

浅析某应急医院负压隔离病房通风空调系统安装及调试技术

刘涛 熊悝
中建安装集团国际工程分公司

摘要：通过对某应急医院隔离病房通风空调系统的设计与施工分析，针对现场各单元模块的安装提出解决措施，最终调试实现负压功能，也对今后类似的应急医院工程建设提供参考。

关键词：负压隔离病房；空气调节；安装；调试

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.05.303

一、工程概况

该医院项目属于应急工程，为抗击新冠肺炎（Covid-19）疫情临时搭建，项目地址位于武汉市江夏区黄家湖畔，处于郊区，离中心城区较远，主要包含医护休息区，隔离病房区，医技楼等，总建筑面积近8万m²，计划床位数1600张。典型的负压隔离病房平面设计包括三区两通道，具体分为清洁区、缓冲区、污染区、医护走道、病患走道^[1]。本工程的负压空气系统主要包括新/排风机、分体空调、微穿孔板消声器、过滤器、加热器、静压箱等设备单元；PE主管、PVC支管、GI镀锌铁皮风管等风管单元；以及多叶对开调节阀、止回阀、电动密闭阀、定风量调节阀、高效过滤器、铝合金单层百叶、圆形风口、风帽等部件单元；微压差计、DDC，配电柜、控制柜等控制单元。提高各单元模块安装的合格率，保证安装的准确性和严密性，是确保负压空气系统调试的关键。

二、技术分析

（一）气象参数

查阅当地气象资料，室外状态点参数：夏季干球温度35.2℃，湿球温度28.2℃；冬季干球温度-5℃，相对湿度76%。夏季冷负荷按室内温度为24℃，相对湿度为55%计算；冬季热负荷按室内温度为22℃，相对湿度为45%计算。

（二）风量及换气次数的确定

换气次数ACH（Air-change per hour）是指房间的送/排风量除以房间容积所得的值，即通过送排风实现的可更换室内空气量的次数。^[2]较大的排风换气次数有利于显著降低室内污染物的浓度，同时新风换气能保证新鲜空气的及时供给，改善病患的呼吸状况，这对于新冠肺炎患者的治疗起着重要的作

表1 标准隔离病房负压空气系统各单元模块安装分析

序号	单元	名称	单位	工程量	备注
1		新风机	ea	12	
2		排风机	ea	10	
3	设备单元	分体空调	ea	27	2P
4		过滤器	ea	6	
5		消声器	ea	11	
6		静压箱	ea	11	
7	风管单元	PE管	m ²	620	送排风主管
8		PVC管	m ²	240	送排风支管
9		GI风管	m ²	120	
10		高效过滤器	ea	25	
11		定风量调节阀	pcs	154	
12		电动密闭阀	pcs	131	24V弱电控制
13	部件单元	对开调节阀	pcs	11	
14		止回阀	pcs	22	
15		铝合金单层百叶	pcs	54	
16		圆形风口	pcs	79	
17		风帽	pcs	10	
18		微压差计	set	24	
19	控制单元	DDC模块	set	1	增加模块
20		配电柜	set	1	
21		控制柜	set	1	

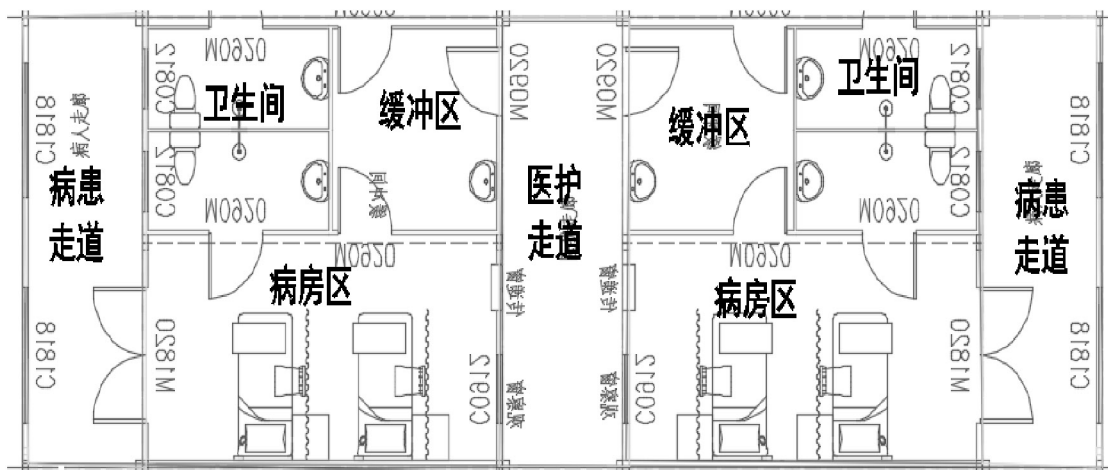


图1 典型三区两通道标准病房

用。但是换气次数过大会造成风机选型过大，能耗增加的问题，因此选择合适的风量决定着较为可取的换气次数。本项目依据设计参数，选型的风机风量参考如下，相对应的换气次数计算如下，均符合设计要求。

表2 标准病房单元风量及换气次数

	风量 (m ³ /h)	换气次数 (次/h)	相邻房间 压力关系
缓冲区	100	4.6	+
病房区	700	13.7	-
	250	4.8	-
卫生间	100	8.5	-

(三) 房间温湿度的确定

标准单元房间均采用壁挂冷暖空调，根据房间的负荷选型，实现对病房温湿度的调节，且每个单元空调均一拖一单独控制，避免房间内部污染的空气相互串流造成污染，冷凝水经收集统一处理合格后排至市政管网。

表3 冷暖空调机参数一览表

内机规格 (mm)	外机规格 (mm)	循环风量 (m ³ /h)	电辅加 热功率 (w)	制热 功率 (w)	制冷量 (w)
972*300*232	955*700*396	910	1200	1720	5060

(四) 负压梯度的确定

排风量大于新风量是实现负压的先决条件，负压梯度指负压隔离病房的病房区、卫生间、缓冲区、洁净区具有有序的梯度压差，以保证气流从低污染区向高污染区的定向流动，减小医护人员感染的概率。根据设计说明，病房与相邻相通的缓冲间、走道压差不小于5Pa负压差。

(五) 强弱电控制

通风空调各设备部件与强弱电的控制非常重要，首先要保证各风机的电缆接线准确，配电柜控制柜的布线应该规范，其次标记用/备用的风机，确保送电一次性成功。针对每个支管设置定风量调节阀加电动密闭阀，设计意图是对每栋的电动阀实现整体由DDC控制，只有两个状态点，负压系统正常运行时候保持开启状态，整体消毒时候处于关闭状态。每个功能房间（医护走道及缓冲间）门口加装压差计，可以准确的反映房间内气压值，方便医护人员对负压指数做出判断，保证整个系统的正常运行。由于医护走道持续送新风，当微压差计显示压力过高时，开启走道排风机进行泄压。

三、安装及调试分析

(一) 单元模块安装

施工前，应该对作业人员进行技术交底，明确安装重难点和质量控制要求，严控测量工具精度，确保设备吊装运输无破损，本系统的关键在于设备安装的准确性及风系统的严密性。针对屋面设备众多，管线复杂，对风机、静压箱、过滤箱等实现模块安装；对病房的风管，风阀，高效过滤器等部件单元预制，流水拼装，交叉施工，节省时间；送/排风主管采用PE管，房间的送/排风支管采用PVC管，相较于镀锌铁皮风管，成品塑料单元风管无须现场预制，工艺简单，操作性强，主要做好支管的定位及开洞，确保气流方向准确无误；现场安装的电动密闭阀执行机构为ZAD-3型号，由于缺乏整体设计，在较短的时间内难以实现所有阀门的布线及压接要求，最后采用手动



图2 标准病房单元及风管布置

控制，即流水预制期间一次性打开所有电动阀，避免调试再开启，减小进度压力。

(二) 气流设置及风口的安装

根据设计要求，所有送风口均采用铝合金单层百叶风口，标准单元的新风口设置在面对病床的上方，排风口接高效过滤器，设置在病床的床头下方，保证主气流平行、稳定、低速、均匀无涡流，避免意外气流，使患者的气沫在最短的时间内进入排风口排出室外。^[3]由于一旦收治确诊病人，整栋病房的负压系统必须全部运行，且为负压，房间的高效过滤器极易堵塞达到终阻力而失效，因此需要定期更换滤网。

(三) 管道绝热及密封处理

屋面设备单元连接的风管采用镀锌铁皮风管，考虑过渡季节及夏季冷桥因素，存在结露的风险，采用橡塑保温板进行保温处理，同时还能减少前置设备振动产生的噪音。风管主管及支管为塑料热的不良导体，均不需要保温处理。对于风系统各设备单元的连接及部件单元的拼装密封，采用高性能的密封胶对接口处进行处理；对于PE主管开洞，采用专用的转接件，接口处用帆布包裹，再刷沥青。对于结构的密封，包括门窗、穿墙洞口、传递窗等打胶塞缝，确保严密性。



图3 PE主管开洞及部件单元安装

(四) 负压调试及消杀要求

正式开启风机前，测试风机的正反转，保证接线正确，检查所有的电动密闭阀保持开启状态。逐个单元房间检测风量，满足风量平衡；再关闭缓冲间门，查验医护走道微压差计，关闭病房门，查验缓冲间微压差计，基本满足设计要求的不低于5Pa的负压梯度差。由于缺乏联动，泄压风机只能手动开启，维持洁净区较为舒适的正压。当医院移交投入使用后，整栋病房的负压系统全部运行，因此电动密闭阀必须打开，当某栋病房停止使用时，必须手动关闭电动密闭阀，切断与其他风管的联系。

表4 负压指数检查

序号	检查项目	检查办法	检查点数	合格点	合格率
1	洁净区压差	读表	20	20	100%
2	缓冲区压差	读表	20	19	95%



图4 缓冲间微压差计及泄压风机

四、重要结论及建议

通过对该传染病应急医院工程的全过程分析，对于今后类似的医院建设，宁可建而不用，因为在疫情短期内建好的成本及运行压力较大，提倡在大中型城市应急处理办法中增加对大型应急医院的规划和建设工作，纳入城市综合治理中，确保选

址远离居民区，处城市下风方向。

负压隔离病房的设计和建设要充分考虑到当地的气象条件、负压梯度设置、气流组织形式等关键要素，项目的土建、结构、机电、装饰协同配合，共同保证最终功能的实现。调试的关键在于设备及部件单元安装的合格率及密封性，结构体和通风系统的密封至关重要。建设过程中要严格施工，各系统合理优化，把握质量，调试一次合格，确保实现设计的负压功能，尽快让医院投入使用。

参考文献

[1] 申寸毅,李保真等,新型冠状病毒感染疫情期外科重症监护室布局改造及管理[J/OL].西安交通大学学报(医学版).
 [2] 舒海文,端木琳等,某非典负压病房内空气环境的技术措施分析[J].建筑热能通风空调,2005,8,24-4.
 [3] 解娅玲,传染病负压隔离病房的设计与管理[J].China Nosocomiol, Vol.17 No.12, 2007.

(上接第336页)

挥。我国当前多采用三段式结构^[6]：紧邻水边的A区通常需要至少10m的宽度，包括湿生落叶植物群落和本地成熟的林灌丛。该区为生态最敏感区域，需要强化管理，保证植被的稳定性。位于中间层的B区，除了当地或外来引进的速生林、常绿乔木，其主体构成仍然是各类适宜在本地岸边生长的林灌丛。B区宽度应根据水域沿岸的土地利用状况而定，一般为30m至100m，在该区范围内通常可以营造丰富的植物景观，从而作为绿色空间，不仅可以发挥绿地的生态调节功能，还可以为城乡居民提供自然亲水场所。缓冲带最外侧是C区，主要由草本植物和草地构成，其功能是最大限度地减少陆域雨水径流携带污染物进入水系，同时C区作为观赏花园和活动草坪，是滨水空间景观非常重要的一部分。

四、景观营造原则

广义上讲，城乡自然水系的景观营造是在生态设计学理论的指导下完成的。优质景观的构建要与水系生态系统的修复结合进行，在改善生态环境的同时，为人们提供有休闲游憩、康体疗养、生态教育等功能的开放性滨水空间。其景观营造原则主要包括：尊重自然，因地制宜；景观异质性与连续性。

(一) 尊重自然，因地制宜

尊重自然，采取符合大自然规律的技术方案对河流、湖泊、湿地等自然水系进行景观营造，是生态设计学的基本原则。与此同时，还要善于借助大自然本身的力量，充分发挥水系生态系统的自我净化调节和调节能力。风景园林设计，就是在不破坏自然条件的情况下，引导自然做功，强调人与自然的合作与共生，强调在保护自然的过程中优化景观。

尊重自然，就要因地制宜。不同水系在气候、地理环境等自然条件上往往存在较大差异，并且场地现状和人为影响因素

也不尽相同，因此，在景观营造的过程中，必须因地制宜，顺应乡土特色，巧妙运用场地自然资源。例如，合理选用当地材料，尤其是乡土植物的运用，不仅可以节约成本，促进乡土物种的资源循环，还能最大限度地发挥场地及周围现有条件的功能，将当地的特色景观更好地呈现出来。

(二) 景观异质性与连续性

对于自然水系的景观营造，要从整体上对景观格局进行梳理和设计，强调景观空间变化，即景观异质性。其一，可以为不同种类生物创造丰富的栖息空间，提升生物多样性，有利于自然系统的生态平衡，其二，有利于打造变化丰富的景观环境。

建设城乡水系景观，应该整体布局、统一规划，避免各自为政、分段开发，要使水系及沿岸景观保持连续性，风格一致，动线连贯。自然水系景观不仅要具有自身的整体性，还要和周围环境相协调，要能充分融入城乡整体环境中，从而进一步拉近与城乡居民生活的距离，为人们提供健康的亲水空间。

结语

无论在城镇还是乡村，对自然水系的生态系统修复和景观环境营造要同步、结合进行。在风景园林学理论的指导下，基于生态设计方法，在改善水系生态平衡的同时，构建完整的游憩观光系统，不仅可以使城乡水系恢复原有的自然特征，还可以为居民提供一个生机盎然的绿色滨水空间。

参考文献

[1] 张凯.成都青白江区穿城水系生态修复与景观营造[D].河北农业大学,硕士学位论文,2013.
 [2] 吴登树.浅谈城市防洪与生态景观的结合 [J].水利规划与设计,2004,3:29-31.