

大型综合体暖通设计注意要点

张妍

上海迈骏建筑工程咨询集团有限公司

摘要：一个大型的综合体涉及建筑方案、机电、绿化、幕墙、内装等各个专业，尤其机电系统错综复杂，还要跟其他专业协调，从设计到施工，调试到后期运营，全生命周期会出现很多的问题。现就上海某综合体的项目的N3地块讨论设计过程中注意的要点。

关键词：综合体；暖通空调；设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.06.099

一、项目概况

本工程位于上海市杨浦区，建筑面积77,3645m²，分成四个地块。建筑主要业态为自持办公、租赁办公、商业、文博建筑、租赁住宅等。

N3地块空调面积8,5362m²，业态为自持办公为超高层甲级，其余办公为四星级办公，商业为四星级商业。

地块地下四层，地上裙房为8层，塔楼为32层。裙房B2~F3为商业持有，F4~F8为办公持有，塔楼皆为办公。

二、冷热源

冷热源设计应注意以下几点：

1. 满足项目物业管理需求
2. 总装机容量满足计算冷负荷的最大值
3. 经常最低冷负荷时，机组可靠运行
4. 在部分负荷时，机组有较好的制冷效率
5. 最少的设备规格品种，相互备用、交替运行
6. 采用市场上主流设备厂商标准规格的产品

本项目冷热源的方式为冷水机组+锅炉，由于综合体建筑体量大，通常情况下每个地块应设置一套冷热源系统，但前期一定要与业主确定后期运营管理方案，以确定冷热源方案。

本项目不分期建设，且后期运营由大物业统一管理。通过合设、分设冷热源系统的方案对比，最后方案为全地块的制冷机房放置于B4，锅炉房分商业锅炉房和办公锅炉房，放置于B2。这个方案机房占地面积较小，利于建筑布置和环评，初投资较小，并且利于后期管理维护。

三、防排烟系统

了解查询项目所在地是否存在地规，有可能会省去不少的事情。

★排烟

本项目位于上海市，根据《上海市建筑防排烟系统设计标准》DGJ 08-88-2021，公共建筑中面积超过300m²的场所，排烟量可不叠加，最小排烟量不应小于30000m³/h。^[1]N3地块的办公区每层大概2800m²，若按《建筑防排烟系统技术标准》GB 51251-2017排烟量会很大，风管高度会达到500mm，根据机电管线综合排布，最大的风管最大到320mm，此时办公区达不到净高要求。若按上海地规，根据平面规划，排烟量只需要38500m³/h，这样就很好地解决建筑平面布置以及层高的问题。

根据排烟系统按建筑高度不超过50m的原则进行划分，塔楼11F和22F为避难层，4F~10F排烟系统在11F避难层设置两套排烟风机和一套补风风机，12F~21F排烟系统在11F避难层设置两套排烟风机和一套补风风机，22F~32F排烟系统在屋面设置两套排烟风机和一套补风风机。办公大堂根据规范要求设置在三层。

裙房总共八层，地上商业F1~F3与办公共用一套系统，根据防火分区在屋面设置四套排烟风机和四套补风风机。中庭根据规范要求设置在三层，与办公大堂排烟放置一处。

★防烟

由于N3地块涉及多个业态，所以楼梯多达30多个，并且多数为剪刀梯，一个楼梯就得需要6个加压风机，机房的位置及面积就是一个难题。我们经过查询上海地规并咨询了审图老师，“当公共建筑高度不超过50m时，剪刀楼梯的两个楼梯间分别设有一个门的独立前室，那么剪刀楼梯的两个楼梯间可以分别采用楼梯间加压送风、前室不送风的方式。”这条解决的大部分问题，三层以内的楼梯间在楼梯顶部设置夹层，采用直灌式送风，可大大的节省机房空间。

四、水系统

★水系统制式

水管制式对于人员舒适度有很大的影响，以下总结了几个要点可根据项目情况选择。^[2]

水管制式选择要素	两管制	分区两管制	四管制
使用侧需求&应用范围	1. 空调水系统灵活性差，影响舒适度： 1) 无法同时满足内外区不同冷热需求。 2) 无法同时满足不同朝向的冷热需求。 2. 适用于体量小，进深小，无须内外分区的建筑。	1. 仅分区实现同时供冷、供热。外区各空调区域不能自行选择运行模式，无法同时满足不同朝向的冷热需求。 2. 适用于体量大、须作内外分区且外区负荷受朝向影响较小的建筑	1. 能同时分别供冷、供热。末端设备可自由选择供冷或供热运行模式，各区域能根据需求独立控制室内温度。 2. 较适合于建筑进深较大，建筑空调使用标准较高，对建筑环境及舒适度要求较高的建筑。
水系统繁简程度	1. 管路系统简单，安装便利。 2. 共用冷热水管，不利于水利平衡，冬季热水流速低，容易“气塞”，导致末端冷量达不到设计要求。	1. 管路系统简单。 2. 外区共用冷热水管，冬季热水易造成“气塞”。	相对前两者复杂。

水管制式选择要素	两管制	分区两管制	四管制
运维难易程度	1. 维修量较少。 2. 需冬/夏电动或手动切换。	需冷热阀门切换（外区），容易出现串水，运行管理较复杂。	1. 有利于空调自控质量，避免水阀调节不当。 2. 有利于管理，不需要冷、热工况的转换。 3. 冷水与热水独立系统，有利于系统稳定和减小设备的腐蚀。
占用面积	占用建筑空间少。	鉴于前两者之间	占用吊顶及管井空间多，不利于综合管线的排布，安装工程量较大。
初投资	基准工程造价100%。	初投资相对较低约110%。	初投资相对较高约140%。

●办公考虑因素：

1. 综合建筑形态，净深较大；
 2. 人员高密度办公区，室内热湿负荷较大；
 3. 建筑朝向不同，过渡季及冬季不同办公区需求有差异；
 4. 考虑人员舒适度，按照绿建三星要求，尽量提高室内人工冷热源热湿环境整体评价II级的面积比例；
 5. 初投资与运行管理费用。
- 综合考虑初投资以及舒适度要求，采用分区两管制。

●商业考虑因素：

1. 内区大，商业照明及设备散热较多；
2. 高人员密度；
3. 过渡季及冬季除“湿、热”负荷大；
4. 过渡季冷热需求差异；

5. 地下商业区主要为室内热负荷；

6. 对于本项目定位，倾向四星级商业标准

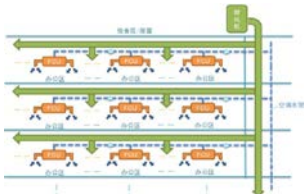
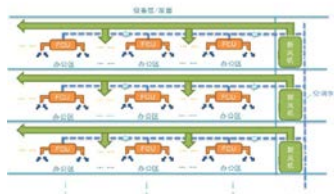
综合考虑初投资以及舒适度要求，采用地上商业区空调水系统采用分区两管制，地下商业区空调水系统采用两管制。

五、通风系统

★大型综合体系统庞大，但根据业态基本可以确定空调风的系统形式，根据本项目业态特点，可分为如下系统：

1. 办公标准层、裙房办公区域、非接待大堂采用新风+风盘系统；
2. 培训室、24h办公层采用新风+VRV系统；
3. 高管办公区采用新风+VRV系统；
4. 商业采用新风+风盘系统。

根据塔楼的建筑特点，新风处理方可分为垂直分布系统和水平分布系统，现就这两个方案进行分析。

	方案一 集中设置新风处理系统方案 (垂直分布系统)	方案二 分层设置新风处理系统方案 (水平分布系统)
系统组成		
运行维护	无需进入办公楼层	日常维护需到各楼层（如更换过滤器等）
设备投资	设备数量少，较低	设备数量多，较高
设备占地面积	设备均位于裙房屋顶或避难层，不占用室内建筑面积	每层需设置新风机房，占用室内面积
灵活性	多楼层合用一台新风机，同时开启或停止，如某层功能调整，不能很好的结合功能进行改造	每层设置独立新风机组，匹配当层的新风需求，如改造可根据需求灵活更换设备
新风机组风量	办公每台新风机组约25, 000CMH 24h办公层每台新风机组约10, 000CMH 高管新风机组约17, 000CMH	每台新风机组约7000-9000CMH
设备/机房位置	避难层及屋顶，不需要设置机房	办公层每层设置2个新风机房，每个新风机房设置1台新风机组
设备/机房面积	办公、高管新风机组每台设备占地约40平米 24h办公新风机组每台设备占地约30平米 11避难层4台办公新风机组、2台24h办公新风机组，占地220平米 22层避难层5台新风机组、2台24h办公新风机组，占地320平米 屋顶3台办公新风机组、1台高管新风机组，占地160平米 共占地640平米（不占室内面积）	每个空调机房约25m ² ，共46个机房，占核心筒面积1150平米

管井面积	每层4个新风管, 每个3.7平米, 共14.8平米	每层2个新风管, 每个6.8平米, 共13.5平米
设备价格	每台25, 000CMH价格约为15万元, 共12台 每台17, 000CMH价格约为12万元, 共1台 每台10, 000CMH价格约为7万元, 共4台 共计220万元	每台8000CMH价格约为5.8万元, 共46台 共计266.8万元

★接待大堂、空中大堂、访客中心、观影厅等大空间采用带变频器的全空气系统;采用Airpak软件进行气流组织模拟,进一步判断空调设置的合理性。

由于建筑造型独特,建筑中有形象大堂、3~4个空中大堂等高大空间。以形象大堂为例,总高度16.4m,针对大堂区域的空间特点,空调形式为全空气系统+地送风机盘管^[3]。地送风机盘管沿幕墙周边线性连续布置,工作状态下紧贴幕墙形成垂直空气幕,有效隔离内外环境热量交换,促使内部环境形成相对封闭空间,从而有效节能,降低建筑能耗和后期运营成本。我们使用专业的气流模拟软件对该区域夏季/冬季进行气流组织模拟分析,从而更直观的了解该区域温度和气流组织的分布情况,进而论证风口设置的合理性。

从温度场角度,在1.8~2.0米的人员主要活动区域内温度趋于25℃左右,满足设计温度及人体舒适度的要求。在整个形象大堂空间出现局部盲点,温度略高于设计温度,如:靠外玻璃幕墙区域温度接近26℃;6~7m以上的区域,温度接近27℃,尤其靠近灯光区域,温度会达到30以上。但人员活动区温度均在人体舒适体感范围内。

六、核心筒管井及机房

1. 空调机房、排烟井、取风井以及排油烟井等一般要配置在建筑的核心部位。在平面设计时,必须决定其位置和大小。

2. 空调机房的划分应不穿越防火区。所以大中型建筑应在每个防火区内设空调机房,最好能在防火区的中心地位。

3. 机房布置应根据系统形式准确布置空间,若前期方案不足,可根据经验值估算。

4. 空调机房的位置应选择最靠近主风道之处,靠近管井使风管尽量缩短,可降低投资也可减少风机的功率。

5. 布置空调机房及管井时需考虑大致路由,以达到业主想要达到的净高要求,管线密集处可做剖面图,以免后期重复工作。

6. 排油烟风井尽量不穿办公区,以免跑味。

本项目结合防火分区、系统形式和BIM作图出来的净高分析,现管井及机房排布如下:

1. 每层设有两个新风机房,在核心筒的斜对角,服务于办公的两侧;

2. 空调水井及加班楼层冷媒水井设在新风机房内,每层开门;

3. 办公排烟井、办公排风井设在核心筒两侧设置两个;

4. 卫生间排风设置在卫生间内;

5. 办公特殊设置宠物排风。

七、与其他专业配合

(一) 建筑方案

很多业主比较重视建筑内部功能及造型结构,会把机电放置于建筑方案之后,这样就会导致机电空间及形

式的局促,配合难度加大。此时需要与建筑方案配合紧密,在保证美观的同时尽量保证机电的空间及功能。

本项目外部造型独特,塔楼办公有两个造型外扩的空中大堂,裙房有一个8层的大环球,内部结构复杂,需要多方面考虑设备风量、设备位置。

其次,为了保证室外造型,办公大堂、空中大堂及球状建筑是不能开百叶的,办公也尽量少开百叶,这就导致庞大的建筑体系的送排风无处可去。

经过多方讨论,结合造型特点,四周突出的挑檐作为取风口和排风口,距离不少于10米,排烟及加压百叶间距不少于20米。每层固定位置开取风口及排风口,以达到美观和功能并存。

(二) 绿化

大型综合体一般地下有2~4层,很多功能的送排风,尤其风量大的的是车库的排烟、补风。先与绿化单位协调好,在何处的风井出不了地面,以确定跟建筑配合的方案。

本项目由于绿化面积、消防登高场地及地下管沟的原因,地下出地面的风井只能仅仅在东侧,其他位置的风井均在地上建筑解决。

八、屋面管综

综合体的屋面设备很多,包括防排烟风机、补风风机、新排风机以及排油烟风机。需要考虑取风和排风的位置及距离,保证检修通道及空间,同时尽量讲究美观。

本项目业主想要在屋面做绿化供员工参观活动,裙房东侧屋面只有最右侧区域可以放设备。经过查询规范及审图老师的意见,同意消防设备可以不做专用机房,但必须得有防护罩。但由于屋面设备众多,建筑方案给的设备布置空间极小,为了尽量达到业主的要求并保证机电安装空间,考虑设备双层布置,同时咨询了风机厂家,消防设备带防护罩可以做双层,普通风机设置支架也做双层设备。

最后,经过方案设备的布置,并由BIM团队进行管线综合,已确定最终的屋面布置方案。

小结:大型综合体的暖通设计是非常重要的环节,涉及许多大型设备,关于节能、成本、效益、施工等都跟暖通专业息息相关,所以尽量考虑全面可以避免很多在施工中的返工与协调。我们需要在工作中总结经验,每个项目的情况不同,我们要根据不同的建筑业态,设计不同的空调形式,满足人们的舒适性的同时达到节能、控制成本的目的。

参考文献

[1]DG/J08-88-2021 建筑防排烟系统设计标准.上海市工程建设规范

[2]张富成,杨国荣,刘览,任兵.中央空调水系统二管制与四管制问题的探讨[J].制冷空调与电力机械,2003,90(24):23-26.

[3]肖玮,蔡亮.地板送风房间的气流组织与热舒适性[J].工业建筑,2008,38:41-43.