基于 BIM 的建设工程技术创新网络协同的实现路径研究

胡卫生

滨州市市政工程有限公司　山东　滨州　256600

摘　要：为解决传统建设工程模式的问题，基于 BIM 的技术创新网络协同意义重大。本文探讨其实现路径，包括构建云原生协同平台、突破数据标准与互操作性；建立多专业实时协同、全生命周期数据贯通、智能化技术应用等核心技术路径；还阐述了组织架构与流程重构、标准化管理体系建设、人才培养与生态构建等实施保障体系，以推动建筑行业信息化发展。

关键词：BIM；建设工程；技术创新；核心技术；路径研究

引言

在建设工程领域，传统模式面临信息孤岛、沟通不畅、效率低下等诸多问题，难以满足现代建筑项目复杂且高要求的需求。随着信息技术飞速发展，BIM 技术应运而生，为解决这些问题提供了新思路。基于 BIM 的建设工程技术创新网络协同，整合多方资源，打破专业壁垒，实现全生命周期数据贯通与高效协作。研究其实现路径，对提升建筑行业信息化水平、保障项目质量与效率、推动行业可持续发展具有重要意义。

1 BIM 技术协同创新的基础架构

1.1 云原生协同平台构建

基于 BIM 的协同创新需以云原生架构为核心，通过分布式服务器集群实现多终端实时数据交互。平台需支持跨地域、跨组织的模型协同编辑，采用中心化数据存储与边缘计算结合的模式，确保设计团队在任意地点通过浏览器或轻量化客户端访问最新模型版本[1]。例如，采用 SaaS 模式的 BIM 平台可实现模型数据的云端同步，避免传统局域网部署导致的异地协同效率低下问题。平台架构需包含模型管理、版本控制、权限分配三大核心模块。模型管理模块需支持 IFC 标准格式的模型导入与导出，确保不同专业软件（如 Revit、ArchiCAD、Tekla）生成的模型数据互通；版本控制模块需记录每次修改的时间、人员及内容，支持历史版本回溯与差异对比；权限分配模块需基于角色定义数据访问层级，例如结构工程师可修改梁柱参数但无法调整建筑布局，机电工程师可查看建筑模型但无法编辑结构构件。

1.2 数据标准与互操作性突破

数据标准化是协同创新的基础前提。需建立覆盖模型分类、编码规则、交付标准的完整体系，例如采用建筑构件分类，使用 COBie 标准规范设施管理数据格式。针对异构数据转换问题，需开发中间件实现不同软件间的数据映射，例如通过 BIMserver 开源平台构建 IFC 模型解析引擎，将 Revit 生成的 RVT 文件转换为统一数据格式供其他系统调用。互操作性提升需依赖 API 接口开放化。主流 BIM 软件供应商需提供标准化 API 接口，允许第三方开发者开发插件实现功能扩展。例如，Autodesk Forge 平台提供 RESTful API 接口，支持开发者通过 Web 服务调用 Revit 模型数据，实现与项目管理软件（如 Primavera P6）、造价分析工具（如 CostX）的无缝集成。

2 BIM 协同创新的核心技术路径

2.1 多专业实时协同机制

在建筑项目中，传统线性工作模式导致各专业沟通不畅、信息滞后，严重影响项目效率与质量。多专业协同必须突破这一局限，建立并行设计流程。工作集模式是实现数据级实时协同的有效方式。以 Revit 软件为例，可创建建筑、结构、机电三个工作集。各专业设计师依据自身权限，在对应工作集中同时编辑模型，修改内容会自动同步至中心文件，确保所有参与人员能及时获取最新信息[2]。例如，建筑设计师调整建筑布局后，结构与机电设计师能立刻看到变化，并相应调整自身设计，避免因信息传递不及时产生的设计冲突。链接模式则用于参照设计，保障数据安全。机电工程师在开展设计时，可链接建筑模型获取空间信息，如房间尺寸、门窗位置等，但无法直接修改建筑构件。这种模式既满足了机电设计对建筑信息的需求，又防止了因误操作导致的建筑数据变动，保证数据的准确性与完整性。冲突检

测与协调是多专业协同的关键环节。集成 Navisworks 等碰撞检测工具，能在模型更新后自动执行硬碰撞与软碰撞分析。硬碰撞指如管线与结构之间的直接冲突，软碰撞则是设备检修空间不足等潜在问题。分析结果会生成详细的冲突报告，并精准推送至相关责任人。责任人根据报告及时调整设计，消除冲突。4D 模拟技术将时间维度融入模型，为协同创新提供有力支持。通过 Synchro 等软件模拟施工顺序，能提前发现工序交叉导致的空间冲突。例如，在模拟高层建筑施工时，可清晰看到不同楼层、不同专业的施工顺序与空间占用情况。若发现某楼层机电安装与结构施工存在时间与空间上的冲突，可及时调整施工计划，避免施工过程中的停工与返工，提高施工效率与安全性。

2.2 全生命周期数据贯通

BIM 协同创新强调全生命周期数据贯通，涵盖设计、施工与运维各个阶段。设计阶段，需建立 LOD400 精度模型，全面包含建筑、结构、机电全专业构件的几何与非几何信息。结构专业要嵌入材料强度、荷载参数等性能数据，为结构安全分析与优化提供依据。机电专业需关联设备型号、功率、维护周期等设施管理信息，方便后期运维管理。通过 BIM-MEP 模块实现管线综合优化，自动计算管径、坡度等参数，生成符合施工规范的布置方案。例如，在大型商业综合体项目中，机电管线错综复杂，利用该模块可快速优化管线布局，避免管线碰撞，提高空间利用率。施工阶段，要将模型与进度、成本数据紧密关联。采用 5D BIM 技术，通过 Vico Office 等软件将模型构件与 Primavera P6 任务项绑定。这样能实时跟踪实际进度与计划偏差，及时发现施工过程中的问题并调整。例如，若某楼层混凝土浇筑进度滞后，通过 5D BIM 模型可迅速定位问题所在，分析对后续工序的影响，并制定相应的赶工措施。同时，集成广联达等造价软件，根据模型变更自动更新工程量清单，实现成本动态控制。当设计发生变更导致某构件尺寸改变时，造价软件能自动重新计算工程量与造价，为项目成本控制提供准确数据支持。运维阶段，开发数字孪生平台至关重要。通过 IoT 设备采集建筑运行数据，如能耗、设备状态等，并反馈至 BIM 模型进行性能分析。例如，根据能耗数据分析建筑的能源利用效率，找出高能耗区域与设备，制定节能改造方案[3]。通过设备状态数据，提前预测设备故障，安排维护计划，降低运维成本，提高建筑的使用寿命与舒适度。

2.3 智能化技术应用

智能化技术为 BIM 协同创新注入强大动力。人工智能在协同创新中发挥关键作用。生成式设计算法可根据输入的约束条件，如容积率、日照时数、造价限额等，自动生成多个设计方案。并通过机器学习模型评估方案优劣，为设计师提供参考。例如，SpaceMaker 软件利用 AI 算法能在短时间内生成大量符合规范要求的建筑布局方案。设计师可从中筛选出最优方案进行深化设计，大大缩短设计周期，提高设计质量。数字孪生技术实现模型动态更新。通过 Unity 等游戏引擎开发虚拟仿真环境，接入实时环境数据，如风速、光照强度等，模拟建筑性能。在方案设计阶段，可模拟不同季节的采光效果，优化窗墙比设计，提高建筑的采光与节能性能。在施工阶段，模拟大型设备吊装路径，提前规划场地布置，确保施工安全与顺利进行。区块链技术保障数据不可篡改。每次模型修改均记录在分布式账本中，确保设计变更的可追溯性。在项目全生命周期中，无论是设计调整、施工变更还是运维维护，所有操作都有详细记录。这为项目纠纷处理、质量追溯等提供了可靠依据，增强项目管理的透明度与可信度。

3 BIM 协同创新的实施保障体系

3.1 组织架构与流程重构

实施 BIM 协同创新，建立跨职能协同团队是基础。传统部门划分易形成信息孤岛，阻碍协同工作开展。需打破建筑、结构、机电、造价、施工等部门壁垒，组建集成化团队。明确各成员在协同流程中的具体职责，确保每个环节都有对应人员负责。采用 IPD（集成项目交付）模式是有效途径。在项目初期，业主、设计方、施工方共同参与目标成本与进度计划的制定。通过协同平台，各方共享数据，实现设计-施工一体化管理。例如，在设计阶段，各方能及时沟通需求与问题，避免后期施工阶段出现大量变更，提高项目整体效率与质量。程重构要以数据流动为导向。传统线性流程（方案设计 → 初步设计 → 施工图设计 → 施工）存在各专业衔接不畅、后期返工多等问题。应转变为并行迭代流程，各专业在概念阶段就介入模型创建[4]。通过协同平台，各专业人员实时沟通设计意图。如在方案设计阶段，建筑师调整建筑布局后，结构工程师可立即评估结构可行性，机电工程师同步规划管线走向。这种并行工作模式打破专业间信息传递的壁垒与时间差，各专业同步开展工作，能快速洞察潜在问题并及时化解，极大减少后期返工，显著缩短项目周期。

3.2 标准化管理体系建设

制定统一的数据交付标准是协同前提。明确模型深度（LOD）、信息粒度（LOI）、交付物格式等要求。例

如，规定施工图阶段模型需达到 LOD350 精度，包含构件尺寸、材质、制造商等详细信息。这有助于各方对模型有统一认识，保证数据的一致性与准确性。建立模型审核机制必不可少。利用 Solibri 等软件检查模型是否符合标准要求。审核内容包括验证门窗编号是否与图纸一致、管线坡度是否符合规范等。通过严格审核，确保模型质量，避免因模型错误导致施工问题。权限管理与数据安全需重点保障。采用基于角色的访问控制（RBAC）模型，根据用户职责分配数据操作权限。如施工方仅可查看模型，无法修改设计参数，防止数据被随意篡改。数据传输采用 SSL/TLS 加密协议，确保数据在传输过程中的安全性。存储时部署防火墙与入侵检测系统，防止外部非法访问与攻击，防止模型数据泄露。同时，定期备份数据至异地服务器，确保在意外情况下能快速恢复数据，保障项目正常进行。

3.3 人才培养与生态构建

复合型人才培养是协同创新的关键。高校在人才培养中发挥基础作用，需调整课程体系，增加 BIM 技术、协同设计、项目管理等跨学科课程。使学生具备多学科知识，成为既懂设计又懂管理的复合型人才，为 BIM 协同创新提供人才储备。企业开展常态化培训是提升员工协同能力的重要手段。针对不同岗位需求，组织针对性培训。例如，组织设计师学习 Revit 高级建模技巧，提高建模水平与效率；让施工员掌握 Navisworks 碰撞检测方法，提前发现施工中的碰撞问题，优化施工方案。通过常态化培训，提升全员协同能力，促进 BIM 协同创新在企业中的实施。生态构建需整合产业链资源。软件供应商开发开放接口，允许第三方开发者开发插件扩展功能。这能丰富 BIM 软件功能，满足不同用户需求，提高软件适用性与灵活性。硬件厂商提供高性能计算设备，支持大规模模型实时渲染。确保在处理复杂模型时，系统能快速响应，提高工作效率[5]。咨询机构提供协同管理服务，帮助企业制定协同策略与流程。根据企业实际情况，提供专业建议与解决方案，助力企业顺利开展 BIM 协同创新工作。通过建立 BIM 联盟或行业协会，推动标准统一与经验共享。联盟或协会可以组织成员单位共同制定行业标准，规范市场行为。同时，搭建交流平台，促进成员单位之间的经验交流与学习，形成良性发展的产业生态。各方在生态中相互协作、共同发展，推动 BIM 协同创新不断前进，提升整个建筑行业的信息化水平与竞争力。

结语

综上，基于 BIM 的建设工程技术创新网络协同是建筑行业发展的必然趋势。通过构建完善的协同架构、突破技术瓶颈、建立有效的实施保障体系，能实现各专业高效协作、全生命周期数据贯通以及智能化应用。这不仅提升了项目质量与效率，还增强了企业竞争力。未来，随着技术不断进步与生态持续完善，BIM 协同创新将为建筑行业带来更多变革，推动行业向更高水平迈进。

参考文献

[1] 胡权. 基于大数据分析的建设工程管理标准化与 BIM 集成 [J]. 大众标准化,2025(7):166-168.

[2] 杨祎辰. 基于大数据融合的企业技术创新模式演化研究 [J]. 广东经济,2025(7):50-53.

[3] 刘畅. 数字化技术在建设工程质量控制中的应用 [J]. 微型计算机,2025(17):145-147.

[4] 徐静珂, 周桂杰.BIM 技术在建设工程项目全过程管理的应用 [J]. 四川建材,2025,51(7):204-206+217.

[5] 李菲. 物联网技术在建设工程全过程管理的应用成效 [J]. 经济与社会发展研究,2026(4):0082-0084.