

# 石方开挖与灌浆技术在水利工程中的联合应用研究

何玉军

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830015

**摘要:** 水利工程中, 石方开挖和灌浆技术是两种常用的施工方法。本文旨在探讨这两种技术在水利工程中的联合应用, 分析它们在施工过程中的相互作用, 以及如何通过合理的施工顺序和技术参数优化, 实现两种技术的有效结合, 提高水利工程的施工质量和效率。

**关键词:** 水利工程; 石方开挖; 灌浆技术; 联合应用

## 引言

水利工程中, 石方开挖是基础施工的重要环节, 而灌浆技术则是加固和防渗的重要手段。传统的施工方法中, 这两者往往被单独考虑, 但随着施工技术的不断发展, 越来越多的工程实践表明, 将石方开挖与灌浆技术联合应用, 可以显著提高施工效率, 增强工程结构的稳定性和安全性。

### 1 水利工程中石方开挖技术概述

在水利工程中, 石方开挖技术是一项至关重要的施工技术。它涉及到在坚硬岩石地层中进行挖掘作业, 为水工建筑物的基础和结构施工创造必要的空间条件。由于水利工程的特殊性, 如大坝、水库、水渠等建筑物往往需要在复杂的地质环境中进行建设, 因此石方开挖技术的应用显得尤为关键。石方开挖在水利工程中通常采用钻爆法、机械破碎法等多种方法。这些方法的选择需根据具体的工程地质条件、施工要求和设备条件来确定。例如, 在坚硬且节理不发育的岩石中, 钻爆法能够高效破碎岩石, 提高开挖效率; 而在较为破碎或需要精细开挖的区域, 机械破碎法则更为适用。在水利工程中, 石方开挖的施工安全至关重要。由于开挖过程中可能遇到不稳定的地质构造、地下水和爆破震动等风险因素, 因此必须采取严格的安全措施。这包括实施地质勘探、制定详细的施工方案、控制爆破参数、监测开挖过程中的变形和震动等, 以确保施工人员的安全和工程的稳定。此外, 水利工程中的石方开挖还需考虑环境保护和可持续性发展。在开挖过程中, 应尽量减少对周边环境的扰动和破坏, 合理处理开挖产生的石料和弃渣, 降低对生态环境的影响。水利工程中的石方开挖技术是一项复杂而重要的施工技术。它要求施工人员具备丰富的专业知识和实践经验, 能够根据不同的工程条件和施工要求, 选择合适的开挖方法和工艺, 确保工程的安全、高效和环保。

### 2 水利工程中灌浆技术概述

灌浆技术主要用于地基加固、防渗堵漏以及提高岩土体的整体稳定性。该技术通过将具有一定流动性和胶凝性的浆液, 按一定比例混合后, 通过钻孔或其他方式注入到岩土体中的裂缝、孔隙或软弱地层中, 利用浆液固化后的强度来增强岩土体的力学性能和抗渗性能。在水利工程中, 灌浆技术广泛应用于大坝基础、水库底部、隧道围岩等区域的加固和防渗处理。例如, 在大坝基础处理中, 通过灌浆技术可以填充基础岩石中的裂缝和孔隙, 提高基础的承载能力和抗滑稳定性; 在水库底部处理中, 灌浆技术可以防止水渗漏, 保证水库的正常蓄水功能。灌浆技术的实施需要根据具体的工程地质条件、施工要求和浆液材料特性来确定。首先, 需要进行详细的地质勘探和试验, 了解岩土体的物理力学性质、裂缝发育情况和浆液的可灌性。然后, 根据勘探结果和工程要求, 选择合适的浆液材料、配比和灌浆工艺。在施工过程中, 需要严格控制浆液的流动性、固化时间和灌浆压力等参数, 以确保灌浆质量和效果。此外, 灌浆技术的成功与否还与施工设备、人员素质和施工环境密切相关<sup>[1]</sup>。因此, 在实施灌浆技术时, 需要选择先进的施工设备、配备专业的施工人员, 并加强施工现场的管理和监测, 确保施工过程的安全和质量。灌浆技术是水利工程中一项重要的地基处理技术, 它能够有效地提高地基的承载能力和稳定性, 防止水渗漏和地质灾害的发生。

### 3 水利工程中石方开挖与灌浆技术的联合应用

#### 3.1 施工顺序的优化

在水利工程中, 石方开挖与灌浆技术的联合应用是一种常见且高效的施工方式。这两种技术虽然在性质上有所不同, 但它们在施工过程中的相互配合和顺序优化, 能够显著提高施工效率, 确保工程质量, 并降低潜在的安全风险。首先, 施工顺序的优化对于石方开挖与灌浆技术的联合应用至关重要。合理的施工顺序不仅能

够确保施工过程的连贯性和高效性，还能最大限度地减少不必要的重复作业和等待时间。在实际操作中，施工团队通常会根据工程地质条件、设计要求以及设备资源等因素，制定出一套科学合理的施工顺序。一般而言，石方开挖是灌浆作业的前置工序。在进行石方开挖时，施工团队会根据设计图纸和地质勘探资料，确定开挖的范围和深度。他们会采用适当的开挖方法和设备，如钻爆法或机械破碎法，以确保岩石的破碎和挖掘符合工程要求。在开挖过程中，施工团队还需密切关注地质条件的变化，及时调整开挖策略，以确保施工安全和效率。完成石方开挖后，施工团队会立即进行灌浆作业。灌浆的主要目的是填充岩石裂缝和孔隙，增强地基的稳定性和抗渗性能。在进行灌浆作业时，施工团队会根据浆液的性质和工程要求，选择合适的灌浆方法和设备。他们会将浆液注入到岩石裂缝中，并确保浆液能够充分渗透和固化。通过合理的灌浆作业，施工团队能够有效地提高地基的承载能力和整体稳定性。值得注意的是，施工顺序的优化并不仅仅局限于石方开挖和灌浆作业本身。在实际施工过程中，施工团队还需充分考虑其他相关因素，如施工设备的调度、材料的供应以及人员的配置等。通过全面优化施工顺序和相关因素，施工团队能够实现石方开挖与灌浆技术的无缝对接，从而确保水利工程的顺利进行<sup>[2]</sup>。水利工程中石方开挖与灌浆技术的联合应用需要注重施工顺序的优化。通过科学合理的施工顺序和相关因素的全面考虑，施工团队能够实现两种技术的高效配合，确保水利工程的施工质量、安全和进度。

### 3.2 技术参数的协调

在水利工程中，石方开挖与灌浆技术的联合应用是一项复杂而精细的任务，其中技术参数的协调尤为关键。这两种技术各自涉及多个参数，如开挖深度、爆破震动、浆液配比等，这些参数之间需要相互匹配，以确保施工过程的顺利进行和工程质量的达标。首先，石方开挖的技术参数对灌浆作业具有重要影响。开挖深度决定了灌浆作业的范围和深度，因此需要根据设计要求和地质条件合理确定。同时，爆破震动是石方开挖过程中不可避免的因素，过大的震动可能对已完成的灌浆区域造成破坏，因此需要控制爆破参数，减少震动对灌浆效果的影响。其次，灌浆技术的参数也需要与石方开挖相协调。浆液的配比和流动性是影响灌浆效果的关键因素。合理的浆液配比能够确保浆液在注入岩石裂缝后具有良好的固化性能，提高地基的稳定性和抗渗性。而浆液的流动性则需要根据裂缝的宽度和分布情况进行调整，以确保浆液能够充分渗透到岩石裂缝中，达到预期

的加固效果。为了实现石方开挖与灌浆技术参数的协调，施工团队需要在施工前进行详细的勘察和试验。通过地质勘探了解岩石的物理力学性质和裂缝发育情况，为制定合理的开挖和灌浆参数提供依据。同时，可以通过试验确定合适的浆液配比和流动性，以满足工程要求。在施工过程中，施工团队还需要密切关注技术参数的变化，并根据实际情况进行调整。例如，在遇到地质条件变化或开挖困难时，可以适当调整爆破参数和开挖顺序，以确保施工安全和效率。在灌浆过程中，也需要根据浆液的固化情况和裂缝的填充效果，适时调整浆液配比和注浆压力，以获得最佳的灌浆效果。水利工程中石方开挖与灌浆技术的联合应用需要注重技术参数的协调。通过详细的勘察、试验和施工过程中的动态调整，可以实现两种技术参数的相互匹配和优化，确保水利工程的施工质量、安全和效率。

### 3.3 施工设备的配合

在水利工程中，石方开挖与灌浆技术的联合应用对施工设备之间的配合提出了很高的要求。两种截然不同的作业流程，需要不同种类和功能设备来完成，而这些设备必须相互协调、高效配合，以确保工程的顺利进行。石方开挖作为水利工程的初始阶段，通常需要重型设备进行大规模的岩石破碎和挖掘。挖掘机、装载机、破碎锤等设备是这一阶段的主力。这些设备需要具备强大的破碎能力和高效的挖掘速度，以应对坚硬岩石的挑战。同时，设备的稳定性和耐用性也是关键因素，因为在复杂的地质环境下，设备可能会遇到各种不可预见的困难和挑战。与石方开挖相比，灌浆作业对设备的要求则截然不同。灌浆设备主要包括注浆机、搅拌机、输送泵等。这些设备需要具备精确的计量和混合能力，以确保浆液的质量和性能符合设计要求。此外，灌浆设备还需要具备良好的可移动性和灵活性，以便在狭窄或难以到达的区域进行作业。为了实现石方开挖与灌浆设备之间的有效配合，施工团队需要进行周密的规划和协调。首先，在设备选择和采购阶段，就需要充分考虑两种作业流程的需求和特点，选择性能匹配、品牌可靠的设备。其次，在施工过程中，需要合理安排设备的布局 and 调度，确保开挖设备和灌浆设备能够高效衔接、顺畅作业。这可能需要借助先进的施工管理系统和信息技术手段来实现。此外，设备的维护和保养也是确保施工设备配合效果的关键因素。在复杂的施工环境下，设备可能会出现各种故障和磨损，因此需要定期进行检查、维修和更换部件等工作。施工团队需要建立完善的设备管理制度和维修保养流程，确保设备的正常运行和高效配合<sup>[3]</sup>。水利

工程中石方开挖与灌浆技术的联合应用对施工设备的配合提出了很高的要求。通过合理的设备选择、布局调度以及维护保养等措施,可以实现两种技术流程的高效衔接和顺畅作业,为水利工程的顺利进行提供有力保障。

#### 4 联合应用的优势分析

##### 4.1 提高施工效率

在水利工程中,联合应用石方开挖与灌浆技术,可以显著提高施工效率,从而缩短工程周期,降低施工成本。这种联合应用的优势主要体现在以下几个方面。首先,石方开挖与灌浆技术的联合应用能够实现施工流程的无缝对接。开挖作业为后续灌浆作业创造了必要的空间条件,而灌浆作业则进一步巩固了开挖成果,提高了地基的稳定性和承载能力。两个工序的紧密配合,避免了不必要的等待和重复作业,从而提高了施工效率。其次,联合应用这两种技术可以充分发挥设备资源的潜力。通过合理调度和配置施工设备,可以实现开挖设备和灌浆设备的高效利用。这不仅可以减少设备的闲置时间,降低设备成本,还能提高设备的利用率,进一步提升施工效率。最后,联合应用石方开挖与灌浆技术还能够提升施工团队的整体协作能力。两个工序的紧密配合要求施工团队在人员、物资、设备等方面进行全面协调。通过优化施工组织和管理流程,可以提高施工团队的协作效率,从而进一步推动施工效率的提升。

##### 4.2 增强工程稳定性

在水利工程中,石方开挖与灌浆技术的联合应用不仅在提高施工效率上表现出色,更在增强工程稳定性上展现了显著的优势。石方开挖作为工程的前期关键步骤,有效地为灌浆作业创造了实施条件。通过精确的开挖,能够形成符合设计要求的空间形态,为后续的灌浆加固提供了坚实的基础。而灌浆技术的运用,则能够深入岩石缝隙,固化岩体,大大增强了工程的整体稳定性。这种联合应用的优势在于,它充分利用了两种技术的互补性。石方开挖去除了不稳定的部分,灌浆技术则填补了空隙,二者共同作用,使得工程结构更加密实、稳固。这种稳定性的提升,不仅有助于抵抗外部荷载和自然力的作用,还能有效防止工程在使用过程中的变形和破坏<sup>[4]</sup>。此外,联合应用还能够一定程度上改善工程

的地质环境。灌浆材料在固化过程中,能够与周围岩石形成良好的粘结,提高了岩体的整体性和抗渗性能,从而进一步增强了工程的稳定性。

##### 4.3 降低工程成本

在水利工程中,石方开挖与灌浆技术的联合应用不仅在施工效率和工程稳定性上表现出色,还在降低工程成本方面展现出显著优势。首先,联合应用这两种技术可以实现资源共享和减少重复投资。石方开挖和灌浆作业所需的部分设备、材料和人力资源是通用的,通过联合应用,可以避免资源的浪费和重复购置,从而降低工程成本。其次,联合应用可以优化施工流程,减少不必要的施工环节和等待时间。石方开挖和灌浆作业之间的紧密配合,可以使得两个工序无缝对接,避免了因等待或协调不当而产生的额外成本。此外,联合应用还有助于提高施工质量,减少返工和维修成本。通过精确的石方开挖和有效的灌浆加固,可以确保工程的质量和稳定性,避免因施工质量问题而引发的返工和维修费用。最后,联合应用还可以降低工程的风险成本。石方开挖和灌浆技术的联合应用能够增强工程的稳定性,减少工程在使用过程中的安全隐患和事故风险,从而降低与风险相关的成本支出。

#### 结语

本文通过理论分析,探讨了石方开挖与灌浆技术在水利工程中的联合应用。结果表明,这种联合应用不仅可以提高施工效率和工程质量,还可以降低工程成本。展望未来,随着施工技术的不断创新和发展,石方开挖与灌浆技术的联合应用将在更多领域得到推广和应用。

#### 参考文献

- [1]王金娥.浅谈基础灌浆施工技术在水利工程中的应用[J].农业灾害研究,2020,10(08):168-169+172.
- [2]薄文村.基于水利水电工程灌浆施工技术研究[J].水电站机电技术,2020,43(11):147-148.
- [3]李敏.水利水电工程边坡开挖与支护施工技术研究[J].四川水泥,2023(08):143-145.
- [4]唐伟.土石方开挖施工技术在水利水电工程中的应用分析[J].四川水泥,2023(06):169-171.