

**编者按：**北京城市副中心的建设是关系到我国发展的一项重要举措，该中心本着坚持世界眼光、国际标准、中国特色、高点定位，以创造历史、追求艺术的精神等六大原则进行规划设计建设。本期科技专题向大家展示北京市设备安装工程集团有限公司施工的北京城市副中心行政办公区A2工程，详细介绍了机电深化设计、BIM综合支吊架设计、临时采暖系统设计在该工程中的应用和探索，力求解决工程中的每一处技术问题，在技术方面为项目的建设提供保障，为同类工程提供更多的实践经验。

# 北京城市副中心行政办公区A2工程 机电深化设计综述

孙蒙蒙

(北京市设备安装工程集团有限公司北京华运工程设计公司 北京 100045)

在越来越严酷的市场竞争中，建筑机电深化设计水平的高低，不仅仅体现在安装成本及进度控制等方面，更体现了一个企业的机电安装水平及专业技术层次。面对建筑高度不断刷新、机电管线日益复杂、吊顶造型更加新颖等现实问题，机电管线深化设计工作“做了”不难，“做好”不易。

北京城市副中心行政办公区A2工程位于通州区潞城镇，南临运河东大街，西面、东面、北面均临规划路，建设目的是为了调整北京空间格局、治理大城市病、拓展发展新空间，推动京津冀协同发展、探索人口经济密集地区优化开发模式。该项目总建筑面积约29万m<sup>2</sup>，建筑高度49.8m，地上共有6个楼座，1#主楼地上10层，

2#-5#办公配楼地上7层，主配楼地下2层（局部夹层）；6#会议中心地上三层，无地下室。地上建筑功能为市政府及相关委办局办公用房，地下设置为办公用房配套的食堂、车库、设备机房、库房、健身休息、更衣区等设施。

本工程采用三维BIM及二维剖面辅助深化设计，同时紧密结合施工现场及设计院对管综过程中出现的问题及时进行沟通解决。深化设计关系图见图1。

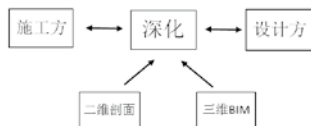


图1 深化设计关系图

## 三维BIM+二维剖面

BIM的一些基础功能均应用到本项目中，包括常规的BIM建模、碰撞检测、碰撞调整、管线优化等。本项目还利用BIM对主要的风水系统进行了校核计算，对走廊等重点部位进行了管综支吊架的计算选型，并对施工难点进行了局部BIM三维交底等。

施工期间为了保证管综BIM成果更好地同施工实际相结合，将BIM模型中的重点部位形成二维剖面图纸，并经设计院各专业设计负责人签字后交由施工现场进行管线的安装。同时，现场项目部留有5至7名专业BIM深化人员，对于剖面图中不明确的地方，工长可随时到项目部进行BIM的查看及问题的解决。对于机房、竖井、管道连通道等复杂的地方重点进

行管综调整并形成相关图纸。

### 创历史先河 首次驻场设计院

本项目施工存在工期紧、图纸方案不确定、系统复杂、各专业交叉施工配合人员较多等诸多难点。为了便于管综工作的开展，在项目初期，单位派驻设计院两名专职深化设计人员到场配合，管综及现场发现的技术问题随时和设计人员沟通解决，大大节省了答疑时间，几乎所有问题都能高效解决。

期间，技术团队同专职深化设计人员一起开展多次管综协调专题会议，就管综后不能满足吊顶控高要求的区域进行集中解决，多次修改管线路由图纸。部分问题在设计未出图阶段介入分析，从管线综合角度和设计人员沟通，和工长解决单专业图纸问题，配合设计一次出图到位，现场安装更加省时省力。

走廊区域原吊顶高度为3m，施工前通过管线综合发现无法满足此高度，同设计院一起向指挥部多次汇报后，最终将吊顶高度下降200~250mm，确保了后期施工的顺利进行。

### 紧密配合现场施工

施工初期，项目多次组织现场工长进行三维软件revit、magicad、navisworks、BIM5D培训，以及普通的BIM图纸浏览和软件安装培训，配合施工现场及时解决管综问题，图纸有修改处及时更新，施工困难区域及时预警。

项目团队同设计紧密联系，了解掌握设计意图，获取项目图纸供应计划并掌握供图动态，及时对设计图纸方面提出合理化建议。在工作中不

仅涉及到机电各专业，同时还有和建筑、结构、幕墙、装饰、市政等相互配合的地方，预先通过BIM建模，在模型中寻找和其他单位交叉打架的地方，做到事先预警，协调相关人员进行解决，通过深化设计对施工图纸进行补充、完善及优化，进一步明确装饰与土建、幕墙等其他专业的施工界面，为各专业顺利配合施工创造有利条件。同时，对工程量清单中未包括的施工内容进行补漏拾遗，准确调整施工预算，填补专业间的设计空白。

协助现场技术人员解决工程施工中出现的技术问题，对项目的关键技术难题进行科技攻关，进行新工艺、新技术的研究。

### 深化设计过程的监督与管理

在项目施工过程中，技术人员多次到现场对管线安装情况进行测量记录并拍照，对安装情况出入较大区域形成书面报告，并在生产会上及时反映和纠正问题，从图纸上管综的排布到现场实际管线的安装，完成一套全流程的深化设计工作。

图2、图3、图4分别是某走廊的局部截图，此走廊吊顶高度2.75m，

机电管线全部安装于2.9m以上，通过现场勘查，安装效果基本上和剖面图排布一致。

### 调试工作

在项目调试阶段，全力辅助现场对设备参数及系统进行再次复合及测量，辅助运用BIM计算功能，在调试前对系统进行初步模拟，初调参考BIM计算结果，相比传统调试模式缩短了调试时间。

本工程采用了BIM技术辅助深化设计，同时配合施工现场和设计院对机电系统进行深入精细的排布，脚踏实地，力求解决工程中的每一处技术问题，在技术方面为项目的建设提供保障。同时，探索出深化设计BIM同各方配合的一种深层次的管理模式，协同管理建筑中的各专业关系与矛盾，在项目管理中形成更加完善的体系。高效的技术服务与完善的管理体系使项目在成本与进度方面都取得了较好的成绩。



图2 走廊局部二维剖面图

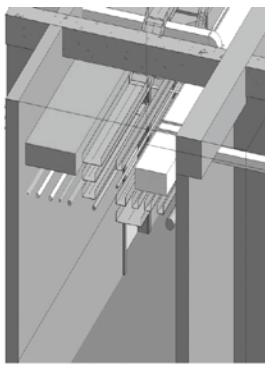


图3 走廊局部三维BIM截图



图4 走廊局部现场实际安装图

# 基于BIM的综合支吊架设计在北京城市副中心 行政办公区A2工程中的应用

王鑫

(北京市设备安装工程集团有限公司北京华运工程设计公司 北京 100045)

**摘要:** 本文介绍了BIM综合支吊架设计在北京城市副中心行政办公区A2工程上的应用,以及管线综合和综合支吊架设计如何高效地完成配合,总结出一种基于BIM信息化的管线综合设计方法,为日后工程基于BIM模型的标准化工提供施工提供参考。

**关键词:** BIM技术 管线综合 综合支吊架 设计

**中图分类号:** TP392 **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-3607(2018)05-0012-02

## 1 实施背景

北京城市副中心行政办公区A2工程项目建筑面积大,设计、施工周期短,任务重。项目采用BIM技术辅助高效解决各类方案问题,同时在管线综合设计时,为了能够充分利用有限的设计空间,尽可能考虑使用综合支吊架进行管线的固定安装。公司在以往类似工程项目中,已经总结了完善的BIM综合支吊架设计流程以及成熟的信息产品库,所以在本项目上仅用1人配合2周的时间,就完成了全楼的综合支架设计。

## 2 BIM综合支吊架设计应用

管线综合与支吊架设计相辅相成,如果管线综合仅通过经验预留支架空间位置,而不进行验证,很可能造成管线空间的浪费或者不足。一般情况下,在项目大量可利用的功能性房间内都不允许穿越主管线,更何况本项目的管线设计可利用空间非常紧张,项目利用BIM支吊架设计软件,

不但可以快速进行支架设计、布置,还可以通过BIM软件碰撞检测功能,真正地高效解决管线综合验证工作,避免返工、拆改、无法按图施工而重新修订方案造成的经济和工期浪费,对于设计、施工周期如此苛刻的项目来说,更能体现出技术对项目管理的科学辅助。

### 2.1 BIM综合支吊架设计流程

首先根据设计院提供的图纸进行BIM模型搭建及初步管线综合,在此过程中同步解决方案性问题、设计问题以及未来可能出现的施工问题,形成深化设计模型。在深化设计模型的基础上进行BIM综合支吊架设计,校核综合支架型钢选型,并根据选型结果进行BIM综合支吊架布置碰撞分析,调整后形成综合支吊架深化模型。根据综合支吊架深化模型制作综合图,提设计院审批出图,完成管线综合与支吊架配合设计。

### 2.2 BIM综合支吊架设计

本项目的综合支吊架设计,采用

了Magicad For CAD平台下的MCSH与PKPM软件相结合的方式进行分析及验证。

利用MCSH之前搭建好的管材库,可以快速获取模型管材重量信息,加快设计速度。

根据支架设计软件计算参数结果,判断综合支吊架型钢尺寸及连接形式,并利用软件功能一键快速生成验算报告,提设计院审批。根据最终审批结果,快速布置BIM综合支吊架,并利用BIM软件的碰撞检测功能验证预留综合空间,实现真正意义上的管线综合“零”碰撞。

在综合支吊架设计过程中,较为复杂的是暖通冷热水管道的综合固定支吊架设计,此类管道与环境有较大温差,沿管线会有一定的热胀冷缩径向变形,所以此类管线综合固定支吊架除了需要承载竖向的重力荷载外,还要考虑管道热胀冷缩造成的水平方向荷载力的影响,对于此类水平方向综合固定支吊架支撑结构设计,技术



团队通过PKPM软件进行解决。

本项目暖通冷热水管道敷设直线段长度基本在40m以内，所以固定支架基本在直线段中部设置一组，两端通过自然补偿的方式吸收暖通冷热水管道的位移，即可满足规范设计要求。

冷热水管道固定支架受到的荷载力主要有管道位移时克服活动支架的摩擦反力，补偿器弹性力及补偿器内压推力等。本项目直线管道长度均在40m以内，并不需要设置补偿器，故固定支架受力主要是弯头位置处自然补偿的弹性力和由管道位移产生的活动支架摩擦反力。

以地下二层20-24轴，L-K轴间的固定支吊架为例，综合支架上设计敷设有采暖、车库补风加热、高温冷水、低温冷水等不同用途、不同温度供回水暖通管道14根，通过MCSH确

定了采用3根竖杆的倒门字型支架形式，综合支架横担及竖杆型钢全部采用16#槽钢。地下二层固定支吊架3平面简图见图1。

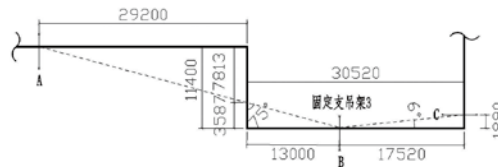


图1 地下二层固定支吊架3平面简图

之后进行管道水平推力分析，安装时候的环境平均温度为25℃。摩擦阻力系数 $\mu$ 取0.3，通过计算综合支架斜撑需克服的水平推力约53911.494N，根据支架做法及现场情况，横担间距每1200mm安装一组斜支撑，设置5组、10个斜支撑，利用PKPM对斜支撑型钢强度进行计算，最终选择斜支撑型钢尺寸为14号槽钢。

### 3 结语

利用BIM技术可以科学高效地解决综合支吊架设计，但目前BIM支吊架软件大多仅能解决垂直方向综合支架设计问题。对于暖通冷热水管道有较大水平推力综合支架设计时，还要结合PKPM等钢结构专业设计软件进行配合设计，但利用midas等进行支架受力分析，在BIM模型中重新建立BIM支架模型进行碰撞分析的方法相比，具有很大的效率优势。综合支架型钢选型设计是通过组合的方式进行判断，与整体支架受力设计分析方法相比，可能会造成选择更大型号的型钢，BIM支架设计软件还有很大可优化、改进的空间。

(上接第9页)

术标准体系，促进全过程工程咨询服务科学化、标准化和规范化；发布全过程工程咨询合同示范文本，保障合同各方的合法权益；鼓励具备相应能力的行业协会、研究机构和企业等，加强全过程工程咨询理论研究，为全过程工程咨询服务发展提供理论指导。

### 三、保障措施

#### (八) 组织领导

各级政府主管部门要高度重视全过程工程咨询服务的推进和发展，创新建设工程管理机制，完善相关配套政策，加强对全过程工程咨询服务活

动的宏观引导和支持服务，加强与发改委、财政、税务、审计等有关部门的沟通协调，切实解决制约全过程工程咨询项目实施中的实际问题。

#### (九) 示范引领

各级政府主管部门要引导和鼓励工程建设项目采用全过程工程咨询模式，从试点项目和参与企业入手，通过示范和引领，逐步培育一批全过程工程咨询骨干企业，提高全过程工程咨询的供给质量和能力；鼓励未列入试点的地区和企业积极探索和开展全过程工程咨询，及时总结和推广经验，扩大全过程工程咨询的影响力。

#### (十) 发挥行业协会组织作用

行业协会应当充分发挥政府与企业间的桥梁纽带作用，积极反映企业诉求，协助政府开展相关政策研究，引导企业提升全过程工程咨询服务能力；通过市场调研及综合评估发布全过程工程咨询服务酬金或人员薪酬等信息，加强行业诚信自律体系建设，规范企业和从业人员的市场行为；开展团体标准研究，为全过程工程咨询服务规范化和科学化提供依据。

(来源：中华人民共和国住房和城乡建设部)

# 北京城市副中心行政办公区A2工程 临时采暖系统设计与应用

王颖

(北京市设备安装工程集团有限公司北京华运工程设计公司 北京 100045)

**摘要:** 本文介绍了北京城市副中心行政办公区A2工程冬季施工期间临时采暖系统设计应用过程,从需求背景、热源的选择、设计应用要点、运行效果等方面进行详细阐述,为同类型工程冬季施工临时采暖系统选择和实施提供参考。

**关键词:** 临时采暖 热源选择 生物质锅炉

**中图分类号:** TK6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-3607(2018)05-0014-02

## 1 需求背景

由于整体工期紧张,北京城市副中心行政办公区A2工程在2016年11月15日至2017年3月15日期间进行冬季施工,根据工程进度计划安排,在本工程地下二层、地下一层、地上一至五层设置临时采暖系统保障冬季施工顺利进行。

## 2 热源的选择

考虑到临时采暖系统的临时性、时效性、安全性、环保性以及经济性、运维管理等因素,本工程采用生物质锅炉作为临时采暖系统的热源。

生物质锅炉是以生物质能源为燃料输出蒸汽或高温水。生物质燃料是指将农林废弃物(如秸秆、锯末、甘蔗渣、稻糠等)作为原材料,经过粉碎、混合、挤压、烘干等工艺,制成各种成型如块状、颗粒状等可直接燃烧的新型清洁燃料。它的特点是绿色(低硫、低灰)、低碳(二氧化碳零排放)、经济(比天然气便宜)、可

再生(持续性发展)。生物质锅炉的环保性和经济性见表1、图1。

表1 不同锅炉污染物排放比较

锅炉大气污染物排放	生物质成型燃料锅炉供热示范项目	燃气锅炉	燃油锅炉	燃煤锅炉
烟尘 (mg/m <sup>3</sup> )	20	20	30	50
SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	50	50	200	300
NO <sub>x</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	200	200	250	300

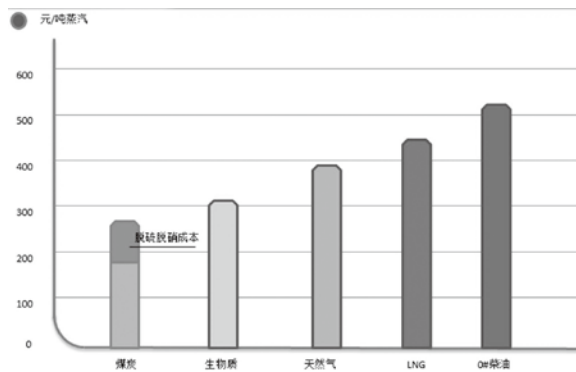


图1 不同锅炉经济比较图

通过以上图表可以看出,生物质锅炉生物质燃料灰分、含硫量和含氮量远低于普通煤炭,安装专用除尘设施后,生物质锅炉的烟尘、二氧化硫和氮氧化物排放可达到天然气排放标

准,是一种清洁供热方式,比燃煤锅炉环保。生物质锅炉供热与煤炭、重油、天然气等化石能源相比,单位热量比值分别约为1:0.7:1.7:1.5,比天然气便宜20%以上,比天然气锅炉经济。如煤炭供热达到生物质锅炉供热同等水平时,需增加脱硫脱硝等措施,

直接成本大幅增加,接近生物质供热成本。

生物质锅炉具有燃料来源广泛、价格较低、相对稳定、环保等优点,它的缺点是初期投资高、占用的面积较大(是燃气的5~8倍)。由于本工程

所处地理位置开阔,有条件满足填料设备占地面积要求。

本项目选用的生物质锅炉自动化水平高,技术先进,能源转换率高,超洁净排放,满足北京市及其他

地区大气排放标准,其NO<sub>x</sub>排放小于60mg属于低氮设备,颗粒物排放小于10mg,二氧化碳排放为零(对整体能源链),并且保证系统高可靠性运行的同时降低了用户使用成本(比天然气降低10%的运行成本),运行维护由厂家负责,业主无需单独培养运维人员。

### 3 设计施工要点

#### 3.1 设计要点

供暖面积19万m<sup>2</sup>,包括地下两层9万m<sup>2</sup>、地上五层10万m<sup>2</sup>,鉴于地下区域维护结构情况较好、地上区域维护结构情况差,总热负荷约13,000kW,供暖供回水温度取75℃/50℃,合计流量413m<sup>3</sup>/h。

锅炉房设置在工地北侧。在锅炉房内供水侧设置循环水泵4台,三用一备,每台流量150m<sup>3</sup>/h,扬程30m(0.30MPa)。

考虑到主楼地下一层北侧预留引入管空洞尺寸,入户管采用四根DN250焊接管道从锅炉房保温直埋敷设至主楼北侧16-17/N轴处进入主楼,在地下二层K轴布置供暖主管道,再由分支管道利用电梯井进入地下一层及地上一至五层采暖区域,各立管分支处及水平支管处均设置切断阀门,末端采用光管式散热器为施工现场提供临时供暖。具体分支原则是根据建筑布局将供暖区域划分为5个大的供暖区域,即按地上楼座划分5个区域,主楼设4组立管(主要保证部分区域的群房),其他4座小楼均设置1组立管,立管设置在电梯井中。

临时采暖系统原理图见图2。

#### 3.2 施工要点

热源要求:生物质锅炉安装调

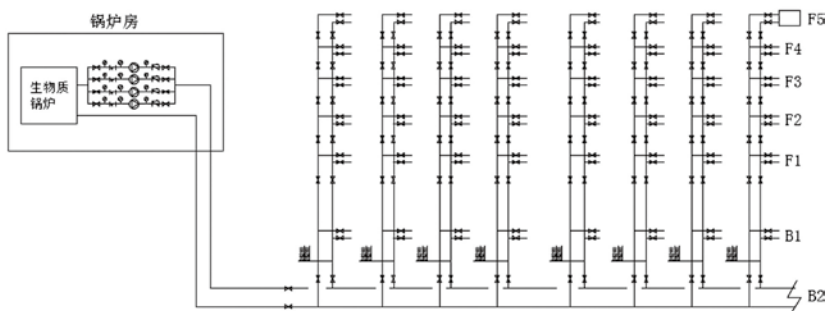


图2 临时采暖系统原理图

试完毕。

土建要求:地下层到地面的所有预留结构井全部封闭,核心筒部分应采取封闭措施。这些区域会起到烟囱的作用,如不封闭热量散失严重,甚至会造成供暖设施的冻损。地上部分除必要的首层进出口及各层物料进出口外,要求外维护的窗口全部采用隔热材料封闭,进出口处要采取临时的隔热遮挡或保留需要的门(挂棉帘子),减少热量损失。封闭效果要严密、密封性好,以保证临时采暖系统正常运行,发挥最好的供暖效果来服务冬季施工。

系统安装要点:临时采暖系统干线敷设路由及供热末端的设置位置需要在考虑到建筑布局且不影响二次结构砌筑、机电管线安装的前提下合理布置。同时做好临时泄水方案,遇到紧急情况需要泄水时系统内水有渠道排出,避免跑水情况的发生。

散热器选用光管散热器,类型有3、4、5m长3-5排、高度约1m等不同的形式,管道直径有 $\phi$ 76、 $\phi$ 100、 $\phi$ 133等,每米最大散热量约为400W,采用4排5m单组散热器,散热量约为

8000W,可满足160m<sup>2</sup>的供热需求。

地下一层和地下二层采用5排4m单组散热器,管道直径 $\phi$ 100,散热量约为8000W,地下二层125台,地下一层235台;地上一至五层采用4排3m单组散热器,管道直径 $\phi$ 100,散热量约为4800W,一层460台,二层292台,三层至五层各298台。

系统运行期间每天有专人负责,在供暖区域检查管道、末端设备运行情况,发现问题及时汇报解决,做好系统管路和设备保护。

### 4 运行效果

在冬季降温期间对供暖区域进行了温度测试,测试结果见表2。

表2 供暖区域温度测试结果

测试时间	2016年2月14日上午8点							
测试位置	室外	B2	B1	F1	F2	F3	F4	F5
平均温度(℃)	-2	9	9	8	8	6	6	6

在为期4个月的冬季施工期,临时采暖系统满足施工需求,保证了该重点工程在寒冷的冬季顺利进行。此项目为今后同类型工程在冬季施工提供了实例参考和相关经验。