

# QJ

中华人民共和国航空航天工业部航天工业标准

QJ 2214-91

---

## 洁净室(区)内洁净度 级别及评定

1991-08-01 发布

1992-05-01 实施

---

中华人民共和国航空航天工业部 发布

## 目 次

1 主题内容与适用范围 .....	(1)
2 引用标准 .....	(1)
3 术语 .....	(1)
4 空气洁净度级别 .....	(2)
5 空气洁净度级别的鉴定和监测 .....	(5)
6 典型工艺及产品对空气洁净度级别的要求 .....	(14)
附录 A 手工操作粒径分级和粒子计数的方法(补充件).....	(15)
附录 B 光学粒子计数器的操作(补充件).....	(21)
附录 C 拉斯金(Laskin)喷嘴的结构尺寸(参考件) .....	(25)
附录 D 典型工艺及产品对空气洁净度级别的要求(参考件).....	(27)

## 洁净室(区)内洁净度级别及评定

---

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了洁净室(区)内空气洁净度级别,以及空气洁净度级别鉴定和洁净度监测的方法。

本标准适用于以空气悬浮粒子为控制对象,新建、改建、扩建的洁净室(区)的分级和评定。

### 2 引用标准

GB 6167.1 尘埃粒子计数器性能试验方法 转换灵敏度

GB 6167.2 尘埃粒子计数器性能试验方法 颗粒数浓度

GB 6165 高效空气过滤器性能试验方法

### 3 术语

#### 3.1 洁净室(区)

空气悬浮粒子浓度被控制在规定界限内的房间或限定空间。

##### 3.1.1 空态(竣工态)测试

洁净室(区)已竣工,净化空调系统已处于正常运行状态,室内没有工艺设备和生产人员的情况下进行的测试。

##### 3.1.2 静态测试

洁净室(区)净化空调系统已处于正常运行状态,工艺设备已安装并空载运行,室内没有生产人员的情况下进行的测试。

##### 3.1.3 动态测试

洁净室(区)已处于正常生产状态下进行的测试。

#### 3.2 洁净度

洁净室(区)内等于或大于某粒径的空气悬浮粒子的浓度。

### 3.3 洁净度级别

1m<sup>3</sup>空气中等于或大于某一粒径的悬浮粒子在统计学上许可的粒数的相关数。

对于一般洁净度级别，定义为1m<sup>3</sup>空气中等于或大于0.5μm的粒子在统计学上许可的粒数除以35后的整数，称为n级；对于0.1μm洁净度级别，定义为1m<sup>3</sup>空气中等于或大于0.1μm粒子在统计学上许可的粒数除以35后的整数，称为0.1μm n级。当0.1μm洁净度级别为35时，与一般洁净度级别的1级相衔接。

### 3.4 粒子

粒径在0.001~1000μm之间的固体或液体物质。

### 3.5 粒径

用光学显微镜观测时在观测平面上粒子视在最大线长度，或用自动化仪器测得的粒子当量直径。当量直径是具有已知特性并和被测量的粒子对检测仪器产生相同响应的参照球的直径。

### 3.6 粒子浓度

单位体积空气中粒子的粒数。粒子浓度用每立方米空气中的粒数来表示。

### 3.7 单向流(层流)

具有总体平行的流线，以单一通路、单一方向通过洁净室(区)的气流。

### 3.8 非单向流(乱流)

具有多通路循环特征或者气流方向不平行的气流。

### 3.9 等动力采样

进入采样仪器的气体速度(在入口或入口面处)的大小和方向与被采样的周围空气的速度和方向相同条件下的采样。

### 3.10 置信上限

若平均值是从高斯(正态)分布中抽样取得的，按一给定置信百分数的情况(此处为95%)下，计算的估计上限值会大于实际平均值。计算的估计上限值称为置信上限。

### 3.11 气溶胶

固体、液体粒子或两种粒子在气体介质中的悬浮体系。

## 4 空气洁净度级别

### 4.1 级别界限的确定

各空气洁净度级别的粒子浓度界限见表1和图1。表1和图1的洁净度级别界限仅为分级而规定的，不代表在具体场合必然存在的粒径分布。

### 4.2 确定100级及劣于100级的级别时的检测粒径

空气洁净度级别可以通过测定表1中所列该级别的任何一种粒径上的粒子数来确定。

若测得的粒子浓度按 5.6 条的统计分析方法确定在表 1 所示任何一种粒径上规定的界限内, 则认为达到该级别。

#### 4.3 确定优于 100 级 (包括 0.1 $\mu\text{m}$ 洁净度级别)的级别时的检测粒径

空气洁净度级别应按工艺要求, 指定在表中列出的一种或几种粒径上测量, 并按 5.6 条的统计分析方法确定。

#### 4.4 通过在其它粒径上的测量来分级

通过表 1 或图 1 规定的粒径以外的粒径上的测量来确定空气洁净度的级别时, 其计数值不应超出表 1 中比测量粒径大的邻近粒径所规定的粒子计数界限值, 且不应超出表 1 和图 1 的两个端点外延。

表 1

粒 / 立方米

级 别	检 测 的 粒 径 $\mu\text{m}$				
	0.1	0.2	0.3	0.5	5.0
0.1 $\mu\text{m}$ 1 级	35 $\times$ 1	(35 $\times$ 0.2)	—	—	—
0.1 $\mu\text{m}$ 5 级	35 $\times$ 5	35 $\times$ 1	—	—	—
0.1 $\mu\text{m}$ 10 级	35 $\times$ 10	35 $\times$ 2	35 $\times$ 0.86	—	—
1 级(0.1 $\mu\text{m}$ 35 级)	35 $\times$ 35	35 $\times$ 7.5	35 $\times$ 3	35 $\times$ 1	—
10 级	35 $\times$ 350	35 $\times$ 75	35 $\times$ 30	35 $\times$ 10	—
100 级	—	35 $\times$ 750	35 $\times$ 300	35 $\times$ 100	—
1000 级	—	—	—	35 $\times$ 1000	35 $\times$ 7
10000 级	—	—	—	35 $\times$ 10000	35 $\times$ 70
100000 级	—	—	—	35 $\times$ 100000	35 $\times$ 700

注: 表中“ $\times$ ”号后面的数字为每立方英尺空气中的粒子数, 括号内的数字为参考值。

#### 4.5 空气洁净度级别的内插规定

在有特殊要求时, 可以规定与表 1 提出的级别不同的洁净度级别 (如 50 级, 300 级, 5000 级, 0.1 $\mu\text{m}$ 20 级等)。对于 1~100000 级, 其内插级别可以用一条平行于图 1 规定的级别界限的直线与 0.5 $\mu\text{m}$  粒径线的交点的粒子数除以 35 后的整数来确定。对于 0.1 $\mu\text{m}$  洁净度, 其内插级别可用一条平行于图 1 中规定的级别界限的直线与 0.1 $\mu\text{m}$  粒径线交点的粒子数除以 35 后的整数来确定。任何内插级别界限不应用下列限定粒径以外测量的粒子浓度表示:

- a. 劣于 1000 级应按工艺要求, 用 0.5 $\mu\text{m}$  或 5 $\mu\text{m}$  的粒径测量来确定;



b. 劣于 10 级而优于 1000 级的级别应按工艺要求, 用 0.2, 0.3 $\mu\text{m}$  或 0.5 $\mu\text{m}$  的粒径测量来确定;

c. 劣于 1 级而优于 10 级的级别应按工艺要求, 用 0.1, 0.2, 0.3, 0.5 $\mu\text{m}$  的粒径中的一种或几种粒径测量来确定;

d. 劣于 0.1 $\mu\text{m}$ 10 级而优于 1 级的级别应按工艺要求, 用 0.1, 0.2, 0.3 $\mu\text{m}$  的粒径中的一种或几种粒径测量来确定;

e. 劣于 0.1 $\mu\text{m}$ 5 级而优于 0.1 $\mu\text{m}$ 10 级的级别应按工艺要求, 用 0.1 $\mu\text{m}$  或 0.2 $\mu\text{m}$  的粒径中的一种或两种粒径测量来确定;

f. 劣于 0.1 $\mu\text{m}$ 1 级而优于 0.1 $\mu\text{m}$ 5 级的级别在 0.1 $\mu\text{m}$  粒径上测量确定。

## 5 空气洁净度级别的鉴定和监测

### 5.1 空气洁净度级别的鉴定

一个洁净室 (区) 的空气洁净度级别应在下列条件下, 通过测量空气悬浮粒子的浓度来确定。

#### 5.1.1 鉴定性测试时机

在洁净室 (区) 建成或投入运行后应进行鉴定性测试。在洁净室 (区) 内生产设备和工艺进行重大变化或空气净化系统进行大检修后, 应进行鉴定性测试。也可按工艺要求随时进行。

#### 5.1.2 测试状态

空气洁净度级别的鉴定, 可采用“空态”、“静态”、“动态”或其它规定的状态, 根据不同的测试目的, 由设计、施工、使用单位协商确定, 并在使用单位规定的环境参数条件下进行测试。

空态测试用以检验洁净室(区)的设计、空调净化系统的设计和施工安装能否满足要求; 静态测试用以检验工艺设备布置和设备的产生量是否满足要求; 动态测试用以进一步检验工艺、生产人员操作情况是否正常。

#### 5.1.3 粒子计数

对于洁净室 (区) 内所有洁净度级别的鉴定, 应按 5.3 条规定的一种方法进行粒子计数。

#### 5.1.4 采样点及采样次数

任何一个洁净室 (区), 其采样点不应低于两个。洁净室 (区) 内除了受设备限制的地方外, 采样点应均匀分布。每一个采样点采样次数不应低于 1 次, 每个洁净室 (区) 完成的总采样次数不应低于 5 次。

##### 5.1.4.1 单向流

## QJ 2214-91

对于单向流，洁净区是根据与气流方向垂直流入和流出平面来确定的。流入平面应刚好在洁净工作区上游处。洁净工作区一般指洁净室（区）内离地面 0.8~1.5m 高度的区域。生产工艺特殊或高大厂房的洁净工作区高度范围应根据使用要求另行规定。对于以验收为目的的洁净度测试，应在 5.7 条规定的过滤器装置泄漏试验以及 5.8 条规定的围护结构及层流罩诱导渗漏试验合格后进行。采样点位置应在洁净工作区平面上均匀分布，也可按工艺要求指定。一个洁净室（区）空气洁净度级别鉴定所需的最少采样点数等于以平方米计算的流入平面面积数值除以 2.5。

### 5.1.4.2 非单向流

对于非单向流，除了洁净区内受设备限制的地方外，采样点应在水平方向上均匀布置，并按照规定在垂直方向上均匀布置。最少采样点数的计算公式如下：

$$N_{\min} = \frac{A \times 10}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(1)$$

式中： $N_{\min}$  — 非单向流洁净室(区)最少采样点数；

$A$  — 以平方米计算的洁净室(区)地板(流入平面)面积数值；

$n$  — 洁净室(区)的空气洁净度级别。

### 5.1.5 采样量和采样时间

5.1.5.1 不同空气洁净度级别和不同检测粒径的每次最少采样空气量（以下简称采样量）见表 2。采样时间是由采样量除以采样流率计算出来的。采样量的大小应作记录。

5.1.5.2 表 2 中未规定的其它级别的采样量，应按表中与它相邻的更优级别的采样量规定；表 2 中未规定的其它粒子的采样量，应按表中比它大的相邻粒子的采样量规定。

### 5.1.6 数据的记录

洁净室（区）测试时采样点的布置、采样次数、采样结果、测试状态以及有关的环境参数和运行状况应作记录。根据实际情况可以选择记录的环境参数和运行状况，包括风速、换气次数、室内空气压力、新风量、温度、湿度、单向流的气流平行度、噪声、振动、自净时间、设备及人员活动状况等。

### 5.1.7 数据的统计计算

鉴定空气洁净度的级别应按 5.6 条的规定对粒子浓度测量数据进行统计计算。

## 5.2 空气洁净度的监测

洁净室（区）的空气洁净度在鉴定合格后，应在动态下予以监测。首先应对粒子浓度作连续测量或多次测量，有关的环境参数和运行状况也可纳入监测内容。



表 2

L

级 别	检 测 的 粒 径 $\mu\text{m}$				
	0.1	0.2	0.3	0.5	5.0
0.1 $\mu\text{m}$ 1 级	566.0 (28.3 $\times$ 20.0)	—	—	—	—
0.1 $\mu\text{m}$ 5 级	113.2 (28.3 $\times$ 4.0)	566.0 (28.3 $\times$ 20.0)	—	—	—
0.1 $\mu\text{m}$ 10 级	56.6 (28.3 $\times$ 2.0)	283.0 (28.3 $\times$ 10.0)	658.0 (28.3 $\times$ 23.3)	—	—
1 级 (0.1 $\mu\text{m}$ 35 级)	17.0 (28.3 $\times$ 0.6)	84.9 (28.3 $\times$ 3.0)	198.1 (28.3 $\times$ 7.0)	566.0 (28.3 $\times$ 20.0)	—
10 级	2.8 (28.3 $\times$ 0.1)	8.5 (28.3 $\times$ 0.3)	19.8 (28.3 $\times$ 0.7)	56.6 (28.3 $\times$ 2.0)	—
100 级	—	2.8 (28.3 $\times$ 0.1)	2.8 (28.3 $\times$ 0.1)	5.7 (28.3 $\times$ 0.2)	—
1000 级	—	—	—	2.8 (28.3 $\times$ 0.1)	84.9 (28.3 $\times$ 3.0)
10000 级	—	—	—		8.5 (28.3 $\times$ 0.3)
100000 级	—	—	—		

注：表中括号内“ $\times$ ”号后面的数字为每立方英尺数。

### 5.2.1 监测计划

使用单位应根据空气洁净度级别、工作性质及产品防护所必须的洁净度控制程度来制订监测计划，监测计划规定监测周期、粒子计数方法、粒径、监测点位置、数量及采样量，以及采样数据分析处理的方法等。

### 5.2.2 粒子计数

粒子的计数应按 5.3 条规定的测量方法进行。

### 5.2.3 监测位置

监测位置应选择在工艺对洁净度要求严格的地方以及在鉴定测试期间发现粒子浓度较高的地方。

### 5.2.4 采样量

监测时，不同空气洁净度级别和不同检测粒径的采样量应符合表2规定。

### 5.2.5 数据的分析处理

空气洁净度监测的数据应按5.6条的规定进行统计分析处理。

## 5.3 测量粒子浓度的方法

### 5.3.1 粒径等于或大于 $5\mu\text{m}$ 的粒子计数

粒径等于或大于 $5\mu\text{m}$ 的粒子计数，应采用手工操作粒径分级和粒子计数的方法，或使用光学粒子计数器。手工操作粒径分级和粒子计数的方法应按附录A（补充件）的规定；光学粒子计数器的操作应按附录B（补充件）的规定。

### 5.3.2 粒径等于或大于 $0.1\mu\text{m}$ 的粒子计数

粒径等于或大于 $0.1\mu\text{m}$ 的粒子计数，应使用光学粒子计数器并按附录B的规定。该计数器必须使用单个粒子的计数方式，只有定期标定并且维护良好的粒子计数器才能在粒子浓度测量中使用。粒径大小应为参照标准粒子的当量直径。

### 5.3.3 粒径等于或大于 $0.01\mu\text{m}$ 的粒子计数

粒径等于或大于 $0.01\mu\text{m}$ 的粒子计数可以使用凝结核计数器，并应使用单个粒子的计数方式。

## 5.4 测量粒子浓度的仪器

不同几何尺寸或操作原理不同的光学粒子计数器、凝结核计数器对同一粒子群计数时，会得出不同的结果。即使设计相同并且近期都标定过的任何两台粒子计数器，在对同一地点的空气采样时，也会得出不同的测量结果。

### 5.4.1 光学粒子计数器

光学粒子计数器是用显示（或）记录的手段对空气中离散粒子和粒径进行分级的光散射式仪器。

光学粒子计数器用于洁净室（区）内洁净度的鉴定和监测，也可用于过滤器装置泄漏试验、围护结构及层流罩诱导渗透试验。

光学粒子计数器用于高效空气过滤器装置泄漏试验和洁净室（区）围护结构及层流罩诱导渗透试验时，其采样流率不应低于 $28.3\text{L}/\text{min}$ ，并能检测 $0.5\mu\text{m}$ 或 $0.3\mu\text{m}$ 的粒径。光学粒子计数器用于装有超高效空气过滤器的洁净室（区）的过滤器装置泄漏试验和围护结构及层流罩诱导渗透试验时，应能检测 $0.1\mu\text{m}$ 的粒径，采样流率不应低于 $300\text{mL}/\text{min}$ 。

#### 5.4.2 凝结核计数器

凝结核计数器是通过光学检测蒸汽凝结在小粒子表面而形成的液滴，对等于或大于约为 $0.01\mu\text{m}$ 的空气悬浮粒子计数的一种仪器。

凝结核计数器用于洁净室（区）内洁净度的鉴定和监测，也用于装有超高效空气过滤器的洁净室（区）的过滤器装置泄漏试验和围护结构及层流罩诱导渗透试验，使用凝结核计数器时，应在计数器前连接能分辨出 $0.1\mu\text{m}$ 的粒径分级器。用凝结核计数器鉴定和监测洁净室（区）内洁净度时，应用粒径分级器测出等于或大于规定粒径的粒子浓度。

#### 5.4.3 显微镜

显微镜是由几个透镜组合构成，利用光学放大并观察微细物体的像的一种仪器。适宜用显微镜进行粒径分级和粒子计数的粒子为 $0.3\sim 20\mu\text{m}$ 的固体粒子。

显微镜用于洁净室（区）内洁净度鉴定和监测时对等于或大于 $5\mu\text{m}$ 的粒子进行手工操作粒径分级和粒子计数。

显微镜测量的粒子的粒径是观测到的粒子视在最大线长度。

#### 5.4.4 稀释器

使用粒子计数器时，测定的粒子浓度或粒径大小都不应超出制造厂规定的上限值。测量结果超出上限值的粒子浓度时，应使用经过标定的稀释器；粒子浓度低于粒子计数器上限值时，不应使用稀释器，避免由于稀释产生的测量误差。

#### 5.5 粒子计数器的标定

粒子计数器应定期到部指定的单位进行标定。需要标定的参数包括采样流率、粒径和时间设定值。

国产粒子计数器的标定按 GB 6167.1、6167.2 的要求进行。进口粒子计数器的标定参照附录 B 进行。

#### 5.6 统计分析

洁净室（区）内空气洁净度级别鉴定的悬浮粒子浓度数据采集和分析，应按以下规定进行。

##### 5.6.1 验收标准

洁净室（区）满足空气洁净度级别的验收标准必须同时满足下列两个条件：

- a. 在每一采样点测得的粒子浓度平均值等于或低于该级别界限值(见表 1)；
- b. 各测点平均粒子浓度均值的 95%置信上限等于或低于该级别界限值。

##### 5.6.2 95%置信上限的计算方法

5.6.2.1 一个采样点的平均粒子浓度的计算公式如下：

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^B C_i}{B} \dots\dots\dots(2)$$

式中:  $\bar{P}$  — 采样点的平均粒子浓度, 粒/立方米;

$C_i$  — 各次采样粒子计数值, 粒/立方米;

$B$  — 该点进行采样的次数。

5. 6. 2. 2 各点平均粒子浓度均值的计算公式如下:

$$\bar{M} = \frac{\sum_{j=1}^N \bar{P}_j}{N} \dots\dots\dots(3)$$

式中:  $\bar{M}$  — 各点平均粒子浓度的均值, 粒/立方米;

$\bar{P}_j$  — 各采样点的平均粒子浓度, 粒/立方米;

$N$  — 采样点数。

5. 6. 2. 3 标准偏差的计算公式如下:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\bar{P}_j - \bar{M})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots(4)$$

式中:  $S$  — 各点平均粒子浓度的标准偏差, 粒/立方米。

5. 6. 2. 4 标准误差的计算公式如下:

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots(5)$$

式中:  $\sigma$  — 各平均粒子浓度均值的标准误差, 粒/立方米。

5. 6. 2. 5 置信上限计算公式如下:

$$T_1 = \bar{M} + \sigma \times K \dots\dots\dots(6)$$

式中:  $T_1$  — 各平均粒子浓度均值的 95% 置信上限, 粒/立方米。

$K$  — 与采样点数相关的 95% 置信上限系数。

95%置信上限系数见表3。

表3

N	2	3	4	5~6	7~9	10~16	17~29	>29
K	6.3	2.9	2.4	2.1	1.9	1.8	1.7	1.65

### 5.7 过滤器装置泄漏试验

本试验适用于单向流洁净室（区）的空气洁净度级别的验收鉴定，也适用于非单向流洁净室（区）的洁净度劣于预定级别时的检查。

过滤器装置泄漏试验是通过在高效空气过滤器或超高效空气过滤器进风侧引入试验气溶胶，并对过滤器出风面及框架周围进行扫描，检验过滤器和框架密封处有无针孔及裂缝，并检验过滤器框架及垫片有无旁通泄漏。

#### 5.7.1 过滤器

##### 5.7.1.1 高效空气过滤器

一种用刚性框架封装一次性使用的扩展滤料的干式过滤器。它对于  $0.3\mu\text{m}$  热发生邻苯二甲酸二乙基己酯（或邻苯二甲酸二异辛酯）粒子过滤效率不低于 99.97%，其初阻力不高于 250Pa。高效空气过滤器性能试验方法可参照 GB 6168 的规定。

##### 5.7.1.2 超高效空气过滤器

一种用刚性框架封装一次性使用的扩展滤料的干式过滤器。它对粒径等于或大于  $0.10\mu\text{m}$  的粒子的计数捕集效率不低于 99.999%。

#### 5.7.2 试验气溶胶源

##### 5.7.2.1 用压缩空气发生的气溶胶源

在常温下由压缩空气吹过邻苯二甲酸二乙基己酯（或邻苯二甲酸二异辛酯）液体而产生的气溶胶。当用拉斯金（Laskin）喷嘴时，其光散射平均液滴粒径分布为：小于  $3.0\mu\text{m}$  的粒子不低于总数的 99%；小于  $0.70\mu\text{m}$  的粒子不低于总数 50%；小于  $0.4\mu\text{m}$  的粒子不低于总数的 10%。邻苯二甲酸二乙基己酯（或邻苯二甲酸二异辛酯）可用玉米油或矿物油代替，但所发生的气溶胶粒径分布应与以上数据基本相符方可代替。

拉斯金喷嘴的结构尺寸见附录 C（参考件）。

使用的压缩空气与邻苯二甲酸二乙基己酯（或邻苯二甲酸二异辛酯）气溶胶发生器连接前必须装有油水分离器、调压阀、截止阀及高效空气过滤器。施加于发生器喷嘴的空气压力应维持在 0.14MPa 表压。发生器可根据需要使用一个或几个拉斯金喷嘴提供过滤器进风侧所需的试验气溶胶浓度。

##### 5.7.2.2 大气尘气溶胶源

若大气中等于或大于  $0.5\mu\text{m}$  的悬浮粒子浓度高于  $35 \times 10^6$  粒/立方米，大气尘也是一

种试验气溶胶源。试验时，应将这部分大气直接引入过滤器装置的进风侧；若使用大气尘作气溶胶源其粒子浓度低于  $35 \times 10^6$  粒/立方米，应增加新风比例；若新风量已达到最大值，仍不能满足粒子浓度要求，应部分导入直至全部使用压缩空气发生的气溶胶源。

对于  $0.1\mu\text{m}$  洁净度级别洁净室（区）的过滤器装置泄漏试验，不应使用大气尘气溶胶源。

#### 5.7.2.3 试验气溶胶源引入位置

在使用压缩空气发生的气溶胶源时，应在送风机入口处引入，使气溶胶均匀地送到过滤器装置的进风侧，在使用大气尘气溶胶源时，应保证新风与回风良好混合，或全部采用新风。

#### 5.7.3 仪器

5.7.3.1 在采用压缩空气发生的气溶胶源时，应采用气溶胶光度计（以下简称光度计），并用光度计的探头扫描过滤器装置的出风侧来寻找泄漏。

光度计是一种光散射的质量浓度指示仪器，适合于扫描试验。它对于  $0.3\mu\text{m}$  邻苯二甲酸二乙基己酯（或邻苯二甲酸二异辛酯）粒子具有低于  $10^{-3}\mu\text{g}/\text{L}$  的最低灵敏度，并且能测量最高达  $10^5$  倍于最低灵敏度范围的浓度。光度计的采样流率应保持在  $28.3\text{L}/\text{min}$ 。探头入口处的面积应为  $8\sim 9\text{cm}^2$ 。

5.7.3.2 用于检查过滤器装置泄漏的计数器的扫描探头入口处面积，应根据仪器的采样流率确定，采样空气入口处的速度应略高于该过滤器设计面风速。

#### 5.7.4 扫描和检测

##### 5.7.4.1 扫描

过滤器表面、过滤器外框四周以及过滤器组合支架（或框架）均应进行扫描。扫描探头移动的轨迹应覆盖全部应扫描的面积。在扫描的过程中，探头应和受试面保持  $2.5\text{cm}$  的距离，以不高于下列规定的速度匀速移动：

光度计或光学粒子计数器采样流率为  $28.3\text{L}/\text{min}$  时，移动速度为  $5\text{cm}/\text{s}$ ；光学粒子计数器采样流率低于  $28.3\text{L}/\text{min}$  时，移动速度不应低于  $2\text{cm}/\text{s}$ 。

##### 5.7.4.2 检测

用光度计检测时，进风侧浓度应用改变喷嘴个数的办法调至  $10\sim 20\mu\text{g}/\text{L}$ ，并将光度计读数调为 100%（对数读出的光度计，进风侧浓度应用仪器校准曲线调整为高于一个分度读数的  $1 \times 10^4$  倍）。读出风侧浓度为进风侧气溶胶浓度的百分之几的读数（对数读出光度计，为大于一个分度的读数）。

用光学粒子计数器检测时，检查进风侧等于或大于  $0.5\mu\text{m}$  的粒子浓度不低于  $35 \times 10^6$  粒/立方米后，检测出风侧等于或大于  $0.5\mu\text{m}$  或  $0.3\mu\text{m}$  的粒子浓度。

#### 5.7.5 不合格

超出以下范围的泄漏，视为不合格，应记录：

- a. 使用线性读出光度计时，高于进风侧气溶胶浓度 0.01% 的读数；
- b. 使用对数读出光度计时，高于一个分度的读数；
- c. 高效空气过滤器装置的检漏：光学粒子计数器对等于或大于  $0.5\mu\text{m}$  的粒子浓度测量值高于  $35 \times 100$  粒 / 立方米；对等于或大于  $0.3\mu\text{m}$  的粒子浓度测量值高于  $35 \times 300$  粒 / 立方米；
- d. 超高效空气过滤器装置的检漏：凝结核计数器或光学粒子计数器对等于或大于  $0.1\mu\text{m}$  的粒子浓度超出进风侧浓度的 0.0005%。

#### 5.7.6 修补

不合格的过滤器装置，在记录后可用密封胶修补。总修补面积不应超出过滤器面积的 5%，且一个修补位置的单向尺寸不应大于 4cm。

过滤器安装构造泄漏的修补按建设单位与施工单位的协议进行。

#### 5.7.7 合格

以下两种情况均视为过滤器装置泄漏试验合格：

- a. 过滤器装置泄漏值低于 5.7.5 条规定的范围；
- b. 虽有不合格泄漏，但未超出 5.7.6 条规定的范围。经过修补后，泄漏值低于 5.7.5 条规定的范围。

### 5.8 围护结构及层流罩诱导渗漏试验

本试验适用于单向流洁净室（区）及层流罩下空气洁净度级别的验收鉴定。

围护结构及层流罩诱导渗漏试验是通过在围护结构及层流罩外侧引入试验气溶胶，并对围护结构接缝、门及层流罩开敞面内进行扫描，检验有无诱导渗漏。

#### 5.8.1 试验气溶胶源

试验气溶胶源可用压缩空气发生的气溶胶源，如 5.7.2.1 条所述；也可用大气尘气溶胶源，如 5.7.2.2 条所述。试验洁净室（区）内气流通过层流罩开敞面向层流罩下优于 1 级的洁净区渗入时，应使用等于或大于  $0.5\mu\text{m}$  的粒子，浓度为  $35 \times 10^3 \sim 35 \times 10^4$  粒 / 立方米的大气尘气溶胶源。在无法引入大气尘气溶胶源时，可使用相应浓度的压缩空气发生的气溶胶源。

#### 5.8.2 仪器

用于检查围护结构及层流罩诱导渗漏的光度计和计数器，其扫描探头入口处的面积应按 5.7.3 条的规定。

#### 5.8.3 扫描和检测

##### 5.8.3.1 扫描

围护结构接缝、裂缝或层流罩搭接处均应进行扫描。扫描时，探头应和受试面保持 5

## QJ 2214-91

~10cm 的距离，并以 5.7.4.1 条规定的速度匀速移动。

### 5.8.3.2 检测

离敞开着的门内 1m 处及层流罩敞开面界限内 40cm 处的浓度应予检测。检测层流罩时，测点高度应和工作台面高度相同。

用光度计检测时，参照 5.7.4.2 条。

用光学粒子计数器检测时，检查围护结构和层流罩外侧等于或大于  $0.5\mu\text{m}$  的粒子浓度不低于  $35 \times 10^5$  粒/立方米后，检测洁净室（区）内围护结构接缝、裂缝（或层流罩搭接处）、门及层流罩敞开面内等于或大于  $0.5\mu\text{m}$  的粒子浓度。

### 5.8.4 不合格

测点的粒子浓度高于外侧浓度 0.1% 的读数视为不合格，应记录。

### 5.8.5 修补

围护结构及层流罩搭接处出现渗漏可用密封胶修补。层流罩诱导渗入不合格时，应检查层流罩下风速与层流罩外部风速是否达到设计要求，层流罩上部挡板高度是否合适，及层流罩工作区下部回风量是否合适。

### 5.8.6 合格

扫描检测处的粒子浓度均低于外测浓度的 0.1% 时视为合格。若发现渗漏或诱导渗入，但经修补后复测结果低于外测浓度的 0.1% 时，应视为围护结构及层流罩诱导渗漏试验合格。

## 6 典型工艺及产品对空气洁净度级别的要求

典型工艺及产品对空气洁净度级别的要求，见附录 D（参考件）。



**附录 A**  
**手工操作粒径分级和粒子计数的方法**  
(补充件)

**A 1 范围**

本附录规定了使用滤膜过滤并用粒子计数的方法确定洁净室（区）内粒径等于或大于  $5\mu\text{m}$  的空气悬浮粒子浓度的操作程序。

**A 2 方法概要****A 2.1 基本方法**

在采样点处，用真空装置使空气穿过滤膜过滤。空气流率用一个限流孔板或空气流量计来控制，总采样空气量由采样时间来控制。用一高强度倾斜入射的光源对滤膜进行显微镜观测，测定从空气采样中采集到的等于或大于  $5\mu\text{m}$  的粒子数。

**A 2.2 光学显微技术的替代方法**

图像分析或显微投影法的精度和可再现性优于直接光学显微镜的方法时，可代替直接光学显微技术进行粒径分级和计数。

**A 2.3 采样操作方法**

采样操作方法有以下两种：

- a. 气溶胶监测器法；
- b. 开式滤膜采集器法。

**A 3 仪器****A 3.1 两种方法所需相同的仪器及技术要求****A 3.1.1 显微镜要求如下：**

采用目镜—物镜组合放大倍数为 100~250 倍的双筒显微镜。组合选取的原则是在最大的放大倍数下，目镜刻度尺的最小分度值应小于或等于  $5\mu\text{m}$ ，此时物镜的数值孔径应不小于 0.25。

**A 3.1.2 目镜测微刻度尺要求如下：**

根据目镜—物镜的组合选用具有 100 个分度的 5mm 或 10mm 的刻度尺或使用带有可移动刻度尺的测微目镜。

**A 3.1.3 每刻度距离为 0.01~0.1mm 的台式测微计。****A 3.1.4 60min 全量程的电子计时器或计时装置。****A 3.1.5 经过标定的流量计或限流孔板与真空泵、滤膜、采集器及滤膜夹组合应能维**

## QJ 2214-91

持 A 7.1 条规定的采样量。

**A 3.1.6 手动计数器。**

**A 3.2 可供选用的仪器**

**A 3.2.1 图像分析器。**

**A 3.2.2 投影显微镜和屏幕。**

**A 4 设备**

**A 4.1 两种方法所需相同的设备**

**A 4.1.1 外接显微镜照明灯。**

**A 4.1.2 抽气流率不低于 28.3L/min 时应能维持压力低于  $3.5 \times 10^4$  Pa 的真空泵。**

**A 4.1.3 带盖的玻璃培养皿的滤膜储存盒。**

**A 4.1.4 端部无锯齿的平镊子。**

**A 4.2 两种方法所需不同的设备**

**A 4.2.1 气溶胶监测器法所需设备：暗色、孔的平均直径为  $0.8 \mu\text{m}$ 、带有刻印格栅的气溶胶监测器。**

**A 4.2.2 开式滤膜采集器法所需设备：暗色、孔的平均直径等于或小于  $0.8 \mu\text{m}$ ，带有刻印格栅的滤膜；白色（用于检测黑色粒子）、孔的平均直径等于或小于  $0.8 \mu\text{m}$ 、带刻印格栅的滤膜。**

**A 5 采样前的准备工作及必要条件**

**A 5.1 两种方法相同的准备工作及必要条件**

**A 5.1.1 采样前进行仪器设备准备工作处的空气洁净度级别不应劣于被检测的洁净室（区）的洁净度级别。**

**A 5.1.2 进行采样、粒子分级和计数操作人员应配备与被检测洁净室（区）洁净度级别相适应的工作服。**

**A 5.1.3 用去离子水彻底地清洗用来装采样滤膜的带盖玻璃皿的所有内表面。漂洗滤膜夹具时要用阶流式冲洗。清洗后，应将盖敞开放在单向流洁净室（区）内干燥（不许擦干）。**

**A 5.1.4 按第 A9 章规定的操作程序确定准备使用的滤膜的本底计数值。**

**A 5.2 气溶胶监测器法采样前的准备工作**

**A 5.2.1 在气溶胶监测器厂家已给出一组气溶胶监测器的平均本底计数值（在有关粒径范围）时，检查和确定该批 5% 的滤膜的平均本底计数值。若测出的平均本底计数值高于厂家的标准值，或根本没有标准值，则要对每张准备使用的滤膜确定一个本底计数值。**

**A 5.2.2** 在本底计数值确定后，将气溶胶监测器放入一个没有粒子污染的容器内，或放入相应的采样装置中运往采样地点。采样前严禁打开气溶胶监测器。

### **A 5.3 开式滤膜采集器法采样前的准备工作**

**A 5.3.1** 将滤膜采集器拆开并用肥皂液和水清洗，洗净后，用去离子水进行清洗。然后存放在单向流洁净室(区)内干燥(不许擦干)。

**A 5.3.2** 滤膜采集器完全干燥后，将滤膜装入采集器中，露出栅格。安装好滤膜后，将滤膜采集器倒置，用去离子水以急水流冲洗过滤器外表和露出的采集器部分，从头上逐步冲洗到底部。将其放置在单向流洁净室(区)内干燥。

**A 5.3.3** 确定准备使用的每张滤膜的本底计数值。

**A 5.3.4** 滤膜存放盒的内表面干燥后，将一小片双面透明胶带或少许真空脂放到它的底面上。

**A 5.3.5** 将清洁、干燥后的滤膜采集器和确定本底计数值的滤膜装入一个没有粒子污染的容器中。

**A 5.3.6** 将准备好的滤膜采集器同滤膜和真空泵一起运至采样地点。采样前，严禁暴露滤膜表面。

### **A 6 仪器和设备的存放**

仪器和设备应保持清洁。不用时应存放在保护罩、箱或其它密闭容器内。存放地点的空气洁净度级别不应劣于进行采样的洁净室(区)的最优级别。

### **A 7 采样**

#### **A 7.1 采样的方位和采样量**

对于单向流洁净室(区)，气溶胶监测器或滤膜采集器应正面朝向气流，流入滤膜的气流应调整为等动力状态。对于非单向流洁净室(区)，除另有规定，气溶胶监测器或滤膜采集器的开敞表面一律朝上，进入25mm过滤器的空气流率应调至7L/min；进入47mm过滤器的空气流率应调至28.3L/min。1000级的最少采样量为283L，10000级和100000级的最少采样量为28.3L。

#### **A 7.2 用气溶胶监测器采样**

**A 7.2.1** 在采样点处，将气溶胶监测器和气溶胶连接器相连，连接器和真空泵相连，在管路中接一个限流孔板或流量计。真空泵的排气应与正在采样的地点隔离。

**A 7.2.2** 使用流量计时，应用真空泵的工作压力来调节流率。

**A 7.2.3** 将计时器连接至真空泵的电源上。

**A 7.2.4** 从气溶胶监测器取下底塞，使之与气溶胶连接器的自由端相连。将气溶胶监

## QJ 2214-91

测器放在规定的采样位置上，卸下气溶胶监测器的顶盖，放在洁净场所。

A 7.2.5 启动真空泵，调节流量计，在选定的流率下运行达到所需采样量的时间。

A 7.2.6 采样时间终结，关闭真空泵，盖上气溶胶监测器顶盖，将气溶胶监测器与气溶胶连接器分开，底塞不必复位。给监测器作上标记，将气溶胶监测器送到洁净室（区）去计数，该室（区）洁净度级别不应劣于被检测的洁净度级别。

### A 7.3 用开式滤膜采集器法采样

A 7.3.1 在规定的采样位置上放好滤膜采集器，用真空管将采集器与真空装置相连。整套真空装置包括滤膜采集器，一个限流孔板或流量计以及真空泵。排气要经过过滤或排至室外。

A 7.3.2 使用流量计时，应用真空泵的工作压力来调节流率。

A 7.3.3 把滤膜采集器的保护盖卸下，启动真空泵，在选定的流率下运行达到所需采样量的时间。

A 7.3.4 采样结束后，关闭真空泵。用一个事先清洗好的盖小心地把滤膜采集器盖好，送到洁净室（区）去计数，该洁净室（区）内洁净度级别不应劣于被检测的洁净度级别。

## A 8 显微镜的标定

A 8.1 若操作人员对显微镜已作了标定，此项工作可省略。

A 8.2 将台式测微计放在机制平台上，聚光并调节光源，使观测视野有均匀而足够的照度。

A 8.3 检查目镜—物镜组合是否合适，应得到100~250倍的总放大倍数。

A 8.4 用每个目镜聚焦的办法确保显微镜聚焦适当，使台式测微计得到一个清晰的图像。

A 8.5 使用图像分析器或投影显微镜，应进行一次类似的标定。

A 8.6 记录目镜刻度尺全长所覆盖的台式测微计的分度数。

A 8.6.1 对于一个具体的放大倍数，目镜测微刻度尺的标定计算公式如下：

$$D = \frac{X \cdot \beta}{Z} \dots\dots\dots(A1)$$

式中：D — 每一目镜刻度分度的分度值， $\mu\text{m}$ ；

X — 台式测微计分度数；

$\beta$  — 台式测微计一个分度的长度， $\mu\text{m}$ ；

Z — 目镜分度数。

例如：当放大倍数为 100 倍时，100 个目镜分度数等于台式测微计 100 个分度数，测微计一个分度的长度为  $5.0\mu\text{m}$ ，那么，每一目镜刻度分度的分度值为：

$$D = \frac{100 \times 5.0}{100} = 5.0\mu\text{m}$$

**A 8.6.2** 计算测量每一范围所需的线性分度数，方法如下：

若放大倍数为 100 倍，每一目镜分度的分度值为  $5\mu\text{m}$ ，则对于一个  $16\sim 20\mu\text{m}$  的测量范围，操作员要观察 3~4 个分度。

**A 8.6.3** 若显微镜装有变焦距调整装置，只要在计算中注明该调整量，即可将分度标定调整为最接近的整数，而不用小数表示。

标定值对应于某操作员，更换操作员应重新标定。

**A 9 粒子的显微镜计数和粒径分级**

**A 9.1** 在洁净室（区）中对附在滤膜表面的粒子进行计数和粒径分级，应在该洁净室（区）中用平镊子把滤膜从气溶胶监测器或开式滤膜采集器中取出来。

**A 9.2** 将栅格面朝上，把滤膜放进一个预先清洁过的带盖玻璃培养皿中，滤膜贴在该玻璃培养皿粘性表面上，装有采样滤膜的运载器皿应严格密封。

**A 9.3** 显微镜应清洁，不对采样滤膜产生附加粒子污染，把盖好的玻璃培养皿放在显微镜载物台上，调整好照明灯的角度和聚焦，使在计数的放大倍数上得到最佳的粒子清晰度。使用角度为  $10\sim 20^\circ$  的斜交光投射出粒子的阴影，把该粒子的图象和滤膜本底分开。

**A 9.4** 选择视界（视野内的一个区）的大小，使视界内粒径大于  $5\mu\text{m}$  的粒子数不超出 50 粒。可以任选的视界是：一个栅格方框，即由一个栅格方框的宽度和目镜测微刻度尺的标定长度所限定的一个矩形；或由一个栅格方框的宽度和目镜测微刻度尺长度的一部分所限定的一个矩形。

**A 9.5** 通过扫描选定视界的一个单元面积的方法估算整个有效过滤面积内大于  $5\mu\text{m}$  界限的粒子数量。若在这个粒径范围内粒子总数小于 500，则要在整个有效过滤面积的范围内对这个粒径界限的粒子计数；若总数大于 500，应用 A9.8.1 条中的计数方法。

**A 9.6** 对粒子扫描时，使要计数的粒子在目镜刻度尺内通过。只有粒子的最大尺寸是有效的粒径。如有必要，可旋转含有目镜测微尺的目镜来观测特殊的粒子。

**A 9.7** 利用一台手动计数器记录在选定视界内等于或大于用目镜测微尺能标明尺寸的粒子，并记录每一计数视界内的粒子数。

**A 9.8** 粒子计数的统计方法如下。

## QJ 2214-91

**A 9.8.1** 在整个有效过滤面积内的粒子数超出 500 时, 应选择一个单元面积作统计计数, 将该单元面积内所有的粒子计数出来, 然后对另外一些单元面积同样计数直至满足下列统计要求为止, 计算公式如下:

$$F \times Q > 500 \quad \dots\dots\dots(A2)$$

式中:  $F$  — 栅格方块数或计数的单元面积数;

$Q$  — 在  $F$  面积内计数的总粒数。

**A 9.8.2** 滤膜表面上的总粒子数的计算公式如下:

$$Y = Q_1 \times \frac{E}{u \times a} \quad \dots\dots\dots(A3)$$

式中:  $Y$  — 滤膜上某一粒径范围的总粒数(已知本底计数值时, 从  $Y$  值中减去本底计数值, 但必须在被采样量除之前减去);

$Q_1$  — 在  $u$  个单元面积中计得的总粒子数;

$E$  — 滤膜总有效面积,  $\text{mm}^2$ ;

$u$  — 计数的单元面积数;

$a$  — 单元面积,  $\text{mm}^2$ 。

## A 10 报告

**A 10.1** 按第 A9 章, 从得到的滤膜总计数值中减去滤膜的本底计数值。

**A 10.2** 测试结果应表示为所测粒径等于或大于  $5\mu\text{m}$  的粒子数除以采样量, 用每立方米采样空气中含等于或大于  $5\mu\text{m}$  的粒子数表示。

## A 11 影响准确度的因素

**A 11.1** 本方法的准确度不优于各变量之和。变量包括设备的可变因素、操作人员的差别及受训练程度。操作人员必须在使用显微镜粒径分级和计数技术方面受过充分的基本训练。

**A 11.2** 可在一块格栅滤膜上制备低、中浓度的样品, 保存在两块显微镜载玻片之间作为实验室标准, 供培训用。

**A 11.3** 增加同一采样点的采样次数, 可提高该点的采样准确度。

**A 11.4** 增加每次采样的采样量或延长采样时间可提高该采样点的准确度。

**A 11.5** 确立和使用滤膜本底计数值可提高准确度。

**附录 B**  
**光学粒子计数器的操作**  
(补充件)

**B 1 范围****B 1.1 应用**

光学粒子计数器按实时基准提供空气悬浮粒子浓度和粒径分布的数据。本附录叙述了光学粒子计数器的操作、使用和试验的方法，提出了为评定空气洁净度进行的光学检测方法的一些指导准则。

**B 1.2 局限性**

粒径分布的数据是参照用来标定光学粒子计数器的粒子体系的，在不同的光学粒子计数器之间其光学、电子及采样处理系统方面的差别会产生计数结果上的差异。在不同的操作参数条件下，粒子检测系统的仪器之间也会出现差异。应用计数器标定和标准化的操作方法使差异降至最低限度。

**B 1.3 工作人员的资格**

工作人员应在使用光学粒子计数器方面受过训练，懂得它的操作、功能及其局限性。

**B 2 方法概要****B 2.1 标定**

光学粒子计数器的一次标定用折射率为 1.6 的球形各向同性的粒子来完成，二次标定可用大气尘和一台作为基准的粒子计数器对比的方法来完成。此外，应通过粒子计数器内的内部参照量标准化或其它方法来确保操作的稳定性。

**B 2.2 操作**

计数器在已知的流率下，在采样或有关点处，对要作洁净度分级的空气采样。采样空气中的粒子经过光学粒子计数器的传感区域，产生一个和粒径相关的信号。电子鉴别电路将这些和粒径相关的脉冲信号分级并计数，再将采样空气中的粒子计数值显示、记录或打印出来。

**B 3 仪器****B 3.1 光学粒子计数系统**

光学粒子计数系统包括一台记录仪或打印机。若没有记录仪或打印机，将数据传输到远距离位置作进一步处理和计算。

**B 3.2 采样气流系统**



## QJ 2214-91

采样气流系统包括采样吸入管、检测腔室、空气流量计或控制系统及排气系统。排气系统由一台内装的真空泵或一台带有供光学粒子计数器使用的单独的流量控制元件的外接真空泵组成。光学粒子计数器在洁净室（区）内操作时，排气必须经过过滤。

### B 3.3 传感系统

光学粒子计数器的传感系统由光源聚焦透镜、感受体积、聚光透镜及光电检测元件组成，并使采样气流与一固定感受体积正交的形式。这个感受体积的尺寸使在任何时候同时出现一个以上的粒子的几率（叠合误差）不大于 5%。每个通过感受体积的粒子产生的信号靠电子系统实时接收并处理。这个仪器在规定的工作线电压和环境温度的波动范围内应保持其标称的准确度。

### B 3.4 电子系统

电子系统包括脉冲分析器和计数器，以及记录各粒径的粒子计数系统。

#### B 3.4.1 脉冲分析器可用以下一种或两种方式操作：

- a. 对离散粒径范围内所有粒子响应；
- b. 对大于预定的阈值下限的所有粒子响应。

用于空气洁净度级别测定应按 B3.4.1 条中的方式 b 报告。粒径界限或范围可选择也可固定。

**B 3.4.2** 在一已知时间间隔内，计数电路能积累脉冲分析器对粒子通过作出响应的信号，可提供一个或一个以上粒径范围的累积脉冲计数。

**B 3.4.3** 确定空气洁净度级别时，允许计数电路在报告前累积预设定时间间隔内的数据。时间间隔选为可达到已知的采样量，以便迅速计算出粒子浓度。

**B 3.4.4** 寄存系统显示所选择的粒径范围（一种或几种）、粒径界限（一个或几个）的粒子数及粒子浓度。计数可在光学粒子计数器上显示、记录或打印出来，也可传输到远离位置作进一步处理和计算。

### B 3.5 标定

光学粒子计数器应提供一个二次内部标定系统或一种为保证稳定性的装置。内部二次标定系统应在一次标定时确定合格。

## B 4 采样和计数的准备工作

在用光学粒子计数器测定空气洁净度级别前，应完成或检验以下各条的操作程序。每一操作程序有相应的时间间隔要求。

### B 4.1 一次标定

粒径分级及空气采样量应通过一次标定。

#### B 4.1.1 粒径分级



光学粒子计数器粒径分级的一次标定,是通过记录计数器对一种已知直径和折射系数的球形粒子占大多数的单分散性、匀质及各向同性的气溶胶的响应,调整计数器的标定控制器,到获得正确的粒径响应为止。必要时,调整内部二次标定系统对参照气溶胶得到正确的响应。特殊情况下,也可使用非球形粒子进行一次标定。此时,将该参照粒子的某个恰当的尺寸规定为粒径。

#### **B 4. 1. 2 空气采样量**

空气采样量用测量流率和采样间隔持续时间的方法来标定。

用作测量的设备不应使光学粒子计数器气流系统产生附加静压降。所有的流率测量值应注明室温和压力或按说明书的规定。

#### **B 4. 2 采样的准备**

##### **B 4. 2. 1 采样**

应按本标准第 5 章的规定设置现场采样点和采样吸入管的方向。

##### **B 4. 2. 2 采样吸入管的延长**

采样吸入管的延长影响采样的结果。采样吸入管延伸至 30m 时,对粒径为 0.1~1.0 $\mu\text{m}$  的粒子,影响不大。超出 30m 的采样吸入管只能在非这样做不能采样时使用。实际使用时,应使采样空气流动的雷诺数保持在 5000~10000 的范围内,且采样气流在延伸吸入管内停留时间不应超出 5s,弯曲部分的曲率半径不应小于 10cm。在对粒径大于 3 $\mu\text{m}$  的粒子进行采样时,延伸吸入管不应大于 3m。

##### **B 4. 2. 3 粒子计数器的排气**

粒子计数器的排气不应污染采样及洁净室(区)的空气洁净度。排气应过滤或排至洁净室(区)外。

#### **B 4. 3 现场标定方法**

现场标定应按制造厂的说明书进行,采用二次标定。

#### **B 4. 4 零计数检查**

用零计数检查有无伪计数的方法应按以下规定进行。

**B 4. 4. 1** 在计数器采样吸入管上放一个高效或超高效空气过滤器阻止大于该计数器可以计数的最小粒径的粒子通过。

**B 4. 4. 2** 启动采样气流系统,调至规定的采样空气流率。

**B 4. 4. 3** 接通计数电路。

**B 4. 4. 4** 检查仪器对等于或大于 0.5 $\mu\text{m}$  粒子的计数是否为零。若计数值不为零,应使计数器通过内部过滤器自净至零计数为止。

**B 4. 4. 5** 能测量小于 0.5 $\mu\text{m}$  的粒子计数器,有时最小粒径的计数值不能自净至零。对于这些仪器,其计空浓度不应高于被检测的洁净室(区)内洁净度级别相应粒径(如

## QJ 2214-91

---

0.1, 0.2, 0.3 $\mu$ m)上粒子计数界限值的 10%。

### B 5 计数步骤

**B 5.1** 按 B4.3、B4.4 条完成现场(二次)标定和零计数检查。

**B 5.2** 检查并调节至规定的空气流率。

**B 5.3** 接通计数电路,读取并记录检测粒径上显示的粒子计数值。

### B 6 报告

**B 6.1** 记录粒径范围(一个或几个)、采样空气量、粒子计数、采样时间和采样点的位置。

**B 6.2** 以每立方米采样空气中粒子数的方式报告粒子计数数据。

附 录 C

拉斯金(Laskin)喷嘴的结构尺寸

(参考件)

C 1 本附录参照采用美国环境科学协会推荐实施细则 IES-RP-CC-013-86-T《设备标定或合法化操作程序》有关规定。

C 2 拉斯金(Laskin)喷嘴的结构尺寸见图 C1。

QJ 2214-91

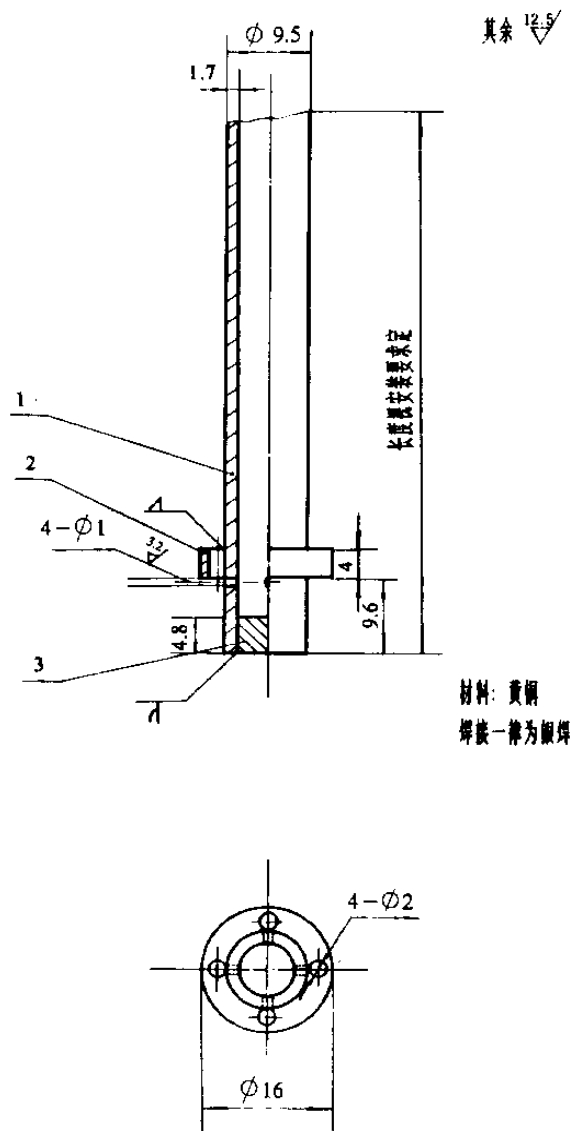


图 C1

1 — 喷嘴接管 2 — 喷嘴诱导圆环 3 — 堵头

附 录 D

典型工艺及产品对空气洁净度级别的要求

(参考件)

**D 1 典型工艺及产品对空气洁净度级别的要求**

典型工艺及产品对空气洁净度级别的要求见表 D1。

**D 2 补充**

表 D1 中未列入的工艺或产品对空气洁净度的要求，可参照第 4 章的规定，提出该工艺或产品对洁净度级别的要求。

QJ 2214-91

表 D1

类别	工艺或产品名称	对洁净度级别要求
超大规模集成「VLSI」电路制造工艺 1 $\mu$ m 线宽工艺	光刻、制版工作区	0.1 $\mu$ m5 级~ 0.5 $\mu$ m1 级
	干法刻蚀工作区	0.1 $\mu$ m10 级~ 0.5 $\mu$ m10 级
	光刻、制版、干法刻蚀人员操作区；湿法刻蚀、硅片暴露区热加工，如：外延、扩散、氧化、化学气相淀积（CVD）工作区	1 级~10 级
	湿法刻蚀、硅片暴露区热加工人员操作区；硅片暴露区冷加工，如：金属化、离子注入工作区	10 级~100 级
	硅片暴露区冷加工人员操作区；硅片清洗 <sup>1)</sup> 、质量控制（QC）、中测	100 级~1000 级
	前工序设备维护区；后工序；成品测试；磁盘间	1000 级~100000 级
	计算机辅助设计(CAD)主机、外围设备、终端、磁带库、纸库	10000 级~ 100000 级
集成电路「IC」制造工艺 5~4 $\mu$ m 线宽工艺	光刻、制版；前工序工作区	100 级
	前工序人员操作区	1000 级
	质量控制、中测	10000 级
	设备维护区	100000 级
	后工序	10000 级~ 100000 级
	理化分析	1000 级~10000 级

注：1) 炉前清洗洁净度级别同硅片加工工序的洁净度级别。

续表 D1

类别	工艺或产品名称	对洁净度级别要求
超大规模集成电路制造工艺 2 $\mu$ m线宽工艺	光刻、制版工作区	0.1 $\mu$ m 10级~ 0.5 $\mu$ m 1级
	干法刻蚀工作区	1级~100级
	光刻、制版、干法刻蚀人员操作区；湿法刻蚀、硅片暴露区热加工，如：外延、扩散、氧化、化学气相淀积（CVD）工作区	10级~100级
	湿法刻蚀、硅片暴露区热加工人员操作区；硅片暴露区冷加工，如：金属化、离子注入工作区	100级~1000级
	硅片暴露区冷加工人员操作区；硅片清洗 <sup>1)</sup> 、质量控制（QC）、中测	1000级~ 10000级
	前工序设备维护区；后工序；成品测试磁盘间	10000级~100000级
	计算机辅助设计(CAD)主机、外围设备、终端、磁带库、纸库	100000级
大规模集成电路 3 $\mu$ m线宽工艺	光刻、制版工作区	10级
	其它工艺	介于2 $\mu$ m工艺和5~4 $\mu$ m工艺的级别要求之间
非集成电路工艺或产品	碲镉汞(MCT)探测器用碲、镉、汞提纯实验室；分子束外延装料室	10级
	精密惯性器件的装配： 气浮、液浮陀螺仪、长寿命陀螺、三浮陀螺、加速度计等的装配；精密陀螺马达装配；动压、气浮、液浮轴承的装配和测试	10~100级

QJ 2214-91

续表 D1

类别	工艺或产品名称	对洁净度级别要求
非 集 成 电 路 工 艺 或 产 品	<p>磁带涂布头的涂布工序；磁带涂布机的烘干道及收带工序；录像带、高密度计测磁带的压光、切带；气浮、液浮轴承装配测试；精密电气元件（动压马达、泵）装配测试；碲镉汞（MCT）晶体生长前的称料、装料、封管；碲镉汞（MCT）光电器件和光导器的光刻、焊电极引线、液相外延、碲镉汞（MCT）芯片精抛光；硅光电二极管阵列光刻；分子束外延生长碲镉汞（MCT）薄膜和分子束外延设备装调的装料；伺服机构中的伺服阀及有关零部件（减压器、油泵、阀门等）的清洗及装配；卫星推进分系统的筛网检查及阀门组装</p>	100级
	<p>精密惯性器件的调试；陀螺电气元件装配测试；亚微米级精密机械加工及精密计量；稳定平台的装配调试；录像带、高密度计测磁带的绕带、装带及测试房；碲镉汞（MCT）器件光刻（线宽大于50μm）、焊电极、装配、中测、液相外延、扩散装料、真空镀膜、离子束溅射、离子束刻蚀、腐蚀、清洗；卫星光学器部件的组装，光学仪器的拆装与精调</p>	1000级
	<p>录像磁带的绕带、装带以及压光、切带、测试工序；卫星姿控系统零部件和管路系统的取样、装配、焊接、清洗；卫星控制分系统的太阳敏感器标定；要求高的卫星总装、测试；卫星光学系统及地面定标系统；光学实验室、光学系统光电测试；光学镜面污染清洗和清除；相机装调；普通陀螺仪表和加速度计的装配和调试；伺服机构中伺服阀的调试；整机及地面液压测试设备的装配；碲镉汞（MCT）器件真空封接、装配抽真空、磨片、清洗</p>	10000级
	<p>卫星总装、二次表面镜（OSR）片粘贴、测试；卫星整星环境模拟试验；卫星用电子产品焊装、调试；控制分系统及推进分系统装配、调试；卫星通信舱组装、联试；太阳帆板验收、装配及展开试验；技术阵地、发射阵地、塔架的装配调试间；卫星产品运输包装箱；重要卫星胶片的冲洗；卫星上无线电部件的焊装点封、调测及其分机热真空环境试验；卫星上无线电设备配套元器件库；卫星上高压变压器的绕制及灌封；伺服机构中整机调试和环境试验；地面测试仪器的装配与调试；计算机磁盘间；碲镉汞（MCT）器件的扩散、离子注入、抽真空</p>	100000级



续表 D1

类别	工艺或产品名称	对洁净度级别要求
微波集成电路 5~4 $\mu$ m 线宽工艺	要求较高的工序	10000级
	一般工序	100000级
卫星微波元件	微波元件的性能测试及筛选；微波元件的组装	

**附加说明:**

本标准参照采用了美国联邦标准FED-STD-209D《洁净室和洁净工作台的环境控制要求》。

本标准由航空航天工业部第七〇八所提出。

本标准由航空航天工业部第七设计研究院负责起草。

本标准主要起草人：俞敖元。