

水利水电工程土石方施工技术初探

陈元聪

四川路航建设工程有限责任公司，四川成都，610000；

摘要：随着我国社会经济发展速度持续加快，各行各业在自身的发展过程中不断创新，积极寻求全新的发展方向。水利水电工程属于社会发展的基础工程项目，对我国的经济发展至关重要。基于此，本文先对水利水电工程土石方施工进行了概述，然后介绍了水利水电工程土石方施工关键技术，最后从五个方面深入探讨了水利水电工程土石方施工技术应用策略，旨在为施工人员提供有益参考。

关键词：水利水电工程；土石方施工；开挖技术；运输技术；填筑技术

DOI：10.69979/3060-8767.25.01.019

引言

土石方施工是水利工程建设中的关键环节之一，具有适应性强、施工效率高、成本相对较低等优点。然而水利工程建设规模的扩大，需要施工人员合理使用土石方施工技术，保障复杂地质条件下的开挖安全、高填方区域的压实质量以及保护施工环境，才能有效提升水利水电工程项目的施工效率以及施工质量，从而推动社会经济进一步发展。

1 水利水电工程土石方施工概述

水利水电工程土石方施工是工程建设中的重要组成部分，其规模大、范围广、技术复杂，贯穿于工程建设的各个阶段。土石方工程主要包括土方开挖、石方爆破、土石方运输和填筑等环节，涉及大量的土石方开挖、搬运和回填作业^[1]。由于水利水电工程多位于地形复杂、地质条件多变的区域，导致土石方施工面临高边坡开挖、深基坑支护、软基处理等技术难题。同时，土石方施工还具有施工周期长、受自然条件影响大、施工组织复杂等特点，需要施工人员根据工程实际情况制定科学合理的施工方案。在施工过程中，还需要合理选择施工机械设备，提升施工工艺流程，加强施工质量控制，以保障工程安全、质量和实现进度目标。

2 水利水电工程土石方施工关键技术

2.1 土石方开挖技术

土石方开挖是水利水电工程施工的首要环节，其技术选择直接影响工程进度。开挖技术主要包括机械开挖和爆破开挖两种方式。机械开挖具有效率高、灵活性强的特点，适用于土质较软和岩石强度较低的区域，常用的设备包括挖掘机、推土机和装载机等。爆破开挖具有施工速度快、成本低的优势，主要用于坚硬岩石区域，

使用钻孔、装药、爆破等步骤实现岩石的破碎。在实际施工中，施工人员需根据地质条件、施工环境和工程要求选择合适的开挖方式，并注重开挖过程中的边坡稳定性和安全性控制，避免塌方、滑坡等事故发生。

2.2 土石方运输技术

土石方运输是将开挖的土石方从施工现场运至指定地点的关键环节，其效率直接影响工程成本^[2]。运输技术主要包括自卸汽车运输、带式输送机运输和轨道运输等方式。自卸汽车运输灵活性强，适用于中短距离运输，是水利水电工程中最常用的运输方式。带式输送机运输具有效率高、成本低的优势，适用于大规模、连续性的土石方运输。轨道运输则适用于地形复杂、运输距离较长的区域。在实际施工中，施工人员需根据运输距离、地形条件和工程量选择合适的运输方式，并优化运输路线，减少运输时间。同时，还需加强运输过程中的安全管理，保障运输作业的安全性。

2.3 土石方填筑技术

土石方填筑是水利水电工程中形成坝体、堤防等结构的重要环节，其质量直接关系到工程的稳定性。填筑技术主要包括分层填筑和碾压密实两个步骤。分层填筑是将土石方按一定厚度分层铺设，每层厚度根据填筑材料和施工设备确定。碾压密实则需要碾压设备对每层土石方进行压实，以提高其密实度和承载力^[3]。常用的碾压设备包括振动压路机、羊足碾和平板夯等。在实际施工中，施工人员需根据填筑材料的性质和工程要求确定合理的填筑参数，并加强施工过程中的质量检测，保障填筑体的密实度。

2.4 粘土芯墙施工技术

粘土芯墙施工技术主要包括材料选择、施工工艺和质量控制等方面。需选用塑性指数适中、渗透系数低的

优质粘土，并严格控制杂质含量。并采用分层填筑和逐层压实的方法，保障每层填筑厚度和压实度符合设计要求，同时注重接缝处理，避免形成渗漏通道。质量控制贯穿施工全过程，施工人员进行含水率控制、压实度检测和渗透试验等方式，保证芯墙的防渗性能达到标准。在此基础上，施工人员在施工过程中还需加强监测和环境保护，实时监控芯墙变形以及渗流情况，并采取有效措施防止水土流失。

2.5 施工质量控制技术

土石方施工质量控制是保障工程安全性和耐久性的关键环节，贯穿于开挖、运输和填筑的全过程。质量控制技术主要包括施工前的材料检测、施工中的过程监控和施工后的质量验收。在施工前，施工人员需对土石方材料的物理力学性质进行检测，保障材料符合设计要求。在施工中，需采用实时监测技术，对开挖边坡稳定性、填筑密实度等关键指标进行动态监控，及时发现并处理质量问题。在施工后，施工人员需使用钻孔取样、荷载试验等方法对施工质量进行验收，保障工程达到设计标准。

3 水利水电工程土石方施工技术应用策略

3.1 因地制宜，完善施工方案

在水利水电工程土石方施工中，施工团队需要始终坚持因地制宜的原则，以保障施工方案的可行性。由于水利水电工程多位于地形复杂、地质条件多变的区域，施工方案的制定必须充分考虑工程所在地的自然环境等因素。首先，施工团队在施工前需进行详细的地质勘察和地形测量，获取准确的地质数据。地形测量则有助于施工团队掌握施工区域的地形地貌特征，为施工机械的选择和施工路线的规划提供参考。接下来，施工团队可以根据勘察和测量结果，结合工程设计要求，制定初步施工方案。施工方案应包括施工工艺流程、施工机械设备配置、施工进度计划、质量控制措施和安全保障措施等内容。在制定方案时，施工人员需充分考虑施工区域的特殊性，保障方案的可操作性。在土石方开挖方案中，施工团队可根据地质条件选择合适的开挖方式。在土石方运输方案中，施工人员可根据地形条件和运输距离选择合适的运输方式。在土石方填筑方案中，施工团队可根据填筑材料的性质确定合理的铺土厚度。同时，施工团队还需要对初步施工方案进行完善。其可以合理配置施工机械设备，减少施工中的交叉作业。除此之外，施工团队需加强施工过程中的动态管理，利用信息化技术对施工进度和安全进行实时监控，保障施工方案的顺利实施。施工团队在完善施工方案时还需注重环境保护

和可持续发展。不仅如此，施工人员还需采取有效措施减少对周围环境的破坏，控制施工扬尘、减少噪声污染、保护植被和水源。

3.2 精准爆破，提升开挖效率

爆破开挖主要应用于坚硬岩石区域，其核心在于精确控制爆破参数，实现岩石的高效破碎，同时最大限度地减少对周围环境的破坏^[4]。施工团队在实施精准爆破时，需严格按照技术规范，保障爆破作业的安全性。施工团队需根据地质勘察结果和工程要求，确定爆破范围、爆破深度、爆破孔布置等参数。爆破孔布置需综合考虑岩石性质、地形条件和爆破效果，通常采用梅花形布置方式。同时，施工团队需计算单孔装药量和总装药量，选择合适的炸药类型和起爆方式，以达到最佳的爆破效果。而且，施工团队需严格按照设计要求使用专业的钻孔设备，保障钻孔位置的准确性。钻孔过程中，施工团队需实时监测钻孔质量，及时调整钻孔参数，避免出现偏孔、堵孔等问题。钻孔完成后，施工人员需对钻孔进行检查，保障孔内无杂物和积水，为装药作业创造良好条件。接下来，施工团队需进行装药和填塞作业。装药时，施工人员需根据设计要求将炸药均匀装入钻孔中，并保障炸药的稳定性。对于深孔爆破，施工团队可采用分段装药的方式，以提高爆破效果。装药完成后，施工人员需使用填砂土对钻孔进行填塞，以增加爆破能量的利用率并减少飞石危害。填塞过程中，施工团队需保障填塞材料的密实度，避免出现空洞现象。然后，施工团队需进行起爆网络的设计和连接。起爆网络是精准爆破的核心环节，施工人员需根据爆破设计选择合适的起爆器材，并按照设计的起爆顺序和延时时间进行连接。起爆网络的设计需使爆破能量的有序释放，避免出现盲炮。连接完成后，施工团队需对起爆网络进行全面检查，保障线路通畅。

3.3 机械协同，保障运输畅通

在水利水电工程土石方施工中，机械协同是保障运输畅通、提高施工效率的关键策略。施工团队需根据工程规模和施工条件，合理配置运输机械设备^[5]。且施工团队需根据运输距离、地形条件和工程量选择合适的运输设备，并保障设备的数量和质量满足施工需求。同时，施工团队设计运输路线时需综合考虑地形条件、运输距离和施工进度等因素，尽量选择平坦、短捷的路线。对于复杂地形区域，施工团队可修建临时道路，提高运输路线的通行能力。还有，施工团队需加强运输路线的维护，及时清理路面障碍物，修复破损路段。接下来，施工团队需加强机械设备的协同作业，提高运输效率。在

土石方运输过程中,施工人员需协调挖掘机、装载机和运输设备之间的作业节奏,避免设备闲置。在装车环节,施工团队可增加装车设备,缩短装车时间,在运输环节,施工人员可合理安排运输车辆的调度,减少等待时间。而且,施工团队还需利用信息化技术,对运输过程进行动态管理,及时发现并解决运输中的问题。除此之外,施工团队需加强运输过程中的安全管理,对运输设备进行定期检查并维护,保障设备处于良好状态,对运输路线进行安全评估,设置明显的安全标志,对运输人员进行安全培训,提高其安全意识,提升其操作技能。同时,施工团队需制定应急预案,及时应对运输中的突发情况,保障运输作业的稳定性。

3.4 分层碾压,保障填筑质量

在水利水电工程土石方施工中,分层碾压是保障填筑质量的关键技术。填筑质量直接关系到工程结构的稳定性,施工团队需使用科学的分层碾压工艺和严格的质量控制。施工团队需根据填筑材料的性质和工程设计要求,制定合理的分层碾压方案。填筑材料通常包括土料、砂砾料和石料等,不同材料的物理力学性质差异较大,施工团队需根据材料的颗粒级配、含水量和抗剪强度等参数,确定合理的铺土厚度、碾压遍数和碾压设备类型。同时,施工团队需严格按照分层碾压方案进行填筑作业。填筑时,施工人员需将土石方材料按设计厚度分层铺设,每层铺设完成后,使用推土机进行初步整平,保障填筑表面的平整度。整平完成后,施工团队需使用碾压设备对填筑层进行碾压。碾压时,施工人员需按照规定的碾压路线和碾压遍数进行操作,使碾压能量的均匀分布。对于边缘区域部位,施工团队需采用小型压实设备的方式进行补充碾压。接下来,施工团队需加强填筑过程中的质量控制。施工人员需对每层填筑材料的含水量进行检测,保证其处于最优含水量范围内。碾压完成后,施工人员需使用密度检测仪器对填筑层的密实度进行检测,保障其达到设计标准。对于未达到要求的区域,施工团队需进行补压,直至满足质量要求。除此之外,施工团队需注重填筑层之间的结合处理。在每层填筑完成后,施工人员需对填筑表面进行刨毛处理,以增加层间的结合力。刨毛时,施工团队需使用专业的刨毛设备,将填筑表面刨松至一定深度,保障上下层之间的紧密结合。对于高填方区域,施工团队还需在层间设置排水设施,防止积水对填筑体稳定性的影响。

3.5 科技赋能,推动智能施工

在水利水电工程土石方施工中,科技赋能是推动智能施工、提高施工效率和质量的重要策略。施工团队引

入先进的信息化技术,可以实现施工过程的数字化,从而提升施工管理水平,降低施工风险。施工团队需建立智能施工管理平台,实现施工全过程的数据化管理。智能施工管理平台可集成地理信息系统(GIS)、建筑信息模型(BIM)和物联网(IoT)等技术,对施工区域的地形、地质、水文等信息进行三维建模和可视化展示。施工人员可使用平台实时查看施工进度、设备状态和质量数据,及时发现并解决问题。同时,平台还可实现施工数据的自动采集、存储和分析,为施工决策提供科学依据。同时,施工团队需引入智能化施工设备,提高施工效率和质量。在土石方开挖环节,施工人员可使用智能挖掘机,实现精准挖掘。在土石方运输环节,施工团队可采用智能调度系统,优化运输路线,减少运输时间。在土石方填筑环节,施工人员可使用智能碾压设备,借助传感器实时监测碾压遍数。智能化设备的应用在提高施工效率的同时,还可以减少人工操作误差,降低施工风险。接下来,施工团队需加强施工过程的实时监测。施工人员安装传感器,可对施工区域的地质变化、设备状态和施工质量进行实时监测。同时,施工团队还可利用大数据分析,对监测数据进行智能分析,完善管理措施。除此之外,施工团队需注重培训施工人员智能施工技术,并开展实践,提高施工人员对智能化设备的熟悉度。

4 结束语

综上,施工团队科学应用水利水电工程土石方施工技术,是提升工程高质量建设的重要路径。未来,随着技术的不断进步和创新,施工团队只有不断学习与实践,使土石方施工技术向智能化、绿色化方向发展,才能够在复杂多变的地质环境中实现高效、安全、环保的施工目标,从而为工程建设注入新的活力,推动行业整体水平的持续提升。

参考文献

- [1] 牟君之,胡卫中,肖明. 水利水电工程土石方施工技术初探[J]. 科技风,2024,(13):79-81.
- [2] 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.
- [3] 何卫安. 土石方施工技术在水利水电工程建设中的应用[J]. 中华建设,2023,(04):105-107.
- [4] 钟鸣. 水利水电工程土石方爆破施工技术研究[J]. 陕西水利,2022,(09):150-151.
- [5] 段志伟,杨寿碧,何斌. 水利水电工程土石方施工技术分析[J]. 科技创新与应用,2022,12(08):138-140.