

基于 BIM 的抗震支吊架编码体系 与智能设计研究

赵全斌¹ 程浩¹ 于欣玉²

(1. 山东建筑大学 土木工程学院, 济南 250101; 2. 德州黄河河务局, 齐河 251100)

摘要 结合国内外相关标准, 对抗震支吊架进行分类与编码体系研究, 补充建立了抗震支吊架编码体系。基于 BIM 技术建立抗震支吊架参数化构件库, 通过数据驱动完成了典型构件库的数据架构。以 Revit 软件为平台, 通过 API 二次开发技术, 对抗震支吊架进行智能布置与编码, 并实现自动生成二维码、导出物料清单等功能。

关键词 BIM 技术; 抗震支吊架; 编码体系; 二次开发

中图分类号 TU17 **文献标识码** A **文章编号** 1674-7461(2022)02-0058-08

DOI 10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2022.02.08

引言

我国属于受地震灾害影响较大的国家, 地震出现的频率高、强度大、分布范围广。抗震支吊架是限制机电管线设备移动并抵抗水平地震力的支撑装置, 在地震来临时将机电管线设施所受的地震力传递给建筑结构^[1], 从而保证机电管线设备系统不被破坏。应用 BIM 技术建立三维模型能够模拟地震时的受损程度^[2], 通过 BIM 技术的二次开发可有效解决设计重复性多、效率低等问题^[3]。BIM 技术的核心是信息数据的传递共享, 对抗震支吊架分类和编码是信息传递共享的基础, 基于 BIM 模型数据建立抗震支吊架编码体系, 以 BIM 模型作为编码的载体能够高效传递信息, 对抗震支吊架进行分类和编码是必要的^[4]。

国内学者对支吊架设计研究和建筑部品信息分类及编码颇多, 而未有基于 Revit 的抗震支吊架智能设计及编码体系研究。如满延磊等^[5]和陈达^[6]基于 AutoCAD 研发了支吊架辅助设计系统; 马勇军等^[7]和刘济凡等^[8]基于 Revit 开发了管道支吊架布置程序; 吴双月^[9]和董政民^[10]对建筑设施进行分类及编码, 提出科学规范的编码体系。因

此, 在建筑工业化和信息化推动下, 对抗震支吊架进行编码与智能设计具有必要性。

1 抗震支吊架分类与编码体系

《建筑信息模型分类和编码标准》^[11]是 2017 年发布的一套比较成熟的建筑信息分类体系, 其中按照建设成果中的元素类目, 供热通风与空调和电气已有支吊架分类编码, 给排水系统缺少支吊架分类编码, 在标准中并未准确对抗震支吊架进行分类编码。建立科学性、可扩展性的抗震支吊架编码标准体系具有现实意义^[12]。

为解决抗震支吊架从工程设计到建设、运营等不同阶段、不同参与方之间传递的信息更新不及时、文件不兼容等问题, 统一信息编码标准能够有效地解决这一问题。在设计阶段各专业间信息表达准确、高效传递, 以便信息在设计方和生产方双向流通, 生产厂商充分了解设备功能做出生产准备, 提高生产效率, 为业主在运营管理中, 对抗震支吊架安全、维修等方面实时监控。建立抗震支吊架分类编码体系, 将设计、生产、施工、运维等方面编码的使用有效统一, 进而实现抗震支吊架系统化和智慧化的管理。

【第一作者】 赵全斌 (1976 -), 男, 副教授, 博士, 主要研究方向: 复杂结构设计与 BIM 技术的应用研究。

【通讯作者】 程浩 (1996 -), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 结构分析与 BIM 技术的应用研究。

1.1 抗震支吊架的分类

抗震支吊架的分类主要是依据系统属性和特征等,其基本方法有:线分类法、面分类法、混合分类法^[13]。本文遵循科学性、可扩展性原则对抗震支吊架采用线分类法进行分类,分类清单如表 1 所示。

1.2 抗震支吊架的编码体系设计

1.2.1 设计原理与思路

抗震支吊架的编码按元素进行分类,编码采用 10 位纯数字的形式,增加中类、小类和细类的方式,遵循合理性、可扩充性和规范性等原则。

1.2.2 编码结构

抗震支吊架采用 5 层代码,由一层表编码和四层分类编码组成。大类编码供热通风与空调包含细类代码固定、活动、导向等支吊架,未含有抗震支吊架代码,因此增加细类代码 14 - 30. 50. 03. 20 表

示供热通风与空调抗震支吊架;大类编码给水排水未含有中类代码其他设备及小类代码支吊架,因此增加 14 - 40. 70. 00 中类代码其他设备、14 - 40. 70. 03 小类代码支吊架及 14 - 40. 70. 03. 20 细类代码抗震支吊架;大类编码电气为含有抗震支吊架代码,因此在第 5 层增加细类代码 14 - 50. 50. 06. 05 表示电气桥架抗震支吊架,编码示例如表 2 所示。

1.2.3 编码应用

为了精确描述综合支吊架,采用“+”、“/”、“<”、“>”运算符号与编码联合使用。例如:表述给排水和电气综合抗震支吊架时,可利用运算符号“+”把给排水抗震支吊架编码和电气桥架抗震支吊架编码联合起来,形成组合编码:14 - 40. 70. 03. 20 + 14 - 50. 50. 06. 05。

表 1 抗震支吊架分类清单

大类	中类	小类	细类
供热通风与空调	冷热源设备	制冷机组	活塞式智能机组、螺杆式智能机组
	液体输送设备	水管	冷水管、热水管、冷媒管道
	其他设备	支吊架	固定支架、抗震支吊架
给水排水	供水系统	供水设备	供水水箱、供水水泵
	排水系统	支吊架	固定支架、活动支架、抗震支吊架
		排水装置	地漏、雨水沟
电气	发电设备	支吊架	固定支架、活动支架、抗震支吊架
		照明	灯具、照明辅助部件
	线缆	线缆敷设配件	桥架、抗震支吊架

表 2 编码示例

编码	大类编码	中类编码	小类代码	细类代码
14 - 30. 00. 00	供热通风与空调	—	—	—
14 - 30. 50. 00	—	其他设备	—	—
14 - 30. 50. 03	—	—	支吊架	—
14 - 30. 50. 03. 05	—	—	—	固定支架
14 - 30. 50. 03. 10	—	—	—	活动支架
14 - 30. 50. 03. 15	—	—	—	导向支架
14 - 30. 50. 03. 20	—	—	—	抗震支吊架
14 - 40. 00. 00	给水排水	—	—	—
14 - 40. 70. 00	—	其他设备	—	—
14 - 40. 70. 03	—	—	支吊架	—
14 - 40. 70. 03. 05	—	—	—	固定支架
14 - 40. 70. 03. 10	—	—	—	活动支架
14 - 40. 70. 03. 15	—	—	—	导向支架
14 - 40. 70. 03. 20	—	—	—	抗震支吊架
14 - 50. 00. 00	电气	—	—	—
14 - 50. 50. 00	—	线缆敷设配件	—	—
14 - 50. 50. 06	—	—	线缆支吊架	—
14 - 50. 50. 06. 05	—	—	—	抗震支吊架

在设计阶段,通过 BIM 技术创建抗震支吊架参数化构件库,并将物料清单与编码体系结合;在生产阶段,预设构件二维码,将构件属性与构件编码等信息录入至二维码中,为构件赋予身份标签;在施工阶段,将施工信息对构件进行添加,实现编码信息与二维码构件数据库同步更新;在运维阶段,对安全质量等信息进行监测,添加至 BIM 模型构件与二维码实时更新,通过编码查询其运营维护信息。抗震支吊架编码体系设计贯穿于全生命周期,打通各阶段信息共享,有助于对构件统计、查询与维护管理。

2 抗震支吊架智能设计系统

以 BIM 技术为基础,建立参数化部品库,运用 C#语言作为开发语言,通过 Revit API 二次开发技术,对抗震支吊架进行智能布置、自动编码,并导出物料清单,完成抗震支吊架智能设计系统,具体流程如图 1 所示。

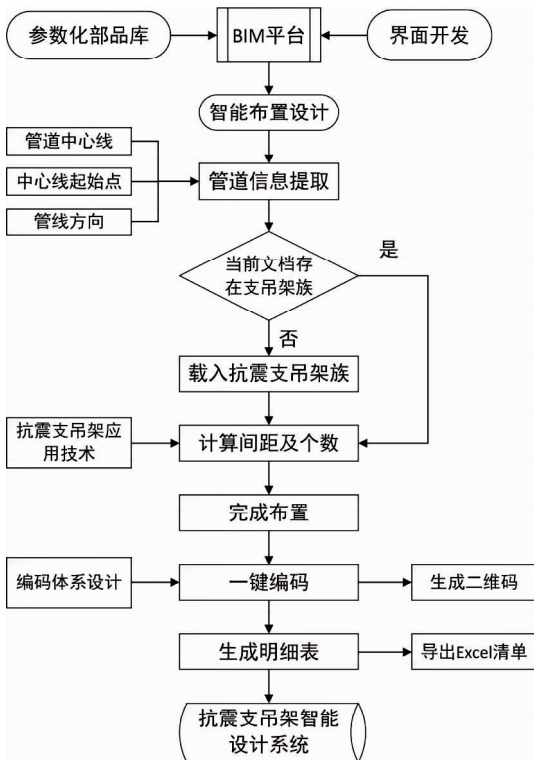


图 1 抗震支吊架智能设计流程图

2.1 参数化构件库

由于水管管径、风管尺寸变化多样,采用参数化建立构建库,将管束、管夹、螺母、膨胀螺栓、槽

钢、吊杆等族采用嵌套族的方式嵌入到抗震连接件族文件中,通过修改属性参数,即可驱动整个抗震支吊架模型,如图 2~3 所示。

在构件库创建时,遵循的原则是:

- 1) 精度达到 LOD400 级以上的三维可视化模型;
- 2) 在公共建筑和住宅建筑中具有通用性;
- 3) 采用标准化设计部品尺寸,尽量减少尺寸不协调;
- 4) 便于工程师的选择和修改。

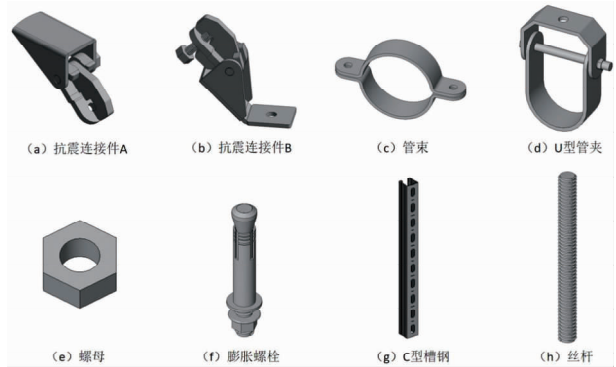


图 2 构件配件

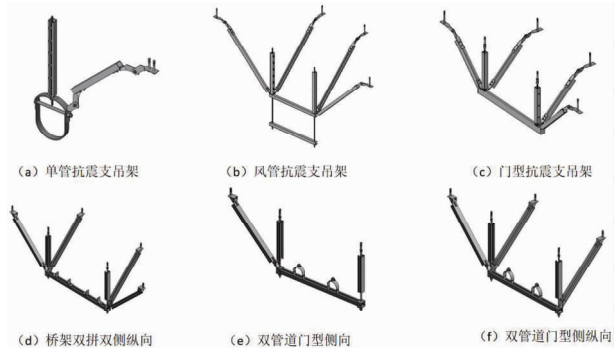


图 3 抗震支吊架库

2.2 界面开发

通过 C#语言实现外部接口命令创建“SSH 系统”面板选项卡,完成 Revit 自定义插件按钮的创建,如图 4 所示。



图 4 面板界面

抗震支吊架智能布置计算间距计算公式和主要影响系数如图 5 所示。风管窗体主要参数有布置间隔、布置类型及支吊架族是否载入,风管系统界面设计如图 6 所示。

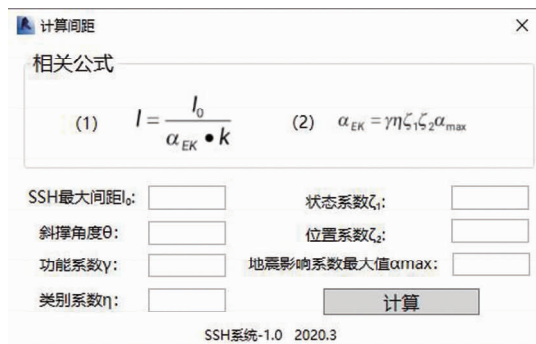


图 5 计算间距窗体



图 6 风管布置窗体

2.3 智能布置

2.3.1 管线信息获取

为确定抗震支吊架位置,点选需要布置的管线,通过 `Element.Get_Parameters` 获取管道三维中心线、管线方向、中心线起始点等参数,设置抗震支吊架放置位置,在 90°弯头处 0.6m 以内布置抗震支吊架。为此,先查询获得机电设备接口,再通过 `foreach` 循环来获得连接件连接端管道的起点、管道定位线、管件连接端管道走向。

管线信息获取的主要命令如下:

```
Var curve = (ele. Location as LocationCurve). Curve;
```

```
Var normLine = (curve as Line). Direction;
```

2.3.2 参数化族调入

利用收集器 `FilteredElementCollector`,过滤当前活动项目是否存在名字为“支吊架”族,若过滤结果为 0,则需要载入抗震支吊架族。

支吊架载入的主要命令如下:

```
Var filter = new FilterElementCollector(doc). Of-
```

Category (BuiltInCategory. OST_GenericModel). WhereElementIsElementType(). Where (o = > o. Name = "支吊架");

IsFamily.Count = "支吊架族是否已载入:是";

2.3.3 间距计算与自动布置

根据操作界面的设计,首先确定输入值为数值,将各参数输入到计算间距窗体中,进而通过计算水平地震力综合系数,在根据输入的调整系数,判断斜撑角度 K 的取值,最后算得抗震支吊架的计算间距,并完成自动布置。

2.3.4 一键编码

通过代码的方式将“构件编码”写入到属性中,进行抗震支吊架一键编码。计算机根据构件属性,对抗震支吊架进行过滤区分,通过遍历的方法将编码自动写入到抗震支吊架属性中,如图 7 所示。便于工程量统计,能够快速对分类构件生成明细表,为工厂加工、施工管理、运维管理等提供基础,将设计、生产、施工、运维等阶段有效统一,实现工业化、信息化、系统化管理。

一键编码的主要命令如下:

```
nt a = Convert.ToInt32(instance.LookupParameter("构件编码").AsValueString());
```

```
Instance.LookupParameter("构建编码").Set("14-30.50.03.20" ToString);
```



图 7 风管抗震支吊架

2.3.5 生成二维码

在整个全生命周期管理中,为有效解决各参与方信息孤岛问题。根据抗震支吊架模型构件编码生成 QR Code 格式的二维码(如图 8 所示),保证项目精益化管理,扫描结果如图 9 所示。

生成二维码的主要命令如下:

```
QRCodeEncoder qrd = new QRCodeEncoder();
```

```
Var qrcode = qrd. Encode( str, Encoding. UTF8 );
pictureBox1. Image = qrcode;
```



图8 二维码对话框



图9 扫描结果

2.3.6 工程量统计

完成抗震支吊架智能布置和一键编码后,可直接提取抗震支吊架参数,并调用 RevitAPI. dll 和 RevitAPIUI. dll 文件获取明细表视图 (ViewSchedule), 通过 GetTableData() 方法, 获取明细表视图中的数据 (TableSectionData)。最后, 一键导出抗震支吊架清单到 Excel 表单中, 如图 10 所示。

	A	B	C	D	E
1	抗震支吊架明细表				
2	族	类型	型号	编码	合计
3	水管单侧向水管抗震支吊架	SSH-W25	14-40.70.03.20		256
4	水管单侧向水管抗震支吊架	SSH-W32	14-40.70.03.20		210
5	水管单侧向水管抗震支吊架	SSH-W40	14-40.70.03.20		182
6	水管单侧向水管抗震支吊架	SSH-W50	14-40.70.03.20		84
7	水管单侧向水管抗震支吊架	SSH-W65	14-40.70.03.20		108
8	水管单侧向水管抗震支吊架	SSH-W80	14-40.70.03.20		120
9	水管单侧向水管抗震支吊架	SSH-W100	14-40.70.03.20		90
10	水管单侧向水管抗震支吊架	SSH-W150	14-40.70.03.20		23
11	桥架单侧向桥架抗震支吊架	SSH-Cd100	14-50.50.06.05		9
12	桥架双侧向桥架抗震支吊架	SSH-Cs200	14-50.50.06.05		74
13	桥架单侧向桥架抗震支吊架	SSH-Cd200	14-50.50.06.05		48
14	桥架双侧向桥架抗震支吊架	SSH-Cs300	14-50.50.06.05		82
15	桥架单侧向桥架抗震支吊架	SSH-Cd300	14-50.50.06.05		33
16	桥架双侧向桥架抗震支吊架	SSH-Cs400	14-50.50.06.05		69
17	桥架单侧向桥架抗震支吊架	SSH-Cd600	14-50.50.06.05		7
18	桥架双侧向桥架抗震支吊架	SSH-Cs800	14-50.50.06.05		82
19	风管单侧向风管抗震支吊架	SSH-Ds500*320	14-30.50.03.20		15
20	风管双侧向风管抗震支吊架	SSH-Ds500*320	14-30.50.03.20		32
21	风管单侧向风管抗震支吊架	SSH-Dd630*320	14-30.50.03.20		3
22	风管双侧向风管抗震支吊架	SSH-Ds630*320	14-30.50.03.20		7

图10 抗震支吊架明细表

导出抗震支吊架清单主要命令如下:

```
string path = @"C:\SSH\Output\抗震支吊架明  
细表. xlsx";
```

EXCEL. Worksheet excelWorkSheet = excelWork-
Book. 抗震支吊架明细表 as EXCEL. Worksheet。

3 结语

基于建筑信息模型的分类和编码标准,对抗震支吊架编码体系进行研究,建立科学规范的抗震支吊架编码体系,确保抗震支吊架在各个阶段数据信息的衔接。采用 BIM 技术建立抗震支吊架参数化构件库,利用 C#编程语言自主开发抗震支吊架智能设计系统,完成了抗震支吊架智能布置、一键编码、生成二维码、导出物料清单等功能,可以很大程度地提高设计效率。今后,基于 BIM 技术的抗震支吊架编码体系和智能设计,需要与物联网 IoT、人工智能 AI 和云计算等技术交叉融合,推动工程走向智慧化。

参考文献

- [1] 于欣玉. 基于 BIM 的抗震支吊架智能设计与工程应用研究[D]. 山东建筑大学,2020.
- [2] 赵全斌,师煜,邹秋元. 基于 BIM 的建筑地震受损程度评估模型设计[J]. 地震工程学报,2019,41(1): 227-232.
- [3] 赵全斌,王昌辉,程浩. 建筑业 Revit 二次开发技术研究进展[J]. 山东建筑大学学报,2021,36(1): 83-89.
- [4] 张峰,刘向阳,戈普塔. 公路工程信息模型分类与编码研究[J]. 公路,2017,62(10): 180-184.
- [5] 满廷磊,吴杰,张其林. 基于建筑信息模型的支吊架全过程设计系统[J]. 同济大学学报(自然科学版),2019,47(10): 1383-1389.
- [6] 陈达. 基于 AutoCAD 的综合建筑抗震支吊架自动设计系统研究[D]. 西南交通大学,2018.
- [7] 马勇军,李鹏尧,单雨. 基于 BIM 技术的支吊架自动布置系统研究[J]. 交通科技,2018(3): 136-138 + 151.
- [8] 刘济凡,熊峰. 基于 BIM 的管道支吊架辅助布置系统[J]. 土木工程信息技术,2015,7(1): 30-36.
- [9] 吴双月. 基于 BIM 的建筑部品信息分类及编码体系研究[D]. 北京交通大学,2015.
- [10] 董政民. 支持 BIM 应用的建筑设施编码体系研究[J]. 土木工程信息技术,2014,6(5): 107-111.
- [11] 《建筑信息模型分类和编码标准》[S] GB/T 51269-2017.
- [12] 常春光,杨爽,苏永玲. UNIFORMAT II 编码在装配式建筑 BIM 中的应用[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2015,17(3): 279-283.
- [13] GB/T 7027-2002,信息分类和编码的基本原则与方法[S].

Research on Coding System and Intelligent Design of Anti-seismic Supports and Hangers Based on BIM

Zhao Quanbin¹, Cheng Hao¹, Yu Xinyu²

(1. *School of Civil Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China;*

2. *Yellow River Dezhou Bureau, Qihe 251100, China*)

Abstract: Combined with relevant domestic and foreign standards, the classification and coding system of anti-seismic supports and hangers was studied, and the encoding system of anti-seismic supports and hangers was supplemented and established. Based on the BIM technology, the parametric component library of anti-seismic support hanger was established, and the data architecture of typical component library was completed by data driving. With Revit software as the platform, through API secondary development technology, the anti-seismic supports and hangers was intelligently arranged and encoded, and the functions of automatically generating QR code and exporting bill of materials were realized.

Key Words: BIM Technology; Anti-seismic Supports and Hangers; Coding System; Secondary Development