

水利工程施工技术现状及发展趋势研究

王步之

南京市水利规划设计院股份有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i12.19203

[摘要] 水利工程施工技术对保障水利工程建设质量、推动水利事业发展非常重要,本文围绕其展开了深入探讨。在现状方面,传统施工技术应用广泛但有局限,新技术的不断融入,施工技术管理在质量、安全和进度上存在问题。发展趋势则呈现智能化、绿色化、大型化与综合化。为推动其发展,提出加强技术创新与研发投入、提高施工人员的素质、完善施工技术的标准体系、更新施工设备等策略,提升水利工程施工技术水平,推动水利工程向更高质量、更可持续的方向迈进。

[关键词] 水利工程; 施工技术; 现状; 发展趋势

中图分类号: TV52 文献标识码: A

Research on the Current Status and Development Trends of Hydraulic Engineering Construction Technology

Buzhi Wang

Nanjing Water Conservancy Planning and Design Institute Co., Ltd.

[Abstract] Hydraulic engineering construction technology is very important for ensuring the construction quality of hydraulic engineering and promoting the development of the water conservancy industry. This paper conducts an in-depth discussion on this topic. In terms of the current status, traditional construction technologies are widely used but have limitations. New technologies are continuously being integrated, and there are problems in construction technology management regarding quality, safety, and schedule. The development trends show intelligence, greening, large-scale development, and integration. To promote its development, strategies such as strengthening technological innovation and research and development investment, improving the quality of construction personnel, perfecting the standard system of construction technology, and updating construction equipment are proposed to enhance the level of hydraulic engineering construction technology and promote hydraulic engineering to move toward higher quality and greater sustainability.

[Key words] hydraulic engineering; construction technology; current status; development trends

引言

水利工程作为国家基础设施建设的关键构成,水利工程施工技术水平对工程质量、效益及可持续发展影响深远。当前,水利工程施工技术虽在传统技术应用、新技术融入及管理方面取得一定成果,但仍然面临诸多挑战。在环保要求提升、建设规模扩大、多专业融合的大背景下,探究其发展趋势与推动策略迫在眉睫。本文将深入剖析水利工程施工技术现状,精准把握其智能化、绿色化、大型化与综合化等发展趋势,并提出切实可行的发展策略。

1 水利工程施工技术现状

1.1 传统施工技术应用情况

以土石方施工为例,作为工程建设的基石环节,其作业链条

完整涵盖开挖、运输与填筑三大核心工序。当前实践中,爆破开挖结合机械挖掘、辅以人工精细化作业的模式占据主导地位,自卸汽车与皮带输送机等运输装备在物料转运中发挥着关键效能。填筑作业则普遍采用分层填筑与分层压实的工艺路径,通过严格把控土料压实度及均匀性指标确保施工质量。不过需注意,此类传统技术在复杂地质条件下的适应性仍存在提升空间,且施工过程中产生的粉尘、噪声等环境影响问题亦需重视。混凝土施工对水利工程结构质量与耐久性具有决定性影响。现阶段在混凝土制备、运输及浇筑环节已形成成熟技术体系。制备阶段通过严格筛选原材料并精准控制配合比,配合先进搅拌设备保障混凝土均匀性;运输环节则依托混凝土搅拌车与泵车实现高效转运与精准浇筑。具体浇筑作业中,根据工程结构特点灵活

采用分层、分段浇筑策略,并借助振捣设备确保混凝土密实度。但大体积混凝土温控管理、裂缝防治等难点问题仍是传统技术需突破的关键课题。地基处理技术是保障水利工程安全稳定的重要支撑,实践中,换填法、强夯法、排水固结法及桩基础等处理方法依据地质条件灵活选用^[1]。换填法通过置换浅层软弱地基的砂石等材料提升承载力;强夯法利用重锤冲击能量夯实碎石土、砂土等地基;排水固结法则通过设置排水通道加速地基土固结,强化地基强度;桩基础则适用于深厚软弱地基,通过将上部荷载传递至深层稳定土层实现有效承重。

1.2 新技术在水利工程施工中的应用

在当代水利工程领域,新兴技术的融合应用正深刻改变着传统施工模式。数字化施工技术以信息技术与传感器技术为支撑,实现了施工全过程的动态监控与精准调控。通过集成GPS、GNSS及GIS系统,可实时追踪施工机械的作业位置、运行轨迹及关键参数,动态调整施工策略以提升作业精度与效率。结合BIM等数字化建模工具构建三维施工模型,能够预先模拟施工流程,识别潜在风险并优化方案,实现资源的高效配置与施工方案的迭代优化。绿色施工技术的推广则契合了生态环保的时代要求。该技术体系聚焦施工全周期的环境影响控制,通过采用环保建材与节能设备、优化工艺流程等手段降低资源消耗与污染排放。例如在混凝土配制中引入粉煤灰、矿渣粉等工业固废作为掺合料,既减少水泥用量又降低水化热与碳排放;土方作业时采用湿法抑尘、覆盖防尘网等措施控制粉尘扩散;通过科学规划施工场地布局,最大限度减少对周边土地与植被的扰动破坏。智能化施工技术依托人工智能、物联网、大数据等前沿技术,推动施工设备自动化与管理智能化升级。智能挖掘机、智能起重机等装备可按预设参数自主完成复杂作业,显著提升施工安全性与效率;通过物联网平台整合设备、材料、人员等多源信息,实现施工全要素的可视化追踪与动态管理;运用大数据分析技术深度挖掘施工数据价值,为科学决策提供精准数据支撑。

1.3 施工技术管理现状

(1)质量管控方面,多数项目建立了涵盖目标设定、责任划分及过程验收的质量管理体系,但混凝土强度不达标、地基处理不到位等质量问题仍时有发生。深究根源,制度执行刚性不足、一线施工人员质量意识薄弱、施工工艺存在优化空间是主要症结^[2]。(2)施安全管理环节,鉴于水利工程作业环境复杂,涉及高空作业、物体打击、触电、坍塌等多重风险,项目普遍加强了安全制度建设和操作规范制定,并开展定期培训与检查。然而,部分施工单位仍存在安全管理重视程度不足、安全投入匮乏、防护措施落实不到位等问题,导致安全事故难以完全杜绝。(3)进度控制方面,水利工程受地质条件变化、气候波动、资金供应稳定性、设备材料供应时效性等多重因素制约。当前施工单位多采用网络计划技术编制进度方案,并实施动态跟踪调整,但由于施工过程中的不确定性因素较多,进度计划常出现偏差,工期延误现象时有发生。这不仅影响工程整体效益的发挥,还可能因成本增加、资源错配等问题对工程建设造成连锁不利影响。

2 水利工程施工技术发展趋势

2.1 智能化发展趋势

在施工设备层面,智能挖掘机能够根据实时地形数据和施工需求,自动调整挖掘角度和挖掘深度,大幅减少人工频繁干预的需求;智能起重机则通过内置传感器自动识别被吊物体的重量分布和重心位置,实现精准吊装作业;智能混凝土搅拌车可结合混凝土配合比参数和施工进度需求,自动调节搅拌速度与出料量,确保混凝土性能稳定。这些设备的智能化升级不仅提升了施工效率与质量精度,更有效降低了人工操作误差,减轻了作业人员的劳动强度。在施工管理维度,物联网、大数据与人工智能的深度融合正重塑传统管理模式。通过在施工区域部署多类型传感器和监测设备,可实时采集设备运行状态、施工质量参数、安全风险指标等关键数据,并依托管理平台进行智能分析处理。平台能够基于数据洞察自动生成施工动态报表、风险预警信息,为管理者提供精准决策支持。同时,虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术的应用,实现了施工过程的三维可视化模拟与远程实时监控,使管理人员能够直观掌握现场作业情况,快速识别并解决潜在问题,提升施工管理的效率与科学化水平。

2.2 绿色化发展趋势

在环保材料应用层面,未来工程将更倾向于选择高性能混凝土、再生骨料混凝土等低碳型建材,通过优化配合比减少水泥用量,直接降低碳排放强度;同时积极采用新型环保防水材料、保温隔热材料,提升工程节能性能与使用寿命;对于施工辅助材料,则优先选用可降解、易回收的环保型产品,从源头减少建筑垃圾产生^[3]。在节能减排技术实施方面,施工全周期将深度融入绿色能源利用理念——通过部署太阳能光伏板、风力发电装置为现场设备及临时设施供电,优化施工机械调度减少空转耗能,推广节水型施工设备与工艺提高水资源循环利用率;针对扬尘、噪声、废水等污染问题,采用围挡喷淋、隔音屏障、污水处理回用等综合治理措施,最大限度降低施工活动对周边生态环境的影响。

2.3 大型化与综合化发展趋势

随着水利工程建设规模的不断扩大,施工设备的大型化趋势愈发明显。大型挖掘机、起重机、混凝土搅拌站等设备凭借其施工效率高、作业能力强的突出优势,将在未来水利工程中承担更重要的角色,有效推动大规模工程的施工进度,保障工程质量达标。在综合化发展层面,水利工程本身涉及土木工程、水利工程、机电工程等多个专业领域,未来施工技术将更注重跨专业的深度融合与协同作业。通过将土建施工与机电安装、金属结构制作安装等环节紧密衔接,实现施工全流程的无缝对接与高效配合。这种综合化模式不仅能减少各环节间的衔接障碍,避免重复劳动和资源浪费,还能从整体上提升工程建设的综合效益,使水利工程在性能表现、质量水平上更优,从而更好地服务于社会经济发展和民生需求。

3 推动水利工程施工技术发展的策略

3.1 加强技术创新与研发投入

政府和施工企业要共同加大在水利工程施工技术创新方面的资金投入,构建起以企业作为创新主体、以市场作为创新导向、实现产学研深度融合的技术创新体系。科研机构 and 高校应积极承担水利工程施工技术的研究与开发任务,主动加强与施工企业的沟通协作,建立紧密的合作关系,将科研成果及时转化为实际生产力并加以应用,让科研成果切实服务于水利工程建设^[4]。施工企业自身也不能坐等成果,要积极主动作为,一方面积极引进国内外先进的水利工程施工技术,拓宽技术视野,吸收先进理念;另一方面,要紧密结合自身工程建设的实际情况,对引进的技术进行创新和改进,使其更贴合自身需求。

3.2 提高施工人员素质

开展系统且全面的专业培训和技能训练,内容涵盖水利工程施工领域的新技术、新工艺和新材料的应用方法,让施工人员能够紧跟行业发展步伐,熟练掌握并运用各类先进技术手段,为高质量施工提供技术保障。然后强化质量意识及安全意识教育,通过定期组织相关培训课程和案例分析活动,使施工人员深刻认识到质量和安全在工程建设中的重要性,进而提高他们的责任心,增强自我保护能力,减少施工过程中的质量问题和安全事故。最后再建立科学合理的人员考核评价机制,对施工人员的技能水平和工作表现进行定期考核,依据考核的结果实施相应的奖惩措施,激励施工人员进行主动学习、积极进取,不断地提升自身素质,打造一支技术过硬、素质优良的施工队伍。

3.3 完善施工技术标准体系

为推动水利工程施工技术发展,要加快推进施工技术标准的修订与完善,紧密贴合水利工程建设新要求及新技术发展动态,及时更新标准内容,确保可以精准反映行业最新水平,提升科学性、合理性与可操作性,为施工提供精准可靠依据;鉴于不同地区、工程类型在施工技术与要求上存在差异,要加强统筹协调,构建全国统一的水利工程施工技术标准体系,打破地域和工程类型限制,实现施工标准规范化与一体化,保障全国水利工程建设遵循统一规范;此外,要重视对施工技术标准的宣传培训,并且通过广泛宣传标准重要性和具体内容,组织施工人员进行系统的培训,让施工人员熟练掌握标准要求,在施工中严格依标作业,确保工程建设质量,减少不规范行为,推动水利工程施工

技术向标准化、规范化稳步迈进^[5]。

3.4 更新施工设备

一方面是要加大在施工设备更新换代上的资金投入,依据设备使用年限、性能状况等,及时淘汰老化落后、效率低下且存在安全隐患的设备,积极引进先进新型施工设备,以此适应水利工程建设规模扩大、施工要求提高的现状,提升施工效率与质量。另一方面是要在引进新设备时强化维护管理,建立完善且有效的设备管理制度,明确管理责任与流程,安排专业人员定期全面检查设备,及时发现潜在问题,并且依照维护保养规范定期开展工作,确保设备良好运行,延长使用的寿命、降低故障发生率。还要鼓励施工企业与设备制造商紧密合作,发挥双方优势,将施工企业实际需求与设备制造商技术研发能力相结合,共同研发出契合水利工程施工特点的新型设备,提高设备的针对性与适用性,提升整体水平。

4 结语

综上所述,水利工程施工技术现状既有传统技术的坚实支撑,也面临复杂地质适应性、质量安全管控等挑战,不过数字化、绿色化、智能化等新技术的应用为其注入新活力。展望未来,智能化、绿色化、大型化与综合化是明确的发展方向。而推动其发展,需从技术创新投入、人员素质提升、标准体系完善以及设备更新等多方面协同发力。唯有如此,才能不断提升水利工程施工技术水平,保障工程建设质量与效益,推动水利事业持续健康发展。

[参考文献]

- [1]尹斌斌.水利工程施工中的智能化技术应用与发展趋势[C]//2025工程技术与材料应用学术交流会议论文集,2025:1-2.
- [2]黄小,陈雷,黄彬余.水利工程施工技术研究与发展[J].水利电力技术与应用,2025,7(5):10.
- [3]袁家裕.水利工程施工技术现状及发展趋势研究[J].工程管理与技术探讨,2025,7(3):55-37.
- [4]王竞.水电工程中水利设施施工技术的现状及发展趋势研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(10):0051-0054.
- [5]石义.水利工程施工技术现状与发展趋势分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(11):180-183.