

污水管道穿河工程的防洪影响分析

赵国强

中工武大设计集团有限公司 湖北武汉 430205

摘要: 文章以《西沟乡污水处理项目一期工程》穿河管道洪水影响评价实例, 对黑沟河进行了河势分析与水文分析计算, 在水文分析成果的基础上着重对管道工程进行了冲刷壅水计算, 分析洪水对污水管线工程的影响, 以及污水管道对两岸河道水利设施的影响, 并提出了相应的补救措施。

关键词: 污水管线; 穿河; 洪水影响评价

Analysis on flood control influence of sewage pipeline crossing project

Guoqiang Zhao

China Industrial Wuda Design Group Co., LTD., Wuhan 430205, China

Abstract: Based on the example of the flood impact evaluation of the river crossing pipeline of Xigou Township Sewage Treatment Project Phase I, this paper analyzes the river potential and hydrologic calculation of Heigou River. On the basis of the results of hydrologic analysis, this paper emphatically calculates the scour backwater of the pipeline project, analyzes the influence of the flood on the sewage pipeline project, and the influence of the sewage pipeline on the water conservancy facilities on both sides of the river. And put forward the corresponding remedial measures.

Keywords: Sewage pipeline; Cross a river; Flood impact assessment

根据《中华人民共和国防洪法》第三章第二十七条：“建设跨河、穿河、穿堤、临河的桥梁、码头、道路、渡口、管道、缆线、取水、排水等工程设施，应当符合防洪标准、岸线规划、航运要求和其他技术要求，不得危害堤防安全，影响河势稳定、妨碍行洪通畅；其可行性研究报告按照国家规定的基本建设程序报请批准前，其中的工程建设方案应当经有关水行政主管部门根据前述防洪要求审查同意”。

其中穿河管线包括输油（气）管道、给水水管道、排水管道、供热管道、线缆等，其防洪评价涉及到其他众多部门。目前很多穿河管道无响应的评价标准，文章以《西沟乡污水处理项目一期工程》穿河管道洪水影响评价实例，针对污水管道穿越河道项目进行洪水影响评价，论证穿河管道工程对河道行洪的影响，并提出响应的补救措施，为相关类似工程的评价提供参考。

一、工程概述

西沟乡污水处理建设项目一期工程：主要解决东片区集中连片村庄的排水问题，污水收集范围主要包括西沟乡的泉泉湖八队、泉泉湖十队、乡政府区域、沙梁子村六队、水磨沟村四队、陈麻子村十二队、陈麻子村一队。拟计划将该区域的生活污水通过主管道接入达坂城田园路现状 de315 排水管道后进入达坂城新建的污水处理厂进行处理。一期工程建设内容主要有：新建 de200 HDPE 双壁波纹管共计 6385m，新建 de315 HDPE 双壁波纹管共计 19505m，新建 de160 HDPE 双壁波纹管 20900m，新建各类附属建筑物 1440 座，其中：Φ1250 砌块排水检查井 770 座，Φ1250 钢筋混凝土排水检查井 670 座。

一期工程主管线基本平行西沟乡公路，沿西沟乡公路与黑沟河左岸阶地的空地布置，其中主管道桩号 W5+440~W5+503 段从东西沟大桥上游 400 米处穿越黑

沟河，穿河管道采用 De315 HDPE 双壁波纹管，埋深在 1.18~1.33m 之间，设计形式为明挖直埋穿越。

二、河流概况

黑沟河位于阿克苏沟、高崖子沟西侧，三条沟均为达坂城白杨河的支流，属白杨河水系。黑沟发源于博格达峰南麓，北南流向，上游出山口以上有 4 条支流分布于左、右岸，黑沟为主河道，流域形状呈扇形，河源与博格达山南坡冰川相连。据《中国冰川目录》统计，黑沟共有冰川 21 条，冰川面积为

21.56km²，冰川储量 12.084×10⁸m³，占“三河”流域（黑沟、阿克苏沟、高崖子沟三条水系）冰川总数的 27.9%，平均雪线高度 4010m。黑沟渠首巡测站位于黑沟渠首的下游，地理坐标为东经 88°19′，北纬 43°35′。断面以上河长 24.0km，集水面积 172km²，流域平均高程 3314m，河道平均坡降 98‰，流域平均宽度 7.1km，流域形状系数 0.29。

黑沟河流程短、水量小，坡陡流急。由于受盆地内水文地质条件影响，山区地表水在运移过程中渗漏较大，地表水、地下水多次转化，穿越达坂城盆地，在达坂城区东南以泉水形成复出，汇入白杨河。河水除达坂城区引用外，大部分水量越过天山峡口，沿白杨河峡谷东南蜿蜒流出境外，经托克逊县最终注入艾丁湖。

三、洪水影响分析

1. 防洪标准

本次污水管道评价标准参照《防洪标准》（GB50201-2014）中管道防洪标准确定，污水管道无等级划分标准，根据水利部针对相关问题的回复意见，“对于市政污水管道工程的防洪标准，可参照输水管道进行确定”，参考《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）表 3.0.1 本

工程按远期排水 1200m³/d 计算,年排水量为 0.044×10⁸m³/a,工程规模为 V 等小(2)型工程,按表 4.7.1 之规定,本工程主要建筑物级别为 5 级,次要建筑物级别为 5 级,根据《防洪标准》表 11.7.2 之规定,5 级主要建筑物级别设计洪水标准为 10 年一遇,校核洪水标准为 20~30 年一遇。按照工程重要程度,本次按照 20 年一遇进行评价。

2. 水文分析计算

黑沟河渠首断面巡测站有累计 31 年不连续洪水观测资料,其调查资料较可靠。按照《水利水电设计洪水计算规范》的要求,以长系列的国家基本水文站英雄桥水文站通过相关分析进行黑沟河洪水插

补延长,并加入 1996 年 7 月调查洪水,通过 P—III 型曲线确定不同频率下的洪峰设计成果。为保证本次水文分析成果的可靠性和准确性,本次洪水分析在黑沟河洪系列插补延长采用频率曲线法计算的基础上,采用洪峰流量模数法、地区洪峰流量模比系数综合频率曲线法等多种方法进行对比验证。根据以上三种方法的适用情况和计算成果分析,三种洪水计算成果相差不大,从安全可靠和合理的角度分析,推荐频率分析计算成果作为评价依据。

表 1 各频率洪水计算成果表

频率	各频率设计值 X _p					
	2%	3.30%	5%	10%	20%	50%
洪峰流量	135	118	94.5	66	40	14.5

3. 冲刷分析计算

河床冲刷包括一般冲刷和局部冲刷,最大冲刷坑深度为一般冲刷和局部冲刷之和。一般冲刷主要为顺直段河道洪水流速大于河床质抗冲流速,泥沙启动直至河道洪水流速小于等于泥沙抗冲流速时,河床稳定的过程。局部冲刷主要为由于河道突变、或洪水发生折冲水流显现,造成局部流速增加或形成涡流而产生的大于一般冲刷深度的冲刷,还有一种情况是河床质局部扰动,且扰动深度大于一般冲刷深度时,由于破坏了原河床质结构,减弱了其抗冲能力,造成局部河道冲刷深度增加。根据上述分析结合本工程设计,穿河段管道冲刷包括一般冲刷和最后一种情况的局部冲刷。

(1) 河床质颗分曲线

本次对污水管线穿越河道断面进行了取样分析。根据本次现场取样,中值粒径黑沟河为 d₅₀=45mm,水磨沟为 d₅₀=0.027m,河床颗分曲线见图 1。

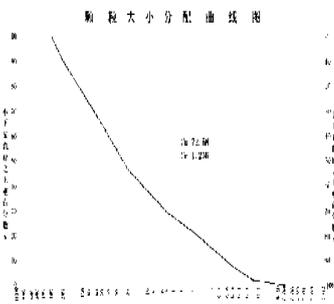


图 1 颗分曲线图

(2) 设计洪水位及流速计算

管线主要由东西沟大桥上游 400m 处穿越黑沟河,东

西沟大桥过洪断面近似为矩形,管道穿越至东西沟大桥段河道已进行防洪治理,且河道较为规整、顺直,本次选择东沟大桥位置河道断面作为控制断面,采用曼宁公式计算水位流量关系曲线,采用河道水力学计算手册中的能量守恒法推算穿越河道处水位流量关系。

(3) 一般冲刷计算

根据地勘报告,本次评价的工程河段河道河床地质层岩性为细砂、圆砾或砂卵石层,为非粘性土,冲刷深度计算采《公路工程水文勘测设计规范》(JTGC30-2015)中推荐的桥梁非粘性土冲刷计算经验公式 64-1 修正式进行计算。计算公式如下:

$$h_p = \left[\frac{A_d \frac{Q_z}{\mu B_f} \left(\frac{h_m}{h_q} \right)^{5/3}}{E \bar{d}^{1/6}} \right]^{3/5}$$

式中:

B_q—河槽部分桥孔过水净宽, m, 当桥下河槽能扩宽至全桥时,即为全桥桥孔过水净宽;

h_{cd}—桥下河槽平均水深, m;

\bar{d} —河槽泥沙平均粒径, m;

E—与汛期含沙量有关的系数,根据《公路工程水文勘测设计规范》表 3.6.2 确定,取 0.66;

μ—桥墩水流侧向压缩系数,按《规范》表 8.3.1-1 选用,取 1;

A_d—单宽流量集中系数,山前变迁、游荡、河滩河段当 A_d>1.8 时,取 1.8;

h_p—桥下一般冲刷后的最大水深, m;

h_{cm}—河槽最大水深, m;

根据计算一般冲刷深度为 1.65m。

(4) 河道局部冲刷计算

根据《河床演变学》对于横跨河流并埋设在床面以下的工程来说,一般都要保证一定频率洪水下的安全,这类设计洪水通常要超过造床流量,当发生洪水时,不仅平均河床要普遍刷深,而且还要考虑集中的水流在床面上刷出的深槽。因此在对河道进行一般冲刷计算的基础上,同时采用 Neill 公式针对集中水流对跨黑沟河管道进行局部冲刷计算。

Neill 计算公式如下:

$$h_f = h_n \left(\frac{q_f}{q_n} \right)^m$$

$$h_s = kh_f$$

式中:

h_s—集中水流的冲刷深度, m

h_f—设计洪水流量下的平均水深, m;

h_n—平滩流量下的平均水深, m;

Q_f、q_n—分别为设计和平滩洪水时的单宽流量, m³/(s·m);

m—为指数,对于粗粒河床来说为 0.67~0.85,本次计

算根据河道情况取 0.8;

k—由表 15-4 中查的平缓弯道取 0.6;

根据计算局部冲刷深度为 1.24m。

(5)总冲刷深度

根据分析计算跨黑沟河段管道一般冲刷深度为 1.65m, 黑沟河河道局部冲刷深度为 1.24m。跨黑沟河管道总冲刷深度为一般冲刷深度与局部冲刷深度之和为 2.89m。

4. 防洪综合评价

(1) 根据工程建设方案, 污水管道工程主要采用沉管的方式穿越工程河段, 建成后原恢复河道内地形地貌, 不挤占河道行洪断面不会对产生壅水影响, 同时也不会对河道河势稳定产生影响, 因此工程建成后不会对现状堤防产生影响。

(2) 穿河管道工程的设计防洪标准为 20 年一遇, 计算黑沟河道总冲刷深度 2.89m, 设计穿黑沟河管道最大埋深仅 1.33m。设计管道埋深不满足冲刷深度的要求应按照规定要求应增大埋设深度, 同时黑沟河污水管道设计标准洪水流量较大, 为保证工程安全还应增加工程防护措施。

5. 防洪影响补救措施

(1) P_e 双壁波纹管抗冲刷耐磨较差, 管道一旦破损, 生活污水对下游河道水质影响较大, 建议穿黑沟河河道管段在满足安全埋深的前提下增加钢制套管, 并在钢套管上方铺设钢筋石笼, 以保证河道在发生较大洪水时污水管道能够安全运行。

(2) 工程完成后虽然不会对黑沟河河道及两岸设施产生影响, 但管道在施工过程中需要横穿两岸堤防, 施工前需作好施工组织, 尽量减少对堤防的扰动, 注意对堤岸的维护和观测, 同时在施工完成后应对工程河段损坏堤防工程按照原堤防设计标准进行恢复。

(3) 为保证施工安全, 工程桩号 5+540-5+503 跨黑沟河段管道以及跨水磨沟段管道严禁安排在汛期施工, 同时工程施工阶段做好施工导流工作, 并将施工导流方案报水行政主管部门审查、备案, 审查通过后实施。

四、结语

对于穿河管道工程的洪水影响评价, 有河底埋管、管桥之分。河底埋管主要防御水流冲刷引起爆管(与所穿越河道的设计最大流速有关), 管桥主要防御洪水(与所穿越河道的设计洪水位有关), 对于市政污水管道, 需重点关注管道爆裂、污水漫溢对河流水质的影响, 本文以《西沟乡污水处理项目一期工程》穿河管道洪水影响评价为例, 介绍了污水管穿河工程洪水影响评价冲刷深度, 壅水等计算的方法, 分析工程建设, 对相关水利设施的影响, 对三方合法取用水户权益的影响, 以及洪水对污水管道工程的影响等方面的内容, 并提出了相应的结论与建议。分析方法与成果可为开展其他类似评价工作提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 孙庆磊. 穿河管线防洪评价报告编制方法[J]. 水利规划与设计 2011(2): 57-60.
- [2] 李山, 杨建明, 郭新. 新疆河道特征及洪水灾害治理研究[C] // 第一届中国水利水电岩土力学与工程学术讨论会论文集, 2006.
- [3] 张军, 于得万. 石油管线穿越河渠工程的防洪影响分析水利规划与设计 2013(10): 20-38.
- [4] 叶守泽. 水文水利计算[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1944.
- [5] 林文婧. 山区中小河流冲刷深度计算及分析[J]. 广东水利水电, 2016(05): 46-48.
- [6] 汤丽慧, 章哲恺. 山区性河道整治工程冲刷深度分析与计算初探[J]. 中国农村水利水电, 2015(07): 83-84.
- [7] SL/T-808-2021. 河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则[S].
- [8] JTGC30-2015. 公路工程水文勘测设计规范[S].
- [9] GB50286-2013. 堤防工程设计规范[S].
- [10] 武汉水利电力学院. 水力计算手册[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006:62-63.
- [11] 钱宁, 张仁, 周志德, 河床演变学[M] 北京: 中国建材工业出版社, 1990.