

建筑企业 BIM 构件管理与构件库管理云平台开发

陈 远 段晓月 康嘉琪

(郑州大学 土木工程学院, 郑州 450001)

【摘 要】 BIM 构件作为建筑企业 BIM 应用过程中的重要 BIM 资源,体现了企业 BIM 应用的成熟度和竞争力, BIM 构件库的系统性和完备性对于建筑企业 BIM 模型的创建和应用,以及 BIM 建模的效率起到了非常重要的作用。目前建筑企业 BIM 构件缺乏标准化管理,存在 BIM 构件标准化程度低,软硬件成本高,缺乏 BIM 构件管理平台支持等问题。本研究通过标准化 BIM 构件的管理方法与管理流程,分析了 BIM 构件库系统的功能需求和性能需求,完成了 BIM 构件库管理系统的主要功能设计,建立了基于公有云的建筑企业 BIM 构件库管理系统,为企业 BIM 构件库管理提供了可行的技术路线。

【关键词】 建筑信息模型; BIM 构件库; 公有云; 信息系统开发

【中图分类号】 TP391.72; TU17 **【文献标识码】** A

【版权声明】 本文被《土木建筑工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

引言

建筑信息模型(BIM, Building Information Modeling)是一个多维的信息模型集成技术,它集成了建筑项目全生命周期中所有相关信息(包括设计、施工、运维等信息),实现了建筑信息模型和建筑行为模型^[1]的有机结合。BIM 技术是一个动态协同过程,在建设项目全生命各阶段,建设项目所有参与方(包括政府主管部门、业主、设计、施工、监理、造价咨询等单位)都能共享模型信息,提高建设项目质量和效益,减少错误和风险的目标。

目前建筑行业已步入信息化时代, BIM 技术也已经成为建筑业信息化革命的重要标志,在实际应用的过程中不断体现其价值。根据智能市场分析报告可知 BIM 在一些国家已经强制实施,例如美国、英国和其他一些发达国家^[2]。在我国某些地区, BIM 的应用呈逐步上升趋势,例如上海地区,根据 2018 年度报建信息汇总表显示,新增项目 BIM 应用率高达 88%,相较于 2017 年呈现一定的增长,稳中有升。建筑企业对 BIM 技术的应用和发展离

不开 BIM 信息资源的积累,而 BIM 构件作为建筑企业 BIM 应用过程中开发积累的 BIM 资源,体现了建筑企业 BIM 应用的成熟度和竞争力。BIM 构件库的系统性和完备性对于建筑企业 BIM 模型的创建和应用,以及 BIM 建模的效率起到了非常重要的作用。因此开发和维护完备的 BIM 构件库管理系统,提升构件库的应用水平和管理水平是影响建筑企业 BIM 技术应用的重要因素。

但是目前建筑企业对 BIM 构件的命名、分类、编码和流程缺乏标准化管理,对 BIM 构件的管理多采用个人计算机终端以插件形式进行管理,较少采用服务器和系统平台进行,存在 BIM 构件标准化程度低,管理流程效率低,软硬件成本高,构件库扩展困难,缺乏 BIM 构件管理平台的支持等问题。近年来,随着云计算和云服务器在各个领域的应用,以及 BIM 云技术的不断发展,建立 BIM 构件的分类和编码标准,完善 BIM 构件的管理流程,结合云计算和云服务器技术,开发建筑企业 BIM 构件库管理系统,为建筑企业 BIM 构件库管理提供了可行的技术标准和技术路线。

【作者简介】 陈远(1975-),男,博士,副教授,主要研究方向:土木建筑工程信息化。

1 Cloud-BIM

Cloud-BIM 是一种基于互联网的新型管理和服务模式,能够将云计算技术和 BIM 技术有机集成。Redmond 等^[3]根据对 11 位专家半结构化访谈的结果,提出利用云计算技术搭建 BIM 应用集成平台 Cloud-BIM 平台来解决 BIM 技术应用过程中的数据共享和交互问题。Chen 等^[4]基于云计算技术研究了能够用于 BIM 模型在线存储、浏览和大数据分析的系统架构。Matthews 等^[5]基于 Cloud-BIM 技术对建筑设施管理系统进行设计。该平台主要包括 BMS 系统、BIM 系统、FM 数据集、CMMS 系统和智能仪表盘五部分。用户通过智能设备可以随时查看建筑设备信息,实现对建筑构件的监测和维护。

国内的研究主要包括何清华等^[6]对云 & BIM 系统的概念进行界定,并提出了云 & BIM 系统的实施框架。框架包括:云服务器和数据库、软件应用程序采用的数据类型、设备上的应用程序、终端设备、项目参与者和参与职能等五层。毕振波等^[7]认为新兴的、待采用 BIM 技术的相关单位与传统的已经拥有 BIM 基础设施单位相比,更适合采用云模式,并提出基于云计算的 BIM 技术应用框架。陈小波^[8]针对 BIM & 云管理体系存在的安全风险,基于云平台构建出 BIM 管理系统安全防护体系。李英攀^[9]基于 Cloud-BIM 技术平台建立了绿色施工管理的应用框架,分析了施工参与单位如何利用 Cloud-BIM 技术平台充分发挥其在绿色施工管理中的作用,以保证绿色施工的实现。

通过以上文献分析可以看到目前对 Cloud-BIM 的研究主要集中于框架层面和应用层面上。对框架层面的研究仍然集中在理论探讨上,相对缺乏对 Cloud-BIM 框架体系的系统分析和实现的研究,从而导致 Cloud-BIM 框架体系无法落地,难以在实际项目中进行应用;对应用层面的研究主要集中在对基于 Cloud-BIM 项目协同平台的开发和实现上,相对缺乏对基于 Cloud-BIM 模型信息平台和 BIM 构件资源平台的开发和实现的相关研究。因此本研究将针对建筑企业内部 BIM 构件管理的现有问题,利用云计算和云服务器技术,分析不同用户的功能需求和业务流程,设计系统物理架构和逻辑架构,建立基于公有云的建筑企业 BIM 构件库管理平台,提高建筑企业 BIM 构件的管理水平和管理效率,实现

BIM 资源的高效复用和不断积累。

2 BIM 构件库及构件管理标准

2.1 BIM 构件及 BIM 构件库

目前在建筑领域,对 BIM 构件的定义还未形成一致观点。英国“AEC (UK) BIM Standard for Autodesk Revit”^[10]认为,BIM 构件是可以在多个模型中重复使用的个体图元,如门、家具、幕墙面板、楼梯、柱、墙等,用户可以将 BIM 构件通过插入、移动和旋转等操作放置到所需位置。综合不同研究对构件的定义,BIM 构件在本研究是指建筑信息模型中能够更换的实体组成部分,它能够实现特定的功能,满足 BIM 模型的接口标准,并可以通过不同构件的复用组合来生成 BIM 模型。它的特性包括复用性、参数化、独立性及集成性。Arayici 等^[11]在研究中指出,BIM 建模工作存在大量的重复性工作,通过 BIM 内容库的建立可以有效降低建模工作的冗余,提高建模效率。Almaimani 等^[12]针对伊斯兰风格的建筑形式复杂,信息量大的特点,提出基于 BIM 建立伊斯兰风格的建筑构件库。王茹等^[13]基于中国建筑信息模型标准框架对 BIM 构件进行标准化研究。在研究中提出了 BIM 构件的信息深度等级划分标准、编码标准、命名标准、创建标准以及 BIM 构件库的创建标准流程。

建筑企业 BIM 构件库管理系统指的是按照企业 BIM 构件整体规划,建立 BIM 构件并对构件进行测试和审核,将符合需求的构件按照统一标准进行命名、分类、编码和信息深度等级划分,并上传至构件库中对构件进行集中存储和管理,以方便构件的检索和复用的数据库。BIM 构件库管理系统涵盖 BIM 构件的产生、获取、处理、存储以及使用的多个环节,贯穿建筑企业生产、经营和管理的全过程。通过 BIM 构件库管理系统对 BIM 构件进行科学有效管理,有利于建筑企业通过构件重用来提高企业建模的效率和质量,通过 BIM 信息资源的积累来提高 BIM 技术应用水平,增强企业核心竞争力。

2.2 BIM 构件管理命名标准

对 BIM 构件进行标准化命名是构件入库之前的重要操作。BIM 构件命名应尽可能反映构件的本质特征,能够区分不同构件。应该注意的是,BIM 构件库管理系统中构件的命名和 BIM 项目中构件的命名并不完全相同。BIM 项目中的构件命名应反映

出构件所在楼层编号、图纸中该构件编号和构件尺寸等信息,以方便后期运用构件进行工程量统计以及施工模拟等工作。而 BIM 构件库管理系统中的构件命名是为了帮助用户快速识别、检索、定位和理解构件,以方便构件管理和重用。本研究基于简明性、规范性和合理性,提出了 BIM 构件的命名标准,如表 1 所示。

对 BIM 构件进行科学合理分类是云服务器中构件结构化存储的基础,也是用户对构件进行树状结构分级检索的基础。目前经常使用的构件分类方法为线性分类法和面分类法,本研究综合这两种分类方法,首先按照线性分类法将 BIM 构件分为三个层级,第一层级代表专业,如:建筑、结构、电气等;第二层级代表构件类别,如建筑专业下有墙、柱、板、门、窗等;第三层级代表构件类型,如门类别的构件下有平开门、推拉门、折叠门等;如图 1 所示。在对 BIM 构件进行线性分类后,对同一类型下的 BIM 构件按照面分类法进行分类。构件面分类法是按照构件的不同属性信息,将构件分到不同“面”中,如表 2 所示。如平开门类型下的构件按照构件的功能、材质、尺寸等独立属性可以分到不同的“面”中。该 BIM 构件分类体系,前三个层级的分类采用线性分类法,能充分反映类目之间的隶属关系和逻辑关系,构件分类框架简单,条理清晰;第三个层级下的构件采用面分类法进行分类,构件易于扩充,新构件容易加入现有构件体系。

2.3 BIM 构件编码标准

在建筑企业 BIM 构件库管理系统中,BIM 构件数量庞大,每个构件承载的信息繁多,内容复杂。

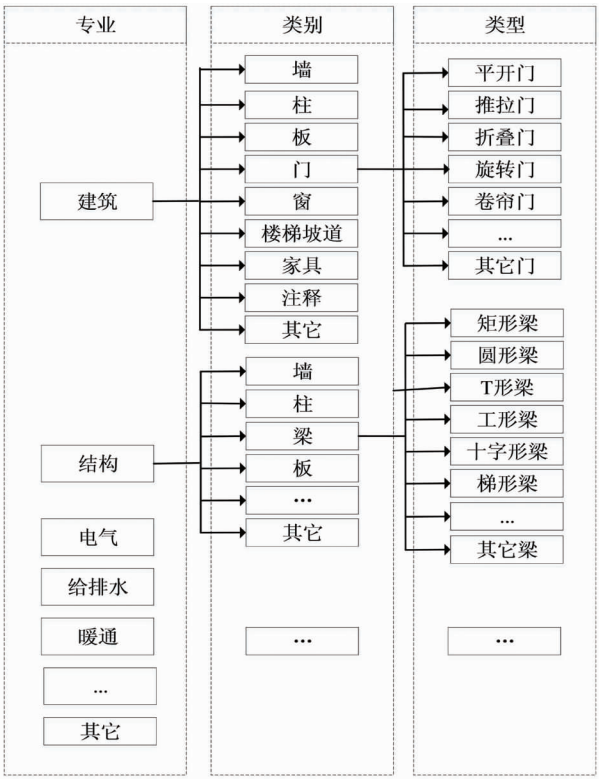


图 1 BIM 构件线性分类标准

随着 BIM 构件库管理系统的不断扩展,构件管理的难度将不断增加。因此,每个构件实体都需要分配唯一的一个计算机能够识别、处理,按照统一编码规则形成的构件代码,作为标识构件的唯一依据。本研究参考 GB 50500 - 2013《建设工程工程量清单计价规范》中的编码原则,提出 BIM 构件的编码标准^[14]。BIM 构件编码采取五级编码,共设 13 位阿拉伯数字来表示,前 9 位编码为刚性编码,后 4 位编

表 1 BIM 构件命名标准及示例

专业	命名规则	命名示例
建筑	特征(材料、功能) + 构件名称	双扇平开钢质防盗门
结构	特征(材料、功能) + 构件名称	砼矩形过梁
给排水	系统族:自带类型	系统族:管道类型
管件	管件名称—连接方式	弯头—丝扣
管路附件	管路附件名称—尺寸范围—连接方式	电动蝶阀—80~250mm—法兰
设备	设备名称	卧式离心泵
暖通	系统族:自带类型	系统族:管道类型
风管	系统族:自带类型	系统族:矩形风管
管件	管件名称—连接方式	三通—法兰
管路附件	管路附件名称—尺寸范围—连接方式	Y 型过滤器—50~500mm—法兰
设备	设备名称	风冷热泵机组
电气	设备名称	烟感火灾探测器
桥架	系统族:自带类型	系统族:带配电的电缆桥架
桥架配件	系统名称 + 桥架种类	梯式电缆桥架水平弯头

表 2 平开门类型下 BIM 构件面分类标准示例

属性	面 A(功能)	面 B(材质)	面 C(尺寸)
平开门	01 进户门	01 木门	01 700 × 2100mm
	02 室内门	02 钢门	02 800 × 2100mm
	03 防火门	03 铝合金门	03 900 × 2100mm
	04 防盗门	05 铁门	04 1000 × 2100mm
	05 抗爆门	06 玻璃门	05 1800 × 2400mm
— — —			
示例	A03 + B02 + C03 代表平开钢制防火门 900 × 2100mm		

码为流水编码^[15]。刚性编码采用工程量清单计价规范的前九位编码,按照清单附录进行设置,是固定不变的;流水编码不同于工程量清单计价规范的后三位编码,并非根据工程量清单项目进行设置,而是根据同一型号构件按照不同细部构造、不同尺寸等进行流水形式的自由编码。不同型号构件的流水编码可以相同,满足构件编码扩展的需要。如图 2 所示,在房屋建筑装饰工程中的门窗工程中,以金属防火窗 0001 号窗为例,对 BIM 构件编码进行示例。

3 BIM 构件库管理系统分析和设计

3.1 BIM 构件库管理系统的功能需求和性能需求分析

建筑企业 BIM 构件库管理系统的需求分析包

括功能需求和性能需求分析两部分,功能需求分析主要针对普通用户和管理员用户的功能需求。普通用户主是指建筑企业内部 BIM 建模人员,BIM 构件创建人员和 BIM 构件使用人员。普通用户功能包括操作构件、查看库内公告和管理个人信息等三个模块。

BIM 构件库管理员是建筑企业内部负责对 BIM 构件及构件信息、用户及用户信息以及公告信息等进行更新、维护和检查的相关人员。除了具有普通用户的所有功能,管理员还具有管理和维护 BIM 构件库的相关功能权限,包括管理构件、审核构件、管理公告、管理用户信息和管理个人信息等功能,如图 3 所示 UML 用例图。

除了需要满足普通用户和系统管理员功能性需求,建筑企业 BIM 构件库管理系统需进一步满足管理信息系统的相关性能需求,其主要包括:安全性需求,可靠性需求,可扩充性需求,易使用性需求,健壮性需求,可移植性需求。

3.2 BIM 构件库管理系统的主要功能设计

操作构件模块是普通用户功能模块的核心部分,主要实现普通用户搜索,查看、下载和上传 BIM 构件,图 4 所示为普通用户搜索,查看、下载构件 UML 序列图。普通用户进入登录界面,输入账号和密码进行登录。登录成功后,界面转换到功能选择界面,显示用户可以选择的功能;普通用户选择操

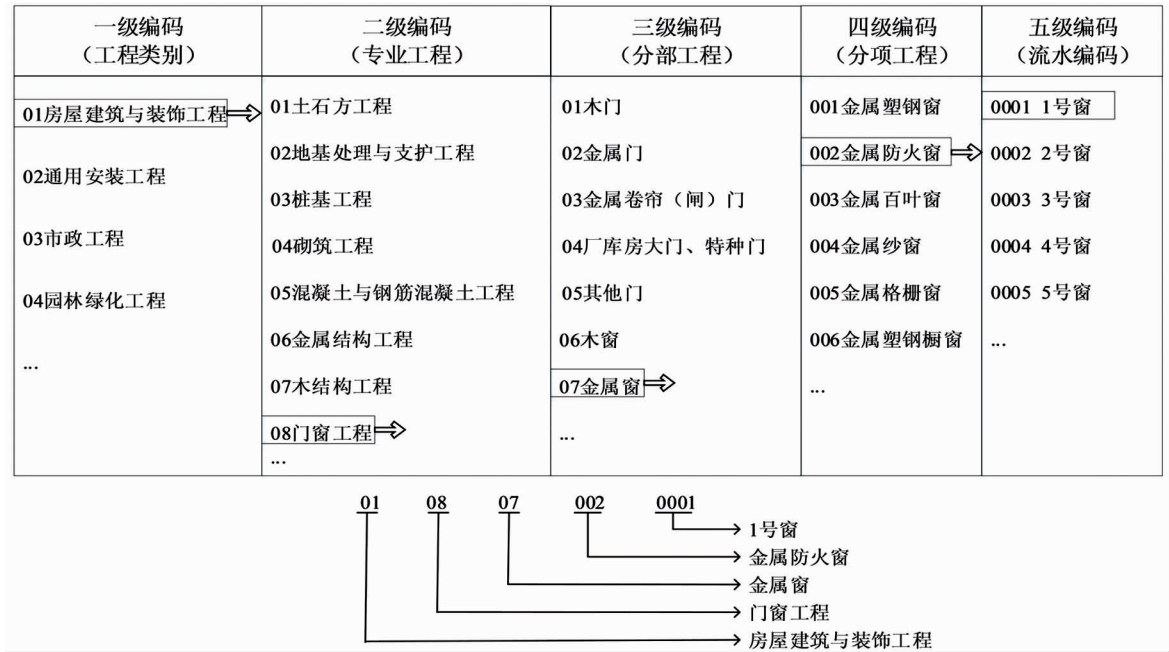


图 2 BIM 构件编码标准示例

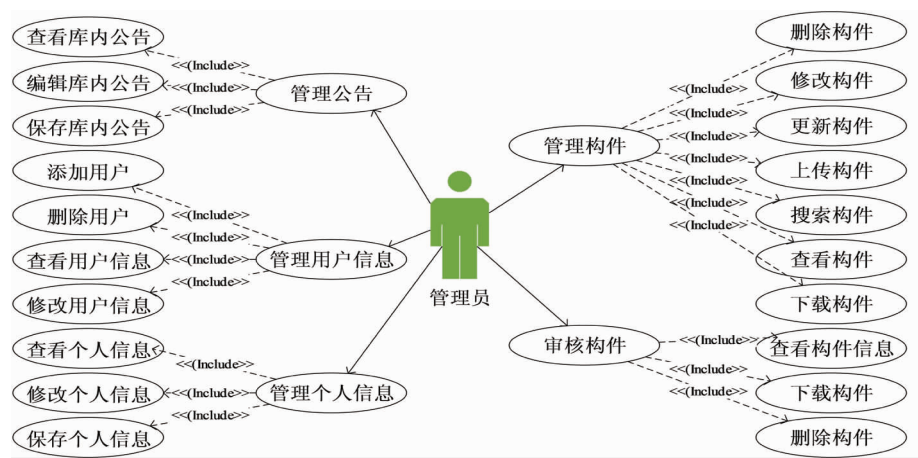


图 3 管理员功能模块 UML 用例图

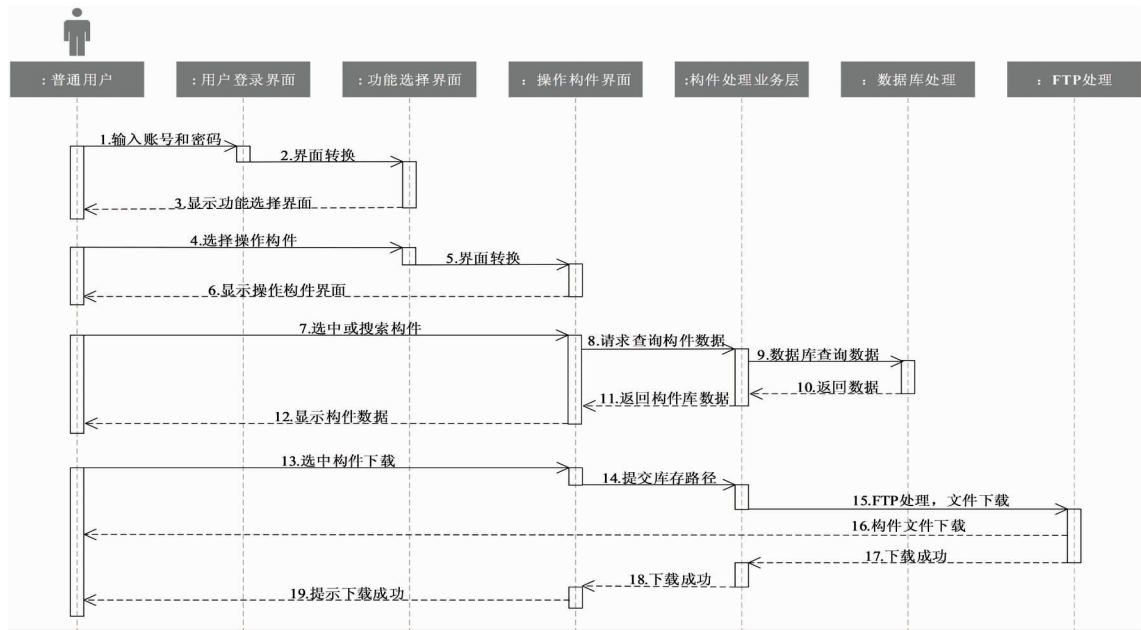


图 4 普通用户搜索、查看、下载构件 UML 序列图

作构件,界面转换到操作构件界面,显示用户可以对 BIM 构件进行的操作;普通用户通过基于 BIM 构件分类的树状结构分级检索方式结合基于 BIM 构件名称的模糊检索方式来检索构件,系统提交请求查询构件数据到构件处理业务层,并通知数据库查询数据。数据查询结束后,返回 BIM 构件数据,由操作构件界面显示构件的查询结果;普通用户选中 BIM 构件下载,系统将 BIM 构件库存路径提交到构件处理业务层,并通知 FTP 服务器下载构件。下载成功后,提示用户下载成功。

普通用户上传 BIM 构件的具体过程如图 5 所示,其中用户进入操作构件界面之前的过程与搜索、查看和下载构件完全一致。普通用户进入操作

界面后,选择上传构件,添加上传构件界面,显示用户需要填入的 BIM 构件信息;普通用户填写 BIM 构件信息,并选择构件文件上传,系统将构件文件和构件信息提交到构件处理业务层,通知 FTP 服务器上传构件,通知数据库添加构件信息,上传成功后,提示用户上传成功。

针对管理员用户,管理构件模块主要实现管理员搜索、查看、下载和上传 BIM 构件,并在此基础上实现修改、删除和更新 BIM 构件。其中 BIM 构件搜索、查看、下载和上传的实现过程与普通用户功能模块完全相同。管理员进入登录界面,输入账号和密码进行登录。登录成功后,界面转换到功能选择界面,显示管理员可以选择的功能;管理员选择管

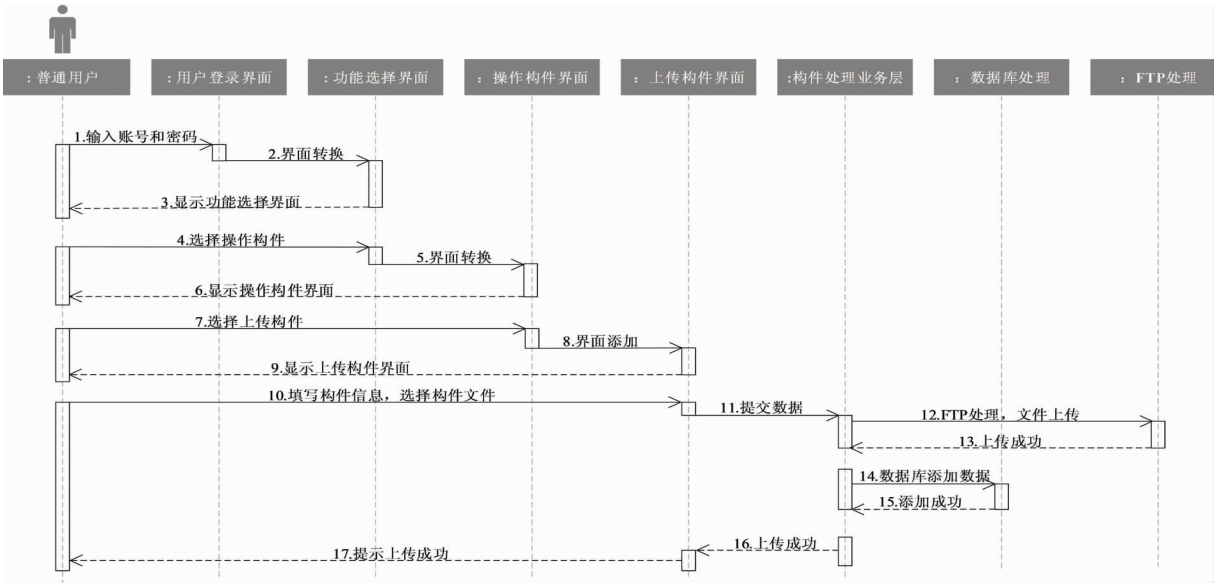


图 5 普通用户上传构件 UML 序列图

理构件,界面转换到管理构件界面,显示管理员可以对 BIM 构件进行的操作;管理员通过基于 BIM 构件分类的树状结构分级检索方式结合基于 BIM 构件名称的模糊检索方式来检索构件,系统提交请求查询构件数据到构件处理业务层,并通知数据库查询数据。数据查询结束,返回 BIM 构件数据,由管理构件界面显示构件查询结果;管理员修改 BIM 构件信息,系统发送构件信息数据到构件处理业务层,并通知数据库更新数据。数据更新成功后,由管理构件界面显示构件信息更新成功。管理员查询到 BIM 构件信息后,也可选中 BIM 构件并删除,系统提交构件编码和构件库存路径到构件处理业务层,并通知 FTP 服务器删除构件,通知数据库删除构件数据。删除成功后,由管理构件界面显示 BIM 构件删除成功。

3.3 BIM 构件库管理系统的数据库设计

基于公有云的建筑企业 BIM 构件库管理系统选择 Oracle 数据库来存储和管理系统数据。它支持 JDBC (Java DataBase Connectivity, Java 数据库连接)。Java 应用程序通过调用 JDBC,可以与数据库连接,向数据库发送 SQL 语句以实现对数据库中的构件、用户以及公告等信息的添加、修改和删除等操作。

通过对基于公有云的建筑企业 BIM 构件库管理系统进行需求分析和功能设计后,抽象出系统中的实体主要有五类,包括普通用户、系统管理员、下

载区构件、审核区构件和公告。

4 云服务器设置及系统功能测试

4.1 云服务器设置

建筑企业 BIM 构件库管理系统使用阿里云 ECS 服务器,其软硬件配置为:CPU 内核 2GB,宽带峰值 1Mbps,地域为华北,操作系统 Windows Server 64 位中文版,专有网络。服务器开通后,其主要设置包括 ECS 服务器实例设置,ECS 服务器的远程连接设置,FTP 站点的创建和配置,以及 Oracle 数据库的安装和配置。

安全组是云服务器网络安全的一种方法,可以设置云服务器的访问控制,根据系统安全需要,每台 ECS 服务器实例均应设置最少一个安全组。安全组是一个逻辑上的分组,通常指具有相同安全保护需求并且在同一地域内的 ECS 服务器实例组成。在本系统的设置中共创建了四个安全组,其它实例可以访问本系统的 ECS 服务器实例。如图 6 所示,后两个安全组是系统自动为 ECS 实例创建的。其中 TCP 协议 3389 端口能够用于 Windows 远程桌面连接,ICMP 协议能够用于在 IP 主机和路由器之间传递控制消息。前两个安全组是创建 BIM 构件库管理系统时添加的安全组。其中 TCP 协议 1521 端口能够用于和数据库之间的数据交换,TCP 协议 21 端口能够用于利用 FTP 工具实现 BIM 构件文件的上传、下载和删除。安全组优先级数值越小,优先

级别越高,可以看出前两个安全组明显优先于后两个安全组。

[illegible]

图 6 ECS 服务器安全组的创建和配置

4.2 系统功能测试

普通用户进入 BIM 构件库管理系统的登录界面,输入账号和密码进行登录。BIM 构件的检索方式包括两种类型:基于 BIM 构件分类的树状结构分级检索,以及基于 BIM 构件名称的模糊检索。用户首先选中 BIM 构件所属的二级分类节点,此时 BIM 构件属性列表会显示该节点目录下的所有构件详细属性信息。用户可以直接在构件属性列表选中需求的 BIM 构件,进行属性信息、二维视图和三维视图的查看。当该二级分类节点下构件数目众多时,用户也可以输入 BIM 构件名称或名称中关键词对构件进行二次检索。在检索到相应的 BIM 构件以后,就可以对 BIM 构件进行下载、上传等操作。以单扇平开钢质防火门为例,图 7 所示为用户搜索和查看 BIM 构件,图 8 为下载 BIM 构件,图 9 为上传 BIM 构件。

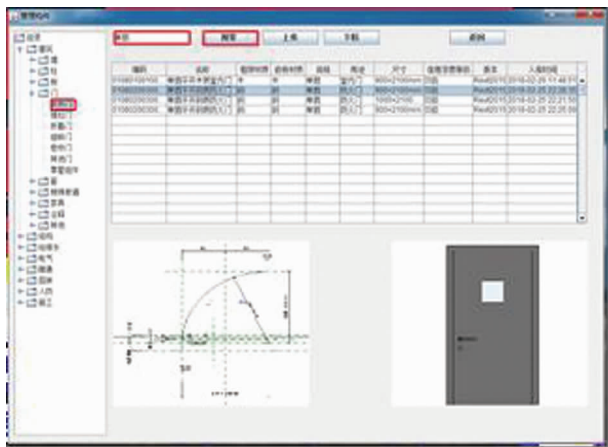


图7 搜索和查看 BIM 构件界面

BIM 构件库管理系统的管理员用户登陆系统以后具有管理构件、审核构件、管理公告、管理用户信息和管理个人信息等功能。管理员操作构件的界面和普通用户基本相同,但是操作功能增加“删除”按钮。管理员修改 BIM 构件,可以直接在构件属性列表中进行修改。

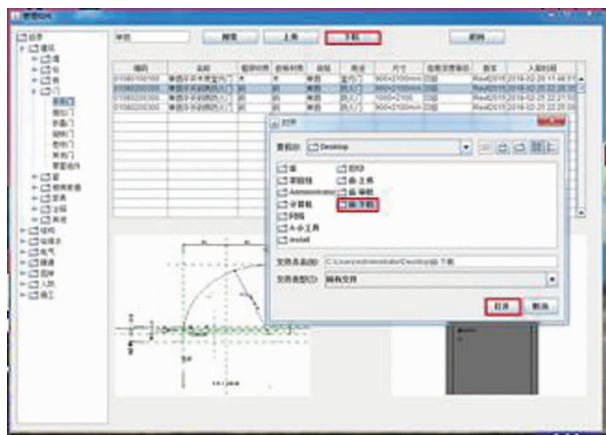


图 8 下载 BIM 构件界面

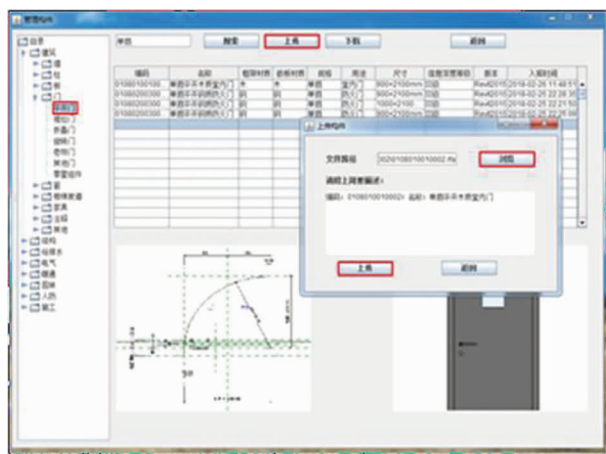


图9 上传 BIM 构件界面

5 结论

本研究探讨了 BIM 构件标准化的管理方法与管理流程,分析了 BIM 构件库系统的功能需求和性能需求,结合系统开发,以需求分析成果为目标,提出将建筑企业 BIM 构件库管理系统搭建在公有云平台上,设计了基于公有云的建筑企业 BIM 构件库管理系统的技术架构、物理架构、逻辑架构和模型,建立了基于公有云的建筑企业 BIM 构件库管理系统。并从 ECS 服务器的创建和远程连接、FTP 站点的创建和配置、Oracle 数据库的安装和配置以及 ECS 服务器安全组的创建和配置五个方面出发来部署云服务器,通过应用软件编程来实现系统;在此基础上最终完成了基于公有云的建筑企业 BIM 构件库管理系统的设计和实现工作。本系统利用公有云平台节约成本,安全可靠,动态扩展等特点,为企业 BIM 构件库管理提供了可行的技术路线,实现

了 BIM 构件的不断积累和高效复用,促进了 BIM 技术在建筑企业内部的应用和推广。

参考文献

- [1] 刘占省. BIM 技术概论[M]. 北京:中国建筑工程出版社, 2015.
- [2] Lee S., Kim K. and Yu J. BIm and ontology-based approach for building cost estimation[J]. Automation in construction, 2014, 41: 96-105.
- [3] Redmond A, Hore A, Alshawi M, et al. Exploring how information exchanges can be enhanced through Cloud BIM [J]. Automation in Construction, 2012, 24: 175-183.
- [4] Chen H, Chang K, Lin T. A cloud-based system framework for performing online viewing, storage, and analysis on big data of massive BIMs [J]. Automation in Construction, 2016, 71: 34-48.
- [5] Matthews J, Love P E D, Heinemann S, et al. Real time progress management: Re-engineering processes for cloud-based BIm in construction [J]. Automation in Construction, 2015, 58: 38-47.
- [6] 何清华, 潘海涛, 李永奎, 等. 基于云计算的 BIM 实施框架研究[J]. 建筑经济, 2012(05): 86-89.
- [7] 毕振波, 王慧琴, 潘文彦, 等. 云计算模式下 BIM 的应用研究[J]. 建筑技术, 2013(10): 917-919.
- [8] 陈小波. “BIM&云”管理体系安全研究[J]. 建筑经济, 2013(7): 93-96.
- [9] 李英攀, 马晓飞, 梁欣, 等. 基于 Cloud-BIM 的绿色施工信息化管理研究[J]. 施工技术, 2016(18): 48-53.
- [10] AEC(UK) BIM Standard for Autodesk Revit. <https://wenku.baidu.com/view/d0c5a7dd5022aaea998f0f73.html>.
- [11] Y. Arayici P C L K. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice [J]. Automation in Construction, 2011, 2(20): 189-195.
- [12] Almaini A K, Nawari N O. BIM-Driven components library for Islamic Facilities (BIM-IF) [J]. Visualization in Engineering, 2017, 5(1).
- [13] 王茹, 宋楠楠, 蔺向明, 等. 基于中国建筑信息建模标准框架的建筑信息建模构件标准化研究[J]. 工业建筑, 2016(03): 179-184.
- [14] 中国安装协会标准工作委员会. CIAS 11001:2015 建筑机电工程 BIM 构件库技术标准[S]. 北京:中国建筑工程出版社, 2015.
- [15] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建设工程工程量清单计价规范[M]. 中国计划出版社, 2013.

Development of Cloud Platform for BIM Component Management and Component Library Management of Construction Enterprises

Chen Yuan, Duan Xiaoyue, Kang Jiaqi

(School of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The BIM component is an important BIM resource in BIM application process of construction enterprises, which reflects the maturity and competitiveness of BIM application of an enterprise. The systematicness and completeness of BIM component library play a very important role in the creation and application of BIM model in construction enterprises and the efficiency of BIM modeling. Currently, construction companies are always lacking of standardized BIM component management, facing with many difficulties of low standardization of BIM components, high cost of software and hardware, lack of support of BIM component management platform, and etc. By standardizing the management methods and processes of BIM components, the study in this paper analyses the functional and performance requirements of BIM component library system, completes the main function design of BIM component library management system, and establishes BIM component library management system of construction enterprise based on public cloud, which provides a feasible technical route for enterprise BIM component library management.

Key Words: BIM; BIM Component Library; Public Cloud; Information System Development