

胶东调水暗渠水毁工程修复方法及经验总结

许国栋,周雪杨,郑荣驰

(山东省水网运行调度中心烟威分中心,山东 烟台 264000)

【摘要】文章总结了胶东调水工程运行以来暗渠段的常见险情及修复方法,详细剖析了险情出现的原因,并提出了针对不同问题的解决方案,为类似工程的防汛抢险提供参考和借鉴。

【关键词】胶东调水;暗渠;防汛抢险;水毁修复

【中图分类号】TV698.2

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-01-0042-03

Repair Methods and Experience Summary of Water-damaged Closed Culvert in Water Diversion to Jiaodong Area Project

XU Guodong, ZHOU Xueyang, ZHENG Rongchi

(Yanwei Branch, Water Grid Operation and Dispatching Center of Shandong Province, Yantai, Shandong 264000, China)

Abstract: This paper summarizes the common dangerous situations and corresponding repair methods of the closed culvert section since in the Water Diversion to Jiaodong Area Project, analyzes in detail the causes of these dangerous situations, and puts forward targeted solutions for different problems, providing references for flood control and emergency rescue of similar projects.

Key words: Water Diversion to Jiaodong Area Project; Closed culvert; Flood control and emergency rescue; Water-damage repair

山东省胶东地区引黄调水工程位于胶东半岛北部,自引黄济青宋庄分水闸引水至威海市米山水库,输水线路全长 310 km,其中暗渠总长 28.96 km,基本沿清洋河左右岸布置。近年来灾害天气频发,胶东调水暗渠段工程遭遇多次台风侵袭,引发的清洋河水位上涨,对沿河暗渠、穿河处管道造成了较大的破坏,对工程的安全运行也带来严峻考验。栖霞、福山段暗渠作为水毁工程的重灾区,自工程运行以来发生了多次水毁工程抢险事故,现场管理单位根据具体情况,分别采取不同的抢险举措,保证了调水工程的正常运行,同时也给后续防御工程提供了参考。

1 暗渠工程常见险情

1.1 覆盖层冲毁

暗渠上部多为砂砾土、种植土等较松软土层覆盖,多年雨水的冲刷导致颗粒间土质稀松,汛

期雨水较大形成径流,导致覆盖层变薄,如遇超常规洪水将导致上部覆盖层冲毁,主体工程产生侧移,影响暗渠的安全。受 2023 年 5 号强台风“杜苏芮”影响,高疃泵站上游 500 m 处暗渠临河侧河岸局部冲刷,村里暗渠于家沟村段局部暗渠顶部回填土冲刷,暗渠裸露,对暗渠安全造成威胁。

1.2 底部掏空

穿河部位暗渠一般设置为倒虹,水流从上部流过,下游常年遭受冲刷,暗渠下游侧防护抛石逐年减少,形成水位差,掏空暗渠底部原始基础面,基础无法承受自重,导致暗渠发生侧翻。受 2017 年 10 号台风“海棠”的影响,百佛院村西南(桩号 1+418)暗渠受洪水冲刷,致使河岸线距暗渠边缘不足 3 m;丰粟倒虹(桩号 6+900—6+950)段暗渠裸露长度达 50 m,暗渠东侧立面裸露深

收稿日期:2025-06-08

作者简介:许国栋(1985—),男,工程师

度达 1.8 m,底部部分掏空,西侧立面裸露深度达 0.4 m;中桥御驾沟沿白洋河段约 200 m 长的暗渠顶面裸露;高疃泵站倒虹附近箱涵裸露长 30 m,底部部分掏空。

1.3 暗渠塌陷

村里集隧洞下游暗渠大部分沿河道布置,多年的冲刷导致河道改道,暗渠距离河道逐年靠近,最近处紧贴河道护坡。特别是近年来灾害天气频发,河道水位暴涨,门楼水库上游清洋河多次出现超流量洪水,河道护坡冲毁,暗渠裸露,水流持续冲刷导致暗渠塌陷。受 2022 年 12 号台风“梅花”影响,因高疃泵站上游漫水桥被洪水冲毁导致河床西移近百米,造成共 17 节 204 m(桩号 28+472—28+676)暗渠裸漏,其中 6 节暗渠位置发生偏移塌陷,两端伸缩缝止水带拉裂,结构受损严重,11 节暗渠局部外漏,部分暗渠底部掏空。

2 修复方法

2.1 抛石防护

抛石防护是为防止河岸或构造物受水流冲刷而抛填较大石块的防护措施。抛石的石质要坚硬,不易风化,块径不小于 30 cm,抗压强度不得小于 40 MPa;施工时石块大小搭配以保证抛石的稳定,抛石表层的石块大小均匀,空隙用小石块填塞。根据现场是否排水,可分为干地施工和 underwater 施工两种。该方法主要用于暗渠覆盖层冲毁和底部掏空的险情。

2.2 浆砌石防护

浆砌石防护是指用一定配比的砂浆将石料进行砌筑,使之成为整体的人工构筑物,石料一般有片石、块石、料石,施工工艺采用挤浆法、铺浆法、抹浆法和灌浆法,人工砌筑和勾缝,砂浆采用成品砂浆从下向上分级砌筑,石块大小搭配相互错叠,咬接紧密。为防止回填后的暗渠被冲刷,一般用于回填后的暗渠靠近河道一侧防护。

2.3 抛石混凝土防护

抛石混凝土是在混凝土中加入一定量的毛石,掺入毛石的总体积一般不多于其体积的 20%,毛石体积控制在 200 mm 以内,均匀分布并完全饱水;混凝土采用分层浇筑的方式,每层厚度不应超过 300 mm。一般用于暗渠冲毁后的底部基础回填。

2.4 格宾石笼防护

格宾石笼是由高抗腐蚀、高强度、具有延展性的低碳钢丝或包裹 PVC 的钢丝编织而成的网箱,经过施工现场石头填充后,构成具有柔性、透水性及整体性的结构。该方式能够适应外力施加的变形,可满足河道较大流速对岸坡的冲刷,用于暗渠底部冲刷回填和靠近河道侧岸坡防护。

胶东调水暗渠常见险情及修复方法见表 1。

表 1 胶东调水暗渠常见险情及修复方法

时间	台风	部位	险情	修复方法
2017	10 号台风“海棠”	百佛院村西南	覆盖层冲刷	浆砌石
		丰粟倒虹	覆盖层冲刷、底部掏空	抛石
		中桥御驾沟沿白洋河段	覆盖层冲刷	格宾石笼
		高疃泵站倒虹	底部掏空	抛石+浆砌石
2019	9 号台风“利奇马”	二次穿清洋河处	覆盖层冲刷	抛石
2022	12 号台风“梅花”	高疃泵站上游	偏移塌陷、覆盖层冲刷、底部掏空	重新浇筑、浆砌石
		百佛院	覆盖层冲刷、底部掏空	格宾石笼+浆砌石
2023	5 号台风“杜苏芮”	高疃泵站上游	覆盖层冲刷	抛石
		村里暗渠于家沟村段	覆盖层冲刷	浆砌石

3 险情发生原因分析

3.1 水文、地质条件复杂

工程位于暖温带季风气候区,大陆性气候显著,夏热多雨,冬寒少雪,春旱多风,秋旱少雨,季节性干旱特别严重。根据《2021—2023 年山东省水情年报》,工程区域内多年平均降雨量 669.7 mm,降水随时空变化较大,年内降水分布不均,降水主要集中于 6—9 月,约为全年降水量的 60%~80%,汛期降水多集中于几场暴雨之内,瞬时雨量较大,对工程损坏也较大。

暗渠分布于蓬莱市村里集隧洞出口至福山区高疃泵站,全长 28.96 km,沿输水渠道地面高程 104.15~30.13 m,地势依次渐低,总体地面坡降约 1/385,其中村里集隧洞出口至丰粟村段地势降落较急,地面坡降约 1/215;丰粟村至高疃泵站段总体地势降落较缓,地面坡降约 1/485。根据暗渠段沿线地形、岩性特点,线路主要位于白洋河山间冲洪积平原上,地面高程 24.59~105.16 m,地

面坡降 1.4‰~5‰,第四系地层主要由砾质粗砂、砂砾石组成,地下水与地表水联系密切,具中等到极强透水性,导致该段工程极易出现因边坡不稳定、地基强度不均等导致的地质问题。

3.2 工程建设年代早、运行时间长

近年来,胶东调水工程实行了体制机构改革,采用管养分离模式,引入社会力量对暗渠段工程加强了运行维护,工程状况逐步改善。但是由于工程建成年代较早,工程损毁、破坏、渗漏等问题突出;受建设期间资金条件和技术水平的限制,工程建设标准低,运维人员技能水平限制,加上工程主体多为隐蔽工程,巡视巡查难度增大,出现损毁、渗漏等问题不易发现,一旦遇上较大暴雨导致的河水上涨极易出现险情。

3.3 防汛抢险体系不健全

由于防汛抢险体系不健全,出现突发状况无法在第一时间判定险情位置,只能依靠人工现场查看,被动修复,严重的将影响正常的通水运行。每年按照要求现场管理机构也存储一定数量的防汛物资,由于资金有限,数量比较单一,无法应对不同的抢险方案;管理单位抢险力量存在一定的局限性,无法采购大型的机械设备。以上原因导致无法形成系统完备的防汛抢险体系来应对各种险情。

4 经验总结

4.1 加强水雨情预报及地质灾害预防

近年来,烟台市极端天气气候事件成多发、强发、并发、重发态势,发生洪涝灾害风险等级高,极端暴雨洪水散状多发,诱发山洪、中小河流洪水等地质灾害的可能性越来越大。沿河流段暗渠已经遭遇多次洪水侵袭的险情,要加强风险研判,重点关注局地短时强降雨,联系当地水文部门,密切监测雨情汛情。严格落实值班值守和领导带班制度,严格执行汛情、险情、灾情报告制度,确保联络畅通、反应迅速。

4.2 提升工程运行维护水平

经验表明,绝大部分暗渠的险情均来自被动抢险,即险情发生后的工程修复,而当险情来临之前均有一定的预兆,工程运行维护的目的就是将各种险情消灭在萌芽状态。针对建设年代早的

问题,可在每年经费计划内列支单独的大修及改造提升费用,逐步提升工程的运行寿命。运维人员技能水平方面,要进一步加强运维单位的管理,采取“培训+实操+竞赛”的模式提升一线人员的技能水平,形成良好的竞争氛围。

4.3 构建三位一体防汛抢险体系

构建防汛仓库、抢险队和社会抢险力量组成的防汛抢险体系,三者相互依存、相互支持,保障了抢险的顺利进行。根据《山东省调水工程防汛物资储备管理办法》,按照“讲究实效、适量储备、动态管理”的原则,储备各类防汛物资,并加强对物资使用的监督和物资储备台账的管理;在汛前同运维单位签订委托储备协议,遇到大汛时可随时补充所需物资。成立管理本单位职工组成的应急救援队伍,并进行有针对性的防汛应急演练。充分发挥社会救援力量,从专业特长、就近机动等方面与施工队签订的应急救援协议,作为应急救援的补充力量。

5 结语

胶东调水暗渠段水毁工程具有一定的代表性,通过有针对性地对水毁工程采取修复方案,截至目前修复后的工程未再出现险情。但是发生险情需要考虑的因素还很多,对现场管理也提出了更高的要求,应根据每段暗渠的具体特点,有针对性进行维护,才能有效地避免险情的发生。

参考文献

- [1] 孔猛.“三位一体”防汛抢险体系研究[J].中国农村水利水电,2020(3):150-154.
- [2] 崔兆东,朱让.新技术、新材料和新设备在防汛抢险中的应用[J].海河水利,2015(2):69-70.
- [3] 杨宏飞,杨松林,黄凯.水利工程防汛措施及抢险方法[J].河南水利与南水北调,2019(10):15-16.
- [4] 周伟.浅析水利工程建设中的防洪抢险技术[J].人民黄河,2020(20):67-68.
- [5] 冯俊,王长春,冯登夷.江苏省防汛前线训练场抢险文化建设初探[J].江苏水利,2020(6):82-84.
- [6] 汪燕,陈汉宁.深圳市河道水环境存在问题及对策分析[J].科研与管理,2020(3):82-86.
- [7] 范士盼,李婧媛.海委水利工程设施水毁修复工作思考[J].海河水利,2023(10):79-82.

(责任编辑 崔春梅)