

BIM+模块化管道施工技术在荔园饭店项目中的应用

韦超雄

广西建工第一建筑工程集团有限公司

摘要：本文以南宁荔园饭店项目制冷机房为例，介绍了基于BIM技术的管道模块化施工技术的实际应用。BIM+模块管道施工具有明显的技术优势和技术特点，通过对管道标准化预制分解、BIM深化设计、预制加工出图、预制加工、管道模块现场安装等环节的关键技术创新，使该项目制冷机房BIM+模块化管道施工得到了成功的实践，项目在保证施工质量的同时，提高了美观度，缩短了施工工期，同时经济效益和社会效益显著。为同类工程提供了技术参考与借鉴。

关键词：BIM技术；模块化；管道施工

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.04.060

引言：近年来，建筑信息模型和模块化施工技术在我国建筑行业得到了全面的推广，在很多重大项目中都得到了成功应用，如浦东国际机场、西安丝路国际会议中心、北京大兴国际机场等。这种技术的应用具有良好的经济效益和实用价值，得到建筑行业的高度关注，并成为建筑行业未来发展的方向。大型项目的机电管道工程量大、安装复杂、施工工期短，要实现快速装配施工，需要提前预制加工，通过BIM深化设计，碰撞检查优化，在工厂预制成模块化运输到现场装配安装，大大减少现场制作量，减少废料的产生，同时方便运输、缩短施工工期，保证了高品质预制标准模块，确保管道安装工程的整体质量。

一、工程概况

（一）工程简介

荔园饭店工程位于南宁市青山路22号，框剪结构，地下3层，地上5~7层，总建筑面积65000m²，工程造价78000万元。建筑高度20~24米。是一座集政务、商务、餐饮、酒店客房、会议接待于一体的综合型五星级大酒店。机电工程有给排水、电气、通风与空调、智能建筑等分部工程，包含了给排水、热水及消防系统；空调冷热水、冷凝、冷却水管道和设备、送排风系统。机电设备管线工程量大，共有冷冻机组3台、柜式空调机组48台、水泵13台，冷却塔4台、真空热水锅炉4台、风机36台、风机盘管767台等，空调总制冷量6054千瓦，各类管道约12000米，风管面积约6.5万平米。

（二）项目特点难点

该项目为重点献礼工程，以“国家优质工程奖”为质量目标。机电安装质量是保证工程顺利交付使用和创优的基础，该项目施工难度很大：

- 1) 机电专业多，专业间的协调困难；
- 2) 设备机房施工空间狭小、管道密集交叉复杂、管道管径大、支吊架多；
- 3) 大型设备二次搬运及就位安装难；
- 4) 管道井狭窄；吊顶内管道很多；



5) 施工工期紧，工程量大。

二、模块化施工技术组织策划及主要内容

（一）施工技术组织策划

工艺流程：技术、资源准备→结构模型建立→土建模型建立→机电模型建立→综合各专业进行管道调整→碰撞检查→支架定位→剖面导出→关键节点进行方案对比→导出Naviswork文件→施工模拟→出图交底。

要点：建模前收集整理图纸资料，配备高性能计算机及正版Revit、Naviswork等软件；按建筑、结构与机电专业设置独立的模型文件；对专业模型进行管线的布置与优化；使用Revit中的碰撞检测功能进行碰撞检查。进行管道支架的布置；整合Revit与Naviswork软件的所有成果形成完整的图纸导出施工交底。

（二）模块化施工技术优势

传统的管道制作，一般都在施工现场进行，存在着现场条件差，受作业环境影响大，作业面分散等问题。管道工厂化预制技术注重小生态环境的建设，能够在现场不具备施工条件时实现平行施工，大大缩短安装工期，大量的施工工作在工厂内完成，不受自然条件气候的影响，大大减少现场制作量，减少废料的产生，现场的安全文明施工更便于管理；同时，工厂内有先进的设备、熟练的工人师傅、规范的操作流程和舒适的工作环境，可以大大提高劳动生产效率，工程质量和安全生产更有保障，设备利用率高、资源共享，因此可以节约材料和降低成本，提高了效益。

（三）模块化管道施工主要内容及技术特点

1. 模块化管道施工技术，是以建筑信息模型为基础，科学合理的拆分、组合相同特点的管道安装单元，采用工业化生产的方式、结合现代物流配送技术，实现高效精准的模块化装配式施工。模块化管道施工技术利用模块化施工理念模拟分段预制，结合管道连接方式、

运输条件、安装要求等，模块在加工车间内完成装配，经验收合格后运至现场装配。

2. 模块化管道施工技术主要内容包括：（1）模块设计。首先建模把施工图纸转换成BIM模型图，进而对模块预制分解、BIM深化设计、碰撞检查、根据设备管道布置走向再优化，确定支吊架的设置，导出加工图；

（2）模块骨架设计组装。利用横向一体加纵向临时支撑的支架作为模块的骨架，按照加工图设置固定支吊架，模块骨架构成标准模块的承重体系和稳定体系；

（3）模块内管道组装。利用组装平台进行骨架的定位和管道安装，根据模块层数先下后上进行组装，并做好相关试验及保温工作；（4）模块编码。模块管道安装时，先按平面图定位，选定某一模块作为定位段最先开始安装，然后开始其他编码段依次安装。

三、模块化管道施工及BIM技术的应用

（一）模块管道预制分解

模块化管道施工技术，是以BIM模型为基础，科学合理的拆分、组合相同的管道安装单元。对模型图进行应用策划，首先熟悉图纸内容，确定管道的总体布置和走向，根据现场实测得到的尺寸和数据并结合现场条件，进行第一次管道段拆分。

荔园饭店项目管道众多，管线长，走向复杂，在制冷机房内有冷水处理机组、水泵、集水器等大管径、交叉密集的进出水管。根据机房实际状况，对冷水机组原设计的冷凝器接口端及蒸发器接口端的形式一致的阀门、管径相同的管段预制分解，可将单台冷水机组的主管连接预制段做为一个冷水机组预制模块考虑，分解时保持阀门的设置位置成排成线。在对规格不相同的水泵进出口连接管段预制分解时，应使不同规格的水泵成排成行设置，优先保证水泵出口立管、进口管偏心大小头、软接头在一条直线上。以大规格水泵为标准，在软接头、Y型过滤器、蝶阀之间设置预制管段长度。小规格水泵也以同样的长度设置出口预制管段。集分水器管段预制分解时，接驳口不增加任何短管，直接连接对应的阀门，保证阀门与阀门之间的短管均为同一长度就可以了。

（二）BIM深化设计

BIM技术作为一种新技术，在国内已广泛应用。BIM技术具有可视化、模型化、信息化等特点，通过创建、整合及检测建筑机电各专业模型之间的碰撞，预先发现图纸的错、漏、碰、缺及不合理之处。BIM深化设计需综合考虑规范要求、机房设备布置、机房管线排布、支吊架设置、操作和检修空间、整体净高、整体观感效果等影响因素。

根据施工图首先进行模型搭建，然后进行综合管线的布置与优化，将结构与建筑模型链接入机电模型合并为一个完整的管线模型。在保证功能性的前提下综合考虑调整，尽量避免管道不必要的上下翻弯，应达到整齐美观的效果。调整完成后的管线，可以使用Revit中的碰撞检测功能进行碰撞检查，碰撞检查水管有无穿梁而过、暖通风管与桥架有无交叉重叠；管道与管道之间的

距离是否满足规范要求，是否出现过于接近导致没有施工人员的操作空间、管卡没有安装空间的情况，对碰撞检查出来的错误应进一步的调整优化，直至无错误。管道优化完成后可以进行管道支架的布置，支架的布置要求保证管道横平竖直及其功能性不受影响；对于密集管道我们应采用组合支架方式，避免独立支架占用较多的空间和影响其他管道的安装。管道支架设置后，再次依据碰撞检测结果进行管系排布方案微调，复核设备及预制件运输通道条件是否满足；最后漫游检测净高及检修通道。将BIM深化建立好的三维模型进行剖面分析，整合Revit与Naviswork软件的所有成果，导出完整的施工交底图纸。

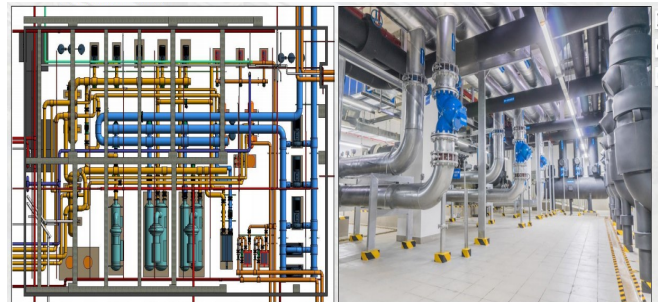
在本项目中，地下室及冷冻机房有许多大型设备和复杂密集管道，通过对原设计方案进行BIM深化，实现了如下优化：

（1）合理调整分集水器及机房冷冻水循环泵位置，扩大了水泵通道及检修空间，模块管道分段更加合理；

（2）合理调整机房板式换热器位置和朝向，不仅在其四周预留合适空间，而且使其接管口调整更加合理，便于阀部件的操作与检修，同时还扩大了机房中心主通道空间；

（3）密集交叉的管道分层排布更加合理，模块化管段安装更加便捷，阀门、仪器成排成行整齐划一。

BIM技术用于合理调整设备布局及管道布置，解决了模型与现场成品匹配建模以及管道冲突等问题。使用BIM技术提前有效解决了设计图纸存在的缺陷，节约了人力和材料资源，节省了修正返工的时间。



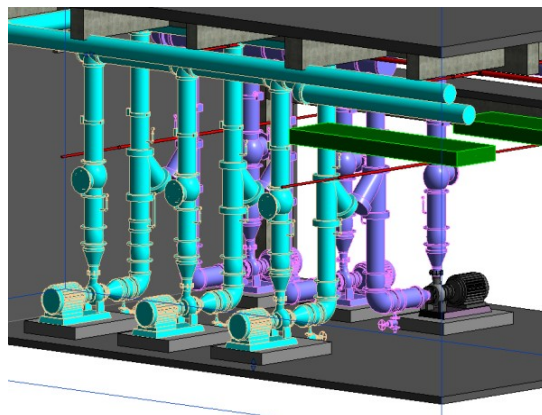
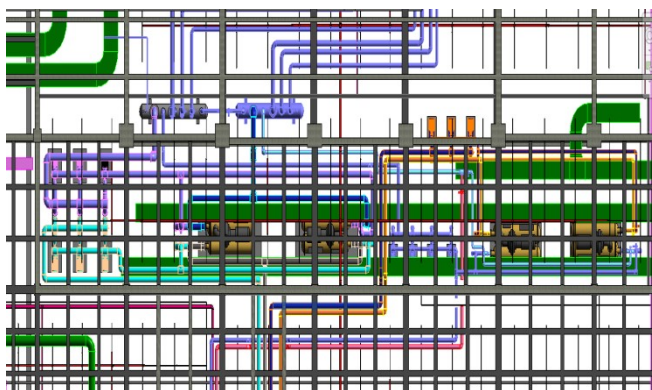
BIM技术在冷冻机房分解管道中的应用模块图

（三）模块预制加工出图

BIM深化后，就可以对管道模块预制切割，预制切割时根据现场实际情况，综合考虑管道模块的运输、吊装、模块装配等影响因素，尽量减少管道拆分或管段接口，提高管道模块质量。

模块切割完成即开始实施预制加工出图。在实施过程中，创新使用BIM软件出单线图辅助工具，简化了单线图标记标注工序，模块尺寸和模块的三维情况更加详细，同时提升绘图效率、识图效率及准确性。依据管段编码标准对预制加工模型进行分段标注，生成的管段预制加工图主要由三视图、轴测图、材料明细表组成。

（四）模块预制加工



根据BIM导出图纸在工厂车间进行加工预制，管道预制工序中，预制构件的组装非常重要，使用支撑结构和组装方法直接关系到预制构件的组装质量。加工前需处理管道表面的灰尘、污垢和锈斑，在综合处理合格后进行喷涂涂料。最后将这些加工预制好的模块管道进行编码。管道工厂化预制加工能有效改善管道预制质量，降低材料消耗，有效降低对人力资源的依赖。

（五）模块管道现场组装

管道预制完成后，以设计图纸指导施工，采用全站仪对支架定位以控制安装精度，根据二维码对各管段定位组装。模块组装前必须熟悉图纸数据及整个管道系统的走向，根据管道施工规范严格组装。管道组装过程中，考虑到可能存在的加工精度问题，可通过调整纠偏段尺寸进行现场预制控制偏差，主要有（1）采用预留调节段进行现场预制以控制装配偏差；（2）采用设备调节法进行追位以控制装配偏差；（3）采用可调节支吊架进行安装以控制装配偏差。

在荔园饭店项目冷冻机房设备管道密集复杂的区域，通过BIM技术二次深化+模块化管道施工，使得冷冻机房设备布局更加合理、管道排列更加整齐、规范，同区域内同型号设备及部件安装标高朝向一致、整齐美观，管道安装横平竖直、走向准确；管道油漆色泽一致、标识醒目；密集管道共用支架设置合理、牢固可靠。模块化管道施工技术促成了本机电工程安装一次创优。

四、质量控制措施

为了提高管道的安装质量，必须严格控制管道安装的全过程。抓好安装事前、事中和事后控制三方面工作；周密组织、严格控制，加强过程精品控制和检查。

BIM+模块化管道施工技术的质量保证主要在模块管道预制和模块管道组装两个工序。必须做好预制图设计的校核、工厂预制阶段的驻场监造、现场装配阶段的安装管控以及装配完成后的整体验收。预制的准确性和加工深度直接关系到现场的装配质量和精度，必须确保预制图的准确性，必须对现场建筑结构尺寸进行实测，根据实测结果分析、核对、深化设计蓝图，避让交叉影响管道预制的有效性。利用制管道设计系统软件，对各种管道的管段、管件、接口进行定位、编号，绘制管道

单线图，出具加工图。管段加工预制后编号出厂。在模块管道组装阶段，严格按照设计图纸、按照验收规范施工，坚持“三检制度”，完成后严格复检验收。

五、经济效益和社会效益

荔园饭店项目采用BIM技术+模块化管道施工技术取得了很好的经济效益和社会效益。工程成功获评二星级绿色建筑设计标识证书，荣获多项国家级、省部级的QC成果、工法和BIM技术应用成果奖，工程质量获得广西建设工程最高质量奖“真武阁杯”奖、“中国安装之星”和“国家优质工程”等多项区优、国优奖项，同行企业专家多次到访观摩交流。经济效益节约达100多万元。荔园饭店被指定为中国—东盟商务与投资峰会的商务永久接待酒店，第十四、十五、十六届中国—东盟商务与投资峰会在荔园饭店召开。工程自竣工交付使用以来，各项功能运行正常、可靠，满足设计要求，使用单位非常满意。

结语

BIM技术是建筑行业中一种全新的理念设计。通过管道三维分布模拟，有效解决设计中的各种冲突碰撞问题，可视化的漫游模拟，可优化设备管道的整体排布更加合理。通过模块化管道施工技术，可以提高工作效率、提升工程质量、节约成本和缩短施工工期。在信息化日益重要的当今时代，BIM技术将传统工程项目转化为包含数据信息的三维模型，管道的设计只是BIM管理的一部分。今后，BIM技术和模块化技术在建筑和管理中将发挥更大的作用，可以更加满足建筑建设的需求。

参考文献

- [1] 张健, 陶丰焯, 苏涛永. 基于BIM技术的装配式建筑集成体系研究[J]. 建筑科学, 2018, 34(1): 97-102, 129.
- [2] 李兵. 在居住建筑中模块化施工技术的可行性分析[J]. 智能城市, 2018(06).
- [3] 祝帅. 基于BIM技术对建筑施工工程信息化的综合应用[J]. 天津建设科技, 2017, 27(06): 39-40.
- [4] 麦格劳希尔建筑信息公司. 建筑信息模型: 设计与施工的革新、生产与效率的提升[R] 上海: 麦格劳-希尔建筑信息公司, 2009.