

ANSI/ESD S20.20-2021

# ESD Association Standard

ANSI/ESD S20.20-2021  
ANSI/ESD S20.20-2014 修订



用于开发静电放电控制程序

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)

静电放电协会  
西法院街218号 罗马,  
NY 13440

2021 年 12 月 14 日批准的美国国家标准



静电放电控制程序开发协会标准

电气和电子零件、组件和设备的保  
护（不包括电引发爆炸物）  
设备）

2021 年 10 月 28 日获得批准  
EOS/ESD Association, Inc.



## 注意事项

ESD 协会所发行的标准和刊物，通过排除制造商和用户的误解、为产品可替换性和产品改良提供一个合理平台、并协助用户选购适用的产品，以达到维护大众利益的宗旨。这些标准和刊物的发行并不代表禁止 ESD 协会会员或非会员从事生产或销售不符合这些标准和要求的产品，也不排斥非会员有选择性的采用这些标准和要求。ESD 协会在文件编辑过程中会依据 ANSI（美国国家标准学会）发布的知识产权保护政策来采用已发行标准和刊物。ESD 协会标准之应用：在涉及产品和制造商是否符合 ESD 协会标准的层面上，ESD 协会不会通过任何一方或个人发表意见，并认为这是标准使用者需自行承担的责任。ESD 协会的标准委员会主席可对标准中提及的专业术语和条款提供解释和澄清，但不可对产品和制造商应用的合理性发表意见。其他人员一律无权代表 ESD 协会对其发布的标准发言。

## 免责声明

ESD 协会对其发布的标准和刊物的义务仅限于“按原样”提供，对标准和刊物内容不作任何明示的或默示的保证，包括但不限于对适销性、特定用途或目的的适用性、所有权以及不侵犯知识产权的保证。

## 免责声明

ESD 协会尽力确保标准和刊物在发布时，无论是从哪个技术角度来说这些刊物都是合理的。但是，这些标准和刊物不能取代产品卖家或用户对产品的自行判断，而 ESD 协会也不对产品性能作任何担保，因此 ESD 协会明确拒绝因使用、采用或依赖于这些标准和刊物提供的信息而造成的损失承担任何责任。

## ESDA 责任的限制

ESDA 协会现任或前任成员、官员、员工或其他代表均不会对任何因使用或误用 ESD 协会所发布的标准和刊物而导致的损失负责，即便被告知此类损失的可能性。这属于全面性的责任限制，包含所有形式的损失，包括但不限于数据、收入和利润的丢失，财物的丢失或损害，及第三方的索赔等。

出版发行：

静电放电协会 218 West Court  
Street  
罗马，纽约 13440

版权所有 © 2021 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: 1-58537-332-X

(本前言不属于 ESD 协会 ANSI/ESD S20.20-2014 标准的正式要求内容)

## 前言

本标准规划、制订、实施和维护 ESD 管控体系提供合适框架，适用于生产、加工、装配、安装、运输、包装、标记、检修、测试、检查或处置那些 HBM（人体模型）敏感度大于或等于 100 伏和 CDM（带电器件模型）敏感度大于或等于 200 伏的电气或电子部件、组件和设备。本标准所引用的 CDM 200 伏敏感度等级是建立在有效管控制程中必用的绝缘材料所产生的静电电场的感应影响的基础上。

本标准也明确了对孤立导体的管控要求。标准里保留引用 MM（机器模型）是出于器件 MM 敏感度和孤立导体的传统互通的原因。

HBM 和 CDM 充分表征了器件的 ESD 稳定性。因此不再需要 MM 测试来验证器件，并且可能无法获得测试数据。

本标准结合了军方和工业用户对 ESDS 物品的防护建立的 ESD 管控体系所需的要求。参考文献包含 EOS/ESD 协会，美国军方及美国 ANSI 编辑的材料特性与测试方法的规范。本标准基于以下静电防护原则：

- A. 所有在管控环境里的导体，包括人员，必须直接连接或链接到厂房设计接地系统或非传统接地系统（如在船上或太空船上），使上述物件和人员处于等电位状态。如果系统里所有物件处于等电位状态，即便对地电位水平不是零伏特，该静电防护系统依然能达到应有效果。
- B. 处理环境中必不可少的绝缘体不会因接地而失去静电荷。电离系统可中和这些过程中必不可少的绝缘体（电路板材料和一些设备封装是必要绝缘体的示例）。需要对工作场所的工艺基本绝缘体上的静电荷产生的 ESD 危害进行评估，以便对 ESDS 物品有针对性的选择合理的静电防护措施。
- C. ESDS 物品的运输需要用保护材料封闭，尽管材料的类型取决于情况和目的地。虽然文档中没有讨论这些材料，但认识到应用程序的差异很重要。如需更多说明，请参阅 ANSI/ESD S541。

任何固体，液体或含颗粒的气体间的摩擦或者分离都会产生静电。比较常见的静电事故源于操作员，一般的高分子材料和生产加工设备。ESD 引起的破坏可由多种方式产生，包括：

- i. 带电物体（如人体）接触 ESDS 物品。
- ii. 带电的 ESDS 物品与接地系统或处于不同电位的导体接触。
- iii. 暴露在静电场中时与地面或其他导电物体接触的 ESDS 物品。

ESDS 物品的示例包括但不限于微电路、分立半导体、厚膜和薄膜电阻器、混合设备、印刷电路板和压电晶体。可以通过将物品暴露于模拟 ESD 事件来确定设备和物品的敏感性。通过使用模拟 ESD 事件进行测试确定的敏感度水平可能不一定与现实生活中的敏感度水平相关。但是，敏感度水平用于建立敏感度数据的基线，以比较来自不同制造商的具有相同部件号的设备。两种不同的模型用于表征电子产品：HBM 和 COM。

有关本标准要求的更多信息，请参阅技术报告 ESD TR20.20

- ESD 协会技术报告 - 用于保护电子零件、组件和设备的静电放电控制程序开发手册。

可以通过第三方认证证明符合该标准。认证过程类似于任何质量管理体系认证，例如 ISO 9001。有关认证过程的信息可以通过联系 EOS/ESD Association, Inc. 批准的认证机构获得。有关 EOS/ESD Association, Inc. 批准的认证机构的列表，请参阅 [www.esda.org](http://www.esda.org) 组织。

该标准<sup>1</sup>最初指定为 ANSI/ESD S20.20-1999 并于 1999 年 8 月 4 日获得批准。ANSI/ESD S20.20-2007 是对 ANSI/ESD S20.20-1999 的修订，并于 2007 年 2 月 11 日获得批准。ANSI/ESD S20.20-2014 是 ANSI/ESD S20.20-2007 的修订版，并于 2016 年 3 月 25 日获得批准。ANSI/ESD S20.20-2021 是 ANSI/ESD S20.20-2014 年的修订版。并于 2021 年 10 月 28 日获批。

负责起草 ANSI/ESD S20.20-2021 的 20.20 ESD 管控体系小组成员如下：

IBM 主席 John T. Kinnear,  
Jr.

|                              |                             |                                     |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 克里斯托弗·阿尔梅拉斯<br>雷神公司          | 凯文邓肯<br>希捷科技                | 莱因霍尔德·盖特纳<br>英飞凌科技股份有限公司            |
| 史蒂文·格肯                       | Ron Gibson 高级静电<br>控制<br>咨询 | David Girard 静电<br>支持服务，<br>公司      |
| Fatjon C Toni ) 古尔加<br>赖 ESD | 姜汉塞尔<br>丹格尔多耶联合公司           | Shane heinle 依<br>Digi-Key 公司       |
| 马特·简                         | 加里·拉塔<br>上汽集团               | 迈克尔·曼德斯 特斯拉<br>美国空军                 |
| 查克麦克莱恩<br>美光半导体              | 罗伯特“汉克”米德<br>BAE 系统公司       | 罗尼米尔萨普斯<br>丹尼尔·奥布莱恩<br>代顿大学<br>研究机构 |
| 卡尔纽伯格<br>锡姆科-离子              | 安德鲁·诺德<br>泰瑞达公司             | Keith Peterson 希<br>导弹防御局           |
| 戴尔·帕金<br>捷科技                 | 纳撒尼尔·皮奇<br>科沃               | 大卫·E·斯文森<br>亲和静电控制<br>咨询有限责任公       |
| 沃尔夫冈·斯塔德<br>勒<br>英特尔德国有限公司   | 马特·斯特里克兰<br>波音公司            | 克雷格·赞德<br>转型技术                      |
| 特里·威尔士<br>丹格尔多耶联合公司          |                             |                                     |

<sup>1</sup> ESD 协会标准：一个阐述材料、产品、系统或制程所要满足的一系列要求的严谨明白的文件，并具体制定了确定是否满足每项要求的程序。

以下人员为 ANSI/ESD S20.20-2014、ANSI/ESD S20.20-2007 和/或 ANSVESD S20.20-1999 的制定做出了贡献。

|                                     |                                                             |                          |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 布伦特·比默 3M                           | 唐纳德·E·克罗斯<br><b>美国海军</b>                                    | 罗伯特·卡明斯<br><b>美国宇航局</b>  |
| 凯文·邓肯·希捷科技                          | 莱因霍尔德·盖特纳 英<br>飞凌科技                                         | 史蒂夫·格肯 美国<br>空军          |
| Ron Gibson 高级静电控制<br>咨询             | 蒂姆·贾勒特·波士顿科学                                                | Ronald L. Johnson<br>英特尔 |
| 约翰·金尼尔。小<br><b>断续器</b>              | 安东尼·克林诺夫斯基波音                                                | 戴夫·利森，摩托罗拉 SSTG<br>联席主席  |
| 加里·麦奎尔<br><b>美国宇航局</b><br>(赫尔南德斯工程) | Thomas mohler 雷神系统公司                                        | 拉尔夫·迈尔斯<br>ASC           |
| 吉恩·梦露<br><b>美国宇航局-LARC</b>          | Carl Newberg<br>MicroStat 实验室                               | 戴尔·帕金·希捷科技               |
| 罗伯特·帕尔顾问                            | 布赖恩·雷茨拉夫<br>Plexus                                          | 杰弗里·斯坎伦<br>ASC           |
| Jeremy Smallwood 静电解决方案有限公司         | David E. Swenson<br>Affinity Static Control Consulting, LLC | 山姆·塔博                    |
| Scott Ward 德州仪器                     | Joel Weidendorf<br>River's Edge 技术服务                        | Craig Zander 转型技术        |
|                                     | 雪莉·扎伊克·波音                                                   |                          |

## 目录

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1.0 目的.....                           | 1  |
| 2.0 范围.....                           | 1  |
| 3.0 参考出版物.....                        | 1  |
| 4.0 定义.....                           | 2  |
| 5.0 人员安全.....                         | 2  |
| 6.0 ESD 控制程序.....                     | 2  |
| 6.1 ESD 管控体系要求.....                   | 2  |
| 6.2 ESD 管控体系专员.....                   | 3  |
| 6.3 适用性调整.....                        | 3  |
| 7.0 ESD 控制计划管理要求.....                 | 3  |
| 7.1 ESD管控体系手册.....                    | 3  |
| 7.2 人员培训计划.....                       | 3  |
| 7.3 ESD控制物品导入计划.....                  | 3  |
| 7.4 ESD控制措施符合性验证计划.....               | 4  |
| 8.0 ESD 控制计划技术要求.....                 | 4  |
| 8.1 接地/等电位连接系统.....                   | 4  |
| 8.2 人员接地.....                         | 5  |
| 8.3 EPA (ESD防护区).....                 | 6  |
| 8.3.1 绝缘体.....                        | 6  |
| 8.3.2 孤立导体.....                       | 7  |
| 8.4 防护包装.....                         | 10 |
| 8.4.1 美国国防部 (DoD) 包装要求.....           | 10 |
| 8.5 标识.....                           | 10 |
| <b>附件</b>                             |    |
| 附件 A (资料性)：其它制程方面的考虑.....             | 11 |
| 附录 B (资料性)：ESD 敏感度测试.....             | 12 |
| 附录 C (资料性)：适应性调整.....                 | 14 |
| 附件 D (资料性)：参考文献.....                  | 16 |
| 附件 E (资料性)：方向声明.....                  | 18 |
| 附录 F (资料性)：ANSI/ESD S20.20 的修订历史..... | 19 |
| <b>附表</b>                             |    |
| 表 1：接地/等电位连接之技术要求.....                | 5  |
| 表 2：人员接地系统之技术要求.....                  | 5  |
| 表 3：EPA 内的 ESD 控制物品之技术要求.....         | 8  |
| 表 4：包装要求.....                         | 10 |
| 表 5：器件的 ESD 敏感度之测量规范参考.....           | 13 |

---

## 关于规划对电气和电子部件、组件和设备（不包括电气引爆装置）实施静电防护的 ESD 管控体系的 ESD 协会标准

### 1.0 目的

本标准的目的是明确规划、实施和维护 ESD 管控体系的行政和技术上的要求。

### 2.0 范围

本文件适用于制造、加工、组装、安装、包装、标记、检修、测试、检查、运输或以其他方式处理易受大于或等于100V人体模型（HBM）和 200V充电设备模型（CDM）的静电放电损坏的电气或电子零件、组件和设备。此外，孤立导体的保护是通过将孤立导体上的电压限制在35V以下来处理的。当涉及敏感度等级要求更加严格的装置时，需考虑 额外防护措施或提高管控标准，但这并不等于已违反规定，仍视为符合本标准要求。本文件不适用于电引爆装置、易燃 液体或粉末。

注：本标准的 CDM 管控水平是基于有效管控制程中必用绝缘材料所引起的对 ESDS 物品有破坏性 的感应电场

### 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, 协会专用术语

ANSI/ESD S1.1, 静电控制手腕带

ANSI/ESD STM2.1, 静电控制工作服

ANSI/ESD STM3.1, 离子静电消除器

ANSI/ESD SP3.3, 离子静电消除器之定期检测

ANSI/ESD STM4.1, 工作表面之电阻测量

ANSI/ESD S6.1, 接地系统

ANSI/ESD STM7.1, 地板之材料特性

ANSI/ESD S8.1, 敏感物品的防护符号

ANSI/ESD STM9.1, 鞋具之电阻特性

ANSI/ESD SP9.2, 鞋具—导电鞋带之电阻特性

ANSI/ESD STM11.11, 平面材料的表面电阻测量

ANSI/ESD STM11.31, 屏蔽材料的性能

ANSI/ESD STM12.1, 座椅之电阻测量

ANSI/ESD S13.1, 电焊/电拆焊工具

ESD TR53, ESD 控制物品和材料的符合性验证

ANSI/ESD STM97.1, 地板-鞋具-人员组合系统的电阻测量

ANSI/ESD STM97.2, 地板-鞋具-人员组合系统的电压测量

ANSI/ESD S541, 物品之包装材料

MIL-STD-2073-1, 美国国防部军用包装标准实践<sup>3</sup>

#### 4.0 定义

本文件中所使用的术语及定义的参考标准为 ESD ADV1.0 ESD Association's Glossary of Terms。该 ESD ADV1.0 文件可从 [www.esda.org](http://www.esda.org) 免费下载。适用下列定义：

**导体.**点对点测量小于  $1.0 \times 10^4$  欧姆的材料。

**防静电控制项.**在EPA内部用于静电控制的所有物品、材料、设备、工具和设备。(请参见ESD技术要素)。

**绝缘体.**ANSI/ESD STM11.11、ANSI/ESD STM11.12或ANSI/ESD STM11.13测量值大于或等于  $1.0 \times 10^{11}$  欧姆的任何材料。

**孤立导体.**测量值大于或等于  $1.0 \times 10^9$  欧姆从接触点 (将接触 ESDS 物品的地方) 到地的导体。

**未受保护的 ESDS 项目.**任何没有 ESD 保护包装或覆盖物的 ESDS 物品。工作台。在未受保护的 ESDS 物品上进行任何类型的工作或处理的任何表面。

#### 5.0 人员安全

本标准阐述的某些操作步骤和设备使用可能导致操作人员暴露于有害电气条件中。本标准的用户必须负责选择使用所有相关法律、法规和内外政策所规定的防护程序和措施。特别提醒用户：本标准不能替代或跨越任何操作人员必须采取的安全防护措施。

所有涉及有源电源的操作应采用接地故障断路器 (GFCI) 和其它安全保护措施。

提醒用户实施防范电气危害的操作, 并遵循正确的设备接地要求。

通过实施本标准得到的电阻测试值, 不能作为评估高电流、高电压操作风险的依据。

#### 6.0 ESD 控制程序

##### 6.1 ESD 管控体系要求

ESD 管控体系应包涵本标准所规定的行政和技术要求。体系文件必须明确注明所制定 ESD 管控体系可提供防护的最低的各 ESD 敏感度等级。执行单位应制定、记录归档、实施、维护并定期验证其 ESD 管控体系与本标准的符合性。

---

<sup>3</sup><https://quicksearch.dla.mil/>

## 6.2 ESD 管控体系专员

执行单位必须委任一位专员负责跟进所制定 ESD 管控体系与本标准实施情况的符合性。

## 6.3 适用性调整

本文档或其部分内容可能不适用于所有 ESD 控制程序。对本文件要求的任何偏离或排除均被视为定制。定制的要求应在 ESD 控制计划计划中进行总结，并包括从计划中偏离或排除该要求的理由和技术原理。有关更多信息，请参阅附件 C。

## 7.0 ESD 管控体系之行政要求

### 7.1 ESD 管控体系手册

各执行单位需将所制定的 ESD 管控体系形成文件记录，并确保该手册涵盖以下内容：

- 人员培训计划
- ESD 控制物品导入计划
- ESD 控制措施符合性验证计划
- 接地/等电位连接系统
- 人员接地
- EPA (ESD 防护区)
- 防护包装
- 标识

ESD 控制程序计划是实施和验证计划的主要文件。目标是一个完全实施且符合内部质量体系要求的综合计划。ESD 控制程序计划应确定组织内作为整体 ESD 控制计划一部分的领域。

### 7.2 人员培训计划

应制定培训计划，以确保为所有处理或以其他方式接触任何 ESDS 项目的人员提供初始和经常性的 ESD 意识和预防培训。在人员处理 ESDS 项目之前应提供初步培训。人员ESD培训的类型和频率应在培训计划中规定。培训计划应包括维护人员培训记录，并应记录记录的存储位置。培训方法和具体技术的使用由本组织自行决定。培训计划应包括组织用来验证受训人员理解和培训充分性的方法。

### 7.3 ESD 控制物品导入计划

应制定产品确认计划，以确保组织选择的 ESD 控制项目满足本标准表 2、3 和 4 中确定的要求。这包括使用这些表中确定的测试方法和测试限制。

产品确认应在 ESD 控制项目的初始选择期间和首次使用之前进行。它可以使用以下任何一种鉴定方法：

- (1) 产品规格书
- (2) 第三方实验室的评估
- (3) 内部实验室评估

确认记录应独立于组织的确认方法，包括使用的检测方法、从该方法获得的检测结果和检测限度。此外，

数据应包括在测试方法中定义的测试期间使用的环境条件。产品认证计划还应包括确认记录的位置。如果企业设施的年度最小相对湿度(RH)高于产品认证测试方法中确定的每个ESD控制项目的环境调节水平,则可以使用这个最小值来确认该设施中使用的每个项目。但是,任何离开这些设施(例如,包装)的ESD控制项目都应使用本标准表2、3和4中确定的产品认证测试方法内的环境测试要求进行认证。

在采用本标准来认证其 ESD 控制程序之前,可以验证 ESD 控制项目的使用的组织可以使用符合性验证 记录来满足产品资格要求。这些记录应至少涵盖一年,并反映在用作产品认证记录之前的时间范围。这些记录应反映满足本标准表 2、3 和 4 中确定的符合性验证测试限值的测试结果。

当组织选择鞋类/地板系统作为人员接地方法时,产品资格合规性验证记录的使用不适用。选择地板/鞋类系统时,应使用表 2 中确定的测试方法中指定的环境测试条件或上述设施的最低 RH 对其进行鉴定。应为组织使用的每种鞋类和地板类型组合完成产品鉴定。

#### 7.4 ESD 控制措施符合性验证计划

应建立符合性验证计划,以确保组织使用的 ESD 控制项目满足本标准表 2、3 和 4 中确定的要求。这包括使用这些表中确定的测试方法和测试限制。符合性验证计划应确定要定期测试的 ESD 控制项目和测试项目的频率。

符合性验证计划应记录用于进行测量的测试方法和设备。如果组织使用的测试方法或测试限值与本标准表 2、3 或 4 中引用的任何测试方法不同,则应制定适用性调整声明并记录在案,作为 ESD 控制计划计划的一部分。这应包括偏离测试方法或测试限制要求的技术原理。

应建立并保持符合性验证记录,以提供符合技术要求的证据。应定义符合性验证记录的位置。

所选的测试设备应能够进行符合性验证计划中规定的测量。

注意:校准证书并不能确保测试设备能够进行所需的符合性验证测量。

#### 8.0 ESD 管控体系之技术要求

以下部分提供了有关在 ESD 控制程序开发中使用的技术要求的信息。对于选择使用或与 ESDS 项目直接接触的 ESD 控制项目,这些项目所需的限值和测试方法成为强制性的。所需限值基于每个表中列出的测试方法或标准。符合性验证计划应记录用于验证限制的方法。

#### 8.1 接地/等电位连接系统

为了确保 ESDS 物品和可能与 ESDS 物品接触的操作人员及导体(如:移动设备)处于等电位水平,

要求这些物品必须接地或等电位连接。执行接地/等电位连接方式可从表 1 中任选一项。

对接地系统测试的合规性验证计划没有要求；只需要初步验证。如果接地故障断路器（GFCI）安装在用户设施中，则不需要进行此测量。

注意：在电气系统维护或增加服务之后，应考虑对接地系统进行验证。

表 1. 接地 / 等电位连接之技术要求

| 项目           | 实施方案    | 测量规范          | 技术指标                                   |
|--------------|---------|---------------|----------------------------------------|
| 接地 / 等电位连接系统 | 设备接地系统  | ANSI/ESD S6.1 | 阻抗 <1.0 欧姆 <sup>(4)</sup>              |
|              | 功能性接地系统 | ANSI/ESD S6.1 | 至设备接地导体<br><25 欧姆                      |
|              | 等电位连接系统 | ANSI/ESD S6.1 | <1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆 <sup>(5)</sup> |

## 8.2 人员接地

所有接触 ESDS 物品的人员都应**选择**接地或等电位连接系统实现电气连接。人员接地的方式可从表 2 中任选一项。

如操作人员是坐着作业的，他们必须通过手腕带与接地/等电位连接系统实现连接。

如操作人员是站立作业的，他们必须通过手腕带或鞋具-地板系统与接地/等电位连接系统实现连接。这些连接都必须符合表 2 的技术要求。

如果人员接地是通过工作服来实现的，则须在 ESD 管控体系手册中注明。工作服的袖与袖必须电 导通，且必须同时符合表 2 中对手腕带系统的电阻值要求和表 3 中对可接地的静电控制工作服系统的要求。

表 2: 人员接地系统之技术要求

| 项目                                      | 物品导入                       |                            | 符合性验证             |                                           |
|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------------------------------|
|                                         | 测量规范                       | 技术指标                       | 测量规范              | 技术指标                                      |
| 手腕带系统                                   | ANSI/ESD S1.1<br>(6.11 章节) | < 3.5 x 10 <sup>7</sup> 欧姆 | ESD TR53<br>手腕带章节 | < 3.5x 10 <sup>7</sup> 欧姆                 |
| 鞋具-地板系统 <sup>(6)</sup> –<br>(两个指标都必须满足) | ANSI/ESDSTM97.1            | < 1.0 x 10 <sup>9</sup> 欧姆 | ESD TR53<br>鞋具章节  | < 1.0 x 10 <sup>9</sup> 欧姆 <sup>(7)</sup> |
|                                         | ANSI/ESDSTM97.2            | < 100V<br>峰值               | ESD TR53<br>地板章节  | < 1.0 x 10 <sup>9</sup> 欧姆 <sup>(7)</sup> |

<sup>4</sup>如果有 GFCI，则不需要此测量，并且可能会导致 GFCI 激活。

<sup>5</sup>任何ESD控制物品和共用连接点之间的最大电阻值。

<sup>6</sup>应定期进行人体电压产生测试，以验证电压小于 100 伏。

<sup>7</sup>1.0 x 10<sup>9</sup> 欧姆是本标准规定的上限。使用者应采用物品导入工作所测量的鞋具和地板各自的最大电阻值，使其组合系统尚能满足小于 100 伏的电压要求，作为实际管控技术指标。

### 8.3 ESD 保护区 (EPA)

所有涉及未使用防护包装的 ESDS 物品、部件、组件和设备的操作都必须在明显区域划分的 EPA 内执行。

EPA 可由一个单独的工作台、整个房间、整栋建筑或其它规划的区域构成。

进入 EPA 应仅限于已完成适当的 ESD 培训或在 EPA 期间由受过培训的人员陪同的人员。

在 EPA 内,可采取多种 ESD 防护措施。表 3 也列出了一些其它可选用 ESD 控制物品。如执行单位决定选用某 ESD 控制物品,则必须严格按照其在表 3 中规定的技术指标和测量规范管控。

#### 8.3.1 绝缘体

组织的ESD控制程序应包括处理绝缘体的计划,以减轻现场诱导的CDM损坏。所有非必要绝缘体应与任何 ESDS 物品至少间隔 300 毫米。可以在 EPA 内指定区域来存储产生静电的物品,前提是这些区域不会导致超出以下任何要求。当确定在EPA中使用的工艺时,应根据绝缘体的使用方式对过程中的基本绝缘体进行评估。

对于初始工艺确认和持续的符合性验证测量,应满足以下标准之一:

- 在处理 ESDS 物品的位置测量值。静电场应小于 5000 伏/米或 (125 伏/英寸)。
- 对于距离未受保护的 ESDS 物品小于或等于 25 mm 的任何工艺必需绝缘体,使用非接触式静电电压计测量时,绝缘体表面的电压应小于 125 伏。当使用静电场计时,在仪表规定的测量距离处测量时,读数应小于 125 伏。
- 对于距离未受保护的 ESDS 物品超过 25 毫米但小于 300 毫米的任何工艺基本绝缘体,当使用非接触式静电电压表测量时,绝缘体表面的电压应小于 2000 伏。使用静电场计时,在仪表规定的测量距离处测量读数应小于2000伏。

注意:注意:绝缘体应在正常处理后进行测量,这可能发生在EPA中使用的材料处理ESDS项目。绝缘体不应人为充电。有关更多信息,请参阅 ESD TR20.20。

注意:有关绝缘体和电荷减缓技术的更多信息,请参阅 ESD TR20.20。

注意:静电场的准确测量要求测量者熟悉测量设备的操作。静电场强计对来自带电表面的静电场作出反应,并将场强转换为电压,当仪表被放置在仪表规定的距离。当测量比较大的导体时,静电场强计的读数是在电表规定的测量距离下测量导体上的实际电压。而对于非均匀带电绝缘体,场强计所显示的电压(按场强计规定的测量距离测量时)是带电绝缘体静电场强的平均值。

注:如果使用非接触式静电电压表,必须注意确保非接触式静电电压表的点分辨率(电压表能分辨的最小测量区域)小于被测绝缘体。对于非接触式静电电压表,这是光圈大小和到物体的距离的组合。建议以制造商规定的最小距离测量产品。

### 8.3.2 孤立导体

如果无法接地或等电位连接的导体与 ESDS 物品接触，则该过程应确保孤立导体与地之间的电位在 -35 伏至 +35 伏之间。

对于不与 ESDS 项目接触的绝缘导体，应满足第 8.3.1 节中对绝缘体的要求。

注意：为了准确测量，建议使用高阻抗接触电压表。如果使用非接触式静电电压计或静电场计，必须注意确保点分辨率（仪表可以解析的最小测量区域）小于被测绝缘导体。对于非接触式静电电压表，这是光圈大小和到物体的距离的组合。建议在制造商规定的最小距离处测量物品。

表 3. EPA 内的 ESD 控制物品之技术要求

| 项目  | ESD控制物品             | 物品导入                 |                                                 | 符合性验证              |                                  |
|-----|---------------------|----------------------|-------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------|
|     |                     | 测量规范                 | 技术指标 <sup>(8)</sup>                             | 测量规范               | 技术指标                             |
| EPA | 工作台面 <sup>(9)</sup> | ANSI/ESD<br>STM 4.1  | 点对点<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆                  | ESD TR53<br>工作表面章节 | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆 |
|     |                     |                      | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆                |                    |                                  |
|     | 手腕带线                | ANSI/ESD S1.1        | 0.8x10 <sup>6</sup> ~1.2<br>x10 <sup>6</sup> 欧姆 | 手腕带系统的符合性验证见表2     |                                  |
|     | 手腕带腕带部分             | ANSI/ESD S1.1        | 内侧<br><1x10 <sup>5</sup> 欧姆                     |                    |                                  |
|     |                     |                      | 外侧<br>>1x10 <sup>7</sup> 欧姆                     |                    |                                  |
|     | 手腕带接地端子<br>(非监控型)   | ANSI/ESD S6.1        | 接地电阻 <sup>(10)</sup><br><2欧姆                    | ESD TR53<br>接地系统章节 | 接地电阻 <sup>(10)</sup><br><2欧姆     |
|     | 连续监视器               | 用户定义的                | 用户定义的                                           | ESD TR53<br>连续监测部分 | 制造商定义                            |
|     | 鞋具                  | ANSI/ESD<br>STM 9.1  | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆                | 鞋具-地板系统的符合性验证见表2   |                                  |
|     | 导电鞋带系统              | ANSI/ESD<br>SP9.2    | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆                |                    |                                  |
|     | 地板                  | ANSI/ESD<br>STM 7.1  | 点对点<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆                  |                    |                                  |
|     |                     |                      | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆                |                    |                                  |
|     | 座椅                  | ANSI/ESD<br>STM 12.1 | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆                | ESD TR53<br>座椅章节   | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆 |

表 3 续下页。

<sup>8</sup>如相关标准涉及多个电阻测试环节，则这些指标都适用于每个环节。<sup>9</sup> 由于工作表面应用的多样性，不适宜以单一技术指标统一设定要求。如果存在 CDM 模型的风险，应考虑对点点和点对接地端的电阻设定为 <1x10<sup>6</sup> 欧姆。<sup>10</sup>如果线路中有电阻器，则必须将限制调整为小于 5.0 x 10<sup>6</sup> ohms。

| 项目  | ESD控制物品                       | 物品导入             |                                   | 符合性验证                                 |                                   |
|-----|-------------------------------|------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
|     |                               | 测量规范             | 技术指标 <sup>(8)</sup>               | 测量规范                                  | 技术指标                              |
| EPA | 离子静电消除器                       | ANSI/ESD STM 3.1 | 衰减时间：<br>用户自定义                    | ESD TR53 <sup>(11)</sup><br>离子静电消除器章节 | 衰减时间：<br>用户自定义                    |
|     |                               |                  | -35伏<平衡电压<35伏                     |                                       | -35伏<平衡电压<35伏                     |
|     | 货架（用于存放未被保护的ESDS物品）           | ANSI/ESD STM4.1  | 点对点<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆    | ESD TR53<br>工作表面章节                    | 点对点接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆 |
|     |                               |                  | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆  |                                       |                                   |
|     | 搬运设备 <sup>(9)</sup><br>（工作表面） | ANSI/ESD STM4.1  | 点对点<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆    | ESD TR53<br>工作表面章节                    | 点对点接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆 |
|     |                               |                  | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆  |                                       |                                   |
|     | 电焊/电拆焊工具                      | ANSI/ESD S13.1   | 端头对地<br><2欧姆                      | ESD TR53<br>电焊工具章节                    | 尖端对地或可接地点<br><10欧姆                |
|     |                               |                  | 尖端电压<br>< 20 毫伏                   |                                       |                                   |
|     |                               |                  | 尖端漏电<br><10毫安                     |                                       |                                   |
|     | 静电控制工作服                       | ANSI/ESD STM2.1  | 点对点<br><1.0x10 <sup>11</sup> 欧姆   | ESD TR53<br>工作服章节                     | 点对点<br><1.0x10 <sup>11</sup> 欧姆   |
|     | 可接地的静电控制工作服                   | ANSI/ESD STM2.1  | 点对可接地点<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆 | ESD TR53<br>可接地工作服章节                  | 点对可接地点<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆 |
|     | 接地工作服系统                       | ANSI/ESD STM2.1  | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆  | ESD TR53<br>可接地工作服系统章节                | 点对接地端<br><1.0x10 <sup>9</sup> 欧姆  |

<sup>11</sup>有关离子发生器定期测试的更多信息，请参阅 ANSI/ESD SP3.3。

8.4 防护包装

应根据ANSI/ESD S541或满足客户要求的合同、采购订单、图纸或其他必要文件，制定包装计划，以定义在EPA内外的包装要求。表4总结了ANSI/ESD S541组织使用的各种类型ESD保护包装的测试方法和测试极限。

被认为是“一次性使用”的包装应符合第7.3节和7.4节所述的相同产品确认和符合性验证要求，并应满足表4中相应的试验方法和试验限度要求。

表 4. 包装要求

| 项目     | 材料特性           | 物品导入                                                                    |                                                        | 符合性验证            |                                                        |
|--------|----------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------|
|        |                | 测量规范                                                                    | 技术指标 <sup>(8)</sup>                                    | 测量规范             | 技术指标                                                   |
| 静电防护包装 | 导电包装           | ANSI/ESD STM11.11<br>or<br>ANSI/ESD STM11.12<br>or<br>ANSI/ESD STM11.13 | $< 1.0 \times 10^4$ 欧姆                                 | ESD TR53<br>包装章节 | $< 1.0 \times 10^4$ 欧姆                                 |
|        | 耗散包装           | ANSI/ESD STM11.11<br>or<br>ANSI/ESD STM11.12<br>or<br>ANSI/ESD STM11.13 | $\geq 1.0 \times 10^4$ to<br>$< 1.0 \times 10^{11}$ 欧姆 | ESD TR53<br>包装章节 | $\geq 1.0 \times 10^4$ to<br>$< 1.0 \times 10^{11}$ 欧姆 |
|        | 放电屏蔽<br>(仅限袋子) | ANSI/ESD STM11.31                                                       | $< 20\text{nJ}$                                        | ESD TR53<br>包装章节 | $\geq 1.0 \times 10^4$ to<br>$< 1.0 \times 10^{11}$ 欧姆 |

当 ESDS 物品被放置在包装材料上，并且 ESDS 物品正在对其进行工作时，包装材料就变成了工作台面。应适用工作台对接地电阻的要求。

8.4.1 美国国防部 (DoD) 包装要求

国防部 (DoD) 组织或根据 DoD 合同执行工作的组织应遵守 MIL-STD-2073-1 的包装要求，除非其他合同要求适用或基于应用特定要求免除此要求。

8.5 标识

ESDS 项目、系统或包装标记应根据客户合同采购订单、图纸或其他文件。当合同、采购订单、图纸或其他文件未定义 ESDS 项目、系统或包装标记时，制定 ESD 控制计划计划的组织应考虑标记的需要。如果确定需要标记，则应将其记录为 ESD 控制计划计划的一部分。如果确定不需要标记，则不必将其记录为 ESD 控制计划计划的一部分。

注意：请参阅 ANSI/ESD S8.1 表示可以使用的符号。

(本附件不属于 ESD 协会标准 ANSI/ESD S20.20-2021)

## 附录 A (资料性附录) - 其它制程方面的考虑

以下部分提供了可帮助用户评估其他控制产品和设备的指南和概要文件。用户需要制定他们的验收和合规性验证标准，因为行业尚未为这些项目定义所需的限制。

1. 自动取放设备 (ANSI/ESD SP10.1, Automated Handling Equipment [AHE]) 为了达到有效的 ESD 控制，测量各机械部件的接地电阻，同时监测或测量正在经过该设备处置的 ESDS 物品上所产生的静电显然有必要。这既能实时证实 ESD 控制措施的有效性，又能及时掌握静电的发生点。该行业操作规范主要描述了机械部件的接地电阻测量和自动取放设备内静电产生的确定。**有关评估设备和流程的更多信息，请参阅 ANSI/ESD SP17.1, 流程评估技术。**
2. 手套 (ANSI/ESD STM15.1, 手套和指套在用电阻测试的标准测试方法)。本标准测试方法旨在提供测量手套和指套的固有电阻以及手套或指套和人员作为一个系统的电阻的测试程序。本标准测试方法适用于所有用于控制 ESD 的手套和指套。该标准测试方法提供与用户特定环境 and 应用相关的数据。
3. 传送带系统经常将未受保护的 ESD 敏感物品从一个站移动到另一个站或通过不同的工艺阶段，例如表面贴装技术 (SMT) 生产线、波峰焊机和回流焊炉。目前，不存在针对各种类型的输送机系统的标准。一些较常见的系统是平带系统、窄带系统 (经常出现在 SMT 设备上)、滚筒系统和刷驱动系统。虽然单平带系统通常可以使用与工作台面相同的测试方法，但其他系统需要不同的评估技术。
4. ESD 手册 (ESD TR20.20)。ESD 协会标准委员会为面临控制 ESD 的个人和组织编写了 ESD 手册。它提供了可用于根据 ANSI/ESD S20.20 开发、实施和监控静电放电控制程序的指南。本手册适用于制造、加工、组装、安装、包装、贴标签、服务、测试、检查或以其他方式处理易受大于或等于 100 伏人体静电放电损坏的电气或电子零件、组件和设备的活动。人体模型 (HBM)。还解决了带电设备模型 (COM) 和机器模型 (MM) 工厂问题。

(本附件不属于 ESD 协会标准 ANSI/ESD S20.20-2021)

## 附录 B (资料性附录) - ESD 灵敏度测试

评估零件、组件和设备的 ESD 敏感性以及所需的保护级别是 ESD 控制计划的一个重要元素。建立 ESD 灵敏度限制的常用方法是使用 HBM 和 COM 来表征电子产品。特定 ESD 控制程序或材料的选择由 ESD 控制计划制定者自行决定。它应该基于风险评估和已建立的零件、组件和设备的 ESD 敏感性。所有设备都应被视为对 HBM 和 COM 敏感。

现有技术文献和故障分析数据表明 ESD 故障是由一系列复杂的相互关联的影响造成的。影响 ESD 敏感性的一些因素包括 ESD 电流和能量包络、ESD 事件的上升时间、器件设计、制造技术和器件封装样式。能量敏感器件通常会被电路元件或保护元件上的电流损坏，从而导致热损坏。当超过电介质（例如栅极氧化物）上的击穿电压时，电压敏感器件通常会损坏。器件的 ESD 敏感性测试，无论是使用 HBM 还是 COM 执行，都提供了 ESD 敏感性水平，用于使用定义将参数将一个器件与另一个器件进行比较。器件的 ESD 灵敏度（以伏特为单位），通过使用任何定义模型确定，可能不是制造过程或用户环境中的实际故障电压水平。表 5 提供了 ESD 灵敏度测试的各种标准和测试方法的参考。

### 1. HBM(人体模型)灵敏度

ESD 损坏的来源是带电的人体，正如 HBM 标准所建模的那样。该测试模型表示从站立的人的指尖到设备的导电触点的放电，例如，在至少一个其他导电触点上处于不同电位的导电引线或球。它由一个 100 pF 电容器通过开关元件和 1500 欧姆串联电阻放电到被测设备 (OUT) 中建模。器件的 HBM ESD 灵敏度可以通过使用参考测试方法之一测试器件来确定。

### 2. CDM(带电设备模型)灵敏度

CDM 的一个损坏源是从带电设备到导电物体的快速放电。ESD 事件取决于设备，但其相对于地面的位置会影响现实世界中的故障水平。该测试模型假设设备本身已带电，当带电设备的导电引线接触到较低电位的导电表面时，会发生快速放电。整个 COM 事件可以在不到 2.0 ns 的时间内发生。虽然持续时间很短，但在放电期间电流水平可以达到几十安培。器件的 COM ESD 灵敏度可以通过使用参考测试方法测试器件来确定。

### 3. MM(机器型号) (仅历史信息)

MM 最初被认为是描述能量从隔离的带电导体快速转移到设备的导电引线，并且设备的至少一根引线接地。设计的设备没有模拟预期的放电事件。隔离的带电导体放电到未接地的设备也可以通过 CDM 事件来表征。MM 不再需要用于设备认证，因为它不会为 HBM 和 CDM 数据提供任何附加信息。尽管如此，控制制造环境中带电导体的放电仍然是 ESD 控制程序中的一个关键要素。有关 MM 的更多信息，请参阅 JEDEC JEP172A：停止使用设备 ESD 的机器模型资格。

表 5. 器件的 ESD 敏感性测试参考

| 静电放电模型       | 设备敏感性测试的 ESD 标准和方法                                                                                                      |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HBM          | ANSI/ESDA/JEDEC JS-001<br>MIL-STD-883 方法 3015<br>MIL-STD-750 方法 1020<br>MIL-PRF-19500<br>MIL-PRF-38534<br>MIL-PRF-38535 |
| CDM          | ANSI/ESDA/JEDEC JS-002                                                                                                  |
| MM<br>(仅供参考) | ESD SP5.2                                                                                                               |

(本附件不属于 ESD 协会标准 ANSI/ESD S20.20-2021)

## 附录 C (资料性) -适用性调整

适用性调整允许 ANSI/ESD S20.20 的用户偏离或排除标准的要求,前提是用户可以为偏离或排除提供理由和技术理由。适用性调整声明必须记录在案,但通常会添加到组织的 ESD 控制计划计划中,并包括排除或修改的 ANSI/ESD S20.20 要求,以及更改的技术理由或理由。

在ESD控制程序计划中,组织使用适用性调整语句来偏离或排除ANSI/ESD S20.20中的要求,通常会被组织和那些试图确定是否符合标准的人误解。这通常源于对标准中的要求是什么或不是什么的误解。在下面提供的适用性调整示例中,ANSI/ESD S20.20 中受影响的要求包括“应”或“强制性”一词。组织派生的适用性调整声明以解决程序在何处以及如何偏离 ANSI/ESD S20.20 要求(见第 6.3 节)必须在受影响的标准中包含要求,以及排除或偏离要求的技术原理。

### 可接受的适用性调整声明和理由

#### 的例子 示例 1

**适用性调整声明:** 此 ESD 控制计划计划不包括人员接地。受影响的 ANSI/ESD S20.20 要求: 第 8.2 节, 第一句: “在处理 ESDS 项目时, 所有人员应连接或电气连接到选定的接地/等电位连接系统。”

**排除的技术原理:** 该组织采用完全自动化的制造流程, 无需人工干预或处理 ESDS 项目。

#### 示例 2

**裁缝声明:** 洁净室 EPA 内使用的工作表面的接地点上限小于  $1.0 \times 10^{10}$  欧姆, 而不是产品资格和合规性验证要求的  $1.0 \times 10^9$  欧姆。

ANSI/ESD S20.20 受影响的要求: 表 3, 产品资格和合规性验证“点对点地点”和“点对点”最大电阻限值  $1.0 \times 10^9$  ohms 分别使用 ANSI/ESD STM4.1 和 ESD TR53 测试。此外, 在第 7.3 节(产品认证计划)和 7.4 节(符合性验证计划), 应满足表 2、3 和 4 中规定的测试限值。

**偏差的技术原理:** 组织对处理 ESDS 项目的多个洁净室有清洁度要求。在这些洁净室内满足清洁度要求的工作台面材料的电阻(点对点)值超过  $1.0 \times 10^9$  ohms 但小于  $1.0 \times 10^{10}$  ohms。通过确保这些工作台面和人员正确接地, 该组织相信所有 ESDS 项目和人员都处于相同的电势。使用这些工作面的洁净室的制造过程受到控制, 自初始安装以来生产的最终产品的良率是可以接受的。

#### 示例 3

**适用性调整声明:** 本 EPA 中使用的脉冲直流天花板安装的室内电离系统将具有偏移电压(峰值):  $-250V < \text{平衡电压} < 250$  伏。

ANSI/ESD S20.20 受影响的要求: 表 3, 产品资格和合规性验证电离偏移电压(峰值):  $-35 \text{ 伏} < \text{平衡电压} < 35$  伏。

**偏差的技术原理：**前端制造操作中晶圆的 ESD 敏感性明显低于裸片分离后的晶圆。本 ESD 控制计划涵盖的 EPA 中使用了基于天花板的室内电离系统。该系统的主要目的是控制污染。它将用于减少任何晶圆制造设施中通常存在的许多工艺基本绝缘体上的电荷。覆盖范围广（与使用点相比）的电离系统在任何晶圆制造设施中都至关重要，以减少许多工艺中的电场必不可少的绝缘体。在工程或 ESD 计划经理认为需要更严格偏移的有限关键操作中，峰值离子发生器偏移电压最大规格为  $\pm 35$  伏。

#### 不可接受或不必要的适用性调整声明和理由的示例

##### 示例 1

**适用性调整声明：**不需要将座椅作为 ESD 控制项目，因为所有人员在坐在 EPA 内时都必须佩戴接地腕带。

受影响的 ANSI/ESD S20.20 要求：第 8.2 节（人员接地），第二段：“当人员坐在 ESD 防护工作站时，他们应通过腕带系统连接到选定的接地/等电位连接系统。”

为什么这个定制声明是不必要的？该标准不要求 ESD 保护座。ESD 保护座是标准表 3 中提供的 EPA 的许多“可选”ESD 控制项目之一。实际要求是就座人员连接接地腕带，这与是否使用 ESD 保护座无关。

##### 示例 2

**裁缝声明：**非必要绝缘体不允许在组织的指定区域内的 EPA 内。

受影响的 ANSI/ESD S20.20 要求：第 8.3.1 节（绝缘体），第一段，第二句：“所有非必要绝缘体应与任何 ESDS 项目至少间隔 300 毫米”。为什么这个定制声明是不必要的？通过不允许在 EPA 内使用非必要绝缘体，符合 ANSI/ESD S20.20 要求，以确保所有非必要绝缘体与 ESDS 项目之间的距离为 300 毫米。因此，不需要适用性调整声明。

##### 示例 3

**裁缝声明：**EPA 内使用的工作台面的接地点下限大于  $1.0 \times 10^5$  欧姆，而不是要求的 0 欧姆。

ANSI/ESD S20.20 受影响的要求：表 3，分别使用 ANSI/ESD STM4.1 和 ESD TR53 测试的产品资格和合规性验证“点对点地点”和“点对地”最小电阻限制为 0 欧姆。此外，在第 7.3 节（产品鉴定计划）和第 7.4 节（符合性验证计划）中，应满足表 3 中提供的所需测试限制。

为什么这个定制声明是不必要的？建立的下限在 ANSI/ESD S20 的限制范围内。20. 既然在限度内，就不需要适用性调整了。该下限将是该设施的要求。

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S20.20-2021 的一部分)

#### 附件 D (资料性) ——相关文件

列出了以下文件以供进一步参考。某些文件可能会被取消。但是，该清单提供了在编制本标准期间审查的文件的参考。

#### 军方/美国政府

MIL-STD-3010, 联邦测试方法标准

MIL-PRF-81705, 阻隔材料, 柔性, 静电放电保护, 热封

MIL-PRF-38534, 性能规范: 混合微电路, 通用规范

MIL-PRF-38535, 性能规范: 集成电路 (微电路) 制造, 通用规格

MIL-STD-883-3 方法 3015, 微电路测试方法标准 MIL-STD-750-1 方法

1020, 半导体器件测试方法 MIL-PRF-19500, 半导体器件, 通用规范

MIL-STD-1686, 用于保护电气和电子零件、组件和设备 (不包括电引发爆炸装置) 的静电放电控制程序 - 该标准已被取消。

MIL-HDBK-263, 用于保护电气和电子部件、组件和设备 (不包括电引发爆炸装置) 的静电放电控制手册 - 该手册已被取消。

MIL-M-38510, 军用微电路通用规范 - 此标准无效。

MIL-DTL-82646, 塑料薄膜, 导电, 热封, 柔性

MIL-PRF-87893, 工作站, 静电放电 (ESD) 控制 MIL-STD-129, 运输和存储标记

MIL-STD-1285, 电气和电子部件的标记

KSC-MMA-1985-79, 评估摩擦电荷产生和衰减的标准测试方法

MIL-HDBK-103, 电子 QML-19500 标准微电路图补充信息表列表

#### 行业标准

ANSI/IEEE-STD-142、IEEE 绿皮书 (工业和商业电力系统接地的 IEEE 推荐规范)

ANSI/ESD SP5.0, ESD 协会静电放电敏感性测试标准实践 - 在数据表上报告 ESD 耐受水平

ANSI/ESDA/JEDEC JS-001、ESDA/JEDEC 静电放电敏感性测试联合标准-人体模型 (HBM)-组件级

ANSI/ESDA/JEDEC JS-002、ESDA/JEDEC 静电放电灵敏度测试联合标准 - 带电设备模型 (COM) - 设备级

ESD SP5.2, ESD 协会静电放电敏感性试验机模型 (MM) 标准实践 - 组件级

ANSI/ESD SP10.1, ESD 协会标准规范, 用于保护静电放电敏感物品 - 自动搬运设备 (AHE)

ANSI/ESD STM15.1, ESD 协会标准测试方法, 用于保护静电放电敏感物品 - 手套和指套电阻测量方法

ANSI/ESD SP17.1, 静电放电敏感物品保护的 ESD 标准实践 - 过程评估技术

ESD TR20.20, ESD 协会技术报告 - 用于保护电子零件、组件和设备的静电放电控制程序开发手册

JESD625, 处理静电放电敏感 (ESDS) 设备的要求

IPC/JEDEC J-STD-033, 湿气回流和过程敏感设备的处理、包装、运输和使用

TR3.0-02-05. 空气离子发生器的选择和验收

ESDSIL, 可靠性分析中心 (RAC) ESD 敏感项目清单 JESD471, 静电敏感设备的符号和标签

IEC 61340-5-1, 保护电子设备免受静电现象的影响 - 一般要求

VZAP, 静电放电敏感性数据

ISO 9001, 质量管理体系 - 要求

(本附件不属于 ESD 协会标准 ANSI/ESD S20.20-2021)

## 附件 E (资料性) – 方向声明

这些部分可能包含在 ANSI/ESD S20 的未来修订版中。20. 这些部分放在此处仅供参考，不必执行。

### E1 组件阈值计划

对于将进入流程的任何 ESDS 项目，了解人体模型和带电设备模型分类是很重要的。在初次使用之前，应制定计划以确定 ESDS 项目阈值是否在本标准的范围内。

建立 HBM 和 COM 级别的推荐测试方法分别是 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 和 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002。理想情况下，HBM 和 COM 阈值将可用并在组件数据表中报告。例如，ANSI/ESD SP. 50 包含用于报告 ESD 数据的模板。

注意：通过在合同协议中包含以下问题，以下将是可接受的客观证据：“本合同中的任何组件是否超出 ANSI/ESD S20.20 (<100 伏 HBM; <200 伏 COM) 的范围？”。或者，类似的问题可以包括在制造准备审查、设计审查、组件数据表审查或任何其他用于获取组件信息的文件化过程中。

### E2 过程评估

该标准的当前版本不需要任何数据来支持具有 100 伏 HBM 和 200 伏 COM 灵敏度的处理设备的声明。在此标准的未来版本中，目标是要求数据支持 HBM 和 COM 声明。目前没有标准或标准测试方法可以提供数据来支持这些说法。ESD 协会内的一个工作组正在努力提供测试方法来“测量”该过程。当这些测试方法可用时，可能会在本标准的未来修订版中增加一项要求，以提供与已安装 ESD 过程的过程能力相关的数据。

测量可能包括但不限于：

- 过程中设备上的电压
- 整个过程中印刷电路板上的电压
- 放电电流测量

有关更多信息，请参阅 ANSI/ESD SP17.1，静电放电敏感物品保护的 ESD 标准实践 – 过程评估技术。

(本附件不是 ESD 协会标准 ANSI/ESD S20.20-2021 的一部分)

## 附录 F (资料性) ——ANSI/ESD S20.20 的修订历史

### D.1 2014 版

前言：增加了 CDM (带电器件模型) 和 MM (机器模型) 的敏感度及有关厂务认证的信息。

2.0 范围：增加了 CDM 200 伏和孤立导体 35 伏的适用范围。

6.1 ESD 管控体系要求：基于增加了其它模型的敏感度的可能性，第二句改成“体系文件必须明确注明所制定 ESD 管控体系可提供防护的最低的各 ESD 敏感度等级。”

7.1 ESD 管控体系手册：增加了 ESD 控制物品导入计划。

7.3 ESD 控制物品导入计划为新增章节。

7.4 ESD 控制措施符合性验证计划：内容保持不变，章节为由原版的 7.3 变为 7.4。

8.2 人员接地：将原版中对服装要求的备注转换为标准的正式内容。对站立作业的要求做了变更；执行 ESD 控制物品导入时，对鞋具-地板系统原有的测量方法 1 和方法 2 改成只一种方法。

8.3 EPA (ESD 防护区)：增加了对制程中必用的绝缘材料的附加要求，即离 ESDS 物品不超过 1 英寸距离的电场必须限制至在 125 伏/英寸之内。

表 3：删除了对手腕带线的耐曲折测试要求。对空间除电系统的平衡电压进行了更新。增加了对电焊工具的要求。

8.4 防护包装：文字重组，但要求保留不变。

附录 A：电焊工具部分移到表 3。增加了传送系统。

附录 B：表 4 中 HBM (人体模型) 标准更新为 ANSI/ESD/JEDEC JS-001。

### D.2 2021 版

一般更改以提高清晰度

3.0 参考：添加了对 MIL-STD-2073-2 的参考

4.0 定义：增加了ESD控制项、绝缘体、导体、孤立导体和未保护ESDS项的定义，仅适用于本文件。

6.3适用性调整：为清晰起见，更新了适用性调整的措辞。添加了对带有示例的新附件的引用。

7.1 澄清标记是可选的。

7.3 产品资格：对要求进行了一些更改。留在现场的ESD控制项目的资格可以在现场最低RH进行。这不适用于多个站点或离开站点的材料。现在要求资格记录包括支持性技术报告。添加了地板/鞋类系统不能使用合规性验证数据进行资格认证的说明。还必须进行体电压测量。

7.4 注意补充，校准并不意味着设备可以进行测量。

8.1 接地/等电位连接系统：增加了不需要对接地系统进行符合性验证的声明。要求没有变化。

8.3.1 绝缘体：该部分更新了 ESDS 项目处理位置的现场测量。保留原始测量值，并且可以使用任何一个。

8.3.2 孤立导体：非接触式静电电压计和静电场计包含在测量问题注释中。

表 3：删除了 ANSWESD STM4.2 作为工作台面的资格。增加了对可接地静电控制服装和可接地静电控制服装系统的点对点要求。

8.4 包装：添加了表 4 的包装要求，其中总结了 ANSI/ESD S541 要求。

**8.4.1 美国国防部 (CDoD) 包装要求：**应父亲的要求添加了新部分，以支持撤销 Mil-STD 1686。

附件 C 裁缝：添加了新附件，并附有裁缝示例。

附件 E 方向声明：新附件讨论了对 ANSI/ESD S20.20 的可能补充。这些是目前的声明，将来可能会成为也可能不会成为要求。