

水利施工中土石方开挖技术的应用

郝凯燕

陕西新英建设工程有限公司 陕西 西安 710000

摘要：水利施工中，土石方开挖技术扮演着至关重要的角色。该技术通过不同方法实现土石方的有效挖掘与处理，确保水利工程的顺利进行。露天、地下洞室、水下及高边坡土石方开挖技术各具特点，适用于不同施工环境。优化施工方案、强化设备管理、提升施工人员技能及引入信息化技术，是提升土石方开挖技术应用水平的关键措施。这些策略的实施，有助于保障施工安全，提高工程效率与质量。

关键词：水利施工；土石方开挖技术；应用

引言

在水利工程建设过程中，土石方开挖技术是不可或缺的一环。该技术不仅关系到工程的进度与质量，还直接影响到施工安全与成本控制。本文旨在探讨水利施工中土石方开挖技术的具体应用及其优化策略。随着水利工程的不断发展，土石方开挖技术也在不断演进，以适应更加复杂多变的施工环境。因此，深入研究该技术，对于推动水利工程的高质量发展具有重要意义。

1 水利施工中土石方开挖技术概述

水利施工中土石方开挖技术是一项复杂且关键的工程环节，它直接关系到水利工程的整体质量和进度。该技术主要应用于渠道、沟渠、排水涵洞、箱涵、闸门等水利设施的建设过程中。土石方开挖前，首要任务是进行清基工作，包括清理开挖区的植被和表土，确保施工区域的整洁与平整，为后续开挖工作奠定基础。在实际开挖过程中，常采用挖掘机与自卸汽车协作的方式，通过机械自上而下、全断面一次挖到位的方法进行开挖。对于边角和机械难以触及的区域，则辅以人力协作，确保开挖的全面性和准确性。为避免基底土层受到扰动，机械开挖时通常会预留一定厚度的爱惜层，由人工进行最后的开挖和修整。土石方开挖技术还需特别注意边坡的处理，依据土层物理力学性质确定合理的基坑边坡坡度，并在不同土层处做成折线形边坡或台阶，以增强边坡的稳定性。需做好基坑的降排水和防洪工作，保持基底和边坡的干燥，防止因水浸泡而导致的边坡失稳。在开挖过程中，应随时监测坡顶位移，分析观测数据，一旦发现边坡有失稳迹象，需立即采取削坡、坡顶泻水或其他有效措施。土石方开挖完成后，还需对开挖断面进行测量校核，确保开挖尺寸符合设计要求。多余土方可通过推土机等机械调运至指定位置，用于填筑或堆放。整个开挖过程中，需严格遵守施工规范，确保施工质量

和安全。

2 水利施工中土石方开挖技术的具体应用

2.1 露天土石方开挖技术

露天土石方开挖在水利工程中应用广泛，诸如大型水库大坝建设、河道拓宽整治等工程场景。在大型水库大坝建设时，前期需对坝基区域进行大规模露天土石方开挖，以为后续坝体浇筑筑牢基础。施工伊始，先运用测量仪器精准定位开挖边界，通过清表作业将表层植被、腐殖土等予以清除，避免其对后续施工造成影响。爆破作业是露天土石方开挖的关键环节，依据岩石特性、开挖深度等因素科学设计爆破方案。采用深孔爆破时，精心确定炮孔间距、排距、深度以及装药量等参数，确保爆破效果既能满足岩石破碎要求，又能有效控制飞石、震动等危害。在岩石较为破碎区域，为防止超挖，可采用预裂爆破技术，在主爆区爆破前，沿设计开挖边界先行爆破形成一条裂缝，以此阻隔主爆区爆破产生的应力波，从而精准控制开挖轮廓。挖掘设备的合理选用至关重要，大型挖掘机适用于大面积土石方挖掘，配合自卸汽车进行土石方的运输，可极大提高施工效率。在开挖过程中，实时监测开挖面的平整度、坡度等指标，若出现偏差，及时进行修整，以保障开挖质量符合设计要求^[1]。

2.2 地下洞室土石方开挖技术

地下洞室土石方开挖技术主要应用于水工隧洞、地下厂房等水利工程建设。以水工隧洞开挖为例，在施工前，详细勘察地质条件，明确岩石的完整性、节理裂隙发育程度等情况，据此制定适宜的开挖方案。对于较为坚硬且完整的岩石，常采用钻爆法。先在洞室断面上合理布置炮孔，采用光面爆破或预裂爆破技术，以确保洞室周边围岩的稳定性，减少对围岩的扰动。钻爆作业后，及时进行通风散烟，排除爆破产生的有害气体，保

障施工人员安全,随后利用装载机、挖掘机等设备将石渣清理出洞外。在地质条件较差的区域,如岩石破碎、存在断层等,可采用TBM(全断面隧道掘进机)开挖技术。TBM能够在掘进的同时进行支护,实现开挖、支护一体化作业,有效提高施工效率,保障施工安全。在地下洞室开挖过程中,围岩支护工作至关重要。初期支护常采用喷射混凝土、锚杆、钢筋网等联合支护形式,及时对开挖后的围岩进行加固,防止围岩变形坍塌。随着洞室的掘进,根据围岩监测数据,适时进行二次衬砌,进一步增强洞室的稳定性。加强对地下洞室的排水处理,设置排水系统,及时排除洞内积水,避免积水对围岩和施工造成不利影响。

2.3 水下土石方开挖技术

水下土石方开挖主要应用于港口码头建设、河道疏浚等水利工程。在河道疏浚工程中,为保障河道的通航能力、行洪能力,常需对河道底部的土石方进行开挖。抓斗式挖泥船是较为常用的水下土石方开挖设备,其通过吊杆悬挂抓斗,利用抓斗的自重张开斗体,下放至河底后,闭合抓斗抓取土石方,再提升至水面以上,将土石方卸至运输船舶或岸上指定地点。在开挖过程中,借助GPS定位系统和测深仪,实时监测挖泥船的位置和开挖深度,确保开挖精度。绞吸式挖泥船则适用于开挖较为松软的土质,其工作原理是通过绞刀将河底的土石方绞松,再利用泥浆泵将绞松后的土石方与水混合形成泥浆,通过管道输送至指定地点。这种开挖方式具有开挖效率高、输送距离远等优点。在进行水下土石方开挖时,需充分考虑水流、潮汐等因素的影响。合理安排施工时间,避免在水流速度过大或涨潮期间进行开挖作业,以防开挖出的土石方被水流冲走,影响施工效果。做好对周边生态环境的保护工作,采取有效的防护措施,防止开挖过程中产生的泥沙对水体造成污染,减少对水生生物的影响^[2]。

2.4 高边坡土石方开挖技术

高边坡土石方开挖技术在水利工程的大坝边坡、溢洪道边坡等建设中发挥着重要作用。在大坝边坡开挖前,对边坡的地质条件进行详细勘察,包括岩石的性质、结构面的分布、地下水情况等。根据勘察结果,制定科学合理的开挖方案。分层分段开挖是高边坡土石方开挖的常用方法,将高边坡按照一定的高度和长度划分为若干个分层和分段,自上而下依次进行开挖。在每一层开挖过程中,及时对边坡进行防护,采用锚杆支护时,在坡面上钻孔,插入锚杆并注入水泥砂浆,使锚杆与岩体紧密结合,提供锚固力,增强边坡的稳定性。挂

网喷浆也是常用的防护手段,在坡面上铺设钢筋网,然后喷射混凝土,形成防护层,防止坡面岩石风化、剥落。在开挖过程中,运用监测技术实时监测边坡的位移、应力等变化情况。通过布置位移监测点、应力监测传感器等设备,及时获取边坡的变形数据。一旦发现边坡变形异常,立即停止开挖作业,采取相应的加固措施,如增加锚索数量、调整开挖顺序等。做好高边坡的排水工作,在边坡顶部和坡面设置截水沟、排水沟等排水设施,将地表水和地下水及时引排至坡外,降低水对边坡稳定性的不利影响。

3 提升水利施工中土石方开挖技术应用水平的策略

3.1 优化施工方案

(1)对施工现场的地质条件进行详尽勘察与精准分析。通过地质钻探、物探等多种手段,获取岩石硬度、土层结构、地下水位等详细数据,以此为基础制定契合实际的开挖方法。比如在岩石坚硬区域,优先采用爆破开挖结合机械破碎的方式,合理规划炮孔布置与装药量,确保开挖效率与安全,同时减少对周边岩体的扰动。(2)精心规划开挖顺序与施工流程。根据工程整体布局与施工进度要求,明确先开挖区域与后开挖区域。对于大型水利工程,采用分层分段开挖,每一层段设置合理的台阶高度与坡度,保证施工过程中边坡的稳定性。并且考虑不同施工环节间的衔接,减少施工停滞与资源浪费,如在开挖完成一段后,及时跟进基础处理与支护作业。(3)充分考虑施工环境因素对方案的影响。针对雨季施工,制定完善的排水措施,设置截水沟、集水井,配备足够排水设备,防止雨水浸泡基坑影响开挖质量与安全。在寒冷地区冬季施工时,对机械设备与开挖材料采取保温措施,对开挖面进行覆盖防护,确保施工能够正常有序开展,提升施工方案的整体可行性与适应性。

3.2 加强设备管理与维护

(1)依据土石方开挖工程的规模、施工条件等,合理选型机械设备。大型水利工程中,选用功率大、挖掘力强的挖掘机,匹配相应载重量的运输车辆,保证高效的土方转运。针对特殊地质条件,如软土地基,选择带有特殊附属装置的设备,像湿地挖掘机等,确保设备能适应不同工况,发挥最佳性能。(2)建立严格规范的设备日常维护制度。每日施工前对设备进行全面检查,包括设备外观、关键部件连接、燃油与润滑系统等。定期对设备进行深度保养,更换易损件,对发动机、液压系统等核心部位进行专业检测与调试,保证设备始终处于良好运行状态,减少因设备故障导致的施工延误与安全

隐患。(3)注重设备操作人员的技能培训与管理。要求操作人员熟悉设备的性能参数、操作流程与安全注意事项,严格按照操作规程操作设备。定期组织操作人员进行技能竞赛与经验交流,提高其操作熟练度与应对突发故障的能力,使设备在操作人员手中能发挥最大功效,延长设备使用寿命,保障施工顺利进行^[3]。

3.3 提高施工人员技术水平

(1)开展专业技能培训活动。邀请行业内经验丰富的专家,针对土石方开挖的新技术、新工艺进行详细深入的讲解与示范,内容涵盖最新科技进展及实用技巧。组织施工人员深入学习并掌握在不同地质条件下的高效开挖技巧,包括岩石开挖中的光面爆破技术、软土开挖中的支护配合技巧等,通过理论学习与现场实操的紧密结合,让施工人员切实掌握并熟练运用这些先进的技术方法。(2)加强施工人员的安全技术教育。在施工现场设置安全培训区域,展示安全事故案例,分析事故原因与预防措施。定期组织安全演练,模拟施工中可能出现的坍塌、滑坡等紧急情况,让施工人员熟悉应急处置流程,提高其安全意识与应急反应能力,确保在保障安全的前提下进行土石方开挖作业。(3)建立施工人员技术考核机制。定期对施工人员的技术水平进行考核,考核内容涵盖理论知识、实际操作技能等方面。对考核优秀的人员给予奖励,激励施工人员主动学习提升技术,对考核不达标的人员进行针对性再培训,保证施工团队整体技术水平满足水利施工中土石方开挖的高要求,提高施工质量与效率。

3.4 引入信息化技术

(1)运用地理信息系统(GIS)对施工现场进行全方位数字化建模。将地质勘察数据、施工图纸等信息整合到GIS平台,构建三维可视化模型,施工人员可直观查看施工现场的地形地貌、地质结构以及开挖进度等信息,便于精准规划开挖路径与施工方案,提前发现潜在问题

并进行优化调整。(2)采用全球定位系统(GPS)与北斗卫星导航系统对施工设备进行实时定位与监控。通过在设备上安装定位装置,将设备的位置、运行轨迹、工作状态等信息实时传输至监控中心,管理人员可远程掌握设备动态,合理调度设备,提高设备利用率。利用定位系统对开挖作业进行精度控制,确保开挖边界与深度符合设计要求。(3)借助大数据与云计算技术对施工数据进行分析处理。收集土石方开挖过程中的设备运行数据、施工进度数据、质量检测数据等,运用大数据分析算法挖掘数据背后的规律与潜在问题。如通过分析设备运行数据预测设备故障,提前安排维护;利用施工进度数据优化施工组织,借助云计算强大的计算能力提高数据处理效率,为水利施工中土石方开挖技术的高效应用提供有力支持^[4]。

结语

综上所述,土石方开挖技术在水利施工中发挥着至关重要的作用。通过优化施工方案、加强设备管理、提高施工人员技能及引入信息化技术,可以显著提升土石方开挖技术的应用水平。这些措施的实施,不仅有助于保障施工安全与进度,还能提高工程质量与经济效益。未来,随着技术的不断进步与创新,土石方开挖技术将在水利工程中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]华树伟.水利工程土石方开挖施工技术的应用分析[J].中国厨卫,2025,24(2):102-104.
- [2]傅文博.水利工程土石方开挖施工技术应用分析[J].大武汉,2024(21):291-292.
- [3]焦翔鹏,于乃辉.土石方施工技术在水利水电工程建设中的应用[J].世界家苑,2023(22):162-164.
- [4]梁小香.探析土石方施工技术在水利水电工程施工中的应用[J].建筑工程技术与设计,2021(22):275.