

水利水电工程施工中的技术创新与应用实践

汶鑫月

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：随着科技的不断进步和水利水电工程需求的日益增长，技术创新在水利水电工程施工中发挥着越来越重要的作用。本文旨在探讨水利水电工程施工中的技术创新与应用实践，分析现有技术的应用现状，并展望未来发展趋势。

关键词：水利水电工程；技术创新；施工应用

引言

水利水电工程作为国民经济的基础设施，对于防洪、灌溉、发电等方面具有重要意义。随着科技的进步和工程需求的提高，传统施工方法已难以满足现代水利水电工程的高标准、严要求。因此，技术创新成为提升工程质量和效率的关键。

1 水利水电工程施工中的技术创新

1.1 混凝土施工技术的创新与应用

1.1.1 混凝土碾压技术

混凝土碾压技术作为现代筑坝技术的一项重大突破，其核心在于利用大型碾压设备对大面积干硬性混凝土进行高效压实。这一技术摒弃了传统浇筑方式中人工振捣的局限，通过机械化作业大幅提升了施工速度，缩短了工期。同时，碾压过程促进了混凝土颗粒间的紧密排列，有效提高了混凝土的密实度和整体强度，确保了结构物的长期稳定性^[1]。尤其在大坝、围堰等大体积混凝土构造物的建设中，混凝土碾压技术展现出了无可比拟的经济性和实用性，不仅降低了材料消耗和人力成本，还显著提升了工程质量，为水利水电工程的快速发展奠定了坚实基础。

1.1.2 自密实混凝土

自密实混凝土技术的诞生，标志着混凝土施工向更加智能化、精细化的方向迈进。该技术通过精确调整混凝土的材料组成，如水泥、骨料、外加剂的比例，使得混凝土在无需外部振捣的条件下就能自动流动并填充模板内的所有空隙，实现自我密实。这一创新不仅简化了施工流程，减少了人工干预，还极大提高了混凝土的均匀性和密实度，从而增强了结构的力学性能。此外，自密实混凝土技术的应用还减少了噪音污染，改善了施工现场的工作环境，体现了绿色施工的理念。

1.1.3 清水混凝土

清水混凝土施工，则是对混凝土美学价值的一次深

度挖掘。该技术强调在保证混凝土结构强度的同时，通过精细的施工控制，如模板设计、浇筑工艺、表面处理等，使混凝土表面呈现出自然、光滑、平整的质感，无需额外装饰即可展现出独特的视觉美感。清水混凝土不仅适用于水利水电工程中需要高度美观性的部位，如溢流面、观景平台等，还因其简约而不失质感的设计风格，成为了现代建筑设计中备受青睐的元素。这一技术的广泛应用，不仅提升了工程项目的艺术价值，也促进了混凝土施工技术与建筑美学的深度融合，为水利水电工程增添了更多的人文色彩和创新魅力。

1.2 地基处理技术的创新与应用

1.2.1 振冲技术

振冲技术，作为软弱地基加固的利器，其核心在于利用振冲器产生的高频振动与高压水流，对地基土体进行深度改造。这一过程中，高频振动使得土体颗粒间的摩擦力减小，土体趋于液化状态，而高压水流的冲刷作用则进一步促进了土颗粒的重新排列与密实。通过这一系列的物理作用，地基土的承载力与抗剪强度得到显著提升，有效解决了软弱地基承载力不足、易变形等问题。在水利水电工程中，大坝地基、水闸地基等关键部位常面临复杂的地质条件，振冲技术凭借其高效、灵活的特点，成为了处理这些软弱地基的首选方案。通过精确控制振冲器的振动频率与水流压力，施工人员能够针对不同地质条件进行定制化加固，确保地基处理效果满足工程要求，为水利水电工程的安全运行提供了有力保障。

1.2.2 预应力锚固技术

预应力锚固技术，则是在预应力混凝土技术基础上发展而来的新型地基处理技术。该技术通过预先对锚杆或锚索施加张力，将建筑物或岩体牢牢锚固在稳定的地层中，从而增强结构的整体稳定性与安全性。预应力锚固技术的关键在于精确计算锚固力的大小与分布，以及合理设计锚杆或锚索的布局与长度，以确保锚固效果达

到最佳。这一技术因其适应性强、施工简便、效果显著等优点,在水利水电工程中得到了广泛应用^[2]。无论是大坝的加固、边坡的治理,还是地下洞室的支护,预应力锚固技术都能发挥重要作用。它不仅能够有效控制结构的变形与位移,还能提高结构的抗震性能,为水利水电工程的安全运行增添了一道隐形的保护屏障。

1.3 信息化施工技术的创新与应用

1.3.1 地理信息系统技术

地理信息系统(GIS)技术,作为融合了计算机技术、测绘技术、遥感技术和地理科学的综合性技术,为水利水电工程施工提供了强大的数据支持与决策辅助。在施工准备阶段,GIS技术能够高效地进行地形测绘与地质勘察,通过精确的数字高程模型(DEM)和地质图层,为工程规划与设计提供详实的基础资料。这不仅大幅提高了设计精度,还缩短了设计周期,降低了设计成本。在施工过程中,GIS技术更是发挥着不可替代的作用。它能够对施工现场的地理信息进行实时采集、处理与分析,包括施工进度、材料堆放、人员分布等关键信息,为施工管理提供了全面、准确的数据支持。通过GIS技术的空间分析功能,施工人员可以直观地了解工程各部分的相互关系,优化施工顺序与资源配置,有效避免了施工冲突与资源浪费。此外,GIS技术还能辅助进行工程质量控制与安全监测,及时发现并处理潜在的安全隐患,确保工程施工的安全顺利进行。

1.3.2 无人机技术

无人机技术以其灵活高效、覆盖范围广的特点,在水利水电工程的监测与灾害评估中展现出了巨大潜力。无人机搭载的高清相机、红外线传感器等先进设备,能够实时获取水利项目的建设进度、运行状况以及周边环境信息,为工程管理提供了前所未有的便捷与高效。在工程施工期间,无人机可以定期对施工现场进行航拍,通过高清影像对比,快速掌握工程建设的实际进度与计划进度的偏差,及时调整施工计划,确保工程按期完成。同时,无人机还能对施工现场及周边环境进行实时监测,及时发现并报告地质灾害、环境污染等潜在风险,为工程施工的安全管理提供了有力支持^[3]。在灾害评估方面,无人机技术更是发挥了不可替代的作用。在洪水、滑坡等自然灾害发生时,无人机能够迅速进入灾区,获取第一手灾害信息,为救援决策与灾后重建提供科学依据。此外,无人机还能用于水利工程的日常巡检与维护,及时发现并处理工程设施的损坏与老化问题,确保水利工程的长期稳定运行。

1.4 绿色施工技术的创新与应用

1.4.1 生态修复技术

生态修复技术,作为绿色施工技术的重要组成部分,旨在通过科学的方法恢复受损水体的生态平衡,提升其自净能力。在河流治理等水利水电工程中,生态修复技术的应用尤为关键。例如,人工湿地技术通过构建模拟自然湿地的生态系统,利用湿地植物的吸收、净化作用,有效去除水体中的污染物,改善水质。同时,湿地还为水生生物提供了栖息地,促进了生物多样性的恢复。生态浮岛技术则是另一种有效的生态修复手段。它利用漂浮在水面上的载体种植水生植物,通过植物的根系吸收水中的氮、磷等营养物质,减少水体富营养化现象,同时美化水域环境,提升景观价值。在河道边坡的治理中,生态护坡技术通过采用植被覆盖、生态砖等生态友好型材料,不仅增强了边坡的稳定性,还促进了河道生态系统的恢复,实现了工程安全与生态保护的双重目标。

1.4.2 环保材料与绿色施工

在水利水电工程的施工过程中,环保材料与绿色施工方法的采用是减少环境影响、实现绿色建设的重要途径。传统施工方法中,塑料模板、木质模板等一次性使用材料的大量应用,不仅造成了资源的浪费,还产生了大量的建筑垃圾。而环保材料的出现,如可降解模板、再生塑料制品等,以其可循环利用、降解速度快的特点,有效减少了建筑垃圾的产生,降低了对环境的压力。此外,绿色施工方法的应用也至关重要。在施工现场,采用节能灯具替代传统高能耗灯具,可以显著降低能耗,减少碳排放^[4]。同时,节水器具的使用也至关重要,通过优化用水管理,减少施工过程中的水耗,实现水资源的节约利用。此外,推广使用低挥发性有机化合物(VOC)的涂料和胶粘剂,减少有害气体的排放,保护施工人员的健康,也体现了绿色施工的人文关怀。

2 技术创新在水利水电工程施工中的应用实践:三峡工程

三峡工程,作为举世瞩目的水利水电工程巨擘,不仅是中国水利史上的里程碑,也是全球水利工程技术创新与应用的典范。在其宏伟的建设过程中,多项前沿技术的融合应用,为工程的顺利推进与质量保障提供了坚实支撑。在施工管理层面,三峡工程率先引入了GPS定位技术、GIS技术和数据库技术,构建了一套高效的信息管理系统。GPS定位技术以其高精度、全天候的特点,为工程测量与定位提供了可靠保障,确保了施工过程的精准性。GIS技术则通过整合地理、地质、气象等多源信息,实现了工程信息的可视化管理与实时查询,极大地提升

了施工决策的科学性与效率。而数据库技术的运用,则有效整合了工程数据,为施工过程中的数据分析与质量控制提供了有力支持。在工程质量与安全保障方面,三峡工程同样不遗余力地推进技术创新。高性能混凝土的应用,显著提高了大坝等主体结构的耐久性与抗裂性,为工程的长期稳定运行奠定了坚实基础。预应力锚固技术则通过预先对锚杆或锚索施加张力,将大坝等结构牢牢锚固在稳定的地层中,有效增强了结构的整体稳定性与抗震能力,确保了工程在极端条件下的安全性能。综上所述,三峡工程在施工技术与管理上的创新实践,不仅展现了中国水利水电工程建设的雄厚实力,也为全球水利工程领域提供了宝贵的经验与启示。这些技术的成功应用,不仅提升了三峡工程自身的建设水平,更为全球水利水电工程的技术进步与可持续发展树立了新的标杆。

3 技术创新面临的挑战与对策

3.1 挑战

3.1.1 技术更新换代快

随着科技日新月异,新技术如雨后春笋般涌现,为水利水电工程带来了前所未有的发展机遇。然而,水利水电工程因其周期长、投资大的特点,如何及时、有效地引进并应用这些新技术,成为摆在行业面前的一大难题。工程决策者需在高新技术的浪潮中保持敏锐的洞察力,既要考虑技术的先进性,又要兼顾工程的实际需求与成本效益,确保技术更新与工程进度的无缝对接。

3.1.2 人才短缺

另一方面,技术创新离不开高素质的专业人才支撑。当前,水利水电工程领域正面临人才短缺的困境,尤其是既具备深厚技术功底,又拥有丰富管理经验的复合型人才更是凤毛麟角。这种人才缺口不仅制约了技术创新的深度与广度,也影响了工程管理的效率与质量。因此,如何培养和吸引更多优秀人才投身水利水电事业,成为行业亟待解决的关键问题。

3.2 对策

3.2.1 加强技术研发与合作

首先,加强技术研发与合作是破解技术更新换代难题的关键。应鼓励科研机构、高校与企业之间建立紧密

的产学研合作关系,形成创新合力。科研机构与高校拥有深厚的科研实力与人才储备,能够不断探索新技术、新材料和新工艺的边界;而企业则更贴近市场与工程实践,能够快速将科研成果转化为实际应用。通过定期举办技术交流会议、联合研发项目等形式,促进知识与技术的流动与共享,加速科技成果向工程实践的转化,确保水利水电工程能够及时跟上技术发展的步伐。

3.2.2 培养和引进人才

其次,培养和引进人才是缓解人才短缺问题的根本途径。应加大对水利水电工程领域人才的培养力度,通过设立奖学金、提供实习机会等方式,吸引更多有志青年投身这一行业。同时,建立科学合理的激励机制,如提供竞争力的薪资待遇、职业发展通道等,以吸引和留住优秀人才。对于在职人员,应定期组织技能培训和继续教育,帮助其更新知识结构,提升技术水平和创新能力。此外,还可以通过国际交流与合作,引进国外先进技术和管理经验,同时吸引海外高层次人才回国服务,为水利水电工程领域注入新的活力。

结语

技术创新在水利水电工程施工中发挥着越来越重要的作用,不仅提高了工程质量和效率,还推动了行业的可持续发展。未来,随着人工智能、物联网等技术的不断发展,水利水电工程将实现更高层次的智能化、数字化和绿色化。同时,加强技术研发与合作、培养和引进人才将是推动技术创新和应用的关键。

参考文献

- [1]田垚.水利水电工程施工技术创新与效率提升研究[C]//广东省国科电力科学研究院.第四届电力工程与技术学术交流会议论文集.中国水利水电第十一局工程局有限公司,2023:2.
- [2]李金泉.水利水电工程施工技术创新应用[J].长江技术经济,2021,5(S2):41-43.
- [3]祝奇伟,马秋林.水利水电工程施工技术创新应用[J].河南水利与南水北调,2020,49(11):38-39.
- [4]贾宝力,孟凡军,王方.水利水电建设工程项目管理与施工技术创新[M].中国华侨出版社:2020:12.295.