

轻钢龙骨体系工业化住宅部品信息模型

郑华海¹, 刘 匀¹, 李元齐¹, 秦雅菲²

(1. 同济大学 土木工程学院, 上海 200092; 2. 上海钢之杰钢结构建筑系统有限公司, 上海 200949)

摘要: 在新型建筑工业化政策的推动下, 工业化建造成为建筑企业竞相争夺的高地. 轻钢龙骨体系工业化住宅是目前建筑领域最接近制造业产品生产方式的建筑, 并且其建造管理也最有可能应用制造业先进的全过程信息化管理理念与技术. 以此为背景, 分析了信息化时代下工业化住宅建造全过程的主要活动及信息; 以轻钢龙骨体系工业化住宅为例, 利用 Revit 软件族的概念提出基于 BIM(建筑信息模型)创建包含工业化住宅建造全过程信息的轻钢龙骨式复合墙的信息模型; 对部品编码方法提出了建议.

关键词: 工业化住宅; 轻钢龙骨体系; 住宅部品; 建筑信息模型

中图分类号: TU201

文献标志码: A

Components Information Model of Industrialized Residential Buildings with Light-Weight Steel Framing System

ZHENG Huahai¹, LIU Yun¹, LI Yuanqi¹, QIN Yafei²

(1. College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Shanghai Beststeel Steel Structure Building Co. Ltd., Shanghai 200949, China)

Abstract: The policy of new housing industrialization is being implemented by Chinese government, and using industrialization way to build residential buildings has become a hot competitive area to related enterprises. Up to now, industrialized residential buildings with light-weight steel framing system are much close to the industrialized way in manufacturing products in factory and assembling on site, and the construction management of the industrialized residential buildings is the most likely to apply the advanced management concepts and technology of manufacturing industry. In this paper, the main activities, as well as the corresponding information in the whole construction processes were analyzed for industrialized residential buildings with light-weight steel framing system in the information age. Then, a BIM-based

information model for the typical industrialization components, i. e., light-weight steel framing walls, was established considering the whole construction processes using the “family” concept of Revit software. Finally, a coding design rule for common components of the industrialized residential buildings was suggested.

Key words: industrialized residential buildings; light-weight steel framing system; components; building information modelling(BIM)

工业化住宅是指用工业化生产方式建造的住宅. 通俗地讲, 就是将房屋拆分为“零件”, 采用社会化大生产的方式在工厂预先制造“零件”, 然后运至现场装配而成的住宅. 工业化住宅以住宅建筑体系和住宅部品系统化为基础^[1], 以住宅设计标准化、部品生产制造工厂化、施工机械化以及生命周期管理信息化为特征. 与现浇住宅相比, 工业化住宅具有节能环保、绿色施工、节约劳动力、施工速度快等优点, 能最大限度地满足“四节一环保”的要求.

部品是工业化住宅的最基本组成单元, 部品的质量、成本影响着工业化住宅的质量与成本, 部品全过程(设计、制造、配送、安装等)管理的效率是影响工业化住宅品质的关键因素. 部品信息模型是实现工业化住宅建造全过程信息化管理的基础. 高效的部品信息模型可以提高住宅部品在其生命周期的管理效率, 实现部品信息共享和交互, 确保部品信息传递及时、内容真实并可追溯. 然而, 目前我国对工业化住宅的研究大多集中在技术层面, 如工业化住宅的建筑体系、结构构件及其连接节点的力学性能、现场施工技术与管理等. 对住宅部品设计、生产与施工安装的全过程信息化管理的研究几乎空白.

收稿日期: 2015-01-21

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划(2012BAJ16B05-4)

第一作者: 郑华海(1985—), 男, 博士生, 主要研究方向为基于 BIM 与 RFID 技术的工业化住宅信息化管理.

E-mail: zhenghuahai2008@163.com

1 概念简介

住宅部品在日本称为 Components; 欧洲称为 Components, Kits; 美国称为 Assembles, System, Components 等. ISO/FDIS6707-1(2002E)将部品定义为制成一个独立部件的产品,用于完成一种或多种功能^[2].《住宅部品术语(GB/T 22633—2008)》认为部品是按照一定的边界条件和配套技术,由两个或两个以上的住宅单一产品或复合产品在现场组装而成,构成住宅某一部位中的一个功能单元,能满足该部位一项或几项功能要求的产品^[3].

建筑信息模型(building information modeling, BIM)是以三维数字技术为基础,集成建设工程项目各种相关信息的工程数据模型,同时又是一种应用于设计、建造和管理的数字化技术. BIM 包含建筑物的三维几何信息和非几何信息(比如材料、物理与力学性能、施工工序、成本、进度、运维等信息),涵盖建筑物从设计、施工到运营全生命周期的信息,其所表达的是一座数字化的虚拟建筑,并可随着建筑物的“成长”而不断更新且添加信息.

部品信息即部品的属性,既包括部品的固有属性(事物的存在方式)——如几何属性(长、宽、高等)、物理属性(密度、质量、保温隔热性能等)、力学属性(抗压、剪、拉等),也包括对部品进行约束的规范规程等技术、经济指标和法律法规等非固有属性(事物的运动状态). 本文研究的部品信息模型建立在我国发展工业化住宅的客观需求和住宅部品实际特点基础上,是将部品的固有属性和非固有属性信息与其三维模型结合而成的信息模型,是抽象模型与三维可视化模型的集成,可为项目各参与方在住宅建造全过程开展工作提供便利.

2 轻钢龙骨体系工业化住宅建造全过程

轻钢龙骨体系工业化住宅(图1)以冷弯薄壁型钢(厚度2 mm以下)龙骨为基本承重骨架,外覆各种轻型结构用板材,形成轻钢龙骨式复合墙板,作为承重体系,并通过自攻螺钉和各类标准化连接件来实现构件之间的连接. 由于其具有节能环保、强度高、抗震性能好,易于在工厂规模化、标准化生产,建造周期短等诸多优点而被应用于低多层的办公楼、公寓以及住宅等民用建筑中. 相比其他体系的住宅,

轻钢龙骨体系住宅的工业化程度较高,典型部品种类少(主要包含轻钢龙骨式复合墙、楼板与桁架). 因此,本文以此为对象开展研究. 希望通过对其进行研究,找出工业化住宅部品信息模型的一般规律,再推广到其他的住宅部品.

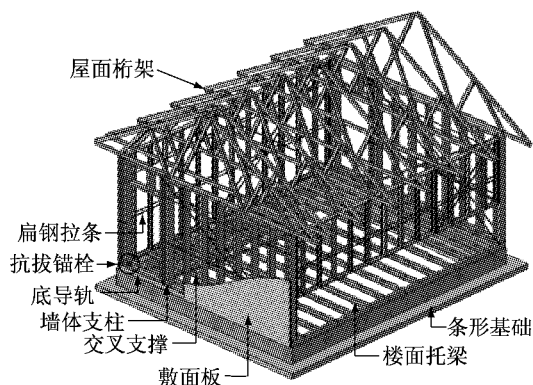


图1 轻钢龙骨体系工业化房屋示意图

Fig.1 Industrialized light-weight steel framing buildings

部品信息模型的建立应以解决工业化住宅在设计、部品生产、施工安装甚至运维中的具体问题为出发点,分析工业化住宅建造全过程开展相关工作必须使用的信息,对部品信息模型的信息做针对性的设计. 在建立轻钢龙骨体系住宅部品信息模型之前,参考国外轻钢龙骨体系住宅的设计与建造过程^[4],并结合我国住宅工业化现阶段的基础条件,图2总结并提出了我国轻钢龙骨体系工业化住宅建造全过程的工作流与信息流. 从其中获取轻钢龙骨体系工业化住宅建造全过程所需要的各种信息,建立部品信息模型.

假定某业主需要开发一个轻钢龙骨体系住宅项目,选中某轻钢龙骨体系住宅集成商为项目总承包. 为实现项目参与方协同工作而使用图3所示的协同建造平台(以BIM技术为核心,实现跨组织的协同建造是建筑建造管理的发展方向),并利用射频识别RFID(radio frequency identification)技术,在部品上布置RFID标签对部品进行一一标识,实现实际部品与部品BIM模型关联.

为简化起见,主要讨论住宅的建筑、结构部分的设计与施工过程.

2.1 设计阶段

住宅集成商的设计部门使用标准化设计方法,根据项目客观要求及业主主观要求,从标准的户型库选取标准户型,设计建筑初步方案. 经过与业主讨论(如按照业主喜好更换外墙装饰,选择不同的门

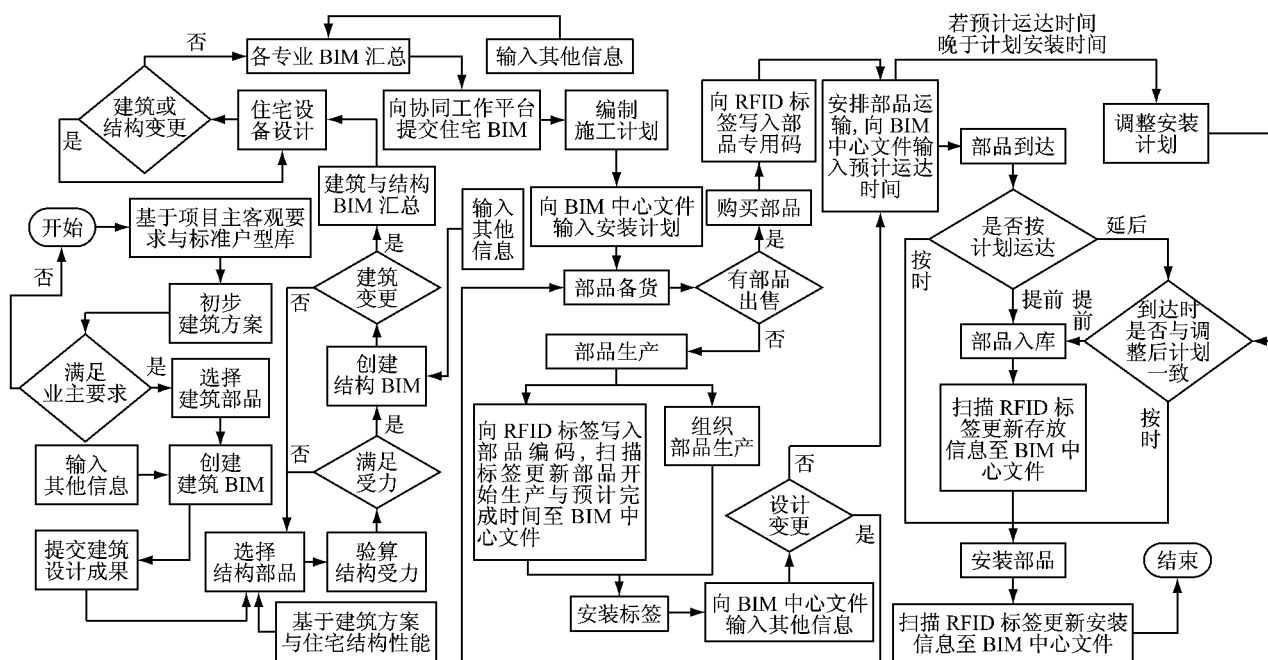


图 2 建议的轻钢龙骨体系工业化住宅建造全过程

Fig. 2 Suggested whole construction processes of industrialized light-weight steel framing buildings

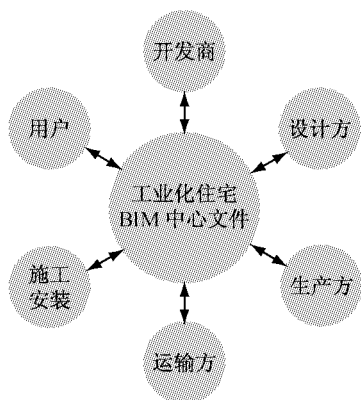


图 3 BIM 协同建造平台示意图

Fig. 3 BIM-based cooperation platform

窗、阳台、楼梯、坡屋面等)确定最终建筑方案. 建筑师根据建筑方案选用标准部品库中的非结构部品(如门窗、壁柜、栏杆与扶手等)组成满足性能要求的建筑方案,并将建筑方案用 BIM 表达.

接着,结构设计部门根据建筑 BIM,按照经验将住宅的墙体、楼屋面等划分为部品,并结合结构设计的信息(如地震、恒载、活载、风载荷以及结构设计规范等),从标准的结构部品库中选取适合的部品进行组装. 再对结构方案进行承载力与变形验算,形成满足承载力与变形要求的结构方案. 然后,将结构方案用 BIM 表达,并与建筑 BIM 整合.

最后,设备设计人员根据整合后的住宅 BIM 进行设备设计,将各专业 BIM 汇总,并向协同建造平台提交住宅总的 BIM.

2.2 生产制造阶段

设计完成后,施工部门根据设计文件编制施工进度计划,将各部品的计划安装时间输入住宅 BIM 模型,同时准备部品. 对于市场上有出售的部品,则制定采购计划;市场上没有的部品,则向部品生产部门发出生产指令. 生产部门接到生产指令后即组织部品生产.

首先,生产部门根据设计文件,统计部品数量,查看库存. 对于没有库存的部品,依据部品安装计划制定部品生产计划. 由于采用的是标准化的部品库设计,部品信息模型中已经包含了加工图,因此在部品生产时不需要根据结构设计文件进行部品加工图设计,从部品信息模型中调取加工图即可.

接着,开始部品生产. 生产方在组织部品生产的同时向部品的 RFID 标签写入部品编码,并扫描 RFID 标签将已进入生产的部品的开始生产时间与预计完成时间等信息更新至住宅 BIM 中心文件. 部品生产完成后,向部品植入 RFID 标签,并将部品生产完成时间更新至住宅 BIM 中心文件.

在部品的整个生产过程中,项目相关参与部门可以通过住宅 BIM 中心文件查看部品实时生产情况,为各种决策提供依据.

2.3 运输阶段

运输方通过 BIM 协同建造平台获知部品已生产完成,并根据施工计划安排部品运输. 按照先安装先运输,后安装后运输的原则,在不耽误部品安装前

前提下,尽量缩短部品在现场的存放时间.安排运输车辆时,运输部门从住宅 BIM 中心文件中获取需要被运输的部品的重量、长宽高等信息,安排合适的运输工具.发货时,扫描 RFID 标签,将部品的发货时间、预计运达时间更新至住宅 BIM 中心文件.

2.4 施工安装阶段

施工部门通过 BIM 协同建造平台查看部品的物流情况,如部品预计运达日期晚于计划安装日期,施工部门及时调整安装计划,避免停工.部品运抵现场时有三种情况:按时到达、提前到达与延期到达.按时到达的部品则直接进入安装,安装完成后扫描 RFID 标签,将实际安装时间信息更新至住宅 BIM 中心文件.提前到达的部品则入库存放,扫描 RFID 标签将部品设定为存放状态,同时将状态信息更新至住宅 BIM 中心文件.提前到达的部品到了安装时间则进入安装状态,具体操作与按时到达的部品一致.延后到达的部品则根据调整后的施工计划处理.如到达现场的时间恰好为调整后的安装时间则直接进入安装,具体操作与按时到达的部品一致;否则按提前到达的部品处理.

施工过程中,施工部门通过 BIM 协同建造平台可以了解实时的部品物流情况与施工进度;根据部品物流信息、实时施工进度与计划进度,及时调整施工计划,避免工期延误.业主也可通过 BIM 协同建造平台查看实时施工进度,并按照实时施工进度给承包商支付工程进度款.

在部品中植入 RFID 标签,建立实际部品与住宅 BIM 中心文件中部品模型的一一对应关系,在住宅建造过程中,各参与方扫描 RFID 标签及时将部品的实时信息上传至 BIM 中心文件,各参与方可以通过 BIM 协同建造平台获取部品的生产、物流、存储、安装等情况,并根据这些信息开展工作,实现项目全过程实时监控与管理.

3 住宅部品信息模型

根据第2节阐述的住宅建造全过程,部品模型中的信息可分为:①部品编码(ID),②部品名称,③人员与单位信息,④对部品基本的描述信息,⑤描述部品力学与物理性能的信息,⑥部品图纸,⑦记录部品状态的时间信息,⑧运维信息,⑨约束信息,⑩质量与成本信息.住宅工业化要求部品商品化,即部品可以从市场上购买过来直接安装到住宅上.可见,住宅部品属于商品,部品信息模型除了包含上述的信

息以外,尚应该遵守法律对商品标识的规定.如《中华人民共和国产品质量法》^[5]规定了商品必须标识的相关信息,如产品名称、生产厂名和厂址、产品规格、等级、所含主要成分和含量、生产日期和安全使用期等信息.

为了符合人们管理信息的习惯,方便信息查询、录入与共享,需对部品信息进行分类.本文将部品信息分为通用信息、专用信息、状态信息与其他信息,如表1所示.通用信息为与某几个或全部参与方密切相关的信息;专用信息是指与某个参与方密切相关的信息;状态信息表示部品是否正在生产、运输与安装,信息的值为“是”或者“否”;除通用信息、专用信息与状态信息之外的信息为其他信息.

对于表1,需要说明的是:如果是商品化的部品,状态信息中的“生产(起/止日期)”不需要填写;状态信息的值有两种情况,分别为“是”与“否”,“是”表示正处于该阶段,“否”表示尚未进入该阶段.URL 是 Uniform Resource Locator(统一资源定位符)的缩写,其对应的值是一个访问路径,通过该路径可以访问到互联网或本地计算机上的资源;在部品信息模型中,无法用少量的词汇来描述的部品信息,通过 URL 链接到存储在互联网或本地计算机上的资源,这些资源就是部品信息的值.

4 基于 BIM 的部品信息模型

BIM 源自制造业的产品数据管理 PDM (products data management).制造业管理的最基本单位是单个“零件”.用现浇方式建造的住宅没有“零件”的概念,而工业化住宅由工厂预先制造的“墙、楼板、楼梯”等零件(部品)组成,是被“零件化”了的住宅.因此,工业化住宅是最接近制造业生产方式的建筑产品之一,非常适合采用类似制造业的方法进行管理.

Revit 是 Autodesk 公司推出的一款 BIM 软件. Revit 把建筑构件按照类别分为不同的“族”(family).族是 Revit 软件的一个功能强大的概念,其采用面向对象的思想将建筑构件的空间关系、几何信息、材料信息、荷载信息,甚至材料供应商信息等作为族参数,并封装在族中.设计者利用族模板可以创建各种各样的族,并可根据应用需要自定义族的几何属性和非几何属性.使用 Revit 软件创建建筑模型的本质就是利用“族”这种“积木”来创建建筑模型.

表 1 轻钢龙骨式复合墙部品信息
Tab.1 Information of light-weight steel framing wall components

信息类别	信息名称	信息值
通用信息	部品名称	轻钢龙骨式复合墙
	部品型号(通用码)	J40-S-LGQ-0001
	使用年限	50 年
	生产商	×××有限公司
	轮廓尺寸(长×高×厚)	3.0 m×3.0 m×0.2 m
	平均重度	0.20 kN·m ⁻²
	单价	1 500 元
	实物照片(URL)	轻钢龙骨式复合墙.jpg
	⋮	⋮
	部品项目码(专用码)	14010-0330202-LGQ003-07
设计方	适用地区	寒冷地区
	建施图(URL)	建施图.dwg
	加工图(URL)	加工图.dwg
	墙体做法(URL)	做法.doc
	荷载	5 kN·m ⁻¹ (水平)
	设计依据	JGJ 227—2011
	传热系数	0.12 W·(m ² ·K) ⁻¹
	耐火极限时间	2.50 h
	⋮	⋮
	生产日期	20××年××月××日
生产方	出厂验收报告(URL)	出厂验收报告.jpg
	生产地址	××市××区××路××号
	存储要求	防潮、防火
	⋮	⋮
施工方	施工安装企业	×××房屋有限公司
	安装指南(URL)	安装指南.pdf
	计划安装日期	20××年××月××日
	实际安装日期	20××年××月××日
	施工验收报告(URL)	施工验收报告.jpg
使用方	维护手册(URL)	维护手册.pdf
	维修记录(URL)	维修记录.doc
	⋮	⋮
	⋮	⋮
状态信息	生产(起/止日期)	××-××-××/××-××-××
	运输(起/止日期)	××-××-××/××-××-××
	存储	是/否
	安装	是/否
其他信息	生产商介绍	生产商介绍.pdf
	生产商网站(URL)	http://www.×××.com
	⋮	⋮

可见,工业化住宅的部品与 Revit 的族“不谋而合”,为利用 BIM 理念对工业化住宅部品进行管理创造了条件.首先利用 Revit 的族创建部品的几何模型,并将轻钢龙骨体系工业化住宅建造全过程管理需要的信息作为住宅部品的属性封装在几何模型中,形成住宅部品的信息模型,再用部品的信息模型搭建工业化住宅总的 BIM.住宅建造参与方可从住宅 BIM 中心文件中提取信息,协助建造活动,并将新产生的信息添加到住宅 BIM 中心文件.图 4 为利用 Revit 族样板创建的,并集成了表 1 所示信息的轻

钢龙骨式复合墙部品的信息模型.

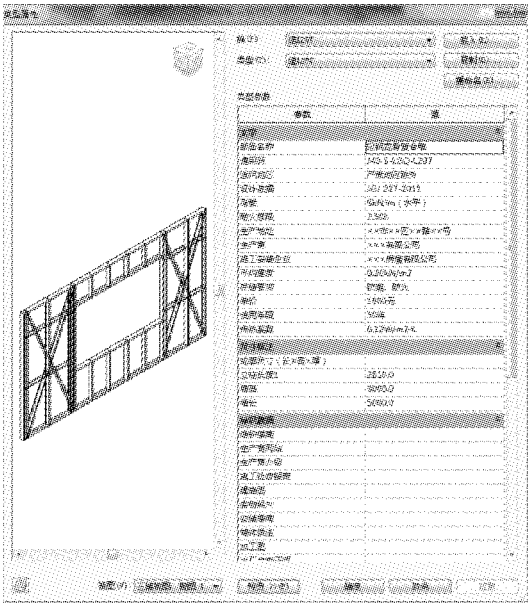


图 4 轻钢龙骨式复合墙部品 BIM 模型
Fig.4 Component BIM model of light-weight steel framing walls

5 部品分类与编码

20 世纪 80 年代以来,为了对建设项目信息进行规范化管理,世界各国逐渐建立建筑信息分类编码体系,对建筑信息进行系统化、标准化的组织.在住宅部品信息模型中,部品的编码(部品型号码和部品项目码)是部品信息模型中最重要的信息,也是实现住宅部品生命周期信息化管理的基础.为了对住宅部品进行信息化管理,需先对部品进行分门别类,然后在分好类的基础上对其进行编码.

5.1 信息(部品)分类体系

现有的基于实体对象的分类编码体系有 Unifomat^[6], Master Format^[7]、《建筑产品分类和编码(JG/T 151—2003)》^[8]、综合分类体系^[9]、建设部住宅产业化促进中心的住宅部品分类方法^[10](表 2).其中,Master Format 与《建筑产品分类和编码(JG/T 151—2003)》是基于材料、工艺与工种划分的分类体系,Unifomat 与中心的分类体系是按照建筑的部位或功能划分的分类体系,综合分类体系(图 5)则在分类体系中同时引进工种和元素的分类体系,它们分别代表三种不同的分类体系.

如表 2 所示,住建部住宅产业化促进中心给出了住宅部品分类与编码方法的初步建议,但尚未形成完整的分类编码体系.建立新的信息分类体系不

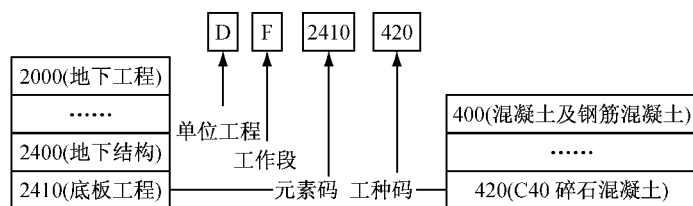


图5 混合分类方法

Fig.5 Hybrid classification method

表2 住建部住宅产业化促进中心的住宅部品分类方法

Tab.2 House component classification method

序号	住宅部品(件)子系统	住宅部品(件)主项(部分)
		J10 支撑结构
1	J 结构部品(件)	J20 楼板 J30 楼梯
		W10 外墙围护
2	W 外围护部品(件)	W20 地面 W30 屋面
		N10 分隔墙
3	N 内装部品(件)	N20 内门 N30 装饰部件
		C10 卫生间
4	C 厨卫部品(件)	C20 厨房 C30 换气风道
		S10 暖通和空调系统
5	S 设备部品(件)	S20 给水排水设备系统
		Z10 物业管理与服务
6	Z 智能化部品(件)	Z20 安全消防系统
		P10 室外设施
7	P 小区配套部品(件)	P20 停车设备

是凭空创造,而是要充分利用现有分类系统的分类思想和成果,以保证新体系的可用性,尤其是对于那些已有体系的使用者。因此,建立工业化住宅部品分类体系应该充分继承利用住建部住宅产业化促进中心建议的住宅部品分类体系。

轻钢龙骨体系建筑的结构主要由龙骨式复合墙、楼板与屋面桁架等结构部品组成(非结构部品和其他结构体系的建筑一样)。轻钢龙骨体系工业化住宅部品分类体系的第1层级按照中心的分类方法分成7大类。第2层级根据功能或部位将结构部品分为墙、板、梯等。虽然轻钢龙骨体系建筑的结构主要是由钢龙骨组成,但结构的主材也可能是其他材料,如楼面可能是压型钢板混凝土楼板,墙和楼梯的骨架也可能是木骨架。因此,第3层级按材料划分。第4层级在按功能或部位划分和按材料划分基础上再进一步细化其功能作用和具体部位,如墙部品又可分为龙骨式复合墙(承受竖向与水平荷载)、龙骨式隔墙(不受力)等。第4层级以上的情况,例如轻钢龙骨式复合墙结构部品,由于龙骨截面、钢材强度、敷面板类型等因素的不同,会有不同承载性能的轻钢龙

骨式复合墙结构部品。该层级不作划分规定。

5.2 部品编码

部品编码是住宅部品信息模型中最重要的属性信息,是部品的唯一性标识。部品编码必须反映其最稳定的本质属性或特征,让人们通过编码就可基本了解部品的功能。同时,住宅部品与一般的商品不同,在其结束流通之后的施工与运维阶段,相关参与方开展工作还必须对其实施管理。可见,部品编码还应体现其项目属性,这样将更有利于在具体项目中对其进行管理。因此,采用通用码和专用码对工业化住宅部品进行编码。

5.2.1 通用码

住建部住宅产业化促进中心对通过了认证的部品颁发认证证书,并配有证书编号。该编号由3个字段组成,如09-N30-004表示由苏州科逸卫浴设备有限公司生产的内装部品(件)体系——预制式整体卫生间。其中:09表示认证时间为2009年,N30取自住宅产业化促进中心建议的部品分类编码(表2),表示内装部品(件)体系中的装饰部件,004为序列号。

部品通用码可借鉴该证书编号,并对证书编号加以改进。通用码由4部分组成,分别表示部品类型、部品材料、部品代号以及序列号。例如,部品编码J40-S-LGQ-0001,J40是部品类型代码,表示该部品是结构墙部品;部品代号采用部品简称的首字母,如LGQ表示该部品是轻钢龙骨式复合墙;S表示该轻钢龙骨式复合墙部品用钢材制作;0001为序列号。同样是由钢材制作的轻钢龙骨式复合墙部品,由于龙骨截面、板材类型与厚度等的不同而具有不同承载性能,还必须再将结构墙部品细分,但这些内容都可以通过部品通用码的序列号来反映。可将由于龙骨截面、板材类型与厚度不同而具有不同承载性能的轻钢龙骨式复合墙部品编制成手册,在使用时通过查阅手册即可获取部品更进一步的信息。

5.2.2 专用码

部品专用码与具体项目有关,用于区别同一项目与之完全相同的部品,是部品时间与空间的定位

码.通过专用码可直接定位部品在建筑中的具体位置,指导部品的生产、运输、存储以及施工安装等.专用码由 4 部分组成,分别表示项目层、单体、区域和楼层,平面定位层与个体层.项目层由 5 位数字组成,前 2 位表示年份,后 3 位表示项目序号;如 14010 表示某住宅集成商 2014 年的第 10 个项目.单体、区域和楼层由 7 位数字组成,前 3 位表示单体号,4 和 5 位表示单体区域(如果不分区域,以 00 表示),最后 2 位表示楼层号;如 0330202 表示部品位于第 033 号住宅单体的 02 区 02 层.平面定位层由 3 个大写字母和 2 位数字组成,大写字母是部品的简称,2 位数字是序列号;如 LGQ03 表示位于同一区域与楼层的第 03 种 LGQ 部品.个体层表示完全相同的部品中某个个体;如 LGQ0307 表示位于同一区域与楼层的第 03 种 LGQ 部品中的第 07 个个体;表示部品个体的编码是设计方在平面图上将全部完全相同的部品按照一定顺序排列而确定.

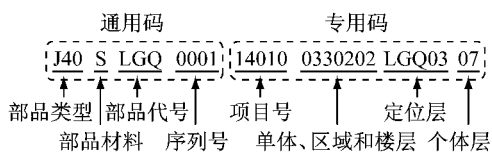


图 6 部品编码

Fig. 6 Proposed coding method for components

6 结语

本文提出以住宅部品为基本管理单位,通过住宅部品信息模型构建基于 BIM 的工业化住宅建造协同工作平台,为实现工业化住宅生命周期信息化管理打下基础.本文的主要成果如下:

(1) 分析了信息化时代下基于 BIM 与 RFID 技术以及基于标准化部品的工业化住宅建造全过程的主要活动及信息.

(2) 工业化住宅是“零件化”的住宅,其建造全过程的管理非常适合采用制造业产品管理的方法;通过借鉴 Revit 软件“族”的概念,创建了基于 BIM 并包含工业化住宅建造全过程信息的代表性部品——轻钢龙骨式复合墙部品信息模型.

(3) 工业化住宅部品编码由通用码和专用码组成,通用码相当于部品的“身份证”号码,是区分完全相同部品的惟一编码,专用码是部品在具体项目中的时间与空间的定位码.

参考文献:

- [1] Pan Y H, Xiong J H. Housing industrialization in Chongqing—considerations for alternative design[C]// 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. Xi'an: IEEE, 2009: 117-120.
- [2] 高颖. 住宅产业化——住宅部品体系集成化技术及策略研究[D]. 上海: 同济大学, 2006.
GAO Ying. The research on technology and strategy of integration for building component system in housing industrialization[D]. Shanghai: Tongji University, 2006.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 22633—2008 住宅部品术语[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB/T 22633—2008 Housing components terminology[S]. Beijing: China Standard Press, 2009.
- [4] 丁成章. 工厂化制造住宅与住宅产业化[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
DING Chengzhang. Manufactured housing and housing industrialization[M]. Beijing: China Machine Press, 2004.
- [5] 全国人民代表大会. 中华人民共和国产品质量法[M]. 北京: 中国法制出版社, 2010.
National People's Congress. The product quality law of the People's Republic of China[M]. Beijing: China Legal Publishing House, 2010.
- [6] Charette R O, Marshall H E. Uniformat II elemental classification for building specification, cost estimating and cost analysis[EB/OL]. (2012-05-14)[2014-12-30]. <http://www.docin.com/p-401895568.html>.
- [7] The Construction Specifications Institute and Construction Specifications Canada. Master format® 2010 update [EB/OL]. (2012-06-14)[2014-12-30]. <http://www.doc88.com/p-461115104141.html>.
- [8] 中国建筑标准设计研究院. JG/T 151—2003 建筑产品分类和编码[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
China Institute of Building Standard Design & Research. JG/T 151—2003 Construction products classification and code[S]. Beijing: China Standard Press, 2003.
- [9] 金维兴, 丁大勇, 李培. 建设项目分解结构与编码体系的研究[J]. 土木工程学报, 2003, 36(9): 7.
JIN Weixing, DING Dayong, LI Pei. The Research of breakdown structure and coding system for construction project [J]. China Civil Engineering Journal, 2003, 36(9): 7.
- [10] 章伟林. 住宅部品体系框架的建立与认定制度的研究探讨[EB/OL]. (2003-06-26)[2014-12-30]. <http://www.chinahouse.gov.cn/zzbp5/5004.htm>.
ZHANG Weilin. Research and discussion in establishment of residential components system framework and recognition system[EB/OL]. (2003-06-26)[2014-12-30]. <http://www.chinahouse.gov.cn/zzbp5/5004.htm>.