

传染病医院病房楼平疫结合通风设计探析

冯磊 罗为民 李伟 欧翮

贵州新基石建筑设计有限责任公司

摘要: 探析传染病医院病房楼平疫结合空调通风设计方法, 需了解基本背景, 结合实际案例展开研究, 在实际设计时, 按照确定设计思路、设备选型、设计流程顺序展开, 分析各楼层、各区域在平时、疫时通风的基本需求, 按照适用性、经济性、简化性原则推进整体设计工作, 对于功能房间的清洁使用, 发挥空调通风系统的最大价值来说有着积极的保障作用。

关键词: 平疫结合; 通风设计; 设备选择

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.02.162

引言: 传染病医院是病患者与医护人员生活工作的区域, 其功能房间的通风空调设计是很重要的, 良好的空间环境与合理的气流组织对于缩短病患者康复周期, 避免交叉感染有着很好的保护作用, 也有必要从医院的实际发展所需入手, 进行空调通风系统方案设计优化, 满足平疫所需, 进行平疫不同工况下的通风系统灵活转换, 降低成本、保障通风系统运行效果。

一、背景分析

“平疫结合”传染病医院主要考虑呼吸道传播, 呼吸道传播是通过空气病菌传播, 在通风控制中主要倾向于稀释污染物浓度、确定气流流向, 借助科学的气流组织形态, 保证清洁区的空气从清洁区向污染区流动, 再通过排风系统将污浊空气排至室外, 以确保病区内的整体空气环境满足使用要求与压差要求, 通过传染病医院病房楼平疫结合空调通风设计, 减少甚至杜绝病菌的传播, 对于保障医护人员、患者家属安全, 促进患者迅速康复和缩短康复周期来说, 有着较好的促进作用。

二、平疫结合空调通风设计原则

(一) 设计背景

《综合医院“平疫结合”可转换病区建筑技术导则(试行)》中规定各级卫生健康行政部门应当结合当地医疗资源布局, 将救治定点医院列入区域健康规划中。在制定呼吸道传染病应急预案的基础上, 重大疫情救治基地建设项目应当兼顾平时与疫情时的医疗服务内容, 在符合平时医疗服务的前提下, 满足疫情时快速转换、开展疫情救治的需要, 应充分利用发热门诊、感染疾病科病房等建筑设施。

(二) 设计原则

平疫结合区的护理单元、门急诊区平时按微正压设计, 疫情期间清洁区按正压设计, 半污染区、污染区转换为负压; 建筑室内通风气流组织形成从清洁区→半污染区→污染区有序的压力梯度, 实现空气定向流动, 避免空气传播途径的交叉感染。

三、“平疫”通风设计注意事项

(一) 换气次数设计参数

对比患者走道、护士走道来说, 病房呈负压状态, 为避免因温差等相关因素影响气流流向, 所以尽量使得病房与患者走道、护士走道设定相同温湿度参数, 结合相关规范标准, 为保证平疫顺利转换, 平时、疫时清洁区最小新风换气次数为3h/次。半污染区、污染区最小换气次数为6次/h。

(二) 新风、排风中过滤器的设置

清洁区新风系统上均设置进行粗、中效过滤器, 以保证新风送风品质, 疫情时, 半污染区、污染区的送风(新风)系统应经过粗、中、亚高效三级过滤, 排风系统末端应设置高效过滤器, 避免疫情随空气传播, 并应高空排放。

(三) 通风系统、气流组织设计

通风系统方案设计要求契合空气压力按照清洁区、半污染区、污染区逐步降低顺序, 保持各区气流流向合理; 清洁区通风气流组织可以采用“上送上排”形式, 半污染区与污染区宜采用“上送下排”形式, 以确保气流组织的合理性与安全性。

当在某些改扩建项目中, 当系统分三区设置有困难

时,清洁区应当独立设置,污染区和半污染区可合用系统,但应独立设置分支管,并在两个区总分支管上设置与送、排风机连锁的电动密闭阀门。

当在设计初期,业主方定义本项目做“平疫结合”考虑,则病房送风、排风系统不得采用竖向多楼层共用系统,所以在设计师需要再设计过程中着重考虑与建筑专业的配合,以确保疫情期间的通风设计原则的合理性。

(四) 其他因素

①通风系统、空调系统结合疫时需按照楼层进行独立设计,各楼层按照清洁区、半污染区、污染区分区设置,屋面布置污染区、半污染区排风机组;高于屋面3m处排风。

②夏季空调冷凝水排放时大部分时间为非满管流,如果集中排放势必会造成与其相连接的各个房间空气相互串通,交叉感染,所以为避免各楼层间因冷凝水而发生交叉感染,选择在半污染区、污染区不建议设置通用冷凝水立管,引入分区集中汇总方式收集,再通过间接排水排入污水系统^[2]。

四、通风系统设备选择

(一) 通风机选择

考虑到污染区、半污染区排风机宜装设在屋顶,在选择通风机时需要采用对室外环境适应性强的通风机,并且在风压选择过程中,需要考虑风管漏风等情况,所以在选择时,尽量采用运行稳定,风机压头不衰减,单位风机耗功率小的通风机设备。

另外,当处于平疫结合运行工况中,污染区、半污染区风量、风压不同,可按照以下方式处理:结合双工况参数优选风机,其中疫时可以考虑选择变频风机,通过其变频技术适应各类工况下的实际需求;此外可在污染区、半污染区等各个区域选择适用风机来调整参数,实现平疫状况下的平稳过渡,但变频风机造价较高、控制系统设计繁杂,需有效克服^[3]。

(二) 空气过滤器选择

疫时对空气过滤器的需求高于平时,若按照疫时标

准选型,对于平时来说会增加运行成本,若按平时选型,疫时需耗费过多时间进行气体过滤,过滤器更换频率高,考虑到这些情况下的各自优势与弊端,引入整体设备布置+局部部件预留的方式,在排风机组、新风机组处直接预留疫时所需空气过滤段,在由平时切换到疫时工况下时,可便于快速增加过滤器的设置。

在过滤器选择时应注意过滤器的效率,也就是被过滤器过滤掉的气溶胶浓度与原始气溶胶浓度之比,在新风系统入口处,一般设置处粗、中效过滤器联合使用,在设计中需要与提供过滤器的相关厂家核定过滤器效率,以保证新风系统的清洁度和可靠性。

当采用串联使用时,串联过滤器效率计算如下:

$$E_T = 1 - (1 - E_1) (1 - E_2) (1 - E_3) \cdots (1 - E_n)$$

(E -过滤器效率)

(三) 空调末端机组

平时疫时病房空调负荷不会出现较大变化,风机盘管容量按照平时所需选择即可,新风机组设计时采用机械露点送风,除了承担全部新风除湿以外,还能承担室内部分显热负荷,以保证室内风机盘管承担的显热负荷减少,避免出现过多的凝结水,为医护和病患者提供一个较为舒适的工作环境。为保证后期控制系统的接入,空调主要设备均应预留485通讯接口接入BA系统。

五、“平疫结合”设计过程中压差与风量分析

(一) 计算病房通风量

按照《传染病医院建筑设计规范》提供的方法进行新风量计算,卫生通过区等特殊空间对排风、换气次数有标准要求,在污染区、半污染区排风量设计时,结合空气平衡、负压标准计算通风量=总渗入风量+新风量-渗出风量,若得出负值,后续追加新风量,如此实际新风量按照调整后的新风量值设定,排风量=渗入风量+新风量-渗出风量。在渗透风量计算时,患者走廊、病房压差要求超过5Pa,其他相邻房间平疫状况要求设定为超过5Pa压差的标准计算。

平疫结合通风空调系统设计需满足普通病房、负压病房和负压隔离病房的不同规范要求。采取弹性的设计

原则，在保证通风空调系统平时运行经济性及舒适性的前提下，采用快速简易、经济适用的转换技术措施，使通风空调系统的温湿度、新排风量、洁净度、压力梯度及气流组织等满足传染病医院的使用要求。同时需避免平疫2套系统共存。

(二)对住院楼病房平疫状况展开空气平衡分析时，应分别计算平时疫时缓冲间、病房、卫生间的房间静压、新风量、计算新风量、实际新风量、总渗入风量、总渗出风量、实际排风量，得出以下分析结果：

①平疫状况下，病房缓冲间排风量计算结果为 -10Pa ，需以新风量按照 $60\text{L}/(\text{秒}\cdot\text{床})$ 速度补偿渗出风量，如此可保持平疫工况时实际新风量相同，此外平疫实际排风量测得值均为 0 ，不再排风；平时排风量 $400\text{m}^3/\text{h}$ ，疫时排风量 $750\text{m}^3/\text{h}$ ，平时在确保气流流向正确时，设定患者走道、病房压差为 5Pa ，如此患者走道渗入病房风量会有所缩减，病房排风量会减少到疫时一半，以此来简化平疫转换装置。

②设定病房、缓冲间门缝 2mm 宽，计算病房风量，后续若因医院情况有所变化，要增加门下边门缝宽度时，需增加病房、缓冲间压差，增加新风量，若是 1 个缓冲间布置有两个病房门，则各个缓冲间增加新风量不低于 $150\text{m}^3/\text{h}$ ，但此时病房排风量必须增加，可能造成系统整体能耗增加，故而需结合实际情况设定。

③负压病房必须保持与相邻相通区域的缓冲负压，在面临相关数值的设计难题时，要求调整其他相关参数，但要保证负压差超过 5Pa ，如在设定病房与缓冲间门下边门缝 10mm 宽时，结合病房、缓冲间压差不低于 5Pa 数值。计算渗入病房风量时，风量在门缝 2mm 宽、压差 5Pa 下的情况没有过大差异，故而不需再额外增加新风量。故而建议病房、缓冲间门下边门缝可设定为 10mm 宽，控制护士走廊、病房压差不超过 10Pa ，病房、缓冲间则按照 -10Pa 展开风量计算，以此来维持气流流向正确^[5]。

(三)通风管路转换。为解决平疫不同工况下新排风量不同的问题，在各个病房内考虑设置一套送、排风

系统，在新风管、排风管装置电动密封阀、风量阀，排风气管上装设多工况密闭阀、风量调节阀，在疫时，所用密闭阀开启，风机改为变频风机运行，以调控压差；在平时，送风考虑采用定频风机运行；借助电动密闭阀转换平疫工况，与此同时，电动密闭阀还可单独关断进行病房消毒。此外为适应不同工况下的具体要求，可选择性地引入变风量阀、风量智能调节阀、AI智能控制等手段完成平疫自动转换，系统监控等，但该种方式对造价、系统设计方案等要求较高，需结合医院投资与平疫实际所需选择^[6]。

(四)由于疫时病房新风量是平时新风量的 2 倍，病房排风量是平时排风量的 3 倍以上，因此新风及排风风道在相同风速下的面积及尺寸疫情时均比平时成倍增加，同时根据疫时室内气流组织的送风及排风形式要求，室内装修需要设置吊顶。因此建筑层高及室内净高控制是设计重点考虑的问题。一般建议类似项目层高宜为 $4.0\sim 4.2\text{m}$ 。

结语：综上所述，文章就传染病医院病房楼平疫结合空调通风设计展开了综合论述与分析，应给予其足够的重视，平疫结合通风空调系统设计建议采用简易、适用、经济及节能的技术措施，实现其快速转换，满足平时及疫时的使用要求，分析以上设计过程在实际落实中的优势与不足，在后续的设计方案、方法中的持续调整、优化，以此来满足平疫不同工况下的实际需求，维护医院稳定发展。

参考文献

- [1]刘宇峻,宋世尧,王宇.某传染病医院通风空调设计及平疫转换方案探讨[J].建筑节能(中英文),2021,49(8):151-156.
- [2]曹华明,池兰.福建某医院感染科空调通风系统平疫转换设计研究[J].福建建筑,2021(5):92-95.
- [3]孙璐,张珂,王其庆,曹沛源,董学军,王红纳,温智理,郭洪娜.传染病楼空调设计要点及负压病房风量平衡计算分析[J].暖通空调,2022,52(S01):92-97.