

第一篇

技 术 措 施

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

第 1 章 术 语

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

- 第 1 条至第 5 条 关于洁净度级别
- 第 6 条至第 10 条 关于洁净手术部、局部洁净区及其状态
- 第 11 条至第 16 条 关于尘浓、菌浓及自净时间
- 第 17 条 关于基本装备
- 第 18 条、第 19 条 关于验收、评定
- 第 20 条、第 21 条 关于手术区和周边区

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

1.1 粒径(Particle size)

粒径通常是指通过微粒内部的某个长度因次,而不含有规则几何形状的意义。

【参考】 粒径可分成两大类。

一类是按粒子几何性质直接进行测量和定义,如用显微镜法确定的粒径。

另一类是按微粒某种物理性质间接进行测量和定义,如用沉降法、光电法确定的粒径,这实际上是一种当量直径或等价直径。

【参考】 空气洁净技术中常用光散射式粒子计数器测定粒径,则粒径是指将所测微粒与标准粒子散射光强度做等效比较,而得出的综合效果,是一种当量光学直径。

1.2 微粒(Macroparticles)

本书涉及的微粒是指空气介质中的微粒,粒径范围为 $10^{-7}\sim 10^{-1}\text{cm}$,随着微粒大小的变化,它的物理性质和规律都将发生变化。空气介质中的微粒,一般称大气尘,是粒径小于 $100\mu\text{m}$ 的固体或液体微粒。

悬浮微粒(Airborne particles)

空气介质中的微粒,粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的固体或液体粒子,亦称总悬浮颗粒物。

超微粒子(Ultrafine particles)

空气介质中的微粒,粒径小于 $0.1\mu\text{m}$ 的固体或液体粒子。

活粒子(Viable particle)

能够繁殖产生可观察到的生长的、孤立的、自然发生的或累积的微生物,也称有生命的微粒。

【参考】 按微粒的形成方式分类。

(1)分散性微粒:固体或液体在分裂、破碎、气流、震荡等作用下变成悬浮状态而形成,其中固态分散性微粒是形状完全不规则的粒子,或是由集结不紧、解并松散的粒子组合而又形成球状的微粒。

(2)凝集性微粒:通过燃烧、升华和蒸气凝结以及气体反应而形成,其中固态凝集性微粒一般是由数目很多的有着规则结晶形状或者球状的原生粒子结成的松散集合体;液态凝集性微粒要比液态分散性微粒小得多。

【参考】 按微粒的来源方式分类。

(1)无机性微粒:例如金属尘粒、矿物尘粒和建材尘粒等。

(2)有机性微粒:例如植物纤维,动物毛、发、角质、皮屑,化学染料和塑料等。

(3)有生命微粒:例如单细胞藻类、菌类、原生动物、细胞和病毒等。

【参考】 按微粒的可见性方式分类。

(1)可见微粒:肉眼可见,微粒直径大于 $10\mu\text{m}$ 。

(2)显微微粒:在普通显微镜下可以看见,微粒直径为 $0.25\sim 10\mu\text{m}$ 。

(3)超显微微粒:在超显微镜或电子显微镜下可以看见,微粒直径小于 $0.25\mu\text{m}$ 。

【参考】 微粒对人体健康的影响与其性质、吸入量及其粒径大小有关。空气动力学粒径大于 $10\mu\text{m}$ 的粒子基本上被阻于人的鼻腔;大于 $2\mu\text{m}$ 、小于 $10\mu\text{m}$ 的粒子约有90%可进入并沉积

在呼吸道的各个部位,10%可以达到肺的深部,并沉积于肺中;小于 2μm 的粒子 100%可以吸入肺部,其中 0.3~2μm 的粒子几乎全沉积于肺部而不能呼出。

【参考】 气溶胶(Aerosol)是指含有分散相悬浮微粒的空气介质,是一种分散体系。从气溶胶力学角度考察,其大小可为 10⁻⁷~10⁻¹cm;但通常是指 10⁻⁷~10⁻²cm。

【参考】 生物气溶胶(Bioaerosol)是指空气环境中弥散的生物介质(活粒子、过敏素、毒素或微生物)

【参考】 ISO 定义:气溶胶是指沉降速度可以忽略的固体粒子、液体粒子或固体与液体粒子在气体介质中的悬浮体。

1.3 粒径分布(Particle size distribution)

微粒粒径按频率分布和累计分布,是粒径的函数

【参考】 如以一群微粒中不同粒径的微粒数所占总体数量的百分数来表示,则称为粒径粒数的频率分布,简称粒径频率分布。

【参考】 如以一群微粒中大于或等于某粒径的微粒数所占总体数量的百分数来表示,则称为粒径的累计分布。

【参考】 微粒按粒径的分布就是微粒的分散度,如一群微粒中不同粒径粒子的个数(或质量)各占总体数量(或质量)的百分数。

【参考】 如果在双对数纸上(即 X 轴与 Y 轴均以对数表示)表示的粒径累计分布,称为双对数纸上的粒径累计分布。

1.4 尘埃浓度(Particle concentration)

一定单位空气中所含的尘埃量,这个量可以是数量或质量。

【参考】 含尘浓度特指按单位容积空气中悬浮微粒的颗数。

【参考】 大气尘浓度有三种表示方法(表 1.1)。

(1)计数浓度:以单位体积空气中所含有的尘粒个数表示,记作粒/m³ 或粒/L。

(2)计重浓度:以单位体积空气中所含有的尘粒质量表示,记作 mg/m³。

(3)沉降浓度:以单位时间单位面积上自然沉降下来的尘粒数或者质量表示,记作粒/(cm²·h)或 t/(km²·月)。

表 1.1 几种浓度的比较

尘埃浓度	工业城市(污染地区)	工业城市郊区(中间地区)	非工业区或农村(清洁地区)	生产大规模集成电路的洁净室	生产被动式激光夜视仪器
≥0.5μm 计数浓度/(粒/L)	≤3×10 ⁵	≤2×10 ⁵	≤10 ⁵	≤3	≤0.3
计重浓度/(mg/m ³)	0.3~1	0.1~0.3	<0.1		
沉降浓度/[t/(km ² ·月)]	>15	<15	<5		

【参考】 由于大气尘中不同粒径范围内的粒子数量相差太大,所以采用计数浓度一定要表示粒径范围,最常用的是以≥0.5μm 的粒子数量为基准的计数浓度。计重浓度和沉降浓度则不需要表示粒径范围。

1.5 空气洁净度(Air cleanliness)

空气洁净度是指洁净环境中空气含尘(微粒)量多少的程度。含尘浓度高则洁净度低,含尘浓度低则洁净度高。

【参考】 空气洁净度是用单位体积某粒径微粒的数量来区分,其本身是无量纲的。

1.6 空气洁净度级别(Air cleanliness class)

洁净度级别上限(Upper class limit of the cleanliness class)

空气洁净度级别是用来区分空气洁净度高低的,以每立方米(必要时也可用每升)空气中的最大允许微粒数来确定。这个最大允许微粒数称作洁净度级别上限。

【参考】 由于掌握了在双对数纸上微粒分布的规律,美国标准采用在双对数纸上划平行线的方法制订了不同场所的洁净度级别。

【参考】 美国标准(表 1.2)。

表 1.2 美国联邦标准 209E

级别		级别的浓度上限									
		0.1 μ m		0.2 μ m		0.3 μ m		0.5 μ m		5 μ m	
		单位体积		单位体积		单位体积		单位体积		单位体积	
国际单位制	英制	m ³	ft ³								
M1		350	9.91	75.7	2.14	30.9	0.875	10.0	0.283	—	—
M1.5	1	1 240	35.0	265	7.30	106	3.00	35.3	1.00	—	—
M2		3 500	99.1	757	21.4	309	8.75	100	2.83	—	—
M2.5	10	1 240	350	2 650	75.0	1 060	30.0	353	10.0	—	—
M3		0	3500	991	7 570	214	3 090	875	1 000	28.3	—
M3.5	100	—	—	26 500	750	10 600	300	3 530	100	—	—
M4		—	—	75 700	2 140	30 900	875	10 000	283	—	—
M4.5	1 000	—	—	—	—	—	—	35 300	1 000	247	7.00
M5		—	—	—	—	—	—	10 000	2 830	618	17.5
M5.5	1 000	—	—	—	—	—	—	0	0	—	—
M6	0	—	—	—	—	—	—	35 300	1 000	2 470	70.0
M6.5	1 000	—	—	—	—	—	—	0	0	—	—
M7	00	—	—	—	—	—	—	10 000	2 830	6 180	175
		—	—	—	—	—	—	00	0	—	—
		—	—	—	—	—	—	35 300	1 000	24 700	700
		—	—	—	—	—	—	00	00	—	—
		—	—	—	—	—	—	10 000	2 830	61 800	1 750
		—	—	—	—	—	—	000	00	—	—

注：表中粒数均指 \geq 所指粒径。

【参考】 我国标准和 ISO 标准(表 1.3)。

表 1.3 国标 GB50073-2001 和国际标准 ISO14644-1

级别	级别限值					
	0.1 μ m	0.2 μ m	0.3 μ m	0.5 μ m	1.0 μ m	5.0 μ m
	m ³					
1	10	2				
2	100	24	10	4		
3	1 000	237	102	35	8	
4	10 000	2 370	1 020	352	83	
5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
7				352 000	83 200	2 930
8				3 520 000	832 000	29 300
9				35 200 000	8 320 000	293 000

注：表中粒数均指 \geq 所指粒径。

【参考】 美国联邦标准 F5209 制定者美国环境科学研究所(IES)多次强调并在标准中注明级别界限并不一定代表在任何一个具体场合下的粒径分布,因为不同粒径的尘粒在空气中的数量分布取决于许多因素,如尘粒的密度、形状和体积,所处气流状态、所在地点离地高度、所受的能量(动能、热能、电磁能)以及空气的黏度等。由于室内外尘源性质、散发的微粒的粒径分布和发散量不同,气流状态不同,室内外气溶胶微粒的粒径分布也有所不同。

1.7 洁净室(Clean room)

洁净室是指空气洁净度达到规定空气洁净度级别的可供人活动的空间,并有控制污染的能力。

【参考】 空气悬浮粒子浓度受控的房间。它的建造和使用应减少室内诱入、产生及滞留的微粒,室内其他有关参数如温度、湿度、压力等按要求进行控制。

【参考】 洁净室在功能、设计、结构和施工上有如下特点(表 1.4)

表 1.4 洁净室特点

功能上	设计上	结构上	施工上
防止产生微粒	三级过滤	不产生微粒	清洁、干燥
阻止进入微粒	末端过滤	不积存微粒	严密、平整
有效排除微粒	气流方向有利于微粒沉降与排除	不妨碍清除微粒	按程序施工

【参考】 洁净室不仅要控制室内温度、相对湿度,而且也要控制尘埃、细菌、压力、有害气体浓度以及气流分布。最为重要的是控制室内的微粒(细菌或尘埃)浓度。

1.8 工业洁净室(Industrial clean room) 生物洁净室(Biological clean room)

【参考】 洁净室就其控制的对象来说,分为工业洁净室和生物洁净室两大类。

工业洁净室以控制非生物微粒的污染为主要目的,而生物洁净室以控制生物微粒的污染为主要目的。

【参考】 生物洁净室是指空气中悬浮微生物被控制在规定值内的洁净空间。

【参考】 由于控制对象不同,生物洁净技术有它的特殊性,它与工业洁净技术在实质与控制机理上的区别可简明地归纳为表 1.5。

表 1.5 生物洁净室与工业洁净室对控制的不同要求

名称	生物洁净室	工业洁净室
典型应用场合	医疗、制药、食品、实验动物、生物安全领域等	高纯度材料、微电子(如集成电路)、精密仪器、宇航等
微粒性质	微生物为活的粒子,会繁殖。通常形成菌落形态,当量粒径相对较大	大多数尘埃的粒径更小,浓度更高。有的工艺还注重尘埃的化学性质
微粒控制目标	控制微生物污染或危害,更注重消除系统中滋生细菌的隐患	控制尘埃的粒径与浓度,注重工艺生产的保护
微粒控制要求	由质量控制体系要求来确定空气中容许微生物浓度	控制粒径一般考虑为特征线宽的 1/3 或更小
微粒对工艺影响	无菌工艺不允许有一颗菌粒污染,对一般工艺,生物微粒要达到一定的浓度才能构成危害	处于关键部位的一颗微粒就能毁掉整个集成电路
控制微粒的特性	对无菌工艺控制能产生一次危害的微粒,对一般工艺是一种累积性危害微粒(Progressive failure particle)	能引起工艺致命伤害的“杀伤粒子(Killer particles)”的粒径
控制参数	室内微生物浓度(净化措施只是手段)	室内的洁净度级别

1.9 单向流洁净室(Unidirectional airflow clean room) 乱流洁净室(Mixed airflow clean room)

【参考】 气流流型是指室内空气的流动形态和分布形式。

【参考】 按室内气流单一或并存的流态形式,洁净室可分为四类:

- (1)单向流洁净室。
- (2)非单向流洁净室。
- (3)辐流洁净室。
- (4)混合流洁净室。

【参考】 通常分为单向流洁净室和乱流洁净室。乱流洁净室是洁净技术领域内通俗词汇,亦称非单向流洁净室。

【参考】 单向流洁净室是由流线平行、方向单一、速度均匀的气流流过房间工作区整个截

面的洁净室。气流垂直于地面的为垂直单向流洁净室，气流平行于地面的为水平单向流洁净室。

【参考】 单向流是沿单一方向呈平行流线并且横断面上风速一致的气流。凡是不符合单向流定义的气流称为非单向流。

【参考】 辐流洁净室是用半圆柱形或半球形辐流送风口，从上部或侧面送风，对侧下部回风，在室内形成辐射状气流。

【参考】 乱流洁净室是通俗叫法，它形象地表示洁净室内的气流流线不平行、方向不单一、流速不均匀，而且有交叉回旋的紊乱气流流过房间工作区整个截面的洁净室。

1.10 全室空气净化(Whole room air cleaning)

通过空气净化等技术措施，使室内工作区的空气含尘浓度达到规定的洁净度等级的方式。

局部空气净化 (Local air cleaning)

仅在室内工作区特定的局部空间内空气含尘浓度达到规定的洁净度等级的方式。

1.11 洁净工作区(Clean working area)

洁净室内离地面高度 0.8~1.5m(除工艺特殊要求外)的区域。

局部洁净区 (Local clean zone)

空气含尘浓度达到规定的洁净度等级的室内局部地区。

【参考】 洁净区域根据工艺需要，可以在全室实现，也可以在局部实现。对于工艺的关键区域要求洁净度级别最高，控制最严，但控制的区域往往不大，如为此而实现全室高洁净度，无论其造价还是运行费用都是相当不合理的。

【参考】 洁净区是指空气悬浮粒子浓度受控的限定空间，可以是开放式的或封闭式的。

【参考】 局部洁净区 100 级是在局部实现高洁净度(100 级)的一种合适的方式，即以局部单向流方式，在室内局部地区建立的洁净度级别为 100 级的区域，以保护关键区域。

1.12 洁净手术室(Clean operating room)

采取一定空气洁净措施、达到一定细菌浓度和空气洁净度级别的手术室。

洁净手术部(Clean operating department)

由洁净手术室和辅助用房组成的自成体系的功能区域。

【参考】 人们致力于手术室无菌空间控制，有效避免微生物的危害，以防止术后感染。单纯依赖化学消毒实现无菌控制的年代已经过去了，人们已经充分认识到化学消毒作用的有限性，以及对人、对环境的危害性。以生物洁净技术为中心的综合保障措施已成为现代无菌手术室的不可替代的有效手段。从这个意义上讲洁净手术部是现代意义上的无菌手术室。

【参考】 洁净手术部概念的提出标志着单室控制的概念已发展为区域控制。它反映了卫生学与工程学、近代医疗建筑和洁净空调技术的结合，是包括空气洁净技术、医学无菌技术、医院管理科学和建筑设计在内的多学科综合性技术的产物。

【参考】 洁净手术部必须由建筑、基本装备、空调净化、医用气体、水、电等多个专业的配合和支撑所构成，完整地实施了设计、施工、检测、验收各个阶段的内容，另外还需要与此相适

应的科学合理的运行与管理的措施,才能充分地体现洁净手术部综合整体,有效地实现手术部综合保障体系。

1.13 人身净化用房(Room for cleaning human body)

人员在进入洁净区之前按一定程序进行净化的房间。

物料净化用房(Room for cleaning material)

物料在进入洁净区之前按一定程序进行净化的房间。

1.14 传递窗(Pass box)

在洁净室隔墙上设置的传递物料与工器具的开口,开口内外各有一道窗扇,两道窗扇不应同时打开。

1.15 CFU(捕获细菌经培养形成菌簇的单位数缩写)(Colony-forming units)

VU(活单位)(Viable unit)

一个以上集结的活粒子可算为一个单位,当在培养基上生成一些被称为菌簇的 VU 时,通常将它们写为 CFU。

【参考】 微生物是结构简单、分布广、繁殖快、个体最小的生物。微生物的种类主要有细菌、真菌(包括霉菌、酵母菌)、放线菌、螺旋菌、立克次氏体、支原体和病毒。

【参考】 由于单一细菌个体是不可见的,需要用一定的手段,将细菌采集到含有丰富营养的培养基的培养皿内,在规定的条件下将单一个体培养繁殖成为肉眼可见菌簇(群体)而计算其个数。这个数就是 CFU。

【参考】 用经培养形成菌簇的这种方法,可计数出捕获细菌中的活的、具有繁殖能力的细菌数,这个数量才具有生物学意义。

1.16 浮游法细菌浓度(简称浮游菌浓度)(Airborne bacterial concentration)

沉降法细菌浓度(简称沉降菌浓度)(Depositing bacterial concentration)

表面染菌密度(Density of surface contaminated bacterial)

【参考】 相对于水、土壤来说,空气是微生物生活的不利环境。空气中缺乏营养物质,尤其是干燥空气使微生物失去水分,太阳的紫外线又有杀菌作用。只有在房间等闭合空间,由于室内通风不好,人类和其他生物的活动等因素使室内微生物浓度增高,并可能出现病原微生物。

【参考】 由于采集细菌的方法不同,可得到不同的细菌浓度,通常有以下三种方法:

(1)如用直径 90mm 培养皿,静置室内 30min,空气中浮游菌不时地沉降到培养皿内,然后经培养得出的每一皿的沉降菌落数,称为沉降法细菌浓度,或简称沉降菌浓度,单位为个/(ϕ 9cm 皿·30min)或 CFU/(ϕ 9cm 皿·30min)。

(2)如用狭缝型细菌采样器在室内抽吸采样,将一定量的空气通过狭缝,以高速撞击在培养基上,空气中浮游菌被捕集,然后经培养得出的每一皿的沉降菌落数。由此得出的单位体积

空气中的浮游菌数，称为浮游法细菌浓度，或简称为浮游菌浓度，单位为个/m³ 或 CFU/m³。

(3)如用以浸有无菌生理盐水采样液的棉拭子或规定的其他物体，以特定方法擦拭要检测表面，并达到规定表面积，按要求培养后得出的菌落数，称为表面染菌密度，单位为个/cm² 或 CFU/cm²。

1.17 消毒(Disinfection)

指用物理的或化学的方法杀死物体或介质中所有病原微生物，但不一定杀死芽孢。通过消毒可以达到防止病原微生物传播的目的。

灭菌(Sterilization)

指利用理化方法，杀死物体或介质中所有的微生物，包括致病的和非致病的各种微生物，以及细菌的芽孢。

抑菌(Bacteriostasis)

指利用理化因素抑制微生物的生长繁殖，细菌一般不死亡，但可防止物品腐败，亦称防腐 Antisepsis。

无菌(Asepsis)

指不含一切活的细菌。

消毒剂(Disinfectant)

是能杀灭细菌繁殖体、部分真菌和病毒，不能杀灭细菌芽孢的药物。

【参考】 微生物极易受到环境条件的影响。在合适的环境条件下，微生物可进行正常的生长繁殖；如环境条件不适宜，微生物会发生变异，但如环境条件超过一定限度，则引起微生物生长的抑制，甚至死亡。影响微生物生长繁殖的因素可分为物理、化学、生物等三方面。

【参考】 无菌操作主要是防止外界环境微生物污染工作对象，同时防止工作对象的微生物污染环境或感染人体。无菌操作所用的器具和材料，必须经灭菌处理。

【参考】 单纯依赖药物杀灭细菌，控制感染的作用有限，而且可能产生抗药性菌株，破坏环境正常菌群，造成严重的化学药物残留。为此德国标准 DIN 58948 第 7 部分规定，凡采用化学方法进行消毒灭菌，必须采取妥善的措施消除残留的有害物。

1.18 自净时间(Clean-down capability)

洁净室被污染后，恢复到稳定的规定的室内洁净度级别的时间。

【参考】 洁净室在净化空调系统的运行中，室内含尘浓度从一个较高的值下降到稳定值所需要的时间定义为自净时间(min)。它与室内的换气次数和气流组织有关。

【参考】 如这个过程发生在净化空调系统开机阶段，则称为开机自净时间。如这个过程发生在净化空调系统正常运行中，洁净室被污染后再恢复到稳定的规定的室内洁净度级别的时间，则称为污染自净时间。

【参考】 这里特指洁净手术室在规定的换气次数条件下，从污染后(例如前一台手术后)的较低洁净度级别恢复到规定的静态高洁净度级别时(例如另一台手术开始前要求的级别)所需时间，称为手术后污染自净时间。它不应大于接台手术所需的时间。

1.19 手术区(Operating zone) 周边区(Surrounding zone)

【参考】 由于《标准》强调对手术室的关键部位(手术台及其周围)的特别保护,为此需要定义手术区。Ⅰ级手术室的手术区是指手术台两侧边各外推 0.9m、两端各外推 0.4m 后包括手术台的区域;Ⅱ级手术室的手术区是指手术台两侧边各外推 0.6m、两端各外推 0.4m 后包括手术台的区域;Ⅲ级手术室的手术区是指手术台四边各外推 0.4m 的区域。

洁净手术室内除了手术区以外的其他区域则定义为周边区。

1.20 有序的梯度压力(Ordered gradient pressure)

【参考】 要防止室外非洁净空气对室内洁净、无菌状态的干扰,最有效的方法是正压控制,即保持室内空气压力大于室外压力,室内空气只可能流向室外,而不可能产生倒流。如今已从单室控制发展整个区域控制,就需要建立区域内外及区域内不同洁净度级别的空间之间有序的梯度压力分布。

【参考】 洁净手术部相对于周围区域应维持正压,和部内洁净级别不同的房间之间维持合理的气流流向和不同的压力分布,以避免室外对室内或低级别环境对高级别的影响。要真正地减少手术区交叉感染的风险,只有保证在任何情况下(特别强调是在非设计工况或在非正常运行工况下)都能维持洁净手术部内这种有序的梯度压力分布不变。

【参考】 正压的具体作用体现在三个方面:①在门窗关闭的情况下,防止洁净室外的污染由缝隙渗入洁净室内;②在门开启的瞬间,保证有足够的气流向外流动,减少门开启或人进入的瞬间带来的干扰气流,但不保证在门开启的状态下的正压;③保证洁净区域内合理、有序的气流的流向与流量。

【参考】 正压控制一般通过调节送风与回风、排风量之间的差值,并结合控制手段来实现。这个风量差值称为正压渗透风量。说到底这个正压渗透风量是由系统新风量承担的。正压本质就是正压渗透风量透过房间缝隙的阻力。正压风量是无组织气流,到处渗透,因此正压渗透风量越多、房间缝隙越小,所建立的正压就越大,反之亦然。

1.21 气闸(Air lock)

设置在洁净室的出入口,为阻隔室外或邻室污染气流及控制压差而设置的缓冲间。

【参考】 气闸是指具有两扇门的密闭空间,在同一时间内只能打开一扇,其目的是当人需要进出时,犹如空气闸门将房间之间的气流加以控制。

【参考】 压力控制是防止污染渗入的有效措施,有时当两侧需要的压差太大而又难以达到,可以设置气闸。

1.22 空气吹淋室(Air shower)

利用高速洁净气流吹淋并清除进入洁净室的人员服装表面所附着的微粒的装置。

1.23 缓冲室

面积不小于 3m^2 ,进出的门不应同时开启,送洁净风并达到与之进入的区域同级(但不超过 1 000 级)的小室。比气闸室更有效。

【参考】 空气吹淋室常用于工业洁净室与制药厂房等以控制尘粒污染的场所,根据检测及实际使用情况看效果并不理想。一般不适用于以控制微生物为主的生物洁净室。

1.24 基本装备(Basic equipment)

【参考】 手术室的基本装备是指为洁净手术室与手术室平面布置和建筑安装有关的基本设施,不包括专用的移动手术仪器设备。

【参考】 手术室房间内部的设施,例如无影灯、器械柜、气体供应装置。这些和手术室的平面结构和气流设计都有关系,也是保证洁净手术室规范化、现代化的一个重要方面。

1.25 高纯水(High purity water)

电阻率大于 $10 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ (温度 25°C),并对水中微粒、细菌、有机物等有严格要求的纯水。

1.26 高纯气体(High purity gas)

气体纯度大于或等于 99.9995%、含水量小于 5ppm 的气体。

1.27 消声(Sound attenuation)

通过一定的手段对生产过程或其他过程产生的噪声加以控制,使其降低到容许范围的技术。

1.28 隔振(Vibration isolation)

采取一定措施,使机械设备的传振衰减到容许的程度,以防损坏建筑结构并影响生产和危害人体健康的技术。

1.29 交竣状态洁净室(空态)(As-built clean room)

待工状态洁净室(静态)(At-rest clean room)

运行状态洁净室(动态)(Operational clean room)

【参考】 根据洁净室使用的状态,可划分为以下三类:

(1)交竣状态洁净室通常称为空态洁净室,是指已建成并准备运行的、具有全部有关的设

施及功能但室内没有设备和人员的洁净室。

(2)待工状态洁净室通常称为静态洁净室,是指室内设施及功能齐备、设备已安装并可运行但无工作人员时的洁净室。

(3)运行状态洁净室通常称为动态洁净室,是指正常运行、人员进行工作时的洁净室。

【参考】 空态洁净室是指已建成并完成各动力管线的连接并能发挥作用,但室内无生产设备、材料和人员。静态洁净室是指室内设备已安装并能按用户与供应商之间达成的协议运行,但无人员进入。动态洁净室是指设备已按指定方式发挥作用,指定数量人员已进入并以约定方式进行工作。

1.30 验收(Acceptance) 测试(Test)

按照规定方法测定完成一项设施或其一部分的性能并给以结论的操作活动。

监测(Monitoring)

通过采用规定方法和计划进行除验收测试以外的日常测试,以取得一项设施的性能数据作为监督其运行的依据而完成的操作过程。

竣工验收(Completed acceptance)

建设方对施工方调试净化空调基本参数达到合格后的洁净手术部的施工安装质量的检查认可。

综合性能评定(Comprehensive performance judgment)

由第三方对已竣工验收的洁净手术部的等级指标和技术指标进行全面检测和评定。

验证(Validation)

检查和提供客观证明,表明特定用途的特殊要求得到满足,以此实现确认。

【参考】 洁净手术部的工程验收宜分为两个阶段进行,先进行竣工验收,再进行综合性能全面评定。

【参考】 竣工验收和综合性能全面评定必须对洁净室进行性能检测。

【参考】 竣工验收的检测与调整应在空态或静态下进行。综合性能全面评定的检测也在空态或静态下进行,或由建设、设计和施工单位三方协商确定。

【参考】 不论竣工验收还是综合性能全面评定的所有检测,必须注明检测状态。

第 2 章 总 则

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

第 1 条 《医院洁净手术部建筑技术规范》的编制目的

第 2 条 《医院洁净手术部建筑技术规范》的适用范围

第 3 条、第 6 条 除《医院洁净手术部建筑技术规范》外还必须遵循相关的法律、法规、标准和规范

第 4 条 洁净手术部建设的关键

第 5 条 须要有材料和产品的性能证明

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

2.1 控制院内感染的原则

洁净手术部的建设必须在设计、施工和验收三方面，同时满足卫生学标准和空气洁净技术标准两方面的要求。

2.1.1 控制院内感染应是一个全面控制的概念，切断所有污染途径

只有手术室洁净是不够的，洁净的要求应是贯彻到手术室及其必要配套的辅助性用房的一个区域，这个区域就是手术部，就是洁净手术部。

在医院诸部门中，手术环境的潜在危害最大，所以对手术部和手术室的控制要求也理应最高。

为了有利于达到和保持洁净手术部的内部环境空气质量要求，排除其他部门对其干扰，洁净手术部宜为完整的封闭构成系统。

手术室内导致院内感染的污染源见表 2.1。

表 2.1 手术室内的院内感染源

感染源	感染途径
内部	由于术前不当的皮肤清洁引起患者自身感染
外部	①直接接触未经消毒、或消毒不彻底、或又被空气污染的器具、表面、医护人员 ②与病人接触过的院内人员产生的液滴的散播 ③空气中的液滴和尘粒把微生物传播到手术切口 ④免疫力降低的患者吸入带菌空气

洁净手术部人员和物品对院内感染的关系见表 2.2 和 2.3。

表 2.2 洁净手术部人员分类

组成	性质	洁污类别	要求
执刀医生、器械护士	直接进行手术操作，传送手术器械	洁净人员	入室卫生标准高
一般医生、巡回护士	不直接进行手术操作，活动量大，影响大	洁净人员	入室卫生标准较高
实习医生、参观人员	视同一般医护人员	洁净人员	入室卫生标准较高
患者	常为带菌者，又可能将病室、走道污物带入	准洁净人员	经过消毒、擦洗、更衣，一般不经过严格卫生处理

表 2.3 洁净手术部物品分类

组成	性质	洁污类别	要求
手术衣、手术单、手套、手术器械、敷料等	与创口直接接触	清洁物	经过高压灭菌处理
手术用仪器、设备、清洗后灭菌前物品	不与创口接触，经消毒灭菌后接触	准清洁物	清洗
术后器械、敷料、手术废杂物	常带有大量细菌，造成对人员、空气污染	污染物	尽可能隔离传送

【参考】 ①医院感染发生部位构成比例见表 2.4(据全国医院感染监控网 1998~1999 年监测资料)。由表可见对于外科,下呼吸道和伤口感染占到感染的半数以上。

表 2.4 医院感染发生部位构成比(%)

科 别	下呼吸道	胃肠道	术后伤口	皮肤软组织	泌尿道	血液	其他
内 科	35.5	13.5	0.4	4.0	12.8	1.4	32.4
外 科	26.9	7.8	25.7	9.0	11.1	1.3	18.2
儿 科	24.1	25.2	1.4	7.0	1.7	0.8	39.8
妇 科	12.4	8.4	11.1	1.6	24.1	0.2	42.2
产 科	16.7	5.8	13.4	13.4	12.2	0.7	37.7
五官科	14.5	10.0	14.3	4.7	2.9	0.08	53.5
合 计	30.4	11.9	10.1	6.4	10.9	1.2	29.1

②不同部位医院感染常见病原体分布构成比例见表 2.5(根据同表 2.4)。

表 2.5 不同部位医院感染常见病原体分布构成比(%)

病原体	感 染 部 位						
	下呼 吸道	术后 伤口	泌尿道	胃肠道	血液	皮肤软组织	其他 部位
大肠埃希菌	5.0	16.0	21.5	6.9	16.6	9.3	7.5
铜绿假单胞菌	11.2	10.0	—	—	5.5	13.2	—
肠杆菌属	—	9.6	8.7	5.2	—	8.6	6.5
克雷伯菌属	8.5	6.1	—	—	6.6	—	—
金黄色葡萄球菌	8.7	11.6	—	—	8.3	20.4	6.9
表皮葡萄球菌	5.9	5.9	5.1	5.9	11.5	7.9	16.9
白色念珠菌	7.9	—	5.8	4.6	—	—	8.0
肠球菌	—	—	5.5	—	—	—	—
真菌	16.0	2.6	21.9	50.5	10.7	5.2	18.1

2.1.2 控制感染也是一个全过程控制的概念,要求整个手术过程得到控制

(1)一般卫生消毒灭菌措施只提供了起点控制,在此后的整个手术过程中,随着人员的活动,特别是空调送风的结果,使刚消毒完的室内无菌状态即被破坏。

实践证明,医疗技术和设备都已长足进步,惟独空气状况恶化的今天,(见表 2.6~2.8)空气途径是一个重要的感染途径,特别是今后手术室不可能把空调拒之于门外,而单纯的空调风则是极大的微生物发生源。

表 2.6 国外几种典型地区大气尘计数浓度

地 区	含尘浓度 (≥0.5μm)/(粒/L)	地 区	含尘浓度 (≥0.5μm)/(粒/L)
农 村	3×10 ⁴	污染地区	177×10 ⁴
大 城 市	12.5×10 ⁴	普通地区	17.7×10 ⁴
工业中心	25×10 ⁴	清洁地区	3.5×10 ⁴
农 村	10×10 ⁴	洁净室设计用	17.5×10 ⁴
城 郊	20×10 ⁴	特别干净	0.19×10 ⁴
城 市	50×10 ⁴	特别污染	56×10 ⁴

表 2.7 我国对大气尘的分区数据

地区	含尘浓度 ($\geq 0.5\mu\text{m}$)/(粒/L)
非工业区或农村	$\leq 1 \times 10^5$
城市郊外	$\leq 2 \times 10^5$
工业城市内	$\leq 3 \times 10^5$

表 2.8 室外大气菌浓测定例

地点	时间	菌 浓		注	
		沉降菌落 /[个/(皿·h)]	浮游菌 /(个/m ³)		
上海新华医院	9:30~11:30	583(6次)	1 992(3次)	同济大学测定,大多数测定均在二层楼以上高度的窗外。沉降菌和浮游菌的测定并不都是同一点。浮游菌用缝隙采样器采样	
上海长征医院	7:30~10:14	714(6次)	—		
上海华山医院	8:15~11:45	534(8次)	4 237(8次)		
	7:25~10:00	374(8次)	2 337(5次)		
	10:15~12:06	195(5次)	245(4次)		
上海中山医院	8:37~8:52	232(1次)	1 235(1次)		
上海同济大学给排水实验室			1504		
天津卫生防疫站室外			400~1 740		天津市卫生局防疫站测定,用 WOL-1 型空气微生物采样器采样
天津北宁公园			620~1 340		
天津工人医院室外			1 640~2 760		
天津车站站前广场			5 120~13 600		
天津中原公司商场外面(营业期间)			1 680~3 800		

全过程控制概念见表 2.9。

表 2.9 两种无菌控制概念

项目	现代概念	过去概念
控制概念	全过程控制,不单是“患者不感染”的结果	依赖药物控制,达到“患者不感染”的结果
控制要求	整个手术过程控制,切断所有污染途径(包括空气),阻止细菌接触切口	依靠药物消毒环境,患者服用大量的抗生素
控制思路	“预防”措施	“补救”措施
效果	“控制全过程”,防止细菌进入人体,药物是辅助手段,达到患者受损伤最小的结果	细菌已经进入并损伤人体,再靠药物去控制感染,只体现一个“结果”,而“控制过程”已经失败

【参考】

①世界卫生组织(WHO)资料指出:“如果细菌总数为 700~1 800 个/m³,则有空气传播感染的明显危险性;如果细菌总数不足 180 个/m³,则这种危险性似乎很小。”

②据英国学者 30 多年的调查研究,6000 例股关节置换手术的术后感染统计表明,菌浓从 200 个/m³ 降到 20 个/m³ 时,感染率可降低一半。这一“20”下限,也有人给出的是 40、30 或

10。

图 2.1 即股关节术后感染率的结果。一般都指出,菌浓再往下降,例如达到 5 个/ m^3 时,感染率下降不明显了。须要指出的是,以上菌浓为术中数据。

(2) 手术室中空气感染的途径。

1) 切口和创伤感染。不论是手术切口还是创口,从一开始就处于微生物气溶胶的包围之中,不论是直接沉降还是间接接触切口或创口的微生物微粒,都有可能在其上定植、繁殖、感染。甚至连最普通的空气杂菌之一——枯草芽孢杆菌,都引起过伤口感染。

又据报道,从伤口渗出物中分离出的菌种,在手术室空气中均可采集到,将伤口感染的大肠菌与手术室中分离的大肠菌进行了生化分类,二者有一半完全相同。经菌落和整体形态鉴定,证明空气微生物是创口感染菌的重要来源。

金黄色葡萄球菌尤其是耐甲氧苯青霉素金黄色葡萄球菌,可引起暴发性创面感染。

【参考】曾认为由微生物气溶胶引起的绿脓杆菌的空气传播是不太可能的,但由于在烧伤病房顶棚灰尘中检出 2.9% 绿脓杆菌,还有人多次从烧伤病房空气中查出绿脓杆菌,因此上述看法已被动摇。

2) 呼吸道感染。大部分致病微生物都可以通过空气传播,造成呼吸道感染。

呼吸道感染的特点是:爆发性,感染面积大,感染剂量大大低于其他途径。

【参考】

① 人吃进 1 亿个兔热杆菌才感染,若吸入 10~50 个就可发病。

② 豚鼠对军团菌吸入的“呼吸道半数感染剂量”仅为腹腔感染剂量的 5%。

③ 人吸入腺病毒的“呼吸道半数感染剂量”仅为“组织培养半数感染剂量”的一半。

④ 只要呼吸道内沉着 1 个 Q 热立克次人体就可以感染。

3) 真菌感染。由于真菌孢子极易四处飘散,医院中的空气便成为它们传播的媒介。所以真菌感染已成为空气感染的重要对象。

接受脏器移植、长期使用抗生素和激素的病人、放化疗者、中性粒细胞减少者、体内手术留置各种异物者,这些病人的共同点是免疫缺陷,防御功能减退,从而极易诱发真菌感染。例如丝状真菌病主要是吸入空气丝状真菌孢子或分生孢子所致。

通过和污染了真菌的空气中的接触,而使敷料、输液器具、瓣膜、起搏器、人工关节、人工晶体、透析器具染菌,再导致感染患者。

【参考】

① 某手术室送风系统被鸽粪污染引起过三例烟曲霉性心内膜炎。

② 某手术室送风系统过滤器被污染引起过两例少根霉感染。

③ 由柜下木质腐烂而散播大量青霉的分生孢子,造成多人感染。

(3) 空气洁净技术不仅有阻止外部细菌进入手术室、实现手术全过程控制空气感染的作用,德国医疗卫生界还发现,它也是阻止室内由于长期消毒破坏菌种平衡后使特定细菌大量繁殖的有效手段。

2.1.3 对于洁净手术部的质量来说,手术部的设计、施工和验收同等重要

有好的设计没有好的施工不行,有好的施工没有好设计也不行;即使设计、施工都好,必须

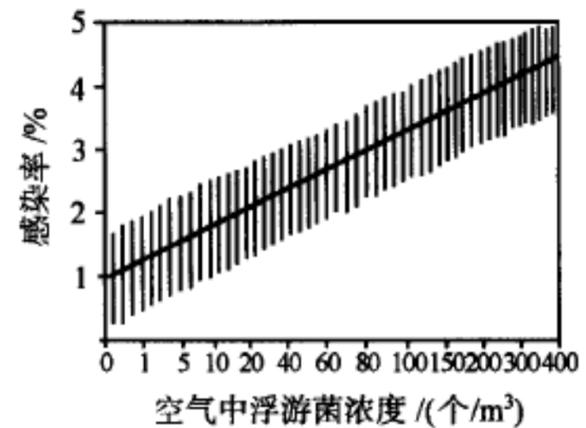


图 2.1 股关节术后
感染率

通过严格的验收，用数据说话，才能说明结果的可靠性，手术部才能启用。

2.2 建设洁净手术部的原则

2.2.1 建设洁净手术部的原则

本原则适用于：

- (1)新建项目。
- (2)改建项目。
- (3)扩建项目。
- (4)建在非洁净手术部(区)的洁净手术室及辅助用房。
- (5)分散建立的洁净手术部(区)的洁净手术室及其辅助用房。
- (6)带有实验性质的一间至几间洁净手术室及其辅助用房。
- (7)采取通风及空调的普通手术部(室)的有关部分。

总之，洁净手术部可以建成以全部手术室为中心并包括必须辅助用房，自成体系的功能区域，也可以建成以部分洁净手术室为中心并包括必须辅助用房与普通手术部(室)并存的独立功能区域。

2.2.2 保护关键区域

手术室和一般生产车间不同的是“操作点”集中在中间的手术台上，这正是手术室的关键区域。

我国《医院洁净手术部建设标准》第一次将手术室划分为手术区和周边区。

手术区包括手术台及其外延部分。

由于手术人员主要集中于手术台两侧，所以两侧外延是主要考虑的对象。

I级手术室要求最高，要使单向流气流笼罩到手术人员之外，保证其散发的微粒全部能被单向气流立即带走，因此外延0.9m。

II级手术室是标准洁净手术室，要求手术人员处于主流区之内，只需外延0.6m。

III级手术室是一般洁净手术室，要求手术人员基本处于主流区内，因此只需外延0.4m。

手术台两头只需要有基本的外延量即0.4m。

手术台及其外延的部分即手术区就是要注意保护的关键区。为了节约投资，关键区不宜太大。

手术区之外的周边区显然不需要手术区那样严格的气流控制。

因此，工业洁净室常用的“均匀布置送风口”和“室平均浓度”等概念，在洁净手术部就不适用了。

2.2.3 建筑装潢问题

对于有空调系统的洁净手术室，尘、菌的85%~90%来源于室外空气，如果空气这一大环境没有处理好，就是没有抓住关键。在剩下的约15%的份额中，来源于人的又占80%~90%，来源于建筑围护结构的只占后者的10%~20%。所以，围护结构主要满足不积尘，不积菌，容易清洁消毒，满足功能需要，不在于如何高级、复杂、豪华。

2.2.4 材料设备选用问题

实际工程中不仅选用的材料有很多不规范、不合格的，甚至连空调器都被施工单位从各处买来的部件现场组装，当然说不上性能试验了。为了杜绝连大型机电设备都在现场拼装而不去

选用正规厂家产品的做法，必须强调洁净手术部用的整机(如空调器)必须是专业厂生产的，要有合格证、性能试验和鉴定结论。

2.3 应遵循的有关法律法规

洁净手术部的建设除应执行《医院洁净手术部建设标准》和《医院洁净手术部建筑技术规范》外，还必须遵守国家有关经济建设和卫生事业的法律、法规，此外尚应符合相关技术标准和规范。

2.3.1 工程建设方面

(1)和医院洁净手术部建设有关的法律。

与医院洁净手术部建设项目有关的法律是指由全国人民代表大会及其常委会审议、由国家主席以主席令签署发布的有关建设工程的各项法律。主要有《中华人民共和国城市规划法》、《中华人民共和国建筑法》、《中华人民共和国招标投标法》、《中华人民共和国合同法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国产品质量法》、《中华人民共和国节约能源法》等等。

(2)和医院洁净手术部建设有关的行政法规。

与医院洁净手术部建设项目有关的行政法规是指由国务院依法制定并由国务院总理以国务院令签署发布的有关建设工程的各项法规。主要有《国务院特别重大事故调查程序暂行规定》(国务院令 第 34 号)、《建设工程质量管理条例》(国务院令 第 279 号)、《建设工程勘察设计管理条例》(国务院令 第 293 号)等等。

(3)建设行政主管部门规章。

建设行政主管部门规章是指建设部根据国务院规定的行政职责范围，依法制定并由建设部部长以部长令签署发布的规章。主要有《工程建设重大事故报告和调查程序规定》(建设部令 第 3 号)、《建筑生产安全监督管理规定》(建设部令 第 13 号)、《建筑工程施工现场管理规定》(建设部令 第 15 号)、《工程建设施工招标投标管理办法》(建设部令 第 23 号)、《建筑工程施工许可管理办法》(建设部令 第 71 号)、《实施工程建设强制性标准监督规定》(建设部令 第 81 号)、《建设工程监理范围和规模标准规定》(建设部令 第 86 号)等等。

(4)工程建设强制性标准。

工程建设强制性标准是指由建设行政主管部门依据《中华人民共和国标准化法》和《建设工程质量管理条例》(国务院令 第 279 号)的规定，将工程建设活动中直接涉及工程质量、安全、卫生及环境保护等方面的标准条文，确定为强制执行的条文。在建设部发布了《实施工程建设强制性标准监督规定》(建设部令 第 81 号)中规定：“在中华人民共和国境内从事新建、扩建、改建等工程建设活动，必须执行工程建设强制性标准。”以下是 2000 年 8 月 25 日施行的该规定全文。

实施工程建设强制性标准监督规定

第一条 为加强工程建设强制性标准实施的监督工作，保证建设工程质量，保障人民的生命、财产安全，维护社会公共利益，根据《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国标准化法实施条例》和《建设工程质量管理条例》，制定本规定。

第二条 在中华人民共和国境内从事新建、扩建、改建等工程建设活动，必须执行工程建设强制性标准。

第三条 本规定所称工程建设强制性标准是指直接涉及工程质量、安全、卫生及环境保护等方面的工程建设标准强制性条文。

国家工程建设标准强制性条文由国务院建设行政主管部门会同国务院有关行政主管部门确定。

第四条 国务院建设行政主管部门负责全国实施工程建设强制性标准的监督管理工作。

国务院有关行政主管部门按照国务院的职能分工负责实施工程建设强制性标准的监督管理工作。

县级以上地方人民政府建设行政主管部门负责本行政区域内实施工程建设强制性标准的监督管理工作。

第五条 工程建设中拟采用的新技术、新工艺、新材料，不符合现行强制性标准规定的，应当由拟采用单位提请建设单位组织专题技术论证，报批准标准的建设行政主管部门或者国务院有关主管部门审定。

工程建设中采用国际标准或者国外标准，现行强制性标准未作规定的，建设单位应当向国务院建设行政主管部门或者国务院有关行政主管部门备案。

第六条 建设项目规划审查机构应当对工程建设规划阶段执行强制性标准的情况实施监督。

施工图设计文件审查单位应当对工程建设勘察、设计阶段执行强制性标准的情况实施监督。

建筑安全监督管理机构应当对工程建设施工阶段执行施工安全强制性标准的情况实施监督。

工程质量监督机构应当对工程建设施工、监理、验收等阶段执行强制性标准的情况实施监督。

第七条 建设项目规划审查机关、施工图设计文件审查单位、建筑安全监督管理机构、工程质量监督机构的技术人员必须熟悉、掌握工程建设强制性标准。

第八条 工程建设标准批准部门应当定期对建设项目规划审查机关、施工图设计文件审查单位、建筑安全监督管理机构、工程质量监督机构实施强制性标准的监督进行检查，对监督不力的单位和个人，给予通报批评，建议有关部门处理。

第九条 工程建设标准批准部门应当对工程项目执行强制性标准情况进行监督检查。监督检查可以采取重点检查、抽查和专项检查的方式。

第十条 强制性标准监督检查的内容包括：

- (一)有关工程技术人员是否熟悉、掌握强制性标准；
- (二)工程项目的规划、勘察、设计、施工、验收等是否符合强制性标准的规定；
- (三)工程项目采用的材料、设备是否符合强制性标准的规定；
- (四)工程项目的安全、质量是否符合强制性标准的规定；
- (五)工程中采用的导则、指南、手册、计算机软件的内容是否符合强制性标准的规定。

第十一条 工程建设标准批准部门应当将强制性标准监督检查结果在一定范围内公告。

第十二条 工程建设强制性标准的解释由工程建设标准批准部门负责。

有关标准具体技术内容的解释，工程建设标准批准部门可以委托该标准的编制管理单位负责。

第十三条 工程技术人员应当参加有关工程建设强制性标准的培训，并可以计入继续教育学时。

第十四条 建设行政主管部门或者有关行政主管部门在处理重大工程事故时，应当有工程建设标准方面的专家参加；工程事故报告应当包括是否符合工程建设强制性标准的意见。

第十五条 任何单位和个人对违反工程建设强制性标准的行为有权向建设行政主管部门或者有关部门检举、控告、投诉。

第十六条 建设单位有下列行为之一的，责令改正，并处以 20 万元以上 50 万元以下的罚款：

- (一)明示或者暗示施工单位使用不合格的建筑材料、建筑构配件和设备的；
- (二)明示或者暗示设计单位或者施工单位违反工程建设强制性标准，降低工程质量的。

第十七条 勘察、设计单位违反工程建设强制性标准进行勘察、设计的，责令改正，并处以 10 万元以上 30 万元以下的罚款。

有前款行为，造成工程质量事故的，责令停业整顿，降低资质等级；情节严重的，吊销资质证书；造成损

失的,依法承担赔偿责任。

第十八条 施工单位违反工程建设强制性标准的,责令改正,处工程合同价款2%以上4%以下的罚款;造成建设工程质量不符合规定的质量标准的,负责退工、修理,并赔偿因此造成的损失;情节严重的,责令停业整顿,降低资质等级或者吊销资质证书。

第十九条 工程监理单位违反强制性标准规定,将不合格的建设工程以及建筑材料、建筑构配件和设备按照合格签字的,责令改正,处50万元以100万元以下的罚款,降低资质等级或者吊销资质证书;有违法所得的,予以没收;造成损失的,承担连带赔偿责任。

第二十条 违反工程建设强制性标准造成工程质量、安全隐患或者工程事故的,按照《建设工程质量管理条例》有关规定,对事故责任单位和责任人进行处罚。

第二十一条 有关责令停业整顿、降低资质等级和吊销资质证书的行政处罚,由颁发资质证书的机关决定;其他行政处罚,由建设行政主管部门或者有关部门依照法定职权决定。

第二十二条 建设行政主管部门和有关行政部门工作人员,玩忽职守、滥用职权、徇私舞弊的,给予行政处分;构成犯罪的,依法追究刑事责任。

第二十三条 本规定由国务院建设行政主管部门负责解释。

第二十四条 本规定自发布之日起施行。

工程建设强制性条文是工程质量的重要保证,是《建设工程质量管理条例》实行处罚的依据,是规范参与建设活动各方的行为准则。完整理解和正确掌握《医院洁净手术部建筑技术规范》是前提,严格执行《医院洁净手术部建筑技术规范》中的强制性条文是保障。任何片面地执行《规范》或强制性条文,都将导致医院洁净手术部工程项目达不到预期的要求,尤其是违反强制性条文的规定,更将导致相应的行政处罚。《医院洁净手术部建筑技术规范》的强制性条文共有14条(款),具体条文为第3.0.3条、第5.2.1条、第5.2.5条、第5.3.6条、第7.1.3条第1款、第7.1.4条、第7.1.9条第4款、第7.3.3条、第8.3.1条第1.2款、第8.3.2条第4款、第8.3.4条第2款、第9.0.1条、第9.0.9条,必须严格执行。

2.3.2 相关技术方面

相关技术方面有以下法规:

《空气过滤器》(GB/T14295—93)

《高效空气过滤器》(GB/13554—92)

《医院消毒卫生标准》(GB15982—1995)

《高层民用建筑设计防火规范(2001年版)》(GB50045—95)

《通风与空调工程施工及验收规范》(GB50243—2002)

《洁净厂房设计规范》(GB50073—2001)

《医院洁净手术部建筑技术规范》(GB50333—2002)

《96综合医院建设标准》

《2000医院洁净手术部建设标准》

《建筑设计防火规范》(GBJ16—87)

《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ19—2001)

《压缩空气站规范》(GBJ29—90)

《火灾自动报警系统设计规范》(GBJ116—88)

《装饰工程施工及验收规范》(GBJ210—83)

《通风与空调工程质量检验评定标准》(GBJ304—88)

《综合医院建筑设计规范》(GBJ49—88)

《洁净室施工及验收规范》(GBJ71—90)

《民用建筑电气设计规范》(GBJ/T16—19)

《自动喷水灭火系统设计规范》(JP50084—2001)

《医用中心吸引系统通用技术规范》(YY/T0186—94)

《医用中心供氧系统通用技术条件》(YY/T0187—94)

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

第3章 洁净手术部 组成与等级

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

- 第1条 手术部分为四级
- 第2条 洁净手术室和洁净辅助用房分级适用范围
- 第3条 洁净手术室和洁净辅助用房分级的菌、尘依据
- 第4条 非洁净辅助用房
- 第5条 负压洁净手术室

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的强制性条文

- 3.0.3 洁净手术室的等级标准的指标应符合表 3.0.3-1 的要求，主要洁净辅助用房的等级标准的指标应符合表 3.0.3-2 的要求(表略，见《规范》的 3.0.3-1 和 3.0.3-2)

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

3.1 洁净手术部的组成

3.1.1 手术部

手术部是由若干间手术室及为手术室服务的辅助房间组成的辅助区组建而成，辅助区内的用房又可分为直接或间接为手术室服务。直接为手术室服务的功能用房，如无菌敷料存放室、麻醉室、泡刷手间、(消毒后的)器械贮存室、准备室和护士站等，固然是不可少的，间接为手术室服务的房间如办公室、会议室、教学观摩室、值班室等，也是需要的。按照医院总体要求，直接为手术室服务的功能用房可设置净化空调系统，为洁净辅助用房，而且应设置在洁净区内。

在最新版本的英国、日本等标准中都提及了传染病用的负压手术室设计问题。由于可采用调节排风量或增设排风机等简易、有效手段，可以使洁净手术室由正压变成负压，扩大了洁净手术室的用途。

3.1.2 我国《医院洁净手术部建筑技术规范》规定的洁净手术部

其组成如下：

(1)洁净手术室见表 3.1。

表 3.1 洁净手术室

等级	手术室名称	手术切口类别	适用手术提示
I	特别洁净手术室		关节置换手术、器官移植手术及脑外科、心脏外科和眼科等手术中的无菌手术
II	标准洁净手术室	I	胸外科、整形外科、泌尿外科、肝胆胰外科、骨外科和普通外科中的一类切口无菌手术
III	一般洁净手术室	II	普通外科(除去一类手术)、妇产科等手术
IV	准洁净手术室	III	肛肠外科及污染类等手术

(2)负压手术室适用于以下情况：

- 1)在急救情况下，病人不能经过卫生处理的急救手术。
- 2)特殊感染手术。
- 3)由空气途径传播的传染病，又必须就地急救的急诊手术。

当有传染性疾病或为传染病患者手术时，应遵循传染病管理办法，建立负压洁净手术室，并应采用独立的空调系统及排风系统或正负压可转换的洁净手术室。

【参考】 据日本有关标准(参见第三篇)对传染病手术室做如下说明：

①传染病手术室必须确保洁净度为 III 级(按为日本手术室级别，浮游菌浓度在 200 个/m³ 以下)的洁净区域。

②在结核、麻疹、水痘患者的手术中，必须维持室内为负压。此种场合，希望设置洁净的前室，防止室外的污染空气流入。另外，对 HIV 阳性来者、B 型和 C 型肝炎、梅毒等血液传染源的患者手术，保持正压也无妨碍。

③传染病手术室的空调系统，希望是各自的单独系统。

(3) 洁净辅助用房见表 3.2。

表 3.2 主要洁净辅助用房

等级	用 房 名 称
I	需要无菌操作的特殊实验室
II	体外循环灌注准备室
III	刷手间 准备室 ^① 预麻室 一次性物品、无菌敷料与器械及精密仪器的存放室 护士站 洁净走廊 重症护理单元(ICU)
IV	麻醉苏醒(恢复)室 清洁走廊

① 用于消毒处理。

(4) 非洁净辅助用房。根据需与有关标准的规定，在洁净手术部的非洁净区设置非洁净辅助用房。

【参考】

① 据手术室的无菌程度将手术室大致分为五类：一类手术室相当 I 级洁净手术室即无菌净化手术室，进行的手术如脑外、心脏、脏器移植、全关节置换、眼科、大面积烧伤植皮等的深部重大手术，这类手术不得有产生感染的因素，否则后果极其严重。二类手术室相当 II 级洁净手术室即一般无菌手术室，如脾肾肺切除、闭合性骨折切开复位等，此种手术，外部条件属无菌，但在手术过程中，因内部因素可能发生感染。以上两类均属无菌手术，尤以一类无菌手术要求更高。III 级洁净手术室，应用于如胃、胆囊、阑尾手术，因伤本身已属感染，但手术过程还是在无菌条件下进行的。四类手术室应用于创口已经严重化脓和感染，如十二指肠溃疡穿孔缝合术，阑尾穿孔腹膜炎手术，结核性脓肿及脓肿切开引流手术等污染手术。第三、四两类习惯称有菌手术。五类手术室为负压手术室，应用于有传染性手术，如绿脓伤口、气性坏疽和破伤风之类病人的手术，自身有菌，感染力很强，散发大量传染病菌，对环境有严重污染，此种手术对周围影响面较大，故应该隔离，且空调系统也应分开设置。

② 德国标准 DIN1946 第四部分给出的洁净手术部(手术室单元)组成，见表 3.3。

③ 关于切口。

(i) I 类切口(无菌切口)。I 类切口为无菌切口，即在充分的准备下，可以做到临床要求看来是无菌的切口。甲状腺手术、单纯性疝修补术、闭合性骨折切开复位及开颅术等切口属于 I 类切口。

(ii) II 类切口(可能污染切口)。II 类切口为可能污染切口，即按手术性质切口有沾染的可能性者。胃大部切除术、阑尾切除术、术前行肠道准备的结肠和直肠手术、胆切除术、肺切除术、阴囊及会阴部手术、重新切开新近愈合的切口、6 小时以内的创伤创口及经过初期外科处理而缝合的切口属于 II 类切口。

(iii) III 类切口(污染切口)。III 类切口为在临近感染区组织直接暴露于感染物的切口。十二

指肠溃穿孔缝合术、阑尾穿孔腹膜炎手术、绞窄疝手术、结核性脓肿或窦道切除缝合的切口及与口腔通连的手术切口等Ⅲ类切口。

切口的分类与切口愈合分级不是一个概念。

表 3.3 德国标准中的洁净手术部组成

序号	名称
1	要求无菌程度高的 A 类手术室
2	要求无菌程度一般的 B 类手术室(含急诊手术室)
3	无菌物品贮存室
4	无菌物品走廊
5	刷手间
6	术前和术后休息室
7	仪器室
8	手术室走廊
9	仪器准备室
10	无菌敷料室
11	苏醒室
12	病人用气间室
13	物料用气间室
14	废弃物用气间室
15	更衣室
16	其他房间

3.1.3 手术适用范围

根据《医院分级管理》文件的规定，各等级医院的各科手术适用范围如下：

(1)三等医院外科的手术内容如下：

肝大部切除，复杂胆道成形，全胃切除术，严重腹内脏器创伤外科治疗。

脑动、静脉畸形手术，脑干损伤的抢救治疗，各种颅内血肿清除术，立体定向摘除颅内异物或毁损术，显微外科技术用于颅脑手术。

自体肾移植或异体肾移植，肾上腺外科手术，经皮肾镜取石，经尿道前列腺切除术，全膀胱切除术。

体外循环心脏直视手术，冠状动脉搭桥术，复杂胸腔脏器损伤处理，气管支气管成形术，人造血管移植术。

人工关节置换，断肢再植手术，关节融合术，严重骨外科创伤合并症的处理，颈、腰段椎间盘手术。

异体皮开窗、自体皮嵌入术，烧伤内脏合并症处理，烧伤治疗，化学烧伤治疗。

玻璃体摘除，人工晶体植入，角膜移植、眼内异物摘除。

(2)二等医院外科的手术内容如下：

胃大部切除术，肝内胆石摘除术，左肝叶部分切除术，急性胃肠道大出血的治疗，重症胰腺炎的外科治疗，经皮肝穿胆道造影(PTC)技术。

截肢术，关节融合术，复杂开放性骨折手术，手部肌腱损伤，断肢再植术，骨与关节结核手

术治疗,脊柱脊髓损伤治疗,人工关节置换术。

开放性颅脑外伤清创术,重症脑外伤的救治。

膀胱及尿道损伤修补术,前列腺摘除术,经尿道膀胱碎石术,输尿管肿物切除术。

胸外的急症救治,心包部分切除术,肺叶切除术,人工心脏起搏器置入术。

各类皮片取皮及移植技术,皮及移植技术,内脏烧伤合并症处理,呼吸道烧伤的诊治,深度电烧伤的处理,烧伤的诊治,创面细菌、霉菌、感染的诊治。

眼科:眼外伤的处理,角膜炎、角膜溃疡的处理,白内障切除术、眼球摘除术,眼球内异物摘除术。

(3)一等医院外科的手术内容如下:

能完成创伤的早期处置与急救。慢性阑尾炎、小面积烧伤(冻伤)、毒蛇咬伤等伤病。能完成止血、缝合、包扎、骨折固定等一般创伤的处理。

治疗主要常见病及部分急症;能收治急性细菌性结膜炎、流行性结膜炎、急性扁桃腺炎、急性化脓中耳炎、鼻炎等疾病。防炮震性(噪声性)耳聋工作。

能收治流行性感冒、麻疹、流行性腮腺炎、细菌性痢疾、疟疾等疾病。

3.1.4 洁净手术部中洁净手术室的数量、等级和大小

洁净手术室数量、等级和大小宜依据医院的性质、规模、级别和财力来决定。对于综合医院,当需要建 I 级洁净手术室时,该级手术房间数不应超过洁净室总间数的 15%,至少 1 间;对于专科医院则视需要确定该级手术室数量。

3.2 洁净手术部用房的分级

洁净手术部的各类洁净用房属生物洁净室,应以控制有生命微粒为主要目标,故其各类洁净用房应以空气中细菌浓度来分级。

3.2.1 洁净手术室分级

洁净手术室分级见表 3.4。

表 3.4 我国洁净手术室等级标准(空态或静态)

等级	手术室名称	沉降法(浮游法)细菌最大平均浓度		表面最 染菌密度	空气洁净度级别	
		手术区	周边区		手术区	周边区
I	特别洁净 手术室	0.2 个/30min φ90 皿(5 个/m ³)	0.4 个/30min φ90 皿(10 个/m ³)	5 个/cm ²	100 级	1 000 级
II	标准洁净 手术室	0.75 个/30min φ90 皿(25 个/m ³)	1.5 个/30min φ90 皿(50 个/m ³)	5 个/cm ²	1 000 级	10 000 级
III	一般洁净 手术室	2 个/30min φ90 皿(75 个/m ³)	4 个/30min φ90 皿(150 个/m ³)	5 个/cm ²	10 000 级	100 000 级
IV	准洁净 手术室	5 个/30min φ90 皿(175 个/m ³)		5 个/cm ²	300 000 级	

注:()中解释和数据为对应关系。细菌浓度是直接所测结果,不是沉降法和浮游法互相换算结果。

3.2.2 洁净辅助用房分级

洁净辅助用房分级见表 3.5。

表 3.5 我国洁净手术部洁净辅助用房等级标准(空态或静态)

等级	沉降法(浮游法)细菌最大平均浓度	表面最大染菌密度	空气洁净度级别
I	局部:0.2个/30min,φ90皿(5个/m ³) 其他区域:0.4个/30min,φ90皿(10个/m ³)	5个/cm ²	1000级(局部100级)
II	1.5个/30min,φ90皿(50个/m ³)	5个/cm ²	10000级
III	4个/30min,φ90皿(150个/m ³)	5个/cm ²	100000级
IV	5个/30min,φ90皿(175个/m ³)	5个/cm ²	300000级

注:细菌浓度是直接所测的结果,不是沉降法和浮游法相换算的结果。

【参考】

①世界卫生组织推荐的标准见表 3.6。

表 3.6 WHO 的医院各类用房等级标准

级别	要求级别	cfu/m ³	房间类型
I	最低细菌数	<10	器官移植、心血管、矫形外科手术室、保护性隔离房间等、灌注式配制注射液实验室
II	低细菌数	<200	无菌或其他手术室(I类除外)、急诊手术室、供应室、婴儿室、手术区其他房间、中心灭菌单位、术后恢复室、早产儿室、产房、石膏室、重症监护病房
III	一般细菌数	200~500	普通病房、洗室、治疗室、衣帽间、放射室、休息室、走廊、小手术室、浴室、按摩室、体疗室、住宿室、贮存室、解剖室、灭菌贮藏室、实验室、厨房、洗衣房和有关房间
IV	空气污染	—	传染病房、同位素室
V	其他	—	卫生间、贮藏间、太平间等

该标准对洁净手术室的区分也不明确,未作仔细分级。

②《医院消毒卫生标准》(GB1582-1995)没有给出特定的手术部用房标准(表 3.7),只按细菌浓度标准为医院各类用房划分四级。

表 3.7 消毒卫生标准中医院各类用房等级标准

环境类别	范围	标准(菌落数)		
		空气 /(个/m ³)	物体表面 /(个/cm ²)	医护人员手 /(个/cm ²)
I类	层流洁净手术室、层流洁净病房	≤10	≤5	≤5
II类	普通手术室、产房、婴儿室、早产儿室、普通保护性隔离室、供应无菌区、烧伤病房、重病监护病房	≤200	≤5	≤5
III类	儿科病房、妇产科检查室、注射室、换药室、治疗室、供应室清洁区、急诊室、化验室、各类普通病房和房间	≤500	≤5	≤5
IV类	传染病房及病房	/	≤15	≤15

因为表 3.7 第 II 类把普通手术室和产房列在一起,同时该标准的术语解释部分对普通手术室也未指出是洁净手术室,所以此处普通手术室不是洁净手术室。在洁净手术室中只列出

“层流手术室”而未将洁净手术室分级。

必须强调：不能将层流手术室和洁净手术室混同起来，层流手术室仅是洁净手术室的一种高级形式，它不全等于洁净手术室。

③瑞士标准见表 3.8。

表 3.8 瑞士医院空调规范的等级标准

等级	范围	标准(菌落数)
		空气/(个/m ³)
I	高度无菌手术室	≤10
II	无菌手术室、污染手术室、无菌物品贮存室	≤200
III	准备室、后处置室、消毒室、苏醒室、其他房间、走廊(无菌物品贮存室)	≤500

④德国标准见表 3.9。

表 3.9 德国标准的等级标准

等级	范围	标准
		过滤器级数
I	要求无菌程度高或非常高的 A 类手术室、B 类手术室和手术部其他房间	EU4+EU7+S
II	要求无菌程度一般的其他科室	EU4+EU7

注：EU4 的过滤效率为比色法 40%，EU7 为比色法 90%，S 的过滤效率为 99.97%，试验尘为 0.3~0.5μm 油滴。

⑤英国标准见表 3.10。

表 3.10 英国标准的等级标准

等级	范围	标准(菌落数)		
		送风口	术中切口附近 30cm 内	3m×3m 手术室
无菌区	普通手术室	≤35	≤180	
	超净手术室	≤0.5	≤10(棉手术衣)	≤20(棉手术衣)
	手术单元刷手间		≤1(排气手术衣)	≤1(排气手术衣)
	无菌物品交接处			
	无菌物品间			
清洁区	无菌物品存放室			
	麻醉器材室	—	—	—
	洗手间			
过滤区	苏醒室			
	洁净走廊	—	—	—
	更衣室			
	石膏室			
污物区	污物走廊	—	—	—
	污物间			

从表中可见，超净手术室与普通手术室及无菌区中其他房间与我国的 I、II 级相似，清洁区、过渡区与 III、IV 级相似。

⑥日本标准见表 3.11。

表 3.11 日本标准的等级标准

等级	范围	标准	
		浮游菌/(个/m ³)	截面风速或换气次数
I	高度洁净区：生物洁净手术室	<10	垂直单向流 0.35m/s 水平单向流 0.45m/s
II	洁净区：一般手术室、辅助房间、走廊等	<200	20 次/h
III	准洁净区：恢复室、ICU 等	<200	10 次/h
IV	一般洁净区：家属等候室、医生办公室	200~500	8 次/h
V	污染管理区：浴室、厕所、污物处置室		全排风 12 次/h

⑦美国标准见表 3.12。

表 3.12 美国外科学会标准的等级标准

等级	范围	标准
		浮游菌/(个/m ³)
I	洁净手术(如人工器官移植)	≤35
II	准洁净手术	≤175
III	一般手术	≤700

3.3 洁净手术部等级标准的控制对象

我国关于洁净手术部等级的标准，明确地表明其控制对象包括四方面：

(1)细菌浓度和空气洁净度级别都要控制，即都要达标。

(2)细菌浓度在浮游菌浓度与沉降菌浓度两种之中任选一种进行控制，即任一种菌浓达标都认可。

(3)空气洁净度级别实行 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 和 $\geq 5\mu\text{m}$ 两种粒径都控制，即任一种粒径未达标都不予认可。

(4)静态数据作为验收控制，动态数据作为日常监督控制。

3.4 细菌浓度是分级的基础

前面已说明，作为生物洁净室的洁净手术部用房，其分级的基础是细菌浓度，这是不同于工业洁净室的主要之点。

3.4.1 动、静态

从前面给出的各种分级中的菌浓标准看，我国《医院洁净手术部建筑技术规范》指明是静态。《医院消毒卫生标准》说明测菌是“选择消毒处理后与进行医疗活动之前期间采样”，这就表明也是静态数据。

国外几个标准则应属于动态标准，如表 3.10 的英国标准最清楚说明这一点：规定在手术过程中，切口附近 30cm 之内为一种标准，整个 3m×3m 手术区又是一种标准。瑞士标准在其“空气中细菌数的评价”一节也指出由于室内细菌数受人数、健康状况、动作及气流组织的影响（显然这是动态情况——作者），以此时细菌数来评价送风洁净无菌程度是欠妥的。

动态数据和静态数据之比称动静比。一般取 3~5，大时可取 7。

3.4.2 上下限

(1) 下限。各国标准除德国标准未给出数据、美国标准只给一组数据外，均是沿用 WHO 的数据。其中洁净手术室最低的下限为浮游菌 ≤ 200 个/ m^3 ，但这是动态。我国《医院消毒卫生标准》对普通手术室定在静态下 ≤ 200 个/ m^3 。显然，洁净手术室即使是第 II 级，也应比无空气净化的普通手术室无菌程度高，所以《医院洁净手术部建筑技术规范》参照美国外科学会标准的数值，把第 IV 级浮游菌浓度定在稍低于 200 个/ m^3 即 175 个/ m^3 。

(2) 上限。各国标准上限都是动态 10 个/ m^3 ，我国消毒标准是静态 10 个/ m^3 ，《规范》则规定为静态 5 个/ m^3 ，既体现静态低于动态，又照顾到过去的标准。

因此，虽然总体上《规范》菌浓数值比消毒标准降低了，但仍是较宽容的，实践证明仍是容易达到的一个指标。

3.4.3 浮游菌与沉降菌的关系

过去各国标准都采用浮游菌一个标准。实践证明，由于浮游法采样仪器差别较大，操作较麻烦，并不实用。理论和实践都证明，在有送风的室内， $5\mu m$ 以下微粒跟随气流速度运动达到气流速度的 90% 以上，因此，凡有气流到达的地方，都有微粒到达。

用沉降法在工作点采样更能反映工作点可能受到表面污染的情况；用浮游法采样器在工作点采样由于抽气量大，则不一定完全抽的是所在点的微粒。所以，长时间积累的沉降浓度数据，更能反映出空气净化系统在控制污染方面的规律，提供更接近实际的参照点和参照标准，所以瑞士医院空调标准在其“空气中细菌数的评价”一节指出，沉降法作为测定装置之一优先予以推荐，因为它能暗示出微生物的散布源。

以制药行业来说，欧共体和欧盟的《药品生产质量管理规范》都突破了世界卫生组织 WHO 的框框，制订了浮游菌与沉降菌两个标准，我国医院洁净手术部的标准和规范则在国际上率先给出两种菌浓标准，是一个进步。

执行菌浓标准应分别执行浮游菌与沉降菌的标准，不宜用所得数据换算，特别是用“157”这个固定系数换算很不合适，易发生矛盾。

制订菌浓标准则应根据浮游菌与沉降菌的关系换算确定。

我国医院洁净手术部的标准和规范分别给出的浮游菌浓度标准和沉降菌浓度标准，就是按与浮游菌关系先换算出沉降菌浓度，而浮游菌浓度则是根据尘、菌关系参照国外标准综合考虑确定的，参见表 3.13~3.15。

表 3.13 按许钟麟理论公式计算结果(细菌等价直径取接近最大的 $10\mu m$)

空气洁净度	由尘菌关系确定的浮游菌浓度 (个/ m^3)	由浮游菌浓度计算的沉降菌浓度 /[个/($\phi 90$ 皿 $\cdot 0.5h$)]
100 级	≤ 3.5	≤ 0.244
10 000 级	≤ 35	≤ 2.4
100 000 级	≤ 110	≤ 7.5
300 000 级	≤ 193	≤ 12.8

表 3.14 美国宇航标准 NASA 的值

空气洁净度	给出的浮游菌浓度 /(个/m ³)	给出的沉降菌浓度 /[个/(φ90皿·0.5h)]
100 级	≤3.5	≤0.244
10 000 级	≤17.8	≤1.24
100 000 级	≤88.4	≤6.16

表 3.15 欧盟(EU)药品生产质量管理规范(GMP)给出的菌浓标准

空气洁净度	给出的浮游菌浓度 /(个/m ³)	给出的沉降菌浓度 /[个/(φ90皿·0.5h)]
100 级(A)	≤1	≤0.125
100 级(B)	≤10	≤0.63
10 000 级	≤100	≤6.25
100 000 级	≤200	≤12.5

动态时细菌等价直径可以取 10μm,较安全。但在静态时应小于这个值,约为 4.5μm,按此计算的沉降菌浓度比按 10μm 计算的还要小 $\frac{10^2}{4.5^2 \times 1.3} = \frac{1}{3.8}$

按此原则计算我国规范给出的菌浓如表 3.16 所列。

表 3.16 对我国规范划级的计算结果

等级	手术区洁净度	设定的浮游菌浓度 /(个/m ³)	计算的沉降菌浓度 /[个/(φ90皿·0.5h)]	设定的沉降菌浓度 /[个/(φ90皿·0.5h)]
I	100 级	≤5	≤0.09	≤0.2
II	1 000 级	≤25	≤0.45	≤0.75
III	10 000 级	≤75	≤1.4	≤2
IV	300 000 级	≤175	≤3.3	≤5

可见确定的沉降菌浓度比计算值放大了 1.5~2 倍。

【参考】表 3.17~3.22 列举了某中医院洁净手术部几次菌浓检测结果汇总。

表 3.17 某中医院洁净手术部的省会防疫站检测结果

(2001 年 3 月 24 日,30min,φ90 平皿,参照军标)

房号	级别	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	测点 5	结果/(个/皿)	结论
1	100 000	0	1	0	1	0	2	✓
2	10 000	1	1	0	2	0	4	✓
3	10 000	0	1	1	1	0	3	✓
4	1 000	0	1	0	0	0	1	✓
5	1 000	0	0	0	0	0	0	✓
6	10 000	2	0	0	0	0	2	✓
7	10 000	0	2	0	0	0	2	✓
8	100 000	3	0	1	1		5	✓
9	100 000	0	2	2			4	✓
敷料间	100 000	1	0	2			3	✓
仪器间	100 000	2	0	2			4	✓
复苏室	100 000	1	1	0			2	✓
走廊	100 000	2	3	0	1	1	7	✓

表 3.18 某中医院洁净手术部的院方自检结果之一
(2001年3月26日,5min,φ90平皿,参照医院消毒卫生标准)

房号	级别	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	测点 5	结果/(个/m ³)	结论
1	100 000	3	0	0			157	×
2	100 00	2	0	0	0	0	62	×
3	10 000	1	0	0	0	0	31	×
4	1 000	0	0	0	0	0	0	✓
5	1 000	0	0	0	0	0	0	✓
6	10 000	0	0	0	0	0	0	✓
7	10 000	0	0	0	0	0	0	✓
8	100 000	0	0	0			0	✓
9	100 000	0	0	0			0	✓
敷料间	100 000	0	0	0	0	0	0	✓
走廊	100 000	1	0	0	0		39	×

表 3.19 某中医院洁净手术部的院方自检结果之二
(2001年3月27日,5min,φ90平皿,参照医院消毒卫生标准)

房号	级别	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	测点 5	结果/(个/m ³)	结论
1	100 000	0	0	0	0	0	0	✓
2	10 000	0		0	0	0	0	✓
3	10 000	0	0	1	0	0	31	×
4	1 000							
5	1 000							
6	10 000							
7	10 000							
8	100 000							
9	100 000							
敷料间	100 000							
走廊	100 000							

表 3.20 某中医院洁净手术部的院方自检结果之三
(2001年3月28日,5min,φ90平皿,参照医院消毒卫生标准)

房号	级别	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	测点 5	结果/(个/m ³)	结论
1	100 000	0	0	0			0	✓
2	10 000	1	0	0	0	0	31	×
3	10 000	0	0	1	2	0	94	×
4	1 000	0	0	1	0	0	31	×
5	1 000	0	0	0	0	0	0	✓
6	10 000	0	2	1	0	0	157	×
7	10 000	0	0	0	0	0	0	✓
8	100 000	2	0	1			157	×
9	100 000	0	1	1			104	×
敷料间	100 000	0	0	0	0	0	0	✓
走廊	100 000	0	0	0	0	0	0	✓

表 3.21 某中医院洁净手术部的院方自检结果之四
(2001年3月29日,5min,φ90平皿,参照医院消毒卫生标准)

房号	级别	测点1	测点2	测点3	测点4	测点5	结果/(个/m ³)	结论
1	100 000	0	0	0			0	✓
2	10 000	0	0	0	1	0	31	✗
3	10 000	0	1	0	0	0	31	✗
4	1 000	0	0	0	0	0	0	✓
5	1 000	0	0	0	0	0	0	✓
6	10 000	0	0	0	0	0	0	✓
7	10 000	0	0	0	0	0	0	✓
8	100 000	1	0	0			52	✗
9	100 000	0	0	0			0	✓
敷料间	100 000	0	0	0			0	✓
走廊	100 000	1	0	0	2		117	✗

表 3.22 某中医院洁净手术部的院方自检结果
(2001年4月9日,20min,φ90平皿,参照医院消毒卫生标准)

房号	级别	测点1	测点2	测点3	测点4	测点5	结果/(个/m ³)	结论
1	100 000			1			7.8	✓
2	10 000			1			7.8	✓
3	10 000			2			15.7	✗
4	1 000			1			7.8	✓
5	1 000			2			15.7	✗
6	10 000			1			7.8	✓
7	10 000			2			15.7	✗
8	100 000			1			7.8	✓
9	100 000			2			15.7	✗
敷料间	100 000	0	0	0			/	✓
走廊	100 000	1	0	0	2		/	✓

以上表 3.17~3.22 结论栏有✗者为不合格,有✓者为合格。

可见,由省会卫生防疫站按军标规定和评价均为合格,而另一方面与按消毒卫生标准测定和评价则部分房间不合格,出现了矛盾。由于这些测定评价方法有一定代表性,特作分析如下:

(1)省会卫生防疫站对军标的检测方法理解有误。省评价是以各皿菌落数总和作标准,而不是以各皿 30min 采样平均数为标准。军标 100 级、1 000 级、10 000 级和 100 000 级允许最大

菌落数分别为 1、2、5 和 10(个/皿)。因此,结果一栏不仅是合格的,还应比表中数值更小,即虽应评合格,但计算方法有误。

(2)院方自检方法符合《医院消毒卫生标准》采样 5min 的规定,计算方法也按该标准给出的方式进行,即

$$\frac{\text{总菌落数}}{\text{测点数}} \times 157.2 \text{ 个/m}^3$$

例如表 3.19 中,1 号 100 000 级手术室:

$$\frac{3}{3} \times 157.2 = 157.2 \text{ 个/m}^3$$

结果取 157 个/m³。

由于省评价把洁净手术室都看作层流室(已如前述),其合格标准为≤10 个/m³,故测定者据此判定此测定结果为不合格,如果像 WHO 推荐的 100 000 级洁净手术室作为次于层流手术室的一般无菌手术室,其合格标准为 200 个/m³,则结果应为合格。

这种把洁净手术室都看成层流室的判断方法显然是不对的,按照这种理解,5 个皿中只要有 1 个皿有 1 个菌落,结果就是

$$\frac{1}{5} \times 157.2 = 31.4 \text{ 个/皿} > 10 \text{ 个/m}^3$$

都是不合格的,必须全是 0。

所以这个测定也判错了。

(3)市卫生防疫站的检测只是把采样时间加长到 20min(是 5min 的 4 倍),因此计算方式成为:

$$\frac{\text{总菌落数}}{\frac{20}{5} \times \text{测点数}} \times 157.2 \text{ 个/m}^3$$

例如表 3.22 中的 3 号 100 00 级手术室:

$$\frac{2}{\frac{20}{5} \times 5} \times 157.2 = 0.1 \times 157.2 \text{ 个/m}^3 = 15.72 \text{ 个/m}^3 > 10 \text{ 个/m}^3$$

被判为不合格,和院方自检犯了一样的错误。

综上所述,若按军标评定,省会防疫站检测结果是正确的(如按《规范》评定,有些房间不合格)。

3.5 空气洁净度是分级的必要保障条件

3.5.1 保障条件

洁净手术部的用房虽然是按细菌浓度分级的,但细菌浓度仅靠卫生消毒是不能有效控制和全过程控制的,必须以空气洁净技术作为实现过程控制的必要保障条件。

强调空气洁净度是必要保障条件,则说明洁净手术室不同于一般的只经消毒的普通手术室,若没有空气净化措施,则不能算是洁净用房,从而也点出洁净手术部的实质。

100 多年前英国外科医生 L. Sedgea 最早认识到悬浮污染物对手术的有害作用,他在手术过程中用石炭酸喷雾来消毒空气,术后感染死亡率大大降低。因此他被公认为无菌手术的创始

者。但是石炭酸使空气太难闻，一些手术人员不得不又打开窗户通风，影响了空气消毒的效果。南丁格尔(F. Nightingal)护士是第一个强调干净的新鲜空气重要性的人，并且还具体建议如何才能达到合格的通风。她认为最重要的任务应该尽量使患者始终处于干净的室外空气中。因此长期以来全新风一直是手术室通风空调系统的最主要形式。直至 20 世纪的 30 年代无菌技术才开始被人们普遍接受，术后感染逐步降至 10% 以下，在当时已是了不起的进步了。在其后的 30 年内，人们逐渐意识到手术室的各各种污染源。尽管这些污染源之间的相对重要性至今并未明确，但是人们通常认为每种途径都值得关注。

30 年代后期采用紫外线辐射来降低空气中悬浮菌的危害，尽管很早就发现它除了近距离照射外，它的杀菌作用十分有限。

第二次世界大战后，人们已认识到单靠化学品消毒灭菌的局限性和副作用，由于大量使用抗生素不仅会使患者产生抗药性菌株，而且还会抑制正常菌群，降低了免疫功能，这才又开始重视物理除菌的方法，例如借用工业洁净技术。手术室的通风系统开始要求采用高效率的空气过滤器，允许通风空调系统中的部分空气循环(回风)。由于洁净技术有效性和不可替代性，生物洁净技术在英国卫生领域中逐步成熟，并得以迅速推广。

【参考】

①微生物的等价直径。

微生物和灰尘一样，在空气洁净技术领域都是作为微粒看待的。作为微粒，不能看它的裸体大小，而应把它和它的载体一同看待。生物粒子一般不可能单独浮游于空气中，而是存在于更大的无生命微粒上，根据不同的需要，可用 3 种不同的等价直径来描述，而对于其沉降现象，则可用沉降等价直径来表示。沉降等价直径就是等价于和该细菌群具有相同沉降量即相同沉降速度 v_s 时的粒径。

任意载体微粒的密度为 ρ 时的沉降等价直径 $d_p(\mu\text{m})$ 由下式示出：

$$d_p = \left[\frac{v_s}{0.6 \times 10^{-2} \frac{\rho}{2}} \right]^{1/2}$$

$$v_s = \frac{N_g}{NfT} (\text{cm/s})$$

式中： N_g ——细菌沉降量(个)；

N ——浮游菌浓度(个/cm³)；

T ——采样时间即沉降时间(s)。

如果测出了浮游菌浓度，同时又测出沉降菌浓度，即可用上式求出 d_p 。根据有关实测数据，用上述公式按 $\rho=1$ 计算的沉降等价直径 d_p 对于无空气净化的普通手术室在 6~9 μm 之间，平均为 7.36 μm ；对洁净手术室等有空气净化的房间在 3~8 μm 之间，平均为 5.5 μm 。若按 ρ 为 1.5 考虑，则上述平均分别为 6.01 μm 和 4.49 μm 。因此，带菌微粒的沉降速度绝不能用裸体菌粒的大小来想像，似乎极小，其实对 5 μm 粒子从顶棚沉至桌面大约只需 0.5h。病毒虽然只有 0.01~0.1 μm ，但也适用上述等价直径的原则，当实验用 10¹²~10¹⁶个/mL 的病毒喷洒于空气中时，发现该噬菌体主要落到 Andersen 采样器的 III~IV 节上，即主要大小是 2~5 μm 。

表 3.23 列举一些实验报告，可见过滤器对自身在 0.1 μm 以下噬菌体或病毒的穿透率远小于过滤器的额定穿透率(对 0.3 μm DOP)。这说明高效过滤器对病毒的过滤效率远大于对

0.3 μ m 微粒的效率，因此，病毒的等价直径当比 0.3 μ m 大得多，这和前述 Andersen 采样器对病毒采样的结果是一致的。

②过滤器穿透率比较见表 3.23~3.25。

表 3.23 过滤器穿透率比较

过滤器	风量 (m ³ /h)	阻力 /Pa	穿透率(%)			
			对噬菌体 T1 /×0.1 μ m	对病毒 /×0.3 μ m	对口蹄疫病毒 /×(0.01~0.012) μ m	对 DOP /×0.3 μ m
高效过滤器 A	42.5	264	0.003 9			0.011
高效过滤器 B	42.5	175	0.000 85			0.02
高效过滤器 C	42.5	125	0.000 85			0.006
高效过滤器 D		—	0.003	0.003 6	0.001	0.01

注：各主要工业发达国家均只强调不同效率的空气过滤器，作为洁净手术室的保障手段。

表 3.24 两种洁净手术室保障手段规定的过滤器级别

级别	德国标准 [DIN1946/4(1989)]	瑞士标准 (SKI1987)	英国标准 (1983,1986)
一般	EU4+EU7+S	EU5+EU8+EU11	EU3+EU7
高级别	EU4+EU7+S	EU5+EU8+EU11	EU3+EU7+EU9

注：EU4 等见表 3.9 说明，EU11 为比色法效率 $\geq 99.95\%$ ，一般和高级别主要差别在风量上。

表 3.25 日本洁净手术室保障手段规定的末级过滤器效率(1998)

等级	名称	末级过滤器效率/%
I	高度洁净区	DOP 效率 > 99.97
II	洁净区	DOP 效率 > 95
III	准度洁净区	DOP 效率 > 90
IV	一般洁净区	DOP 效率 > 60
V	污染管理区域	DOP 效率 > 60

注：1989 年版的标准，效率值低于 1998 年版，可见对作为保障条件的空气净化措施的重视。

3.5.2 清除效率

正因为空气中浮游的细菌和病毒微粒都较大，所以阻隔式空气过滤器对其有较高的过滤清除效率。

以对细菌的清除效率而言，中效过滤器可达 70%~80%，高中效过滤器可达 90%~99%，亚高效过滤器可达 99%~99.9%，高效过滤器则可接近 100%，这是其他消毒方法所无法比拟的。

【参考】

①杀菌效果比较见表 3.26。

表 3.26 不同消毒方法杀菌效果的比较

消毒方法	消毒前细菌数/(个/m ³)	消毒后细菌数/(个/m ³)	杀菌率/%
苍术	642	204	68.22
三氧消毒机	673	55	91.82
紫外线	601	103	82.86
甲醛	598	135	77.42
负离子发生器	1 734	461	73.4
电子灭菌灯	1 711	257	85.0

②对紫外线灭菌的评价见表 3.27。

表 3.27 国外 GMP 对紫外线灭菌的评价

GMP	条款	评 价
WHO(1992)	17.34	由于紫外线的效果有限,不能用紫外线灭菌代替化学消毒
	17.65	最终灭菌不得使用紫外线辐照法
EEC(1992)附录——无菌药品的生产	70	通常情况下,紫外线辐射不能作为灭菌方法使用
Eu(1996)附录——无菌药品的生产	70	通常情况下,紫外线辐射法不是一种可接受的消毒方法

3.5.3 洁净手术室可大幅度降低术后感染已得到确认

其中典型的报道是英国医生 Charney 10 余年来在 Wrightington 医院应用单向流技术,使院内术后感染率从 7%~9% 降到 1% 以下,最终降至 0.5% 以下。在全英国推广这一技术的结果,使股关节置换手术平均感染率从当时的 2.5% 降到 1.1%。

我国上海长征医院 1989~1990 年在洁净手术室中做 9337 例手术无一感染,北京 301 医院 1994 年底至 1996 年底的 16 427 例手术无一感染。当然这里也还有别的因素。

第4章 洁净手术部 用房的技术指标

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

- 第1条 以表的形式给出了主要技术指标
- 第2条 详述选用技术指标应注意的原则

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

4.1 技术指标对手术质量的影响

洁净手术部内各类洁净用房是按细菌浓度划分等级，而以空气洁净度级别作为必要的保障条件，在手术室中各分区的细菌浓度又按区、按级规定了允许的最大细菌数，这些论述可详见第三章洁净手术部组成与等级，而本章所要阐述的是洁净手术部各类洁净用房的技术标准，均应以其净化空调系统(或设备)运行并达到了规定的自净时间后，在空态或静态条件下所达到的浮游菌或沉降菌平均浓度与空气洁净度级别(包括 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 和 $5\mu\text{m}$ 两种粒径)均符合第三章所列要求为依据，而符合相应等级的要求后，有关其他技术指标还应符合《规范》表 4.1 的规定值或范围。表 4.1 所包括的 9 个指标，看似相互独立，其实其中几个主要指标是相互关联、相互影响的，如其中静压值指标，又是防止交叉感染，达到保持手术部内环境空气质量要求，保证防止其他部门通过空气对手术部干扰的重要指标。

这些技术指标互相影响的关系，如图 4.1 及 4.2 所示，可直接影响手术质量甚至影响到切口的感染：

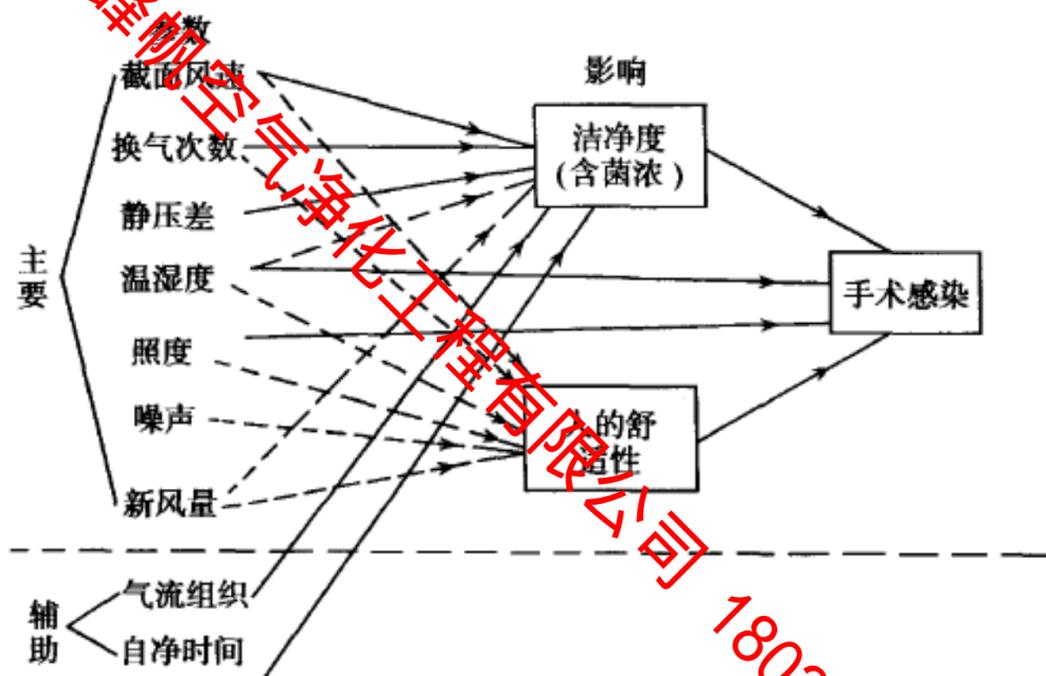


图 4.1 参数的影响

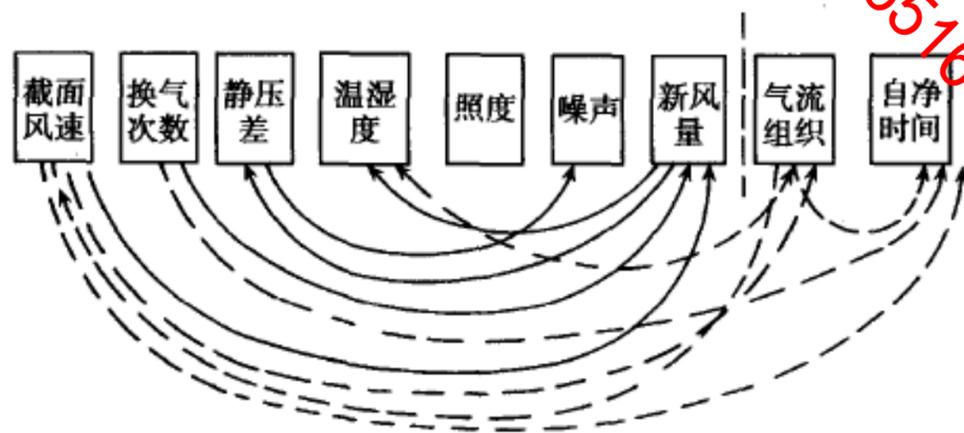


图 4.2 参数变化的相互影响

洁净度(及细菌浓度)：主要影响了切口的污染和空气中的细菌浓度。

温湿度：影响到医护人员及患者的发菌量和细菌的生存和繁殖条件，也影响到医护人员的舒适程度及手术效果。

静压差：影响到各手术室之间的空气相互泄漏，引起交叉感染。

其他参数也将直接或间接影响到手术室的使用，或具有相关联的相互交叉感染的危害。

这些相互影响是指在手术室运行中，当参数变化较大时可能产生的影响，例如当过滤器严重堵塞时，新风量大量减少或换气次数减少很多，虽然新风比变化不大，这种现象是可能发生的，新风量减小，静压也将随之减小；当单向流的送风量减少时，截面风速下降较多，将直接影响到单向流的气流组织特性。

表 4.1 主要技术指标

名称	最小静压 /Pa		换气次数 / (次/h)	手术区手术台 (或局部百级工作区) 工作面高度截面平均风速 / (m/s)	自净时间 /min	温度 /°C	相对湿度 /%	最小新风量		噪声 /dB(A)	最低照度 /lx
	程度	对相邻低级别洁净室						m ³ / (h·h)	次/h		
特别洁净手术室	++	+8	—	0.25~0.30	≤15	22~25	40~60	60	6	≤52	≥350
标准洁净手术室	++	+8	30~36	—	≤25	22~25	40~60	60	6	≤50	≥350
一般洁净手术室	++	+5	18~22	—	≤30	22~25	35~60	60	4	≤50	≥350
准洁净手术室	+	+5	12~15	—	≤40	22~25	35~60	60	4	≤50	≥350
体外循环灌注专用准备室	+	+5	10~20	—	—	21~27	≤60	—	3	≤60	≥150
无菌敷料、器械、一次性物品室和精密仪器存放室	+	+5	10~13	—	—	21~27	≤60	—	3	≤60	≥150
护士站	+	+5	10~13	—	—	21~27	≤60	60	3	≤60	≥150
准备室(消毒处理)	+	+5	10~13	—	—	21~27	≤60	30	3	≤60	≥200
预麻醉室	—	-8	10~13	—	—	22~25	30~60	60	4	≤55	≥150
刷手间	0~+	>0	10~13	—	—	21~27	≤65	—	3	≤55	≥150
洁净走廊	0~+	0~+5	10~13	—	—	21~27	≤65	—	3	≤52	≥150
更衣室	0~+	0~+5	8~10	—	—	21~27	30~60	—	3	≤60	≥200
恢复室	0	0	8~10	—	—	22~25	30~60	—	4	≤50	≥200
清洁走廊	0~+	0~+5	8~10	—	—	21~27	≤65	—	3	≤55	≥150

注：0~+5 表示该范围内除 0 外任一数字均可。最小新风量还应符合《规范》4.8-(d) 的规定，《规范》中产科手术室是指自然分娩室，为全新风。

4.2 最小静压差

表 4.1 中的最小静压第一栏指的是在空调净化系统运行中各级别的洁净用房对相邻低级别的洁净用房之间最小静压差的程度。正压要求既是洁净手术部对外部非洁净区的要求，也是对内部各洁净用房之间相对的正压要求。

工业厂房不同洁净室之间不小于 5Pa 对室外不小于 10Pa 的规定都偏小，特别是当两室相差 1 级以上时，合适的数值见表 4.2。

因此《规范》对与相邻低级别房间可能相差 1 级也可能相差 2 级的高级别手术室，压差平

均取 8Pa，其他低级别房间与相邻低级别房间相差大多只有 1 级，仍取 5Pa。由于洁净区对非洁净区肯定相差 1 级以上，所以定为 10Pa，而对室外则取 15Pa。这是和现行其他行业的标准(如《洁净厂房设计规范》、人药 GMP、兽药 GMP 等)不同之处。

表 4.2 建议采用的压差

目的	乱流洁净室与任何相通的相差一级的邻室/Pa	乱流洁净室与任何相通的相差一以上级的邻室/Pa	单向流洁净室与任何相通的邻室/Pa	洁净室与室外(或与室外相通的房间)/Pa
一般(防止缝隙渗透)	5	5~10	5~10	15
严格(防止开门进入的污染)	5	40 或对缓冲室 5	10 或对缓冲室 5	对缓冲室 10
无菌洁净室	5	对缓冲室 5	对缓冲室 5	对缓冲室 10

关于正压程度应符合下列各点：

- (1)两个不同洁净度级别的洁净室相通时，高级别的应保持相对正压，最大静压差应小于 30Pa，也不应因压差而产生噪音。
- (2)如果两个洁净室洁净等级相同又相通时，应保持由内向外的气流方向，在两室之间保持略大于 0 的压差。
- (3)为防止有害气体外溢，如预淋室等辅助用房对相邻的房间应保持负压。
- (4)洁净区对与其相通的非洁净区应保持 10Pa 以上的正压。
- (5)洁净区对室外或对与室外直接相通的区域应保持不小于 15Pa 的正压。

【参考】

①如将洁净手术部作为一个保障体系来看，正压控制应是保障体系中更为重要的手段。任何靠空间密封来维持手术室无菌是无济于事的，只有保持无菌区域内的压力高于外界，才能防止污染的侵入。并且无菌区域内不同级别的无菌空间需要不同的压力差控制，这就是有序的梯度压力，以确保洁净气流定向流动。气流只能从高一级别无菌空间流向低一级别无菌空间，从无菌区域流向非无菌区域。只有保证在任何情况下(特别强调是在非设计工况或在非正常运行工况下)，都能维持洁净手术部内有序的梯度压力分布不变，才能真正有效地减少手术区感染的风险。

②关于正压控制方式。正压值在系统最初调试时已经满足，但是系统在运行中，由于门的开启、三级过滤器积尘或室外干扰气流的影响，正压值也会出现变化。只要系统送、回、排风中有一个风量变化，整个手术部正压就失调。最为常见是系统过滤器积尘，系统阻力增高，送风量下降，使得正压值偏移。

(i)机械式风阀(手动)。风阀调整送、回、排风量，这是最原始、最简单的控制方法。当正压值发生变化，就难以及时调节。

(ii)余压阀。余压阀的安装简单，控制灵敏度高，当全闭时室内正压值仍然低于预定值，就无法控制；余压阀在工业洁净室应用较为广泛，但在生物洁净室几乎很少使用。为防止交叉污染，生物洁净室不采用走廊回风，容易造成走廊压力波动。生物洁净室往往有异味，宁可进行有组织排风，也不采用无组织排放。另外余压阀破坏了室内平整、光滑的内表面，我国规范不提倡使用。

(iii)电控方式。通过差压变送器检测室内外压力差，然后通过电动风阀调节送风、回风或排风量，控制较为复杂，造价高，常常出现系统不稳定。

(iv)变频调节。手术室净化空调系统的送风机变频调节，通过压差传感器或风速传感器等敏感元件来控制变频器，调节送风机的风量。这种作法控制灵敏，工作稳定，节能效果明显，新建的手术室使用较多。

当采用变频调节时，风机有如下特性： $\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$ 当转速降低时，风机全压也将按转速比的平方关系降低，而高效过滤器按净化要求的风量不变，或应该变化较小，这时的高效过滤器的阻力变化较小，这时应按风机特性曲线的压力变化状况校核能否满足工况要求。

(v)机械式定风量装置。机械式定风量装置设计十分简便、有效。如在手术室的送、回、排风口设置，不管系统阻力如何变化，则始终保持送、回、排风量的恒定，从而保证了室内正压值的稳定。目前只有德国的机械式定风量装置性能较好。

综观以上这些措施都是针对单室的，大多难以从整体上控制整个手术部门的有序压力分布，而且稳定性较差，不太可靠。为使室内保持稳定的正压，可采用第七章介绍的系统原理图，功能十分明了、简单，独立正压送风系统的作法经实践证明是十分有效的，同时也充分体现了保障体系的特色。

③关于辅助用房压差。

(i)预麻醉室与相邻低级别洁净室要求压差为-8Pa，这是防止麻醉气体外泄的最低要求；负压的空气流动情况分析，刚好与正压室的空气流动情况相反，出入门常采用单扇平开门，这点与正压手术室的推拉门对空气扰动的情况不一样。

(ii)刷手间对相邻低级别洁净度室的压差>0，刷手池分别有两种布置方式：一种布置在内走道上，它不存在相邻低级别的问题；另一种将刷手池布置在刷手间内。这样的刷手间，与内走廊间没有分隔墙，这样的布置模式，要求在刷手间内侧设置一个送风口，以降低刷手间内的潮气。由于送风空气向内走廊流动，说明刷手间内的压力大于内走廊，其他如洁净走廊、更衣室、恢复室的压差要求均为0~5Pa，其实均表示一种空气流动的方向，在该范围内除0以外的任一数字均可。这里需说明一种特例：在洁净手术部中设置一间IV级手术室，其内廊空气洁净度为III级，见图4.3；这时的手术室级别低且应为正压，内廊级别高，但又不允许大量向内廊泄漏，可以在IV级手术室门外设高一级的缓冲室，压力梯度按——→所示递降，或者设同级缓冲室，压力梯度按——→所示递降。

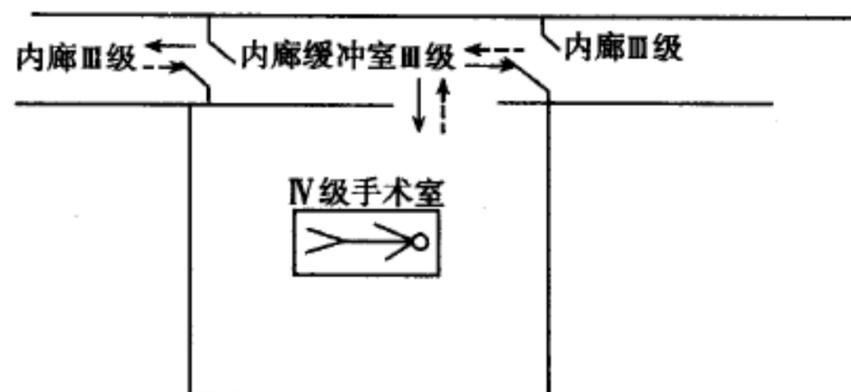


图 4.3 刷手间压差一例

4.3 换气次数

4.3.1 换气次数的影响

洁净室内为达到一定的洁净度级别及无菌化程度，必然有一定的送风量，并满足一定的换气次数及自净时间。换气次数，除 I 级手术室和 I 级洁净辅助用房之外的洁净手术室和洁净辅助用房应保证要求的洁净度，并不超过规定的自净时间所必须满足的指标。这三个技术指标都相互关联。但在现实工程中，为达到较高的(达标的)洁净度，又往往采用加大送风量的办法，这在无形中加大了一次投资及增加了日常的运行费用，因此本栏规定了换气次数的上、下限幅度。总送风量(即换气次数)和房间体积、室内总负荷、室内手术参加人数、服装发尘量等均有关。《规范》中的换气次数，考虑了这些条件的一定变化范围，除非条件变化太大，一般均可满足要求。

换气次数是乱流洁净室决定洁净度水平的最主要指标，其中包括 II、III、IV 级洁净手术室及各级洁净辅助用房

在实用范围内，洁净度随着换气次数的增加而提高，图 4.4 是换气次数和室内含尘浓度的关系在双对数纸上呈直线(假设微粒在室内均匀分布)和折线(实际微粒在室内为不均匀分布)的情况。

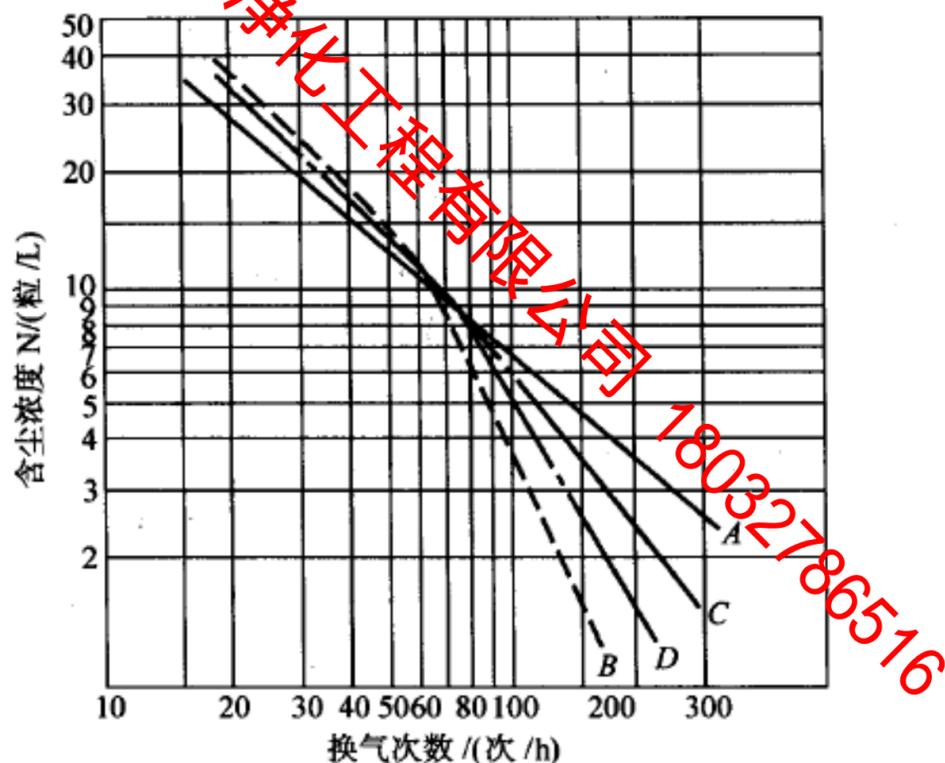


图 4.4 按两种分布计算的浓度和实测浓度的比较

图 4.4 中为直线 A:按均匀分布理论的静态计算结果;折线 B 为静态实测结果。折线 C 为按不均匀分布理论的静态计算结果。折线 D 为按换气次数超过 100 次/h 以后的不均匀分布静态计算结果。

图 4.5 则是国外发表的静态(非工作)和动态(工作)条件下乱流洁净室换气次数与洁净度级别的关系曲线。从图中可见，换气次数越大，洁净度级别越高。

换气次数可以根据要求的空气洁净度级别、室内人数、房间面积、室内其他发尘量、新风比通过公式求出来，特别是动态条件下更需要针对具体条件进行计算。

现在要求静态下达到洁净度级别，最低换气次数应该如何确定？由图 4-4 的 C 线可知，在 20 次/h 换气次数时，室内含尘浓度为 40 粒/L，即达到 10 000 级、低于 10 次/h 换气次数也可

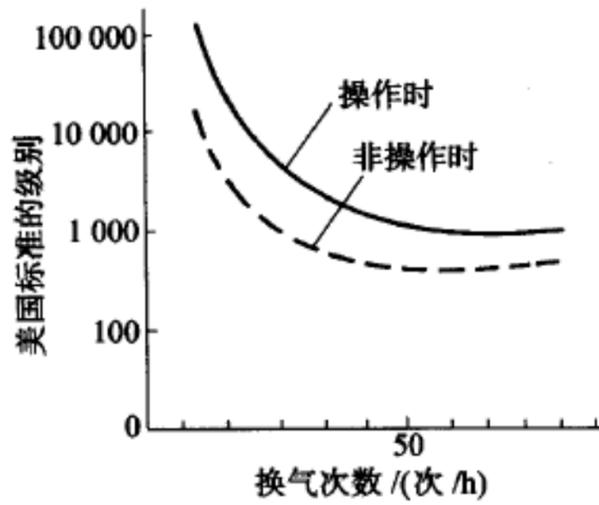


图 4.5 乱流洁净室的换气次数和级别关系

以达到 100 000 级。

图 4.4 和 4.5 基本一致，由静态曲线可知，20 次换气时，洁净度只比 1 000 级差一点。

由此可知，静态下达到各级的换气次数可以相差很多，绝对值可以很低。何况实际采用的换气次数往往比规范规定值又提高了许多，所以作为标准应对保证洁净度的最重要参数——换气次数，给出一个合理的稍偏于安全的、照此去做基本都可以达到要求的数值。

【参考】 由于《规范》编制的技术思路发生很大变化，一是采用了国际上先进的技术模式，二是引用多项国内的科研成果，并且这些成果均在工程中经多年应用证明是成功的，因此反映在送风量或换气次数方面均较过去有所不同，但其最终结果与英、美、德等发达国家比较非常接近，而与我国其他相关规范比较则有所区别，见表 4.3。

去有所不同，但其最终结果与英、美、德等发达国家比较非常接近，而与我国其他相关规范比较则有所区别，见表 4.3。

表 4.3 不同标准中的洁净室换气次数的比较

级别	手术室名称	手术区洁净度级别	医院洁净手术部建设标准和建筑技术规范	军队医院洁净手术部建筑技术规范	洁净厂房设计规范
I	特别洁净手术室	100	0.25~0.3m/s	0.3~0.35m/s	0.2~0.5m/s
II	标准洁净手术室	1 000	20~36h ⁻¹	≥55h ⁻¹	50~60h ⁻¹
III	一般洁净手术室	10 000	18~22h ⁻¹	≥30h ⁻¹	20~25h ⁻¹
IV	准洁净手术室	100 000	12~15h ⁻¹	≥20h ⁻¹	15h ⁻¹
		300 000			

注：100 级洁净室以断面风速表示，其他级别洁净室以换气数表示。

4.3.2 换气次数的值

换气次数，过去所有标准只是规定了下限值，10 000 级 25 次/h、100 000 级 15 次/h，等等，在实际工程中为了追求达标，不惜加大几倍，这就造成极大的浪费。事实上即使 25、15 等换气次数也是针对动态的，而检测已都是空、静态了，所以结果都使洁净度提高一至二级，也就是说 25、15 等数已足够。《规范》为考虑自净换气次数(详后述)，对手术室则略加大一些，而对洁净辅助用房考虑到是静态条件，则略减少一些，并把上限订在 1.2 倍左右。

对于同一个洁净度要求有不同的换气次数，根据理论计算参考实际测定，静态 100 000 级最小可小于 10 次，10 000 级可小于 15 次。虽然本标准是静态或空态条件，但是不能只按静态洁净度去考虑换气次数。因为换气次数应有两个功能，一是保证洁净度，一是保证自净时间，而后者往往被忽略。自净时间对于没有值班风机的早晨提前多少时间运行有重要意义，但自净时间长了，开机时间要提前很多，是个浪费。对于手术室还有一个作用，就是第一台手术做完后什么时间可以开始第二台的问题，如果要经过较长自净时间才能开始显然既会耽误手术又减少了手术室的周转效率，所以希望自净时间越短越好；但是太短了势必要加大很多换气次数，也是不现实的。经过了解，规范确定有局部百级的 I 级手术室，因是主要做对生命有决定影响的手术，不大于 15min 较好，100 00 级为不大于 25min，100 000 级不大于 30min，300 000 级准洁净手术室不大于 40min 可以接受。从早晨开机来看，提前 40min 也不算太多。如果超过 1h，就

长了。

本着以上原则，可以算出换气次数如条文表中所列，这就是考虑自净时间的“自净换气次数”，在我国军标洁净手术部规范中也是这样采用的。考虑到实践中往往一再为安全加码，把换气次数加大一至几倍的都有，实在是一种浪费；因此《规范》规定了一个范围，使上下限之间不超过 1.2 倍。

【参考】《规范》对手术室设定人数取：特大型 12 人，大型 10 人，中型 8 人，小型 6 人。同时为了控制不必要地求大，给出了面积上下限，并且对特殊要求加大的允许在上限基础上再放大 1.25 倍，这样就接近于日本的标准而大于军标。

4.4 局部百级工作区的风速

4.4.1 截面风速

垂直单向流的工作区截面风速按下限风速理论原则应为 0.3m/s。但对于规范规定集中布置送风口的 I 级洁净用房的局部垂直单向流即俗称局部 100 级来说，由于气流向百级区以下的扩散，而这种扩散又受到送风面有无阻挡壁、四边离墙远近等因素影响，从大量实测看，0.3m/s 是一个较严的数。以前《空气洁净技术措施》和《洁净厂房设计规范》这一数值为 0.25m/s，但对测点高度前者指定 0.8m 和 1.5m 两处，结果将取其平均；后者测点高度为 1m。《规范》和《洁净室施工及验收规范》一样，测点高度定在 0.8m，考虑到上述局部集中布置送风口的原因，特将此数值放宽为一个范围即 0.25~0.3，即不希望小于 0.25 以免影响抗干扰能力，太大又易引起切口失水过快，也是不好的，在测定时将取平均值。

眼科手术时如风速大，会使结膜蒸发快而去水，所以对于眼科手术据经验降低约 1/3。

【参考】在我国《规范》中的 I 级特别洁净手术室规定采用局部单向流方式，要求在手术区工作面高度的截面平均风速满足 0.25~0.3m/s（见表 4.1），认为这是运行中必须保持的下限风速，对确保局部单向流质量是非常必要的。当然也没有必要采用大风量以维持典型的全面单向流所需的动量。要在工作面上达到 0.25~0.3m/s，出风面上风速应为 0.40~0.45m/s，与美国标准相当（见表 4.4）；相应送风量为 10 000m³/h 左右，与美国标准相仿。

表 4.4 我国与国外手术室送风量的比较

我国手术室级别	我国洁净手术部标准	德国标准 DIN1946/4	美国 ASHRAE 手册应用篇	英国标准 HTM2025	日本标准 HEAS-02
I	0.25~0.30m/s	0.15m/s	0.45m/s	0.2m/s	0.35m/s
II	30~36h ⁻¹				
III	20~24h ⁻¹	20~24h ⁻¹	25h ⁻¹ (全新风 15h ⁻¹)	22~33h ⁻¹	20h ⁻¹

注：I 级洁净室以断面风速表示，其他级别洁净室以换气次数表示。

我国《规范》考虑到手术室保护区域较小，明确要求洁净手术室采用局部送风的方式，并规定相应的送风量范围。如果我们以 6m×6m×3m 作为标准尺度手术室做一分析（见表 4.5），可以看出由于手术切口不同，愈合要求不同，保护等级不一，要求的送风气流特性不同，因此送风面上的出风速度也不同。I 级特别洁净手术室要求采用单向流气流方式，是挤排的原理。II、III 级洁净手术室由于出风速度较低，未能有足够的动量以保持单向流，采用的是一种低紊流度的置换气流，是充填的原理；但出风速度不希望低于 0.15m/s，因此在设计中对小手术室应取

上限换气次数，Ⅳ级准洁净手术室按一般乱流参数，是稀释原理；由于送风口面积太小，希望出风速度不低于 0.25m/s，以保持足够动量将风送下。

表 4.5 手术室送风量与送风面积

手术室等级	I 级手术室	II 级手术室	III 级手术室	IV 级手术室
送风量	0.25~0.30m/s	30~36h ⁻¹	20~24h ⁻¹	12~15h ⁻¹
送风面积/m×m	2.4×2.6=6.24	1.8×2.6=4.68	1.4×2.6=3.64	不作规定
出风速度/(m/s)	0.40~0.45	0.23	0.2	≥0.25
送风量/(m ³ /h)	9500~10 100	3875	2620	

注：I 级洁净室的断面风速表示，其他级别洁净室以换气次数表示。

4.4.2 速度均匀度

《标准》中的 I 级手术室是以风速表示的，因为要求达到手术室 100 级的标准只有采用单向流的送风方式才可以。而要求达到单向流的要求，应满足三个基本条件：①工作面上应达到一定的风速；②气流流线应平行；③送风气流应达到相当的均匀，其不均匀度不应大于 0.25，计算公式为

$$\beta_v = \frac{\sqrt{\frac{\sum (v_i - \bar{v})^2}{n - 1}}}{\bar{v}} \leq 0.25$$

式中： β_v ——风速不均匀度；

v_i ——点实测风速；

\bar{v} ——平均风速；

n ——测点数。

4.5 自净时间

自净时间这一技术指标，对手术室有重要意义。自净时间表示了一间手术室在空调净化系统开机运行之后，室内空气的含尘浓度从开始时的一个高的数值下降到一个稳定的数值所需的时间即是自净时间。这个时间对使用者来说当然愈短愈好。这个时间愈短，说明该手术室的自净能力愈强，室内尘粒很快即能排出。从表 4.1 看出，手术室的洁净度级别高，则自净时间短，自净能力强；洁净度级别低，则自净时间长，它的自净能力就要弱些。

手术室的自净时间是在规定的换气次数条件下保证两台手术之间室内可以达到自净的最长时间；特殊需要较大幅度缩短自净时间的，应根据计算重新确定换气次数。

自净时间与换气次数相互间有着紧密的关系，设计者往往重视换气次数而忽略了自净时间。表 4.1 的换气次数即考虑了自净时间得到的“自净换气次数”。一般情况早晨手术前的布台准备工作约 20~30min，做连台手术时，包括清洁工作及布台的准备工作，大约 30~40min 也可完成。

自净时间由图 4.6 求解。图中： N_0 为洁净室原始尘浓度； N 为洁净室所在级别的设计浓度的值； n 为洁净室现有换气次数（或反之是所求的值）； T 为要求的自净时间（或反之是实际的或设计的值）。

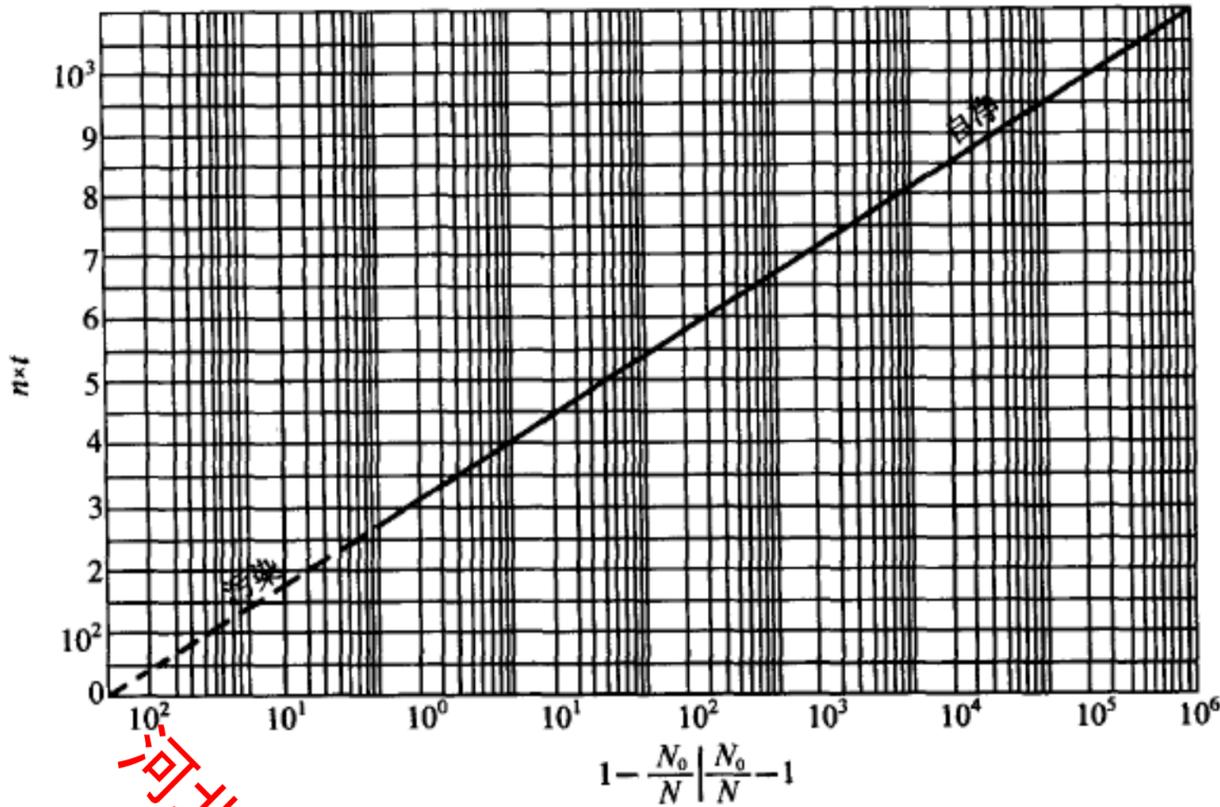


图 4.6 自净时间和污染时间

先要求出 $\frac{N_0}{N}$ 。设开机前 N_0 已接近大气尘浓度 M ，由于洁净室一般位于污染较轻的地区，可取 1×10^5 粒/L。

N 一般取该级别上限浓度的 $1/3 \sim 1/2$ ，例如 10 000 级取 100~200 粒/L，则 N_0/N 分别可取：

10 000 级	500~1 000
100 000 级	50~100
300 000 级	17~34

然后查图 4.6 得 n_t 的值：

10 000 级	650~680
100 000 级	520~560
300 000 级	450~480

设各级自净时间：

10 000 级	25min
100 000 级	30min
300 000 级	40min

则得到自净换气次数 n ：

10 000 级	30 次/h
100 000 级	18 次/h
300 000 级	12 次/h

这就是《规范》中换气次数的下限值。

4.6 温度

手术室内的温度控制，是一种控制细菌浓度的有效手段，它是综合控制措施的一部分，既

控制了空气中的细菌繁殖，也控制了患者及医护人员经过排汗而排出的细菌，其意义决不单纯为了内部人员的舒适感；很明显，手术室内的温度，起到了控制细菌的繁殖的作用。

至于温度与湿度，当无要求时，冬季可取不低于表 4.1 中的下限值，夏季可取不高于表 4.1 中的上限值，与手术室直接连通房间的温湿度与手术室的相同。

【参考】 按照美国 1999 年版 ASHRAE 手册的应用篇要求净化空调系统能够保证手术室内的温度可在 17~24℃ 范围内调节，而 1991 年版的则为 20~24℃，说明室温调节范围扩大了。美国“公共卫生局”规定为 22~24℃，日本井上宇市教授建议为 22~24℃，英国为 20~21℃，法国为 20℃，东北欧为 20~22℃，中欧 22~25℃。据美国 A. Field 介绍，除非手术时间很短，否则几乎对所有病人在室温 < 21.1℃ 时都能发生低温机能性障碍，当手术时间超过 1h，室温 21~24℃ 范围内时有 1/3 病人会发生低温障碍。当然，为了控制排汗，室温也不应过高，但对国内的一些医院医生调查，一般反映夏天在 25℃ 左右可以接受，冬天为使患者身体外露部分减少热损失，最低不应低于 21℃。所以《规范》将手术室温度取 22~25℃，而对于人停留时间短暂或可能穿衣较多时的辅助用房，把温度的上下限放宽到 21~27℃。

有的国外标准认为某些手术要求低温环境，甚至要在手术开始前半小时内达标，很明显这是一般空调系统无法满足及保证的，因此必须采用手术室的专用空调机。这种特殊要求，应由医院提出，本《指南》不做进一步分析。

4.7 相对湿度

据研究，相对湿度 50% 时，细菌浮游 10min 后即死灭；相对湿度更高或更低时，即使经过 24h 大部分细菌还活着。在常温下， $\varphi=60\%$ 以上可发霉， $\varphi=80\%$ 以上则不论温度高低都要发霉，见图 4.7 和 4.8。据了解，日本有关医院的标准的湿度都要求保持 50%，德国标准则规定整个手术部内的相对湿度不超过 65%。美国 ASHRAE 手册 1999 年版要求相对湿度为 45%~55% 之间，而 1991 年版的为 50%~60% 之间，这和美国建筑师学会出版的《医院和卫生设施的建造和装备导则》的要求一样。而它对产科和外科手术室则放宽到 45%~60%。显然 50% 最理想。但考虑到国内的技术条件，《规范》把 I、II 级手术室相对湿度订在 40%~60%，而 III、IV 级的放宽到 35%~60%。

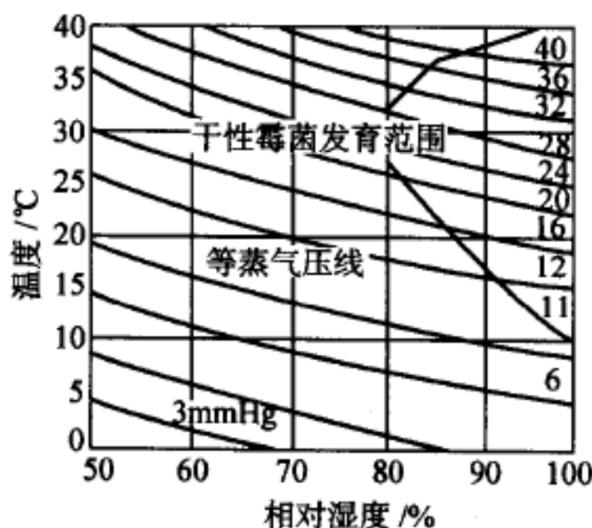


图 4.7 霉的发育与温湿度关系

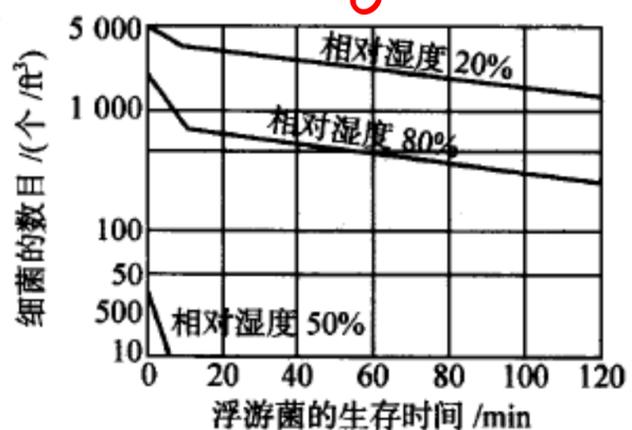


图 4.8 相对湿度与细菌生存率的关系

对于辅助用房有时只定上限，有时把下限放宽。上述“导则”对恢复室也要求为 30%~60%，对麻醉气体储藏室、处置室则无要求。所以本条对有人的房间进一步放宽到 30%~60%，而对于无人的房间则只规定上限。

【参考】 国外新版本标准都对室内湿度控制的要求提高了。大量事实表明,尽管净化空调可以有效地过滤掉送风中的细菌,但仍须强调整个洁净手术部内的湿度控制,因为只要有适当的水分,细菌就有了营养源,在系统中随时随地可以繁殖,最后会造成整个控制失败,故要对湿度的危害引起高度重视。在设置独立新风处理机组时,强调处理终状态点。在国内尚不能做到室内机组干工况运行时,希望有条件时处理后新风能承担室内一部分湿负荷。

4.8 最小新风量

每间手术室的最小新风量应按下列要求确定并取其最大值。

(1)按表 4.1 中的新风换气次数计算的新风量,按每人每小时计算,瑞士标准为 80m^3 ,德国标准为 60m^3 ,日本标准为 $3\sim 5$ 次/h。本表采用 60m^3 和 $3\sim 6$ 次/h。

由于手术室布置及功能上的特点,如进出手术室均采用自动推拉门、室内有排气系统等,渗漏风量均要较工业洁净的漏风量大,正压值不易达到,设计时采用的数值应正确取值。

(2)补偿室内的排风(每间手术室不应小于 $200\text{m}^3/\text{h}$)并能保持室内正压值的新风量。

(3)人员呼吸所需新风量。

以上对 I 级手术室为每间不宜小于 $1\ 000\text{m}^3/\text{h}$ (其中如面积较小的眼科专用手术室每间不宜小于 $800\text{m}^3/\text{h}$),对 II、III 级洁净手术室每间不宜小于 $800\text{m}^3/\text{h}$,对 IV 级洁净手术室,每间不宜小于 $600\text{m}^3/\text{h}$ 。

【参考】 日本 1998 年出版的医院设计和管理指南规定最小新风量为 5 次/h;美国 1999 年版供热、制冷和空调工程师学会手册的应用篇中也规定最小新风量为 5 次/h;联邦德国标准 DIN1946 第四部分给出病房每人每时 70m^3 ,手术室未给出,显然要高于此数,但给出了每间手术室新风总量为 $1\ 200\text{m}^3/\text{h}$;瑞士标准采用每人 $80\text{m}^3/\text{h}$;考虑到排风系统的设置、设定的人数(特大型 12 人,大型 10 人,中型 8 人,小型 6 人)及每人最小 $60\text{m}^3/\text{h}$ 新风的规定,这些标准都较高,尤以德国的新风量最大;它的考虑是,手术室中 N_2O 用量为 $500\text{mL}/\text{h}$,如果新风达到 $1\ 200\text{m}^3/\text{h}$,则可维持哈龙的浓度在 $\frac{500\text{cm}^3}{1\ 200\text{m}^3} \approx 0.4 \times 10^{-6}$ 而麻醉医师附近将高于此浓度 10 倍,即 4×10^{-6} ,此数刚好低于该气体最高允许浓度 5×10^{-6} 。

根据《规范》的说明:

(1)可以参照德国的考虑,但对做小的普通手术的 IV 级手术室,麻醉剂用量可能都要少,而且麻醉气体释放不应是连续高浓度,而标准规定排风是连续的,因此可考虑减少新风量至其一半约 $600\text{m}^3/\text{h}$ 。

(2)也是最主要的,即为了在开门状态下,室内气流能以一定速度外流,以抵制外部空气入侵。设 I 级手术室保持气流速度为 $0.1\text{m}/\text{s}$,开门后面积为 $1.4 \times 1.9 = 2.66\text{m}^2$,则需 $956\text{m}^3/\text{h}$ 的新风;II、III 级的手术室保持 $0.08\text{m}/\text{s}$ 流速,则需 $766\text{m}^3/\text{h}$ 。加之较普遍反映手术室较闷,因此本条将新风适当增加,除在后面规定了新风换气次数和每人新风量外,对 I、II-III 和 IV 级的最小新风量分别定为 $1\ 000\text{m}^3/\text{h}$ (眼科专用手术室一般手术人员极少,房间也小,可以采用 $800\text{m}^3/\text{h}$)、 $800\text{m}^3/\text{h}$ 和 $600\text{m}^3/\text{h}$ 。

4.9 噪声

噪声对控制环境内的细菌繁殖虽然无关，但一个能正常运行的手术室如果噪声过大，也是不能正常使用的，噪声源可以通过空气或通过墙、板等固体物件传播，甚至可以通过动力设备与之硬连接的管道支架传到很远。防噪声设计绝不是装几节消声器就可保万一的事。《标准》规定的允许噪声值，是考虑到我国国情及可以接受的最大噪声值，与国外的允许值比，略显偏高一些，如果条件允许，宜在《标准》规定值以下。允许噪声值是指各测点的平均值。瑞士高级的无菌手术室为 50dB(A)，无菌手术室为 45dB(A)，德国标准均为 45dB(A)。

国内实践证明，45dB(A)是可以实现的，所以《规范》对多数房间取 $\leq 50\text{dB(A)}$ 这一标准，而对 I 级手术室取 52dB(A)。对不同工程情况要区别对待。

室内噪声指各测点的平均值。

4.10 最低照度

最低照度是指手术室内普通全室照明而言，不包括局部照明及无影灯照明。国内外普遍采用灯带式的照明形式，各国的照度也多有差别。据国外文献介绍，手术室一般照度多在 500lx 以上，多者达 1 500lx，也有提出从 750~1 500lx 的。而据后来实测，日本东海大学无菌手术室照度为 465lx，准备室 350lx，前室 480lx。这些数据未强调说明是最低照度，用平均照度可能性大。《规范》结合我国国情，手术室一般照明采用工作区各测点中最低一点的值即最低照度，取 350lx，则平均照度也将在 400lx 以上，而非手术室的房间则按洁净室最低标准取 150lx。

室内一般照明在离墙 0.5m 范围内，应满足工作面上各点最低值的要求。

第 5 章 建 筑

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

5.1 建筑环境

- 第 1 条 洁净手术部的位置
- 第 2 条 洁净手术部与其他科室关系
- 第 3 条 洁净手术部在建筑物中的层次

5.2 洁净手术部平面布置

- 第 1 条 必须区分洁净区分与非洁净区
- 第 2 条 洁净区内的分区
- 第 3 条 洁净手术部按通道布置的几种形式
- 第 4 条 I、II 级洁净手术室位置
- 第 5 条 人、物净化流程
- 第 6 条 关于电梯
- 第 7 条 关于不设吹淋室
- 第 8 条 关于负压手术室外的缓冲室
- 第 9 条 缓冲室的具体说明
- 第 10 条 关于刷手间
- 第 11 条 关于污物集中点
- 第 12 条 关于抗震缝、伸缩缝

5.3 建筑装饰

- 第 1 条 建筑装饰原则
- 第 2 条 地面的原则
- 第 3 条 墙面的原则
- 第 4 条 关于踢脚与圆角
- 第 5 条 关于阳角
- 第 6 条 关于不得使用的材料
- 第 7 条 技术夹层的原则
- 第 8 条 严禁使用的化学物质
- 第 9 条 洁净手术室净高
- 第 10 条 洁净手术室的门
- 第 11 条 洁净手术室的窗
- 第 12 条 关于拼接缝
- 第 13 条 要求防静电
- 第 14 条 关于插座、开关等安装注意之点

第 15 条 不应有明露管线

第 16 条 关于吊顶、吊挂件及人孔

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的强制性条文

- 5.2.1 洁净手术部必须分为洁净区与非洁净区。洁净区非洁净区之间必须设缓冲室或传递窗
- 5.2.5 洁净手术部的平面布置应对人员及物品(敷料、器械等)分别采取有效的净化流程(图 5.2.5,本图略),净化程序应连续布置,不应被非洁净区中断
- 5.3.6 洁净手术部内与室内空气直接接触的外露材料不得使用木材和石膏

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

5.1 建筑环境

5.1.1 手术环境

洁净手术部应是全方位、全过程地阻止所有污染途径的干扰,因此能影响手术部空气质量的环境质量,也是潜在的危險。所以洁净手术部的位置宜选择自然环境质量较好,大气含尘、含菌浓度低,无有害气体的地区,这是保证空气洁净、最节约能源、降低投资与运行费用的理想途径。

洁净手术部应避开交通频繁、噪声大、空气污染严重的地区,远离锅炉房、厨房、汽车库(场)、动物房、太平间、垃圾房、焚烧炉等有污染的场所。当不能避开与远离时,应选择位于城市或地区的最多风向的上风侧;当有接近两个盛行风向时,则应选在具有最小风频风向的对面。

5.1.2 人为环境

人为地设计改造现有环境空间,减少干扰、污染,创造有利于空气洁净度的要求是非常必要的。

如主干道、停车场、运输频繁地区,是噪声与尘源之一,所以这些地区应设置静音标志。路面宜采用耐磨、不易起尘的材料做成,并尽可能减少或消除裸露的土地。

绿化起到了美化环境、净化空气、阻止扬尘作用。但是手术部周围的绿化以种植草皮及常绿植被为主,不宜种植观赏花木,避免因需要经常翻土、播种、移植、打扫落叶等致使尘土飞扬,影响手术部的环境。而且种植的树木也应选择吸尘、阻尘率较高、有一定的灭菌能力而又不扬花飞絮的树种为宜。

【参考】 铺植草皮的上空含尘量可减少 $2/3 \sim 5/6$, 吸收空气中的 CO_2 量为 $1.50\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

【参考】 主要交通干道的车流量超过 800 辆/h, 洁净手术部离干道的距离宜大于 50m。

5.1.3 负压手术室的建筑要求

- (1) 负压手术室应自成一区,有独立出入口,并与手术部外建筑通道建立快捷联系。
- (2) 负压手术室布置应洁污分流,配备专用的无菌储物间、冲洗消毒间以及清洁通道。
- (3) 负压手术室与洁净手术部内洁净通道应设分隔门及缓冲室,以便于对负压手术室隔离封闭。

5.1.4 洁净手术部在医院建筑中的相关要求

洁净手术部可设在病房楼或医技楼内,但必须处理好以下几种关系。

(1) 一般情况。

- 1) 输送病人到手术部的距离愈短愈好。
- 2) 建筑柱网、层高及主要交通通道有利于洁净手术部的平面布置及管线要求。
- 3) 处理好中心供应、ICU、血库检验科等和手术部的毗邻关系。

(2) 洁净手术部应自成一区或专用一层或二层,有利于手术部人流、物流组织,减少外部干扰,保证洁净手术部的环境质量。

(3) 常规手术部放在外科病房楼内,这样可缩短病人运送距离,方便医生工作,提高医疗效率。

1) 设在病房楼的楼层中间,更好地缩短病人手术距离,提高效率。

2) 设在病房楼的顶层,可适当调整局部建筑柱网尺寸,使布置灵活,设备管线的影响也相

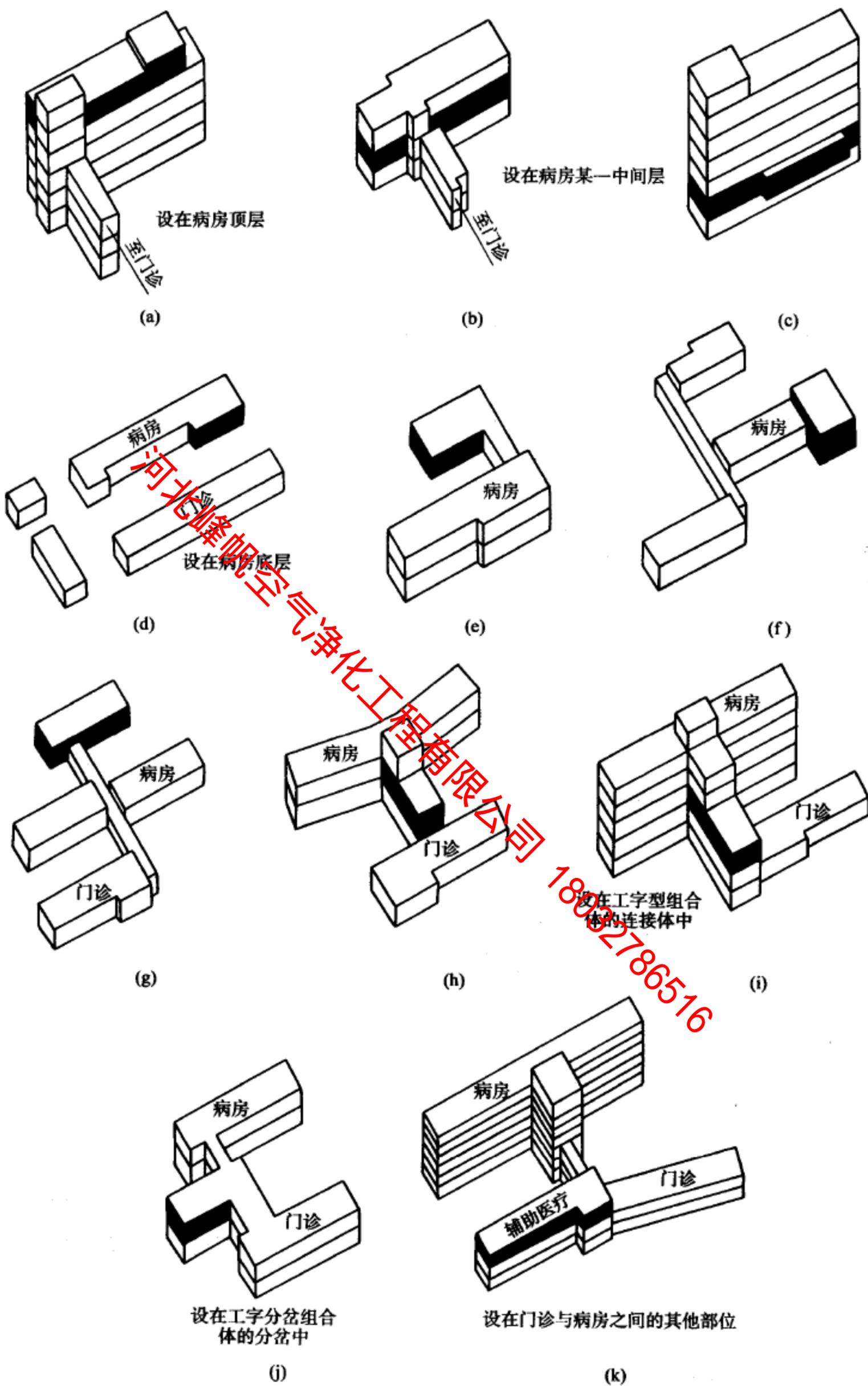


图 5.1 手术部在医院建筑中的位置

应减少。但是顶层不利于节能与防漏,所以必须做好保温、防漏,不宜放置振动大、噪声大的设备,以免影响或干扰手术部[图 5.1(a~g)]。

3)设在医技楼内,与相关部门联络方便,途径短捷。另外医技部门柱网应有利于手术室的灵活布置,使手术部的功能更合理[图 5.1(h~k)]。

(4)洁净手术部与手术密切关系的部门,应使其联系方便,途径短捷,有利于提高医疗质量与医疗效率。

1)ICU(外科监护病区):宜设在手术部的同层,并与手术部出口直接相通,有利缩短术后病人运送距离,便于术者和麻醉师与 ICU 护理人员进行术后监护的交接安排,提高医疗质量。

2)供应室:手术部需大量的消毒、灭菌物品和一次性物品,与供应室的往来十分密切,宜有专用的水平或垂直交通,以便快速发送、回收。一般设十多间手术室以上的大型手术部因消毒灭菌量及物资供应量很大,宜设立专用的手术部供应室为其服务。

3)检验科:主要对血液、体液及组织标本等进行生理或病理的分析检验,为手术医生诊断提供科学的依据,所以与手术部距离越近、越便捷越佳。

4)血库:手术部在医院中用量大,用血急,血库应设在手术部附近,便于血液配送。

5)血气室:在大型手术部应设血气室,其建筑面积为 18~24m² 分为值班与检验 2 间,套间布置,工作人员入口在非洁净区,在与洁净走廊交界墙面处设计标本传递窗,便于标本传递,亦可采用物流传递系统传递标本。

6)快速病理切片室。大型手术部应设快速病理切片室,面积约 18m²,入口宜在非洁净区,标本传递窗宜设在该室与洁净走廊交界墙面处,以便标本传递。

5.2 洁净手术部的平面布置

5.2.1 洁净手术部平面布置原则

(1)应符合卫生学和医学流程的要求(无菌技术、人流物流及洁污分明)。

(2)应全方位、全过程地控制污染途径(包括手术部空气净化,无菌物品送发,贮存,无菌技术操作及使用后物品的消毒处理)。

(3)流线简明、快捷、高效的原则(所有人流、物流工作轨迹、环节都能体现及时、周到、方便)。

(4)符合洁净手术部管理要求。

5.2.2 洁净手术部平面布置的依据

(1)洁净手术部的平面布置是根据手术部组成内容,以手术室为核心,配置必要的辅助用房,以组合起相对独立的医疗功能单元(图 5.2)。

(2)洁净手术部规模(手术室数量)的确定,一般经验数据按每 50 张病床或每 25 张外科病床设一间手术室。每间手术室日手术平均为 2~3 例。也可根据各医院不同的医疗专业,统计出的实际需求及远期发展要求来确定数量。所以手术室的数量又与医院的性质有密切关系。

(3)也可通过下列公式计算:

$$A = \frac{B \times 365}{T \times W \times N}$$

式中:A——手术室的数量;

B——需要手术病人的总床位数;

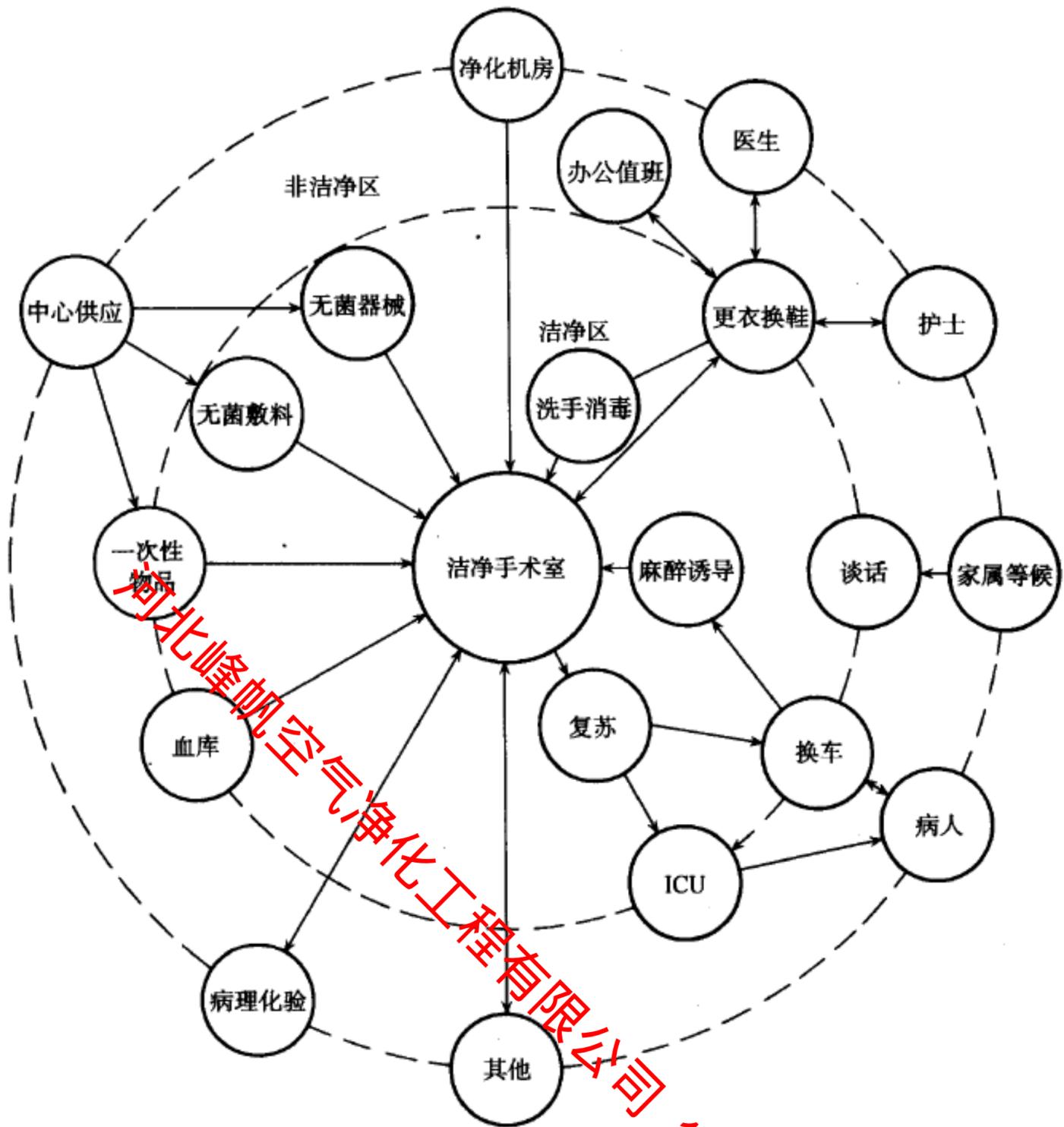


图 5.2 洁净手术部组成及功能关系

T ——平均住院时间(天);
 W ——手术室全年工作日(天);
 N ——平均每个手术室每日手术台数。

(4)为提高手术室手术效率及麻醉与手术之间的密切配合,手术部可集中或分散设置麻醉准备间;麻醉准备间内设医用气源、书写台、数据信息点、单头悬挂或立式无影灯、麻醉器械柜、麻醉机等。

(5)洁净手术室标准的设定,一般取决于手术类别。无菌手术宜在Ⅲ级以上的手术室中进行,重要生命器官和器官移植及美容等无菌手术应在Ⅰ级净化手术室中进行。一般Ⅰ级手术室占手术室总间数15%以内(限于综合医院,这既满足使用要求,又利于节约投资)。

(6)洁净手术室单间面积确定,取决于各种手术的复杂程度及使用治疗仪器的多少。

(7)洁净手术室的组合形式可分为有前室和无前室两种。

1)有前室的洁净手术室:一般由刷手间、麻醉准备间、冲洗消毒间和一间手术室组合而成[见图 5.3(a,b)]。

表 5.1 洁净手术室平面参考规模

类型	最小净面积/m ²	参考尺寸(长×宽)/m×m	参考容纳人数
特大型手术室	40~50	7.5×5.7	12人以上
大型手术室	30~35	5.7×5.4	10人以上
中型手术室	25~30	5.4×4.8	8人以上
小型手术室	20~25	4.8×4.2	6人以上

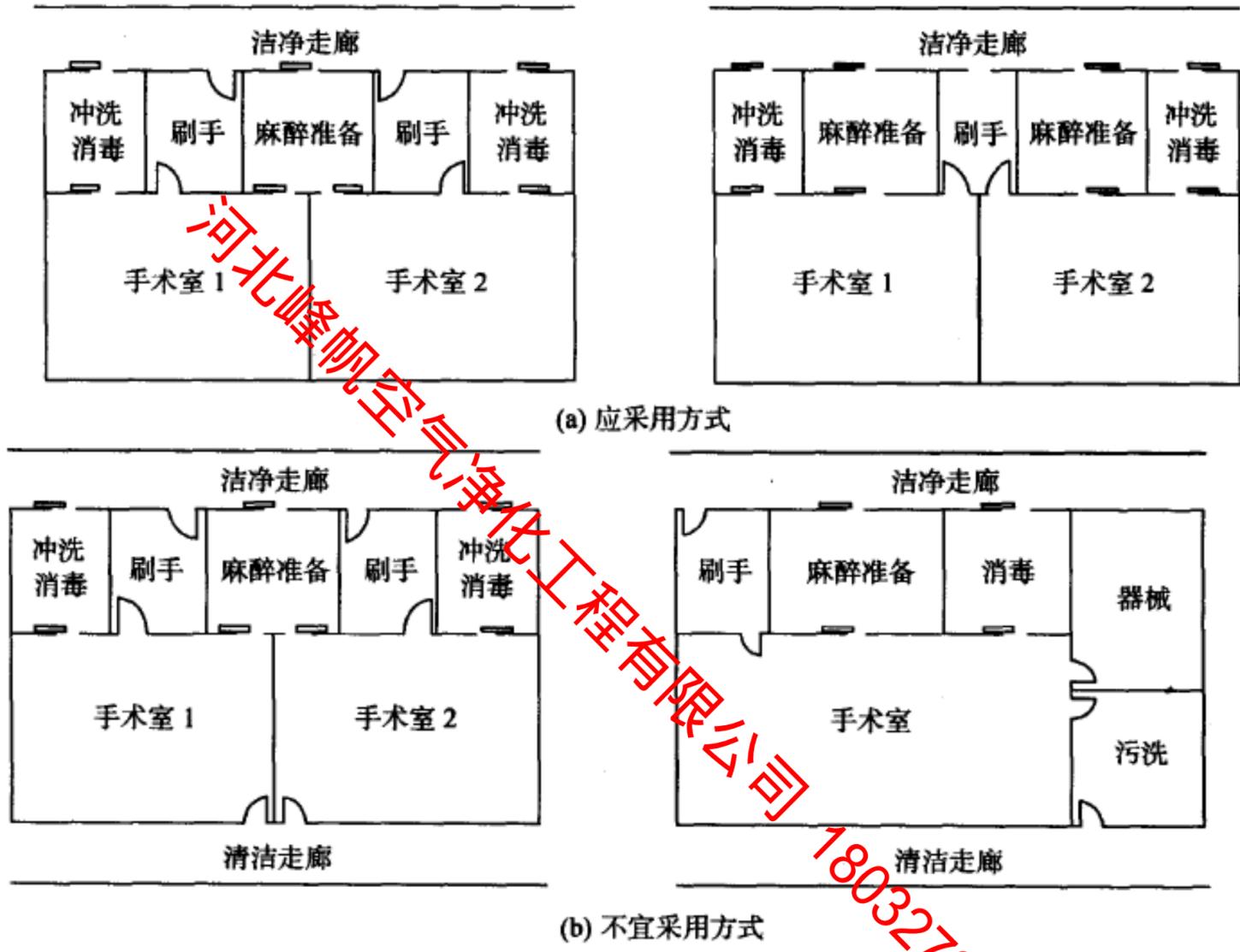


图 5.3 有前室的洁净手术室(刷手与手术室间的门为双向自由门,下同)

麻醉准备间在每间手术室入口处供作麻醉准备用,可提高手术室使用率。冲洗消毒间设在每间手术室出口,供手术室消毒、清洁及使用后物品、废弃物的处理使用。

有前室的洁净手术室采用单走廊布置,而如图 5.3(b)布置的有前室手术室则为重复浪费,不宜采用。

2)无前室的洁净手术室:由手术室和其侧方、前方布置的刷手间及清洗消毒间组成,刷手间也可在洁净走廊内布置见图 5.4(a~c)。

(8)洁净手术部内的辅助用房。

1)麻醉准备间(预麻间):病人进行手术之前在这里进行预麻,这样可提高洁净手术室利用率。室内装备有单头无影灯、手术台、医用气体、麻醉器械柜、药品柜。

2)刷手间。供手术的医护人员清洗消毒手使用,尽可能地接近手术室,避免感染。一般二至四间手术室设一间(也可二室设一间),也可以设在洁净走廊内。

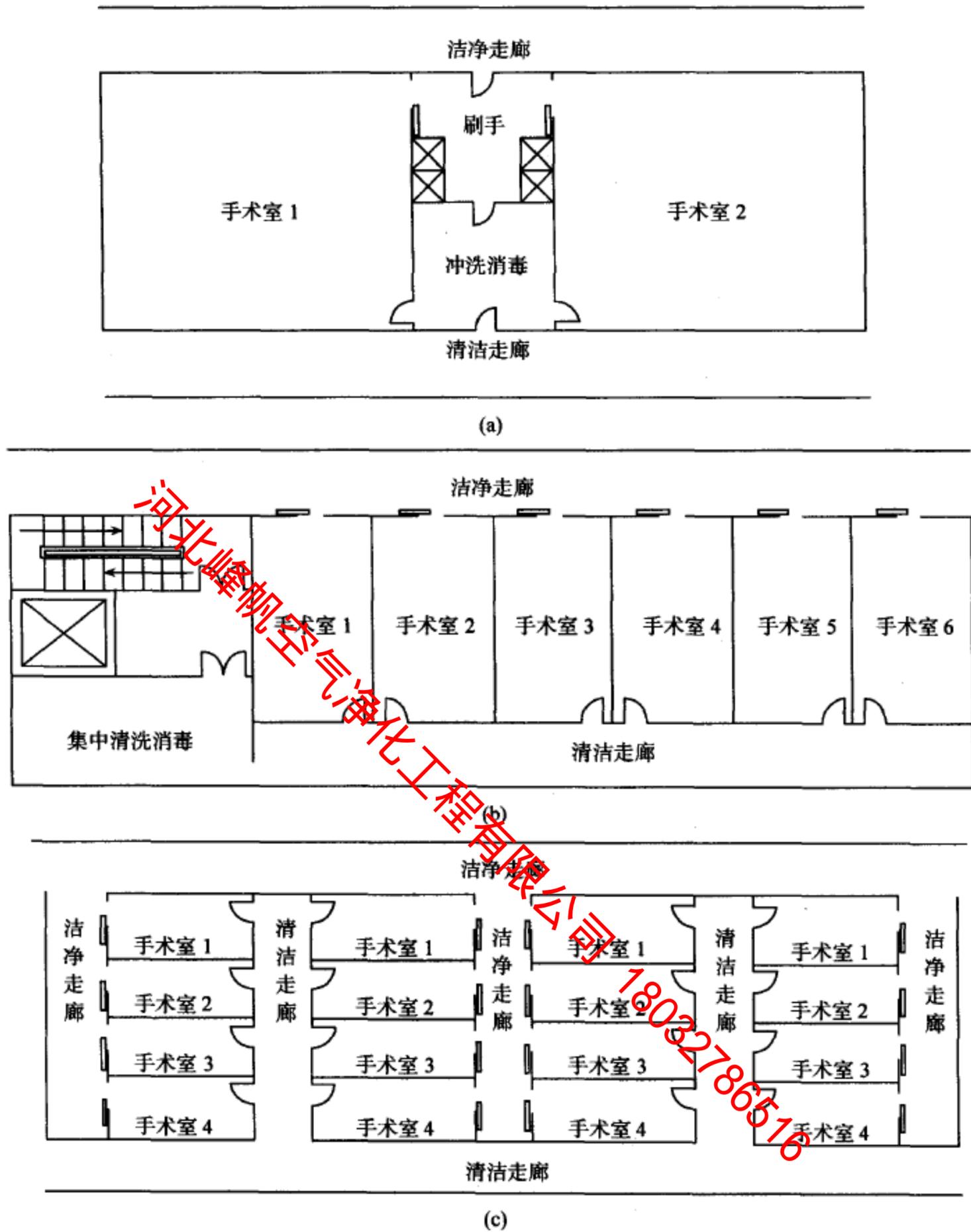


图 5.4 无前室的洁净手术室

3) 冲洗消毒间: 作为就地消毒处理的房间, 是洁净手术室不可缺少的辅助房间, 可与手术室一一对应, 也可两间或多间合用消毒间, 内设冲洗消毒器(电热式或蒸气式, 有上下水排气设施, 以 85℃ 热水封闭消毒手术用过的器械、器具、管道)、洗涤池、垃圾密封车。

4) 无菌贮存间: 贮存手术所需的无菌敷料与器械, 可集中或分散、分开设置, 数量与大小可根据各手术部的规模确定。无菌物品、无菌器械可分开存放也可合并存放, 但因中心供应室以及手术室内也有一定贮量, 所以该室不宜过多或过大。无菌物品的发送贮存流程为: 供应室→手术部无菌间(批量存放)→手术室。

5) 护士站：设在手术部入口处对进出人员进行管理之用，应有物流传输、数据信息点等设施。

6) 一次性物品库：洁净手术部应集中设置一次性物品库，并设有前室(6m²左右)用于拆箱、拆包、去尘后经缓冲间进入一次性物品库房。所以前室在洁净区外，缓冲间在两区中间，而库房宜设门直接进入洁净走廊，便于一次性物品取用。

7) 更衣间：为工作人员卫生通道，分一次更衣间和二次更衣间。二次更衣间有洁净要求，一次更衣间在洁净区外，经换鞋、脱衣、浴厕便进入二更间。也可在跨区处设二次换鞋而进入二次更衣间。更衣间的面积根据工作数量及卫生方式和更衣柜的占用人数(一人一柜或二人一柜，上部为衣服柜，下部为鞋柜)等因素决定，一般人均 0.5~0.8m²。

8) 换车间：设在病人进入手术部入口处，为跨区设置，在此为手术病人换车。卫生通过换车流程为：病人→入手术部主入口→外来担架车与手术部内担架车对接换车→进入手术部洁净走廊→入手术室→与手术床平行或对接换车→术毕→ICU 床或担架车与手术床并接→送病人至 ICU 或病房。

9) 卫生间：一般设在脱衣、淋浴之前，如布置困难也必须设在穿洗手衣之前，并设有负压排风装置。图 5.5、5.6 给出两种卫生通过方案。

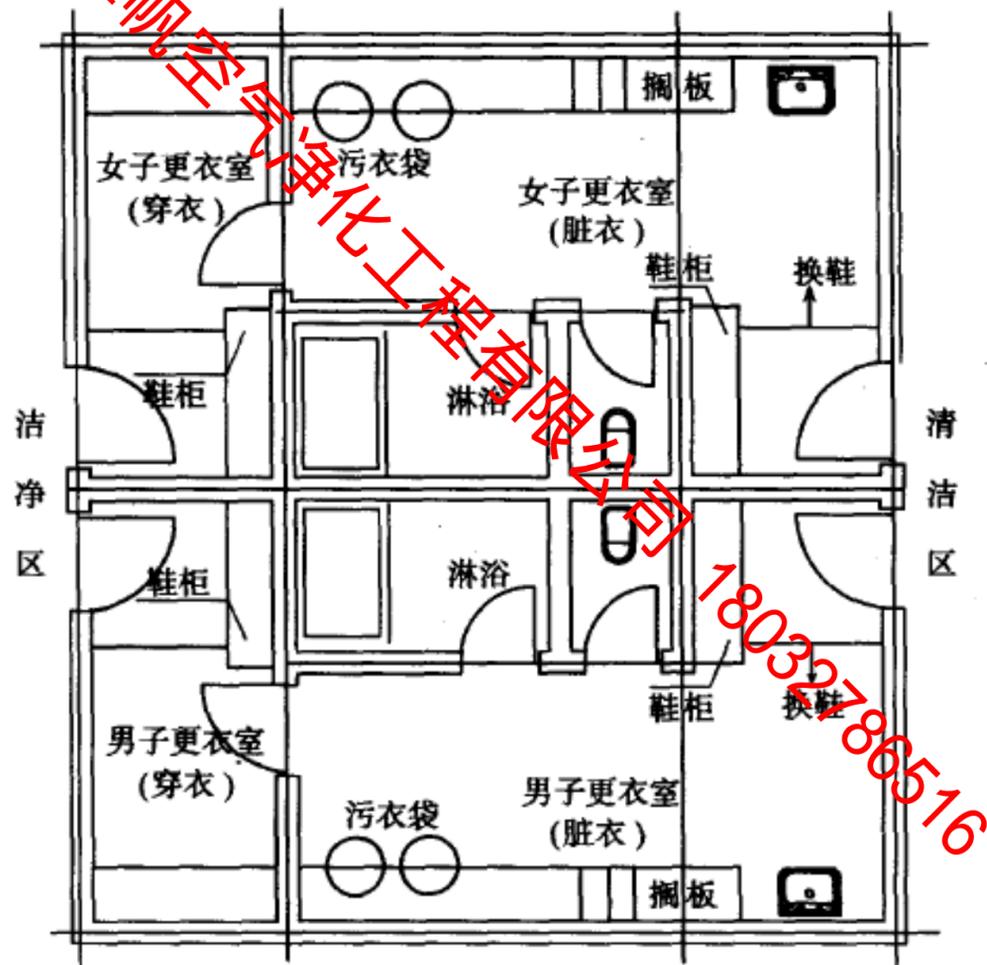


图 5.5 一般卫生通道

10) 家属等候室：供手术病人家属等候休息之用，一般设在手术部门外，可按每间手术室 2~4人，每人 1~1.5m² 考虑。邻近手术部宜设洽谈室(一边为家属等候室，一边与洁净手术部洁净走道相通)，便于手术过程中与家属联系。

11) 其他房间：示教室(会诊室)、办公室、休息室、值班室、库房、敷料洗涤间等，均应设在洁净区外。

12) 有教学任务的医院，宜在手术室设摄像装置；手术室摄像分为全景摄像及无影灯或头灯对术野的摄像两种。

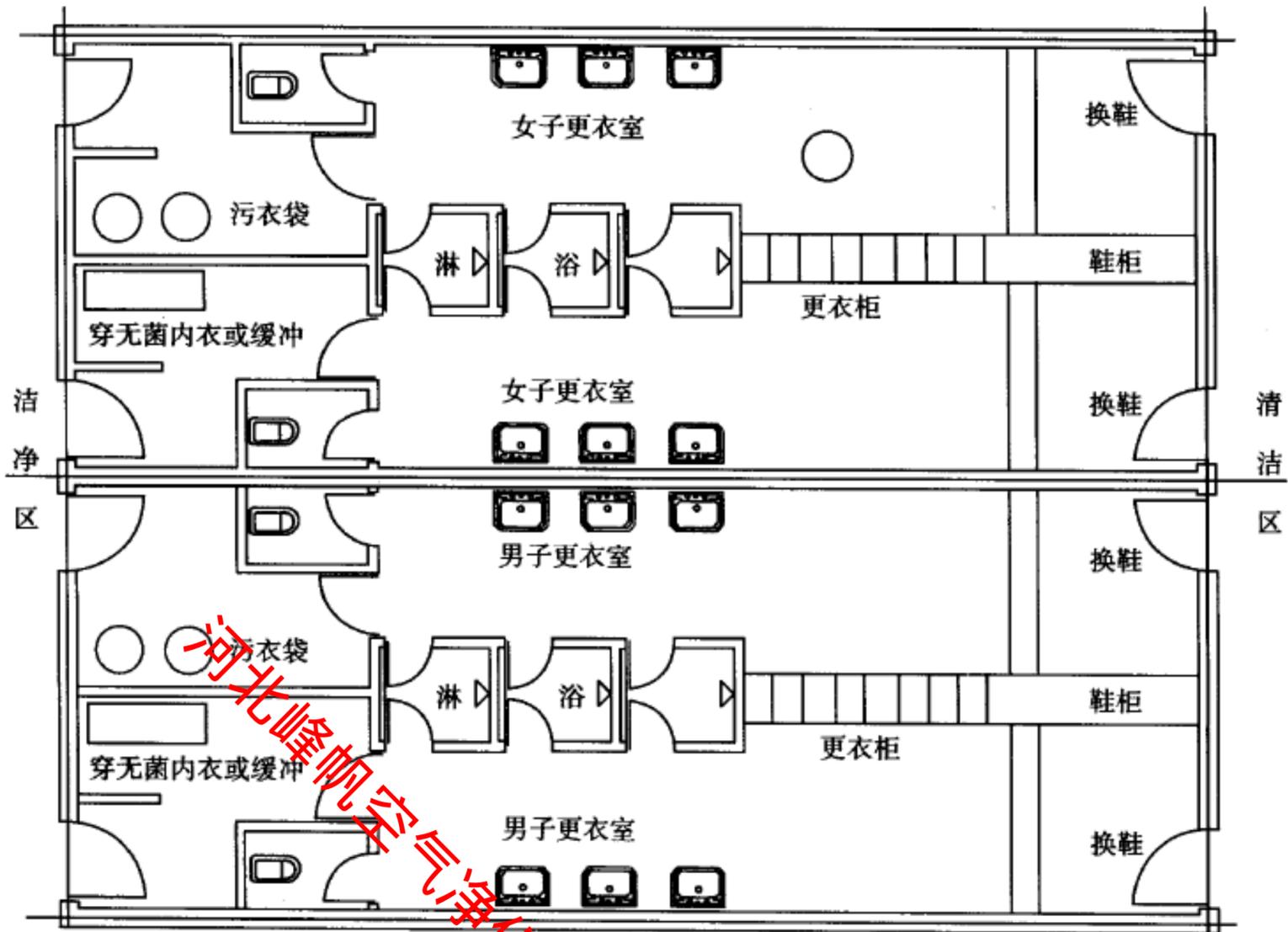


图 5.6 术前术后分开卫生通道

5.2.3 洁净手术部的内部平面设计

洁净手术部的内部平面设计是以洁净手术室为核心，配置必要的辅助用房组合起来，以满足医疗流程合理、分区明确、洁污分明，最大限度地减少接触感染，防止交叉感染。

(1) 洁净手术部的分区。

洁净手术部应严格分为洁净区与非洁净区。洁净区与非洁净区的用房及通道处理应满足医疗流程。《规范》的原则规定见图 5.7。

(2) 洁净手术部的洁净流线设计。

洁净手术部的洁净流线必须分明，流程合理，能有效防止交叉感染，缩短操作路线，减轻工作人员劳动强度，提高手术质量。

1) 人流路线：人流通道应简明快捷。病人及医护人员流程分别如下：

① 患者进入手术部洁净走廊之前应进行更换病车及被服更换等卫生工作(图 5.8)。

② 医生护士是手术部中术前、术中活动最频繁者，因此医护人员直接影响手术室的洁净质量，所以必须严格进行卫生处理(图 5.9)。

2) 物流路线：洁净手术室使用的无菌敷料、无菌器械及一次性物品，经洁净通道进入手术室。手术室使用后的物品(敷料、器械、废弃物)必须就地就近采取物理或化学方法消毒打包后送出手术室(可由清洁走道或洁净走道)，再送至手术部外(图 5.10)。

(3) 洁净手术部布置方式。

洁净手术部内部平面布置方法很多，形式多样，各有利弊，但应符合卫生学要求以及分区

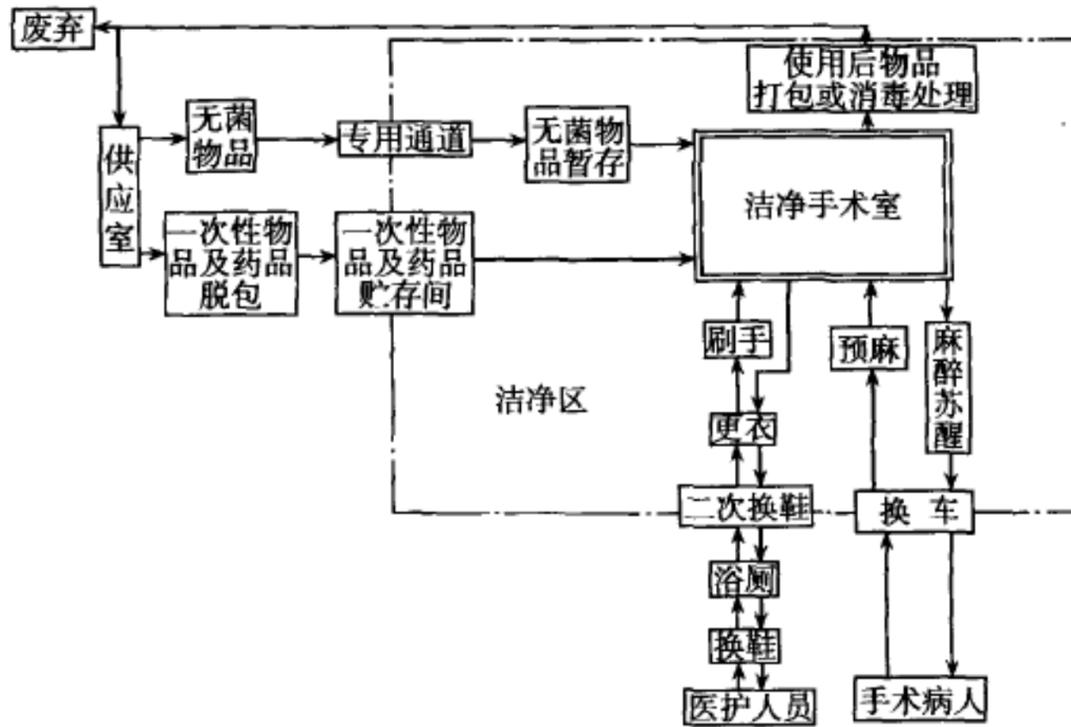


图 5.7 划区原则

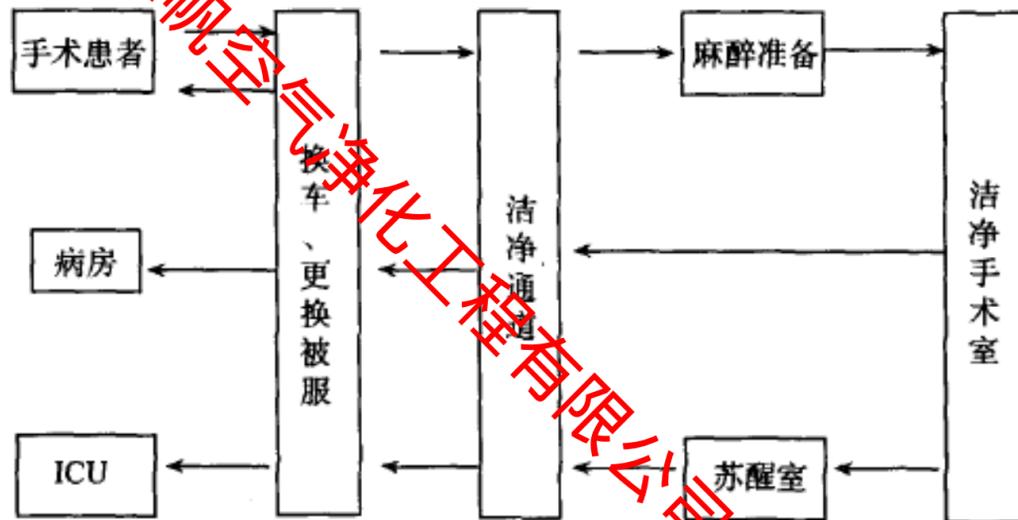


图 5.8 患者流程

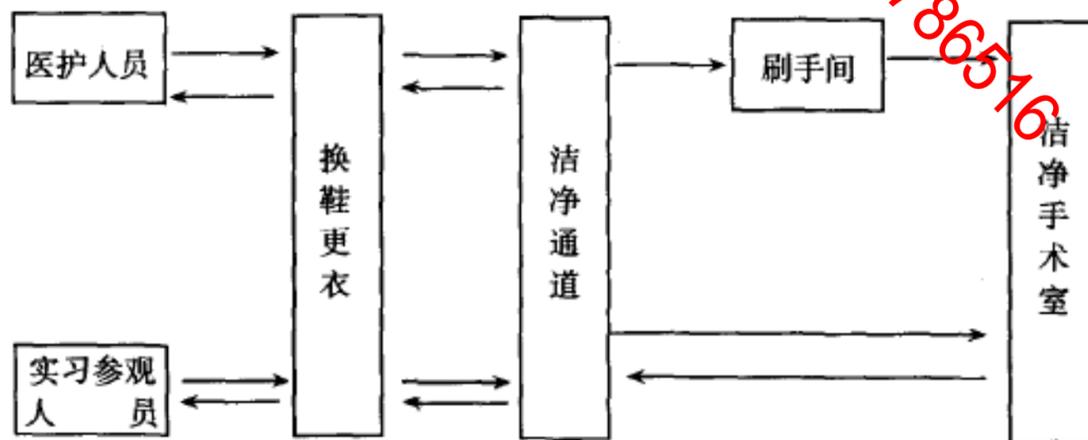


图 5.9 医护人员流程

合理、洁污分明的原则。医院可根据具体情况选择合理的位置,确定布置方式。以下是几种基本方式。

1)有前室式手术室:由刷手间、麻醉准备间、冲洗消毒间三个前室加一个手术室区同组成,其流程见图 5.11。

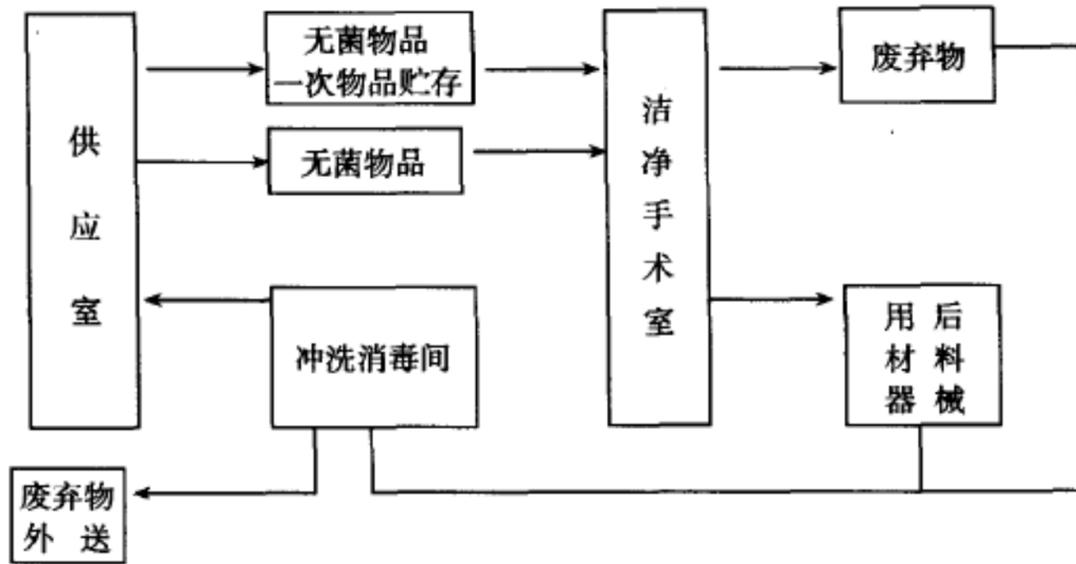


图 5.10 物流流程

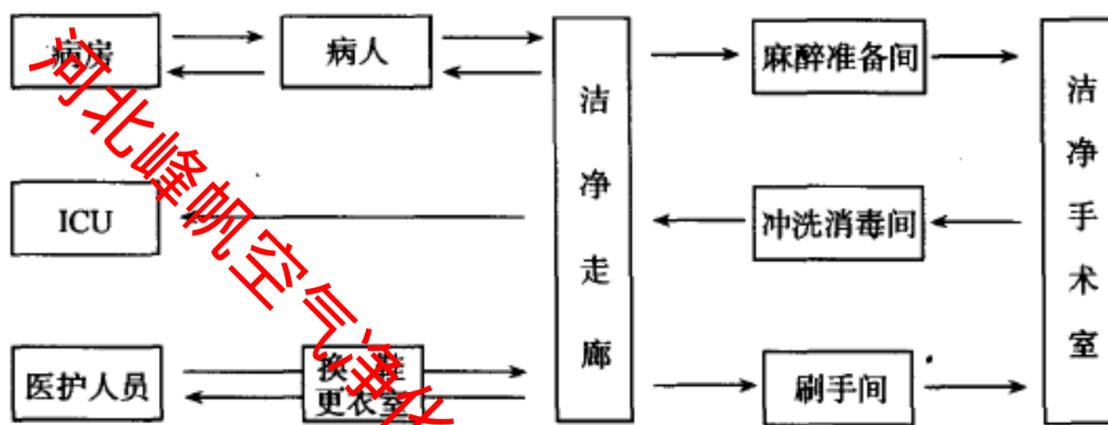


图 5.11 人流流程

其优点为：麻醉准备冲洗消毒，刷手与手术室形成完整配置，效率高，无菌技术操作保证性强，洁污分明，处理严格，更加符合卫生学要求，见图 5.12。

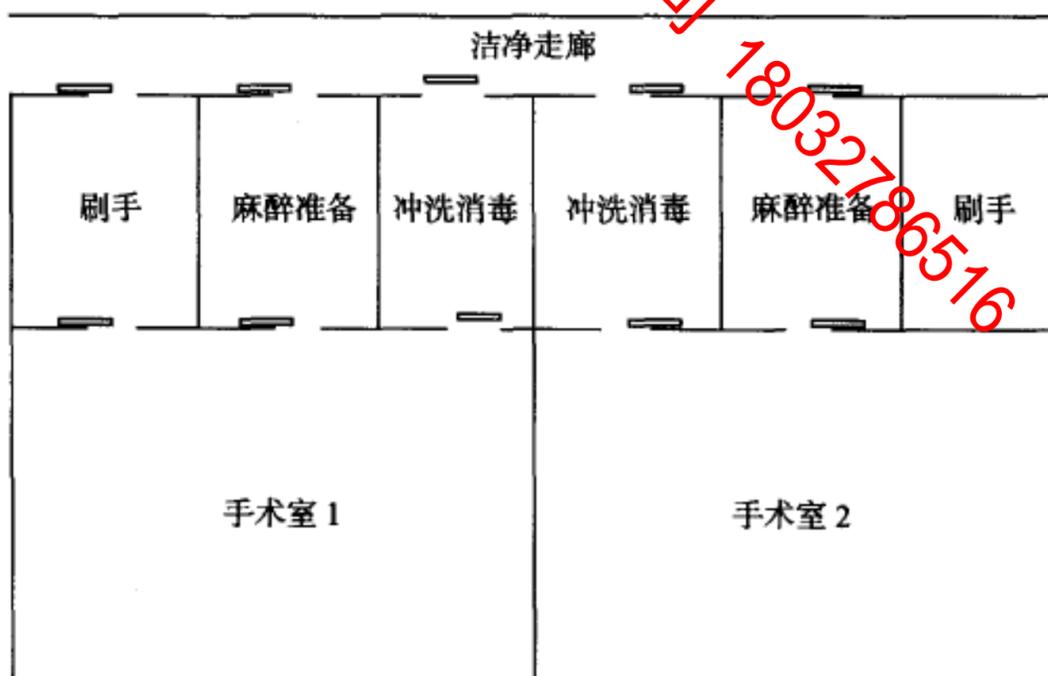


图 5.12 有前室手术室布置

2)无前室单通道式手术室：由手术室及其侧方冲洗消毒室、刷手间组成，麻醉准备采用集中设置，其流程见图 5.13。

其优点为：在符合卫生学要求的前提下建筑利用率高，节省分散的麻醉准备间，冲洗消毒等设备配置量见图 5.14。

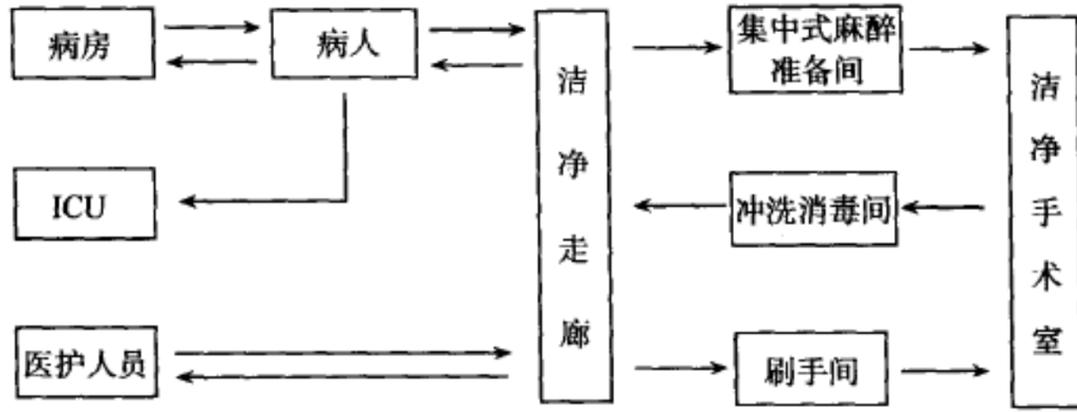


图 5.13 无前室单通道流程

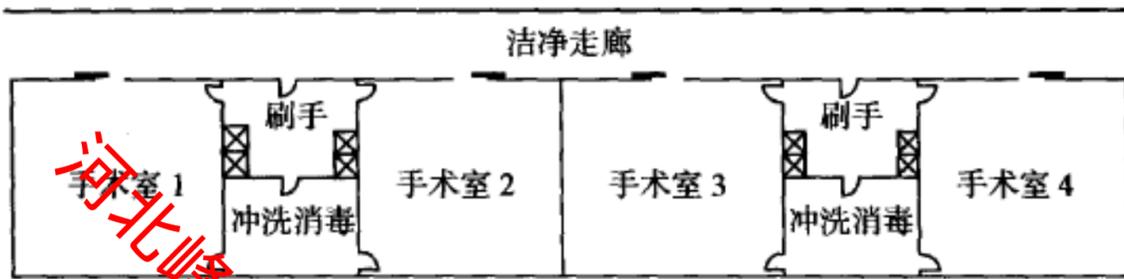


图 5.14 无前室单通道手术室布置

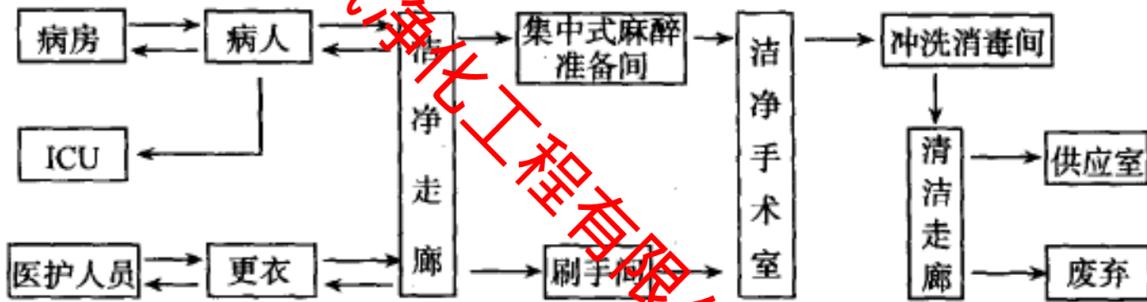
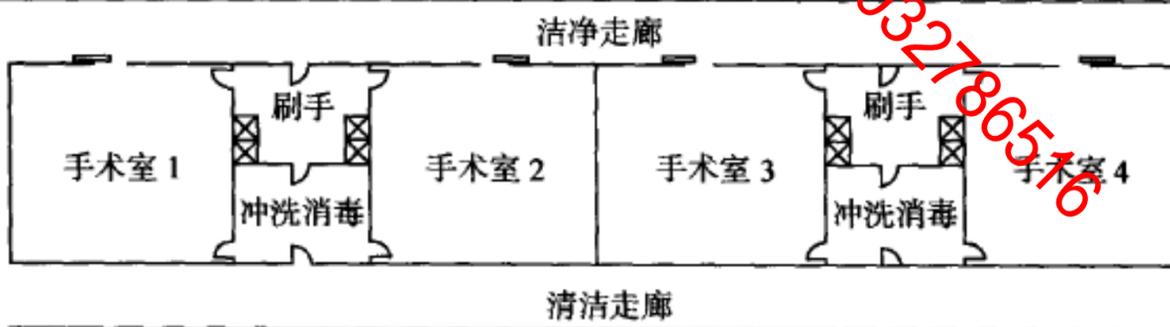
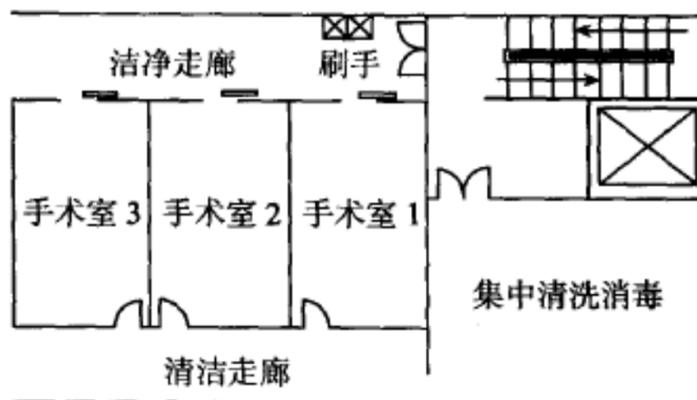


图 5.15 无前室双通道流程



(a)



(b)

图 5.16 无前室双通道手术室

3)无前室双通道式手术室：由手术室及洁净走廊、清洁走廊组成，冲洗消毒间、刷手间可集合设置或分散设置，麻醉准备间集中设置，其流程见图 5.15。

其优点为：洁污分明，建筑利用及冲洗消毒、麻醉准备量相对前房式手术室为低，见图 5.16。

4)无前室分支双通道式(多通道)布置，适用于大型手术部；其流程同双通道式，见图 5.17。

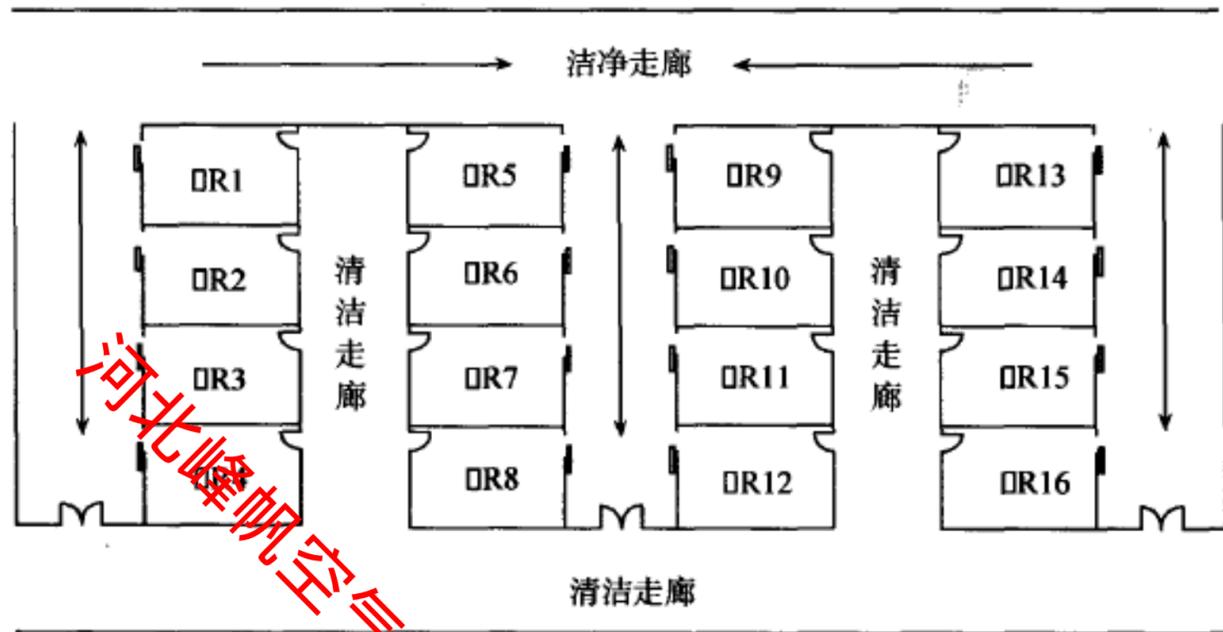


图 5.17 无前室分支双通道手术室

5)中央岛式布置手术室：主要是使无菌物品由无菌通道供应手术室更方便，见图 5.18。

5.2.4 洁净手术部平面布置中应注意的其他问题

(1)洁净手术部内使用的电梯。如果必须在洁净区内设置电梯时，应在电梯出入口设置缓冲室，隔离污染气流干扰洁净区。

(2)洁净手术部不应设置空气吹淋室，因为空气吹淋室是利用一定风速的空气，吹去人、物表面的沾尘，虽然对保证洁净度有一定效果，但是，病人是受不了高速气流吹淋的，同时吹淋室高出地面影响手术车的推行。如果医护人员使用，因一般手术部有多间至数十间手术室，医护人员多达数十至百余人，同时使用要有多间吹淋室才能满足使用要求。

(3)洁净手术部不跨越抗震缝、伸缩缝、沉降缝，主要保证洁净手术部的气密性，减少污染，有利于气流组织，简化建筑构造设计，节约投资。

(4)洁净手术部内走廊一般应设置排烟系统、自动喷淋系统、火灾报警系统，手术室内不设置喷淋。但不能缺少烟感探测器，排烟宜设板式排烟口，烟感探测器应防锈、耐腐蚀。

(5)洁净手术部不应跨越两个防火分区，如特殊情况需要设置在两个防火分区内，防火分区的设置不应影响洁净手术部的正常使用。

(6)洁净手术部内医用氧气宜单独由医院氧站提供，并应有在火灾时能自动切断气源装置或人工手动切断装置。

5.2.5 屏蔽材料

X 线防护手术室宜采用 2mm 铅板作为射线屏蔽材料。

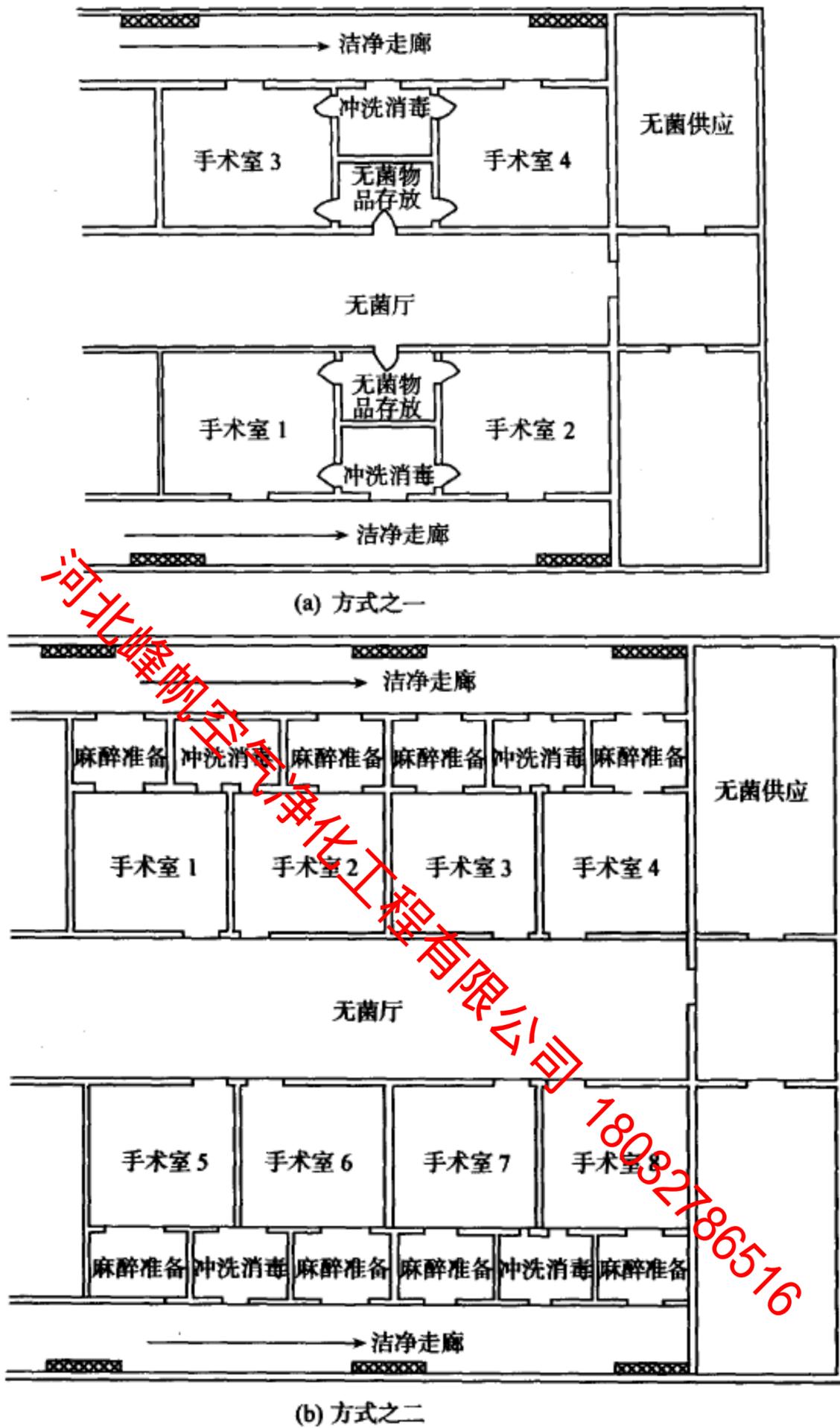


图 5.18 中央岛布置方式

5.3 建筑装饰

5.3.1 建筑装饰总原则

- (1) 洁净手术部的装饰必须满足使用功能要求及净化空调工艺要求。
- (2) 装饰必须安全牢固，不易撞坏、倒塌，符合消防有关要求。

(3)装饰面层。要求容易清洁消毒,环境空间效果好。

5.3.2 装饰材料的选择要求

- (1)表面光洁,耐磨,耐侵蚀(物理、化学),不产尘。
- (2)材料易清洗、消毒、不吸湿、不透湿、不易长霉。
- (3)材料具有良好的环保、节能、防静电功能。
- (4)装饰用材必须是不燃材料或难燃材料,经济实用,易加工。

5.3.3 洁净手术部的装饰形式

(1)整体式。现场砌筑(或焊接),打磨要平整,后做饰面材料。优点是整体无缝,易清洗,不积尘,环境空间效果好,但要抓好现场施工过程中的各个环节,尤其是基层与面层的结合处理,不然质量不易保证,施工期长。

(2)拼装式。根据手术室的大小设计成几种标准模块,在工厂生产后到现场拼装完成。因为标准化、机械化程度高,质量较易保证,施工期较短,但是有缝,空间效果不如整体式好。

5.3.4 洁净手术室装饰材料

(1)洁净手术室装饰材料分地面材料和墙体材料两大类。可选用的材料有十几种以上,使用功能、效果均不一样。目前通用的材料大致可分为以下几种。

1)地面材料。

①整体现浇水磨石:水磨石地面在中国资源丰富,使用普通,在20世纪50年代广泛使用在医院,宾馆、饭店等一些场所,具有耐磨、防滑、耐腐蚀优点,质优价廉,在中国建筑市场上具有代表性,因此在一般洁净手术室被广泛采用。

②环氧树脂:环氧树脂地面是不饱和树脂和合成的一种化学产品,具有耐腐蚀、易清洗、不起尘等优点。使用时,应在普通水泥地面上做基层,然后把环氧树脂浇铸在上面,它最大的优点是表面平整、光滑,易清扫,但价格较昂贵。

③PVC地材:PVC地材是工程塑料的衍生物,有普通PVC地材和抗静电PVC地材之分,优点是耐腐蚀、易清洗、抗静电,施工安装方便,在目前手术室中被广泛采用。

2)墙体材料。

①ES板(习惯称彩钢板):彩钢板是双面彩涂钢带、中间夹保温材料的一种轻质隔断的材料,不积尘,易清洗,具有一定的抗冲击性能。但长期使用后表面易退色,钢带表面涂层破坏容易氧化,在防火等级中应满足耐火等级B2以上性能要求。

②防锈铝板:国标型号为LF121,是一种银白色轻金属,具有比重小,熔点低,导热性、导电性及耐腐蚀性能好,易于加工和焊接等特点。表面可喷塑喷涂或烤漆,是手术室墙面的较好材料。

③CLASAL板:CLASAL板是采用高密度水泥和硅石,在高温高压装置下进行合成形成,其后在表面喷涂无机颜料,然后在高温下在表面涂上特殊陶瓷薄膜而完成的,具有可擦洗和消毒,良好耐火性能和强度,不出现划痕、凹凸、变形等优点。

④复合铝板:一般称塑铝板,外表面是0.15~0.2mm铝板,内面贴聚氨脂(或其他保温材料),二者之间采用胶水粘接压实,强度低,不抗撞,极易变形、损坏。

⑤钢板:电解钢板背后贴10~12mm石膏板,钢板表面经打磨平整后喷抗菌涂料2~3遍后,整体平整光滑,无接缝,易清洗和消毒。

⑥不锈钢板:具有强度高、耐冲击、防腐等性能,不锈钢板表面经加工处理后不会产生眩光、刺眼现象,在手术室围护结构上使用是一种较好的材料,但价格高。

5.3.5 洁净手术室装饰应注意的地方

洁净手术室内装饰总原则是：要求平整、光滑，无起尘，不积尘。手术室内所有材料吸湿后不开裂、不积灰。对持续有挥发性化学物质的材料，严格禁止使用。手术室内器械装置、电器设备均应嵌入墙内，防止表面积尘。地面与墙面连接处必须是圆角。地面上不应出现凹槽以防积污。

(1)在洁净手术部内应便于清洗，避免污染物集聚死角，所以地面处理必须为圆角，其他的阴阳角处也应为圆角。

(2)洁净手术室的重点是空气净化及气流组织，所以洁净手术室的门需设置吊挂式的自动推拉门，防止外界气流的干扰、污染。另外由于手术中易经常敞门，丧失正压作用，所以门宜有自动延时关闭装置。

(3)洁净手术室内墙面上插座，药品柜、吊顶上的灯具等物均暗装，不同材料的接缝要求平整密封，保证手术室的气密性及避免突出不平部位积尘积菌。

(4)洁净手术室装饰材料必须为绿色环保型，不容许有持续挥发有机化学物质(如有机涂料及结合胶等)产生，影响患者与医护人员的身心健康(在做试管婴儿的手术室内必须保证无毒无味，不然影响手术质量)。

(5)洁净手术室不应设外窗，主要避免室外光线对手术的影响及室外环境对手术室的污染，Ⅱ、Ⅳ级洁净辅助用房可设置双层密闭窗。

(6)洁净手术室吊顶上不应开设人孔，所以选用吊塔时应尽量选用侧接口的型号，避免必须在顶上开检查口。当选用的吊塔必须另设检查口时，此检查口应不大于400mm×400mm，人不能上下，并严格密封。

第 6 章 洁净手术室装备

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

第 1 条 手术室基本装备表

第 2 条至第 11 条 对装备表中各项逐一说明

第 12 条 设备安装入墙的要求

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

6.1 概述

手术室的基本装备是指为洁净手术室配备的与手术室平面布置和建筑安装有关的基本设施，并不包含专用的及可移动的医疗仪器设备。基本装备是一间手术室在手术过程中必不可少的辅助设备，它在手术室中的安装各有其相对应的位置，而不是任意设置在一个地方，以免给使用时带来不便；基本装备是指最少设置的项目及数量，可以在此基础上按使用需要增加某些配件，如收藏柜、贮存柜，抽屉等，在布置或制造时往往与柜、箱等联体形成上下布置制作，以免在室内显得零乱。基本装备内容见表 6.1。

表 6.1 洁净手术部基本装备

装备名称	必须配置数量
无影灯	1 只/间
手术台	1 台/间
计时器	1 套/间
医用气源装置	2 套/间(备用气体终端)
麻醉气体回收排放装置	1 套/间
免提对讲电话	1 部/间
观片灯	3 联/小型间、4 联/中型间、6 联/大型间
清洗消毒灭菌装置	1 套/2 间
药品柜(嵌入式)	1 组/间
器械柜(嵌入式)	1 组/间
麻醉柜(嵌入式)	1 组/间
输液导轨及吊杆(或吊钩 4 个)	1 套/间
记录板	1 块/间
冷、暖柜	根据需要配置在药房

基本装备在洁净手术室内的布置如图 6.1 所示。所谓示意即指没有给出尺寸，有的是上下位置，而在图上均为一层位置，例如药品、器械柜的下部一般设回风口和插座箱、等电位箱等。

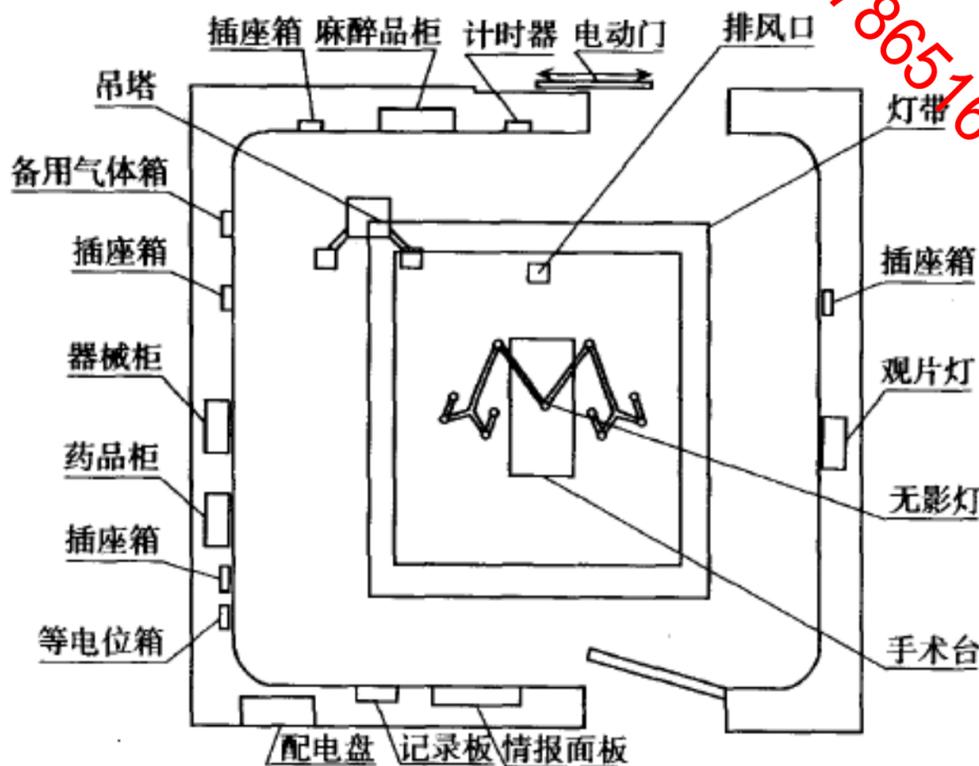


图 6.1 手术室内固定装备布局

6.2 无影灯

6.2.1 无影灯

为了把障碍物对洁净气流的影响降到最小，要求无影灯应有一个流线型的外罩，因此，常采用多头型的无影灯，见图 6.2、6.3。

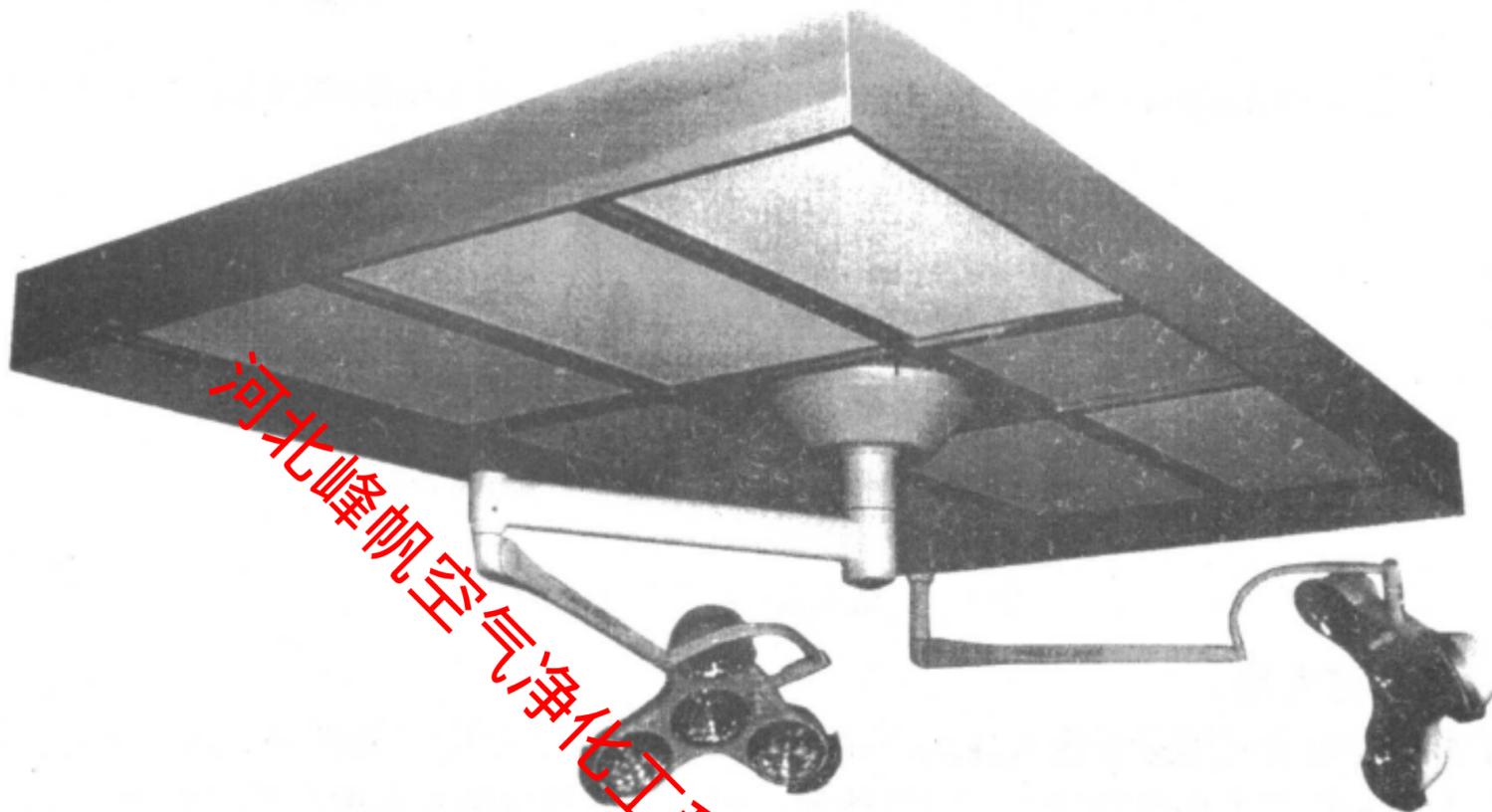


图 6.2 无影灯一种

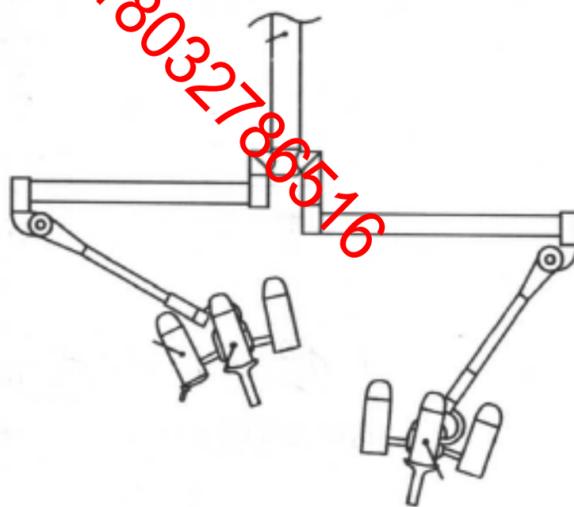
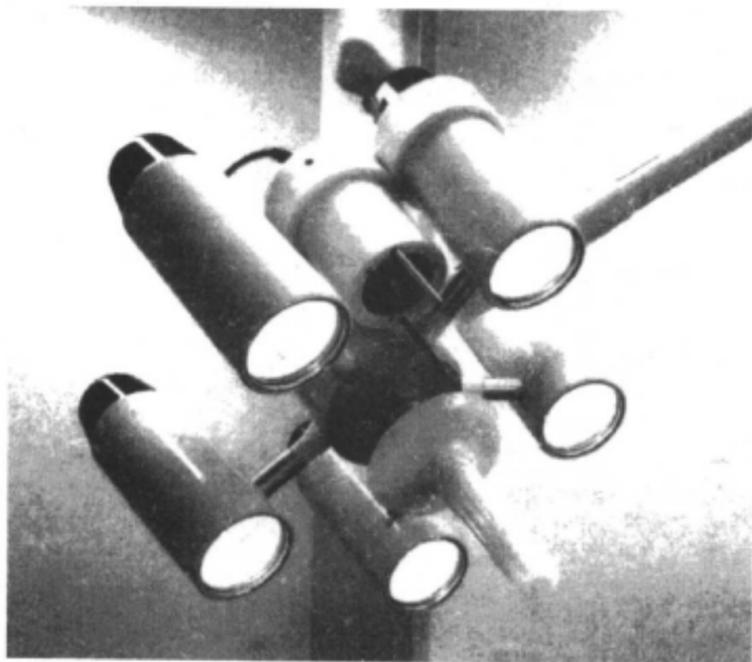
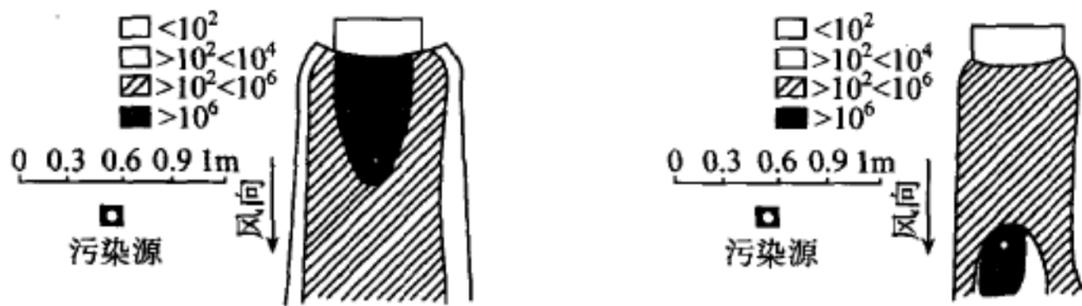


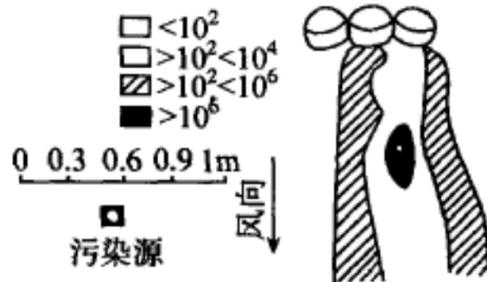
图 6.3 框架式无影灯一种

【参考】 在现代化的手术室中，送风静压箱(俗称送风天花)即布置在手术台的上方，而无影灯的布置也设置在送风静压箱的正中央。这样，无影灯的外形往往对送风气流起阻挡作用，并产生涡流，当采用常规盘式无影灯处于垂直气流中时，其主要涡流区产生在手术台上部。试验表明，其涡流的长度约为这种障碍(安装间隙)的 5 倍宽度，因此对无影灯这类较大型的障碍

物处于送风气流中时，日本山田公司提供了一组测定值可供参考(图 6.4);当带有流线型灯罩的罩灯直径为 20cm 时，其产生的涡流约在灯下二倍直径处消失。



(a) 污染源距手术灯 0.8m 处的回流污染情况 (b) 污染源距手术灯 1.4m 处的回流滞流污染情况



(c) 污染源距骨架手术灯 0.8m 处的回流污染情况

图 6.4 盘式无影灯下的污染情况

6.2.2 无影灯安装

无影灯在安装时需穿过送风静压箱，因此应对穿过处的转接架周围作密封罩，然后按无影灯样本中的安装要求作出安装处的结构处理，见图 6.5。转接架的高度为无影灯安装高度与楼板之间的高度差。

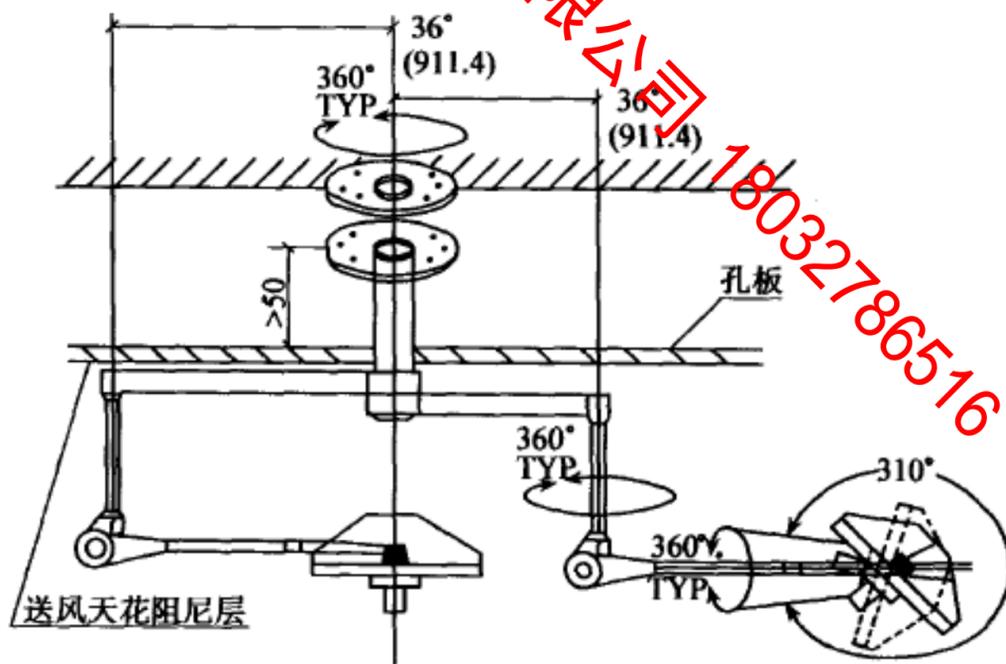


图 6.5 无影灯的底座一例

6.2.3 无影灯底座设计

无影灯底座承重静载荷一般要求在 300kg 以上(动载荷一般可达 2 000kg 以上)，用电量约 0.5kW；各生产厂家样本上均有具体要求，必须按要求进行设计，并确认结构牢固，见图 6.6。

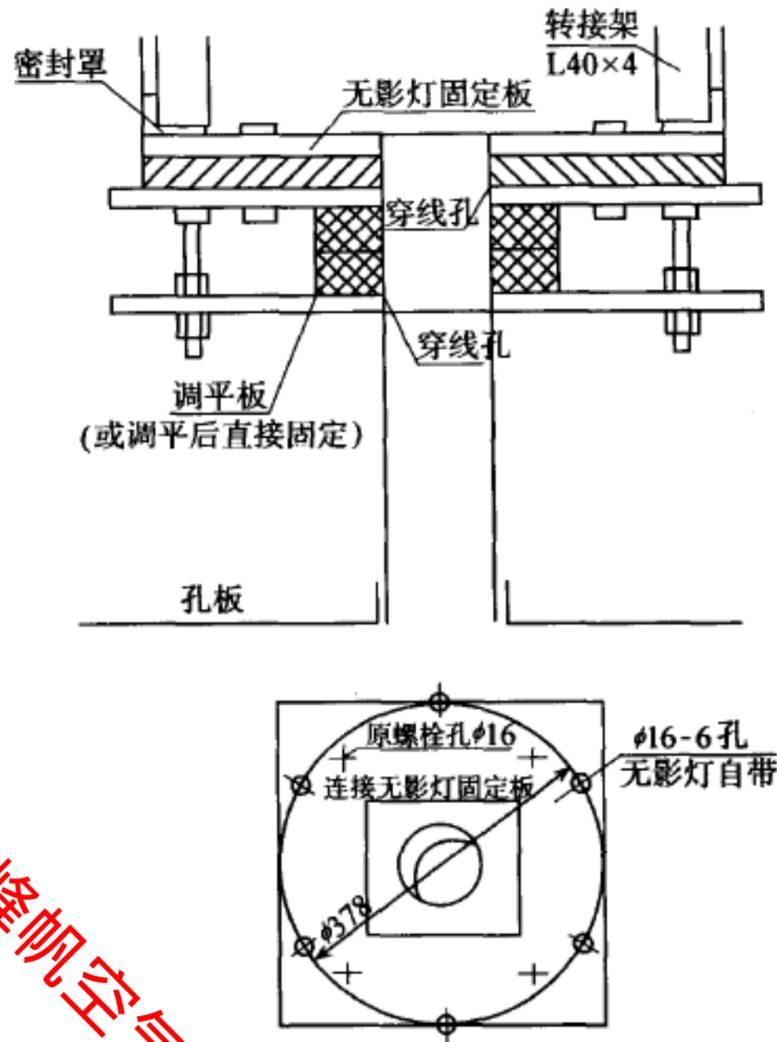


图 6.6 无影灯底座(支架)结构安装图一例

6.2.4 穿过阻漏式送风天花无影灯安装要求

先将无影灯安装底座固定在建筑顶板上，安装无影灯竿，调好水平，安装阻漏式送风天花，最后安装灯，参见图 6.7。

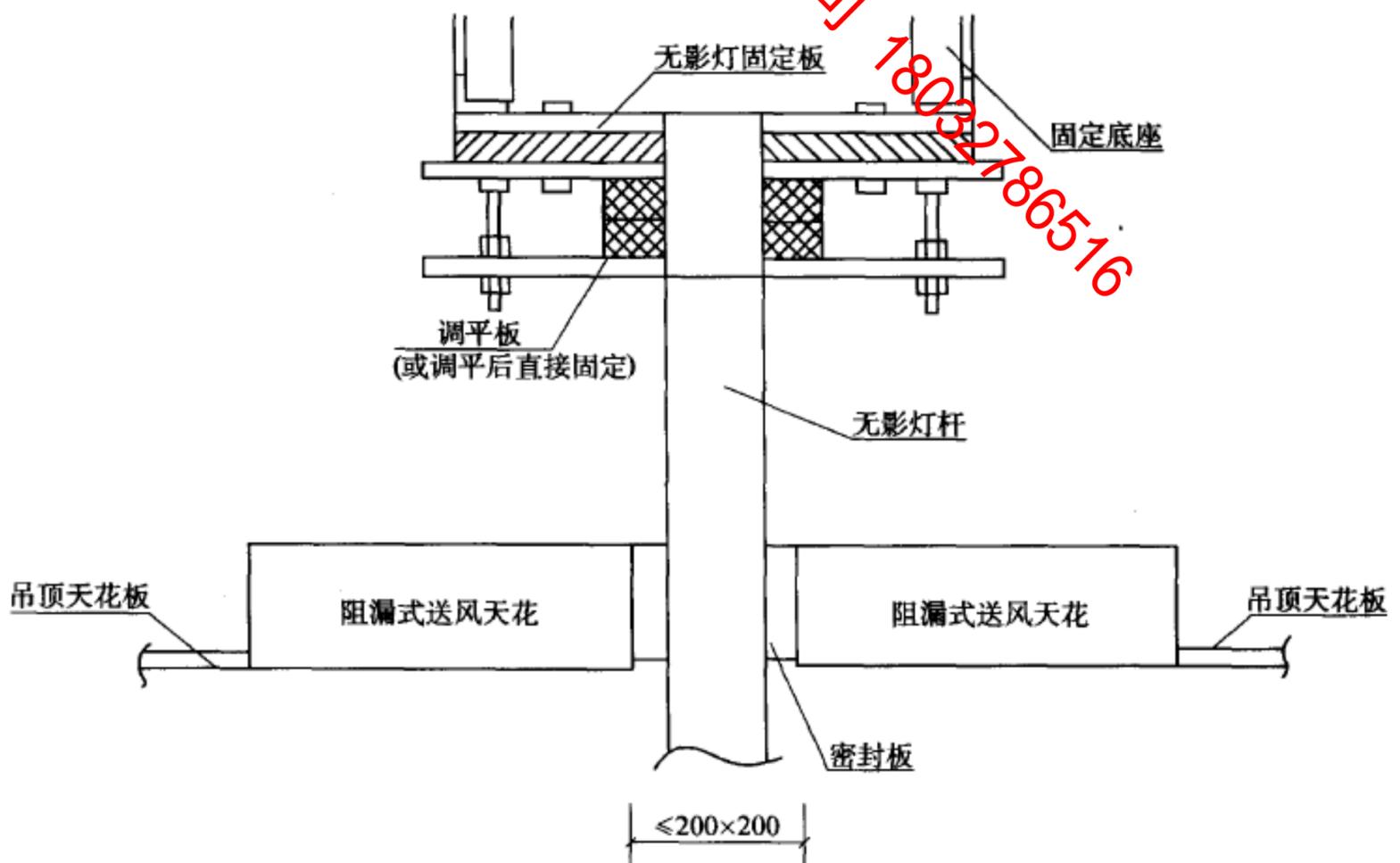


图 6.7 穿过阻漏式送风天花的无影灯安装示意图一例

6.3 手术台

手术台长边一般应与手术室长边平行，手术台面的中心与手术室的中心应一致。手术台可分为手动式、电动式或液压式。手动式手术台的功能与电动式的完全相同。通常配备电动式的手术台，常用 220V 的几种手术台形式见图 6.8。



图 6.8 几种手术台形式

电源功率约 1.5kW，但具体配置要求还应按产品说明书中的需求配电。

【参考】 手术室的医疗仪器一般均布置在手术室的内侧、患者头部为麻醉机的位置。手术台的外侧为患者进入手术室时的平车推行通道，因此手术台的头部位置靠入口处，应使平车推入手术室时不再使平车在手术室内转向，使病人从平车上平移上手术台刚好与手术台的头部位置一致，见图 6.9。

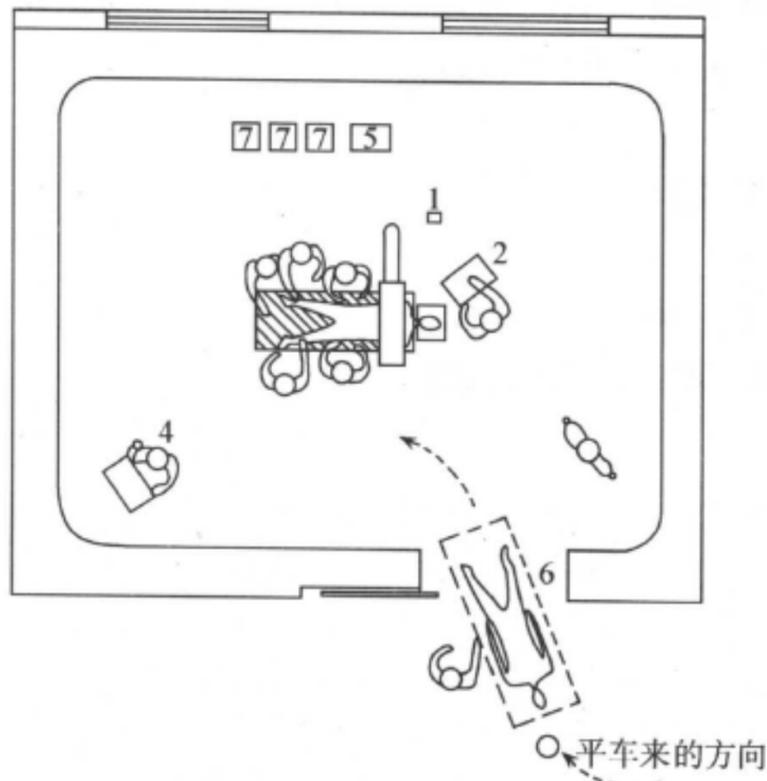


图 6.9 某手术室心脏手术平面配置

- 1. 吊塔 2. 体外机及麻醉机 3. 器械台 4. 监护仪 5. 指示仪
- 6. 患者平车推入手术室的患者平车 7. 辅助治疗仪器

6.4 医用气体终端装置

医用气体在手术室里是辅助治疗所需之必要装备之一。在手术室里气体终端装置应该设置两套(一用一备)，一套为壁式备用，一套装在吊塔上为正常使用的终端。气源由各气体站经管道送到手术室终端上，需要时通过插头与患者或仪器相联通。

备用气体终端箱必须安装在手术室的侧墙内(图 6.10)，箱体应嵌入式安装，不许凸出墙

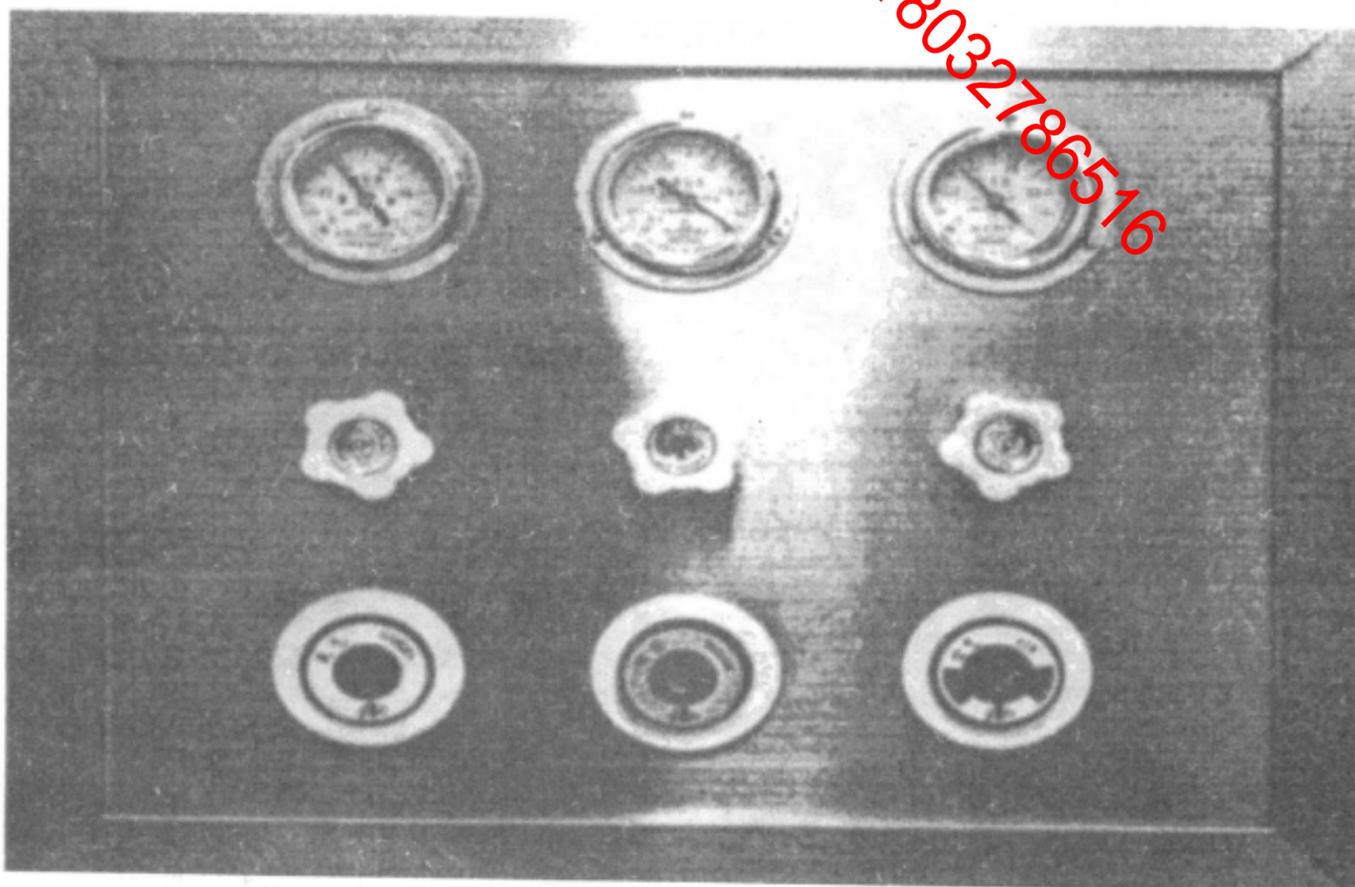


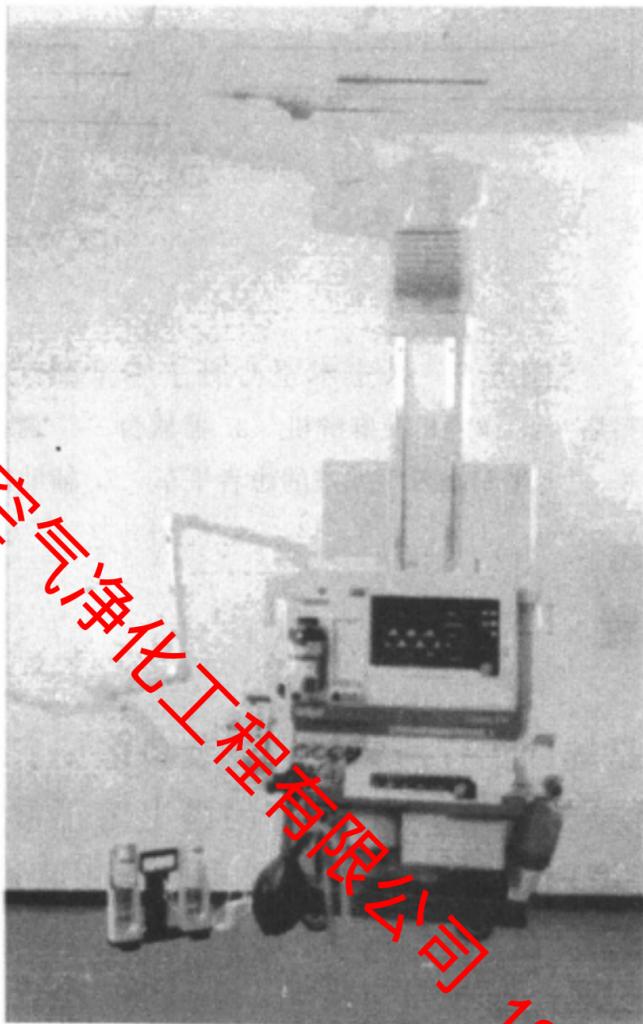
图 6.10 手术室内医用气体备用终端一种

面，箱体必须密封。备用气体终端安装的位置应邻近手术台患者头部的位置，高度约1~1.2m，不许装在患者脚部，同时要注意不要影响通行。

6.5 医用多功能气体吊塔

多功能气体吊塔有以下三种。

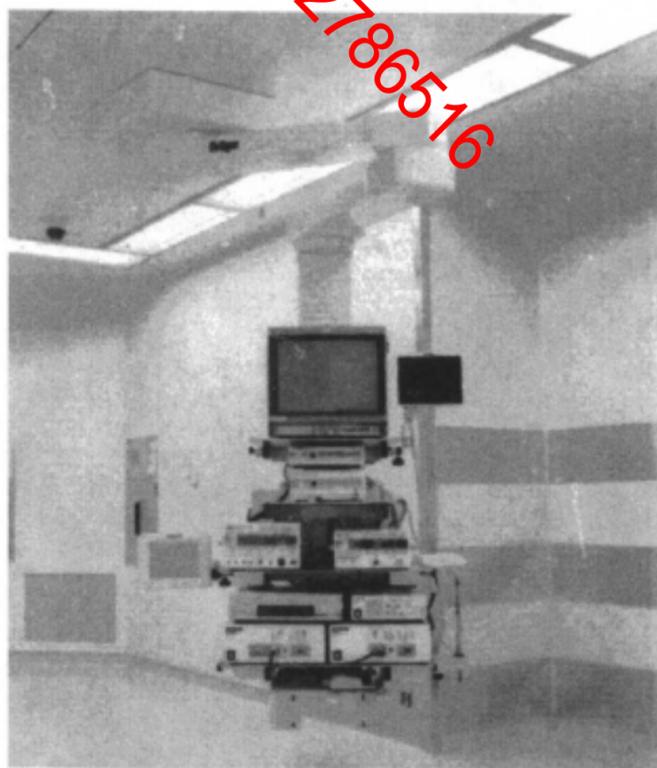
(1)重型电动升降气塔[图 6.11(a)],其特点为：



(a) 重型电动升降气塔



(b) 麻醉科用气塔



(c) 微创外科手术气塔

图 6.11 多功能气体吊塔

- 1) 电动升降手术悬臂 DVE808X 可电动升降，升降距离为 600mm。
- 2) 承载重量：120~200kg。
- 3) 可绕各节点旋转，旋转角度为 330 度。
- 4) 具有单旋转臂和双旋转臂吊塔可供选择。
- 5) 可供麻醉科、外科等科室悬挂各类麻醉机或 MIS——微创腔镜手术设备。

(2) 麻醉科用气塔[图 6.11(b)], 其特点为:

- 1) 为麻醉机器提供气体及电源, 包括 AGSS——麻醉气体排放接口及网络接口。
- 2) 可悬挂麻醉机及为麻醉监护仪提供摆放平台。
- 3) 可选择电动或机械单臂或双臂吊塔(根据手术室用途及面积)。

(3) 微创外科手术气塔[图 6.11(c)], 其特点为:

- 1) 为 MIS——腔镜手术设备提供气体及电源, 包括氩气接口及网络接口。
- 2) 可悬挂 MIS——腔镜外科设备(如监视器、气腹机、光源及摄像等), 提供摆仪器放平台, 也可悬挂 MIS——腔镜专业小车。
- 3) 可选择电动或机械单臂或双臂吊塔(根据手术室用途及面积)。

多功能吊塔在手术室里是一项必不可少的设备, 见图 6.11。吊塔这一产品国内外厂商很多, 产品形式、规格很多, 有垂直升降式、旋转式(有单臂式、双臂式和多臂式)、旋转带升降、单柱式和双柱式等等; 手术室里安装什么样的吊塔要根据手术室级别及手术内容选购, 在一个手术室里应根据具体情况高、中、低搭配, 适用为主, 切莫高攀比追求豪华。

吊塔内应设有各种气体接口、电源插座、仪器平台(吊架)、通讯装置、废气回收排放接口等。

吊塔应安装牢固安全可靠。参见吊塔安装位置示意图见图 6.12, 安装示意图见图 6.13。

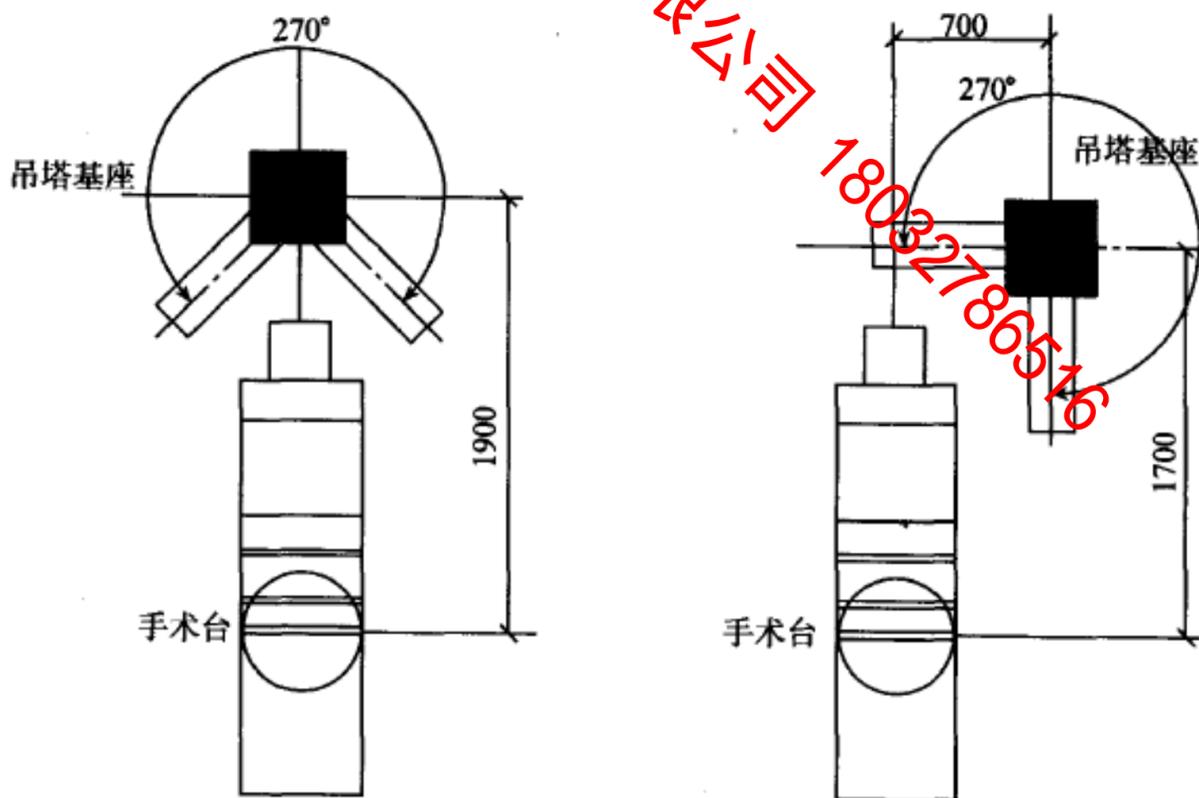


图 6.12 吊塔安装位置

将吊装吊塔位置预埋 450mm×450mm×10mm 钢板, 浇注在天花板的水泥基础中, 钢板最少有 4 处与结构钢筋焊接, 每处焊缝长度应大于 100mm。

若天花板已浇注好未预埋钢板或天花板采用构件板, 应采用穿透螺栓固定预埋件钢板, 也

可以直接焊在构件的钢筋上。

现场制作摇臂吊塔安装支架，支架截面为 400mm×400mm，高度按手术室净高和摇臂吊塔的实际高度计算，保证吊塔底面距地高度在 1800~1900mm 之间。把摇臂吊塔带来的安装板焊在安装支架的底平面上。

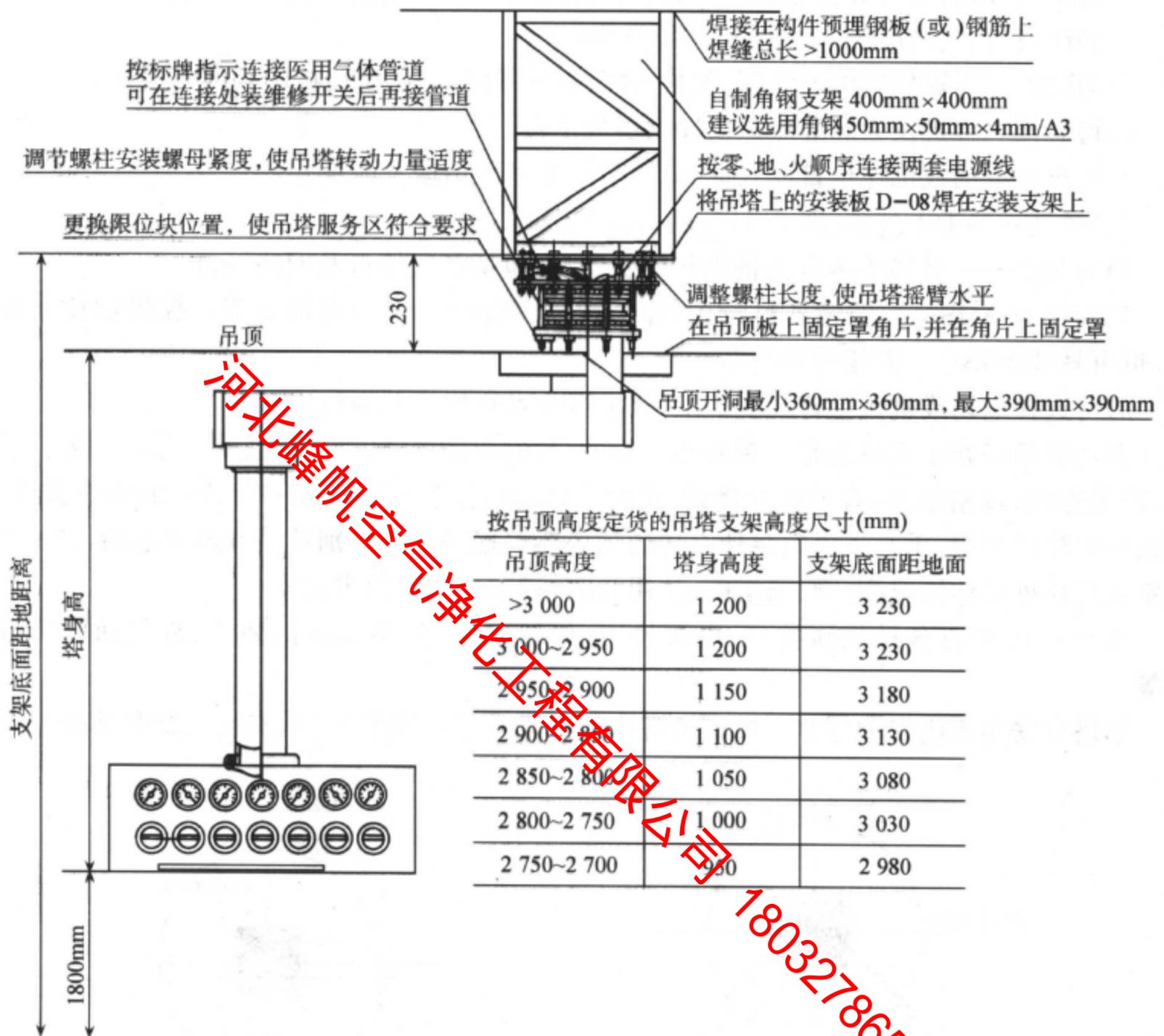


图 6.13 吊塔安装示意之一

安装位置必须装在邻近手术台头部一侧吊顶上方，不许安装在进手术室的门口影响通行；否则，不但麻醉师不便操作而且地面要增加很多临时管子。

6.6 手术室用计时器

随着手术室使用要求的提高，用一台普通钟表计时已不能满足要求。现代手术室配置的计时器由两组不同颜色的数码显示时间，一组为手术显示时间用，另一组为麻醉显示时间用。表示时间可分为 24h 制和 12h 制两种，停电自备电源供电时间为不少于 10h，另附一只一般计时刻表，计时器的外形尺寸为 900mm×250mm×100mm=长×高×厚，嵌入式安装；安装高度距地 2m，操作高度处另有控制板，上面分别设有两组按钮，计时器宜设在患者不易看到的墙面上方。

计时器规格尺寸参见表 6.2,形式见图 6.14。

表 6.2 计时器规格

电 源	AC220V 50Hz
消耗电流	MT-50 1A 以下
	MT-100 1A 以下
表示时间	00 时 00 分 00 秒(24 小时制)
停电自备电池供电时间	不小于 10h
精 度	24h ± 4s
参考尺寸	MT-100 W900×H250×D100(mm)
参考重量	MT-100 18.4kg
正 面	SPCC1.5t 金属银色
本 体	SPCC1.5t

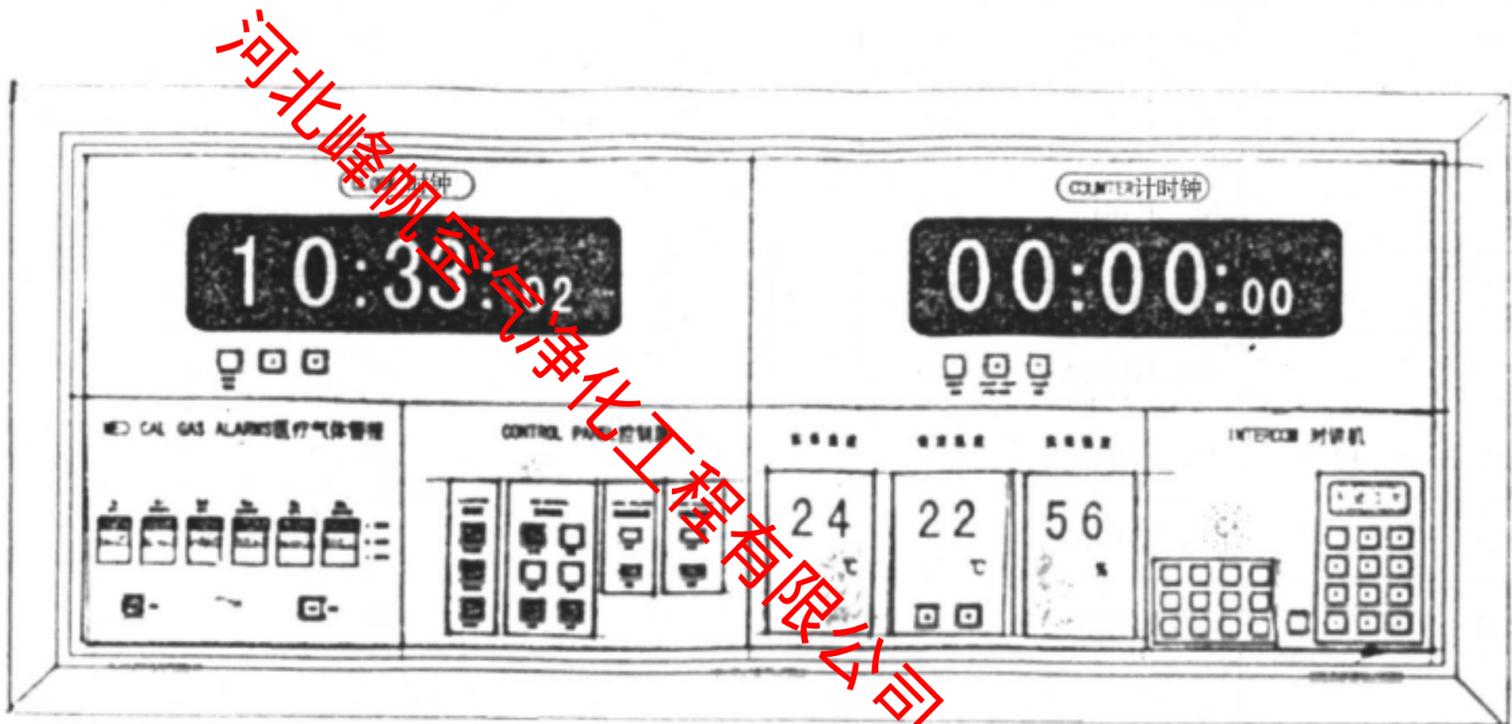


图 6.14 计时器

6.7 观片灯

嵌入式观片灯可分为大小几个规格,可依手术复杂程度分别选用。一般复杂手术往往在高

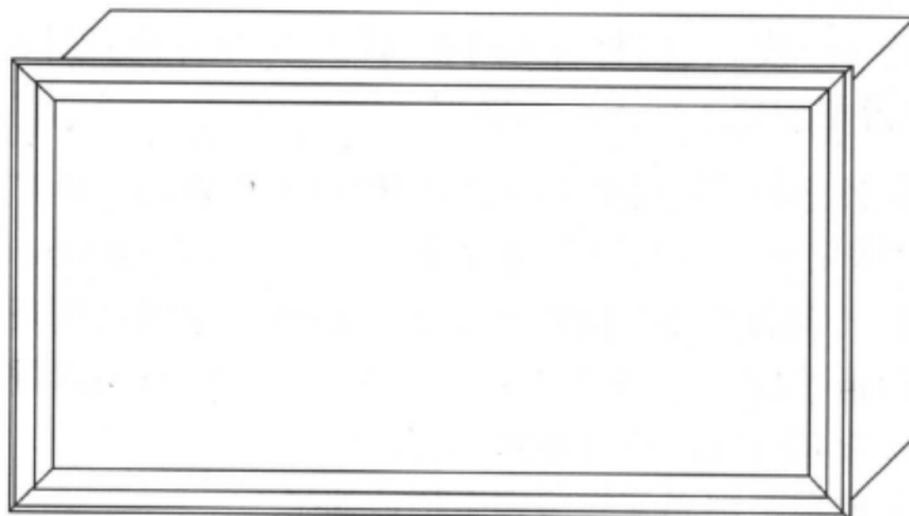


图 6.15 观片灯

级别手术室内进行，选用的观片灯规格也较大。但低级别的手术室内，至少也应选用三联型的观片灯。其安装位置以在主刀大夫对面墙上为佳。观片灯外形参见图 6.15 所示。

观片灯的规格见表 6.3。国外也有仅露出某一张片子的遮光观片灯，国内也有仿制产品。观片灯各厂生产的尺寸有所不同，安装时应依实样开孔。观片灯产品必须有安全接地端子，安装时接地。

观片灯可参考表 6.3 的规格尺寸配置

表 6.3 观片灯规格示例

胶片数		型 式	尺寸/mm			荧光管支数 15W/支	电 流 220V	备 注
大号	小号		W(长)	H(高)	D(厚)			
2片	3片	MS. JU215	1 000	600	120	7	0.5	
3片	4片	MS. JU315	1 200	600	120	9	0.7	
4片	5片	MS. JU415	1 600	600	120	12	0.9	
5片	6片	MS. JU515	2 000	600	120	15	1.1	
6片	7片	MS. JU615	2 400	600	120	18	1.3	3片2列
4片	6片	MS. JU425	1 000	1 000	120	14	1.0	
6片	8片	MS. JU625	1 200	1 000	120	18	1.3	
8片	10片	MS. JU825	1 600	1 000	120	24	1.7	3片2段2列
10片	12片	MS. JU1025	2 000	1 000	120	30	2.1	
12片	14片	MS. JU1225	2 400	1 000	120	36	2.5	
整形用观片灯		MS. JU825	2 400	1 000	120	15W×2支 20W×7支	2.5	

6.8 药品柜、器械柜、麻醉品柜

此三柜均为嵌入式不锈钢制品，板厚 1~1.2mm。柜可装门也可不装门(但不利于管理)，门的形式可做成推拉式或平开式。推拉式的门要求导槽不应有锐边，同时利于卫生清扫。平开门必须的开启角度达到 180 度。门的材料可用玻璃也可用柜体同类材料。药品柜、器械柜应设置在病人脚侧墙内，麻醉柜应嵌入病人头侧墙内。

【参考】 三种柜的外形尺寸可做成相同或不相同的，即使同一生产家的产品，也做成几种式样供用户选择，但本体尺寸可按板材尺寸来定，一般不小于 900mm(宽)×1300mm(高)×300mm(深)。门应带锁。有的产品在柜的下部带抽屉，柜与抽屉之间还带有抽出式的书写板。也可制造成上下两节的柜子，柜体的下半节距地高为 600~800mm，可按选用柜的尺寸统一决定。但柜顶距地高度不宜超过 2m，再高使用不便。

用于手术室内的各种柜子都必须安装安全接地端子。

各种柜的外形见图 6.16。

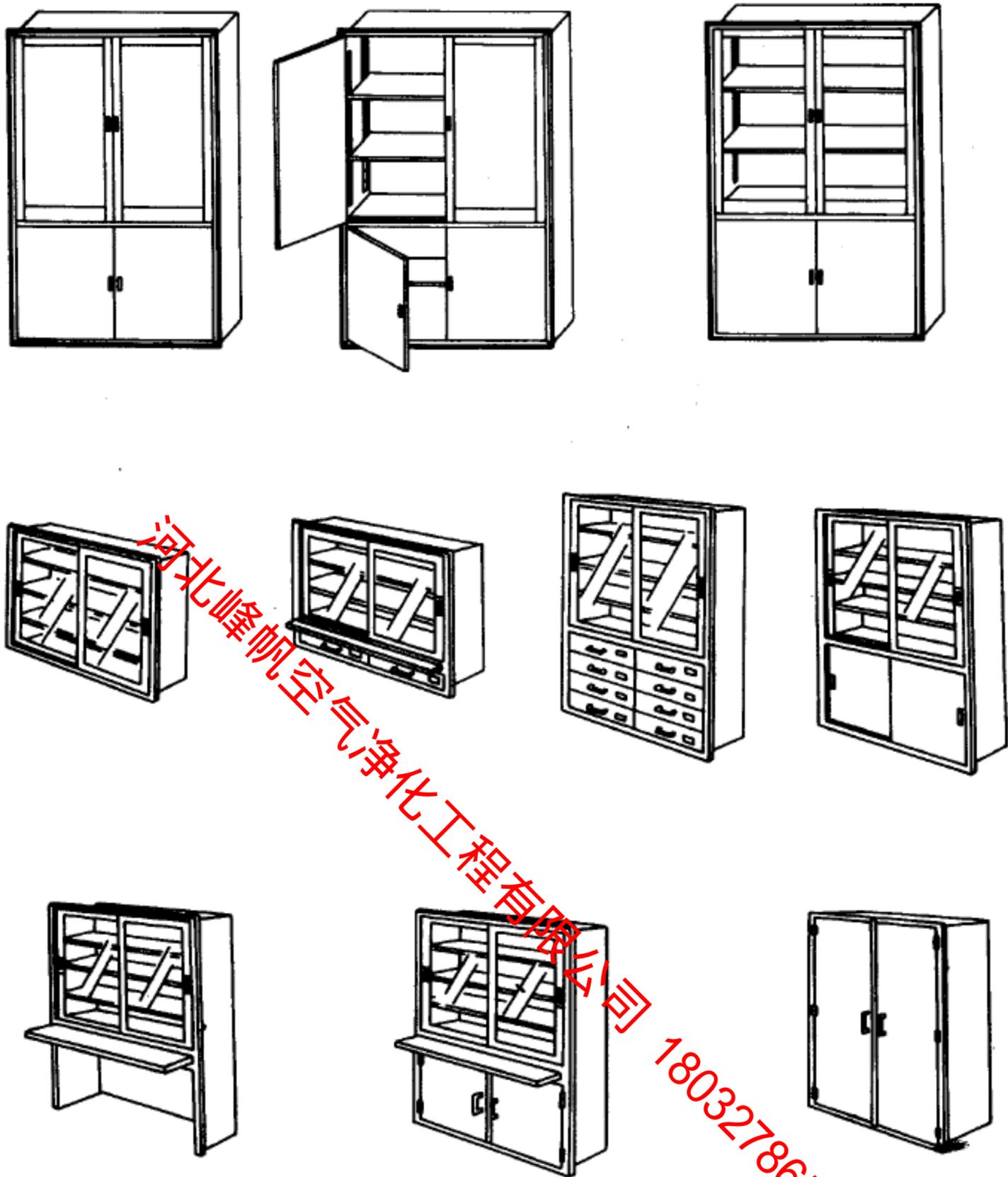


图 6.16 手术室内各种专用柜

6.9 输液导轨

输液导轨是为输液瓶吊杆滑行而设置的，患者通过手部或腿部进行输液，因此输液导轨应顺手术台正上方两侧各设一条与手术台平行，长度大于 2.5m，两条轨道间距宜为 1.2~1.4m。

【参考】 输液导轨为不锈钢或铝制材质，可明装或嵌入式暗装，见图 6.17，但有的用户因其打扫卫生不便，也可在送风静压箱的四角各设一个吊环，以代替轨道。如做道轨，不应妨碍打开送风末端上附件。

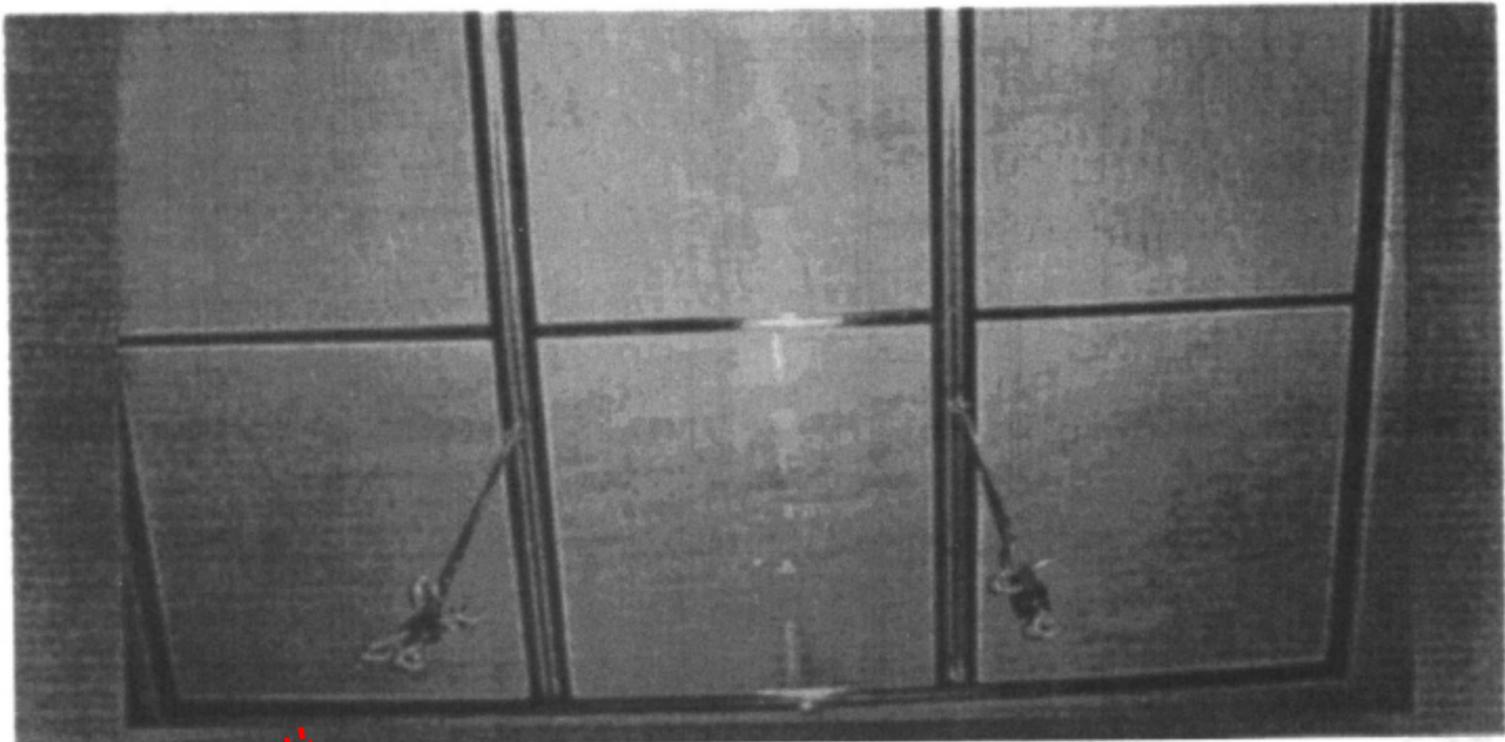


图 6.17 输液道轨

6.10 记录板

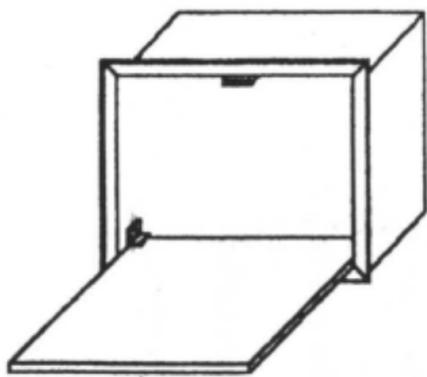


图 6.18 记录板

记录板为暗装翻板或插板形式。小型记录板宽为 500mm × 高 400mm × 深 300mm，有条件时也可加大尺寸。书写板合上时应与墙面平齐，使用时翻下，生产厂家常作为定型产品配套供应。座式书写板打开板面距地高为 800mm，立式书写板打开板面距地高为 1 000mm。

记录板材料常用不锈钢板，厚度为 1.2mm。

记录板箱体应密封，箱体内可不装照明灯，必须装有安全接地端子。

记录板一般安装在手术台患者脚部某一个位置，式样参见图 6.18。

6.11 情报面板

过去在手术室内设置有很多电源开关，一般照明开关、无影灯开关、免提电话等均分别设置，既零乱又不易找到，现在已逐步发展到集中在一块控制板上进行多功能控制，例如空调机、无影灯、手术台电源、照明、观片灯、呼叫系统、计时器、网络终端、温湿度显示及调节等开关集成在一起。图 6.19 为情报面板。

6.12 手术室专用保温柜、保冷柜、冷冻柜

保温柜、保冷柜是为了手术便捷，使手术过程中使用的生理盐水、药品在手术前进行处理，以保证在手术过程中使用方便。比如，有的药品、用品、移植到患者身体上的器官需要低温贮存，而在使用时又必须回温到与患者体温相似，为缩短传递过程，在手术室内应安装这一设备；但价格较高，不一定要每个手术室内都要安装。保温柜、保冷柜、冷冻柜参见图 6.20。

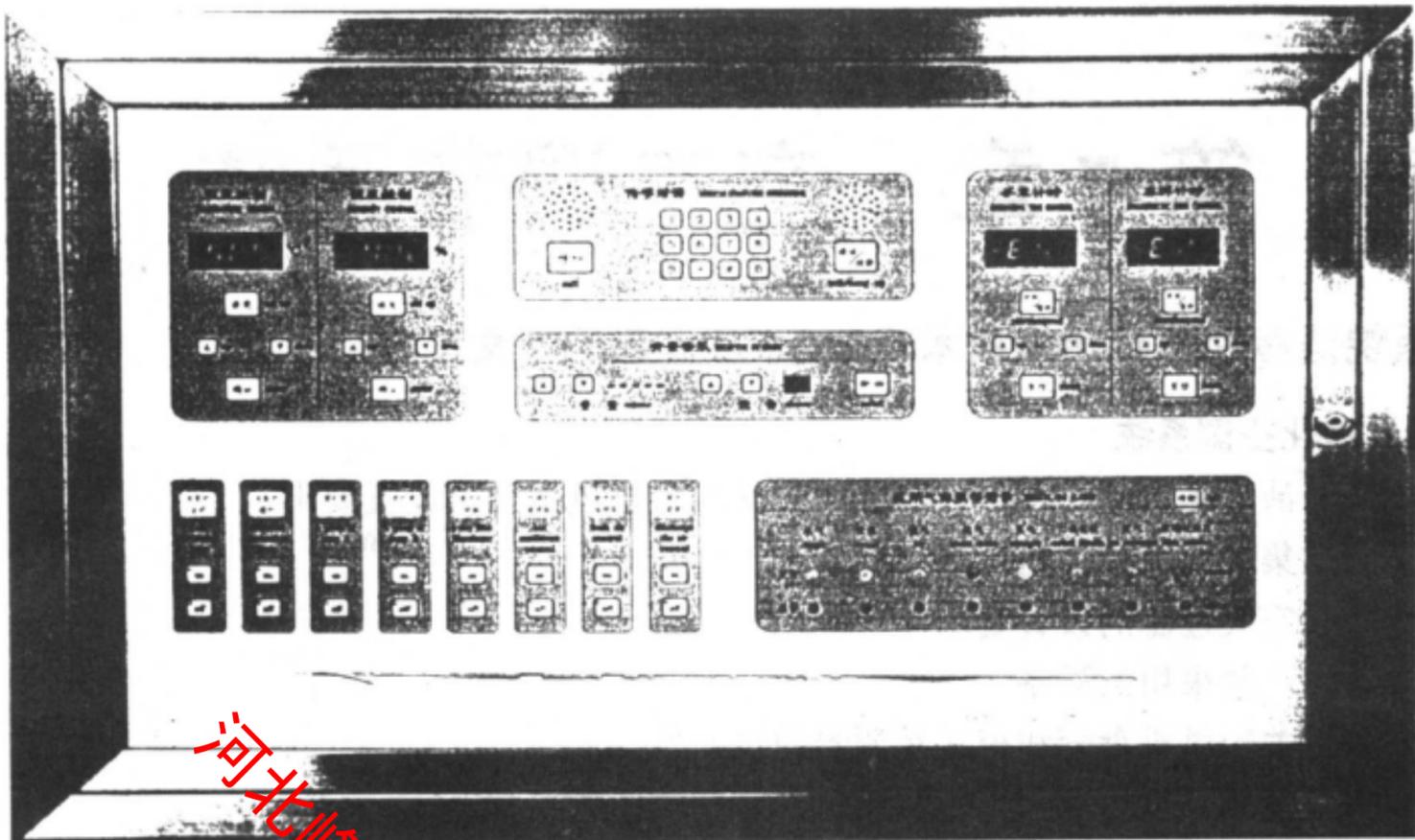


图 6.19 情报面板一例

保温柜一例	保冷柜一例	
—不锈钢 SUS-304 —半导体加热器 300W —设定温度:39℃±2℃ —柜内容积:86L —外型尺寸:W600mm×H1 000mm×D400mm —重量:42kg —使用电流:AC220V7A ■也有台式保温柜	—不锈钢 SUS-304 —冷却组件 (空冷 150W) —设定温度:4℃±2℃ —柜内容积:70L —外型尺寸:W600mm×H1 000mm×D400mm —重量:62kg —使用电流:AC220V7A —记录仪器(可选)	
	<th>冷冻柜一例</th>	冷冻柜一例
	—不锈钢 SUS-304 —冷却组件(空冷 300W) —设定温度:0℃~22℃±2℃ —柜内容积:24L —外形尺寸:W600mm×H1 000mm×D400mm —重量:72.5kg —使用电流:AC220V7A	

图 6.20 保温柜、保冷柜、冷冻柜

【参考】 保温柜、保冷柜、冷冻柜不属于手术室的基本装备。保冷柜温度要求控制在 4℃±2℃，保暖柜温度控制为 39℃±2℃，冷冻柜温度设定在 0℃~22℃±2℃。保冷柜主要为贮存血浆及低温保存药品用，而保暖柜主要为加温血浆或大输液用，并且都是在使用前临时加温，以免患者输入过多冷液体。保冷柜、保暖柜、冷冻柜可设在药品间内，几间手术室合用一套。

第 7 章 空气调节系统

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

7.1 净化空调系统

- 第 1 条 洁净手术部、各级洁净手术室、新风和排风系统的设置要求
- 第 2 条 集中送风方式的规定
- 第 3 条 空气过滤的设置要求
- 第 4 条 严禁采用的设备
- 第 5 条 关于风机盘管和柜式空调器的过滤器
- 第 6 条 新风处理要求
- 第 7 条 新风量
- 第 8 条 新风口的要求
- 第 9 条 排风系统的要求
- 第 10 条 空调管路的要求
- 第 11 条 设置散热器的原则
- 第 12 条 对冷热源的要求

7.2 气流组织

- 第 1 条 集中送风口的尺寸
- 第 2 条 高效过滤器满布比的要求
- 第 3 条 100 级洁净区高效过滤器的要求
- 第 4 条 低于 100 级房间的送风口
- 第 5 条~第 7 条 回风口的要求
- 第 8 条 上部排风口的要求
- 第 9 条 关于室内再设净化机组问题

7.3 净化空调系统部件与材料

- 第 1 条 选用空调设备应满足的要求
- 第 2 条 风管材料要求
- 第 3 条 消声器制作的要求
- 第 4 条 软接头要求
- 第 5 条 采用一次抛弃型过滤器
- 第 6 条、第 8 条 末级过滤器的要求
- 第 7 条 静电净化装置
- 第 9 条 回风口过滤层(器)的要求
- 第 10 条 新风过滤器的要求
- 第 11 条、第 12 条 部件和金属件制作要求

《洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的强制性条文

- 7.1.3 1 至少设置三级空气过滤
- 7.1.4 洁净用房内严禁采用普通的风机盘管机组或空调器
- 7.1.9 4 排风管出口不得设在技术夹层内，应直接通向室外
- 7.3.7 静电空气净化装置不得作为净化空调系统的末级净化设施

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

7.1 医院供暖、通风及空调系统

7.1.1 医院供暖、通风及空调的目的

医院供暖、通风及空调的目的是在创建舒适、健康的室内环境的同时，能够有效防止院内感染，维持医疗过程中所需要的最适宜的医疗环境、卫生环境，实施合适的灾害防止对策，确保采暖、通风及空调设备及系统的安全性、有效性及可靠性。并且在保护地球环境的前提下采取防止污染扩散与节能的措施。

供暖、通风与空调往往用一个系统来达到它的目的，它由一系列部件和设备组合而成。其中空调涉及的部件和设备最多，一般包括冷热源、空气处理机、输送设备及自动控制，绝大多数空调系统有下列功能：

(1) 提供所需的冷量和热量。

(2) 依靠供热、制冷、通风空调等设备对送入的空气进行加热、冷却、加湿、去湿、除去污染物以及降低噪声。

(3) 将已调节的空气(包含足够的新鲜空气)分配到各个被调空间，并在室内有组织分布。

(4) 控制与维护室内环境参数，如空气温度、湿度、空气品质、空气流动、噪声和被调室与周围环境间的压力差在预先设定范围内。

供暖常常描述为在冬季向建筑物供热并通过室内辐射或对流散热器来维持室内一定温度。通风的主要任务是采用送风、排风或送排风并用的方法来控制空间内有害物及余热余湿，重点是保障室内人员健康。空调是指同时控制多种参数并使室内维持在一个稳定的状态。例如将一个空间中的温度、湿度、空气流动、空气品质、噪声以及压差控制在预先确定的范围内，强调保证被调空间中人员舒适或者满足生产工艺过程需求。

7.1.2 任务与要求

(1) 空调通常可按用户要求分为舒适性空调与工艺性空调。

舒适性空调提供给用户工作相适应的舒适与健康的室内环境，对办公类建筑还要求所提供的室内环境有助于提高室内人员的工作效率。

工艺性空调为产品制造、储存或其他研究与开发过程提供所需要的特殊室内环境。

【参考】 医院内部门多，各科室的功能与要求不相同，一般来说综合医院可以分为门诊部、住院部和诊疗部三大部门。

门诊部是绝大多数患者诊断、治疗或入院之地，人流量大、疾病种类多，且不同的病种患者混杂在一起。住院部是病人治疗与康复的场所，又是病人生活起居的地方。除了洁净手术室、无菌病房和特别护理单元等特殊场所外，一般来说门诊部和住院部要求舒适性空调。

诊疗部是全院诊断治疗中心，也是器械医药供应中心。它是全院设备最先进、机能最复杂的部门。它包括理疗、放射、检验、机能诊断、同位素室等，也包括中心消毒、器材与敷料供应、制剂调配、发药等处。大多数室内环境控制是由设备和工艺要求所确定。同样洁净手术室、无菌病房和特别护理单元等场所的室内环境控制是由医疗过程要求所确定，因此诊疗部的大部分科室可以归属于工艺性空调。

(2) 医院暖通空调的任务。

1) 创建舒适、健康的环境，能供给患者及医务工作者新鲜、清净的空气，并控制室内温度、湿度、空气流动等参数使人心情舒畅、感觉良好。

2)创建促进医疗效果的环境,例如新生婴儿的保温、为提高患者的新陈代谢的高温环境或者是为抑制手术中患者的新陈代谢的低温环境控制、对哮喘等呼吸系统疾病的患者维持高湿度的病房以及对全身烫伤患者的开放疗法所提供水分代谢的有效环境等等均是有益于治疗的。

3)创建能保证医疗设备正常运行的环境,如对X射线断层扫描机(简称CT机)、电子加速器、核磁共振机(简称MRI机)等,为了能维持和发挥其功能,对室内环境的要求很高。这些设备除了有主要的诊断或治疗的房间外,还有大机房、计算机房和一系列的辅助用房。机房、计算机房或诊疗室往往对室内参数有特别的要求,各辅助用房也有不同的要求。现代化医院管理用的大型计算机中心对室内环境也有一定要求。

7.1.3 系统形式的选择与设计原则

(1)暖通空调系统。

系统形式可以根据系统中所走的介质分为全水、水蒸气、全空气、空气-水、冷剂等系统,具体应从建筑物的用途和性质、热湿负荷特性、控制参数及其精度,空调机房的面积和位置、初投资和运行维修费用等诸多方面来考虑,选定合适的暖通空调系统。

全空气系统 房间的全部负荷均由集中处理后的空气负担。

全空气系统又可按送风量是否变化分为:

1)定风量系统。送风状态随室内热湿负荷变化而变化,送入房间的风量保持一定。当热湿负荷大时,送风温差大;热湿负荷小时,送风温差小。

2)变风量系统。风量随室内热湿负荷变化而变化,送风状态基本不变。当热湿负荷大时,送入较多风量;热湿负荷小时,送入较少的风量。

空气-水系统 一部分空调负荷由集中处理的空气负担,其他负荷由水作为介质送入空调房间内的装置中,对室内空气进行就地处理(加热、冷却等)。属于空气-水系统的有新风加风机盘管机组的系统、置换通风加辐射吊顶系统等。

全水系统 房间负荷全部由集中供应的冷、热水负担,如风机盘管系统、冷(热)辐射板系统、热水供暖系统等就这样。

冷剂和蒸汽系统 室内需要的冷、热负荷完全由制冷剂在室内蒸发和冷凝供给。按夏季室外冷凝器冷却方式不同可分为风冷式、水冷式等;按安装组合情况可分窗式、立柜式(制冷机和空调设备组装在同一立柜式箱体)和分体式(一般压缩机和冷凝器为室外机组,蒸发器为室内机组、变频控制多联分体机)等。冬季利用水蒸气在室内散热设备(暖风机、暖气片)内凝结放热的蒸汽供暖系统也属于这一类。蒸汽供暖系统又可分为低压蒸汽供暖和高压蒸汽供暖系统。

【参考】 全空气定风量系统可以按回风量利用情况分为直流式系统(全新风系统)、一次回风系统,以及一、二次回风系统。通常将新风与室内回风混合称为一次回风,室内回风与经热湿处理后的空气混合称为二次回风。

全新风系统只用于系统内各房间的排风量大于负荷计算出的送风量时,而系统内各房间有危险性物质或有害气体或工艺有特定要求而又不允许空气循环使用的场合。当空调房间允许采用较大送风温差或室内散湿量较大时,应采用一次回风系统。当空调房间要求采用较小送风温差或室内散湿量较小、相对湿度允许波动范围较大时,宜采用二次回风系统。

由于直流式系统(全新风系统)能耗太大,应在保证新风量的前提下尽量利用回风。

【参考】 根据暖通空调系统设备的布置情况分为集中式、分散式(局部式)和半集中式(混合式)系统。

【参考】 至于哪一种空调形式最适合医院建筑，不能一概而论。因为医院建筑各部门功能不同，对空调的要求不同，不可能选择统一形式，可以参照表 7.1 选择合适的系统。比起其他建筑来讲，医院空调系统复杂、方式繁多，在设计、施工和管理各方面难度大一些。

表 7.1 暖通空调系统比较

项目	集中式暖通空调系统	半集中式暖通空调系统	全分散式暖通空调系统
空间或生产工艺性质	各室同时使用系数高，医疗过程或生产工艺连续，适宜大规模生产工艺	各室具有一定独立性，医疗过程或生产工艺可连续，可避免室间互相污染	各室独立，医疗过程或生产工艺单一，适用改造工程
空间特点	房间面积较大，间数多，位置集中，但各房间温湿度、洁净度或无菌程度不宜相差太大	各室位置集中，可以将不同房间合为一个系统	房间单一或各室位置分散
单位面积设备费用	较低	取决于末端装置价格，费用介于两者之间	较高
维修及操作	需要有专门训练的操作工，但维修量小，系统管理较复杂，各室不能自行调节	介于集中和全分散两者之间，各室可自行调节，管理方便	操作简单，室内人员可自行操作，但维修量较大，调节、管理简单

(2) 医院空调系统设计原则。

1) 空调分区合理。空调系统应慎重分区。首先针对医院各部门、各房间的功能，室内空调的设计参数、设备概况、卫生要求、使用时间、空调负荷等进行详细调查研究、反复比较，才能合理地将系统分区，以能确保各室要求的参数，减少不同区域间的不利影响，也便于管理与维护，降低运行费用。一般来说，高洁净度要求房间、严重污染的房间或者独立的并自成体系的区域等最好单独成为一个系统。

2) 空调方式合适。医院空调方式除了能确保各室特殊的温湿度与洁净度外，还能影响到系统的初投资、运行费用、室内噪声和振动、污染的排除能力等。在空调方式的选择上还应特别强调其使用方便、维修量少、可靠性高，尤其是手术室、新生儿室、特别监护室等更如此。要考虑到国内医院中空调管理和维修力量较弱等原因，如果暖通空调系统或运行调节模式过于复杂，往往达不到设计预想的效果。

3) 系统灵活并有备量。系统的灵活性主要表现对医疗技术的发展和诊疗设备的更新的适应能力。强调系统(包括冷、热源)灵活性并留有备量，在于适应医院建筑平面布置的更改、室内负荷的变化以及建筑的改建或扩建的需要。

4) 系统的消声减振要求高。医院大多数的科室对消声减振要求高，否则会妨害病人的康复，干扰医护人员正常的医疗工作，甚至要影响一些精密的诊疗设备。消声减振问题须综合考虑，这要从系统分区、系统形式的选择、设备的选用、机房的设置等方面进行综合考虑。

5) 系统要有节能对策。医院空调的同时使用系数较低，有的如病房等部门需要全天运行，有的如手术室等部门需要短时运行，有的如紧急处置室等部门需要随时能运行，造成峰谷负荷相差较大。一些部门需要提前供热或空调，延迟停止供热或空调，造成系统季节转换的复杂性。一般来说医院空调的新风需要量较大，有些科室甚至需要全新风。这些都要求在系统设计时考虑相应的节能对策。

6) 系统大小适宜。医院建筑各个科室功能差异很大，运行时间也各不相同。因此空调系统不宜过大、过于集中，但也不必要过多采用分散式系统。一般宜采用集中供给冷热源，以分区布

置系统为佳。国内医院除病房等外,晚间都停止空调。要注意各空调区域能互相封闭的原则,否则很容易通过管道、楼梯间或区域间无组织的空气流动引起交叉感染。

【参考】 医院的医疗过程、医务活动以及医护人员、病患者均会不断发生有害物,污染室内空气,会使室内空气不符合卫生标准。防止有害物污染室内空气的最有效方法是在有害物产生地点直接把它们捕集起来,经过净化处理,排至室外;这种通风方法称为局部排风。局部排风系统需要的风量小、效果好,设计时应优先考虑。

局部排风系统一般由局部排风罩、风管、净化设备和风机等组成。

【参考】 如果因受医疗条件限制、有害物源不固定或分散等原因,不能采用局部排风,或者采用局部排风后室内有害物浓度仍超过卫生标准,在这种情况下就需要对整个空间进行通风换气,即送入大量的新鲜空气把整个区域的有害物浓度稀释到最高容许浓度以下;这种方法称为全面通风。应当指出,全面通风的效果不仅与通风量有关,而且与通风气流的组织有关。这就要求正确选择合适的通风方法,并合理布置送排风口的位置、分配风量及选用风口形式,以较小的通风量达到较佳的效果。

【参考】 全面通风常用的方法有如下三种:

①稀释通风。是最常用的一种方法,也称为混掺通风(Mixed ventilation)。清洁送风气流在室内是紊乱分布的,不断地在室内扩散、混掺,稀释室内空气中的有害物,降低其浓度,同时又不把污染空气排至室外,从而使室内空气中有害物浓度不超过卫生标准规定的最高允许限值。

为了确定稀释通风换气量,首先是基于一种理想的情况,即假设有害物在室内均匀散发(室内空气中有害物浓度分布是均匀的),送风气流和室内空气的混掺是在瞬间完成、送排风气流是等温的。因此,根据质量平衡,达到稳定状态时室内有害物浓度 y_2 所需的稀释通风量可按下列式计算:

$$L = \frac{x}{y_2 - y_0} (\text{m}^3/\text{s}) \quad (7.1)$$

式中: L ——稀释通风量(m^3/s);

x ——有害物散发量(g/s);

y_0 ——送风空气中有害物浓度(g/m^3);

y_2 ——室内空气有害物浓度(g/m^3),根据卫生标准确定。

实际上,室内有害物的分布及通风气流是不可能非常均匀的,混掺过程也不可能在瞬间完成,即使室内平均有害物浓度符合卫生标准,有害物源附近空气中的有害物浓度仍可能比室内平均值高许多。为了保证有害物源附近人员呼吸带的有害物浓度控制在容许值以下,实际所需的稀释通风量要比公式(7.1)的计算值大得多。因此,在公式(7.1)中引入一个安全系数 K ,这样,成为

$$L = \frac{Kx}{y_2 - y_0} (\text{m}^3/\text{s}) \quad (7.2)$$

安全系数 K 的确定要考虑多方面因素,如有害物的毒性、有害物源的分布及其散发的不均匀性、室内气流组织及通风的有效性等,一般可根据经验在 3~10 范围内选用。

②置换通风,也称热置换通风(Thermal displacement ventilation)。送风口往往设置在房间下部,回风口设在房间上部,将稍冷的空气以低风速($V < 0.2 \sim 0.3 \text{m}/\text{s}$)送入,因与室内空气的密度差而下沉,慢慢地扩散,在整个房间下部形成一层“新鲜空气浅池”,在有余热(如有人、

设备等)的房间内在高度方向上具有正的温度梯度。下部补充的新鲜空气以较小扰动,靠热力作用新鲜空气先通过工作区,流经热源(如人员、设备等),卷吸了周围的热空气,使温度提高;在其后续送风的“推动”下,定向地上升流向回风口被“抽吸”排出,在室内形成一股近似的置换气流。工作区中被污染的空气不断地被稍冷的新鲜空气所取代,直至达到稳定状态。室内人员始终处于新鲜的送风气流包围之中。由于天棚的限制,室内会形成一个浓度分层,在房间上部有较高的污染物浓度,而且混掺较充分;在房间下部则相对清洁、静止,从而保证了室内空气品质。可见,它所需送风量要比稀释通风要小。置换通风一般适合于污染源与热源伴生的场合,房间高度不小于 2.4m。

③单向流通风(Unidirectional airflow ventilation)。也称为挤压通风,单向流有的称为活塞流,清洁的送风在整个房间断面(可以是垂直的,也可以是平行的)形成一股流线平行、流向单一、速度均匀的气流,像一个大活塞将整个室内污染空气推出去。一旦室内有污染产生,污染也会以最短的路线排除,不会使污染扩散。此种通风形式风量最大,效果最好。但是它的造价高、运行费用大,只能用在需要高洁净度的场所。它的送风量由下式确定:

$$L = v \cdot S (\text{m}^3/\text{s}) \quad (7.3)$$

式中: L ——送风量(m^3/s);
 v ——断面平均风速(m/s);
 S ——房间断面面积(m^2)

根据室内占主导作用的空气流动形态,以上气流可分为两大类型。传统的稀释通风和单向流通风是流体动力控制型气流分布,而热置换通风则是一种热力控制室内气流分布。理想的稀释通风使整个室内处处达到均匀的浓度,排风浓度等于室内工作区浓度。单向流通风和置换通风的排风浓度大大高于室内工作区浓度,可见其通风效果好于稀释通风。单向流也常用于高度洁净与无菌的房间。

【参考】 辐射供冷是近年来在从欧洲兴起的新型空调方式。较好的方法是将置换通风与冷吊顶结合使用。冷却顶板与水管可以制作成一体,直接形成一顶板单元;或者通过散热片把水管和金属顶板联结起来,形成一个单元;水管也可以以细管的形式镶嵌在顶板内,组装成一个安装单元。冷却顶板只能除去显热负荷,无法除去湿负荷。为避免顶板结露,应使给水温度高于室内空气露点温度,通常要高于 14°C 。

当冷负荷较大时,置换通风系统至少要消除室内湿负荷,冷却顶板的供冷量应控制在总供冷量的 $50\% \sim 60\%$,以保证置换通风系统的正常运行。置换通风也有利于排除室内有害物,不会产生交叉感染,很适用病房使用,但造价昂贵。

常用冷源有以下几种:

- ①由于地板供冷采用 17°C 左右的冷水,所以有井水或地下水可用的,造价特别低廉。
- ②热泵,由于可制冷、制热,特别适合地板供冷、供暖系统,且使用可靠,大多用空气/水热泵,有时也使用水/水热泵。
- ③工艺过程中产生温度适合的水。

【参考】 如夏季采用地板供冷系统而冬季又需要供暖时,采用低温辐射地板是一种好方法。它利用建筑物内部地面进行换热。一般认为,地板供冷的冷水温度应控制在 $16 \sim 18^\circ\text{C}$,水温太低时会导致地面结露,同时会使脚部感觉不舒适。为保证人体舒适,地面温度最好高于 18°C 。此时,依环境温度的不同可使室温降低 $3 \sim 5^\circ\text{C}$ 。在较干燥的地区,水温甚至可降低到 13°C 而不至于结露,此时降温效果大大增强。地面温度受室外温度、围护结构隔热程度的影响,

应充分考虑，例如高负荷条件下，墙面温度达到 30℃时，即便进水温度低至 10℃，地面温度也很少低于 20℃，不会产生结露现象。

冬季供暖时该系统以低温热水通过整个地面作为散热面，地板在通过对流换热加热周围空气的同时，还与周围的围护结构进行辐射换热，从而使围护结构表面的温度升高，其辐射换热量约占总换热量的 50%。地板供暖除了节省房间有效面积、便于房屋装修布置等优点以外，最突出的特点就是其舒适性和节能性。辐射供暖可减少由于围护结构内表面温度低造成的人体辐射散热，增强人体舒适感。使用辐射供暖时，由于室内空气流动微弱，围护结构内表面与室内空气之间对流换热系数大为减小，所以较大幅度地减少了建筑热损失。目前它的造价还较贵，只用于医院敞开空间供暖(如护士站等)或其他要求高舒适度的场合。

7.1.4 医院冷热源

热源一般为蒸汽锅炉和热水锅炉，燃料有煤、油和燃气，也有由热电站供给的高压蒸汽或高温水。冷源有电动压缩式和吸收式，往往做成机组形式直接供给冷媒介(如空气、水、制冷剂等等)。电动压缩式可分为往复式、螺杆式、离心式，也可分为单冷型与热泵型；吸收式有单效、双效甚至三效，还有直燃型冷热水发生器。它们的容量与性能见表 7.2。

表 7.2 制冷机的容量范围与性能

型式名称		容量/kW	能效比 COP	
			一次能	二次能
电动压缩式	往复式	70~140	3.2	1.12
	螺杆式	75~1 800	3.3	1.16
	离心式	350~1 700	3.5	1.26
吸收式	单效	350~3 500	0.58	0.50
	双效	350~3 500	1.30	1.11
	直燃型冷热水发生器	350~3 500	0.97	0.82

注：电动压缩式制冷机进出口冷冻水温度 7℃/12℃，吸收式制冷机的进出口水温 8℃/13℃。

【参考】 表中的 COP(Coefficient of performance)称为制冷机的性能参数，它是制冷机(或热泵)输入功(压缩机)和输出功(制冷效率)之比；在美国则称为能效比 EER(Energy efficiency ratio)，一段时间内的 EER 称为季节能效比(SEER)。

【参考】 医院建设前期的冷热源选择十分重要，应该基于合理利用能源、提高能源利用率和节约能源的基本国策。良好的冷热源设备及其组合还必须是能减少环境负荷并具有可靠性、安全性、经济性，以及维护、管理方便与更新性能高等。由于各地能源结构与价格不同，经济实力差异较大，它还受到环保、消防等多方面的制约。另外上述这些因素又是在不断变化，因此要得到固定不变的最合理的冷热源组合方案是十分困难的。目前有以下几种冷热源组合方案及相应的选用原则(表 7.3)。

表 7.3 空调用热(冷)源系统

方式	冷热源组合	选用原则
传统方式	电动压缩式制冷机和(燃煤、燃油、燃气)锅炉电动压缩式制冷机及城市(或区域)供热	当地供电不紧张时,优先采用电动压缩式制冷机,大型系统以离心式机组为主,中型系统以螺杆式为主,小型系统以往复式为主;有条件场所优先采用集中供热或燃油、燃气锅炉
溴化锂吸收式制冷机	单效吸收式和锅炉 双效吸收式和锅炉	电力供应紧张时,有热电站供热或足够冬季采暖锅炉特别有废热、余热可资利用时优先采用
	直燃式冷热水发生器	电力供应紧张时,夏季有廉价燃气的优先采用
热泵方式	水热源	有内外区、需同时供冷供热或有清洁水源可利用
	空气热源	中小型建筑需全年空调的或不便使用一次能源的
	土壤热源	有良好的地热条件的区域
	热回收	有废热、余热的场合优先采用
特殊方式	冷能方式	有条件时积极发展热、电、冷联产技术
	区域供冷供热	有条件时积极发展区域供冷供热站
	蓄冷(热)方式	为平衡供电峰谷差,可推广蓄能空调与低温送风相结合的系统;如有较大的优惠电价,小型系统也可采用利用谷电储热的电锅炉

【参考】一般来说,空调系统中的冷、热源投资和运行能耗约占整个系统的 30%,机组选型举足轻重。根据国家标准《空气调节系统经济运行》4.8 条规定,应优先选用高性能系数(COP)的制冷机组。一般来说冷水机组的选型按计算负荷确定,不应再附加选型系数。

【参考】我国尤其在南方直接采用热泵作为室内环境控制的冷热源也越来越多。从热源来分,有水源、空气源和土壤源。

热泵的定义为从温度较低的热源吸热并传递给温度较高的热源。可见所有的制冷设备,包括制冷循环的空调器和制冷机,都是热泵。但在工程上,热泵一词通常是指以供热为目的的系统的有供热、制冷的热泵,也有仅供热的热泵或同时供热和制冷的热回收热泵。

热泵的供热循环同制冷循环一样,只是它可按要求控制由其冷凝器向空调房间供给热量或由其蒸发器供给冷量,有时供热和制冷均被采用。

①对于空调系统,常见的空气源热泵型冷(热)水机组选用高性能系数(COP)尤为重要。热泵的供热量应当与建筑物的供热负荷一致。由于室外空气温湿度随地区、季节、昼夜均有很大变化,这些变化对空气源热泵的设计选型与运行都有很大的影响。空气源热泵的主要问题在于,随着室外空气温度降低,蒸发温度下降,热泵效率降低,制热量下降,而建筑物需热量增加。尤其当空气温度下降到-5℃以下时,制热量急剧下降,造成供需不平衡。随着环境温度的变化,大多数时间内均存在着供热量多余或供热量不够的现象。

②溴化锂吸收式制冷机组特别是直燃型机组的迅速发展,使冷、热源选择有了更灵活的余地。它的最显著特点是省电,如直燃型溴化锂吸收式冷热水机组自身的耗电功率仅为离心式冷水机组的 3%~4%,考虑了配套设备后的耗电功率也只有 23%左右。因此在电力供应紧缺时,或医院和热网中有廉价蒸汽、高温热水供应、或有其他余热时,选用溴化锂吸收式制冷机就可能是较好的方案。但溴化锂吸收式制冷机组的能量利用效率比电动压缩式冷水机组要低。

【参考】溴化锂吸收式制冷机应根据用户所具备的热源(或燃料)条件合理确定,根据表

7.4 热源参数选择机型。

表 7.4 各类机型及名义工况下的热源参数

机 型	热源(或燃料)种类及参数
直燃机组	天然气、城市煤气、轻油
蒸汽双效机组	蒸汽额定压力为 0.25、0.4、0.6、0.8(MPa)
热水双效机组	>150℃热水
蒸汽单效机组	废气(0.1MPa)
热水单效机组	废热(80~150℃热水)

【参考】 直燃式溴化锂吸收式机组的标准配置的供热量为供冷量的 80%，这是较为经济合理的配置。因此选择直燃式溴化锂机组应考虑建筑物冷热负荷应与机组供冷、供热量相匹配，当热负荷大于机组供热量时不应加大机型方式增加供热量，否则会增加投资，降低机组效率。可适当加大高压发生器或燃烧器，如加大太多，也会影响高、低压发生器的匹配，同样也会造成效率降低、能耗增加。

我国大多医院建有集中锅炉房作为热源，均采用蒸汽锅炉，锅炉台数宜选择 2 台或 2 台以上，以确保医院的蒸汽供应。蒸汽锅炉除供应全院用蒸汽外，还可通过热交换站汽-水换热器供给应医院的采暖热水和生活热水。一般来说医院用蒸汽的高峰时段与医院采暖高峰时段在一天中是错开的，可以利用差额部分蒸汽通过热交换器制取采暖热水和生活热水。锅炉的选型可以根据当地的燃料供应情况，选择燃煤、燃油或燃气，或电加热锅炉。

但医院的热水用量很大，锅炉房宜同时安装蒸汽锅炉和热水锅炉，热水锅炉的燃料宜与蒸汽锅炉相同，使用比较灵活，运行的成本也较蒸汽-水换热制取热水的成本低，而且输送能耗也可大大降低。

【参考】 采用城市热网或区域锅炉房热源(蒸汽、热水)供热的空调系统，应设换热器进行供热。换热器应选择新型、高效、结构紧凑、便于维护、使用寿命长的品种。换热器的容量，应根据计算热负荷确定。当一次热源稳定性差时，换热器的换热面积应乘以 1.1~1.2 的系数。汽水换热器的蒸汽凝结水一般宜回收利用。换热器应设置温度自控装置。

【参考】 近年来出于保护城市环境，许多大城市已禁止燃煤，并大力推广天然气(甚至电能)清洁能源。过去医院采用集中锅炉房，集中供给蒸汽供热的方式完全是基于燃煤锅炉的模式，其本意是为了提高燃煤锅炉效率与减少污染排放。对于天然气(或电能)已不存在污染问题，而且大小锅炉的效率相差不大了。既然医院燃气管网(或电网)已通到每个部门，没有必要再花大量投资建热网，完全可以就地设置小容量热水锅炉(或称为大型热水器)，它对于安装地点几乎没有特殊要求，运行管理十分简便。这种分散、独立供热可以十分容易地做到合理分区和配管，并可大大缩短输送距离；各部门可根据需要随时开关锅炉，不同部门提前开机与延迟关机问题也就迎刃而解了。由于终端用户能够更方便、更有效地使用热源，解决了过去集中供热网的分区供热、提前供热、紧急供热等设计与管理上的难题，同时也解决了蒸汽输送管道的“滴、冒、漏”，大大降低输送热损失。

7.1.5 机房设置与要求

(1)医院一般宜采用集中供冷供热系统。选择冷水机组时一般不少于 2 台；当仅需设 1 台时，应选多机头联控型。冷水机组台数不宜过多，应与空调负荷变化规律及调节要求相适应。分散设置的风冷或水冷式整体或分体空调机组只有符合下列情况时才采用。

1)空调面积相对较小，采用集中供冷供热系统不经济或机房、管道无法布置的建筑。

2)需设空调的房间布置过于分散的建筑。

3)设有集中供冷、供热系统的建筑中少数使用时间和使用要求不同的房间。

4)温湿度有特殊要求的房间。

(2)医院空调机选择与机房设置应注意以下几点。

1)机房的位置和机组的安置要考虑到机组的日常检查、维修及更新等因素。

2)要选用能有效防止二次污染的空调机组。空调机和风机盘管机组中的盘管、集水盘、加湿器等必须易于清洗与消毒。

3)为使空调机保养或机内的过滤器更换方便,希望空调机设置在机房或技术夹层内。从维护管理方便出发,不宜设置在顶棚内。

4)空调机房面积和空调机与各管件之间空间的大小应根据过滤器、阀门等能方便操作、容易维修来确定。

【参考】 大、中型机房宜分开设置主机房与水泵间,并应设控制室(设观察窗或玻璃隔断)、维修间,室内设空调末端装置。机房内设给水与排水设施,地面和设备机座应采用易于清洗的面层。机房应有良好的通风设施。地下层机房应设机械通风,换气次数不少于6次/h。

【参考】 机房内设备布置应紧凑,管道流程合理,操作方便,有合适的维修空间,并应符合下列要求:

①机组与墙之间的净距不应小于1.0m,与配电柜的距离不应小于1.5m。

②机组与机组或其他设备之间的净距离不应小于1.2m。

③应留有不小于蒸发器、冷凝器或低温发生器长度的维修距离。

④机组与其上方管道、烟管或电缆桥架的净距离不应小于1.0m。

⑤机房主要通道的宽度不应小于1.5m。

【参考】 直燃吸收式机房设计,储油罐及日用油箱、供油(气)系统及排烟系统的设计,应符合现行国家标准的有关规定。

7.1.6 空调负荷及送风量计算

(1)对室内的热、湿干扰来自两个方面:一是从自然界来的;一是从生产过程和人的活动方面来的。在自然界方面,室外大气温度、湿度的变化和太阳辐射热的强弱,通过房屋的围护结构和进风影响室内的环境参数;在室内方面,工艺过程和生产设备运行中散发出热量或湿量,即使在民用建筑内人体、照明、设备、器具等也发生热量或湿量,都影响室内的环境参数。余热量和余湿量一般还随着室内外条件变化而变化,应该从中确定出影响最大或是经常影响到室内平衡的余热量和余湿量,作为空调计算时的“负荷”量;有时对室内夏季余热量称为“室内冷负荷”,冬季余热量称为“室内热负荷”。热湿负荷的大小对空调系统的设备与规模有决定性的影响,还涉及空调系统的合理性和经济性。因此要从建筑、工艺等方面共同考虑合理措施来减少负荷量。

除了上述房间负荷(发生在空调房间内)外,系统负荷(发生在空调房间以外的负荷)也会构成空调负荷。如新风状态因与室内空气状态不同所引起的新风负荷、风管传热、风机发热等造成的负荷,它们不直接作用于室内,但是最终也是由空调系统来承担。因此空气处理设备还需根据系统负荷来选择。

洁净手术室负荷具有生物洁净室的特点。不能将手术室内医疗设备看作为稳定、持续的热(冷)负荷,使手术室的负荷估算偏高。

目前手术室大多是土建围护结构内设置的密闭小室,在小室之间夹道走各种管道。如果采

用双走廊等平面布局,手术室处于内区。围护结构空调负荷所占的比例则更小,负荷计算完全可以按稳定传热来考虑。手术前室内几乎没有湿负荷,手术时人员围在手术台周围,发湿量集中。而且现在室内的医疗设备越来越多,但是在手术期间不间断使用的不多,同时使用系数也不大,即使心脏外科等深部手术也是如此。而且新开发的专用设备多,通用设备少。对于常规手术,常用的医疗设备就是电刀、麻醉机等几种。相对来说照明发热和人员发热、发湿量变化较小。或者说,手术期间的负荷特点是热负荷变化较大,而湿负荷比较稳定,从而引起室内热湿比变动较大,这就是造成室内相对湿度超标的主要原因。因此手术室空调系统冷量配备可以考虑高峰热(冷)负荷,但系统设置更需要考虑热湿比的变化,直接套用工业上恒温恒湿机组也是不合适的。

(2)空调系统的容量和设备。一般是根据夏季的冷负荷来确定的。因为冬、夏季对空调房间的热湿干扰情况不同,夏季的影响程度大于冬季,而且使空气冷却去湿的措施和装置要比使空气加热加湿的措施和装置复杂,设备投资和运行费用亦是夏季比冬季大,所以通常是根据夏季负荷来确定送风量和设备的容量。除了有全年空调要求的以外,在我国南方地区大多在炎热季节使用空调。即使在需要采暖的寒冷地区,有些建筑物室内在冬季仍由采暖设备供热,而空调仅仅用于夏季。

【参考】 空调房间或区域的夏季计算得热量和散湿量,应根据表 7.5 各项确定:

表 7.5 夏季计算得热量和散湿量

序号	空调房间或区域的夏季计算得热量	空调房间或区域的夏季计算散湿量
1	通过围护结构传入的热量	通过围护结构的散湿量
2	人体散热量	人体散湿量
3	渗透空气带入的热量	渗透空气带入的湿量
4	食品或物料的散热量	食品或物料的散湿量
5	设备、器具、管道及其他内部热源的散热量	设备散湿量
6	通过外窗进入的太阳辐射热量	化学反应过程的散湿量
7	照明散热量	各种潮湿表面、液面或液流的散湿量
8	伴随各种散湿过程产生的潜热量	

【参考】 室内热湿环境控制,是通过向室内送入一定量的空气(或称送风)来消除室内的热湿负荷而实现其功能的,使室内空气的热量和湿量达到相对的平衡状态,才能将室内环境参数控制在一定范围内。因此必须依据空调房间的热湿负荷值,确定空调系统的送风量或送风参数,利用冷却、加热、去湿、加湿等空气处理装置来处理送入空气。如果送风量一定,则负荷值决定了送风参数;如果送风参数一定,则负荷值决定了送风量。在消除热、湿干扰的同时还必须补充一定量的新鲜空气(或称新风)和排出一定量的室内空气(或称排风),使室内空气保持适当的清洁程度。一般场合要求补充风量大于排出风量,以防止室外空气渗入,使室内洁净度和其他参数少受外界影响。为了节能,常常重复利用部分室内空气回到系统,使之成为送风的一部分,这一部分空气称为回风。

7.1.7 暖通空调系统节能

(1)医院属于高能耗的建筑,医院负荷包括暖通空调、给排水、电力照明以及医务所需的负荷。其中医务所需负荷有热水供给、餐厨供应、消毒灭菌和洗涤等,以蒸汽为主,也有用燃气和电力的。医务所需的负荷为院内最大的负荷,要占全年消耗负荷的 25%~38%。过去只注意一些高压灭菌釜、消毒器、热管道的传热和泄漏等会转化成空调负荷,现在大型的诊疗设备、新型的医疗设施(如水疗康复室)、大型计算机系统、一些生物洁净室系统的设备发热等,都已成为

不可忽视的空调负荷,从而大大改变了医院建筑的空调负荷的组分及各组分的比例。随着我国医院现代化的发展,暖通空调系统的节能应引起高度重视,特别在以下几个方面:

1)医院内所需的新风量大,要求高,有的科室甚至需要全新风。也有许多科室或部门需要排除所产生的尘埃、细菌、臭味、余热、余湿和有害气体,要求排风的地点多,排风量也大。还有一些科室正压控制要求较高,大量新风作为无组织的渗漏风排到室外。维持合适的正压是减少新风量的关键。正压太小,不能保证洁净空间免遭室外污染空气的侵入;正压太大,系统的新风补充量增加,新风负荷加大。为减少新风能耗,如何在满足要求的前提下减少新风量、排风量和正压渗透风量,一直是医院空调的一个大问题。除了合理确定新风量外,目前变新风量控制是一个有效措施。

2)在有条件的场合,宜采用新风集中预处理,这样不但能够采集高品质的新风,进行有效的空气过滤,也可十分方便地根据不同季节采用不同的新风处理方式,或利用全热交换器对新风作预冷处理,也便于维护管理。国外已有成功的经验,不但可提供参数稳定的新风,而且新风能耗也大大降低。

3)医院到处是废热水、冷却水、冷凝水,由于怕交叉污染,一般不回收到锅炉房重新利用。如果将废水集中回收,再利用热泵的低温侧来回收这些废水中的热量,在另一端高温侧进行升温再供热,这是一种间接利用废热的方法,它与废热中是否存在污染无关,不会引起交叉感染,很适合医院。虽然投资高一些,但年回收废热量相当可观。

4)供热系统输配管是节能的一个大问题。合理的分区和配管可以缩短输送距离,尽量减少法兰接头、阀门数量,最大限度地减少不必要的压力降。加强管道密封、保温,选择良好的疏水器,减少管道的“滴、冒、漏”,降低输送热损失。另外不要在管道井或天棚中设置疏水器,可大大减少传热和泄漏,也降低了附近房间的空调负荷。

5)随着医院的现代化,医院中采用洁净技术的场所也越来越多。由于净化系统的大风量、高阻力,系统的输送能耗已经成为空调的最大负荷,另外净化系统的新风比高,造成新风负荷大。其中系统的输送能耗是稳定负荷,新风负荷是随季节而变化。减少系统的输送能耗关键在于降低送风量和系统阻力。因此,根据实际情况计算出所需要的合理送风量,而不要由推荐的换气次数估算送风量。另外,设计风量是按系统过滤器的终阻力时计算,在实际运行时由于过滤器尚未达到终阻力,通常运行风量远远大于设计风量,因此采用风机变转速运行来达到系统定风量运行具有很大的节能意义。

6)尽管净化空调系统送风量很大,如果在系统中区分出空调风量和净化风量也是很有节能意义的。因为送风量中的空调风量主要是消除室内热湿负荷,必须经过空调箱处理,而净化风量是为了满足洁净度要求,只需要经过再过滤。级别越高,空调风量占净化风量的比例越小。如使净化风量不回到机房经空调箱处理,经过短循环直接回到洁净室,就能十分有效地节约输送能,尤其是高级别洁净室系统更为显著。从净化空调系统中消除风机电机的发热也有较大的节能效果;如将风机电机设置在空调箱外,在系统中不采用带风机的过滤器送风口等措施也能有效地降低风机发热。对于低级别洁净室尽量采用低阻亚高效过滤器,可大大降低系统的阻力,从而降低风机的输出功率。

7)许多城市都在修订用电收费制度,采用分阶段收费的电价,利用日夜的电价差进行冰蓄冷或蓄热,促使了蓄能技术的发展,较为成功的是双工况螺杆主机及其蓄冷设备。冰蓄冷有各种类型,如冰盘管式(直接蒸发式冰蓄冷系统)、完全冻结式、冰球式、制冰滑落式等。在确定冰蓄冷运行模式前,必须首先较准确地计算出建筑物的逐时空调冷负荷,画出负荷图,然后根据当地用电时段、投资要求等确定用哪种模式操作。一般情况有两个要求:一是最大限度地对电

网供电的移峰填谷，二是最大限度减少一次性投资。要从相互矛盾的两者中找出最佳结合点，大多采用分时释冷方式来满足这二者的要求。一般先须确定二个高峰用电时段的释冷量和空调高峰负荷时的释冷量，然后才能确定最佳蓄冷量和制冷机的容量，以达到最大限度地削峰填谷作用和减少制冷机的装机容量，降低初投资。

【参考】 蓄热水池(箱)也是一种蓄能形式。设置蓄热水池可减小设备投资和运行费用，但要达到节能的目的，限于以下情况使用：

- ①可利用热回收系统时。
- ②不使用矿物燃料时，如用太阳能采暖。
- ③可利用价格低廉的深夜电力或工厂废热时。

反之，蓄热水池系统由于消耗下列几项额外的能量，因此非上述几种情况外是不省能的：

- ①连续 24h 蓄热水池有 10% 以上的能量损失。
- ②由于采用开式水路循环必须增加水泵扬程，从而使水泵动力剧增。

(2) 医院一些节能方法、运用的可能性以及可能存在的问题，可参表 7.6。

表 7.6 医院节能方法及可能性

系统	节能方法	在医院中运用可能性及效果	存在的问题
冷热源系统	选择适当容量、适当台数使在各个季节中设备能保持高效率运行	在部分负荷时(0.5),运行的效率≥80%	台数过多,增加投资和机房面积
	选择高性能系数的设备	取决于价格、维护费用与效益之比	
	灵活运用自然能量(太阳能、地下水等)	取决于该地区自然能状况	地面下沉、地下水污染
	有效利用蓄热(冷)	取决于所占面积、电费差价与得益	增加投资和机房面积
	热回收型热泵(废气、冷凝水和冷却水等)	适合有严格的排水规划的场合	如废热源分散,难以系统回收
	采用吸收式制冷机组	夏季充分利用多余蒸汽	省电不省能,注意锅炉对环境污染
输送系统	输送水比输送空气节能	输送冷热源尽量采用水系统	室内风机盘管机组对无菌状态不利
	加大输送温差,减少输送量	利用蓄冷降低输送介质温度	注意末端装置的性能
	变流量输送	空调系统尽量采用变水量调节	水泵调速装置价格较高
	输送管道的保温	采用最佳保温厚度	注意保温材料的防火性能
空调系统	最合适的系统分区	根据医院特点分区	注意区域间系统停开时空气的逆流
	变新风量调节	有利于改善室内空气品质	非集中式系统难以运用
	采用全热交换器	设计时注意新风和排风管道布置	全热交换器中污染空气的渗漏
	采用净化技术加大回风量	在保证最小新风量的前提下可减少系统新风量	有的室内污染气体难以有效排除
	减少混合损失、再热损失	合理分区	增加系统复杂性
	提高新风品质,减少系统新风量	采集高质量新风,减少输送距离与沿途污染	
控制系统	设定最佳的启动时间与运行时间	对间断运行的科室节能效果显著	如果对梯度压差有要求的区域,控制要慎重
	设备最佳配比的选择(台数、容量)		
	设定最佳的送风参数	采用风量优先调节模式	许多科室不适宜变风量运行
	根据气候变化设定最佳运行工况	节能效果显著	运行模式过于复杂,增加管理难度
	室内设置一般设置恒温器,有的要求设置温湿度控制器	室内人员可自行设定温度(和湿度)	控制器频繁调节易损坏

【参考】 设备和管道保温应按《设备和管道保温设计导则》(GB8175-87)进行计算。一般

可按表 7.7~7.10 选用，厚度不应小于表中数值。

表 7.7 空调供冷管道经济保温厚度

保温材料	年供冷时间/h	公称直径/mm	经济保温厚度/mm
橡塑管壳、平板	2 880	15~32	19
		40~150	25
		200~500	32
	3 600	15~50	25
		65~150	32
		125~500	38
	4 320	15~100	32
		125~500	38
	离心玻璃棉管壳 (64kg/m ³)	2 880	15~50
65~150			30
200~500			35
3 600		15~50	30
		65~150	35
		200~500	40
4 320		15~50	35
		65~150	40
		200~500	50

表 7.8 蓄冰系统管道最小保温厚度

保温材料	年供冷时间/h	公称直径/mm	经济保温厚度/mm
橡塑管壳、平板	2 880	15~32	25
		40~150	32
		200~500	38
	3 600	15~25	32
		32~50	38
		65~150	41
		200~500	45
	4 320	15~50	38
		65~150	41
		200~500	45
离心玻璃棉管壳	2 880	15~125	40
		150~500	50
	3 600	15~50	40
		65~500	50
	4 320	15~100	50
		125~500	60

注意：蓄冰系统的冷媒温度为-6℃，材料的导热系数为：

- 难燃聚乙烯 $\lambda=0.036+0.001t_m[W/(m \cdot ^\circ C)]$
- 橡塑 $\lambda=0.0375+0.00125t_m[W/(m \cdot ^\circ C)]$
- 聚氨酯发泡 $\lambda=0.035+0.00125t_m[W/(m \cdot ^\circ C)]$

式中： t_m 系指保温层的平均温度，一般按管内介质与周围空气的平均温度计算。

表 7.9 空调风管经济保温厚度

保温材料	年供冷时间/h	经济保温厚度/mm
离心玻璃棉管壳 (32kg/m ³)	2 880	30
	3 660	40
	4 320	50
橡塑平板	2 880	16
	3 600	19
	4 320	21

表 7.10 空调低温送风风管经济保温厚度

保温材料	年供冷时间/h	经济保温厚度/mm
离心玻璃棉管壳 (32kg/m ³)	2 880	50
	3 660	60
	4 320	70
橡塑平板	2 880	21
	3 600	25
	4 320	32

注：送风温度按 7℃ 计算。

7.2 洁净手术部净化空调系统

7.2.1 特殊要求

净化空调系统是建立整个手术部保障体系重要一环。要求系统能够控制相应等级用房的室内参数和维持不同级别房间之间的气流流向，当然最为重要的是有效控制区域尤其是洁净手术室内细菌的浓度。但是普通的空调系统尤其是其中热湿交换设备常常是滋菌积尘的良好场所，无法满足洁净手术部保障体系的要求。与一般建筑物的空调要求相比，其系统应该具有以下特点：

- (1) 系统清洁、干燥、易清洗，确保送风空气的洁净和无菌。
- (2) 采取有效的除菌、防菌与抗菌的综合措施，防止系统中出现二次污染。
- (3) 保证不同区域之间合理的气流流向和压力分布。
- (4) 满足不同区域医疗所需的温度及湿度，手术室实施湿度应优先控制。
- (5) 排出废气和有害气体，防止对外部环境污染。有条件可进行热回收。

【参考】 洁净手术室要求空调系统控制室内温度、湿度、尘埃、细菌、有害气体浓度以及气流分布，保证室内人员所需的新风量，并维持室内外合理的气流流向。其中最为重要的是控制室内细菌的浓度，以防止在手术过程中使手术伤口感染，提高手术成功率。根据上述设计理念，要创造一个理想的手术无菌环境，必须具备以下条件：

- ① 空气过滤将送风空气中所有的微生物粒子清除掉。
- ② 气流技术使室内达到无菌无尘。

- ③正压控制实现整个手术部有序压力梯度分布。
- ④合适的温湿度调节抑制细菌繁殖,降低人体发菌量。
- ⑤排除室内不良气体,保持室内良好的空气品质。

7.2.2 空调系统选择

对于大型综合性医院,全天的手术都可能排满,整个手术部更宜采用集中式空调系统。考虑到各室的洁净度级别差异较大,至少希望洁净手术室与辅助用房分开设置两个系统。这种方式在提供温度、湿度、空气净化、去除臭味等方面都可以达到较满意的效果;由于机房和房间分开,噪声也可以较好地处理,一般不会出现无菌环境失控的问题。但是各手术室灵活使用性方面较差,只要其中一间仍在工作,整个系统就不能停止运行,能耗较大。

分散式空调系统是指每个手术室和走廊各自设置能够独立运行的空调系统。各个手术室系统可以灵活开停,为保证手术部内无菌环境,各空调机组需设定运行风量和正压风量两档以达到最起码的正压控制要求。当某手术室关闭时,空调机组切换到正压风量维持运行。尽管如此,分散式净化空调系统在保证洁净手术部整体控制性方面较差。

半集中式系统是在每个控制区域各自设置一套空调装置(或称末端装置)来实现各区域内的温湿度和洁净度,另外集中设置一套独立系统供新风。对于高级别洁净手术室来说,这是一个较为合理的选择,但对于低级别洁净手术室或辅助房间来说,末端装置太小,风机压头难以提高,无法配用高效率过滤器。应允许一套空调装置服务几间低级别洁净手术室,或辅助房间另采用一套空调装置。

【参考】 洁净手术室回风的可靠性早已在 20 世纪 70 年代得以肯定,并被各国标准所采用。对于高级别洁净手术室要求自室回风,整个手术部不宜采用走廊回风,以免引起交叉感染。一般情况下不必采用全新风净化空调系统。如确实需要全新风系统,应该在系统中配备全热回收装置。但全热回收装置在我国实际使用状况并不太理想。

7.2.3 净化空调系统宜使洁净手术部处于受控状态

这就是要求净化空调系统既能保证洁净手术部整体控制,又能使各洁净手术室灵活使用。强调洁净手术部处于受控状态,也就是要求整个手术部始终维持有序的梯度压力分布,以保持各手术室之间的正压气流的定向流动,有效防止引起交叉感染或污染室内环境。因此强调手术部不管采用何种净化空调系统,处于何种运行状态,也无论哪个洁净手术室停开,均不能影响整个手术部有序的梯度压力分布,均应使整个手术部始终处于受控状态,否则会破坏各房之间的正压气流的定向流动,引起交叉感染或污染室内环境。

洁净手术室应与辅助用房分开设置净化空调系统;各洁净手术室宜采用独立设置的净化空调机组;Ⅲ、Ⅳ级洁净手术室允许 2~3 间合用一个系统;新风可采用集中送风系统。手术室应设排风系统。

国内常用的独立新风处理的系统见图 7.1。

【参考】 这套系统最大技术特点是采用了双位控制的定风量装置,简化了控制,使洁净手术室的送风与正压,以及室内的空调与新风降温除湿的各个控制功能更容易分离了,这样可以十分简便、有效地实施和满足《医院洁净手术部建筑技术规范》提出的要求。从图中可以反映如下特点:

①整个洁净手术部是由一个独立新风系统和各个洁净手术室的净化空调机组与排风机组组成。新风系统的新风支管接到(插入)洁净手术室的净化空调机组的送风管上,或直接接入送风静压箱。各新风支管上安置双位控制的定风量装置。净化空调机组的送风管上安装单向阀,

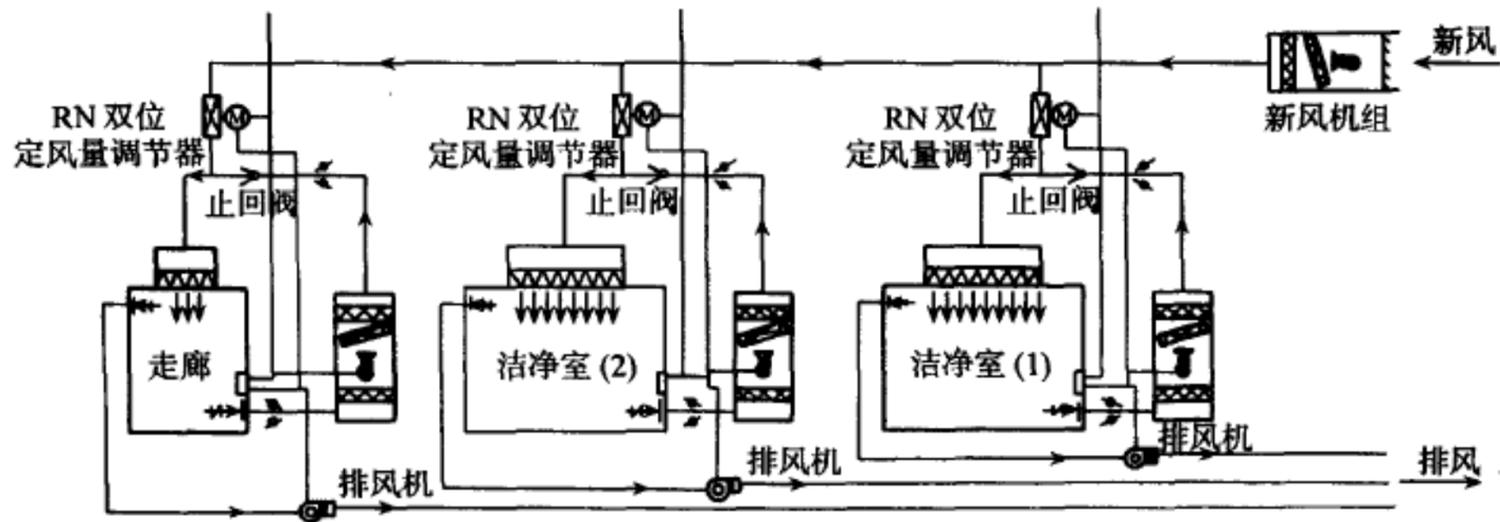


图 7.1 独立新风处理系统(中国)

以防单送新风时倒流。各手术室安装带独立排风的排风机组，排风机的排风量可由调节阀门控制。

②独立新风系统既承担了各洁净手术室的正压风量(见表 7.11)，又承担了正常新风量，每个手术室的各自独立的空调机组变成了循环机组，仅控制室内温、湿度。排风机排走室内污染气体与异味。

③当某间手术室正常使用时，该新风支管上的双位控制的定风量装置调到高位档，高档新风量进入，排风机组排走风量为新风量与正压风量的差值，多余的正压风量渗透到室外，建立正压。当某手术室不使用时，新风支管上的双位控制的定风量装置自动调到低位档，低档新风(正压)量进入，排风机组关闭，正压风量渗透到室外仍可建立正压。由于整个手术部只有一个新风系统送入，就可以有效地保证洁净手术部内有序的梯度压力分布不变，真正实施了保障体系。

表 7.11 达到正压值的换气次数

室内正压值 /Pa	无外窗、单门洁净室 /h ⁻¹	无外窗、双门洁净室 /h ⁻¹	洁净厂房设计规范要求 /h ⁻¹
5	2.6	4	2~4
10	3.3	5.2	3~6

④按我国《规范》要求，新风系统要设三级过滤，末级过滤应为亚高效空气过滤器。《规范》主要是从我国新风含尘浓度较高的特点来规定这一条的。从正压控制来说，这种措施可以保证手术室末端高效过滤器基本上不积尘，不至于由此引起手术室内送风量的变化。

【参考】 该系统的主要自动调节系统要求说明如下：

①当手术室工作时，手术室内的开启信号要求空调机组和排风机组启动，同时又要求双位定风量调节器处于高档大风量运行状态。

②当手术室不工作时，手术室内的关闭信号要求空调机组和排风机组关闭，同时又要双位定风量调节器处于低档小风量运行状态。

③独立新风机组风机的控制，在手术室较少的情况下可采用双极电机的风机来调节风量。而当手术室较多、新风风量变化状态较多场合，可采用手术室空调机组开关状态(数字信号)等方式来控制变频风机，调节风量，以达到节能的目的。

④新风机组与空调机组连锁，只有先启动新风机组才能启动各手术室空调机组。只要有一间手术室在工作，新风系统就继续运行。只有在整个手术部关闭，新风机组才停机，新风密闭阀自动关闭。

⑤室内排风机与手术室自动门连锁，并设有延时装置。瞬间开门，排风机立即停机；关门时

有延时，建立正压后，再开排风机。这样既保证开门时的正压保持，也避免了因门开、闭而使排风机频繁停开。

为了简便、有效地使整个洁净手术部处于受控状态，以下几点是它的主要设计出发点：

①由于机械式定风量装置目前还只能依靠进口，价格比较贵，希望只将它用在关键处，尽可能采用小流量定风量装置，从而可以降低工程造价。

②希望将两套新风系统简化成一套，该系统具有供新风与正压两套系统的功能，大大简化了原有的系统。

③系统新风入口越少，就越能有效地控制高温高湿的新风对手术室的干扰，希望将系统新风入口减少为一个。只要按规范要求在一个新风口上设置密闭阀，就能防止整个手术部关闭时室外空气倒灌。

④将各个手术室送风机组简化为循环机组，这样机组过滤器积尘、系统阻力和风量变化已与整个手术部有序梯度压差无关，也就没有必要调节各机组的送回风量。

⑤希望调试的工作量小，运行管理更为简单。

【参考】 德国资料推荐了一套双新风的概念系统(图 7.2)。在每个控制区域设置一套空调系统来实现各区域内的温湿度和洁净度，另外集中设置一套新风系统来维持整个手术部内的正压分布，不承担调节室内温湿度的任务。此外各手术室和辅助区还设置的空调系统有自己的新风和排风。这一新概念的特点既可使每间洁净手术室的空调和正压两大功能分离，又能将整个手术部联系在一起，并始终使手术部处于受控状态。这样可使手术部管理更为灵活、方便、有效。运行方案如下：

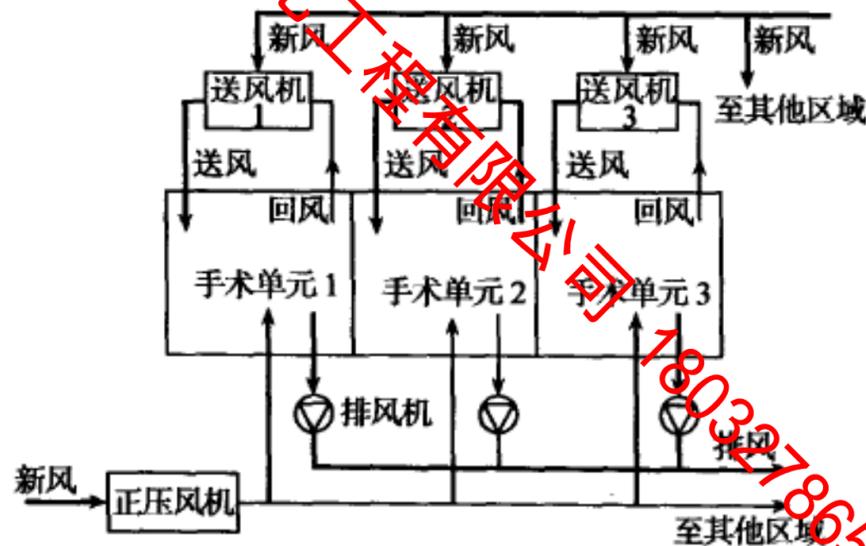


图 7.2 双新风系统(德国)

①手术部正常工作期间两套系统同时运行，可简化调试和运行管理工作。

②当手术部中只有部分手术室工作时，只需要运行部分手术室的独立空调机组和正压送风系统，既保证部分手术室正常工作，又保证整个手术部的正常压力分布和定向流动。

③在手术部非工作期间只运行正压送风系统，这样可以大大降低室内温湿度要求，只需维持整个手术部正压，保持其洁净无菌状态。

这仅仅是一套系统概念，此概念是两套系统的组合，真正要在具体工程中实施它，其管路系统较为复杂。

【参考】 图 7.3 是法国资料推荐的一套独立新风循环风的手术室局部送风系统。这套系统的特点是：

①新风独立处理，直接接入送风管进入送风静压箱。停机时单送新风可维持正压。

②手术室的空调机组承担室内负荷，因此风量不大，并在回风口设置过滤器。

③另用循环风机加大换气次数，以满足室内细菌浓度的控制要求。

这套系统实施的关键：新风处理在我国的气象条件下是否满足室内湿度控制要求，三台风机同时运行的噪声控制问题。

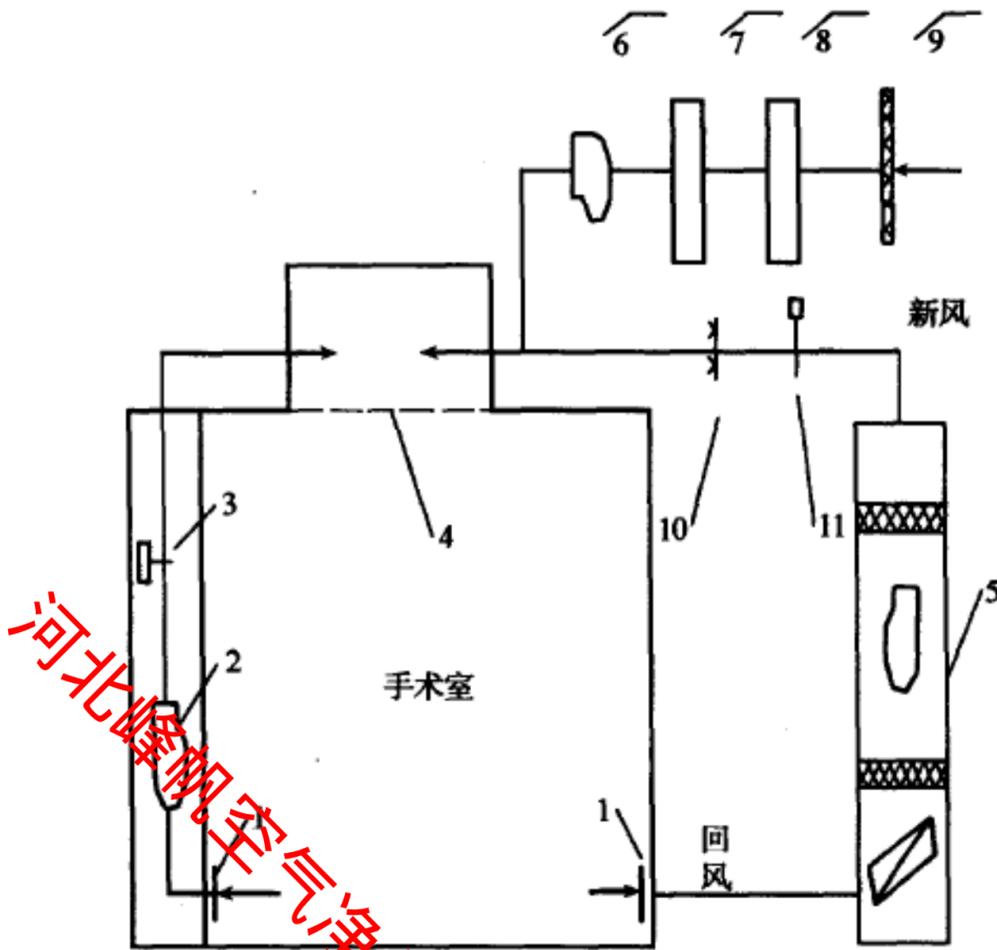


图 7.3 独立新风、独立循环风系统(法国)

- 1. 多层低速回风格栅,带有 90%效率(ASHRAE 52-76)过滤器
- 2. 三次循环风机(当需要增加换气次数时,系统中三个风机同时运行)
- 3. 电动阀(当循环风机停止时,阀门关闭)
- 4. 高效过滤器
- 5. 空调器
- 6. 送风机
- 7. 热盘管
- 8. 热回收盘管
- 9. 90%效率的新风过滤器(ASHRAE 52-76)
- 10. 加湿器
- 11. 电动阀

[参考] 日本的一种回风新风热交换系统,如图 7-4 所示。其特点是:①可根据室外气象状态进行变新风运行,并相应确定回风量和排风量。②系统中设置全热交换器,以充分回收排风中的能量。排风是否与新风做全热交换取决于室外新风状态。③设局部送风和上下排风口。这套系统实施要处理好变新风运行与室内湿度控制、梯度正压控制的关系。

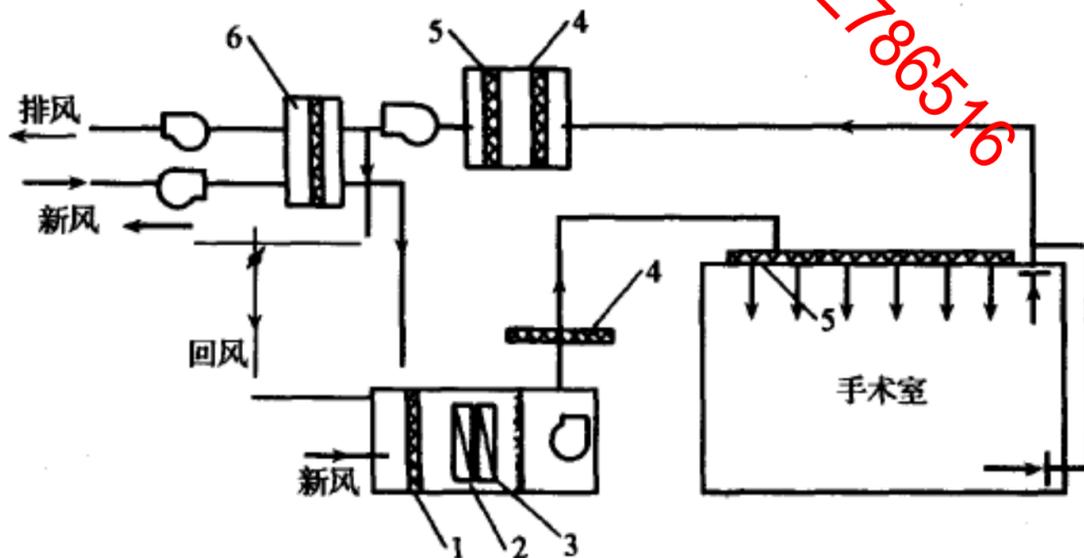


图 7.4 回风新风热交换系统(日本)

- 1. 中效过滤器,比色效率 60%以上
- 2. 冷却器
- 3. 加热器
- 4. 高中效过滤器,比色效率 85%以上
- 5. 高效过滤器,计数效率 99.99%以上
- 6. 全热交换器

7.2.4 III级(含)以上洁净手术室应采用局部集中送风方式

洁净室内的送风方式有均匀送风和集中送风两种。工业洁净室为满足工艺通常需要均匀

分散布置送风口，而手术室保护的关键区域较少，提倡在手术台上方集中布置送风口，并根据理论计算和参考国内外实践具体给出送风要求。

手术台上方集中布置送风口是基于主流区的理论。利用主流区的洁净无菌的气流对关键部位即手术区的保护。采用局部送风的方式将有利于用较小的风量获得高一级的洁净度和至少少一半的菌浓。或者说用较少的投入获得更好的洁净效果。

不应直接在集中送风的 I 级、II 级和 III 级洁净手术室内设置其他净化设备，因为集中送风气流组织的性能好，室内局部净化设备的气流会干扰集中送风的单向流或准单向流特性。

7.2.5 净化空调系统的空气过滤

整个系统至少设三级空气过滤。第一级空气过滤应设置在新风口，第二级应设置在系统的正压段，第三级应设置在系统的末端或尽量靠近末端。

因为空气过滤是最有效、安全、经济和方便的除菌手段，采用合适的过滤器能保证以合理的运行费用达到所要求的尘埃浓度和细菌浓度。良好的空气过滤器应该是风量大、阻力低、效率高、容尘量多。

【参考】 我国是按空气过滤器效率来分级的。1985 年颁布的国家标准《高效空气过滤器性能试验方法》(GB6166-85)将油雾法和钠焰法同时作为法定的性能试验方法。1990 年颁布国家标准《一般通风用空气过滤器性能试验方法》(GB12218-89)(表 7.12)是将大气尘作为试验尘，采用大气尘分组计数法。表 7.13 列出了国外几种空气过滤器标准的比较。

表 7.12 一般通风用空气过滤器分类及大气尘分组效率(%)

空气过滤器分类	≥5μm	≥1μm	≥0.5μm	初阻力/Pa
粗效过滤器	<40			50
中效过滤器	40~80	20~70		80
高中效过滤器		70~95		100
亚高效过滤器			95~99.9	120

表 7.13 国内外主要国家几种空气过滤器标准的比较

我国标准	欧商标准 EUROVENT4/9	ASHRAE 标准 计重法 效率/%	ASHRAE 标准 比色法 效率/%	美国 DOE 法 (0.3μm)效率 /%	欧洲标准 EN779	德国标准 DIN24185
粗效过滤器	EU1	<65			G1	A
粗效过滤器	EU2	65~80			G2	B1
粗效过滤器	EU3	80~90			G3	B2
中效过滤器	EU4	≥90			G4	B2
中效过滤器	EU5		40~60		F5	C1
高中效过滤器	EU6		60~80	20~25	F6	C1/C2
高中效过滤器	EU7		80~90	55~60	F7	C2
高中效过滤器	EU8		90~95	65~70	F8	C3
高中效过滤器	EU9		≥95	75~80	F9	-
亚高效过滤器	EU10			>85	H10	Q
亚高效过滤器	EU11			>98	H11	R
高效过滤器 A	EU12			>99.9	H12	R/S
高效过滤器 A	EU13			>99.97	H13	S
高效过滤器 B	EU14			>99.997	H14	S/T
高效过滤器 C	EU15			>99.9997	U15	T
高效过滤器 D	EU16			>99.99997	U16	U
高效过滤器 D	EU17			>99.999997	U17	V

【参考】 为了防止细菌滋生，近年来随着过滤技术的发展，新一代的抗菌过滤器已问世。但是美国供热制冷及空调工程师学会(ASHRAE)一再告诫，在暖通空调系统中要十分慎重采用抗菌产品，以免系统发生化学污染，直接危害室内环境。因此，对抗菌过滤器的安全性能要求比杀菌效率更高。要求过滤器的抗微生物添加剂不是喷在过滤器滤料表面上的，而是在滤料的生产过程中就进行了处理，这样才能使整个过滤层都具有抗微生物效能。还要求对其表面可能接触的细菌有长期的抗菌作用(这种持久作用要比过滤器寿命长)，是一种对广谱微生物具有持久的杀菌作用(不是抑菌剂，能直接把细菌及其孢子均杀灭，否则不能完全杀灭细菌反而使细菌产生抗药性)。而且更要求过滤器不能发生任何气态化学污染物质(包括气味)。

【参考】 由于长期使用化学药物和抗生素，如今院内感染常会出现 M. R. S. A. 菌感染，它是一种对多种抗生素有抗药性的金黄色葡萄球菌，是一种十分麻烦的细菌，难以用药物治疗。最好的办法是消除它，而不是引发感染后去治疗它。有的抗菌过滤器对它有特殊的杀灭作用，这是一种很好的技术措施。

抗菌过滤器能将表 7.14 所列的微生物一经接触就将其杀灭(包括孢子)，是一种持久的抗菌措施，对医院的无菌环境控制有特殊作用。

表 7.14 抗菌过滤器杀菌种类

细菌	酵母菌	真菌类	藻类
沙门氏菌	Conjophgoraputeana	链霉菌类	绿藻类
大肠杆菌	白色念珠菌	曲霉属菌类	颤藻属菌类
假单胞菌类	假丝酵母菌类	头孢属菌类	舟形藻属藻类
变形杆菌类	红酵母菌类	镰刀菌属菌类	栅藻属藻类
克氏杆菌类	隐球酵母菌类	拟青霉属菌类	Melsira 藻类
黄质菌类	酵母菌属	芽枝霉属菌类	
产碱杆菌类		青霉属菌类	
链球菌类			
葡萄球菌类			
气单胞菌类			
无色菌类			

7.2.6 准洁净手术室和Ⅲ、Ⅳ级洁净辅助用房的送风方式

可采用带亚高效过滤器或高效过滤器的净化风机盘管机组或室内立柜式净化空调器，洁净用房均不得采用普通的风机盘管机组或空调器。

风机盘管机组去湿能力较差，造成室内湿度偏高，内置的空气过滤器性能低下，无法达到除尘和除菌的要求。加上新风量不足，室内不良空气无法排除，医护人员感到气闷；另外还需在室内进行过滤器和盘管机组检查、清扫、检修，不但影响手术室的正常使用，而且有可能给手术室留下感染的隐患。

【参考】 大量国内外文献都报道普通空调器和风机盘管机组在夏季运行工况中盘管和凝水盘的发霉和滋生细菌问题，引起室内细菌浓度和异味极大增大，特别在夏季室内空气污染的风险更大。老版本的国外标准明确表明禁止在手术室内使用这种设备。日本 1998 年出版的医院设计和管理指南规定，低级别的洁净手术室允许采用带不低于亚高效空气过滤器的空气循环机组，因此允许在准洁净手术室采用净化空调器和净化风机盘管机组，但不提倡。

【参考】 考虑到吊挂式普通空调器和风机盘管机组冷凝水有可能溢出，引起细菌污染，宜推荐采用立柜式净化空调器和立柱式净化风机盘管机组。

7.2.7 净化系统对新风处理机组的要求

当整个洁净手术部另设集中新风处理系统时，新风处理机组应在供冷季节至少将新风处理到室内空气状态点的焓值[见图 7.5(a)]。

【参考】 当系统设置独立新风处理机组时，强调其处理终状态点，意在尽可能降低高温高湿的新风对系统控制的影响，尤其是洁净手术室的空调机组更应如此。目前国内大部分地区新

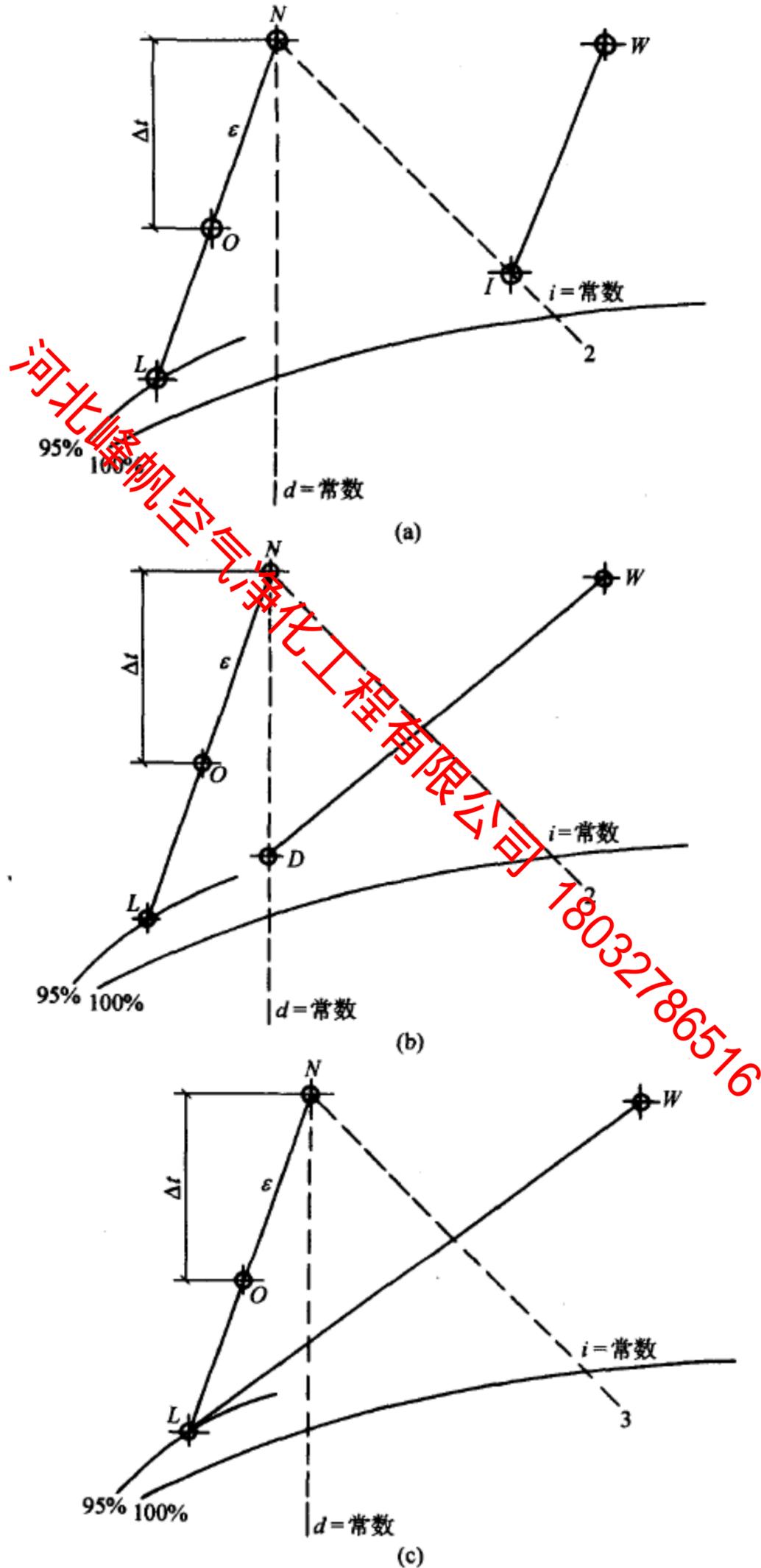


图 7.5 各种新风处理状态点

风处理尚不能达到图 7.5(c)的状态点,而使末端机组干工况运行。但希望有条件时处理后新风能承担室内一部分湿负荷[见图 7.5(b)]。至少不能将任何新风湿负荷由末端机组承担。

【参考】 国外新版本标准都对室内湿度控制的要求提高了。大量事实表明,尽管净化空调可以有效地过滤掉送风中的细菌,但仍需强调整个系统的湿度控制,无论空调机组及其管路还是洁净手术室内只要湿度失控,室内细菌有了滋生条件,新的隐患就出现了。万一条件成熟可能造成细菌大量繁殖,最后使整个控制失败,因此要对湿度失控的危害引起高度重视。而新风处理的终状态点对室内湿度控制影响重大。新风处理状态见图 7.5。

7.2.8 手术室新风量标准及要求

洁净手术室新风量按下列要求确定,并取其最大值:

- (1)按第四章表 4.1 中的新风换气次数计算的新风量。
- (2)补偿室内的排风并能保持室内正压值的新风量。
- (3)人员呼吸所需新风量。

(4)以上计算值对 I 级洁净手术室每间不宜小于 $1\ 000\text{m}^3/\text{h}$,对 II、III 级洁净手术室每间不宜小于 $800\text{m}^3/\text{h}$,对 IV 级洁净手术室每间不宜小于 $600\text{m}^3/\text{h}$ 。

【参考】 手术室尤其是小手术室采用空调后,医护人员一直反映室内太闷。日本 1998 年出版的医院设计和管理指南规定最小新风量为 5 次/h;美国 1999 年版供热、制冷和空调工程师学会手册的应用篇中也有规定最小新风量为 5 次/h;前联邦德国标准 DIN1946 第四部分给出病房每人每时 70m^3 ,手术室未给出,显然要高于次数,但给出了每间手术室新风总量为 $1\ 200\text{m}^3/\text{h}$;瑞士标准采用每人 $80\text{m}^3/\text{h}$ 。考虑到排风系统的设置、设定的人数(特大型手术室 12 人,大型手术室 10 人,中型手术室 8 人,小型手术室 6 人)及每人最小 $60\text{m}^3/\text{h}$ 新风的规定,以上这些标准都较高,尤以德国的新风量最大。它的考虑是,手术室中哈龙用量为 $500\text{ml}/\text{h}$,如果新风达到 $1\ 200\text{m}^3/\text{h}$,则可维持哈龙的浓度在 $\frac{500\text{cm}^3}{1\ 200\text{m}^3} \approx 0.4\text{ppm}$,而麻醉医师附近将高于此浓度 10 倍即 4ppm,此数刚好低于该气体最高允许浓度 5ppm。《规范》考虑的是:①可以参考德国的考虑,但对做小的普通外科手术的 IV 级手术室,麻醉剂用量可能都要少,而且麻醉气体释放不应是连续高浓度,而《规范》规定排风是连续的,因此,可考虑减少新风量至其一半约 $600\text{m}^3/\text{h}$ 。②也是最主要的,即为了在开门状态下,室内气流能以一定速度外流,以抵制外部空气入侵。设 I 级手术室保持气流外流速度为 $0.1\text{m}/\text{s}$,门开后面积为 $0.4 \times 1.9 = 2.66\text{m}^2$,则需 $956\text{m}^3/\text{h}$ 的新风;II、III 级手术室保持 $0.08\text{m}/\text{s}$ 流速,则需 $766\text{m}^3/\text{h}$;加之较普遍反映手术室较闷,因此本条将新风适当增加,除在后面规定了新风换气次数和每人新风量外,I、II~III 级和 IV 级的最小新风量分别定为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ (眼科专用手术室一般手术人员极少,房间也小,可以采用 $800\text{m}^3/\text{h}$)、 $800\text{m}^3/\text{h}$ 和 $600\text{m}^3/\text{h}$,以避免小手术室出现问题。

7.2.9 对净化室空调系统的要求

净化室空调系统要求:一是满足洁净手术室的特殊功能;二是为防止空调系统的二次污染影响室内环境控制。

(1)气密性措施。洁净手术部非运行状态时,应防止室外空气的倒灌,避免破坏室内无菌状态,系统的严密性十分重要。手术室净化空调系统的新风口及系统的送风管、回风管和排风管在靠近手术室部位宜安装气密性风阀。强调净化空调系统的严密性以及正常定风量运行状态,避免空气过滤器积尘对系统风量的影响。

(2)定风量运行。室内的洁净状态主要靠换气次数来保证,但是由于系统中三级空气过滤

器不断积尘,造成系统阻力升高,送风量下降,或者因三级空气过滤器的更换又会使系统阻力下降,送风量增大,这些不利于室内状态的控制。必须强调系统的定风量运行,为此可采用电动调节阀、变频器、机械式定风量装置等进行控制。

(3)湿度优先控制。手术室不需要恒温恒湿控制,但对湿度上下限控制要求较严,标准中只规定手术室室内温湿度控制范围,并非恒温恒湿要求。为此在温湿度控制方面应实现湿度优先控制,保证室内湿度控制在不高于60%、不低于40%的前提下实现温度控制。对于I~III级手术室专用机组,还要求到达末端空气过滤器前的湿度不超过75%,这为手术室节能运行创造了条件。

(4)防止微生物二次污染。水分和尘埃是细菌滋生的必要营养源,过去在空调机组与管路系统(特别在机组管件和静压箱)中,尤其是空气过滤器上的湿度和尘埃积累的危害没有引起高度重视。规范中强调了防止系统的微生物二次污染。为了减少积尘、存水引起的滋生细菌,一是从静态控制着手,即从空调机组的功能段的编制上避免滋菌的可能性,从部件的设计、制作上消除滋菌隐患,采取抗菌措施。二是从动态控制入手,即在空调箱内消除积尘和局部形成高湿度隐患,在室内实现湿度优先控制,在空调机组停止运行时保持干燥无尘。

另外,参照德国医院标准DIN1946第四部分的有关要求,强调手术室空调管路应短、直、顺,尽量减少管件,应采用气流性能良好、涡流区小的管件和静压箱,管路系统不应使用软管。

【参考】传统空调机组为什么难以满足洁净手术室的要求?主要原因是传统空调机组是优先考虑热湿交换效率的提高,忽视了积尘存水引起的微生物二次污染。

主要难题有以下几个方面:

①空调机组中出现积尘受潮主要在新风口,尤其是新风过滤器,难以消除。

②空调机组中产湿的部位主要是冷却去湿盘管和加湿器,不可能取消。

③为控制盘管的细菌滋生,要尽量减少尘埃进入盘管,要求在高效率的中效过滤器设置在盘管前。但是为了防止经中效过滤器过滤后的空气不再受污染,净化措施要求中效过滤器设置在系统的正压段(即盘管后)。这是一对难于解决的矛盾。

④空调机组出现存水的地方是凝水盘和水封;由于盘管处于机组的负压段,无法改变凝水盘、水封的积水、存水问题。

⑤空调机组内加湿器有两种形式,即雾化和蒸汽。加湿器的存水罐是一个细菌滋生的场所,雾化又是细菌进入空气的最好途径。蒸汽理应是灭菌的,而直接加锅炉中来的蒸汽却含有对人有害的化学物质,不能直接采用。

⑥空气过滤器是除尘的有效手段,过滤器表面积尘一般不存在滋菌问题,但是过滤器长期受潮,就有细菌繁殖的可能。要使位于冷却去湿盘管和加湿器后的中效过滤器总处于干燥状态实在是件难以实现的事情。

⑦防止空调机组内尘粒的存积,就要避免内表面凹凸不平或横向接缝,要求底部与侧板交角为圆角等,常规的空调机组结构难以做到这点。

7.2.10 净化空调系统的新风口

(1)新风采集口的朝向与防雨功能特别重要,尤其是东南沿海地区要防止暴雨、台风等将大量雨水倒灌到新风管路中去。因此系统应采用防雨性能良好的新风口及有效的防雨甚至排水措施。新风口进风速度应不大于3m/s。如条件允许,可扩大新风口面积,降低进风速度,3m/s风速只是上限控制值。

(2)系统的新风口不应设在排气口上方,应设置在高于地面5m、水平方向距排气口3m以

上并在排气口上风侧的无污染源干扰的清净区域;如设在屋顶时宜设在屋顶时距屋面 0.9m 以上。新风口也不应设在机房内。

【参考】 要提高新风稀释效应,首先要提高入室新风的品质。可利用入室新风年龄与途径污染的概念来定量入室新风的品质。新风从进风口到室内的输送距离越近,输送时间越短,新风年龄越小,品质越好。途径污染越小,新风的特有气味和性能越能保持。因此采集到的高质量的新风,输送管路越短,途径污染越小,这是决定室内空气品质的关键。

【参考】 重视新风采集口设置。为避免地面或屋面对新风质量的影响,特规定离开地面或屋面的高度,并且新风采集口与排气口间应有足够的距离,要求远离冷却塔排风口、烟囱排烟口、一切排气口处,以免吸入污染空气、臭气等。尤其在冷却塔的飞散水雾中含有军团病病菌,如通过空调用的新风采集口侵入建筑物内,会引起大规模的传染,国内外都有这方面的报道。

7.2.11 净化系统的排风口

(1)由于手术室内医护人员往往聚集在患者周围,人的气味较大,尤其是患者开刀时腔体内发出臭气,加上消毒药物异味、麻醉余气等,造成室内空气品质恶化。针对这种集中污染源,手术室的排风系统宜独立设置,并应和送风系统联锁,宜设在病人头右侧上方顶部,直接排风,才能有效排除室内的有害气体。

(2)每间手术室排风量不宜小于 $200\text{m}^3/\text{h}$ 。

(3)排风口顺排风方向应设对 $\geq 1\mu\text{m}$ 大气尘计数效率不低于 80% 的高中效过滤器和单向阀,或设与排风机联锁的电动密闭风阀,防止室外空气经排风口倒灌。

【参考】 为有效、灵活地控制正压以及直接排走集中污染源散发的污染,保证室内空气品质,不希望采用在回风管路上设排风,这种方式常用于普通民用建筑污染源分散、均匀的场所。如用于手术室会使室内有害物在系统中循环,只能靠系统不断稀释、不断循环、不断排风来逐步降低室内污染浓度,实际效果较差。

【参考】 排风机应和送风机一样连续运行,为保持室内正压,要求排风与送风系统是连锁的。同样要求室内排风机与手术室自动门连锁,并设延时装置。瞬间开门,排风机立即停机;关门时有延时,建立正压后,再开排风机。这样既保证开门时的正压保持,也避免了因门开、闭而使排风机频繁停开。

7.2.12 对散热器使用的限制

不得在 I、II、III 级洁净手术室和 I、II 级洁净辅助用房内设置采暖散热器,但可用辐射散热板作为值班采暖。IV 级洁净手术室和 III、IV 级洁净辅助用房如需设采暖散热器,应选用光管散热器或辐射板散热器等不易积尘、又易清洁的类型,并应设置防护罩。散热器的热媒应不高于 95°C 的热水。

【参考】 考虑到散热器易积尘、难清洁,强调选用光管散热器或辐射板散热器等类型,并要求设置防护罩。另外,运行时产生热对流气流和尘粒在墙的冷壁面上的热沉降对室内净化不利,因而对散热器使用场合也应作出规定。

7.2.13 手术部使用的冷热源

应考虑整个手术部或几间手术室净化空调系统能在过渡季节使用的可能性。

【参考】 由于手术室的室内环境控制的特殊要求,通常要求提前或延长供冷(或供热)期,设计手术部时要考虑到净化空调系统在过渡季节使用的冷热源的可能性,而不必启动大系统的冷热源。大系统的冷热源处于低效率运行来满足单个手术部供冷(或供热)需要,是极不合理的。

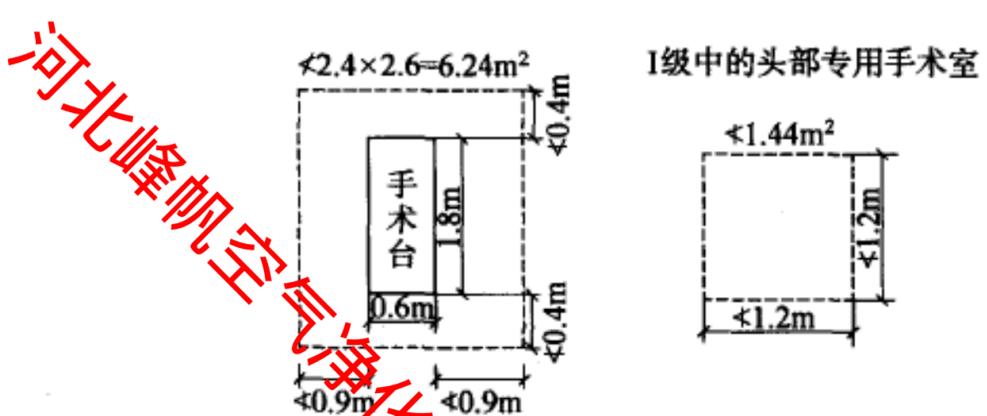
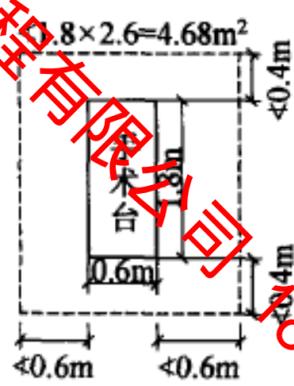
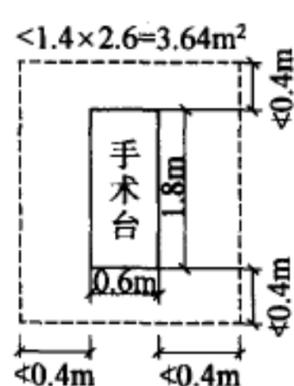
【参考】 手术部同时使用的系数较小，常常因急诊手术立即要求供冷(或供热)，为此考虑整个手术部或几间手术室净化空调系统的冷热源时能够独立使用的可能性。

7.3 气流组织

7.3.1 集中送风

(1) I ~ III级洁净手术室内送风口应集中布置于手术台上方，使手术台及其周边区位于洁净气流形成的主流区的。I级洁净辅助用房100级区也应在其上方集中布置送风口。送风口面积应按表7.15列出的数值选用，并不应超过其1.2倍。IV级洁净手术室和各级辅助用房送风口可采用常规分散布置方式。

表 7.15 洁净手术室送风口集中布置的面积

手术室等级	送风口面积/m ²
I 级	 <p>2.4 × 2.6 = 6.24m² 1.8m 0.6m 0.4m 0.4m 0.9m 0.9m I级中的头部专用手术室 1.44m² 1.2m 1.2m</p>
II 级	 <p>1.8 × 2.6 = 4.68m² 1.8m 0.6m 0.4m 0.4m 0.6m 0.6m</p>
III 级	 <p>1.4 × 2.6 = 3.64m² 1.8m 0.6m 0.4m 0.4m 0.4m 0.4m</p>

【参考】 ① I ~ III级手术室的送风末端、布置方式和送风面积尽管有很多种形式，如侧送、斜送和顶送等，但如今从保护关键区域出发，对洁净手术室既不要求气流为全室单向流态，也不希望随意分散布置风口，大多将风口集中布置在手术区域上方，认为这种上送下回对关键区域保护效果最好，体现了不同于以往层流或乱流的典型做法，不强调气流的典型挤压效应或稀释效应，而是把洁净、无菌气流充填到手术区域，以此降低关键区域的细菌浓度。

②根据主流区理论，送风口集中布置后，在原空气洁净度级别的风量下可使手术区级别提

高一级，而室内其他区域仍为原级别，手术区细菌浓度则也降低了一半。由于Ⅳ级手术室要求较低，故不作此项规定。

主流区示意图见图 7.6。

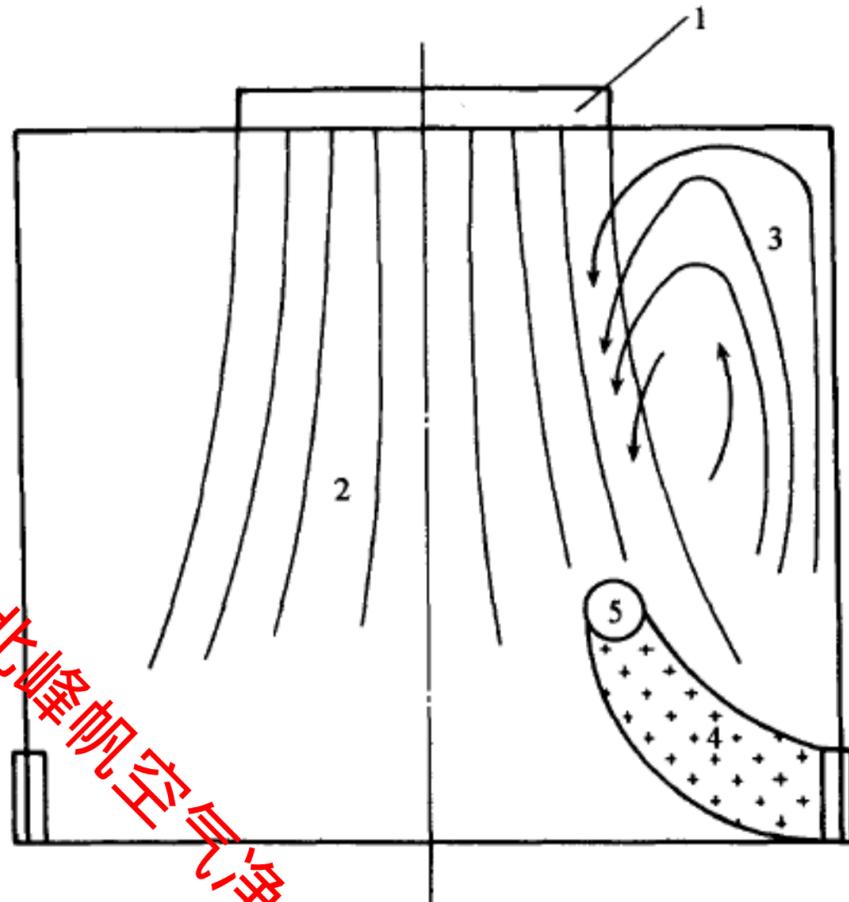


图 7.6 三区不均匀时的主流区

1. 送风末端 2. 主流区 3. 回流区 4. 回风口区 5. 尘源

③由于手术切口不同，愈合要求不同，保护等级不一，要求的送风气流特性也不同。Ⅰ级特别洁净手术室采用单向流气流方式，是挤排的原理。Ⅱ、Ⅲ级洁净手术室由于出风速度较低，未能有足够的动量以保持单向流，采用的是一种低紊流度的置换气流，是充填的原理，具有准单向流性质。Ⅳ级准洁净手术室使用混合送风气流，是稀释的原理。只要求采用上送风方式，送风口布置不作特殊的要求和规定。

(2) Ⅰ级洁净手术室中 100 级手术区(室)的气流必须是单向流。

① Ⅰ级手术室的手术区需保持单向流态，其工作面的截面风速和均匀性也有严格要求，一般送风口都要求设置一定的均流层。单向流态可以分为垂直单向流和水平单向流。两者经过长期技术经济比较和长期运行实践证明，国外的意见已趋向一致，洁净手术室应采用垂直单向流。目前我国在新建的高级别手术室内已不采用水平单向流，并且局部单向流已经广泛取代全室单向流。

② Ⅰ级洁净手术室需保持单向流态，可以依据要求的截面风速和送风面积计算出送风量。但《规范》要求的风速 0.25~0.3m/s 是手术区工作面高度截面平均风速，也是运行中必须保持的下限风速，设计计算时不能直接采用。因为局部层流的送风气流会与周边区空气的气流进行动量交换，送风气流速度会逐步衰减，其衰减量大于全面单向流。因此，送风口的出风速度应大于手术区的截面风速。根据实验研究结果表明，出风风速应在 0.40~0.42m/s，设计时出风风速可取 0.44~0.48m/s 左右。

③ 鉴定 100 级洁净区(室)不仅仅是一个测定的结果，而且它的气流流态应是单向流。因为

在静态测定时，高换气次数下也可以测出小于 3.5 粒/L 的结果，但这并不是真正意义上的 100 级，因为它的气流为非单向流，它的抗干扰性能很差，自净时间也长，不符合洁净手术室要求。为了达到洁净、均匀、单一和平行的单向流气流，高效过滤器的满布比、截面平均风速和速度均匀度都是重要条件。

【参考】 100 级要求单向流的有关标准。

在下列标准中均明确规定，为保证 100 级空气洁净度级别应采用单向流的气流流型。

①中华人民共和国国家标准《洁净厂房设计规范》(GB50073)第 6.3.3 条。

②国际标准《洁净室及相应被控空气洁净度》(ISO-14644-1)第四部分“洁净室设施的设计、施工与运行”第 A2 条。

7.3.2 对末级高效过滤器布置的要求

(1)100 级洁净区末级高效过滤器集中布置时应符合以下要求：

1)当布置在静压箱下部送风面上或平行于装饰层或均流层的静压箱顶面上，其满布比应不小于 0.75。

$$\text{满布比} = \frac{\text{高效过滤器净截面积}}{\text{布置高效过滤器截面的总面积}}$$

2)当布置在静压箱侧面时，应单侧或对侧布置，侧面的满布比也应不小于 0.75，并且要求静压箱内气流有充分混合的措施。

3)当受到层高和不允许在室内维修的限制时，可采用有阻漏功能的送风面而把过滤器布置在静压箱之外，但应尽可能靠近静压箱，静压箱内气流必须有充分混合的措施，出风面上洁净气流通过的面积与出风面总面积之比应不小于 0.85。

4)100 级洁净手术区的末级高效过滤器应集中布置，并非强调一定布置在静压箱的末端。以 1)、3)两种布置形式只要满布比达到要求，其有效性在实践中得到了证实。第 2)种的单向流特性较差。

【参考】 100 级洁净手术区的通常做法是将高效过滤器布置在静压箱的末端，它是靠末端过滤器最后把关来体现其有效性。但是这种传统末端装置也有其不足，即要在那么大的安装面积上安装那么多的高效过滤器并产生洁净(完全过滤而不泄漏)、均匀(完善的气流分布)、单向和平行(垂直于过滤器面)的气流十分不易。这等于要求整个送风面上每个高效过滤器不仅仅本身起过滤作用，而且还起类似孔板的均流作用和气流分布作用，以及像盲板一样的不泄漏作用；这三个作用的“耦合”，使得对满布高效过滤器的做法的要求异常高，无论静压箱本体还是过滤器及其接合面，只要有一点渗漏就会使得整个装置失败。因此传统末端装置不但加工难度高，施工复杂，检漏麻烦，而且其造价昂贵。

【参考】 如果采用第三种做法，即由高效过滤器和箱体组成的过滤箱设置在末端装置外，末端装置内有气流混合装置和阻漏层，使原来局部的“漏”变成了整体的“不漏”，起到了阻挡渗漏的作用。由于是过滤后的洁净气流进入静压箱，因此大大降低静压箱本体及其接合面的要求，也简化了加工、施工和检漏过程。

【参考】 如今带阻漏层的手术室送风天花已开发成产品，规格见表 7.16。它与传统末端装置相比，优点见表 7.17：

表 7.16 阻漏式洁净送风天花规格

参数 \ 天花型号	JTH100 -I	JTH50-I	JTH30-III
使用场合	I 级特别洁净手术室	II 级标准洁净手术室	III 级一般洁净手术室
适合面积	特大型上限 45m ² 再扩大 1.2 倍	特大型上限 45m ² 再扩大 1.2 倍	大型上限 35m ² 再扩大 1.2 倍

表 7.17 传统和新型手术室专用末端分布装置比较表

项目	传统手术室专用末端分布装置	新型手术室专用末端分布装置
原理	传统的过滤器送风口概念	采用了先进的阻漏层概念
特性	过滤、均流和堵漏的三个功能集于一体	过滤、均流和堵漏三个功能“解偶”
气流特性	气流均匀性较差，气流易扩散，抗干扰性差	单向流气流，断面风速均匀性好，气流密集、平行，抗干扰性好
过滤特性	过滤器安装在末端装置内，传统机械式密封，过滤器需要在手术室内捡漏	末端过滤器安装在另外专用箱体内，零压密封，过滤器不需要捡漏
渗漏	过滤器及安装框架易渗漏	无渗漏危险
末端装置	钣金箱体，手工制作，形体加工误差大	铝合金型材箱体，分四个独立箱体，可工厂化加工，形体加工误差小
运输安装	不便运输，现场制作，整体吊装	便于运输、可现场拼装，十分方便
维修	须在手术室内维修、更换过滤器，需要拆装末端装置	无需在手术室内更换过滤器，装置为半永久性，不需要拆装与维修
外观	随意性较大，孔板不美观，均流网年久会松弛	模式、规格统一，无孔板，均流网不会松弛

【参考】 阻漏式洁净送风天花性能见表 7.18 和 7.19。

表 7.18 I 级洁净天花性能

送风天花		阻漏式洁净送风天花				常规送风方式 工程实测		
		标准	实验实测	工程实测例				
I 级手术室				1	2			
基本性能	手术区 含尘浓度 (粒/L)	≥0.5μm	最大值	≤3.5	0.05	0.05	0.05	0.35~2
			统计值	≤3.5	0.05	0.05	0.05	0.35~2
		≥5μm	最大值	0	0	0	0	0
			统计值	0	0	0	0	0
	周边区 含尘浓度 (粒/L)	≥0.5μm	最大值	≤35	0.8	0.8	0.2	3.5~35
			统计值	≤35	0.5	0.5	0.2	3.5~35
		≥5μm	最大值	≤0.3	0	0	0	0~1
			统计值	≤0.3	0	0	0	0~1
手术区沉降菌浓度/[个(φ90皿·30min)]		≤0.2	/	0	0.2	0~1		
周边区沉降菌浓度/[个(φ90皿·30min)]		≤0.4	/	0.2	0.3	0~2		

表 7.19 II、III级洁净天花性能

I、II级手术室			送风天花	阻漏式洁净送风天花			
				标准	I级工程实测	标准	III级工程实测
基本性能	手术区含尘浓度 (粒/L)	≥0.5μm	最大值	≤35	0.1~0.5	≤350	2.5~4.9
			统计值	≤35	0	≤350	2.9~4.8
		>5μm	最大值	≤0.3	0	≤3	0
			统计值	≤0.3	0	≤3	0
	周边区含尘浓度 (粒/L)	≥0.5μm	最大值	≤350	0.9~1.6	≤3 500	4.8~7.9
			统计值	≤350	0.7~1.3	≤3 500	4.8~7.8
		>5μm	最大值	≤3	0	≤30	0~0.5
			统计值	≤3	0	≤30	0~1.2
手术区沉降菌浓度/[个/(φ90皿·30min)]			≤0.75	0.2~0.3	≤2	1~0	
周边区沉降菌浓度/[个/(φ90皿·30min)]			≤1.5	1.0	≤4	1~2	

(2) 低于 100 级的洁净区，末级高效过滤器布置时应符合以下要求：

- 1) 低于 100 级的洁净室，当集中布置送风口时，其末级高效过滤器在风口内可以集中布置，也可以分散布置；
- 2) 为了送风面的出风较均匀，在出风面上必须设置均流层(含孔板)。

7.3.3 对回风口布置的要求

(1) 洁净手术部所有洁净用房应采用双侧下部回风，在双侧距离不超过 3m 时可用其中一侧下部回风。集中布置送风口的洁净室和有局部 100 级的洁净辅助用房不应采用四角或四侧回风。四个角并不能减小涡流区，从图 7-6 可知，风口四边的涡流区总是存在的。

采用双侧下回风是为了尽可能保证送风气流的二维运动，对 100 级区这一点更重要；据实验，四侧回风时，全室平均的乱流度要比两侧回风时大 23% 以上，所以对于所有洁净用房都应采用两侧下回，不应采用四角或四侧回风。另外，采用四角回风风口面积太小，对于有局部 100 级的房间，无法将回风速度控制在 1.6m/s 以下，势必要抬高回风口高度，有些工程回风口上边竟在 1.2m 左右，这是极不合理的。四角本身也降低了手术室的有效空间和面积。

超过 3m 宽的房间一般要在两面回风，如果只有一面设回风口，则另一面工作时发生的污染将流经这一面的工作区，形成交叉污染。

(2) 回风口洞口上边高度不应超过地面之上 0.5m，洞口下边离地面不低于 0.1m。室内回风口气流速度不应大于 1.5m/s，I 级洁净手术室的回风口宜连续布置。走廊回风口气流速度不应大于 3.5m/s。

此项措施主要使送风的洁净无菌气流能覆盖手术台，避免气流短路。根据国内科研成果，认为在手术室两侧墙下部回风的比手术室四角或四侧回风气流更理想，效果更好，也不会送风气流中间出现涡流区。

当手术部宽度不超过 3m 时可以用单侧下部回风；宽度超过 3m 的洁净手术室应两侧下部回风。I 级洁净手术室的两侧条形回风口宜连续布置，可使手术区无菌效果更佳。

【参考】 回风口高度必须使弯曲气流在工作面(0.7~0.8m)以下，同时单向流洁净室回风口要连续布置，才能减少紊流区；又为了减少风口百叶抖动的噪声，故回风速度要予以限制，这一数值已为大量工程实测证明是可用的。为不影响卫生角和踢脚，并考虑回风口法兰边宽，

所以回风口洞口下边不应太低,为此要求回风口上边高度不超过地面之上 0.5m,下边离地面不低于 0.1m。

(3)洁净手术室均应采用本室自循环回风,这是为了与各手术室尽可能设置独立机组的要求相适应,方便控制,此外不设余压阀向走廊回风。以减少手术室内通过走廊的交叉污染。总之,要求本室回风通过本室的自身循环解决。

【参考】 余压阀的安装虽然简单,控制灵敏度也较高,但当全闭时室内正压值仍然低于预定值,就无法控制;有的长期使用后,余压阀会关闭不严,渗漏严重。余压阀在工业洁净室应用较为广泛,但在生物洁净室几乎很少使用。为防止交叉污染,生物洁净室不采用走廊回风,也避免过多的风量渗透到走廊,这样也会容易造成走廊压力波动。生物洁净室内往往有异味,宁可进行有组织排风,而不采用无组织排风。另外,余压阀破坏了室内平整、光滑的内表面,多了一个积尘表面;对于严格控制交叉污染的手术室而言,无形中又增加了一条室外通道,因此不设余压阀向走廊排风。如果使用带余压阀的独立排风口,室内正压高时独立把气体排至室外,这是允许的。

7.3.4 对室内排风口布置的要求

洁净手术室必须设上部排风口,其位置宜在病人头侧的顶部。排风口进风速度应不大于 2m/s。

由于手术室内往往在患者头部右侧设置麻醉装置,这样规定可有效排除室内的有害气体。手术室内人员集中,加上高强度照明与医疗设备发热,使得有害气体受热积聚在顶部,因此上部排风最有效。尽管排风速度场消失较快,如再控制排风口的排风速度,可以完全消除排风对送风的干扰。

7.3.5 洁净手术室内不应另外加设空气净化机组

强调不应在洁净手术室内另外加设空气净化机组,前面也已说明。如加在系统中作自循环机组是容许的。一般在洁净手术室内不宜设置非医疗的设备,因为也要影响气流效果。在手术室内同时安装普通空调器与自净器是不允许的。这种思路纯粹就是为了达到洁净度指标,而不是建立保障体系,因为空调器内盘管表面及集水盘的污染隐患没有消除。目前市场上的自净器品种很多,包括空气过滤自净器、屏蔽式紫外线自净器等。尽管这些自净设备都具备一定的除菌效果,但有明显的局限性,无法替代净化空调系统。

7.3.6 不允许设静电净化装置

《规范》规定静电净化装置不得作为净化空调系统的送风末端净化设施,也不得作为独立机组直接设在洁净手术室和洁净辅助用房内。

静电净化装置(或除尘器)可以用在一般的环境中,但绝不能用于洁净室作为末端,因为净化效率只在 0.99 以下,远不如高效过滤器,而且由于停电、放电都能引起二次起尘,而且额定风量较小。如上所述洁净手术室旨在建立一个保障体系,为保证万无一失,要求在静电除尘器后设置高效过滤器或亚高效过滤器。

【参考】 静电净化装置的性能往往不在于最初的测试而在于长期的运行。静电除尘器只要有高压电晕尖端放电,难免有臭氧和氮氧化物产生。运行中尘埃、臭氧和氮氧化物发生量常常要比初期测试时高得多,尤其是出现返混现象时,尘埃和细菌可以毫无阻挡地进入无菌区域,这从保障体系观点上看,是绝对不允许的。即使静电除尘器有灭菌作用,它的杀菌效率也不是 100%,而且细菌尸体本身就是一个热原。即使有的静电除尘器带负离子发生器,但负离子寿命很短,在洁净的空气中最多只存在 4~5min,在污浊的空气中还不到 1min,而同时发生的

臭氧寿命相对长得多,长期使用会使室内臭氧浓度增高。可见,使用静电除尘器对手术室不是减少感染的风险,而是增加了一个隐患。

【参考】 静电净化装置在20世纪60~70年代曾在手术室用过,由于过滤技术的进步,尤其是抗菌过滤器的出现,加上在使用过程中暴露出静电净化装置种种缺点,不再使用。

如果现在确实还要使用静电净化装置,在它的出风口还得设置高效过滤器或亚高效过滤器作为送风末端,以作保障措施。目前国外常将它作为新风的净化设施,这是较为合理的。

7.4 空调系统的部件与材料

7.4.1 概述

空调设备指空调机(带制冷机,冷量在16.3kW以上)、空调器(带制冷机,冷量在16.3kW以下)、空调机组(不带制冷机),是净化空调系统最常用的重要部件,它的制作与选材应满足日常进行维护方面的特点,如清洗、消毒、更换过滤器、防锈、防腐、顺利排水等均应有与普通空调设备不同的要求,特别是作为洁净手术室以控制细菌为主要对象。而影响细菌繁殖的主要因素是设备内部是否能控制在湿度,往往是影响内部产生微生物二次污染的基本条件,因此对各种部件的选材,应有足够的重视。

7.4.2 净化空调机组材料和结构

(1)净化空调机组内表面及内置零部件应选用耐消毒药品的腐蚀的材料或面层,材质表面光洁,常选用抛光不锈钢或彩钢板作为内衬板材。

【参考】 常用的消毒药液的性能简述如下:

①过氧乙酸。本品是快速、高效、广谱消毒剂,对病毒、细菌、真菌及芽孢均能迅速杀灭,低温下仍有杀灭功能。供应品为20%或40%溶液,空气消毒用20%溶液0.75g/m³,在密封室内用电炉加热蒸发1h,或用2%溶液8mL/m³(相当于0.16g/m³)经电动喷雾后密闭30min。

本品浓溶液有毒性,高浓度溶液易燃易爆(20%溶液有此危险),宜避明火。溶液浓度高者腐蚀性强,其气体对呼吸道有刺激。本品可腐蚀铁、铜等金属,在一般消毒时间内对不锈钢、铝的影响不明显。

②戊二醛。为优良的快效、广谱物品消毒剂,能杀灭各种细菌、真菌、病毒、芽孢,无色,无臭,无刺激,腐蚀性小,有机物不影响其灭菌效果,不易损坏器械,适用于各种医疗器械包括各种橡皮、塑料、人造纤维、玻璃、皮革、金属及锋利器械的消毒,因价高,仅用于不耐温、怕腐蚀、灭菌难度大、无菌要求高的医疗器械、仪器和窥镜的消毒。

③环氧乙烷(氧化乙烯)。是一种优良广谱气体消毒剂,能杀灭细菌、真菌、芽孢和病毒,穿透力强,不损坏物品,消毒后迅速挥发,不留毒性,特别适用于各种精密器械,如电子仪器、心肺机、起搏器、收音机、照相机、软片、书籍、文件的消毒。

④洗必泰。为白色粉末,难溶于水,毒性及刺激性小,较安全,能杀灭细菌(包括绿脓杆菌)和真菌,但对结核杆菌及芽孢无效。病房喷雾消毒用0.1%溶液,日喷雾2~3次,每次约数分钟,患者在病房内无明显不适感。

⑤甲醛溶液(福尔马林)。甲醛溶液含甲醛36%~40%,亦称福尔马林,能杀灭细菌、病毒、真菌及芽孢。外科器械消毒用10%福尔马林浸泡1~2h后,用水充分冲洗。此消毒品因具有致癌性,卫生部《医院消毒规范》指明是不适用于洁净室空气消毒的。

消毒药品种类很多,对净化系统的材料选用应注意其性质,可参考《医疗护理技术操作常

规》。

(2)空调设备的内部结构应便于清洗并能顺利排除清洗废水,不易积尘和滋生细菌,这是为达到日常维护管理的基本要求;鉴于过去在中央空调系统中采用的空调机既缺乏必要的管理制度,在空调机结构上也缺少必要的条件,箱体内部往往十分脏乱,长期运行后也无法进入内部进行清洗。而对于手术室用的空调机日常清洗工作十分重要,这是防止产生二次污染的必要手段,但由于箱体内部的部件安装十分紧凑,要想进入箱体内部做清洗工作十分困难,因此结构上要使箱体正、背面壁板尽可能多的打开,以便人在箱外即能擦拭内部。由于拆开箱板,也就不必再做检修门,仅在箱板上设视孔即可,清洗废水也可以从箱体底板全部排出。

(3)空调机组箱体的密封性。箱体的密封性是一个重要问题,也是一个老问题,它是由密封材料老化或箱体结构不合理造成的,也有的是密封垫弹性小、搭接处有缝隙或者门把手松动等原因;不论何种原因,严重的漏风率可以多达 20%~30%,大量能源被浪费,甚至影响到室内送风量不足,造成室内洁净度下降。其主要原因还是空调机组质量差,安装时又不注重质量,因此在订货时,应对漏风率提出指标要求。按照空调机处于正压段的工作段组合,应包括(新)回风段、风机段、均流段、中效过滤段、表冷段、加热段、加湿段、中间段、出风段,并对拼接处涂以密封胶,其总阻力约为 300Pa,机外余压高效过滤器的为 500Pa,风管部件阻力为 200Pa。因此,空调器检测漏风率时,箱体静压宜为 1000Pa,而箱体的负压段阻力较小。为检测方便,在检测时对箱体统一用加压办法,保持机组内静压为 1000Pa。如加工质量较好,又对拼缝进行密封处理,对其空调机组进行漏风率检测,样机都达到洁净度高于 1000 级手术室的漏风率标准,即漏风率小于 1%,而洁净度低于 1000 级的手术室,箱体的漏风率不应大于 2%。

7.4.3 空调机组部件

(1)冷凝水排出口。表冷器的冷凝水排出口应设能自动防倒吸并在负压时能顺利排出冷凝水的装置,这对防止吸入下水管道中的污染空气十分重要。

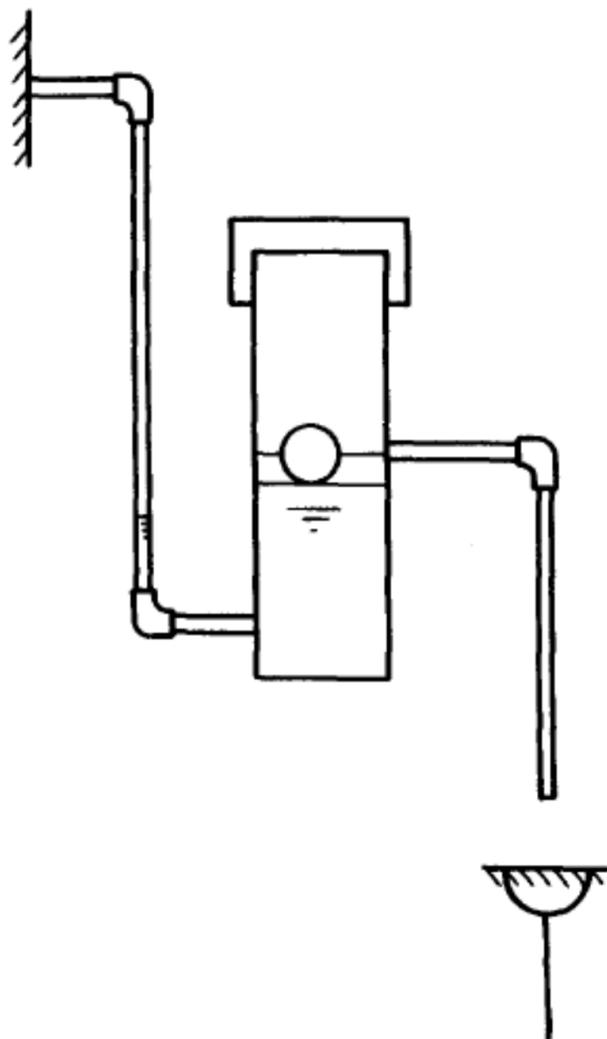


图 7.7 脉冲式水封

【参考】在夏季工况时,一般的水封管内存有冷凝水,在冬季工况时,成为干水封,即没有存水。如空调机处于负压工作状态时,通过冷凝水排出口,很容易吸入下水管道口的污染空气直接随送风进入空调系统。最早的《空气洁净技术措施》曾规定在冷凝水排出管道上设置阀门,在冬季工况时,阀门处在关闭位置,但当过渡季运行时,冷凝水时有时无,这个阀门就很难操作。到 20 世纪 80 年代末,曾出现过一种气封的辅助装置,借风机出风口正压引一小管到凝水盘出水口处,当水封无水时,出水口处于正压风状态。后来到 90 年代初,又有一种叫脉冲式水封(图 7.7),利用浮球将水封的出水口封住,当排水时水位升到一定高度,浮球升高排水,当不排水时浮球坐落至阀座上封闭水封,但水封高度应对应于空调机的静压值高度。如当空调机处于正压送风,则仅封闭排水口即可,但浮球的浮力应对应于箱内正压值。

(2)各级空气过滤前后应设置压差计接口,各级空气过滤器的使用周期与大气含尘浓度关系极大。而过

滤器的容尘量是有一定值的，当达到规定的容尘量时，即达到过滤器的终阻力值，这时过滤器的空气通过能力即开始减小，通常当终阻力达到初阻力的倍时即应更换为新的过滤器。

【参考】 压差计很多仪表厂都有生产，其产品型号也各不相同，大体可分为指示型及指示带报警型两大类。图 7.8 是液柱式指示型压差计样式。

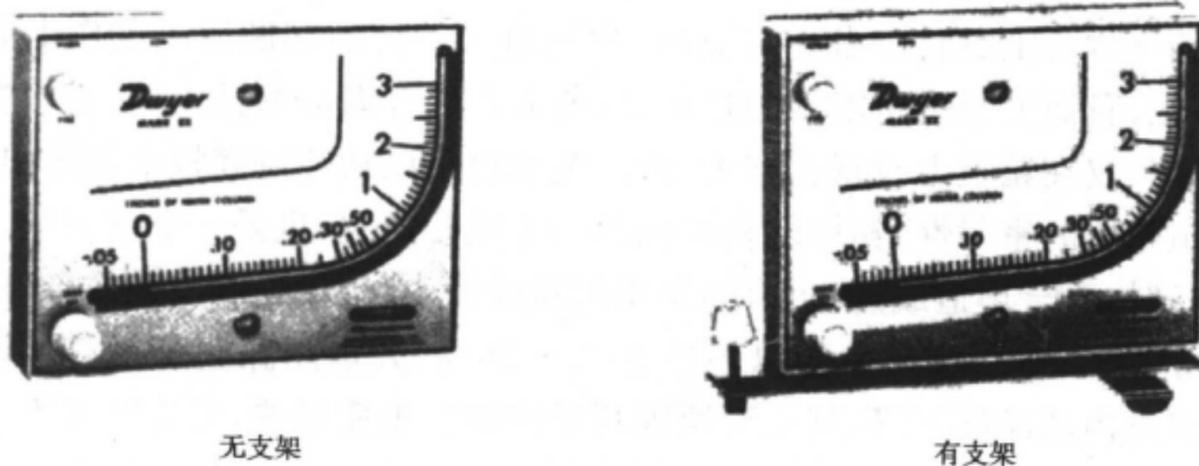


图 7.8 液柱式压差计(Mark- I 型)

每个过滤段都应安装阻力监测仪表，以求过滤器的终阻力用仪表来指示而不凭操作者的感觉，也可以借助压差开关在到达终阻力时给予信号提示。建议过滤器终阻力的取值范围见表 7.20。

表 7.20 过滤器终阻力取值范围

过滤器效率规格	建议终阻力/Pa
粗效(相当国外 G3)	100~150
(相当国外 G4)	100~160
中效(相当国外 F5~F6)	140~180
高中效(相当国外 F7~F8)	150~200
亚高效(相当国外 F9~F11)	150~200
高效(不含超高效)	300~400

(3)冷却器空调机组内不应采用淋水式的冷却方式，当采用表面冷却器时通过盘管所在截面的气流速度不应大于 2m/s，否则应设置挡水装置。

淋水式的冷却方式由于淋水是循环使用，长时间与空气接触，淋水又有较高的除尘效率，空气中的尘菌大量溶入水中，这种水的水质很差，尤其是水中的含菌量很高，菌种很杂，故不应采用这种方式。但当采用表面冷却器时，通过盘管采用的风速应保持在 1.8~2m/s 以下，风速过大，将能带走表面冷却器上的凝结水滴，此水滴将被设在正压段内的风管等部件拦截，形成再次蒸发，这将直接影响手术室内的相对湿度的控制；如部件长时期处于潮湿状态，也容易产生霉变现象；再则，由于机组停止运行时，短时间不易吹乾，也给细菌繁殖提供了有利条件。这样做其缺点是空调机的截面稍大，其边长尺寸约增加 10%；如果采用较高的面风速，为防止跑水现象，在表冷器后应增加挡水板，但这也增加了空调机的长度，挡水板本身也给清洁工作带来诸多不便。

(4)加湿器。空调机组中的加湿器宜采用干蒸汽加湿器，加湿用汽的水质应达到软化后的饮用水标准。以免水中钙镁离子析出形成白粉。加湿器的型号种类繁多，应仔细选择。

【参考】 干蒸汽加湿器。它是由干燥室及喷雾管组成，由锅炉房供应的蒸汽经减压阀、调

节流、蒸汽电磁阀、压力表等进入干燥室，蒸汽在喷管腔壁中经反复节流、膨胀脱水过程中减压，变成几乎接近于大气压的干燥蒸汽，再送入喷雾管。如果空调机组中没有足够的加湿空段，空气没有足够的距离吸收水气，则将导致喷出的蒸汽未能充分被吸收，加湿器与其后的空调设备段之间所以要有足够的距离，一般要求有700以上的间距。要求I~III级的洁净用房净化空调系统的高效过滤器之前系统内的空气相对湿度不宜大于75%。在空调箱内配置干蒸汽加湿器的示意见图7.9，其配管见图7.10，电磁阀应与湿度传感器及风机连锁。

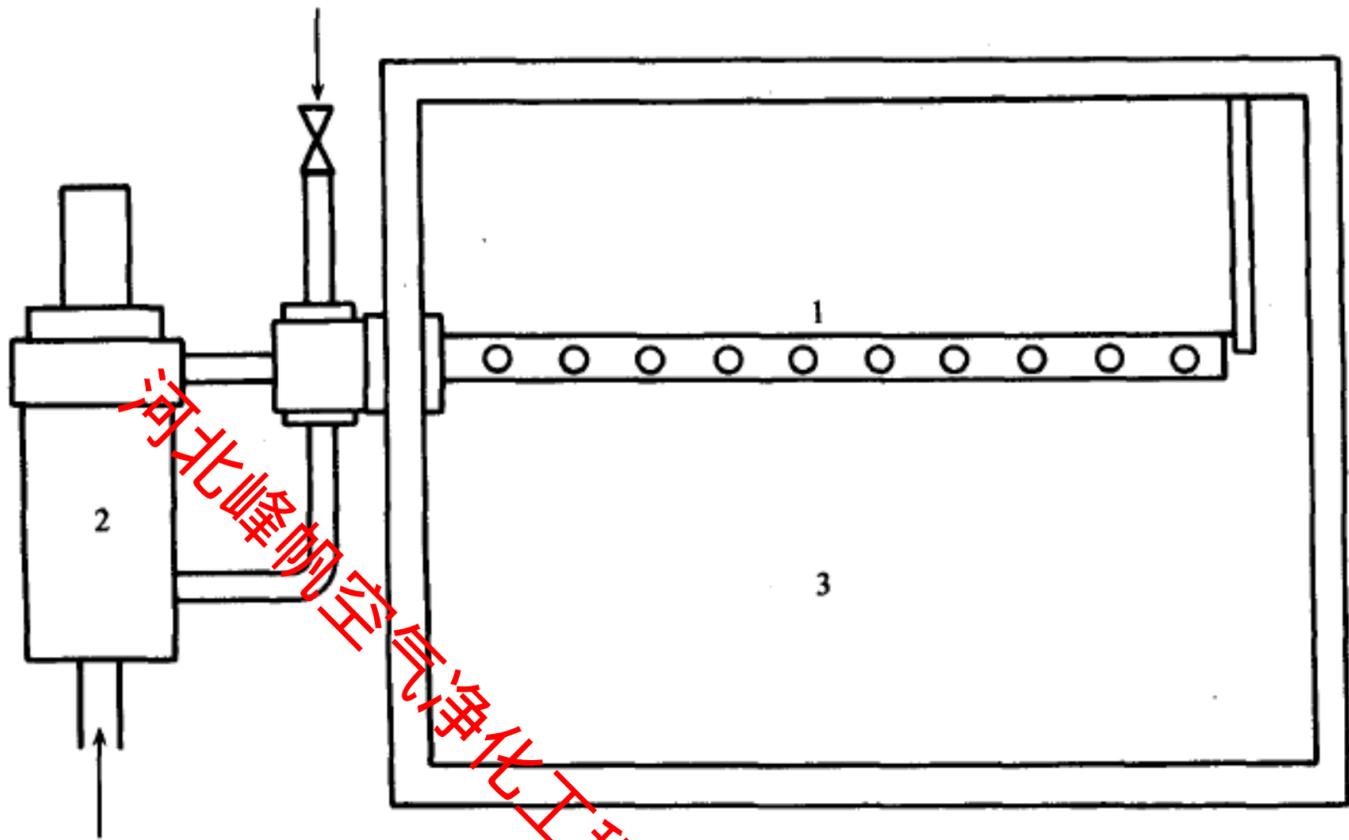


图 7.9 空调箱内设蒸汽加湿器
1. 加湿喷管 2. 加湿器干燥室 3. 空调箱体

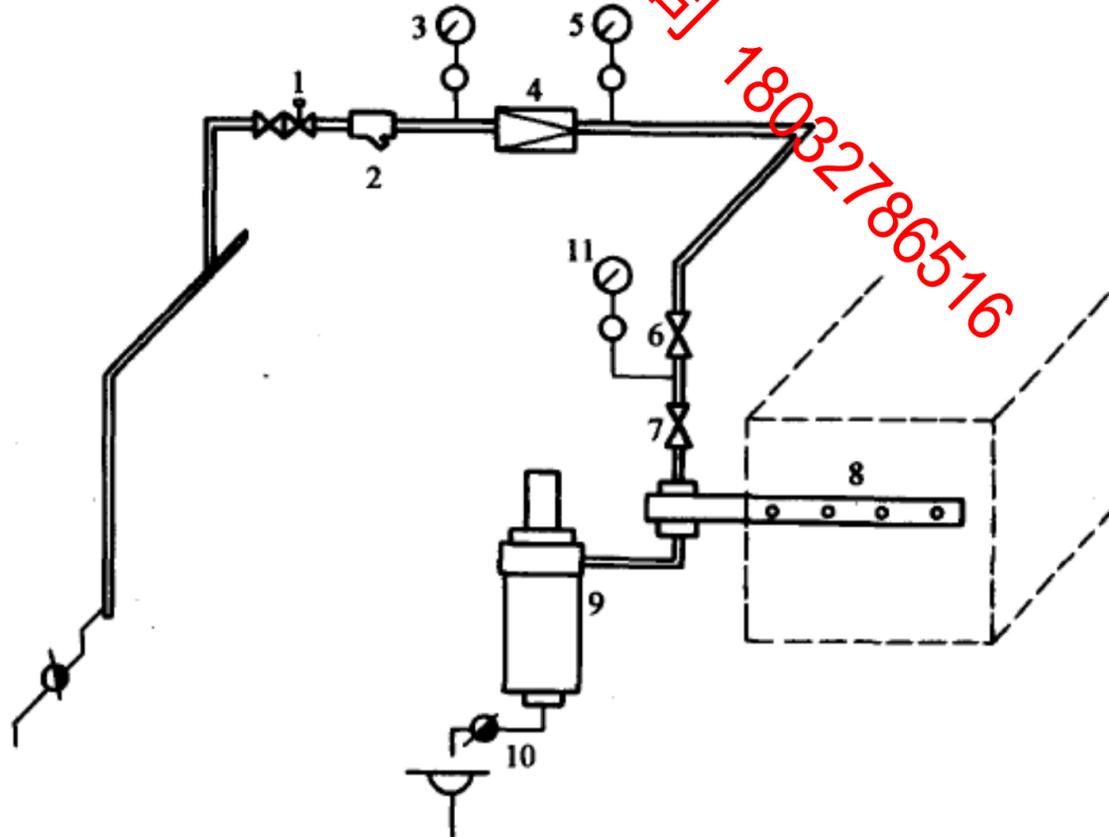


图 7.10 干蒸汽加湿器配管
1. 蒸汽电磁阀(与风机连锁) 2. 过滤器 3. 高压力表 4. 减压器 5. 低压力表 6. 调节阀
7. 工作调节阀 8. 加湿喷管 9. 加湿器 10. 疏水阀 11. 工作压力表

【参考】 湿膜加湿器。湿膜加湿器是将水先软化后的无菌水经水泵加压送到湿膜加湿器的上部分配管，在重力作用下，水通过湿膜流到水盘内排出，此水不应被重复回收使用，因湿膜表面可被尘菌严重污染。由于无菌的软化水不断被排放，经常的运行费用较高，但不受医院供汽状态的限制，其配置见图 7.11。当不加湿或停止工作时，应由空调机延长工作将加湿器吹干，以防产生细菌。

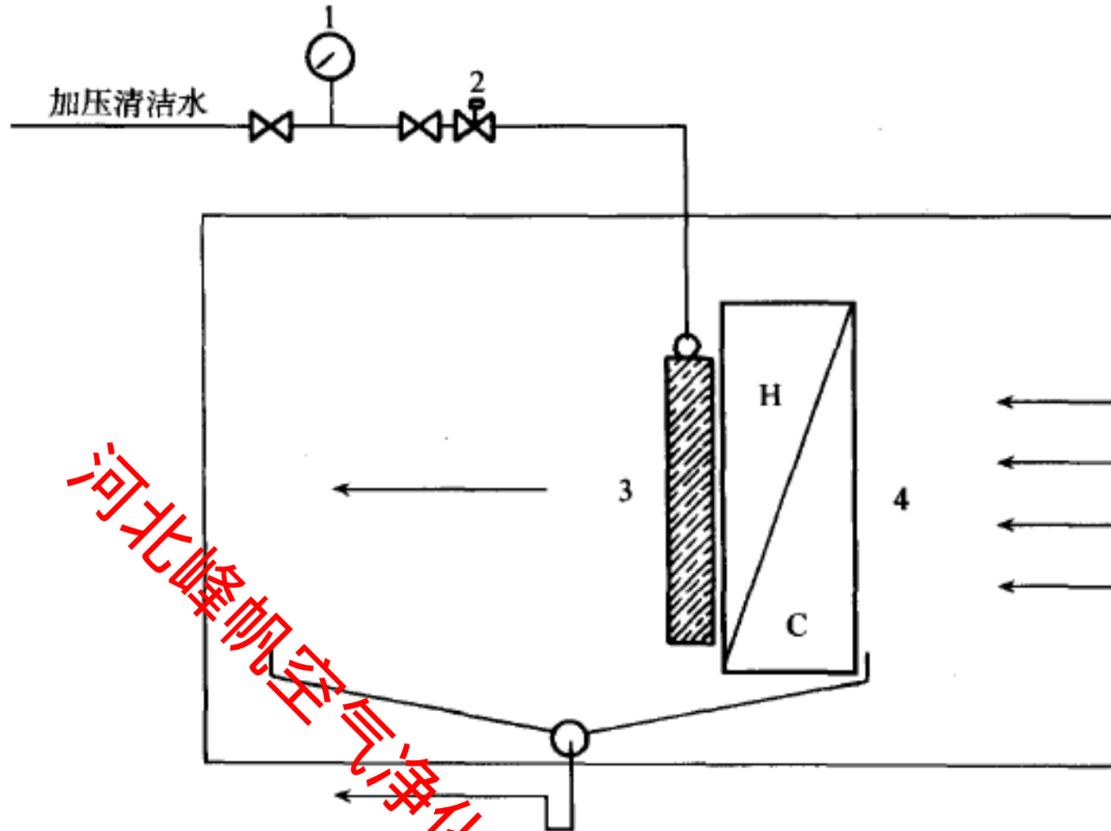


图 7.11 湿膜加湿器配置

1. 压力表 2. 电磁阀 3. 湿膜加湿器 4. 表冷、加热器

【参考】 电极式加湿器。电极式加湿器是一种常用的加湿器，但由于要用电将水烧开后产生蒸汽，用电量较大，且加湿器也较贵，投资较多，但灵活性较好，可很好地解决缺乏汽源的情况使用，且蒸汽品质较好。当地区水质硬度较高时，应对原水进行水质处理。其工作原理见图 7.12。

电极式加湿器的工作原理：当水中含有微量盐类时，水即成为一种导体。当导电率在 125~1 250 μ s/cm 水进入电极式加湿时，电脑可测出水的导电率。当水位漫过加湿器内的电极时，电极将通过水构成电流回路，将水加热直到烧开产生蒸汽，并通过水位高低和导电率的大小来控制蒸汽的输出量。

电极加湿器开机后，电脑控制器先打开进水阀 8，水通过进水箱 6（此时电脑可测出进水的导电率）进入到加湿器的底部。水位逐渐上升到电极，电极通过水构成电流回路并加热水直到烧开。水位越往上升，电极所流过的电流就越大；当升到最高点时，电脑控制器就会通过高水位检测电极 1 检测到最高水位信号，并关闭进水阀 8。随蒸汽不断送出，加湿器 3 中的水位也会不断降低，电脑控制器 2 将再次打开进入阀 8 补充新水，以达到加湿量的要求。当加湿器 3 中的盐分不断增多和水的导电率过高时，电脑控将会自动打开排污阀 4，排掉部分水和污物，从而使加湿处于稳定的工作状态。当空调机组关机时，与之相连锁的放空电磁阀 5 将打开，将加湿器内的剩余水全部排空，以免剩水产生细菌。在下次开机时，将重新进入新水。

加湿器的种类很多。如高压喷雾加湿器，其加湿量很大，适用于大空间加湿量使用；风管湿膜加湿器，适用于有较长的直管段及较小的加湿量使用；离心式加湿器，常为明装多台并联，以供大空间加湿用，但对水质无特殊要求；超声波加湿器，常多台并联装在较大型的空调机组内

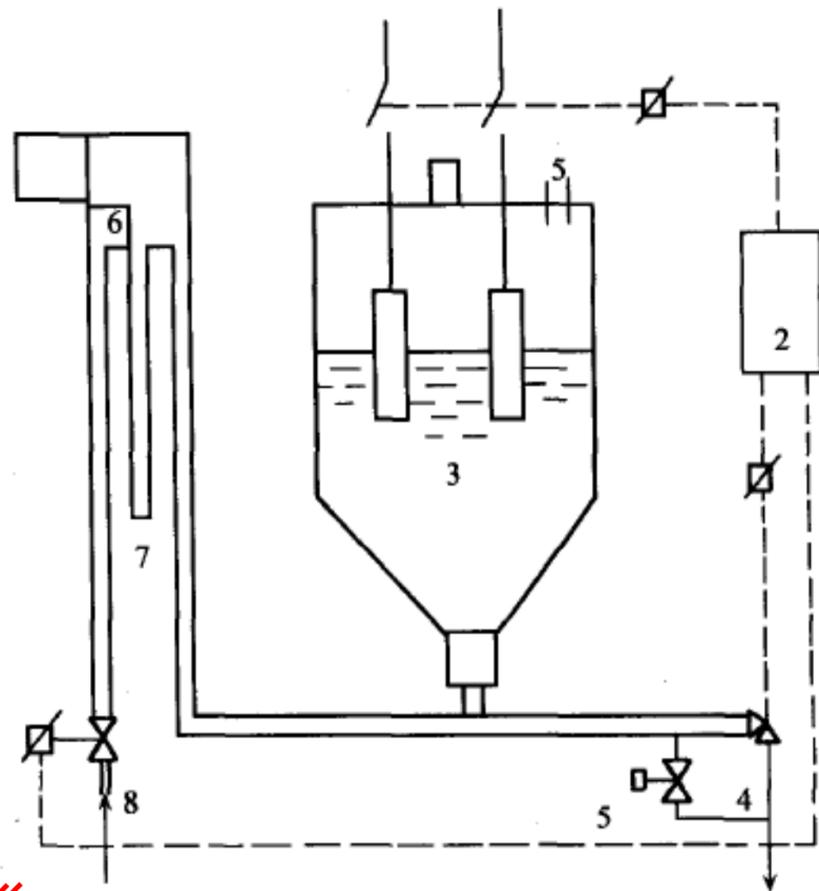


图 7.12 电极式加湿器工作原理

- 1. 高水位检测电极 2. 电脑控制板 3. 电极加湿器
- 4. 排污阀 5. 放空电磁阀(与空调风机联锁)
- 6. 带测电导率电极的进水箱 7. 溢水管 8. 进水阀

加湿用,对水质有较高的要求。这些加湿器一般都不用在手术部这样有很高净化要求的场合,这里不再作进一步的介绍。

当加湿汽源受各种条件限止而又有其他热源可利用时,就应该考虑采用二次汽的设施。二次汽利用其他热源,通过小型热交换器,间接加热符合使用条件的介质,将纯净水加热到沸点成为蒸汽用于加湿用;其热源可以为不合适直接使用的一次蒸汽、高温热水、电等一次能源。

(5)消声器。在洁净环境内对各种噪声必须进行有效治理,它包括空气传声及固体传声两大方面。空调设备在上述两方面均为声源,而《规范》规定噪声级的上限值为 50~52dB(A)。对消声器在用材上规定应能耐腐蚀、不产生、不易附着灰尘、不吸潮和不采用木质材料,并要求其填充料不应使用玻璃纤维及其制品。

【参考】 洁净手术室常用的消声器有按照 T701-6 图集尺寸制作的阻抗复合式消声器、消声弯头、折板消声器、管式消声器及微孔板消声器等,而微孔板消声器在与阻抗复合消声器的相同消声量情况下相比较,微孔板消声器的长度要大一倍,其外形断面也稍大些,安装空间位置比较困难,要选用铝板或不锈钢制造。

【参考】 微孔板消声器是属于没有填充料的类型,在宽频带范围内其吸声性能良好,在构造上可分为狭矩形消声器和声流式消声器两种。对于狭矩形微孔消声器,在流速 20m/s 以下时气流对消声器的消声性能影响不大,阻损可以忽略不计;对于声流式消声器,在 15m/s 以下的流速时消声性能和空气动力学性能良好。消声器的消声量随着阻损的增大而降低。由于微孔板消声器具有很小的摩擦系数,只要注意通道的几何形状,把局部阻力减到最小,就可以做到阻损小、再生噪声低、流速大、外形较小的微孔板消声器。

在吸声结构上又可分为单层微孔板和双层微孔板两种,后者较好。

【参考】 消声弯头也有多种。微孔板消声弯头是一种新型消声弯头,是一种无填料消声,它取消了阻性吸声材料,利用微穿孔板做吸声元件。由于微孔的密度大而孔又细小,因而具有

很大的声阻。测定表明，它在吸声系数和吸声频带方面具有优良的性能。工程上常采用两层不同穿孔率的微孔板和两个不同厚度的空气层来展宽吸声频带。

特点：消声效果优良，频带宽，中低频效果尤佳，气流阻力小，再生噪声低。

用途：适合在一些低温、高温、高速气流及超净等特殊环境的空调和通风工程中使用。

外形见图 7.13。

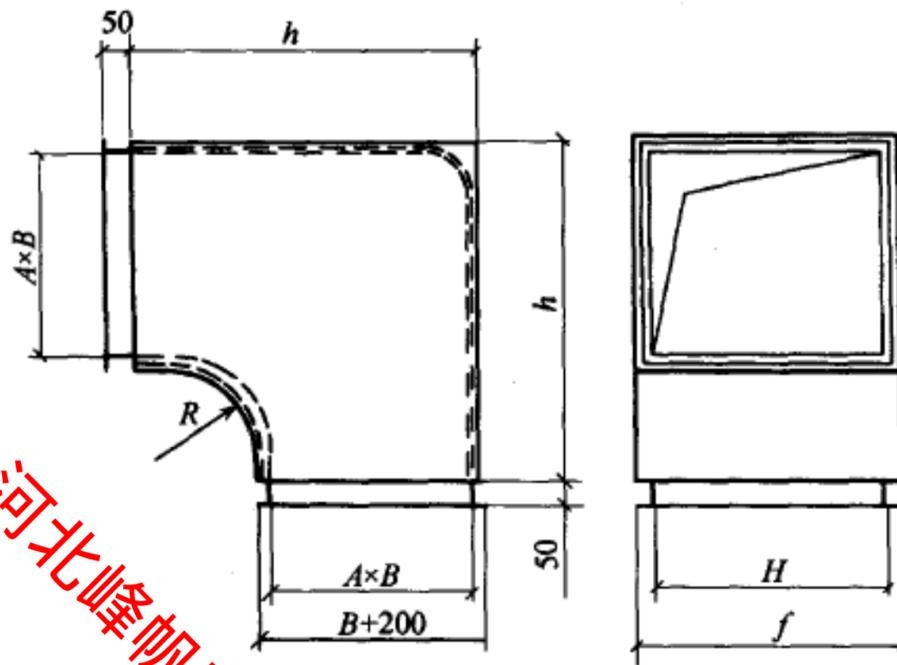


图 7.13 微孔板消声弯头外形图

有两种型号：一是单腔微孔板消声弯头，其消声频带以中频为主；另一种是双腔微孔板消声弯头，其消声频带更宽，中低频性能更佳。

微孔板消声弯头的消声性能见表 7.21。I 型： $B \leq 500\text{mm}$ ，II 型： $500\text{mm} < B \leq 1000\text{mm}$ （带导风叶片）

表 7.21 微孔板弯头性能

型号	风速 /(m/s)	阻力损失 /Pa	声级差							
			125	250	500	1K	2K	4K	8K	A
VKW-I (单腔)	5	24	3	9	13	15	12	7	4	10
	10	36	4	9	14	17	12	9	6	12
	15	72	4	10	13	14	13	9	7	13
	20	35	5	12	12	13	14	12	10	14
VKW-II (双腔)	5	25	8	12	13	14	10	8	5	10
	10	40	7	13	15	15	12	9	6	11
	15	82	7	10	15	16	13	10	6	11
	20	128	6	14	16	15	13	12	7	13

外形尺寸见图 7.13，其中尺寸 $A \times B$ 依风管法兰而确定。当两个或两个以上的消声弯头连续使用时，测试证明，只有当两个弯头的连接距离间距 $L \geq 2.5x$ (x 为风口截面对角线长度) 时才能起到两个消声弯头的消声作用；当 $L < 2.5x$ 时则由于弯头间的自身作用，其消声效果为单个的 1.2~1.5 倍。因此，当使用连续消声弯头时应尽量加大其连接距，以保证消声效果。

(6) 减震垫

【参考】 空调机组的减震，是防止固体传声的重要手段，它是采取了切断及抑制从振源向

外界的振动传递，目的是防止空调机组的振动对环境的影响，是属于积极隔振的类型。对空调机内的风机，生产厂一般已在其固定底座上安装有阻性隔振支座，小型风机常采用钢丝阻尼隔振器，稍大风机采用 JG 型橡胶剪切隔振器。由于传递率与隔震率是一个是百分比的倒数关系，虽然风机下部装有隔震器，仍有 20%~30% 的震动力传到基础上或楼板上，因此在空调机的底盘下面有必要再进行一次减震处理；特别当空调机运行一段时间、轴承逐渐缺油的情况下，这种震动明显加强，这种隔震设施才尤显必要。隔震垫常选用 SD 型，它不但比较便宜，对重心偏差要求宽松，而且阻尼性能好，施工方便。选用时，应通过选择计算，一般采用 2~3 层为宜；单层的隔震垫，往往达不到应有的减震效果。每台空调机以设 6~8 个支点为好，安装见图 7.14。

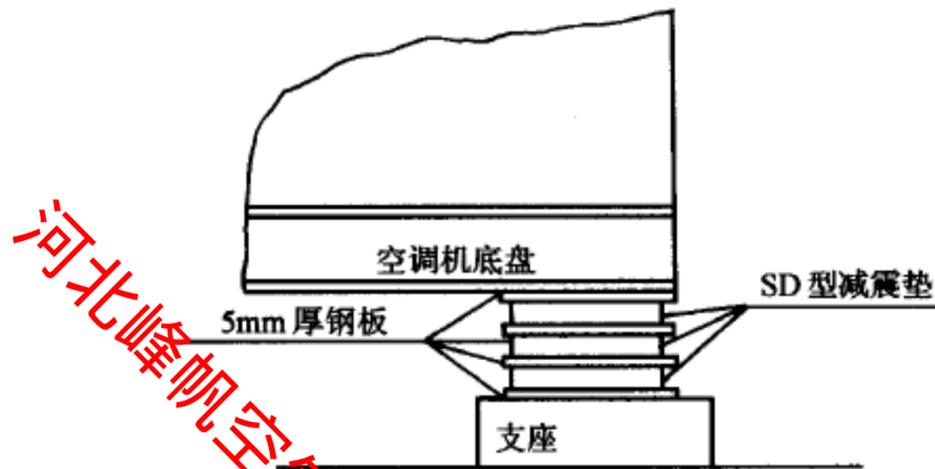


图 7.14 空调机减震垫的安装

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

第 8 章 医用气体

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

第 1 条 气源装置的要求

第 2 条 气体配管的要求

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的强制性条文

- 8.3.1 (1) 洁净手术必须保证用电可靠性,当采用双路、供电源有困难时,应设置备用电源,并能在 1min 内自动切换
- (2) 洁净手术室内用电应与辅助用房用电分开,每个手术室的干线必须单独敷设
- 8.3.2 (4) 洁净手术室内禁止设置无线通讯设备
- 8.3.4 (2) 心脏外科手术室必须设置有隔离变压器的功能性接地系统

8.1 医用气体种类及其性质

洁净手术部医用气体是辅助治疗、抢救患者生命的一种必不可少的设施。

8.1.1 手术部的医用气体

其种类很多,主要有氧气、负压吸引、压缩空气、氮气、笑气、混合气等,但洁净手术室内至少必须安装氧气、负压吸引空气、压缩空气这三种气体。

医用气体气源备用量不少于三天使用量。

8.1.2 氧气

(1)物理性质。氧气是一种无色、无味、无刺激性的助燃气体。氧气必须符合医用氧标准。

分子量:32

比重:在0℃下为1.153

密度:气态1.429g/L(0℃时,760mmHg);液态1.14kg/L(-183℃)

临界温度:-118.4℃

临界压力:5.18MPa

液态膨胀比:1个标准大气压(760mmHg)下,1L液氧膨胀成865L气氧(即1:865)。

氧气用于补充人体内缺氧及与其他种类气体混合做特殊治疗用。因为人体内缺氧就会出现各种障碍及危险,为此要求给人体内补充必要的氧气量;但是人体内吸入过多高浓度的氧气,也会引起中毒。由于治疗需要某些特殊气体,而这种气体对人体某些功能有特殊意义,但如果单独使用又是有害的。为此,按照一定的安全比例加入氧气进行混合供给病人,以达到治疗的作用又不出现危险。

(2)氧气气源。主要有下面三种形式。

1)气态氧。

①气氧站是由多个40L、15MPa的钢瓶组合集中在一起,分成A、B两组通过汇流排、切换减压装置、安全卸压装置、报警装置等组成;

②气瓶组的气瓶数量根据医院内日用量来确定,一般每组10个;两组气瓶一用一备,相互转换工作;两组气瓶内的高压气都供到汇流排的高压管道上,送至切换减压装置设备内,分别通过减压后输送到手术部及其他部位。

③气氧源。两组气瓶工作以自动切换为主、手动切换为辅。若A组工作,则B组为备用。当A组内的压力随工作时间的延长而下降,降到不能再维持时将会自动切换到B组工作,继续维持终端需要的气量,同时A组发出报警信号,通知值班员更换A组用过的空瓶,换上有气的瓶为B组的备用气源;当B组工作到无法维持正常工作时自动切换到A组继续工作,如此循环不断。

④气氧站内必须有空瓶和有气瓶分别存放位置,且必须各有标志。气源的贮备量不少于三日用量。有气的瓶不应存放在露天场所,液氧罐、气瓶装卸平台应有防晒蓬,并为不燃物。用过的气瓶角阀必须关闭戴上防护钢帽。工作的气瓶间、切换减压装置场所的环境温度应保证在10~35℃范围内;如环境温度过低,减压器会结冰而影响系统正常工作。

⑤气氧站必须有防爆措施,通风良好,5m内不许有连通的地沟通气口。气瓶运输的卡车进出要方便,气瓶装卸也要方便;氧气站的建筑必须符合国家有关法律规定。

⑥氧气输送管道材料一般选用不锈钢管或脱氧铜管。气体输送管道要有良好的导静电接地,接地电阻应小于10Ω,有防雷措施。气体输送系统单独接入洁净手术部,不与其他部位混用。

⑦气氧站内系统上必须设置安全排放及报警装置:当输出压力高于最高设计的工作压力0.015MPa时安全泄气阀打开,排除多余的压力,同时报警装置发出超压报警信号,保证系统

管道及其相应设备安全；当泄压后输出压力低于最低设计压力的 0.025MPa 时(此时发出欠压报警信号)安全泄气阀应自动关闭(安全阀前后不许设断流阀)，以保证系统恢复正常。

⑧气氧站火灾危险性属于乙类，应有不低于二级耐火等级的建筑物，其安全防火间距内不得有地下室、地穴、地井、地沟，办公室、病房等，这些应在 7m 之外。气站必须远离锅炉、焚烧炉等易燃易爆的场所，其安全距离应满足国家消防规范的要求，同时也应符合院内卫生管理的规定。气站周围要保证干净、无污物存放，远离垃圾站、太平间、解剖室、焚烧炉等。

⑨安全排放阀安装在室外，穿墙管道加套管。

⑩气瓶、设备与墙边留出足够的维修距离；气瓶离暖气距离不小于 800mm。

⑪加温器任何部分都不许与供氧设备相接触。

⑫电器设备与氧气设备之间的绝缘电阻不得小于 1MΩ。

⑬汇流管及减压器必须接地，其接地装置必须独立设置，接地电阻不大于 10Ω。

⑭所有阀门、减压器、切换阀、压力表、高压金属转接软管都必须按产品说明书要求定期效验、更换。

⑮所有氧气导管外表面必须刷白色标记油漆。

【参考】 医用中心供气的气氧站设计示意图 8.1。

【参考】 气氧站平面布局设计及外观造型举例见图 8.2。

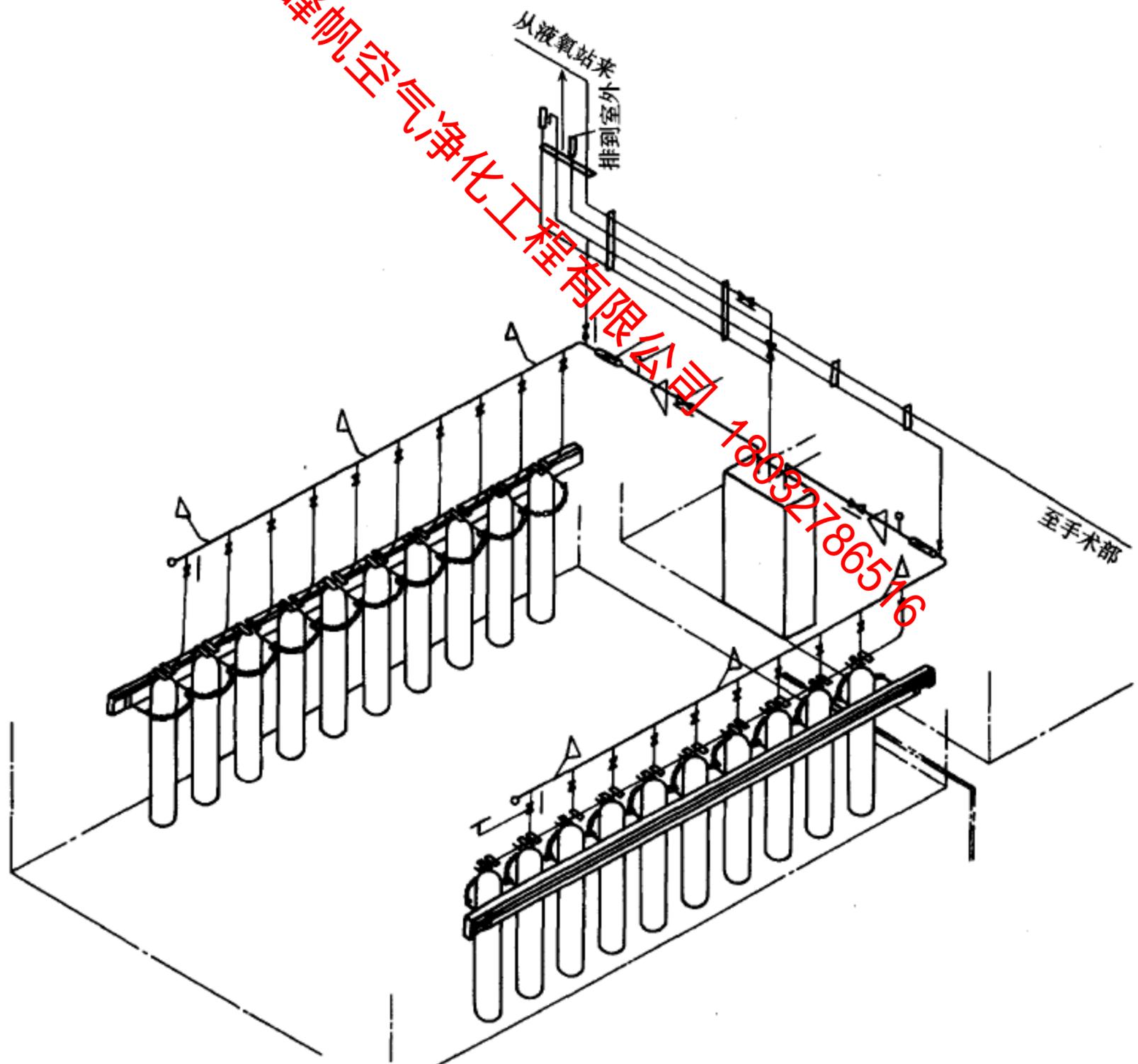


图 8.1 气氧站设计示意图

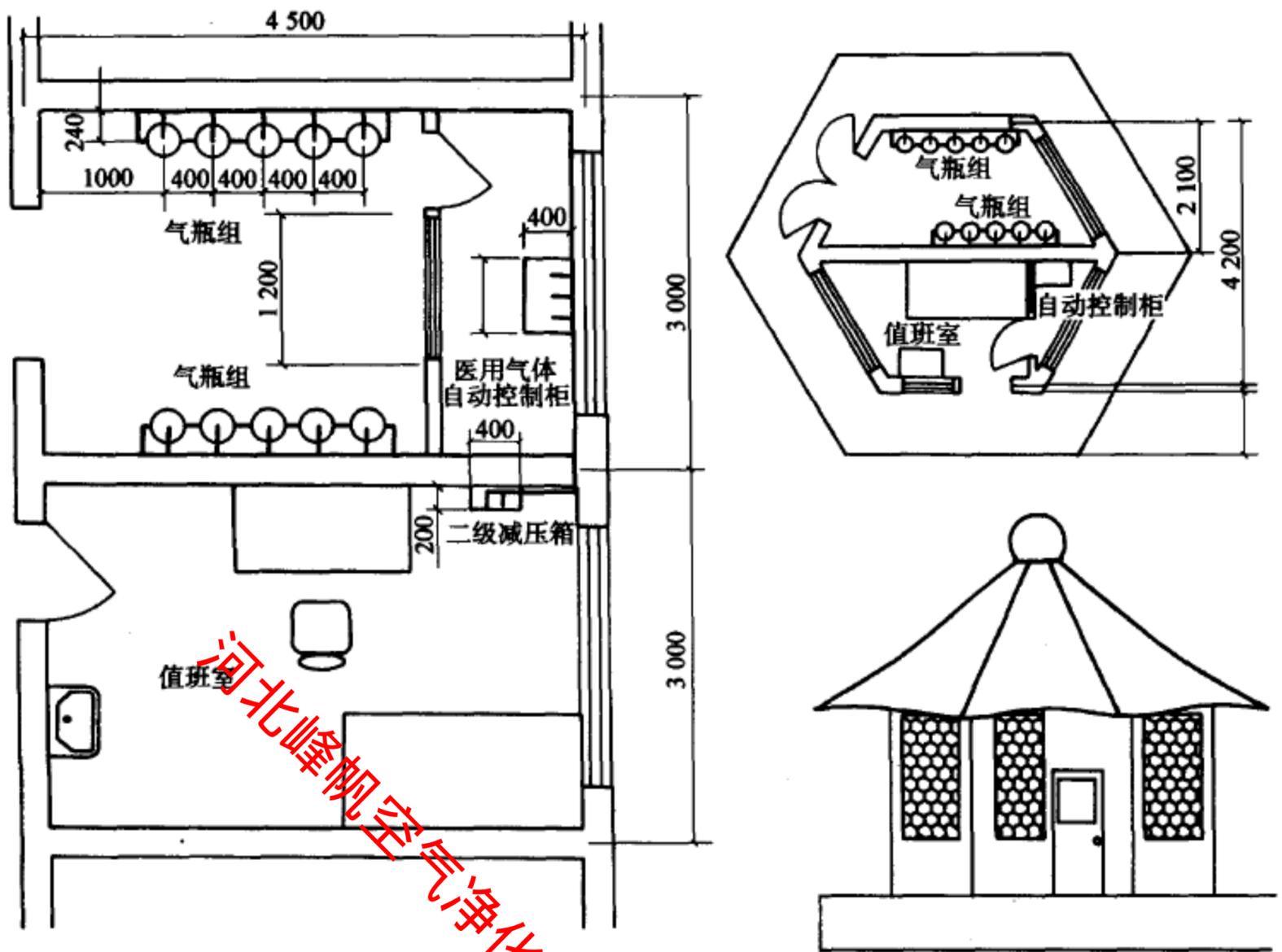


图 8.2 气氧站平面布局设计及外观造型举例

2) 液态氧。液态氧站主要由液态氧贮槽、气化器、监测调整的仪表、分配器及输送管道组成。

液氧贮罐是液态氧供应站的核心设备，所以液氧贮槽(罐)的选型和质量是第一位的，主要考虑下面几方面：

① 厂家的品牌在社会上的信誉度。液态氧贮槽的选购是很重要的，防止伪劣产品、以次充好、以旧(回收)翻新(表面重新喷涂)后再销售的产品。

② 液氧贮罐是一种超低温压力容器，液氧罐的保温性能一定要可靠。

③ 容积大小根据用量及医院的规模来确定，通常取 3.5~5m³大小各一或两个同等规格的贮罐，一用一备，相互切换，互为保护。如果液氧来源比较远或床位数多或带高压氧舱，同时院内有允许安装场地，可适当选大一点体积的贮罐，减少运输频繁性。

④ 贮罐一般选 0.8MPa 压力的罐就可以，压力太高即一次性投资高，压力过低远距离输送困难，同时终端压力、流量也不稳定。

⑤ 气化器的选配要根据医院内用气状态来确定，一般配 50m³/h 规格的气化器就够用了；如果有特殊用气(如高压氧舱)及病房床位数多，则要适当增大到 100m³/h 或更大。

⑥ 分配器。用不锈钢材料制作成的小容器，一般以 0.3m³ 左右为宜，起缓冲、稳定作用。根据送往用处不同而分别由缓冲器上各自单独接出。

【参考】 液氧站(气氧备用)平面布局见图 8.3。

液态氧站安装位置应考虑到与其他物体的安全距离。

【参考】 液氧槽与其他物体间的安全距离见表 8.1。

表 8.1 液氧槽与其他物体间最小安全距离(m)

序号	相关物体	距离/m
1	动火及吸烟区	5
2	中、高压变电站	5
3	少量易燃物品堆放处	5
4	大量易燃物品堆放处	15
5	含可燃气体的排放管	5
6	可燃气体气瓶贮存区小于 70Nm ³ (15℃,1013mbar)	5
7	可燃气体气瓶贮存区大于 70Nm ³ (15℃,1013mbar)	8
8	与 20t 液 油气贮槽要求： 0~1.1t(相当容积 0~2.15m ³) 1.1~4t(相当容积 2.15~7.84m ³) 4~6t(相当容积 7.84~117m ³) 60~150t(相当容积 117~294m ³)	6 7.5 15 22.5
9	装有易燃气体或液体的管道	3
10	带明火烟囱或明火炉膛	20
11	办公室、食堂及人员可能集合的区域	5
12	装有易燃气体或液体管道上的法兰、接头： 管道内径小于 25mm 管道内径小于 50mm 管道内径小于 70mm	6 10 15
13	压缩机/通风机的进气管	5
14	下水道或电缆沟	5
15	建筑物围墙	5
16	公用道路	5
17	公用铁路	10
18	公共车辆停放区	5

3)制氧机。制氧机是由多元设备组成的一个系统设施,制出的氧气必须满足医用供氧标准。为此,全系统设备作为一个完整的制造医用氧气的设备,必须经过具有法律权威单位鉴定认可的全套设施方可使用。制氧站由空气压缩单元、空气储存处理单元、氧氮分离单元、氧气过滤除菌及储备单元、监测设备、灌装备用单元、电控单元等组成。

制氧机设备的规格、型号要根据医院的规模及各处用量的总和来选择,并要留有一定的发展余量。制氧设备应安装两套(一用一备),设备的工作以自动为主,手动为备用。机房必须保证干净,且有维修空间,压缩机气源吸入处环境不能有污染源,必须清洁。

(3)氧源中心供给站位置及要求。

1)氧源中心供给站的位置不许建在地下室,应设在通风良好、具有防爆措施和运输方便的场所;氧站周围不许有锅炉房、明火、配电房,5m 之内的地沟表面必须封闭,不许上下有通气现象。

2)氧源中心供给站建造位置必须遵循国家有关法律规定,保证必要的安全距离。

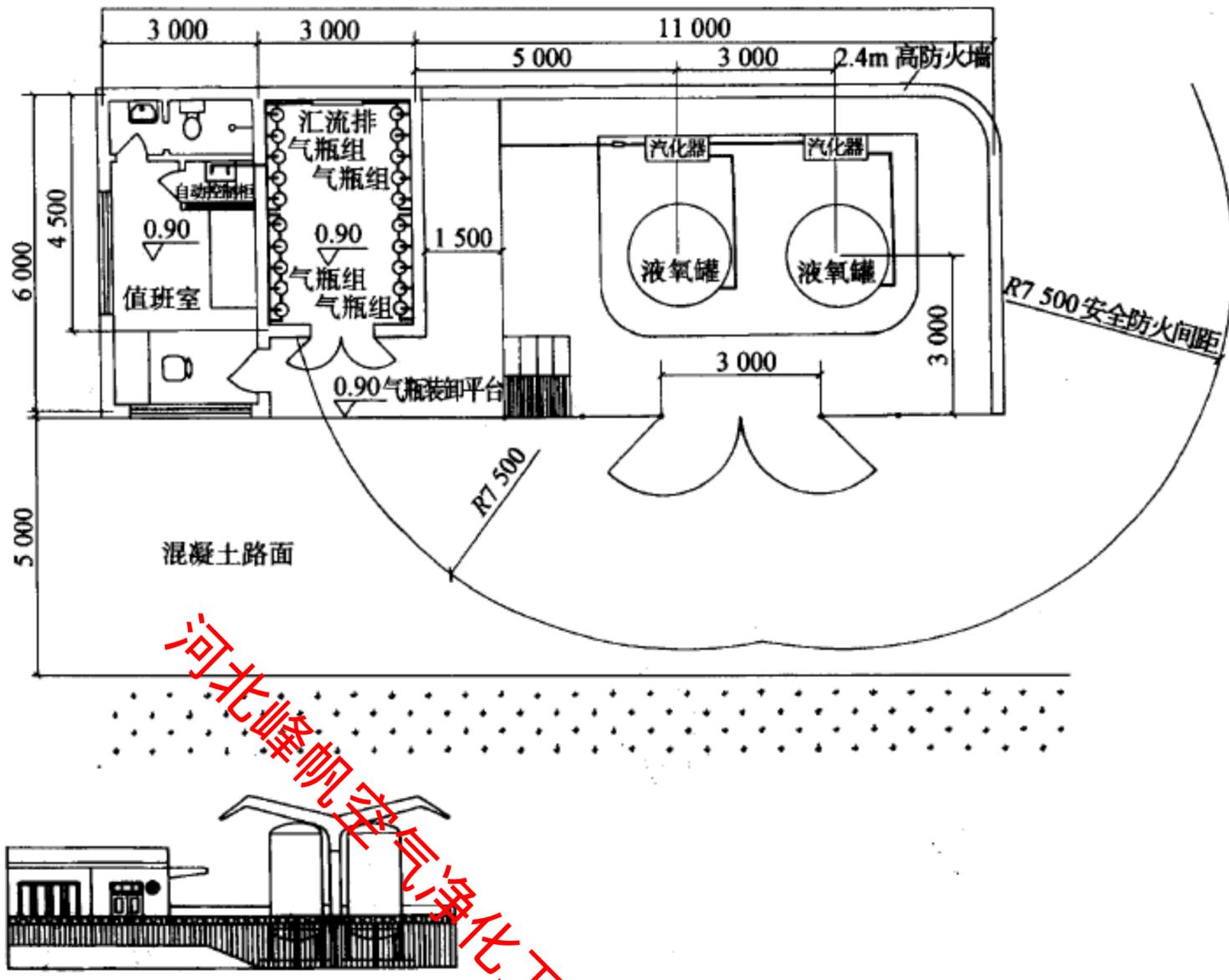


图 8.3 液氧站(含氧站备用)平面布局举例

1. 中心供氧站火灾危险性属乙类,应为不低于二级耐火等级的建筑物
2. 液氧罐及气瓶装卸平台,应设置防晒篷、雨篷,雨篷和支撑应为非燃烧体
3. 氧气管道应有导除静电的,接地电阻不应大于 10Ω,液氧罐应有防雷电接地装置
4. 有控制台的值班室的室温应大于 10℃
5. 气瓶组间应设置防爆排风扇、液氧站场地应有防爆照明
6. 值班室应设值班电话一部
7. 安全防火间距之内,不得有地下室、地穴、地井、地沟,不允许有可燃物易燃物、办公室病房、公共场所、繁华道路应在 7m 外

3)氧源中心供给站必须做好接地网和防雷措施。

4)送给手术部气体应为独立系统,氧气输送管道材质一般可选用不锈钢管或铜管,终端应选用自封式快速插拔接嘴。

医用中心制氧系统示意图 8.4。

8.1.3 负压吸引

(1)负压吸引在洁净手术部里的用途。

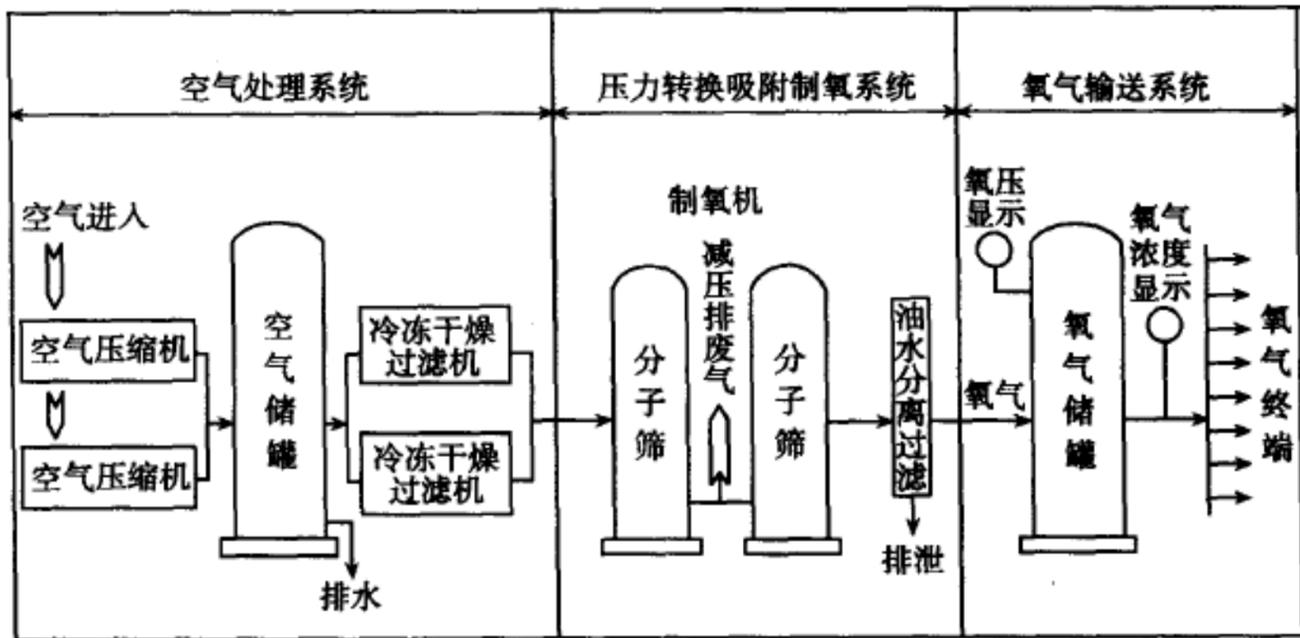
- 1)手术过程中清除切口周围血液及其他多余物,以保证手术顺利进行。
- 2)清除患者体内污物及危及生命的多余物。

(2)负压吸引站组成。

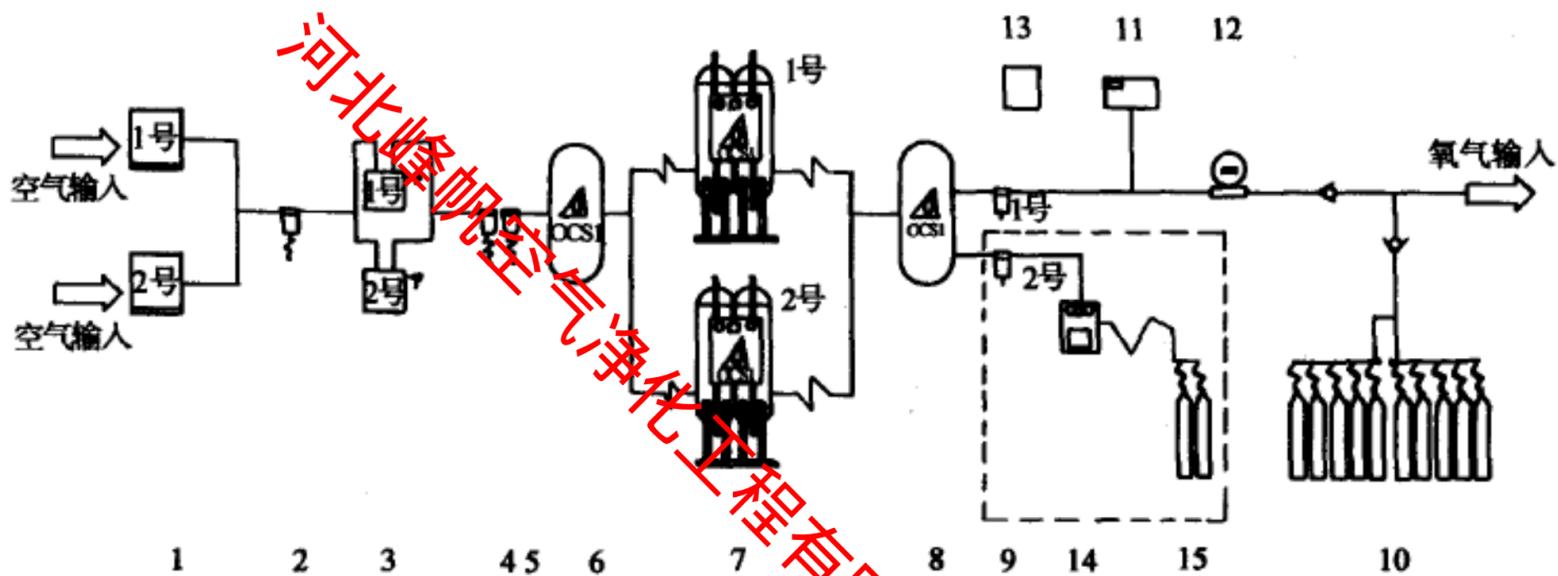
负压吸引站设备主要有真空泵、缓冲罐、分配器、液气分离器(冷却设备)、排污装置、过滤毒灭菌装置、消声设施和电控设备等。

【参考】 负压吸引站工艺布局图(以水环式真空泵为例)见图 8.5。

(3)真空泵是负压吸引系统的核心设备,必须选用高性能、低功耗、无污染、寿命长的优质产品,一般选用水环式真空泵,其抽气速率主要根据手术室的间数、医院病房床位数、ICU 床位数的总和来确定。



(a) 系统



(b) 流程

图 8.4 医用中心制氧系统示意图

- 1. 螺杆式高效空气压缩机 1 号和 2 号
- 2. 初级精密过滤器
- 3. 双级冷冻式干燥机 1 号和 2 号
- 4. 中级精密过滤器
- 5. 后级精密过滤器
- 6. 空气储罐
- 7. 制氧机 1 号和 2 号
- 8. 氧气储罐
- 9. 除湿过滤器 1 号和 2 号
- 10. 汇流排
- 11. 氧纯度监测仪
- 12. 总量流量计
- 13. 配电箱及管道系
- 14. 氧气压缩机
- 15. 充瓶装置

【参考】 有关负压设备主机见图 8.6。

(4) 负压吸引站的真空泵应有备用机组，一般由 2~3 台组成。各真空泵的工作按设定的程序工作各泵都应参与自动循环工作；比如一个负压站内设计 A、B 两台真空泵，A 泵工作 B 泵备用；若在高峰用气时 A 泵抽气速度满足不了要求或故障，B 泵也自动投入工作，以保证正常用气。下一次则 B 泵工作，A 泵备用，同时 A 泵在必要时也可投入工作。如此不断相互保护、相互替代地循环下去。确保了负压真空系统正常工作。‘备用泵’常年处在备用位置是不正常的。当一个负压系统比较庞大、手术室数量比较多时，负压泵的抽速就要高，否则就无法保证手术正常使用；如选用两台泵（一用一备），泵的功率就比较大，泵在启动瞬间冲击电流很大。而真空泵启停在手术高峰时是很频繁的，这对大功率的电机从停机到下次启动的间隔时间过短，一则浪费能源，二则容易烧坏。为此，在真空泵站设计成份泵则一用、一帮、一备用，A、B、C 三台较小型的真空泵是比较经济的。在节假日、下午、夜间手术不是高峰时，则有一台泵工作就可维持一般性的负压吸引气的使用。当手术高峰时吸引气用量也随之增大，就再自动投入一台帮助工

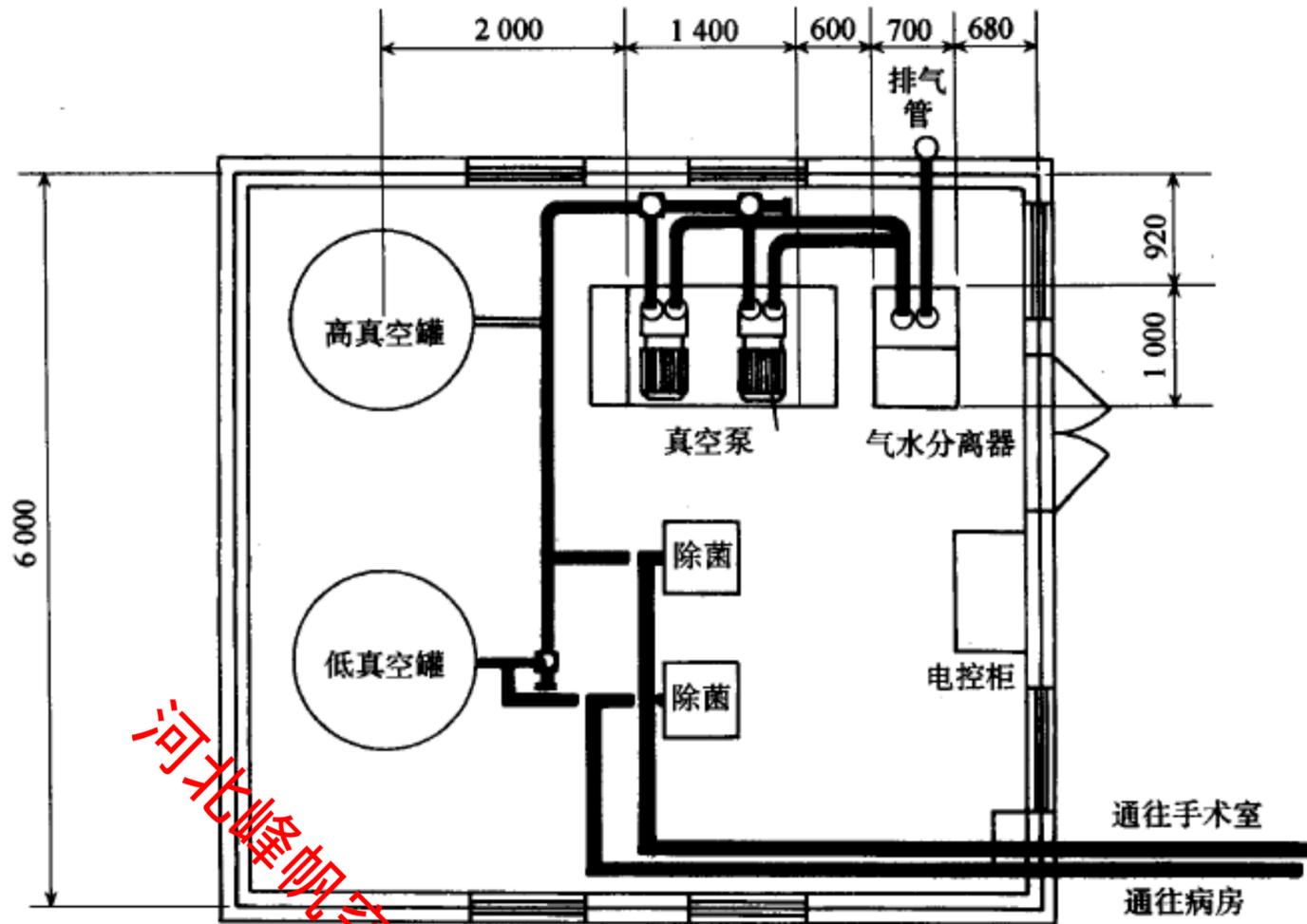


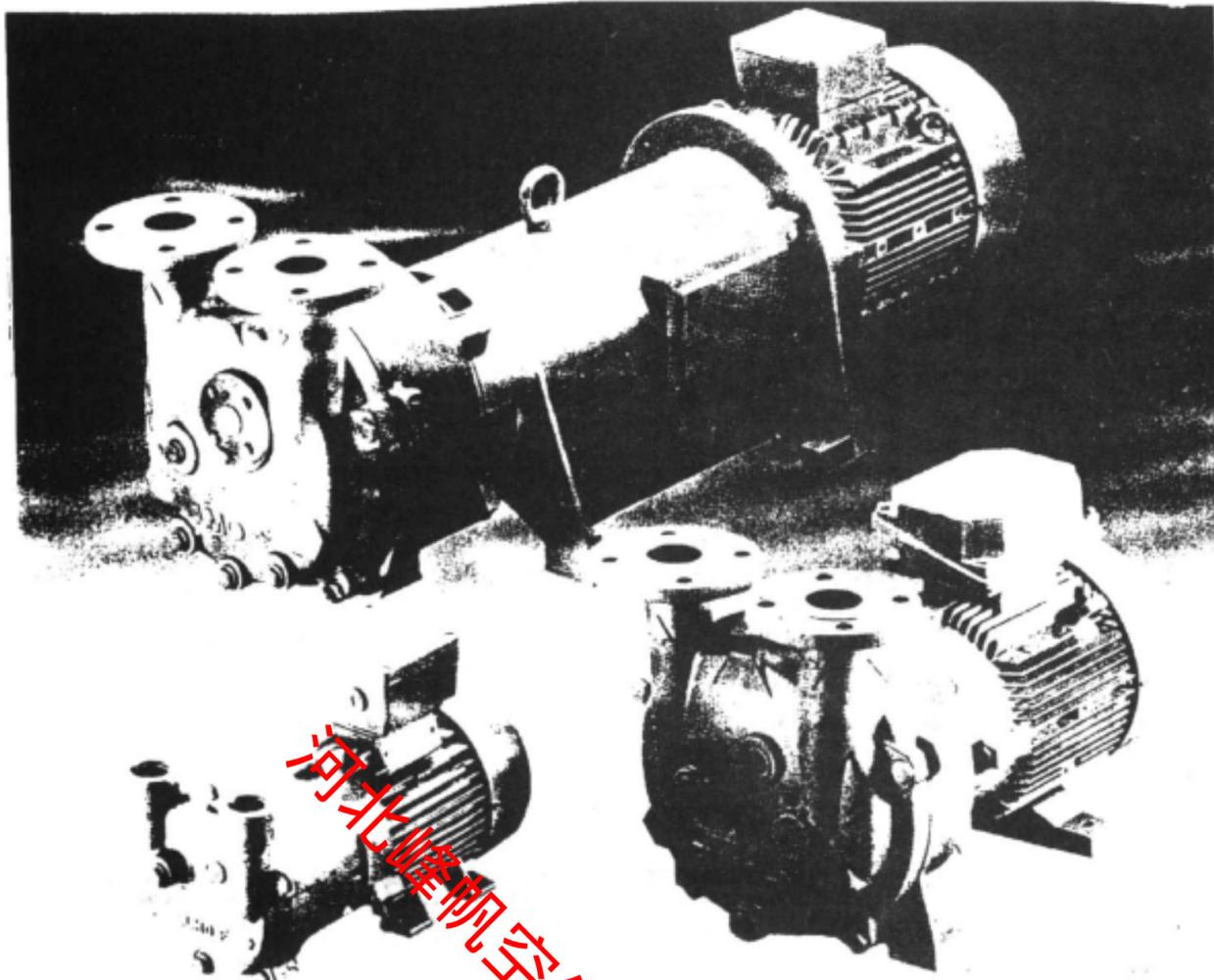
图 8.5 负压吸引站工艺布间图

作,以保证手术正常使用。A、B、C 三台泵的工作程序如下:首次当 A 泵主工作不能维持正常使用时,B 泵自动投入帮助工作,C 泵做备用。如果当 A、B 两泵工作过程中其中一台出现故障时,故障泵则自动跳出切换到 C 泵上帮助工作;当下一次启动工作时,则 B 泵为主工作泵,C 泵帮助,A 泵则成为备用泵了;当第三次启动时,C 泵为主工作泵,A 泵为帮助泵,B 泵为备用泵。如此不断循环下去,所有泵都是主工作泵,同时也是帮助泵,又是备用泵。这种设计方法既安全可靠又节省能源和运转费用,所以要求电控制柜电路设计采用电脑程序设计,以保证各泵工作程序正常。

(5)负压吸引站的真空泵的工作以自动启停为主,手动启停为辅,并且有故障和压力不足报警装置。

(6)负压吸引站建造位置应远离洁净手术部的建筑物内,防止设备运转过程的震动和噪声传到手术室,吸引站可设在地下室也可独立设置。将污物及对身体有害的多余物通过负压系统清除干净,这个清除过程就是吸引过程。吸过来的物质里含有大量细菌,顺着系统管道排到外界大气里,这是不允许的,因为这些物质里包含大量致病菌;为此大气中含菌浓度远远超过卫生标准,将严重污染周围环境,是违犯国家环境保护法的;为使吸引系统的排出口处的空气符合安全要求(即小于 500cfu/m³ 空气中),必须在吸引系统中增设消毒灭菌过滤装置,把大量细菌都阻隔在系统内,并进行消灭处理,使其符合环境卫生标准要求后再排放到户外大气里。

(7)终端接嘴选用自封快速插拔型接嘴,接嘴上需设一个 10 目左右的过滤网,防止手术室内的纤维随气流进入系统而堵塞管道。接嘴经软管与吸污点相连,应有压力调节装置,以根据吸取不同部位及不同年岁的患者要求而进行调节,防止负压过高而吸坏体内软组织而造成医疗事故;同时中间应加缓冲液体储存瓶,液体装满时应自动切断气源,防止污物流入系统的管道内而堵塞。缓冲瓶的容积一般为 2 个 5 立升的瓶子串联使用,前一个装满,后一个备用;同时后一只瓶子也起到气液分离作用,这样污物就不易被吸入到管道内。



河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

2.5.2的惟一转动部件——叶轮，通过旋转使工作液在椭圆形泵体内形成液环，此时工作液同时起到密封介质、压缩介质和冷却介质三种作用，没有摩擦，也无需润滑

在排气阶段，液环逐渐逼近轮毂，将泵送介质沿轴向从排气口排出

因为叶轮相对于旋转的液环是偏心的，液体在叶片之间的空间内往复运动，就像活塞在气缸中的运动一样，对泵送介质产生抽吸和压缩的作用



在吸气阶段，液环逐渐远离轮毂，将泵送介质沿轴向从吸气口吸入

图 8.6 负压吸引泵选型参考

8.1.4 压缩空气

(1)压缩空气是从大气中吸入压缩而成的，所以压缩空气也与大气一样，是多种气体的混合气，而空气是无色、无味、不燃气体。压缩空气在手术部内主要做如气钻、气锯的动力源等，同时也用于呼吸机的动力源，以及与别的气体混合供治疗用，所以必须无油、清洁、无异味。

(2)压缩空气气源由中心站集中供给。中心站应远离手术部，以阻隔设备运转时的震动、噪声干扰手术部。

(3)压缩空气站由下列主要设备组成：无油空气压缩机、干燥器、过滤器、消毒灭菌装置、贮气罐、电控单元及冷却设备等。压缩机是该系统装置的核心设备，必须高效率、低功耗、高可靠性，压缩机的规格、型号的选取应根据手术室的数量及其他必要用气总量来确定。

【参考】 压缩空气站的工艺流程示意图 8.7。

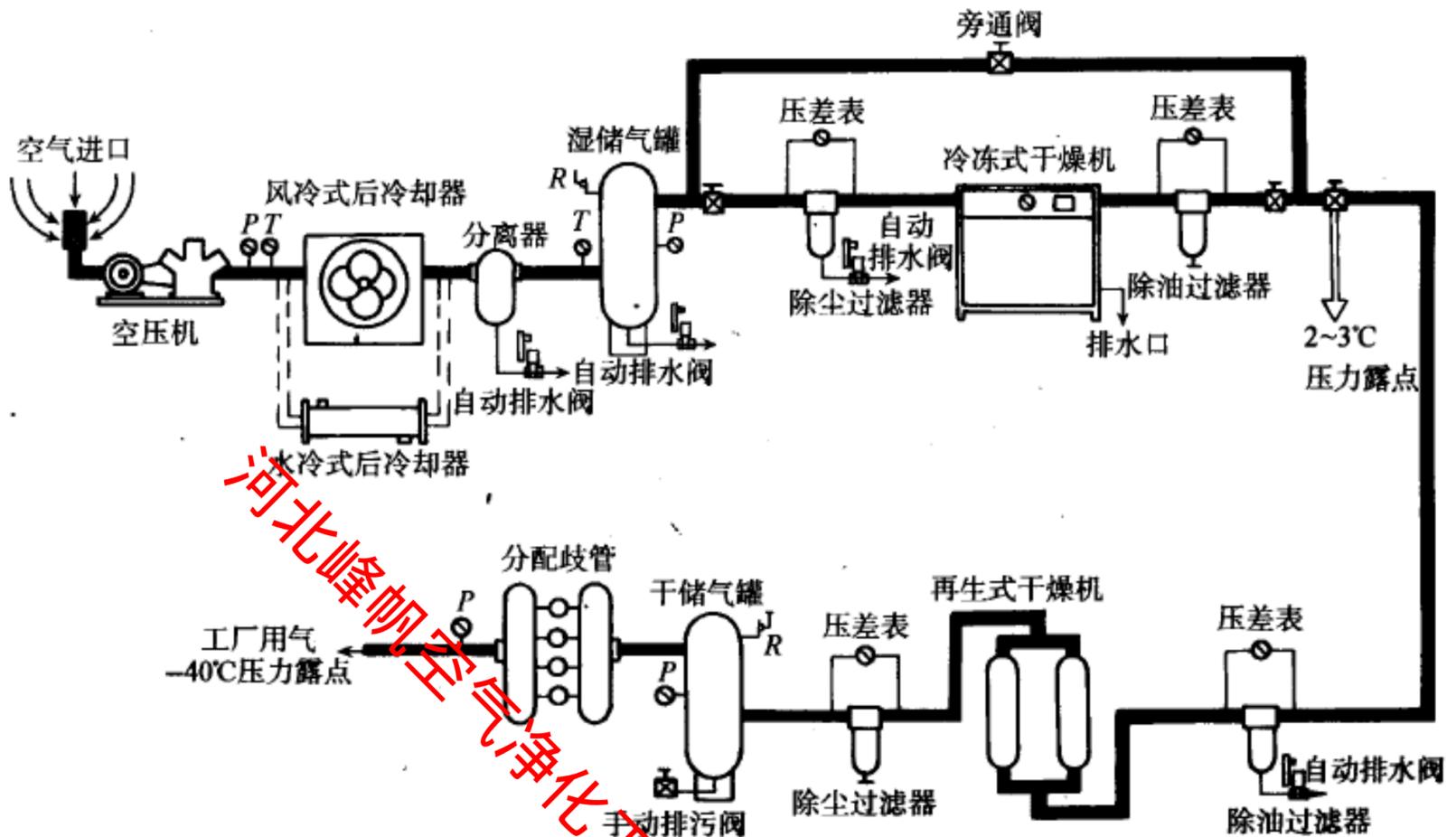


图 8.7 压缩空气站工艺流程示意图

T. 温度表 P. 压力表 R. 安全阀

(4)压缩空气气源站必须设两套设备，一用一备。空气压缩机是该系统的核心设备，必须结构配置简单可靠耐用、故障率低、功耗低、效率高；空气压缩机的启停程序必须以自动启停为主，手动启停为辅助。

(5)空气压缩机站的环境必须清洁，远离太平间、垃圾站及垃圾运送通道、焚烧炉、锅炉房等地；空气采集的质量要好，必要时空气压缩机入口要加空气过滤器或加引流管从上空吸取高质量的空气。

(6)压缩空气输送导管应采用铜管或不锈钢管。终端应选用自封式快速插拔接嘴。

【参考】 压缩空气站工艺平面布局见图 8.8。

8.1.5 笑气

(1)笑气(N₂O)是一种无色、无味、无刺激性的气体，也是一种属于不活动性的无毒气体，而且易安全溶解于水和酒精中，略有芳香气味；只是在高温下使氧气游离出来而助燃。其物理性质如下：

分子量：44.027

比重：1.53

临界温度：26.5℃

临界压力：7.41MPa

(2)笑气也叫氧化氮，主要用于手术麻醉。在手术过程中如需要对患者进行麻醉，可通过麻醉机根据具体需要量调节好氧气和笑气的比例即(N₂O)+(O₂)供给患者吸入体内，通过体

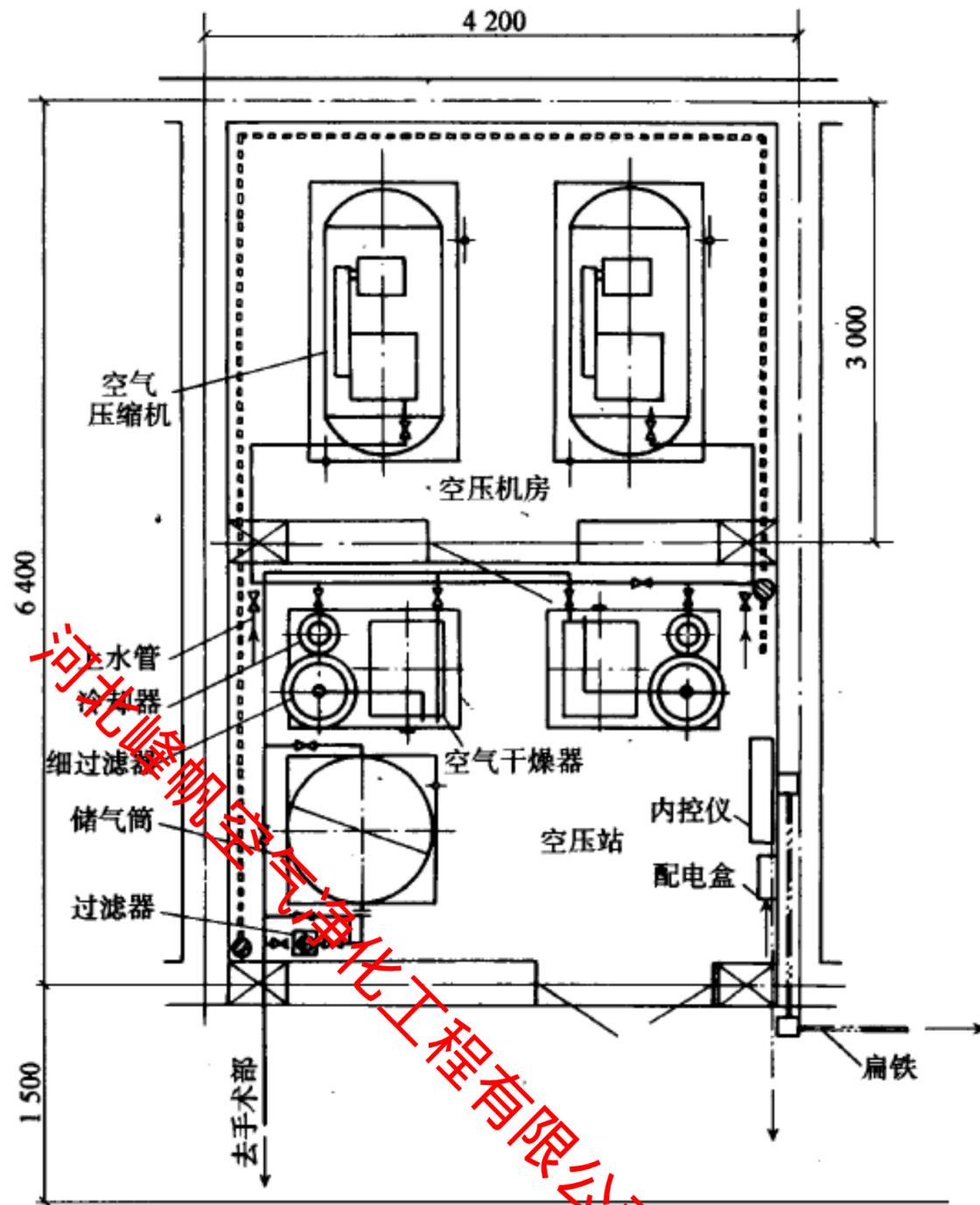


图 8.8 压缩空气站工艺平面布局举例

内功能器官的作用输送到全身而麻醉神经，以达到无痛的目的。因为笑气是随氧气一起输送到人体的，为此有足够氧气来维持患者体内氧量的需要；当患者手术结束后减去笑气，进行吸氧，用氧气来置换残存于体内的笑气成分，患者就会很快的苏醒过来，而在体内不会留下任何残存物，不留后遗症，有利于术后恢复。所以笑气做手术麻醉是很安全的，也是一种很理想的麻醉品。

(3)笑气在一定压力下成为液体灌装在钢瓶里，钢瓶的容积一般为 40L，使用时经减压后成为气态，通过输送导管送给洁净手术部相应的手术室内。

(4)笑气站设于临近手术部的非洁净区且通风良好、气瓶运输方便的位置。笑气站气源一般设两组，每组两瓶就可以。因为笑气在手术室内使用量极少，所以设的瓶数不宜太多，否则还会造成浪费。两组笑气瓶应设计自动切换功能，同时也应有手动工作的为备用功能；笑气中心供应站必须设报警装置，报警功能范围：气瓶压力不足，减压后的输出压力超压和或欠压。报警方式必须接到值班室或护士站，采用声光同时使用方式。

笑气站输出压力为 0.4MPa。

笑气输送导管一般选用不锈钢管或铜管，直接送入手术室，自封形快速插拔接嘴上，通过外接插拔装置和输送软管与麻醉机相接。笑气间布置见图 8.9。

8.1.6 氮气系统

(1)氮气的物理性质如下：

分子量：28.016

比重：0.967 3(对 10℃, 760mmHg 的空气下)

密度：1.2505g/L

临界密度：0.311g/L

临界压力：3.46MPa

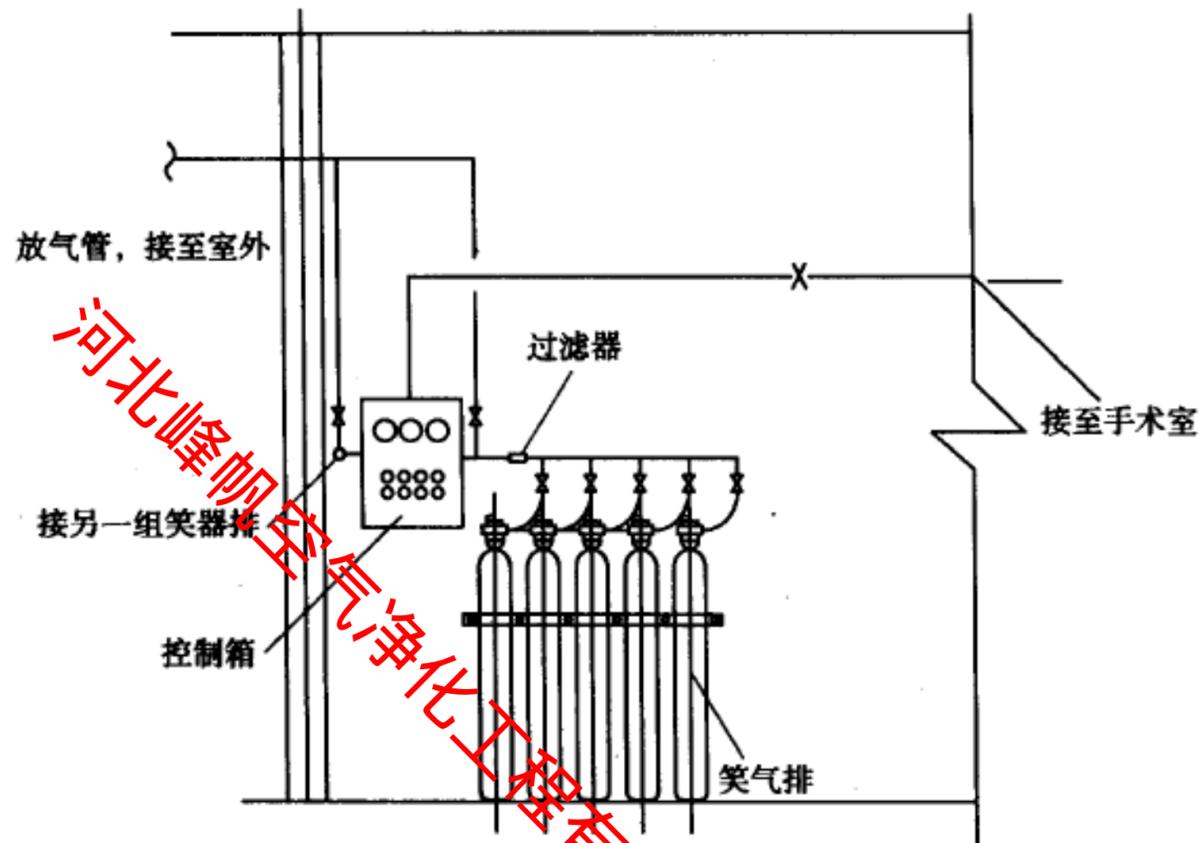


图 8.9 单独笑气间设备布置示意

(2)氮气在手术室里主要做如高速气钻、气锯的动力源；因为氮气是一种没有生命危险的、不带来交叉感染因素的安全气体，所以在 I 类深度的高难手术中切骨开口时，医务人员常用氮气做动力，比较安全；但一个密闭手术室内大量用氮气，散发在空间，会降低空间含氧量，对室内工作人员带来危害；为此，在洁净手术室设计时要注意这一问题。

(3)氮气站应设在临近手术部的非洁净区内，氮气站内通风良好，并且钢瓶运输要方便。

(4)氮气站气源为 40L15MPa 的气瓶组，每组一般安装 2~4 瓶，两组气瓶相互切换，一组工作，一组备用。当工作这组快用完时发出报警信号，通知有关工作人员更换瓶子；当用到 0.8~1MPa 时，自动切换到另一组继续工作，这时可更换已用过的前组气瓶备用，等待下次切换过来再次使用。如此不断循环，则构成连续供气的过程。如自动切换失灵，则可通过手动操作来完成。气源的贮备不少于三天的用量。氮气输送导管一般选用铜管或不锈钢管。钢瓶内的氮气通过切换装置再经减压后输送到手术室。

(5)氮气使用终端压力为 0.8~0.9MPa；终端接嘴选用自封形快速插拔接嘴；使用时外接接头与快速接嘴相配通过外接软管与气动设备连接。

8.1.7 混合气

(1)混合气体主要是几种特殊功能气体，不能独立使用，必须与氧气混合后才能吸入人体，以实现其功能。

(2)混合气体有下列几种形式。

1)二氧化碳气与氧气混合成为碳酸气,它们的比例为 5%CO₂+95%O₂,利用二氧化碳收缩血管减少血管内气泡,使血管内的血液流通畅快。

2)氦气与氧气混合,其比例为 80%的氦气+20%的氧气;氦气是一种非常轻的气体,混合后的气体重量只有同体积空气重量的 1/3。氦气的密度是氧气的 1/7,因而氦气的混合气体容易扩散,所以可根据其性质用于气喘和气道狭窄等疾病,有缓和作用。

麻醉机上有个逸气活瓣,一般安装在麻醉机的吸气侧,平时处于关闭状态,仅于需要用时临时开启。

8.1.8 废气回收排放装置

(1)废气回收排放装置系统在洁净手术室里是一个很重要的设施,是帮助解决手术室内空气品质良好的系统。如果没有这一装置的处理过程,患者呼出的带有麻醉混合气体的残余气体将伤害医务工作人员。

(2)废气回收排放装置设于手术室内,在气体吊塔或备用终端上设有接口,废气排放管出口与其快速接头对接,以完成废气排放过程。

(3)废气回收排放动力源的压力一般控制在 5~10mmHg 的真空范围内。如负压压力过高,从麻醉机出来的麻醉混合气体进不了病人的口中,而直接从排放导管排到室外,同时还可能给病人带来危险;如负压压力过低,则动力不足,患者呼出的废气排放不出去。所以要求废气排放装置设备上要设有压力调节、显示装置,以满足不同病人呼吸量的需要。废气排放动力源一般有两种方式。一种是利用低压大流量的负压泵做动力源,一般情况下以一套系统管 3~5 个手术室为宜;但用负压泵方式会受到手术室投入使用量变化、泵的启动停止过程中的变化而不是很稳定;另一种是射流法,利用射流原理产生负压动力将废气排放出去,根据病人情况调节好后就不会变化,因为各个手术室是独立的,不受其他手术室的和系统的干扰,这是一种比较稳定、比较理想、比较方便的废气回收排放方式。

(4)废气回收排放系统装置管道一般选用镀锌钢管或塑料、尼龙管,输送管道的口径应尽可能大一点,因为废气是从患者口里呼出的,压力是有限的,导流管内负压也是有限的。为保证呼出的气体顺利排出,所以排放导流管口径尽可能大一点这是有好处的。

8.1.9 氦气系统

(1)氦气在手术室内主要用于氦气刀的保护,在手术过程中减少出血量。

(2)氦气气源为瓶装供给。可将钢瓶搬进手术室通过减压装置直接接在麻醉机上,也可设站用管道输送,通过气体吊塔或壁式终端上的快速插拔接咀经连接装置转接到麻醉机上。集中供给方式,手术室内比较干净,同时也比较安全,能保证手术正常进行。输送管道一般选用脱氧铜管或不锈钢管。

8.2 气体配置

洁净手术部内各种气体压力、流量、数量配置如表 8.2、8.3 所示。

表 8.2 洁净手术部主要气体种类最少接点配置数量

部 门	氧 气	负压吸引气	压缩空气	笑 气	氮 气
手术室	2	2	1	1	1
恢复室	1	2	1		
预麻室	1	1	1	1	

表 8.3 终端压力、流量、日用时间

气体种类	单嘴压力/MPa	流 量		
		L/min	日用时间/min	同时使用率/%
氧 气	0.4~0.45	10~80	120(恢复室 144)	50~100
负压吸引	-0.035~-0.075	30	120(恢复室 144)	100
压缩空气	0.45~0.9	60	60	80
氮 气	0.8~0.9	230	30	10~60
氧化亚氮	0.4~0.5	4	120	50~100
氩 气	0.35~0.4	0.5~15	120	80
二氧化碳	0.35~0.4	10	60	30

压缩空气要求尽可能安装成有两种压力要求的接口:一种接口输出压力为 0.4MPa,主要用于呼吸机动力、喷雾治疗和与其他种类气体混合用,所用压力不要太高;另一种接口输出压力为 0.9MPa,压力比较高,用于如气钻、气锯的高速动力,主要用于开胸和脑颅,所以要求压力比较高。

8.3 医用气体的施工及调试

医用气体安装、调试按 YY/T0385~0187-94 标准中有关文件进行。

(1)根据设计图纸的要求,进行编排施工组织措施工程进度计划表、设备材料配套表。

(2)清理施工现场,依据设计图纸核实其各种气体管道口径及流速要求。检查预留孔洞与其他专业协调空间位置。

(3)安装支吊架。各种气体管道就位后(先敷设主管道、隐蔽管道,后做支管道),先对各段管道分别检查,试验压力、检漏,然后对全系统进行调试。将各种调试、检测方法及其结果做好各项记录,列表造册并经建设方、监理、质检部门等相关机构签证认可,以备待查和竣工交付存档。

1)压力强度试验。高压管要进行强度试验,可用水压方法,打大于最高工作压力的 1.5 倍压力,保压 5min 不降压为合格,经强度试验后的管道及附件要重新清洗干净,安装复位;管道要对焊接可靠性进行测试,按比例抽测一定数量焊口探伤检测。如有不合格,经修复后再抽比上一次多一倍量进行测试;如再有不合格,再经修复后再抽比上一次多一倍量进行测试;如合格,可通过验收。如再有不合格,则全系统所有管道重新制作,直至验收合格。

2)检漏试验。应按所用气体种类的最高工作压力下保压 24h,平均每小时不大于系统总漏率的指标(正压一般 $\leq 0.15\%/h$ 、负压 $\leq 1.8\%/h$);按下面公式计算:

$$A = \frac{100}{t} [1 - (P_2 T_1 / P_1 T_2)] \quad (8.1)$$

式中:A——平均每小时漏率(负压为增压率)(%);

P_1 ——试验开始压力(MPa);

P_2 ——试验结束时的压力(MPa);

T_1 ——试验开始时绝对温度(F);

T_2 ——试验结束时绝对温度(F);

t ——试验时间(h)。

3)负压吸引要试验其各接嘴的抽气速率。可将一个水桶盛满水后,再用吸引管插入桶内进行检测其速率,按下面公式计算:

$$B = V/t \tag{8.2}$$

式中: B ——抽气速率(L/min);

V ——水桶内的容积(L);

t ——试验时间(min)。

在这里要说清一点:用水来做这个试验,是因为不可能用血及其他相关黏性比较大的液体来做,只好用水来做,相对地考核一下吸引系统的性能。

(4)检验进场的设备,做好登记进行设备安装工作,对安装后的设备进行验收并与管网按各种不同气体与其相关对设备进行对接,经检查合格后进行全系统验收。合格后双方签字,整理竣工文件后进行移交。

(5)各种气体管管道与支吊架接触部位要按国家有关规范、标准要求做导静电和防静电腐蚀处理措施;进各手术室的所有气体管道必需做安全接地处理(参照 97SD567 图集第 11 页要求做)。

(6)送给洁净手术部的气体应设报警装置及调压装置以及氧气在有火灾时能自动切断气源的功能。

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

第9章 给水排水

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

第1条 给水管路、水质、热水、刷手间的要求

第2条 排水设备、地漏、卫生器具、排水管路的要求

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

9.1 给水设施

9.1.1 对给水设计的要求

(1)洁净手术部内的给水系统应有两路进口,管路均应暗装,并采取防结露措施。

给水系统应有两路进口,意思是不允许间断供水,应采取双向供水。手术部的供水应有两条独立的干管保证,一路故障时另一路马上可以投入使用。如果只有一条给水管,应设置贮水箱或增设第二水源来保证安全供水。贮水箱应有水位控制和事故报警设施。当水源不足或浮球损坏为低水位时,一定要报警,以引起管理人员注意,及时解决手术中的用水需求。

(2)洁净手术部内的给水:一是医护人员生活用水,刷手、清洗手术器具用水,所以需要冷热水兼有;二是用以冲刷墙壁、冲扫地面用水。水的质量直接影响室内的洁净度,影响到手术的质量。因此,供水不但要不间断,而且水质要可靠,水量和水压要保证。

(3)为保证洁净手术室内的洁净度,室内的设备应尽量减少,故通过洁净手术室的管道及刷手间的管道应暗装。管路应暗设在技术夹层或管道竖井中。暗装的管道也要做好保温,采取防结霜措施,宜采用管外壁缠包毛毡、纤维棉、聚乙烯泡沫管壳等,以保证手术部的温湿度,同时也防止墙面受潮、粉刷脱落,影响墙面质量和建筑美观。管道上的保温层应缠包密实、均匀、牢固、表面平整。手术部内如需要设置无菌水及冷却水系统,其管道也不应引入手术室内,而是引到邻近附属房间。

(4)密封措施是保证室内洁净度的重要环节。因为做好穿入洁净手术室内的管道的密封就是防止室外未净化空气的尘埃进入室内,防止室内净化空气向外渗漏,而影响室内的正压值,同时也减少室内能量的消耗。所以穿墙和穿楼板的管道应设套管密封,套管内的管段不得有接头。管子与套管之间填充不透水的弹性材料。这些密封材料还必须是不燃的和不会产生尘的,要封牢、封严。

(5)管道井应有足够维护检修的尺寸,应设检修门,以利于平时管理,一旦水管泄露,可及时组织维修。如果管道井很小,在阀门及排水管道检查口处也必须设检修口,防止管道万一泄露,不破坏隔墙就可检修。只有管道平时没有可能泄露时才可不设检修门或检修口。

(6)洁净手术部内的各种管线繁多,给排水、医疗气体、采暖、通风、空调、冷冻、冷却、照明、电话等管线,无论设在管井,还是在夹层中、吊顶内,各种管线往往会在平立面位置相互挤占、交叉、碰撞。如果不进行综合安排、合理施工安装,会给维修管理带来诸多不便,影响今后正常使用。所以管线的综合设计与施工是当今建筑设备设计需要认真对待的问题。

(7)给水管与卫生器具及设备的连接必须有空气隔断,严禁直接相连。给水管道不能直接连接到任何可能引起污染的卫生器具及设备上,除非在这种连接系统中留有空气隔断装置或设有行之有效的预防回流装置,否则经污染的水由于背压、倒流、超压控流等原因从卫生器具和卫生设备倒流进给水系统,污染饮用水,其结果是相当危险的。所以,给水管的配水口应高出用水设备溢流水位的最小空气间隙,不得小于配水出水口给水管管径的2.5倍。无条件设置空气隔断间隙的装置,如延时自闭式冲洗阀等应安装真空破坏器。大便器和小便器冲洗水箱上的浮球阀出水口,高出溢流管的溢流口的距离不得小于25mm。

(8)给水管道应使用不锈钢管,钢管或给水塑料管。长期以来,镀锌钢管占据着给水管道的主要市场,而镀锌钢管的腐蚀问题越来越被人们所关注。由于锈水给饮用和管理带来诸多难题,目前一些发达国家和地区早已禁止使用。在我国取代镀锌钢管各省市已经开始付诸实施。

我国上海市建委 1998 年第 0141 号文件规定:从 1998 年 5 月 1 日起禁止设计镀锌钢管,推广使用塑料给水管。国务院四部委 1999 年下达了“关于在住宅建设中淘汰落后产品的通知”(295 号文件),规定 2000 年 6 月 1 日起,在城镇新建住宅中,禁止使用冷镀锌钢管用于室内给水管道,并根据当地实际情况逐步限时禁止使用热镀锌钢管,推广应用铝塑复合管、交联聚乙烯(PE-X)管、三型无规共聚聚丙烯(PP-R)管等新型管材,有条件的地方可推广应用铜管。

因此,我国建筑市场给水管出现了许多新产品,国产的、进口的层出不穷,大体可分三种类型,即塑料管、金属管和复合管。

【参考】 塑料管有化学稳定性好、卫生条件好、热传导低、管内光滑阻力小、安装方便、价格低廉、材料基本无毒无二次污染等优点,其缺点是抗冲击性差,耐热性差,热膨胀系数大。

金属管最受青睐的是铜管。据了解铜管在经济发达国家和地区的给水、热水供应中得到普遍应用。美国和加拿大 80% 以上供水管为铜管,在香港 50% 的供水系统中采用了铜管。铜管使用历史最悠久,机械性能好,耐压强度高,化学性能稳定,耐腐蚀,使用寿命为镀锌钢管的 3~4 倍,管材管件齐全、接口方式多样。另外,铜还具有抗微生物的特性,可以抑制细菌的孳生,尤其对大肠杆菌有抑制作用,有 99% 以上的水中细菌在进入铜管道 5h 后会自行消失。所以,铜管为首选管材。

不锈钢管强度高,刚度好,内壁光滑,外观漂亮,无二次污染,故也受到重视,它正朝着减小壁厚、降低成本方面发展。

第三类金属与非金属复合管,兼有金属管材强度大、刚度好和非金属管材耐腐蚀、内壁光滑、不结垢等优点。复合管的缺点是两种材料热膨胀系数相差较大,容易脱开。某市某管道有限公司的衬塑管道,采用特殊工艺,在钢管内壁加工出凸型网花纹,大大增加了外层金属管与内层塑料管之间的摩擦力,从而有效地减少了内、外管之间热膨胀不一致现象,使用寿命是镀锌钢管的 5 倍。在洁净手术部使用的给水管一定要充分考虑其安全性能和卫生性能好的管材。

9.1.2 给水管线及设计原则

设计时应从整体出发,使管线布置得当,采用以下综合设计、相互避让的原则:

- (1) 压力管道避让重力自流管道,因为重力自流管道有坡度要求,不能随意升降。
- (2) 给水管避让排水管,因为排水管多为重力流管道,且管内污物易发生堵塞,所以应尽量直流,直接排到室外。
- (3) 附件少的管道避让附件多的管道,这样有利于施工操作和检修,更换管件。
- (4) 经常维修的管道放在外侧。

各种管线在同一处布置时,还应尽可能做到呈直线、相互平行、不交错,还要考虑预留施工安装、维修更换的操作距离,设置支柱、吊架的空间,以便热膨胀补偿的余地等。

- (5) 给水管道的强度试验、气密性试验,必须符合设计要求及施工规范。

9.2 水质要求

9.2.1 供给洁净手术部的用水

其水质必须符合饮用水水质标准,刷手用水宜进行除菌处理。

供给洁净手术部的用水,必须符合现行的国家标准《生活饮用水水质卫生规范》(卫法监发{2001}161号),这是最基本的要求。因为许多国家城市自来水管厂的出厂水质是必须符合生活饮用水标准的,在世界上许多国家打开自来水龙头就可直接饮用。然而我国的情况是,自来水

由于经过较长距离给水管网的输送以及贮水容器的长期置放，和周围不洁环境接触，就产生了二次污染(滋生了细菌，生成铁锈等)。各单位自己管理的自备井水，由于管理不规范，也同样有污染的情况。所以，自来水在使用前应增设过滤消毒等再处理装置。这在北京市生活饮用水卫生监督管理条例第七条(八)和即将出台的新规范中已有明确规定。据了解，建筑物内设置二次升压给水系统，设贮水箱、二次消毒装置的地方，其贮水箱质量、贮水箱处的卫生条件、消毒设备的管理都很不规范，实际上二次消毒没有得到保证。所以，在手术部，对于要求较高的刷手用水，宜选择小型的除菌设备进行再消毒处理。如采用陶瓷过滤器、紫外线消毒器、臭氧和二氧化氯等水质消毒灭菌器，可过滤水中杂质，灭掉水中的细菌。

9.2.2 洁净手术部内的盥洗设备

盥洗设备应同时设置冷热水系统；蓄热水箱、容积式热交换器、存水槽等的热水应不低60℃贮存，在需要循环的场合，循环水温至少在51℃以上。

【参考】 此项要求是防止水中生长肺炎双球菌。无论是供应手术室的热水来自何种贮水设备，都要满足这条要求。根据文献介绍，世界卫生组织推荐：“水应高于60℃储存，至少在50℃下循环。而对某些使用者而言，需要将水龙头出水温度降到40~45℃左右。为保证蓄水温度不利于肺炎双球菌的生长，这可以通过调温阀的使用来实现，该阀设在靠近排放点的地方。”又据美国ASHRAE杂志2000年9月号(46页)介绍：“在医疗卫生设施中，包括护理部设施，热水应在等于或高于60℃储存，在需要循环的场合，回水至少在51℃。”

9.3 刷手间要求

9.3.1 洁净手术部刷手间的刷手池

刷手池应设置非手动开关的龙头，按每间手术室不多于2个龙头配备。

【参考】 洁净手术部的刷手池应该是窄而深的，池底略小于池口宽度。刷手时，脚向前伸，使身体能靠近水池，利于刷洗手臂，水池深些可防止污水外溅。为了防止手碰龙头而感染细菌，刷手池应设非手动式的开关，刷手池旁应设接触式开关的肥皂液罐和电烘手器。目前国内医院刷手池龙头采用鹅颈龙头较多，控制开关采用较多的有肘式(与龙头合一)、脚踏式，还有膝式、光电及红外感应式开关。不管选择何种型式的开关，质量一定要可靠，否则会影响手术的进行。

刷手池应采用白瓷砖或不锈钢制品。白瓷砖刷手池的型式见国标《医院卫生设备安装》(92S340)图册，其中图4、5、6、7刷手池为安装图。这是结合我国手术特点而设计的土建式刷手池的标准图。近几年新

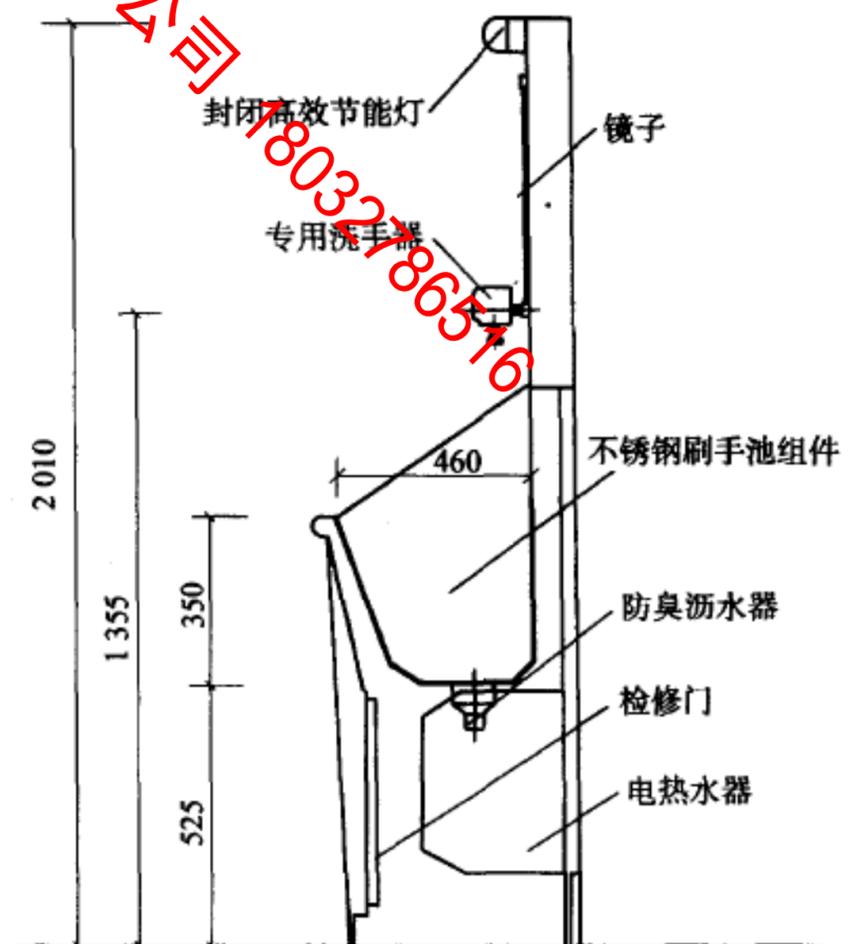


图 9.1 落地式不锈钢刷手池(XSC-2)

建的洁净手术部都采用不锈钢洗手池。图 9.1 和图 9.2 为某医疗净化工程有限公司生产的 XSC-2, XSC-2A 两种不同型式的不锈钢水池。XSC-2 为整体落地式, 无集中热水供应时采用。但该池近人外侧壁应少倾斜一些, 以防溅水。洗手池底箱的电热水器可直接把冷水加热到所需要的温度, 供医护人员使用, 只是供水温度需要慢慢调节。为使温度恒定, 可采用自动调温阀。自力式平衡压力式恒温混合阀(ZP-25-2 型)就可不受给水温度、压力和用水量大小的影响, 出水温度稳定, 当冷、热水一路断流时, 另一路自动切断, 可防烫、防冷激事故发生。恒温混合阀具有体积小、性能好、品种多、节能、安全及水温恒定的功能, 其管径为 DH15~DH80。

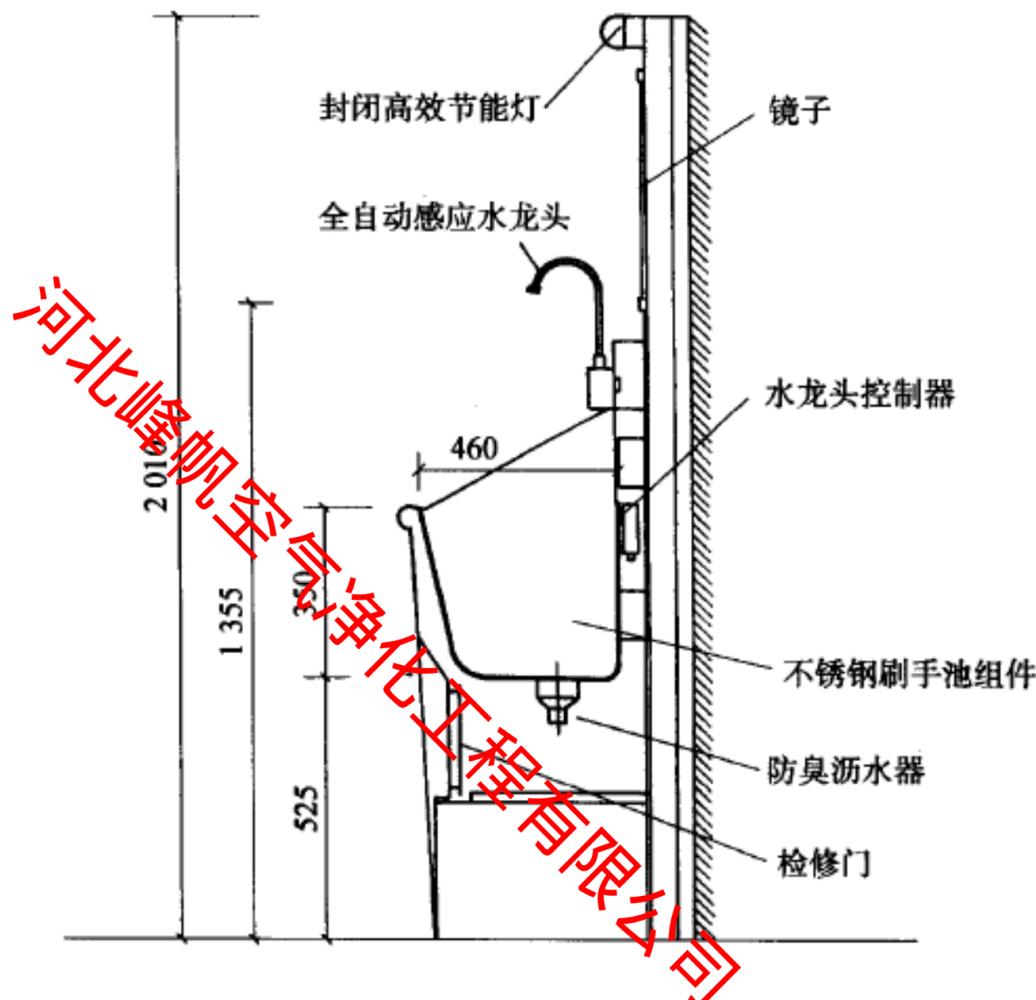


图 9.2 壁挂式不锈钢洗手池(XSC-2A)

图 9.3 为 523 型恒温混合阀, 图(a)为其外观, 图(b)为其原理图。通过混合出水口的温仓感应水温而自身膨胀或收缩来调节冷热水进水比例, 从而自动恒定水温, 节水节能。恒温混合阀还能在冷水水源供应中断后几秒之内迅速关闭热水。

XSC-2A 为壁挂式不锈钢洗手池, 它的热热水来源于集中管道系统, 热水温度必须大于 60℃, 与冷水混合后使用。

9.3.2 龙头

一般一个手术间不多于 2 个龙头。洗手池应临近手术间, 洗手池距离手术室最好在 15m 之内, 因为洗手后必须在 10s 内走进洁净手术室, 否则在 100 000 级的走廊中走的时间过长, 会增加细菌感染率。洗手池最好设在单独的洗手间内, 因为洗手池是个易污染环境的地方, 下水口与地漏易积污垢, 需要经常清理, 洗手池周围空气潮湿, 影响室内洁净度, 所以洗手池最好设在单独的房间内, 利于管理。所以, 洗手池要统筹兼顾, 合理配置。

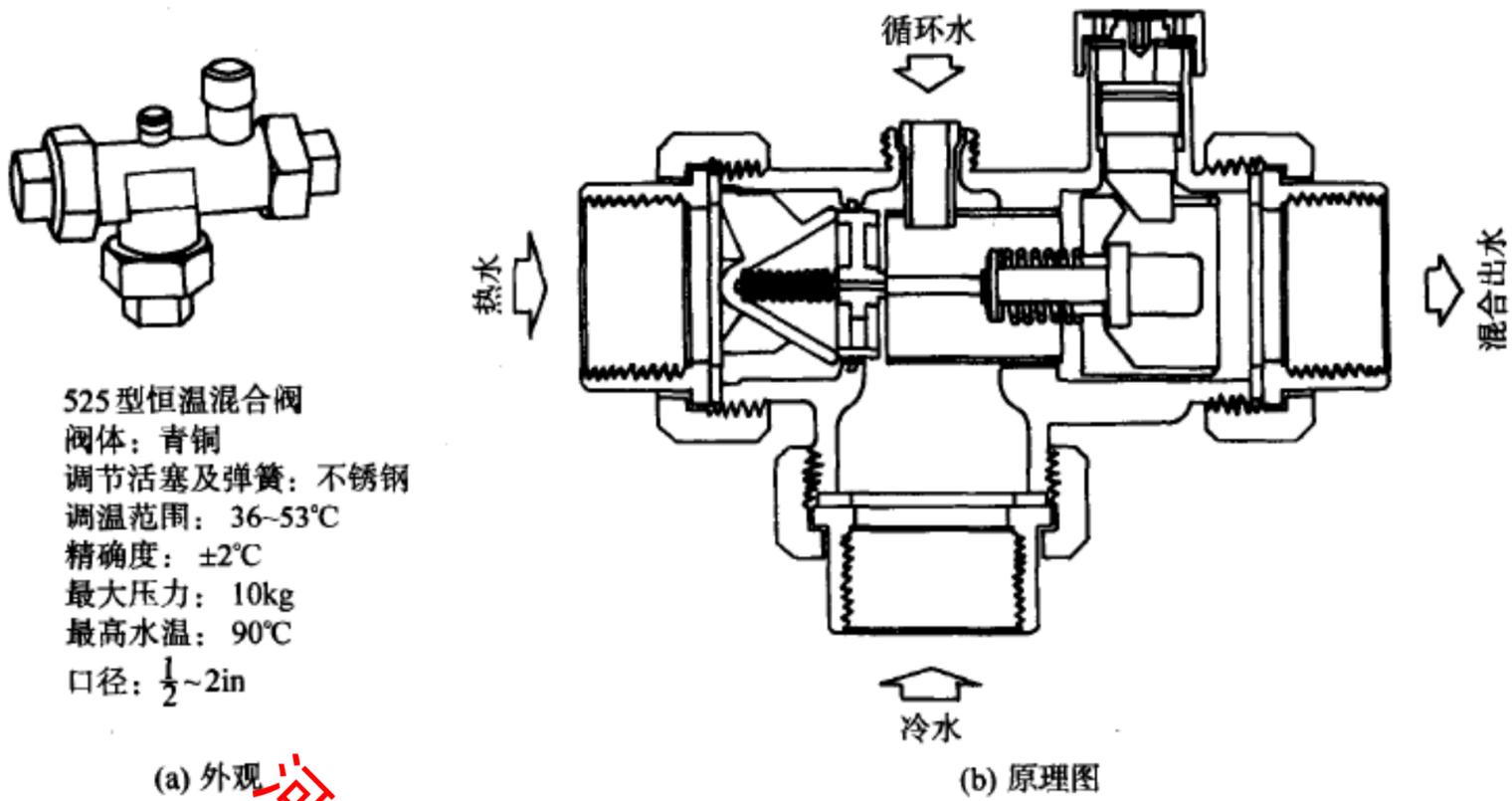


图 9.3 恒温混合阀(523 型)

9.4 排水设施

9.4.1 洁净手术室内的排水设备

排水设备必须在排水口的下部设置高水封装置，并应有防止水封被破坏的措施。

【参考】 洁净手术室内为防止污秽空气的污染，其室内所有设备都要密封，防止与室外大气相通。盥洗设备的排水口的下部管道直通室外下水井，无水时应与大气相通，变成一个通气孔口，下水道的污秽气体可窜入室内，污染室内空气。为了阻隔有害、有毒气体通过排水管道进入室内，一种方法是采用排水止回阀；但是由于污水中挟带有大量污物，其中纤维状的杂质极易挂带在止回阀阀瓣等部件上，造成排水止回阀关闭不严，使止气功能受到影响。另一种方法是在卫生器具接入排水管系的始端，设置一段弯曲管段，管段内存有一定量的水，该弯管在卫生设备使用时，它可以顺利地将污水排走，而气体被封住。这就是设备的排水口下部的存水弯水封，这是目前最有效的方法。而此水封深度不得小于 50mm，这个规定是根据排水管道系统内压力波动和水封蒸发等因素确定的。任何小于此值则被认为是不安全的。

所谓高水封，是针对以往存水弯水封较低、远远小于 50mm、极易干涸、臭气外溢而言的。按地漏加工的行业标准，DN50 规格地漏最小有效水封储量应大于 165ml；DN75 规格地漏最小有效水封储量应大于 330ml；DN100 规格地漏最小有效水封储量应大于 565ml。保证一定量的贮水容积及高度，以阻隔下水道污秽气体窜入室内。所以，卫生器具排水口的下部设置高水封装置是至关重要的。为防止水封被破坏，应做到：

①设计排水系统时要严格按《建筑给水排水设计规范》进行。排水管道要有足够大的排水能力，要按重力流设计，管道充满度为 0.5；设各种通气管的目的都是为了平衡管道内的压力，保护卫生器具的水封，设计时要按上述规范第 3.6.1~3.6.10 布置通气系统；连接于立管的最低横支管应与立管底部保持一定距离，否则极易破坏卫生器具的水封。

②医院建筑内的用水设备不得采用共用存水弯，手术部内的卫生设备更不允许采用共用存水弯，这样易于保持水封。

③选择优质的密闭式地漏,它具有排水时打开、不排水时可密闭的功能,既能防止水封损失而干涸,不使污浊气体窜入室内,又可隔离地漏积污而产生的臭气。

9.4.2 地漏

洁净手术室不允许设置地漏,地漏应设置在刷手间及卫生器具旁,必须加密封盖。

地漏作为排除地面积水的卫生设备,应设置在易溅水的用水设备旁,以及需要经常用水清洗地面、墙面的地方。地漏的安装应平整、牢固、无渗漏。地漏顶标高应低于附近地面 5~10mm,并应以 $I=0.01$ 的坡度坡向地漏,这样,可迅速排除地面积水,并使地漏的存水弯的水封得以经常补充水量,防止地漏水封损失而干涸。然而,地漏无论是直通式、管道带存水弯的,还是密封型,本身带密封盖的都是污水流入下水道的一个关口,此处易沉积有机物,易滋生细菌,有机物腐化发酵易生成有害气体而渗入室内,污染室内空气。所以,手术室内不应设置地漏。

【参考】 随着医疗技术的发展,手术室内的消毒采用药物而不用水,洁净手术室内不需要设地漏。设置在手术部的地漏一是要有足够的水封,满足《建筑给水排水设计规范》的要求,地漏水封不得小于 50mm;二是结构要简单,内部要光滑,水流通畅,不易积污,不得有冒溢现象,具有较好自清的能力,易于清扫;三是要加密封盖,防止水分蒸发和下水道内有害气体渗入。图 9.4 为惠东牌密闭洁净地漏(JDL-2-10 型),其材质为全不锈钢的,密封盖板下设有 O 型圈,不锈钢盖把室内和地漏内的空间隔开,一是防止水封内水量蒸发,水封破坏,二是防止臭气反窜入室内。

9.4.3 洁净手术部的卫生器材

洁净手术部应采用不易积存污物、易于清扫的卫生器具、管材、管架及附件。

【参考】 洁净手术部内的卫生器具应用白瓷砖或不锈钢制造,不应用水泥、水磨石等制作;一般露明的存水弯不应用表面粗糙的铸铁制品,可用镀铬、塑料等表面光滑材料;地漏不应用铸铁篦子,应用硬塑料、铜及镀铬件等表面光滑材料制作。洁净手术部内与设备连接的排水管,如采用螺纹连接宜采用聚四氟乙烯胶带填料,不得使用铅油、麻丝等填料。北京市城乡建设委员会及规划委员会文件(京建材[1998]48号)已规定,自 1999 年 7 月 1 日起禁止使用普通铸铁承插排水管。所以普通铸铁管严禁使用,代替它的是柔性铸铁管和机制排水铸铁管。柔性铸铁管及管件规格齐全,连接方式为管箍式与承插式两种,其优点是经久耐用,维修方便。机制排水铸铁管其性能是强度高,耐腐蚀,内外光滑,安装方便等,采用不锈钢卡箍式橡胶套筒接头。建筑排水塑料管如 UPVC 管、PSP 管、UPC 螺旋消音排水管,因其管壁光滑、阻力小、耐磨性能好,也得到广泛的采用。手术室内的排水管道的灌水试验结果及排水系统竣工后的通水试验结果,必须符合设计要求及施工验收规范。

9.4.4 洁净手术部的卫生器具和装置的污水透气系统应独立设置

透气系统的作用,一是将室内排水系统中散发的臭气排到大气中,二是向排水立管补充空气,使水流通畅,减少排水管内压力变化幅度,防止卫生器具的水封破坏。所以,超过一层的建筑应设通气管透气,而通气管必须直通室外,不得接至风道和烟道上。由于洁净手术部所在医院建筑位置不同,污水透气系统采取型式各异,透气管可为伸顶透气管、专用透气管或环型透气管等多种型式。但无论哪种,为防止其他污水系统臭气进入洁净手术部,透气系统不要和其他医疗用房合用。洁净手术部内的卫生器具和装置,也应有自己的独立的透气管道。

9.4.5 洁净手术室的排水横管应比常规大一级

医院内主要构筑物的排水管道口径应比常规加大一级,并采取防堵塞、防渗漏、防腐蚀措

施。医院内管道种类多、线路长，遇有故障就要凿墙断壁，甚为不便，而手术过程中污物量较大，为了防止排水管道堵塞，适当加大手术室排水管道口径，可减少日常的维修量。

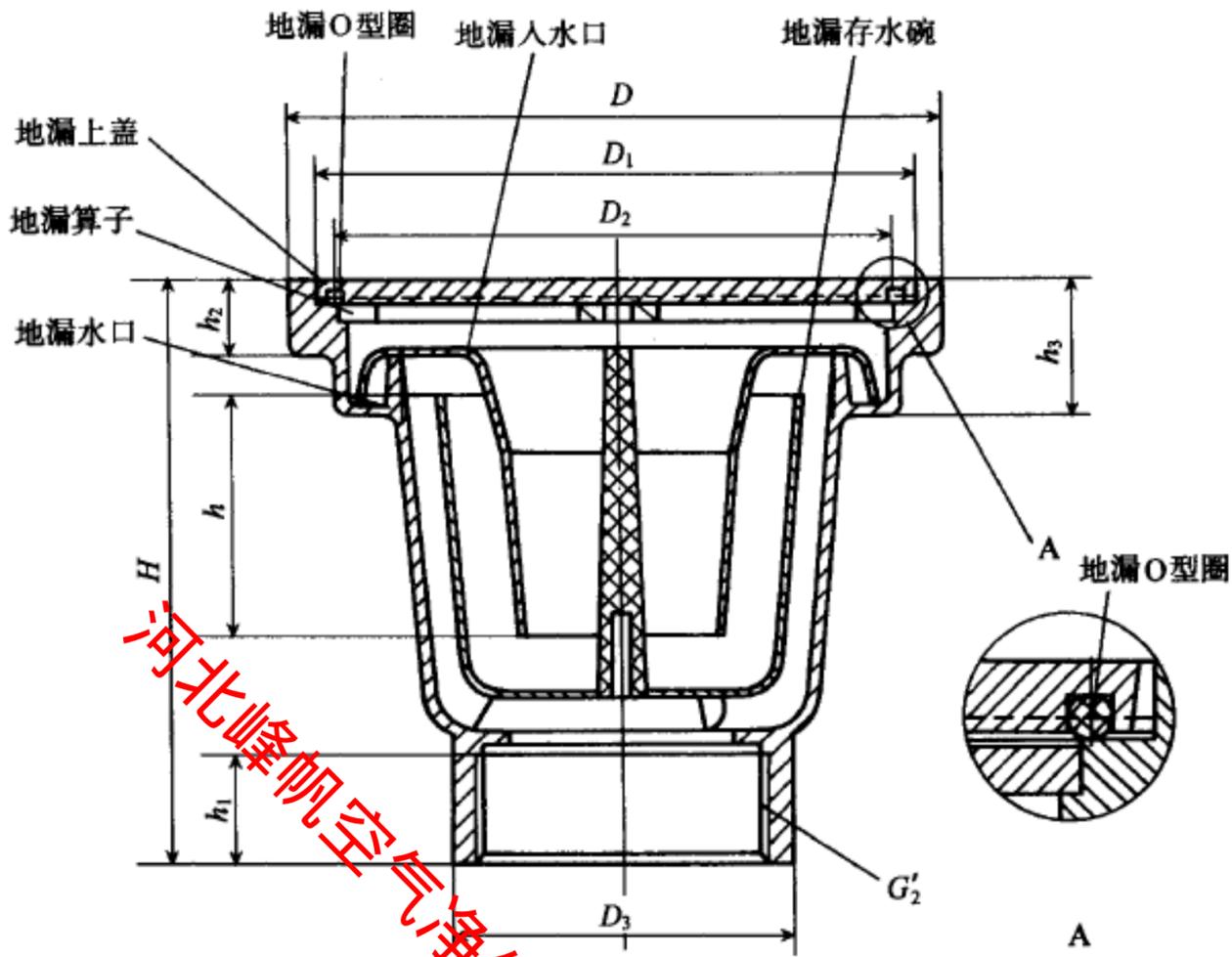


图 9.4 洁净地漏(JDL-2-10 型)

第 10 章 消 防

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

- 第 1 条 洁净手术部耐火等级
- 第 2 条、第 3 条 关于防火分区、防烟分隔、防火门
- 第 4 条 消火栓的要求和手术室内洒水喷头问题
- 第 5 条 技术夹层内的报警装置
- 第 6 条~第 8 条 排烟设计要求
- 第 9 条 集中供氧干管的切断

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的强制性条文

- 9.0.1 洁净手术部应设在耐火等级不低于二级的建筑物内
- 9.0.2 洁净手术部内应设置能紧急切断集中供氧干管的装置

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

10.1 概述

医院建筑是公共建筑的一种形式，医院洁净手术部是医院建筑中的一个功能构成部分。医院洁净手术部的建筑有多种方式，有的与医院内其他功能的建筑合建在一起，有的则独立建造，视医院的条件和规模而定。不管是合建还是独立建造，无论是单层、多层建筑还是高层建筑，其建筑内部的防火分区、高层与多层的建筑高度划分界限、建筑的耐火等级划分及相应的建筑构件的耐火极限要求等，其建筑的防火设计均应首先符合综合性民用建筑防火设计国家标准[如国家标准《建筑设计防火规范》(GBJ16-87)和《高层民用建筑设计防火规范》(GB50045-95)]的有关要求。作为医院功能建筑的一部分，尚应符合国家行业标准《综合医院建筑设计规范》(JGJ49-88)的规定。因此，洁净手术部的建筑防火设计除符合本指南的规定外，尚应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》、《高层民用建筑设计防火规范》和《综合医院建筑设计规范》等的规定。

建筑的消防安全是一项综合性系统工程，应按照“预防为主，防消结合”的消防方针，根据建筑火灾的发生、发展规律及其危害、人的行为特性和外部救援能力、城市的消防设施情况和地区的人文与气候、环境、经济条件等因素综合确定，进行建筑的消防安全设计。

一般，建筑火灾带来的危险是：火灾或高温有毒烟气对建筑内或需进入建筑的人员生命安全和疏散行为的威胁；火焰或高温对结构承载力的威胁；超过某一允许程度的燃烧扩大对邻近防火分区或其他建筑的威胁以及建筑火灾过程中对建筑本身和周围环境的不良影响；火灾对建筑物内财产或因火灾造成的生产中断等所遭受的经济损失等。国家标准《建筑设计防火规范》和《高层民用建筑设计防火规范》主要从建筑内部防火分区和外部的防火间距、建筑物内可燃物等火灾荷载的控制等措施形成的建筑被动防火体系，建筑内外的灭火设施、火灾报警设施与防排烟设施等建筑主动消防体系，以及疏散距离控制、安全出口、避难层和应急疏散指示与照明装置设置等构成的人员安全疏散系统等三方面，对建筑的消防设计进行了原则性规定。《综合医院建筑设计规范》结合综合医院的特点，在上述两项国家标准及其他国家标准的基础上进一步在其“防火”一章中做了补充和细化。《医院洁净手术部建筑技术规范》则结合洁净手术部的功能需要和建筑特点作出了更有针对性的具体要求。

建筑防火主要有两种不同的途径：一种是通过合理设计和管理，追求不失火或少失火，一旦失火，能将其尽量限制在某一个较小的防火分隔空间内；另一种是建筑发生火灾时如何采取措施实施控制和扑灭火灾，尽量使火灾被扑灭在初期发展阶段，追求初期灭火或控火。建筑被动防火体系主要是根据燃烧的基本原理，采取措施防止燃烧条件的产生或削弱燃烧条件的发展，阻止火势蔓延，即控制建筑物内的火灾荷载密度，提高建筑物的耐火等级和材料的燃烧性能，控制和消除点火源，采取分隔措施以阻止火势蔓延。建筑主动防火体系则主要采取措施及早探测火灾、破坏已形成的燃烧条件，终止燃烧的连锁反应，使火熄灭或把火灾控制在一定范围内，减少火灾危害，主要依靠设置火灾自动报警系统、建筑灭火设施和防排烟系统来实现。

10.2 建筑内部装修的防火要求

建筑内部装修设计是建筑设计的一部分，装修所使用的材料都是对火较敏感的材料，而绝大多数建筑火灾都是由室内开始蔓延扩大的。因此，室内装修材料的燃烧性能是影响火灾条件

下火灾发展和人员安全的重要因素之一。装修材料对火灾和人员安全的影响主要有以下几方面：影响火灾从起火到轰然的速率，增加火灾荷载密度，产生有毒烟气，降低室内能见度。因此，建筑内部装修设计必须考虑建筑防火需要。

【参考】 火灾荷载密度，即建筑室内所有可燃材料完全燃烧所产生的总热值与室内参考面积的比值。工程上，一般采用楼地板面积作为参考面积。

10.2.1 设计的一般原则

医院洁净手术部的室内装修主要为墙面、顶棚和地面以及室内家具、饰物。在设计中应充分考虑洁净手术部内空间的密闭特点和功能要求，妥善处理装修效果、使用安全和消毒清洁的矛盾，尽量采用不燃材料和难燃材料，避免采用遇高温或燃烧时会产生较多烟气或有毒气体的材料。根据建筑室内着火后高温烟气的流动和火势发展的规律，我国规范按照在一个房间内使装修材料的燃烧性能从顶棚至地面逐步降低的要求进行选材。

(1)对于洁净区，如窗口不能开启或经常处于密闭状态，其内部装修设计应按无窗房间考虑。

(2)无自然采光楼梯间、封闭楼梯间、防烟楼梯间的顶棚、墙面和地面均采用 A 级装修材料。

(3)建筑的水平疏散走道和安全出口的门厅，其顶棚装修材料应采用 A 级装修材料，其他部位应采用不低于 B₁ 级的装修材料。

(4)民用建筑内部各部位装修材料的燃烧性能等级，不应低于表 10.1 的要求。

表 10.1 民用建筑内部各部位装修材料的燃烧性能等级

建筑物	建筑规模、性质	装修材料燃烧性能等级								
		顶棚	墙面	地面	隔断	固定家具	装饰织物			其他装饰材料
							窗帘	帷幕	家具包布	
单层、多层医院病房楼	含洁净手术室	A	B ₁	B ₁	B ₁	B ₂	B ₁	—	—	B ₂
单层、多层办公楼、综合楼	设有中央空调系统的办公楼、综合楼	A	B ₁	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	—	—	B ₂
	其他办公楼、综合楼	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₂	—	—	—	—
高层综合楼、医院病房楼	一类建筑	A	B ₁	B ₁	B ₁	B ₂	B ₁	B ₁	B ₂	B ₁
	二类建筑	B ₁	A	B ₂						
高层办公楼、科研楼	一类建筑	A	B ₁	B ₁	B ₁	B ₂	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁
	二类建筑	B ₁	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂	B ₂	B ₂

(5)装修不应遮挡消防设施(如消火栓、自动报警装置、自动灭火设施、防排烟设施等)和疏散指示标志及出口，也不应改变疏散出口或安全出口门的开启方向，不应减小疏散出口、安全出口以及疏散通道的有效疏散宽度或妨碍这些设施的正常使用。所谓有效疏散宽度，是指按照规范规定的疏散人数和百人疏散指标计算人员安全疏散所必须的最小净宽度。按照国外通行做法，该宽度一般还应考虑出口或疏散通道的边界效应。在考虑防火分区内疏散通道的宽度时，应计算疏散通道或疏散出口的有效宽度，而不是其净宽度，这一点需要注意。

建筑内部装修的其他防火设计应符合国家标准《建筑内部装修设计防火规范》(GB50222-95)的有关规定。

【参考】 有效疏散宽度。人员在行走时，为了保持身体的平衡而摆动两侧的手臂，因而人员在通道内疏散时，要与侧壁保持一定的距离，而不是紧贴着侧壁或扶手行走，从而使疏散通道或疏散出口的边界存在一个边界层，这一部分宽度不能被人员疏散利用。因此，在进行疏散计算时应扣除边界层的宽度，应按疏散通道或出口净宽度减去边界层宽度后的宽度考虑。表 10.2 是各类通道内存在的边界层的宽度值。

表 10.2 各类通道内存在的边界层的宽度值

疏散通道的类型	楼梯	护栏, 扶手	剧院内的椅子, 体育馆内的长凳	走廊, 坡道墙	障碍物	宽阔的大厅, 走道	门, 拱形门
边界层厚度/cm	15	9	0	20	10	46	15

10.2.2 装修材料的分类与分级

(1) 分类分级。

医院洁净手术部内的装修材料按使用部位和功能可分为顶棚装修材料、墙面装修材料、地面装修材料、隔断装修材料、固定家具、装饰织物(如窗帘、帷幕、床罩、家具包布等)和其他装饰材料(如楼梯扶手、挂镜线、踢脚板、窗帘盒和暖气罩等)。

装修材料的燃烧性能参照国家标准《建筑材料燃烧性能分级方法》(GB8624)分为不燃材料(即 A 级)、难燃材料(即 B₁ 级)、可燃材料(即 B₂ 级)和易燃材料(即 B₃ 级)4 级。大部分材料按照《建筑材料燃烧性能分级方法》(GB8624)分级,但地面装饰材料按《铺地材料临界辐射通量的测定—辐射热源法》(GB11785)分级;装饰织物按《纺织织物阻燃性能测定 垂直法》(GB5455)分级;塑料材料按《氧指数法》(GB2406)、《水平燃烧法》(GB2408)和《垂直燃烧法》(GB4609)分级。在国家标准《建筑内部装修设计防火规范》(GB50222)中将后三种装饰材料分别分级为 B₁ 级和 B₂ 级。

【参考】 建筑装修材料。

①纸面石膏板按我国现行建筑材料防火测试方法和分级方法,其燃烧性能属 B₁ 级,但如纸面石膏板安装在钢龙骨上时,可作为 A 级装修材料使用。

②当胶合板表面涂覆一级饰面型防火涂料时,可作为 B₁ 级装修材料使用。用于墙面装修时,可在朝向室内的一面涂刷防火涂料;用于吊顶装修时,应在两面均涂刷防火涂料。

③单位重量小于 300g/m² 的纸质、布质壁纸,当直接粘贴在燃烧性能为 A 级的基材上时,可作为 B₁ 级装修材料使用。

④涂于燃烧性能为 A 级基材上的无机装饰材料,可作为 A 级装饰材料使用;施涂于 A 级基材上的湿涂覆比小于 1.5kg/m² 的有机装饰涂料,可作为 B₁ 级装饰材料使用。

⑤当采用不同装饰材料进行分层装修时,各层装修材料的燃烧性能等级均应符合《建筑内部装修设计防火规范》的要求。复合型装修材料应由专业质量监督检验机构进行整体测试,并划分其燃烧性能等级。

⑥当顶棚或墙面表面局部采用多孔或泡沫塑料时,其厚度不应大于 15mm,面积不应超过该房间顶棚或墙面面积的 10%。

(2) 复合板中聚苯及其燃烧毒性。

高聚物受热分解产生的可燃物质与一定比例的空气混合并达到闪燃温度(又称闪点)、着火温度(又称着火点)或自燃温度(又称自然点)时,便开始燃烧。一般,着火点比闪点高 20~30℃。聚苯乙烯的闪点为 360℃,着火点约为 380℃,自燃点为 495℃。聚苯乙烯复合板的构造

形式决定了聚苯乙烯在受火过程中并不直接接触明火，它是通过水泥砂浆保护层传导过来的热而发生形变、气化和无焰燃烧。

聚苯乙烯保温隔热板：聚苯乙烯板芯板几乎不用于外围护结构体系，但常用于建筑物(如食品加工厂等)内部保温隔热。聚苯乙烯在火灾中的特性与硬质氨基甲酸乙酯(PIR/PUR)是不同的，它是一种热塑性材料，易熔化、收缩、燃烧，软化温度大约是 100℃，熔化温度大约是 180℃。随着温度的升高，聚苯乙烯会熔化，并且受热表面会收缩而形成空腔，使得火焰进入空腔中，从而产生熔化的熔滴从围护面的内、外侧流出。试验表明，一旦火焰进入板芯，火可在装饰面之间无限制地传播，烧损板芯材料。如果装饰面安装不牢固，就会过早发生坍塌，严重影响火焰蔓延的速度。只要确保装饰面及各接合处安装可靠，就不会造成火焰突然蔓延到墙上。

聚苯乙烯保温隔热板在大规模火灾试验中的主要表现为：熔化、收缩，产生熔滴，加剧火势，在饰面内存在隐蔽的火焰蔓延，不牢固的保持饰面的框架会倒塌。

所谓燃烧毒性，是指可燃材料在燃烧或热分解的过程中所派生出的毒性气体。这类气体被受灾空间中的人吸入后会因其毒性效应而死亡。鉴于燃烧毒性对人体的伤害，各国都开展了大量有关火灾毒性的研究。试验结果表明，一般的有机聚合物在空气中燃烧产生的气体产物包括一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、二氧化硫(SO₂)、氨气(NH₃)、甲烷(CH₄)、氰化氢(HCN)、氯化氢(HCL)等。其中CO、CO₂和HCN是火灾中致人于死亡的最主要的燃烧毒性气体。

聚苯乙烯泡沫塑料在燃烧时会生成一些毒性气体。试验表明，聚苯乙烯在燃烧时将产生一氧化碳、二氧化碳、甲烷、乙烯和乙烷，但不会产生氰化氢。其中甲烷、乙烯和乙烷的含量只占所有气体含量的 2%左右。美国国家航空航天管理局(NASA)开发的 Lindberg 水平管式炉专用于毒性试验。试验时，在该炉中放入一只小白鼠暴露于燃烧环境中 30min，每 10min 测定一次死亡率和失去体能的情况。通过实测，给出了 27 种有机材料的测试结果，详见表 10.3。就燃烧毒性而言，有焰燃烧和无焰燃烧的毒气作用量是不一样的。聚苯乙烯有焰燃烧所产生的毒性比无焰燃烧所产生的毒性要大，两者比值约为 1:76。一般，复合板中聚苯乙烯的燃烧基本属于无焰燃烧。

表 10.3 用 Lindberg 水平管式炉测定的聚合物材料的相对毒性

项 目	致死时间/min	致无能力时间/min	动物数
纶/人造纤维(7/3)	4.54±1.0	3.74±0.23	8
羊毛	7.60±2.90	5.45±1.77	16
丝	8.94±0.01	5.84±0.12	8
皮革	10.22±1.72	8.16±0.69	8
红橡木	11.50±0.71	9.09±1.00	8
聚苯烯	12.98±0.52	10.75±0.18	8
聚酯(织物)	13.30±1.95	8.85±3.25	8
芳香聚酰胺	13.50±0.98	11.79±1.71	8
聚氨基甲酸酯(硬泡沫)	14.05±0.60		12
ABS	14.48±1.59	10.58±1.32	8
花旗松	14.76±0.90	11.79±0.90	12
棉	15.10±3.03	9.18±3.61	8
PMMA	15.58±0.23	12.61±0.06	8
芳砜聚合物	15.72±1.40	10.61±1.33	8
丁橡胶	15.58±0.97	9.50±0.61	12
聚偏乙烯	15.86±2.74	6.50±0.11	8

续表 10.3

项 目	致死时间/min	致无能力时间/min	动物数
尼龙-6.6	16.34±0.85	14.01±0.13	8
聚氨酯甲酸酯(软泡沫)	16.60±1.14	10.21±0.86	8
PVC	16.84±0.93	12.67±2.84	8
酚醛树脂	18.81±4.84	12.92±3.22	16
聚乙烯	19.84±0.29	8.36±0.80	8
聚(乙烯)	20.50±2.05	16.94±2.39	8
天然橡胶	22.13±1.73	15.35±4.32	12
双酚 A 聚碳酸酯	23.04±5.25	16.02±1.85	8
SBR	24.11±2.08	15.73±6.25	12
聚苯乙烯	26.16±0.12	19.04±0.39	8
氯化聚氯乙烯	27.35±4.21	11.11±6.21	8

(3)国内有关硬质泡沫塑料燃烧试验的标准、方法。

我国目前主要有三个国家规范或标准即《建筑设计防火规范》(GBJ-16-87)、《建筑物隔热用硬质聚氨酯泡沫塑料》(GB10800-89)以及《建筑材料燃烧性能分级方法》(GB8624-97)与硬质泡沫塑料应用中的燃烧试验方法直接相关。为实施这些标准,先后制订了大约十个相关的国家级测试方法。

新修订的《建筑材料燃烧性能分级方法》(GB8624-97)中对多种材料增加了氧指数指标。但由于这一指标的局限性,在国际上几乎不用作标准要求的测试指标。国内有关研究人员曾使用三种方法,即氧指数法(材料维持燃烧所需的最低的氧浓度)、ISO 可点燃性(热辐射)试验以及氢-氧焰点燃(对流)法,对 10 种常用建材进行燃烧性能评价,结果如表 10.4 所示。结果表明,这些材料的阻燃性能对这几种试验方法的测试结果排序呈无序状。以阻燃聚氨酯为例,用氧指数衡量(24.5),排在这 10 种材料的第二号。但以 ISO 可点燃性以及氢-氧焰点燃法试验,其阻燃性则是最差的。显然,用氧指数的高低来衡量材料的燃烧难易程度并不可靠。因此,在选用氧指数法作为建材燃烧性能法规性评价方法时应慎重。当然,氧指数法作为一项评价材料燃烧性能的方法,由于它可以给出相对准确的数字,在实验室及产品配方遴选中,被广泛用作评价材料的阻燃性能。

表 10.4 氧指数法、ISO 可点燃性试验以及氢-氧焰点燃试验比较

材 料	氧指数法	ISO 可点燃性试验	氢-氧焰点燃法
阻燃聚氨酯泡沫	8	10	5
聚苯乙烯板	1	9	4
玻璃纤维和尼龙增强聚酯板	6	8	6
高密度聚苯乙烯	3	7	3
PMMA 板	2	6	7
层压纤维板	4	5	8
PP 板	7	4	9
PVC 板	9	3	2
PE 板	10	2	10
低密度 PE 板	5	1	1

注:试验是在加拿大国家研究院消防研究室完成的。

(4)硬质氨基甲酸乙酯是热固性材料，遇火会变硬而炭化。而聚苯乙烯是热塑性材料，遇火则熔化并会被点燃。对硬质氨基甲酸乙酯板的试验表明，不管是PUR还是耐火的PIR保温材料，在装饰面之间没有隐蔽的火焰延烧。内装饰面稍有翘曲，接缝处保持完好；在紧靠火源处火焰确实会从接缝处进入板芯，检查发现只有局部炭化现象。对于硬质氨基甲酸乙酯板，由于火灾中的热影响保温材料会逐渐分解，并形成稳定的具有保护作用的焦块。开始只是接着内装饰面的保温材料炭化，使保温板受到保护。随着火灾的发展，炭化层会逐步变厚，直到火灾被扑灭或熄灭时为止。这个过程中板会发烟。但耐火的聚氨酯(PIR)发烟量小，其他硬质氨基甲酸乙酯(PUR)发烟量较大。

硬酯保温板在大规模火灾试验中的主要火灾特性为：结构保持完整；板芯内无火焰扩散；满足保温隔热标准；无灼热熔滴；高于300℃时逐步分解，但发烟量较小；在热源附近面板与芯材之间会丧失黏接力，但不危及其整体性；对消防队员无额外危害。

设有喷淋头情况下对硬质氨基甲酸乙酯板的试验：增加喷淋头后重复硬质氨基甲酸乙酯板试验，以检验对板的影响。根据安装间距，将两个喷淋头安装在可燃材料构造的墙体附近。试验采用手动启动方式，以确保在启动之前火灾充分燃烧。结果为：在30s内，侧墙接合处的燃烧火焰被扑灭，烟气的颜色变成灰色，然后随着试验的进行逐步变成白色。喷淋头的设置只能淋湿边墙(木垛)的第一层和背面，因而这些部位的温度在喷淋头启动1min内就从550℃降到100℃，烟层平均温度降到270℃。

使用水喷淋系统不仅可以控制传统意义上的火情，而且对存在硬质氨基甲酸乙酯板情况的火灾能使火场的温度保持在防止板芯材料燃烧的水平以下。

硬质氨基甲酸乙酯板在大规模火灾试验(设有水喷淋装置)中的主要火灾特性为：限制燃烧与板卷入火灾；限制板的受损面积；减少发烟量。

(5)岩棉保温隔热板或高密度岩棉保温隔热板。

这些板的正常密度为100kg/m³，主要用作根据建筑规范要求耐火极限大于30min(隔热材料)的外围护结构或其他高火灾危险的场所。

高密度岩棉板的性能试验结果与防火产品一样好。同所有保温隔热材料一样，这种板与所有保温隔热体系一样，也会因内部饰面遭受火灾发生翘曲而毁坏，板芯因温度的影响而需要替换。

岩棉保温隔热板在大规模火灾试验中的主要火灾特性为：保持结构的稳定性；板芯内无火焰蔓延；板芯材料对火势作用极小；保持保温隔热材料的完整性；超过300℃时黏结剂和树脂受影响；热源附近的黏结力丧失，板材受损(发生翘曲)。

(6)玻璃纤维及岩棉板。

对用内衬板、86mm厚保温隔热棉及外部防护板组成的标准多组件组装体系进行了对比试验，并对玻璃纤维(11kg/m³)与岩棉(23kg/m³)的燃烧性能进行了评价。

矿物纤维本身是不燃材料，不会加剧火势。然而连接纤维的黏合剂及透气薄膜可以燃烧，并对火灾和发烟量产生有限的影响。试验表明，这种低密度的纤维棉在温度超过600℃时会产生严重的收缩现象。对于玻璃棉，在850℃时就会使玻璃化到只有10mm厚。更高密度的岩棉在火源附近还会产生严重的损坏现象，但收缩量较小，保温隔热性能下降也较小。

玻璃纤维及岩棉保温隔热板现场组装体系在大规模火灾试验中的主要火灾特性为：保持结构的稳定性；温度超过500℃时，保温隔热材料收缩；温度超过850℃时，失去保温隔热性能；板芯材料对火势作用极小；热源附近的黏结力丧失，板材受损(发生翘曲)。

(7) 洁净手术室建筑和设计的基本条件正是从它功能的特殊性而来：①要求最大限度地保持接近无菌的清洁环境；②要求为医务人员创造出最有利于工作的舒适环境，因此其墙面一般要求是无污染高清洁度的墙面。该类墙面宜采用具有可减少尘埃的黏附的低静电、不燃、令人感觉舒服的亚光颜色、不腐烂、保养方便、无毒、抗冲击性和防水等性能的板材。图 10.1 为采用此类防火板所做的手术室墙板实物照片。

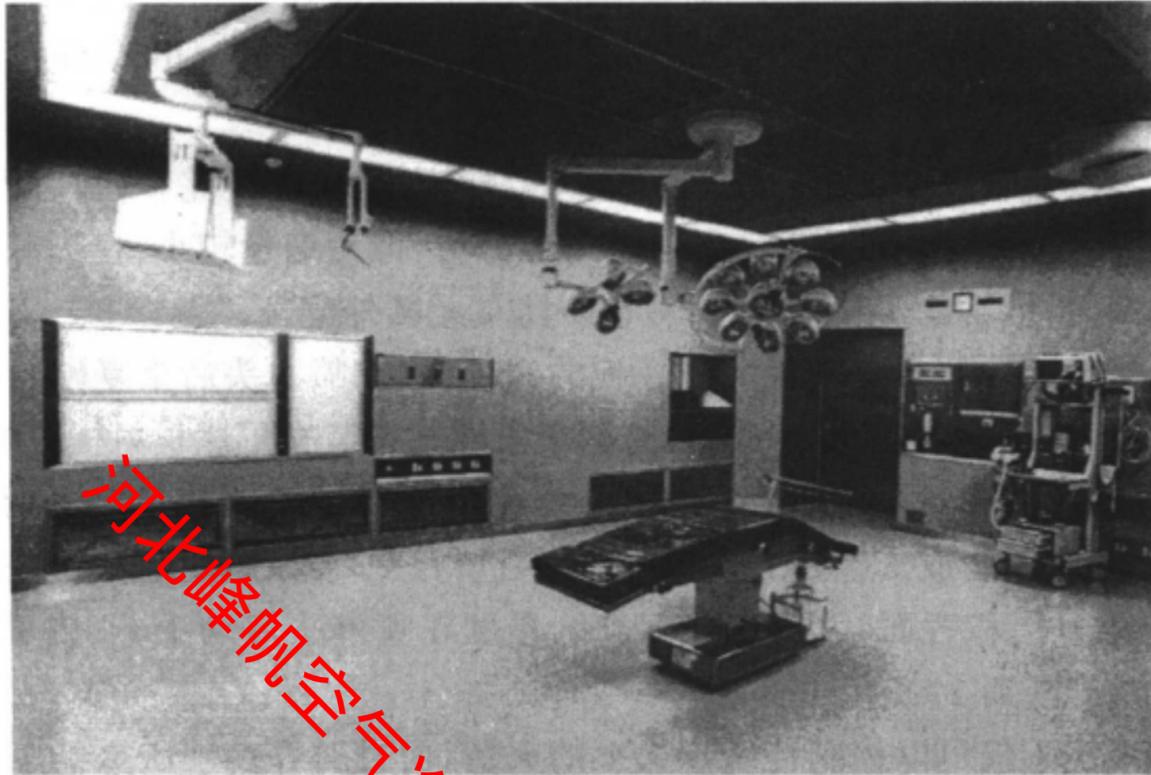


图 10.1 墙板为防火板的手术室

10.3 建筑的耐火设计与防火分隔

10.3.1 建筑物的耐火等级

我国有关建筑防火设计的国家标准根据建筑物的重要性、火灾危险性、建筑高度、火灾荷载密度和使用人员特点等将建筑物的耐火等级分为一级、二级、三级和四级共 4 级。一级的耐火性能最高，四级的最低。

建筑物的耐火等级是由构筑整个建筑物的所有构件的耐火性能共同决定的，但其中的墙体、支承柱、梁、楼板、屋面承重体系等主要承重构件的耐火性能起着决定性作用。其中一、二级耐火等级的建筑物对建筑构件的耐火性能要求见表 10.5。

医院洁净手术部的功能要求其所在建筑应具有较高的耐火等级，采用一级、二级耐火等级的建筑物或设在一级、二级耐火等级的建筑物内。在设计时，应尽可能采用较高的耐火等级；其吊顶材料宜采用不燃材料，采用难燃材料时应尽可能减少其发烟指数、火焰传播指数和发热量。

【参考】 建筑构件的耐火性能。建筑构件的耐火性能由其耐火极限和燃烧性能决定。

(1) 建筑构件的耐火极限是指对任一建筑构件按时间-温度标准曲线进行耐火试验，从受到火的作用时起，到失去支持能力或完整性被破坏或失去隔热作用时止的时间(h)。在我国，建筑构件的耐火极限测试按照《建筑构件耐火试验方法》(GB/T9978)进行。其判定条件为：

1) 当用标准规定的棉垫进行完整性测试时，如棉垫被引燃，表明试件失去完整性。

2) 如试件背火面的平均温升超过试件表面初始温度 140℃ 或单点最高温升超过初始温度 180℃，表明试件失去绝热性。

3)如试件在试验中发生垮塌或变形量超过规定数值,表明失去支持力。

上述三个条件的任一项出现时,均表明试件达到耐火极限。

(2)建筑构件的燃烧性能还取决于组成构件的材料的燃烧性能。

建筑材料的燃烧性能按照《建筑材料燃烧性能分级方法》(GB8624)分为 A₁ 级(不燃)、B₁ 级(难燃)、B₂ 级(可燃)和 B₃(易燃)材料 4 级。有关测试方法可分别见《建筑材料不燃性试验方法》(GB5456-85)、《建筑材料难燃性试验方法》(GB8625-88)和《建筑材料可燃性试验方法》(GB8626-88)。

表 10.5 不同耐火等级建筑物相应建筑构件的耐火极限和燃烧性能

建筑类别		单层或多层		高层	
		一级	二级	一级	二级
墙	燃烧性能和耐火极限/h				
	构件名称				
	防火墙	不燃烧体 4.00	不燃烧体 4.00	不燃烧体 3.00	不燃烧体 3.00
	承重墙、楼梯间、电梯井的墙	不燃烧体 3.00	不燃烧体 2.50	不燃烧体 2.00	不燃烧体 2.00
	非承重外墙、疏散走道两侧的隔墙	不燃烧体 1.00	不燃烧体 1.00	不燃烧体 1.00	不燃烧体 1.00
	房间隔墙	不燃烧体 0.75	不燃烧体 0.50	不燃烧体 0.75	不燃烧体 0.50
柱	支承多层的柱	不燃烧体 3.00	不燃烧体 2.50	不燃烧体 3.00	不燃烧体 2.50
	支承单层的柱	不燃烧体 2.50	不燃烧体 2.00	—	—
	梁	不燃烧体 2.00	不燃烧体 1.50	不燃烧体 2.00	不燃烧体 1.50
	楼 板	不燃烧体 1.50	不燃烧体 1.00	不燃烧体 1.50	不燃烧体 1.00
	屋顶承重构件	不燃烧体 1.50	不燃烧体 0.50	不燃烧体 1.50	不燃烧体 1.00
	疏散楼梯	不燃烧体 1.50	不燃烧体 1.00	不燃烧体 1.50	不燃烧体 1.00
	吊顶(包括吊顶格栅)	不燃烧体 0.25	难燃烧体 0.25	不燃烧体 0.25	难燃烧体 0.25

10.3.2 建筑物内的防火分隔

(1)防火分隔的重要性。就建筑物火灾而言,主要有被外部邻近建筑火灾引燃和在内部燃烧蔓延扩大两种可能方式。实际上,绝大多数建筑火灾是因其内部失火引起的。当建筑内某一空间发生火灾时,火便因燃烧过程中的热辐射、对流和传导,或通过着火室的楼板、墙壁内部的烧损处或门窗洞口向其他空间蔓延,如无有效灭火控火干涉且燃料足够,则最后将可能发展成为整座建筑物的火灾。因此,采取一定措施将建筑内某些火灾危险性较大或设备重要或不能中

断工作的场所与其他部位分隔开来，并在一定时间内把火势控制在规定的区域里，是非常重要的。

在建筑内部有关使用空间之间设置防火分隔区域可以有效地阻止火灾在建筑物内部的水平方向和竖向扩展，而将其限制在一特定的局部范围内。特别是高层建筑洁净手术部这样的场所，由于楼梯间、电梯井、管道井、排气道等竖向管井多，建筑层数多、水平和垂直疏散距离均较长，如防火分隔措施处理不好，火灾后果往往较严重。

为了便于火灾区域内的人员迅速疏散到安全的地方，有效控制火势延及范围，充分发挥消防设施和消防队控制火灾的能力，并方便使用，应合理进行防火分隔，严格限制水平防火分区的建筑面积。对于防火分区，参考国外情况，结合国内实际，不同性质和用途、不同耐火等级和防火类别的建筑物有不同的防火分区划分原则。一般，除应满足《建筑设计防火规范》、《高层民用建筑设计防火规范》和《综合医院建筑设计规范》有关防火分区的面积要求和(或)防火分隔及防火分隔物的构造要求外，还需结合建筑物的平面形状、使用功能、空间造型及人流、物流情况，妥善布置防火分隔物的位置，应在建筑物内部设置为扑救火灾所需防火通道，各危险区域之间及不同使用功能之间应进行防火分隔，并应保证作避难用的楼梯间、前室和走廊不受烟火威胁，始终畅通。对于高层医院建筑中的管道井等，宜采取每层防火分隔措施。

【参考】防火分区。防火分区是根据建筑物的特点，在建筑物内部采取规定要求的防火墙、楼板及其他防火分隔措施分隔，用以控制和防止火灾向其邻近区域蔓延的封闭空间。它是控制耐火建筑物火灾的基本空间单元。

防火分区的划分，既要从限制火势蔓延、减少损失方面考虑，又要顾及到平时使用管理，以节约投资。设计中一般包括水平防火分区和竖向防火分区两部分。水平防火分区用以防止火灾在水平方向扩大蔓延；竖向防火分区用以防止多层或高层建筑物层与层之间竖向火灾蔓延，电梯井、楼梯间等竖井的分区即属此类。《建筑设计防火规范》的防火分区见表 10.6。

表 10.6 有关规范对防火分区建筑面积的要求

耐火等级	最多允许层数	防火分区间		备注
		最大允许长度/m	每层最大允许建筑面积/m ²	
单层、多层 一、二级	按《建筑设计防火规范》第 1.0.3 条的规定	150	2 500	
三级	5 层	100	1 200	医院、疗养院的住院部分不应设置在三层及三层以上或地下、半地下建筑内
四级	2 层	60	600	医院等不应超过 1 层
一类高层建筑		1000		
二类高层建筑		1500		

注：设有自动灭火系统的防火分区，其允许最大建筑面积可按本表的规定增加 1 倍；当局部设置自动灭火系统时，增加面积可按该局部面积的 1 倍计算。

(2)防火分区。洁净手术部是一个相对独立的空间或建筑，当为独立建筑时，其防火分区的划分应按照现行国家标准《建筑设计防火规范》和《高层民用建筑设计防火规范》的规定进行。如为与其他医疗用途的建筑合建在一起时，宜划分为单独的防火分区。其防火分区面积除应按其建筑高度满足相应的建筑防火规定外，还应与其他区域完全分隔开。如与其他用途的房间同

处于一个防火分区内,洁净手术部也应采取有效的防火、防烟分隔措施,并应采用耐火极限不低于 2h 的隔墙与其他部位隔开,保证其自成一区。

与非洁净手术部区域相连通处应考虑防火防烟和洁净区内手术室的持续操作需要,在有条件时应设置防火门。门应采用耐火极限不低于乙级的防火门。当考虑到使用的需要与方便如手术车等通过等时,可采用设置前室或防火卷帘等措施进行防火防烟,且进入前室的门仍应采用耐火极限不低于乙级的防火门。防火门的设计应注意以下事项:

1) 防火门应为向疏散方向开启的平开门,并在关闭后应能从任何一侧手动开启。

2) 用于疏散走道的、楼梯间和前室的防火门,应能自行关闭。

3) 双扇和多扇防火门,应设置顺序关门器。

4) 常开的防火门在发生火灾时应具有自行关闭和信号反馈功能。

5) 设在变形缝附近的防火门,应设在楼层数较多的一侧,且门开启后不应跨越变形缝,防止烟火通过变形缝蔓延扩大。

采用防火卷帘时,应考虑防火卷帘的耐火性能与防烟性能和防烟防火封堵措施。当采用按照国家标准《建筑构件耐火性能试验方法》(GB/T9978)测试合格的防火卷帘时,可不设置防火冷却水幕;当采用按照国家标准《门和卷帘的耐火性能试验方法》(GB7633)测试合格的防火卷帘时,应设置防火冷却水幕。根据防火卷帘的实际使用情况看,卷帘导轨及卷帘卷轴与建筑构件(如梁、板等)之间的缝隙均是火灾时烟气蔓延的主要通道,应采取防火封堵材料密实封堵,或采用专用防烟密封件密封(如天津盛达安全科技实业公司的防火卷帘和防火门用防烟防火件,见以下说明)。

当与非洁净手术部区域相连通处直接通向敞开式外走廊或设置直接对外的门时,可不设置防火门。

【参考】

① 防火门。防火门(图 10.2)按耐火极限分甲级、乙级和丙级三级。甲级防火门的耐火极限不低于 1.2h,乙级防火门的耐火极限不低于 0.9h,丙级防火门的耐火极限不低于 0.6h。按其燃烧性能可分为不燃烧体防火门和难燃烧体防火门,通常有木质防火门和钢质防火门两种;开启门扇通常有单扇、双扇和多扇。

不燃烧体防火门一般采用薄壁型钢做骨架,在骨架两面钉 1~1.2mm 厚的薄钢板,内填木芯、矿棉或玻璃棉构成。国内产品主要为钢质防火门。钢质防火门是用钢板做门框、门板、骨架,在门扇内部填充不燃烧材料。

难燃烧体防火门一般采用一、二层木板交替排列钉在一起,用 5~7mm 厚的石棉板或 15mm 以上厚浸过泥浆的毛毡做夹层,从一面或两面把木板包严,表面钉铁皮;或内部及外框用阻燃木材构造,外包装饰材料构成。国内产品主要为木质防火门。木质防火门是用木材或木材制品作门框、门板、骨架,并配以五金件所组成的能满足耐火稳定性、完整性和隔热性能要求的门。

钢质防火门、防火窗、防火卷帘门已经成为防火分区的重要措施之一,通常用在防火墙、楼梯间、出入口和管道井开口部位,对防止烟、火的扩散、蔓延和减少损失起到重要的作用,目前已被广泛应用于高层建筑、医院、商业楼、展览楼、电力调度中心、高档写字楼、科研设施、档案楼等民用建筑和工业厂房、仓库等建筑中。

② 防火窗。防火窗分为固定式和自动关闭推拉式两种,其中设计了自动关闭推拉式防火窗感温装置的应优先考虑。

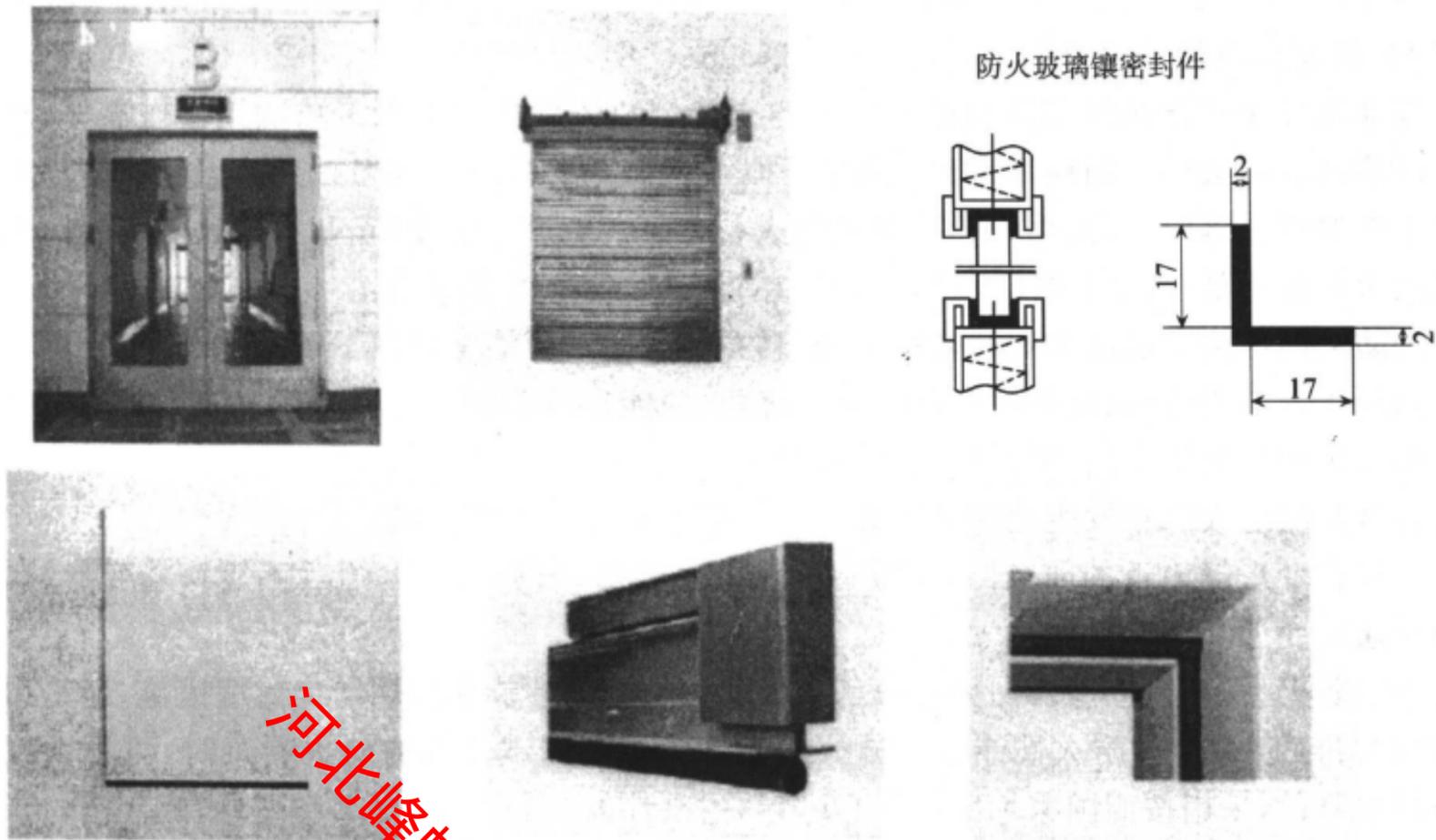


图 10.2 防火门外观

③防火卷帘。防火卷帘由帘板、车架、卷轴、导轨、配重、防护罩、电气控制箱及控制按钮等组成(图 10.3)。帘板一般用钢板、铝合金等金属板材,用扣环或铰接方法组成可卷绕的链状平面,或用非金属复合防火材料制作。钢质防火卷帘通常有轻型和重型两种。轻型卷帘的钢板厚为 0.5~0.6mm;重型卷帘的钢板厚为 1.5~2.6mm。

防火卷帘分为单片、复合、无机卷帘等几种,平时收拢在顶部,发生火灾时,卷帘自动下降,将火势控制在较小的范围内。卷帘的底座及导轨中配有密封胶条,能大大提高其密封性能。

防火卷帘的卷放有电动式与手动式两种。电动式卷帘在转轴处安装由按钮或联动控制设备控制的电动机来卷放;手动式则采用拉链等人工直接卷放。

(3)技术夹层防火。洁净手术部的技术夹层内布置有许多管道和管线,如过滤装置、电线、气体管道、通风管道等,并且夹层与下部空间呈封闭状态,在发生火灾后不易被发现和确定着火部位。发现时往往火灾已较难控制,火灾的燃烧状态通常表现为通风控制型,如措施不当还可能引发轰然导致较大危害。另外,在手术室内还可能发生火灾时人员仍处于手术中的情况,对烟火较敏感且疏散困难。因此,设计中应认真考虑洁净手术部的技术夹层与手术室、辅助用房等相连通部位的处理,并应采取必要的防火防烟分隔措施,如采用耐火极限不小于 1h 防火板制作的吊顶(包括吊顶板及固定支撑体系)。通风管道通过分隔体时,在分隔处应设置防火阀等。

【参考】

①通风控制型燃烧。通风控制型燃烧是受限空间的开口大小处于一定范围内、火区发展达到一定规模时出现的现象。燃烧过程中,可燃物的燃烧速率受到流进空间内的空气流率的控制。其危害在于容易在空间突然增加开口大小(如吊顶某薄弱位置的完整性被破坏)或改变通风条件时,易导致整个受限空间全面起火或燃烧速率突然加快。

轰然是室内火灾发展过程中因燃烧释放的热量大量积累,在一定条件下导致空间内几乎所有可燃物均全面起火燃烧的一个短暂现象。建筑防火中应努力避免这一现象的出现。

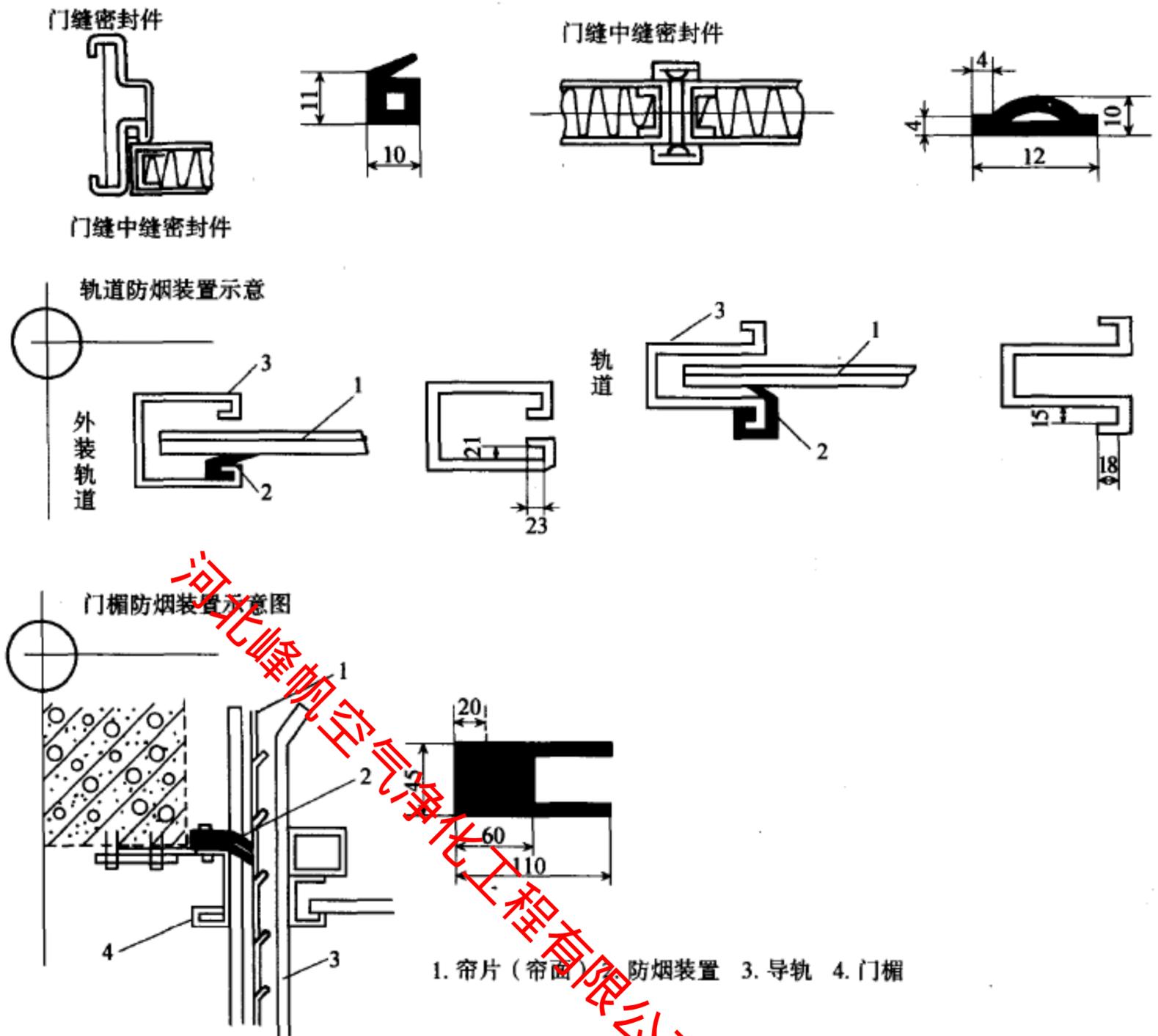


图 10.3 防火卷帘结构示意图

1. 帘片(帘面) 2. 防烟装置 3. 导轨 4. 门楣

②防火阀。防火阀是安装在通风、空调系统的送、回风管上，平时处于开启状态，火灾时当管道内气体温度达到 70℃ 时关闭，在一定时间内能满足耐火稳定性和耐火完整性要求，起隔烟阻火作用的阀门，一般由金属外框、金属阀片、转轴、易熔合金片、电动控制机构及弹簧等组成。

防火阀按其动作形式通常有自垂翻板式和弹簧式两种；按其外形通常有圆形和矩形之分；按其叶片构成可分为单叶和多叶两类。

防火阀的动作温度一般为 70℃，可手动关闭、手动复位及手动调节阀门角度，也可与火灾报警系统联动自动关闭。不管自动关闭还是手动关闭，都能发出电反馈信号。防火阀设置在通风管道上，平时处于开启状态。

火灾表明，在有通风、空气调节系统的建筑物内发生火灾时，穿越楼板、墙体的垂直与水平风道是火势蔓延的主要途径。在通风、空气调节系统管道上的适当位置设置防火阀，可以有效地防止这种情况的发生，阻止火势通过风管蔓延扩大，保证水平和竖向防火分区的可靠性。

在有通风、空气调节系统的建筑防火设计中，设置防火阀的位置和构造应符合下列要求：

(i)通风管道穿越不燃烧体楼板处应设防火阀。通风管道穿越防火墙处应设防烟防火阀或在防火墙两侧设双防火阀。

(ii)送、回风总管穿越通风、空气调节机房的隔墙和楼板处应设防火阀,防止机房的火灾通过风管蔓延到建筑物内的其他房间内。

(iii)送、回风道穿过休息室、多功能厅、会议室、易燃物质试验室、储存量较大的可燃物品库房及贵重物品间等性质重要或火灾危险性大的房间的隔墙和楼板处应设防火阀。

(iv)多层和高层建筑建筑中的每层水平送、回风管道与垂直风管交接处的水平管段上,应设防火阀。

(v)风管穿过建筑物变形缝处的两侧,均应设防火阀。

(vi)防火阀的关闭方向应与通风管内的气流方向一致,且应使设置防火阀的通风管道具有一定的强度,在设置防火阀的管段处应设单独的支吊架,防止风管变形。

③国外采暖通风空调及排烟管道的规范、标准有关通风管道材料的要求。

(i)英国。

英国有《DW/151 塑料管道规定》、《DW/191 实用指南:玻纤风管》、《DW/144 铁皮风管规定》等。

在《建筑规范 1991 年版/批准文件 B》第 10 条对于材料和组件的燃烧性能规定如下:

一般需要对铁皮风管采取保温措施以达到隔声、隔热的目的。在风管内部通常衬以消声层,同时在外部包敷保温层。有两种普遍应用的风管外保温方法:一是将保温层包敷风管外壁,另一种是在风管及其外围层之间填充保温材料。无论采取哪一种方法,当保温材料为非不燃材料时,在火灾中都会产生大量的热和烟。

尽管刚性的铁皮风管本身能够抗拒火和烟的穿透,但通常必须整体提供采用非不燃材制成的软性接头或连接件。这些部位是系统的薄弱环节,因此必须限制其使用。

必须谨慎选择风管组件,以保证与未得到充分隔绝的风管相连或临近的材料不会因为风管内火灾的热辐射或热传导而被引燃。

第 18.14 条规定当风管或管井的建造是为了地下室的通风和排烟,则必须采用不燃材的耐火结构

(ii)澳大利亚。

澳大利亚标准《建筑通风系统的管道》(AS4254:1995)规定:

用于排烟系统的防火阀、支管、风管以及相关设备,厨房通风排烟系统必须具备以下耐火性能:

- 不燃材:所用材料应该被视为不燃烧材料。

熔点:材料熔点不低于 1000℃。

保温:保温材料的熔点不应低于 500℃并且,如果应用于风管内,其金属穿孔表面熔点不得低于 1000℃。连接管道出口与风机,总长不超过 2m 的接头(消声器、密封件或类似附件),不需要遵守此条规定。玻璃纤维和岩棉类的内保温系统其金属穿孔表面熔点不得低于 1000℃,视为符合此规定。

柔性接头:柔性接头的熔点不得低于 500℃。

支管必须用厚度不小于 2mm 的铁皮制作或其耐火极限不低于对管井的要求。

厨房排烟系统,当排烟管不是设在专门的独立管井中时,必须采用厚度不低于 1.2mm 的马口铁皮,厚度不低于 0.9mm 的不锈钢或其他适合材料制作。

(iii)美国。

辅助材料如管道外饰面、管道内衬、蒸气屏障、黏合剂、固定件、垫片和风管的内芯材料以

及吊顶上结构空间、盖板、风管系统的消声器材料等的火焰传播指数不超过 25,没有持续燃烧现象,且发烟指数不超过 50。如果风管的外饰层和内衬需要用黏合剂粘贴,则必须采用相同的黏合剂进行测试,或者该黏合剂在最终固化状态下风管系统的消声器等的火焰传播指数不超过 25,没有持续燃烧现象,且发烟指数不超过 50。

风管盖板吊顶上用作风道的结构空间的外饰面和内衬在依据类似管道外饰面标准《高温隔热材料热表面性能试验方法的标准》(ASTMC411)进行测试时,不得引燃、发热、发烟。测试温度均高于 250 F (121℃)。

(iv)新加坡。

根据其《建筑消防实用规范》的要求,空调和机械通风系统的管道施工应符合以下要求:所有空调或其他通风管道包括其构架,必须采用钢、铝、玻纤板、岩棉板或其他经认可的材料施工;所有空调或其他通风管道必须得到充分支撑。

管道外饰面和内衬必须是不燃材料。但是,当不得不使用非不燃材料时:如按照《建筑消防实用规范》要求方法测试,材料表面火焰传播指数要不低于 1 级,但是在建筑物某些区域当要求吊顶为 0 级表面时,要求管道外饰面和内衬采用 0 级材料;当其在火灾中产生最少量的烟和有毒气体时,应离防火板至少 1m。

用于空调与机械通风系统的管道的保温材料应符合以下要求:管道的保温材料及其蒸气屏障内衬和黏合剂必须依据本规范所指定的方法检测,其表面火焰传播指数不低于 1 级;但是在建筑物某些区域当本规范要求吊顶为 0 级表面时,要求管道外饰面和内衬采用 0 级材料。

10.4 建筑内部的灭火设施

10.4.1 室内消火栓

室内消火栓是一种控制建筑内中初期火的基本灭火设施,因此建筑物内一般均应设置室内消火栓。由于洁净手术室内火灾荷载受到严格控制,且即使在室内设置了消火栓也往往无法使用,因此根据建筑防火设计规范的规定,建筑内需要设置消火栓时,可将应在手术室内设置的消火栓移至其附近,如设置在手术室外的走道等位置。但不论设置在何处,均应能保证其发挥应有的作用,使之能用于有效扑救手术室内的火灾。布置在手术室外的消火栓应能保证两只水枪的充实水柱同时到达手术室内任何部位。消防用水量及消火栓的保护半径等应符合相应建筑防火设计规范的规定。

当有些建筑规模较小而按规定不需要设置室内消火栓时,应从实际灭火需要出发设置消防软管卷盘或轻便消防水龙等轻便灭火设施。

【参考】 ①消防软管卷盘。消防软管卷盘是由阀门、输入管路、卷盘、软管、水枪等组成,并能在迅速展开软管的过程中喷射灭火剂的灭火器具,又名消防水喉、消防卷盘。消防软管卷盘应符合国家标准《消防软管卷盘》(GB15090-94)的要求。

②轻便消防水龙。轻便消防水龙是在自来水供水管路上使用的由专用消防接口、水带及水枪等组成的一种小型简便的喷水灭火设备。轻便消防水龙应符合国家公共行业标准《轻便消防水龙》(GN180-1998)的要求。

10.4.2 建筑灭火器

建筑灭火器是在有人情况下扑教室内初期火灾的一种轻便有效的灭火设施,任何公共建筑均应配置这种灭火设施。因此,洁净手术部也应设置建筑灭火器。

建筑灭火器的配置应结合医院内人员特点和洁净手术部的环境状况以及可燃物的种类等情况,不同区域配置不同类别的灭火器。对于手术室等洁净区域宜配置的气体灭火剂为介质的灭火器;对于非洁净区可视情况配置。如为可燃固体火为主的场所,则应配置能扑救 A 类火灾的灭火器;以可燃液体火(如医用易燃消毒剂、溶剂等)为主的场所,则宜配置扑救 B 类火灾的灭火器;如可能出现可燃固体、可燃气体、可燃液体混合火灾的场所,则应配置能扑救 A 类、B 类和 C 类火灾的灭火器。

洁净手术部一般应配备比较小型的灭火器,灭火剂类型宜选用气体灭火剂。但其灭火级别、配置数量、保护半径、设置高度等均不应低于现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》(GBJ140-90)的规定。

【参考】 按照国家标准《火灾分类》(GB4968-85),火灾类别按以下方式定义:

A 类火灾:固体物质火灾,这种物质如木材、棉、毛、纸张等往往具有有机性质,一般在燃烧时能产生灼热的余烬。

B 类火灾:可燃液体和可熔化的固体物质如汽油、柴油、沥青、乙醇、石蜡等引起的火灾。

C 类火灾:气体如煤气、天然气、丙烷、氢气等引起的火灾。

D 类火灾:金属如钾、钠、镁、钛、锆等引起的火灾。

10.4.3 自动喷水灭火系统

自动喷水灭火系统应用历史较长,工作性能稳定,安全可靠,维护管理方便,可用于各种建筑物中允许用水灭火且条件适用的保护对象和场所。大量事实表明,自动喷水灭火系统能及时扑灭初期火灾并发出火灾报警信号,可以减少火灾损失。同时,由于其喷水及时,还可降低着火空间内的温度,使火灾不易蔓延扩大,具有良好的灭火控火效果,是应用最为广泛有效的主动灭火设施。

自动喷水灭火系统是由洒水喷头、报警阀组、水流指示器等组件和配水管道及供水设施组成,发生火灾或环境温度异常升高时能自动启动喷水灭火或控火的固定灭火系统,包括闭式、雨淋式自动喷水灭火系统和水幕防火系统。

当建筑内需要设置自动喷水灭火系统时,考虑到手术室的功能,可不在手术室内布置洒水喷头,但其他辅助用房、走道、非洁净区等场所仍应按规定设置。自动喷水灭火系统的形式多样,对于洁净手术部一般应采用动作温度为 68℃ 的闭式自动喷水灭火系统,按中危险 I 级考虑。若具体设计应符合现行的国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》(GB50084-2001)的规定。

【参考】 当需要设置自动喷水灭火系统时,可不在手术室内布置洒水喷头。自动喷水灭火系统的设计应符合现行的国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》(GB50084)的规定。

10.5 火灾自动报警装置

火灾自动报警系统是人们为了早期发现通报火灾,并及时采取有效措施控制和扑灭火灾而设置在建筑物中或其他场所的一种自动消防设施。在许多发达国家,火灾自动报警装置或系统的生产与应用十分普遍。

火灾自动报警系统一般由触发器件(如火灾探测器和手动火灾报警按钮)、火灾报警装置、火灾警报装置和电源组成,复杂的还包括消防控制设备(如灭火控制装置、电梯、防火卷帘等联动控制装置、火灾应急广播和消防通讯、应急照明等控制设备),是一种集火灾自动探测、自动

报警于一体,并能与相关联动设备实现自动控制的系统。其基本形式有区域报警系统、集中报警系统和控制中心报警系统三种。

不同的建筑物,其使用性质、重要程度、火灾危险性、建筑结构形式、耐火等级、分布状况、环境条件、疏散扑救难度等各不相同。火灾自动报警系统的设置应根据保护对象的特点与实际需要,有针对性地进行设计,使该系统既与保护对象相适应,能有效实现早期报警,又经济合理。火灾自动报警系统的设计应符合国家标准《火灾自动报警系统设计规范》的规定。

不同种类的火灾探测器,其响应原理、结构特点、适用场所等不同。在火灾报警系统设计中,选择火灾探测器的种类,要根据探测区域内可能发生的初期火灾形成和发展特点、房间高度、环境条件以及可能引起误报的原因等综合确定。对于火灾初期有阴燃阶段,产生大量烟和少量热、很少或没有火焰辐射的场所或部位,应选择感烟探测器;对于火灾发展迅速,可产生大量热、烟和火焰辐射的场所或部位,应选择感温探测器、感烟探测器、火焰探测器或其组合;对于火灾发展迅速,有强烈火焰辐射和少量热、烟的场所或部位,应选择火焰探测器;对于火灾形成特征不可预料的场所或部位,可根据模拟试验的结果选择探测器。洁净手术部的技术夹层由于技术的需要,高度相对较高,密闭性能较好,且有较多可燃物存在,该空间的火灾早期发现与控制对于防止火灾扩大和保证人员安全特别是对那些正在手术中的空间内的人员安全十分重要。洁净手术部的技术夹层内的火灾在初期主要以烟气为主,宜采用感烟探测装置。

有关探测器类型的选择、安装高度与保护范围、火灾警报设备的设计、火灾报警传输线路的设计与防护、自动报警系统的功能等在国家标准《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-98)中均有明确规定。而有关消防控制室的设置位置以及防火分隔、安全疏散、抗电磁干扰以及通讯联系等防火设计要求则可按照《建筑设计防火规范》和《高层民用建筑设计防火规范》执行(有关探测器、火灾报警装置式样可参见图10.4)。

10.6 建筑的防烟与排烟

大量建筑火灾表明,火灾中的高温有毒烟气蔓延较快,蔓延通道多样,使得建筑内的烟气成为阻碍人们逃生和灭火行动、导致人员死亡的主要原因之一。建筑物的防烟设计对于减少建筑物内人员的安全和防止烟气的扩散十分重要。在医院洁净手术部的建筑消防安全设计中应重点考虑建筑的防烟与排烟。

(1)防烟与排烟设计的基本原则就是要防止烟气进入疏散通道,保证疏散安全。但对高层建筑或无窗建筑以及医院洁净手术部等类似场所,由于疏散和灭火困难,在其重要部位有必要进行防烟排烟设计,采取以控烟为主的设施。

防烟与排烟设计应根据烟气及其运动规律在平面布置中研究可能起火房间的烟气流向,通过不同的假设,找出最经济有效的防烟设计方案和控制烟气的流动路线,选用适当的防排烟设备,安排进排风口、管道的合理面积和位置。

(2)建筑的防烟或排烟均可通过自然排烟和机械加压送风或机械排烟方式实现。通过什么方式,应根据建筑平面布置、通风条件、空间高度和建筑内部的火灾荷载密度及其类型、形态、分布等综合考虑确定。

洁净手术部为了手术和洁净度的要求,一般均较密闭,且洁净区域均保持高于周围的气压。洁净区域一般不开窗或只开密闭的固定窗。其防排烟系统的设计,当为独立建造时应按照无窗建筑考虑;当与其他建筑合建时应按建筑内的无窗房间考虑。

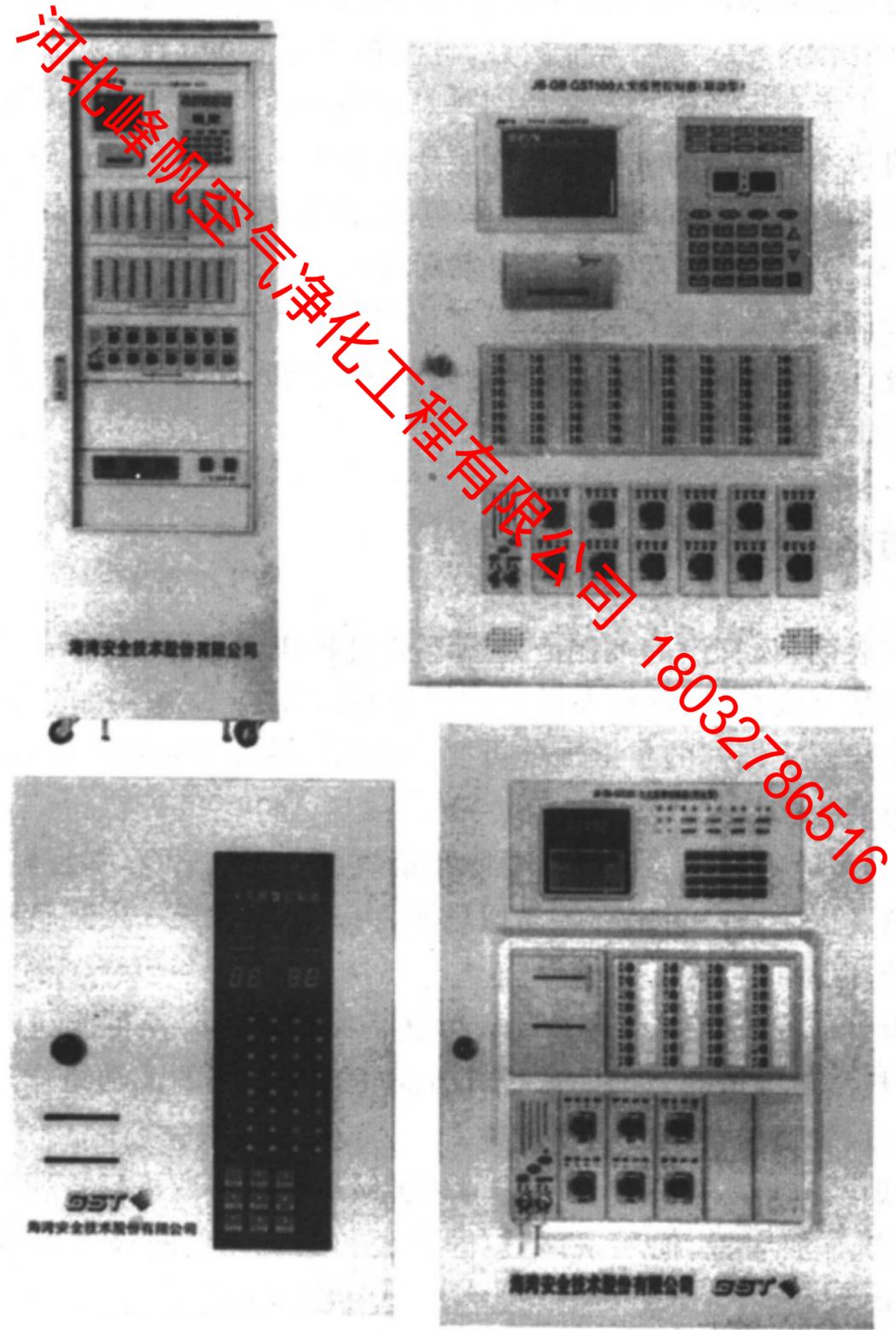
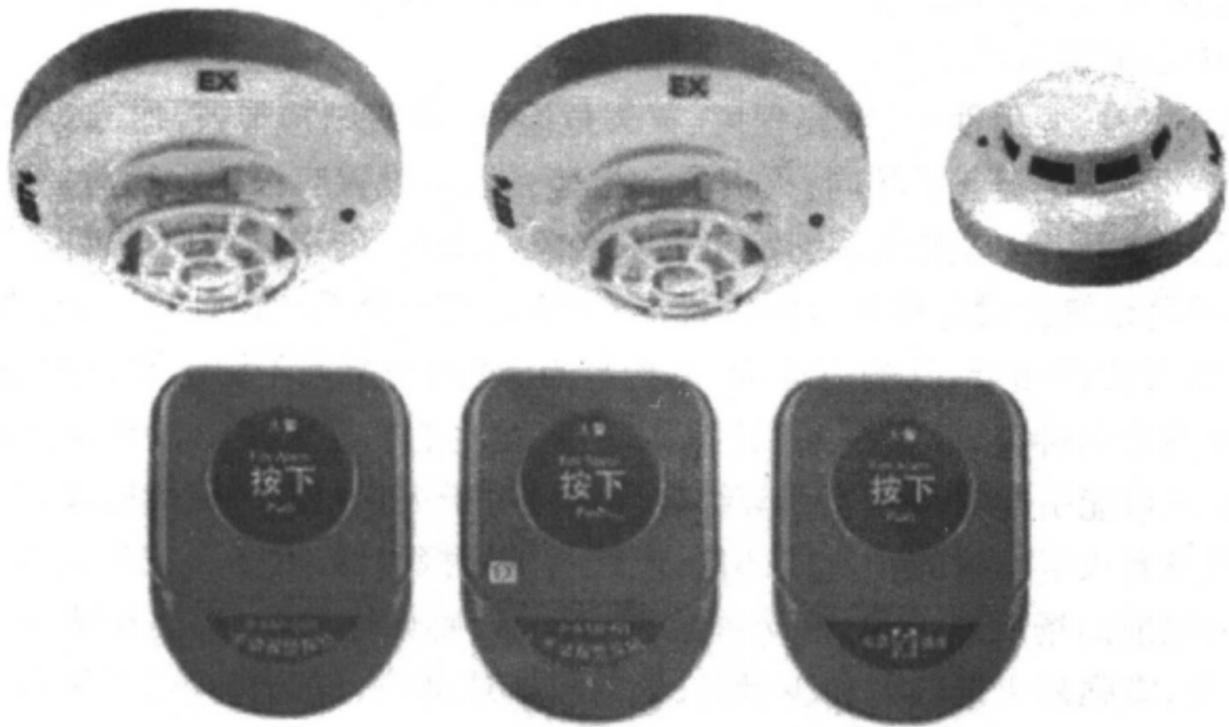


图 10.4 火灾报警探测器和报警控制装置示意图

由于现行的《建筑设计防火规范》尚未对建筑的防排烟系统设计做出规定，因此有关设计可以参照《高层民用建筑设计防火规范》和《人民防空工程设计防火规范》的有关规定进行。但建筑的防排烟系统设计在国外一直是建筑防火和烟气控制研究的特点，其理论也比较多，目前尚无被广泛接受的成熟的设计方法，人们正试图通过以性能为基础的设计方法来加以解决，并已开发了一些建筑内的烟气流动计算机预测与计算模型。

【参考】

①烟气是物质在燃烧反应过程中热分解生成的含有大量热量的气态、液态和固态物质与空气的混合物。

物质由于热分解、燃烧就会放出热量、光和烟气。烟气的组成成分和数量取决于可燃物的化学组成和燃烧时的温度、氧的供给等燃烧条件。一般建筑物内的可燃建筑材料、装修材料、可燃家具及存放的其他可燃物品，主要是由碳、氢、氧、硫、磷、氮等元素组成的有机化合物。在完全燃烧条件下，物质的燃烧生成物以二氧化碳、一氧化碳、水蒸气、二氧化硫和氮为主，参见表 10.7。在不完全燃烧条件下，不仅有上述燃烧生成物，还会生成醇、酮、醚、醛等类有机化合物。含碳量多的物质，在氧气不足的条件燃烧时，有大量的炭粒子产生。烟气对人体的危害主要是因燃烧产生的有毒气体所引起的窒息、对人体器官的刺激以及高温作用，参见表 10.8。

表 10.7 部分可燃物燃烧时产生的有毒气体

可燃物名称	产生的主要毒气
木材	二氧化碳、一氧化碳
羊毛	二氧化碳、一氧化碳、硫化氢、氨、氰化氢
棉花、人造纤维	二氧化碳、一氧化碳
聚四氟乙烯	二氧化碳、一氧化碳
聚苯乙烯	苯、甲苯
聚氯乙烯	二氧化碳、一氧化碳、氯化氢
尼龙	二氧化碳、一氧化碳、氨、乙醛
酚醛树脂	一氧化碳、氨、氰化物
环氧树脂	二氧化碳、一氧化碳、丙酮

表 10.8 常见可燃物热分解产物对人体的危害

气体名称	HCl	NH ₃	HF	SO ₂	COCl ₂	NO ₂
毒害作用	刺激眼、上呼吸道，由于上呼吸道破裂引起窒息	刺激眼、上呼吸道，导致肺气肿	刺激腐蚀眼、上呼吸道黏膜	刺激眼、上呼吸道、支气管黏膜，因肺、声门气肿、气管堵塞而窒息	刺激支气管、肺泡，因肺气肿产生呼吸困难而窒息	刺激支气管、肺泡，因肺气肿产生呼吸困难而窒息
1h 暴露安全	50~100	300~500	50~250	—	—	—
0.5~1h 暴露危险	1 000~2 000	2 500~4 500	—	50~100	25	117~154
0.5h 暴露致死	—	—	—	—	—	—
短时间暴露致死	1 300~2 000	5 000~10 000	—	400~500	50	240~775

(i)窒息作用。起火房间产生的一氧化碳的浓度，因可燃物的性质、数量、堆放情况和房间开口条件的不同而有显著的差异。它主要取决于可燃物热分解反应和氧化反应的速度比。当

室内的温度持续升高、可燃物的热分解速度加快、产生的游离碳增多时,如氧气供应不足,一氧化碳的浓度就会增高。着火房间的一氧化碳的浓度一般可达4%~5%,最高可达10%左右。人员接触1h 一氧化碳的安全浓度为0.04%~0.05%,对人员疏散而言,该浓度不应超过0.2%。

建筑物内当火灾燃烧旺盛时,二氧化碳的浓度可达15%~23%。一般人员接触10%左右浓度的二氧化碳,会引起头晕;严重者,会发生昏迷、呼吸困难,甚至处于停顿状态,失去知觉。接触20%左右浓度的二氧化碳,人体的神经中枢系统出现麻痹,导致死亡。

火灾时,由于燃烧要消耗大量的氧气,空气中的氧浓度显著下降,在燃烧旺盛时可至3%~4%。一般空气中的氧浓度低于11%时,人就会失去理智、痉挛、脸色发青。氧浓度低于6%时,人接触短时间就会死亡。

(ii)刺激作用。火灾时可燃物热分解的产物中,有一些气体如氯化氢、氨气、氟气氢、二氧化硫、光气和二氧化氮等对体会产生较强的刺激作用。

(iii)高温作用。建筑物内发生火灾,温度达到轰然点后,室内温度可达500℃以上,甚至高达800℃。高温不仅可使心率加快,人体大量出汗、很快出现疲劳和脱水现象,而且把人烧伤烧死。此外,高温烟气也是导致火灾迅速蔓延扩大、火灾损失增大的主要原因。烟气还会降低人的视距,给人造成恐怖感,影响人员的疏散和灭火行动。

②烟气在建筑物内的运动规律。火灾产生的高温烟气,其密度比冷空气小,由于浮力作用向上升起,遇到楼板或顶棚时,则转变方向形成烟气的水平扩散。这时如烟气的温度不下降,高温烟气与周围空气会形成明显分离的层流现象。但实际上,烟气在流动扩散过程中,一方面总有冷空气混合,另一方面又受到楼板、顶棚等建筑构件的冷却、阻挡,烟温逐渐下降,沿水平方向流动扩散的烟气遇到周围的物体时,也会进一步冷却向下流动。这样,逐渐冷却的烟气和冷却的空气流向燃烧区,形成了室内的自然对流,导致燃烧越来越旺。

烟气的流动扩散速度与烟气的温度和流动方向有关。烟气在水平方向的扩散流动速度较小,起火初期一般为0.1~0.3m/s,起火中期为0.4~0.8m/s。烟气在垂直方向的扩散流动速度较大,通常为1~5m/s。在楼梯间或管道井中,由于烟囱效应产生拔力,烟气流动的速度可达6~8m/s。

③烟气在着火房间内的流动。烟气在着火房间内向上升过程中,遇到顶棚后向四周水平扩散,并受到周围建筑围护体的阻挡和冷却,有沿墙向下流动的趋势。烟气不断产生,上部烟层逐渐增厚,到达门窗开口以下时通过开启的门窗洞口向室外和走廊扩散。如门窗是关闭的,烟层将继续增厚,至室内温度升高到一定(一般为200~300℃)时,门窗上的玻璃破裂,烟气从门窗的缺口处向室外和走廊扩散。

当烟气从竖窗口喷出时,附近被带走的空气可从窗口两侧得到补充,其轨迹呈向上弯曲状,火势从窗口向上蔓延的危险性不大;当烟气从横窗口喷出时,附近被带走的空气不能从窗口两侧及时得到补充,使火焰吸附在墙面上,且升展较长距离,这种情况对上层将构成很大威胁。

当房门关闭、无其他孔洞与走廊相通外墙上的窗开启时,当室外有风,窗口处于迎风面时,中和层将上升;当窗口处于背风面时,中和层将下降。

当房间门向走廊开启时,烟气的流动情况变得较复杂,它将与建筑物的烟囱效应、防排烟方式、室外风速、火灾温度等因素有关。

④烟气在走廊内的流动。从房间内流向走廊内的烟气,开始附贴在天棚下流动,由于受到冷却和与空气混合,烟层逐渐变厚。靠近天棚和墙面的烟气易被冷却,先沿墙面下行,随着流动

路线的增长及与周围空气混合作用的加剧,烟气温度逐渐下降而失去浮力,最后在走廊中心剩下一个圆形空间。

火灾试验表明,在火势旺盛阶段,烟气从室内流出后呈层流状态沿走廊的天棚流动,并且烟层厚度经过 20~30m 距离也不会变化。但在流动过程中,烟层如受到梁和其他突出物的阻碍以及受到室外空气进入或通风、空调系统气流的干扰,其层流流动距离将会缩短而形成紊流状态。

⑤烟气沿楼梯间、电梯井、管道井等竖井的流动。当室内空气温度高于室外时,气流将通过建筑物中气压中和面以下的各层外墙开口进入后,沿楼梯间、电梯井、管道井等竖井在建筑物中气压中和面以上的竖井开口进入室内,再通过各层外墙开口流出。一般在建筑物内的压力分布存在这样的关系,即建筑物下部的室外空气压力 $>$ 各层的压力 $>$ 竖井内的压力时,室外空气流向室内;建筑物上部竖井内的压力 $>$ 各层压力 $>$ 建筑物室外压力时,室内空气流向室外。此外,由于各层楼板间存在压力差,下层的空气流向上层;此时,一旦下层发生火灾,烟气向上流动,最顶层比着火层的上一层还危险。

当室内空气温度高于室外时,由于室内外空气容重的不同而产生浮力。建筑物内上部的压力大于室外压力,下部的压力小于室外压力。当外墙上开口时,通过建筑物上部的开口,室内空气流向室外;通过下部的开口,室外空气流向室内。这种现象就是建筑物的烟囱效应。这一现象平时对建筑物内空气的流动起着重要的作用。在火灾时,由于燃烧放出的大量热量,室内温度快速升高,建筑物的烟囱效应更加显著,使火灾的蔓延更加迅速。

⑥一般情况下,防排烟设计包括下列设计方法的一个或多个:加压法;排气法;气流法。

(i)加压法。加压法是最普通的烟气控制方法,最常见的例子是相对于房间和前室楼梯间加压。该方法是要使隔烟板的两侧产生压差,在多数情况下是在挡烟板两侧产生 25Pa 的压差。通常,防排烟系统在火灾发生区和相邻的区域或在前室和楼梯间产生 25Pa 的压差。例如,在一典型的高层办公建筑中,着火区的走廊被排气产生 25Pa 的负压,房间和前室保持正压,楼梯间保持正压。

工程上,加压方法要求计算出每层墙、顶棚、地板和门的泄漏面积。例如,在一个楼梯间,排烟区相对于相邻的烟气区或楼梯间通常产生 25Pa 负压。首先应计算出楼梯间墙、天花板、地面的面积,再乘一个漏风系数可得到维护结构的泄漏面积,再加上楼梯间的门泄漏面积,就可以得到楼梯间的总泄漏面积。利用总泄漏面积和所需的 25Pa 压差,可算出送风量,从而算出加压速率。

(ii)排气法。排气方法的目标是使空间维持一个可维持的环境,使烟气层的最低高度维持在人员安全疏散所需的耐受极限高度以上,一般为距楼地面 2.1m 或按照日本的推荐值为 $H_f \geq 1.6 + 0.1H_f$ (H_f 为室内净高)。排气方法普遍应用中庭和大型购物中心系统中。排气方法有几种计算模式,不再详述。

(iii)气流法。气流方法的原理是通过提供足够数量的空气,阻止烟气通过开口在防烟分区之间移动。影响气流方法计算的因素包括开口的高度、烟气的温度、周围空气的温度和气流速度。应用气流方法时应注意的一个问题是气流速度不能超过 1m/s。如果需要的气流超过这个限制,则应对其效果进行技术评估后确定是否采用这个方法。

⑦洁净区内的排烟口应有防倒灌措施。排烟口必须采用板式排烟口。

⑧洁净区内的排烟阀应采用嵌入式安装方式,排烟阀表面应易于清洗、消毒。

【参考】 排烟防火阀。排烟防火阀是安装在排烟系统管道上,平时处于开启状态,火灾时当管道内气体温度达到 280℃时自动关闭。在一定时间内能满足耐火稳定性和耐火完整性要求,起隔烟阻火作用的阀门。其组成和形状与防火阀相似。它一般设置在排烟系统的风管上,平时关闭,具有手动、自动功能。发生火灾时,火灾探测器发出火警信号,通过控制器给阀上的电磁铁通电,使阀门迅速打开或人工手动开启进行排烟。当温度达到 280℃时,阀门自动关闭,人工复位。阀门可与其他设备联动,动作后可输出电信号。

当房间发生火灾后,房间内的排烟口开启,同时启动排烟风机排烟,人员进行疏散。当排烟道内的烟气温度达到或超过 280℃时,烟气中已带火,但正常情况下房间内的人员已疏散完毕。如此时不停止排烟,烟火有扩大到其他部位的危险,并可能造成新的危害。因此,在排烟管道上设置在烟气温度超过 280℃时能自动关闭的排烟防火阀十分重要。

排烟防火阀的设置应遵守以下规定:

- ①在排烟系统的排烟支管上应设排烟防火阀。
- ②排烟管道进入排烟风机机房处应设排烟防火阀并与排烟风机联锁。
- ③在必须穿过防火墙的排烟管道上应设排烟防火阀并与排烟风机联锁。

10.7 建筑内部的安全疏散

洁净手术部内应设置火灾疏散应急照明和消防安全疏散指示标志。

火灾中人的行为研究表明:当人遇上火灾后,会变得异常恐慌,行为失控,产生趋光、从众、惯性思维、恐惧、奔向开阔空间等心理。由此,人员在火灾时特别是存在大量烟雾和正常供电中断情况下,往往无法找到正确的逃生路线,延误宝贵的疏散时间,导致伤亡。即使训练有素的消防救援人员,在较复杂的建筑中,如无清楚明确的发光指示标志指示,也很难较快找到安全出口和疏散路线。这对于迅速展开救援工作以及救援者自身的安全都是不利的。

在发生火灾等紧急事件中,如何使人员能在最短的时间内安全疏散到建筑外的安全地点,应作为建筑防火设计的重点。

火灾应急照明包括火灾疏散应急照明和火灾时仍需坚持手术部位所需要的照明。设置火灾疏散应急照明和消防安全疏散指示标志主要为保证火灾时人员能及时识别疏散位置和方向,迅速沿着灯光或其他发光疏散指示标志顺利疏散。因此,这些设施的设置高度应避免被装饰物品遮挡或火灾时被烟气遮挡,不应设置在可移动的物体或门窗扇上。

疏散应急照明灯具的设置高度一般应设在疏散出口、疏散走道或安全出口上方离地面 2.0m 左右的位置,根据《建筑设计防火规范》和《高层民用建筑设计防火规范》的规定,其地面平均照度值不应低于 1lx。

国内外实际应用表明,疏散指示标志的合理设置对人员安全疏散具有重要作用。疏散指示标志主要有光致发光型(如蓄光自发光型等)和电致发光型(如灯光型、电子显示型等)两大类。按照有关建筑防火规范的要求,在出口处或通道转弯处以及通道上设置电致发光型是必要的。同时,在疏散走道和主要疏散路线的地面上或靠近地面的墙上设置发光疏散指示标志,能对安全疏散起到很好作用,可以更有效地帮助人们疏散。但光致发光疏散指示标志一般作为辅助疏

散指示标志使用。

目前，建筑中的消防安全设施在设计和维护管理方面均存在十分突出的问题，是导致人员在火灾中伤亡的主要因素之一。发生火灾时，由于正常供电中断，人员的疏散和外部扑救主要依靠建筑物内设置的消防安全疏散指示标志和应急照明。在实践中，消防安全疏散指示标志方面比较突出的是设置问题，如标志型号选配得不合适、设置的位置不对、施工方法不当，使用的场所不对，已设标志缺少维护、有许多标志牌制作不符合相关标准要求，如“疏散出口”写成“安全出口”，“安全出口”写成“非常口”或“疏散口”等。所有这些均不同程度地削弱了安全标志的使用效果，未能发挥其应有的作用。

因此，设置这些标志时还应根据符合国家有关消防安全标志标准的要求、规范如国家标准《消防安全标志》(GB13495-92)《消防安全标志》和《消防安全标志设置要求》(GB15630-1995)使用。

【参考】 消防安全疏散指示标志。消防安全疏散指示标志根据发光原理分为电致发光型、光致发光型两种。光致发光型包括灯光型和电子显示型。光致发光型包括蓄光型、荧光型、逆向发射型等；根据用途分为出口标志、导向标志、导流标志、禁止标志等。

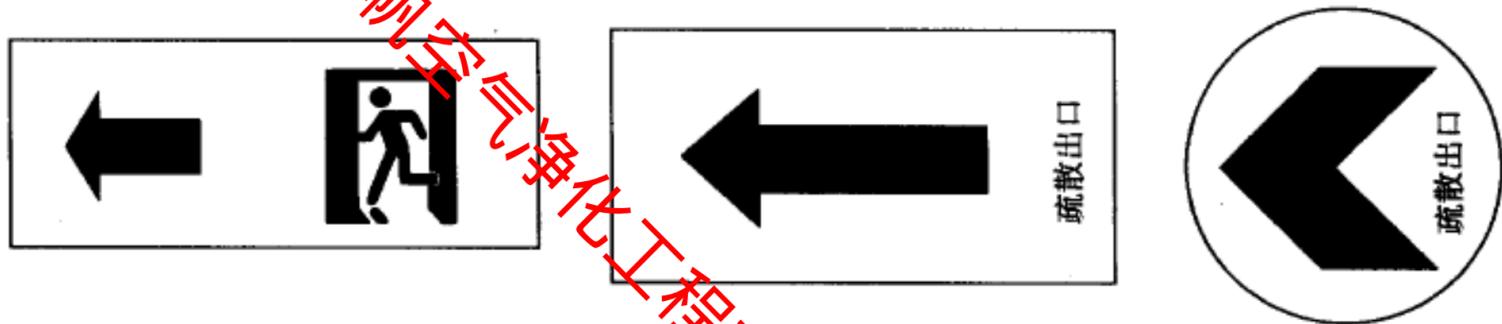


图 10.5 标志牌

①标志牌(普通型、蓄光型、荧光型、逆向反射型等见图 10.5)、标志灯和疏散指示带等。这些标志对预防火灾发生、有效地维护消防设施、确保疏散通道的通畅、发生火灾时指示人们及时报警、及时而方便地找到消防设备扑灭火灾和自救、有效地指示疏散途径以减少生命和财产损失、防止群死群伤等恶性案件的发生等发挥了一定的作用。

②“发光标志”产品包括种类比较多，如电子显示型、灯光型、蓄光型等。

③蓄光型自发光材料是一种新型材料，这种材料在停电的情况下能储存能量并在黑暗处以光的形式释放出来。蓄光型自发光疏散指示标志可以用形象的图文指明出口路线、楼梯和楼层、安全出口、疏散出口、消防设备、疏散警告或禁止提示等直观信息，因此十分适合建筑内用作安全疏散指示和其他标志。

④消防安全标志设置图例见图 10.6。

10.8 其他防火措施

洁净手术部内为了手术的需要，需要提供为病人服务的氧气供应设施。对于较大规模的手术部，一般氧气由集中储存的氧气储罐通过管道输送到手术室。氧气是一种助燃剂，属乙类火灾危险物品。在火灾中，氧气将加大火势。扑灭气体火灾的根本方法就是切断其供气气源。

手术部包括多种功能用房，相互间尽管有一定防火分隔，但各相关房间内的氧气管道均与

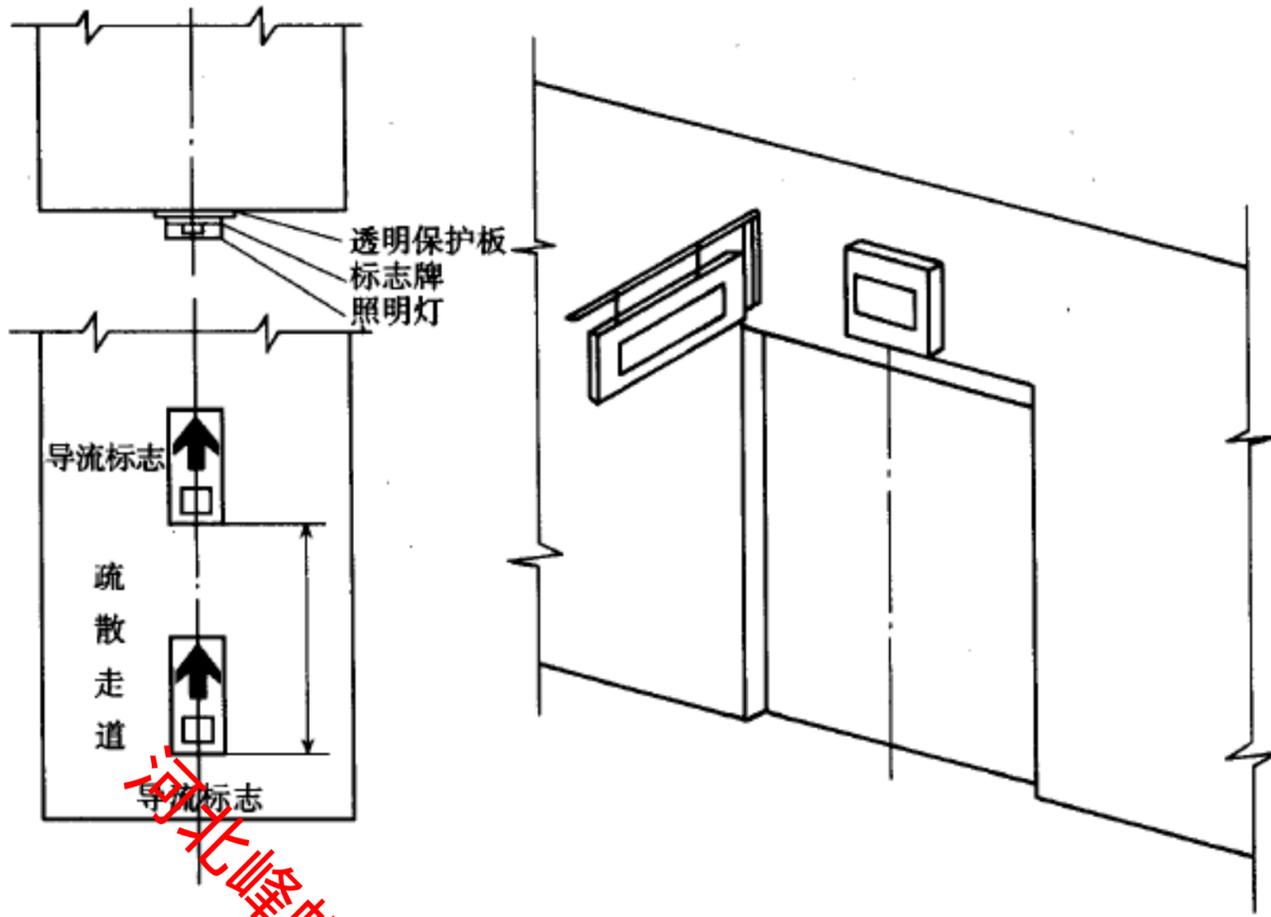


图 10.6 消防安全标志设置图例

集中供氧干管连接。在手术部内发生火灾时，只有及时切断该集中供氧干管才能有效地防止发生更严重的危害。此外，设计这种措施还应考虑到手术部内某些不能中断供氧部位的需要，即实际操作时应保证这些部位已有其他供氧方式时再切断。因此，本条规定的措施一般应设置在手术部内便于控制又相对安全的部位，且能迅速完成切断程序。

第 11 章 配、用电设施

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

- 第 1 条 配电线路的要求
- 第 2 条 配、用电设施的要求
- 第 3 条 最小设计用电负荷
- 第 4 条 接地系统的要求
- 第 5 条 弱电系统的要求

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的强制性条文

- 8.3.1 1 洁净手术部必须保证用电可靠性，当采用双路电源有困难时，应设置备用电源，并能在 1min 内自动切换
- 2 洁净手术室内用电应与辅助用房用电分开，每个手术室的干线必须单独敷设
- 8.3.2 4 洁净手术室内禁止设置无线通讯设备
- 8.3.4 2 心脏外科手术室必须设置有隔离变压器的功能性接地系统

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

11.1 洁净手术部的供配电线路要求

11.1.1 双路电源切换

(1) 洁净手术部供配电必须是独立系统，从手术部所在的建筑物中心配电中心站直接供给，不与其他用电部位共用同一线路。

(2) 手术部所在的本建筑物中心配电站必须具备两个或两个以上电网供电。这两个或两个以上的供电网必须具有相互自动切换功能，当供电网突破出现故障或检修时可在瞬间切换(切换时间小于 0.5s)到另一电网继续正常供电；如当地不具备两个供电网可用其他方式保证手术部正常供电，可采用备用发电机，发电机应与配电中心联动，当市电发生故障时能自动切换到启动发电机上，使发电机及时投入运行，维持手术部正常使用；如果发电机在 1min 内不能正常供电，则必须在 1s 之内自动切换到备用的 UPS(或 EPS)应急电源来保证手术室正常供电。在备用发电机正常供电时，再由 UPS(或 EPS)应急电源切换到备用发电机供电。如采用 EPS 或其他电池做应急备用电源的，必须有通风措施和防火安全措施。图 11.1 和 11.2 为备用电源切换示意图。

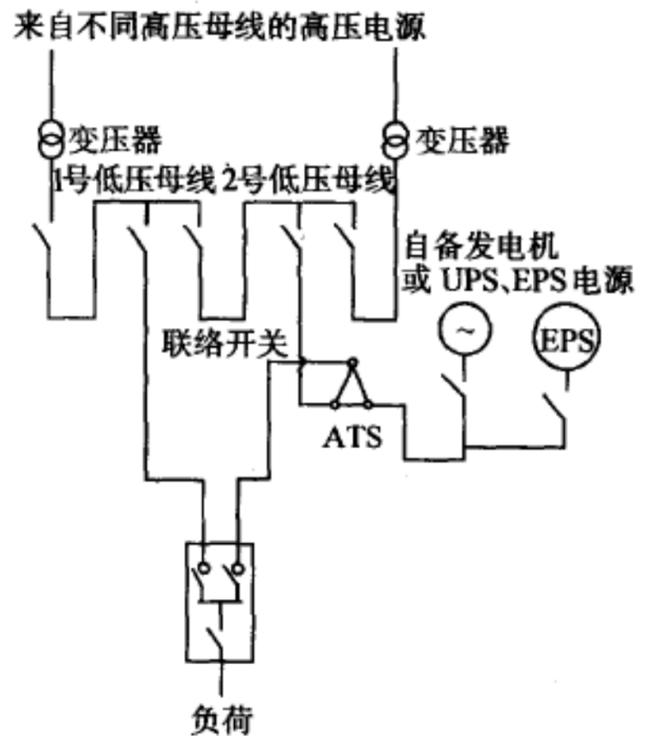


图 11.1 双路应急备用电源切换示意图

(3) 中心配电站到洁净手术部的输电线应尽量采用矿物绝缘电缆，以提高耐火级别。

(4) 手术部内用电属一级负荷，对手术室内仪器、无影灯、应急照明用电必须重点保证；供

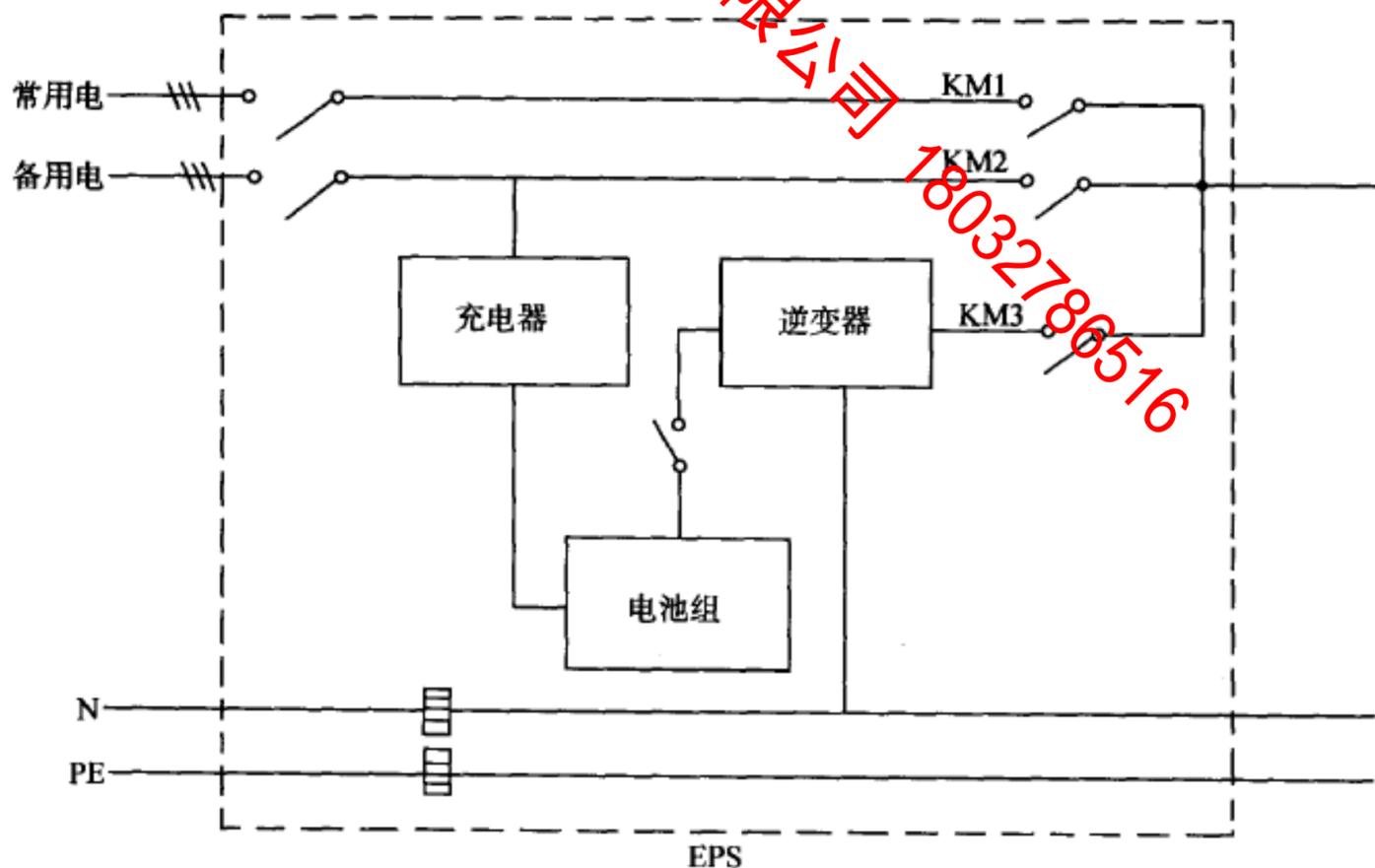


图 11.2 EPS 应急备用电源切换原理示意图

- 1. KM1、KM2、KM3 为机械电气锁，在 EPS 内
- 2. 充电器可接在备用或常用电上
- 3. 无常用电时，备用电若投入大于 0.1s，EPS 先投入，备用电来后再退出

给手术部用电的母线与供洁净手术部的净化空调机组用电应分开。

11.1.2 洁净手术部配电

采用 TN-S 系统和 IT 系统方式供给,不允许用 TN-C 方式供电。

【参考】 TN-S 方式示意图见图 11.3,IT 方式示意图见图 11.4。

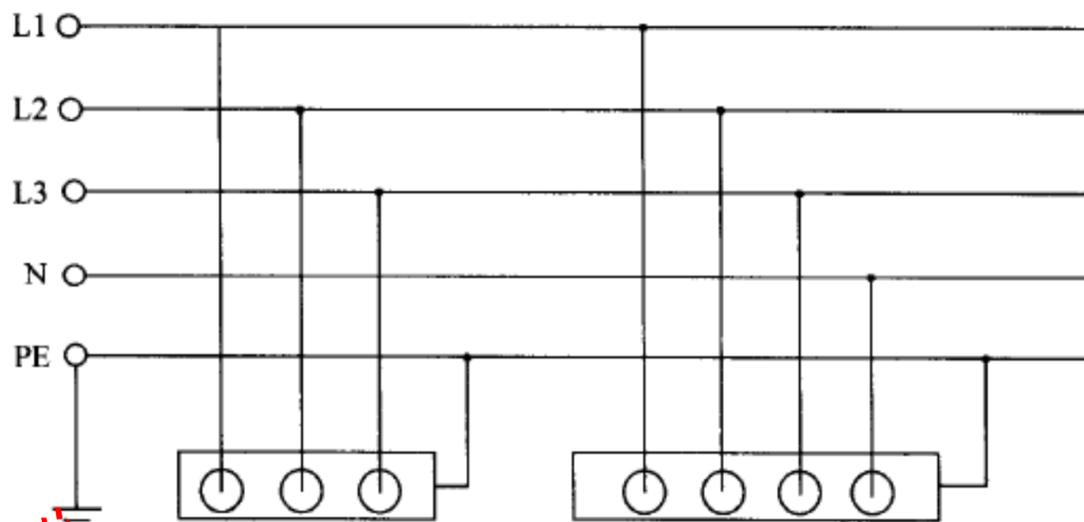


图 11.3 TN-S 系统示意图

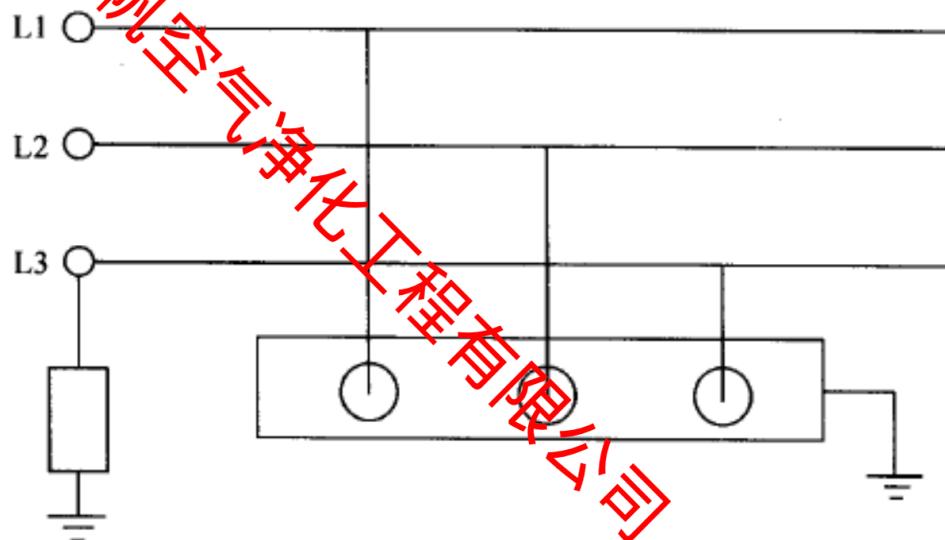


图 11.4 IT 系统示意图

11.2 配、用电设施要求

(1) 洁净手术部必须独立设置总配电柜

总配电柜必须设在非洁净区内,主要是在维护检修时检修人员工作方便,不用进洁净区内,防止将尘菌带入洁净区内,减少交叉感染因素。

(2) 弱电柜与强电柜分开设置

(3) 洁净手术部总配电柜容量要留有充分余地。洁净区用电与非洁净区用电应分开。

医院是一个特殊环境,而手术室更为特殊,电流对病人构成了潜在的危险,为此对电气设计提出了特殊要求。病人在手术过程中和麻醉状态下,各种电极、传感器和管道直接插入患者体内,这时如果只有 $10\mu\text{A}$ 的漏电电流直接通过患者的心脏,会导致患者触电身亡。

电源端带电部分对地绝缘或经高阻抗接地,用电设备金属外壳直接接地。在系统中,中性线(N)和保护线(PE)从电源端中性点开始分开。

【参考】 洁净手术室内布线示意图见 11.5。

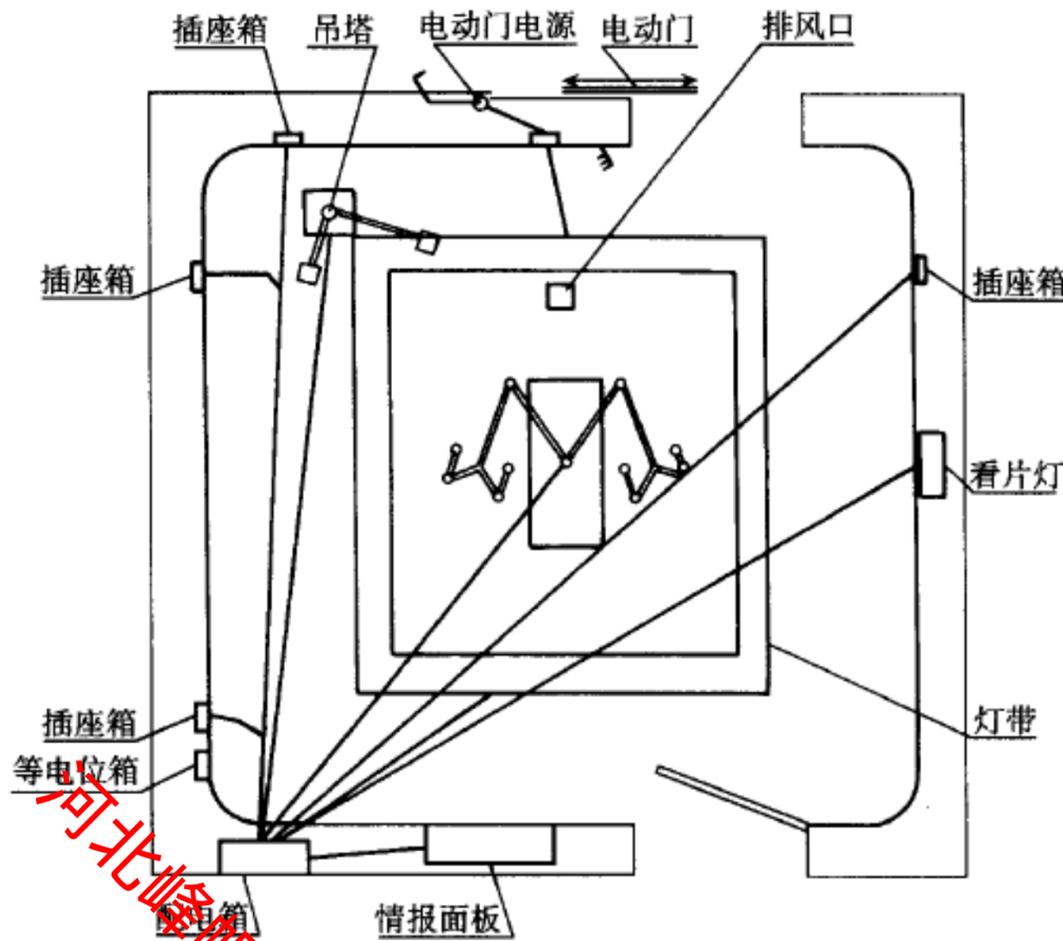


图 11.5 洁净手术室内布线示意图

(4)每间手术室配电负荷不小于5kW。只供本手术室内使用(不含空调净化系统设备用电)。如某一间手术室用电器增多、负荷加大,需重新计算用电负荷量。一般安排如下:无影灯约600W;照明灯带约1.5kW;看片灯100~300W;其余分配在墙面上的插座和吊塔上的插座。

(5)各个手术室用电从配电柜单独敷设线路,不与其他手术室和辅助用房共用线路,主要是保证线路安全、互不干扰,当某一间电路出故障时不会影响其他手术室正常工作。

(6)电缆(线)不允许用PVC等非金属管穿线敷设,必须穿金属管或电缆桥架走线,不管是用金属管还是桥架都必须按要求做好接地。

(7)每个手术室都必须独立设一个配电盘(箱)为本手术室进行供电。本配电盘应设在外廊邻近本手术室的墙上,一般为暗装嵌入在墙内;如不能暗设,也可明装,但不能影响交通;若手术区没设计外通道,配电盘(箱)也可安装在内走廊邻近本手术室的墙上,但必须为暗装嵌入在墙内,箱内与手术室应该隔离做密封处理。

(8)手术室内墙面不许开电器设备检修门及其他维修门。

(9)配电盘(箱)内电路设计按使用要求各路分开,各用电支路应设空气开关。I级手术室和心外手术室必须设置隔离变压器,每个手术室里的如照明灯带、看片灯、电动门用电支路可以不通过隔离变压器,主要是仪器用电插座、无影灯各用电支路必须经过隔离变压器;隔离变压器设计容量可按用电负荷计算来确定,一般可按四路输出来安排;无影灯一路,墙面仪器插座按两路考虑,多功能吊塔上一路。其他级别的手术室配电也可装隔离变压器,如受投资限制,可不装隔离变压器,但必须安装带绝缘漏电检测报警装置。

(10)手术室里如果建设方有特殊要求可安装一个380V插座;如手术台是电动型,需在手术台腿部邻近手术台边的合适位置安装一个防水型插座。

(11)手术室内仪器用电插座一般设于平行手术台的两侧墙上和头部一侧墙面上。电源插座不许设单个,必须安装插座箱,每个插座箱一般有一个两孔单相和一至两个三孔单相插座及

一组接地端子。插座箱必须嵌入式安装,不计凸出墙面,允许凹3~5mm,插座箱必须做密封处理,防止出现“呼吸”现象而污染洁净手术室。插座箱必须用金属体,其壳体必须做安全接地端子。

【参考】 配电系统见图 11.6~11.8。

11.3 等电位接地系统

【参考】 洁净手术部等电位接地示意图见图 11.9,并可参考 97SD567 图集。

11.4 弱电系统

(1) 通讯系统。

1) 免提式对讲系统及其设备。手术室内的电话不能直接对外部,只能供手术室与手术室之间、手术室对护士站之间使用,手术部对外(医院内部)联系只通过门卫值班室或护士站统一对外联络。

2) 洁净手术室里不许使用无线通讯设备,防止无线电波干扰电子器件而造成医疗事故。

3) 广播系统与播放音乐台用,既可播放各种音乐,同时也可播放通知和找人。

4) 洁净手术部必须设置信息网络系统,其以下部位必须设信息点:各手术室(I级手术室应设2个点)、麻醉准备间、麻醉师和护士的办公室、护士站、苏醒室、药品库、血站、理化间等。

(2) 摄像监视、教学系统。

1) 教学观摩通过摄像系统将手术过程各种状态记录下来并传到观摩室(视教室、会议室)供学生或专家们见习、研究、交流,控制非直接进行手术人员进手术室,减少交叉感染因素。

2) 随着信息化、数字化技术的发展,通过互联网系统将信号传输到院外进行远程汇诊。

3) 必要时记录手术过程作为研究资料和评判医疗纠纷的依据,向患者家属播放手术过程情况。

(3) 自动控制、自动调节装置。

1) 实施对净化空调系统智能化跟踪调节,主要有温度、湿度、风量及过滤器堵塞程度和手术部内各洁净室的静压差的显示。

2) 在洁净手术部里自动控制的设备必须可靠、稳定、寿命长,尤其是被动元件必须灵敏、准确、反应快;电路要求稳定性好、抗干扰能力强的数字电路。

3) 消防报警系统应与大楼消防中心联通。若大楼别的部位发生火灾时,手术部尽可能不能因此而断电。

4) 洁净手术部设置保安摄像系统与大楼保安系统联网。

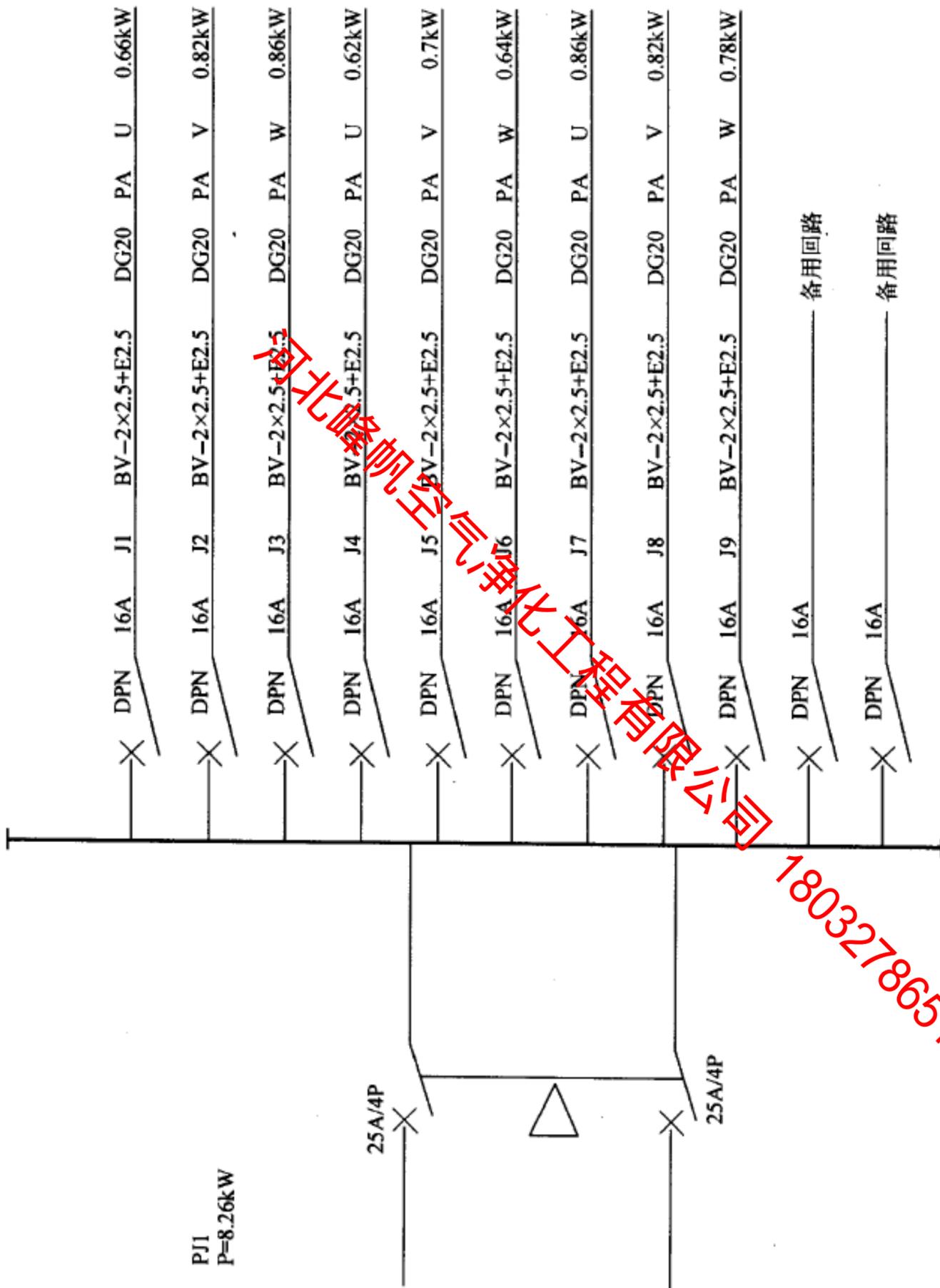


图 11.6 洁净手术部应急照明电系统示意图

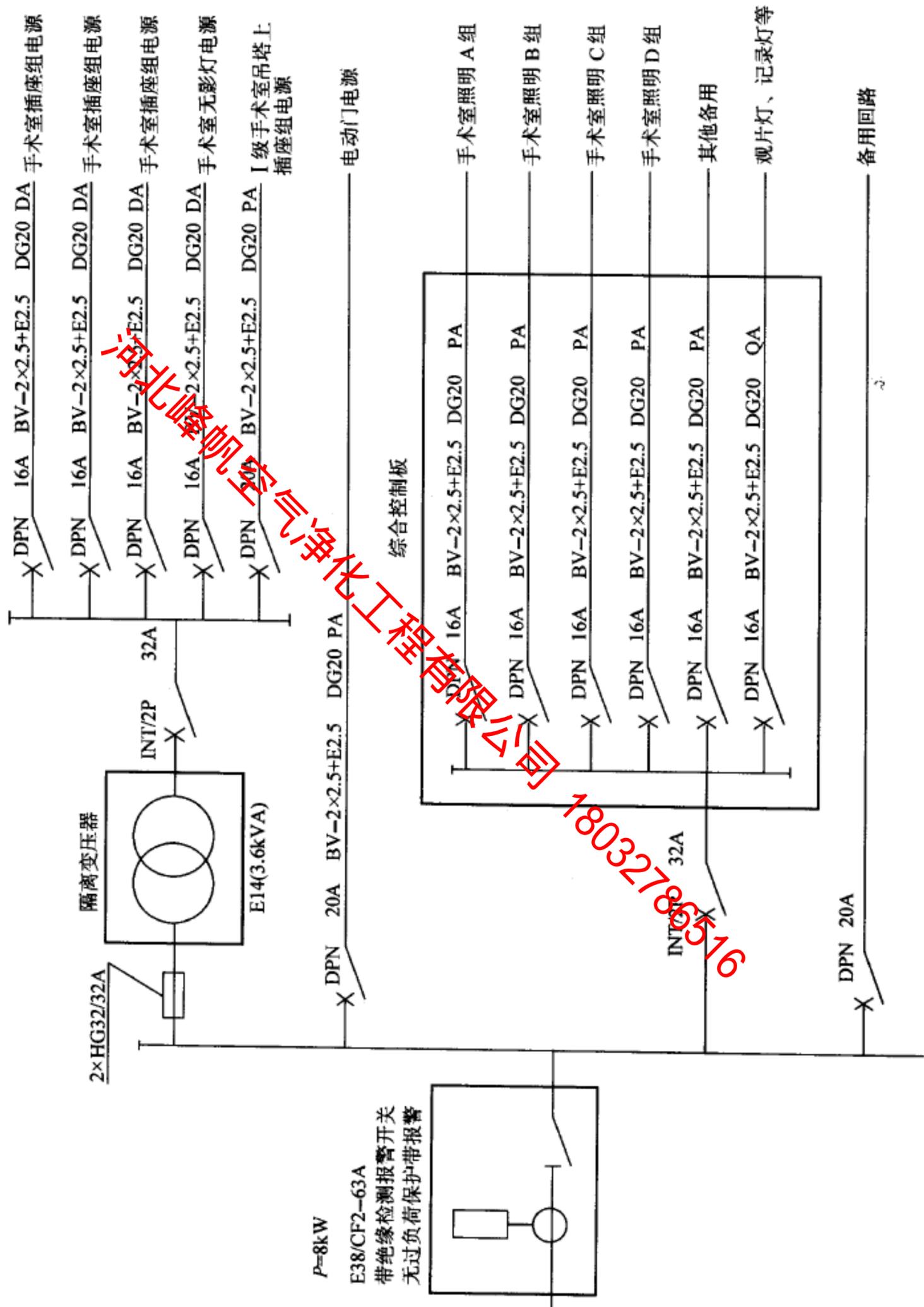


图 11.7 I、II 级洁净手术室配电系统

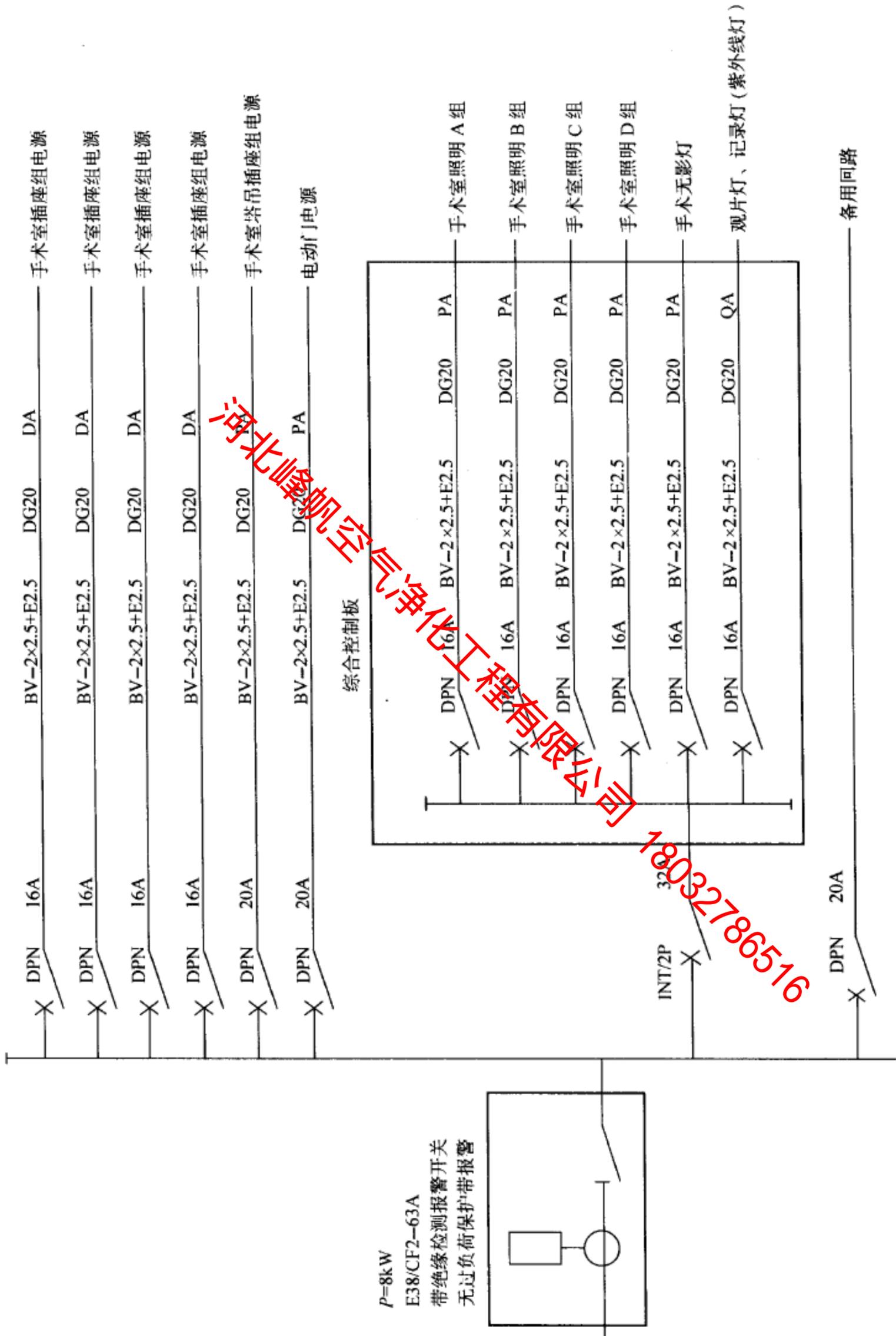
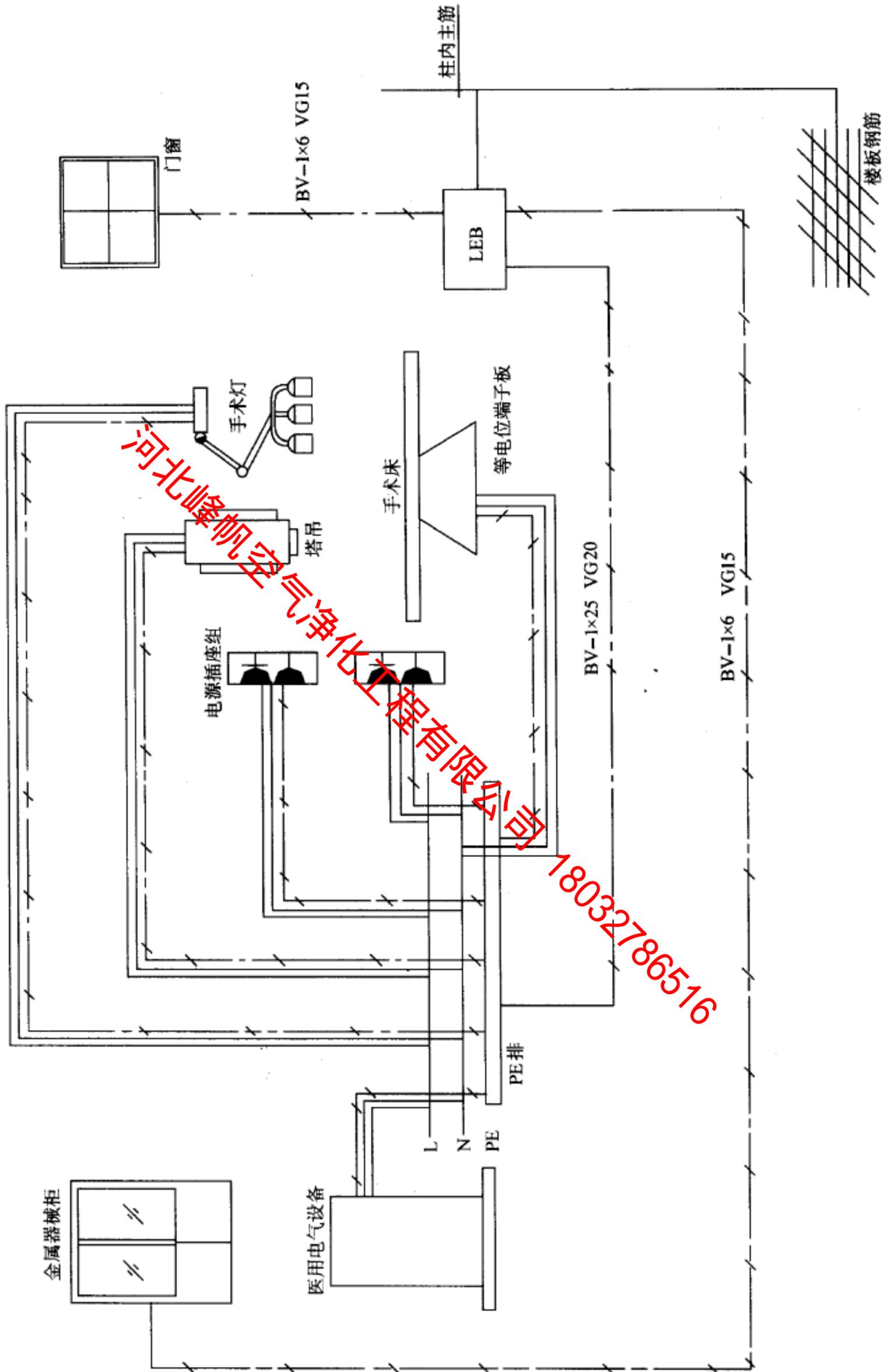


图 11.8 II、IV 级洁净手术室配电系统



河北峰帆空气净化工程有限公司
18032786516

图 11.9 洁净手术部等电位接地示意图

第 12 章 施 工 验 收

《医院洁净手术部建筑技术规范》涉及本章的条文提要

12.1 施工

- 第 1 条 净化空调工程施工是核心
- 第 2 条 施工程序
- 第 3 条 施工组织设计

12.2 工程验收

- 第 1 条 验收原则
- 第 2 条 验收阶段
- 第 3 条 验收内容
- 第 4 条 其他设施验收

12.3 工程检验

- 第 1 条 必测项目表
- 第 2 条 综合性能全面评定的独立性
- 第 3 条 检测状态
- 第 4 条 检测单位资质
- 第 5 条至第 13 条 具体检测方法、标准和评定

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

12.1 施工

(1) 洁净手术部施工应在土建工程完成，清洁好现场后进行。

(2) 洁净手术室施工应按一定程序进行，应避免系统安装时的带尘作业，安装高效过滤器或送风末端时，必须避免带尘作业。

(3) 洁净手术室施工程序见图 12.1(其他辅助用房可参照此程序)。

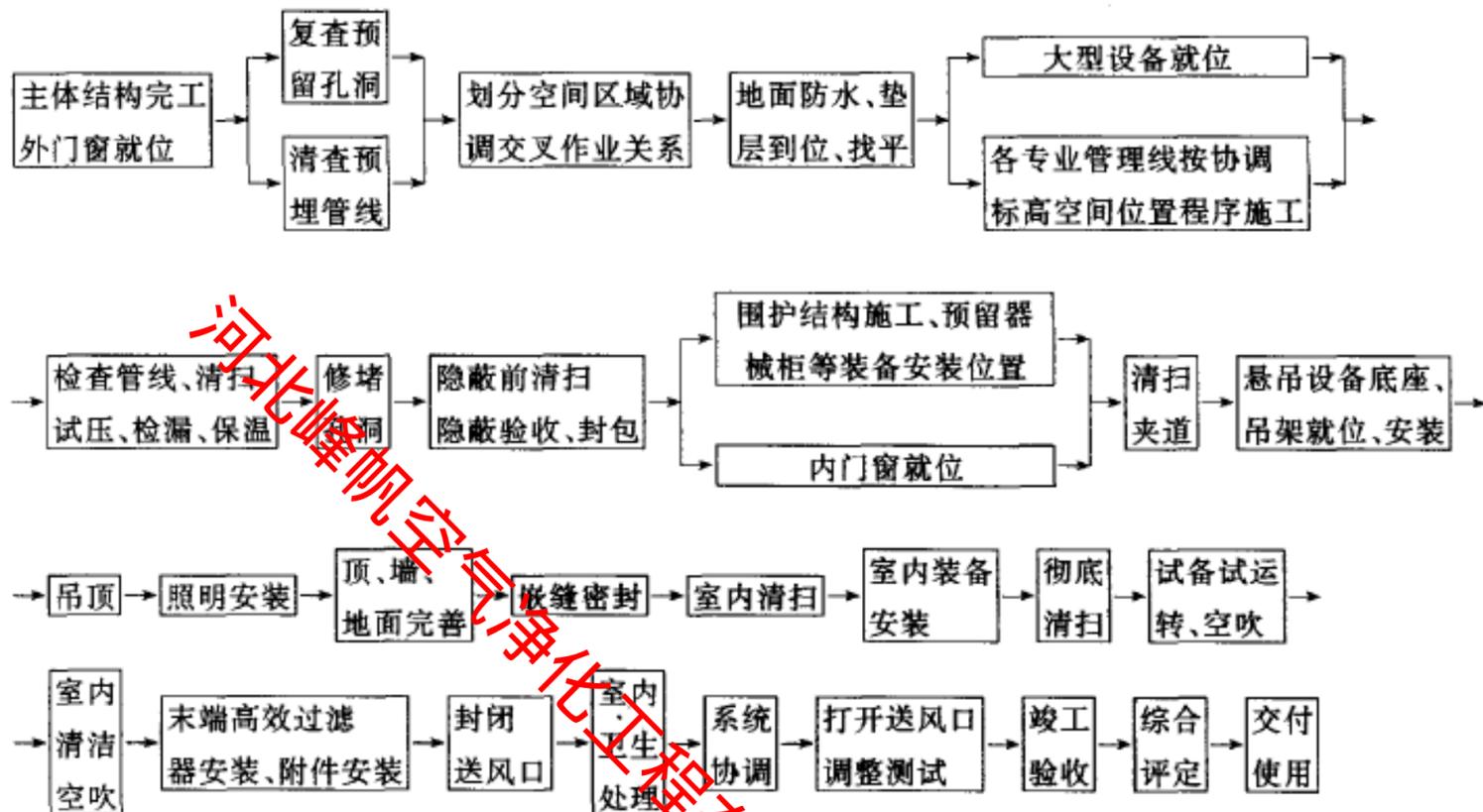


图 12.1 洁净手术室施工程序

(4) 施工安装过程中必须随时做好以下记录。

- 1) 土建隐蔽工程记录。
- 2) 管线隐蔽工程系统封闭记录。
- 3) 设备开箱检查记录。
- 4) 管道压力试验记录。
- 5) 管道纯气系统吹洗记录。
- 6) 风管漏风检查记录。
- 7) 风管清扫卫生记录。
- 8) 设备单机试运转记录。
- 9) 系统联合试运转记录。
- 10) 中间验收单。

记录表格见表 12.1~12.10。

表 12.1 土建隐蔽工程记录

工程名称及编号：

分部分项工程名称及编号：

年 月 日

隐蔽工程内容			清扫情况		附图和说明
分部分项名称	单位	数量	方法	日期	

检查意见

工长或技术负责人：

施工员：

建设单位： (公章)

施工单位： (公章)

年 月 日

年 月 日

代表(签章)：

代表(签章)：

表 12.2 管线隐蔽工程系统封闭记录

工程名称及编号：

分部分项工程名称及编号：

年 月 日

管线号 _____ 管径 _____ 材质 _____ 工作介质 _____

隐蔽前的检查封闭 _____

隐蔽方法 _____

简图或说明：

检查意见

工长或技术负责人：

施工员：

建设单位： (公章)

施工单位： (公章)

年 月 日

年 月 日

代表(签章)：

代表(签章)：

表 12.3 设备开箱检查记录

工程名称及编号：

分部分项工程名称及编号：

年 月 日

工程编号		设备名称	
工程名称		施工图号	

规格型号 _____

制造厂 _____

包装情况 _____

设备外观情况 _____

电气部分的绝缘情况 _____

设备附件名称(按装箱单) _____

备 注 _____

工长或技术负责人：

施工员：

建设单位： (公章)

年 月 日

代表(签章)：

施工单位： (公章)

年 月 日

代表(签章)：

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

表 12.5 管道系统吹洗(脱脂)记录

工程名称及编号：

分部分项工程名称及编号：

年 月 日

管线号	材质	工作介质	吹 洗				脱 脂		
			介质	压力	流速	吹洗次数	鉴定	介质	鉴定

检查意见

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

工长或技术负责人：

施工员：

建设单位： (公章)

年 月 日

代表(签章)：

施工单位： (公章)

年 月 日

代表(签章)：

表 12.6 风管漏风检查记录

工程名称及编号：

分部分项工程名称及编号：

系统名称：

风管名称：

检查方法：

年 月 日

洁净度 级 别	风管部位	风管断面 (长×宽) /mm×mm	漏风点 编 号	漏风管 位 置	附图和说明

检查意见

工长或技术负责人：

施工员：

建设单位： (公章)

年 月 日

代表(签章)：

施工单位： (公章)

年 月 日

代表(签章)：

注：风管名称指送风管或回风管；风管部位指干管、支干管或支管。

表 12.7 风管清扫卫生记录

工程名称及编号：

风管名称：

分部分项工程名称及编号：

年 月 日

洁净度 级 别	风管部位	风管断面 (长×宽) /mm×mm	清扫卫生 方 法	清扫卫生 工 具	清洁卫生 介 质	附图和说明

检查意见

工长或技术负责人：

施工员：

建设单位：

(公章)

年 月 日

代表(签章)：

施工单位：

(公章)

年 月 日

代表(签章)：

注：风管名称指送风管或回风管；风管部位指干管、支干管或支管。

表 12.8 设备单机试运转记录

工程名称及编号：

分部分项工程名称及编号：

设备名称及编号：

试运转日期：

年 月 日

试运转内容	
试运转结果	
评定意见	

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

建设单位： (公章)

年 月 日

代表(签章)：

施工单位： (公章)

年 月 日

代表(签章)：

表 12.9 系统联合试运转记录

工程名称及编号：

分部分项工程名称及编号：

系统名称及编号：

试运转日期：

年 月 日

试运转内容	
试运转结果	
评定意见	
<p>建设单位： (公章)</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p> <p>代表(签章)：</p>	<p>施工单位： (公章)</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p> <p>代表(签章)：</p>

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

表 12.10 中间验收单

工程名称及编号：

分部分项工程名称及编号：

中间验收日期：

年 月 日

工程内容	
中间验收结果	
遗留问题	
评定意见	
附件	

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

工长或技术负责人：

施工员：

建设单位： (公章)

年 月 日

代表(签章)：

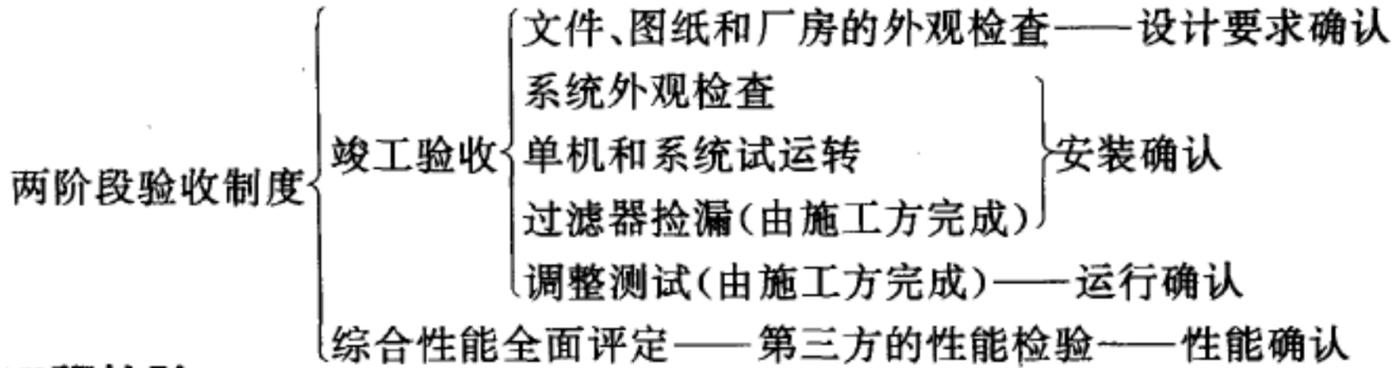
施工单位： (公章)

年 月 日

代表(签章)：

12.2 工程验收

执行两阶段验收制度如下：



12.3 工程检验

12.3.1 工程检验的必测项目

本必测项目按《规范》规定如表 12.11 所列

表 12.11 必测项目

竣工验收	综合性能全面评定
通风机的风量及转数	I级洁净手术各手术区和I级辅助用房局部100级区的工作面的截面风速
系统和房间风量及其平衡	其他各级洁净手术室和辅助用房的换气次数
系统和房间静压及其调整	静压差
自动调节系统联合运行	洁净度级别
高效过滤器检漏	温湿度
洁净度级别	噪声
	照度
	新风量
	细菌浓度

12.3.2 鉴定验收检测项目

洁净手术部工程鉴定验收需要的检测项目如表 12.12 所列。

表 12.12 鉴定验收检测项目

项目	单位	仪器	测点高度	测点数量与位置	测定方法	公式	要求	备注
I级手术室及I级辅助用房100级区工作区截面平均风速	m/s	杆式热球式风速仪(0~10m/s)	地面以上0.8m或手术台以上0.25m	①集中送风面正投影边界0.12m内的面积均布 ②测点,每点间距不大于0.3m	拉长测杆,测头置于每一测点	$\bar{v} = \frac{\sum v_i}{K}$ \bar{v} 为工作区截面风速 v_i 为每点风速 K 为测点数	$0.275 \leq \bar{v} \leq 0.36$ $0.185 \leq \bar{v} \leq 0.24$ (眼科专用手术室)	
I级手术室及I级辅助用房100级区工作区风速均匀度	m/s	杆式热球式风速仪(0~10m/s)	地面以上0.8m或手术台以上0.25m	①集中送风面正投影边界0.12m内的面积均布 ②测点,每点间距不大于0.3m	拉长测杆,测头置于每一测点	$\beta = \frac{\sqrt{\sum \bar{v} - v_i}}{\bar{v}}$ β 为风速不均匀度	$\beta \leq 0.25$	
I、II级手术室换气次数	次/h	杆式热球式风速仪(0~10m/s)	集中送风面以下0.1m	①集中送风面以下0.1m ②测定范围边界,距送风面边界0.05m ③测点,每点间距不大于0.3m	拉长测杆,测头置于每一测点	$Q = \bar{v} F 3600$ $n = \frac{Q}{V}$ Q 为房间送风量 N 为换气次数 V 为房间体积 \bar{v} 为送风面平均风速 F 为送风面面积	I级手术室: $33.0 \leq n \leq 43.2$ II级手术室: $20.0 \leq n \leq 26.4$	特别大的手术室需另确定

续表 12.12

项目	单位	仪器	测点高度	测点数量与位置	测定方法	公式	要求	备注
N级手术室及I~N级辅助用房换气次数	次/h	杆式热球式风速仪(0~10m/s)	测风套管出口平面	在套管出口平面上按每边约0.3m分若干格,每格中点为测点,但最少测点数应为6点	套管:应能罩住风口,是长度不少于1.2m的矩形管。在出口平面上测各点风速	$q_i = \bar{v}_i F$ $Q = \sum q_i$ $n = \frac{Q}{V}$ \bar{v}_i 为套管出风口平均风速 q_i 为每个风口送风量 F 为套管出风口面积	N级手术室: $13.5 \leq n \leq 18$ I级辅助用房: $18.5 \leq n \leq 24$ II级辅助用房: $11.5 \leq n \leq 15.6$ N级辅助用房: $9 \leq n \leq 12$	特别大的手术室和辅助用房需另确定
静压差	Pa	微压差计分辨率1Pa	地面以上0.8m(现测)或为已安好仪表高度	1点(避开涡流区,避免正对着气流)	细胶管伸入室内(现测)或在门口距地1.5m安装仪表观测		规范或设计值 $\Delta P \leq 30$ (ΔP 为压差绝对值)	各种门都应关闭
洁净度级别		粒子计数器	地面以上0.8m或手术台面上0.25m	I级手术室手术区和I级辅助用房局部百级区:最少测点数5点 I级手术室和I级辅助用房周边区:最少测点数8点(每边均布2点)	①测定人员不多于2人,并穿洁净工作服,位于测点下风向 ②最小采样量1级:5.66L I~II级:2.83L ③水平采样管长度 $\geq 0.5m$ ④每次取连续3次接近的读数的平均值	$N = \bar{N} + t\sigma_N$ $\sigma_N = \frac{\sum (C_i - \bar{C})^2}{K(K-1)}$ \bar{N} 为室平均浓度 C_i 为点平均浓度 t 为单侧t分布系数 2点 $t=6.31$, 3点 $t=2.92$ 4点 $t=2.35$ 5点 $t=2.3$ 6点 $t=2.02$ 7点 $t=1.94$ 8点 $t=1.90$ 9点 $t=1.86$	同时满足: $C_{max} \leq$ 级别上限浓度 C_{max} 为各点浓度之最大值 $N \leq$ 级别上限浓度	
				I、II级手术室手术区:最少测点数3点 I级手术室周边区:最少测点数6点(长边2点,短边1点) II级手术室周边区:最少测点数4点(每边1点)分散布置风口 洁净室: $\geq 30m^2$ 最少4点 $< 30m^2$ 最少2点				
温度 相对湿度	℃ %	手持数字式温湿度仪	地面以上0.8m	室中心1点	待仪器稳定后读数		符合规范或设计要求,以最热月或最冷月测定值为准,其他时间测定值供参考	

续表 12.12

项目	单位	仪器	测点高度	测点数量与位置	测定方法	公式	要求	备注
照度	lx	照度计	地面以上 0.8m	随机布点,不刻意在灯下或避开灯距墙 0.5m,约 2m 一个点	手持照度计,人不要遮挡		各点中的最低照度值符合规范或设计要求	
噪声	dB(A)	便携式声级计	地面以上 1.1m	室面积≤15m ² 中心 1 点 室面积>15m ² 四角和中心各 1 点	手平持噪声仪,离开身体		晚上下班后测,如有局部净化设备,则测定工况为: ①大系统和局部百级全开 ②关大系统只开局部净化设备 ③系统全部关闭的背景	
沉降菌浓度	个/皿·0.5h	培养皿,恒温箱	地面或距地面 0.8m 以下任何高度的平面	①不少于洁净度测点数(不含对照皿 1 个),布置同洁净度测定②最少培养皿数: 100 级 13 1 000 级 4 10 000 级 2 100 000 级 2	①先做好室内表面常规消毒 ②布点人穿上紧裤口无菌服(不能穿大褂) ③灌培养基时应做好对照皿,采样时也应做对照皿		符合规范要求	
新风量	m ³ /h	杆式热球式风速仪		新风入口平面不少于 9 点。百叶宽时,隔一条百叶测一次,每条百叶不少于 6 点,或新风管截面上不少于 9 点	①在室外风力不大时测 ②在新风管上测时应选平直管段上的截面,纵横两方向划分边长不超过 30cm 的格,格中心打孔,可伸入测杆		符合规范要求	

12.4 工程评定

工程验收,一般由法人组织验收评定组进行现场检查。现场检查发现的工程缺陷分为严重缺陷和一般缺陷:凡关键项目不完整、不齐全的属严重缺陷;凡一般项目不完整、不齐全的属一般缺陷。

验收时不应有严重缺陷,一般缺陷比例一般不应超过检查项目的 20%。

如果虽然无严重缺陷,但一般缺陷超过 20%~40%,或严重缺陷不超过 3 项,一般缺陷比例不超过 20%,一般会限期改正。严重缺陷和一般缺陷均超过上述数值,通过的可能性就不存在了,只有限期改正,重新检测检查。

具体评定标准,在主管部门没有有正式下达验收标准的情况下可按下列建议条款进行

评定。

关键项目为 19(有 * 的条款)条,见表 12.13。

表 12.13

序号	条款	检查内容
1	3.03、10.3.8、10.3.13	每间洁净手术室和洁净辅助用房空气洁净度($\geq 0.5\mu\text{m}$ 和 $\geq 5\mu\text{m}$)和菌浓(沉降或浮游)的验收检验值是否达标
2	* 4.02	每间洁净手术室和洁净辅助用房的压差是否改变了正负性质
3	* 4.02、10.3.10	每间洁净手术室噪声和洁净辅助用房的验收检验值是否超过标准值
4	* 5.2.1	洁净手术部是否严格区分为洁净区与非洁净区,其间是否设符合要求的缓冲室或传递窗
5	* 5.2.5	进入洁净手术部的人、物净化程序是否为连续的通过式布置,符合有效的净化流程
6	* 5.3.6	洁净手术部是否露明使用木材和石膏
7	* 7.1.2	I ~ III级洁净手术室是否采用局部集中送风,区分出手术区和周边区
8	* 7.1.3	整个净化空调系统是否至少设置三级过滤
9	* 7.1.4	洁净手术部是否使用了普通风机盘管机组或普通空调器(均无亚高效及其以上效率的过滤器)
10	* 7.1.2	排风管出口是否设在技术夹层内
11	* 7.3.7	末级过滤器是否采用了静电除尘装置
12	* 8.1.1	洁净手术部是否至少设有氧气、压缩空气和负压吸引三种气源和装置
13	* 8.1.1	中心站气源是否设双路供给且有自动和手动切换功能
14	* 8.3.1	洁净手术部当双路供电有困难时是否设备用电源并能在 1min 内自动切换
15	* 8.3.4	心脏外科手术室接地系统是否设有隔离变压器
16	* 8.3.1	洁净手术室用电是否和辅助用房用电分开,每个手术室的干线是否单独敷设
17	* 8.3.2	洁净手术室内是否有无线通讯设备
18	* 9.01	洁净手术部所在建筑的耐火等级是否不低于 II 级
19	* 10.3.4	是否有资质的专业工程质检机构的综合性能全面评定检验报告

一般项目为 69 条,见表 12.14。

表 12.14

序号	条款	检查内容
1	3.02	除洁净手术室外是否设有必要的合适级别的洁净辅助用房
2	* 3.05、5.2.8	如做符合传染病管理办法的传染性手术,是否有相应的负压或正负压可转换的手术室
3	4.02、10.3.5	I 级洁净用房的截面风速的验收检验值是否符合要求
4	4.02、10.3.6	I ~ N 级洁净用房的换气次数的验收检验值是否符合要求
5	4.02、10.3.7	每间洁净手术室的压差的验收检验值是否符合要求
6	4.0.2、10.3.9	每间洁净手术室和洁净辅助用的温湿度的验收检验值是否符合要求
7	4.02、10.3.10	每间洁净辅助用房的噪声的验收检验值是否符合要求
8	4.0.2、10.3.12	每间洁净手术室和洁净辅助用房照度的验收检验值是否符合要求大型(含)手术室的照度,均匀度是否低于 0.7
9	4.0.2、10.3.12	每间洁净手术室和洁净辅助用房新风量的验收检验值是否符合要求
10	5.2.5	手术室医护人员退出洁净手术部时是否通过原净化流程,二次返入时是否二次换衣

续表 12.14

序号	条款	检查内容
11	5.2.6	人、物用电梯是否放在洁净区,设在洁净区的是否有缓冲室
12	5.2.7	有无换车处,换车处是否有符合要求的缓冲室
13	5.2.10	是否2~4间手术室单独设立一间刷手间
14	5.2.11	是否有专用污物集中点
15	5.2.12	洁净手术部内是否有抗震缝、伸缩缝穿越,有无止水带
16	5.3.2	洁净手术部地面是否平整,水磨石地面是否为现浇
17	5.3.3	洁净手术部墙面是否光滑平整完好,所有拼缝是否抹平,应设防撞带的是否均有设置
18	5.3.4	洁净手术部内墙面与地面的交角是否做成 $R \geq 40\text{mm}$ 的圆角,踢脚是否不突出墙面
19	5.3.5	洁净手术部走廊墙面及拐角处是否设有防撞板
20	5.3.10	当用电动门时是否有自动延时关闭装置
21	5.3.14~15	洁净手术室内开关、插座箱柜等是否嵌入墙面,是否有露明管线
22	5.3.16	洁净手术室吊顶上是否有入孔
23	6.0.1	洁净手术室基本装备是否齐全,位置是否正确
24	7.1.1	洁净手术室与辅助用房是否分开设置净化空调系统
25	7.1.8	系统新风是否设在地面上5m、距排气口3m以上的上风无污染的地区,是否有防雨措施,进风速度是否小于3m/s
26	7.1.8	新风口是否设在机房内
27	7.1.9	手术室排风系统是否独立并和送风联锁
28	7.1.11	在I、II、III级手术室和I、II级洁净辅助用房内是否设散热器,其他级别洁净用房中如设散热器,其类型是否合适,是否有防护措施
29	7.1.11	散热器热媒是否为不高于95℃的热水
30	7.2.1	集中送风口的面积是否符合规定
31	7.2.2	100级洁净区(室)的气流是否满足单向流的要求,满布比、回风方式和速度均匀度是否符合要求
32	7.2.5	房宽超过3m的洁净室是否在3m方向上布置两侧下回风
33	7.2.5	集中布置送风口的洁净室和局部100级的洁净辅助用房是否用了四角或四侧回风
34	7.2.6	室内回风口回风速度是否符合规定,I级手术室的是否连续布置
35	7.2.6	回风口洞口上边是否超过地面之上0.5m
36	7.2.7	洁净手术室是否通过回风口或余压阀采用了走廊回风
37	7.2.9	洁净手术室是否设顶部排风口,顺排风方向上是否设效率等于或高于高中效的过滤器(过滤器有检验),排风量是否不少于200m ³ /h
38	7.2.9	I、II级手术室内是否另有净化机组
39	7.3.1	空调器冷凝水排除是否通顺,机组内外是否有积水,水管是否与下水道直联
40	7.3.1	热交换器截面气流速度是否大于2m/s
41	7.3.1	加湿器是否采用喷水加湿
42	7.3.3	消声器是否使用了玻璃纤维及其制品
43	7.3.4	风管软接头是否双层,是否光面朝里
44	7.3.5	各级过滤器是否为一次抛弃型

续表 12.14

序号	条款	检查内容
45	7.3.6	末级过滤器是否为木框制品,除 100 000 级、300 000 级外,是否皆为高效过滤器
46	7.3.9	洁净手术室回风口是否有粗效以上过滤层,叶片是否为竖向
47	7.3.10	系统新风过滤段是否为粗效、中效、亚高效(有检验单)三级组合
48	7.3.11	风阀叶片开启角度是否有标志,手柄固定是否牢靠
49	7.3.12	在系统和室内是否有外露的未经表面处理的金属件
50	8.1.1	供给手术部气源气量是否有不少于 3 日的备用量
51	8.1.1	手术室气体终端是否有一套备用
52	8.1.1	供给手术部的气源系统是否有超压排放安全阀,终端面板是否有颜色标志,出口是否有符合要求的过滤器
53	8.1.1	各种气源接头是否有互换性和明显标志
54	8.1.2	各种医用气体管线距离是否符合规定或做绝缘处理
55	8.1.2	医用气体的进气管是否都接地,接地电阻不高于 4Ω
56	8.1.2	暗装管道阀门是否设检查门并有密封措施
57	8.1.2	医用气体管道是否与其他气体、电气、空调等管道共用管井
58	8.2.1	供给洁净手术部的水质是否符合饮用水标准,热水贮存温度是否符合防止细菌滋生的要求
59	8.2.1	洗手池、洗涤池是否设非手动的龙头
60	8.2.1	给水管与卫生器具及设备的连接是否有空气隔断
61	8.2.2	洁净手术部排水横管是否比常规大一级
62	8.2.2	洁净手术室内是否设地漏
63	8.3.1	洁净手术部配电管线是否用金属管敷设
64	8.3.2	专用配电柜是否设在洁净手术室内,总配电箱是否设在非洁净区内
65	8.3.2	洁净手术室的自动显示装置检修口是否放在手术室外
66	8.3.2	洁净手术室内用电器是否有漏电监测报警装置,是否有良好的接地
67	8.3.2	洁净手术室(全室单向流除外)内照明灯具是否为嵌入式并布置在送风口之外
68	9.0.2~9.0.8	洁净手术部的消防设施是否符合规定
69	10.2.2	施工单位是否有完整的施工纪录、调查测试记录和竣工报告

第 13 章 日常管理与监测

河北峰帆空气净化工程有限公司 18032786516

13.1 手术室管理概念

手术室是医院的重要技术科室之一，是最大的开放性集中治疗的场所。随着临床医学的日新月异，外科手术也在向精细高深发展，这就要求有更趋专业化和现代化的手术室与之相匹配。

13.1.1 手术室工作理念

这说明手术室工作人员的信念，决定手术室工作人员如何完成其目的。

13.1.2 手术室工作目标

其目的在确保患者安全的基础上，提供高品质的、平等的、舒适的护理服务，最大限度的降低其痛苦，使其获得最大限度的康复。

13.1.3 手术室护理的功能

提供安全、舒适、优质的手术室工作条件。

13.1.4 手术室护理工作的任务

手术室人员严格执行无菌技术操作规范，加强专业技能培训，提供高品质的手术配合，确保手术的顺利进行；手术用物有严格的管理程序，确保手术的安全性；严格执行消毒隔离技术规范，有效的控制感染。

13.2 人员管理

13.2.1 手术室人员穿着管理

穿着管理的目的：人体是手术室生物污染的主要来源，手术室穿着应为提高手术室的清洁而设计。手术室穿着还包括帽子、口罩、防护眼罩等物品，这些是工作人员与患者之间的保护性屏障。

(1)所有进入手术室清洁和洁净区的人员，其服装必须符合穿着规定：

1)由于手术衣在穿着期间易被污染，所以每次穿着后必须集中清洗。

2)手术衣一旦弄脏或潮湿，必须及时更换，以减少微生物的传播。

3)手术衣不能在手术室以外区域穿着，外出时必须外罩一件背后打结、单次使用的长袍(外出衣)，回到手术室后必须将外出衣脱掉放入污衣袋内。

4)手术衣的设计及材质应注意防火、防静电、耐磨、不透水，以免微生物侵入，同时也应注意舒适，不应引起过敏反应。

5)所有人员应穿着上下两件式衣裤或单件式裙装，不得套穿个人长内衣裤；穿着两件式手术衣时应将上衣扎进裤内；非刷手人员须穿长袖外套并系好全部纽扣。

(2)在清洁和洁净区内必须戴手术帽，手术帽应同时覆盖所有头面部的毛发；长发者应先将长发盘好并固定好再戴帽子；可重复使用的帽子应在每次用后清洗干净。

(3)所有进入洁净手术区的人员必须戴口罩，其潮湿或污染时应及时更换。

(4)注意使用保护性防护用具，如手套、眼罩、面罩、鞋套、防水围裙等。

(5)手术室工作人员必须注重个人卫生和形象，每天洗澡，勤修指甲，不可涂指甲油或戴人工指甲，注意洗手，不浓妆艳抹，不佩戴首饰，眼镜于手术前要用清洗消毒液擦拭。

13.2.2 手术室来往人员管理

(1)所有进入手术室的人员均应按照手术室的规定登记，更换衣物，穿戴整齐。