

浅谈长距离输水管道工程山洪防治

程睿

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i5.6345

[摘要] 长距离输水管道工程输水里程长,由于沿线地质、地貌、水文、气象等具有一定差异,当管线布置途经山洪区内时,使得山洪对管道安全形成威胁。基于此,本文以新疆阿克苏地区某供水管道为例,通过工程实例,浅谈管道沿线山洪防治的一些心得。

[关键词] 长距离管道; 山洪防治; 工程

中图分类号: S157.1 文献标识码: A

A Brief Discussion on the Prevention and Control of Mountain Floods in Long Distance Water Transmission Pipeline Projects

Rui Cheng

Xinjiang Production and Construction Corps Survey and Design Institute Group Co., Ltd.

[Abstract] The long-distance water transmission pipeline project has a long water transmission distance. When the pipeline is arranged to pass through mountainous areas, mountain floods pose a threat to the safety of the pipeline due to differences in geology, geomorphology, hydrology, meteorology, and other factors along the route. This article takes a water supply pipeline in Aksu, Xinjiang as an example, and through engineering examples, discusses some experiences in preventing and controlling flash floods along the pipeline.

[Key words] long-distance pipeline; Mountain flood prevention and control; engineering

引言

在水资源跨区域调配中,长距离输水管道工程发挥着至关重要的作用,它突破地域限制,为沿线地区人畜生活与工业生产提供稳定水源。然而,当输水管道途经山洪区时,山洪灾害便成为威胁工程安全运行的关键因素。由于长距离输水管道沿线地质构造、地貌形态、水文特征及气象条件复杂多变,不同区域山洪的形成机制、规模大小和危害程度存在显著差异,使得山洪防治工作极具挑战性。

本文以新疆阿克苏地区某供水管道工程为例,深入分析工程沿线地质条件、洪水特征,探讨山洪防治设计方案及实践经验,旨在为类似地区长距离输水管道工程的山洪防治提供参考与借鉴,保障输水工程安全稳定运行,推动区域水资源合理开发与利用。

1 工程概况

新疆阿克苏地区某供水管道工程,其供水管线总长度达144.12km,途经温宿县、阿克苏市以及柯坪县。该工程旨在满足人畜生活饮用水以及少部分工业企业的用水需求,最高日供水量为1.67万 m^3 ,年均供水量为468.23万 m^3 。管道选用管径为DN700的球墨铸铁管。工程规模为小(1)型,工程等别划分为IV等,主要建筑物级别为4级,临时建筑物级别为5级。

2 地质条件

工程所处区域为南天山山脉、哈拉铁克山山前冲洪积倾斜砾质平原,大的地貌形态可划分为中低山丘陵区、山前倾斜平原以及河流冲积平原。地势总体呈现西北高、东南低的态势;地质构造基本控制着地貌形态格局,区内山地与平原往往以断裂为界,呈现出构造阶梯地貌,海拔高程在1000-2000m之间。

供水管线沿哈拉铁克山冲洪积扇进行布置,沿线穿越低中山区、山前倾斜砾质平原。沿线地貌类型、地层结构以及岩性等详述如下:

2.1 0+000-6+250段工程地质条件

此段位于低中山区,基岩大多裸露,地表风化作用强烈,地形起伏较大,沟壑纵横交错。地层岩性为元古界(Pt)石英片岩,呈灰绿色,具有隐晶质结构和片状构造,强风化层厚度为1-3m,弱风化厚度一般为18-20m。岩层产状为 $45^{\circ} SE \angle 68^{\circ}$,管道埋设于强风化岩体内,岩体承载力为800KPa,变形模量为90MPa。

2.2 6+250-144+120段工程地质条件

该段处于山前倾斜砾质平原,整体地形平坦开阔,地势由北向南倾斜。管道埋设地层主要为上更新统-全新统洪积物(Q_{3-4}^{pl})级配不良砾。该层呈灰色、青灰色,稍密至中密状态。天然密度为 $2.08/cm^3-2.09/cm^3$,天然含水量为0.6%-1.3%,比重为2.68,

孔隙比为0.29-0.30,允许承载力为250kPa,变形模量为30MPa。

3 洪水分析

本项目管线横穿哈拉铁克山山前冲洪积倾斜砾质平原,管线走向基本与洪水来水方向垂直。据统计,管道沿线有28条山洪沟横穿管线,这些洪沟均发源于哈拉铁克山中低山区及浅山区。

哈拉铁克山夏季暴雨易形成瞬时洪水,对管线构成威胁。与大河相比,这些小洪沟洪峰流量的成因影响因素较为简单,洪峰流量较为突出,能够灵敏地反映河流的各项因素影响。尤其是干旱地区的小洪沟,其洪峰流量对局地暴雨强度的大小和分布的反映特别灵敏,暴雨特征对洪峰流量有着强烈影响。小洪沟洪水具有以下特征:

(1)暴雨是主要成因:每年6-8月是降雨量分布最为集中的时期,此时间段也是小洪沟洪水频发时期。

(2)洪水过程典型:起涨迅猛,峰型尖瘦,整个洪水过程长者数小时,短者仅几十分钟。

表1 山洪沟洪水流量成果表 单位: m^3/s

洪沟	P=1%	P=2%	3.33%	P=5%	P=10%
1号沟	1.63	1.42	1.25	1.15	0.93
2号沟	2.35	2.05	1.81	1.66	1.35
3号沟	2.36	2.06	1.82	1.67	1.35
4号沟	2.32	2.02	1.78	1.63	1.33
5号沟	1.32	1.15	1.01	0.93	0.76
6号沟	0.89	0.77	0.68	0.62	0.51
7号沟	3.05	2.66	2.35	2.15	1.75
8号沟	1.77	1.55	1.36	1.25	1.02
9号沟	1.53	1.34	1.18	1.08	0.88
10号沟	12.35	10.78	9.49	8.7	7.07
11号沟	3.48	3.04	2.68	2.45	2
12号沟	3.97	3.46	3.05	2.78	2.27
13号沟	40.35	35.2	31	28.42	23.1
14号沟	29	25.36	22.33	20.47	16.64
15号沟	84.16	73.43	64.65	59.27	48.16
16号沟	39	34	30	27.48	22.33
17号沟	21.86	19.45	16.79	15.4	12.5
18号沟	104.5	91.2	80.3	73.62	59.82
19号沟	34.76	30.22	26.69	24.48	19.89
20号沟	35.12	30.64	26.98	24.73	20.1
21号沟	16.9	14.8	13	11.94	9.71
22号沟	20.18	17.6	15.5	14.2	11.55
23号沟	39.62	34.56	30.43	27.9	22.67
24号沟	25.55	22.29	19.63	17.99	14.62
25号沟	15.87	13.84	12.19	11.18	9.08
26号沟	54.19	47.23	41.63	38.16	31
27号沟	148	128	113	104	84.25
28号沟	21.84	19.05	16.78	15.38	12.5

由于山洪沟所在区域均属无资料地区,通过采用推理公式法和地区综合经验公式法分别计算设计洪峰。从工程安全角度考量,选取计算值较大的推理公式法。洪水计算成果如下表1所示:

4 山洪防治设计方案

本工程为小(1)型管道工程,依据《防洪标准》GB50201-2014,设计洪水标准为20年一遇(管道),校核洪水标准为50年一遇。

根据洪沟流量、地形、地质等因素,设计管线跨洪沟建筑物的型式主要如下:

4.1 洪沟位于岩石基础

当管道埋设于强风化岩体内时,该段洪沟处管道采取外包C25混凝土的型式,外包混凝土尺寸为 $1.7\text{m}\times 1.7\text{m}$ 。开挖后应尽快进行混凝土浇筑,以避免岩体进一步风化。浇筑前应对基槽进行冲洗,确保基槽内无碎石等杂物。管道外包C25混凝土,待混凝土强度达到75%时,对开挖部位进行碎石回填夯实。根据管道埋深,对不满足冻深要求的部位,需对管道采取保温措施。

4.2 洪沟位于砂砾石基础

采取连续“人”字型导洪堤结合混凝土护顶过洪断面的型式。根据现场踏勘确定的过洪位置及行洪宽度,确定混凝土护顶位置及宽度,并根据山洪沟流量复核冲刷深度。护顶顶部与地面齐平,采用C25现浇混凝土,顶宽3m,顶部厚度为0.25m,迎水侧坡比1:1.5,护坡厚度为0.20m,下设1.0m深斜齿墙;背水侧坡比为1:2,护坡厚度为0.2m,下设1.5m-2.0m深斜齿墙。洪沟处管道填土应在混凝土护顶强度达到75%时方可进行,要求分层夯实,不得采用大型机械推土超厚压实法。填筑料相对密度不低于0.75。并根据洪沟地形在顶管护顶两侧设置“人”字形导洪堤。导洪堤顶宽1.0m,上、下坡坡比分别为1:1.75和1:1.5,上游侧设15cm厚现浇砼护坡,下部设0.8m深斜齿墙。

本工程自2016年年底开工,施工总工期为24个月。2017年,施工期内遭遇200年一遇的超标准洪水,原设计跨洪沟建筑物经过2017年山洪过洪检验,跨洪沟建筑物布置及型式总体合理。岩石基础段洪沟未发现冲刷、管道外露等现象;砂砾石基础段洪沟,局部由于过洪断面布置偏窄,出现洪水漫过导洪堤,对导洪堤下游侧进行淘刷,并对过洪断面处混凝土护顶下游侧进行淘刷。

根据2017年过洪经验,对未施工段及出现破损段管道处跨洪沟建筑物进行调整。经多次现场调查后,对山洪流量较大部位,采取扩宽行洪断面,并在下游侧增设格宾网箱冲水水位型式。经过调整后,本工程跨洪沟建筑物较好地抵御了2018年山洪。

5 结语

(1)2017年和2018年,本供水工程在施工期内均遭遇了超标准洪水。从过洪情况来看,本工程的防洪方案基本合理,经过调整后,跨洪沟建筑物工程较好地抵御了山洪冲刷,起到了疏导山洪、保护管道的作用。

(2)由于山前冲洪积倾斜砾质平原地貌开阔且相对平坦,山洪具有明显的游荡特性。因此,采用人字堤结合管道护顶的方式,

能够较好地对管线进行保护,避免洪水对管道造成冲刷。

(3)长距离管道工程距离长,加之山洪的不确定性,不能单纯地以一年的洪沟分布作为防洪建筑物的布置依据。应在多次现场调查的基础上,对防洪建筑物的布置位置、长度及型式等进行调整。

(4)对于缺少实测资料地区的山洪,应在工程方案投资比选的基础上,尽可能增大过洪断面,避免山洪翻过导洪堤堤顶,对堤后造成淘刷。

(5)在砂砾石基础上,采取柔性的格宾网箱等防冲设施,能够起到较好的防冲效果。

[参考文献]

[1]张璐,大管径长距离拼装钢波纹管在山洪防治工程中的应用[J].广西水利水电,2022,(05):56-58+64.

[2]刘泓汐,考虑泥沙影响的山洪灾害动态风险评估方法研究[C].中国水利学会2021学术年会论文集第二分册:348-351.

[3]杜俊,山洪灾害防御研究进展[J].灾害学,2019,34(2):161-167.

作者简介:

程睿(1981--),女,汉族,河南潢川人,硕士研究生,高级工程师,研究方向:水利水电工程。