

水利水电工程施工管理与控制

杜 川

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘 要：水利水电工程作为国民经济的基础设施，其施工管理与控制直接关系到工程质量、安全、进度及效益。本文从施工管理的重要性出发，分析当前水利水电工程施工中面临的难点与挑战，结合信息化技术和管理创新，提出多维度管控措施。通过案例研究验证理论方法的有效性，为提升水利水电工程施工管理水平提供参考。

关键词：水利水电工程；施工管理；风险控制；信息化技术；BIM应用

引言

水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，对于促进经济发展、保障民生安全具有重大意义。然而，水利水电工程施工过程复杂，涉及众多专业技术和管理环节，施工管理与控制难度极大。因此，如何加强水利水电工程施工管理与控制，确保工程安全、质量、进度和成本目标的实现，成为当前水利水电工程建设领域亟待解决的重要问题。

1 水利水电工程施工管理的重要性与复杂性

水利水电工程施工管理的重要性与复杂性不言而喻。水利水电工程本身具有投资规模大、建设周期长、技术难度高以及环境影响因素多等显著特点，这使得其施工管理任务异常艰巨。在施工过程中，必须统筹协调人员、设备、材料、技术、环境这五大要素，确保它们能够高效、有序地配合工作。科学的管理与控制机制不仅能够确保工程的安全与质量，防止因管理不善而引发的安全事故和质量问题，还能通过精细化的管理手段优化资源配置，避免资源浪费，从而降低工程的全生命周期成本。然而，实际施工过程中往往面临着诸多挑战，如地质条件复杂多变、设计变更频繁发生、生态环境约束日益严格等。这些问题要求我们必须通过系统化的管控手段，提升管理效能，确保工程能够顺利进行，同时满足安全、质量、进度和环保等多方面的要求。因此，水利水电工程施工管理的重要性与复杂性不容忽视，必须给予高度重视^[1]。

2 施工管理核心环节与控制难点

2.1 进度管理

施工进度在水利水电工程施工管理中占据核心地位，它直接关联到工程的整体推进速度、成本控制和最终交付时间。然而，施工进度的管理面临着诸多挑战，其中水文地质条件的复杂性、设备故障的不可预测性以及政策调整的不确定性是主要的影响因素。水文地质条

件，如地下水位、土层稳定性、地质构造等，都可能对施工进度产生重大影响。这些自然条件的变化往往难以预测，且处理起来耗时耗力，容易导致施工延误。设备故障也是影响施工进度的一个重要因素。施工设备在长时间、高强度的使用下，难免会出现故障或损坏，而设备的维修和更换都需要时间，这就会对施工进度造成一定的影响。此外，政策调整也可能对施工进度产生影响。政府相关政策的出台或调整，如环保政策、土地政策等，都可能导致施工计划的变更，从而影响施工进度。传统的横道图法在施工进度管理中虽然有一定的应用，但其静态性使得它难以动态地适应施工过程中的变化^[2]。因此，为了更有效地管理施工进度，需要采用更为先进的方法，如关键路径法（CPM）或计划评审技术（PERT）。这些方法能够识别出施工过程中的关键路径和关键节点，从而优化工期安排，确保工程能够按时完成。同时，随着信息技术的不断发展，BIM（建筑信息模型）技术也被越来越多地应用于施工进度管理中。通过BIM技术进行施工模拟，可以预判潜在的冲突和问题，如设备碰撞、施工顺序不合理等，从而提前制定应对措施，减少施工过程中的延误和浪费。

2.2 质量控制

水利水电工程，作为国民经济和社会发展的重要基础设施，其质量直接关系到工程的安全性、可靠性和使用寿命。特别是大坝、泄洪闸等关键结构，一旦存在质量缺陷，可能引发灾难性的后果，不仅造成巨大的经济损失，还可能危及人民的生命安全。在质量控制过程中，存在诸多难点和挑战。其中，隐蔽工程的验收是一个重要环节。由于隐蔽工程如基础开挖、钢筋绑扎、混凝土浇筑等在施工过程中被后续工序所覆盖，难以直接进行质量检查，因此其质量控制尤为关键。必须建立严格的隐蔽工程验收制度，确保每一步施工都符合设计要求，不留质量隐患。特殊地质处理也是质量控制的一个

难点。水利水电工程往往地处复杂地质环境,如岩溶地基、软土地基等,这些特殊地质条件对施工质量提出了更高的要求。例如,岩溶地基灌浆处理需要精确控制灌浆压力、灌浆量等参数,以确保灌浆效果达到设计要求。这要求施工人员具备丰富的经验和专业的技能,同时还需要严格的质量控制手段来确保施工质量。新材料的应用也是质量控制的一个新挑战。随着科技的进步,越来越多的新材料被应用于水利水电工程中,如高性能混凝土、自密实混凝土等。这些新材料具有优异的性能,但同时也对施工技术和质量控制提出了更高的要求。必须对新材料的性能、施工工艺和质量控制方法进行深入研究,确保新材料在施工过程中的正确应用,避免出现质量问题。为了加强质量控制,需要建立全过程质量追溯体系。从原材料采购、加工、运输到施工过程中的每一个环节,都要进行详细的记录和追溯,确保施工质量的可追溯性。一旦出现质量问题,能够迅速追溯到问题源头,及时采取措施进行整改。同时,还需要引入无损检测技术来强化实时监控。无损检测技术如地质雷达探测、超声波检测等,能够在不破坏工程结构的前提下,对工程质量进行实时监控和检测。通过这些技术,可以及时发现并处理潜在的质量问题,确保工程的质量和安全性。

2.3 安全管理

在水利水电工程的施工过程中,安全管理是确保工程顺利进行和保障施工人员生命安全的关键环节。高空作业、深基坑施工、爆破作业等高风险环节由于其特殊的作业环境和操作要求,极易发生安全事故。为了有效提升这些高风险环节的安全管理水平,降低事故发生的概率,首先,针对高空作业,由于其作业高度大、环境复杂,一旦发生坠落等事故,后果将极其严重。因此,必须采取严格的安全防护措施。除了传统的安全带、安全网等基本防护设备外,还可以引入智能监控系统,如基于物联网的安全防护网。这种系统能够实时监测作业人员的安全状态,一旦发现异常情况,如作业人员未系安全带或安全网破损等,立即发出警报,提醒作业人员及时采取措施,从而有效预防高空坠落事故的发生。其次,深基坑施工也是水利水电工程中的另一个高风险环节^[3]。由于深基坑的深度大、土质复杂,易发生坍塌等事故。为了加强深基坑施工的安全管理,除了严格按照设计规范进行施工外,还可以利用智能监测技术对深基坑的变形、位移等进行实时监测。通过数据分析,可以及时发现潜在的安全隐患,并采取相应的加固措施,确保深基坑的稳定性和安全性。再者,爆破作业由于其瞬

间的爆炸力和冲击波,对周围环境和人员构成极大的威胁。为了确保爆破作业的安全进行,必须严格按照爆破安全规程进行操作。同时,可以引入智能监控系统对爆破作业的全过程进行实时监控。通过视频监控、声音识别等技术手段,可以及时发现并处理潜在的违规行为或安全隐患,确保爆破作业的顺利进行。此外,为了提升施工人员的安全意识和应急处理能力,还可以采用VR(虚拟现实)安全培训技术。通过VR技术,施工人员可以在虚拟环境中进行安全操作练习,熟悉安全规程和操作流程。这种身临其境的培训方式能够极大地提高施工人员的安全意识和应急处理能力,使他们在面对实际的安全风险时能够迅速做出正确的反应。然而,智能监控系统和VR安全培训的应用也面临着一些挑战。一方面,这些技术的成本较高,需要投入大量的资金进行研发和购置。为了解决这个问题,可以通过政府补贴、企业合作等方式来降低技术成本,推动这些技术在水利水电工程中的广泛应用。另一方面,施工现场的环境复杂多变,智能监控系统和VR安全培训需要与实际施工情况相适配,才能发挥最大的效果。因此,在推广这些技术时,需要充分考虑施工现场的实际情况,制定合理的实施方案,确保技术的有效应用。

2.4 成本管控

在水利水电工程的项目管理中,成本管控是一项至关重要的任务。由于材料价格波动、设计变更以及环境补偿费用增加等多重因素,项目常常面临成本超支的风险。为了有效应对这些挑战,我们需要采取一系列综合措施来加强成本管控。构建动态成本数据库是成本管控的基础。这个数据库应实时更新,包含各类材料的市场价格、历史价格走势、供应商信息以及替代材料方案等。通过对数据库的深入分析,我们可以及时掌握材料价格的变化趋势,为采购决策提供依据,从而有效应对材料价格波动带来的成本风险。挣值分析法(EVM)是一种有效的费用监控工具。通过对比项目计划成本、实际成本和挣值,我们可以清晰地了解项目的费用偏差和进度偏差。这有助于我们及时发现成本超支的苗头,并采取相应的措施进行调整,确保项目成本控制在预定范围内。EPC总承包模式在成本管控方面也发挥着重要作用。通过EPC总承包,我们可以实现设计、采购和施工的紧密协同,避免各环节之间的脱节和重复工作。这种一体化的管理模式有助于优化资源配置,提高工作效率,从而降低项目成本。同时,EPC总承包商通常具有丰富的项目管理经验和专业技术能力,能够更好地应对项目中的各种挑战,确保项目的顺利进行。

3 创新管控策略与技术应用

3.1 信息化与智能化管理

在水利水电工程的管控中，信息化与智能化管理正发挥着越来越重要的作用。以下是一些关键的技术应用：（1）BIM+GIS集成技术。通过将BIM（建筑信息模型）与GIS（地理信息系统）相结合，可以构建出三维地质模型与施工场地模型。这些模型不仅具有高度的真实性和准确性，还能够实现施工方案的虚拟验证。在虚拟环境中，施工人员可以对施工方案进行模拟和调整，从而在实际施工前发现并解决潜在问题，有效减少设计变更，提高施工效率和质量。（2）数字孪生技术。这是一种将物理世界与数字世界相结合的技术。在水利水电工程中，通过在大坝、围岩等关键部位安装传感器，可以实时采集浇筑温度、围岩应力等关键数据。这些数据与仿真模型进行对比，可以及时发现并预警潜在的风险，为工程的安全施工提供有力保障。（3）无人机巡检技术。无人机具有高效、灵活、安全等优点，在水利水电工程的巡检中发挥着越来越重要的作用。通过无人机巡检，可以高效监测高边坡的稳定性、施工进度以及施工现场的安全状况。无人机可以替代人工进行危险作业，降低施工人员的安全风险，同时提高巡检的效率和准确性^[4]。

3.2 精细化管理制度

在水利水电工程的施工管理中，精细化管理制度是确保工程质量、提高施工效率的重要保障。以下是一些关键的精细化管理制度：（1）标准化流程。为了规范施工过程中的各项操作，可以编制《水利水电工程施工管理手册》。该手册应详细规定工序交接、质量检验、安全管理、进度控制等各个环节的标准流程，确保施工人员能够按照统一的标准进行操作。通过标准化流程的实施，可以提高施工过程的规范性和可控性，减少因操作不当而引发的质量问题和安全事故。（2）责任追溯机制。为了确保工程质量责任的明确和可追溯，可以采用区块链技术记录工程资料。区块链技术具有去中心化、不可篡改的特点，能够有效保证工程资料的真实性和完

整性。通过区块链技术，可以将工程资料与各个施工环节、责任主体相关联，明确质量责任主体，便于后期追溯。一旦工程出现质量问题，可以迅速追溯到问题源头，及时采取措施进行整改。

3.3 绿色施工管理

随着环保意识的不断提高，绿色施工管理在水利水电工程中越来越受到重视。以下是一些关键的绿色施工管理措施：（1）生态补偿设计。在施工过程中，应充分考虑对生态环境的影响，并同步实施生态补偿设计。例如，可以建设鱼类洄游通道，确保水生生物的迁徙和繁殖不受施工影响；同时，可以进行植被恢复工程，恢复施工区域的生态环境。通过生态补偿设计的实施，可以最大限度地减少施工对生态环境的影响，实现人与自然的和谐共生。（2）低碳技术应用。为了降低施工过程中的碳排放，应积极推广低碳技术。例如，可以采用电动施工机械替代传统的燃油机械，减少尾气排放；同时，可以建设太阳能搅拌站等可再生能源设施，利用太阳能等清洁能源为施工提供动力。通过低碳技术的应用，可以降低施工过程中的能耗和碳排放，为保护环境做出积极贡献。

结束语

水利水电工程施工管理与控制是一项系统性工程，需以技术创新为驱动，以信息化为手段，构建精细化、智能化的管理体系。通过理论结合实践，持续提升管理水平，为水利水电行业高质量发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]王龙.水利水电工程管理及施工质量控制问题分析[J].农业科技与信息,2020(16):118-119.
- [2]韩乐.水利水电工程管理及施工质量控制[J].智能城市,2020,6(14):81-82.
- [3]徐飞.水利水电工程施工质量管理和控制对策[J].住宅与房地产,2020(21):161.
- [4]黄家健.水利水电工程的管理问题及施工质量控制措施[J].技术与市场,2020,27(07):172+174.