

水利水电施工中的新技术应用趋势

世文宝 张全胜 雍 鹏 余 晖

中建八局西南建设工程有限公司 四川 成都 610000

摘 要：随着科技的飞速发展，水利水电工程领域正经历着前所未有的变革。新技术、新材料和新工艺的不断涌现，不仅提高了施工效率，还显著提升了工程质量，促进了水利水电工程的可持续发展。本文旨在探讨水利水电施工中的新技术应用趋势，分析这些新技术在提升施工效率、质量和环保性能方面的具体作用，并结合青衣江流域乐山灌区“十四五”续建配套与现代化改造工程实例，深入剖析新技术在实际工程中的应用情况，展望未来水利水电施工中的新技术发展趋势。

关键词：水利水电施工；新技术应用；施工效率；工程质量；可持续发展；青衣江流域

1 引言

水利水电工程作为国家基础设施建设的核心构成，宛如国家发展的坚实基础，在促进经济蓬勃发展、保障社会和谐稳定以及改善生态环境等方面，发挥着不可替代的关键作用。然而，传统水利水电施工方式犹如老旧的机器，逐渐暴露出诸多弊端，效率低下、成本高昂、对环境影响较大等问题，严重制约着行业的可持续发展。幸运的是，科技浪潮汹涌澎湃，为水利水电施工带来了新的曙光。新技术的不断涌现与应用日益广泛，正以前所未有的力量推动着行业转型升级。本文将聚焦于施工技术、材料应用和工程管理这三个关键维度，深入剖析水利水电施工中的新技术应用趋势。同时，结合具体的工程实例展开细致分析，力求为水利水电施工领域的发展提供有益的参考与借鉴。

2 施工技术创新

2.1 数字化施工技术

数字化施工技术是当前水利水电工程领域的重要发展方向。通过BIM（建筑信息模型）技术，可以实现对施工过程的全面数字化模拟，提前发现并解决潜在问题，减少施工过程中的变更和返工。在青衣江流域乐山灌区“十四五”续建配套与现代化改造工程中，BIM技术被广泛应用于设计优化、施工模拟和进度管理等方面，显著提高了施工效率和准确性。在粗石河泄洪闸施工中，项目团队利用BIM模型进行三维可视化交底，使施工人员对闸室结构有了更直观的理解，减少了因理解偏差导致的施工错误。同时，通过BIM模型进行碰撞检测，提前发现了管道与结构之间的冲突，避免了施工过程中的返工，节约了成本和时间。此外，BIM模型还与施工进度计划相结合，实现了施工进度动态管理和优化。例如，通过BIM模型可以直观地看到每个施工阶段的进度情况，及时

调整施工顺序和资源配置，确保工程按计划顺利进行。

2.2 自动化与智能化施工技术

随着自动化和智能化技术的不断发展，其在水利水电施工中的应用也越来越广泛。例如，自动化挖掘设备、智能混凝土搅拌站和无人机巡检系统等，都在不同程度上提高了施工效率和安全性^[1]。在青衣江灌区项目中，采用了自动化挖掘设备进行渠道开挖，这些设备配备了先进的传感器和控制系统，能够根据预设的参数自动调整挖掘深度和宽度，不仅提高了挖掘精度，还显著减少了人工操作的风险。例如，在渠道狭窄段施工时，自动化挖掘设备能够精确控制挖掘范围，避免了对周边结构的破坏。智能混凝土搅拌站通过自动化控制系统，精确控制混凝土配比和搅拌时间，确保了混凝土质量的一致性和稳定性。同时，搅拌站还配备了远程监控系统，管理人员可以随时查看搅拌站的运行状态，及时发现并解决问题。无人机巡检系统被用于施工现场的安全监控和进度检查，通过高清摄像头和图像识别技术，能够及时发现施工中的安全隐患和进度偏差，提高了巡检效率和覆盖范围。

2.3 绿色施工技术

绿色施工技术是当前水利水电工程领域的重要趋势。通过采用环保材料、节能设备和低碳施工工艺，减少施工过程中的环境污染和资源浪费。在青衣江灌区项目中，绿色施工技术得到了广泛应用。项目团队在施工过程中采用了低噪音、低排放的施工设备，如电动挖掘机和低噪音发电机，减少了施工对周边环境的影响。同时，通过优化施工方案，减少了土方开挖和回填量，降低了对土地资源的破坏。例如，在渠道施工中，采用了定向爆破和机械开挖相结合的方式，减少了土方外运量，降低了运输成本和环境影响。此外，项目还注重施

工废水的处理和再利用,通过建设污水处理设施,将施工废水处理后用于洒水降尘和绿化灌溉,实现了水资源的循环利用。在材料选择方面,优先选用了可回收和可降解的环保材料,如生态袋护坡和再生骨料混凝土,进一步减少了施工对环境的影响。

3 新材料应用

3.1 高性能混凝土

高性能混凝土具有优异的力学性能和耐久性,能够满足水利水电工程对混凝土材料的特殊要求。在青衣江灌区项目中,高性能混凝土被广泛应用于闸室、渠道等关键部位的建设。项目团队通过优化混凝土配比和添加高效减水剂、引气剂等外加剂,显著提高了混凝土的抗渗性、抗冻性和抗腐蚀性。例如,在闸室底板施工中,采用了C40高性能混凝土,通过添加硅灰和粉煤灰等矿物掺合料,提高了混凝土的密实性和抗渗性,有效防止了地下水对结构的侵蚀。同时,采用蒸汽养护技术,加速了混凝土的硬化过程,提高了施工效率。在闸室施工中,高性能混凝土的应用有效防止了地下水对结构的侵蚀,延长了工程的使用寿命。此外,高性能混凝土还具有良好的工作性能和泵送性能,便于施工操作,提高了施工质量。

3.2 新型防水材料

水利水电工程对防水材料的要求极高,新型防水材料的应用对于提高工程的防水性能具有重要意义。在青衣江灌区项目中,采用了多种新型防水材料,如高分子防水卷材、自粘防水卷材等^[2]。项目团队在闸室底板、侧墙等关键部位铺设了高分子防水卷材,通过热熔焊接工艺形成连续的防水层,有效防止了地下水对混凝土结构的侵蚀。高分子防水卷材具有优异的耐候性、抗老化性和延伸性,能够适应结构的变形和沉降,确保防水层的长期有效性。同时,在渠道衬砌中采用了自粘防水卷材,这种材料具有施工简便、粘结力强等优点,简化了施工工艺,提高了防水效果。例如,在渠道边坡衬砌中,自粘防水卷材通过自粘层与混凝土基层紧密结合,形成了可靠的防水屏障。

3.3 生态友好型材料

随着环保意识的增强,生态友好型材料在水利水电工程中的应用越来越广泛。这些材料不仅具有良好的工程性能,还对环境友好,有助于实现工程的可持续发展。在青衣江灌区项目中,项目团队在渠道边坡防护中采用了生态袋护坡技术。生态袋由可降解材料制成,内部填充种植土和草籽,通过叠放形成稳定的边坡防护结构。随着草籽的生长,生态袋逐渐被植被覆盖,形成了

自然的边坡防护体系。这种技术不仅提高了边坡的稳定性,还美化了环境,促进了生态系统的恢复。例如,在跃进渠片区的一条支渠边坡防护中,采用了生态袋护坡技术,经过一个生长季后,边坡上长满了茂密的植被,有效防止了水土流失。此外,项目还采用了再生骨料混凝土进行路面铺设,这种材料利用建筑垃圾再生骨料制成,既减少了建筑垃圾的处理压力,又节约了天然骨料资源。

4 工程管理创新

4.1 信息化管理

信息化管理是当前水利水电工程管理的重要趋势。通过引入项目管理软件、ERP系统等信息化工具,实现对施工进度、质量、成本和安全的全面监控和管理。在青衣江灌区项目中,信息化管理得到了广泛应用。项目团队采用了先进的项目管理软件,实现了对施工进度的实时监控和动态调整。通过软件平台,管理人员可以随时查看各施工区域的进度情况,及时发现并解决影响进度的问题。例如,在粗石河泄洪闸施工中,项目管理软件通过甘特图展示了每个施工任务的开始时间、结束时间和责任人,管理人员可以根据实际情况调整任务顺序和资源配置,确保工程按计划顺利进行。同时,项目还建立了质量管理体系和安全管理系统,实现了对施工质量和安全的全面监控和管理。质量管理体系通过采集和分析施工过程中的质量数据,及时发现质量隐患并采取措施进行整改;安全管理系统则通过实时监控施工现场的安全状况,及时发现并纠正不安全行为,确保施工安全。

4.2 精细化管理

精细化管理是提高水利水电工程施工质量的重要手段。通过细化施工流程、明确岗位责任、加强过程控制等措施,确保每个施工环节都符合设计要求和质量标准。在青衣江灌区项目中,精细化管理得到了深入实践。项目团队在施工过程中制定了详细的施工方案和作业指导书,明确了每个施工环节的具体要求和操作步骤。例如,在混凝土浇筑过程中,作业指导书详细规定了混凝土的配合比、浇筑顺序、振捣方式等关键参数,施工人员必须严格按照指导书进行操作。同时,通过定期的质量检查和验收制度,确保每个施工环节的质量都符合设计要求。例如,在闸室底板施工中,项目团队对混凝土的强度、抗渗性等关键指标进行了严格检测,确保混凝土质量满足设计要求^[3]。此外,项目还注重施工过程中的数据收集和分析工作,通过数据分析找出影响质量的关键因素并采取改进措施。例如,通过对混凝土浇筑过程中的温度、湿度等环境参数进行监测和分析,优

化了养护方案,提高了混凝土的质量。

4.3 风险管理

水利水电工程施工过程中面临着多种风险,包括自然灾害、安全事故、质量缺陷等。有效的风险管理对于保障施工顺利进行和工程安全具有重要意义。在青衣江灌区项目中,风险管理得到了高度重视。项目团队在项目启动阶段即进行了全面的风险评估,识别出可能影响施工进度、质量和安全的主要风险因素,如暴雨、洪水、地质灾害等,并制定了相应的风险应对措施。例如,针对雨季施工可能带来的洪水风险,项目团队制定了详细的防洪度汛预案,包括围堰加固、排水系统优化和应急物资储备等措施。在施工过程中,项目团队密切关注天气变化,及时启动防洪预案,确保了施工安全。同时,项目还建立了风险监控机制,定期对风险因素进行监测和评估,及时调整风险应对措施。例如,在渠道施工中,项目团队对周边地质条件进行了持续监测,及时发现并处理了潜在的地质灾害隐患,避免了安全事故的发生。此外,项目还注重安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和应急处理能力,确保在风险发生时能够迅速有效地进行应对。

5 新技术应用趋势展望

5.1 智能化施工设备的普及

随着人工智能、物联网等技术的不断发展,智能化施工设备将在水利水电施工中得到更广泛的应用。例如,智能挖掘机、智能装载机等设备将通过传感器、控制器和执行器等装置实现自主作业和远程监控,进一步提高施工效率和安全性。同时,无人机、机器人等智能装备也将在施工监测、质量检测等方面发挥重要作用。

5.2 绿色建材的广泛应用

绿色建材具有环保、节能、可再生等优点,符合水利水电工程可持续发展的要求。未来,随着绿色建材技术的不断进步和成本的降低,其在水利水电工程中的应用将更加广泛^[4]。例如,高性能自修复混凝土、生态透水砖等绿色建材将在渠道衬砌、边坡防护等方面发挥重要作用。

5.3 数字化管理平台的深化应用

数字化管理平台通过集成BIM、GIS、物联网等技术手段,实现对施工过程的全面数字化管理和监控。未来,随着数字化管理平台的不断完善和深化应用,其在水利水电施工中的作用将更加凸显。例如,通过数字化管理平台可以实现施工进度的实时监控和动态调整、施工质量的在线检测和评估以及施工安全的远程监控和预警等功能。

5.4 模块化与装配式施工技术的推广

模块化与装配式施工技术通过将建筑构件在工厂预制后运输到现场进行组装,实现了施工过程的标准化和工业化。这种技术具有施工速度快、质量可控、节能环保等优点,在水利水电工程中具有广阔的应用前景。未来,随着模块化与装配式施工技术的不断成熟和推广,其在水利水电施工中的应用将更加广泛。

结语

水利水电施工中的新技术应用趋势正朝着数字化、自动化、智能化、绿色化和模块化方向发展。这些新技术的应用不仅提高了施工效率和质量,还促进了水利水电工程的可持续发展。青衣江流域乐山灌区“十四五”续建配套与现代化改造工程的实践表明,新技术在水利水电施工中的应用具有显著的优势和广阔的前景。未来,随着科技的不断进步和创新能力的不断提升,水利水电施工中的新技术应用将更加广泛和深入,为推动行业转型升级和高质量发展作出更大贡献。同时,我们也应看到,新技术的应用需要配套的管理措施和技术支持,只有全面考虑技术、管理和人员等因素,才能实现新技术的最大效益。

参考文献

- [1]韩小平.水利水电工程施工中的新技术的应用及其发展趋势[J].水上安全,2025,(05):70-72.
- [2]黄玉红,周泽军.水利水电工程施工中的新技术应用模式[J].工程建设与设计,2021,(05):129-130+136.
- [3]黄姿慧.水利水电工程施工过程中环保新技术的运用价值探析[J].皮革制作与环保科技,2021,2(06):83-84.
- [4]吕中东.水利水电工程施工中的新技术应用模式[J].科学技术创新,2020,(06):105-106.