

某平疫结合医院空调通风系统设计要点

张 娜

中国中元国际工程有限公司 北京 100089

摘 要：本文简要阐述平疫结合医院项目门急诊、负压病房及负压隔离病房等区域空调、通风系统的设计。阐明不同区域的空调、通风系统在平疫结合情况下的设计原则、运行策略等。在符合国家和当地政府有关法律法规的要求下，采用节能减排、性价比高的设计方案。既保证暖通系统的可行性及实际使用时的可靠性，又降低运行成本。

关键词：负压病房；负压隔离病房；污染区；半污染区；卫生通过

引言

新型冠状病毒的出现为全世界带来了危机和挑战。随着这种呼吸道传染疾病的蔓延，应急医院也相继在全国紧急建设、改建或扩建。为应对这种不定期出现的疾病，国家提出了应急救治医院的建设，“平疫结合”可转换病区医院对暖通专业提出新的要求，通风空调系统既需要满足平时门诊及普通病区使用；又需要满足疫情发生时，作为传染病门诊及负压病房的使用。无论从前期的风量计算、负荷计算、冷热源还是末端空调通风系统的设计以及后期的运行策略都对我们提出新的要求。

本文以湖北省某重大疫情救治基地项目——医疗应急救治综合楼项目为工程背景，对其各个区域空调通风系统进行简要分析、说明。

一、工程概况

本项目为湖北省某重大疫情救治基地项目——医疗应急救治综合楼（以下简称本项目），本项目建筑面积67000m²，床位数600床，其中地上建筑面积47000m²，地下建筑面积20000m²，地下3层，地上19层）。建筑功能主要包括：发热门诊、办公、护理单元（负压病房）、RICU、负压隔离病房等。

二、空调冷热负荷

由于本项目的医疗应急救治综合楼整栋楼在疫情期间均接诊感染患者，因此从发热门诊、影像、ICU到负压病房、负压隔离病房等的通风量、空调冷热负荷在疫情期间均远高于平时非疫情期间的冷热负荷。因此在进行负荷计算时，需要计算平时和疫情时两种工况下的空调冷热负荷，如下表1。

表1 平时及疫情时空调冷热负荷计算表

序号	服务系统	平时负荷 (KW)	疫情负荷 (KW)	平时冷(热)指标 (W/m ²)	疫情冷(热)指标 (W/m ²)	供回水温 (℃)
1	本子项夏季空调系统冷负荷 (不含内区冷负荷)	5494	8953	78.6	128	7℃~12℃
2	本子项冬季供暖总热负荷	5258	9500	75.2	136	60℃~50℃
3	内区冷负荷	380	380	80	80	—

三、空调冷热源

本项目采用集中冷源，根据疫情时冷负荷设置三台制冷量为2988kW的离心式冷水机组，根据计算负荷平时运行两台冷水机组，疫情时冷负荷较大，三台机组同时

运行。冷水机组均为变流量冷水机组，每台机组的冷冻水流量可在额定流量的50%~100%范围内变化，为制冷系统提供7℃/12℃冷冻水。

本项目热源设置三台3500kW卧式全自动燃气热水锅炉。一台2100kW卧式全自动燃气热水锅炉。平时运行两台3500kW卧式全自动燃气热水锅炉，疫情时空调热负荷大，三台同时运行。热水锅炉提供(95/70)℃。热水经换热器换成不同温度的热水供(空调热负荷：

作者简介：张娜(1979.1—)，女，汉族，河北省沧州人，本科学历，高级工程师，主要从事暖通工程设计与研究。

9500kW), 生活热水(总热负荷1824kW)使用。非采暖季运行一台2.1MW热水锅炉, 采暖季锅炉全部运行。若在非采暖季2100kW热水锅炉需要检修, 则应启动一台3500kW热水锅炉提供所需热水。

四、空调末端系统设置

(一) 下列区域设置全空气空调系统

首层~四层医疗主街。

非净化全空气空调系统气流组织为上送上回, 各全空气系统新风量均可调, 最大新风比为100%, 均为双风机系统。

(二) 全新风直流净化空调系统

五层RICU及负压隔离病房按洁净度8级设计, 采

用全新风直流净化空调系统。按12次/小时换气次数, 气流组织为高效送风口均匀上送, 单层竖向百叶均匀下回。

(三) 下列区域设置风盘加新风系统

诊室、办公、病房等区域分别设计风机盘管+新风系统+排风系统。新风系统水平服务设置, 按防火分区及建筑功能分别设置新风及排风系统。新风机组均本层取风, 排风均排至屋面经排风机排放。

五、各层平疫结合区域空调系统转换模式

本项目1~5层为裙房, 功能主要为门诊、办公等, 6~18层为负压病房, 19层为负压隔离病房, 各区域空调系统设置情况如下表2:

表2 各区域空调系统设置表

	平时功能	疫时功能	平时空调、通风系统	疫情时空调、通风系统	平时换气次数 (次/h)	疫情换气次数 (次/h)	建筑转换内容
一层	肠道门诊	发热门诊	风机盘管+新风+排风系统	同平时	≥6	≥6(排风+150/房间)	—
二、三层	标准门诊	发热门诊	风机盘管+新风+排风系统	风机盘管+新风+排风系统	3	≥6(排风+150/房间)	增加改造卫生通过区域
四层	标准门诊	疫时指挥中心 医生办公休息	风机盘管+新风+排风系统	风机盘管+新风+排风系统	3	3(新风+150/房间)	增加改造卫生通过区域
五层	RICU	负压急重症监护	全新风直流空调系统, 房间微负压	全新风直流空调系统, 房间负压	≥12	≥12	增加改造卫生通过区域
一~四层	主街	主街	一次回风全空气系统	全新风直流空调系统。	3	12	
六至十八层	标准 护理单元	负压病房	按疫情时同科室清洁区、半污染区分别独立设置送排风系统、污染区分层设置独立送、排风系统, 空调系统为风机盘管+新风+排风系统	按疫情时同科室清洁区、半污染区分别独立设置送排风系统、污染区分层设置独立送、排风系统, 空调系统为风机盘管+新风+排风系统	3(清洁区)	3(新风+150/房间)	拆卸预制墙体, 增加轻质隔墙, 增加改造卫生通过区域
					3(半污染区)	≥6	
					3(污染区)	≥6(与床位计算方法比较取大值)	
十九层	负压隔离病房	负压隔离病房	全新风直流净化空调系统, 房间负压	全新风直流净化空调系统。房间负压	≥12	≥12	—

六、平疫结合空调通风系统设计

疫情期间门诊分为清洁区、污染区(发热门诊)、卫生通过等区域, 空调通风系统独立设置。疫情时普通病房转换为负压病房, 平面布置划分污染区、半污染区与清洁区, 并划分洁污人流、物流通道。如下图:

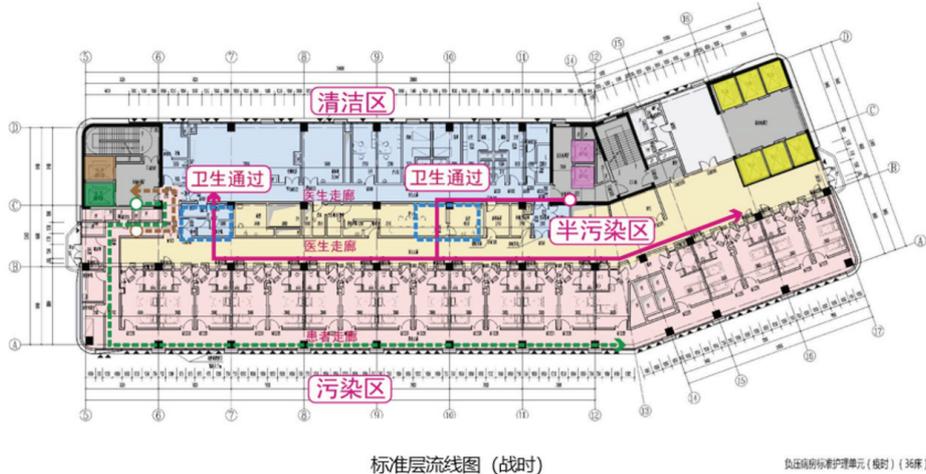
(一) 设计要点

1、通风空调系统平疫结合统筹设计, 共用一套系统, 避免平、疫两套系统共存。通风、空调风管按疫情

时的风量、尺寸设计布置。

2、由于疫情时传染病医院空调通风风量大, 尺寸大, 与普通综合性医院不同, 对建筑层高要求较高, 在设计初期需要与建筑等相关专业提出具体要求。

3、病房层空调通风系统划分: 本项目综合楼由于6~18层均为负压病房, 如果每层的清洁区、半污染、污染区空调通风系统独立设置, 屋面没有足够空间布置风机, 同时也没有足够位置满足竖井位置需求。因此本



标准层流线图 (战时)

负压病房标准护理单元 (战时) (36床)

负压病房疫情平面图 (战时)

项目按照院方科室设置情况进行了划分, 负压病房各层清洁区、半污染区新、排风机组按照6~8层、9~11层、12~15层、16~18层划分系统, 每个系统设置一个新排风系统, 新风、排风机组变频。新风机房设置于各层清洁区便于工作人员检修维护, 为防止排风管道气流正压污染其他区域, 排风机组设置于屋面。

4、“卫生通过”参照人防防毒通道设计, 设置通风短管, 对角设置, 保证房间内的气流通畅, 不留死角。按人防换气次数50、按《负压隔离病房建设简明技术指南》60次/h, 新风送至更衣, 由疫情时安装的短管依次进入卫生通过、穿防护服、合用前室。保证卫生通过正压环境。

5、压力梯度设置: 疫情时, 负压病房与其相邻相通的缓冲间、缓冲间与医护走廊宜保持不小于5Pa的负压差。负压病房各区域压差关系: 清洁区相对半污染区为正压, 污染区相对半污染区为负压, 相对室外大气压, 清洁区为+5Pa, 半污染区为-5Pa, 病房缓冲间为-10Pa, 病房卫生间为-20Pa, 污染区为-15Pa, 患者通道为-10Pa。每间负压病房在疫情改造时宜在医护走廊门口视线高度安装微压差显示装置, 并标示出安全压差范围。

6、负压病房及负压隔离病房风量设计: 根据《传染病医院建筑设计规范》(GB50849-2014)及国家卫健委印发综合医院“平疫结合”可转换病区建筑技术导则, “平疫结合”区域, 机械送风(新风)、排风系统按清洁区、半污染区、污染区分区设置独立系统。“平疫结合”区的通风、空调风管按疫情时的风量设计布置。疫情时通风系统控制各区域空气压力梯度, 使空气从清洁区向

半污染区、污染区单向流动。清洁区平时送排风按房间面积3次换气, 疫情时清洁区排风按房间面积3次换气, 房间新风量为排风量+150m³/h; 半污染区为内区采用多联机+新风系统+排风系统, 平时新风按3次换气及人员新风量取大值, 疫情发生时按6次/小时换气次数, 新风机组及排风机变频; 污染区采用风机盘管+新风系统+排风系统, 平时新风按3次换气及人员新风量取大值, 疫情发生时负压病房最小新风量按6次/h或60升/s床计算, 取两者中取较大者, 新风机组及排风机变频, 病房的排风量大于新风量+门缝进风量+150m³/h; 患者走廊风量考虑每个病房门缝漏风量及压差; 负压隔离病房采用全新风直流净化空调系统。按12次/小时换气次数(或120升/s床计算取大值)。考虑门的数量、漏风量, 医护走廊、患者走廊的风量要根据对病房的压差渗漏风量的总和进行验算。

7、半污染区、污染区空调的冷凝水分区集中收集, 并采用间接排水的方式排入污水系统统一处理。

8、半污染区、污染区排风系统的排出口不应临近人员活动区, 本项目空调机房均设置于各层清洁区, 本层侧墙取风, 排风机组位于屋面, 同时排风口高于屋面不小于3m, 风口设置锥形风帽高空排放。排风口与送风系统取风口的水平距或高差满足规范及排放要求。

(二) 运行策略

1、由于负压病房疫情时排风量远大于平时排风量, 故每个排风系统设置两台排风机组, 平时只运行一台, 疫情时两台同时开启, 排风机变频。平时病房内送新风, 卫生间排风, 病房内排风不开启; 疫情发生时负压病房开启下排风口。

2、为保证相邻房间的压力梯度，我们通过压差控制法控制风量，负压病房及其缓冲区内送排风管支管上设置压力无关型电动变风量调节阀，可三档调节（低风量，高风量，关闭）阀门自带控制柜。阀门附近预留检修口，方便疫情时调节阀的开度，调节风量。平面图中空调通风风管定风量阀门风量标注平时运行风量及疫情时运行风量。

3、本项目医疗主街平时设置全空气一次回风空调系统，疫情时利用平时全空气空调系统转化为全新风直流空调系统，由于平时作为全空气空调系统负荷较小，疫情时全新风直流系统空调冷热负荷较大，空调机组需要预留其冷、热盘管容量并做好防冻措施等；排风机设置变频设计，并选用性能曲线陡峭，风压变化大风量变化小的风机，按疫情需求设置。

4、负压病房是应对突发疫情而设，相应送排风机连锁控制，开机时先开排风机，排风机正常运行后，再开启新风机组；关机时先关新风机组，再关闭排风机。

5、为防止污染空气回灌或负压环境遭到破坏污染空气外溢等情况发生，污染区半污染区的新风机组送风干管及排风机组吸入口设置与风机联动的电动密闭风阀。

6、清洁区新风经过粗效、中效两级过滤。疫情时半污染区、污染区的送风经粗效、中效、亚高效三级过滤，

新风机组预留空段疫情时安装亚高效过滤器。疫情时半污染区、污染区排风机预留粗效、中效、高效过滤段，疫情时安装。负压隔离病房及其卫生间、RICU的高效空气过滤器安装在房间排风口部。

总结

平疫结合医院项目空调系统是近几年应对新冠疫情出现的新的通风系统，如何实现平时、疫时两种工况的各区域的气流组织的风量平衡，如何实现各区域空气压力梯度——使空气从清洁区向半污染区、污染区单向流动，同时满足平时送排风和转换成疫情送排风两种工况。确保医疗环境的安全性、可靠性，同时降低初投资及运行成本是我们设计人员未来仍需探索、努力的方向。

参考文献

- [1]《传染病医院建筑设计规范》(GB 50849-2014) [S].北京：中国计划出版社，2014.
- [2]《综合医院“平疫结合”可转换病区建筑技术导则》.北京：国家卫生健康委办公厅，2020
- [3]黄中《医院通风空调设计指南》[M].中国建筑工业出版社，2019.