

实验动物设施冷热源选择的考虑

唐瑶

中国中元国际工程有限公司 北京 100089

[摘要]随着科研项目的推进,对实验动物设施的硬性需求日益提高,实验动物设施的能耗问题逐渐引起广泛关注。动物房空调系统大多为全新风系统,换气次数大,室内温湿度控制精度高,空调系统的能耗占据了实验动物设施能耗的很大一部分比重。本篇论文就实验动物设施冷热源系统可用到的有效的节能措施进行阐述与分析。

[关键词]实验动物;冷热源;节能

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.09.180

一、动物设施房间设计参数

大小鼠动物生产区普通环境下全年设计温度为18~29℃,相对湿度40~70%;屏障环境及隔离环境下全年设计温度为20~26℃,相对湿度40~70%。犬、猴、猫、兔、小型猪等中等体型动物生产区普通环境下全年设计温度为16~28℃,相对湿度40~70%;屏障环境及隔离环境下全年设计温度为20~26℃,相对湿度40~70%。鸡的动物生产区在屏障环境下全年设计温度为16~28℃,相对湿度40~70%。

大小鼠动物实验区普通环境下全年设计温度为19~26℃,相对湿度40~70%;屏障环境及隔离环境下全年设计温度为20~26℃,相对湿度40~70%。犬、猴、猫、兔、小型猪等中等体型动物生产区普通环境下全年设计温度为16~26℃,相对湿度40~70%;屏障环境及隔离环境下全年设计温度为20~26℃,相对湿度40~70%。鸡的动物生产区在屏障环境下全年设计温度为16~26℃,相对湿度40~70%。

根据《实验动物设施建筑技术规范》GB50447-2008对动物生产区和动物实验区的环境指标要求,普通动物房环境最小换气次数为8次/h,屏障动物房环境最小换气次数为15次/h。结合项目运行经验,设计换气次数需要大于最小换气次数5~8次,从而弥补运行过程中的各种产品、技术问题。

二、动物设施冷热源的选择

参考规范及动管会的要求,现阶段大部分实验动物设施均为全新风系统。根据上述房间设计参数可得出实验动物设施在运行过程中全年需要同时提供冷水和热水,以满足室内设计参数的要求。

如冷源与热源全部独立考虑,需要投入的设备较多、占用空间较大,建设成本较高,能耗较大。

综合考虑实验动物设施的建设情况,调研市场中已投入使用的冷热源系统,下面主要分析两种在实验动物设施中节能效果较好的冷热源设备。

(一) 溶液空调

1. 溶液空调原理

溶液调湿机组由初效过滤、空气净化装置、溶液调湿段(内置全热回收功能)、风机段、中效过滤器等功能段组成。机组空气处理流程如下:

新风:初效过滤→溶液调湿(内置全热回收)→送风机

→中效过滤器→送风;

回风:初效过滤→空气净化装置→溶液再生(内置全热回收)→排风机→排风。

夏季工况,在除湿侧,高温潮湿的新风通过溶液调湿段(内置全热回收),被热泵蒸发器所冷却的溶液以液膜的形式实现降温除湿,再通过送风机、中效过滤器后送至室内。在再生侧,回风进入机组后,首先经过初效过滤器,再经空气净化装置处理其中的氨等可挥发性气体,经溶液再生单元(内置全热回收)后,排至室外。

调湿单元中,调湿溶液吸收水蒸气后,浓度变稀,为重新具有吸水能力,稀溶液进入再生单元进行浓缩。热泵循环的制冷量用于降低溶液温度以提高除湿能力和对新风降温,冷凝器排热量用于浓缩再生溶液。

冬季工况,只需切换四通阀改变制冷剂循环方向,便可实现空气的加热加湿功能。

过渡季工况:机组运行通风模式,新风经过滤后送入室内。

机组内置智能控制系统,可根据室内外空气条件自动转换为对应工况。

2. 系统形式对比

2.1 溶液式空调系统

溶液式空调机组高度集成,机组集制冷除湿、制热加湿、风机、能量回收、初中效过滤以及冷热源备用、送排风机备用、溶液循环系统备用等于一体。只需连接电源、风管、补水管即可。

2.2 传统风冷空调系统

传统风冷空调系统设备众多,包括风冷热泵机组、冷冻水系统、全新风洁净空调箱、排风机等设备。

3. 溶液式空调系统优势

溶液式空调系统相比传统空调系统更节能。采用溶液式空调系统后,与传统空调系统相比:利用溶液吸收水分的特性对空气进行除湿,除湿后不需要再热,避免了冷冻除湿-再热所造成的冷热抵消损失;采用溶液式全热回收装置,回收排风中的能量;采用溶液加湿,与电(蒸汽)加湿相比节省了加湿费用。

传统空调系统设备众多,包括风冷模块机及附属设备、

全新风洁净空调箱、排风机等；溶液式空调系统将所有设备进行了整合，集冷热源、全热回收装置、风机、过滤系统等于一体，可独立启停，控制便利，并且可减少使用方空调系统维护工作量。

传统空调系统采用冷冻除湿方式，除湿能力依赖于冷水温度，夏季极端天气下，冷机出水温度容易发生波动，造成室内湿度超标。溶液空调除湿能力强，可以更好地应对高湿气候，解决湿度控制难题。

新风与溶液空调的盐溶液交互后，可以吸附新风中的大量尘埃和微生物，因此可以大大降低过滤器的更换频率，减少送风末端的菌落总数，方便使用单位运营维护，同时有力保障实验动物的质量。盐溶液可有效过滤空气中的可吸入颗粒物（包括PM10和PM2.5），净化空气。通过溶液喷淋可以去除空气中的颗粒物，可以减小末端高效过滤的负担，显著延长高效过滤器的使用寿命，减少中效及高效过滤器的更换周期。

溶液空调除湿加湿过程均不产生凝结水，不滋生细菌，溶液还具有杀菌抑菌作用，空气中菌落数大大低于非溶液式空调系统，有利于保障实验动物的高质量。盐溶液可有效杀灭细菌，净化空气，而且除湿过程完全不产生潮湿表面，杜绝霉菌滋生；溶液调湿处理后的空气相对湿度在55%~65%左右，不利于细菌病菌存活，能够更好地保证空气的健康洁净。

溶液空调机组可以结合新型溶液喷淋除臭设备，更好地解决排风的污染问题。实验动物环境排风中主要污染物为氨气。利用氨气水合物呈碱性的特征，采用酸性吸收液进行喷淋，解决了采用纯水喷淋吸收时存在的吸收效率低且极易吸收饱和的问题。通过控制吸收液的PH值，可实现连续不间断吸收运行。当吸收液中的离子浓度达到设定值后，与加入的沉淀剂进行反应，吸收液中的NH₄⁺与沉淀剂发生反应生成沉淀，沉淀物被过滤，液体回到吸收液箱中继续参与吸收反应。如此循环，最终将空气中的氨气转化为固体沉淀物，整个反应过程中无污染物排出，只需定期清理过滤器即可。

4. 溶液式空调系统弊端

市面上的溶液空调品牌较多，如何选择并保证没有带液问题是在建设过程中需要重点考量的。如产品存在带液问题，对实验动物的生产会产生较大的影响。

溶液空调机组为集成式一体机，产品较大，荷载较大。动物房废气排放均需要排至屋顶，现场需有满足溶液空调机组安装的位置及废气排放的通道。

（二）四管制多功能冷热水机组

1. 四管制多功能冷热水机组原理

四管制多功能冷热水机组的工作原理是冷热量的回收和综合利用，由压缩机、冷凝器、蒸发器、可变功能换热器

等组成。采用二个独立回路的四管制水系统，一年四季可实现五种运行模式，①单制冷，②、单制热，③、制冷+制热（设备自动平衡冷热量），④制冷热回收（制冷优先，制冷量大于制热量）⑤制热冷回收（制热优先，制热量大于制冷量）。

在实验动物房冷热源四管制设计中，机组壳管式蒸发器生产冷冻水，作为系统的冷源，壳管式冷凝器生产热水，作为系统的热源，翅片式换热器既可作蒸发器也可作冷凝器，并根据系统需要可实现蒸发器功能和冷凝器功能之间进行切换，进行冷热量平衡调节。这样四管制冷热水机组可代替锅炉（或电加热）+冷水机组模式，实现一机多功能使用，同时满足洁净空调箱冷冻去湿、再加热的要求，达到实验动物房恒温恒湿的要求，实现节能的目的。

2. 四管制多功能冷热水机组优势

集冷热源于一体，一台机组四个接管两个冷冻水进出口，两为热水进出口冷、热自动平衡，实现0~100%独立调节。可提供单制冷功能、单制热功能、同时制冷制热功能和热回收功能。

充分利用制冷循环的蒸发侧和冷凝侧，冷、热量根据使用需求自动调节，通过表冷器和空气换热实现能量平衡。夏季进行热回收，冬季进行冷回收。夏季的回收热在用于空调机组再热的同时还可以作为生活热水的热源，提供生活热水等系统使用。

3. 四管制多功能冷热水机组弊端

- 1) 产品初投资较高。
- 2) 机组名义工况参考标准为风冷标准相较于水冷机组名义工况较低。
- 3) 受外界环境影响，环境温度与机组标况温度不同时，冷热量存在衰减。

结束语

对于实验动物设施类能耗较大的建筑，可从冷热源系统入手考虑节能措施和节能设备，从而最大限度的减少实验动物设施的空调能耗。

参考文献

- [1] 2007全国民用建筑工程设计技术措施 节能专篇 暖通空调·动力
- [2] 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736-2012）
- [3] 《实验动物设施建筑技术规范》（GB50447-2008）
- [4] 《科学实验建筑设计规范》（JGJ91-2019）
- [5] 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）
- [6] 赵文成 中央空调节能及自控系统设计 中国建筑工业出版社