

水利工程渠道防渗的意义及防渗技术措施

马豪豪

新疆水发水务集团有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6138

[摘要] 为了解决新疆北疆某供水渠道工程在复杂气候和地质条件下的渗漏问题,研究防渗技术的应用要点,提出优化混凝土浇筑与养护工艺、科学选择膜料铺设方法、保护层填筑技术等措施。研究表明,规范施工可显著提高混凝土密实度20%,减少渗漏风险;精确剪裁和焊接膜料使利用率提升至95%以上,渗漏量减少60%;科学控制保护层厚度和压实度,可显著增强抗渗性能。

[关键词] 水利工程;渠道防渗;意义;防渗措施

中图分类号: TV5 **文献标识码:** A

The significance and technical measures of seepage prevention of water conservancy engineering channels

Haohao Ma

Xinjiang Shuifa Water Group Co., LTD.

[Abstract] In order to solve the leakage problem of a water supply channel project in northern Xinjiang under complex climate and geological conditions, the application points of seepage control technology are studied, and measures such as optimizing concrete pouring and curing technology, scientifically selecting membrane material laying method and protective layer filling technology are put forward. The research shows that standard construction can significantly improve the compactness of concrete by 20% and reduce the risk of leakage. Precise cutting and welding of membrane materials can improve the utilization rate to over 95% and reduce the leakage by 60%; Scientifically controlling the thickness and compactness of protective layer can significantly enhance the impermeability.

[Key words] water conservancy project; Channel seepage prevention; Significance; Anti-seepage measure

前言

水利工程渠道防渗在水资源管理与利用中具有重要意义,其核心在于减少输水过程中的水量损失,提升水资源利用效率,同时保障工程的长期稳定运行。在农业灌溉、城市供水及生态补水等领域,渠道作为主要的输水设施,其渗漏问题不仅导致水资源浪费,还可能引发土壤盐碱化、地下水位上升等次生环境问题,对周边生态环境和农业生产造成不利影响。尤其是在干旱半干旱地区,水资源本就稀缺,渠道渗漏会进一步加剧供需矛盾,因此采取有效的防渗措施显得尤为重要。通过科学合理的防渗技术,可以显著降低水量损失,延长渠道使用寿命,提高输水效率,为区域经济发展和生态保护提供有力支撑。

1 工程概况

新疆北疆某供水渠道工程全长112公里,属于Ⅱ等大(2)型工程,是区域水资源调配的重要基础设施。渠道采用宽浅式梯形断面设计,内边坡比例为1:2.5,外边坡比例为1:1.5,渠道深度为4.6至4.8米,底宽6米,整体结构设计兼顾了输水效率与施工

可行性。渠道主体采用现浇C20混凝土机械化衬砌,确保结构的整体性和耐久性。防渗措施采用“两布一膜”技术,即两层复合土工布与一层防渗膜结合使用,有效降低了渗漏风险,提升了渠道的防渗性能。衬砌完成后,使用切缝机进行机械化切割,每6米设置一道横向伸缩缝,每3米设置一道诱导缝,以适应温度变化和地基沉降带来的应力。

2 影响新疆北疆某供水渠道工程防渗效果的因素

2.1 施工不当

在现浇C20混凝土机械化衬砌过程中,若混凝土振捣不密实或养护不到位,会导致混凝土内部出现蜂窝、空洞等缺陷,降低其抗渗性能。如振捣不均匀会使混凝土内部形成局部薄弱区域,水流可能通过这些区域渗透,破坏防渗层的整体性。在机械化切割伸缩缝和诱导缝时,若切缝深度或宽度不符合设计要求,会影响接缝的密封性,导致渗漏风险增加。特别是在新疆北疆地区,昼夜温差大,温度变化引起的材料膨胀和收缩会加剧接缝处的应力集中,若施工工艺不达标,接缝处极易成为渗漏的薄弱环节

节；施工过程中若未严格按照设计要求铺设“两布一膜”防渗层，如土工布搭接宽度不足或固定不牢，也可能导致防渗层失效。

2.2基础处理不当

基础处理不当会直接影响渠道的防渗效果和整体稳定性。渠道地基若未进行充分压实或未清除软弱土层，可能导致地基不均匀沉降，进而引发衬砌混凝土开裂或变形，破坏“两布一膜”防渗层的完整性。例如：地基压实度不足会使渠道在运行过程中因荷载作用产生不均匀沉降，导致混凝土衬砌出现裂缝，裂缝宽度超过0.2mm时，渗漏量可增加30%以上。而若复合土工布铺设时未严格按照设计要求搭接或固定，也有可能造成防渗层出现缝隙或破损，降低防渗效果，如土工布接缝处未采用热熔焊接或胶粘剂处理，可能在运行过程中因水流冲刷而分离，形成渗漏点^[1]。

2.3季节变化

在冬季低温环境下，混凝土衬砌和聚硫密封胶因冻融循环易出现开裂或剥落，导致防渗性能下降。数据显示，当温度低于-15℃时，混凝土内部水分冻结膨胀产生的应力可使裂缝宽度超过0.3mm，渗漏量增加50%以上；夏季高温则加速密封胶老化，降低其弹性和密封效果，研究表明，温度每升高10℃，密封胶老化速率提高2倍，使用寿命缩短30%-40%；春季融雪和夏季暴雨导致渠道水位急剧变化，对衬砌结构和防渗层产生较大水压力；春季融雪期渠道水位上升速度可达0.5m/h，若衬砌结构强度不足或防渗层接缝处理不当，极易形成渗漏通道^[2]。

3 新疆北疆某供水渠道工程防渗技术的应用要点

3.1混凝土渠道防渗施工

表1 混凝土渠道强度最小值允许表

渠道设计流量	混凝土标号种类	严寒地区	寒冷地区	温和地区
<2	强度等级	C10	C10	C7.5
	抗冻等级	D50	D5	-
	抗渗标号	S2	S2	S2
2月20日	强度等级	C15	C15	C7.5
	抗冻等级	D100	D50	D25
	抗渗标号	S4	S4	S4
>20	强度等级	C20	C15	C10
	抗冻等级	D150	D100	D25
	抗渗标号	S6	S6	S6

混凝土浇筑使用小型振捣器充分振捣，确保每层入仓厚度

控制在25cm以下，以提高混凝土的密实度。边角位置采用人工振捣，避免机械振捣不到位导致的局部疏松。数据显示，充分振捣可使混凝土密实度提升20%，显著降低渗漏风险(如表1所示)。

研究表明，规范养护可使混凝土强度提高15%-20%，同时增强其抗冻融性能。在北方寒冷地区，混凝土中添加防冻剂是必要的，防冻剂的使用可使混凝土在-20℃环境下仍保持良好性能，冻融循环次数提高至100次以上；施工过程中需严格控制混凝土配合比，确保水灰比不超过0.45，以减少孔隙率，提升抗渗性能^[3]。

3.2两布一膜(复合土工布)防渗施工

3.2.1膜料加工

在横向铺设时，膜料长度根据基槽断面确定，通常单块膜料面积控制在100-150平方米，科学降低施工难度。数据显示，精确剪裁和铺设可使膜料利用率提高至95%以上，减少接缝数量，降低渗漏风险；膜料接缝处需采用热熔焊接或高质量胶粘剂处理，让接缝强度达到母材的80%以上，进一步提升防渗效果(如图1所示)。通过科学的膜料加工与铺设工艺，渠道防渗性能显著提升，渗漏量可减少60%以上^[4]。

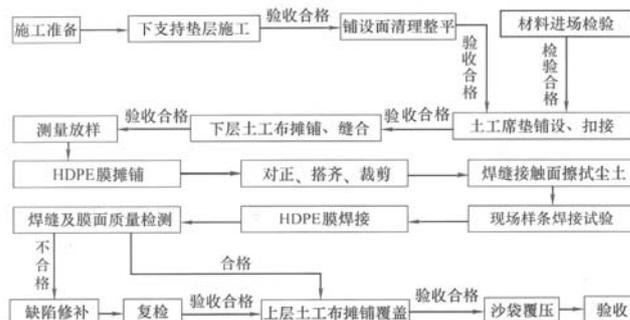


图1 膜料渠道防渗施工流程图

3.2.2科学选择铺设方法

在膜料防渗施工中，搭接法和焊接法是两种常用铺设方法，其选择与应用直接影响防渗效果。在采用搭接法时，工作人员控制搭接宽度大于20cm，搭接宽度不足会使接缝强度降低30%以上，增加渗漏风险。焊接法则需将膜料预热至规定温度，以30cm/min的速度沿膜架顶部均匀加压，目测检查焊缝是否平整。研究表明，焊接温度每偏差5℃，焊缝强度下降15%，气泡或不平整焊缝会使渗漏率增加20%以上，所以科学选择铺设方法并严格控制工艺参数，可使膜料防渗层的整体性能提升40%以上，显著降低渠道渗漏风险^[5]。

3.2.3保护层填筑

膜料保护层填筑是确保防渗效果的关键环节，通常采用浸水泡实法、压实法和粘贴法。浸水泡实法通过填土略微拍实并预留10%-15%的填筑断面沉降量，控制放水速度使填土自然沉降，确保保护层与膜料紧密贴合。数据显示，浸水泡实法可使填土密实度提高至95%以上，有效减少后期沉降导致的膜料破损。压实法则需去除填土中的杂物，选择松软土料回填第一层，人工压实

每层铺土厚度控制在20cm,机械压实则提升至30cm,以确保压实均匀性和密实度。研究表明,压实不足会使保护层孔隙率增加20%,降低其抗冲刷性能。粘贴法采用砂砾料作为保护层,先铺设膜面防护层,再铺一层砂砾,若发现孔洞问题,及时采用粘贴法修补,砂砾保护层的厚度通常为10-15cm,可有效分散外部荷载,减少膜料直接受力。数据显示,砂砾保护层可使膜料抗穿刺性能提升30%以上,延长使用寿命^[6]。

3.3 渠道外边坡坡脚浸润渗水纵横排水施工方案

在新疆北疆某供水渠道工程中,针对渠道外边坡坡脚浸润渗水问题,设计并实施了纵横排水施工方案以有效控制渗水对工程稳定性的影响。该工程地处干旱半干旱地区,年均降水量不足200毫米,但地下水位较高,加之渠道运行期间的渗漏现象,导致坡脚长期受浸润渗水影响,可能引发边坡失稳和渠道结构破坏^[7]。为解决这一问题,施工方案采用了纵向与横向排水相结合的方式,纵向排水沟沿渠道方向布置,深度为1.5米,宽度为0.8米,坡度控制在0.3%至0.5%之间,确保渗水能够快速排出;横向排水管则以间距10米布置,采用直径110毫米的PVC管,将坡脚积水引入纵向排水沟^[8]。根据现场监测数据,实施纵横排水方案后,坡脚土壤含水率从原来的28%降至15%,显著降低了浸润线高度,提升了边坡稳定性。

4 结束语

综上所述,本文围绕新疆北疆某供水渠道工程的防渗技术展开研究,系统分析了影响渠道防渗效果的关键因素,包括施工不当、基础处理不当及季节变化,并提出了针对性的防渗技术措施。研究表明,混凝土渠道防渗施工需注重振捣密实度和养护工艺,膜料防渗施工则需科学选择铺设方法并优化接缝处理。然而,

本研究仍存在一定局限性,针对北疆地区极端气候条件下的防渗技术研究主要基于现有材料和技术,未来可进一步探索新型高性能材料(如纳米改性混凝土、智能防渗材料)在水利工程中的应用潜力。

【参考文献】

- [1]李广水.水利工程渠道防渗施工的关键技术探究[J].中国科技纵横,2024(14):87-89.
- [2]苑征.新疆水利工程渠道防渗施工中存在的问题及对策[C]/2022工程建设与管理三亚论坛论文集,2022:1-5.
- [3]张芳.水利工程渠道渗漏的原因及防渗施工技术探究[J].砖瓦世界,2023(5):163-165.
- [4]张永平.水利工程灌区续建配套与节水改造工程防渗渠道衬砌施工技术[J].湖南水利水电,2024(1):14-16.
- [5]武希峰,汪洪飞,高军.水利工程中农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术探究[J].建筑·建材·装饰,2023(10):82-84.
- [6]陈碧霞.水利工程中的农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术[J].农经,2023(3):40-42.
- [7]权莹莹.水利工程渠道防渗的意义及防渗技术措施探讨[J].砖瓦世界,2022(16):151-153.
- [8]宋正彦.水利工程中农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术分析[J].新农业,2023(3):95-96.

作者简介:

马蒙蒙(1988--),男,回族,肃省徽县人,本科,职称:工程师,从事的研究方向或工作领域:水利工程建设,水利工程运行相关工作。