

新型装配式地铁车站智能设计关键技术分析

何云侠

江苏美城建筑规划设计院有限公司, 江苏 淮安 223005

[摘要] 智能设计关键技术在地铁车站建设中有着非常广阔的应用前景, 是地铁车站发展的一个重要方向, 根据装配地铁车站的特点, 提高装配式施工的效率, 推广应用装配结构, 在装配地铁车站结构设计中引入参数化, 确定车站结构的参数化特征, 其优势为缩短设计周期, 减少冗余劳动力和时间的成本。文章主要对智能设计关键技术展开分析。

[关键词] 地铁; 装配式车站; 智能设计; 关键技术

DOI: 10.33142/sca.v4i3.4014

中图分类号: TM63

文献标识码: A

Analysis of Key Technology for Intelligent Design of New Prefabricated Subway Station

HE Yunxia

Jiangsu Meicheng Architectural & Planning Design Institute Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu, 223005, China

Abstract: The key technology of intelligent design has a very broad application prospect in the construction of subway station, which is an important direction of subway station development. According to the characteristics of prefabricated subway station, improve the efficiency of assembly construction, promote the application of assembly structure, introduce parameterization in the structural design of assembly subway station and determine the parameterized characteristics of station structure. Its advantage is to shorten the design cycle and reduce the cost of redundant labor and time. This paper mainly analyzes the key technology of intelligent design.

Keywords: subway; prefabricated station; intelligent design; key technology

引言

随着我国城市化进程的加快, 城市交通面临着越来越大的压力。环保的运输方式才符合铁路运输可持续发展的原则。然而, 目前我国的地铁车站建设主要采用传统的建筑施工生产方式。这种生产方式工业化程度低, 施工效率低, 用工需求大, 材料损耗大, 资源能源消耗大, 不能满足节能减排可持续发展对环境保护的要求。

1 概述

混凝土浇筑在我国已经使用了很长时间传统的建筑技术具有粗放型、产业化的特点。施工质量低, 建筑材料和材料的损失其缺点很多, 如垃圾量大, 建筑生命周期长、能耗高等。能源消耗和重废弃物的现状对环境和经济效益产生了重大影响。装配置结构包括工厂生产、现场组装和部分浇筑, 具有批量生产、节约材料、提高建筑效率、便于冬季施工、提高工程质量等优点。将装配方法转变为工厂化生产, 是建筑业现代化的重要组成部分, 是建筑实现工业化、电脑化、智能化的前提^[1]。

2 传统技术与装配式技术的区别

2.1 传统装配技术

地铁站的传统施工需要大量人力, 大量原材料消耗、施工现场及人行道材料运输交通影响大, 环境噪声扰民严重。地铁施工中采用安装技术进行现场组装, 可大大提高工程质量, 加快施工进度, 缩短工期城市地面交通的影响可以满足城市地下建筑高效环保的要求。

2.2 装配式混凝土结构

相当于混凝土结构的预制混凝土结构结构分为一系列装配构件, 然后可靠连接。地铁装配车站结构设计的发展在初始阶段, 各部件的尺寸参数不清楚, 因此有必要对参数进行检查只有通过模型试验和力学性能分析才能确定结构。这要求组件模型本身是灵活的、易于修改的, 并且传统的设计一经改变就需要手动操作

相应结构模型的适应需要大量的重复复杂性^[2]。努力工作会导致劳动的浪费和时间的增加。随着现代计算机技术的飞速发展, 参数化设计作为一项新技术显得越来越重要许多新的设计方法被应用于结构设计领域。参数化设计是指模

型的结构保持关系不变, 在这个假设下, 形状和尺寸受到群参数、不同参数的限制生成不同于装配结构, 从而开发的不同实体模型。

因此, 要适应设计技术的变化, 解决装配结构的问题介绍了参数化的思想在装配式地铁车站建设中的作用, 装配式地铁车站的设计非常重要通过形式化分析确定参数性质, 并采用智能计算本文定义了车站结构的内部和块间连接机制。基于二次开发技术, 开发了 CATIA 互联软件 ABAQUS 软件将参数化设计与智能有限元计算相结合创建一套完整的装配式地铁站结构集成设计智能、参数化建模和结构计算设计技术缩短了设计周期, 提高了设计效率。

3 CATIA 软件和 ABAQUS 软件的二次开发技术

为解决基于 CATIA 模型设计软件和 ABAQUS 有限元软件的通用设计计算软件适应性差、效率低的问题, 利用二次开发接口扩展了软件的功能, 并根据地铁预制车站的结构设计要求, 开发了一个高效、易用的设计系统。

3.1 CATIA 的二次开发两种方法

3.1.1 组件应用架构 (CAA)

CAA 以 C++ 为开发语言, 采用 COM 技术。外部进程可以访问 COM 组件来创建和修改 CATIA, 支持 OLE 技术, CAA 开发方法可以实现 CATIA 的全面运行, 功能强大, 但是它必须在 C++ 的快速集成开发环境 (rad) 中进行开发, 该环境包含了大量复杂的设计模式, 启动困难。

3.1.2 自动化 API

利用宏录制功能, 软件自动捕获用户的操作并自动生成 VBScript 代码。开发人员可以修改代码来创建自己的程序; 自动化组件使用 VBScript 作为处理工具, 自动化 API 可以与任何 OLE 兼容的平台进行通信, 与 CAA 相比, 这种开发方法使用起来越来越简单, 不需要在 CATIA 中增加开发环境即可完成。它适用于相对简单的建筑结构的建模和开发。

3.2 ABAQUS 软件的二次开发

ABAQUS 软件是国际公认的大型通用非线性软件它是一个最全面的有限元分析软件, 涵盖了广泛的材料库以及单元库, 用于各种复杂的线性和非线性技术问题具有良好的分析和处理能力。

4 新型装配式地铁车站智能设计流程

4.1 总统设计思路

以装配式地铁车站前期工程中的块体模式为模型设计依据, 对车站结构各块体的形状进行分析, 确定各块体的参数特性。块结构内部的连接和块之间的连接机制由智能算法产生。界面开发基于预制地铁车站的设计特点, CATIA 实现程序基于 VBA, ABAQUS 实现程序基于 Python。通过读取界面上的输入数据 (包括车站断面的块体尺寸、车站长度参数、有限元计算参数等), 可以再次快速确定 CATIA 软件的三维车站模型, 并将生成的模型导入 ABAQUS 软件中, 进行了完整的有限元分析^[3]。

4.2 具体流程

4.2.1 确定参数特征

将装配式地铁车站结构进行区域划分, 通过对于各分块形态进行分析, 确定主体结构、防水密封槽、内部空腔等, 并且以此来确定形态基本参数。

4.2.2 建立联动机制

为了确定某些形状参数, 还确定了其他相关形状参数。当改变块体模型的某些形状参数时, 块体和其他块体的尺寸以及相应的堆体、船体、空腔等的位置。因此, 结合地铁车站的设计特点, 分析了各区段基础参数的拓扑关系和结构特点, 确定它们的相关特性: 如果确定了台站块部分的参数, 则自动计算先前相关的其他参数; 在改变一个块的基本参数值时, 可以智能调整其他块的尺寸和相应位置, 保证车站横断面和纵断面的完整性。

4.2.3 CATIA 参数化建模的实现

根据建立的参数化特性和连接机制, 用 CATIA 编写了执行程序, 首先利用 Excel 的 VBA 开发功能, 在后台连接并启动 CATIA 软件, 然后手动建立录制的 CATIA 宏, 将代码中的尺寸信息替换成已经确定的参数信息, 同时设置参数联动机制。这样就可以实现基于 CATIA 软件的装配式地铁车站参数建模。

4.2.4 实现有限元智能计算

首先, 用 VBA 生成 ABAQUS 可执行文件 Python 脚本文件。在编写脚本文件之前, 需要确定计算的参数, 包括车站

结构参数、地面参数和荷载参数。按《结构荷载规范》(GB 50092012) 确定后以及 GB 50157-2013《地铁施工规范》，可以编写代码在施工阶段对结构进行计算并可以使用可能出现的最不利荷载组合。

关于用户工作目录中的 VBA 打印命令名为 ABAQUS 的 Py 格式文件，生成的 CATIA 三维台站模型导入 ABAQUS 软件，通过读取有限元计算的参数，自动、智能地将材料特性、载荷、接触副添加到模型中，最后得到了地铁总装图。对车站结构进行了计算，同时程序可以对安装进行控制，如果轨道结构参数或有限元计算参数发生变化，智能计算结构上荷载值的变化并应用于模型。同时，可智能调整接触面位置，避免尺寸变化。并对接触网造成的故障，进行自动调整，保证其正常工作有限元求解比较顺利。

4.3 操作流程

4.3.1 输入装配式地铁车站结构基本参数

在子界面上组装地铁车站外形参数，根据子接口提供的相关图形信息被输入所有尺寸参数和桩号长度数据。在有限元模型中在计算参数子界面，输入有限元计算的所有相关信息参数。

4.3.2 生成分块

再次点击预制地铁车站结构尺寸参数子界面的“生成块体模型”按钮，在 CATIA 软件中生成三维模型；或者直接在软件主界面上，点击“结构块生成”按钮生成所需的结构。

4.3.3 将分块装配为车站模型

在软件主界面上，点击“结构块组装”按钮，将生成的块装入车站横断面，然后根据用户输入的车站长度数据，将车站横断面纵向装入完整的车站模型，或者跳到另一步，点击软件主界面上的“结构块生产组装”按钮，成为车站模型。

5 总结

总的来说，通过将参数引入设计中，以参数特征作为建立联动机制依据，利用软件实现有限元智能计算，随着模型对参数自动调整，从而减少了重复性、大量的手动操作。装配式地铁车站结构从方案设计、参数优化到结构计算的整体施工，促进了车站结构设计向智能化发展，为装配式地下结构的推广应用提供了技术支持。

[参考文献]

- [1]何冠鸿,翟利华,卢晓智等.装配式地铁车站技术研究与应用现状[J].建筑标准化,2019(4):12-14.
- [2]王秀妍.新型装配式地铁车站智能设计关键技术研究[J].铁道标准设计,2021,66(2):3-7.
- [3]张兴华.CATIA 二次开发应用于铁路箱涵出入口建模[J].铁路计算机应用,2018,27(1):43-45.

作者简介：何云侠（1978.12-），工作单位江苏美城建筑规划设计院有限公司，毕业学校西安建筑科技大学。