

抽水蓄能电站施工管理及进度控制研究

姚汉武

中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司 北京 100024

摘要: 本文针对抽水蓄能电站施工特点, 深入研究工程施工管理与进度控制工作。结合电站施工环境复杂、工序繁多、交叉作业密集、管控难度大的特性, 剖析施工管理重难点, 分析工期延误诱因, 制定科学的管理方案与进度管控措施, 涵盖质量、安全、资源、成本等全方位管控内容。通过完善管控体系, 落实精细化管理, 化解施工风险, 保障工程稳步推进, 实现按期完工, 为同类水电工程建设提供实用参考。

关键词: 抽水蓄能电站; 施工管理; 进度控制

引言: 随着新型电力系统加快建设, 抽水蓄能电站作为重要储能基础设施, 建设规模持续扩大。此类工程多位于山区, 地质条件复杂, 施工技术要求高, 施工管理与进度控制直接关乎工程质量、安全与效益。当下部分工程存在管理粗放、进度把控不严、风险应对不足等问题, 容易造成工期滞后、成本超标。基于此, 本文展开专项研究, 优化管控模式, 助力电站工程高效规范建设。

1 抽水蓄能电站施工管理相关理论概述

1.1 抽水蓄能电站工程特点

(1) 工程结构复杂性。抽水蓄能电站涵盖上水库、下水库、输水系统、地下厂房、机电设备等多项单体工程, 结构种类多、体型繁杂, 涉及土石方开挖、混凝土浇筑、金属结构安装等各类工程。地下洞室群布局交错, 受力条件复杂, 对施工精度、工艺要求严苛, 构筑物衔接紧密, 施工配合难度大。(2) 施工环境特殊性。电站多选址在山区峡谷区域, 地形起伏剧烈, 地质条件复杂, 易出现软弱围岩、高地应力、地下水等不良地质问题。施工场地狭窄、交通不便, 气候多变, 野外作业受恶劣天气影响大, 地下施工还要攻克通风、排烟、防灾等难题。(3) 施工工序与工期特点。施工工序衔接紧密, 交叉作业频繁, 前期开挖、中期施工、后期安装环环相扣, 工序错乱极易延误工期。工程规模大、技术难度高, 建设周期长, 外加地质、天气等不可控因素, 工期管控难度高, 需全盘统筹施工环节。

1.2 施工管理核心内容

(1) 施工组织管理。围绕工程建设目标, 搭建管理架构, 编制施工组织设计, 合理划分施工标段, 规划场地布置、交通路线及临时设施, 统筹人力、机械、物料进场, 协调各参建方配合, 理顺施工流程, 保障施工有序推进。(2) 质量安全管理。严守工程质量标准, 落实质量管控体系, 严控施工工序质量, 做好隐蔽工程验

收; 严守安全生产规范, 落实安全责任制, 排查地质、高空、地下施工等安全隐患, 做好安全防护与应急管理, 杜绝安全事故。(3) 成本与资源管理。严控工程造价, 做好成本预算、核算与管控, 减少物料浪费与机械闲置。合理调配人力、材料、机械设备等资源, 优化资源配置, 提高利用效率, 降低施工成本, 实现经济效益与工程效益双赢^[1]。

1.3 施工进度控制理论基础

(1) 进度控制核心目标与原则。核心目标是按期完成工程建设, 实现投产运行。遵循统筹兼顾、动态管控、权责明确的原则, 兼顾进度、质量、安全与成本, 贴合工程实际制定计划, 全程跟进调整。(2) 常用进度控制方法与工具。常用横道图、网络计划技术、里程碑计划等方法, 借助进度计划软件、BIM技术等工具, 直观展示施工进度, 细化分项工程工期, 明确关键线路与节点。(3) 进度偏差分析与纠偏措施。定期比对实际进度与计划进度, 识别工期偏差, 分析地质、资源、管理等偏差原因。通过优化施工方案、增加资源投入、调整工序衔接、强化现场管控等措施, 追回延误工期, 保障工程按期完工。

2 抽水蓄能电站施工管理体系构建

2.1 施工组织架构与管理模式

(1) 矩阵式施工管理架构搭建。针对抽水蓄能电站体量庞大、专业交叉多、施工战线长的特点, 搭建矩阵式管理架构。以项目总经理为核心, 下设技术、质量、安全、工程、物资、成本等职能部门, 同时按施工片区与专项工程划分作业工区, 兼顾纵向指挥与横向协调, 打破单一垂直管理弊端, 实现双向管控, 提升决策与执行效率, 适配电站复杂施工管理需求。(2) 各部门职责与分工。明确各部门权责, 避免管理缺位与权责重叠。工程部门统筹现场施工、管控进度、衔接工序; 技术部

门负责编制方案、技术交底、攻克难题；质量安全部门把控验收、巡查整改安全隐患；物资设备部门保障物料供应、调配机械；成本部门负责造价核算与成本管控。各工区落实施工任务，配合各部门工作，形成协同高效的管理体系。（3）现场施工管控机制。建立常态化现场管控机制，推行专人值守、每日巡查、周度调度、月度考核模式，落实岗位责任制。全程监管施工流程、作业规范及进度落实情况，及时化解施工矛盾、处理突发状况。完善现场交底、旁站监督、工序交接制度，规范施工行为，实现施工现场标准化、规范化管理。

2.2 关键环节施工管控措施

（1）水库枢纽工程施工管控。水库枢纽作为电站核心工程，重点管控土石方开挖、坝体填筑、防渗处理、库岸防护等工序。严格把控填筑料质量、压实度和防渗层施工工艺，做好边坡稳定性监测，防范滑坡、渗漏隐患。遵循设计规范施工，做好隐蔽工程验收，严把工序质量关，保障水库蓄水安全和使用寿命。（2）地下洞室与厂房施工管控。地下洞室群和厂房施工地质条件复杂，重点做好超前地质勘察、围岩支护和通风排烟工作。规范开挖顺序，采用光面爆破、预裂爆破技术，减少围岩扰动，及时做好锚喷支护，防止洞室坍塌。严控厂房结构尺寸和浇筑质量，做好防水、排水施工，保障地下结构稳固，为后续设备安装打下坚实基础^[2]。（3）机电设备安装施工管控。机电设备安装精度要求高，实行专项管控。做好设备进场验收、保管防护工作，严格按照安装规范和技术参数施工，把控机组安装、管线铺设、设备调试各环节。加强技术复核和精度检测，协调土建施工与设备安装衔接，避免交叉作业干扰，确保设备安装达标，满足机组运行要求。

2.3 施工质量与安全管理

（1）施工质量全过程管控。构建全过程质量管控体系，覆盖施工准备、现场作业、竣工验收全流程。建立质量责任制，严把材料进场关、工艺关、验收关，加强旁站监理和抽样检测，做好施工记录和质量台账。针对隐蔽工程、关键工序实行专项验收，杜绝质量隐患，确保工程质量符合行业规范和设计标准。（2）施工现场安全风险防控。全面排查高空作业、地下施工、爆破作业、机械操作等安全风险，建立风险台账，落实防控措施。完善安全防护设施，配齐劳保用品，加强安全教育和安全技术交底。实行安全巡查制度，及时整改隐患，制定应急处置预案，定期开展应急演练，严防安全事故发生，保障施工人员人身安全。（3）文明施工与环保管理。推行标准化文明施工，规范场地布局、物料堆

放和施工秩序，减少施工噪音和粉尘污染。做好水土保持、植被保护，妥善处理施工废料、污水，严控生态破坏。落实环保要求，合规处置废弃物，保护周边自然环境，实现工程建设与生态保护协同推进^[3]。

2.4 资源配置与成本管控

（1）人力、物资、设备优化配置。根据施工进度和工序需求，合理调配技术工人、普通劳力，保障人力充足且专业对口。按需采购建材物资，做好库存管理，杜绝积压浪费和供应短缺。优化机械设备配置，做好检修维保，提高机械利用率，避免闲置损耗，实现各类资源高效利用。（2）施工成本动态管控。编制详细成本预算，实行全过程动态管控，实时追踪成本支出情况。严控人工、材料、机械费用，减少施工损耗和无效开支。定期开展成本核算，对比预算与实际支出差异，及时纠偏，严控超支风险，在保障工程质量的前提下，实现成本最优控制。（3）工程变更与签证管理。规范工程变更流程，严格执行变更审批手续，杜绝随意变更。做好现场签证核实、记录和归档，明确变更工程量、造价和工期影响。加强变更审核，严控不合理变更导致的成本增加和工期延误，保障工程成本核算精准、管控到位。

3 抽水蓄能电站施工进度控制研究

3.1 施工进度计划编制

（1）施工工序分解与逻辑关系梳理。结合抽水蓄能电站工程特点，将整体施工任务逐层分解，细化为土石方开挖、混凝土浇筑、洞室支护、设备安装等分项工序。理清各工序的先后顺序、搭接方式与制约关系，区分紧前紧后工序，理顺工艺与组织逻辑，搭建贴合实际的工序网络，避免工序错乱、衔接脱节，为进度计划编制筑牢基础。（2）关键线路确定与工期测算。采用网络计划技术，结合工序工期、资源配置，计算工序起止时间，锁定总时差为零的关键工序，串联形成关键线路。电站关键线路多集中于地下洞室开挖、厂房建设、机电安装等核心环节，直接决定总工期。参考施工定额与工程案例，精准测算工序工期，汇总得出总工期，并预留弹性工期，应对突发变故^[4]。（3）分阶段进度计划与里程碑节点设置。把总工期划分为前期准备、主体施工、设备安装、竣工验收四大阶段，制定专项进度计划，细化到月度、周度施工任务。设置导流洞贯通、上水库蓄水、厂房封顶、机组试运行等关键里程碑，明确节点时限。将总目标拆解为阶段性小目标，压实管控责任，便于进度跟踪、考核与管控。

3.2 施工进度影响因素分析

（1）地质条件与环境因素影响。地质条件是影响

进度的首要因素,山区施工遇到断层、软弱围岩、高地应力、地下水渗漏等不良地质,会大幅增加开挖支护难度,延误工期。恶劣天气、自然灾害等外部环境,比如暴雨、暴雪、山体滑坡,会迫使施工暂停,破坏施工场地,打乱原有施工节奏,拖慢施工进度。(2)施工技术与资源因素影响。施工技术方案不合理、工艺不成熟,或是遇到复杂技术难题无法及时解决,会导致施工停滞。人力、物资、机械设备供应不及时,配置不合理,比如技术工人短缺、建材供应滞后、大型机械故障停工,都会直接影响施工效率,造成工期延误。技术交底不到位、施工操作不规范,也会引发返工,耽误工期。(3)管理协调与外部因素影响。现场管理混乱、各施工班组配合不畅、参建方协调不足,会引发交叉作业冲突、工序衔接失误等问题。征地拆迁、政策审批、周边居民协调等外部因素,以及设计变更频繁、监理验收流程滞后,都会打乱施工计划,影响施工连续性,导致进度滞后。

3.3 进度动态监控与偏差调整

(1)进度实时监控体系搭建。构建全方位进度实时监控体系,采用现场巡查、数据上报、信息化管控相结合的方式,安排专人每日记录施工进度,收集工序完工情况、资源使用情况。借助BIM技术、进度管理软件,实时上传施工数据,可视化展示实际进度与计划进度的差距,实现全程动态追踪,及时掌握现场施工动态。(2)进度偏差识别与原因分析。定期将实际施工进度与计划进度对比,识别工期偏差,判断偏差大小、影响范围。深入剖析偏差根源,区分是地质、环境、资源,还是管理、技术等因素导致,重点排查关键线路上的工序偏差,评估延误工期对总进度的影响,为后续纠偏提供依据。(3)针对性纠偏措施与计划优化。针对偏差原因制定专项纠偏措施,针对关键工序增加人力、机械投入,优化施工工艺,压缩作业时长;调整工序搭接方式,组织平行作业、流水作业,提高施工效率。若偏差较大,在保证质量安全的前提下,适度优化进度计划,调整非关键工序工期,确保总工期不受影响,让施工进度回归

正轨。

3.4 进度控制保障措施

(1)组织保障。成立专项进度管控小组,明确各部门、各岗位进度管控职责,建立专人负责制。定期召开进度调度会,协调解决施工矛盾,加强各参建方沟通配合,完善层级管理体系,确保进度管控指令落地执行,杜绝管理缺位。(2)技术保障。组建专业技术团队,提前做好地质勘察、方案论证,选用成熟可靠的施工工艺。加强技术交底与人员培训,及时攻克施工技术难题,减少技术失误和返工。引入先进施工技术与信息化管理手段,提升施工效率,为进度控制提供技术支撑。(3)资源与制度保障。提前规划人力、物资、机械供应,保障资源足额及时到位,做好设备检修维护,避免停工待料。建立健全进度管控奖惩制度、工序考核制度,将进度达标情况与绩效挂钩,严格落实管控要求,用完善的制度约束施工行为,保障施工进度稳步推进。

结束语

综上,抽水蓄能电站施工管理与进度控制是一项系统性工程,需统筹组织、技术、资源、安全等多方要素,实施全流程动态管控。本文构建的管理体系与进度控制策略,贴合工程特性,能有效应对各类施工风险,保障施工有序推进。后续建设中,仍需结合现场实际持续优化方案,强化技术创新与精细化管理,严守安全质量底线,严控工期节点。唯有统筹兼顾、精准施策,才能提升工程建设质效,推动抽水蓄能行业高质量发展。

参考文献

- [1]谢琦.抽水蓄能电站工程施工阶段安全管理研究[J].工程建设与设计,2023,22(4):211-213.
- [2]孙铭伟.抽水蓄能电站建设项目设计管理研究[J].工程技术研究,2023,5(1):100-102.
- [3]许银.抽水蓄能电站工程施工进度管理与优化[J].工程地质学,2025,12(1):84-87.
- [4]毛鹏,江志红.长龙山抽水蓄能电站安全监测管理与施工创新[J].水电与新能源,2023,37(10):53-56.