

GJB

中华人民共和国国家军用标准

FL 0190

GJB /Z86-97

防静电包装手册

Handbook for electrostatic discharge
Protective packaging

1997-05-23 发布

1997-12-01 实施

国防科学技术工业委员会 批准

目 次

1 范围.....	(1)
1.1 主题内容.....	(1)
1.2 适用范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 定义.....	(1)
4 一般要求.....	(2)
4.1 静电电荷的产生.....	(2)
4.2 ESD 损害.....	(3)
4.3 集成电路的说明.....	(3)
4.4 识别.....	(3)
5 详细要求.....	(4)
5.1 ESDS 产品的区分.....	(4)
5.2 ESD 防护包装材料.....	(4)
5.3 ESD 防护包装标志.....	(6)
5.4 ESDS 产品的包装程序.....	(6)
5.5 单元包装前的搬运.....	(7)
5.6 维修产品的处理.....	(7)
5.7 ESD 防护工作区（包括工作台）.....	(8)
5.8 预防措施.....	(8)
5.9 ESD 现场防护工具包.....	(9)
5.10 ESD 防护包装人员的培训.....	(9)
附录 A ESD 现场防护工具包使用说明（参考件）.....	(23)

中华人民共和国国家标准

防静电包装手册

GJB / Z86—97

Handbook for electrostatic discharge
Protective packaging

1 范围

1.1 主题内容

本指导性技术文件规定了对静电放电敏感(ESDS)军用电子产品的包装要求,其内容包括有关静电放电(ESD)的基本知识、防护包装方面的术语、ESDS 产品的包装要求、包装程序、包装材料以及防护措施等。

1.2 适用范围

本指导性技术文件(以下简称手册)适用于 ESDS 军用电子产品的防静电包装,为从事国防科研、生产和使用 ESDS 产品的人员提供有关 ESD 控制和预防措施方面的指导。

2 引用文件

GB12626. 2—90	硬质纤维板 技术要求
GJB1649—93	电子产品防静电放电控制大纲
GJB 2605—96	可热封柔韧性防静电阻隔材料规范
GJB2747—96	防静电缓冲包装材料通用规范
GJB2835—97	微电路包装规范
SJ / F10147—91	集成电路防静电包装管
SJ / F10533—94	电子设备制造防静电技术要求
SJ / F10630—95	电子元器件制造防静电技术要求
QJ1693—89	电子元器件防静电技术要求
QJ2245—92	电子仪器和设备防静电技术要求

3 定义

3.1 静电放电(ESD) electrostatic discharge(ESD)

两个具有不同静电电位的物体,由于直接接触或静电场感应引起的两物体间的静电电荷的转移。

3.2 静电放电敏感(ESOS)产品 electrostatic discharge sensitive(ESDS)items

对 ESD 损害敏感的零部件或组件。

3. 3 ESD 防护材料 ESD protective material

通过安全地耗散静电电荷或屏蔽住零部件使其免受外界静电电荷影响等途径，能限制静电电荷聚集的材料。

3. 4 ESD 防护包装 ESD protective packaging

用 ESD 防护材料使 F_SDS 产品受 ESD 损害的可能减至最小的包装。

3. 5 静电安全区 static safe area

能控制人体、导体和非导体材料上静电电荷的区域。

3. 6 工作区；ESD 防护工作 IX worksite；ESD protected area(EPA)

由防静电器材建造和装备起来，供经过培训的人员操作 ESDS 产品能防 ESD 损害并作出明显标记的区域。

3. 7 工作台 workstation

位于工作区中包含操作 ESDS 产品的桌椅和器材的区域。

3. 8 静电耗散材料 static dissipative material

能快速耗散其表面或体内静电电荷的材料，它具有介于导体和绝缘体之间的电阻率。

3. 9 导电材料 conductive material

表面或体内导电的材料。这些材料可以是金属或掺有金属粉末、炭粉或其它导电成分的材料，也可以是上述材料通过涂覆、电镀、金属化或者印制工艺处理的材料。

3. 10 摩擦起电效应 triboelectric effect

由摩擦两个物体产生静电电荷的效应。

3. 11 敷形涂覆 conformal coatings

在制造过程的最终，将液态材料直接施加在印制电路板和电子元器件上，一经固化后，该层涂覆能提供物理、电气和环境保护。

3. 12 静电屏蔽 static shielding

能提供对静电电荷和静电场防护的容器或包装。

3. 13 防静电周转容器 antistatic tote tray

为静电敏感组件或产品提供静电安全贮存以及制造工序中搬运的防静电容器。

3. 14 防静电快速包装容器 antistatic fast pack

带防静电衬垫且两端印有“防静电”字样的可重复使用的容器。

4 一般要求

4. 1 静电电荷的产生。

静电电荷的产生是由分离两种材料(至少有一种不导电)表面引起的。相互接触的材料摩擦会使聚集的静电电荷数量增加。比较熟悉的静电放电例子是火花放电，例如，人走过地毯，然后接触金属门把手时，就可能产生火花放电。那是由于人体表面有汗渍，能充分导电，而当鞋和地毯分离时，就会在人体上感应静电电荷，门把手则是金属良导体，当人体感应的静电电荷足够多时，手和门把手靠近时，就会出现火花。

4. 1. 1 干性和湿性材料

由于湿气(水分)能充分导电有助于耗散静电电荷,因此分离干性材料要比分离湿性材料产生更多的静电电荷,冬天的取暖系统会减少家具或其它物体表面的湿度,ESD 会更明显,静电电荷在相对湿度低的环境中会更易积累。

4. 1. 2 静电电荷

静电电荷是某一表面多余或缺少的电子。电子过剩产生一个带负电的表面。而电子缺少产生一个带正电的表面。表 1 列出了彼此分离时带正电或负电的常见材料。带正电荷的材料失去表面结合较松的电子,带负电荷的材料吸收并保持那些电子。表 2 列出了日常存在的典型静电电压。表 3 列出了典型的静电电荷源。

4. 2 ESD 损害

如表 2 所示,在地毯上行走,在工作台上工作,操作普通材料等活动中都会产生上千伏的静电。如果静电电压的聚集产生火花放电,电子元件、印制板组装件和其它电子组件会受到破坏或损害。对于人体,若静电电压小于临界值,就感觉不到火花放电,通常这个临界值在 2500—4000V 范围内。

4. 3 集成电路的说明

自集成电路问世以来,电子元器件更趋向于小型化,而存贮的功能却越来越强。例如微处理器是微机的核心部件,其体积不到 2em³。由于集成电路中功能元器件的超小型化,电路密集,它们要比早期尺寸较大而功能类似的元器件更易受到 ESD 损害;印制电路板和元器件有时需要使用高绝缘树脂和清漆进行敷形涂覆来提供物理、电气和环境保护,也更容易产生静电。表 4 列出了某些 ESDS 产品的敏感电压范围。

4. 3. 1 火花放电引起的损害

考虑到大部分人能在临界静电电压值时感受到火花放电,也就不难理解电子零件在搬运过程由于摩擦、振动或冲击会不知不觉地受到损害。即使受损的元器件没有立即失效,也可能在到达用户后才引起功能系统失效。

4. 3. 2 显微视图

图 1 是一个受 ESD 损害的高性能运算放大器微型芯片上的电容器在电子扫描显微镜下看到的情形,示出了以两个不同放大倍数的损害区(箭头所指为损害区)。这种 ESD 损害导致电容器和地有一个 400 Ω 的通路,造成放大器失效。

4. 4 识别

标明为 ESDS 的产品,从采购开始到最后处理都应受到保护。与产品设计、试验、检查、制造和维护有关的专门控制程序依据 GJBI649。

4. 4. 1 特别防护措施

采购 ESDS 产品应预先提出包装前使用特别防护措施的要求,例如用并联条、夹具或无腐蚀性的导电泡沫材料来保护 ESDS 产品的端子。图 2 示出了几个特别防护措施的实例。

4. 4. 2 通用方法

所有 ESDS 产品除应按 GJBI649 的要求用防 ESD 材料进行包装、运输和贮存外,各类产品还可根据本产品特点分别符合 SJ / T10533、SJ / T10630、QJ1693、QJ2245、GJB2835 等标准的规定。

5 详细要求

5.1 ESDS 产品的区分

ESDS 产品按其静电敏感电压范围分类,可分为三级,参见 GJB1649。

1 级:易遭 0~1999V ESD 电压危害的产品,典型的 1 级静电敏感器件见表 5。

2 级:易遭 2000~3999V ESD 电压危害的产品,典型的 2 级静电敏感器件见表 6。

3 级:易遭 4000—15999V ESD 电压危害的产品,典型的 3 级静电敏感器件见表 7。

对于 ESD 电压大于 16000V 才遭危害的产品,则认为是非静电敏感的产品。

列为 ESDS 产品的还包括所有安装 ESDS 元器件的印制电路板、高于 1GHz 频率工作的半导体器件及微型计算机控制装置。

5.2 ESD 防护包装材料

作为防 ESD 包装的材料应具备下列主要性能:

- a. 防止摩擦起电的产生;
- b. 免受静电场的影响;
- c. 防止与带电人体或与带电物体接触产生直接放电。

要使一种材料同时具备上述所有性能是困难的,往往需要用不同的材料组合或复合才能达到要求的目的,凡通过安全地耗散静电电荷或屏蔽零件,能限制静电电荷聚集或能免受外部静电电荷影响的材料,均可作为 ESD 防护包装的材料。

5.2.1 ESD 防护材料的分类

从 ESD 防护原理及材料的导电性(按其电阻率)来区分,防 ESD 的材料可以大致分为下列几种。应该特别指出的是每种类型材料之间没有明显的界限,从一种类型到另一种类型是相对的,处于电阻率较高端之类型的能与另二类型较低端的材料相当,此外表面经过处理又可以导致同种材料的重新分类。

注:材料的表面电阻率在数值上等于表面为正方形的材料的两对边电极间的表面电阻,并与该正方形尺寸无关。表面电阻率不仅适用于表面导电材料,也适用于体积导电材料,以 Ω 来表示。材料的体积电阻率在数值上等于该材料的 1cm³ 的相对两面之间的体积电阻,以 Ω 来表示。

5.2.1.1 静电耗散材料

表面电阻率等于或大于 10⁵Ω / □,体积电阻率等于或大于 10⁴t2 • cm 但小于 10¹¹ n • CITI 的材料。这种材料的静电荷在其表面移动速率虽大大低于静电导体,但当其受到摩擦时,表面产生的电荷可以较快地扩散和泄漏。因其电阻率较高,不会造成材料放电,可以用作 ESD 防护包装和一般的 ESDS 产品生产装配的环境的传递中。使用时通常也要采取接地措施。这类材料多是高分子材料掺入导电材料混合而成。此外,GJB2605 中的 II 类材料,改性的三聚氰胺类层压板、纸质层压板、棉布层压板 \ 高电阻体导电塑料、木制品、纸制品及一些厚度很小的导电材料属这类材料。

5.2.1.2 导静电材料

表面电阻率小于 10⁵Ω / □,体积电阻率小于 10⁴Ω.cm 的材料。这种材料通过接地将表面积聚的静电电荷泄漏达到防 ESE)目的,但电阻率很小的导静电材料也不适用于作防 ESD 包

装，因为这种包装置于静电场中，表面积聚的电荷会向被包装的 ESDS 产品放电，造成产品失效。能满足这类电阻率的材料有某些金属、导电塑料、金属丝(线)浸渍材料、导电层压板。导静电材料还可以包括与静电耗散材料相同的材料，根据下列关系式：

$$\rho S = \rho v / t \quad \text{或} \quad \rho v = \rho S \cdot t$$

式中： ρS —表面电阻率， Ω / \square
 ρv --体积电阻率， $\Omega \cdot \text{CM}$
 t ---厚度，cm

最小厚度为 0.1cm，体积电阻率恰小于 $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 的导电材料，当厚度小于 0.1cm 时，可将其划分到静电耗散类材料中。

5. 2. 1. 3 静电屏蔽和(或)电磁屏蔽材料

屏蔽材料是电阻率很低的导体，具有表面电阻率等于或小于 $10^4 \Omega / \square$ ，表面受到摩擦一般不起静电，能用于屏蔽射频和低频电磁场，但因其电阻太小，易在静电场中产生静电感应和静电放电而损坏产品，故通常在屏蔽材料(例如：金属箔)内层复合一层静电耗散材料。这种具有屏蔽效果的静电耗散复合材料不仅可作 ESD 防护包装，还可用于火工品包装。GJB2605 中的 I 类材料是最典型的静电和电磁屏蔽类材料，GJB2605 中的 III 类材料是透明的静电屏蔽类材料，也具有一定的电磁屏蔽作用。

5. 2. 1. 4 其它不易产生静电电荷的材料

这种材料不按电阻率分类，当相对摩擦或从相同的或其它类似的材料分离时，只产生少量的静电电荷。使材料减少静电产生的主要特性之一是光滑，表面光滑摩擦力小，产生的电荷也少。表面有吸水性，表面的水份所提供的导电通路能中和相反的电荷，也使静电产生减少。经表面改性的吸湿性防静电聚乙烯薄膜等属于这类材料。

5. 2. 2 包装材料的选用

用以包装 ESOS 产品以供运输或贮存的任何材料，包括内包装(与 ESDS 产品直接接触的材料)，间接包装(不与 ESDS 产品直接接触，但它包装着一个或多个产品)，都应采用防 ESD 的材料，这些材料可以是袋、盒、箱、包装膜、软硬衬垫、泡沫材料、填充料等。

5. 2. 2. 1 器材制作

从产品传递的角度考虑，防 ESD 材料可以制成各种形状。金属类的能浇铸、冲压成型；导电的、静电耗散类的塑料，例如：聚乙烯、聚丙烯、聚碳酸酯、ABS 等热塑性塑料以及聚氨酯、酚醛和环氧等热固性树脂，加入炭黑、金属纤维或抗静电剂等填料制成的合成塑料，能模压成型制成各种形状的包装器具；各种纤维类板材及浸渍树脂类层压板能制成盒、箱及其它的包装容器；开孔、闭孔类泡沫材料及橡胶类可以制成各种衬垫及填充料；各种导电塑料薄膜更能直接包裹各类产品和制成包装袋及复合材料。而且当用上述材料制成不同规格和形状包装制品时，不仅能满足防静电的要求，还可同时具有诸如防震、定位、防尘等功能。图 3 示出了典型的包装器材。

5. 2. 2. 2 选用原则

为保证静电防护得以维持，包装材料的选用要根据产品的静电防护原理、产品特点和使

用方法的不同而有所侧重。

a. 电荷耗散和摩擦起电的预防

与 ESDS 产品接触的包装材料包括填充料，应是静电耗散类的，或是不易产生静电的材料。

b. 静电屏蔽的措施

当在 ESD 防护工作区外搬运和贮存产品时，ESDS 产品应封装在导静电的和静电屏蔽的包装容器内。外包装箱一般应是屏蔽良好和表面导电的金属箱，壳体可以是实芯型或非实芯型(如金属网)。

c. 使包装件接地

包裹或封装 ESDS 产品的所有间接包装材料应能在 ESD 防护工作区内耗散静电电荷(有接地措施)。

d. 保持材料的防静电性能

ESDS 产品在传递、包装、贮存和运输阶段，使用或重复利用的包装材料应经常检查静电耗散性、屏蔽性能和摩擦起电性等防静电性能，使其保持基本不变。

5.3 ESD 防护包装标志

5.3.1 ESD 防护包装应有静电敏感符号和专门的警告文字进行标志和说明。符号标志应符合 GJB1649 附录 C(补充件)静电敏感符号的颜色和比例尺寸的规定，见图 4；警告文字至少应有图 5 的基本说明，见图 5a 单元包装用静电敏感符号和警告标签和图 5b 中间包装及外包装件用静电敏感符号和警告标签。

5.3.2 防 ESD 包装的材料应标识出其基本功能，例如用文字或符号来表示静电屏蔽、导静电或耗散静电。

5.3.3 所有装有 ESDS 产品的包装件、贮存容器、周转容器都应加有 ESD 防护包装标志并应清晰可辨。标志和说明可以被做成纸条、胶带或印刷和印记的形式。自粘性标志的使用会产生静电，仅适用于间接的或屏蔽的包装容器。

5.4 ES[IS 产品的包装程序

5.4.1 包装要点

5.4.1.1 使用方法

任何 ESDS 产品选用的防护包装材料，与裸露产品首先接触的那一层应为静电耗散类的非导电材料，这一层可以是单一薄膜或有缓冲厚度的衬垫，也可以是多层复合结构被作成平面膜式或缓冲垫式，还可以是袋式结构。此外 ESDS 产品还应有静电屏蔽措施。以防在搬运和贮存时引起静电放电效应。这种保护通常可以通过材料的导电层来实现，例如 GJB2605 中的工类阻隔材料，当这种材料用于屏蔽防护时，无论是复合结构材料、包装袋或是层压材料，其内表面不允许接触裸露的 ESDS 产品或作为单元包装的外层。有 ESD 防护包装标志的包装件应在拆去包装材料之前被拿进，ESD 防护工作区。未经防护的 ESDS 产品只能由经过培训能有效地使用被提供的防护器材和设备的人员在 ESD 防护工作区操作。作为单元包装必须使用新的 ESD 防护材料。当启封使用胶粘带密封的包装时，胶粘带不准撕离，只准采用切割方式打开。

5.4.1.2 使用限制

所有静电电荷的发生源,例如未经处理的塑料薄膜、泡沫塑料、合成纤维、胶粘带都应禁止作为直接或间接包装材料使用,不准带人 ESD 防护工作区。

注:与湿度相关的材料的使用要根据搬运或贮存可能的变化情况,经过试验证明能符合要求时,方可使用。

5.4.1.3 其它预防措施

任何不是防静电的包装材料、设备或工具,包括非静电敏感器件,在进入 ESD 防护工作区之前,应以不易产生静电的或静电耗散的材料包装起来。

5.4.2 包装程序典型示例

5.4.2.1 用符合 GJB2605 中的 II 类阻隔材料包裹产品或放入符合 GJB2747 中:f 类材料制成的拉锁式成型袋,II 类材料制成的热封袋中;也可以用其它能防 ESD 的柔性聚乙烯气泡薄膜缓冲包装材料、泡沫缓冲衬垫材料或防 ESD 的柔性可热封开孔缓冲材料包裹或放入由这些材料制作的拉锁式成型袋中。要注意的是这些材料一定要有防戳穿性,以防破裂。

5.4.2.2 将包裹好的或经缓冲处理的产品放入用符合 CJB2605 中工类阻隔材料制作的袋中,此袋是将一块材料对折,然后三边热封构成一个单元包装(袋式),经上述处理的单元包装,就可以像处理任何非 ESDS 产品那样地操作。

5.4.2.3 在单元包装上贴 ESD 防护包装标志(见 5.3 条),除了静电敏感符号外,应加有“只在静电安全区操作”的警告文字,还可加有“ESD 防护工作区外不得打开”等的说明。

5.4.2.4 电路板、电阻器或半导体器件之类的 ESDS 产品可装入可重复使用的防静电快速包装容器中,例如图 6 的典型容器或符合 SI / "T10147 的防静电包装容器中,否则应使用符合各类产品规范中的规定包装。也可以装入带有防静电缓冲垫的纤维板容器中,该纤维板的材质应符合 GB12626.2 的要求。封装后贴上 ESD 防护包装标志。

5.4.2.5 外包装箱的 ESD 防护包装标志还应有“注意:ESDS 产品,贮运中切勿靠近强静电、强电磁、磁场或放射场”的警告文字。

5.5 单元包装前的搬运

ESDS 产品的单元包装,无论出于什么目的需要打开时,必须在 ESD 受控的防护工作区才得以许可。因此如果 ESDS 产品在单元包装前需搬运到多处,例如从接受检查到修理、测试、成品检查直至最后的单元包装,应采用下列程序。

5.5.1 如同 5.4.2.1 的程序将产品包裹缓冲或装入此类材料制作的拉锁式成型袋中。

5.5.2 将按 5.5.1 条处理好的产品放入用 CJB2605 中的工类阻隔材料制作的一个边开口的成型袋中。

5.5.3 将开口边折过来,并使折边朝下,再用橡皮圈套住。注意不要使用胶粘带,未经处理的胶粘带是静电电荷的发生源,在从卷或袋上拆下时会产生静电电荷。

5.5.4 用有益的防静电电容器或将产品放入指定的防静电快速包装容器中搬运,以保证产品从一开始就在防 ESD 的环境中传递。

5.6 维修产品的处理

应将所有可修复的 ESDS 产品包装到能防止其进一步损害的程度。退回或维修的 ESDS 产品要修复、重新处理或彻底检查,以便充分地重复利用。除另有规定外,退回或维修的产品

同样应符合 5.4 条的规定进行包装。

5.7 ESD 防护工作区(包括工作台)

ESD 防护工作区是由各种防 ESD 设施、器材及有明确的区域界限形成的工作场地。在该场地经培训的工作人员可以在具有最小的静电放电或静电场损害危险的情况下操作 ESDS 产品。在该场地操作人员也不会受到附加的危险。

工作区面积至少应为 10m²，工作台推荐位于工作区中间，面积大约为 4m²。外围应醒目地作出 ESD 防护标志。如图 7 所示，空间允许还可附加“非相关人员不得入内”等的警告文字。推荐该标记的尺寸不小于 300mmX500mm，以引起人们的足够重视。图 8 是一个典型的 ESD 防护包装工作台的示例，包括了操作 ESDS 产品必需的器材，如：带保护电阻的手腕带(长约 1m)、足根接地带(鞋束)、防静电工作台面(至少 1, 2mX1. 8m)、电离器(附显示器)、接地线(约 5m)、有盖的防静电周转容器、器材抽屉(含标签、袋、包及其它附件)、成卷的 ESD 防护材料等。

此外，未在图中示出的还有专门的工作椅、工具和服装等物品。

电离器是通过电离空气产生的正离子与负离子来防止与中和 ESDS 产品和其它物体上静电电荷的积聚，在其有效控制范围内能除去非导电表面上的静电电荷，所以电离器也是工作台上起监测作用的防护装置，例如它可以除去一个无意放着的聚苯乙烯杯子表面的静电电荷。不具备防静电性能的必备工具应置于工作台并在电离器有效控制范围内，以消除其表面的静电电荷。

热封设备应靠近工作台，以便热封包装袋时，与工作台上的手腕带相通。

台面与地板的接地线应分别直接接地，为避免人体可能受高压源电击，工作台上使用的手腕带应有一个保护电阻(通常为 1M Ω)，图 9 是典型的手腕带和足根带。

防静电工作台面、地板和座椅的电阻特性是能防止火花放电和大电流通过的可能。但仍能使静电电荷通过这些表面安全有效地耗散到大地。

5.8 预防措施

5.8.1 遵守 ESD 防护的基本原则

- a. 所有 ESDS 产品应在静电安全区操作；
- b. 所有 ESDS 产品要用 ESD 防护材料进行包装；
- c. 所有 ESDS 产品应在 ESD 防护包装或容器中搬运和贮存。

5.8.2 遵守 ESD 防护工作区安全操作规程

- a. 必须穿防静电工作服并应经常(特别是洗后)用静电测试仪检测人体，以监视有害的 ESD 电压；
- b. 操作 ESDS 产品前，应确保戴上手腕带(强制的)和足根接地带(使用的话)；
- c. 工作区内或附近避免存放非防静电和绝缘的器材，例如聚苯乙烯杯，普通塑料，绝缘胶带，普通捆包物或阻隔材料(泡沫垫、普通聚乙烯类缓冲材料)，烟盒和聚合材料(合成纤维、聚丙烯腈短纤维及各类塑料)；
- d. 工作区附近不得贮存和使用磁性材料；
- e. 不在工作区内进行拉伸或收缩包装的工艺操作；

- f. 若同一工作区有不只一个工作台，工作台面或地板不能串联接地，而应分别接地；
- g. 在地板或台面不得使用蜡、抛光剂或类似材料，以免形成一个减少或消除地板或台面防 ESD 效果的绝缘层，同样在包装材料局部也不应使用喷雾防静电剂；
- h. 经常清除工作台面和地板上的灰尘和脏物，以防在其表面聚集造成绝缘引起失效；
- i. 坚持每周检查接地导线，以保证接地有效；
- j. 每周检查手腕带，确保电路中保护电阻符合要求(通常为 1M Ω)，若手腕带电阻已小于 250k Ω 或表明已开路，不应继续使用；
- k. 技术资料、图纸、操作规程等若要装袋，应装人防 ESE)的包装袋，不得使用普通塑料袋。

5. 9 ESD 现场防护工具包

在不宜设立专门的 ESD 防护工作区和工作台的地方，例如野外、帐篷、运货车等偏僻地区需要进行防 ESD 操作时，ESD 现场防护工具包提供了有效的保护手段。它是由一个柔性的 ESED 防护材料折叠制作的活动工具包，打开之后构成一个静电耗散工作垫，可成为一个临时的局部防 ESD 工作区即静电安全区，其内配备了手腕带等各种防静电器材，它主要是帮助工作人员可对未加规定包装的 ESDS 产品进行现场操作，或为从现场提取 ESDS 产品进行维修、保养、装配、检查或交付等操作以及与此相关的包装和启开包装的活动提供 ESE)防护。需要强调的是这些带有配备件的静电耗散垫并不能完全替代一个完整的 ESD 防护工作区或工作台，它们只能达到控制 ESD 的最低防护要求，目的仅是为了方便现场使用和作为维修 ESDS 产品的临时补充措施，这种过渡性的技术处理应是促进 ESD 防护材料充分使用的有效手段，反复利用 ESE)防护材料更应大力提倡。图 10 是典型的现场防护工具包示例；附录 A(参考件)列出了 ESD 现场防护工具包的使用说明。

5. 10 ESD 防护包装人员的培训

防 ESD 包装是全面控制和减少 ESE)造成危害的一个重要组成部分。从事 ESD 产品包装和拆除包装、搬运和贮存的工作人员都应进行有关防 ESD 的培训，培训的基本内容：

- a. 防静电基本知识；
- b. ESD 防护材料的选用；
- c. ESDS 产品标志的使用；
- d. ESI)防护工作区的管理规程；
- e. ESD 防护包装程序；
- f. ESD 操作预防措施。

表 1 常用物品的摩擦起电序列

正电 (+)	人手 石棉 兔毛 玻璃 云母	
--------	----------------------------	--

正电 (+)	人的毛发 尼龙 铅 纸 棉花 钢材 木材 琥珀 石蜡 硬橡皮 镍、铜 黄铜、银 金、铂 硫磺 人造醋酸纤维素丝 聚酯 电影胶片 聚偏氯纶树脂 聚氨酯 聚乙烯 聚氯乙烯 硅酮	
负电 (-)	聚四氯乙烯	

表 2 典型的静电电压

静 电 电 荷 源	测得的电压	
	10%—20%RH	65%—90%RH
走过地毯	35 000	1 500
在聚烯烃类塑料地面行走	12 000	250
工作台旁操作的工人	6 000	100
翻动聚乙烯膜封皮的说明书	7 000	600
从工作台拾起普通聚乙烯袋	20 000	1 200
垫有聚氨酯泡沫的工作椅	18 000	1 500

表 3 典型的静电电荷源

物体或过程	材料或动作
工作表面	<ul style="list-style-type: none"> ● 涂蜡、油漆或浸漆表面 ● 聚乙烯树脂或塑料 ● 抛光木材工作台面
地板	<ul style="list-style-type: none"> ● 涂蜡、抛光木板 ● 毛毯 ● 乙烯类树脂板或砖
服装	<ul style="list-style-type: none"> ● 普通清洁室工作服 ● 皮毛外衣 ● 绝缘鞋
椅子	<ul style="list-style-type: none"> ● 抛光木材 ● 泡沫缓冲垫 ● 乙烯树脂 ● 塑料脚轮 ● 玻璃纤维
包装和搬运	<ul style="list-style-type: none"> ● 塑料（袋、包裹、封皮、标签、拉伸和收缩薄膜、胶带） ● 气泡包、泡沫、稀松填料 ● 塑料托盘、托架、周转盒、小瓶部件、插针、容器
级装、清洗、测试和维修区	<ul style="list-style-type: none"> ● 喷雾清洗剂 ● 塑料焊料吸管 ● 接触头不接地的烙铁 ● 溶剂刷（天然及人造硬毛刷） ● 用流体或蒸气进行清洗或干燥 ● 阴极射线管（示波器） ● 电吹风或热吹风枪 ● 喷砂器 ● 静电复印机

表 4 典型产品的敏感电压范围

产品名称	电压
晶体管	30-7000
运算放大器（微型组件）	200-2500
二极管	300-2500
薄膜电阻器	300-3000
低功率逻辑集成电路	500-2500
晶体闸流管	700-1000

表 5 1 级(敏感电压范围 0—1999V)ESBS 产品

微波器件(肖特基势垒二极管、点接触二极管和其他工作频率大于 1GHz 的检测二极管)
MOS 场效应晶体管
声表面波(SAM)器件
结型场效应晶体管(JFETs)
电荷耦合器件(CCDs)
精密稳压二极管(加载电压稳定在 0.5% 范围)
运算放大器(OP AMPS)
薄膜电阻器
集成电路
使用 1 级元器件的混合电路
超高速集成电路(VHSIC)
环境温度 100℃时, $I_o < 0.175A$ 的晶体闸流管(SCRs)

表 6 2 级(敏感电压范围 2000—3999V)E5DS 产品

按静电放电敏感度分级试验确定为 2 级的器件和微电路
MOS 场效应晶体管
结型场效应晶体管(JFETs)
运算放大器(OPAmPs)
集成电路(ICs)
超高速集成电路(VHSIC)

续表 6

精密电阻网络(RZ)

使用 2 级元器件的混合电路

低功率双极型晶体管, $P_{tot} \leq 100mW$, $I_c < 100mA$

表 7 3 级(敏感电压范围 4000---15999V)ESDS 产品

按静电放电敏感度分级试验确定为 3 级的器件和微电路

MOS 场效应晶体管

结型场效应晶体管(JFmTs)

运算放大器(OPAMPs)

集成电路(ICs)

超高速集成电路(VHSIC)

所有不包括在 1 级或 2 级中的其他微电路

$P_{tot} < 1W$ 或 $I_o < 1A$ 的小信号二极管

普通要求的硅整流器

$I_o > 0.175A$ 的晶体闸流管(SCRs)

$350mw > P_{tot} > 100mW$ 且 $400mA > I_c > 100mA$ 的低功率双极型晶体管

光电器件(发光二极管、光敏器件、光耦合器)

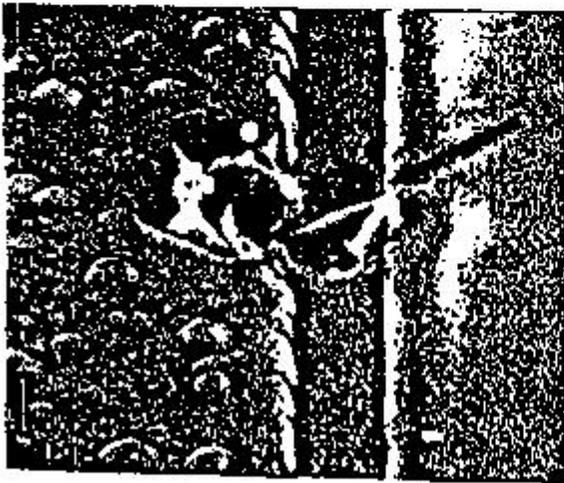
片状电阻器

使用 3 级元器件的混合电路

压电晶体

镜头所照为失效区

(放大175倍)



由ESD引起的电容
器表面击穿
(放大4300倍)

图1 由 ESD 引起高性能运算放大器失效的显微视图

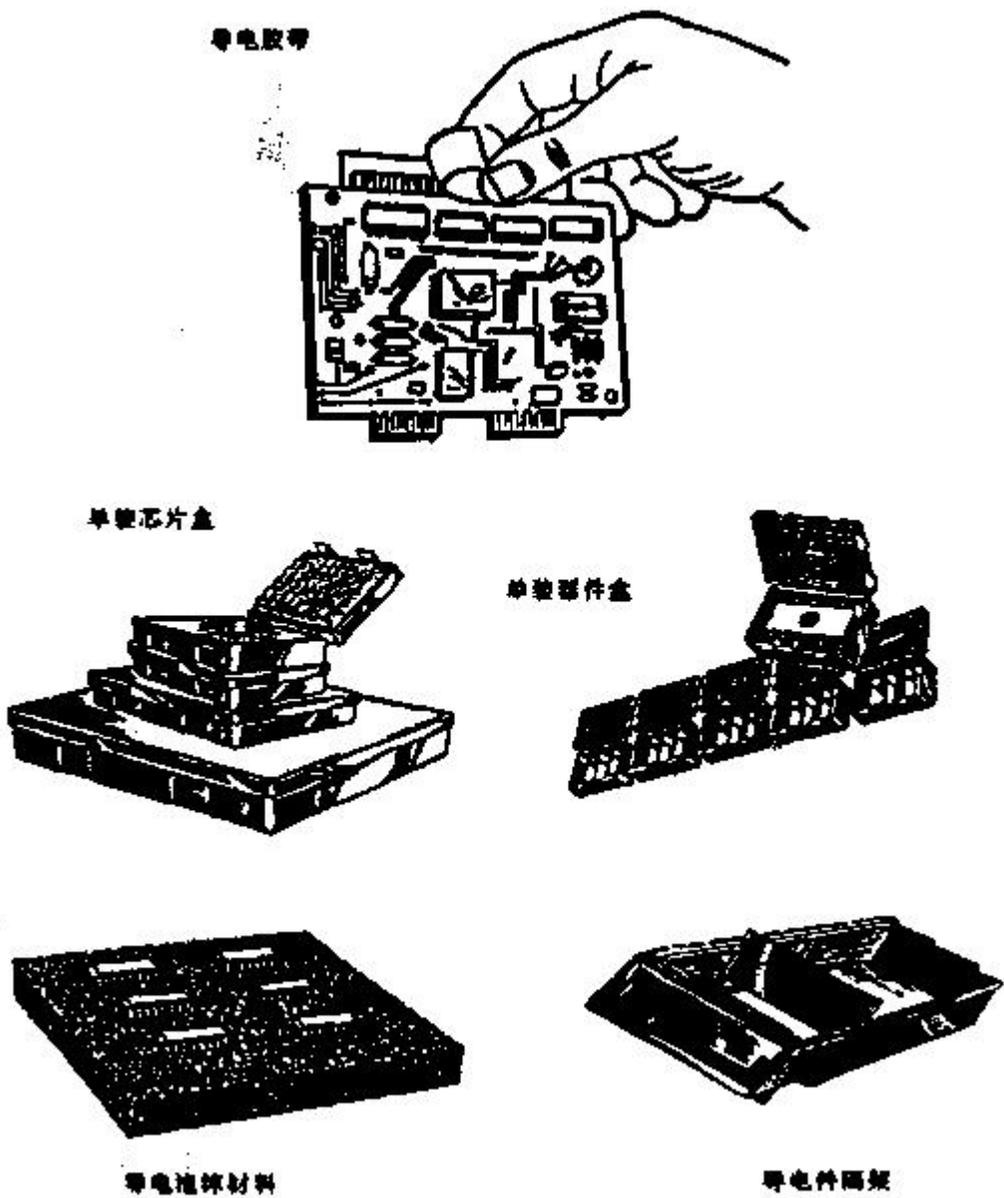


图2 典型的特别防护措施



图3 典型的包装器材



图4a 基本符号

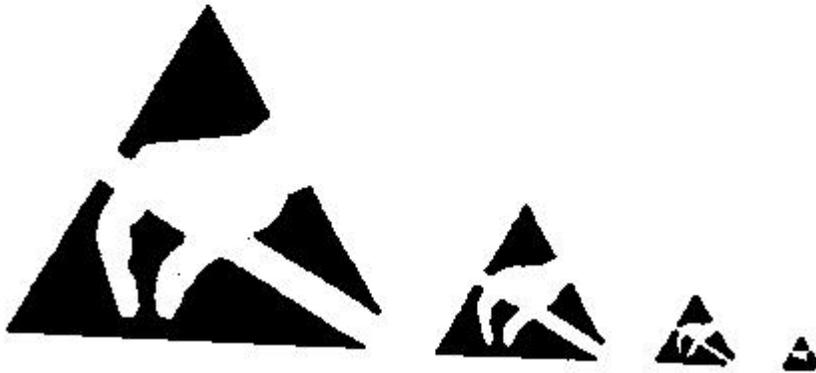


图4b 按比例缩小的简化符号

图4 静电敏感符号



图 5 a 单元包装用静电敏感符号和警告文字



图 5 b 中间包装及外包装用静电敏感符号和警告文字

图 5 ESD 防护包装标志

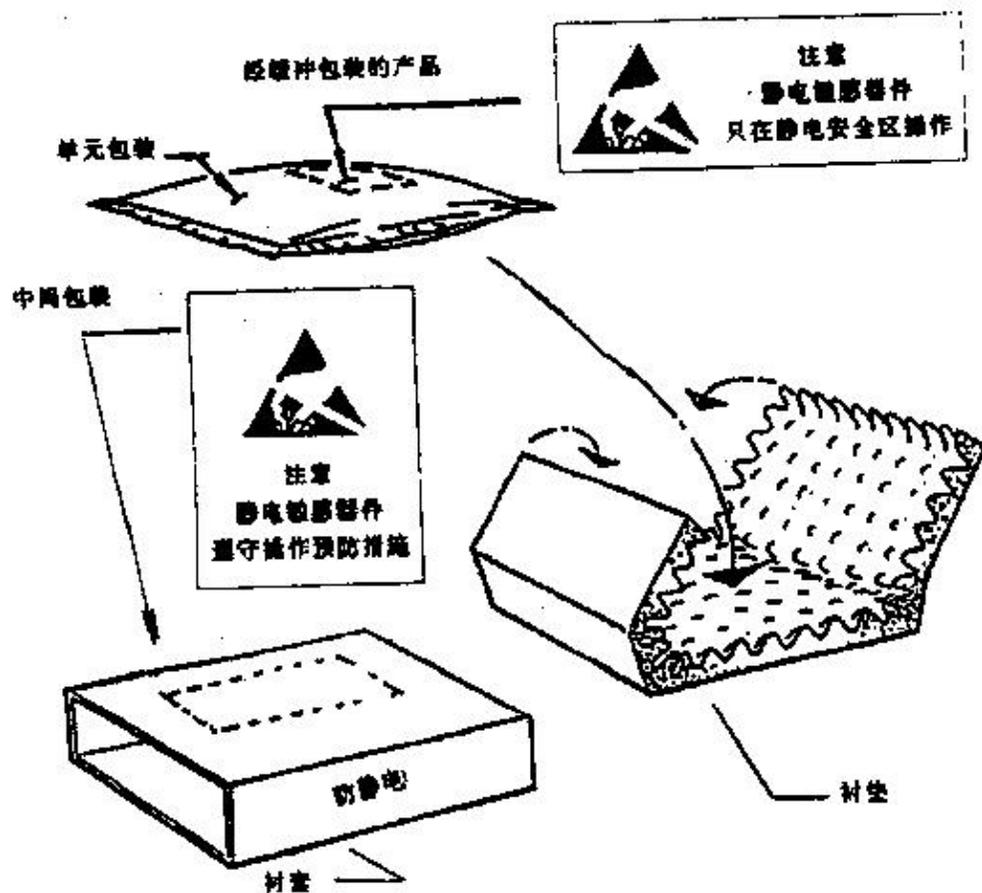


图6 典型的防静电快速包装容器



图7 ESD防护工作区标志

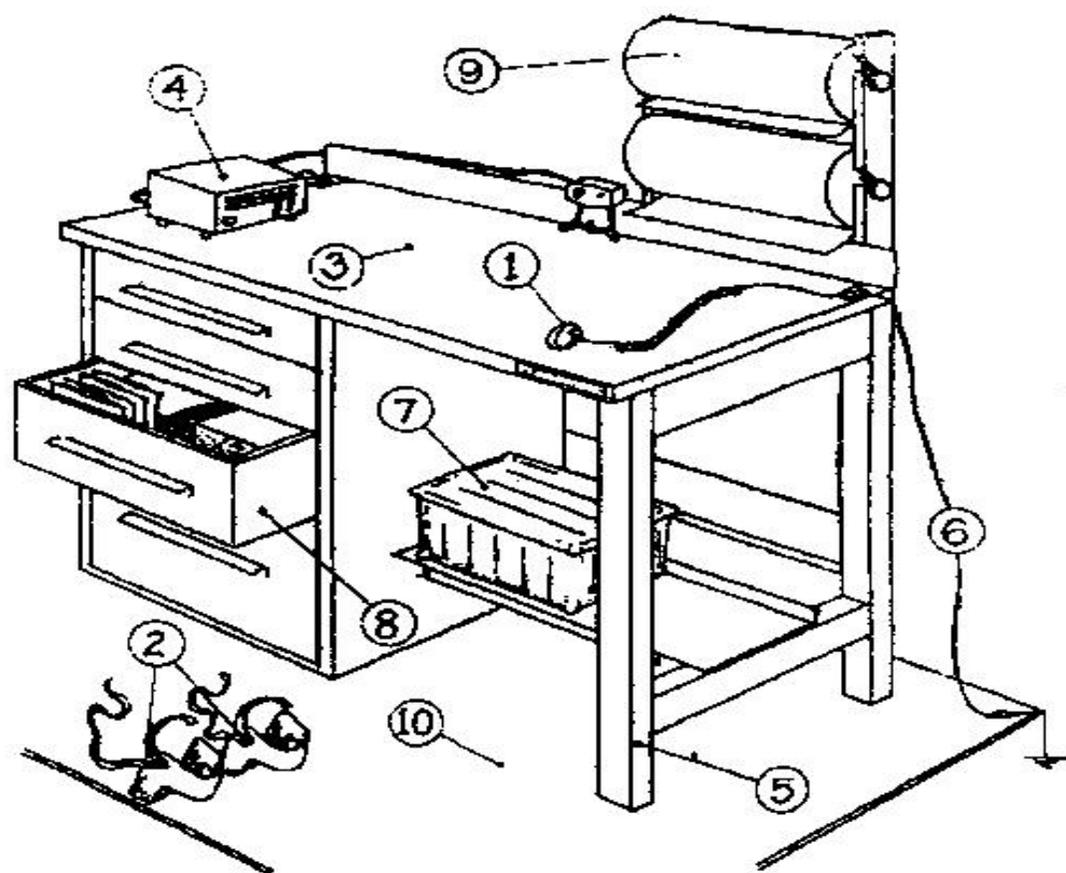


图8 典型的ESD包装工作台

- ①—带保护电阻的下腕带 ②—足跟接地带 ③—防静电工作台面
 ④—电离器(带显示器) ⑤—台架 ⑥—接地线 ⑦—有盖的金属容器
 ⑧—器材抽屉(含标签、袋、包及其它附件) ⑨—器材 ⑩—地板

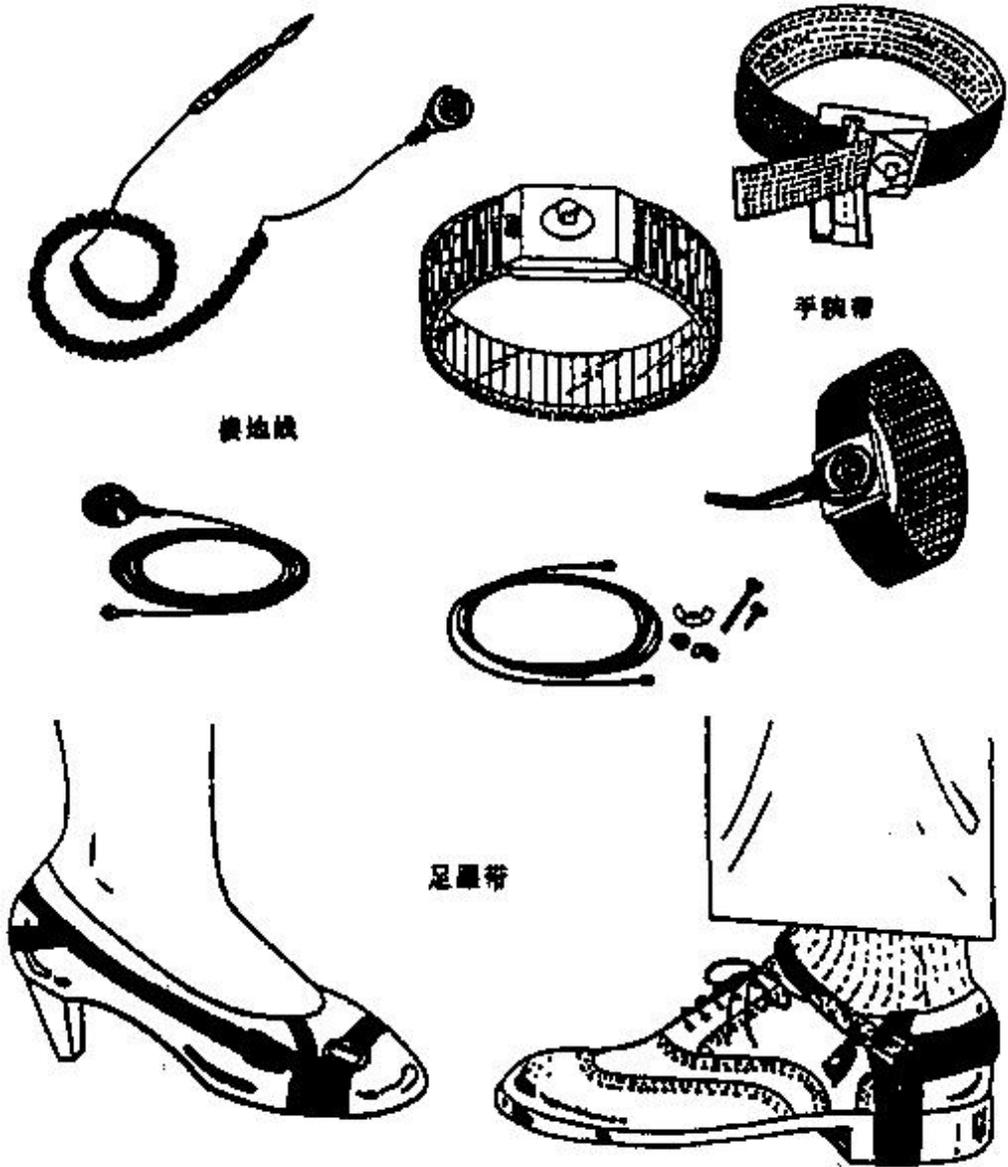
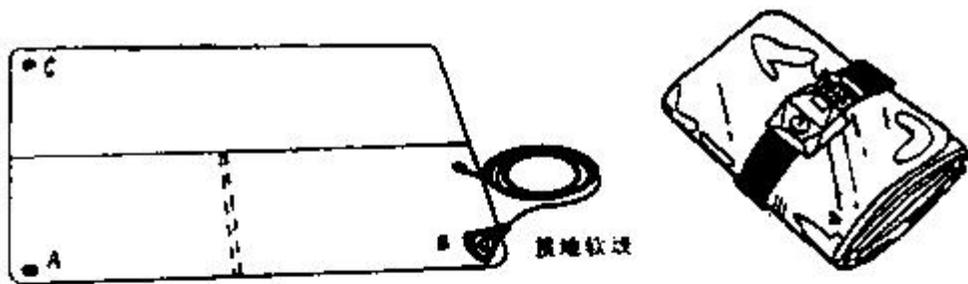


图9 典型的手腕带和足根带



A、B、C —— 接线柱

带保护电阻的手腕带的环线



D —— 静电场散类成型袋(至少3个)

E —— 静电屏蔽类成型袋(至少3个)

图 10 典型的现场防护工具包

附录 A
ESD 现场防护工具包使用说明
(参考件)

A1 注意事项

只有经过培训的人员才能操作未经防护的 ESDS 产品，操作任何产品前，切断所有电源。

A2 操作步骤

现场工具包的使用简示见图 10。

a. 把未折叠的工作垫放在靠近工作区或维修点的工作台或地板上。将工具包中所有器材取出，远离工作垫放置；

b. 将接地软线接到工作垫的接线柱 A、B 或 C 上，将地线另一端的金属夹头接到靠要替换或搬离产品的机架、机壳或其它裸露的金属表面上，此表面必须是包含产品单元的一部分；

c. 带保护电阻的手腕带的环线要像地线一样接到工作垫接线柱上，调节手腕带上的扣带使其接触裸露的皮肤；

d. 接下的操作只能在工作垫表面移动、更换或操作 ESDS 产品，所有其它的备件或非 ES-DS 产品不要靠近工作垫；

e. 维修及退回的要修复的或是要从静电耗散垫上搬离的 ESDS 产品都要进行包装，以防其性能进一步受损(见 5. 4. 2 条)。即将 ESDS 产品放入用 CJB2605 中 II 类材料制成的防静电袋 D 中，然后将开口折过来，该袋再放入用 GJB2605 中工类材料制作的屏蔽袋 E 中，折叠好开口后的屏蔽袋上套好橡皮圈(注意不要使用胶粘带)。现在该产品就可像其它非 ESDS 产品那样进行各种操作

f. 所有程序完成之后，拆除现场防护工具重新折叠成包。

附加说明

本指导性技术文件由中华人民共和国电子工业部提出。

本指导性技术文件由中国电子技术标准化研究所归口。

本指导性技术文件由中国电子技术标准化研究所负责起草。

本指导性技术文件主要起草人：袁介南、罗祥骥、张宝铭、韩艳芬。

计划项目代号：5DZI9。