

基于 BIM 技术的建筑工程进度协同管理路径研究

潘嘉曜

胜通和科技有限公司杭州分公司 浙江杭州 310000

摘要: 随着建筑工程规模的不断扩大与多专业协同施工的常态化,传统进度管理模式面临计划编制响应滞后、现场执行难以精准管控等问题。BIM 技术凭借其强大的可视化建模与信息集成能力,为进度管理协同提供了技术支持与平台保障。本文结合笔者多年工程管理实践,系统梳理了当前建筑工程进度管理的关键复杂性与技术瓶颈,深入剖析了 BIM 技术在进度协同中的 4D 建模、任务分解、路径反馈等实现逻辑,提炼出在实际应用中存在的协同障碍与控制要点,并构建了组织机制、制度规范、技术平台与风险控制一体化的进度协同保障体系。研究结果对提升大型建筑项目的进度管理效率、加强各参建方协作能力具有现实意义与推广价值。

关键词: BIM 技术; 建筑工程; 进度协同管理; 4D 建模; 组织机制

建筑工程作为高度复杂的系统工程,其进度控制不仅涉及施工计划的科学编排,还依赖于多专业、多工序间的精准协同。在传统管理模式,工程进度容易受到信息滞后、施工干扰等因素影响,管理响应效率低、偏差难以预警。近年来,BIM(建筑信息模型)技术的广泛应用为工程管理特别是进度协同提供了新路径。通过集成模型构建、时间维度叠加与任务可视化,BIM 实现了从“计划-执行-反馈”的闭环控制。本文将围绕 BIM 在建筑工程进度协同中的应用展开深入探讨,旨在构建一套系统化的协同管理路径,为行业进度管理模式优化提供实践经验与理论支撑。

1 建筑工程进度管理的复杂性与瓶颈

1.1 专业交叉施工、计划干扰频发

现代建筑工程普遍采用多专业并行作业模式,涉及结构、给排水、暖通、电气、装饰、消防等多个专业单位协同施工。各工种之间存在逻辑先后、空间冲突、工序重叠等复杂关系,稍有不协调就容易引发资源冲突、场地干扰或重复返工,从而影响整体进度。

例如,在主体结构施工完成后,机电安装单位需迅速介入开展管线敷设,但如果前期设计未充分协调,现场可能出现管线交叉冲突、安装顺序颠倒等问题,导致进度滞后。此外,若某一专业的施工出现延误,往往会对后续所有依赖其节点的专业产生连锁反应,形成“瓶颈效应”,从而放大计划风险。传统的进度计划多为线性串联式编制,难以动态适应这种多节点、多参与方交错推进的现实需求。

1.2 传统工具依赖经验,响应滞后

目前多数施工单位仍以甘特图、横道图、Excel 表格等传统计划工具为主,其编制与调整多依赖管理人员经验判断,缺乏数据支撑与模型联动。这种模式存在以下几点问题:

进度计划与现场施工实际脱节:计划安排无法实时反映现场资源、人员、环境等动态变化,导致计划滞后或无法执行;

响应滞后,缺乏预警机制:一旦现场出现计划偏差,传统工具难以及时识别或发出预警,往往等问题暴露后才进行事后处理;

信息割裂,协同困难:施工单位、设计单位与监理方之间缺乏统一的进度数据平台,不同专业各自为政,导致协同效率低,信息传递滞后。

在此背景下,如何通过数字化手段实现计划的动态编制、实时监控与多方协同,成为解决当前建筑工程进度管理困境的关键课题。BIM 技术的引入,为建立可视化、数据驱动、多方协同的进度控制体系提供了技术基础与发展空间。

2 BIM 技术在进度管理中的基础支撑

2.1 4D 建模与时间维度叠加

BIM 的 4D 建模是在传统三维构件基础上叠加时间信息,构建“构件-时间-任务”的动态关联体系。模型中的每个构件不仅具有几何形态和材质属性,还被赋予计划开始与结束时间、所属作业区段、逻辑工序关系等施工调度参数,实现了进度控制的信息可视化与结构化。通过 4D 模型,管

理人员可直观模拟整个工程在不同时间节点的施工状态,掌握关键路径节点、工序搭接逻辑与空间资源冲突。系统可自动分析构件间的安装依赖关系,优化资源配置,提升施工组织效率。例如,在机电安装阶段,可通过4D模型推演管线走向与施工时序,避免不同专业在现场抢占工作面或重复施工。

2.2 协同路径构建的逻辑流程

基于BIM的进度协同不仅是一项建模操作,更是一种多主体间信息与任务共享的组织机制。协同路径的构建通常以工作分解结构(WBS)为基础,将进度任务拆解为可控单元并映射至模型构件,实现“模型-任务-资源”的一体化联动。

在计划编制阶段,项目管理团队使用如MS Project、Primavera等进度计划软件设定施工任务、逻辑关系与节点控制要求,并通过BIM平台将任务与对应模型构件建立绑定关系。每一个施工任务对应模型中的具体构件,进而实现任务执行状态与模型状态的实时联动。

随后,模型与任务的集成信息通过BIM协同平台(如Revit协作云、Navisworks、BIM5D等)进行发布与共享。设计、施工、监理等各方可在统一平台中查看进度模型、发布修改意见、确认施工时序,形成统一数据源。模型版本更新时,系统自动记录变更记录与历史版本,保障数据完整性与审计可追溯性。这一协同路径围绕“计划制定-模型绑定-执行反馈-动态优化”的循环展开,使各专业在施工全过程中协同一致、任务清晰、接口明确,有效规避了传统“平面图纸+口头交底”带来的管理风险。

2.3 数据驱动的进度跟踪与调整机制

在施工执行过程中,BIM平台通过数据采集与状态回写功能,建立起进度管理的数字闭环体系。通过二维码标识、移动打卡、图像识别等方式,现场人员可实时回传施工状态,并更新模型构件的实际施工状态标签,如“未开始”“进行中”“已完成”“滞后”等。系统在接收到现场数据后,自动将实际完成状态与原计划进行比对,识别出进度偏差及其影响范围,并形成预警报告。若某关键路径节点存在滞后,平台会提示潜在的工期风险,并建议可行的应对策略,如调整施工顺序、增加施工资源、改为夜间作业等措施,以压缩滞后时间。

更进一步,BIM系统还可基于历史工程数据与实际项目

运行数据,构建进度偏差预测模型,对未来某阶段可能出现的节点风险进行提前分析。例如,若连续三个工序均出现轻微滞后,系统可预测整体关键路径工期将被推迟,并提出调整建议,从而实现由“被动应对”向“主动防控”的转变。这种基于模型和数据双驱动的进度管理方式,极大提升了工程项目对复杂现场状态的适应能力和调控能力,有助于施工现场从经验管理走向精准调度。

3 建筑工程进度协同中的控制要点与关键障碍

3.1 多专业协作中的接口冲突问题

建筑工程通常涉及结构、给排水、暖通、电气、消防、装饰等多个专业单位协同作业。由于各专业在设计、建模、进度逻辑理解上的差异,常出现施工节点错位、空间资源冲突、设备预留不清等接口问题,直接干扰整体进度。

例如,在地下室区域施工中,结构完成后机电安装单位进场,若未在模型阶段明确设备吊装口或管线走向,就可能出现风管与梁体冲突、管道与桥架交错、设备无法按计划吊装等情况,导致返工与工期滞后。同时,各单位间进度计划编制标准不一,逻辑不统一,也容易造成执行过程中“先后错乱、谁等谁不清”的协作混乱。

3.2 信息传递与模型更新机制障碍

BIM协同的基础是信息共享与模型更新的及时性。然而在实际操作中,不同单位在BIM平台使用习惯、信息同步频率、模型版本控制等方面存在较大差异,导致协同过程中信息不对称、模型失效等问题频发。

一方面,设计单位完成的BIM初始模型,往往与施工现场条件脱节,无法满足施工进度控制的实时性需求。施工单位或班组在调整构件施工顺序或节点计划时,缺乏将变更信息高效回传至BIM模型的通道,导致模型滞后于现场,失去了“进度协同载体”的作用。另一方面,不同专业使用的软件平台与接口标准不统一,模型合并后容易出现数据丢失、构件重叠、版本冲突等技术问题。这类障碍一旦未能及时发现和协调,极易在现场引发计划混乱与任务执行冲突。

3.3 进度偏差识别与响应能力不足

在实际施工过程中,进度偏差是常态化现象,但能否快速识别并科学响应,决定了协同效率的高低。目前不少项目仍停留在“任务延误事后协调”的管理模式,缺乏基于数据的动态监控机制,延误问题往往在暴露较大影响后才被重视。现场施工人员反馈进度情况依赖人工录入、纸质日报,

数据滞后严重。施工单位对模型状态更新存在滞后或缺位,导致管理人员无法通过 BIM 平台实时掌握任务推进情况,预警与调整能力严重不足。BIM 平台本可实现“模型状态—任务完成—进度偏差”的三维联动识别,但前提是确保模型数据实时、状态标签清晰、反馈机制畅通。若这些环节不畅,BIM 进度管理就会沦为“看图工具”,失去动态控制意义。

3.4 协同效率提升的关键控制点

支持外,更需从组织机制与制度执行两方面加强管理。需设置专门的 BIM 进度协调岗位,明确其负责模型任务绑定、进度发布、反馈调度等职责,保障 BIM 模型与实际进展同步更新,形成常态化调度机制。各专业进度负责人应参与统一平台数据更新,实现任务计划从“独立制定”向“集中协同”转变。应在制度层面强化模型版本审批、进度节点评审与计划变更流程,建立模型责任边界、计划交付标准和协同信息记录机制,确保数据传输规范、协作逻辑清晰。

4 BIM 进度协同的组织机制与实施保障体系

4.1 协同管理组织体系构建

BIM 进度协同的首要前提是构建职责明晰、协作高效的组织体系。通常应由业主或总包单位设立 BIM 管理小组,明确项目 BIM 总负责人,同时配备 BIM 模型负责人、计划协调员及各专业建模人员,形成“总控—专业联动”的管理架构。各参建方应指定 BIM 接口人,负责其本专业模型的进度维护、问题反馈及节点确认,避免信息割裂。同时,施工单位应设立进度协调岗,统筹施工计划与模型进度的一致性,实现计划编制、模型绑定、任务推进的统一管理。

4.2 制度与流程标准化路径

BIM 协同若无制度保障,易陷入“模型空转”的困境。应在项目启动阶段制定统一的《BIM 实施细则》《模型交付标准》《进度协同管理制度》,明确模型更新频率、构件粒度、进度计划绑定方式与审批流程。进度模型的编制、审查、发布应形成闭环流程:由专业负责人建模,计划协调岗审核逻辑关系与施工可行性,经 BIM 总负责人批准后发布至协作平台。对计划变更、现场反馈等情况,也应设立更新审批制度,确保模型与现场信息同步,数据可追溯。

4.3 技术平台支撑与数据闭环保障

BIM 进度协同离不开稳定、兼容性强的技术平台支撑。

推荐选用具备进度模拟、模型浏览、状态跟踪、任务分配等功能的一体化协同平台,如 BIM 5D、Navisworks、Revizto 等,并实现与进度计划软件(如 MS Project、Primavera)的数据对接。平台应支持多角色登录、版本对比、进度自动比对与偏差预警功能,便于各专业在统一环境中协同推进。同时,构建“任务执行—状态反馈—数据更新—模型回写”的闭环数据机制,是保障协同有效性的核心支撑。

4.4 进度协同中的风险管控机制

在进度协同过程中,计划延误、模型滞后、专业错位等均可能演化为系统性风险。应构建基于 BIM 的进度风险识别、预警与应急响应机制。系统可设置关键路径任务延误阈值,一旦超限立即触发红色预警,并生成影响分析报告。应设立定期评估制度,对进度模型的准确率、反馈及时率、节点兑现率进行统计分析,及时发现潜在协同问题。此外,应建立快速响应机制,对影响进度的突发事件,如构件缺失、图纸变更等,实行专人专岗快速建模、计划调整与现场联动,提升模型对实际风险的适应力。

5 结语

建筑工程进度管理正面临多专业协作复杂、现场动态频繁、信息传递割裂等现实挑战。BIM 技术凭借其可视化、参数化与信息集成能力,为构建高效协同的进度管理体系提供了切实可行的路径。本文从 BIM 在 4D 建模、协同逻辑、数据反馈、风险管控等方面的应用出发,系统梳理了技术实现机制与协同瓶颈,并提出了组织架构、制度流程、平台支撑与风险响应的一体化保障体系。

参考文献:

- [1] 徐明 .BIM 技术在建筑工程全过程造价管理中的应用研究 [J]. 中国住宅设施 ,2024(2):81-83.
- [2] 张伊祥,朱仁民 . 房屋建筑工程管理中 BIM 技术的应用探讨 [J]. 砖瓦 ,2023(3):113-115.
- [3] 王传玉,李宁 . 基于 BIM 技术的建筑结构与施工协同管理研究 [J]. 门窗 ,2024(20):115-117.
- [4] 黄志毅 . 基于 BIM 技术的厦门海沧漫云项目工程协同管理研究 [J]. 散装水泥 ,2024(3):115-117.
- [5] 张珂 . 基于 BIM 技术的建筑工程协同设计与优化分析 [J]. 集成电路应用 ,2024,41(1):128-129.