

# 基于 BIM 的地铁站安全设备 信息族库构建与应用

赵 强<sup>1,2</sup> 张景煜<sup>1</sup>

(1. 安徽建筑大学环境与能源工程学院, 合肥, 230601;  
2. 安徽省智慧城市工程技术研究中心, 合肥, 230601)

**【摘要】**地铁站具有空间较为密闭且人员相对密集的特征, 为避免公共安全事故发生, 构建地铁站安全设备信息族库并开展应用, 有助于地铁站安全设备监管和维护。基于建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM), 建立地铁站安全设备信息族库构建流程, 利用 Revit, 基于族的定义和类型, 通过自建和加载标准构件族, 实现地铁站安全设备信息族库建立; 采用 Microsoft Visual Studio C# 进行 Revit 二次开发, 以合肥市地铁 3 号线安徽大学磬苑校区站为例, 展示地铁站三维模型, 提取和管理安全设备信息。地铁站安全设备信息族库的构建和实施有助于实现地铁站安全设备的实时高效管理, 对于地铁站的安全运营和监管具有重要意义。

**【关键词】**建筑信息模型 (BIM); Revit; 地铁站; 安全设备信息; 族库

**【中图分类号】**TU17; P208 **【文献标识码】**A

**【版权声明】**文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库 (CPCD) 收录, 被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版, 严禁侵权转载。

## 引言

地下轨道交通作为城市重要的基础设施, 有着交通便捷、运输量大的优点, 同时地铁站具有空间较为封闭且人员相对密集的特征, 为其安全运营和管理提出了更高的要求。建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 具有数字化、可视化、真实化的特点, 有利于轨道交通项目从设计、施工、到运营维护全生命周期实现动态可视化管理、信息共享和决策支持<sup>[1-4]</sup>。

近年来, 如何应用 BIM 技术开展地下空间安全管理, 引起了国内外学者的探讨。钟辉等人基于 BIM 模型二次开发, 提出一套 BIM 数据提取与应用技术方案, 解决建筑业各专业间数据使用效率低的问题<sup>[5]</sup>。赵强等人利用 IFC 和 CityGML 进行地下综合管廊模型转换研究<sup>[6]</sup>。孙少楠等人基于 BIM 技

术, 利用 Revit 对地铁车站进行建模, 并结合 Pyrosim 软件对火灾模拟分析<sup>[7]</sup>。张学钢等人利用 Revit 与鲁班系列软件构架 BIM 方案, 对兰州地铁东岗站开展施工过程应用研究<sup>[8]</sup>。Mohamed Marzouk 和 Ahmed Abdelaty 基于 BIM, 对地铁车站室内环境质量进行监测, 建立了一套地铁车站网络全球评级系统, 能够监测地铁站内的室内温度和颗粒物 (PM) 浓度水平<sup>[9]</sup>。

本文针对地铁站安全监管, 基于建筑信息模型, 利用 Revit, 通过自建和加载标准构件族, 构建地铁站安全设备信息族库, 实现地铁站安全信息设备库建立, 并进行二次开发, 以合肥市地铁 3 号线安徽大学磬苑校区站为例, 进行安全设备信息族库构建以及建模应用。

## 1.1 技术路线流程

地铁站安全设备信息族库构建与应用技术路

**【基金项目】** 国家重点研发计划项目 (编号: 2017YFC0803300); 安徽省高校优秀青年人才支持计划重点项目 (编号: gxyqZD2020036); 安徽省住房城乡建设科学技术计划项目 (编号: 2020 - SF10)

**【作者简介】** 赵强 (1981 -), 男, 副教授, 博士, 主要从事 BIM 与 GIS 集成以及城市空间信息技术应用; 张景煜 (1994 -), 男, 硕士研究生, 主要从事 BIM 技术应用。

线流程如图 1 所示,通过 Revit 族的定义和类型设置、新建标准构件族、加载标准构件族构建地铁站安全设备信息族库;然后基于 Revit,进行二次开发,实现地铁站三维模型展示以及安全设备信息提取和管理。

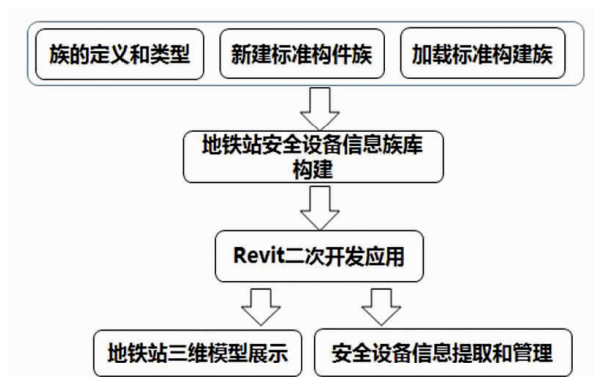


图 1 地铁站安全设备信息族库构建与应用流程  
Fig. 1 Construction and application flow chart of information Library of subway station safety equipment

## 2.2 安全设备信息族库构建

地铁站族库由建筑、结构、机电三大模块组成,由于 Revit 本身携带的系统族比较常规,无法满足需求,还需通过创建和加载来完善设备族库。完善的族库可应用于生成明细表,统计工程量;1 比 1 的模型比例和还原图纸的构件位置,能用于碰撞检测,在地铁站施工前发现设计缺陷,可以及时修改和优化设计,避免返工现象;监控设备、消防栓等安全设施,赋予特定的参数并进行开发使用后,可为地铁站的安全运营提供保障。

### 2.1 族的定义与类型

族(Family)是构建地铁站安全设备信息的基础,是 Revit 项目中对构件的专用称呼,它的本质是特殊的图元组,包括了相关图形表示以及本身携带的参数信息<sup>[10]</sup>。相同的族都具有相关的图形表示和一组相同的参数(族类型参数),在 Revit API 中,提供了一系列的类和方法来提供管理族文档,包括族类型和族参数管理等,地铁站安全设备族库成员构件创建相关的 API 类如图 2 所示。当把指定的族类型加载到项目中后,就形成独立的族实例(FamilyInstance),族实例既具有族的属性也有其自身的独立属性。族、族类型、族实例都是元素(Element)的子类,它们的类图如图 3 所示。

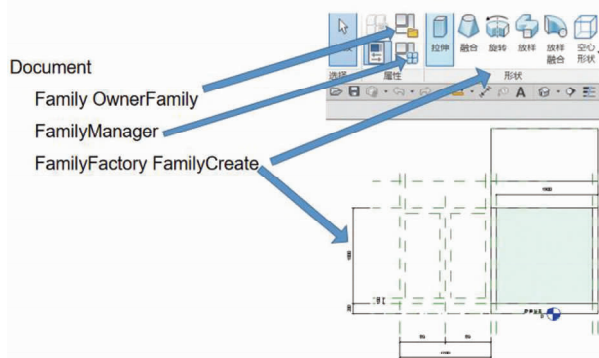


图 2 族创建的相关类

Fig. 2 Relevant categories of the Family creating

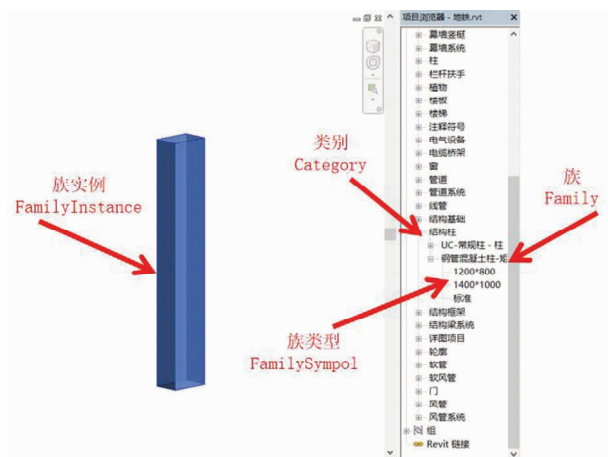


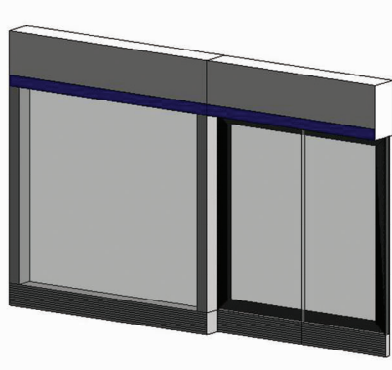
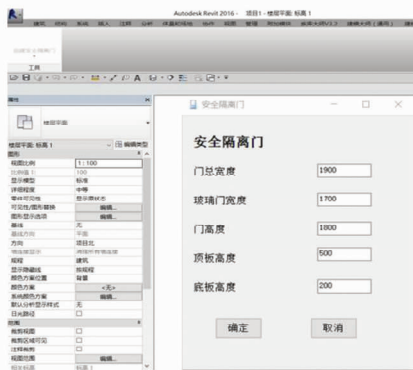
图 3 族类别

Fig. 3 Division of the Family

## 2.2 新建标准构件族

地铁车站安全设备族库的许多成员形状规格比较特殊,即使是同种构件,在不同的地铁车站也可能具备不同属性,因而需要量身打造。站台层安全隔离门是地铁站安全设备族库的一个重要组成,本文通过 Revit API 来实现安全隔离门族的创建。Revit 软件支持实体几何图元和空心几何图元的创建,并通过各种图元的结合来形成各种几何形体,图元的创建方式共五种包括拉伸、融合、旋转、放样和放样融合<sup>[11]</sup>。Revit API 支持完全相同的实体和空心体的创建方式,所用的 API 为 Autodesk.Revit.Creation.FamilyItemFactory 类。安全隔离门族的创建主要通过拉伸的方式创建,在 Revit API 中需要输入四个参数来创建拉伸图元,本文采用 C# 为开发语言,创建拉伸图元所用的方法如下:

Extrusion New Extrusion (bool is Solid, CurveAr-

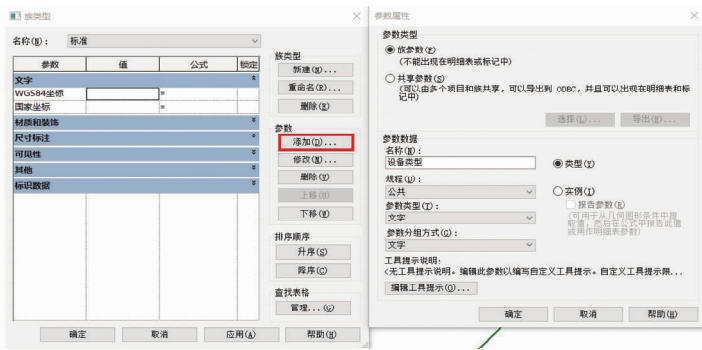
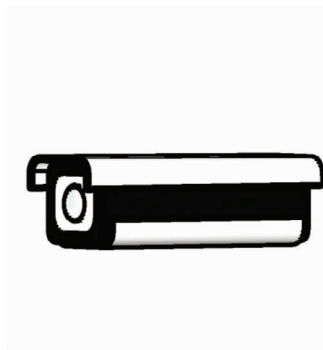


(a)安全隔离门参数输入界面

(b)安全隔离门模型

图 4 安全隔离门参数输入界面及 BIM 模型

Fig. 4 The input interface and BIM model of parameters on safety isolation doors



(a)枪型摄像头模型

(b)族参数的添加

图 5 枪型摄像头模型及族参数

Fig. 5 The model of Gun camera and addition of its family parameters

rArray profile, SketchPlane sketchPlane, double end);

第一个参数 is Solid 是一个 bool 类型的参数,用来设定该拉伸体是实体还是空心体;第二个参数 profile 是 CurveArrArray 类型,用来确定一个平面上的二维轮廓,且轮廓必须是闭合的;第三个参数 sketchPlane 是 SketchPlane 类型,用来确定拉伸的工作平面;第四个参数 end 是 double 类型,用来确定拉伸的长度。编写好创建几何图元的外部命令之后通过 Add - In Manager 加载,就能实现安全隔离门图元的创建,参数输入界面和模型如图 4 所示。

### 2.3 加载标准构件族

城市地铁车站模型中所需的部分常见构件,可以通过从互联网加载并修改的方式获取,提高建模效率,本文以安全设备族库的监控设备族为例,进行研究。如图 5 所示,枪型摄像头族通过编辑族选项进入编辑界面,点击属性面板族类型命令,即可进行参数的添加与修改。通过网络上获取的该族,

除了本身携带的参数外,该族还需添加的族参数有施工坐标、WGS-84 坐标、设备类型、设备相对位置、设备运行状态等。全部参数添加完毕后,点击选项面板中的载入到项目选项,在项目文件中选定族实例,通过编辑类型,就可以进行对应参数的设置。监控设备族的坐标信息(如 WGS-84 坐标),能够准确描述族实例在地铁站中的空间位置,一旦发生险情或特殊情况(如火灾、罪犯逃逸等),可以瞬间定位事件的所处位置,并调动附近的监控画面,为应急处置方案的制定提供强有力的支持。

### 2.4 安全设备租族面板开发

利用 Revit API 的丰富接口,运用 Revit 中编辑族的拉伸、融合、旋转、放样、放样融合这 5 大工具,辅以参照平面,同样可以创建安全设备族库的其他构件族,其他主要构件族如图 5 所示,为了方便安全设备的信息管理,将所创建的安全设备族全部保存到数据库中。



图 6 地铁站安全设备族库

Fig. 6 Segmental family library of subway station

### 3.3 Revit 二次开发

#### 3.1 Revit 功能拓展方式

Revit 本身携带的功能模块通常无法符合用户的全部需要,此时用户可以通过二次开发,自行编写外部程序,进行功能拓展。基于 Revit 的二次开发主要需要参照 Revit API(Application Programming Interface)中的类和方法进行代码的编写,能够更好地实现 BIM 技术在项目全生命周期的运用。用户能够从软件管网获取开发工具包 Revit SDK(Software Development Kit)。借助 SDK 文件可以帮助用户更好地掌握 API 的使用方式,用户也能借此进行二次开发轻松获取 BIM 模型的数据资料,然后进行查询、变更等操作。

本文基于 Revit 软件和 Microsoft Visual Studio 2015 开发平台,SQL Server 2008 数据库,使用 C#语言进行安全设备信息管理平台的二次开发,实现地铁站中监控设备族库管理以及信息的实时查看和管理。

基于 Revit 的设备插件二次开发流程图如图 7 所示,首先需要添加外部引用 RevitAPI.dll 及 RevitAPIUI.dll,之后创建新的类从 IExternalCommand 类派生,重载父类的 Execute 方法,重新编写代码,代码编译完毕后,将生成的 dll 文件用 Addin-Manager 加载,最后运行程序,测试是否符合地铁站安全信

息管理需求,不符合则需要修改代码重新调试。

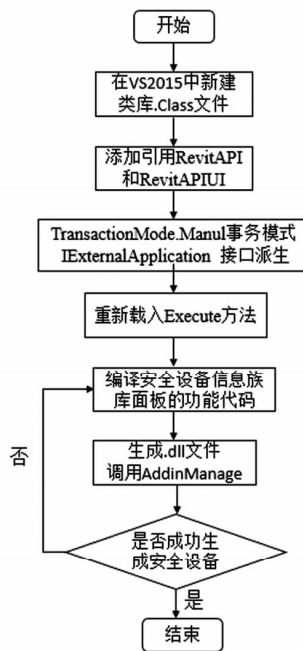


图 7 设备插件开发流程图

Fig. 7 Workflow diagram for device plugin developing

使用 External Command 和 External Application 两种方式进行编译与测试时,Revit.exe 启动后,addin 文件中的命令会被加载。本文构建的安全设备族库面板的 .addin 文件如下:



```
<? xml version = " 1.0 " encoding = " utf-8 " ? >
< RevitAddIns >
< AddIn Type = " Command " >
< Assembly > E: \ Subway \ family \ Safetequipmentfamily \ bin \ Debug \ Safetequipmentfamily. dll "
< /Assembly >
< ClientId > 321f927d - c7cc - 4cdf-8900-b99495c2579d < /ClientId >
< FullClassName > Safetequipmentfamily. family
< /FullClassName >
< Text > Safetequipment < /Text >
< Description > " " < /Description >
< VisibilityMode > AlwaysVisible < /Visibility-Mode >
< VendorId > ADSK < /VendorId >
< VendorDescription > Autodesk, www. autodesk. com < /VendorDescription >
< /AddIn >
< /RevitAddIns >
```

### 3.2 安全设备信息管理平台搭建

首先对地铁站所有设备族进行遍历,根据交互界面族实例名称获取摄像头 ID,进而获取摄像头的 X、Y、Z 坐标,从而进行坐标转换,输出 WGS-84 坐标得到摄像头的具体位置;同时根据 ID 和连接的数据库获得摄像头的相关信息,以及数据库中实时存储的摄像头监控画面,具体情况如图 8 所示。

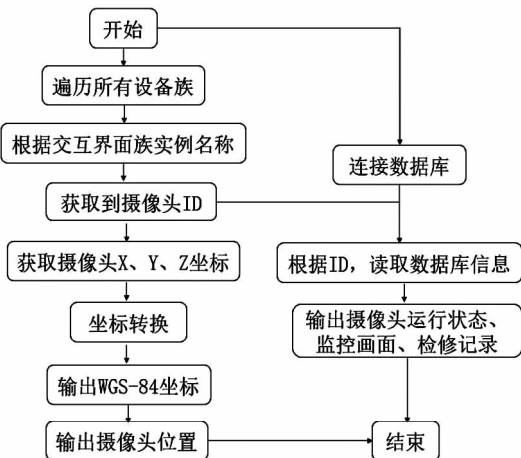


图 8 安全设备信息管理平台程序流程图

Fig. 8 Flow chart of security equipment information management program

### 3.3 安全设备信息提取和管理

首先通过创建一个过滤器,将所有的监控设备族实例收纳,通过过滤,通过交互界面族实例名称的过滤,获得设备的坐标位置等参数,并将该设备在模型中标记显示。通过获取族实例的 ID 值,从而与存储在数据库服务器中 ID 值对应。之后借助 DataGridView 控件并绑定数据源为对应的数据库,通过对数据库中储存的信息获取安全设备族的运行状态及位置等信息。

由于 API 接口原因,只能从本地读取族文件加载到项目这就需要数据库传递过来的族文件保存到本地后在加载这就需要获取使用程序电脑的临时文件夹 string tempPath = System. IO. Path. GetTempPath(); //获取用户临时文件夹路径将族文件保存到本地后使用 LoadFamily(); 方法载入当前项目中。

在窗体信息展示设置中,通过 Name 或者 ID 参数是否等于 ComboBox 的选项筛选出目标信息,用 foreach() 函数遍历指定设备的全部信息,摄像头设备信息管理窗口如图 9 所示,可以实现安全设备的信息提取和管理。



图 9 设备信息管理窗口

Fig. 9 The management window of device information

通过 Revit 的 ribbon 界面开发,实现 ribbon 按钮和安全设备族库的关联连接,从而形成安全设备族库面板,创建面板如图 10 所示。



图 10 安全设备族面板

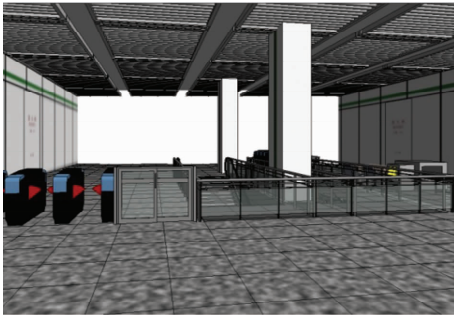
Fig. 10 Security device family panel

## 4 应用研究

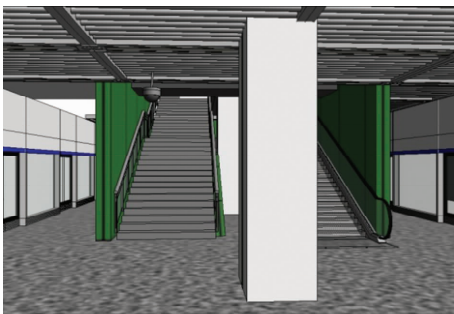
安徽大学磬苑校区站是合肥市地铁 3 号线车站之一,车站为三层标准岛式车站,地下一层为站厅层,地下二层为设备层,地下三层为站台层。整个三层地下空间共囊括高清固定枪型网络摄像机 5 台,人脸识别摄像机 16 台,室内室外球型网络摄像机共 9 套等,根据主要工程数量清单,并结合现场采集高清图像,构造的地铁站安全设备族库管理。

### 4.1 地铁站三维模型展示

如图 11 展示了基于 Revit 二次开发地铁站的 BIM 模型,包括出口渲染效果、车站整体建筑三维展示、含有自动检票机、手扶电梯的站厅层局部三维展示、含有安全隔离门和监控设备的站台层局部三维展示。



(a) 站厅层局部



(b) 站台层局部

图 11 地铁车站 BIM 三维展示

Fig. 11 BIM 3D display in subway station

图 12 展示了该地铁站安全设备—摄像头的定位分布平台管理界面,有助于整个地铁站摄像头管理和维护,为地铁站的精细化管理提供全新的技术支持。

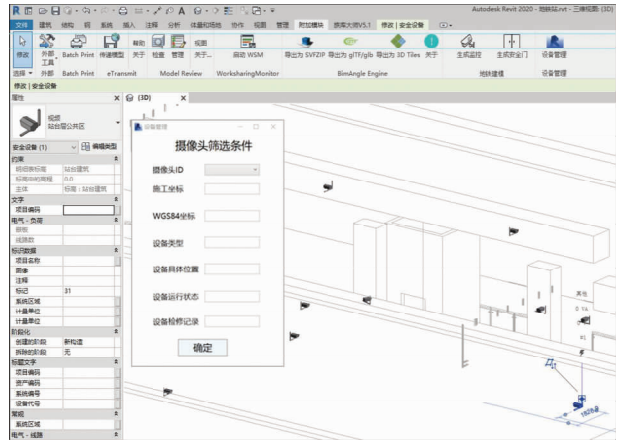


图 12 摄像头的定位分布平台管理界面

Fig. 12 Camera positioning distribution platform management interface

## 5.4 结论

本文基于 Revit 进行地铁站安全设备信息族库创建开发与应用,具体得到以下结论:

(1)族是实现地铁站安全设备三维可视化的基础,较为复杂的族可以借助 Revit API 进行开发,充分利用 API 以编程的方式完成一些工作量较大、规律性较强的工作,而比较常规的族可以通过 Revit 自身携带的族库或者互联网获取后编辑参数在投入使用。

(2)安全设备信息族库的构建和实施,可以提供设备信息提取和管理,有助于地铁站安全设备的实时高效管理。

(3)通过 BIM 三维可视化视角,能够将不同的视图平面相互关联,项目中的每个构件(族实例)都携带独有的参数,为后期工程量的统计以及数据库的搭建奠定了基础,与传统手段相比,工程质量和效率得到有效提高,且具有较强的应用价值。

## 参考文献

[ 1 ] 何高峰,罗先启,张辉,等. 基于 BIM 的地铁隧道结构分析与安全预警[J]. 地下空间与工程学报, 2019, 15 (3): 920-926.  
 [ 2 ] Xu Z,Zhang L, Li H, et al. Combining IFC and 3D tiles to create 3D visualization for building information model-

- ing[J]. Automation in Construction, 2020, 109:102995.
- [ 3 ] TEO T A, CHO K H. BIM-oriented indoor network model for indoor and outdoor combined route planning[J]. Advanced Engineering Informatics, 2016, 30(3): 268-282.
- [ 4 ] ANDRIAMAMONJY A, SAELENS D, KLEIN R. An automated IFC-based workflow for building energy performance simulation with Modelica [J]. Automation in construction, 2018, 91:166-181.
- [ 5 ] 钟辉, 李驰, 孙红, 等. 面向 BIM 模型二次开发数据提取与应用技术[J]. 沈阳建筑大学学报自然科学版, 2019, 35(3): 22-28.
- [ 6 ] 赵强, 何陈照, 杨世植, 等. 利用 IFC 和 CityGML 进行地下空间模型转换研究——以城市综合管廊为例 [J]. 武汉大学学报信息科学版, 2020, 45(7): 1058-1064.
- [ 7 ] 孙少楠, 吴家伟, 邢义龙, 等. 基于 BIM 技术的地铁车站火灾模拟分析[J]. 土木工程信息, 2020, 12(4): 48-56.
- [ 8 ] 张学钢, 曾绍武, 王朋. BIM 技术在兰州地铁东岗站施工中的应用研究 [J]. 现代隧道技术, 2017, 54(2): 46-54.
- [ 9 ] MARZOUK M, ABDELATY A. BIM-based framework for managing performance of subway stations[J]. Automation in Construction, 2014, 41:70-77.
- [10] 张景煜. 基于 BIM 的地铁车站建模及安全信息可视化研究[D]. 安徽建筑大学, 2020.
- [11] 沙名钦. 基于 BIM 技术的桥梁工程参数化建模及二次开发应用研究[D]. 华东交通大学, 2019.

## Construction and Application of Safety Equipment Information Family Library in Subway Station Based on BIM

Zhao Qiang<sup>1,2</sup>, Zhang Jingyu<sup>1</sup>

- (1. School of Environment and Energy Engineering, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China;  
2. Anhui Engineering and Technology Research Center of Smart City, Hefei 230601, China)

**Abstract:** The Subway station has the characteristics of relatively closed space and relatively dense personnel. In order to avoid public safety accidents, the construction of the subway station safety equipment information family library can help strengthen the safe operation and supervision of the subway station. Based on Building Information Modeling (BIM), the construction process of safety equipment information family library in subway station is established. Based on the definition and type of the family, Revit is used to build and load the standard component family to realize the establishment of the information family of the safety equipment in the subway station. Hefei city metro line 3 Qingyuan campus of anhui university station is selected as a case, using Microsoft Visual Studio c# to Revit secondary development, the security information library is constructed and applied, the 3D model of subway station is showed and the safety equipment information are extracted. The research results are helpful to realize the real-time and efficient management of safety equipment in subway stations, which is of great significance to the safe operation and supervision of subway stations.

**Key Words:** Building Information Modeling; Revit; Subway Station; Security Equipment Information; Family Library