

某水利工程防渗处理措施以及施工效果分析

曾招基

广东省水利水电第三工程局有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i5.8001

[摘要] 水利工程作为关乎国家民生福祉的百年大计，在我国国民经济建设及人民安居乐业中扮演着十分重要的角色。在水利工程的施工过程中，除了需要确保其具有良好的稳定性、牢固性以及防震性外，还应该做好相应的防渗处理工作。因为，水利工程防渗的效果在一定程度上会对水利工程建设的质量以及安全产生直接的影响。因此，深入研究和探索防渗处理技术在水利工程施工中的应用，具有极其重要的现实意义。本文以某引调水工程为例，旨在通过实际案例，全面剖析施工方案中防渗处理技术的具体应用，为提高水利工程整体建设质量提供有益的参考。

[关键词] 水利工程；防渗处理；效果检验

[中图分类号] TV543

Seepage control measures and construction effect analysis of a water conservancy project

Zeng Zhaoji

Guangdong Water Conservancy and Hydropower Third Engineering Bureau Co., LTD.

[Abstract] Water conservancy projects, as a century-long endeavor vital to the well-being of the nation, play a crucial role in China's economic development and people's livelihoods. During the construction of these projects, it is essential not only to ensure their stability, robustness, and earthquake resistance but also to implement effective seepage prevention measures. The effectiveness of seepage prevention in water conservancy projects can directly impact the quality and safety of construction. Therefore, in-depth research and exploration of seepage prevention techniques in water conservancy engineering have significant practical implications. This paper takes a specific water diversion project as an example, aiming to comprehensively analyze the application of seepage prevention technology in the construction plan through a real case study, providing valuable references for improving the overall quality of water conservancy projects.

[Key words] water conservancy project; seepage prevention treatment; effect test

引言

水利工程作为国家重要的基础设施建设工程，有利于为防洪抗旱以及城市用水等方面提供良好的保障。但是，随着时间的流逝，有很多水利工程都出现了渗漏的问题，对水利工程的整体质量产生了不利影响。为此，应该采取有效的措施来对水利工程进行防渗处理。与国外相比，我国的灌浆技术的发展起步较晚，相较于国际先进水平，还存在一定的差距。为了弥补这一不足，我国学者们积极投身于研究，不断进行探索和创新。其中，有学者借鉴了国外的GIN法灌浆工艺，进行了一系列孔段试验^[1]。然而，经过研究发现这一方法在实际应用中容易遇到一些问题，比如初期浆液浓度过低会引发岩体水力劈裂问

题，需要在实际施工中予以重视，并采取有效措施加以防范。除了GIN法灌浆工艺外，还有学者尝试了高压喷射灌浆工艺，对透水地基进行防渗处理，然而这种灌浆工艺也存在一定的局限性，它主要适用于松散透水地基，对于其他类型的地基可能并不适用。基于上述研究成果和实践经验，本文拟结合具体的项目实例，提出一种具备针对性与实用价值的帷幕灌浆施工方案，以期为水库大坝基础防渗作业提供有益的借鉴和参考，推动我国水利工程防渗技术的进一步发展。

1 工程概况

以某引调水工程为例，该工程涵盖了沉沙调蓄水库、输水隧洞、取水建筑物、泵站等一系列水工结构工程以及输水管线

建设任务, 具有较大的建设规模, 并且输水线路的覆盖范围十分广泛, 对水利工程技术和管理提出了极高的要求。在此项目中, 水库大坝采用了黏土心墙堆石坝的设计, 建筑物级别达到了2级标准, 坝顶的规格为596.7米长、15米宽, 最大坝高更是达到了惊人的97.5米。坝体上下游的边坡比也经过了精心的设计, 其中上游边坡比为1:2.2, 下游边坡比为1:1.8。黏土心墙作为大坝的核心部分, 其设计同样精细, 其顶部宽度

为8米, 两侧坡比设计为1:0.25, 底部宽度为55米。针对坝基防渗这一关键问题, 该项目采用了帷幕灌浆方案。

2 某水利工程的防渗处理

在实际应用帷幕灌浆施工技术的过程中, 施工人员必须严格遵循精细化标准, 对每一个环节以及各项因素均进行严格的控制, 以便能够确保有效落实各项施工工序, 促使水利水电工程的防渗能力得到有效提高。具体的操作流程可见图1。



图1 操作流程

2.1 造孔

在进行打孔作业之前, 施工人员必须对施工环境的地质结构进行全面了解, 并根据设计的图纸来确定打孔的位置以及数量。在此过程中, 还应该与测量人员进行密切的交流, 共同分析可能会对打孔质量产生影响的因素, 并提前制定应对措施, 以确保打孔作业的顺利进行。在开展测量孔位工作之前, 应该对施工现场的杂物进行清理, 确保测量工作能够在相对干净、整洁的环境中进行。当完成上述工作之后, 施工人员应该应用施工测量设备, 比如水准仪、全站仪等进行放线引点^[2]。随后, 使用电钻在固定位置进行打孔。在这一过程中, 需要特别注意的是, 其他施工人员应同时协作, 将钢筋楔入孔中, 并进行编号标记, 为后续施工工序的顺利进行奠定良好的基础。同时, 在正式开孔前, 施工人员还需应用水平尺将钻机的底座位置进行找平, 避免在打孔过程中出现偏差或倾斜的情况。

2.2 镶孔口管

在施工的过程中, 施工人员需要特别注意混凝土盖板层的钻进作业, 并在此阶段完成孔口管的预埋处理。在预埋孔口管时, 施工人员需确保灌浆廊道底部的混凝土的状态是始终保持平衡的, 并对其深度进行良好的控制。通常情况下, 埋的深度应在1m-2m之间。同时, 需要采用110mm的孔径进行钻孔, 并在镶设孔口的过程中, 将一定比例的水泥浓浆压入其中, 增强孔口的密封性, 以及提高帷幕灌浆的整体质量。在完成孔口镶设和水泥浓浆压入的工作之后, 施工人员应按照预先设定好的流程进行校正工作, 以确保后续灌浆作业能够顺利进行。

2.3 灌浆钻孔

灌浆钻孔这一操作流程是帷幕灌浆技术中的关键环节。施工人员应该与施工现场的实际情况进行紧密结合来采用分段钻进的方式进行施工。在该施工流程过程中, 施工人员对灌浆孔距进行设置时, 应该遵循帷幕灌浆的技术规范, 将孔距值设定为2m, 确保灌浆浆液均匀分布, 提高帷幕的防渗效果。在检查帷幕灌浆的孔位时, 施工人员需确保检查孔的数量达到基本孔的10%^[3]。同时, 检查孔的深度应略小于相应位置的灌浆孔深度。如果在施工过程中遇到断层等复杂的地质情况, 施工人员需对破碎带进行加密和加深处理, 以确保帷幕能够有效穿越断层, 提高整体的稳定性。此外, 帷幕灌浆孔的孔径也是施工中需要关注的重要参数。通常情况下, 先导孔的孔径应为75mm, 灌浆孔的孔径为56mm, 检查孔的孔径为75mm。需要注意的是,

在开展钻孔工作的过程中, 非常容易会受到人为因素或者环境因素的影响, 导致实际的孔径与设计值存在一些偏差。因此, 施工人员在施工之间必须对孔洞位置进行检查, 确保其与设计的位置相符, 并尽可能确保二者之间的误差值在10cm范围内。等到完成灌浆钻孔工作之后, 施工人员应该应用钻机对现场情况进行调试, 对混凝土等施工材料进行检查, 对孔径、孔深等参数进行详细的记录。

2.4 钻孔冲洗

帷幕灌浆施工是一项具有较强技术性以及要求十分严格的工作, 需要施工人员具备丰富的经验。在施工过程中, 施工人员需要应用直径为75mm的金刚石钻头进行钻孔作业。在进行钻孔操作时, 施工人员必须严格遵守施工相应的技术要求, 对孔口管进行埋设, 并应用小口径的金刚钻头进行分段的钻进工作。在本次项目中, 施工人员主要应用了直径为91mm的金刚石钻头开展了钻进工作。当钻进深度达到设计的要求时, 施工人员应对孔身以及孔底进行详细的检查, 以确保孔洞质量满足施工要求。如果经过检查发现与设计的要求不相符, 或者完成钻进工作后发现孔的底部残留了较多的物质, 那么施工人员应该根据施工的现场情况对其进行清理, 并应用大压力动脉冲洗等方式, 将孔洞内的残留物质彻底冲洗干净, 确保孔洞内清洁无杂物, 避免对后续的灌注质量产生不利的影响。

2.5 压水试验

在完成钻孔工作之后, 应该立即开展压水测试, 来细致以及全面的对岩石情况进行检查, 确保在后续的灌浆作业完成后, 整体结构的稳定性不会受到地质环境变化的影响。在开始压水测试之前, 施工人员需要对灌浆的相关参数进行确定, 并对所有的钻孔进行压水测验, 因此需要具有较强的专注力以及耐心。在测验过程中, 施工人员需要精准地计算压入流量、实验段长度以及全压力, 并在此基础上将透水率算出, 以便能够将岩石的渗透性能进行良好的反映。值得注意的是, 压水测试中的压力参数并不是随意设定的, 而是需要严格按照相关规定来设定。施工人员在测量之前应该确保注入率达到了稳定的状态, 这样能够为测试结果的准确性和可靠性提供保障。在对普通灌浆孔进行灌浆时, 施工人员需要按照规定的时间间隔来读取压入流量。一般来说, 应每5分钟读取一次, 一共进行6次, 这样做可以确保获得足够的数据样本, 从而更准确地评估抗渗性能。同时, 压水试验的压力也需要根据灌浆的压力来进行适

当的调整。通常情况下，如果灌浆压力在 1MPa 以下时，应将水压试验压力控制在 0.3MPa；如果灌浆压力在 1MPa 以上时，水压试验的压力则应调整为 1MPa^[4]。在连续读取一定数量的数值后，施工人员需要对测得的最大值和最小值进行计算。如果这两者之间的差值低于最终测量值的 10%，那么此时认为水压实验已经达到了预期的效果，可以结束测试。

2.6 灌浆

在水利工程防渗处理中，灌浆是其中的关键环节，包括制浆、浆液试验检测、灌浆、设计灌浆压力值以及封孔等多个环节。每一个环节都需要项目当中的所有人员进行密切的交流，来对各项因素进行良好的控制，从而保障灌浆施工的顺利进行。首先，制浆工作作为灌浆施工的基础环节，其重要性不言而喻。在制浆过程中，施工人员需要对浆液的温度进行严格的控制，确保其始终维持在 5℃左右。一旦浆液温度超过 5℃，其性能将发生变化，无法满足施工要求，因此必须停止使用。在搅拌浆液的过程中，施工人员需要始终以均匀的速度进行，避免出现过快或过慢的情况。并且在此过程中，施工人员还需要利用专业的仪器来实时测量浆液的浓度，确保其具有良好的稳定性。同时，在搅拌浆液的过程中，施工人员需要结合施工单位的搅拌机类型，对搅拌的流程进行合理的设置。在本此工程项目中，施工单位选用了高速旋转搅拌机械设备进行制浆工作。针对这种高效的搅拌设备，需要严格按照 0.5: 1 的比例配置浆液，利用传输设备以每秒 2 米的速度将浆液迅速输送到指定位置，并确保搅拌的时间为 30s 左右。当完成浆液搅拌工作后，通过分段施工的方式来进行灌浆。在第一道工序的灌浆过程中，按照自上而下的原则进行并将灌孔封闭。通常情况下，第一道工序灌注浆期间，注浆管的长度应控制在 6 米以内。当浆液凝固后，在对基础段的灌浆长度进行控制时，一般应保持在 2 米以内^[5]。对于其他孔的灌浆操作，不用等到凝结后在进行。如果施工过程条件比较复杂，并且容易被影响时，应该对待凝的时间进行合理的安排。在灌浆过程中，灌浆塞的设置也是至关重要的一环。施工人员需要合理设置灌浆塞的位置，以有效防止漏浆现象的发生。关于灌浆压力值的设定，一般应按照帷幕灌浆压力表进行，如表 1。最后，在完成上述所有操作后，需要按照水灰比 0.5: 1 的比例配置浓浆，进行封孔作业，防止浆液外泄，保证帷幕灌浆的整体效果。

表 1 帷幕灌浆压力表

部位	I 段	II 段	III 段	IV 段
帷幕灌浆压力/MPa	1.2	2.0	3.0	3.5

3 帷幕灌浆施工效果检验

在所有灌浆孔的施工任务完成后，为了确保帷幕灌浆的效果达到预期，安排了为期 14 天的待凝期。等到待凝期结束后，便着手进行检查孔的布设工作，对帷幕灌浆效果进行全面而细致的检查。基于前期灌浆的资料，选取了主帷幕轴线上地质条件复杂或吸浆量较大的关键部位进行检查，共布设了 12 个直

径为 76mm 的检查孔。在检查过程中，向检查孔当中注入了水灰比为 5: 1 的浆液，对其透水率进行观察。通过对某检查孔的岩芯取样结果进行细致观察，可以发现所选岩体的节理裂隙发育情况良好，局部区域有水泥结石的充填，孔壁也保持了良好的稳固性，没有出现明显的破损或变形，进一步证明了帷幕灌浆的积极作用，与帷幕灌浆施工前的岩芯取样结果相比，现在的岩体状况得到了明显的优化。通过对检查孔进行水压试验，并详细记录试验结果（如表 2 所示）。通过对这些数据进行分析，认为帷幕灌浆施工效果良好，达到了预期的设计要求，不仅为工程的顺利进行奠定了坚实的基础，也为类似工程的实施提供了宝贵的经验和借鉴。

表 2 检查孔水压水试验结果

分类	透水率
孔 1	0.51~1.91Lu
孔 2	0.46~0.93Lu
孔 3	0.50~1.69Lu
孔 4	0.47~1.43Lu
孔 5	0.52~1.45Lu
孔 6	0.55~1.23Lu
孔 7	0.95~1.41Lu
孔 8	0.86~1.70Lu
孔 9	0.98~2.41Lu
孔 10	0.88~1.75Lu
孔 11	1.11~1.85Lu
孔 12	0.92~2.31Lu

4 结语

综上所述，帷幕灌浆技术在水利工程防渗处理中的应用是一项系统工程，需要充分结合各项施工环节的关键要点和实际施工情况，不断优化和调整工艺流程。随着技术的不断进步和经验的积累，帷幕灌浆技术也需要不断进行创新和改进，以适应更多复杂的地质条件和施工环境，为水利工程的防渗处理提供更加可靠和高效的技术支持。

[参考文献]

- [1]薛静, 杨波, 樊佳男等.某水利工程防渗处理及施工效果检验[J].中华建设, 2024 (02): 163-165.
- [2]刘文生.灌浆施工技术在水利工程防渗处理中的应用研究[J].工程建设与设计, 2023 (24): 148-150.
- [3]吴林林, 吴伟国.水利工程防渗施工处理技术应用探析[J].冶金管理, 2023 (17): 77-78.
- [4]刘金光.灌浆施工技术在水利工程防渗处理中的应用研究[J].水利技术监督, 2023 (04): 233-235, 260.
- [5]邓景柳.简述水利工程防渗处理施工技术及管理注意事项[J].城市建设理论研究(电子版), 2022 (26): 79-81.