

滑县西街村西北—郑济新建铁塔项目
涉卫河防洪评价报告
(报批稿)

鹤壁启点工程咨询有限公司

二〇二三年六月

防洪评价报告主要成果简表

项目名称	滑县西街村西北—郑济新建铁塔项目		
所在水系	卫河水系		
位置描述	滑县西街村西北卫河河滩内（X: 3939657.937，Y: 543958.307）		
建设项目基本情况	建设项目立项情况	已立项	
	建设项目防洪标准	50 年一遇设计洪水	
	总体布置	拆除原 37 号站，新建 40 米单管塔，桩径 2m，桩长 8.8 米，埋深 8.8m。地面以上铁塔为单管结构，地面以上 40m，塔径自下而上渐变缩小，塔径范围为 1.07m~0.45m。	
河段主要指标	河道防洪标准	现状：50 年一遇	规划：50 年一遇
	设计水位及相应流量	水位：61.55m 流量：400m³/s	水位：61.55m 流量：400m³/s
分析计算主要成果	工况序列	工况：50 年一遇设计洪水	
	阻水比	37 号站：0.10%；37 号站 郑济高铁联合阻水：5.42%	
	壅水高度及范围	37 号站壅水高度：0.0001m，壅水范围： 1.54m	
	冲淤情况	50 年一遇洪水时总冲刷深度 0.78m，滞洪区分洪时总冲刷深度 1.93m。	
消除和减轻影响措施	（1）市电线路顶管设置的顶管井和接收井在施工过程中施工机械、材料等均应避开河道堤防管理范围内，施工过程中堆土和建筑垃圾不得堆砌在堤防管理范围以内。施工完成后应立即回填，恢复原地貌，多余土方及建筑垃圾应运出至河道管理范围，不得影响河道行洪及堤防安全。 （2）新建铁塔施工前应将现状铁塔基础拆除至河道冲刷线以下 0.5m，市电线路施工时应采取必要的支护措施确保堤防安全，工程完工后按照相关规范要求及时回填顶管井和接收井，恢复河道原貌。		

目 录

1 概述	1
1.1 项目背景	1
1.2 评价依据	3
1.3 防洪影响分析范围	4
2 基本情况	5
2.1 建设项目基本概况	5
2.2 河道基本情况	15
2.3 现有水利工程及其它设施情况	21
2.4 现有水利规划及实施安排	23
3 河道演变	26
3.1 河道历史演变概况	26
3.2 河道近期演变概况	27
3.3 河道演变趋势分析	28
4 防洪评价计算	30
4.1 水文分析计算	30
4.2 壅水和行洪能力分析	32
4.3 冲刷淤积计算与河势影响分析	36
4.4 堤防及岸坡稳定分析计算	40
5 防洪综合评价	43
5.1 项目建设与有关规划符合性评价	43
5.2 项目建设防洪标准和有关技术要求符合性评价	43
5.3 项目建设对河道行洪的影响评价	43
5.4 建设项目对河势稳定的影响评价	45
5.5 项目建设对岸坡稳定和其他水利工程影响评价	45
5.6 项目建设对水利工程运行管理和防汛抢险的影响分析	45
5.7 项目建设施工期影响评价	46

5.8 项目建设对第三人合法水事权益的影响评价	46
6 消除和减轻影响措施	47
7 结论与建议	48
7.1 防洪综合评价主要结论	48
7.2 建议	48

1 概述

1.1 项目背景

郑济高速铁路是河南省“米”字形高铁网络战略的重要组成部分，也是山东“三横三纵”综合运输通道的组成部分。郑济高铁铁路沿线 5G 基站建设，是中国移动、中国联通、中国电信及中国铁塔河南省重点民生建设工程，为全面落实政府对 5G 基站专项规划工作部署，让站址规划更好地服务于郑济高铁司乘人员，充分实现合作共赢，将鹤壁市 5G 基站作为“经济新常态”下鹤壁全面发展的战略性公共基础设施，作为推动鹤壁“信息产业演进升级”、“云计算、大数据、物联网”等新兴产业发展、“智慧城市”、“互联网+”建设的重要基础，经 2 年的规划，参照国内其他重要高铁 5G 建设，依据郑济高铁现场实际情况仿真。经三大电信运营企业及中国铁塔河南公司批准，特在郑济高铁铁路沿线规划建设 5G 基站。郑济高铁鹤壁段总长度 31km，共建设普通地面塔基站 61 个。

根据 5G 高铁线路覆盖能力：站间距为 550m 时为弱覆盖，站间距为 700m 时不能连续覆盖，结合 5G 高频段仿真数据及郑济高铁需求站点规划情况最终确定郑济高铁鹤壁段站间距为 490m。本次地面基站布置线路所在卫河河段河道宽度约为 560m，若避开河道建设基站，5G 线路无法形成有效覆盖，为保证通讯质量，满足该段高铁及周边 5G 信号覆盖，需在郑济高铁跨卫河河道内布设 1 处基站（滑县西街村西北一郑济新建铁塔项目，以下简称 37 号站）。因 37 号站相邻的基站（36 号站、38 号站）均布设在郑济高铁西北侧，为了避免高速列车两侧信号不均匀，且站址需规划为“Z 字型”建设，因此 37 号站需布设在郑济铁路东南侧。经综合考虑，确定 37 号站（滑县西街村西北一郑济新建铁塔项目，以下简称 37 号站）布置在滑县西街村西北卫河右侧河滩内。

37 号站建设 40 米单管塔，桩径 2m，桩长 8.8 米，埋深 8.8m。

地面以上铁塔为单管结构，地面以上 40m，塔径自下而上渐变缩小，塔径范围为 1.07m~0.45m。该方案基站 5G 信号无遮挡，信号质量较强，用户体验感较好。不会出现卡顿，掉话现象。5G 的工作频率比 4G 更高，导致电磁波传输距离下降，因此，5G 基站的覆盖范围比 4G 基站覆盖范围更小。根据各区域特征及信号服务要求，针对性地设置基站间距，从而满足该段高铁线路及周边 500 米内 5G 信号覆盖，该位置针对高铁信号好，站间距也合适，也能保证通信质量。

37 号站需引入市电线路供通信设备天线开通使用，电源采用 380V 交流电引入基站，采用顶管方式在卫河右滩地敷设，顶管长度 130m。

原 37 号站位于拟建 37 号站下游 32m 处（中心点坐标 X: 3939637.360, Y: 543983.009），原 37 号站属河道管理范围内未批先建项目，且原 37 号站位于王湾分洪口及曹湾溢流堰影响范围内，不符合相关规定要求，同时由于郑济高铁阻水比已达到 5.4%（项目区河段卫河未治理前郑济高铁阻水比为 7.8%），因此需对基站位置进行调整。

经过现场勘测，拆除现有 37 号站，并确定整改后 37 号站位置，本方案为对整改后的 37 号站进行防洪评价。

根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》、《河道管理条例》、《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》，《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》，应就建设项目对防洪可能产生的影响和洪水对该项目可能产生的影响进行分析评价，编制防洪评价报告。

2022 年 7 月，中国铁塔股份有限公司鹤壁市分公司委托鹤壁启点工程咨询有限公司（以下简称我公司）编制《滑县西街村西北—郑济新建铁塔项目涉卫河防洪评价报告》。接到任务后，我公司组织技术人员实地查勘，收集相关资料，调查区域情况，并进行设计洪水、

冲刷淤积等各类分析计算，在此基础上，于 2022 年 9 月底编制完成了《滑县西街村西北一郑济新建铁塔项目涉卫河防洪评价报告》（送审稿）。

2023 年 6 月 6 日，水利部海河水利委员会组织了专家对《滑县西街村西北一郑济新建铁塔项目涉卫河防洪评价报告》（送审稿）进行审查，提出了修改意见。我公司根据意见对报告进行了修改，编制完成《滑县西街村西北一郑济新建铁塔项目涉卫河防洪评价报告》（报批稿）。

本报告高程系统除特别注明外，均为 1985 国家高程基准，坐标系均为 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）。

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》（2016 年修正）；
- 2) 《中华人民共和国防洪法》（2016 年修正）；
- 3) 《中华人民共和国河道管理条例》（2018 年修正）；
- 4) 《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》（2017 年修正）。

1.2.2 规程、规范

- 1) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- 2) 《水利水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）；
- 3) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；
- 4) 《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303—2017）；
- 5) 《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；
- 6) 《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》（SL/T808-2021）；
- 7) 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）；
- 8) 其他规程规范。

1.2.3 主要技术文件依据

- 1) 《海河流域防洪规划》（国函[2008]11号）；
- 2) 《漳卫河系防洪规划》（中水北方勘测设计研究有限责任公司，2008年2月）；
- 3) 《卫河干流（淇门~徐万仓）治理工程初步设计报告》（中水北方勘测设计研究有限责任公司，2021年1月）；
- 4) 《中国铁塔2022年河南省分公司鹤壁室外站工程滑县西街村西北—郑济基站设计图册》（福建省邮电规划设计院有限公司，2022年2月）；
- 5) 《新建郑州至济南铁路河南段跨越卫河防洪评价报告》（河南省水利勘测设计研究有限公司，2017年7月）。

1.3 防洪影响分析范围

根据《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》，防洪评价报告影响分析范围取值规定：

建设项目处于山区的，上游及下游河道长度取3B；

建设项目处于丘陵区的，上游及下游河道长度取（3~5）B；

建设项目处于平原区的，上游及下游河道长度取（5~10）B；

其中：B指项目所在河段河堤之间的河道宽度；无堤段河道，以历史最高洪水位河宽计算；

由于本项目河流处均位于平原区，综合考虑，本次报告影响分析范围，按5B计算，本项目所在河段堤防间距为560m，本次影响范围为上游及下游河道2.80km。

2 基本情况

2.1 建设项目基本概况

2.1.1 项目总体概况

郑济高速铁路是河南省“米”字形高铁网络战略的重要组成部分，也是山东“三横三纵”综合运输通道的组成部分。郑济高铁鹤壁段总长度 32km，共建设普通地面塔基站 61 个。

其中 37 号站（滑县西街村西北—郑济新建铁塔项目，以下简称 37 号站）位于滑县西街村西北卫河河滩内，建设 40 米单管塔，桩径 2m，桩长 8.8 米，埋深 8.8m。地面以上铁塔为单管结构，其中地面以上 40m，塔径自下而上渐变缩小，塔径范围为 1.07m~0.45m。该方案基站 5G 信号无遮挡，信号质量较强，用户体验感较好。不会出现卡顿，掉话现象。5G 的工作频率比 4G 更高，导致电磁波传输距离下降，因此，5G 基站的覆盖范围比 4G 基站覆盖范围更小。根据各区域特征及信号服务要求，针对性地设置基站间距，从而满足该段高铁线路及周边 500 米内 5G 信号覆盖，该位置针对高铁信号好，站间距也合适，也能保证通信质量。

2.1.2 基站位置

经实地调查测量 37 号站位于郑州至济南铁路跨越卫河（第一次跨越）桥梁 168#墩下游 51.5m 处（中心点坐标 X: 3939657.937, Y: 543958.307），占地面积 4m²，与 168#桥墩对孔布置，塔基外缘与右堤内堤脚垂直距离为 144m，对应右堤桩号 28+434，与主槽上开口线垂直距离为 300 米，距左堤内堤脚线距离 370m，对应左堤桩号 27+667。

37 号站需引入市电线路供通信设备天线开通使用，电源采用 380V 交流电引入基站，采用顶管方式在卫河右滩地敷设。

2.1.3 基站设计方案

铁塔：工程从中国铁塔股份有限公司发布的《美化塔标准图集》V1.1》选取 40 米 4 平台双轮景观塔，结合质检总局发布的 GB50009-

2012《建筑结构荷载规范》及本地区 50 年一遇的 0.45kN/m^2 基本风压值, 基站穿越卫河河段采用 50 年一遇防洪标准。该铁塔采用钢结构, 塔基以上 0.55m 设检修口, 采用机械连接方式与原有塔体固定, 开启时需要用专用的机械钥匙, 材质为钢结构, 强度与塔体材质一致。

塔基: 依据《钢结构单管通信塔技术规程》、《建筑地基基础设计规范》、《建筑桩基技术规范》等规范的相关要求, 设计初期, 已考虑该站塔基长时间浸泡, 综合以上因素, 采用灌注桩基础, 计算选取机械挖孔桩基础尺寸为: 桩径 2m, 桩长 8.8 米, 埋深 8.8m。地面以上铁塔为单管结构, 塔径自下而上渐变缩小, 塔径范围为 1.07m~0.45m。

37 号站原设计桩径 2m, 桩长 7.8m, 其中地面以上 0.2m, 地面以下 7.6m, 工程设计应充分考虑洪水冲刷、浸泡和漂浮物撞击的影响, 确保工程安全。本次塔基桩长由原 7.8m 增加为 8.8m。

市电: 37 号站需引入市电线路供通信设备天线开通使用, 电源采用 380V 交流电引入基站, 采用顶管方式在卫河右滩地敷设, 顶管长度 130m。

该工程顶管分别在卫河右滩和 37 号站处设置顶管井和接收井, 其中顶管井 (X: 3939546.202; Y: 543876.772) 井口尺寸为 $1.8\text{m} \times 1.8\text{m}$, 深 4.0m, 顶管井外缘距离卫河右堤内堤脚垂直距离为 15 米, 顶管井井口高程为 60.66m; 接收井 (X: 3939655.572; Y: 543956.581) 位于拟建 37 号站处, 井口尺寸为 $1.8\text{m} \times 1.8\text{m}$, 深 4.0m, 接收井外缘距离卫河右堤内堤脚垂直距离为 142 米, 接收井井口高程 61.02m, 水平段顶管高程为 56.66m~57.02m。顶管井及接收井对应卫河左堤桩号 27+668, 对应右堤桩号 28+435, 顶管区段全长 130m。电缆外层为铠装层, 可抵挡一定强度的外力。当电缆地下敷设时, 满足局部可能完全浸于水中的运行要求。

2.1.4 施工组织设计

2.1.4.1 施工要求

(1) 根据工程特点和施工进度安排的要求,在满足国家规范、地方标准和文明安全施工管理规定的前提下,针对施工部位,认真组织有关人员分析施工特点,制定科学合理的雨季施工措施,对雨季施工项目进行统筹安排,本着先重点后一般的原则,采取合理的交叉作业施工,确保工程工期不受天气影响。

(2) 设专人负责记录天气预报,及时了解长季、短季、即时天气预报,准确掌握气象趋势,防止暴风雨突然袭击,指导施工有利于合理安排每日的工作。

(3) 做好施工人员的雨季施工培训工作,组织相关人员进行一次全面检查,检查施工现场的准备工作,包括临时设施、临电、机械设备等。

(4) 按现场施工平面图的要求,做好现场排水,保证雨后路干,道路畅通。

(5) 提前准备好雨季施工所需的材料、雨具及设备,料场周围应有畅通的排水沟,以防积水。堆在现场的配料、设备、材料等必须避免存放在低洼处,必要时应将设备垫高,同时用苫布盖好,以防雨淋日晒,并有防腐蚀措施。

(6) 雨季施工季间,天气多变,应调整作息时间,尽可能避开下雨天气,加强对施工人员的监护工作,及时制止身体不适者作业。

(7) 设备预留孔洞做好防雨措施,要采取措施防止设备受潮、被雨水浸泡。

(8) 施工现场外露的管道或设备,应用防雨材料盖好;敷设于潮湿场所的管路、管口、管子连接处应作密封处理。

(9) 所有机电设备应设有防雨罩或置于棚内,并有安全接零和防雷装置,移动电闸箱有防雨措施,漏电保护装置可靠,保证雨季安全用电;使用用电设备前,对其进行绝缘摇测,达不到绝缘要求的电动

工具严禁使用。

(10) 对敷设的电缆及导线两端用绝缘防水胶布缠绕密封, 防止进水影响其绝缘性。

(11) 对已安装的泵类设备应进行一次检查, 将存留在设备内的积水清除; 未安装的设备在安装前也应进行检查, 对于有怀疑的必要时应拆卸或用干燥的压缩空气吹扫。

(12) 考虑到雨季的实际情况, 施工中每一个阶段都必须仔细规划好施工现场的排水设施, 并严格按照已经拟订的方案进行实施, 并于施工中保持排水沟的畅通, 如果必须截断排水沟, 必须报经批准后方可实施, 并采取适当的处理方案, 保证现场排水的顺畅。

(13) 雨天作业必须设专人看护, 防止塌方, 存在险情的地方未采取可靠的安全措施之前禁止作业施工。

(14) 安排好应急疏散通道及安全集结中心。

(15) 雨季施工时间内应充分加强电缆及用电设备的监护, 防止火灾, 电气焊作业时必须对周围场地进行整理并加强监护措施, 防止火花溅射到干燥物体上引起火灾。

2.1.4.2 施工准备

一、施工准备工作计划

施工准备工作是整个施工生产的前提, 根据本工程的工程内容和实际情况分公司以及项目部共同制定施工的准备计划, 为工程顺利进展打下良好的基础。

二、技术准备

由于本工程建筑所具有的特点, 在施工前进行细致、认真的准备工作。

1、组织各专业人员熟悉图纸, 对图纸进行自审, 熟悉和掌握施工图纸的全部内容和设计意图。各专业相互联系对照, 发现问题, 提前与建设单位、设计单位协商, 参加由建设单位、设计单位和组织的设计交底和图纸综合会审。

2、编制施工图预算，根据施工图纸，计算分部分项工程量，按规定套用施工定额，计算所需要材料的详细数量、人工数量、机械台班数，以便做进度计划和供应计划，更好地控制成本，减少消耗。

3、做好技术交底工作。主要工序开工前进行技术交底，使参加施工的所有人员对工程技术要求做到心中有数，以便科学地组织施工和按合理的工序、工艺进行施工。技术交底采用三级制，即项目部技术负责人→专业工长→各班组长。技术交底均有书面文字及图表，级级交底签字，工程技术负责人向专业工长进行交底要求细致、齐全、完善，并要结合具体操作部位、关键部位的质量要求，操作要点及注意事项等进行详细的讲述交底，工长接受后，应反复详细地向作业班组进行交底，班组长在接受交底后，应组织工人进行认真讨论，全面理解施工意图，确保工程的质量和进度。

三、物质条件生产准备

1、材料准备

(1) 根据施工进度计划和施工预算的工料分析，拟定加工及定货计划。

(2) 建筑材料及安全防护用品准备：应根据实际情况做编制各项材料计划表，分批进场。

2、构配件加工准备

(1) 根据施工进度计划和施工预算的所提供的各种构配件，提前订购，保证按期到场。

(2) 提前做好预制件的加工工作。

3、施工机械准备

根据本工程实际情况选择主要机械设备如下：

5T 挂篮一个，用于钢构件的垂直运输。

四、施工组织准备

本工程采用项目法施工的管理体制。形成有一定权威性的统一指

挥机构，协调各方面的关系，确保工程按要求顺利完成。采用项目管理体制的同时，经济合同手段辅助以部分行政手段，明确各方面责、权、利。分公司委派施工、管理经验丰富的同志担任本工程项目经理，选派技术、管理水平较高的技术人员、管理人员、专业工长组建项目部，在建设单位和分公司的指导下，负责对本工程的工期、质量、安全、成本等实施计划。组织、协调、控制和决策，对各生产施工要素实施全过程的动态管理。

五、现场施工准备

1、施工现场控制网点

会同基础施工单位做好现场的移交工作，包括测量控制点以及有关技术资料，并复核锚栓位置。

2、现场“三通一平”

施工现场基本平整，不需要重新进行再平整。

2.1.4.3 施工方法

一、土方施工

1、基坑开挖

本工程采用大开挖，一次挖到位，现场因场地有限，采用一台 1m^3 反铲挖掘机，配备 2 台自卸车，好土尽量就近堆放，以便回填用。土方开挖前，依据轴线放出开挖边线，以灰线撒出，在开挖过程中，技术人员及时对灰线进行补撒，用水准仪及时进行标高复测，控制好开挖标高，不得超挖或欠挖。基底预留 300mm 以人工清底，配合挖掘机及时清走，避免扰动基底。挖掘机开挖时，对边坡放坡同时挖成，放坡系数暂按 1: 0.75 控制，同时挖一斜坡道，以便于下步基坑内施工，放坡坡度按 45° 控制。当基坑开挖深度超过 1.5m 时应边开挖边对坑壁进行支撑，支撑采用直径在 15 cm 以上的松木杆，间距 1.5m。当出现地下水或积水时应在基础范围以外 1.5m 处设置集水坑，集水坑深度不应小于 0.8m。以利于使用水泵降低水位。当基坑开挖至设计标高后应会同设计、监理等进行验槽。若与设计不符，应进行相应的

变更。

2、素土回填

在基础施工隐蔽验收完成后进行，要清除基坑内杂质，土方中不得含树根、草皮等，回填土方要求含水量适中，如含水量较大时，进行晾晒或掺加白灰，不得随意夯实，防止出现橡皮泥。素土回填应分层回填，每层厚度不得大于 250mm，夯实采用蛙式打夯机进行，夯实遍数不得少于三遍，一夯压半夯。边角部分采用人力夯打。素土的回填，应提前进行标准击实试验，以确定最佳含水量及最大干容重，在回填过程中，要按规范要求取样测试最大干容重。

二、砼施工

1、严格选择原材料，水泥选用大厂生产优质普通水泥或矿渣砼施工水泥，选择级配良好、洁净的河砂及卵石，根据设计砼强度进行砼试配，优化配合比设计。

2、采用 1 台 Js350 型砼搅拌机拌制砼，每盘搅拌时间不少于 1.5 分钟。后台设吊磅计量装置，保证砂、石计量准确。

3、严格按照施工配合比拌制砼，定时对砂石的级配和含水率进行检查，对砼拌和物的泌水率、坍落度进行检查。

4、同强度等级砼试块每班（8 小时）留置一组。

5、砼采用浇水养护，气温高时的当阳面覆盖草包，定人定时，以确保砼表面不发生脱水现象，养护时间一般取 14 天。

6、浇砼前清除施工缝表面浮浆及杂物，浇砼时先在施工缝表面铺一层（20-50mm）与砼同配比的水泥砂浆。

三、塔施工

1、现场拼装

（1）、拼装前，应在地脚上柱注中心轴线。

（2）、拼装时上下柱垫平，用撬杠或千斤顶拨动上下柱，使上下中心线对齐，用拉通线或用经纬仪观测的方法进行检查。上下翼板

的错位不得大于 1mm；缝隙处的坡口角度偏差不得大于 $\pm 5^\circ$ ，装上安装定位连接件。

2、构件绑扎

构件绑扎采用一点绑扎，绑扎点应在重心的上方。

3、支撑、檩条、拉条安装

(1)、安装好地脚后，再安装支撑及系杆，以形成一个空间稳定体系。

(2)、檩条安装前，应对其尺寸孔距进行检查，安装完后对其垂直度进行调整，最终拧紧螺栓，对其错孔可进行扩孔，矫正，最后使其垂直度、弯曲矢高、间距符合规范要求。

4、檩条安装

檩条安装的工艺要求：

檩条再安装之前必须按图纸进行放线，每安装完一跨必须进行复测，要待校正结构后，方可拧紧。檩条安装按排序先安半跨，再安另半跨。待檩条安装完毕，将拉条连接，形成稳定的支撑体系。

5、钢结构的安装要点

(1) 摩擦系数：其中 F 为抗滑移试验所测得的使试件产生初始滑移的力， nf 为摩擦面数，为与 F 对应的螺栓拧紧预拉力实测值之和。

(2) 扭矩系数：其中 d 为螺栓公称直径(mm)， M 为施加扭矩值(NM)， P 为螺栓预紧力。10.9 级高强度大六角螺栓连接必须保证扭矩系数 K 的平均值为 $0.110 \sim 0.150$ ，其标准偏差应小于等于 0.010。

(3) 初拧扭矩：为了缩小螺栓紧固过程中钢板变形的影响，可用二次拧紧来减小先后拧紧螺栓之间的相互影响。螺栓第一次拧为初拧，使其轴力宜达到标准轴力的 60%~80%。

(4) 终拧扭矩：螺栓最后紧固用的扭矩为终拧扭矩。考虑各种预应力的损失，终拧扭矩一般比按设计预拉力作理论计算的扭矩值大

5%~10%。

6、钢结构的验收

(1) 保证项目：保证项目是保证工程安全或使用功能的重要检查项目。无论质量等级评定合格或优良，均必须全部满足规定指标要求。对于不同的分项工程 GB5021-95 明确规定了保证项目内容，保证项目只要求满足，无优良、合格之分。

(2) 基本项目：基本项目是保证工程安全或使用功能的基本检验项目，其指标分“合格”和“优良”两级，是评定分项工程质量等级的条件之一。

(3) 允许偏差项目：允许偏差项目是分项工程实测检验中规定有允许偏差范围的项目。检验评定时允许有少量抽检点的测量值略超过允许偏差范围。

(4) 观感质量评分：观感质量由三人以上共同检验评定。钢结构加工和安装的检验项目及标准如下表。观感质量评定时对每个项目抽 10 个点进行评定，按合格率评级，标准见观感质量评定标准表。

7、铝板及包角安装

(1) 铝板安装

1) 安装前的准备工作：a、严格检查檩条的安装直线度，等复查合格后在屋面上设置纵横控制点(每根柱子处设一点)，形成控制网。
b、所有主体结构均已安装完毕，校正并拧紧螺栓后，方可安装铝板安装。

2) 安装工序：

a、钢板放置时应保证搭接缝的平整。

b、将第一块板两端搭口用自攻钉固定于檩条上。

c、将第二块板一端插入第一块板搭口用自攻钉固定于檩条上，以此类推顺序安装。

(2) 收边安装

收边的安装在轻钢建筑的安装中起到了画龙点睛的作用。所有这些构件的线条都要保持平直，所有转角都应清晰和整齐，边缘不得参差不齐，且不应有凹槽、起皱，并且端接缝和搭接也必须严格控制。

包角安装时要求边角平直，拉铆钉间距均匀，大小合适，搭接部位要紧密无缝，板面平整，按设计要求放置密封条，密封带和密封膏，安装精度要求做到表 2.1-1 要求。

表 2.1-1 安装精度要求

项目	偏差
边角直线度偏差	± 26mm
拉铆钉直线度偏差	± 5mm
拉铆钉间距偏差	10mm

四、顶管施工

1.顶管施工现场在顶管井和接收井开挖好（长 1.8 米*宽 1.8），工作坑位置的选择合理，以确保顶管安全，工作坑根据后期新建人井规格合理开挖。

2.在顶管施工过程中，需建立地面与地下探测控制系统，随时监测地下钻头的顶进路由，注意对其他地下预埋管线的安全保护。由于顶管井距河道右岸堤防管理范围较近，施工过程中应施工机械、材料及施工后产生的废料、垃圾等均不得位于堤防管理范围内，确保堤防安全。

3.钻孔导向完成后，钻头在出土点，拆下导向钻头和探棒，然后安装扩孔器，确定扩孔器没有堵塞的水眼后开始扩孔。上钻头和钻杆必须确保连接到位牢固才可回扩，以防止回扩过程中发生脱扣事故。

4.确认成孔完成后，进行管道回拖，回拖过程中安排专人巡检，记录回拖中的扭矩、托力、泥浆流量、回拖速度等值，出现异常应立即报告。

5.顶管作业结束后，检查工作坑内有无煤气等地下管道泄露情况、通信管线有无破损及扭曲、自来水管有无漏水现象等。

6.施工结束后进行废料的彻底清场工作，要求将废料、垃圾运出

现场，以免留下安全隐患。

2.1.4.4 施工交通

37号站施工时可沿附近村庄现有农耕路至郑济高铁便道进入施工现场。

2.1.4.5 施工布置

在调整后的位置布设 40m 支架式单管铁塔，采用顶管方式在卫河右滩地敷设至 37 号站，顶管长度 130m。

2.1.4.6 现有铁塔拆除方案

将现有 40 米支架式单管塔拆除，塔基拆除至地面以下 2.5m，并清除场地内建筑垃圾，地表复耕，恢复河道原貌。

2.1.4.7 临时线路拆除方案

将现有的外电线路迁改，按照新的设计方案，涉卫河管理范围内外电方案：从 36 号站接现有电力杆引自卫河右滩，顶管至基站处，顶管深度 4m 以下。

2.1.4.8 施工工期

施工工期：2023 年 9 月-2023 年 11 月。

2.2 河道基本情况

2.2.1 河道概况

卫河是海河流域的一大支流，其北邻漳河，西北靠太行山，西南临丹河、沁河、黄河，东南与柳青河、金堤河接壤，呈西南—东北走向。上源为大沙河，历史上统称卫河，发源于山西省陵川县夺火镇南岭，流经山西、河南、河北、山东四省，至濮阳市南乐县大张北出河南省，并于河北省馆陶县徐万仓与漳河汇流后，称卫运河（亦称漳卫河），全长 394km，流域面积 15229km² 其中在河南省境流经焦作、新乡、鹤壁、安阳、濮阳等 5 市，全长 286.50km，流域面积 14970km²。

卫河在引黄灌溉渠道共产主义渠 1962 年停止引黄后成为排涝河道。该渠在合河与大沙河汇合，沿卫河左岸行，截卫河左岸支流沧河，思德河、淇河等后下行至浚县老观嘴，复注入卫河。卫河左岸十余条山水支流呈梳齿状平行分布汇入干流，较大的支流有峪河、沧河、淇

河、汤河、安阳（洹）河等；右岸平原主要排水河道有东、西孟姜女河、大狮涝河、长虹渠、浚内沟、硝河等。

2.2.2 水文气象

卫河流域地处华北平原的南部，属东亚温带季风型大陆性气候。冬季受极地大陆气团控制，多西北风，干冷少雨；夏季受太平洋副热带高压影响，西南及东南方向暖湿气流加强输送，降雨集中，盛行偏南风。

流域内最大风速 18m/s，年平均气温 14℃，绝对最高温度 41.7℃，最低温度 -14.7℃，全年无霜期为 201d。流域内多年平均降雨量为 600~800mm，年内分配不均匀，多集中在 6、7、8 月份，约占全年降雨量的 80%。降水量年际变化较大，丰水的 1963 年，区域降水量均在 1000mm 以上，最多可达 1400mm；枯水的 1965 年，区域降水量较小，仅在 309.6mm~487.0mm 之间，丰枯年相差可达 2.5 倍以上。

2.2.3 社会经济

项目区位置位于滑县，滑县位于豫北平原，与濮阳、延津、浚县、长垣、封丘、内黄接壤。县城道口镇南距郑州市 130km，北距安阳市 70km，东北距濮阳市 53km，西南距新乡市 70km，西北距鹤壁新市区 25km。全县面积 1814km²，耕地面积 201 万亩。

2021 年全县地区生产总值（GDP）为 409.77 亿元，按可比价格计算，比上年增长 6.3%。其中，第一产业增加值 79.54 亿元，增长 8.2%；第二产业增加值 148.45 亿元，增长 3.3%；第三产业增加值 181.78 亿元，增长 8.0%。三次产业比重为 19.4: 36.2: 44.4。

2021 年全年公共财政预算收入 161597 万元，比上年增长 14.7%，其中税收收入 115214 万元，增长 6.3%，税收占公共财政预算收入比重 71.3%。全县公共财政预算支出 742554 万元，增长 0.3%，其中，一般公共服务支出为 62345 万元，增长 13.2%；教育支出 162453 万元，增长 3.3%；科学技术支出 5118 万元，增长 28.4%；卫生健康支

出 112499 万元，增长 2.1%；农林水支出 102565 万元，下降 9.8%；社会保障和就业支出 110418 万元，增长 2.9%。

2.2.4 暴雨特征

受季风影响，降雨具有季节性、年际变化大的特点，年内降雨量多集中在 6、7、8 三个月，且以大雨、暴雨为主。域内降水分布不均，年际变率较大。据气象部门 1954~2008 年降水量资料统计，多年平均降水量为 599.79mm，最大降水量为 1963 年的 1314.1mm，最小降水量为 1978 年的 279.2mm。降水年内分布不均，汛期降水约占全年总量的 60-80%，暴雨多集中在 7 月下旬至 8 月上旬。

2.2.5 洪水特征

流域内洪水由暴雨形成，其变化受暴雨和地形等因素影响，洪水的时空分布与暴雨一致，暴雨时空分布对本流域锋型影响较大，局部暴雨或暴雨中心偏下游者往往形成尖瘦的孤峰型洪水；暴雨中心偏中、上游或持续时间较长的则多形成多峰型复峰。洪水多发生在 6~9 月份，年最大洪峰一般出现在 7 月初至 8 月份中旬。流量过程尾部比较平缓，退水时间较长。

卫河流域历史上曾发生过多次数洪水，每次洪水都给沿河的城镇和村庄造成很大的经济损失，中华人民共和国成立以来，卫河发生较大洪水年份有 1953、1955、1956、1963、1970、1971、1975、1976、1982、1996、2016、2021 年等 11 次，其中给卫河流域造成严重灾害的洪水年份有 1956、1963、1982、1996 及 2021 年。

根据 2004 年编制的《漳卫河系防洪规划报告》以及中华人民共和国成立以来的统计资料，卫河流域多年平均受水灾面积 123.1 万亩，其具体受灾面积的多寡，分配年代是：五十年代平均受水灾面积 163.1 万亩，以 1956 年受水灾面积为最大，达到 619.2 万亩；六十年代平均受水灾面积 136.9 万亩，以 1963 年受水灾面积为最大，达到 582 万亩；七十年代平均受水灾面积 85.9 万亩，以 1976 年受水灾面积为最

大，达到 198.2 万亩。

1956 年 7 月末至 8 月初，豫北地区普降大雨，其中平原地带雨量约 150mm，太行山东侧暴雨集中，雨量 250~570mm。合河站洪峰达 $1281\text{m}^3/\text{s}$ ，洪量主要集中在淇门以上，本次洪水造成新乡、内黄两城市被包围，京广铁路、新焦铁路被冲毁。

1963 年 8 月上旬，豫北地区出现特大暴雨，大部分地区的降雨量达 400~600mm，暴雨中心区达 700mm 以上，卫河上段大沙河及中段主要支流淇河、安阳河洪水同一天暴增各河道洪水普遍漫溢。漳河水亦增大，为了缓解天津市的洪水成胁，减轻下游地区的灾情，漳河在南岸吴家庄、三宗庙、二分庄等处口向南分洪，泄入安阳河下游。卫河上在柳卫坡，良相坡，长虹渠，白寺坡分洪、滞满后，又扒开小滩坡、二道防线、任固坡、广润披等处。在这次洪水中安阳、新乡两地区河道决口，漫溢 1064 处，安阳地区扒口 104 处，京广铁路两侧及铁路以东广大平原区一片汪洋；京广铁路被冲；新乡、安阳市被淹，城内水深 0.2~0.5m，工厂被停工。

1982 年 7 月末，太行山区连日出现暴雨和特大暴雨，主要集中在淇河上游和安阳河上游，淇河新村以上平均降雨 467mm，安阳河安阳站以上平均降雨 473mm。安阳站最大洪峰流量 $2060\text{m}^3/\text{s}$ ，是中华人民共和国成立以来最大的洪水。安阳市京广铁路桥中断行车 18 小时，市区受淹，部分工厂停工。辉县石门水库浮体闸被冲毁，流域内小型二类水库垮坝两座。流域内受灾面积 248.87 万亩，倒塌房屋 90 余万间，死亡近百人，伤亡牲畜 1141 头。

1996 年 8 月上旬，河南省京广铁路以西山区受 8 号台风的影响，普降大到暴雨，三日暴雨超过 300mm 的面积 4000km^2 ，共产主义渠合河最大洪峰流量 $1000\text{m}^3/\text{s}$ ，淇河洪流量达 $2680\text{m}^3/\text{s}$ ，老观嘴以上卫河、共产主义渠及安阳河下段均发生超过河道防洪标准的洪水。共产主义渠合河以上 5~7km 河段决口 3 处，迫使良相坡、白寺坡、广润

坡及崔家桥滞洪区进洪，7 个进水滞洪区过水面积 23.65 万亩，其中有 18.61 万亩农作物绝收，上百个村庄进水，受灾人口达 10 万人。

2021 年 7 月，受西太平洋副热带高压和台风“烟花”影响，河南省海河流域新乡、鹤壁、焦作、安阳等地区突降大暴雨，局部出现特大暴雨，日平均降雨量鹤壁市为 398mm、日最大点雨量位于鹤壁市新村水文站，为 752mm。持续强降雨致使卫河流域干支流险情频出，卫共淇门以上出现特大洪水，大沙河、淇河、共产主义渠、卫河、安阳河均出现超标洪水，盘石头水库、小南海水库相继泄洪，并先后启用了崔家桥、广润坡、良相坡、共渠西、长虹渠、柳围坡、白寺坡、小滩坡等 8 个蓄滞洪区，蓄洪峰值达 7.93 亿 m^3 （占设计蓄洪量 9.12 亿 m^3 的 87%），蓄水水面面积 837 km^2 。“21.7 洪水”造成河南省豫北地区严重的洪涝灾害，尤以浚县最重，据统计，浚县近一半地区被洪水淹没，受灾人口占全县总人口的 58.7%，直接经济损失达 202 亿元，农作物绝收面积 61.89 万亩，水淹村庄 160 个，转移安置群众 31.41 万人。

2.2.5 泥沙

依据卫河元村集水文站 1956~2016 年悬移质泥沙观测数据统计，多年平均含沙量为 $1.43kg/m^3$ ，多年平均输沙量为 219.5 万 t；其中，1956~1979 年多年平均输沙量 503.2 万 t，对应含沙量 $1.98kg/m^3$ ，1980~2016 年多年平均输沙量仅 35 万 t，对应含沙量 $0.43kg/m^3$ 。1980~2016 年系列与 1956~1979 年系列相比，多年平均含沙量和输沙量明显减少，主要与早年引黄济卫工程引入含沙量大的黄河水有关，亦与水库建设、近年来水量偏少和水土保持及生态建设等密切相关。

本项目工程位于淇门至老观嘴段，卫河泥沙主要来自淇门以上，淇门站多年平均输沙量 80.86 万 t；多年平均含沙量 $0.96kg/m^3$ 。楚旺站多年平均输沙量 116.11 万 t；多年平均含沙量 $0.87kg/m^3$ 。从上下游断面平均含沙量对比分析，下游含沙量略有减小，表明本项目所在河

段河道总体处于微淤状态。

2.2.6 地形地貌

卫河流域地势自西南向东北倾斜，京广铁路以西基本上是山区，山丘区面积约占流域面积的 45%。西部太行山区高程在 300~1800m，许多山峰在 1500m 以上，山地东和南麓地势骤降，山前洪积平原以下紧接黄河冲积平原，地面高程在 70~40m。太行山向平原地区过渡的丘陵地带甚短。卫河以南河道地势由西向东逐渐平缓，地面比降约 1/500~1/1000，为山前倾斜平原坡水区，河道以排面上涝水为主，防洪标准很低，大水时漫地行洪。卫河以北为山前带状丘陵区，地形走势西高东低，上游山区地形陡峻，各山水河流源短流急，如梳齿状平行汇入卫河干流。

2.2.7 工程地质

(1) 地震动参数

根据区域地质资料本场地无活动断裂通过，本场地抗震设防烈度为 7 度第二组，设计基本地震加速度值为 0.15g。

(2) 地下水

勘察期间在勘探孔深度范围内测得地下稳定水位 2.50m，水位年变幅 1.0-2.0m，历史最高水位 0.50m。根据附近区域地质情况调查，场地土对混凝土结构具有微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性。

(3) 地层岩性

本场地勘探揭露深度范围内地层为第四系冲洪积物(Q4al+pl)。根据野外勘察结果，场区可划分为 4 个工程地质层，各工程地质层分布及层位变化见表 2.2-1。

表 2.2-1 地基土工程地质分层及特征

层号	层名	底板埋深	地质特征描述
①	粉质黏土	3.5-3.6	褐黄色，软塑，韧性中等，干强度中等，摇震无反应，切面稍光滑，表层为薄层耕土。
②	粉质黏土	5.8-5.9	褐黄色，可塑，韧性中等，干强度中等，摇震无反应，切面稍光滑，砂感较强，局部夹薄层稍密状粉砂。

③	粉土	7.4-7.5	褐黄色，湿，稍密，韧性低，干强度低，摇震反应迅速，无光泽反应，砂质含量较高，局部相变为粉砂。
④	粉质黏土	未穿透最大见厚 7.6m	褐黄色，可塑，韧性中等，干强度中等，摇震无反应，切面稍光滑，砂感较强，局部夹薄层稍密状粉砂。

(4) 场地稳定性和适宜性评价

该场区地形平坦，地貌类型单一，地层结构简单，分布连续，厚度基本稳定，物理力学性质均匀，无不良地质作用，综合评价属稳定场地，适宜该工程的兴建。

依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）及地勘资料，未发现其它不良地质作用，该场地土类型属中软土，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）【2016版】规范第4.1.1条的划分标准，判定本建筑场地属建筑抗震一般地段。

2.3 现有水利工程及其它设施情况

2.3.1 水利工程

2.3.1.1 堤防工程

37号站处河道两岸均筑有堤防，堤顶宽为4~8m，土质路面。河道左堤堤顶高程63.30m，迎水坡坡比1:3.8，背水坡坡比1:2.7；右堤堤顶高程63.69m，迎、背水坡坡比均为1:2.5。

2.3.1.2 分洪口门和溢流堰

37号站卫河左堤附近现状为王湾分洪口门，右堤现状为曹湾溢流堰。

王湾分洪口门位于交叉断面下游29m处，桩号范围27+696~28+066（左堤桩号），总长370m，无控制工程，为白寺坡滞洪区分洪口，启用时采用开挖或低当量爆破分洪。现状为卫河左堤，土质堤防。2021年7月24日22时，启用白寺坡蓄滞洪区，自卫河左岸王湾段扒口分洪，扒口长度约260m，深约5m，7月30日，白寺坡蓄滞洪区达到最高洪水位60.58m；8月6日下午14:00，王湾分洪口完成封堵作业。

曹湾溢流堰位于交叉断面下游11m处，桩号范围28+445~28+895（右堤桩号），总长450m，砌石材料，上覆土质堤防，为长虹渠滞

洪区溢流口，启用时采用开挖或低当量爆破上层覆土堤防分洪。现状为卫河右堤，土质堤防，堤顶高程 63.99m，堤高 3.60m，迎、背水坡坡比均为 1:3.0。

若共渠来水较大，长虹渠滞洪区滞洪后牛寨水位超过 62.20m 时，在曹湾扒开溢流堰堵坝和王湾分洪口，使洪水通过卫河进入白寺坡滞洪区。

2.3.2 其它设施

其它设施涉及上下游 2 座桥梁，分别为郑州至济南铁路跨越卫河（第一次跨越）桥梁、西环路桥。

郑州至济南铁路跨越卫河（第一次跨越）桥梁：该桥位于 37 号站上游 45m，起点左堤外第一个桥墩（158#墩），止点右堤外第一个桥墩（174#墩），桩号范围 DK283+790.44~DK284+400.24，中心里程 DK284+095.34，桥段全长 609.90m。该区段桥跨结构为 1-(48+80+48)m 连续箱梁+10-32m 简支箱梁+1-(40+64+40)m 连续箱梁。

桥梁采用 80m 连续梁跨越该处河道主槽，涉及桥墩 159#和 160#，梁拱脚高程 67.22m，拱顶底面高程 69.93m；桥墩采用圆端形实体墩，墩宽 4.80m，墩长 10.20m；桥梁采用 48m 连续梁跨越该处左岸堤防，涉及桥墩 158#和 159#，158#桥墩采用圆端形实体墩，墩宽 3.60m，墩长 9.40m。该处河道主槽紧靠左岸，右滩宽广，分布有 161~173#桥墩。其中 161~172#桥墩桥跨结构为 10-32m 简支箱梁；161#桥墩宽 4.00m，墩长 9.40m；162~171#桥墩宽 2.30m，墩长 7.80m；172#桥墩宽 2.80m，墩长 9.00m；173#桥墩宽 3.20m，墩长 9.40m。

桥梁基本情况见表 2.3-1。

表 2.3-1 郑州至济南铁路跨越卫河（第一次跨越）桥梁基本情况表

桥梁起迄里程桩号		中心里程	桥梁区段总 (m)	桥梁孔跨
起	DK283+790.44	DK284+095.34	609.90	1-(48+80+48)m 连续箱梁+10-32m 简支箱梁+1-(40+64+40)m 连续箱梁
迄	DK284+400.24			

西环路桥（卫河大桥）：该桥位于 37 号站下游 500m 处，为公路

桥，共 15 跨，左滩 1 个桥墩，右滩 13 个桥墩，单跨跨越主槽，主槽内无桥墩，桥面宽 22m，桥长 350m，梁底高程 63.84m。

2.4 现有水利规划及实施安排

本项目处于卫河淇门至老关嘴段，该河段目前相关规划及工程设计报告有《漳卫河系防洪规划》、《卫河干流（淇门～徐万仓）治理工程》及《海河流域重要河道岸线保护与利用规划》。相关规划详细情况如下：

2.4.1 漳卫河系防洪规划

根据《漳卫河系防洪规划》，卫河干流、共产主义渠设计防洪标准 50 年一遇，按盘石头水库控制运用，结合蓄滞洪区及河道治理，达到防洪标准。共产主义渠建盐土庄节制闸，中游各蓄滞洪区修建固定的分、退洪控制工程，洪水经蓄滞洪区滞蓄后控制下泄。共产主义渠及其以西夹道地区行洪 $3100\text{m}^3/\text{s}$ ，盐土庄节制闸最大下泄 $1600\text{m}^3/\text{s}$ ；卫河淇门至老观嘴行洪 $400\text{m}^3/\text{s}$ ，老观嘴流量控制不大于 $2000\text{m}^3/\text{s}$ 。老观嘴至安阳河口设计行洪流量 $2000\text{m}^3/\text{s}$ ，安阳河口至徐万仓设计行洪流量 $2500\text{m}^3/\text{s}$ 。卫河干流堤防工程级别为 2 级。

根据《漳卫河系防洪规划》，本项目所在河段为卫河淇门至老关嘴段，行洪流量为 $400\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.4.2 卫河干流（淇门～徐万仓）治理工程

2.4.2.1 河道治理内容

根据中水北方设计公司编制的《卫河干流（淇门～徐万仓）治理工程初步设计报告》（2021 年 1 月，以下简称初设报告），卫河防洪排涝标准与规划一致：除涝 3 年一遇，防洪 50 年一遇，行洪流量淇门至共卫合流段 $400\text{m}^3/\text{s}$ ，排涝流量淇门至共卫合流段 $130\sim 150\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据初设报告，规划治理内容主要包括河道主槽清淤、堤防加培、堤顶硬化路面、险工整治等。

37 号站处河道规划断面为：河底高程 54.45m，主槽清淤河底宽 22m，清淤边坡 1:3.0；左堤维持现状（63.30m），右堤加高培厚，右

堤顶加高至 63.69m，按背水坡坡比 1:2.5，培厚至堤顶宽 5m；堤顶道路维持现状路面。

37 号站处上下游 500m 范围内河道规划断面为：河底高程 54.54~54.36m，主槽清淤河底宽 22m，清淤边坡 1:3.0；左堤维持现状（63.30m），右堤加高培厚，堤顶加高至 63.69m，按背水坡坡比 1:2.5 培厚至堤顶宽 5m；堤顶道路维持现状路面。

37 号站主槽规划有康庄险工（左堤桩号 27+470~27+770）整治，原有险工长 150m，护砌长度不足，规划向下游延长治理长度 150m，治理后总长 300m。规划采用雷诺护垫防护，厚度 0.30m，下设土工布一层，护砌范围自河底至滩面高程，设计护砌顶高程 60.67~59.45m，护砌底高程 54.20m，护砌边坡 1:3.0，封顶宽 1m，坡脚水平防护长度 3m。郑济铁路防护工程对康庄险工进行治疗，改为浆砌石结构。

2.4.2.2 长虹渠退水闸

长虹渠退水闸位于滑县西侧卫河右堤附近，距 3 拟建 37 号站 1.7km。运行工况为：a.滞洪区启用时，长虹渠滞蓄的洪水经长虹渠退水闸根据卫河流量相机退入卫河，卫河淇门至老观嘴流量限制在 400m³/s，因此，当卫河流量小于 400m/s 时，闸门开启向卫河退水，退水闸最大限泄 400m³/s。b.当滞洪区未启用时，需关闭挡卫河侧水不能进入滞洪区。

退水闸共设 5 孔，每孔设 1 套潜孔式工作闸门用于控制洪水下泄流量，采用一门一机布置。工作闸门为双向挡水、双向支承。工作闸门操作方式为动水启闭。运行方式为先开启中间一孔，再依次左、右两孔对称开启。

因长虹渠退水闸有枯水检修期，能够满足闸门及门槽的检修，故不设检修闸门及门槽。

长虹渠退水闸共 5 孔，每孔各设一扇 7×4.3-5.29m 潜孔式平面定轮钢闸门，闸门上游设计挡水位和启闭水位为滞洪区设计滞洪水位 62.49m，闸门下游设计挡水位和启闭水位为卫河 50 年一遇设计洪水

位 61.53m，闸门底槛高程为 57.20m。闸门门叶主要材料采用 Q235B。闸门采用多主梁结构，主梁采用焊接实腹式变截面工字型梁。闸门为双向挡水，双向支承。面板与止水布置在上游侧，顶、侧止水采用双“P”型水封，底止水采用“T”型水封。闸门采用定轮支承，定轮材料选用 ZG310-570，轴承采用自润滑滑动轴承。闸门平时关闭，在高程为 64.20m 的闸顶平台上检修维护。

2.4.3 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》，37 号站位于卫河岸线控制利用区，工程建设基本符合规划要求。

3 河道演变

3.1 河道历史演变概况

卫河历史悠久，历史上卫河、卫运河、南运河曾统称卫河，全长 900 余 km，跨越河南、河北、山东、天津 4 省市，在 20 世纪 60 年代以前，一直是华北平原的重要内河航道。

经考证，春秋战国之前并无卫河，当时太行山东麓的清水、淇水和洹水都流入古黄河。由于汉堤的修建，阻断了太行山净影峡谷西侧的丹水及淇水之间诸路山水入黄的通道，致沿途大小水流汇聚，沿汉堤东流逐渐形成卫河的雏形。汉献帝建安 9 年（公元 204 年）曹操兴建了白沟水运工程。建安 11 年（公元 206 年），曹操又命董昭开挖了平虏渠，沟通了滹沱河与泲水，其河道在今青县以东，位置在南运河侧，即今南运河的前身。建安 18 年（公元 213 年），曹操又凿利漕渠，引漳水入白沟，并使白沟、清河和河北诸水联成水运网，使白沟水运工程又向下游延伸和扩建，为以后永济渠的开挖奠定了基础。

隋代，隋炀帝下令开凿大运河。大业元年（公元 605 年），首先开凿了黄河、淮河间的通济渠；大业 4 年（公元 608 年）隋炀帝征集河北 100 多万劳动力，开挖永济渠。永济渠是大运河连接黄河和海河流域的一段，利用沁水、淇水、白沟等水道，南通黄河，顺黄河可达洛阳，入渭水能抵长安，向北可达涿郡（今北京西南郊外）。北宋后，将永济渠更名为御河，后经多次改造，形成目前的卫河。因其主要流经春秋时期卫国之地，故元末明初后称卫河。

明代以后，卫河水系治河多以疏浚河道、开展航运为主，河道历经疏浚，屡有变动。明清以来，自南高堤入安阳，流经豆公、西口上（潭头口）、郭韩村、甘庄、泊口，又折南善村出境。清代曾多次修筑卫河堤防。清道光三年（1823 年），知县开挖北高堤至南善村新道，缩短河运 20km，即今河道流向。

卫河的形成，与黄河的变迁有密切关系。由于历史上黄河多次改

道，对卫河流域的形成影响很大，使卫河形成半悬式河床，两岸多处形成洼地，如：良相坡、共渠西、柳围坡、长虹渠、白寺坡、小滩坡、任固坡等，在汛期积涝或滞洪。由于卫河河道迂曲狭窄，堤防残破不堪，洪灾频繁。

3.2 河道近期演变概况

卫河及其左岸各支流，均发源于太行山东麓，上游山势陡峻，一般比降较大，流速较大，水流挟沙力较大，河床容易发生冲刷。下游流经平原，河道比降较小，流速较小，水流挟沙力不足，山区河段冲刷带来的泥沙逐渐在此河段淤积。

本项目处于卫河平原河段，河流自山区进入平原后，横向的约束不复存在（天然情况下），水流开始横向扩散，加之坡度迅速变缓，导致流速减小，泥沙大量淤积，在河谷中形成深厚的淤积层，在河口地区则淤积成广阔的三角洲。随着河流的淤积抬升，河床高于两岸地面，当河岸不能约束河流时，洪流漫溢，河道改道，随着洪流的横溢和河流的变迁，使广大平原不断向外海推进。随着海岸线的外移和侵蚀基面的抬高，又促使上游河道的进一步淤积。由于组成河床边界的物质不同以及上游水沙条件的差异，使得河流形成各种不同的河型，具有不同的演变特性。

（1）水沙条件

卫河为少沙河流，泥沙主要来自山前平原，山区来沙较少。根据1964~1991年资料分析，卫河泥沙主要来自淇门以上，淇门站多年平均输沙量 80.86 万；多年平均含沙量 0.96kg/m^3 。楚旺站多年平均输沙量 116.11 万 t；多年平均含沙量 0.87kg/m^3 。从上下游断面平均含沙量对比分析，下游含沙量略有减小，表明河道总体处于微淤状态

（2）从地理位置分析

项目区河段位于南运河水系的中游偏上，是由左岸十余条梳齿状支流和右岸的平原排水支流在平原地区汇流而成，距其左岸十余条支

流的出山口有一定距离（一般超过 30km）。与出山口附近的河段相比，地处中游的河段冲淤变化幅度相对较小，因此，从卫河所处的地理位置分析，其冲淤变化幅度相对较小。

（3）从河道形态分析

卫河为复式断面半地上蜿蜒性河流，其演变规律与蜿蜒性河流一般规律是一致的。蜿蜒性河流演变的一般规律是，河道中存在水面横比降和横向环流，由此产生泥沙的横向输移作用，使凹岸遭受侵蚀、凸岸边滩不断淤长，整个河弯不断向侧方和下游方向蠕移，弯曲系数不断增大。以致发生裁弯取直，原有弯道被废弃为牛轭湖，从而完成河湾发育的一个周期，此后继续按此循环。一般认为，弯曲型河道较稳定。

（4）从河道输沙特性分析

卫河为复式断面河道，河道冲淤主要发生在主槽，漫滩行洪时通常主槽冲刷，滩地淤积。

（5）从河床抗冲性分析

卫河河床主要由粉质壤土、粉土组成，平滩流量情况下水力半径 3~5m，中等流量下水力半径约 2.4m，常遇流量下水力半径约 2m。在上述条件下河道抗冲流速为 0.7~1.0m/s。对比河道流速情况分析，卫河河道冲刷时速度缓慢，基本不会出现大冲大淤情况。

3.3 河道演变趋势分析

根据《漳卫河系防洪规划》、《卫河干流（淇门~徐万仓）治理工程初步设计报告》，卫河按照 50 年一遇防洪标准进行治理，治理内容包括河道清淤、堤防加固、堤顶路建设、新建节制闸、分洪堰建设等工程建设。

工程实施后，卫河河道横向将被堤防约束，不会发生太大变化；河道纵向将使山区段冲刷的泥沙在此落淤，逐渐淤积。只有当发生大洪水时，河道流速加大，才会将河道中淤积的小粒径泥沙冲起，使其

跟随洪水向下游输送，河道才会发生冲刷。总体来讲，工程建设完成后，卫河、共产主义渠将趋于稳定。

4 防洪评价计算

根据《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》和《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》的规定，对 37 号站与卫河防洪的相互关系进行分析计算。

本次防洪评价计算包括：交叉断面处的水文分析计算、壅水分析计算、冲刷及淤积分析计算、河势影响分析、堤防及岸坡稳定分析等内容。

4.1 水文分析计算

4.1.1 防洪标准

根据《漳卫河系防洪规划》、《卫河干流（淇门~徐万仓）治理工程初步设计报告》，卫河干流（淇门至徐万仓）河道治理的防洪标准为 50 年一遇。

4.1.2 设计洪水计算

4.1.2.1 设计洪峰流量

《海河流域防洪规划》（国函[2008]11 号）的分报告《海河流域漳卫河系防洪规划报告》（原水利部天津水利水电勘测设计研究院 2005 年），复核了卫河的合河、新村、盘石头~新村区间、淇门、共产主义渠淇门、安阳、楚旺（元村集）7 个站和称钩湾的设计洪水。历时洪水采用“75.8”洪水后全国统一整编的洪水调查资料成果，洪水系列延长至 1991 年，并考虑了 1996 年大洪水的影响。

中水北方勘测设计研究有限责任公司 2020 年 6 月编制的《卫河干流（淇门~徐万仓）治理工程初步设计报告》中，选取元村集（楚旺）水文站作为代表站将洪水系列延长至 2003 年进行了设计洪水复核，以说明防洪规划之后卫河流域洪水的变化趋势。经复核，其设计成果较《海河流域漳卫河系防洪规划报告》略偏小，鉴于防洪规划设计洪水成果已被国务院批复，为保持成果的稳定性并为工程安全留有一定余地，其设计洪水成果沿用防洪规划设计洪水成果。

《海河流域漳卫河系防洪规划报告》中确定卫河设计防洪标准 50

年一遇，卫河洪水经上游盘石头、小南海、彰武等水库控制及中游坡洼滞洪后下泄，淇门至老观嘴设计行洪流量 $2000\text{m}^3/\text{s}$ ，其中卫河设计行洪流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ ，共产主义渠及共渠西行洪区由盐土庄节制闸控制下泄，盐土庄以下设计行洪流量 $1600\text{m}^3/\text{s}$ ，老观嘴至安阳河口设计行洪流量 $2000\text{m}^3/\text{s}$ ，安阳河口至徐万仓设计行洪流量 $2500\text{m}^3/\text{s}$ 。

本项目 37 号站位置处于卫河淇门至老关嘴段，行洪流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 4.1-1 卫河淇门至老关嘴段规划指标表

地点	深泓里程	行洪	
		流量 (m^3/s)	水位 (m)
淇门	0+000	400	64.89
本项目	26+510	400	61.37
长虹渠退水闸	28+550	400	61.27
浚县	44+820	400	60.00
老关嘴	70+220	400	57.74

4.1.2 施工期洪水

37 号站在非汛期施工，工程在非汛期施工，非汛期采用 11 月～次年 4 月、12 月～次年 2 月两个施工分期，分别计算各施工分期 3 年、5 年、10 年一遇设计流量。

交叉断面施工期洪水，根据淇门水文站实测流量分析计算，即用淇门站流量得到两种分期的年最大流量，分别进行频率计算，然后按面积比值的 0.5 次方求得的交叉断面分期设计洪水见表 4.1-2。

表 4.1.2 交叉断面施工期设计流量成果表

项目	分期设计流量 (m^3/s)					
	11~4 月			12~2 月		
	33.30%	20%	10%	33.30	20%	10%
流量	64.6	99.3	150	48.5	76.2	118

4.1.3 天然洪水位

由于卫河干流（淇门～徐万仓）治理工程已经实施，现状河道为治理后断面，治理后河道主槽河底高程 54.45m ，清淤河底宽 22m ，清淤边坡 1:3.0，左堤维持现状（ 63.30m ），右堤堤顶加高至 63.69m ，按背水坡坡比 1:2.5 培厚至堤顶宽 5m ，因此交叉断面设计洪水位采用现状治理后断面计算。

根据初设报告，卫河河道设计水面线采用天然河道恒定非均匀流

计算方法，并计入沿河建筑物的壅水影响，由河道下游徐万仓处向上游推算，起推水位采用徐万仓处设计行洪水位 43.69m，治理后河道主槽糙率为 0.0225、滩地糙率 0.05。37 号站处交叉断面 50 年一遇设计洪水位直接由水面线成果内插求得。

表 4.1-2 37 号站所在卫河断面洪水位计算表

交叉断面	糙率		50 年一遇	
	主槽	滩地	流量 (m ³ /s)	水位 (m)
37 号站	0.0225	0.05	400	61.55

4.2 壅水和行洪能力分析

4.2.1 壅水分析

天然河流中修建了 37 号站后，过流断面受塔墩压缩，自然水流将受到挤压，在塔墩上游形成壅水区，壅水水面以平缓的曲线（近似于抛物线）向上游延伸。塔前壅水高度将涉及两岸防洪工程的高度和安全，因此应对设防流量上下游最大壅水高度及范围进行分析计算。

37 号站与桥梁的壅水计算类同，可采用中华人民共和国相关行业规范公式，对设计条件下塔墩前最大壅水高度及壅水范围开展计算。

采用《铁路工程水文勘测设计规范》（TB10017-99）中的公式进行壅水计算，这是目前输电线路跨越河流常用的壅水计算公式。

a) 最大壅水高度公式

$$\Delta Z_m = \eta (\overline{V_M}^2 - \overline{V_{OM}}^2)$$

式中： ΔZ_m 为最大壅水高度 (m)；

η —系数，项目区所处卫河处为平原河道，流速较小，故取值 0.05；

$\overline{V_M}$ 为断面平均流速 (m/s)；

$\overline{V_{OM}}$ 为塔下平均流速 (m/s)。

b) 壅长计算公式

$$L_y = \frac{2\Delta Z_m}{J}$$

式中： L_y 为壅水曲线全长(m)；

ΔZ_m 为最大壅水高度(m);

J 为跨越河段水面比降。

按照 37 号站设计图以及设计报告中提供的设计参数, 确定行洪断面尺寸, 计算分析壅水情况。

拟建 37 号站的设计标准为 50 年一遇, 壅水计算成果见表 4.2-1。

表 4.2-1 壅水分析成果表

交叉断面	重现期	工程前流速 (m/s)	工程后流速 (m/s)	系数 η	比降	壅高 (m)	壅长 (m)
37 号站	50 年一遇	0.69	0.69	0.05	0.00013	0.0001	1.54

表 4.2-2 37 号站断面工程后水位表

交叉断面	重现期	洪水位 (m)	
		工程前	工程后
37 号站	50 年一遇	61.55	61.55

4.2.2 阻水比计算

4.2.2.1 基站阻水分析

37 号站共分为 4 段, 其中地上第一段长 11.5m, 底座直径为 1.07m, 顶端直径为 0.88m。塔杆截面为圆形。具体规格见表 4.2-2。

表 4.2-2 37 号站规格表

塔段 (自上而下)	长度 (mm)	上段直径 (mm)	下端直径(mm)
塔段 (1)	11000	450	633
塔段 (2)	9929	603	768
塔段 (3)	11500	730	921
塔段 (4)	11500	878	1070

根据洪水位成果及现状河道断面, 进行阻水计算, 计算出各工况条件下 37 号站处断面特征值见表 4.2-3。

由计算结果可知, 现状河道断面条件下, 50 年一遇洪水条件下, 计算 37 号站阻水比分别 0.10%。

表 4.2-3 阻水比成果表

计算工况		工况条件
设计标准及设计流量		50 年一遇 (400m ³ /s)
过水面积	工程前 (m ²)	575.06
	工程后 (m ²)	574.48
	基站侵占的过水面积 (m ²)	0.58
	阻水比即侵占的过水面积百分比 (%)	0.10

4.2.2.2 联合阻水分析

因 37 号站距郑济铁路较近，本次对 37 号站和郑州至济南铁路跨越卫河（第一次跨越）桥梁桥墩进行联合阻水分析，37 号站位于 168# 墩下游 51m 处对孔布置。

根据《新建郑州至济南铁路河南段跨越卫河防洪评价报告》（河南省水利勘测设计研究有限公司，2017 年 7 月）中桥墩阻水情况，结合 37 号站设计方案，联合阻水情况见表 4.2-4、4.2-5。从表 4.4-5 中可以看出，37 号站和桥墩联合阻水比为 5.42%。

表4.4-4 桥墩及 37 号站阻水面积计算表

岸别	桥墩号	桥墩处地面 点高程（m）	桥墩长 L(m)	桥墩宽 b（m）	水流方向与 桥墩夹角 （°）	桥墩计算宽 度 B(m)	50 年一遇	
							淹没深度（m）	淹没面积（m²）
左岸	159	60.68	10.2	4	94	4.43	0.87	3.85
	小计					4.43		3.85
主槽	无							
	小计					0		0.00
右岸	160	58.82	10.2	4.8	94	5.18	2.73	14.14
	161	61.26	9.4	3.6	94	4	0.29	1.16
	162	61.36	7.8	2.5	94	2.87	0.19	0.55
	163	61.49	7.8	2.5	94	2.87	0.06	0.17
	164	61.4	7.8	2.54	94	2.91	0.15	0.44
	165	61.29	7.8	2.54	94	2.91	0.26	0.76
	167	61.26	7.8	2.53	94	2.9	0.29	0.84
	168（37 号站）	61.02	7.8	2.53	94	2.9	0.53	1.54
	169	61.26	7.8	2.53	94	2.9	0.29	0.84
	170	61.18	7.8	2.53	94	2.9	0.37	1.07
	171	60.93	7.8	2.54	94	2.91	0.62	1.80
	172	60.95	7.8	2.8	94	3.15	0.60	1.89
	173	60.96	9.4	3.2	94	3.63	0.59	2.14
	小计					42.01		27.34
合计						46.44		31.19

表4.4-5 桥墩及 37 号站阻水比计算表

重现期	过流面积 (m ²)			流量 (m ³ /s)			流速 (m/s)			阻水面积 (m ²)			阻挡流量 (m ³ /s)			阻水比 (%)
	主槽	滩地	合计	主槽	滩地	合计	全断面平均	主槽流速	滩地流速	主槽	滩地	合计	主槽	滩地	合计	
50 年一遇	259.81	315.25	575.06	245	155	400	0.69	0.95	0.49	0	31.19	31.19	0	15.3	15.3	5.42

4.3 冲刷淤积计算与河势影响分析

4.3.1 河道行洪冲刷计算

拟建地面基塔基的厚度缩窄了河道的行洪宽度，加重了对河道的一般冲刷，同时，又由于塔基有一定宽度，造成塔基局部水流流速加大，引起局部冲刷。37号站塔基与桥墩相似，根据实测地勘数据，塔基处地下5.9m以上为粘性土，5.9m以下为非粘性土。冲刷计算按照

《铁路工程水文勘测设计规范》（TB10017-99）中推荐方法及有关粘性土和非粘性土河床公式进行分析计算，包括一般冲刷计算和局部冲刷计算两部分组成。

4.3.1.1 河滩部分一般冲刷计算公式

a) 非粘性土滩地部分一般冲刷计算

采用《铁路工程水文勘测设计规范》（TB10017-99）中推荐的非粘性土河床的一般冲刷公式（7.3.1-5）：

$$h_{p_t} = \left[\frac{\frac{Q_1}{\mu B_{ij}} \left(\frac{h_{tm}}{h_{tq}} \right)^{5/3}}{V_{H1}} \right]^{5/6}$$

式中： Q_1 —线位断面河滩部分通过的设计流量（ m^3/s ）；

h_{tm} —线位断面滩地最大水深（m）；

h_{tq} —为河滩平均水深（m）；

B_{ij} —为河滩部分桥孔净长；

V_{H1} —为滩地水深1m时非粘性土不冲流速（m/s）；

μ —水流侧向压缩系数。

b) 粘性土滩地部分一般冲刷计算

$$h_p = \left(\frac{\frac{Q_t}{B_t} \left(\frac{h_{mt}}{h_t} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.33 \left(\frac{1}{I_L} \right)} \right)^{\frac{6}{7}}$$

式中：A—单宽流量集中系数， $A = 1.0 \sim 1.2$ ；

I_L —冲刷范围内粘性土样的液性系数， $IL = 0.16 \sim 1.19$ ；

其余符号意义同前。

4.3.1.2 河滩部分局部冲刷深度计算式

a) 非粘性土滩地部分局部冲刷计算

当 $V \leq V_0$ 时，

$$h_b = K_\xi K_\eta B_1^{0.6} (V - V_0')$$

当 $V > V_0$ 时，

$$h_b = K_\xi K_{\eta 1} B_1^{0.6} (V_0 - V_0') \left(\frac{V - V_0'}{V_0 - V_0'} \right)^{n_1}$$

式中， $K_{\eta 1}$ —河床颗粒的影响系数，可采用下式计算：

$$K_\eta = 0.8 \left(\frac{1}{\bar{d}^{0.45}} + \frac{1}{\bar{d}^{0.15}} \right)$$

V_0 —河床泥沙起动流速（m/s），采用如下公式计算：

$$V_0 = 0.0246 \left(\frac{h}{d} \right)^{0.14} \sqrt{332\bar{d} + \frac{10 + h_p}{\bar{d}^{0.72}}}$$

V_0' —塔墩前泥沙始冲流速，计算公式为：

$$V_0' = 0.462 \left(\frac{\bar{d}}{B_1} \right)^{0.06} V_0$$

n_1 为指数，计算表达式为：

$$n_1 = \left(\frac{V_0}{V} \right)^{0.25d^{0.19}}$$

b) 粘性土滩地部分局部冲刷计算

$$\text{当 } h_p/B_1 \geq 2.5 \quad h_b = 0.83K_\xi B_1^{0.6} I_L^{1.25} v$$

$$\text{当 } h_p/B_1 < 2.5 \quad h_b = 0.55K_\xi B_1^{0.6} h_p^{0.1} I_L^{1.0} v$$

式中： I_L —冲刷范围内粘性土样的液性系数， $I_L = 0.16 \sim 1.19$ ；

其余符号意义同前。

首先假设冲刷深度小于 5.9m，按照粘性土计算公式计算，求得塔基处冲刷深度，见表 4.3-1、4.3-2。

表 4.3-1 卫河一般冲刷深度计算表

一般冲刷计算	符号	单位/范围	卫河
			2%
单宽流量集中系数	Ad	1.0~1.2	1.0
桥下河滩部分通过的流量	Q1	m ³ /s	155
桥墩水流侧向压缩系数	μ		1.00
河滩部分过水净宽	Btj	m	440.00
桥下河滩最大水深	htm	m	1.08
桥下河滩平均水深	htq	m	0.68
粘性土的液性指数	IL	0.16~1.19	1.0
一般冲刷后最大水深	hp	m	1.34
一般冲刷深度		m	0.26

表 4.3-2 37 号站局部冲刷深度计算表

局部冲刷计算	符号	单位/范围	37 号站
			2%
墩形系数	K_ξ		1.0
桥墩计算宽度	B1	m	2
桥下一般冲刷后的最大水深	hp	m	1.34
粘性土的液性指数	IL		1
与汛期含沙量有关的系数	E	kg/m ³	0.8
河床泥沙平均粒径	d	mm	0.06
一般冲刷后墩前行近流速	v	m/s	0.61
局部冲刷深度	hb	m	0.52

综上所述，可知 37 号站塔基处冲刷深度在粘性土层中，一般冲刷深度 0.26m，局部冲刷深度 0.52m，37 号站塔基础处总冲刷深度 0.78m。

根据《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定(试行)》中规定“桥梁桩基承台（或系梁）顶高程应分别在河道主槽和滩地最大冲刷线 0.5 米以下”，本次 37 号站基础埋深为 8.8m，市电线路埋

深 4.0m，满足要求。

4.3.2 滞洪区分洪冲刷计算

采用二维洪水模型模拟蓄滞洪区内的洪水演进过程及曹湾、王湾分洪口门处的分洪水流情况。现状工况下，当长虹渠牛寨水位超过 62.20m 时，按照运用办法首先爆破白寺坡王湾分洪口，再扒开长虹渠曹湾溢流堰分洪口，使长虹渠洪水通过卫河泄入白寺坡。

模拟结果显示，长虹渠牛寨水位达到 62.20m，此时按照曹湾和王湾口门瞬溃的方式，曹湾口门分洪入卫河洪峰 $2244\text{m}^3/\text{s}$ ，洪水迅速从长虹渠穿过卫河后从王湾分洪口门泄入白寺坡。

曹湾口门分洪瞬间长虹渠一侧洪水位 62.20m，分洪瞬时最大流速为 1.67m/s 。

依据 4.3 节中冲刷计算方法及 37 号站处的地质情况，采用《铁路工程水文勘测设计规范》（TB10017-99）推荐的黏性土公式计算曹湾口门后卫河滩地的最大冲刷深度，计算结果显示，洪水从曹湾溢流堰泄洪进入卫河，卫河河道内滩地一般冲刷深度 0.52m，局部冲刷深度 1.35m，总冲刷深度 1.93m。

4.3.3 淤积分析计算

1) 现状河道淤积情况分析

根据中水北方 2013 年编制的《卫河干流（淇门~徐万仓）治理工程可行性研究报告》，卫河为少沙型河流，泥沙主要来自山前平原，山区来沙较少。卫河泥沙主要来自淇门以上，淇门站多年平均输沙量 80.86 万 t，多年平均含沙量 $0.96\text{kg}/\text{m}^3$ ；楚旺站多年平均输沙量 116.11 万 t，多年平均含沙量 $0.87\text{kg}/\text{m}^3$ 。淇门位于上游，楚旺位于卫河下游，从多年平均含沙量对比分析，下游含沙量略有减小，因此淇门至楚旺段河道总体处于微淤状态。

2) 工程后河道淤积分析

37 号站所在河道横断面宽度为 560m，该站塔基宽度为 2m，因

此工程建成后基本不改变河道现状，对洪水流态基本没有影响，河道的淤积变化仍会遵循原有规律：一场洪水涨水冲刷，落水淤积：大水年河槽冲刷，一般洪水年河槽淤积，淤积物仍以悬移质为主。河道基本处于微冲微淤、冲淤交替变化的相对平衡状态，不影响管道工程运行。因此本项目对卫河淤积基本无影响。

4.3.4 河势影响分析

37号站河道断面为复式断面（有两级），滩地平坦，左右岸均有堤，行洪断面内无汉道，不存在汉道分流比影响问题。

37号站建成后，由于塔基的阻水作用，会使边滩分流稍有增大，因为壅水高度不大，所以主槽滩地分流比变化较小；基站采用圆柱实体墩，有一定挑流作用，会影响基站局部河道的边滩分流比，但对整段河道来说，分流比影响不大。因此工程前后主槽与边滩分流比变化不大。

4.4 堤防及岸坡稳定分析计算

4.4.1 计算原理

边坡安全系数是指土体真实的抗剪能力和其临界破坏时的抗剪能力之比，表达式为：

$$F_s = \frac{c}{c'} = \frac{\tan \varphi}{\tan \varphi'}$$

式中： F_s 为安全系数；

c 、 φ 为土体的实际的抗剪能力参数，分别为粘聚力和摩擦角；

c' 、 φ' 为土体达到极限状态时的抗剪强度参数，是进行折减后的粘聚力和摩擦角。

应用有限元法对边坡进行稳定性计算时，主要有两种方法，一种是在已知的滑动面上运用有限元分析法对边坡进行稳定性研究；另一种方法就是强度折减法。本报告采用方法为第二种，即强度折减法。

强度折减法的理论要点指把边坡的抗剪强度参数粘聚力 c 以及

$\tan \varphi$ ($\tan \varphi$ 为内摩擦角) 与折减系数 F_s 做比值, 解得两个新的土体强度参数 c' 与 $\tan \varphi'$, 让后将这组土体抗剪强度参数再次输入原来的式子, 进行运行计算, 如此循环, 一直到边坡处于极限的平衡状态, 然后失稳破坏, 并分析求得边坡的最危险的滑动面, 这个滑动面所对应的折减系数 F_s 就是整个边坡的最小安全系数, 其表达式为:

$$c' = \frac{c}{F_s}$$

$$\varphi' = \arctan \left(\frac{\tan \varphi}{F_s} \right)$$

运用此方法分析边坡的稳定性时, 得到的稳定安全系数以及临界滑动面等结果与传统的稳定性分析方法得到的结果比较接近, 误差较小。

4.4.2 模型构建

(一) 构建步骤

本次采用有限元分析软件构建模型计算边坡稳定性。

模型构建步骤如下:

Step1: 定义一个场变量, 即强度折减系数 F_s ;

Step2: 定义材料模型参数;

Step3: 在分析开始指定场景变量的大小, 并对模型施加重力荷载, 建立平衡应力状态, 为了避免在这时候破坏, F_s 可取得很小, 如 $F_s < 1$, 即放大了强度。

Step4: 在后续分析中线性增加场变量 F_s , 计算终止 (数值不收敛) 后对结果进行处理, 按照失稳评价标准确定安全系数。

(二) 计算工况

顶管井开挖时会对土体施加侧向荷载, 该荷载会增加土体不稳定性, 不利于岸坡稳定。

为了分析顶管井开挖施工对岸坡稳定性影响, 本次计算常水位工程前以及顶管井开挖施工时的岸坡稳定性; 通过对比岸坡稳定安

全系数成果评估顶管井开挖施工对河道岸坡稳定性影响。

顶管井抗滑稳定影响计算工况表见表4.4.1。

表 4.4.1 顶管井对堤防岸坡抗滑稳定影响计算工况表

工况	建设情况	河道水位	坡面
工况 1	工程前	水位为 60.15m (常水位)	迎水坡
工况 2	顶管井开挖时	水位为 60.15m (常水位)，顶管井开挖施加侧向荷载	迎水坡

(三) 计算参数

根据项目区地勘报告，结合相关工程经验，确定计算所涉及的土层力学指标，见表4.4.2。

表 4.4.2 堤岸各土层里力学指标表

序号	土层	天然容重 (KN/m ³)	凝聚力 (kPa)	内摩擦角 (°)
1	粉质黏土	18.5	21.5	13.6
2	粉质黏土	18.7	24.2	15.7
3	黏土	17.0	13.6	24.8
4	粉质黏土	19.2	26.5	16.4

4.4.3 计算结果

各工况抗滑稳定计算成果见表4.4.3。

表 4.4.3 岸坡抗滑稳定计算成果表

河岸	水位	工程建设情况	抗滑稳定安全系数	规范允许的安全系数
右岸	常水位 60.15m	工程前	2.15	1.25 (正常运用)
		顶管井开挖时	2.08	

由计算结果可知：

(1) 顶管井施工前及顶管井施工时右岸岸坡抗滑稳定安全系数均大于规范允许的安全系数 1.25，满足《堤防工程设计规范》要求。

(2) 顶管井开挖施工时，由于施工会对土体施加侧向荷载，该荷载会增加土体不稳定性，右岸岸坡抗滑稳定安全系数较工程前减小，但岸坡抗滑稳定安全系数仍大于规范允许的安全系数 1.25，满足《堤防工程设计规范》要求。

(3) 市电线路顶管井由于本工程的扰动，对现状岸坡造成了一定的破坏影响，建议施工时应采取必要的支护措施确保堤防安全，工程完工后按照相关规范要求及时回填顶管井和接收井，恢复河道原貌。

5 防洪综合评价

5.1 项目建设与有关规划符合性评价

项目建设涉及的主要规划有：《海河流域防洪规划报告》、《卫河干流（淇门～徐万仓）治理工程初步设计报告》、《海河流域重要河道岸线保护与利用规划》等。本节分析工程建设是否符合有关规划，是否影响规划的实施。

根据以上相关规划，卫河规划 50 年一遇防洪标准，原 37 号站拆除，不占用卫河河道主槽和滩地。新建 37 号站不占用卫河河道主槽，基本不占用卫河河滩，对河道行洪能力基本无影响，对卫河现状堤防及规划堤防安全基本无影响，满足卫河规划的 50 年一遇防洪标准，基本符合《海河流域防洪规划报告》、《卫河干流（淇门～徐万仓）治理工程初步设计报告》要求。37 号站位于卫河岸线控制利用区，工程建设基本符合《海河流域重要河道岸线保护与利用规划》要求。

5.2 项目建设防洪标准和有关技术要求符合性评价

拟建 37 号站工程防洪标准为 50 年一遇，与卫河防洪标准一致。

建设项目布置位置、埋深、结构形式等符合《钢结构单管通信塔技术规程》、《建筑地基基础设计规范》、《建筑桩基技术规范》等规范的相关要求，符合《水利部海河水利委员会水建管〔2013〕33 号文》的有关技术要求。

5.3 项目建设对河道行洪的影响评价

5.3.1 施工期影响分析

工程施工期河道行洪影响的评价如下：

（1）基站施工安排在 2023 年 9 月~11 月，施工工期较短，基础工程完成后迅速恢复地表原貌，不改变河槽及滩地，不影响河道行洪。

（2）现有 37 号站拆除至地面以下 2.5m，50 年一遇洪水时总冲刷深度为 0.78m，滞洪区分洪时总冲刷深度 1.93m，满足《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》中规定“桥梁桩基

承台（或系梁）顶高程应分别在河道主槽和滩地最大冲刷线 0.5 米以下”要求。

（3）市电线路顶管井施工过程中会对土体施加侧向荷载，该荷载会增加土体不稳定性，河道右岸岸坡抗滑稳定安全系数较工程前有所减小，但岸坡抗滑稳定安全系数仍大于规范允许的安全系数 1.25，满足《堤防工程设计规范》要求。

（4）基站基础开挖方量较小，基础施工完成后，将挖方土回填，土方不会堆积在河道管理范围内，不降低现有河道行洪能力，不影响河道行洪。

5.3.2 工程运行期影响分析

5.3.2.1 基站运行对河道行洪的影响

根据第四章壅水分析计算，50 年一遇洪水时壅水高度为 0.0001m，壅水长度为 1.54m，可见壅高、壅长均较小，影响程度和范围不大。工程建成后，37 号站单独阻水比为 0.10%，与郑州至济南铁路跨越卫河（第一次跨越）桥梁联合阻水比为 5.42%，与 37 号站建设前铁路的阻水比基本一致。因此，37 号站的修建基本不影响河道泄洪。

5.3.2.2 河道行洪对基站运行的影响

拟建 37 号站处 50 年一遇洪水时总冲刷深度为 0.78m，滞洪区分洪时总冲刷深度 1.93m。原设计 37 号站基础埋深 7.6m，考虑到洪水冲刷、浸泡和漂浮物撞击的影响，确保工程安全。本次塔基桩长由原 7.8m（地面以上 0.2m，地面以下 0.2m）增加为 8.8m（均为地面以下），市电线路埋深 4m，埋深满足河道冲刷线以下大于 2m 的要求，且考虑浸泡及漂浮物撞击等影响。37 号站及铁塔检修口采用钢结构，设计时已考虑洪水浸泡要求，市电线路外层为铠装层，可抵挡一定强度的外力。当电缆地下敷设时，满足局部可能完全浸于水中的运行要求，因此，卫河行洪对 37 号基本无影响。

5.4 建设项目对河势稳定的影响评价

拟建 37 号站在非汛期施工，基础占地面积 4m^2 ，施工期不破坏原河道堤防，不改变河槽及滩地，工程完成后弃土不堆放在河道内，不改变河道内地形地貌。原 37 号站拆除后迅速清除场地内建筑垃圾，地表复耕，恢复河道原貌，因此施工期中不会影响河势稳定。

基站基础埋深及市电线路满足河道冲刷线和堤基线距离要求，基本不缩窄河道行洪断面，对河道主流线、水流流态基本无影响，断面流速也无变化，故工程不改变河道的冲淤平衡，河势仍会按原有发展趋势变化，工程运行期对河势稳定基本无影响。

5.5 项目建设对岸坡稳定和其他水利工程影响评价

拟建 37 号站及附属建筑物不破坏河道堤防，且避开卫河河道堤防管理范围，不影响堤防及河道岸坡稳定。市电线路施工过程中会对土体施加侧向荷载，该荷载会增加土体不稳定性，河道右岸岸坡抗滑稳定安全系数较工程前有所减小，但岸坡抗滑稳定安全系数仍大于规范允许的安全系数 1.25，满足《堤防工程设计规范》要求。

该工程铁塔及市电线路建设位置位于王湾分洪口门（左堤桩号范围为 27+696~28+066）上游 29 米处，曹湾溢流堰分洪口门（右堤桩号范围为 28+445~28+895）上游 11 米处，均不在分洪口门范围内。

由于 37 号站压缩水流，会使上游水位壅高，经过计算，卫河在流量为 $400\text{m}^3/\text{s}$ 时，37 号站最大壅水高度分别为 0.0001m，影响长度分别为 1.54m。37 号站上游 51m 处有郑州至济南铁路跨越卫河（第一次跨越）桥梁；下游 11m 有曹湾溢流堰，下游 29m 有王湾分洪口，下游 500m 处有卫河大桥，下游 1.7km 处有长虹渠退水闸。37 号站在上、下游影响范围内不存在其他明显影响行洪的建筑物，该工程也不会对其他已有建筑物产生影响。

5.6 项目建设对水利工程运行管理和防汛抢险的影响分析

拟建 37 号站对水利工程运行管理和防汛抢险基本无影响。

5.7 项目建设施工期影响评价

拟建 37 号站施工期安排在非汛期，本项目占地范围小，不存在施工导流问题。工程施工时不破坏河道堤防，不改变河槽及滩地，工程完成后弃土不堆放在河道内，不改变河道内地形地貌，因此施工期对河道基本无影响。

5.8 项目建设对第三人合法水事权益的影响评价

拟建 37 号站影响范围内，目前无蓄水、取水、排水等设施，项目建设不影响河道水资源量 and 水质，因此不存在对第三者合法水事权益造成影响的问题。

6 消除和减轻影响措施

(1) 市电线路顶管设置的顶管井和接收井在施工过程中施工机械、材料等均应避开河道堤防管理范围内，施工过程中堆土和建筑垃圾不得堆砌在堤防管理范围以内。施工完成后应立即回填，恢复原地貌，多余土方及建筑垃圾应运出至河道管理范围，不得影响河道行洪及堤防安全。

(2) 新建铁塔施工前将现状铁塔基础拆除至河道冲刷线以下0.5m，市电线路施工时采取必要的支护措施确保堤防安全，工程完工后按照相关规范要求及时回填顶管井和接收井，恢复河道原貌。

7 结论与建议

7.1 防洪综合评价主要结论

通过对项目区卫河段的水文特性、水利工程情况等进行分析，主要得出以下结论：

（1）拟建 37 号站工程防洪标准为 50 年一遇，与卫河防洪标准一致，满足卫河规划的 50 年一遇防洪标准，基本符合《海河流域防洪规划报告》、《卫河干流（淇门～徐万仓）治理工程初步设计报告》《海河流域重要河道岸线保护与利用规划》等要求。

（2）拟建 37 号站施工期不破坏河道堤防，不改变河道及滩地，不影响河道行洪。运行期基本不影响河道泄洪，河道运行对 37 号站基本无影响。

（3）拟建 37 号站基本不缩窄河道行洪断面，对河道主流线、水流流态基本无影响，断面流速也无变化，不改变河道的冲淤平衡，河势仍会按原有发展趋势变化，工程对河势稳定基本无影响。

（4）拟建 37 号站基本不影响岸坡稳定，不会对其他已有建筑物产生影响。

（5）拟建 37 号站对水利工程运行管理和防汛抢险基本无影响，不存在对第三者合法水事权益造成影响的问题

7.2 建议

（1）工程施工应避开主汛期，施工过程中，在卫河项目区段处设置明显标志，并服从水利部门的管理，必须严格按照规范施工，以确保防洪安全，出现问题要及时向有关部门汇报。

（2）施工期间，建设、施工单位须密切关注天气预报及卫河上游段来水情况，并制定有效应急保证措施确保施工人员安全撤离。

（3）在卫河管理范围内影响行洪的弃土弃渣要及时清运，以恢复工程原貌。建议在工程完工后，由河道主管部门参加工程验收。