

基于建筑设计教学的构件族库开发 ——以幕墙族为例

陈永乐

(福建工程学院 建筑与城乡规划学院, 福建 福州 350118)

摘要: 构件族资源不足是建筑设计教学应用 BIM 技术具有代表性的教学问题之一。基于设计教学兼具正向设计和教学展示需求的特点, 构件族开发遵循类型完整性、使用便捷性、模型重用率和过程集成性的思路, 制定基于 LOD300 的分类、命名和模型细度标准, 在对现有族库资源梳理整合的基础上, 重点补充缺漏的构件类型, 形成涵盖常用建筑构件及其基础信息的基础构件库。以幕墙族为例详述了基于参数化思维的建模方法, 先按几何信息分布规律创建若干具有代表性的几何原型, 再将消防、结构、节能设计等应用所需的非几何信息按类型与几何模型建立联动关系, 形成各类可参变的幕墙构件族。

关键词: 建筑设计教学; 族库开发; BIM; 幕墙族

中图分类号: TU-05

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2019)06-0606-07

Development of a library for the component family based on architectural design teaching: a case study of the curtain wall family

CHEN Yongle

(School of Architecture and Urban Planning, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

Abstract: The insufficiency of component family resources is one of the typical problems in architectural design teaching using BIM technology. As design teaching has both the characteristics of forward design and demonstration requirements, the development of component families follows the idea of type integrity, usage convenience, model reuse and process integration to formulate the development standards on classification, naming and model fineness based on LOD300. On the basis of integrating the existing family resources, the key part is supplementing the missing types to form a basic family library covering common architectural components with fundamental information, and several representative geometric prototypes are created according to the law of geometric information distribution. The parametric modeling method is elaborated by taking the curtain wall family as an example. Several representative geometric prototypes are firstly created according to the law of geometric information, and then the non-geometric information needed for fire fighting, structure, energy saving design and so on is linked to the geometric model according to the categories, so as to form the various parametric curtain wall component families with variable parameters.

Keywords: architectural design teaching; development of family library; BIM; curtain wall family

族(family)是 Autodesk Revit 软件(以下简称 Revit)中包含通用属性参数集和相关图形表示的图元组合^[1]。作为其中最主要的组成部分,构件

族是 Revit 用以搭建 BIM 模型的基础元素。近年来,随着建筑学设计类课程越来越广泛而深入地应用建筑信息模型技术(以下简称 BIM),构件族

资源不足成为具有代表性的新教学问题之一。

建筑设计教学中应用 BIM 主要采用从方案设计到成果交付的全流程均在 BIM 三维环境下完成的正向设计模式。由于设计过程不确定性大,各个阶段面对的设计需求复杂多变,修改变更次数多,因此对构件族在数量和质量上都提出了更高的要求。然而,现有族库资源无法满足设计需求,学生需要花费大量时间和精力制作自定义构件族,这大大影响了建模效率和设计进度;又由于学生工程知识储备和对 BIM 技术理解的不足,他们只关注模型外观的建模而忽略了其构造关系和属性信息的完善,模型“徒有其表”,低质量、重复性建模现象严重,课程训练的目的无法达到,对 BIM 的理解和应用停留在较浅层次。所以,基于这些因素,开发适合建筑设计教学的构件族库已迫在眉睫。

1 研究现状

事实上,族库开发一直是建筑行业 BIM 应用和研究的热点之一,但由于相关国家级规范的缺位,尽管开发主体众多,教学中可以借鉴或利用的资源却十分有限。目前的族库资源以 Revit 自带族库和第三方商业族库的免费部分(以族库大师、构件坞、鸿业族库等为代表)为主,存在着标准混乱、种类不全、检索不便、属性信息不完善等问题。理论研究则主要集中在标准制定、管理工具开发、具体工程构件族建模技术等方面。任伟等^[2]概要性地论述了基本功能、族分类、族命名、族类别定义等勘察设计行业族库建设的基本思路,许志坚等^[3]探讨了基于正向设计需求的族库管理工具的开发要点,陈蕾^[4]研究了基于我国标准的族开发需要添加的部分参数类型和建模要求。孙小鹏^[5]、D.Y.Li^[6]等分别提出了基于类型学方法的中国传统建筑构件的分类和族构件建模方法,王鹏^[7]、J.Lee^[8]等研究了复杂结构和形状构件的参数化建模方法。James D. Goedert 等^[9]研究了族属性参数整合施工阶段信息的步骤和方法。以上研究为基于行业需求的族库开发积累了一定的技术和经验,但基于建筑设计教学特点和需求的族库开发思路和建模方法的研究基本空白。因此,本文将从建筑设计教学角度,提出族库的开发思路和开发标准,并以幕墙族为例阐述具体开发中的建模方法和技术性细节。

2 基于建筑设计教学的构件族库开发

2.1 开发思路

基于建筑设计教学兼具正向设计和教学展示需求的特点,构件族库开发思路如下:

1.类型完整性。族库应能涵盖建筑设计涉及的主要构件类型,尤其是设计教学中需求量较大的、与方案设计和造型相关的构件的种类和数量应相对齐全,在设计中经过简单参数设置后即可调用,从而提高建模效率,降低软件使用门槛,让学生将更多的精力用于解决设计问题。

2.使用便捷性。首先,族的分类和命名方式应简洁明了并有一定的规律,能简明描述构件主要特征,便于快速检索与查看;其次,族在族样板选择、类型划分、参数设置等方面应综合考虑设计和建模习惯,并将常用类型预设在族中,方便族载入项目后直接调用,减少操作步骤;第三,复杂构件应由若干标准化的零部件嵌套组成,通过排列组合、参数约束满足多样化的设计需求;第四,族的三维与二维表达应符合国家相关标准,确保图模一致,减少二次加工。

3.模型重用率。模型完成后应能直接用于出图、算量、性能分析等多种 BIM 应用场景,避免重复建模。所以族三维模型和二维图示的几何信息应图模一致且符合国家相关标准,非几何信息的种类和内容设置应综合考虑多个专业的应用需求。

4.过程集成性。建筑设计涉及的构件种类庞杂且处在不断的演变中,不可能通过一次开发一次性完成,因此族库建设必然是一个不断集成、完善的过程:首先,集成现有族库资源,根据制定的开发标准完善命名方式和属性参数,并拟定待开发内容清单,重点补充缺漏的构件类型,形成涵盖常用建筑构件及其基础信息的基础构件库,再根据具体的应用需求逐步完善属性信息或补充新的构件类型。

具体流程详见图 1。

2.2 开发标准

2.2.1 组织架构

一般意义上的构件族是通过 rfa 文件格式存储几何和非几何属性的可载入族。但对建筑专业而言,某些重要且经常调用的属性信息(如材质、各部位装修的工程做法等)无法在 rfa 文件中体

现,不做统一规划将极大地影响建模效率和质量。因此,族库开发内容在主体的构件族库基础上还应包含工程做法库和材质库两个部分,并存储在项目样板中,方便设计时调用。前者通过设置墙、板、天花、屋面等系统族的结构参数表达内外装修做法的构造层次,后者则从材质命名、图示表达、物理参数设置三个方面进行梳理,用以支撑构件族和工程做法中材质信息的标准化。

在具体分类上,设计中常用的建筑构件主要包括建筑专业的门、窗、幕墙、栏杆、建筑柱、家具、卫浴装置、专用设备、场地设施等 9 大类,结构专

业的柱、梁 2 大类,以及两个专业可共用的轮廓族。各大类下的子类别按照不同几何属性细分,如门类别下的平开门、推拉门、旋转门、卷帘门等,个别类别(如防火门)则按照设计习惯单独列出。工程做法库按建筑内外装修部位分为墙面、楼地面、顶棚、屋面、室外场地和道路 6 大类,再按照《工程做法》(2008 年建筑结构合订本)、《室外工程》(12J003)、《平屋面建筑构造》(12J201)等标准图集的做法分类细分。材质则根据材质类型(如钢筋混凝土、钢、木等)和功能部位(如保温材料、防水材料等)进行分类。具体分类见表 1。

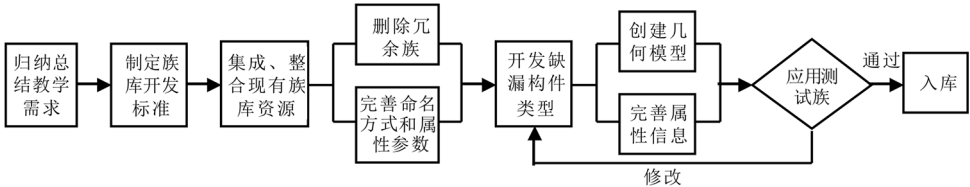


图 1 族库开发流程

Fig.1 Development process of the family library

表 1 族库组织架构

Tab.1 Structure of the family library

大类	子类	重点开发内容
构件	门	平开门、推拉门、旋转门、折叠门、地弹门、门联窗、防火门、卷帘门、装饰门、门洞、门构件 门联窗
	窗	固定窗、平开窗、推拉窗、组合窗、百叶窗、悬窗、凸窗、天窗、防火窗、装饰窗、窗洞、 天窗、弧形窗
	幕墙	嵌板(普通、门窗)、构件 除玻璃幕墙外的其他类型嵌板
	栏杆	嵌板、栏杆栏板、支座 栏板
	建筑柱	中式、西式
	家具	床、桌、椅、柜、其他
	卫浴装置	常规卫浴、无障碍卫浴、卫浴附件
	专用设备设施	电梯、扶梯、钢梯、排水沟、集水坑、指示标记、电器、其他 排水沟、集水坑
	场地设施	台阶、坡道、排水沟、散水、市政、停车、体育、配景、其他 台阶、坡道、散水、配景
	柱	钢筋混凝土、钢、木
工程做法	梁	钢筋混凝土、钢、木、 墙(分隔条、装饰条)、踢脚、屋面(檐沟、封檐板、压顶)、栏杆扶手、楼板(边缘、压型钢板)、楼梯(前缘、踏板)、幕墙(竖梃、构件)、其他 栏杆扶手、幕墙轮廓
	轮廓	
	内(外)墙面	基墙、清水墙、抹灰、涂料、面砖、石材、装饰板、壁纸、吸声
	楼地面	基板、水泥混凝土、水磨石、地砖、橡胶、石材、涂层、木、防静电、室内运动场、地下室底板、其他
	顶棚	抹灰刮腻子、涂料、吸声、纤维板、金属 规范命名方式、构造层次、材质及其厚度
	屋面	平屋面(卷材涂膜防水、倒置式、种植、蓄水、架空) 坡屋面(块瓦、沥青瓦、波形瓦)
	室外场地	灰土、沙土、粘土细砂、炉渣、塑胶、人造草坪、天然草坪
	道路	沥青、混凝土、花岗岩、烧结砖、透水砖、花砖、橡胶

续表 1

	大类	子类	重点开发内容
材质	按材质类型分	水泥砂浆、混凝土、金属、玻璃、木、石、砖、水、土、植被	规范命名方式、图示、贴图和物理参数
	按功能部位分	防水、保温、吸声、防火	

2.2.2 命名规则

构件的命名主要依据相关规范、国标图集中的制图深度要求,此方面已有较为成熟的研究成果^[10],在此不再赘述。工程做法的命名以上述标准图集中的命名方式为基础,按照“做法编号(或部位)-做法内容-性状特征”的格式命名,如地 6A-彩色混凝土面层-110。材质按照“类别-性状”格式命名,如钢筋混凝土-C30、乳胶漆-白色。族、嵌套族中的材质参数的命名方式,应与项目样板中的材质库保持一致,才能在载入项目后正常显示相关性状。

2.2.3 模型细度

当前的模型细度(LOD,level of development)规范强调适度原则,即模型只包含会被实际应用的 BIM 信息,并在此基础上尽量简化模型,提高模型运行性能。在建筑设计教学中,课程设计的深度要求以方案设计为主,毕业设计等部分达到施工图深度的设计除建筑学专业内设计内容外,主要涉及需与其他专业协同的负荷计算、结构计算、工程算量等内容。因此本次开发的总体模型细度定为 LOD300,但局部细节可根据实际需求酌情增减。具体而言,重点表达形状、尺寸和位置等三维几何信息,在精细显示模式下还应表达必要的内部组成及其构造关系,部分构造细节(如安装螺栓、滴水等)可酌情忽略或用二维图示表达。构件的二维视图不能只是三维构件的简单投影,应根据《建筑工程设计文件编制深度规定》和《房屋建筑制图统一标准》的规定,对不同显示精度的图示重新绘制。非几何信息主要包括表达构件建筑功能的基本参数(如材料和材质参数、设备参数、型号、防火等级等)和满足各种应用需求的扩展参数(如结构计算所需的密度、抗压、抗拉、抗剪、抗弯强度等力学参数,节能计算所需的导热系数、遮阳系数等物理参数)。有标准型号或构造做法的还应录入相关标准或图集编号及页

码,方便查询验证。

2.3 建模方法——以幕墙族为例

幕墙是工程中常用的外装修做法,对建筑造型和外观起着重要的影响作用,也是建筑设计教学中最常使用的族构件之一。同时,幕墙是由金属骨架与多种板材组合而成的复合构件,种类繁多且构造复杂。幕墙族的建模涉及属性信息处理、族嵌套、复杂参数设定、二维视图表达等多种典型性问题,其建模方法对其他构件族开发具有较强的借鉴意义。

在 Revit 中,幕墙族被定义为一种特殊类别的墙,由幕墙网格表达立面分割尺寸,再在此基础上由竖梃和嵌板族分别表达幕墙实体中的横、竖龙骨和面板。为了表达更精细的构造关系,嵌板还会嵌套一些幕墙构件族(如门窗拉手、抓点接驳件等)组成复合部件。幕墙整体、幕墙网格和竖梃都属于系统族,无法直接在族环境中编辑,幕墙形式的改变主要是通过创建和编辑嵌板族、轮廓族(用以改变竖梃形式)和构件族这三类族达到的。

2.3.1 开发内容

现有族库资源中的幕墙族,以玻璃幕墙系列为主,能基本满足该类型幕墙的设计建模需求。但其它种类幕墙构件族基本空白,且幕墙构件种类较少,无法达到 LOD300 表达细度的深度。因此,本次开发将重点扩充除玻璃幕墙外的其他幕墙类型族及其构件族的种类和数量。

除玻璃外,幕墙按照面板材料的不同,可分为金属幕墙、石材幕墙、人造板材幕墙等类型^[11],工程中常用的幕墙类型可进一步细分为干挂石材幕墙、铝(蜂窝)板幕墙、纤维增强水泥平板幕墙、陶土板幕墙等^[12]。另外,U 型玻璃、玻璃砖、木挂板等外装修做法虽然不属于严格意义上的幕墙,但也可以通过幕墙族加以模拟。各幕墙外装修做法类型及其主要参数指标详见表 2。

表 2 常用幕墙外装修做法几何形状信息汇总表

Tab.2 Summary of geometric shape information of exterior decoration practices of common curtain walls				
类型名称	面板截面形状	龙骨		构件
		竖龙骨	横龙骨	
干挂石材	矩形 (缝挂式、背挂式、背栓式)	矩形钢管	L 型角钢	挂件(T 型、L 型、Y 型、R 型、SE 组合型)、预埋件、钢角码
纤维增强水泥板	矩形	Ω 型、Z 型、L 型	L 型角钢	固定块、调节块、预埋件、自攻螺丝、螺栓
铝蜂窝板	矩形	矩形钢管	L 型角钢	预埋件、连接件、抽芯铆钉
铝塑板	矩形	矩形钢管	L 型角钢	预埋件、连接件、抽芯铆钉
瓦楞钢板	波浪形	矩形钢管	矩形钢管	膨胀螺栓、连接件
披叠板	披叠板(矩形)	L 型	L 型角钢	预埋件、自攻螺丝、钢角码
陶土板	矩形	C 型	L 型角钢	预埋件、连接件、挂件
木挂板	披叠板 (平接板、斜挂板、企口接合板、粗饰带槽挂板)	矩形木龙骨、 矩形钉板条	无	平板钉
U 型玻璃	U 形	矩形边框	矩形边框	膨胀螺栓
玻璃砖	矩形(倒角中空)	无	无	预埋钢板

2.3.2 幕墙族的创建

幕墙构件的几何形状、规格、材料种类繁多,借助参数化思维和方法,可将其简化为几何和非几何两类属性信息分别处理。首先将几何形状信息归纳为若干具有代表性的几何原型,选择适当的族样板创建基础三维构件及其二维图形表达,并与相关尺寸建立约束驱动关系;然后,根据嵌板参数的规律和种类划分若干类型,将对应的几何信息和非几何信息以设置或关联的形式分类录入,即可形成各类构件族。以下以较复杂的嵌板族为例具体说明。

2.3.2.1 几何模型的创建

由于立面规格已由幕墙网格表达,因此嵌板最重要的几何信息是截面形状和相关尺寸。由表 1 可知,嵌板的截面形状可归纳为矩型、中空矩型、波浪型、披叠板、U 型五大类。前四类使用拉伸建模工具,创建截面形状并关联宽度、厚度等参数后即可生成几何构件。U 型玻璃则较为复杂,按照构件组合方式共有六种外墙类型,见图 2。综合权衡使用便捷性和建模可操作性等因素,分单排和双排两种几何原型建模。其中,单排以相邻两块 U 型玻璃做为一个嵌板单元,通过添加可

见性参数控制正反两个方向 U 型玻璃的可见性,并以上下和左右偏移参数控制玻璃单元的相对位置。双排则以上下两块相对的 U 型玻璃为一个嵌板单元,通过在上下和左右偏移参数的公式中使用条件语句 if,配合代表类型的参数模拟三种构件组合方式(见图 3)。端头处嵌板创建方式与对应的常规嵌板方法类似,仅需将构件断面由 U 型改为 L 型,此处不做赘述。

二维表达上,粗略和中等显示模式下的平、立、剖面按照制图习惯表达,U 型玻璃和玻璃砖按玻璃表达,石材、金属等实体面板幕墙仅表达完成面的外边界,不显示龙骨和构件;精细模式面板、龙骨和构件均按三维实体轮廓显示,用于墙身和节点大样。



图 2 U 型玻璃外墙构造类型

Fig.2 Structure types of U-shaped glass exterior walls

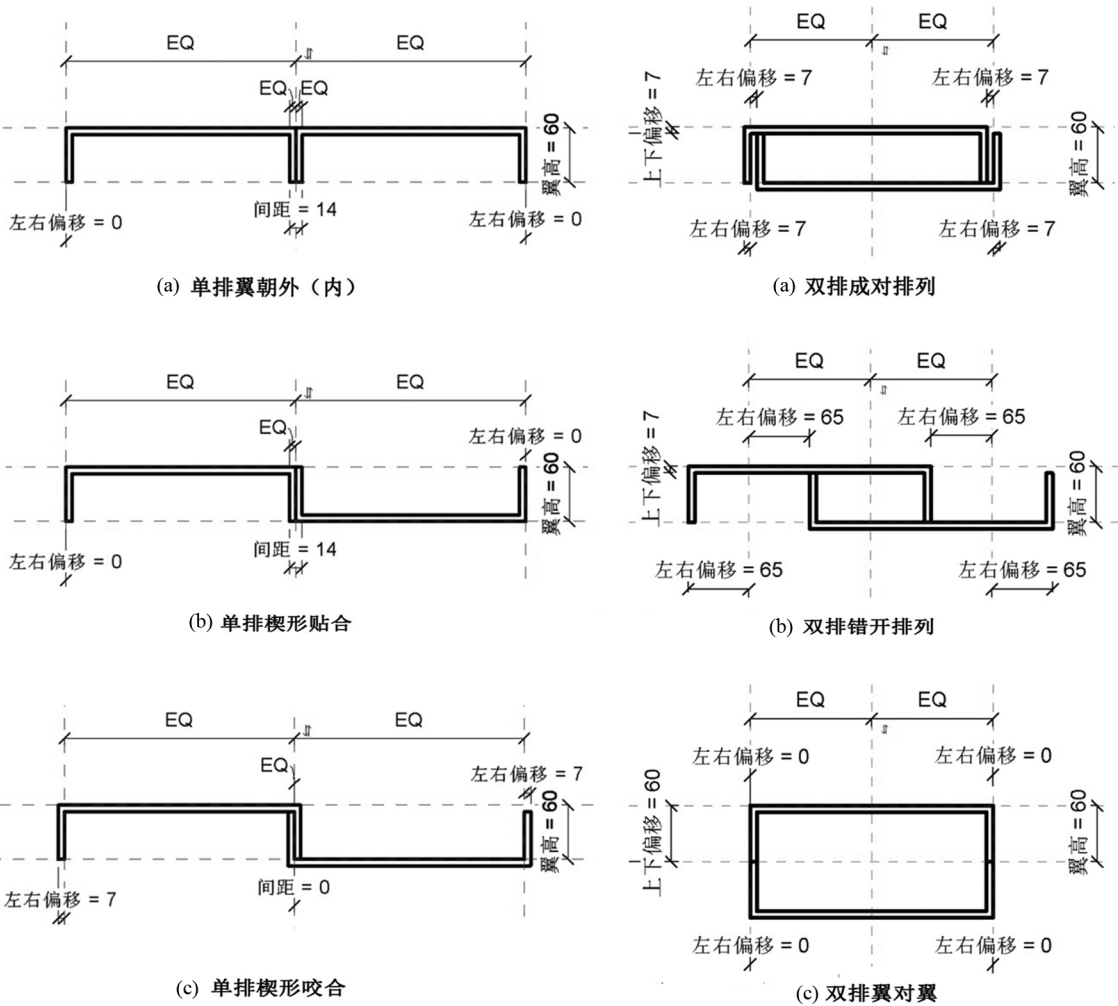


图 3 U 型玻璃嵌板族参变示意

Fig.3 Parametric indication of U-shaped glass panels

2.3.2.2 几何模型的参数化

设计中幕墙类型的选择常以面板材料和截面尺寸作为依据,因此族类型也以这两种参数进行划分和命名。幕墙选型在前期需进行消防、结构、

节能等计算流程,后期会涉及施工算量、材料统计、造价分析等应用,因此具体参数详见表 3。可使用类型目录存储常用族类型,便于在使用时只载入需要的类型,减少模型冗余。

表 3 嵌板常用参数表

Tab.3 Common parameters of curtain wall panels

参数名称		参数类型		分组方式	单位	说明	
几何 参数	宽度、厚度、角度				mm 或(°)	角度为披叠板嵌板使用	
	偏移值(上下、左右)、 间距、翼高		类型参数	数值	尺寸标注	mm	U 型玻璃嵌板使用
	挂件高度					mm	干挂石材嵌板使用
	嵌板宽度		报告参数	数值	尺寸标注	mm	读取嵌板规格信息

续表 3

参数名称		参数类型	材质	分组方式	单位	说明
非几何 参数	材质	类型参数	材质	材质与装饰	无	U 型玻璃嵌板使用
	可见性	实例参数	是/否	常规	无	
	耐火极限		数值	常规	h	
	防火等级		文字		无	消防设计
	密度		数值		kg/m ³	结构计算
	抗压(弯/拉/剪)强度	类型参数	数值	分析属性	MPa	
	传热系数		数值		W/m ² ·K	
	遮阳系数		数值		无	节能计算
	透光率		数值		无	
	单价		数值		元/m ²	造价分析

3 结语

开发基于建筑设计教学的构件族库的意义,不仅局限在为特定的设计教学提供技术性支撑,其三维可视化、动态参数化的特点,能很好地弥补传统图纸和实体模型类教学案例不直观或信息量少的不足,作为一种新型的教学案例资源为整个

建筑学教学所共享。随着族库应用的深入,可以将族库的开发与课程教学更紧密地结合,通过机制设计使以教师为主的开发模式转变为师生共同开发的模式,让学生从被动的选择型应用转变为主动的开发型应用,在设计与族开发的深度融合中体会 BIM 技术的内涵,将课程成果转化为教学资源,实现族库良性的可持续更新。

参考文献:

[1] 秦军. Autodesk Revit Architecture 201X 建筑设计全攻略[M]. 北京:中国水电水利出版社, 2010: 183.

[2] 任伟, 韩雪, 朱力. 面向勘察设计行业的 BIM 族库构建设想[J]. 浙江建筑, 2018, 35(11): 63-65.

[3] 许志坚, 陈少伟, 罗远峰, 等. 基于 Revit 的正向设计族库建设研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(6): 102-106.

[4] 陈蕾. Revit 族库本土化实践研究[J]. 武汉大学学报(工学版), 2017(S1): 65-67.

[5] 孙小鹏, 张梦宇, 赵鹏, 等. 基于 Revit 族的北京故宫古建筑群门窗构件参数化建模探讨——以隔扇为例[C]//数字·文化: 2017 全国建筑院系建筑数字技术教学研讨会暨 DADA2017 数字建筑国际学术研讨会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017: 385-389.

[6] LI D, LI K, WU C. The application of typology method in historical building information modelling (hbim) taking the information surveying and mapping of Jiayuguan fortress town as an example[C]//ISPRS-The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2017, XLII-2/W5: 451-458.

[7] 王鹏. 基于 BIM 技术的 Revit 族在高桩码头工程应用中的细节研究[J]. 中国水运. 航道科技, 2017(4): 69-74.

[8] LEE J, LIU Y, KANG J. Automatic generation of BIM using parametric family[C]//2013 Proceedings of the 30th ISARC. Montréal: Canadian Institute of MMP, 2013: 1157-1163.

[9] GOEDERTJD, MEADATI P. Integrating construction process documentation into building information modeling[J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2008, 134(7): 509-516.

[10] 李云贵. 建筑工程设计 BIM 应用指南[M]. 2 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017: 120-121.

[11] 杨维菊. 建筑构造设计: 下册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005: 119.

[12] 中国建筑标准设计研究院. 国家建筑标准设计图集. 外装修(一): 06J505-1[S]. 北京: 中国建筑标准设计研究院, 2006: 9.