

# 三维协同设计在地铁暖通系统的应用研究

李鹏

上海市建工设计研究总院有限公司

**摘要：**近年来，我国的轨道交通行业迅猛发展，随着科技日新月异的发展，轨道交通行业的设计要求也越来越精细化，设计方式也由传统的二维平面设计向更为直观、精确的三维立体化设计转变。针对目前暖通专业平面出图的缺陷以及三维设计只能依据二维平面图建立三维模型来满足碰撞检查的需要，但并未深入到施工图设计中的情况，本次以上海轨道交通15号线桂林公园站为研究对象，进行全专业三维设计应用研究。研究结果表明：（1）三维设计可以通过相关插件直接出平、立、剖面图。（2）三维协同设计工作模式的改变，可以提高工作效率。（3）本文研究成果可为今后各专业三维设计提供经验与参考。

**关键词：**BIM技术；轨道交通；三维设计；暖通空调

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.15.097

## 前言

城市轨道交通是城市最重要的基础设施之一，城市轨道交通项目建设规模庞大，专业系统众多，单是与机电设备相关的专业就有轨道、供电、动力照明、信号、通信、防灾/报警/综合监控、通风空调、车辆、给排水与消防、自动售检票、自动扶梯和电梯、屏蔽门（安全门）等诸多专业。传统设计中，所涉及的设计人员众多，各系统专业分工明确，独立设计，专业协调性不强，大家合作模糊，容易造成整体方案不合适或者专业间的严重冲突，给施工带来麻烦，影响建筑装修净高、造成返工或浪费、延误工期、甚至带来安全隐患。

传统的二维管线综合是基于平面图纸进行设计和协调，容易造成遗漏或者考虑不全面，这些都为后期的现场施工留下许多弊端，具体如下：（1）管线综合完全靠设计人员的想象，碰撞无法暴露和避免；（2）管线的标注和高程不准确，往往不考虑保温、法兰、阀门以

及设备的安装空间；（3）管线的调整具有局限性，管线的连续性难以保证；（4）多专业分别出的二维平面图纸专业之间缺少协调，造成施工过程中专业间打架，给现场施工人员造成很大的协调压力。

因此在15号线桂林公园站试点设计人员的全三维设计，直接从三维模型导出二维图纸。通过此试点总结实际的经验和不足，为后期全面三维设计在轨道交通行业的推广和发展，提供一点的经验。

## 一、工程概况

上海轨道交通桂林公园站为15号线工程中间站，车站南北向设于桂林路下，南端紧靠漕宝路，与已运营的12号线桂林公园站形成“L”型通道换乘关系。车站中心里程CK16+197.879。现状周边用地以教学用地、办公用地、居住用地为主。站西侧为中核浦原科技园；东南侧为上海应用技术学院；东北侧有冶金小区等居民用地。车站总建筑面积17981平方米，车站设三个出入口通道。其中1号出入口、2号出入口设于桂林路以西，3号出入口桂林路以东。其中1号出入口与1风亭组合设置。消防出入口与2号风亭组合设置。

## 二、三维设计准备阶段

### （一）机电设备族库建设

BIM技术最主要的信息获取是通过模型中构建的物理属性和信息属性与实际的设备保持一致，这样才能借助于可视化的模型，对实际尚未建造的工程进行设计和修改。而软件系统原有构建族库与CAD的二维图例不一致，为此，专门针对该项目中涉及的所有机电设备进行参数化建模。让设备在精细真实模式下显示设备的真实情况，在粗略线框模式下显示设备的二维图例，通过族库管理平台对所有构建族进行统一管理，保证了模型信息与实际信息的一致性。

### （二）三维协同设计流程

三维协同设计的实施是一个系统工程，涉及地铁设

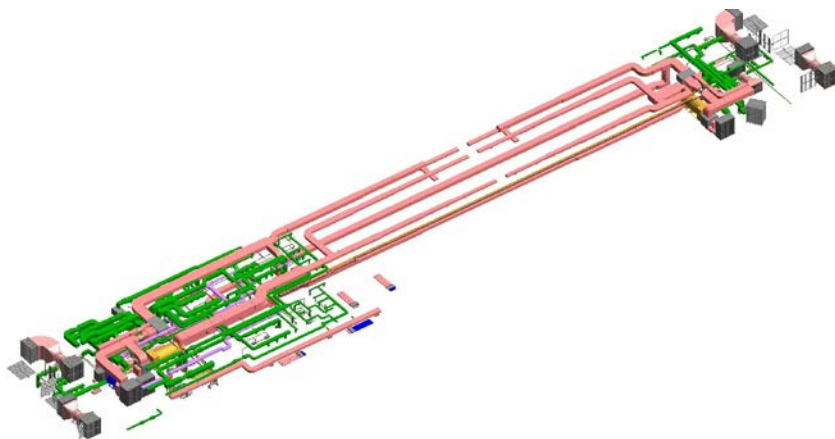


图1 暖通专业三维模型

计相关的十多个专业，其实施必须制定详细的计划。具体的实施计划为建筑结构专业先进行三维设计，机电专业在土建模型的基础上分阶段进行三维设计，各专业根据管综的要求调整管线，设计专业导出各专业图纸，最后将导出的图纸进行审核、审定。

### （三）三维协同设计管理

三维协同平台的核心是让不同区域所有专业在同一个平台进行工作，随时获取项目的最新信息，进而提高设计效率，减少因沟通不畅造成的专业间问题。

## 三、三维设计工作

### （一）计算

在收到建筑、结构专业已经审核过的模型之后，暖通专业开始三维可视化设计。对于暖通空调专业，画模型前最重要是负荷、风管计算。需要输入风量计算风管的截面积和风速。

### （二）三维设计

确定好设备选型、风管的尺寸、风口的位置，就可以进行暖通专业的三维设计。

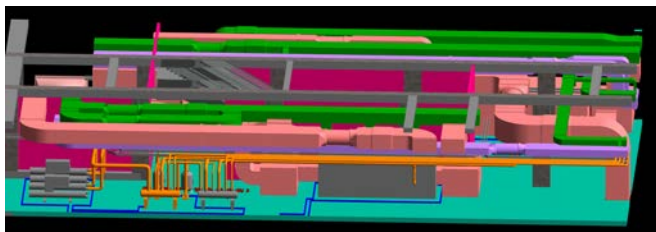


图2 环控机房模型

### （三）三维管线综合碰撞检测

“碰撞”检测是通过数字化的方法，找到管线冲突，主要包括“硬碰撞”和“软碰撞”检测。“硬碰撞”是指管线之间或管线与结构之间的直接碰撞；“软碰撞”是管线之间或管线与结构之间保留一定的安全距离和安装、检修空间的碰撞。

暖通专业的碰撞主要包括暖通专业与结构的梁柱碰撞，暖通专业自己管线内部的碰撞以及暖通专业与后续机电、给排水、装修专业的碰撞。

与结构的碰撞主要涉及梁和柱子，需要与结构专业协调，梁是否能够上翻，柱子是否能移动位置。若结构专业无法移动，需要暖通专业移动管道的位置或走向。

暖通专业与后续专业的碰撞，尽量由后续专业调整管道实现管线综合，若其他管线无法调整出合理的管线布置，则有暖通专业协调其他专业解决。

通过在三维设计中采用碰撞检测和管线综合后，完全可以发现管线设计中存在的所有碰撞点，碰撞检测的效率和准确率也大大提高，设计人员可以分专业、分类别的进行修改，且修改后可以直接再次检测碰撞，大大提高了生产效率。

### （四）二维图纸生成

完成三维设计模型后，通过三维管线碰撞检测和调整之后，就可以对三维模型进行出图了。为了保证和公司的CAD出图图层和模式一致，开发了专门的出图插件。进而生成符合规定的二维图纸，二维图纸经过一定的标注即可生成施工图，通过内审、外审即可对施工过程进行指导。

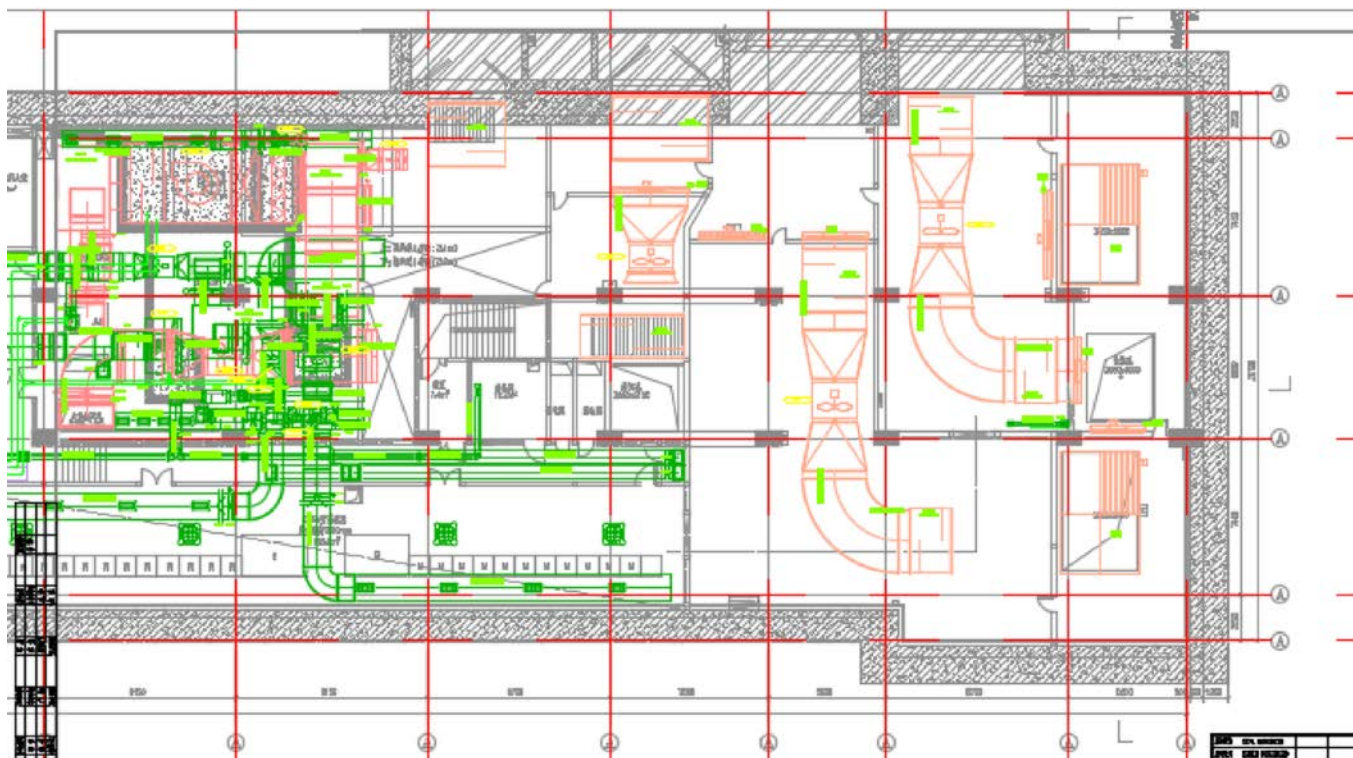


图3 导出的二维图纸满足设计图层要求

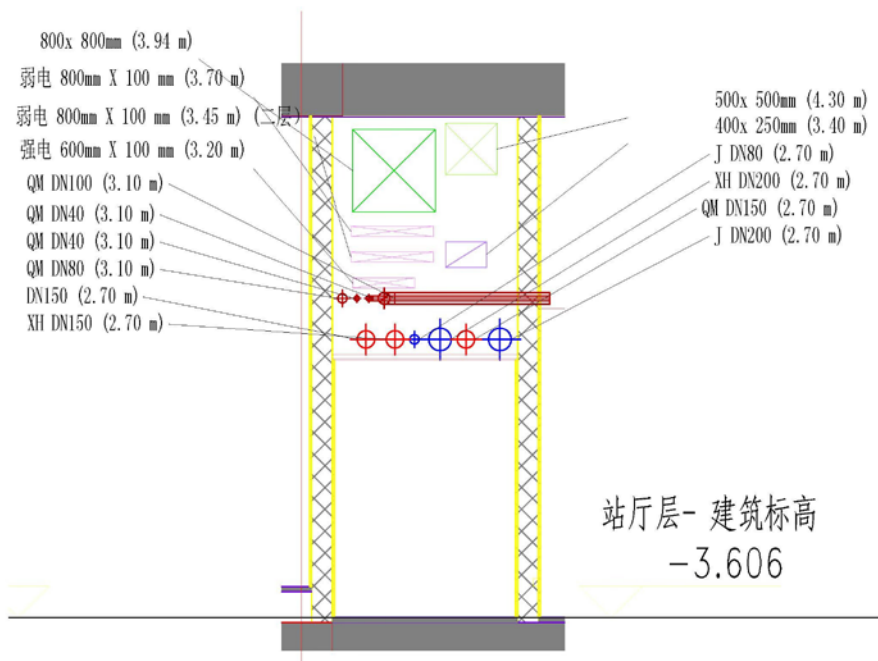


图4 三维导出的施工图

#### (五) 材料表输出

通过对模型的构件添加一定的参数。可以使模型包含丰富的工程信息，能查看、导出各类材料表。与投资监理复核工程量，使项目投资更加准确。

项目编码	项目名称	项目特性描述	计量单位	工程量
	双面彩钢复合风管	风管内部温度 $\leq 45^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $\leq 95\%$ 、风速 $\leq 12\text{m/s}$ 、风管内静压 $\leq 1500\text{Pa}$	平米	2191



图5 三维导出的材料表

#### 四、优势和缺点

通过桂林公园站的各专业全三维设计应用研究也发现三维设计相对于二维设计的优势和缺点，主要如下：

优势：1) 保证三维空间概念设计决策的正确性。

2) 三维模型与二维平面相关联，显示直观并可实时观察，可视化进而提高各专业的沟通效率。

3) 方便各专业协同工作，减少提资的繁琐，从线性委托设计变为网络化交互设计，提高设计质量。

4) 相同的项目文件保证设计信息的统一性、唯一性、准确性。

5) 专业人员做三维设计，保证设计的准确性，可视化保证设计的可施工性。

缺点：1) 当前软件的局限性；绘图、出图不便

捷，三维是在原来的二维基础上增加一个维度，相对应的工作时间会增长，工作效率会降低。

2) 三维协同工作流程优势明显但是挑战现有的设计体系，暂时缺乏一套在三维设计中各专业的约束机制和责任分工，图纸的审核机制。

#### 总结

通过本项目的实践，整理出三维设计技术的工作流程与各专业协同设计模式。探索出一条三维协同设计方法、规则。通过实践工程应用验证了三维设计相比传统二维设计在提高工作效率和质量上的优越性，较好的解决了机电专业管线碰撞的问题。当然，目前的三维设计工作还有诸多需要改善的地方，比如如何提高建模和出图的效率，如何改变现有的设计体系来满足三维设计。因此完善三维设计在轨道交通领域的发展有着深远的意义，面对不成熟的三维设计技术，我们应当不断创新完善此技术，使整个行业能够获得提升和发展。

#### 参考文献

- [1] 刘颖. 维协同设计在水电站暖通空调设计方面应用研究[J]. 低碳世界, 2016 (15): 34-35
- [2] 王学彬, 张萍. 城市轨道交通施工新技术的发展与应用[J]. 城市建设理论研究, 2015 (17): 1087-1087
- [3] 刘云刚. 城市轨道交通工程技术发展和管理[J]. 装饰装修天地, 2016 (13): 1
- [4] 高继传, 江文化. 三维管线综合设计在南京地铁中的应用探讨[J]. 铁道标准设计, 2015 (7): 134-137
- [5] 冯世杰. 三维协同技术在天津站综合交通枢纽中的应用研究[J]. 铁道工程学报, 2014 (2): 103-109
- [6] 刘奥. 武汉地铁2号线常青花园车辆段BIM设计[J]. 铁路技术创新, 2015 (3): 81-84