

文章编号: 1671-6612 (2021) 04-537-05

关于传染病医院房间的 压差控制及通风能耗问题探讨

李 伟 冯 磊 罗为民 李 华 龙红芝 欧 翮

(贵州新基石建筑设计有限责任公司 贵阳 550087)

【摘 要】 在传染病医院项目的实际运营过程中,院方反馈各分区房间压差控制精度不够及通风系统使用能耗较高的问题较为突出,此类问题的发生影响到医院的实际使用,也给暖通设计师做出了提示;通过查阅相关资料和众多传染病医院设计的经验总结,设置智能适应新排风调节变风量模块,可以解决房间在压差控制上的问题,保证功能房间的压力梯度。另外,在传染病医院的功能布局中,有较多的无外窗房间,此类房间需要设置分区集中通风系统,排风量较大,在设计中采用排风显热回收系统,可以减少新风系统使用能耗。

【关键词】 通风系统划分;压差控制;微压差计;智适应新排风调节模块;显热回收
中图分类号 TU83 文献标识码 A

Discussion on Energy Consumption of Ventilation and Differential Pressure Control of Infectious Disease Hospital

Li Wei Feng Lei Luo Weimin Li Hua Long Hongzhi Ou He

(The Architectural Design & Research Institute of Xin Ji Shi, Guizhou, Guiyang, 550087)

【Abstract】 In the actual operation process of infectious disease hospital project, the insufficient control accuracy of room pressure difference in each zone and ventilation system uses high energy consumption are prominent. The occurrence of such problems affects the actual use of the hospital. By consulting relevant materials and summary of experience in the design of many infectious disease hospitals, setting up intelligent adaptation to the fresh air and exhaust air regulation variable air volume module can solve the problem of room pressure difference control and ensure the pressure gradient of the functional room. There are many rooms without windows in the infectious disease hospital and need to set up an exhaust system. Due to the large exhaust air volume, exhaust air sensible heat recovery system can effectively reduce the energy consumption of the fresh air system.

【Keywords】 Ventilation system division; Differential pressure control; Micro differential pressure gauge; Intelligent module
Sensible heat recovery

作者(通讯作者)简介:李 伟(1984.9-),男,本科,暖通工程师,E-mail: 519462697@qq.com
收稿日期:2021-07-01

0 引言

2020年初爆发“新冠”疫情以来,国家立即启动了应对措施,各地区加快传染病医院的建设,以防止疫情反扑,控制疫情。由于传染病防治的特殊性,在设计过程中,对于通风系统的合理划分、

气流组织的可靠设计、房间压差的有效控制、空调系统的能耗等问题让设计师们较为困惑;本文就针对以上问题提出笔者的意见和观点,以供同行指导和借鉴。

1 传染病房各分区内的通风量要求及压差设定

众所周知, 传染病医院的平面功能及医疗流程明确要求医疗分区标准设置应是“三区三缓三通道”。其中, “三区”分别为清洁区、半污染区、污染区。清洁区(普通工作区): 医护入口前室、卫生通过区(医生通道)、配餐、库房、值班室; 半污染区(潜在污染区、辅助防控区): 走廊、更衣、检验、治疗室、配液室、护士站; 污染区(防控区): 患者病房、卫生间、缓冲间、患者走廊、污物暂存。“三缓”: 清洁区进入半污染区缓冲间、病房入口缓冲间、病员通道缓冲间, 其中“病员通道缓冲间”指医护走道等半污染区进入患者走道设置的缓冲间。“三通道”: 医护走道、患者走道、污物通道。

明确“三区三缓三通道”的功能要求, 对于传染病医院的设计至关重要。尤其是通风专业, 必须根据“三区三缓三通道”的要求设置合理的空气压差, 在各医疗分区内形成合理的空气流, 防止病菌的反向交叉传染。为防止污染区病菌通过空气流向清洁区, 增加医护人员感染风险, 所以清洁区应为正压区, 污染区应为负压区。使空气形成由清洁区经医护通道、半污染区至污染区的有序流动, 整个传染病区的空气流向根据压差梯度的要求, 空气流向示意图如图 1 所示。值得注意的是, 由于受平面功能及防火疏散等因素制约, 通常情况下污物通道与病患通道可以考虑合用。

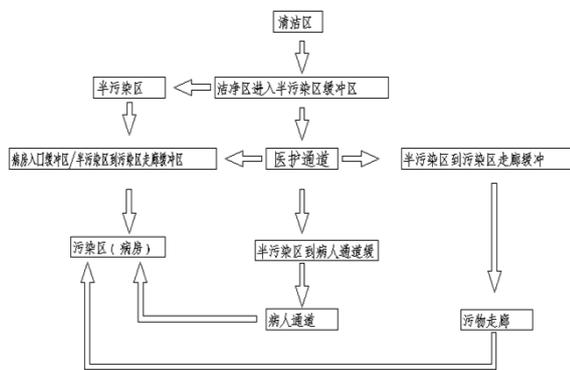


图 1 空气流向示意图

Fig.1 Air Flow Diagram

笔者根据呼吸道传染病房要求^[5], 列举部分功能房间所推荐的通风换气次数及压差设定值, 房间

风量要求及压差设定值如表 1 所示。

表 1 房间风量要求及压差设定值

Table 1 Room air volume requirement and pressure difference setting value

区域划分	房间名称	净高 H (m)	新/排风 换气次数 (次/h)	压差 (Pa)
污 染 区	负压病房	3	12	-20
	负压病房卫生间	3	12	-25
	普通病房	3	6	-15
	病房卫生间	3	10	-20
	留观室	3	6	-15
	诊室	3	6	-15
	病人通道	3	3	-5
	污物通道	3	3	-5
	治疗室	3	6	-10
	半 污 染 区	配液室	3	6
更衣室		3	6	-10
护士站		3	6	-10
医护通道		3	3	-5
清 洁 区	值班室	3	3	15
	医生办公室	3	3	15
	休息室	3	3	15
	清洁走道	3	3	0
缓 冲 区	病员通道缓冲间	3	6	-5
	病房入口缓冲间	3	6	-10
	洁净区进入半污染区缓冲间	3	6	5

上述表格中的推荐换气次数再结合《传染病医院建筑设计规范》(GB 50849-2014)(以下简称“GB50849”)中清洁区每个房间送风量应大于排风量 150m³/h, 污染区每个房间排风量应大于送风量 150m³/h, 对于有外窗的清洁区可不设置排风系统, 但应保证房间新风量及压差要求, 因此清洁区送风量每个房间不小于 150m³/h。

各功能房间进行风量计算及压差设定, 根据 GB50849 的要求, 非呼吸道传染病的门诊、医技用房及病房最小换气次数(新风量)应为 3 次/h。要

差值是硬指标, 必须满足。这就对系统的可靠性与稳定性要求更高, 要求通风系统不仅要可调, 而且还能维持风量的稳定性。则新风变风量模块采用压力无关型(此处的“压力无关型”指系统末端模块风量不随主管中压力的波动而产生风量的变化)智适应动力模块可满足使用需求, 在一定压力区间范围内(300Pa 以内)可实现按需供应、恒风量运行, 保证最终的压差要求。

(3) 平衡性稳定

平衡性是决定系统调试和后期运行的核心要素。排风变风量模块选用高静压型的风机(300Pa~400Pa)可有效解决末端高效过滤器的阻抗, 在过滤器有效范围内的脏堵后, 可进行自动补偿, 加之新风智适应恒风量能力, 整个系统的平衡性更高。

(4) 系统联动性强且节能

传染病院各护理单元满床率一般为 70% 左右。例如: 10 间负压病房, 启用 7 间, 其余 3 间病房在不使用时, 这三间病房的通风系统处于关闭状态。那么, 病人入住的这 7 间病房的模块会将转速信号(或 0~10V)传给主风机, 主风机以此联动调速, 满足 7 间病房的风量输配即可。系统节能性不仅体现在上述运行方式, 同时直流无刷风机本就比交流风机节能 30% 以上。

(5) 系统投资的增加

在项目建设当中, 投资问题通常也是建设方比较关心的问题; 关于设置智适应动力模块的变风量系统与设置定风量阀的集中式定风量系统投资的问题, 通过对现阶段市场上技术比较成熟的厂家设备的了解, 发现在同等级品牌要求的情况下, 采用定风量阀的系统比采用智适应变风量模块的系统要便宜 10~20% 左右, 若考虑平疫结合的情况, 系统末端采用三工况阀(“三工况阀”即可关断、平时、疫情时可相互转换的阀门), 其投资成本问题应根据项目实际情况作分析论证。

最后, 在送排风机的启停顺序方面, 机械送风、排风系统应按清洁区、半污染区、污染区分区设置的独立系统相应设计连锁。清洁区应先启动送风机, 再启动排风机; 半污染区、污染区应先启动排风机,

再启动送风机; 各区之间风机启动先后顺序为污染区、半污染区、清洁区。

3 传染病医院热回收系统

在传染病医院中, 对于呼吸道传染病的门诊、医技用房及病房等大量的房间需要采用全新风直流系统, 换气次数大于 6 次/h; 负压隔离病房采用全新风直流式空调系统, 换气次数不小于 12 次/h 换气^[3,4], 如此大的直流通风量, 其冬夏季的空调能耗也是相当大的。因此, 全新风直流式空调系统在非呼吸道传染病流行时可考虑设置回风系统; 同时, 也宜考虑热回收系统。为避免交叉感染, 热回收不应采用全热回收系统, 应采用显热回收系统, 显热回收系统通过溶液循环进行间接换热, 如图 4 所示, 虽然热回收效率相对较低, 但应用灵活方便, 可以有效避免交叉感染, 且管道溶液系统在检修时, 也可以不影响通风系统的运行。

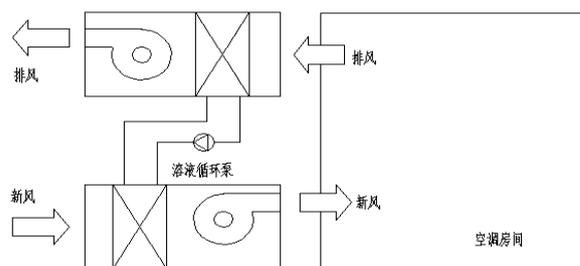


图 4 显热回收系统原理示意图

Fig.4 Schematic diagram of sensible heat recovery system

下面以贵州省某传染病医院的送排风系统为例, 室内外设计参数详表 2; 该项目为五层的多层建筑, 总建筑面积为: 6643.38m²; 空调采用的是全新风直流系统+风机盘管, 项目中采用的全新风直流机组大于 6000m³/h 的空调器, 共计为 8 台, 排风机台数及风量也基本相等; 以 6000m³/h 的空调器做简要估算, 单台全新风额定工况下的制冷量 $Q_{冷}=66.1kW$; $Q_{热}=81.1kW$; 仅计算该 8 台新风机组冷热负荷, 在额定工况下的总新风负荷, $Q_{总冷}=528.8kW$, $Q_{总热}=648.8kW$; 可以看出, 新风负荷在传染病医院中的能耗所占的比例较大, 额定显热回收效率应满足制冷时大于 60%, 供热时大于 65%^[2]。

表 2 项目所在地室内外气象参数

Table 2 Indoor and outdoor meteorological parameters of the project site

项目地点: 贵州省 XX 市						
室外设计参数			室内设计参数			
类别	东经: 107°59'		北纬: 26°36'		制冷(热)天数	
	空调	通风	空调	通风	制冷天数	制热天数
夏季	干球温度: 32.1°C	温度: 29°C	温度: 26°C			
	湿球温度: 24.5°C	—				
	相对湿度: 64%	—	相对湿度: 60%	120 天	87 天	
冬季	空调温度: -2.3°C	温度: 4.7°C	温度: 22°C			
	相对湿度: 80%	—	相对湿度: 45%			

夏季工况:

$$Q_r = C_p \cdot \rho_p \cdot L_p \cdot (t_1 - t_3) \cdot \eta \cdot \beta \cdot \delta$$

其中, η 为显热回收效率 60%。

即: $Q_r = 1.005 \times 1.2 \times 6000 \times (32.1 - 26) \times 60\% = 26483.76 \text{kJ}$, 转换为 kW, $Q_r = 7.35 \text{kW}$ 。

全新风直流机组大于 6000m³/h 的新风系统空调器 (8 台), 夏季小时回收冷量: $7.35 \times 8 = 58.8 \text{kW}$ 。

冬季工况:

$$Q_r = C_p \cdot \rho_p \cdot L_p \cdot (t_n - t_w) \cdot \eta \cdot \beta \cdot \delta$$

其中, η 为显热回收效率 65%。

即: $Q_r = 1.005 \times 1.2 \times 6000 \times (22 - (-2.3)) \times 65\% = 114292.6 \text{kJ}$, 转换为 kW, $Q_r = 31.75 \text{kW}$ 。

全新风直流机组大于 6000m³/h 的新风系统空调器 (8 台), 冬季小时回收冷量: $31.75 \times 8 = 254 \text{kW}$ 。

查阅相关文献及厂家参数, 溶液循环泵的功率约为 1.0~1.5kW, 在此就不再详细折算和经济分析。

由上述简要的计算可以得出, 在传染病医院当

中我们若采用显热回收系统, 尤其是在冬天, 节能效果是非常显著的。

以上是笔者在近期的一些工程设计实例中的探索和体会, 供各位同行参考, 欢迎批评指正。

参考文献:

- [1] GB/T 14295-2019, 空气过滤器[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [2] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册 (第二版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [3] GB/T 35428-2017, 医院负压隔离病房环境控制要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [4] GB 51039-2014, 综合医院建筑设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.
- [5] GB 50849-2014, 传染病医院建筑设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.
- [6] GB 50189-2015, 公共建筑节能设计标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.