

公路桥梁施工进度管理与优化方法研究

范春晓

天津滨海旅游区旅游发展有限公司 天津 300480

【摘要】：公路桥梁工程具有施工周期长、工序衔接复杂、外部影响因素多等特点，进度管理水平直接关系到工程质量、成本控制和项目效益。围绕公路桥梁施工进度管理中的计划编制、资源配置、现场协调、风险控制和信息化应用等内容展开分析，探讨影响施工进度的主要因素，并提出优化施工组织、完善动态控制机制、强化技术支撑和提升管理协同效率的具体方法，为公路桥梁工程进度管理提供可行思路。

【关键词】：公路桥梁；施工进度；进度管理；资源配置；优化方法

DOI:10.12417/2705-0998.26.07.009

引言

公路桥梁工程是交通基础设施建设的重要组成部分，其施工进度受设计变更、材料供应、机械设备、气候环境和现场组织等多种因素影响。进度滞后会增加工程成本，还可能影响施工质量与通车目标。加强施工进度管理，构建科学合理的计划控制体系，能够提升资源利用效率和项目执行能力。围绕公路桥梁施工进度管理与优化方法开展研究，具有较强的工程实践价值。

1 公路桥梁施工进度管控的工程基础

1.1 施工计划与工序衔接要求

公路桥梁施工计划的编制需要紧扣工程结构特点、施工工艺和现场作业条件展开。桥梁工程通常涉及桩基施工、承台施工、墩柱施工、盖梁施工、梁板预制与架设、桥面铺装、附属设施安装等多个环节，各分项工程之间存在明显的先后顺序和技术依赖关系。施工计划不能仅停留在总工期安排层面，而应细化到关键工序、节点目标和作业面转换过程。桩基施工完成后，需要经过检测合格才能进入承台施工阶段；梁板架设前，需要保证墩台结构强度、支座安装精度和吊装设备进场条件均满足要求。若计划编制缺乏工序逻辑分析，容易造成前道工序延误向后环节传导，形成连续性工期偏差。施工进度管理中，应根据桥梁跨度、基础形式、施工环境和交通导改要求，合理划分施工段，明确各施工段之间的交叉作业条件。对于可平行施工的桩基、预制梁场建设、钢筋加工等内容，应提前纳入计划统筹，减少等待时间。对于混凝土养护、强度检测、设备转场等不可压缩环节，需要在计划中预留合理周期，避免因盲目压缩工期影响工程质量。

1.2 资源配置与现场组织关系

资源配置是影响公路桥梁施工进度的重要因素，主要包括劳动力、机械设备、施工材料、周转设施和技术管理力量等内容。桥梁施工工序多、专业性强，不同阶段对资源类型和投入强度的需求存在明显差异。桩基施工阶段对钻机、泥浆处理设备、钢筋笼加工设备和混凝土供应能力要求较高；上部结构施

工阶段则更加依赖架桥机、吊装设备、模板支架和预制梁运输条件。若资源投入与施工阶段需求不匹配，现场容易出现设备闲置、人员等待、材料断供或作业面拥堵等问题，直接影响工期执行效果^[1]。现场组织需要以进度计划为依据，将资源配置与施工节奏进行动态匹配。材料供应方面，应根据钢筋、水泥、砂石料、支座、伸缩缝等材料的采购周期和检验要求，提前制定进场计划，防止因材料到场滞后影响关键工序。机械设备方面，应结合桥梁结构形式和施工方法确定设备型号、数量及进退场时间，避免大型设备长期占用场地或关键节点缺少设备支撑。劳动力安排方面，应按照钢筋、模板、混凝土、焊接、测量、吊装等专业工种进行合理搭配，保证各作业班组之间形成稳定配合关系。现场组织还需要重视施工便道、临时用电、拌合站、预制场和材料堆放区的布置，减少运输距离和二次倒运。

1.3 外部因素对工期执行的影响

公路桥梁施工受外部环境影响较为明显，工期执行过程中常受到自然条件、交通环境、征地拆迁、材料市场、设计变更和审批手续等因素制约。自然条件方面，强降雨、洪水、高温、低温、大风等天气会对桩基成孔、混凝土浇筑、梁板吊装和桥面铺装产生直接影响。河道桥梁施工还需考虑水位变化、汛期安全、围堰稳定和施工平台承载能力，若未提前研判季节性影响，容易导致关键工序被迫停滞。交通环境方面，部分公路桥梁工程位于既有道路、城区路段或交通流量较大的区域，施工期间需要进行交通导改、临时封闭和安全防护，作业时间与作业空间均会受到限制。征地拆迁和管线迁改也是影响工期的重要内容，若施工红线范围内房屋、管线、通信设施、电力设施处理不及时，可能造成工作面无法按计划移交。材料市场波动会影响钢材、水泥、沥青、砂石料等主要材料的采购价格和供应稳定性，供应不及时会削弱进度计划的连续性。设计变更则可能引起工程量调整、施工工艺改变和材料重新报审，导致原有工期安排需要重新调整。

2 施工进度偏差的成因与优化路径

2.1 计划编制精度不足的纠偏

计划编制精度不足主要表现为工期目标分解不细、关键线路识别不准、工序持续时间估算偏差较大、现场限制条件考虑不充分等情况。公路桥梁施工涉及基础、下部结构、上部结构、桥面系及附属工程等多个专业环节，若进度计划仅依据经验确定施工周期，容易忽视地质条件、作业面数量、机械效率、材料检测周期和混凝土强度增长时间等实际因素，导致计划与现场执行脱节。纠偏工作应以工程量清单、施工图纸、施工组织设计和现场调查资料为基础，对各分项工程的工程量、施工方法、资源消耗和作业条件进行重新核算。关键线路应结合网络计划技术进行梳理，明确桩基检测、承台开挖、墩柱施工、梁板预制、支座安装、梁体架设等对总工期影响较大的节点，并设置可检查、可考核的阶段目标。对于受检测、审批、养护和设备进场影响较大的环节，应在计划中设置合理缓冲时间，避免节点安排过于紧凑。纠偏过程中还应建立计划滚动修正机制，将总进度计划分解为季度、月度、周度控制目标，并根据现场完成量、资源到位情况和天气变化进行动态校核。

2.2 资源调配失衡的协同改进

资源调配失衡通常体现在劳动力投入与作业面需求不匹配、机械设备配置与施工强度不协调、材料供应与工序推进节奏脱节等方面。公路桥梁工程施工过程中，不同施工阶段的资源需求呈现明显波动，若缺乏统一调度，容易出现某些作业面人员集中但材料不足，某些关键工序设备短缺但辅助资源闲置的情况。协同改进应以进度计划为主线，将人、机、料、法、环等要素纳入统一管理。劳动力方面，应依据不同阶段的施工任务配置专业班组，合理安排钢筋制作、模板安装、混凝土浇筑、预应力张拉、梁体吊装等工种进退场时间，避免人员长期滞留或临时调配不足^[2]。机械设备方面，应建立设备使用台账和调度计划，对钻机、吊车、架桥机、混凝土运输车、泵送设备等关键机械实行节点化管理，确保设备状态、作业时间和施工部位相互匹配。材料供应方面，应根据施工进度和检验周期提前安排采购、运输、复试和储备，特别是钢筋、水泥、支座、钢绞线、伸缩缝等影响关键工序的材料，需要形成供应预控机制。

2.3 风险预警与动态调整机制

风险预警与动态调整机制是保障公路桥梁施工进度稳定推进的重要管理方式。桥梁施工周期较长，施工过程中可能受到地质变化、极端天气、设备故障、材料供应延迟、设计变更、安全事故隐患和交通管制等因素影响，若缺少提前识别和响应措施，局部风险容易演变为整体工期延误。风险预警应贯穿施工全过程，在开工前结合施工区域水文地质、气候规律、交通条件和周边环境建立风险清单，明确各类风险对应的影响范

围、发生概率和控制责任。施工期间应通过现场巡查、进度统计、材料跟踪、设备监测和气象信息收集，对异常情况进行分级预警。连续降雨可能影响基坑开挖和混凝土浇筑，应提前调整露天作业安排；大型吊装设备出现故障隐患时，应及时组织检修或调配备用设备；关键材料供应出现延期时，应同步调整非关键工序施工顺序。动态调整机制需要依托实际完成量与计划目标的对比分析，及时判断进度偏差来源，并采取增加作业班组、延长有效作业时间、优化流水段划分、调整施工顺序等措施。对于已影响关键线路的风险，应启动专题协调，明确补救期限和责任分工。通过预警识别、偏差分析和动态修正相结合，可以增强施工进度管理的主动性和适应性，使公路桥梁工程在复杂施工条件下保持较强的工期控制能力。

3 进度优化方法的应用成效与长效完善

3.1 典型工程中的计划执行对比

某公路桥梁工程全长约 860m，主桥采用预应力混凝土连续梁结构，施工内容包括钻孔灌注桩、承台、墩柱、箱梁现浇、桥面铺装及附属设施安装。原进度计划主要按照分项工程顺序安排，桩基施工、下部结构施工和上部结构施工之间衔接较为紧密，但对汛期影响、混凝土养护周期、支架搭设验收和材料复检时间考虑不足，导致前期计划执行中出现局部滞后。优化后，施工单位将总工期目标分解为基础施工、墩台施工、梁体施工和桥面系施工四个控制阶段，并对关键线路上的桩基检测、支架预压、混凝土浇筑、预应力张拉等节点设置专项控制表。计划执行过程中，采用周计划对月计划进行校正，将实际完成工程量与计划工程量进行对比分析。原计划中部分墩柱施工等待桩基检测结果，优化后通过分区检测、分段移交和流水作业安排，使检测合格区域能够及时进入下一道工序。梁体施工阶段将钢筋加工、模板拼装、支架验收和混凝土供应进行同步协调，减少单项工序完成后的空置等待。对比优化前后的执行情况，工程关键节点偏差由被动发现转为过程跟踪，施工段之间的转换更加顺畅，计划执行不再停留于时间表控制，而是形成了工程量、节点和作业面联动管理方式。

3.2 工期成本质量协同控制成效

公路桥梁施工进度优化不能单纯追求工期压缩，还需要与成本投入和质量控制保持协调。工程实践中，过度增加人员和设备虽然可能缩短部分作业时间，但也会造成现场交叉干扰、机械利用率下降和管理成本上升。进度控制应以关键工序为重点，将资源投入集中在影响总工期的环节，对非关键工序保持合理节奏，避免盲目赶工带来的浪费^[3-5]。成本控制方面，优化材料进场批次、减少二次倒运、提高模板周转效率和降低设备闲置时间，可以在保证施工连续性的同时减少额外支出。钢筋加工采取集中加工与分批配送方式，既保证各墩位施工需求，又减少现场堆放压力；混凝土浇筑根据运输距离和浇筑方量安

排车辆数量,降低等待损耗。质量控制方面,进度安排需要满足技术间歇要求,混凝土强度未达到规范要求时不得提前拆模或加载,预应力张拉、压浆、支座安装等关键工序必须按照检测和验收程序推进。通过进度、成本和质量的协同控制,施工组织从单一工期目标转向综合效益目标。工期方面,关键节点能够按计划推进;成本方面,资源投入更具针对性;质量方面,工序验收和技术标准得到有效落实,减少了返工对进度造成的二次影响。

3.3 数字化管理与持续改进方向

数字化管理为公路桥梁施工进度优化提供了更加精细的技术支撑。传统进度管理依赖人工统计和纸质报表,信息传递周期较长,进度偏差往往在节点滞后后才被发现。通过 BIM 技术、进度管理平台、移动端巡检系统和无人机航拍等手段,可以将施工计划、现场形象进度、资源投入和质量安全信息进行集成管理。BIM 模型能够将桥梁结构构件与施工时间进行关联,形成可视化进度模拟,便于提前发现施工顺序冲突、场地布置矛盾和大型设备作业空间不足等问题。进度管理平台可以实时记录桩基完成数量、墩柱施工状态、梁体浇筑进展和桥面

系施工情况,并通过数据对比识别滞后部位。移动端巡检能够提高现场问题上传和整改反馈效率,使管理人员及时掌握作业面变化。无人机航拍适用于大跨度桥梁、跨河桥梁和山区桥梁施工,可对施工区域整体进展、便道通行状况和材料堆场布置进行直观检查。持续改进方向应集中在数据采集标准化、进度预警智能化和多方协同平台化等方面,积累不同项目的工期数据、资源消耗数据和风险处置数据,形成可复用的进度管理经验库,使后续公路桥梁工程在计划编制、资源组织和过程控制中获得更加准确的决策依据。

4 结语

公路桥梁施工进度管理与优化应以科学计划为基础,以资源协同为支撑,以风险预警和动态调整为保障。施工过程中需要准确把握工序衔接、资源投入、外部干扰和技术控制之间的关系,减少进度偏差对工程质量、成本和安全造成的不利影响。通过精细化计划编制、全过程跟踪管理和数字化技术应用,能够提升施工组织效率,增强工期控制能力,推动公路桥梁工程在复杂条件下实现有序、高效、稳定推进。

参考文献:

- [1] 边磊,杨凯,冯竞.公路桥梁工程施工阶段进度管理优化研究[J].运输经理世界,2025,(36):75-77.
- [2] 王书涛,王永利,阳森,等.桥梁智能建造技术平台研发与应用[C]//《施工技术》杂志社.2025年全国土木工程施工技术交流会论文集(上册).中交第三公路工程局有限公司;中交公路长大桥梁建设国家工程研究中心有限公司,;2025:407-410.
- [3] 李光耀.公路桥梁施工阶段成本超支风险分析与评价研究[D].广西大学,2024.
- [4] 郭刚柔,车勇,王玺翔,等.基于 BIM 与实景技术的桥梁建设管理系统研发[J].建筑结构,2023,53(S1):2435-2441.
- [5] 武玉林.公路桥梁施工数字化物料管理系统优化策略研究[D].新疆农业大学,2023.