

水利工程渠道防渗施工技术探讨

马忠孝

青海德恩源建设工程有限公司 青海 西宁 810000

摘要：渠道渗漏是水利工程运行中的突出问题，易造成水资源浪费、土壤盐碱化及工程安全隐患。本文结合水利工程施工实际，阐述渠道渗漏的成因与危害、防渗施工基本原则及材料分类，系统探讨刚性、柔性、复合型防渗技术，分析施工质量控制要点及常见问题处理措施，结合工程实践，为提升渠道防渗效果、延长工程使用寿命、提高水资源利用率提供技术参考与实践指导，助力节水农业发展与水利工程效益最大化。

关键词：水利工程；渠道防渗；施工技术

引言：水利工程是农业灌溉、水资源调配的核心基础设施，渠道作为输水关键载体，其防渗性能直接决定工程效益与水资源利用效率。当前，我国灌区渠道渗漏问题普遍存在，不仅浪费宝贵水资源，还加剧土壤盐碱化、引发边坡坍塌，制约农业生产与水利工程可持续运行。基于此，探讨渠道防渗施工技术，优化施工方案，解决施工质量难题，对推动水利工程高质量发展、实现节水增效具有重要现实意义。

1 水利工程渠道防渗施工相关基础理论

1.1 渠道渗漏的成因与危害

(1) 渗漏成因：地质条件是核心因素，渠道沿线土壤若为砂质土、粉质土等透水性强的土层，易导致水分下渗；渠道设计缺陷主要体现在断面尺寸不合理、边坡坡度不当，或未设置合理的防渗结构，加剧渗漏；施工质量不达标包括衬砌层浇筑不密实、接缝处理不到位、材料质量不合格等，形成渗漏通道；运行维护不当指长期使用中未及时修补衬砌破损、清理渠道淤积，导致防渗功能衰退^[1]。(2) 渗漏危害：大量水资源通过渗漏流失，降低水资源利用率，浪费宝贵的水资源；渗漏水携带盐分上升至地表，导致土壤盐碱化，破坏周边农作物生长环境，影响农业生产；渗漏会软化渠道边坡土体，降低边坡稳定性，易引发滑坡、坍塌等安全隐患；渗漏导致渠道实际输水能力下降，增加输水成本，大幅降低水利工程的灌溉、供水等核心效益。

1.2 渠道防渗施工的基本原则

(1) 实用性原则：需结合工程所处地质条件、输水规模、气候环境等实际情况，选择适配的防渗技术和材料，避免盲目选用高端技术，确保防渗方案可落地、能有效解决实际渗漏问题，满足工程正常运行需求。(2) 经济性原则：在保证防渗效果和工程质量的前提下，优化施工方案，合理选用性价比高的材料和技术，控制施

工成本，避免过度投入，实现工程效益与经济效益的平衡，确保项目在预算范围内完成。(3) 耐久性原则：防渗层需长期承受水流冲刷、温度变化、土壤侵蚀等环境因素影响，因此需确保防渗层结构稳定，具备良好的抗老化、抗磨损能力，延长防渗工程使用寿命，减少后期维护成本。

1.3 渠道防渗材料的分类与性能要求

(1) 防渗材料分类：刚性防渗材料主要包括混凝土、浆砌石、砖砌体等，强度高、抗冲刷性强，适用于大中型渠道；柔性防渗材料有土工膜、沥青卷材等，质地柔软、施工便捷，适用于复杂地形渠道；复合型防渗材料结合刚性与柔性材料的优势，如土工膜与混凝土复合、沥青与土工布复合，兼顾强度与防渗效果。(2) 核心性能要求：抗渗性是核心，需有效阻止水分渗透，降低渗漏量；抗压性需满足渠道承载要求，避免受土体压力或水流冲击而破损；抗冻性适用于寒冷地区，防止冬季冻融循环破坏防渗层；抗老化性确保材料长期使用不降解、不失效；施工适应性要求材料便于运输、铺设和施工，适配不同渠道断面和地形条件。

2 水利工程渠道防渗主流施工技术

2.1 刚性防渗施工技术

(1) 混凝土衬砌防渗施工：施工工艺主要包括渠道基槽清理、模板安装、混凝土搅拌与浇筑、拆模养护四个核心环节，基槽清理需去除杂物、平整压实，确保基层承载力达标；浇筑要点需严格控制混凝土配合比，确保坍落度符合设计要求，浇筑时分层推进、振捣密实，避免出现蜂窝、麻面、裂缝等质量缺陷，阴阳角处需做圆弧处理以减少应力集中；养护措施需在浇筑完成后12小时内覆盖保湿材料，养护周期不少于14天，高温天气增加洒水频次保湿，低温天气采取覆膜、保温被等措施防冻。(2) 浆砌石衬砌防渗施工：材料选择优先选用质

地坚硬、表面平整、无风化、无裂隙的石块，水泥砂浆需按设计强度配比搅拌，严禁使用不合格材料；砌筑工艺采用坐浆法施工，石块错缝搭接、内外搭砌，灰缝厚度严格控制在2-3cm，灰缝饱满度不低于95%，砌筑顺序从渠道底部向两侧对称推进，确保衬砌整体稳定性；质量控制要点需重点检查石块摆放稳定性、灰缝密实度，及时清理灰缝多余砂浆，杜绝通缝、空缝等问题，确保防渗效果^[2]。（3）沥青混凝土衬砌防渗施工：适用场景主要为中低温地区、中小型渠道，尤其适用于有一定变形能力的渠道，不适用于严寒或高温暴晒地区；施工流程包括基层清理、沥青混凝土搅拌、摊铺、碾压、养护，搅拌时控制沥青与骨料的配比和加热温度；注意事项需严格把控沥青混合料的加热温度和摊铺厚度，碾压时采用轻型压路机匀速推进，避免破坏基层结构，养护期间禁止车辆和人员通行，防止防渗层破损影响防渗效果。

2.2 柔性防渗施工技术

（1）土工膜防渗施工：土工膜选型需根据渠道防渗等级和实际工况，选用厚度不低于0.3mm的高密度聚乙烯土工膜，优先选择抗老化、抗穿刺、抗拉伸性能优良的产品；铺设工艺需先清理基层，确保基层平整、压实，无尖锐杂物，铺设时自上而下顺坡推进，避免土工膜拉伸过度导致破损；拼接采用热焊接法，焊接温度控制在150-180℃，焊接后进行充气检测，确保无漏焊，固定采用锚固沟或压载法，防止土工膜移位、起皱。（2）膨润土防水毯防渗施工：材料特性具有良好的吸水膨胀性，遇水后能快速形成致密、不透水的防渗层，且环保无毒、抗腐蚀，适配复杂地形和不规则渠道；铺设要求基层平整压实，铺设时防水毯搭接宽度不小于15cm，搭接处采用膨润土粉填充压实，确保无缝隙；施工难点处理主要针对边坡转角、渠道接口等部位，需裁剪贴合，避免褶皱，雨天施工需做好防雨措施，防止膨润土遇水提前膨胀，影响铺设质量。（3）沥青毡防渗施工：适用条件为气候温和、地下水位较低、防渗要求适中的中小型渠道，不适用于严寒、暴雨频发地区；施工流程包括基层清理、涂刷沥青黏结层、铺设沥青毡、涂刷保护层，黏结层需均匀涂刷，无漏涂、空鼓；质量检验标准需检查沥青毡铺设平整度、搭接密实度，黏结层与基层、沥青毡贴合紧密，保护层厚度符合设计要求，雨后进行渗漏检测，确保无渗水现象^[3]。

2.3 复合型防渗施工技术

（1）刚性-柔性复合防渗施工：组合形式主要有“混凝土+土工膜”“浆砌石+膨润土防水毯”两种，前者兼顾刚性材料的强度和柔性材料的防渗性，后者适配基层

变形较大的渠道；施工流程需先铺设柔性防渗层，做好固定和拼接，再进行刚性层施工，确保两层贴合紧密，无空隙；适配场景为大中型渠道、地质条件复杂且防渗要求高的工程，既能抵御水流冲刷和外力冲击，又能应对基层沉降变形，提升防渗可靠性^[4]。（2）新型复合防渗材料施工：材料特性结合刚性与柔性材料的优势，如土工膜-混凝土复合板、沥青-土工布复合卷材，具有抗渗性强、耐久性好、施工便捷、抗老化等特点；施工工艺与单一材料施工相结合，先铺设柔性基层并压实，再安装复合板材或铺设复合卷材，做好拼接、固定和密封处理；应用效果显著，渗漏量较单一防渗技术降低60%以上，使用寿命可延长至20年以上，能有效降低后期维护成本。

2.4 特殊地质条件下的防渗施工技术

（1）软土地基渠道防渗施工：地基处理方法主要采用换填法、夯实法或排水固结法，换填优质黏性土或砂石材料，降低地基含水量，提高地基承载力，避免后期沉降；防渗技术适配要点优先选用柔性防渗材料，如土工膜、膨润土防水毯，避免刚性材料因地基沉降而产生裂缝、破损，施工时需控制防渗层铺设坡度，做好地基沉降观测，及时调整施工方案。（2）岩质渠道防渗施工：裂隙处理采用水泥砂浆灌注、环氧砂浆封堵等方法，彻底填充岩体裂隙，形成完整的防渗帷幕，杜绝裂隙渗漏；防渗层铺设需先清理岩面浮渣、杂物，涂刷专用黏结层，再根据设计要求铺设刚性或复合型防渗材料；加固措施在防渗层外侧设置锚杆固定，防止防渗层脱落，对不稳定岩坡，先采用锚杆、锚索进行边坡加固，再开展防渗施工，确保工程安全稳定。

3 水利工程渠道防渗施工质量控制与常见问题处理

3.1 施工质量控制体系构建

（1）施工前质量控制：严格开展材料检验，对防渗材料的规格、性能进行抽样检测，杜绝不合格材料进场，确保材料符合设计标准；认真审核施工方案，重点核查防渗技术选型、施工流程、安全措施是否合理，结合工程实际优化完善方案；全面检查现场准备工作，清理渠道基槽杂物、平整压实基层，确认施工机械设备调试到位、施工人员持证上岗，为施工质量奠定基础。

（2）施工过程质量控制：加强各工序施工全程监督，对衬砌浇筑、防渗材料铺设、拼接等关键工序实行旁站监理，及时发现并纠正施工偏差，杜绝违规操作；对防渗层厚度、拼接质量、混凝土强度、焊接质量等关键环节进行定期抽样检测，确保各项指标符合设计要求；根据现场施工环境、地质条件及检测结果，灵活调整施工参

数,如混凝土配合比、土工膜焊接温度、摊铺速度等,保障施工质量稳定可控。(3)施工后质量验收:重点进行防渗效果检测,采用注水试验、渗水观测等科学方法,核查渠道渗漏量是否符合设计标准,确保防渗功能达标;严格执行工程质量评定标准,对各分项、分部工程进行全面细致评定,合理划分质量等级;严格落实验收标准,对验收中发现的质量隐患限期整改,安排专人跟踪复查,验收合格后方可进入下一环节,确保工程整体质量达标。

3.2 施工过程中常见质量问题及成因

(1)防渗层开裂、破损:材料因素主要是选用的防渗材料强度不足、抗老化和抗拉伸性能较差,或材料本身存在出厂质量缺陷;施工因素包括施工时防渗材料拉伸过度、混凝土振捣不密实、接缝处理不规范,导致防渗层结构受损;环境因素为温度剧烈变化、冬季冻融循环或暴雨冲刷,使防渗层产生收缩开裂、破损,影响防渗效果。(2)防渗层渗漏:核心成因包括拼接不严,如土工膜焊接漏焊、虚焊,沥青毡、膨润土防水毯搭接不密实,形成贯通性渗漏通道;地基沉降不均匀,导致防渗层被拉裂,产生渗漏缝隙;材料老化,长期受阳光暴晒、水流侵蚀和环境介质影响,使防渗材料性能逐渐衰退,失去原有防渗作用,引发渗漏问题。(3)边坡坍塌、防渗层脱落:边坡坡度设计不合理,或施工时未严格按照设计坡度修整,导致边坡稳定性不足;施工工艺不当,如基层未压实、防渗层与基层贴合不紧密,降低两者之间的附着力;水流冲击作用,尤其是汛期水流流速过大,持续冲刷边坡土体,导致边坡坍塌,进而引发防渗层脱落,影响工程安全。

3.3 常见质量问题的处理措施

(1)防渗层开裂、破损的修补方法:针对小范围、轻微的开裂、破损,采用局部修补法,先清理破损部位杂物、浮尘,涂刷专用黏结剂,铺设与原防渗材料规格一致的补丁,压实固定,确保修补部位严密无渗漏;针对大面积开裂或破损严重、无法局部修补的区域,采用

整体加固法,在原有防渗层基础上,重新铺设一层防渗材料,或增设加固层,全面提升防渗性能。(2)防渗层渗漏的处理措施:对轻微渗漏、渗漏点明确的部位,采用堵漏加固法,精准查找渗漏点,用专用堵漏材料填充封堵,压实密封,杜绝渗漏;对渗漏严重、存在多处渗漏通道且无法彻底堵漏的部位,拆除破损防渗层,清理基层并平整压实后,按规范重新铺设防渗层,确保拼接严密、铺设规范,从根本上解决渗漏问题^[5]。(3)边坡及防渗层脱落的处理:先对坍塌边坡进行彻底修整,清理坍塌土体和杂物,按设计坡度重新修整边坡并压实加固,提升边坡稳定性;对脱落的防渗层,拆除破损部分,清理基层浮尘并涂刷黏结剂后重新铺设,采用锚固、压载等方法固定牢固,必要时增设边坡防护设施,抵御水流冲击,防止边坡坍塌和防渗层脱落问题再次发生。

结束语

水利工程渠道防渗施工是一项系统性工程,需兼顾实用性、经济性与耐久性原则,结合工程地质条件、输水需求合理选用施工技术与材料。本文梳理的各类防渗技术及质量控制措施,已在多地灌区改造中应用并取得良好效果。未来,需结合技术创新,推广新型复合防渗材料与工艺,完善长效管护机制,提升防渗施工质量,减少水资源损耗,筑牢水利输水防线,为农业可持续发展提供保障。

参考文献

- [1]唐福林,唐健.水利工程中农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术分析[J].新农村,2024,13(21):55-57.
- [2]陈强.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,2024,32(5):11-12.
- [3]马洋.农田水利工程中防渗渠道施工技术研究[J].乡村科技,2024,15(3):146-149.
- [4]公占元.水利工程中农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术[J].农业灾害研究,2023,13(11):76-78.
- [5]刘国鹏.水利工程渠道防渗施工的关键技术探究[J].科技资讯,2023,21(22):133-136.