

BIM 技术在某大型商业建筑制冷机房装配式深化设计中的应用

杨庆基¹ 张立君² 关翔文¹ 刘津良¹ 兰信颖¹

1 沈阳工业大学

2 江苏超力电器股份有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i11.5026

[摘要] 本文以合肥市高新区某大型商业建筑制冷机房为研究对象,探讨BIM技术在装配式深化设计中的应用。针对原图纸管路排布凌乱、设备位置不合理等问题,依托BIM技术开展图纸深化与初始模型创建工作。通过碰撞检测、支吊架细化等方式优化模型,遵循空间适配、运输吊装限制等原则拆分预制构件。同时借助三维可视化设计实现“先模拟、后施工”,提前排查碰撞问题并优化施工工序。应用结果表明BIM技术的运用实现了预制构件误差精准控制,大幅缩短设计与施工周期,降低成本,为装配式制冷机房的高效建造提供了技术支撑。

[关键词] 建筑信息模型BIM; 装配式制冷机房; 三维可视化; 模块化预制

中图分类号: TB65 **文献标识码:** A

Application of BIM Technology in the Prefabricated Detailed Design of a Large-Scale Commercial Building Chiller Room

Qingji Yang¹ Lijun Zhang² Xiangwen Guan¹ Jinliang Liu¹ Xinying Lan¹

1 Shenyang University of Technology

2 Jiangsu Chaoli Electric Appliance Co., Ltd.

[Abstract] This paper takes the refrigeration machine room of a large commercial building in Hefei High-tech Zone as the research object, exploring the application of BIM technology in prefabricated detailed design. Addressing issues such as disorganized pipeline layouts and irrational equipment placement in the original drawings, the study leverages BIM technology to conduct drawing refinement and initial model creation. Through collision detection and detailed support refinement, the model is optimized, while prefabricated components are divided according to principles such as spatial adaptability and transportation hoisting constraints. Additionally, 3D visual design enables "simulation before construction," allowing for early collision detection and construction process optimization. The results demonstrate that the application of BIM technology achieves precise error control in prefabricated components, significantly shortens the design and construction cycle, reduces costs, and provides technical support for the efficient construction of prefabricated refrigeration machine rooms.

[Key words] Building Information Modeling (BIM); Prefabricated Refrigeration Machine Room; 3D Visualization; Modular Prefabrication

引言

BIM(Building Information Modelling)是一种应用建筑信息模型和数字图像技术来实现建筑设计、建造和营销的一种方法。相较于传统的根据二维图纸进行的设计与施工,使用Revit建模对设计方和施工方来说都有很大的优势。解决了传统二维CAD图纸因表达复杂性受限,无法跨专业合图、仅能按专业分绘单张图纸的问题,施工起来也更加的方便高效。未来,BIM技术将在人工智能和深度学习、智能网络技术和互联网物联网(IoT)技术等方面进行发展。

1 装配式深化设计的意义

1.1 装配式机房概述

装配式建筑是指采用标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、信息化管理、智能化应用的建筑。与传统现场浇筑建造方式相比,装配式建筑具有节能、环保、高效等优势,代表建筑业发展趋势^[1]。装配式机房主要由四个分支构成: BIM技术设计(design)、工厂化加工(prefabricate)、物化运输(transport)和装配化施工(assemble)。通常被简称为DPTA装配式机房。其中,装配式机房可被分为两类: 构件式机房和模块化

机房。对构件式机房,对加工场地和设备要求不高,减少材料和人工的成本,但是存在很大的安全风险,容易返工。而对于模块化装配式机房,可以保证现场组装无误差,可以缩短工期并有安全保障。但与此同时,增加了人工成本和运输成本。

1.2 装配式深化设计的意义

装配式机房有着很好的利用价值。在时间方面,传统工艺受场地限制会影响功效,对劳务需求大且容易受环境影响,但对于装配式机房会大大减少劳务依赖,节省时间。在质量上,与传统工艺相比,会提供更好的环境,机械化焊接,大大降低出现的质量问题。在成本方面,装配式工厂能大幅减少焊接工人及技术工种的用工需求,材料损耗减少,管控得当,综合加工成本基本可控。在安全方面,人员稳定,减少了现场施工作业的时间。在装配式建筑设计过程中,深化设计非常重要。其指在方案设计的基础上,进一步细化建筑系统、部品部件的设计,直至形成可供加工制造装配的最终施工图。装配式的深化设计需要考虑构件的模数协调、标准化连接法、吊装工艺等因素。传统的二维深化设计方式不能全面考虑构件之间的空间关系,设计过程繁琐,构件加工和安装过程中经常出现问题。但采用BIM技术进行三维可视化的深化设计,可直观表达各构件几何信息,通过碰撞检查等手段,提前发现并解决问题,进而提高设计质量和效率^[2]。因此,装配式深化设计是装配式建筑实现高质量、高效率建造的关键环节。

2 工程概况

本工程位于合肥市高新区,总建筑面积达95712.29m²,地上建筑面积95712.29m²,地下建筑面积66507.76m²。地上商业功能构成主要为零售、餐饮、儿童娱乐设施、KTV、影院,38.65m,地上建筑耐火等级为一级,为高层公共建筑。制冷机房位于地下一层,设有三台1000RT离心式制冷机组及一台700RT离心式制冷机组,此外还设有冷冻水泵、冷却水泵、分、集水器、补水及定压装置,原方案分析

制冷机房原水管路和基础布置分析

通过对原图纸的分析,总结图纸中的问题如下:

(1)制冷机房面积较小,原图纸中管路走向错综复杂,管道排布密集,管道之间的空间狭小,管路拐弯较多,看起来非常凌乱。(2)原图纸对机房的主要通道的空间预留考虑不周,没有给制冷机房的安装、运维预留足够的空间。(3)原图纸中设备位置和空间设置不合理,尤其是45°倾斜的水泵,且位置排布分散,为后续机房管路的排布和设备运维增加了工作难度。(4)未采用装配式设计,整体的设计和施工工作都更为复杂和繁琐,工作效率也更低。同时,因未进行模块化的预制设计,安装过程中产生的误差会更大。

3 装配式制冷机房深化设计在工程案例中的应用

3.1 图纸深化及BIM初始模型创建

3.1.1 控制要点

(1)按机房现场空间进行设备及管线布局的调整,但系统原理不得改变;(2)在图纸深化时,应留出设备与周边建筑物的距

离,并留足日常检修通道。管线合理避让,集中布置整齐、美观;(3)BIM模型创建时,设备、部件及管线族库应准确区分,便于后期修改。建模时应考虑管道保温层厚度、支吊架的设置位置等细节问题。

3.1.2 图纸优化与初始BIM模型

根据装配式设计原则,基于原图纸管路排布凌乱、设备安装位置不合理等问题,对原CAD图纸进行优化设计,对设备位置进行重新设计,对管路走向进行重新排布。

首先,对机房内的设备位置进行重新调整,并相应调整设备基础的位置。将制冷机组全部竖直布置在机房的上方,再将所有45°水泵调整成水平布置,与其他水泵一起布置在机房两侧,机房左侧水泵为冷却水泵,右侧水泵为冷冻水泵,左右五台水泵由上到下依次为3台大泵和两台用于一用一备的小泵。机房下方为分、集水器,左侧为分水器,右侧为集水器。与原图纸相比,调整后的设备布局更加紧密,空间利用更加充分,布局更加合理,更利于后续装配式施工设计。在完成设备的布置之后,基于施工规范和设计手册,对所有管线进行重新设计及连接。相比于原图纸管路的凌乱排布,修改后的管路走向更加清晰明了,更利于后续模块化施工装配。

3.1.3 BIM模型优化

①控制要点:(1)在深化过程中解决管道交叉问题,对平面布置、基础布置、管道净高、检修空间进行优化;(2)模型中细化支吊架,提升机房整体美感;(3)细化管道颜色及水流方向标识,方便后期运维人员进行设备维护。②优化后的BIM模型;③模块化预制构件

通过对管路进行碰撞检测、支吊架安装及净高分析,优化后的BIM模型如图-1所示。

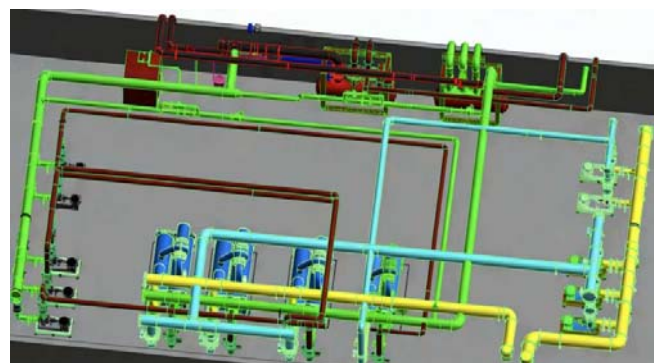


图-1 优化后的BIM模型

(1)模型拆分原则。①结合机房的建筑尺寸和建筑结构的位置空间进行拆分,保证预留的安装空间不小于拆分管段的长度^[3]。②综合考虑起重吊装设备的能力,道路运输和现场二次运输过程对构件尺寸的限制等因素。当直管段长度超过六米时,为便于加工和运输,应对管道进行拆分,改用法兰连接。③尽量不增加焊口数量及法兰数量,尽量在管道原有法兰的连接位置进行拆分,以减少连接件带来的误差^[4]。④尽可能的将同类构件拆分成同一规格提高集成度,减少构件的类别。⑤弯头和异形件

禁止拆分,当管段较短或管段两端均有弯头等管道附件时,可将其设计在同一预制构件内,部件的拆分要尽可能的降低安装难度^[5]。(2) 预制加工设计。基于模型拆分原则,根据制冷机房内的管道设备的布局、技术要求、材质和连接方式,将所有预制模块进行分组,分为水泵预制模块、制冷机组预制模块、分集水器预制模块、管道预制模块^[6]。不同类别的预制模块将在经过模型拆分设计和输出图纸后,由工厂根据图纸进行焊接加工,后运输到现场直接进行装配安装。整个装配过程充分利用BIM技术的可视性和高精度的特点,大大减小了施工误差并极大的提高了施工效率,同时达到了精准下料,减少了建筑材料的浪费。以下为各类预制模型的具体设计方案:

(1) 减震基础预制; (2) 管路预制; (3) 设备预制。

在设计设备预制模块时,根据设备种类和系统具体情况进行模型的拆分,尽量把多台设备设计到同一模块内,以提高集成度,方便安装。在对本机房进行模块划分时,将分、集水器分别划分成两个模块,又将所有冷冻水泵、冷却水泵、制冷机组分别依据各类设备的不同型号都划分为两个模块,同一型号的各类设备设计在同一模块内,为各设备模块的具体设计方案。

4 施工模拟

4.1 施工原则

(1) 模块吊装时,要由离吊装口远的模块向离吊装口近的模块安装,防止吊装通道发生堵塞。(2) 所有设备和管道预制模块在运输和装配过程中,应根据不同的尺寸、材质和类型制定不同的移动和安装方案。(3) 在预制模块的运输、保管和装配过程中,需采取相应措施防止其发生损坏和腐蚀。(4) 在吊装、运输前应根据预制模块重量、尺寸、结构和材质选择合适的吊运设备和装置,在吊运过程中将预制模块固定牢靠,防止模块发生形变或发生安全事故。(5) 在所有预制模块进场前,应对其做检查和验收,保证所有预制模块规格、尺寸和型号与设计图纸一致。(6) 各预制模块应在装配完成后进行校准定位,并设置临时支撑等临时固定手段。

4.2 施工模拟及施工方案优化

4.2.1 装配顺序

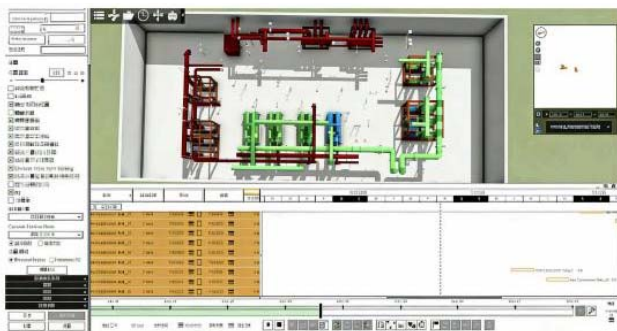


图2 施工流程制作过程

装配式施工动画主要的安装顺序依次为:基础安装、设备模块安装、支吊架安装、管道安装。各模块及管道将从顶板预

留口由吊机吊运至机房内,再利用基础与运输路线间铺设的与基础同高的轨道将其移动至机房内对应的安装位置,由工人完成后续设备及管道的连接和固定。

4.2.2 施工流程设计

将Revit模型导入Fuzor软件后,对施工流程进行设计,考虑到施工的实际情况和施工的合理性,对所有模块和管道添加相应动画,编辑好动画的时间、效果等属性,图-2为施工流程制作过程。

4.2.3 优化成效

精度与质量提升: 预制构件误差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 内,安装一次合格率 $\geq 95\%$ 。工厂机械化焊接提升施工质量,降低现场质量隐患。

工期与成本节约: 设计周期缩短30%,施工周期缩短40%。减少现场焊接与返工工作量,降低人工成本与材料损耗,实现成本可控。

安全与管理优化: 减少现场施工作业时间,降低高空焊接等安全风险。BIM模型实现多专业协同,消除信息孤岛,提升项目管理效率。

5 结语

结合上文所述,BIM技术作为一种三维可视化模型技术,对三维模型的建立、优化、应用过程进一步升级。本文介绍了装配式深化设计技术,并以利用此技术对同一建筑内制冷机房进行深化设计的过程为例,详细说明了模块化装配式制冷机房的设计、装配流程。总结出了BIM技术的应用重点。随着BIM技术在装配式制冷机房中的应用,为大型商业建筑机电安装工程提供了高效、精准的技术解决方案。未来,随着人工智能、物联网等技术与BIM的深度融合,装配式机房的设计与施工将朝着更智能、更绿色的方向发展,为建筑工业化的高质量发展注入新的动力。

[参考文献]

- [1] 罗珊珊,王乙童,林圭佳. BIM技术在装配式建筑设计中的应用[J]. 中国住宅设施, 2023(12): 31-33.
- [2] 杨滨赫,周庆旭,吴金钛,等. BIM在新型建筑工业化全过程应用与展望[J]. 四川建筑, 2023, 43(6): 30-32.
- [3] 彭军,朱洪涛. BIM在预制装配式智慧化机房中的应用[J]. 工程建设与设计, 2021, (18): 131-133.
- [4] 李平. 基于MagiCAD的BIM技术在安装工程中的应用研究[J]. 建设监理, 2018(11): 18-21.
- [5] 苟红英. BIM和装配式施工技术在设备机房的应用[J]. 广东土木与建筑, 2020, 27(07): 116-118.
- [6] Motamedi A, Hammad A, Asen Y. Knowledge-assisted BIM-based visual analytics for failure root cause detection in facilities management[J]. Automation in construction, 2014, 43: 73-83.

作者简介:

杨庆基(2005—),男,满,辽宁开原人,本科在读,研究方向: BIM技术在某大型商业建筑制冷机房装配式深化设计中的应用。