



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115310182 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 08

(21) 申请号 202210929459.4

(22) 申请日 2022.08.03

(71) 申请人 南京工业大学

地址 210000 江苏省南京市浦口区浦珠南路30号

(72) 发明人 罗佳宁 陆伟东 舒欣 刘沛

(74) 专利代理机构 徐州创荣知识产权代理事务所(普通合伙) 32353

专利代理师 晏荣府

(51) Int. Cl.

G06F 30/13 (2020.01)

G06F 30/20 (2020.01)

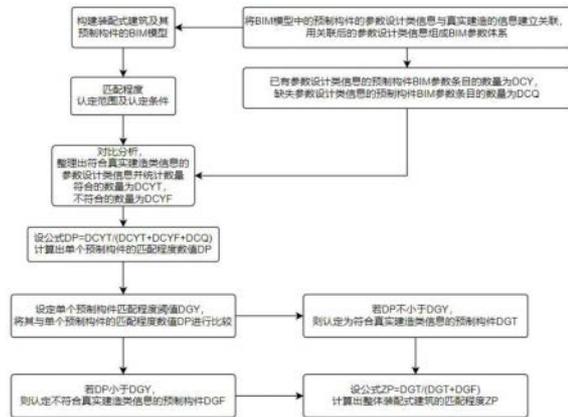
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,属于装配式建筑设计技术领域,主要包括以下步骤:构建装配式建筑及其预制构件的BIM模型,将BIM模型中的预制构件的参数设计类信息与真实建造的信息建立关联,用关联后的参数信息组成BIM参数体系,对装配式建筑设计与真实建造之间的匹配程度进行量化对比、分析和计算,通过对装配式建筑设计与真实建造之间的匹配程度进行量化对比、分析和计算,实现在前期建筑设计阶段装配式建筑设计与建造的一体化程度的量化评估。



1. 一种基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一,构建装配式建筑及其预制构件的BIM模型,将BIM模型中的预制构件的参数设计类信息与真实建造的信息建立关联,用关联后的参数设计类信息组成BIM参数体系,整理出已有参数设计类信息的预制构件BIM参数条目的数量为DCY,整理出缺失参数设计类信息的预制构件BIM参数条目的数量为DCQ;

步骤二,设定预制构件BIM参数设计类信息符合真实建造类信息的匹配程度认定范围及认定条件;

步骤三,根据步骤二设定的范围和条件,将已有的预制构件BIM参数设计类信息与真实建造类信息对比分析,整理出符合真实建造类信息的参数设计类信息并统计数量,其中,符合的数量为DCYT,不符合的数量为DCYF;

步骤四,设公式 $DP = DCYT / (DCYT + DCYF + DCQ)$ 计算出单个预制构件的匹配程度数值DP;

步骤五,设定单个预制构件匹配程度阈值DGY,将其与单个预制构件的匹配程度数值DP进行比较,若DP不小于DGY,则认定为符合真实建造类信息的预制构件DGT,若DP小于DGY,则认定不符合真实建造类信息的预制构件DGF;

步骤六,设公式 $ZP = DGT / (DGT + DGF)$ 计算出整体装配式建筑的匹配程度ZP。

2. 根据权利要求1所述的基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其特征在于,所述预制构件的BIM参数设计类信息包括时间类BIM参数、空间类BIM参数、和实施类BIM参数;所述时间类BIM参数对应建造流程的建筑设计类和真实建造类信息;所述空间类BIM参数对应物质构成的建筑设计类和真实建造类信息;所述实施类BIM参数对应装配式建筑及其构件技术实现的建筑设计类和真实建造类信息。

3. 根据权利要求1所述的基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其特征在于,所述步骤二中设定预制构件BIM参数设计类信息符合真实建造类信息的匹配程度认定条件包括BIM参数的设计类信息与真实建造类信息数字统计一致。

4. 根据权利要求1所述的基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其特征在于,所述步骤二中设定预制构件BIM参数设计类信息符合真实建造类信息的匹配程度认定条件包括BIM参数的设计类信息与真实建造类信息文字描述一致。

5. 根据权利要求1所述的基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其特征在于,所述步骤二中设定预制构件BIM参数设计类信息符合真实建造类信息的匹配程度认定条件包括BIM参数的设计类信息与真实建造类信息图像表达一致。

6. 根据权利要求1所述的基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其特征在于,所述步骤二中装配式建筑及其构件的设计类信息的创建依据包括装配式建筑工程项目的具体要求和需求。

7. 根据权利要求1所述的基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其特征在于,所述步骤二中,真实建造类信息采集来源包括预制构件相关已有的技术资料,所述技术资料包括预制构件的技术图纸、技术说明、施工说明。

8. 根据权利要求7所述的基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其特征在于,所述步骤二中,真实建造类信息采集来源还包括计算机视觉技术采集到的装配式建筑及其预制构件的真实建造的信息。

9. 根据权利要求1所述的基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其特征在于,所述步骤二中,真实建造类信息被追踪采集后基于IoT技术反馈至BIM云平台进行信息管理、分析和统计。

10. 根据权利要求1所述的基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其特征在于,所述步骤三中,预制构件BIM参数条目及其参数信息与真实建造类信息对比分析采用人工排查和/或BIM模型质量检测软件自动检测的方式进行。

基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法

技术领域

[0001] 本发明属于装配式建筑设计技术领域,尤其涉及基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法。

背景技术

[0002] 装配式建筑是指预制构件在现场装配而成的建筑。具体是以构件工厂预制化生产,现场装配式安装为建造模式,以标准化设计、工厂化生产、装配化施工,一体化装修和信息化管理为特征,整合设计、建造和运维等各个阶段,追求建筑全生命周期目标价值最大化的一种新型建筑生产方式。发明人认为,受传统建筑行业划分和专业分工影响,装配式建筑设计和建造仍存在碎片化和不连续的问题,导致装配式建筑设计与建造的一体化程度无法准确评估和精确预判。尽管BIM与IoT等数字化和信息化技术通过信息集成、模型管理和数据交互等手段检测和解决了各专业“阶段性”设计成果和各流程之间冲突和矛盾等问题,以期提高设计与建造的一体化和集成程度,但是问题的发现与解决依赖于多轮基于BIM或IoT的检测分析结果(主要为碰撞检查),具有随机性和碎片化等特征,通常需要进一步人工分析。而建筑设计人员由于缺乏对各专业建造信息完整度及其相关要求的系统化认知,较难有效评估每轮装配式建筑设计与建造一体化的具体程度,因此无法精确评估和预判具体问题并提前开展有针对性地深化和优化设计,这在一定程度上降低了各专业和各流程之间的协调和协同效率,影响了装配式设计与建造一体化的最终效果;其次,目前BIM技术在装配式建筑设计阶段的应用一般为各专业将每轮的“阶段性”设计成果导入并合并至BIM软件进行反复检测、分析和优化,虽然能够在设计阶段帮助预见在建造阶段可能产生的问题,消除设计变更和返工的工作量,但仍然以逆向应用为主,BIM模型多基于各专业常用软件和习惯工具导出下的设计成果进行转换,创建BIM模型时所参照的源文件仍局限于非BIM形式,存在部分信息缺失、模型质量不高和信息传递不畅等问题,会一定程度上影响BIM检测分析结果的全面性和准确性。同时建筑项目的独特性决定了反复检测和优化结果仍有可能会有问题疏漏,各专业设计人员较难准确定位和高效解决问题。一旦优化后的设计结果进入建造阶段,设计变更和返工难、成本高、效率低,BIM在此阶段较难发挥作用,而IoT技术更多发挥的是监控、预警和提醒作用,遇到具体问题仍然需要各专业人员进行现场补救,囿于个人经验和专业能力差异,易造成施工管理效率低、建造过程不可控和施工质量得不到保证等问题,影响了装配式建筑与设计一体化目标的初衷。

[0003] 为此,需要设计出基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法。

发明内容

[0004] 发明人通过研究发现,受传统建筑行业划分和专业分工影响,目前装配式建筑设计和建造一体化程度无法在前期建筑设计阶段被准确评估和精确预判的技术问题,降低了各专业和各流程之间的协调和协同效率。

[0005] 鉴于以上技术问题中的至少一项,本公开提供了一种基于BIM参数的装配式建筑

设计与真实建造匹配评估方法,具体技术方案如下:

[0006] 一种基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,包括以下步骤:步骤一,构建装配式建筑及其预制构件的BIM模型,将BIM模型中的预制构件的参数设计类信息与真实建造的信息建立关联,用关联后的参数设计类信息组成BIM参数体系,整理出已有参数设计类信息的预制构件BIM参数条目的数量为DCY,整理出缺失参数设计类信息的预制构件BIM参数条目的数量为DCQ;步骤二,设定预制构件BIM参数设计类信息符合真实建造类信息的匹配程度认定范围及认定条件;步骤三,根据步骤二设定的范围和条件,将已有的预制构件BIM参数设计类信息与真实建造类信息对比分析,整理出符合真实建造类信息的参数设计类信息并统计数量,其中,符合的数量为DCYT,不符合的数量为DCYF;步骤四,设公式 $DP = DCYT / (DCYT + DCYF + DCQ)$ 计算出单个预制构件的匹配程度数值DP;步骤五,设定单个预制构件匹配程度阈值DGY,将其与单个预制构件的匹配程度数值DP进行比较,若DP不小于DGY,则认定为符合真实建造类信息的预制构件DGT,若DP小于DGY,则认定不符合真实建造类信息的预制构件DGF;步骤六,设公式 $ZP = DGT / (DGT + DGF)$ 计算出整体装配式建筑的匹配程度ZP,本发明基于装配式建筑及其预制构件的BIM参数体系,通过对装配式建筑设计与真实建造之间的匹配程度进行量化对比、分析和计算,实现在前期建筑设计阶段装配式建筑设计与建造的一体化程度的量化评估。

[0007] 相比较现有技术而言,本发明具有以下有益效果:

[0008] 1.通过对装配式建筑设计与真实建造之间的匹配程度进行量化对比、分析和计算,实现在前期建筑设计阶段装配式建筑设计与建造的一体化程度的量化评估有助于设计与建造人员应用BIM即时评估设计与建造的一体化程度,引导他们做出高效、准确和正确的决策。

[0009] 2.本发明可以在装配式建筑设计前期实现对建筑设计与真实建造一体化程度进行及时的预评判,减少反复检测、分析和优化次数,从而预先准确定位BIM模型中匹配程度数值较低的BIM构件及其参数信息内容,对其进行分阶段、多专业预先协同的精准化靶向修改和设计优化,进而增加首次设计深度,减少反复检测、分析和优化次数。

[0010] 3.强化和拓展BIM对于装配式建筑设计与建造的BIM正向设计优化作用,为设计和建造人员提供科学优化的定量工具,本发明通过装配式建筑及其预制构件的BIM参数体系,应用BIM参数集成装配式建筑及其构件的建筑设计类和真实建造类信息,使得建筑设计与其他各专业人员在前期的设计阶段就可以通过BIM模型及其预制构件的参数条目和参数信息作为信息媒介和桥梁,帮助建筑设计与其他各专业人员应用标准化的、完整的建筑设计类和真实建造类信息开展装配式建筑设计的BIM正向应用,减少优化设计的被动性和滞后性,从而精确地预判、定位和解决后续真实建造中可能出现的问题,将目前“先出图,再翻模”的BIM逆向应用模式,转变为“先建模,后出图”的BIM正向应用模式,从而解决BIM模型信息缺失、模型质量不高和信息传不畅等问题。

附图说明

[0011] 图1为本发明的流程图;

[0012] 图2为本发明实施例1的某钢结构项目中一种构件组的设计类BIM参数信息明细表;

[0013] 图3为本发明在Autodesk Revit软件中打开实施例1的Column-01的BIM模型文件的软件界面截图；

[0014] 图4为实施例1中预设的9种参数；

[0015] 图5为实施例1的Autodesk Revit软件中的项目信息明细表；

[0016] 图6为本发明实施例2的某装配式钢筋混凝土结构项目中一种构件组的设计类BIM参数信息明细表；

[0017] 图7为本发明在AutodeskRevit软件中打开实施例2的阳台板构件YTGB-01的BIM模型文件的软件界面截图；

[0018] 图8为实施例2中预设的10种参数。

具体实施方式：

[0019] 为了更好地了解本发明的目的、结构及功能，下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。

[0020] 如图1所示，设计出一种基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法，包括以下步骤：步骤一，构建装配式建筑及其预制构件的BIM模型，将BIM模型中的预制构件的参数设计类信息与真实建造的信息建立关联，用关联后的参数设计类信息组成BIM参数体系，整理出已有参数设计类信息的预制构件BIM参数条目的数量为DCY，整理出缺失参数设计类信息的预制构件BIM参数条目的数量为DCQ；步骤二，设定预制构件BIM参数设计类信息符合真实建造类信息的匹配程度认定范围及认定条件；步骤三，根据步骤二设定的范围和条件，将已有的预制构件BIM参数设计类信息与真实建造类信息对比分析，整理出符合真实建造类信息的参数设计类信息并统计数量，其中，符合的数量为DCYT，不符合的数量为DCYF；步骤四，设公式 $DP = DCYT / (DCYT + DCYF + DCQ)$ 计算出单个预制构件的匹配程度数值DP；步骤五，设定单个预制构件匹配程度阈值DGY，将其与单个预制构件的匹配程度数值DP进行比较，若DP不小于DGY，则认定为符合真实建造类信息的预制构件DGT，若DP小于DGY，则认定不符合真实建造类信息的预制构件DGF；步骤六，设公式 $ZP = DGT / (DGT + DGF)$ 计算出整体装配式建筑的匹配程度ZP，本发明基于装配式建筑及其预制构件的BIM参数体系，通过装配式建筑设计与真实建造之间匹配程度的量化计算公式，查找、定位、统计和分析其中BIM模型及其预制构件的参数条目和参数信息，帮助建筑设计与其他各专业人员进行装配式建筑的设计与建造一体化程度评估，从而预先准确定位BIM模型中匹配程度数值较低的BIM构件及其参数信息内容，对其进行分阶段、多专业预先协同的精准化靶向修改和设计优化，进而增加首次设计深度，减少反复检测、分析和优化次数，使得建筑设计与其他各专业人员在前期设计阶段就可以通过BIM模型及其预制构件的参数条目和参数信息作为信息媒介和桥梁，帮助建筑设计与其他各专业人员应用标准化的、完整的建筑设计类和真实建造类信息开展装配式建筑设计的BIM正向应用，减少优化设计的被动性和滞后性，从而精确地预判、定位和解决后续真实建造中可能出现的问题。

[0021] 本公开提出的技术方案提供了一种装配式建筑设计与真实建造一体化程度的量化评估分析方法，有助于设计与建造人员应用BIM即时评估设计与建造的一体化程度，引导他们做出高效、准确和正确的决策，具有以下有益效果：

[0022] 本公开基于装配式建筑及其预制构件的BIM参数体系,通过装配式建筑设计与真实建造之间匹配程度的量化计算公式,查找、定位、统计和分析其中BIM模型及其预制构件的参数条目和参数信息,帮助建筑设计与其他各专业人员进行装配式建筑的设计与建造一体化程度评估,从而预先准确定位BIM模型中匹配程度数值较低的BIM构件及其参数信息内容,对其进行分阶段、多专业预先协同的精准化靶向修改和设计优化,进而增加首次设计深度,减少反复检测、分析和优化次数。

[0023] 本公开通过装配式建筑及其预制构件的BIM参数体系,应用BIM参数集成、IoT技术采集装配式建筑及其构件的建筑设计类和真实建造类信息,使得建筑设计与其他各专业人员在前设计阶段就可以通过BIM模型及其预制构件的参数条目和参数信息作为信息媒介和桥梁,帮助建筑设计与其他各专业人员应用标准化的、完整的建筑设计类和真实建造类信息开展装配式建筑设计的BIM正向应用,减少优化设计的被动性和滞后性,从而精确地预判、定位和解决后续真实建造中可能出现的问题。

[0024] 与现有基于BIM和IoT技术的装配式建筑设计与建造一体化方法与技术最大的不同在于,本公开拓展了BIM参数作为约束图元信息的主要功能,将其用于装配式建筑前期设计阶段。将BIM模型的参数作为存储和代表装配式建筑的关键性设计类信息与真实建造类信息的容器,因此装配式建筑预制构件均是真实的BIM虚拟模型,可作为装配式建筑设计活动的设计依据,也可以作为设计与建造一体化程度量化对比、分析和计算的数据依据,具体能够实现以下优点:在装配式建筑设计前期阶段就可以通过匹配程度的量化计算公式,对装配式建筑设计与建造一体化程度进行评估和分析,引导各专业在装配式建筑设计前期阶段就针对预制构件的BIM参数条目和参数信息预先协同,靶向优化,实现“少修改,多预判”,而非目前以BIM碰撞检测为主的“多检测,快修改”的设计优化修改模式;在装配式建筑设计前期阶段就可以引导建筑设计和其他专业人员应用真实的预制构件BIM虚拟模型开展设计活动,尤其是为建筑设计人员建立各专业建造信息完整度及其相关要求的系统化认知,将目前“先出图,再翻模”的BIM逆向应用模式,转变为“先建模,后出图”的BIM正向应用模式,从而解决BIM模型信息缺失、模型质量不高和信息传不畅等问题。

[0025] 以上实施方式中,列举出2种实施例实现上述技术方案:

[0026] 实施例1

[0027] 本实施例是以某钢结构项目中的一种柱构件Column-01为载体,提供一种基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其中,如图2所示,某钢结构项目包含2根钢结构柱(Column-01,Column-02)、3根钢结构梁(Beam-01,Beam-01,Beam-02)以及1块玻璃幕墙Wall-01,该匹配评估方法主要包括以下步骤:

[0028] 步骤一,应用Autodesk Revit BIM软件创建BIM族类型文件作为装配式建筑预制构件Column-01的BIM模型文件,在所创建的BIM族类型中新建参数条目和设置参数属性,预设的9种参数如图3和图4所示,所述BIM参数体系的参数条目和参数信息的具体内容为:

[0029] (1)纵向:时间类BIM参数。对应装配式建筑及其构件建造流程的建筑设计类和真实建造类信息,包括计划与实际的完成工期(分钟/小时/天)、完成状态(已完成/建造中/未完成)、装配工序(步骤)等以及其他与建造流程相关BIM参数,所述计划与建筑设计类信息对应,实际与真实建造类信息对应,本公开优选完成状态和计划完成时间;

[0030] (2)横向:空间类BIM参数。对应装配式建筑及其构件物质构成的建筑设计类和真

实建造类信息,包括设计与真实的构件几何尺寸(构件长度、构件宽度、构件高度)、构件型号说明、材料物理参数、细部组成构造等以及其他与物质构成相关BIM参数;所述设计与建筑设计类信息对应,真实与真实建造类信息对应,本公开优选构件材质、构件长度、构件宽度和构件高度;

[0031] (3) 竖向:实施类BIM参数。对应装配式建筑及其构件技术实现的建筑设计类和真实建造类信息,包括设计与真实的构件连接方式、构件连接位置、构件装配方式(堆放形式、吊点位置等)、装配工装机具等以及其他与技术实现相关BIM参数;所述设计与建筑设计类信息对应,真实与真实建造类信息对应,本公开优选装配机具、构件连接方式、构件连接位置;

[0032] 将上述优选的9个参数导入Revit软件的项目参数管理器中,选择柱构件Column-01,在其属性栏中依次输入参数值,而后打开软件明细表,如图5所示,核对参数信息,确保虚拟建造参数符合设计意图,以便为后续项目真实建造的参数提供数据支持,BIM模型文件中的每种参数条目和参数信息需要与装配式建筑设计类和真实建造类两大类信息一一对应,并对多有参数条目的标题进行定义和创建,然后用定义和创建后的参数条目与对应后的参数信息组成BIM参数体系,本BIM参数体系以及其中的参数条目,可以引导建筑设计采暖和各专业设计人员进行相关设计,并将装配式建筑设计类和真实建造类信息以参数信息的形式录入对应的参数条目,创建各专业的装配式建筑设计成果,整理出已有参数信息的预制构件BIM参数条目的数量为DCY,整理出缺失参数信息的预制构件BIM参数条目的数量为DCQ;

[0033] 步骤二,设定预制构件BIM参数设计类信息符合真实建造类信息的匹配程度认定范围及认定条件;

[0034] 设定预制构件BIM参数设计类信息与真实建造类信息匹配程度的认定条件为:BIM参数的设计类信息与真实建造类信息数字统计一致;BIM参数的设计类信息与真实建造类信息文字描述一致;BIM参数的设计类信息与真实建造类信息图像表达一致;其他任何用于判定BIM参数的设计类信息与真实建造类信息内容一致的所有相关认定方法和技术;

[0035] 所述步骤二中真实建造类信息采集来源还包括计算机视觉技术采集到的装配式建筑及其预制构件的真实建造的信息,计算机视觉技术包括射频识别、编码识别、激光扫描和图像捕捉,本公开中,真实建造信息还包括预制构件在工厂制造、中途运输和现场施工阶段的信息,优选的,通过手持设备扫描各预制构件中的RFID芯片或者粘贴的二维码采集其在工厂制造、中途运输和现场施工阶段的信息。以此为依据,完善应用Autodesk Revit软件建立的装配式建筑BIM模型;

[0036] 真实建造类信息被追踪采集后基于IoT技术反馈至BIM云平台进行信息管理、本公开中,BIM云平台可以是Autodesk BIM 360,分析和统计,基于IoT技术装配式建筑及其构件的真实建造信息采集可以与BIM云平台集成使用,装配式建筑及其构件的真实建造类(参数)信息被追踪和采集后可上传和反馈至BIM云平台进行信息管理、分析和统计,并反馈至各专业BIM模型中的各预制构件的相关BIM参数。

[0037] 进一步的,本实施例的真实建造信息的获取可以是依托于BIM云平台及以二维码或RFID芯片为载体的物联网技术,通过对构件信息二维码或RFID芯片的扫描,可将真实建造中的信息追踪并同步反馈,回溯至BIM云平台,以及装配式建筑及其预制构件的BIM模型,

从而实现装配式建筑构件设计类与真实建造类的BIM参数信息对比,具体实施步骤如下:

[0038] 在Revit软件中将实施例一的某钢结构项目中一种构件组的BIM模型通过Revit软件中相应的BIM云平台插件导出,并导入至BIM云平台中,生成用于追踪和采集每个装配式建筑构件真实建造类BIM参数信息二维码或RFID芯片;

[0039] 将二维码或RFID芯片粘贴或者预埋至对应构件,作为对构件信息追踪的载体及依据,这个过程可以根据需求实施在构件出厂、构件转运或构件装配等不同阶段;

[0040] 真实建造过程中,用手机APP扫描相应构件二维码,并将现场真实建造的图像资料一并上传至BIM云平台,在人工进行虚拟建造与真实建造对比中,可以从平台中提取相关资料。

[0041] 本公开通过装配式建筑及其预制构件的BIM参数体系,应用BIM参数集成、IoT技术采集装配式建筑及其构件的建筑设计类和真实建造类信息,使得建筑设计与其他各专业人员在前期设计阶段就可以通过BIM模型及其预制构件的参数条目和参数信息作为信息媒介和桥梁,帮助建筑设计与其他各专业人员应用标准化的、完整的建筑设计类和真实建造类信息开展装配式建筑设计的BIM正向应用,减少优化设计的被动性和滞后性,从而精确地预判、定位和解决后续真实建造中可能出现的问题。

[0042] 与现有基于BIM和IoT技术的装配式建筑设计与建造一体化方法与技术最大的不同在于,本发明拓展了BIM参数作为约束图元信息的主要功能,拓展了应用IoT技术采集到真实建造类信息的用途,将其用于装配式建筑前期设计阶段。将BIM模型的参数作为存储和代表装配式建筑的关键性设计类信息与真实建造类信息的容器,因此装配式建筑预制构件均是真实的BIM虚拟模型,可作为装配式建筑设计活动的设计依据,也可以作为设计与建造一体化程度量化对比、分析和计算的数据依据。

[0043] 步骤三,根据步骤二设定的范围和条件,将已有的预制构件BIM参数条目及其参数信息与真实建造类信息对比分析,整理出符合真实建造类信息的参数条目及其参考信息并统计数量,其中,符合的数量为DCYT,不符合的数量为DCYF;

[0044] 其中,对装配式建筑及其预制构件BIM参数条目和参数信息的设计类信息与真实建造类信息进行比对分析和数量统计使用人工排查的方式进行,即,人工排查方式包括对导出的预制构件BIM参数条目和参数信息进行人工审阅,以及包括其他所有相关人工排查方法,所述人工排查方式的具体内容为:

[0045] (1) 在Autodesk Revit软件中打开装配式建筑BIM模型,在视图菜单下选择新建明细表,选择所有相关的预制构件BIM族类型,即将柱构件Column-01按照类型分为梁构件Beam-01×2、梁构件Beam-02、柱构件Column-01、柱构件Column-02、墙构件Wall-01,依据装配式建筑及其预制构件的BIM参数体系,结合步骤3设定的匹配程度认定范围,从装配式建筑设计成果(BIM模型)中用Revit软件导出包含预制构件BIM参数条目和参数信息的明细表;

[0046] (2) 在导出的明细表中人工审阅所有预制构件的BIM参数条目及其参数信息,统计缺失参数信息的参数条目数量(DCQ),以及已有参数信息的参数条目数量(DCY);本公开中,通过对比结果显示,对于每个构件而言,已有参数信息条目为9,缺失参数信息的条目为0,即 $DCY=9, DCQ=0$ 。

[0047] (3) 依据步骤4设定的匹配程度认定条件,对导出的明细表中的预制构件BIM参数

条目及其参数信息进行逐条比对,认定预制构件BIM参数设计类与真实建造类信息是否匹配一致。

[0048] 如表1所示,通过梁构件Beam-01虚拟设计类与真实建造类BIM参数信息匹配分析与评估计算,本公开中,Beam-01中横向空间类参数中的构件长度参数与预设不符,这属于BIM参数的设计类信息与真实建造类信息数字统计不一致;竖向实施类参数中的装配机具参数与预设不符,这属于BIM参数的设计类信息与真实建造类信息文字描述不一致。

[0049] 表1梁构件Beam-01

参数条目		对比结果	认定原因	计算行为
[0050] 横向 参数	构件材质	√		匹配符合, 计入 DCYT
	构件长度	×	数字统计不一致	匹配不符合, 计入 DCYF
	构件宽度	√		匹配符合, 计入 DCYT
	构件高度	√		匹配符合, 计入 DCYT
纵向	完成状态	√		匹配符合, 计入 DCYT
[0051] 参数 竖向 参数	计划完成时间	√		匹配符合, 计入 DCYT
	构件连接位置	√		匹配符合, 计入 DCYT
	构件连接方式	√		匹配符合, 计入 DCYT
	装配机具	×	文字描述不一致	匹配不符合, 计入 DCYF

[0052] 如表2所示,梁构件Column-01虚拟设计类与真实建造类BIM参数信息匹配分析与评估计算,对于Column-01而言,纵向时间类参数中的实际完工时间参数、竖向实施类参数中的装配机具参数与预设不符,这也属于BIM参数的设计类信息与真实建造类信息文字描述不一致;而竖向实施类参数中的构件连接方式参数与预设不符,这属于BIM参数的设计类信息与真实建造类信息图像表达不一致。

[0053] 表2柱构件Column-01

	参数条目	对比结果	认定原因	计算行为	
[0054]	横向 参数	构件材质	√		匹配符合, 计入 DCYT
		构件长度	√		匹配符合, 计入 DCYT
		构件宽度	√		匹配符合, 计入 DCYT
		构件高度	√		匹配符合, 计入 DCYT
纵向 参数	完成状态	√			匹配符合, 计入 DCYT
	计划完成时间	×	文字描述不一致		匹配不符合, 计入 DCYF
竖向 参数	构件连接位置	√			匹配符合, 计入 DCYT
	构件连接方式	×	图像表达不一致		匹配不符合, 计入 DCYF
	装配机具	×	文字描述不一致		匹配不符合, 计入 DCYF

[0055] 梁构件Beam-01, 已有参数DCY=9, 缺失参数DCQ=0, 真实建造中的7个参数信息符合虚拟设计, 2个参数不符合, 故其DCYT值为7, DCYF值为2; 柱构件Column-01, 已有参数DCY=9, 缺失参数DCQ=0, 真实建造中的6个参数信息符合虚拟设计, 3个参数不符合, 故其DCYT值为6, DCYF值为3。

[0056] 进一步的, 本公开中, 对装配式建筑及其预制构件BIM参数条目和参数信息的设计类信息与真实建造类信息进行比对分析和数量统计还可以使用人工排查和自动检测相结合方式进行, 即, 使用BIM模型质量检测软件对装配式建筑设计成果 (BIM模型) 及其预制构件BIM参数条目和参数信息进行的自动检查并导出检测结果, 以及其他所有相关自动检测方法, 所述自动检测方式的具体内容为:

[0057] (1) 将本实施例的Revit软件模型导出IFC格式文件, 并将该文件导入在Solibri Model Checker (SMC) 软件中, 即将BIM模型导入BIM模型质量检测软件, 本公开中, BIM模型质量检测软件可以是Solibri Model Checker, 依据装配式建筑及其预制构件的BIM参数体系, 从步骤二设定的匹配程度认定范围中选取能够被BIM模型质量检测软件检测的BIM参数条目和参数信息, 并设定在SMC软件的Ruleset Manager (规则集管理) 中设置相应的参数信息完整性检测规则与相邻构件公差检测规则, 优选地, 以预制构件的空间类BIM参数条目的设置规则为例, 构件几何尺寸参数条目的检测规则为是否满足与其他相邻预制构件的公差值; 细部组成构造参数条目的检测规则为是否在构件的连接位置留有足够的空间等, 然后在Model Checker (模型检测) 模块下运行检测程序, 最终得到检测结果并从BIM模型质量检测软件中导出检测结果;

[0058] (2) 针对步骤二设定的匹配程度认定范围中其余不能够被BIM模型质量检测软件检测到的BIM参数条目和参数信息, 导出明细表;

[0059] (3) 根据导出的检测结果和明细表, 整理出已有的和缺失参数信息的预制构件BIM参数条目并统计数量 (已有数量=DCY, 缺失数量=DCQ);

[0060] (4) 依据步骤二设定的匹配程度认定条件, 对从BIM模型质量检测软件中导出的BIM参数设计类信息是否符合真实建造类信息的检测结果进行人工复核, 对明细表中的预制构件BIM参数条目及其参数信息进行逐条比对, 判定其设计类信息是否符合真实建造类

信息。结合上述人工排查和自动检测的比对分析和数量统计结果；

[0061] 本公开中的6个构件全部通过检测,即参数条目与参数信息符合虚拟设计,无缺项漏项,因此对于示例一参数信息自动检测而言, $DCY=9, DCQ=0$ 。该结果可与人工核验相结合,进行单个构件的匹配程度及整体项目的匹配程度数值计算。

[0062] 步骤四,设公式 $DP=DCYT/(DCYT+DCYF+DCQ)$ 计算出单个预制构件的匹配程度数值DP,即单个预制构件的匹配程度等于符合真实建造类信息的单个预制构件BIM参数条目数量除以单个预制构件的BIM参数条目数量总和,单个预制构件的匹配程度为单个预制构件BIM参数设计类信息符合真实建造类信息的接近程度比例；

[0063] 步骤五,设定单个预制构件匹配程度阈值DGY,所述阈值为判定是否可以将单个预制构件认定为符合真实建造类信息的预制构件,并将单个预制构件数量纳入整体装配式建筑的匹配程度计算公式进行计算,将其与单个预制构件的匹配程度数值DP进行比较,若DP不小于DGY,则认定为符合真实建造类信息的预制构件DGT,若DP小于DGY,则认定不符合真实建造类信息的预制构件DGF；

[0064] 单个预制构件匹配程度阈值(比例:DGY)的设定可依据不同装配式建筑工程项目各专业人员的具体专业能力、个人经验和实施能力进行动态控制和调整。包括两种控制和调整因素：

[0065] (1) 直接调整阈值自身的具体比例数值(0%-100%),不调整BIM参数权重系数；

[0066] (2) 直接设定阈值自身的具体比例数值(0%-100%),调整预制构件BIM参数体系中每个参数条目及其参数信息的权重系数,所述权重系数可依据各参数条目及其参数信息对不同装配式建筑工程项目的实际影响程度大小进行动态控制和调整；优选的,调整时间类BIM参数条目的权重系数为1,空间类BIM参数条目的权重系数为0.8,实施类BIM参数条目的权重系数为1.2。

[0067] 步骤六,设公式 $ZP=DGT/(DGT+DGF)$ 计算出整体装配式建筑的匹配程度ZP,即整体装配式建筑的匹配程度等于符合真实建造类信息的预制构件数量除以装配式建筑的预制构件数量总和,整体装配式建筑的匹配程度为符合真实建造类信息的预制构件所占装配式建筑所有预制构件的比例,单个预制构件的匹配程度和整体装配式建筑的匹配程度可以用任何格式的比例进行表达。优选地,匹配程度的比例表达格式包括:0%-100%、0.0-1.0、0/1-1/1等。

[0068] 本公开根据SMC软件检测结果查询可得,Beam-01,Beam-02共3个构件不满足构件间距离最小公差5mm的设计要求,所以返回Revit设计模型中,依次调整相应构件尺寸,将Beam-01的构件长度参数值从2800调整到2790,Beam-02的构件长度参数值从2400调整到2390。

[0069] Revit模型参数修改完成后,将优化后的模型再次以IFC格式导入SMC软件中进行构件相邻公差检测,以验证进行优化设计成果。经SMC软件再次检测,本公开中的6个构件已全部通过检测,从而可获得本次优化设计完成既定目标。另一方面从真实建造参数统计表中的Beam-01与Beam-02的构件长度参数也可以从侧面佐证优化设计满足真实条件要求。

[0070] 经过整体研判,单个构件的虚拟与真实匹配程度以及整个项目的虚拟与真实匹配程度的量化计算过程如下：

[0071] 情况一:设计类参数条目无权重划分

[0072] 以梁构件Beam-01为例,依据表1,DCYT=7,DCYF=2,其单个构件的匹配程度数值 $DP=DCYT/(DCYT+DCYF+DCQ)=7/(7+2+0)=77.8\%$ 。同理,经计算可得Beam-02的DP值为77.8%,

[0073] 以柱构件Column-01为例,依据表2,DCYT=6,DCYF=3,其单个构件的匹配程度数值 $DP=DCYT/(DCYT+DCYF+DCQ)=6/(6+3+0)=66.7\%$ 。同理,经计算可得Column-02的DP值为66.7%,Wall-01的DP值为77.8%。

[0074] 若设置DGY(单个预制构件匹配程度阈值)为70%,则专利示例一中的有4种构件的DP值均大于等于DGY,有2中构件的DP值小于DGY,因此有4种构件被认定为符合真实建造类信息的预制构件,即DGT=4,有2种构件被认定为不符合真实建造类信息的预制构件,即DGF=2。综上,本公开的ZP(整体装配式建筑的匹配程度) $=DGT/(DGT+DGF)=4/(4+2)=66.7\%$ 。

[0075] 情况二:赋予设计类参数条目权重系数

[0076] 若调整BIM参数条目及参数信息的权重系数,假设调整时间类BIM参数条目的权重系数为1;空间类BIM参数条目的权重系数为0.8;实施类BIM参数条目的权重系数为1.2。

[0077] 则表2中梁构件Beam-01,其 $DP=(3\times 1+2\times 0.8+2\times 1.2)/9=77.8\%$ 。同理,Beam-02的DP值为77.8%,Column-01的DP值为66.7%,Column-02的DP值为66.7%,Wall-01的DP值为80%。因此Beam-01、Beam-02及Wall-01的DP值大于阈值DGY(70%),属于符合真实建造类信息的预制构件,即DGT=4,DGF=2。综上,专利示例一项目整体装配式建筑的匹配程度 $ZP=4/4+2=66.7\%$ 。

[0078] 实施例2

[0079] 如图6至图8所示,本公开以某预制装配式混凝土结构项目中的阳台板构件YTB-01为载体,提供一种基于BIM参数的装配式建筑设计与真实建造匹配评估方法,其中,如图6所示,预制装配式混凝土结构项目中包含1块预制混凝土阳台板构件YTB-01、1块预制混凝土阳台隔板YTGB-01以及2块预制混凝土阳台栏板YTLB-01、YTLB-02,共4个构件所组成的构件组。

[0080] 参数设计类信息的设置以预制混凝土阳台板构件YTB-01为例,提前预设三大类10种参数条目,如图7和图8所示,包括横向空间类参数(构件材质、构件长度、构件宽度和构件高度)、纵向时间类参数(完成状态、计划完成时间)、竖向实施类参数(支撑点位置、构件连接位置、构件连接方式、装配机具)。

[0081] 将上述参数导入Revit软件的项目参数管理器中,选择预制混凝土阳台板构件,在属性栏依次输入参数值,而后打开软件明细表,核对参数信息,确保虚拟建造参数符合设计意图,可为后续项目真实建造的参数提供数据支持;

[0082] 在Revit软件中将本公开的一种构件组的BIM模型通过Revit软件中相应的BIM云平台插件导出,并导入至BIM云平台中,生成用于追踪和采集每个装配式建筑构件真实建造类BIM参数信息二维码或RFID芯片;将二维码或RFID芯片粘贴或者预埋至对应构件,作为对构件信息追踪的载体及依据,这个过程可以根据需求实施在构件出厂、构件转运或构件装配等不同阶段;真实建造过程中,用手机APP扫描相应构件二维码,并将现场真实建造的图像资料一并上传至BIM云平台,在人工进行虚拟建造与真实建造对比中可以从平台中提取相关资料;

[0083] 将Revit软件中本公开的虚拟建造参数信息明细表导出,人工审阅预制构件BIM参数真实建造信息并生成本公开的真实建造参数信息统计表,审定预制构件BIM参数设计类与真实建造类信息是否匹配一致。

[0084] 本公开中,通过审定可知,对于预制混凝土阳台板构件YTB-01而言,已有参数信息条目为9,缺失参数信息的条目为1,即 $DCY=9$, $DCQ=1$ 。其他3种构件的DCY值为10,DCQ值为0。

[0085] 以预制混凝土阳台板构件YTB-01为例,预制混凝土阳台板虚拟设计类与真实建造类BIM参数信息匹配分析与评估计算如表3所示:

[0086] 表3预制混凝土阳台板YTB-01匹配分析

	参数条目	对比结果	认定原因	计算行为
[0087]	横向参数	√		匹配符合, 计入 DCYT
	构件长度	×	数字统计不一致	匹配不符合, 计入 DCYF
	构件宽度	√		匹配符合, 计入 DCYT
	构件高度	√		匹配符合, 计入 DCYT
纵向参数	完成状态			参数缺失, 计入 DCQ
	计划完成时间	√		匹配符合, 计入 DCYT
竖向	支撑点位置	√		匹配符合, 计入 DCYT
[0088]	参数	√		匹配符合, 计入 DCYT
	构件连接位置	√		匹配符合, 计入 DCYT
	构件连接方式	×	文字描述不一致	匹配不符合, 计入 DCYF
	装配机具	×	文字描述不一致	匹配不符合, 计入 DCYF

[0089] 则,预制混凝土阳台板构件YTB-01中横向空间类参数中的构件长度参数与预设不符,这属于BIM参数的设计类信息与真实建造类信息数字统计不一致;竖向实施类参数中的装配机具参数与预设不符,这属于BIM参数的设计类信息与真实建造类信息文字描述不一致。

[0090] 可得,已有参数 $DCY=9$,缺失参数 $DCQ=1$,真实建造中的7个参数信息符合虚拟设计,2个参数不符合,故其DCYT值为7,DCYF值为2。

[0091] 以预制混凝土阳台栏板YTLB-01为例,预制混凝土阳台栏板构件YTLB-01虚拟设计类与真实建造类BIM参数信息匹配分析与评估计算如表4所示:

[0092] 表4预制混凝土阳台栏板YTLB-01匹配分析

	参数条目	对比结果	认定原因	计算行为
[0093]	横向 参数	构件材质	√	匹配符合, 计入 DCYT
		构件长度	×	数字统计不一致
		构件宽度	√	匹配符合, 计入 DCYT
		构件高度	√	匹配符合, 计入 DCYT
纵向 参数	完成状态	√	匹配符合, 计入 DCYT	
	计划完成时间	×	文字描述不一致	
竖向 参数	支撑点位置	√	匹配符合, 计入 DCYT	
	构件连接位置	×	图像表达不一致	
	构件连接方式	√	匹配符合, 计入 DCYT	
	装配机具	×	文字描述不一致	

[0094] 则, 预制混凝土阳台栏板YTLB-01的横向空间类参数中的构件长度参数与预设不符, 这属于BIM参数的设计类信息与真实建造类信息数字统计不一致; 纵向时间类参数中的实际完工时间参数、竖向实施类参数中的装配机具参数与预设不符, 这属于BIM参数的设计类信息与真实建造类信息文字描述不一致; 竖向参数中的构件链接位置与预设不符, 这属于BIM参数的设计类信息与真实建造类信息图像表达不一致。

[0095] 可得, 已有参数DCY=10, 缺失参数DCQ=0, 真实建造中的6个参数信息符合虚拟设计, 4个参数不符合, 故其DCYT值为6, DCYF值为4。

[0096] 综合本公开的虚拟设计类BIM参数信息明细表与真实建造类BIM参数信息统计表的人工排查结果, 以及SMC软件的自动检测结果, 横向空间类参数中的构件长度、构件宽度和构件高度3种参数可通过SMC软件进行自动检测, 其他7种参数则需由人工排查得出结论, 其中, SMC软件的自动检测结果的具体过程如实施例1所示。

[0097] 经过整体研判, 单个构件的虚拟与真实匹配程度以及整个项目的虚拟与真实匹配程度的量化计算过程如下:

[0098] 情况一: 设计类参数条目无权重划分

[0099] 以预制混凝土阳台板构件YTB-01为例, 依据表3, DCYT=7, DCYF=2, 其单个构件的匹配程度数值 $DP = DCYT / (DCYT + DCYF + DCQ) = 7 / (7 + 2 + 1) = 70\%$ 。同理, 经计算可得预制混凝土阳台隔板(YTGB-01)的DP值为70%, 预制混凝土阳台栏板YTLB-01的DP值为60%, 预制混凝土阳台栏板YTLB-02的DP值为70%。

[0100] 若设置DGY(单个预制构件匹配程度阈值)为70%, 则有3种构件的DP值均大于等于DGY, 有1种构件的DP值小于DGY, 因此有3种构件被认定为符合真实建造类信息的预制构件, 即DGT=3, 有1种构件被认定为不符合真实建造类信息的预制构件, 即DGF=1。综上, 本公开中的ZP(整体装配式建筑的匹配程度) $= DGT / (DGT + DGF) = 3 / (3 + 1) = 75\%$ 。

[0101] 情况二: 赋予设计类参数条目权重系数

[0102] 若调整BIM参数条目及参数信息的权重系数, 假设调整时间类BIM参数条目的权重系数为1; 空间类BIM参数条目的权重系数为0.8; 实施类BIM参数条目的权重系数为1.2。

[0103] 则预制混凝土阳台栏板构件YTLB-01, 其 $DP = (3 \times 1 + 1 \times 0.8 + 2 \times 1.2) / 10 = 62\%$ 。同理, 预制混凝土阳台板构件YTB-01的DP值为74%, 预制混凝土阳台隔板YTGB-01的DP值为68%, 预制混凝土阳台栏板YTLB-02的DP值为74%。因此预制混凝土阳台板构件YTB-01、预

制混凝土阳台栏板YTLB-02的DP值大于阈值DGY (70%),属于符合真实建造类信息的预制构件,即DGT=2,DGF=2。综上,本公开项目整体装配式建筑的匹配程度 $ZP=2/2+2=50\%$ 。

[0104] 可以理解,本发明是通过一些实施例进行描述的,本领域技术人员知悉的,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对这些特征和实施例进行各种改变或等效替换。另外,在本发明的教导下,可以对这些特征和实施例进行修改以适应具体的情况及材料而不会脱离本发明的精神和范围。因此,本发明不受此处所公开的具体实施例的限制,所有落入本申请的权利要求范围内的实施例都属于本发明所保护的范围内。

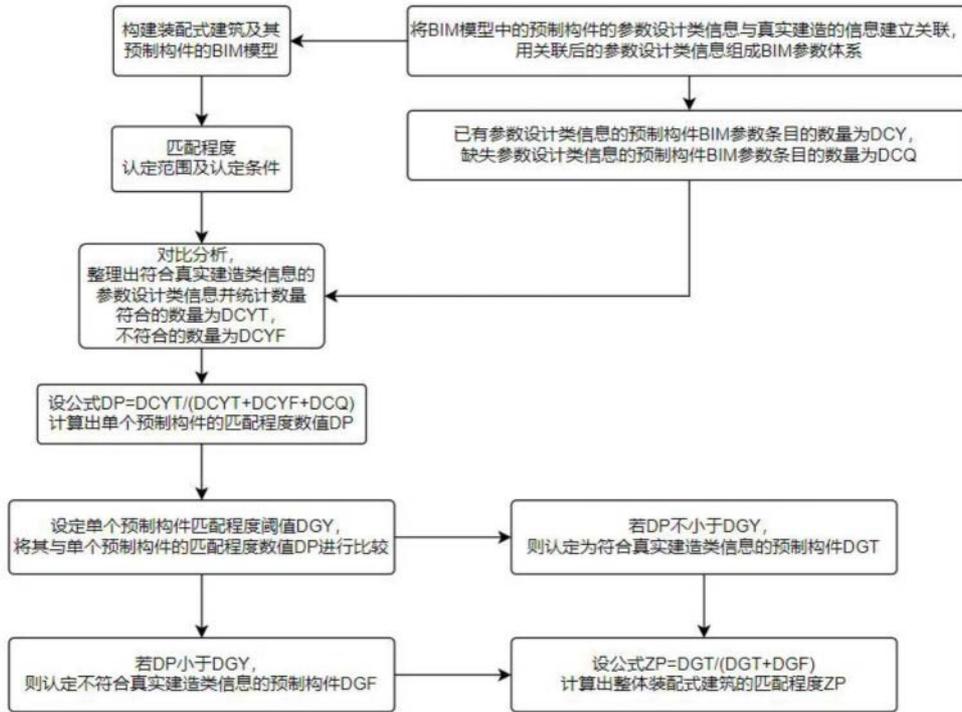


图1

某装配式钢结构项目中一种构件组的设计类BIM参数信息										
类型	图例	横向参数: 构件材质	横向参数: 构件长度	横向参数: 构件宽度	横向参数: 构件高度	纵向参数: 完成状态	纵向参数: 计划 完工时间	竖向参数: 构件连接位置	竖向参数: 构件连接方式	竖向参数: 装配机具
Beam-01		钢-Q235	2800	180	180	已完成	2018/07/09			1.起重机 (三一重工STC250C2) 2.钢丝绳
Beam-01		钢-Q235	2790	180	180	已完成	2018/07/09			1.起重机 (三一重工STC250C2) 2.钢丝绳
Beam-02		钢-Q235	2400	200	200	已完成	2018/07/09			1.起重机 (三一重工STC250C2) 2.钢丝绳
Column-01		钢-Q235	200	200	5905	已完成	2018/07/09			1.起重机 (三一重工STC250C2) 2.钢丝绳
Column-02		钢-Q235	200	200	5905	已完成	2018/07/09			1.起重机 (三一重工STC250C2) 2.钢丝绳
Wall-01		钢-Q235, 玻璃	1970	160	4765	已完成	2018/07/12			1.起重机 (三一重工STC250C2) 2.钢丝绳

图2

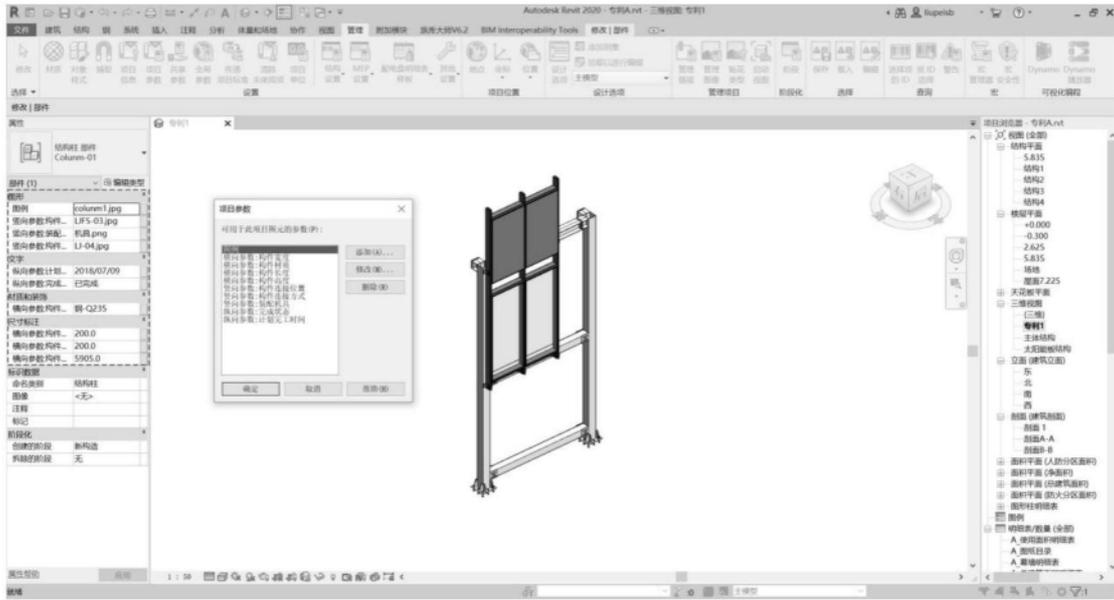


图3

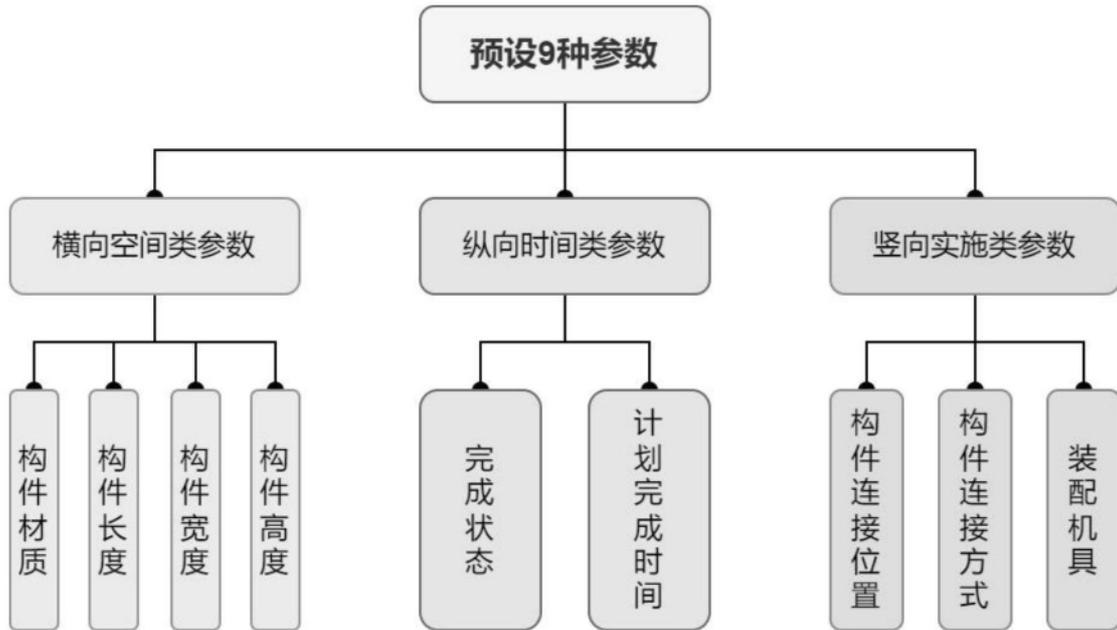


图4



图5

某装配式钢筋混凝土结构项目中一种构件组的真实建筑类BIM参数信息											
类型	图例	横向参数: 构件材质	横向参数: 构件长度	横向参数: 构件宽度	纵向参数: 构件高度	纵向参数: 完成状态	纵向参数: 计划完工时间	竖向参数: 支撑点位置	竖向参数: 构件连接位置	竖向参数: 构件连接方式	竖向参数: 装配机具
YTB-01		钢筋混凝土C35	5400	1510	60	已完成	2018/06/12	底部支撑, 无预埋			1. 三一重工SFT250塔式起重机 2. 钢丝绳
YTGB-01		钢筋混凝土C35	1000	150	2710	已完成	2018/06/12	支撑点到两边的距离分别为200mm、500mm			1. 三一重工SFT250塔式起重机 2. 钢丝绳
YTLB-01		钢筋混凝土C35	2780	150	1130	已完成	2018/06/12	支撑点到两边的距离分别为220mm、530mm			1. 三一重工SFT250塔式起重机 2. 钢丝绳
YTLB-02		钢筋混凝土C35	1180	150	1130	已完成	2018/06/12	支撑点到两边的距离分别为220mm、280mm			1. 三一重工SFT250塔式起重机 2. 钢丝绳

图6

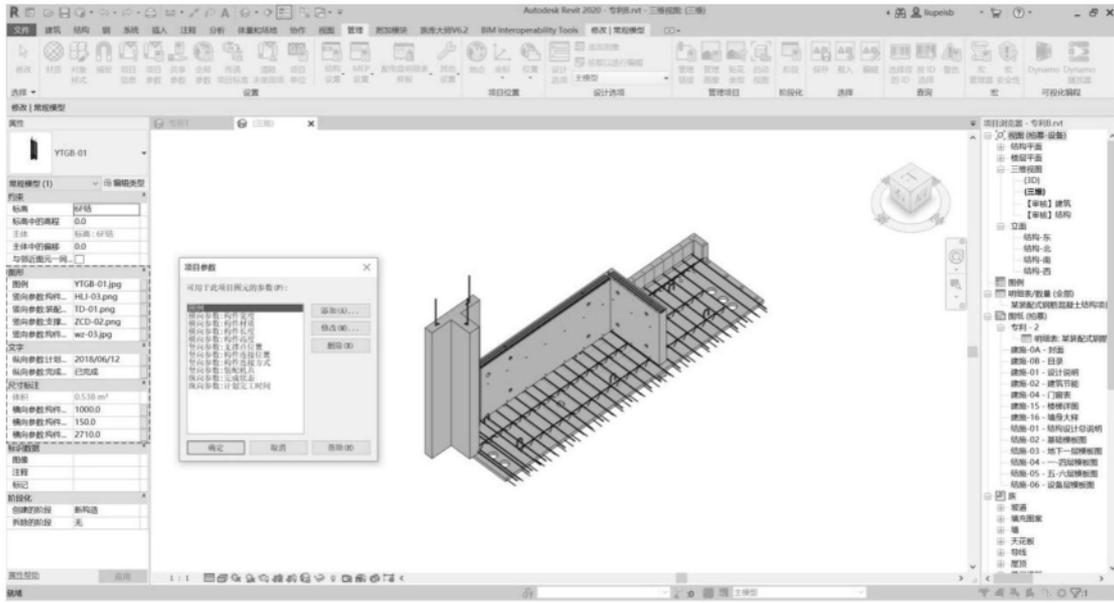


图7

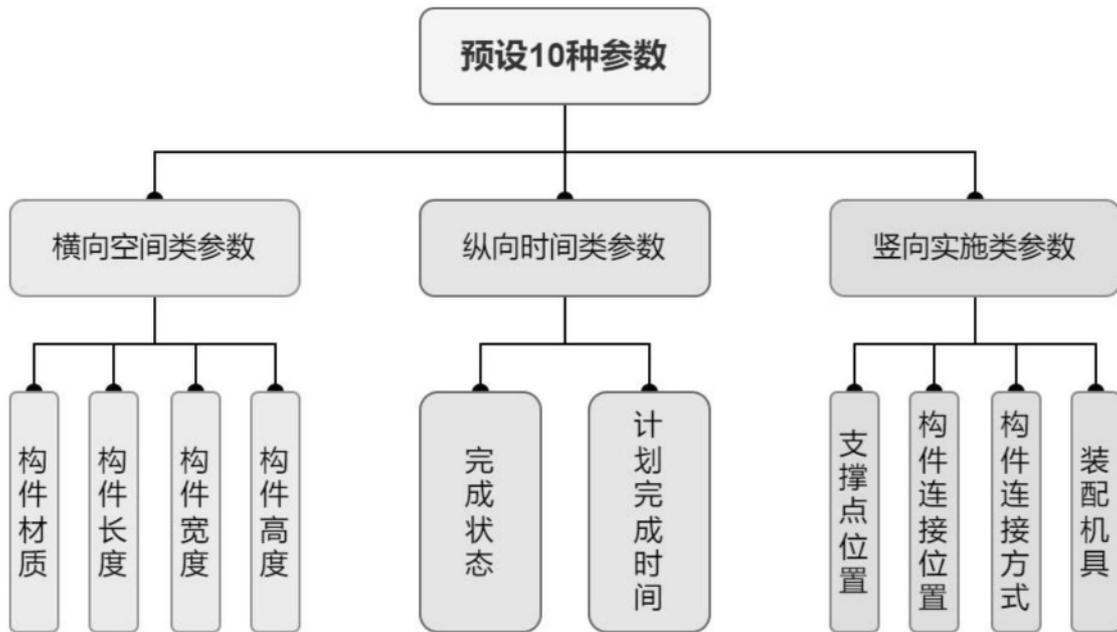


图8