

水利水电施工现场土方开挖与填筑工艺优化

陈晓龙

新疆北方建设集团有限公司 新疆 奎屯 833200

摘要: 随着水利水电建设向高精难领域持续拓展,土方施工工艺优化迫在眉睫。本文聚焦水利水电施工现场土方开挖与填筑工艺优化。先概述土方开挖与填筑工艺,接着剖析工艺存在的问题,如开挖精度不足、边坡稳定性差、施工效率低,以及填筑材料质量不稳定、分层填筑厚度不均、压实质量难保证等。针对这些问题,提出优化策略,包括采用先进测量技术、优化边坡设计、推广机械化施工等开挖工艺优化措施,严格控制填筑材料质量、规范分层填筑施工、采用先进压实技术等填筑工艺优化举措,以及加强施工组织设计、强化人员培训、建立质量管理体系等施工管理优化方向。

关键词: 水利水电;施工现场;土方开挖;填筑工艺;优化

引言:在水利水电工程建设中,土方开挖与填筑是基础且关键的施工环节,其工艺水平直接影响工程质量、进度与成本。当前,随着水利水电工程规模不断扩大、技术要求日益提高,传统土方开挖与填筑工艺逐渐暴露出诸多问题。这些问题不仅制约了工程的顺利推进,还可能对工程安全与耐久性产生潜在威胁。因此,深入探讨水利水电施工现场土方开挖与填筑工艺的优化策略,具有重要的现实意义。通过优化工艺,可有效提升施工效率、保证工程质量、降低工程成本,推动水利水电工程行业的可持续发展。

1 水利水电施工现场土方开挖与填筑工艺概述

1.1 土方开挖工艺

水利水电施工现场土方开挖工艺以干填碾压式为主导,涵盖场地清理、分层开挖、边坡修整及土石调运等环节。施工前需清除植被、表土及树根,采用推土机与挖掘机联合作业,确保开挖基线精准。开挖过程中,机械按自上而下全断面推进,预留20cm保护层由人工修整,避免扰动基底土层。针对高岸坡等复杂地形,分层开挖法通过梯段逐层下降控制爆破振动,结合深孔爆破与辐射孔爆破技术提升效率,同时采用喷混凝土、锚杆加固等防护措施保障边坡稳定。土石调运遵循就近原则,挖掘机与自卸汽车协同作业,减少二次搬运成本。雨季施工需增设排水系统,防止边坡冲刷,确保开挖断面符合设计精度要求。

1.2 土方填筑工艺

土方填筑工艺以压实度控制为核心,涵盖基底处理、分层填筑、含水量调整及机械压实等环节。填筑前需清除基底杂物,通过碾压试验确定铺土厚度、含水量范围及压实遍数等参数。填筑料采用挖掘机与推土机配

合铺筑,每层厚度严格控制在250-300mm,含水量偏差需小于3%,超标时通过翻晒或洒水调整。压实环节采用振动压路机为主,辅以蛙式打夯机处理边角区域,遵循“先静压后振压”原则,确保压实度达0.98以上。分层填筑时,每层需经环刀法检测合格后方可继续施工,接缝处采用错缝搭接,避免形成薄弱层。对于堤防等线性工程,采用进占法铺料,结合排水横坡设计,保障填筑体抗渗性能与整体稳定性^[1]。

2 水利水电施工现场土方开挖与填筑工艺存在的问题

2.1 土方开挖工艺存在的问题

(1) 开挖精度不足。在水利水电施工现场土方开挖中,精度不足问题较为突出。一方面,测量设备精度有限或操作人员技术不熟练,导致开挖边界、深度等参数与设计存在偏差,影响后续施工。另一方面,施工时缺乏实时监测与动态调整机制,开挖过程中难以及时发现并纠正偏差,使得超挖或欠挖现象频发,不仅增加额外工程量,还可能破坏周边土体结构,为工程安全埋下隐患。(2) 边坡稳定性差。土方开挖常面临边坡稳定性差的问题。部分工程对地质条件勘察不充分,未准确掌握土体性质、地下水位等信息,导致边坡设计不合理。开挖过程中,若未遵循分层分段原则,一次性开挖过深或坡度过大,会破坏土体原有平衡,引发边坡失稳。此外,缺乏有效的边坡防护措施,如未及时设置排水系统,雨水冲刷会使边坡土体含水量增加,抗剪强度降低,进一步加剧边坡滑塌风险。(3) 施工效率低下。水利水电土方开挖施工效率受多种因素制约。现场施工组织混乱,机械与人员调配不合理,导致设备闲置或作业面冲突,降低整体施工效率。同时,施工工艺落后,仍依赖传统人工与小型机械作业,面对大规模土方开挖

时,进度缓慢。而且,施工环境复杂,如遇到坚硬岩石或不良地质条件,需频繁调整施工方案,延长工期。此外,物资供应不及时、运输道路不畅等问题,也会影响施工连续性,造成效率低下。

2.2 土方填筑工艺存在的问题

(1) 填筑材料质量不稳定。水利水电土方填筑中,填筑材料质量不稳定问题频发。一方面,料场选择缺乏科学规划,不同区域土料性质差异大,含水量、颗粒级配等指标波动明显,难以满足设计要求。另一方面,材料运输与储存环节管理不善,运输过程中未做好防护,导致土料受雨水冲刷或暴晒,含水量变化;储存场地条件差,不同批次材料混堆,易发生污染与变质。此外,对进场材料检测不严格,部分不合格材料混入施工现场,为填筑质量埋下隐患,影响工程整体稳定性与耐久性。(2) 分层填筑厚度不均匀。分层填筑厚度不均匀在土方填筑施工中较为常见。施工时,由于缺乏明确的厚度控制标准与有效的现场监督,操作人员往往凭经验作业,导致各层填筑厚度偏差较大。部分区域为追求进度,填筑过厚,使得压实机械无法达到规定压实功,影响压实效果;而有些地方填筑过薄,不仅增加施工工序,还易造成层间结合不紧密,形成薄弱界面。此外,在复杂地形条件下,如边角、坑洼处,分层填筑厚度更难控制,进一步加剧了厚度不均匀问题。(3) 压实质量难以保证。压实质量难以保证是土方填筑的关键难题。首先,压实设备选型不合理,未根据填筑材料性质、填筑厚度等因素选择适配的压实机械,导致压实效果不佳。其次,压实工艺参数控制不准确,如压实遍数、行驶速度等未按要求执行,随意增减遍数或改变速度,使压实度达不到设计标准。再者,施工环境对压实质量影响大,如雨天施工,土料含水量增加,降低压实效果;高温天气,土料水分蒸发快,易出现干裂现象。此外,检测手段有限,不能及时、准确反映压实质量,难以及时发现并解决问题^[2]。

3 水利水电施工现场土方开挖与填筑工艺优化策略

3.1 土方开挖工艺优化

(1) 采用先进的测量技术。采用先进的测量技术可显著提升开挖精度。如运用全球定位系统(GPS)与实时动态差分技术(RTK),能实时获取高精度三维坐标数据,精准定位开挖边界与深度,实现开挖过程的动态监控与实时调整。同时,引入三维激光扫描技术,可快速获取开挖区域地形数据,生成高精度三维模型,与设计模型对比分析,及时发现偏差并纠正。此外,利用无人机倾斜摄影测量技术,对大面积开挖区域进行快速测

绘,获取高清影像与地形数据,辅助施工规划与进度监控。先进测量技术的应用,能有效减少超挖与欠挖现象,提高开挖质量与效率,降低工程成本。(2) 优化边坡设计。应加强地质勘察工作,详细掌握工程场地的地质条件、土体性质、地下水位等信息,为边坡设计提供准确依据。根据不同地质条件与开挖深度,采用科学的边坡坡比计算方法,确定合理的边坡坡度。对于不稳定边坡,可结合工程实际情况,采用多种支护方式相结合的综合支护措施,如锚杆支护、喷混凝土支护、格构梁支护等,增强边坡的稳定性。同时,设置完善的排水系统,包括坡面排水沟、截水沟等,及时排除坡面与地下水积水,降低水对边坡稳定性的影响。优化边坡设计能有效减少边坡失稳风险,保障施工安全与工程顺利进行。

(3) 推广机械化施工。选用先进的开挖机械设备,如大型挖掘机、装载机、自卸汽车等,提高开挖效率与运输能力。对于坚硬岩石开挖,可采用液压破碎锤、潜孔钻机等设备进行破碎与钻孔,配合挖掘机进行装运,提高岩石开挖效率。同时,引入智能化控制系统,实现机械设备的自动化操作与远程监控,提高施工精度与安全性。此外,合理安排机械设备的配套与作业顺序,形成高效的施工流水线,减少设备闲置时间,提高整体施工效率。推广机械化施工能有效缩短工期、降低成本、提高工程质量,提升水利水电工程土方开挖的现代化水平。

3.2 土方填筑工艺优化

(1) 严格控制填筑材料质量。首先,加强料场勘察与规划,根据工程需求选择地质条件稳定、土料性质良好的料场,并对不同料区的土料进行详细试验检测,明确其物理力学性质、含水量、颗粒级配等指标,建立料场土料质量档案。其次,在材料运输过程中,采用封闭式运输车辆或做好覆盖防护,防止土料受雨水冲刷、暴晒和污染。运输道路应平整坚实,减少颠簸,避免土料离析。最后,在施工现场设置专门的材料检验区,对每批进场的填筑材料进行严格检验,检测指标包括含水量、压实度、有机质含量等,不合格材料坚决退场,严禁用于工程填筑。同时,建立材料质量追溯体系,确保每一层填筑材料来源可查、质量可控。(2) 规范分层填筑施工。施工前,根据设计要求和现场试验确定每层填筑厚度,并在填筑区域设置明显的厚度控制标识。采用推土机或平地机进行铺料作业,确保每层填筑材料均匀分布,表面平整。对于边角、坑洼等机械难以施工的部位,应采用人工辅助铺料,保证填筑厚度符合要求。在分层填筑过程中,严格控制层间结合质量,每层填筑完成后,应及时进行压实度检测,合格后方可进行上一层

填筑。同时,做好层间处理工作,如清除层间杂物、洒水湿润等,增强层间粘结力,避免形成薄弱界面。此外,合理安排施工顺序,采用分段流水作业方式,提高施工效率,确保分层填筑施工有序进行。(3)采用先进的压实技术。一方面,根据填筑材料的性质和填筑厚度,选择合适的压实机械,如振动压路机、凸块振动压路机、羊足碾等,并合理配置压实机械的型号和数量。对于粘性土,可采用凸块振动压路机进行压实,增加压实面的粗糙度,提高压实效果;对于砂砾石等粗粒料,宜采用振动压路机进行高频振动压实。另一方面,引入智能压实控制系统,通过在压实机械上安装传感器和监控设备,实时监测压实过程中的压实度、行驶速度、振动频率等参数,并将数据反馈给操作人员,实现压实过程的精准控制。此外,采用强夯法、冲击压实法等特殊压实技术,对深层土体进行加固处理,提高填筑体的整体稳定性。采用先进的压实技术能显著提升填筑质量,确保水利水电工程的安全运行。

3.3 施工管理优化

(1)加强施工组织设计。需综合考量工程规模、地质条件、施工环境等因素,科学规划施工流程。针对土方开挖与填筑,要精准安排各工序的先后顺序、作业时间及衔接节点,避免工序冲突导致的工期延误。合理配置人力、物力资源,依据施工进度动态调整设备与人员投入,确保资源高效利用。同时,制定详细的施工平面布置图,明确材料堆放、设备停放及运输道路位置,减少场内二次搬运。此外,充分考虑季节性因素,如雨季制定排水防涝措施,冬季做好防寒保温准备。通过精细化施工组织设计,实现施工过程的高效、协调与可控,为工程顺利推进提供坚实保障。(2)强化施工人员培训。定期组织系统培训,涵盖土方开挖与填筑的工艺原理、操作规范及质量标准等内容,使施工人员熟练掌握施工要点。开展安全教育培训,通过案例分析、现场演练等方式,强化安全意识,确保施工人员严格遵守安全

操作规程,正确使用安全防护用品。同时,注重培养施工人员的质量意识与责任心,让其明白自身工作对工程整体质量的影响。此外,鼓励施工人员之间交流经验,分享技术创新成果,提升团队整体技术水平。通过持续强化培训,打造一支技术精湛、安全意识强、质量观念牢的施工队伍。(3)建立质量管理体系。依据国家相关标准与行业规范,结合工程实际情况,制定明确的质量目标与质量控制计划,将质量要求细化到每个施工环节。建立质量责任制,明确各部门、各岗位的质量职责,实行质量追溯制度,确保质量问题可查、责任可究。加强施工过程的质量监控,通过定期检查、随机抽检、专项检测等方式,对土方开挖的尺寸精度、填筑材料的压实度等关键指标进行严格检测,及时发现并纠正质量问题。同时,建立质量信息反馈机制,鼓励施工人员、监理人员等及时上报质量问题与改进建议,持续优化施工工艺与管理措施,不断提升工程质量水平^[3]。

结束语

水利水电施工现场土方开挖与填筑工艺优化是一项系统且意义深远的工作。通过采用先进测量技术、优化边坡设计、推广机械化施工等举措,土方开挖的精度、效率与安全性得以显著提升;严格把控填筑材料质量、规范分层填筑施工、引入先进压实技术,则保障了填筑工程的稳定性与耐久性。而加强施工组织设计、强化人员培训、建立质量管理体系等施工管理优化策略,为整个工程的有序推进和质量管控筑牢了根基。

参考文献

- [1]张宏洲.水利工程施工中土方填筑施工工艺[J].黑龙江水利科技,2019,47(05):154-155.
- [2]曹水秀.水利工程施工中土方填筑施工技术的应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(17):217-219.
- [3]李涛.水利渠道工程施工中土方回填及浆砌石质量控制要点[J].城市建筑空间,2024,31(S2):300-302.