮废水收集后经隔油处理后接管排放。根据水质预测，本工程运营期生活污水排放浓度均满足《污水排入城市下水道水质标准》（CJ3082-1999）表1中适用于有城市污水处理厂的水质标准，同时满足《污水综合排放标准》（GB 8978—1996）三级标准。

7.4.3 污水治理投资估算

本工程废水治理方案及投资估算约1280万元，具体见表7.4-2。

表 7.4-2 污水治理投资估算表

项目	处理设施及投资规模			
	废水类别	处理设施	数量	投资估算（万元）
天河停车场	含油废水	隔油沉淀、气浮设备等	1	230
	生活污水	化粪池、隔油池	1	180
具区路车辆段	含油废水	隔油沉淀、气浮设备等	1	470
	生活污水	化粪池、隔油池	1	400
合计				1280

8. 地下水环境影响评价

8.1 概述

本工程原环境影响报告书于 2016 年 8 月获得江苏省环境保护厅批复，批复的环境影响报告书中在第八章地下水环境影响评价中以专章形式对地下水环境进行了影响分析。2016 年 1 月 7 日，《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）生效实施，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），城市轨道交通机务段之外的工程为IV类项目，可以不用开展地下水环境影响评价。具区路车辆段和天河停车场属于III类项目，上述车辆段和停车场均不涉及地下水环境敏感目标，依据评价等级划分表划分为 3 级。

拟建工程对地下水环境的影响评价工作内容主要包括施工期和运营期对地下水环境的影响，本次预测主要采用解析法及类比分析方法，分析本次项目对沿线地下水的影响，在此基础上提出地下水环境保护措施。

(1) 施工期影响主要表现在施工排水、生产废水对地下水环境（流场、水质以及地面沉降）造成的影响，具体包括：

①施工疏干排水对地下水水位、水资源量的影响、引起地面沉降等环境水文地质问题分析；

②施工对地下水水质的影响；

(2) 运营期地下隧道、车站结构、生活污水对区域地下水环境的影响。

①运行期地下隧道、车站对区域地下水流场的影响，包括对地下水补给、径流、排泄的影响；

②运营期生活污水等对地下水水质的影响；天河停车场在正常工况及非正常工况条件下对地下水水质的影响。

8.2 地下水环境现状监测与评价

按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）和《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2008）对地下水环境现状调查与评价作出的指导要求，对无锡地铁 4 号线一期工程沿线及周围的地下水水质现状进行了

现状监测，并同无锡地铁4号线一期工程原有环评沿线地下水监测进行对比分析。

8.2.1 地下水环境现状监测

(1) 监测点位设置：无锡地铁4号线一期工程沿线地下水类型及水文地质条件和区域特征基本一致，本次现状监测在沿线附近均匀布设5个水质水位监测点及6个水位监测点，兼顾车站等重点段。监测井深约8-14m，位于工程主要影响的含水层。监测点位见表8.2-1和附图5-1.1~5-1.3。

表 8.2-1 地下水环境监测点位

序号	监测点位名称	编号	监测内容
1	黄岸头	D1	八大离子、基本水质因子，同步监测水位；
2	盛岸里	D2	
3	上余巷	D3	
4	小园一村	D4	
5	六房巷	D5	
6	天河停车场地下水监测井 1	D6	监测水位
7	天河停车场地下水监测井 2	D7	
8	天河停车场地下水监测井 3	D8	
9	具区路车辆段地下水监测井 1	D9	
10	具区路车辆段地下水监测井 2	D10	
11	具区路车辆段地下水监测井 3	D11	

(2) 监测因子：根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）确定监测因子：钙（ Ca^{2+} ）、镁（ Mg^{2+} ）、钠（ Na^+ ）、钾（ K^+ ）、碳酸根（ CO_3^{2-} ）、碳酸氢根（ HCO_3^- ）、硫酸根（ SO_4^{2-} ）和氯离子（ Cl^- ）；pH、总硬度、氨氮、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、氟化物、铬、铁、锰、溶解性固体、高锰酸盐指数、总大肠杆菌、细菌总数。

(3) 监测时间及频率：2016年11月30日，监测1次，为现状监测，2017年11月28日监测1次，为补充监测水位点；2015年12月10日监测1次，引用《无锡地铁4号线一期工程环境影响报告书（报批稿）》监测值。

(4) 监测分析方法

各因子的分析方法，如见表8.2-2所示。

表 8.2-2 监测分析方法

项目	标准（方法）名称及编号（含年号）
pH 值	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4-2006
高锰酸盐指数	水质 高锰酸盐指数的测定 GB/T 11892-1989
氨氮	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T5750.5-2006
硝酸盐氮	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T5750.5-2006
亚硝酸盐氮	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T5750.5-2006
挥发酚类	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4-2006
总硬度	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4-2006
溶解在总固体	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4-2006
氰化物	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T5750.5-2006
砷	生活饮用水标准检验方法 金属指标 GB/T5750.6-2006
汞	生活饮用水标准检验方法 金属指标 GB/T5750.6-2006
六价铬	生活饮用水标准检验方法 金属指标 GB/T5750.6-2006
铬	生活饮用水标准检验方法 金属指标 GB/T5750.6-2006
铁	生活饮用水标准检验方法 金属指标 GB/T5750.6-2006
铅	生活饮用水标准检验方法 金属指标 GB/T5750.6-2006
锰	生活饮用水标准检验方法 金属指标 GB/T5750.6-2006
氟化物	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T5750.5-2006
钾离子#	地下水水质检验方法 离子色谱法测定 钾、钠、锂、铵 DZ/T0064.28-1993
钠离子#	地下水水质检验方法 离子色谱法测定 钾、钠、锂、铵 DZ/T0064.28-1993
钙离子##	工业循环冷却水中钠、铵、钾、镁和钙离子的测定 离子色谱法 GB/T 15454-2009
镁离子##	工业循环冷却水中钠、铵、钾、镁和钙离子的测定 离子色谱法 GB/T 15454-2009
碳酸根离子	《水和废水监测分析方法》（第四版）国家环保总局 2002 年,酸碱指示剂滴定法 3.1.12（1）
碳酸氢根离子	《水和废水监测分析方法》（第四版）国家环保总局 2002 年,酸碱指示剂滴定法 3.1.12（1）
氯化物（氯离子）	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T5750.5-2006
硫酸盐（硫酸根离子）	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T5750.5-2006
菌落总数	生活饮用水标准检验方法 微生物指标 GB/T5750.12-2006
总大肠菌群	生活饮用水标准检验方法 微生物指标 GB/T5750.12-2006

8.2.2 地下水环境现状评价

(1)评价方法

采用标准指数法进行评价。

对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数为：

单项因子 i 在第 j 点的标准指数为：

$$P_i = C_i / C_{si}$$

pH 的标准指数为:

$$P_{pH} = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad (pH \leq 7.0 \text{ 时})$$

$$P_{pH} = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad (pH > 7.0 \text{ 时})$$

式中: P_i 为第 i 个水质因子的标准指数; C_i 为第 i 个水质因子的监测浓度值, mg/L; C_{si} 为第 i 个水质因子的标准浓度值, mg/L; P_{pH} 为 pH 的标准指数; pH 为监测值; pH_{su} 为标准中 pH 值的上限值; pH_{sd} 为标准中 pH 值的下限值。

(2) 评价结果

原环评阶段地下水各监测因子水质评价结果统计见表 8.2-3, 现阶段地下水各监测因子水质评价结果统计见表 8.2-4。

表 8.2-3 原环评地下水现状监测结果及分析 单位: mg/L

检测项目	结果 (2015.12.10)				
	六房巷	小园一村	上余巷	盛岸里	黄岸头
pH	6.86	6.54	6.56	6.62	6.73
总硬度	582	95.2	216	130	433
氨氮	0.15	0.07	0.85	1.05	0.94
硫酸盐	134	57.0	43.9	13.6	85.6
氯化物	67.8	91.7	90.8	66.6	134
硝酸盐氮	1.70	0.81	0.89	ND	3.82
亚硝酸盐氮	0.001	0.001	0.004	0.001	0.003

表 8.2-4 现阶段地下水现状监测结果及分析 单位: mg/L

检测项目	2016.11.30				
	D1 黄岸头	D2 盛岸里	D3 上余巷	D4 小园一村	D5 六房巷
水位	4.5	4.2	3.9	3.4	3.8
pH 值	7.33	7.65	7.68	7.72	7.68
高锰酸盐指数	1.9	1.0	1.0	1.0	1.0
氨氮	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04
硝酸盐氮	9.26	8.97	9.13	9.98	9.81
亚硝酸盐氮	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006
挥发酚类	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L
氰化物	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L
砷	0.0022	0.0019	0.0020	0.0020	0.0021
汞	0.0001L	0.0001L	0.0001L	0.0001L	0.0001L
六价铬	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L
铬	0.019L	0.019L	0.019L	0.019L	0.019L

铁	0.0738	0.0605	0.0575	0.0609	0.0609
锰	0.0093	0.0063	0.0063	0.0064	0.0065
铅	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L	0.0025L
氯化物(氯离子)	28.2	25.8	25.9	26.9	27.1
总硬度	217	185	171	177	210
溶解性总固体	204	132	224	276	282
钾离子	14.6	14.7	14.6	14.6	14.6
钠离子	30.4	30.7	30.6	30.6	30.4
钙离子	60.8	61.9	63.7	61.4	61.2
镁离子	10.8	11.0	11.0	11.1	11.1
碳酸根离子	1.51L	1.51L	1.51L	1.51L	1.51L
碳酸氢根离子	174	179	175	174	174
氟化物	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
硫酸盐(硫酸根离子)	44.5	43.7	43.6	45.2	44.4
总大肠菌群(个/L)	未检出	未检出	未检出	3.0×10^3	2.0×10^3
菌落总数(CFU/ml)	980	660	1.1×10^3	1.1×10^3	930

表 8.2-5 现阶段地下水现状监测结果及分析 单位: mg/L

检测项目	2017.11.28					
	D6	D7	D8	D9	D10	D11
水位	3.0	2.5	3.0	3.5	3.0	2.5

由表 8.2-3 可以看出, 对照地下水质量标准, 除上余巷、盛岸里、黄岸头三个监测点氨氮为 V 类, 六房巷监测点总硬度为 V 类外, 其他各项监测指标均符合或优于《地下水质量标准》(GB/T4848-1993) 中 III 类标准限值。三个监测点位氨氮指标质量为 V 类, 分析原因是受地表水体水质影响。

由表 8.2-4 可以看出, 上述监测点位在 2016.11.30 时间段的小园一村、六房巷的总大肠菌群外监测指标均符合《地下水质量标准》(GB/T4848-1993) 中 V 类标准限值, 其它各项监测指标均符合或优于《地下水质量标准》

(GB/T4848-1993) 中 III 类标准限值。考虑到沿线地下水补给主要是降水补给, 浅层地下水受地面农业或生活污染的可能性较大, 为本次地下水部分监测因子超标提供了一定的可能性。同时根据表表 8.2-4 中八大离子的监测结果, 工程沿线涉及区域的地下水属于重碳酸钙钠型。

8.3 沿线地下水环境概况

8.3.1 区域及沿线地质概况

8.3.1.1 地层

(1) 区域地层

无锡市属长江三角洲的一部分，本区及边缘地段呈现一大碟形洼地，通称太湖区。具有以下特征：

第四系沉积物在基底隆起产生的次级凹陷和凸起相间的背景上堆积，沉降幅度相对较小，第四系厚度为 40~197m，大多在 80~130m。地层结构以砂（砾）与粘性土互层为特征，韵律清晰，沉积相以河流、河湖相为主，一般在 60m 以浅为陆海交互相沉积。

根据拟建项目勘探工作报告，拟建 4 号线沿线经过地段 100.00m 以浅大多为第四系全新统至下更新统的松散沉积物覆盖，地层由粘性土、粉土、粉砂、细砂组成。局部地段揭示下伏基岩为白垩系砂岩、三叠系灰岩。

本区地层属江南地层区江苏部分，场地位于太湖冲湖积平原区，地势平坦，地表水系发育，第四系覆盖层厚度较大，各土层水平向分布较稳定，基底地质构造与水文地质条件较复杂，人类工程活动对地质环境的扰动和作用强烈。地质环境条件复杂程度属中等地区。勘探深度内土层以第四系地层为主，区域性地层岩性见表 8.3-1。

(2) 拟建项目沿线地层

根据《无锡地铁 4 号线一期工程可行性研究阶段岩土工程勘察报告》（江苏鑫源岩土勘察工程有限公司，2013 年 9 月）工作，拟建 4 号线沿线经过地段 100.00m 以浅大多为第四系全新统至下更新统的松散沉积物覆盖，地层由粘性土、粉土、粉砂、细砂组成。局部地段揭示下伏基岩为白垩系砂岩、三叠系灰岩。各地层分布情况参见拟建工程水文地质剖面”。

按各岩土层的物理力学性质、沉积环境、成因类型，根据土体和岩体共划分为 14 个工程地质层，由新至老分述如下：

土体

①层：填土，分为杂填土和素填土。杂填土—杂色，松散，以建筑垃圾及生活垃圾组成。主要分布于城区内，厚度 0.80~3.70m；素填土—灰、灰黄色，松软，以粘性土为主，表层含植物根茎，市郊广泛分布，厚度 0.80~2.50m。

表 8.3-1 区域性地层简表

地层时代				厚度 (m)	岩性简述	成因
系	统	段	代号			
第四系	全新统	上段	Q ₄ ³	0-15	灰色、灰黑色淤泥质粉质黏土、粉土，富含有机质及植物根茎。	湖沼、河湖相
		中段	Q ₄ ²	0-15	灰褐、灰黄色粉质黏土、粉土、粉砂	河湖相
		下段	Q ₄ ¹	0-7	灰黑色淤泥质粉质黏土、粉质黏土	滨海、浅海相
	上更新统	上段	Q ₃ ²	12-35	灰、褐黄色黏土、粉质黏土夹粉细砂，具较多的铁锰结核。	海相
		下段	Q ₃ ¹	8-53	灰黄—灰绿色黏土、粉质黏土、粉砂互层，呈千层饼状。	滨海相
	中更新统	上段	Q ₂ ²	10-46	上部为灰黄色粉质黏土、黏土，下部为粉细砂、中细砂，局部细砂与粉土互层。	河湖相
		下段	Q ₂ ¹	6-74	上部灰—灰黄色黏土、粉土及粉细砂，下部为灰褐色细砂、中细砂、砂砾石，局部地段为含砾中粗砂。	河湖相
	下更新统	上段	Q ₁ ³	14-24	灰黄、青灰色等杂色黏土、粉质黏土、细砂。	河湖相
		中段	Q ₁ ²	10-25	灰黄色粉细砂、中细砂为主，次为黏土、粉质黏土、粉土，底部为含砾黏土或砂砾层。	河湖相
		下段	Q ₁ ¹	0-35	棕黄色含砾粉质黏土或黏砾混杂堆积为主。	
白垩系	上统	浦口组	K _{2p}	>40	上浦口组砂岩夹角砾岩	
三叠系	中统	上青龙组	T _{2s}	>40	青龙组中厚层灰岩	

②层：粉质粘土，灰色，可塑，惠山古镇站及附近局部分布，厚度小于 3.3m，压缩性中等。

③-1层：粘土，灰黄色、黄褐色，可一硬塑，含铁锰质结核，夹青灰色条纹。较普遍分布，惠山古镇站、线路起点位置缺失该层。层厚 1.2~7.5m，压缩性中等偏低。

③-2层：粉质粘土，灰黄色、青灰色，可塑为主，局部硬塑。含氧化铁斑点及少量铁锰质结核。普遍分布，厚 1.0~7.5m，压缩性中等。

③-3层：粉质粘土夹粉土，灰色、灰黄色，可塑，局部软塑或夹薄层粉土，拟建线路沿线普遍分布。层厚 1.9~9.5m，压缩性中等。

④-1层：粉土，灰色，稍密-中密，很湿—饱和。分布不连续，起点—盛岸路站大部分布，建筑路站和蠡湖公园站及附近、大通路站—站点段广泛分布。层厚 1.3~18.0m，压缩性中等。

④-2层：粉砂，灰色，中密为主，饱和，主要分布于青石路站及其南区间、盛岸路站、蠡湖公园站，层厚 2.4~5.9m，压缩性中等。

⑤-1层：粉质粘土，灰色，软塑为主（局部为可塑），不连续局部分布，层厚 0.9~5.9m，压缩性中等偏高。

⑤-2层：粉土，灰色，稍密为主，饱和，主要以石英、长石、云母等矿物组成。青石路站—盛岸路站之间局部分布，层厚小于 3.0m；另在车辆段场地有分布，层厚小于 22m。压缩性中等。

⑥-1层：粉质粘土，青灰色、灰黄色、灰绿色，可一硬塑，含铁锰质结核，局部见钙质结核。较普遍分布，广石路站—惠山古镇站区段缺失，层厚 1.7~8.7m，压缩性中等。

⑥-2层：粘土，灰黄色、黄褐色，硬塑。普遍分布，层厚 1.6~15.4m，，压缩性中等。

⑥-3层：粉质粘土，灰黄色，局部青灰色，可塑为主，含氧化铁斑点及铁锰质结核。普遍分布，层厚 1.2~11.0m，压缩性中等。

⑥-4层：粉土，灰黄、灰色，中密，很湿-饱和，主要分布于惠山古镇站以北、五湖大道站至大通路站区间、市民中心站及至吴都路站区间。层厚 1.9~11.0m，压缩性中等偏低。

⑥-5层：粉质粘土，青灰色，可塑状，主要分布于建筑路站、蠡湖公园站至大通路站区间。层厚 1.8~6.6m，压缩性中等。

⑦-1层：粉质粘土，灰色，软塑为主，局部为可塑。普遍分布，层厚 1.4~11.60m，压缩性中等偏高。

⑦-2层：粉砂，灰色，中密为主，饱和，不连续分布。层厚 2.5~9.3m，压缩性中等。

⑧-1层：粉质粘土，灰黄色为主，可塑为主，含铁锰质结核。普遍分布，层厚 1.5~14.6m，压缩性中等。

⑧-2层：粉质粘土夹粉土，灰色，软—可塑，夹薄层粉土，主要分布于金海里站两侧，层厚 8.0~20.0m，压缩性中等。

⑧-3层：粉质粘土，灰色，可塑，层理发育。普遍分布，层厚 2.2~14.7m，压缩性中等。

⑨层：粉砂，灰色，中密—密实，饱和。局部分布，层厚 3.6~9.7m，压缩性中等偏低。

⑩层：粉质粘土，灰黄色，硬塑为主，含铁锰质结核，夹青灰色条纹，局部夹钙质结核。大部分布，惠山古镇至河埭口地段缺失，层厚 6.2~14.6m，压缩性中等偏低。

⑩-1层：粉砂，灰黄、灰色，密实，饱和。大通路站和车辆段少量分布，层厚 1.5~2.0m，压缩性中等偏低。

⑪层：粉质粘土，灰黄色，硬塑为主，含铁锰质结核。大部分布，青石路站及其南北区间、惠山古镇站至建筑路站地段缺失。层厚 8.7~16.5m，压缩性中等偏低。

⑫层：细砂，灰色，密实，饱和，盛岸路站以北地段分布，揭露厚度 2.2~22.7m，压缩性中等偏低。

⑬层：含碎石粉质粘土，棕红、棕黄色，可-硬塑，具氧化铁染斑块，夹岩石碎块，部分地段揭露，最大揭露厚度 25.4m。

岩体

岩体在拟建工程沿线 100m 以浅局部揭露，主要为白垩系浦口组（K2p）、三叠系青龙组（T1q）和石炭二叠系（C-P）。

白垩系浦口组岩性为砂砾岩，岩石质量指标 RQD 为 85，岩体基本质量等级为Ⅳ类，强风化层厚度 3.0~9.0m。本次勘察仅见于盛岸路站南—河埭口站区间，最大揭露厚度 12.0m。

三叠系青龙组 (T1q)、石炭二叠系 (C-P) 属半坚硬—坚硬岩组，中厚层，以灰岩为主，节理较发育，其间多充填棕红色粘性土，岩石质量指标 RQD 为 90，岩体基本质量等级为Ⅳ类。本次勘察见于盛岸站附近、建筑路站—望山路站区段以及吴都路站—贡湖大道站区段，揭露厚度小于 5.0m，顶板 1.0~3.0m 中等风化。灰岩岩溶发育弱—中等。

8.3.1.2 构造

拟建 4 号线一期工程沿线位于苏锡常断裂、和桥-阳山断裂交汇处，形成不同体系的构造断裂面错综复杂交织在一起的主要构造格局，详见图 8.3-1。

苏锡常断裂：该断裂属无锡-宿迁断裂的南延段延伸部分，呈北西走向，倾向北东，倾角约 60° 。主要活动时期是第四纪早、中更新世，晚更新世以来无活动迹象。苏锡常地区，断裂由不连续的若干条断裂组成，其主体被第四系所覆盖。由北向南沿横林、洛社、石塘湾、钱桥北、无锡市区、会龙、扬名、新安一带分布，基本上沿京杭运河展布，与无锡地铁 4 号线相交。

和桥-阳山断裂：和桥-阳山断裂又名张渚-洛社断裂，走向北东，倾向北西，倾角约 65° 。整个断裂被北西向苏锡常断裂切割为几段，由南向北东方向经和桥、漕桥、夹山、南宅、阳山、样市至洛社镇，被苏锡常断裂截切。主要活动时期是第四纪早、中更新世。

该区域断裂为第四纪早、中期断裂，晚更新世以来少有活动的断裂。因此，苏锡常断裂及其次级断裂均为非全新活动断裂。

8.3.2 区域及沿线水文地质条件

8.3.2.1 区域地下水类型及含水层特征

根据本区含水层的岩性、地下水的赋存条件、水理性质、水力特征，无锡地区含水层类型划分为第四纪松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水、碳酸盐岩类裂隙岩溶水。

碳酸盐岩类裂隙岩溶水含水岩组由三叠系灰岩组成，地下水主要富集一条垂直地层走向的北西向张性断裂带和向斜构造盆地，常形成地下汇集带，水量极为丰富。

碎屑岩类孔隙裂隙水含水岩组由白垩系砂岩组成，地下水主要富集于丘陵、低山的岩石裂隙中，含水性及富水性不均匀。

第四纪松散岩类孔隙水又分为潜水（上层滞水）、承压水（第Ⅰ承压含水层、第Ⅱ承压含水层、第Ⅲ承压含水层）。

（1）潜水（上层滞水）

由近表层的粘性土组成，厚度 $<10\text{m}$ ，富水性较差，单井涌水量一般 $<10\text{m}^3/\text{d}$ ，其接受大气降水入渗及周围湖（河）水体补给，并与地表水体关系密切，水位随季节性变化于 $1\sim 2\text{m}$ 之间。在无锡城区，由于杂填土较厚，结构比较松散，渗透性相对较强，单井涌水量达 $100\text{m}^3/\text{d}$ 。以地面蒸发、植物的蒸腾及向周围湖（河）水网的迳流为主要排泄方式。

主要分布于浅部填土中，埋深及水位受地形及地貌等因素的控制具有一定的变化。其补给来源主要为大气降水及周围湖（河）水体补给。

（2）第Ⅰ承压含水层

由上更新统夹层状粉砂，粉细砂组成，一般可见上、下2个松散砂层。上段（Ⅰ上）埋藏于 $8\sim 20\text{m}$ 之间，在无锡城区以东地区似面状分布，具相对的稳定性，厚度 $5\sim 15\text{m}$ ，岩性以粉土、粉砂为主，局部渐变为泥质粉砂或亚砂土。下段（Ⅰ下）含水层为不稳定的夹层状发育分布，多为不纯的粉细砂，厚度一般 10m 左右。

该承压含水层组富水性一般，单井涌水量在 $200\sim 500\text{m}^3/\text{d}$ ，水位埋深稍大于潜水水位。其补给来源主要为上部潜水的垂直入渗及周围河（湖）水网的侧向补给。以少量居民生活辅助用水井及向周围河（湖）水网的侧向迳流或对深层地下水的越流为该含水层的主要排泄方式。

（3）第Ⅱ承压含水层

该含水层主要受常锡苏等地带中更新统古河床的控制，分布在本区中的古河道中。含水层的岩性在河床部位以中细砂、中粗砂为主，厚度较大；在河漫滩及次级支流发育地段，含水层岩性以粉砂、细砂为主。含水层顶板埋深大多

在 70~90m 之间，局部较深。该含水层富水性较强，水位埋深 26.0~36.0m，单位涌水量 19.0 吨/时·米。以邻区的侧向补给、基岩地下水的补给，含水层顶板粘性土的压密释水，人工回灌等为主要补给来源。人工开采利用曾是本区第 II 承压含水层的最重要排泄方式，但现状条件下基本无人工开采。该含水层顶板埋深（70~90m）及水位埋深均大于拟建项目开挖深度，工程建设对该含水层影响很小。

（4）第 III 承压含水层

该含水层含水地层主要为下更新统，水量丰富，由于埋深较大，它的补、迳、排条件主要受含水层的分布范围、厚度、上下隔水层的岩性等因素影响，对本工程无影响。

8.3.2.2 工程沿线水文地质条件

线路穿越无锡三个主要的地貌单元，依次为湖沼积洼地区、构造剥蚀残丘、冲湖积平原区。地层依所在地貌不同而存在差异。地下水以潜水（上层滞水）、和承压含水层分布。工程沿线水文地质平面图如图 8.3-2 所示，剖面图如图 8.3-3 所示，部分钻孔柱状图见图 8.3-4。根据沿线地下水的埋藏形式、含水层及相对隔水层特点，将沿线分为 3 个不同的水文地质单元，各单元地下水情况如下：

（1）水文地质 1 单元（起点~盛岸路站与惠山古镇站区间 DK5+500、天河停车场及其连接线）：

本段主要位于或靠近湖沼积洼地区，赋存多层地下水，以微承压含水层厚度较大、存在第 III 承压含水层为特征。地下水类型包括潜水（上层滞水）、承压水（第 I 承压含水层、第 II 承压含水层、第 III 承压含水层）。

潜水（上层滞水）：含水层岩性为①1 杂填土，含水层底板为③1、③2 粘性土。主要受大气降水的入渗补给，通过自然蒸发和侧向迳流排泄，动态特征表现为气候调节型。勘察期间未见该层地下水。

第 I 承压含水层上段（I 上）：含水层岩性为④2 层粉土、④3 层粉砂，含水层顶板为③2 粘性土，底板为⑥1、⑥2 粘性土。富水性一般-中等，以接受上部潜水的垂直入渗及周围河道的侧向补给为主要来源，以民间水井取水及向围

边河（湖）的侧向迳流为主要排泄方式，受地形、地貌的影响，微承压水位的初见水位及稳定水位有变化。

在广石路站④2层粉土层进行抽水（注水）试验，测得水位标高为1.11m，水位埋深为1.09m，影响半径为27m。单孔稳定流抽水试验计算渗透系数为 $2.93 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；用两个观测孔水位恢复数据计算渗透系数为 $3.78 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；降水头注水试验计算渗透系数为 $2.10 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。以孔深21.2米计算，单井涌水量 $2.20 \text{m}^3/\text{h}$ 。

第Ⅰ承压含水层下段（ $I_{\text{下}}$ ）：含水层岩性为⑥4粉土（含水层顶板为⑥3粘性土，底板为⑦1粘性土）、⑦2层粉砂（含水层顶板为⑦1粘性土，底板为⑧1粘性土）。含水量较丰富，以上部含水层的垂向越流补给为主要来源，以对深层地下水的越流为主要排泄方式。勘察期间于GJ4孔内测得⑦2层粉砂稳定水位为-3.69m，水位埋深6.21m。

第Ⅱ承压含水层：含水层岩性为⑨2层粉砂，含水层顶板为⑧3粘性土，底板为⑩粘性土。含水量较丰富，以承压水的越流补给及地下迳流补给，以人工开采及对深层地下水的越流为主要排泄方式。依据相关资料，稳定水位约为-38.0m，水位埋深约43.0m。

第Ⅲ承压含水层：含水层岩性为⑪层细砂，含水层为⑩层、⑫层粘性土，底板未揭露。含水量丰富，以邻区的侧向补给，基岩地下水的补给为主要来源，以人工开采为主要排泄方式。

水文地质2单元（盛岸路站与惠山古镇站区间DK5+500~河埭口站）：

本段主要位于构造剥蚀残丘附近，以紧邻惠山，接受惠山基岩裂隙水补给、第Ⅰ承压含水层厚度较大、缺失第Ⅱ、第Ⅲ承压含水层为特征。赋存多层地下水，地下水类型包括潜水（上层滞水）、承压水（第Ⅰ承压含水层）。

潜水（上层滞水）：含水层岩性为①1杂填土，含水层底板为③1粘性土。主要受大气降水的入渗补给，通过自然蒸发和侧向迳流排泄，动态特征表现为气候调节型。勘察期间未见该层地下水。

第Ⅰ承压含水层上段（ $I_{\text{上}}$ ）：仅见于惠山古镇站南区间，含水层岩性为④2层粉土，含水层顶板为③1粘性土，底板为⑥1粘性土。富水性一般-中等，以

接受上部潜水的垂直入渗、周围河道的侧向补给、西侧惠山基岩裂隙含水层的侧向补给为主要来源，以民间水井取水及向围边河（湖）的侧向迳流为主要排泄方式，受地形、地貌的影响，I 承压水位的初见水位及稳定水位有变化。勘察期间在 GJ7 孔测得其稳定水位 1.65m，水位埋深 1.85m。

第 I 承压含水层下段（I_下）：含水层岩性为⑦2 层粉砂，分布较普遍。含水层顶板为⑥3 粘性土，底板为⑧1 粘性土。含水量较丰富，以上部潜水和 I_上 的垂向越流补给、西侧惠山基岩裂隙含水层的侧向补给为主要来源，以人工开采及对深层地下水的越流为主要排泄方式。

青石路站 I 下含水层进行抽水试验，共设置 2 口井，抽水井 VI2-W18 和观测井 VI2-W18-1。其中抽水井与观测井距离 9.5m。各井结构参数如表 8.3-2。

表 8.3-2 青石路站抽水试验井结构参数表

试验地点	试验井类型	井数 (个)	试验井号	井深 (m)	井径 (mm)	滤管埋深 (m)	填砾深度 (m)	井的类型
青石路	抽水井	1	VI2-W18	16	300	9-14.5	9-16	完整井
	观测井	1	VI2-W18-1	16	170	9-14.5	9-16	完整井

抽水试验采用 3 次降深的稳定流抽水试验。采用稳定流承压水公式计算渗透系数：

$$K = \frac{0.366Q}{M(S_w - S_l)} \lg \frac{r_l}{r_w}$$

上式中： Q 为单井（钻孔）出水量（ m^3/d ）；

M 为承压含水层厚度（ m ）；

S_w 为抽水井内水位降深（ m ）；

S_l 为观测井内水位降深（ m ）；

r_w 为抽水井半径（ m ）；

r_1 为主孔至观测孔的距离 (m) ;

试验观测数据及渗透系数求取结果(表 8.3-3), 渗透系数为 1.92~2.13m/d。

表 8.3-3 抽水试验参数及成果表

试验井	Q	M	S_w	S_1	r_w	r_1	K
	m ³ /d	m	m	m	m	m	m/d
VI2-W18	34.73	5.2	6.11	3.39	0.07	9.5	1.92
	24.46	5.2	4.06	2.34	0.07	9.5	2.13
	13.78	5.2	2.08	1.05	0.07	9.5	2.01

水文地质 3 单元 (河埭口站~终点、具区路车辆段及其连接线) :

本段主要位于冲湖积平原区, 以(15)层细砂基本缺失、其余各含水层零星分布为特征。赋存多层地下水, 地下水类型包括潜水(上层滞水)、微承压水、承压水(第 I 承压含水层、第 II 承压含水层)。

潜水(上层滞水): 含水层岩性为①1 杂填土, 含水层底板为③1 粘性土。主要受大气降水的入渗补给, 通过自然蒸发和侧向迳流排泄, 动态特征表现为气候调节型。勘察期间未见该层地下水。

第 I 承压含水层上段(I_上): 含水层岩性为④2 层粉土、④3 层粉砂(车辆段为⑤2 层粉土), 含水层顶板为③2 粘性土, 底板为⑥1 粘性土。富水性一般-中等, 以接受上部潜水的垂直入渗及周围河道的侧向补给为主要来源, 以民间水井取水及向围边河(湖)的侧向迳流为主要排泄方式, 受地形、地貌的影响, I 承压水位的初见水位及稳定水位有变化。在具区路车辆段 GJ22 孔, 该⑤2 层粉土含水层厚 21.3m, 水位标高 1.24m, 水位埋深 1.41m。

在五湖大道站④2 层粉土层进行抽水(注水)试验, 测得水位标高为 3.51m, 水位埋深为 1.71m, 影响半径为 30m。单孔稳定流抽水试验计算渗透系数为 3.17×10^{-4} cm/s; 用两个观测孔水位恢复数据计算渗透系数为 1.22×10^{-4} cm/s; 降水头注水试验计算渗透系数为 1.17×10^{-4} cm/s。以孔深 14.60 米计算, 单井涌水量 $0.45 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

在吴都路站④2层粉土层进行抽水（注水）试验，测得水位标高为2.62m，水位埋深为1.44m，影响半径为35m。单孔稳定流抽水试验计算渗透系数为 $5.50 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；用两个观测孔水位恢复数据计算渗透系数为 $5.47 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；降水头注水试验计算渗透系数为 $2.85 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。以孔深13.60米计算，单井涌水量 $1.10 \text{m}^3/\text{h}$ 。

第Ⅰ承压含水层上段（I_下）：含水层岩性为⑥4层粉土，主要分布于市民广场站及其南北两侧和蠡湖公园站及其南北区间。含水层顶板为⑥3粘性土，底板为⑦1、⑧1粘性土。含水量较丰富，以上部微承压水的垂向越流补给为主要来源，以人工开采及对深层地下水的越流为主要排泄方式。勘察期间于GJ13孔内测得⑥4层粉土稳定水位为-5.60m，水位埋深约9.78m。

第Ⅱ承压含水层：仅见于具区路车辆段及其连接线，以透镜体分布，含水层岩性为⑫1层粉砂，含水层顶、底板为⑫粘性土。含水量较丰富，以承压水的越流补给及地下迳流补给，以对深层地下水的越流补给为主要排泄方式。

8.3.3 地下水开发利用及动态

无锡市开采深层孔隙地下水始于五十年代，开采历史大致可分为五个阶段。

（1）1989年为地下水利用发展期。1980年以前为地下水开采的起步阶段，至1979年，全市仅有46眼深井。1980~1989年城市工业需水量增大，供水矛盾日趋突出，无锡市一些用水量较大的企业开始广泛开发利用深层地下水，在这个阶段，全区深井数以5~54眼/a的速度递增。至1989年，已发展到310眼，年开采量逾2000万 m^3 。

（2）1990~1996年为地下水开采的高潮阶段。进入九十年代，工业化城市需水量迅速增大，加之地表水污染严重，为解决供水问题，大量企事业单位都采取了凿井方式，新建自备水厂，致使城市区开采井数和开采量急骤上升，地下水资源的开采达到了高潮，至1996年底，全市共有深井约1130眼，“三集中”开采现象极为严重。由于地下水超采严重，导致全市形成五个水位降落漏

斗，在锡西北地区中心水位埋深常年低于含水层顶板，普遍超过 80m，成为典型的疏干开采区，并由此造成无锡市地面沉降、地裂缝灾害十分严重。

(3) 1997~2000 年为地下水限采阶段。该时期无锡市采取了一系列有力管理措施，使地下水开采量和深井总数迅猛增长的势头得到了控制。1999 年全市深井比 96 年净减少 36 眼，实际开采量压缩了 3379 万 m³。地下水水位下降速率有所减慢，漏斗区迅速扩展的趋势得到遏制，局部地区水位有所回升。

(4)、2001~2004 年为地下水禁采贯彻落实阶段。2000 年 8 月，省人大颁布了《关于在苏锡常地区限期禁止开采地下水的决定》，无锡市政府高度重视，着手进行开采井的封井工作。

(5) 2005~现今，地下水禁采阶段。2005 年底全面完成禁采封井任务，至今禁采成效初步显现。据监测资料分析，无锡市地下水降落漏斗面积已得到有效控制，地下水位出现回升，地面沉降速率明显趋缓。

二十世纪五六十年代，该区深层承压水水头仅在地面以下 2~3m，由于 80 年代以后工农业迅猛增长，对地下水的开采量猛增、开采强度过大，致使地下水位大幅度下降，地下水水位普遍降至地表以下 50m，局部在 80m 以下。随着禁采政策的贯彻实施，无锡地区主采层地下水开采量大幅压缩，2002 年的实际开采量已减至禁采之初的一半，市区开始呈现地下水位持续回升局面。原为市区水位漏斗中心的黄巷至坊前一线，通过禁采恢复，至 2008 年底，水位上升近 20m，效果显著。目前，市区平均水位已恢复至 50m 以浅，风雷新村水位埋深 43.5m，是资料所测井中最深点，向东水位渐浅，接近苏州的硕放地下水位埋深 31.5m。锡山与江阴相邻地区水位上升也较明显，其中张泾镇水位升幅最大（30.5m），新桥、长泾、河塘地下水位分布是 34.6m、36.1m 和 42m，原来包围上述地区的 50m 水位埋深先已收缩至港下镇，目前主采层地下水位埋深在 40-80m 之间。

无锡市浅层地下水由于水质、水量原因，开发利用程度很低，地下水动态受降水等因素呈现季节性波动特征，但总体较为稳定。根据《无锡市浅层地下水资源开发利用规划（研究）报告》，无锡浅层地下水年开采量约 81.38 万 m³。民井取水量一般很少，一天取用数方水或不足 1 方水，地铁 4 号线沿线分布极少量生活辅助用水井（如表 8.2-3 所示），由于地铁沿线生活供水水源为地

表水，居民生活浅井主要用于洗涤等辅助用水。无锡市浅层水主要用于工业供水，其次是生活供水，一般井深在 50-60m 的浅井多数为工业用水，井深在 10m 以下的水井多数为生活用水，生活用水的开采量很少，不足总开采的五分之一。浅层的潜水和微承压水的地下水开采总量比较小，远小于其资源量和可采资源量（无锡市微承压含水层可采资源量 890 万 m³/a），地下水位基本处于天然状态，区内未出现因开采浅层地下水而产生的环境地质问题。

表 8.2-3 无锡地铁 4 号线附近居民生活辅助用水井概况

序号	井位置	井深 (m)	用水量 (m ³ /d)	用途
1	黄岸头	7m	2	洗涤拖地
2	盛岸里	10m	2	拖地
3	上余巷	8m	2	洗涤拖地
4	小园一村	5m	2	洗涤
5	六房巷	7m	2	洗涤

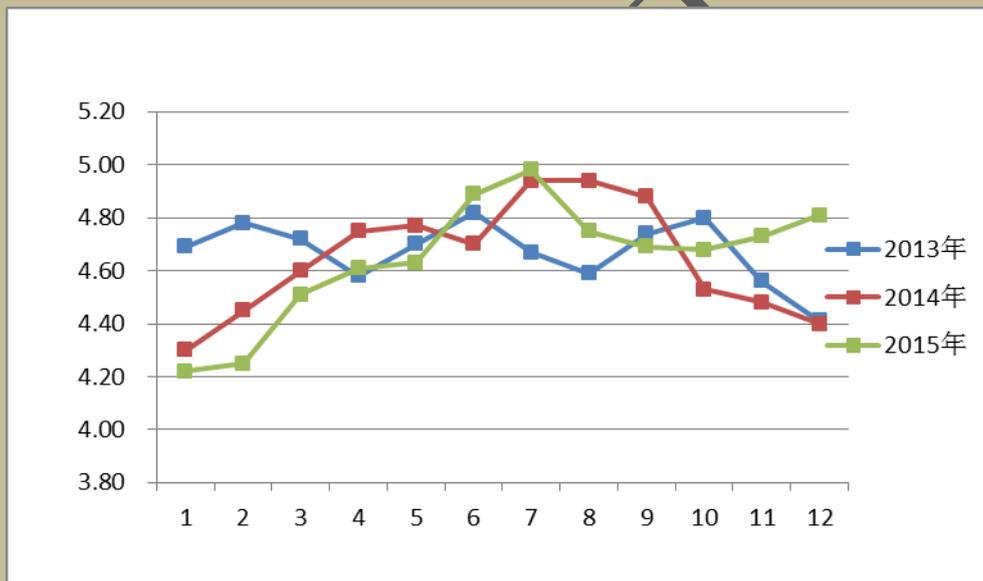
无锡市 3 个浅层地下水位长期监测点属性如表 8.3-4 所示，监测点分布如图 8.3-5 所示，监测井水位动态如图 8.3-6 所示。

表 8.3-4 浅层地下水位监测点特征表

测井 编号	测井位置 (县或市、乡、村方向)	坐标		设立日期 (年/月)	井深 (米)		地面 高程 (米)
		东经	北纬		原深	现深	
100305-0	无锡市惠山区洛社镇	120°11'	31°39'	2008/01	7.0	6.8	5.26
100306	无锡市锡山区鹅湖镇黄泥头村	120°35'	31°33'	1998/02		5.1	4.41
100307	无锡市锡山区锡北镇泾西村	120°26'	31°40'	2008/01	5.4	5.4	7.13



图 8.3-5 无锡市地铁 4 号线沿线周围浅层地下水监测网点示意图



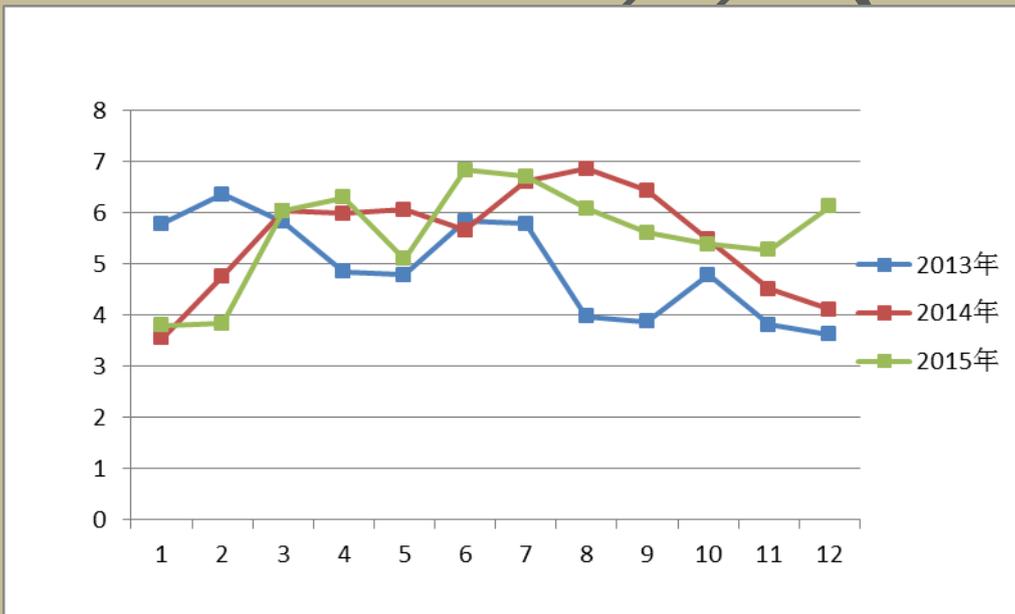
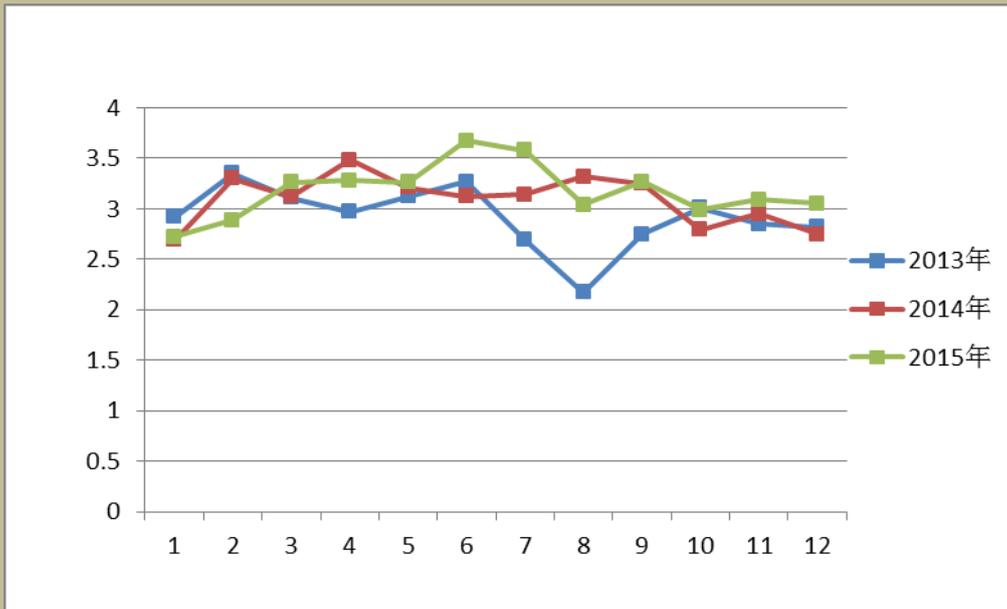


图 8.3-6 无锡市三个长期浅层地下水位监测网点近年水位对比图

8.3.4 环境水文地质问题

区域地下水大量开采的结果使地下水位下降，已引发了城区不同程度的地面沉降、地裂缝灾害。

8.3.4.1 地面沉降

无锡地面沉降始于上世纪七十年代初期，先发生于无锡城区，八十年代后扩展至外围乡镇地区。在 1980~2000 年之间的 20 年中，由于地下水开采井和开采量逐年骤增，导致 II 承压水位持续性大幅度下降，地面沉降也随之快速发展。城区运河以北，东亭以西和锡西石塘湾、洛社、前洲、杨市、玉祁、堰桥等乡镇片累计地面沉降量多已超过 1000mm，成为苏锡常地区地面沉降最为严重的地段，为典型的地面沉降重灾区。2000 年以后，随着地下水禁采计划的实施完成，已显示出了良好的环境效应，不仅地下水位开始了普遍回升，地面沉降也明显趋向缓和，2004~2005 年监测数据反映，地面沉降最严重的锡西地段，年沉降速率已减缓至 10~20mm/a，至 2013 年，年沉降速率小于 10mm/a，地面沉降明显减缓。区域上禁采初期、2008 年地面沉降速率如图 8.3-7 和图 8.3-8 所示（据《苏锡常地区地下水禁采效果后评估》报告，2011 年），沉降速率随着深层地下水禁采时间的延续而逐步减小。无锡市地面沉降形态为一个呈北西-南东向的不规则大漏斗，其漏斗中心在北部国棉三厂和国棉五厂，漏斗向北、北西展开，向南和南东紧收。主要沉降区的总沉降量已超过 800mm，次要沉降区的总沉降量平均在 400-600mm，相对稳定区的总沉降量一般小于 100mm。由于存在滞后性，地面沉降还可能会延续一段时间，但随着时间的推移，地面沉降速率必将进一步减小。

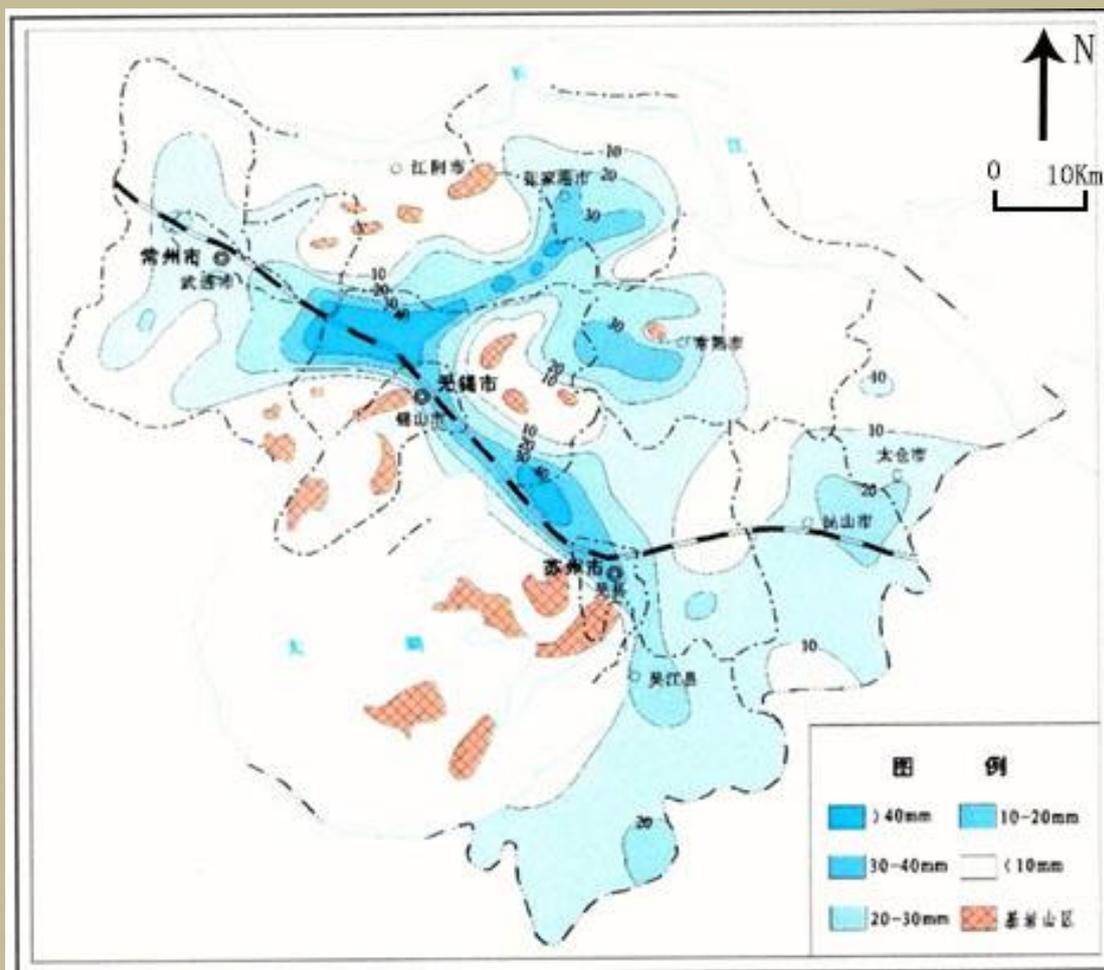


图 8.3-7 禁采初期苏锡常地区地面沉降速率图

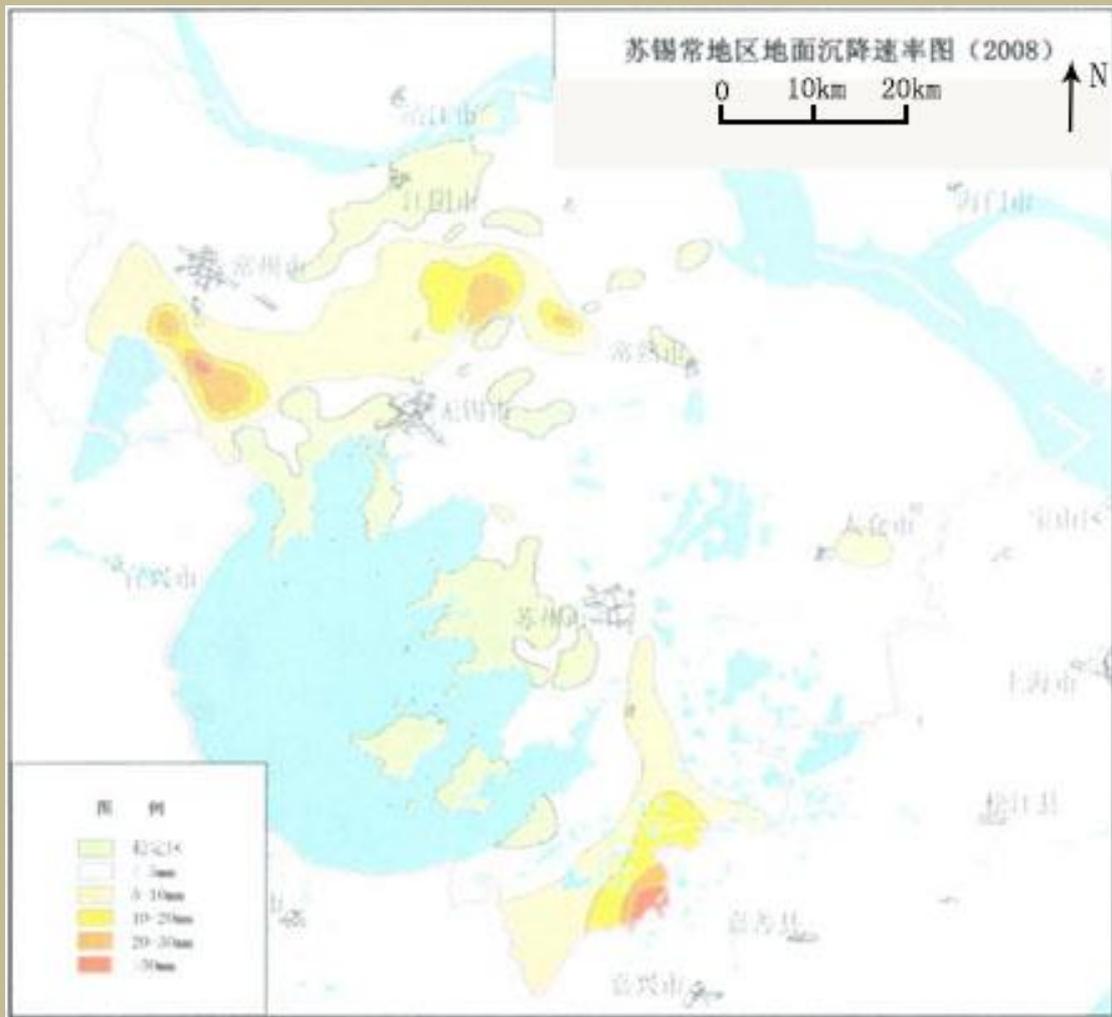


图 8.3-8 2008 年苏锡常地区地面沉降速率图

地下水过量开采导致地下水水位持续下降，是造成无锡地区地面沉降的主要原因。在无锡地区地下水主要开采层（深层承压水）之上普遍发育软土层，它们具有含水量高、孔隙比大、压缩性高、渗透性较差等共同特点。在长期超量开采地下水的条件下，承压含水层水位降低，上覆高压压缩软土层中孔隙水压力相应下降土体内有效应力增加，从而产生压密固结作用，即压缩变形。其变形量与土层厚度有关，厚度越大，变形越大地面沉降也越大。

根据各分层标监测数据确定第Ⅱ承压含水层及以上层位是无锡地区地面沉降的主要层位。根据无锡前洲分层标数据，地面沉降主要发生在第Ⅱ承压含水层及其顶板弱透水层。2003 年到 2008 年间，累计沉降 89.1mm，其中第Ⅱ承压含水层砂层压缩 49.6mm，隔水顶板压缩达 27.8mm，浅部地层固结压缩

11.7mm。沉降速率从2000年的大于50mm/a逐步下降到2008年的5.3mm/a，每年平均减幅度达5mm，且在地层中的分布比较均匀，体现了由浅至深地层固结动态的一致性。因此，在深部含水层禁采后，深部地面沉降得到控制，浅部地面沉降需要关注。

地面沉降量的大小受水文地质条件、高压塑软土层的岩性、结构特征、厚度大小及空间分布规律等因素制约，但其主导因素是开采量和水位。根据《苏锡常地区地下水禁采效果及合理开发利用研究》报告（2010年）及《苏锡常地区地下水禁采效果后评估》报告（2011年），地下水禁采后地面沉降效应研究表明，地面沉降和地下水位密切相关（如图8.3-9所示），沉降的减小略滞后于水位的上升。苏锡常地区深层地下水禁采以来，凡是地下水位回升地区，地面沉降均出现不同程度减弱甚至是停止。区域地下水位普遍上升，沉降速率明显降低，特别是水位快速回升地区和水位埋深小于20-30m的地区，沉降速率变得很小，部分达到禁采前沉降量的5%-10%。

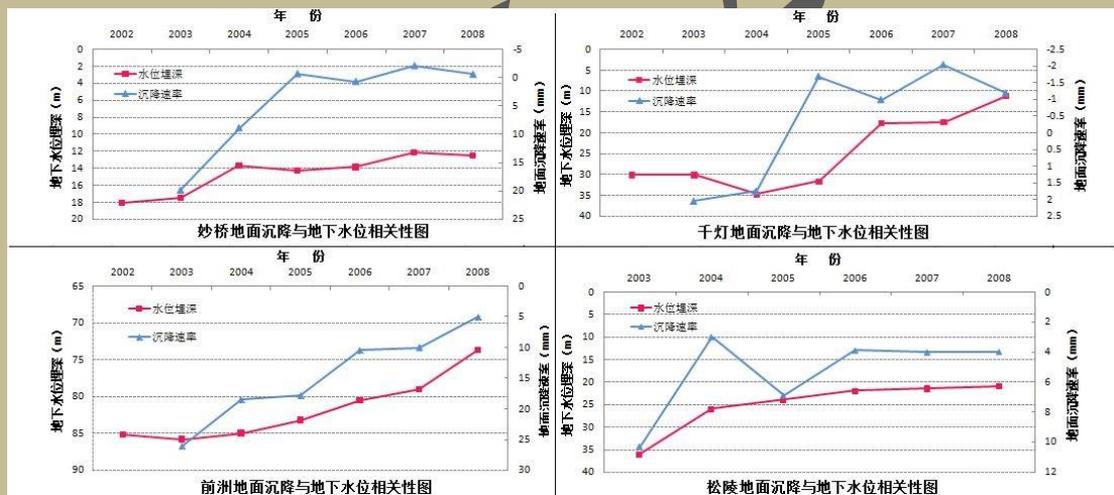


图 8.3-9 地下水位与地面沉降动态相关性比较

随着深层地下水的继续禁采，水位持续回升，地面沉降速率也将进一步减缓。

评估区地面沉降已不同程度发生，累计地面沉降量（截至2013年，下同）变化较大：起点—青石路站西南（大致在DK0+000~DK4+700），处在累计地面沉降量大于800mm的范围；青石路站西南—京杭运河西南侧（大致在

DK4+700~DK5+100)、起点以东区间,处在累计地面沉降量 300~800mm 的范围;京杭运河西南侧—惠山古镇站南侧(大致在 DK5+100~DK7+200)区间,处在累计地面沉降量 0~300mm 的范围;惠山古镇站南侧—终点(大致在 DK7+200 以南)区间,未发生地面沉降。

全文电子版

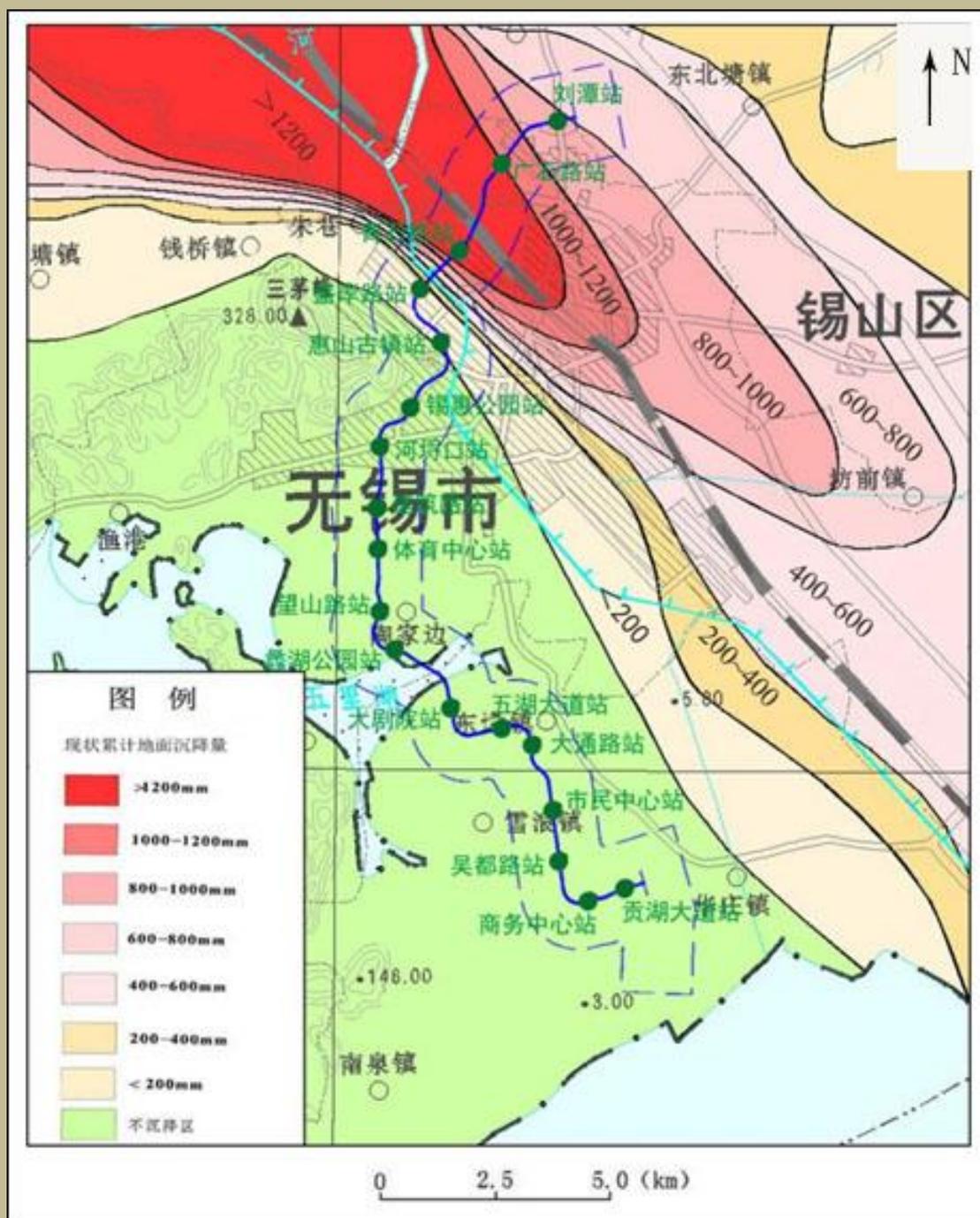


图 8.3-10 拟建工程沿线地面沉降现状图（2013 年）

8.3.4.2 地裂缝

根据调查及监测结果可知，地裂缝灾害出现于二十世纪九十年代，无锡市区内已发现的灾害点共七处，均分布在评估区外围。已发现的所有地裂缝地质灾害，每处地裂缝带中都反映特定的方向，断续延伸。地裂缝密集组成带状展布，裂缝带的宽度一般都在 30~100m，长度可达 200~500m，个别达 1000m 以

上，地裂缝带中往往有一条主裂缝和多条分布其两侧的次级裂缝，裂缝发育数量和严重程度随着与主裂缝之间距离的增大而逐渐减轻。

评估区位于常州横林东—无锡梅村西的中部块段内，虽然本次调查评估区内未发现地裂缝迹象，但评估区的青石路站—惠山古镇站南

(DK4+300~DK7+200) 区间，处在地裂缝高易发区内（见图 8.3-11），具有发生地裂缝的隐患。



图 8.3-11 拟建工程及附近地裂缝点及易发区图

8.2.5.3 岩溶地面塌陷

评估区在盛岸路站附近（DK5+200~DK6+750）、河埭口站南—望山路站（DK10+150~DK13+500）、望山路站—市民中心站（DK13+500~DK20+380）、市民中心站—终点（DK20+380~终点）等区段，为隐伏岩溶分布区。

根据调查及有关资料，评估区上述隐伏岩溶分布区范围，目前尚未发现岩溶地面塌陷，但具备形成岩溶地面塌陷的地质背景条件。

8.4 工程对地下水环境影响预测评价及总结

无锡地铁 4 号线一期工程对地下水环境影响预测评价主要包括施工期、运营期对地下水的影响。

8.4.1 施工期影响评价总结

施工期影响评价主要分析核对无锡地铁 4 号线一期工程施工排水对水位和水量的影响、施工排水可能导致的环境水文地质问题以及对地下水水质的影响。

① 施工对局部地下水水位的影响

无锡地铁 4 号线一期工程拟建工程车站采用明挖法施工，基坑施工排水前先建设地下连续墙，深度至微承压含水层底部的粘土、粉质粘土层。基坑施工采取地下连续墙后，有效阻隔潜水和微承压含水层在基坑内外的水力联系，可以有效隔断坑内外水力联系，使排水量为车站范围内这两个含水层的储水量，水位影响范围有限。同时结合无锡地铁 1、2 号线车站施工期水位监测结果，在保证连续墙施工质量情况下，基坑外地下水水位变化小（坑外水位下降控制在 1 m 以内），对区域地下水水位影响很小。

不同方法计算以及实际抽水试验资料结果均表明，车站施工排水的影响半径不大，小于（HJ 610-2011）中地下水水位变化区域范围“小”级界定的数值（500m），其影响主要集中在施工期，施工结束后，可以通过地下水的自然运移缓慢恢复，车站施工降水对沿线地下水水位的影响小。

② 施工对地下水资源量的影响

无锡地铁 4 号线一期工程车站采用明挖法施工，明挖法施工进行基坑排水，基坑排水涉及的主要含水层为微承压含水层，本工程明挖法施工均采用地下连续墙止水措施，在正常工况下，防渗效果较好，排水量为基坑内部潜水和微承压含水层的储水量，水量小，对区域地下水资源量影响小。

在止水帷幕完全失效的风险情况下，以大剧院站为例计算涌入基坑的地下水量。

①确定影响半径 R 和引用半径 r_0

不规则基坑的引用半径为： $r_0 = \sqrt{F/\pi}$ ， F 为基坑面积，大剧院主体基坑面积为 9598.3m^2 。

影响半径 R ：承压含水层， $R = 10s_w \sqrt{KH_0}$ ，式中， s_w —设计基坑水位降深， $0.06\sim 0.88\text{m}$ ； K —含水层渗透系数； H_0 —含水层静止水位标高， -1.3m 。

②计算基坑总排水量

对于承压含水层，

承压完整井： $Q_2 = 2.73Kms_w / (\lg R/r_0)$

式中， Q_2 —基坑总排水量； m —承压含水层厚度。

经计算，工程沿线地下水含水层岩性以粉土、粉砂为主，渗透性一般，出水量最大为 $538.38\text{ m}^3/\text{d}$ 。在广石路站、青石路站、建筑路站、蠡湖公园站、吴都路站、商务中心站、贡湖大道站基坑规模较大站排水量相对较大。但排水量均小于（HJ 610-2011）中地下水水位供排水规模“小”级界定的数值（ $1000\text{ m}^3/\text{d}$ ）。

区域降雨和地表水资源丰富，浅层地下水较易得到大气降水及地表水体的补充，施工排水对浅层地下水的资源量影响不大，在施工结束后，可以得到逐步恢复。

③施工排水可能导致的环境水文地质问题

地面沉降：根据《无锡地铁 4 号线一期工程地质灾害危险性评估报告》，工程沿线沉降速率均小于 5 mm/a ，判定现状评估地面沉降灾害危险性小。类比无锡地铁 1、2 号线，影响地铁 1、2 号线主要地下水层有潜水（赋存于杂填土层）、微承压水层（赋存于③3 粉土层及④粉砂层中），该两层含水层在基坑施工

过程采取支护结构（地下连续墙）隔断坑内外水力联系，坑内疏干降水措施，坑外水位变化较少（坑外水位降控制 1.0 m 以内），引起的地面沉降根据 1、2 号线监测情况看变化微少；无锡地铁 4 号线一期工程水文地质条件与无锡地铁 1、2 号线类似，基坑开挖深度也均在 20~25 米，因此，4 号线工程在采取地下水连续墙止水帷幕后，可有效隔断坑内外的水力联系，施工降水对地面沉降影响总体可控。

④对水质的影响

拟建工程施工时，产生一定的生产和生活废水，主要包括施工人员生活污水、施工场地污水及施工机械车辆冲洗污水、散体建筑材料的运输与堆放、施工排水、施工注浆以及施工泥浆等。对施工人员生活污水，在条件许可时接入城市污水管网系统，在不具备纳入既有排水系统的施工场地，建议生态厕所或临时化粪池，收集生活污水，定期送往污水处理厂集中处理；对施工场地污水，要求工程施工设计中，在施工场地内设置截水沟、沉淀池和排水管道，截留收集施工场地内的废水，经沉淀等处理后回用或排放城市管网；对于散体材料，在施工营地附近，尽量减少长久对方小颗粒、易飘散的施工材料，从源头上避免或减少扬尘污染发生的频次，同时施工过程中加强对散体材料的保管，覆盖防水油布，避免因降雨等将材料颗粒物淋滤入渗进入地下水；施工的注浆液要求不含重金属、剧毒类、有机物以及其它各类污染物或添加剂，尽量减小施工过程中注浆液对地下水环境的影响。

在车站施工开挖排水过程中，应按《地下水质量标准》对排水进行地下水水质监测，如不能满足标准要求，应预处理后就近排入城市污水管道，纳入城市污水处理厂处理。对满足质量标准要求的排水可以简单沉淀处理后回用。

在严格采取以上措施后，施工期无排入地下水的污染物，文明施工、落实相关环境保护措施，就能有效阻止污染物进入地下水。因此，工程施工对地下水水质的影响很小。

8.4.2 运营期影响预测评价

8.4.2.1 运营期地下水流场的影响

(1) 对地下水径流的影响

运营期拟建工程对地下水的影响主要是存在于地下的隧道和车站。隧道和车站本身不透水，具有阻水作用，会改变地下水流场和水位。

拟建工程浅层地下水水位等值线如图 8.4-1 所示。从水位等值线与地铁线路走向图可以看出，线路大体与地下水流向一致，拟建项目运营对区域地下水径流影响不大，不会使地下水受阻而在两侧产生较大的水位差。但在惠山段，浅层地下水总体流向由山体流向东侧的京杭大运河，而拟建工程位于惠山和大运河之间，三者位置关系图如 8.4-2 所示，拟建项目可能会影响该局部地段地下水径流。

由拟建线路水文地质剖面图，拟建工程从盛岸路~河埭口地段，均建在粘土或粉质粘土中（相对隔水层），并未穿过任何含水层，因此，拟建工程在惠山段对地下水径流影响非常小。

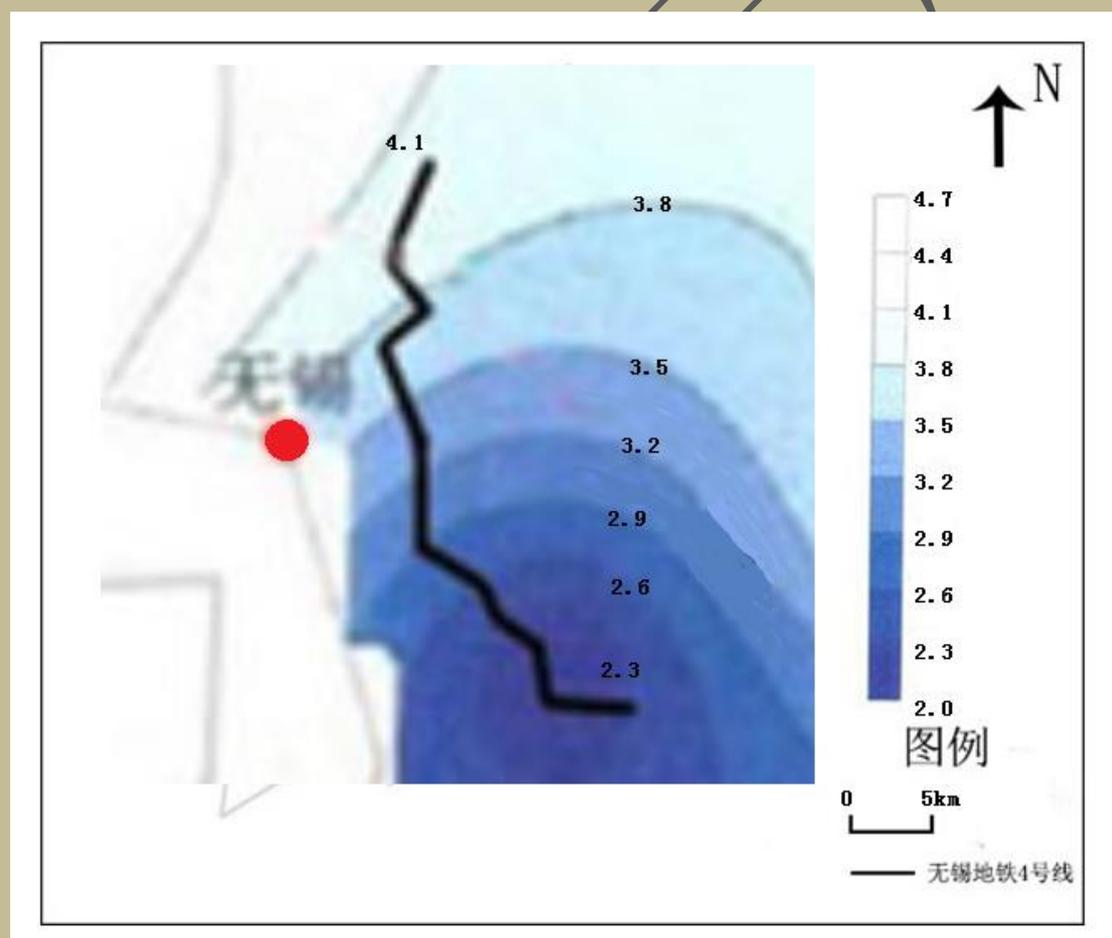


图 8.4-1 无锡地铁 4 号线一期工程走向和地下水流向关系图



图 8.4-2 拟建工程与惠山、大运河位置关系

(2) 对地下水水位的影响

拟建车站和隧道在穿越含水层时，会在一定程度上减少浅层含水层的过水断面，必将导致地下水水位在一定程度上产生壅高现象。根据拟建项目水位地质剖面图，拟建线路仅在部分车站穿越含水层。隧道未经过含水层，影响较小。

根据区域有关地下水的流向及其补径排条件进行分析得知，拟建工程线路走向基本与地下水流向平行，拟建工程对地下水径流影响很小。基于考虑环境

影响最大化原则，假设拟建工程穿越含水层地段，工程线路与地下水流方向垂直，预测拟建项目对地下水水位影响。

由于区内地势平坦，水力坡度很小，一般小于 1/1000，现假定稳定流条件下，在本工程修建前后，地下水通过地铁工程沿线过水断面的流量恒定，即 $Q_1=Q_2$ ，地下水渗透系数没有太大变化，即 $K_1=K_2$ ，则地下水位壅高量

$$\Delta h = (J_2 - J_1) * L$$

式中：L——区间隧道和车站的宽度；

J_1 、 J_2 ——分别为地铁修建前后过水断面的水力坡度。

计算结果，如表 8.4-1 所示。

表 8.4-1 无锡地铁 4 号线一期工程地下车站壅高水位预测表

站名	$J_2 - J_1$ (按最大估计值计算)	车站宽度 (m)	水位壅高值 (m)
广石路站	0.001	15	0.015
青石路站	0.001	15	0.015
建筑路站	0.001	13	0.013
蠡湖公园站	0.001	15	0.015
吴都路站	0.001	15	0.015
商务中心站	0.001	15	0.015
贡湖大道站	0.001	15	0.015

表中计算结果显示地下水位最大壅高高度在 0.015m，小于浅层地下水水年内水位变幅。且浅层地下水和降水、地表水体联系较为密切，本身具有较强水位动态调节能力，拟建工程导致的水位壅高会随着蒸发、向其它含水层越流、向地表水排泄等途径进行调节，不会导致严重环境水文地质问题。

8.4.2.2 运营期对区域地下水质的影响

根据污水源强及特征，选择运行期具区路车辆段的处理生活污水的化粪池和处理生产废水的污水处理站非正常泄露情况下对地下水环境影响进行预测评价。本次预测所用模型需要的参数有：含水层厚度；外泄污染物质量，岩层的有效孔隙度，水流速度，污染物纵向弥散系数，污染物横向弥散系数。

相关污染预测参数选取具体如下：

- (1) 外泄污染物质量

非正常工况下，假设泄露量为正常状况渗漏量的 100 倍；根据污水特征，分别选择污水处理站的石油类和生活污水中的氨氮作为车辆段非正常工况模拟预测因子。预测评价源强如表 8.4-2 所示。

表 8.4-2 非正常工况下泄露入渗地下水源强表

预测因子	浓度 (mg/L)	源强 (t/a)
氨氮	25	0.36
石油类	25	1.83

(2) 根据区域已有的水文地质勘察资料，车辆段区域的含水层为第冲湖积平原区，含水层厚度取均值 21m。

(3) 车辆段区域含水层岩性为以砂岩为主。根据经验参数确定效孔隙度 n 取值为 0.5。

(4) 根据区域已有的水文地质勘查成果，计算确定水力坡度为 0.004，含水层渗透系数约为 25m/d，水流速度为渗透系数、水力坡度的乘积除以有效孔隙度，即 $u=K \times I/n=0.2\text{m/d}$ 。

(5) 一般弥散试验的结果受试验场地的尺度效应影响明显，其结果应用受到很大的局限性，因此，本次预测过程中所用的弥散度根据前人有关弥散度尺度效应的研究成果来确定。参考 Gelhar L.W (1992 年) 在“A critical review of data on field-scaledispersion in aquifer”一文中对 59 个不同尺度的地区弥散度的研究成果，以及成建梅 (2002 年) 在“考虑可信度的弥散尺度效应分析”一文中根据 118 个弥散资料对纵向弥散度与试验尺度数据回归分析所得到的回归方程，结合区域水文地质条件特征，确定场段含水层纵向弥散度取值为 10m，则纵向弥散系数 $D_L=\alpha_L \times u=2\text{m}^2/\text{d}$ 。依据美国环保署 (EPA) 提出的经验数据：横/纵向弥散度比 (α_T/α_L) 一般为 0.1，则厂区含水层横向弥散度取值为 1m，横向弥散系数 $D_T=0.2\text{m}^2/\text{d}$ 。

生活污水处理化粪池和生产污水处理池位置如图 8.4-3 所示。根据具区车辆段钻孔资料和水文地质条件，以车辆段向外扩 500m 作为模拟区域，模拟计算区地下水流基本自北向南，构建模型进行地下水环境影响预测评价。模拟计算得到生活污水泄露氨氮引起的污染随时间的分布如图 8.4-4 所示，距离化粪池 5m 地下水下游处氨氮浓度随时间变化如图 8.4-5 所示；生产废水泄露石油类引

起的污染物随时间分布如图 8.4-6 所示，距离污水处理站 5m 地下水下游污染物随时间分布如图 8.4-7 所示。

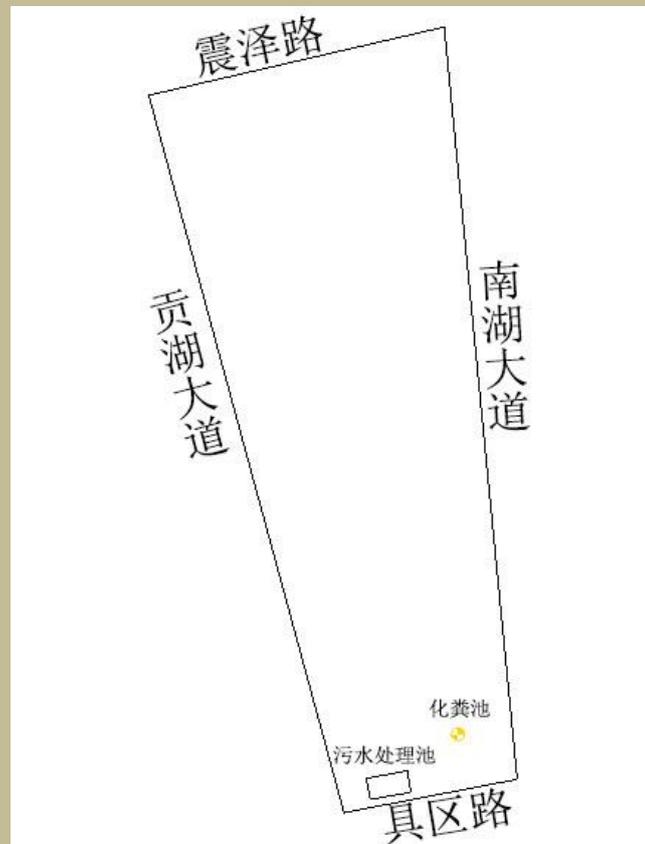


图 8.4-3 具区车辆段化粪池和污水处理池位置示意图

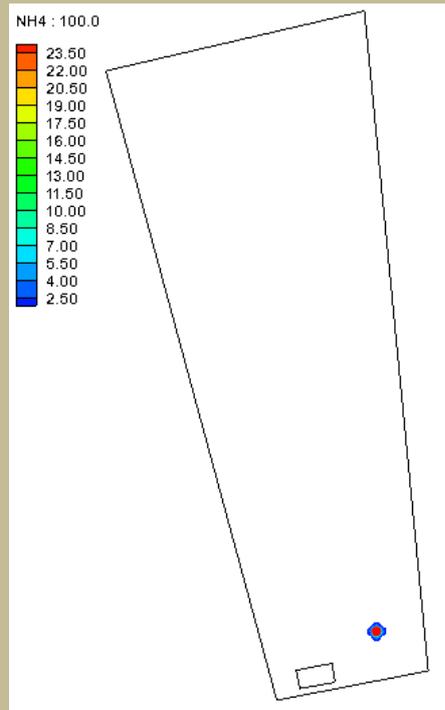


图 8.4-4 (a) 化粪池泄露 100 天后氨氮浓度分布图

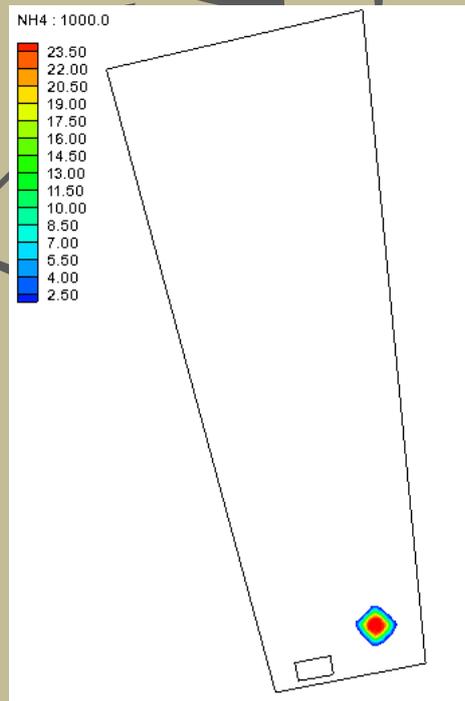


图 8.4-4 (b) 化粪池泄露 1000 天后氨氮浓度分布图

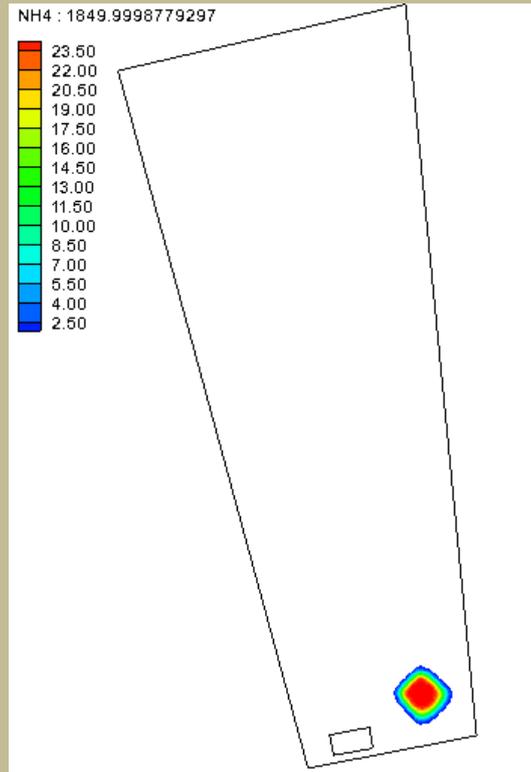


图 8.4-4 (c) 化粪池泄露 5 年后氨氮浓度分布图

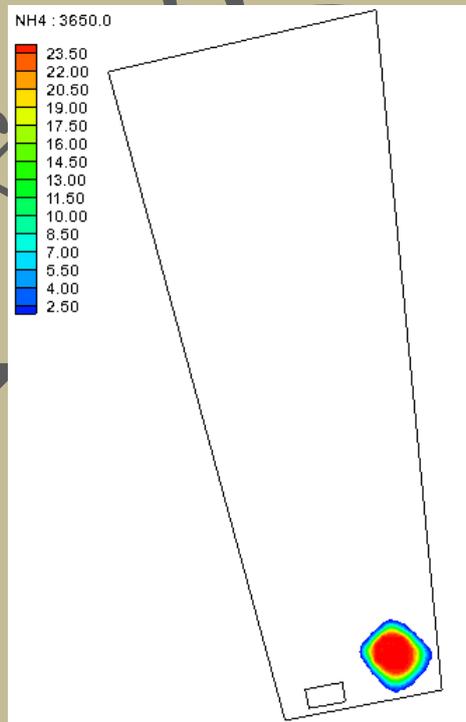


图 8.4-4 (d) 化粪池泄露 10 年后氨氮浓度分布图

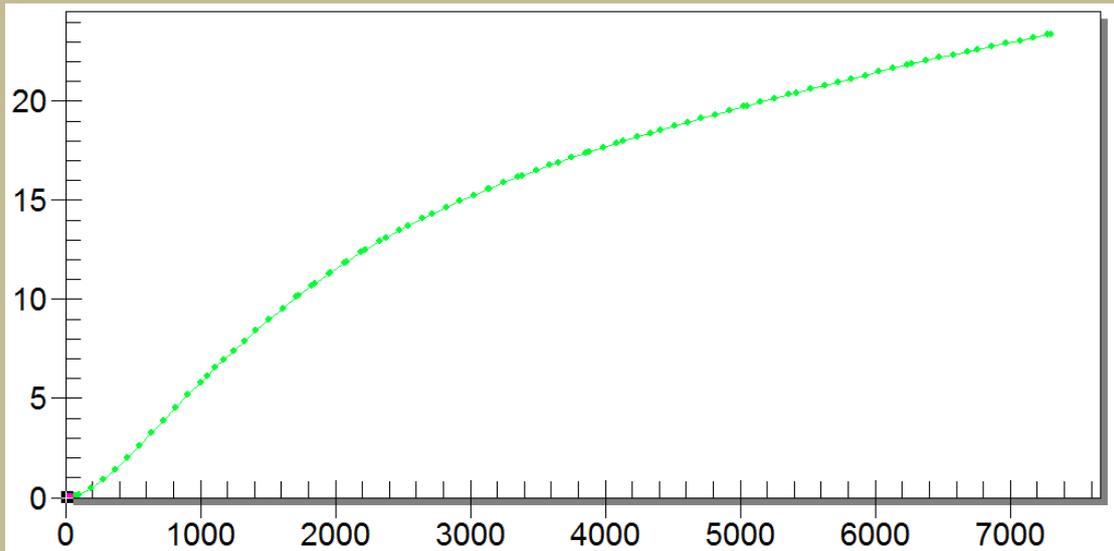


图 8.4-5 化粪池 5m 地下水下游处污氨氮浓度 (mg/l) 随时间变化曲线图

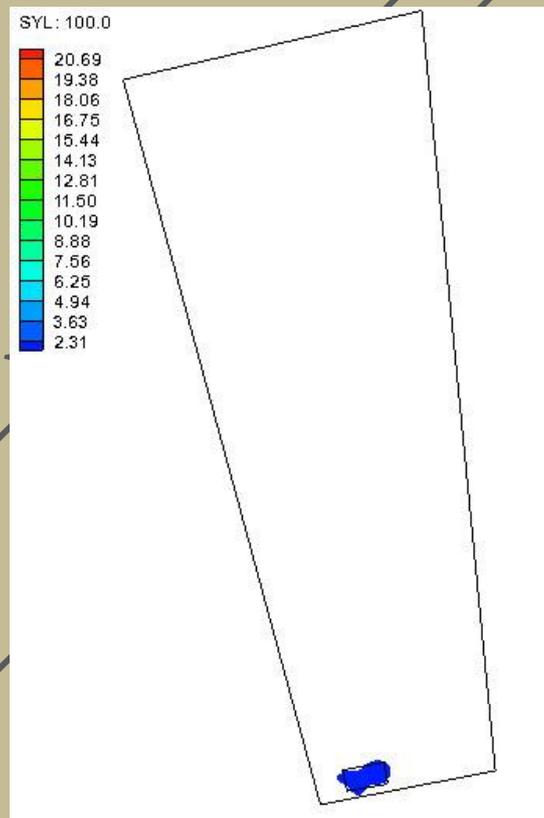


图 8.4-6 (a) 污水处理站泄露 100 天后石油类浓度分布图

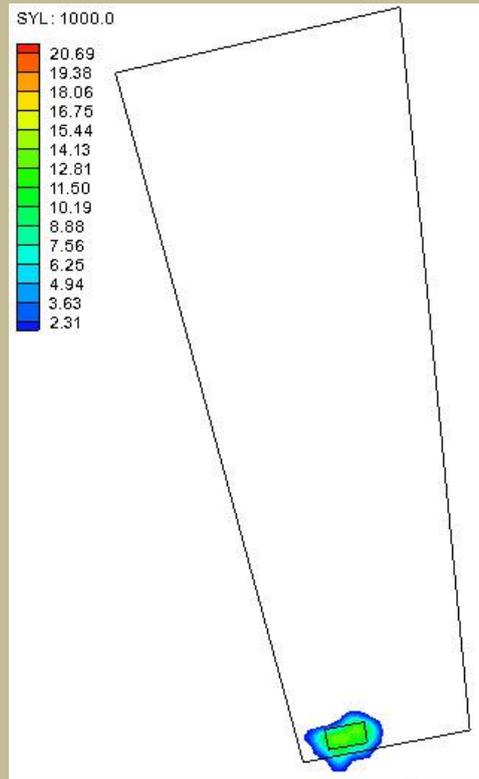


图 8.4-6 (b) 污水处理站泄露 1000 天后石油类浓度分布图

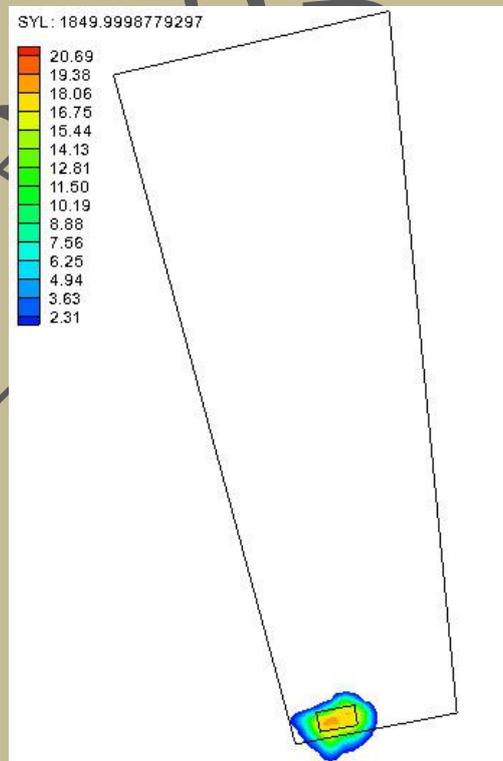


图 8.4-6 (c) 污水处理站泄露 5 年后石油类浓度分布图

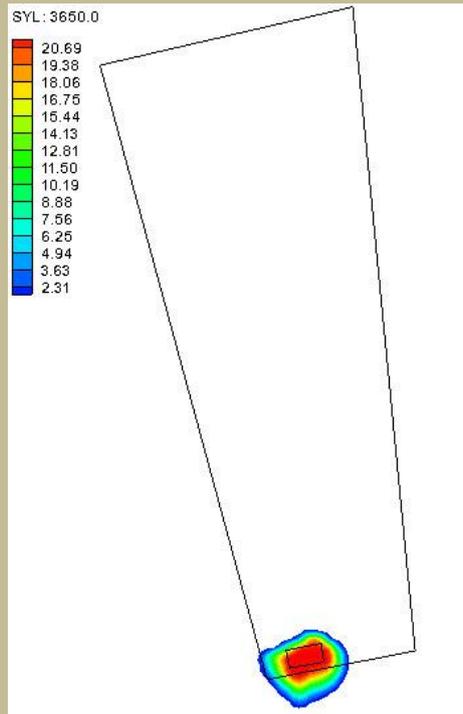


图 8.4-6 (d) 污水处理站泄露 10 年后石油类浓度分布图

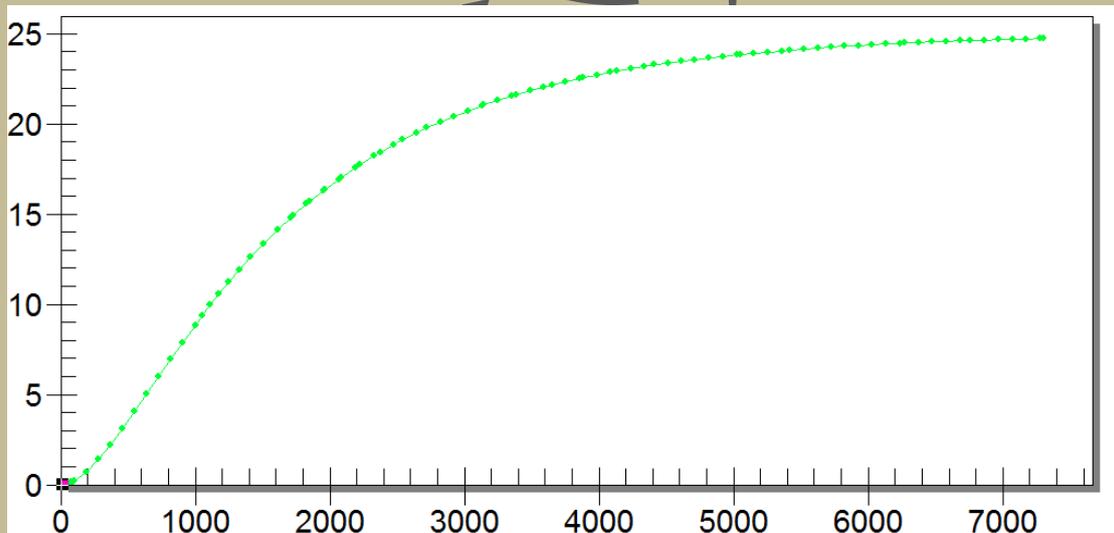


图 8.4-7 污水处理站下游 5m 处石油类浓度 (mg/l) 随时间变化曲线图

表 8.4-3 非正常工况下氨氮与石油类不同时间迁移距离 (m)

预测因子	100 天 (m)	1000 天 (m)	5 年 (m)	10 年 (m)
氨氮	18.5	40.2	53.5	77.3
石油类	6.3	45.9	58.1	81.5

(注: 石油类运移距离结果是污染羽到污水处理池边界的距离)

根据表 8.3-6 模拟计算结果, 污染物的迁移范围很小, 最大运移距离约 80 米, 对地下水环境影响总体较小, 不会影响车辆段南侧太湖的水质。污染物运

移范围很小，和车辆段水文地质条件密切相关，车辆段潜水含水层渗透性一般，水力坡度很小。

类比源强和水文地质条件，在天河停车场，污染物产出量与具区车辆段大体相同，地下水流运动特征相似，污染物的迁移距离差别不大，对地下水环境影响小，不会影响周边地表水水质。

在施工期，由于污染源强较运行期事故工况源强小的多，据此，施工期污染物下渗对地下水环境影响轻微。

8.5 预测评价结论及建议

(1) 无锡地铁4号线一期工程评价范围内地下水类型主要为松散岩类孔隙水，与工程联系密切的是浅层的潜水和I承压水。

(2) 拟建项目评价范围内，本次监测的地下水水质因子基本满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-93) III类水质标准，部分监测点大肠杆菌超标主要受生活污水排放和地表水影响。

(3) 区内主要环境地质问题是地面沉降，为深层地下水过量开采所致。随着深层地下水的禁采，地面沉降速率减缓，现状小于5mm/a。根据拟建项目地质灾害危险性评估报告结论，区域现状以及拟建工程加剧地面沉降的可能性小。刘潭站~青石路站等站点施工疏干排水过程中，经计算沉降量不大，但由于这几个站点位于累计地面沉降大的地方，因此还是要注意可能引起的地面沉降。除采用地下水连续墙等有效措施控制地下水降落漏斗范围外，要实时监测周边水位和地面沉降变形情况。

(4) 评估区在盛岸路站附近、河埭口站南一望山路站、望山路站—市民中心站、市民中心站—终点等区段，分布有隐伏碳酸盐岩，具备发生岩溶塌陷灾害的隐患，但拟建工程施工引起地面塌陷可能性小。岩溶埋深47.9-97.8m，应布置深孔查明岩溶发育情况，如发现较大的溶洞，采取充填、注浆等措施进行处理。在地铁运营期，若在该区段地铁周边工程施工时，应同时告知地铁运行管理部门，且不能开采深层岩溶水。

(5) 车站施工排水影响水位变化范围不大，排水量不大，潜水和I承压含水层可以通过接受大气降水和地表水的补给而自然恢复，因此车站施工排水对

区域地下水水位和水资源量影响不大。在采用地下水连续墙等基坑支护后，疏干排水的水量更小，施工排水对区域浅层地下水的影响可控。

(6) 工程运营期，对地下水径流有一定的影响，在惠山段由于拟建工程未穿越含水层，因此对浅层地下水径流影响很小。拟建项目运营造成地下水水位雍高值极小，雍高的水位通过浅层地下水向邻近河流排泄、垂向上蒸发或越流补给深层地下水等方式自动调节。水位雍高造成沿线地下水环境不利影响的可能性极小。

(7) 在市民中心~贡湖大道站，地下水地表水联系密切，施工和运营期间，要做好场地地面、沉淀池、污水处理站、综合维修区、管道等设施的防渗措施，能有效阻隔污染物进入地下含水层，减少拟建项目对地下水水质的影响。

8.6 地下水环境保护措施

8.6.1 施工期地下水环境保护措施

施工期地下水环境保护措施，主要减少施工对地下水资源量的影响、防治减缓施工引起地面沉降等环境水文地质问题，同时有效搜集处理施工废污水，防止废污水进入地下影响地下水水质。具体包括：

(1) 在车站等明挖段施工排水，要做好地下连续墙等基坑支护和围护止水：采用基坑内降水，有效减少地下水疏排量，尽量减小地下水位下降影响范围，防止基坑附近出现地面沉降。

在刘潭站、广石路站、青石路站等站点施工排水时，建议采用地下连续墙隔断施工基坑内外的水力联系后再施工。同时在基坑四周布置 2-3 个水位、地面变形监测点，降水同时进行基坑外水位和地面变形的监测。

(2) 避免过量抽水。在施工可以进行的前提下，尽量减少排降地下水。一般基坑降水一般将地下水位降至最低施工面以下 1m 左右。

(3) 在满足降水要求的前提下，降水管井优选选用细目过滤器，可以有效减少抽排水中的细径沙粒，对控制地面沉降也有一定效果。

(4) 在车辆段，由于地下水地表水水力联系较为密切，在建设过程中应考虑分区防渗，在产生废污水的区域（如综合维修区）进行地面硬化等防渗措

施，硬化后地面渗透系数小于 10^{-8} cm/s。同时修建集水池，产生的废污水及时流入集水池。

定期将集水池废污水抽入污水处理站进行处理。污水处理池内壁涂刷渗透性小于 10-12cm/s 的防渗漆，尽量减少废污水渗入地下水。

(5) 由于评估区内已出现地面沉降，在进行设计时，应充分考虑现有地面沉降量及今后继续沉降的因素，预留一定的沉降量，提高工程对地面沉降的承受能力。

(6) 施工过程中，高浓度泥浆水应泥浆和水分离后水回用；机械施工产生的柴油汽油等滴漏要用桶搜集，防止滴到地面入渗地下；施工和生活废污水要搜集进污水处理池，处理后排入市政管网或处理达标后排放。

8.6.2 运营期地下水环境保护措施

运营期地下水环境保护措施主要是地下水环境监测系统的构建，及时发现环境水文地质问题和污染事故，以有效保护地下水环境。

(1) 在地铁运营期，需在刘潭站、广石路站、青石路站分别设置 1-2 个地面变形长期监测点，定期监测水位和地面沉降数据，发生较大沉降量时，应马上采取措施，停止降水。启动应急预案，及时控制地面沉降。

(2) 分别在天河停车场、具区路车辆段污水处理站的南侧 3m 附近设置一个潜水层监控井（井深 7m），定期（半年/次）监测 COD、氨氮、石油类和铁，发现异常后及时检测污水处理站的渗漏情况，并及时抽水进行污染治理和修复；分别在天河停车场、具区路车辆段化粪池的南侧 3m 附近设置一个潜水层监控井（井深 7m），定期（半年/次）监测 COD、氨氮、动植物油，发现异常后及时检测化粪池的渗漏情况，并及时抽水进行污染治理和修复。监控井的位置具体见附图 2.2-19 及附图 2.2-20。

(3) 在隐伏岩溶段（河埒口站），设置岩溶水水位监测点和地面变形监测点，定期监测，在发现岩溶水水位出现急剧变化或发生明显地面变形时，立即开展地铁沿线施工工地或抽水井的调查，及时控制岩溶水的开采或疏干排水。

(4) 定期开展线路巡查，及时发现沿线地下水的漏、滴、冒等现象以及线路周边的地下水开采或疏干降水情况，并结合地铁沿线监测井水位和地面变形监测情况，决定是否启动地下水应急预案，并采取相关防治措施。

9. 环境空气影响评价

9.1 概述

9.1.1 评价工作内容

本次评价内容主要包括以下方面：

(1) 收集地方环境空气质量例行监测资料对工程沿线的空气环境质量现状进行分析。

(2) 地铁外、内部大气环境影响分析，分析地下段风亭出口排放的气体对周围环境空气的影响情况及风亭异味对周围居民的影响，并提出措施与选址要求。

(3) 分析车辆段及停车场配备食堂排放的废气对环境空气的影响，并提出减缓措施。

9.1.2 评价标准

本次大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

9.2 环境空气质量现状调查与分析

为详细了解工程区域环境空气质量，本次评价采用现状监测，具体情况如下：

(1) 监测点位：根据“以点代线”的原则，选择具有代表性的敏感区段进行环境空气质量现状监测，本次监测设置环境空气监测点惠山古镇（G1）、金景华苑（G2）、玉兰花园（G3点）进行现状监测，监测点位见附图 5-1.1~5-1~3。

表 9.2-1 环境空气监测点位

序号	监测点位名称	编号	监测内容
1	惠山古镇	G1	监测小时值和日均值。SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 的 24 小时平均值按规范要求取样，不少于 20 小时；同步监测气象参数。
2	景华苑	G2	
3	玉兰花园	G3	

(2) 监测项目：PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、SO₂。

(3) 监测时间和频次：2016年11月25日~2016年12月01日，连续监测7天。

(4) 监测分析方法

各因子的分析方法详见表 9.2-2。

表 9.2-2 监测分析方法

二氧化硫	环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法 HJ482-2009
二氧化氮	环境空气 氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法 HJ479-2009
可吸入颗粒物（PM ₁₀ ）	环境空气 PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 的测定 重量法 HJ618-2011
可吸入颗粒物（PM _{2.5} ）	环境空气 PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 的测定 重量法 HJ618-2011

(5) 评价方法

环境空气质量现状评价采用单因子指数法，即：

$$I_{ij} = C_{ij} / C_{sj}$$

式中：I_{ij}：第 i 种污染物在第 j 点的标准指数；

C_{ij}：第 i 种污染物在第 j 点的监测平均值，mg/m³；

C_{sj}：第 i 种污染物的评价标准，mg/m³；

(6) 评价结果

各监测点位的评价结果见表 9.2-3。

表 9.2-3 大气环境现状监测结果 单位：mg/m³

监测点位	监测项目	日均值				标准指数 I _i (最大值)
		最大值	最小值	平均值	超标率 (%)	
惠山古镇	SO ₂	0.017	0.014	0.015	0	0.113
	NO ₂	0.034	0.031	0.032	0	0.425
	PM ₁₀	0.065	0.052	0.058	0	0.433
	PM _{2.5}	0.039	0.027	0.034	0	0.52
景华苑	SO ₂	0.016	0.015	0.015	0	0.11
	NO ₂	0.039	0.026	0.032	0	0.487

	PM ₁₀	0.07	0.051	0.061	0	0.467
	PM _{2.5}	0.037	0.024	0.031	0	0.493
玉兰花园	SO ₂	0.017	0.015	0.015	0	0.113
	NO ₂	0.036	0.032	0.033	0	0.45
	PM ₁₀	0.069	0.051	0.058	0	0.46
	PM _{2.5}	0.039	0.032	0.036	0	0.52

从表 9.2-3 可知，评价区各监测点的各监测因子日均值均达到了《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求，项目所在区域环境空气质量良好。

9.3 营运期环境空气影响预测分析

9.3.1 地下车站环境空气质量预测分析

(1) 车站内部环境影响分析

无锡属北亚热带湿润气候，受季风环流影响，天气炎热，雨水充沛，常出现连绵不断的降雨现象，空气湿度较大。当在梅雨季节湿度较大时，湿气促使霉菌、细菌和病毒生长，微生物污染（霉菌、细菌和病毒等）加重，旅客进入地下车站易赶到压抑、烦躁。

当车站客流较大时，来往旅客呼出的 CO₂、水蒸气、散发的热量、排出的汗液等若在新风供应不足的环境下，将导致地铁内部温度上升、CO₂ 浓度、细菌总数、氨浓度偏高，地铁内部异味明显。城市轨道交通中的地下车站和区间隧道是一个大型、狭长、封闭式的地下空间，主要通过通风系统、风亭进出口与外界进行大气交换。根据《地铁设计规范》（GB50157-2013），要求地下车站公共区内的 CO₂ 日平均浓度应小于 1.5%。

另外，车辆受电与接触装置间的高压电火花会在空气中激发产生臭氧；地下车站内部装修工程采用的各种复合材料会散发多种有害气体等。

因此，从卫生及室内空气环境保护的角度出发，应保持车站内部空气流通。

(2) 地下车站粉尘影响分析

地下车站内部粉尘浓度是由拟建工程沿线地面空气中的粉尘含量及内部积尘量所决定的，从而最终决定了风亭排出粉尘对周围大气环境质量的影响。地

面空气在进入轨道系统内部之前，须经过滤器过滤，资料表明，过滤器的滤料初次使用时，最低除尘效率为 22%，积尘后正常工作时对各种粒径的颗粒物除尘效率均在 95% 以上，对于 1 μm 以上的颗粒，效率更高达 99.6%，清灰（不破坏粉尘初层）10 次后除尘效率仍达 88%。风亭排出的粉尘主要是来自地铁内部隧道、站台及施工后积尘。因此，为有效减小风亭排出粉尘对风亭周围大气环境质量的影响，工程建设完工后，应对隧道及站台进行彻底的清扫，减少积尘量。

（3）地面空气质量对地下车站环境空气质量影响分析

本项目路线主要沿着现有道路走向，车站所设进风口主要位于道路两侧，附近地面的环境空气质量直接影响到系统内部的环境空气质量。为减少地面 TSP 对系统内部环境空气的影响和减少通风系统过滤器负荷，应在满足设计规范的要求下，尽可能提高进风口的高度；同时，为保持过滤器性能，应对滤料定期进行除尘，在除尘过程中保留粉尘初层，确保过滤器的过滤效果。因地铁线位主要沿现有道路，主要污染源为机动车排放的尾气，为减轻其影响，应尽量将进风口布设在距离机动车道较远的位置，结合进风口附近情况，尽量做好风亭周围的绿化。

9.3.2 风亭排放异味气体对周围环境的影响分析

（1）类比调查方法

由于风亭排放的异味气体浓度低、气态混合物质成分较多，其嗅阈值在 ppb 级，一般在 ppm 级。本次类比调查方法采用人的嗅觉，即官能试验的方法和臭气浓度两种方法进行。

（2）类比调查结果

在地铁运营初期，由于地铁内部装修采用各种复合材料及散发多种气体尚未挥发完毕，风亭排出气体的异味较大，根据相关资料风亭排放异味调查，建成初期排风亭气味气体影响大致为：下风向 0~10 m 范围有较强的异味，10~30 m 范围内异味不明显，30 m 以外范围基本感觉不到异味。

建成后后期，随着时间的推移，由于地下车站内部装修工程采用的各种复合材料散发的多种有害气体已挥发，风亭排气异味影响显著减少，这部分气体将逐渐减少。本次评价采用上海市轨道交通二号线作为类比对象，根据上海地铁

风亭附近的居民反映，地铁风亭排放的异味气体对周围环境的影响与季节密切相关，冬天基本感觉不到异味气体；夏天在 15 m 以内感觉有异味，15 m 之后感觉不明显。

这是因为在冬天由于气温低，空气干燥等因素，使得分子的活化能降低，不利于细菌的生长，有些细菌还会死亡，直接导致地铁隧道空气中的细菌种群数量大量减少，风亭排放出的气体在冬季异味明显变小，不易使人察觉，温度越低，排出气流扩散的范围也越小。

总结以上调查结果，营运初期风亭会有异味影响，但随着地铁建设技术的发展和各种环保型装修材料的普及使用，车站风亭异味影响范围越来越小，车站风亭异味臭气浓度可满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的二级（新改扩建）标准。

（3）本项目沿线车站风亭环境影响分析

综合上述影响分析，建议本工程地下车站风亭在选择位置时，应满足以下要求：

- ①对风亭进行除臭、绿化及消声处理，在四周进行绿化，栽种攀爬类植物；
- ②地面进风风亭应设在空气洁净的地方，并尽量设在排风亭的上风侧，排风亭口部的设置应尽量避免当地年最多风向。进、排风亭的口部宜错开方向布置，且距任何建筑物的直线距离应大于 5 m；
- ③当进、排风亭合建时，排风口应比进风口高出 5 m，或风口错开方向布置，且进、排风口最小间距应大于 5 m；当采用敞口低风亭时，其他建筑物的口部与风井之间以及进、排风井之间的最小净间距不宜小于 10 m，风井底部应设排水措施，风口最低高度应满足防淹要求；
- ④当排风亭在事故工况下用于事故排烟时，排风亭口部与进风亭口部和出入口以及其他建筑物的口部的水平距离应大于 10 m；若水平距离不足 10 m，排风亭口部应高于进风亭口部和出入口以及其他建筑物的口部 5 m；
- ⑤当排风口单独设置时，其格栅可设在地面绿化带内，风口下沿高度应高出地面 1 m，且应考虑排水措施；

⑥进风亭格栅底部距地面的高度应大于 2 m，当布置在绿地内时，高度允许降低，但不宜低于 1 m；

⑦通风道和风井的风速不宜大于 8 m/s；站台下排风风道和列车顶部排风风道的风速不宜大于 15 m/s；风亭格栅的迎面风速不宜大于 4 m/s。

通过现场踏勘、整理分析，本项目风亭距离敏感目标均在 15 m 以远；若采用高风井，为进一步降低风亭对周围环境的异味影响，评价组建议合理布置风口朝向，风口应尽量背向居民区建设；结合风亭具体位置和周围环境特征，对全线 13 处风亭提出绿化覆盖（广石路 1 号风亭、青石路站 1 号风亭和 2 号风亭、四院站 1 号风亭和 3 号风亭、建筑路站 1 号风亭和 2 号风亭、体育中心站 2 号风亭、望山路站 1 号风亭、大剧院站 4 号风亭和 5 号风亭、大通路站 1 号风亭和 2 号风亭），对距敏感点距离 30 米范围内的 6 处排风亭（广石路 1 号风亭、四院站 1 号风亭、建筑路站 1 号风亭和 2 号风亭、体育中心站 2 号风亭、大通路站 2 号风亭）内壁采用抗菌涂料措施，具体见表 9.3-1。在采取上述措施情况下，风亭对周围环境影响较小。

表 9.3-1 受影响车站风亭统计及分析（50 米范围，单位：m）

敏感点名称	车站名称	受影响规模	影响风亭	距离声源最近距离（m）						受影响情况分析措施
				VRF	新风亭	排风亭	活塞风亭	风热冷泵	冷却塔	
广石路规划项目	广石路站	**	1号风亭组	**	**	**	**	**	**	排风亭距离民居最近距离为23m，有一定影响；风亭建设完毕后，采取植物进行绿化设置，风亭内壁采用抗菌涂料等措施，投资估算5万元
黄巷上	青石路站	2栋2层砖混结构住宅，2户；12栋2层砖混结构住宅，12户	1号风亭组	34	19	32	33	/	/	排风亭距离黄巷上民居最近距离为32m，基本无影响；风亭建设完毕后，采取植物进行绿化设置，投资估算5万元
青石路规划项目		**		**	**	**	**	**		
凤翔苑		1栋7层砖混住宅，40户	2号风亭组	37	/	48	45	/	/	排风亭距离凤翔苑民居最近距离为48m，基本无影响；风亭建设完毕后，采取植物进行绿化设置，投资估算5万元
江宁宿舍	四院站	3栋4层砖混住宅、1栋7层砖混住宅，110户	1号风亭组	18	26	22	18	/	15	排风亭距离江宁宿舍民居最近距离为22m，有一定影响；风亭建设完毕后，采取植物进行绿化设置，风亭内壁采用抗菌涂料等措施，投资估算5万元
胜利新村		1栋7层砖混住宅、3栋8层砖混住宅，180户	2号风亭组	/	17	/	/	/	/	胜利新村附近不设排风井
第四人民医院住院楼		1栋14层砖混住院楼，500人	3号风亭组	23	/	30	38	/	/	排风亭距离第四人民医院住院楼最近距离为30m，基本无影响；风亭建设完毕后，采取植物进行绿化设置，投资估算5万元
奥林花园A区	建筑路站	1栋16层框架商住混合、1栋18层框架商住混合、1栋7层框架商住混合，120	1号风亭组	22	16	23	29	/	28	排风亭距离奥林花园A区民居最近距离为23m，有一定影响；风亭建设完毕后，采取植物进行绿化设置，风亭内壁采用抗菌涂料等措

		户								施, 投资估算 5 万元
奥林花园 B 区		1 栋 12 层框架商住混合、1 栋 18 层框架商住混合, 160 户	2 号风亭组	20	20	20	24	/	/	排风亭距离奥林花园 B 区民居最近距离为 20m, 有一定影响; 风亭建设完毕后, 采取植物进行绿化设置, 风亭内壁采用抗菌涂料等措施, 投资估算 5 万元
华侨城景华苑	体育中心站	1 栋 29 层框架住宅, 120 户	2 号风亭组	20	30	25	23	/	27	排风亭距离华侨城景华苑民居最近距离为 25m, 有一定影响; 风亭建设完毕后, 采取植物进行绿化设置, 风亭内壁采用抗菌涂料等措施, 投资估算 5 万元
蠡湖香榭	望山路站	1 栋 25 层框架住宅, 100 户	1 号风亭组	42	42	42	45	/	/	排风亭距离周新苑民居最近距离为 42m, 基本无影响; 风亭建设完毕后, 采取植物进行绿化设置, 投资估算 5 万元
太湖国际社区	大剧院站	2 栋 32 层框架住宅, 260 户	4 号风亭组、5 号风亭	/	23	31	20	24	/	排风亭距离太湖国际社区最近距离为 31m, 基本无影响; 风亭建设完毕后, 采取植物进行绿化设置, 投资估算 10 万元
周新苑	大通路站	2 栋 6 层砖混住宅, 50 户	1 号风亭组	38	/	34	34	/	/	排风亭距离周新苑民居最近距离为 34m, 基本无影响; 风亭建设完毕后, 采取植物进行绿化设置, 投资估算 5 万元
		2 栋 11 层框架住宅、1 栋 24 层砖框架住宅, 160 户	2 号风亭组	18	19	15	15	/	15	排风亭距离周新苑民居最近距离为 15m, 有一定影响; 风亭建设完毕后, 采取植物进行绿化设置, 风亭内壁采用抗菌涂料等措施, 投资估算 5 万元

9.3.3 停车场和车辆段排放的大气污染物对周围环境影响分析

(1) 食堂燃气及炉灶油烟

停车场的大气污染物主要来自职工食堂燃气及炉灶油烟，职工食堂采用煤气或液化石油气等气体燃料，这些燃料燃烧较完全，污染物的排放量小。厨房炉灶产生的油烟，有可能对周围大气环境产生一定的影响，因此必须对该部分废气进行净化处理，处理后经排烟井高空排放。具体处理工艺流程如图 9.3-1 所示。



图 9.3-1 停车场和车辆段食堂油烟废气治理措施工艺流程图

无锡地铁 4 号线一期工程设天河停车场和具区路车辆段，车辆段与停车场均设置职工食堂，职工食堂采用燃烧产生污染物少的天然气清洁能源作为燃料，电机车辆没有废气排放，因此，车辆段、停车场内的大气污染物主要来自职工食堂油烟。天河停车场和具区路车辆段初期分别定员 120 人、210 人。按照类比调查和有关资料显示，每人每天耗食用油量约为 40g，在炒作时油烟的挥发量约为 3%，由此可计算出天河停车场和具区路车辆段初期油烟挥发量分别为 0.052t/a、0.092t/a。

根据既有广州地铁 2 号线工程（三元里~琶州）竣工验收监测报告，食堂烟道出口的监测结果为 1.68 mg/m^3 ，可以满足《饮食业油烟排放标准》

（GB18483-2001）中 2.0 mg/m^3 的要求。

(2) 维修间废气的环境影响及处理措施

车辆在进行维修过程中，会产生气焊烟雾、含尘废气。由于车辆维修为间断式，维修作业只用于维修零部件，工作量较少，其废气产生量也较少。在装焊工场作业产生的焊接烟尘和粉尘采用移动式焊接烟尘净化器，净化后排放，大大减少无组织排放焊接烟尘。

9.3.4 替代公汽运输所减少的汽车尾气污染物排放量

轨道交通建设能够缓解无锡市道路交通运输拥挤程度，轨道交通运输减少了地面交通车辆，相应地减少了各类车辆排放出的废气对市区环境空气的污染，有利于改善城市环境空气质量状况。

轨道交通投入运营以后，能够有效的减少汽车尾气的排放量，以公共汽车为例，按每辆公共汽车每小时平均运载 35 人次计算，运营时间定为 16 小时（6:00~22:00），按轨道交通运量折算成公交车辆数，根据日周转量（见表 9.3-2）计算出轨道交通可替代公汽运输所减少的汽车尾气污染物排放量见表 9.3-3。

表 9.3-2 无锡地铁 4 号线一期工程客流预测表

年份	日客运量（万人次）	客运周转量（万人公里/日）	平均运距（公里）
初期 2024 年	21.14	149.04	7.05
近期 2031 年	57.05	526.00	9.22
远期 2046 年	88.54	840.24	9.49

类比广州市公交公司的实际调查结果，按每辆公交汽车的载客量 45 人/辆计算，公共汽车每百公里耗油量为 21 升。燃油汽车排放污染物的系数见下表。

表 9.3-3 广州公交燃油汽车排放污染物的系数

污染物	SO ₂	NO _x	CO	CH _x
排放系数（g/L）	0.295	21.1	169.8	33.3

表 9.3-4 轨道交通可替代公汽运输所减少的汽车尾气污染物排放量

污染物	单位	替代公汽运输所减少的汽车尾气污染物排放量		
		初期	近期	远期
SO ₂	kg/d	0.27	0.95	1.52
	t/a	0.10	0.35	0.56
NO _x	kg/d	19.26	67.97	108.59
	t/a	7.03	24.81	39.63
CO	kg/d	154.94	546.78	873.55
	t/a	56.55	199.58	318.85
CH _x	kg/d	30.39	107.25	171.34
	t/a	11.09	39.14	62.54

由表 9.3-4 可知，轨道交通运营后，初期可替代公汽运输所减少的汽车尾气 SO₂、NO_x、CO、CH_x 污染物排放量分别为 0.1 t/a、7.03 t/a、56.55t/a、11.09t/a，近期、远期减少更多。由此表明轨道交通建设不但改变了交通结构，大大提高客运量，有利缓解地面交通紧张状况，较公汽舒适快捷，同时也可减

少公汽运输汽车尾气污染物排放量，对改善无锡市环境空气质量是有利的，可以说明轨道交通是解决城市汽车交通污染的有效途径之一。

9.4 营运期环境空气污染减缓措施

(1) 满足 15 m 的控制距离，并对风亭进行绿化覆盖并采用抗菌涂料等措施。

(2) 对全线的 13 处风亭拟采取植物进行绿化覆盖，对距敏感点距离 30 米范围内的 6 处排风亭内壁采用抗菌涂料措施，风亭内壁采用抗菌涂料等措施，总投资 65 万元。

(3) 地下车站应采用符合国家环境标准的装修材料，这样既有利于保护人群身体健康，又可减轻运营初期风亭排气异味对周围环境的影响。

(4) 严格控制风亭周围土地建设规划，区域规划建设时要求距离风亭 15 m 范围内禁止建设居民区等敏感区域。

(5) 运营初期，轨道交通内部积尘扬起，通过风亭排出后对出风口附近局部范围内的外环境存在一定的污染，在工程竣工后，应对隧道及站台进行彻底的清扫。

(6) 食堂炉灶燃料应采用煤气或液化石油气等气体燃料；产生的油烟须经油烟收集装置收集后进行净化处理，处理后满足《饮食业油烟排放标准》

(GB18483-2001) 规定的排放浓度 ($2.0 \text{ mg}/\text{m}^3$) 要求方可排放。

10. 固体废物环境影响分析

10.1 固体废物来源与分类

地铁工程建设不可避免的产生一些固体废物，按建设时期分为施工期和运营期两个阶段。施工期产生的固体废物影响详见施工期环境影响评价中相关章节的描述；运营期产生的固体废物来源、种类及排放量采用类比调查的方法。通过资料收集及现场调查，地铁运营中产生的固体废物主要有以下两类：

1. 生活垃圾：来源于旅客候车及车站职工生活垃圾，其主要成分为包装纸、盒、饮料瓶、罐，残票及灰尘等；车辆段及基地、控制中心生活垃圾，其主要成分为办公室碎纸、食堂垃圾及各房间清扫灰尘等。

2. 生产垃圾：车辆段及停车场修理产生的金属回丝及切削碎屑；车辆段及停车场污水处理站产生的含油污泥；淘汰的废蓄电池、废灯管；车辆维修产生的废油脂及沾油抹布等。

10.2 固体废物环境影响预测与分析

10.2.1 生活垃圾

本项目近期定员 3472 人，产生的生活垃圾按 0.3kg/人.日计算，则近期每年产生的生活垃圾为 380.18t/a。

各车站生活垃圾主要来自旅客候车时丢弃的果皮果核、包装纸袋及饮料瓶、罐等，车厢内则主要是灰尘和纸屑。沿线客流预测近期日均客运发送约 57.34 万人次，按 25kg/万人次.日计算，运营期客运生活垃圾近期产生总量为 523.23t/a。

综上，本工程运营期生活垃圾近期产生总量为 903.41t/a。对沿线生活垃圾，运营管理部门在各车站内合理布置垃圾箱，安排管理人员及时清扫，在分类后集中送环卫部门统一处理，对环境产生影响较小。

10.2.2 生产垃圾

生产垃圾主要来自车辆段及停车场车辆检修、保养、清洗和少量的机械加工等作业。生产垃圾主要包括废弃零部件、废蓄电池、废油纱、废水处理含油

污泥等。本工程设具区路车辆段和天河停车场，根据无锡地铁已运营的车辆段和停车场生产垃圾产生量统计，本工程运营期具区路车辆段和天河停车场生产垃圾的产生情况见表 10.2-1。

表 10.2-1 本工程生产垃圾产生情况统计表

序号	固废名称	属性	形态	主要成分	废物类别	废物代码	产生量 (t/a)
1	废棉纱 (布)	危险废物	固态	矿物油	HW49	900-041-49	1.2
2	废矿物油	危险废物	液态	矿物油	HW08	900-249-08	1.6
3	废油脂桶	危险废物	固态	矿物油	HW49	900-041-49	1.5
4	含油污泥	危险废物	半固态	污泥	HW08	900-210-08	2.5
5	废蓄电池	危险废物	固态	碱性电池	HW49	900-044-49	2000 余节
6	废弃零部件	一般固废	固态	金属、橡胶	/	/	100
/	合计						105.3t/a, 2000 余节 废蓄电池

10.3 固体废物处理处置情况分析

本项目产生的生活垃圾交由环卫部门收集处理，废弃零部件属于一般固废，收集后回收利用；电动车组用蓄电池属危险废物，由生产厂家回收处置；车辆段含油废水处置后污泥、废棉纱（布）、废矿物油和废油脂桶等属于危险废物，交由有资质单位安全处置。

10.4 固体废物环境影响分析

本项目运营期产生的生活垃圾属于一般固废，交由环卫统一处置；产生的废蓄电池属于危险废物，暂存于车辆段内后由厂家回收处置；废油纱、废油、含油污泥属于危险废物，定期交由具有相应资质的单位处理，并在停车场或车辆段划定区域设危废暂存场，危废暂存场应符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求；危废暂存场所应设置标志牌，地面与裙角均采用防渗材料建造，有耐腐蚀的硬化地面，确保地面无裂缝，并建有 2m 高围堰和泄漏液体收集设施，整个危险废物暂存场做到“防风、防雨、防晒、防渗漏”，并由专人管理和维护，对环境影响较小。

综上所述，本项目运营期所产生的固体废物通过以上方法处理处置后，对周围的环境影响较小。但必须指出的是，车辆段或停车场固体废物处理处置前在场内的堆放、贮存场所应按照国家固体废物贮存有关要求设置，在厂内存放时要有防水、防渗措施，避免其对周围环境产生污染。

10.5 评价小结

本项目工程施工期固体废弃物可得到合理处置；运营期产生的固体废物较少，生活垃圾由专门的人员进行打扫和收集后，交由当地的环卫部门统一处理；检修与维护产生的少量废零件可做到“资源化”回收利用；对于车辆段产生的危险废物，定期交由具有相应资质的单位处理。因此，本工程运营期产生的固体废物经妥善处置后，对周围环境影响不大。

11.生态环境影响评价

11.1 概述

11.1.1 评价内容及重点

- (1) 评价区域土地利用功能的变化情况，绿地、植被的损失情况；
- (2) 工程对评价区域内文物保护单位的影响；
- (3) 工程弃渣及其处置方式对城市生态环境的影响，预测分析可能产生的水土流失影响；
- (4) 工程车站、风亭等建筑对城市景观影响分析；
- (5) 工程设计拟采取的生态保护措施效果分析，以及为缓解不利影响、改善生态的保护措施。

11.1.2 评价方法

生态环境现状评价采用定性分析与定量分析相结合的方法，分析区域环境的生态完整性，评价区域土地利用特征；预测评价拟采用景观生态学及建筑美学等有关原则分析沿线车站出入口、风亭、停车场、车辆段等地面建筑对周围景观的影响，分析工程地面建筑物与城市景观的协调性。

11.2 工程沿线生态环境现状

11.2.1 主要生态系统现状

本工程位于无锡市区，工程沿线主要表现为以城市结构为基础的人工生态系统，车辆段及停车场主要为荒地、厂房等构成的荒地生态系统。工程沿线生态系统类型详见表 11.2-1。

表 11.2-1 工程沿线主要生态系统类型

序号	线路里程	生态系统类型	现状照片
1	具区路车辆段	荒地生态系统	
2	线路区间、天河停车场	城市生态系统	

11.2.2 土地利用及景观现状

本工程沿线主要为已建、在建及拟建的居住区、商务区、学校、办公楼，企业等。车站及停车场、车辆段周边生态景观如下。

(1) 车站出入口、风亭所在地用地及景观现状。

表 11.2-2 沿线车站（出入口、风亭）所在地用地及景观现状

序号	车站名	环境现状及用地性质概况	工程概况	景观现状
1	刘潭站	潭站位于惠山大道与规划天河路十字路口，站前设置交叉渡线。沿规划天河路敷设。惠山大道道路红线宽 44m，规划天池路道路红线宽 30m。车站规划与 1 号线刘潭高架站通道换乘。车站周边主要规划为商业、住宅及供电用地。东北象限为规划商办混合用地，西北象限为 1 号线刘潭高架站及其配套等设施，西南象限为规划住宅用地，东南象限现状为塘头变电所。	地下二层岛式站，L 型岛岛换乘	
2	广石路站	广石路站位于凤翔路与广石路十字路口东侧地块内，站后设置天河停车场入场线。凤翔路道路红线宽 60m，广石路道路红线宽 46m。车站东侧为现状河道。车站周边主要规划为商业及住宅用地。广石路北侧现状为振达钢管厂，南侧为振达大酒店。	地下二层岛式站，站前设出入段线	
3	青石路站	青石路站位于凤翔路与青石路十字路口东北侧，车站横跨青石路。凤翔路道路红线宽 53m，青石路道路红线宽 35m。车站周边规划以住宅用地为主，站位东侧为商住用地和市场用地。地块现状西北象限为运河实验中学，东北象限为凤翔小游园，西南象限为凤翔苑小区，东南象限为多层民宅，车站造成拆迁量较大。	地下二层岛式站，为标准站	

4	盛岸站	<p>盛岸站位于凤翔路与盛岸路十字路口东侧，为4号线与3号线换乘站。3号线位于盛岸路下；4号线位于地块内。车站周边规划住宅用地。现状为多层民居。3号线站后设置停车线，4号线站后设置单渡线，两线之间设置联络线。</p>	地下三层岛式站台	
5	惠山古镇站	<p>惠山古镇站位于古华山路与龙光路十字路口，沿古华山路敷设，站后设双停车线。古华山路道路红线宽39m，龙光路道路红线宽28m。车站周边主要规划为商业、交通设施、文物古迹及绿化用地。车站东北象限为规划商业及交通过地，现状为空地；西北象限为惠山古镇；西南象限为锡惠公园；东南象限为金色豪门酒店。</p>	地下二层岛式站	
6	四院站	<p>四院站位于惠河路与规划大池路十字路口，在青祁路高架东侧，沿惠河路南北向敷设，惠河路道路红线宽40m，规划大池路道路红线宽29m。车站西邻无锡第四人民医院，北侧为江南大学青山湾校区；东南象限为市工艺品厂；西南象限为无锡华房房产销售公司。根据规划，周边主要规划为高校及住宅用地，周边有商业金融用地。</p>	地下二层岛式站配线站	

7	河埭口站	<p>河埭口站位于蠡溪路与梁溪路十字路口南侧，本站为4号线与2号线“T”换乘站。2号线位于梁溪路下，为地下二层岛式站，站后设折返兼停车线；4号线位于蠡溪路下。其中2号线已完成施工，预留4号线换乘节点。蠡溪路道路红线宽40m，梁溪路道路红线宽52m。车站周边规划为商业、商住混合及住宅混合用地。车站东北象限为多层民居，西北象限为空地，西南象限为富安华庭社区，东南象限为万达广场及万达喜来登酒店。</p>	地下三层岛式站	
8	建筑路站	<p>建筑路站位于蠡溪路与建筑路十字路口，沿蠡溪路敷设。蠡溪路道路红线宽43.5m，建筑路道路红线宽41m。车站周边为规划住宅用地以及公共绿地。车站西北象限为家乐福超市；其余三象限均为奥林花园住宅小区。</p>	地下二层岛式站，标准站	
9	体育中心站	<p>体育中心站位于蠡溪路与太湖大道十字路口，为4号线与5号线“T”换乘站。4号线位于蠡溪路下，站前设单渡线；5号线位于太湖大道下，为地下三层岛式站，站前设单渡线。蠡溪路道路红线宽42m，太湖大道道路红线宽60m。车站周边规划为居住、商办混合及体育用地。车站东北象限为无锡体育中心，西北象限为名都华庭、西园里及城开国际，向南象限为路径天御，东南象限为华侨城，其中在路口西侧南、北方向均有待开发地方。</p>	地下二层岛式站台	

10	望山路站	<p>位于蠡溪路与望山路交叉口，沿蠡溪路设置。现站位西北象限属居住用地，现已建成蠡湖瑞士花园；东北象限为陆典桥滨沿河绿地；东南象限为蠡湖香榭地块，当前工程未建；西南象限为蠡湖新城核心规划地块，属高密度开发商业办公规划地块。</p>	地下二层岛式站	
11	蠡湖公园站	<p>位于金城西路与青祁路交叉口西侧 500m 处，沿金城西路道路南侧敷设。车站站位北侧为蠡湖一号会所及蠡湖一号居住区，东南侧内为蠡湖公园，西南侧为社会停车场，湖滨饭店、太湖之星游览园等。</p>	地下二层岛式站	
12	大剧院站	<p>大剧院位于金石路与万顺道十字路口，为地下二层岛式站，站后设双停车线，沿万顺道敷设。万顺道道路红线宽 33m，金石路道路红线宽 30m。车站周边为规划住宅、商业金融用地。车站西南、东南象限地块为太湖国际社区；东北象限为在建万象城；西北象限为现状空地。</p>	地下二层岛式站	

13	五湖大道站	五湖大道站位于周新路与五湖大道十字路口西侧，为标准地下二层岛式站，沿周新路敷设。周新路道路红线宽40m，五湖大道道路红线宽50m。车站周边为规划住宅、小学及居住商业用地。车站东北象限为东绛实验小学；西北象限为空地；西南象限为万科酩悦小区；东南为规划居住商业用地。	地下二层岛式站		
14	大通路站	大通路站位于立信大道与大通路十字路口，为标准地下二层岛式站，沿立信大道敷设。立信大道道路红线宽40m，大通路道路红线宽44m。车站周边为规划住宅用地。车站西北、西南、东南象限现状均为周新苑小区，东北象限地块现状为尚贤社区，均为已建成的住宅小区。	标准地下二层岛式站		
15	市民中心站	市民中心站位于观山路和立德路交汇处的十字路口，为地下三层岛式站，与1号线换乘，已同期实施。车站周边已基本建成，西北地块为绿城—玉兰花园社区；东北面为的金匮公园；西南面是在建的第一城金融商务中心，商务中心与地铁空间直接接口为国联金融商务中心；另一侧是无锡市新行政中心—市民广场。	地下三层岛式		

16	吴都路站	<p>吴都路站位于吴都路与立德道十字路口下方，为地下二层岛式站，车站设置单渡线，沿立德道敷设。吴都路道路红线宽 100m，立德路道路红线宽 33m。车站周边为规划商办混合用地。现状为太湖新城金融一、二、三街区。</p>	地下二层岛式站	
17	商务中心站	<p>商务中心站位于震泽路与丰润道十字路口东侧，沿震泽路敷设。车站为地下二层岛式站。震泽路道路红线宽 45m，丰润道道路红线宽 30m。车站周边为规划商办混合用地。车站西南象限为多层民居，其余象限现状为空地。</p>	地下二层岛式站台	
18	贡湖大道站	<p>贡湖大道站位于震泽路与贡湖大道十字路口西侧，沿震泽路敷设，车站为 4 号线与 6 号线换乘站，4 号线站位为地下二层站，站后接具区路车辆段，车站预留 4 号线 1、2 期贯通及拆分条件，1 期工程预留 2 期拆分土建条件。震泽路道路红线宽 45m，贡湖大道红线宽 50m。车站周边现状：东北象限为工厂厂房，其余为空地。</p>	地下二层岛式站台	

19	具区路车辆段	<p>位于震泽路以南，南湖大道以西，具区路以北，贡湖大道以东所围合的地块内。地块内地势较为平坦，原地面标高为 3.1~4.3m 之间，有部分房屋拆迁，主要为 1~3 层民房及厂房。</p>	--		
20	天河停车场	<p>位于规划天河路以南，石澄路以东、规划任钱路以北及凤翔路以西地块。地块内有一条沿任钱路东西走向的河流，地块西北角也有一条河流的支流。现状地块内主要有毛巷村、东巷村等村庄及少量厂房，地势比较平坦，目前已拆迁完毕。</p>	--		

11.2.3 生态红线保护区情况

根据江苏省人民政府稳健《省政府关于印发江苏省生态红线区域保护规划的通知》（苏政发[2013]113号文），本次评价生态敏感区的确定主要依据为《江苏省生态红线区域保护规划》。

根据《江苏省生态红线区域保护规划》，无锡地铁4号线一期工程涉及的生态红线保护区由惠山国家森林公园和蠡湖风景名胜区。

表 11.2-3 4号线一期工程涉及的生态红线区域一览表

序号	生态红线区域名称	主导生态功能	红线区域范围		与本项目的地理位置关系	
			一级管控区	二级管控区	一级管控/禁止开发区	二级管控/限制开发区
1	惠山国家森林公园	自然与人文景观保护	惠山三茅峰、寄畅园、天下第二泉等景点划为一级管控区，面积2km ²	位于无锡市城区西部，锡惠山大部分山体范围，含太湖风景名胜区锡惠景区。除一级管控区外其余为二级管控区，面积5.18km ²	不涉及一级管控区	DK-7+510~DK-7+620区间地下线路方式沿二级管控区外围敷设，DK-7+190~DK-7+510区间以盾构方式穿越锡惠景区规划景区界限
2	蠡湖风景名胜区	自然与人文景观保护		北从环湖路经蠡园至金城湾公园，南从金城湾沿金石一路到金城湾湿地公园，东至金城湾以贡湖大道为界，西与梅梁湖景区毗连，以宝界山范围内东西蠡湖水域和沿湖开放绿地区域，含太湖风景名胜区蠡湖景区。面积16.80km ²	/	DK-14+700~DK-16+260穿越二级管控区，穿越长度约1560米，区间段采用盾构法施工。蠡湖公园站紧邻二级管控区边界。

11.2.4 工程沿线文物保护单位分布情况

根据文物部门提供的资料，本项目沿线文物保护单位分布及情况详见下表，由表可见，评价范围内没有已经发现的文物。

表 11.2-4 4号线一期工程沿线文物保护单位一览表

序号	名称	文保级别	线路敷设方式	相对线路方位	距线路距离(m)
1	惠山古镇	国家级/市级	地下	西南侧	150

2	严氏旧居	市级	地下	东南侧	250
3	于文彬旧宅	市级	地下	东侧	360

11.2.5 工程与惠山古镇历史文化街区相对位置

根据《无锡历史文化名城保护规划》，规划重点保护惠山古镇、清名桥沿河、荣巷、小娄巷四个历史文化街区和荡口古镇一个历史文化名镇。工程与无锡历史文化名城保护规划中历史文化遗存的位置关系见附图 2-8。由图可见，本工程 DK-5+600~DK-7+800 以地下方式沿惠山古镇历史文化街区外围敷设。

11.3 生态环境影响分析与评价

11.3.1 工程占地影响分析

(1) 土地利用类型影响分析

①永久占地

工程永久占地包括具区路车辆段、天河停车场用地和各地下车站的出入口、风亭和冷却塔。

本工程地下站出入口、风亭和冷却塔永久占地约 6.04hm²，天河停车场用地面积约 14.33hm²，具区路车辆段用地面积约 44hm²。

②临时占地

本工程临时占地主要包括车站主体施工临时用地、区间联络线或泵房施工临时用地、预制件场地，施工单位临时办公生活用地等，共计约 23.4hm²，占地类型主要为建设用地。

本工程占地情况统计见表 11.3-1。

表 11.3-1 4 号线一期工程占地情况统计表

序号	站名	永久用地 (m ²)	临时用地 (m ²)	道路恢复 (m ²)	绿化恢复 (m ²)
1	刘潭站	3751	17065	4930	450
2	广石路站	5544	48695	779	335
3	青石路站	2808	12365	1890	1739
4	盛岸站	3959	21350	0	0
5	惠山古镇站	3513	14350	1230	1352

6	四院站	3853	11782	6993	2350
7	河埭口站	1748	4955	3250	520
8	建筑路站	3405	6082	4750	879
9	体育中心站	4556	7725	11273	1115
10	望山路站	2651	9175	6538	944
11	蠡湖公园站	2573	7703	6001	428
12	大剧院站	4013	19569	4998	78
13	五湖大道站	2524	8562	6133	566
14	大通路站	2696	12940	6167	1310
15	市民中心站	4102	0	0	0
16	吴都路站	2081	16982	10801	1010
17	商务中心站	2883	5831	5647	1431
18	贡湖大道站	3751	8550	14276	2213
19	天河停车场	143300			
20	具区路车辆段	440000			
合计		643711	233681	95656	16720

由上表可知，地铁4号线一期工程占用绿地面积较小，工程对城市绿地占用主要集中在停车场、车辆段和车站出入口、风亭等地面建筑对道路绿化带的占用。本工程临时施工工地主要在停车场、车辆段场址和车站场址周边，停车场和车辆段施工工地主要损失为人工植被，车站临时施工工地主要占用道路及道路两侧绿化带，主要损失行道植物。工程建成后会在用地范围内进行一定面积的绿化补偿，因此，本工程建设对植被产生影响较小。

11.3.2 水土流失影响分析

地铁建设由于地表开挖、回填、弃土和运土，会引起严重的水土流失。此外，据无锡市气象、水文资料，无锡地区属长江中下游海洋性温暖湿润气候带，特点是：冬季偏北风为主，受北方大陆冷空气侵袭，干燥寒冷；夏季以东南风为主导风，受海洋季风的影响，炎热湿润；其中春夏之交的“梅雨”天气是江南地区特有的气候特征，天气闷热、多雨、湿气较大。夏末秋初台风次数

较多，往往带来较大降水，狂风暴雨相结合具有较大的破坏性。这些都为水土流失提供了动力条件。因此，对施工期的水土流失问题必须引起足够重视。

地铁4号线一期工程18座地下车站基本采用明挖法施工，地面要求较高地段采用盖挖法施工。明挖法施工不仅破坏路面、移动地下管线，而且施工作业面宽，动土面积大，开挖土方量多，并要回填，水土流失比盖挖法严重。盖挖法在施工地下连续墙时，因排除钻孔及地下水渗漏而产生的泥浆水，也会引起水土流失。暗挖法施工地面破坏面积小，土方开挖和结构施工均在地下进行，产生的水土流失较明挖法轻，一般发生在隧道施工的出入口处。

车辆段是面积最大的施工场地，施工过程中既要开挖，又要回填，必然会引起水土流失。施工过程的水土流失，不仅影响施工进度，还会产生其他的不利环境影响。道路上的泥泞、泥浆会给行人、交通带来不便。泥浆水夹带施工场地上水泥、油污等直接排入附近水体造成水污染，还会造成河床沉积；雨水夹带泥沙进入市政雨水管渠，由于泥沙沉积会阻塞管渠，影响排水能力，使市区雨季积水问题更加严重。

11.3.3 对城市景观影响分析

工程建设会对城市生态环境造成一定的负面影响，主要表现在施工期施工场地对既有城市生态景观及绿地的破坏，运营期风亭、冷却塔和出入口对周边景观的影响。具体表现在以下几个方面：

(1) 车站施工对城市景观的影响

车站施工围挡会造成行道树和道路绿化带的临时破坏、地下管线迁移、施工场地围挡开挖造成道路拥堵，影响城市景观；工程弃土、建筑和生活垃圾的堆置对城市卫生和市容造成影响；施工场地泥浆漫流、雨天道路泥泞影响市容；花圃、城市绿地受到破坏、城市空间被占用；施工现场和施工活动对人们视觉景观的影响；总体而言，施工期间对城市景观短期内会有一定影响，但施工结束后采取有效的恢复措施即可恢复。

(2) 工程弃土对城市景观的影响

本工程主要为地下施工，区间隧道和地下车站的施工均产生大量的弃方。经工程内调配利用后本工程总弃方约312.5万 m^3 ，弃土为固态状泥土。工程弃

土临时堆放或弃置会对生态环境产生水土流失影响，导致城市下水道堵塞、河流淤积及周边生态环境的恶化。

(3) 车站出入口、风亭和冷却塔对景观的影响

地铁工程运营期间对景观的影响突出表现在地铁车站出入口、风亭和冷却塔的设置问题上。地铁风亭的类型可分为低风亭和高风亭，高风亭结合其它建筑又可考虑单建或合建设置。通过对既有线路的调查研究来看，风亭的设置对景观带来负面影响较小，如低矮风亭设置靠近道路和建筑，距离行人或居民较近，出风会直接影响到行人通行；有些风亭如周围直接硬化处理，会造成行人丢弃垃圾，盲流及拾荒者也常常聚集于此，影响城市环境。另外风亭百叶的选择，根据以往线路的设置来看多采用铝合金或其他金属材质，容易被盗，如果材质过薄甚至还会产生振动带来二次噪声。

11.3.4 工程对生态红线保护区的影响分析

(1) 对蠡湖风景名胜区的的影响

根据《江苏省生态红线区域保护规划》：风景名胜区二级管控区内禁止开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；禁止修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；禁止在景物或者设施上刻划、涂污；禁止乱扔垃圾；不得建设破坏景观、污染环境、妨碍游览的设施；在珍贵景物周围和重要景点上，除必须的保护设施外，不得增建其他工程设施。

工程与蠡湖风景名胜区的的位置关系见图 2-5，由图可见，工程 DK-14+700~DK-16+260 以盾构方式穿越蠡湖风景名胜区的二级管控区，穿越长度约 1560 米，穿越路段采用盾构法施工，线路埋深在湖底以下 8~18 米，盾构井起始位置位于二级管控区范围之外，不会破坏景区及周边的地上景观、植被和地形地貌。

蠡湖公园站设在金城西路正下方，位于二级管控区范围之外，出入口与二级管控区的最近距离约 7.5 米。车站施工期间临时占地不会占用蠡湖风景名胜区的二级管控区，不会在二级管控区地上范围内进行任何施工活动，施工期污水经预处理后排入市政污水管网、施工弃土和生活垃圾均可得到妥善处置，不

进入生态红线区域，环境影响可以控制在施工征地范围之内，工程建设对蠡湖风景名胜影响较小。

(2) 对惠山国家森林公园的影响

根据《江苏省生态红线区域保护规划》：二级管控区内禁止毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为；采伐森林公园的林木，必须遵守有关林业法规、经营方案和技术规程的规定；森林公园的设施和景点建设，必须按照总体规划设计进行；在珍贵景物、重要景点和核心景区，除必要的保护和附属设施外，不得建设宾馆、招待所、疗养院和其他工程设施。

工程与惠山国家森林公园的位置关系见图 2-5。由图可见，本工程线路 DK-7+510~DK-7+620 以地下线路方式沿惠山国家森林公园二级管控区外围敷设，工程段 DK-7+190~DK-7+510 以盾构方式穿越惠山国家森林公园的二级管控区，穿越长度 320 米，全部为地下线路，区间采用盾构法施工，线路埋深约 12~20 米，线路区间施工对惠山国家森林公园影响较小。

惠山古镇站设在古华山路与龙光路路口正下方，风亭和出入口设置在远离二级管控区的一侧。车站施工期间临时占地不会占用惠山国家森林公园的二级管控区，不在二级管控区范围内进行任何施工活动，施工期废水和固废等可以得到妥善处置，施工影响可以控制在车站施工征地范围之内，不会进入生态红线区域，对惠山国家森林公园影响较小。

11.3.5 工程对文物保护单位的影响分析

《中华人民共和国文物保护法》第十七条规定：文物保护单位的保护范围内不得进行其他建设工程或者爆破、钻探、挖掘等作业。但是，因特殊情况需要在文物保护单位的保护范围内进行其他建设工程或者爆破、钻探、挖掘等作业的，必须保证文物保护单位的安全，并经核定公布该文物保护单位的人民政府批准，在批准前应当征得上一级人民政府文物行政部门同意。

第十八条规定：根据保护文物的实际需要，经省、自治区、直辖市人民政府批准，可以在文物保护单位的周围划出一定的建设控制地带，并予以公布。在文物保护单位的建设控制地带内进行建设工程，不得破坏文物保护单位的历史风貌；工程设计方案应当根据文物保护单位的级别，经相应的文物行政部门同意后，报城乡建设规划部门批准。

工程与沿线文物保护单位保护范围最小直线距离都在 150 米左右，本项目全线均为地下敷设，工程对文物保护单位的影响主要表现在施工活动对文物保护单位周边地块的占用、遮挡，运营期振动对古建筑的影响。从现状结果看，文物保护单位与轨道线路的距离均在振动的影响范围之外，工程建设对其影响甚小。考虑到古建筑和文物的重要性，在施工期及运营期应加强对沿线文物保护单位的振动响应和振动速度进行跟踪监测，如发现问题，应及时采取隔振或建筑加固措施加以保护。

11.3.6 工程对惠山古镇历史文化街区的影响分析

本工程 DK-5+600~ DK-7+800 以地下方式沿惠山古镇历史文化街区外围敷设，区间施工方式为盾构法。惠山古镇站临近历史文化街区，施工方式为明挖法。因此本工程对文化街区的影响主要是惠山古镇站出入口的设计和施工行为产生的影响。本工程在施工阶段拟采取以下措施：

惠山古镇站出入口新建地面建筑在高度、体量、风格、色彩上与相邻古镇建筑相协调，采用较小的体量和较低的建筑高度，地铁车站地面设施不要形成视觉景观焦点。施工期间严格控制车站的施工范围，尽量减少施工占地影响，施工结束后立即回复地表植被或原貌，采取有效措施以防止地面沉降并加强对周围建筑物保护，将施工对历史文化街区的影响降到最低。

11.4 生态环境影响保护措施

11.4.1 施工期生态环境保护措施

(1) 工程占地恢复

工程施工前应根据《无锡市城市绿化管理条例》的相关规定，经城市绿化行政主管部门同意，按照规定办理临时用地审批手续。工程施工过程中，尽量保护沿线植被，减少对临时用地、作业区周围的林木、草地、灌丛等植被的损坏；严格按设计的弃土、弃渣场进行弃料作业，禁止将工程弃土、弃渣任意堆置，破坏绿化和植被。施工结束后，要及时对施工场地进行生态恢复。对于临时占用绿地应根据原土地利用情况和规划用地类型，尽可能予以补偿。对于永

久占地中不可恢复的绿地面积应在线路用地范围内予以平衡；对于可恢复的绿地面积应予以补偿，并在此基础上适当增加绿地面积，以提高绿化率。

（2）土石方防护措施

①区间隧道及地下车站的弃碴（土）应根据《无锡市市容和环境卫生管理条例》的有关规定，施工时产生的弃土（碴）均必须申报、登记，集中使用或堆放至指定场地，避免乱堆乱弃，破坏自然环境。

②建设单位或施工单位须在工程开工前，持有关证照和资料到市建筑渣土管理机构申报工程规模、产生建筑渣土的数量、种类和建筑渣土处置计划，办理建筑渣土处置许可手续，如实填报弃方数量、运输路线及处置场地等事项，并与渣土管理部门签订环境卫生责任书。

③堆放建筑渣土临时占用道路的，必须按批准的临时占道范围、时间，对建筑渣土实行封闭式堆放。

④建设或施工单位根据渣土管理部门核发的处置证向运输单位办理工程渣土托运手续；运输单位运输建筑垃圾、工程渣土时，采用符合要求的密闭式的运输车辆，应装载适量，保持车容整洁，严禁撒漏污染道路，影响市容环境卫生。运输车辆的运输路线，由渣土管理部门会同公安交通管理部门规定，运输单位和个人应按规定的运输路线运输。承运单位将工程渣土卸在指定的受纳场地，并取得受纳场地管理单位签发的回执，交托运单位送渣土管理部门查验。

⑤工程弃土应合理调配，综合利用。地下车站顶部的回填、车辆段与停车场的填方，应尽量利用挖方出渣，以最大限度地减少工程弃渣量。工程弃土由无锡市环卫处统一调配利用后运往指定地点填埋，后期统一进行生态恢复。

（3）城市景观保护措施

①工程施工期间，施工场地的布设以及施工营地的搭建需要临时占用一定面积的土地，其中包括道路中间及两侧绿化带用地，对原有的植被尽量不进行砍伐，而进行迁移，待施工完毕后及时对施工场地等临时占用的绿化地进行平整和恢复绿化。

②具区路车辆段和天河停车场的占地面积较大，施工期间，原有的地表植被将被破坏，因此，在场内的生产设施及配套的生活设施等建成以后，根据无锡市的有关场区绿化美化的要求，对车辆段内进行绿化。

③工程施工中应组织安排好道路交通和居民出行保障。工程施工过程中，应精心组织计划和安排，与交通部门充分协商，完善疏导，以减轻工程施工期间对城市交通的干扰影响。

④施工现场做好排水沟渠，避免雨季产生大量高浊度废水无序排放，场内必须设置洗车槽，车辆须在场内冲洗干净后方可上路行驶，避免带出泥浆污染交通道路，影响城市卫生环境。

⑤施工工地必须封闭，进行文明施工，施工围墙可以加以景观修饰，起到美化的效果，减少由杂乱的施工场地引起的视觉冲击。

⑥车站、车辆段等配套设施均为地面开放式施工，按照《中华人民共和国文物保护法》和《无锡市历史文化遗产保护条例》的相关规定，需及时进行有效、科学的文物勘探、发掘工作，其具体实施需待工程方案最终确认并报文物主管部门审核后方可进行建设。

⑦地下隧道施工，原则上不进行文物勘探工作，但施工中若发现文物，建设方应及时停工并报文物主管部门进行抢救性发掘。

⑧施工完毕后应及时拆除临建、围挡，破除硬化地面、清除混凝土块、废弃物等垃圾，做到工完场清。根据施工前现状绿化情况恢复原生态土体并进行还建处理。

(4) 生态红线区域保护措施

施工期应加强对惠山国家森林公园和蠡湖风景名胜区的保护工作，严格按照江苏省生态红线区域保护规划中的相关保护要求，禁止从事与保护要求相违背的施工和人为活动。

严禁在惠山国家森林公园和蠡湖风景名胜区的二级管控区内进行任何施工活动，惠山古镇站和锡惠公园站距离惠山国家森林公园二级管控区较近，施工征地和施工活动不能占用二级管控区范围，盾构施工时注重弃土管理，车站必须封闭施工，妥善处置施工产生的污水、废渣等，施工期废水和生活污水应全部收集处理后接入市政污水管网，禁止排入附近水体，减轻对生态红线保护区的影响。

11.4.2 运营期生态环境保护措施

本工程运营期对景观的影响突出表现在车站风亭、冷却塔、出入口等的设置问题上，车站附近现状主要为住宅、学校、商业、办公和绿化等，建议考虑结合各建筑造型，比较外观形式，合理利用建筑空间，尽量协调与景观的矛盾，保持与周围环境的协调，从而美化城市景观。

1) 站风亭、冷却塔景观重塑

本工程共设 18 座地下车站，每座车站附近都会设置风亭和冷却塔。风亭和冷却塔建筑物设计时首先应考虑与既有或新建建筑物结合，其次考虑独立设置，设计成不同的造型，使其既能与周围建筑物相协调，又能保持一站一景的独特性，点缀城市景观，美化城市生活环境，使每个风亭和冷却塔都成为城市一件艺术品。对于新城区的风亭和冷却塔，其建筑形式以简洁造型为主，并争取各具标志性特色，与新城区的现代建筑相吻合；对于位于主城区的风亭和冷却塔，其风亭和冷却塔应尽量隐蔽设置。

2) 车站出入口景观构建

对于地下车站出入口，设计时尽量从其造型、与周围环境的协调程度、夜间灯光以及周边绿化等方面考虑，其设计结构和外观宜保持统一风格。一方面能提高城市印象能力，给人们一种视觉上的享受，另一方面，既方便本地区居民的进出，更方便外埠游客、商务人员等乘坐轨道交通，从而突显出无锡旅游城市的风格。图 11.4-1 (b) 为南京地铁一号线鼓楼站的车站出入口，与其身后的电信大楼融为一体。



(a)



(b)

图 11.4-1 南京地铁车站风亭、出入口设置示范

12. 施工期环境影响及环保措施

12.1 施工方案分析

施工期对环境的影响主要取决于施工路段、施工方法、施工季节等的安排、采用的施工机械类型、施工材料的运输工具、运输线路设置及沿线居民分布情况等。无锡地铁4号线一期工程正线长24.123km，全部为地下线路，设站18座，停车场、车辆段各一座。一期工程计划2017年12月开工建设，2022年7月建成试通车。

主要施工内容包括：

- (1) 施工场地准备：进行征地划拨、行道树迁移、房屋动迁、地下管线搬迁、交通改道等；
- (2) 车站土建施工：车站施工、结构施工、装修施工、机电设备安装等；
- (3) 区间施工：区间隧道施工；
- (4) 轨道铺设工程：供电系统、变电设备安装调试，联动调试等；
- (5) 车辆基地：土建工程施工及设备安装调试等；
- (6) 全线试通车及运营设备调试。

根据工程实际情况，结合总体施工组织安排，各阶段施工场地布置主要设施详见下表12.1-1。

表 12.1-1 各阶段施工场地布置主要设施

部位	施工阶段	主要施工内容	场地布置
大临驻地	施工准备阶段	大临驻地规划、场地平整、水电接入、临设施工、完善配套设施。	项目部办公区、生活区及相关配套设施，业主和监理办公区。
车站	1、施工准备阶段	施工场地建设、机械设备进场。	施工场地布置、便道。
	2、主体结构施工阶段	围护结构、降水井、立柱桩、开挖与支撑、主体结构钢筋混凝土、防水层。	钢筋加工场地、泥浆系统、支撑拼接与堆放、木工棚、临时集土场等。
	3、附属结构施工阶段	SMW工法围护结构、基底加固、开挖与支撑、结构钢筋混凝土、顶板防水等。	深层搅拌桩拌浆系统、工字钢堆场、钢支撑堆放及拼装场、钢筋加工、木工棚、临时堆土场等。
区间	盾构机始发，左、右线推进，盾构机解体退场	洞门加固、后盾系统安装、盾构机吊装、区间隧道掘进、盾构机拆解退场。	设置2台45t大行车、2个600m ³ 集土坑、管片堆场、同步注浆储浆罐、临时办公用房、材料库等。

单位在施工中将按照“江苏省建筑施工标准化文明示范工地标准”施工，
 施工中将严格按照表 12.1-2 标准化工地施工要求实施。

表 12.1-2 标准化工地施工要求

序号	项目	现场设置要求
1	围挡设置	工地四周连续设置围墙围挡，无缺口，底边封闭，无泥浆外漏，重要地区和主要路段范围内的围墙围挡高度不低于 2.5m，一般路段围墙围挡高度不低于 1.8m。
2	物料堆放	施工料具按照现场平面布置图确定的位置放置，水泥、石灰等易产生扬尘的建筑材料，严密遮盖或在库内、池内存放，易产生尘埃的物料装卸、物料堆放，采取遮盖、封闭、洒水等控制措施。
3	车辆冲洗	配备保洁员负责车辆、进出道路的冲洗、清扫工作，出入口设置车辆冲洗池，配备高压冲洗设备，确保上路车辆车轮、车身不带泥，冲洗池四周设置排水沟和三级沉淀池。
4	道路硬化	现场出入口、作业区、生活区、主干道采用砼硬化，道路的强度、厚度、宽度满足安全通行卫生保洁的需要。
5	渣土清运	渣土、建筑垃圾清运应由有资质的运输企业采取密闭化承运，集中堆放建筑垃圾、工程渣土，并及时清运，不能及时完成清运的覆盖或绿化等控制措施。为满足施工需要，在车站场地内设临时堆土场（渣场/弃土场），并配套设置挡土墙
6	裸土覆盖	施工区域内的长期裸露地面、堆土采取临时绿化，网、膜覆盖等措施。
7	临时设施	施工现场按总平面图布置临时设施，办公生活区与作业区明显划分，宿舍净高、宽度、居住人数符合规定要求。
8	安全组织体系	施工现场安全组织体系建立健全，应急管理体系建立，应急物资、设备等配备。
9	安全教育和检查	安全教育和交底制度落实，安全检查制度落实，隐患整改闭合。
10	现场安全	现场管理使用 LBS 系统，危险标示、安全警示标志设置明显。
11	高处作业	安全防护用品符合国家相关标准，“四口”、“五临边”安全防护符合要求，防护设施定型化、工具化。
12	脚手架和模板支撑	脚手架搭设符合规范要求，专项施工方案按规定组织论证及审核、审批，脚手架、模板支撑系统验收手续符合规定。
13	现场防火	易燃易爆危险品库房、可燃材料堆场、临时用房等符合在建工程防火规范要求，消防安全管理制度健全，消防水源、设施与器材配备符合规范要求等。
14	临时施工	施工现场临时用电按照三级配电二级保护设置，临时用电组织设计内容

	用电	和安全技术档案内容全面，配电箱、开关箱的设置符合要求。
15	施工机械	起重设备装拆单位资质和装拆方案编制、审核、批准符合规定，起重设备使用前按规定检测验收、登记。
16	绿色施工	建立绿色施工管理制度，施工组织设计及施工方案中有绿色施工内容，建筑垃圾回收利用、施工作业噪音控制、节材新技术应用、节水计量控制、基坑降水储存使用、设备节能控制、施工场地布置、基坑施工方案优化、减少土方开挖等方面符合《建筑工程绿色施工评价标准》中控制项要求。合理安排施工作业时间，严格按照施工噪声管理的有关规定执行，避免在夜间十点以后，次日凌晨六点以前进行施工。
17	平安创建	无民工工资拖欠，有治安保卫制度，按规定签订《平安创建责任书》、《施工人员治安管理责任书》，依法与工人签订劳动合同，用工登记造册。
18	劳动保护	根据对轨道交通工程施工情况的调查，建设中一般每个车站各有施工人员 100 人左右，本工程总施工人数按 2000 人计。建立工会组织和劳动保护台账，按规定配备、培训工会劳监员；配备医务室和常备药品、急救药材等。

12.1.1 车站结构及施工方法

地下车站工程常用的施工方法一般分为明挖法、盖挖法和暗挖法，施工方法主要特点如下：

明挖法一般适用于地面有条件敞口开挖，且有足够施工场地的情况，此法对周围大气、水、土壤、地下水、生态环境等有一定影响。

车站位于现状道路或跨越路口，或处于比较繁华而狭窄的街道下，无明挖条件，但允许短时间中断交通或局部交通改移时，可采用盖挖法施工。当路面盖板根据需要仅铺设一部分时，为半盖挖顺作法。该方法对周围大气、水、土壤、地下水、生态等环境仍有一定影响，但影响时间较短。

车站若处于繁忙交通地段，或因其它原因不允许封闭路面交通、且站位埋深较大，可采用浅埋暗挖法施工。暗挖法的最大优点就是施工时对路面交通没有干扰，对环境的影响基本限于土壤及地下水，但使用范围受地质条件限制，施工难度大，投资高，施工沉降大。

从环境角度出发，明挖法对周边大气、水、土壤、地下水、生态环境会产生一定影响，主要体现为施工扬尘、机械设备排气、施工废水、弃渣及噪声等，会影响施工场地附近的环境质量及居民区、学校生活、教学环境，同时对

地面交通也会产生一定影响。盖挖法、暗挖法在施工前期有一定影响，当顶板完成后，将进行地下施工，对道路通行影响较小。

根据无锡市地铁4号线一期工程地下车站的地形、地质、水文条件，开挖深度绝大多数在20m内，明挖法与盖挖法无论从施工难度、施工工期、结构防水质量及土建工程造价等方面均较暗挖法具有明显的优势，推荐以明挖和盖挖法作为地下车站的主要施工方法。本工程车站结构形式及推荐施工方法见表12.1-1。

表 12.1-1 地下车站结构形式及工法汇总表

序号	车站站名	车站型式	推荐施工方法	基坑深度	支护形式
1	刘潭站	地下二层岛式	明挖法， 局部盖挖	15.91m	地下连续墙+内支撑 (局部钻孔桩+内支撑)
2	广石路站	地下二层岛式	明挖法 局部盖挖、铺盖	15.71m	地下连续墙+内支撑
3	青石路站	地下二层岛式	明挖法， 局部盖挖	15.9m	地下连续墙+内支撑
4	盛岸站	地下三层岛式换乘站	纳入3号线建设		
5	惠山古镇站	地下二层岛式站	明挖法， 局部盖挖	19.85m	地下连续墙+内支撑
6	四院站	地下二层岛式站	明挖法	17.7m	地下连续墙+内支撑
7	河埭口站	地下三层岛式站	明挖法	26.65m	地下连续墙+内支撑
8	建筑路站	地下二层岛式站	明挖法， 局部盖挖	16.21m	地下连续墙+内支撑
9	体育中心站	地下二层岛式换乘站	明挖法， 局部盖挖	16.28m 换乘节点 23.18m	地下连续墙+内支撑
10	望山路站	地下二层岛式站	明挖法	15.71m	地下连续墙+内支撑
11	蠡湖公园站	地下二层岛式站	明挖法	16.9m	地下连续墙+内支撑
12	大剧院站	地下二层岛式站	明挖法， 局部盖挖	17.61m	地下连续墙+内支撑
13	五湖大道站	地下二层岛式站	明挖法	15.91m	地下连续墙+内支撑
14	大通路站	地下二层岛式站	明挖法， 局部盖挖	16.1m	地下连续墙+内支撑
15	市民中心站	地下三层岛式站	1号线已完成		
16	吴都路站	地下二层岛式站 站厅层与周边地块 相结合	明挖法	16.56m	与地块基坑大开挖， 端头井段采用地连墙， 标准段坑中坑采用钻孔桩

17	商务中心站	地下二层岛式站	明挖法	15.91m	地下连续墙+内支撑
18	贡湖大道站	地下二层岛式站	明挖法	16.51m	地下连续墙+内支撑

12.1.2 区间结构及施工方法

目前比较成熟的地下区间段施工方法有明挖法、矿山法和盾构法。

(1) 明挖法一般用于场地较开阔的地段，要求该地段地面建筑和地下管线少，道路交通量小，或有条件进行交通疏解，或结合市政工程的建设进行明挖施工。但施工对周边大气、地表水、水环境、土壤、地下管线和交通的影响较大。

(2) 矿山法适用于隧道埋深较深，地质情况较好，地下水含量小或地下水位较低，无明挖施工条件的地段。施工对周边环境、地下管线和交通的影响较小，但施工风险略大。

(3) 盾构法适用于结构断面单一的圆形隧道的施工。占地少，对地面环境影响小，施工风险小，对地下水、土壤环境有一定的影响。

4号线一期工程均为地下线，且大都处于城市主干道之下，地面道路交通繁忙，道路两侧建筑物密集，沿线水网众多，土质松软，大多采用盾构法，环境影响较小。其中天河停车场出入线采用明挖法施工，具区路车辆段出入段线部分采用明挖法施工，其余为盾构法施工。工程各区段的施工工艺及主要技术措施见表 3.2-1。

12.1.3 大临工程建设内容

本工程大临建设主要包括：施工用水、施工用电、施工便道、施工设备占地、项目部驻地、临时堆场等。施工用地主要为临时借地，主要包括公园及广场等市政用地、临时封闭部分城市道路、利用建筑拆迁改建的用地、临时借用单位的空地等。

12.1.3.1 办公、生活区

项目部驻地以就近为原则，租用限制民房或者搭设彩钢房作为办公和生活场所生产、生活房屋本着安全适用、布局合理、标准统一的原则进行建设布置，并满足职工生产、生活及监理工程师、业主、设计代表驻地建设的要求。办公及生活用房选用可重复拆装的双层活动房屋，生产房屋采用彩钢板结构的

房屋，并按防火要求配备消防设施和器材。现场不设置职工宿舍，仅预留值班人员休息室。

12.1.3.2 施工区

(1) 施工区大门、围挡

施工现场根据现场道路及场地情况设置 1~2 个大门，工地大门采用开启式无横眉，大门采用铁制封闭式大门，大门宽度不小于 8m，大门单侧门体双折，门柱采用砌体结构，各大门进出均采取人车分流措施，设置人员进出专用通道，人员进出通道安装刷卡门禁系统，大门处内设门卫值班室，负责场地的安全及进出人员、车辆的登记检查工作。

工地围挡按照业主要求采用统一形式，围挡采用乳白色彩钢板，围挡上部设置照明灯具，灯具设置满足周边临时照明要求。临时围挡施工结构见下图 12.1-1。

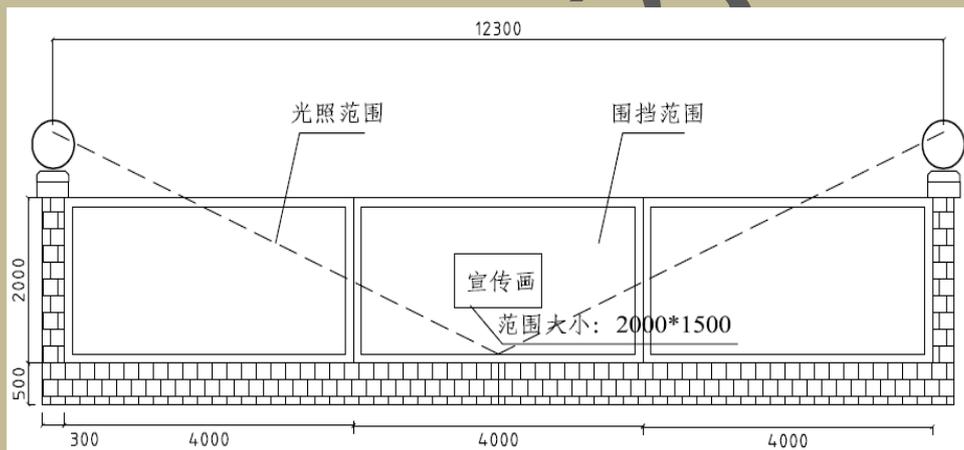


图 12.1-1 施工区围挡结构图

(2) 临时便道

施工道路：为满足大型施工机械所必要的作业条件，围场设施工道路。场内车型主便道硬化宽度采用 8m，支路硬化宽度为 4m，厚度为 0.25m 的钢筋混凝土结构，满足车辆正常行驶，并尽可能与导墙、明沟等筑成一体。

场地硬化：在施工期间对施工场地全部进行硬化，除场地内主要的施工便道外，现场场地硬化采用 10~15cm 厚的 C20 素混凝土，硬化场地向四周设 2% 的排水坡，排入排水沟。

(3) 洗车槽与场地内排水

工地大门处按要求设置洗车槽，确保建筑垃圾或土方装运车辆干净驶出工地，各装运建筑垃圾和土方的车辆在驶出工地前必须进行冲洗，并设置保洁措施。所有车辆进出工地必须建立登记制度，以便于核查。

①洗车槽设置尺寸为 $4.5\text{m} \times 6\text{m}$ 的混凝土洗车坪，四周设置排水沟，沟槽上方满铺槽钢格栅；钢格栅应涂刷安全警示色油漆。

②洗车槽地坪混凝土强度及厚度应满足现场实际需要，洗车槽四周排水沟与三级沉淀池相连，洗车污水经沉淀处理达到排放标准后，方可排入市政管网。

③大门口洗车处配备沉淀池、高压水枪、高压洗车水泵等配套设施和设备。

④定期对洗车坪沟槽底部、排水沟及沉淀池中的淤泥进行清理，避免堵塞。

施工场地四周设深 $300 \times$ 宽 300mm 排水沟，每个作业平台四周排水沟环通，排水沟设三级沉淀系统，雨水及基坑抽水流入排水沟，经三级沉淀池沉淀后排入市政管道。现场设专人对排水系统进行维护，保证排水畅通。基坑周边排水沟详见下图 12.1-2 所示。

硬化场地及施工便道以 0.3% 坡度汇入排水沟内，保证场地排水畅通，严禁将泥浆、杂物及建筑生活垃圾排到排水管道中，若发现排水沟内泥浆、杂物、建筑生活垃圾等堵塞，及时清理，以免场区内施工、生活污水、雨水等不能顺利排出。

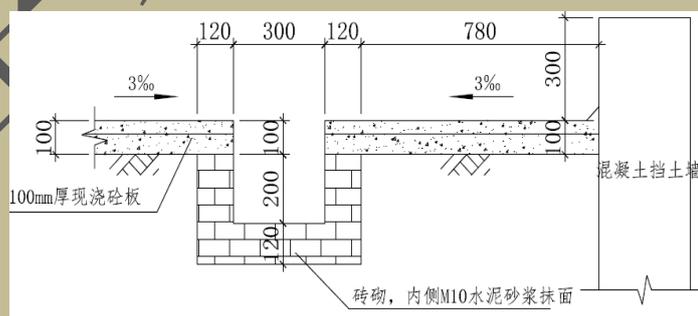


图 12.1-2 基坑周边排水沟示意图

沉淀池顶采用临边防护的钢管围栏进行防护；防护设施应悬挂安全警示标识。

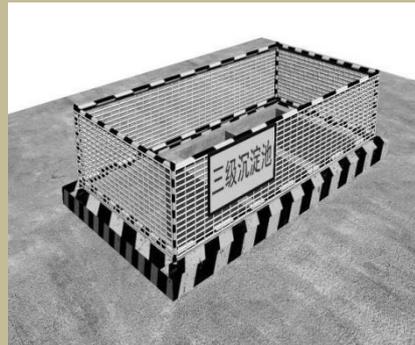


图 12.1-3 挡水墙与排水沟、自动冲洗设备及三级沉淀池示意图

基坑周边采用固定式防护，防护要固定牢靠。基坑临边围护采用 600mm 高混凝土+600mm 高可拆卸钢制护栏，详见下图 12.1-4。

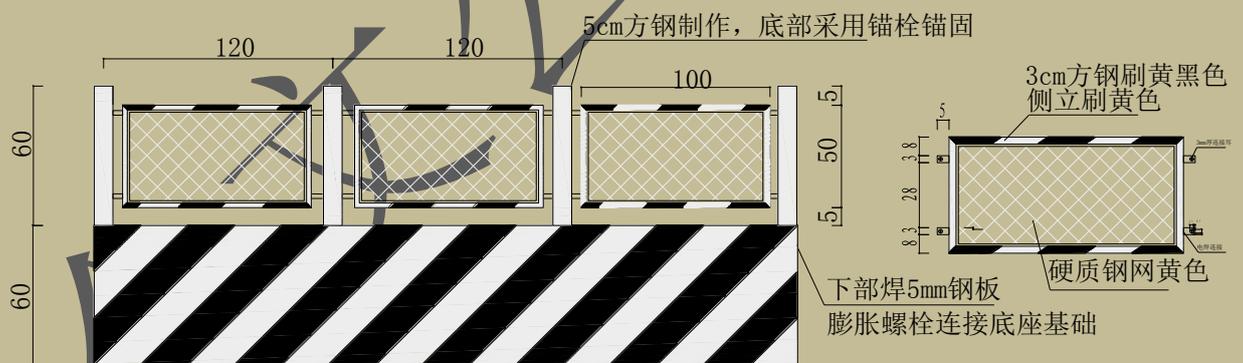


图 12.1-4 基坑护栏详图

(4) 现场除尘设施

为确保施工人员的职业健康保护，基坑周边设置给水接头安排专人每天对场地进行冲洗，另外施工便道定期用洒水车冲洗，以确保现场清洁。

现场购买除尘炮，按照现场需要情况进行设置；在围挡四周设自动除尘喷雾器，间距 7.6m 一个。

(5) 施工通道

临时施工通道采用成型梯笼或斜通道，斜通道设置牢固稳定，坡比及侧面防护符合安全要求。梯道及斜坡道数量满足工人上下班及逃生需求。大剧院站及五湖大道站基坑开挖及主体施工期间各设置 2 部梯笼，供人员上下通道，盾构施工期间，于车站预留洞口处设置工字钢斜梯，供人员通行。

(6) 临时堆土场

施工场地设置可供堆放 3 天的渣土的临时堆土场，开挖出土白天堆放在临时堆土场内，夜间组织装车封闭运出场外，弃于指定的弃土场内。在弃土场内，应做好水土流失的一切防护措施，防止对环境的污染。

(7) 消防设施

①施工区制定消防制度，配置消防设施，明确各区域消防责任人。

②一般临时设施区，如仓库，每 100 平方米配置两个 10L 灭火器，大型临时设施总面积超过 1200 平方米，如木工堆场、木工棚，备有专供消防用的太平桶、积水桶、黄沙池等。

③临时机具间，每 25 平方米配置一个种类合适的灭火器，油库、危险品仓库配备足量数量、种类的灭火器。

④现场出入口旁边明显位置设置 1-2 组灭火器（每组 4 瓶）、消防桶、消防锹、消防钩、消防斧及沙箱。消防架应涂刷为红色，干粉灭火器为 ABC 产品。

12.1.3.3 施工供水系统

工程施工用水均从业主指定的授水点引进，分生活、生产两大系统进行布置。生产用水分为基坑内生产用水和地面生产用水两路。基坑内生产用水由主水路引至循环水池内，通过水泵泵送进入基坑。所有施工废水经沉淀池沉淀后排入市政排水管道，生活废水经处理后排入市政的排污系统。场地周围设置完善的排水沟，场地内的污水及施工用水经由排水沟排入沉淀池，经沉淀后排入市政的排水系统。

12.1.3.4 临时供电系统

施工用电分为两部分，即生产用电和生活用电：大通路站、吴都路站各安装 1 台 630KVA 箱式变电站，盾构机始发施工从业主指定的接驳口引出两个

1800KVA(10KV)高压接口。箱式变电站分别配置高压进线、计量、负荷开关、低压变压器、低压配电柜的成套设备。为保证供电的可靠性，可备用一台400KW的柴油发电机，供照明、降水等急用。

12.1.4 运输方案

盾构机的市内运输委托给专业的大件运输公司运输

商品混凝土由混凝土输送车运至工地，输送泵灌注入模，运输、浇注过程必须采取措施防止漏浆、离析、坍落度损失。拌浆站设在施工场地内盾构始发井附近，由搅拌站将浆液搅拌好以后，通过管道运输进入运浆罐内，然后由电瓶车运至前方车架上的储浆罐内，通过设在台车上的注浆泵，由盾构尾部8根同步注浆管注入空隙

碴土外运集中在夜间进行，利用挖掘机将集土坑中的碴土装入封闭式运输汽车，按照拟定路线运输至指定弃碴点，在场地出碴门口设置洗车槽，运输车辆出施工场地前进行清洗。

12.2 施工期环境影响评价

施工期对环境的影响主要取决于施工路段、施工方法、施工季节、施工时间的安排、采用的施工机械类型、施工材料的运输工具、运输线路设置及沿线居民分布情况等。本工程投资大、施工期长，施工期主要的环境影响为施工噪声、振动、污水、扬尘、弃土和固废等污染，此外，施工活动对景观和生态环境也将造成一定程度的破坏。

12.2.1 施工期声环境影响评价

(1) 噪声源强

本工程施工场地主要包括地下车站和区间、停车场和车辆段等。施工噪声包括现场施工产生的噪声和车辆运输产生的噪声。施工过程将动用挖掘机、空压机、钻孔机、风机、打夯机等施工机械，这些施工机械在进行施工作业时产生噪声，成为对邻近敏感点有较大影响的噪声源。这些噪声源有的是固定源，有的是现场区域内的流动源。

根据类比调查与监测，施工中各种施工机械及车辆的噪声源强汇于表 12.2-1。

表 12.2-1 施工机械及车辆噪声源强单位：dB (A)

施工阶段	施工设备	距振源 5 米处噪声源强
土方阶段	挖掘机	84
	推土机	84
	装载机	90
	钻井机	87
	卡车	94
基础阶段	平地机	90
	空压机	92
	风锤	98
结构阶段	振捣机	84
	混凝土泵	85
	气动扳手	95
	移动式吊车	96
	压路机	80
	摊铺机	87
各阶段	发电机	98

(2) 施工期噪声影响分析

施工期机械和车辆的噪声源强较高，实际施工中，一般是多种机械同时工作，各噪声源辐射的噪声相互叠加，影响较大。

施工期噪声近似按照点源计算，公示如下：

$$L_p = L_{p_0} - 20 \log \left(\frac{r}{r_0} \right)$$

式中：L_p——声源在预测点处的声级；

L_{p0}——声源在参考点处的声级；

根据上式计算，单台施工机械或车辆噪声随距离衰减情况见表 12.2-2。

表 12.2-2 单台施工机械噪声衰减预测表 单位：dB (A)

序号	施工设备	距离 (m)										
		10	20	30	40	60	80	100	150	200	250	300
1.	挖掘机	76	70	65	61	57	54	51				

2.	推土机	76	70	65	61	57	54	51				
3.	装载机	82	75	70	67	63	60	57	53			
4.	钻井机	79	72	68	64	60	57	54				
5.	卡车	84	77	73	69	65	62	59	55	52		
6.	平地机	82	75	70	67	63	60	57	53			
7.	空压机	84	77	73	69	65	62	59	55	52		
8.	风锤	90	83	79	75	71	68	65	61	58	56	54
9.	振捣机	76	70	65	61	57	54	51				
10.	混凝土泵	77	70	66	62	58	55	52				
11.	气动扳手	87	80	76	72	68	65	62	58	55	53	
12.	移动式吊车	88	81	73	69	66	63	59	56	54		
13.	压路机	73	66	62	58	54	51					
14.	摊铺机	79	72	68	64	60	57	54				
15.	发电机	90	83	79	75	71	68	65	61	58	56	54

按照不同施工阶段的施工设备同时运行的最不利情况考虑，施工期噪声随距离衰减情况见表 12.2-3。

表 12.2-3 不同施工阶段噪声影响预测 单位：dB (A)

序号	施工阶段	距离 (m)											
		10	20	30	40	60	80	100	150	200	250	300	350
1.	土方阶段	92	85	81	77	73	70	67	63	60	58	56	54
2.	基础阶段	96	88	85	81	77	74	71	69	64	62	60	58
3.	结构阶段	94	87	83	79	75	72	69	65	62	60	58	56

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，由表 12.2-3 可以看出，各机械单独施工时，距离声源 60 米处噪声可以满足施工场界昼间标准；距离声源 250 米处噪声可以满足施工场界夜间标准。

由表 12.2-3 可看出，在各施工阶段，所有机械同时施工情况下，距离声源 90 米处噪声可以满足施工场界昼间标准；距离声源 350 米外噪声才可满足施工场界夜间标准。从现场调查情况来看，车站施工场地距周围敏感点距离较近，

尤其是刘潭站、青石路站、盛岸路站、锡惠公园站、建筑路站、大剧院站和大通路站等地下车站周边分布有大型居住小区，施工期敏感点主要受施工机械作业和运输车辆噪声影响较大；另外，大剧院站车站施工边界距离主演艺厅距离约 60 米，基础和结构施工可能会对大剧院演艺厅造成一定的影响，施工场界噪声难以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准要求。

12.2.2 施工期振动影响评价

(1) 振动源强

根据类比调查，施工中各种施工机械及车辆的噪声源强汇于表 12.2-4。

表 12.2-4 施工机械振动源强参考振级 单位：dB (VLz)

施工阶段	施工设备	距振源距离 (m)				
		5	10	20	30	40
土方阶段	挖掘机	82-84	78-80	74-76	69-71	67-69
	推土机	83	79	74	69	67
	压路机	86	82	77	71	69
	重型运输车	82	76	71	66	64
	盾构机	/	80-85	/	/	/
基础阶段	打桩机	106	99	92	88	86
	振动夯锤	100	93	86	83	81
	风锤	92	85	78	75	73
	空压机	85	81	78	76	74
结构阶段	钻孔机	63	/	/	/	/
	混凝土搅拌机	82	76	71	66	64

(2) 施工期振动影响分析

施工期振动影响主要表现在车站主体结构施工及区间盾构施工，各高频振动机械对车站周围及沿线建筑的影响。根据类比，除打桩机和振动夯锤等强振动机械外，其他机械设备产生的振动一般距离振源 40m 以外的地表振动可达到“交通干线两侧”、“混合区”的环境振动标准要求。

① 区间线路施工振动影响

本工程区间线路主要采用盾构法施工，类比同类型施工路线，区间隧道采用盾构施工队线路两侧地面产生的振动影响较小；在线路正上方有一定影响，主要表现为地表振动及地面沉降。

②车站施工振动影响分析

车站施工期的振动影响主要为车站破碎路面和主体结构施工，各高频振动机械对车站周围的建筑影响较大。

本工程的施工机械以振动型作业为主，包括打桩、挖掘等施工作业以及运输车辆在运输、装卸过程中所产生的振动，因此施工作业中产生的振动不可避免的会给沿线居民区和学校等的日常生产、生活带来影响，应采取加固等预防措施。

③施工阶段的主要振动敏感点

本工程施工场地较为紧张，部分施工现场较难避开人口密集区域。本工程施工期的振动敏感点主要为车站施工点附近，以及区间隧道下穿的居民点、机关单位等。

12.2.3 施工期大气环境影响评价

(1) 施工期空气污染源分析

根据城市轨道交通的施工情况调查分析，本工程施工期间对周围环境空气的影响主要有：

①以燃油为动力的施工机械和运输车辆的增加，必然导致废气排放量的相应增加。

②施工过程中的拆迁、开挖、回填、渣土和粉粒状建筑建筑材料堆放、装卸过程中产生粉尘污染，车辆运输过程中引起的二次扬尘。

③施工过程中使用具有挥发性恶臭的有毒气味材料，如油漆、沥青等，以及为恢复地面道路使用的热沥青蒸发所带来的大气污染。

施工期对大气环境影响最主要的污染物是扬尘。

(2) 施工期环境空气影响分析

尘粒在自然风力或装卸、车辆行驶等外力作用下，其可能扬起漂移的距离受尘粒最初喷发速度、尘粒粒径以及大气湍流程度的影响；理论漂移距离是尘粒直径与平均风速的函数。当风速为4~5m/s时，粒径100 μ m左右的尘粒，

其漂移距离为 7~9m；30~100 μm 的尘粒，其漂移距离依大气湍流程度，可能降落在几百米的范围内；较小粒径的尘埃，其漂移距离更远。

施工区的扬尘量与地面的尘土量、运输车辆的流量、行驶速度、载重量以及风速等因素成正相关的关系——地面尘土量越多、运输车辆的车流量越大、行驶速度越高、载重量越大、风速越高，其产生的扬尘量就越多。

本工程的房屋拆迁、施工面开挖、渣土堆放和运输等施工活动都将引发扬尘，现分述如下。

① 房屋拆迁

工程拆迁过程中伴随大量扬尘产生，影响时间可持续 30 分钟之久，而其中 PM₁₀ 影响时间更长，是造成城市环境空气污染的主要因子。

② 施工面开挖

本工程明、盖挖车站施工面的开挖，盾构区间施工竖井的修筑，车辆段的开工建设，势必产生许多施工裸露面。施工裸露面在干燥、多风的气象条件下，极易产生扬尘。

此外，本工程施工产生的渣土多为粘质粉土，含水量高时粘性较大，不易产生扬尘。但其表面干燥后，会形成粒径很小的粉土层，在装卸、移动、汽车行驶等人为活动或自然风速达到相应的启动风速时，这些细小尘土就会扬起漂移到空气中、形成扬尘。

③ 车辆运输

车辆运输过程中产生的扬尘主要有以下三方面：①车辆在施工区行驶时，搅动地面尘土，产生扬尘；②渣土在装运过程中，如果压实和苫盖措施不利，渣土在高速行驶和颠簸中极易遗撒到道路上，经车辆碾压、搅动形成扬尘。根据对无锡市渣土运输车辆的类比调查，每辆车的平均渣土遗撒量在 500g 以上；③运输车辆驶出施工场地时，其车轮和底盘由于与渣土接触，通常会携带一定数量的泥土，若车辆冲洗措施不力，携带出的泥土将遗撒到道路上，从而形成扬尘。根据调查，车辆驶出工地的平均带泥量在 5000g 以上。

(2) 施工期废气影响分析

因施工场地多在交通道路附近，以燃油为动力的施工机械和运输车辆在施工场地附近排放一定量的废气，虽然使所在地区废气排放量在总量上有所增

加，但只要加强设备及车辆的养护，严格执行南京市关于机动车辆的规定，其对周围大气环境将不会有明显的影响。

本工程为地下区间工程，主要采用盾构法施工，对城市道路的破坏较少，恢复路面用热沥青较少，对周围环境的影响不大。

(3) 其他影响

拟建项目在对车站构筑物的室内外进行装修时（如表面粉刷、油漆、喷涂、裱糊、镶贴装饰等），使用装修材料有可能含有多种挥发性有机物，主要污染物有：氡、甲醛、苯、氨等，以上污染物对人体健康会造成损害，但影响范围十分有限。

根据相关研究成果可知，在离现场 20~50m 范围内，大气中 TSP 的含量可增加 0.3~0.8mg/m³，但其浓度随距离增加很快下降，扬尘点下风向 200m 处的浓度几乎接近上风向对照点的浓度。

12.2.4 施工期水环境影响评价

(1) 下穿河流等地表水区域环境影响

穿越水底隧道有五种主要的施工方法：掘进机法、钻爆法、气压沉箱法、沉管法、盾构法。其中前三种施工方法要受到地质条件限制，而沉管法和盾构法使用范围较广，几乎不受地质条件限制，故被世界各国广泛采用。

地铁 4 号线一期工程自北向南沿线经过的地表水体包括京杭运河、梁溪河、蠡湖等。综合考虑河流水文特征、地质条件、隧道使用功能等因素，下穿河流段隧道设计均采用盾构法施工，该施工方法对局部地下水及土壤会产生小范围短暂影响，而对河流两岸地表环境影响较小，对河道行洪等功能也无影响，施工经验成熟，技术可行，环境影响较小。

(2) 对工程周边水环境影响分析

本工程在施工过程中产生的废水主要有：

①生产废水。包括开挖、钻孔以及地下水渗漏而产生的泥浆水和各种施工机械设备运转的冷却水及洗涤用水，前者含有大量的泥砂，后者则会有一定量的油污。

②生活污水。施工营地生活污水包括食堂用水、洗涤废水和厕所冲洗水，生活污水含有大量细菌和病原体，经化粪池处理后进入市政污水管网，对地表水造成影响较小。

③无锡地区夏季阴雨天多，雨水充沛，施工期由于暴雨径流也会产生废水。此外还有施工现场清洗产生的废水。这些废水虽然无大量有毒有害污染物，但其中可能会含较多的泥土、砂石和一定量的地表油污和化学物品。

随着施工方法和施工阶段的不同，施工期废水对地表水产生的不利影响的程度也不同。以随挖随填的方法施工，在场地准备、开挖、回填等施工阶段，主要由于施工场地、堆土的冲刷，含泥沙量大，因此对地表水有一定程度的影响。

施工场地随施工进展不断变化，施工中所产生的废水和污水量不大，但如果处理不当或不经处理就排入水体，会造成水污染。废水中的有机物在河底形成污泥层，易出现厌氧状态，恶化环境。由于泥砂和污染物的沉积作用，引起河道和水体的堵塞，会造成长期不利影响。

12.2.5 施工期固体废物环境影响评价

12.2.5.1 施工弃土环境影响分析

(1) 弃土产生源

地铁4号线一期工程全线为地下线路，弃土源主要产生于地下车站基础开挖和区间盾构，呈现点多量多的特点。

(2) 工程弃土量

根据项目工可估算，本工程弃土量约 312.5 万 m³。

(3) 弃土处置

工程土石方采用统一调配，由无锡市环卫处渣土办公室统一安排，根据弃土的不同质地采取不同处理方式。由于轨道施工弃土主要为深层土壤，基本没有垦殖价值，因此主要用于市政建设，部分可运至采石场处置。

(4) 弃土运输过程可能产生的环境影响

根据类比调查结果，弃土运输过程可能产生的环境影响如下：

①工程现场弃土因降雨径流冲刷进入下水道，导致下水道堵塞、淤积，造成项目地区暴雨季节地面积水；

②弃土陆上运输途中弃土散落、飘撒，造成陆上运输线路区域尘土飞扬；

③运输车辆废气排放影响；

④运输车辆噪声影响；

⑤弃土处置环境影响等。

12.2.5.2 施工垃圾环境影响分析

施工垃圾主要来自施工所产生的建筑垃圾和施工营地生活产生的生活垃圾。

施工期间的建筑垃圾将涉及到土地开挖、管道敷设、材料运输、基础工程、房屋建筑等工程。在此期间将有一定数量的废弃建筑材料如砂石、石灰、混凝土、废砖、土石方等。

因本工程建设将历时 4 年半时间，施工期间将会产生大量的生活垃圾，由环卫部门定期清运处理，对环境的影响较小。

12.3 施工期环境保护措施

12.3.1 施工期噪声污染防治措施

根据《中华人民共和国环境噪声污染防治法》和《江苏省环境噪声污染防治条例》的规定，本工程在施工期应符合国家规定的建筑施工场界环境噪声排放标准。施工单位应当在工程开工的十五日前向工程所在地环境保护行政主管部门申报该工程的项目名称、施工场所、期限和使用的主要机具、可能产生的环境噪声值以及所采取的环境噪声污染防治措施等情况。在城市市区噪声敏感建筑物集中区域内，禁止在二十二时至次日六时期间进行产生环境噪声污染的建筑施工作业。

为了减轻施工噪声对周围环境的影响，建议采取以下措施：

(1) 施工单位应每天巡视工地及夜间值班时，合理控制施工噪声，使用数字式声级计对施工现场产生的噪声进行监测，并填写施工噪音监测记录表；

(2) 加强施工管理。合理安排施工作业时间，严格按照施工噪声管理的有关规定执行，避免在夜间十点以后，次日凌晨六点以前进行施工。在施工工程招投标时，将降低环境噪声污染的措施列为施工组织设计的内容，并在签订的合同中予以明确；

(3) 尽量采用低噪声的施工工具。如以液压工具代替气压工具，同时尽可能采用施工噪声低的施工方法；

(4) 施工机械应尽可能放置于对周围居民造成影响最小的地点。本工程共设 18 座车站，其中刘潭站、广石路站、青石路站、四院站、河埭口站、建筑路站、体育中心站、大剧院站、五湖大道站、大通路站 10 座车站周边分布的敏感点较多，施工时噪声较大的设备如发电机、空压机等尽量布置远离居民区、学校和无锡大剧院等声环境敏感点处，并定期保养、严格操作规程。高噪声设备作业时，应在周围设置临时隔声围墙，也可考虑在靠近敏感点一侧建临时工房以起到隔声墙的作用，减轻噪声对周边敏感点的影响；施工期间如遇无锡大剧院有重大文艺演出，应停止高噪声机械施工作业。

(5) 使用商品混凝土，减少因混凝土搅拌而产生的噪声；

(6) 确实因施工工艺要求采用浇灌混凝土的作业，或者因特殊需要必须连续作业的，施工单位应当在施工日期三日前向工程所在地环境保护行政主管部门提出申请，环境保护行政主管部门应当严格核查，在接到申请之日起三日内作出认定并出具证明。作业原因、范围、时间以及证明机关，应当公告附近居民；

(7) 避免多台高噪声设备同时作业；塔吊指挥不使用哨子，采用对讲机联络；

(8) 根据国家环保总局 1998 年发布的《关于在高考期间加强环境噪声污染监督管理的通知》，在高、中考期间和高考前半个月，严格遵当地政府的有关规定，白天中午及晚上十点以后的时间内禁止作业施工，以保证考生及周围居民的休息。

(9) 施工过程中各种运输车辆的运行，还将会引起道路沿线噪声级的增加。因此，应加强对运输车辆的管理，尽量压缩工区汽车数量和行车密度，车

辆进入现场时速不得超过 10 公里，不得鸣笛，车辆进出施工场地应安排在远离住宅区的一侧；

(10) 在基础和基坑施工期对受地面施工噪声影响较严重的敏感点进行跟踪监测。

12.3.2 施工期振动污染防治措施

为使本工程建设施工对振动影响降低到最低限度，需从以下几个方面采取有效的控制措施：

(1) 科学合理的施工现场布局是减少施工振动影响的重要途径，在满足施工作业的前提下，应充分考虑施工场地布置与周边环境敏感点的相对位置关系。将施工现场的固定振动源，如加工车间、料场等相对集中，以缩小振动干扰的范围。充分利用地形、地物等自然条件，减少振动的传播对周围敏感点的影响；施工车辆特别是重型运输车辆的运行路线应尽量避免避开振动敏感区域；

(2) 在保证施工进度的前提下，优化施工方案，合理安排作业时间，在环境振动背景较高的时段（7：00~12:00，14：00~20：00）进行高振动作业，限制夜间进行有强振动污染的施工作业，并做到文明施工；

(3) 区间盾构施工时，应先对离隧道较近的敏感点详细调查，做好记录，对可能造成的房屋开裂、地面沉降等影响采取加固等预防措施。本工程线路正下穿的黄岸头、刘潭西街、东大岸、杨木桥、上蒋巷等居民住宅基础质量较差，盾构施工对其影响较大，施工期应加强房屋开裂和地面沉降监测；施工期间如遇无锡大剧院有重大文艺演出，应停止打桩机和振动夯锤等强振动机械进行施工作业。

(4) 施工单位和环保部门应做好宣传工作，以减轻或消除人们的“恐惧感”，在心理上做好准备，并做好必要的安全防护措施；

(5) 加强施工单位的环境管理意识，根据国家和地方有关法律、法规，施工单位应积极主动接受环保部门的监督管理和检查，在施工过程中设专人负责，确保振动影响等得到有效控制。

12.3.3 施工期大气污染防治措施

因本工程施工期较长，伴随着土方的挖掘、装卸和运输等施工活动，其扬尘将给附近的大气环境带来不利影响。因此必须采取合理可行的控制措施，尽量减轻其污染程度，缩小其影响范围。其主要对策有：

(1) 工程施工扬尘污染防治措施

①开工前 15 日向施工项目所在地环境保护行政主管部门申报施工阶段的扬尘排放情况和处理措施；

②保证扬尘污染控制设施正常使用，确需拆除、闲置扬尘污染控制设施的，应当事先报经环境保护行政主管部门批准。

③施工工地周围按照规范设置硬质、密闭围挡。在本市主要路段、市容景观道路，以及机场、码头、物流仓储、车站广场等设置围挡的，其高度不得低于 2.5 米；在其他路段设置围挡的，其高度不得低于 1.8 米。围挡应当设置不低于 0.2 米的防溢座；

④施工工地内主要通道进行硬化处理。对裸露的地面及堆放的易产生扬尘污染的物料进行覆盖；

⑤施工工地出入口安装冲洗设施，并保持出入口通道及道路两侧各 50 米范围内的清洁；

⑥建筑垃圾应当在 48 小时内及时清运。不能及时清运的，应当在施工场地内实施覆盖或者采取其他有效防尘措施；

⑦项目主体工程完工后，建设单位应当及时平整施工工地，清除积土、堆物，采取内部绿化、覆盖等防尘措施；

⑧伴有泥浆的施工作业，应当配备相应的泥浆池、泥浆沟，做到泥浆不外流。废浆应当采用密封式罐车外运；

⑨施工工地应当按照规定使用预拌混凝土、预拌砂浆；

⑩土方、拆除、洗刨工程作业时，应当采取洒水压尘措施，缩短起尘操作时间；气象预报风速达到 5 级以上时，未采取防尘措施的，不得进行土方回填、转运以及其他可能产生扬尘污染的施工作业。

⑪对易产生扬尘的水泥、砂石等物料存放入库或者遮盖；除设有符合规定的装置外，禁止在工地现场随意熔融沥青、油染等有毒、有害烟尘和恶性气体的物质。

⑫在开挖、钻孔时对干燥断面应洒水喷湿，使作业面保持一定的湿度；对施工场地范围内由于植被破坏而使表土松散干涸的场地，也应洒水喷湿防止扬尘；回填土方时，在表层土质干燥时应适当洒水，防止回填作业时产生扬尘扬起；施工期要加强回填土方堆放场的管理，要制定土方表面压实、定期喷湿的措施，防止扬尘对环境的影响。施工场地的弃土应及时覆盖或清运。极大地减少施工扬尘对周围敏感点的影响。

⑬对施工车辆的运行路线和时间应做好计划，尽量避免在繁华区和居民住宅区行驶。对环境要求较高的区域，应根据实际情况选择在夜间运输，减少扬尘对人群的影响。采用封闭式渣土清运车，严禁超载，保证运输过程中不散落，如果运输过程中发生洒落应及时清除，减少二次扬尘污染。

⑭在施工过程中，应严禁将废弃的建筑材料作为燃料燃烧。

⑮不得在施工现场设立混凝土搅拌，以减少扬尘污染。

(2) 运输车辆防尘措施：

①运输车辆应当持有公安机关交通管理部门核发的通行证，渣土运输车辆还

应当持有城市管理部门核发的准运证；

②运输单位和个人应当在出土现场和渣土堆场配备现场管理员，具体负责对

运输车辆的保洁、装载卸载的验收工作；

③运输车辆应当密闭，确保设备正常使用，装载物不得超过车厢挡板高度，

不得沿途泄漏、散落或者飞扬；

④运输单位和个人应当加强对车辆密闭装置的维护，确保设备正常使用，不

得超载，装载物不得超过车厢挡板高度。

此外，装卸易产生扬尘污染物料的单位，应当采取喷淋、遮挡等措施降低扬尘污染。

(3) 临时堆场防尘措施

- ①地面进行硬化处理；
- ②采用混凝土围墙或者天棚储库，配备喷淋或者其他抑尘措施；
- ③采用密闭输送设备作业的，应当在落料、卸料处配备吸尘、喷淋等防尘设施，并保持防尘设施的正常使用；
- ④在出口处设置车辆清洗的专用场地，配备运输车辆冲洗保洁设施；
- ⑤划分料区和道路界限，及时清除散落的物料，保持道路整洁，及时清洗。

12.3.4 施工期水环境污染防护措施

本工程穿越水体区段内无地面工程，在加强施工期废水管理前提下，对水体基本无影响。施工期各施工点对废水的产生和排放管理措施：

(1) 根据无锡市的降雨特征和工地实际情况，为防止雨水浸泡基坑，在顺线路方向挖排水沟，基坑内设置潜水泵，导、排雨水与施工污水，对受施工影响的侧沟、截（排）水沟和既有排水设施等进行一次全面的疏通、清理、恢复工作。并且要经常进行清理，以便大雨或暴雨造成的地面水能迅速排走，保证地面水不流入基坑并保证现场道路畅通。截留收集的雨水径流、冲洗废水等经沉淀处理后回用于场地冲洗、绿化和洒水防尘。

基坑底两侧的排水沟和集水坑应加大、加深，以适应大体积抽水的需要，尽量做到雨停基坑内无积水。

(2) 施工进场后必须进行场地布置，保证施工场地与四周排水系统通畅；

(3) 施工现场必须做到车到人到的地方全部硬化，不硬化的范围要进行绿化，做到围挡范围内目光所及之处无泥土外露；

(4) 施工现场必须建造集水池、沉砂池、隔油池、排水沟、化粪池等水处理构筑物，对施工期的废水，应分类收集，按其不同的性质，进行相应的沉淀、澄清、隔油处理后循环使用或用于洒水降尘。沉淀处理的施工废水必须保持足够的沉淀时间，一般至少保持 2 小时；

(5) 施工营地设置在远离河边的地块，生活废水预处理后排入就近的市政下水管网，不直接排入河内。地铁4号线一期工程沿线均位于城市建成区，有完善的城市污水收集管网，施工期生活污水经处理达标后排入城市污水管网；施工场地设置截水沟、沉淀池和排水管道，截留收集施工场地内的雨水径流、冲洗废水等，废水经沉淀处理后回用于场地冲洗、绿化和洒水防尘；对于打桩和盾构等产生高浓度泥浆水，采用清水稀释并添加凝结剂，使得泥浆水分离后回用。

(6) 对于下穿水体的隧道，采用盾构法施工，盾构法隧道的覆土层厚度应不小于隧道直径的一倍，且同时满足隧址下游河床200年一遇洪水水位进行结构的抗浮稳定性设计要求和船舶锚击深度要求。

(7) 施工期严格执行国家、江苏省和无锡市有关建筑施工环境管理的规定，高度重视施工期对水环境的保护工作，强化施工组织 and 施工期环保措施设计，加强环境管理和环境监理，落实施工期环保措施，有效预防施工对周边水环境的影响。一旦施工期产生对周边水环境不利影响，须积极落实整改措施后方可继续施工。同时在工程运行管理中采取有效措施，切实保障工程周边水环境不受到影响。

(8) 施工中应做到井然有序地实施施工组织设计，严禁暴雨时进行挖方和填方施工。雨天时必须在临时弃土、堆场表面覆盖篷布等覆盖物，以防止弃土在暴雨冲刷下进入施工场地周边水体，对水体造成污染。

(9) 工程在穿越蠡溪河、蠡湖风景名胜区二级管控区等敏感水体时均采用盾构方案施工，在敏感水体下方穿越，不在水体范围内进行任何施工活动。在施工期和运营期内下穿段的污水、固废等均应妥善处置，不得进入地表水体。

12.3.5 施工期固体废物污染防治措施

建设单位或施工单位，在工程实施过程中应遵守如下有关规定和固体废物污染控制措施：

- 施工前建筑垃圾、工程弃土处置申报

施工前办理渣土排放处置计划申报手续；工程开工前应获得批准后进行处置。

- 施工弃土控制

施工单位应当配备管理人员，对渣土垃圾的处置实施现场管理，工程弃土运往无锡市环卫处指定地点填埋，后期统一进行生态恢复。

工程弃土点位置详见表 13.3-1。

表 13.3-1 无锡地铁建设项目弃土处理点

编号	弃土点位置
1	钱胡路勤新社区现代农业示范园区
2	惠洲路前洲友谊中心河弃土点
3	江阴祝塘镇五福村
4	幸福桃园南侧弃土点
5	阳山镇尹城村水沽滩
6	无锡市港务公司四区
7	新吴区沙墩港
8	硕放里河路
9	常州武进区雪堰桥

施工单位应持核发的处置证向运输单位办理建筑垃圾、工程弃土的托运手续。运输车辆运输建筑垃圾、工程渣土时应随车携带由市固管处核发的承运手续和准运证，接受市容局、公安交警和交通部门的检查，并按照规定运输路线、时间行驶和指定地点倾倒。按《江苏省城市市容和环境卫生管理条例》和《无锡市建筑扬尘污染防治条例》要求，运输车辆必须安装密闭装置运输渣土，工程渣土必须及时清运。施工工地的围栏不低于 2 米，施工的污水和泥浆不许外溢，工地的进出口必须有硬地，供运输车辆出门时清理轮子上的泥浆，并指定专人清洗。对渣土车进行了 GPS 跟踪，对清运中的恶劣行为具有追溯性。

地铁施工过程中，地下段车站基本采用明挖法，要对车站区域进行围挡施工。在每个车站围挡区域，远离居民区一端设置弃土临时堆场。为了防止水土流失，对城市道路造成影响，从而影响居民的出行，地铁施工弃土作业应避免雨季进行，弃土风干后应及时运走。对施工现场要及时进行清理，建筑垃圾要及时清运、加以利用，防止其因长期堆放而产生扬尘。

在工作场地内设置沉淀池，对施工中产生的废泥浆进行沉淀过滤后排入指定位置，再用封闭式泥浆车运出现场，严禁将泥浆排放到河道中。制定泥浆和

废渣的处理、处置方案，废泥浆和淤泥使用专门的车辆运输，防止遗洒、污染路面

●施工生活垃圾处置

施工过程中产生的生活垃圾如不及时进行清运处理，则会腐烂变质，滋生蚊虫苍蝇，产生恶臭，传染疾病，从而对周围环境和作业人员健康带来不利影响。所以本工程建设期间对生活垃圾要进行专门收集，由无锡市环卫部门统一收集处置，严禁乱堆乱扔，防止产生二次污染。

●竣工后工地现场清理

工程竣工后，施工现场堆存的渣土应当由施工单位清除完毕，无锡市市容管理局应参加工程验收。

12.3.6 施工期地下水环境保护措施

施工期地下水环境保护措施，主要减少施工对地下水资源量的影响、防治减缓施工引起地面沉降等环境水文地质问题，同时有效搜集处理施工废污水，防止废污水进入地下影响地下水水质。具体包括：

(1) 在车站等明挖段施工排水，要做好地下连续墙等基坑支护和围护止水：采用基坑内降水，有效减少地下水疏排量，尽量减小地下水位下降影响范围，防止基坑附近出现地面沉降。

在刘潭站、广石路站、青石路站等站点施工排水时，建议采用地下连续墙隔断施工基坑内外的水力联系后再施工。同时在基坑四周布置 2-3 个水位、地面变形监测点，降水同时进行基坑外水位和地面变形的监测。

(2) 避免过量抽水。在施工可以进行的前提下，尽量减少排降地下水。一般基坑降水一般将地下水位降至最低施工面以下 1m 左右。

(3) 在满足降水要求的前提下，降水管井优选选用细目过滤器，可以有效减少抽排水中的细径沙粒，对控制地面沉降也有一定效果。

(4) 在车辆段，由于地下水地表水水力联系较为密切，在建设过程中应考虑分区防渗，在产生废污水的区域（如综合维修区）进行地面硬化等防渗措施，硬化后地面渗透系数小于 10^{-8} cm/s。同时修建集水池，产生的废污水及时流入集水池。

定期将集水池废污水抽入污水处理站进行处理。污水处理池内壁涂刷渗透性小于 10-12cm/s 的防渗漆，尽量减少废污水渗入地下水。

(5) 由于评估区内已出现地面沉降，在进行设计时，应充分考虑现有地面沉降量及今后继续沉降的因素，预留一定的沉降量，提高工程对地面沉降的承受能力。

(6) 施工过程中，高浓度泥浆水应泥浆和水分离后水回用；机械施工产生的柴油汽油等滴漏要用桶搜集，防止滴到地面入渗地下；施工和生活废污水要搜集进污水处理池，处理后排入市政管网或处理达标后排放。

12.3.7 施工期生态控制措施

(1) 对绿化，在施工范围内严格按照法规执行，合理布置施工场地，生产、办公设施布置在征地红线以内，尽量不破坏原有的植被，保护自然环境。

(2) 严格履行各类用地手续，按划定的施工场地组织施工，不乱占地、不多占地。

(3) 对施工中可能遇到的各种公共设施，制定可靠的防止损坏和移位的实施措施，向全体施工人员交底。

(4) 施工场地采用硬式围挡，施工作业队的材料堆放、材料加工、出碴及出料口等场地均设置围挡封闭，施工现场以外的公用场地禁止堆放材料、工具、建筑垃圾等。

(5) 施工场地位于原有道路周边时，施工中尽量不破坏原有设施和影响行车。

(6) 工程竣工后搞好地面恢复，恢复原有植被，防止水土流失。

13.环境风险影响分析及防范措施

13.1 施工期环境风险影响分析及防范措施

目前地铁施工主要采用明挖、盖挖和盾构法。明挖法施工由于看得见、摸得到，易于发现异常情况，可及时采取应急补救措施，避免事故。盾构法施工则依靠仪表实时监控地层和施工状态，随时调整施工参数，由盾构机自动完成所规定的施工作业，可较严格地控制地层变形和止水。尽管如此，施工过程中还是存在一定的环境风险。

13.1.1 施工期环境风险分析

1、地质灾害影响分析

工程建设引发或加剧地质灾害的可能性及危险性大小，与地质环境条件和工程施工方案均有密切关系。拟建地铁4号线一期工程线路部分全部以地下隧道方式敷设，采用盾构法施工方案；设地下站点18个，大部采用明挖法施工，少量采用盖挖法施工。

(1) 工程建设引发或加剧地质灾害危险性分析

拟建工程建设中及建成后都不会改变目前评估区内第Ⅱ承压水水动力条件，不存在加剧地面沉降灾害的可能性，危险性小。工程建设引发地裂缝灾害的可能性小，其危险性小。工程建设中及建成后都不会改变目前评估区内岩溶水水动力条件，也就不存在引发岩溶地面塌陷灾害的可能性，危险性小。

预测评估在起点~青石路站区段，线路工程建设中引发特殊类岩土（砂土）灾害的危险性中等，建成后引发特殊类岩土（砂土）灾害的危险性小。其它砂土分布区段，线路工程建设站及建成后引发特殊类岩土（砂土）灾害的危险性小。

(2) 工程建设可能遭受地质灾害危险性分析

地质灾害的发生、发展将对工程带来一定的危险性。根据现场调查、区域地质灾害的特点，工程建设可能遭受的地质灾害为地面沉降、地裂缝、岩溶地面塌陷和特殊类岩土（砂土）灾害。

2、地下管道断裂影响分析

地铁施工中容易在施工过程引起底层变形而造成管线断裂，也可能直接挖断地下管线，尤其是上世纪 80 年代以前修建的地下管线，受当时施工技术所限，其接头的抗变形能力很差，而修建地铁隧道又不可避免地破坏地层原有的平衡状态，造成地下管线断裂，将产生突发涌水、煤气及液化气逸出、输油管道泄漏等后果。

(1) 区间施工对地下管线的影响

本工程全线为地下线路，区间线路埋深 12~20 米之间，采用盾构法施工。为了加强管道的安全和可靠，通信管线和天然气管道在设计时，埋深一般在 0.5 米~1.2 米之间，因此，工程地下段盾构施工对地下管道的影响较小。

(2) 车站施工对地下管线的影响

本工程车站实施范围普遍存在通信管线和燃气管线。经与管线产权单位对接，全线车站施工范围影响的通信线路采用电杆等临时架空，改迁路线为车站施工围挡边或区域架空改迁，待车站实施完毕后再行改至车站上方。通信线路采用此方法，可有效减少施工作业机械对管线触碰，降低工程事故。

3、污染土地影响分析

本工程全为地下线路，沿线地块不乏工业用地，施工过程中有可能会涉及被污染的土壤，可能对施工场地环境及人员造成带来影响，在地铁施工中将该种情况列入风险防范源中，并制定各项针对性措施和应急预案。

13.1.2 施工期风险防范措施

1、地质灾害防范措施

本着“以防为主、因地制宜”原则，针对地质灾害形成特点、形成因素、发展趋势等，提出如下一些地施工期风险防范措施。

(1) 地裂缝灾害防治措施

①青石路站一惠山古镇站南区间，为地裂缝易发区，站点工程上部结构设计应加强刚度和强度，以抵抗差异沉降而产生的拉裂。

②地裂缝易发区设置地面形变监测装置，以检查工程结构和应力释放情况，发现异常及时维修。

(2) 岩溶地面塌陷灾害防治措施

隐伏岩溶区，尤其是河埕口站南一带岩溶埋深相对较浅，应布置深孔查明岩溶发育情况，如发现较大的溶洞，采取充填、注浆等措施进行处理。

(3) 特殊类岩土（砂土）灾害防治措施

①盾构法施工的线路段，要采用合适的盾构类型和施工工艺，以避免引发特殊类岩土（砂土）灾害。

②砂土中的盾构施工，尤其是盾构进出洞部位，要降低地下水位，确保开洞无涌砂、流砂出现，并对砂土层采取诸如控制密封土仓压力、出土量、改良土体、加强同步注浆等措施，以确保施工安全。

③站点降水施工应在基坑开挖前进行，从而提高坑内土体的水平抗力，减少基坑土体变形量，增强土体稳定性。同时不能过度降水，以免造成周边不均匀沉降过大，影响周边建筑物的安全。

(4) 基坑土体滑塌应急措施

①险情发生时立即疏散人员，对可能造成影响的周边单位或住宅内的人员进行疏散。

②通知相关管线单位，根据影响程度进行管线监护和处置。

③会同交警部门对影响到的周边道路进行调整和交通疏导。

④如果纵向滑坡后基坑没有坍塌：在具备条件和不危及人员安全的前提下补强支撑，并对坡脚处进行土方回填；如果不能补强支撑，则立即组织对坡脚处进行回填土方或沙。

⑤如果纵向滑坡后基坑发生坍塌：立即组织对基坑坍塌处进行回填土方或沙；进行坡顶卸载，尽量减少动载。

(5) 基坑支撑、围护体系失稳应急措施

①预防措施：

钢支撑失稳前有拱起、侧弯或下沉的先兆，发现情况要迅速采取加固或补撑措施，在基坑开挖期间要加强对支撑的观察。每班要有专人巡察。对监测报表中的数据要进行认真的分析。要根据立柱桩的沉降情况，及时调整支撑，防止支撑因立柱桩的沉降或上抬而造成偏心，影响支撑受力。

②抢险措施：

险情发生时立即疏散人员，对可能造成影响的周边单位或住宅内的人员进行疏散。通知相关管线单位，根据影响程度进行管线监护和处置。会同交警部门对影响到的周边道路进行调整和交通疏解。如由于支撑失稳已经引起基坑坍塌，立即对基坑坍塌处回填土方，并清理基坑周边的超载，如果围护结构背土发生土体流失，要立即填充砂或混凝土，同时对周围支撑复查，查找是否有支撑松弛，如果有支撑松弛，应立即复加预加轴力，防止失稳现象扩散。

(6) 基坑围护结构涌水、涌泥应急措施

①险情发生时立即疏散人员，对可能造成影响的周边单位或住宅内的人员进行疏散。

②通知相关单位，根据影响程度进行周边构建筑物、管线等的监护和处置。

③会同交警部门对影响到的周边道路进行调整和交通疏解。

④查清漏点后，先用棉被封堵，用基坑土方回填覆压，在基坑漏点附近增设临时支撑和重新加轴力。

⑤在围护结构漏点处，压注聚氨脂溶液进行封堵。当漏点被彻底封堵、不再涌砂后，再压注双液注浆，对地基进行加固。

⑥漏砂严重，封堵无效可能导致周围环境破坏时，用土方、砂或水泥等材料回填基坑。

⑦对周围建筑物、管线和道路进监控，当变形较大时，采取双液跟踪注浆措施，调整变形速率，对流失的土体填充。

2、地下管线风险防范措施

(1) 施工准备阶段采取的措施

与地下管线产权单位密切配合，施工前，查清地下管线与地铁隧道的相对位置关系。对已查明的地下管线，在施工现场应做好醒目的警示标志，提示施工人员和机械操作人员注意保护地下管线安全。对于埋设较浅，受到重压会有危险的管线，还应采用设置警戒线的方式禁止一切重型机械通过。

(2) 施工过程中采取的措施

施工过程中加强配合，以便及时采取应急和补救措施；针对临近自来水主管、污水管道和天然气管道，为防止水管因地面沉降发生爆裂，建议施工单

位采取加长 SMW 围护桩、提高水泥含量、增加型钢密度、控制降水等措施；市区段施工时周边管线密集，应采用信息化施工，设定各种管线位移警戒值，及时反馈监测信息，根据施工时实际情况及时调整支护参数及施工步骤，并采用相应的保护措施,从而确保管线的安全。

现场施工人员应按规定穿戴胶鞋，严禁烟火，施工作业用氧气瓶等距离燃气管线外 10m；进行电气焊作业人员，须取得专业操作证方可上岗；施工作业影响范围内燃气管线应设置渗漏监测点，一旦出现渗漏点，加强通风，并上报上级管理部门与消防部门，紧急临时断气，会商后确定处理措施；施工作业区内燃气管线出现明火时，应立即组织人员撤离，并进行周边居民疏散，上报主管部门与消防部门，进一步处理。

（3）地下管线保护应急措施

建议施工前召集国内诸多地铁专家组成风险控制课题组，对地铁施工中的种种复杂情况和风险源进行全面梳理，并制定各项针对性措施和应急预案。

①组织机构和职责

施工项目部成立管线事故应急指挥小组，以项目经理为组长，项目副经理、项目技术负责人为副组长，项目部其余各岗位管理人员为组员。应急指挥部与管线权属单位密切联系，负责提供管线基本情况和技术信息资料，对现场的各类管线进行定位标示，对施工班组人员进行管线保护技术交底。并落实和实施管线保护的内容，及时检查管线的检测成果，确保管线 24 小时处于监控状态，保证管线安全。

②应急响应

当发生挖断地下管线等事故时，现场人员应立即报告管线事故应急处理工作小组组长。组长即刻到现场进行总指挥，调动组员，组织迅速封锁事故现场，对现场周边进行烟火控制，将事故点 20 米内进行围护隔离，立即拨打自来水抢修电话、通信抢修和燃气抢修等；情况紧急时还应立即通过火警“119”、公安指挥中心“110”请求支援；防止事故进一步扩大。通过采取上述措施将事故的损失及影响降至最低点。

一般来说，地铁施工发生事故前总是有预兆的，如隧道支护结构变形过大、过快，或地面沉降发生突变，或隧道出现渗漏水现象等，如能及时发现和处理，使其始终保持在控制标准以内，事故即可避免。

13.2 运营期环境风险影响评价

13.2.1 运营期环境风险分析

分析地铁运营事故的影响因素，制定预防事故相关对策以及突发事故后的救援措施，对于改善地铁运营的安全现状，预防事故和降低事故损失都具有十分重要的意义。

地铁运营安全不仅涉及人一车辆—轨道等系统因素，还受到社会环境和列车运行相关设备（信号系统、供电系统）等因素的影响。近年来国内外地铁事故统计的分析表明：人、车辆、轨道、供电、信号及社会灾害等是地铁事故的主要因素。

13.2.2 运营期环境风险防范措施

（1）加强对乘客和工作人员的教育

由于乘客素质对地铁安全有很大的影响，所以应加强对市民的地铁安全乘车意识的教育，减少由于乘客的失误而产生的地铁运营事故。加强对工作人员的法制教育，技术教育，安全教育和职业道德教育。工作人员要牢记“安全第一”的运营准则，任何时候都不能麻痹大意。

（2）采用先进的设备及其检测体系

地铁的运营涉及众多人员和先进的设备。车辆因素、线路问题、信号标志等设备都直接关联到列车的安全运行。车辆所使用的阻燃材料是否合格，安全装置是否充足有效，车辆是否符合运行要求，车辆技术状况的好与坏，都会直接影响到地铁的运行安全。

另外，将安全线改为自动安全门以杜绝坠落地铁事故；加强车辆维护及检修工作，提高综合服务水平。建立和完善设备状况计量检测体系，确保设备运作的安全度。对已出过的事故苗头、灾害险情要及时记录，用系统安全工程的

方法进行评价，及时制定切实可行的整改措施，把工作落到实处，尽量把事故和灾害消灭在萌芽状态。

(3) 建立自动监视及自动报警系统

为了保证地铁的安全运行，每个地铁系统都应具备监测及自动报警系统(Fire Alarm System, FAS)。FAS 对于确保地铁的安全以及正常运营，具有极其重要的作用，成为地铁各系统中不可缺少的重要组成部分。受 FAS 系统保护的具体对象是全线车站、主变电所、车辆段及通信信号楼。地铁 FAS 系统必须是一个高度可靠的系统，接线简单，组网灵活，容易维修和扩展。控制中心(OCC)应有全线示意图，能监控全线的报警情况。

(4) 制定应急方案并进行模拟演练

事故和灾害是难以根本杜绝的，必须高度重视应急预案的制定。“预防为主”是地铁安全正常运营的原则。只有事先制定多套突发事故应急预案，增强突发性事件的应急处理能力，才能把事故与灾害所造成的人员伤亡和财产损失降到最低程度。迅速的反应和正确的措施是处理紧急事故和灾害的关键。应急预案是对日常安全管理工作的必要补充。它的主要内容应该包括：指挥系统组织构成、应急装备的设置(主要包括报警系统、救护设备、消防器材、通讯器材等)和事故处理与恢复正常运行。要做到不发生事故，保证地铁运营安全，除了加强对员工的安全思想教育、提高群体安全意识、健全各项规章制度、严肃劳动纪律和作业纪律、建立安全监督管理机构工作以外，进行事故应急处理模拟演练是十分必要的。增强全员安全生产意识，逐步提高各有关专业和工种的应变能力、协同配合能力和对事故的综合救援能力，达到锻炼员工队伍的目的。

14.运营期环保措施评述及投资估算

14.1 噪声污染防治措施

(1) 风亭、冷却塔、VRF 外机噪声控制措施

地下车站环控设备噪声治理合计需增加环保投资 190 万元，其中风亭措施投资 80 万元，冷却塔降噪措施投资 60 万元，VRF 外机降噪措施投资 40 万元、风热冷泵降噪措施投资 10 万元。在满足工程通风要求的前提下，尽量采用低噪声、声学性能优良的设备。使风口背向敏感点。充分利用车站设备、出入口及管理用房等非噪声敏感建筑的屏障作用，将其设置在敏感建筑物与风亭或冷却塔之间。

表 14.1-1 工程降噪措施及投资汇总表

措施内容	序号	适用范围或保护对象		降噪效果	投资估算 (万元)
风亭采取加长消声处理的降噪措施	1	广石路站	地铁集团规划住宅	降低风亭 噪声10dB(A)	80
	2	青石路站	黄巷上、青石路规划项目		
	3	建筑路站	奥林花园A区、奥林花园B区		
	4	体育中心站	华侨城景华苑		
	5	大剧院站	太湖国际社区		
	6	大通路站	周新苑		
	7	四院站	江宁宿舍		
冷却塔采用超低噪声冷却塔	1	广石路站	地铁集团规划住宅	/	40
	2	体育中心站	华侨城景华苑		
	3	大通路站	周新苑		
	4	建筑路站	奥林花园A区		
冷却塔采用超低噪声冷却塔并安装隔声屏障等降噪措施	5	四院站	胜利新村	降低冷却塔 噪声 10 dB(A)	20
VRF室外机调整位置或安装隔声屏障等降噪措施	1	广石路站	地铁集团规划住宅	VRF室外机 安装隔声罩 后可降低噪 声 10dB(A)	40
	2	四院站	江宁宿舍、第四人民医院住院楼		
	3	建筑路站	奥林花园A区		
	4	体育中心站	华侨城景华苑		
风热冷泵调整位置或安装隔声屏障等降噪措施	1	大剧院站	太湖国际社区	风热冷泵安 装隔声罩后 可降低噪声 10dB(A)	10

合计	/	/	/	/	190
----	---	---	---	---	-----

(2) 停车场、车辆段噪声控制措施

天河停车场出入场段线地面段采取全封闭（两侧围挡+顶盖），各工段的固定声源置于室内的；由于具区路场段规划*****，故出入场段线地面段、各固定声源、试车线均已位于场段室内，同时各固定声源的产生工段另置于单独的室内，试车期试车线昼间运行。在车辆基地场界外设置绿化带，在该绿化带范围内采取密植乔灌木植物，合理配置混合树种，如选择叶茂枝密、树冠低垂、粗壮、生长迅速的长绿树种。

(3) 噪声防护距离

规划部门应根据表 5.3-10 中所列的噪声防护距离，并根据《地面交通噪声污染防治技术政策》要求，限制在轨道交通噪声影响范围内新建居民住宅、学校、医院等噪声敏感点，否则应按《噪声法》规定提高其建筑隔声要求，使室内环境满足使用功能要求；科学规划建筑物的布局，临噪声源的第一排建筑宜规划为商业、办公用房等非噪声敏感建筑。

14.2 振动污染防治措施

根据国内外城市轨道交通振动控制应用实例，参照《地铁设计规范》（GB50157-2003）及《环境影响评价技术导则-城市轨道交通》（HJ453-2008）的要求，本次评价采用减振措施建议如下：

(1) 轨道结构减振措施

工程涉及 70 处振动敏感点，共有 37 处敏感点需要采取振动防护措施，按照本次预测结果需要采取措施的线路段参照表 6.4-2 执行或采取同等减振效果的其他措施。

工程共需使用特殊减振措施 11950 延米，投资约 15535 万元；共需使用高等级减振措施 3070 延米，投资约 3070 万元；共需中等减振措施 10 延米，投资约 3 万元。

(2) 振动防治建议

参考《地铁设计规范》（GB 50157-2013）正文中相关建议，地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响进行评

价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足 6.3.6.3 小节的建议控制距离要求。

14.3 地表水污染防治措施

(1) 地表水污染控制措施

车站生活污水参照《关于同意无锡地铁 1 号线全线各地下站向城市污水管网及其附属设施排放污水的说明》，直接排入市政污水管网；

车辆段及停车场生活污水（餐饮废水除外）经化粪池处理后纳管排放，餐饮废水经隔油处理后接入市政管网；生产废水经隔油池、气浮装置处理水质满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准后纳管排放；

(2) 污水治理措施投资

本工程废水治理方案及投资估算约 1280 万元，具体见表 14.3-1。

表 14.3-1 污水治理投资估算表

项目	处理设施及投资规模			
	废水类别	处理设施	数量	投资估算（万元）
天河停车场	含油废水	隔油沉淀、气浮设备等	1	230
	生活污水	化粪池、隔油池	1	180
具区路车辆段	含油废水	隔油沉淀、气浮设备等	1	470
	生活污水	化粪池、隔油池	1	400
合计				1280

14.4 地下水环境保护措施

运营期地下水环境保护措施主要是地下水环境监测系统的构建，及时发现环境水文地质问题和污染事故，以有效保护地下水环境。

(1) 在地铁运营期，需在刘潭站、广石路站、青石路站分别设置 1-2 个地面变形长期监测点，定期监测水位和地面沉降数据，发生较大沉降量时，应马上采取措施，停止降水。启动应急预案，及时控制地面沉降。

(2) 分别在天河停车场、具区路车辆段污水处理站的南侧 3m 附近设置一个潜水层监控井（井深 7m），定期（半年/次）监测 COD、氨氮、石油类和

铁，发现异常后及时检测污水处理站的渗漏情况，并及时抽水进行污染治理和修复；分别在天河停车场、具区路车辆段化粪池的南侧 3m 附近设置一个潜水层监控井（井深 7m），定期（半年/次）监测 COD、氨氮、动植物油，发现异常后及时检测化粪池的渗漏情况，并及时抽水进行污染治理和修复。

（3）在隐伏岩溶段（河埕口站），设置岩溶水水位监测点和地面变形监测点，定期监测，在发现岩溶水水位出现急剧变化或发生明显地面变形时，立即开展地铁沿线施工工地或抽水井的调查，及时控制岩溶水的开采或疏干排水。

（4）定期开展线路巡查，及时发现沿线地下水的漏、滴、冒等现象以及线路周边的地下水开采或疏干降水情况，并结合地铁沿线监测井水位和地面变形监测情况，决定是否启动地下水应急预案，并采取相关防治措施。

14.5 大气环境污染防治措施

（1）地面进风风亭应设在空气洁净的地方，并尽量设在排风亭的上风侧，排风亭口部的设置应尽量避免当地年最多风向，并加装除臭设施。进、排风亭的口部宜错开方向布置，且距任何建筑物的直线距离应大于 5 m。

（2）当进、排风亭合建时，排风口应比进风口高出 5 m，或风口错开方向布置，且进、排风口最小间距应大于 5 m；当采用敞口低风亭时，其他建筑物的口部与风井之间以及进、排风井之间的最小净间距不宜小于 10 m，风井底部应设排水措施，风口最低高度应满足防淹要求。

（3）当排风亭在事故工况下用于事故排烟时，排风亭口部与进风亭口部和出入口以及其他建筑物的口部的水平距离应大于 10 m；若水平距离不足 10 m，排风亭口部应高于进风亭口部和出入口以及其他建筑物的口部 5 m。

（4）当排风口单独设置时，其格栅可设在地面绿化带内，风口下沿高度应高出地面 1 m，且应考虑排水措施。

（5）进风亭格栅底部距地面的高度应大于 2 m，当布置在绿地内时，高度允许降低，但不宜低于 1 m。

（6）通风道和风井的风速不宜大于 8 m/s；站台下排风风道和列车顶部排风风道的风速不宜大于 15 m/s；风亭格栅的迎面风速不宜大于 4 m/s。

(7) 地下车站应采用符合国家环境标准的装修材料，排风亭等风道内壁采用环保型、防菌、防霉材料。

(8) 对车辆段和停车场职工食堂炉灶燃料采用天然气，安装油烟净装置，产生的油烟进行净化处理后经排烟井高空排放。

(9) 在装焊工场作业产生的焊接烟尘和粉尘采用移动式焊接烟尘净化器，净化后排放。

14.6 固体废弃物污染防治措施

无锡地铁 4 号线一期工程运营期产生的固体废物主要为生活垃圾和生产垃圾。

本项目运营期产生的生活垃圾属于一般固废，交由环卫统一处置；产生的废蓄电池属于危险废物，暂存于车辆段内后由厂家回收处置；废油纱、废油、含油污泥属于危险废物，定期交由具有相应资质的单位处理，并在停车场或车辆段划定区域设危废暂存场，危废暂存场应符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求；危废暂存场所应设置标志牌，地面与裙角均采用防渗材料建造，有耐腐蚀的硬化地面，确保地面无裂缝，并建有 2m 高围堰和泄漏液体收集设施，整个危险废物暂存场做到“防风、防雨、防晒”，并由专人管理和维护。

14.7 生态环境减缓措施

(1) 城市园林绿地是城市生态系统中唯一具有自然净化功能的重要组成部分，在改善生态环境质量、调节城市气候方面发挥重要的作用，因此为尽可能减少由于本工程的建设对沿线城市绿地系统的影响，建设单位应加强本工程的绿化工作，加强建设绿化带。

(2) 建议建设单位积极与城市规划、园林部门沟通，对工程沿线用地合理规划，预留绿化用地，加强绿化设计，建议本工程绿化设计保证一定比例（不低于 5%）的花卉种植面积。

(3) 施工期尽量保护沿线植被；尽量减少对临时用地、作业区周围的林木、草地、灌丛等植被的损坏；运营期绿化树种满足与周边景观相协调、改善生态平衡、美化、优化沿线环境的要求。

(4) 开工前，对施工范围临时设施的规划要进行严格审查，以达到少占城市用地（主要是绿化用地），又方便施工的目的。对于工程施工建设必须占用的部分城市用地，施工结束后应尽早进行占用的土地平整和植被的恢复工作。

(5) 工程施工过程中，要严格按设计的弃土、弃渣场进行弃料作业，不允许将工程弃土、弃渣任意堆置，根据无锡市的相关规定和要求，工程施工产生的弃土、弃渣应按照无锡市固体废物管理处统一要求处置。

(6) 本工程运营期间对景观的影响突出表现在地铁车站风亭的设置问题上，而本工程地面沿线现状主要为已建、在建和拟建房地产、学校、待开发用地，建议考虑结合建筑造型，比较外观形式，合理利用建筑空间，尽量协调与景观的矛盾，保持与周围环境的协调，从而美化城市景观。

(7) 工程施工时如发现文物，应立即停止施工并采取保护措施如封锁现场、报告相关部门，由文物主管部门组织采取合理措施对文物进行挖掘，之后工程方可继续施工。

14.8 环保措施投资估算

工程污染治理措施及环保投资费用总计为 23813 万元，包括生态防护、噪声振动治理、污水处理、风亭异味的处理等，占工程总投资的 1.23%。环保措施清单及投资估算见表 14.8-1。

表 14.8-1 本工程环保措施及投资估算一览表

时间段	环境要素	地点	保护目标名称	环境影响	环保措施	数量	效果	投资(万元)
施工期	生态	工程临时占地	/	植被破坏	绿地恢复	1.67 万 m ²	/	1720
			/	水土流失	弃渣处置	312.5 万 m ³	/	960
	声	施工营地	周围敏感目标	施工噪声	建议声屏障	/	场界噪声达标	180
	振动	施工营地	周围敏感目标	施工振动	选择低振设备，避免夜间施工	/	场界达标	50
	水	施工营地	/	施工废水	沉砂、隔油	20 处	满足接管要求	70
			/	生活污水	化粪池	/		80
	大气	施工营地	/	扬尘	加强施工管理，洒水	/	减轻影响	80
			/	车辆尾气	/	/		
运营期	噪声	车站	周边居民区	噪声	冷却塔采用超低噪声冷却塔	4 座车站	达标或维持现状	40
					冷却塔采用超低噪声冷却塔并安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	1 座车站		20
					VRF 室外机调整位置或安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	4 座车站 4 处 VRF 室外机		40
					风热冷泵调整位置或安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	1 座车站 1 处风热冷泵		10

				风亭采取加强消声处理或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	7个车站 9个风亭		80
振动	轨道沿线	居民区	地下段振动	特殊减振措施	11950延米	振动达标	15535
				高等级减振措施	3070延米		3070
				中等级减振措施	10延米		3
水	停车场	地表水	生活污水	化粪池、隔油池	1套	满足接管要求	180
			停车场含油废水	隔油沉淀、气浮设备	1套	满足接管要求	230
	车辆段	地表水	车辆段生活污水	化粪池、隔油池等	1套	满足接管要求	400
			车辆段含油废水	隔油沉淀、气浮设备	1套	满足接管要求	470
大气	车站	居民	风亭异味	绿化覆盖	13处排风井	减轻影响	65
				内壁采用抗菌涂料	6处排风井		
固废	车站、停车场、车辆段	居民	食堂油烟	油烟净化装置	2套	达标排放	100
			生活垃圾	委托环卫部门处理	903.41t/a	零排放	80
			生产垃圾	回收利用或安全处置	105.3t/a, 2000余节废蓄电池		
环境监控	/	/	/	环境监理	/	/	200
	/	/	/	环境监测	/	/	150
合计							23813

15.环境影响经济损益分析

城市轨道交通是公益性建设项目，虽然企业内部的经济效益不突出，但有很好的外部社会经济效益，此部分效益部分可以量化计算，部分难以用货币值估算。可量化社会效益主要包括节约旅客在途时间的效益；提高劳动生产率的效益和减少交通事故的效益，减少噪声及大气排放的环境效益等；不可量化社会效益主要包括改善交通结构、改善区域投资环境的、创造区域发展条件、提高人民生活质量、节省城市用地、缓解交通压力等。

15.1 社会及环境效益分析

15.1.1 社会经济效益分析

(1) 用地省、运能大

地铁属于城市立体交通，可充分利用地下空间，使大量客流转入地下，减少了地面交通停车场和路面拓宽而占用的土地，地铁系统占地是高速公路的1/3，高架道路的1/2，运能是公路交通的10倍。

(2) 有效缓解能源紧缺

随着国民经济的发展，汽车数量逐日上升，地铁使用的能源为电能。地铁替代汽车，意味着能源以电取代油，在同等条件下，一般用电比其它燃料可节约费用35%左右，4号线投入运营将极大程度减少能源消耗。

(3) 改善项目所在地的交通环境

根据2013年居民出行调查的结果，主城区内人均每天的出行次数为2.46次，主城区居民出行方式中步行占22.20%，自行车、助力车出行比例为37.4%，利用公共交通出行比例为18.1%。而国外一些大城市利用公交出行的比例在30-60%之间。显然，无锡市居民利用公交出行比例较低，出行结构十分不合理，也和城市规模、经济发展水平不相适应。

居民出行中个体交通出行比例偏高，造成交通拥挤，容易堵塞，居民行路难，出行时间长等问题。公共交通出行偏低状况意味着大量的客流采用占用道路时空资源较多的个体交通方式，由此造成道路网上个体交通流量过大，严重地加大了道路负荷，政府花费巨资修建道路设施所扩充的容量很快被新增加

的机动车和非机动车交通量所填充。调查资料显示无锡市现状公交状况无论是运行速度、容量、舒适度，还是线路走向上都跟不上居民出行的要求。

轨道交通在运量、速度、运行方式等方面都优于私人机动化交通。建设快速轨道交通设施是根据国际经验，提高公共运输供给能力和效率，完善大城市综合交通系统的必由之路。快速轨道交通在客运方面的优点是容量大、准点快捷、安全舒适、人均占用道路资源少，能根据不同路段的地面交通和土地供应状况，从而选择合适的地面、高架、地下形式，尽量少与其他建筑物和运输方式争夺用地，特别适合我国大城市人口密度高、高峰期对交通需求量大、污染严重的特点。

(4) 是改善城市投资环境、促进经济和旅游事业发展的需要

通过 4 号线一期工程的修建及与其余线路的换乘，可以有效地沟通中心城与周边新城和中心镇的联系，有力带动无锡国家高新技术产业开发区、机场生活区等区域的发展，有利于东南部板块产业的整合，加快产业集群区域的形成，支持经济结构调整，不但对地方经济增长的促进作用明显，而且对增强区域或行业竞争力（形成造血机能），形成持续的长久经济增长动力有重大作用。同时根据趋位性原理，有利于城市生态系统内部人流、物流的沟通，强化了城市总体生态系统的完整性，从而促进人员流动，减少城市中心区交通拥挤、土地紧张、环境污染等问题，改善城市生态环境。

15.1.2 节约城市土地

地铁属于城市立体交通，充分利用地下和地面空间。地铁 4 号线建成后可吸引大量客流转入地上，不仅减少了为扩大发展地面交通面增加停车场、拓宽路面占用的城市土地，而且还减少了由于发展交通而引发的大量拆迁安置费用。按全国大中城市交通面积平均占市区面积的 5.5%，公交线路占道路面积比率为 25%，每辆车占道路面积按 120m^2 计算，本工程可节省的城市用地为 4.5-15.3 万 m^2 。

15.1.3 环境效益分析

随着改革开放政策的不断深入，国民经济的飞速发展，对交通基础设施的需求日益加大，机动车数量与日俱增。而机动车增加，必然导致汽油、柴油等

燃料消耗量增加，进而加重机动车尾气排放对区域环境的影响程度。目前因交通拥挤、路网不畅、道路等级低等原因所导致的汽车尾气污染已成为区域大气污染的主要原因之一。本项目的建设将从根本上改变城区南北向主干道的交通状况，从而必将降低交通类环境空气的污染物排放总量，大大节省了宝贵的能源，缓解了区域汽车尾气对环境空气的污染程度。

同时地铁代替汽车，意味着能源消耗以电取代油，一般在同等条件下用电比用其它燃料节约费用 30~40%，同时可减少燃油产生的废气。根据相关资料，无锡市地铁 4 号线一期建成运营后，因替代地面公交车辆，减少汽车尾气排放量估算见表 15.1-1。

表 15.1-1 减少汽车尾气排放量

年度	分流车辆 (辆/d)	每辆车日平均行驶里程 (km/d)	减少汽车尾气排放量 (kg/d)		
			CO	HC	NO ₂
2012	60	100	0.95	0.10	0.05
2019	100	100	1.58	0.16	0.08
2034	271	100	4.28	0.43	0.22

15.2 环境影响经济损益分析

根据上述分析，对受本工程影响的主要环境因素，分别采用补偿法、专家打分法等对本工程的环境影响经济损益进行定性或定量分析，结果见表 15.2-1。

表 15.2-1 环境影响经济损益综合分析表

序号	环境要素	影响、措施及投资	效益	备注
1	环境空气	缓解了汽车尾气对环境空气的污染	+2	按影响程度由小到大分别打 1、2、3 分；“+”表示正效益；“-”表示负效益。
2	声环境	沿线声环境质量下降	-2	
3	水环境	施工时有不利影响，营运期无明显不利影响	-1	
4	人群健康	无显著不利影响，交通方便就医	+2	
5	工商业	加速对外的物流交换	+3	
6	旅游资源	有利于资源开发利用	+2	
7	水土保持	无明显不利影响，但需增加防护及排水工程	-1	
8	城镇规划	符合城市发展趋势，有利于新城的发展	+3	
9	景观	对沿线生态景观有影响	-1	
10	绿化美化	增加环保投资，加强沿线绿化	+2	

11	土地价值	沿线土地增值	+3
12	拆迁安置	无影响	0
13	直接社会效益	改善项目所在地的交通环境，缩短里程，节约时间，降低运输成本，降低油耗，减轻交通噪声，减少汽车尾气排放量，提高安全性	+3
14	间接社会效益	改善城市土地利用格局和城市空间结构，改善投资环境，促进经济发展，增强环保意识	+3
15	环保措施	增加工程投资	-1
合计		正效益23，负效益6，正效益/负效益=3.83	17

环境经济损益分析结果表明，工程的环境正效益是负效益的 3.83 倍，说明该工程的环境影响经济正效益占主导地位。

15.3 评价小结

综上所述，本工程的建设对沿线影响区的社会环境有积极的促进作用，工程实施虽然会对沿线区域生态环境产生破坏和污染而造成环境经济损失，但工程采取环保措施后，可将工程环境损失控制在最小范围内。本线的建设将带来巨大的社会效益和环境效益，避免了地面城市道路建设给无锡市空气环境、声学环境质量带来的污染影响，符合经济效益、社会效益、环境效益同步增长的原则。

16. 环境管理与环境监测计划

为了保护本工程沿线环境，确保工程的各种不良环境影响得到有效控制和缓解，对管理工作中的偏差及时进行更正，使其更具有有效性和针对性，以达到预防污染、保护环境的目的，必须对本工程进行规范的环境管理与环境监控。必须对本工程的全过程进行严格、科学的跟踪，并进行规范的环境管理与环境监控。

16.1 环境管理计划

16.1.1 建设前期环境管理

建设前期的环境管理是指工程设计及施工发包工作中的环境管理。

设计阶段，建设单位、设计单位将环境影响报告书中提出的并经环保部门正式批复的各项环保措施落实到工程设计中，并将环保工程投资纳入工程概算中，以实现环保工程“三同时”中的“同时设计”要求。各级建设部门和环保部门等有关主管部门实施监督管理职能。

工程发包过程中，建设单位应将环保工程摆在与主体工程同等重要的地位在工程施工招标文件中予以明确，按环境影响报告书的有关要求对施工单位的施工组织方案提出环境保护要求，优先选用环保意识强、环保工程业绩好、能力强的施工单位和队伍，为文明施工、各环保要求能高质量的“同时施工”奠定基础。

16.1.2 施工期的环境管理

(1) 环境管理体系与职责

施工期的环境管理实行包括施工单位、监理单位和建设单位在内的三级管理体系，并接受无锡市有关管理部门的监督检查。其中施工单位是本阶段各项环保措施的实施单位，同时要求设计单位做好配合和服务。

在这一管理体系中，首先强化施工单位自身的环境意识和环境管理。各施工单位应配备专职或兼职人员负责施工期的环境保护工作，对施工场地的污水排放、扬尘、施工噪声等环境污染控制措施进行自我监督管理。这些人员应是经过培训、具备一定能力和资质的工程技术人员，并赋予相关的职责和权力，

使其充分发挥一线环保监管职责。实行环境管理责任制和环境保护考核制，组织主要领导进行环境保护知识培训，提供环保意识。

监理单位应将环境影响报告书、环保工程施工设计文件及施工合同中规定的各项环保工程及措施作为监理工作的重要内容，对环保工程质量严格把关，并监督施工单位落实施工中应采取的各项环保措施。施工结束，应提交环境监理报告。

建设单位施工期环境管理的主要职能督促施工单位建立、健全施工管理制度和管理体系，鼓励施工单位按 ISO14001 环境管理体系（EMS）进行施工环境管理、按 18000 职业安全健康管理体系（OSHMS）进行施工人员的安全健康管理；在于把握全局，及时掌握全线施工环保动态，当出现重大环保问题或纠纷时，积极组织力量解决，并协助各施工单位处理好与环保部门、公众及利益相关各方的关系。

（2）监督体系

从工程施工的全过程而言，环保、交通、环卫等部门是工程施工环境监督的主体，而在某一具体或敏感环节，银行、审计、司法、新闻媒体也是监督体系的重要组成部分。

施工监理是监督部门与施工单位、建设单位联系的纽带。

（3）环境保护行动计划

①施工准备期环境保护行动计划

在施工准备阶段环境保护的主要内容为征地、拆迁过程中如何保护被征地、拆迁单位和居民的利益。建设单位应严格按照国家和无锡市有关征地拆迁安置办法对拆迁单位、居民按自愿原则确定合理的补偿、安置方式。征地拆迁过程中任何单位和个人的不良行为都是对国家和被征地拆迁单位、居民利益的损害。因此，实施过程中司法、银行、审计、新闻媒体因其特有的职能，这些单位的监督具有重要的意义。

在施工前期，建设单位应组织有关部门对全体员工的环境意识进行培训、组织重要岗位人员、包括建设单位、工程监理单位、施工单位施工现场管理人员和施工单位项目经理、现场环保负责人员等参加环境管理知识培训；组织直接参与管理的地铁公司和施工单位有关人员参加环境管理技能培训。

②施工期环境保护行动计划

1、施工期噪声控制

应合理安排施工时间，避免运输车辆噪声对学校、医院、集中居民住宅区等敏感点干扰。根据预测，本工程施工期间，施工机械对场地周边声环境影响较大，高噪声机械超标严重，因此根据有关规定要求，施工单位应在工程开工前十五日内向沿线环保局提出申报。

2、施工期振动控制

在保证施工进度的前提下，优化施工方案，合理安排作业时间，限制夜间进行有强振动污染的施工作业，并做到文明施工。

此外还应加强施工期对线路正上方通过的敏感建筑和III类建筑结构房屋路段地表不均匀沉降的观测。

3、施工期水环境保护

施工驻地生活污水、运输车辆冲洗废水应实现有组织性。生活污水中的粪便污水经过粪池处理，车辆冲洗水集中在施工驻地进行，并与其他机械冲洗水进行沉淀处理，处理后与生活污水一并排入城市排水管网。同时根据有限规定要求，施工单位应向无锡市政排水主管部门申领施工工地临时排水许可证。

4、施工扬尘

施工场地应根据气候变化进行定期洒水，并保证施工场地的整洁，减少二次污染源的聚集。

5、运输车辆

由于本工程规模较大，尤其是盾构施工期间，大量的弃土外运和施工材料的运输，大量施工车辆的进出将给周边地区城市道路形成压力。因此为减少交通压力，施工单位应合理进行车流组织，在繁忙干道，施工单位应将常规车辆、行驶路线、时段通报交通管理部门，时段选择宜避开交通高峰期；突击运输或长大构建运输应提前通报交通管理部门，以便于其组织力量进行交通疏导。

6、生活垃圾

施工驻地生活垃圾应袋装、定点堆置，交由城市环卫部门处置。其中餐饮业及食堂产生的餐厨垃圾应当委托清洁企业单独收集、运输、处置、禁止将餐厨垃圾交给其他单位和个人。

7、工程竣工验收

工程完工和正式运营前，建设单位应按照建设项目环境保护工程竣工验收办法进行环保工程验收。

(4) 施工期环境监控

①征地拆迁再安置情况在施工期由建设单位和政府有关部门委托转让进行跟踪调查，定期了解再安置人员的情况，并形成书面报告。

②在施工期，施工单位的环保专职人员（兼职人员）应督促施工部门落实本报告中关于施工期的各项环保措施，并负责本单位的环保设施的施工管理和竣工验收。环境监理人员应按设计文件和施工进度对施工期间的各项监控项目进行检查。定期（每月）向上级主管部门报告监控项目执行情况。

对社会经济环境影响的监控由项目所在地区的环保部门执行。

16.1.3 运营期的环境管理

运营期环境管理是一项长期的管理工作，必须建立完善的管理机构和体系，并在此基础上建立健全各项环境监督和管理制度。

1、管理机构、人员设置及主要职责

为加强工程运营期环境管理，确保各项环保设施的正常运转，评估建议运营公司需配专职环保管理人员 1-2 名。

专职环保人员的职责是：负责全公司及对外的环境管理；做好教育和宣传工作，提高各级管理人员和工作人员的环保意识和技术水平；制定轨道交通运营期的环境管理办法和污染防治设施的操作规程，定期维护、保养和检修污水处理设备、风亭噪声治理设施等，保证其正常运行；配合环保主管部门进行环境管理、监督和检查工作；配合环保主管部门解决各种环境污染事故的处理等。

停车场、车辆段污水处理场应配备专职污水处理工人，负责污水处理设备的保养、维修及其它环境管理。

2、运营期环境管理的重点

根据本工程环境影响特征和本报告评价结果，本工程运营期环境管理的重点为：地下车站环控设备和主变电所噪声的监控和管理；地下区段列车振动对沿线振动环境质量的监控和管理；停车场、车辆段排水设施的管理和处理效果

的监控；上述三方面亦是容易产生污染事故和环境纠纷的领域，应给予特比关注。

全文公示版

16.2 污染物排放清单

通过本项目工程分析，确定工程主要污染物的排放清单情况汇总如表 16.2-1

表 16.2-1 本项目主要污染物排放清单

环境要素	产生位置	排放源	污染物	噪声源类别	测点位置	A 声级 dB(A)	环保措施	数量	排放限值
噪声	车站	冷却塔	噪声	冷却塔 (超低噪声型)	冷却塔当量距离 (4m) 处	58.6	冷却塔采用超低噪声冷却塔。	4 座车站	噪声排放达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)
				冷却塔 (普通型)	距塔体 3.3 m 处	72	冷却塔采用超低噪声冷却塔并安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	1 座车站	
		室外机		VRF	距塔体 3.3 m 处	62	VRF 室外机调整位置或安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	4 座车站 4 处 VRF 室外机	
				风热热泵	距塔体 3.3 m 处	62	风热热泵调整位置或安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	1 座车站 1 处风热热泵	
				风亭	排风亭	百叶窗外 2.5 m	69.6	风亭采取加强消声处理或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	
		活塞/机械风亭			百叶窗外 3 m	65			
		新风亭		百叶窗外 2.5 m	59				
	停车场	洗车库	噪声	/	距声源 5m	72	室内隔声、场界绿化	/	
		污水处理站	噪声	/	距声源 5m	72	室内隔声、场界绿化	/	

		维修中心	噪声	/	距声源 3m	75	室内隔声、场界绿化	/	
		变电所	噪声	/	距声源 1m	71	室内隔声、场界绿化	/	
		检修库	噪声	/	距声源 3m	73	室内隔声、场界绿化	/	
		出入段线	噪声	距轨道中心线 7.5 米处为 87dB (A) (速度 40km/h, 碎石道床)			地面段全封闭隔声、绿化	/	
	车辆段	污水处理站	噪声	/	距声源 5m	72	室内隔声、场界绿化	/	
		维修中心	噪声	/	距声源 3m	75	室内隔声、场界绿化	/	
		变电所	噪声	/	距声源 1m	71	室内隔声、场界绿化	/	
		检修库	噪声	/	距声源 3m	73	室内隔声、场界绿化	/	
		出入段线	噪声	距轨道中心线 7.5 米处为 87dB (A) (速度 40km/h, 碎石道床)			室内隔声、场界绿化	/	
		试车线	噪声	距轨道中心线 7.5 米处为 87dB (A) (速度 40km/h, 碎石道床)			室内隔声、场界绿化	/	
	振动	轨道沿线	居民区	地下段振动	距轨道 0.5m 处的振动源强 VL_{zmax} 为 87.2dB (列车速度为 60km/h)			特殊减振措施	
高等级减振措施								3070 延米	
中等级减振措施								10 延米	
环境要素	产生位置	排放源	污染物名称	排放/接管浓度	排放/接管标准	排放量 t/a	环保措施	数量	排放限值

水	停车场	生活污水	COD	350 mg/L	500 mg/L	2.10	化粪池、隔油池	1套	满足《污水排入城镇 下水道水质标准》 (GB/T31962-2015)中表 1中B等级相关标准
			BOD ₅	150 mg/L	350 mg/L	0.90			
			SS	200 mg/L	400 mg/L	1.20			
			氨氮	25 mg/L	45 mg/L	0.15			
			TP	4 mg/L	8 mg/L	0.02			
		停车场 含油废 水	pH	6.5~8.5	6-9	/	隔油沉淀、气浮设备	1套	
			COD	180 mg/L	500 mg/L	6.57			
			SS	350 mg/L	400 mg/L	12.78			
			石油类	8 mg/L	15 mg/L	0.29			
			LAS	18 mg/L	20 mg/L	0.66			
	车辆段	车辆段 生活污 水	COD	350 mg/L	500 mg/L	3.65	化粪池、隔油池等	1套	
			BOD ₅	150 mg/L	350 mg/L	1.57			
			SS	200 mg/L	400 mg/L	2.09			
			氨氮	25 mg/L	45 mg/L	0.26			
			TP	4 mg/L	8 mg/L	0.04			
		车辆段 含油废 水	pH	6.5~8.5	6-9	/	隔油沉淀、气浮设备	1套	
			COD	180 mg/L	500 mg/L	13.14			
			SS	350 mg/L	400 mg/L	25.55			
			石油类	8 mg/L	15 mg/L	0.58			
			LAS	18 mg/L	20 mg/L	1.31			
沿线车站	生活污 水	COD	400mg/L	500 mg/L	26.28	/			
		BOD ₅	200 mg/L	350 mg/L	13.14				
		SS	250 mg/L	400 mg/L	16.43				
		氨氮	25 mg/L	45 mg/L	1.64				
		TP	4 mg/L	8 mg/L	0.26				
	地面冲	COD	120		1.58	/			

		洗水	SS	200		2.63			
			石油类	2		0.03			
大气	车站	风亭异味	臭气浓度	<20	20	/	绿化覆盖	13处排风井	风亭排放的“臭气浓度”标准执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)中二级标准
							内壁采用抗菌涂料	6处排风井	
	停车场	食堂油烟	油烟	1.68 mg/m ³	2.0 mg/m ³	0.052	2套	餐饮油烟执行《饮食业油烟排放标准(试行)》(GB18483-2001)二类区II时段标准	
	车辆段		油烟	1.68 mg/m ³	2.0	0.092			
固废	产生源	分类	名称	产生量	处置量	综合利用量	处置方式		暂存方式
	车站、停车场、车辆段	危险废物	废棉纱(布)	1.2	1.2	0	在停车场或车辆段危废暂存场暂存,委托有资质单位定期处理		停车场和车辆段设置危险废物暂存处,满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)的要求
			废矿物油	1.6	1.6	0			
			废油脂桶	1.5	1.5	0			
			含油污泥	2.5	2.5	0			
		废蓄电池	2000余节	2000余节	0	在停车场或车辆段危废暂存场暂存,由生产厂家回收处置			
	一般固废	废弃零部件	100	0	100	收集回收利用			
		生活垃圾	903.41	903.41	0	委托环卫部门处理			

16.3 信息公开内容

本次环评工作期间，应向公众公开了有关环境影响评价的信息，告知公众有关建设项目拟建设的环保设施及项目可能对环境的影响、环境影响评价结论的要点、公众查阅环境影响报告书简本的方式和期限、征求公众意见的范围、具体形式和起止时间等等。向公众介绍本项目的基本情况，说明项目建设的经济意义和可能存在的环境问题，然后对公众调查意见表进行统计整理，对公众的意见要去伪存真，认真筛选出有代表的意见和建议，编入公众参与评价。

16.4 污染物总量控制

根据《中华人民共和国大气污染防治法》、《建设项目环境管理条例》、《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》、《重点区域大气污染防治“十二五”规划》、《江苏省排放污染物总量控制暂行规定》、《关于印发江苏省建设项目主要污染物排放总量区域平衡方案审核管理暂行办法的通知》等有关法律法规和政策，确定本项目总量评价因子为水污染物总量控制因子：COD和氨氮。

本工程污水主要是沿线各车站的生产废水和生活污水，其主要污染物为COD、BOD₅、SS、氨氮、动植物油和石油类，本工程废水污染物排放量申请见表16.4-1。

表 16.4-1 废水中污染物总量控制 (t/a)

项目	废水量	污染物	接管量	排入环境量
城北污水处理厂	60344	COD	14.55	3.02
		BOD ₅	4.13	0.60
		SS	17.09	0.60
		氨氮	0.53	0.30
		TP	0.08	0.03
		石油类	0.26	0.06
		LAS	0.66	0.03
芦村污水处理厂	30861	COD	8.09	1.54
		BOD ₅	2.40	0.31
		SS	9.08	0.31
		氨氮	0.32	0.15
		TP	0.05	0.02
		石油类	0.13	0.03
		LAS	5.66	0.02
太湖新城污水处理厂	113560	COD	30.67	5.68
		BOD ₅	9.07	1.14
		SS	34.5	1.14

		氨氮	1.2	0.57
		TP	0.19	0.06
		石油类	0.51	0.11
		LAS	1.31	0.06
汇总	204765	COD	53.32	10.24
		BOD ₅	15.61	2.05
		SS	60.68	2.05
		氨氮	2.05	1.02
		TP	0.32	0.10
		石油类	0.9	0.20
		LAS	1.97	0.10

(1) 本工程生活污水和生产废水最终排入各区污水处理厂，其总量纳入各污水处理厂总量中，不单独分配本项目废水中污染物排放总量，只设定排入污水处理厂接管考核量。

(2) 本工程实施后，应切实做好排污申报及核定工作，应建立健全排污统计台帐，制定完善的总量控制计划和实施方案，科学、合理的核定各单位污染物排放量。

(3) 严格进行排污管理，确保排污设施正常运行、污染物达标排放，同时积极配合当地环保主管部门的管理和监督。

16.5 环境监测计划

16.5.1 监测机构及时段

考虑到地铁工程施工期和运营期的特征，国内目前地铁建设过程中和运营后的环境监测模式，建议建设单位委托具有资质的单位承担。

施工期：在工程施工过程中，并在工程投入运营前，进行一次全面的环境监测，其监测结果与工程环境影响评价的现状监测进行比较，并作为投入运营前的环境背景资料和工程运营期环境影响的依据。

运营期：常规环境监测要考虑季节性变化和生产周期。

16.5.2 监测计划

根据项目的工程特征，本工程按照施工期和运营期制定分期的环境监测方案，见表 16.5-1。

表 16.5-1 环境监测计划

类型	项目	分期监测方案	
		施工期	运营期
环境空气	污染物来源	施工扬尘	食堂炉灶、风亭
	监测因子	PM ₁₀	油烟、臭气浓度

类型	项目	分期监测方案	
		施工期	运营期
	监测点位	施工场界周围环境敏感点	食堂厨房、风亭附近敏感点
	监测频次	每季度监测 1 次，每次连续监测 5 天	每年 2 次
	监测单位	地方环境监测站	地方环境监测站
	污染物来源	施工机械噪声	地铁噪声
环境噪声	监测因子	L_{Aeq}	L_{Aeq}
	监测点位	施工场界及周围噪声敏感点	沿线受地铁噪声影响较大的敏感点
	监测频次	不定期监测，分昼夜 2 个时段进行，监测时间为 2 天	每年 2 次，每次监测 2 天，每天昼夜各 1 次
	监测单位	地方环境监测站	地方环境监测站
	污染物来源	施工机械振动	地铁振动
环境振动	监测因子	VL_{z10}	$VL_{z10}(dB)$
	监测点位	施工场界及周围敏感点	线路两侧 20 米范围内的敏感点
	监测频次	不定期监测，分昼夜 2 个时段进行，监测时间为 2 天	每年 2 次，每次监测 2 天，每天昼夜各 1 次
	监测单位	地方环境监测站	地方环境监测站
水环境	监测因子	pH、COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、石油类	pH、COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、石油类、LAS
	监测点位	施工营地污水处理设施排口	停车场及车辆段污水排放口
	监测频次	每季度监测一次，每次连续监测 3 天	每季度 1 次
	监测单位	地方环境监测站	/
地面沉降及地下水	监测因子	基坑围护结构；建筑物水平和垂直位移；地下水位；地下水水质	/
	监测点位	各车站施工降水点附近	/
	监测频次	每天一次	/
	监测单位	地方环境监测站	/

16.6 环境监理

依据《工作方案》，在建设项目环境监理方案的指导下，结合建设项目的进展，环境监理机构须规范项目建设过程中的环境监理工作。环境监理重点内容如下：

①项目设计阶段。主要包括初步设计和施工设计中是否全面落实环境影响报告书及其批复文件的要求。

②项目施工阶段。主要包括建设项目的施工过程是否严格执行国家有关环保法律法规，是否全面落实环境影响报告书及其批复文件的要求，建设项目施工阶段污染防治设施、生态保护与减缓措施的实施与进度，施工期间的环境质量、“三同时”执行情况、污染物排放是否符合国家和地方规定的标准、环境保护投资是否落实到位等。

③项目试生产阶段。主要包括环保设施运行情况是否符合环保设计要求及预期目标，各项生态保护要求是否落实到位，各项环境影响提出的要求是否落实到位，各项风险防范措施及应急预案是否落实到位。

环境监理单位应于每月、每季度底向无锡市环境工程咨询中心报送建设项目环境监理月度报告、季度报告。建设项目申请试生产时，项目设计和施工阶段环境监理报告应作为申请试生产核准材料附件一并报无锡市环保局；建设项目申请环保竣工验收时，环境监理总报告应作为申请环保竣工验收材料附件报无锡市环保局。

建设单位应严格按照上述要求积极配合环境监理单位开展建设项目环境监理工作，并将环境监理工作开展过程中发现的意见和建议及时向无锡市环保局反馈。

16.7 环境影响跟踪评价

根据《无锡市城市轨道交通建设规划（2012-2017）环境影响报告书》审查意见：在规划实施过程中，每个5年左右进行一次环境影响跟踪评价，在规划修编时应重新编制环境影响报告书。无锡地铁4号线一期工程计划于2017年3月开工建设，2021年12月底建成运营，因此，4号线一期工程投入运营后，应尽快开展一次跟踪评价，采取调查问卷、现场走访、座谈会等形式征求有关单位、专家和公众的意见，对规划项目实施后实际产生的环境影响与环境影响评价文件预测可能产生的环境影响之间的比较分析和评估，规划实施中所采取的预防或者减轻不良环境影响的对策和措施有效性的分析和评估；公众对规划实施所产生的环境影响的意见等。

16.8 竣工环保验收监测计划

为防止环境污染和生态破坏，严格执行“三同时”制度、贯彻落实中华人民共和国环境影响评价法，本工程在施工结束，经过一段时间试运营后，需及时对该工程进行环境保护设施核查验收。本工程竣工环保“三同时”验收监测内容见表16.8-1。

表 16.8-1 本工程竣工环保“三同时”验收监测内容一览表

时间段	环境要素	地点	保护目标名称	环保措施	数量	监测内容	验收内容	备注
施工期	生态	工程临时占地	/	绿地恢复	1.67 万 m ²	/	检查植物恢复是否理想，弃渣处理措施是否落实等。	环保主管部门验收
			/	弃渣处置	312.5 万 m ³			
	声	施工营地	周围敏感目标	建议声屏障	/	施工机械和设备等效 A 声级	工程记录及调查	建设单位或施工监理单位负责
	振动	施工营地	周围敏感目标	选择低振设备，避免夜间施工	/	施工机械振动 VL _{Z10}	工程记录及调查	
	水	施工营地	/	沉砂、隔油	20 处	pH、SS、COD、BOD ₅ 、动植物油	工程记录及调查	
			/	化粪池				
大气	施工营地	/	加强施工管理，洒水	/	PM ₁₀	工程记录及调查		
运营期	噪声	车站	周边居民区	冷却塔采用超低噪声冷却塔	4 座车站	敏感点噪声 L _{Aeq}	1.检查措施是否落实到位； 2.监测各类敏感点噪声值经降噪措施后能否达相应声环境功能区要求； 3.检查车站风亭区距离敏感点是否满足控制距离要求等。	环保主管部门验收
				冷却塔采用超低噪声冷却塔并安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	1 座车站			
				VRF 室外机调整位置或安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	4 座车站 4 处 VRF 室外机			
				风热热泵调整位置或安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	1 座车站 1 处风热热泵			
				风亭采取加强消声处理或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。	7 个车站 9 个风亭			
		停车场	周边居民	入场段线地面段全封闭隔声，固定	/			

			区	噪声源室内隔声, 场界绿化		敏感点噪声 L_{Aeq}		
	车辆段	周边居民区		出入场段线地面段、试车线室内隔声, 固定噪声源室内隔声, 场界绿化	/			
振动	轨道沿线	居民区		特殊减振措施	11950 延米	敏感点振动 $V_{Lz10}(dB)$	1.检查振动防治措施是否到位; 2.监测各类敏感点振动能否达标; 3.地面沉降监控报告等。	环保主管部门验收
				高等级减振措施	3070 延米			
				中等级减振措施	10 延米			
废水	停车场	地表水		化粪池、隔油池	1 套	CODcr、BOD ₅ 、SS、氨氮、总磷	1.检查污水预处理措施是否落实; 2.检查所有污水是否排入城市下水管网; 3.监测排入污水管网污水水质是否满足接管要求等。	环保主管部门验收
				隔油沉淀、气浮设备	1 套	pH、CODcr、SS、石油类、LAS		
	车辆段			化粪池、隔油池等	1 套	CODcr、BOD ₅ 、SS、氨氮、总磷		
				隔油沉淀、气浮设备	1 套	pH、CODcr、SS、石油类、LAS		
	车站			/	/	CODcr、BOD ₅ 、SS、氨氮、总磷		
废气	车站	居民		绿化覆盖	13 处排风井	臭气浓度	1.检查风亭朝向、绿化覆盖等防护措施是否落实; 2.检查车辆段油烟防治措施的落实和达标排放情况等。	建设单位验收
				内壁采用抗菌涂料	6 处排风井			
	停车场、车辆段	居民		油烟净化装置	2 套	油烟		

	固废	车站、停车场、车辆段	居民	委托环卫部门处理	903.41t/a	固废处置情况	1、危废暂存场所是否符合要求 2、固废是否得到有效处置	环保主管部门验收
				回收利用或安全处置	105.3t/a, 2000余节废 蓄电池			

全文预览

17.环境影响评价结论

17.1 工程概况

项目名称：无锡地铁4号线一期工程

建设单位：无锡地铁集团有限公司

设计单位：中铁第四勘察设计院集团有限公司

建设地点：4号线自北向南贯穿中心老城区，连接惠山新城、中心城区、蠡溪新城、太湖新城、科技新城、高铁商务区等大部分外围片区，无锡地铁4号线一期工程刘潭站至贡湖大道站段，线路全长24.123km，全部为地下线，设站18座，线路北端设天河路停车场，南端设具区路车辆段，在金匮公园设市民中心主变电站。

工程采用B型车，车辆的最高运行速度为80km/h，6辆编组。

施工工期为2017年3月~2021年12月初，共58个月；共需环保工程投资23813万元，占总投资的1.23%。

17.2 声环境影响评价结论

1、声环境现状影响评价

沿线敏感目标环境噪声现状值昼间为51.4~59.9dB(A)、夜间为44.2~47.9dB(A)。对照《声环境质量标准》(GB3096-2008)中相应标准，11处敏感目标的监测点均能达标，声环境质量较好。

天河停车场、具区路车辆段厂界处环境背景噪声昼间为51.4-53.3dB(A)、夜间为45.4-47.1dB(A)，对照《声环境质量标准》(GB3096-2008)中相应标准，监测点均能达标，声环境质量较好。

2、声环境影响预测

(1) 环控设备噪声预测结果及评价

本次敏感点声环境预测预测的运行时段为空调期，冷却塔采用超低噪声冷却塔，根据预测结果，地铁运行后各敏感点的环境噪声级昼、夜等效连续A声级分别为53.3~60.2dB(A)和47~58.6dB(A)。其中，昼间无敏感点超标；夜间9个测点超标，超标量在1.1~6.9dB(A)。超标主要原因是受拟建项目车

站风亭、冷却塔噪声影响，同时，本工程大部分路段沿城市既有道路下方敷设，受道路交通噪声影响也较大。

(2) 车辆段声环境预测结果

车辆段和停车场内污水处理站、检修库、洗车棚等工段内配有空压机、锻造设备、风机等强噪声设备，这些设备都布置在室内，对环境影响较小。根据车辆段和停车场的平面布置图，对其分别进行四周厂界噪声预测，各场界均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）要求。

3、环保措施

(1) 工程措施

①在满足工程通风要求的前提下，尽量采用低噪声、声学性能优良的风机。

②选择低噪声或超低噪声型冷却塔。

③充分利用车站设备、出入口及管理用房等非噪声敏感建筑的屏障作用，将其设置在敏感建筑物与风亭或冷却塔之间。

④尽量选用低噪、自冷型变压器以及低噪声风机。

(2) 城市规划及建筑物合理布局

①为了对沿线用地进行合理规划，预防轨道交通运营期的噪声污染，并根据《地面交通噪声污染防治技术政策》要求，建议在噪声达标防护距离内如规划建设居民区、学校、医院等噪声敏感建筑时，开发商必须考虑敏感建筑自身的隔声性能，应使建筑物内部声环境满足使用功能的要求。②科学规划建筑物的布局，临近噪声源的第一排建筑宜规划为商业、办公用房等非噪声敏感建筑。③结合城区改造，应优先拆除靠声源较近的居民房屋，结合绿化设计和建筑物布局的重新配置，为新开发的房屋留出噪声防护距离或利用非敏感建筑物的遮挡、隔声作用，使之对敏感建筑物的影响控制在标准允许范围内。

(3) 敏感点噪声治理工程

①地下区段噪声治理措施

风亭降噪措施：广石路站（1号风亭）、青石路站（1号风亭）、四院站（1号风亭）、建筑路站（1号风亭和2号风亭）、体育中心站（2号风亭）、大剧院站（4号风亭和5号风亭）、大通路站（2号风亭），共7个车站9个风亭采取加强消声处理的措施或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施果。

冷却塔降噪措施：广石路站、四院站、体育中心站、大通路站、建筑路站等 5 处车站首选的降噪措施为选用超低噪声冷却塔，次选方案为对上述四个车站的冷却塔安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施，其中四院站等冷却塔的降噪措施需要采取超低噪声冷却塔结合安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。

VRF 外机降噪措施：优先调整广石路站（1 号风亭）、四院站（1 号风亭）、建筑路站（1 号风亭）、体育中心站（2 号风亭）等 4 处车站 4 个风亭的 VRF 外机安装位置，充分利用车站自身构筑物的遮挡屏蔽作用，遮挡不足部分安装隔声屏障；次选方案为对上述 4 个车站 4 个风亭的 VRF 外机安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。

风热冷泵降噪措施：优先调整大剧院站（4 号风亭）的风热冷泵安装位置，充分利用车站自身构筑物的遮挡屏蔽作用，遮挡不足部分安装隔声屏障；次选方案为对上述 1 个车站 1 个风亭的风热冷泵安装隔声屏障或采取其他具有同等降噪效果的噪声防治措施。

具体降噪措施下阶段请有设计资质的单位进行复核。

②停车场噪声治理措施

天河停车场出入场段线地面段采取全封闭（两侧围挡+顶盖），各工段的固定声源置于室内的，因此对外环境影响不大；由于具区路场段规划建设*****，故出入场段线地面段、各固定声源、试车线均已位于场段室内，同时各固定声源的产生工段另置于单独的室内，试车期试车线昼间运行，行因此对外环境影响不大。

评价建议停车场设备选型时尽量选用低噪音设备和使用电机变频调节技术；设备安装隔振机座或减振垫，管道采用弹性连接，通风排气设备安装消音器等；天河停车场出入段线采取隔声封闭隔声措施。具体降噪措施下阶段请有设计资质的单位进行复核。

17.3 振动环境影响评价结论

1、振动环境现状影响评价

现状监测结果表明，70 处被监测的目标，环境振动 VL_{z10} 值昼间为 51.04~66.05dB，夜间为 47.64~62.35 dB，均能满足《城市区域环境振动标准》

(GB10070-88)之相应标准限值要求。无锡地铁4号线一期工程沿线地段振动环境质量现状良好，随着敏感点距道路的距离和道路路况、车流等的不同，沿线敏感点环境振动 V_{Lz10} 值有所差异，但均能满足所属功能区的标准要求。

2、振动环境影响预测评价

(1) 环境振动

运营期拟建轨道交通沿线两侧地面的环境振动Z振级将会有较大幅度增加，这主要是因为振动环境现状值较低，轨道交通列车运行产生的振动较大，使工程沿线环境振动值增加。

无锡地铁4号线一期工程环境敏感点有70个，其中左线预测点室外振动值 V_{Lz10} 为52.2~79.7dB，昼间11个敏感目标环境振动超标，超标范围为0.1~6.3dB；夜间20个敏感目标环境振动超标，超标范围为0.1~9.3dB。

左线预测点室外振动值 V_{Lzmax} 为55.2~82.7dB，昼间20个敏感目标环境振动 V_{Lzmax} 超标，超标范围为0.1~9.3dB；夜间28个敏感目标环境振动 V_{Lzmax} 超标，超标范围为0.2~12.3dB。

右线预测点室外振动值 V_{Lz10} 为50.5~79.7dB，昼间11个敏感目标环境振动超标，超标范围为0.1~6.3dB；夜间20个敏感目标环境振动超标，超标范围为0.1~9.3dB。

右线预测点室外振动值 V_{Lzmax} 为53.5~82.7dB，昼间20个敏感目标环境振动 V_{Lzmax} 超标，超标范围为0.1~9.3dB；夜间25个敏感目标环境振动 V_{Lzmax} 超标，超标范围为0.2~12.3dB。

(2) 二次结构噪声预测结果与分析

工程地下段正上方至外轨中心线20m范围内共有47处敏感建筑物。室内二次结构噪声范围为34.4~55.2dB，参照《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》(JGJ/T170-2009)标准限值，26处敏感建筑受到地铁振动引起的二次结构噪声昼间超标，超标量为0.1~10.8dB，36处敏感建筑受到地铁振动引起的二次结构噪声夜间超标，夜间超标量为0.3~13.8dB。

3、环保措施

(1) 超标敏感点减振措施

1) 环评采用减振措施

经统计，工程涉及 70 处振动敏感点，共有 37 处敏感点需要采取振动防护措施，工程共需使用特殊减振措施 11950 延米，投资约 15535 万元；共需使用高等级减振措施 3070 延米，投资约 3070 万元；共需中等减振措施 10 延米，投资约 3 万元。

(2) 规划布局

为了对沿线用地进行合理规划，预防轨道交通运营期的振动污染，建议：

①参考《地铁设计规范》（GB 50157-2013）正文中相关建议，地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响进行评价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足 6.3.6.3 小节的建议控制距离要求。

②结合旧城区的改造，应优先拆除靠振源较近的居民房屋，结合绿化设计和建筑物布局的重新配置，为新开发的房屋留出振动防护距离，使之对敏感建筑物的影响控制在标准允许范围内。

17.4 生态环境影响评价结论

本项目以地下线路形式穿越《江苏省生态红线区域保护规划》中 蠡湖风景名胜区的二级管控区和《太湖风景名胜区总体规划》中的蠡湖景区规划景区界限。线路经过密切相关的生态红线区域和风景名胜区的方式均为地下穿越，产生的主要环境影响表现为施工临时占地、车站地面构筑物的设计对周围生态环境和景观的影响。因此，通过严格控制车站施工范围和临时占地范围，以及车站地上建筑部分的合理设计，可以使本工程与周边环境达到和谐统一，保持周边原有景区的生态环境风貌现状。

17.5 地表水环境影响评价结论

本工程沿线区域已有或规划有较完善的城市排水系统。本项目地下车站、车辆段及停车场产生的污水均可纳入城市污水管网。

沿线地下车站生活污水可直接接管，少量餐饮废水收集后经隔油池处理后排入市政污水管网。车辆段和停车场产生的生产废水经隔油、气浮预处理，生活污水（食堂餐饮废水除外）经化粪池处理，食堂餐饮废水经隔油处理后，水质可达《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）中表 1 中 B 等级相

关标准，排入市政污水管网，进入污水处理厂进一步处理。因此，本项目废水对地表水体影响较小。

17.6 地下水环境影响评价结论

(1) 无锡地铁4号线一期工程评价范围内地下水类型主要为松散岩类孔隙水，与工程联系密切的是浅层的潜水和I承压水。

(2) 拟建项目评价范围内，本次监测的地下水水质因子基本满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-93) III类水质标准，部分监测点大肠杆菌超标主要受生活污水排放和地表水影响。

(3) 区内主要环境地质问题是地面沉降，为深层地下水过量开采所致。随着深层地下水的禁采，地面沉降速率减缓，现状小于5mm/a。根据拟建项目地质灾害危险性评估报告结论，区域现状以及拟建工程加剧地面沉降的可能性小。刘潭站~青石路站等站点施工疏干排水过程中，经计算沉降量不大，但由于这几个站点位于累计地面沉降大的地方，因此还是要注意可能引起的地面沉降。除采用地下水连续墙等有效措施控制地下水降落漏斗范围外，要实时监测周边水位和地面沉降变形情况。

(4) 评估区在盛岸路站附近、河埭口站南—望山路站、望山路站—市民中心站、市民中心站—终点等区段，分布有隐伏碳酸盐岩，具备发生岩溶塌陷灾害的隐患，但拟建工程施工引起地面塌陷可能性小。岩溶埋深47.9-97.8m，应布置深孔查明岩溶发育情况，如发现较大的溶洞，采取充填、注浆等措施进行处理。在地铁运营期，若在该区段地铁周边工程施工时，应同时告知地铁运行管理部门，且不能开采深层岩溶水。

(5) 车站施工排水影响水位变化范围不大，排水量不大，潜水和I承压含水层可以通过接受大气降水和地表水的补给而自然恢复，因此车站施工排水对区域地下水水位和水资源量影响不大。在采用地下水连续墙等基坑支护后，疏干排水的水量更小，施工排水对区域浅层地下水的影响可控。

(6) 工程运营期，对地下水径流有一定的影响，在惠山段由于拟建工程未穿越含水层，因此对浅层地下水径流影响很小。拟建项目运营造成地下水水位雍高值极小，雍高的水位通过浅层地下水向邻近河流排泄、垂向上蒸发或越流

补给深层地下水等方式自动调节。水位雍高造成沿线地下水环境不利影响的可能性极小。

(7) 在市民中心~贡湖大道站，地下水地表水联系密切，施工和运营期间，要做好场地地面、沉淀池、污水处理站、综合维修区、管道等设施的防渗措施，能有效阻隔污染物进入地下含水层，减少拟建项目对地下水水质的影响。

17.7 大气环境影响评价结论

(1) 工程建成后期，随着时间的推移，由于地下车站内部装修工程采用的各种复合材料散发的多种有害气体已挥发，风亭排气异味影响显著减少。根据类比监测显示，风亭排放的臭气浓度可以满足《恶臭污染物排放标准》

(GB14554-93) 中二级厂界标准 20 的限值。

(2) 车辆段和停车场食堂油烟经油烟净化系统处理后，并在屋顶设置油烟排放口，油烟处理效率大于 85%。排放浓度可满足《饮食业油烟排放标准》

(GB18483-2001) 规定的排放浓度要求。

(3) 本工程建成后能够缓解无锡市道路交通运输拥挤程度，减少地面交通车辆，相应地减少了各类车辆排放出的废气对市区环境空气的污染，有利于改善城市环境空气质量状况。

17.8 固体废弃物环境影响评价结论

本项目运营期产生的生活垃圾属于一般固废，交由环卫统一处置；产生的废蓄电池属于危险废物，暂存于车辆段内后由厂家回收处置；废油纱、废油、含油污泥属于危险废物，定期交由具有相应资质的单位处理，并在停车场或车辆段划定区域设危废暂存场，危废暂存场应符合《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 的要求；危废暂存场所应设置标志牌，地面与裙角均采用防渗材料建造，有耐腐蚀的硬化地面，确保地面无裂缝，并建有 2m 高围堰和泄漏液体收集设施，整个危险废物暂存场做到“防风、防雨、防晒、防渗漏”，并由专人管理和维护，对环境影响较小。

17.9 施工期环境影响评价结论

本工程施工期的环境影响主要表现在城市景观、噪声、振动、水、大气、固体废物及交通干扰等方面，施工期严格执行《中华人民共和国环境噪声污染防治法》、《江苏省环境噪声污染防治条例》、《无锡市建筑扬尘污染防治条例》、《无锡市市容和环境卫生管理条例》及其他有关建筑施工环境管理的法规，并将环境保护措施章节提出的各项建议措施落实到施工的各个环节，做到文明施工，施工期环境污染能够得到有效控制。

17.10 公众参与调查结论

报告书采用网络公示、张贴公告、发放公众参与调查表等形式征求公众意见，共发放单位调查问卷表 18 份，回收 18 份。有效回收问卷的团体或单位均表示支持本工程的建设。全线共计发放个人问卷调查表 326 份，回收有效个人调查问卷表 325 份，回收率 99.7%，在被调查的个人中，80.31%的被调查者表示支持，无所谓的占 19.69%，没有人反对。

沿线公众对项目建设总体上持积极支持的态度，认为本工程的建设对改善无锡市、沿线各区交通环境具有重要的意义。针对公众较为关注的噪声、振动等主要环境影响问题，报告书提出了有效的治理措施，报告书采取轨道减振、优化风井和冷却塔的布局等措施，有效地降低了工程建设带来的噪声、振动等对环境的影响，满足环境保护要求。

17.11 污染物排放总量及控制

本项目全年污水外排量为 20.8963 万 t/a，COD 接管量为 54.78 t/a（排入环境量为 10.45t/a），氨氮外排量为 2.16t/a（排入环境量为 1.04t/a），BOD₅ 外排量为 16.23 t/a（排入环境量为 2.09t/a）；SS 排放总量为 61.5t/a（排入环境量为 2.09t/a）；石油类排放总量为 0.9 t/a（排入环境量为 0.21t/a）；总磷排放总量为 0.35 t/a（排入环境量为 0.1t/a）；LAS 排放总量为 1.97 t/a（排入环境量为 0.1t/a）。

17.12 评价总结论

综上所述，无锡地铁 4 号线一期工程符合《无锡市城市轨道交通建设规划（2013-2018）》，符合无锡市城市总体规划和轨道交通建设规划发展的要求，

工程建成后，将改善城市环境和地面交通。虽然本工程实施对自然环境和社会环境产生一定程度的不利影响，但在落实本报告书提出的各项对策和建议的前提下，其环境的负面影响可以得到有效控制和减缓。因此，从环境保护角度分析，本工程建设是可行的。

全文预览版