

公司名称  
**中建八局第一建设有限公司**

项目地址  
 中国，天津

应用软件  
 Autodesk® CAD®  
 Autodesk® Revit®  
 Autodesk® Navisworks®  
 Autodesk® 3ds Max®

# 基于BIM+的模块化装配式 制冷机房施工工艺革新

建筑信息化是我国建筑行业的发展趋势，BIM技术可以应用于建筑物的整个生命周期，它包括项目的起始筹划、设计、工程管理、施工成本控制等。利用BIM技术建立建筑现场模型，同时结合3D扫描技术对施工现场进行辅助跟踪，将施工现场数据实时的传输到模型中进行更新，完善数据库，有利于项目执行者对现场工程管理与施工及时作出调整，避免了项目进行过程中设计变更、专业人员流动等带来的重复劳动与资源浪费，节省人力与物力，避免不必要的资源浪费，降低工程成本，提高施工效率。

—刘益安  
 室主任  
 中建八局第一建设有限公司安装公司  
 设计所



图1 项目整体

## 中建八局第一建设有限公司

中建八局第一建设有限公司（以下简称公司）前身为中国建筑第八工程局第一建筑公司，始建于1949年，系世界500强企业排名第24、全球最大的投资建设集团——中国建筑集团有限公司下属三级独立法人单位。公司总部位于山东省济南市，下设济南、青岛、华中、中原、华东、华北、华南、厦门、海外、安装、装饰、基础设施、绿色建筑发展公司、无锡设计院、山东中建八局投资建设有限公司十五家二级单位，中诚租赁公司一家参股公司以及高科技厂房事业部。公司注册资本金10亿元，具有房屋建筑工程施工总承包特级资质、市政公用工程施工总承包特级资质、建筑行业（建筑工程、人防工程）设计甲级资质、市政行业设计甲级资质，具备机电工程施工总承包壹级、消防设施工程专业承包壹级等十三项专业承包资质，是国家科技部认证的“国家高新技术企业”。

### 1 工程概况

天津鲁能绿荫里项目位于天津市南开区天塔道与水上公园东路交汇处，建筑面积约55万㎡，是包含商业、酒店、办公和住宅为一体的大型城市综合体。

本项目是集商业、酒店、办公和住宅为一体的大型城市综合体项目，该酒店制冷机房设备种类数量多，管线复杂，设备安装就位高空作业较多，且受空间等条件限制，现场加工现场安装效率低下，导致施工工期进度缓慢，且现场加工作业会导致声光污染严重。

在施工过程中，中建八局第一建设有限公司致力于打造新技术应用示范工程，在机电专业全过程中贯彻应用BIM技术指导深化设计、现场施工，最大限度的节约能源、提高效率和保护环境，将绿色建造的理念贯穿到工程建设的全过程。项目整体如图1所示。

该项目采用了循环泵组模块化、预制管排整体提升、组合式支吊架系统高等先进的装配技术，其中在该项目的酒店制冷机房采用了自主研发、国内领先的“BIDA一体化”施工工艺。该机房总面积约578㎡，共6台制冷机组、20台循环泵、2台板式换热器、14台水处理设备，在施工中，将20台循环泵整合为8个装配模块，与土建专业并行施工，在预制加工完成后，仅用40小时即完成所有装配。酒店制冷机房装配效果如图2所示。



图2 酒店制冷机房装配效果图

## 2 “BIDA一体化”组织与应用环境

### 2.1 “BIDA一体化”技术背景

长期以来，传统的机电设备机房安装施工主要以现场加工、现场安装为主，由于机具及工艺相对落后，现场动火电焊焊接量大，大量高空作业带来很大的安全隐患，致使施工周期长、成本增加，难以达到国家和总公司的发展要求。

为了响应国家“绿色建造”的施工理念，解决传统机房施工方法中存在的问题，在本项目的酒店制冷机房施工过程中，深入落实机电“BIDA一体化”的研究应用。“BIDA一体化”施工，具有工期快、质量硬、安全高、环保好、成本低等诸多优点，真正实现了机电设备机房施工的BIM化、预制化、物流化、集成化。

### 2.2 “BIDA一体化”实施方法

“BIDA一体化”工程技术体系是以建筑信息模型（BIM）为基础，科学合理的拆分、组合机电安装单元，采用工业化生产（Industrial production）的方式、结合现代物料追踪、配送（Dispatching）技术，实现高效精准的成组模块化装配式（Assembly construction）一体化施工的工程技术体系。

近年来“BIDA一体化”施工法在山东省千佛山医院项目、山东省建行综合营业楼项目、天津鲁能绿荫里项目、汉峪金融商务中心A5-3#楼项目等一系列项目通过了实践检验，实现了机电安装施工全过程的工艺革新，形成了以革新为导向、以设计为引领、以BIM为载体、以科技为助力、以实用为准绳、以推广应用为最终目标的“BIDA机电一体化施工法”。

### 2.3 团队组织

为了更好的发挥BIM技术在设计施工中的引领作用，本着设计创效的核心思想，我们建立了从分公司指挥保障层、管理层、操作层到实施层的详细组织架构，成立了BIM深化设计团队，由设计所所长统筹管理，BIM负责人带领设计师开展具体的BIM深化工作，由项目部人员团队协调实施现场施工。

### 2.4 “BIDA一体化”施工五项核心技术应用

在模块化装配式制冷机房的施工过程中，为了保证施工质量和施工进度，我们应用到了五项核心技术，分别是：循环泵组模块化技术、栈桥式轨道移动技术、组合式管排整体提升技术、组合式支吊架技术和天车系统。

循环泵组模块化技术基于BIM模型的高精度、可视化的特点，将水泵、阀部件和管道整合为一体，形成循环泵组装配模块和预制管组装配模块，具有装配高效、装配误差少和提高工期的优势，与传统预制方式相比，误差产生率可减少85%。

栈桥式轨道移动技术，在运输就位前，依托BIM技术对整个环节进行运输方案模拟，确保一次就位方案的可实施性，通过可拆卸可周转的栈桥式轨道进行设备就位，可大大减少型钢用量，且栈桥轨道可百分百周转。

采用预制管排整体提升技术，可对成排或者密集预制管道，联合预制支吊架进行地面拼装，整体提升作业，将高空作业施工安全隐患减少90%，极大的保障了机房的施工安全。

组合式支吊架技术可针对预制管道形状不规则，无法按照传统工序进行管道安装的问题，借助BIM技术，对机房内的管道实现“管道先就位，支吊架再装配”的逆工序安装。

天车系统可帮助现场工人搬运小型预制管组及设备管件，通过机械化作业极大地提高了施工速度，将现场装配效率提升了50%。在装配施工结束后，天车系统一并交付给业主，为后期机房运行维护继续提供可靠的机械化作业工具。

## 2.5 “BIDA一体化”制冷机房施工六项BIM+科技应用

### 2.5.1 BIM+二维码云技术

通过自主研发的二维码云计算平台，将预制管段的加工、配送和装配信息制作成可双向追溯管理的二维码活码，管理人员可通过手持端进行信息查看和实时修改。

### 2.5.2 BIM+RFID物料追踪系统

采用我单位自主研发的RFID物料追踪系统，可对机房内的设备、预制管组、预制模块和管路附件等进行云端数据管控，同时可与公司物资管控系统实现数据对接。

### 2.5.3 BIM+互动投影技术

采用先进的超短焦互动投影技术，可进行BIM方案多人互动讨论，将工作效率提高三至四倍，在BIM设计、方案商讨、技术交底等过程中均起到了重要的作用。

### 2.5.4 BIM+VR虚拟现实技术

采用VR虚拟现实技术进行模拟分析，可在虚拟的场景里形象直观的体验真实效果，提高装配机房的整体质感和观感。

### 2.5.5 基于天宝RTS放样机器人的BIM+360放样技术

在装配过程中，先建立好绝对坐标系，再利用360放样机器人精确放样定位，在装配精度方面严格把控，确保每段预制构件都能精确就位安装。

### 2.5.6 BIM+3D激光扫描技术

通过3D激光扫描技术，实时对比实体装配和BIM模型的尺寸偏差，进行及时调整修正，严格把控装配精度，使最终装配匹配度高达99.7%。

### 2.6 软硬件环境

本项目主要应用软件为欧特克公司建筑设计系列软件。运用Autodesk AutoCAD进行原设计图纸初步处理；以Autodesk Revit 2014进行机电各专业BIM模型搭建，各专业族库制作，BIM深化图纸出图；使用Autodesk Navisworks 2014进行BIM碰撞检测及导出碰撞报告，BIM模型轻量化查看。

## 3 BIM应用

### 3.1 施工准备

前期收集机房内设备样本资料，根据厂家提供的产品样本对机房内的机械设备、阀部件等进行1:1毫米级真实产品族群的建立，并不断积累扩充成企业级装配式机房的标准族库。

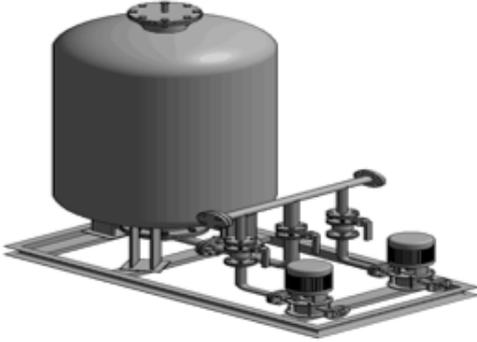


图3 毫米级族群建立

### 3.2 BIM应用过程

(1) BIM模型深化。在建立起一套完整的族群

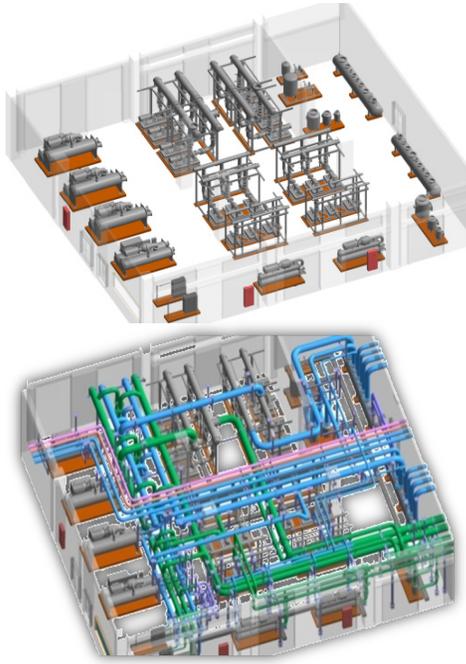


图4 管线综合布置深化模型

体系之后，根据设计院提供的图纸、业主及设计院确认后的优化建议，以及施工验收规范，同时考虑设备选型样本和现场实际情况，进行BIM深化设计及管线优化布置。管线综合布置深化模型如图4所示。

(2) 模型分组、预制分段。根据机房内的管道综合布置情况，考虑预制加工成品管组运输、就位、安装等限制条件，结合管道材质、连接方式等，对优化后的机房综合管线进行合理的分段及预制模块的分组，基于BIM模型的高精度、可视化特点，将水泵、阀部件、管道、支吊架进行一体化整合设计，形成循环泵组装配单元和预制管组装配单元。

装配单元分组划分因素：循环水泵的选型、数量、系统分类等；机房内的综合布置情况；装配单元的运输、吊装就位、安装条件等限制因素。

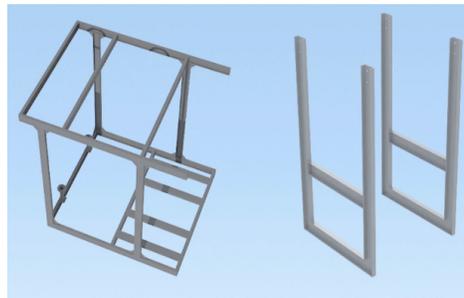
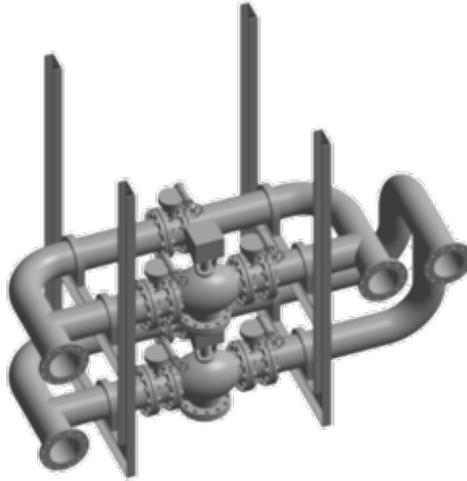


图5 预制管组装配单元

(3) 出具预制加工、施工详图。在管道分段方案确定后，根据管道实际尺寸、安装位置、支吊架设置情况，直接利用BIM模型进行施工综合布置图、分段预制管组、预制模块及预制支吊架的加工详图的绘制导出。本项目制冷机房预制施工图纸共计35张。

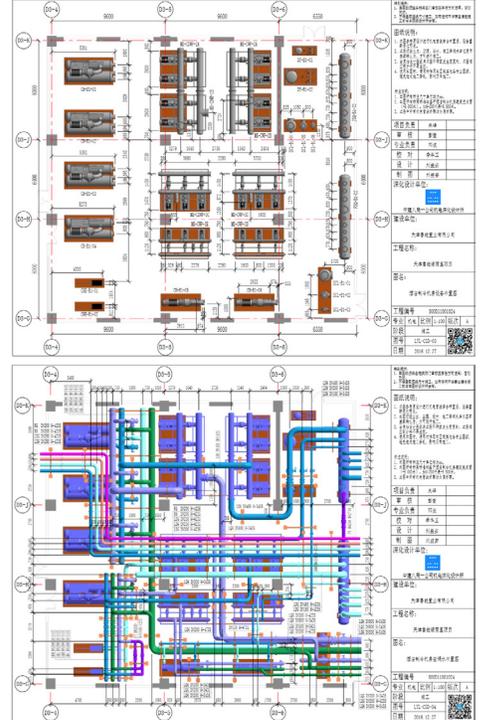


图6 预制加工图纸

(4) 工厂预制加工。根据高精度的BIM模型导出的分段预制加工图，在预制工厂进行流水化数控加工。同时，项目组对管段预制厂家技术负责人及现场预制工人进行预制交底，确保管段预制尺寸准确度。

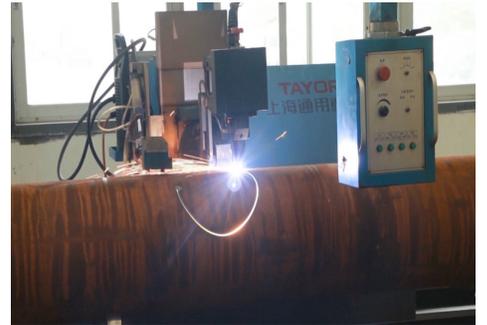


图7 工厂预制加工

(5) 物流化配送。利用BIM技术，进行预制构件的装车运输模拟分析，充分利用运输车的空间，最大限度提升运输效率。



图8 装车运输模拟



图9 现场组装施工

(6) 现场装配。现场装配阶段，利用BIM技术进行模拟分析，合理确定预制管段的装配顺序，并编制《BIM+模块化装配式制冷机房机电施工专项方案》，对现场操作工人进行三维技术交底。

#### 4 应用效果

秉持中国建筑“绿色建筑、循环经济”的理念，“BIDA一体化”施工全程采用BIM技术主导设备机房的深化设计、管线优化、组织排水、工厂预制、现场装配，具有工期快、安全高、环保好、成本低等诸多优点。基于BIM+模块化装配式设备机房的施工工艺，真正实现了机电设备机房施工的BIM化、预制化、物流化、集成化，是打造中建八局“绿色产业园”实施的坚实的一步，必将在机电安装行业掀起一场“绿色化”工艺革新。

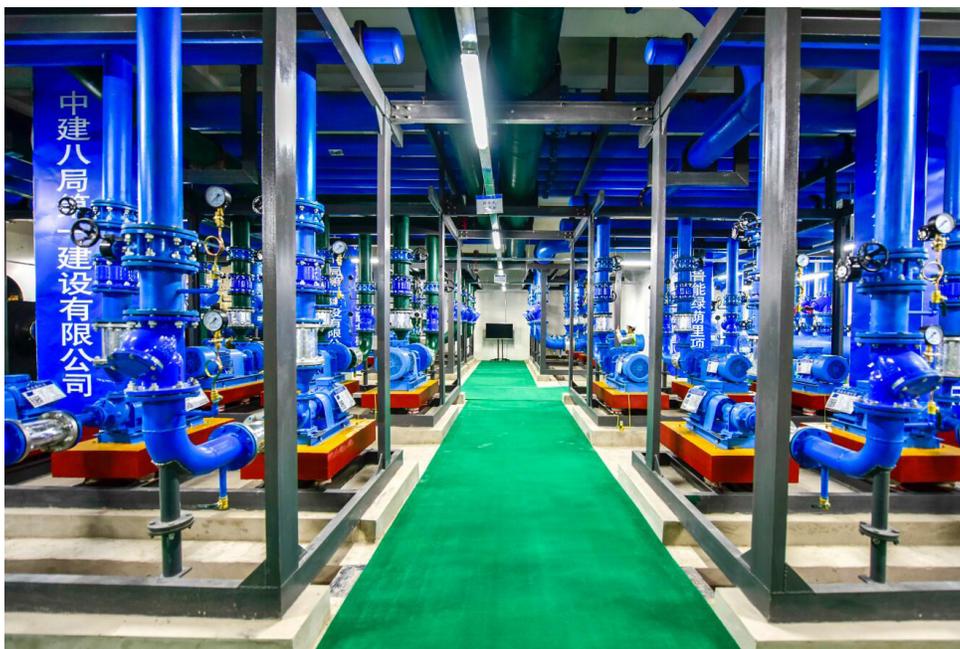


图10 制冷机房设备及管综机电模型