

天津市地铁 4 号线北段工程
(西站站(不含)-河北大街站(不含))

环境影响报告书

(征求意见稿)

建设单位：中铁（天津）轨道交通投资建设有限公司

编制单位：中海环境科技（上海）股份有限公司

二零二二年七月

天津市地铁 4 号线北段工程
(西站站(不含)-河北大街站(不含))

环境影响报告书

(征求意见稿)

建设单位：中铁（天津）轨道交通投资建设有限公司

编制单位：中海环境科技（上海）股份有限公司

二零二二年七月

目录

概述	1
1 总论	4
1.1 编制依据.....	4
1.2 评价工作内容及评价重点.....	7
1.3 评价等级.....	8
1.4 评价范围和评价时段.....	9
1.5 评价标准.....	9
1.6 环境保护目标.....	12
2 工程概况	18
2.1 项目基本情况.....	18
2.2 工程线路走向及建设规模.....	18
2.3 线路工程.....	18
2.4 轨道工程.....	18
2.5 车辆工程.....	19
2.6 通风.....	19
2.7 设计客流量.....	19
2.8 运营方案.....	20
2.9 施工方法.....	21
2.10 工程筹划.....	21
3 工程分析	22
3.1 工程环境影响简要分析.....	22
3.2 工程环境影响特征分析.....	23
3.3 主要污染源分析.....	23
3.4 规划相符性分析.....	24
3.5 相关规划协调性分析.....	27
3.6 “三线一单”相符性分析	29
4 工程影响区域环境概况	31
4.1 自然环境概况.....	31
4.2 区域环境质量概况.....	32
5 振动环境影响评价	35

5.1	概述.....	35
5.2	振动环境现状评价.....	35
5.3	振动环境影响预测与评价.....	38
5.4	振动防治措施.....	52
5.5	评价小结.....	59
6	地表水环境影响评价	63
6.1	概述.....	63
6.2	地表水环境现状调查.....	63
6.3	对沿线下穿水体的影响分析.....	64
6.4	评价小结.....	67
7	生态环境影响评价	68
7.1	概述.....	68
7.2	生态环境现状.....	68
7.3	生态环境影响分析及保护措施.....	68
7.4	其它生态环境影响.....	77
7.5	评价小结.....	77
8	施工期环境影响评价	79
8.1	施工方案合理性分析.....	79
8.2	施工期环境影响分析.....	79
8.3	评价小结.....	82
9	环境保护措施技术经济分析与投资估算	83
9.1	施工期环境保护措施.....	83
9.2	运营期环境保护措施.....	85
9.3	规划、环境保护设计、管理性建议.....	86
9.4	环保投资估算.....	86
10	环境管理与监测计划	88
10.1	环境管理.....	88
10.2	环境监测计划.....	89
10.3	施工期环境监理.....	90
10.4	竣工环保验收.....	91
10.5	评价小结.....	92
11	环境影响经济损益分析	93

11.1	环境经济效益分析.....	93
11.2	环境经济损失分析.....	96
11.3	环境经济损益分析.....	98
11.4	评价小结.....	99
12	环境影响评价结论	100
12.1	工程概况.....	100
12.2	振动环境影响评价结论.....	100
12.3	地表水环境影响评价结论.....	103
12.4	生态环境影响评价结论.....	103
12.5	施工期环境影响评价结论.....	103
12.6	评价总结论.....	103

概述

一、项目背景

2001年，天津市编制了《天津市城市快速轨道交通线网规划》；2003年，该规划进行了修编，修编后的线网由9条线路（1号线-9号线）组成，其中，4号线为穿过核心区内部的填充线。2007年7月，天津市环保局以“津环保管函[2007]227号”文对《天津市城市快速轨道交通线网规划环境影响报告书》出具了审查意见。2013年8月，天津市人民政府以津政函[2013]92号文批复了《天津市轨道交通线网规划（2012-2020年）》；规划线网共由4条市域线和24条城区线构成，4号线为中心城区线之一。

2003年10月，天津市编制了《天津市城市快速轨道交通建设规划（2003-2012年）》；2005年，国家发展和改革委员会以“发改投资[2005]2207号”文批复了该建设规划。为适应城市快速发展对轨道交通的需求，2010年，天津市编制完成《天津市城市快速轨道交通建设规划调整（2003-2015年）》，本次规划调整中新增4号线作为中心城区西北至东南方向的骨干线路，自小街站至民航学院站，线路长41.4公里。针对本次规划调整，原环保部以“环办函[2010]1211号”文出具《关于天津市城市快速轨道交通建设规划环境影响评价有关问题的复函》：鉴于2007年《天津市城市快速轨道交通线网规划》已开展了环境影响评价，地铁4号线已纳入其中，《调整规划》可不单独进行环境影响评价，待轨道交通建设规划新一轮修编时再组织开展规划环境影响评价工作。2012年2月，国家发展和改革委员会以“发改基础[2012]202号”文批复了《天津市城市轨道交通近期建设规划（2005-2015年）调整》。

天津市地铁4号线工程为中心城区轨道交通线网中的径向线路，线路北起北辰区小街，南至东丽区民航大学，是天津市中心城区轨道交通线网中的骨干线路。沿线途经北辰区、红桥区、河北区、南开区、和平区、河西、河东区、东丽区8个行政区，均为地下线。全线共设32座地下车站，设停车场、车辆段各1处，控制中心利用地铁3号线华苑控制中心。

目前，地铁4号线南段工程（新兴村站-东南角站）已通车试运营；4号线北段工程（小街站-河北大街站）陆续启动实施，2020年7月，中海环境科技（上海）股份有限公司编制完成了《天津市地铁4号线北段工程（小街站-西站站）环境影响报告书》，同年9月，天津市生态环境局以“津环环评许可函[2020]1号”文对该报告书予以批复。“天津市地铁4号线北段工程（河北大街站）”环境影响评价工作正在开展，此次开展“天津市地铁4号线北段工程（西站站（不含）-河北大街站（不含））环境影响评价工作。

二、项目特点

本次评价的北段工程（西站站（不含）-河北大街站（不含））位于红桥区，为线性工程，线路全长约 1.7 km，采用全地下线方式敷设。本工程设计速度目标值为 80 km/h，全线初期、近期按照 6 辆 B 型车编组，远期按 8 辆 B 型车编组。

工程沿线分布有住宅、学校等建筑。工程全线涉及振动环境保护目标 9 处；工程评价范围内涉及天津历史城区、海河历史文化街区、2 处文物。

三、评价过程

由于轨道交通项目建设和运营过程中产生的噪声、振动、废水、废气和固体废物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》及《建设项目环境保护管理条例》的要求，中铁（天津）轨道交通投资建设有限公司委托中海环境科技（上海）股份有限公司承担天津市地铁 4 号线北段工程（西站站（不含）-河北大街站（不含））的环境影响评价工作。

评价单位接受委托后，立即开展现场踏勘和有关资料的收集工作，并对沿线声环境、振动环境，以及沿线水文地质、城市生态景观环境进行了调查或监测。环评工作开展期间，建设单位根据相关规定和要求在互联网上公布了本项目信息，公开征集公众关于本项目环境保护方面的意见。在此基础上，评价单位根据国家、天津市的有关法规和技术规范编制完成了《天津市地铁 4 号线北段工程（西站站（不含）-河北大街站（不含））环境影响报告书》。

四、关注的主要环境问题

结合沿线地区环境特点、工程特点，本工程环境影响评价工作重点关注以下几个方面的问题：

- （1）项目与相关规划及环保要求的相符性。
- （2）施工期环境影响分析，运营期振动环境影响分析、生态环境影响分析和影响减缓措施。
- （3）对大运河、天津历史城区、海河历史文化街区等的影响。
- （4）项目周边公众对本项目建设环境保护方面的意见和建议。

五、环境影响评价主要结论

天津市地铁 4 号线北段工程（西站站（不含）-河北大街站（不含））符合国家产业政策要求，符合《天津市轨道交通线网规划（2012-2020 年）》、《天津市城市快速轨道交通建设规划（2015-2020）及线网规划环境影响报告书》及其审查意见，符合天津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，对城市环境和地面交通的改善将起到一定作用。工程实施对周边环境将产生一定程度的不利影响，在落实本报告书提出的各项对策和措施的前提下，其环境的负面影响可以得到有效减缓和控制。从环境保护角度分析，本工程建设是可行的。

1 总论

1.1 编制依据

1.1.1 国家法律法规及规范性文件

(1) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令 2014 年第 9 号), 2014 年 4 月 24 日修订, 2015 年 1 月 1 日施行;

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法(2018 修正版)》, 2018 年 12 月 29 日起施行;

(3) 《中华人民共和国大气污染防治法(2018 修订)》, 2018 年 12 月 29 日起施行;

(4) 《中华人民共和国水污染防治法》, 2018 年 1 月 1 日起施行;

(5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》, 2022 年 6 月 5 日实施;

(6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》, 2020 年 4 月 29 日修订;

(7) 《中华人民共和国水法(2016 年修订)》, 2016 年 7 月 2 日起施行;

(8) 《中华人民共和国文物保护法(2017 年修正本)》(中华人民共和国主席令 2017 年第 81 号), 2017 年 11 月 4 日起施行;

(9) 《历史文化名城名镇名村保护条例》(中华人民共和国国务院令 687 号), 2017 年 10 月 7 日起施行;

(10) 《中华人民共和国水土保持法》(中华人民共和国主席令第三十九号), 2011 年 3 月 1 日起施行;

(11) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(根据 2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订), 2011 年 1 月 8 日起施行;

(12) 《建设项目环境保护管理条例》(中华人民共和国国务院令 682 号《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》), 2017 年 10 月 1 日起施行;

(13) 《中华人民共和国城乡规划法(2019 修订)》(中华人民共和国主席令第二十九号), 2019 年 4 月 23 日起施行;

(14) 《中华人民共和国土地管理法(2019 修订)》, 2019 年 8 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议第三次修正, 2020 年 1 月 1 日起施行;

(15) 《中华人民共和国节约能源法(2018 修正本)》(中华人民共和国主席令 2018 年第 16 号), 2018 年 10 月 26 日起施行;

(16) 《国务院办公厅关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见》,

国办发[2018] 52 号，2018 年 6 月 28 日施行；

（17）《国务院关于加强文物工作的指导意见》（国发[2016] 17 号），2016 年 3 月 4 日起施行；

（18）《国务院办公厅转发环境保护部等部门关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见的通知》（国办发[2010] 33 号），2010 年 5 月 11 日起施行；

（19）《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发[2013] 37 号），2013 年 9 月 10 日起施行；

（20）《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》（环发[2013] 104 号），2013 年 9 月 17 日起施行；

（21）《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），2012 年 7 月 3 日起施行；

（22）《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），2012 年 8 月 7 日起施行；

（23）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（部令第 16 号），2021 年 1 月 1 日起施行；

（24）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），2014 年 1 月 1 日起施行；

（25）关于印发《建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）》的通知（环发[2015] 163 号），2015 年 12 月 10 日起施行；

（26）《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），2015 年 12 月 30 日起施行；

（27）《关于做好城市轨道交通项目环境影响评价工作的通知》（环办[2014] 117 号），2014 年 12 月 31 日起施行；

（28）中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》，2017 年 2 月 7 日起施行；

（29）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号），2019 年 1 月 1 日起施行。

1.1.2 地方法规及规范性文件

（1）《天津市生态环境保护条例》（天津市第十七届人民代表大会第二次会议），2019 年 3 月 1 日起施行；

（2）《天津市水污染防治条例》（天津市第十七届人民代表大会常务委员第二十三次会议），2016 年 1 月 29 日天津市第十六届人民代表大会第四次会议通过，2016 年 3 月 1 日起施行，2020 年 9 月 25 日起施行修正；

(3) 《天津市大气污染防治条例（2020年修正）》（天津市第十七届人民代表大会常务委员会第二十三次会议），2015年3月1日起施行，2020年9月25日修正并施行；

(4) 《天津市土地管理条例》，2007年3月1日施行，2018年12月14日修正，2020年10月28日起施行；

(5) 《天津市绿化条例》（天津市第十七届人民代表大会常务委员会第七次会议），2018年12月14日起施行；

(6) 《天津市文物保护条例》（天津市第十四届人民代表大会常务委员会第四十次会议），2008年3月1日起施行；

(7) 《天津市城市排水和再生水利用管理条例（2012年修正本）》，2012年5月9日起施行；

(8) 《天津市环境噪声污染防治管理办法（2020修正）》（天津市人民政府令第20号），2020年12月9日起施行；

(9) 《天津市生活垃圾管理条例》（天津市人民代表大会委员会公告第四十九号），2020年12月1日起施行；

(10) 《天津市建筑垃圾资源化利用管理办法》，2016年10月1日起施行；

(11) 《天津市建筑垃圾管理办法（暂行）》，2018年12月17日起施行；

(12) 《市城市管理委等部门关于印发天津市建筑垃圾管理工作实施细则的通知》（津城管废[2020]71号），2020年5月13日起施行；

(13) 《建设工程施工扬尘控制管理标准》（天津市城乡建设和交通委员会），2014年4月1日起施行；

(14) 《天津市人民政府办公厅关于印发天津市重污染天气应急预案的通知》（津政办规[2020]22号），2020年11月25日起施行；

(15) 《天津市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（津政规[2020]9号），2020年12月30日起施行。

1.1.3 有关规划及环境功能区划文件

(1) 《天津市人民政府关于海河流域天津市水功能区划报告的批复》（津政函[2017]23号），2017年3月17日起施行；

(2) “市环保局关于印发《天津市<声环境质量标准>适用区域划分》（新版）的函”（津环保固函[2015]590号），2015年10月26日起施行；

(3) 《天津市人民政府关于发布天津市生态保护红线的通知》（津政发[2018]21号），2018年9月3日起施行；

(4) 《天津市人民代表大会常务委员会关于批准划定永久性保护生态区域的决定》（津人发[2014]2号），2014年3月1日；

(5) 《天津市生态用地保护红线划定方案（2014年）》，2014年5月天津市人民政府批复；

(6) 《天津市人民政府关于印发天津市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要的通知》（津政发[2021]5号），2021年2月7日起施行；

(7) 《天津市城市总体规划（2005-2020年）》，2006年7月；

(8) 《天津市国土空间总体规划（2021-2035年）》（征求意见稿）；

(9) 天津市人民政府关于印发《天津市主体功能区规划》的通知（津政发[2012]15号），2012年9月13日起施行；

(10) 《天津市历史文化名城名镇名村保护规划》（2015年）；

(11) 《天津市人民政府关于对天津市轨道交通线网规划的批复》（津政函[2013]92号）；

(12) 《天津市城市轨道交通近期建设规划（2005-2015年）调整》。

1.1.4 环评技术导则及规范

(1) 《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018）；

(2) 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

(3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；

(4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；

(5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；

(6) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；

(7) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；

(8) 《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014）；

(9) 《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/T 170-2009）。

1.1.5 有关设计文件和资料

(1) 天津市地铁4号线北段工程设计文件，2022年6月；

(2) 《天津地铁噪声与振动源强类比测试报告》，2019年。

1.2 评价工作内容及评价重点

(1) 工作内容

根据工程特点及环境敏感性，本次评价的工作内容为：振动环境、水环境、生态环境等环境影响评价或分析，施工期环境影响评价，环境影响经济损益，环境管理与环境监测计划，环保措施和环保投资估算等。

（2）评价重点

根据本项目沿线环境特征，结合工程建设特点，确定本项目环境影响评价重点为振动环境、水环境、生态环境及施工期的环境影响。

1.3 评价等级

（1）生态环境评价工作等级

本工程建设内容主要为地下区间线路，工程沿线以人工生态系统为主，不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境、生态保护红线等生态敏感区，占地面积小于 20 km²。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）和《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018），本次生态环境影响评价为三级评价。

（2）振动环境评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018）的要求，振动环境评价不划分评价等级。

（3）地表水环境评价工作等级

本工程仅涉及线路，无车站、场段等建设内容，运营期无污水排放，因此，本次地表水环境评价不进行分级评价，仅分析对下穿水体的影响，以及施工期水环境影响。

（4）环境空气评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）、《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018），由于本项目仅涉及线路，不设置场段，不涉及锅炉，因此本次大气环境评价不进行分级评价，仅分析施工期大气环境影响。

（5）地下水环境评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A 地下水环境影响评价行业分类表，城市轨道交通机务段为 III 类项目，其余为 IV 类项目。本工程无机务段，因此本次地下水评价不进行分级评价，仅分析施工期地下水环境影响。

表 1.3-1 地下水环境影响评价行业分类表

环评类别 行业类别	报告书	报告表	地下水环境影响评价项目类别	
			报告书	报告表
T 城市交通设施				

行业类别 \ 环评类别	报告书	报告表	地下水环境影响评价项目类别	
			报告书	报告表
137、轨道交通	全部	/	机务段 III 类，其 余 IV 类	/

（6）声环境评价工作等级

本工程仅涉及线路，无车站、场段等建设内容，因此，本次声环境评价不进行分级评价，仅分析施工期声环境影响。

1.4 评价范围和评价时段

1.4.1 工程范围

本次评价的工程范围为：西站站（不含）-河北大街站（不含），线路全长约 1.7 km，全部为地下线，包含 1 个区间。

1.4.2 评价范围

本工程全线为地下线，各环境要素的具体评价范围如下所述：

（1）振动环境影响评价范围

线路中心线两侧 50 m 以内区域；室内二次结构噪声影响评价范围为地下隧道垂直上方至线路中心线两侧 50 m 以内区域，地下线平面圆曲线半径 ≤ 500 m 或岩石和坚硬土地质条件下的室内二次结构噪声评价范围扩大到线路中心线两侧 60 m。

（2）城市生态环境评价范围

本工程评价范围为线路中心线两侧外延 300 m。

1.4.3 评价时段

评价时段同项目设计年限，建设期：2022 年-2024 年；设计年限：初期 2027 年，近期 2034 年，远期 2049 年。

1.5 评价标准

根据天津市相关环境功能区划，本次评价标准具体如下：

1.5.1 振动评价标准

（1）环境振动评价标准

评价范围内各敏感建筑的环境振动执行《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）相应的标准，具体限值如下表所示。

表 1.5-1 工程沿线振动执行标准

环境要素	标准名称	声功能区	振动适用地带及标准值	标准选取说明
振动环境	《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）	1类区	居民、文教区：昼间 70 dB，夜间 67 dB	1、标准等级参照声环境功能区类型确定。 2、重点敏感建筑物（如学校），振动评价标准按居民、文教区执行，无住校的学校夜间不对标。
		2类区	混合区、商业中心区：昼间 75 dB，夜间 72 dB	
		4类区	交通干线道路两侧：昼间 75 dB，夜间 72 dB	

（2）二次辐射噪声限值

本工程沿线建筑物室内二次辐射噪声限值参照《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/T 170-2009），具体执行标准如下表所示。

表 1.5-2 建筑物室内二次辐射噪声限值 单位：dB(A)

环境要素	标准名称	区域	昼间	夜间
二次结构噪声	《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/T 170-2009）	1类	38	35
		2类	41	38
		4类	45	42

1.5.2 地表水环境评价标准

（1）质量标准

根据工程线位走向，沿线涉及的地表水体为南运河。根据《天津市人民政府关于海河流域天津市水功能区划报告的批复》（津政函[2017] 23号），沿线地表水体水环境功能区划见下表。

表 1.5-3 沿线地表水体功能区划

序号	水体名称	断面	水功能区名称		水质目标
			一级功能区	二级功能区	
1	南运河	外环线-三岔口	开发利用区	景观娱乐用水区	IV

本工程沿线地表水环境质量评价执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中IV类标准，具体限值如下表所示。

表 1.5-4 工程沿线地表水环境执行标准限值 单位：mg/L

指标	IV类
pH	6-9
高锰酸盐指数	10
化学需氧量	30
氨氮	1.5
总磷	0.3

(2) 排放标准

本项目污水排放执行《污水综合排放标准》(DB12/356-2018)中三级标准，具体标准值见下表。

表 1.5-5 本工程污水排放评价标准（单位：mg/L）

主要污染物	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TP
标准值	500	300	400	45	8

1.5.3 大气环境评价标准

天津市环境空气功能区分为一类区和二类区，一类区执行环境空气质量一级标准，位于蓟县北部山区及于桥水库周边；二类区执行环境空气质量二级标准，包括除一类区以外的所有地区。本项目沿线区域为环境空气二类区，执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)二级标准。具体标准值如下表所示。

表 1.5-6 环境空气质量标准（二级标准） 单位：mg/m³

项目	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	臭氧
日平均	0.15	0.08	0.15	0.075	4	0.16(日最大8小时平均)
年平均	0.06	0.04	0.07	0.035	-	-

1.6 环境保护目标

1.6.1 生态环境保护目标

根据《天津市生态保护红线》（津政发[2018] 21号）、《天津市人民代表大会常务委员会关于批准划定永久性保护生态区域的决定》（津人发[2014] 2号）和《天津市生态用地保护红线划定方案》，本工程不涉及生态保护红线和永久性保护生态区域。

本项目生态环境保护目标如下表所示。

表 1.6-1 生态环境保护目标一览表

序号	类别	保护目标名称	概述	与本项目的地理位置关系
1	历史文化名城	天津历史城区	由光荣道、红旗路、咸阳路、旧津保道、青年路、长江道、卫津路、围堤道、东兴路、津塘路、红星路、京山铁路、金钟河大街、育红路、新开河、天泰路围合的范围，总面积约 53 平方公里，人口约 180 万。	工程下穿天津历史城区。
2		海河历史文化街区	保护范围：北至永乐桥，南至刘庄桥的海河两岸；永乐桥、三条石大街、河北大街、南运河南路、大胡同、通北路、张自忠路、水阁大街、东马路、和平路、多伦道、新华路、长春道、和平路、滨江道、兴安路、哈尔滨道、吉林路、张自忠路、台儿庄路、刘庄桥、大直沽中路、六纬路、六经路、七纬路、李公楼桥、火车站、五经路、博爱道、海河东路、建国道、翔纬路、天纬路、三马路、元纬路、五马路、永乐桥围合的范围。总面积 418 公顷，其中水域面积 76.17 公顷。	工程区间下穿海河历史文化街区。
3	文物	大运河	世界文化遗产、国家文物保护单位 大运河天津段遗产区边界：北起武清区筐儿港减河与北运河连接处，向南沿北运河至三岔河口处再向西折，沿南运河直至杨柳青镇止。沿线两侧均以运河岸线外扩 5 米为界，遇堤时，则以外堤脚线为界。 大运河天津段缓冲区边界：以遗产区整体外扩 50 米、300 米为界；其中在武清区、天津市中心城区、西青区外扩 50 米，其余均外扩 300 米。	工程区间下穿南运河河道。 工程区间下穿大运河天津段缓冲区、遗产区。

序号	类别	保护目标名称	概述	与本项目的位关系
4		清真大寺	天津市文物保护单位、天津市历史风貌建筑	工程避开了文物保护单位的保护范围和建设控制地带

1.6.2 地表水环境保护目标

(1) 沿线地表水体

本工程下穿南运河，本项目涉及《天津市河道管理条例》（2018年修订）规定中南运河等河道管理范围的护堤地及河道保护范围。工程与地表水体的位置关系如下表所示。

表 1.6-2 工程与沿线地表水体位置关系

序号	水体名称	概述	与线路的位置关系
1	南运河	河道管理范围的护堤地：河堤外坡脚以外各二十五米；河道的保护范围：护堤地以外二十米。	工程区间下穿其河道、河道管理范围的护堤地及河道保护范围。

(2) 引黄济津输水供水河道

根据《天津市引黄济津保水护水管理办法》（2010年修正）可知，本项目下穿引黄济津输水供水河道中南运河河道的保护范围，位置关系见下表。

表 1.6-3 拟建工程与引黄济津输水供水河道的位置关系

序号	保护区	水体名称	概述	与线路的位置关系
1	引黄济津输水供水河道	南运河	河道的保护范围：主河槽、滩地、堤防及背水坡脚以外 30 米	工程区间下穿其河道及保护范围

1.6.3 声环境保护目标

拟建工程仅涉及线路，采用地下方式敷设，无声环境保护目标。

1.6.4 振动环境保护目标

拟建工程采用地下方式敷设，沿线共9处振动环境保护目标，其中1所学校，8处居民区。具体内容如表 1.6-4 所示。

1.6.5 大气环境保护目标

拟建工程仅涉及线路，采用地下方式敷设，无大气环境保护目标。

表 1.6-4 本工程沿线振动环境保护目标表

编号	行政区	所在区间	保护目标名称	线路形式	线路里程及方位			相对距离(m)		保护目标概况					地质条件	声环境功能区	振动适用地带	现有道路	备注
					起始里程	终止里程	方位	左线	右线	层数	结构	建筑类型	规模	使用功能					
V1	红桥区	西站站-河北大街站	先春园世春里	地下线	右侧	DK20+200	DK20+220	19.6	10.8	6层	砖混	III类	5栋	住宅	中软土	4a类	交通干线两侧	南运河南路、春和路	
						DK20+230	DK20+340	15.6	6.8							1类	居民、文教区		
V2			先春园世春里东区	地下线	左侧	DK20+190	DK20+210	22.3	31.1	6层	砖混	III类	5栋	住宅	中软土	4a类	交通干线两侧	南运河南路、春和路	
						DK20+230	DK20+360	7.4	16.9							1类	居民、文教区		
V3			天津市复兴中学	地下线	右侧	DK20+365	DK20+450	17.0	7.3	3/4/5层	砖混	III类	1栋3层天文台, 1栋4层实验楼, 1栋5层行政楼, 无学生宿舍	学校	中软土	1类	居民、文教区	春和路	
V4			纪春里	地下线	下穿	DK20+480	DK20+685	0	0	11/15层	框架	II类	3栋11层, 1栋15层	住宅	中软土	1类	居民、文教区	先春园大街	
V5			泉春里	地下线	右侧	DK20+610	DK20+710	34.3	22.1	11/15层	框架	II类	1栋11层, 1栋15层	住宅	中软土	1类	居民、文教区	先春园大街	
V6	惠灵顿海上花苑	地下线	右侧	DK20+870	DK21+330	76.8	19.9	24/25层	框架	II类	7栋	住宅	中软土	2类	混合区、商业中心区	大丰路、小伙巷、南运河南路			
V7	惠灵顿河庭花苑	地下线	左侧	DK20+870	DK21+190	19.7	48.7	29/30/32层	框架	II类	1栋29层, 1栋30层, 2栋32层	住宅	中软土	2类	混合区、商业中心区	大丰路、小伙巷			

编号	行政区	所在区间	保护目标名称	线路形式	线路里程及方位			相对距离(m)		保护目标概况					地质条件	声环境功能区	振动适用地带	现有道路	备注
					起始里程	终止里程	方位	左线	右线	层数	结构	建筑类型	规模	使用功能					
V8		西站站-河北大街站	千吉花园	地下线	DK21+400	DK21+605	左侧	14.7	70.0	29/33层	框架	II类	2栋29层, 2栋33层	住宅	中软土	2类	混合区、商业中心区	三条石大街、南运河北路	
V9			金领花园	地下线	DK21+450	DK21+600	右侧	70.2	16.4	32层	框架	II类	2栋	住宅	中软土	2类	混合区、商业中心区	三条石大街、南运河北路	

注：1、以西站站（不含）-河北大街站（不含）为正方向，定义敏感目标与线位的位置关系。

2、表中相对距离是指线路至保护目标的最近水平距离。

2 工程概况

2.1 项目基本情况

项目名称：天津市地铁4号线北段工程（西站站（不含）-河北大街站（不含））

建设性质：新建

建设单位：中铁（天津）轨道交通投资建设有限公司

设计单位：中铁上海设计院集团有限公司

建设地点：红桥区

2.2 工程线路走向及建设规模

天津市地铁4号线北段工程（西站站（不含）-河北大街站（不含））全长约1.7 km，采用全地下方式敷设，线路走向为：线路出西站后向东南方向走行，下穿纪春里居民楼后，沿三条石大街敷设，终点接入河北大街站。

2.3 线路工程

1、线路平面

正线数目：双线；

轨距：1435 mm；

最小曲线半径：

（1）正线：一般情况 300 m，困难情况 250 m。

（2）联络线：一般情况 200 m，困难情况 150 m。

2、线路纵断面

（1）线路最大坡度：

正线：一般 30‰，困难时 35‰。

（2）竖曲线半径：

区间：一般情况 5000 m，困难情况 2500 m。

车站端部：一般情况 3000 m，困难情况 2000 m。

配线：2000 m。

2.4 轨道工程

（1）钢轨

正线及配线采用 60 kg/m 钢轨。正线全线铺设长钢轨无缝线路。

(2) 轨距

轨距为 1435 mm。

(3) 扣件

整体道床地段采用弹性分开式扣件。

(4) 道床

正线、配线铺设整体道床，不同刚度的道床间设弹性过渡段。

(5) 道岔

正线、配线采用 60 kg/m 钢轨 9 号道岔。

2.5 车辆工程

(1) 车辆选型

本工程推荐采用 B 型车，列车轴重 ≤ 14 t，速度目标值为 80 km/h。

(2) 列车编组

列车编组：初期、近期为 6 辆编组，远期为 8 辆编组。

2.6 通风

正常运行时，利用列车活塞风作用，通过活塞风道对区间隧道进行自然通风。

2.7 设计客流量

运营初期，北段工程与南段工程均分别独立运营，待河北大街站（不含）-东南角站（不含）区间实施完成后，最终实现 4 号线全线贯通。初期 4 号线北段日客运量合计 13.1 万人次，最高断面客流量为 1.09 万人次/小时；全线近期日客运量合计 76.4 万人次，最高断面客流量为 3.05 万人次/小时；远期日客运量合计 107.1 万人次，最高断面客流量为 4.10 万人次/小时。

天津地铁 4 号线工程客流指标如下表所示。

表 2.7-1 天津地铁 4 号线工程客流预测结果表

客流指标	初期（北段）	近期	远期
全日客运量（万人次）	13.1	76.4	107.1
平均运距（公里）	7.0	7.5	7.4
最高断面客流（万人次/小时）	1.09	3.05	4.10

客流指标	初期（北段）	近期	远期
客运强度（万人次/日公里）	0.60	1.76	2.47

2.8 运营方案

1、运行时间

考虑与天津市既有地铁1、2、3、5、6、9号线及公共交通运营时间基本一致，4号线北段工程及全线设计运营时间为5:00-23:00，全天运营18小时。

2、全日行车计划

4号线北段工程及全线全日行车计划如下表所示。

表 2.8-1 全日行车计划表 单位：对

时间段	初期	近期		远期	
	北段	大交路	小交路	大交路	小交路
5:00-6:00	6	8	0	10	0
6:00-7:00	8	10	0	12	0
7:00-8:00	12	13	13	15	15
8:00-9:00	12	12	6	12	6
9:00-10:00	10	12	0	15	0
10:00-11:00	8	12	0	15	0
11:00-12:00	8	12	0	15	0
12:00-13:00	8	12	0	15	0
13:00-14:00	8	12	0	15	0
14:00-15:00	8	12	0	15	0
15:00-16:00	8	12	0	15	0
16:00-17:00	8	12	0	15	0
17:00-18:00	12	12	6	12	6
18:00-19:00	12	13	13	15	15
19:00-20:00	12	12	6	12	6

时间段	初期	近期		远期	
	北段	大交路	小交路	大交路	小交路
20:00-21:00	8	12	0	12	0
21:00-22:00	8	10	0	12	0
22:00-23:00	6	8	0	10	0
合计	162	206	44	242	48

注：大交路为小街站-新兴村站，小交路为延吉道站-沙柳南路站。

2.9 施工方法

本工程包含1个地下区间，采用盾构法施工。区间施工方法如下表所示。

表 2.9-1 本工程区间隧道施工方法及结构型式一览表

序号	区间名称	区间长度（双线米）	施工方法
1	西站站-河北大街站	1718.3215	盾构法

2.10 工程筹划

本工程建设年限为2022年-2024年。

3 工程分析

3.1 工程环境影响简要分析

3.1.1 环境要素识别

根据轨道交通环境影响特点，本工程环境影响要素综合识别结果如下表所示。

表 3.1-1 工程环境影响要素综合识别

时段		工程项目	环境影响
施 工 期	区间隧道施 工期	盾构始发/到达井明挖 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。 ●产生弃土等环境影响。
运 营 期	通车运营	列车运行（不利影响）	<ul style="list-style-type: none"> ●振动影响。
		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，本工程产生污染物的方式以能量损耗型为主，以物质损耗型为辅；对生态环境的影响以对城市景观影响为主，以对城市自然生态环境影响为辅。

3.1.2 评价因子筛选

根据工程在施工期和运营期产生的环境影响性质、工程沿线环境特征及环境敏感程度，将本工程行为对各类环境要素产生的影响按施工期和运营期制成“环境影响识别与筛选矩阵图”，具体内容如下表所示。

表 3.1-2 工程环境影响识别与筛选矩阵图

工程 阶段	工程活动	影响 程度 识别	城市生态环境			物理-化学环境					
			城市景 观	植被	水土保 持	地表水	地下 水	噪声	振动	空气	弃土固 废
影响程度识别			II	II	II	III	II	I	I	III	III
施 工 期	土石方工程	II	-2		-2	-1	-1	-2	-2	-2	-2
	隧道工程	III			-2	-1	-1		-3	-1	-1

工程阶段	工程活动	影响程度识别	城市生态环境			物理-化学环境					
			城市景观	植被	水土保持	地表水	地下水	噪声	振动	空气	弃土固废
	绿化及恢复工程	II	+1	+1	+2			+1		+1	
	建筑弃渣	II	-1		-1	-1	-1			-2	-2
	施工人员活动	II				-1	-1	-1		-1	
运营期	列车运行	III							-3		

注：（1）单一影响识别：反映某一种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：轻微影响；2：一般影响；3：较大影响；空格：无影响和基本无影响。

（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。

3.2 工程环境影响特征分析

（1）施工期环境影响识别

本工程仅涉及地下区间线路建设，采用盾构法施工，施工场地结合车站设置（不在本次评价范围内）。施工期，对环境产生的影响包括固体废物、振动、大气、水等方面。

（2）运营期环境影响识别

运营期环境影响主要指列车运行产生振动通过地层传播至地面环境敏感目标。

3.3 主要污染源分析

3.3.1 施工期污染源

本工程仅涉及地下区间线路建设，采用盾构法施工，施工场地结合车站设置（不在本次评价范围内）。

施工期，对环境产生的影响包括固体废物、振动、大气、水等方面。

3.3.2 运营期污染源

根据《天津地铁噪声与振动源强类比测试报告》（2019年）对本次评价的B型车振动源强进行取值，具体限值如下表所示。

表 3.3-1 地下线路振动源强推荐值

车型	车速 (km/h)	源强 (dB)
B 型车	71	79.0

3.4 规划相符性分析

3.4.1 工程方案与线网规划对比分析

2013 年，天津市编制完成新一轮的线网规划——《天津市轨道交通线网规划（2012-2020 年）》，本次线网规划由 4 条市域线、24 条城区线组成，其中，4 号线为中心城区西北至东南方向的骨干线路。线路北起北辰区双街，东至民航学院，沿线经北辰、河北、红桥、南开、和平、河西、河东、东丽八个行政区。与本工程相关的内容为：线路过西站后穿越复兴中学折向东沿三条石大街敷设，全线为地下线路。本工程方案与 2013 年天津市轨道交通线网规划中 4 号线的线路走向、敷设方式基本一致。

3.4.2 工程方案与建设规划对比分析

本工程方案与《天津市城市轨道交通近期建设规划（2005-2015 年）调整》方案对比情况如下表所示。

表 3.4-1 工程方案与天津市建设规划调整方案对比分析表

主要指标		建设规划调整方案	工程方案	变化内容
线路	线路起终点	西站站-西北角站	西站站（不含）-河北大街站（不含）	建设规划调整方案终点至西北角站，工程方案终点接入河北大街站
	线路走向	西站-复兴路-北马路	西站-三条石大街	建设规划调整方案：线路过西站后沿复兴路-北马路敷设；工程方案：线路过西站后沿三条石大街敷设
	敷设方式	全地下线	全地下线	一致
	长度	约2 km	约1.7 km	基本一致（本工程仅涉及区间线路）
高峰断面客流	初期（北段）	1.93	1.09	北段独立运营客流

主要指标		建设规划调整方案	工程方案	变化内容
（万人次/小时）	近期	3.06	3.05	基本不变
	远期	4.17	4.10	基本不变
最高运行速度		80 km/h	80 km/h	一致
车型及编组方案		全线初、近、远期按B型车6辆编组，土建按B型车8辆编组预留	全线初期、近期按B型车6辆编组，远期按B型车8辆编组设计及实施	远期由6辆编组、土建预留8辆编组调整为8辆编组

由上表可知，工程方案中线路敷设方式、车型、最高运行速度等与建设规划调整方案基本一致。本工程方案与建设规划调整方案主要发生以下变化：

- （1）工程方案较建设规划调整方案中的线路走向发生变化。
- （2）远期车辆编组由建设规划阶段6辆编组、土建预留8辆编组调整为远期按照B型车8辆编组设计及实施。

3.4.3 规划环评审查意见概要

原环境保护部于2010年11月11日出具了《关于天津市城市快速轨道交通建设规划环境影响评价有关问题的复函》（环办函[2010]1211号），与4号线工程相关的函复如下：《调整规划》在原建设规划的基础上增加了2号线机场延长线4.5公里，4号线41.4公里以及6号线动物园站至海河教育园区26.3公里。鉴于2007年《天津市城市快速轨道交通线网规划》已开展了环境影响评价，地铁2号线机场延长线和地铁4号线已纳入其中，而6号线全线的环境影响报告书也已经由我部于2009年批复等具体情况，《调整规划》可不单独进行环境影响评价，待轨道交通建设规划新一轮修编时再组织开展规划环境影响评价。

原环境保护部于2015年6月17日出具了《关于〈天津市城市快速轨道交通建设规划（2015-2020）及线网规划环境影响报告书〉的审查意见》（环审[2015]143号），对规划优化调整和实施过程提出如下意见：

（1）进一步做好Z2线、Z4线线路走向、敷设方式等与《天津市生态用地保护红线划定方案》的协调，严格执行相关保护要求，避免对南淀公园、西军粮城郊野公园、北三河郊野公园等生态红线保护区域造成不利影响。

（2）对经过中心城区、滨海新区核心区的规划线路采取地下线敷设方式。进一步论证Z2线北塘至观景道路段敷设方式的环境合理性，优化线路方案，建议优先考虑地下线敷设，避免对沿线集中居住区产生不利影响。进一步优化紧邻

天津古海岸与湿地国家级自然保护区的Z4线线路方案，避免对自然保护区产生不利影响。

(3) 规划Z4线路应绕避北塘炮台遗址文物保护单位的保护范围。进一步优化下穿既有和规划的集中居住、文教、办公科研等环境敏感区的线路方案，规划M8一期成都道至永安道、M7一期东北角至鼓楼区段应尽量远离文物保护单位建筑本体，采取加大线路埋深等措施，避免对敏感建筑产生不利振动影响。

(4) 结合噪声预测结果，对经过既有集中居住区、文教区等声环境敏感区的高架路段采取有效降噪措施，对经过规划居住用地等路段应预留降噪措施建设条件。加强对线路两侧的用地控制，控制区域内不宜新建居民住宅、学校、医院等噪声敏感目标。

(5) 加强车辆段、停车场等的土地集约利用和周边土地的规划控制。车辆段、停车场等选址不得位于永久性保护生态区域的红线区内，进一步优化海河中游停车场、南部新城停车场、盐田停车场等选址和规模。

(6) 风亭、冷却塔、主变电所等地面构筑物的布局应与周边学校、医院、集中居住区等环境敏感区域保持必要的控制距离。

(7) 建立沿线地面沉降、地下水等影响动态监测和跟踪监测机制，结合监测结果适时对《建设规划》进行优化调整，完善相关环境保护措施。

《规划》中所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价时，需重点评价项目实施可能产生的振动、噪声、地下水等影响。对涉及集中居住区、文教区、文物保护单位、自然保护区、生态红线区等线路，应对其影响方式、范围和程度做出深入评价，充分论证方案的环境合理性，落实相关环境保护措施。与有关规划的环境协调性分析、区域环境质量现状调查等方面的内容可以适当简化。

3.4.4 与规划环评审查意见相符性

对照原环境保护部《关于〈天津市城市快速轨道交通建设规划（2015-2020）及线网规划环境影响报告书〉的审查意见》（环审[2015] 143号），本项目涉及的要求及其落实情况如下表所示。

表 3.4-2 本工程与规划环评审查意见的相符性

编号	规划环评审查意见	规划环评的执行情况	相符性
1	对经过中心城区、滨海新区核心区的规划线路采取地下线敷设方式。	本工程全线采用地下敷设方式	符合

编号	规划环评审查意见	规划环评的执行情况	相符性
2	结合噪声预测结果，对经过既有集中居住区、文教区等声环境敏感区的高架路段采取有效降噪措施，对经过规划居住用地等路段应预留降噪措施建设条件。加强对线路两侧的用地控制，控制区域内不宜新建居民住宅、学校、医院等噪声敏感目标。	本工程全线为地下线。本报告对线路沿线规划敏感建筑路段，提出了规划控制距离，并针对振动等可能产生的影响提出了有效防治措施。	符合
3	《规划》中所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价时，需重点评价项目实施可能产生的振动、噪声、地下水等影响。对涉及集中居住区、文教区、文物保护单位、自然保护区、生态红线区等线路，应对其影响方式、范围和程度做出深入评价，充分论证方案的环境合理性，落实相关环境保护措施。与有关规划的环境协调性分析、区域环境质量现状调查等方面的内容可以适当简化。	本工程全部为地下线，环评报告评价重点为振动等专题。对工程涉及的文物保护单位、历史文化街区和集中居住区等，全面预测了工程环境影响，并提出了针对性的环保措施。	符合

因此，总体而言，本工程基本符合规划环评及其审查意见的要求。

3.5 相关规划协调性分析

3.5.1 与《天津市国土空间总体规划（2021-2035年）》的相符性

本报告分析与《天津市国土空间总体规划（2021-2035年）》（征求意见稿）的相符性。

（1）规划期限

规划基准年为2020年，规划期限为2021-2035年，远景展望至2050年。

（2）城市规模

2035年天津市规划人口控制在2000万左右。

（3）战略定位与目标愿景

牢固树立“一盘棋”思想，主动承担国家使命与时代担当，落实京津冀协同发展重大国家战略对天津提出的要求，提出天津未来的战略定位是“全国先进制造研发基地、北方国际航运核心区、金融创新运营示范区、改革开放先行区”。

在此基础上，进一步强化京津联动，共同发挥辐射带动作用，响应市民对天津未来发展愿景和需求，提出天津城市发展的目标愿景为“京津冀城市群和环渤海地区发展的重要引擎，生态引领、创新竞进、和谐宜居的现代化国际大都市”。

对接天津市“十四五”规划，提出阶段目标为：至2025年，生态引领、创新竞进、和谐宜居的现代化国际大都市建设取得重大进展；2035年，生态引领、创新竞进、和谐宜居的现代化国际大都市初步建成，基本实现社会主义现代化；2050年，生态引领、创新竞进、和谐宜居的现代化国际大都市全面建成，成为富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国的典范城市。

经分析，本工程不涉及《天津市国土空间总体规划（2021-2035年）》（征求意见稿）中的生态保护红线。此外，轨道交通比道路交通对环境的影响小，是一种绿色交通，有利于保护中心城区的大气环境质量，地下敷设方式可减少对土地资源的占用，有利于生态环境的改善。综上所述，本工程的建设与天津市城市性质、发展目标及发展方向相符。

3.5.2 与天津市城市总体规划的相符性

天津市现行的城市总体规划是2006年7月经国务院批复实施的《天津市城市总体规划（2005-2020年）》，天津市国土空间规划正在征求意见。因此，本评价重点分析工程实施与《天津市城市总体规划（2005-2020年）》及相关阶段修编成果的相符性。

根据天津市城市总体规划，天津市中心城区的海河两岸、西站地区、海河柳林地区、文化中心、解放南路、北部新区等区域将成为城市重点地区开发建设。4号线总体呈西北-东南走向，定位为沿海河主轴的骨干线，4号线作为径向线路，可提升城市主、副中心向东、向北的辐射能力，有利于完善城市轨道交通的骨干网架，完善天津市内交通体系与区域交通体系间的衔接。

本项目的建设，是实现国土空间规划的需要，是实现综合交通规划的迫切需要，是完善交通网络、充分发挥轨道交通网络效益的迫切需要，是实现天津市经济快速发展的需要，是实现环境保护、建设和谐天津的重要保障。

另外，相比于道路交通，轨道交通对环境的影响较小，是一种绿色交通，有利于保护中心城区的大气环境质量，地下敷设方式减少对土地资源的占用，有利于生态环境的改善。综上分析，本工程的建设与天津市城市性质、发展目标及发展方向是相符的。

3.5.3 与《天津市主体功能区规划》的相符性

根据《天津市主体功能区规划》（津政发[2012]15号），提出形成“优化发展区域、重点开发区域、生态涵养发展区域、禁止开发区域四大类主体功能”的空间开发格局。

其中，优化发展区域包括：和平区、河东区、河西区、南开区、河北区、红桥区、东丽区、西青区、津南区、北辰区、武清区、宝坻区、静海县（不包括上述区县纳入重点开发区域部分）。该区域总面积 6444 平方公里，占全市陆域面积的 54.1%。

本工程位于红桥区，全线位于“优化发展区域”内。本工程与天津市4号线北段工程小街站-西站站以及河北大街站贯通后可衔接中心区以外的双街组团、京津路沿线地区，可有力支持目前正在实施的旧村改造及再建区建设，对于引导土地集约化发展，促进经济发展具有重要意义。

综上分析，本工程的建设与《天津市主体功能区规划》是相符的。

3.5.4 与生态红线的相符性

根据《天津市生态保护红线》（津政发[2018] 21 号）、《天津市人民代表大会常务委员会关于批准划定永久性保护生态区域的决定》（津人发[2014] 2 号）和《天津市生态用地保护红线划定方案》，本工程不涉及生态保护红线和永久性保护生态区域。

3.6 “三线一单”相符性分析

3.6.1 与《天津市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》的相符性

根据《天津市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（津政规[2020] 9 号），全市共划分优先保护、重点管控、一般管控三类 311 个生态环境管控单元（区），其中陆域生态环境管控单元 281 个，近岸海域生态环境管控区 30 个。

根据分析可知，本工程位于重点管控单元。“重点管控单元”的管控要求为：“以产业高质量发展和环境污染治理为主，加强污染物排放控制和环境风险防控，进一步提升资源利用效率。深入推进中心城区、城镇开发区域初期雨水收集处理及生活、交通等领域污染减排，严格管控城镇面源污染；优化工业园区空间布局，强化污染治理，促进产业转型升级改造；加强沿海区域环境风险防范。”

轨道交通作为准时、快速、舒适、大容量的新型交通方式，是“以人为本”、对环境友好的“绿色交通”，本工程采用地下方式敷设，其建设有利于改善居民出行结构，提高公共交通的比例，有利于减少私人汽车及其它个体交通工具，对

生活、交通等领域污染减排有积极的促进作用。在采取切实可行的环保措施后，工程对区域环境的影响可得到有效控制和减缓。

综上所述，本工程与《天津市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》是相符的。

3.6.2 “三线一单”相符性分析

（1）生态保护红线相符性

根据《天津市生态保护红线》（津政发[2018] 21号）、《天津市人民代表大会常务委员会关于批准划定永久性保护生态区域的决定》（津人发[2014] 2号）和《天津市生态用地保护红线划定方案》，本工程不涉及天津市生态保护红线及天津市生态用地保护红线。

（2）环境质量底线相符性

振动：现状监测结果表明，沿线各监测点的环境振动 V_{Lz10} 昼间为 57.0-64.0 dB，夜间为 56.4-59.8 dB，均能满足《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）之相应标准限值要求。

工程运营后，会对沿线敏感点的振动产生影响，采取相应减振措施后振动环境可满足国家、天津市的相应标准。

（3）资源利用上线相符性

土地资源：本项目为轨道交通项目，全线为地下线路，工程占用土地主要为施工期的临时用地，占地面积较小，不影响区域土地资源总量。

水资源：本工程用水主要为车站工作人员和旅客的生活用水，用水量较小，不影响区域水资源量。

（4）生态环境准入清单相符性

本工程位于重点管控单元，采用地下方式敷设，其建设有利于改善居民出行结构，对生活、交通等领域污染减排有积极的促进作用；在采取切实可行的环保措施后，工程对区域环境的影响可得到有效控制和减缓。符合《天津市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》。

本项目符合国家和地方相关政策法规，选址符合城市发展规划、环境保护规划和其他相关规划基本要求。本项目属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改）中的鼓励类项目，符合当前产业政策。

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

本工程位于红桥区。红桥区位于天津城区西北部，东南与河北、南开两区相交，西北与西青、北辰两区相邻。

4.1.2 地形地貌

本工程区域为城市建成区。

4.1.3 地表水

红桥区境内河流较多，南运河、子牙河、北运河贯穿全境，于三岔河口交汇流入海河。南运河、北运河、子牙河均为一级河道。二级河道有津河。

本工程下穿南运河。南运河史称卫河、御河。南运河上接漳卫河，漳卫河上游有漳、卫西大支流，是南运河的主要水源。自杨庄子横堤（西横堤）至南运河、子牙河汇合处，区境内长 7.3 公里，河底宽 15 至 20 米，河底高程 0.5 至 0.0 米（大沽高程，下同），堤顶高程 7 米，地面高程 5 米。流量 20 立方米/秒，左岸建防水墙 400 米，固堤 6447 米，右岸建防水墙 275 米，固堤 5734 米。沿河建扬水站 4 座、闸 3 座、涵洞 1 座，现为市区排水、蓄水河道。

4.1.4 地下水

根据工程资料，沿线浅层地下水类型可分为上层滞水、孔隙潜水和微承压水。

（1）上层滞水

主要赋存于透水性较好的人工填土层中，一般以第 I 陆相层顶部的黏土层为隔水底板，水位随季节变化明显，仅局部分布。

（2）孔隙潜水

主要赋存于第 I 海相层及以上的第四系全新统堆积物的孔隙中，主要含水层为粉土，局部为砂类土，水位埋藏较浅。

以大气降水补给为主，附近地表水系补给为辅，大气蒸发为主要排泄途径。一般以第 II 陆相层上部的黏性土层为相对隔水底板。

（3）微承压水

主要赋存于第 II 陆相层及以下地层中，具微承压性，为微承压水，主要含水层为粉土层及砂类土层，其水位稍低于潜水水位，水位变化幅度不大。一般以第 II 陆相层上部的黏性土层为相对隔水顶板。

沿线地下水在 II 环境类型中对混凝土有微腐蚀性，在长期浸水条件下对钢筋混凝土中的钢筋有微腐蚀性，在干湿交替条件下对钢筋混凝土中的钢筋有微腐蚀性。

4.1.5 工程地质

根据工程资料，沿线地层主要由海陆沉积而成，根据地质年代及成因，主要包括人工填土层、新近沉积层、第 I 陆相层、第 I 海相层、第 II 陆相层、第 III 陆相层、第 II 海相层、第 IV 陆相层、第 III 海相层、第 V 陆相层等。

4.2 区域环境质量概况

根据《2021 年天津市生态环境状况公报》，2021 年，全市 $PM_{2.5}$ 年均浓度 39 微克/立方米，首次进入“30 后”；优良天数比率达到 72.3%，首次超过“七成”；重污染天数 7 天，首次降到“个位数”。地表水优良水质断面从 11 个增加到 15 个，12 条入海河流水质持续提升，基本实现“总体 IV 类”，近岸海域生态环境质量持续巩固，生物多样性逐步恢复，受污染耕地、建设用地继续保持安全利用。

4.2.1 大气环境

（1）全市环境空气质量状况

根据《2021 年天津市生态环境状况公报》，2021 年，全市二氧化硫（ SO_2 ）年平均浓度为 8 微克/立方米，低于国家年平均浓度标准（60 微克/立方米）；二氧化氮（ NO_2 ）年平均浓度为 37 微克/立方米，低于国家年平均浓度标准（40 微克/立方米）；可吸入颗粒物（ PM_{10} ）年平均浓度为 69 微克/立方米，低于国家年平均浓度标准（70 微克/立方米）；细颗粒物（ $PM_{2.5}$ ）年平均浓度为 39 微克/立方米，超过国家年平均浓度标准（35 微克/立方米）0.11 倍。一氧化碳（CO）24 小时平均浓度第 95 百分位数为 1.4 毫克/立方米，低于 24 小时平均浓度标准（4.0 毫克/立方米）；臭氧（ O_3 ）日最大 8 小时平均浓度第 90 百分位数为 160 微克/立方米，达到日最大 8 小时平均浓度标准（160 微克/立方米）。

2016-2021年，环境空气主要污染物浓度基本呈下降趋势。与2016年相比，2021年PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂和CO浓度分别下降43.5%、33.0%、61.9%、22.9%和48.1%，O₃浓度上升1.9%，其中，PM_{2.5}、NO₂和CO浓度达到历史最优水平。

（2）环境空气质量空间分布

全市空气质量空间差异较小。SO₂西南部和东北部略重于其他区域，NO₂东南部重于其他区域，PM₁₀中部环城区重于其他区域，PM_{2.5}西南部重于其他区域，CO东北部略重于其他区域，O₃西部和中心城区重于其他区域。

4.2.2 水环境

（1）地表水

2021年，全市优良水体（I-III类）断面15个，IV类断面18个，V类断面2个，劣V类断面1个。主要污染物高锰酸盐指数、化学需氧量和总磷年均浓度同比下降12.7%、11.4%和5.3%，氨氮年均浓度同比持平。与2017年相比高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮和总磷浓度降幅均超过30%。

（2）饮用水水源地

全市共2个地级以上城市集中式饮用水水源地，分别为于桥水库和南水北调中线曹庄子泵站。2021年，于桥水库水质为III类，南水北调中线曹庄子泵站水质为II类，自2017年以来，2个集中式饮用水水源地供水期间水质均满足饮用水源水质要求，其中于桥水库水质有所改善，与2017年相比主要水质指标化学需氧量和总磷浓度分别下降15.9%和11.1%；南水北调中线曹庄子泵站水质持续稳定，均达到或优于II类水平。

（3）入海河流

2021年，全市入海河流全部消除劣V类。主要污染物高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮和总磷年均浓度同比分别下降25.0%、27.0%、26.1%和22.4%。与2017年相比高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮和总磷浓度降幅均超过40%。

（4）海洋环境质量

2021年，天津市近岸海域水质全年平均为二类水平，受夏、秋季海河流域强降雨和上游省市行洪影响，全年优良（一、二类）水质比例为58.3%。从各季节来看，春季近岸海域水质最好，优良水质比例为87.9%。从各评价指标来看，夏、秋季无机氮为三类水平，化学需氧量、石油类等其他指标各季节均为一、二类水平。

2021年全市直排海污染源均稳定达标排放。

4.2.3 声环境

（1）功能区声环境

2021年天津市功能区声环境质量总体达标率为87%，比2020年上升1个百分点。1至4b类功能区声环境质量昼间达标率为86%-99%，夜间达标率为56%-95%。

（2）区域环境噪声

2021年全市区域环境噪声平均声级为53.1分贝(A)，与2020年基本持平，环境噪声总体为“二级”较好水平。声级处于“一级”好水平和“二级”较好水平的面积占总评价面积的68.7%。

（3）道路交通声环境

2021年全市道路交通噪声平均声级为65.3分贝(A)，与2020年基本持平，总体噪声强度为“一级”好水平。噪声强度达到“一级”好水平和“二级”较好水平的道路占监测总路长的89.1%。

5 振动环境影响评价

5.1 概述

5.1.1 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线路中心线两侧 50 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线路中心线两侧 50 m 以内区域，地下线平面圆曲线半径 ≤ 500 m 路段的室内二次结构噪声评价范围扩大到线路中心线两侧 60 m。

5.1.2 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）调查评价范围内的现有振源、振动环境保护目标的基本情况；（2）选择具有代表性的振动环境保护目标进行振动现状监测及评价，分析其超标程度和原因；（3）采用类比测量法确定振动源强；（4）振动环境影响预测覆盖全部敏感点，给出未采取相应环保措施时各敏感点运营期振动、室内二次结构噪声的预测量、超标量；（5）根据振动和室内二次结构噪声影响预测结果，结合振动环境保护目标的特点，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；（6）为给环境管理和城市规划部门决策提供依据，本次评价对于未建成区或规划振动敏感区段，提出给定条件下的振动达标距离和沿线用地规划调整建议。

5.2 振动环境现状评价

5.2.1 振动环境现状监测

（1）监测单位

本次环境振动现状监测工作由谱尼测试科技（天津）有限公司承担。

（2）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》（GB 10071-88）。

（3）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；测量仪器性能符合 ISO/DP 8041-1984 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测量时间

环境振动在昼、夜间各测量一次，每个测点等间隔地读取瞬时示数，采样间隔不大于 5 s，每次测量时间不少于 1000 s，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。

③评价量及测量方法

采用《城市区域环境振动测量方法》（GB 10071-88）中的“无规振动”测量方法进行。以测量数据的累计百分 Z 振级 VL_{z10} 作为评价值。

④测点设置原则

根据现场踏勘和调查结果，拟建项目沿线分布有 9 处振动环境保护目标，本次评价对具备监测条件的敏感点进行振动现状监测，对于夜晚无办公、教学活动的学校仅进行昼间监测。测点位于邻近轨道上方的建筑物室外 0.5 m 处（要求硬质地面）。

5.2.2 振动环境现状监测结果与评价

5.2.2.1 现状监测结果

沿线敏感点环境振动现状监测结果如下表所示。

表 5.2-1 本工程振动敏感点现状监测表

序号	行政区	所在区段（站）	保护目标名称	线路里程及方位			相对距离（m）		测点编号	测点位置	现状值/dB		标准值/dB		超标量/dB		现状主要振源
				起始里程	终止里程	位置	左线	右线			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	红桥区	西站站-河北大街站	先春园世春里	DK20+200	DK20+220	右侧	19.6	10.8	V1-1	室外 0.5m	57.6	56.8	75	72	-	-	南运河南路、春和路
				DK20+230	DK20+340		15.6	6.8	V1-2		57.2	56.8	70	67	-	-	
先春园世春里东区			DK20+190	DK20+210	左侧	22.3	31.1	V2-1	室外 0.5m	57.0	56.4	75	72	-	-	南运河南路、春和路	
			DK20+230	DK20+360		7.4	16.9	V2-2		58.0	57.2	70	67	-	-		
3			天津市复兴中学	DK20+365	DK20+450	右侧	17.0	7.3	V3	室外 0.5m	59.2	/	70	/	-	/	春和路
4			纪春里	DK20+480	DK20+685	下穿	0	0	V4	室外 0.5m	57.6	56.6	70	67	-	-	先春园大街
5			泉春里	DK20+610	DK20+710	右侧	34.3	22.1	V5	室外 0.5m	58.8	57.4	70	67	-	-	先春园大街
6			惠灵顿海上花苑	DK20+870	DK21+330	右侧	76.8	19.9	V6	室外 0.5m	64.0	59.8	75	72	-	-	大丰路、小伙巷、南运河南路
7			惠灵顿河庭花苑	DK20+870	DK21+190	左侧	19.7	48.7	V7	室外 0.5m	58.0	57.4	75	72	-	-	大丰路、小伙巷
8	千吉花园	DK21+400	DK21+605	左侧	14.7	70.0	V8	室外 0.5m	57.4	57.8	75	72	-	-	三条石大街、南运河北路		
9	金领花园	DK21+450	DK21+600	右侧	70.2	16.4	V9	室外 0.5m	57.6	57.8	75	72	-	-	三条石大街、南运河北路		

注：1、超标量中“-”表示不超标，“/”表示无此项。

2、表中相对距离是指线路至保护目标的最近水平距离。

5.2.2.2 现状监测结果评价

本工程沿线振动主要由城市道路交通及社会生活引起。现状监测结果表明，沿线各监测点的环境振动 VL_{z10} 值昼间为 57.0-64.0 dB，夜间为 56.4-59.8 dB，均能满足《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）之相应标准限值要求。

总的来看，本工程沿线地段振动环境质量现状良好，随着敏感点距现有道路距离和道路路况、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。

5.3 振动环境影响预测与评价

5.3.1 预测方法

城市轨道交通产生的振动环境和室内二次结构噪声是一个非常复杂的过程，它与列车类型、行车速度、隧道埋深、水平距离、轨道结构类型和地面建筑物的结构、基础、房屋等许多因素有关。

5.3.1.1 振动预测方案

（一）预测模式

本次振动预测采用《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018）中的半经验振动预测模型。振动预测模式如下：

$$VL_{z\ max} = VL_{z\ 0max} + C_{VB} \quad (\text{式 } 5.3-1)$$

式中：

$VL_{z\ max}$ —预测点处的 $VL_{z\ max}$ ，dB；

$VL_{z\ 0max}$ —列车运行振动源强，dB；

C_{VB} —振动修正，dB。

其中，振动修正项 C_{VB} ，按下式计算：

$$C_{VB} = C_V + C_W + C_R + C_T + C_D + C_B + C_{TD} \quad (\text{式 } 5.3-2)$$

式中：

C_V —列车速度修正，dB；

C_W —轴重和簧下质量修正，dB；

C_R —轮轨条件修正，dB；

C_T —隧道型式修正，dB；

C_D —距离衰减修正，dB；

C_B —建筑物类型修正，dB；

C_{TD} —行车密度修正，dB。

（二）预测参数

由式 5.3-1 和式 5.3-2 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、列车类型、轮轨条件、隧道形式、距离和介质吸收、建筑物类型、行车密度等因素密切相关，现分述如下：

（1）列车振动源强（ VL_{z0max} ）

根据《天津地铁噪声与振动源强类比测试报告》，本工程振动源强类比天津 6 号线解放南路站-洞庭路站区间的振动源强测试结果，可类比性分析见下表。

表 5.3-1 本工程与天津 6 号线解放南路站-洞庭路站区间的可类比性分析

项目	本工程	天津 6 号线解放南路站-洞庭路站	可类比性分析
埋深	基本在 16 米以上	19 米	基本相当，预测时可通过距离衰减（ C_D ）修正
道床	长轨枕整体道床	长轨枕整体道床	相同
轨道条件	无缝线路	无缝线路直线路段	相同
施工方式	盾构	盾构	相同
隧道结构	单圆单线隧道	单圆单线隧道	相同
车辆	B2 型车（轴重 14 t，参考簧下质量：拖车 2300 kg、动车 2700 kg）	B2 型车（轴重 14 t，参考簧下质量：拖车 2300 kg、动车 2700 kg）	相同
车速	80 km/h（速度目标值）	71 km/h	类比 6 号线的列车参考速度（71 km/h）高于本工程设计速度的 75%，预测时可通过列车速度（ C_V ）进行修正

由上表可以看出，本工程的车辆、轨道、道床、车速等工程条件与天津 6 号线解放南路站-洞庭路站区间相同或基本相似，具备可类比性。因此，本工程的列车振动源强采用天津 6 号线解放南路站-洞庭路站区间的振动源强测试结果：79.0 dB。

（2）列车速度修正（ C_V ）

当列车运行速度 $v \leq 100$ km/h 时：

$$C_V = 20 \lg \frac{v}{v_0} \quad (\text{式 5.3-3})$$

式中：

v_0 —源强的列车参考速度，km/h；

v —列车通过预测点的运行速度，km/h。

(3) 轴重和簧下质量修正 (C_w)

$$C_w = 20 \lg \frac{w}{w_0} + 20 \lg \frac{w_u}{w_{u0}} \quad (\text{式 5.3-4})$$

式中：

w_0 —源强车辆的参考轴重，14 t；

w —预测车辆的轴重，t；

w_{u0} —源强车辆的参考簧下质量，拖车 2300 kg、动车 2700 kg；

w_u —预测车辆的簧下质量，t；

本工程车辆选型与源强车辆相同，均为 B 型车，车辆轴重和簧下质量均与源强车辆相同。因此，本工程振动影响预测不进行轴重和簧下质量修正。

(4) 轮轨条件修正 (C_R)

轮轨条件的振动修正值见下表。

表 5.3-2 轮轨条件的振动修正值 C_R

轮轨条件	振动修正值 C_R /dB
无缝线路	0
有缝线路	+5
弹性车轮	0
线路平面圆曲线半径 ≤ 2000 m	+16×列车速度 (km/h) / 曲线半径 (m)

注：对于车轮出现磨耗或扁疤、钢轨有不均匀磨耗或钢轨波浪形磨耗、固定式辙叉的道岔、交叉或其他特殊轨道等轮轨条件下，振动会明显增大，振动修正值为 0-10 dB。

(5) 隧道型式修正 (C_T)

隧道型式的振动修正值见下表。

表 5.3-3 隧道型式的振动修正值 C_T

隧道型式	振动修正值 C_T /dB

隧道型式	振动修正值 C_T /dB
单线隧道	0
双线隧道	-3
车站	-5
中硬土、坚硬土、岩石隧道（含单线隧道和双线隧道）	-6

（6）距离衰减修正（ C_D ）

距离衰减修正 C_D 与工程条件、地质条件有关，本次预测按照下式修正。

a、线路中心线正上方至两侧 7.5 m 范围内：

$$C_D = -8\lg[\beta(H-1.25)] \quad (\text{式 5.3-5})$$

式中：

H—预测点地面至轨顶面的垂直距离，m；

β —土层的调整系数；根据《天津市地铁4号线北段工程可行性研究报告》，工程沿线土层等效剪切波速为 90-200 m/s，场地类型为软弱-中软场地，对比后选用不利条件中软场地进行预测， β 由表 5.3-4 中选取。

b、线路中心线正上方两侧大于 7.5 m 范围内：

$$C_D = -8\lg[\beta(H-1.25)] + \alpha \lg r + br + c \quad (\text{式 5.3-6})$$

式中：

r—预测点至线路中心线的水平距离，m；

H—预测点地面至轨顶面的垂直距离，m；

β —土层的调整系数；根据《天津市地铁4号线北段工程可行性研究报告》，工程沿线土层等效剪切波速为 90-200 m/s，场地类型为软弱-中软场地，对比后选用不利条件中软场地进行预测， β 、 α 、 b 、 c 由下表选取。

表 5.3-4 β 、 α 、 b 、 c 的参考值

土体类别	土层等效剪切波速 V_s (m/s)	β	α	b	c
软弱土	$V_s \leq 150$	0.42	-3.28	-0.13	3.03
中软土	$150 < V_s \leq 250$	0.32	-3.28	-0.13 ~ -0.06	3.03
中硬土	$250 < V_s \leq 500$	0.25	-3.28	-0.04	3.09
坚硬土	$500 < V_s \leq 800$	0.22	-3.28	-0.03	3.09
岩石	$V_s > 800$	0.20	-3.28	-0.02	3.09

c、地面线路

$$C_D = \alpha r + br + c \quad (\text{式 } 5.3-7)$$

式中：

r ——预测点至线路中心线的水平距离，m。

α 、 b 、 c 由下表中选取。

表 5.3-5 α 、 b 、 c 的参考值

类型	土体类别	a	b	c
地面线	中软土	-8.6	-0.130	8.4

(7) 建筑物类型修正 (C_B)

建筑物越重，大地与建筑物基础的耦合损失越大，建筑物可分为六种类型进行修正。

表 5.3-6 建筑物类型的振动修正值 C_B

建筑物类型	建筑物结构及特性	振动修正值 C_B /dB
I	7层及以上砌体（砖混）或混凝土结构（扩展基础）	-1.3×层数（最小取-13）
II	7层及以上砌体（砖混）或混凝土结构（桩基础）	-1×层数（最小取-10）
III	3-6层砌体（砖混）或混凝土结构	-1.2×层数（最小取-6）
IV	1-2层砌体（砖混）、砖木结构或混凝土结构	-1×层数
V	1-2层木结构	0
VI	建筑物基础坐落在隧道同一岩石上	0

(8) 行车密度修正 (C_{TD})

行车密度越大，在同一断面会车的概率越高，因此宜考虑地下线和地面线两线行车的振动叠加，振动修正值见下表。

表 5.3-7 地下线和地面线行车密度的振动修正值 C_{TD}

平均行车密度 TD/（对/h）	两线中心距 d_i /m	振动修正值 C_{TD} /dB
$6 < TD \leq 12$	$d_i \leq 7.5$	+2
$TD > 12$		+2.5
$6 < TD \leq 12$	$7.5 < d_i \leq 15$	+1.5
$TD > 12$		+2

平均行车密度 TD/（对/h）	两线中心距 d/m	振动修正值 C_{TD}/dB
$6 < TD \leq 12$	$15 < d \leq 40$	+1
$TD > 12$		+1.5
$TD \leq 6$	$7.5 < d \leq 40$	0

注：平均行车密度修正按照昼、夜间实际运营时间分开考虑

5.3.1.2 室内二次结构噪声预测方案

单列车通过时段的建筑物室内空间最大等效连续 A 声级 $L_{Aeq, Tp}$ (16-200 Hz) 按下式计算。

$$L_{Aeq, Tp} = 10 \times \lg \sum_i^n 10^{0.1(L_{p,i} + C_{f,i})} \quad (\text{式 5.3-8})$$

式中：

$L_{Aeq, Tp}$ —单列车通过时段的建筑物室内空间最大等效连续 A 声级（16-200 Hz），dB(A)；

$L_{p,i}$ —单列车通过时段的建筑物室内空间最大 1/3 倍频程声压级（16-200 Hz），dB(A)；

$C_{f,i}$ —第 i 个频带的 A 计权修正值，dB；

i —第 i 个 1/3 倍频程， $i=1\sim 12$ ；

n —1/3 倍频程带数。

对于室内二次结构噪声评价范围内的振动环境保护目标，其列车通过时段建筑物室内二次结构噪声空间最大 1/3 倍频程声压级 $L_{p,i}$ （16-200 Hz）预测计算如下式所示。

混凝土楼板：

$$L_{p,i} = L_{Vmid,i} - 22 \quad (\text{式 5.3-9})$$

式中：

$L_{p,i}$ —单列车通过时段的建筑物室内空间最大 1/3 倍频程声压级（16-200 Hz），dB；

$L_{Vmid,i}$ —单列车通过时段的建筑物室内楼板中央垂向 1/3 倍频程振动速度级（16-200 Hz），参考振动速度基准值为 $1 \times 10^{-9} m/s$ ，dB；

i —第 i 个 1/3 倍频程， $i=1\sim 12$ 。

式 5.3-9 适用于高度 2.8 m 左右、混响时间 0.8 s 左右的一般装修的房间（面积约为 10-12 m² 左右）。如果偏离此条件，需按下式进行计算。

$$L_{p,i} = L_{Vmid,i} + 10 \lg \sigma - \lg H - 20 + \lg T_{60} \quad (\text{式 5.3-10})$$

式中：

$L_{Vmid,i}$ —单列车通过时段的建筑物室内楼板中央垂向 1/3 倍频程振动速度级（16-200 Hz），参考振动速度基准值为 $1 \times 10^{-9} \text{m/s}$ ，dB；

i —第 i 个 1/3 倍频程， $i=1-12$ ；

σ —声辐射效率，在通常建筑物楼板振动卓越频率时声辐射效率 σ 可近似取 1；

H —房间平均高度，m；

T_{60} —室内混响时间，s；

本次评价对于混响时间 0.8 s 左右的一般装修房间，采用式 5.3-9 进行计算；其混响时间（对照 ISO 10052 查询）按照式 5.3-10 进行计算。

5.3.2 预测评价量

振动影响预测评价量为列车通过时段的最大 Z 振级 VL_{Zmax} 。

室内二次结构噪声影响预测评价量为列车通过时段内等效连续 A 声级 L_{Aeq} 。

5.3.3 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、近期采用 6 辆编组，远期采用 8 辆编组。

线路技术条件：正线及配线采用 60 kg/m 无缝钢轨；正线采用整体道床。

5.3.4 振动预测结果与评价

5.3.4.1 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，采用前述预测模式预测敏感点处的最大 Z 振级，预测结果如下表所示。

表 5.3-8 本工程振动环境保护目标预测结果表（采取措施前）

序号	保护目标名称	线路形式	相对距离（m）		预测点编号	预测点位置	源强/dB	建筑物类型	现状值/dB		标准值/dB		运行时段	左线				右线					
			左线	右线					昼间	夜间	昼间	夜间		预测值/dB		超标量/dB	超标原因	预测值/dB		超标量/dB		超标原因	
														昼间	夜间			昼间	夜间	昼间	夜间		昼间
1	先春园世春里	地下	19.6	10.8	V1-1	室外	79.0	III类	57.6	56.8	75	72	初期	66.5	65.0	-	-	/	69.6	68.1	-	-	/
													近期	67.0	66.5	-	-	/	70.1	69.6	-	-	/
													远期	67.0	66.5	-	-	/	70.1	69.6	-	-	/
	地下	15.6	6.8	V1-2	室外	79.0	III类	57.2	56.8	70	67	初期	72.6	71.1	2.6	4.1	车辆运行	74.4	72.9	4.4	5.9	车辆运行	
												近期	73.1	72.6	3.1	5.6	车辆运行	74.9	74.4	4.9	7.4	车辆运行	
												远期	73.1	72.6	3.1	5.6	车辆运行	74.9	74.4	4.9	7.4	车辆运行	
2	先春园世春里东区	地下	22.3	31.1	V2-1	室外	79.0	III类	57.0	56.4	75	72	初期	66.2	64.7	-	-	/	66.9	65.4	-	-	/
													近期	66.7	66.2	-	-	/	67.4	66.9	-	-	/
													远期	66.7	66.2	-	-	/	67.4	66.9	-	-	/
	地下	7.4	16.9	V2-2	室外	79.0	III类	58.0	57.2	70	67	初期	74.5	73.0	4.5	6.0	车辆运行	72.5	71.0	2.5	4.0	车辆运行	
												近期	75.0	74.5	5.0	7.5	车辆运行	73.0	72.5	3.0	5.5	车辆运行	
												远期	75.0	74.5	5.0	7.5	车辆运行	73.0	72.5	3.0	5.5	车辆运行	
3	天津市复兴中学	地下	17.0	7.3	V3	室外	79.0	III类	59.2	/	70	/	初期	71.0	/	1.0	/	车辆运行	74.4	/	4.4	/	车辆运行
													近期	71.5	/	1.5	/	车辆运行	74.9	/	4.9	/	车辆运行
													远期	71.5	/	1.5	/	车辆运行	74.9	/	4.9	/	车辆运行
4	纪春里	地下	0	0	V4	室外	79.0	II类	57.6	56.6	70	67	初期	73.5	72.0	3.5	5.0	车辆运行	74.4	72.9	4.4	5.9	车辆运行
													近期	74.0	73.5	4.0	6.5	车辆运行	74.9	74.4	4.9	7.4	车辆运行
													远期	74.0	73.5	4.0	6.5	车辆运行	74.9	74.4	4.9	7.4	车辆运行
5	泉春里	地下	34.3	22.1	V5	室外	79.0	II类	58.8	57.4	70	67	初期	69.4	67.9	-	0.9	车辆运行	71.7	70.2	1.7	3.2	车辆运行
													近期	69.9	69.4	-	2.4	车辆运行	72.2	71.7	2.2	4.7	车辆运行
													远期	69.9	69.4	-	2.4	车辆运行	72.2	71.7	2.2	4.7	车辆运行
6	惠灵顿海上花苑	地下	76.8	19.9	V6	室外	79.0	II类	64.0	59.8	75	72	初期	/	/	/	/	/	74.3	72.8	-	0.8	车辆运行
													近期	/	/	/	/	/	74.8	74.3	-	2.3	车辆运行
													远期	/	/	/	/	/	74.8	74.3	-	2.3	车辆运行
7	惠灵顿河庭花苑	地下	19.7	48.7	V7	室外	79.0	II类	58.0	57.4	75	72	初期	71.3	69.8	-	-	/	69.2	67.7	-	-	/
													近期	71.8	71.3	-	-	/	69.7	69.2	-	-	/
													远期	71.8	71.3	-	-	/	69.7	69.2	-	-	/
8	千吉花园	地下	14.7	70.0	V8	室外	79.0	II类	57.4	57.8	75	72	初期	71.4	69.9	-	-	/	/	/	/	/	
													近期	71.9	71.4	-	-	/	/	/	/	/	
													远期	71.9	71.4	-	-	/	/	/	/	/	
9	金领花园	地下	70.2	16.4	V9	室外	79.0	II类	57.6	57.8	75	72	初期	/	/	/	/	/	71.7	70.2	-	-	/
													近期	/	/	/	/	/	72.2	71.7	-	-	/
													远期	/	/	/	/	/	72.2	71.7	-	-	/

注：1、“-”表示达标，“/”代表此项无内容。

2、预测工况为暂未采取相应环保措施工况。

(2) 环境振动预测结果评价与分析

工程沿线敏感建筑振动预测结果统计如下表所示。

表 5.3-9 室外振动值 VLzmax 预测超标情况（采取措施前）

超标情况	运营时段	左线 VLzmax		右线 VLzmax	
		昼间	夜间	昼间	夜间
振动值范围 (dB)	初期	66.2-74.5	64.7-73.0	66.9-74.4	65.4-72.9
	近期	66.7-75.0	66.2-74.5	67.4-74.9	66.9-74.4
	远期	66.7-75.0	66.2-74.5	67.4-74.9	66.9-74.4
超标敏感目 标数	初期	4	4	5	5
	近期	4	4	5	5
	远期	4	4	5	5
超标值范围 (dB)	初期	1.0-4.5	0.9-6.0	1.7-4.4	0.8-5.9
	近期	1.5-5.0	2.4-7.5	2.2-4.9	2.3-7.4
	远期	1.5-5.0	2.4-7.5	2.2-4.9	2.3-7.4

左线:

在未采取相应环保措施时，工程运营初期，左线预测点室外振动预测值 VLzmax 昼间为 66.2-74.5 dB，夜间为 64.7-73.0 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.0-4.5 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 0.9-6.0 dB。

工程运营近期，左线预测点室外振动预测值 VLzmax 昼间为 66.7-75.0 dB，夜间为 66.2-74.5 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.5-5.0 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.4-7.5 dB。

工程运营远期，左线预测点室外振动预测值 VLzmax 昼间为 66.7-75.0 dB，夜间为 66.2-74.5 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.5-5.0 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.4-7.5 dB。

右线:

在未采取相应环保措施时，工程运营初期，右线预测点室外振动预测值 VLzmax 昼间为 66.9-74.4 dB，夜间为 65.4-72.9 dB。昼间先春园世春里、先春园

世春里东区、天津市复兴中学、纪春里、泉春里 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.7-4.4 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里、惠灵顿海上花苑 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 0.8-5.9 dB。

工程运营近期，右线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 67.4-74.9 dB，夜间为 66.9-74.4 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里、泉春里 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.2-4.9 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里、惠灵顿海上花苑 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.3-7.4 dB。

工程运营远期，右线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 67.4-74.9 dB，夜间为 66.9-74.4 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里、泉春里 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.2-4.9 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里、惠灵顿海上花苑 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.3-7.4 dB。

5.3.4.2 室内二次结构噪声预测

根据类比测量结果，结合模型计算沿线敏感建筑物室内二次结构噪声值，具体结果如下表所示。

表 5.3-10 室内二次结构噪声预测结果（采取措施前）

序号	保护目标名称	线路形式	相对距离（m）		预测点编号	预测点位置	标准值/dB(A)		预测时段	左线				超标原因	右线				超标原因
			左线	右线			昼间	夜间		预测值/dB(A)		超标量/dB(A)			预测值/dB(A)		超标量/dB(A)		
										昼间	夜间	昼间	夜间		昼间	夜间	昼间	夜间	
1	先春园世春里	地下	19.6	10.8	NV1-1	室内	45	42	初期	29.4	27.9	-	-	/	32.5	31.0	-	-	/
									近期	29.9	29.4	-	-	/	33.0	32.5	-	-	/
									远期	29.9	29.4	-	-	/	33.0	32.5	-	-	/
		地下	15.6	6.8	NV1-2	室内	38	35	初期	35.5	34.0	-	-	/	37.3	35.8	-	0.8	车辆运行
									近期	36.0	35.5	-	0.5	车辆运行	37.8	37.3	-	2.3	车辆运行
									远期	36.0	35.5	-	0.5	车辆运行	37.8	37.3	-	2.3	车辆运行
2	先春园世春里东区	地下	22.3	31.1	NV2-1	室内	45	42	初期	29.1	27.6	-	-	/	29.8	28.3	-	-	/
									近期	29.6	29.1	-	-	/	30.3	29.8	-	-	/
									远期	29.6	29.1	-	-	/	30.3	29.8	-	-	/
		地下	7.4	16.9	NV2-2	室内	38	35	初期	37.4	35.9	-	0.9	车辆运行	35.4	33.9	-	-	/
									近期	37.9	37.4	-	2.4	车辆运行	35.9	35.4	-	0.4	车辆运行
									远期	37.9	37.4	-	2.4	车辆运行	35.9	35.4	-	0.4	车辆运行
3	天津市复兴中学	地下	17.0	7.3	NV3	室内	38	/	初期	42.3	/	4.3	/	车辆运行	45.7	/	7.7	/	车辆运行
									近期	42.8	/	4.8	/	车辆运行	46.2	/	8.2	/	车辆运行
									远期	42.8	/	4.8	/	车辆运行	46.2	/	8.2	/	车辆运行
4	纪春里	地下	0	0	NV4	室内	38	35	初期	38.4	36.9	0.4	1.9	车辆运行	39.3	37.8	1.3	2.8	车辆运行
									近期	38.9	38.4	0.9	3.4	车辆运行	39.8	39.3	1.8	4.3	车辆运行
									远期	38.9	38.4	0.9	3.4	车辆运行	39.8	39.3	1.8	4.3	车辆运行
5	泉春里	地下	34.3	22.1	NV5	室内	38	35	初期	28.3	26.8	-	-	/	30.6	29.1	-	-	/
									近期	28.8	28.3	-	-	/	31.1	30.6	-	-	/
									远期	28.8	28.3	-	-	/	31.1	30.6	-	-	/
6	惠灵顿海上花苑	地下	76.8	19.9	NV6	室内	41	38	初期	/	/	/	/	/	33.2	31.7	-	-	/
									近期	/	/	/	/	/	33.7	33.2	-	-	/
									远期	/	/	/	/	/	33.7	33.2	-	-	/
7	惠灵顿河庭花苑	地下	19.7	48.7	NV7	室内	41	38	初期	30.2	28.7	-	-	/	28.1	26.6	-	-	/
									近期	30.7	30.2	-	-	/	28.6	28.1	-	-	/
									远期	30.7	30.2	-	-	/	28.6	28.1	-	-	/
8	千吉花园	地下	14.7	70.0	NV8	室内	41	38	初期	30.3	28.8	-	-	/	/	/	/	/	/
									近期	30.8	30.3	-	-	/	/	/	/	/	/
									远期	30.8	30.3	-	-	/	/	/	/	/	/
9	金领花园	地下	70.2	16.4	NV9	室内	41	38	初期	/	/	/	/	/	30.6	29.1	-	-	/
									近期	/	/	/	/	/	31.1	30.6	-	-	/
									远期	/	/	/	/	/	31.1	30.6	-	-	/

注：“-”表示达标，“/”代表此项无内容。

工程沿线敏感建筑室内二次结构噪声的预测情况如下表所示。

表 5.3-11 室内二次结构噪声预测超标情况（采取措施前）

超标情况	运营时段	左线 L_{Aeq}		右线 L_{Aeq}	
		昼间	夜间	昼间	夜间
室内二次结构噪声 值范围 (dB(A))	初期	28.3-42.3	26.8-36.9	28.1-45.7	26.6-37.8
	近期	28.8-42.8	28.3-38.4	28.6-46.2	28.1-39.3
	远期	28.8-42.8	28.3-38.4	28.6-46.2	28.1-39.3
超标敏感目标数	初期	2	2	2	2
	近期	2	3	2	3
	远期	2	3	2	3
超标值范围 (dB(A))	初期	0.4-4.3	0.9-1.9	1.3-7.7	0.8-2.8
	近期	0.9-4.8	0.5-3.4	1.8-8.2	0.4-4.3
	远期	0.9-4.8	0.5-3.4	1.8-8.2	0.4-4.3

左线：

在未采取相应环保措施时，工程运营初期，左线昼间室内二次结构噪声预测值范围为 28.3-42.3 dB(A)，夜间为 26.8-36.9 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里 2 个敏感目标超标，超标量为 0.4-4.3 dB(A)。夜间先春园世春里东区、纪春里 2 个敏感目标超标，超标量为 0.9-1.9 dB(A)。

工程运营近期，左线昼间室内二次结构噪声预测值范围为 28.8-42.8 dB(A)，夜间为 28.3-38.4 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里 2 个敏感目标超标，超标量为 0.9-4.8 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里 3 个敏感目标超标，超标量为 0.5-3.4 dB(A)。

工程运营远期，左线昼间室内二次结构噪声预测值范围为 28.8-42.8 dB(A)，夜间为 28.3-38.4 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里 2 个敏感目标超标，超标量为 0.9-4.8 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里 3 个敏感目标超标，超标量为 0.5-3.4 dB(A)。

右线：

在未采取相关环保措施时，工程运营初期，右线昼间室内二次结构噪声预测值范围为 28.1-45.7 dB(A)，夜间为 26.6-37.8 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里 2 个敏感目标超标，超标量为 1.3-7.7 dB(A)。夜间先春园世春里、纪春里 2 个敏感目标超标，超标量为 0.8-2.8 dB(A)。

工程运营近期，右线昼间室内二次结构噪声预测值范围为 28.6-46.2 dB(A)，夜间为 28.1-39.3 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里 2 个敏感目标超标，超标

量为 1.8-8.2 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里 3 个敏感目标超标，超标量为 0.4-4.3 dB(A)。

工程运营远期，右线昼间室内二次结构噪声预测值范围为 28.6-46.2 dB(A)，夜间为 28.1-39.3 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里 2 个敏感目标超标，超标量为 1.8-8.2 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里 3 个敏感目标超标，超标量为 0.4-4.3 dB(A)。

5.3.4.4 振动影响范围预测

《地铁设计规范》（GB 50157-2013）“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，其振动限值如下表所示。

表 5.3-12 各类区域敏感点的振动限值

各环境功能区敏感点	建筑物类型	振动限值（dB）	
		昼间	夜间
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

根据本线实际情况，对于未建成区或规划地带，提出振动控制距离要求，振动达标距离预测结果如下表所示。

表 5.3-13 轨道沿线地表振动达标防护距离 单位：m

建筑类型	“居民、文教区” （声环境功能 1 类区）		“混合区、商业中心区”、“工业集中区”、“交通干线道路两侧” （声环境功能 2 类区）		声环境功能 3/4 类区	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
I 类建筑	*	15	*	*	*	*
II 类建筑	9	26	*	8	*	*
III 类建筑	34	48	11	29	*	*

注：本表列车运行速度取 79 km/h，埋深取 14 m。

根据振动影响规划控制距离预测结果，并参照《地铁设计规范》（GB 50157-2013）相关规定，本项目规划控制要求如下：

在适用振动评价标准“居民、文教区”的区域建 I 类建筑，振动影响规划控制距离为 15 m，建 II 类建筑，振动影响规划控制距离为 26 m，建 III 类建筑，振动影响规划控制距离为 48 m；在适用振动评价标准“混合区、商业中心区”、

“工业集中区”、“交通干线道路两侧”的区域建 II 类建筑，振动影响规划控制距离为 8 m，建 III 类建筑，振动影响规划控制距离为 29 m。

5.4 振动防治措施

5.4.1 振动污染防治的一般性原则

为减缓本工程对沿线地面和建筑物的干扰程度，结合预测评价与分析结果，本着技术可行、经济合理的原则，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，将降低轮轨接触产生的振动源强值，从根本上减轻轨道交通振动对周围环境的影响。本次评价从以下几方面提出振动防护措施：

（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轨道交通振动作用重大。根据国内外的有关研究资料，采用弹性车轮可降低振动 4-10 dB。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，本工程车辆选型时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）轨道结构振动控制

轨道结构振动控制主要包括钢轨及线路形式、扣件类型和道床结构等三方面的内容，现分述如下：

a、钢轨及线路形式

60 kg/m 钢轨无缝线路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。本工程正线采用 60 kg/m 钢轨无缝线路，在车轮圆整的情况下其振动较短轨线路能降低 5-10 dB。

b、扣件类型

本工程减振要求较高地段可采用压缩型减振扣件或轨道减振器扣件。

c、道床结构

本工程地下线路减振要求较高地段可采用中量级钢弹簧浮置板道床，在需特殊减振的地段，可采用钢弹簧浮置板道床等。

（3）线路和车辆的维护保养

地铁线路和车轮的光滑、圆整度直接影响地铁振级的大小，良好的轮轨条件可降低振动 5-10 dB。因此在运营期要加强轮轨的维护、保养，定期镟轮和打磨钢轨，保证其良好的运行状态，以减少振动。

5.4.2 振动污染防治措施

5.4.2.1 减振措施比选及减振措施原则

（1）减振措施原则

根据国内外城市轨道交通振动控制应用实例，以及天津市已运营地铁线路所采取的减振措施原则，参照《地铁设计规范》（GB 50157-2013）及《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》（HJ 453-2018）的要求，本工程采用的减振措施基本原则如下：

① 对于振动超标小于 3 dB 或距外轨中心线距离 10-20 m 的敏感点地段或换乘站地段采用不低于设计推荐的中等减振措施。

② 对于振动超标 3-7 dB 或距外轨中心线距离 5-10 m 的敏感点地段采用不低于设计推荐的高等减振措施。

③ 对于距外轨中心线 0-5 m 内的敏感点地段或振动超标 7 dB 以上或二次结构噪声超标的敏感点地段可采用不低于设计推荐的特殊减振措施。

④ 结合减振措施在工程实施过程中的可操作性，减振措施区段敏感点路段两端各延长 60 m，同时保证减振区段长度不短于列车长度（158 m）；上下行轨道减振措施相差不超过一级；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。

（2）减振措施比选

① 中等减振措施

中等减振有弹性短轨枕、剪切型轨道减振扣件、压缩型减振扣件等，预计单线单公里增加投资 200 万元。

弹性短轨枕整体道床与普通短轨枕整体道床基本相同，为提高道床的减振性能，短轨枕底部设计为平面，在短轨枕四周及底部包上橡胶套靴，短轨枕下设减振垫层（微孔橡胶垫板）。通过双层弹性垫板刚度的合理选择，使轨道的组合刚度接近有砟轨道的刚度，以提高无砟轨道的弹性。

剪切型轨道减振扣件使钢轨在车轮荷载作用下有较大的挠曲，从而降低上部建筑的力学阻抗，减小振动的激发。

压缩型减振扣件是将承轨板、带孔橡胶和底板硫化为整体，利用硫化橡胶孔的变形进行减振，可通过硫化体内橡胶的形状来调节扣件的刚度，利用橡胶的压

缩变形，满足减振的性能。压缩型轨道减振扣件直接支承钢轨，下面设置调高垫板，扣件调距通过调距扣板的齿纹移动铁垫板，利用铁垫板的长圆孔来实现“无级”调距的目的。加拿大和马来西亚的轨道采用了压缩型轨道减振扣件，使用效果良好，技术较为成熟。

② 高等减振措施

高等减振有隔离式减振垫浮置板道床、先锋扣件、梯形轨枕等，预计单线单公里增加投资 800 万元。

隔离式减振垫轨道属于浮置板的一种，这种结构是将整体道床与基础分离，做成具有足够刚度和质量的道床板，再浮置于满铺的弹性橡胶减振垫上，即构成了隔离式浮置板道床，减振效果一般可达 10-18 dB。由于是满铺于整体道床板之下，因此可维修性较差，需锯轨、起吊道床板更换。

先锋扣件与传统扣件最大的不同在于，钢轨通过弹性部件（橡胶楔块）支撑轨头下及轨腰两侧，使钢轨工作时轨底处于悬空状态。利用这一特点形成较小的动态刚度，过车条件下的竖向位移大于 3 mm，以此达到高效减振、降噪的效果，有与橡胶浮置板相当的减振降噪功能。

梯形轨枕减振系统为弹性支座板式道床结构，由下部基础、L形底座、底部防震垫及侧向缓冲垫、梯形轨枕、轨道结构等五部分组成。一方面增大了轨道抗弯刚度，扩大了轮轨力分布范围，同时改善了轮轨动力学性能，起到主动隔振和降低噪声的作用；另一方面有纵梁和点支撑的减振垫形成了轻型质量弹簧系统，从而起到了双重减振作用。梯形轨枕的减振效果可达 10-15 dB。

③ 特殊减振措施

液体阻尼钢弹簧浮置板轨道由钢轨及扣配件、浮置的轨道板、隔振器、混凝土基础等组成，经多年使用，效果良好。采用质量-弹簧体系降低振动对外部环境的影响，隔振系统的参振质量越大、弹性越高，其隔振效果越好。为此增大振动体的振动质量和增加振动体的弹性，利用惯性力吸收冲击荷载，从而起到隔振作用。钢弹簧浮置板可以提供足够的惯性质量来抵消车辆产生的动荷载，只有静荷载和少量残余动荷载会通过弹性元件传到基础结构上。其结构的固有振动频率很低，减振效果显著，超过 20 dB。

因此，本工程特殊减振采用液体阻尼钢弹簧浮置板道床，预计单线单公里增加投资 1300 万元。

5.4.2.2 减振措施及投资估算

（1）减振措施

根据预测结果和减振措施原则，本次环境影响评价提出的各敏感点处的减振措施详见下表。

减振措施中推荐采用的中等减振措施最小减振量为 5 dB，高等减振措施最小减振量为 10 dB，特殊减振措施最小减振量为 15 dB。采取本环境影响评价提出的减振措施后，本工程沿线环境敏感点处的振动预测值均可达到相应环境振动标准。

在下一步设计和施工过程中，应结合工程实际采取同等级的减振措施，如果线路局部摆动导致敏感点发生变化时，应参照振动防护距离，及时调整振动防护措施。鉴于轨道减振技术不断进步，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具有同等减振效果的成熟减振措施。

全线使用特殊减振措施 1260 延米，投资约 1638 万元。使用中等减振措施 1020 延米，投资约 204 万元。投资汇总如下表所示。

表 5.4-1 本项目减振措施及投资汇总表

措施等级	实施位置	长度（延米）	投资（万元）	减振措施总投资（万元）
特殊减振措施	左线	630	819	1842
	右线	630	819	
	折合单线	1260	1638	
高等减振措施	左线	/	/	
	右线	/	/	
	折合单线	/	/	
中等减振措施	左线	440	88	
	右线	580	116	
	折合单线	1020	204	

表 5.4-2 本工程振动污染防治措施表

编号	所在区间	保护目标名称	线路形式	相对距离 (m)		预测点编号	预测点位置	振动/dB								室内二次结构噪声/dB(A)								减振措施						采取措施后达标情况									
				左线	右线			标准值		左线				右线				标准值		左线				右线				措施名称	位置		数量/m	措施名称	位置	数量/m	投资/万元				
								昼	夜	预测值		超标量		预测值		超标量		昼	夜	预测值		超标量		昼	夜	预测值	超标量									昼	夜	预测值	超标量
										昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜			昼	夜	昼	夜																
1	西站站-河北大街站	先春园世春里	地下	19.6	10.8	V1-1	室外/室内	75	72	67.0	66.5	-	-	70.1	69.6	-	-	45	42	29.9	29.4	-	-	33.0	32.5	-	-	中等减振措施	V1-2 已包含		中等减振措施	V1-2 已包含		/	达标				
			地下	15.6	6.8	V1-2	室外/室内	70	67	73.1	72.6	3.1	5.6	74.9	74.4	4.9	7.4	38	35	36.0	35.5	-	0.5	37.8	37.3	-	2.3	特殊减振措施	DK20+140-DK20+400	260	特殊减振措施	DK20+140-DK20+400	260	676	达标				
2	西站站-河北大街站	先春园世春里东区	地下	22.3	31.1	V2-1	室外/室内	75	72	66.7	66.2	-	-	67.4	66.9	-	-	45	42	29.6	29.1	-	-	30.3	29.8	-	-	/	/	/	/	/	/	/	/				
			地下	7.4	16.9	V2-2	室外/室内	70	67	75.0	74.5	5.0	7.5	73.0	72.5	3.0	5.5	38	35	37.9	37.4	-	2.4	35.9	35.4	-	0.4	特殊减振措施	DK20+400-DK20+420	20	特殊减振措施	DK20+400-DK20+420	20	52	达标				
3	西站站-河北大街站	天津市复兴中学	地下	17.0	7.3	V3	室外/室内	70	/	71.5	/	1.5	/	74.9	/	4.9	/	38	/	42.8	/	4.8	/	46.2	/	8.2	/	特殊减振措施	DK20+420-DK20+510	90	特殊减振措施	DK20+420-DK20+510	90	234	达标				
4	西站站-河北大街站	纪春里	地下	0	0	V4	室外/室内	70	67	74.0	73.5	4.0	6.5	74.9	74.4	4.9	7.4	38	35	38.9	38.4	0.9	3.4	39.8	39.3	1.8	4.3	特殊减振措施	DK20+510-DK20+770	260	特殊减振措施	DK20+510-DK20+770	260	676	达标				
5	西站站-河北大街站	泉春里	地下	34.3	22.1	V5	室外/室内	70	67	69.9	69.4	-	2.4	72.2	71.7	2.2	4.7	38	35	28.8	28.3	-	-	31.1	30.6	-	-	中等减振措施	V4 已包含		高等减振措施	V4 已包含		/	达标				
6	西站站-河北大街站	惠灵顿海上花园	地下	76.8	19.9	V6	室外/室内	75	72	/	/	/	/	74.8	74.3	-	2.3	41	38	/	/	/	/	33.7	33.2	-	-	/	/	/	中等减振措施	DK20+810-DK21+390	580	116	达标				
7	西站站-河北大街站	惠灵顿河庭花园	地下	19.7	48.7	V7	室外/室内	75	72	71.8	71.3	-	-	69.7	69.2	-	-	41	38	30.7	30.2	-	-	28.6	28.1	-	-	中等减振措施	DK20+810-DK21+250	440	/	/	/	88	达标				
8	西站站-河北大街站	千吉花园	地下	14.7	70.0	V8	室外/室内	75	72	71.9	71.4	-	-	/	/	/	/	41	38	30.8	30.3	-	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/					
9	西站站-河北大街站	金领花园	地下	70.2	16.4	V9	室外/室内	75	72	/	/	/	/	72.2	71.7	-	-	41	38	/	/	/	/	31.1	30.6	-	-	/	/	/	/	/	/	/					

5.4.3 减振措施可行性类比分析

类比分析天津已建成的3号线和6号线工程，地铁线路在采取相应的减振措施后均可满足相应标准要求，详见下表。

表 5.4-3 减振措施可行性类比分析

线路	区间	敏感点名称	距离 (m)	埋深 (m)	减振措施	环境振动				室内二次结构噪声				达标情况	
						执行标准/dB		现状监测值/dB		执行标准/dB(A)		现状监测值/dB(A)			
						昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
天津市地下铁道6号线工程	复兴路站-人民医院站	静安里 5/8 号	15	-25	双层非线性减振器	75	72	57.1	56.1	/	/	/	/	达标	达标
	北宁公园站-天津北站站	火车头足球俱乐部宿舍	0	-28	钢弹簧浮置板道床	75	72	63.5	52.5	45	42	25.9	22.8	达标	达标
	黑牛城道站-梅江道站	建工局宿舍	10	-20	减振垫浮置板	75	72	54.1	53.7	45	42	25.1	23.3	达标	达标
天津市地下铁道3号线工程	红旗南路站-周邓纪念馆站	科海里	7.2	-14.7	弹性短轨枕	75	72	58.9	56.0	45	42	29.7	28.7	达标	达标
	营口道站-和平路站	赤峰道住宅	0	-14.2	橡胶浮置板道床	75	72	57.2	57.6	45	42	27.3	26.9	达标	达标

5.4.4 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，提出：

（1）根据振动影响规划控制距离预测结果，并参照《地铁设计规范》（GB 50157-2013）相关规定，本项目规划控制要求如下：在适用振动评价标准“居民、文教区”的区域建 I 类建筑，振动影响规划控制距离为 15 m，建 II 类建筑，振动影响规划控制距离为 26 m，建 III 类建筑，振动影响规划控制距离为 48 m；在适用振动评价标准“混合区、商业中心区”、“工业集中区”、“交通干线道路两侧”的区域建 II 类建筑，振动影响规划控制距离为 8 m，建 III 类建筑，振动影响规划控制距离为 29 m。

（2）科学规划建筑物的布局，临近线路振动源的第一排建筑宜规划为商业等非振动敏感建筑。

5.5 评价小结

5.5.1 振动环境保护目标

拟建工程采用地下敷设方式，沿线共 9 处振动环境保护目标。

5.5.2 现状评价

本工程沿线的振动主要由城市道路交通及社会生活引起。现状监测结果表明，沿线各监测点的环境振动 VL_{z10} 值昼间为 57.0-64.0 dB，夜间为 56.4-59.8 dB，均能满足《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）之相应标准限值要求。

总的来看，本工程沿线地段振动环境质量现状良好，随着敏感点距现有道路距离和道路路况、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。

5.5.3 预测评价

（1）环境振动预测结果评价与分析

根据振动预测结果可知：

左线：

在未采取相应环保措施时，工程运营初期，左线预测点室外振动预测值 VL_{zmax} 昼间为 66.2-74.5 dB，夜间为 64.7-73.0 dB。昼间先春园世春里、先春园

世春里东区、天津市复兴中学、纪春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.0-4.5 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 0.9-6.0 dB。

工程运营近期，左线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 66.7-75.0 dB，夜间为 66.2-74.5 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.5-5.0 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.4-7.5 dB。

工程运营远期，左线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 66.7-75.0 dB，夜间为 66.2-74.5 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.5-5.0 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.4-7.5 dB。

右线：

在未采取相应环保措施时，工程运营初期，右线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 66.9-74.4 dB，夜间为 65.4-72.9 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里、泉春里 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.7-4.4 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里、惠灵顿海上花苑 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 0.8-5.9 dB。

工程运营近期，右线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 67.4-74.9 dB，夜间为 66.9-74.4 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里、泉春里 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.2-4.9 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里、惠灵顿海上花苑 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.3-7.4 dB。

工程运营远期，右线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 67.4-74.9 dB，夜间为 66.9-74.4 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里、泉春里 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.2-4.9 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里、惠灵顿海上花苑 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.3-7.4 dB。

（2）二次结构噪声预测结果与分析

左线：

在未采取相应环保措施时，工程运营初期，左线昼间室内二次结构噪声预测值范围为 28.3-42.3 dB(A)，夜间为 26.8-36.9 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春

里2个敏感目标超标，超标量为0.4-4.3 dB(A)。夜间先春园世春里东区、纪春里2个敏感目标超标，超标量为0.9-1.9 dB(A)。

工程运营近期，左线昼间室内二次结构噪声预测值范围为28.8-42.8 dB(A)，夜间为28.3-38.4 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里2个敏感目标超标，超标量为0.9-4.8 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里3个敏感目标超标，超标量为0.5-3.4 dB(A)。

工程运营远期，左线昼间室内二次结构噪声预测值范围为28.8-42.8 dB(A)，夜间为28.3-38.4 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里2个敏感目标超标，超标量为0.9-4.8 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里3个敏感目标超标，超标量为0.5-3.4 dB(A)。

右线：

在未采取相关环保措施时，工程运营初期，右线昼间室内二次结构噪声预测值范围为28.1-45.7 dB(A)，夜间为26.6-37.8 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里2个敏感目标超标，超标量为1.3-7.7 dB(A)。夜间先春园世春里、纪春里2个敏感目标超标，超标量为0.8-2.8 dB(A)。

工程运营近期，右线昼间室内二次结构噪声预测值范围为28.6-46.2 dB(A)，夜间为28.1-39.3 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里2个敏感目标超标，超标量为1.8-8.2 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里3个敏感目标超标，超标量为0.4-4.3 dB(A)。

工程运营远期，右线昼间室内二次结构噪声预测值范围为28.6-46.2 dB(A)，夜间为28.1-39.3 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里2个敏感目标超标，超标量为1.8-8.2 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里3个敏感目标超标，超标量为0.4-4.3 dB(A)。

5.5.4 污染防治措施

(1) 在本工程车辆选型中，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) 工程设计采用的60 kg/m钢轨无缝线路，对预防振动污染具有积极作用。

(3) 运营单位要加强轮轨的维护、保养，定期镟轮和打磨钢轨，以保证其良好的运行状态，减少附加振动。

(4) 全线使用特殊减振措施1260延米，投资约1638万元。使用中等减振措施1020延米，投资约204万元。

(5) 根据振动影响规划控制距离预测结果，并参照《地铁设计规范》（GB 50157-2013）相关规定，本项目提出规划控制要求如下：在适用振动评价标准“居民、文教区”的区域建 I 类建筑，振动影响规划控制距离为 15 m，建 II 类建筑，振动影响规划控制距离为 26 m，建 III 类建筑，振动影响规划控制距离为 48 m；在适用振动评价标准“混合区、商业中心区”、“工业集中区”、“交通干线道路两侧”的区域建 II 类建筑，振动影响规划控制距离为 8 m，建 III 类建筑，振动影响规划控制距离为 29 m。

5.5.5 振动环境影响评价小结

设计单位在工程设计时已考虑振动污染防治问题，本报告又结合工程特点和环境质量现状，从车辆选型、城市规划和管理、工程运营维护、线路和轨道结构减振等方面提出了有针对性的防治措施议；只要这些措施在工程建设中得到全面、认真地落实，本工程对沿线振动环境的影响就能控制在国家和天津市的有关规范、标准之内。

6 地表水环境影响评价

6.1 概述

本工程仅涉及线路建设，无车站、场段等建设内容，运营期无污水排放，因此，本次地表水环境评价不进行分级评价。

6.2 地表水环境现状调查

1、全市地表水水质状况

根据《2021年天津市生态环境状况公报》，2021年，全市优良水体（I-III类）断面15个，IV类断面18个，V类断面2个，劣V类断面1个。主要污染物高锰酸盐指数、化学需氧量和总磷年均浓度同比下降12.7%、11.4%和5.3%，氨氮年均浓度同比持平。与2017年相比高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮和总磷浓度降幅均超过30%。

2、沿线经过区域地表水环境质量状况

本工程位于红桥区，2020年11月红桥区地表水主要污染物浓度如下表所示。

表 6.2-1 2020年11月红桥区水环境质量及主要污染物浓度

辖区	综合污染指数	同比变化率（%）	出入区浓度比值	主要污染物浓度（mg/L）			
				高锰酸盐指数	化学需氧量	氨氮	总磷
红桥区	1.05	-19.93	1.57	2.4	9.7	0.17	0.035

表 6.2-2 地表水环境质量标准限值 单位：mg/L

指标	I类	II类
pH（无量纲）	6-9	
高锰酸盐指数（≤）	2	4
化学需氧量（≤）	15	15
氨氮（≤）	0.15	0.5
总磷（以P计）（≤）	0.02	0.1

综上，红桥区地表水中高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中II类标准。

6.3 对沿线下穿水体的影响分析

6.3.1 地表水体及河道

1、概述

拟建工程下穿南运河。

根据《天津市河道管理条例》（2018年修订），河道管理范围的护堤地及保护范围划分如下。

➤ 河道管理范围的护堤地，划定如下：

（一）海河、永定新河、独流减河、子牙新河、潮白新河为河堤外坡脚以外各三十米；

（二）州河、沟河（含引沟入潮）、还乡河（含故道和分洪道）、蓟运河、青龙湾减河（含引青入潮）、永定河、北运河、金钟河、子牙河、南运河（独流减河以上）、大清河、中亭河（左堤）为河堤外坡脚以外各二十五米；

➤ 河道的保护范围按照下列规定划定：

（一）海河、永定新河、独流减河、子牙新河、潮白新河的河道，为护堤地以外三十米；

（二）州河、沟河（含引沟入潮）、还乡河（含故道和分洪道）、蓟运河、青龙湾减河（含引青入潮）、永定河、北运河、金钟河、子牙河、南运河（独流减河以上）、大清河、中亭河（左堤）的河道，为护堤地以外二十米。

2、位置关系

本项目涉及《天津市河道管理条例》（2018年修订）规定中南运河河道管理范围的护堤地及河道保护范围。位置关系如下表所示。

表 6.3-1 工程与沿线地表水体位置关系

序号	水体名称	概述	与线路的位置关系
1	南运河	河道管理范围的护堤地：河堤外坡脚以外各二十五米；河道的保护范围：护堤地以外二十米。	工程区间下穿其河道、河道管理范围的护堤地及河道保护范围。

6.3.2 引黄济津输水供水河道

1、概述

根据《天津市引黄济津保水护水管理办法》（2010年修正）可知，引黄济津输水供水河道及其保护范围为：南运河（九宣闸至上改道闸）、子牙河（十一

堡闸以下）、马厂减河（九宣闸至尾闸）、马圈引河、独流减河十里横河、独流减河北深槽（十米河口至万家码头）、洪泥河、海河（二道闸以上）和北运河（屈家店闸以下）的主河槽、滩地、堤防及背水坡脚以外 30 米；津河、卫津河（南京路至外环线）、复兴河和月牙河的河槽、堤防及背水坡脚以外 15 米；北大港水库库区、围堤及背水坡脚以外 30 米。

2、位置关系

根据《天津市引黄济津保水护水管理办法》（2010 年修正）可知，本项目下穿引黄济津输水供水河道中南运河河道的保护范围，位置关系如下表所示。

表 6.3-2 拟建工程与引黄济津输水供水河道的位置关系

序号	保护区	水体名称	概述	与线路的位置关系
1	引黄济津输水供水河道	南运河	河道的保护范围：主河槽、滩地、堤防及背水坡脚以外 30 米	工程区间下穿其河道及保护范围

6.3.3 法律法规相符性分析

①《天津市河道管理条例》（2018 年修订）

根据《天津市河道管理条例》（2018 年修订），为了加强河道管理，保障防洪、排涝和供水安全，改善城乡水环境和生态，发挥河道的综合效益，根据国家有关法律、法规的规定，结合本市实际情况，制定本条例。

第十三条 河道管理应当设定管理范围，并根据堤防的重要程度、堤地质条件等实际情况设定保护范围。

河道管理范围为岸线之间的水域、沙洲、滩地（包括可耕地）、行洪区，堤防护岸、护堤地及河道入海口。河道保护范围是与河道管理范围相连的堤防安全保护区。

第十七条 在河道管理范围内禁止下列行为：

（一）损毁堤防、护岸、闸坝、截渗沟等水工程建筑物和防汛设施，损毁测量设施、警示标志、安全监控等附属设施；（二）占用、封堵防汛抢险通道；（三）在堤防和护堤地内采砂、采石、取土、挖筑池塘；（四）设置阻水渔具或者其他障碍物；（五）倾倒、弃置矿渣、石渣、煤灰、泥土、垃圾等废弃物；（六）载重量三吨以上的非防汛抢险车辆在未铺设路面的堤顶通行；（七）非水库管理船只在水库大坝坝前五百米范围内滞留；（八）水闸、橡胶坝引排水期间，船只和人员在其管理范围内滞留；（九）在河道内直接利用水体进行实验；（十）法律、法规禁止的其他行为。

第二十条 在河道保护范围内，禁止打井、钻探、爆破、挖筑池塘、采石、取土等危害堤防安全的活动。

②《天津市引黄济津保水护水管理办法》（2010年修正）

为确保城市供水，防止引黄济津水量损失和水质污染，依据《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国水法》等有关法律规定，结合本市具体情况制定本办法。

第六条 引黄济津输水供水期间，各责任人对输水河道两岸口门必须按规定自行封堵，拆除临时泵点，停止使用固定泵站、泵点，任何单位和个人不得擅自拆封或启用。

第七条 引黄济津输水供水期间禁止向引黄济津输水河道排水。

第八条 取用引黄济津输水河道水源并回排的，必须进行水质监测，经环保部门同意后方可回排。

第九条 直接从输水河道、水库取用水的单位或个人，须到市水行政主管部门办理取水许可手续，未经许可不得擅自取用水。

第十条 引黄济津水源保护范围内，严禁下列行为：（一）排放油类、酸液、碱液和含有放射性物质的废水以及有毒有害废液；（二）排放污水、工业废水；（三）设立摊点、市场，堆放、储存工业废渣、建筑杂土、生活垃圾和其他污染物、有害物质；（四）放养畜禽或养殖、捕杀鱼类；（五）在水体中洗涤衣物、清洁车辆和容器；（六）旅游船只、餐厅和娱乐场所排放污染物；（七）其他法律、法规禁止的行为。

第十一条 任何单位和个人不得挖掘或拆除河道堤防、坝埝和已封堵口门。河道堤防、坝埝、口门发生毁损的，所在区、县人民政府要及时组织抢修。

本项目下穿南运河及其河道管理范围的护堤地、河道保护范围，且下穿引黄济津输水供水河道中南运河河道的保护范围，河道管理范围的护堤地、河道保护范围无车站及车站附属构筑物，下穿河流段线路均采用盾构法施工，施工及运营过程中不会对地面水环境造成直接影响。本工程不涉及《天津市引黄济津保水护水管理办法》（2010年修正）、《天津市河道管理条例》（2018年修订）中规定的禁止性活动，本工程符合《天津市引黄济津保水护水管理办法》、《天津市河道管理条例》中的相关规定，不存在法律冲突。

6.3.4 影响分析

本项目下穿南运河及其河道管理范围的护堤地、河道保护范围，且下穿引黄济津输水供水河道中南运河河道的保护范围，河道管理范围的护堤地、河道保护

范围无车站及车站附属构筑物，不会对地面水环境造成直接影响。下穿河流段线路均采用盾构法施工，施工场地、物料堆放及施工机械停放应尽量远离河流保护范围；施工过程中禁止在河道内洗涤车辆、衣物及各类容器，禁止向河道排放各种污废水；严禁在河道两侧堆放废弃物；严禁破坏河堤。做好施工期施工区域内排水线路安排，防止雨水冲刷引起污水漫流进入河道造成地表水污染。采取上述措施后，本项目施工过程中不会对水环境产生直接影响。

加强项目营运期环境管理，本项目对沿线下穿地表水体的水环境影响较小。

6.4 评价小结

本项目下穿南运河及其河道管理范围的护堤地、河道保护范围，且下穿引黄济津输水供水河道中南运河河道的保护范围，河道管理范围的护堤地、河道保护范围无车站及车站附属构筑物，下穿河流段线路均采用盾构法施工，施工及运营过程中不会对地面水环境造成直接影响。本工程不涉及《天津市引黄济津保水护水管理办法》（2010年修正）、《天津市河道管理条例》（2018年修订）中规定的禁止性活动，本工程符合《天津市引黄济津保水护水管理办法》、《天津市河道管理条例》中的相关规定。

7 生态环境影响评价

7.1 概述

7.1.1 评价内容及重点

重点分析评价范围内的工程对文物和历史文化街区的影响。

7.1.2 评价方法

通过现场调查和实地踏勘，结合本工程建设的特点，以及类比国内既有地铁工程建设经验，分析工程实施对沿线生态环境的影响。

7.2 生态环境现状

拟建工程所经地区由城市人工建筑、道路等共同组成，呈现典型的城市生态景观。工程周边分布有密集的居住区、商业区、公共建筑等功能拼块。

7.3 生态环境影响分析及保护措施

7.3.1 天津历史城区

1、概述

根据《天津市历史文化名城保护规划（2005-2020年）》、《天津市历史文化名城名镇名村保护规划》（2015年），天津历史城区简介如下。

范围及面积：天津历史城区指1949年市区建成区范围，具体是指由光荣道、红旗路、咸阳路、旧津保道、青年路、长江道、卫津路、围堤道、东兴路、津塘路、红星路、京山铁路、金钟河大街、育红路、新开河、天泰路围合的范围，总面积约53平方公里。

保护要求：

历史城区整体上的保护内容包括城市空间轮廓及建筑高度控制、开放空间、路网格局、河湖水系、交通体系、市政设施等方面。

（1）城市空间轮廓的保护和建筑高度的控制

保护城市空间轮廓线，分层次控制历史城区建筑高度。规划要求对历史城区的建筑高度按照三个层次进行控制。

第一个层次为高度保护区，指历史文化街区的核心保护范围，严格控制一切开发建设活动，新建、改建建筑的高度必须符合历史环境的尺度，不得损害历史建筑的可识别性。在保证原有历史风貌和现代生活需求的前提下严格控制建设规模。

第二个层次为高度限制区，指历史文化街区的建设控制地带。新建、扩建、改建建筑或构筑物的高度应通过视线分析确定，不得破坏街区空间环境，并遵守《天津市中心城区主要河流、公园及历史保护区周边建筑高度控制导则》。

第三个层次为高度控制区，指历史城区内，历史文化街区的建设控制地带之外的区域。建筑高度应通过视线分析确定，并满足主要观赏点的视觉保护要求。

（2）开放空间系统的完善

对历史遗存下来的开放空间加以重点保护。

（3）河湖水系的保护

重点保护与城市历史发展密切相关的河湖水系，包括海河、北运河、南运河、卫津河、津河等。对重点保护的河湖水系，限制污水排入，禁止随意更改河道，填河建房，不得随意做盖板处理。河流沿岸应作为城市重要的开放空间，做好绿化。保护河流水系上的历史建（构）筑物（如桥梁、码头、渡口遗址等）。

对于河流沿线区域内历史上与河流关系密切的历史地段、不可移动文物应保护好其与河流联系的空间关系，并对周边地区的建设进行相应的控制。

（4）路网格局的保护

历史城区内街巷路网，以原北洋新区及原租界区为重点保护地区。对于历史城区内街巷路网的调整，要延续原多样化的格局特点。

（5）交通发展策略

历史城区范围内重点发展公共交通，道路系统应能满足自行车和行人出行，并根据实际需要相应设置自行车和行人专用道及步行区。结合地铁，在人流密集地区建立地区自行车换乘系统，鼓励“轨道/公交+自行车”的大众公交模式，增强公交可达性。

（6）市政基础设施改善

历史城区内应完善市政管线和设施，提高居民生活质量。突出体现生态特点，提升环境品质。

2、位置关系

本工程下穿天津历史城区。

7.3.2 海河历史文化街区

1、概述

保护范围：北至永乐桥，南至刘庄桥的海河两岸；永乐桥、三条石大街、河北大街、南运河南路、大胡同、通北路、张自忠路、水阁大街、东马路、和平路、多伦道、新华路、长春道、和平路、滨江道、兴安路、哈尔滨道、吉林路、张自忠路、台儿庄路、刘庄桥、大直沽中路、六纬路、六经路、七纬路、李公楼桥、火车站、五经路、博爱道、海河东路、建国道、翔纬路、天纬路、三马路、元纬路、五马路、永乐桥围合的范围。总面积 418 公顷，其中水域面积 76.17 公顷。重点保护海河沿岸近代优秀建筑群、历史桥梁及城市轮廓线。

保护要求：

(1) 规划要求完整保护历史文化街区的整体空间格局与风貌。历史文化街区范围内的不可移动文物和历史建筑不得拆除，而应进行必要的修缮。历史文化街区内与传统风貌不协调的现代建筑应进行改造，对于严重影响传统风貌的现代建筑应限期拆除。严格保护该类地区内的绿化、小品、铺装等历史环境要素。与传统风貌相冲突的环境要素要进行整修、改造。历史文化街区内道路原则上不得改变。历史文化街区内市政设施的安排应考虑历史文化保护的要求。历史文化街区在不影响整体风貌的前提下，适当改善当地居民生活环境，使居民安居乐业，保持地区活力。

(2) 严格控制历史文化街区核心保护范围内的建筑总量，新建、扩建、改建后地上部分的建筑面积总量不得超过现有地上部分的建筑面积总量（不包括违章建筑）。对区内历史建筑应进行必要的维护和修缮，原则上对历史建筑不得拆除。严格控制一切开发建设活动，新建、改建、扩建活动必须符合历史环境的尺度，不得损害历史建筑的可识别性。严格控制新建、改建、扩建建筑和构筑物在高度、密度、退线、体量、色彩、材料等方面要求，必须与周边保护建筑相协调。不得擅自新建、扩建道路，对现有道路和街巷进行改建时，应当保持或者恢复原有道路街道格局和景观特征。严格保护核心保护范围内的院落、绿化、小品、铺装等历史环境要素，对街道界面进行整治时，应当保持或恢复沿街的历史景观特征和历史景观要素，与历史环境相冲突的环境要素必须进行整修改造。

(3) 历史文化街区建设控制地带内，新建、扩建、改建建筑或构筑物的高度应通过视线分析确定，不得破坏街区空间环境，并遵守《天津市中心城区主要河流、公园及历史保护区周边建筑高度控制导则》。直接与核心保护范围相邻的新建、扩建、改建建筑或构筑物应当在建筑体量、空间布局、色彩、材料等方面与本街区的历史风貌特征相协调。新建、扩建、改建道路时，不得破坏本街区的

整体风貌特征。不得新建对环境有污染的工业企业，现有对环境有污染的工业企业应当有计划迁移。

2、位置关系

线路区间下穿海河历史文化街区。

7.3.3 文物

（一）京杭大运河

1、概述

京杭大运河于2006年被列为全国重点文物保护单位，全长1794千米，是世界上最长的一条人工运河，是苏伊士运河的16倍，巴拿马运河的33倍，纵贯南北，是我国重要的一条南北水上干线。运河北起北京，南至杭州，经过北京、天津、河北、山东、江苏、浙江六省市，沟通了海河、黄河、淮河、长江、钱塘江五大水系。

2013年国务院将京杭大运河、隋唐大运河和浙东运河合并为新的全国重点文物保护单位——大运河。

2014年6月22日，第38届世界遗产大会宣布，中国大运河项目成功入选世界文化遗产名录，成为中国第46个世界遗产项目。

天津市境内的大运河流经静海区、西青区、南开区、红桥区、河北区、北辰区、武清区等7个区，在天津市区的三岔河口交汇入海河。

2、位置关系

根据《大运河遗产保护与管理总体规划（2012-2030）》、《中国大运河遗产管理规划》、《大运河天津段核心监控区国土空间管控细则（试行）》等相关文件，经初步核查：本工程区间下穿南运河河道。

3、相关法律法规相符性分析

根据《大运河遗产保护与管理总体规划（2012-2030）》、《中国大运河遗产管理规划》、《大运河天津段核心监控区国土空间管控细则（试行）》的相关规定：

遗产区管理要求：

（1）在大运河的遗产区内，除文物保护、防洪除涝、船闸及航道建设与维护、水工设施保护和维修、输水河道工程、港口整治与建设、跨河桥梁工程等工程外，不得进行其他建设工程或者爆破、钻探、挖掘等作业。

（2）在大运河的遗产区内不得建设污染大运河遗产及其环境的设施，对已有的污染大运河遗产及其环境的设施，应当限期治理。

（3）在大运河的遗产区内不得进行可能影响遗产安全及其环境的活动，对已有的危害大运河遗产安全、破坏遗产环境的活动，应当及时调查处理。

（4）在大运河的遗产区内，除防洪调度、应急调水及工程抢险需求的特殊情况外，不得损害或清除运河历史遗存或其它文物古迹。

缓冲区管理规定：

（1）在大运河的缓冲区内不得建设污染大运河遗产及其环境的设施，对已有的污染大运河遗产及其环境的设施，应当限期治理。

（2）在大运河的缓冲区内不得进行可能影响遗产安全及其环境的活动，对已有的危害大运河遗产安全、破坏遗产环境的活动，应当及时调查处理。

（3）进行建设工程，应按照《中华人民共和国文物保护法》第二十九条至三十二条规定，由建设单位事先报请市人民政府文物行政部门组织从事考古发掘的单位在工程范围内有可能埋藏文物的地方进行考古调查、勘探。考古调查、勘探中发现文物的，由市人民政府文物行政部门根据文物保护的要求会同建设单位共同商定保护措施；遇有重要发现的，由市人民政府文物行政部门及时报国务院文物行政部门处理。

（4）在大运河的缓冲区内的建设用地必须纳入当地土地利用总体规划和年度计划。

（5）在大运河的缓冲区内不得进行任何有损大运河遗产历史环境和空间景观的建设活动。

（6）在大运河的缓冲区内不得修建风格、体量、色调等与大运河遗产不协调的建筑物或构筑物。

系统性、区域性线性市政基础设施项目，符合各级国土空间规划、大运河相关管控要求建设项目的配套工程为必要的线性市政基础设施项目。

线性市政基础设施项目进入滨河生态空间及核心监控区的，在履行基本建设程序后实施。涉及进入生态保护红线区及文化遗产区的，须满足生态保护红线以及文物保护等相关法律法规及管控要求。

在满足功能的前提下，管线工程优先采取地下敷设方式。

根据《中华人民共和国文物保护法》的规定：

第二十九条 进行大型基本建设工程，建设单位应当事先报请省、自治区、直辖市人民政府文物行政部门组织从事考古发掘的单位在工程范围内有可能埋藏文物的地方进行考古调查、勘探。考古调查、勘探中发现文物的，由省、自治区、直辖市人民政府文物行政部门根据文物保护的要求会同建设单位共同商定保护措施；遇有重要发现的，由省、自治区、直辖市人民政府文物行政部门及时报国务院文物行政部门处理。

第三十条 需要配合建设工程进行的考古发掘工作，应当由省、自治区、直辖市文物行政部门在勘探工作的基础上提出发掘计划，报国务院文物行政部门批准。国务院文物行政部门在批准前，应当征求社会科学研究机构及其他科研机构及有关专家的意见。确因建设工期紧迫或者有自然破坏危险，对古文化遗址、古墓葬急需进行抢救发掘的，由省、自治区、直辖市人民政府文物行政部门组织发掘，并同时补办审批手续。

第三十一条 凡因进行基本建设和生产建设需要的考古调查、勘探、发掘，所需费用由建设单位列入建设工程预算。

第三十二条 在进行建设工程或者在农业生产中，任何单位或者个人发现文物，应当保护现场，立即报告当地文物行政部门，文物行政部门接到报告后，如无特殊情况，应当在二十四小时内赶赴现场，并在七日内提出处理意见。文物行政部门可以报请当地人民政府通知公安机关协助保护现场；发现重要文物的，应当立即上报国务院文物行政部门，国务院文物行政部门应当在接到报告后十五日内提出处理意见。依照前款规定发现的文物属于国家所有，任何单位或者个人不得哄抢、私分、藏匿。

《国务院关于加强文化遗产保护的通知》（国发[2005] 42号）第三点第二条中明确指出：“严格执行重大工程项目审批、核准和备案制度。凡涉及文物保护单位的基本建设项目必须依法在项目批准前征求文物行政部门的意见，在进行必要的考古勘探、发掘并落实文物保护措施以后方可实施。基本建设项目中的考古发掘要充分考虑文物保护工作的需要，加强统一管理，落实审批和监督责任。”

根据上述分析可知：（1）本工程属于线性工程，采用全地下方式敷设，工程所在区域有完善的管网系统，施工期和运营期的生产、生活污水经处理后均可纳入附近市政污水管网排入城市污水处理厂集中处理，在采取加强施工期环境管理等措施后不会污染大运河。

（2）建设单位委托专业单位编制了本工程的文物影响评估报告以及文物影响专篇，针对工程穿越大运河该报告提出了相关保护措施。目前也已通过国家文物局审批。

由上述分析可知，本工程与《大运河遗产保护与管理总体规划（2012-2030）》、《中国大运河遗产管理规划》、《大运河天津段核心监控区国土空间管控细则（试行）》、《中华人民共和国文物保护法》、生态保护红线等法律法规是相符的。

（二）清真大寺

1、概述

清真大寺位于天津市红桥区，是中国伊斯兰教古寺、天津市重点文物保护单位、天津市历史风貌建筑。该寺始建于清康熙年间。

天津清真大寺整体建筑以礼拜殿为主体，东边配有对厅，南北有讲堂和耳房互相映衬；门楼、大门以铁栅栏围圈，大门两旁有两道院墙。

表 7.3-1 文物保护单位介绍

名称	级别	年代	属地	类别
清真大寺	市级	清康熙年间	红桥区	天津市文物保护单位、天津市历史风貌建筑

2、位置关系

本工程避开了清真大寺文物保护范围和建设控制地带。

7.3.4 影响分析与保护措施

(1) 相关保护要求

➤ 根据《中华人民共和国文物保护法》：

第十七条 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；在全国重点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，必须经省、自治区、直辖市人民政府批准，在批准前应当征得国务院文物行政部门同意。

第十八条 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。

第十九条 在文物保护单位的保护范围和建设控制地带内，不得建设污染文物保护单位及其环境的设施，不得进行可能影响文物保护单位安全及其环境的活动。对已有的污染文物保护单位及其环境的设施，应当限期治理。

第二十条 建设工程选址，应当尽可能避开不可移动文物；因特殊情况不能避开的，对文物保护单位应当尽可能实施原址保护。

实施原址保护的，建设单位应当事先确定保护措施，根据文物保护单位的级别报相应的文物行政部门批准，并将保护措施列入可行性研究报告或者设计任务书。

无法实施原址保护，必须迁移异地保护或者拆除的，应当报省、自治区、直辖市人民政府批准；迁移或者拆除省级文物保护单位的，批准前须征得国务院文物行政部门同意。全国重点文物保护单位不得拆除；需要迁移的，须由省、自治区、直辖市人民政府报国务院批准。

本条规定的原址保护、迁移、拆除所需费用，由建设单位列入建设工程预算。

➤ 《天津市文物保护条例》

第十二条 在文物保护单位的保护范围内实施下列文物保护工程，应当制定文物保护工程方案，并履行报批手续：

- （一）新建、改建、扩建文物保护设施；
- （二）实施修缮、保养文物工程；
- （三）铺设通讯、供电、供水、供气、排水等管线；
- （四）设置防火、防雷、防盗设施和修建防洪工程；
- （五）其他文物保护的建设工程。

全国重点文物保护单位的保护工程方案，经市文物行政管理部门审核后，报国务院文物行政管理部门审批；市级文物保护单位的保护工程方案，由市级文物行政管理部门征求国务院文物行政管理部门的意见后予以审批；区、县级文物保护单位的保护工程方案，由区、县文物行政管理部门征求市文物行政管理部门的意见后予以审批。

保护工程方案变更的，不可移动文物的管理人、使用人应当报原批准的文物行政管理部门重新批准。

第十三条 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，并应当与文物保护单位的建筑风格相协调。工程设计方案应当根据文物保护单位的级别，经相应的文物行政管理部门同意后，报规划行政管理部门批准。

第十五条 建设工程选址，应当尽可能避开不可移动文物。因特殊情况不能避开的，对文物保护单位应当尽可能实施原址保护；无法实施原址保护，必须迁移异地保护或者拆除的，建设单位应当报市文物行政管理部门，由市文物行政管理部门提出意见后，报市人民政府批准；迁移或者拆除市级文物保护单位的，批准前须征得国务院文物行政管理部门同意。迁移全国重点文物保护单位的，由市人民政府报国务院批准。

未核定为文物保护单位的不可移动文物迁移、拆除的，建设单位应当报区、县文物行政管理部门，由区、县人民政府批准。区、县人民政府批准前应当征得市文物行政管理部门同意。

➤ 《天津市历史风貌建筑保护条例》

第二十二条 在历史风貌建筑和历史风貌建筑区的周边建设控制范围内，新建、扩建、改建建筑物或者构筑物的，应当符合保护规划的要求，建筑群和单体建筑的高度、体量、用途、色调、建筑风格应当与历史风貌建筑和历史风貌建筑区相协调，与原有空间景观相和谐。

第二十四条 历史风貌建筑和历史风貌建筑区内禁止下列行为：

- （一）在屋顶、露台、挑檐或者利用房屋外墙悬空搭建建筑物、构筑物；

- (二) 擅自拆改院墙、开设门脸、改变建筑内部和外部的结构、造型和风格；
- (三) 损坏承重结构、危害建筑安全；
- (四) 占地违章搭建建筑物、构筑物；
- (五) 违章圈占道路、胡同；
- (六) 在建筑内堆放易燃、易爆和腐蚀性的物品；
- (七) 在庭院、走廊、阳台、屋顶乱挂或者堆放杂物；
- (八) 沿街或者占用绿地、广场、公园等公共场所堆放杂物，从事摆卖、生产、加工、修配、机动车清洗和餐饮等经营活动；
- (九) 其他影响历史风貌建筑和历史风貌建筑区保护的行为。

(2) 影响分析

➤ 天津历史城区/海河历史文化街区

本工程位于天津历史城区的线路为地下线路，区间施工方式为盾构法，工程对历史城区的影响主要在施工期。加强施工期管理，对涉及历史城区路段采取切实可行的轨道减振措施并加强跟踪监测，本工程对天津历史城区/海河历史文化街区的影响较小。

➤ 大运河

地铁建设施工时施工机械及挖掘土体引起的振动会对附近的大运河河道驳岸基础有一定影响。考虑到地铁盾构距离地面河道驳岸竖向距离大于14米，盾构掘进施工过程中及时跟踪注浆，控制盾构姿态，盾构施工过程中产生的振动相对较小，噪音较低，根据其施工工艺、实际的距离以及地下土层特性判断盾构掘进施工过程中产生的振动对河道驳岸基础的影响较小。此外，鉴于盾构施工诱发的振动仅在施工期间出现（非长期），且振动速度不大，其不会引起结构发生破坏。因此，地下盾构施工时诱发的振动对大运河天津段的影响较小。

➤ 清真大寺

本工程避开了清真大寺文物保护范围和建设控制地带，施工方案为盾构方式。由于工程线位距离文物较远，因此不会对文物产生直接影响。

结合前述分析可知，本工程已获得相关文物主管部门意见，与《中华人民共和国文物保护法》、《天津市文物保护条例》、《天津市历史风貌建筑保护条例》等相关保护要求是相符的。在采取切实可行的减振措施、加强施工期管理等措施后，本工程对文物的影响是可控的。

(3) 保护措施

河床注浆加固工程应开展先期试验，根据试验结果完善实施方案，适当增加加固厚度。针对施工过程中可能出现的河床漏水问题，以及地铁列车长期运行振动对河床稳定性的影响，采取必要的防范措施。细化施工方案，强化大运河防护

措施，施工场地不得侵占大运河保护范围，尽可能降低建设活动对大运河本体及生态环境的影响。

综上所述，在采取切实可行的减振措施、加强施工期管理等措施后，本工程对历史城区、文化街区及文物的影响是可控的。

7.4 其它生态环境影响

7.4.1 土地利用类型影响分析

本项目全线为地下线路，占地和造成土地利用类型发生变化主要集中在施工期。

7.4.2 工程建设对城市景观的影响分析

城市景观由若干个以人与环境相互作用关系为核心的生态系统组成。城市景观生态结构脆弱，自我调节能力低，需高度依赖外界的物流、能流等生态流的输入、输出，以维持自身稳定。交通廊道是城市生态系统能流、物流、信息流、人口流等的必经之路，是城市结构的重要组成部分，也是城市公共生活的主要空间，它直接形成城市的面貌及风格、市民生存及交往环境，是为居民提供审美和生活体验的日常性视觉形态客体，交通廊道的通畅才能保证城市功能的完善与通畅。

本工程投产运营后，作为人工交通廊道，其交通运输所发挥的纽带作用将沿线大量的居住区、商业区等城市基本功能拼块结合为一个完整的结构体系，提高了沿线地区各功能拼块景观的通达性，使沿线功能版块之间各种生态流输入、输出运行通畅，从而保证了城市的高效运转，提高了城市景观生态体系的稳定性，确保了城市的健康发展。

由于轨道交通廊道在城区中从地下穿行，最大程度减少了对沿线各功能拼块的分割，不会增加城市景观的破碎性；而且与地面交通廊道无交叉干扰，加之大运量、快捷、舒适、准点的特点，在自身廊道通畅的同时，还可吸引大量地面人流，缓解地面道路廊道的堵塞。工程在增强沿线景观稳定性、促进沿线地区经济发展的同时，也最大限度降低了对环境的破坏。

7.5 评价小结

(1) 本工程不涉及天津市生态保护红线及天津市生态用地保护红线。工程评价范围内涉及天津历史城区、海河历史文化街区、2处文物。本工程符合相关法律法规及历史文化名城管控及保护要求，不存在法律冲突。

（2）加强施工期及运营期的监测，发现异常应立即采取补救措施。施工过程中如发现文物、遗迹，应立即停止施工，采取保护措施并报告相关部门，由其组织采取合理措施对文物、遗迹进行挖掘，之后方可继续施工。

8 施工期环境影响评价

8.1 施工方案合理性分析

8.1.1 施工工程概况

本工程建设时间为2022年-2024年。具体施工内容如下：

- (1) 区间施工：盾构法区间隧道施工。
- (2) 轨道铺设工程。
- (3) 建筑装饰与设备安装调试。
- (4) 试通车及运营设备调试。

8.1.2 施工方法主要环境影响及合理性分析

(1) 地铁地下区间施工比较成熟的施工方法有明挖法、矿山法和盾构法。三种施工方法存在以下特点：

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散，或结合市政工程的建设进行明挖施工。但施工对周边环境、地下管线和交通的影响较大。施工风险小需要降水。

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，施工风险大，需要降水。

盾构法适用于结构断面单一的圆形隧道施工。占地少，对地面环境影响小，施工风险小，不需降水。

- (2) 结合沿线的环境和地质条件，本工程采用盾构法施工。

8.2 施工期环境影响分析

8.2.1 施工期振动环境影响分析

本工程仅涉及地下区间线路建设，采用盾构法施工，对线路两侧地面产生的振动影响较小。

8.2.2 施工期环境空气影响分析

本工程施工期的大气环境污染源主要为：以燃油为动力的施工机械增加，可能导致废气排放量的增加。

施工机械设备产生少量尾气，其主要污染物为CO、NO_x等，排放方式为无组织排放。本工程施工期使用的施工机械排气烟度需满足《非道路柴油机械排气烟度限值及测量方法》（GB 36886-2018）中的相关要求方可入场进行施工。其中，GB 20891-2007 第二及以前阶段排放标准的非道路柴油机械执行该标准中 I 类限值，GB 20891-2014 第三及以前阶段排放标准的非道路柴油机械执行该标准中 II 类限值，城市人民政府划定区域执行该标准中 III 类限值。施工机械废气对工程沿线的环境保护目标影响较小，随着施工的结束施工机械尾气的影响也随之消失。

8.2.3 施工期地表水环境影响分析

本工程下穿南运河。

①《天津市河道管理条例》（2018年修订）

根据《天津市河道管理条例》（2018年修订），为了加强河道管理，保障防洪、排涝和供水安全，改善城乡水环境和生态，发挥河道的综合效益，根据国家有关法律、法规的规定，结合本市实际情况，制定本条例。

第十三条 河道管理应当设定管理范围，并根据堤防的重要程度、堤基地质条件等实际情况设定保护范围。

河道管理范围为岸线之间的水域、沙洲、滩地（包括可耕地）、行洪区，堤防护岸、护堤地及河道入海口。河道保护范围是与河道管理范围相连的堤防安全保护区。

第十七条 在河道管理范围内禁止下列行为：

（一）损毁堤防、护岸、闸坝、截渗沟等水工程建筑物和防汛设施，损毁测量设施、警示标志、安全监控等附属设施；（二）占用、封堵防汛抢险通道；（三）在堤防和护堤地内采砂、采石、取土、挖筑池塘；（四）设置阻水渔具或者其他障碍物；（五）倾倒、弃置矿渣、石渣、煤灰、泥土、垃圾等废弃物；（六）载重量三吨以上的非防汛抢险车辆在未铺设路面的堤顶通行；（七）非水库管理船只在水库大坝坝前五百米范围内滞留；（八）水闸、橡胶坝引排水期间，船只和人员在其管理范围内滞留；（九）在河道内直接利用水体进行实验；（十）法律、法规禁止的其他行为。

第二十条 在河道保护范围内，禁止打井、钻探、爆破、挖筑池塘、采石、取土等危害堤防安全的活动。

②《天津市引黄济津保水护水管理办法》（2010年修正）

根据《天津市引黄济津保水护水管理办法》（2010年修正）可知，为确保城市供水，防止引黄济津水量损失和水质污染，依据《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国水法》等有关法律规定，结合本市具体情况制定本办法。

第六条 引黄济津输水供水期间，各责任人对输水河道两岸口门必须按规定自行封堵，拆除临时泵点，停止使用固定泵站、泵点，任何单位和个人不得擅自拆封或启用。

第七条 引黄济津输水供水期间禁止向引黄济津输水河道排水。

第八条 取用引黄济津输水河道水源并回排的，必须进行水质监测，经环保部门同意后方可回排。

第九条 直接从输水河道、水库取用水的单位或个人，须到市水行政主管部门办理取水许可手续，未经许可不得擅自取水。

第十条 引黄济津水源保护范围内，严禁下列行为：（一）排放油类、酸液、碱液和含有放射性物质的废水以及有毒有害废液；（二）排放污水、工业废水；（三）设立摊点、市场，堆放、储存工业废渣、建筑杂土、生活垃圾和其他污染物、有害物；（四）放养畜禽或养殖、捕杀鱼类；（五）在水体中洗涤衣物、清洁车辆和容器；（六）旅游船只、餐厅和娱乐场所排放污染物；（七）其他法律、法规禁止的行为。

第十一条 任何单位和个人不得挖掘或拆除河道堤防、坝埝和已封堵口门。河道堤防、坝埝、口门发生毁损的，所在区、县人民政府要及时组织抢修。

本工程仅涉及地下区间线路建设，采用盾构法施工，不会对地表水体产生直接影响。施工期应按照《天津市河道管理条例》、《天津市引黄济津保水护水管理办法》等规定加强施工管理，落实相关水环境保护措施，将工程建设对水体的影响降至最低。

8.2.4 施工期地下水环境影响分析

施工期对地下水的影响主要为施工排水过程中抽取出来的地下水处置不当对地下水水质的潜在影响。因此，施工排水时应选择合理可靠的排水途径和排水口，对水质较差的地下水应该处理后排放，防止对地下水造成污染。

8.2.5 施工期固体废物影响分析

施工过程中产生的固体废物如不妥善处理，将会影响市容、阻碍交通、污染环境。

弃土运输过程中，车辆如不注意保洁，超载沿途撒漏泥土，将污染街道和道路，影响市容；弃土清运车辆行走市区道路，增加沿线地区车流量，造成交通堵塞。弃土若无组织堆放、倒弃，暴雨期间可能使大量泥沙夹带施工场地的水泥等冲刷进入工地附近的雨水管道中，使管道淤塞造成排水不畅，高浊度污水经雨水管道流入受纳河道，将造成水土流失，同时也可能造成地面积水。

8.2.6 施工期声环境影响分析

本工程仅涉及地下区间线路建设，采用盾构法施工，盾构法为地下施工，对地面以上环境基本不产生施工噪声影响。本工程在施工材料、施工弃土的运输过程中，运输车辆噪声将影响运输道路两侧噪声敏感点。

8.3 评价小结

本工程施工期对环境的影响包括固体废物、振动、大气、水，施工期严格执行相关法规条例，并将本次评价所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，施工期的环境污染能够得到有效控制。

9 环境保护措施技术经济分析与投资估算

9.1 施工期环境保护措施

9.1.1 施工期振动环境影响防护措施

加强对振动施工机械的控制和管理，同时施工中各种振动性作业尽量安排在昼间进行，避免夜间施工扰民。对于地铁下穿路段的振动敏感建筑进行施工期监测，事先详细调查、做好记录。

9.1.2 施工期水环境影响防治措施

施工单位应严格执行《天津市建设工程文明施工管理规定》、《天津市建设工程施工21条禁令》等文件的相关规定，做好施工场地排水设施、水处理设施，具体措施如下：应根据泥浆水的发生量在施工场地内设置若干不同规模的简易沉淀池，泥浆水经沉淀分离后上清液作为一般废水排入污水排放系统。

9.1.3 施工期大气环境影响防护措施

为了减轻施工期对周围大气环境质量的影响，保护好区域的空气质量，建设单位应严格按照《天津市大气污染防治条例》（2018年9月29日修正）、《天津市建设工程文明施工管理规定》（2018年4月12日修改）、《天津市重污染天气应急预案》等文件中的相关要求，采取以下施工污染控制对策：

（1）盾构产生的弃土应集中堆放，堆放高度不得超出围挡高度，并应采取苫盖措施。

（2）统筹安排施工进度，工程开挖产生的土方尽快回填，弃土运输过程扬尘产生量较大，尽量在无大风的天气条件下进行，出现四级及以上大风天气时禁止进行产生大量扬尘的作业。

（3）施工产生的弃土及施工废料随产随清，运输弃土等散体建筑材料，应采用密闭运输车辆、采取喷淋压尘装载、禁止超载并按指定路线行驶，避免洒落增加道路扬尘。

（4）强化施工管理，实行管理责任制，倡导文明施工。

（5）定期对施工机械、施工运输车辆排放废气进行检查；严禁使用劣质油料，提倡使用高清洁度燃油，加强机械维修保养，使动力燃料充分燃烧，降低废气排放量。对尾气排放超标的施工机械和运输车辆更新尾气净化装置，减少汽车尾气污染。

(6) 根据《天津市重污染天气应急预案》要求,依据重污染天气预警等级,实施建筑工地停工措施,主要包括:停止土石方开挖、回填,停止建筑工程配套道路和管沟开挖作业,停止工程渣土运输等。

(7) 根据《关于严格执行全市城区房屋建筑施工现场扬尘治理六个百分之百标准》规定,本工程应严格执行“工地周边100%设置围挡、散体物料堆放100%苫盖、出入车辆100%冲洗、建筑施工现场地面100%硬化、拆迁等土方施工工地100%湿法作业、渣土车辆100%密闭运输”。

(8) 根据《天津市机动车和非道路移动机械排放污染防治条例》、《天津市人民政府关于划定禁止使用高排放非道路移动机械区域的通告》(津政发[2018]33号),不符合《非道路柴油移动机械排气烟度限值及测量方法》(GB 36886-2018) III类限值(额定净功率大于或等于37 kW时,烟度值不得超过 0.5 m^{-1} ,额定净功率小于37 kW时,烟度值不得超过 0.8 m^{-1} ;排气中不能有可见烟)的挖掘机、装载机、挖掘装载机、叉车等四类机械为高排放非道路移动机械,天津市划定并公布了禁止使用高排放非道路移动机械区域(简称禁用区),禁用区总面积为777.26平方公里,在禁用区内工业企业禁止使用高排放叉车,在禁用区内鼓励优先使用节能环保型和新能源非道路移动机械。

9.1.4 施工期固体废物影响防治措施

为减少施工期固体废物在堆放和运输过程中对环境的影响,应采取以下措施:

(1) 产生建筑垃圾的单位,应当按照国家有关规定,持申请书、施工证明文件到市容和环境卫生行政管理部门办理处置核准手续。

(2) 运输建设工程废弃物的,应当随车携带建设工程废弃物处置核准证明,按照市容环境行政管理部门批准的时间、路线、数量,将建设工程废弃物运送到指定的消纳场所,不得丢弃、撒漏,不得超出核准范围承运建设工程废弃物。运输前应当向市公安交管部门办理建筑垃圾运输时间路线手续。

(3) 运输建设工程废弃物应当使用密闭车辆;建设、施工单位不得将建设工程废弃物交给未经核准从事运送建设工程废弃物的单位和个人运输。运输建设工程废弃物的车辆驶出施工场地和消纳场地前,应当冲洗车体,确保净车出场。

(4) 任何单位和个人不得将建设工程废弃物混入其他生活废弃物中,不得将危险废弃物混入建设工程废弃物,不得擅自设置接纳建设工程废弃物的场地。

(5) 加强对各种化学物质使用的检查、监督,化学品使用完后应做好容器(包括余料)的回收及现场清理工作,不得随意丢弃。

9.2 运营期环境保护措施

9.2.1 运营期振动污染防治措施

(1) 在本工程车辆选型中，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) 工程设计采用的 60 kg/m 钢轨无缝线路，对预防振动污染具有积极作用。

(3) 运营单位要加强轮轨的维护、保养，定期镟轮和打磨钢轨，以保证其良好的运行状态，减少附加振动。

(4) 全线使用特殊减振措施 1260 延米，投资约 1638 万元。使用中等减振措施 1020 延米，投资约 204 万元。

(5) 根据振动影响规划控制距离预测结果，并参照《地铁设计规范》（GB 50157-2013）相关规定，本项目提出规划控制要求如下：在适用振动评价标准“居民、文教区”的区域建 I 类建筑，振动影响规划控制距离为 15 m，建 II 类建筑，振动影响规划控制距离为 26 m，建 III 类建筑，振动影响规划控制距离为 48 m；在适用振动评价标准“混合区、商业中心区”、“工业集中区”、“交通干线道路两侧”的区域建 II 类建筑，振动影响规划控制距离为 8 m，建 III 类建筑，振动影响规划控制距离为 29 m。

9.2.2 运营期水污染防治措施

本项目下穿南运河及其河道管理范围的护堤地、河道保护范围，且下穿引黄济津输水供水河道中南运河河道的保护范围，河道管理范围的护堤地、河道保护范围无车站及车站附属构筑物，下穿河流段线路均采用盾构法施工，施工及运营过程中不会对地面水环境造成直接影响。本工程不涉及《天津市引黄济津保水护水管理办法》（2010 年修正）、《天津市河道管理条例》（2018 年修订）中规定的禁止性活动，本工程符合《天津市引黄济津保水护水管理办法》、《天津市河道管理条例》中的相关规定。

9.3 规划、环境保护设计、管理性建议

9.3.1 工程沿线用地规划建议

工程沿线土地的合理规划和利用，对预防工程建设引发的环境污染，其意义非常突出。为此，本评价提出以下土地规划和利用建议：

(1) 参照《城市区域环境振动标准》“混合区、商业中心区”或“交通干线两侧”标准，城市规划时按达标距离控制建筑物与外侧轨道中心线的距离。

(2) 结合本报告提出的污染防护距离，沿线地方政府应尽早制定工程沿线土地利用规划，限制某些对环境要求严格的产业发展，阻止居民区、学校、医院等敏感点向轨道交通这一噪声、振动源靠近。

9.3.2 工程设备选型建议

在本工程车辆选型中，除考虑车辆的动力和机械性能外，还应重点考虑其噪声、振动防护措施及其指标，优先选择噪声、振动值低、结构优良的车辆。

9.3.3 运营管理建议

加强轮轨的维护、保养，定期镟轮和打磨钢轨，以保证其良好的运行状态。

9.4 环保投资估算

本工程共需增加环保投资约 1977 万元。环保措施清单及投资估算见下表。

表 9.4-1 环保工程措施及投资估算汇总表

环境要素	措施类别	措施内容	投资估算 (万元)
生态环境	绿化	临时用地植被恢复等	20
	水土保持	施工弃土处理等	工程计列
	施工噪声治理	与施工振动一并考虑	/
振动环境	结构噪声治理、减振措施	特殊减振措施	1638
		高等减振措施	/
		中等减振措施	204
		预留运营期敏感点振动跟踪监测费用	30

环境要素	措施类别	措施内容	投资估算 (万元)
	施工振动治理	与施工噪声治理一并考虑	20
水环境	生活污水处理	生活污水排入市政污水管网	/
	施工废水	沉淀处理后排放	10
环境空气	施工扬尘	定期洒水，湿式作业	5
施工期环境 监测	环境监测	施工期	50
	地面沉降及地下水监测	施工期	
合计			1977

10 环境管理与监测计划

10.1 环境管理

10.1.1 环境保护机构设置及定员

在工程建设前期,由中铁(天津)轨道交通投资建设有限公司行使管理职责,因此,在工程开工以前,可由中铁(天津)轨道交通投资建设有限公司原有的专职或兼职环境保护管理人员负责工程建设前期的环境保护协调工作。在工程施工期和运营期,建设单位内部原有的专职或兼职环境保护管理人员负责工程施工期和运营期的环境保护工作,其业务受天津市生态环境局的指导和监督。

10.1.2 环境管理职责

(1) 对本工程沿线的环境保护工作实行统一监督管理,贯彻执行国家和地方的有关环境保护法律、法规。

(2) 认真落实环境保护“三同时”政策,工程设计中提出的环境保护措施在工程施工过程中予以落实,做到环境保护工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产,以保证能有效、及时的控制污染。

(3) 做好污染物的达标排放,维护环保设施的正常运转。

(4) 做好有关环保的考核和统计工作,接受各级政府环境部门的检查与指导。

(5) 建立健全各种环境管理规章制度,并经常检查监督实施情况。

(6) 编制环境保护规划和年度工作计划,并组织落实。

(7) 领导和组织本工程范围内的环境监测工作,建立监测档案。

(8) 搞好环境教育和技术培训,提高全体工作人员的环境保护意识。

10.1.3 环境管理措施

(1) 建设前期的环境管理措施

在工程建设前期,建设单位需按照《建设项目环境保护管理条例》的规定负责项目的有关报批手续。在工程设计阶段,建设单位、设计单位及地方主管部门根据环境影响报告书及其审批意见在设计中落实各项环保措施及概算。在工程发包工作中,建设单位应将环保工程放在与主体工程同等重要地位,优先选择环保

意识强、环保工程业绩好、能力强的施工单位和队伍。施工合同中应有环境保护要求的内容与条款。

（2）施工期环境管理措施

建设单位在施工中要把握全局，及时掌握工程施工环保动态，定期检查和总结工程环保措施实施情况，确保环保工程进度要求。协调设计与施工单位的关系，消除可能存在的环保项目遗漏和缺口；出现重大环保问题或环境纠纷时，积极组织力量解决，并接受天津市环保部门的监督管理。

建议在工程施工期增加工程环境监理人员。施工期产生的噪声、振动、粉尘、废水等对周围环境以及对城市交通、城市景观的影响较为敏感，因此，可设立专门的环境监理进行工程施工期的环境管理。

（3）运营期环境管理措施

运营期的环保工作由运营管理部门承担，环境管理措施主要是管理、维护各项环保设施，确保其正常运转和达标排放，充分发挥其作用；搞好本工程沿线的卫生清洁、绿化工作；做好日常环境监测工作，及时掌握工程各项环保设施的运行状况，必要时采取适当的污染防治措施，并接受天津市环保部门的监督管理。

（4）监督体系

就整个工程的全过程而言，地方环保、水利、交通、环卫等部门是工程环境管理监督体系的组成部分，而在某一具体或敏感环节，审计、司法、新闻媒体等也是构成监督体系的重要组成部分。

10.2 环境监测计划

10.2.1 监测机构及时段

考虑到轨道交通工程施工期和运营期的特征，以及国内目前地铁建设过程中和运营后的环境监测模式，建设单位应委托具有资质的单位承担监测。

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。

10.2.2 监测项目、监测因子及测点位置

根据项目的工程特征，本工程按照施工期和运营期分别制定环境监测方案，具体内容如下表所示。

表 10.2-1 施工期和运营期环境监测方案

类别	项目	分期监测方案	
		施工期	运营期
振动环境	污染物来源	施工机械和设备	地铁列车运行
	监测因子	垂直 Z 振级	垂直 Z 振级
	监测点位	线路周围环境保护目标	下穿的环境保护目标、沿线振动环境保护目标等
	监测频次	当盾构至上述环境保护目标所在区段时，每月监测一次，直至该区段隧道施工完毕	不定期监测
	执行标准	《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）、《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/T 170-2009）	《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）、《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/T 170-2009）
	监测要求	在施工时间段监测	在地铁昼间和夜间运行时段监测
	实施机构	有资质的监测单位	有资质的监测单位
	负责机构	建设单位	建设单位

建设单位在本工程投入使用并产生实际排污行为之前，应参照本监测计划内容，根据项目实际建设及污染物排放情况以及环评批复等环境管理要求，制定监测方案。监测内容应包括但不限于本监测计划。

国家发布的行业自行监测有关要求及相关排放标准中对企业自行监测有明确要求的，应予以执行。

10.3 施工期环境监理

10.3.1 环境监理的确定和工程监理方案

在实施监理前，监理单位应根据与本工程有关的环保规范和标准、工程设计文件、工程施工合同及招投标文件、工程环境监理合同等编制工程监理方案，编制内容包括工程概况、监理依据、环境监理范围、阶段、期限、工作目标、工作制度、人员设备进出现场计划、监理质量控制等。

10.3.2 环境监理工程内容和方法

1、环境监理工作内容

（1）施工前期环境监理

污染防治方案的审核：根据施工工艺，审核施工工艺中的“三废”排放环节，排放的主要污染物及设计中采用治理措施的可行性；污染物的最终处置方式和去向应在工程前期按有关文件规定和处理要求做好计划，并向环保主管部门申报后具体落实。

审核施工承包合同中的环境保护专向条款：施工承包单位必须遵循环境保护有关要求，以专项条款的方式在施工承包合同中体现，施工过程中据此加强监督管理、检查、监测，减少施工期对环境的污染，同时对施工单位的文明施工管理水平和素质进行审核。

（2）施工期环境监理

监督检查施工过程中各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染；监督检查施工工地生活污水和生活垃圾是否按规定进行了妥善处理 and 处置；监督检查施工现场道路是否畅通，排水系统是否处于良好的使用状态，施工现场是否有积水；施工期间对施工人员做好环境保护方面的培训工作，培养大家爱护环境的意识；做好施工期污染物排放的环境监测、检查、检验工作；参与调查处理施工期的环境污染事故和环境纠纷。

2、监理工作方法

现场监理采取巡视、旁站的方式，提示施工单位定期对施工现场污水、废气、噪声进行现场监测。当环境监理人员检查发现环境污染问题时，应立即通知承包商现场负责人进行纠正，并将通知单同时抄送监理部和业主代表。承包商接到环境监理工程师的通知后，应对存在的问题进行整改。

10.4 竣工环保验收

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”验收内容如下表所示。

表 10.4-1 本工程竣工环保“三同时”验收内容一览表

环境要素	环境影响	环保措施	数量	效果	检查注意事项
生态环境	破坏植被	绿地恢复		/	检查植物恢复是否理想，弃土处理措施是否落实等。
	水土流失	弃土处理		/	
振动	地下段振动	特殊减振措施		达标	（1）检查振动防治措施是否到

环境要素	环境影响	环保措施	数量	效果	检查注意事项
环境		高等减振措施			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。
		中等减振措施			

10.5 评价小结

(1) 建设单位在配备环境管理人员和制定环境监测计划时，统一考虑既有天津市地铁系统的监测计划。

(2) 工程施工期设立专职环境监理人员，负责施工期的环境监理，保证各项环保措施的落实。

11 环境影响经济损益分析

11.1 环境经济效益分析

环境影响经济损益分析的主要任务是衡量建设项目需要投入的环保投资所能收到的环境保护效果，通过综合计算环境影响因子造成的经济损失、环境保护措施效益以及工程环境效益，对环境影响做出总体经济评价。因此，在环境影响经济损益分析中除需计算用于控制污染所需的投资和费用外，还要核算可能收到的环境与经济实效。

城市轨道交通是社会公益性建设项目，其票价一般实行政府指导价，运营后企业的经济效益不突出，大多需要政府财政补贴，但所带来的社会经济效益可观，其中部分效益可以量化计算，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。

11.1.1 环境直接经济效益

(1) 节约旅客在途时间的效益 (A_1)

由于轨道交通快速、准时，而地面公共交通由于其性能及道路的限制，乘客乘轨道交通可较地面公共交通节省更多的时间。

$$A_1=0.56 \times Q \times B \times T_1 \quad (\text{式 } 11.1-1)$$

式中：

A_1 ：节约时间效益，万元/年。

Q ：客运量，万人/年；本次评价考虑乘客中 56%为生产人员。根据天津 4 号线北段工程方案，西站站-河北大街站断面客流量预测初期（2027 年）为 2974 人次/d。

B ：乘客单位时间的价值，元/（人·小时）；天津市 2018 年地区生产总值约 1.88 万亿元（来自《2018 年天津市国民经济和社会发展统计公报》），年增长率按 7%计算，预计 2027 年人均生产总值为 22.15 万元，按年工作 254 天、每天 8 小时工作计，届时天津市的人均小时价值 109.01 元。

T_1 ：节约时间，小时；根据工程方案，拟建工程 2027 年平均运距 7.0 公里，以此与同等距离公共交通相比较，节约时间约 0.38 小时（本工程取时速 60 公里

/小时，公共交通时速 14 公里/小时）。

节约旅客在途时间的效益 A_1 为：2518.1 万元/年。

（2）提高劳动生产率的效益（ A_2 ）

提高劳动生产率的效益是指乘坐轨道交通与乘坐公共交通相比，乘客在精神和体力上的疲劳减轻，从而在工作中劳动生产率得到相应提高所产生的效益。

$$A_2 = (0.56 \times Q/Y) \times T_2 \times F \times B \quad (\text{式 } 11.1-2)$$

式中：

A_2 ：提高劳动生产率效益，万元/年。

Y：往返次数，次/人；对上下班乘客而言，一般乘次在 2-4 次之间，本次评价取 2.5 次/人。

T_2 ：日工作时间；以 8 小时计。

F：提高劳动生产率幅度；参照类似工程效益计算，提高劳动力生产幅度取 5.6%。

提高劳动生产率的效益 A_2 为：1187.5 万元/年。

（3）居民出行条件改善的效益（ A_3 ）

$$A_3 = 0.56 \times H \times B \times T_3 \quad (\text{式 } 11.1-3)$$

式中：

A_3 ：居民出行条件改善的效益，万元/年；

H：影响区居民节约出行时间人数。其人数与地铁预测客流相近。

T_3 ：节约时间，小时；步行速度按 3 公里/小时，平均缩短步行到站距离以 50 米计，则平均节约时间 1 分钟；候乘时间平均缩短 0.5 分钟计，则这一地区乘坐公共交通者往返一次平均节约时间 3 分钟。

居民出行条件改善的效益 A_3 为：331.3 万元/年。

（4）公交客流减少的效益（ A_4 ）

本工程建成后，天津市地面交通客流将明显减少，可减少公交车辆的投资费用和运营成本，并可减少配套设施及道路拓宽费用。根据工程方案，减少公交投入效益 A_4 为 405.0 万元/年。

（5）减少环境空气污染经济效益（ A_5 ）

城市地面交通机动车燃油会产生大量的含 CO、NO₂、TSP、C_nH_m 等污染物的有害气体，导致城市区域环境空气质量下降；而城市轨道交通采用电力为能源，可大大减少空气污染负荷。

项目建成后，将减少或替代部分地面交通，相应可减少各类车辆排出的废气对天津市环境空气的污染，有利于改善沿线区域的环境空气质量，提升天津市的

生态环境品质。根据国内外有关道路交通废气产生的环境经济损失估价资料，本次评价取 0.35 元/（100 人·公里）作为地面公共交通废气环境经济损失计算系数，减少环境空气污染经济效益估算方法如下式。

$$A_5 = (N \times V \times T_5 + Q \times S) \times R \times 365 \quad (\text{式 } 11.1-4)$$

式中：

A_5 ：道路废气产生的环境经济损失，万元/年。

N ：拟建工程两侧受道路废气影响的人数，以 0.8 万人计。

V ：平均时速，取平均时速 40 公里/小时。

T_5 ：每日运行时间，本次取 18 小时/日。

Q ：客运量，万人/日；根据天津 4 号线北段工程方案，西站站-河北大街站断面客流量预测初期（2027 年）为 2974 人次/d。

S ：旅客平均旅行距离，2027 年平均运距 2.0 公里。

R ：减少环境空气污染经济效益计算系数，本次取 0.35 元/（100 人·公里）。

减少环境空气污染经济效益 A_5 为：736.6 万元/年。

11.1.2 环境间接效益分析

城市轨道交通建设项目对区域社会、经济、文化发展的间接效益是巨大的，属于无形效益的外部效益，难以用货币计量和定量评价，故本次采用定性评价方法描述，具体包括以下方面：

（1）本项目建成后可有效疏散地面拥挤的车流、人流，且具有准时、快速、舒适、安全的特点，是综合交通体系中不可或缺的交通形式，对改善天津市内交通整体结构布局，缓解天津市内交通紧张状况，提高环境质量具有重要作用。

（2）本工程的建设可满足经济建设快速发展的需要，同时可带动相关第二、第三产业的发展。轨道交通作为现代化的交通工具，运用了很多高新技术，这也可促进国内有关企业提高技术含量、填补技术空白，增加城市综合竞争力。

（3）本工程的建设紧密联系了城市东南至西北及沿线的城镇，拉近了外围区与中心城区的距离，将极大的促进城市沿线地带的快速发展，方便乘客换乘，提高交通系统的综合效益。

（4）本工程建成后可促进运输结构的合理化，改善交通条件，改善投资环境，吸引外商投资，发展广泛外向型经济。

（5）本项目实施期间，由于增加建材、物资及劳动力的需求，可刺激其它相关产业的发展，可为社会创造更多的就业机会和信息交流。

11.1.3 环境经济效益合计

轨道交通为社会公益性项目，项目实施后，在获得经济效益的同时，也获得了良好的社会效益和环境效益，其各可量化的效益如下表所示。

表 11.1-1 本工程环境经济效益

项目		数量（万元/年）
A ₁	节约旅客在途时间效益	2518.1
A ₂	提高劳动生产率的效益	1187.5
A ₃	居民出行条件改善的效益	331.3
A ₄	公交客流减少的效益	405.0
A ₅	减少环境空气污染的经济效益	736.6
效益合计		5178.5

11.2 环境经济损失分析

11.2.1 生态环境破坏经济损失

生态环境破坏经济损失是指因工程占用土地对植被破坏、土地资源生产力下降等产生的环境经济损失。

（1）沿线地表植被破坏会造成区域植被覆盖率降低，植被释放氧气等功能丧失。工程建成后年释放氧气量减少损失按下式估算：

$$E_{\text{氧气}} = W_{\text{氧气}} \times P_{\text{氧气}} \quad (\text{式 } 11.2-1)$$

式中：

$E_{\text{氧气}}$ ：年释放氧气量减少损失，万元/年。

$W_{\text{氧气}}$ ：年释放氧气量，t/（ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ）。

$P_{\text{氧气}}$ ：氧气修正价格，元/t。

（2）生态资源的损失（采用市场价值法）

$$E_{\text{资源}} = P_w \times N_w + P_b \times N_b + P_g \times N_g + P_i \times N_i \quad (\text{式 } 11.2-2)$$

式中：

$E_{\text{资源}}$ ：生态资源的损失，万元/年。

P_w : 乔木在当地的平均市场价, 以 36.0 元/株计。

P_b : 灌木在当地的平均市场价, 以 19.0 元/株计。

P_g : 草坪在当地的平均市场价, 以 4.0 元/m² 计。

P_i : 耕地的年产值, 以 1500 元/亩。

N_w 、 N_b 分别为拟建项目种植的乔木和灌木的数量, N_g 为草坪面积。

N_i : 复耕面积。

(3) 占用土地生产力下降损失

$$E_{\text{土地}} = S_{\text{土地}} \times X_{\text{土地}} \quad (\text{式 11.2-3})$$

式中:

$E_{\text{土地}}$: 占用土地生产力下降损失, 万元/年。

$S_{\text{土地}}$: 占用土地面积, 亩。

$X_{\text{土地}}$: 占用土地净产值, 元/亩。

本工程不占用农用地、林地等, 因此, 工程对生态环境的破坏经济损失暂不计算。

11.2.2 噪声污染经济损失

本工程施工期间, 短期内会造成高声级环境污染影响, 采取适当防护措施后其危害很小。本工程运营期噪声污染主要表现为在地下区段对乘客、工作人员的影响。噪声污染经济损失主要为长期处于低声级环境中的乘客及少量工作人员, 计算公式为:

$$E_{\text{噪声}} = N_{\text{乘客}} \times L_{\text{运距}} \times K_{\text{噪声}} \times 365 \quad (\text{式 11.2-4})$$

式中:

$E_{\text{噪声}}$: 噪声污染经济损失, 万元/年。

$N_{\text{乘客}}$: 预测乘客量, 万人次/日。

$L_{\text{运距}}$: 平均运距, 公里。

$K_{\text{噪声}}$: 损失估价系数, 元/人·公里, 据国内外有关轨道交通噪声对乘客产生的影响造成的经济损失资料, 本次噪声污染经济损失估价系数为 0.012 元/人·公里, 工程初期噪声污染产生的环境经济损失为 2.6 万元。

11.2.3 水环境污染经济损失

废水排放主要来自车站的冲厕用水, 本工程仅涉及区间线路, 因此, 工程对水环境的破坏经济损失暂不计算。

11.2.4 环境经济损失

根据估算，本工程造成的部分主要环境影响因素的环境经济损失情况如下表所示。该项目造成的实际环境影响经济损失略高于此计算值。

表 11.2-1 本工程环境经济损失分析表

项目	数量（万元/年）
噪声污染环境经济损失	2.6
合计	2.6

11.2.5 环保工程投资

本工程共需增加环保投资约 1977 万元。

11.3 环境经济效益分析

本次主要通过工程环境效益、工程环境经济损失、工程环保投资，对工程环境影响的总体费用效益做出评价，计算公式如下：

$$B_{\text{总}} = A_{\text{总}} - E_{\text{总}} - D_{\text{总}} \quad (\text{式 } 11.3-1)$$

式中：

$B_{\text{总}}$ ：环境经济效益，万元/年；

$A_{\text{总}}$ ：环境经济效益，万元/年；

$E_{\text{总}}$ ：环境经济损失，万元/年；

$D_{\text{总}}$ ：环保投资，万元/年。

表 11.3-1 本项目实施后环境经济效益分析表

项目	数量（万元/年）
环境经济效益 A	5178.5
环境影响损失 E	2.6
环保投资 D	1977
环境经济效益 B	3198.9

11.4 评价小结

综上，本工程的建设对周边区域社会环境和经济发展具有较高的积极促进作用。工程实施虽会对周边生态环境产生短期破坏和污染，造成环境经济损失，但采取相关环保措施后，可将工程环境损失控制在最小范围内。

本工程的建设将带来巨大的社会效益和环境效益，可大大减少地面城市道路建设对天津市空气环境、声环境的污染影响，符合经济效益、社会效益、环境效益同步增长的原则。

12 环境影响评价结论

12.1 工程概况

项目名称：天津市地铁4号线北段工程（西站站（不含）-河北大街站（不含））；

建设性质：新建；

建设单位：中铁（天津）轨道交通投资建设有限公司；

设计单位：中铁上海设计院集团有限公司；

建设地点：天津市地铁4号线北段工程（西站站（不含）-河北大街站（不含））全长约1.7 km，采用全地下方式敷设。

本工程推荐采用B型车，初期、近期为6辆编组，远期为8辆编组，车辆最高运行速度为80 km/h。

12.2 振动环境影响评价结论

拟建工程采用地下敷设方式，沿线共9处振动环境保护目标。

12.2.1 现状评价

本工程沿线的振动主要由城市道路交通及社会生活引起。现状监测结果表明，沿线各监测点的环境振动 VL_{z10} 值昼间为57.0-64.0 dB，夜间为56.4-59.8 dB，均能满足《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）之相应标准限值要求。

总的来看，本工程沿线地段振动环境质量现状良好，随着敏感点距现有道路距离和道路路况、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。

12.2.2 预测评价

（1）环境振动预测结果评价与分析

左线：

在未采取相应环保措施时，工程运营初期，左线预测点室外振动预测值 VL_{zmax} 昼间为66.2-74.5 dB，夜间为64.7-73.0 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里4个敏感目标超标，预测值超标范围为1.0-4.5 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里4个敏感目标超标，预测值超标范围为0.9-6.0 dB。

工程运营近期，左线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 66.7-75.0 dB，夜间为 66.2-74.5 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.5-5.0 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.4-7.5 dB。

工程运营远期，左线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 66.7-75.0 dB，夜间为 66.2-74.5 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.5-5.0 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里 4 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.4-7.5 dB。

右线：

在未采取相应环保措施时，工程运营初期，右线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 66.9-74.4 dB，夜间为 65.4-72.9 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里、泉春里 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 1.7-4.4 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里、惠灵顿海上花苑 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 0.8-5.9 dB。

工程运营近期，右线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 67.4-74.9 dB，夜间为 66.9-74.4 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里、泉春里 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.2-4.9 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里、惠灵顿海上花苑 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.3-7.4 dB。

工程运营远期，右线预测点室外振动预测值 V_{Lzmax} 昼间为 67.4-74.9 dB，夜间为 66.9-74.4 dB。昼间先春园世春里、先春园世春里东区、天津市复兴中学、纪春里、泉春里 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.2-4.9 dB。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里、泉春里、惠灵顿海上花苑 5 个敏感目标超标，预测值超标范围为 2.3-7.4 dB。

（2）二次结构噪声预测结果与分析

左线：

在未采取相应环保措施时，工程运营初期，左线昼间室内二次结构噪声预测值范围为 28.3-42.3 dB(A)，夜间为 26.8-36.9 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里 2 个敏感目标超标，超标量为 0.4-4.3 dB(A)。夜间先春园世春里东区、纪春里 2 个敏感目标超标，超标量为 0.9-1.9 dB(A)。

工程运营近期，左线昼间室内二次结构噪声预测值范围为 28.8-42.8 dB(A)，夜间为 28.3-38.4 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里 2 个敏感目标超标，超标

量为0.9-4.8 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里3个敏感目标超标，超标量为0.5-3.4 dB(A)。

工程运营远期，左线昼间室内二次结构噪声预测值范围为28.8-42.8 dB(A)，夜间为28.3-38.4 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里2个敏感目标超标，超标量为0.9-4.8 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里3个敏感目标超标，超标量为0.5-3.4 dB(A)。

右线：

在未采取相关环保措施时，工程运营初期，右线昼间室内二次结构噪声预测值范围为28.1-45.7 dB(A)，夜间为26.6-37.8 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里2个敏感目标超标，超标量为1.3-7.7 dB(A)。夜间先春园世春里、纪春里2个敏感目标超标，超标量为0.8-2.8 dB(A)。

工程运营近期，右线昼间室内二次结构噪声预测值范围为28.6-46.2 dB(A)，夜间为28.1-39.3 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里2个敏感目标超标，超标量为1.8-8.2 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里3个敏感目标超标，超标量为0.4-4.3 dB(A)。

工程运营远期，右线昼间室内二次结构噪声预测值范围为28.6-46.2 dB(A)，夜间为28.1-39.3 dB(A)。昼间天津市复兴中学、纪春里2个敏感目标超标，超标量为1.8-8.2 dB(A)。夜间先春园世春里、先春园世春里东区、纪春里3个敏感目标超标，超标量为0.4-4.3 dB(A)。

12.2.3 振动污染防治措施

(1) 在本工程车辆选型中，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) 工程设计采用的60 kg/m钢轨无缝线路，对预防振动污染具有积极作用。

(3) 运营单位要加强轮轨的维护、保养，定期镟轮和打磨钢轨，以保证其良好的运行状态，减少附加振动。

(4) 全线使用特殊减振措施1260延米，投资约1638万元。使用中等减振措施1020延米，投资约204万元。

(5) 根据振动影响规划控制距离预测结果，并参照《地铁设计规范》(GB 50157-2013)相关规定，本项目提出规划控制要求如下：在适用振动评价标准“居民、文教区”的区域建I类建筑，振动影响规划控制距离为15 m，建II类建筑，振动影响规划控制距离为26 m，建III类建筑，振动影响规划控制距离为48 m；

在适用振动评价标准“混合区、商业中心区”、“工业集中区”、“交通干线道路两侧”的区域建Ⅱ类建筑，振动影响规划控制距离为8 m，建Ⅲ类建筑，振动影响规划控制距离为29 m。

12.3 地表水环境影响评价结论

本项目下穿南运河及其河道管理范围的护堤地、河道保护范围，且下穿引黄济津输水供水河道中南运河河道的保护范围，河道管理范围的护堤地、河道保护范围无车站及车站附属构筑物，下穿河流段线路均采用盾构法施工，施工及运营过程中不会对地面水环境造成直接影响。本工程不涉及《天津市引黄济津保水护水管理办法》（2010年修正）、《天津市河道管理条例》（2018年修订）中规定的禁止性活动，本工程符合《天津市引黄济津保水护水管理办法》、《天津市河道管理条例》中的相关规定。

12.4 生态环境影响评价结论

（1）本工程不涉及天津市生态保护红线及天津市生态用地保护红线。工程评价范围内涉及天津历史城区、海河历史文化街区、2处文物。本工程符合相关法律法规及历史文化名城管控及保护要求，不存在法律冲突。

（2）加强施工期及运营期的监测，发现异常应立即采取补救措施。施工过程中如发现文物、遗迹，应立即停止施工，采取保护措施并报告相关部门，由其组织采取合理措施对文物、遗迹进行挖掘，之后方可继续施工。

12.5 施工期环境影响评价结论

本工程施工期对环境的影响包括固体废物、振动、大气、水，施工期严格执行相关法规条例，并将本次评价所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，施工期的环境污染能够得到有效控制。

12.6 评价总结论

天津市地铁4号线北段工程（西站站（不含）-河北大街站（不含））符合国家产业政策要求，符合《天津市轨道交通线网规划（2012-2020年）》、《天津市城市快速轨道交通建设规划（2015-2020）及线网规划环境影响报告书》及其审查意见，符合天津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，对城市环境和地面交通的改善将起到一定作用。工程实施对周边环境将产

生一定程度的不利影响，在落实本报告书提出的各项对策和措施的前提下，其环境的负面影响可以得到有效减缓和控制。从环境保护角度分析，本工程建设是可行的。