

风管设计优化与施工模图一体化的综合运用

——以上海公安局技术服务中心（南车站路）安装项目为例

刘毅

上海颢澜科技工程有限公司

摘要：BIM技术自2000年左右进入到中国，在中国的发展也是历经坎坷起伏，国内在这方面前期比较注重于模型的生产，把BIM当成了单纯的三维建模技术，而真正有价值的BIM数据管理及转化提升却没有得到普遍的应用，至今因其技术复杂、进入门槛高，被视为曲高和寡，在实际运用中一度众说纷纭、莫衷一是，以至于几乎停滞不前，陷入难以为继的窘境，如何可持续地推进这一技术的发展成为亟待解决的重要课题。在上海公安局技术服务中心用房（南车站路）安装项目中，作者所在公司配合业主与代建公司、设计单位、监理公司，在风管等具体安装工程施工管理中，运用BIM等技术为设计辅助校核、综合管线优化、协调专业管线处理方面提供安装专业意见；为装修二次设计提供净高面设计数据支持；在重要施工节点上为通风管道施工安装提供数模一体支撑，结合其他辅助管理技术措施，获得实际施工管理效果的提升，经过BIM技术等方面的点滴寸进，日积月累、终见其功，逐步处理并解决了一些管理中的难题，实现了风管施工高效管理。

关键词：BIM技术运用研究；管线综合优化；风管施工管理数模支持

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.04.097

一、上海公安局技术服务中心用房（南车站路）项目概况

2021年9月-2023年7月，公司作为专业承包商分包了上海公安局技术服务中心用房（南车站路）的安装工程，该项目主要安装工作有配套机电设备、常规水电通风空调及特殊作业辅助设备安装等。项目位于上海市黄浦区南站路152号，建筑面积47050平方米，其中地上建筑面积37950平方米，地下建筑面积为9100平方米。地下2层，地上主楼20层，保留建筑-01、02为3层：包括技侦中心、网安中心新建主楼及裙房和2座保留建筑，建筑高度不大于90米；作者作为安装分包项目经理，全面负责安装分包项目的技术协调与管理工作。

二、项目实施过程中面临的管理难点分析

（一）BIM优化作为安装施工管理基础

总承包施工合同中要求项目施工优化采用BIM核査设计及施工二次优化，施工方必须自行组织管理综合管网优化，业主不接受此类因设计交叉失误而审核优化未发现产生的设计变更引起的索赔，需要在所有的施工方案确定之前，明确处理完所有的方案BIM优化，因此BIM优化必然作为安装施工管理的基础功能。

（二）BIM深化是配合装配管理的基本任务

根据图纸设计要求，项目地面二层以上（除去屋面层）主体楼板采用装配预制构件，机电综合必须配合预留预埋相应管道与设备管洞，不允许后期开洞，必须与相关构件生产单位先行共同确定此类预留预埋，如此的精准度需要将所有的CAD深化为BIM模型作为与装配设计配套的基本任务。

（三）BIM协同管理保证项目可持续的关键

根据合同要求，项目地处集中居民区，有降噪和夜晚施工禁止要求，工期配合紧张，需要运用BIM协同管理才有可能保证项目可持续进行，同时确保项目计划安排和具体节点执行，与此同时，采用BIM协助排布施工进度计划与材料设备二次加工计划，做到细致处理到构件这一级别，标注出每一环节的文明施工的综合评价指标要点。

三、针对BIM技术管理难点提出相应的解决方案

针对BIM技术管理难点等问题，作者与项目班子多次会商，认定需抓住BIM技术管理难点中的重点：风管BIM设计优化及施工组织实施，这是由于风管在所有的管线中占有最多的空间尺寸，与其他专业甚至自身不同用途管道之间也存在碰撞，导致净高等无法满足二次设计要求，同时，风管施工体量较大、安装任务占比较重，不优先处理完这类难题会影响到其他专业施工的顺利展开，经过多轮协商讨论，通过BIM建模并进行管线综合，决定采取以下管理对策与技术措施，能够优先处理这个重点问题，可以解决好这类管理中的难点，顺畅地达成项目的既定目标。

（一）进行综合管网优化解决相关碰撞难题

在项目管理组织安排上，作者协同技术、施工及质量、安全等管理相关人员攻关，结合BIM技术，每层进行综合管网建模，反复进行碰撞分析，寻找施工中可能存在的难点并确定处理同类难点中关键节点，做到未雨绸缪，将错误反映在图纸中，把困难与失误消灭在图模多次优化阶段，把设计与施工缺陷掐灭在源头，在模型上针对主要管网-通风管道、防排烟管道、电缆桥架与消防管道等采用统一排布，做细做实，对关键节点进行研讨。

（二）运用BIM技术协助管理施工预留和综合支吊架排布

在配合土建砌筑二次结构时，保证内外部及时沟通，协调砌筑队伍及时合理留洞，责任到人，提高了沟通效率；通过与现场施工员现场排布通风管道墙体留洞尺寸，在现场和电脑上进行预留尺寸的验算和模型碰撞及交叉数据的比对，并及时反馈给设计人员和相关BIM

建模人员。

在具体施工管理中，根据作者以往施工经验，针对设备及管道密集复杂等特点，通过BIM综合支吊架排布，并对所需要的支架吊架建议采用预埋铁件连接，避免后期打膨胀螺栓影响结构美观与强度校核麻烦，并建议将所有预埋件与结构钢筋进行接地跨焊搭接，杜绝孤立构件无法做焊接搭铁线的困境，增加了一些工作量，却避免后期焊接支吊架时敷设搭接线，做到随时随地焊接畅通，增加了设备接地的可靠性能，提高经济性价值，获得业主和监理单位的认可。

(三) BIM模拟协同管理装配式结构预制件预埋预留

运用标准化和模块化的技术手段，发挥BIM技术的先天优势，BIM模拟协同配合装配预制构件施工工艺，有效地管理相应的预埋预留工作，将大型管道和设备施工模拟在电脑上，搜索关键工序具体的操作视频组织相关人员研讨，并打印出具体节点图发放到具体操作人员手中，确保施工管理人员心中有数，脑海中有具体的模型，对关键节点反复操练做到心里有底，提高了工作效率；在施工管理组织上，合理调度人员，科学组织施工流水，合理安排施工节奏，有效缩短了施工时间，尽量组织白天进行配合土建施工，较少或避免进行夜间作业，无法避免时，采取合理隔离措施，减少了扰民投诉；同时将这些相关数据和技术优化落实到竣工图纸和模型中。

四、提出风管净高等优化专业建议，提前预警施工管理难点

(一) 2楼D-E轴4-5轴走道风管优化建议

2楼 D-E轴/4-5轴走道，走道1850mm宽，结构梁底净高3600mm，排烟风管800x630通向房间支管有800x320，需要隔热岩棉保温厚度50mm，主要交叉有排风管500x400，施工考虑支架50mm，按照与其他管道交叉预留空间及其逻辑走向，底支架净高2420mm，设计要求净高2700，考虑到此处走道宽度1850mm，空间相对狭小，如需抬高净高，只能考虑压缩排风风管，并且抬高高度有限。建议排风风管从南侧会议室经过，则留出走道空间。

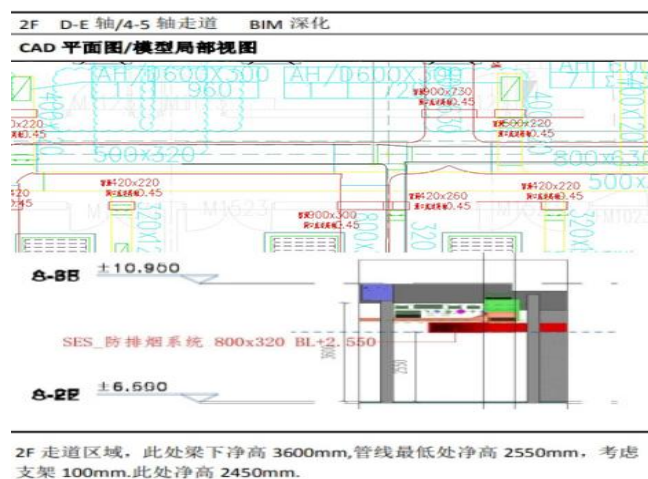


图2 楼D-E轴/4-5轴走道管道优化方案

(二) 8楼E-F轴/6-7轴走道风管优化建议

8楼E-F/6-7轴走道净宽1500mm，梁底净高2950mm，此处主要有排风管500x400，支架高度50mm，交叉管道有新风管250x160，考虑上下保温岩棉各50mm，支架高度50mm，管底净高为2950-400-50-50-160-50-50=2190mm，装修建议净高2500mm，我们建议新风管改道从新风机房穿越配线间再通入弱电间，避开与走道排风管交叉，可以节省310mm高度，正好满足装修设计建议高度要求。

(三) 8楼D-E轴/3-4轴走道风管优化建议

8楼D-E轴/3-4轴线走道净宽2250mm，梁底净高3250mm，主要原有排烟风管1000x500，隔热保温岩棉厚度上下共计50mm，支架高50mm，交叉管道为新风管630x400，需要考虑保温厚度上下各50mm，支架高50mm，装修设计建议净高2500mm，此处管道无法避让，只有考虑压扁相关管道，经与通风设计师沟通协商后，建议排烟风管改为1250x400，新风管道改为1000x250，净高调整为3250-400-50-50-50-250-50-50=2400mm，接近于装修设计的要求高度。

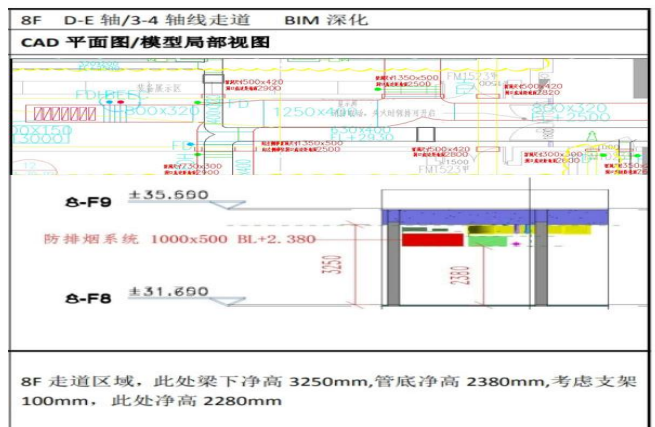


图 标准层（8楼）D-E轴/3-4轴线走道优化方案

上述优化建议经过业主和相关部门的评定，获得较好地参考与具体运用实施，充分发挥了BIM管理的效用。

五、验算相关技术参数，运用图模一体化解决管理难点中关键节点

在本工程中，包括新风井、排风井、防排烟风井、加压送风井和排油烟风井等，管井内操作空间较小，从地下室延伸至楼顶的风管井，房间所在管井内光线较暗，这些都给风管带来施工的不利条件；通过BIM模型分析，确定竖井内风管是施工管理难点中关键节点，适时验算相关技术参数，运用图模一体化，以风管施工为龙头，确保施工合理有序，解决了牛鼻子问题。

(一) 吊架受力计算

本次只是计算竖井内的施工用支吊架的技术数据，如下图所示，计算出风管受力和相应的弯矩：

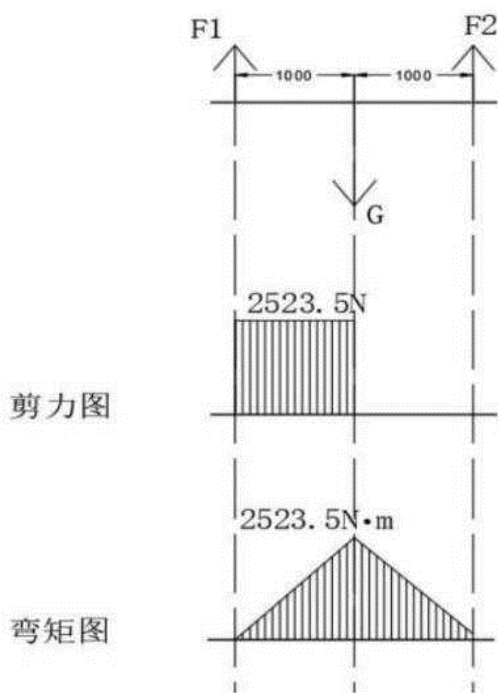


图 风管受力及弯矩示意图

支架力F1、F2： $F_A=F_B$ ， $F_A+F_B=G1$ ，得 $F_A=F_B=1261.75N$ ；

弯曲强度校核： $\sigma_{MAX}=M/WZ$ ，其中 $WZ=bh^2/6=4.312 \times 10^{-3}m^3$ ，

则 $\sigma_{MAX}=2523.5 / (4.312 \times 10^{-3}) = 0.59Mpa < [\sigma] = 157Mpa$ ，满足设计要求。

(二) 复核8.7毫米钢丝绳的拉力强度

按下图所示，验算风管吊装钢丝绳，以起吊矩形风管的截面规格2.5m x 1.5m\风管高度1.25m\热镀锌钢板厚度为1.5mm，一段风管验算8.7mm钢丝绳的拉力强度：

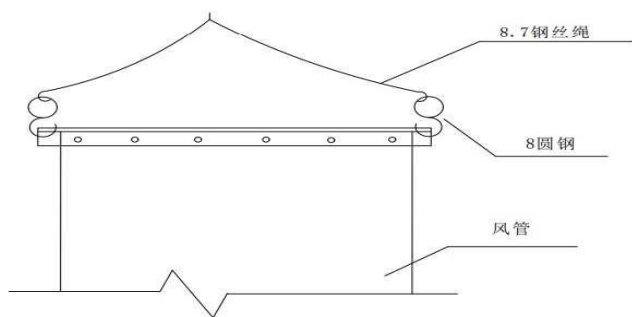


图 风管吊装钢丝绳验算示意图

风管重量 $= (2.5+1.5) \times 2 \times 1.25 \times 1.5 \times 7.85 \times 9.8N/kg = 1153.95N$ ，加上法兰L50x50x5重量 $(2.7+1.7) \times 2 \times 2 \times 3.77 \times 9.8 = 650.25N$ ，共计1804.20N，经查8.7mm钢丝绳破断拉力为4730x9.8=46384N，

$P_{破坏} = 6 \times 1804.20 = 10825.2N < 46384N$ (K-安全系数，钢丝绳吊装时取 $K > 6$)，使用8.7mm钢丝绳完全满

足安全要求。

同时按相关规范复核，上面风管本体与法兰总重 $= 1804.20N / 9.8N/kg = 184kg = 0.184吨 < 1.5吨$ 。

结论

使用8.7mm钢丝绳满足吊装要求。

截至2023年5月，竖井内风管按原定计划完成吊装固定，分项工程符合质量验收要求；根据施工资料与验收结论，风管施工满足图纸设计要求和施工验收规范标准，综合评定结论为良。

六、结论与建议

风管设计优化与施工模图一体化的综合运用提供了本项目安装管理中重要分部难点的解决方案，其余分部分项工程进展按照正常管理流程符合项目进展计划，回顾总结一下，就是在实际管理工作中分解项目目标以终为始，把施工管理过程可能遇到的问题和困难要想在前面，准备好相应的管理预案和对策，运用BIM空间立体效果促进对CAD的平面效果的理解，把对技术的考量结合实际施工需求，形成切实可行的施工管理方案，做到心中有数，同时水过留痕，及时积累相应的技术管理数据，作为以后解决问题的工具和认识处理问题的助力。比较遗憾的是，由于时间仓促和工程节奏安排，对BIM细节管理和工程实践上的磨合还有待加深。庆幸的是，作者认为态度决定一切，值此项目即将收官之际，总结与积累施工管理中的经验与教训，抛砖引玉，正如，开题所言，踏出使用BIM管理的每一小步，方可跨出数据集成的一大步。这里与大家一起分享这些技术管理的感受，为安装管理信息化进一步提升贡献自己的微薄之力。

参考文献

- [1] “BIM技术是什么”，2023-01-11，<http://www.bidizhaobiao.com/wenda/wd-43616.html>；
- [2] 百度文库“BIM管线综合技术”[J].北方建筑，2023年第3期；
- [3] 王子悦，董利国，赵亚勇等.一种狭小结构竖井内风管安装工法的改进应用研究[J].中国设备工程，2021年第16期；
- [4] 张煜，李刚，李证吉等.防排烟竖井管分段式倒装施工技术[J].施工技术，2018第A4期
- [5] 《通风与空调工程施工质量验收规范》，GB 50243-2016
- [6] 《通风管道技术规程》，JGJ141-2017
- [7] 《建筑机电工程抗震设计规范》，GB 50981-2014
- [8] 《通风与空调工程施工收规范》，GB 50738-2011
- [9] 《竖井风管按照施工方案设计》-道客巴巴，2020，<http://www.doc88.com>