

文章编号:1005-0523(2017)05-0007-05

基于 Revit 柱结构模型设计研究

张维锦, 龙 伟, 龚鹏程

(华东交通大学土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要: Revit 作为一款三维参数化建筑设计软件, 在建筑行业内受到广泛应用。研究如何读取柱平法施工图纸信息来快速实现三维建模和钢筋配置, 提出一种基于 Revit 建筑设计的三维模型重建方法。该方法通过链接柱 CAD 图纸为处理对象, 以 Revit 二次开发为主要技术路线, 调用 Revit API 函数进行编程, 读取柱构件数据信息, 最终实现柱结构三维模型快速生成。在 Revit 中通过对大量的柱结构施工图纸进行测试应用, 能够准确读取、识别图纸中信息并将柱结构施工图纸二维信息快速转化为三维的建筑信息模型, 提高柱结构三维建模效率。

关键词: BIM; 结构柱; 结构施工图; 钢筋; Revit 二次开发

中图分类号: TU375.3

文献标志码: A

DOI:10.16749/j.cnki.jecjtu.2017.05.002

建筑信息模型(building information modeling, BIM)作为一种全新的理念和技术, 在建筑行业内得到广泛应用。BIM 技术以数据信息作为建筑模型创建的基础, 通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息, 为用户提供三维的建筑模型。BIM 是以三维数字技术为基础建立虚拟的建筑模型, 它能完美的解决在传统设计中遇到的各种信息遗漏、错误、缺失等问题。在 BIM 模型中, 整个建筑模型和整套设计文件都被保存在一个集成数据库中, 所有内容都是参数化且具有相互关联性^[1]。我国建筑业已逐步开始向技术、服务、能力竞争方向转变, 新的以建筑结构数字化和“互联网+”为主要特点的建设模式必将成为未来建筑业的主流路线。BIM 技术涵盖了整个建筑工程全生命周期的信息, 实现建筑工程项目中各个阶段、不同专业之间的信息集成和共享, 它的可视化、协调性、模拟性、优化性、可出图性等优点, 提高设计效率、维护质量更好、能效更高的建筑, 对提高建筑业的信息技术化管理水平具有重要意义^[2]。

在 Revit 中要实现读取柱 CAD 图纸来进行快速三维建模和钢筋配置, 根据柱结构设计特点进行参数化模型设计。柱平面整体配筋图系在柱平面布置图上采用列表注写方式或截面注写方式^[3]。建筑结构施工图平面整体设计方法, 简称平法。平法表达形式是把结构构件的尺寸和配筋等信息, 按照平面整体表示方法制图规则, 各类构件整体表达在结构平面图上, 再与标准构造详图相配合, 即构成一套新型完整的结构设计图^[3]。平法改变了原来传统绘制详图构件的繁琐方法, 使每张图纸要表达的信息清晰、完整, 极大提高了设计质量。随着计算机技术和科学不断发展, BIM 技术在建筑行业内得到广泛运用, 同时也对项目建设管理运行的效率和各阶段施工成本控制也提出了更高的要求。传统图纸不能满足现在施工和设计要求, 构件信息表达不完整、钢筋定位不准确、施工图纸内容容易出现错漏, 给现场施工带来很大的困难, 所以必须借助第三方软件才可以进行高效设计; 另一方面, 很多新设计的建筑物越来越复杂多样化, 功能越来越庞大, 施工难度大, 传统的二维设计已经难以胜任^[4]。以柱平法施工图设计原则为基础, 结合实际工程案例, 通过链接 CAD 图纸到 Revit 中, 根据 Revit 二次开发编写好的程序对柱结构快速三维重建, 并将其应用到实际工程。

收稿日期: 2017-04-12

基金项目: 江西省教育厅科学技术研究项目(150549)

作者简介: 张维锦(1962—), 男, 副教授, 研究方向为三维 CAD 及算量软件的开发与应用。

1 Revit 二次开发

1.1 Revit简介

Revit 软件是由 Autodesk 公司开发的,是能比较完整的构建建筑信息模型软件,能够帮助设计师设计质量更好、更高效、更美观的建筑。在 Revit 模型中,所有的图纸、二维视图和三维视图以及明细表都是同一个基本建筑模型数据库信息表达形式,它可以对整个工程项目全生命周期信息实现相互共享和传递。

Revit 是创建有效的信息化建筑模型设计工具,与传统 CAD 设计相比,它打破二维设计中平立剖视图各自独立、互不相关的协调模式,为用户实现快速创建工程项目的三维 BIM 建筑模型提供快捷方法。目前 Revit 软件已经将 Revit Architecture、Revit Structure、Revit MEP 合为一款软件。Revit Structure 是建筑设计重点模块,为结构工程师和建筑设计师提供一项重要制图工具,可以更加精确地设计和建造高效的建筑结构。尽管 Revit Structure 模块中没有直接提供进行的结构计算,但它还是为结构设计人员的结构计算“前处理”和“后处理”工作带来了便利。在 Revit 中绘制的模型可以在二维视图和三维视图状态下随时修改,在三维视图下修改某图元,二维视图中图元也随之自动修改,所以在 Revit 中三维视图和二维视图模型信息是同步且具有联动性的,一处修改或更新,各视图中相应信息也随之修改或更新,非常方便三维协同设计。Revit 具有结构设计和结构建模强大功能,可以将复杂物理模型和单独可编辑模型进行集成,最主要为结构分析软件提供双向连接的可编程 API 接口。Revit 软件还为用户提供大量建筑结构元素类型、族实例,如果没有用户想要的族类型,Revit 还提供让用户可以自己定义族,实现特定结构构件设计创造,Revit 软件已在国内 BIM 应用中相当广泛。

1.2 Revit API 函数

Revit API(application programming interface)是 Revit 软件专门为用户提供的应用程序接口,用户可以通过这接口将他们的应用程序集成到 Autodesk Revit 系列产品中,扩展产品的功能。Revit API 可以访问模型的图形数据、参数数据、创建插件来完成一系列重复性工作的自动化和创建、修改、删除元素等作用。Revit 强大的建模工具和全面准确的建筑数据为建筑信息化打下了坚实的基础。借助 Revit API,第三方软件提供商可以补充 Revit 的功能,提供在建筑生命周期中所需要的插件^[5]。Revit API 允许用户通过任何与 .NET 兼容的语言来编程,本文主要通过 C# 语言进行编程。

Revit API 实现插件必须继承的接口 IExternalCommand (外部命令) 和 IExternalApplication (外部应用)。用户可以通过外部命令来添加自己编好应用插件,通过加载 Revit.addin 文件来识别和加载外部插件,外部命令接口是一个抽象函数 Excute,重载这个函数来时实现外部命令,Excute 函数将作为外部命令的主函数被调用^[6]。用户同样可以通过外部应用来添加自己创建插件,外部应用主要用来创建功能面板,片段代码如下:

```
public class Class1:Autodesk.Revit.UI.IExternalApplication
{
    public Autodesk.Revit.UI.Result OnStartup(UIControlledApplication application)//创建面板
    {
        String tabName="建筑翻模";
        RibbonPanel panel=application.CreateRibbonPanel(tabName,"结构");
    }
}
```

2 柱的快速建模

Revit 中提供了建筑柱和结构柱两种创建方法,建筑柱和结构柱的创建方法虽然不同,但它们编辑方法完全一样,这里主要创建是结构柱。结构柱用于对建筑中的垂直承重图元建模,尽管结构柱与建筑柱共享相同属性,但结构柱还是具有许多由它自己的配置和行业标准定义的其他属性。在行为方面,结构柱也与建筑柱不同,结构图元(如:梁、支撑和独立基础)与建结构柱连接;它们不与建筑柱连接。

创建矩形柱和 T 形柱可以用 Revit 中提供已建好柱系统族,只要按照图纸说明对矩形柱和 T 形柱进行尺寸、材料等信息进行相应修改编辑即可。我们这里不用系统提供创建好的结构柱,根据实际需求自己通过

定义来创建结构柱。首先,创建柱的族文档,这时打开族模板对矩形柱进行设计,绘制参照平面或者参照线,主要用来定位柱每一个面,它们可以定位和驱动柱模型。在我们打开公制结构柱族模板中,平面视图已经默认有两个参照平面,分别为 X, Y 平面方向,它们交点默认是坐标原点,也就是结构柱插入点,这两个参照平面默认被锁定并且参照平面不能被用户删除。一般情况下不要去解锁且删除默认的参照平面,否则导致创建结构柱时原点以发生改变,造成无法在项目文档中正确使用。创建 4 条边界线,把 4 条边界线添加到数组中,围成一个矩形。这时创建好矩形平面视图。根据图纸中柱高度来创建柱拉伸实体高度,通过在平面视图中已经创建好的封闭矩形朝 Z 轴方向进行拉伸,这样就创建结构柱拉伸实体。对平面视图注释,然后将实体的面拉到与参照平面对齐并锁住,这时只需要对参照平面进行操作就能实现对实体操作即驱动实体模型。最后编辑和创建柱族参数,族参数是族文档核心。族参数按照族参数类型可以分为 3 类:共享族参数,可以由多个项目和族共享;一般参数,在 Revit 中有一个预定义参数类型,当参数类型确定后,参数可实现的操作也就确定了;族类型参数,它使用的是 Revit 中预定义类别,只有在该类别下的族类型可以设置为此参数的值,它主要是用来支持一个族文档嵌套到另一个族文档中类型参数。按照族参数的作用范围可分为两类:类型参数,绑定于一个族的类型;实例参数,绑定于一个族的实例,这里把柱参数设置为参数类型。建筑结构模型中每种构件图元都是有材料的,柱的主要材料是混凝土。材料控制着模型图元在视图和渲染图像中的显示方式,也主要用于结构分析和钢筋依附,所以为柱添加材料,主要调用 API 函数里根据以上创建结构柱步骤,实现对矩形柱和 T 形柱创建。根据图 1 所示柱参数信息来创建结构柱,通过在 Revit 中执行代码程序,完成结构柱的创建,柱的三维模型视图显示如图 2 所示。

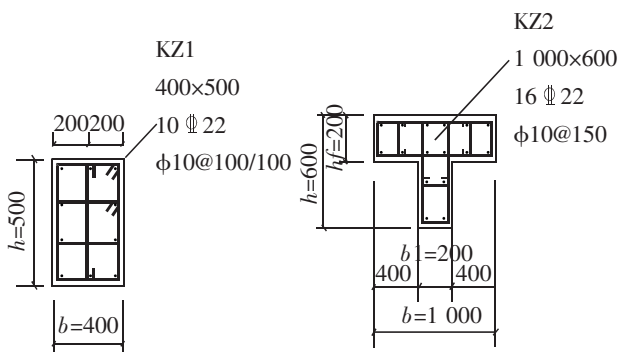


图 1 矩形和 T 形柱 (mm)

Fig.1 Rectangular and T-shape columns (mm)

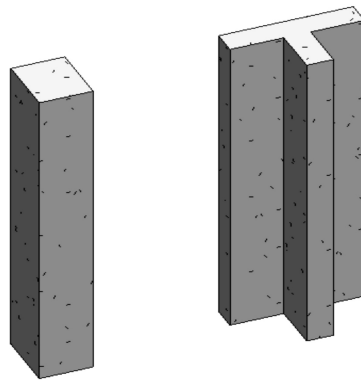


图 2 三维视图

Fig.2 3D views

柱创建完成后,可以通过过滤器来过滤出当前柱,并且读取当前柱的参数信息。部分代码如下,矩形和 T 形柱参数信息如图 3 所示。

```
double hh=sym1.LookupParameter("h").AsDouble();//读取柱高度参数;
Paramete toplevel=column.get_Parameter
(BuiltInParameter.FAMILY_TOP_LEVEL_
PARAM);
ICollection<ElementId>mater=column.GetMa-
terialIds(false);//获得材料;
```



(a) 矩形柱参数

(b) T 形柱参数信息

图 3 柱参数信息

Fig.3 The column parameter information

3 柱的快速配筋

创建柱结构模型核心就是钢筋布置。在 Revit 中提供钢筋创建方法, 主要是通过对二维视图中要配筋图元进行剖切, 然后转换到剖面视图中对其钢筋设置。此方法过程复杂、繁琐, 配筋速度慢, 且立面视图剖切不准确对钢筋配置造成极大难度, 所以研究在 Revit 中如何快速创建钢筋具有重要意义。

钢筋必须寄托在宿主上, 创建钢筋时首先找到宿主元素, 根据宿主平面视图中几何信息来设计钢筋。Revit 中布置钢筋首先确定钢筋定位点即插入坐标点, 然后根据柱截面几何信息进行钢筋定位点计算, 确定纵筋、箍筋、拉筋位置坐标值, 最后完成柱结构模型钢筋配置。矩形柱钢筋创建方法相对简单, 钢筋主要是由端部纵筋、中部纵筋、箍筋、拉筋组成, 只要确定各个钢筋坐标点位置, 就可以进行钢筋创建。矩形柱钢筋参数模型如图 4 所示。

模型中 b, h 为矩形宽度和长度; 两条虚线相交点 (创建柱时两个参照平面 X 和 Y 方向的交点) 为矩形柱布置插入点, 定义为坐标原点 $O(x_0, y_0)$; Revit 中创建钢筋核心就是找出所有钢筋布置定位点, 设 $x_1 \sim x_{10}$ 表示纵筋定位点坐标; $P_1 \sim P_8$ 表示箍筋定位点坐标; P_9, P_{10} 表示拉筋定位点坐标; n_1, n_2, n_5 表示纵筋根数; d_1, d_2, d_5 表示纵筋直径; n_3, n_4, d_3, d_4 分别表示箍筋的根数和直径; n_6, d_6 拉筋的根数和直径; 假设钢筋混凝土保护层厚度为 $c, d_1=d_2=d_5, d_2=d_4=d_6$; 根据几何关系推导出纵筋、箍筋和拉筋定位点坐标值, 为钢筋定位点坐标值如表 1 所示。

表 1 钢筋定位点坐标值
Tab.1 Coordinate value of rebar locations

钢筋种类	定位点	X 轴坐标	Y 轴坐标
纵筋	x_1	$x_0 + \frac{b}{2} - c - d_3 + \frac{d_1}{2}$	$y_0 + \frac{h}{2} + c + d_3 + \frac{d_1}{2}$
	x_4	$x_0 + \frac{b}{2} - c - d_3 + \frac{d_1}{2}$	$y_0 + \frac{h}{2} - c - d_3 - \frac{d_1}{2}$
	x_6	$x_0 - \frac{b}{2} + c + d_3 + \frac{d_1}{2}$	$y_0 + \frac{h}{2} - c - d_3 - \frac{d_1}{2}$
	x_9	$x_0 - \frac{b}{2} + c + d_3 + \frac{d_1}{2}$	$y_0 - \frac{h}{2} + c + d_3 - \frac{d_1}{2}$
箍筋	P_1	$x_0 + \frac{b}{2} - c$	$y_0 - \frac{h}{2} + c$
	P_2	$x_0 + \frac{b}{2} - c$	$y_0 + \frac{h}{2} - c$
	P_3	$x_0 - \frac{b}{2} + c$	$y_0 + \frac{h}{2} - c$
	P_4	$x_0 - \frac{b}{2} + c$	$y_0 - \frac{h}{2} + c$
拉筋	P_9	x_0	$y_0 + \frac{h}{2} - c$
	P_{10}	x_0	$y_0 - \frac{h}{2} + c$

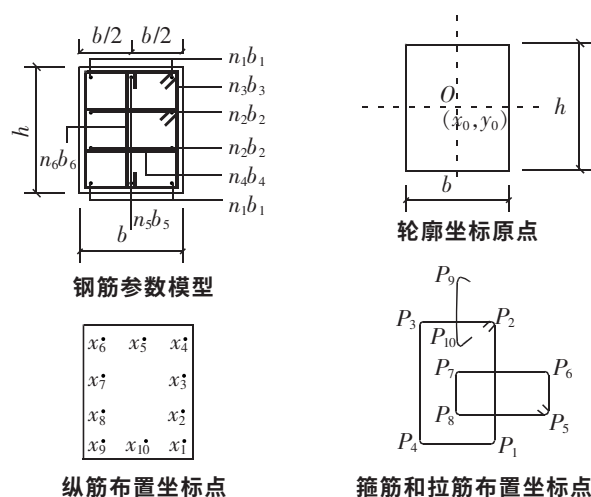


图 4 矩形柱钢筋参数化模型

Fig.4 The rebar parameter model of rectangular column

纵筋定位坐标点 $x_2, x_3, x_5, x_7, x_8, x_{10}$ 不需要计算出它们坐标值,通过4个角点布置的纵筋来阵列出其它方向上的纵筋,箍筋坐标点 P_5, P_6, P_7, P_8 同样方法计算出坐标值。钢筋定位点坐标值计算出来后,就调用 Revit API 函数来快速创建钢筋,部分代码如下:

```
Rebar rebar1 =Rebar.CreateFromCurve (doc,
RebarStyle.Standard,barType,null,null,column,
normal,curves1,RebarHookOrientation.Left,
RebarHookOrientation.Right,true,true);//创建纵筋
```

```
Rebar rebar11 =Rebar.CreateFromCurves (doc,
RebarStyle.StirrupTie,barType1,hookType1,
hookType1,column,normal11,curves11,Re-
barHookOrientation.Left,RebarHookOrientation.
Left,
```

```
true,true);//创建箍筋、拉筋
```

在 Revit 中执行上述代码后,矩形柱钢筋创建完成,T形柱也是一样创建方法,三维视图效果展示如图5所示。

4 结语

BIM 技术应用越来越广泛,通过对 Revit 软件进行二次开发,可以更好地完善和拓展 Revit 功能,快速完成建筑结构模型创建和钢筋配置。Revit API 函数功能强大,不仅能实现上述结构柱创建,而且还可以调用 API 其它函数去实现轴网、标高、墙、梁、板、标注等建筑结构模型的快速生成,节省时间、减少重复性工作、加快绘图速度。今后,Revit 二次开发还是非常有必要的,它有利于节省工程成本、提高设计质量、能适应复杂性工程、极大提高 BIM 建模效率,在实践应用中取得良好的效果。

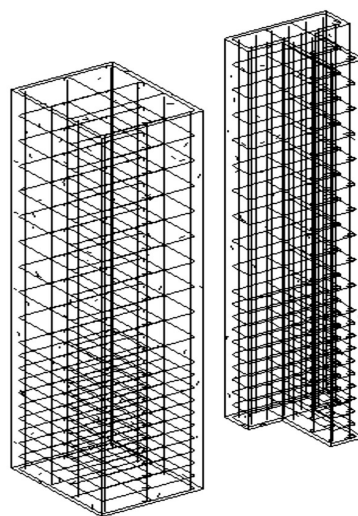


图5 钢筋三维视图

Fig.5 The 3D view of rebar

参考文献:

- [1] 杨静. 基于 BIM 的剪力墙结构参数化设计研究[D]. 沈阳:沈阳工业大学,2016:2-10.
- [2] 李艳妮. 基于 BIM 的建筑结构模型的研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2012:1-5.
- [3] 中国建筑标准设计研究院. 11G-101-1 混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图[S]. 北京:中国计划出版社,2011.
- [4] 徐迪. 基于 Revit 的建筑结构辅助建模系统开发[J]. 土木建筑工程信息技术,2012(3):71-77.
- [5] 徐迪,潘东婴,谢步瀛. 基于 BIM 的结构平面布置图的三维重建[J]. 结构工程师,2011,27(5):17-21.
- [6] AUTODESK REVIT 二次开发基础教程[M]. 上海:同济大学出版社,2015:1-8.
- [7] 何关培. BIM 和 BIM 相关软件[J]. 土木建筑工程信息技术,2010(4):110-117.
- [8] 中国建筑标准设计研究院. 12G-901-1 混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图[S]. 北京:中国计划出版社,2012.

(下转第 41 页)

On PM_{2.5} Emissions of Huai'an City Road Based on Canyon Model

Wu Zhong, Ouyang Yurong

(College of Civil and Transportation Engineering, Hehai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Taking Huaihai North Road in Huai'an city, a small-medium city, as the typical road section, this study designed and implemented the street canyon experiment. According to the measured PM_{2.5} concentration, wind speed and direction, traffic volume, vehicles, speed and meteorological conditions, the canyon model was used to calculate the contribution of motor vehicles with different power sources to PM_{2.5}. It is obtained that the emission factors of various types of vehicles in rainy days are less than those in sunny days, and the emission factors of diesel, gasoline and natural gas decline in succession. The results of qualitative analysis show that it is feasible to use the canyon model to study the PM_{2.5} emission factors on small and medium-sized city roads and that diesel oil becomes the greatest contributor to PM_{2.5}, and it is suggested to adopt natural gas as the power source in urban traffic.

Key words: the canyon model; urban road; PM_{2.5} emissions

(责任编辑 王建华)

(上接第 11 页)

On Modeling Design of Column Structure Based on Revit

Zhang Weijin, Long Wei, Gong Pengcheng

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Revit, the architecture design software of three-dimension parameter, is widely used in construction industry. This study explores how to read the construction drawing information of frame column plane method in order to quickly realize three-dimensional modeling and reinforcement layout. Then, it proposes a reconstruction method of three-dimensional model based on Revit. Taking the link column CAD drawing as the research object and using secondary development of Revit as the main technology, it carries out programming by Revit API function, reads data information of the column components and then establishes three-dimensional model of the column structure. Through a large number of application tests of Revit, it is found that secondary development of Revit may transform the two-dimensional information of column construction drawings into three-dimensional construction information modeling by reading and identifying precisely construction drawings information of column structure, which would greatly improve three-dimensional modeling efficiency of structure columns.

Key words: BIM; structure column; structural working drawing; rebar; Revit secondary development

(责任编辑 王建华)