

国内外ESD标准及体系

(仅涉及电子ESD防护, 不包括易燃易爆行业)

第一章 国际ESD标准化组织及标准体系

4.1 IEC标准化组织及ESD标准体系

4.1.1 IEC61340《静电》标准体系

- 1 IEC61340—1: 总论;
- 2 IEC61340—2—1: 静电测试方法—充电率;
- 3 IEC61340—2—2: 静电测试方法—起电量测试
- 4 IEC61340—2—3: 静电测试方法—电阻和电阻率;
- 5 IEC61340—3—1: 模拟静电效果方法—静电放电模拟—人体模型(HBM);
- 6 IEC61340—3—2: 模拟静电效果方法—静电放电模拟—机器模型(MM);
- 7 IEC61340—3—3 模拟静电效果方法—静电放电模拟—带电器件模型(CDM);
- 8 IEC61340—4—1: 特定应用的标准测试方法—地面覆盖物和安装地板的静电性能;
- 9 IEC61340—4—2: 特定应用的标准测试方法—衣物测试方法; (还未发布)

- **10 IEC61340—4—3**: 特定应用的标准测试方法—静电防护鞋特性的测试方法;
- **11 IEC61340—4—4**: 特定应用的标准测试方法—柔性散装物料中间容器 (FIBC) 性质—测试方法与要求; (与ISO SC/122合作)
- **12 IEC61340—4—5**: 特定应用的标准测试方法—鞋与地板组合时防护人员静电特性参数测试方法;
- **13 IEC61340—4—6**: 特定应用的标准测试方法—散装物料中间容器 (IBC) 静电安全测试方法; (还未发布)
- **14 IEC61340—5—1**: 电子器件的静电防护—基本要求;
- **15 IEC61340—5—2**: 电子器件的静电防护—用户指南;
- **16 IEC61340—5—3**: 电子器件的静电防护—ESDS器件包装设计。
(预工作阶段)
- **4.1.2 IEC61340—5—1**: 电子器件的静电防护—基本要求;
- **1 范围; 2 标准参考文献; 3 定义; 4 标志和标注; 5 ESD防护区 (EPA);**
- **6 防静电包装; 7 采购、接收、存储和操作; 8 培训; 9 质量管理;**
- **10 定期符合性审查**

- **IEC61340—5—1**几个附件：附件**A**《测试方法》；附件**B**（资料性）《电荷衰减测试方法》；附件**C**（资料性）《将**ESD**影响降为最小的**ESDS**设计》；附件**ZA**（标准性）国际出版物与欧洲出版物的标准文献。
- **4.2 美国标准体系和ESD标准**
- **4.2.1 美国军标体系（MIL）**
- **1 MIL--STD-1686 Electrostatic Discharge Control Program for Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment**
- 保护电气和电子元件、组件和设备（不包括电引爆器件）的静电放电控制大纲
- **2 MIL- HDBK—263 Electrostatic Discharge Control Handbook for Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment**
- 保护电气和电子元件、组件和设备（不包括电引爆器件）的静电放电控制手册

- 电控制大纲
- **3 MIL-M-38510** 一般通用型微电路规范
- **4 MIL-STD-129**—用于运输和存储的标识
- **5 MIL-STD-1285**—电气和电子元器件标识
- **6 MIL-STD-750 方法1020** 半导体器件静电敏感度分级和测试方法 (HBM)
- **7 MIL-STD-883 方法3015** 集成电路静电敏感度分级和测试方法 (HBM)
- **8 MIL-PRF-81705** 可密封柔韧性防静电阻隔材料规范
- **9 MIL-HDBK-773** 防静电包装手册
- **10 MIL-P-82646** 导电可密封软塑料薄膜及包装袋通用规范
- **11 MIL-PRF-87893** 工作站，静电放电控制
- **12 MIL-PRF-19500** 半导体器件静电放电敏感度分级和测试方法 (HBM)
- **13 MIL-PRF-38535** 半导体器件静电放电敏感度分级和测试方法 (HBM)
- **14 MIL-STD-3010** 联邦测试规范
- **15 MIL-DTL-117** 包装、套管和管子内包装
- **16 MIL-E-17555** 电气与电子设备、辅助设备、临时用 (配件) 包装
- **17 MMA-1985-79** 修订版 3, 评估摩擦起电和衰减的规范

- **4.2.2 美国国家标准和静电放电协会标准体系（ANSI/ESD）**
- **1 目的； 2 范围； 3 参考文献； 4 定义； 5 人身安全； 6 静电放电控制方案； 6.1 静电放电控制方案要求； 6.2 静电放电控制方案的指导； 6.3 修订； 7 静电放电控制方案管理； 7.1 静电放电控制方案计划； 7.2 培训计划； 7.3 认证检查计划； 8 静电放电控制方案技术要求； 8.1 接地/等电位连接； 8.2 人员接地； 8.3 防静电工作区； 8.4 包装； 8.5 标记。**
- **附录A 其它控制方案的考虑**
- **附录B 敏感度测试**
- **附录C 相关文件**
- **表格目录**
- **表1 接地和等电位要求**
- **表2 人员接地要求**
- **表3 防静电工作区控制项目**
- **表4 器件的静电放电敏感度测试参考**
- **表5 装置和设备静电放电敏感度测试参考**
- **除非特别提及，以下最新发表和修订的文件构成了上述标准的一部分。**

- **1 EOS/ESD ADV 1.0—协会术语表**
- **2 ESD S1.1 静电放电协会标准—腕带**
- **3 ESD ADV 2.0 静电放电协会标准—手册**
- **4 ESD STM 2.1 静电放电协会标准—服装**
- **5 ANSI EOS/ESD S 3.1 电离**
- **6 EOS/ESD SP3.3 空气电离器定期检测**
- **7 ESD S 4.1 静电放电协会标准—工作台面的电阻**
- **8 ESD STM 4.2 静电放电协会标准—工作台面的电荷衰减性**
- **9 ESD STM 5.1 静电放电协会标准—人体模型的构成**
- **10 ESD STM 5.2 静电放电协会标准—机器模型的构成**
- **11 ESD STM 5.3.1 静电放电协会标准—带电器件模型的构成**
- **12 ANSI EOS/ESD S 6.1——接地的实施**
- **13 ANSI/ESD S 7.1 静电放电协会标准—地板材料的电阻**
- **14 EOS/ESD S 8.1 EOS/ESD协会标准—静电放电测试的标记**

- **15 ESD S 9.1** 静电放电协会标准—鞋类的电阻
- **16 ESD DSP10.1** 静电放电协会标准—操作
- **17 ESD ADV 11.2** 静电放电协会标准—静电积聚测试
- **18 ESD STM12.1** 静电放电协会标准—座椅的电阻
- **19 ESD DS 13.1** 静电放电协会标准—静电电压衰减
- **20 ESD TR53** 静电放电协会标准—静电防护装备和材料检验方法
- **21 ESD STM 97.1** 静电放电协会标准—地板材料、鞋类和人接触的电阻测量
- **22 ESD STM 97.2** 静电放电协会标准—地板材料和鞋类、人体静电电压测量
- **23 ANSI/ESD541** 静电放电敏感器件包装材料
- **24 ESDSIL** 可靠性认证中心静电放电敏感类产品清单
- **25 VZAP** 静电放电敏感度数据

- **4.2.3 美国电子工业协会（EIA）、半导体协会（JEDEC）的ESD标准**
- **EIA-625标准是美国电子工业协会（EIA）、半导体协会联合制定的ESD标准。**
- **JESD625-A是EIA-625的修订版于1999年12月发布，其名称为《静电放电敏感器件的操作要求》。主要内容有：1 目的；2 范围；3 相关文献；4 术语和定义；5 检验及测试仪器；6 防静电工作区（工作台）；7 防静电接地；8 防静电敏感器件的包装；9 符合性检验；10 培训；11 产生静电最小的措施；12 静电防护操作审查表；附录A参考文献资料；图1 防静电工作台；图2 防静电包装警示标志图例；表1 防静电工作区、工作台、工具的基本要求；表2 静电防护项目检验。**
- **JESD625-A是一部集技术、培训和质量认证的基础标准，绝大部分内容和ANSI/ESD接轨。**
- **1 EIA-583 对潮湿敏感产品的包装规范**
- **2 EIA-471 静电敏感器件标记和符号**

- **4.2.4美国国家标准学会（American National Standard Institute）(ANSI)的ESD标准**
- **1 ANSI C63.16, American National Standard Guide for Electrostatic Discharge Test Methodologies and Criteria for Electronic Equipment**
- 美国国家标准指南：电子设备静电放电测试方法
- **2 ANSI/ASTM F150, Standard Test Method for Electrical Resistance of Conductive Resilient Flooring**
- 导电性弹性地板电阻测试方法
- **3 ANSI/AATCC 134, Electrostatic property of Carpets(ANSI, American Association of Textile Colorists and Chemists)**
- 地毯的防静电性能

- **4 ANSI Z-41, Protective Footwear**
- 防护鞋
- **5 ANSI/UL 779, Electrically Conductive Floorings (ANSI, Underwriters Laboratories)**
- 导电性地板
- **4. 2.5美国防火协会 (National Fire Protection Association) (NFPA) 的ESD标准**
- **1 NFPA 5-8—Static Electricity**
- 静电
- **2 NFPA 77—Static Electricity**
- 静电
- **3 NFPA 99—Chapters 6 and 7—Standards for Health Care Facilities,**
- **Quincy,MA**
- 健康用品标准

- **4.2.5 美国测试学会（ASTM）的ESD标准**
- **1 ASTM D257-78—DC Resistance or Conductivity of Insulating materials**
- 绝缘材料的直流电阻或电导
- **2 ASTM D991橡胶特性—导电材料产品及防静电材料体积电阻的测试方法**
- **3 ASTN D4470 静电起电测试方法**
- **4 ASTM F150 导静电和静电耗散型弹性地板的测试方法**
- **4.3 国际电工、电子工程师学会（IEEE）ESD相关标准系列**
- **1 IEEE STD C62.38, IEEE Guide on ESD: ESD Withstand Capability Evaluation Methods（for Electronic Equipment Subassemblies）**
- 国际电工、电子工程师学会**ESD标准指南：电子设备组件静电感度评价方法**
- **2 ANSI/IEEE—STD—142 IEEE绿皮书（推荐使用的工业和商用电气设备系统接地方法）**
- **4.4 其它国家标准**

- **第二章 中国的ESD标准化组织及标准体系**
- **2.1 我国国家标准（GB）**
- **1 GB12158 —2006 防止静电事故通用导则**
- **2 GB12014 —1989 防静电工作服（2006已作修订，报批）**
- **3 GB21146 -2007个体防护装备 职业鞋（GB4385—1995 防静电鞋、导电鞋技术要求）**
- **4 GB50174 —电子信息系统机房设计规范（GB50174-93 电子计算机房设计规范-2008年修订版，报批。）**
- **5 GB/T 15463 —1995 静电安全名词术语**
- **6 GB/T12703 — 1991 纺织品静电测试方法**
- **7 GB/T2812 -2006 安全帽试验方法**
- **8 GB1410 — 2006 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法**
- **9 GB/T17626.2 —1998 电磁兼容试验和测量技术 静电放电抗扰度试验**
- **10 GB2887—2000 电子计算机场地通用规范**

- **11 GB/T13962-92**工业过程测量和控制的电磁兼容性-静电放电要求
- **12 GB/T15662-95**导电、防静电塑料体积电阻率测试方法
- **13 GB/T18044-2000**地毯静电性能评定模拟人体步行试验方法
- **14 GB9228-88**静止型放射性静电消除器
- **15 CB—**电子工业防静电设计规范（住房和城乡建设部归口，报批）
- **16 GB—**防静电工程施工与质量验收规范（住房和城乡建设部归口，制定）
- **17 GB50174—**电子信息系统机房测试验收规范（制定）
- **18 GB—**服装防护 防静电毛针织服（制定）
- **19 GB/T14447—93**塑料薄膜静电测试方法—半衰期法
- **20 GB—**防（导）静电地面设计规范（报批）
- **21 GB—**高架活动地板通用技术规范（立项）
- **22 GB—**防静电系统技术和质量认证通用规范（立项）

- **2.2 我国军用标准（GJB）**
- **1 GJB1649 — 1993 电子产品防静电放电控制大纲**
- **2 GJB3007 — 1997 防静电工作区技术要求（2006年修订，报批）**
- **3 GJB/Z105 — 1998 电子产品防静电放电控制手册**
- **4 GJB2605 — 1996 可热封柔韧性防静电阻隔材料规范**
- **5 GJB1201 — 1991 接地、搭接和屏蔽设计的实施**
- **6 GJB/86 — 1997 防静电包装手册**
- **7 GJB/J5972 — 2007 非接触式静电电压表校准规范**
- **8 GJB — 国防工业防静电设施与用品验收规程（报批）**
- **9 GJB128A — 97 半导体分立器件实验方法 静电放电敏感度分类**
- **10 GJB548A — 96 微电子器件实验方法和程序 静电放电敏感度分类**
- **11 GJB5006 — 2001 航天用抗静电、屏蔽化纤编织套管通用规**

- **2.3 电子、邮电行业标准（SJ、YD）**
- **2002年以后发布的电子行业标准,大都和国际标准接轨。其中SJ/T10694是一部防静电系统检测方法的标准,其绝大部分内容等效采用了IEC61340-5-1。SJ/T11159则等效采用了IEC61340-4-1。**
- **1 SJ/T10533 — 1994 电子设备制造防静电技术要求**
- **2 SJ/T10630 — 1995 电子元器件制造防静电技术要求**
- **3 SJ/T11277 — 2002 防静电周转容器通用规范**
- **4 YD/T754 — 1995 通信机房静电防护通则**
- **5 SJ/T10147 — 1991 集成电路防静电包装管**
- **6 SJ/T10694 — 2006 电子产品制造与应用系统防静电检测通用规范**
- **7 SJ/T11090 — 1996 电子工业用合成纤维防静电绸性能及试验方法**
- **8 SJ/T10796 — 2001 防静电活动地板通用规范（替代GB6650—1986）**
- **9 SJ/T11236 — 2001 防静电贴面板通用规范**
- **10 SJ/T11159 — 1998 地板覆盖层和装配地板静电性能的试验方法**

- **11 SJ/T31469—2002 防静电地面施工及验收规范**
- **12 SJ/T11294—2003 防静电地坪涂料通用规范**
- **13 SJ 20154 — 92 信息技术设备静电放电敏感度试验**
- **14 SJ/T— 防静电洁净工作服、织物通用规范（报批）**
- **15 SJ/T—离子化静电消除器通用规范（制订）**
- **16 SJ/T—无尘抹布通用规范（制订）**
- **2.4 航天行业标准（QJ）**
- **QJ标准绝大部分参照或等效采用MIL、GJB、SJ标准制修定。主要有：**
 - **1 QJ2177 防静电安全工作台技术要求**
 - **2 QJ1950 防静电操作系统技术要求**
 - **3 QJ1875 静电测试方法**
 - **4 QJ1693 电子元器件防静电要求**
 - **5 QJ2245 电子仪器和设备防静电要求**

- 6 QJ2846 防静电操作系统通用规范
- 7 Q/W293 静电敏感器件使用规则
- 8 QJ2225 半导体器件使用规则
- 9 QJ2191 场效应管通用技术条件
- 第三章 国内外ESD标准的对比研究
- 3.1 EPA环境湿度
- ANSI/ESD S20.20 (RH30%~70%) ;
IEC61340-4-1 (1级RH12%±3%; 2级、2a级
RH25%±3%; 3级RH50%±5%, 通常要求) ;
GJB3007 (RH45%~75%) ; GJB2605
(RH12%±3%、等效采用MIL) ; MIL
(RH12%±3%) ; SJ/T10694 (RH40%~
60%) 。从测试条件对比,MIL要求最高。

- **3.2 测试电压**
- **IEC81340-5-1、ANSI/ESD**标准规定的产品,地面的测试电压**DC: 10V/100V**。这符合所在国电力系统电压(**AC: 100V**)对人身安全性和**EPA**静电控制不超过**100V**的检验规定。我国早期相关标准规定**DC: 100V/500V**。近年和**IEC**标准接轨,**GB、GJB、SJ**标准将测试电压改为**DC: 10V/100V**。但考虑我国的电力系统电压**AC**为**380V、AC220V**。所以有些标准象**SJ/T10694-2006**规定,当有人身安全性要求时,测试电压仍为**DC: 500V**,对防(导)静电材料,其测试电压不同,测试结果有时存在较大差异。
- **3.3 静电泄漏电阻(系统电阻)测试点选择**
- **IEC、GB、GJB、SJ**等标准规定检验产品和工程地面时,测量其静电泄漏电阻,一个电极放置在被测物体表面,另一个电极连接在该物体的接地线上。采用这种接法不能判定接地线与接地极之间的连接状况。**ANSI/ESD TR53**规定一个电极放置在被测物体表面上,另一个电极放置在设备保护接地线(三孔插座的保护接地插孔)。**ANSI/ESD S20.20**规定保护接地和静电接地不是采取共用接地系统。因此该测量方法可判定接地线接地连接状况。

- **3.4 静电衰减（消散）时间和离子型静电消除器残余电压测定**
- **IEC6140-5-1、GJB3007、SJ/T10694**对某些产品规定了静电衰减时间指标测量（ $\pm 1000V \sim \pm 100V, < 2s$ ）。**ANSI/ESD S20.20**对这一指标没有规定。美国**MIL**等标准则有相关规定。
- 对离子型静电消除器的静电消除性能,**IEC61340-5-1**对消除时间、残余电压、测试距离都做了规定（ $\pm 1000V \sim \pm 100V, < 20s$ ；2007年版标准 $< \pm 50V$ ；1999年版标准 $< \pm 100V; \leq 1.2m$ ）。**JGB3007、SJ/T10694**则等效采用**IEC6140-5-1**。**ANSI/ESDS20.20**仅对残余电压做了规定（设备 $< \pm 50V$ ；环境 $< \pm 150V$ ），对测试距离和测试时间都没有规定，只提出由用户决定。**JESD625-A-1999**规定残余电压不大于 $\pm 35V$ 。
- **3.5腕带测量**
- **ANSI/ESDS20.20**对腕带的疲劳实验做了规定（拉伸摆动16000次，电阻值符合要求）。**IEC61340-5-1、GJB3007、SJ/T10694**则没做规定。

- **3.5 防静电工作服检验**
- **ANSI/ESDS20.20**对工作服的检验规定了表面点对点电阻、带接地端子的静电泄漏电阻检验。**IEC61340-5-1**则对表面点对点电阻和静电衰减时间做了规定。我国新修订标准**GB12014**则等效采用**ANSI/ESDTR53**、**IEC61340-5-1**有关表面点对点电阻测试方法和日本标准（**JIS L1094**）摩擦起电量的测试方法（**IEC6130--1**: $RS < 1 \times 10^{12} \Omega$; **ANSI/ESD S20.20**: $RS < 1 \times 10^{11} \Omega$ 、 $RD < 1 \times 10^9 \Omega$ 、 $RD < 3.5 \times 10^7 \Omega$; **GB12014**: $Q < 0.2 \mu c$ 、 $Q < 0.6 \mu c$; **GJB3007**: $Q < 0.1 \mu c$; **SJ/T10694**: RS 为 $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^{10} \Omega$ 、 $Q < 0.6 \mu c$ ）。

- **3.6 人员接地(包括防静电鞋、防静电地坪)的检验**
- **IEC6140-5-1**对人员接地检验主要是利用人体电阻综合测试仪测试（将人一只手连接测试仪电极, 人员穿着防静电鞋站在另一个电极板上）人体（包括鞋）的静电泄漏电阻。我国**GJB3007**和**SJ/T10694**等效采用了该标准。另外**GB21146**对鞋, **SJ/T10694**对地坪还分别有相应的独立的检验标准。**ESD STM 97.1**《地板材料、鞋类和人接触的电阻测量》、**ESD STM 97.2**《地板材料和鞋类、人体静电电压测量》则分别测量地板、鞋、人体的综合静电泄漏电阻和利用接触式静电电压表测试人体（已穿防静电鞋并与防静电地板接触）的起电电压来判断人员接地状况,同时还可检验实际使用时检验鞋和地板的防静电性能。

- **3.7 EPA接地**

- **ANSI/ESD S20.20**规定设备接地小于 $1\ \Omega$ （设备接地线连接点和大地之间电阻），防静电等电位接地小于 $1 \times 10^9\ \Omega$ （**EPA**内所有接地的防静电装备、用品与大地之间的电阻等），辅助接地小于 $25\ \Omega$ （**EPA**内所有导体与设备接地导体（线）之间的电阻）。另外规定设备接地和防静电接地不共用。我国标准**GB50174**对设备接地电阻规定小于 $4\ \Omega$ ，**GJB1201**规定小于 $1\ \Omega$ 。**SJ/T10694**规定防静电接地小于 $10\ \Omega$ （接地极和大地之间）。对接地极与防静电装备接地连接点之间的电阻没做规定。我国标准**GB50174**、**GJB3007**等规定在**EPA**内防静电接地和设备接地系统（包括其它接地）可共用。如分别设置则采取防雷电反击措施。**GJB3007**对**EPA**所有金属体规定要和设备接地线连接,但没有提出连接到接地极的电阻值。

- **3.8 防静电包装（容器）**
- **ANSI/ESD S20.20—1999年版（2007年版归到ANSI/ESD 541）对防静电包装防静电性能规定：导静电型 $<1 \times 10^4 \Omega/\square$ ；静电耗散型 $1 \times 10^4 \Omega/\square \sim 1 \times 10^{11} \Omega/\square$ ；静电屏蔽型 $<50\text{nJ}$ （屏蔽静电能量）；低电荷参照**ESD ADV11.2**。我国标准**SJ/T11277**作了分类,但和国际不接轨。**GJB3007**、**SJ/T10694**对静电耗散型做了规定,等效采用**MIL—PRF—81705（JGB2605）**。对静电屏蔽包装，则等效采用**IEC61340-5-1**,屏蔽电压 $<30\text{V}$ （利用**HBM 1000V**实验电压）。对导静电、低电荷包装没有规定。**IEC61340-4-4**和**IEC61340-4-6**（还没发布）对防静电包装测试方法做了规定。**IEC61340-5-1**对防静电包装的不同防静电材料的定义和**ANSI/ESD**接近。**

- **3.9 有关EPA内静电场强度规定**
- **ANSI/ESD S20.20、EIA625-99**规定，在EPA内距静电敏感器件的距离**12英寸**范围内（**30cm**左右），静电场强不能大于**±1000V**。**JGB3007**规定：不大于**±100V**。**GB50174**规定电子机房绝缘体静电电位不大于**±1000V**。
- **3.10 关于摩擦起电实验方法**
- 有关产品的摩擦起电测试标准，统一的国际标准至今没有给出。**SJ10694、JIS、GB/T10723**给出的方法都不尽完善，存在一致性问题。**IEC61340-5-1**主要用静电衰减时间来评价产品或材料带静电后并接地时的消散情况。该方法相对比较科学，其意义等同摩擦起电法。