

ESD 协会标准

针对电子电器器件、组件和产品的 ESD 控制计划

目录

前言.....	1
1.0 目的.....	3
2.0 范围.....	3
3.0 相关标准.....	3
4.0 术语.....	4
5.0 人员安全.....	4
6.0 ESD 控制程序.....	4
6.1 ESD 控制程序的要求.....	4
6.2 ESD 经理或协管员.....	4
6.3 修正.....	4
7.0 ESD 控制程序的管理要求.....	5
7.1 ESD 控制程序文件.....	5
7.2 培训计划.....	5
7.3 防静电用品质检计划.....	5
7.4 符合性验证计划.....	5
8.0 ESD 控制程序的技术要求.....	6
8.1 接地/等电位连接系统.....	6
8.2 人体接地.....	6
8.3 ESD 保护区 (EPAs)	7
8.3.1 绝缘材料.....	7
8.3.2 孤立导体.....	9
8.4 包装.....	9
8.5 标识.....	9
附件 A-补充技术考虑.....	10

本标准覆盖敏感电压 HBM100V、CDM200V 以上的电气、电子器件、组织及产品，在生产、组装、安装、包装、标识、检验以及其他取放和操作过程中 ESD 防护体系的设计、建立、实施和保持的要求。本文所说的 CDM 电压水平旨在对敏感器件形成感应带电损伤的必要绝缘材料的管理。

标准同时定义的对孤立导体的要求，在以前的标准中的 MM 模型实质为器件对孤立导体的 ESD 耐受能力。

器件的 ESD 耐受能力现使用 HBM 和 CDM 确定。CDM 模型描述的是金属对金属的接触，过去描述为 MM。因此，器件不再必要进行 MM 测试，其数据也可能不能获取。

标准建立在以往军工及民用组织的经验基础之上，能够为组织建立敏感器件取放的 ESD 体系提供指南，本标准涉及的相关标准包含 ESDA、MIL 以及 ANSI 有关材料和物品的技术和测试标准。以下三项原则构成本文件基本技术原则：

第一，工作环境的所有导体，包括人体连接在一起，并接入接地线系统，从形成等电位，这时虽然有可能整体静电电位高于 0V，但由于等电位的形成，不会发生静电放电。

第二，工作环境中可能会存在一些必须的绝缘材料，如 PCB 的基材、器件封装及包装材料等。这些绝缘材料如果带上静电，通过接地方式不能泄放，这时只能使用离子化设备进行消除。此外，对绝缘材料静电进行测量会评估是采取措施前必要工作。

第三，运出 ESD 防护区(EPA)的 ESDS 必须要有封闭的防静电包装。包装的类型可根据实际情况和包装目标来设定。ESDS 在 EPA 内使用低带电性的耗散材料，出 EPA 建议使用低带电性的屏蔽材料。本文未就包装的分类和使用进行讨论，但此问题应予以重视，有关详细的信息可参考 ESD S541 标准。

固体物体的动作、接触分离，液体和气体中微粒在流动当中都会产生静电。人体、高分子材料的器件以及运转当中的设备都是常见的静电源。ESD 的通常有以下两种情形：

第一，带电的物体在接触 ESDS 时发生放电；

第二，处于接地状态的 ESDS 暴露在静电场中。

常见的 ESDS 有微电子器件、非连续半导体、薄膜电阻、混合器件、印刷电路板、电压

晶体等。通过器件在模拟的防静电情形的试验可以确定器件不同放电情形下的耐受能力和敏感等级，但这与实际中的敏感度不一定关联。但是敏感度可以用来比较不同厂家的器件。电子器件的 ESD 敏感等级模型有人体模型 HBM 和带电器件模型 CDM 两种。

本标准的实施可以进行第三方认证。认证的程序类同 ISO9001 之类的质量体系认证。认证程序方面的信息可与 ESDA 授权认证机构联系。

本标准最初版本为 ANSI/ESD S20.20-1999,1999 年 8 月 4 日获得通过，第二版 ANSI/ESD S20.20-2007 年 2 月 11 获得通过，第三版 ANSI/ESD S20.20-2014 于 2014 年 7 月 11 日获得通过。

ESDA 标准：电气和电子器件、组件和产品（引爆装置除外）的 ESD 控制体系标准

1.0 目的

本标准的目的是为 ESD 控制体系的建立、实施和保持，提供管理和技术要求。

2.0 范围

本标准可应用于敏感电压大于等于 HBM100V、CDM200V 以及孤立导体 35V 的电子/电子器件、组件和产品的生产、组装、安装、包装、标识、测试、检验以及其他取放和操作活动。处理 ESD 敏感电压在此以下敏感电压的器件仍然可以应用本标准，但需要有其他附加的要求并调整本文中相应的要求。本标准不针对电子引爆装置、易燃粉尘和液体的安全防护。

注：本文所说的 CDM 敏感电压水平是指必要的绝缘材料所形成的导致器件感应带电损伤的情况孤立导体在过去称为 MM。

3.0 相关标准

除非特别说明，以下标准的最新版以及其修改、修订表为本标准的组成部分：

ESD ADV1.0, ESDA 术语表

ANSI/ESD S1.1, 手腕带

ANSI/ESD STM2.1, 工衣

ANSI/ESD STM3.1, 离子化设备

ANSI/ESD SP3.3, 空气离子设备的周期性检测

ANSI/ESD S4.1, 工作面的电阻测量

ANSI/ESD STM4.2, 防静电工作面的静电消散特性

ANSI/ESD S6.1, 接地

ANSI/ESD S7.1, 地板材料特性

ANSI/ESD STM9.1, 鞋装的电阻特性

ESD SP9.2, 鞋装一脚接地带的电阻特性

ANSI/ESD STM97.1, 地板材料—鞋装系统阻值的测量

ANSI/ESD STM97.2, 地板材料—鞋装系统电压的测量

ESD TR53,防静电设备和材料的符合性检测

ANSI/ESD STM12.1,座椅电阻特性测量

ANSI/ESD S541,ESD 敏感器件的包装材料

4.0 术语

本标准术语与 ESD ADV1.0 一致。

5.0 人员安全

本文所描述的程序和设施可能会将人员置于危险的电气环境，因此用户应对所选择的设施负责，遵从法律、规则以及内部外部的规定。注意安全本文不能取代或超越任何有关安全要求

人员有可能接触电源的地方必须考虑安装漏电断电保护器（GFCI）和其他的安全设施。

应遵循正确的接地方式，同时减小电气危害的措施应得到执行。

阻值测试时应注意人员是否暴露在 AC 或 DC 高压环境下，保证安全。

6.0 ESD 控制程序

6.1 ESD 控制程序的要求

ESD 控制程序应包含本标准所描述的管理要求。按照程序所处理的最高敏感级别的器件应形成文件。组织应按照本文建立 ESD 控制体系，形成文件，组织实施，保持运行，并进行符合性验证以使其他贯彻。

6.2 ESD 经理或协管员

组织应确认 ESD 经理或协管员，以确保体系符合本文的要求。

6.3 修正

本文以及本文中的条款可能不能完全应用。对每一条要求的实际应用进行评估后可以对标准进行增加、调整和去除的修正，但修正的结果，包含原理、调整的技术指标应在文件当中反映出来。

7.0 ESD 控制程序的管理要求

7.1 ESD 控制程序文件

组织的 ESD 控制程序文件应包含以下内容的要求

培训

防静电用品品质检验

符合性验证

接地/等电位连接系统

人体接地

EPA 的要求

包装系统

标识

ESD 控制程序文件是贯彻和验证体系的基础文件，其目标是充分贯彻内部质量管理体系的要求，并与之紧密结合。ESD 控制程序应在组织所有可以应用的地方进行实施。

7.2 培训计划

所有拿取或其他可能接触 ESDS 的人员应得到 ESD 知识和防护操作的培训和周期性的再培训。首次培训应当在该人员拿取 ESDS 之前完成。培训的方式和频率应在培训计划中定义。同时培训计划应有员工培训记录保留和存放的要求。组织根据实际情况确定培训方法和技巧，但培训计划中应包含用于评估受训人员培训效果的方法。

7.3 防静电用品品质检计划

应建立防静电用品品质检计划，以确保所选用的 ESD 控制项目符合要求，在表格 2、3 中的防静电用品品质检栏目中列示了测试方法和技术要求。防静电用品的质检通常在首次选择 ESD 控制项目时，使用以下方法确认：产品技术指标说明书；独立实验评估（报告）；内部实验室测试。组织所在采用本标准之前安装的 ESD 控制项目，使用中的符合性验证记录也可作为质检的证据，

7.4 符合性验证计划

组织应建立符合性验证计划，以确保 ESD 控制程序中的技术要求得到了执行。符合性验证计划应明确需要测试的技术项目、指标要求和验证周期，而且实际执行也要与值保持之一

致。符合性验证的文件中应明确测试的方法和用于检测和监测的仪器。如果组织所使用的测试方法与本文的相关标准不同，应适用修正程序在 ESD 控制体系文件明确。符合性验证应得到记录并保留，使值成为体系符合技术要求的证据。

所选用的测试仪器应满足符合性验证计划中有关测试的定义。

8.0 ESD 控制程序的技术要求

以下 8.1~8.5 条款描述了建立 ESD 控制程序的关键技术要求，所有的技术要求建立在测试方法或技术表格所列相关标准的基础之上。符合性验证计划应将检测技术指标的方法形成文件。

8.1 接地/等电位连接系统

应建立接地/等电位连接系统，以保证 ESDS 物件、人体以及其他的导体（如移动设备等）处于相同的电位，其实施应按照表 1 选择。

表 1 接地/等电位连接的技术要求

技术项目	实施方式	测试方法	技术指标要求
接地/连接系统	设备接地线	ANSI/ESD S6.1	<1.0Ω交流阻抗
	辅助接地	ANSI/ESD S6.1	到设备接地的阻值<25Ω
	等电位连接	ANSI/ESD S6.1	<1.0x10 ⁹ Ω ¹

8.2 人体接地

拿取 ESDS 物件时人员应与接地/等电位连接系统连接。人体接地的地方可以根据表 2 进行选择。

在 ESD 保护工作站处于坐姿的人体应当通过手腕带系统连接到接地/等电位连接系统。

处于站姿操作的人员可通过手腕带系统或地板-鞋装系统接地，且相关技术指标符合表格 2 的要求。使用工衣进行人体接地应在 ESD 控制计划中明确，且工衣须满足袖对袖导通，阻值同时符合表 2 中手腕带系统阻值和表格 3 中接地防静电服中的技术指标要求。

表 2 人体接地要求

人体接地技术要求	产品要求		验证要求	
	检测方法	技术指标	检测方法	技术指标
手腕带系统	ANSI/ESD S1.1	<3.5x10 ⁷ Ω	ESD TR53 Wrist	<3.5x10 ⁷ Ω

防静电物品到共同接地阻值。

	(6.11 部分)		Strap Section	
地板/鞋装系统 (两项同时符合)	ANSI/ESED STM97.1	$1.0 \times 10^9 \Omega$	ESD TR53 Flooring Section	$1.0 \times 10^9 \Omega$
	ANSI/ESD STM97.2	<100V 峰值	ESD TR53 Footwear Section	$1.0 \times 10^9 \Omega$

8.3 ESD 保护区 (EPAs)

拿取 ESD 器件、含有 ESDS 的组件以及含有 ESDS 器件且没有封盖或包装的产品必须在 EPA 中进行。已经建立的 EPA 必须要有明显的警示标志，该标志在人员进入 EPA 前就能够清楚地辨识出来。

注意：一个 EPA 可以是一个单个的工作站也可以是整个车间或是整个建筑物。

进入 EPA 的人员应已经完成了适当的 ESD 培训。未经培训的人员进入 EPA 应当由受过培训的人员陪同。

无论那里有 ESDS 的取放都应建立 EPA。EPA 中的 ESD 控制有多中途径，表格 3 罗列了一些可以选择的 ESD 控制静电水平。所选择的 ESD 控制项目，其技术要求和检测方式得到同步执行。

8.3.1 绝缘材料

所有非必要的绝缘材料，如咖啡杯、食品袋以及个人物品应当从 EPA 中清理出去。

ESD 体系应当包含产生过程中的必要绝缘材料控制计划以减少场感应所引起的 CDM 损伤。如果场强超过 2,000 V/inch，应按照以下方式中的一种进行处理：

- A) 使绝缘物远离 ESD 敏感器件 30cm (12 inches) 的距离；或
- B) 使用离子化设备或其他静电消除方法中和电荷。

如果制程当中的必要绝缘材料场强超过 125V/inch，并且与敏感器件距离小于 2.5cm (1 inch) 则按照以下方式处理：

- A) 使绝缘物远离 ESD 敏感器件 2.5cm (1 inches) 的距离；或
- B) 使用离子化设备或其他静电消除方法中和电荷。

注意：检测人员应熟悉测量仪器的操作方法，以确保测量准确。多数的手持式测量仪表要求与测试物体保持固定的距离，同时被测物体须足够大才能够准确读数。

8.3.2 孤立导体

ESD 控制计划时，如有可能接触 ESDS 的导电物品不能实现接地和等电位连接时，须有办法确保二者间的电位

差小于 35V。这可以通过使用非接触式静电电压仪或高阻抗的接触式静电电压仪测试 ESDS 和导体来实现。

技术项目	ESD 控制项目	产品质检要求		符合性验证要求	
		检测方法	技术指标	检测方法	技术指标
EPA	工作表面 (可任选其一)	ANSI/ESD S4.1	点对点阻值 $<1.0 \times 10^9 \Omega$ 点对接地点阻值 $<1.0 \times 10^9 \Omega$	ESD TR53 Worksurface Section	接地电阻、 $<1.0 \times 10^9 \Omega$
		ANSI/ESD STM4.2	$<200V$		
	腕带连接线	ANSI/ESD S1.1	$0.8 \times 10^6 \sim$ $1.2 \times 10^6 \Omega$	参见表 2 腕带连接线要求	
	腕带环	ANSI/ESD S1.1	内侧电阻 $<1.0 \times 10^5 \Omega$		
		ANSI/ESD S1.1	外侧电阻 $<1.0 \times 10^7 \Omega$		
	手腕带连接装置	ANSI/ESD S6.1	点对地阻值 $<2 \Omega$	ESD TR53 Grounding Bonding Systems	点对地阻值 $<2 \Omega$
	鞋装	ANSI/ESD STM 9.1	点对接地点阻值 $<1.0 \times 10^9 \Omega$	见表 2	
	脚接地带	ESD SP9.2	点对接地点阻值 $<1.0 \times 10^9 \Omega$		
	地板	ANSI/ESD S7.1	点对接地点阻值 $<1.0 \times 10^9 \Omega$		
	座椅	ANSI/ESD STM12.1	点对接地点阻值 $<1.0 \times 10^9 \Omega$	ESD TR53 Seating Section	接地电阻 $1.0 \times 10^9 \Omega$
	离子化	ANSI/ESD STM3.1 -放电时间 -偏执电压	用户定义 - $35 < V_{offset} < 35$	ESD TR533 -放电时间 -偏执电压	用户定义 - $35 < V_{offset} < 35$
	用于放置去除保护的敏感器件货架	ANSI/ESD S4.1	点对点阻值 $<1.0 \times 10^9 \Omega$ 点对接地点阻值 $<1.0 \times 10^9 \Omega$	ESD TR53 Worksurface Section	接地电阻、 $<1.0 \times 10^9 \Omega$
	移动设备 (工作台面)	ANSI/ESD S4.1	点对点阻值 $<1.0 \times 10^9 \Omega$	ESD TR53	接地电阻、 $<1.0 \times 10^9 \Omega$

	ANSI/ESD S4.1	点对点阻值 <1.0x10 ⁹ Ω		
连续监测仪	用户定义	用户定义	ESD TR53	厂家定义
手持焊接和拆焊工具	ANSI/ESD STM13.1	尖端接地电阻<2.0Ω	ESD TR53 Soldering Iron	尖端接地电阻<10Ω
		尖端漏电电压<20mv	Section Or	
		尖端漏电电压<10mA	ANSI/ESD S13.1 Section 6.1	
静电控制工衣	ANSI/ESD STM2.1	点对点阻值 <1.0x10 ¹¹ Ω	ESD TR53 Garments Section	点对点阻值 <1.0x10 ¹¹ Ω
接地的静电控制工衣	ANSI/ESD STM2.1	点对点阻值 <1.0x10 ⁹ Ω	ESD TR53 Garments Section	到接地点阻值 <1.0x10 ⁹ Ω
接地的静电控制工衣	ANSI/ESD STM2.1	<3.5x10 ⁷ Ω	ESD TR53 Personal Grounding with Garments Section	<3.5x10 ⁷ Ω

8.4 包装

组织应当按照 ANSI/ESD S541 定义 EPA 内、外 ESD 防护包装的要求，或按照与客户确定的合同、采购订单、图纸或其他文件的要求确实其要求。

注：当 ESDS 被放在包装材料上进行作业时，包装材料成为工作面，此时要符合工作面接地阻值的要求。

8.5 标识

ESDS 物件、系统或包装的标识应当与客户的合同、采购订单、图纸或其他文件相一致。当合同、采购订单、图纸或其他文件没有定义 ESDS 物件、系统或包装的标识时，组织在 ESD 控制程序中应当考虑标识的需要。如果确定需要进行标识，则应在 ESD 控制程序中形成文件。

附录 A-补充技术考虑

下列技术文件为用户产品和设备控制的指导性框架，由于目前业界尚无定义相关技术指标要求，用户应自行定义可接受指标和符合性验证标准。

1.自动取放设备 (ANSI/ESD SP10.1,Automated Handling Equipment [AHE].为确保 AHE 设备进行了 ESD 控制，有必要通过测试设备部件的接地阻值，并监测产品通过设备时的静电水平。这既可以确定消除 ESD 的措施又可称为寻找静电源位置的方法。该标准实践覆盖设备部件接地阻值的评估和静电源探测。

2.手套 (ANSI/ESD SP15.1,在用手套和手指套的阻值测试标准实践) .该标准实践旨在提供手套和手指套固有电阻和人体佩戴后的系统阻值的测试程序。此标准实践应用于所有防静电手套和手指套，且提供了在用户具体环境和应用的数据。

3.传送系统上的 ESD 敏感器件在工作站之间的传递或通过各处理工艺，如 SMT、回流焊、波峰焊时，往往处于非保护状态。目前标准尚未关注传送系统的类型，常见的传送系统有扁平传送带、窄条传送带（常用于 SMT 设备）、辊轮传送、驱动刷等。单扁传送带常常作为工作表面的一种进行测试，但其他类型的传送装置需有不同的评估方法。

4.ESD 手册 (TR20.20) ESDA 标准委员会为面临 ESD 工作的个人和组织编写了 ESD 手册，它可以为依据 ANSI/ESD S20.20 标准建立、实施和监测静电控制体系提供指南。该手册适用于 HBM100V 以上敏感度的器件在制造、加工、组装、安装、包装、标识、服务、测试、检验以及其他拿取器件的活动。CDM 和 MM 问题也被关注。