

ICS33.100.99; 87.040
C73

SJ

中华人民共和国电子行业标准

SJ/T 11412--2010

防静电洁净工作服及织物通用规范

General specification for antistatic and cleanroom garment and fabric

2010-12-29 发布

2011-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 产品分类.....	2
5 要求.....	3
6 试验方法.....	7
7 检验规则.....	8
8 标志、标识、使用说明书.....	9
9 包装、运输、贮存.....	10
附录 A（规范性附录） 连体式防静电洁净工作服规格尺寸.....	11
附录 B（规范性附录） 摩擦电位衰减测试方法.....	12
附录 C（规范性附录） 电荷面密度测试方法.....	15
附录 D（规范性附录） 点对点电阻测试方法.....	19
附录 E（规范性附录） 滚筒法尘粒数测试方法.....	21
附录 F（规范性附录） 人体箱测试方法.....	24
附录 G（规范性附录） 不挥发残留物测试方法.....	27
附录 H（规范性附录） 离子浓度测试方法.....	29

前 言

本标准的附录 A~H 为规范性附录。

本标准由中国电子技术标准化研究所（CESI）归口。

本标准负责起草单位：苏州天华超净科技股份有限公司、石家庄军械工程学院静电与电磁防护研究所、深圳长城开发科技股份有限公司。

本标准主要起草人：裴振华、魏光辉、冉红锋、孔斌、胡小锋。

本标准委托中国电子技术标准化研究所（CESI）负责解释。

防静电洁净工作服及织物通用规范

1 范围

本标准规定了防静电洁净工作服及织物的定义、分类、要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于电子行业有静电控制或洁净要求的场所使用的织物及穿用的工作服,其他行业可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T191 包装储运图示标志

GB/T1335 服装号型

GB/T2668 男女单服套装规格

GB/T5453 纺织品 织物透气性的测定

GB7568.1 纺织品色牢度试验 毛标准贴衬织物规格

GB7565 纺织品色牢度试验 棉和粘纤标准贴衬织物规格

GB7568.5 纺织品色牢度试验 聚丙烯腈标准贴衬织物规格

GB12014-1989 防静电工作服

GB/T12704 织物透湿量测试方法 透湿杯法

GB/T13773 机织物及制品接缝强力和接缝效率实验方法

SJ/T10694-2006 电子产品制造与应用系统防静电检测通用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

防静电工作服 antistatic garment

为了防止服装的静电积聚,用防静电织物为面料而缝制的工作服。

3.2

防静电织物 ESD control fabric

在织物中均匀或间隔地混入导电性纤维或防静电纤维,或对织物的表面进行整理或处理,使织物具有防静电性能。

3.3

防静电洁净织物 cleanroom and ESD control fabric

具有防静电性能的自身不易起尘的洁净长丝型织物。

3.4

防静电洁净工作服 antistatic and cleanroom garment

经过无尘清洗后，在洁净室中使用的工作服，该工作服具有防静电与洁净性能。

3.5

峰值电位 peak voltage

V_p

被测织物经摩擦、剥离后表面电位的最大值。

3.6

衰减电位 attenuating voltage

$V_{2.0}$

被测织物经摩擦、剥离后衰减 2.0s 时表面电位的瞬时值。

3.7

电荷面密度 electric charge surface density

单位面积织物表面所带的电荷量。

3.8

尘粒数 particle counts

P/C

单位体积内尘粒的个数。

3.9

不挥发性残留物 non volatile residue

NVR

残留在织物表面的不挥发性物质，即该物质为通过化学溶剂溶解挥发后剩余的物质。

3.10

离子含量 ion chromatography

IC

单位面积织物表面的离子的质量。

4 产品分类

防静电洁净工作服及织物分为以下四类：

- a) 防静电工作服；
- b) 防静电洁净工作服；
- c) 防静电织物；
- d) 防静电洁净织物。

5 要求

5.1 外观

5.1.1 防静电洁净织物应干燥、清洁，无斑点、无污物、无疵点等缺陷。

5.1.2 防静电工作服外观要求领部，肩部平服、左右对称、无污物、无严重疵点等。

5.2 结构

5.2.1 防静电工作服

防静电工作服分为分体式与大褂式两种。

5.2.1.1 分体式防静电工作服包括上衣、裤子、帽子等。

a) 号型设置：按GB/T1335规定选用或自定。

b) 成品规格：按GB/T2668选用或自定。

c) 对号型规格以外的特殊体型，应根据实际情况确定。

5.2.1.2 大褂式防静电工作服：

a) 大褂式防静电工作服主要部位尺寸参照GB/T1335选用或自定。

b) 对号型规格以外的特殊体型，应根据实际情况确定。

5.2.1.3 防静电工作服应全部使用防静电面料；当服装需加衬里时，应使用防静电织物。

5.2.2 防静电洁净工作服

防静电洁净工作服分为连体式与分体式两种。

5.2.2.1 连体式防静电洁净工作服

连体式防静电洁净工作服是指上衣和裤子连成一体的服装，还包括同等技术指标的帽子和鞋套，其结构要求领口紧、袖口紧并易于活动、便于穿脱。其规格尺寸见附录A。

5.2.2.2 分体式防静电洁净工作服

分体式防静电洁净工作服由上衣、裤子、帽子等组成，仅适用于洁净等级ISO Class 7级（即每28.3升体积的空间中，直径大于或者等于 $0.5\mu\text{m}$ 的颗粒数小于10000个）的洁净室。其号型规格按5.2.1.1执行。

5.3 接缝

5.3.1 防静电洁净工作服的裁片毛边不得外露，边缝宜采用图示1所示缝制方法，拼接缝宜采用图2所示的缝制方法，成型缝宜采用图3所示的缝制方法。



图1 边缝的缝制方法

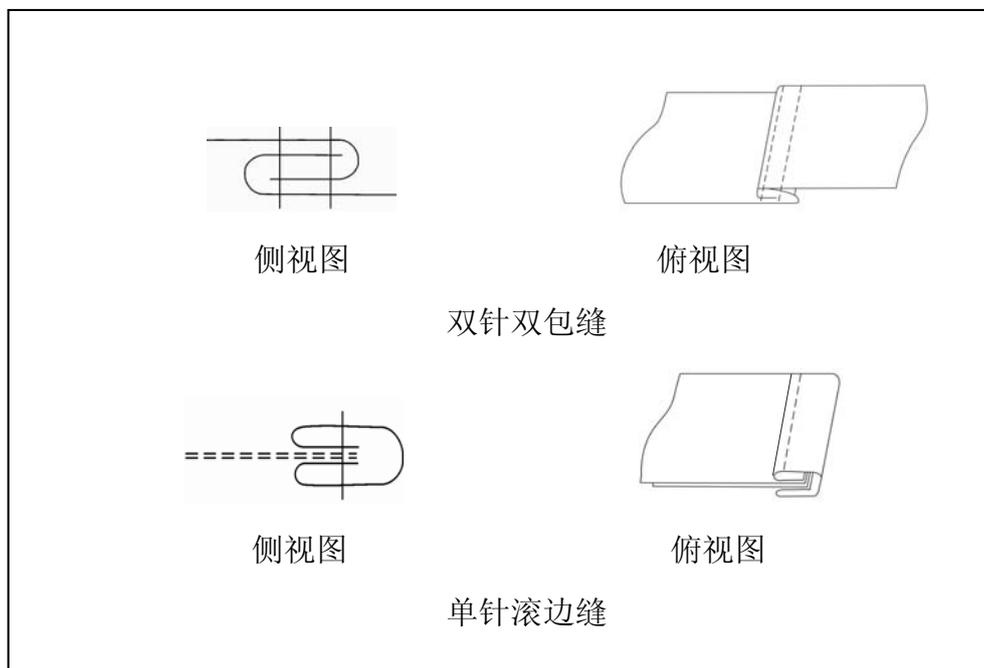


图2 拼接缝的缝制方法

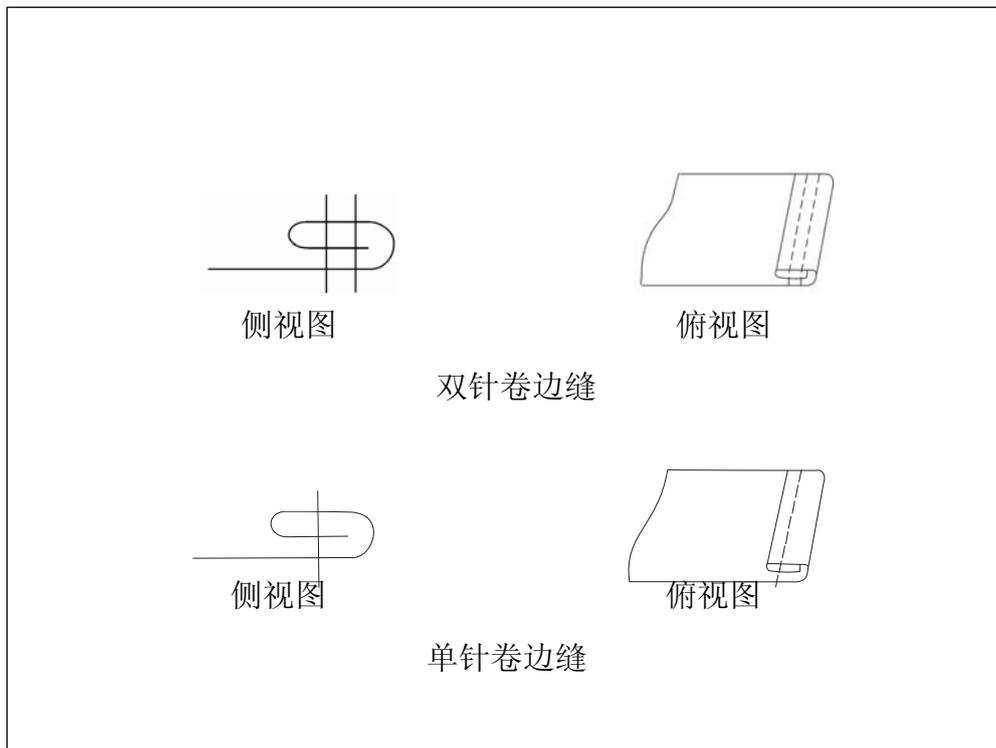


图3 成型缝的缝制方法

5.3.2 防静电洁净工作服的缝合部位，针距应为12~14针/3厘米，针次均匀、平直，不得有跳针，其线缝强力不得小于196N。

5.4 织物的断裂强力

织物的经向强力不低于490N；纬向强力不低于390N。

5.5 织物的透气性

5.5.1 防静电工作服的织物

防静电工作服织物的透气率不得低于10mm/s。

5.5.2 防静电洁净工作服的织物

防静电洁净工作服织物的透气率不得低于4.0mm/s。

5.6 织物的透湿量

5.6.1 防静电工作服的织物

防静电工作服织物的透湿量不得低于 $2000\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。

5.6.2 防静电洁净工作服的织物

防静电洁净工作服织物的透湿量不得低于 $1000\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。

5.7 防静电性能

5.7.1 防静电织物的防静电性能可采用电荷面密度法测试，其质量分级技术指标如表1所示。

表1 防静电织物防静电性能质量分级技术指标

级别	电荷面密度 $\mu\text{C}/\text{m}^2$
一级	<1.0
二级	<2.5
三级	<7.0

5.7.2 防静电工作服的防静电性能可采用带电电荷量法测试，其质量技术分级指标如表2所示。

表2 防静电工作服防静电性能质量分级技术指标

级别	带电电荷量 $\mu\text{C}/\text{件}$
一级	≤ 0.1
二级	≤ 0.3
三级	<0.6

5.7.3 防静电织物和防静电工作服的防静电性能均可采用摩擦电位衰减法测试，其质量分级技术指标如表3所示。

表3 防静电织物和防静电工作服的防静电性能质量分级技术指标 单位：kV

级别	摩擦电位	
	衰减电位 $V_{2.0}$	峰值电位 V_p
一级	<1.0	<2.0
二级	<3.0	<4.0
三级	<8.0	<10.0

5.7.4 根据产品的使用要求，也可以将防静电洁净工作服上点对点电阻作为衡量防静电洁净工作服防静电性能的指标，其技术指标符合 $10^5 \sim 10^{10} \Omega$ 。

5.7.5 分体式防静电洁净服中的帽子和连体式防静电洁净工作服中的帽子及鞋套的防静电性能指标要与防静电洁净服的技术指标一致，即点对点电阻符合 $10^5 \sim 10^{10} \Omega$ 。

5.8 洁净性能

5.8.1 防静电洁净工作服发尘性（ $\geq 0.3 \mu\text{m}$ 或 $\geq 0.5 \mu\text{m}$ ）采用滚筒法测试，其质量技术分级指标如表4所示。

表4 防静电洁净工作服尘粒数质量分级技术指标

级别	$\geq 0.3 \mu$ 尘粒数 Particle/min	$\geq 0.5 \mu m$ 尘粒数 Particle/min
一级	<2000	<1200
二级	$2000 \leq P/C < 20000$	$1200 \leq P/C < 12000$
三级	$20000 \leq P/C < 200000$	$12000 \leq P/C < 120000$

5.8.2 防静电洁净工作服NVR的质量分级技术指标分为一级、二级、三级。

5.8.2.1 防静电洁净工作服一级NVR指标应小于 $3 \mu g/cm^2$ 。

5.8.2.2 防静电洁净工作服二、三级NVR指标均应小于 $10 \mu g/cm^2$ 。

5.8.3 防静电洁净工作服离子含量的质量分级技术指标如表5所示。

表5 防静电洁净工作服离子含量质量分级技术指标 单位： ng/cm^2

级别	Cl^-	SO_4^{2-}	Na^+	Ca^{2+}
一级	<100	<100	<100	<200
二级	<200	<200	<200	<300
三级	<300	<300	<300	<500

5.8.4 如果用户要求对洁净工作服的结构、发尘性、清洗效果、微尘屏蔽性进行综合比较时，建议采用人体箱测试方法。

5.9 耐洗涤性能

防静电洁净工作服洗涤100次（ ≥ 33.0 小时）后，其技术性能仍符合5.7、5.8的要求，其耐洗涤性能等级定为A级。

防静电洁净工作服洗涤50次（ ≥ 16.5 小时）后，其技术性能仍符合5.7、5.8的要求，其耐洗涤性能等级定为B级。

6 试验方法

6.1 外观

目视检查。

6.2 结构

目视和测量检查。

6.3 接缝

缝缝强度按 GB/T13773 的方法进行测定。

6.4 织物的断裂强力

织物的断裂强力按 GB/T13773 的方法进行测定。

6.5 织物的透气性

织物的透气性按 GB/T5453 的方法进行试验。

6.6 织物的透湿量

织物的透湿量按 GB/T12704 的方法进行试验。

6.7 防静电性能

6.7.1 电荷面密度试验方法按附录 C 进行试验。

6.7.2 带电电荷量试验方法按 GB12014-1989 进行试验。

6.7.3 摩擦衰减电位试验方法按附录 B 进行试验。

6.7.4 点对点电阻试验方法按附录 D 进行试验。

6.7.5 分体式防静电洁净服中的帽子和连体式防静电洁净工作服中的帽子及鞋套的点对点电阻的测试方法应按 SJ/T10694-2006 中 10.7 进行。

6.8 洁净性能

6.8.1 尘粒数 (P/C): 滚动测试法按附录 E 进行试验。

6.8.2 不挥发性残留物 (M/R): 测试方法按附录 G 进行试验。

6.8.3 离子污染物 (IC): 测试方法按照附录 H 进行试验。

6.9 耐洗涤性能

防静电工作服及织物的洗涤方法按 GB12014-1989 的规定方法进行。有洁净要求的还需根据相应洁净等级要求, 在洁净专用清洁设备中清洗, 洗涤程序按 GB12014-1989 执行。

7 检验规则

产品检验分出厂检验与型式检验。

7.1 出厂检验

生产企业应逐批进行检验, 检验的批量以一次生产投料为一批次。出厂检验项目、不合格分类、判定数见表 6 所示。

表 6 出厂检验项目

检验项目	批量范围	单项检验样本大小	不合格分类	单项判定数	
				合格判定数	不合格判定数
外观	≤100	2	B	1	2
结构	100~1000	3		1	2
接缝	≥1000	5		2	3
防静电性能		1	A	0	1

7.2 型式检验

型式检验项目为接缝的断裂强度、织物的断裂强力、织物的透气性、织物的透湿量、洁净性能、耐洗涤性能。

有下列情况时需进行型式检验：

- a) 新产品签定；
- b) 当面料、工艺、结构设计发生变化时；
- c) 停产一定周期后恢复生产；
- d) 周期检查、每年一次；
- e) 客户要求。

8 标志、标识、使用说明书

8.1 标志、标识

8.1.1 单件/套防静电洁净工作服至少应有下列清晰易认的标识：

- a) 生产商或供货商的名称、商标或其他识别方式；
- b) 产品规格。

8.1.2 防静电洁净工作服包装箱上至少应有如下标识：

- a) 产品名称；
- b) 生产商或供货商的名称和/或商标、地址及联系电话；
- c) 执行产品标准编号；
- d) 包装数量；
- e) 其他需求双方约定。

8.2 使用说明书

8.2.1 每箱防静电洁净工作服均应附带一份使用说明书。

8.2.2 使用说明书至少应有中文。

8.2.3 使用说明书应该清楚易懂，可以使用相应图示。

8.2.4 使用说明书至少应该包括如下内容：

- a) 产品名称；
- b) 执行产品标准编号；
- c) 使用前需进行的检查；
- d) 成份及适用范围；
- e) 使用方法；
- f) 贮存条件；
- g) 所使用的符号和 / 或图示的含义；
- h) 质量等级、耐洗涤等级；
- i) 注意事项。

9 包装、运输、贮存

9.1 包装

9.1.1 外包装储运图示标志应按GB/T191执行。

9.1.2 防静电洁净工作服所用的包装应能够防止机械损坏和使用前的污染。

9.1.3 包装箱内应附有使用说明书和产品检验合格证。

9.2 运输

按合同规定。

9.3 贮存

按说明书规定的条件进行贮存。

附录 A

(规范性附录)

连体式防静电洁净工作服规格尺寸

单位：厘米

规格	后中长	胸围	袖长	袖口	脚口
S	145	112	78	17	23
M	151	117	80	17	23
L	157	122	82	18	24
XL	163	127	84	18	24
XXL	169	132	86	19	25
XXXL	175	137	88	19	25
XXXXL	181	142	90	20	26
公差	±2	±2	±2	±1	±1

附录 B

(规范性附录)

摩擦电位衰减测试方法

B.1 范围

本方法适用于非破坏性测试和评价防静电、洁净工作服与织物的防静电性能。

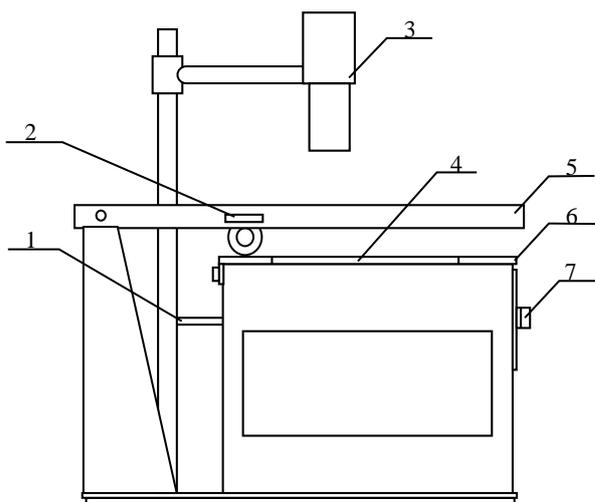
B.2 原理

本方法为模拟实际使用状态的一种测试方法。通过摩擦布与被测样品摩擦使其带电，通过被测样品与测试台的剥离（模拟脱服装）消除（接地）试验台异号电荷对测试的不利影响；通过采用不同的标准摩擦布，消除相互摩擦物品带电序列不同对评价结果造成的影响；采用剥离 20s 时的衰减电位和峰值电位综合评价被测样品的防静电性能。

B.3 装置及材料

B.3.1 测试装置

B.3.1.1 测试仪器结构如图 B.1 所示。



1-落板控制机构； 2-活动板； 3-测试仪表； 4-落板；
5-摩擦机构； 6-试验台； 7-样品固定装置；

图 B.1 织物静电测试仪结构示意图

B.3.1.2 测试仪器的技术性能。

测试仪器应满足以下指标：

电位测试范围：(1) $0\text{ V}\sim\pm 1999\text{V}$ ；(2) $0\text{ V}\sim\pm 1999\text{ V}\times 10$ 。

电位测试准确度和高电压非线性度优于 5%。

频率特性：低通频带宽度大于 5kHz ，脉冲响应时间小于 0.1ms 。

衰减时间： 2.0s 。

测试探头下沿距试验台表面约为 80mm 。

摩擦机构的弹簧拉力为 $0\text{ N}\sim 16\text{N}\times 2$ ，摩擦棒质量为 $(980\pm 10)\text{g}$ ，摩擦正压力为 $18\text{ N}\sim 24\text{N}$ 。

样品有效摩擦面积为 $200\text{mm}\times 200\text{mm}$ 。

被测样品最小尺寸为 $300\text{ mm}\times 200\text{mm}$ ，大于该尺寸的织物、衣服均可测试。

落板下落高度大于 50mm 。

B.3.2 摩擦布

B.3.2.1 测试中使用毛、棉、聚丙烯腈（分别符合 GB7568.1、GB7565、GB7568.5）三种织物作为摩擦布。

B.3.2.2 摩擦布使用前应经过洗涤处理，按 GB12014-1989 附录 B 进行一次洗涤，自然晾干后再使用。

B.3.2.3 摩擦布按织物静电测试仪使用说明规定的方法进行缠绕或覆盖。摩擦布用脏后，应及时更换。

B.4 测试条件

B.4.1 测试环境条件为温度 $(20\pm 5)\text{ }^\circ\text{C}$ ，相对湿度 40% 以下。

B.4.2 现场测试时，应准确记录测试时候的温湿度条件。

B.5 测试程序

B.5.1 样品的前处理

样品在测试前须经过洗涤处理和调湿。洗涤处理按该标准正文 6.9 规定进行。自然晾干后，在测试环境条件下吊挂 8 小时以上。

B.5.2 测试点的选择

每种织物（或每件服装）至少选择三个位置进行测试，每个测试位置按经向、纬向各测试一次。

B.5.3 测试步骤

B.5.3.1 经过处理的样品，利用样品固定装置绷紧并平整地置于试验台上，手拉摩擦机构上的活动板（摩擦棒不能接触被测样品）至最前端放手，使摩擦棒依靠自身重力和弹簧拉力与被测样品进行摩擦，约 2s 摩擦一次，摩擦至第三次后，落板控制机构控制落板下落，测试仪表自动记录被测样品与摩擦布剥离后的峰值电位 V_p 和剥离 2.0s 时的衰减电位 $V_{2.0}$ ，以表征其静电性能。

B.5.3.2 对每一个样品分别采用毛、棉、聚丙烯腈三种摩料进行测试，每次测试后，样品必须经过消电处理方可进行下一次测试。

B.6 测试结果

B.6.1 数据处理

每种样品用同一种摩擦布进行经纬两个方向多点测试的数据，取算术平均值，代表该样品用这种摩擦布摩擦时的测试结果。

B.6.2 结果评定

比较每种样品用三种摩擦布测试的结果，取其中绝对值最大的 $V_{2.0}$ 为主要数据， V_p 为参考数据， $V_{2.0}$ 作为该样品静电性能评价的依据便于全面评价被试品的静电起电性能。

附录 C
(规范性附录)
电荷面密度测试方法

C.1 范围

本附录适用于测试和评价防静电、洁净织物的防静电性能。

C.2 测试原理

将经过摩擦装置摩擦后的样品迅速剥离后投入法拉第筒内，测出样品的带电量 Q ，然后根据样品被摩擦部分的面积 S ，计算出样品的面电荷密度 σ 值， $\sigma = Q/S$ 。

C.3 测试装置及材料

C.3.1 摩擦装置

摩擦装置由底座、摩擦布、摩擦棒、垫板和绝缘棒等 5 部分组成。

C.3.1.1 底座

底座尺寸如图 C1 所示，除了两个绝缘柱用尼龙棒制作外，其它均采用木板制作。为放置平稳，底座的背面可加装 4 个橡胶垫（图中未标出）。

单位：毫米

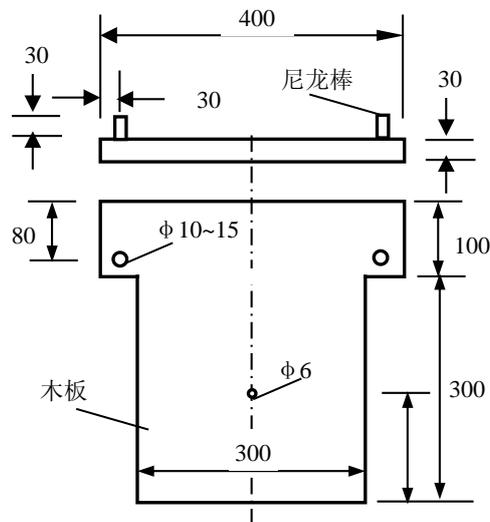


图 C.1 底座尺寸与材料

C.3.1.2 摩擦布

测试中分别使用毛、棉、聚丙烯腈（分别符合 GB7568.1、GB7565、GB7568.5）三种织物作为摩擦布。

C.3.1.3 摩擦棒

取长 400mm、外径 30mm 左右、外壁平滑的硬质聚氯乙烯管（或其它管状绝缘材料，以下简称绝缘管）和 $(450 \times 500) \text{ mm}^2$ 的摩擦布，以摩擦布的长边方向为卷绕方向，在绝缘管上紧密缠绕 5 圈，制成摩擦棒。要求摩擦布的内层用橡皮膏与绝缘管粘牢、两端拉紧塞入管内，以固定在绝缘棒上。

C.3.1.4 垫板

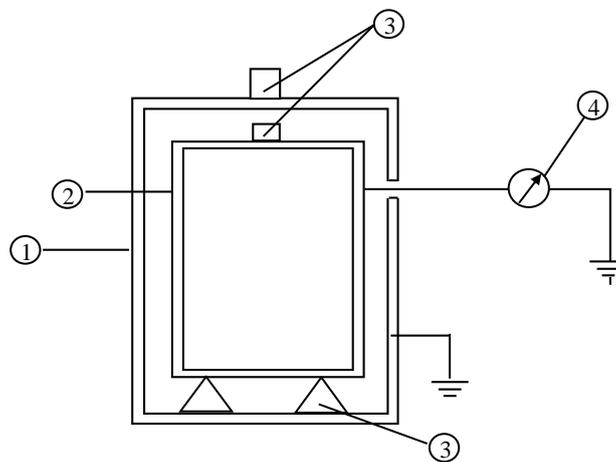
垫板是一块摩擦布包裹的接地金属板：把一块尺寸为 $(450 \times 400) \text{ mm}^2$ 的摩擦布（与摩擦棒上缠绕的布料质地相同），用橡皮膏从四面裹在面积为 $(320 \times 300) \text{ mm}^2$ 、厚度为 3mm 的金属板上，从背面用金属线接地，制成垫板。测试时，垫板置于底座上（摩擦布朝上），接地线从背面穿过底座与大地相连。

C.3.1.5 绝缘棒

用于固定被测试样，长度为 500mm、直径为 20mm，利用有机玻璃、聚丙烯等高绝缘材料制成。

C.3.2 法拉第筒及测试系统

测量用法拉第筒系统如图 C2 所示。外筒直径 50 cm~70cm，高 80 cm~100cm，内筒直径 40 cm~60cm，高 65 cm~85cm，内外筒之间的绝缘电阻大于 $1 \times 10^{12} \Omega$ 以上。静电电量测试仪的量程至少应包括 200nC、2.00 μC 两档，测试准确度优于 5%。



1—外筒 2—内筒 3—绝缘材料 4—电量测试仪

图 C.2 法拉第筒及测试系统示意图

C.4 测试条件

C.4.1 测试环境条件为温度 $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ ，相对湿度 40% 以下。

C.4.2 现场测试时，应准确记录测试时候的温湿度条件。

C.5 测试程序

C.5.1 样品准备

随机采样 6 块（经向 3 块，纬向 3 块），尺寸为 250mm×350mm，将一端缝制为如图 C3 所示的套状。

单位：毫米

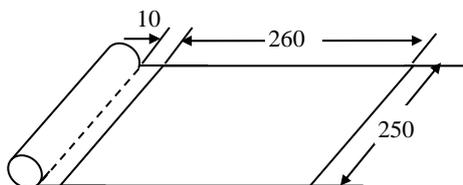


图 C.3 被测样品

C.5.2 样品的前处理

样品在测试前须经过洗涤处理和调湿。洗涤处理按 6.9 规定进行。自然晾干后，在测试环境条件下吊挂 8h 以上。

C.5.3 测试步骤

- 将绝缘棒插入被测样品缝好的套内，放置于垫板上，勿使之产生皱折。绝缘棒挂在底座上的尼龙棒上。
- 双手握住缠有标准摩擦布的摩擦棒两端，保持摩擦棒不转动，由前端向体侧一方摩擦被测样品，约 1s 摩擦一次，连续摩擦 5 次。
- 握住绝缘棒的一端，如图 C4 所示，使绝缘棒与垫板保持平行地把被测试样与垫板剥离，使被测试品距人体或其他物体 300mm 以上，并在 1s 内迅速把被测样品投入法拉第筒中。
- 读取电量测试仪的读数 Q ，由 $\sigma = Q/S$ ，计算电荷面密度。其中 S 为被测样品摩擦面积(m^2)。

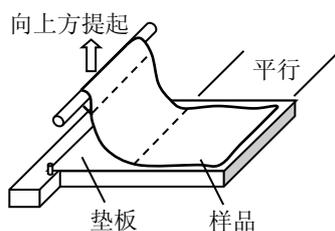


图 C.4 被测样品与摩擦板剥离

C.6 测试结果

C.6.1 数据处理

每种样品用同一种摩擦布进行经、纬两个方向共 6 块样品的测试数据，取算术平均值，代表该样品用这种摩擦布摩擦时的测试结果。

C.6.2 结果评定

比较每种样品用三种摩擦布测试的结果，取其中绝对值最大的电荷面密度值，作为该样品静电性能评价的依据。

附录 D
(规范性附录)
点对点电阻测试方法

D.1 范围

本附录规定了防静电洁净工作服点对点电阻的测试方法。

D.2 仪器和材料

D.2.1 重锤式电阻测试仪，测试电压至少有 100V 的直流电压档位，电压范围为 $100\text{ V} \pm 10\text{V}$ 。

D.2.2 仪器的测试精确度为 $\pm 10\%$ 。

D.2.3 测试重锤为圆柱，圆柱直径为 63.5mm；测试重锤为静电导体，材料硬度为 50~70 邵尔；重锤质量为 2.27 kg。两个电极间的电阻小于 $10^5\ \Omega$ 。（在金属表面用 10V 电压测试）

D.2.4 被测试服装按规定的使用要求进行清洗，以满足产品的使用要求。

D.2.5 测试工作台的表面电阻不小于 $1 \times 10^{12}\ \Omega$ 。

D.3 测试条件

D.3.1 试验环境:温度 $(23 \pm 3)\text{ }^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(50 \pm 5)\%$ 。

D.3.2 特殊低湿环境使用时由用户提出试验环境条件。

D.4 测试要求

D.4.1 确定服装的测试点，连体服为左袖 A_1 、右袖 A_2 ，左腿 B_1 、右腿 B_2 ，左胸 C_1 、右胸 C_2 ，6 个测试点（见示意图 D1）；上衣为左袖 A_1 、右袖 A_2 ，左胸 C_1 、右胸 C_2 ，4 个测试点。

D.4.2 连体服选取 A_1 与 A_2 、 B_1 与 B_2 、 C_1 与 C_2 、 A_1 与 B_2 或 A_2 与 B_1 ，测试服装不同裁片间的连通电阻；上衣选取 A_1 与 A_2 、 C_1 与 C_2 ，测试服装不同裁片间的连通电阻。

D.5 测试程序

D.5.1 被测试的服装在 D3.1 规定的测试条件下悬挂 8 小时以上，使服装与测试环境条件相一致。

D.5.2 测试前把测试仪器与测试重锤通过金属连接线连接。

D.5.3 重锤式电阻测试仪，测试档位选定在 100V；把测试重锤放置在 D.4.2 所规定的测试点位置。按住测试电源 15 秒，使测试仪器处于接通状态，并使测试数据稳定后再行读数。

D.5.4 按 D.4.2 所规定的位置，重复 D.5.3，直至所有的测试点全部完成测试。

D.6 测试结果

D.6.1 每次测试数据，需同时记录测试环境条件，测试电压，连通电阻值, 测试日期。

D.6.2 当不同测试点间电阻值差异一个数量级以上时，可重复进行测试，以查找出产生差异的原因。

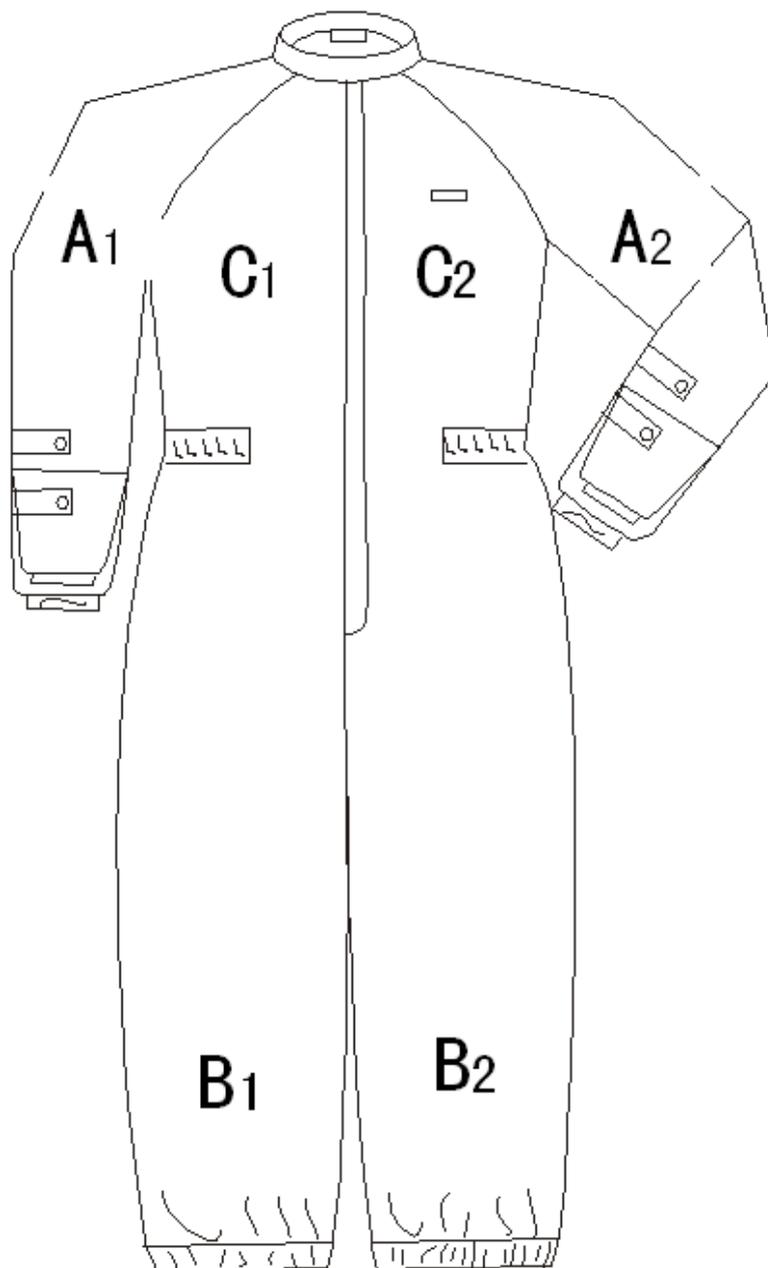


图 D.1 防静电洁净工作服点对点电阻示意图

附录 E
(规范性附录)
滚筒法尘粒数测试方法

E.1 范围

本附录规定了防静电洁净工作服尘粒数的试验方法。

E.2 仪器和材料

E.2.1 尘粒数测试装置。包含以下部分：

- Helmke 滚筒；
- Air sampling tube 空气采样管；
- Position of intake tube 采样管的定位。

E.2.2 传动底座能带动滚筒旋转。

E.2.3 不锈钢棒直径 8mm，长 500 mm。

E.2.4 秒表。

E.2.5 空气微粒计数器（检测粒径 0.3 μm 以上或 0.5 μm 以上）。空气微粒计数器的采样速率：
28.3 L/min。

E.2.6 洁净纸和笔。

E.3 测试条件

E.3.1 试验环境：温度 (22 ± 2) °C，相对湿度 (55 ± 10) %。

E.3.2 洁净室级别：ISO Class 5 级（每 28.3 升体积的空间中，直径大于或者等于 0.5 μm 的颗粒数小于 100 颗）或洁净度更好的环境。

E.4 测试要求

E.4.1 尘粒数测试装置的滚筒转速用秒表测定：每分钟 10 ± 0.1 r。

E.4.2 定时器设定：10min。

E.5 测试程序

E.5.1 用空气微粒计数器进行背景测试。该数据不得超出测试环境背景标准微粒数 10% 以上（超出偏差应做清洁工作），并做记录，用 (B (d)) 表示。

E.5.2 测试前的样品准备：在洁净室内，拆掉内包装，取出待测洁净服后，按照下列步骤进行折叠：

- a) 操作人员用一只手举起衣领，另一只手抓住胯部，如图 E.1；
- b) 将手抓住胯部的高举，另一只手放开衣领，如图 E.2；
- c) 将门襟拉链拉好，如图 E.3；
- d) 将一只裤脚向上折至胯部，并抓住，如图 E.4；
- e) 将另一只裤脚向上折至胯部，并抓住，如图 E.5；
- f) 再将一只衣袖向上折至胯部，并抓住，如图 E.6；
- g) 再将另一只衣袖裤脚向上折至胯部，并抓住，如图 E.7；
- h) 最后，将衣领向上折至胯部，也一并抓住，如图 E.8。
- i) 将折叠好的洁净服，小心放入滚筒，上好侧盖。同时启动滚动传动座坐开关，打开空气微粒计数仪开关，系统进入工作状态，并持续 10min。

E.5.3 记录空气微粒计数仪每一分钟所测试的大于或等于 $0.3\mu\text{m}$ 或大于或等于 $0.5\mu\text{m}$ 的尘粒数的数据。



图 E.1



图 E.2



图 E.3



图 E.4



图 E.5



图 E.6



图 E.7



图 E.8

E.6 尘粒数计算

按以下公式防静电洁净工作服尘粒数：

$$G(d) = Q \left[\frac{TC(d)}{10} - B(d) \right]$$

式中：

$G(d)$ — 平均尘粒数，单位为每分钟尘粒数 (Particles/min)；

- Q — 一分钟的粒子计数器的采样量, 单位: 28.3 L/min;
- TC (d) — 前 10 分钟 的尘粒数的总和, 单位: 尘粒数/28.3 L;
- B (d) — 背景尘粒数, 单位为尘粒数/28.3 L;
- d : — 微尘直径 ($\geq 0.3 \mu\text{m}$ 或 $\geq 0.5 \mu\text{m}$)。

附录 F
(规范性附录)
人体箱测试方法

F.1 范围

本附录规定了防静电洁净工作服人体箱测试的试验方法。

该测试方法的局限性:

- a) 本发尘性测试用于不同服装的相对发尘量的差异性的比较。它不是一个发尘数量的绝对指标, 因为不同的人产生和散发的尘粒比率不同。
- b) 本测试方法受限于试验者动作产生尘粒污染效率和其动作重复差异性。在做本试验时, 应考虑这些因素对测试结果的影响。

F.2 仪器和材料

F.2.1 人体箱测试装置:

- a) 人体箱尺寸: 1.22m x 1.22m x 2.44m。
- b) 示意图见图 F.1。人体箱的上端为高效过滤器(过滤大于或等于 $0.3\mu\text{m}$ 的空气微粒效率: 99.9995%)。

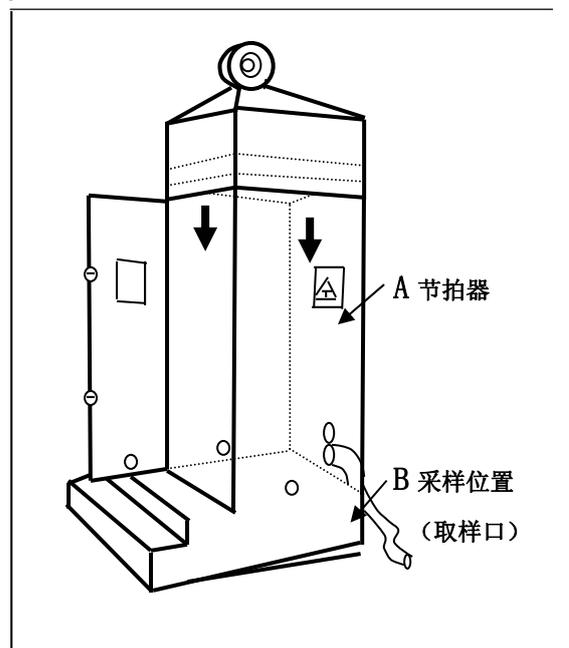


图 F.1 人体箱示意图

F.2.2 空气微粒计数仪。

F.2.3 操作人员使用防静电洁净手套。

F. 2. 4 操作人员使用防静电洁净工作服（洁净性能质量分级技术指标为一级）。

F. 2. 5 洁净布（23cm x 23cm）。

F. 2. 6 洁净纸和笔。

F. 3 测试条件

F. 3. 1 试验环境：温度（22±2）℃，相对湿度（55±10）%。

F. 3. 2 洁净室级别：ISO Class 5 级（每 28.3 升体积的空间中，直径大于或等于 0.5 μm 的颗粒数小于 100 颗）或洁净度更好的环境。

F. 4 测试要求

F. 4. 1 人体箱顶部高效过滤器面风速：（0.4±0.1）m/s。

F. 4. 2 人体箱测试微粒数采样位置高度：距离人体箱内底面 10 cm。

F. 4. 3 空气微粒计数仪的采样速率：28.3 L/min。

F. 4. 4 节拍器设定：1 拍/s。

F. 5 测试程序

F. 5. 1 用空气微粒计数仪进行背景测试（空白测试）。当测试背景粒径大于或等于 0.3 μm 时，该数据应接近 0 个。

F. 5. 2 测试过程中的动作规定：

当操作人员穿着好待测防静电洁净工作服后，不允许接触到任何东西。随即进入人体箱，按照下列动作流程连续完成实验：

a) 开启空气微粒计数仪，即开始第一个动作。

b) 第一个动作：操作人员向前抬起双臂，与肩高且平行，将手弯至肩膀，不间断的每一秒钟往复动作一次，做 300 次（共计 5 分钟）。

c) 第一个动作完成后，立正站直不动，持续一分钟（这一分钟的数据，不计入总和）。

d) 第二个动作：操作人员原地踏步，同时双臂交叉至左右肩膀，节拍为每分钟 60 次，做 300 次（共计 5 分钟）。

e) 第二个动作完成后，立正站直不动，持续一分钟（这一分钟的数据，不计入总和）。

f) 第三个动作：三次深曲膝，每五秒钟一次，共计持续十五秒钟。

g) 第三个动作完成后，立正站直不动，持续至一分钟。

h) 关闭空气微粒计数仪，记录测试数据。

F. 6 计算

计算人体箱测试每套防静电洁净工作服的平均发尘率。

$$D_{avg} = \frac{C_{app}}{N}$$

式中：

D_{avg} — 平均发尘率，单位：每分钟的尘粒数 (particles/min)；

C_{app} — 穿同一套防静电洁净工作服所产生尘粒数的总和；

N — 每一分钟为测试周期的总周期时间，为 11min。

附录 G
(规范性附录)
不挥发残留物测试方法

G.1 范围

本附录规定了防静电洁净工作服及织物 NVR 的试验方法。

G.2 材料和仪器

G.2.1 精确到 $1.0\ \mu\text{g}$ 的微量天平。

G.2.2 称重铝盘 (直径 43 mm), 蒸发烧杯。

G.2.3 针筒或毛细管。

G.2.4 化学通风柜。

G.3 测试要求

G.3.1 任何时候不得戴手套或裸手拿取样品或称重盘。

G.3.2 所有样品处理应在通风柜中进行。

G.3.3 处理每组样品时,都要做一个空白,此空白的处理方法和测试方法步骤与样品完全相同(只是没有样品而已,见第 G.4 章测试程序)。目的是为了检查器具和仪器引入的洁净度影响,计算样品的最后结果时,要扣除此空白的影响。

G.3.4 小心操作,确认无交叉污染。

G.4 测试程序

G.4.1 空白必须贯穿样品的准备过程和测试过程,同组样品可共用一个空白。

G.4.2 将防静电洁净工作服的右衣袖没有缝线的部分 (大约 5cm x 10cm) 放入烧杯,倒入 30ml 的异丙醇 (IPA),浸泡 3min。

G.4.3 用高纯氮气吹气装置吹扫,加速异丙醇挥发。

G.4.4 当只剩余几滴溶液时,将其转移至称重盘,用另外 3ml 新鲜的异丙醇淋洗挥发后的烧杯内表面,并转入称重盘。

G.4.5 将称重盘置于通风柜中,让异丙醇挥发,或用高纯氮气吹气装置加速挥发,直到无可见的异丙醇残留。整个挥发过程需 60min。

G.4.6 称重并计算 NVR 的结果。

G.5 NVR 计算

依据下列公式，计算样品的结果：

$$NVR = \frac{(a - b) - (c - d)}{e}$$

式中：

NVR — 样品的不挥发残留物重量，单位为微克每平方厘米 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)；

a — 样品称重盘加样品残渣重量，单位为微克 (μg)；

b — 样品称重盘重量，单位为微克 (μg)；

c — 空白称重盘加空白残渣重量，单位为微克 (μg)；

d — 空白称重盘重量，单位为微克 (μg)；

e — 样品的表面积，单位为平方厘米 (cm^2)。

附录 H
(规范性附录)
离子浓度测试方法

H. 1 范围

本附录规定了防静电洁净工作服及织物的离子含量 (IC) 试验方法。

H. 2 仪器及设备

H. 2.1 戴安 (Dionex-500)、ICS-1000 离子色谱仪或同等仪器。

H. 2.2 摇样器。

H. 2.3 500ml 聚四氟乙烯 (PP) 烧杯。

H. 2.4 5ml 自动进样瓶及瓶盖。

H. 2.5 样品夹取器具, 如镊子和夹子等。

H. 3 测试要求

H. 3.1 使用之前, 先确认去离子水的电阻率值应大于 $16M\Omega\text{ cm}$ 。

H. 3.2 拿取样品时, 必须用清洁后的镊子或其他工具。

H. 3.3 准备样品之前必须戴上手套, 并用去离子水冲洗。

H. 3.4 处理每组样品时, 都要做一个空白, 此空白的处理方法和测试方法步骤与样品完全相同(只是没有样品而已, 见第 H. 4 章测试程序)。目的是为了检查器具和仪器引入的洁净度影响, 计算样品的最后结果时, 会扣除此空白的影响。

H. 4 测试程序

H. 4.1 空白必须贯穿样品的准备过程和测试过程, 同组样品可共用一个空白。

H. 4.2 将防静电洁净工作服的右衣袖没有缝线的部分 (大约 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$) 放入干净的 500mL PP 烧杯中 (摇动时能够浸没样品的所有表面为宜), 倒入 100mL 去离子水浸泡样品。

H. 4.3 将 PP 烧杯置于摇样器上, 在 75rpm 的速度下摇动 20min。

H. 4.4 用镊子从容器中取出净化服衣袖, 将样品溶液倒入 5mL 的进样瓶中, 并盖上瓶盖。

H. 4.5 将样品放到已校准的离子色谱仪上进行测试。

H. 4.6 量取样品的表面积, 对重迭部分的表面积应予以计算。

H.4.7 当测得的样品离子浓度高于仪器校准的标准溶液最高浓度时，必须将样品溶液按比例稀释，然后再进行测试。

H.5 计算

依据下列公式，计算样品的结果：

$$C = \frac{(S - B) \times V}{A}$$

式中：

C — 样品的离子浓度水平，单位为微克每立方厘米($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)；

S — 测得样品的离子浓度读数，单位为微克每升($\mu\text{g}/\text{L}$)；

B — 测得空白的离子浓度读数，单位为微克每升($\mu\text{g}/\text{L}$)；

V — 萃取样品所需去离子水的体积，单位为升(L)；

A — 样品的表面积，单位为平方厘米(cm^2)。
