

洁净手术室实测性能 参数分析

中国建筑科学研究院空调所 许钟麟[☆] 张益昭 张彦国 刘 华 牛维乐
冯 昕 崔 磊 曹国庆 展素萍 赵 力
梁 磊 姚 丹 刘 京

摘要 对 300 余个洁净手术室的检验数据进行了统计分析,认为现行规范给出的参数是适宜的,所测得的大部分手术室性能良好;手术室静态沉降菌浓度的检测是必要的;送风量指标可稍作降低。

关键词 洁净手术室 测定 性能参数

Analysis of field measured performance parameters of clean operating rooms

By Xu Zhonglin[★], Zhang Yizhao, Zhang Yanguo, Liu Hua, Niu Weile, Feng Xin,
Cui Lei, Cao Guoqing, Zhan Suping, Zhao Li, Liang Lei, Yao Dan and Liu Jing

Abstract Analyses these performance parameters of more than three hundred clean operating rooms, and considers that the parameters provided in current regulation are suitable. The performance of most clean operating rooms are satisfactory. It is necessary to check the static state concentration of depositing bacteria in clean operating rooms. The design index of supply air rate can be slightly reduced.

Keywords clean operating room, measurement, performance parameter

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

①

自 2002 年《医院洁净手术部建筑技术规范》(GB 50333—2002)(以下简称《规范》)实施以来,国家建筑工程质量监督检验中心依照《规范》检验过的洁净手术室有数百个。最近,笔者对 2003 年到 2006 年 5 月 1 日前测过的 306 个 I~III 级洁净手术室的数据进行了分析,分析结果可供相关设计、施工和规范修订者参考。

由于受现场条件限制,未对所有手术室的全部参数进行检测,所以下面给出的资料中有的参数所测个数不是 306 个。此外,测定时对存在明显或较多不合格参数的手术室,一般经过现场或稍后的必要调整后再进行测定。例如发现沉降菌浓度太高时,进行表面消毒、堵漏后重测;部分灯管损坏的,换了重测;温度不合适的,调整好再测等。所以检

验报告的总体水平平均达到了《规范》的要求。但一般洁净手术室的初测检验结果不符合率肯定高于本文给出的统计结果。

1 测定结果及分析

在《规范》规定的参数中,检测的洁净手术室新风量最终都达标了,排风量和静压差除个别略低外,几乎全部达标,所以以下分析不包括这几个参数。

1.1 截面风速

截面风速是 I 级手术室手术区保证洁净度的

①☆ 许钟麟,男,1935 年 3 月生,硕士,研究员
100013 北京市北三环东路 30 号
(010) 64517663
收稿日期:2006-07-19

关键参数,而洁净度又是沉降菌浓度达标的重要保障条件。《规范》规定Ⅰ级手术室手术区顶部集中送风时,工作区 0.8 m 高处的截面风速为 0.25~0.3 m/s,眼科手术室可降低 1/3。《规范》要求在手术室作鉴定验收时截面风速不小于 0.27 m/s;

而为了控制无谓的能耗,鼓励精工细作,《规范》又规定截面风速不允许超过上限的 1.2 倍,即 0.36 m/s。本文统计时未用 0.27 m/s,而认为截面风速在 0.25~0.36 m/s 之间即符合《规范》要求。

测定统计结果见表 1。

表 1 截面风速与换气次数

手术室 级别	手术区风速/(m/s)		换气次数/h ⁻¹		未超过上限 1.2 倍			超过上限 1.2 倍			低于标准下限		
	标准值	上限 1.2 倍	标准值	上限 1.2 倍	房间数/个	所占比例/%	平均值	房间数/个	所占比例/%	平均值	房间数/个	所占比例/%	平均值
Ⅰ	0.25~0.3	0.36			49	96.1	0.28 m/s	2	3.9	0.49 m/s	0	0	
Ⅱ			30~36	43.2	35	74.5	33.4 h ⁻¹	11	23.4	70.5 h ⁻¹	1	2.1	28.4 h ⁻¹
Ⅲ			18~22	26.4	124	59.6	22.8 h ⁻¹	83	39.9	34.4 h ⁻¹	1	2.1	17.8 h ⁻¹

从表中数据可见:

1) 96%的被测Ⅰ级手术室手术区工作高度处的平均截面风速符合《规范》的验收要求,超过标准值上限 1.2 倍的只有 2 个。说明工程的设计、施工比较精细。

2) 《规范》中给出截面风速上限是有必要的,也是可操作的。

1.2 换气次数

合理的换气次数是保证洁净手术室洁净度的关键因素。《规范》规定的Ⅱ级手术室换气次数范围为 30~36 h⁻¹,验收要求不小于 33 h⁻¹,不允许超过的上限为 43.2 h⁻¹;对于Ⅲ级手术室,分别为 18~22 h⁻¹, 20 h⁻¹ 和 26.4 h⁻¹。本文统计时将《规范》中的换气次数范围作为衡量标准。

从表 1 中数据可见:

1) 大部分换气次数达标的Ⅱ,Ⅲ级手术室的平均换气次数都符合《规范》验收要求。

2) 低于换气次数下限的Ⅱ,Ⅲ级手术室各有 1 个;而超过上限 1.2 倍的,Ⅲ级手术室高达 40%。为了节能必须强调“超过此限即为不合格”的判断标准。

1.3 空气含尘浓度

按《规范》要求,含尘浓度的点平均最大值和室平均统计值都达标才符合要求,而且对于粒径大于等于 0.5 μm 和大于等于 5.0 μm 的尘埃均如此。测定数据中,粒径大于等于 5.0 μm 的皆达标;粒径大于等于 0.5 μm 的有不达标的。由于测点数均大于 2,达到了 3~8 点,因此在本文统计中只着眼于最大值。

测定统计结果见表 2。

表 2 静态含尘浓度

手术室 级别	手术区标准含尘 浓度/(个/L)	含尘浓度范围/ (个/L)	达标			不达标		
			房间数/个	所占比例/%	平均值/(个/L)	房间数/个	所占比例/%	平均值/(个/L)
Ⅰ	≤3.5	0~60.82	50	98	1.04	1	2	60.82
Ⅱ	≤35	0~2 661.7	41	97.6	6	1	2.4	2 661.7
Ⅲ	≤350	0~1 265	203	98.5	48.3	3	1.5	1 244.3

从表中可见:

1) 绝大部分洁净手术室(约 98%)手术区的含尘浓度或洁净度级别都达到了设计要求,虽然少数手术室是经过多次清洁卫生、堵漏或换过滤器后达到的,但这说明达到设计要求并不难。

2) 根据空气洁净技术原理,手术室的静态含尘浓度不宜超过级别浓度的 1/3~1/2^[1]。从统计值看,所测的洁净手术室都在 1/3 以下,其中低级别的这一值比 1/3 更小。这预示着在风量上还可以减少。但若希望动态时也有保证,单向流动静比一般小于 3,乱流动静比小于 5~7,测定结果符合

要求,换气次数合理。

3) 不同级别的洁净手术室的静态含尘浓度应有很大差别。表 2 实测数据也表明,每级均有 6~8 倍之差,所以并不能说静态下没有发尘(其实有发尘)、送风浓度又接近 0,就会出现静态室浓度没有差别的结果。

1.4 沉降菌浓度(指有气流流动时的平皿接触、沉降)

与前面的要求一样,希望静态下沉降菌浓度不超过标准值的 1/3~1/2。

测定统计结果见表 3。

表 3 静态沉降菌浓度

手术室 级别	手术区标准菌落数/ (cfu/(Ø90 皿·30 min))	菌落数范围/(cfu/ (Ø90 皿·30 min))	实测菌落数统计								
			0		0~标准值				>标准值		
			房间数/ 个	所占比 例/%	房间数/ 个	所占比 例/%	平均菌 落数	与标准 值之比	房间数/ 个	所占比 例/%	平均菌 落数
I	0.2	0~0.7	23	46	26	52	0.17	0.85	1	2	0.7
II	0.75	0~2.2	25	54.3	20	43.5	0.43	0.57	1	2.2	2.2
III	1.5	0~3.0	109	54.8	86	43.2	0.57	0.38	4	2	2.2

从表中可见：

1) 不论哪一级手术室，都有近一半的沉降菌浓度为 0，这并不奇怪，因为以含尘浓度来说，静态结果可以很低，例如 10 万级的达到了千级的数值，万级的达到百级的数值，而菌尘比例常小于 1/1 000，所以测出 0 是可能的。

2) 绝大部分洁净手术室(约 98%)手术区的沉降菌浓度符合《规范》要求，沉降菌浓度在 0 与标准值之间的 II，III 级手术室，平均菌落数为标准值的 1/2 左右，I 级的略差，达到标准值的 0.8。

3) 与含尘浓度一样，若兼顾手术室动态效果，以上结果较合适；若仅以静态衡量，以上结果表明风量略有富余。

4) 不同级别的洁净手术室，其静态沉降菌浓

有很大差别(因为沉降菌浓度本来很小，不能看绝对值，应看其倍数)，说明《规范》给的标准值是必要的。

5) 比较表 2 和表 3 可见，洁净度不合格的，沉降菌浓度也不合格，这再次表明尘、浓之间有一定联系，表明以洁净度作为沉降菌浓度级别的保障条件是正确的。但是为了空气检验和验收，仍需要有相应的沉降菌浓度标准，不能以含尘浓度代替沉降菌浓度。

1.5 温度

《规范》对各级手术室给出了统一的冬夏舒适性温度范围，即冬季不应低于 22℃，夏季不应高于 25℃，这里不包括手术有特殊要求的温度值。

测定统计结果见表 4。

表 4 温度

手术室级别	标准值/℃	符合标准			低于 22℃			超过 25℃		
		房间数/个	所占比例/%	平均/℃	房间数/个	所占比例/%	平均/℃	房间数/个	所占比例/%	平均/℃
I~III	≥22(冬), ≤25(夏)	269	91.2	22.7	7	2.4	19.9	19	6.4	27.3

从表中可见：

1) 尽管就目前反映看，手术室工作人员希望手术室有更低的温度，但从所统计的手术室看，绝大部分(91%)手术室的温度(不是送风温度)符合《规范》要求，低于下限或高于上限的极少。

2) 绝大部分手术室平均室温接近下限，说明

即使在夏季，实际室温也较低。

1.6 相对湿度

《规范》分别给出了 I，II，III，IV 级手术室冬夏舒适性相对湿度范围，即 I，II 级冬季不应小于 40%，夏季不应高于 60%；III，IV 级冬季不应小于 35%，夏季不应高于 60%。测定统计结果见表 5。

表 5 相对湿度

手术室级别	标准值/%	符合标准			低于 35%或 40%			超过 60%		
		房间数/个	所占比例/%	平均/%	房间数/个	所占比例/%	平均/%	房间数/个	所占比例/%	平均/%
I，II	40~60	83	87.4	50.2	4	4.2	39.2	8	8.4	66.6
III	35~60	194	98.5	47.9	0	0		3	1.5	65.5

从表中可见：

1) III 级洁净手术室合格比例大于 I，II 级。
2) 各级洁净手术室多数合格，合格比例均较高。
3) 冬季 III 级洁净手术室没有低于 35%的，而 I，II 级有低于 40%的，说明冬季要求 40%相对湿度有一定难度。

1.7 噪声^[2]

噪声会引起人的烦恼，当然也影响通话。由于医护人员都戴口罩，要求通话环境非常安静，并且不引起烦恼，所以对于手术室这是很重要的指标。国外标准中的噪声限制都较低，A 声级噪声不超过 45 dB，在制订我国《规范》时，考虑到国产风机设备性能，将 A 声级噪声放宽到 50~52 dB。

测定统计结果见表 6。

表 6 噪声

手术室 级别	标准值/ dB	符合标准			超过标准		
		房间数/ 个	所占比 例/%	平均/dB	房间数/ 个	所占比 例/%	平均/dB
I	≤52	46	83.6	49.0	9	16.4	54.9
II, III	≤50	222	88.8	48.4	28	11.2	54.1

从表中可见：

1) I 级洁净手术室有 83% 以上达到了 A 声级噪声不超过 52 dB 的要求, 而平均 A 声级噪声低于 50 dB, 这说明标准值并不难达到。

2) II, III 级洁净手术室有接近 90% 的达到了 A 声级噪声不超过 50 dB 的要求, 平均 A 声级噪声低于 49 dB, 同样说明标准是容易达到的。

3) 从整体水平看, 实际运行的洁净手术室指标略低于国外的标准, 说明当初我国在制订标准时考虑的问题是现实的。有人提出的再把标准值提高的想法是绝对行不通的, 当然降低标准值也不具备条件。

1.8 照度

《规范》规定的手术室照度是工作区内工作面上的最低照度。工作区内是指小房间离墙 0.5 m 以内, 大房间离墙 1 m 以内的区域, 即有人工作的区域。

工作区内的平均照度肯定要大于最低照度, 而且平均照度够了, 不见得所有地点都适合工作。例如中间 800 lx, 边上 100 lx, 平均 450 lx, 但边上 100 lx 的地方就不适宜工作了。

国外标准关于照度的值有的定得很高, 但国内护士长反映灯太亮对眼睛不利, 在室内工作数小时后出去很难适应。350 lx 作为最低照度应是不低了。据《规范》条文说明介绍, 日本东海大学无菌手术室实测照度为 465 lx, 准备室为 350 lx, 但未说明是否是最低照度, 可能是平均照度, 若是, 则和我国标准相当。

测定统计结果见表 7。

表 7 照度

手术室 级别	最低标准 值/lx	符合标准			低于 350 lx	
		房间数/ 个	所占比 例/%	平均/lx	房间数/ 个	所占比 例/%
I	≥350	44	80	509	11	20
II	≥350	37	88	417	5	12
III	≥350	176	85	476	31	15

从表中可见：

1) 综合统计, I~III 级手术室有 80% 以上达标, 说明实现此标准值并不难; 但仍有 12% 以上未达

标, 而且有 9 个手术室只有 167 lx, 说明达标并非轻而易举。

2) 达标的最低照度平均值 I 级的超过 500 lx, II, III 级的都在 400 lx 以上, 都不低, 与前面提到的日本东海大学手术室相当, 如果它是平均照度, 则还高于它。所以这一照度标准值是合适的, 看不出有提高的必要。

2 结论

2.1 由于有了统一标准参数, 可以对所建洁净手术室进行比较, 对于控制和提高质量大有好处。

2.2 《规范》给出的洁净手术室的参数标准值是适宜的, 在大部分手术室中可以实现, 不能实现的约占百分之几到百分之十几。

2.3 从所统计的超过 300 个洁净手术室看, 性能质量应属于良好的范围, 使用上基本可以放心。

2.4 洁净度不达标的手术室, 沉降菌浓度也难以达标, 以洁净度作为沉降菌浓度达标的保障条件是必要的。

2.5 静态沉降菌浓度在不同级别洁净手术室之间差别明显, 而且不可能都是 0。当用空气洁净技术代替别的消毒方法实现除菌目的时, 应该给出一个所达到的除菌程度的指标, 这一指标以静态沉降菌浓度表述是必要的。

2.6 所测手术室的洁净度和沉降菌浓度都比静态标准值好得多, 但若从动态角度考虑, 所测结果比较合适, 即风量适当。所以《规范》定的洁净送风量是适当的, 或稍有降低的可能。

参考文献

[1] 许钟麟. 空气洁净技术原理[M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2003: 395
[2] 许钟麟, 沈晋明. 空气洁净技术应用[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1989

· 会讯 ·

中加建筑节能专题研讨会

——建筑物全寿命周期的能耗及对环境的影响

2006 年 11 月 13 日由加拿大驻华大使馆、加拿大木业协会、建设部建筑节能中心、清华大学联合主办的“中加建筑节能专题研讨会——建筑物全寿命周期的能耗及对环境的影响”在北京召开。建设部副部长仇保兴和加拿大自然资源部部长 Gary Lunn 作了重要讲话。建设部、中国建筑科学研究院、清华大学等单位的领导和专家与加拿大方面对中国和加拿大建筑能耗分析和建筑物全寿命周期研究的方法和手段进行了充分的交流, 本次会议促进了中加双方在先进建筑技术方面的交流与了解。

(本刊特约通讯员 吴延鹏)