引文格式：包颖,刘一,刘雪雄. 面向3DGIS应用场景的既有建筑BIM模型质量检查方法研究[J]. 地理空间信息, 2025, 23(4):136-140. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2025.04.030

面向3DGIS应用场景的既有建筑BIM模型质量检查方法研究

包　颖[1]，刘　一[1*]，刘雪雄[1]
（1. 深圳市城市建设档案馆，广东 深圳 518034）

摘　要：高质量的BIM模型是BIM与3DGIS融合应用的基础。近年来，随着我国既有建筑BIM模型数量的快速增长，亟需构建一套全面、客观、合理的既有建筑BIM模型质量检查方法。面向BIM与3DGIS融合应用，设计提出一套以完整性、合标性、合理性、一致性为核心的既有建筑BIM质量检查指标体系，并明确检查指标内容。基于所提的指标体系框架，结合深圳市实际，细化形成深圳既有建筑BIM模型检查规则612条，并分别采用MVD技术、SNL技术和定制程序等方法建立575条数字化检查规则，利用人工结合机器的方法实现模型质量的检查。最后，将修改后的既有建筑BIM模型与3DGIS场景融合，实现了211个既有建筑项目BIM模型的准确落图、可视化展示、分层分户及特定构件提取应用等，验证了模型质量检查方法。

关键词：既有建筑BIM；3DGIS；模型质量；指标体系；智能化检查
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）04-0136-05

Quality Inspection of Existing Building BIM Data for 3DGIS Application Scene

BAO Ying[1], LIU Yi[1], LIU Xuexiong[1]
(1. Shenzhen Urban Construction Archives Center, Shenzhen 518034, China)

Abstract: High-quality BIM data is the basis for BIM and 3DGIS aggregation application. A comprehensive, objective and reasonable quality inspection method is necessitated with the increase of existing building BIM data number. We designed an index system for existing building BIM and 3DGIS aggregation application, which included integrity checking, normalization checking, rationality checking and consistency checking. Based on the frame of index system, 612 check rules were established for existing building BIM data in Shenzhen City. Then, 575 check rules were digitized by MVD, SNL and customized programs, and implemented in the model quality inspection. Finally, the improved existing building BIM was aggregated with 3DGIS, which could realize 211 modified BIM data, which could correctly display coordinates, elevations, appearance, floors and constructional elements in 3DGIS application scene. The results indicated that the model quality inspection method was verified in Shenzhen City.

Key words: existing building BIM, 3DGIS, model quality, index system, intelligentized checkup

近几年，随着国家数字化转型发展战略的推进，智慧城市和数字政府建设如火如荼，建筑信息模型（building information model，BIM）与三维地理信息系统（three dimensional geographic information system，3DGIS）的集成融合应用不断发展[1-2]。BIM以建筑内外部结构的三维模型为基础，通过对建筑构件几何和属性信息的精细化表达，实现单个建筑现实状况的模拟[3]；3DGIS侧重于宏观地理空间信息的表达与管理，具有强大的空间分析和数据处理能力[4]。将BIM数据融合集成至3DGIS，不仅可以从宏观到微观全方位展示建筑内外部的丰富信息，弥补传统3DGIS模型在城市建筑精细度方面的不足，还可保证大范围BIM数据的精确定位和精准集成，实现在宏观地理环境下对建筑物三维立体空间的分析及应用[5-6]。然而，在实际应用中，由于BIM建模工艺多样、流程复杂、建模人员水平参差不齐，会出现BIM模型不完整、项目基点坐标等信息确失或填写不正确、模型构件空间位置错误、材质缺失、房屋空间表达不正确等质量问题，无法满足建筑室内外可视化展示、基于分层分户的三维权属空间管理及基于构件信息的运维管理等3DGIS应用场景。因此，开展BIM模型质量检查，提高模型准确性是BIM与3DGIS集成融合应用的必要前提。

目前，新报建、既有建筑BIM模型已逐渐应用到建筑全生命周期管理，BIM数据质量检查方法研究和

项目来源：国家重点研发计划课题（2023YFC3804605）；深圳市智慧住建项目（深发改〔2022〕517）号。
第一作者简介：包颖（1987—），博士，高级工程师，从事BIM与GIS融合应用工作，E-mail：ninabao_work@163.com。
通信作者：刘一（1984—），硕士，高级工程师，从事政务信息化和GIS应用相关工作，E-mail：24846060@qq.com。

应用不断发展[8-13]。结合国内外研究现状，BIM 模型检查方法重点关注建筑行业结构、消防、模型碰撞等问题的研究，面向 3DGIS 应用场景的模型房屋代码、基点坐标、朝向、高程、构件楼层归属、房屋空间关系等质量检查研究较少；同时，模型检查方法大多针对方案设计、消防审查等新报建模型开展，面向既有建筑 BIM 模型的系统性检查方法研究也较为少见。当前，BIM 数据已经成为了重要的城市空间数据资源，我国既有建筑数量庞大，既有建筑 BIM 模型数量不断增长，亟需在开展新报建 BIM 模型质量检查的同时，构建一套面向 3DGIS 应用场景的既有建筑 BIM 模型质量检查方法，以保障 BIM 模型质量，更好地支撑 BIM 与 3DGIS 的融合应用[7-9]。

本文以深圳市既有建筑 BIM 模型质量检查为例，从 BIM 与 3DGIS 的融合应用出发，探索一套面向 3DGIS 应用场景的既有建筑 BIM 模型质量检查方法，并在此基础上研究可量化指标，实现模型的智能化检查，在提升模型质量的同时提高工作效率，为智慧城市和数字政府建设提供可信、可用的空间数据资源。

1　模型质量检查方法

在数字工程领域范畴，“数字”生产力的强弱取决于模型、数据、文档等形式的数字化要素、过程、功能和业务的完备性和可用性[10-14]。鉴于此，本文既有建筑 BIM 模型质量检查应充分考虑模型、采集数据、相关文档等数字化要素、模型建模过程、模型功能和模型业务需求的完整性和可用性。因此，高质量的既有建筑 BIM 模型应当各项资料完整、信息合标、数据合理及反映现实。本文以此为基础，通过明确模型质量检查单元、构建模型质量检查指标体系，开展既有建筑 BIM 模型质量检查。

1.1　模型质量检查单元

本文的模型质量检查对象为房建类既有建筑 BIM 数据，在实际工程中，房建类 BIM 数据通常按项目维度提交，一个项目中可包含多个建筑单体模型，单体模型包含了总图、建筑、结构、电器、给排水、暖通空调和智能化等多个专业。为更好地提升模型质量，本文以建筑单体为检查单元开展检查工作，因此，在一个项目中，不同单体检查结果可不同。同时，在检查过程中，需对每个单体的不同专业模型进行全部检查。

1.2　模型质量检查指标体系设计

既有建筑 BIM 模型专业类型复杂，信息量大，在质量检查过程中应先检查模型材料的完备性和数据文件命名等形式的规范；同时，充分考虑模型数据是否符合国家、地方标准等合标要求；在此基础上，检查指标还应包括模型数据是否合理、是否存在因建模不规范等原因导致的异常数据；最后，重点检查模型是否能展示反映现实状况。综合上述要求，模型质量检查指标体系划分为完整性、合标性、合理性、一致性 4 方面。在指标体系划分的基础上，结合模型质量检查单元对检查维度进行划分，如图 1 所示。

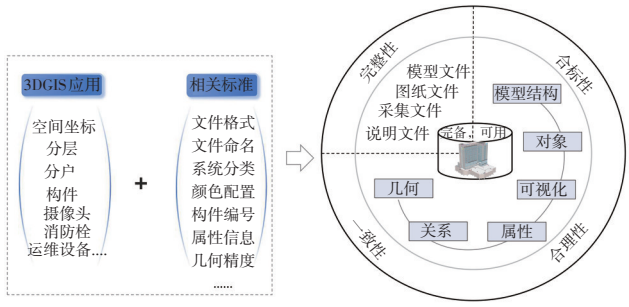


图 1　模型质量检查指标体系和检查维度

综合考虑 3DGIS 应用场景的空间坐标、分层分户、构件信息提取等需求，以及国家、地方等标准规范规定的 BIM 文件格式、文件命名、系统分类、颜色、属性、几何等内容，完整性检查从模型文件、图纸文件、采集文件和说明文件 4 个维度进一步开展指标设计；由于合理性、合标性、一致性检查内容均包含了模型结构、对象、可视化、属性、关系、几何等，因此剩余三方面检查从上述 6 个维度层层深入开展指标设计，详细指标内容如下：

1）完整性，指模型材料的完备性和数据文件形式的规范性。既有建筑 BIM 建模成果完整性检查包括 BIM 模型文件、图纸文件、全景、点云等采集文件以及其他说明文件的检查。检查内容从文件种类、数量、层级结构、采集文件质量等逐级展开。面向 3DGIS 的融合应用和业务场景建立需求，完整性检查中重点开展模型完整性、单体房屋代码、专业系统楼层的检查。具体指标内容如表 1 所示。

表 1　完整性质量检查指标体系

检查维度	指标内容
模型文件	文件组织架构、文件命名、文件格式、文件数量、单体房屋代码、专业系统楼层的检查
图纸文件	CAD 电子图纸、PDF 扫描图纸的检查
采集文件	常规及全景照片文件、现状草图、倾斜摄影文件、点云模型文件检查，同时应检查文件质量
说明文件	项目成果交付说明书、成果交付表、模型自查情况说明、模型自查报告等检查

2）合标性，是指模型是否按照国家、地方标准等信息要求填写，信息是否有错漏的检查。面向

3DGIS可视化展示等应用场景需求，重点开展模型基点坐标、高程、朝向等信息是否填写且满足CGCS2000、1985国家基准高程，材质贴图、颜色是否填写等要求，具体检查指标内容如表2所示。模型结构检查，包括IFC格式、模型空间坐标是否能满足基本落图要求；对象检查，包括对象类型标识、对象命名、对象存在性的合标性检查；可视化检查，包括材质贴图、颜色设置的合标性检查；属性检查，包括属性存在性、属性取值的合标性检查；关系检查，包括关系存在性、系统设置的合标性检查；几何检查，包括几何表达的合标性检查。

表2 合标性质量检查指标体系

检查维度	指标内容
模型结构	IFC模型语法检查；模型基点坐标、高程、朝向等信息是否存在，且满足CGCS2000、1985国家基准高程等检查
对象	对象类型标识、对象命名、对象存在性等检查
可视化	材质贴图、颜色设置等检查
属性	属性存在性、属性取值与值域是否满足要求等检查
关系	关系存在性、系统设置分类是否存在且满足要求等检查
几何	几何表达检查

3）合理性，是指在数据合标的基础上，模型数据是否合理、是否存在因建模不规范等原因导致的异常数据所开展的检查。面向3DGIS分层展示等应用需求，合理性检查应包含基点坐标是否在正确行政区划范围内、模型外观是否有异常、构件的楼层归属是否正常（确保楼层所有构件均可正确分层）等内容，具体检查指标内容如表3所示。模型结构检查，包括基点坐标是否位于正确的范围内、模型合模后是否存在错位、错层、构件飞出等检查；对象检查，包括对象类标正确与否，对象类标属性值填写比例等检查；可视化检查，重点开展模型中及各专业模型合并后，是否出现大面积重叠闪烁情况的检查；属性检查，包括构件属性值是否存在异常等检查；关系检查，包括构件的语义所属楼层与几何所属楼层是否一致（楼层划分是否正确）、构件硬碰撞等检查；几何检查，包括构件是否满足国标构件几何表达精度要求(G1–G4)等检查。

4）一致性，是指既有建筑BIM建模成果与实际情况进行实模一致性对比的检查，重点检查模型是否能展示反映现实状况。面向3DGIS分层分户及构件准确提取等应用需求，一致性检查应包含基点坐标、高程、朝向、建筑高度是否与实际一致、总图是否超出红线范围、建筑标高是否与实际一致、空间划分是否与实际一致（确保模型可正确分户）等内容，具体检查指标内容如表4所示。模型结构检查，包括基点坐标、高程、朝向、建筑高度是否与实际一致检查，总图模型是否超出红线范围检查，以及各层标高是否与实际一致检查等；对象检查，包括建模构件是否与实际一致，是否存在漏建误建等检查；可视化检查，重点检查材质设色或贴图是否与实际一致；属性检查，包括对象属性取值是否与实际或图纸一致的检查；关系检查，包括防火分区划分是否与现场采集资料和图纸一致、主要建筑空间的房间设置是否与实际一致、机电专业构件的系统归属是否与实际一致等检查；几何检查，包括空间的平面尺寸和净高、构件位置和构件尺寸是否与实际一致等检查。

表3 合理性质量检查指标体系

检查维度	指标内容
模型结构	基点坐标是否位于正确的范围内检查；模型合模正确性检查
对象	对象类标正确性、对象类标属性值填写比例等检查
可视化	模型重叠闪烁等检查
属性	构件属性值是否存在异常等检查
关系	构件语义所属楼层与几何所属楼层是否一致、构件硬碰撞等检查
几何	几何表达精度检查

表4 一致性质量检查指标体系

检查维度	指标内容
模型结构	基点坐标、高程、朝向、建筑高度是否与实际一致检查；总图模型范围检查；建筑标高与实际一致检查
对象	对象存在性检查
可视化	材质贴图与颜色设置检查
属性	属性取值与实际一致或图纸一致检查
关系	防火分区划分、空间布局、系统设置是否与实际一致等检查
几何	空间尺寸、构件位置和构件尺寸是否与实际一致等检查

2 深圳市应用实践

以深圳市211个项目的既有建筑BIM模型为例，项目重点覆盖学校、医院、文体等公共建筑，共有884个单体作为模型质量检查单元。在模型质量检查指标体系基础上，充分考虑SJG 76深圳市《建筑工程信息模型设计交付标准、SJG 114深圳市《建筑信息模型数据存储标准》和《深圳市既有重要建筑建模交付技术指引（建筑工程分册）》等标准规范，梳理深圳市既有建筑BIM模型指标并建立有针对性的规则实现模型质量的检查，同时研究可量化指标，采用人工结合机器方式，开展检查方法的应用实践。

2.1 模型质量检查规则

面向深圳市既有建筑BIM模型与3DGIS应用融合的需求，在既有建筑BIM模型质量检查指标体系的框

架下，共梳理形成51条检查指标，其中完整性指标15条、合标性指标12条、合理性指标9条、一致性指标15条。在此基础上，进一步细化梳理612条检查规则。同时，为更好地保证模型质量检查结果的准确性、客观性和稳定性，量化包括文件组织架构、文件命名、IFC格式、模型空间配准、建筑材质贴图、空间尺寸等在内的25条检查指标、575条检查规则，开展智能化检查，具体检查规则统计情况如表5所示。

表5　一致性质量检查指标体系

指标体系	检查指标	可量化指标	检查规则	可量化规则
完整性	15	5	26	8
合标性	12	12	554	554
合理性	9	5	13	9
一致性	15	3	19	4
合计	51	25	612	575

2.2　模型智能化检查

本文根据可量化检查规则的实际需要，分别采用模型视图定义（model view definitions，MVD）技术、建筑规范描述语言（structural natural language，SNL）语言和定制程序等方法开展模型的智能化检查。

1）基于MVD技术的智能化检查。MVD用于描述特定用途或工作流的数据交换，可将一个完整的IFC模型根据需要生成个性化的部分子模型视图[15]。因此在智能化检查中MVD技术侧重于IFC模型“纯语义”检查的应用，例如模型空间配准、材质贴图、属性存在性等。

以合标性检查中的模型空间配准为例，首先根据模型空间配准指标进行MVD规则编写，要求地图转换实体（IfcMapConversion）存在、东西项坐标存在且符合CGCS2000要求、正交高度（OrthogonalHeight）符合1985国家高程基准要求、X轴横坐标和纵坐标存在等，随后根据MVD规则生成数字化规则mvdlite文件[16]，最后执行mvdlite文件实现模型空间配准的检查，输出质检报告。

2）基于SNL的智能化检查。SNL语言可以将自然语言描述的各类建筑规范转换为人和计算机均可理解的领域规则库[11]。因此，对于模型几何关系（例如构件距离、构件尺寸和构件楼层归属等）检查，本文采用SNL语言实现。

以合理性检查中门、窗、柱、楼梯等构件的楼层归属为例，首先对“门、窗、柱、楼梯等构件应处于本层”的指标进行拆解，随后利用SNL语言形成用户可编辑、计算机可识别的数字化规则，最后执行SNL规则文件，给出门、窗、柱、楼梯等构件语义与几何楼层是否一致的结论。

2.3　检查结果及验证

对每个单体的不同专业进行全类别检查，共计检查问题7 459条。其中，完整性存在的问题约占11.69%，主要为IFC模型无法打开、土建、机电等模型专业缺失、楼层缺失、房屋代码与网格编码不一致及实景照片（全景/常规/航拍）数据采集不完整等问题，影响模型在3DGIS场景中的可视化展示及业务关联；合标性问题约占12.51%，主要为坐标未填写、属性取值错误、材质贴图错误及对象类型标识填写错误等问题，影响模型与3DGIS的正确融合、可视化展示及摄像头等构件提取；合理性问题约占16.01%，主要为模型合模不正确、模型重叠闪烁、门、窗、楼梯等构件楼层归属错误以及总图超出红线范围等问题，重点影响模型可视化展示及分层应用；一致性问题占比最高，约为59.79%，主要为各专业基点坐标不一致、模型正北角偏移、模型构件材质与实际不一致及构件位置、尺寸与实际不一致等问题，重点影响3DGIS场景中的分层分户提取、构件信息提取应用。模型质量检查结果统计表和典型问题示例如表6所示。

表6　模型质量检查结果统计表

指标体系	主要存在问题	对3DGIS应用场景构建的影响
完整性	IFC模型无法打开	模型无法展示
	土建、机电等模型专业缺失、楼层缺失	模型展示不完整
	房屋代码与网格编码不一致	影响基于BIM的建筑、房屋等空间管理
	实景照片（全景/常规/航拍）数据采集不完整	影响分户、构件等实模一致性检查
合标性	坐标未填写	模型位置偏移，与3DGIS场景中的其他数据无法正确融合
	材质贴图错误	影响可视化效果
	对象类型标识错误	构件无法提取
合理性	模型合模不正确	构件飞出，影响可视化展示
	模型重叠闪烁	影响可视化效果
	门、窗、楼梯等构件楼层归属错误	分层提取时门、窗、楼梯等丢失
	总图超出红线范围	与3DGIS场景中的其他数据无法正确融合
一致性	各专业基点坐标不一致	不同专业模型错位，影响可视化展示，无法开展分层分户提取
	模型正北角偏移	模型角度偏移，与3DGIS场景中的其他数据无法正确融合
	模型构件材质与实际不一致	影响可视化效果
	构件位置、尺寸与实际不一致	无法正确开展分层分户提取及构件提取

对检查的问题进行逐项修改，并将修改后的211个

项目、884个建筑单体模型与3DGIS融合，开展建筑室内外可视化展示、基于分层分户的三维权属空间管理及构件信息的运维管理等3DGIS应用验证。结果表明，检查修改后的模型数据完整、空间位置准确，在3DGIS中实现了建筑物结构、给排水、暖通、电器等全专业信息的精细化展示，同时，修改后模型的项目编码、房屋编码正确、楼层及构件标高正确、建筑空间的房间设置与实际一致，因此在可视化展示基础上，可基于BIM数据准确提取建筑楼栋、楼层、房间等信息并与相关业务属性融合，实现了基于BIM的建设项目信息、房屋权属的空间管理应用，此外，既有建筑BIM模型质量检查指标还包含了构件位置、尺寸、构件标识等检查，因此可从检查后的模型中准确提取摄像头、水泵等构建并关联对应的运维数据，实现3DGIS的运维管理应用，结果表明，本文提出的既有建筑BIM模型质量检查方法从模型完整性、空间位置准确性、纹理一致性和构件细节表现等方面提升了模型数据质量，实现了3DGIS环境下建筑物三维立体空间的分析及应用。

3 结 语

BIM与3DGIS的集成融合应用过程中，完备性、可用性高的BIM模型数据是基础。当前，国内外对新报建BIM模型质量检查方法已有了一定研究，但对既有建筑BIM模型的检查研究较少，本研究从BIM与3DGIS融合及后续的业务应用出发，结合数字工程领域的“数字”生产力的定义，从模型完整性、合标性、合理性和一致性等方面提出了既有建筑BIM模型的指标体系。同时，结合深圳市实际情况，梳理形成各类检查指标项并细化检查规则，采用MVD技术、SNL技术和定制化程序等方法开展智能化检查，建立了一套多维度、可量化、智能化的模型质量检查方法，实现了深圳市既有建筑BIM模型的快速高效检查；最后，将修改后的模型导入3DGIS应用场景，对检查结果进行验证。本研究提出的面向3DGIS应用场景既有建筑BIM模型质量检查方法，不仅完善了新报建、既有建筑BIM模型检查的理论研究体系，智能化检查方法的应用，还保证了模型检查的客观性、稳定性、全面性，为后续与3DGIS的集成融合应用提供基础。随着既有建筑BIM模型标准的不断完善及3DGIS应用场景的不断增加，未来，本研究将在现有指标体系的框架下，结合实际需求不断完善规则指标的梳理，并进一步提升智能化检查比例。

参考文献

[1] 刘一,刘江涛.城市级实景三维与BIM集成技术研究与实践[J].测绘地理信息,2023,48(1):73-76

[2] 方孟元,罗年学,许毅,等.基于Cesium的BIM与实景三维模型集成可视化研究[J].测绘地理信息,2022,47(2):111-114

[3] 王强.基于已有资料的倾斜摄影实景建模及BIM应用[J].测绘与空间地理信息,2023,46(2):219-221,224

[4] 孙玉梅,李勇,聂振钢.3DGIS与BIM集成技术在公路隧道智慧运维中的应用[J].测绘通报,2020(10):127-130

[5] 张欣欣.BIM建筑模型与GIS三维信息系统的数据融合研究[D].广州:广州大学,2022

[6] 刘成堃,张力,马瑞,等.面向3DGIS场景的BIM模型转换与集成研究[J].地理空间信息,2022,20(1):111-114

[7] 吉久茂,童华炜,张家立.基于Solibri Model Checker的BIM模型质量检查方法探究[J].土木建筑工程信息技术,2014,6(1):14-19

[8] Sagar M,Jane M,Steve L,et al. Development of an Object Model for Automated Compliance Checking[J]. Automation in Construction,2015,49(2):51-58

[9] Solihin W,Dimyadi J,Lee Y C,et al. Simplified Schema Queries for Supporting BIM-based Rule-checking Applications[J]. Automation in Construction,2020,117(8):103 248

[10] 高歌,张越美,刘寒,等.基于知识库的IFC模型检查方法研究[J].图学学报,2019,40(6):1 099-1 108

[11] 张荷花,顾明.BIM模型智能检查工具在审查平台及消防审查中的应用[J].土木建筑工程信息技术,2021,13(1):1-7

[12] 白文娟,肖瑶,王良平,等.雄安新区方案设计阶段BIM模型质量评价体系研究[J].土木建筑工程信息技术,2023,15(5):1-6

[13] 陈远,张雨,康虹.基于知识管理的BIM模型建筑设计合规性自动检查系统研究[J].图学学报,2020,41(3):490-499

[14] 陶飞,张辰源,刘蔚然,等.数字工程及十个领域应用展望[J].机械工程学报,2023,59(13):193-215

[15] 陈远,张雨,张丽霞.基于IFC/IDM/MVD的建筑工程项目进度管理信息模型开发方法[J].土木工程与管理学报,2020,37(4):138-145

[16] Liu H,Gao G,Zhang H,et al. MVD Lite: A Fast Validation Algorithm for Model View Definition Rules[C]//In:Proceedings of the 29th EG-ICE International Workshop on Intelligent Computing in Engineering,Aarhus Denmark,2019