

# 大型水利工程施工进度与质量协同控制机制探讨

司媛媛 李雅舒

中国南水北调集团 河南 南阳 473000

**摘要：**本文以南水北调工程为依托，探讨大型水利工程施工进度与质量协同控制机制。先剖析南水北调工程进度与质量的特殊关联及相互作用机制，再分析人员、材料设备、技术、环境等影响因素，最后构建目标、组织、过程、资源、激励约束五大协同机制，为大型水利工程实现进度与质量协同管控提供实践参考。

**关键词：**大型水利工程；南水北调；施工进度；施工质量；协同控制机制

引言：南水北调工程作为大型水利工程的典型代表，承担缓解北方水资源短缺的重要使命，其施工进度与质量直接关系工程效益与民生保障。工程规模大、跨区域广、地质复杂，实践中易出现进度与质量失衡问题，如为赶工期简化质量管控，或因严抓质量导致进度滞后。传统分开管控模式难以应对此类复杂挑战，构建科学的进度与质量协同控制机制，对确保南水北调工程按时达标、发挥长期效益意义重大，也为其他大型水利工程提供借鉴。

## 1 大型水利工程施工进度与质量的关系剖析

### 1.1 南水北调工程进度与质量的特殊关联

工程规模与复杂性为进度与质量关系带来特殊影响。南水北调工程跨越多个流域，输水线路总长度长，涵盖渠道、泵站、渡槽等多类工程环节，不同地段地质条件差异显著，部分区域存在软土地基、岩石地层等复杂地质情况，进度安排需充分兼顾各段质量要求<sup>[1]</sup>。例如在渠道施工中，软土地基段需开展地基加固处理，该工序质量直接影响渠道后期稳定性，进度计划需为地基沉降观测、加固效果检验预留充足时间，避免因追求进度缩短关键质量控制环节，导致渠道出现渗漏或变形问题。战略意义对进度与质量形成双重约束。南水北调工程需按时通水以缓解北方地区水资源短缺困境，保障居民生活用水与工农业生产用水需求，进度滞后可能影响区域水资源调配计划。工程需保证长期运行安全与生态稳定，输水线路的防渗性能、泵站机组的运行可靠性等质量指标直接关系供水安全，若质量不达标，不仅需投入大量资金维修，还可能对沿线生态环境造成不利影响，因此进度推进必须以质量合格为前提，不能因赶工期牺牲工程质量。

### 1.2 施工进度与质量的相互作用机制

进度对质量存在制约与促进双重作用。合理进度安排能保障施工工序有序开展，为质量检测与整改预留充

足时间，助力质量提升。南水北调渡槽施工涉及大体积混凝土浇筑，合理进度计划将浇筑过程拆分为多个阶段，每个阶段后开展质量检测，及时发现混凝土裂缝、密实度不足等问题并整改，避免质量隐患累积。进度过快则易引发质量问题，部分施工单位为追赶工期，可能简化混凝土养护流程、缩短养护时间，影响混凝土强度发展；或减少材料进场检验项目，让不合格钢筋、砂石进入施工环节，埋下工程结构安全隐患。质量对进度产生反馈影响。高质量施工可减少返工与整改时间，为进度顺利推进创造条件。南水北调某段渠道施工中，施工单位严格把控土方开挖坡度、衬砌混凝土厚度等质量指标，每道工序验收合格后再进入下一环节，一次验收合格率显著提高，避免因质量问题返工，加快整体施工进度。质量不达标则会严重阻碍进度，若渠道衬砌混凝土出现大面积裂缝，需拆除原有衬砌层重新施工，既浪费前期材料与时间投入，还会导致后续工序全面停滞，打乱整体进度计划，增加工程建设成本与管理难度。

## 2 影响大型水利工程施工进度与质量协同控制的因素

### 2.1 人员因素

管理人员素质在南水北调工程中直接影响进度与质量协同效果。具备优秀决策能力的管理人员，能在面对复杂施工场景时，精准判断进度与质量的平衡点，例如在汛期来临前合理调整施工计划，既保障关键工序按时完成，又不放松质量管控；组织协调能力强的管理人员可有效统筹各施工队伍、监理单位与设计单位，减少部门间沟通壁垒，避免因协调不畅导致进度延误或质量标准执行偏差；风险管理能力突出的管理人员能提前识别进度与质量潜在冲突，制定应对预案，降低风险事件对协同控制的干扰。施工人员技能与意识同样关键。南水北调工程中，熟练掌握混凝土浇筑、渠道衬砌等核心技能的工人，能按规范高效完成作业，减少操作失误导致的质量问题；具备强烈质量意识的施工人员会主动遵守

质量标准, 在施工中自觉检查作业效果, 避免因疏忽留下质量隐患; 责任心强的施工人员能及时发现问题并上报, 防止问题扩大影响进度与质量, 为协同控制提供基层保障。

## 2.2 材料与设备因素

材料质量对南水北调工程协同控制起基础支撑作用<sup>[2]</sup>。材料选择环节需匹配工程不同部位质量要求, 例如输水管道需选用耐腐蚀、强度高的管材, 若选材不当会导致后期管道渗漏, 既影响质量又需返工延误进度; 采购环节需把控供应商资质, 确保材料符合技术标准; 检验环节需严格执行检测流程, 避免不合格材料入场; 储存环节需按要求妥善保管, 防止水泥受潮、钢筋锈蚀等问题, 保障材料性能稳定, 材料供应需与施工进度同步, 避免因材料短缺导致停工。设备性能与适用性直接关联施工效率与质量。南水北调长距离输水隧道施工中, 先进的盾构机具备自动化程度高、掘进速度稳定的特点, 能在保证隧道开挖精度的同时加快施工进度, 减少人工操作误差对质量的影响; 设备可靠性不足会频繁出现故障, 导致施工中断, 延误工期的同时可能因工序衔接问题影响质量; 设备适用性需与施工场景匹配, 例如在软土地基段施工, 需选用适合的压实设备, 若设备选型不当会导致地基压实度不达标, 影响工程结构稳定性。

## 2.3 技术因素

施工工艺与技术方案的南水北调工程协同控制的核心支撑。采用先进且成熟的施工工艺, 如渠道衬砌中的滑模施工工艺, 能实现连续作业, 提高施工效率, 同时保证衬砌表面平整度与厚度均匀性, 兼顾进度与质量; 技术方案需充分考虑工程实际条件, 例如在穿越河流的渡槽施工中, 合理的支架搭设方案既能保障施工安全与渡槽结构质量, 又能优化施工流程, 缩短工期, 避免因方案不合理导致返工或进度滞后。技术创新为解决进度与质量矛盾提供新路径。南水北调工程中新型防渗材料的研发与应用, 不仅提升渠道防渗效果, 延长工程使用寿命, 还简化传统防渗施工流程, 减少施工步骤, 加快施工进度; 智能化监测技术的应用, 如无人机巡检、传感器实时监测, 能快速精准发现质量隐患, 及时调整施工措施, 避免隐患扩大影响进度, 同时减少人工监测成本与时间, 提升协同控制效率。

## 2.4 环境因素

自然环境对南水北调工程协同控制构成显著挑战。工程沿线地质条件复杂, 山区段多岩石地层, 开挖难度大, 需采用特殊爆破或掘进工艺, 既增加施工时间又对质量控

制要求更高, 若处理不当易引发边坡失稳; 气象条件影响明显, 雨季降水频繁会导致基坑积水, 延误土方开挖进度, 雨水可能影响混凝土浇筑质量, 需采取防雨、排水措施; 水文条件变化, 如汛期水位上涨, 可能威胁施工场地安全, 需暂停部分水上作业, 调整施工计划。社会环境同样影响工程协同推进。南水北调涉及多地区, 需协调沿线地方政策与利益, 若政策衔接不畅或征地拆迁工作受阻, 会导致施工场地无法按时交付, 延误工期; 周边社区关系处理不当可能引发矛盾, 影响施工环境稳定, 干扰正常施工秩序; 良好的社会环境, 如地方政府积极配合、社区支持, 能为工程提供顺畅的外部条件, 保障施工按计划推进, 助力进度与质量协同控制。

## 3 大型水利工程施工进度与质量协同控制机制构建

### 3.1 目标协同机制

构建目标协同机制需将进度目标与质量目标深度融合, 形成统一且明确的目标体系。在南水北调工程中, 依据工程总体规划与战略要求, 确定各施工阶段既符合时间节点要求又满足质量标准的阶段性目标。例如在渠道衬砌施工阶段, 设定在一定时间内完成特定长度渠道衬砌任务的同时, 明确衬砌混凝土的强度、平整度等质量指标<sup>[3]</sup>。通过将进度与质量目标细化分解至每个施工环节与岗位, 使所有参与人员清晰了解自身工作对整体目标达成的重要性。定期对目标完成情况进行评估, 对比实际进度与计划进度、实际质量与标准质量, 及时发现偏差并分析原因, 采取针对性措施进行调整。若发现进度滞后, 分析是因资源不足、技术难题还是管理问题导致, 在保障质量的前提下合理调整进度计划; 若质量不达标, 确定是材料、工艺还是人员操作问题, 迅速整改并调整后续施工安排, 确保进度与质量目标始终保持协同推进。

### 3.2 组织协同机制

组织协同机制是保障进度与质量协同控制有序推进的关键支撑。南水北调工程规模庞大、参与方众多, 需构建高效协同的组织架构。设立专门的进度与质量协同管理小组, 成员涵盖工程管理、技术、质量检测等多领域专业人员, 明确各成员职责与权限, 形成统一指挥、分工协作的工作模式。该小组负责统筹协调各方资源, 制定协同控制策略, 及时解决进度与质量冲突问题。加强各参建单位间的沟通协作, 建立定期联席会议制度, 定期召开会议, 共享施工进度与质量信息, 共同商讨解决方案。例如在渠道施工阶段, 施工单位、监理单位与设计单位在联席会议上就软土地基处理方案进行深入交流, 施工单位反馈施工难点, 监理单位提出质量检测重点, 设计单位根据实际情况

优化设计方案，确保进度与质量协同推进。通过强化组织协同，打破部门壁垒，形成工作合力，为进度与质量协同控制提供坚实的组织保障。

### 3.3 过程协同机制

过程协同要求对施工全过程进行动态监控与调整，确保进度与质量始终处于可控状态。在南水北调工程中，运用信息化手段建立施工过程监控系统，实时采集施工进度数据与质量检测数据。建议在混凝土浇筑环节，借助传感器实时捕捉混凝土温度、强度等质量指标，同步精准记录浇筑时长、浇筑方量等进度相关信息。一旦发现质量指标偏离标准或进度出现偏差，系统立即发出预警，相关人员及时采取措施进行调整。对于质量偏差，分析原因并制定整改方案，如调整混凝土配合比或加强养护措施；对于进度偏差，重新调配资源或优化施工流程，如增加施工人员或调整施工顺序。动态的过程监控与调整机制能够及时发现并解决进度与质量协同控制中的问题，保障工程顺利进行。

### 3.4 资源协同机制

资源优化配置需结合进度与质量要求精准分配。南水北调工程在资源调配中，根据施工进度计划安排人力投入，在混凝土浇筑高峰期增派熟练工人，同时确保质量检测人员数量充足，保障每一批次混凝土浇筑质量都能得到及时检测与把控。物资采购优先选择质量达标且供应稳定的材料，与供应商签订质量保证协议，明确材料质量标准与违约责任，避免因材料质量问题返工或供应中断延误进度。设备配置兼顾效率与精度，如在隧道施工中选用掘进速度快且开挖精度高的盾构机，定期对设备进行维护校准，防止因设备偏差影响隧道质量，让资源利用效率与进度、质量需求相匹配。资源共享与调配需建立统一平台，实现资源在不同环节、部门间灵活流动。部分标段搭建设备共享平台，平台实时显示设备使用状态与闲置情况。当某区域的关键设备如检测仪器、支护设备出现闲置时，可及时调配至需求紧张的区域使用。材料库存信息实时共享，设置库存预警线及时补充，避免重复采购或短缺，确保资源能快速响应进度与质量需求，减少浪费与闲置，为

协同控制提供资源保障。

### 3.5 激励与约束机制

激励机制建议聚焦进度与质量协同目标设计多元激励方式。可设置专项协同奖励，对按时达成进度目标且质量检测合格率达100%的施工班组给予资金奖励，奖励金额与质量优良率直接挂钩，质量优良率每提升1%可增加5%的奖励额度。对提出创新性协同优化方案的个人或团队，除给予荣誉表彰外，可在职业晋升、技能培训资源分配等方面给予倾斜，鼓励全员探索进度与质量兼顾的高效方法，激发协同管控内生动力<sup>[4]</sup>。约束机制建议明确刚性违规处罚标准并严格执行。对无合理理由未完成进度计划的班组，按延误时长扣除相应绩效，单日延误扣除2%班组绩效，累计延误超3日加倍处罚；对因违规操作、敷衍履职导致质量问题的个人，强制参加专项质量培训，培训期间按80%发放薪酬，培训考核不合格者暂停上岗资格。建立清晰处罚执行流程，确保违规行为及时追责，通过奖惩并重保障协同控制机制落地见效，避免管控要求流于形式。

### 结束语

大型水利工程施工进度与质量协同控制是复杂且关键的课题。南水北调工程实践中，进度与质量受多因素制约，构建的协同控制机制涵盖目标、组织等多方面。通过统一目标、强化组织协调、动态监控调整、优化资源配置及建立激励约束机制，能有效实现进度与质量协同。未来需持续完善机制，结合工程实际灵活运用，以提升大型水利工程建设管理水平。

### 参考文献

- [1]吴玉喜.新时期加强水利工程施工管理质量的措施研究[J].工程技术研究,2023,8(24):151-153.
- [2]任桃,王雪颖.关于构建完善水利工程建设大质量管理体系的对策思考[J].四川水利,2023,44(06):166-169.
- [3]鲁智国.水利工程施工中的进度控制与成本管理研究[J].工程技术研究,2024,9(03):155-157.
- [4]刘树奎,马洪洲.水利工程施工建设进度管理与成本控制探讨[J].建材与装饰,2016,(42):266-267.