

# 水利工程堤防防渗施工技术的应用探讨

杨亦林

中国电建集团港航建设有限公司, 天津 300000

**[摘要]** 水利工程中的堤防防渗施工是保护水资源和人类生命财产安全的重要环节。在防止渗漏问题的发生方面, 需要采取有效的技术要点和措施。从土壤渗透性到堤防结构问题, 再到水压力和排水系统设计, 每个方面都对防渗施工起着关键作用。合理选择防渗材料、控制施工质量、设计有效的排水系统以及监测沉降和管理地下水位, 这些要点和措施的综合应用将为水利工程堤防的防渗效果和长期稳定性提供重要保障。

**[关键词]** 水利工程; 堤防; 防渗施工技术

DOI: 10.33142/hst.v6i5.9530

中图分类号: TV872

文献标识码: A

## Discussion on the Application of Anti-seepage Construction Technology for Hydraulic Engineering Embankments

YANG Yilin

Power China Harbour CO., Ltd., Tianjin, 300000, China

**Abstract:** The anti-seepage construction of embankments in hydraulic engineering is an important link in protecting water resources and the safety of human life and property. Effective technical points and measures need to be taken to prevent leakage issues. From soil permeability to embankment structure issues, water pressure and drainage system design, every aspect plays a crucial role in anti-seepage construction. The comprehensive application of reasonable selection of anti-seepage materials, control of construction quality, design of effective drainage systems, monitoring of settlement, and management of groundwater level will provide important guarantees for the anti-seepage effect and long-term stability of hydraulic engineering embankments.

**Keywords:** water conservancy engineering; embankments; anti-seepage construction technology

水利工程堤防防渗施工的成功与否直接影响着水资源的安全利用和工程的可靠性。通过采取土壤渗透性测试与分析、合理选择防渗材料与施工方式、设计科学的排水系统、严格控制施工质量、监测沉降与管理地下水位等技术要点和措施, 可以提高堤防的防渗能力和稳定性。定期检查和维护是保持防渗效果的关键。综合运用这些要点和措施, 能够有效降低渗漏风险, 确保水利工程堤防的长期安全运行。

### 1 水利工程堤防渗漏的影响因素

#### 1.1 土壤渗透性

土壤的渗透性是指水分在土壤中传递和渗透的能力。不同土壤类型的渗透性差异很大, 这对于堤防工程来说具有关键性的影响。土壤类型是决定渗透性的关键因素之一。在水利工程中常用的土壤类型包括黏土、砂土和淤泥等。其中, 砂土的渗透性较强, 黏土的渗透性较差, 淤泥的渗透性介于两者之间。这是因为砂土颗粒之间存在较大的孔隙度, 而黏土颗粒之间的孔隙度较小。当水分通过砂土时, 可以通过这些孔隙迅速渗透。然而, 在黏土中, 由于孔隙度较小, 水分的渗透速度较慢。其次, 土壤的颗粒大小和颗粒结构也会影响渗透性。颗粒较大的土壤具有较大的孔隙度, 利于水分渗透。相比之下, 颗粒较小的土壤颗粒间的间隙较小, 导致渗透性较差。此外, 土壤的颗粒结构也

会影响渗透性。如果土壤颗粒排列紧密, 渗透性会降低, 而颗粒排列较松散则会增加渗透性。另外, 土壤的含水量也会对渗透性产生影响。一般来说, 土壤的渗透性随着含水量的增加而增加。当土壤含水量较低时, 土壤颗粒之间的接触面积较大, 水分难以渗透。而当土壤含水量增加时, 水分可以填充土壤颗粒之间的空隙, 从而增加渗透性。

#### 1.2 堤防结构

堤防作为水利工程的重要组成部分, 承担着防洪、堵水的关键任务。然而, 堤防结构的缺陷或损坏可能会导致渗漏的发生。堤防表面的破损和裂缝是最严重的结构问题。由于长期的自然侵蚀、土壤沉降或人为因素等, 堤防表面可能会出现破损和裂缝。这些破损和裂缝为水分提供了进入堤防内部的渗透路径, 导致渗漏的发生。特别是在洪水冲击下, 水压力会加剧这些破损和裂缝的扩大, 进一步加剧渗漏问题。同时渗水管道的疏漏也是堤防结构问题导致渗漏的原因之一。在一些水利工程中, 为了排除积水和降低渗流压力, 会设置渗水管道。然而, 如果这些渗水管道存在疏漏或损坏, 就会导致水分从管道中渗漏出来, 进而渗透到堤防内部。最后, 堤防结构的设计和施工质量也会对渗漏问题产生影响。不合理的设计或施工缺陷可能导致堤防结构的薄弱点增加, 增加了渗漏的风险。例如, 如果

堤防结构的防水层设置不当或材料选择不合适,就会造成水分的渗透<sup>[1]</sup>。

### 1.3 水压力

当堤防所承受的水压力超过其设计能力时,水分会通过堤防的微小缺陷或渗透路径渗漏出来,从而引发渗漏问题。其中高水位是引起水压力增加的主要因素之一。当河流水位上升,水压力将会增加,这会对堤防施加更大的压力。如果堤防结构无法承受这种增加的水压力,就会出现渗漏现象。特别是在洪水等极端气候事件中,水位的突然上升可能会导致堤防的破坏和渗漏。并且洪水冲击也会导致水压力的剧增。当洪水以较高速度流经堤防时,水的冲击力会使水压力大幅增加。这种冲击力会对堤防表面和内部施加巨大压力,进而导致渗漏的发生。此外,洪水冲击还可能引起堤防结构的破坏,使渗漏问题进一步加剧。此外,堆积水的压力也是导致渗漏的重要原因。在一些水利工程中,由于堤防两侧的水位差异或堆积的水体,会产生一定的水压力。这种水压力会对堤防施加持续的压力,可能会使水分通过堤防的微小缺陷或渗透路径渗漏出来。

## 2 水利工程堤防防渗施工技术要点

### 2.1 防渗材料选择与应用

传统的黏土层已经被广泛应用于堤防的防渗层,但现代技术和新材料的引入为选择更合适的防渗材料提供了更多的可能性。施工时应根据堤防的具体情况和土壤特性选择适合的防渗材料。新型防渗材料,如高分子材料、水泥砂浆、土工合成材料等,具有较好的渗透阻力和耐久性,可提高堤防的防渗效果。这些材料具有较高的抗渗能力,能够有效地减少渗漏的风险。其次,应合理选择防渗材料的厚度和施工方式。防渗材料的厚度要足够保证覆盖土壤的所有潜在渗漏路径,以确保堤防的完整性。同时,采用适当的施工方式,如无缝挤浆、喷涂或卷材铺设等,确保防渗材料的连续性和一致性,避免渗漏隐患。同时还应考虑防渗材料的适应性和兼容性。防渗材料应与土壤相互适应,以确保材料与土壤之间的黏结力和密实性。并且防渗材料应与其他工程材料相兼容,以防止由于不同材料之间的化学反应或物理不相容性而导致的破坏或渗漏问题<sup>[2]</sup>。

### 2.2 施工质量控制

严格控制施工质量,可以确保堤防结构的完整性和稳定性,有效地预防渗漏问题的发生。其中土方开挖与填筑的质量控制至关重要。在土方开挖过程中,应按要求进行土壤剖面的形成,避免土壤层的破坏或混合。填筑过程中,应注意土壤的密实度,采取适当的压实措施,确保填筑层的均匀性和稳定性。其次,防渗材料的安装与压实也是施工质量控制的关键。在防渗层的安装过程中,应确保材料的覆盖完整、接缝紧密,并严格按照设计要求进行施工。对于某些防渗材料,如土工合成材料,还应注意其预拉伸和固定,确保其稳定性和性能。最后,砼结构的

施工质量也需要严格控制。砼结构是堤防防渗的关键部分,其水密性和强度直接影响堤防的防渗效果和整体稳定性。在砼施工过程中,应确保配合比准确、搅拌均匀,注浆或浇筑过程中避免孔洞和空隙的形成,采取适当的养护措施,确保砼的密实性和质量<sup>[3]</sup>。

### 2.3 排水系统设计

一个合理有效的排水系统可以减少内部水压力的积聚,降低渗漏的风险。首先,需要对堤防的内部水分情况进行充分的了解和评估。这可以通过地质勘探、水文调查等手段来获取相关数据。了解水文条件、地下水位、土壤渗透性等信息,为排水系统的设计提供基础数据。然后根据堤防内部的水分情况和水流路径,设计合适的排水系统。排水系统包括排水沟、渗水管道、渗压孔等组成部分。通过设置排水沟,引导和集中排除堤防内部的积水。渗水管道和渗压孔则用于减少水压力,排除土壤中的过剩水分。设计排水系统时要充分考虑水流的路径、水量和速度,确保排水系统能够有效地将水分排出。同时还需要合理选择排水系统的材料和施工方式。排水管道和渗压孔应选用耐久性好、抗渗性能强的材料,确保其长期稳定运行。同时,施工过程中要注意排水系统的正确安装和密封,避免渗漏路径的形成。最后,建立排水系统的监测与维护机制。通过安装水位监测装置、渗压孔压力监测装置等,定期监测排水系统的运行状况。及时发现异常情况,如堵塞、渗漏等,采取相应的维护和修复措施,确保排水系统的正常工作。

### 2.4 地下水位管理

管理地下水位可以减少堤防内部水分的积聚,降低水压力,从而减少渗漏的风险。通过地下水位监测系统对周围地下水位进行实时监测。通过监测,可以了解地下水位的变化趋势和季节性变化,以及与堤防之间的水位差异。这样可以有针对性地调整堤防内部水位和地下水位之间的平衡,避免因水位差异过大而增加渗漏风险。其次,采取合理的地下水位调控措施。根据监测数据和工程要求,可以通过排水、抽水或灌注等方式进行地下水位的调控。通过降低周围地下水位,减少堤防内部水位的压力,降低渗漏的概率。调控地下水位还可以影响渗透性较弱的土壤层,改善土壤的渗透性能,进一步提高堤防的防渗效果。另外,对于存在高地下水位的区域,可以考虑采用防渗屏障措施。例如,在堤防内侧设置抗渗屏障墙或地下隔离带,以阻止地下水的渗透。这种措施可以有效降低地下水对堤防的渗透压力,提高防渗效果。

## 3 水利工程堤防防渗施工技术应用措施

### 3.1 渗透性测试与分析

通过渗透性测试,可以评估土壤的渗透性特性,为合理选择防渗材料和施工方式提供依据。进行渗透性测试可以了解土壤的渗透能力。常用的渗透性测试方法包括渗透

试验和渗透系数测定。渗透试验通过将一定量的水施加在土壤样品上,并观察渗透速度和渗透深度来评估土壤的渗透性。渗透系数测定则是通过实验测量确定土壤的渗透系数,即单位时间内单位面积的水分通过土壤的能力。同时通过渗透性测试的结果,可以分析土壤的渗透性特点。不同土壤类型具有不同的渗透性能力。例如,砂土通常具有较高的渗透性,而黏土渗透性较差。通过对土壤样品进行渗透性测试和分析,可以了解土壤的渗透性水平,并在此基础上进行防渗材料的选择和施工方式的确定。最后,渗透性测试与分析还可以帮助识别土壤中的渗漏路径和弱点。通过分析渗透性测试的结果,可以确定土壤中存在的裂隙、孔隙、不均匀性等问题。这些渗漏路径和弱点是渗漏问题的潜在来源,需要在施工过程中予以关注和处理<sup>[4]</sup>。

### 3.2 现代技术的应用

利用现代技术可以提高施工效率、增强防渗效果,并提供更准确的监测和检测手段。例如,采用无缝挤浆工艺可以快速连续地施工防渗层,避免接缝和渗漏风险。这种工艺能够高效地将防渗材料注入渗透路径,形成均匀且连续的防渗层,提高施工效率和施工质量。其次,现代技术可以增强防渗效果。新型防渗材料和施工技术的引入可以提高堤防的防渗性能。例如,采用高分子材料、水泥砂浆或土工合成材料等先进材料,可以提供更好的渗透阻力和耐久性,有效减少渗漏的风险。此外,使用现代施工技术,如喷涂、卷材铺设或挤浆等,可以确保防渗材料的覆盖和连续性,进一步提高防渗效果。另外,现代技术提供了更准确的监测和检测手段。通过引入遥感技术、无人机和传感器等先进设备,可以实时监测施工过程和成果,检测渗漏点和缺陷,并提供及时的反馈信息。这些技术可以帮助及早发现潜在问题,及时采取修复措施,确保施工质量和防渗效果<sup>[5]</sup>。

### 3.3 沉降控制与监测

合理控制沉降过程并进行监测,可以确保堤防的稳定性和防渗效果。沉降控制是通过采取适当的施工措施来控制土壤沉降的过程。在堤防的土方开挖和填筑过程中,应严格控制土壤的压实程度和填筑厚度,以避免土壤过度压实或过度松散。适当的填筑方式和压实措施可以减少土壤的沉降,保持堤防的稳定性。其次,沉降监测是通过安装沉降监测点和测量设备,实时监测堤防的沉降情况。通过监测,可以了解堤防的沉降速度和变化趋势,及时发现异常情况。常用的监测方法包括水准测量、测距仪测量、GNSS 测量等。监测结果可用于评估施工质量和堤防的稳

定性,提供重要的参考数据。另外,沉降控制与监测还需要针对具体情况采取相应的补救措施。如果发现沉降速度过快或存在明显的不均匀沉降现象,应及时采取补偿措施,如土壤加固、加厚防渗层等。同时,加强沉降监测,密切关注堤防的变化情况,确保及时发现并解决问题。

### 3.4 定期检查和维修

定期检查和维修,可以及时发现潜在的渗漏问题和结构缺陷,采取必要的措施加以修复,确保堤防的防渗效果和稳定性。例如:定期检查可以发现渗漏问题和结构缺陷。检查过程中应细致观察堤防表面是否出现破损、裂缝、渗漏迹象等。同时,应注意检查渗水管道、渗压孔等设施的工作状况和密封情况。通过定期检查,可以及早发现并定位潜在的渗漏路径和结构缺陷。其次,定期维护可以采取针对性的修复措施。一旦发现渗漏或结构缺陷,应及时进行维护和修复。针对不同的问题,可以采用填充材料、防渗涂层、堆石等方法进行修复。同时,应注意保持渗水管道、渗压孔等设施的畅通和功能正常。最后,定期检查和维修也包括清理和维护排水系统。及时清理排水沟、排水管道和渗压孔中的杂物和沉积物,保持其通畅性。同时,确保排水系统的防渗性能和运行正常,及时修复堵塞、渗漏等问题。

## 4 结语

水利工程堤防防渗施工的要点和措施至关重要。通过选择合适的防渗材料、控制施工质量、设计合理的排水系统、监测沉降和管理地下水位,可提高堤防的稳定性和防渗效果。同时,应定期检查和维修,保持系统的正常运行。综合应用这些要点和措施,将为水利工程堤防的长期稳定性和可靠性提供保障,确保水资源安全和灾害防控的效果。

### [参考文献]

- [1]申丽丽.水利工程堤防防渗施工技术的应用探讨[J].建材发展导向,2023,21(8):166-169.
  - [2]何楚,牟畅,福亚旭,曹娜.水利工程堤防防渗施工技术思考[J].城市建设理论研究(电子版),2023(2):158-160.
  - [3]李映萍.水利工程中堤防防渗施工技术的应用研究[J].工程技术研究,2023,8(1):217-219.
  - [4]姚池.水利工程堤防防渗施工技术的应用[J].治淮,2022(7):66-67.
  - [5]徐丽娟.水利工程中堤防防渗施工技术分析与应用研究[J].水利科学与寒区工程,2022,5(10):124-126.
- 作者简介:杨亦林(1995.1—),男,专业方向:水利工程;单位名称:中国电建集团港航建设有限公司。