

# 超高层办公楼空调机房消声处理措施探究

周伟斌 匡友桥 胡安军

中建五局安装工程有限公司 广东 深圳 518000

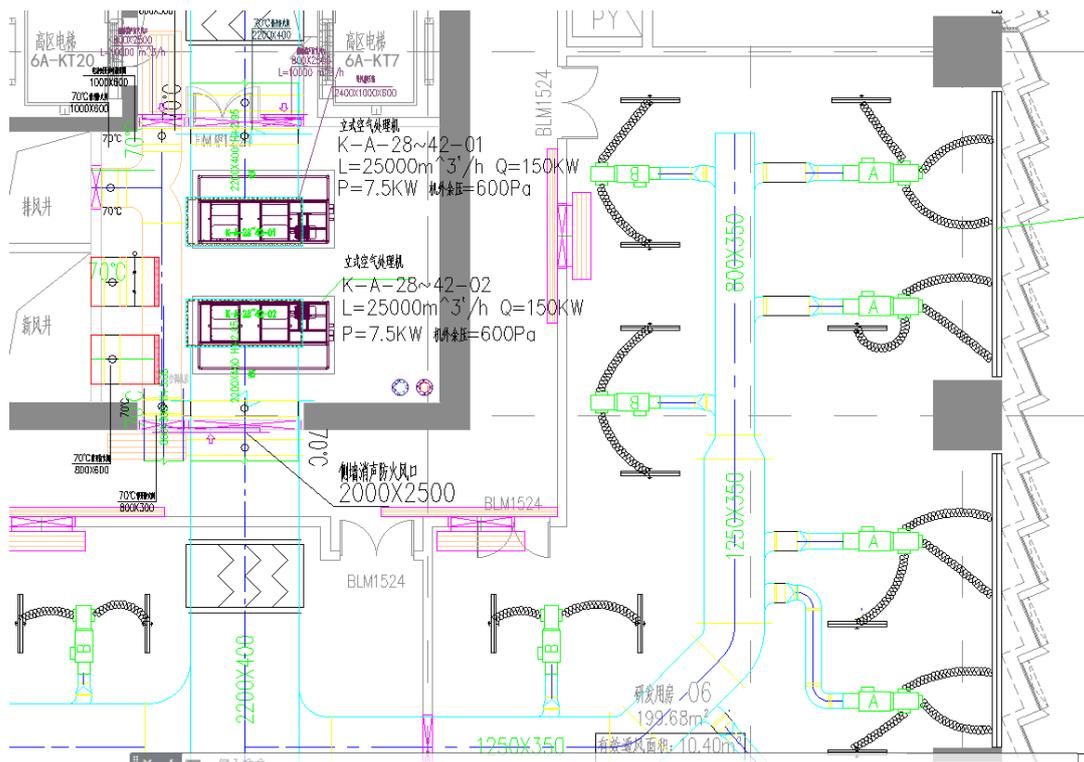
**摘要:** 某工程包含6A、6B两栋超高层办公楼，项目质量要求为鲁班奖，业主对项目品质要求高，办公楼层的消声处理成为本项目的一大重点，本文以该工程为例，分析办公楼VAV系统的空调机房的噪音特点，从建筑布局到风系统分析以及方案比选等多个方面进行探究，以经济、高效地降低办公楼空调机房噪声。

**关键词:** 办公楼；空调机房；消声；噪声处理

## 1 工程概况

本工程为集办公、商业于一体的大型综合体，包括3栋塔楼，6层裙楼，3层地下室，其中两栋办公楼高度都在200米以上，为核心筒框架剪力墙结构，中间为核心筒区域，四周为办公区域，核心筒与办公区域之间为环形走道，走道宽度为1.8米。办公区域采用VAV系统，空调

机房设置于核心筒，每层设置两台风量 $25000\text{m}^3/\text{h}$ 的组合式空调机组，办公户内与走道经连通管联通，走道和办公户内各设置回风静压箱，静压箱下接风口，风口为嵌入天花安装，机房为侧墙回风，在空调机房靠走道的墙上设置回风百叶。



机房及周边区域布局图

## 2 空调机房噪声特点分析

根据对原设计图纸的分析，组合式空调机组为空调机房内主要的噪音源，主要包括设备运转和振动产生的噪声和风机噪声，其中风机噪声是叶轮旋转时引起的气流形成的噪声。风柜的风量为 $25000\text{m}^3/\text{h}$ ，机外余压为 $600\text{Pa}$ ，通过查询风柜的参数表，在该参数下的风柜，设

备运行噪音通常可达到 $80\text{dB}$ 左右。按照行业标准及甲方的要求，办公区域噪声标准为 $\text{NC}45$ ，经过评估，在原设计的条件下，办公室内噪音值已远超噪声控制标准，因此，设备噪音大是一大特点。

本项目所有空调机房都存在空间狭小的问题，机房面积大致在 $35\sim 40$ 平方米，在如此狭小的空间内分布两

台立式空调机组,机房内除设备外,还分布有空调水立管、消火栓立管等,还有组合式空调风柜的送风管、回风管、新风管等,此外,走道排风管也路径机房进入风井,如此一来,新风、回风、排风、送风等多个系统全部都混杂在一起,气流组织形成的风噪、设备噪音等集中在狭小空间内,再通过混响增强,噪音处理难度更大。

此外,机房回风方式为侧墙回风,机房内未设计回风口,新风管自新风井接出短管,设置调节阀,风柜进风口为敞口,侧墙回风口处为避免风速过大,回风百叶需要有足够的面积,但大面积的侧墙百叶提供了机房内噪音往外传播的一个通道,成为机房噪音辐射周边区域包括走道及办公区的一个薄弱环节,因此空调机房噪音控制需重点考虑回风百叶处的短板效应。

根据原设计的各项条件及相关参数,对空调机房内噪音及附近区域噪音效果进行分析后发现,哪怕考虑机房墙体、百叶等对噪声的衰减之后,空调机房附近走道噪声仍可达到60dB左右,而附近相邻办公区域噪声达到55dB左右,显然已经超过办公区的噪声要求标准,无法满足甲方原定的使用要求,因此,必须针对空调机房噪声进行消声处理。

### 3 空调机房降噪措施

3.1 从源头降噪,通过选用优质设备,改善产品装配工艺,减少设备运行噪声。组合式空调风柜电机选用西门子进口电机,制造精度高,在同等参数条件下噪音值更低。此外,经与设备厂家沟通,在空调风柜排产时,通过适当加厚外壳和填充吸音棉,可在一定程度上降低设备本体噪音,实际对比处理前后的设备,经测试可减少2~3dB(A)。最后,在空调风柜安装就位时,通过在设备与基础之间设置减震器减少因设备振动带来的噪声。因组合式空调风柜为落地安装,可采用橡胶隔振垫,每台设备安装4个减震垫,减震垫根据空调风柜的运行重量及把倍频程相关参数进行选型,在设备安装完成后进行实测,在距离设备1m处噪音值为77dB(A),比原设计噪音值降低3dB,取得了一定的降噪效果。

3.2 建筑隔音,通过优化建筑材料提升隔音效果。一方面,机房内管道、风管等在穿越机房隔墙时,全部设置套管,套管外使用砂浆密封严实,在套管内采用消声封堵,内部填充吸声棉,表面再涂抹防火泥等柔性防火材料,满足防火要求,同时确保噪声不会从洞口缝隙传递出去。另一方面,机房内原设计的建筑做法为砌筑墙体表面涂抹砂浆,再加乳胶漆面层,但该做法对噪声衰减效果有限,为提升墙体隔音效果,机房墙体和顶板表面再安装吸音墙和吸音天花,采用50mm厚64KG/m<sup>3</sup>吸音

棉作衬里,表面覆盖吸音孔板,吸音孔板采用1.2mm厚镀锌波纹板,有效减少声波的反射。此外,原机房门为普通防火门,隔声效果一般,可在防火门上增加密封胶条,减少间隙,在防火门内侧再增加一道隔音门,隔音门可利用轻钢龙骨加内外两层吸音孔板,中间填充吸音棉,经测试隔音效果非常明显,消声量可达到5~10dB(A)。

3.3 风系统消声降噪。空调机房内包括送风、排风、新风、回风等,其中排风管从风井接出后,风管经过机房进入走道区域,排风口嵌入走道天花安装,在风口上方安装排风静压箱,经测试,排风设备开启时,排风口附近基本无噪音。新风自风井接出后仅一截短管,上面安装电动调节阀,阀门接入VAV控制系统,可用于调节新风比例,由于风速低,新风对噪音的影响基本可忽略。因此送风和回风是主要的噪声来源,现场采取消声器和静压箱的方式进行处理,具体方式为:在风柜出风端安装送风静压箱,静压箱选用消声型,另外在送风主管上设置消声器,长度为1米左右,消声器的位置和尺寸结合机房整体布置效果考虑。在此基础上,为加强消声效果,从消声器位置开始,一直到出机房3m处,该部分风管采用内消音风管,在风管内粘贴超细玻璃棉内衬。此外,风管安装时,在弯头处设置导流片减少局部阻力,进而达到减少噪声的目的。

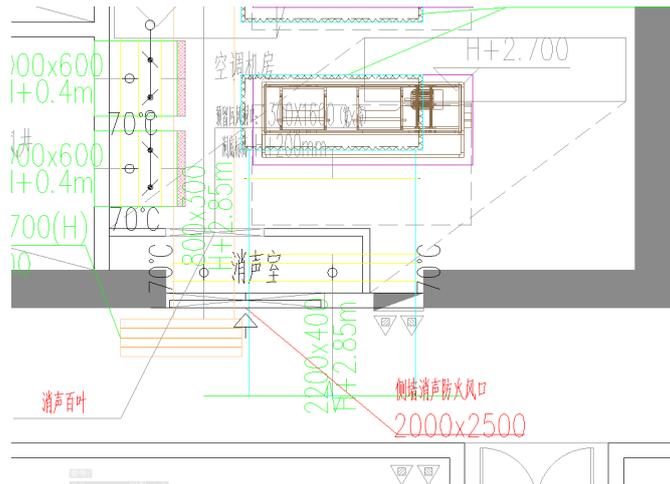
3.4 回风系统优化。此前经过分析,机房回风由于采用侧墙回风,回风百叶处成为整个机房消声的薄弱环节,回风百叶处的消声效果直接关系到最终能否满足噪音标准。

在采取上述措施后,经分析仍然不能达到办公区对噪声的要求,主要原因在于侧墙回风百叶成了机房内噪音传播至机房外的通道,针对该状况,我们对比了两个类似项目的处理办法。方案一:侧墙回风口处设置回风静压箱,空调风柜进风口设置新风回风静压箱,从侧墙回风静压箱接驳回风管至新风回风静压箱,回风管段安装消声器,另外新风管取消敞口方式,新风管直接接至新风回风静压箱,如此以来,新风、回风形成密闭通道,避免机房内噪音往外传播,风柜工频运行时,走道噪音为50dB以下,满足使用要求。方案二:在侧墙回风口内侧,增加三面墙体整层抬高,形成一个密闭小室,即消声室,消声室靠走道一侧安装百叶风口,内侧墙体相对位置安装消声百叶,风柜进风口为敞口。开启空调风柜至工频运行,噪音值同样满足要求。按照该两个方案的实施情况,方案一采用的方式需要占用更多的机房空间,当机房的建筑布局能满足相应风管和设备布置时可采用。结合本项目的实际条件,方案二更具有借鉴意

义,在该方案基础上,我们做了部分调整,最后选择的处理方法如下:

我们在侧墙回风口内侧增加一个消声室,消声室上部封顶,宽度比回风口稍大,净深尺寸为800~1000mm,具体根据机房空间布局确定。在消声室内侧墙体上再增加消声设施,由于机房尺寸小,增加消声室后仅剩余1米通行空间,因此像消声器、消声弯头等无法安装,经选

型对比,最终选择消声百叶,厚度为300mm,消声量>15dB(A),阻力大约为20Pa,消声百叶可一部分嵌入消声室墙体上,安装后不影响空调风柜的运行和检修。消声百叶尺寸与原设计的侧墙回风百叶一致,这样就形成一个密闭空间,有效消除原回风口不能衰减噪音的问题,同时,新增的回风百叶可削减回风带来的二次噪声,达到降噪的目的。



消声室布置图

根据消声室的做法,以及配套的消声器、消声百叶的特性,对机房噪音效果再次进行评估,分别对送风系统、回风系统进行计算,按照设备的八倍频谱,考虑消声器、静压箱、消声百叶、机房消声、混响声场等,最

终送风系统、回风系统都在NC45以下。经过整体消声效果评估,办公室房间内噪音值为NC40,走道噪音值为NC43,满足办公区域噪声标准。

序号	设备编号	服务区域	风管尺寸	消声器/mm			型号	数量	单位	体积/m <sup>3</sup>	体积小计/m <sup>3</sup>	设计目标	消声后评估值	压损/Pa	备注
				宽	高	长									
1	6A-K-5-8-01	研发用房送风	2000*400	2000	400	1500	LF	4	台	1.20	4.80	NC40	NC40	36.6	
2				2400	1000	600		4	台						
3		走道回风		2000	2500	300	VAC-1	8	台			NC45	NC43	86.0	消声百叶
4				2100	800	2600		4	台						

整体效果评估

#### 4 小结

目前新建的超高层办公楼大多采用VAV空调系统,空调风柜作为办公楼层唯一的大型设备,其噪音的控制是办公区域提供舒适环境的关键。传统方式比如:送风消声器、回风静压箱等都存在其局限性,无法有效消减机房内的噪音,在机房附近区域都容易产生噪音值超标的问题。

本项目针对常规消声方案的不足,通过技术创新达到进一步提高机房消声效果,倡导绿色建筑的理念,提升办公区域的舒适性。经过一系列空调机房消声处理之后,距离空调机房最近的办公室内空调噪声由原来的55dB降低至40~45dB,符合办公区NC45以下噪声标准,达到了用户满意的目标。

通过对超高层办公楼空调机房消声处理方案的分

析、对比与研究,针对现有的实际条件,创新AHU机房消声方法,将多种消声措施组合实施,达到提高消声效果,提高施工效率,增加办公区舒适性的目的。尤其是引入消声室方案解决侧墙回风噪声过大的问题,具有较大的实践意义。

#### 参考文献

- [1]付光轩 民用建筑空调系统降噪工程实例分析(J) 中原工学院学报 2002.3 71-74
- [2]徐剑 翁文兵 陈军 王大伟 空调机房消声隔振的机理与措施(J) 制冷与空调 2008.8 57-60
- [3]许国强 郭初 田彩霞 既有建筑空调机房消声降噪方法研究(J) 广东土木与建筑 2015.8 29-31
- [4]陈金科 从室内噪声实测探讨建筑空间消声隔振的控制措施(J) 建筑工程技术与设计 2016.11 1733