



The Application of BIM Technology in Construction Management of Electromechanical Installation of Subway

Zhang Xueliang

China Communications Electrical and Mechanical Engineering Bureau Co. LTD, Beijing, China

Email address:

12121582@bjtu.edu.cn

To cite this article:

Zhang Xueliang. The Application of BIM Technology in Construction Management of Electromechanical Installation of Subway.

Asia-Pacific Journal of Civil Engineering and Architecture. Vol. 1, No. 3, 2019, pp. 21-25.

Received: September 4, 2019; **Accepted:** October 28, 2019; **Published:** February 21, 2020

Abstract: In this paper, the application of BIM technology in design deepening, factory prefabrication and modular installation is introduced in detail. The application process of BIM technology is introduced in detail from the design - BIM Model deepening - factory processing - modular installation of the construction organization model. Which solves the problems of the BIM model caused by the model and the field, and further explores the linkage method of the BIM technology and the factory processing, and solves the series of problems brought by the construction site processing, Mechanical and electrical installation of construction management provides a new way of thinking.

Keywords: Subway, BIM, Mechanical and Electrical Installation, Factory Prefabricated Processing, Modular Installation

BIM技术在地铁机电安装施工管理中的应用研究

张雪亮

中交机电工程局有限公司, 北京, 中国

邮箱

12121582@bjtu.edu.cn

摘要: 通过在青岛地铁13号线机电安装项目中的实际应用, 以解决施工问题和将BIM技术的切实应用为出发点, 详细介绍了BIM技术在设计深化、工厂化预制加工和模块化安装的应用过程, 形成从设计-BIM模型深化-工厂化加工-模块化安装的施工组织模式。解决了因模型与现场不符而引起的BIM模型应用困难, 并在此基础上进一步探索出了BIM技术与工厂化加工的联动方法, 解决了施工现场加工所带来的一系列问题, 为地铁机电安装工程的施工管理提供了新的思路。

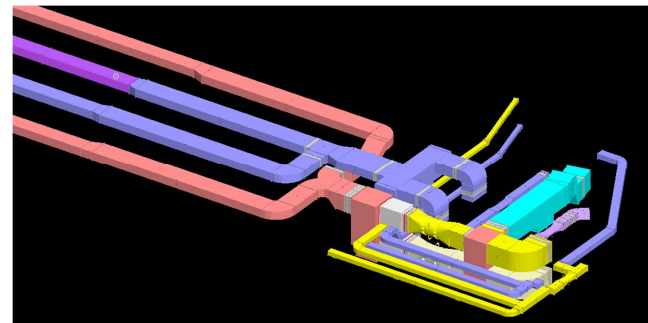
关键词: 地铁, BIM, 机电安装, 工厂化预制加工, 模块化安装

1. 引言

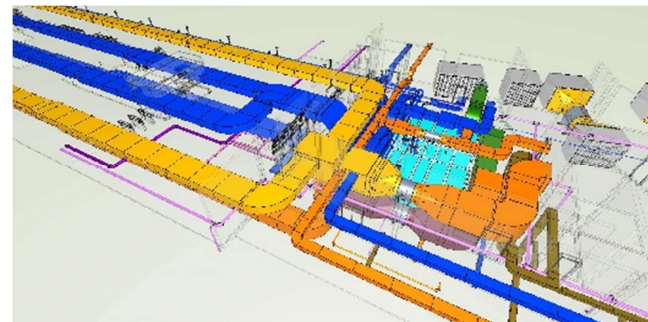
随着中国城镇化进程的不断推进, 城镇人口的数量不断增长以及人们生活节奏的加快, 城市交通负荷大幅上升, 交通问题严重。地铁、轻轨等轨道交通设施成为解决城市交通拥堵的重要措施和加快城市和地区经济发展的关键纽带。作为城市大型基础设施, 地铁信息化

集中程度高, 车站主体结构内部包含通信、信号、AFC、FAS、BAS、PSD等众多系统。机电(通风及空调、给排水及消防、动力照明)系统进行管线综合排布时需要考虑与其他系统的配合和检修空间的预留, 加之设备区走廊空间狭小, 管线错综复杂, 以CAD施工图纸为基础的传统建设工程技术手段和管理方式很难满足地铁机电安装施工管理的需要。

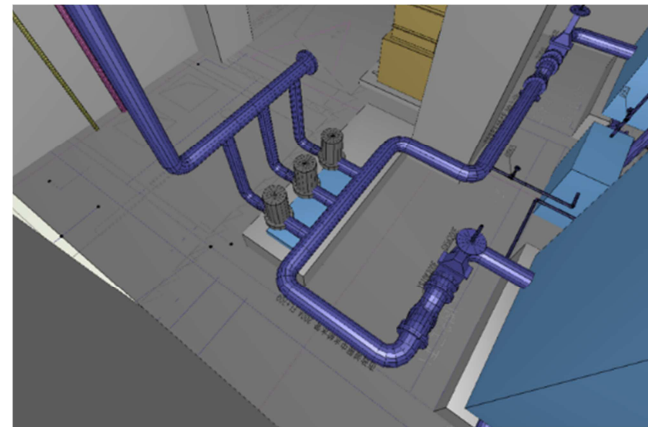
BIM（Building Information Modeling）作为一种信息化技术，以三维模型为基础，为方案设计、系统分析、深化设计、造价管理、进度管理和运营管理等建筑全生命周期提供直观、全面和带有关联性的信息，越来越多的应用在地铁机电安装工程项目当中。施工企业对应用BIM技术带来的直接效益也使得自身的主观能动性更强[1]，但由于大多数企业对BIM的定位和利用BIM达到的目标不明确，可供施工企业使用的BIM软件体系也并不完善，BIM的应用效果并不理想。目前，大多数机电安装工程的BIM应用仍停留在管线碰撞检测的阶段，但是由于软件功能、设计深度的限制，建模时常忽略管道连接尺寸、支吊架尺寸，对设备安装检修空间的预留也常常不合理，模型与实际存在较大偏差，使得模型很难应用于实际施工当中。在对于BIM技术的4D（进度管理）、5D（成本管理）



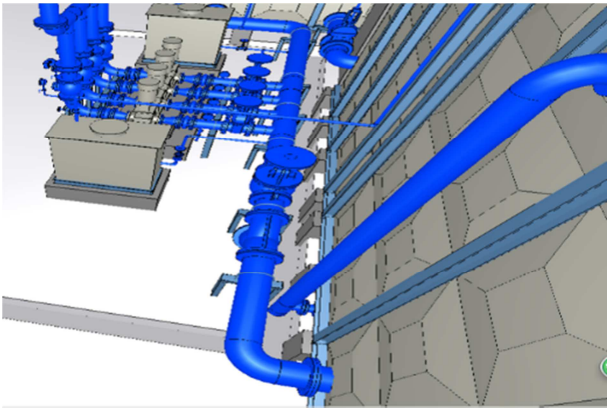
(a) Bentley通风系统模型



(b) Rebro通风系统模型



(c) Autodesk Revit给排水系统模型



(d) Rebro给排水系统模型

图1 Autodesk Revit、Bentley、Rebro机电模型对比。

的应用上，由于基础模型的失真，以及忽略影响因素众多，很难在实际安装过程中起到指导作用。BIM技术在机电施工中的价值是技术手段向管理手段的转变^[11,12]，单纯的管线综合优化和失真的进度、成本模拟也很难带来传统施工组织模式的改变[2]。

本文以青岛地铁13号线机电安装工程为背景，通过对BIM核心建模软件的对比选择，应用专业机电BIM建模软件Rebro行设计深化，考虑各种实际因素影响提高模型颗粒度，并根据实际经验总结了管线深化设计思路。将BIM模型与工厂预制化加工技术和现场模块化安装理念相结合，探索出了由设计-BIM模型深化-工厂化加工-模块化安装的施工组织模式。

2. 工程概况

青岛地铁13号线工程位于青岛市西海岸经济新区，总体呈东北—西南走向。线路起于青岛经济技术开发区的陵江路站，终于董家口火车站，线路正线长69.94km，设车站23座（其中地下站9座，高架站14座），平均站间距3.13km。其中机电工程包括：低压配电与照明系统安装、给排水及消防系统安装、通风空调系统安装及设备区和公共区的二次砌筑装修。工程管线复杂，排布困难，在PPP总承包模式下，工程量大，工期紧张，全线标准统一，对工程质量要求严格。

3. BIM软件的选择

BIM软件根据参与方不同、专业不同、阶段不同、深度不同可以分为多种类型，其中最基础的是BIM核心建模软件。通过核心建模软件建立三维模型同时设定模型的各项基本信息提供其他功能性软件使用[3]。由于建筑、结构、机电在本质上的差异，由一种软件同时完成三个专业的建模是十分困难的。目前建筑类建模软件可以分为Autodesk Revit、Bentley、ArchiCAD三大流派。Bentley凭借健全的设计建模平台MicroStation、协同和共享平台ProjectWise、资产运营平台Assetwise以及对不规则图形及复杂图形的设计优势而更适用于基础设施领域。对于机电类建模软件，Autodesk Revit、Bentley都集成了各自的机电设计模

块,日本应用较多的是专门为建筑机电设备专业开发的BIM软件Rebro(莱辅络)。作为机电施工企业,选择软件时应从实际中遇到的问题的角度出发选择适合管理模式的软件。

传统机电安装施工过程中,现场需要对风管、水管、综合支吊架等安装部件手工加工制作,产品质量参差不齐,效率低下,施工场地内成品、废料随意堆放,很难做到合理规划布置。二维施工图纸指导的安装过程中常因“错、漏、碰、缺”导致返工,与现场加工模式形成恶循环。随着工业技术的进步,工厂化预制加工逐渐代替手工加工制作[4],而在施工中实现工厂化预制需要足够细致的深化设计作为支撑。

图1为Autodesk Revit、Bentley和Rebro建立的机电模型,可以看出Rebro建立的模型考虑了更多细节,管件模型与实际更加相符。通过对比和实际应用可以得出,Rebro除拥有碰撞类型识别检测、碰撞检查等传统功能外,对于机电安装施工的指导还有以下优势:

- (1) 可以定义单位风管长度尺寸,风管可按尺寸自动分解;
- (2) 可考虑风管法兰链接、水管螺纹链接等管件链接尺寸;
- (3) 可对分解后的管线模块编号;
- (4) 可根据风管、水管、法兰、桥架、支吊架等模型部件自动生成加工图。

此外Rebro的软件安装后占用内存不足1G,相比于Autodesk Revit、Bentley更加轻便,对电脑配置要求低,操作方便,可以实现管道间和管道与设备间接口的自动连接,建模效率是Autodesk Revit和Bentley的数倍。因此Rebro更加适用于施工企业实现BIM模型对工厂化加工的指导[5]。

4. BIM指导设计深化

BIM模型的深化不仅是软件功能的体现,更重要的是深化思路和流程。建模过程中需要根据各专业安装先后顺序确定风管、水管、桥架的层次和顺序,避免碰撞的同时,还需考虑检修空间的预留以及动照线路与各种自控信号线路间的干扰。主要工作流程如下:

4.1. 二维图纸优化

设计平面图可作为模型路由走向的参照,但由于设计院出图水平存在差异,有时剖面图还需要进行初步的优化,考虑综合支吊架占用的空间,进一步合理布置管线,起到对模型标高的辅助参考作用;

4.2. 三维模型建立

参照各专业图纸及管线综合剖面图,根据管线、桥架的规格、标高及位置信息,分别绘制三维模型;

4.3. 三维模型深化

将各个专业模型整合至一个模型中,通过CG动画观察各个专业管道、桥架走向,检查各专业模型之间存在的碰撞以及排布不合理的地方,在满足规范与功能的前提下

对管线位置进行调整,是各专业管线互补碰撞,路由清晰,简洁美观,便于安装及后期检查维修(图3);

4.4. 模型精调

整个模型调整完毕后,由于首先保证了功能性和路由顺畅,所以部分管段长度会带有小数,不利于工厂化加工的生产。因此需要将非标准长度管段进行精调,做到“化零为整”,尽可能的使每段管线调整成为方便生产的整数长度。

4.5. 套管及空洞确定

最终模型精调后,使用软件自动生成过墙套管,导出包含尺寸、长度、位置和标高的套管清单,方便土建及二次砌筑施工队伍精准预留孔洞;

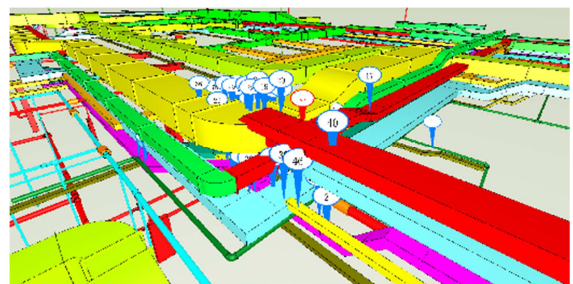
4.6. 管段编号尺寸输出

通过软件分别对各个专业管段、管件、套管进行统一编号,生成与编号一一对应的管材清单、生产材料清单和加工图,提交生产厂商进行工厂化生产。

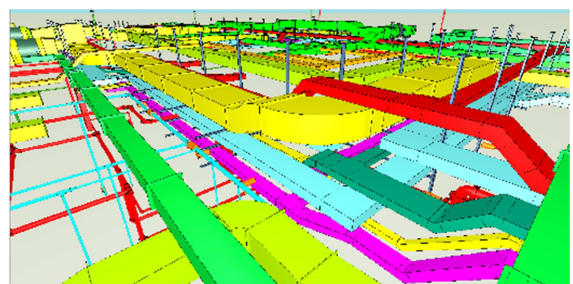
通过上述六个步骤,可以实现二维图纸向三维BIM模型的深化,以及根据三维BIM模型结合软件功能输出各种参数信息,为工厂化预制加工提供生产参数。精细颗粒度模型与工程实体形成映射,为现场安装提供了参照,也为运营维护阶段提供了可靠的信息[6]。

5. BIM指导风管工厂化加工

传统的手工风管加工需要经历下料-平铺-建立标准模板-画线-剪裁-咬口-翻边-折方-合缝-法兰铆接十个步骤才能形成成品风管。手工加工的风管不仅在尺寸上存在较大误差,导致安装时存在无法配合的情况,而且手动咬口、合缝很难达到气密性标准。



(a) 深化前管线综合模型



(b) 深化后管线综合模型

图2 三维模型深化。

对于异形风管的制作更需要工人有丰富的经验，在脑中

中将立体的风管展开为平面图，画线、剪板等过程耗费时间的同时还产生很大的噪音和原材料的浪费。通过BIM模

型，直接生成二维CAD加工图解决了风管制作过程中最困难的建模过程，机械化设备在生产效率和产品质量上也有大幅提升[10]。



图3 标准风管加工流程。

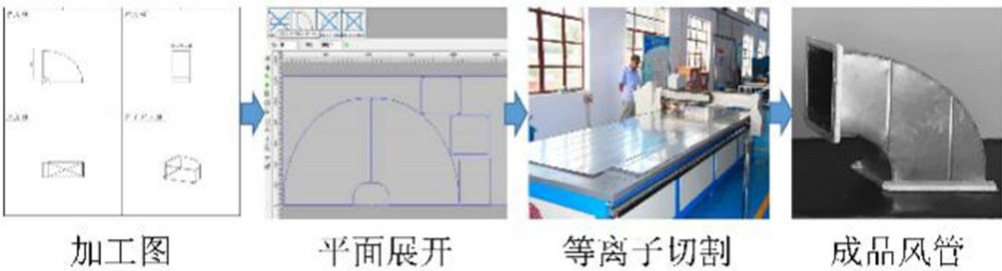


图4 异形风管加工流程。

图4为标准风管的加工流程图，通过加工图确定风管尺寸，将尺寸输入“五线”设备即可一次性完成压筋、剪板、咬口、翻遍、折方五道工序形成半成品风管，再经气动合缝机合缝，液压铆接机将风管与法兰铆接即可加工成为成品风管。整套流程工作效率极高，单日可生产标准风管1800m²，仅需4个人即可完成所有工序，效率是手工加工风管的20倍以上。图5为异形风管加工流程图，BIM生成的三维加工图先展开为二维加工图纸，将二维图纸输入等离子切割机，即可完成对钢板的切割过程。相比于手工剪板，等离子切割机可大幅度提高剪裁的精度，并且可先通过CAD将加工图合理排列，降低废料的产生[7]。

7.1 BIM指导的设计深化实现了虚拟模型到安装实体的一对一映射，为设备构件生产、运输、进场验收、存储、安装、调试全过程信息管控和利用BIM；

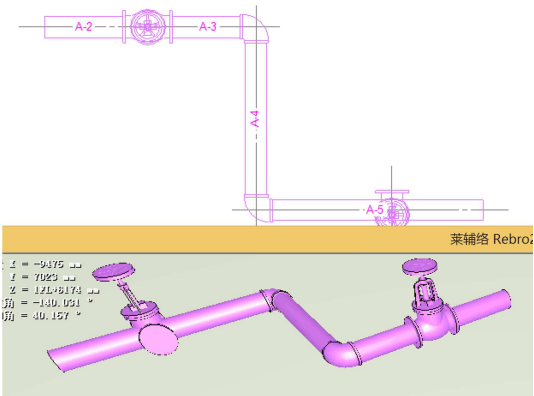


图5 管道编号。

6. BIM指导机电施工安装

安装部件出厂前，根据之前由BIM软件对部件位置及安装信息的编码(图6)，通过二维码技术进行标示(图7)。现场技术人员可扫码获得安装部件的详细信息，并通过平板电脑将不同专业管件模块的位置与现场实际位置一一对应即可完成精准的施工安装。通过软件模型还可对各个专业整合模型观看测量校对安装情况，实现对管道、设备的准确监控，保证安装质量[8]。

7. 结论与展望

BIM技术与工厂化预制加工和现场模块化安装的有机结合，形成了由设计-BIM模型深化-工厂化加工-模块化安装的机电安装施工组织模式，以精准的BIM深化模型为基础实现了BIM技术应用的落地，其优势如下：



图6 二维码标识。

模型进行施工技术交底、安全交底、施工模拟提供了基础;

7.2 BIM指导的风管工厂化加工在PPP总承包模式下实现了全线风管标准的统一。规模化生产可缩短制造工期,大幅提升效率,充分利用机械设备,减少人力。生产流水线加工更易于产品质量的保证和监控。工厂化预制不受天气的影响、不受土建和设备安装条件的限制,便于施工现场布置,缩小施工场地面积,同时保证了施工安装的精度,减少了因配合不当引起的损失[9];

7.3 BIM指导的模块化安装,可大幅提高现场安装的准确性。现场减少了切割、焊接等明火出现,降低了火电安全隐患,以及音、光、尘、味等多元污染。模块化安装,整齐美观,可替换,便于后期维护与循环利用。安装工序得到明显简化,便于施工过程的监管和控制。

综上所述,BIM技术指导的施工组织,在土建施工阶段即可切入,结合土建完成尺寸优化模型、精调、编码、工厂加工、模块化安装。将传统由工人的技能水平决定工程质量转变为标准统一的高质量安装。传统工程人工费在成本中的占比一般是30%,在设计-BIM模型深化-工厂化加工-模块化安装的施工组织模式下,对工人数量需求的降低和对工人技能要求的下降能够大幅削减人工费的支出,在PPP总承包模式下,全线可节省的人工费数量十分可观。

在设计-BIM模型深化-工厂化加工-模块化安装的实施过程中,还有很对管理和技术问题需要解决,比如,工厂化加工的引入改变了传统的作业流程,对于施工队伍的招标和进场时间的把握还需要经过周密的规划[11];水管与风管的链接模式不同,虽然考虑了螺纹连接的尺寸,但现场安装过程中仍很难把控螺纹选入的深度,使得安装过程出现误差,且难以拆卸和替换,这对既能满足承压要求,又能保证安装精度的新的水管连接方式提出了要求。最终技术的革新要向管理的革新转变,还需要更多的努力进行探索,这样才能形成可复制的,具有普遍意义的施工组织模式。

参考文献

- [1] 裴志超. BIM技术在暖通空调施工中的应用分析[J]. 土木建筑工程信息技术,2018,09:9-13.
- [2] 周刚. BIM在在地铁车站冷水机房管道预制施工中的应用研究[J]. 管线工程,2017,03:122-126.
- [3] 巫峡. BIM技术在机电安装施工中的应用[J]. 工程技术,2018.06,367-638.
- [4] 吕艳. BIM技术在设备用房的应用研究[J]. 附件建筑,2017,07:229-231.
- [5] 黄勇,刘伟. 基于BIM的消防泵房装配式安装技术[J]. 结构施工,2018,07:1160-1162.
- [6] 沈亮峰. 基于BIM技术的地铁综合管网工厂化预配安装[J]. 交通科技,2018,01:286-287.
- [7] 王忠诚,王磊,张桥. 基于BIM技术的地铁车站机电综合管线排布应用[J]. 土木建筑工程信息技术,2016,03:66-73.
- [8] 吴守荣,李琪,孙槐园,王军战. BIM技术在城市轨道交通工程施工管理中的应用与研究[J]. 铁道标准设计,2016,11:115-119.
- [9] 杨震卿,张红,张莉莉,赵巍,张晓玲. BIM技术在机电施工中的应用研究[J]. 建筑技术,2015,02:132-134.
- [10] 何关培. BIM和BIM相关软件[J]. 土木建筑工程信息技术,2010,04:110-117.
- [11] 孙润润. 基于BIM的城市轨道交通项目进度管理研究[D]. 中国矿业大学,2015.