

Design of Conditioning and Ventilation System for a Barrier Environment Animal Laboratory Renovation Project

Wenhui Fan

Beijing Jiandong Architectural Design and Research Institute, Beijing, 100044, China

Abstract

Taking the rebuilding project of barrier Animal Laboratory of a CDC as an example and referring to relevant design specifications, this paper introduces the design standards of air conditioning and ventilation systems for such projects and expounds the actual design contents and characteristics of air conditioning and ventilation systems in combination with actual engineering conditions, thus accumulating experience for the design of such projects.

Keywords

barrier environment animal laboratory; air conditioning and ventilation systems

某屏障环境动物实验室改造工程——空调通风系统设计

范文辉

北京建工建筑设计研究院, 中国·北京 100044

摘要

以某疾病预防控制中心屏障动物实验室改造工程为例, 参照相关设计规范, 介绍了此类工程空调通风系统的设计标准, 并结合工程实际情况, 阐述了空调通风系统的实际设计内容及特点, 为此类工程的设计积累了经验。

关键词

屏障环境动物实验室; 空调通风系统

1 工程概况

某疾病预防控制中心实验楼内的屏障动物实验室, 由于设备设施老化、房间布局不合理且防火性能较差等原因需要改造, 总建筑面积约 700m², 包括屏障动物实验室, 辅助和设备用房。动物实验室, 实验动物主要是大、小鼠, 采用二级屏障, 墙体和顶棚的材质均为净化彩钢板, 洁净度级别为 7 级(万级), 主要房间均为正压, 仅有两间吸入染毒室是负压。

辅助用房包括: 洁净走廊、污物走廊, 更衣室、洗消间等, 其中, 洁净走廊、污物走廊洁净度级别为 7 级(万级)。

2 动物实验室环境指标及空调通风的有关规定

2.1 动物实验室环境指标

根据国家标准《实验动物设施建筑技术规范》(GB50447-2008)^[1]和《生物安全实验室建筑技术规范》(GB50346-2011)^[2]的有关规定, 汇总得出本动物实验室的环境指标(详见表 1、2):

表 1 屏障实验区的环境指标

项目	温度/℃	最大日温差/℃	相对湿度/%	最小换气次数次/h	动物笼具周边处气流速度 m/s	与相通房间的最小静压差 Pa	空气洁净度级	氨浓度指标 mg/m ³	噪声 dB(A)	沉降菌最大平均浓度个/0.5hφ90mm 平皿
指标	23	4	50	15	≤ 0.2	10	7	≤ 14	≤ 60	3

表 2 屏障辅助区的环境指标

房间名称	洁净度级别级	最小换气次数次/h	与相通房间的最小静压差 Pa	温度/℃	相对湿度/%	噪声 dB(A)
洁物储存洁净走廊	7	15	10	18~28	30~70	≤ 60
二更污物走廊	7	15	10	18~28	—	≤ 60
洗消间	—	4	—	18~28	—	≤ 60
一更	—	—	—	18~28	—	≤ 60

2.2 空调通风的有关规定

使用屏障环境设施的动物实验区的空调送风系统宜采用全新风系统。屏障环境设施的动物实验区的送风系统应设置粗效、中效、高效三级空气过滤。有正、负压要求的动物实验室，送风机与排风机应连锁控制，按一定顺序进行启闭，确保室内压力合格。动物实验室的排风若有污染气体，则应在排风系统中设置去污装置。屏障环境设施净化区的回排风口应有过滤和风量调节装置。洗消间、淋浴间、卫生间应设独立的排风系统。屏障环境实验室净化区的气流组织宜采用上送下回(排)方式。采用热回收装置的动物实验室的排风不应污染新风。屏障环境动物实验室应设置备用送风机和排风机^{[1][2]}。

3 本屏障动物实验室的特点及要求

本工程包括动物实验区和辅助区，分为非吸入染毒区(正压)和吸入染毒区(负压)。实验区包括：大鼠实验室 4 间、小鼠实验室 3 间、功能实验室 4 间、静式吸入染毒室 1 间(负压)、动式吸入染毒室 1 间(负压)。辅助区包括：清洁走道、污物走道、一更、二更、动物接收室、动物观察室、洁库、洗消间。

本工程大多数实验室和附属用房均为正压，仅有吸入染毒室根据工艺需要维持负压。

实验动物吸入染毒试验一般在染毒柜中进行，染毒柜根据染毒过程中柜内空气与外界是否交换，可分为动式染毒柜和静式染毒柜两种。动式染毒柜由于在染毒过程中不断有外界空气补充，能够使受试物质保持浓度不变，保证染毒柜内氧气、二氧化碳分压恒定和温湿度恒定，因而具备很多优点。而静式染毒柜由于在染毒过程中，柜内空气与外界隔绝，随着染毒时间的推移，动物不断吸入氧气，呼出二氧化碳，柜内氧气浓度不断下降，二氧化碳浓度不断升高，同时，由于动物体温较环境温度高，染毒过程中，柜内温度会随之提高，受动物呼吸的影响，柜内湿度也会逐步改变。与动式染毒柜相比，存在一些不足，但是做一些简单而低成本的染毒实验还是可行的。

4 本屏障动物实验室改造空调通风系统设计方案

(1) 根据本实验室的空气洁净度要求，并参照相关设计规范的规定，空调系统采用全新风直流系统。室外空气通过

机房内的全新风组合式空调机组，集中进行初、中效过滤及冷、热、湿处理，经送风风管送至各洁净室，末端设置高效过滤器，对空气进行再过滤和处理。洁净动物区采用高效过滤器均布顶送，用于试验和饲养的主要房间的排风采取下侧四角排风的气流组织方式。气流组织形式均为上送下排式。在洁净区的排风口装有便于拆装的中效过滤器。(见图 1 实验室空调送风平面图，图 2 实验室排风平面图)^[3]

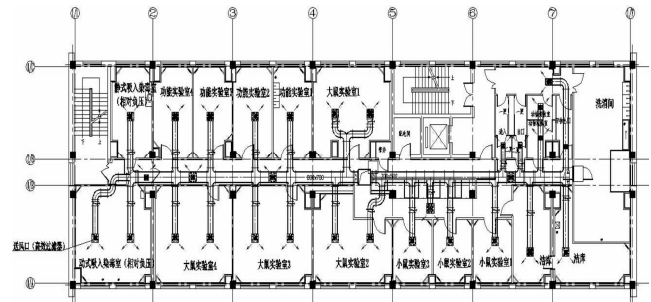


图 1 实验室空调送风平面图

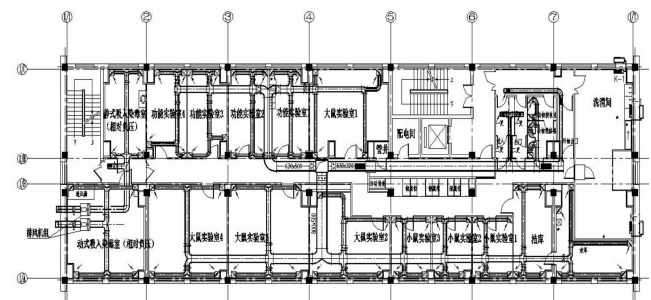


图 2 实验室排风平面图

(2) 动物实验区采用两台全新风组合式空调机组，一用一备，送风量 25000m³/h，夏季送冷风，冬季送热风。机组功能段包括：进风初效预热段、冷热加湿段、风机段、中高效再热段。设一台排风机组用于排风，排风量 18000 m³/h，维持实验室正压，内设风机两台，一用一备，机组带活性炭过滤器。同时为使系统节能运行，在排风机组和新风机组之间设乙二醇溶液循环排风热回收装置。(见图 3 实验室空调通风机房平面图)^{[3][4]}

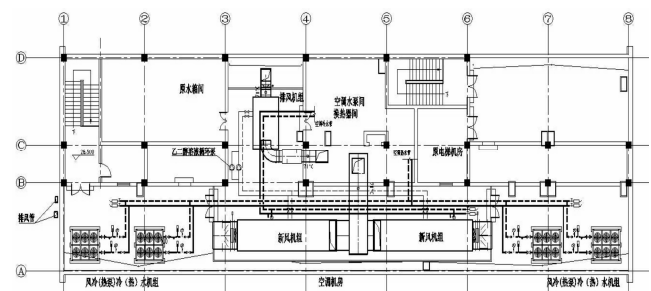


图 3 实验室空调通风机房平面图

(3) 在楼顶屋面设四台风冷(热泵)冷(热)水机组, 作为夏季冷源和过渡季节冷热源, 冷水温度 7/12℃, 热水温度 40/45℃。冬季热源采用市政热力, 热水温度 95/70℃, 通过在楼顶设置的板式换热机组提供 60/50℃的空调热水。当出现特殊情况造成热源供应不足时, 采用设于全新风组合式空调机组上的电加热器补充。(见图 3 实验室空调通风机房平面图, 图 4 实验室空调冷热源系统流程图)

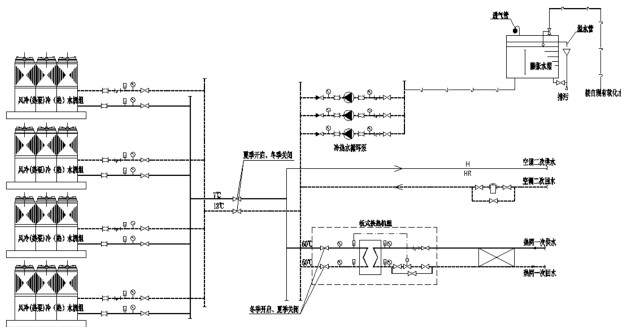


图 4 实验室空调冷热源系统流程图

(4) 动式和静式吸入染毒室分别设两台排风机, 并设活性炭吸附装置, 排风量大于送风量, 以维持室内负压。

(5) 空调送风、排风支管上均装有电动风量调节阀, 由室内压力传感器根据设定的正压值, 自动调节送风阀和排风阀, 使室内正压保持稳定。

(6) 实验室的内走道不满足自然排烟条件, 设机械排烟

系统, 同时设有机械补风系统, 补风量大于排烟量的 50%^[5]。

5 结语

本屏障环境动物实验室经设计、施工、供货厂商、建设、监理等各参建单位共同努力, 最终建成并投入使用。空调系统经过一个寒、暑季的运行, 室内温、湿度、洁净度及压差等各项参数均满足规范要求。

通过本工程的设计实践, 体会如下: 屏障环境动物实验室的建设要遵循物理隔离的建筑技术原则, 以生物安全为核心, 既满足实验对象的环境要求, 又要确保实验人员和实验室周围环境的安全。对空调通风系统提出了较高的要求, 暖通设计人员要依据相关设计规范的规定, 同时结合工程的实际情况, 认真研究, 因地制宜地提出符合各项要求的设计方案, 为最终建成一个各项指标均合格的屏障环境动物实验室做出本专业的贡献。

参考文献

- [1] 《实验动物设施建筑技术规范》(GB50447-2008)
- [2] 《生物安全实验室建筑技术规范》(GB50346-2011)
- [3] 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736-2012)
- [4] 《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)
- [5] 《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)