

# 净化用组合式空调系统的参数计算

任剑生 闫海波 张建美

(山东齐都药业有限公司, 山东 淄博 255400)

**摘要:**对洁净区的组合式空调系统的参数进行了设计确认,并对设计过程中所用的气象参数、计算公式以及空气处理过程等进行了详细的阐述,以便更好地管理和维护空调系统,使其正常运转,保证生产任务的顺利完成。

**关键词:**净化用组合式空调;参数;设计;计算

## 0 引言

我国新版GMP认证的严谨程度可以说与FDA、WHO、欧盟等组织的相关规范要求不相上下,体现了我国对药品生产行业的高度重视以及对整个国家用药安全形势的负责任的态度。标准提高后,对制药企业生产所用的硬件、软件的要求也随之提高,作为整个洁净区生产环境所需的最基础设施——空调通风系统,其平稳、高效、有保障地运行显得尤为重要。然而,设计院对组合空调的设计在某些方面容易与实际使用单位脱节,导致设计参数的选择不准确,实际运行时达不到工艺规程所要求的生产条件,给生产单位造成了不必要的损失,所以,生产单位有必要结合自身的工艺参数、设备参数、已使用车间的实际使用情况,对设计方案进行审核,同设计院做好沟通工作,以免对生产活动造成影响。空调的使用者也应该明白其设计和参数的计算过程,从而做到心中有数。

## 1 组合式空调的设计过程

下面以一个小的质检净化区为例,进行设计方面的计算和审核,质检净化区的平面设计如图1所示。

### 1.1 设计说明

净化区室内空调参数为:温度18~26℃,湿度45%~65%。由于整个净化区都为净化C级别(阳性对照间必须为全排风设置),我们将整个系统设计为一套组合式净化空调机组。

净化厂房一般都是位于建筑物内的二次装修建筑,其围护结构都为岩棉保温彩钢板,因此,围护结构的传热、冷量可以不用考虑。

### 1.2 计算公式及计算过程

#### 1.2.1 门隙排风量计算公式

$$L_z = a l \Delta p^{\frac{1}{n}}$$

式中  $L_z$ ——门隙排风量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$l$ ——缝隙长度,  $\text{m}$ ;

$\Delta p$ ——室内要求保持的正压或负压值,

1  $\text{mmH}_2\text{O}$ , 1  $\text{mmH}_2\text{O} = 9.78 \text{ Pa}$ ;

$a$   $n$ ——严密程度相关的常数,通常  $a = 8 \sim$

40,  $n = 1 \sim 2$ 。

通常净化区按门的大小取门隙排风经验值,800 mm的门取50  $\text{m}^3/\text{h}$ ,1 200 mm的门取100  $\text{m}^3/\text{h}$ 。

#### 1.2.2 风量计算

风量计算表如表1所示。

#### 1.2.3 设计气象参数(山东省济南市)

(1)大气压力:冬季=102.37 Pa,夏季=100.14 Pa;

(2)通风计算干球温度:冬季=-2.3℃,夏季=

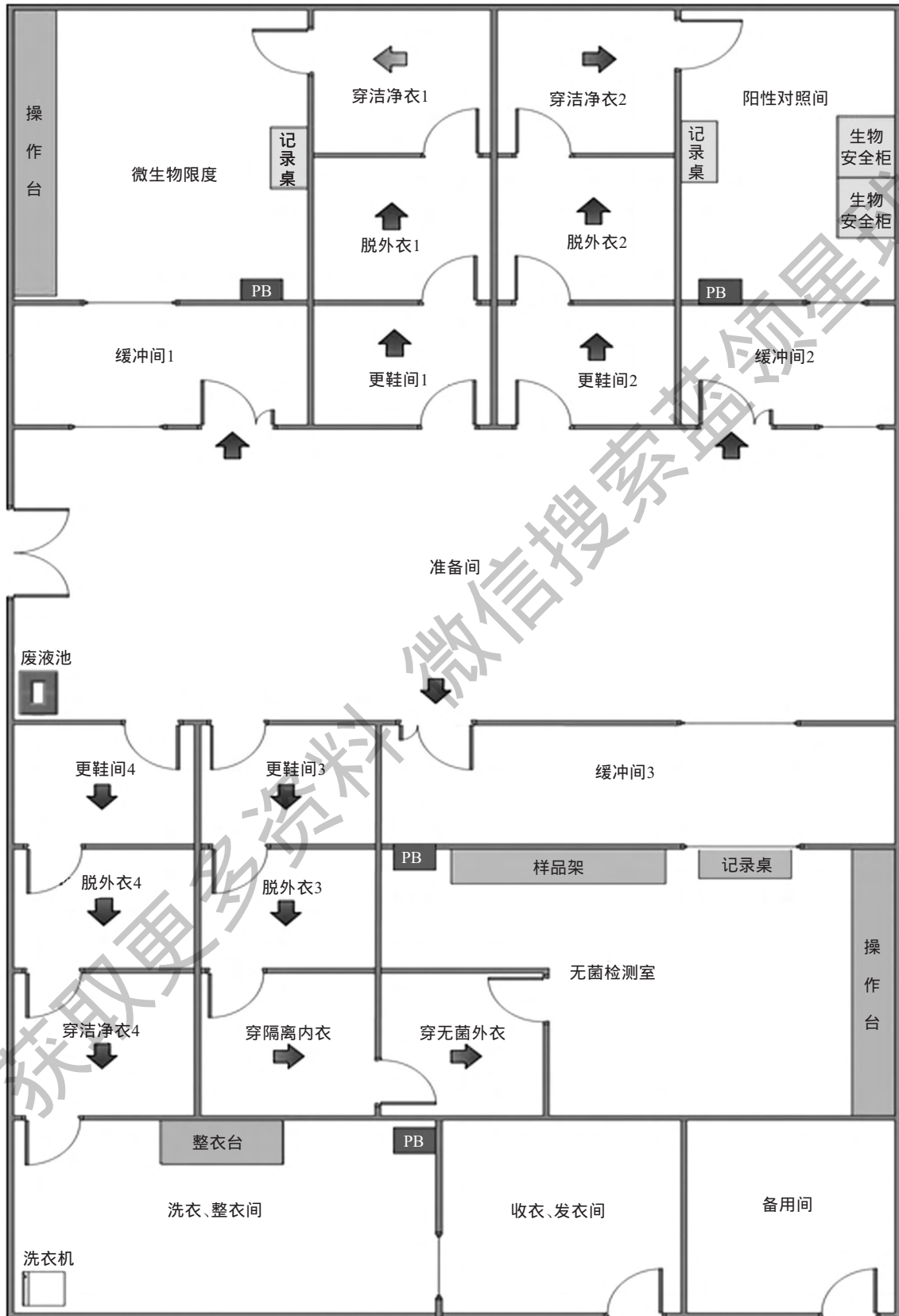


图1 质检净化区的平面设计

表1 风量计算

房间名称	房间长度 a/m	房间宽度 b/m	房间面积 (s=a×b) /m <sup>2</sup>	房间高度 h/m	房间体积 (v=s×h) /m <sup>3</sup>	净化级别	换气次数n	计算送风量(q=v×n)/(m <sup>3</sup> /h)	回风量/ (m <sup>3</sup> /h)	排风量/ (m <sup>3</sup> /h)	正压泄风量/ (m <sup>3</sup> /h)	新风比 (排风/送风)
缓冲间1	5	2.5	12.5	2.6	32.5	E级	8	260.0		260		
更鞋间1	3	2.5	7.5	2.6	19.5	E级	8	156.0		160		
脱外衣1	3	3	9.0	2.6	23.4	D级	30	702.0	702		50	
穿洁净衣1	3	3	9.0	2.6	23.4	C级	38	889.2	890		50	
微生物限度	5.9	5	29.5	2.6	76.7	C级	38	2 914.6	2 920		50	
缓冲间2	3.5	2.5	8.8	2.6	22.8	E级	8	182.0		180		
更鞋间2	3	2.5	7.5	2.6	19.5	E级	8	156.0		160		
脱外衣2	3	3	9.0	2.6	23.4	D级	30	702.0	700		50	
穿洁净衣2	3	3	9.0	2.6	23.4	C级	38	889.2	890		50	
阳性对照间	5.9	3.5	20.7	2.6	53.7	C级	38	2 040.2		2 050		
缓冲间3	8.4	2.5	21.0	2.6	54.6	E级	8	436.8				
更鞋间3	2.95	2.4	7.1	2.6	18.4	E级	8	147.3		150		
脱外衣3	2.95	2.5	7.4	2.6	19.2	D级	30	575.3	576		50	
穿隔离内衣	2.95	2.95	8.7	2.6	22.6	C级	38	859.8	860		50	
穿无菌外衣	3	2.7	8.1	2.6	21.1	B级	60	1 263.6	1 260		50	
无菌检测间	8.4	4.5	37.8	2.6	98.3	B级	60	5 896.8	5 900		50	
更鞋间4	3	2.4	7.2	2.6	18.7	E级	8	149.8		150		
脱外衣4	3	2.5	7.5	2.6	19.5	D级	30	585.0	585		50	
穿洁净衣4	3	2.95	8.9	2.6	23.0	C级	38	874.4	875		50	
洗衣、整衣间	7	4	28.0	2.6	72.8	C级	38	2 766.4	2 770		50	
合计								22 446.4	18 928	3 110	600	0.14

30.9 ℃ ;

(3)空调室外计算干球温度 :冬季 = -10.3 ℃ ,

夏季 = 34.6 ℃ ;

(4)夏季空调室外计算湿球温度 26.7 ℃ ;

(5)冬季空调室外计算相对湿球湿度 :最冷月平均室外相对湿度 = 61%。

#### 1.2.4 空调参数计算公式

空调送风冷负荷计算公式 :

$$Q_{冷} = Q_{风} \times a \times (C_i - L_i) / 3\ 600$$

式中  $Q_{冷}$ ——空调冷负荷 kW ;

$Q_{风}$ ——空调送风量 m<sup>3</sup>/h ;

$C_i$ ——混合空气焓值 kJ/kg ;

$L_i$ ——机器露点空气焓值 kJ/kg ;

$a$ ——空气密度 取1.2 kg/m<sup>3</sup>。

空调送风热负荷计算公式 :

$$Q_{热} = Q_{风} \times a \times (M_i - C_i) / 3\ 600$$

式中  $Q_{热}$ ——空调热负荷 kW ;

$Q_{风}$ ——空调送风量 m<sup>3</sup>/h ;

$M_i$ ——送风温度空气焓值 kJ/kg ;

$C_i$ ——混合空气焓值 kJ/kg ;

$a$ ——空气密度 取1.2 kg/m<sup>3</sup>。

冬季空调加湿量计算公式 :

$$W = Q_{风} \times a \times (O_d - C_d) \times 3.6 / 3\ 600$$

式中  $W$ ——加湿量 kg/h ;

$Q_{风}$ ——空调送风量 m<sup>3</sup>/h ;

$O_d$ ——送风温度空气含湿量 g/kg ;

$C_d$ ——混合点空气含湿量 g/kg ;

$a$ ——空气密度 取1.2 kg/m<sup>3</sup>。

## 1.2.5 空调负荷计算

空调负荷计算结果如表2所示。

比 $\varepsilon \approx 20\ 000$ 来计算的,具有一定的代表性,但若房间内有大的产热、产湿、排风设备,就要另当别论,

表2 空调负荷计算结果

夏季	温度 $T/^\circ\text{C}$	含湿量 $D$ $/(g/kg)$	焓值 $I$ $(kJ/kg)$	相对湿度 $\phi/\%$	冬季	温度 $T/^\circ\text{C}$	含湿量 $D$ $(g/kg)$	焓值 $I$ $(kJ/kg)$	相对湿度 $\phi/\%$	新风比	总送风量 $/(m^3/h)$	冷量 $/kW$	热量 $/kW$	加湿量/ $(kg/h)$
室外状态点 $W$	34.6	19.34	84.55	54.2	室外状态点 $W$	-10.3	0.94	-8.07	61	14	25 000	144	78.3	32.7
室内状态点 $N$	22	9.27	45.79	55	室内状态点 $N$	22	8.23	43.14	50					
湿合点 $C$	23.79	10.55	50.88	56.7	湿合点 $C$	17.53	7.14	35.79	58.03					
机器露点 $L$	12.03	8.5	33.6	95	送风点 $M$	24	7.14	42.41	38.95					
送风点 $O$	20	8.5	41.77	56.4	送风点 $O$	24	8.23	45.19	44.82					

## 1.2.6 空气处理过程

空气处理过程的焓湿图如图2所示。

需要提前同设备厂家、设计院进行充分的沟通,并进行独立计算。对过热的房间,可以在空调的分段

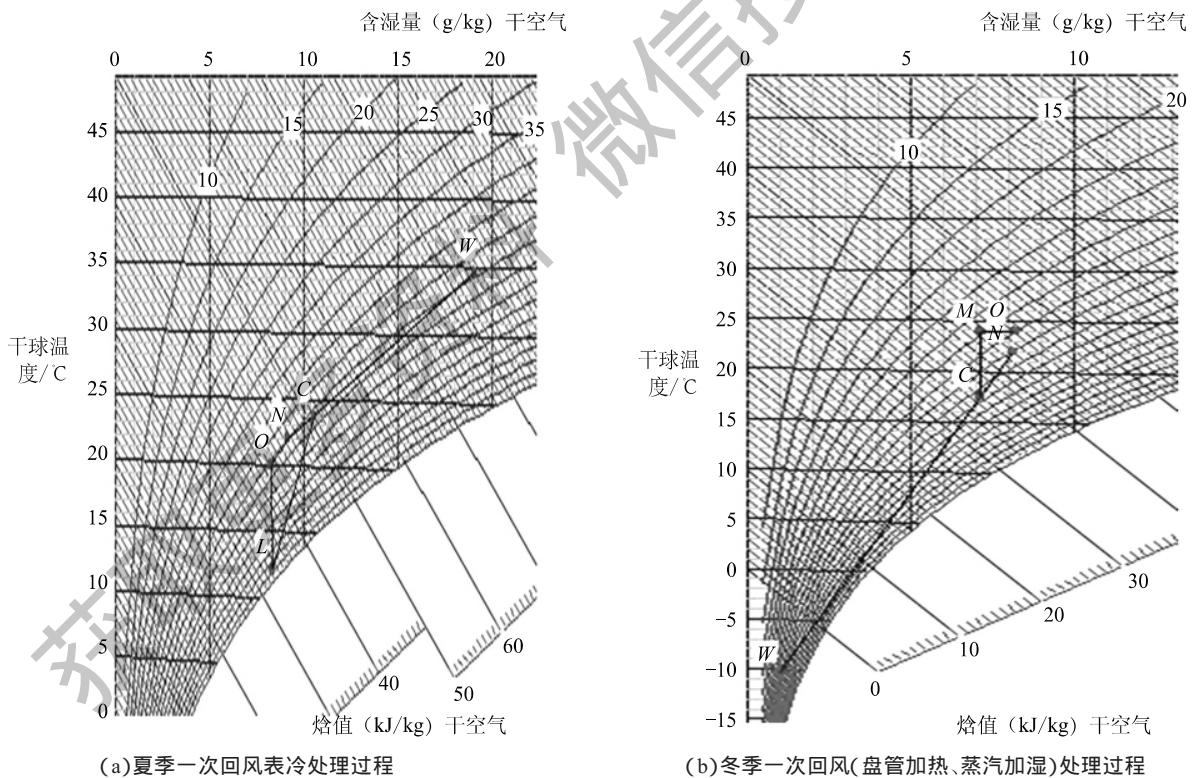


图2 空气处理过程的焓湿图

## 2 设计理论与生产实际相结合

以上的空气处理过程是以送风温差 $2\ ^\circ\text{C}$ 、热湿

设置上进行综合考虑或者采取房间单设冷量内循环的方式;对过湿的房间,可以采取增设转轮除湿的方式,以求得最好的效果。(下转第55页)

该项目的顺利实施,在取得良好社会效益的同时,为企业带来了直接可观的经济效益、环境效益。✎

#### [参考文献]

- [1] 陆耀庆.实用供热空调设计手册[M].2版.北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [2] 中国气象局气象信息中心气象资料室,清华大学建筑技术科学系.中国建筑热环境分析专用气象数据集[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.

- [3] 住房和城乡建设部工程质量安全监管司,中国建筑标准设计研究院.全国民用建筑工程设计技术措施暖通空调·动力[M].北京:中国计划出版社,2009.

收稿日期:2015-07-20

作者简介:刘欣(1979—),男,辽宁沈阳人,工程师,研究方向:余热节能利用。

(上接第18页)

层流保护系统,实现了真正意义上的非人工干预操作,其有着结构简单、易于操作且交叉污染风险极低等特点,特别适用于无菌PE塑料袋或呼吸袋通过自净区向A级层流保护区的传递,尤其是对铝盖的传递,能节省一套往复缓冲斗。同时,该结构已申请发明专利(发明专利公布号CN104044772A),本着推动国内制药装备技术进步的目的,本专利也可

商议许可。✎

收稿日期:2015-08-05

作者简介:田耀华(1960—),男,上海人,高级工程师,《机电信息·制药装备》编审,研究方向:制药工程及制药装备的应用与技术。

(上接第51页)

### 3 结语

组合式空调设计参数的正确与否直接影响到生产使用中的效果,也直接关系到车间的生产环境是否达到工艺规程的要求。在设计初期应做好充分的沟通和协调,本着科学、合理的态度,从实际出发,从节能降耗的大局出发,为药品的生产创造一个优质的条件,保证人们的用药安全,促进制药行业的健康发展。✎

#### [参考文献]

- [1] 电子工业部第十设计研究院.空气调节设计手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1995.

收稿日期:2015-07-13

作者简介:任剑生(1976—),男,山东淄博人,工程师,从事制药企业公用设施的建设与改造工作。