引文格式：王树魁,来兰梅,迟有忠,等. 基于BIM技术的工建项目智能化审批系统设计与实现[J]. 地理空间信息, 2024, 22(12): 119-122. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2024.12.027

基于BIM技术的工建项目智能化审批系统设计与实现

王树魁[1,3]，来兰梅[1]，迟有忠[2]，崔　蓓[2*]，毛燕翎[2]
（1. 商丘师范学院，河南 商丘 476000；2. 南京市国土资源信息中心，江苏 南京 210005；
3. 吉林省乾元地质工程有限公司，吉林 长春 130051）

摘　要：针对工程建设项目智能化报建审批中存在的技术问题，研究了BIM报建审批标准化、BIM模型轻量化、审查审批智能化、全专业全流程管理一体化等一系列关键技术，提出了“标准引领、多端设计、自主格式、云端审查、协同融合”的技术思路，系统地构建了工建项目BIM报建审查审批信息服务平台。以南京市BIM报建审批改革为试点进行实践验证，实现了工程建设项目“规、建、管”全生命周期的一体化、协同化治理，提升了建设项目审批管理的精细化、科学化、智能化水平。

关键词：建筑信息模型；项目审批；政务服务；数智化；城市信息模型
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）12-0119-04

Design and Implementation of Intelligent Approval System for Construction Projects Based on BIM Technology

WANG Shukui[1,3], LAI Lanmei[1], CHI Youzhong[2], CUI Bei[2], MAO Yanling[2]
(1. Shangqiu Normal University, Shangqiu 476000, China;
2. Nanjing Land and Resources Information Center, Nanjing 210005, China;
3. Jilin Qianyuan Geological Engineering Co., Ltd., Changchun 130051, China)

Abstract: In view of the technical problems existing in the intelligent approval of construction projects, we studied a series of key technologies such as standardization of BIM application and approval, lightweight of BIM model, intelligent review and approval, and integration of full professional and whole process management, and proposed a technical route of “standard-leading, multi-terminal design, independent format, cloud review and collaborative integration”. Meanwhile, we systematically constructed an information service platform of BIM application review and approval for construction projects which had been tested in practice in Nanjing. The platform realizes the integration and collaborative governance of whole life cycle of planning, construction and management of construction projects, and improves precision, scientific and intelligent management levels of construction project approval.

Key words: BIM, project approval, government service, digital intelligent, CIM

BIM技术赋能工建项目审批管理，能够突破二维局限，在三维立体空间对建构筑物的物理和功能特性进行直观的数字化表达，作为一种建设项目信息化、可视化、精细化的全过程协同管理技术手段，为智能建造和智慧城市的探索实现带来了无限可能。2018年11月，南京市、雄安新区和北京城市副中心被列为开展运用BIM系统进行工程建设项目审查审批和CIM平台建设的首批试点，要求以BIM技术应用为契机，结合地方特色和工程建设项目审查审批的信息化应用水平，积极探索基于BIM技术的工建项目审批数智化改革之路[1]。

1　现状问题分析

BIM技术在西方发达国家的应用较为广泛，有效提升了建设工程的效率和质量[2]。BIM在国内应用起步较晚，人才和技术积累较为薄弱，在建设项目的工程造价、机电安装优化、可视化交底等场景有所应用[3-5]，在工建项目报建审批方面探索的成功经验较少，存在较多难题和技术瓶颈[6]。

本文基于BIM技术，提出了工建项目智能化审批的技术思路，研究了BIM报建标准化、BIM模型轻量化、审查审批智能化、模型渲染云端化、全流程审查

收稿日期：2023-08-18。
项目来源：工业互联网创新发展工程资助项目（TC19083WA）；住房和城乡建设部科技计划资助项目（2020-S-034）。
第一作者简介：王树魁（1981—），本科，正高级工程师，主要从事地理信息、智慧城市系统研究与系统建设工作，E-mail：shukuiw@126.com。
通信作者：崔蓓 （1978—），硕士，教授级高工，主要从事自然资源和智慧城市系统开发与应用工作，E-mail：4931010@qq.com。

审批一体化等一系列的关键技术，研建了工建项目智能化报建审批信息服务平台，引导和辅助建设单位、设计单位、施工单位更加便捷、规范地基于BIM开展设计、审查和施工，实现工程建设项目“规、建、管”全生命周期的一体化应用，提升建设项目管理工作的精细化、科学化、智能化水平。

2 总体设计

提出“标准引领、多端设计、自主格式、云端审查、协同融合”的技术架构，将工建项目审查审批信息服务平台建设的关键技术按照业务流程分成5层。“标准引领”强调标准对平台建设及推广应用的协调指引和约束控制作用，构建标准化体系，系统地制定BIM相关技术标准，标准化数据结构、建筑功能分类和系统操作等；“多端设计”是针对不同的BIM软件，统一设计辅助设计功能和界面，研发BIM报建软件，融入数据标准，输出统一的报建模型数据格式；“自主格式”是本着安全可控的原则研发BIM轻量化自主格式，实现“同一城市、统一格式”，确保工程建设项目BIM模型数据的一致性要求和全过程无缝流转；“云端审查”采用BIM在Web端的渲染展示和交互操作，实现智能化的项目审查审批，降低报建审批人员应用BIM的专业技术门槛，提高操作友好便捷性；“协同融合”是建立政务服务审批平台与CIM基础平台相互对接，以及建设项目全生命周期各阶段数据模型的集成融合和审批业务的关联协同。

基于BIM进行长度、面积、密度、容积率等指标自动统计审查是低层次需求，为了最大化实现“机审”代替“人审”，提升审查审批智能化水平，需要以规划、建设管理的法规、导则条文作为审查依据，充分挖掘和利用BIM构件模型及其附带丰富的参数信息，实现“一键”完成审查校验，生成审查报告的高层次智能化。因此需要对各审查管理阶段的法律法规、规范条文、技术导则等内容进行全面系统的梳理，再把相关条文转译为结构化、数字化、参数化的计算机可识别、计算、校验的规则指标，构建辅助自动审查的规则库。项目红线内部的指标校核审查，通过报建BIM即可实现；项目和周边环境、街区或城市整体的智能管控审查，比如沿街贴线率、对位率、天际线等指标审查，还须依托CIM数据库提供周边设施数字孪生环境的支持。通过科学构建审查依据规则数据库，建立项目全生命周期的管控传导机制，将用地、场地、建筑、空间、构件等空间管控要求贯通工程建设项目审批的各阶段环节，逐级传导，方便相关审批管理部门信息互通、协同校核落实，为工程建设项目审查审批智能化的实现提供有效的解决思路。

3 系统实现

3.1 标准引领

为了实现工程建设项目全生命周期各管理阶段工作前后衔接、部门协同和信息共享交换[7-9]，参考国内外相关BIM标准，结合地方需求，从基础、通用、专用3个层次，探索建立多维度、多层级、全链条面向工程建设项目的BIM标准体系。基础类作为体系中其他标准的基础，对通用标准、专用标准具有约束作用，促使工程建设BIM领域的术语、分类、数据架构及数据交换有统一理解和调用。通用类标准是表达若干种标准化对象间共性特征的标准，它们是从一定范围内的低层次标准中提取出来的共性内容而形成的标准，安排在被提取的若干低层次标准之上，其目的是避免制定互相重复或抵触的个性标准而由此引起的混乱。专用类标准规定适用于项目各阶段、各业务领域，满足专业独特要求的标准。

在标准体系的顶层设计框架下，重点编制的标准有BIM化建筑功能分类编码标准和全生命周期各阶段的BIM报建数据标准、BIM报建交付标准和BIM报建技术审查规范。分类编码标准构建了广域覆盖、深度关联、主次一体的“用地-场地-建筑-空间-设施”五级空间功能联动分类编码体系和关联关系。数据标准提出了基于IFC的全专业、全指标的城市工程建设项目BIM报建数据定义、几何表达、属性信息、数据类型、存储结构等内容。交付标准分别规定工程建设项目各阶段提交审查成果的具体要求。

3.2 多端设计

采用松耦合设计架构和标准化接口调用的方法，报建设计软件通过接口调用底层BIM基础软件的动态链接库，实现报建设计软件与底层BIM基础软件的隔离，一套框架和界面能与多种BIM基础软件平台适配，在用户无差别使用的情况下可灵活替换BIM基础软件，也为未来支撑更多国产自主BIM基础软件提供了可能，保证了BIM报建软件标准参数一致、功能操作一致、结果模型一致。报建设计软件预先植入BIM报建数据标准，在设计过程中软件后台自动标准化设计成果。在设计成果提交审查前，软件支持将设计成果统一输出为指定的数据格式并打包加密，输出过程中自动去掉冗余信息并采用二进制压缩存储，数据量

可减少到不足原生模型的十分之一，有效实现数据的轻量化。报建设计软件还提供数据规整和辅助设计工具[10]，辅助提高建模人员的工作效率和成果质量，为工程建设项目的 BIM 设计、报建、审批行为提供了最大的工作适应性、工作协同性。

3.3　自主格式

为了实现设计，提出了基于 glTF 架构可扩展的自定义轻量化的 BIM 模型数据格式。自主格式 BIM 采用 JSON 文件进行组织描述整个 3D 场景信息（如图 1），将 3D 对象的几何和纹理以非常紧凑形式的二进制文件存储，二进制文件的链接地址包含在 JSON 文件中[11]，从而极大减少了模型数据量以及网络传输时间。格式遵循 IFC 标准可扩展框架，实现 IFC 标准的类库与 JSON 节点的映射、建筑信息模型的对象封装与规范化检查，建筑设计与经济技术指标信息基于同一建筑信息模型的存储与共享，以及二维和三维几何信息、经济技术指标、各种统计项等多维度异构业务数据的融合。自主格式把提交报建的 BIM 数据信息与 BIM 设计软件隔离，实现审查审批与设计软件的无关性，确保数据信息安全可靠，并为基于 BIM 的云端审查和应用打下坚实的基础。

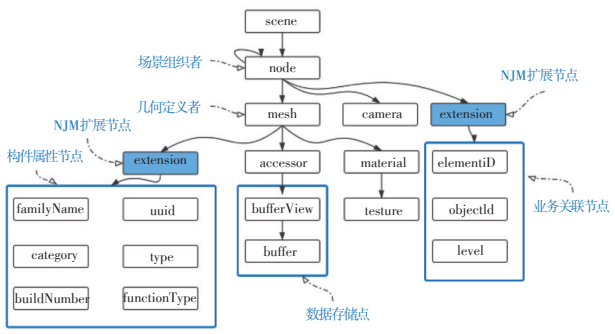


图 1　“宁建模”格式结构模型

南京市 BIM 试点项目基于自主格式的思路，对报建要求的审查项指标和报建模型的数据格式进行统一制定，形成“宁建模”（NJM）格式，实现“同一城市、统一格式”，无论是规划许可，还是施工图许可、竣工验收等环节（如图 2），都可通过“宁建模”格式实现工程建设项目 BIM 模型数据的一致性要求和全过程无缝流转。

3.4　云端审查

BIM 原生模型数据量巨大，采用 BIM 原生模型报建审查，单栋 20 层楼的项目，从报建窗口收件，到上传 BIM 模型、解析模型生成审查指标，通过系统流转，最后到经办人界面打开项目看到模型，系统后台需要 1 h 以上的流转处理时间，而且每种原生模型需



图 2　“宁建模”格式业务模型

要使用对应的专业 BIM 软件才能打开展示，对审批人员操作 BIM 软件的技能要求较高[12]，且耗时费力。因此提出“云端审查”的思路，探索轻量化 BIM 模型的 Web 化高效展示和辅助智能化审批。采用云架构、微服务技术，研发专业的云端 BIM 图形引擎，支持渲染计算能力的动态分配调度，具备配色方案可调、材质优化、多方式测量、模数分离等基础能力，支持轻量化自主格式 BIM 模型“无差别”的高效装载、展示和应用，具有高压缩、低损耗、多线程特性，使 BIM 报建、流转和模型加载渲染的效率比用传统的 BIM 软件提高了 20 倍以上。云端 BIM 图形引擎作为 BIM 模型智能审查审批核心组件，嵌入 Web 页面，结合审查审批的功能需求，开发 BIM 云端智能化审查审批系统。

通过对相关法律法规、规范条文、技术导则的梳理，确定建筑、市政等工程的审查核心要素指标项，建立审批软件能够识别、运算的审查依据规则库和基于 BIM 模型进行指标自动提取的规则算法库，在审查审批时，通过规则引擎和云端图形渲染引擎的共同作用，读取审查依据并进行智能语义比对审查，自动完成审查项的审查检核并生成制式审查报告，发现问题可辅助展示分析（如图 3）。

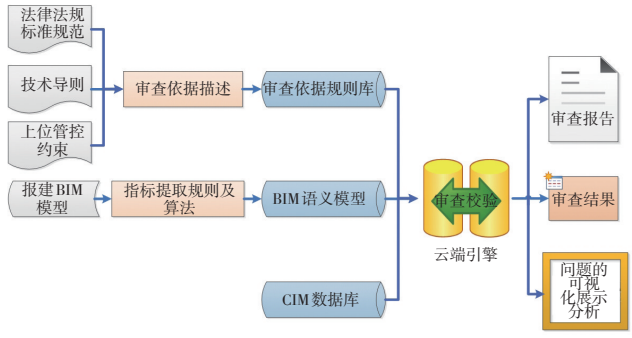


图 3　智能化审查审批流程设计

云端审查用户端按照审查需求量身定制开发，功能较少，用户容易上手。审查结果通过浏览器展示给用户并提供 BIM 数模联动交互操作界面，用户可通过页面进行经济技术指标审查，也可图文互动，定位查

看问题；系统支撑建筑、市政、交通各类工程建设项目的一体化、协同式审查；通过与工程建设项目审批流程的无缝集成，贯通工程建设项目审批的前后环节，实现审查依据自动获取、审查事项智能提醒、审查过程自动模拟、审查结论自动出具。云端审查为审批经办人员提供了一套简洁、易用、直观、智能的BIM应用界面，有效降低了管理人员掌握和使用BIM的难度，提升了审查效率和准确度[13]，实现了从二维“人审”向三维“机审”智能化的跨越提升。

3.5 协同融合

基于BIM技术的工程建设项目报建审批，不仅在需要建筑、结构、电气等专业以及建筑与市政各类工程之间融合协同，还要打通建设项目全生命周期各管理阶段之间的信息通道，确保管控要求的有序传导校验和设计成果的逐级深化。因此，提出“协同融合”的思路，从系统底层构建不同专业、不同阶段、不同平台之间的数据链接，消除数据孤岛，实现信息互通和数据融合共享。

以CIM基础平台作为城市空间信息协同基础，在CIM平台数据体系框架下设计构建工程建设项目从规划用地、规划许可、施工图审查、竣工验收到不动产登记等全过程各阶段的数据组织和数据存储体系，再与政务服务审批平台的规划审批、施工图审查、竣工验收等业务系统建立双向对接的交换共享数据通道，当工程建设项目各阶段基于BIM技术的案件审查审批结束后，系统自动将审批结果数据（政务信息、档案材料）和BIM模型数据推送至CIM基础平台数据库，融合更新CIM数字底板[14]，为数字孪生城市提供持续的数据源泉。在工程建设项目的全生命周期各个阶段的审批管理过程中，当需要调用其他阶段或部门的相关政务数据进行不同阶段模型信息的对比校验或辅助审批决策时，可快速从CIM基础平台中获取信息供给使用，充分发挥BIM数据价值，促进数据资源跨部门、多层级共享和重复利用，更好地服务城市建设全过程的业务协同，减少相关工作的内耗阻滞，保证城市建设全生命周期的协调一致、高效运转。

4 结 语

BIM技术是工程建设行业从二维平面图纸向三维立体模型实现技术跨越转型不可或缺的技术工具，但在工程建设项目全生命周期的实际管理中还存较多技术障碍，难以充分发挥BIM的价值和作用。文章立足项目管理应用中急需要解决的实际问题，提出了“标准引领、多端设计、自主格式、云端审查、协同融合”的总体技术线路，建立了工程建设项目数智化审批管理体系，以南京市南部新城、江北新区和河西片区为试点进行实践验证，成效显著，系统地解决了BIM报建审批标准化、BIM模型轻量化、审查审批智能化、全专业全流程审查审批一体化等一系列技术难题。创新政府管理与服务模式，实现了BIM设计高效规范、BIM报建自主安全、BIM审查智能科学的工程建设项目“规、建、管”全生命周期的一体化、协同化治理，全面提升建设项目管理的精细化、科学化、智能化水平，赋能工建改革提质增效，助力优化营商环境。

参考文献

[1] 迟有忠. BIM技术在工程建设项目规划管理中的应用探索[C]//南京市国土资源信息中心,江苏省测绘地理信息学会. 南京市国土资源信息中心30周年学术交流会论文集,2020:38-40

[2] 王广斌,王孜,刘心怡,等. 建设项目BIM审批平台国际经验借鉴及创新研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2022,14(6):27-31

[3] 冯大阔,肖绪文,焦安亮,等. 我国BIM推进现状与发展趋势探析[J]. 施工技术,2019,48(12):4-7

[4] 闫文凯,周星. 基于BIM技术的工程建设项目辅助审批技术研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2020,12(1):100-104

[5] 刘菠,叶建,周晓帆,等. 基于Revit的企业BIM建模标准研究[J]. 建筑结构,2022,52(增刊):1 756-1 760

[6] 姜东民,陈红团. BIM在我国推广和应用存在的主要问题及对策[J]. 价值工程,2017,36(36):4-6

[7] 王树魁,王芙蓉,崔蓓,等. 基于现状三维GIS的南京城市设计综合管理平台研究及建设[J]. 测绘通报,2018(12):138-143

[8] 张军. 基于BIM技术的道路信息模型标准框架研究[J]. 天津科技,2021,48(2):73-76

[9] 张峰. 公路工程信息模型设计交付标准研究[J]. 公路,2019,64(4):197-201

[10] 杨庆峰,林大屹,路军. BIM技术在建筑设计中的应用及推广策略[J]. 建筑技术,2016,47(8):733-735

[11] 王琪,李智杰,李昌华,等. 基于Web的BIM模型轻量化展示及渲染控制研究[J]. 计算机测量与控制,2022,30(9):177-183

[12] 雷颖. 高校建筑类专业BIM技术人才培养研究:以山西大学为例[J]. 教育理论与实践,2022,42(3):54-56

[13] 冯川,陈胜男,陈元锴. 基于BIM/CIM的工程建设项目审查审批平台建设方案:以深圳为例[J]. 中国建设信息化,2022,156(5):64-67

[14] 王树魁,崔蓓,迟有忠,等. 南京CIM全息底板建设初探[J]. 地理空间信息,2023,21(2):41-45