

# 风冷热泵机组噪声振动控制技术要求

(征求意见稿)

## 编制说明

《风冷热泵机组噪声振动控制技术要求》编制组

2024年4月

# 目 录

1 任务来源 .....	1
2 标准制定的必要性 .....	1
3 国内外相关标准概况 .....	2
4 主要工作过程 .....	2
5 风冷热泵机组及其噪声振动控制介绍 .....	4
6 本标准主要内容及说明 .....	11
7 与国外同类标准或技术法规的水平对比和分析 .....	19
8 与现行法律、法规、规章、政策和标准的关系 .....	20
9 实施本标准的管理措施、技术措施、实施方案建议 .....	21
附录：风冷机组实测噪声调查数据汇总 .....	22

## 1 任务来源

2023年8月，上海市环境保护产业协会发出《关于团体标准<大型热泵机组噪声振动控制技术指南>立项的通知》（上环协综[2023]第019号），提出组织编制《大型热泵机组噪声振动控制技术指南》的工作任务。上海新华净环保工程有限公司承担了该标准的编制任务，参编单位有上海市环境科学研究院、浙江仁欣环科院有限责任公司、上海市安装工程集团有限公司、中船第九设计研究院工程有限公司、上海环境保护有限公司、上海坦泽环保集团有限公司、上海静源消声设备工程有限公司、上海众汇泡沫铝材有限公司、上海泛德声学工程有限公司。

## 2 标准制定的必要性

风冷冷水机组、风冷冷（热）水机组、空气源热泵机组等机组，通过电驱动压缩循环将室内的冷量或热量移至室外，通常一份电能可以获得大于一份电能的制冷或制热量，具有节能环保的特性。由于该类设备可充分利用屋顶空间，系统简单，便于布置，广泛用于各类空调及给排水工程中。

随着双碳政策的加速实施，风冷冷（热）水机组或空气源热泵机组可有效替代锅炉成为高效热源，从而使其市场日益扩大，对与其相配套噪声振动控制需求也非常旺盛。

热泵机组大多布置于建筑裙房屋面，也有的布置于紧邻建筑的地面或高层建筑的屋顶，热泵机组的压缩机、风机、电机运行时产生的噪声与振动对邻近建筑造成严重的影响，其噪声控制工程涉及空气传声、结构传声、隔声、消声、隔振、空气热力学、空气动力性能等诸多技术领域，属于综合性较强的噪声振动控制工程，需要具有较强的综合技术能力。

市场上存在很多环保厂家因为没有相关工程经验，缺乏对热泵机组的了解，常做出一些错误的方案，导致工程项目失败。最常见的是对通风考虑不足，导致设置隔声罩后散热性能无法满足要求，这方面有很多失败的案例；其次是为了恶性竞争，常有环保厂家滥用隔声屏障，造价低但起不到应有作用；再者还有一些“专家”故意制造一些玄学概念，对市场竞争造成恶性干

扰。

编制技术指南，可以为环保厂家、用户、设计院提供一个基本的参考，为相关设计提供丰富的工程经验方法和数据，指明原则方向，可避免在工程上犯一些低级的错误。技术指南标准可有助于提高行业整体技术水平，避免环保厂家及用户、建设方进入误区，具有重要的指导意义。

### 3 国内外相关标准概况

目前国际标准、国家标准、行业标准、团体标准中均无风冷热泵机组噪声振动控制同类技术标准。

对于噪声振动控制工程，我国有总体性的工程技术导则，即环境保护部行业标准 HJ 2034-2013《环境噪声与振动控制工程技术导则》，该标准规定了环境噪声与振动控制工程对设计、施工、验收和运行维护的通用技术要求，为噪声与振动控制工程环境影响评价、设计、施工、竣工验收及运行与管理的技术依据。该标准涵盖所有噪声振动控制类型项目，属于总体性技术导则，本标准也依照该标准的指导进行编制。

对于噪声控制相关的措施和产品，我国也有多个设计指南，包括 GB/T 20431-2006《声学 消声器噪声控制指南》（等同采用 ISO 14163:1998）、GB/T 19886-2005《声学 隔声罩和隔声间噪声控制指南》（等同采用 ISO 15667:2000）、HJ/T90-2004《声屏障声学设计和测量规范》。上述设计规范或导则是从某一类型的降噪产品出发，提出其设计规范和指南。本标准则是针对风冷热泵机组这一类型的设备，针对这一类型的设备的特征提出降噪的方法指南，标准的出发点与侧重点各不相同。

### 4 主要工作过程

#### （1）成立编制组

2023年8月22日，上海市环境保护产业协会主持召开了团体标准《大型热泵机组噪声振动控制技术指南》立项专家咨询会，组织来自同济大学、上海交通大学、华东建筑设计研究院有限公司、上海公路桥梁(集团)有限公司和上海建科环境技术有限公司的专家进行立项评审，经过审查与质询专家

一致同意立项。

2023年8月28日，上海市环境保护产业协会下达《大型热泵机组噪声振动控制技术指南》标准编制任务书。

上海新华净环保工程有限公司、上海市环境科学研究院、浙江仁欣环科院有限责任公司、上海市安装工程集团有限公司、中船第九设计研究院工程有限公司、上海环境保护有限公司、上海坦泽环保集团有限公司、上海静源消声设备工程有限公司、上海众汇泡沫铝材有限公司、上海泛德声学工程有限公司成立标准编制小组，确定参编人员名单，明确标准编制的工作目标和具体任务分工。其中，上海新华净环保工程有限公司为主编单位，上海市环境科学研究院、浙江仁欣环科院有限责任公司、上海市安装工程集团有限公司为副主编单位，中船第九设计研究院工程有限公司、上海环境保护有限公司、上海坦泽环保集团有限公司、上海静源消声设备工程有限公司、上海众汇泡沫铝材有限公司、上海泛德声学工程有限公司为参编单位。

表 4-1 标准编制工作分工计划表

序号	主要工作内容	主要负责单位（任务分工）
1	国内外同类标准调研，给出水平与创新点，制定标准技术框架，形成分工及要求	上海新华净环保工程有限公司
2	研究对象（热泵）的种类及技术参数、声学特性	中船第九设计研究院工程有限公司、上海市环境科学研究院、上海市安装工程集团有限公司
3	声传播规律及控制要求	上海泛德声学工程有限公司、上海坦泽环保集团有限公司、上海环境保护有限公司
4	振动传播及控制要求	上海静源消声设备工程有限公司
5	空气交换及压力损失、声气协调	上海市环境科学研究院、上海环境保护有限公司、中船第九设计研究院工程有限公司
6	工程质保与验收	浙江仁欣环科院有限责任公司、上海众汇泡沫铝材有限公司
7	标准文本和征求意见稿的起草	上海新华净环保工程有限公司、上海市环境科学研究院、浙江仁欣环科院有限责任公司、上海市安装工程集团有限公司
8	征求意见稿的收集与答复	上海新华净环保工程有限公司及全体参编单位
9	修改形成报批稿	上海新华净环保工程有限公司及全体参编单位

## （2）编制标准初稿

编制组于 2023 年 10 月征集风冷热泵机组噪声数据、工程案例，搜集了数十组典型数据与热泵机组降噪工程案例。

编制组于 2023 年 10 月 30 日在苏州太仓召开标准编制工作第一次讨论会，对标准初稿进行讨论和修改。

编制组于 2023 年 12 月 15 日在上海中船第九设计研究院工程有限公司召开标准编制工作第二次讨论会，对标准初稿进行第二次讨论和修改。

编制组于 2024 年 3 月 21 日在上海静源消声设备工程有限公司召开标准编制工作第三次讨论会，对标准初稿进行第三次讨论和修改，并形成征求意见稿。

## 5 风冷热泵机组及其噪声振动控制介绍

### 5.1 风冷热泵机组介绍

热泵是一种由电能驱动能够高效利用低品位热能的加热装置，热泵机组可从自然界中吸收热量，经过热泵的“搬运”（电力做功驱动热泵），获得可用于生产、生活的热能。热泵把热从低位势(低温端)抽升到高位势(高温端)排放。风冷冷（热）水机组就是利用室外空气的能量通过机械做功，使能量从低位热源向高位热源转移的制冷、热装置。它以冷凝器放出的热量来供热，以蒸发器吸收的热量来供冷。制冷/制热所得冷/热量，通过水传输至末端用冷/热设备。通过换向阀切换，改变制冷剂在制冷环路中的流动方向，实现冬、夏工况的转换。

风冷热泵机组分为单冷型和热泵型，其中热泵型机组除制冷、制热外尚可集中热回收功能于一体，能实现夏季降温，冬季采暖，制取生活热水，一机多用。产品广泛适用于华东、华南、西南、西北地区以及一些水源缺乏的区域。同时对冬季气温相对较低且无锅炉或其他供热条件的地区尤为适用。

风冷热泵机组可直接放置在屋顶、裙楼平台或水平地面上，无需建造专用机房、锅炉房，安全而清洁，以室外空气为直接冷（热）源，是目前冷（热）水空调设备产品中保养维修比较经济、简单的机种。

## 5.2 风冷热泵机组噪声振动的特点

风冷热泵机组所产生的噪声源，是由制冷设备、冷却风扇和管道等噪声形成空气动力性噪声、机械性噪声、电磁噪声和振动噪声，大部分机组噪声在 75~90dB(A)之间，个别机组噪声可达到 100dB(A)。热泵机组的噪声源主要包括：冷却轴流风机、压缩机及其配套的循环水泵。

根据大量实测数据，热泵的实测噪声级与厂家提供的噪声指标或样本上标明的噪声级大多都存在一定的差别，实测的噪声通常比样本数据高 3~10dB。热泵的噪声频率特性一般呈中低频特性，其中主要的噪声频率是 63~500Hz，低频噪声的距离衰减慢，影响范围广，不容易消除。

图 5-1、图 5-2 为编制组收集得到的部分典型风冷热泵机组排风机和压缩机的频谱曲线，其中排风机噪声测点为风机出风口外斜上方 45° 1m 处，压缩机噪声测点为压缩机外 1m 处。

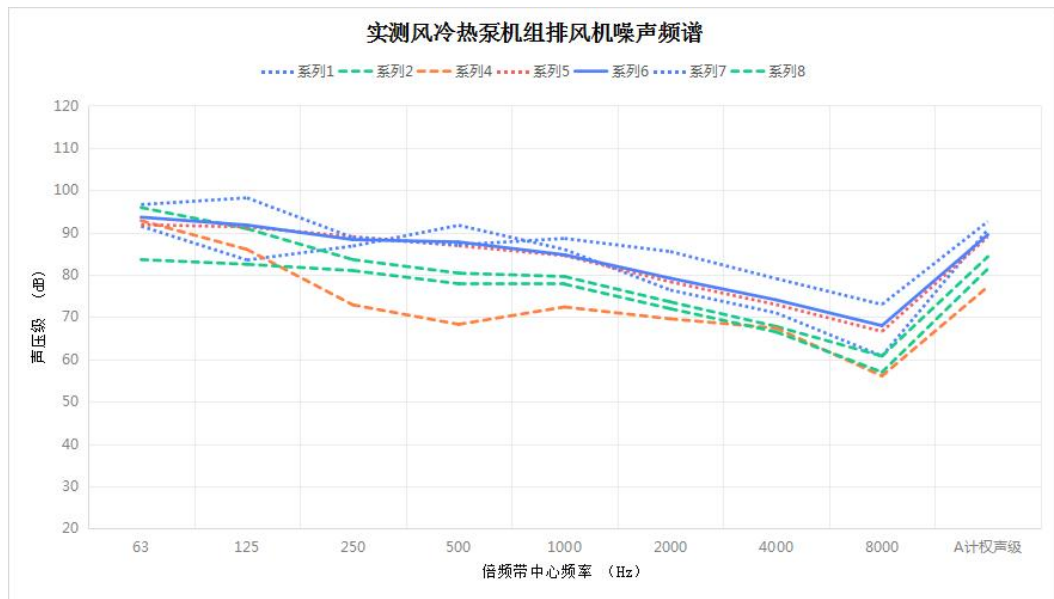


图 5-1 风冷热泵机组排风机实测噪声曲线

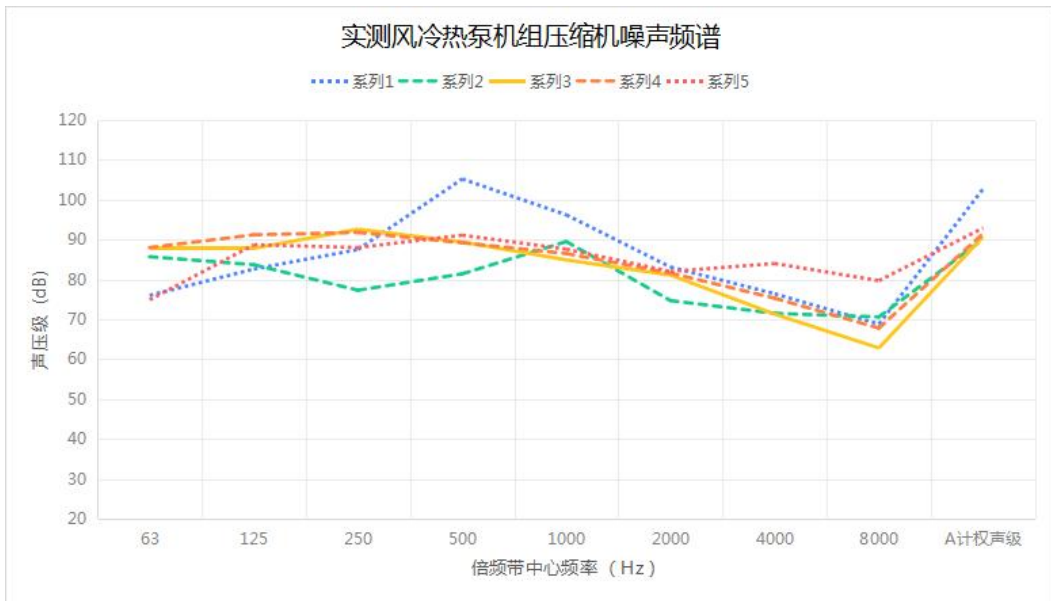


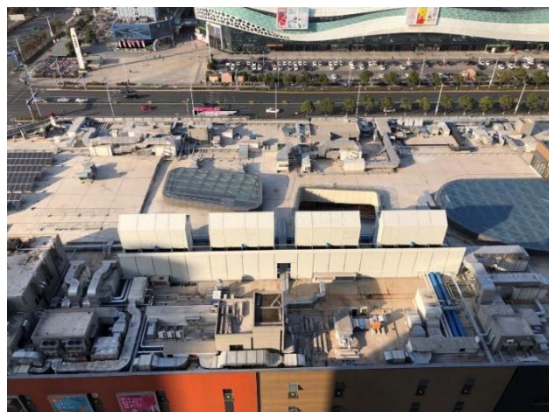
图 5-2 风冷热泵机组压缩机实测噪声曲线

### 5.3 风冷热泵机组噪声振动控制工程案例

风冷热泵机组主要以空气声影响为主，主要噪声源为风机和压缩机；部分项目机组安装于屋顶时会对下层的建筑产生振动影响。根据机组与受影响建筑的不同空间关系，空气声噪声可采用隔声屏障、进排风消声与隔声罩两种方式；对于振动影响，通常需要对设备基础及进水管路进行隔振处理。

以下为编制组提供的多个风冷机组噪声振动控制的工程照片，其中包括进排风消声与隔声罩、隔声屏障、基础隔振等各种类型的做法。





风冷热泵机组噪声控制工程案例（进排风消声与隔声罩）





风冷热泵机组噪声控制工程案例（进排风消声与隔声罩）

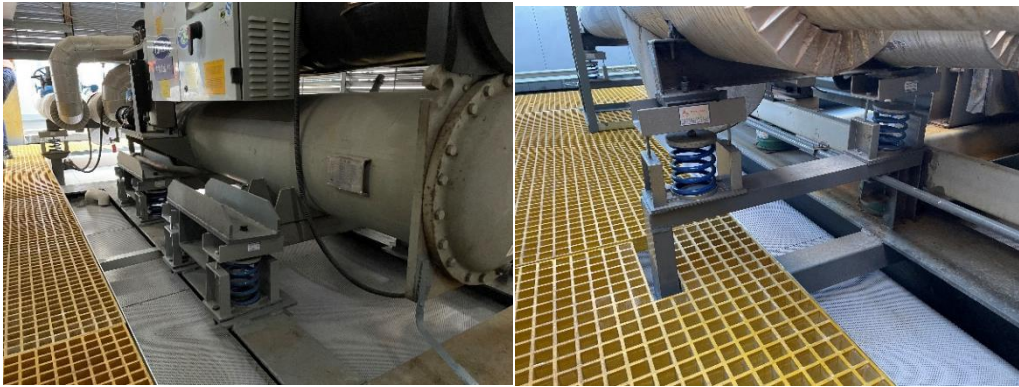


风冷热泵机组噪声控制工程案例（隔声屏障）

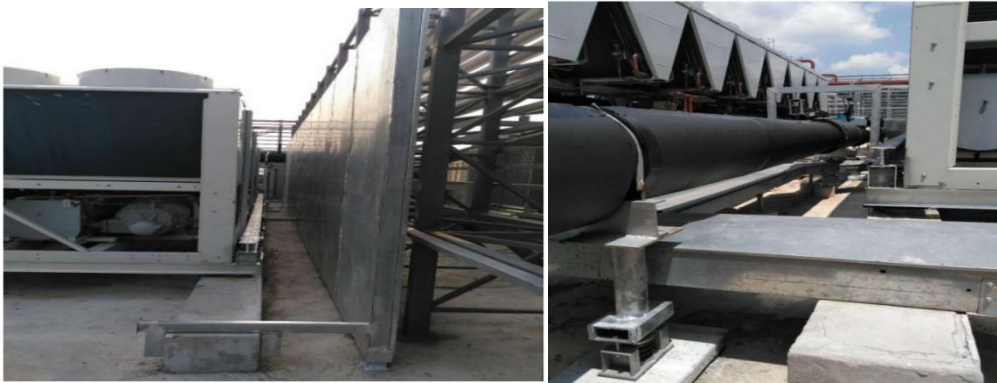




风冷热泵机组噪声控制工程案例（隔声屏障）



风冷热泵机组噪声控制工程案例（基础及管路隔振）



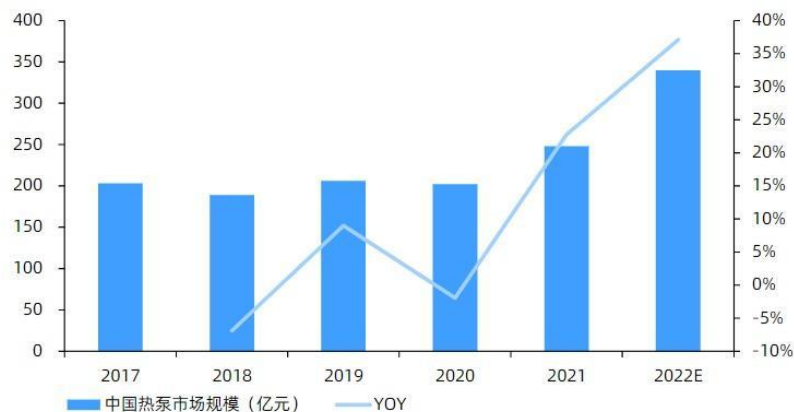


风冷热泵机组噪声控制工程案例（基础及管路隔振）

## 5.4 效益分析

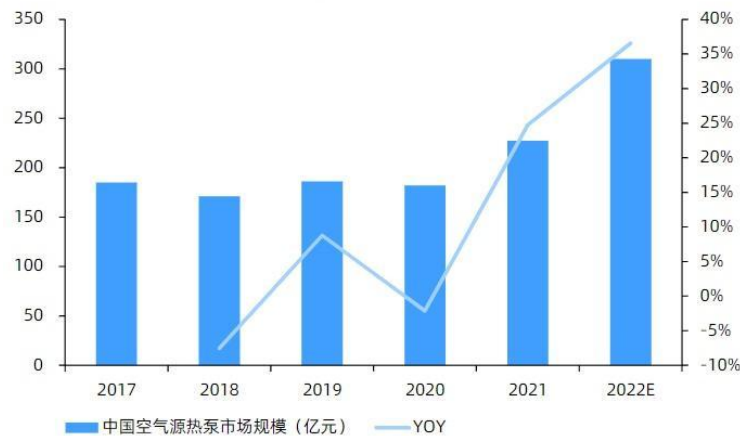
热泵机组具有非常出色的环保节能性能，被广泛应用于各种建筑的中央空调系统，目前进入行业快速发展期。随着我国 2030 碳达峰目标的提出以及相关政策的陆续颁布和实施，2021 年我国热泵行业市场规模较 2020 年大幅上涨，达到 248 亿元，同比增长约为 23%，2022 年行业市场规模突破 300 亿元。随着我国碳达峰和碳中和的相关减碳政策的加速实施，中国热泵市场规模有望持续上升。实现碳中和就必须推进能源转型，推动能源系统从以化石能源为基础的碳基能源转为以可再生能源为基础的零碳能源。

2017-2022年中国热泵市场规模及增速



资料来源：《2021年中国热泵供暖产业发展年鉴》，中国节能协会热泵专业委员会，行行查研究中心

2017-2022年中国空气源热泵市场规模及增速



资料来源：《2021年中国热泵供暖产业发展年鉴》，中国节能协会热泵专业委员会，行行查研究中心

我国热泵行业市场结构以空气源热泵为主，占据市场的九成以上；2021年空气源热泵占比达96%，水地源占比为4%。目前风冷热泵机组市场规模可达到每年300亿元以上，市场容量巨大，前景可观。

根据大量的风冷热泵机组噪声振动控制工程实践经验，当可采用隔声屏障进行噪声控制时，噪声控制工程成本相对较少；但当采用进排风消声与隔声罩时，噪声控制工程的造价甚至会比风冷热泵机组自身还要大。在现在城市布局中，风冷热泵机组通常都与建筑紧邻，大部分情况下都需要采取进排风消声与隔声罩等非常完整的降噪措施，因此风冷热泵机组噪声振动控制市场总体容量非常可观。从行业发展趋势来看，风冷热泵机组市场容量大，发展前景好，对与其相配套噪声振动控制需求也非常旺盛，本标准的制定也产生巨大的经济效益。

## 6 本标准主要内容及说明

### 6.1 标准名称

本标准在立项时采用的名称为《大型热泵机组噪声振动控制技术指南》。热泵涵盖范围非常广泛，包括空气源热泵、水源热泵、地源热泵，是个很庞大的系统。其中，空气源热泵与水源热泵、地源热泵在原理上也完全不一样，差异巨大，空气源热泵采用“逆卡诺”循环原理工作，压缩机和散热风机为核心动力系统，工作时产生较强的噪声与振动；水源热泵和地源热泵采用直接换热的方式，主要的动力部分只有循环水泵，不会产生强烈的噪声振动影

响。在热泵系统中，也是以空气源热泵为主，空气源热泵占到 90%以上，其他类型热泵使用具有很强的地理限制，使用量相对较少。

因此，噪声控制工程中碰到的主要是空气源热泵，采用的是风冷热泵机组，其他的噪声影响比较小。为了使得标准适用范围更加精准，经编制组讨论将“热泵机组”明确为“风冷热泵机组”。

立项时标准名称中“大型”属于日常的主观用语，不属于严谨的科学用语，在行业内也没有相应的定义标准，不适应作为标准用语，经编制组讨论确定标准名称去掉“大型”；“技术指南”通常要求标准涉及到非常详细的计算方法、设计方法、材料做法，本标准并未详尽地规定这些细节，只纲领性地提出相关的要求，因此改为“技术要求”；最终经过讨论标准名称确定为《风冷热泵机组噪声振动控制技术要求》。

## 6.2 适用范围

风冷热泵机组噪声控制主要难度在于控制设备噪声的同时要满足机组大风量的通风散热要求，这也是风冷热泵机组噪声控制的核心难点，是风冷机组与风机、水泵、变压器、空调机组等常见噪声源之间的最大区别。在暖通空调系统中，冷却塔、干冷器（主要用于通信机房、服务器）在空调系统中与风冷热泵机组有共通之处，冷却塔、干冷器噪声源主要为风机，也属于大风量通风散热设施，布置位置与风冷热泵机组也基本一致，其噪声控制原理和方法与风冷热泵也相同，风冷热泵机组的噪声控制方法也同样适用于冷却塔、干冷器。因此，本标准规定：本标准适用于风冷热泵机组噪声振动工程，冷却塔、干冷器等类似设备噪声振动控制工程可参照使用。

## 6.3 定义和术语

### (1) 空气声、结构声

空气声与结构声是风冷热泵机组噪声振动传播的两个途径，其定义参照 GB/T 3947-1996 内的条文确定。

## 6.4 一般要求

一般要求提出了风冷热泵机组噪声振动控制设计需满足的总体声学要求，

包括厂界排放限值要求和敏感点声环境达标的要求，噪声振动控制设计以相关国家强制标准为依据，即 GB 12348、GB 3096、GB 55016、GB 10070 等标准。

同时，提出要满足性能方面的要求，包括总体布局、设备通风散热、巡查检修、防雷、防水等方面，此部分只提出需要考虑到内容，意在提醒相关人员需全面考虑到这些因素，不可遗漏。

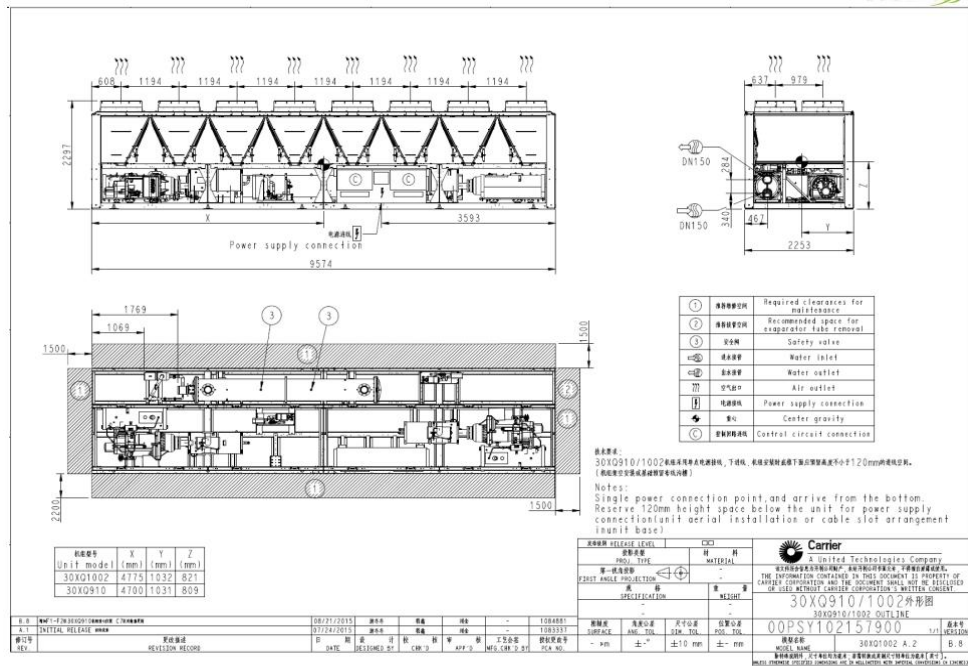


图 6-1 模拟计算中风冷机组参考型号与尺寸

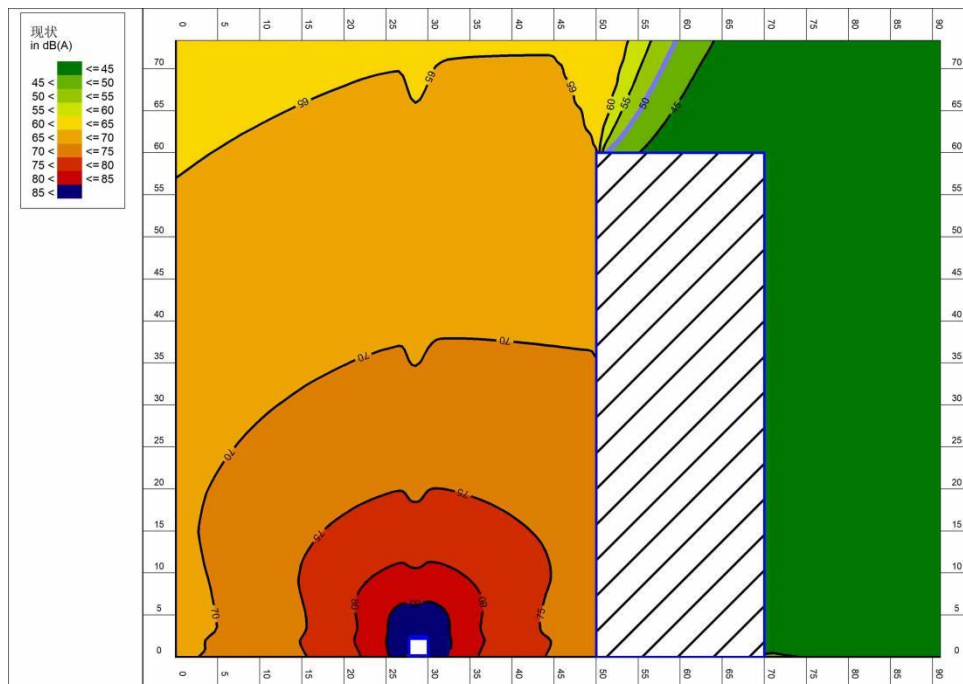


图 6-2 采取降噪措施前机组噪声分布剖面图

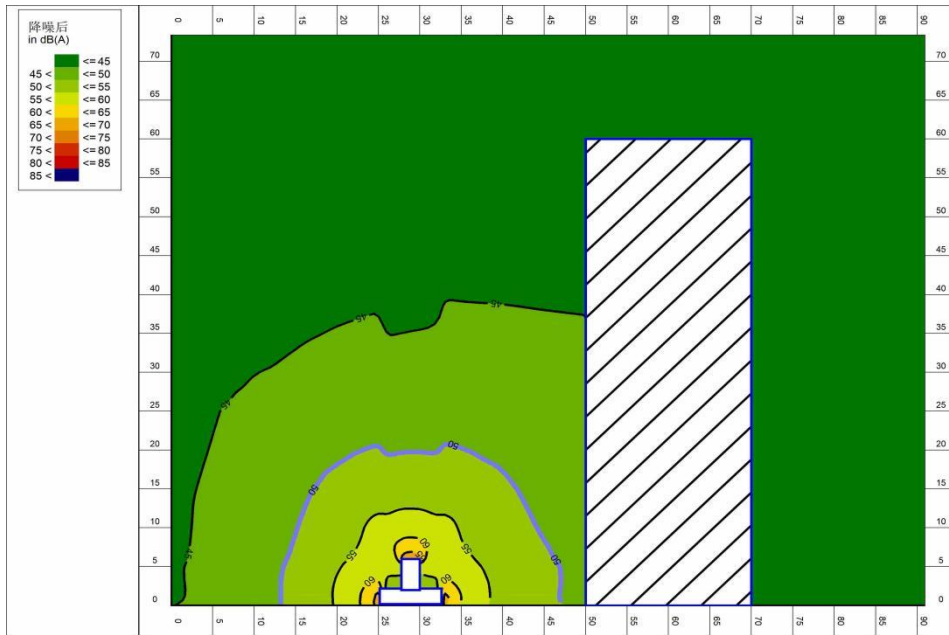


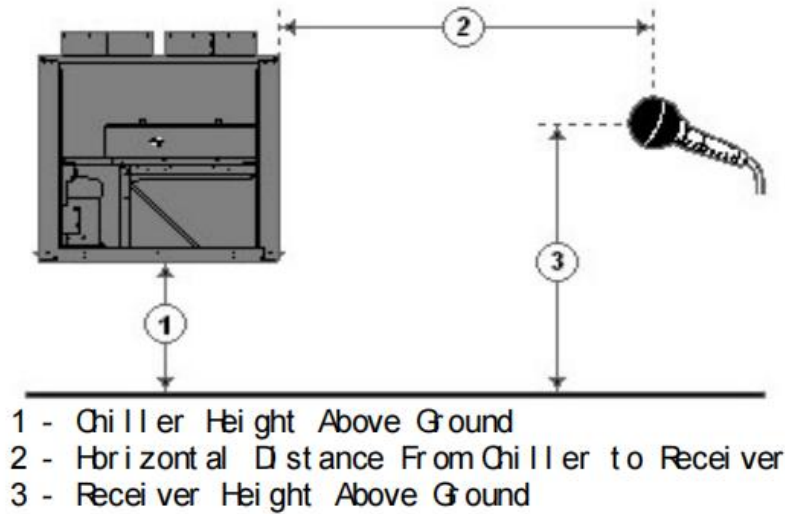
图 6-3 采取降噪措施后机组噪声分布剖面图

关于风冷机组总体布局，我们通过采用模拟计算的方式确定推荐的最小距离。噪声源采用单台机组共 16 个风扇，机组型号与尺寸见图 6-1 所示，进排风噪声按标准附录 A 提供的参考数据进行计算，假定机组位于地面，邻近敏感点为高层建筑；敏感建筑按 2 类标准考虑，即要求夜间窗外应 $\leq 50\text{dB(A)}$ 。降噪措施按照隔声罩与排风消声器考虑，通常工程上消声量达到  $25\text{dB(A)}$  已基本达到极限，因此以消声量均按  $25\text{dB(A)}$  进行计算。采取降噪措施前后噪声分布如图 6-2 与图 6-3 所示。模拟计算，当敏感建筑与风冷机组进风面的距离大于  $20\text{m}$  时，采取措施前敏感建筑窗外噪声最大可达到  $73\text{dB(A)}$ ，采取降噪措施后敏感建筑窗外噪声可降低到  $50\text{dB(A)}$  以内，可满足 2 类标准的要求。因此，本标准推荐机组进风面与敏感建筑的距离不宜小于  $20\text{m}$ ；如距离小于  $20\text{m}$ ，采取常规降噪措施难以保证达标，可能需要采取复杂的非常规降噪手段，会导致治理难度和成本大幅度增加，并可能显著影响机组的正常运行。

## 6.5 噪声与振动测量

准确获得噪声源是进行噪声振动控制设计的基础条件，是非常重要的基础工作。噪声源数据的活动通常包括以下方面：（1）现场实测；（2）设备

厂家提供；（3）根据相关经验公式进行推算；（4）根据工程经验数据推测。



**Notes**

1 - Chiller Height Above Ground = 0.0 m  
2 - Horizontal Distance From Chiller to Receiver = 1.0 m  
3 - Receiver Height Above Ground = 1.5 m  
Estimated Sound Power Levels - dB re: 1 picowatt  
Estimated Sound Pressure Levels - dB re: 20 micropascal  
Estimated sound levels given above are assumed to originate at the acoustic center of the chiller.  
Sound pressure level measured in accordance with JB14330. Sound pressure level is the data when the unit is placed in a free field over a reflecting plane.

图 6-4 热泵厂家噪声测点位置图

图 6-4 为热泵厂家提供噪声数据的标准测点位置图，该位置可以较好的体现设备的总体噪声水平。但从噪声治理的角度看，该测点的噪声包含了来自排风机、压缩机、循环泵、设备壳体等所有噪声源的贡献，不利于对噪声源进行细分识别和进行针对性的治理。热泵机组最主要噪声源为风机和压缩机，其他噪声源相对而言小很多，对外产生噪声影响以风机和压缩机为主。针对两部分的噪声源所采取的降噪措施也不一样，针对排风机主要采用排风消声器，针对压缩机主要采用隔声措施，因此其噪声源强需要进行准确的区分识别和测量。本文件要求对两部分的噪声分开进行测量，排风机噪声应在出风口外 1m 斜上方 45° 处测量，压缩机噪声应在压缩机 1m 处测量。以上测点有别于设备厂家的噪声测点，为根据噪声治理需求而针对性地提出，当要求设备厂家提供数据时应按上述规定对厂家提出测点位置要求。

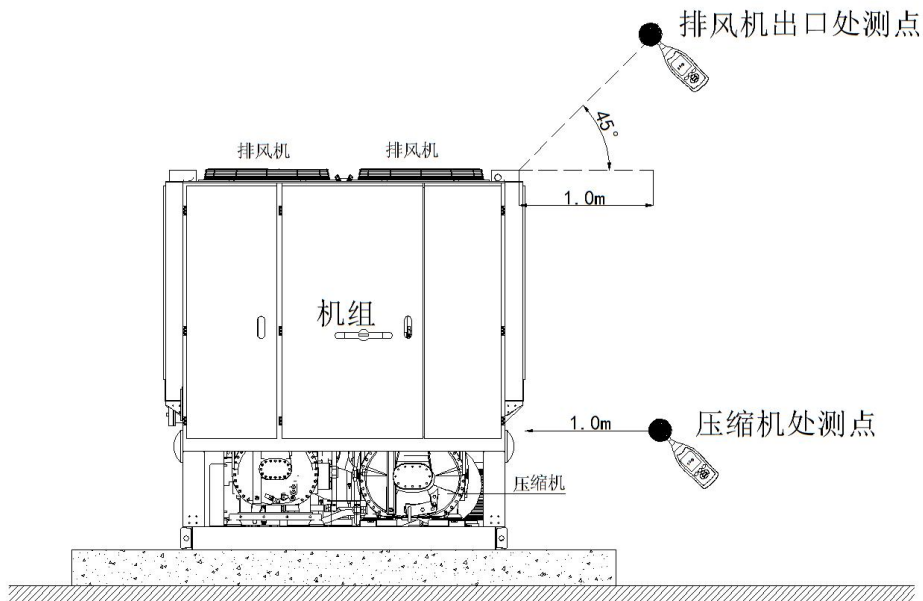


图 6-5 热泵机组噪声测点位置图

对于新建的项目，设计初期通常还无法确定设备厂家，此时可以参照机组参数进行合理推算。

理论推算有时候偏差比较大，因此本标准建议采用实测数据或者经验数据。附件 1 提供了风冷热泵机组风机和压缩机的噪声参考数值，该数值源于编制组收集到的大量实测数据的汇总和归纳。

表 6-1 热泵机组排风机噪声统计表

序号	排风机参数		噪声数据								
	单风机风量	风机数量	八倍频带噪声声级 (dB)								
	m <sup>3</sup> /h	个	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A 计权声级
1	16250	20	91.5	83.5	86.8	91.7	86.0	76.4	71.0	60.8	90.7
2	23500	2	95.9	90.9	83.6	80.4	79.6	73.6	67.8	60.8	84.3
3	26550	16	91.8	91.3	89.0	86.9	84.5	78.3	73.0	66.6	89.0
4	26550	16	93.6	91.8	88.3	87.8	84.7	79.2	74.1	68.0	89.5
5	22000	16	96.6	98.2	88.8	87.1	88.6	85.5	79.1	73.0	92.6
6	16399	14	83.6	82.5	81	77.9	77.8	72	66.5	57.0	81.4
7	平均值		92	90	86	85	84	78	72	64	<b>88</b>

表 6-1 为从编制组提供的大量数据中选择出部分具有代表性的实测数据

(另外有大量的数据只有 A 声级, 没有详细频谱数据, 没有列出, 数据规律与表格内的数据基本一致), 测试对象为热泵机组排风机, 测点为距离风机出风口 45° 1m 处。图 6-6 为排风机噪声与风量关系图。从实测数据可以看出, 排风机的噪声大部分在 85~90dB(A)之间, 平均噪声值为 88dB(A), 噪声大小与风量之间没有明显的规律。

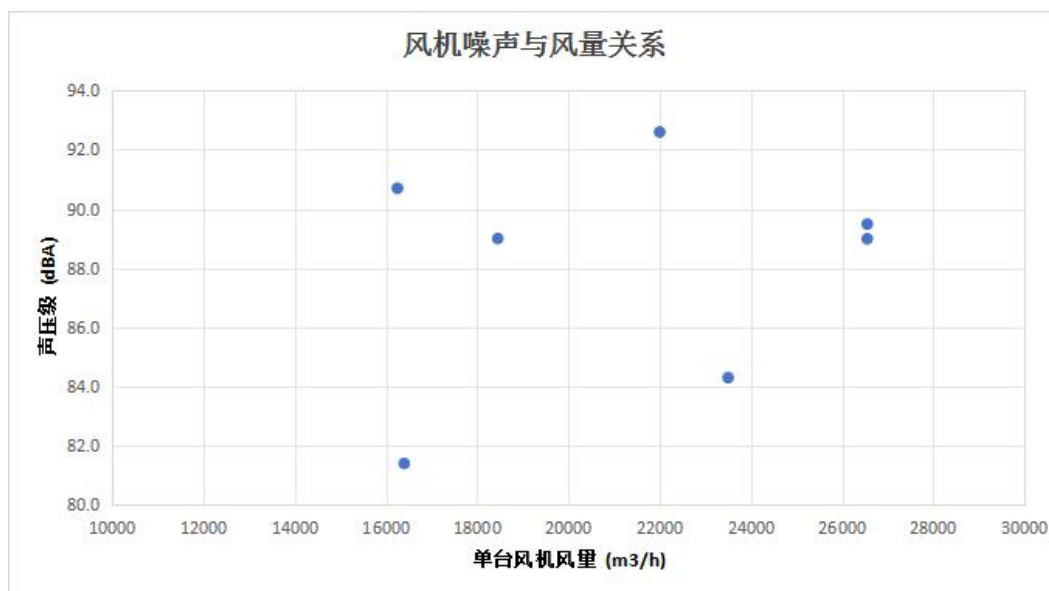


图 6-6 排风机噪声与风量关系图

表 6-2 热泵机组压缩机噪声统计表

序号	噪声数据								
	八倍频带噪声声级 (dB)								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A 计权声级
1	76.0	82.6	87.5	105.2	96.2	83.1	76.4	68.8	102.7
2	85.7	83.7	77.3	81.4	89.5	74.7	71.5	70.6	90.1
3	87.9	87.8	92.6	89.4	84.9	81.1	71.3	62.8	90.7
4	88.0	91.2	91.8	89.2	86.5	81.6	75.3	67.8	91.5
5	74.9	88.7	88.0	91.1	87.6	82.0	84.0	79.7	92.9
平均值	83	87	87	91	89	81	76	70	<b>92</b>

表 6-2 为从编制组提供的大量数据中选择出部分具有代表性的实测数据 (另外有大量的数据只有 A 声级, 没有详细频谱数据, 没有列出, 数据规律与表格内的数据基本一致), 测试对象为热泵机组压缩机, 测点为距离压缩机 1m 处。从实测数据可以看出, 压缩机的噪声大部分在 90~93dB(A)之间,

个别噪声达到 103dB(A)，平均噪声值为 92dB(A)，噪声大小与压缩机型号、功率基本没有关系。

振动源的测量除了获得振动速度或加速度外，还需要获得振动主频、谐振频率等信息，进行隔振设计时可以针对振动主频计算隔振效率，以保证隔振设计的效果。所以标准要求测量振动速度或加速度外，还应进行 FFT 频谱分析。如已有隔振措施，要求对已有的隔振措施进行测试，以评估它的隔振效果。

对于敏感点的噪声和振动测试，已经有相应的测量方法，本标准直接采用相应的测试方法，即 GB 3096、GB 12348、GB 22337、GB 50118、GB10071、GB/T50355、HJ 918。

## 6.6 噪声传播与衰减计算

噪声传播和衰减的计算主要是将噪声源处理成相应的点声源、面声源、线声源，计算它们的距离衰减、绕射衰减、空气吸收、反射叠加等内容，详细计算方法在 GB/T 17247.1 与 GB/T 17247.2 内已有非常细致的介绍，在各种手册、专业书籍上也有详细介绍，因此本文件不再详细规定，直接引用相关标准。

在工程实践中，手工计算比较困难，精度无法得到保证，目前大部分具有一定实力的厂家都已采用专业软件进行计算机模拟计算，因此本文件也推荐采用专业软件进行模拟计算。

## 6.7 技术要求

风冷热泵机组主要的噪声振动控制措施包括隔声屏障、隔声罩、进排风消声、隔振，在这部分主要介绍在何种情况下应该适合采取何种措施，每一种措施所适合的场所，对降噪方案的设计进行必要的引导，避免出现原则性的错误；同时，也对采取每一种措施时所应该注意的细节进行了规定，相应的要求和数值都是根据丰富的工程经验提炼而来，这些可为方案的细化提供依据。为了提供直观便捷的帮助，在附录 B 中以示意图的形式列举出不同空间布局下所适用的降噪方式。

对于风冷热泵机组噪声振动控制，最核心的难点是在降噪的同时要保证

满足通风散热效果，因此这部分对如何组织气流防止热风回流、合理控制流速、合理设置过渡段提出了要求，并根据丰富的工程经验提出了量化的限值要求。在工程实践中，现场往往受到各种条件限值，不能按理想的方式组织通风和消声，因此需要根据实际条件，灵活采取各种布局来满足通风和消声的要求，这也是工程设计实际遇到的主要困难。在附录 C 中提供了多种风冷热泵机组通风消声布局方式，可为相应方案设计提供借鉴。

## 6.8 材料与构造

关于隔声罩、隔声屏障、吸声构造、消声器、隔振材料，导则提出了性能的基本要求和常用做法，可为工程设计提供借鉴和参考；对材质提出部分合理的限值要求，以确保产品和工程质量，避免出现劣质产品和工程。

## 6.9 施工与验收

风冷热泵机组噪声振动控制工程既有其针对性和专业性，也有与常规工程相同的之处，因此导则给出了作为普通工程所涉及的相关规范，同时也提供了作为专业项目所需满足的环保验收指标要求标准。

## 6.10 运行与维护

该部分提出了风冷热泵机组噪声振动控制工程运行和维护所需的基本要求，由于热泵机组常用的噪声振动控制几乎都是被动的物理方式，没有易损坏和电气运转构件，因此运行维护相对简单。

# 7 与国外同类标准或技术法规的水平对比和分析

经资料调研，目前国内外尚无风冷热泵机组噪声振动控制指南的同类技术指导标准，也无类似产品的噪声振动控制技术指南。

环境保护部行业标准 HJ 2034-2013《环境噪声与振动控制工程技术导则》规定了环境噪声与振动控制工程对设计、施工、验收和运行维护的通用技术要求，为噪声与振动控制工程环境影响评价、设计、施工、竣工验收及运行与管理的技术依据。该标准适用于所有类型的噪声振动控制工程，风冷热泵

机组噪声振动控制也适用于该标准。该标准涵盖所有噪声振动控制类型项目，属于总体性技术导则，本标准属于针对性的细化导则，具有较强的针对性和可操作性。

对于各类型降噪措施的设计，已有多个设计规范和指南标准，包括 GB/T 20431-2006《声学 消声器噪声控制指南》、GB/T 19886-2005《声学 隔声罩和隔声间噪声控制指南》与 HJ/T90-2004《声屏障声学设计和测量规范》，上述设计规范或导则是从某一类型的降噪产品出发，提出其设计规范和指南。本标准则是针对风冷热泵机组这一类型的设备，针对这一类型的设备的特征提出降噪的方法指南。

## 8 与现行法律、法规、规章、政策和标准的关系

本标准是为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国噪声污染防治法》等法律法规、规范噪声控制工程中风冷热泵机组噪声振动控制的方法而制定。

本标准组织结构主要参考《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》（GB/T 1.1-2020）和《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013）。

风冷热泵机组噪声振动控制的目标需满足相关国家强制标准的要求，即 GB 3096《声环境质量标准》、GB 10070《城市区域环境振动标准》、GB 12348《工业企业厂界环境噪声排放标准》、GB 55016《建筑环境通用规范》和 GB 22337《社会生活环境噪声排放标准》的要求。

在声学计算方法上，本标准采用了 GB/T 17247.1《声学 户外声传播衰减 第1部分 大气声吸收的计算》（等效于 ISO 9613.1）与 GB/T 17247.2《声学 户外声传播的衰减 第2部分 一般计算方法》（等效于 ISO 9613.2）规定的方法。

在降噪可能采用的消声器、隔声罩、隔声屏障的设计和性能要求上，本标准要求满足 GB/T 20431-2006《声学 消声器噪声控制指南》、GB/T 41318《通风消声器》、T/CAEPI 17《阵列式消声器技术要求》、GB/T 19886-2005《声学 隔声罩和隔声间噪声控制指南》与 HJ/T90-2004《声屏障声学设计和

测量规范》的要求。

在工程项目验收上，需满足相关工程验收标准，包括 GB 50202 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》、GB 50203 《砌体结构工程施工质量验收规范》、GB 50204 《混凝土结构工程施工质量验收规范》、GB 50205 《钢结构工程施工质量验收规范》、GB 50300 《建筑工程施工质量验收统一标准》。

## **9 实施本标准的管理措施、技术措施、实施方案建议**

建议标准编制单位和相关专家开展标准宣讲，通过行业内推广应用，从中发现问题，总结经验，不断修订完善标准，提高行业水平。

## 附录：风冷机组实测噪声调查数据

说明：以下噪声源数据为编制组实测的大量数据中选取而来，附录只选取其中参数比较完整、具有一定代表性的实测数据。

序号	品牌/生产厂家	风量	全压	风机数量	测点位置	运行工况/敏感点位置	传播途径	八倍频带噪声声级 (dB)									
		m <sup>3</sup> /h	Pa	个				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A 计权总声级	
1	开利	325008	/	20	风机出风口 45°1m 处	12 个风机运行	空气声传播	91.5	83.5	86.8	91.7	86.0	76.4	71.0	60.8	90.7	
					压缩机外 1m 处			76.0	82.6	87.5	105.2	96.2	83.1	76.4	68.8	102.7	
					机组长边中间位置 1m 处			77.4	81.0	83.3	93.0	84.6	75.0	73.0	65.2	91.1	
					机组短边中间位置 1m 处			76.6	81.5	82.9	96.4	81.9	78.6	71.5	62.5	93.5	
					受影响噪声敏感点	距离设备 16m, 位于机组短边方向	空气声传播	69.3	73.2	79.0	74.1	72.9	65.7	58.1	48.5	77.0	
2	麦克维尔	/	/	12	风机出风口 45°1m 处	6 个风机运行	空气声传播	/	/	/	/	/	/	/	/	78.5	
					压缩机外 1m 处			/	/	/	/	/	/	/	/	/	82.2
					机组长边中间位置 1m 处			/	/	/	/	/	/	/	/	/	77.4

序号	品牌/生产厂家	风量	全压	风机数量	测点位置	运行工况	传播途径	八倍频带噪声声级 (dB)								
		m3/h	Pa	个				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A 计权总声级
3	特灵	47000	/	2	风机出风口 45°0.5m 处	正常运行	空气声传播	95.9	90.9	83.6	80.4	79.6	73.6	67.8	60.8	84.3
					机组长边中间位置 1m 处			91.0	85.6	83.3	80.9	78.5	71.9	67.8	61.4	83.3
					机组短边中间位置 1m 处			86.9	84.5	81.6	78.7	76.9	70.7	66.3	59.6	81.6
4	克莱门特捷联制冷设备(上海)有限公司	/	/	5	排口水平 3m 处	正常运行	空气声传播	75.0	77.6	74.8	72.7	79.0	63.8	59.6	53.9	79.9
					压缩机外 1m 处			85.7	83.7	77.3	81.4	89.5	74.7	71.5	70.6	90.1
					机组长边中间位置 1m 处			77.1	76.1	74.4	73.2	79.7	65.1	59.7	51.6	80.5
				受影响噪声敏感点	距离设备约 3m, 位于机组正下方办公室	振动传播	51.1	50.5	44.0	35.7	28.4	24.5	24.2	21.7	39.9	
5	约克	424800	/	16	风机出风口 45°1m 处	正常运行	空气声传播	91.8	91.3	89.0	86.9	84.5	78.3	73.0	66.6	89.0
					风机出风口 45°1m 处	正常运行		93.6	91.8	88.3	87.8	84.7	79.2	74.1	68.0	89.5
					压缩机外 1m 处	正常运行		87.9	87.8	92.6	89.4	84.9	81.1	71.3	62.8	90.7

序号	品牌/生产厂家	风量	全压	风机数量	测点位置	运行工况	传播途径	八倍频带噪声声级 (dB)								
		m3/h	Pa	个				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A 计权总声级
6	约克	/	/	4	风机出风口 45°1m 处	正常运行	空气声传播	92.8	86.0	72.9	68.3	72.4	69.6	67.4	56.1	77.2
					进风口外 1m 处			53.0	59.8	61.8	66.7	69.1	68.4	66.1	55.8	74.1
					进风口外 1m 处			54.1	59.7	62.7	66.5	74.1	67.1	66.2	56.8	76.2
					受影响噪声敏感点	设备下方敞开办公室	振动传播	34.2	36.9	40.2	34.4	34.6	30.0	31.9	23.3	39.6
					受影响噪声敏感点	设备下方办公室窗外	空气声传播	53.7	50.1	51.9	43.5	42.2	40.3	44.8	39.6	50.7
7	麦克维尔	352000	/	16	风机出风口 45°1m 处	正常运行	空气声传播	96.6	98.2	88.8	87.1	88.6	85.5	79.1	73.0	92.6
					压缩机外 1m 处			88.0	91.2	91.8	89.2	86.5	81.6	75.3	67.8	91.5
8	开利	229579	/	14	风机出风口 45°1m 处	正常运行	空气声传播	83.6	82.5	81.0	77.9	77.8	72.0	66.5	57.0	81.4
					压缩机外 1m 处			74.9	88.7	88.0	91.1	87.6	82.0	84.0	79.7	92.9
9	约克	295200	/	16	风机出风口 45°1m 处	正常运行	空气声传播	/	/	/	/	/	/	/	/	89
					压缩机外 1m 处			/	/	/	/	/	/	/	/	87

序号	品牌/生产厂家	风量	全压	风机数量	测点位置	运行工况	传播途径	八倍频带噪声声级 (dB)								
		m3/h	Pa	个				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A 计权总声级
10	麦克维尔	/	/	12	风机出风口 45°1m 处	正常运行	空气声传播	/	/	/	/	/	/	/	/	86
					压缩机外 1m 处			/	/	/	/	/	/	/	/	83
					机组短边中间位置 10m 处			/	/	/	/	/	/	/	/	63
11	开利 30XQ0745	/	/	/	机组进风口 1m 处 (自由场)	正常运行	空气声传播	/	59	80	73	79	67	61	51	81
	开利 30XQ0810							/	80	79	77	77	71	68	71	81
	开利 30XQ1002							/	80	80	77	77	69	69	71	81