



隔离病房隔离效果的研究(1)

中国建筑科学研究院 许钟麟[☆] 张益昭 王清勤 温 风
刘 华 赵 力 冯 昕 张彦国
王 荣 牛维乐 狄彦强

302 医院 于玺华

广东申菱空调设备有限公司 易新文 欧燕川 卢伟明

摘要 从理论上分析总结了影响隔离效果的因素:压差、门的开关、人的进出、温差及缓冲室的设置。建立了实验用单床隔离病房和双床隔离病房,对三种送排风口方案及缓冲室的隔离效果进行了实验研究。指出压差不能抵消其他因素的影响;提出主流区和定向气流是保护医护人员的首要措施;证明床侧和床尾双送风口效果最好;提出用缓冲室稀释、自净、过滤在动态条件下外泄的污染物是最重要的动态隔离措施。

关键词 隔离病房 隔离效果 缓冲室 主流区 送排风口

Study on isolation effects of isolation wards (1)

By Xu Zhonglin[★], Zhang Yizhao, Wang Qingqin, Wen Feng, Liu Hua,
Zhao Li, Feng Xin, Zhang Yanguo, Wang Rong, Niu Weile, Di Yanqiang,
Yu Xihua, Yi Xinwen, Ou Yanchuan and Lu Weiming

Abstract Theoretically analyses and summarizes the influencing factors of isolation effects, including the pressure difference, door opening and closing, passing in and out of persons, temperature difference and buffer rooms. By establishing isolation wards with single bed and double beds, experimentally studies three schemes for supply and exhaust outlet positions and isolation effects of buffer rooms. Indicates that pressure difference can not counteract the effects of other factors, that making main flow region and applying directional air flow are primary measures for protecting doctors and nurses, that the effect is the best when adopting double supply outlets, with one in the bed side and the other in the bed end, that it is the most important dynamic isolation measure for setting buffer rooms to dilute and filtrate pollutants and self-clean.

Keywords isolation ward, isolation effect, buffer room, main flow region, supply and exhaust outlet

★ Institute of Air Conditioning, China Academy of Building Research, Beijing, China

①

1 问题的提出

若干年来,人们对传染病危害的认识逐渐淡漠,对传染病医院和隔离病房的建设和研究几近空白。隔离病房分保护性隔离病房和传染性隔离病房,特别是对于传染性隔离病房的研究和建设完全空白。

2003 年 SARS 暴发之后,留给我们最大的反思就是对空气传染的重视远远低于对接触传染的重视会带来严重的后果。在 SARS 疫情暴发初

期,医护人员被传染而确诊的比例非常高,表明当时病房内的隔离效果很差,不能有效地将污染空气排至室外以保护室内医护人员。

就通过空气传染的疾病的普遍情况来看,室内气流组织和对室内污染空气的隔离和处理是防止

①[☆] 许钟麟,男,1935 年 3 月生,硕士研究生,研究员
100013 北京市北三环东路 30 号空调所
(010) 84272233-2663
收稿日期:2005-12-31

致病微生物在室内人员之间传播和污染室外环境的重要措施。

针对这一情况,中国建筑科学研究院空气调节研究所与广东某公司于 2004 年共同建立了防止空气传播传染病的负压隔离病房,分别对单床和双床病房实验环境仓进行了理论和实验研究。本论文是总论文的第 1 部分,此外还有分论文,都是对这一课题的研究成果的总结。

2 理论研究及成果

本课题的理论研究成果见文献[1-3],提出了动态隔离原理。

过去研究者过分重视负压差的静态隔离,似乎这是惟一的隔离手段,并且是能够抵挡开关门、人员活动和温差等影响从而将其减至最小的最佳选择^[4],虽然也意识到建立前室(缓冲室)的必要性,但远不如对用严密性保持负压的重视程度,并且没有对缓冲室进行深入探讨。

2.1 本课题的理论研究指出,压差的作用只在门窗关闭状态即静态下表现出来,对该状态下空气的内外传播起隔离作用。在理想的缝隙条件下,只要 0.23 Pa 负压差即可在缝隙处产生 0.5 m/s 的吸入气流速度,这足以抵挡室内人员活动或气流作用在缝隙处引起的向外气流速度。而美国疾病预防控制中心(CDC)也得出在关门状态下只需 0.25 Pa 负压差的结论,与笔者的研究结果基本相同。

但是本课题的研究进一步指出,动态下,在实际的缝隙条件下,达到 0.5 m/s 缝隙气流速度的最小压差应是 3 Pa,实用的压差应不小于 5 Pa。

门一旦打开,加之有人进出,动态下不仅负压立即消失,而且原来建立的负压差的大小对此时防止气流和微粒外泄的作用甚微(详见本总论文后续的第 2 部分),并且无法抵消由内外温差产生的门口处有进有出的对流气流(详见后续的分论文)。

2.2 门的开关和人走动的裹挟,对污染气流在室内外之间的传播起重要作用。

我们称之为开关门的卷吸作用。美国的沃尔夫(Wolfe)在 1961 年就注意到这一点,并指出正压室开门一次可吸入的空气量约为 0.17 m³/s^[5]。

由于这种负压是由开门动力这一外力所造成的,所以没有空气量进出平衡问题。

据实测,仅门扇开动而无人通过引起的门口风速(不是门推动中的速度)为 0.15~0.30 m/s,这样大的风速靠新风的正压作用或排风的负压作用产生的风速抵挡不住。

实测表明,人顺着开门方向走动裹挟引起的风速为 0.14~0.20 m/s,这一瞬间约为 2 s,则可引起 0.14 m³/s 的裹挟风量。

2.3 温差引起的污染气流对流是压差不可能抵消的。

图 1 是实测结果一例,显示只要有温差,不论压差多大,对流气流就存在,也就是空气传播的污染就存在。气流方向主要服从于温差对流方向。

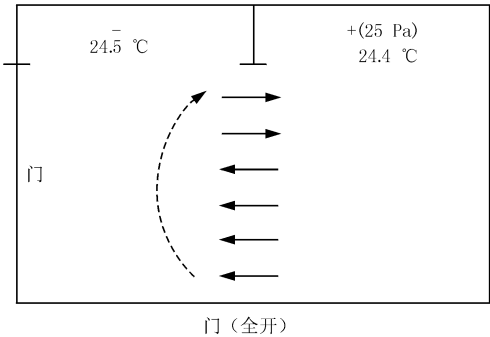


图 1 镇江某药业有限公司一更门口气流
($\Delta t = -0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Delta p = +25\text{ Pa}$, 2004 年 5 月测定)

根据温差对流换气量平衡方程,可计算出门宽 0.9 m,中和界高 1 m 的门的对流风速和风量,见表 1。

表 1 对流风速和风量

	温差/ $^{\circ}\text{C}$													
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
平均对流风速/(m/s)	0.08	0.11	0.13	0.17	0.24	0.26	0.29	0.34	0.38	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54
风量/(m ³ /s)	0.07	0.10	0.12	0.15	0.22	0.24	0.26	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.48

从表 1 可见,0.1 $^{\circ}\text{C}$ 温差造成的门口上下对流风量达到 0.07 m³/s,而-15 Pa 压差时流入的风量才 0.072 m³/s^[3],足以说明温差对流影响之大,与图 1 实测结果完全一致。

2.4 缓冲室对隔离效果起重要作用。

在门开关、人进出的动态条件下,缓冲室可起到重要的隔离作用。

在隔离病房区常用“三室一缓”和“五室(区)二

缓”(也称三区二缓)的模式,见图 2,3。图 4 是计算用图式。

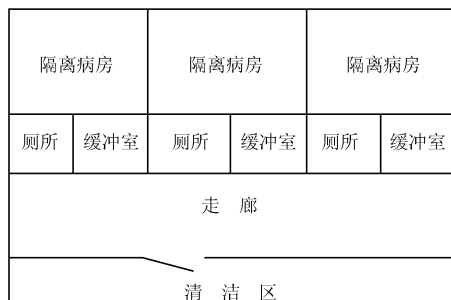


图 2 隔离病房三室一缓

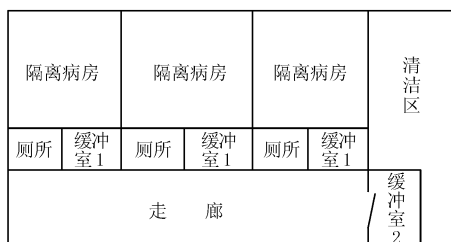


图 3 隔离病房五室二缓

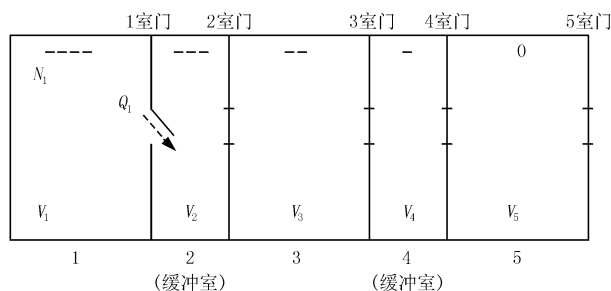


图 4 计算用五室二缓图式

图中:

1~5——室编号;

V ——室容积;

N_1 ——1 室或 1 室门口区域污染物计数浓度,个/ m^3 ;

Q_1 ——开门后因压差未能抵消的由 1 室进入 2 室(缓冲室)的风量, m^3 。

定义原始污染物浓度和有缓冲室时开门带来的污染物浓度之比为总隔离系数,以 β 表示,则有

$$\beta_{k,m} = \frac{V^{k-1} \alpha^{k-1}}{x^m Q^{k-1} (e^{-\frac{m}{60}})^{k-2}} \quad (1)$$

式中 k ——在单一路线方向上逐一相通的全部室数(包括缓冲室);

m ——在单一路线上的缓冲室数;

x ——病房容积相当于缓冲室容积的倍数;

n ——换气次数, h^{-1} ;

t ——自净时间,min,即从 1 室门关闭到达 2 室门,该门开启瞬间之前的时间(含门的自锁时间),一般为 5~30 s;

α ——每室混合因数(分论文^[3]中取的是总混合因数);

Q —— $\Delta t = 1^\circ\text{C}$,开关门时间为 2 s 时,因各种因素引起的风量,经计算为 1.52 m^3 。

计算结果如下(α 取 0.9,由于 α 与分论文^[3]所取不同,计算结果也与分论文有所不同):

1) 三室一缓

$$\beta_{3,1} = 42.4$$

2) 五室二缓

$$\beta_{5,2} = 2\,564$$

从上面计算可见,只有设缓冲室,才能极大地起到隔离作用,是隔离病房中最重要的动态隔离措施。

2.5 主流区和定向气流是保护医护人员的首要措施。

传染病学研究早已证明,致病微生物气溶胶浓度是造成传染的关键因素。美国疾病预防控制中心(CDC)的《防止结核在卫生保健设施中传播的指南》(1994 年)中也指出,应“降低传染性飞沫核的浓度”。

由于主流区(即送风口下的一次气流经过区域)内的浓度比全室平均浓度小,所以应使医护人员处于污染源上风向,并在主流区内。单纯考虑上风向,则人的正面呼吸区易处于背风的涡流区内,是不利的。因此,用主流区保护医护人员则是隔离病房中一个很重要的动态隔离措施。

根据扩大主流区理论^[4],不改变过滤器大小和风量,送风面积可扩大到送风速度降至 0.13 m/s 为止,可以获得最佳效果。

由于隔离病房换气次数在 10 h^{-1} 左右,所以不均匀因数 ϕ 可取不小于 1.5^[4],则全室平均浓度为

$$N_v = 1.5 \left(N_s + \frac{60G \times 10^{-3}}{n} \right) \quad (2)$$

而主流区浓度为

$$N_a = \left(1 - \frac{\beta}{1 + \phi} \right) \left(N_s + \frac{60G \times 10^{-3}}{n} \right)$$

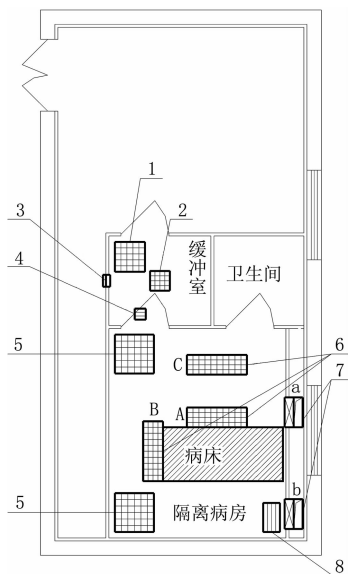
$$= \left(1 - \frac{0}{1 + 1.5}\right) \left(N_s + \frac{60G \times 10^{-3}}{n}\right)$$

$$= N_s + \frac{60G \times 10^{-3}}{n} \quad (3)$$

式(2),(3)中 N_v 为全室平均浓度,粒/L; N_s 为送风含尘浓度,粒/L; G 为单位容积发尘量,粒/($m^3 \cdot min$); N_a 为主流区含尘浓度,粒/L; $\beta = G_a/G_o$,其中 G_a 和 G_o 分别为主流区和涡流区发尘量,粒/min; $\varphi = Q'/Q$,其中 Q 和 Q' 分别为送风量和主流区的引带风量,L/min。式(3)中 β, φ 的取值可参考文献[4]。

可见,主流区浓度比全室平均浓度小 1/3。

据此,本课题组拟定了 4 种风口方案,风口示意图见图 5,6。方案 1,送风口 B,回/排风口 a,b;方案 2(单回风口),送风口 A,回/排风口 b;方案 2



1 缓冲室自净送风口 2 缓冲室送风口 3 缓冲室回/排风口 4 缓冲室自净回风口 5 隔离房间自净送风口 6 隔离房间送风口 7 隔离病房回/排风口 8 隔离病房自净回风口

图 5 风口平面(注:凡引用本课题实验室平面图的文章,均应以本图为准)

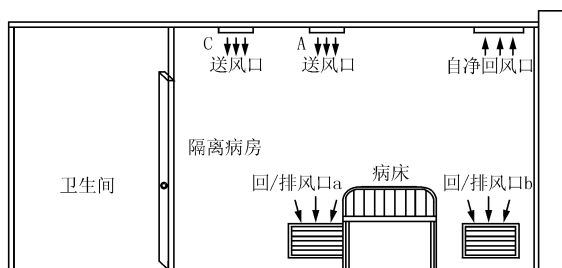


图 6 风口剖面

(双回风口),送风口 A,回/排风口 a,b;方案 3,送风口 C,回/排风口 a;方案 4,送风口 A,B,回/排风口 b。对 4 种方案分别进行了数值模拟计算^[2],主要结果见图 7 和表 2。

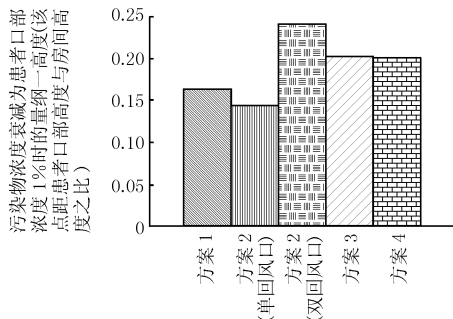


图 7 各方案污染物浓度衰减为患者口部浓度 1%时的量纲一高度对比

表 2 各方案在选定高度下的污染物平均量纲一浓度(与患者口部发生浓度之比) 10^{-4}

	高度/m			合计
	0.65	1.10	1.50	
方案 1	4.110	2.330	0.553	6.993
方案 2(单回风口)	3.580	0.313	0.008	3.901
方案 2(双回风口)	5.120	5.860	0.067	11.047
方案 3	3.500	3.610	1.660	8.770
方案 4	2.590	3.390	0.001	5.981

从图 7 和表 2 可以看出,方案 2(单回风口)工况医护人员能得到较好保护,患者污染物扩散高度最低,是方案 1 的 81%,是方案 4 的 71.8%,但是方案 4 在选定高度下污染物浓度与患者口部发生浓度的比值在高度 0.65 m 和 1.5 m 时均低于方案 2(单回风口),分别为方案 2(单回风口)的 72.3%和 11.9%,但高度为 1.1 m 时却为方案 2(单回风口)的 10.8 倍。

3 实验研究

本课题组通过建立单床隔离病房和双床隔离病房对动态隔离效果进行了实验研究。

3.1 实验用隔离病房

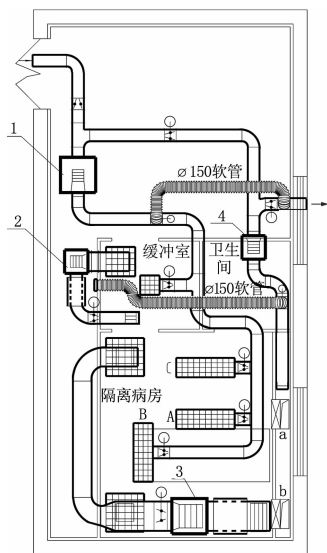
3.1.1 隔离病房平面与系统

单床隔离病房建立在一间原有实验室内,受到空间和面积制约,室内净高 2.5 m。为了风口组合方便,共设置了 A,B,C 3 个送风口,而在病床两侧下部设置了回风口 a,b,如图 5 所示。为了使医护人员处于主流区内,送风口 A 紧挨床边,距病人头侧墙面 0.65 m,拟可再减少 0.2 m。考虑到床头上方将有气体供给、电源等设置以及病床有时要摇

起来,所以不考虑在床头上方设回风口。据笔者在香港的访问参观,床头给病人设排气罩的方式不受欢迎。图 8 是上述病房外观图,图 9 是其风系统图。



图 8 单床隔离病房外观



1 变频新风机组 2 缓冲室自净循环风机
3 隔离病房自净循环风机 4 变频排风机

图 9 单床隔离病房风系统

图 10 是双床隔离病房平面图,图 11 是其风系统图。

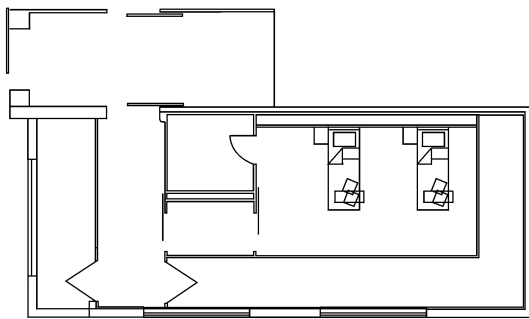


图 10 双床隔离病房平面

3.1.2 隔离病房基本参数

病房各种风量和换气次数均可调。

3.2 实验和测试方法

3.2.1 实验方法

1) 为了便于实验数据的比较,避免其他类似研究中浓度出现负值的情况,采用实验前后自净的方法,设自净系统,实验前把室内浓度降到洁净度 1 000 级以下接近 100 级的水平,实验后迅速自净,缩短后续实验的等待时间。这是本课题在实验方法上和已发表的其他类似研究论文中实验方法不同的一点。

2) 其他类似研究实验主要用含尘浓度和其浓度场数据,但考虑到这一浓度场测定在多点时很难在同一时间进行,不利于数据的比较。本课题实验除了用含尘浓度外,主要用微生物浓度和其浓度场数据,特别是浓度场数据用的是沉降菌浓度,保证了采样时间的一致性(在送风的房间里,等价直径一般不大于 $5 \mu\text{m}$ 的带菌微粒的运动速度和气流速度几近一致^[4])。结果表明,用沉降菌浓度比用

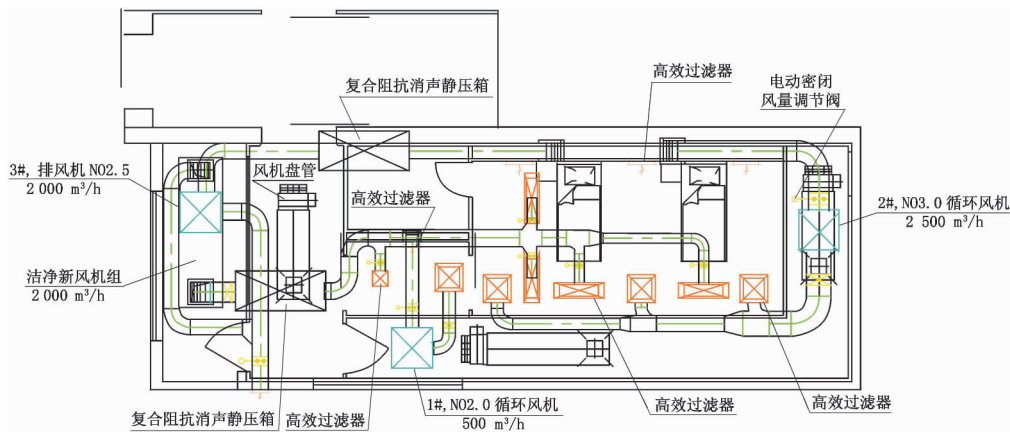


图 11 双床隔离病房风系统

含尘浓度更便于直接了解污染的情况。详见本课题后续分论文。

3) 室内升温用自制加热管实现,见图 12。



图 12 自制加热管



a 平卧



b 坐姿



c 实验准备

图 13 模拟病人



图 14 测压仪表和孔罩

- 5) 风量由变频器和阀门调节。
- 6) 微生物发生与测试方法,见本课题后续分

4) 用模型人模拟病人,可以“呼吸”,有体温,可以改变卧姿,见图 13。

3.2.2 测试方法

1) 风速用拉杆式热球微风速仪测量,对有过滤器的风口,按《洁净室施工及验收规范》用套管测量风速,然后换算成风量和换气次数。

2) 静压差用安在墙壁上的液柱式微压计读出。由于房间小,风口多,为了避免气流的影响,在墙壁上测孔处加上罩子,其下部留有通风缝,见图 14。

3) 含尘浓度用采样流量为 2.83 L/min 的粒子计数器检测。

4) 温度用自动显示仪表检测,见图 15。



图 15 测温仪表

论文,采用枯草杆菌黑色芽孢变种作为实验菌种,喷雾发菌。

3.3 实验结果

3.3.1 送排风口位置实验

3.3.1.1 实验方案

采用上送下回方式,并选择数值模拟中的方案 1、方案 2(单回风口)和方案 4。

按主流区理论分析认为,从首先保护医护人员的原则出发,方案 2(单回风口)实验送风口选用医护人员工作位置上方的 A,使医护人员处于洁净度

最高的主流区保护之下。由定向流原则考虑,此时排风口应在病床内下侧为好。这一观点已得到数值模拟计算结果的支持,参见分论文^[2]。

同样,根据定向流原则并得到数值模拟结果支持,方案 1 实验送风口选择 B,回(排)风口选择 a, b。

将上述两方案组合起来,可能获得更好的效果,这就是方案 4,送风口选用 A, B, 排风口选用 b, 如选用 a, b, 则对于 A 来说,不符合定向流原则。

3 个方案中换气次数均为 12 h^{-1} 。

采用沉降菌测定效果,在布好培养皿后用 $8 \times 10^{10} \text{ cfu/mL}$ 的菌液在模型人口部喷菌 30 min, 此后再换气 10 min, 然后盖皿取出培养。

测点布置采用网格形均布方式。除床的位置是将培养皿($\Phi 65$)置于床上外,其余测点均置于地面上,见图 16。

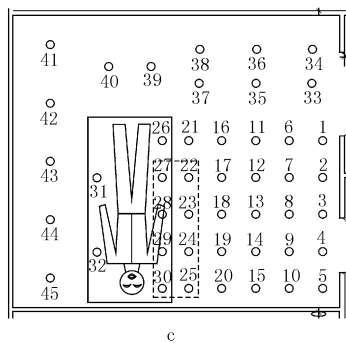


图 16 病房沉降菌浓度测点位置

3.3.1.2 实验结果

1) 各方案杂菌浓度分布(如图 17 所示)

由图 17 可得,方案 1 杂菌平均浓度为 1.1 cfu/皿 ,方案 2(单回风口)为 1.6 cfu/皿 ,方案 4 为 1.3 cfu/皿 。

2) 实验菌种浓度分布(如图 18 所示)

3.3.2 缓冲室隔离效果实验

3.3.2.1 实验方案

1) 换气次数 12 h^{-1} , 全新风。

2) 压差:缓冲室相对病房 $+5 \text{ Pa}$, 外室相对缓

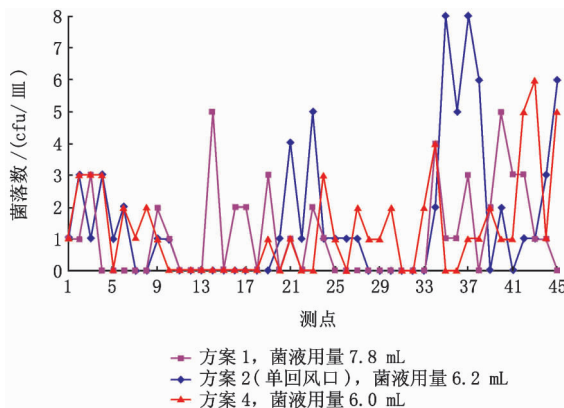
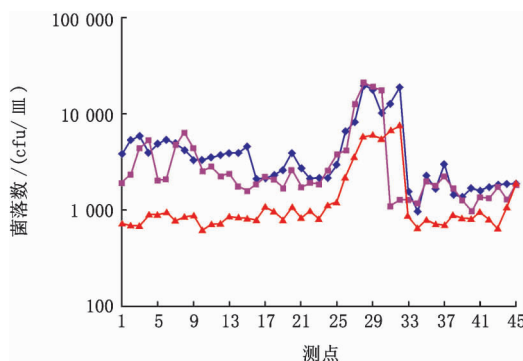


图 17 病房内空气中杂菌浓度分布



图例同图 17

图 18 实验菌沉降浓度分布

冲室 $+5 \text{ Pa}$ 。由于缓冲室未开排风口,无法正常送风,为自然通风状态。

3) 无压小温差:内外 $\Delta p = 0$ 。

4) 有压大温差:压差同 2)。

该实验通过人开关各室的门,达到检验缓冲室作用的目的。

采用沉降菌测定效果,喷菌条件同送排风口实验。

缓冲室和外室的测点均为进各室的门外侧弧形排列的 5 点。

3.3.2.2 实验结果

图 19 为病房内 5 点采样结果,采样点在门侧地面直线排列。图 20 为缓冲室内 5 点采样结果,采样点在地面沿开门弧线排列。图 21 为外室 5 点采样结果,采样点在地面沿开门弧线排列。

要说明的是,以上图片的采样并非对应,只是选择照片清晰的列出,但也可见隔离效果之大概。

表 3~5 为测定数据。

要说明的是,在做有压大温差实验时,空调系统可能发生过故障。

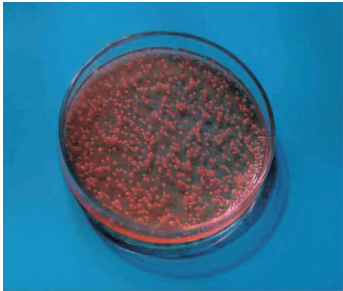


图 19 病房沉降菌照片

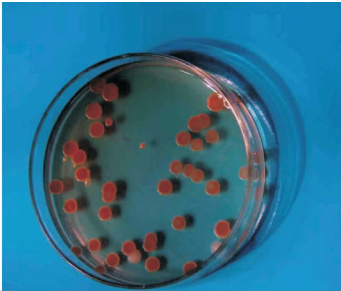


图 20 缓冲室沉降菌照片

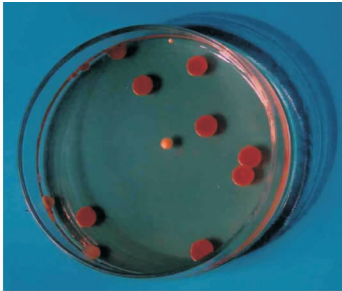


图 21 外室沉降菌照片

表 3 有压小温差时采样结果(沉降菌) cfu/皿

	采样点					平均
	1	2	3	4	5	
病房	986	872	823	688	720	817.8
缓冲室		186	206	160	164	179
外走廊	43	30	40	46	45	40.8

注:缓冲室温度 18℃,病房温度 20.1℃,缓冲室相对病房的温差-2.1℃。

表 4 无压小温差时采样结果(沉降菌) cfu/皿

	采样点					平均
	1	2	3	4	5	
病房	800	752	672	784		752
缓冲室	190	172	194	184		185
外走廊	42	40		44		42

注:缓冲室温度 18℃,病房温度 20.2℃,缓冲室相对病房的温差-2.2℃。

表 5 有压大温差时采样结果(沉降菌) cfu/皿

	采样点					平均
	1	2	3	4	5	
病房	720	640	656	648	637	660.2
缓冲室	18	15	22	14	18	17.4
外走廊	14	15	15	12	11	13.4

注:缓冲室温度 17.7℃,病房温度 25.2℃,缓冲室相对病房的温差-7.8℃。

4 分析讨论

4.1 关于送排风口位置

4.1.1 3 种上送下排方式对室内空气净化起到同样水平的作用。这从杂菌的数据(1.1~1.6 cfu/皿)可以看出,没有明显差异,而且在 12 h⁻¹换气条件下(可相应达到 10 万级洁净度),杂菌浓度即达到了 1 000~10 000 级洁净度的水平。这说明病房有相当的净化能力。

4.1.2 从首先保护医护人员的原则出发,设定方案时设想方案 2(单回风口)的方案应优于其他方案,得到了实验结果的支持。图 16 中虚线所围测点区域就是医护人员正面面对的区域,包括测点 22~25,27~30。

在该区中,方案 2(单回风口)的平均沉降菌浓

度为 8 172 cfu/皿,方案 1 的平均沉降菌浓度为 10 007 cfu/皿,方案 1 比方案 2(单回风口)的沉降菌浓度大 22.5%,在 22~30 各测点上方案 1 比方案 2(单回风口)大 25%,所以在这一方面方案 2(单回风口)应是有意义的。前面已说过,这一结果也被数值模拟所证实。虽然没有对方案 2(双回风口)和方案 3 进行实验,但从前面表 2 的数值模拟结果可见,在 0.65~1.5 m 呼吸区浓度远高于方案 2(单回风口)和方案 4。前面说过,全室平均浓度的高低并不太重要,希望医护人员工作区的浓度最低,所以方案 2(单回风口)仍优于方案 1,方案 2(双回风口)和方案 3。

4.1.3 为什么在各方案中床上 26~32 测点的浓度明显高于其他测点? 方案 2(单回风口)该区沉降菌浓度高于室平均浓度 2.0 倍,方案 1 为 3.0 倍,方案 3 为 3.4 倍,这在前面已说过,因为床上区域是将培养皿布置在床面上,离发生源最近,这是意料之中的。

4.1.4 方案 4 的总体实测效果均优于方案 2(单回风口)和方案 1,这正是该两个方案的优点得到了综合利用的结果。在 12 h⁻¹换气时,方案 4 送风口出风速度仍有 0.125 m/s,与 0.13 m/s 相当,这在前面已说明过,当送风口面积扩大到其送风速度不低于 0.13 m/s 时,具有最佳效果,送风速度再小,虽然送风面积可更大,但效果反而下降。表 2 数值模拟结果表明方案 4 在 0.65~1.5 m 区域内的沉降菌浓度略大于方案 2(单回风口),但不管实测结果还是数值模拟结果,方案 2(单回风口)和方案 1 均比别的方案好,所以方案 4 应该也是好的,实测和数值模拟也是这样,只是目前实测更好,这一点和实验是不同的,有待进一步研究。

4.2 关于缓冲室隔离效果

4.2.1 按本课题分论文^[3]给出的缓冲室公式计算

出实验病房具体条件下,理论总隔离系数 $\beta_{3,1} = 19.8$ 。各方案的实际隔离系数由表 3~5 可得出:

有压小温差 20.2

无压小温差 18.0

有压大温差 49.4

其中两个小温差的实测平均隔离系数为 19.1,和理论值相当。

有压大温差时隔离系数应小,但实测结果反而大。一是存在前述的系统故障问题,二是开门动作如有较大不同,则影响很大,目前还未找到原因。

4.2.2 负压对污染物外泄的阻止能力并不如想像的那么大,而是很小,由表 3,4 可见, -5 Pa 和 0 比,隔离效果仅增加 1.12 倍,与前面对压差作用的分析是一致的。详细实验见本论文后续的第 2 部分。

4.2.3 在 -5 Pa 压差条件下,只要有温差,有开门动作,就不能杜绝污染物外泄,从表 3~5 可见,外泄量仍达到既有浓度的 $1/5$ 以上。

5 结论

5.1 控制压差不是阻止室内外空气传播污染物的惟一措施,在关门状态下, 5 Pa 是可以接受的隔离病房压差。因此病房不需要采用密封门,稍好的普通门就可以了。

5.2 设置缓冲室是最重要的措施,除病房门口设缓冲室外,必要时在病区内走廊入口再设一间缓冲室。

5.3 送排风方式应是上送下排,定向气流。

5.4 在医护人员工作位置上方应设送风口,以便首先保护医护人员。排风口遵循定向流的原则,应设在床头内下侧。

5.5 在送风口风速不低于 0.13 m/s 条件下,可以扩大送风口面积以增加主流区面积,或者分开设置 2 个送风口,即在排风口设在床头内下侧条件下,床边医护人员工作区上方和床尾后上方各设 1 个送风口,降低沉降菌浓度效果最好。床尾送风口面积若比床侧的小一半会更好。

5.6 高负压、密封门对污染物外泄的阻止是一种静态隔离作用,在动态条件下这种作用将基本消失。本论文经过理论和实验证明的用主流区定向气流保护医护人员,用缓冲室稀释、自净、过滤在动态下外泄的污染物,是一种动态隔离措施。

参考文献

- [1] 许钟麟. 关于负压隔离室的缓冲室的作用[J]. 建筑科学, 2005, 21(增刊)
- [2] 冯昕, 许钟麟, 张益昭, 等. 负压隔离病房通风效果的数值模拟分析及对影响通风效果的环境参数的探讨[J]. 建筑科学, 2006, 22(1)
- [3] 许钟麟, 张益昭, 王清勤, 等. 隔离病房隔离原理的研究[J]. 暖通空调, 2006, 36(1)
- [4] 许钟麟. 空气洁净技术原理[M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2003: 438
- [5] Wolfe H W, Harris M H, Hall L B. Open Operating Room Doors and Staphylococcus Aureus[M], 1981

· 征订 ·

欢迎订阅 2006 年《暖通空调》(月刊)

《暖通空调》创刊于 1971 年,是国家期刊奖获奖期刊,中国建筑科学类核心期刊,中国暖通空调行业惟一的中央级科技期刊,由建设部主管,亚太建设科技信息研究院、中国建筑设计研究院、中国建筑学会暖通空调专业委员会联合主办。

《暖通空调》始终以“新颖、实用、准确、精练”为办刊方针,以提高全行业素质、推动全行业技术交流与发展为宗旨,及时报道国家有关建筑节能和环境保护的重大技术政策,建筑环境与设备工程中供暖、通风、空调、制冷及洁净技术方面的研究成果、学术论文、先进技术、工程总结、设计经验、设备开发与运行管理以及行业学术活动与设备市场信息。

《暖通空调》全年 12 期,每月 15 日出版,每期定价 10 元,全年 120 元。2006 年全年订户赠送《暖通空调》2004—2005 年全文检索光盘(赠送时间为 2006 年上半年),并且

每期赠送《暖通空调》· 随刊赠阅。

● 订阅:全国各地邮电局,邮发代号:2-758。

● 邮购:本刊发行部,具体邮购事宜如下:

- 1) 全年订户免邮费,非全年订户需另付每本 3 元的邮费;
- 2) 一次性邮购 2006—2007 年两年或邮购 2006 年 5 份以上者按每份 100 元/年收费;
- 3) 本刊尚存少量过刊、合订本及光盘,可联系邮购;
- 4) 邮寄方式为普通邮寄,需要挂号或特快专递服务需另加收费用。

订购者请与《暖通空调》编辑部联系,电话:(010) 68362755,金庆平;或 88383814。地址:100044 北京市西直门外车公庄大街 19 号。

(本 刊)