

美术馆项目噪声控制的探索及应用

Exploration and Application of Noise Control in Art Gallery Projects

朱玮

Wei Zhu

上海建工四建集团有限公司 中国·上海 201103

Shanghai Construction No.4 (Group) Co., Ltd., Shanghai, 201103, China

摘要: 随着近几年来社会的不断发展,人们对生活品质越来越关注,而文化设施在百姓生活中的重要性也越来越大。美术馆、博物馆作为文化场馆,在展厅区域内的静音效果,直接影响观众的观展体验。要确保相对安静的环境,这就对文化建筑在施工过程中机电专业深化设计与施工能力提出了较高的要求。

Abstract: With the continuous development of society in recent years, people tend to pay more attention to quality of life, and cultural facilities, moreover, play an increasingly crucial part in people's daily life. Sound insulation of the exhibition area in such cultural venues as art galleries and museums has a direct impact on the experience of visitors. Efforts should be made to ensure a relatively quiet environment, which, therefore, results in higher requirements regarding design development of M&E section and construction skills in the course of construction of cultural buildings.

关键词: 文化设施; 隔声降噪; 深化设计

Keywords: cultural facilities; sound insulation and noise reduction; design development.

DOI: 10.12346/etr.v3i5.3589

1 柔性管道的应用及支架的设置

该工程属于多层抗震建筑,地上部分采用钢结构,地下部分采用混凝土结构,在地下一层柱顶处设置了隔震弹簧支座;针对这一特点,机电安装专业穿越的隔震层的每根管线都需要设置柔性连接,在建筑上部结构频繁振动时,使得管线避免产生错位、拉伸、断裂、碰撞等现象,从而减少不必要的异响。

根据原设计要求,隔震层的单向振幅为100mm,水平最大位移为200mm,而柔性软管的水平变形长度不应小于隔震层水平最大位移的1.2倍。所以,在施工时,风管采用了250mm长的硅玻钛金复合保温柔性管道;而水管道则采用不锈钢波纹管。

如图1所示,在设置支架时,充分考虑建筑上下层分离的特点,柔性连接的两侧的支架分别设置在上下两层,确保建筑振动时两侧的管道跟随各自的主体运动,保证柔性连接起到应有的作用。



图1 不锈钢波纹管及支架设置图

【作者简介】朱玮(1988-),男,中国上海人,本科,工程师,从事暖通研究。

2 设备的选型及消声器的优化

2.1 设备的选型

暖通系统的主要噪声来源于设备本身。在暖通设备的选用时可以从以下几个方面考虑：

①选用通风机的正常工作地点，应接近通风机的最高效率点，此时风机噪声最小；另外转速低，直接转动的通风机噪声都比较小。

②尽可能使系统的总风量和风压小一些，这样可以减少噪声。

③风管内空气风速不宜过大，一般空调设计主风管的流速不大于 8m/s，有严格要求消声的房间，主风管风速不超过 5m/s。

④风机出口应采用软接头，并避免急剧转弯，风机基础应有减震措施。

⑤空调机房的安装应尽可能远离有消声要求的空调房间，为防止设备运转时噪声传出，可在机房内贴吸声材料。

⑥为防止风管振动，当矩形风管通过墙壁或悬吊的楼板下时，风管和支架要隔振。

总之，对于噪声以隔、防为主，如仍不能满足房间噪声标准要求时，就必须采用消声器。

2.2 消声器的选用

我们根据设计参数对空调系统消声器进行了重新选型。原设计参数具体如表 1 所示。

表 1 空调系统消声器设计参数

	大气压力	空调计算干球温度	空调计算湿球温度	相对湿度	通风计算干球温度	风速
夏季	1005.4	34.4℃	27.9℃	—	31.2℃	3.1m/s
冬季	1025.4	-2.2℃	—	72%	3℃	2.6m/s
房间名称	夏季		冬季		新风量	噪声
	温度℃	相对湿度%	温度℃	相对湿度%		
藏品库房(书画)	20±0.5	55(±5)	20±0.5	55(±5)	(10%)	≤ 55
一层临时展厅	20±1.0	55(±5)	20±1.0	55(±5)	20	≤ 55
展厅	25	≤ 65	20	≥ 40	20	≤ 55
学术报告厅	25	≤ 65	20	≥ 40	20	≤ 45
管理保障	25	≤ 65	20	—	30	≤ 45

如上表所示，以学术报告厅为例，噪声标准为 ≤ 45dB(A)。其对应的空调箱 AHU-B1-01 的倍频谱分布 ΔLw 情况如表 2 所示。

表 2 倍频谱分布

63 (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
93(dB)	92	89	87	86	84	80	76

查得噪声评价 NC 曲线图如图 2 所示。

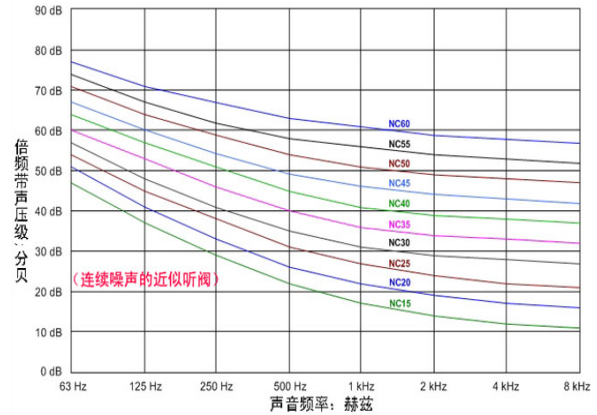


图 2 噪声评价 NC 曲线图

对比 NC45 评价曲线与空调箱的噪声数据，在各频率段中，该空调的噪声（上表）与设计的吸声允许指标对应的数值有较大差距。而原设计中，该空调箱仅在送风管道上安装一个 ZP100 消声器噪声，显然无法满足相应的噪声要求。因此根据二者间的差值，需增加消声设备。

2.2.1 消声设备的选择与布置需满足以下原则

①按风机的噪声及频谱特性和空调用房的噪声允许标准确定的所需消声量，所选消声器的消声性能与需要消声量相适应。

②所选消声器的压力损失应与管道系统所允许的压力损失相适应。

③消声器的气流再生噪声应与声源及消声性能相适应，使消声器的消声性能得到充分发挥。

④消声器的外形尺寸及长度与实际可供安装的位置相适应。

⑤所选消声器应满足防火、防潮、防尘、防腐等工艺条件。

2.2.2 确定消声器安装位置的主要原则

①消声器应尽可能设置在气流比较稳定的管道段。

②消声器应尽量设在刚出风机房前后的风管段，并避免机房内噪声再次进入消声器后的管道内。

③当总管流速较高时，消声器安装在支管段。

④消声要求较高、消声器需用较多的系统，可以分段设置消声器，而不宜集中布置。

⑤安装长度及空间有限的空调系统可利用消声弯头及直管消声器的作用。

⑥当消声器安装位置有限时，可利用建筑空间、空调箱

表3 空调系统的消声计算

序号	工况说明	倍频中心 (Hz) 声压级 (dB)							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	AHU-B1-01 空调箱功率级频谱分布 ΔL_w	93	92	89	87	86	84	80	76
2	经消声静压箱 (V=2200×1500×800) 的消声器《插入损失》 ΔL_w	-6	-9	-15	-19	-22	-20	-18	-14
3	过 FD 风阀的局部传声损失	-2	-3	-2	-2	-2	-1	-2	-2
4	过光秃弯头的局部传声损失 ΔL_w	-3	-5	-6	-4	-3	-3	-2	-2
5	过光秃直角弯头的气流再生噪声声功率级 $L_w=L_{wc}+10\lg fD+30\lg d+50\lg v$	58	51	48	45	41	37	33	27
6	经过 15m 长光秃金属风管的噪声自然衰减 (De=0.6m)	-8	-8	-4	-4	-2	-2	-2	-2
7	经三通分配的传声损失	-3	-4	-5	-3	-2	-2	-2	-2
8	过直管段和风阀的局部传声损失 ΔL_w	-3	-4	-3	-3	-3	-2	-3	-3
9	最不利回风风口的末端反射损失 ΔL_w	-5	-12	-8	-6	-3	—	—	—
10	传声途中因建筑吸声降噪衰减 $L_p=L_w+10\log(Q/4\pi r^2+4/R)$	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7
11	计入安全因素附加值	5	5	5	5	5	5	5	5
12	传至回风风口进场分布值 L_p	61	46	44	44	47	51	49	49
13	设计的吸声允许指标 NC-45 评价曲线	67	60	54	49	47	44	43	42
14	是否超标	—	—	—	—	—	7	6	7
15	增补消声措施, 将系统图中增加 ZP100 消声器 2100×700	-4	-9	-14	-22	-27	-25	-18	-14
16	附加消声措施能否全面达标	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

的出风段位置等设计并安装消声静压箱。

⑦当相邻隔声房间的送回风口来自同一风管时, 必须设置防串消声装置。

⑧回风系统也同样应设置足够的消声器, 而且应注意回风的通畅性和末端流速, 以避免回风口产生过高的气流再生噪声。

结合以上要点原则, 在咨询消声专业厂家并经过论证计算后, 决定将空调箱的消声设备调整为两台消声静压箱, 规格分别为 2200×1500×800 (H) 和 2000×1500×700 (H) 以及两台 ZP100 消声器, 规格为 2100×700×1500 (长) 和 2100×400×1700 (长)。

按此配置, 空调系统的消声计算情况如表 3 所示。

另外, 值得注意的是, 消声设备重新调整以后, 管道系统内阻力会有一定程度增加, 需按照新的深化平面图纸重新进行风管的阻力计算, 复核空调机组内风机的风压是否仍能满足。如不能满足, 则需对风机重新进行选型, 随后再次进行消声计算, 复核噪声是否还能满足要求。如此循环重复复核计算, 直至阻力计算与消声计算均能满足要求为止。由此也能看出, 机电工程是一个复杂的系统性工程, 考虑如何解决一个问题时, 需要多方面多角度的考虑, 避免顾此失彼。

3 机房及屋面机组的降噪处理

该美术馆工程的通风空调系统中有空调机房、风机房等, 其中风冷热泵机组位于三楼常设展厅旁的室外区域, 如何抑制噪声, 不影响展厅的观展效果成为一个主要问题。而三层的空调机房位于常设展厅旁, 为了减少对邻近房间的噪声干扰, 除了控制沿风管传播的空气噪声和通过结构、水管、风管等传递的固体噪声外, 还应降低机房的噪声和减少通过机房结构传播的噪声。

3.1 室内机房的降噪措施

在暖通空调系统运行过程中, 空调机房噪声问题尤为严重。为了降低暖通空调的噪声, 可以在机房中进行吸声处理。机房内的噪声经过各界面多次反射形成混响声, 使得造成的噪声远比设备本身大得多, 理论上可增加 20dB 以上。在机房内采取合适吸声处理后, 使室内平均吸声系数为 > 0.5, 则因混响增加的噪声约为 3dB, 降低了 17dB 以上。

例如, 对于位于三层后场的消防水泵房, 由于与三层展陈区域一墙之隔, 对于降噪有较高的要求, 应做较强的吸声处理。墙、顶棚所用的吸声材料应根据噪声源频谱来选择。该房间的噪声频谱较宽, 因此选用以中、高频吸声性能好的石膏穿孔板加珍珠岩吸声板作为隔声材料, 效果较好。

3.2 设备隔振支座选用

机房内各种有运动部件的设备 (如风机、水泵等) 都会

产生振动，它直接传给基础和连接管件，并以弹性波传到其他房间中去，又以噪声的形式出现。另外，振动还会引起楼板、管道振动，有时甚至会危害安全。因此，对振动源必须采取隔振措施。具体措施如下：

①各类水泵：采用压缩性隔振材料：如橡胶隔振垫，其自振频率较高。

②风机、风冷热泵机组：采用剪切型隔振器，如金属弹簧隔振垫，这是目前常用的隔振器。优点是承受荷载大、自振频率低、使用年限长；但阻尼比较小，共振时放大倍数大，水平稳定性较差。

3.3 室外机组的降噪控制

本工程的室外设备有风冷式热泵机组、VRV 室外机及部分空调箱。它们的噪声影响周围环境。所以，必须采用一定的措施对室外设备进行噪声控制。

①在设计选型阶段就尽量选用低噪声的设备。

②选择合理的位置。如三层室外设备区内的并排的三台风冷热泵机组，在位置安排上，将大功率的设备安排在离开三层室内展厅较远的位置，从而减少其噪声对展厅的影响。

③在散热风口处采用导流风管接至室外，确保其对附近空间的噪声影响，如图 3 所示。



图 3 风冷热泵机组的导热风管

4 结语

影响暖通空调系统产生噪声的因素有很多，所以在进行降噪处理时应结合建筑物对噪声的要求进行综合分析，从暖通空调系统的设备选型、降噪设计、机房以及室外机的优化等处下手，采取针对性的降噪处理措施。这样可以有效改善暖通空调系统噪声情况，满足文化类建筑对隔声减噪的特殊要求，让文化建筑、设施带给老百姓真正安静、舒适的体验。

参考文献

- [1] 杨婉.通风与空调工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [2] 陆亚俊.暖通空调(第三版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [3] [美]汪善国.空调与制冷技术手册[M].李德英,译.北京:机械工业出版社,2006.
- [4] 项瑞祈.空调制冷设备消声与隔振实用设计手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1990.