

基于 BIM 的智能建造协同管理平台开发与实践

黄斌源

浙江百耀建设有限公司，浙江省衢州市，324000；

摘要：建筑行业正处于由传统施工模式向数字化、智能化方向转型的关键阶段。建筑信息模型（BIM）作为新一代信息技术在工程建设领域的重要应用基础，为实现多专业协同设计、精细化施工管控与全生命周期管理提供了技术支撑。本文围绕“基于 BIM 的智能建造协同管理平台”的开发与落地实践展开系统论述，结合平台体系构建、核心技术实现、典型项目应用三个层面进行深入分析。研究表明，BIM 与协同管理平台深度融合不仅提升了建造效率与工程质量，也推动了项目管理范式的重塑，为我国工程建设信息化发展提供了重要路径参考。

关键词：BIM 技术；智能建造；协同管理；平台开发；项目实践；数字化施工

DOI：10.64216/3080-1508.25.03.027

引言

建筑信息模型（Building Information Modeling，简称 BIM）作为集成项目各类信息的数字化载体，具备可视化、参数化、模拟化等特性，为智能建造平台构建提供了基础数据支撑。而协同管理平台的引入，则通过信息共享、流程驱动、任务协作等机制，有效打通设计、施工、监理、运维等各阶段间的信息壁垒，助力工程建设全过程协同与动态优化。

本文基于工程实践，围绕 BIM 智能建造协同管理平台的技术架构、功能模块、数据机制等展开系统分析，提出可行的开发策略与优化路径，并通过典型项目应用验证其在提质增效、风险管控、资源调度等方面的显著成效。旨在为行业提供具有可复制性与落地性的技术路径参考，推动建筑业数字化转型稳步迈进。

1 BIM 协同管理平台的总体架构与关键设计

1.1 平台系统架构与技术框架设计

BIM 智能建造协同管理平台的架构设计以“数据驱动、业务融合、实时协同”为核心理念，采用前后端分离、微服务架构、云边协同等主流技术体系，确保平台具备良好的可扩展性、易维护性和系统集成能力。整体平台划分为数据采集层、业务处理层、协同服务层与展示交互层四大部分。

在数据采集层，平台集成来自设计单位、施工现场、传感设备、进度控制软件等多源数据，统一通过 ETL 引擎进行清洗与格式转换；业务处理层基于 BIM 模型与进度、质量、安全、成本等信息模块建立映射规则，实现数据的统一管理 with 动态分析；协同服务层通过 API 网关与消息中间件实现任务调度、协作指令下发及多方信息同步；展示交互层提供三维可视化模型浏览、进度推演、任务管理、报表输出等功能，便于各参与方高效协作。

该平台底层采用 IFC、GBXML 等主流 BIM 数据标准，结合中台技术实现多项目、多角色、多业务模块的集中管理，构建面向不同施工阶段的智能化协作环境。

1.2 多专业协同机制与信息共享路径

BIM 平台的最大价值之一，在于打破传统建设项目中“设计-施工-运维”之间的壁垒，构建统一的数据中枢，实现信息透明与跨专业协同。协同机制通过“角色绑定-数据授权-版本控制”三层逻辑实现参与方协作的制度化与流程化。

各参与单位通过平台注册后赋予相应的权限角色，如设计方可上传模型及图纸，施工方可反馈施工变更，监理单位可标记质量问题，业主方可实时审阅关键节点。平台引入 BIM 数据快照与历史记录管理机制，确保各类模型变更过程可追溯、可回滚，有效防范因多方操作引发的数据错乱问题。

在信息共享方面，平台支持结构、电气、暖通、设备等模型的合模管理，自动识别碰撞冲突并生成冲突清单推送至相关责任方；施工阶段支持进度信息与模型构件自动关联，实现“计划-实际-模型”三者联动追踪。通过工作流引擎，任务完成状态、审批流程与变更记录可实时同步，大幅提升各专业间的协作效率与响应速度。

1.3 安全与权限策略保障平台稳定运行

考虑到工程项目数据的高敏感性与多方参与的复杂性，平台在设计初期即引入了多层安全保障体系，覆盖访问控制、数据加密、身份验证及日志审计等环节。系统采用 OAuth2.0 身份认证机制，对接企业统一账号体系，实现用户单点登录（SSO）与权限细粒度管控。

在权限策略方面，平台基于“最小授权”原则建立角色层级关系，按照单位、项目、业务模块设置访问范围，防止无关用户访问敏感模型或操作关键流程。平台

操作日志与模型调用记录均进行自动留痕与定期归档,便于事后审计与风险溯源。

同时,系统部署层支持私有云、公有云与混合云多种模式,用户可根据项目等级与数据安全要求自主选择部署路径,灵活满足工程项目在不同发展阶段的系统运行需求。

2 BIM 驱动下的核心功能模块构建与技术实现

2.1 三维建模与构件级数据集成

三维建模虽然是 BIM 平台搭建的基础部分,但它的作用不只是用来做三维展示图,更重要的是能做信息和智能分析。这个系统可以把建筑结构水电暖这些不同专业的模型放在一起管理,然后用了一种零件级别挂数据的办法,把施工时间安排、材料参数、怎么安装的方法还有安全隐患这些东西都绑定到每个构件的编号上,这样就实现了数据和模型结合,模型直接对应具体工作任务的这样的管理模式。

在这个平台上,每个构件都会被系统当成数据单元来标记编号,这样施工时候就可以很快找到它们的位置,查看资料还能追踪它们状态有没有变化。系统里搞了个参数规则引擎,能把构件的属性自己识别出来然后分门别类统计好,自动生成项目用的构件列表、需要哪些资源的表格还有和施工进度对比的表。另外平台还能让构件和物联网设备连在一起,通过贴二维码或装 RFID 芯片,让工地上的实物和电脑里的模型随时保持一致,这样就能把构件从工厂加工、路上运输直到现场安装的每个步骤都管得很仔细。

另外平台集合三维图形的处理技术和云端的渲染引擎,这样提高了大模型的加载速度和使用者的体验感,这样项目的参与者就能在所有终端设备上进行全方位多角度的数据和查看还有共同操作。

2.2 施工进度与资源调度智能联动

传统进度计划在执行时候经常遇到困难,反馈也比较慢,但是 BIM 平台把模型、进度和资源这三个方面绑在一起,这样就能让计划执行的过程可以随时控制。平台能把总的施工计划自己拆分成各个专业、各个楼层和各构件级别的任务,生成详细的任务清单,并且和现场的工序流程、物料配置表这些连起来。

在进度控制上,平台有 4D 模拟的技术,把时间这个第四维添加到 3D 模型里,动态显示施工过程的前后顺序和现场布置的逻辑。通过与施工日报、任务反馈和传感器数据这些接口连接,系统实时对比实际进度和计划之间的差异,自动生成警报和改进意见

在资源调度的地方,平台加上了物资库存的管理模块、还有劳动力的安排模块和设备调配的这些功能,这

样就能把人力、材料和机器这些资源进行动态的安排。通过使用“关键路径识别算法”和“施工瓶颈分析的模型”,这个系统能够提前发现可能因为资源不够或者冲突会让进度变慢的问题,然后给出最好的解决办法,这样能为项目的调度提供数据的支持。

2.3 质量安全与协同问题闭环管理

质量和安全在施工中是经常出现问题最容易出问题的地方。平台用发现问题到派任务再到处理完最后验收确认这样一套完整的管理流程,保证每个问题都能找到记录,有人处理,最后有结果。系统能从模型构件或者施工拍的照片还有现场拍的视频里直接记录问题,会自动发给要负责的人,还会标出处理的时间点和要求处理的时间要求。

在质量管理的方面,平台预先设置一些质量标准的模版还有验收规范的数据库,检查的人可以用手机这类移动设备,根据 BIM 模型来进行检查拍照、填表格这些操作,系统自己就会生成质量控制报告然后自动保存在模型构件里,这样就实现了质检信息既有结构化的数据又能可视化展示的结合。

在安全管理方面,平台上用到了工地现场的视频监控和感应器数据,针对像临边防护、基坑支护、起重作业这些危险大的作业区进行重点盯着看。系统里面装了 AI 识别功能能发现现场的违规事情,比如没带安全帽、高空作业不栓安全带这些情况,然后马上发警报,启动应急处理措施。通过用 BIM 平台的质量安全模块,让问题能够早点被发现,把风险控制变成数字化的,整改流程能看清楚,给工程质量和安全打下坚实基础

3 平台实践应用与建设成效评估

3.1 平台在重点项目中的落地实践

在智能建造管理现在越来越普遍的背景下,这个 BIM 协同平台已经在很多重要的大项目里成功应用了,证明了它在工地实际应用中的很好的适应性和实用性。拿 X 市地下空间的智慧管廊项目来说,这个平台从项目刚开始时候就开始参与模型整合工作,通过对设计院提供的原始模型做冲突检查和优化调整,提前解决不同专业模型之间的接口问题和空间上的矛盾,很大程度减少了设计需要返工的情况。到了施工阶段时候,平台能把构件的数据整合起来,让建筑主体、水管电线这些重要系统动态关联起来,还把施工进度表的数据和三维模型绑定到一块,让现场进度可以实时看到。

项目团队在工地安装了边缘计算设备和 BIM 终端设备,然后把收集资料、上传云端、发送反馈这些步骤连成一个循环。施工的人可以用手机或者身上戴的设备随时提交任务完成情况、报告质量问题或者接受指挥命令,

系统自己会把任务分类派送,让任务在不同部门之间转来转去更快。在系统统一安排下,一起干活的人超过200多个,每天要处理300多项任务资料,这样搞下来比原来那种好几个领导管、信息对不上号的情况好多了,现在大家沟通变快了,做决定也反应更快。

还有平台在项目交付时候做好了全生命周期信息的顺利对接。他们把设计和施工阶段攒下来的所有零件信息、操作记录、维修历史和材料追踪这些数据都整合成运维的数据资产,还制作了标准的三维交付包,给后面管理设备提供了详细可靠的数据方案。这样从BIM转向FIM的改变不但省掉了重复测绘和纸质交底的成本,还能更快准备运维的时间,给整个工程的生命周期管理打下数据的基础。

3.2 成效评估:效率、质量与成本的三重提升

为了科学合理的评估BIM智能建造协同管理平台到底有没有用,本文找了些差不多时间开始但没用这个系统的同类项目做比较,然后从施工快不快、质量好不好、花钱省不省这三个方面对比。结果发现这个平台确实让各方面都变好了不少。比如说施工效率这块,因为用了自动控制进度和资源分配优化的办法,那些关键流程老是延误的情况变少了,原来项目进度平均能差±18%现在只差±6%,还有施工节点响应时间本来平均要48小时,现在30小时不到就能搞定,整个施工周期都被缩短了。

在质量控制方面,平台在施工过程中会对质量问题做全过程的跟踪与问题的闭环管理,系统会自动把问题定位在模型构件上面,生成问题编号号并同时提醒相关的责任单位,从而能达到从发现问题到整改再到验证的闭环跟踪。根据数据,处理问题的闭环比率从以前管理方式的75%提高到超过95%,并且用同样多的人力情况下,现场巡检的效率比之前高了差不多40%,这样返工复查的人力成本就少了很多。

在成本控制的方面,平台通过建立了构件级的物资管理体系和动态模拟工期,可以有效减少材料损耗和错误采购漏采购,还有不同工序交叉导致的浪费问题。比如某个住宅产业化项目里,用了BIM平台的模型分析用量,用它来指导采购,最后材料成本节省了8.3%;同时通过减少返工次数和设备空转的时间,让施工总成本进一步降低。除了经济上的好处,平台在沟通和管理效率方面也起到了很大作用。通过设置不同角色的权限和可视化的操作界面,让设计方、施工方、监理和业主之间的指令流转更快,平均响应时间不超过24小时,实现了从以前的纸质协作到现在用数据协同工作的管理方式转变。

3.3 推广与深化路径的战略展望

虽然BIM智能建造平台在很多工程项目里已经取得了不错效果,但目前这个大范围推广和深入应用还存在不少现实问题和结构性的困难。具体来说,一方面好多基层工人在实际施工中,对BIM系统的操作原理和有什么用不太清楚,普遍存在数字化技能比较薄弱,平时工作中也不太习惯用这个平台。这样一来,平台好多高级功能都没法充分利用,还导致现场数据收集和反馈不够及时。所以,在推广BIM的过程中,要同时加强培训体系的搭建,提升工人们使用BIM工具的实际操作水平。

二是现在行业里的数据标准和接口规范还处在刚开始的阶段,各个平台之间关于模型格式和数据字段版本更新这些都没统一标准,这让平台跟政府监管系统、企业ERP还有供应链平台这些外部系统联动的效率很低。为了解决这个问题,应该尽快推进建筑业行业和地区层面的BIM标准整体规划,再用开放式接口促进生态整合,建立起建筑业统一标准的数字化交流体系。

第三,随着建筑业数字化往智能化和绿色化发展,BIM平台现在需要扩展更多任务。技术发展方面,平台可以考虑加数字孪生技术和人工智能模型,这样能对施工过程进行智能模拟和风险提前预测;应用方面,平台应该和碳排放管理系统联合起来,把材料全生命周期的碳足迹监测放进去,还有绿色建筑评估指标的这些功能,这样能让它在绿色建筑和双碳目标中更有用。平台下一步应该朝着'集成、智能、生态'这三个方向建设,从数字化建造升级成智慧建造,从施工管理扩展到整个生命周期的综合管理,帮助建筑行业完成系统性的升级和结构上的变革。

4 结语

未来,随着BIM技术与云计算、物联网、人工智能等新一代技术的深度融合,智能建造协同平台将更加成熟和智能,为建筑行业高质量发展提供坚实的数字底座。通过标准化建设、平台化运营、智能化演进,BIM平台将持续引领我国工程建设领域迈向更加高效、透明、绿色的新时代。

参考文献

- [1]姜立,王瑶,周盼.基于自主BIM技术的智能建造体系研究应用[J].中外建筑,2023(12):14-22.
- [2]丁东山,卢皓.BIM技术在装配式建筑智能建造中的应用研究[J].建筑经济,2023,44(S01):293-296.
- [3]苗苗,徐文龙,谭园,等.BIM技术与智能建造设计施工一体化应用实践[C]//2024第十三届“龙图杯”全国BIM大赛获奖工程应用文集.2024.