

工程编号：XYB230931

京雄高速公路（北京段）工程五环立交 Z7 及 Z2 匝
道路基段工程涉及永定河河道管理范围
防洪评价报告

（报批稿）

建设单位：中铁京雄（北京）高速公路发展有限公司

编制单位：北京禹冰水利勘测规划设计有限公司

2023 年 11 月

防洪评价报告主要成果简表

项目名称	京雄高速公路（北京段）工程五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段工程			
所在水系	永定河			
位置描述	卢梁段永定河左堤桩号 K7+309~ K7+698 段河道左堤背水坡外侧			
建设项目基本情况	建设项目立项情况	已取得北京市规划和自然资源委员会《北京市规划和自然资源委员会关于京雄高速公路（北京段）工程方案设计的批复》京规自函[2019]233 号		
	建设项目防洪标准	100 年一遇		
	总体布置	京雄高速公路（北京段）工程五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段工程与现状五环路连接，沿现状五环路两侧拓宽。Z7 匝道路基段位于现有五环路与永定河左堤之间，在永定河和管理范围内实施长度约 390m（由南至北对应坐标为：X= 4406833.946，Y=39436690.309；X=4407216.911，Y=39436613.309），对应永定河卢梁段左堤桩号 K7+309~ K7+698，实施面积约 4100m²，匝道路基段宽度为 10.5m，与五环路相接后，加宽 0~12.2m。设计高程为 56.05m 至 57.74m，路基边缘距永定河左堤外堤脚垂直距离为 7.05m 至 28.3m。 Z2 匝道路基在永定河和管理范围内实施长度约 296m（由南至北对应坐标为：X= 4406895.705，Y=39436725.497；X=4407201.827，Y=39436644.884），对应永定河卢梁段左堤桩号 K7+325~ K7+652，实施面积约 4400m²。匝道路基段宽度为 10.5m，与五环路相接后，加宽 0~9.6m。设计高程为 56.70m 至 57.43m，路基边缘距永定河左堤外堤脚垂直距离为 45m 至 57m。		
河段主要指标	河道防洪标准	河道：100 年一遇；左堤：100 年一遇；右堤 100 年一遇		
	设计水位及相应流量	100 年一遇流量 2500m ³ /s 100 年一遇 规划水位：52.41m		
分析计算主要成果	工况序列	现状		
	阻水比	——	——	——
	壅水高度及范围	——	——	——
	冲淤情况	——	——	——
消除和减轻影响措施	本项目位于永定河左堤背水坡外侧河道管理范围内，完工后不占用永定河河道及堤防，对河道及堤防的运行管理基本无影响。 工程完工后，对现状左堤与五环路之间的排水沟按不低于现状排水沟过流能力的尺寸进行恢复并与上下游顺接。 项目施工期在施工影响范围内，左堤路道路路肩布设 1 个主测断面，主测断面 12 个普通沉降监测点，测点断面间距 30m。 项目施工时，不扰动左堤路及堤坡，并设专职安全员在施工全过程中进行防护。通过分析，项目施工期及完工后对永定河堤防影响较小。			

目 录

1 概述	1
1.1 建设项目背景.....	1
1.2 评价依据.....	3
1.3 防洪影响分析范围.....	5
1.4 报告编制过程.....	5
2 基本情况	7
2.1 建设项目基本情况.....	7
2.2 河道基本情况.....	15
2.3 施工组织方案.....	25
2.4 项目区水文气象.....	32
2.5 项目区地质概况.....	33
2.6 社会经济状况.....	34
2.7 现有水利工程及其它设施情况.....	34
2.8 水利规划及实施安排.....	36
3 河道演变	38
3.1 河道历史演变概况.....	38
3.2 河道演变趋势分析.....	40
4 防洪评价分析与计算	41
4.1 防洪标准.....	41
4.2 设计洪峰流量.....	41
4.3 壅水分析.....	45
4.4 冲刷与淤积分析.....	46
4.5 堤防稳定计算.....	46
4.6 河势影响分析.....	51
4.7 施工影响分析.....	52
4.8 对其他设施的影响分析.....	52
5 防洪综合评价	53
5.1 建设项目与有关规划符合性评价.....	53

5.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价.....	54
5.3 建设项目对河道行洪的影响评价.....	54
5.4 建设项目对河势稳定的影响评价.....	54
5.5 建设项目对堤防安全及岸坡稳定和其他水利工程影响评价.....	55
5.6 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价.....	55
5.7 建设项目施工期影响评价.....	55
5.8 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价.....	56
6 消除和减轻影响措施	57
6.1 施工监测方案.....	57
6.2 其他措施.....	59
7 结论与建议	60
7.1 防洪综合评价主要结论.....	60
7.2 消除和减轻影响措施的结论.....	61
7.3 建议.....	62

1 概述

1.1 建设项目背景

1.1.1 项目必要性

2017年4月1日，中共中央、国务院决定设立国家级新区—雄安新区，规划范围涵盖河北省雄县、容城、安新等3个县城及周边部分区域。雄安新区是继深圳经济特区和上海浦东新区之后又一具有全国意义的新区，是千年大计、国家大事。

《雄安新区规划纲要》提出，为完善雄安新区与外部联系，需构建“四纵三横”区域高速公路网。其中，京雄高速为四纵之一，是实现雄安新区与北京快速联系、承载雄安—北京未来交通的骨干交通工程。该工程的兴建将助力雄安新区建设，有效促进北京非首都功能的疏解，推动京津冀的协同发展。

京雄高速公路起点为北京市五环，终点接荣乌高速公路，全长约97km，其中北京段27km，河北段70km。京雄高速公路（北京段）工程北起北京市西南五环路，于大兴区高家堡村附近向西依次跨越永定河、永定河滞洪水库的稻田水库后，向南转向，进入小清河分洪区，在小清河以东与京石客运专线并行向南到京冀界，与京雄高速公路（河北段）相接。京雄高速公路工程北京段位置见图1.1-1。

1.1.2 项目概况

项目名称：京雄高速（北京段）工程。

地理位置：京雄高速公路（北京段）设计起点为北京西五环路，京良路立交北约1.6km处，线位于高家堡村附近向西依次跨越永定河、永定河滞洪水库的稻田水库后进入小清河分洪区，在小清河分洪区跨京深路后，线位转向南，沿京石客运专线东侧布置，经长阳、良乡组团，在刺猬河附近过京深路后，与京石客运专线脱离转向南，经西场村西侧、大陶村东侧、辛立庄村西侧过规划琉陶路后，至终点市界与河北省段线位衔接。京雄高速公路（北京段）线路布置见图1.1-2。

建设单位：中铁京雄（北京）高速公路发展有限公司。

建设内容与规模：京雄高速公路（北京段）路线先后跨越永定河、永定河滞洪水库稻田水库、小清河分洪区，为了减小工程对防洪工程的影响，确保北京市防洪安全，全线除六环路以北长阳综合管理中心和市界停车区为路基外，其它部分全部采用高架桥的形式，桥隧比约为 90%。

全线共设置 5 处立交，分别是五环路立交、长阳立交、良乡立交、六环路立交、京深路立交，另预留 1 处立交设置条件，立交平均间距约 5km。

路线起点为五环路，设置五环路立交，以桥梁形式向西跨越永定河、G107 国道、地铁房山线，经稻田立交后，路线向南偏转，沿京石客专西侧布线，位于小清河分洪区内，并依次跨越京良路、水四路，线位在六环路北侧设置长阳综合管理中心，之后以桥梁形式跨越六环路、G107 国道，跨越京深路立交后，路线逐渐与京石客专分离，向正南方向偏转，在辛立庄村附近设置市界停车区，最后与京雄高速河北段线位进行对接。

1.1.3 项目前期进展情况

2019 年 1 月，项目取得北京市规自委《关于京雄高速公路（北京段）工程方案设计的批复》；

2019 年 11 月，项目取得北京市发改委《关于京雄高速公路（北京段）工程建设项目前期工作函》；

2020 年 3 月，京雄高速北京段工程列入北京市 2020 年重点工程计划；

2020 年 8 月，取得北京市规自委《关于京雄高速公路（北京段）工程跨永定河大桥桥梁方案设计的批复》；

2020 年 8 月，项目洪水影响评价报告通过北京市水务局审查；2020 年 9 月通过水利部海河水利委员会审查，2021 年 1 月取得批复；

2022 年 2 月，取得北京市大兴区水务局行政许可事项决定书（兴水行许字第 127 号）。

1.1.4 本次项目编制背景情况

京雄高速公路与永定河灌渠、永定河、稻田水库及小清河相交，路线经过小清河分洪区。其中跨永定河、稻田水库、小清河及小清河分洪区桥梁已经报海河水利

委员会审批，并取得了批复，批复文号为：海许可决[2021]1 号。五环立交跨永定河灌渠段桥梁及入河雨水口工程已经报送北京市大兴区水务局审批，并取得了批复。

本项目属于京雄高速公路（北京段）工程五环立交节点工程。该节点工程设计方案前期未详细设计。本次评价的方案为五环立交实施方案。主要包含 Z7 和 Z2 路基段两条匝道位于永定河左堤路背水坡外侧，位于河道管理范围内。

1.2 评价依据

1.2.1 法律、法规及有关规定

- (1) 《中华人民共和国水法》（中华人民共和国主席令第七十四号）；
- (2) 《中华人民共和国防洪法》（中华人民共和国主席令第八十八号）（以下简称《防洪法》）；
- (3) 《中华人民共和国河道管理条例》（国务院令 第 3 号）（以下简称《河道管理条例》）；
- (4) 《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》（水政[1992]7 号）；
- (5) 《北京市河湖保护管理条例》（北京市第十三届人民代表大会常务委员会公告第 23 号）。

1.2.2 技术标准、规范及相关规划文件

- (1) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (2) 《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》（SL/T808-2021）；
- (3) 《河道整治设计规范》（GB50707-2011）；
- (4) 《堤防工程设计规范》（GB 50286-2013）；
- (5) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL44-2017）；
- (6) 《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》（海建管〔2013〕33 号，水利部海委）；
- (7) 《北京市市属河道管理和保护范围内建设项目管理规定》。

1.2.3 其他有关依据

- (1) 《海河流域综合规划（2012-2030 年）》（2012 年 4 月）；
- (2) 《海河流域防洪规划》（2008 年 2 月）；
- (3) 《永定河系防洪规划》（2008 年 2 月）；

- (4)《北京市防洪排涝规划》(2016 年)
- (5)《关于永定河洪水调度方案的批复》(国汛〔2004〕7 号);
- (6)《国务院关于永定河防御洪水方案的批复》(国函〔2003〕91 号);
- (7)《海河流域水文设计成果修订报告》(2018 年);
- (8)《京雄高速公路(北京段)工程五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段涉及永定河河道管理范围洪评专项设计》(2023 年 9 月);
- (9)京雄高速公路(北京段)工程挡墙工程(五环立交)详勘阶段岩土工程勘察报告(北京市勘察设计院有限公司);
- (10)京雄高速公路(北京段)工程五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段施工组织方案》(2023 年 9 月);

1.2.4 技术路线及工作内容

1.2.4.1 技术路线

首先收集项目区所在流域概况及周边水文与防洪规划资料,分析项目区流域的洪水特性。

复核项目的防洪标准;分析河道洪水、水位及流速;计算涉河处洪水位;计算分析本工程建设后以及施工开挖时对河道左堤的影响。根据计算结果论证建设项目对河势的变化、堤防安全及防护、施工期河道防洪、行洪等方面的影响;针对设计方案,评价建设项目与规划的关系及影响;根据方案布置及施工组织设计,分析施工期和运行期是否影响第三人合法水事权益;根据计算与分析结果提出防治与补救措施、综合评价意见及结论与建议。

1.2.4.2 工作内容

本次防洪评价按照中华人民共和国水利部公告 2021 第 8 号下发的《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》(SLL/T808-2021)进行编制。防洪评价工作主要包括以下内容:

(1) 基本资料的收集与整理

建设项目有关设计文件、图纸、水文、地质以及本区域防洪规划等基本资料的收集整理。

(2) 河道演变分析

根据建设项目所在河段的历史演变过程与特点，分析近期河床的冲淤特性与河势变化情况，明确河床演变的主要特点、规律和原因、对河道的演变趋势进行预估。

（3）防洪评价的计算与分析

按所采用的技术路线，依据涉河处设计洪水、水位，分析项目建设对防洪的影响；分析项目建设对河势的变化、堤防安全及防护、施工期河道防洪、行洪等方面的影响；针对涉河方案，评价建设项目与规划的关系及影响；根据项目的布置及施工组织设计，分析施工期和运行期是否影响第三人合法水事权益。

（4）防洪综合评价

主要包括项目建设与现有水利规划的关系与影响分析；项目建设是否符合防洪标准、有关技术要求和管理要求的适应性分析；项目建设对行洪安全的影响分析；项目建设对河势稳定的影响分析；项目建设对现有防洪工程、河道整治工程及其它水利工程与设施影响分析；项目建设对防汛抢险的影响分析；建设项目防御洪涝的设防标准与措施是否适当，以及对第三人合法水事权益的影响分析。

（5）编制防洪评价报告，提出报告结论与建议

依据《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》所要求的内容及深度，根据防洪评价计算结果，客观公正地进行防洪影响分析与综合评价分析，提出防治与补救措施、评价结论及建议，编制防洪评价报告。

1.3 防洪影响分析范围

本次防洪评价报告涉及永定河（卢沟桥~梁各庄段）左堤外河道管理范围内，位于永定河卢梁段左堤桩号 K7+309~ K7+698 处河道左堤背水坡外侧。根据《永定河系防洪规划》，卢梁段规划左堤超高 2.5m。项目区处永定河左堤现状堤顶高程 56.10~56.72m，与 100 年一遇规划水位 52.41m 相比，超高 3.69m，已经达到规划要求。本次分析范围为项目区处上下游 100m 永定河左堤及左岸河道管理范围，共计 600m，影响分析目标为该范围内永定河左堤及相关水利设施等。

1.4 报告编制过程

2023 年 9 月，建设单位委托北京禹冰水利勘测规划设计有限公司承担《京雄高速公路（北京段）工程五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段涉及永定河河道管理范围防洪评价报告》的编制工作。接受委托后，我司立即选派专家和技术人员到现场进行了

实地查勘，收集了项目区自然概况、社会经济情况、主体设计情况等方面的资料，并就有关技术问题，与项目建设单位、设计单位进行了咨询沟通。

在上述工作的基础上，于 2023 年 10 月编制完成了《京雄高速公路（北京段）工程五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段工程涉及永定河河道管理范围防洪评价报告》（送审稿）。

2023 年 10 月 26 日，水利部海河水利委员会组织专家召开了《京雄高速公路（北京段）工程五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段工程涉及永定河河道管理范围防洪评价报告（送审稿）》专家审查会。根据会上专家提出的意见，编制单位进行了修改，于 2023 年 11 月完成了《京雄高速公路（北京段）工程五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段工程涉及永定河河道管理范围防洪评价报告（报批稿）》。

本报告除特别说明外，均为国家大地 2000 坐标系，国家 85 高程系统。

2 基本情况

2.1 建设项目基本情况

2.1.1 建设项目位置、规模

(1) 建设项目位置

京雄高速公路（北京段）设计起点为北京西五环路，京良路立交北约 1.6km 处，线位于高家堡村附近向西依次跨越永定河、永定河滞洪水库的稻田水库后进入小清河分洪区，在小清河分洪区跨京深路后，线位转向南，沿京石客运专线东侧布置，经长阳、良乡组团，在刺猬河附近过京深路后，与京石客运专线脱离转向南，经西场村西侧、大陶村东侧、辛立庄村西侧过规划琉陶路后，至终点市界与河北省段线位衔接。京雄高速公路（北京段）线路布置见图 2.1-1。

(2) 建设项目规模

京雄高速公路（北京段）路线先后跨越永定河、永定河滞洪水库稻田水库、小清河分洪区，为了减小工程对防洪工程的影响，确保北京市防洪安全，全线除六环路以北长阳综合管理中心和市界停车区为路基外，其它部分全部采用高架桥的形式，桥隧比约为 90%。

全线共设置 5 处立交，分别是五环路立交、长阳立交、良乡立交、六环路立交、京深路立交，另预留 1 处立交设置条件，立交平均间距约 5km。

路线起点为五环路，设置五环路立交，以桥梁形式向西跨越永定河、G107 国道、地铁房山线，经稻田立交后，路线向南偏转，沿京石客专西侧布线，位于小清河分洪区内，并依次跨越京良路、水四路，线位在六环路北侧设置长阳综合管理中心，之后以桥梁形式跨越六环路、G107 国道，跨越京深路立交后，路线逐渐与京石客专分离，向正南方向偏转，在辛立庄村附近设置市界停车区，最后与京雄高速河北段线位进行对接。

工程设计起点与五环路相交，桩号为 K0+000，终点为北京与河北市界，桩号为 K27+051，与河北段设计起点接顺。全线总长 27.051km，按照线路走向，可分为三段：跨河转向段本项目为起点跨河转向段、高铁并线段/小清河远离段。本项目为起点跨河转向段。

本段路线起点为五环路，设置五环路立交，以桥梁形式向西跨越永定河、G107 国道、地铁房山线，设置长阳立交，而后路线向南偏转，沿京石客专西侧布线。

2.1.2 线路选择

2.1.2.1 起点路线方案论证

京雄高速功能定位为直接快捷的联系北京与雄安新区，北京中心城区位于永定河东侧，雄安新区位于永定河西南方向，线路呈东北至西南走向，北京市西南方向高速路网比较稀疏，京港澳高速和京开高速之间存在一条约 20 公里宽的走廊带，其中没有高速布局，而雄安新区也正好位于此走廊带内，因此本工程的走廊带选在京开高速和京港澳高速居中的位置，该走廊带必须跨过永定河。设计方案阶段，在起点跨越永定河段局部线位比选了三个线位方案，综合考虑对永定河河道管理范围的影响、永定河管理相关要求，以及工程实施难度等因素，确定了推荐线位为唯一选择。

根据对区域环境的影响以及立交的设置条件，A1 线实施难度极大，而 A3 线对区域环境的影响比 A2 线小，且征拆少，经综合比选，推荐 A3 线。

表 2.1-2 跨河转向段平面示意图

线位	跨越永定河	穿越稻田组团的影响	与南水北调线关系	与铁路编组站关系
A1	五环路立交匝道布设于河道内，对河道影响大	在中心穿越，走廊带空间狭窄，距离两侧居住区近	与南水北调线并行	远期若主线跨越编组站，此处为编组站咽喉段，实施难度大
A2	仅主线跨越，立交布设于河道外，对河道影响小	在组团外围，距离北侧居住区较近（间距 140m）	无影响	市内接线跨铁路立交段，可分跨跨越，实施难度较小
A3		远离组团，对居住区无影响，避让了莱恩堡酒庄		

2.1.2.2 五环立交建设条件

(1) 现状建设条件

五环立交是京雄高速与北京城区市政路网衔接的关键节点，根据京雄高速的交通组成，立交首先应实现京雄高速与市内专用快速路的“高快衔接”，保障雄安新区与北京城区间“直连、快捷”的功能要求，其次应实现京雄高速与丰台河东片区

路网的有效联系，提升跨永定河交通走廊的通行能力，达到疏解区域交通压力的目的。立交等级为枢纽型部分互通立交。

五环立交节点位于大兴区高家堡村，西南五环路与永定河左堤路之间，五环路立交设置主要考虑规划京雄商高铁、现况京山铁路及其铁路立交、现况五环路、现况京良路立交、高家堡立交、永定河、永定河灌渠、高家堡村、高压走廊、丰台区生活垃圾循环经济园残渣填埋场、南水北调关管线、燃气管线等因素。

该段五环路呈“西北-东南”走向，现况为双向 6 车道断面，速度 100 公里/小时。五环路西侧紧邻永定河，与永定河左堤路间距 30~350 米。京雄主线呈东西走向，横穿高家堡村，上跨永定河，线位与南侧京良路间距 1600 米，与北侧地铁房山线间距 1050 米。永定河灌渠及高压走廊位于永定河东侧，呈南北走向与永定河并行。在立交范围内，永定河灌渠以箱涵形式下穿五环路，高压走廊上跨五环路，架空线垂高约 20m。立交东北象限为铁路立交及丰台区生活垃圾循环经济园残渣填埋场。铁路立交向南延伸为京山铁路，铁路呈南北走向，与五环路间距 500 米。规划京雄商高铁位于京山铁路南侧，为高架桥形式，与铁路间距约 200 米。该段五环路现况设置有两处立交，其中京良路立交为双 Y 型立交，位于拟建立交南侧，间距 1600 米；高家堡立交为半菱形立交，位于拟建立交范围内。现状五环路东侧地下有南水北调管线，平行于五环路布置。现状五环路东侧地下有 1 条高压燃气管线（ $\Phi 700$ ），平行于五环路布置，埋深约 2.5m。

（2）重要关键性建设条件专项研究

针对京雄高速（北京段）工程五环立交跨越南水北调南干渠，设计时进行了专项研究，报批获得了北京市水务局《关于京雄高速（北京段）工程跨越南水北调工程的批复》京水管（2022）55 号、北京市南水北调环线管理处关于京雄高速（北京段）工程跨越南水北调工程相关事宜的复函》京环线管函（2022）5 号。

针对京雄高速（北京段）工程五环立交穿跨越燃气管道，设计时进行了专项研究，通过了燃气保护专项设计和施工方案专家评审，获得了北京燃气集团有限责任公司《关于京雄高速公路（北京段）工程与天然气管线相交征求意见的复函》。

针对京雄高速（北京段）工程五环立交跨越永定河灌渠，设计时进行了专项研究，报批获得了北京市大兴水务局《行政许可事项决定书》兴水行许字（2022）127 号。

针对京雄高速（北京段）工程五环立交下穿规划京雄商高铁，设计时进行了专项研究，与中国铁设进行方案沟通，获得了中国铁设《关于京雄高速（北京段）与京雄商高铁等铁路交叉处铁路规划情况的说明》中国铁设线站函（2020）436号。

2.1.3 五环立交设计方案

五环立交根据现况建设条件、河道条件及市内接线条件，本着少拆迁、少占地的方针，经过多方案比选，最终设计方案采用单喇叭+远期市内接线闭合式立交，本方案不仅考虑与五环路双方向联系，并向北主要快速连通报庄路，向东次要接通规划京垡路。立交主要连接方向包括程庄路、五环路，次要连接京垡路及现况地方道路。程庄路方向采用主线连接标准。其他主要连接方向采用直接式、半直接式或环形匝道连接；次要方向连接地方路通过主要匝道分合流形式连接。

立交形式与五环路连接为单喇叭形立交，程庄路和京雄高速按主线标准直接连通，京垡路通过直接式和环形匝道与程庄路主线连接后至京雄高速。

工程共设置 9 条匝道，解决京雄高速与五环路、程庄路、京垡路及现况地方道路的联系。其中 4 条与现况五环路连通，1 条与程庄路连通，2 条与京垡路连通，2 条与地方路连通。匝道总长度 7763m。其中与五环路、程庄路连接匝道匝道最小圆曲线半径为 80m；与京垡路、地方路连接匝道匝道最小圆曲线半径为 60m。

2.1.4 Z7 和 Z2 匝道设计方案

2.1.4.1 道路平面设计

Z7 匝道为北向西右转匝道，设计速度为 60km/h，定线长度为 829.826m，共设置两处圆曲线，圆曲线半径分别为 160m 和 500m，均设置超高。Z7 匝道设置路基段和桥梁段，路桥分界桩号为 Z7K0+328.588，五环路端头以南至桩号 Z7K0+328.588 段为 Z7 匝道路基段，五环路端头以北设置 Z7 匝道双车道减速车道长度 193.22m，辅助车道长度 106m，渐变段 90m，均为五环路基加宽段。

Z2 匝道为西向北左转匝道，设计速度为 60km/h，定线长度为 1548.462m，共设置三处圆曲线，圆曲线半径分别为 170m、250 和 2000m，均设置超高。Z2 匝道设置路基段和桥梁段，路桥分界桩号为 Z2K1+204.842，Z2K1+204.842 以北至五环路端头段为 Z2 匝道路基段，五环路端头以北设置 Z2 匝道单车道加速车道长度 216.713m，渐变段 80m，均为五环路基加宽段。

2.1.4.2 道路纵断设计

Z7 匝道段纵断面设计，共设置 2 处变坡点，最大纵坡为 3.2%，坡长为 322.58m，竖曲线半径最小为 2000 米，设计高程为 56.19~66.21m，Z7 匝道五环路基加宽段设计高程范围为 56.05-57.74m。

Z2 匝道段纵断面设计，共设置 6 处变坡点，最大纵坡为 2.5%，最小坡长为 151.394m，最小竖曲线半径为 2000 米，设计高程为 56.16~65.87m。Z2 匝道五环路基加宽段设计高程范围为 56.70-57.43m。

2.1.4.3 道路横断面设计

Z7 匝道段横断面采用单向双车道匝道（无连续停车带），路基宽度 10.5m，横断面布设为：0.75m（土路肩）+1m（左侧硬路肩）+3.5m*2（行车道）+1m（右侧硬路肩）+0.75m（土路肩）=10.5m。五环路基加宽段：双车道变速车道渐变段加宽 0-4m，变速车道辅助车道段加宽 4-7.2m，变速车道减速车道段加宽 7.2-12.2m。

Z2 匝道段横断面采用单向双车道匝道（无连续停车带），路基宽度 10.5m，横断面布设为：0.75m（土路肩）+1m（左侧硬路肩）+3.5m*2（行车道）+1m（右侧硬路肩）+0.75m（土路肩）=10.5m。五环路基加宽段：单车道变速车道渐变段加宽 0-4m，单车道变速车道加速车道段加宽 4-9.6m。

2.1.4.4 路基设计

（1）Z2 匝道段路基设计

①匝道段路基设计

五环立交 Z2 匝道路基段为填方路基，路基填筑时，优先选用级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料。填方路基边坡高度小于 8m，设一级边坡，坡脚护坡道宽度 1.5m，填方边坡坡率为 1:1.5。路基坡面采用水泥混凝土六棱花饰网格护坡，网格内植草绿化，坡底设置 C20 混凝土护脚。

②五环加宽段路基设计

五环立交 Z2 匝道需要对既有五环路进行拼宽改造以便增设匝道及其变速车道，为减少新旧路基的沉降差，减缓车辆对路基振动造成的路基结构变形，保证车辆行驶的安全舒适，在旧路基台阶处设置格栅，进行加筋处理，格栅宽度为 4m，台阶处铺设宽度为 2m，以减少新旧路基的不均匀沉降。路基拼宽最小宽度不应小于 2.5 米，宽度不足处需超宽填筑以保证路基有效拼接及压实质量。

③五环加宽段挡土墙设计

为避免Z2 匝道五环路基加宽段超出红线范围，于 Z2K1+349.114~变速车道右侧设置 1 段重力式路堤挡墙，挡墙长度 130m，平均高度 3.5m。

挡土墙采用 C20 混凝土浇筑。混凝土挡墙的石料应坚硬不易风化，极限抗压强度不小于 30MPa。墙身沿线路方向每隔 10-20m 设置一道沉降缝，缝宽 2~3cm，从墙顶做到墙底，缝内沿墙的内、外、顶三边填塞沥青麻筋或涂沥青木板，填塞深度不小于 20cm。圬工挡墙设置泄水孔间距 2~3 米,上下左右交错设置,孔内预埋 Φ 10cm PVC 泄水管,泄水管设置 5%坡度，出水口必须低于进水口，孔眼进口设置直径为 2.5cm~7cm 粒料的堆石，最下层泄水孔应高出地面 30cm。墙背采用透水性碎石土回填并分层夯实。地基承载力须满足相应挡土墙基底压应力的要求，不满足地基承载力要求的地基土采取碎石换填的方法处理。

Z2 匝道有 296m（对应永定河卢梁段左堤桩号 K7+325~ K7+652）位于永定河河道管理范围内，均为五环加宽段，该段道路结构边缘距离永定河左堤外堤脚垂直距离为 45~57m。

（2）Z7 匝道段路基设计

①匝道段路基设计

五环立交 Z7 匝道路路基段为填方路基，路基填筑时，优先选用级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料。填方路基边坡高度小于 8m，设一级边坡,坡脚护坡道宽度 1.5m，填方边坡坡率为 1:1.5。路基坡面采用水泥混凝土六棱花饰网格护坡，网格内植草绿化，坡底设置 C20 混凝土护脚。

②五环加宽段路基设计

Z7 匝道五环路基加宽段为保留现况五环排水沟，避免路基填方边坡坡脚占压现况五环排水沟，于 Z7 匝道变速车道五环路基加宽段采用气泡轻质混凝土填筑路基，气泡轻质土是一种在水泥基浆料中加入泡沫后凝固而成的轻质类新型混凝土，其原材料主要由水泥、掺合料、水和泡沫组成。气泡轻质土具有轻质性、重度和强度可调节性、自流性、直立性、易开挖及施工便捷性等特性。Z7 匝道五环路基加宽段气泡轻质土浇注后可固化自立，对挡土结构物无推挤作用，可垂直填筑。气泡轻质土填筑路基原则为填筑外立面板基础开挖线不侵占现况五环排水沟内侧结构范围。

Z7 匝道五环路路基加宽段采用气泡轻质土填筑路基段总长为 405m。桩号 K0+000-K0+079 为 Z7 匝道变速车道渐变段、桩号 K0+079-K0+185 为 Z7 匝道变速车道辅助车道段、桩号 K0+185-K0+405 为 Z7 匝道变速车道减速车道段。由于五环加宽宽度不同，为减少五环边坡开挖，设置填筑台阶段和填筑直立段，其中桩号 K0+000-K0+250 为气泡轻质土填筑路基台阶段、桩号 K0+250-K0+405 为气泡轻质土填筑路基直立段。气泡轻质土基础挖深约为 0.4~0.5m。该段有 390m（对应永定河卢梁段左堤桩号 K7+309~ K7+698）位于永定河河道管理范围内，且位于河道管理范围内的路基结构边线均位于现状五环用地范围内。该段道路结构边缘距离永定河左堤外堤脚垂直距离为 7.05~28.3m。

Z7 匝道五环路路基加宽段气泡轻质土填筑路基台阶段，长度 250m，此段现况五环加宽 0-7.2m，为减少五环边坡开挖，气泡轻质土分为二层台阶直立填筑至五环边坡坡脚处。该段气泡轻质土填筑边线距离左堤路堤脚最近距离为 7.05m，施工开挖线距离左堤路堤脚最近距离为 6.05m（位于永定河卢梁段左堤路桩号 K7+408 处），位于现状五环路用地范围内，施工时会占用现状五环路排水边沟。完工后，现状五环路排水边沟按原五环路排水设计恢复。

Z7 匝道五环路路基加宽段气泡轻质土填筑路基直立段，长度 155m，此段现况五环加宽 7.2-12.2m，气泡轻质土直立填筑至五环边坡坡脚处。该段气泡轻质土填筑边线距离左堤路堤脚最近距离为 10.44m，气泡土基底施工开挖线距离左堤路堤脚最近距离为 9.44m，新建排水沟西侧开挖边线距离左堤路堤脚最近距离为 5.44m（位于永定河卢梁段左堤路桩号 K7+488 处），位于现状五环路用地范围内，施工时会占用现状五环路排水边沟。

气泡轻质混凝土应采用 42.5 级及以上的通用硅酸盐水泥或硫铝酸盐水泥，发泡剂发泡倍数应大于 60 倍，气泡直径小于 2mm，泡沫应稳定均匀，稳泡时间大于 30min，沉降距不大于 3mm，泌水不大于 20ml，添加材料宜包括细集料、掺合料、外加剂等，其粒径不宜大于 4.75mm。

气泡轻质混凝土强度等级、湿容重等级为：路槽底以下 120cm 范围内强度等级不小于 CF1.0，湿容重等级不小于 W7；其余区域强度等级不小于 CF0.6 湿容重等级不小于 W6。

气泡轻质混凝土配合比应进行湿容重、流动度、抗压强度试验，并应满足设计要求，路床部位的泡沫轻质土配合比宜采用掺砂配合比，流值宜为 150~170mm，且砂与水泥的质量比宜控制在 0.5~2.0，其余部位流值宜为 170~190mm。

气泡轻质混凝土填筑体按 10m~15m 间距设置沉降缝，缝宽 20mm，采用聚苯乙烯板或夹板填充。

2.1.4.5 排水工程

根据设计方案，本项目路面排水设计标准为 5 年一遇。

(1) 排水现状

根据现场调查，现况五环（狼高路以北）两侧设有排水明渠，均为方砖护砌形式，流向由北向南。

(2) 本次排水设计

①边沟设计

因 Z2 路基段加宽，对原有五环路边沟进行改移，该段位于永定河河道管理范围改移长度为 148m。下游与五环既有边沟通过圆管涵进行顺接，最终通过新建入河口排入永定河灌渠。

Z7 路基段垂直填筑气泡轻质土，填筑后不占据原有五环排水沟空间，故局部保留 Z7 匝道西侧现况排水沟，并与 Z7 匝道南侧新建梯形沟（进行顺接（该段新建排水边沟位于永定河河道管理范围长度为 85m），下游通过新建入河口排入永定河灌渠。

因 Z7 匝道五环拓宽段垂直填筑气泡轻质土，故该段不设置急流槽，路面径流沿路缘石向南通过匝道路基段流水踏步及急流槽排入匝道西侧边沟（该段流水踏步及急流槽均位于永定河河道管理范围外）。

(3) 新建边沟过流能力复核

本次对新建排水沟和原有排水沟过流能力进行复核，经过复核，本次新建排水边沟过流能力均不小于原有边沟过流能力。具体情况见下表。

表 2.1-3 边沟过流能力复核表

匝道	工况	底宽（m）	深（m）	坡比	纵坡	糙率	过流能力（m³/s）
Z2	原有边沟	0.5	1	1.5	0.0015	0.017	1.69
	新建边沟	1.5	1	0	0.0015	0.013	1.9
Z7	原有边沟	0.5	1	1.5	0.001	0.017	1.38

	新建边沟	1	1	1.5	0.001	0.02	1.64
--	------	---	---	-----	-------	------	------

2.1.5Z7 及 Z2 匝道路基段涉及永定河河道管理范围情况

五环立交节点位于大兴区高家堡村附近，立交范围内主要为村庄用地及公园绿地；主线上跨五环路，五环路西侧为永定河大堤及永定河，限制立交桥梁布跨；东侧有京山铁路线，北侧有地铁房山线均控制立交设置高程；南侧为五环路现况京良路立交距离较近，间距在 1km 左右，限制立交匝道出入口设置位置，匝道出入口需满足最小间距要求。

2020 年 1 月 21 日，北京市政府批复了《永定河市管段管理保护范围调整划定方案》。该成果划定了永定河三家店拦河闸以上 2km 到市界段河道（含大宁水库、滞洪水库）管理保护范围。河道管理范围线自上开口外延 55~75m 划定；村庄及城市合法建设段外延 30~50m 划定；部分河段扩展至上开口线外 106~320m。

本项目 Z7 和 Z2 匝道路基段和现状五环路连接，沿现状五环路两侧拓宽。Z7 匝道路基在永定河和管理范围内实施长度约 390m，实施面积约 4100m²，对应永定河左堤桩号 K7+309~K7+698；Z2 匝道路基在永定河和管理范围内实施长度约 296m，实施面积约 4400m²，对应永定河左堤桩号 K7+325~K7+652。

2.2 河道基本情况

2.2.1 河流水系

评价项目所涉及的永定河属于海河流域永定河水系。永定河流域位于海河流域西北部，东经 112°~117°45"，北纬 39°~41°20"之间，发源于内蒙古高原的南缘和山西高原的北部，东临潮白、北运河系，西邻黄河流域，南为大清河水系，北为内陆河。永定河沿途流经内蒙、山西、河北、北京、天津，流域总面积 47016km²。永定河水系示意图见图 2.2-1。

永定河上游有桑干河、洋河两大支流，两河在河北省怀来县朱官屯汇合后称永定河，注入官厅水库，在库区纳妫水河，经官厅山峡，于三家店进入平原。三家店以下中下游河道分为四段：三家店至卢沟桥段、卢沟桥至梁各庄段、永定河泛区和永定新河。

永定河官厅水库至三家店之间的河段为官厅山峡段，河道总长 108.5km。河势蜿蜒曲折，河道两岸峭壁陡峭，高山连亘，水流随山弯曲，坡陡流急。地面平均坡降为 3‰。主河槽宽窄不一，平均河宽 80~750m。

三家店至卢沟桥段河长约 17km，该段河道较为顺直，河槽宽度 300~500m，河床为砂卵石，地形变化较大，河道纵坡约为 1/300。

卢沟桥至梁各庄段河道长约 60.8km，两岸均有堤防，卢梁段河槽宽度变化较大，卢沟桥处河宽 220m，老庄子处堤距 1400m，到北天堂堤距最大 3550m，在立垒附近两堤距又缩窄为 1750m，下行到鹅房堤距又增到 2600m，而金门闸又缩窄至 490m，罔家铺为 485m，以下至崔指挥营口门堤距在 500m~1300m 之间变化。卢沟桥~金门闸段河床地形变化较大，有许多不规则的沙坑。该段河道纵坡为 1‰~0.38‰，河道为地上悬河，河床底较堤外地面高出 5~7m。河床及堤防多为沙质，中涨游荡，堤内细土滩地，随溜势变化，滩地多有冲淤，极不稳定，河道弯曲，主流左右迂回，两岸险工较多。1958 年通过做模型试验制定了治导线，在治导工程的控制下，治导线宽度 800~400m 不等。卢梁段示意图见图 2.2-2。

永定河泛区自梁各庄至屈家店枢纽河道全长约 67km，是永定河中下游缓洪沉沙的场所，左右大堤堤距一般为 6~7km，最宽处达 15km，总面积约 500km²。

永定河洪水经泛区调蓄后，少部分注入北运河经海河入海，大部分由永定新河入海。永定新河开挖于 1971 年，全长约 62km。大张庄以上为三堤两河，其中永定新河宽 300m，新引河宽 200m；大张庄以下河宽 500~600m。

2.2.2 防洪工程情况

永定河上游有桑干河、洋河两大支流，桑干河、洋河在怀来县朱官屯汇合后称永定河，注入官厅水库。永定河经官厅山峡，于三家店进入平原。三家店以下中下游河道分为四段：三家店至卢沟桥段、卢沟桥至梁各庄段、永定河泛区和永定新河。本项目所跨河段为永定河系中游的卢沟桥至梁各庄段。

永定河系中游的主要防洪工程有官厅水库、三家店至卢沟桥和卢沟桥以下河道两岸堤防、卢沟桥分洪枢纽与大宁水库、永定河滞洪水库（稻田水库与马厂水库）以及小清河分洪区等。

（1）官厅水库

官厅水库位于永定河干流官厅山峡入口处，控制流域面积 4.34 万 km^2 ，占永定河流域面积的 92%，是永定河防洪体系的重要组成部分。1954 年水库建成投入运行，后经三次改扩建，现状总库容为 41.6 亿 m^3 ，1000 年一遇洪水（洪峰流量 11460 m^3/s ）设计，可能最大洪水（洪峰流量 18000 m^3/s ）校核。

（2）卢沟桥枢纽

卢沟桥枢纽兴建于 1986 年，由永定河拦河闸、小清河分洪闸组成，是永定河分泄洪水的控制性枢纽。永定河拦河闸设计最大泄量 6700 m^3/s ，遇可能最大洪水时，闸门全部开启，可保闸身安全。小清河分洪闸位于河道右侧，2001 年配合滞洪水库建设，向右岸扩建 4 孔，设计最大分洪流量 3730 m^3/s 。

（3）大宁水库和永定河滞洪水库

大宁水库位于房山区大宁村附近，与新建的稻田水库和马厂水库共同组成为永定河滞洪水库。水库现在的主要任务为防洪，滞蓄永定河分洪洪水，同时非汛期做为北京市南水北调调蓄工程。大宁水库最高洪水位 61.21m（北京高程系统），相应库容 3611 万 m^3 。

永定河滞洪水库包括稻田水库和马厂水库，位于卢沟桥以下永定河稻田及马厂河段内，距北京市区约 20km，水库控制了官厅山峡 1600 km^2 的流域面积，其主要任务是防洪。

稻田水库起自大宁水库左岸南端，下至京良公路桥，以进洪闸与大宁水库相连，库区面积 5.47 km^2 ，水库最高洪水位 53.5m（北京高程系统），相应库容 3008 万 m^3 。马厂水库以连通闸与稻田水库相连，下至老三坝，库区面积 3.95 km^2 ，水库最高洪水位 50.5m（北京高程系统），相应库容 1381 万 m^3 ，水库尾堤建退水闸与永定河相连。

三座水库总库容 8000 万 m^3 ，经大宁水库和滞洪水库联合调度，在永定河发生百年一遇洪水时，刘庄口门不分洪，大宁水库向小清河最大下泄 214 m^3/s 。

（3）河道及堤防工程

永定河官厅山峡段洪水靠两岸群山挡水；洪水在三家店出山后，靠两岸堤防挡水。

三家店拦河闸至麻峪段无堤，靠高地可防御 200 年一遇洪水；麻峪以下永定河左堤总长 75.74km，均为 1 级堤防。

麻峪人字门至卢沟桥段原为老石堤，堤长 12.9km。后经五次较大规模加高、加固和复堤，现状堤防肩为浆砌石挡墙，背后为土堤，堤顶宽 7m，基本达到防御可能最大洪水（16000m³/s）标准。

项目区所在河段属于永定河卢沟桥至梁各庄段（简称卢梁段），河道长约 60.8km，两岸均有堤防。左堤长 63.08km，由卢沟桥至北天堂村北为石堤，长 7.24km，以下至崔指挥营为主堤，长 55.84km；右堤长 29.68km，由卢沟桥至大宁村北 3.78km 为石堤，以下至金门闸为土堤，长 25.9km，金门闸以下右堤划归河北省管理。按永定河洪水调度方案，永定河发生 100 年一遇及以下洪水时，卢沟桥以下河道最大下泄流量为 2500m³/s。该段左堤高程按 2500m³/s 设计，堤防超高 2.5m，右堤超高 2.0m。各段堤顶宽不同，黄良铁路以上堤顶宽 10~13m，铁路以下堤顶宽 25m。

2.2.3 洪水灾害

永定河古称浑河、无定河。上游地区黄土广布，气候干燥，洪水含沙量极高，洪水陡涨陡落，堆积冲刷迅速，中泓善变，历史上永定河具有善淤、善决、善徙三大特点。

永定河下游地区地势平坦，工农业发达，人口密集。历史上永定河洪水曾给京、津、冀地区的广大人民群众造成巨大灾难。遇大水年份，右堤漫决，洪水则泛滥于小清水水系的房山、固安、霸州、新城、雄县等地区，并威胁天津市安全。左堤漫决，洪水则泛滥于大兴、廊坊、武清等地区，并危及北京的防洪安全。据史料记载自辽代至解放前，永定河共决口 81 次，漫溢 60 次，中泓改道 9 次，洪水有 5 次波及北京，8 次淹没天津。

历史上永定河的洪水灾害相当频繁，据史料记载，公元 993 年~1990 年的 998 年间，永定河因暴雨洪水溢决泛滥的有 114 年，其中造成大水灾的有 46 年。河道被冲决改道 18 次，有 7 次洪水冲袭北京西南各门和近郊区，2 次洪水进入北京城。

清朝和民国年间是永定河历史洪灾频率最高的时期，当时堤防年久失修，洪水泛滥。仅民国年间洪水成灾面积较大的就有 4 次，分别发生在 1917 年、1924 年、1929 年、1939 年。1949 年以后，党和政府十分重视对永定河的治理，采取了多种措施，取得了明显的防洪效益，洪灾损失大幅度下降。特别是官厅水库建成后，控

制了永定河官厅以上洪水，减轻了对中下游河道的威胁。1950~2000 年的六个大水中，只有 1956 年 8 月在洪水退水期西麻各庄决堤和 1950 年清水河泥石流造成了较大的灾害。下面回顾一下 1801 年、1917 年、1924 年、1929 年、1939 年、1956 年六次大洪水及其造成的灾害损失。

（1）1801 年（嘉庆六年）洪水

1801 年海河流域发生了历史上罕见的特大洪水，据北京故宫“晴雨录”记录，从农历五月十七日至七月二十七日 70 天中降雨日数多达 51 天，在这次霪雨加暴雨的天气中，有 3 次强度集中的大暴雨。根据洪水调查资料，1801 年永定河洪水居历史大洪水首位，永定河三家店洪峰流量 $10400\text{m}^3/\text{s}$ ，卢沟桥洪峰流量 $9600\text{m}^3/\text{s}$ ，是有记录以来最大的一次洪水。据《清代档案》灾情统计，当年海滦河流域府、州、县共 200 个，受灾州、县共 170 个之多，占全部州（县）的 81%。其中绝产七成以上的有 92 个州（县），绝产九十成的有 62 个州（县），尤以北部平原受灾最重。

（2）1917 年洪水

据卢沟桥洪水痕迹调查估算，这次永定河洪水的最大洪峰流量约 $3660\text{m}^3/\text{s}$ ，永定河北三工决口，洪水淹没大兴县 165 个村，宛平县受灾 46 个村。受灾农田 19.4 万亩，受灾人口 6 万余人。

（3）1924 年洪水

永定河流域 7、8 月份连续出现三次暴雨，造成两个月连续灾情。第一次暴雨，三家店出现最大洪峰 $5280\text{m}^3/\text{s}$ ，卢沟桥峰现时间较三家店晚 2 小时，卢沟桥减坝以上最大洪峰为 $4920\text{m}^3/\text{s}$ ，小清河分洪 $1100\text{m}^3/\text{s}$ 。洪水造成右岸堤防冲决，卢沟桥附近铁轨淹没；第二次暴雨，右岸漫溢决口，被淹村庄甚多，左岸黄村一带成为泽国；第三次暴雨，黄土坡以东，左堤决口 300 余尺，北天堂出现险情。京丰铁路由黄村至丰台段水漫轨道，由津来京列车被阻 2 小时。

1924 年洪水是本世纪以来永定河下游洪峰最高的一次洪水，据当时《京兆公报》文载：“大兴县……平地积水，几成泽国。兼以河水漫溢，渲泄不及，田禾被淹，房屋倒塌各情形。计全境被灾之地区约二百余村之多”。

（4）1929 年洪水

洪水主要由永定河中下游两次暴雨形成。7 月洪水，暴雨笼罩全流域。8 月洪水，暴雨中心在卢沟桥，卢沟桥水文站实测最大洪峰流量为 $4050\text{m}^3/\text{s}$ ，小清河分洪 $1000\text{m}^3/\text{s}$ 。金门闸上游，因洪水下泄不畅，壅而漫流终致溃决 900m。其他河段因河水顶冲而造成决口。

（5）1939 年洪水

永定河涨水三次，第一次 7 月中旬，卢沟桥洪峰流量达到 $3180\text{m}^3/\text{s}$ ，下游屈家店闸附近及固安县右堤溃决；第二次 7 月下旬，卢沟桥洪峰流量达 $4390\text{m}^3/\text{s}$ ；间隔 16 小时又涨水，洪峰流量达到 $3940\text{m}^3/\text{s}$ 。连续两次洪峰使京广铁路桥水托钢梁，并将钢梁冲弯 7 尺，铁路北侧右岸冲开口门三段，总长约 350m；左岸石堤两处漫溢。洪峰下行后，左岸梁各庄决口，冲毁京津铁路路基。继而左岸石堡、南章客决口，在大兴县南部泛滥成灾。最后在卢沟桥以下 1.5km 右堤决口夺溜，洪水泄向小清河，直趋长辛店。这次洪水汇合海河南、北支各河洪水，直趋天津，淹没天津市面积 $2/3$ ，水深达 2.12m。使当时交通几乎全部中断；冲毁京汉、津浦等 8 条铁路 160km，铁路桥梁 49 座；冲毁公路 565km、公路桥 137 座；京、津两市和河北省平原地区几乎全部受灾。

（6）1956 年洪水

永定河发生两次洪水，第一次 7 月初，卢沟桥站最大洪峰流量 $610\text{m}^3/\text{s}$ ，左岸出险 15 次；第二次 8 月上旬，卢沟桥洪峰流量达 $2450\text{m}^3/\text{s}$ ，西麻各庄险工自 8 月 3 日滩地受淘刷，直到 7 日零晨 40 分溃决，当时河内流量仅 $400\text{m}^3/\text{s}$ ，溃堤口长 300m。使大兴县 42 个村庄过水，死伤 8 人，倒塌房屋 42135 间。天津地区受灾人口 6.07 万人，直接经济损失 1427 万元。

（7）2023 年洪水

2023 年 7 月 31~8 月 1 日，永定河发生大洪水，卢沟桥最大洪峰流量是 1925 年以来的最高值，从 1000 立方米/秒上涨到峰值 4650 立方米/秒仅 2 个小时，启用了滞洪水库，滞洪水库最大分洪流量 $3100\text{m}^3/\text{s}$ ，7 月 31 日至 8 月 1 日拦蓄洪水 7500 万 m^3 。

根据北京市水务局官网公布数据，永定河（北京段）2023 年 7 月 31 日，官厅水库出库流量 0.748 m³/s，南水向永定河补水 0.00 m³/s；三家店拦河闸下泄流量 311.00 m³/s；卢沟桥拦河闸下泄流量 385.90m³/s。

永定河（北京段）2023 年 8 月 1 日，官厅水库出库流量 0 m³/s，南水向永定河补水 0.00 m³/s；三家店拦河闸下泄流量 1890.00 m³/s；卢沟桥拦河闸下泄流量 2101.50 m³/s。

据调查，项目区处，洪水未上左滩。

2.2.4 设计洪水成果

（1）官厅水库设计洪水成果

在 2008 年完成的《永定河系防洪规划报告》中对官厅水库设计洪水成果进行了复核，洪水系列延长至 1997 年后，频率适线成果与 1981 年成果相比，均值减小（8%~10%），而变差系数 C_v 则有增大的趋势。五百年一遇洪峰流量本次比原成果小 0.3%，二十年一遇本次比原成果小 5%；二十年一遇洪量本次比原成果小 10% 以下。其原因主要是系列从 1978 年延长至 1997 年的大多数年份均属枯水年，其中最大洪水年份 1979 年的洪峰流量为 1251m³/s，也没有超过原成果的均值（1320m³/s），最小洪水年份 1980 年的洪峰流量仅 113m³/s，延长段的洪峰流量均值只有 445m³/s。系列延长后的频率计算结果与原成果差别不大，防洪规划仍采用原成果。因此本次评价也采用防洪规划中采用的设计洪水成果，见表 2.2-1。

表 2.2-1 永定河官厅站设计洪水成果表 单位：洪峰 m³/s；洪量 亿 m³

项目	均值	C_v	C_s/C_v	P (%)				备注
				0.2	1	2	5	
Qm	1320	1.05	3.0	10110	7020	5730	4090	1981 年成果
W5	1.80	1.25	3.0	17.226	11.448	9.126	6.192	
W9	2.40	1.15	3.0	20.616	13.992	11.280	7.824	
W15	3.10	1.15	2.5	24.800	17.360	14.299	10.230	

（2）官厅山峡设计洪水成果

在 2008 年完成的《永定河系防洪规划报告》中对官厅山峡设计洪水成果进行了复核，洪水系列延长至 1997 年后，频率适线成果与 1984 年成果相比，均值、变差系数 C_v 与官厅水库站成果的变化趋势相同，均值减小， C_v 增大，稀遇洪水相差不大，常遇洪水减小较多。如五百年一遇洪峰流量本次比原成果小 0.7%，二十年一遇洪峰流量小 9.9%，二十年一遇洪量比原成果小 10%。其原因也是系列从 1980 年延长至 1997 年造成的，该段大多数年份属枯水年。但为了防洪的安全，防洪规划仍采用 1984 年成果。因此本次评价也采用防洪规划中采用的设计洪水成果，见表 2.2-2。

表 2.2-2 官厅山峡设计洪水成果表 单位：洪峰 m^3/s ；洪量亿 m^3

项目	均值	C_v	C_s/C_v	P (%)				备注
				0.2	1	2	5	
Qm	640	1.75	2.5	8860	5630	4330	2740	1984 年成果
W24h	0.22	1.70	2.5	2.930	1.874	1.450	0.926	
W3	0.40	1.55	2.5	4.708	3.084	2.424	1.596	
W7	0.60	1.50	2.5	6.768	4.464	3.528	2.346	
W15	0.80	1.40	2.5	8.248	5.528	4.416	3.008	
W30	1.00	1.35	2.5	9.840	6.640	5.340	3.680	

(3) 三家店站设计洪水成果

在 2008 年完成的《永定河系防洪规划报告》中对三家店设计洪水成果进行了复核，洪水系列延长至 1997 年后，频率适线成果与 1993 年成果相比，洪峰流量、洪量设计值相差甚小，均在 4%以内。永定河控制站三家店的设计洪水变化不大，因此《永定河系防洪规划报告》仍推荐使用原成果。设计洪水成果见表 2.2-3。

表 2.2-3 三家店站设计洪水成果表 单位：洪峰 m^3/s ；洪量 亿 m^3

项目	均值	C_v	C_s/C_v	P (%)				备注
				0.2	1	2	5	
Qm	1420	1.10	3.0	11550	7910	6430	4530	1993 年成果
W1	0.84	1.34	3.0	8.795	5.762	4.519	2.999	
W3	1.50	1.30	3.0	15.09	9.96	7.875	5.265	

W5	1.90	1.25	3.0	18.183	12.084	9.633	6.536
W7	2.25	1.20	3.0	20.408	13.725	11.003	7.538
W9	2.55	1.15	3.0	21.905	14.867	11.985	8.313
W15	3.30	1.10	3.0	26.829	18.381	14.949	10.527

永定河三家店站以上干流建有官厅水库，基本控制了永定河上游的洪水。三家店站设计洪水地区组成，采用同频率组成法，三家店洪水与官厅山峡洪水同频率，官厅水库以上洪水相应，即由官厅水库相应洪水的下泄过程加上官厅山峡区间同频率洪水过程，同时考虑斋堂水库的调蓄作用，组成三家店设计洪水过程。不同频率洪水的洪峰流量成果见表 2.2-4。

表 2.2-4 永定河干流三家店断面水库调节后的涉及洪峰流量成果表

频率(%)	0.5	1	2	5	10
洪峰流量(m ³ /s)	7500	6230	4956	3340	2280

(4) 永定河干流项目区处设计洪峰流量

永定河干流项目区处设计洪峰流量直接采用卢沟桥枢纽永定河拦河闸下泄流量。按照《永定河防御洪水方案》，遇 100 年一遇洪水，拦河闸控泄 2500m³/s，遇 200 年一遇超标洪水，拦河闸控泄 3000m³/s。不同标准洪水卢沟桥闸设计洪峰流量成果见表 2.2-5。

表 2.2-5 永定河干流（项目区处）设计洪峰流量表

频率(%)	0.5	1	2
设计洪峰(m ³ /s)	3000	2500	2500

2.2.5 永定河洪水调度

永定河已形成了由官厅水库、大宁水库、永定河滞洪水库，440 余公里干流堤防，卢沟桥、屈家店等水闸枢纽，小清河分洪区、永定河泛区、三角淀分洪区等蓄滞洪区组成的防洪工程体系，防洪标准基本达到百年一遇的设计标准。永定河和滞洪水库的调度依据《永定河洪水调度方案》(国汛〔2004〕7 号)。

(1) 标准洪水安排

① 官厅水库

当官厅水库水位低于 482.3m（100 年一遇洪水位）时，官厅水库控泄，最大下泄流量不超过 $600\text{m}^3/\text{s}$ 。同时，如遇官厅山峡发生洪水，卢沟桥流量达 $700\text{m}^3/\text{s}$ 时，水库闭闸错峰。当库水位达到 482m 且继续上涨是，水库不再错峰。

当库水位在 482.3m 至 484.04m（500 年一遇洪水位）之间时，水库按 600-2000 m^3/s 分级控制运用

当库水位超过 484.04m 时，水库敞泄。

② 卢沟桥枢纽

当卢沟桥洪峰流量不大于 $500\text{m}^3/\text{s}$ 时，洪水经卢沟桥拦河闸下泄。

当卢沟桥洪峰流量大于 $500\text{m}^3/\text{s}$ 小于 $2500\text{m}^3/\text{s}$ ，在官厅水库下泄流量小于 $100\text{m}^3/\text{s}$ ，且官厅山峡未来 3 日没有降水过程时，卢沟桥拦河闸分级控制并与永定河滞洪水库联合运用，抵御洪水；在官厅水库下泄流量大于 $100\text{m}^3/\text{s}$ ，且官厅山峡未来 3 日有较大降水过程时，洪水全部经卢沟桥拦河闸下泄。

当卢沟桥洪峰流量为 $2500\text{m}^3/\text{s}$ - $6200\text{m}^3/\text{s}$ 时，卢沟桥拦河闸最大下泄 $2500\text{m}^3/\text{s}$ ，其余洪水经小清河分洪闸进入大宁水库和永定河滞洪水库。

当卢沟桥洪峰流量为 $6200\text{m}^3/\text{s}$ - $7500\text{m}^3/\text{s}$ 时，卢沟桥拦河闸泄量不超过 $3000\text{m}^3/\text{s}$ ，其余洪水经小清河分洪闸进入大宁水库，当大宁水库水位超过 61.21m 且继续上涨时，在水库泄洪闸敞泄是，启用刘庄口门保证水库安全。

③ 大宁水库和永定河滞洪水库

当大宁水库水位达到 49.0m 时，开启永定河滞洪水库进洪闸，同时开启稻田水库与马厂水库的连通闸。当马厂水库水位达到 50.5m 时，关闭连通闸。当稻田水库水位达到 53.5m 时，关闭永定河滞洪水库进洪闸。

当大宁水库水位达到 60.01m 且继续上涨时，开启大宁水库泄洪闸向小清河分洪区分洪，分洪流量不超过 $214\text{m}^3/\text{s}$ 。

当大宁水库水位达到 61.21m 且继续上涨时，大宁水库泄洪闸加大泄量直至敞泄。

（2）超标准洪水安排

当卢沟桥洪峰流量大于 $7500\text{m}^3/\text{s}$ ，刘庄口门已启用，卢沟桥拦河闸、小清河分洪闸敞泄时，弃守永定河右堤。当卢沟桥流量大于 $10000\text{m}^3/\text{s}$ 时，弃守卢沟桥至金门闸段永定河右堤。

2.2.6 项目区处河道基本情况

项目区处附近永定河，河道宽约 1.6km ，主河床原地貌已被人工采砂破坏，地面高程相差较大，局部残留孤丘。现状左滩宽约 470m ，地面高程 $52.67\sim 53.47\text{m}$ ，地势平缓；采砂坑宽约 540m ，坑底高程 $32.57\sim 34.57\text{m}$ 。

本项目涉及的左堤位于永定河“卢梁段”，卢沟桥至市界崔指挥营段（简称卢梁段）河道长度为 60.8km ，两岸均有堤防。左堤长 63.08km ，由卢沟桥至北天堂村北为石堤，长 7.24km ，以下至崔指挥营为土堤，长 55.84km 。

《北京市防洪排涝规划》（2016年）中，规划将卢梁段左堤卢沟桥以下至丰台区北天堂 6.7km 的堤防标准提高至 200 年一遇，其余堤防洪标准仍维持 100 年一遇。

本项目位于卢梁段左堤桩号为 K7+309 至 K7+698，项目区上段 K0+000 至 K7+240 为老石堤，其余为土堤，堤顶宽 10m ，项目区下段 K7+698 至 K7+798 为土堤，堤顶宽 10m ，K7+798 至 K8+500 为土堤，堤顶宽 25m 。

项目区处左堤路位于平工段，现状为三级公路，道路横断面为一幅路型式，路面宽度为 7m ，路基宽度为 10m ，为土堤，迎水坡为浆砌石护坡，背水坡为绿化护坡，紧挨五环路西侧现状排水边沟。部分堤路坡脚处设有 1.5m 高浆砌片石挡墙（左堤路桩号 K7+423~K7+523）。

项目区处永定河左堤现状堤顶高程 $56.10\sim 56.72\text{m}$ ，与 100 年一遇规划水位 52.41m 相比，超高 3.69m ，已经达到规划要求。

2.3 施工组织方案

本项目施工期为 2023 年 11 月~2024 年 1 月。

根据路基设计情况并结合现场实际情况，项目剩余两条匝道路基施工分为两个作业面进行施工，主要围绕两条主线。Z2 匝道路基：重力式挡土墙→路基填筑→排水工程施工→路基附属施工→原有五环设施恢复。Z7 匝道路基：现状水沟回填→泡沫轻质土施工→排水工程恢复。

根据本工程规模及特点,考虑到工程量较大,为确保工程质量和工期达到预期目标,配备具有足够劳动力进场施工。按照施工计划,组织劳动力进场,并作好包括人员培训、组织机构的设置等工作。

2.3.1 施工便道施工

Z7 匝道路基施工前,先进行施工便道施工,泡沫土挡墙距离左堤路坡脚最小距离约为 6.05m,因此设置施工便道宽 4.5m,距左堤路坡脚最小距离约为 0.5m,距离 Z7 匝道挡墙距离约为 2.1m,保护左堤路坡脚不受破坏的同时,便于施工单位施工。

Z2 匝道施工便道设置宽度约为 6.0m,满足现场施工需求(见平面位置图及断面图)。

Z7 匝道挡墙边距左堤路挡墙边 6.05m,在左堤路挡墙边设置防撞锥桶,沿坡脚外 0.5m 处设置不低于 4.5m 宽便道,便道右侧基坑 0.5m 处设置基坑防护栏杆。

施工过程中,为保证左堤边坡安全,项目严格按照施工方案进行施工,进场前对作业班组进行安全教育培训,对施工过程中保护左堤的相关事项进行逐一交底,施工过程中沿左堤坡脚外 0.5m 处设置 1 道警戒带,对于左堤有现状护砌部位沿护砌设置一排直径为 50cm 防撞桶用于保护既有结构不被破坏,同时施工过程中严禁施工机具、材料随意堆放于左堤边坡上,设专职安全员在施工全过程中进行防护。

为减少对五环路行车安全及边坡安全,项目部在施工前,沿五环路波形护栏外侧设置高 1.8 m 围挡进行封闭,防止施工过程中物体飞溅到行车范围内影响行车安全,同时对五环路边坡采用小台阶开挖形式,坡脚基础基坑采用分段开挖分段浇筑形式,严禁掏底开挖,减少对五环路的扰动。

2.3.2 路基施工

施工准备→清表→挖除树根、拆除构造物→换填处理→试验段施工→路基填筑→路基附属施工→验收。

(1) 清表垃圾

路基施工前,清除施工范围内的树木、灌木、垃圾、有机物残渣及地表以下至少 30cm 内的草皮和表土,并弃往指定的弃土地点。对于路堑路段的边坡开挖线至截水沟范围的原生植被应予以保留。

路基用地范围及取土场范围内的树根应全部挖除。路基范围内的坑穴应填平夯实，并进行填前碾压，压实度不低于 90%。

清表原则为彻底清除填土范围内的原腐质土。清表采用挖掘机配合装卸车。在清表施工开始，由现场工程师现场书面交底施工机械操作手所要清表的段落和清表范围，清表厚度。在红线范围内，清表采用挖掘机开挖清表，由挖掘机装车，自卸车运输至附近的弃土场。

清表的同时应做好临时排水设施，并将原地面积水排干。

（2）挖树根、拆除构造物

挖树根采用挖掘机挖除，挖树根要求彻底挖除其根系范围内的所有枝节。并集中堆放经监理工程师确认挖除数量后，挖掘机装自卸车，运至弃土场。对于挖掘机不能彻底挖除的树根应配合人工进行清除。清除完毕后对人工造成的坑穴应填平压实，并对其碾压至规定的压实度为止。拆除构造物采用挖掘机彻底拆除包括其地下基础。拆除后装自卸车运至弃土场。

（3）换填处理

对于需要换填的淤泥质土采用人工配合挖掘机开挖。根据换填长度决定开挖顺序，长度在较短时，开挖由一端往另一端进行。长度较长时，开挖宜从中部往两端进行。

软弱土层挖除干净并经监理工程师确认后，采用机械配合人工将底部平整；若底部起伏较大时，应按规定要求设置台阶或缓于 1：1.5 的缓坡。

底部处理，当底部的开挖宽度和深度达到设计要求并经过监理工程师确认后，采用夯机对换填面进行压实，当含水量不佳时，应洒水闷料或晾晒加灰后才能保证压实度。

填前做压实度检查，经监理检查合格后，方可进行回填。

（4）普通段路基填筑

路堤填筑采取横断面全宽、纵向分段进行分层填筑。为保证路基的压实度，松铺厚度必须按试验段路基填土厚度来控制，且每层松铺厚度不大于 30cm。施工时在路肩位置竖立标尺杆，以控制摊铺厚度，每层填筑按松铺厚度一次到位，根据车厢容积和松铺厚度计算卸土间距，由专人指挥卸车。如地面有坡度，从低处开始进行分层填筑分层填筑。

（5）特殊段路基填筑

五环立交匝道桥 Z7 匝道北侧为路基段，同时包含部分既有五环路路基拓宽工程。

开挖顺序：施工时，先沿路线中心线开挖一条宽 6m 的纵向临时通道，作为施工过程中运土和通行的便道，两侧边坡按 1:1 设置(保证边坡稳定安全)，再沿路线纵向分层开挖土方。对于路堑深度小于 3m 的路段，施工时采取全断面一次开挖成型的办法进行施工，开挖至路基边坡处时，预留 0.3m 厚土方，待路基成型后，采用人工开挖进行施工。

2.3.3 泡沫土施工

为保证左堤路安全及南五环高速公路的行车安全，五环立交匝道桥 Z7 路基段包含有总长 405 米泡沫土施工，泡沫土施工周期短，工效高。

2.3.3.1 施工工艺流程

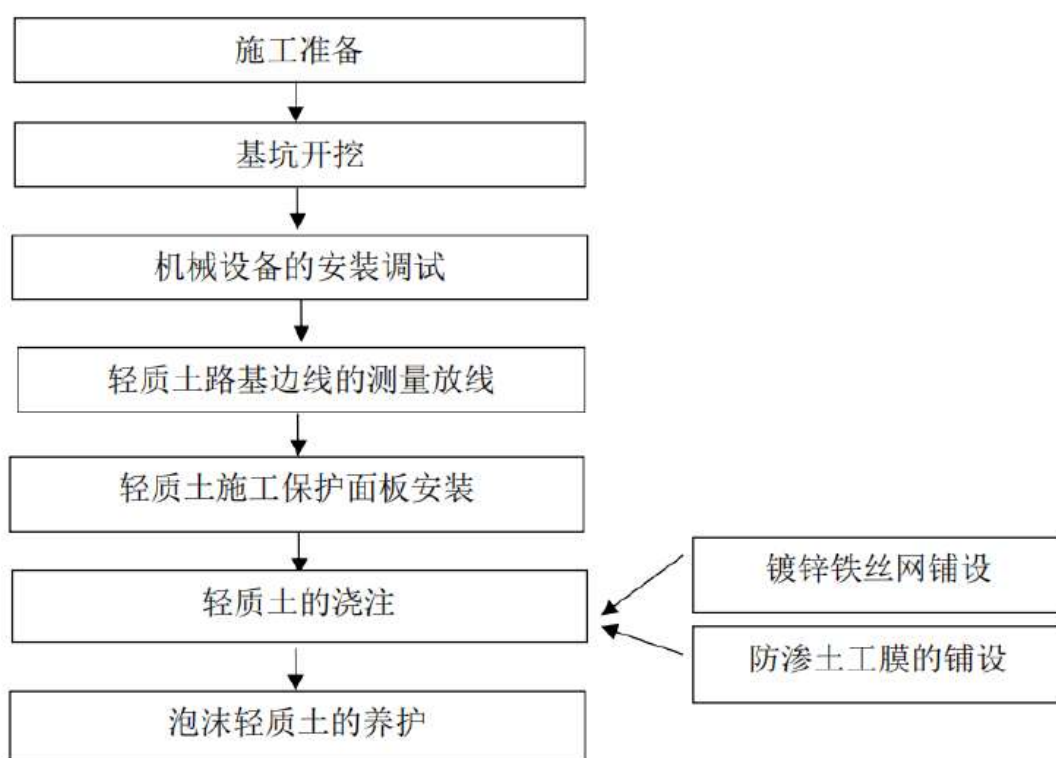


图 2.3-3 泡沫轻质土施工工艺流程图

2.3.3.2 施工准备

根据设计要求，试配泡沫轻质土，确定其水泥、发泡剂、水、外加剂等的掺量。

泡沫轻质土路堤地基应按设计要求高程和尺寸进行开挖、清理、整平、压实，设置排水沟或其他排水设施。当在地下水位以下浇筑时，应有降水措施，不得在基底有水的状态下浇筑。

泡沫轻质土施工设备安装就位，并满足相关要求。

2.3.3.3 基础施工

(1) 基础开挖

基础开挖采用小型挖机、人工配合进行，开挖长度根据现场地质情况进行分段跳槽开挖，开挖坡度根据设计图纸开挖，施工时需采取有效措施保证开挖边坡安全，机械开挖至基底设计标高以上 30cm 时，重新进行测量放样，确定开挖正确不偏位的情况下改用人工进行基底清理。

(2) 基础回填及封面

基础采用混凝土浇筑，并预埋支柱角钢和面板预留孔。基础混凝土强度达到设计强度 75%后，在混凝土封面以下部位，采用回填土及时进行分层回填夯实，基础回填使用打夯机夯实，使用小型机具夯实时注意要夯实均匀，密实，避免出现死角出现。

2.3.3.4 挡板施工

保护面板是设置于泡沫轻质土侧向临空面的永久设施，在浇筑施工期起临时模板的作用，在工程使用期，起保护泡沫轻质土、避免暴露风化降低使用性能的作用，在与渗水接触的地方，可避免渗水直接浸润泡沫轻质土。

本段路基挡板由基础、挡板、拉筋及立柱组成，基础沉降缝位置应与填筑体沉降缝对应。基础采用混凝土现浇，固定立柱和挡板，立柱采用角钢或槽钢。保护面板为预制。保护面板在安装过程中与内侧的角钢通过焊接形成一个整体。

保护面板施工要求：保护面板应采用预制场集中预制施工，保护面板预制强度、几何尺寸应符合设计以及相关规范要求，保护面板预制应保证成品永久外露面光滑整洁，不变形、不出现弯曲以及凹凸不平的现象，保护面板安装牢固、线形顺直、接缝严密、相邻面板无错台、平整度符合相关规范标准要求。

施工时，应特别注意对模板的支护，以避免轻质土压力及其它外力影响其位置或引起倾倒。

2.3.3.5 变形缝设置

加宽路基纵向每隔一定距离设置一道横向布置的变形缝，采用木夹板或泡沫板支挡间隔分缝，木夹板或泡沫板为临时支档模板兼做变形缝填充，不得抽掉，木夹板贯穿整个泡沫轻质土路基，变形缝必须保证铅垂。

2.3.3.6 泡沫轻质土浇筑

泡沫轻质土单个浇注区浇注层的浇注施工时间应控制在水泥浆初凝时间内。同一区段上下相邻浇筑层，当施工期气温不低于 15℃，最短浇筑间隔时间可按 8 小时控制；否则，浇筑间隔时间应不低于 12 小时。泡沫轻质土单个浇筑区浇筑层的浇筑施工时间应控制在 2 小时内。应沿浇注区长轴方向自一端向另一端浇注；如采用一条以上浇注管浇注时，则可并排地从一端开始浇注，或采用对角的浇注方式。

浇注过程中，当需要移动浇注管时，应沿浇注管放置的方向前后移动，而不宜左右移动浇注管；如确实需要左右移动浇注管，则应将浇注管尽可能提出当前已浇注轻质土表面后再移动。

浇筑时出料口宜埋入泡沫轻质土内。进行扫平表面时，应尽量使浇注口保持水平，并使浇注口离当前浇筑轻质土表面尽可能低，浇筑管出料口离当前浇筑面的距离不宜高于 1.5m。

2.3.3.7 养护

轻质土浇筑区顶面浇筑至设计高程后，则应采用塑料薄膜进行表面覆盖，以对轻质土路基进行保湿养护；或者采用无纺土工布覆盖结合洒水的方式养护，养护时间不低于 7 天。

轻质土路基顶部填土施工前，严禁其上行驶工程机械；局部地段，无法回避时，应在合适位置铺设厚度不小于 50cm 的临时保护层或采用钢板覆盖的方式作为临时便道，以提供工程机械行驶。

顶部路面施工时必须在轻质土同条件养护强度达到 0.6MPa 时方能展开施工，且施工时，严禁自卸车、压路机、推土机等大型机械直接在轻质土顶面行走，应采取边卸料、边推平、边碾压的前进和行走。

2.3.4 排水工程施工

路基施工完毕后，进行排水沟施工。

Z7 匝道路基排水沟分两种形式进行施工，在泡沫土施工段为五环水沟恢复，在普通路基段及台北填土段为梯形植草沟。Z2 匝道路基排水沟为矩形排水沟及原五环排水沟恢复。

路基施工完毕后，先进性原有五环排水沟恢复施工，保证五环及左堤路排水，恢复水沟后，在进行矩形排水沟施工。

1、测量放线，对水沟中线及边线进行放样钉桩，确保施工开挖线及高程后，开始开挖基坑。

2、基坑开挖，基坑开挖至设计标高上 0.2m 后进行人工清槽，清理至设计标高后，对基坑进行清理平整。

3、原有五环水沟恢复，清理完毕后对破损混凝土构件进行修复及更换。

4、梯形植草沟施工，基槽清理完毕后，填筑砂石垫层，并找平，安装预制混凝土块。

5、矩形排水沟施工基槽清理完毕后，填筑砂石垫层，并找平，绑扎钢筋，安装模板，浇筑混凝土。

2.3.5 施工保障方案

五环立交节点位于大兴区高家堡村，西南五环路与永定河左堤路之间，五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段涉及永定河河道管理范围，Z7 匝道布设于永定河左堤路与现况五环路之间，Z2 匝道布设于现况五环路东侧，对河道影响较小。

本次专项设计为避免对永定河左堤路东侧堤防边坡范围造成影响，于 Z7 匝道变速车道五环路基加宽段采用气泡轻质混凝土填筑路基 405m，Z7 匝道五环路基加宽段气泡轻质土浇注后可固化自立，对挡土结构物无推挤作用，可垂直填筑。气泡轻质土填筑路基原则为填筑外立面板基础开挖线不侵占现况五环排水沟内侧结构范围。

施工过程中，为保证左堤边坡安全，项目严格按照施工方案进行施工，进场前对作业班组进行安全教育培训，对施工过程中保护左堤的相关事项进行逐一交底，施工过程中沿左堤坡脚外 0.5m 处设置 1 道警戒带，对于左堤有现状护砌部位沿护砌设置一排直径为 50cm 防撞桶用于保护既有结构不被破坏，同时施工过程中严禁施工机具、材料随意堆放于左堤边坡上，设专职安全员在施工全过程中进行防护。

2.4 项目区水文气象

(1) 气象水文

永定河流域位于欧亚大陆东部中纬度地带，大陆性季风特征明显，冬季较长，干燥寒冷，盛行西北风，春秋多风沙。气温日变化及年内变化都很大，一月份平均气温为零下 4.3℃，夏季七月份平均气温为 25.8℃。流域内降雨主要集中在 6~9 月，特别是 7、8 两个月，降雨多以暴雨形式出现，且以局部暴雨为主，造成本流域暴雨的天气系统主要是切变线和低涡。本流域的洪水由暴雨形成，洪水暴涨暴落，多成复峰形状，单峰较少，洪水的年际变化很大。

(2) 暴雨特性

永定河系暴雨洪水在海河流域具有明显的区域特性。本区位于中纬度地带，大陆性季风气候明显，暴雨天气主要发生在 6~9 月的汛期，特别是 7、8 两个月，在个别环流异常的年份，9 月也有较大暴雨出现。

降雨多以暴雨形式出现，且以局部暴雨为主，历时不长，一般在 3 天以内，但也有范围广、强度大、历时长的大暴雨发生。如历史上的 1801 年特大暴雨，6 月前后在海河流域持续了 40 余天。这年永定河的强暴雨发生在 6 月初，这类暴雨很容易造成山区性大洪水。由于受地形的影响，降雨量在地区上也有差异。官厅以上处于背风山区，而官厅山峡处于迎风山区，因此在降雨强度和降水量上，后者比前者大。如官厅以上多年平均降水量为 400mm 左右，官厅山峡为 560mm。

造成本流域暴雨的天气系统主要是切变线和低涡。从永定河流域暴雨普查结果看，由切变线和低涡形成的暴雨占 80%。每当夏季，贝加尔湖至蒙古一带多为低压系统活动。沿北纬 40°~45°不断有西风带小高压东进，移至华北至东北一带，常与太平洋副热带高压合并，使副高加强西伸而形成切变线，同地面冷锋或静止锋配合造成暴雨，有时沿切变线伴有低涡发展，亦易产生较大的暴雨。而当太平洋副高稳定少动，西风槽频频东移或受阻，又会使本流域形成持续多雨的天气。

由于本流域所处纬度较高，台风到达的机会少，一般仅受台风边缘影响。但因台风所携带的水汽相当充沛，在官厅山峡迎风山区易产生大暴雨，暴雨还可深入到官厅以上地区。台风所造成的暴雨虽然次数不多，但往往产生罕见的大暴雨，如 1924、1939 和 1956 年暴雨。

本流域的水汽主要来自南、西南和东南方向。台风暴雨的水汽输送往往是东南方向，因此在本流域造成逆河流方向的暴雨走向，加上山峡地区产流条件好，汇流快，形成的洪水先到达三家店站，与官厅以上形成的洪峰一般不遭遇。如 1939 年 7 月 25 日 21 时区间洪峰流量 $4090\text{m}^3/\text{s}$ ，官厅站 7 月 26 日 8 时出现的洪峰流量为 $4000\text{m}^3/\text{s}$ 。历史上著名的 1801 年大洪水，其洪峰也是官厅山峡先出现，官厅以后出现的。

（3）洪水特性

本流域的洪水由暴雨形成。据官厅、官厅山峡和三家店站实测资料统计，年最大洪水一般发生在 6~9 月，尤其是 7、8 月两个月发生次数最多，如官厅站洪峰流量在 1801、1893、1917、1924~1944、1949~1991 年共 67 年中有 57 年，占 86%。洪水暴涨暴落，多呈复峰形状，单峰较少。从洪水过程线来看，大致可分为峰高量小型、峰低量大和峰、量平均型。如三家店 1924 年 7 月份洪水峰高量小，洪峰流量 $5280\text{m}^3/\text{s}$ ，一天洪量 3.326 亿 m^3 ；1939 年 7 月份洪水量大峰相对低些，且呈复峰形；1953 年 8 月份洪水则峰、量较平均。

洪水的地区分布不均。官厅以上桑干河洪水比洋河洪水大，特别是官厅山峡地区虽然流域面积不大，却可产生相当可观的洪水。如 1939 年 7 月份洪水，区间洪峰流量达 $4090\text{m}^3/\text{s}$ ，三天洪量达 2.07 亿 m^3 。

洪水的年际变化很大。据三家店站 1913~1991 年共 79 年资料统计，最大洪水年份洪峰流量为 $5280\text{m}^3/\text{s}$ （1924），最小洪水年份洪峰流量仅 $120\text{m}^3/\text{s}$ （1945 年），最大与最小洪峰流量之比达 44 倍。五天洪量最大年份为 10.24 亿 m^3 （1939 年），最小年份为 0.135 亿 m^3 （1930 年），最大、最小洪量之比为 75.6 倍，三天洪量的比值达 104 倍。

2.5 项目区地质概况

根据《京雄高速公路（北京段）挡墙工程（五环立交）工程地质勘察报告》（北京市勘察设计院有限公司，2023 年 9 月），根据现场勘探、原位测试及室内土工试验成果，按沉积年代、成因类型将本工程勘察最大勘探深度（20.00m）范围内的地层，划分为人工堆积层、新近沉积层和第四纪冲洪积层三大类，并按地层岩性及工程特性进一步划分为 4 个大层及亚层，现分述如下[京雄高速（北京段）工程全线统一分层，本报告中部分地层缺失]：

（1）人工堆积层

表层为钻探揭示一般厚度为 0.30~6.00m 的人工堆积之粉土素填土①层，杂填土①1 层及细砂素填土①2 层。

（2）新近沉积层

人工堆积层以下为新近沉积的粉砂、细砂②层及粉土②2 层。

（3）第四纪冲洪层

新近沉积层以下为第四纪冲洪积的粉质黏土③层及粉土③1 层；卵石、圆砾④层及细砂、中砂④1 层。

2.6 社会经济状况

本项目主要位于丰台区。根据《丰台区 2022 年国民经济和社会发展统计公报》，2022 年末全区常住人口 201.2 万人，比上年末减少 0.3 万人。全区常住外来人口 62.8 万人，占常住人口的比重为 31.2%，比上年末下降 0.4 个百分点。在常住人口中，城镇人口 199.9 万人，占常住人口的比重为 99.4%。全区常住人口出生率为 5.47‰，死亡率为 6.81‰，自然增长率为 -1.34‰。

经济发展：全年实现地区生产总值 2061.8 亿元，按不变价格计算，比上年增长 1%。其中，第一产业增加值 0.8 亿元，增长 6%；第二产业增加值 310.3 亿元，下降 6.3%；第三产业增加值 1750.7 亿元，增长 2.4%。三次产业结构为 0.04：15.0：84.9。按常住人口计算，全区人均地区生产总值为 10.2 万元，比上年增长 2.1%。

人民生活：全年全区居民人均可支配收入 74365 元，比上年增长 3%。从收入构成看，全区居民人均工资性收入 44085 元，增长 3.3%；人均经营净收入 864 元，增长 1.7%；人均财产净收入 10699 元，增长 2.7%；人均转移净收入 18718 元，增长 2.7%。全区居民人均消费支出 44516 元，比上年增长 2.7%；恩格尔系数为 22.0%，比上年上升 0.8 个百分点。全区居民人均住房建筑面积 30.93 平方米，比上年增加 0.41 平方米。

2.7 现有水利工程及其它设施情况

（1）险工险段

本项目上游 100m 处左堤有卢沟桥险工，堤身为白灰砌筑杂乱片石堤，浆砌石齿墙，下游 1.5km 附近左堤有立垡险工，堤身为砼连锁版护坡，护坡深入 100 年一遇水位以下 8m，水平 5m 长编织袋护底。险工与桥位的相对关系见图 2.7-1。

（2）地铁和桥梁

根据调查，拟建项目区上游 300m 为房山线桥，下游 2km 为京良路桥。

（3）五环路排水设施

本项目施工时，临时占用五环路现状边沟。据调查，现状五环路边沟为大方砖衬砌梯形边沟，底宽为 0.5~1.0m，沟深约为 1.0m，边坡系数为 1.5，排水边沟下游为永定河灌渠。

（4）管线设施

Z2 匝道路基紧邻 $\phi 700$ 高压 B 燃气管线 1 条，位于五环路东侧，沿五环路护栏外布设，最浅埋深 2.2m，管线走向平行于 Z2 匝道加速车道路基，位于河道管理范围外；工程范围存在南水北调管线 1 条，自北向南延伸，总体位于五环路东侧，南水北调管径 4.6m，埋深约 6.5m，施工最近距管线 130m，在该管线保护范围（管线两侧 50 米）之外。

2.8 水利规划及实施安排

（1）《永定河系防洪规划》

根据《永定河系防洪规划》，卢沟桥至梁各庄段，其治理目标是实现“三固一束”，即固定险工、固定河槽、固定滩地、束窄河道。该段河道规划泄量 $2500\text{m}^3/\text{s}$ ，左、右堤为 I 级堤防，左堤设计超高 2.5m，堤顶宽 10~13m，右堤设计超高 2.0m，堤顶宽 8~10m。河道泄流 $2500\text{m}^3/\text{s}$ 时，右堤需复堤 32km，分别采用土堤加高及防浪墙型式进行加固。同时对已有控导工程进行完善和加固维修，对左右大堤全线进行浆砌石或混凝土连锁板块的型式进行护砌，确保大堤安全。

项目区 永定河卢沟桥至梁各庄段河道，目前该段河道左右堤已基本达到泄流 $2500\text{m}^3/\text{s}$ 的标准，左堤超高 2.5m，右堤超高 2.0m。

（2）《北京市防洪排涝规划》

根据《北京市防洪排涝规划》（2016 年），永定河卢沟桥至梁各庄段，左堤卢沟桥至北天堂堤防标准提高至 200 年一遇，其余堤防防洪标准仍维持 100 年一遇标准。黄良铁路至黄良公路河段，现状为高尔夫球场，在河道中心高出规划河底 1~2m，需要按规划河底疏挖平整，规划平整长度约 5km；北章客~市界段 24km 左堤进行加固，平均加高 0.7m，石佛寺~市界段 7.6km，堤顶宽度由 10m 加宽至 25m；右堤加高京秦原油管道~金门闸段 6.8km，平均加高 0.5m，黄良铁路上游~金门闸段堤顶由现状 7~10m 加宽至 25m。

目前《北京市防洪排涝规划》安排的工程尚未实施。本项目位于北天堂下游 7.3km，所跨左堤防洪标准为 100 年一遇。

（3）《永定河平原南段综合治理与生态修复工程方案》

2016 年 12 月，国家发展改革委、水利部、国家林业局联合印发了《永定河综合治理与生态修复总体方案》（发改农经〔2016〕2842 号），按照总体方案的要求，北京市编制了《永定河平原南段综合治理与生态修复工程方案》，主要措施包括综合治理和生态修复。永定河平原南段综合治理与生态修复工程方案本项目段工程主要位于河道滩地内，本项目不会影响该方案的实施。

（4）永定河水域空间管控规划

根据《永定河水域空间管控规划》（北京市水务 2021 年 1 月），本项目位于永定河平原段岸线管理区。该区域是防止人类生产建设活动对低声产生不利影响，保护堤防安全的重要区域，也是河道巡视养护、滨河水生态修复的重要区域。根据管控要求：岸线管理区是堤防保护的重要区域，禁止建设房屋（必要的水利管理设施除外）及开展其他影响堤防安全和管理的生产生活等建设活动。因永定河平原段为“地上悬河”，堤防安全关乎着北京中心城区和新机场临空区的防洪安全，极其重要。因此堤防与护岸工程范围内的土地使用秩序，必须优先满足水务工程建设和管理的使用要求。区域内可兼顾市政交通、园林绿化的需求，由水务部门牵头积极营造滨水景观。堤顶巡河路两侧可种植单排树木，背水侧堤坡不宜种植树木。

（5）海河流域重要河道岸线保护与利用规划

根据《海河流域重要河道岸线保护与利用规划》（水利部海河水利委员会，2021 年 11 月），本项目位于永定河岸线保护区（保护防洪安全类）。

永定河岸线保护区管控要求：因保障防洪安全而划分的岸线保护区，确需开发利用的水利、交通等国家重要基础设施类项目，应符合河道防洪以及河势稳定要求，需经过充分论证并严格按照法律法规要求履行相关许可程序，报水行政主管部门审批。

3 河道演变

3.1 河道历史演变概况

永定河的防洪措施，在历史上多以筑堤为主，在靠大溜的险工段一般都有防护工程，除卢沟桥上下游左右岸筑有部分石堤外，其他险工段采用柴埽防护。筑堤防护始于金代，盛于明代，明代主要筑堤以保卫京城；清代工程规模较大，还提出“筑堤束水，以水攻沙”的理论；民国期间拟定了《永定河治本计划》，但未能实施。1189～1192年修建了芦沟桥。

自金代开始从石景山往下筑堤，以防洪水淹及京城。金、元时期大都是土堤，明代起陆续在险工处修建石堤。清代左岸石堤已沿至卢沟桥南，清康熙三十七年（1698年），卢沟桥左右两岸实施筑堤。左堤自卢沟桥向上过石景山，并堵死南北金句两个山峡。向下至永清县芦家庄；右堤由石景山开始经卢沟桥到永清县张家务。经过这次大的人工改道治理后，卢沟桥以下永定河两岸的堤防体系基本形成。康熙三十九年（1700年），右堤由张家务接筑到柳岔口；左堤由芦家庄亦接筑到柳岔口。康熙三十九年和雍正四年（1726年）两次接长。乾隆三年（1738年），右堤和左堤继续接长，分别从冰窖草坎东老堤接筑到南坦坡埝，经王庆坨南向东入叶淀，由郭家务原北堤向东接筑到沙家淀西北。经过多次治理，形成了永定河的南遥堤和北遥堤。清代期间永定河基本在贺尧营以下至北运河区间的南北遥堤之间泛滥，形成大三角淀，俗称浑河套。直到民国初大体未变。

永定河进入大三角淀后，经历代泛滥，形成南、北、中三泓。先是走南泓，由调河头起，经葛渔城，由王庆坨、三河曾、青光、韩家墅至唐家湾汇入北运河。南泓淤高后，改走调河头、葛渔城、六道口、汉沽港、双口至屈家店入北运河，为中泓。中泓淤高后改走响口北、黄花店、北遥堤南，到老米店以南汇入北运河，为北泓。历代以来，随着永定河的泛滥淤积，或走南泓或走北泓或走中泓，任其荡流，变迁不定。但基本处于南北遥堤之间。距今最近的一次大的变迁是1939年。该年大洪水，永定河通过流量 $4665\text{m}^3/\text{s}$ ，在左堤梁各庄处决口。洪水进入北遥堤以北，造成永定河的变迁改道。经历这次洪水，永定河在老淀区北遥堤以北、龙河以南形成了新泛区，即现今的永定河泛区，南北宽 15km，东西长 60km。后来，针对新泛区进行了整治，以原来

的北遥堤作为新泛区的南堤，北面加筑了新北堤，同时在落垡以下距京山铁路 50m 处加筑了护路堤。新泛区内，没有固定河槽，任意漫流，一些村庄群众陆续搬迁。

建国后，在党中央和国务院的关怀重视下，对永定河进行全面规划、综合治理。1956 年开始修建砖石护岸如石坝、石笼等工程，海河流域“63.8”大水后，北京市及河北省将境内河段改建成永久性浆砌石护岸，各险工段还建有护坝、护堤工程，使中下游的防洪标准提高到 50 年一遇。

1949 年，永定河左岸自石景山至北天堂为石堤，北天堂以下为土堤；右堤自阴山嘴至大宁为石堤，大宁以下为土堤。

为减轻洪水对京山铁路的威胁，减少泛区及龙河流域受淹面积，缓解堤防险工的险情，避免永定河夺牯牛河入大清河，并缩短洪水在泛区的停滞时间，1950 年组织完成了包括铁路防护堤培修、修筑龙河南堤、梁各庄上游裁弯及下游挑挖引河与堤防修筑等四项工程；1951 年汛前完成了中、下游堤防整理工程、培修泛区新北堤（防护堤）、泛区新北堤护岸，新建长挑坝和透水坝等、疏浚城上引河护岸以及加固护麦埝。

1952~1965 年连续做了堤防整修加固工程为缓解洪水对石景山电厂、丰山铁路和北京市的威胁。为了控制、引导永定河的河势，1959 年至 1961 年，根据永定河治理“三固一束”的原则（即固定险工、固定河槽、固定滩地、束窄河道），在永定河卢沟桥以下河段实施了治导工程，按 $2500\text{m}^3/\text{s}$ 的标准，划定治导线位置，修建土石丁坝 114 条等。1969 年 5 月新筑了石景山至麻峪段的左堤，又加固了庞村和衙门口的堤防基础；1973 年 10 月，实施了三家店~卢沟桥河段的部分堤防改线、堤顶加高、堤脚加固等工程；1977 年实施了卢沟桥至梁各庄段的左堤堤顶加高工程。与此同时还修建了傅各庄至落垡北的护路堤；1983 年秋，实施了卢沟桥至双峪路口基础加固、部分堤段的加高及延长，同时还作了部分河段的堤戗加固和加长等项工程；90 年代以后，根据河道堤防险工情况，陆续完成了堤防加固及堤坡防护等工程。

2000 年，在大宁水库下游永定河稻田、马厂段右侧滩地开挖了滞洪水库，沿永定河右侧治导线外侧新建水库左堤(中堤),将永定河右堤扩建作为水库右堤,在永立公路位置设置横堤。横堤将滞洪水库分成上下两库，上库为稻田水库，下库为马厂水库。

3.2 河道演变趋势分析

永定河已按 100 年一遇洪水超高 2.0~2.5m 标准筑堤。土质堤防段迎水坡均采用浆砌石或混凝土连锁板块护砌。左堤基础采用混凝土前戗或浆砌石前戗，险工段深入河底以下 3~9m，平工段深入河底以下 0.5~6m。右堤基础水平采用混凝土板加铅丝石笼护底，险工段深入河底以下 0.45~2m，平工段深入河底以下 0.4~0.5m。

官厅水库的修建，使得三家店以下河道免受官厅以上来水来沙的威胁，但山峡区间的洪水还没有得到有效控制，随着官厅山峡段水土保持工作的不断深入，河道输沙量有逐步减少的趋势。

项目区所在卢沟桥~梁各庄段河道左、右堤完整已进行护砌，并建有控制流势的治导工程，平面河势不会发生大的演变，立面流势由于河床冲刷可能会发生改变。

4 防洪评价分析与计算

4.1 防洪标准

本项目位于永定河卢梁段左堤桩号 K7+309~K7+698。根据《永定河系防洪规划》该段河道设计标准为 100 年一遇；《北京市防洪排涝规划》（2016 年）中，规划将卢梁段左堤卢沟桥以下至丰台区北天堂 6.7km 的堤防标准提高至 200 年一遇，其余堤防标准仍维持 100 年一遇。京雄高速（北京段）工程五环立交 Z7 和 Z2 匝道路基段工程位于卢梁段左堤卢沟桥以下 7.3km，因此项目区位置河道堤防的防洪标准为 100 年一遇。

本次评价项目为高速公路，依据《防洪标准》（GB50201-2014），高速公路路基防洪标准为 100 年一遇。

表 4.1-1 公路各类建筑物、构筑物的防洪标准

公路等级	防洪标准〔准重现期（年）〕				
	路基	特大桥	大、中桥	小桥	涵洞及小型排水构筑物
高速、一级	100	300	100	100	100
二级	50	100	100	50	50

因此本次评价按照 100 年一遇标准对路基进行分析评价。

4.2 设计洪峰流量

永定河卢梁段河道的洪水从卢沟桥枢纽的拦河闸下泄。依据 2004 年修订的《永定河洪水调度方案》，卢沟桥枢纽调度运用原则为：遇 100 年一遇及以下洪水，拦河闸控泄 2500m³/s 由永定河下泄，其余洪水由分洪闸分泄入大宁水库和滞洪水库；遇 100~200 年一遇洪水，拦河闸控泄 3000m³/s 由永定河下泄，其余洪水由分洪闸入大宁水库和滞洪水库，同时刘庄口门分洪；遇 200 年一遇以上洪水，拦河闸和分洪闸敞泄。

在 2008 年完成的《永定河系防洪规划报告》中对三家店设计洪水成果进行了复核，洪水系列延长至 1997 年后，频率适线成果与 1993 年成果相比，洪峰流量、洪量设计值相差甚小，均在 4% 以内。永定河控制站三家店的设计洪水变化不大，因此《永定河系防洪规划报告》仍推荐使用原成果。三家店（卢沟桥）设计洪水组合为：三家店洪水与官厅山峡洪水同频率，官厅水库以上洪水相应，设计洪水成果见 4.1-2。

表 4.2-1 三家店（卢沟桥）设计洪水组合成果表 单位：洪峰 m^3/s ；洪量 亿 m^3

项 目	P (%)								
	0.01	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20
Qm	17600	10800	9400	7500	6230	4330	2740	1700	820
W1	10.148	4.007	3.336	2.740	2.305	1.642	1.169	0.829	0.534
W3	21.657	9.634	8.593	5.326	4.647	3.756	2.893	2.332	1.822
W5	27.271	14.311	12.921	7.813	6.384	5.352	4.322	3.637	2.388
W7	31.909	18.235	14.681	9.433	7.904	6.777	5.620	4.75	2.713

永定河卢梁段河道的洪水从卢沟桥枢纽的拦河闸下泄。依据 2004 年修订的《永定河洪水调度方案》，卢沟桥枢纽调度运用原则为：遇 100 年一遇及以下洪水，拦河闸控泄 $2500\text{m}^3/\text{s}$ 由永定河下泄，其余洪水由分洪闸分泄入大宁水库和滞洪水库；遇 100～200 年一遇洪水，拦河闸控泄 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 由永定河下泄，其余洪水由分洪闸入大宁水库和滞洪水库，同时刘庄口门分洪；遇 200 年一遇以上洪水，拦河闸和分洪闸敞泄。

本次项目防洪标准为 100 年一遇，设计洪水为 $6230\text{m}^3/\text{s}$ 。结合《永定河洪水调度方案》，遇 100 年一遇及以下洪水，拦河闸控泄 $2500\text{m}^3/\text{s}$ 由永定河下泄，故本次采用洪峰流量 $2500\text{m}^3/\text{s}$ 评价本项目对河道洪水的影响。

4.2.1 防洪规划水位

根据《永定河系防洪规划》中的卢梁段河道 100 年一遇洪水规划技术指标，桥位上、下游有高佃村（桩号 7+000）和鹅房村（桩号 13+000）的规划水位。其中高佃村设计水位 53.80m（56 黄海高程），鹅房村设计水位 48.80m（56 黄海高程），高佃村位于桥位上游约 1.6km 处，鹅房村位于桥位下游 4.4km，经内插计算，桥位处 100 年一遇洪水规划水位 52.48m（56 黄海高程），转换为国家 85 高程后为 52.41m。

4.2.2 项目区处水位计算

本次依据 2012 年~2023 那年测量的永定河 1:1 万带状地形图，项目区 1:500 地形图，采用 Mike21 软件构建永定河二维水力学模型，计算项目区处 100 年一遇洪水位。

1、模型原理

MIKE21 属于平面二维自由表面流模型，其在平面二维自由表面数值模拟方面具有强大的功能，主要有前后处理模块、水动力模块、水质和环境评价模块、泥沙传输模块等四大模块，本次利用其水动力学模块建立二维洪水演进模型。

水动力学模块基于平原二维非恒定流数值模拟，包含二阶紊动项，其基本方程为：

$$\begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} &= hS \\ \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} &= f\bar{v}h - gh\frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \\ &\quad - \frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy}) + hu_{s,s} \\ \frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} &= f\bar{u}h - gh\frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \\ &\quad - \frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) + hv_{s,s} \end{aligned}$$

式中：t 为时间；x、y 为笛卡尔坐标系坐标； η 为水位；d 为静止水深； $h=\eta+d$ 为总水深；u、v 分别为 x、y 方向上的速度分量；f 是哥氏力系数， $f=2\omega\sin\varphi$ ， ω 为地球自转角速度， φ 为当地纬度；g 为重力加速度； ρ 为水的密度； S_{xx} 、 S_{xy} 、 S_{yy} 分别为辐射应力分量；S 为源项； (u_s, v_s) 为源项水流流速； τ_s 、 τ_b 分别为风应力和水底摩擦力； $\bar{u}$ 、 $\bar{v}$ 为沿水深平均的流速，由以下公式定义：

$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz, \quad h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz$$

T_{ij} 为水平粘滞应力项，包括粘性力、紊流应力和水平对流，这些量均可根据沿水深平均的速度梯度用涡流粘性方程得出（式中 A 为沃粘系数）：

$$T_{xx} = 2A\frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, \quad T_{xy} = 2A\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x}\right), \quad T_{yy} = 2A\frac{\partial \bar{v}}{\partial y}$$

MIKE21 的水动力学模块非结构网络模型采用的数值方法是单元中心的有限体积法。二维计算通过把计算区域分割成不重叠的无结构网格单元（三角形或四边形）离

散求解。离散求解的模型数值解法示意图见图 4.3-1。控制方程离散时，结果变量 U 、 V 位于单元中心，跨边界通量垂直于单元边。有限体积方法中法向通量的计算是，在沿外法向建立起单元水动力模型，并通过求解一维的问题而得到。模型采用的时间差分格式见下图。

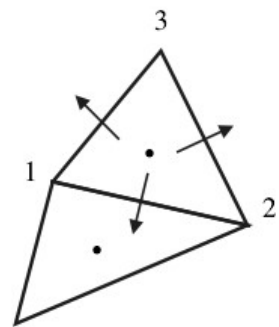


图 4-1 非结构网格的模型数值解法示意图

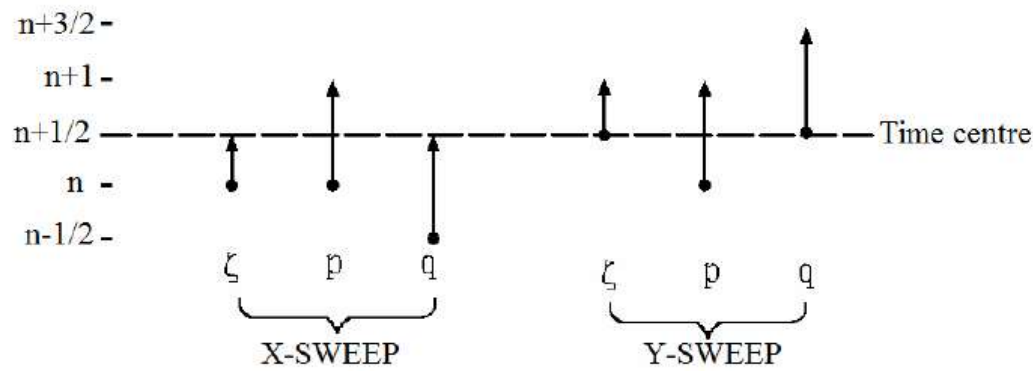


图 4.2-1 时间差分格式示意图

2、模型计算

（1）模型计算范围

模型的计算范围上起卢沟桥枢纽拦河闸，下至南章客。河道桩号从 0+000 至 27+900。

（2）模型糙率选取

糙率是反映地面阻水状况的一个综合参数，它与地面的粗糙程度及地表阻水特征有关。本次计算河道林木区域糙率系数选取 0.1，非林木区域主槽和滩地糙率选取 0.04。

（3）模型边界条件

①上游边界条件

项目区段，永定河 100 年一遇下泄洪水流量为 2500m³/s，200 年一遇下泄洪水流量为 3000m³/s。

② 下游边界条件

模型的下游边界为南章客断面水位—流量关系。

3、计算成果

经模型计算，100 年一遇洪水情况下，项目区附近河道水位为 50.59~50.60m，未上左滩；项目位于永定河（卢梁段）北天堂附近左堤路背水坡外侧，100 年一遇洪水不会对本项目造成影响。

4、水位对比分析

本次计算 100 年一遇洪水位较 2008 年规划洪水水位低 1.8m 左右，经分析，防洪规划水位成果为 2008 年推算水位，采用的河底高程较高，未考虑河道地形变化。按最不利工况考虑，本次评价按照规划 100 年一遇水位 52.41m 进行分析。

5、超标准洪水分析

为保障项目安全及永定河超标洪水行洪，本次模拟了永定河 200 年一遇水位（200 年一遇流量：3000m³/s）。经分析，规划断面下 200 年一遇洪水位为 52.85m，堤防超高 3.27m，洪水未漫堤，项目位于永定河（卢梁段）北天堂附近左堤路背水坡外侧，200 年一遇洪水不会对本项目造成影响。

表 4.2-2 项目区 200 年一遇水位对比分析表

工况	项目区位置 200 年洪水位（m）	项目区处左堤高程 （m）	堤防超高 （m）
规划	52.85	56.10~56.72m	3.27

4.3 壅水分析

天然河道中水流呈自然流态的方式，而阻水建筑物的修建，无疑将对河道水流特性产生一定的影响。根据防洪设计的要求，需计算项目建成后产生的壅水高度，以推算工程阻水引起水位雍高变化和壅水长度。

根据项目设计，本项目位于永定河左堤背水坡外，在河道断面上没有构造物，对河道阻水面积为 0，该项目不会阻碍河道行洪，也不会导致河道壅水。故本工程的建

设不会影响永定河行洪，不会造成永定河行洪能力降低，不会对永定河两岸堤防防洪能力造成影响。

4.4 冲刷与淤积分析

天然状况下，由于流域的来水、来沙及河床边界条件的不断变化，河床形态总是处在不断的冲淤变化过程当中。但在相当长的一个时段内，冲淤量可以相互补偿，河道处于一个相对的平衡状态。河道上建桥后，破坏了原有的这种平衡状态，由于桥梁压缩水流，致使桥下流速增大，水流挟沙能力增强，在桥下产生冲刷。随着冲刷的发展，桥下河床加深，过水面积加大，流速逐渐下降；待桥下流速降低到河床质的容许不冲刷流速时，河道内达到新的输沙平衡状态，冲刷停止。

本项目位于永定河左堤背水坡外，该工程在河道断面之上没有构造物，不会对河道冲刷变化产生影响，冲刷对本项目亦无影响。

4.5 堤防稳定计算

本项目位于永定河卢梁段左堤桩号 K7+309~K7+698。项目区位置河道堤防的防洪标准为 100 年一遇。依据《堤防工程设计规范》GB 50286-2013，堤防工程为 1 级。

4.5.1 渗流及渗透稳定计算

4.5.1.1 土堤渗流分析计算

本项目位于永定河卢梁段左堤桩号 K7+309~K7+698。项目区位置河道堤防的防洪标准为 100 年一遇，堤防工程为 1 级。项目区处规划 100 年一遇洪水位为 52.41m，项目区处永定河左堤现状堤顶高程 56.10~56.72m，堤防超高约 3.69m，堤防渗流计算采用 1 个断面计算即可，采用《堤防工程设计规范》中透水土堤下游坡无排水设备或者有贴坡式排水稳定渗流计算公式，如下：

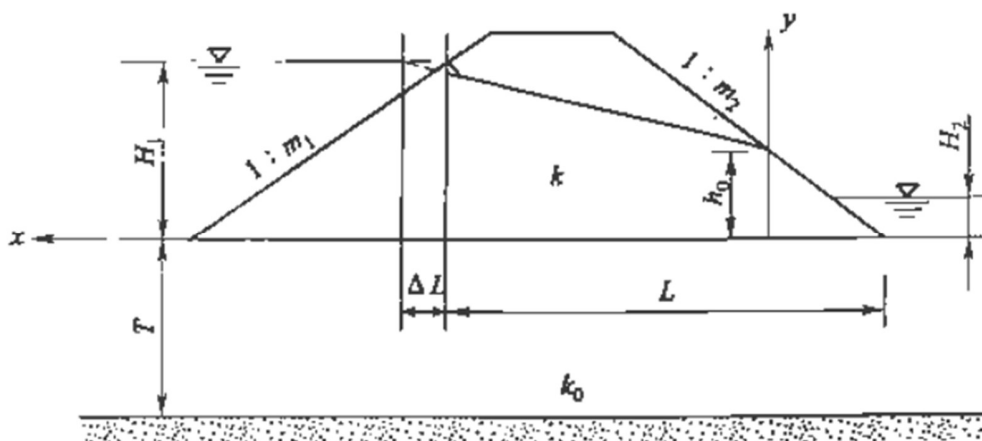


图 4.5-1 透水地基均质土堤计算

$$q = q_D + k_0 \frac{(H_1 - H_2)T}{L + m_1 H_1 + 0.88T} \quad (\text{E. 3. 1})$$

式中： q —堤身、堤基础单位宽度渗流量之和 $[\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}]$ ；

q_D —不透水地基上求得的相同排水形式的均质土堤单位宽度渗流量 $[\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}]$ 。

计算透水地基上的均质土堤的浸润线时，应根据下游不同的排水形式首先计算特征水深，然后计算浸润线。特征水深和浸润线计算应符合下列规定：

1、下游坡有贴坡排水或无排水设备时，特征水深可按下列公式计算：

1) $k > k_0$ 时 (k 为堤身渗透系数， k_0 为地基渗透系数)：

$$h_0 - H_2 = q / \left\{ \frac{k}{m_2 + 0.5} \left[1 + \frac{(m_2 + 0.5)H_2}{(m_2 + 0.5)(h_0 - H_2) + \frac{m_2 H_2}{2(m_2 + 0.5)}} \right] + \frac{k_0 T}{(m_2 + 0.5)(h_0 - H_2) + m_2 H_2 + 0.44T} \right\} \quad (\text{E. 3. 2—1})$$

2) $k \leq k_0$ 时：

$$h_0 - H_2 = q / \left\{ \frac{k}{m_2 + 0.5} \left[1 + \frac{(m_2 + 0.5)H_2}{(m_2 + 0.5)(h_0 - H_2) + 0.5H_2} \right] + \frac{k_0 T}{m_2 h_0 + 0.44T} \right\} \quad (\text{E. 3. 2—2})$$

求得特征水深 h_0 后，无论堤身采用何种排水形式，浸润线均可按下列公式计算：

$$x = k_0 T \frac{y - h_0}{q} + k \frac{y^2 + h_0^2}{2q} \quad (\text{E3. 2—6})$$

$$q = k \frac{H_1^2 - h_0^2}{2(L + \frac{m_1}{2m_1 + 1}H - m_2 h_0)} + k_0 T \frac{H_1 - h_0}{L + m_1 H_1 - m_2 h_0} \quad (\text{E3. 2—7})$$

4.5.1.2 背水坡渗流出口比降计算

下游无水时，渗出点、堤坡与不透水面交点的渗流比降可分别按下列公式计算：

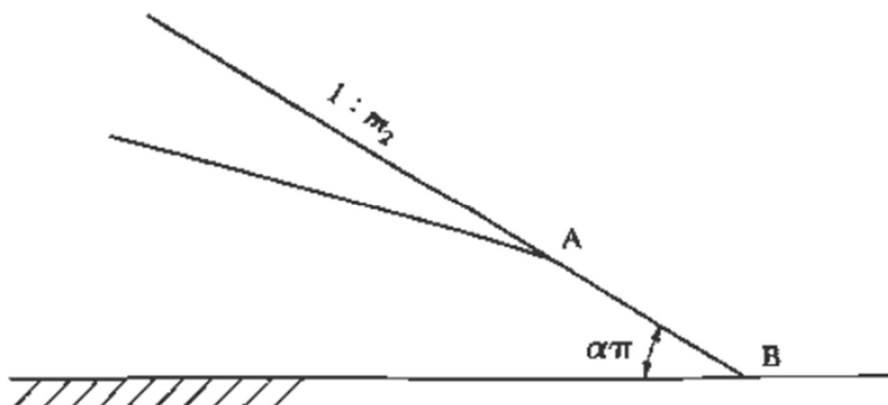


图 4.5-2 下游无水计算

$$j_0 = \sin \alpha \pi = \frac{1}{\sqrt{1+m_2^2}} \quad (\text{E. 5. 1—1})$$

$$j_0 = \tan \alpha \pi = \frac{1}{m_2} \quad (\text{E. 5. 1—2})$$

式中： j_0 —下游无水背水坡出口比降。

4.5.1.3 渗流计算结果

防止渗透变形的允许水力比降应以的临界比降除以安全系数确定，无黏性土的安全系数应为 1.5~20,黏性土的安全系数不应小于 2.0。无试验资料时，对于渗流出口无滤层的情况,无黏性土的允许水力比降可按下表选用,有滤层的情况可适当提高特别重要的堤段，其允许水力比降应根据试验的临界比降确定。本工程设计范围内土质为壤土类，且无试验资料，堤防为无黏性土，不均匀系数 C_u 为 $C_u \leq 3$ 。

表 4.5-1 无粘性土渗流出口的允许水力比降

渗透变形形式	流土型			过渡型	管涌型	
	$C_u \leq 3$	$3 < C_u \leq 5$	$C_u < 5$		级配连续	级配不连续
允许水力比降	0.25~0.35	0.35~0.50	0.50~0.80	0.25~0.40	0.15~0.25	0.10~0.20

注： C_u 为土的不均匀系数

经计算,本项目实施前平均比降为 0.078，乘以安全系数 2 为 0.156， $0.156 < 0.25 \sim 0.35$ ，渗透比降远小于渗流出口的允许比降；本项目实施后平均比降为 0.069，乘以安全系数 2 为 0.138， $0.138 < 0.25 \sim 0.35$ ，渗透比降远小于渗流出口的允许比降，故

满足要求；且渗流浸润线在下游无出逸出点。因此，工程的实施且对堤防基本不会产生渗流影响。

4.5.2 抗滑和抗倾稳定计算

本项目土堤边坡抗滑稳定采用瑞典圆弧法，土堤边坡抗滑稳定采用瑞典圆弧法时，安全系数不应小于表 4.5-2 的规定。

表 4.5-2 土堤边坡抗滑稳定安全系数

堤防工程级别		1	2	3	4	5
瑞典圆弧法	正常运用条件	1.30	1.25	1.20	1.15	1.10
	非常运用条件I	1.20	1.15	1.10	1.05	1.05
	非常运用条件II	1.10	1.05	1.05	1.00	1.00

本工程土堤边坡抗滑稳定安全系数均采用 1.30。

4.5.2.1 对左堤影响因素的分析

依据《2000 年永定河干堤加固工程初步设计》，现状堤防迎水坡进行防水加固，迎水坡坡比为 1:3，背水坡坡比为 1:5。本次截取项目区左堤横断面图进行分析。

4.5.2.2 堤身稳定计算

堤防工程设计一个根据不同堤段的防洪任务、工程级别、地形地质条件，结合堤身的结构形式、高度和填筑材料等因素，选择代表性的断面进行计算。堤防的抗滑稳定计算可分为正常运用条件和非正常运用条件，计算内容可根据下表。

表 4.5-3 计算工况表

计算工况		计算内容
正常运用条件		①设计洪水位下的稳定渗流期或者不稳定渗流期的背水侧堤坡； ②设计洪水位骤降期的迎水侧堤坡；
非常运用条件	非常运用条件 I	施工期的迎水、背水侧堤坡。
	非常运用条件 II	①多年平均水位时遭遇地震； ②其他稀有荷遇荷载的迎水、背水侧堤坡；

①计算参数：：根据《京雄高速公路（北京段）工程挡墙工程（五环立交）岩土工程勘察报告》，北京市勘察设计院有限公司，2023.09.19 及五路路加宽的设计方案，项目区主要土层信息如下表：

表 4.5-4 土层信息表

土层编号	土层名称	重度 (g/cm ³)	粘结强度 (kpa)	内摩擦角
①	粉土素填土	17.64	8	10
①1	杂填土	17.64	0	10
①2	细砂素填土	18.13	0	15
②	粉砂—细砂	19.11	0	28
②2	粉土	18.13	19	26.9
③1	粉土	19.11	18	27.3
④	卵石—圆砾	20.58	0	36.0
④1	细砂—中砂	19.60	0	32

②设计工况

本次边坡稳定分析计算，设计工况结合现状与规范内容，共取 3 种工况：

工况 1：设计洪水位下的稳定渗流期或者不稳定渗流期的背水侧堤坡和设计洪水位骤降期的迎水侧堤坡。

工况 2：施工期的迎水、背水侧堤坡。

工况 3：本工况取多年平均水位时遭遇地震；其他稀有荷遇荷载的迎水、背水侧堤坡。

③计算公式：

依据《堤防工程设计规范》GB 50286-2013。土堤抗滑稳定计算采用瑞典圆弧法计算：

$$K = \frac{\sum \{ [(W \pm V) \cos a - vb \sec a - Q \sin a] \tan \varphi' + c' b \sec a \}}{\sum [(W \pm V) \sin a + M_c/R]}$$

式中：W—土条重量 (KN) ；

Q、V—水平和垂直地震惯性力 (V 向上为负，向下为正) (KN) ；

U—作用于土条底面的孔隙压力 (KN/m²) ；

a—条块重力线与通过此条块底面的半径之间的夹角 (°) ；

b—土条宽度 (m) ；

c'、φ'—土条底面的有效凝聚力 (KN/m²) 和有效内摩擦角 (°) ；

M_c—水平地震惯性力对圆心的力矩 (KN·m) ；

R—圆弧半径 (m) ；

④计算结果

项目区左堤提取 3 处横断面进行堤防稳定分析，3 处断面计算的最小安全系数 K 都大于规范安全系数 1.3，则堤防稳安全，否则堤防需要采取相应的措施，保障堤防安全稳定。本次计算采用理正岩土计算软件 7.0 版，计算结果分别如下：

表 4.5-5 断面 1 对应堤坡滑动稳定计算成果表

工况		滑弧深度 Ds	最小安全系数 K
工况 1	迎水坡	1.5	1.810>1.3
	背水坡	45	82.26>1.3
工况 2	迎水坡	1.5	1.810>1.3
	背水坡	45	81.955>1.3
工况 3	迎水坡	1.5	1.699>1.3
	背水坡	45	21.660>1.3

表 4.5-6 断面 2 对应堤坡滑动稳定计算成果表

工况		滑弧深度 Ds	最小安全系数 K
工况 1	迎水坡	4.5	2.337>1.3
	背水坡	48	37.650>1.3
工况 2	迎水坡	4.5	2.337>1.3
	背水坡	48	36.94>1.3
工况 3	迎水坡	4	2.092>1.3
	背水坡	46	15.009>1.3

表 4.5-7 断面 3 对应堤坡滑动稳定计算成果表

工况		滑弧深度 Ds	最小安全系数 K
工况 1	迎水坡	1.5	1.419>1.3
	背水坡	39	37.200>1.3
工况 2	迎水坡	1.5	1.419>1.3
	背水坡	39	37.200>1.3
工况 3	迎水坡	1.5	1.303>1.3
	背水坡	39	17.81>1.3

经不同断面分别计算堤防抗滑稳定，3 种工况下 3 处断面均满足堤防设计规范要求，在理论计算结果下，五环路的加宽对左堤影响较小。

4.6 河势影响分析

根据项目设计，本工程位于永定河左堤背水坡外侧，在河道行洪断面上没有构造物，不会引起河道行洪流速发生变化，不会改变河道水动力轴线，也不会引起滩槽、岸线发生变化。故本项目的建设对永定河河势基本没有影响。

4.7 施工影响分析

根据前面计算分析，本项目施工期对永定河左堤稳定基本无影响。

本项目施工过程中，为保证左堤边坡安全，项目严格按照施工方案进行施工，进场前对作业班组进行安全教育培训，对施工过程中保护左堤的相关事项进行逐一交底，施工过程中沿左堤坡脚外 0.5m 处设置 1 道警戒带，对于左堤有现状护砌部位沿护砌设置一排直径为 50cm 防撞桶用于保护既有结构不被破坏，同时施工过程中严禁施工机具、材料随意堆放于左堤边坡上，设专职安全员在施工全过程中进行防护。

因此，本项目施工期对永定河左堤基本无影响。

4.8 对其他设施的影响分析

本项目位于平工段，施工期不占用永定河左堤路，对上下游险工段基本无影响。

本项目施工期占用五环路现状排水边沟，完工后将对五环路边沟按不低于现状边沟过流能力的尺寸并与上下游顺接进行恢复。项目完工后不会对五环路排水造成影响。

Z2 匝道路基紧邻 $\phi 700$ 高压 B 燃气管线 1 条，位于五环路东侧，沿五环路护栏外布设，最浅埋深 2.2m，管线走向平行于 Z2 匝道加速车道路基，位于河道管理范围外；工程范围存在南水北调管线 1 条，自北向南延伸，总体位于五环路东侧，南水北调管径 4.6m，埋深约 6.5m，施工最近距管线 130m，在该管线保护范围（管线两侧 50 米）之外。本项目施工对上述管线基本无影响。

5 防洪综合评价

5.1 建设项目与有关规划符合性评价

永定河是永定河系的骨干行洪河道，设计标准为 100 年一遇。京雄高速五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段在卢梁段左堤路桩号 K7+309 至 K7+698 处位于永定河左堤背水坡外侧永定河河道管理范围内，路基防洪标准为 100 年一遇。

《永定河系防洪规划》规划实施的卢梁段“三固一束”治理，已经基本完成；

《北京市防洪排涝规划》（2016 年）中对卢梁段左堤的规划安排主要为：对卢梁段万里~市界段 24km，平均加高 0.7m。该段工程位于本次项目的下游。

因此，本项目的实施对《永定河系防洪规划》和《北京市防洪排涝规划》的实施没有影响。

按照《永定河综合治理与生态修复总体方案》（发改农经〔2016〕2842 号）的要求，2023 年 3 月北京市水务局、北京市发展和改革委员会、北京市园林绿化局印发《北京市永定河综合治理与生态修复实施方案（2022 年修编）》，该实施方案项目区段建设内容主要包括在左滩地建设自然型表流湿地、生物滤床、输水管线、管理道路、滩地绿化、灌溉、地下水监测及电气工程等。本项目位于左堤背水坡外侧，不会对《永定河平原南段综合治理与生态修复工程方案》的实施产生影响。

根据《海河流域重要河道岸线保护与利用规划》（水利部海河水利委员会，2021 年 11 月），本项目位于永定河岸线保护区（保护防洪安全类）。

永定河岸线保护区管控要求：因保障防洪安全而划分的岸线保护区，确需开发利用的水利、交通等国家重要基础设施类项目，应符合河道防洪以及河势稳定要求，需经过充分论证并严格按照法律法规要求履行相关许可程序，报水行政主管部门审批。

本项目建设符合《海河流域重要河道岸线保护与利用规划》要求。

5.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价

5.2.1 与现有防洪标准的适应性分析

本项目属于高速公路，防洪标准为 100 年一遇，路基的设防标准符合《防洪标准》（GB50201-2014）的要求。

5.2.2 与管理要求的适应性分析

2020 年 1 月 21 日，北京市政府批复了《永定河市管段管理保护范围调整划定方案》。该成果划定了永定河三家店拦河闸以上 2km 到市界段河道（含大宁水库、滞洪水库）管理保护范围。河道管理范围线自上开口外延 55~75m 划定；村庄及城市合法建设段外延 30~50m 划定；部分河段扩展至上开口线外 106~320m。

本项目 Z7 和 Z2 匝道路基段和现状五环路连接，沿现状五环路两侧拓宽，Z7 匝道是五环路北向南进入京雄高速的唯一通道。Z7 匝道路基在永定河和管理范围内实施长度约 390m，实施面积约 4100m²，对应永定河左堤桩号 K7+309~ K7+698；Z2 匝道路基在永定河和管理范围内实施长度约 296m，实施面积约 4400m²，对应永定河左堤桩号 K7+325~K7+652。对于河道管理范围与市政、交通道路等管理范围交叉重叠的区域，由水行政主管部门与市政交通部门共同管理。日常维护由市政交通部门承担，为保障远期河道规划的实施及防汛抢险安全，水行政主管部门有权作出处置。

5.3 建设项目对河道行洪的影响评价

本项目位于永定河左堤外堤坡外，未占用河道的行洪断面，对河道泄洪无影响。项目路基排水沿用现状五环路排水系统，最终排入永定河灌渠，不增加河道行洪压力。

本项目施工期位于非汛期，且位于河道外。建设项目不会对河道行洪产生影响。

5.4 建设项目对河势稳定的影响评价

本项目位于永定河左堤背水坡外侧，未占用河道的行洪断面，对河势稳定基本无影响。

5.5 建设项目对堤防安全及岸坡稳定和其他水利工程影响评价

本项目位于永定河左堤背水坡外，未占用左堤路及岸坡。

根据前面计算分析，本项目施工期对永定河左堤基稳定本无影响。

本项目施工过程中，为保证左堤边坡安全，项目严格按照施工方案进行施工，进场前对作业班组进行安全教育培训，对施工过程中保护左堤的相关事项进行逐一交底，施工过程中沿左堤坡脚外 0.5m 处设置 1 道警戒带，对于左堤有现状护砌部位沿护砌设置一排直径为 50cm 防撞桶用于保护既有结构不被破坏，同时施工过程中严禁施工机具、材料随意堆放于左堤边坡上，设专职安全员在施工全过程中进行防护。

本项目对永定河左堤基本无影响。

5.6 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价

本项目位于永定河左堤背水坡外，未占用巡河路。项目在非汛期施工，施工过程中严禁施工机具、材料随意堆放于左堤及其边坡上，因此项目施工期和运营期对左堤路的交通无影响。

本项目 Z7 匝道五环路加宽段临近左堤路，本项目完工后 Z7 匝道临近左堤路段道路路基结构边线距离左堤路外堤脚最近距离 7.05m。由于五环路加宽后，道路边坡形式有所变化，本项目建完后道路加宽范围没有出五环路原用地线，下部抢险空间不变，略微减小了该处左堤上部的抢险作业空间，对堤防日常维护无影响。但一旦永定河发生险情，道路运营单位应无条件配合水务部门进行堤防抢险工作。

项目区附近左堤暂无流域或者区域调度方案，本项目涉及永定河河道管理范围的路基段主要为现状五环路加宽段，项目施工期和运营期均不扰动左堤。因此本项目对流域或区域防洪调度无影响。

5.7 建设项目施工期影响评价

根据前面计算分析，本项目施工期对永定河左堤稳定基本无影响。

本项目施工过程中，为保证左堤边坡安全，项目严格按照施工方案进行施工，进场前对作业班组进行安全教育培训，对施工过程中保护左堤的相关事项进行逐一交底，施工过程中沿左堤坡脚外 0.5m 处设置 1 道警戒带，对于左堤有现状护砌部位沿护砌设

置一排直径为 50cm 防撞桶用于保护既有结构不被破坏，同时施工过程中严禁施工机具、材料随意堆放于左堤边坡上，设专职安全员在施工全过程中进行防护。

因此，本项目施工期对永定河左堤基本无影响。

5.8 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价

本项目位于平工段，施工期不扰动永定河左堤，对上下游险工段基本无影响。

本项目施工期占用五环路现状排水边沟，完工后将对五环路边沟按不低于现状边沟过流能力的尺寸并与上下游顺接进行恢复。项目完工后不会对五环路排水造成影响。

本项目施工区对项目区五环路现状边沟暂时填平，考虑到本项目冬季施工，降水较少，对五环路排水影响较小。为避免出现极端降水天气带来的影响，建议施工时结合天气预报，考虑应急排水措施，路基基础基底不被雨雪水浸泡。

Z2 匝道路基紧邻 $\phi 700$ 高压 B 燃气管线 1 条，位于五环路东侧，沿五环路护栏外布设，最浅埋深 2.2m，管线走向平行于 Z2 匝道加速车道路基，位于河道管理范围外；工程范围存在南水北调管线 1 条，自北向南延伸，总体位于五环路东侧，南水北调管径 4.6m，埋深约 6.5m，施工最近距管线 130m，在该管线保护范围（管线两侧 50 米）之外。本项目施工对上述管线不会造成影响。

工程施工期间，应尽量减少噪音和控制灰尘飞扬，合理安排施工时间，减少对当地群众的干扰，施工废污水水量较小，影响范围不大，基本不会影响河道水质和周围环境。

6 消除和减轻影响措施

本项目位于永定河左堤背水坡外侧河道管理范围内，完工后不占用永定河河道及堤防，对河道及堤防的运行管理基本无影响。为保证左堤路安全，本项目施工单位制定了左堤路的施工监测方案。

6.1 施工监测方案

6.1.1 监测目的

（1）路基施工过程中对现状道路及周边影响范围进行实时沉降监测，及时了解现状道路的实际变形情况，切实做好信息化施工，保障现状道路及周边环境的安全与稳定。

（2）及时向委托单位、道路养管单位提供道路变形情况，并对可能发生的隐患提供及时、准确的预报，以便及时采取有效措施。

6.1.2 监测内容

本工程监测内容如下：

- （1）对施工影响范围内左堤路（道路）地表沉降进行监测；
- （2）对施工现场进行巡查，着重巡视道路异常情况，及时发现工程隐患，确保工程安全、道路运营安全。

6.1.3 监测点布设

（1）监测点布设

在施工影响范围内，左堤路道路路肩布设 1 个主测断面，主测断面 12 个普通沉降监测点，监测点断面间距 30m。

表 6.1-1 现场监测点数量统计表

序号	监测对象	监测项目	测点数
1	道路	基准点	3 个
2		道路普通测点	12 个

（2）监测点埋设方法

普通沉降测点：普通沉降测点常布设在路肩位置，采用机械钻孔，达到原状土

层后植入直径 $\Phi 20\text{mm}$ 左右的钢筋，具体深度以实际揭露为准，埋深大于 1.5m，钢筋外套 PVC 管并在 PVC 管和外保护筒之间填充木屑隔离，测点上部加一带密封垫的保护盖，防止测点被破坏。如下图。

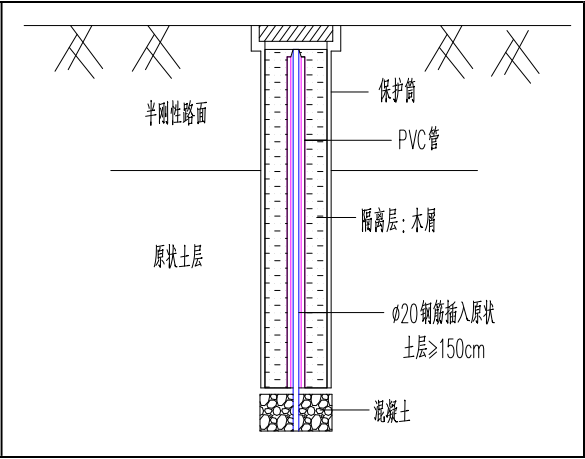


图 6.1-2 普通测点埋设示意图

6.1.4 监测周期和频率

(1) 基准点联测

表 6.1-2 基准点联测频率

序号	联测阶段	监测频率	联测次数（次）
1	初始值	/	3

(2) 沉降点观测：

表 6.1-3 道路监测点联测频率

序号	监测阶段	监测频率
1	初始值	3 次
2	路基施工期间	1 次/天
3	施工完成后 3 个月内	2 次/月

注：非本段施工质量引起的停工，停工期间适当降低监测频率。

(3) 上述为计划监测周期、频率。为保证施工及交通设施安全，项目监测实施过程中，施工单位应及时提供施工进度等相关信息，以便于监测周期、频率能够结合地下工程施工部位、工序等情况作出及时调整，做到信息化施工监测。最终工作量以实际完成工作量计算。

6.2 其他措施

(1) 工程完工后，对现状左堤与五环路之间的排水沟按不低于现状排水沟过流能力的尺寸进行恢复并与上下游顺接。

(2) 施工单位应成立抢险工作领导小组，制定洪水险情预防措施，接受建设单位统一指挥，及时关注天气变化，遇有降雨时，加强值班，配备充足抢险物质，做好一切抢险工作，保障人员及财产安全。

(3) 项目建设过程中，应做好污水收集与处理工作，严禁废污水入河。工程完建后，应注意对环境的保护，避免项目建设对第三人合法水事权益造成影响。

7 结论与建议

7.1 防洪综合评价主要结论

(1) 本工程为京雄高速公路（北京段）工程五环立交 Z7 及 Z2 匝道路基段工程，项目位于永定河卢梁段永定河左堤桩号 K7+309~ K7+698 处河道左堤背水坡外侧河道管理范围内，根据《中华人民共和国防洪法》和《中华人民共和国河道管理条例》规定，编制防洪评价报告是必要的。

(2) 京雄高速公路（北京段）为高速公路，路基防洪标准为 100 年一遇，符合《防洪标准》和《公路工程技术标准》的要求。

(3) 《永定河系防洪规划》规划实施的卢梁段“三固一束”治理，已经基本完成；《北京市防洪排涝规划》（2016 年）规划实施的治理工程，位于本次项目的下游。因此，本项目的实施对《永定河系防洪规划》和《北京市防洪排涝规划》的实施没有影响。

本项目位于永定河左堤背水坡外侧，不会对《永定河平原南段综合治理与生态修复工程方案》的实施产生影响。

(4) 本项目位于永定河左堤背水坡外，未占用巡河路。项目在非汛期施工，施工过程中严禁施工机具、材料随意堆放于左堤及其边坡上，因此项目施工期和运营期对左堤路的交通无影响。

本项目 Z7 匝道五环路加宽段临近左堤路，本项目完工后 Z7 匝道临近左堤路段道路路基结构边线距离左堤路外堤脚最近距离 7.05m。由于五环路加宽后，道路边坡形式有所变化，本项目建完后道路加宽范围没有出五环路原用地线，下部抢险空间不变，略微减小了该处左堤上部的抢险作业空间，对堤防日常维护无影响。但一旦永定河发生险情，道路运营单位应无条件配合水务部门进行堤防抢险工作。

项目区附近左堤暂无流域或者区域调度方案，本项目涉及永定河河道管理范围的路基段主要为现状五环路加宽段，项目施工期和运营期均不扰动左堤。因此本项目对流域或区域防洪调度无影响。

(5) 本项目位于永定河左堤背水坡外，未占用左堤路及岸坡。根据堤防稳定计算分析，本项目施工期对永定河左堤稳定基本无影响。

本项目施工过程中，为保证左堤边坡安全，项目严格按照施工方案进行施工，进场前对作业班组进行安全教育培训，对施工过程中保护左堤的相关事项进行逐一交底，施工过程中沿左堤坡脚外 0.5m 处设置 1 道警戒带，对于左堤有现状护砌部位沿护砌设置一排直径为 50cm 防撞桶用于保护既有结构不被破坏，同时施工过程中严禁施工机具、材料随意堆放于左堤边坡上，设专职安全员在施工全过程中进行防护。

因此，本项目对永定河左堤基本无影响。

(6) 本项目位于平工段，施工期不扰动永定河左堤，对上下游险工段基本无影响。

本项目施工期占用五环路现状排水边沟，完工后将对五环路边沟按不低于现状边沟过流能力的尺寸并与上下游顺接进行恢复。项目完工后不会对五环路排水造成影响。

本项目施工区对项目区五环路现状边沟暂时填平，考虑到本项目冬季施工，降水较少，对五环路排水影响较小。为避免出现极端降水天气带来的影响，建议施工时结合天气预报，考虑应急排水措施，路基基础基底不被雨雪水浸泡。

Z2 匝道路基紧邻 $\phi 700$ 高压 B 燃气管线 1 条，位于五环路东侧，沿五环路护栏外布设，最浅埋深 2.2m，管线走向平行于 Z2 匝道加速车道路基，位于河道管理范围外；工程范围存在南水北调管线 1 条，自北向南延伸，总体位于五环路东侧，南水北调管径 4.6m，埋深约 6.5m，施工最近距管线 130m，在该管线保护范围（管线两侧 50 米）之外。本项目施工对上述管线不会造成影响。

7.2 消除和减轻影响措施的结论

本项目位于永定河左堤背水坡外侧河道管理范围内，完工后不占用永定河河道及堤防，对河道及堤防的运行管理基本无影响。

工程完工后，对现状左堤与五环路之间的排水沟按不低于现状排水沟过流能力的尺寸进行恢复并与上下游顺接。

项目施工期在施工影响范围内，左堤路道路路肩布设 1 个主测断面，主测断面 12 个普通沉降监测点，测点断面间距 30m。

项目施工时，不扰动左堤路及堤坡，并设专职安全员在施工全过程中进行防护。通过分析，项目施工期及完工后对永定河堤防影响较小。

7.3 建议

（1）建议采用相应的环保措施，降低施工期噪音、合理安排施工时间，对施工废弃物，应运往指定填埋场处理。加强边坡开挖土方管理、存放，保证回填土土质、防止水土流失。

（2）加强河道的管理，严禁污水入河。

（3）对于河道管理范围与市政、交通道路等管理范围交叉重叠的区域，由水行政主管部门与市政交通部门共同管理。日常维护由市政交通部门承担，汛期为保障防汛抢险安全，水行政主管部门有权作出紧急处置。

（4）本项目距离五环路和左堤路较近，施工时，应做好对五环路的保护措施，同时应对左堤路进行安全监测，一旦发现问题，应及时报告水行政主管部门，并采取相应的补救措施。