



CAHVAC第一季第2期疫情防控 暖通在行动
暖通大讲堂

暖通空调产业技术创新联盟
中国建筑学会暖通空调分会
中国制冷学会空调热泵专业委员会

大花山方舱医院
通风空调系统设计与改造探讨

周珣树

目录

01 建设背景

工程概况 02

03 通风系统设计

空调系统设计 04

05 改造注意事项



目录

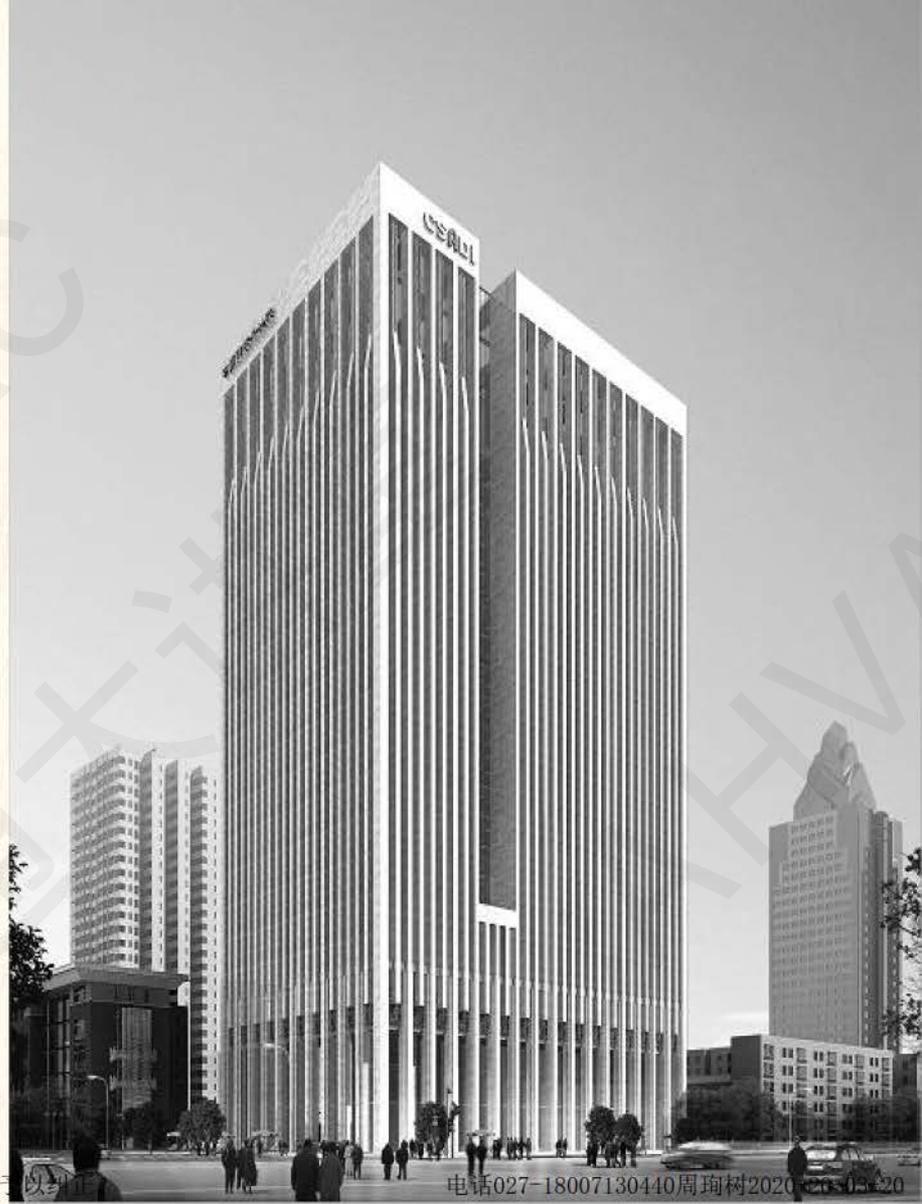
01 建设背景

02 工程概况

03 通风系统设计

04 空调系统设计

05 改造注意事项





自2019年底武汉爆发新型冠状病毒感染的肺炎（以下简称新冠）疫情以来，确诊人数不断增加。为了应对疫情，国家卫健委和相关单位在武汉建立了多所方舱医院。



目录

01 建设背景

工程概况

02

03 通风系统设计

空调系统设计

04

05 改造注意事项





2019年9月竣工的江夏大花山户外运动中心被征用改造为方舱医院。

总建筑面积约为7.9万 m^2 。

由羽毛球馆（A馆）、乒乓球馆（B馆）、游泳馆（C馆）及游客集散中心组成。

地下两层，地上四层，建筑高度21m。

建筑平面按照“三区二通道”（污染区、半污染区、清洁区、医务人员通道、患者通道）的格局进行设计改造。

2.1 最开始的三区为生活区、限制区、隔离区。

生活区：医护换班后的宿舍生活区，以及换岗后的医务人员须在该区域隔离两周，无状况后方可离开的临时居住区，卫生安全等级划分为清洁区。

限制区：医务人员临时休息、应急指挥、物资供应的区域，卫生安全等级划分为半清洁区。

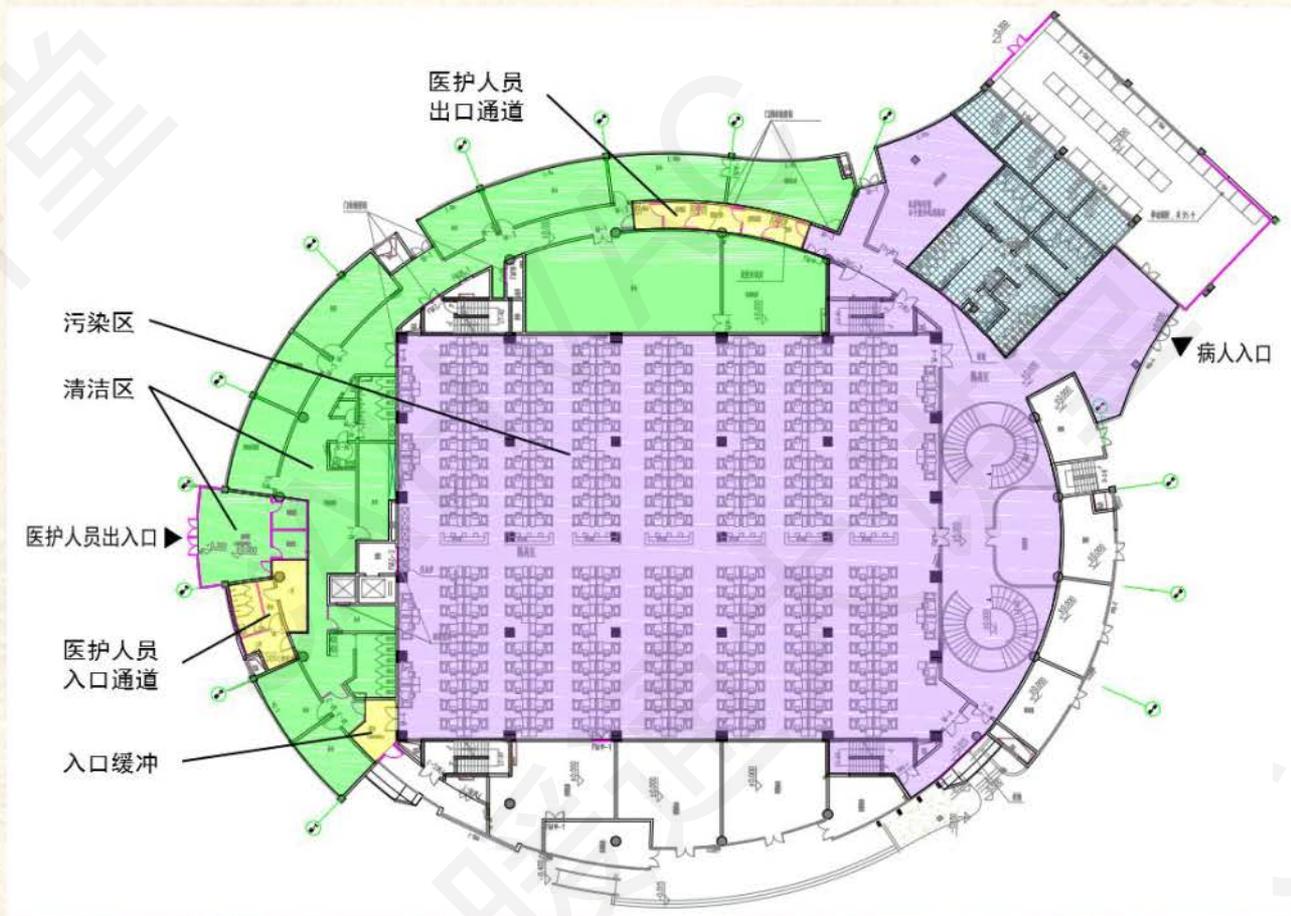
隔离区：医务人员直接或间接对患者进行诊疗和患者涉及的区域，卫生安全等级划分为半污染区和污染区。

2.2 目前提到最多的三区为清洁区、半污染区、污染区。

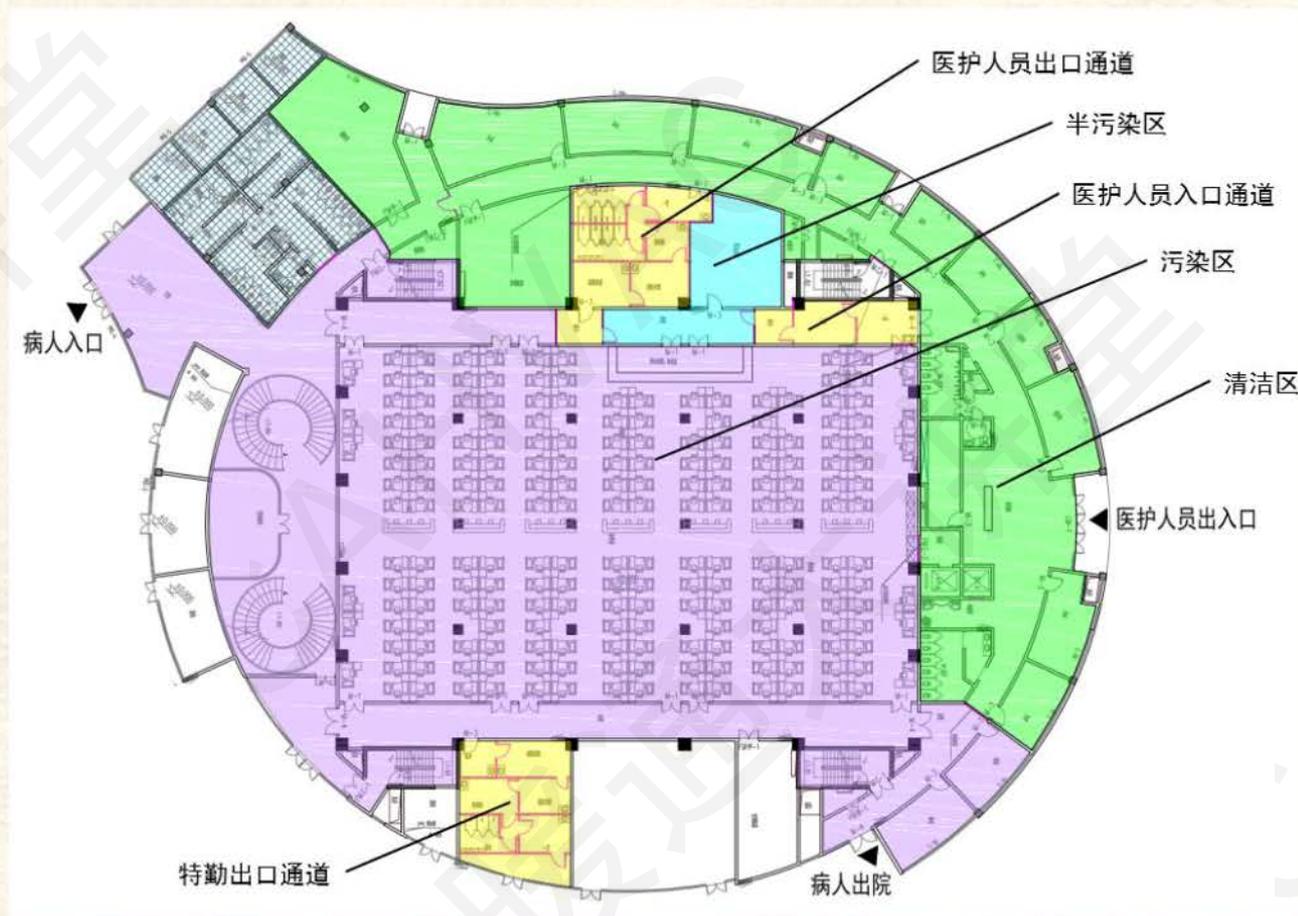
清洁区：不易受到被患者血液体液等物质污染的及患者不应进入的区域，包括更衣室、配餐室、值班室及库房，这实际上就是前面的限制区（半清洁区）。

半污染区：位于清洁区与污染区之间、有可能被患者血液体液等物质污染的区域，包括医务人员的办公室、治疗室、护士站、患者用后的物品、医疗器械等处理室、内走廊等。

污染区：患者接受诊疗和患者涉及的区域，如病室、处置室、污物间以及患者入院出院处理室。



A馆一层分区示意图



B馆一层分区示意图

原设计冷热源采用水冷机组加燃气锅炉方式，大空间采用**空调机组的全空气系统**，顶送侧下回方式，其他小空间采用**风机盘管加新风机组的空-水系统**，侧上送侧顶回方式。

具体末端设备配置详下表。

位置	区域	名称	床位数	原空调系统	原设备配置及设计情况说明
A馆	清洁区	一层主入口+ 一层附属办公 用房		空-水系统	风机盘管+1台2000 m ³ /h新风机+1台3000 m ³ /h新风机， 新风机共用
	污染区	一层主场馆	273	全空气系统	2台30000 m ³ /h空气处理机组
	污染区	二层主场馆	289	全空气系统	2台35000 m ³ /h空气处理机组
	污染区	二层舞蹈教室 +二层瑜伽馆	33+33	空-水系统	风机盘管+1台2000 m ³ /h新风机+1台3000 m ³ /h新风机， 新风机与二层污染区走道共用
B馆	清洁区 半污染区	一层主入口及 办公用房		空-水系统	风机盘管+1台2000 m ³ /h新风机+1台3000 m ³ /h新风机， 新风机共用，有分支路在半污染区
	污染区	一层主场馆	214	全空气系统	2台30000 m ³ /h空气处理机组
	污染区	二层主场馆	289	全空气系统	2台35000 m ³ /h空气处理机组
	污染区	二层健身教室 +二层健美室	33+33	空-水系统	风机盘管+1台2000 m ³ /h新风机+1台3000 m ³ /h新风机， 新风机与二层污染区走道共用

目录

01

建设背景

工程概况

02

03

通风系统设计

空调系统设计

04

05

改造注意事项



3.1 设计原则

保护医务人员的安全，参考负压隔离病房的压力梯度原则，通风系统应控制合理的气流方向：



方舱医院“三区二通道”的压力梯度原则为：**污染区必须为负压**，同时相邻区域之间应设置相应的**卫生通过或缓冲间**，同时将清洁区和半污染区与污染区各区之间共用的风管、风口和设备及管道（井）等进行**封堵**，防止不同分区的气流交叉流动。

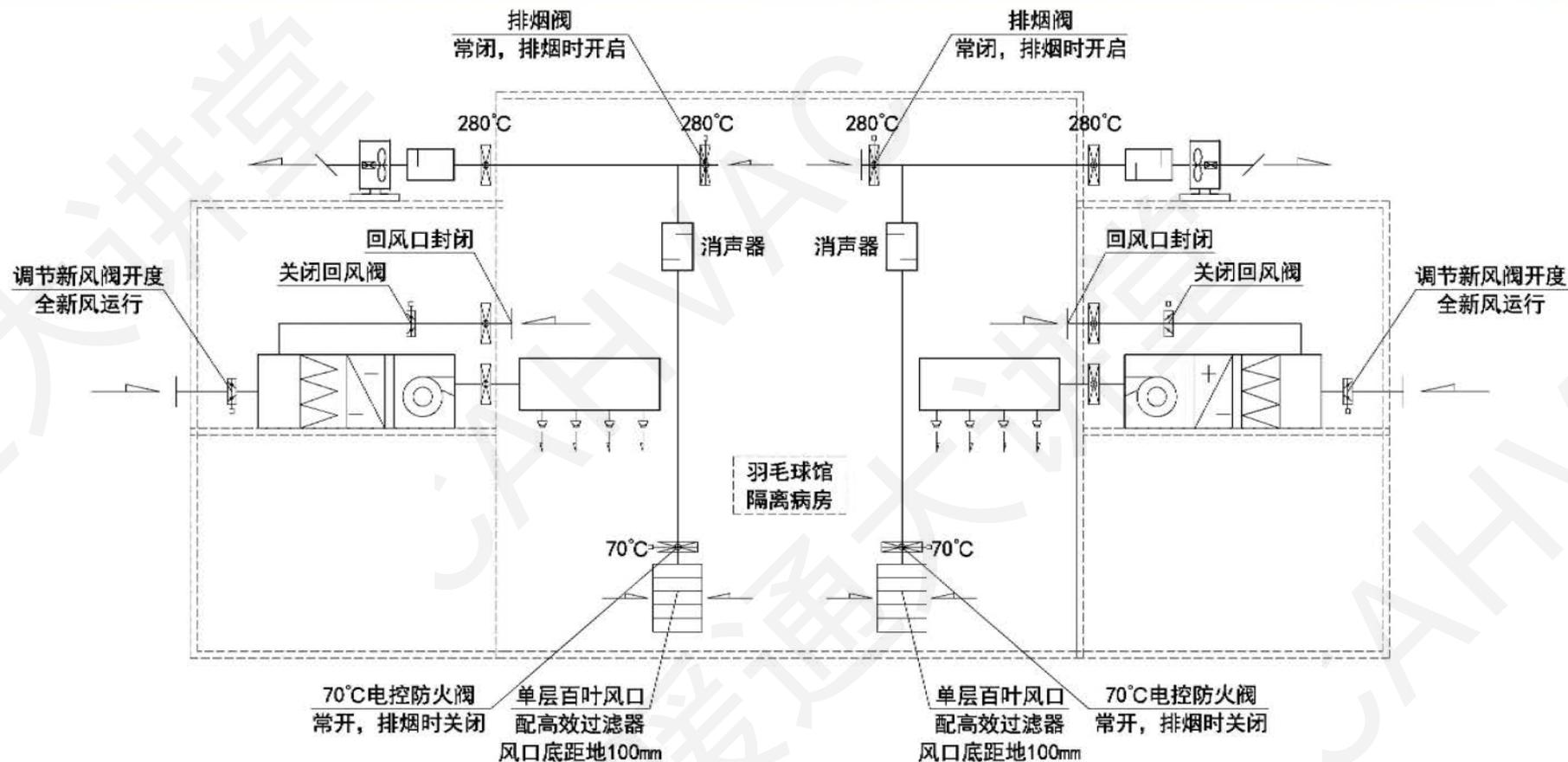
室外排风宜高空排放，且与任何进风口**水平距离不得小于20米**，**垂直距离不得小于6米**。

3.2 清洁区和半污染区通风系统设计

具体设置详下表。

位置	区域	名称	原设备配置	改造设计
A馆	清洁区	一层主入口	--	自然通风
	清洁区	一层附属办公用房	1台2000 m ³ /h新风机 +1台3000 m ³ /h新风机	利用原新风机组送风
B馆	清洁区	一层主入口和走道 及办公用房	1台2000 m ³ /h新风机 +1台3000 m ³ /h新风机	利用原新风机组送风
	半污染区	一层部分走道及办 公用房	与清洁区合用新风机组	过渡区，不送排风

3.3 病房区（污染区）通风系统设计



其中一个典型剖面示意图

3.3 病房区（污染区）通风系统设计

3.3.1 A、B馆病房区排风系统均结合原有的空调通风系统进行设计，增设下排风口与组合过滤器。组合过滤器前后设置压差传感器。

3.3.2 排风机设于屋面，其中A、B馆一、二层主场馆病房区均采用现有排烟风机进行排风，并在排风管上增设二级消声器与带风量调节功能的70℃电控防火阀。

3.3.3 A、B馆二层其余病房区在屋面增设排风机，接至原排烟主管，排风机出口设止回阀。

3.3.4 排风量按不小于 $150\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{p})$ 设计。

3.5.5 A、B馆一、二层主场馆病房区送风系统采用原有的空调系统送风。原空调系统回风口封闭，全新风运行，通过新风管上的调节阀调节送风量，维持病房区负压。其余病房区采用原有的新风系统送风。送风量按排风量的80%设计，且满足规范卫生要求。

3.3.6 病房区负压设计是关键，通风系统24h不间断运行提供保障。病房区的压力比外面低，如同给病房区带上“口罩”，避免病毒随着气流产生扩散污染。排风高效过滤，如同给病房区“消毒”，避免病毒随着气流产生二次污染。

3.3.7 在病房区内还设置有室内循环的空气净化器，以净化室内空气，杀菌消毒，去除空气中的病毒，延长排风高效过滤器的使用时间等等。

3.4 人防防毒通道通风系统设计

为了更好地理解医务人员通道的通风系统设计，现将人防防毒通道的通风系统设计先做个介绍，看看两者的共同之处：**防止有毒物质侵入相关区域。**

3.4.1 基本概念

防毒通道：由防护密闭门与密闭门之间或两道密闭门之间所构成的，具有通风换气条件，依靠超压排风阻挡毒剂侵入室内的空间。在室外染毒情况下，通道允许人员出入。

洗消间：供染毒人员通过和全身清除有害物的房间。通常由更衣室、淋浴室和检查穿衣室组成。洗消间应设置在防毒通道的一侧。

简易洗消间：供染毒人员清除局部皮肤上有害物的房间。

超压排风：靠室内正压排除其室内废气的排风方式。有全室超压排风和室内局部超压排风两种。

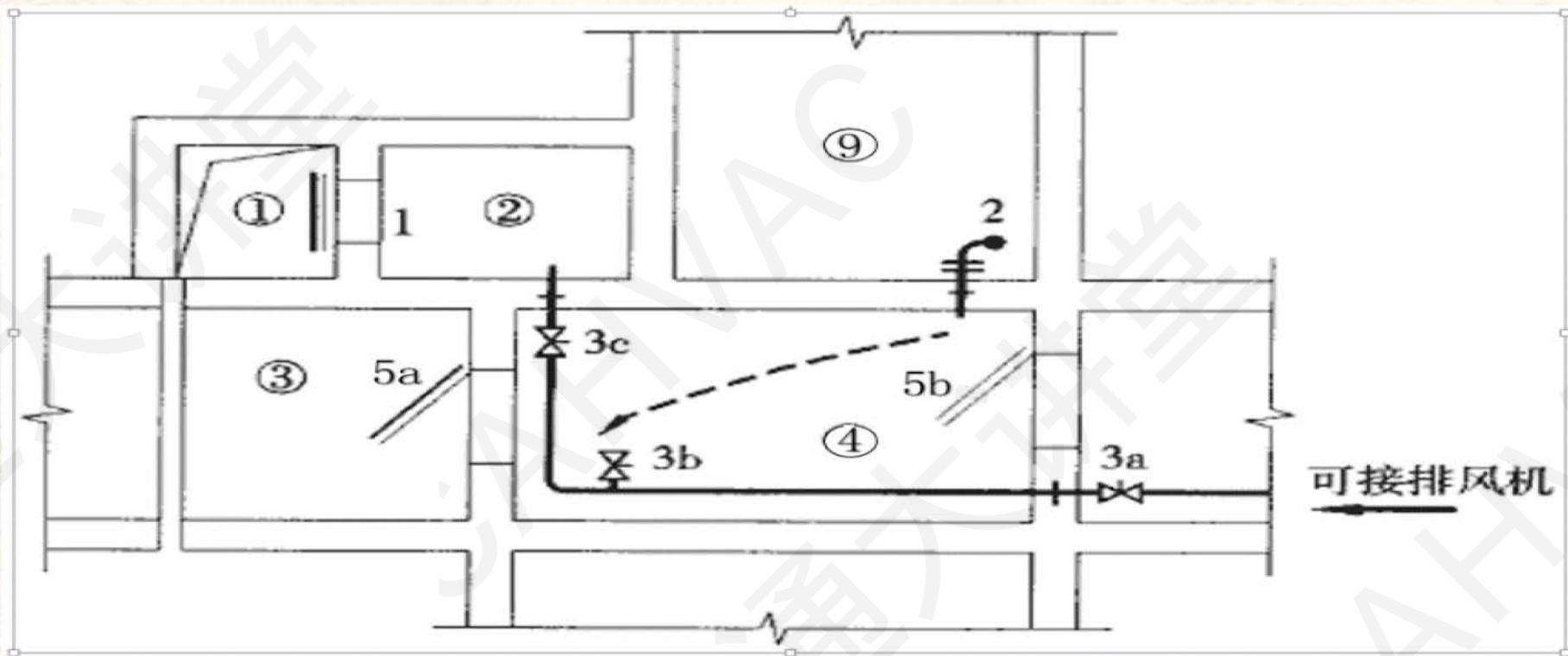
3.4.2 具体参数和计算

室外进风口宜设置在排风口的上风侧。进风口与排风口之间的水平距离不宜小于10m，或高差不宜小于6m。室外进风口其下缘距室外地平面的高度不宜小于0.50m。

设计滤毒通风时，防空地下室**清洁区超压和最小防毒通道换气次数**应符合下表的规定。

防空地下室类别	最小防毒通道 换气次数 (h^{-1})	清洁区超压 (Pa)
医疗救护工程、专业队队员掩蔽部、一等人员掩蔽所、生产车间、食品站、区域供水站	≥ 50	≥ 50
二等人员掩蔽所、电站控制室	≥ 40	≥ 30

3.4.3 三种典型防毒通道通风系统

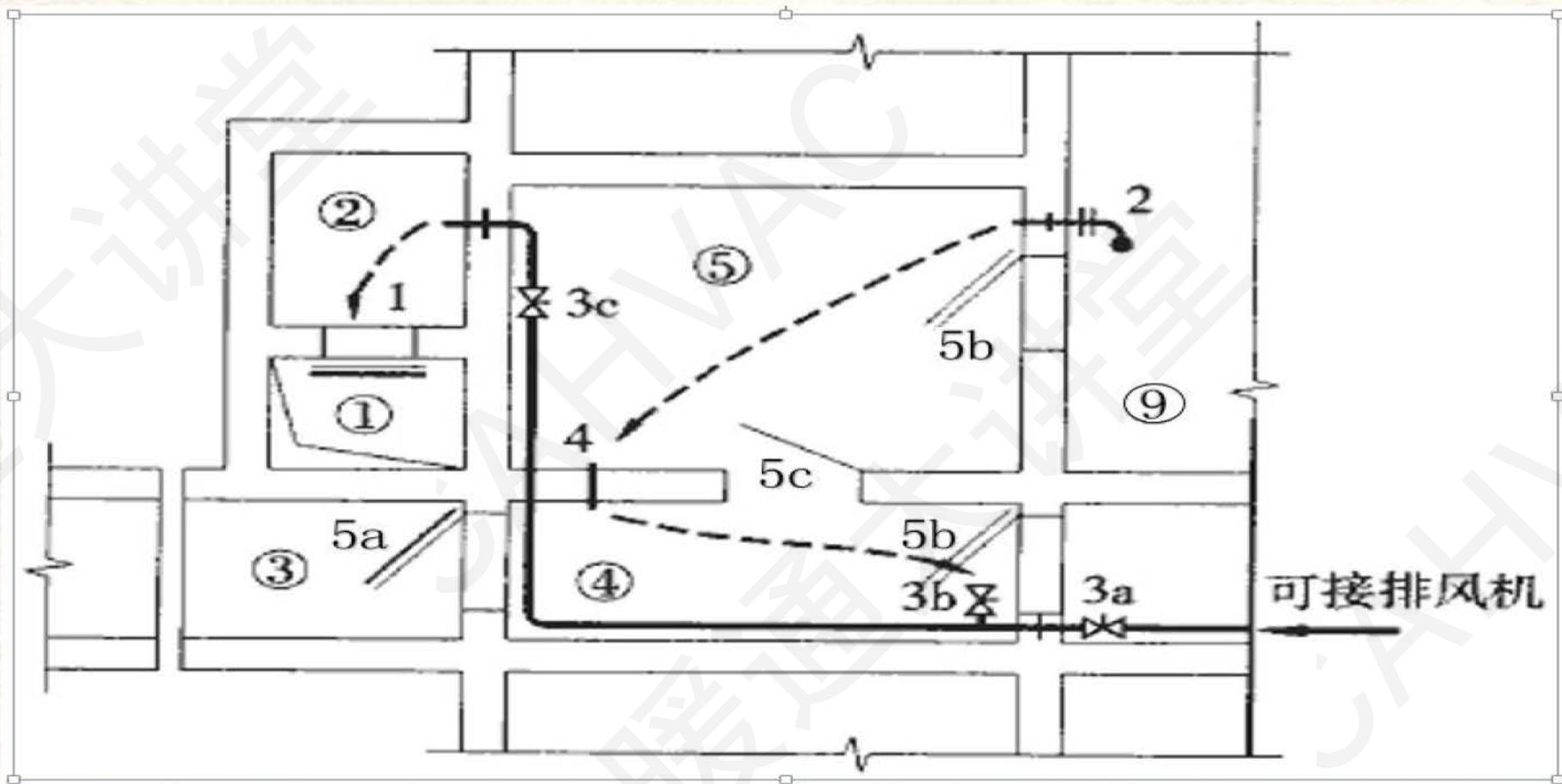


简易洗消设施置于防毒通道内的通风系统

污染区：①排风竖井；②扩散室或扩散箱；③染毒通道；
 半污染区：④防毒通道；⑤简易洗消间；⑥脱衣室；⑦淋浴室；⑧检查穿衣室；
 清洁区：⑨室内；

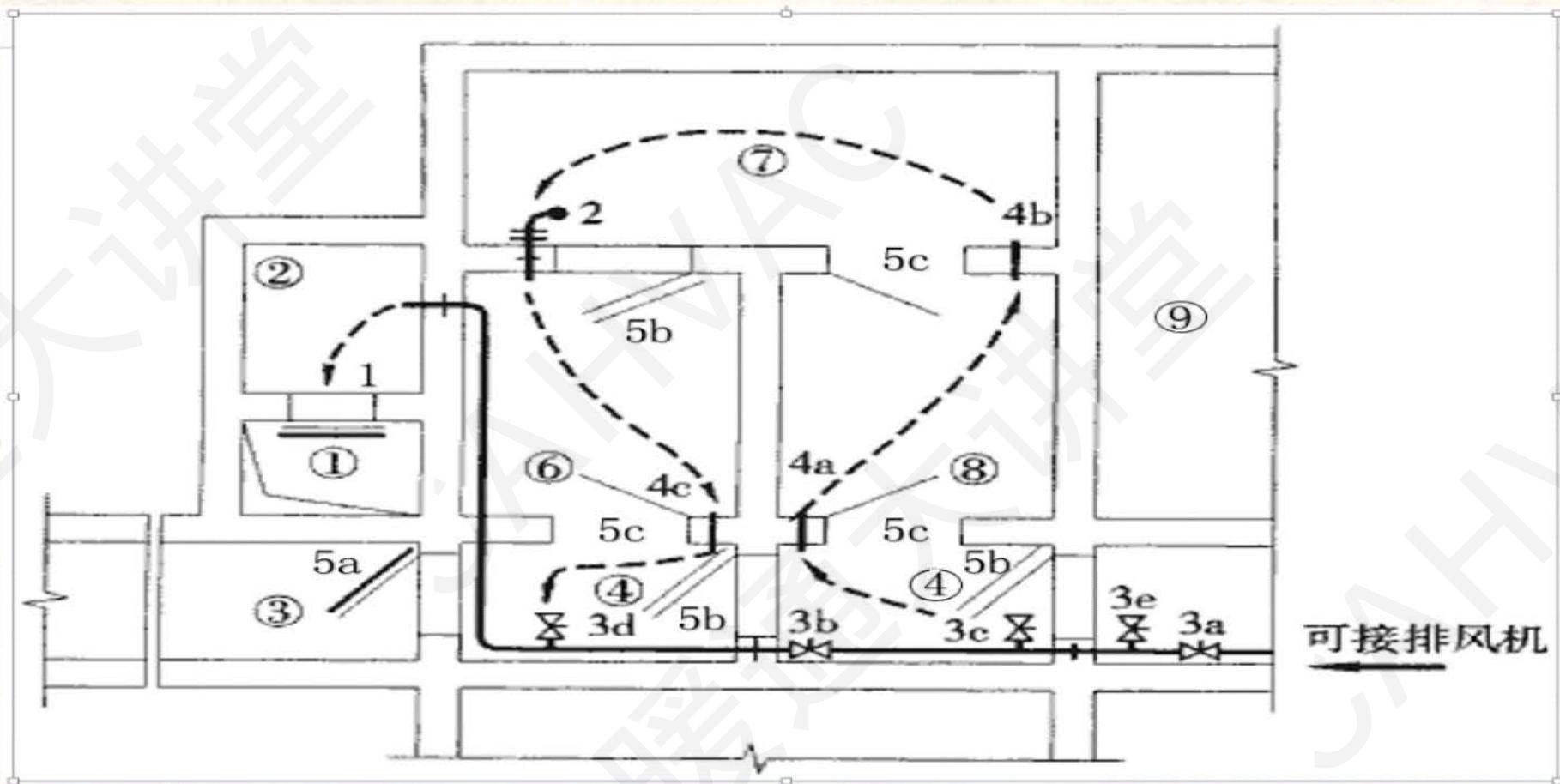
1-防爆波活门；2-自动排气活门；3-密闭阀门；4-通风短管；5a-防护密闭门；5b-密闭门；5c-普通门。

3.4.3 三种典型防毒通道通风系统



设简易洗消间的通风系统

3.4.3 三种典型防毒通道通风系统



设洗消间的通风系统

3.5 机械加压送风系统设计

为了进一步理解医务人员通道的通风系统设计，现将机械加压送风系统风量计算也做个介绍，看看两者的共同之处：**压差风量计算**。

3.5.1 基本概念

孔洞前后有空气压力差时，空气就会从压力高处向压力低处流动，其风量大小与压力差及孔洞截面积有关。

3.5.2 具体参数和计算

门开启时，规定风速值下的其他门漏风总量应按下式计算：

$$L_2 = 0.827 \times A \times \Delta P^{\frac{1}{n}} \times 1.25 \times N_2$$

式中：A——每个疏散门的有效漏风面积（m²）；疏散门的门缝宽度取0.002m~0.004m。

ΔP ——计算漏风量的平均压力差（Pa）；当开启门洞处风速为0.7m/s时，取 $\Delta P=6.0\text{Pa}$ ；当开启门洞处风速为1.0m/s时，取 $\Delta P=12.0\text{Pa}$ ；当开启门洞处风速为1.2m/s时，取 $\Delta P=17.0\text{Pa}$ 。

n——指数（一般取n=2）；

1.25——不严密处附加系数；

N_2 ——漏风疏散门的数量，楼梯间采用常开风口，取 $N_2 = \text{加压楼梯间的总门数} - N_1$ 楼层数上的总门数。

3.5 机械加压送风系统设计

3.5.3 简单对照表

按上述原则计算不同压差下各相关参数详下表，由此可以简单粗略的看到各房间之间的压差。

压差Pa	2.5	5	10	15	20	30	49.5
单位面积的风量($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)	5900	8300	11700	14400	16600	20400	26200
D250短管, 面积 0.049 m^2 , 风量(m^3/h)	290	410	570	710	810	1000	1280
D300短管, 面积 0.071 m^2 , 风量(m^3/h)	420	590	830	1020	1180	1450	1860
单扇普通防火门 $0.9\text{m} \times 2\text{m}$, 门缝宽度 0.004m , 总门缝面积 0.023 m^2 , 风量(m^3/h)	140	190	270	330	380	470	600
双扇普通防火门 $1.8\text{m} \times 2\text{m}$, 门缝宽度 0.004m , 总门缝面积 0.038 m^2 , 风量(m^3/h)	220	320	440	550	630	780	1000

一更, 二更, 缓冲间体积均为 $2.4 \times 2.4 \times 2.4 = 13.8 \text{ m}^3$, 30 次/h, 风量 $410 \text{ m}^3/\text{h}$

3.6 医务人员通道通风系统设计

3.6.1 基本原则：

清洁区至（半）污染区的通道口部压力由“一次更衣→二次更衣→缓冲间”逐步降低，（半）污染区至清洁区的通道口部压力由“缓冲间→脱隔离服间→脱防护服间→脱制服间→淋浴间（旁通）→一次更衣”逐步升高，防止污染区的气流流向清洁区。

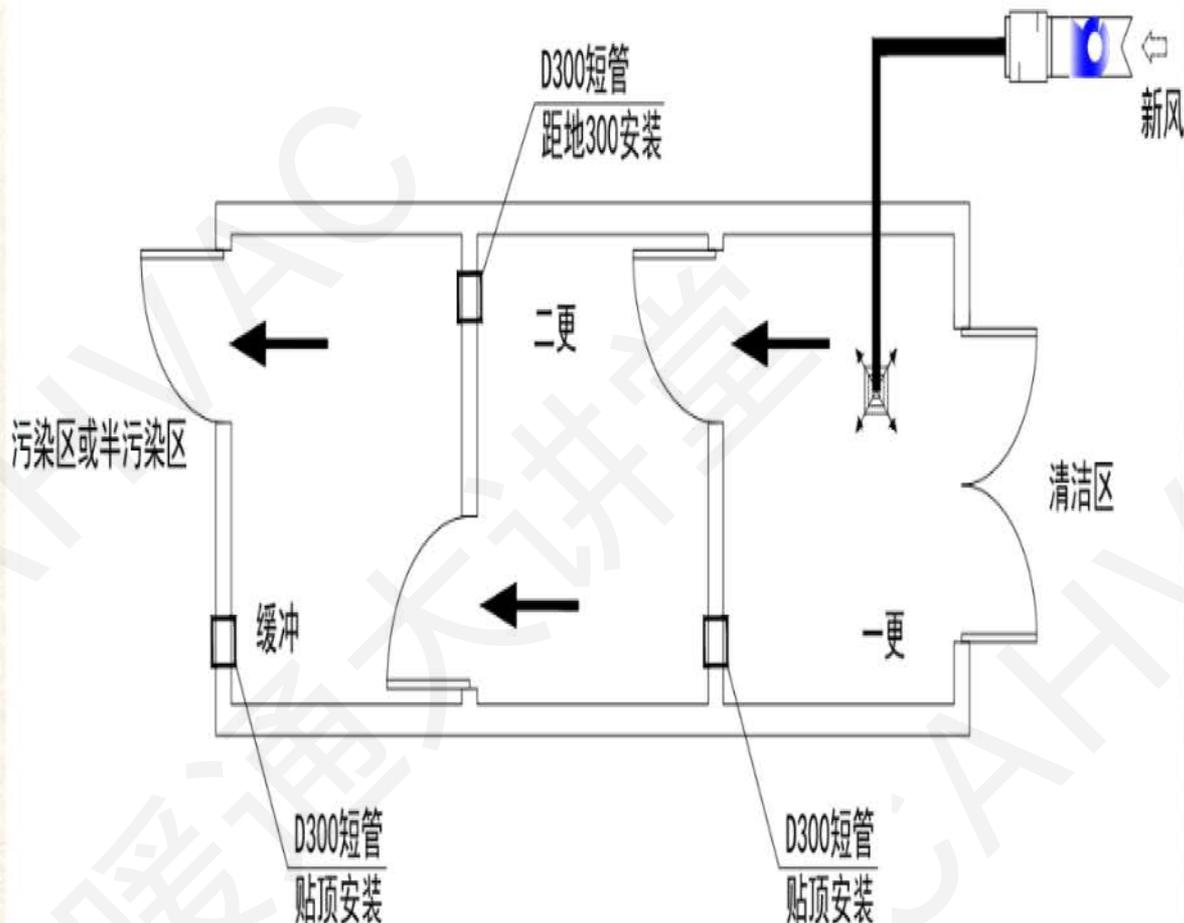
各缓冲隔间通风短管宜配置手动关断阀，通风短管的设置位置应形成合理的气流通道，最好对角上下交错布置，**尽量保证不留通风死角**。

方舱医院医务人员通道的流程有不同做法，**原则是一致的，布局有些区别**。

3.6 医务人员通道通风系统设计

3.6.2 进入通道：清洁区至（半）污染区的通道口部，采取**正压缓冲隔离方式**，即在“**一次更衣**”设置不小于**30次/h**的送风，各相邻隔间设置**D300 通风短管**，保证气流从清洁区流向至（半）污染区。

具体设置详右图。



进入通道：清洁区至（半）污染区口部的气流组织及通风系统

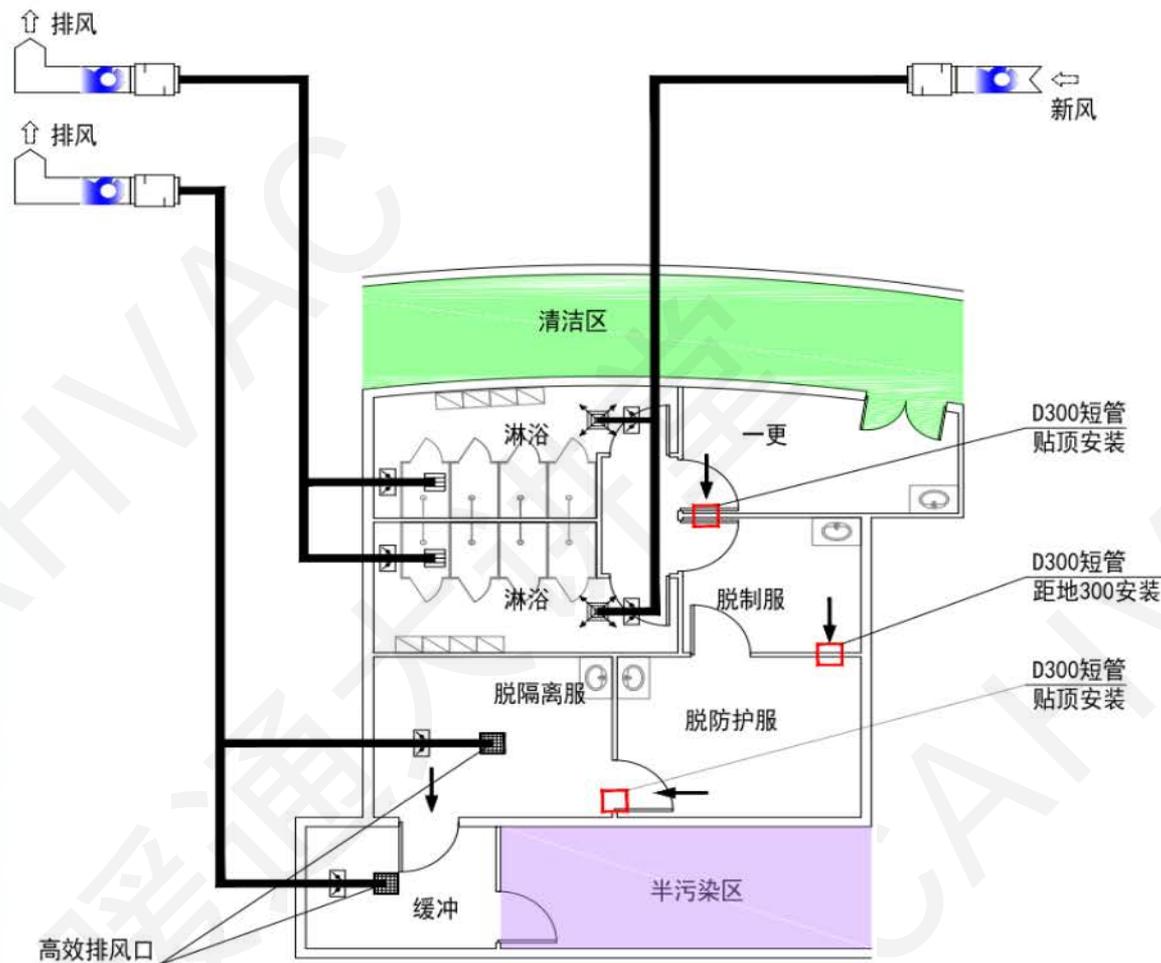
3.6 医务人员通道 通风系统设计

3.6.3 退出通道:

(半) 污染区至清洁区的通道口部, 采取**负压缓冲隔离方式**, 即在“**缓冲间-脱隔离服间**”设置不小于**30次/h**的排风, 并在排风口处设置组合过滤器(粗效过滤器G4+中效过滤器F8+高效过滤器H13), 各相邻隔间设置D300通风短管, 保证气流从清洁区流向至(半)污染区。

具体设置详右图。

淋浴间, 从卫生流程上来说, 是**旁通式**的, 设置机械送排风系统, **送风量按排风量的90%计算。**



退出通道: (半) 污染区至清洁区口部的气流组织及通风系统

目录

01 建设背景

工程概况 02

03 通风系统设计

空调系统设计 04

05 改造注意事项



4.1 清洁区空调系统设计

清洁区空调系统：利用原有的风机盘管加新风的空-水系统。对新风系统位于污染区的新风支管与新风口进行封堵，实现新风系统按区域独立设置。同时对跨越分区的风机盘管送、回风口进行封堵并断电，避免误启动。

4.2 病房区（污染区）空调系统设计

病房区（污染区）空调系统：A、B馆一、二层主场馆利用原有的空调机组的全空气系统。空调机组关闭回风阀，调节新风阀开度，全新风运行。其余病房区利用原风机盘管加新风的空-水系统。在病房区还设置有电热油汀之类的电供暖设备，以满足个性化需求和以防万一。

目录

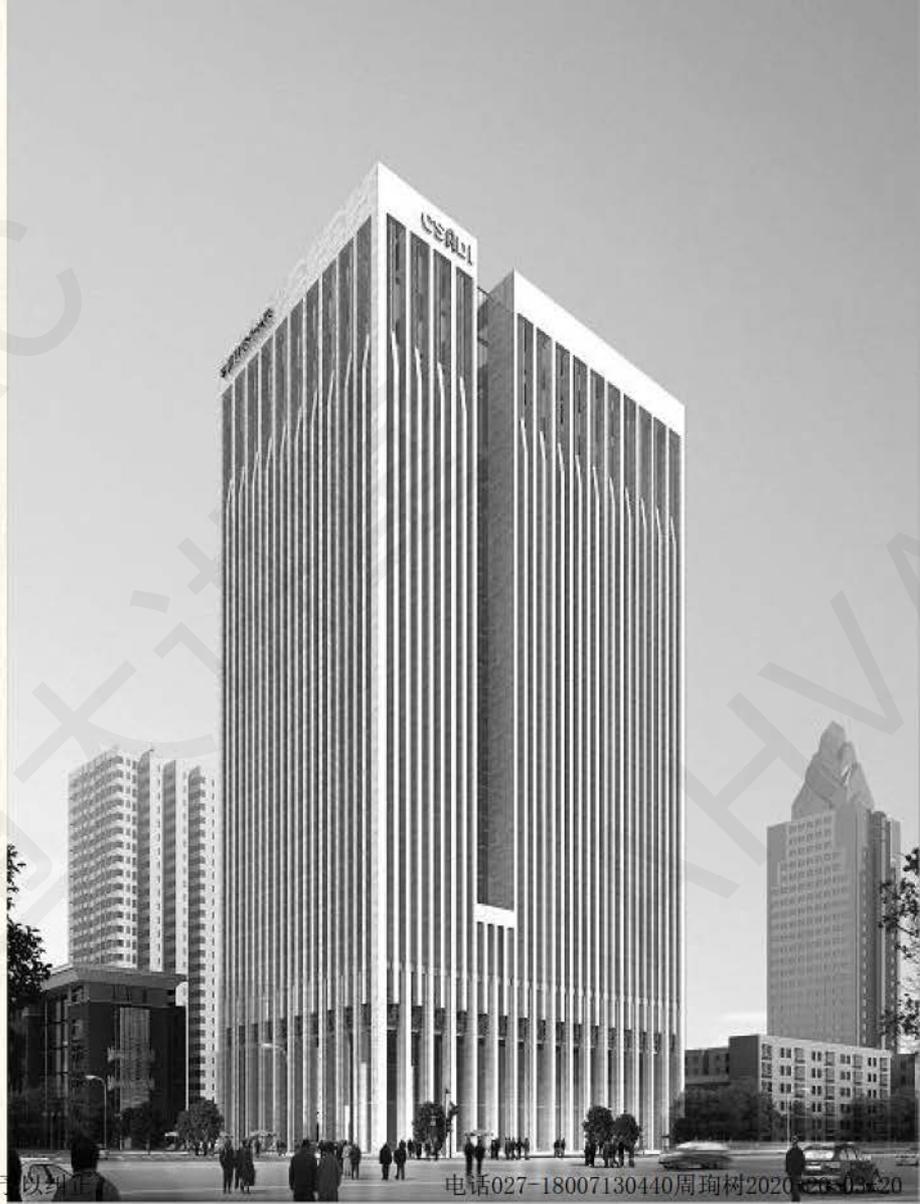
01 建设背景

工程概况 02

03 通风系统设计

空调系统设计 04

05 改造注意事项



- (1) 隔音消声处理。
- (2) 水平系统封堵。
- (3) 垂直竖向系统封堵。
- (4) 取风口清洁。
- (5) 其他。



谢谢大家，谢谢主持人。

以上仅代表个人观点，以期供同仁们一起探讨，**如有考虑不妥之处，欢迎指正。**