IEC 61340-5-1：2016简体中文解读

**权责声明**

       本解读文件是为了促进提高国内电子行业静电防护水平，特对IEC在2016年5月发布的IEC 61340-5-1 Edition 2.0（即2016版）标准进行翻译版，

特此声明：对于任何个人或单位因此使用本解读文件而引发的损失，将不承担任何责任和任何赔偿，当参阅本解读文件发现与标准有异义时请以IEC 61340-5-1:2016原版标准为准。

       我们欢迎阅读者对我们的文件提出指导和纠正，同时希望各界静电专家技术交流探讨和知识经验分享，促进我国防静电领域的发展，帮助国内电子工厂提高静电防护水平。

标准正文起始，前言部分略。

本解读内容包含IEC 61340-5-1：2016与ESD S20.20-2014的对比，有利于采用双标建立体系的工厂使用，若仅采用IEC标准建立体系者可略过标注ESD S20.20的内容。

**第5章-ESD管控体系**

**5.1.1 ESD管控体系要求**

电子工厂若要声明自己建立的ESD管控体系符合IEC 61340-5-1标准要求，工厂的ESD管控体系文件内容（无论是1个管控手册文件或是1套手册+程序+作业指导书等形式的文件）应该包含本标准中管理要求（5.2）和技术要求（5.3）的所有内容（ESD S20.20-2014的7和8），这就意味着工厂如果要满足标准要求，任何无适用性调整的删减和修改都将导致体系不完整。

ESD管控体系文件中应该写明工厂能处理的ESDS敏感器件中最低的敏感电压值，即组织应明确自己生产能力（管控水平），通常应收集所生产的所有ESDS敏感器件的参数（HBM、CDM、MM-Isolated conductors孤立导体）并进行汇总分析来找出最低的敏感电压值。如果最低的敏感电压值在本标准适用范围（HBM 100V，CDM 200V和孤立导体35V）之上则可进行处理，反之则应在此标准基础上，针对性地加强管控措施（本标准章节1（ESD S20.20-2014的2）范围有描述），比如说是HBM 最低敏感电压值低于本标准适用的100V，则应加强5.3.3（ESD S20.20-2014的8.2）相应的管控要求，甚至需加额外的管控措施，也就是要确定建立的ESD管控体系适用的范围。

工厂应按标准要求结合工厂实际情况（内外部环境）来策划制定适宜自己的管控方法和措施，将这些策划确定的方法和措施建立为ESD管控要求的文件（即上文所述ESD管控体系文件），然后根据管控体系实施并维持管控体系的运行，还应定期验证制定的ESD管控体系与本标准的符合性。工厂在建立和运行ESD管控体系时，应该以本标准的要求为基准，结合客户要求，历史经验，基础情况，自身的能力，与其他管理体系的结合程度，成本考量等因素来综合考虑后策划各管控过程的集合，由此编制适宜自己工厂的具有可执行性的ESD管控程序文件，然后按程序规定来实施，实施过程中如果有新的技术、方法、要求等影响因素时进行适时地修订并保持体系运行，体系运行过程中应保留运行记录，无论是用于数据分析，还是二方三方审查都能够提供证明材料，工厂可单独地定期验证ESD管控体系与标准的符合性，也可以结合质量管理体系的内审进行，特别是在标准及其相关标准变化时（e.g 版本升级）。建议工厂还应根据PDCA来持续改进ESD管控体系，可以是减少成本，优化过程，加强可靠性、增减或变更措施等等。

**5.1.2 ESD负责人**

工厂应该行政任命一名ESD负责人（ESD经理或协调员），赋于其职责，负责ESD管控体系的制定、文件化、维持和验证，即5.1.1（ESD S20.20-2014的6.1）第3段的要求。两标准有较大差异（ESD S20.20-2014标准对ESD经理或协调员要求职责仅验证），其表述的意思是一致的，都表明ESD管控体系的建立、实施、维护和改进过程都需要有责任人，虽然标准无明确要求但根据实施经验，但这名ESD负责人应具备相对应的行政管理级别和专业技术能力，可能借鉴管理体系内审员和工程师人员培训考核方法（无强制要求）。国内目前惯用组建一个ESD小组（主导部门的ESD负责人做组长，涉及的相关部门做组员）来协调工作；或者设置ESD小组的行政管理负责人（高层）和技术负责人（工程师）的方式。

**5.1.3 适用性调整**

标准或其部分条款要求内容可能不完全适用所有情形，在某些特殊情形时可能通过评估对标准相关要求进行适用性调整。对于增加、修改或删除标准要求（ESD S20.20-2014标准中没有“增加”建议增加部分通常是高于标准要求或者客户特别要求，作为工厂的实施要求，不需要特别进行适用性调整的说明），适用性调整的决定、技术理论和实际验证依据都应写到ESD管控体系文件中。

适用性调整是标准的一个很好的扩展，在实际应用标准时，以切合实际需要为准，不仅要符合标准要求，还有可能需要满足来自客户和自身的特殊要求，以及对不适用的管控措施进行调整。在导入过程中较常见的适用性调整可能有产品认可测试环境的要求，产品认可衍生过程，接地系统要求结合国家电气规范，人员接地特定要求，绝缘物品管控措施，孤立导体管控措施及调整，衍生（超标准要求的产品及包装）的标记等等，很多情形都是因客户或自身要求加严管控。

**5.2 ESD管控体系管理要求**

**5.2.1 ESD管控体系文件**

管理要求即策划制定的管控依据，5.1.1第3段所述依据标准要求建立的ESD管控体系文件，这套ESD管控体系文件中的内容可以超出标准要求，但一定要至少包含8个方面的内容，即：

1. 由上至下的人员防静电意识的培养，通过对相关人员进行静电防护知识的培训等活动。

2. 采购防静电物品前对产品的认可。

3. 防静电物品投入使用后，周期性的符合性验证。

上述3个方面的内容即为标准所要求的管理要求内容，是有计划地保障ESD管控体系的运行的策划内容，具体要求内容在5.2.2-5.2.4（ESD S20.20-2014的7.2-7.4）章节。

4. 接地系统。

5. 人员接地。

6. EPA的管控要求。

7. 静电防护包装系统。

8. 防静电标识的应用。

上述5个方面的内容即为标准所要求的技术要求，是具体的静电防护措施要求，具体要求内容在5.3.1-5.3.5（ESD S20.20-2014的8.1-8.5）章节。

上述要求强调的是一个完整的ESD管控体系框架，任何一个工厂的ESD管控体系都应该至少包含这8个方面的内容，如果有不适用的特殊情况也应该有相应章节内容的适用性调整描述。工厂的ESD负责人在验证制定的ESD管控体系文件时应该包括这8个方面的符合性以及适宜性。

据此建立的ESD管控体系文件是工厂实施静电防护、客户审查、和验证程序实施的主要文档，明确的目的要求或过程应该具有可实施性和可复查性，管控体系文件内容应与工厂的质量管理体系相整合，并且应融入到正常的生产活动中。静电防护是质量管理休系产品防护的一部分，静电防护也是为了提高产品质量。建议在建立ESD管控体系也同样需要考虑内外部环境（见5.1.1 ）和管理过程，包括过程输入输出、过程的顺序和相互作用、准则和方法、获得资源、责任和权限、风险和机遇、评价、变更、改进等；管理文档及运行记录的信息管理，即质量管理体系中形成文件的信息；测量所需的仪器应按质量管理体系监视和测量资源相关的程序进行管理；生产过程中的不合格品是否内产得到良好的静电防护；体系运行PDCA过程，持续改进和不符合问题的纠正措施；最终都是为了顾客满意，在绩效评价过程中应该关注ESD问题或投诉，若有则应进行分析；体系运行过程需要专业的人员和技术，5.2.2（ESD S20.20-2014的7.2）与质量管理体系中组织的知识、能力、意识结合；5.2.3（ESD S20.20-2014的7.3）与质量管理体系中外部提供过程、产品和服务的控制结合；5.2.4（ESD S20.20-2014的7.4）与质量管理体系中监视、测量结合；5.3（ESD S20.20-2014的8）技术要求与质量管理体系中防护、标识结合等等；但在结合过程中需要注意的是ESD管控体系和质量管理体系中“产品”的差异需要理解和区分。

**5.2.2 培训方案**

静电防护是人员实施的，人员的意识和能力决定工厂静电防护水平。培训与质量管理体系的培训相关管理程序可结合，需要特别注意的是本标准中的要求。

制定的培训方案中应该策划如何实施静电防护意识培训，即怎样进行培训可以不断提高人员防静电意识和能力达到既定目标。

培训方案中还应确定参加培训的人员，本标准比ESD S20.20-2014标准推荐更多的人员参与，明确要求至少所有处理或会接触ESDS器件的人员都必须完成初次和周期培训与ESD S20.20-2014标准一致，这些人员可能会包括高层领导者、中层管理、生产员工及工程人员等。

初次培训即该人员第一次参加静电防护知识培训，通常新员工入职会进行入职培训，可以结合入职培训或岗前培训作为初次培训，推荐国内工厂进行全员参与了解基础知识，而处理敏感件的员工重点加强培养意识和操作习惯；标准要求体系运行开始后，初次培训应该在人员处理ESDS器件（上岗接触ESDS器件）之前完成，如果体系运行之前未做过ESD培训，可在体系运行时对老员工进行初次培训。

制定的培训方案还需要确定周期培训的周期或频次，人员在形成习惯前很容易遗忘，特别是在要求严格的工厂，员工需要注意的方面非常之多，而静电特性是看不见摸不着很容易被忽视，因此应该根据培训经验和培训效果设定周期培训的频次，不断加强人员防静电意识和能力。周期和频次的概念略有差异，建议工厂根据生产情况采用定期（生产淡季）组织统一培训，或者采用培训有效期方式通过互联网+培训系统进行。

培训的方式多种多样，工厂可以根据原有培训管理程序和历史经验确定ESD培训的类型，比如传统教室课堂方式，看视频，学文件，岗位实操等等，从近几年发展和经验来看，互联网+方式应用较广，通过培训系统自学自考获得资格；但内部培训方式仍然是一种有效的培训类型，特别是针对中高层管理人员；外部培训、工厂间的相互学习，以及聘请ESD专家做内部讲堂方式也是工厂不断提高的有效方法。

培训完成应该确定一种或多种方法来验证培训的效果，一方面是学员理解培训内容的程度，另一方面是培训内容的适宜性。可以采用培训管理程序既定方式，比如试卷答题、培训系统考评、实操评价等等。培训活动开展应该注意保留记录，特别是需要通过客户或第三方的审查的工厂，通常传统课堂方式所用培训计划、签到表、考试卷、培训表等，以及培训系统自动生成的记录或证书都可做为培训完成的记录。

**5.2.3 产品认可方案**

产品认可（译词，ESD S20.20-2014中文标准中此章节为ESD控制物品导入）是指体系运行开始，所有防静电物品都应该通过工厂的许可才能投入使用，表明这个过程通常是在采购之前完成，目的是确保投入使用的防静电物品是能达到防静电效果的。而在体系运行之前已经投入使用的防静电物品，可以通过5.2.4（ESD S20.20-2014的7.4）符合性验证的记录作为认可的证据，这里是标准特别提出的一项减免要求有利于工厂的体系导入，符合性验证记录的周期建议1年以上，如果没有温湿度严格管控的至少包括干燥季节的符合性验证记录。虽然按标准要求仅需要对标准表2和表3列出的防静电物品做认可，推荐工厂在实施时将此方法扩展到ESDS器件生产环节中所有物品，做好物品管控来减少静电的产生和控制静电的释放。IEC 61340-5-1标准比ESD S20.20-2014标准多强调了表2和表3未列出的物品的管控，即所有防静电物品无论是否列出，只要是用于防静电的物品，都应该列到工厂制定的管控体系文件中，包括每种物品的测试方法和限值要求，IEC TR61340-5-2标准中还有一些本标准未列出物品的指南内容，尽可能参考应用，比如说手套指套、防静电包装材料、防静电工具（含孤立导体），甚至可以扩展到绝缘材料也可以进行认可是否允许进入EPA内使用。

产品认可的方法除上述体系运行前已使用的情况外，标准规定了可接受的产品认可方法有3种(采用任意一种即可符合标准要求，为了保障产品质量和适应国内环境，工厂有实验室条件可考虑无论采用1和2后仍然采用3。)：

1.审查防静电物品制造商的产品规格书做判定，可以是出厂检验报告、产品测试报告等，但要求这份报告中信息和数据至少应该包括测试方法和测试值，测试方法必须是IEC测试标准（表3列出），测试值应符合标准限值要求，即实测值应该在工厂限值范围内，工厂可以在本标准限值上加严定义工厂的认可限值，但不可放宽超过本标准限定值范围。

2.通过第三方实验室的测试报告进行判定，测试方法和限值要求同上，对于第三方实验室资质要求可根据工厂自己特定要求做出对应的限定。

3.工厂自已有测试实验室时可以接收供应商样品，同样采用IEC的测试方法，通过实测值做出判定。自测报告针对国内现状更具备可信性，工厂可以结合来料检验（但需注意其中差异）进行认可。应用工厂内部自测方法时特别要注意测试标准、测试环境和测试仪器，以及测试人员的能力。

产品认可过程，标准要求每种防静电物品都需要进行但在未发生环境变化时仅需做一次。工厂在实际实施时可以考虑加强执行，包括型号、材料、批次的区别。当标准测试方法变化、客户要求变化、自己管控加严等情况时可考虑增加产品再认可。

**5.2.4 符合性验证方案**

符合性验证是指防静电物品通过5.2.3（ESD S20.20-2014标准的7.3）认可后采购投入使用，但由于这些物品在使用中会有迁移、磨损、破坏、变质等情况，通过日常点检监测确保这些防静电物品仍然保持在有效防护作用的状态，即为了确保5.3（ESD S20.20-2014标准的8）技术要求执行验证的符合性。符合性验证方案是一个计划，根据经验和防静电物品的性能进行策划，在实施过程中如果有变化应该及时做出变更（修订程序文件）。

方案中应该明确每种防静电物品验证的频次（周期或定期）、验证时判定的限值要求，以及确定验证所使用的测试方法和测量器具。如果工厂要用其他测试方法替代本标准中要求的测试方法，应该证明其他测试方法的结果符合本标准的要求，如果工厂增加了测试项目是本标准未要求的，应记录相应的测试方法和限值要求。建议针对每种防静电物品确定验证频次和限值可能根据工厂实际情况还需要进一步细化，比如不同的车间或不同的工位，同样一种防静电物品被损坏或变质的周期不一样，特别是有化学品、高温、频繁摩擦等工位；再比如同一种防静电包装材料，但不同客户要求限值不一样，如果不采取统一严格要求限值管控，区别管控时就要明确两个限值；同一工厂不同车间或流程可以进行分级管控，特别是有部分区域生产过程涉及到高敏感的ESDS器件（超过本标准适用范围-5.1.1 ）。本标准中明确的测试方法在工厂实际使用时如果要调整和增加，都应该写好适用性调整。目前ESDA和IEC两者测试方法允许互换使用，如果工厂在审查和认证过程中同时采用IEC 61340-5-1和ESD S20.20标准，建议工厂参考两标准对应的测试方法编制唯一的工厂内部使用的测试方法，或者指定其中一种测试方法。

进行符合性验证测量或检查时应该如实留下记录，记录是审查、验证和分析改进的重要信息，缺失即不符合要求。根据实施经验，建议工厂在记录模板的设计上花一些功夫（模板化减少记录书写量），以及对验证测量人员做好对应的培训和记录要求，避免记录的不符；依据标准表1-3的测试方法（或适用性调整后的其他测试方法）要求，通常1个测试记录应该包括测试的日期、仪器、人员、环境、位置（编号）、测试方法、测试项目、实测值、限值要求（判定结果）、故障处理等，日期应具体到年月日，实测值应明确要求如实记录确保真实性，在实施中经常发现工厂全年所有物品测量值都是合格的但现场抽样测试却有不合格防静电物品，实测值还应明确记录数据的位数，比如要求电阻值记录到小数点后1位或2位，以及计数保留方法。测试仪器的选用非常重要，市面上仪器品牌型号非常多，实施经验中发现不同的仪器测量值有差异，甚至有相关几个数量级的情况，因此建议工厂在采购测试仪器时先了解标准测试方法中对仪器的要求，比如量程、精度，电阻测试电极样式等，仪器说明应该明确设计所符合的测试方法。

本标准（ESD S20.20-2014未明确）建议工厂制定符合性验证的频次（周期或定期）时，把工厂最差湿度环境的情况考虑进去，特别是针对湿度低地域且环境管控不严格的工厂。

**5.3 ESD管控体系的技术要求**

**5.3.1 概述**

标准后文（5.3.2-5.3.6，ESD S20.20-2014的8.1-8.5）是工厂建立和运行ESD管控体系的基本技术要求，即根据过去历史经验的总结得出的静电防护关键性技术相关的要求。静电敏感器件产品在不断研发，静电防护技术也在不断发展，防静电材料和设备也跟着不断推陈出新，管控技术也在朝智能化和自动化发展，标准也会随之发展不断修订，ESD S20.20五年修订周期已临近，静电防护技术和标准化要求都会随时代进步。

技术要求中的限值是基于表1-3列出的标准或测试方法，注意标准中表1是“Test method/standard:National electrical system standard”，标准再次强调的是符合性验证5.2.4 （ESD S20.20-2014的7.4）在执行时，测试方法与限值的对应关系，通常在内部审核及外方审查过程中都会关注方法的正确性，因为错误的测试方法量测值并不是我们所预设的结果，与限值对比进行判定会导致错误。工厂在实用时，可能会因为一些因素未按标准表1-3定义的测试方法和要求限值，如果出现这种情况，必须写适用性调整内容来支撑自定义的其他测试方法和限值与本标准的符合性，即允许工厂自己做调整，但仍要证明其符合标准要求。标准表1-3并未列尽工厂所用的所有防静电物品，表1-3列出的防静电物品也工厂未选用的物品，是由工厂自己确定使用的防静电物品列表（有计划使用的建议在建立或修订管控程序时纳入），虽然标准中明文规定要求进行产品认可未要求符合性验证，所有可监测的防静电物品都应该受到定期监测确保防护的有效性。

标准的表1-3中电阻测量限值没有规定下限要求，从防止CDM损害和人员安全因素考量，应该根据产品由工厂自主设定合适的下限值在产品认可和符合性验证中实施。人员安全方面手腕带在产品认可中有下限值，鞋，衣服、手套和指套等都没有设定；标准中对产品直接接触的工作表面、货架和推车等在表3中推荐点对点电阻下限值设为1\*10e4Ω（ESD S20.20-2014标准对工作表面在表3中推荐点对点和点对可接地点电阻下限值设为1\*10e6Ω）。此处对洁净室常用的金属工作台等物品需要注意，如果ESDS器件CDM敏感度高应该禁止直接存放和处理，推荐使用符合防静电工作表面限值要求的不发尘包装（Tray、盒、箱等）做为工作表面。工厂参考各自国家的相关规范要求和/或IEC 60364[4] 族, IEC TS 60479-1[5]， IEC TS 60479-2[6]，IEC 61010-1[7]， and IEC 61140[8]。

**5.3.2 接地/等电位连接系统**

消除ESDS器件与其会接触的其他导体之间的电位差是当前静电防护的核心技术，没有电位差就没有放电，没有放电就没有伤害，其他导体可能是人体、自动化设备、治具夹具及移动设备等（目前管控体系以防护接触放电为主）。因而，标准要求所有与ESDS器件接触的导体（含耗散材料）都应该接地（或等电位连接）以消除电位差。标准列出3种接地方式：

**保护接地（设备接地）**

本标准首选ESD接地采用保护接地（ESD S20.20-2014标准中的设备接地），防静电物品和人体都连接到保护接地系统。

**静电接地（辅助接地)**

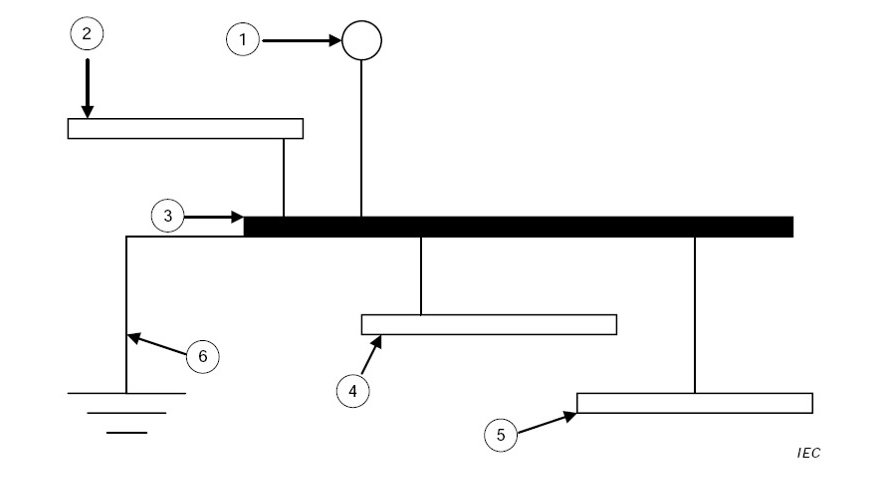
本标准次选使用静电接地（ESD S20.20-2014标准中的辅助接地）系统，但在国内根据接地规范这种接地方式是优先采用。静电接地可能是单独的静电接地棒、桩，或者是从交流电的接地主铜排单独拉出来的1个静电接地线系统（不推荐使用）。为了消除静电接地和设备接地间的电位差，静电接地应与设备接地尽可能连接在一起，即应做设备地线系统与静电接地系统等电位连接，但在连接时建议采用断路器或限流电阻，避免接地系统异常时回流导致意外事故的发生。

**等电位连接**

如果工厂没有合适的接地，可以通过将所有的防静电物品连接到一个公共连接点来实现静电防护（图2），各防静电物品与公共连接点之间的电阻应符合表2-3所限定的值。等电位连接在标准中应用为没有接地可用的情况下使用，建议每个工站或相近几个工站使用1个公共连接点，即腕带、工作表面、地垫等连接到公共连接点，在接地系统异常时有二重保障。

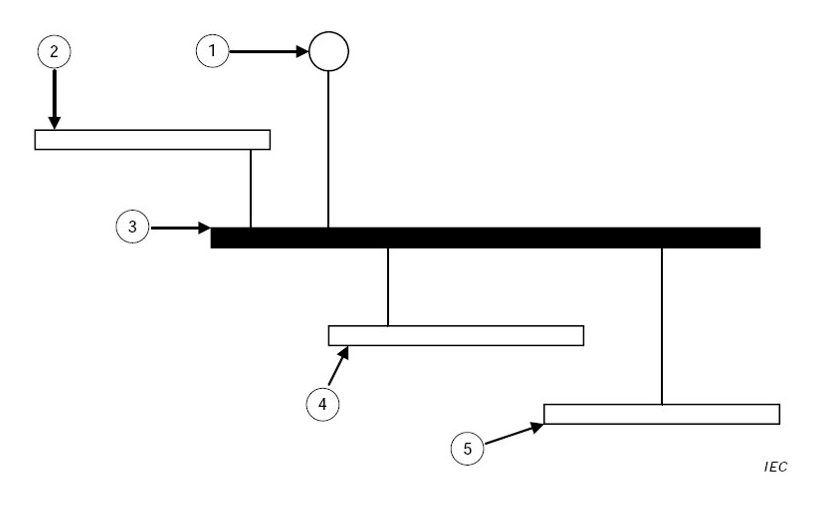
无论采用哪种接地/连接方式，在本标准中其他章节中统一使用“接地”。接地系统建议使用树形结构并联系统，避免混接以及杜绝与设备接地短接。接地系统是静电防护的核心和主干，应尽力保障其可靠性和易维护性。

注意：用户在布线连接电气系统时应参照当地和国家电气规范。



1 腕带(腕带环和接地线)；2 工作表面；3 公共连接点；4 地垫；5 地面；6 接地（设备接地或静电接地）

**图1-EPA接地示意图**



1 腕带(腕带环和接地线)；2 工作表面；3 公共连接点；4 地垫；5 地面

**图2-等电位连接系统原理图**

表1-接地/等电位连接系统要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术要求 | 接地方式 | 测试方法/规范 | 限值要求 |
| 表1-接地/等电位连接系统要求 | 保护接地（设备接地） | 国家电气规范 | NEC限值，国内不采用 |
| 静电接地（辅助接地） | 国家电气规范 | 静电接地与设备接地间电阻小于25Ω |
| 等电位连接 | 使用表2-3各防静电物品对应测试方法 | 表2-3各防静电物品的限值。ESD S20.20-2014要求是防静电物品到公共连接点之间的电阻<1.0×10e9Ω |

**5.3.3 人员接地**

静电放电模型中HBM（人体模型）即为人体与ESDS器件之间有静电压差，放电过程对ESDS器件产生损害，按标准设定的管控限HBM100V，即要求通过管控措施达到人体与ESDS器件之间的静电压差不大于100V。根据我们实施经验，在实际生产环境下很多工序ESDS器件本身带电为非零静电压状态在此不讨论，以标准5.3.2接地要求达到ESDS器件接触的导体（含耗散材料）已有效接地状态制定人员接地标准化管控要求。

本章节对人员接地的要求是处理裸露的ESDS器件所有人员都应该接地（或与ESDS器件等电位连接）。标准限定两种人员接地措施，一是针对坐姿操作时，操作人员必须通过腕带系统接地；二是针对站姿操作时，操作人员可以通过腕带系统接地或者通过鞋/地系统接地。ESD S20.20-2014标准中明确了人员接地第三种接地方式为接地式防静电服系统（本标准的表2注释a），应满足表2腕带和表3接地式防静电服系统的要求，即系统电阻小于35M欧姆（HBM100V)。

如果站姿操作人员采用鞋/地系统接地时，人员应双脚穿防静电鞋，并且要求满足人/鞋/地系统的产品认可要求-人体、鞋、地面系统电阻小于1.0×10e9Ω，同时行走电压峰值小于100V。本标准表2人/鞋/地系统的限值要求备注为5个峰值电压平均值，建议采用峰值电压最大值小于100V。

需特别注意的是本标准与ESD S20.20-2014标准中人/鞋系统符合性验证中限值要求的区别。

结合多年实施经验和客户的顾客要求，建议对人员接地的文件化定义及实施采用多重符合性要求：

1.虽然标准要求是站姿操作采用鞋/地系统，但实施时建议采用进入EPA者（甚至加强为入口管控进入车间者）全员穿静电鞋。

2.坐姿操作时，操作人员只能使用腕带系统，建议腕带系统采用监控报警器，并注意电源和开关应尽量减少人为操作；如果不采用监控报警器，建议进行每日测试（可结合入口管控）。一般情况下腕带作用于手腕贴紧皮肤即可，特殊情况可让腕带作用于脚腕等贴紧皮肤位置。

3.若在洁净室实施人员接地，特别是洁净度要求高而不方便采用腕带系统时，可考虑接地式防静电服系统作为人员接地方式，所有人员站姿操作时通过洁净服（可接地静电服系统但不接地线）的鞋/地系统接地，坐姿操作时人员将接地式防静电服的接地线连接到监控报警器即可。

表2 - 人员接地要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表2 -人员接地要求 | 防静电物品名称 | 产品认可 | | 符合性验证 | | | |
| 测试方法 | 限值要求 (b) | 测试方法 | 限值要求 (b) | | |
| 腕带(腕带环和接地线) | IEC 61340-4-6 | R<5×10e6Ω  或用户自定文义 | 不适用 | | | |
| 腕带环 | 内圈电阻≤1×10e5Ω |
| 外圈电阻>1×10e7Ω |
| 腕带系统(a) | 不适用 | | IEC 61340-4-6  腕带连接性测试 | | | R<3.5×10e7Ω |
| 静电鞋 | IEC 61340-4-3 (c) | R≤1×10e8Ω |  | | | |
| 人/鞋/地系统 | IEC 61340-4-5 | Rg<1.0×10e9Ω  且人体电压<100V (峰值 ) | IEC 61340-4-5 | | Rg<1.0×10e9Ω  (d,,f) | |
| 人/鞋系统 | 不适用 | 附录A (e) | | | Rgp<1.0×10e8Ω | |
| a、静电服做为腕带接地路径中的一部分时，人/服/接地线的系统电阻应小于3.5×10e7Ω，与ESD S20.20-2014标准8.2章节及表3接地式静电服系统对应。  b、表中缩写意思：Rg是接地电阻；Ggp是点对可接地点电阻。  C、静电鞋认可按IEC 61340-4-3要求测试环境为湿度（12±3)% RH 和温度23℃±2℃。  d、周期性测试人体峰值电压应小于100V，此处要求与ESD S20.20-2014略有区别。  e、限值要求指单脚测量值，不能双脚站立在一块金属测试电极上，根据工厂实际人体综合测试仪结合附录A编制实用的测试方法。  f、符合性验证的限值要求<1.0×10e9Ω是指允许最大值，使用者应先完成产品认可测量人体综合峰值电压小于100伏时的电阻值，可使用这些电阻值较高的值作为符合性验证的限值要求。 | | | | | | | |

**5.3.4 静电保护区（EPA）**

**5.3.4.1 EPA界定和入口管控**

只要是处理没有ESD保护包装的ESDS器件都应该在EPA内，首先是5.1.1中ESD敏感器件的识别和认知，如果采用最小化原则也就是只有裸露的ESDS器件才需要EPA，同时与5.3.5包装材料和包装方式相关，如果产品成品或半成品仍是ESDS器件，它的一次包装是密封包装，那么一次包装过程需要EPA，后续包装可以不在EPA内；但如果一次包装不是密封包装则在后续密封包装前仍需要在EPA内。如果产品成品已封装为不是ESDS器件，那么在封装完成后就可以不在EPA内。建议界定EPA时采用易管理+最小化原则，采取图纸+元件确认EPA。界定EPA应该通过可视化管理到任何人能清晰识别出自己所处的任意位置是否在EPA内或外，最常用的方法是使用边界标识，比如出入口标识、区域边界胶带、非EPA排除标识或区域标识等。根据静电实施经验，理解EPA时需注意区域是空间的概念，区域界定是用于给进出EPA的人员看到以得到警示的作用，能够达到任何位置进出EPA前都能看到边界。1个EPA的设定还要考虑到EPA与EPA之间的运输会通过非EPA，应该获得适当的包装保护。大型工厂有整幢楼都是EPA，员工进入大楼即进入EPA，包括过道和车间，但可以用排除方法标识出非EPA，比如卫生间、办公区、非ESDS器件仓储区域等；通常工厂也常以一个车间为1个EPA，车间与车间之间也可以建立运送通道连续EPA，车间内非EPA排除；如果车间流程中只有个别或几个工序需要处理ESDS器件，则可以设置单独的EPA，比如说单个工位（工站）。

EPA区域的入口不仅做物料的管控，还应该做好人员管控，通过措施能有效限制进入EPA的人员都是完成了ESD培训的人，如果有未完成培训的人或者访客进入EPA则必须安排完成培训的人全程陪同。建议根据工厂的原有管控制度结合现场EPA设置情况进行适宜性措施的制定。比如工厂实施全员培训（或可能进入EPA的所有人员），则此要求即满足；如果只是对经常进入EPA的一线员工及车间管理人员、工程人员等进行入职培训和周期性提升和加强意识培训，那就需要做入口管理防止未完成培训的人进入。如果工厂进EPA的出入口有门禁系统，例如门禁卡、指纹、脸部识别系统+人体综合测试系统+培训系统+考勤系统+访客系统等多系统集成的滚闸或其他入口控制系统，设置合理的进入条件即可满足本入口管控的要求。需要注意的是访客（或未完成培训的人）在EPA内应该有陪同人员全程陪同，可采用相关的管理制度来满足要求。开放式EPA或EPA内设立通道（非EPA）等混杂式的区域管控有很多难点，不建议使用，推荐设置物理隔离或围栏的方式将EPA独立等易于管理的措施。

**5.3.4.2 绝缘材料**

这章节与ESD S20.20-2014在语言描述中有较大差异，但总体表述的内容是一致的。标准前言描述以及注释2表述ESD威胁（静电放电发生可能性）对绝缘材料控制的是静电场感应起电引发敏感器件带电再与其他导体放电的情况，如果产品CDM敏感电压小需要加强管控绝缘材料。首先是辨别绝缘材料是不是生产过程中所必要的物体，根据静电实施经验，很多绝缘材料是低带电的，也有很多非绝缘材料是高带电的，是否绝缘材料是以电阻值测试判定，工厂在实际辨别时可以考虑结合静电场测试仪来识别出有静电场的物体，无论它是否绝缘，同时可结合下章孤立导体的识别一起进行。通常是以一个个工站来识别，可能1个绝缘体在这个工站是非必要的，但在下个工站就需要使用。

如果辨别后发现是不必要的绝缘材料，标准中举例咖啡杯、食品包装和个人物品在国内中大型电子工厂车间发现案例较少，但辅料或工具及其包装常常被发现，这些不必要的绝缘材料应该采取的措施就是移走，ESD S20.20-2014标准要求移出EPA，本标准要求描述不同，但结合5.3.4.1EPA的要求其意也是一致的。在实际实施过程中容易操作但也容易出问题，可结合5S-8S进行管理，建议工厂实施入口管控措施，即限定进入车间内的物品。如果不能做入口管控者建议定期巡查非必要的绝缘材料。

如果辨别后发现是必要的绝缘材料，即这个工位（工站）必须要使用的物品，比如测试夹具、标签贴、胶水、针管、鼠键、显示器、放大镜、作业指导书、记录纸等等，应该根据绝缘材料的静电场值分步采取措施，也就是标准所述对绝缘材料或静电源评估ESD威胁要确保达到的目标。

1. 所有必要的绝缘材料静电场（绝对值）不超过125V/inch，也就是在车间内都是低带电材料，没有高静电源存在。

2. 如果达不到上面这条要求，即现场工位上必须要使用的材料有高静电源，那么评估时确定两类情况：

(1) 静电源上静电场超过2000V/inch但静电源离ESDS器件操作区域大于30厘米；

(2) 静电源上静电场超过125V/inch但静电源离ESDS器件操作区域大于2.5厘米。

3. 如果评估时发现超出上述静电场和距离的要求时，使用离子静电消除器或其他消除静电技术。

与ESD S20.20-2014标准中有较大差异的是第1条要求，如果满足第1个要求即不需要进行绝缘材料的后续管控措施，而ESD S20.20-2014标准中没有明确出这条要求，但我们理解要求隐含的意思包括两类，一是小于125V/inch的绝缘体不需要采取措施，二是无论多大静电场只要大于30厘米也不需要采取措施。根据静电实施经验，绝缘材料常常不是静态的，所以应该动态管控，建议工厂在管控绝缘材料时仍然优先采取尽可能减少静电源的方式。此外本标准中第二步中测绝缘材料可以是静电场或静电势（从能量角度上描述静电场），所以单位为V；第一步中标准原文是5000V/m，我们理解为换算与ESD S20.20-2014标准一致的情形变为125V/inch。

针对绝缘材料的静电场测量，标准要求工厂应根据各工厂自己的环境管控历史记录的经验，在预计的最低湿度环境下进行测量。根据静电的经验和标准注释1一致，绝缘材料的静电场测量应该周期性地进行监测，即定义符合性验证测量频次，或者采用月度或季度的内部审核制度，抽查绝缘材料的静电场，在计划时根据工厂年度温湿度记录将最低湿度的几天做1次计划内的审核。此外，标准注释3表明要测量较准确的静电场值，测试人员应该能熟练操作测试仪器，目前大多使用的是掌上小型静电场测试仪，测量读数时必须与被测绝缘材料保持一定的距离，被测绝缘材料还应该有最小尺寸的要求。建议工厂在管控体系文件中写绝缘材料管控措施时，可以按过程，从绝缘材料的辨别和评估开始按步骤写管控方法，同时在符合性验证或内审要求测量绝缘材料静电场，特别是要注意很多组装工序中非ESDS器件、包装材料、治具夹具、组装工具等等都有可能是绝缘材料。建议编制测试方法时纳入静电场测试仪使用方法和绝缘材料测量方法（方向、距离、尺寸和读数等）。

**5.3.4.3 孤立导体**

孤立导体术语解释为一个导体被绝缘材料阻隔使其在实际应用中不能接地，比如普通的钳子、剪子、螺丝刀、镊子、美工刀、万用表针等等。在ESD管控体系中，如果有这类孤立导体存在，并且导体部分会接触ESDS器件时，应该制定管控措施确保孤立导体上的静电压与ESDS器件上的静电压之间的电势差小于35伏。在注释中给出了一个解决方案（管控措施）即使用离子静电消除器，离子静电消除器在修订本标准时限值要求从50伏加强到35伏。根据实施经验建议在建立工厂管控孤立导体同时注意绝缘体的管控是否满足要求，因为孤导体必定伴随有绝缘材料。测量静电压需要合适的测量仪器，必须是静电压测试仪，不可使用静电场测试仪，可以使用高阻接触式或非接触式静电压测试仪，例如CVM-780，ME244A，ME279L等进口仪器，目前部分国产静电电压测试仪也可以满足本标准的应用。在实施过程中建议静电压测试仪的精度至少为1伏，尽量考虑高阻接触式静电压测试仪，针式接触测试点电压，非接触式感应电压测试实际为面电压。本标准与ESD S20.20-2014标准内容一致，只是多了一个注释即管控措施。

孤立导体与ESDS器件的电势差是本章节的一个关键，建议参考绝缘材料的管理方法，工厂编制测试方法时纳入静电压测试仪使用方法和分别测量孤立导体和ESDS器件（引脚）间的电压值再减法得电势差值的测试方法。

**5.3.4.4 防静电物品**

IEC 61340-5-1单独章节（ESD S20.20-2014的8.3章节第3段内容），列出的物品比ESD S20.20-2014少，可接地的静电控制工作服系统、腕带监控报警器、焊接/拆焊工具、脚筋带、非监测的腕带接地装置，此外工作表面、货架、移动设备集合为1个物品分类采用同一个测试方法和限值。

只要是处理没有ESD保护的ESDS器件的位置，都应该设定EPA，要确保处理裸露的ESDS器件都在EPA内进行，ESDS器件获得适当的防护。反过来说，在EPA外应该确保看不到裸露的ESDS器件，无论是在运输、存储、检验、标签等等这些可能不直接接触产品的工序。同理只要做好适当的ESD防护，就可以在EPA外进行存储和运输等不开包装的活动。

EPA内进行生产时，不同的工序可能需要的防护措施也不相同，也有同一个工序因不同产品而采取不同的防护措施，这是由成本考虑和客户要求确定，并可能随着管控体系运行不断改进的。应各实际应用要求和需求而采用多种防护措施，防护措施将会涉及到使用的防静电物品，标准表3中列出了一些可供选用的防静电物品，如果工厂使用了这些防静电物品，限值要求是必须满足的。如果工厂管控体系要使用某种防静电物品但限值需要超出表3中的限值要求，管控体系文件中必须按5.1.3要求明确适用性调整，在实施过程中一般都建议此处限值的适用性调整非必要情况下不做调整，需要理论和验证数据来支撑结论。本标准表3比ESD S20.20-2014标准表3中的防静电物品要少（可接地防静电服系统、腕带监控报警器、焊接/拆焊工具、脚筋带、非监测的腕带接地装置），此外本标准将工作表面、货架、移动设备做为一类项目同方法同限值要求。

表3 – 静电放电保护区防静电控制物

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表3-EPA内防静电物品 | 防静电物品名称 | 产品认可（a） | | 符合性验证(b) | |
| 测试方法 | 限值要求 (c) | 测试方法（基于） | 限值要求(c) |
| 工作表面，货架，移动设备 (g) | IEC 61340-2-3 | Rgp<1×10e9Ω  Rp-p<1×10e9Ω (f) | IEC 61340-2-3 | Rg<1×10e9Ω |
| 手腕带连接点 |  |  |  | Rg<5×10e6Ω |
| 地面 | IEC61340-4-1 (d,e) | Rgp<1×10e9Ω | IEC 61340-4-1 | Rg<1×10e9Ω |
| 离子静电消除器 | IEC 61340-4-7 | 消散时间(1000V到100V 和-1000V到 -100V) <20s  残留电压 <±35V | IEC 61340-4-7 | 消散时间(1000V到100V和-1000V到 -100V)<20s  或用户自定义  残留电压 <±35V |
| 座椅 | IEC 61340-2-3 (点对可接地点电阻) | Rgp<1×10e9Ω | IEC61340-2-3 (点对地电阻) | Rg<1×10e9Ω |
| 静电控制工作服 | IEC 61340-4-9  或用户自定义 | Rp-p<1×10e11Ω  或用户自定义 | IEC 61340-4-9  或用户自定义 | Rp-p<1×10e11Ω  或用户自定义 |
| 可接地的静电控制工作服 | IEC 61340-4-9 | Rgp<1×10e9Ω | IEC 61340-4-9 | Rgp<1×10e9Ω |
| a、产品认可时要求测试环境为湿度（12±3)% RH 和温度23℃±2℃，如果IEC标准未明确说明，样品应在测试环境下保持48小时后（样品处理）再测试。ESDA标准中对防静电物品被认可时采用的测试方法相对更完善，建议参照使用。  b、符合性验证列出的仅是测试方法根据，用户实际使用测试方法不需完全照搬应用，有用户自定义则可以根据物品特性情况或客户要求定义测试方法，如果无用户自定义建议按本标准测试方法或基于标准方法改进的测试方法（需要论证），ESDA标准中采用TR53测试方法也是一个很好的应用，可以参照和结合使用。  c、表中缩写意思：Rp-p是点对点电阻；Rg是接地电阻；Ggp是点对可接地点电阻。  d、本标准中规定测量防静电地面的测试仪器使用最大电压为100V，此处对测量仪器做出限定，国内常见地面工程测试仪有500V档的不可使用。  e、如果EPA内的地面也作为人员接地的一部分时，应满足表格2里的人员/鞋/地面系统要求。  f、考虑CDM损害的风险，推荐点对点电阻最小为1\*10e4Ω，ESD S20.20-2014标准中推荐的是点对点和点对地电阻不小于1\*10e6Ω。  g、工作表面是指处理ESDS器件（无静电防护包装）的任何表面。 | | | | | |

**5.3.5 包装**

静电保护包装，是指用于ESDS器件的包装存储用的防护用品，在IEC 61340-5-3（ESD S541)中列举的包装材料包括但不限于袋类、箱类、泡棉等缓冲物、载带、托盘（Tray）、瓦楞板、胶带、管等各种于ESDS器件直接或间接接触的包装材料。IEC 61340-5-1标准中要求包装和标记按客户要求（建议按章节来看，此处“标记”应放在5.3.6要求，虽然通常客户对包装和包装标记的要求在一起提出），ESD S20.20-2014标准中本章节仅要求工厂定义静电保护包装的要求。

客户通过合同、订单、图纸或其他指定文件，甚至是邮件、电话等信息传递要求时，有时客户提出的要求高于本标准（特别是包装材料低带电量、低阻值和屏蔽性能要求），可能因此要提高成本但也应该满足客户要求，同时也要注意区别不同客户的要求差异，有差异时不建议采用统一要求。如果客户没有提出要求（部分客户提出要求），针对没有提出要求的客户产品，工厂应该定义包装规范，应该依据IEC 61340-5-3（ESD S20.20-2014是ESD S541)标准的要求，定义EPA内和EPA外所使用的包装材料要求，IEC 61340-5-1标准理明确到EPA内的周转、EPA与EPA间的周转、工位间的周转、客户现场服务等各种情况。

包装相关的要求，建议选择防静电材料时应该确定它的性能是：1.低带电特性（减少起电）；2.屏蔽性能；3.耗散静电特性（电阻）。低带电特性是防静电材料必须要求，电阻特性选择时应该根据ESDS器件的敏感度确定，考虑到CDM损害时需要注意导体类包装材料的使用。包装除了材料的要求，还应该确定包装方式的要求，推荐ESDS器件尽量采用有序、单片和密封包装，特别是在EPA外时必须要求密封效果。

ESD S20.20-2014标准中注释如果这些定义为包装的材料在实际生产中，如果ESDS器件是直接放在包装上进行处理和操作时，应该按工作表面的要求，其实在实施过程中也发现大量这类情况，建议工程师对每个工站定义好操作规范，对操作人员进行培训，避免人为出现异常操作将包装材料用作工作表面；如果为了提高效率或其他方面的考虑，可以使用包装材料做为工作表面，但在产品认可和符合性验证时应加强按工作表面要求进行管控。

**5.3.6 标记**

与静电相关的标记，在IEC 61340-5-2中有描述标记具体的使用方法，需要注意区别样式的意义，其实在客户实施过程中发现大量不明其意的混用情况。ESD S20.20标准与IEC 61340-5-1标准对标记的要求一致，但需要注意ESD S8.1与IEC 61340-5-2对标记应用的差异，根据实施经验，推荐以IEC标准来实施更加适用。标准原文要求ESDS器件（IEC和ESDA标准中“ESDS”术语有差异）或ESDS器件的包装上首先应该根据客户要求（合同、订单、图纸或其它指定文件，通常标记在包装规范相关文件中要求）进行标记，有些客户的标记要求与参考标准不一致时仍然依据客户要求执行，特别是不同客户的要求可能会不一样，需要注意区别执行。如果客户没有指定要求，则工厂自己考虑标识是否需要，在此特定情况下标记的要求可以删除（适用性调整）。从实际实施来看，一般电子工厂在生产中会有大量的ESDS器件和非ESDS器件混用，适当地标记（特别是器件的包装、周转用品等）还是有必要的。如果工厂确定要使用静电相关标记，应该参考IEC 61340-5-2（ESD S8.1）来使用，并且在ESD管控体系文件中明确标记的要求，可以包括标记的样式、大小、颜色、方向、实用位置等方面。