

水利工程施工中灌浆技术的改进与效果评估

吴建清

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要：随着水利工程的不断发展，灌浆技术在水利工程施工中的应用日益广泛。灌浆技术通过向地基或建筑物的缝隙中注入具有流动性和胶凝特性的浆液，经过胶结和硬化后，形成一体化的结构，从而实现防渗和加固的效果。然而，传统灌浆技术在实际应用中存在一些局限性，因此对其进行改进并评估其效果显得尤为重要。本文旨在探讨水利工程施工中灌浆技术的改进方法，并对其进行效果评估。

关键词：灌浆技术；水利工程；改进方法；效果评估

引言

水利工程是国家基础设施建设的重要组成部分，对于保障农业生产、防洪减灾、发电供水等方面具有重要意义。灌浆技术作为水利工程施工中的核心技术之一，其应用效果直接关系到水利工程的安全性和稳定性。然而，传统灌浆技术在实际应用中存在施工效率低、灌浆效果不理想等问题，因此对其进行改进并评估其效果具有重要的现实意义。

1 灌浆技术的改进方法

1.1 灌浆材料的改进

灌浆材料的选择和配比对于灌浆效果起着至关重要的作用。传统的灌浆材料，如水泥浆、粘土浆等，虽然在许多情况下能够满足基本需求，但在特定地质条件或工程要求下，其性能可能显得力不从心。例如，在裂隙发育的岩层或高渗透性地层中，传统材料可能难以有效填充裂隙或达到预期的防渗标准。为了突破这些局限，科研人员和工程师们持续研发新型灌浆材料。高性能化学灌浆材料便是其中的佼佼者。这类材料不仅具有出色的流动性和可灌性，能够轻松渗透到地层的微小裂隙中，形成紧密的固结体，而且固化后的强度显著，有效提升地层的承载力和防渗性能。纳米灌浆材料是另一项近年来的创新成果。借助纳米技术，灌浆材料的性能得到了质的飞跃。纳米级的颗粒尺寸使得材料能够更轻易地渗透到地层的微观结构中，形成更为致密的固结体。此外，纳米灌浆材料还展现出卓越的耐久性和抗腐蚀性，即使在恶劣环境下也能保持长期的稳定性能^[1]。在灌浆材料的配比方面，科研人员也进行了深入研究。通过精细调整各种成分的比例，可以针对特定地质条件和工程需求优化材料性能。例如，在需要高防渗性能的地层中，可以适当增加防水剂的比例；而在需要高承载力的地层中，则可以增加骨料的比例。这种定制化的配比方

式使得灌浆材料更加适应多样化的工程需求。

1.2 灌浆施工工艺的改进

灌浆施工工艺的改进同样是提升灌浆效果的关键途径。传统工艺往往存在施工效率低、灌浆效果不均等问题。为了克服这些难题，科研人员和工程师们不断探索和创新灌浆施工工艺。高压喷射灌浆技术是一种颇具前景的新型工艺。它利用高压泵将灌浆材料以高速喷射的方式注入地层，形成坚固的壁状固结体。这种工艺不仅显著提高了灌浆材料的渗透能力和固结强度，还大幅缩短了施工周期，提升了施工效率。分段灌浆和间歇灌浆也是广受欢迎的施工方法。分段灌浆通过将灌浆区域划分为若干小段，逐段进行灌浆，有效避免了浆液在灌浆过程中过早凝固的问题。而间歇灌浆则在灌浆过程中设置间歇时间，让浆液在地层中充分渗透和扩散，形成更加致密的固结体。此外，振动灌浆技术和电渗灌浆技术也得到了不断改进和优化。振动灌浆技术通过振动作用提高灌浆材料的渗透能力和固结强度；而电渗灌浆技术则利用电场作用加速灌浆材料的渗透和扩散。这些创新工艺为灌浆施工提供了更多选择，满足了不同工程的需求。

1.3 灌浆施工设备的改进

灌浆施工设备的改进对于提高灌浆效率和质量同样至关重要。传统设备往往操作复杂、控制不精确，影响了灌浆效果的稳定性和可靠性。为了克服这些问题，科研人员和工程师们不断研发和创新灌浆施工设备。自动化灌浆设备是近年来的一项重大创新。它采用先进的控制系统和传感器技术，实现了灌浆过程的精确控制。通过设定相应的参数和程序，自动化灌浆设备可以自动完成灌浆材料的配比、注射和固化等过程，大大提高了灌浆效率和稳定性。这种设备不仅减轻了操作人员的负担，还提高了施工的安全性和准确性。无损检测技术也在灌浆施工中得到了广泛应用。它可以在不破坏灌浆结

构的前提下,对灌浆效果进行评估和检测。通过采用超声波、X射线等无损检测方法,可以及时发现和处理灌浆不充分或存在缺陷的区域,确保灌浆质量的可靠性和稳定性。这种技术为灌浆质量的监控提供了有力手段。此外,高压泵、搅拌器等灌浆施工设备也得到了不断改进和优化。高压泵的提高使得灌浆材料的注射压力和渗透能力得到增强;搅拌器的改进则确保了灌浆材料的均匀混合和充分反应。这些设备的改进和优化为灌浆技术的应用提供了更加可靠和高效的保障,推动了灌浆技术的不断发展和进步。

2 灌浆技术的效果评估

2.1 灌浆效果的检测方法

(1) 静载荷试验。静载荷试验是一种直接、有效的评估灌浆后地基承载能力的方法。该方法通过在灌浆区域施加一定的荷载,模拟实际工程中的受力情况,然后测量地基在荷载作用下的沉降量。通过沉降量的变化,可以直观地评估灌浆后地基的承载能力和稳定性。在进行静载荷试验时,需严格遵循试验规范,选择合适的荷载大小和施加方式,以确保试验结果的准确性。试验过程中,应逐步增加荷载,并密切观察地基的沉降情况。试验结束后,需要对试验数据进行仔细分析,包括荷载-沉降曲线、沉降速率等指标。荷载-沉降曲线可以反映地基在荷载作用下的变形特性,而沉降速率则可以用来判断地基的稳定性。通过全面分析这些指标,可以准确评估灌浆效果,为工程质量的保障提供有力依据。(2) 动力触探试验。动力触探试验是一种通过动力触探设备对灌浆区域进行探测,以评估土层密度和强度的方法。该方法利用动力触探设备产生的冲击力或振动力,将探杆插入土层中,通过测量探杆插入土层的阻力和土层对探杆的反弹力,来评估土层的密实度和强度。动力触探试验具有操作简便、快速高效的特点,适用于大面积灌浆区域的快速评估^[2]。在试验过程中,应根据土层的性质和工程要求选择合适的触探设备和参数。通过动力触探试验,可以及时发现灌浆区域中存在的软弱土层或未充分灌浆的区域,为后续的加固处理提供依据。同时,试验结果还可以为工程设计和施工提供有价值的参考信息。

(3) 波速测试。波速测试是一种通过测量灌浆区域土层中波的传播速度来评估土层密实度和均匀性的方法。该方法利用波在土层中的传播特性,通过发射和接收声波或电磁波,测量波在土层中的传播时间和距离,从而计算出波速。波速测试具有非破坏性、测试范围广的特点,适用于各种地质条件下的灌浆效果评估。在测试过程中,应选择合适的波源和接收器,确保测试结果的准

确性。通过波速测试,可以了解灌浆区域土层的整体密实度和均匀性,判断灌浆材料是否充分渗透到土层中,以及灌浆效果是否达到预期^[3]。如果波速测试结果异常,应进一步分析原因并采取相应的处理措施。除了上述三种常用的检测方法外,还可以根据具体工程需求和地质条件,选择其他适合的检测方法。例如,可以采用钻孔取样方法对灌浆区域进行直接观察和分析,了解灌浆材料的渗透和固结情况;可以采用地质雷达等无损检测技术对灌浆效果进行快速、准确的评估,发现潜在的缺陷和问题。

2.2 灌浆效果的评估标准

灌浆效果的评估是确保工程质量和安全性的关键步骤,需要有明确、具体的标准和指标作为依据。一般来说,可以从承载能力、沉降量、土层密实度、均匀性等多个方面对灌浆效果进行全面评估。(1) 承载能力。承载能力是评估灌浆效果的重要指标之一,它直接关系到工程结构的安全性和稳定性。灌浆后的地基承载能力应满足工程设计要求,确保工程结构在承受预期荷载时不会发生破坏或过度变形。具体来说,可以通过静载荷试验来评估灌浆后的承载能力。在试验中,施加在灌浆区域的荷载应逐渐增加,直到达到设计承载力的1.2倍以上(或根据具体工程要求确定的安全系数),且地基在此荷载下应保持稳定,无明显沉降或破坏迹象。如果地基在试验过程中出现过大的沉降或破坏迹象,说明灌浆效果不满足要求,需要采取相应的加固措施。(2) 沉降量。沉降量是反映灌浆效果的另一个重要指标。过大的沉降量可能导致工程结构的不稳定或破坏,因此必须将其控制在允许范围内。一般来说,建筑物的沉降量不应超过建筑物高度的1/500(或根据具体工程要求和地质条件确定的其他限值)。在实际评估中,可以通过监测灌浆区域在荷载作用下的沉降量,来判断灌浆效果是否满足要求。如果沉降量超过允许范围,需要进一步检查灌浆区域的情况,并采取相应的处理措施。(3) 土层密实度。土层密实度是评估灌浆材料渗透和固结效果的重要指标。灌浆后的土层应达到设计要求的密实度,以确保土层的承载能力和稳定性。动力触探试验是评估土层密实度的常用方法。在试验中,通过测量探杆插入土层的阻力和土层对探杆的反弹力,可以判断土层的密实度。一般来说,动力触探试验的密实度指标(如贯入阻力、动弹模量等)应达到设计值的90%以上(或根据具体工程要求和地质条件确定的其他限值)。如果密实度指标不满足要求,说明灌浆材料未充分渗透到土层中或固结效果不佳,需要采取相应的补救措施。(4) 均匀性。均匀

性是评估灌浆效果是否一致的重要指标。灌浆后的土层应保持均匀的均匀性,避免出现局部软弱或未充分灌浆的区域。波速测试是评估土层均匀性的有效方法。在测试中,通过测量灌浆区域土层中波的传播速度,可以判断土层的均匀性。一般来说,波速测试的波速差异不应超过10%(或根据具体工程要求和地质条件确定的其他限值)。如果波速差异过大,可能说明灌浆效果不均匀,存在局部软弱或未充分灌浆的区域。此时,需要进一步检查和处理这些区域,以确保整个灌浆区域的均匀性和稳定性^[4]。除了上述四个主要方面外,还可以根据具体工程需求和地质条件,选择其他适合的评估标准和指标。例如,对于需要防水防渗的工程,可以评估灌浆后的防渗效果,通过渗水试验或水压试验等方法来检验灌浆区域的防水性能;对于需要抗震的工程,可以评估灌浆后的抗震性能,通过模拟地震荷载作用下的动力响应来分析灌浆区域的抗震能力。通过综合考虑多个方面的评估标准和指标,可以全面、准确地评估灌浆效果,为工程质量的保障提供有力支持。

3 某大型水利工程实例分析

该水利工程地处复杂地质条件区域,对地基处理要求极高。为了确保工程的安全性和稳定性,施工团队决定采用改进后的灌浆技术进行施工。在灌浆材料的选择上,施工团队进行了大量的试验和研究,最终选用了具有高强度、良好渗透性和固结性能的灌浆材料。他们根据工程实际地质条件和设计要求,对灌浆材料的配比进行了优化,通过调整水泥、砂石、外加剂等材料的比例,使得灌浆材料在灌注过程中能够更好地渗透到土层中,形成致密、均匀的灌浆体,从而提高地基的承载能力和稳定性。在施工工艺方面,施工团队对传统的灌浆工艺进行了显著的改进。他们采用了先进的灌浆设备和技术,如高压灌浆泵、自动控制系统等,提高了灌浆的效率和准确性。同时,对灌浆压力、灌浆速度等参数进行了严格控制,确保灌浆过程平稳、有序进行。此外,施工团队还加强了现场监测和数据分析,及时发现并处

理灌浆过程中出现的问题,确保了灌浆质量。为了配合改进后的灌浆技术和工艺,施工团队还对施工设备进行全面升级。他们引进了先进的钻孔设备、灌浆管路和检测设备等,这些设备的升级不仅提升了灌浆施工的质量和效率,还降低了施工成本,为工程的顺利进行提供了有力保障。施工完成后,施工团队对灌浆效果进行了全面的检测与评估。通过静载荷试验,他们发现灌浆后的地基承载能力达到了设计值的1.5倍,远高于设计要求,这表明灌浆材料的选择和配比以及施工工艺的改进显著提高了地基的承载能力。同时,沉降量也控制在允许范围内,满足了工程对沉降量的严格要求。通过动力触探试验和波速测试,施工团队还对土层的密实度和均匀性进行了评估,结果显示土层密实度达到了设计要求,且均匀性良好,波速差异控制在合理范围内^[5]。

结束语

本文通过对水利工程施工中灌浆技术的改进与效果评估进行探讨,提出了灌浆材料的改进、施工工艺的改进和施工设备的改进等方法,并通过实例分析验证了改进后的灌浆技术在提高水利工程施工质量方面的显著效果。未来,随着科技的不断进步和工程建设的不断发展,灌浆技术将继续不断创新和完善,为水利工程建设提供更加科学、有效的技术支持。

参考文献

- [1]李娥.水利水电工程施工中灌浆技术的应用[J].吉林农业,2019(22):52.
- [2]伍求凌.水利水电建筑工程中的基础灌浆施工技术[J].中国高新科技,2019(22):18-20.
- [3]马伟.农村小型水利工程防渗技术的探讨[J].农村实用技术,2019(11):94.
- [4]高玉良.水利工程中基础灌浆施工技术的应用分析[J].吉林农业,2019(21):58.
- [5]吴杨明.灌浆技术在水利工程中的应用[J].湖南水利,2019(02):23-26.