

水利工程施工中防渗技术的应用探究

张佳林

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i2.7732

[摘要] 水利工程中渗漏问题是影响工程质量和坝体安全的重要隐患。本文分析了水利施工中常见的渗漏问题，包括坝体渗漏、坝基渗漏、绕坝渗漏以及坝顶、内部、坝底的局部渗漏，详细探讨了渗漏的主要原因，如防渗漏材料不足、施工技术不规范、水压力过大和坝体土层不牢固等因素。为有效解决这些问题，提出了土坝防渗的施工技术要点，如灌浆技术、防渗墙技术、不良地基处理技术和防渗材料的选择。同时，强调了在施工过程中进行质量控制的必要性，包括做好前期施工准备、结合地质地貌特点进行合理设计和施工，确保防渗措施的有效性。通过综合考虑各类因素，能够有效减少渗漏问题的发生，提高水利工程的稳定性和安全性。

[关键词] 水利工程；渗漏问题；土坝防渗；施工技术；质量控制

Research on the Application of Anti-seepage Technology in Water Conservancy Project Construction

Zhang Jialin

Sinohydro 11 Co.LTD

[Abstract] The leakage problem in water conservancy project is an important hidden danger affecting the project quality and dam safety. This paper analyzes the common leakage problems in water conservancy construction, including dam body leakage, dam foundation leakage, leakage around the dam and the dam top, internal, dam bottom of the local leakage, and discusses the main causes of leakage, such as insufficient leakage materials, construction technology is not standard, water pressure and dam soil layer is not strong and other factors. In order to solve these problems effectively, the construction technical points of earth dam seepage prevention are put forward, such as grouting technology, seepage proof wall technology, bad foundation treatment technology and the selection of seepage prevention materials. At the same time, the necessity of quality control in the construction process is emphasized, including the preparation for the early construction, reasonable design and construction combined with the characteristics of geology and landform, to ensure the effectiveness of anti-seepage measures. Through the comprehensive consideration of various factors, it can effectively reduce the occurrence of leakage problems and improve the stability and safety of water conservancy projects.

[Key words] water conservancy project; leakage problem; earth dam seepage prevention; construction technology; quality control

1 水利工程施工中常见渗漏问题

水利工程的施工质量直接关系到水资源的安全利用和防洪排涝功能。渗漏问题是水利工程中最为常见且影响最为严重的隐患之一，尤其在大坝、渠道、隧道等水工建筑中，渗漏问题不仅会导致水库水位降低、坝体稳定性下降，还可能对周围环境和人民生命财产安全造成威胁。渗漏问题的产生往往与设计、施工、材料质量以及长期运营过程中的变形、侵蚀等因素密切相关。

1.1 坝体渗漏

坝体渗漏是水利工程中最为严重的一类渗漏问题，指的是水流通过坝体的缝隙、裂隙或不均匀的密实性区域渗透到坝体外部。坝体渗漏的主要原因包括坝体材料不均匀、施工质量差、设计缺陷以及坝体长时间受到水压、气候变化等因素的影响。坝体渗漏对大坝的安全性构成威胁，可能导致坝体浸润区的土壤发生软化、流失，从而引发坝体不稳定甚至坝体滑坡等灾难性后果。坝体渗漏的治理需要通过提高坝体材料的密实度、修补裂缝、加强渗水区域的防渗结构等手段，有效地封堵渗漏路径，减少渗水量，确保大坝的整体稳定性与安全性。

1.2 坝基渗漏

坝基渗漏指的是水流通过坝基岩层或土层中的裂隙、孔隙及其它渗透通道向下或向外渗透。坝基渗漏的产生通常与地质条件、坝基岩层的裂隙发育程度、施工期间的坝基处理措施等因素有关。在地质条件复杂、岩层含水性较强的区域，坝基渗漏问题尤为突出。坝基渗漏不仅可能导致坝体的稳定性降低，还可能引发坝基下沉、位移等地质灾害，因此，坝基的防渗设计与施工尤为重要。防止坝基渗漏的措施通常包括岩土层的加固处理、增加防渗屏障的厚度与密实度、合理设置排水系统等，以有效降低水流渗透和水压对坝基造成的影响。

1.3 绕坝渗漏

绕坝渗漏是指水流通过坝体或坝基周围区域的渗漏问题，通常发生在坝体与坝基交界处、坝体周围的土层或坝体外部的接缝处。绕坝渗漏往往是在坝体施工时未能完全密封或坝体土壤在长期运行过程中发生变化，导致原本封闭的渗透通道被破坏，水流绕过坝体进入周围的土层，最终导致渗漏现象。绕坝渗漏不仅影响坝体的安全，也可能破坏坝体周围土壤的结构，影响坝体的稳定性。绕坝渗漏的防治可以通过加大坝基防渗设计、使用高质量的防渗材料、加强坝体与坝基之间的连接质量以及在坝体周围设置有效的排水系统来降低渗漏风险。

1.4 坝顶、内部、坝底、局部渗漏

坝顶、内部、坝底及局部渗漏是指发生在大坝各个部位的渗漏现象，通常具有一定的局部性、隐蔽性和多发性。坝顶渗漏可能由于坝顶裂缝、沉降变形或防水层老化而导致水流外泄。坝内渗漏则多发生在坝体内部的裂缝或填料不密实的地方，这些部位的渗漏会导致坝体水压力不均，进而影响坝体的稳定性。坝底渗漏一般发生在坝基与坝体接触的部位，尤其是当坝体沉降或变形时，坝底的渗漏问题更加突出。局部渗漏可能出现在大坝的接缝、溢洪道、引水口等高应力区域，这些地方的结构常常受到较大的水压作用，容易发生裂缝或损坏，从而引起渗漏问题。针对这些不同部位的渗漏，通常需要通过局部加固、修补裂缝、增加防水层等措施，逐步消除渗漏隐患，确保大坝的长期稳定运行。

2 水利工程中出现渗漏问题的原因

2.1 防渗材料不足

防渗材料的选择和使用质量直接影响水利工程的防渗效果。防渗材料通常用于坝体、坝基及其他关键结构部位，用于阻止水流的渗透。然而，在一些水利工程中，防渗材料的使用往往存在不足或不当的问题。例如，使用的防渗膜、土工布、混凝土等材料质量不达标，或者在施工过程中材料的铺设不够均匀，造成了局部防渗性能的降低。此外，有些工程可能存在防渗层厚度不足、接缝处理不当等问题，这些都可能成为水流渗透的薄弱环节。材料的老化、破损或者不适应当地气候和水文环境的变化，也可能导致防渗性能失效，最终引发渗漏问题。因此，在水利工程建设中，必须严格把控防渗材料的质量，科

学合理地选择和使用符合工程需求的防渗材料，确保材料的长期有效性和可靠性。

2.2 技术规范

技术规范是导致水利工程渗漏问题的另一大重要原因。水利工程的施工过程中，任何一环节的技术不到位都可能导致渗漏的发生。首先，施工过程中可能存在不规范的操作，如模板安装不牢固、混凝土浇筑不均匀、施工接缝处理不当等，都会导致防渗层的连续性和密实性下降，进而出现渗漏现象。其次，施工技术规范也体现在施工人员的技能水平上。如果施工人员缺乏足够的专业知识和技术能力，往往会忽视对防渗措施的细致执行，例如未按照设计要求进行施工，防渗材料的接缝处理不到位，或未及时检查和修复施工中发现的问题，这些技术疏漏容易导致渗漏问题的发生。因此，水利工程的施工过程中需要严格遵循相关技术规范和施工标准，并对施工人员进行专业培训，确保各项施工操作的规范化、标准化。

2.3 水压力过大

随着水库水位的升高或蓄水期的到来，水体的静水压力会直接作用于坝体、坝基和防渗层。当水压超过设计承受范围时，尤其是在长时间的水压作用下，可能会引发渗漏现象。过大的水压力容易造成坝体裂缝的扩展、坝基渗透性的增强，甚至可能导致坝体局部的破坏。特别是在坝体设计或施工过程中，未能充分考虑水压对坝体产生的影响时，水压超标便可能成为渗漏发生的诱因。此外，水体的流速、波动的水位等因素，也会加剧水压对防渗结构的冲击。因此，在水利工程设计和施工过程中，必须综合考虑水流压力的作用，设计足够的抗压能力和防渗结构，以有效抵御水压对工程的影响。

2.4 坝体土层不牢固

首先，土层的性质不稳定，存在较高的渗透性，导致水分渗透到坝基，进而引起渗漏。其次，施工过程中，如果未进行充分的地质勘察，或者在土层处理方面存在疏漏，可能导致坝基的土层无法提供足够的承载力，造成坝体沉降或变形，从而影响坝体的整体稳定性，进一步加剧渗漏现象。对于坝体土层不牢固的问题，通常需要通过土层加固、地基处理、采用抗渗性强的填料等措施进行修复，以增强坝体的整体稳定性和防渗能力。

3 水利工程土坝防渗施工技术要点

3.1 灌浆技术

灌浆技术是土坝防渗工程中最常见且最有效的手段之一，通常用于改善坝基和坝体的抗渗性能。通过将水泥浆、化学浆或其他防渗材料注入到坝基或坝体的裂缝、空隙中，可以填补孔隙、封闭裂缝，从而达到防渗的目的。灌浆技术适用于坝基土层渗透性较强或存在裂隙的情况。施工时，通常采用钻孔灌浆，通过在坝体或坝基的关键部位钻孔，将浆液注入土层中，利用浆液的流动性填充土层的裂缝或孔隙。灌浆技术的成功与否取决于浆液的选择、灌浆压力、注浆时间以及灌浆孔的位置

和密度。因此，灌浆技术的实施需要根据土壤的实际情况，选择合适的浆液类型，科学合理地布置灌浆孔并控制灌浆量，确保灌浆效果达到预期防渗标准。

3.2 防渗墙技术

防渗墙是通过设置连续的墙体或屏障，阻止水流的渗透，从而提高坝体的防渗能力。这种技术常用于坝基土层渗透性较强的地区，尤其是在复杂的地质环境下，防渗墙能够有效隔离水流与坝体之间的接触。防渗墙通常由防渗混凝土、土工膜或其他防渗材料制成，具有较高的密实性和抗渗性能。防渗墙的施工方法多种多样，包括地下连续墙施工、挡水墙施工以及地下水隔离墙施工等。防渗墙的设计需要考虑地质条件、坝体结构和水文环境等因素，确保防渗墙的深度、厚度和密封性达到要求。在施工过程中，必须严格按照设计要求进行施工，确保防渗墙的连续性和完整性，防止出现接缝、裂缝等影响防渗效果的问题。

3.3 不良地基处理技术

在土坝建设中，地基的稳定性直接影响坝体的整体安全性。为了保证坝体的安全性和防渗效果，必须对不良地基进行处理。常见的不良地基处理方法包括换填法、深层搅拌法、灌浆法和化学加固法等。换填法通过将不良土层挖除并替换为优质土或防渗材料，从而提高坝基的稳定性和防渗能力。深层搅拌法则通过机械设备将水泥、石灰等固化剂与土壤混合，改善土壤的物理性质，提高其抗渗能力。灌浆法和化学加固法则通过向不良地基土层中注入浆液或化学溶液，固化或填充土层中的孔隙，从而达到防渗和加固的目的。对不良地基的处理不仅需要根据土层的具体情况选择合适的处理方法，还要考虑施工过程中可能对环境和周围结构产生的影响，确保处理效果的同时保障施工安全。

3.4 坝体防渗材料的选择

防渗混凝土具有较好的抗渗性和强度，广泛应用于坝体、坝基及防渗墙的建设中。土工布和防渗膜则常用于地基处理和坝体表面的防渗层，具有较好的延展性和防渗性，能够有效防止水流通过坝体的裂缝渗透。化学材料，如聚氨酯、环氧树脂等，具有良好的密封性能，能够在渗漏部位形成强力的防水层。选择合适的防渗材料应根据坝体的结构、施工环境、材料的耐久性以及水文条件等因素综合考虑。在材料选择过程中，除了考虑防渗效果外，还需关注材料的经济性、施工便捷性及环境友好性，确保材料在整个工程生命周期中的高效使用。

4 水利施工中土坝防渗质量控制措施

4.1 做好前期施工准备工作

首先，施工单位应组织专家团队进行全面的现场勘查与调查，准确了解施工区域的地质、水文、气候等因素，尤其是坝基的土质条件和地下水位。通过详细的地质勘查报告，为防渗设计提供准确的数据支持，避免施工过程中因基础条件不明而

导致防渗失败。在此基础上，设计方案应结合现场实际情况，合理选择防渗措施和材料。此外，施工单位还需为防渗施工准备合适的施工设备和技术人员，确保施工技术的熟练操作和施工质量的有效保障。

施工方案的细化是前期准备的重要内容之一。防渗层的设计必须考虑到坝体的实际情况，如坝高、坝坡、土质类型等，选择合适的防渗方法，如防渗混凝土、土工膜、灌浆等。同时，防渗施工必须明确每一环节的质量标准和施工流程，设定质量控制点，确保施工按图施工。对于防渗材料的采购和质量控制也必须进行详细检查，确保材料符合国家及行业标准，避免因材料问题影响防渗效果。

4.2 科学结合地质地貌

首先，地质条件的调查和分析应涵盖土层的厚度、颗粒组成、渗透性、含水量、地下水位等信息。针对土壤的渗透性差异，采用不同的防渗技术。例如，在渗透性较强的土层或基岩上，可能需要采用防渗墙或灌浆等加固措施，而对于渗透性较差的土层，可以通过合理设置防渗层和排水系统来优化防渗效果。同时，地下水位的高低也是影响土坝防渗设计的关键因素。高地下水位可能导致坝基水流的渗透问题，因此在设计时要考虑增加坝基的防渗深度和厚度，或通过排水设施降低地下水位，减轻水压对坝体的影响。

此外，地貌特征如坝坡的坡度、坝体的形态等，也应当纳入防渗设计中。坡度较陡的区域可能容易发生水流积聚与侵蚀，进而导致渗漏风险的增加，设计时应采取适当的加固措施。合理结合地质地貌条件，不仅有助于提高防渗效果，还能有效避免因环境因素导致的工程质量问题。

5 结束语

水利工程的渗漏问题是多因素作用的结果，需要从设计、施工、材料选择及运营管理等多个环节加以控制。本文针对水利工程中常见的渗漏问题和成因，提出了切实可行的防渗施工技术及其质量控制措施。通过合理选择防渗材料、优化施工工艺、加强质量监控以及科学设计防渗结构，可以有效降低渗漏风险，确保水利工程的长期稳定运行。未来，随着新技术的不断发展，渗漏防治技术将进一步提升，为水利工程的可持续发展提供更加坚实的保障。

[参考文献]

- [1]水利工程中土坝混凝土防渗墙的设计讨论[J].赵建成;沈佳文.中国设备工程, 2021 (21)
- [2]在水利施工中土坝防渗的技术处理措施[J].肖志华.建筑技术开发, 2019 (14)
- [3]水利工程施工中防渗技术的应用[J].义振军.现代物业(中旬刊), 2018 (05)
- [4]均质土坝防渗加固施工技术及其质控研究[J].冯杰;张旭林.科技资讯, 2018 (07)