

生物安全实验室暖通空调系统的设计

轩瑞敏

(河北冀科工程项目管理有限公司 河北 石家庄 050000)

[摘要]随着我国生物事业的发展,为了在生物技术方面取得进一步的发展,越来越多的生物安全实验室被建立起来并投入使用。由于生物安全实验室当中进行生物试验的特殊性,因此实验室对于暖通空调系统的设计要求比较高。有时起在实验室的相关设备发生故障的时候也要有相关的保障系统避免生物污染的外泄,这对于相关操作人员的安全来说具有重要的意义。因此在设计安全实验室的空调系统的时候要要对运行当中可能会出现各种故障进行分析,并根据实际情况探究避免房间初见正压的设计思路和技术措施。

[关键词]生物安全实验室;暖通空调系统;故障;正压

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2019.12.1262

1. 生物安全实验室暖通空调系统的主要运行障碍

1.1 送风系统故障

排风系统是实验室安全性的重要保障,而良好的送风系统则可以保证在实验室发生故障的时候相关操作人员能够及时和安全地撤离。但是当送风系统出现故障的时候,实验室就可能会出现比较高的负压,但是由于排风系统的保障作用,即使在负压的状态下也可以把确保房间内没有生物安全柜相对房间呈正压或实验房间正压的情况出现。

1.2 风量及压力传感器故障

传感器是信号接收和传递的重要部位,如果传感器发生了故障的话系统传递的信号就会出现错误,从而导致整个系统的运行偏离设计者的最初设计要求。因此在进行设计的时候要选用质量和性能都更加安全和稳定的传感器,同时还要关注传感器的响应特性,保证调试的结果与设计数值相匹配。这是设计暖通空调系统经常会忽视的问题,也是设计当中的重点问题。

1.3 排风系统故障

根据经验来看,排风系统出现故障的主要部位通常是排风机或者排风机的变频器发生的故障,但是由于排风系统对于生物安全实验室暖通空调系统具有重要的意义,因此一旦排风系统出现故障就会对实验室带来较为严重的影响。因此为了降低不良影响的程度就要在设计实验室空调系统的时候设置备用的排风机和排风机变频器。

2. 生物安全实验室暖通空调系统的设计要点分析

根据生物实验室所需要处理对象的生物危害程度以及需要采取的防护措施可以将生物安全实验室分为四个等级,其中四级实验室对于生物安全隔离的要求最高,其他等级以此类推,一级实验室的要求最低。不同等级的实验室可以被称为P1、P2、P3、P4实验室。目前我国使用率最高的生物实验室是P3级实验室。下面就对P3级实验室的暖通空调系统的设计要点进行分析。

2.1 排风系统停机故障瞬时分析

目前使用的P3生物安全实验室的排风自控系统的设计通常如下所述。首先,如果实验室的排风系统发生了停机的话,那么排风设备虽然会完成自动切换,但是在这个过程中没有任何能够避免房间出现正压的措施保障。其次,在排风系统故障的时候通常会对故障的信息进行采集并完成信号的传递。比如在设计的时候会设置空气流量开关,当排风管的风量接近于零的时候,流量开关在采集到信息之后就会向控制中心传递信号,控制中心在接收到信号的时候就会报告排风系统出现停机的故障。

通常来说,实验室房间发生排风机系统停机故障的时候通常在4秒左右的时间就会出现房间的正压,而控制中心却要在10秒之后才能够接收到排风系统发生停机的信号。由此可以得出,第一,生物安全实验室为了保证房间里负压的送排风两差值就要保证每小时送风几十到两百立方米,但是当排风系统出现故障的时候房间的排风量就会在很短的时间内减少一二百立方米。这个结果是在实验室房间排风与实验设备排风为同一个排风系统。如果二者的排风系统不共用的情况下房间出现正压的时候通常是在故障出现的几十秒之后。这样的系统同时还会造成系统划分的不规范,是的无法解决有同类故障下消除正压的安全运行问题。第二,控制中心对故障感知的时间过长,这主要是由于风机从停机到风量将至接近为零的水平至少需要

十秒钟的时间。这个世间是所有风机的固有特性。除此之外,风机的固有特性还有开机时间,开机时间通常也需要十秒钟。

2.2 避免房间出现正压的设计思路

根据上述对房间排风停机故障和控制中心感知排风故障的分析可以得知,为了避免房间出现正压的情况就要采取以下两个措施。第一是要使控制中心能够更加迅速地感知到排风系统的停机故障。第二是使控制中心和控制执行系统能够更加迅速地采取相应措施来防止房间出现正压的情况。对于本次烟酒的情况来说,这两个时间都需要小于4秒钟。

2.3 避免房间出现正压的技术措施

2.3.1 安装响应速度更快的风量传感器

可以在排风总管道上安装响应速度更快的风量传感器对排风系统的故障进行感知和判断,这样就可以将排风系统停机故障的排风量保持在较高的水平上,使控制中心能够对故障做出准确的判断,同时还可以使控制中心能够在2秒钟之内感知到排风系统的停机故障。该风量传感器与设置在排风总管道上的普通风量传感器相比优点在于能够兼顾房间压力的稳定。

2.3.2 使用完全关断的电动蝶阀

在送风系统总管上设计可完全关断的电动蝶阀,该阀采用响应速度为1.5秒的执行器,使得控制执行系统在不到2秒内迅速切断系统送风,以有效避免房间出现正压。

3. 结论

经过实验发现,通过上述两个措施可以有效避免房间出现正压的情况。同时在调试实验中通过观察也可以得出在使用备用排风机在故障发生之后的2秒钟就可以接到控制中心的指令并瞬间开始启动。在启动之后,备用排风机能够在较短的时间内达到设定的排风量。在这个过程中送风总管道的蝶阀也处于关闭的状态,因此房间需要经历较大的负压状态只会送风总管道的蝶阀才能够打开。除此之外,系统也需要10分钟左右的恢复时间才能由震荡调整为稳定的状态。在设计风量传感器的时候会根据各个生物安全实验室的特性来决定。这是因为风量传感器的恢复时间并不是固定的会在运行当中进行自动控制和调借。但是无论是负压较大还是大还是震荡都是排风系统停机故障、切换至备用排风系统的初期状态,导致系统短时混乱,但自始至终没有正压出现,所以是满足生物安全实验室安全运行要求的。总的来说,对于P3或者P4生物安全实验室来说,设计的基本原则都是相一致的。在对暖通空调系统进行设计的时候需要注意暖通系统的划分,也就是要关注实验室房间排风与实验设备的排风要使用同一个系统,这样才能消除房间的正压难度。

参考文献

- [1] 曹国庆, 刘华, 梁磊, 董林. 由生物安全实验室检测引发的有关设计问题的几点思考[J]. 暖通空调, 2017(10): 52-57.
- [2] 刘俊杰. P3生物实验室的通风空调系统设计[A]. 中国建筑学会暖通空调分会、中国制冷学会空调热泵专业委员会. 全国暖通空调制冷2006年学术年会论文集[C]. 中国建筑学会暖通空调分会、中国制冷学会空调热泵专业委员会, 2016: 1.
- [3] 曹国庆, 王荣, 李屹, 高鹏. 高等级生物安全实验室压力波动原因及控制策略[J]. 暖通空调, 2018, 48(01): 7-12.