

ANSI/ESD S541-2019

ESD Association Standard

ANSI/ESD S541-2019
ANSI/ESD S541-2018 的有限修订



用于保护静电放电敏感物品
包装材料

静电放电协会
7900 Turin Road, Bldg. 3
Rome, NY 13440-2069

2019 年 12 月 19 日批准的美
国国家标准

注意事项

静电放电协会 (ESDA) 标准和出版物旨在通过消除制造商和购买者之间的误解、促进产品的互换性和改进以及帮助购买者选择和获得满足其特定需求的合适产品来服务于公众利益。此类标准和出版物的存在
在任何方面均不妨碍协会的任何成员或非成员制造或销售不符合此类标准和出版物的产品。协会出版
的标准或出版物也不排除非协会成员自愿使用该文件，无论该文件是在国内还是国际上使用。ESDA 根据
ANSI 专利政策采用推荐标准和出版物。

ESDA 标准的解释：就可能与特定产品或制造商相关的标准进行解释是相关个别公司的适当事项，并且
不能由代表 ESDA 的任何人承担。ESDA 标准主席的评论仅限于解释或澄清标准中的技术语言或规定，
但与其对特定产品和制造商的应用无关。任何其他人均无权代表 ESDA 就任何 ESDA 标准发表评论。

免责声明

ESDA 标准和出版物的内容“按原样”提供，并且 ESDA 不对此类内容作出任何形式的明示
或暗示的陈述或保证。ESDA 不作任何陈述和保证，包括但不限于适销性、特定用途或使
用的适用性、所有权和非侵权的保证。

免责声明

ESDA 标准和出版物在被批准出版时被认为在技术上是合理的。它们不能替代产品销售商或
用户自己对所讨论的任何特定产品的判断，并且 ESDA 不承诺保证任何个人制造商或合法
合法产品的性能。因此，对于因他人使用、应用或依赖这些标准或出版物中包含的信息而
造成的损害，ESDA 明确不承担任何责任。

对 ESDA 责任的限 制

ESDA 及其现任和前任成员、官员、员工或其他代表均不对因使用或误用 ESDA 标准或出版
物，甚至是 PIFOSS 的出版物而引起或与之相关的损害负责。这是一项全面的责任限制，
适用于任何类型的所有损害，包括但不限于数据、收入或利润损失、财产损失或损害以及
第三方的索赔。

由. 出版:

静电放电协会 7900 Turin Road,
Bldg. 3
罗马, 纽约 13440

版权所有 © 2019 EOS/ESD Association, Inc.
保留所有权利

未经出版商事先书面许可，不得以任何形式、电子检索系统
或其他方式复制本出版物的任何部分。

美国印刷 ISBN: 1-58537-318-4

前言

包装是保护电子产品在制造、运输和储存过程中免受物理和环境损害所必需的。虽然大多数包装（不用于静电敏感物品）提供物理和环境保护，但某些形式的包装也可能通过允许静电积聚或释放而损害静电敏感电子物品。（有关设备损坏信息，请参见附录 B。）

ESD 易感（ESDS）物品的包装通常是通过修改现有包装来获得的，以防止包装本身造成静电损坏。包装通常保留其物理和环境保护质量。某些形式的 ESD 保护包装已经过进一步修改，以防止其他静电源损坏包装物品。

这可以通过考虑袋子来说明。聚乙烯袋是用于容纳物品并提供保护以免受物理和环境损害的有用包装。然而，聚乙烯袋可能会积聚潜在的破坏性静电量。可以将化学品（抗静电剂）添加到聚乙烯薄膜中以其低电荷。结果是一种低带电聚乙烯薄膜，它不太可能通过接触和分离（摩擦电相互作用）使静电敏感物品带电。带有静电荷的静电敏感物品在接地或接触具有不同电位的其他物品时可能会损坏。通过在低电荷聚乙烯袋上添加导电层，就形成了 ESD 屏蔽袋。这种静电放电屏蔽袋具有低电荷，可保护包装物品免受外部放电的影响，并限制其他物品产生的外部电场。有关其他信息，请参阅 ANSI/ESD S11.4 个防静电袋。

其他普通包装，包括瓦楞纸、塑料盒、托盘、翻盖等，可以与薄膜类似地处理，从而形成具有静电控制特性的包装形式。完整的 ESD 控制程序（例如 ANSI/ESD S20.20 定义）要求使用 ESD 保护包装作为正确制造、运输和存储 ESDS 设备所需的系统的一部分。本标准规定了在 ESD 保护区（EPA）内外使用的 ESD 保护包装的要求。

由于大多数物理和环境因素都可以留给传统的包装设计和测试方法，因此本标准只需要解决能够减少或防止静电损坏的材料特性。

本标准¹描述了保护ESDS电子产品所需的包装材料特性，并参考了评估ESD保护包装和包装材料这些特性的测试方法。在可能的情况下，提供了所需的限制。还提供了选择具有适合特定应用的保护特性的 ESD 保护包装的指南。还提供了 ESD 保护包装的其他注意事项。

本文档是对已停产的电子工业协会标准 EIA-541-1988（被 ANSI 于 1999 年取消）的实质性改进。更新包括采用表面电阻（ohms）代替表面电阻率（ohms/square）、体积电阻（ohms）代替体积电阻率（ohm-cm）、允许计算穿透能（nJ）的屏蔽测试代替差分电压测量（伏特）并限制使用静态衰减测试。电阻不再是用于对 ESD 保护包装进行分类的唯一属性。增加了低充电、电场屏蔽和直接放电屏蔽。

¹ESD 协会标准（S）：对材料、产品、系统或过程要满足的一组要求的精确陈述，还规定了确定是否满足每项要求的程序。

该标准最初指定为 ANSI/ESD S541-2003，并于 2003 年 2 月 9 日获得批准。ANSI/ESD S541-2008 是对 ANSI/ESD S541-2003 的重申，于 2008 年 6 月 8 日获得批准。ANSI/ESD S541- 2018 是 ANSI/ESD S541-2008 的修订版，于 2018 年 4 月 15 日获得批准。ANSI/ESD S541-2019 是 ANSI/ESD S541-2018 的有限周期修订版，于 2019 年 6 月 19 日获得批准。

在准备 ANSI/ESD S541-2019 时，11.0 包装小组委员会有以下成员：

David E. Stinson Affinity 静电控制咨询有限责任公司		
凯文邓肯希捷科技	Reinhold Gaertner, TAS 代表 Infineon Technologies	David Girard 静电支持服务
谢恩·海因勒·迪吉-基电子	Douglas Holtz 导电容器公司	查克麦克莱恩美光科技公司
Daniel O'Brien UDRI - 美国空军	戴尔帕金希捷科技	雷切尔·里恩斯特拉 • 洛克希德 • 马丁空间系统公司
弗朗西斯科·罗德里斯 3M	汤姆罗杰斯 Polyonics	杰夫索尔兹伯里菲尼萨
马特·斯特里克兰 L-3 技术	Julius Turangan Doe Yee Enterprises	罗伯特·弗米利恩 RMV 技术集团有限责任公司
Scott Ward 德州仪器公司	斯坦利·魏茨电子技术系统公司	Craig Zander 转型技术， 有限责任公司

以下人员为 ANSI/ESD S541-2018、ANSI/ESD S541-2008 和/或 ANSI/ESD S541-2003 的制定做出了贡献。

莱恩艾伦 ESD 系统	本·鲍姆加特纳 ESD West	布伦特·比默 3M
乔布兰查德布拉德 福德公司	Donald Boehm Doe Yee Enterprises	凯文邓肯希捷科技
Kurt Edwards 路博润导 电聚合物	吉恩·费尔德·德斯 科工业公司	史蒂夫福勒福勒 协会
拉里·弗洛姆·菲 尼萨	赖因霍尔德·盖特纳英飞 凌科技	沃尔特·盖特利门利 公司
史蒂夫·格肯 美国空军	Ron Gibson 高级静 电控制 咨询	大卫·吉拉德 霍尼 韦尔航空航天公司
杰伊·哈姆林美 敦力	谢恩·海因勒·迪吉- 基电子	Douglas Holtz 导电容 器公司
京 J. 金 Bf 古 德里奇 Scp	瑞克·奈特 Ranger 塑料挤出公司	斯蒂芬科恩 3M
托马斯拉森迷航 公司	James Ludlow 路博 润公司	格雷戈里·曼宁 NASA-GSFC
查克麦克莱恩美光科技 公司	基因门罗 NASA-LARC	威廉梅茨惠普
Carl Newberg River 的边缘技术服务 / Microstat Labs	Daniel O'Brien UDRI - 美国空军	Elaine Olson 英 特尔公司
戴尔·帕金希捷	查尔斯·佩里·门罗电 子	蒂姆·普拉斯 雷神公司
雷切尔·里恩斯特拉·洛克希 德·马丁空间系统公司	弗朗西斯科·罗德里克 斯 3M	汤姆罗杰斯 Polyonics
杰夫索尔兹伯 里菲尼萨	马特·斯特里克兰 L-3 技术	大卫·斯文森亲和力静 态控制咨询有限责任公 司
Julius Turangan Doe Yee Enterprises	罗伯特·弗米利恩 RMV 技术集团有限责任公司	Scott Ward 德州仪 器公司
斯坦利·魏茨电子技术 系统公司		Craig Zander 转型技 术, 有限 责任 公司

目录

1.0 目的	1
2.0 范围	1
3.0 参考出版物	1
4.0 术语定义	1
5.0 人员安全	2
6.0 包装应用要求	2
6.1 EPA 内部	2
6.2 EPA 外 (UPA)	2
6.3 剪裁	4
7.0 ESD 封装材料特性分类	4
7.1 低充电材料特性	5
7.2 电阻材料性能	5
7.2.1 导电材料的电阻	6
7.2.2 耗散材料的电阻	6
7.2.3 绝缘材料的电阻	6
7.3 屏蔽	7
7.3.1 静电放电屏蔽	7
7.3.2 电场屏蔽	7
8.0 ESD 封装技术要求	7
8.1 材料特性	7
8.2 材料识别	7
8.2.1 ESD 保护符号	7
8.2.2 材料分类	7
8.2.3 可追溯性	7
 附件	
附件 A (资料性) : ESD 包装材料指南	9
附件 B (资料性) : 设备损坏	11
附录 C (资料性) : 使用静态衰减测试方法的限制	12
附录 D (资料性) : 未来的测试方法	13
附件 E (资料性) : ESD 包装和材料类型	14
附件 F (资料性) : 相关文件	17
附录 G (资料性) : 确定放电屏蔽特性的指南	18
附录 H (资料性) : 关于电场屏蔽的指南	19
附件一 (资料性) : ANSI/ESD S541 的修订历史	20

数字

图 1: ESD 封装特性的应用 3

图 2: EPA 配置示例 4

图 3: 电阻分类 6

表

表 1: 按位置划分的 ESD 保护包装要求 3

表 2: 防护性能总结 5

表 3: 静电防护包装的测试方法和限制 8

ESD 静电放电敏感物品保护协会标准**- 包装材料****1.0 目的**

该标准定义了在生产、运输和存储的所有阶段保护静电放电敏感（ESDS）电子产品所需的包装特性。定义包装要求以支持 ANSI/ESD S20.20 中规定的 ESD 控制程序要求。ESD防护包装和包装材料的评估参考了测试方法。提供了所需的限制。

2.0 范围

本文件适用于在生产和分销的所有阶段用于存储、运输和保护 ESDS 电子产品的包装。本文件不涉及 EMI/RFI/EMP 保护或挥发性材料的保护。

3.0 参考出版物

除另有规定外，下列最新发布、修订或修订的文件在本标准规定的范围内构成本标准的一部分：

ESD ADV1.0, 术语表²

ESD TR20.20, ESD 控制程序手册²

ANSI/ESD S8.1, 符号, ESD 意识²

ANSI/ESD STM11.11, 静电耗散平面材料的表面电阻测量²

ANSI/ESD STM11.12, 静电耗散平面材料的体积电阻测量²

ANSI/ESD STM11.13, 静电两点电阻测量耗散材料²

ANSI/ESD STM11.31, 袋子²

4.0 术语定义

除了 ESD 协会术语表中规定的定义外，以下定义也适用于本标准，可在以下网址免费下载 www.esda.org：

ESD 保护区（EPA）。具有必要材料、工具和设备的指定位置，能够将静电控制到最大限度地减少对 ESD 敏感物品的损坏。

非保护区（UPA）。未指定为 EPA 的区域。

注意：有关防护措施讨论，请参阅 ANSI/ESD S20.20，有关建立和维护 EPA 的其他指导，请参阅 ESD TR20.20。

²EOS/ESD Association, Inc., 7900 Turin Road, Bldg. 3, 罗马, NY 13440; 315-339-6937;

www.esda.org

5.0 人员安全

本档中描述的程序和设备可能会使人员面临危险的电气条件。本档的用户有责任选择符合适用法律、法规以及外部和内部政策的设备。请用户注意，本档不能替代或取代任何人员安全要求。

只要人员可能接触到电源，就应该考虑接地故障断路器（GFCI）和其他安全保护措施。

应采取减少电气危害的措施，并且必须遵循正确的设备接地说明。

通过使用此测试方法获得的电阻测量值不得用于确定暴露于高交流或直流电压的人员的相对安全性。

6.0 包装应用要求

任何符合 ANSI/ESD S20.20 的组织都必须有一个成文的包装计划，以满足 ESD 保护区（EPA）内外的 ESDS 包装要求。ESDS 物品的运输需要包装，以防止运输或存储系统中的静电危害。如果 EPA 设计为所有导体和耗散物品（包括人员）连续接地，则可能不需要包装。有关更多信息，请参阅表 1、图 1 和图 2 以及附件 A。

超出本标准要求的额外保护由实施组织自行决定。

6.1 EPA 内部

在 EPA 内使用时，包装应：

- 低充电（见 7.1）
- 与 ESDS 物品密切接触的耗散或导电材料。

6.2 在 EPA（UPA）之外

在 EPA 之外运输 ESDS 物品应要求包装能够提供：

- 低充电（见 7.1）
- 与 ESDS 物品密切接触的耗散或导电材料。
- 一种提供静电放电屏蔽的结构。

如果使用导电材料来提供放电屏蔽，则应与导电材料结合使用为电流提供屏障的材料（绝缘体）。当本标准未提供测试方法时，用户应确定包装的静电放电屏蔽性能。有关确定放电屏蔽特性的指南，请参见附录 G。

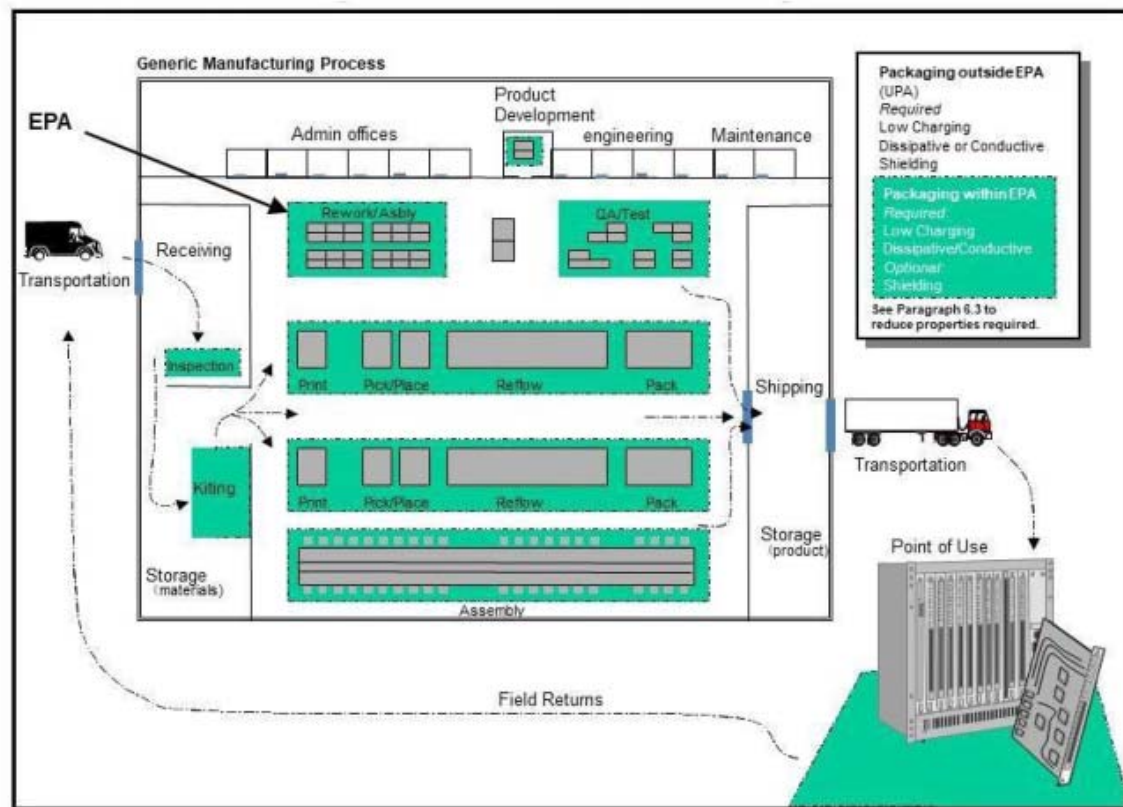


图 1: ESD 封装特性的应用

表 1. 各位置的 ESD 保护包装要求

财产	EPA 内部 (使用时)	EPA 以外 (UPA)
低充电	必需的	必需的
耗散或导电电阻	必需的	必需的
放电屏蔽	可选的	必需的

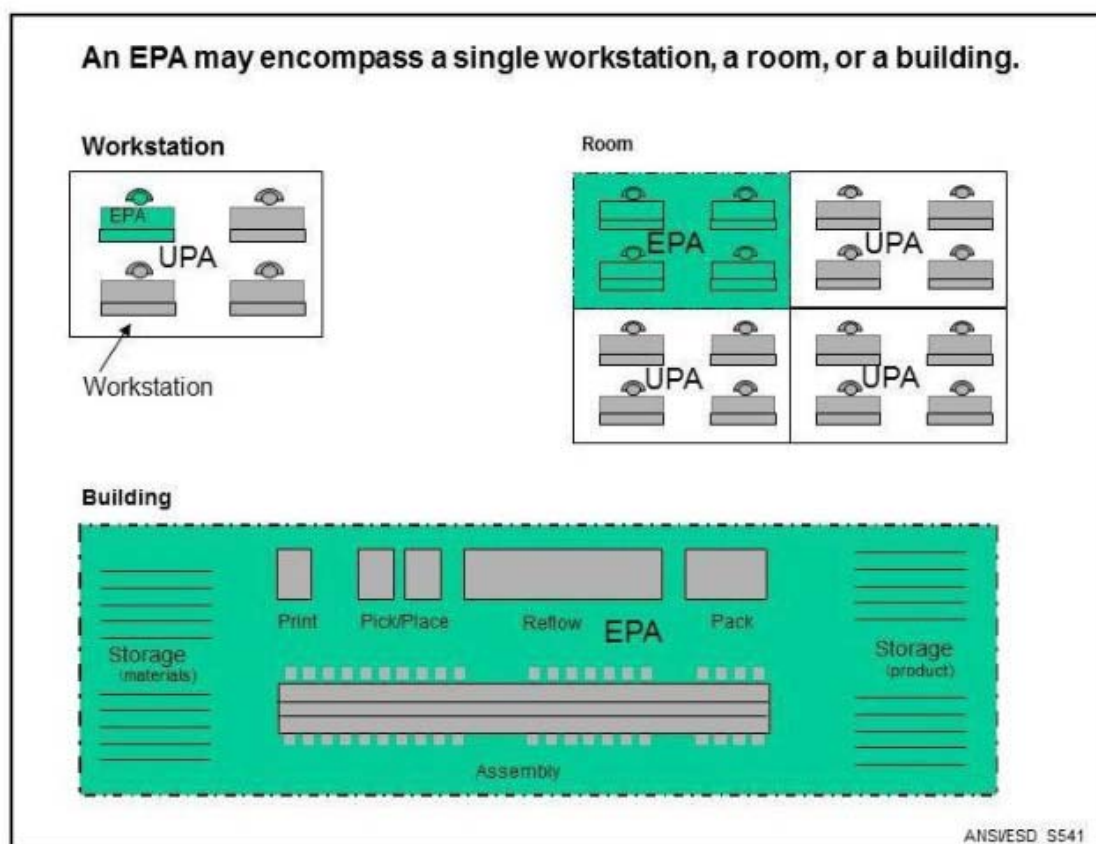


图 2: EPA 配置示例

6.3 剪裁

本文档或其部分内容可能不适用于所有应用程序。裁剪是通过评估每个要求对特定应用程序的适用性来完成的。评估完成后，可以在本标准范围之外增加、修改或删除要求。剪裁决定，包括基本原理和技术理由，应记录在 ESD 控制计划计划中。

7.0 ESD 封装材料特性分类

可用于防止损坏敏感电子设备的材料和封装具有某些特性。这些属性包括：

- 低充电
- 阻抗：
 - 导电
 - 耗散
- 屏蔽：
 - 静电放电
 - 电场

表 2. ESD 保护特性总结

财产	功能
低充电	用户定义的水平，将确保 ESDS 项目不会被过度充电（产生不可接受的放电风险）。
耗散或导电电阻	为电荷从封装中消散提供一条电气路径。
电场屏蔽	衰减电场
放电屏蔽	保护包装物品免受包装外部静电放电的影响，并限制通过包装的电流。

7.1 低带电材料特性

与标准包装材料相比，具有低充电特性的材料的电荷积累量减少。当两种材料相互接触和分离（摩擦带电）时，就会发生电荷积累。电荷量和极性取决于所涉及的材料、湿度、表面积和其他考虑因素。可以通过多种方式来减轻摩擦起电。

- 增加流回原始材料的电荷量将减少任一物品保留的电荷总量。这可以通过降低封装和包含的设备之间的电阻来实现。
- 类似的材料往往比不同的材料收费少。用相同的材料涂覆包装内部和包含的设备可以减少电荷积累。
- 减少包装和包含的 ESDS 物品之间的相对运动量将减少由摩擦起电引起的静电荷量。
- 一些抗静电涂层不是永久性的，会随着时间的推移和使用过程中降解。

组织应记录用于确定所用包装材料的相对充电特性的程序或测试方法。ESD ADV11.2 提供了许多程序，这些程序已被证明可以提供有关电荷累积评估的有用信息。

一类称为抗静电剂的化学品经常用于使包装材料具有低电荷。抗静电剂可降低包装材料的电阻，并在包装和所包含的设备之间提供类似材料的边界。这通过类似的材料接触和分离减少了电荷的产生。

注意：抗静电剂通常会从低电荷包装材料中转移和脱气，并成为 ESDS 物品和关键表面的污染源。在包装选择过程中可能需要评估污染的影响。某些形式的污染可能会导致组件漏电。

注意：与传统聚合物材料相比，生产的固有耗散和导电聚合物材料（IDP 和 ICP）可能具有较低的充电特性。

7.2 电阻材料特性

大多数普通或传统的包装材料都是电绝缘的，绝缘材料可以保持电荷。降低包装材料的电阻为电荷从包装中消散提供了途径。特定数量的电阻可用于

不同的目的。包装可按其结构中电阻最低的部分进行分类。电阻分类如图 3 所示。

注意：电阻测量值与材料的低充电能力之间没有相关性。

注意：表面电阻越低，带电设备模型（CDM）损坏的风险就越高。

7.2.1 导电材料的电阻

导电材料可以是表面导电、体积导电或两者兼有。表面导电材料的表面电阻应小于 $1.0 \times 10^4 \text{ohms}$ 。体积导电材料的体积电阻应小于 $1.0 \times 10^4 \text{ohms}$ （电阻分类见图 3）。

7.2.2 耗散材料的电阻

静电耗散材料的表面电阻应大于或等于

$1.0 \times 10^4 \text{ohms}$ 但小于 $1.0 \times 10^{11} \text{ohms}$ ，或体积电阻大于或等于 $1.0 \times 10^4 \text{ohms}$ 但小于 $1.0 \times 10^{11} \text{ohms}$ 。与设备密切接触的包装材料应该是耗散的（电阻分类见图 3）。

7.2.3 绝缘材料的电阻

绝缘材料的表面电阻应大于或等于 $1.0 \times 10^{11} \text{ohms}$ ，或体积电阻应大于或等于 $1.0 \times 10^{11} \text{ohms}$ （电阻分类见图 3）。

指定		电阻（欧姆）	指数格式
导电 $< 1 \times 10^4$		10	10^1
		100	10^2
		1,000	10^3
耗散 $> 1 \times 10^4$ 至 $< 1 \times 10^{11}$		10,000	10^4
		100,000	10^5
		1,000,000	10^6
		10,000,000	10^7
		100,000,000	10^8
		1,000,000,000	10^9
		10,000,000,000	10^{10}
		100,000,000,000	10^{11}
绝缘 $> 1 \times 10^{11}$			

图 3: 电阻分类

7.3 屏蔽

7.3.1 静电放电屏蔽

静电放电屏蔽材料在制成容器（例如袋子）时能够减弱静电放电。有关测试方法和所需的屏蔽限制，请参见表 3。

7.3.2 电场屏蔽

虽然没有提供具体的测试方法，但鼓励最终用户使用实用的方法来评估电场屏蔽概念，例如监测内部包装电场渗透以确定包装适用性。参见附录 H 进行澄清。

注意：电场屏蔽不一定意味着 EMI/RFI/EMP 屏蔽。

8.0 ESD 封装技术要求

应为 EPA 内外的所有 ESDS 项目移动定义 ESD 保护包装。

8.1 材料特性

表 3 提供了确定成品包装和材料材料分类的测试方法。如果可能，应对成品包装进行测试。

8.2 材料标识

8.2.1 ESD 保护符号

ESD 保护包装应标有 ANSI/ESD S8.1 中所述的 ESD 保护符号。

8.2.2 材料分类

ESD 保护性包装应按照第 7.0 节的规定标出正确的材料分类：

- 电荷产生：低充电
- 电阻：导电或耗散
- 屏蔽：放电屏蔽或电场屏蔽
- 使用多个分类是可以接受的。

8.2.3 可追溯性

包装应标有信息，以便可追溯至包装制造商和制造商的日期/批号信息。日期/批次代码应允许追溯与特定批次包装制造相关的质量控制信息。

表 3. 静电防护包装的测试方法和限制

材料特性	测试方法	方法说明	限制
低充电	ESD ADV11.2版	管、平面材料、袋子、单元包装的摩擦充电（振动）	用户自定义
阻抗			
导电	ANSI/ESD STM11.11	平面材料的表面电阻	$< 1 \times 10^4$ 欧姆
	ANSI/ESD STM11.12	平面材料的体积电阻	$< 1 \times 10^4$ 欧姆
	ANSI/ESD STM11.13	两点电阻测量	$< 1 \times 10^4$ 欧姆
耗散	ANSI/ESD STM11.11	平面材料的表面电阻	$> 1 \times 10^4$ 至 $< 1 \times 10^{11}$ 欧姆
	ANSI/ESD STM11.12	平面材料的体积电阻	$> 1 \times 10^4$ 至 $< 1 \times 10^{11}$ 欧姆
	ANSI/ESD STM11.13	两点电阻测量	$> 1 \times 10^4$ 至 $< 1 \times 10^{11}$ 欧姆
放电屏蔽	ANSI/ESD STM11.31	ESD 屏蔽袋	< 20 纳焦

注意：ANSI/ESD STM11.11、ANSI/ESD STM11.12 和 ANSI/ESD STM11.13 中的测试方法受文档范围的限制，电阻下限为 1.0×10^4 OHMS。该程序可用于更多的导电测量，但由于施加的电压和电极接触表面的固有电阻，测量小于 1.0×10^3 欧姆时需要小心。

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S541-2019 的一部分)

附录 A (资料性) ——ESD 包装材料指南

A.1 环境和设备敏感性

环境和器件敏感性是选择 ESD 封装材料特性的两个主要考虑因素。

A.1.1 环境

由于当 ESDS 项目在 EPA 之外时通常无法确定对 ESDS 项目的威胁，因此只要该项目位于 EPA 外部或需要在 EPA 内进行物理和环境保护，就应将 ESDS 项目放置在 ESD 保护包装中。

A.1.2 设备灵敏度

如果物品的敏感性未知，则应以提供所有保护特性的方式进行包装。

通过了解这些因素，静电防护性能的水平可能会降低：

- 器件对 ESD 和 ESD 效应的敏感性。
- 设备将遇到的 ESD 威胁。

然后应该评估设备是否受到这些 ESD 威胁的损坏，同时受到建议的封装级别的保护。

A.2 等电位联结

虽然并不总是被认为是封装考虑因素，但等电位连接或引线分流可能是减轻损坏的有效方法。通过在设备引线或卡连接器之间放置导电分流器，物品的各个部分共享相同的电位。虽然不一定处于接地电位，但物品的各个部分共享相同电位的事实意味着破坏性电流不会在它们之间流动。分流有局限性。来自直接放电和电场的能量可能以不允许能量通过分流器平衡而是通过设备平衡的方式影响物品。提供其他保护特性的 ESD 封装通常与分流装置结合使用。

注意：在分流之前应小心中和设备上的电荷，以避免带电设备模型 (CDM) 损坏。有关更多信息，请参阅附件 B。

A.3 用于亲密接触的耗散材料

应使用耗散材料作为接触 ESDS 物品的包装层，以避免快速排放到敏感物品。

A.4 ESD 封装类型

许多形式的包装都具有静电保护特性。这包括包装，例如袋子、盒子（纸板和塑料）、半刚性和刚性塑料托盘、缓冲包装、泡沫、松散填充物或垫料、胶带、标签、托盘、管、胶带和卷轴、收缩包装和拉伸-裹。有关其他信息，请参阅附件 E。

A.5 从进料到使用点的包装

图 1 显示了通用电子封装应用的简化布局。每个区域都注明了推荐的 ESD 包装材料特性。如第 A.1.2 节所述，如果项目敏感性和威胁被记录在案，则在确认包装功能后可以降低 ESD 包装水平。

注意：此布局显示了 ESD 防护措施的“保护岛”方法。许多制造过程采用“全工厂”方法，其中整个工厂都被指定为 EPA。

A.6 合规性验证

一些包装材料的静电控制性能会随着时间和使用而变差。静电控制包装特性的定期测量应该是 ESD 控制符合性验证计划的一部分。有关测试程序，请参阅 ESD TR53 – ESD 保护设备和材料的合规性验证。

A.7 其他注意事项

A.7.1 ESD 控制程序

仅靠 ESD 包装无法保护 ESDS 物品。它只是 ANSI/ESD S20.20 中描述的综合 ESD 控制程序的一个组成部分。

A.7.2 包装污染

打包在静态控制包中的项目可能需要超出本文档范围的考虑。这些考虑因素可能包括化学腐蚀、塑性应力开裂以及来自除气、颗粒物或水分的污染。可在 EIA-564 中找到有关塑性应力开裂的指南。可在 IPC/JEDEC J-STD-033 中找到有关湿度考虑的指南。

A.8 参考文献：

IPC/JEDEC J-STD-033，湿气/回流敏感表面贴装器件的处理、包装、运输和使用标准³

EIA-564，通过应力开裂评估测定聚碳酸酯化学相容性的标准测试方法

³JEDEC, 2500 Wilson Blvd., Suite 220, Arlington, VA 22201-3834; 703-907-7534; www.jedec.org

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S541-2019 的一部分)

附件 B (资料性) ——设备损坏

B.1 ESD 损坏

ESDS 物品损坏通常发生在以下两种情况之一：

1. 对 ESDS 项目的静电放电；或者
2. 带电 ESDS 物品的静电放电。

这种区别对于包装考虑很重要，因为管理每种情况需要不同的属性。考虑静电的充电源，然后考虑放电必须通过的路径来损坏 ESDS 项目。

B.2 放电到设备

排放到包装 ESDS 物品的常见物品包括人体和用于处理输送机、手推车和车辆等包装的导电物体。摩擦起电通常是电荷源。由于放电必须穿过包装才能到达 ESDS 物品，因此可以使用包装来保护 ESDS 物品免受 ESD 事件的影响。

B.2.1 保留电荷

包装可能会从 ESD 事件或摩擦起电中获得电荷。如果包装外部与包装内部以及 ESDS 物品隔离，则当从包装中取出 ESDS 物品时，包装上的电荷可能会释放到 ESDS 物品上。

B.3 从设备放电

如果 ESDS 物品在带静电物品发出的电场存在的情况下暂时接地，则会发生放电，并且 ESDS 物品会保留相反极性的电荷。当 ESDS 物品接触具有不同电位的物体时，例如接地的手从包装中取出 ESDS 物品时，可能会发生第二次静电放电。由于电场必须穿过包装，因此可以使用包装来屏蔽 ESDS 物品免受电场影响。包装也可能将 ESDS 物品与地面隔离。

B.3.1 摩擦起电

当 ESDS 物品和包装相互移动时，会在包装和 ESDS 物品上累积电荷。当 ESDS 物品接触具有不同电位的物体时，例如接地的工作台，就会发生静电放电。通过改变包装内部，可以控制摩擦带电的量，并且可以在整个包装表面均匀地消散任何残余电荷。

注意：有关 ESD 模型的详细信息位于 ESD TR20.20 - 手册中。ESD ADV11.2 中讨论了摩擦起电。

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S541-2019 的一部分)

附件 C (资料性) ——使用静态衰减测试的限制 方法

用于静电荷衰减测量的测试方法 MIL-STD-3010 测试方法 4046) 取决于非接触式静电电压计观察随着电位下降而从测试物品上的电荷发出的电场衰减的能力。5,000 伏到有效的零伏。为了使观察有效,样品必须是平面的、均匀的和电耗散的(导电性足以接受最初的 5,000 伏电荷,但导电性不能太强以至于当样品接地时电场崩溃)。静电衰减测试不适用于屏蔽和导电材料。

参考:

MIL-STD-3010, 包装材料测试程序⁴

⁴海军空战中心飞机师, 547号公路, 新泽西州莱克赫斯特08733-5100

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S541-2019 的一部分)

附录 D (资料性) ——未来的测试方法

未来的发展可能会提供额外的测试方法来帮助对包装材料进行分类。

他们还可以提供新的工具，例如电压保持或电压衰减，以更好地检查完整的封装配置。

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S541-2019 的一部分)

附件 E (资料性) ——ESD 包装和材料类型

这些常用的 ESD 防护包装的一般描述是作为背景信息提供的，并非旨在定义包装的强制性特征。

E.1 胶带

胶带设计为在从卷上展开或从包装或设备中取出时带电低。它也可能是静电耗散的。由低电阻导电层制成的胶带旨在提供屏蔽或允许工作环境中其他导电物品之间的粘合。胶带有时印有 ESD 保护符号，以区别于传统胶带。标签也属于这一类，因为它们具有粘性成分。可以赋予标签材料特定的特性以提供低电荷和静电耗散特性。

E.2 包装袋

静电保护袋通常由柔性塑料制成，并用抗静电材料、静电耗散材料或导电材料改性。导电袋是与导电材料结合的挤压塑料，在两个表面上都表现出相同的特性。耗散袋是由耗散塑料与化学抗静电剂结合或涂有化学抗静电剂挤出而成，并在两个表面上表现出相同的特性。静电放电屏蔽袋由金属化塑料层压到耗散塑料制成。金属化和塑料形成防静电屏蔽并限制电场。其他结构用于袋子，包括防潮保护。

E.3 盒子和容器

由塑料、实心纤维板、复合板、瓦楞纸板或瓦楞塑料构成的盒子可以通过在结构中使用导电、耗散或屏蔽材料来实现 ESD 安全。塑料盒是注塑成型或热成型的。由纸制品制成的盒子通过折叠、装订或粘合进行组装。许多特定应用的盒子配置都提供泡沫、隔板、插槽、把手、盖子和垫料以供运输。

E.4 缓冲材料

E.4.1 空气

缓冲材料通过抗静电剂或炭黑提供 ESD 保护，并通过在塑料板上产生一系列气泡而形成。气泡可以闭合以形成枕头或打开以形成缓慢塌陷的单元。该片材通常包裹在物品周围，或制成袋子以防止受到冲击、振动和 ESD。填充有空气的袋子也经常用于提供缓冲和抗冲击或抗振性。

E.4.2 泡沫

泡沫可以用抗静电剂、碳或固有导电聚合物处理或制造，以赋予低充电、耗散或导电性能。聚氨酯、闭孔聚乙烯和聚丙烯等塑料在电子工业中用作缓冲材料

材料、工作表面和内部衬垫材料，用于将组件和设备固定到位，同时保护它们免受冲击、振动和充电。

E.4.3 松散填充垫料

松散的填充衬垫材料旨在填充包装内的空隙，不仅可以防止摩擦起电（产生电荷），还可以防止冲击和振动。赋予静电控制特性的一种方法是将抗静电剂或炭黑喷洒或浸渍到聚苯乙烯、大豆或蘑菇颗粒（“花生”）上。另一个过程是在制造充气缓冲包装时在挤出过程中涂覆抗静电剂。一些松散的填充衬垫材料，例如牛皮纸板，在中等相对湿度下可能会表现出静电消散特性。

E.5 收缩包装

加热使这种塑料薄膜收缩，在包装物品周围形成紧密的表皮。静电消散是通过局部应用的抗静电剂实现的。收缩膜可用于将多个物品捆绑在一起以进行大宗包装，并可用于包装非敏感物品，这些物品在 EPA 中使用，以替代产生静电的包裹物。

E.6 拉伸包装

极易延展的塑料薄膜可用于将物品捆绑在一起，例如托盘上的散装包装。静电消散是通过局部应用的抗静电剂实现的。“增粘剂”用于使薄膜自身粘附。ESD 保护性拉伸膜可用于包装 EPA 中使用的非敏感物品，替代产生静电的包裹物。

E.7 磁带和卷轴

设备（零件和组件）可以从成形为固定设备的载带送入生产设备。载带缠绕在类似于电影胶片的卷轴上。贴在载带上的盖带将设备保持在载带中。磁带和卷轴都可以由塑料或纸制成，并从抗静电、碳或固有的耗散/导电聚合物材料中获得 ESD 保护特性。塑料载带是热成型的，纸载带是模切的。

E.8 热成型托盘

半刚性塑料托盘形成产品形状的容器，用于提供防震保护的设备或组件。它们由热成型塑料片制成，通常是 PVC（聚氯乙烯）、PETG（聚对苯二甲酸乙二醇酯）、APET（无定形聚对苯二甲酸乙二醇酯）、HIPS（高抗冲聚苯乙烯）或 PP（聚丙烯），局部涂有或大量装载抗静电剂、碳、纳米管或固有的耗散/导电聚合物，使托盘具有 ESD 保护。

E.9 注塑托盘

注塑成型的刚性托盘设计用于容纳和运输设备。ESD 保护特性由抗静电剂、碳、导电颗粒/纤维、纳米管或固有耗散/导电聚合物赋予。种类繁多的配置可容纳设备封装尺寸。塑料和 ESD 处理的选择决定了耐热性。

E.10 管

设备可以从具有与设备匹配的轮廓的挤出塑料管送入生产设备。ESD 保护特性通过涂层或抗静电剂、碳或固有耗散/导电聚合物的负载来赋予。种类繁多的配置可容纳设备封装尺寸。

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S541-2019 的一部分)

附件 F (资料性) ——相关文件

列出以下文件以供进一步参考：

ESD TR53, 符合性验证 ANSI/ESD

S11.4, 防静电袋

ANSI/ESD S20.20, 电气和电子零件、组件和设备的保护 (不包括电引发爆炸装置)

ESD ADV11.2, 摩擦充电

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S541-2019 的一部分)

附录 G (资料性) ——确定放电屏蔽的指南 特性

当本标准未提供测试方法时，用户应确定包装的静电放电屏蔽性能。做出此决定的一些选项包括：

- 使用现有的表面和体积电阻测试方法（见表 3）来帮助确定是否存在放电屏蔽特性。用户可以使用这些测试来确定材料或包装内导电、耗散和绝缘材料的位置（即内部或外部），并评估其是否为放电屏蔽。

使用改进的测试方法，该方法使用 ANSI/ESD STM11.31 中概述的概念。

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S541-2019 的一部分)

附录 H (资料性) ——关于电场屏蔽的指南

将电子设备暴露于变化的电场可以允许感应电流流过电子设备，而无需实际将设备接地。结合电场屏蔽的概念有助于降低在运输和存储活动期间通过这种机制损坏设备的风险。虽然在实际意义上，由于暴露于快速变化的电场而造成损坏的风险被认为是低的，但提供一种减弱包装或容器外部电场的方法可提供包装保护的冗余。

如果本标准未提供测试方法，用户应确定特定的包装配置是否可以降低包装中包含敏感物品的位置处的电场强度。在包装（例如盒子或其他刚性容器）的外部加入低电阻、体积导电材料可以显著降低内部电场的强度。同样，从包装外部到内部的间隔距离可能导致内部电场的显著降低。

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S541-2019 的一部分)

附录 I (资料性) ——ANSI/ESD S541 的修订历史

I.1 2018版

1. 整个文档的编辑和语法变化。
2. 增加关于低充电的讨论。
3. 放电屏蔽规格从 50 nJ 降低到 20 nJ。
4. 添加了对 ANSI/ESD S11.4 – 袋子的引用。
5. 添加了关于电场屏蔽的讨论。
6. 添加了附件 H – 电场屏蔽。

I.2 2019版

将第 8.2.1 节中的“应”更改为“应该”，因为由于材料和设计的原因，并非所有包装都可以进行标记。

此标准已经结束，如需更多交流联系：

This document has ended. For more documents,
please contact:

2657467977@qq.com

微信Wechat: STD7879

