

基于建筑信息模型(BIM)的城市轨道交通线路快速建模方法*

白娇娇¹ 吕希奎^{1,2} 孙培培¹

(1. 石家庄铁道大学交通运输学院, 050043, 石家庄;

2. 河北省交通安全与控制重点实验室, 050043, 石家庄, 第一作者, 硕士研究生)

摘要 城市轨道交通线路涉及的专业多, 模型复杂。为提高建模效率和建模精度, 采用 Revit BIM 软件平台的二次开发技术和 C# 编程语言, 通过控制参数方法, 实现桥梁、隧道、轨道等线路结构物参数化族自动建立。根据线路敷设方式划分线路区间, 利用 Revit 软件二次开发的程序进行区间分段加载, 实现了城市轨道交通线路所有结构部件 BIM 的自动组装; 建立了城市轨道交通三维 BIM 的快速拼接方法, 减少和降低了模型细化和拼接的复杂度。

关键词 城市轨道交通; 线路; 建筑信息模型; 快速建模

中图分类号 U231.1

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2019.08.038

Rapid Modeling Method of Urban Rail Transit Based on BIM API

BAI Jiaojiao, LYU Xikui, SUN Peipei

Abstract Urban rail transit project involves many professionals and complex models. In order to improve the efficiency and precision of modeling, the secondary development technology of Revit BIM (building information modelling) software platform and the C# programming language are used, to achieve the automatic establishment of the parametric family of line structures related to bridge, tunnel, track and rail by controlling the relevant parameters. According to the line laying ways, the whole line is divided into a plural sections, and Revit software secondary development technology is used for the section-level loading, thus the automatic assembly of BIM for all the structural components on urban rail transit line is realized. Finally, a rapid stitching method for three-dimensional BIM model of urban rail transit is established, in order to reduce the complexity of model refinement and splicing.

Key words urban rail transit; line; BIM technology; rapid modeling

First-author's address School of Traffic and Transporta-

tion, Shijiazhuang Tiedao University, 050043, Shijiazhuang, China

0 引言

以三维数字技术为基础的建筑信息模型(BIM)技术, 集成了工程项目各种相关信息的数据模型, 具有多维化和协同性等特点, 并贯穿设计、施工、运营维护整个工程生命周期, 对提高城市轨道交通设计、施工和运营水平, 促进轨道交通设计全面信息化和可视化, 具有重要的应用价值^[1]。国内已经有多个城市轨道交通工程项目正积极推进 BIM 技术应用^[2-7]。

城市轨道交通线路作为一种典型的长带状线形工程, 涉及的专业多、模型复杂、模型数据量极大, 在应用 BIM 技术过程中, 面临着以下两个关键问题需要解决:

1) 在城市轨道交通规划设计中, 通常需要对设计方案不断的修改完善, 因此, 对于大量复杂构件族, 单纯手工利用 BIM 软件建模方式存在建模和修改工作量大、效率低, 模型拼装困难, 不能满足不断修改完善设计的要求。

2) 城市轨道交通一般长为几十 km, 所涉及的完整的 BIM 数据量极大, 目前即使高端图形 workstation 在显示和加载大数据量的复杂 BIM 时, 也存在加载过程慢、浏览显示卡滞等问题, 严重影响模型的应用。

针对上述问题, 采用 Revit BIM 软件平台及其参数化技术, 并利用其二次开发技术、参数建模方法、构件参数数据库存储技术和线路区间自动划分方法等, 实现城市轨道交通线路构件族的快速创建

* 国家自然科学基金项目(51278316); 河北省自然科学基金专项资助项目(E2016210133); 河北省引进留学人员资助项目(CL201720)

和线路整体 BIM 的自动拼装。提高城市轨道交通线路设计质量和效率,为解决城市轨道交通 BIM 应用提供解决方案。

1 Revit 软件二次开发环境建立

Revit 软件作为目前一种主流的 BIM 软件,具有强大的二次开发功能,使用二次开发技术可以解决或者简化很多人工不能完成的操作。特别是重复量较大、规律性很强的工作,能够大大简化相应的过程,高效、快速的实现需求功能。利用 Revit API 软件、C#语言进行 Revit 软件的二次开发来实现族模型的自动创建和搭建。

1.1 Revit 软件二次开发工具及开发方式

Revit 软件的二次开发需要三个必要条件,分别是 Revit 系列产品、Revit SDK 以及 Visual Studio 软件。Revit API 有两种开发工具:VSTA(Visual Studio Tools for Application) 和 Visual Studio。两种开发工具对比如表 1 所示。

表 1 Revit API 的两种开发工具			
开发工具	VSTA	Visual Studio	
说明	Visual Studio Tools for Application	Revit2010	VS2008
		Revit2013 /2014	VS2010
		Revit2015	VS2012
		及以上	VS2015
支持语言	Revit 自带的开发环境,支持 C #、VB、NET 等语言	支持 C#、VB、NET、Managed C ++ 等语言	
功能实现方式	已生成脚本宏的方式附着在模型上,通过运行宏来实现相应的功能	安装 Add-In Manager 插件,采用编程语言,通过引用接口组件方式实现相应的功能	

有两种方式来扩展 Revit 的功能,即外部命令方式和外部应用方式。两种方式如下:

1) 外部命令方式:从 IExternalCommand 接口派生,重载 IExternalCommand. Execute() 的方法添加功能代码来实现命令,应用最为广泛。

2) 外部应用方式:从 IExternal Application 接口派生。该方式可以添加菜单、工具条或者其他的初始化命令,在启动及关闭 Revit 的时候自动执行,应用较少。

1.2 系统开发流程

以 Visual Studio 2010 为开发平台,采用外部命令 IExternal Command 接口派生方法的 Revit 软件二次开发流程如图 1 所示。

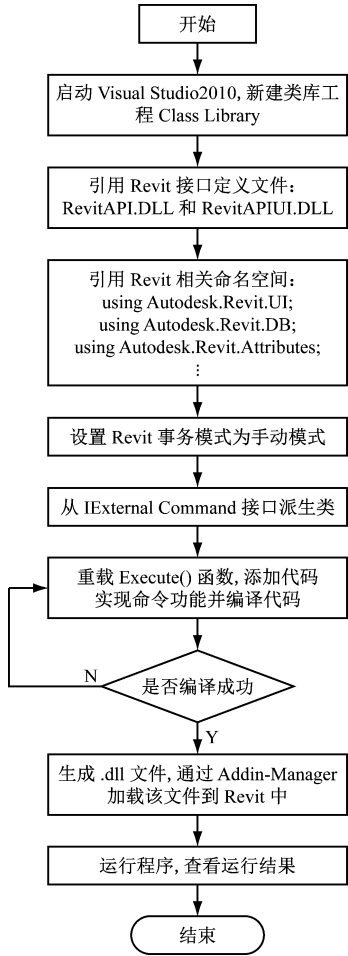


图 1 Revit 软件二次开发流程

2 城市轨道交通线路结构部件建模

城市轨道交通线路结构部件主要包括桥梁、隧道、道床、轨枕、钢轨、扣件等。利用 Revit 软件平台实现城市轨道交通线路 BIM 应用及模型拼装,首先构建线路结构部件的族,完成构件参数化建模。一种方式是利用 Revit 软件平台,手工完成建模;另外一种方式是通过 BIM 二次开发,通过程序自动创建线路构件族。

2.1 线路结构部件参数化建模

参数化有两方面的含义:一是指构建的几何尺寸的参数化,通过对尺寸添加标签就可以通过修改尺寸标注来修改结构部件尺寸,通过控制参数来改变结构部件的形状;二是指构件之间的参数化,即

某一构件的删除、修改尺寸、移动等操作会引起与之相关联的构件变化。

采用“公制常规模型.rft”族样板文件和“自适应公制常规模型.rft”族样板创建的部分构件族如图2~图7所示。



图2 桥墩族

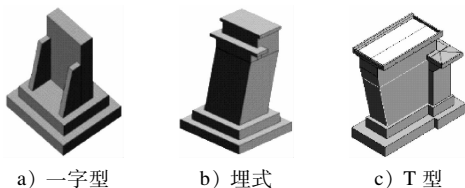


图3 桥台族

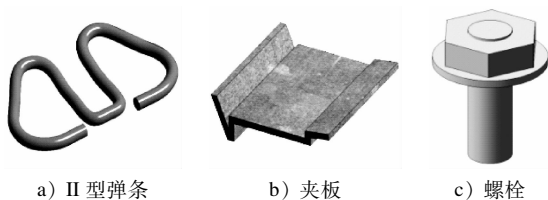


图4 扣件族

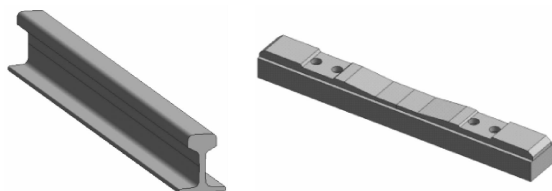


图5 钢轨族与轨枕族

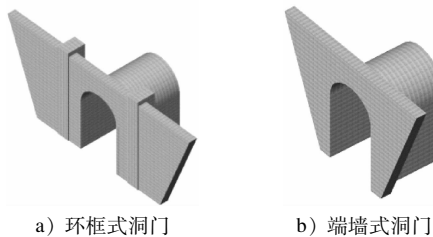


图6 隧道洞门族

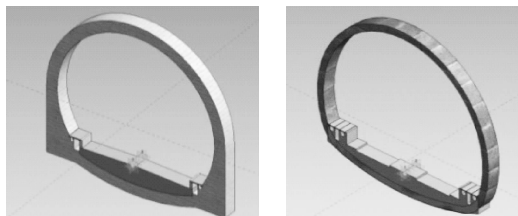


图7 隧道洞身族

2.2 基于二次开发的参数化族自动建立

对于城市轨道交通而言,BIM需要大量的模型构件,通用方法是2.1节所示的手工建立各个构件族,模型构件的修改仍需要手工对模型进行修改,效率低。利用Revit API的丰富接口,将构件参数存储到外部文件(如文本文件、Excel或数据库中),读取外部数据文件,实现族轮廓、拉伸、放样等的自动创建,并根据参数实现模型构件的自动修改和生成。

3 城市轨道交通线路模型组装实现

3.1 模型组装流程

城市轨道交通线路模型数据量极大,若一次性完成整条线路模型的加载、组装,整体模型浏览和查看不顺畅,严重影响模型使用效果。因此,根据线路设计信息,将线路划分为多个区间,划分规则如下:

- 1) 首先根据线路敷设方式将线路里程划分为不同区间;
- 2) 若1)的区间过长(如线路均为地下隧道敷设),则进一步按一定的里程长度划分多个子区间。划分示意图如图8所示。

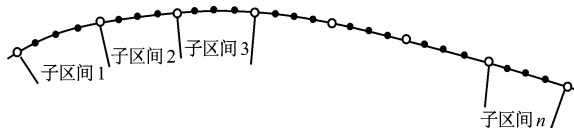


图8 按线路里程划分为不同子区间示意图

最后,根据线路各区间的线路中心线设计数据信息,按里程逐一加载各区间的线路模型(桥梁、隧道、轨道结构模型等)到线路中准确位置上,完成线路整体模型组装。加载的基本流程如图9所示。

3.2 模型组装实现

为了实现城市轨道交通线路的BIM的组装,首先需要确定加载区间,并根据该区间和获取对应的线路的空间位置信息,程序界面如图10所示。在图10中可选择相应的加载区间。其中各区间的中心线设计数据已存储在数据库中,可自动读取。

将创建的族加载到项目中后,通过Filtered Element Collector函数收集所有的元素,遍历所有的族,找到族后,根据空间关系,放置在相应的位置。操作步骤如下:

- 1) 将建好的桥梁族、隧道族、轨道族以及扣件等载入到项目中。

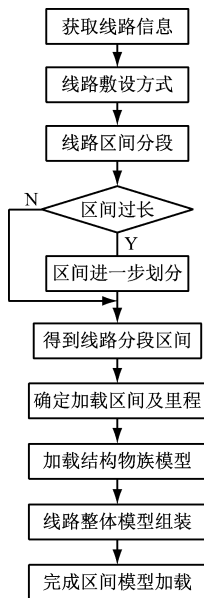


图 9 加载族模型流程图

序号	连续里程 (m)	地面高程 (m)	敷设类型
4197	20980	805.19	地下隧道
4198	20985	805.08	地下隧道
4199	20990	805.89	地下隧道
4200	20995	805.71	地下隧道
4201	21000	805.53	地下隧道
4202	21005	805.35	地下隧道
4203	21010	805.34	地下隧道
4204	21015	805.56	地下隧道
4205	21020	805.49	地下隧道
4206	21025	805.43	地下隧道
4207	21030	805.36	地下隧道
4208	21035	805.17	地下隧道
4209	21040	805.24	地下隧道
4210	21045	805.31	地下隧道

图 10 线路数据管理

2) 根据线路中心线数据,在 Revit 中生成线路中心线模型。

3) 拾取线路中线作为一条线路,然后选中。

4) 使用 RevitAPI,以 .NET 平台编译程序,实现族的自动放置和拼装。

部分运行结果如图 11 ~ 图 13 所示。

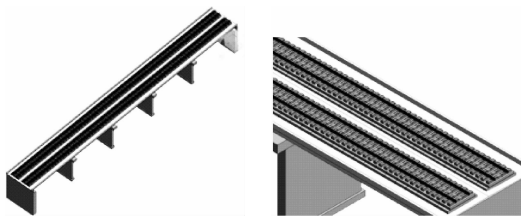


图 11 桥梁铺装轨道的运行结果

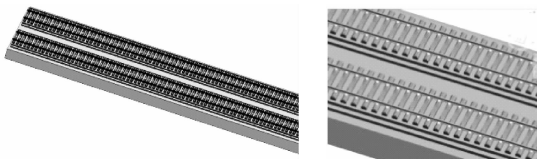


图 12 路基铺装轨道的运行结果

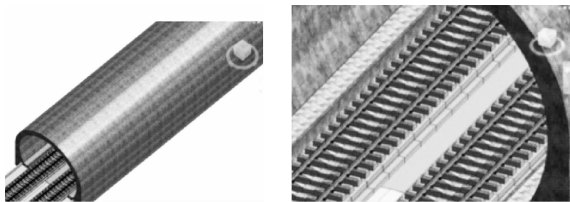


图 13 隧道铺装轨道的运行结果

4 结语

基于线路设计数据,采用 Revit BIM 平台,利用 Revit API 软件平台二次开发技术,通过控制参数化方法和族模型外部数据存储方法,实现了线路结构物族的快速创建和模型的自动拼接。该建模方法能够方便地通过改变族模型的控制参数,来修改族模型以更方便地适应项目的需要。根据线路敷设方式划分线路区间,通过区间分段加载,利用 Revit 软件二次开发技术,实现城市轨道交通线路所有结构部件 BIM 的自动组装,建立了城市轨道交通线路三维 BIM 的快速拼接方法。为基于 Revit 平台的线路模型深化设计奠定了基础。

参考文献

- [1] 王珏,贾兴斌,马映登. BIM 技术在轨道交通项目规划中的应用研究[J]. 铁路技术创新,2015(3):55.
- [2] 蒋宗发,毛强硕,杜峰,等. 深圳地铁 9 号线深化设计中 BIM 的应用及效果探讨[J]. 隧道建设,2016(4):433.
- [3] 刘光武,俞军燕,陆鑫. 城市轨道交通 BIM 应用研究与实践[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [4] 王玉泽. BIM 技术在轨道交通的应用探讨[J]. 铁路技术创新,2014(5):19.
- [5] 赵铁柱. 城市轨道交通站台门参数化三维建模软件开发与应用[J]. 城市轨道交通研究,2017(5):147.
- [6] 毕湘利. BIM 技术在上海轨道交通工程中的应用[J]. 交通与运输,2014(4):1.
- [7] 刘光武,张志良. BIM 技术在轨道交通项目规划中的应用研究[J]. 铁路技术创新,2015(3):55.

(收稿日期:2018-04-16)