

地下水电站施工进度管理与优化策略

黄清国 曾鑫 郭渝龙

中建八局西南建设工程有限公司 四川 成都 610200

摘要：地下水电站作为清洁能源的重要组成部分，其施工进度管理直接关系到项目的经济效益和社会效益。本文聚焦于地下水电站施工进度管理与优化，通过理论分析与策略建议，为地下水电站建设提供科学指导。文章首先概述了地下水电站施工的特点与挑战，随后从施工进度计划编制、施工资源配置、进度控制等方面展开详细讨论，最后提出了一系列优化策略。

关键词：地下水电站；施工进度；管理；优化

引言

地下水电站由于其独特的地理位置和施工环境，面临着复杂的地质条件、施工难度大、工期紧张等挑战。因此，科学合理的施工进度管理与优化策略对于确保工程按期完成、提高施工效率、降低施工成本具有重要意义。本文将从多个维度探讨地下水电站施工进度管理与优化策略。

1 地下水电站施工特点与挑战

1.1 施工特点

地下水电站施工具有隐蔽性、复杂性、高风险性等特点。施工过程中需进行大量的地下开挖、支护作业，这些作业往往在非直观的环境中进行，增加了施工的难度和不确定性。同时，地下水电站施工还需考虑地下水的处理、通风与排水等问题，这些问题对施工技术和管理的提出了更高的要求。此外，地下水电站通常与高压输水系统、发电厂房等紧密相连，施工过程中的协调难度大，需要充分考虑各种因素，确保施工的顺利进行。

1.2 面临的挑战

地质条件复杂是地下水电站施工面临的一大挑战。地下岩层多变，可能存在断层、破碎带等不良地质条件，这些地质条件不仅影响施工的安全，还可能对施工进度造成严重影响。施工团队需要对地质条件进行详细的勘探和分析，制定相应的施工方案和应对措施。施工环境恶劣也是地下水电站施工需要克服的难题。地下空间狭小，通风、照明条件差，作业难度大。施工人员需要在这种恶劣的环境下进行高强度的作业，对他们的身心健康和施工效率都提出了更高的挑战^[1]。因此，改善施工环境，提高施工人员的作业条件，是地下水电站施工需要关注的重要问题。工期紧张是地下水电站施工的另一个重要挑战。由于项目规模大、投资高，往往要求较短的施工周期。这要求施工团队具备高效的施工能力

和管理能力，能够在有限的时间内完成高质量的施工任务。技术与质量控制要求高也是地下水电站施工需要面对的挑战之一。地下水电站施工涉及多专业交叉作业，需要确保施工技术符合设计要求，同时还需要对施工质量进行严格的控制。

2 地下水电站施工进度管理要点

2.1 施工进度计划编制

2.1.1 详细任务分解

首先，将整个地下水电站建设项目划分为几个主要阶段，如勘探设计阶段、准备阶段、主体施工阶段、设备安装调试阶段以及竣工验收阶段。然后，每个阶段再细分为若干子项目，如主体施工阶段可细分为引水隧洞开挖、主厂房建设、尾水系统建设等。每个子项目再根据具体工作内容进一步分解为可操作的具体任务，如“引水隧洞开挖”子项目可细分为“测量放线”、“钻孔爆破”、“出渣运输”、“初期支护”等具体任务。对于每一个具体任务，不仅要明确其工作内容，还需详细列出任务的起始时间、预计完成时间、直接责任人、辅助人员、所需机械设备、材料种类及数量等关键要素。这有助于项目管理者快速了解任务执行情况，及时调配资源，确保任务顺利进行。在任务分解过程中，还需明确各任务之间的依赖关系，即哪些任务是并行进行的，哪些任务是串行进行的，以及哪些任务是前置任务（必须先完成才能开始后续任务）。这有助于构建清晰的任务网络图，为后续的进度控制和调整提供依据^[2]。

2.1.2 关键路径法（CPM）应用

采用专业的项目管理软件（如Primavera P6、Microsoft Project等）进行进度计划的编制和管理。这些软件能够提供强大的进度计算、资源分配、冲突检测等功能，显著提高计划编制的效率和准确性。利用项目管理软件自动计算并高亮显示项目的关键路径。关键路径

上的任务一旦延误,将直接影响整个项目的完成时间。因此,这些任务需要得到特别的关注和优先保障资源投入。对关键路径上的任务实施严格的监控措施,包括定期检查进度、资源投入情况、潜在风险点等。一旦发现进度滞后或资源不足等问题,应立即采取措施进行调整和优化,确保关键任务按计划完成。

2.1.3 弹性计划制定

在制定进度计划时,应充分考虑各种不确定因素和潜在风险,为关键任务设置合理的缓冲时间(如浮动时间、前置时间等)。缓冲时间的长短应根据任务的复杂程度、历史经验数据以及项目风险评估结果来确定。利用项目管理软件进行多种情景模拟,分析不同情况下项目的进度表现和潜在影响。这有助于项目管理者更好地理解项目的灵活性和抗风险能力,为制定更有效的应对措施提供依据。建立进度计划的动态调整机制,当实际情况与计划发生偏差时,能够迅速识别问题根源并采取相应的调整措施^[3]。调整措施可能包括增加资源投入、优化工作流程、调整任务优先级等,以确保项目整体进度不受影响。

2.2 施工资源配置

2.2.1 动态资源调配系统

在项目部内设立专门的资源调配中心,由经验丰富的项目经理或资源经理领导,配备必要的信息系统和专业团队。采用先进的项目管理软件和资源管理系统,如ERP(企业资源规划)系统或定制化的资源调配平台,实现资源的数字化管理。通过现场监控系统、进度报告、现场巡查等方式,实时收集并更新项目资源使用情况,包括人力、设备、材料的实时状态和消耗情况。基于历史数据和当前进度,运用预测模型分析未来资源需求趋势,为资源调配提供依据。对于突发的资源短缺情况,建立快速响应机制,包括紧急采购、租赁或调动备用资源等。

2.2.2 供应商管理计划

通过市场调研、询价、样品测试等方式,筛选出质量可靠、价格合理、服务优质的供应商作为长期合作伙伴。与选定的供应商签订保供协议,明确供货范围、质量标准、交货期限、违约责任等条款,确保供应稳定性。建立与供应商的定期沟通机制,共享项目进度、需求预测等信息,促进双方协同作业。建立备选供应商库,收录多家潜在供应商信息,以备不时之需。制定紧急采购流程,明确在供应商无法按时交付时的应对措施,包括联系备选供应商、紧急谈判、缩短付款周期等。定期对供应商进行风险评估,识别潜在的风险点并

采取预防措施,如增加库存量、改进供应链管理等。

2.3 进度控制

2.3.1 现场巡查与日报制度

项目管理人员应确保每日至少进行一次全面的工地巡查,重点关注关键路径上的施工任务、高风险作业区域以及近期进度滞后的部分。巡查时,需详细记录施工现状、资源投入情况、安全措施执行状况等。巡查过程中,应使用标准化的巡查记录表,详细记录实际进度与计划进度的对比情况,包括已完成工程量、正在进行的工作内容、待开展的任务等。同时,对发现的问题进行初步分析,判断其对整体进度的影响程度。建立严格的日报提交制度,要求各施工队伍在每日下班前提交当天的进度报告。报告内容应包括当天完成的工作量、存在的问题、次日工作计划及所需资源等。项目管理部门应设立专人负责收集、汇总各施工队伍的日报,形成整体进度报告。报告应清晰反映项目的整体进度状况、关键路径上的任务完成情况以及存在的问题和挑战。

2.3.2 问题追踪与解决机制

对于巡查中发现问题,应立即记录到问题追踪表中,包括问题描述、发现时间、地点、影响范围等详细信息。根据问题性质和责任归属,将问题分配给相应的责任人或部门,并设定明确的解决期限。确保每个问题都有人负责跟进和解决。建立问题追踪表,定期(如每日、每周)回顾问题的解决进展情况。对于未能按时解决的问题,需重新评估原因、调整解决方案并重新设定解决期限。在问题解决过程中,加强与相关责任人和部门的沟通与协调,确保问题得到及时处理。对于跨部门或跨队伍的问题,应组织专题会议进行讨论和协商。

3 地下水电站施工进度管理的优化策略

3.1 技术创新与应用

3.1.1 引入自动化与智能化设备

在地下水电站的长距离隧洞施工中,引入隧道掘进机(TBM)可以显著提高掘进效率和质量。TBM通过机械破碎岩石、出土、支护等一体化作业,大大减少了人工开挖和支护的工作量,同时降低了施工风险。此外,TBM还具备连续作业能力强、施工进度可控等优势,有助于缩短工期,保证施工进度。在混凝土浇筑等施工过程中,采用自动化模板系统可以实现模板的快速安装、调整和拆除,提高施工效率。该系统通过精确控制模板的位置和尺寸,确保浇筑出的混凝土结构尺寸准确、表面光滑,提高了施工质量。同时,自动化模板系统的使用还减少了人工操作,降低了劳动强度和安全风险。

3.1.2 BIM技术应用

在设计阶段,利用BIM技术进行碰撞检测可以发现并解决不同专业之间的设计冲突和空间干涉问题。通过模拟施工过程和设备安装过程,提前识别并调整潜在的问题区域,避免施工过程中的返工和延误。这不仅可以节省时间和成本,还可以提高施工质量和安全性。在施工过程中,BIM模型可以实时更新以反映现场实际情况。通过将实际施工进度与BIM模型进行关联,可以动态模拟未来的施工场景和进度趋势。当发现实际进度与计划存在偏差时,可以利用BIM模型进行快速调整和优化施工方案和资源分配方案,确保项目按计划顺利进行。

3.2 组织与流程优化

3.2.1 精益施工管理

识别并分析施工过程中的等待环节,如材料供应不及时、设备故障待修等。通过优化物流系统、提高设备维护效率等措施,减少不必要的等待时间,确保施工活动的连续性。优化施工现场布局,减少材料、设备的搬运距离和次数。采用合适的搬运工具和方法,如使用搬运小车、滑轨系统等,降低搬运成本,提高搬运效率。实施准时制(JIT)库存管理,确保材料在需要时恰好到达施工现场,避免库存积压和浪费。同时,加强材料验收和使用监管,防止材料损坏和过期。采用PDCA(计划-执行-检查-行动)循环进行持续改进。针对施工过程中发现的问题,制定改进计划并快速实施,然后通过检查效果进行验证和调整。这种小步快跑的方式可以确保改进活动持续进行并取得实效^[4]。

3.2.2 标准化作业指导书

将每个施工任务进一步细化为具体的操作步骤,确保每个步骤都清晰明确。例如,在混凝土浇筑任务中,可以分解为模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑、养护等多个步骤。明确每个步骤所需的工具、材料和设备,确保施工前已准备好所有必要的资源。同时,规定工具和材料的摆放位置和使用方法,以减少寻找时间和提高使用效率。制定应对突发事件的应急预案和处理流程。

3.3 优化进度控制与管理技术

3.3.1 应用先进的进度控制方法

网络图法(CPM/PERT):首先,根据施工活动的逻辑顺序和依赖关系,使用项目管理软件(如Primavera P6)绘制详细的网络图。图中每个节点代表一项施工活动,箭线表示活动之间的先后顺序和依赖关系。通过网

络图分析,自动计算并高亮显示关键路径。关键路径上的任何延误都将直接影响整个项目的完成时间,因此需给予特别关注。随着项目的推进,网络图需不断更新以反映实际情况。对于偏离计划的活动,及时分析原因并采取补救措施,必要时调整网络图以反映新的进度安排。

S型曲线法:定期收集实际完成的工程量或百分比数据,与计划进度进行对比。使用图表工具(如Excel或专业项目管理软件)绘制实际进度与计划进度的S型曲线。曲线图直观展示了项目随时间推进的完成情况,便于识别进度偏差。通过分析S型曲线中的偏差区域,找出导致偏差的原因,如资源不足、技术问题或天气影响等。据此制定针对性的调整措施,如增加资源投入、优化施工流程或调整工作计划。

3.3.2 利用信息化技术手段

引入专业的施工进度管理系统,如基于云的PMIS(项目管理信息系统)或定制化的进度管理软件。这些系统能够集成项目管理、资源调度、进度跟踪等功能于一体。通过物联网(IoT)技术、传感器等设备实时采集现场数据(如人员到位情况、设备运行状态、材料消耗等),上传至系统进行分析处理。系统根据预设的阈值和规则自动生成预警信息,如进度滞后、资源短缺等。管理人员可及时收到预警并采取相应措施。系统自动生成各种进度报告、图表和仪表盘,帮助管理人员快速了解项目状态,做出科学决策。

结语

地下水电站施工进度管理与优化是一个系统工程,需要从施工进度计划编制、施工资源配置、进度控制等多个方面入手。通过科学合理的管理策略和优化措施,可以确保地下水电站工程按期完成,提高施工效率,降低施工成本,为清洁能源的发展贡献力量。

参考文献

- [1]张甲栋.关于小型水电站建设项目施工阶段进度管理的分析[J].水电站机电技术,2020,43(11):213-214.
- [2]李碧波.某水电站工程施工总进度设计[J].中国水运(下半月),2018,18(08):109-110
- [3]李景山.蜀河水电站主厂房二期混凝土施工方案优化与进度控制[J].甘肃水利水电技术,2020,56(10):62-65.
- [4]罗继忠.尼日利亚宗格鲁水电站施工进度动态监控技术应用[J].水利建设与管理,2019,39(09):54-57.