

编者按：随着城市车辆的日益增多，交通拥堵、出行困难等大城市病凸显，各地纷纷出台车辆限号、摇号购车、鼓励乘坐公共交通工具等措施，由此也带动了城市地铁的快速发展，这为机电安装企业提供了自我展示的机会。本期科技专题介绍了河北省安装工程有限公司在天津地铁6号线机电安装工程中，大力开展BIM技术综合应用，并进行管线综合、机房管道工厂化预制、综合支吊架排布、电缆电线模型建立等一系列研究，为地铁机电安装精细化管理提供了可借鉴的经验。

推广BIM技术 实现管理跨越

——BIM技术在天津地铁6号线工程中的综合应用纪实

尚增军 高义 刘雪童

(河北省安装工程有限公司 石家庄 050051)

城市地铁施工管理跨度大、周期长、涉及专业多，各种管线错综复杂且空间狭窄，因此常出现前道工序没有完成导致后续工程无法展开的情况，多专业交叉导致工程量统计困难、管线空间布置变数较大等问题。在天津地铁6号线工程施工中，项目团队结合BIM模型进行了管线综合、机房管道工厂化预制、综合支吊架排布、电缆电线模型建立、智能物料管理等一系列应用研究，攻克了许多技术难题，保证了项目的顺利实施。

工程概况

天津地铁6号线工程是天津市重点建设工程，是方便市民出行、解决城市交通拥堵的民生工程。该工程北起东丽区新外环东路站，南至津南区梅林路站，跨东丽、河北、红桥、南开、河西、津南六区，全部为地下式建筑，线路全长50.1km，是天津中心城区西北半环线路。公司承建的标段包括6个车站和相应的6个运行区

间，工程于2012年全面开工建设，计划2018年通车试运行。

标段内的机电安装工程包括环控系统、给排水系统、动照系统等。

环控系统包括：隧道通风系统、排热系统、公共区大系统空调、设备管理用房小系统空调、设备管理用房通风系统、防排烟系统、多联机VRV空调系统、空调水系统。

给排水系统包括：给水系统、中水系统、废水系统、污水系统。

动照系统包括：电气动力工程、电气照明工程。

BIM应用策划

2016年6月项目机构组建后，公司确定了BIM综合应用目标，并以项目应用需求和解决关键问题为导向，组织项目部、分公司部门及公司BIM中心召开了BIM应用策划会议，形成BIM应用策划表，确定具体的应用内容、实现途径、资源需求、人员分工等。根据工程实际确定的主要应用内

容为：优化管综空间布置、模型转单线图及预制图、综合支吊架应用、电缆电线工程量统计、材料计划编制与工程量统计、施工模拟动画交底等，并将应用内容分解、落实到相关责任人员。建立以项目为应用主体，分公司提供技术支持，公司总体协调指导的BIM应用体系，明确分阶段实施目标，通过公司云平台实现集中管理和同步监控，确保计划的落实。

BIM团队建设

BIM技术应用涉及专业众多，如何确保各专业之间达到协调同步是应用的关键，统一建模要求、统一建模深度、统一基点坐标、统一应用平台是协同的必要条件。为此，项目部组建了由各专业技术人员参加的BIM应用团队，将信息模型建立和应用统一到公司云平台上，根据需求确定模型精度和节点设置，协调进度要求，解决遇到的问题，实现远程控制和资源共享。



BIM技术的创新应用

基于应用内容，建立信息化模型。在信息模型建立时，项目部按照协同应用、现场测绘、模型调整、管综优化、管段划分、族库建立、参数设定等内容，加强与设计、物资采购、施工班组的沟通研讨，确定模型精度及深度要求。一是在协同建模或专业模型集成过程中，对于出现的碰撞问题首先检查模型的正确性，如果属于设计错误，及时向设计单位反馈并调整模型，将设计模型与现场实际测绘尺寸（全站仪或3D扫描）进行对比，重新修正并优化模型。二是结合材料、设备参数（镀锌板尺寸、管件、管子）制作数据自动驱使的参数化族，保证模型零构件尺寸、管段划分尺寸与施工实际相一致，便于工程量统计和施工进度同步管理，提高管道预制的准确性。三是链接土建模型，利用Dynamo模块自动添加功能生成管线穿墙套管（见图1），用于套管统计加工。四是利用软件参数族制作支吊架，将支吊架组成材料以

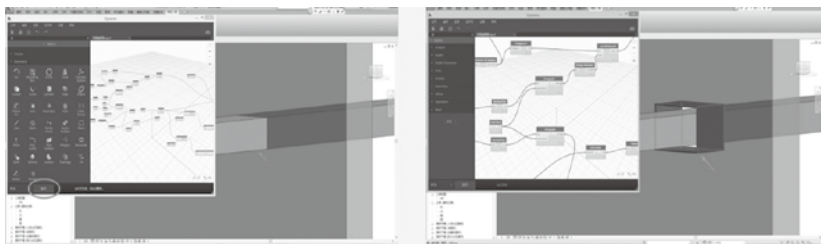


图1 Dynamo自动添加穿墙套管

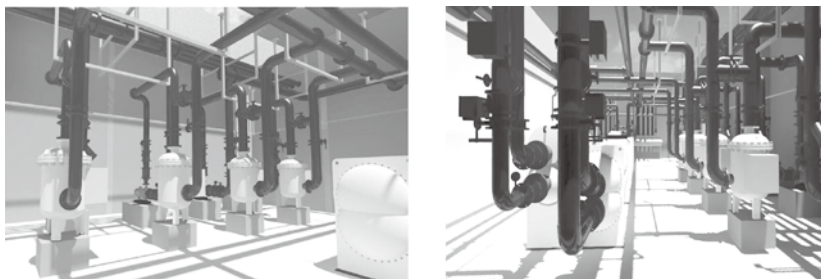


图2 机房管道优化

参数化形式添加到族内，利用模型的明细表功能统计各形式支吊架制作数量，形成制作计划和材料计划，并将支吊架模型转换成加工图纸发给制作工厂，用于支吊架制作。

整合专业模型，优化管线综合布置。为了实现各专业的优化布置和净空管理，项目团队将各专业模型进行整合，完成参数化族替换，对保温管道进行软碰撞检测，调整管道间距，去除多余短管，按操作要求调整阀门位置，预留操作空间。同时对土建已经完成的预留预埋件位置、尺寸进行校核，验证其符合性。运用BIM模型辅助施工过程管理，协调施工各参与方，使施工班组参与到建模及优化过程中，利用模型进行施工队之间的专业协同管理、施工任务划分、模型三维可视化交底等工作。运用BIM技术配合业主管理方和设计单位进行图纸深化，验证设计方案和施工的可行性，确认最后的施工效果，优化施工流程和场地管理，指导后续施工。机房管道优化见图2。

实施动态监控，协调施工进度。

为了实现对施工过程的同步控制，实时监控施工现场进度情况，项目部将施工进度计划与信息模型结合，按照总体网络计划指导安排施工生产，在模型中同步标记每天完成的工程量，将实际进度与计划进度进行对比，及时发现施工进度偏差，以便采取补救措施。数据统计功能可实现在任意时间段提取工程量，简化了施工计量管理。同时利用公司私有云平台实现工程进度的远程监控，通过模型颜色区分实时查看工程进度，协调项目资源。

基于管综模型，实施工厂化预制。地铁工程设备机房、站厅、站台、走廊内的管道错综复杂，为了协调施工资源，压缩安装工期，将给排水管道、通风空调管道全部进行工厂化预制。一是根据BIM模型，结合安装位置、安装顺序划分预制管段，确定管段编号方法，将管道转化成各个预制单元，通过设置标准节实现预制段的互换性。二是按照编号顺序进行三维出图，图纸包括管道走向及材料表，并对图中构件及焊口进行编号，用于指导工厂预制。三是结合二维码标识技术，将预制管段进行标识，实现安装溯源和现场识别，将模型预制信息、加工场地焊接制作信息导入二维码信息库，在二维码软件中通过提取数据库中的信息，批量生成二维码，再将二维码粘贴到对应的管道预制段上。四是管段从加工场地运到安装现场后，安装人员通过扫描二维码，即可确定管段位置、技术交底信息、焊缝信息及安装后续工作。

改进传统做法，细化电缆电线排布。为了实现对电缆电线的有效控

基于BIM模型的管道工厂化预制

尚增军 刘雪童

(河北省安装工程有限公司 石家庄 050051)

摘要: 管道工厂化预制在机电安装工程中多有应用,但如何确保预制精度、加大预制深度仍然是施工企业关注的问题。本文通过天津地铁机电安装工程管道预制实例,介绍了如何应用BIM技术提高管道预制精度,加快施工进度,提高安装质量和材料利用率,对类似工程具有一定的参考价值。

关键词: BIM技术 管道预制 工厂化

中图分类号: TP392 **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-3607(2018)07-0018-03

地铁工程施工环境复杂,制约条件众多,加之与民生息息相关,因此,其建设过程备受世人瞩目。机电安装工程处于项目建设的后期,往往因为前道工序不能按时移交,造成机电安装无法展开,最终成为矛盾的焦点。有效开展管道工厂化预制,能够在一定程度上缓解后期的安装压力,缩短机电安装工期,但建筑施工偏差、空间作业狭小、管线错综复杂等因素,使预制深度和预制精度大打折扣。天津地铁项目为了变被动为主动,充分利用BIM模型,优化管线布置,开展管道工厂化预制,为后续安装赢得了时间。

1 项目简介

天津地铁6号线工程机电系统设

备安装施工五标段项目,包括肿瘤医院站、天津宾馆站、文化中心站、乐园道站、尖山路站、黑牛城道站以及6个区间和水上东路出入段,共5站6区间,包括给排水、环控通风及动力照明等机电系统安装。

本项目工程量大,施工范围广,施工过程中存在同专业平行作业及各专业间交叉作业,施工管理难度大。

2 管道预制模型的建立

2.1 建立参数化族

为保证模型的精准度,BIM工程师依据所采购的管件、附件、设备样本参数,按实际规格尺寸建立参数化族,并遵循项目BIM应用标准对构件进行命名,将原模型内的管件、管道附件进行查验替换,使BIM模型构件

与实际尺寸一致(见图1、图2)。

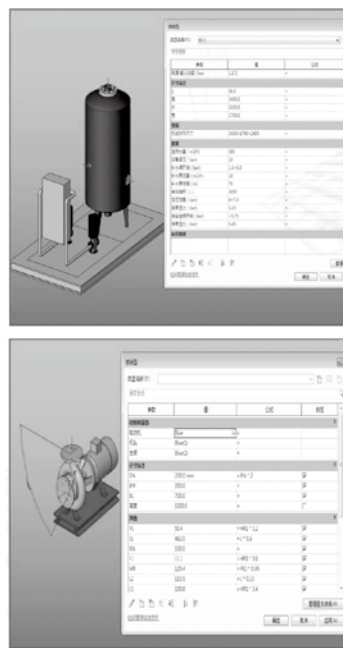


图1 设备族

制,达到实时计量的目的,项目团队在模型优化和套管添加后建立电缆、电线模型,参照电缆规格设置电缆弯曲半径,根据线色要求添加电线颜色参数。按照施工工艺标准要求,对电缆走向和位置进行策划,精确核定电

缆长度,减少电缆交叉和过多的施工余量,指导电缆、电线敷设施工,并为运营、维护及检修提供方便。

BIM技术是建筑业的一次革命,推动了建筑施工方式的转变。公司通过在地铁项目上推广BIM技术,实现

了施工流程优化,减少了重复性劳动,提高了管道预制深度和精度,最大限度节约资源,均衡现场劳动力,在提升项目精细化管理方面发挥了巨大作用。



图2 管件族

2.2 模型检查

利用软件的碰撞检测功能对建立的模型进行硬碰撞与软碰撞分析，硬碰撞指管线之间存在直接碰撞，软碰撞指管线之间没有直接碰撞而空间布置、间距不符合实际施工要求。例如该项目冷水机房内冷却水系统需要做50mm厚的复合硅酸盐保温，并排两根冷却水管之间的软碰撞距离要大于150mm。碰撞检测完后，通过ID查找功能锁定碰撞位置，生成碰撞报告，利用BIM技术的可视化功能，查看管线走向，优化管线排布，生成优化图。项目总工程师、设计代表、监理及各专业人员进行会审，并对图纸进行修改，按施工及设计规范要求进行调整，解决碰撞问题，避免返工。

2.3 Dynamo套管模块

将深化的土建模型连接到机电模型中，建筑机电发生碰撞的位置，利用Dynamo编制的自动创建穿墙套管模块，将碰撞位置的墙体与管道的ID导入到Dynamo，Dynamo模块根据ID获得构件的基线，通过算法获得基线交点，在交点处插入参数化套管族，套管族通过获取的管道、风管、桥架、墙体参数赋值实现参变。

3 管道工厂化预制

地铁地下施工空间较密闭，透气性差，为给施工人员营造良好的施工环境，同时缩短施工时间，项目团队开展了机房管道工厂化预制工作（见图3）。依托复核的土建模型，可以保证设备基础、层高、房间尺寸与实际一致，按照标准和厂家的附件样板建立的族可以保证模型中的管件、附件、设备与工程实际相符，保证管道预制工作的准确性。BIM技术人员对机房管线进行进一步优化，去除多余短管，减少不必要的焊缝，调整阀门高度，保证运维人员操作方便并预留设备操作空间。模型优化后将管段以法兰连接处为界限进行分段，锁定三维视图对图内的构件进行编号，

同规格构件编号唯一并且与生成的材料表相对应。图纸编号与管段分段顺序一致，在进行管段现场安装时，两个不同管段通过法兰进行连接，大幅度减少现场焊接工作。水管图纸安装见图4。

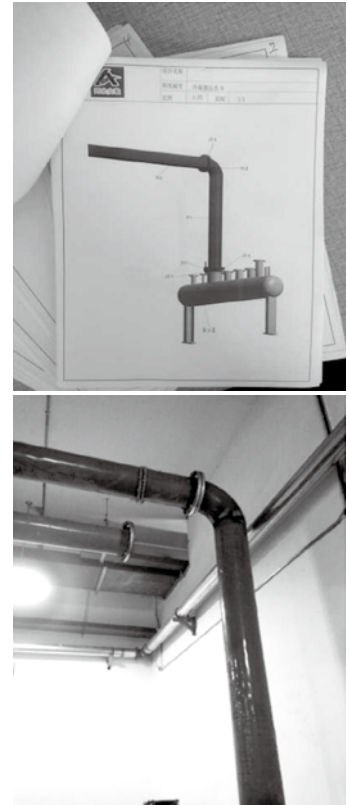


图4 水管图纸安装

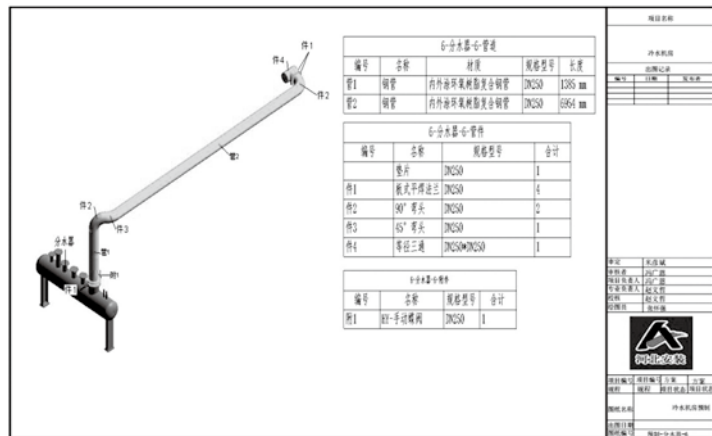


图3 管道预制图

(下转第22页)

BIM技术在电缆电线工程中的应用

尚增军 刘雪童

(河北省安装工程有限责任公司 石家庄 050051)

摘要: 在BIM模型建立过程中,电气线路布置往往通过桥架来体现,没有缆线的具体模型,但受电缆排布、分支、弯曲等影响,很难精确计算电缆长度,常因电缆盈余过多而造成浪费。本文详细介绍了如何通过电气线管绘制电缆、电线的模型,以及电缆电线工程量统计的方法和具体步骤,为其他类似工程提供了实践经验。

关键词: BIM 电缆电线 模型 工程量统计

中图分类号: TP392 **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-3607(2018)07-0020-03

电缆、电线的二维图纸是平面图、系统图,很少有立面及剖面图,电缆、电线的走向只是示意性表达,不能给出具体的路由,也不能为视图人员提供明确的三维空间信息,明装电缆、电线及其保护管要求横平竖直,与周围结构协调,且美观实用。暗装电缆、电线及其保护管要求以最短的路由,实现应有的功能,以便节约材料及运行成本。在安装工程中电缆、电线与其他专业、其他器件相遇时,都要避让路由。电缆、电线的敷设位置变化多样,其工程量的精确统计一直困扰着相关技术人员,是一个不易解决的技术难题。

依据多年的施工经验,及对BIM软件的学习、使用,项目团队研究出通过BIM软件内的线管绘制电缆、电线的模型,附加需要的信息,完美实现了电缆、电线路由的三维展示,工程量统计通过电缆、电线的建筑信息模型指导施工。

BIM技术在电缆、电线路由展示,工程量统计方面的应用,分为前期准备、BIM绘制、BIM应用三个部分。

1 前期准备

技术人员依据图纸收集电缆、电线及其保护管道的几何及非几何信息如电缆、电线、电缆保护管、电线保护管的外径,电缆、电线、保护管的每米质量等。依据信息修改建模用电气线管的外径,根据图纸要求使用的施工规范,修改建模线管及线管配套管件的几何参数,如线管的外径、弯头的弯曲半径等,并为弯头族添加共享族参数弯头长度,根据弯曲半径及角度、导管长度参数计算弯头长度,自动对族参数弯头长度赋值,方便统

计工程量时使用(见图1)。

在BIM建模项目中添加参数的类型为共享参数,技术人员根据需要可以添加名称、回路编号、型号、相色、根数、端头余量、每米质量、保护套管、套管规格等参数。比如名称存放绘制的模型是电缆、电线或保护管;相色存放相同路由电线的颜色,如红色、绿色、黄色、蓝色、白色、黄绿相间等;根数是相同路由电线的根数;端头余量存放电缆接入配电箱柜或用电设备的长度,电线接头或进入箱、盒及电器的长度。



图1 设置电缆弯曲半径



2 BIM模型绘制

2.1 准备参照模型

如果没有链接建筑、结构、通风、给排水、工艺管道等其他专业模型，就要和电气盘、箱、柜、电气桥架、用电设备等一起绘制建筑信息模型，如果没有其他BIM应用需求，相关模型只要外形尺寸准确，满足电缆、电线路由参照即可，没有必要浪费过多精力和时间精雕细琢参照模型。

2.2 电缆模型绘制

用电缆外径相同的电气线管挂接好相应线管管件，依据图纸回路、明敷或暗敷的要求绘制电缆模型，电缆通过桥架部分的模型不中断，路由与将要敷设的实际位置相同。如果需要精确管综，需查看电缆保护管与周围管线器物有没有干涉，可以把电缆有保护管的线管复制出去，修改线管的外径与保护管外径相同，再移回原位。一般没有必要绘制保护管的模型，只对相应的线管添加保护套管类型、套管规格等信息，能够实现统计工程量，完成管线综合，承载有用信息即可。

绘制完一个电缆回路之后，仔细检查代表敷设电缆的线管路由是否正确，有没有与周围设施干涉，确认无误后，对绘制的模型添加策划中明确需要的信息。例如需要布置电缆支架，就要添加每米质量，便于计算支架的载荷，确定支架形式、大小、布置间距等，尤其注意对表示电缆端头的线管添加端头余量参数值，实现后续的工程量统计。

2.3 电线模型绘制

用电线保护管外径相同的电气线管挂接相应的线管管件，依据电线图

纸的路由绘制电线模型，为达到明敷或暗敷的要求，线槽内电线模型不中断，路由与将要敷设的电线实际位置相同。如果想计算线槽填充率或根据剖面查看线槽的填充率，可修改线槽内电线模型的截面积，绘制与线管代表的全部电线截面积和相等的线管，以便于汇总统计线槽的填充率。在线槽内排列好代表电线的线管模型，能够直观地从剖面查看线槽的填充率。

绘制完一个电线回路或者参数相同的电线模型后，仔细检查代表敷设电线模型的线管路由是否正确。如果模型复杂不便于检查，可以使用碰撞分析功能，依据生成的碰撞分析表定位模型的碰撞位置，再进行综合布置。经检查确认电线路由正确无误后，对绘制的电线模型添加策划中明确需要的信息，如名称、回路编号、型号、相色、根数、端头余量等，其中相色内容是设计给出的，或策划明确的电线颜色，例如线管内有红色、蓝色、黄绿相间色，相色参数值就可以直接写红色 蓝色 黄绿相间。根数就是相同路由有几根同时敷设的电线。和电缆一样，电线也要关注端头余量参数，由于电线的连接头要比电缆多，所以更要注意有接线要求的电线模型，在端头余量参数内填入需要预留的电线长度，其他参数含义比较明确，不再详细解释。

3 BIM在工程量统计上的应用

电缆、电线的信息模型建好后，通过其三维视图，可以查看电缆、电线的路由，判定与其他设施的空间关系，为电缆、电线的敷设、成品保护、故障检修、损坏更换等提供了准确的空间信息。电缆、电线信息模型

的属性信息，可以很方便的查到需要的有价值信息，例如通过名称可以判断电缆、电线或其他线管；根据回路编号可以确认电缆或电线在配电盘里是哪个回路的缆线。通过相色可以判断施工时敷设什么颜色的电线等等。电缆、电线建筑信息模型的可视化，可作为信息载体等优点及其应用方向不再赘述，下面将简单介绍电缆、电线的工程量统计。

电缆的工程量统计，只要建立需要统计电缆工程量信息模型的线管明细表、线管配件明细表，汇总线管明细表线管长度值、端头余量长度值及线管配件明细表弯头长度值，就可以得到电缆的工程量。因为信息模型是信息的载体，只要建立了模型，就可以按区域、系统、或按敷设时间等统计电缆工程量，操作仅由鼠标圈选过滤获得，迅捷准确，解决了重复计算的烦恼。

电线工程量统计，如果是为计算造价则比较简单，依照电缆工程量统计方法，建立需要统计电线工程量信息模型的线管明细表、线管配件明细表，汇总线管明细表线管长度值、端头余量长度值及线管配件明细表弯头长度值，在汇总的长度值基础上乘以根数，就得到了电线的总长度。如果是为了准备材料而编制材料计划，给电线敷设作业组下达限额领料单或敷设电线前进行领料，就要对每种相关颜色电线的工程量进行统计，方法是对相色参数值进行包含值过滤，例如要敷设的电线中包含红色火线、蓝色零线、黄绿相间接地线、白色回火线，就分别对包含红色、蓝色、黄绿相间、白色的相色值进行过滤，并把长度值汇总，即可得到需要的红色火

