

排洪渠工程总体设计及探讨 ——以张家川胡川片区排洪渠工程为例

张永福,童景盛,康联国,马恩泽

(中国市政工程西北设计研究院有限公司,甘肃 兰州 730000)

摘要:近年来,西北地区由于常年的季节性暴雨,使得已建城市、园区内涝现象多发,解决该问题主要在城市、园区建设的前期阶段;在园区排洪系统建设中,不光计算洪水流量,还应计算泥石流流量;不光要求排洪渠布线顺畅,还应遵循园区总体规划,兼顾现有建筑影响;不光计算排洪渠过水断面计算,还应通过排洪渠不淤计算。

关键词:洪水流量;泥石流流量;布线;不淤计算

中图分类号: TV65

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)01-0138-04

0 引言

在西北地区,常年的季节性暴雨,导致了山区洪水爆发、泥石流也经常发生,因此,我们设计人员,在新建的排洪系统中,不能只考虑暴雨过水断面,还应将泥石流考虑进去。在工程中,需要根据当地地形、地貌、地质水文等资料,合理选线。排洪渠布线归纳为以下几种:(1)借助原有河道,自然冲刷的河道布线;(2)依据防洪规划定线,就近接入河流;(3)条件比较苛刻有限制时,应采用变断面通过片区接入河流。例如2010年8月8日甘肃省舟曲特大泥石流,2022年8月19日青海省大通乡泥石流等。

1 工程概况

张家川胡川片区位于张家川自治县县城以南,沿G566约7 km处,见图1。片区西侧为山体,东侧为G566,占地约98.96 hm²。片区功能规划为以食品医药产业为主,轻工产业为辅的综合性产业片区。



图1 张家川胡川片区规划

片区内地势平坦,东南西侧为山体,高差20~50 m,西侧有较大沟壑,为宁马沟,且有当地村民居住(见图2)。



图2 张家川胡川片区现状

基于上述地形,遇到季节暴雨,将对西侧山体冲刷,形成泥石流,严重影响片区的建设,因此,在片区西侧规划排洪渠,起点位于宁马沟,终点顺接G566已有涵洞。

2 排洪渠工程设计^[1-3]

布线是排洪渠设计的重要因素之一,合理的布线,可以节省工程量,使得排水顺畅,与区域环境结合良好。排洪渠设计原则为:(1)渠线布置与近远期规划相结合,相互协调一致,避免工程重复建设和改造;(2)渠线与沟道流向相适应,直线沟段渠线尽量与洪水的主流线相平行,弯曲沟段采取大弯就势、小弯取直的原则。保持沟段两岸堤防间距大致相等,堤距应大于稳定沟宽要求;(3)防治结合,渠线力求平顺,各堤段平缓连接,稳定沟势,确保能顺利的通过设计洪水;(4)妥善处理好两岸、上下游的关系,统一治理;(5)因地制宜,就地取材,节省投资;(6)防洪治理规

收稿日期:2023-02-10

作者简介:张永福(1979—),男,学士,高级工程师,从事市政工程设计工作。

划要与恢复和改善生态环境相结合。

张家川胡川片区各企业规模按国家规定划分属小型规模,根据《防洪标准》(GB 50201—2014),防护等级为 IV 级,防洪标准重现期为 10~20 a。综合以上说明,排洪渠设计考虑到本工程区属于泥石流多发地区,降雨时间集中,降雨强度大,防洪标准采用高值,按 20 a 一遇洪水计算, $Q_p=5\%=29.35 \text{ m}^3/\text{s}$,主要建筑物级别为 4 级,次要建筑物为 5 级。

2.1 排洪渠布线

结合规划图纸,首先为在片区外围绕线。优点:片区内部容易建设,可以尽可能地利用片区内的建设用地;缺点:外围排洪渠往往工程量较大,多数情况下需要挖山,增加大土方;后期还需要设置碎落台等。图 3 为张家川胡川片区排洪渠选线图。

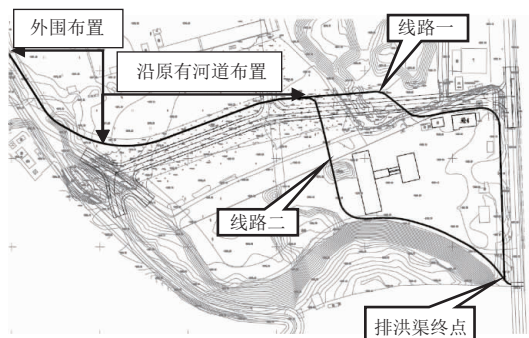


图 3 张家川胡川片区排洪渠选线图

在图 3 中可知,排洪渠在前段按照规划线形外围布置,且利用原有河道,在排洪渠后段,需要经过一商品混凝土站。因此列举两个方案进行论证。

(1)线路一,全线沿原有河道布线,满足规划线形,后段紧挨现状四层建筑,以及 G566 边沟布线。按方案不涉及到征地,只是对原有河道进行拓宽;但是线形离四层建筑较近,危机该建筑物安全,且应征得交通部门的同意后,对 G566 路基边坡进行施工开挖,对现有 G566 交通产生影响。因此该方案如果利用原有河道实在不妥。

(2)线路二,排洪渠后段为新建河道,需要对其排洪渠进行征地,为了不影响商品混凝土站的正常生产,因需要合理的施工组织,排洪渠线形靠近山体。

在满足排洪渠线形顺畅的情况下,结合片区现场实际复杂难易情况,选择线路二为本次设计线形。选用线路二为推荐渠线时,因占用商品混凝土站料场,不能拆迁厂房,因此在厂房拐角处,压缩排洪渠断面尺寸,在不影响厂房基础安全的情况下,向山体尽量偏移,需要对山体局部进行刷坡,造成土石方量

增大,保证山体有安全碎落台(至少 1 m 宽)。

2.2 排洪渠断面选择

在该工程设计中,因排洪渠的征地拆迁等问题,因此部分渠线受限,主要通过排洪渠的断面进行变断面尺寸设计。依据地勘资料,排洪渠为稀式泥石流沟道。计算时,不仅需要洪水流量,也应考虑泥石流流量。因工程区水文基础资料缺乏,本工程设计时参考《甘肃省水文图集》,结合当地牛头河洪水及其葫芦河洪水计算公式,以及本次拟建排洪渠下游出口已建涵洞过流能力,综合对比确定设计洪水流量。

(1)洪水流量计算

a. 采用牛头河经验公式计算洪水流量为:

$$Q_{1\%}=40.8/F^{0.498}$$

$$Q_{2\%}=33.4/F^{0.498}$$

$$Q_{5\%}=24.6/F^{0.498}$$

$$Q_{10\%}=17.8/F^{0.498}$$

式中: Q 为某频率的洪峰流量; F 为流域面积, 12.41 km^2 。

b. 采用葫芦河干流($F < 2\ 800 \text{ km}^2$)经验公式计算洪水流量:

$$Q_{1\%}=5.34/F^{0.306}$$

$$Q_{2\%}=4.30/F^{0.306}$$

$$Q_{5\%}=3.01/F^{0.306}$$

$$Q_{10\%}=2.17/F^{0.306}$$

(2)泥石流流量计算

参考地质勘察资料显示,项目区坡面沟道为泥石流沟谷,但为低易发性,属于稀性泥石流,因此本排洪渠设计流量应该泥石流流量予以确定设计参数。

a. 泥石流容重

泥石流容重反映了流体的含沙量,它受到流域泥沙补给条件和沟床输沙能力的共同影响,本设计泥石流的容重通过实测和计算得到,采用 $\gamma_c=15.58 \text{ kN/m}^3$ 。

b. 泥石流流量

流量采用雨洪法计算:

$$Q_c = (1+\phi_c) \times Q_p \times D_c$$

式中: Q_c 为频率为 P 的泥石流洪峰流量, m^3/s ; Q_p 为频率为 P 的暴雨洪水洪峰流量, m^3/s ; ϕ_c 为泥石流泥沙修正系数,按下式计算: $\phi_c = \frac{\gamma_c - \gamma_s}{\gamma_H - \gamma_c}$; γ_c 为泥石流容重, kN/m^3 ; γ_s 为清水的比重, kN/m^3 ; γ_H 为固体泥沙颗粒重度,根据地勘取 20 kN/m^3 ; D_c 为泥石流的增加系数,根据《泥石流灾害防治工程设计规范》

(DZT0239—2004),轻微堵塞的取值范围为1.5~1.1,根据项目区泥石流特性,本设计取1.1。

经计算, $\phi_c=1.44$ 。

泥石流流量计算采用公式(a),对经验公式计算结果考虑增大系数,计算结果见表1。

表1 经验公式计算结果					
计算方法	面积/ km ²	流量 ($p=1\%$)/ (m ³ ·s ⁻¹)	流量 ($p=2\%$)/ (m ³ ·s ⁻¹)	流量 ($p=5\%$)/ (m ³ ·s ⁻¹)	流量 ($p=10\%$)/ (m ³ ·s ⁻¹)
牛头河经验公式	12.41	208.02	170.29	125.42	90.75
葫芦河经验公式		44.16	35.56	24.89	17.94

(3)现状排洪渠过流能力

拟建排洪渠下游出口有已建涵洞,断面尺寸4.0 m×2.8 m,经水力计算复核,该涵现状排洪能力为63.66 m³/s。

参考“铁三院”编制《钢筋混凝土框架箱涵》通用参考图集(图号:通桥(2012)5401-07-06),断面尺寸4.0 m×2.8 m的设计流量为24.78 m³/s。

参考桥涵专业提供的参考图集(图号:H1-2-01),断面尺寸4.0 m×2.8 m的设计清水流量为30.81 m³/s,同断面及设计比降下的泥石流过流能力为20.82 m³/s。

参考张家川胡川片区规划,规划渠道为梯形断面底宽3.0 m,顶宽6.0 m,两侧边坡为1:2,规划平均比降为4‰,复核的设计泥石流流量为3.07 m³/s。

(4)计算结果分析

上述五种计算方法,计算结果见表2。

表2 泥石流流量计算表					
计算方法	面积/ km ²	流量 ($p=1\%$)/ (m ³ ·s ⁻¹)	流量 ($p=2\%$)/ (m ³ ·s ⁻¹)	流量 ($p=5\%$)/ (m ³ ·s ⁻¹)	流量 ($p=10\%$)/ (m ³ ·s ⁻¹)
牛头河	11.41	12.14	9.94	7.32	5.3
葫芦河	11.41	2.54	2.04	1.43	1.03
铁三院通用图集			24.78		
交规院参考图			30.81		
规划流量			3.07		

分析上述泥石流流量计算结果,在20 a一遇的洪水标准下,牛头河经验公式计算结果为150.31 m³/s,葫芦河经验公式计算结果为29.35 m³/s。已建下游盖板涵过流能力复核分别为24.78 m³/s、30.81 m³/s、3.07 m³/s,通过走访当地年长居民,该涵洞自建成至

现在未有满流现象,道路也未遭受水淹的情况出现。上述计算结果中,牛头河经验公式及《控规》流量计算结果误差显然偏大。通过对比上述计算,葫芦河经验公式与铁三院通用图集、交规院参考图过流能力一致,因此,本工程泥石流流量计算选择葫芦河经验公式考虑增大系数后的结果。

排洪渠在经过料场,和厂房拐角处,设置涵洞(长度不小于30 m),在料场段,排洪渠设置防撞墩,推荐采用排洪渠渠壁增高,可以使得防撞墩和排洪渠合为一体,有利于排洪渠排洪能力,以及防撞墩的坚固。

排洪渠起始点原始地面高程1 574.82 m,排出口原始地面高程1 567.02 m,整体平均比降4.7‰。设计流量参考下游出口处过路涵洞尺寸。

排洪渠治理后断面基本恒定,按照泥石流沟进行水力计算。泥石流沟一般根据其泥沙、块石等的含量分为稀性泥石流和粘性泥石流。依据地勘资料,本次工程范围属稀性泥石流沟。

根据中国科学院兰州冰川冻土研究所和甘肃省交通科学研究所共同出版的《甘肃泥石流》(人民交通出版社),稀性泥石流流速计算方法如下:

$$V_c = \frac{15.5}{a} H^{\frac{2}{3}} i^{\frac{3}{8}}$$

式中: V_c 为泥石流流速,m/s; H 为泥石流流深,m; i 为沟床坡度(以小数计); a 为泥石流阻力系数,按下式计算:

$$a = \left[\frac{\gamma_H(\gamma_G - 1)}{\gamma_H - \gamma_G} + 1 \right]^{0.5}$$

式中: γ_H 为泥石流中泥沙颗粒容重(t/m³)取2.4 t/m³; γ_G 为泥石流容重(t/m³),取1.1 t/m³。

根据稀性泥石流流速计算原理,再结合流体普适原理: $Q=VA$ (流量=流速×过流面积),可确定泥石流沟道断面。其中,过流断面宽度根据各沟道现状沟道宽度及其是否存在拓宽条件进行确定,桩号0+000处接现有桥梁,排洪渠两侧按照现状整治,成果见表3。

(5)渠道不淤计算

设计排洪渠为稀性泥石流渠道,计算渠道不淤流速。经验公式采用不淤流速经验公式:

$$V_{\text{不淤}} = C\sqrt{R}$$

式中: C 为不淤流速系数,系数取值按表4采用,渠道泥沙性质为细砂质黏土, C 取0.54; R 为水力半径(m)。

表 3 排洪渠两侧整治表

断面桩号	设计流量 $Q/$ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	计算流量 $/$ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	糙率 n	设计纵坡 i	底宽 $/$ m	泥石流深 $/$ m	阻力系数 a	流速 $/$ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	设计过水断面 $/$ m^2
0+000.00	24.78	25.77	0.003	13.3	1.55	1.88	1.25	20.62	0.003
0+320.00	24.78	25.22	0.007	4	2.6	1.88	2.43	10.40	0.007
0+440.00	24.78	25.24	0.004	4	2.95	1.88	2.14	11.80	0.004
0+540.00	24.78	25.27	0.003	4	3.15	1.88	2.01	12.60	0.003
0+800.00	24.78	25.15	0.005	4	2.8	1.88	2.25	11.20	0.005
0+900.00	24.78	25.27	0.003	4	3.15	1.88	2.01	12.60	0.003
1+400.00	24.78	25.27	0.003	4	3.15	1.88	2.01	12.60	0.003
1+647.61	24.78	25.27	0.003	4	3.15	1.88	2.01	12.60	0.003

表 4 不淤流速系数 C 值表

渠道泥沙 性质	粗砂质 黏土	中砂质 黏土	细砂质 黏土	极细的砂质 黏土
C 值	0.65 ~ 0.77	0.58 ~ 0.64	0.41 ~ 0.54	0.37 ~ 0.41

渠道泥沙性质为细砂质黏土,计算取 0.54。计算结果见表 5。

表 5 渠道不淤流速计算结果

断面位置	不淤流速 系数 C	水力半径 $/$ m	不淤流速 $/$ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	设计流速 $/$ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
0+000	0.54	1.12	0.57	1.87
0+320.00	0.54	1.12	0.57	3.55
0+440.00	0.54	1.12	0.57	3.09
0+540.00	0.54	1.06	0.56	2.49
0+800.00	0.54	1.19	0.59	3.35
0+900.00	0.54	1.09	0.56	2.93
1+400.00	0.54	1.02	0.55	2.89
1+647.61	0.54	1.06	0.56	2.89

计算结果分析,根据各断面不淤流速计算结果,均小于设计流速值,因此,渠道不会产生泥沙淤积。

(6)排洪渠末端处理

本工程排洪渠末端接入现状已建涵洞,排洪渠设计过流能力满足现状涵洞过流要求,来自上游洪水经排洪渠通过已建涵洞,排入后川河。

3 结 语

经过对张家川胡川片区排洪渠工程的建设,知道排洪渠设计应考虑园区实际情况,结合园区现状、园区市政雨水管线、排洪渠的接入点、最终排出口等。首先应布线顺畅,排洪渠断面。再通过排洪渠不淤计算,反过来积极调整排洪渠的布线、断面,确定其合理性。

排洪渠工程的建设,除了上述方面的考虑,还应 对园区规划熟悉,对已有现状河道进行分析,对河道地质进行勘察。

参考文献:

[1] 通桥(2012)5401-07,《钢筋混凝土框架箱涵》通用参考图集[S].
[2] 中国市政工程西北设计研究院有限公司.张家川胡川片区排洪渠设计[Z].
[3] 中国科学院兰州冰川冻土研究所,甘肃省交通科学研究所.甘肃泥石流[M].北京:人民交通出版社,1982.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com