

基于BIM技术应用的机电安装工程实践探究

查骏徽

合肥科安设备安装有限公司

摘要：作为人类社会文明进步的重要驱动力，机电工程有着相当悠远的历史，机械与电子的完美结合，是实现自动化、智能化的关键基础，其本身涉及系统安装、试运营以及竣工验收等多环节构成，很大程度上影响着建筑的功能性、舒适性。BIM技术的出现及应用，重置了机电安装工程施工模态，工作效率、质量得到了明显提升。本文首先论述了机电工程的特点，并分析了BIM技术优势，其次结合上述认识，就基于BIM技术应用的机电安装工程实践展开了深入探究。

关键词：BIM技术；特点；机电安装工程；应用实践

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.07.024

引言：在信息化驱动的发展新时代，机电安装工程的体量、数量明显增加，是整个建筑工程的重要组成部分。但是客观维度上讲，受多重因素的交织影响，我国现阶段的建筑业生产效率并不高，尤其是方案设计频繁修改、施工中专业协同力不足等问题突出。BIM技术应用在机电安装工程领域，基于精细化建模，使得施工方案优化前置，加强了各专业的协同力，尤其是在大型建筑中，其价值效益突出。

一、相关概述

（一）机电安装

一般来讲，机电安装作为一项重要的工程分类，包括电气、通风、给排水以及设备安装等内容，其质量直接关联到建筑的使用功能及舒适度。尤其是随着现代建筑理念的兴起，机电作为重要的构成板块，其安装工程量日渐扩大。事实上，对于高层尤其是超高层建筑，机电工程同时涉及暖通、电气、通信、照明、消防以及给排水等多个领域的内容，除了安装之外还需进行调试、试运营直接交付使用才算完成。正因为如此，机电安装工程还具有多专业协同的特点，包括土建、装饰装修等，并且需要与市政公用资源进行链接，这就需要制定科学的施工进度计划，明确各工序的衔接要点，从而尽量减少交叉施工的现象矛盾，确保整体工程质量。除此之外，高速发展的社会信息化，使得越来越多的大型机电设备被应用，其吊装、集成、运行、监测等均有着较高的技术要求，需要更高的标准要求对应支持。依托

BIM技术应用，加强机电安装工程全生命周期管理，是满足现代高质量工程建设要求的必然选择。

（二）BIM技术

BIM的初始概念是“Building Description System”，其功能构成较为简单，主要通过图形的方式显示建筑内外部细节特征。随着科技的发展，BIM愈加成熟，被美国NBIMS定义为设施物力特征和功能特性的数字化表达，基于项目信息的共享，为之提供了覆盖全生命周期的决策支持。BIM技术的出现与应用，重置了建筑领域发展样态，是一种有效的建造、管理数据化工具，呈现出可视化、模拟性、协调性以及优化性等诸多优势特点。简单来讲，基于BIM的可视化功能，单一的线条式构件转化为三维立体实物图，增强了构件之间的互动和反馈，其可感性更强。同时，BIM还突破了传统的时空限制，可模拟现实中不可操作的事物，如节能实验、热能传导实验等。又如，基于BIM技术应用的机电安装工程4D模拟，可无限逼近真实地演化机电安装工程施工，并提前规避可能出现的问题，最终获得最佳的指导方案。另外，BIM协调服务特性，还有效解决了各专业设计之间沟通不到位的问题，通过碰撞检测，提高机电安装方案的可行性。基于上述种种，BIM成了机电安装方案优化最有力的技术支持之一。

二、基于BIM技术应用的机电安装工程实践

（一）建立模型

1、原则

某种维度上讲，基于BIM技术应用的机电安装，其成功的关键是信息化精准表达，从而有效指导各参建方操作。在此过程中，要确切目标建筑物的结构特点，深入施工现场环境分析，在符合BIM规范及标准图集要求的情况下，如《建筑信息模型施工应用标准》，确定合理的管线构建模型尺寸、材质等。具体而言，基于BIM技术应用的机电系统建模应当遵循几项基本原则：一是，精准性原则。即所生成的三维模型，需充分考虑各专业管线中管道及其附件的尺寸、位置、标高、数量等设计要素，减少非必要的敷设情况；二是，科学性原则。即严格执行国家及行业规范，与其他专业施工进行适配，以保证安装方案的可行性。在此过程中，要注意

与机电系统二维图纸进行比照，确保三维模型信息的一致性，并及时发现、解决与建筑结构之间的矛盾问题；三是，完整性原则。即基于BIM技术应用生成的机电系统三维模型，需要完整地反映管线上管道、附件等机电设备的构成情况，以保证最佳的应用效果。

2、构成

在整个建筑物的构成体系中，结构模型是最重要的参照之一，亦是机电系统设计的开端。具体实践中，基于Revit软件，用标高、轴网生成中心文件，之后链入CAD文件，最终建立三维可视化模型，确定好墙、门、窗等构建位置，为机电设备管线的布设奠定基础。因此，精准标注各类建筑构件的尺寸尤为关键。同时，基于CAD创建的二维图纸，在Revit软件中执行Mechanical、Plumbing操作，并链入土建的参照模型，确定暖通模型的具体平面位置，包括空调、风道、设备等。另外，鉴于机电安装工程中给排水的复杂性考量，该板块的建模关键在于标高、管径和管材等，在确定了管道的平面位置布置后，精确标注管道中心的标高，并运用“结构层高-梁高-安装距离-管道半径-管道保温层厚度=管道中心标高”的计算公式敷设未注明布置。为了最大限度地保证建模精度，应参照设备表中的参数选择绘制管路附件和机械设备，并紧密结合即已生成的土建模型，标明正确的管路附件开启方式，以提高碰撞的有效率，减少其他专业工作量。除却上述这些，执行Revit软件中的Electrical操作，并运用过滤器完成电气系统建模，包括基于槽式桥架的弱电系统和基于电缆桥架的强电系统两部分构成。

（二）深化设计

1、碰撞检测

机电安装工程中的碰撞检测，能够有效发现各专业模型之间的布设碰撞点，从而减少交叉施工的问题，是获取最优管线综合设计方案的关键环节。根据碰撞方式的差别，碰撞检测可分为硬碰撞和软碰撞两类。其中，前者是指实体之间存在一定的不被允许的空间交集，例如各专业标高设计不一致可能会出现此类情况，需要基于BIM模型进行调整；后者是指实体之间存在允许的空间交集，此类情况不做处理。同时，根据碰撞范围的差别，碰撞检测又分为单专业碰撞和多专业碰撞两类。前者可利用Revit软件中的碰撞检测功能完成；后者则重点依托Navisworks软件完成，促进建筑、土木、机电等专业之间的协调配合。在此过程中，需要着重注意两个方面的操作：一是，采用分区检测的方式解决碰撞检测

过大的运算量问题；二是，由于Navisworks本身并不具备位置修正功能，在完成碰撞设置并获取精确的碰撞点信息之后，还需返回Revit界面中进行修正，从而达到优化机电系统模型的目标。

2、管线综合

在整个建筑物的构成体系中，机电管线是串联的基本脉络，尤其在高层、超高层建筑中的应用相当复杂。以往的设计工作模式下，各专业相互分离，机电管线综合布置图更多是平面图的叠加，很难指导后期施工，反复拆改的现象层出不穷。而基于BIM技术强大的三维可视化功能，通过Revit软件将复杂的二维图纸转换为真实的三维模型，使得上述问题迎刃而解，并可完美地展示管线综合问题，继而针对性地做出调整，有利于提高机电安装的效率及精读。在此过程中，机电工程管线综合排布需遵循科学的原则导向，具体包括以下内容：一，小管让大管原则，可在很大程度上避免翻弯安装，从而实现良好的管段成本控制效益；二，有压管道让无压管道，保证无压管道坡度、坡向的相对稳定性，提高管道流动效果；三，金属管道让非金属管道，减少现场加工、弯曲管道的施工量，实现工厂预制化，提高作业效率；四，管道让风管，避免较大截面尺寸风管翻弯造成的施工不变。基于此，BIM技术应用于管线综合的操作流程是，将通风、空调、给排水、电力、消防、照明等各专业三维模型信息进行导入，生成完整的BIM系统模型，完成管线叠加之后，导入Navisworks软件进行碰撞检测，最终获得最优的排布方案。

（三）施工模拟

1、常用软件

BIM技术应用于机电安装工程，最重要的功能之一是施工模拟，及时发现其中存在的问题，确保安装方案的可行性、合理性。近来随着科技的发展，BIM的功能负载愈加丰富，可用于施工模拟的软件有Navisworks、Fuzor等。其中，Navisworks是由Autodesk公司开发的一款项目检视软件，运用Revit软件的“附加模块”功能以“.nwc”文件格式输出三维模型信息，继而基于Navisworks的视点功能，根据建筑各区域的管线系统分区选择对应的漫游路径，并拍照视点保存其位置，加之材质属性的实时熏染，制作漫游视频。同时，基于Navisworks的“TimeLiner”功能编制复杂管线综合区域及关键安装位置的施工进度计划，以4D动画的样态模拟动态过程，对后期顺利施工有着重要的指导意义；Fuzor最突出的技术优势是可与Revit、ArchiCAD等建模

软件实时双向同步，因此可更为便捷的修改三维模型构建信息，在无需安装其他支持软件的情况下，还可导出“.exe”格式文件，直接进行动态观察。同时，升级后的Fuzor还负载上了BIM VR功能，增强了施工技术人员的直观体验，从而更加深刻、全面、透彻地了解建筑复杂区域的管线综合排布方案。相比之下，Navisworks的操作性更为简便，对硬件配备的要求不高，而Fuzor则可实现更加多样化的视频输出品质，精细化的材质库，场景渲染效果更佳，需结合实际情况择优选用。

2、操作流程

以Navisworks的操作为例，机电管线安装施工模拟可通过以下流程实现：首先，结合实际情况，编制合理的施工进度计划表，并认真划定工期节点；其次，基于Navisworks软件，执行TimeLiner操作，将施工计划导入其中，并链入施工阶段和相关构件，生成可视化的文件。在此过程中，需要指出的是，如遇机电管线综合密集、复杂的区域，还需事先协调好各专业配合，根据项目实施特点合理安排施工工序，在此基础上模拟机电工程的整个安装过程，生成可视化的文件。例如，管廊、管井等局部复杂部位，可基于高精度的机电BIM模型，制作CSD综合图纸，并据此进行区域划分，继而根据此区域的管线综合排布情况，编制合理的施工工序计划，最后导入Navisworks中，生成4D文件。同时，必要情况下，面对体量较大、构成复杂的机电工程，为了保证安装质量，让工人掌握正确的施工方法亦是相当重要。对此，可对即已生成的机电安装工程可视化文件进行渲染，以更加直观、形象的方式呈现整个组织过程，提高工人的作业质量。在完成了上述工作之后，施工单位可根据模拟反馈结果，分阶段准备，包括人工、材料、机械设备等，降低现场管理难度，提高对施工进度的掌控能力。另外，基于此业主方亦可根据具体施工进度安排编制各阶段的预算报表。

（四）成本控制

BIM数据库中整合的数据具有可计量的特点，并由此呈现出巨大的成本核算优势。事实上，在以往的管理模式下，机电安装工程涉及较大的材料、机械、人力等投入，需要对每一类资源消耗情况进行统计，数据体量相当大。并且，各类资源的消耗方式存在差异，如材料有预付入库抑或入库后付、工人有先干后付抑或预付未干等，面对如此体量的计算，如若没有强大的平台支撑，很难做好时间、空间、工序三个维度的对应，增加了施工单位的成本控制难度。基于BIM技术应用生成的

工程5D关系数据库，包括3D实体、时间、工作分解结构等，将数据粒度处理能力提高到了构件级，从而实现了更加贴合实际的成本数据处理。在具体的实践过程中，首先基于BIM技术应用生成实际机电安装工程成本数据库，建立5D关系，针对未有确定单价的合同项目，以预算的方式录入，当产生实际成本数据后再行替换。同时，随着机电安装工程进展，各类资源的实际消耗量必然与预定额存在差异，因此需要及时月度盘点，结合实际情况进行调整，以化整为零的方式，降低一次性工作量，并保证精准的数据反馈。基于此，将实际成本数据共享给预算部、成本部以及财务部等，为下一步的机电安装工程施工安排提供指导。

结语：综上所述，机电安装工程日益呈现出复杂化、大体量、高要求等特点，传统施工管理模式暴露出了诸多不足，而BIM技术的可视化、模拟性、协调性以及优化性等优势，满足了机电安装工程施工高标准要求。在具体实践过程中，基于BIM技术建模，生成可视化三维模型，之后进行设计深化、施工模拟以及成本控制，提高整体建筑质量。

参考文献

- [1] 吕中一，王伟，张银安，沈大宇，宛超，宋涛. BIM机电正向设计研究——以武汉东湖·阿丽拉酒店为例[J/OL]. 暖通空调: 1-8[2022-09-23].
- [2] 史莹莹，陈根雷. BIM技术在轨道交通站房机电安装工程深化设计中的应用[J]. 安装, 2022(09): 40-42.
- [3] 庄运超，唐秀芳，陶磊. 机电工程数字化交付方法研究及应用[J]. 安装, 2022(08): 51-53.
- [4] 全美娜，惠志伟，聂晓帅，王京录，王佳旭. 特大型剧院工程的机电深化设计BIM应用实践[J]. 建筑技术, 2022, 53(08): 1089-1093.
- [5] 党晓光. BIM技术在机电安装工程中的应用[J]. 南方农机, 2022, 53(15): 190-192.
- [6] 金武兴. 基于BIM技术的机电安装施工技术管理分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(07): 341-342+347.
- [7] 陆飞，吴东辉，陶立华，钱晓丽，施彬彬，陈永福，徐志明，吴健勇，谭奔，王磊. 基于BIM技术的机电安装项目管理系统[J]. 安装, 2022(S1): 113-114.
- [8] 赵海荣，韩美青，陈亮，李春，郭贵法，刘鹏. 基于BIM的机电安装工程技术研发与应用[J]. 安装, 2022(S1): 218-219.