

水利工程建设中灌溉河道堤防防渗方案设计

果大林

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050021

摘要:灌溉河道堤防防渗方案设计需遵循实用、经济、安全、生态兼容原则。常见方案有土质、膜料、混凝土防渗,各有设计要点。优化选择要分析地质水文适配性,匹配工程规模与防渗要求,评估技术经济性与施工可行性。施工与质量控制方面,施工准备要编制施工组织设计、检验材料、做好场地准备;施工过程要分别把控土质、膜料、混凝土防渗施工质量;竣工验收要采用现场与实验室结合检测,针对不同工程检测重点不同,还要验收整体防渗效果,不合格需整改。

关键词:水利工程建设;灌溉河道;堤防;防渗方案;设计要点

引言:在水利工程建设中,灌溉河道堤防防渗至关重要,关乎工程稳定运行与人民群众生命财产安全。科学合理的防渗方案设计需遵循实用性、经济性、安全性与生态兼容性原则。常见防渗方案有土质、膜料、混凝土等类型,各有设计要点。防渗方案优化选择要综合考量地质与水文条件适配性、工程规模与防渗要求匹配度、技术经济性与施工可行性。同时,施工与质量控制涵盖施工准备、过程及竣工验收阶段,全方位保障防渗工程质量。

1 防渗方案设计原则

在水利工程建设中,灌溉河道堤防防渗方案设计至关重要,需遵循实用性、经济性、安全性与生态兼容性相结合的原则,以此保障方案的科学性与可行性。(1)实用性原则是防渗方案的基础。灌溉河道所处的地质条件复杂多样,不同地段的地质结构、土壤性质等存在差异;水文特征也各不相同,包括水位变化、水流速度等;堤防结构形式更是多种多样。防渗方案必须充分考量这些实际情况,深入分析渗漏产生的原因与机理,针对性地提出解决渗漏问题的措施,确保防渗效果能够切实满足工程在正常运行过程中的各项要求,保障灌溉河道堤防的稳定运行。(2)经济性原则要求在保证防渗质量与安全的前提下,对技术选型和设计方案进行优化。通过合理的技术经济比较,选择性价比高的防渗材料和施工工艺,避免不必要的浪费,合理控制工程投资规模,实现工程造价与工程效益的平衡,使有限的资金发挥最大的作用。(3)安全性原则强调防渗方案要具备足够的可靠性和耐久性。灌溉河道堤防长期处于水流的冲刷、侵蚀以及各种自然因素的影响之下,防渗方案必须能够抵御这些不利因素,确保在工程的整个运行周期内不出现防渗失效的情况,避免因渗漏引发工程事故,保障人民群众生命财产安全。(4)生态兼容性原则要求方案设计充分考虑

区域生态环境。选用环保型的防渗材料和施工技术,最大程度减少对周边土壤、水体、植被等生态系统的干扰和破坏,实现水利工程建设与生态保护的协调发展^[1]。

2 常见防渗方案类型及设计要点

2.1 土质防渗方案设计

土质防渗方案主要基于对堤防土体结构的改良或铺设特定防渗土层,以此提升土体密实程度,有效降低其渗透系数,该方案尤其适用于土质条件相对较好、渗透量处于较小范围的堤防工程。在设计过程中,防渗土料的选择至关重要,应优先选用黏粒含量高、可塑性强且渗透系数小的土壤,像黏土、壤土等都是较为理想的材料。对于防渗土层的铺设厚度,需依据严谨的渗透计算来确定,通常要求不小于30cm,同时要保证土层压实度达到93%以上,以此确保土体密实且均匀。在铺设范围上,要合理规划,一般需沿着堤防迎水侧的堤身、堤基进行全面铺设,在必要情况下,还需延伸至背水侧一定范围,从而构建起完整、严密的防渗体系。另外,为避免防渗土层出现干裂现象或被水流冲刷破坏,要在其表面铺设保护层,常见的保护层材料有砂砾石、土工布等。

2.2 膜料防渗方案设计

膜料防渗方案以土工膜作为核心防渗材料,凭借其极低的渗透系数,能够有效阻断水体的渗透路径,具备防渗效果显著、施工操作便捷、对不同工程环境适应性强等诸多优势,在各类灌溉河道堤防工程中得到了广泛应用。(1)在设计环节,要依据堤防实际的渗漏状况以及工程提出的具体要求,精心挑选合适的土工膜类型,像高密度聚乙烯(HDPE)膜、聚氯乙烯(PVC)膜等都是常用选择。同时,膜材厚度需结合防渗压力的计算结果来确定,通常范围在0.3-1.0mm。(2)膜料防渗体的铺设设计着重强调整体性与密封性。膜片拼接采用热焊接

或者黏结的方式,其中焊接强度必须不低于母材强度的80%,拼接缝还要进行严格的渗漏检测。防渗体的铺设范围要全面覆盖堤防迎水侧堤面、堤肩以及堤基。此外,膜体上下都要设置保护层,上层保护层可选用土工布、砂砾石或者混凝土护板,防止膜体被刺破或老化;下层则铺设土工布或细土,避免膜体与尖锐土体直接接触^[2]。

2.3 混凝土防渗方案设计

混凝土防渗方案主要是通过浇筑混凝土防渗墙、防渗面板等结构,构建起刚性的防渗体系,该方案尤其适用于那些渗透问题严重、地质条件复杂或者对防渗标准要求较高的堤防工程。(1)在设计阶段,要依据堤防的结构特点和受力状况,合理选择混凝土类型,常见的有普通混凝土、喷射混凝土、塑性混凝土等。同时,混凝土强度等级不得低于C15,渗透系数必须小于 $1 \times 10^{-6} \text{cm/scm/s}$ 。(2)对于混凝土防渗墙,设计时要明确其墙厚、深度以及布置形式。墙厚通常在30-80cm之间,深度要穿透透水层并抵达隔水层,以此确保能够阻断深层的渗透路径。防渗面板则需与堤防土体紧密贴合,设置伸缩缝和沉降缝,缝宽一般为2-3cm,并采用止水带、密封胶等材料进行密封处理,防止缝口出现渗漏。此外,在混凝土浇筑过程中,要严格控制配合比和浇筑质量,避免产生裂缝、蜂窝、麻面等质量缺陷。

3 防渗方案优化选择要点

3.1 地质与水文条件适配性分析

地质条件作为防渗方案选型的关键核心依据,在方案优化选择中占据着举足轻重的地位。为此,必须开展详尽且全面的地质勘察工作,精准明确堤防所处区域的土壤类型、各土层的分布状况、渗透系数大小以及地下水埋深等关键参数。若堤防地基为砂性土、粉土等强透水性土质,鉴于其渗透性强、防渗难度大的特点,膜料防渗方案凭借其极低的渗透系数和良好的适应性,或者混凝土防渗方案依靠其刚性结构形成的可靠防渗屏障,都成为较为适宜的选择;而对于以黏性土为主的地基,考虑到其自身具有一定的防渗性能,可采用土质防渗方案进行改良加固,也可采用复合防渗方案综合发挥多种防渗措施的优势。在水文条件方面,要充分结合河道多年平均水位、洪峰水位以及水位变幅等实际情况,科学合理确定防渗体的设计高度与防护等级,保证在遭遇最高水位运行时,防渗体能够承受水压而不被击穿,并且具备足够的强度抵御水流的冲刷作用。

3.2 工程规模与防渗要求匹配

在灌溉河道堤防防渗方案优化选择中,工程规模与防渗要求的精准匹配是关键环节。需依据灌溉河道的灌

溉面积、供水范围以及堤防级别等工程规模参数,来科学确定防渗方案的设计标准。对于大型灌溉工程以及重要堤防,由于其涉及范围广、影响重大,一旦发生渗漏可能引发严重的后果,因此必须选择防渗效果稳定、耐久性强的方案。例如混凝土防渗方案,其刚性结构能有效阻断渗透路径,且具有较强的抗侵蚀能力;复合防渗方案则综合多种防渗措施的优势,进一步增强防渗效果和可靠性。而对于中小型灌溉工程以及次要堤防,在确保满足基本防渗要求的前提下,可优先考虑造价较低的方案,如土质防渗方案或膜料防渗方案,以实现经济效益与防渗效果的平衡。同时,还需明确工程的防渗要求,根据允许渗透量、渗透坡降等具体指标,量化防渗效果目标,保证所选方案能够切实达到设计标准。

3.3 技术经济性与施工可行性评估

技术经济性评估是防渗方案优化选择的重要环节,需全面对比不同防渗方案在前期投资、运行维护费用以及使用寿命等关键指标上的差异。通过采用科学的成本效益分析方法,对各方案进行量化评估,从而筛选出性价比最优的方案。例如,膜料防渗方案前期投资相对较低,然而其使用寿命有限,在运行过程中需要定期进行维护和更换;而混凝土防渗方案虽然前期投资较高,但凭借其出色的耐久性,后期维护成本较低。因此,在评估时要结合工程的全生命周期进行综合考量,权衡不同阶段的成本与效益。施工可行性评估同样不容忽视,需紧密结合施工现场的交通条件、施工设备配备情况以及技术人员的专业水平等实际情况,优先选择施工工艺简单、操作便捷且对施工环境要求较低的方案。要坚决避免选择技术复杂、施工难度大,且所需设备与技术在当地无法满足的防渗方案,以此确保工程能够顺利推进、按时完工^[3]。

4 防渗方案施工与质量控制要点

4.1 施工准备阶段控制

施工准备阶段是防渗工程顺利推进与质量保障的基础环节。(1)施工前,要精心编制详尽的施工组织设计,清晰界定施工流程的先后顺序、关键技术参数的具体数值、人员配置的合理分工以及设备安排的科学布局,为施工提供全面指导。(2)对施工材料实施严格检验至关重要。土质防渗材料需严格检测颗粒级配、含水量、压实度等指标,确保其满足防渗性能要求;膜料材料要查验出厂合格证,并检测厚度、拉伸强度、渗透系数等性能参数;混凝土材料则需检测水泥、砂石、外加剂等原材料质量。(3)要做好施工现场准备工作,平整场地、清理杂物,对堤基进行压实处理,保证地基承载力达标。对于地质复杂区域,

提前采取换填、夯实等地基处理措施,为后续防渗施工创造稳定可靠的条件。

4.2 施工过程质量控制

在防渗工程施工过程中,严格的质量控制是确保工程防渗效果的关键。(1)土质防渗施工时,要精准控制土料铺设厚度与压实质量。采用分层铺设、分层压实的方法,每层铺设厚度严格控制在不超过20cm,压实机械可选用压路机、羊足碾等。每层压实完成后,需及时检测压实度,对于压实度不满足设计要求的区域,必须重新进行压实,直至达到标准。(2)膜料防渗施工需着重把控膜体铺设与拼接质量。铺设过程中,要避免对膜体进行拉扯、折叠,保证膜面平整顺直。拼接时,严格按照既定的焊接工艺参数操作,焊接完成后,采用充气法或渗水法进行渗漏检测,只有检测合格,才能开展下一道工序。同时,保护层铺设要及时跟进,防止膜体长时间暴露在外而遭受损坏。(3)混凝土防渗施工要控制好浇筑质量与缝口处理。浇筑过程中,使用振捣器充分振捣密实,杜绝出现漏振、过振现象。伸缩缝与沉降缝的止水材料要铺设平整、固定牢固,密封胶填充需饱满,以此确保缝口具备良好的防渗效果。

4.3 竣工验收质量检测

在防渗工程竣工验收阶段,开展全面且严格的质量检测工作是保障工程长期稳定运行、达成防渗目标的关键环节。检测采用现场检测与实验室检测相结合的综合方法,以确保检测结果的准确性和可靠性。(1)针对不同类型的防渗工程,检测重点各有侧重。对于土质防渗工程,需重点检测防渗土层的压实度,确保其达到设计规定的压实标准,同时检测渗透系数,验证其防渗性能是否满足要求;膜料防渗工程方面,要仔细检测膜体拼

接缝的渗漏情况,防止因拼接不当引发渗漏隐患,还需检测保护层厚度,保证膜料得到可靠保护;混凝土防渗工程则需检测混凝土强度,确保其结构强度达标,检测抗渗等级以验证其抗渗能力,并检查缝口密封效果,防止缝口渗漏。(2)要对堤防整体防渗效果进行验收,通过注水试验、渗水观测等科学方式,精确检测堤防渗透量是否满足设计要求。一旦检测发现质量问题,必须及时制定切实可行的整改措施,限期完成整改后重新验收,确保防渗工程质量全面达标^[4]。

结束语

灌溉河道堤防防渗工作意义重大,从方案设计到施工质量控制,每一环节都紧密相连、不可或缺。遵循实用、经济、安全与生态兼容原则,依据地质、水文、工程规模等要素科学选型,精心做好施工准备、过程把控与竣工验收。施工准备为工程筑牢根基,过程控制确保防渗效果,竣工验收严格把关质量。只有全方位、全过程严格落实各项要点,才能构建起可靠、耐久、生态友好的防渗体系,保障灌溉河道堤防稳定运行,实现水利工程建设与生态保护的协调共进,为水利事业可持续发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]张海萍.河道堤防生态护坡设计及防渗加固研究[J].珠江水运,2024,(24):142-144.
- [2]齐凯.某河道堤防防渗工程方案分析[J].东北水利水电,2022,40(07):11-12+31.
- [3]房友慧.水利工程堤防防渗施工技术的应用[J].长江技术经济,2021,5(S1):58-60.
- [4]曹福森.水利工程堤防防渗施工技术的应用[J].四川水泥,2020(10):214-215.