

建筑工程施工进度控制方法的优化研究

顾鹏飞

上海宏璞建筑装饰工程有限公司，上海市闵行区，201199；

摘要：围绕施工进度目标的稳定达成与资源约束下的协调优化，构建以目标分解、约束建模、网络计划、节拍控制与数据回填为主线的体系。方法以工作包与里程碑组织时间结构，以资源与空间双约束校核可行域，以分层缓冲吸收波动，并通过移动回填与影子方案实现快速纠偏。研究强调词典统一与留痕管理，提出进度仪表与观察窗口的操作口径，形成从计划到执行再到评估的闭环。面向不同规模项目，给出模板化与情景化的迁移路径，使进度控制在质量与安全边界内保持鲁棒与高效。

关键词：施工进度；网络计划；节拍控制；资源平衡；动态纠偏

DOI：10.69979/3029-2727.25.01.062

引言

建筑工程施工处于多专业交叉与多源不确定叠加的环境之中，进度控制不止是到期，更强调过程的节拍稳定与资源约束下的协同。常见做法侧重编制而忽视执行反馈，信息口径分裂与现场扰动叠加，导致计划频繁失真。要让计划落地，需要统一词典与编码，建立以工作包为载体的里程碑网络，在资源与空间双维度校核可行域，并设置分层缓冲与观察窗口，以数据回填驱动滚动修正，以影子方案降低调整风险。本文从目标与约束、计划与资源、监控与纠偏三条主线展开，在纯理论边界内给出可度量与可迁移的方法与口径，力求让不同规模项目在同一度量体系下稳定提升进度达成度与组织透明度。

1 进度偏差机理与目标口径

1.1 偏差类型与触发路径

进度偏差可分为结构性与过程性两类。结构性偏差源自编制口径不一致、作业拆分颗粒失衡与逻辑关系缺失，表现为关键路径识别失真与里程碑堆叠，后续任何扰动都会被放大。过程性偏差源自天气限制、通道争用、到货不确定与设备健康度下降，表现为作业启动延迟与节拍漂移。两类偏差具有叠加效应，结构性缺陷让过程性振荡更难被吸收^[1]。识别偏差的前提是统一词典与编码，在同一时间轴表达前置、并行与滞后关系，以日周双窗跟踪偏差轨迹。方法上以工作包为最小可核单元，设置进入条件与完成标准，把不可检的长期任务拆解为可验证的短周期任务，并以里程碑锚定阶段边界。相对距离与相对时间共同决定干扰强度，设备共享与通道交

叉提高冲突概率，需要通过时间错峰与空间隔离降低重叠。为早期暴露高风险节点，在模型或平面图上布设观察点，采集占道时长与等待时长，将其映射到网络节点的时差，形成从现场到计划的量化回路。季节与节假日引发的系统性波动可在基线中设置标签与恢复曲线，供应侧的不确定以到货可信度分级呈现，在排程阶段自然回避低可信度批次。通过这些做法，偏差的源头更早被感知，纠偏窗口更长，组织响应更从容。偏差并非均匀扩散，而是沿着瓶颈与接口快速传播，塔吊、混凝土供应与楼梯通行等资源一旦失衡，就会在相邻工序间形成连锁等待。为抑制这种传播，应在计划中标注可替代路径与工法切换条件，并在发布后维持稳定窗口，避免频繁微调引起节拍共振。当触发阈值被连续击穿时，应立即进入协同通道。对经常性的轻微偏差，设置班组自愈动作库，包含重排顺序与互换工位两类手段，在不触及里程碑的前提下就地消化波动。

1.2 约束模型与目标分解方法

进度目标由合同节点与阶段里程碑共同构成，需分解到施工段与专业层的可执行目标。约束包含资源能力、空间路径与工艺逻辑三类，三者决定作业可行域。模型层面以网络图表达逻辑关系，以节拍曲线表达产能轨迹，以场地网格表达空间占用，通过把资源能力与空间网格绑定到节点，提前校核路径可行性并预留缓冲^[2]。缓冲分为保护、喂料与控制三个层级，分别绑定关键路径末端、上游供给与施工段切换点，大小由历史波动与当前约束共同确定，过小会频繁告警，过大会吞噬工期与资源。为平衡计算复杂度与表达充分度，重复性工序使用模板化参数，一次性节点采用局部精细化，空间约束以

占位盒表达尺寸与通行需求,占位盒之间保持最小距离与最小时间差,系统在生成计划时自动校核冲突。目标关联以颜色带呈现优先级,以阈值带呈现容忍区,班组据此理解意图并在带内自调。目标竞争通过影响矩阵计算让步幅度,每项调整的拉动与挤压一目了然,避免局部优化挤伤邻近目标。目标分解最终落脚到岗位动作清单,清单包含进入条件、工作方法与退出条件,执行过程留痕,复盘时对照指标与事实,逐步修正模板与词典,让不同团队在同一语言下推进协作。为了增强跨阶段连续性,在基线中嵌入季节日历与停工窗口,并以资源健康度与供应可信度作为权重修正节拍,当权重出现剧变时,系统自动触发影子方案评审,在小范围内试行替代路径与工法,再决定是否推广。对高风险交叉面设置前置验收清单,清单未通过不得开工,以此保证后续活动在可控边界内启动。当目标分解存在争议时,引入对比样本与小规模试验段,以事实收敛讨论,避免长时间停留在抽象争辩,由此提升口径统一的效率与信任。

2 计划编制优化与资源协调

2.1 网络计划分解与节拍设计

计划编制需要在可视化表达与计算严谨之间取得平衡。总网络负责跨段与跨专业同步,子网络在专业内部完成细化与校核,二者通过里程碑与跨界接口保持一致。节拍设计以施工段为节拍单元,定义固定时间窗与允许波动带,波动在带内由班组吸收,超出带宽才触发跨部门协调^[3]。为提高可复制性,引入标准化作业模板与产能系数,模板记录平均时长与资源组合,现场根据规模因子快速调整,即可形成初步计划。为增强鲁棒性,在网络中事先标注可替代路径与可切换工法,并明确切换条件与代价,降低单点失效带来的冲击。对干扰敏感的作业设置前置验收清单,未通过不可启动,防止在不满足条件的状态下盲目开工。对长链条作业设置中间锚点,锚点承担计量与质检,防止进度与质量脱节。换段与换班需要顺滑过渡,在过渡期安排预热任务与收尾任务,预热恢复秩序与设备状态,收尾清理通道与回收器具,两类任务均在网络中占位。对跨楼层作业采用垂直节拍,垂直通行资源按倍数关系配比,避免隐形瓶颈。发布后建立稳定窗口,窗口内不改动关键关系,仅在非关键关系上微调,窗口结束再统一滚动更新,避免频繁改动扰乱节奏。跨专业穿插设置标准交接界面,每个交接包含位置基准与完工定义,交接未达标不得进入下一道工序。为提升透明度,在看板上展示未来两周窗口与

资源锁定,提前暴露争用点,促使各班组以协商替代抢占。当计划遇到大范围扰动时,采用分区分解耦与并行推进,先稳住关键区域,再恢复全局节拍。对不可压缩的路径,以缓冲重分配与队伍错峰降低冲击,并在回顾环节把有效动作沉淀为模板,供后续计划直接复用。计划文档与模型视图保持一一对应,每个节点都能在空间上被准确定位,减少口头描述带来的误解与往返。

2.2 资源平衡与瓶颈管理

资源平衡旨在拉平关键资源峰值与压缩非关键资源闲置。塔吊、模板与大型机械等瓶颈资源优先与关键路径对齐,在时窗边缘预留微小错位以降低抢占。劳动力与通道等可分割资源通过滑移分段与交替作业降低峰值,平衡计算以周为主以日为辅,先在周尺度完成粗平,再在日尺度进行细化,避免频繁重算带来管理负担^[4]。在不同阶段采取差异策略,主体结构阶段关注高峰拉平,装饰阶段关注小批量穿插秩序,机电阶段关注通道占用冲突。平衡成效以峰值倍率、闲置比率与换线次数三项指标衡量,三项同时改善才视为有效。若峰值下降而换线次数显著上升,应回退到上一个方案。缓冲设计以可视化方式嵌入计划与看板,保护缓冲吸收系统性波动,喂料缓冲稳定下游节拍,控制缓冲平滑跨区衔接,大小按滚动机制校准,记录触发次数与占用时长,使参数从经验走向数据驱动。当供给存在不确定时,启用场内缓冲资源池与场外共享池两层保障,前者应对短时波动,后者应对阶段缺口,启用与回收设阈值,防止长期占用演化为刚性约束。大型节点前后增设预诊断点,审查资源与场地准备度,发现偏差立刻触发微调,减少在窗口内的临时抢修。对属于同一通行链路的楼层或区域,建立时间配额与优先级,把拥堵转化为规则化排队,避免以抢占取代协商。资源平衡还需要关注能耗与噪声约束,在夜间与敏感时段安排低噪作业,把高能设备集中在短窗运行并错开相邻楼层,以降低对临近工序的干扰。为提升长期稳定性,建立资源健康度档案,以温度、振动与故障记录估计退化速度,在合适窗口实施维护,避免高负载时被动停机。相关数据以结构化方式回写到平台,为下一轮平衡提供可复用的证据。当外部供应出现持续紧张,以替代材料与分批到货的组合降低等待,并通过价格与时序的评估确定适度折中。

3 执行监控与动态纠偏

3.1 数据预警机制与纠偏路径

执行阶段的关键在于缩短偏差发现到纠偏落地的

时间差。数据侧以构件级回填驱动计划对齐,作业完成信息通过移动端与扫码回传,系统按规则聚合为作业完成量与节拍状态。监控层以仪表盘呈现关键路径偏差、缓冲消耗与资源利用三条主线,任何一条越界即进入协同通道。预警阈值同时考虑绝对偏差与偏差斜率,斜率过大说明问题在快速放大,需要更主动的动作。纠偏遵循先局部后全局与先时序后资源的顺序,局部层面调整工序顺序与作业窗口,全局层面协调资源与场地占用。为降低风险,采用影子方案与灰度执行,先在小范围验证对安全与质量的影响,再逐步扩大。为避免震荡,设置观察窗口与复盘节点,窗口内限制重复变更次数,复盘节点归档数据与理由,面对相似情形时调用动作清单。常见场景配套标准动作,上移资源、切换路径或延后非关键活动,动作以触发条件与预期效果描述,执行后记录实际效果,用于修订口径。设计变更引发的大幅偏差设置快速评审通道,限定回复时限与资料清单,在短周期内形成可执行方案。跨楼栋的联动偏差采用分区分解耦与并行推进,极端天气阶段提前切换为耐候性更强的工序与室内作业,以降低不可控停工带来的断点。数据质量决定预警可靠度,采集链路需完成零点校正与时间对齐,异常段以标记保留以备追溯。当通信不稳时,本地以快照维持判断依据,待网络恢复再同步。对高频小波动采用容忍带吸收,对持续偏离进入原因定位,从设备、物资与通行三条链路逐一排查,把软错误与硬故障区分开来。在班组层面推行每日报告与周复盘,以短句记录问题、动作与结果,让经验快速固化为可执行条目,减少个体差异。在跨单位协作场景启用统一看板与统一时间基准,把不同来源的回填对齐到同一节拍,避免多头口径造成的判断分裂。

3.2 数字化协同与组织保障

数字化协同把模型、计划与现场连接为同一事实来源,模型提供空间与构件定位,计划提供时序与资源约束,现场回填提供状态与偏差证据,三者在一看板汇聚,跨岗位沟通成本随之下降。为保障数据可信,制定编码与词典并设置自动校验,剔除缺失与冲突,所有变更留痕并绑定责任。权限体系在安全前提下开放查询路径,避免因信息封闭引发二次延误。平台需要兼顾可用性与可靠性,移动端侧重浏览与回填,桌面端侧重编制与分析,云端侧重权限与归档,弱网环境提供离线包与延迟同步,关键指标提供本地快照。组织保障决定方法

能否落地。项目早期设立进度控制小组,明确角色与交接,建立日周例会与里程碑评审两套节奏,绩效评价与进度指标挂钩,鼓励主动暴露问题与提出替代方案。培训采用任务化方式,围绕真实作业拆解步骤,让不同岗位在同一口径下练习定位、回填与复核。在跨项目复用层面,建立企业平台的指标口径与模板库,新项目在启动周即可完成计划框架与角色分配,平台按季度发布通用改进包,下沉通用经验。当组织规模扩大,以分层例会与议题约束控制沟通成本,每次协调都对准紧要约束。对按时回填与及时暴露问题的班组给予积分与优先资源,对拖延与隐瞒设约束与复训,使激励与约束匹配。在项目收尾阶段开展复盘周,回看里程碑数据与关键事件,把有效做法固化为模板,把教训转化为预警词条,服务下一项目的快速启动。面向长期演进,建立跨项目评审机制与抽检制度,定期检查模型质量与流程执行,结果进入团队画像并影响培训计划,以此形成持续改进的惯性与可追溯的能力成长路径。项目之间推行对标机制,以关键指标与做法卡进行横向比较,促进经验扩散与短板补齐。

4 结语

本文以统一词典与工作包为抓手,把逻辑关系、产能轨迹与空间占用纳入同一度量体系,提出网络计划与节拍控制的协同方法,并以分层缓冲吸收波动,通过回填与影子方案缩短纠偏闭环。方法强调小步调整与可回退,在质量与安全边界内释放工期潜力与资源效率。面向不同规模与类型的项目,只要坚持口径统一与留痕管理,两套节奏与三类缓冲即可迁移复用,进度控制的稳定性与透明度将持续提升。配套的组织保障与数字化协同将把改进沉淀为长期能力。

参考文献

- [1] 赵琦,纪加强. 建筑工程施工进度控制与管理策略[J]. 大众标准化,2024,(12):102-104.
- [2] 金一鸣. 建筑工程施工进度控制问题及优化策略分析[J]. 城市建设理论研究(电子版),2023,(31):52-54. DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202331018.
- [3] 黄茂蕊. 建筑工程施工中的进度控制与质量控制分析[J]. 住宅与房地产,2021,(34):135-137.
- [4] 黄海,陈远征,丁汉博. 建筑工程施工进度控制研究[J]. 住宅与房地产,2021,(28):177-178.