

庆祝中国电子学会洁净室标准化技术委员会成立



二〇一六年十一月二十八日 · 苏州



广告目录

- 封面 北京华泰铭鑫管业有限公司广告
- 封二 电子学会洁净技术分会广告
- 封三 江苏美亚公司广告
- 封底 湖北天力奇公司广告

《中国防静电》期刊 协会网站广告费收费标准

《中国防静电》是中国电子仪器行业协会防静电装备分会技术、信息、产品、市场交流的期刊，主要面向行业会员以及行业产品终端客户。现发行量 6000 多份，每月仍有协会培训学员新增读者。协会网站为国家注册域名，每天专业点击率近千。宣传企业、营销产品不找最大的，我们才是专业的。欢迎你，2017 优惠礼包等着你！

一、期刊

封面：10000 元 / 期、整版 封底：10000 元 / 期、整版 封二：8500 元 / 期、整版

封三：8500 元 / 期、整版 内插：6000 元 / 期、整版

产品文稿宣传：4800 元 / 篇（黑白，彩页另加 10%）

二、网站

游动链接：每季 5000 元 / 幅，整年 16000 元 / 幅 产品推介：每季 3000 元 / 篇，整年 10000 元 / 篇

三、优惠

1. 会员单位按标准 9 折优惠，理事单位按标准 8.5 折优惠，副理事长单位按标准 8 折优惠。
2. 连续刊登两期以上，广告费按 8.5 折优惠。
3. 连续刊登四期整年打包，广告费按 6.5 折优惠。
4. 两期以上或整年打包会员单位、理事、副理事长单位可分别再优惠 5%，10%，15%。（其中 1.2.3. 不可叠加使用）。
5. 理事、副理事长单位期刊整年打包，除以上优惠外可另增网站链接半年。
6. 网站链接会员单位、理事、副理事长单位优惠与期刊相同。

《中国防静电》编辑部



沈阳沈飞民品工业有限公司

沈飞工业集团通路地板厂隶属于中航工业沈阳飞机工业集团。

1988年，沈飞集团从美国引进专利技术和设备，建立了中国第一条全钢通路地板生产线。经过二十年的不断努力，沈飞通路地板厂已经发展成一家国内领先、世界一流的专业通路地板制造厂。工厂设备精良、技术先进，生产管理和检测手段齐全，并拥有包括“六角杯”工艺在内的多项专利和非专利技术。

沈飞地板厂视产品质量为企业的生命，早在1996年，工厂即在国内首批通过了ISO9001国际质量体系认证，产品多次在国内获奖，是“国内对外贸易名牌产品”，“中国公认名牌产品”，是中国通路地板行业唯一的“优等品”，企业更在2004年获得了中国企业的最高荣誉“中国质量鼎”。

沈飞地板已经遍布世界各地，国内许多重大工程，如中央电视台、北京新华通讯社、上海银联中心、广州机场、马来西亚KLCC双塔、美国亚特兰大奥林匹克中心等都选用了沈飞地板。其中马来西亚KLCC双塔是目前世界上最大的通路地板工程，

沈飞通路地板能够击败来自欧美和日本的知名厂商一举中标，显示了沈飞通路地板厂的制造水平和竞争力已经达到国际先进水平。

“精良制造，取悦客户”是我们的经营理念。我们将不断创新，不断完善，用优质的沈飞地板，铺设我们的共同发展之路。

沈飞地板全部采用具有自主知识产权的“六角杯”结构，按照不同的使用环境，产品分为三个系列：

全钢防静电通路地板

智能网络地板

净化工业地板

以上三个系列地板均可以提供轻型(36KG)、标准型(454KG)、重型(569KG)以及超重型(683KG)四种规格，地板表面的装饰贴面可以提供防静电HPL板、防静电地毯、导电PVC等不同材料。

为沈飞地板配套的通风板全部是专利产品，可以按要求选配风量调节器。

通风板的通风率为0—25%、40%和50%。

沈飞地板的全部产品及包装均印有商标图案，其中产品上的图案是在产品成型过程中用钢印充制而成。



TKflor® 浙江金华天开电子材料有限公司

浙江金华天开电子材料有限公司(以下简称“天开公司”)——创立于1985年,是中国防静电协会副理事长单位,上海防静电工业协会副理事长单位,专业生产永久性防静电PVC地板(卷材)及商用同质透心碎花点PVC地板(卷材)。多年来公司坚持“科技兴厂、创新发展”的宗旨,集研发、生产于一体,产品品种、产品质量、技术水平、企业规模始终处于国内同行先进水平。

天开公司生产的永久性防静电PVC卷材广泛应用于电子工业,计算机等IT行业,是电子工业不可缺少的基础设施材料,同样,商用同质透心碎花点PVC卷材由于其环保性及观赏性,是PVC卷材中的高档产品且具有隔音、保温、弹性、防尘、抗污、防滑、灭菌等优点,应用更广泛,是医院、学校、办公楼及车、船等运输设备最适用的产品。

公司主导产品

永久性防静电PVC地板(块材及卷材);
商用同质透心碎花点PVC地板(块材及卷材);
永久性防静电架空地面(全钢和压铸铝板)。

公司有大型热压机、大型连续热压机、及鼓式

热压机等设备,拥有良好的经营环境和高素质的专业人才,高中级以上工程技术人员占总数的30%,具有极强的产品设计及开发能力,拥有完全自主的知识产权及多项专利技术,1989年国家计委将其产品列入国家级重大新产品试制计划,并于1993年通过国家验收,1994年国家科委将其产品列入国家级科技成果重点推广计划项目。

公司于2000年主编SJ/T11236—2001《防静电贴面板通用规范》

2001年参编SJ/T10796—2001《防静电活动地板通用规范》

2001年主编SJ/T31469—2002《防静电地板施工及验收规范》

2002年通过ISO9001国际质量管理体系认证

2005年参编SJ/T10694—2006《电子产品制造与应用系统防静电检测通用规范》

2005年参编GJB3007—2009《防静电工作区技术要求》

2006年参编GB50611—2010《电子工程防静电设计规范》



SIMCO ION™ 依工斯诺科恩静电 (深圳) 有限公司

An ITW Company

Illinois Tool Works (ITW)(中称依工)是美国一家百年历史的跨国企业，2014年全球销售额为145亿美元，是美国财富200强企业。作为一家规模庞大的全球综合性工业企业，主要业务内容包括专业测量设备、功能聚合物和流体化学品、电子专用，化学品、食品机械和测试、建筑材料、焊接设备及焊接等多类工业产品。

属下的 Simco-ion 集团 – (中称斯诺科恩) 是全球领先的静电控制和监察的方案提供者，旗下有在美国加州的 Technology Group, 美国宾夕法尼亚的 Industrial Group, 荷兰的工厂, 日本的工厂和中国深圳的工厂。Technology Group 专注在半导体制造，显示工业，电脑硬盘，医疗 / 生命科技，和电子产品组装等行业，研发和销售离子产生器，处理静电控制的问题。

Technology Group 是在 ITW 收购 Ion Systems 后，与 Simco Electronic 子集团合并后在 2010 年成立的。Simco Electronics 植根 1936 年开

始的 Simco 工业用离子产生器，于 1996 年独立而快速成长，成为电子工业用的离子产生器市场的领导者。Ion Systems 于 1978 年成立，很快地在半导体和电脑硬盘制造成为供应离子产生器的领导者，再在 2006 年加入静电监察设备的领导者—Novx Corporation, 提供更多的静电功能。Technology Group 提供广阔的离子产生技术：AC-, DC-, 调频，等等，静电监察技术，和静电控制的建议，协助客户解决静电控制的问题。

自 1997 年，Simco-ion Technology Group 通过 ISO-9001 认证，并在 2004 年当 ANSI/ESD S20.20 厂务标准开始生效时，即年获得认证。

Simco-ion 提供客户：

专家工作流程分析，使工艺符合审查标准

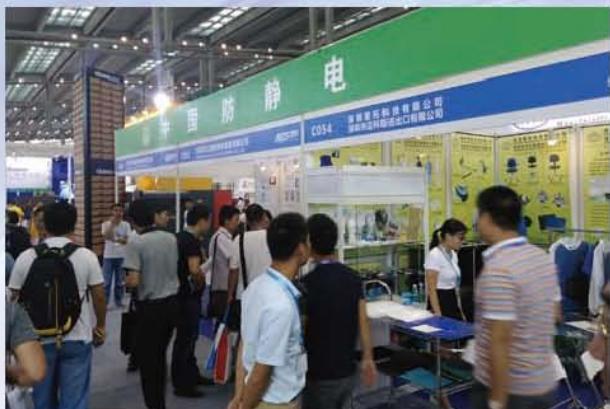
24 小时随时发货

覆盖全球的销售网络

坚持致力新产品的开发



第二十二届华南国际电子生产设备暨微电子工业展览会在深圳成功举办



本刊讯 由防静电装备分会协办的第二十二届华南国际电子生产设备暨微电子工业展览会，于2016年8月30日至9月2日在深圳展览中心(国际馆)成功举办。防静电装备分会组织了会员企业参加了展会。

本次展会参展商比较广泛，有微电子企业，也有电子设备制造企业，还有相关电子生产环境保护材料的供应商等。今年我们在组织会员企业参展的工作中也有了进一步的创新，参展企业由协会联合搭台，整体以《中国防静电》为通栏眉板，将企业集中分布在一个大的平台上，既大气、统一，又便于吸引社会各界参观人流，此举措受到了参展企业的好评。协会其他到会参观的会员企业对此也都给予了充分肯定，大家一致认为，今后参加展会均应由协会按此形式进行组织。

通过此次参展，我们发现：随着工业电子化、信息化的迅猛发展，微电子应用日趋广泛，对静电以及静电的防护技术要求将愈加宽泛与严密。而我们的防静电相关产品基本上没有大的创新，产品的研发与更新还远远没有跟上市场的发展。

此次展会上的最大亮点是3D打印技术，而

3D打印的耗材以及耗材的工位器具均应有静电防护要求，我们行业在这方面的相应产品还不是太多，尤其是材料研发还没有跟上；同样是材料，我们现有的包装容器大多还是黑色的，但随着工业程序的细化，材料标识是生产现场管理的重要环节，多彩的包装周转容器必将适应自动化生产与科学化管理的需求，这就是新型材料研发与应用的创新之路。当然我们有些企业已经在技术创新上迈开了步伐，我们在对企业的走访中了解到惠州昌亿公司近年来就有100多个发明专利，大多是在新型材料的研发与应用方面。该企业在当今经济普遍疲软的形势下，生产、销售仍然十分景气，但美中不足的是防静电材料研发与应用还相当不足。企业杜崇铭总经理表示：防静电产品以及相关材料的研发应用，已经列入了企业的议事日程。此外，东莞科园防静电设备有限公司注重产品的升级换代，广泛应用现代电子集控技术，将离子风机等相应产品改头换面，取得了多项专利。

此次展会上，由防静电装备分会联合搭台的展位前人头攒动，吸引了许多过往的参观人群。

目前，从中央到地方都在提倡创新，作为企业更应该注重市场的需求，要大胆走技术创新之路，广泛应用新技术、新材料、新工艺，不断提升固有的老产品，开发出新产品以适应市场应用的需求。我们还需要更新管理理念，用创新的思维去构架新的企业管理模式，走集约化、联盟化的市场营销创新路径。只有这样，企业才会在日趋变幻的社会大环境下占有自身发展的一席之地。当然这也将是防静电装备分会面临的如何引领企业走创新之路的全新课题。

防静电地坪工程国家防静电高级检验员职业资格培训班在阳森校区圆满结业



本刊讯 2016年10月13日，由中国电子仪器行业协会防静电装备分会与上海阳森精细化工有限公司、信息产业防静电产品质量监督检验中心、工业和信息化部电子行业职业技能鉴定工作站联合举办的“防静电地坪工程国家防静电高级检验员职业资格培训”班，在中国建筑材料联合会地坪分会华东区技术学校——阳森校区开班。

本次培训在地坪分会的大力支持和协助下，经上海阳森公司精心策划，由信息产业防静电产品质量监督检验中心与鉴定工作站针对地坪工程防静电特点编写了教材和教程。参加培训的五十多名学员来自地坪分会的四十多家企业。地坪协会秘书长、防静电装备分会技术委员会资深专家、上海阳森公司马敏生总经理，信息产业防静电产品质量监督检验中心的老师分别在培训班上为学员授课。他们深入浅出、生动易懂的讲解深受学员的欢迎，使学员

们受益匪浅。培训班采取理论与实际相结合的方法，使每位学员都能将培训的知识很好地应用到实际操作工作中。

中国地坪协会首席专家、技术委员会主任、美国特拉华大学刘小欢博士等资深专家亲临培训现场恭贺，并自始至终参加了培训的全过程。

本次培训在教学环境、实操场地与器械、材料的提供等方面均得到了上海阳森化工精细有限公司的大力支持。对此，我们表示由衷地感谢！

经过两天紧张地培训和实际操作，学员们圆满通过了理论与实操的分类考核。

(由阳森公司杨传霞、陈晖供稿)

硕源科技“新净界—聚变未来”圆梦计划在行动 创新理念 创新经营

本刊讯 2016年10月27日，一场主题为“新净界—聚变未来”2016硕源科技经销商交流与发展大会在东莞市康帝国际酒店三楼东莞厅隆重召开。来自全国各地的硕源科技经销商以及行业同僚汇聚一堂，启动合作共赢新篇章。大会主题“新净界—聚变未来”寓意深邃。解析硕源科技董事长张钧的主题演讲，那就是：做好一件事，将生产做得丝缝合一，将产品做得尽善尽美，产销联盟、共赢发展。

“聚变未来”是张钧的梦，更是硕源发展创新之梦。

大会当天下午，各地经销商如约而至，并一起参观且体验了硕源科技的创新产品——智能鞋底清洁、十级车间专用无尘布、防静电棉签等。在了解硕源科技新品研发后劲勃发的同时，大家还对现有的仓储、配送物流中心、前沿快捷的高科技无尘产品的生产工艺流程进行了全面的体会与认识。

公司董事长张钧先生以创新的管理模式、共赢的经营理念作为交融主题，进行了别开生面、潇洒自如的演讲。他“思维破界”地提出了“全新”营销、“全新”生产、“全新”成本的经营理念。在行业产品市场竞争刀光剑影，不惜代价非得你死我活的境况

下，企业不能再低端拼杀。硕源的方法是将产品生产全流程整合，对每一个生产环节通过技术改造、科学管理，确保生产质量、大幅度的降低生产成本、提高生产效率，就无尘擦拭布而言实现了“自动切割、自动收集、自动包装”。产品交付增速90%，生产成本得以控制。企业的高效生产，将红利予以大家分享，硕源就做好生产一件事，把市场留给有市场资源的伙伴，将相互搏杀的硝烟熄灭，形成共赢合作“全新利益体”。

分会谭慧新秘书长到会祝贺，他在会上肯定了硕源科技的创新理念，并祝愿硕源科技在企业创新的路上越走越光彩。

硕源科技作为在无尘耗材行业专注十五年发展的高科技企业，一直致力于探索行业发展创新出路。本次经销商交流大会，是硕源科技实力的又一例证，硕源科技张钧“聚变未来”的硕源“梦”，将会在不久的将来成为现实。期待硕源科技成为又一个世界一流的洁净耗材的领军品牌。

(由硕源科技公司供稿)

中國防靜電
JOURNAL OF CHINA ESD CONTROL

启事

因《中国防静电》画册征稿稿源未达编印数量，且本编辑部人员紧缺，故原计划拟编辑发行时间推迟。

特向此前应稿企业致歉。

《中国防静电》画册编委会

雷云产生的物理过程及其强度的判定研究

宋兴堂

上海海事大学 静电技术研究所，上海 200135

【摘要】雷云是一个复杂的放电结构，本文依据电磁场理论，简明地阐述了雷云静电场的成因，然后提出了雷云中正负电荷区域的判定及雷云静电场的计算公式，最后讨论了不同材质建筑雷电防护模型。

【关键词】雷云静电场；正负电荷；雷电防护模型

The Study of Thundercloud Electrostatic Field

SONG Xingtang

Institute of Electrostatics, Shanghai Maritime University, Shanghai 200135

[Abstract] Thundercloud is a complex discharge structure, this paper based on the theory of the magnetic field, succinctly described the cause of thundercloud electrostatic field, then paper put forward a judgment of positive and negative charges in the region of the thundercloud and thundercloud electrostatic field calculated equation. At last, this paper discuss the protection model of different material of building in the thunder.

[Keywords] thundercloud electrostatic field; positive and negative charges; the protection model of the thunder

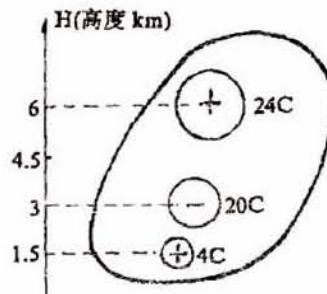
引言

雷电(暴)是大气中伴有雷声和闪电的一种现象，常伴有暴雨、大风、冰雹甚至龙卷风等局部猛烈的灾害性天气，造成人畜雷击死亡，毁坏建筑物，引发森林火灾或毁坏电力设备、电信设施等，给人民生命、财产造成严重威胁和损失。深入开展对雷云静电场的研究，探索雷电防护措施，对保护人们生命、财产安全具有重要意义。

1 雷云产生的物理过程

首先需要我们认识雷电产生的机理及其发生发展过程。雷电是一种大气放电现象。地球上的大气层，始终存在着基本的大气静电现象，即始终存在着大气离子和大气电场。晴天里，大气电现象比较温和，大气离子浓度较低，大气电场强度也较弱，地球表面的晴天大气电场平均值仅为 130 kV/m ，并且随着大气层高度的增加而降低。阴雨天里，大气电现象发生突变，特别是在积雨云中，大气电过程更为强烈，

可发展成为危害较大的雷电，其云中大气电场平均强度值为 $10 \sim 100\text{ kV/m}$ ，足见其大气电过程的强烈程度，积雨云的电荷分布模型^[1]如图 1 所示。



积雨云在不同的高度上，有三个不同电量的电荷分布中心。闪电是积雨云中不同符号电荷中心之间的放电过程，或云中电荷中心与大地或地物之间的放电过程，以及云中电荷中心与云外大气电荷中心之间的放电过程。根据闪电发生的部位不同，分

符合环境特殊要求空气滤材的相关应用

周东

广州市新洪源空气净化制品有限公司，广东 广州 510000

人类的生产生活中，多种场合需要用洁净的空气，洁净空气需要空气过滤器予以净化。然而它们要净化的洁净程度又不相同，这就形成了空气过滤器的不同净化原理、不同规格形状、不同的净化效率以及选用的过滤材质不同，如表 1 所示。

表 1 不同类型空气过滤器的滤材

空气过滤器类型	滤材	用途（代表性）
保护机器类	木浆纤维滤纸	车用空气滤芯
保护生产车间洁净度	聚酯纤维滤料、聚丙烯纤维滤纸、聚氯乙烯纤维滤纸、玻纤滤纸。	洁净室用初、中、高效过滤器，过滤网
保护大气类空气滤芯	改性聚酯纤维滤毡、PPS 耐高温针刺毡、玻璃纤维毡、金属纤维毡、碳纤维棉	各类特殊环境用除尘滤袋、滤芯，如热电厂、水泥厂、钢厂等

过滤材质总体概括就是化纤和玻纤，两者之争，孰优孰劣，难分伯仲。现在市场上陆续出现新的纳米纤维复合材料，也是基于 PP+PET 复合材料或玻纤 + 纳米纤维 +PET 复合材料，过滤材料以及过滤器的选用，比较着重适用性和经济性，根据各自系统设计要求，选用合适自身系统的，才是最优性价比的。

洁净室以外的其他领域特殊要求的空气滤材的相关应用：

1) 高铁、轻轨、地铁列车空调通风系统用过滤材料（见图 1），由于其要求通风量大且对于防火阻燃系数要求高，目前大部分采用日本或德国进口改性聚酯纤维过滤棉，目前国内我们可以代加工，但原材料、粘合剂主要依赖进口。

2) 高尔夫球场草坪沙坑、公园绿化草坪沙坑用来铺在沙层以上，改性聚酯纤维过滤毡。这类过滤毡着重点在蓄水、透气、防沙土流失方面起到保护

作用。

3) 表面喷涂行业，典型代表：汽车涂装流水线、家具涂装流水线上，专门为喷涂室末端过滤设计用的顶棚过滤棉和表面喷涂漆雾捕捉过滤蓬松毡，以及隧道式烤炉通风、热回收系统用耐高温过滤棉（见图 2），这三款产品在其应用领域已经相当成熟。

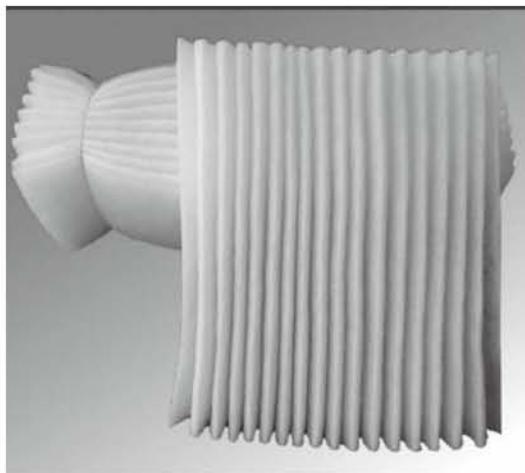


图 1 动车组空调机组过滤网



图 2 耐高温过滤棉主要性能指标

空气滤材主要性能指标阻力及容尘要求见表 2，主要性能指标燃烧特性见表 3，其他指标见表 4。

数据中心建设的现状及发展趋势

周启彤

中国机房设施工程有限公司，天津 300061

全球进入“互联网+”时代，信息化在各行各业的广泛渗透，带动传统的机房产业向数据中心产业发生深刻变革。电子信息技术平均每2.5年发展一代，每一代IT技术的发展都意味着其支持技术的发展。即机房的环境要求、建筑、结构、空气调节、电气、电磁屏蔽、综合布线、监控与安全防范、防雷与接地、综合测试等技术的发展，这些技术的发展传统的机房已经不适应对工厂技术的许多新要求，推动数据中心革命，建设新一代数据中心已经成为业界共同认识。

1 数据中心发展形势与时代背景

数据中心作为互联网行业的基础服务体系，其重要性不言而喻。

1.1 数据中心建设发展现状

我国对数据中心建设发展日益重视，政府部门纷纷做出重要部署，数据中心建设发展的政策环境日趋明朗优化。

首先，国务院、工业和信息化部（以下简称工信部）、国家发改委、国土资源部、电监会和能源局等部委都已通过市场准入、布局指导、资金支持、产业政策等方式稳步推进数据中心建设发展。

2013年1月，工信部联合国家发改委、国土资源部、电监会、能源局等国家五部委联合发布了《关于数据中心建设布局的指导意见》（工信部联通【2013】13号）。

2015年3月，工信部、国家机关事务管理局联合制定了《国家绿色数据中心试点工作方案》。

由中国机房设施工程有限公司负责编制的国家标准GB50462—2015《数据中心基础设施施工及验收规范》已于2016年8月1日正式实施。国家标准《数据中心建设标准》以及国家有关部门出台的电厂直供电政策也正在编制中。近期，中国计算机大会在

山西太原召开，并设立了“煤转电，电转数据”专题。

这些标准和政策从数据中心的选址、规模规划、效能指标方面，分重点、分领域、分步骤提升了数据中心节能环保的水平，在新技术应用等方面，对数据中心建设提出了指导性意见，这极大的促进了中国数据中心建设的整体布局优化。

其次，天津市发布了《滨海新区大数据行动方案（2013—2015）》，提出“引进10个信息中心和数据中心项目”的建设目标。到2017年，将天津市建成具有国际竞争力的大数据产业基地和数据资源聚集服务区，其他一些地区也在信息化建设等方面都加大了力度，这些都为数据中心建设快速发展提供了良好的宏观环境。

1.2 数据中心建设面临的问题

我国数据中心建设产业整体发展良好，但在能耗、PUE、运维和标准等方面仍然存在一些问题，阻碍了全国数据中心建设产业的健康可持续发展。

1.2.1 能耗过高

伴随着数据中心建设的快速发展，数据中心耗电问题日益突出。一个上规模的数据中心3年的电费费用，大约相当于该数据中心的建设费用，由此可见数据中心耗电量之巨大。通过近年来的调研，IDC机房集中的地方，许多并非电力能源充沛的地方，例如北京、上海等地的电力则需要通过西电东送才能满足需求。

1.2.2 电能利用效率（PUE）高

PUE为IT设备的功率除以全体设施总功率。据不完全统计，我国已建成的数据中心约90%的设计PUE低于2.0（平均PUE为1.73）。大型及以上规模的数据中心设计PUE平均为1.48，中小型数据中心设计PUE平均为1.80。然而，仍然有近50%以上的数据中心设计PUE没有（下转第43页）

防静电 / 净化室产品行业研究

陈新昊、林美琪

国海证券股份有限公司，广东 深圳 510000

防静电 / 净化室产品行业服务于电子信息制造、石油化工、航空航天、医药、精密仪器等国民经济战略行业，应用领域广泛，是加快我国工业转型升级及国民经济和社会信息化建设的技术支撑与物质基础，是保障国防建设和国家信息安全的重要基石，是我国国民经济战略行业不可或缺的基础配套行业，发挥着产业升级“助推器”的重大作用。

1 行业管理与行业法规及政策

行业主管部门和行业自律组织构成了防静电 / 净化室产品行业的行业管理体系，企业在主管部门的产业宏观调控和行业协会的自律规范约束下，遵循市场化发展模式，面向市场自主经营，自主承担风险。我国防静电 / 净化室产品行业的宏观管理单位为国家发展和改革委员，全国和地方性均由行业协会作为行业自律组织。

防静电 / 净化室产品行业属制造业中的新兴细分行业，目前尚无专属的行业主管部门，国家发展和改革委员会承担着防静电 / 净化室产品行业发展的宏观管理职能。同时由于防静电 / 净化室产品行业涉及产品众多，根据应用领域的不同，涉及的具体管理部门包括工业和信息化部、国家食品药品监督管理局、国家质量监督检验检疫总局和国家安全生产监督管理局等。其中，对于主要应用于电子信息制造行业的产品，如线路板、半导体、硬盘存储等制造生产线上使用到的防静电 / 净化室产品，归属于工业和信息化部管理；对于主要应用于石油化工行业的产品，如油井、加油站等使用到的防静电 / 净化室产品，归属于国家质量监督检验检疫总局和国家安全生产监督管理局管理。

我国防静电 / 净化室产品行业涉及下游产品规模庞大，整个产业链涵盖众多细分领域，存在多家行业协会，包括中国电子仪器行业协会防静电装备分会、上海防静电工业协会、中国电子学会洁净技

术分会等。

总体而言，防静电 / 净化室产品行业自律组织履行自律、协调、监督和维护企业合法权益，发挥桥梁纽带作用，协助政府部门加强行业管理和为企业服务的职能。在各行业协会的组织和推动下，各地企业的交流与发展被极大促进。

2 行业概况

防静电 / 净化室产品行业属制造业中的新兴细分行业。防静电 / 净化室行业主要对作业环境中的静电及尘埃进行防护，从而保证产品质量、纯度，降低设备损耗，是静电防护和洁净技术两大现代科学技术的结合在工业领域的具体运用。随着我国信息化建设和工业化建设发展，计算机、集成电路、航空航天、精密仪器等行业进入了快速发展期，静电危害问题突出。防静电装备、器材、工具以及防静电环境工程，生产线防静电系统等防静电产业逐步成为先进制造业配套服务的充满活力的新兴产业。防静电 / 净化室产品目前主要运用在电子信息、石油化工、航空航天等领域。其中，又以在电子信息行业的应用为主。如图 1 所示。

2.1 防静电 / 净化室产品行业下游：我国电子信息产业发展概况

2015 年，我国电子信息产业加快推进结构调整，全面服务国民经济和社会发展，产业整体保持了平稳增长。

根据工信部数据，截至 2015 年底我国规模以上电子信息产业企业个数 6.08 万家，其中电子信息制造企业 1.99 万家。我国电子信息产业全年完成销售收入总规模达到 15.4 万亿元，同比增长 10.4%，其中，电子信息制造业实现主营业务收入 11.1 万亿元，同比增长 7.6%。规

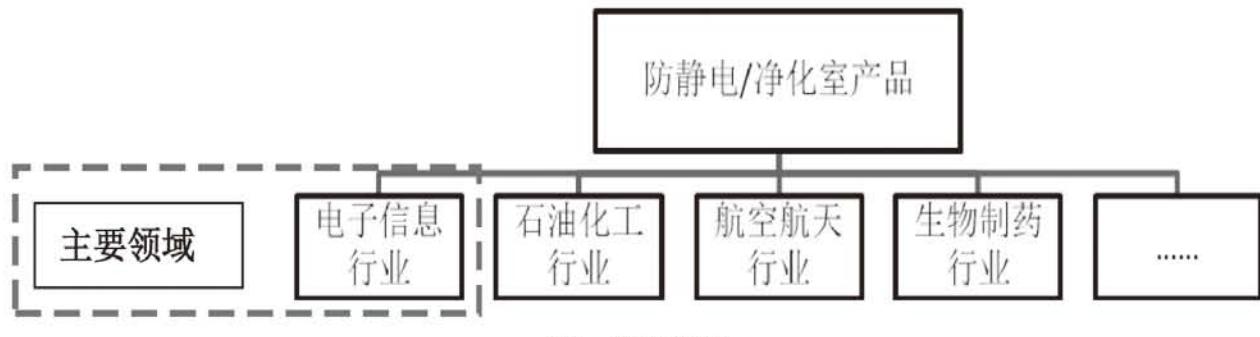


图 1 行业概况图

模以上（年主营业务收入 2 000 万元及以上）电子信息制造业增加值增长 10.5%，高于同期工业平均水平（6.1%）4.4%，在全国 41 个工业行业中增速居第 5 位；收入和利润总额分别增长 7.6% 和 7.2%，高于同期工业平均水平 6.8% 和 9.5%，占工业总体比重分别达到 10.1% 和 8.8%，比上年提高 0.7% 和 1%。

2010～2015 年我国电子信息产业增长情况如图 2 所示。

2015 年我国电子信息制造业与全国工业增加值累计增速对比如图 3 所示。

在产业固定资产投资方面，规模以上电子信息制造业 500 万元以上项目完成固定资产投资额 13 775.3 亿元，同比增长 14.2%，增速比上年提高 2.8%，高于同期工业投资增速 6.5%。电子信息制造业 500 万元以上新开工项目 9,614 个，同比增长 19.8%，增速比上年提高 18.8%。

收入方面，规模以上电子信息制造业实现销售产值 113 294.6 亿元，实现利润总额 5 602 亿元，同比增长 7.2%。从规模看，中小企业继续保持较强发展活力，收入和利润增速分别为 20.8% 和 19.4%，高于平均水平 13.2% 和 12.2%。从地区上看，中部电子信息制造业累计增速最高。2015 年我国东、中、西、东北部电子信息制造业发展态势对比情况如图 4 所示。

总体而言，电子信息制造产业作为防静电/净化室产品应用的主要领域，在目前我国的经济结构下有着良好的发展态势，将持续利好防静电/净化室产品的发展。

2.2 防静电 / 净化室产品行业下游：我国石油化工行业发展概况

在全球经济继续深度调整，我国经济下行压力加大的情况下，我国石油化工行业基本实现了行业经济的平稳运行，产品生产稳步增长，整体效益回升企稳，转型升级持续推进，结构调整逐步加快，能源效率继续提高。2015 年，我国石油化工行业增加值同比增长 7.2%，产量总体有所增长。同时，在政府推进部署下，我国石油化工行业结构调整逐步加快，能源效率继续提高。

进入 2016 年后，世界经济将继续温和复苏，能源结构将持续调整。我国经济社会发展进入新常态，石化产业需求增速放缓，随着新的环保法的实施，安全环保要求日益严格，产业发展面临严重的挑战。同时，中央一系列全面深化改革的政策将进一步激发市场的活力，工业化、信息化、城镇化和农业现代化深入推进，“中国制造 2025”、“一带一路”、京津冀协同发展、长江经济带等战略的全面实施，将给行业发展带来新的机遇。预计 2016 年石化产业将保持平稳发展。在此背景下，深入推进行业工业化和信息化深度融合将成为行业重点工作，通过推进行业信息化来提高安全发展水平。在这一过程中，防静电监测系统作为炼油厂安全系统的重要组成部分，将拥有市场庞大的布局基础。

2.3 防静电 / 净化室产品行业发展前景

1) 我国宏观经济形势稳定保证防静电 / 净化室产品行业平稳发展

近年来，虽然我国经济增速有所放缓，但在我国家政府保增长的经济政策的作用下，与全球其他国家和地区相比，我国经济仍将保持较快的增长速度，

数据来源：工信部

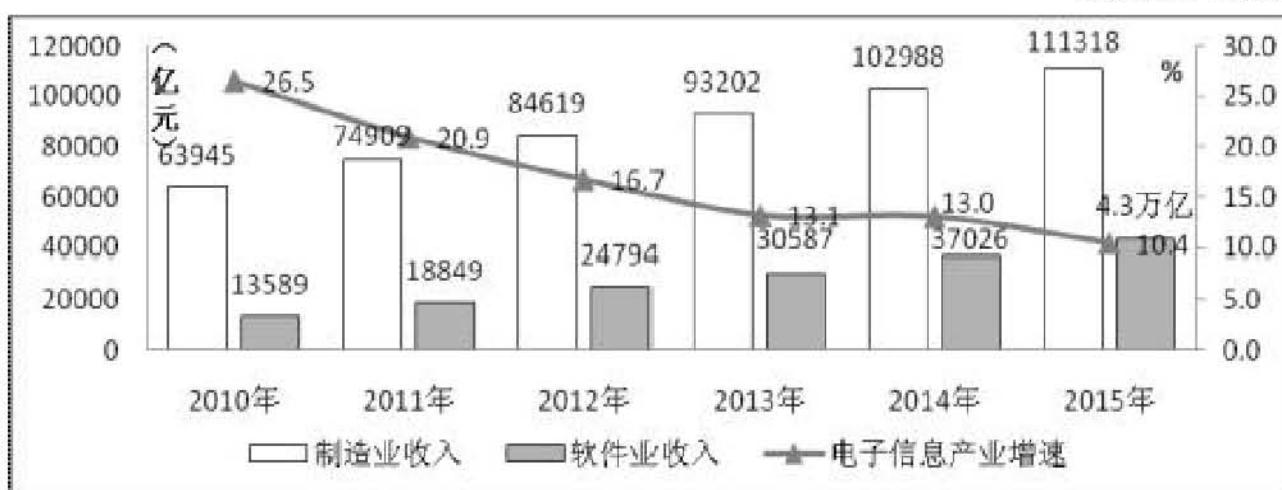


图 2 2010 ~ 2015 年我国电子信息产业增长情况

数据来源：工信部

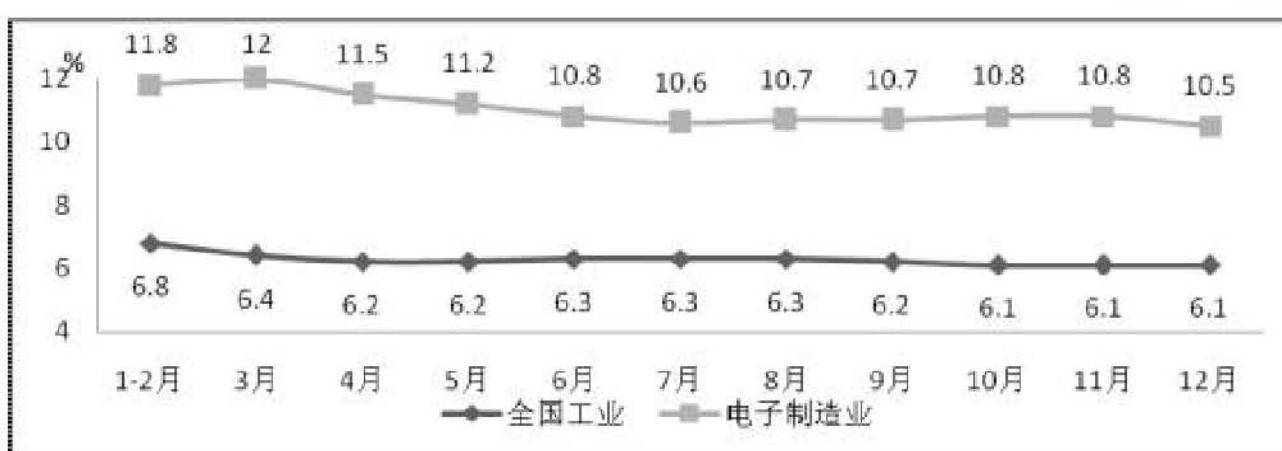


图 3 2015 年我国电子信息制造业与全国工业增加值累计增速对比

数据来源：工信部

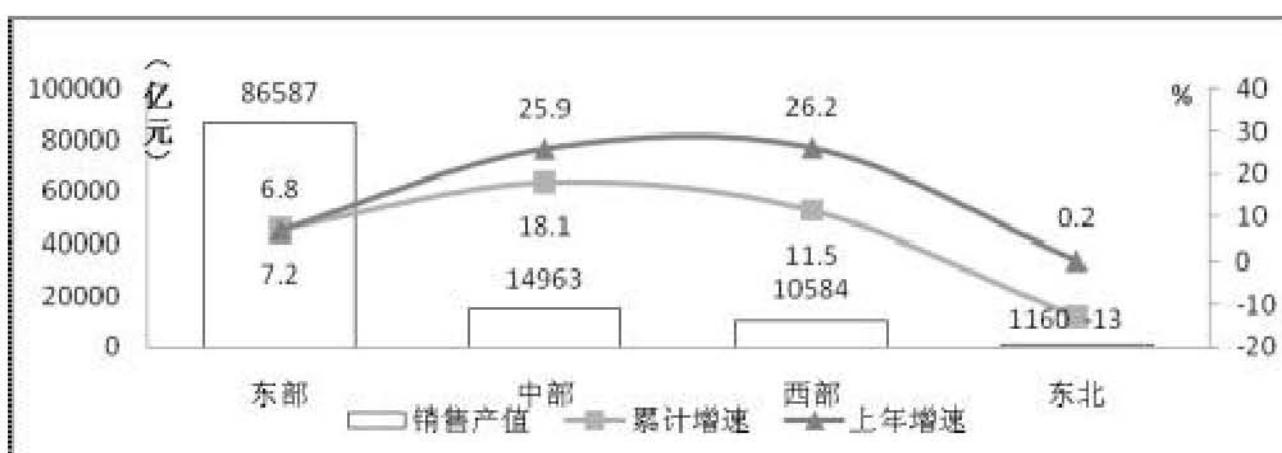


图 4 2015 年我国东、中、西、东北部电子信息制造业发展态势对比情况

宏观经济的稳定、持续增长将有益于扩大下游产业的需求，从而增加防静电/洁净室行业整体市场规模。

2) 产业区域重心转移推动我国防静电/净化室产品行业发展

防静电/净化室产品行业伴随着现代工业生产对静电防护和洁净度要求的提高而产生，随着防静电和微污染的生产环境成为高科技电子信息产品、医药等生产过程必需的核心环节，行业得到了迅猛发展，市场空间不断扩大。目前欧美国家仍然是防静电/净化室产品行业的重要市场，但随着电子信息尤其是液晶显示、半导体、硬盘存储等行业在世界范围内的转移，包括中国在内的亚洲国家已逐渐成为防静电/净化室产品行业的主要市场和未来发展重心。

我国已经成为电子产品的加工基地，在珠三角、长三角集中了众多的电子产品加工企业。目前这些企业的 ESD 控制工作绝大多数没有按照美国标准建立 ESD20.20 方案，工厂的 ESD 控制工作无非是购买防静电工作服和手腕带这些简单的 ESD 用品，距离 ESD20.20 标准有很大的差距。总体而言，随着我国电子信息制造、医药、航空航天、精密仪器等战略行业的持续快速发展，防静电超净技术产品行业也进入了快速增长期，市场需求规模持续扩大。

3) 国家产业政策支持下游行业发展为我国防静电/净化室产品行业提供基础

防静电/净化室产品行业属制造业中的新兴细分行业，目前尚无专门针对本行业的法律法规和行业政策。防静电/净化室产品行业服务于电子信息制造、石油化工、航空航天、医药、精密仪器等国民经济战略行业，属基础配套行业。我国大力加强信息产业政策、加速推进食品药品 GMP 认证、加强城乡医疗体系建设等关于下游行业的有利产业政策的出台为防静电/净化室行业的发展提供了有力的产业政策支持，虽然部分下游行业受全球金融危机的影响出现了短期内的经营困难、产能过剩，但其整体的、中长期的发展趋势并未发生根本性变化。总体而言，随着目前随着现代电子信息产业的迅速发展，使微电子技术的发展突飞猛进，大规模集成

电路和超大规模集成电路被广泛的应用在航天、航空、计算机、程控交换机遥控技术领域，防静电/净化室产品行业的发展对于优化产业结构，提高经济运行质量，加速推动工业制造 4.0 进程具有极其重要的意义。

3 行业产业链情况

在防静电/洁净室产品行业的产业链上，防静电/洁净室产品的制造商和贸易商处于产业链的中上游。本行业的上游主要为防静电产品零件或整件制造商。由于防静电/净化室产品具有客户需求个性化、多样化、涉及产品种类多等特点，其上游供应商所涉及范围也较大，包括防静电布料供应商、防静电设备电子零件供应商等。

防静电/洁净室产品行业的下游行业包括电子信息、石油化工、航空航天、生物制药等领域。根据不同行业不同工作区域对静电及污染防护的不同要求，主要可分为对静电的防护、对尘埃的防护、对尘埃及静电同时进行防护三种防护类型。近几十年来，通过建设防静电/洁净室控制环境静电和外污染源的产生、通过使用防静电/洁净室产品控制人体活动静电和内污染源的产生已成为众多行业生产的基础性要求。

我国电子信息制造产业目前为防静电/洁净室产品行业的主要的下游行业，其发展对本行业企业的未来发展具有重要作用。目前，虽然全球经济下行压力较大对上述行业产生了短期的负面影响，但随着我国信息化建设的推进，半导体、电子、光电子等产业在未来相当长的一段时期内仍处于高速发展时期，防静电/洁净室产品行业仍有很大的发展空间与潜力，行业将持续获得稳定的下游客户群体。

4 行业市场竞争状况

近年来，经过市场角逐和产品升级的数轮渗透，防静电/净化室产品行业的市场化程度较高，集中度由低到逐渐提高，目前行业竞争格局已初具雏形。我国防静电/净化室产品行业贸易和生产厂商较多，其中又以贸易厂商为主，竞争较为激烈，各类厂商广泛集中在珠三角、长三角一带。随着行业的逐渐发展，部分不能形成自主生产、积累技术沉淀的企

电子工业 SMT 制造环境管理

庄晓荣

浙江三威防静电装备有限公司

提 纲

- 4.1、SMT制造车间环境管理的总体技术要求
- 4.2、温度、湿度的管理要求
- 4.3、净化级制造的环境管理要求
- 4.4、防静电管理
- 4.5、SMT制造：照明环境的管理及技术要求
- 4.6、SMT制造：振动环境的管理及技术要求

电子产品 SMT 生产车间（自动化车间）



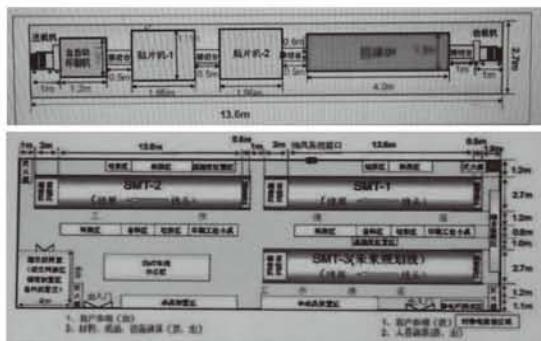
4.1

SMT制造车间环境管理的总体技术要求

电子产品 SMT 生产车间人工装配车间



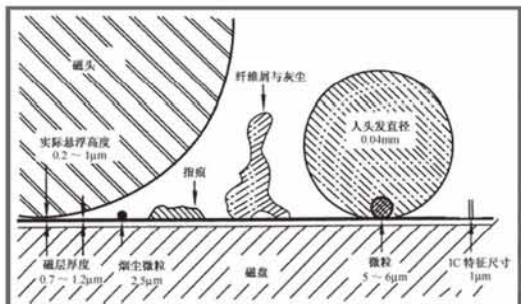
4.1.1 SMT 生产线和车间布置方案图



4.1.2、影响电子产品在 SMT 生产车间的环境因素有哪些

- 温度
- 湿度
- 制造的环境净化
- 静电防护
- 照明环境
- 振动环境

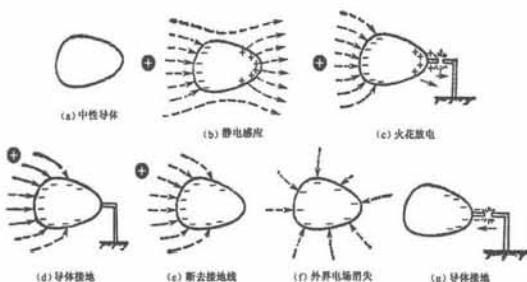
4.4.1.2、尘埃粒度与芯片间距比较



4.4.1.3、静电效应与静电对微电子制造业的危害

- 1、静电效应:
 - (a)电场力: $F = Q_1 Q_2 / 4\pi\epsilon r^2$
 - (b)静电放电(ESD)
 - (c)静电电场感应
- 2、静电对微电子制造业的危害
 - (a)吸附尘埃
 - (b)静电放电及产生的宽带电磁脉冲效应
 - (c)静电场感应及放电

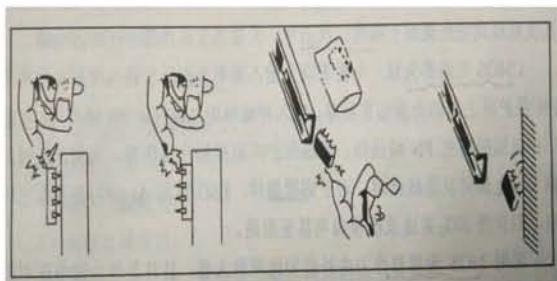
静电感应及放电过程



4.4.1.4、静电敏感器件(SSD或ESDS)损伤失效模式和机理

- 1、突发性完全失效
- 2、潜在性缓慢失效
- 突发性完全失效约占10%
- 潜在性缓慢失效约占90%
- 3、SSD静电损伤机理:
 - 热击穿
 - 介质击穿
 - 气体电弧放电

IC电路静电放电模式



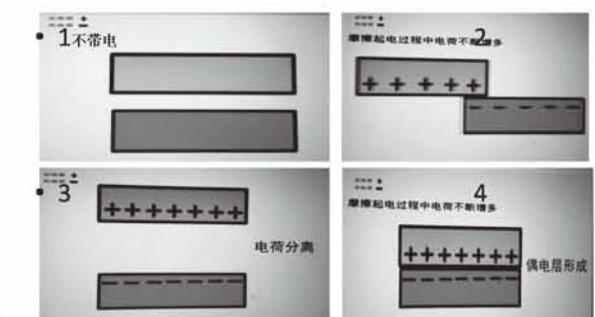
4、ESD对器件损坏形式:

- A、造成MOS漏电流增大;
- B、多层布线间的介质击穿短路。输入端铝条与n+, p+层间的击穿短路;
- C、造成PN结的电损伤: 局部烧熔、结特性变坏、放大系数
- D、或阈值漂移;
- E、与外接端子相连的铝条被熔断开路;
- F、引起薄膜电阻熔断或阻值漂移。

4.4.2 静电的产生及静电电压

- 4.4.2.1、静电的产生: 分为固体起电、粉体起电和液体气电。
 - 1、固体起电: 固体接触分离起电
 - a、导电金属之间的摩擦起电;
 - b、导体和绝缘体、两绝缘体之间的摩擦起电。
 - c、固体带电形式有5种形式:
 - 断裂带电;
 - 压电效应起电;
 - 热电效应起电;
 - 剥离起电
 - 电解起电
 - 2、粉体起电
 - 3、液体气电

接触摩擦起电过程



(未完待续)

防静电工作区检验标准使用中的几个问题

——使用 IEC 61340-5-1 和 ANSI/ESD S20.20 的几点体会

廖志坚

信息产业防静电产品质量监督检验中心，北京 100040

《防静电工作区检验标准使用中的几个问题》主要是叙述有关“使用 ANSI/ESD S20.20 和 IEC61340-5-1 的几点体会”。

1 防静电工作区 (EPA) 与 ANSI/ESD S20.20 和 IEC61340-5-1 的关系

1.1 防静电工作区 (EPA) 在静电防护中的重要位置

1.2 防静电管理体系对防静电工作区 (EPA) 建设的重要性

关于防静电工作区 (EPA) 的重要性和必要性，可以用下面的数字来说明：

以目前的半导体制造技术为例，主要是单晶硅材料，通过光刻、扩散、沉积氧化和电镀等工艺完成。隔离、绝缘是靠氧化来完成的。数据来自国标 GJB/Z 105—1998《电子产品防静电放电控制手册》，二氧化硅的绝缘强度是 1 厘米承受 10 的 7 次方伏特，击穿电场强度 $1 \times 10^7 \text{V/cm}$ ，相当于 $1\text{V}/1\text{nm}$ 。随着纳米技术的发展，今天的手机芯片的半导体工艺技术已经达到 18 纳米。在没有其他防护措施的条件下，那么对我们的静电防护的环境要求是多少呢？18 nm 对应 18V，按照 -6dB （击穿电压的一半）进行防护的话，只有 9V。虽然是假设，新技术的发展对我们静电防护的要求是越来越高了，由此希望大家对我们的工作更加重视。IEC61340-5-1 和 ANSI/ESD S20.20 要求我们“建立一个静电放电控制方案”能满足静电敏感器件要求的 EPA 环境。

1.3 IEC 61340-5-1 和 ANSI/ESD S20.20 对防静电工作区 (EPA) 的要求（图 1）

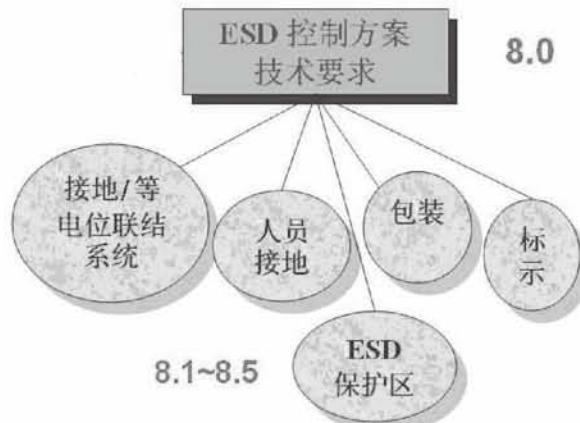


图 1 IEC 61340-5-1 和 ANSI/ESD S20.20
对防静电工作区 (EPA) 的要求

2 防静电工作区 (EPA) 防静电接地系统

2.1 ANSI/ESD S20.20 的防静电接地系统

2.1.1 ANSI/ESD S20.20 接地系统的基本要求

2.2 IEC 61340-5-1 中关于防静电接地系统的表述。

在图 1 中要求功能接地和保护接地同时存在时，两者要连接在一起。

2.3 两者在使用中的差别

2.3.1 ANSI/ESD S20.20 的检测依据 ANSI/ESD S6.1

1) ANSI/ESD S20.20 中设备接地导体接地电阻是怎样测量的（见 ANSI/ESD S6.1 第 6.3.1 条）S20.20 指标要求： <1.0 欧姆阻抗。S6.1 第 6.3.1 条“设备接地导体的阻抗（即从插座（含有设备接地）到主配电柜面板上零线（main service equipment）之间的阻抗）应小于 1Ω 。（见附录 1）

表 1 ANSI/ESD S20.20 表格 1 接地及等电位连接之要求

技术要求	实施方案	测试方法	强制限定
接地 / 等电位相连接系统	设备接地导体	ANSI/ESD S6.1	<1.0 欧姆阻抗
	辅助接地	ANSI/ESD S6.1	<25 欧姆到设备接地导体
	等电位相连接	ANSI/ESD S6.1	<1.0x10 ⁹ 欧姆 1

任何静电放电技术单元与公共接地点之间的最大电阻。

表 2 IEC 61340-5-1 接地 / 等电位连接要求

技术要求	接地方法	测试方法 / 标准	要求的限值
接地 / 等电位连接系统	保护接地	国家电力系统标准	国家电力规范限值
	功能接地	国家电力系统标准	国家电力规范限值
	等电位连接	见表 2 和表 3 中适用的实施过程	见表 2 和表 3 中每一个 ESD 控制项目的限值

在图 1 中要求功能接地和保护接地同时存在时，两者要连接在一起。

2) 防静电装备的连线电阻指标要求：<1.0 欧姆阻抗(见 ANSI/ESD S6.1 第 7.2.1 条 & 图 8)：公共接地点和交流设备接地之间电阻、公共接地点和防静电装备(技术单元)之间电阻不能大于 1 欧姆(第 7.2.1.1 条和第 7.2.1.2 条)。

3) ANSI/ESD S20.20 中辅助接地接地电阻的测量(见 ANSI/ESD S6.1 第 7.2.2 条)：当交流设备接地和辅助接地同时存在时，应当进行以下测试。将欧姆表连接到交流设备接地和辅助地上，放置的测量探针应包括的所有相互连接和保护设备的电阻，整个阻值不应该大于 25Ω 。

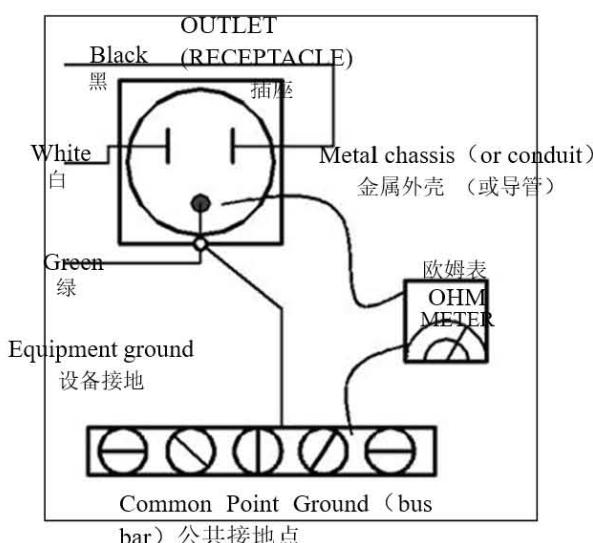


图 2 公共接地点的电阻测量

附录 1 S6.1 第 6.3.1 条 设备接地导体

设备接地导体的阻抗，即从插座(含有设备接地)到主配电柜面板(main service equipment panel)上零线(the neutral)之间的阻抗，应小于 1Ω 。火线，零线，设备接地导体应该按照国家电气标准(ANSI/NFPA-7.0)正确接线。见 ANSI/ESD S6.1 图 5 和 ANSI/ESD S6.1 图 6。

附录 2 防静电工作区接地系统各部分电阻值要求。

接地/等电位联结

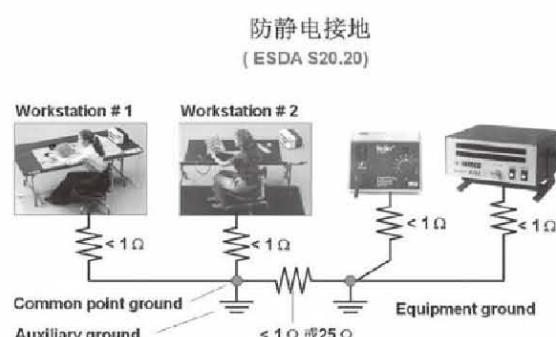


图 3 附录 3 S6.1 检测设备 第 6.1 节仪器仪表 (Instrumentation)

1) 直流欧姆表

该仪表测量直流电阻范围 0.1Ω 至 $1M\Omega$ (或其他更大的电阻值)，仪表精度为 $\pm 10\%$ 。

2) 交流电路测试仪 (阻抗计)

仪表能够测量设备接地导体的阻抗，即从插座

(含有交流设备接地的电源插座)到主配电柜面板 (main service equipment panel) 中性连接点 / 零线 (the neutral bond) 之间的阻抗。

2.3.2 IEC61340-5-1 的检测依据国家电力系统标准

1) GB50169-2006《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》第3.9.2条：设计无要求时，接地电阻 $R \leq 4\Omega$ 。

2) GB/T 16895.23-2012《低压电气装置 第6部分 检验》测试方法“三极测量法”(两极和地极的距离分别为20m、40m或按照仪器规定的距离)。测试时移动辅助测试极，读取三次数值，以算术平均值为测量结果(见图4)。

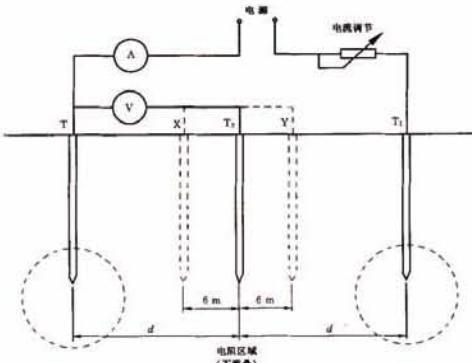


图4 测试时辅助测试极移动示意图

注：T—被测接地板，与所有其他供电电源都断开；
T₁—辅助接地板；
T₂—第2个辅助接地板；
X—检验测量结果时所用的T₂的另一位置；
Y—再次检验测量结果时所用的T₂的又一位置。

3) GB 50944-2013《防静电工程施工与质量验收规范》

2.4 IEC 61340-5-1 和 ANSI/ESD S20.20 的共同点

2.4.1 IEC 61340-5-1: 2007《电子器件的静电防护—基本要求》有关接地系统见IEC 61340-5-1图5和图6。

2.4.2 ANSI/ESD S20.20 8.1规定：接地 / 等电位相连系统：接地 / 等电位相连接系统应该使用，以保证静电放电敏感元件、人员和所有其它导电体(如移动设备)，处在同样的电位。

3 防静电工作区(EPA) 电阻类指标的现场检测

3.1 电阻类指标检测基本要素

3.1.1 电极组件

表1中两种标准体系电极组件差异的对比结果：IEC标准使用单位kg和mm，美国标准使用单位lb和inches，电极重量：IEC标准的较重，但美国标准规定的精度高于IEC标准的精度；IEC标准规定的电极总重量的合格范围是： $2.25\text{kg} \sim 2.75\text{kg}$ ，而美国标准规定的电极总重量的合格范围是： $2.21\text{kg} \sim 2.32\text{kg}$ 。因此，美国标准的(合格)电极在IEC标准电极的合格范围之内。IEC标准的鞋电极重量： $12.5 \pm 2.5\text{kg}$ ，IEC标准鞋电极重量的合格范围是： $10.0\text{kg} \sim 15.0\text{kg}$ ，美国标准的鞋电极重量 25 lb (11.35 kg)在IEC标准合格范围之内，但没做精度要求。(见表2)

SJ/T 10694-2006《电子产品制造与应用系统防静电检测通用规范》中点对点电阻、系统电阻测试电极尺寸：柱电极直径 $63 \pm 3\text{mm}$ ，电极材料为不锈钢或铜；电极接触端材料导电橡胶，硬度 60 ± 10 (邵氏A级)，厚度 $6 \pm 1\text{mm}$ ，其体积电阻小于 500Ω ，电极单重 $2.25\text{KG} \sim 2.5\text{KG}$ 。

GB 21146-2007《个体防护装备 职业鞋》、

表1 3.3.2 防静电接地线选用表

防静电接地线名称	接地线材料	接地线截面积(mm^2)
防静电门、窗接电线	多股铜线或编织线	> 2.5
防静电工作台接地带	多股铜线或编织线	> 6
防静电地坪、墙面柱面接地带	多股铜线或编织线	> 10
防静电水泥类地面、瓷砖地面接地带	钢筋或扁钢	> 12.5
金属导体接电线(隔断、金属台架、风管、管道等)	多股铜线或编织线	> 6
防静电接地干线	镀锌扁钢	> 75
防静电接地汇流母线	铜线或铜排	> 16
高层建筑内独立防静电接地引出线	镀锌扁钢	> 100
建筑物外独立防静电接地引出线	铜排或铜线	> 50
	镀锌扁钢	> 75
	铜带或铜线	> 35
	镀锌扁铁	> 100
	铜带或铜线	> 50

表2 两种标准体系中电极组件差异的对比

项目 标准	国际电工技术委员会标准		美国国家标准协会标准	
	参数和指标	标准代号	参数和指标	标准代号
①点对点电阻、系统电阻测试电极	柱状电极重量: $2.5 \pm 0.25\text{kg}$; 直径 $\phi 63.5 \pm 1\text{mm}$; 金属板上 10V 测试两电极间电阻 $< 1\text{K}\Omega$	IEC61340-2-3 IEC61340-4-1	柱状电极重量: $2.27 \pm 0.06\text{kg}(5\text{ lb} \pm 2\text{ oz})$; 直径 $\phi 63.5 \pm 0.25\text{mm}(2.5 \pm 0.1\text{ inches})$; 金属板上 10V 测试两电极间电阻 $< 1\text{K}\Omega$	ANSI/ESD S4.1 ANSI/ESD S7.1 ESD TR53-01-06
②表面电阻、体积电阻测试电极	同心环电极重量: $2.5 \pm 0.25\text{kg}$; 内柱电极直径 $\phi 30.5 \pm 1\text{mm}$, 外环电极内径 $\phi 57 \pm 1\text{mm}$; 金属板上 10V 测试两电极间电阻 $< 1\text{K}\Omega$	IEC61340-2-3	同心环电极重量: $2.27 \pm 0.06\text{kg}(5\text{ lb} \pm 2\text{ oz})$; 内柱电极直径 $30.48 \pm 0.64\text{mm}(1.2 \pm 0.025\text{ inches})$; 外环电极内径 $\phi 57.15 \pm 0.64\text{mm}(2.25 \pm 0.025\text{ inches})$; 金属板上 10V 测试两电极间电阻 $< 1\text{K}\Omega$	ANSI/ESD STM11.11 ANSI/ESD STM11.12
③鞋电极	鞋电极重量: $12.5 \pm 2.5\text{kg}$ (由直径 $\phi < 3\text{mm}$ 钢珠组成) 上部由钢珠布袋和铝条组成, 下部不锈钢板, 钢板下垫绝缘板, 鞋电极系统电阻 $< 500\Omega$	IEC61340-4-3	鞋电极重量: $25\text{ lb}(11.35\text{kg})$ 上部由 #6 钢珠布袋和铝条组成, 下部不锈钢板, 要求对地绝缘, 大于 $1 \times 10^9\Omega$	ANSI/ESD STM 9.1
其他电极	$5.0 \pm 0.25\text{kg}$ 用于其他软地面	IEC61340-4-1		

注: 1 lb(磅)=16 oz(盎司)=453.6g(克);
1 inches(英寸)=25.4mm(毫米)

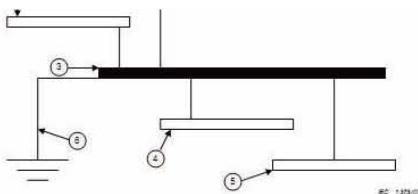


图5 IEC 61340-5-1图1 带参考接地点的EPA接地原理图

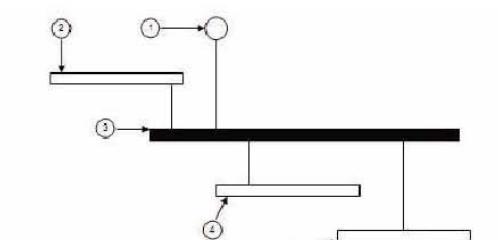


图6 IEC 61340-5-1图2 等电位连接系统原理图

GB/T 20991-2007《个体防护装备 鞋的测试方法》中测试仪器: 电压源能输出直流电压($100 \pm 2\text{ V}$), 能测量电阻到 $\pm 2.5\%$ 的精度。内电极由总重量 4kg , 直径 5mm 的不锈钢珠组成, 且使用前必须进行防氧化处理。外电极为不锈钢或铜板, 且使用前必须进行防氧化处理, 并用乙醇清洗干净。

结论一: 表1中两种标准体系的电极组件差异影响很小, IEC标准只在其他软地面测试上有一个补充。所以, 两种标准体系在测量中由电极重量的影响可以不考虑。

结论二: 总体而言, 两种标准体系对压力的要求很严格, 说明了压力在测试中的重要性。

用 2.5kg 或 5 lb 的电极来代替人手的测量, 统一了测量的压力;

对于人体的压力用了重量 12.5kg 或 25 lb 的电极。这里标准没有使用人体的重量作压力, 也说明了这时增加重量对接触电阻的影响已可以忽略。

3.1.2 电阻率相关的计算

在表1中展示的主要电极, 它们用于不同的电阻挡测量。其基本原理是: 施加标准规定的直流电压后, 测量其电流。

1) 柱状电极用于测量点对点电阻和系统电阻;

2) 同心环电极用于表面电阻和体积电阻; 通过测量流过鞋电极的电流, 得到鞋底电阻。以上的电

阻值如果是测量得到的，还有一组电阻参数是通过测试后计算得到的，这就是表面电阻率和体积电阻率。

由表1中IEC61340-2-3给出的电极：
 $d_1=30.5\text{mm}$, $g=(57-30.5)/2\text{mm}$

1) IEC61340-2-3的9.1公式：
 $\rho_s = \frac{R_s(d_1+g)}{\pi g}$

表面电阻率可以由测得的表面电阻 R_s 乘以一个系数 k_s 得到。

$$\begin{aligned} k_s &= (d_1+g) \cdot \pi / g \\ &= (57+30.5) / (57-30.5) \times 3.14 \\ &= 10.37 \end{aligned}$$

实际使用中取10。

2) IEC61340-2-3的9.2公式：
 $\rho_v = \frac{R_v(d_1+g)^2}{\pi / 4 h}$

体积电阻率计算相乘的一个系数 k_v ：

$$\begin{aligned} k_v &= (d_1+g)^2 \cdot \pi / 4 \\ &= (5.7+3.05)^2 \times 3.14 / 16 \\ &= 15.03 \end{aligned}$$

实际使用中取15。

结论三：补充实用公式，使用IEC标准的同心环电极（也适用于表1中的美国标准电极）进行测试：

1) 表面电阻率： $\rho_s = 10 \cdot R_s$

单位： Ω

2) 体积电阻率： $\rho_v = 15 \cdot R_v / h$

单位： $\Omega \cdot \text{cm}$, h 是材料厚度；单位： cm 。

3.1.3 测试条件和要求（见表3）

由表3两类标准测试电压和环境要求的对比，可归纳为：

- 1) IEC标准测试电压分三种，环境要求分三级；
- 美国标准测试电压分两种，环境要求分二级；
- 2) 它们的共同点：测试样品要在标准要求的环境下稳定至少48小时；
- 3) 测试从低电阻值开始测量，用直流10V电压，大于 $1 \times 10^6 \Omega$ 转换为直流100V电压进行测试；
- 4) $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C} 12\%RH \pm 3\%RH$ 用于产品检验，例如包装可能在防静电工作区以外使用；
- 5) $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C} 50\%RH \pm 3\%RH$ 是防静电工作区实际的环境条件，所以可以认为测试结果是现场测试条件下的材料性能。

结论四：两类标准中值得注意的共同点是对环境条件的要求，它是影响电阻类指标测试结果的重要因素。实际测量中低湿度条件和中等湿度条件下测试的结果可以相差一个数量级。所以，同一材料进行低湿度条件和中等湿度条件（两种湿度条件）的性能测试，来反映湿度对材料电阻性能影响和防静电特性更精确、更全面。

3.1.4 测试时间的影响

依据GJB 2605-1996《可热封柔韧性防静电阻隔材料规范》规定初始电压 ± 5000 伏，衰减到 $\pm 50V$ ，时间不大于2s。静电泄漏电阻：

$$R = t / (C_{ln}(U_o / U_c(t)))$$

式中： $ln(5000/50) = 4.61$, $C_{仪器} = 20pF$ 。当静电衰减时间 $t_{5000V-50V} = 2s$ 时（代入）。

表3 两种标准体系测试电压和环境要求对比

项目\标准	国际电工技术委员会标准		美国国家标准协会标准	
	参数和指标	标准代号	参数和指标	标准代号
测试电压	$100V \pm 5\%$, ($> 1 \times 10^6 \Omega$), $10V \pm 5\%$ ($< 1 \times 10^6 \Omega$), 15s; $500V \pm 5\%$, ($> 1 \times 10^{11} \Omega$) 对绝缘材料：500V, 1min。	IEC61340-2-3 IEC61340-4-1 IEC61340-4-3	$100V \pm 5\%$ ($> 1 \times 10^6 \Omega$), $10V \pm 5\%$ ($< 1 \times 10^6 \Omega$)	ANSI/ESD STM11.11 ANSI/ESD STM11.12 ANSI/ESD S4.1 ANSI/ESD S7.1 ANSI/ESD STM9.1 ESD TR53
IEC61340-4-1 IEC61340-4-3	一级： $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ $12\%RH \pm 3\%RH$ (稳定96+10h); 二级： $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ $25\%RH \pm 3\%RH$ (稳定96+10h); 三级： $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ $50\%RH \pm 3\%RH$ (稳定48+10h)。	IEC61340-2-3 IEC61340-4-3	低湿度条件： $12\%RH \pm 3\%RH$, $23^\circ\text{C} (\pm 1^\circ\text{C} S4.1/\pm 3^\circ\text{C} S7.1)$ (稳定至少48h, 不超过72h); 中等湿度条件： $50\%RH (\pm 5\%RH S4.1/\pm 2\%RH S7.1)$, $23^\circ\text{C} (\pm 1^\circ\text{C} S4.1/\pm 3^\circ\text{C} S7.1)$ (稳定至少48h, 不超过72h)。	ANSI/ESD STM11.11 ANSI/ESD STM11.12 ANSI/ESD S4.1 ANSI/ESD S7.1 ANSI/ESD STM9.1 ESD TR53
测试环境	15s后读数	IEC61340-2-3 IEC61340-4-3	5次充电时间平均值加5s	

此时，静电泄漏电阻： $R_{20pF} = 2.17 \times 10E10\Omega$ 。由此，我们分析得出，对被测样品如果其电阻为 R_{20pF} ($2.17 \times 10E10\Omega$)，那么充电时间也需要 2s。

依据数据：人体电容值在 $90 \sim 398pF$ ，美军标 MIL-STD-1512 人体模型电容 $500pF/5k\Omega$ ，家具的近地电容：直背椅 $112pF$ ，转椅 $94pF$ ，小车 $145pF$ ，工具箱 $39pF$ 。

① 如果此时电容 $C_{人体} = 200pF$, $R_{20pF} (2.17 \times 10E10\Omega)$ 的充电时间需要 20s。

② 如果电容 $C_{地面} = 2000pF$, $R_g = 1 \times 10E9\Omega$ ，保证 90% 的测试电压（精度） $\ln(100/10) = 2.30$

$$T_{充电} = R C \ln(U_o / U_c(t)) = 2.30 \times 2000 \times 10E-12 \times 1 \times 10E9 = 4.6s$$

结论五：

1) 少于 20s 的时间对于测量肯定是有影响的。

2) 在地面测试中，如果没有达到 4.6s，也会产生 10% 以上的误差。其结果会将不合格的产品判定为合格。

3.2 电阻类指标与静电防护的关系：

3.2.1 防静电系统认证标准中电阻类指标

1) IEC61340-5-1:2007 标准中技术要求分为四部分：接地 / 等电位连接要求；人员接地要求；EPA 要求；包装。除了离子化装置的消散时间、残余电压和包装的静电屏蔽以外，其他都是电阻类指标，对地电阻是标准中技术要求的核心内容。在 ANSI/ESD S20.20-2014 标准中也有类似情况，技术要求分为三部分：接地 / 等电位连接系统；人员接地要求；防静电工作区。另外附加了 ANSI/ESD S 541-2008《防静电包装材料》作为补充。

2) 2007 年版标准相对以前的旧版本，不仅突出了电阻类指标的地位和对地电阻的重要性，而且强调了用户要求、用户规范。这反映了现代科学技术的发展，以 100V 作为防护要求已不能满足用户的要求。因此，相应的防护措施和防护指标也要提高。

3.2.2 对地电阻与静电防护关系

人体静电电压和对地电阻的关系见图 7 (来源

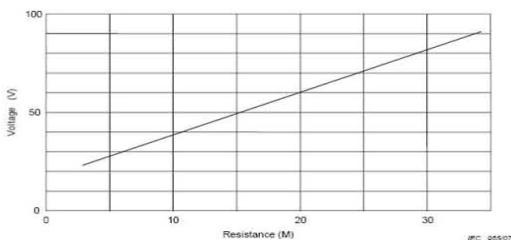


图 7 人体电压和对地电阻的关系

标准 IEC61340-5-2 中用图给出了人体静电电压和对地电阻的数量关系，说明了一般情况 $R_g < 1 \times 10E9\Omega$ ，2007 版标准中防护指标提高到 $< 3.5 \times 10E7\Omega$ 的依据。

结论六：防静电工作区的防护级别应根据敏感器件的等级而定。对于 100V 不能满足要求的情况，采取相应的加严措施对地电阻应高于指标 $R_g < 3.5 \times 10E7\Omega$ 。采用导静电材料，例如 $R_g < 1 \times 10E6\Omega$ ，要求人体静电 $< 10V$ 。

3.2.3 人体静电和静电防护一般原则

标准 IEC61340-5-2 中用图给出了人体在同一地面上穿不同鞋行走所产生的静电电压，见图 8 和图 9。

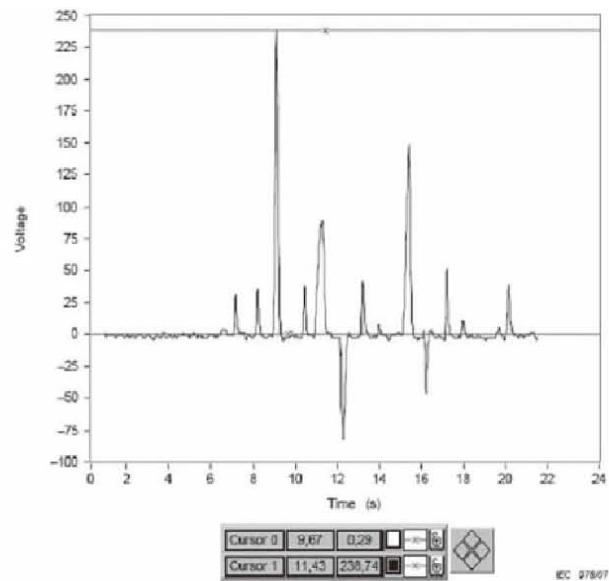


图 8 人在同一地面上穿不同的鞋行走所产生的静电

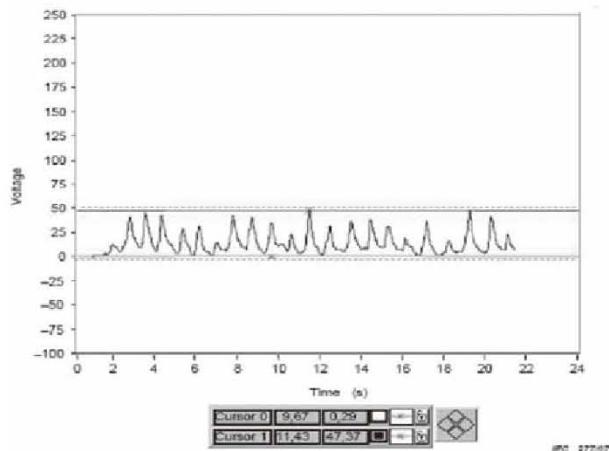


图 9 人体在同一地面上穿不同的鞋行走所产生的静电

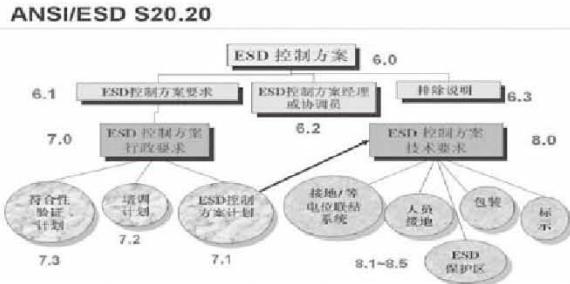
在图 8 中，展示的人体静电在两脚行走的间隔中有正电压尖峰，也有负电压尖峰，且超过 100V，这是一个不合格的例子。在图 9 中，两虚线所表示的部分符合静电防护工作区的要求。

结论七：人体静电的曲线说明了在防静电工作区内也会有瞬间的产生静电高峰，瞬间消失。存在着潜在的危害，操作静电敏感器件，静置时间很重要。静电防护一般原则要求，控制静电电压小于静电敏感器件静电放电敏感电压阈值的 -6dB (即 $1/2$ 电压)。

4 结束语

随着微电子行业纳米技术的发展，越来越高，对防静电工作区和防静电系统的要求也越来越高。静电电压 100V 已不能满足要求，芯片的静电放电敏感电压阈值越来越低，对静电防护提出了更高的要求。

一个全面、有效防静电体系要求建立在企业全面质量管理体系的基础上，执行 IEC 61340-5-1:2007 第 5.2.1 条【ESD 控制方案计划】全面整合和实施与内部质量管理体系要求相符的工作计划。以 ANSI/ESD S20.20 为例，标准对工厂的 ESD 体系的建立、EPA 的建立、敏感器件的包装、生产各环节的处理、人员培训和考核、内审制度的建立和检查、检测手段等各方面都作了明确的规定。涉及到采购、计量、过程控制、不



ESD 认证

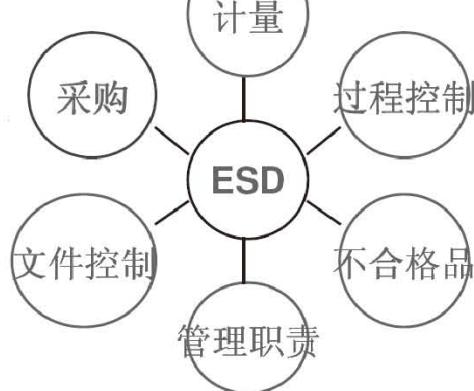


图 10 ANSI/ESD S20.20 里的要求

与此同时，各种新技术也应用在静电防护上。新产品应运而生，用残余电压 5V 以下的离子化静电消除器解决操作环境问题；用腕带监视仪连续监测人体对地的电阻，确保静电泄漏通路的可靠性。相信会有更多更好的仪器面世，会有各种新技术会应用在防静电防护上。静电的监测会像视频监视一样，既可以采取预防措施对防静电系统模拟测试，也可以在现场预警和提前采取消除措施。在操作人员静电防护采取了各种接地的积极措施后仍不能满足要求的情况下，机器人新角色已经开始登场。

随着静电防护越来越得到重视，这方面的研究也会得到更多的资金支持，在理论和实践方面将会得到新的和更大的发展。

IEST-RP-CC022.2 解读洁净室及其他受控环境中的静电防护

背景和用途

静电带电与放电是洁净室领域的一个严重问题。本推荐规范是个指南，可用来规定整个静电控制系统中的各元素，并用来控制和限制静电带电与放电的影响。这里考虑的静影响包括：

- 1) 带静电物体和人员对污染物的吸引，以及随后的污染物向关键表面的转移；
- 2) 静电放电 (ESD) 对产品造成的损坏；
- 3) 静电放电造成的生产设备故障。

关于静电对颗粒物污染的影响，人们已作过深入研究，并有大量文献记载（见附录 B）。有关静电放电对产品的损坏而引发的问题，人们也作过大量研究。对于采用微电子技术的生产设备，静电放电损坏设备这一事实众所周知。本文件不去探讨深奥的专业问题，而是系统性地给出对付静电的基本技术。

1 静电带电控制系统

控制静电带电与静电放电的系统涉及方方面面，包括设备、服装、腕带、地面、底座、离子化系统等等。减少人员产生的静电带电现象的操作规程，是静电控制计划的一个组成部分。

对于静电带电控制系统，有三个需要重点考虑的问题：

- 1) 静电带电控制 (ESCC) 避免洁净室或其他受控环境中因静电荷聚集而造成的问题。静电放电控制 (ESDC) 避免洁净室或其他受控环境中因带静电物体与敏感元件之间电荷的传输而造成的问题。
- 2) 就原理、材料、方法而言，ESCC 和 ESDC 两者非常相似。重要的是要了解静电的性质，并且有能力针对解决静电问题的材料和方法规定相关要求。
- 3) 考虑产品和工艺对静影响的敏感性，建立有效的防静电系统。系统中要确定最大允许的静电电压或电场，并规定允许的衰变时间。

1.1 ESCC 和 ESDC 的基本方法

四种方法适用于 ESCC 和 ESDC 控制过程。在解决或避免具体静电问题时，根据需要，这些方法可以单独应用，也可以组合应用。四种方法分别是：

- 1) 对于表面电阻率小于 $10^{12}\Omega$ 、或体积电阻率小于 $10^{12}\Omega\text{-cm}$ 、或两者均符合的用品（墙、地面、工作台等）、材料、设备，并进行接地处理。
- 2) 洁净室或其他受控环境的设计与运行中，合理地使用导电材料和静电耗散材料（包括工作服的选择）。选择上述材料时，注意看其是否能保证使用环境中所需的防静电性能。
- 3) 采用局部或全室空气离子化中和手段，中和绝缘体和对地绝缘导体上的静电电荷。
- 4) 采用适当的方法教育员工，使他们了解静电，在处理静电敏感产品时使用正确的方法和正确的材料。

注意：在洁净室或其他受控环境中，防静电技术本身应尽可能不产生污染。测量由这类技术所产生污染的仪器应与测量洁净室或受控环境洁净度等级相同。应用中可能有某些特殊的限制，例如释气、臭氧的产生、可清洁性。实施防静电措施时，应考虑的问题包括：环境的空气悬浮粒子洁净度、产品和工艺的敏感性、对人的潜在影响、设施运行的安全性。

更详细的介绍资料见本推荐规范第 2 章、附录 A 和附录 B 所列引用文件和参考文献。

1.2 静电带电的特性和来源

所谓静电，就是静止的电荷。丢失电子的物体带正电，具有多余电子的物体带负电。

将两个物体放到一起再分开，或相对流动（例如，液体流经固体），就会产生电子的转移。这种运动中，一个物体得到电子，而另一物体失去电子。如果是非导体，迁移后的电荷趋向于呆在局部接触区上静止不动。遇到导体，电荷会迅速漫延至整个物体，

并传给与其接触的其他导体（详细介绍见附录 B 所列参考文献）。静电荷的常见来源有：工艺设备、某些塑料、人的活动。绝缘体（通常为合成材料）上的电荷不易转移，若不与其他导体接触，绝缘体上的静电电压可能非常高。表 1 列出受控环境中容易出现静电的地方。表 2 列出制造厂内因人的活动产生的静电电压。从表 2 可见，高湿度下，绝缘体的导电性能增加。这是由于高湿度时材料表面形成一层可能导电的水膜，水膜使材料表面的静电耗散。

表 1 受控环境中静电的来源

物体或工艺	材料或活动
工作表面	打蜡表面、漆面、清漆面 某些塑料
地面	水泥 打蜡的、涂表面饰层的木制品 100% 乙烯地砖或地板革
服装	化纤、天然纤维、混纺 非导电性的鞋
椅子和家具	有饰层的木制品 塑料，如乙烯或乙烯包覆的物品 玻璃纤维
包装和装运材料	塑料袋、板材和包封 气泡包装材料、泡沫塑料 塑料盘、塑料包装箱、玻璃瓶和零件箱 胶带（封口，加固缠绕）
装配、清洁、试验和维修区	喷雾清洁装置 塑料焊料析出物 焊头未接地的焊铁 刷子（合成硬毛） 利用液体或蒸气进行清洁和干燥 温度控制腔 低温喷洒 加热枪和电热风 静电复印机

表 2 由生产人员产生的常见电压

静电产生的途径	静电电压 / V	
	湿度 10% ~ 20%	湿度 65% ~ 90%
地毯上行走	35 000	1 500
乙烯材料地面上行走	12 000	250
在工作台工作的工人	6 000	100
翻阅带乙烯封套的工作文件	7 000	600
从工作台上拿起普通塑料袋	20 000	1 200
使用带泡沫聚氨酯坐垫的椅子	18 000	1 500
塑料薄膜放卷（例如在包装区的操作）	40 000	2 800

1.3 静电电压测量

洁净室及其他受控环境中，通常采用静电电压计或静电场强计对静电进行定位和定量测量。利用这些仪器，可以观测到静电的位置和极性及其变化。

应按照仪器制造商的建议将仪器正确接地并使用。仪器在某一规定距离标定，使用时应保持标定距离，有些仪器无法在离子化环境中使用。

静电电压计和静电场强计用于测定静电问题的严重程度，并测定静电控制方法的效果。

2 设备和规程

与污染控制相关的有效静电控制是一套综合系统。通过查询适用参考文献和当地法规，可以了解对静电的特殊要求，例如安全要求和产品灵敏度要求。用户在选择用于防静电系统的材料、产品和服务时，应考虑到所选材料的潜在颗粒物污染、释气、化学残留物等问题。有些防静电产品、材料和布料本身可能会释放颗粒物、气体或化学品，这与产品或工艺的污染控制要求相矛盾。因此，应针对每项具体产品和工艺的独特要求来确定使用的具体防静电措施。

2.1 环境

2.1.1 相对湿度和温度

静电的影响随相对湿度的降低而增加。因此，确定具体控制指标时应考虑到相对湿度。

大多数洁净室控制在温度 21.1°C (70°F)、湿度 40%。静电的产生与相对湿度的大小呈反比，湿度影响着静电的产生。

2.2 接地

静电电势（电压）是相对大地而言。若一个导静电物体（通常定义为电阻小于 $10^{10} \Omega$ 的物体）与大地接通（通过电阻相对低的通道），该导体上不会留有静电，也不会产生静电或出现静电放电。因此，将物体保持在一个相同电势的区域，可以提供最好的静电放电（ESD）防护。

2.3 人员接地和检测系统

需要 ESCC 或 ESDC 防护的场所应使用防静电服装。

采用静电耗散型服装，配合其他防静电技术，可以达到对静电的控制。有效控制静电的核心是系统接地，配合以防止和控制静电的静电中和措施，就可以达到良好的静电防护。防静电系统都应接地。

2.3.1 洁净室的洁净度划分

表3 洁净室的洁净度化分

级别	检测的粒径 (μm)				
	0.1	0.2	0.3	0.5	5.0
0.1m1 级	35×1	35×0.2	—	—	—
0.1m5 级	35×5	35×1	—	—	—
0.1m10 级	35×10	35×2	35×0.86	—	—
1 级 (0.1 m35 级)	35×35	35×7.5	35×3	35×1	—
10 级	35×350	35×75	35×30	35×10	—
100 级	—	35×750	35×300	35×100	—
1000 级	—	—	—	35×1000	35×7
10000 级	—	—	—	35×10000	35×70
100000 级	—	—	—	35×100000	35×7000

2.3.2 空气净化系统 (新风系统)

2.3.2.1 整体厂房净化系统

2.3.2.2 净化工作台

2.3.3 风淋室和离子风幕

2.3.4 恒温恒湿控制系统

2.3.5 净化室的防静电要求

2.3.6 环境的洁净要求

2.3.6.1 地坪和墙壁

1) 环氧自流平、不锈钢地坪和墙壁

2) 不起尘的其它材料

2.3.6.2 用不起尘材料制作的工作台、坐椅

2.3.6.3 粘尘垫和防尘抹布

2.3.6.4 使用净化气源的离子静电消除器 (或放射性和光离子静电消除器)

2.3.6.5 人体防尘服装、鞋套、织物等的使用

表4 防静电洁净工作服尘粒数质量分级技术指标 (SJ)

单位: 个数 / 立方英尺

级别 (大于等于 $0.3 \mu\text{m}$)	尘粒数 P/C particles/min	
	滚筒测试法	
一级	< 1200	
二级	1200 < P/C < 12000	
三级	12000 < P/C < 120000	

表5 防静电洁净工作服离子含量质量分级技术指标 (SJ)

单位: 纳克 / 平方厘米 (采用人体箱测试方法)

级别	Cl	SO	Na	Ca
一级	< 100	< 100	< 100	< 200
二级	< 200	< 200	< 200	< 300
三级	< 300	< 300	< 300	< 500

不挥发性残留物 (NVR) : 一级工作服小于 $3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$; 二、三级工作服小于 $10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

2.3.7 个人用品

1) 腕带

腕带由接地带、导线和接点 (搭扣) 组成。腕带戴在手腕处, 与皮肤直接接触。腕带应与手腕舒适接触, 它的作用是将人员产生的静电迅速、安全地耗散接地, 并保持人与工作表面相同的静电势。腕带上应带有一个起安全防护作用、方便的松脱接点, 当佩戴者离开工作站时, 可以方便地断开接点。地线接点 (搭扣) 与工作站或工作表面接通。应定期对腕带进行检测, 在工作站开始工作前, 应对腕带进行检测。

2) 足带 (腿带)

足带是将人体携带静电荷排到接地的静电耗散型地面的一种接地装置。足带与皮肤接触的方式类似于腕带, 不同之处在于足带用于腿的下部或脚踝, 足带的接地点位于穿戴者足部护具的底部。为了保证随时接地, 两只脚都应配带足带。进入控制区时一般要对足带进行检测。

3) 鞋带 (后脚跟或脚趾)

鞋带与足带类似, 不同的是与穿戴者接通的部分是插入鞋具的一条带子或其他物品。足带的接地点位于鞋具的脚跟或脚趾部分的底部, 这与足带类似。为了保证随时接地, 穿戴者的两只脚都要佩戴鞋带。

2.3.8 防静电鞋具

洁净室或受控环境中穿带的鞋具可以分为两类:

1) 防静电鞋具, 包括鞋罩、靴子、套在普通鞋外面的鞋套。靴子和鞋套包括两个部分: 与排静电的地面或地垫接触的鞋底, 面料中带有消除静电导电手段的鞋腰。所有布料的脱绒和脱尘特性都应符合洁净室要求。

鞋底材料应可以使服装上的静电通过鞋腰传至鞋底, 并从鞋底传至静电耗散型地面或地垫。靴子或鞋套应符合洁净室的使用要求。

2) 另一种防静电鞋具是洁净室专用鞋或专用靴, 这类鞋具在更衣室穿上, 仅在洁净室内使用。专用鞋具也许是一种低帮的鞋, 适应洁净室的静电耗散材料制成的鞋腰相连。鞋上有消除静电的通路, 该通路将人体上的静电电荷通过鞋传至地面。专用鞋具所用材料应具有将静电电荷从服装消散到地面的

能力。

在静电控制区，所有人员从脚到鞋具的底部表面必须有一条低电阻通路。通过采用静电耗散型鞋具、静电耗散型鞋带、腿及靴的接地组件，可以实现低电阻通路。

2.3.9 静电耗散型手部护具

防静电手套和指套用于在干工艺和湿工艺中保护产品和工艺免受静电的伤害和人的污染（见 IEST-RP-CC-005），用户应确定材料对于其用途的适用性。佩戴手套或指套的人可能偶尔不接地，因此，应对防静电手套的储电特性和再次接地时的放电率进行评估。例如，接地通路可能会通过 ESD 敏感器件，因此，操作敏感器件时最好采用缓慢释放静电的静电耗散型材料，而不是使用导电材料。

评估防静电手套时的另一个需要关注的问题是耦合，即手套表面与手套内的手不断接触可能产生的局部电荷。如果考虑是否出汗，问题会变得更加复杂，干手与湿手对静电的影响不同，湿润的手能保持较好的电接触。防静电手套的制造材料可以是：

- 1) 含有平行或网格导电长丝的纺织或针织织物；
- 2) 在制造弹力聚合物的液体材料中加入导电添加剂；
- 3) 复合织物。

用户应认真评估添加剂。添加剂不应成为新的污染源，诸如颗粒物（例如碳黑脱落），可析出物（例如，因在水浴中操作或接触湿物而析出氯盐）。

2.3.10 静电耗散型工作服防静电性能的测量

对 ESD 进行严格控制，就需要对静电电荷或静电电压进行监控，使其保持在可接受的低限范围内，以保护易受 ESD 损坏的器件。包括人员和他们的服装等靠近或接触敏感器件的物品都应受控。美国与其他国家的做法不同，美国很少进行静电耗散型服装带电和静电衰减的绝对测量，而是用表面电阻率的测量作为 ESD 现场特性的测量。

静电耗散型服装防静电特性的全面测定中包括下述参数：

- 1) 摩擦感应生成的电压或电荷(摩擦电压或电荷)；
- 2) 电压或电荷衰减到规定值的时间；
- 3) 服装接地后的残余电压或电荷。

(1) 环境因素

静电带电和放电现象很大程度上取决于被试物品、试验设备、周围空气的干燥程度。为了获得本文件所述方法的有意义、可重复的结果，被试样品应经过预处理，周围环境的温湿度应控制在试验方法规定的限度内。为了获得可重复的结果，应对试验夹具、设备和操作者的接地状况进行监测。

(2) 电压测量

可以用一种简单的、非接触式静电场测量装置对摩擦电压和残余电压进行半量化测量，该装置通常称电场检测计或静电定位计。用该装置测量距被测样品已知距离处的静电场（或电压梯度），得出样品表面静电电压定性估算值。也可以按 FTMS 101C 中 4046.1 规定的方法，使用一种类似的非接触型静电场强计，测量摩擦电压、残余电压、静电衰减时间。

(3) 摩擦电压和衰减

最简单的试验方法是，用一块聚四氟乙烯（PTFE）材料摩擦衣料上的一个区域，然后在距摩擦区 2.54 cm (1 in) 处使用静电定位计测量摩擦电压。

NASA MMA-1985-79 规定了一种更精确的方法，将一块经过温湿度预调节的 17 cm × 19 cm (6.7 in × 7.5 in) 织物样品放在夹具上，一个凸面 PTFE 以每分钟 400 (± 20) 的转速旋转摩擦 10 秒钟。移去摩擦盘的同时，样品旋转 90°，使样品呈现在静电场强计面前，一个微开关向记录仪或示波器提供一个计时零的信号。

注意：有一种经过改造的 NASA 装置，通过测量转轮产生的补充电荷（采用静电场强计），以减少样品夹漏电的影响。

当采用上述 NASA 方法进行测量时，在相对湿度 50% 和温度 20°C (68°F) 的条件下，摩擦产生的电位不应超过 100 V。在相对湿度 50% 和温度 20°C (68°F) 的条件下，电压衰减至 10% 初始值所用时间不应超过 0.5 s (见表 6)

表 6 静电衰减时间限值

相关标准	正常试验条件	合格的衰减时间	
	相对湿度 %	温度 °C / °F	
IEC61340-5-1	12	21 / 70	衰减 (1000V-100V) 的时间不大于 2.0 秒
NFPA 99	50	21 / 70	衰减至 10% 初始值的时间不大于 0.5 秒
NASA MMA-1985-79	50	20 / 68	衰减至 10% 初始值的时间不大于 0.5 秒

(4) 静电衰减时间 (见 FTMS 101C, 方法 4046.1)

在 FTMS 101C 规定的方法 4046.1 中, 测量一块经过温湿度预调节的 9cm × 12cm (3.5in × 5in) 布料样品, 向样品施加 5 000V 的直流电压, 加压时间要足够长, 使样品和夹具充满电。然后令样品接地, 记录电压衰减曲线, 测定电压衰减到规定值的时间。然后用极性相反的电压重复上述测量。以秒为单位报告试验结果。

用于本试验的设备包括: 一只静电衰减测量计或具有相同功能的设备 (例如, +5 000V 直流电源、高压开关、静电场强计)、一台图表记录仪或存储示波器、一套电极组件及夹具、一个可以控制湿度的手套箱。

含有导电纤维的静电耗散型布料会表现出所谓“灭磁”现象。移除电源时, 这种现象立刻出现, 表现为表面电压的即时下降, 随后, 才出现正常的指数衰减曲线。

(5) 表面电阻率

按 ASTM D257 测定表面电阻率, 是对许多布料和服装静电耗散特性的一种最简单的测量方法。该方法利用电极的几何特性来减少表面漏电的影响。若电极各向同性, 可使用环形电极和一只静电计来完成测量。试验时, 探头与被测织物的各个部分都密切接触, 被试样品在一个不导电的平面上放平, 该平面最好选用厚度 0.635 cm (1/4in) 的平板玻璃。

ASTM D257 试验是一种非破坏性试验, 该试验可对相同的布料或服装部件进行快速的对比性评价, 或对他们进行日常质量监测。但这种试验的准确度和可重复性受到很多因素的影响, 包括: 被试物件所含水分、布料上的化学品残余、表面的不均匀性、试验环境的相对湿度、静电耗散型服装中导电纤维的状况和结构。静电耗散型布料中导电纤维的特性也会对试验电压的最大值有所要求。

注意: 通常认为, 仅表面电阻这一项指标不足以说明静电耗散特性。许多研究表明, 以对比性为目的的表面电阻试验不一定能准确地说明服装的静电耗散特性。

2.4 设备

2.4.1 接地方法

ESCC 的接地一般与设施的接地系统相通。考虑 ESCC 接地系统时, 应查询当地的电气和建筑规范。

建筑、固定件和硬件所用材料的性能关系到防静电系统的总体效果。鉴于这些材料费用昂贵且一旦建成无法拆换, 以及他们对接地通路的作用, 使材料的选择成为防静电系统中的关键。应为那些材料制定污染控制要求, 并验证材料确实符合要求。

2.4.2 防静电区 (EPA, Electrostatic Protected Area) 的识别

在考虑有效的防静电措施时, 应注意防静电区、工作面和产品的可视标识。

2.4.3 地面

工作区的一个常见静电源是人的行走和轮的滚动 (摩擦带电)。正确地选择和处理地面材料, 可以减少并控制因行走和滚动而产生的静电。

有若干种可供选择的地面材料和地面材料的处理方法, 最终用户应考虑所选材料和处理方法与污染控制要求的适应性 (或不适应性), 所选地面材料和地面处理方法应在最终用户规定的静电耗散范围内。

可用的地面材料和地面处理方法包括:

1) 通气地砖或隔栅地面——主要用于单向流洁净室的高架地面; 常用材料为铸铝, 表面喷涂或复合其他材料;

2) 地面覆盖物——主要用于非单向流洁净室; 与地面粘接, 接缝用密封胶填封;

3) 地面油漆、涂料、面漆——主要用于环境控制区和静电控制区;

4) 地垫——主要用于 ESDC 控制点。

ESD STM7.1-2001 和 NFPA 99 中规定了地面材料电阻率的测量方法, 以及地面材料所要达到的性能要求。NFPA 99 主要针对带有挥发性气体的场合, 即, 高含氧量、可燃气体、化学品。微电子工业中的静电场必须控制在低水平, 根据最终用户的要求, 建议的试验电压为 10 ~ 100V。安装完工后应对地面进行检测, 之后约每半年检测一次, 以查验因磨损而退降的地面是否仍然符合技术要求。

2.4.4 工作台表面和工作表面

工作表面往往是最接近敏感产品和敏感工艺的表面, 因此, 应仔细地规定工作表面的技术要求并仔细对其进行评估。需要考虑的部分特性包括 电导率、电阻率、脱尘和磨损特性、与其他元件之间的相互联系 (ANSI/ESD S4.1-1997 中给出更多信息)。IEST-RP-CC018 给出了工作表面洁净度的检测方法。

2.4.5 防静电化学品——表面防静电液

表面防静电喷雾液应无毒、不燃、不污染表面、与应用环境化学适应。溶液不能引起过敏性反应, 在用户规定的环境湿度下有效, 溶液经过去除颗粒物的过滤。

注意: 若施用表面经过清洁或出现擦伤, 所施用的表面防静电液可能失效。

建议用表面防静电液清洁静电控制区的塑料件, 并清洁洁净工作面、护网、终端接线盒。在静电控制区内, 若物品不是由防静电材料和导体材料制造的, 也应施用表面防静电液。

表面施用防静电液的方法包括: 喷雾、擦拭、滴洒, 但喷雾可能产生污染洁净室环境的气溶胶。施用不均可能造成热岛。

应定期检测防静电表面, 并根据需要重复施用防静电液。防静电液中可能含有化学品和微量离子, 可能造成污染和腐蚀。

2.4.6 包装

一般说来, 应对用于洁净室产品防护、操作、储存、运输的柔性和硬质塑料包装材料进行综合性能评估, 包括强度、隔离特性、ESD 防护、污染控制。

应根据敏感产品的敏感水平来选择包装物。有些产品只需要防静电, 而有些产品还要增加额外的防电磁干扰和射频干扰功能。

对于需要采用增加湿度来控制的静电放电敏感产品, 符合 EIA 583 规定的、隔湿 (MVTR) 的干式包装可以提供良好的静电防护和辐射及射频防护。

所谓污染, 不只是颗粒物, 含有添加剂的塑料和其他辅助材料的化学适应性和分子适应性也是个问题。用户可按表 7 罗列的方法, 对塑料材料和其他辅助材料进行性能评估。IEST-RP-CC031 给出更多有关信息。

表 7 评估塑料包装和其他辅助材料的相关标准

物理性能	试验方法标准
密封强度	ASTM F88
抗冲孔	FTMS 101C 方法 2065.1
MIL-STD-3010	
试验方法 2065	
撕裂强度	ASTM D1922
伸长率	ASTM D882
透光率	ASTM D1003
水蒸气穿透率	ASTM F1249
接触腐蚀	FTMS 101C 方法 3005 MIL-STD-3010 试验方法 3005
电性能	试验方法标准
表面电阻	ESD STM 11.11
屏蔽	ANSI/ESD STM 11.31
静电衰减	FTMS 101C 方法 4046.1

注: 有多种测定污染特性的试验方法, 建议用户根据自己产品的防护要求来选择最适用的方法。

1) 污染特性

为了对产品进行正确的防护, 用户应规定材料的物理、电学、以及污染特性水平。

2) 泡沫材料

用于包装和储存静电敏感部件的泡沫材料应符合 MIL-B-81705D 的一般要求, 以及 FTMS 101C 中方法 4046.1 的静电衰减要求, 同时要限定可析出污染物和颗粒物, 使其满足用户要求。

3) 书写材料

按 IEST-RP-CC020 的规定检测书写材料的污染水平。书写材料的物理和电学特性按表 4 的方法进行测定。

4) 抹布

抹布的性能及评估方法见 IEST-RP-CC004。抹布与缠绕材料和书写材料类似, 应考虑对其规定技术要求并进行检测。如果抹布被用来涂复抗静电剂, 应确定他们的适应性。应对抹布的包装、分配和使用情况进行有关静电控制方面的评估。

2.4.7 离子化

由于存在非导电（绝缘）材料和非接地表面，因此有必要对洁净室环境进行静电带电控制(ESCC)和静电放电控制(ESDC)评估。不同材料因接触而摩擦带电，进而产生电场。电位不同的物体间产生静电放电。有些场合，用离子化技术来中和电荷是惟一可行的消除上述现象的方法。

1) 使用离子化空气来控制静电的洁净室环境，有四种基本方法：

(1) 放射性电离器——放射性同位素衰变与环境气体反应生成正负两种离子。

交流高压电离器——在一个单一的发射点产生正负两种离子。

(2) 直流高压电离器——一个发射点产生一种极性离子，有脉冲型和稳态型两种直流高压电离器。

(3) X射线电离器——X射线中的光子将能量传给环境气体，产生正负两种离子。

在洁净室及受控环境中使用电离器时，每种类型都有各自的优点和局限性。

2) 电离器的应用

本推荐规范简单介绍了四种电离系统，其目的是对实际使用的各式各样设备进行一般性分类，并介绍针对各类离子化设备的试验方法。尽管试验参数是固定的，但试验设备所在位置各不相同（试验规程见附录A）。

离子化设备制造商应提供按附录A的规程获得的试验数据。鼓励用户使用那些试验规程自己进行试验，或采用他们自己针对特定设备制定的规程进行试验。

(1) 全室离子化

全室离子化系统是洁净室和非洁净室的大面积静电中和系统。在靠近天花板的位置，通过电晕放电产生正负两种离子，通过电场的作用，离子扩散至洁净室的气流。气流既要慢得无涡流出现，又要快得在离子消失前到达工作面。

(2) 单向流工作台

单向流工作台离子化系统靠气流提供局部区域的离子化。

(3) 台面离子化

台面离子化系统用于控制工作站的过渡性静电，所处区域可能是洁净区，也可能是非洁净区。台面离

子化设备包括工作台上部的离子鼓风机和离子发生器。

洁净室环境中的层流状态和风速是关键参数，为了控制气流和离子扩散，应仔细布置离子风机。所用风机应符合洁净区的污染控制要求。

(4) 离子枪

在中和表面静电的同时利用高压气体清除表面颗粒物。离子枪还可用于处理生产设备的内部。

3) 使用离子化技术的影响

本推荐规范给出了离子化设备的概况，为用户比较各种类型的离子发生器提供了一个大致的纲要。附录A给出的试验目的是获得有意义且可重复的试验数据。对于任何应用场合，试验应在类似的条件下，采用应用环境参数进行。在特定场所应用离子发生器之前，建议先向制造商进行咨询。

用户应记住，消除静电需要理由，应进行产品性能试验，通过对产品试验的分析表明离子化手段达到了既定目的。

静电放电会损坏某些产品，应通过试验来验证，安装了离子化设备后被损坏的产品是否减少了，设备的故障是否减少了。还应验证，进行离子化处理后，设备故障是否减少了。

最新研究给出了静电电荷和关键表面吸引微粒污染物的关系（见附录B，Welker）。若安装离子化系统的目的是减少产品或关键表面上的颗粒物污染，就要通过试验来表明系统的能力是否符合这一目的。这种验证并不困难，在洁净室行业，测量表面和空气粒子计数的仪器随处可见。

4) 测量离子发生器的性能

空气离子化装置的作用是中和静电电荷。评价电离法有效性有一个可行的方法，就是直接测量电荷衰减率。电离的目标是电中性，因此，应对离子发生器的补偿电压（平衡）进行监测。需要中和的电荷可能位于绝缘体，可能在绝缘的导体上。作为一般规律，重复对绝缘材料充电并测量其放电的试验存在难度。因此，可以通过测量带电的绝缘导电板上的电压衰减率来评估电离器的中和效率。进行这种测量的仪器通常称充电监测板。针对各种类型离子发生器的试验方法见附录A。

(1) 测量放电时间的试验

将绝缘导电板充电到初始试验电压，在离子化

环境下让导电板放电至初始电压的 10%。对应的时间称“中和时间”、“衰减时间”、或“放电时间”。

(2) 测量补偿电压的试验

先将绝缘的导电板接地，使其不存在任何残余电荷。然后切断接地，让该板在离子源的影响下达到一种电荷不平衡状态。将这种不平衡的最大值和极性记为补偿电压。若观察到该补偿电压有所波动，应同时记录电压的最大值、最小值、极性。

注意 1：监测板试验所用设备的频率响应特性应不亚于被试离子化设备。建议同时记录试验时的温度和湿度。

注意 2：充电监视板是一块电容量 20 的绝缘导电板，离地高 15 ~ 25mm (0.591 ~ 0.984in)，实际物体可能具有或大或小的电容，距离地面的高度也不一样。实际物体的放电时间和补偿电压可能与上述监测板试验所得值相差甚远。通常，高电容物体的放电时间长，离地远的物体补偿电压大。

5) 离子发生器的安装与保养

安装应符合适用电气、机械、卫生和安全规范，符合各种设施自己的标准。对于洁净室环境，还要考虑到安装活动是否适应洁净室环境。

以减少污染为目的的电离系统应定期清洁，定期更换离子发射器。安装时或安装前，用户与设备制造商应制定保养计划，确定保养规程。对安装在洁净室中的电离系统，制定系统技术要求时应包括保养要求。

放射性电离器需要定期更换放射源，通常每年一次。应按美国核管制委员会（NRC）的要求或其他管理机构的要求，对所有放射源的位置进行跟踪。

高压离子发生器的发射头易受腐蚀，易积灰。目前尚未完全搞清产生这种现象的确切机理，可能是由于在发射头周围的强静电场，或是其他环境因素。发射头应进行清洁并定期更换。发射头的腐蚀是影响系统性能的一个因素，发射头材料选用适合洁净室使用、与所生产的产品和工艺相适应的材料。

x 射线离子发生器需要按制造商的要求和使用状况来更换 x 射线管。美国食品药品管理局（FDA）和其他监管机构对 x 射线装置的安装与使用有专门规定。

6) 安全

(1) 电气

高压电离器中各电晕点或暴露部件的短路电流

应有限定范围，常用限值为 25 ~ 200 μA。还应从人身安全和工艺安全的角度对可能触及的发射器或发射器部件的电流进行评估。

(2) 臭氧

不得超过 OSHA 规定的限值：连续 8 小时暴露时间平均 0.1 ppm。若离子发生器附近有对臭氧敏感的部件，制造商应提供相关资料，或建议适当的评估方法，或同时提供这 2 种服务。常见臭氧发生量为 0.005 ~ 0.05 ppm。

(3) 放射性

制造商应持有 NRC 认可的许可证。制造商和用户都必须遵守 NRC 10CFR Part 20《放射性防护标准》，并遵守当地的相关法规。安装就位后，放射性离子发生器的辐射水平必须符合政府的规定和标准。

(4) 电磁干扰 (EMI)

离子发生器产生的电磁干扰 (EMI) 不应超出关键环境中其他设备的允许水平。应在实际安装位置对实际设备进行测量。测量中可使用辐射计和频谱分析仪。还可以在空气离子发生器附近操作电磁干扰敏感设备，以便调查离子发生器是否对敏感设备造成影响。

(5) x 射线的安全

制造商和用户应遵守 NRC 21CFR1020.40《箱型 x 射线装置》的规定。通常，地方政府要求对使用 x 射线离子发生器的场所进行注册登记。x 射线离子发生器的安装应符合所有政府规定，包括：FFDCA，第 V 章，第 C 分章——电子产品放射性控制，第 531—542 段。x 射线离子发生器的安装方式应能防止人员的意外暴露。通常，这种措施包括对 x 射线离子发生器的某些方式的隔离，以及隔离打开时 x 射线离子发生器自动关闭的互锁装置。

2.5 培训

从管理者到普通员工，都应了解静电控制的重要性。生产线上的员工应懂得正确使用，小心使用各种防静电硬件设施，包括腕带、足带、工作服等产品。管理者也要经过培训，他们不仅要了解生产操作规程，还要为防静电准备足够的资金。培训应是持续的，教授内容要随静电控制的改变而不断更新。

关于静电放电、可处理静电敏感产品的区域以及防静电工作区的讨论

王大千

中国电子学会洁净技术分会，北京 100840

近期，防静电装备分会技术委员会的专家们围绕“静电放电、可处理静电敏感产品的区域以及防静电工作区”等问题进行了研讨。今后，我们将陆续为读者朋友们刊登专家们的研讨及见解。

以下是技术委员会专家、中国电子学会洁净技术分会王大千秘书长对防静电区定义的见解，供业内同仁们参考：

“静电放电或静电场产生的损害风险可接受、可处理静电敏感产品的区域”这是 IEC 国际标准中的防静电区定义。

IEC 这个定义有两个要点：一、区内静电危害风险可接受；二、可处理静电敏感产品。因为区内的静电危害可接受，所以可处理静电敏感产品。我个人理解这个定义的核心是：区内静电危害风险可接受。

人们之所以要建设防静电区（防静电工作区），就是因为在这个区内的静电风险已经被控制到可接受的水平，所以区内进行的加工也好，作业也罢，都不会受到静电的危害，对静电敏感产品的处理是安全的。这也就是防静电区的最终目标。

当然，防静电区的目标是由防静电区的各种设施、设备、技术要求，甚至是人员行为等等来实现和作为支撑的。没有这些要素，防静电的目标就是纸上谈兵。我们可以将所有这些用于防静电的软件、硬件以及各种方式方法等等统称为措施。这些措施千差万别，不胜枚举。

但有了这些要素，就可称为防静电区了吗？个人认为不可以。即使所有这些措施也好，设备也罢，

全部齐全到位了，它就是防静电区了吗？个人认为仍然不一定。

是否称得上防静电区，不是以设备和措施是否全面和“高大上”来说话的，而是以静电敏感产品是否安全为准绳的。能够安全处理静电敏感产品而不受静电危害的区域，不论设备简繁，措施多少，它就是防静电区。不能安全处理静电敏感产品的区域，即使有高大上的设备和措施，仍然不能称为防静电区。

归根结底，能够安全地处理静电敏感产品的区域，就是防静电区。就这么简单而清楚。当然，因为产品对静电的敏感性并不相同，所以，防静电区的防静电水平也肯定是不一样的。

至于防静电区的目标是如何实现的，这就是防静电系统（软件 + 硬件）的功能了。系统有繁有简，有大有小，有高有低，林林总总，不一而足。这不正是各位施展雄才大略的地方吗？但这不属防静电区定义的内容。

举个医学的例子，医学可定义为治疗人体疾病的科学。如果要把各种的治疗方法、各种药品、甚至是手术方法等等哪怕是分类列举，也会使得定义“不堪重负”，使人不得要领。但上面一句定义就把所有这些统统概括进去了。所以，简单就是复杂。

最后，本人以上理解，还盼诸位专家不吝补充指正。

(第 2016 年第 3 期 48 页)

为帮助大家更好借鉴德国“数字化战略 2025”，加快“中国制造 2025”推进实施，我刊现转载由工信部国际经济技术合作中心（电子贸促会）组织编译的《工信国际快讯》中相关战略全文，供参考。

德国《数字经济 2025》

三、迈向未来的十个步骤

（三）为更多的投资与创新建立管理框架

目前，数据经济的大部分动力与盈利来自于欧盟（EU）之外的地区和企业。2001~2011年间，美国的信息—通信技术行业贡献了国内生产总值的 55%，而在欧盟（EU）内部这一数字仅为 30%^①。

不过，未来的发展尚不明了。创新者可在短短数年间成为“世界风云人物”，而过去的“巨人”可能很快失去影响力。谁会成为明日的赢家，取决于谁能为数字化发展提供最佳的管理框架。

数字化首先是一种企业行为。因而，我们必须为敢于冒险的投资者、产品创新或以数据为基础的新型服务拓展提供足够的自由空间。同时，我们还需要提供明确的法律规范。这不仅针对连带责任规则和知识产权，同样也针对公平竞争。所有数字化商业模式，必须在开放、创新的环境中参与竞争，“孤岛式”的解决方案、特权、歧视性和“封闭”方式必须予以消除。我们应有约束力地推进标准化建设。在保证消费者及客户的信息全和决策自由基础上，最大可能的市场与产品透明度能够提升他们的选择自由度。这就是我们对数字化管理政策的理念。

互联网作为一种全球化技术，互联网监管也需要国际化，以营造公平的竞争

环境。在这方面，我们应避免走所谓特色道路的“孤岛”心态。《欧洲信息保护基本条例》不仅仅是保护消费者权益的欧洲统一标准，因为它所包含的市场所在地原则（所有国际供应商均应遵守欧盟法律），更是迈向信息市场公平竞争的重要一步。对此，我们必须借鉴其重要内容。欧洲数字法律框架作为欧盟经济和社会不断数字化的指导方针，对提升德国及欧洲未来几年的竞争力有着核心意义。

欧洲内部数字化市场的优势涵盖了整体经济——不

仅仅针对信息—通信技术领域，也涉及到银行业、汽车制造业、零售业、能源和交通运输等行业。在这些领域这种，企业可通过信息化的连通性大幅提高其生产率，例如，充分利用云服务器、物联网以及公司范围内统一的 IT 流程。

更为重要的是，欧洲数字化单一市场（DSM）不应仅限于服务消费者，也应服务生产商，且无论其大小一视同仁。下列措施尤其重要：

创建技术性的 DSM。欧盟必须在标准化建设方面成为世界范围内的领头人。因为在现代化的信息通信技术行业中，某台设备的价值与其是否能与其他设备联网相关（网络效应）。欧洲标准必须赶上世界范围内技术发展的步伐，并能在国际层面上得到应用。此间必须注意，可预见的、已有的国家倡议不可受到任何阻碍。我们希望为标准化进程提供政治支持与协调。

创建法律性的 DSM。我们必须拥有面向未来的欧洲电信法律框架。只有全面地、充满活力地发展高效的电信市场和基础设施，德国和欧洲才能在国际市场上拥有核心竞争力。即将修订的电信法律框架核心元素必须包括以下几点：对调控手段更灵活的选择、建立拓展宽带的奖励机制、OTT 服务、最低限度地满足消费者权益、维护并在必要时简化现有的普遍服务理念以及优化体制框架。

互联网平台和中间商必须被纳入监管，使得类似的服务产品处于相近的竞争环境中。重要的互联网平台可以操控互联网市场入口，因而对其他市场参与者的决策和发展均有极为重要的影响力。因此，我们需要为蓬勃发展的数字网络和创新服务提供可比较的条件。首先，必须快速、仔细、全面、公开地执行由欧盟委员会针对互联网平台作用所做的调查。

在《反垄断法》中，亦应将互联网市场的特殊

性考虑进去。否则大型互联网企业可能将其在服务领域的优势（比如在互联网搜索引擎服务中）滥用于其他市场（比如付费的在线中介服务）。因为前者是免费的，因而迄今为止并不存在垄断法上的意义。尽管如此，为了能够进行监管并避免市场地位被滥用，应明确，即使没有直接的金钱支付亦能构成市场垄断。

为跨国电子商务辨别并清除法律障碍和其他阻碍。跨国电子商务能够扩大居民和企业的商品选择空间和服务选项，并能享受优惠的价格。目前电子商务已经为国内生产总值贡献了约 2.5%，但是比起跨国电子商务，其规模小了约 10 倍。因而应彻底消除现有的制约（不仅是法律方面，也包括来自其他市场参与者的不正当竞争）。

为了让欧洲在推广第五代移动电话（5G）时能达到全球领先性技术（参见第 I 节“千兆光纤网络”），应在波段分配中设定正确的调节螺栓。各成员国必须能够像现在这样保留特殊国情（比如供应配额）并充分利用先发优势（波段开启）。

我们必须在共同原则的基础上（比如信息安全部分和信息主权）发展欧洲信息区域政策。因为对数字化环境的信任可能会被疑虑削弱，比如保护个人信息的规定是否会被服务商所遵守等。研究证明，只有 22% 的欧盟公民和欧盟企业完全信任搜索引擎、社交网站和 Email 服务商等互联网企业。因而必须尽快在欧盟层面上建立起针对跨国数据处理的法律和技术体系。

我们还应就数字化转型重新审视德国的法律框架。我们建议制定一部《数字化法》，该法应以上述公开竞争和公平竞争原则、信息安全部分和信息主权原则以及欧洲适配性原则为基准。我们需要一种包容性的法律框架，能够覆盖所有的媒介，并能够概括与互联网相关的法规，比如电信法（TKG）、电信媒体法（TMG）和无线电设备与电信终端设备法（FTEG），并增添其他方面的技术性规定。

一部数字化法的要点除了对已有的责任范围进行汇总外，还应包括针对数字化问题的、对法律框架的拓展和补充，包括如下几点：

在互联网服务商（即所谓的 OTT 供应商）的参与下，为类似的服务创建统一的法律框架。

在不违背欧盟信息保护基本原则（DS-GVO）和国内法规的前提下，应通过透明性规定、信息安全性和信息可移植性强化数字化效应的参与（包括网络效应、锁定效应等）。

适应新的商业领域：大数据 / 定位服务；措施：信息主权和信息保护、透明责任和信息责任（修订国家信息保护法，特别是 TKG 和 TMG 与 DS-GVO 的衔接）

通过建立有利于创新的法律框架，促进社会数字化（参见智能电表 能源转型期的数字化法，电子卫生法）

面对快速发展和颠覆性的创新，国家作为立法者仅仅被动等待着动态过程的结果是远远不够的。如果这样，创新就只会发生于那些敢于尝试并能实现它的地方。因而我们必须考虑为新技术和新型的商业模式建立一种监管性的“试点区域”。这样，一方面将增加生产力与实际经济区域互相绑定的机会，另一方面可以在防范手段下推进所期望的创新。试点区域也能为参与其中的地区提供其成为某项技术和创新发源地的机会。

这些试点区域应具备下列特征：

应根据地域、时间和参与试点的社会环境，为具备技术性、商业性以及社会价值的高效创新（比如电子医学，机器人，移动终端等）明确划定试点区域。

通过一定时间内并尽可能限制地域的封闭实验，这些创新项目必须能够（如有必要）为法律法规和监管框架提供参考。

实施与创新者无关的评估和监管。这种独立的监控任务可以在对风险进行了足够考量的前提下提供足够的监管自由度，或当已发现明确的威胁时予以介入。准备成立的“联邦数字化局”（参见第 10 节）可承担此任务。

试点及科研项目的目的是为监管机制的制定提出建议和参考，该机制应当是符合期望的、负责任的、持久的且全面适用的。

此外，我们还需将德国和欧洲的市场与全球联系起来。欧洲不应仅在内部竞争，而应共同面对来自欧洲之外的竞争。因此我们需要现代化的、面向全球市场的特殊竞争政策，而不是将眼光限定在欧

洲的内部市场上。因而：

有必要根据德国法律对企业合并监管进行调试。目前为止，激活监管的阈值仅仅是由合并企业的营业额触发的。由于数字市场的特殊性，即使是营业额不高的企业也可能拥有相当大的市场影响力，因而能得到与其市值不相符的高价（比如：脸谱收购 WhatsApp）。为了填补此项漏洞，我们将在《第九修正法案》中针对竞争限制引入有别于交易价格的补充条款。

当欧洲实施企业合并监管时亦应参考国际市场上的竞争动向，过于严格的市场限制对于欧洲企业在全球范围内的竞争并不一定有益。由于监管过于严密而无法进行合并可能导致企业在国际竞争中处于劣势。因此，欧洲委员会应重点审查并更新市场相关概念的解释原则。更新当前针对企业合并监管竞争分析的阐释方式，为企业提供法律稳定性。

（四）巩固“智能化联网”在经济基础中的核心地位

“智能化联网”是对数字化潜能全面、系统的开发，主要集中在基础设施建设方面，比如能源、交通、卫生、教育和公共事务管理等。例如，智能电网、智能电表、智慧家居、智能交通、智慧城市、电子卫生、电子教学、电子政府、电子公众参与或独立生活适龄辅助系统等。

“智能化联网”能够在很大程度上提升社会和政治参与度，同样也能在国民经济的上述基础体系中大幅提升功能、效率以及实现增长。弗劳恩霍夫 ISI 研究所的研究结果表明，智能型网络每年可产生总额为 560 亿欧元的社会效益，其中 390 亿欧元来自于效率提升，而另外的 170 亿欧元来自于额外的增长动能。

为了更好发挥其潜能，我们已经发出了一系列倡议，以推进智能化联网课题。

2015 年秋，联邦政府提出了“智能化联网战略”构想，作为“数字化议程 2014 ~ 2017”的实施措施。该战略中包含的诸多元素是由来自经济界的代表们在 IT 峰会框架下制订的。为了实施该战略，我们发起了“智能化联网”倡议。

2015 年 11 月，联邦政府决定实施《能源转型期数字化法律草案》。

2016 年初，《电子卫生法》生效。这为更多患

者实施远程医疗铺平了道路，但目前尚有待进一步优化。

在上述措施和倡议的基础上，我们还必须采取进一步的措施，使德国至 2025 年在智能化联网方面成为世界领先的国家。为此我们必须积极支持将该课题融入欧盟的信息 - 通信技术政策中，并通过设立试点区域向公众展示数字化和网络化的优势，比如在教育或卫生方面。

为了实现我们的目标，必须消除一系列的制约因素，并对用户行业的实施流程提供持续支持。必须实现下列几方面：

寻求投资并建立法律稳定性：应改善智能化联网的投资政策环境。应持续、跨行业地建立法律框架并保障企业的法律稳定性，信息所有权和信息使用透明相关法规必不可少。不久前颁布的《欧盟信息保护基本条例》能够尽可能地确保清晰度和法律稳定性。

在欧洲层面上改善智能化联网的基础设施：必须明确标准以及与之相连的、全欧洲统一的市场环境。联邦数字化局应推进欧洲委员会“信息和通信技术标准化滚动计划”的实施进程。该计划中已经融入了对数字化联网的扶持。在 DSM-VO 中，对网络中立化监管的设计可以持续保障互联网的开放，同时也能为特殊的创新型服务，比如卫生或交通领域留出发展空间。

提高需求方地位并创建协同效应：提供更多信息并加强与民众和应用方的沟通，这是改善公众对智能化联网中信息 - 通信技术解决方案认可度的关键。“智能化联网”倡议针对各种焦点问题的汇集点。自 2015 年 11 月起，我们就在该倡议的框架下通过巡展的方式寻求与各参与方以及有兴趣的公众进行对话。通过一张网上地图对最佳实践进行展示，这些最佳实践可为其他人提供榜样。“智能化联网”倡议的另一个核心元素是开放型创新平台②。在这个数字化市场和论坛平台上，专家、用户和对此感兴趣的公众可以积极地参与到倡议中，并交流自己的观点和经验。重要的是，能够协同进行正在实施的项目，尤其是与工业 4.0、面向信息 - 通信技术的科研、创新基金以及“中小企业数字化”倡议之间的协同性。

浅谈整体防静电型工作台的起源及发展

张杰

宁楚（上海）智能科技有限公司，上海 200232

前言

防静电工作台是在 ESD 防护区域常见的防静电装备之一。本文所描述的内容是帮助大家对整体防静电型工作台这类防静电装备有清晰的认识，理清思路，同时也希望提高大家的静电防护意识。从事防静电装备的公司都具有自己的优势，不断为客户提供符合客户环境及使用需求的防静电装备产品。针对整体防静电型工作台这样的防静电装备产品，我们受益于芬兰的 G.W.Sohlberg 先生，也希望通过此文对芬兰的 G.W.Sohlberg 先生表示我们对他崇高的敬意。

ESD 防护意识的欠缺，使得现在仍然有很多人怀疑 ESD 会对我们的工业生产造成损害。主要原因在于静电大多发生在人的感觉之外。人对静电放电的感知电压约为 3 kV，而许多电子元器件在几百伏甚至十几伏静电电压状况下就会损坏。

我们人体最容易感知静电存在是在干燥的环境下，比如用手触碰车门，会感觉到电击的刺痛，也就是这样的静电对于那些电子元器件已然是致命性的。在实际生产过程中发现，被静电损坏的电子器件外观上看不到任何变化，但在检测或者应用过程中这些器件已经发生改变，如果将这样的器件装配在线路板上，就会出现各种状况，分析起来也相当困难，我们的产品可靠性将会明显下降。

微电子技术的广泛应用及电磁环境越来越复杂，静电放电的电磁场效应如电磁干扰（EMI）及电磁兼容性（EMC）问题，已经成为一个迫切需要解决的问题。一方面，一些电阻率很高的高分子材料如塑料、橡胶制品的广泛应用以及现代生产过程的高速化，使得静电能积累到很高的程度。另一方面，静电敏感材料的生产和使用，如轻质油品、火药、

固态电子器件等，静电危害造成相当严重的后果和损失，例如不经意间昂贵的电子器件被击穿，造成电子工业的年损失达上百亿美金；静电放电造成火箭和卫星发射失败，干扰航天飞行器的运行。

为适应企业技术进步、技术创新发展，不仅在防静电装备寻求创新，在提高人们防静电意识方面更需要创新。未来，必然是资源整合式共同发展，我们需要运用互联网思维做着远离互联网的事，才能让更多的电子生产企业以及化工企业提高 ESD 防护意识。

1 整体防静电型工作台的起源

在 1876 年（距今 140 年），居住在芬兰的 G.W.Sohlberg 先生创办了一个铁匠作坊，于 1896 年（距今 120 年）G.W.Sohlberg 先生授权其子以其名字开办工厂，并成立芬兰格沃斯系统（GWS SYSTEMS）有限公司。

电子技术是十九世纪末、二十世纪初开始发展起来的新兴技术，第一代电子产品以电子管为核心。四十年代末世界上诞生了第一只半导体三极管，它以小巧、轻便、省电、寿命长等特点，很快被各国应用起来。五十年代末期，世界上出现了第一块集成电路，它把许多晶体管等电子元件集成在一块硅芯片上，使电子产品向更小型化发展。集成电路从小规模集成电路迅速发展到大规模集成电路和超大规模集成电路，从而使电子产品向着高效能低消耗、高精度、高稳定、智能化的方向发展。

1967 年 7 月 29 日，美国 Forrestal 航空母舰上，一架 A4 飞机上的导弹突然点火，造成了 7200 万美元的损失，并损伤了 134 人。调查结果是导弹屏蔽接头不合格，静电引起了点火。在当时电子技术发展初期，静电造成的损坏越来越显著，芬兰格沃斯系统（GWS SYSTEMS）有限公司为了满足用户的

需求、解决用户现场静电的困扰，本着以人为本的理念，推出了整体防静电型工作台。整体防静电型工作台起源于芬兰格沃斯系统（GWS SYSTEMS）有限公司。

2 格沃斯系统（GWS SYSTEMS）有限公司整体防静电型工作台的特点

2.1 整体防静电型

- 1) 产品本身摩擦不产生静电。
- 2) 工作台台面及金属表面喷涂均采用静电耗散材料制作。在没有外接大地的情况下，外来静电均布在工作台各处；在外接大地的情况下，将静电安全导泄到大地。
- 3) 所有外来静电都通过工作台选择最佳路径导泄到大地，避免了静电通过操作区，从根本上预防静电敏感产品受到损坏。

2.2 永久性防静电

- 1) 工作台台面采用高科技材料研制，内置导电基材，实现静电纵向导泄路径，材料性能稳定，达到永久性防静电。
- 2) 金属表面喷涂采用高科技材料研制，含有稳定、持久的导电助剂，附着力强，使静电直接通过表面层安全达到金属导电层，形成静电纵向导泄路径。

2.3 整体防静电型工作台自由组合

- 1) 工作台所有部件标准模块化设计，实现批量生产、检测，统一包装。
- 2) 标准化安装，适合大多数用户自己操作。
- 3) 各功能模块自由组合，满足各种工艺调整、产品转型等柔性化转变，降低用户防静电装备的二次采购成本。

2.4 整体防静电型工作台的外形

- 1) 将工作台当成艺术品来设计，又不

失实用性。

2) 提供了独特的设计理念，让用户参与设计自己所需的工作台。

基于以上整体防静电型工作台各方面突出的优势，市场得以不断扩展，格沃斯系统（GWS SYSTEMS）有限公司于2001年将整体防静电型工作台带入中国市场，并于2003年在中国注册了GWS SYSTEMS商标。该商标的注册标志着整体防静电型工作台正式进入中国市场，并将整体防静电理念带入了中国市场，成为中国市场整体防静电型工作台的鼻祖。在此向伟大的G.W.Sohlberg先生致敬。

3 整体防静电型工作台进入中国

在中国市场，整体防静电型工作台的延伸如图1。

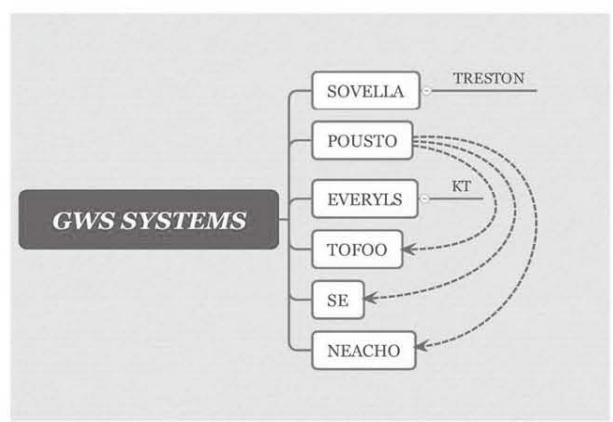


图1 GWS SYSTEMS Extension



图2 格沃斯系统有限公司整体防静电型工作台

对于整体防静电型工作台方面，我们特别尊重 G.W.Sohlberg 先生及 GWS SYSTEMS 产品的专属权，我们的产品也已按照国内市场的需求转化为宁楚专属品牌的整体防静电工作台（见图 2），产品相关结构细节也已提交多项国家专利申请。

不论产品如何延伸，都带有 GWS SYSTEMS 整体防静电型工作台的血脉与传承，我们始终秉承对静电安全防护专注，做出让用户满意、性价比更好的防静电装备来提升用户产品的价值。目前，随着国内外电子生产企业 ESD 防护意识的不断增强，相继在企业中按照中国军用标准 GJB3007A、美国防静电协会 ANSI/ESD S20.20 和国际电工委员会 IEC61340-5-1 等防静电体系构建了防静电工作区，所有静电敏感器件均要求在 EPA 区域内作业。人、周转车及运转设备均为生产过程中的静电源。为有效保护静电敏感器件不受静电损伤，我们不但要监测工作区内的静电平衡电压水平，同时还要监测防静电装备静电泄放电阻，最大程度地避免 EPA 区域受到静电危害。

集团公司凭借在涂料化工方面的绝对优势，我们的专家团队协作研发了新型的防静电环氧树脂系列粉末，简化了粉末喷涂工艺，喷涂表面测试及系统测试合格率高达 90%。在导电胶水方面，我们采用水性胶为基础研发了导电纤维的中性胶水，使得产品适用于各类环境，克服了产品在温差骤变情况下的不良现象。在地面防护方面，新研发的防静电

地板蜡，性能及稳定性优于国际同类产品，产品本身环保无毒害。

集团公司集合了国内整体防静电型工作台的设计专家及工业自动化、工业智能化产品研发团队加盟，集团公司给予极大的支持与授权，主要针对整体防静电型工作台及防静电体系相关装备的设计、研发、制造加工，并集合行业内各方面的专家针对工业智能领域进行分析与研究。研发出智能防静电多功能监控仪、EPA 区域智能化监控集成系统以及 EPA 区域无人智能防静电 AGV 搬运系统等高科技防静电装备（见图 3）。



图 3 EPA 区域无人智能防静电 AGV 搬运系统

未来几年将是工业自动化、工业智能化集中爆发期，我们将致力于静电放电及防静电体系要求的深入研究，为客户提供行之有效的防静电解决方案，使我们的客户现场真正符合静电防护要求。

(上接第 19 页)存在的主要问题是技术含量不高，简单贸易加工，缺乏创新。由于重复建设，规模分散，低端产品供过于求，国际市场竞争力不足，使许多企业亏损以至破产。境内大多数厂商技术含量不高，只能在低端领域进行恶性价格竞争。由于不掌握相关核心技术境内很多厂家很难提供业内的高端产品。同时，在市场化的背景下，部分企业重经营、轻开发，重视眼前利益而轻视长远发展，导致行业研发投入

不够，缺少创新驱动力和持续力。

2) 管理、技术人才缺乏

防静电 / 净化室产品行业市场增长迅速，在这一背景下，企业更重视销售人才的挖掘和培养，管理、技术人才储备不足。近几年，企业规模、市场规模的快速增长扩大了企业对管理、专业技术人才的需求，人才缺口较大，在一定程度上制约了企业业务量的增长。

中国防静电 2016 年总目次

协会动态

- 《电子产品防静电包装技术要求》行业标准已经发布 01-09
中国质量——ESD 技术培训服务携手长虹（长虹站）在行动 01-09
第八届电子信息产业标准推动会暨中国信息技术服务标准年会在北京召开 01-10
国家防静电技术与管理公开课培训 2016 年计划 01-11
风雨兼程 20 载西陵峡畔再启航 02-09
防静电装备分会第五届理事会秘书处工作总结 02-11
防静电装备分会第六届理事会秘书处工作报告 02-12
防静电装备分会第六届理事会机构设置及人员名单 02-14
《防静电地坪涂料通用技术规范》（行业标准）启动会召开 02-16
《防静电活动地板通用规范》标准编制通过专家组审定并顺利完成各项报批工作 02-16
中国电子仪器行业协会防静电装备分会第六届二次理事会暨技术委员会工作启动会议在京召开 03-13
中国电子仪器行业协会防静电装备分会关于“三项资格认定”换证的通知 03-14
关于“三项资格”审核认定、证书发放管理规范 03-14

协会动态

- 中国防静电装备企业生产资格认定实施办法 03-15
中国防静电装备企业工程施工资格认定实施方法 03-16
中国防静电装备企业产品销售资格认定实施办法 03-17
中国电子仪器行业协会防静电装备分会会员单位发展办法 03-18
第二十二届华南国际电子生产设备暨微电子工业展览会在深圳成功举办 04-06
防静电地坪工程国家防静电高级检验员职业资格培训班在阳森校区圆满结业 04-07
硕源科技“新净界——聚变未来”圆梦计划在行动 创新理念创新经营 04-08

学术探讨

- 油罐车装卸过程油面电位的研究 孙明源 /01-12
环境湿度对于直流离子风机性能影响的实验研究 王荣刚, 孙玉荣 /01-15
静电防护系统对地电阻要求浅析 庄晓荣 /02-17
天加 ISO1 级超净环境集成系统建造技术探讨 石小雷 /03-19
氢气—空气混合气体流注—火花放电击穿性能研究 李学文 /03-22
雷云产生的物理过程及其强度的判定研究 宋兴堂 /04-09

技术应用

- 人体静电起电规律及防治对策 梁合鹏, 孙明源 /01-17
- EPA 内的 EMI、ESD、EOS 问题及其解决 孙延林 /01-19
- 用氩 / 氮低温气溶胶进行清洗 王大千 /01-23
- EPA 内的 EMI、ESD、EOS 问题及其解决 (续) 孙延林 /02-20
- 防静电的有效措施——静电消除器 刘进军 /02-25
- 无刷直流电机在 FFU 领域的应用及前景展望 李 华, 丁 迎, 张 敏 /02-30
- 表面洁净度控制技术——清洁与监测 黄吉辉 /03-25
- 符合环境特殊要求空气滤材的相关应用 周 东 /04-12

行业发展

- 数据中心建设的现状及发展趋势 周启彤 /04-14

研究报告

- 数据中心建设的现状及发展趋势 周启彤 /04-14

技术讲座

- 防静电 / 净化室产品行业研究 陈新昊, 林美琪 /04-15

产品推广

- 电阻稳定的高舒适度 PVC 防静电鞋 胡 树, 张利利, 郭 辉, 陈 斌 /02-34
- LEED 认证环保产品——无机质高强度网络地板 03-30
- “纳米材料防 (抗) 静电粉末涂料” ——为防静电产品拓展更广阔应用领域 程学峰 /03-34

标准园地

- 电子产品防静电包装技术要求 (行业标准) 01-35
- 防静电工作区检验标准使用中的几个问题 廖志坚 /04-24

标准解读

- 防静电工作区现场评测与 TR53 标准 廖志坚 /02-37
- IEST-RP-CC022.2 解读洁净室及其他受控环境中的静电防护 04-31

交流园地

- 防静电装备 (产品) 企业改革与创新之路 孙延林 /03-36
- 德国《数字经济 2025》 (未完待续) 03-40
- 如何延长防静电服的寿命 03-44
- 不要急于使用新无尘服 03-44
- 关于静电放电、可处理静电敏感产品的区域以及静电工作区的讨论 王大千 /04-39
- 德国《数字经济 2025》 04-40
- “浅谈整体防静电型工作台的起源及发展” 张杰 /04-44

会展时空

- 第二十六届中国国际电子生产设备暨微电子工业展览会 01-44
- 深圳市亨达洋静电技术有限公司介绍 03-03
- 三威防静电装备有限公司介绍 03-04
- 深圳市宇浩静电科技有限公司介绍 03-05
- 惠州市中村静电科技有限公司介绍 03-06
- 深圳爱拓科技有限公司介绍 03-07
- 深圳科高科技有限公司介绍 03-08

协会园地

- 新会员单位介绍 01-45
- 新会员单位介绍 02-45
- 新会员单位介绍 03-45



江苏美亚新型饰材有限公司

JIANGSU MEIAH NEW DECORATING MATERIAL CO., LTD.

江苏美亚新型饰材有限公司是三聚氰胺热固性树脂成压板（HPL）的专业制造商。获《中铁铁路产品认证中心》铁路客车配件生产资质。

2000年，为适应防静电贴面地板导电性能的需求，与南京理工大学合作研发《纳米抗静电贴面板》，以其稳定、永久、良好的电性能，解决了长期困扰业内防静电贴面板电性能差、不稳定的难题。“美亚”防静电贴面板已连续多次获得《防静电协会唯一推荐使用品牌》称号。

“美亚”牌防静电贴面板，以其电性能稳定、无色差、不开裂等性能，已获得国内外防静电装备用户的广泛采用，产品远销东南亚及欧美五十多个国家和地区。近年来，美亚公司与川大高分子实验室联合研发《低甲醛释放贴面板》，其性能（甲醛释放量）已通过欧盟权威机构检测。

产品展示



公司资质



江苏美亚新型饰材有限公司

地址：江苏省丹阳市皇塘工业区 邮编：212327

电话：0511-86633951 传真：0511-86632075 网址：<http://www.jsmeiah.com>

湖北天力奇新材料股份有限公司

经营理念：创新 务实 效率 共赢
质量方针：好中求精 真诚服务 信誉至上

湖北天力奇新材料股份有限公司是专业生产橡胶产品的中型企业，公司为机械、电子、军工、民爆、航空航天行业提供优质的产品及服务，主要用户有东风商用车公司、东风汽车股份有限公司、东风汽车零部件（集团）公司、康明斯（全球）公司、北汽福田汽车公司、东风德纳车桥有限公司、东风裕隆汽车有限公司、韩国斗山工程机械公司、美的家电（集团）公司、TCL家电集团公司、武汉铁路局、郑州铁路局、沈阳铁路局等用户。公司本部拥有员工300人，占地面积10万平方米，建筑面积2.5万平方米。

产品展示 Product display



生产设备 Production equipment



冷冻修边设备 Frozen trimming machine



企业荣誉



- 优秀供应商
- 重合同守信誉单位
- 襄阳市专利重点保护单位
- 襄阳市重点私营企业保护单位
- 中国电子仪器行业协会副理事长



湖北天力奇新材料股份有限公司

地址：湖北襄阳高新技术开发区汽车工业园拓新路1号

电话：0710 3242594 传真：0710 3224295 邮箱：hbxx99@163.com