

水利渠道衬砌工程安全管理探讨

文清华

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要:水利渠道衬砌是提升输水效率、减少渗漏损耗、保障渠体稳定的核心工序,也是整个水利输水工程安全运行的关键支撑。渠道衬砌工程涉及土方开挖、基底处理、材料铺设、混凝土浇筑、养护防护等多个环节,施工环境复杂、交叉作业多,安全管控难度较大。本文结合实际工程案例与现场管理经验,梳理渠道衬砌工程的安全管控重点,分析施工前期、施工中期、运维后期的常见安全隐患,针对人员操作、机械使用、现场防护、质量安全协同等方面的问题,提出全流程安全管理策略,同时探讨智能化技术在衬砌安全管控中的应用方向。研究旨在夯实渠道衬砌工程的安全管理基础,降低施工安全事故发生率,延长渠道衬砌使用寿命,为同类水利工程的安全施工与长效运维提供实用参考。

关键词:水利渠道;衬砌工程;安全管理;施工管控;隐患防控

引言

水利渠道是农业灌溉、城乡供水、防洪排涝的重要基础设施,直接关系到水资源利用效率和民生保障水平。渠道衬砌工程通过对渠底、渠坡进行硬化防护,既能解决土体渗漏、水流冲刷等问题,又能提升渠道输水能力、延长工程使用寿命,是水利工程提质增效的关键环节。相较于普通土建工程,渠道衬砌工程多沿野外河道、农田布局,施工战线长、作业面分散,且常受地形、天气、地质条件影响,高空作业、临边作业、机械作业交叉进行,安全风险点多面广。

近年来,各地水利渠道衬砌工程建设力度持续加大,但部分项目存在安全管理体系不完善、现场管控不到位、人员安全意识薄弱等问题,引发边坡坍塌、机械伤人、触电坠落等安全事故,不仅影响施工进度,还造成人员伤亡和财产损失。同时,衬砌施工质量不达标引发的后期开裂、脱落问题,也会间接形成运行安全隐患。因此,做好渠道衬砌工程全周期安全管理,统筹施工安全与质量安全,破解现场管控难题,是保障工程顺利推进、实现长效运行的核心要务。本文立足工程实际,围绕渠道衬砌工程安全管理的各个环节展开深入探讨,细化管控措施、补齐管理短板,助力水利工程安全高质量发展。

1 渠道衬砌工程安全管理基础与核心意义

1.1 渠道衬砌工程的主要类型与施工特点

渠道衬砌是针对渠体结构采取的防护加固措施,根据施工材料和工艺不同,主要分为混凝土衬砌、浆砌石衬砌、预制块衬砌、土工膜防渗衬砌等类型,其中混凝土衬砌和预制块衬砌在中小型水利工程中应用最为广泛。不同衬砌类型的施工流程虽有差异,但整体都包含场地清理、基底整平、材料运输、衬砌浇筑、养护验收等步

骤,且施工环节环环相扣,任何一个环节出现安全疏漏,都会影响整体工程安全。

渠道衬砌工程的施工特点较为突出,一是作业战线长,渠道多沿地形蜿蜒铺设,单条渠道施工长度可达数公里甚至十几公里,现场安全管控难以全面覆盖;二是地质条件复杂,部分渠段途经软土地基、边坡陡峭区域,容易出现滑坡、沉陷等地质风险;三是露天作业多,施工受降雨、大风、高温、严寒等天气影响大,恶劣天气会大幅增加施工安全隐患;四是交叉作业频繁,土方机械、运输车辆、浇筑设备同步作业,人员、机械、物料交叉流转,容易引发碰撞、挤压等安全事故;五是人员流动性大,现场施工人员多为临时务工人员,安全技能参差不齐,安全意识有待提升。

1.2 安全管理对渠道衬砌工程的核心作用

安全管理是渠道衬砌工程顺利推进的前提保障,贯穿项目前期筹备、现场施工、后期运维的全流程。做好安全管理,首先能有效防范各类施工安全事故,保障现场作业人员的生命安全,减少设备损坏和财产损失,维护项目施工秩序;其次,安全管理与质量管控相辅相成,规范的安全施工流程能保证衬砌施工质量,避免因违规操作导致衬砌开裂、渗漏、脱落等问题,提升工程整体稳定性;再者,完善的安全管理体系能缩短施工工期,减少因安全事故造成的停工整改,降低工程额外成本投入;最后,长效的安全运维管理能及时发现衬砌结构的安全隐患,提前处置修复,避免渠道运行期间出现溃堤、漏水等险情,保障输水安全和周边区域生产生活稳定。

2 渠道衬砌工程全流程安全风险分析

2.1 施工前期筹备阶段的安全隐患

施工前期是安全管控的基础环节,隐患问题多源于

勘察不细致、方案不完善、准备不到位。部分项目前期地质勘察流于形式,对渠段软土区、滑坡体、地下水位等情况掌握不全面,制定的衬砌施工方案不符合现场实际,后期施工容易出现基底沉陷、边坡坍塌等风险;还有项目未结合渠道地形、气候条件编制专项安全方案,针对深基坑、高边坡、临水作业的安全防护措施缺失,应急预案针对性不强。

2.2 现场施工阶段的主要安全风险

现场施工是安全事故高发阶段,风险点覆盖人员、机械、物料、环境等多个维度。人员操作方面,部分施工人员违规作业,临边、高空作业不佩戴防护用品,机械操作时擅自离岗、违章指挥,交叉作业时缺乏统一调度,容易引发坠落、挤压、碰撞事故;机械作业方面,挖掘机、装载机、混凝土搅拌车等设备未定期检修,设备老化、故障运行,运输车辆在狭窄渠道路段超速行驶、违规会车,极易造成机械损坏和人员伤亡;土方作业方面,渠坡开挖坡度不符合设计要求,未及时进行支护处理,降雨后土体软化,容易引发边坡滑坡、塌方,掩埋作业人员和设备;衬砌施工方面,混凝土浇筑振捣不规范、预制块铺设不平整,会导致衬砌结构受力不均,后期出现开裂变形,同时临时用电线路乱拉乱接,漏电保护装置失效,容易引发触电事故;环境风险方面,高温天气作业易导致人员中暑,暴雨天气会造成渠槽积水、边坡垮塌,大风天气影响高空作业和物料运输安全。

2.3 后期养护与运维阶段的安全隐患

衬砌工程施工完成后,养护和运维阶段的安全隐患容易被忽视。混凝土衬砌养护周期不足、养护方法不当,会导致衬砌表面干裂、强度不达标,降低结构抗冲刷、抗渗漏能力;养护期间未做好现场防护,无关人员、牲畜随意进入养护区域,踩踏未凝固的衬砌结构,造成结构破损;工程验收阶段,安全验收流于形式,未对衬砌结构稳定性、防渗性能、安全防护设施进行全面检测,遗留安全隐患;渠道运行运维期间,缺乏常态化安全巡查机制,未能及时发现衬砌脱落、裂缝、渗漏等问题,加之水流长期冲刷、冻胀破坏,小隐患逐渐扩大,最终引发渠道溃口、停水等安全事故;部分渠道周边植被肆意生长、杂物堆积,堵塞过水断面,抬高渠内水位,也会加剧衬砌结构的受力压力,诱发安全问题。

3 渠道衬砌工程安全管理核心措施

3.1 强化前期筹备安全管控,筑牢防控根基

要深化现场地质勘察,安排专业人员对渠道全线地形、地质、水文条件进行实地排查,重点标记软土地基、高边坡、临水危险渠段,精准掌握地下水位、土壤承载

力等参数,为安全施工方案编制提供可靠依据;其次编制专项安全施工方案,针对不同衬砌类型、危险作业环节制定详细安全措施,明确高边坡支护、临边防护、临时用电、机械作业的安全标准,同时完善应急预案,配备应急物资,针对滑坡、触电、坍塌等事故制定应急处置流程;物料采购要严把质量关,安排专人负责衬砌材料、安全防护用品的检验检测,拒绝不合格产品进场,对水泥、砂石、土工膜等物料分类存放,做好防雨、防潮、防晒措施,避免物料变质影响施工质量和安全;最后抓实人员安全培训,组织所有施工人员学习安全操作规范、风险防控知识,针对特种作业人员开展专项考核,确保持证上岗,同时进行安全交底,让每位人员明确自身岗位的安全风险和防控要求。

3.2 规范现场施工安全管理,严控过程风险

人员管理方面,实行定岗定责,安排专职安全员全程巡查监管,严禁违规作业,督促作业人员规范佩戴防护用品,对临边、高空、临水作业人员加强监护,定期开展安全警示教育,提升人员安全意识;机械作业方面,建立设备台账,定期对施工机械、运输车辆进行检修保养,严禁故障设备进场作业,划定机械作业区域,规范车辆行驶路线,避免交叉作业冲突,机械操作人员必须严格按照规程操作,严禁超载、超速、违章作业;土方与边坡作业方面,严格按照设计坡度开挖渠槽,对高边坡、软土渠段及时采用支护、加固措施,开挖过程中实时监测边坡变形情况,降雨后暂停土方作业,待土体干燥、边坡稳定后再复工;衬砌施工方面,严格按照工艺标准施工,控制混凝土配合比、浇筑厚度和振捣质量,预制块铺设要平整牢固,临时用电安排专业人员操作,线路架空铺设,配备漏电保护器,严禁私拉乱接;环境管控方面,根据天气情况调整施工计划,高温天气避开正午作业,做好防暑降温措施,暴雨、大风天气停止露天作业,及时清理渠槽积水,加固防护设施。

3.3 抓实后期养护与运维安全,保障长效稳定

后期养护与运维安全管理直接关系到渠道衬砌的使用寿命和运行安全,需建立常态化管控机制。衬砌施工完成后,严格按照规范要求开展养护工作,混凝土衬砌要定时洒水保湿,覆盖保温材料,保证养护周期达标,养护期间设置警示标识,封闭作业区域,禁止无关人员和牲畜进入;工程验收阶段,将安全验收作为核心内容,全面检测衬砌结构平整度、强度、防渗性能,检查安全防护设施、排水系统是否完善,对发现的安全隐患限期整改,整改合格后方可通过验收;渠道运行期间,建立常态化安全巡查机制,安排专人定期对渠道全线衬砌结

构进行排查,重点检查裂缝、脱落、渗漏、冻胀破坏等问题,做好巡查记录,发现隐患立即处置。

3.4 健全安全管理体系,压实管控责任

完善的管理体系是安全管控的制度保障,需构建全员参与、全程管控、权责明确的安全管理机制。建立项目安全责任制,明确项目负责人、技术负责人、安全员、施工人员的安全职责,将安全责任细化到每个环节、每个岗位,签订安全责任书,形成层层抓落实的管控格局;完善安全管理制度,制定现场作业规范、设备管理制度、安全巡查制度、隐患整改制度、奖惩考核制度,让安全管理有章可循;加强安全监督检查,采取日常巡查、专项检查、随机抽查相结合的方式,全面排查安全隐患,建立隐患台账,实行闭环管理,做到发现一处、整改一处、销号一处。

4 智能化技术在渠道衬砌安全管理中的应用

4.1 现场监测智能化,提升风险预警能力

借助智能化监测技术,可实现渠道衬砌施工和运维期间的实时风险监测,提升安全管控效率。在高边坡、深基坑等危险渠段安装边坡监测传感器、沉降监测设备,实时采集边坡变形、基底沉降数据,通过无线传输将数据上传至管控平台,一旦数据超出安全阈值,平台立即发出预警,管理人员可及时处置,避免滑坡、坍塌事故发生;利用无人机对长战线渠道进行空中巡查,快速排查现场安全隐患、施工进度和违规作业情况,弥补人工巡查覆盖面不足的问题;在渠道运维阶段,安装渗漏监测、水位监测设备,实时监控衬砌结构渗漏情况和渠内水位变化,精准定位隐患点位,提高隐患处置效率。

4.2 施工管控信息化,实现全流程追溯

搭建信息化管理平台,整合渠道衬砌工程施工、安全、质量数据,实现全流程可视化管控。将施工方案、安全交底、人员培训、设备检修、隐患整改等信息录入平台,管理人员可随时查阅管控情况,实现安全管理全程追溯;利用BIM技术模拟衬砌施工流程,提前排查施工环节的安全冲突和风险点,优化施工方案,指导现场规范作业;通过信息化平台对施工进度、安全隐患整改情况

进行动态跟踪,督促施工班组按时落实管控措施,提升安全管理执行力。

5 渠道衬砌工程安全管理发展方向

未来水利渠道衬砌工程安全管理将朝着标准化、智能化、常态化方向发展。安全管控标准将更加细化,针对不同地质条件、不同衬砌类型的工程,制定统一的安全操作规范和验收标准,提升安全管理的规范性;智能化技术应用将更加广泛,物联网、大数据、无人机等技术将深度融入安全监测、现场管控、运维巡查全环节,实现风险自动预警、智能管控,降低人工管控压力;安全管理将实现全周期覆盖,从前期勘察、施工建设到后期运维,建立一体化安全管控体系,打破施工与运维的管理壁垒。

结束语

实际工程建设中,要结合渠道现场实际情况,细化安全管控措施,压实安全责任,强化人员安全意识,及时排查化解各类安全隐患,做到防患于未然。只有统筹施工安全与质量安全、短期建设与长期运维,才能真正提升渠道衬砌工程安全管理水平,保障水利渠道发挥应有的输水效益,为农业灌溉、城乡供水等民生事业提供坚实的安全保障。随着水利工程建设标准的不断提升,渠道衬砌安全管理模式也将持续优化,逐步实现智能化、精细化、常态化管控,推动水利事业高质量发展。

参考文献:

- [1]史剑侠.水利工程渠道衬砌施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2026,(01):214-216.
- [2]陈俊华.水利工程中的防渗渠道衬砌施工技术[J].建材发展导向,2025,23(23):76-78.
- [3]牛丽霞.水利工程渠道衬砌混凝土技术研究[J].水上安全,2025,(22):190-192.
- [4]索学贤,索涛春.基于工程实践的水利工程渠道衬砌施工技术研究[J].建筑工人,2025,46(11):4-6.
- [5]曾昭.农田水利工程灌溉防渗渠道衬砌施工技术研究[J].农村实用技术,2025,(05):105-106.