

某医院负压隔离病房暖通空调系统设计

舒徐靖

浙江东都建筑设计研究院有限公司 浙江杭州 310007

摘要: 本文介绍了浙江省杭州市红十字会医院负压隔离病房改造项目中空调及通风系统设计中的主要设计参数、空调及通风系统形式、自控形式、运行情况以及设计体会。

关键词: 负压隔离病房; 净化空调系统; 气流组织

引言

负压隔离病房是通过全新风直流空气调节系统,使病房内空气静压低于病房外相邻环境空气静压的病房。是救治传染性较强的呼吸道传染病人,隔离病原微生物及保护医护人员的重要医疗设施。近年来,伴随着社会经济的发展及呼吸道传染病对人类社会的巨大威胁,负压隔离病房的建设需求越来越大。

1、概况

杭州市红十字会医院占地面积约3.8万平方米,建筑面积8万多平方米。本次改造工程位于其7号楼西楼一层、二层、四层。建设内容为将一层发热门诊改造成符合国家标准发热门诊;将二层、四层改造成符合传染病收治及治疗的标准隔离病房。本次工程总改造面积1220.7m²,其中一层改造面积为489.1m²,二层改造面积为365.8m²,四层改造面积为365.8m²,隔离病房15间,病床15床。由于经费原因,二楼

负压病房后期仅改造原有VRF+新风空调系统,本文不再赘述,主要介绍一楼发热门诊及四楼负压隔离病房的空调通风系统设计。

2、室内外设计计算参数

2.1、室外计算参数(杭州)

夏季空调室外计算干球温度: 35.6℃ 夏季室外平均风速: 2.4 m/s

冬季空调室外计算温度: -2.4℃ 冬季室外平均风速: 2.3 m/s

夏季空调室外计算湿球温度: 27.9℃ 夏季大气压力: 100.09KPa

冬季空调室外计算相对湿度: 76% 冬季大气压力: 102.11KPa^[1]

2.2、室内空调主要设计参数(见表1)

表1 室内空调主要设计参数

项目 房间	夏季温度(℃)	夏季湿度(%)	冬季温度(℃)	冬季湿度(%)	换气次数(次/h)	噪声值 (dB(A))
发热门诊诊室	25~26	30~60	19~20	30~60	≥10	45
发热门诊办公室	25~26	30~60	19~20	30~60	≥10	55
病房	22~25	40~60	22~25	40~60	≥20	45
缓冲	22~25	40~60	22~25	40~60	≥15	45
病人通道	22~25	40~60	22~25	40~60	≥15	55
更衣室	22~25	40~60	22~25	40~60	≥15	55
淋浴消毒	22~25	40~60	22~25	40~60	≥15	55
护士站	22~25	40~60	22~25	40~60	≥15	45
治疗间	22~25	40~60	22~25	40~60	≥20	45

注:室内温度及相对湿度值只作为设计基准,非保证值。

3、空调系统划分

一楼发热门诊采用VRF加新风系统,新风量及排风量满足换气次数要求,空调新风设备除PHU-101外均利用原有设备,原有设备安装前需检测是否还可以正常使用。全新风分体式空调机组配置G4+F8两级过滤网并设置一套活性炭高效排风机组箱。送风需经过初、中效过滤,排风必须经过高效过滤器过滤和消毒后再进行高空排风,排风风帽高出屋面至少2米。

根据工艺布局平面,整个四层分为清洁区域和污染区(含半污染区)。清洁区休息室采用分体空调系统;污染区(含半污染区)为净化区域,采用净化空调系统。考虑到本项目为旧有建筑改造的实际情况,净化空调系统采用室外型全新风恒温恒湿机组配置G4+F8两级过滤网并设置一套活性炭高效排风机组箱。净化区域采用全空气系统全新风送风方式和独立排风方式,送风需经过初、中、高效过滤三段过滤,排风必须经过高效过滤器过滤和消毒后再进行高空排

风, 排风风帽高出屋面至少2米。四层分区及压差示意图详见图1。

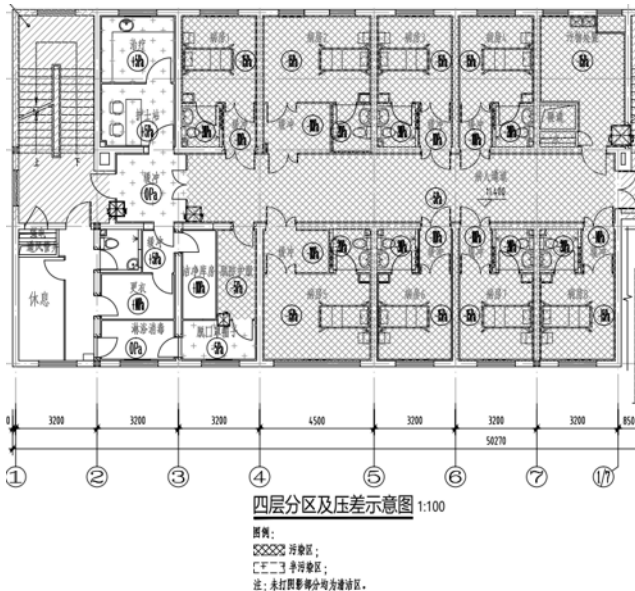


图1 四层分区及压差示意图

4、气流组织

一楼发热门诊区域的新风及排风气流组织遵照空气从清洁区流向到污染区的原则, 抢救室、诊室、输液室考虑到呼吸道疾病的高传播风险性, 送、排风采用“上送下排”的方式, 其余区域采用“上送上排”的方式。

四楼在肺结核诊疗过程中存在结核杆菌的传播风险, 同时考虑到结核杆菌可以通过气溶胶途径进行传播, 整个四楼净化区域的空气流必须遵照空气从清洁区流向到污染区的原则, 同时控制不同区域的压力梯度值, 防止病毒随气流无序传播。病房作为病毒源(病人)的日常居住地, 传播风险性最高, 送、排风采用“上送下排”的方式; 其余区域采用“上送上排”的方式。净化区域空调通风布置图详见图2

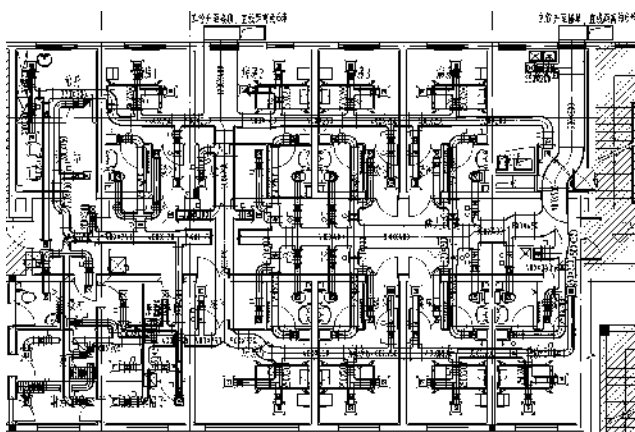


图2 净化区域空调通风布置图

5、净化空调区域空调与通风设备配置

5.1 恒温恒湿净化空调箱的基本配置进风段, 过滤段(初效过滤器G4、中效过滤器F8), 表冷段, 电加热段, 加湿段, 风机段, 过滤段(高效过滤器H14), 送风段。各过

滤器前后设置压差表和压差报警开关, 保证过滤器达到终值后能够及时更换。

5.2 排风机组配置中效过滤器(F8)和高效过滤器(H14)。

5.3 净化区通风系统采用定送变排方式, 各送排风口支管由模拟量定风量阀和变风量阀控制, 从而实现送风量恒定、排风量可控。

5.4 冷热源独立设置, 采用两管制模块式风冷热泵机组, 位于室外屋面。

6、自控系统设计:

通风空调系统自控采用DDC控制系统, 系统控制有手动、自动转换功能, 日常运行采用自动状态, 且运行是连续的。

DDC控制箱需设置手/自动切换按钮/开关、系统设备电源指示灯、运行指示灯以及故障指示灯、开/关按钮。

控制系统具体要求:

6.1.4 F通风空调控制系统

通风空调控制系统设置手/自动切换按钮/开关, 用于满足正常状态下的自动运行, 以及故障状态下的手动运行。

风冷热泵机组与水泵联动, 风冷热泵机组的运行模式以及冷冻侧水温在机组自带的液晶控制屏上进行调节。

6.1.1 开机顺序: 水泵开启→热泵机组开启;

6.1.2 停机顺序: 热泵机组停机→水泵停机; 空调箱与排风机联动。

6.1.3 开机顺序: 排风机开启→送风空调箱开启;

6.1.4 停机顺序: 送风空调箱停机→排风机停机;

空调箱的送风控制: 送风主管上设置风压传感器, 采用变频器控制送风机电机转速, 恒定风管静压以恒定末端风量。

空调箱的温、湿度控制:

空调箱开始运行后, 温湿度控制系统开始工作。

夏季, 通过空调箱出风口送风温度和排风机排风湿度传感器信号(温度、湿度设定值可调, 湿度控制优先)控制空调表冷/加热器的冷冻水回水管上电动比例积分电动调节三通阀, 通过表冷段后段温度传感器信号控制电再热的启动, 从而送风温度满足室内温度、湿度设计和规范要求;

冬季, 通过空调箱出风口送风温度传感器型号(温度设定值可调)控制空调表冷/加热器的冷冻水回水管上电动比例积分电动调节三通阀, 排风机的排风进口湿度传感器信号(湿度设定值可调)控制电极加湿器的加湿量。

加湿器夏季工况时处于关闭状态, 冬季工况时开启。

电再热夏季工况时处于开启状态, 冬季工况时关闭。

排风风机控制: 排风主管上设置风压传感器, 采用变频器控制排风机电机转速, 恒定风管静压以恒定末端风量。

4F排风主管温、湿度信号接至4F护士站并实时显示温湿度数值(只监不控)。

6.21F排风风机控制

启停方式：通过手动启/停按钮直接控制。

风机控制：排风主管上设置风压传感器，采用变频器控制排风机电机转速，恒定风管静压以恒定末端风量。

7、节能设计

7.1 空气调节风管绝热层的最小热阻大于 $0.81\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。普通机械通风风机的单位风量耗功率不大于 $0.27\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。新风系统风机的单位风量耗功率不大于 $0.24\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ^[2]。

7.2 多功能一体式热泵机组COP>3.0，空调冷冻水系统最大输送能效比ER ≤ 0.025 。

7.3 变冷媒流量空气调节机组在系统冷媒管等效长度满足对应制冷工况下满负荷的能效比不应低于2.8；当产品技术资料无法满足核算要求时，系统冷媒管等效长度不超过70m^[3]。

8、防排烟及防火设计

8.1 本工程单个房间面积均小于 50m^2 ，走道长度小于20米，单层无外窗房间总建筑面积小于 200m^2 ，所以不设置排烟设施。

8.2 通风、空气调节系统的风管在竖向风管与每层水平风管交接处的水平管段上设置公称动作温度为 70°C 的防火阀。

8.3 防烟、排烟、供暖、通风和空气调节系统中的管道及建筑内的其他管道，在穿越防火隔墙、楼板和防火墙处的孔隙应采用防火封堵材料封堵。风管穿过防火隔墙、楼板及

防火墙处时，风管上的防火阀、排烟防火阀两侧各2.0米范围内的风管应采用耐火风管或风管外壁采取防火保护措施，且耐火极限不低于该防火分隔体的耐火极限^[4]。穿过防火墙处的管道保温材料采用不燃材料。

9、运行情况及设计体会

9.1 空调及通风系统采取的部分节能措施及自动控制措施，整体运行情况较好，节约了部分能源。

9.2 净化区域的空气流遵照空气从清洁区流向到污染区的原则，送、排风采用“上送下排”结合“上送上排”的方式，气流组织效果良好，经过调试后能够实现设计的压力梯度。

结束语：

杭州市红十字会医院基建科提供了有关运行情况，在此表示感谢！

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范(GB50736-2012) 中国建筑工业出版社 2012

[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 公共建筑节能设计标准(GB-50189-2015) 中国建筑工业出版社 2015

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 多联机空调系统工程技术规程(JGJ 174-2010) 中国建筑工业出版社 2010

[4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑设计防火规范(GB50016-2014(2018版)) 中国计划出版社 2018