

doi:10.3969/j.issn.1672-4348.2014.06.003

基于 REVIT 族的刚接柱脚 BIM 方法研究

曾建仙^{1,2}, 张雪丽¹, 赵冬香¹

(1. 福建工程学院 土木工程学院, 福建 福州 350118; 2. 福建晨光建筑设计院, 福建 福州 350000)

摘要: 基于 REVIT 族的图形辅助编译功能, 可实现参数化驱动图形的建模; 通过嵌套族的关联驱动, 特别适合于复杂的组合构件族的开发。通过创建刚接柱脚组合构件的嵌套族, 阐述了 REVIT 族在参数的驱动、关联和传递方面的应用优势, 探索复杂组合构件的 BIM 设计方法及其参数控制技巧, 为 BIM 标准化构件信息资讯平台的建立提供必要的探索。

关键词: REVIT; 图形辅助编译; 关联驱动; 嵌套族; BIM

中图分类号: TU302.4

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2014)06-0519-05

Research into BIM method of rigid column foot based on REVIT family

Zeng Jianxian^{1,2}, Zhang Xueli¹, Zhao Dongxiang¹

(1. College of Civil Engineering, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China;

2. Fujian Chenguang Architectural Design Institute, Fuzhou 350000, China)

Abstract: Graphics auxiliary compiler functions in REVIT software can be used to implement modelling based on parameter driving graphics. Associated driving of nested family is particularly suitable to develop family for complex components. By creating nested families of rigid column foot, application advantages of the REVIT family modelling in driving, associating and passing parameter are expounded. Building information modelling (BIM) design methods and parameter control techniques of complex components are also explored to establish the information platform for the standardization of BIM components.

Keywords: REVIT; graphics auxiliary compiler; associated driving; nested family; building information modelling (BIM)

建筑信息模型 (building information modelling, BIM) 集成了建筑工程项目中参建各方之间相关工程信息的数据模型, 是建筑工程项目从策划方案、设计、施工、运营、维护、直到拆除的整个生命周期内产生和管理工程数据的一个过程, 是对建筑工程项目相关信息的详尽叙述和表达^[1]。BIM 的目标除了 3D 建模以外, 其真正的内涵在于模型中的信息^[2], 其特点包括: 1) 信息的集约性和联动性, 可实现参数化的设计和管理^[3]; 2)

各方参与, 协同工作, 具有高度的协调性和一致性^[4]; 3) 实现信息和标准的共享、共建^[5], 符合互联网时代的技术特征。

建立统一的 BIM 标准体系是当前迫切需要解决的问题, 国内外对 BIM 标准的相关研究已经开始, 如: IFC、NBIMS、CBIMS^[6] 等, 北京市的地方 BIM 设计标准也正在进行中。然而构件标准库的滞后严重限制了国内 BIM 标准的实施, 其中复杂构件标准化的推广和实施尤为繁重。为此, 基于

收稿日期: 2014-10-24

基金项目: 福建省教育厅项目 (JA10217); 福建工程学院教学改革研究项目 (GB-K-11-11)

第一作者简介: 曾建仙 (1979-), 男 (汉), 福建莆田人, 注册结构工程师, 讲师, 硕士, 主要研究方向: 图形学及结构工程。

REVIT 族的图形辅助编译平台的建立刚接柱脚参数化模型,探索建立复杂组合构件 BIM 方法,为 BIM 标准本土化的顺利实施添砖加瓦。

1 族的图形辅助编译功能

族(FAMILY)是 REVIT 项目的基本图元,可以是组成项目的任何构件,同时也是 BIM 项目信息的载体,可直接应用于后续的计算、分析、管理和使用^[7]。族概念的引入使得 BIM 构件信息平台建立的实现往前迈进了一大步。其主要原因在于族可以将一系列的模型信息通过参数控制集约成为一个模型信息,大大提升了参数化建模的效率。作为最灵活的族,可载入族与项目一起保存,亦可导出保存。

族的图形辅助编译功能使族成为一个包含通用属性(即参数集)和相关图形的图元组,也使得族的使用不必依赖传统的复杂的编码方式便能够创建灵活的模型及信息,为工程师提供了避免编写晦涩的程序而扩展其应用的机制。

1.1 尺寸驱动功能

与 AUTOCAD 不同,REVIT 的尺寸标注除了能记录实体大小的功能外,也能根据需要驱动实体^[8]。具体表现为:1)通过改变尺寸值驱动实体,从而进行实体的定型和定位,通常需要设置一参照平面作为驱动参照位置,参照平面设置的详述见下文;2)利用尺寸的锁定功能可以锁定实体的定型和定位尺寸,保证标注尺寸在其他操作时不被随意更改;尺寸的锁定可在模型空间中直接锁定,也可在参数设置中通过勾选锁定选框预先锁定;3)标注尺寸还可以利用尺寸标签与族参数关联,实现不同参数之间、不同族之间或族与项目之间的联动。

1.2 参照平面的对齐约束及定位功能

参照平面分为强参照、弱参照、非参照、中心、前后、左右、上下、顶、底等。载入项目后,强参照平面被捕捉的优先等级最高,首先预高亮显示,弱参照平面的优先等级最低,需按 TAB 键辅助选择弱参照,而非参照则在项目中无法捕捉;其操作技术要点详见刚接柱脚族的具体实施步骤。

参照平面的对齐约束功能可用于规定图元或实体之间的互相依附关系,使用时通常将实体与预先设置的参照平面锁定,配合尺寸标注或指定

标签参数以实现驱动实体。值得注意的是,除了图元之间的对齐约束功能,图元相对图纸位置还可以采用锁住功能。如果在创建构件的过程中只是为了防止构件被意外移动,采用锁住图元到图纸可以提高运算效能。

参照平面的另一重要功能是定义原点,即族的插入点,每个维度上可以定义原点的参照平面是唯一的,3个维度方向的同时定义就可以确定空间上的(0,0,0)点。值得注意的是,参照线也是建模过程中常用的辅助工具,通常用于驱动角度参数,但为了提高运算效能,应尽量避免使用参照线作辅助线,因为使用参照平面的建模运算更高效。

1.3 族的驱动参数及函数赋值功能

族的驱动参数可分为类型参数、实例参数和共享参数。族的类型参数控制着项目中的同一类型的族的参数;族的实例参数仅控制项目中当前族构件的参数;而共享参数的管理则以项目为背景,可以在项目、族、标注和明细表之间实现共享^[9]。族的驱动参数通过指定、关联等参与编译模型,是族编译器参数化建模的核心部分,其类型涉及广泛,包含文字、整数、数值、长度、角度、坡度、面积、体积、质量密度、材质、是\否、货币、族类型、URL 等。

函数赋值功能是参数化设计的核心内容,包括参数化图元和参数化修改引擎。族编译器的部分函数赋值功能见表 1。相比于传统的程序编码,函数赋值功能可以实现各类参数之间的数学运算、逻辑运算,其最重要的优点是能充分允许用户直接操作参数化建模的核心运算,操作过程直观、高效。

1.4 族嵌套与关联驱动功能

族嵌套是相对于正在编译的主体族而言,是指在主体族内载入其他的族,可以连环嵌套,也可以被重复使用。嵌套族与主体族之间的关联参数驱动功能包括:1)嵌套族的类型参数可以通过关联参数取得主体族设置的参数加以驱动,从而实现对嵌套族的参数驱动,常包括可见性和精细度的设置;2)通过设置参数类型“族类型”来调用嵌套族,实现在主体中完成各嵌套族之间的切换。如果嵌套族内的参数为实例参数,则无法实现参数关联,但可以在主体族内实时赋值或拖动。

表1 族参数的函数赋值功能
Tab.1 Value assignment function of family parameters

| 参数赋值方式 | 公式 | 例子 | 说明 |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 直接赋值方式 | 空白 | 3000 | 直接输入数值和单位 |
| 数学运算函数 | + , - , * , / , ^ , exp , log , sqrt , sin , cos , tan , asin , acos , atan , abs , round , roundup , rounddown | = B/2 + L*2 | 符合常规的数学运算法则 |
| 条件判断函数 | if(condition , V1 , V2) and(condition 1 , condition 2) not(condition 1) or(condition 1 , condition 2) | if(B > L , 200 , 300) and(B > 30 , B < 50) not(A > B) or(B > 30 , B < 50) | 条件为真,输出 V1 ,否则输出 V2 两个条件同时为真时,输出真 条件不满足时,输出真 任一条件为真时,即输出真 |
| 嵌套语句 | 嵌套语句 | if(L > 6000 , V1 , if(L > 4000 , V2 , if(L > 2000 , V3 , V))) 。 | 可在不同函数之间循环嵌套 |
| 表格查找函数 | text_file_lookup(查找表格名, 查找值, 查找失败默认值, 查找依据 1 , … , 查 找依据 n) | text_file_lookup(form_1 , “d_1” , no data available , 用于读取 CSV 文件 length1 , length2) | |

注:表达式需保证等式两边的单位一致

1.5 族的类型目录功能

族的类型目录可以方便地批量编辑和修改族类型及其参数。其做法是把关键的参数提取出来,记录在TXT文件中作为类型目录。其编制要求如下:1)类型目录文件与族文件同名同目录;2)类型目录文件的第一行采用固定格式(##参数名##类型##单位)进行参数声明;以逗号开始并以逗号隔开每个参数(格式中的类型、单位和逗号均采用英文格式,且单位为复数);3)类型目录还允许使用上述函数赋值功能,以“=”开头。若以上参数设置不符合格式或指定错误,则该参数被忽略。

族类型目录可有效地压缩族文件的大小,提高族的运行效率。在载入时,可只选择需要的类型而不必把所有的类型都载入项目中。一般情况下,族类型超过5个宜选择采用族类型目录。

1.6 族视图的可见性、精细度的参数化功能

REVIT的参数化编译功能还允许对视图的可见性及精细程度进行参数化设计,如:构件的立面简图、过梁的剖面示意图,可采用绘制符号线简图、填充区域简图和视图可见性设置来实现不同精度下的视图属性。可见性参数的驱动过程允许采用函数赋值功能的数学运算和逻辑运算。具体的参数化驱动设置技术详见后续实例。

2 刚接柱脚族的实施步骤

刚接柱脚是典型的较为复杂的组合构件,作为钢结构设计中重要的组合构件,刚接柱脚族内需要嵌套的族包括:柱脚锚栓,型钢立柱,抗剪槽钢,螺栓垫板,各纵横向肋板等(图1)。各参数设定参考国标图集06SG529;其制作的关键方法与技巧包括:1)主体族与各嵌套族之间的尺寸关联驱动方法;2)各个嵌套族内的驱动参数设置技巧。

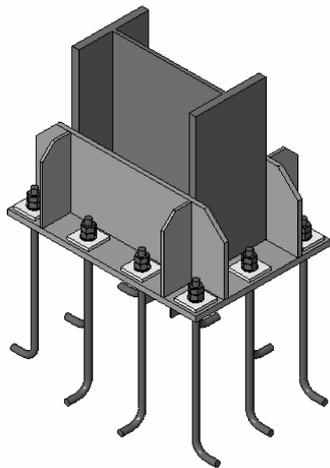


图1 4×3刚接柱脚组合图

Fig.1 Assembly of 4×3 rigid column foot

2.1 族创建的初期设置

在对组合构件族的创建进行初步的构思后,首先应该确定所创建族的类别,定义有助于控制对象可见性的族的子类别。族的类别不仅决定了族的分类,还决定了族的行为、明细表统计、默认参数、子类别以及调用方式等。刚接柱脚族类别确定为“结构链接”。其次,族的创建需要选定合适的族样板,与 AUTOCAD 的样板不一样的是:族样板对族有较强的规定性,不同的样板中规定的系统参数通常情况下不能被更改。刚接柱脚族样板选择“公制常规模型”。

2.2 地锚栓族的制作

地锚栓族由锚栓、螺母、垫圈组成,各参数值根据为:螺栓 GB/T5780-2000,垫圈 GB/T95,螺母 GB/T6170 设定,螺母和垫圈分别制作成嵌套族载入地锚栓族,其嵌套关系及嵌套关系主要控制参数见图 2。各构件主要通过拉伸实现(图 3

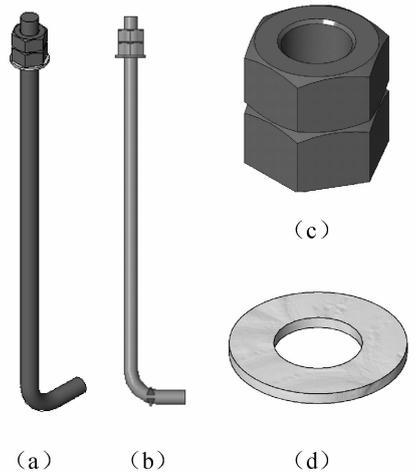


图3 地锚栓族

Fig.3 Anchor bolt family

锚栓的长度需要设计操作手柄,以便在项目中可以根据需要调整长度(图 3(b)),操作手柄的设置必须同时符合 3 个要求:1)在操作柄的位置设置参照平面,参照平面不能为“非参照”;2)将参照平面与构件边缘对齐并锁定,用以驱动构件的局部长短;3)向参照平面添加尺寸标注,并将尺寸标注标记为实例参数。

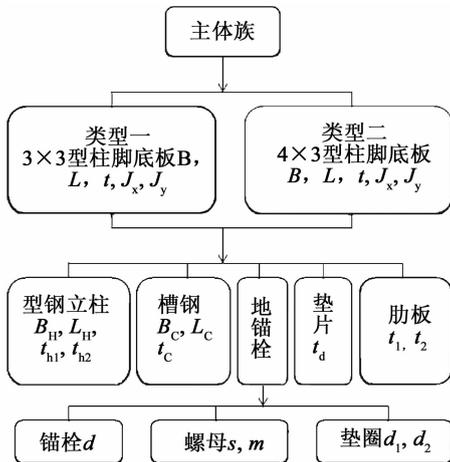
2.3 嵌套族的制作及关联设置

除了地锚栓族,刚接柱脚族还需要创建肋板、垫板、型钢立柱、槽钢等族构件,其中的型钢立柱和槽钢可以直接通过族库载入,各嵌套族之间的嵌套关系及主要控制参数见图 2。

为了能够在同一个族内创建不同的孔洞排列,增加刚接柱脚族的适用性,可以通过添加参数,设置其参数类型为:族类型,并选择类别为常规模型,分别建立 3×3 型的柱脚底板(类型一:周边地脚螺栓 3 排 3 列)和 4×3 型的柱脚底板(类型二:周边地脚螺栓 3 排 4 列)。通过赋值的形式将柱脚底板模型与类型对等。嵌套族的类型参数可以通过关联参数取得与主体族设置的类型参数一致,从而实现对嵌套族的参数驱动,刚接柱脚族的嵌套的主要控制参数驱动关系见图 2。如果嵌套族内的参数为实例参数,则无法实现与主体族的参数关联(如本族中的地锚栓的长度),但可以在主体族内实时拖动或赋值。

2.4 族类型目录的创建

创建类型目录的方法如前文所述,为了使用



注:表中参数为嵌套关系主要控制参数。

图2 族嵌套关系图

Fig.2 Relationship of nested family

(a),(c),(d))。制作过程需理清实体与参照平面、实体与实体之间尺寸关系及依附关系,将几何形体约束到参照平面或形体,并设置必要的参数与图形的尺寸标注通过添加标签加以关联,可通过打钩锁定方框来锁定尺寸和数据。及时调整参数数值,判断地锚栓族模型行为是否正确,(包括是否正确驱动嵌套进来的螺栓和垫圈族)避免过约束和多余的参数(尺寸标注和构造参数分组中自动默认尺寸单位为 mm,而其他参数分组中必须注意单位统一)。为了设计符合实际的族,地

方便,可通过 Excel 表格编辑 CSV 格式文件,并把后缀改为 TXT 文件即可。本实例可以选择图 2 中的部分参数来声明(如地锚栓的直径 d ,柱脚底板 B, L, t ,纵横向肋板厚度 t_1, t_2 ,垫板厚度 t_d),其他的参数可通过数学运算或逻辑运算来描述各个构造尺寸之间的关系。通过变换参数值可取得典型的 12 类构件;此类构件可与生产厂家配合,在此模型的基础上可以灵活更换参数的数值或类型。

2.5 族的安装与测试

族的完整性和正确性必须通过测试进行验证,其内容包括:1)在族编译器中调整模型参数,验证的结论为主体族与嵌套族的关联驱动行为正确无误;2)将族模型保存,连同族类型目录文件一起载入项目中,选择不同的族类型载入项目,调整参数、手柄等,验证结论为模型在项目中的行为完全与设计构思相符。其中类型二的投影图及仰视透视图见图 4。

3 结论与展望

REVIT 族的图形辅助编译功能可以绕开晦涩的编程语言,以直观的图形辅助编译,直接操作核心运算;其最大的优点是直观、灵活、高效。REVIT 在创建物理模型的同时,还可以携带结构分析模型的信息,如结构荷载及荷载组合,约束和边界条件,材质及截面特性,墙柱梁板构件的结构分析模型等^[10]。因此,上述的 BIM 方法可期待与设计和分析软件对接,实现 REVIT 与结构

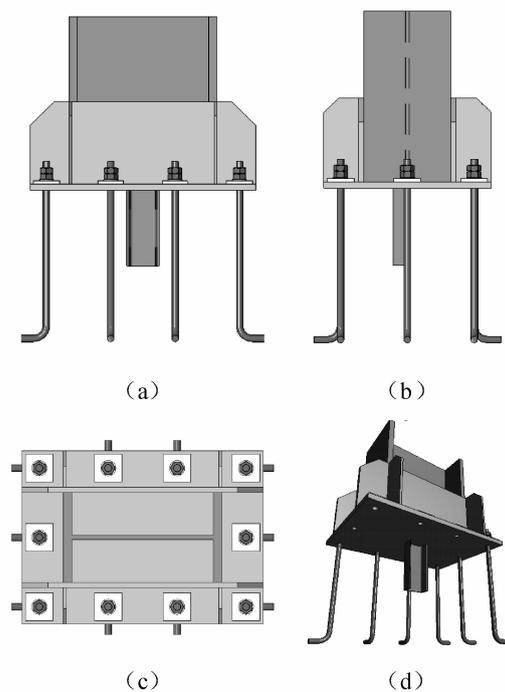


图 4 组合体的投影图及透视图

Fig. 4 Projection and perspective of assembled rigid column foot

设计软件共享结构资讯,并为结构构件的 BIM 信息标准化、本土化提供必要的探索。

BIM 标准的推广应用是一个长期循序渐进的过程,需要建筑行业各个环节、各个专业的不断积累,共建共享。云端技术和互联网技术与 BIM 的信息集成和协作理念不谋而合,为 BIM 的发展提供广阔的空间。

参考文献:

- [1] 缪纯乐. Revit 自适应构件功能在形体与表皮建模方法上的研究[D]. 南京:南京大学,2012.
- [2] 龙辉元. BIM 技术应用于结构设计的探讨与案例[J]. 土木工程信息技术,2010(12):89-93.
- [3] 罗翔,吉国华. 基于 Revit Architecture 族模型的古建参数化建模初探[J]. 中外建筑,2009(8):42-44.
- [4] 周成,邓雪原. 建筑协同设计的模型视图管理应用研究[J]. 图学学报,2013(2):94-100.
- [5] 李建成,王朔,杜嵘. Revit Building 建筑设计教程[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [6] 清华大学软件学院 BIM 课题组. 中国建筑信息模型标准框架研究[J]. 土木工程信息技术,2010(2):1-5.
- [7] 欧特克软件(中国)有限公司构件开发组. Autodesk Revit 2013 族达人速成[M]. 上海:同济大学出版社,2013.
- [8] 廖小峰,王君峰. Revit 2013/2014 建筑设计火星课堂[M]. 北京:人民邮电出版社,2013.
- [9] 欧特克软件(中国)有限公司构件开发组. Autodesk Revit Structure 2012 应用宝典[M]. 上海:同济大学出版社,2012.
- [10] 潘平. BIM 技术在建筑结构中的应用与研究[D]. 武汉:华中科技大学,2013.

(责任编辑:陈雯)