

# 中国防静电

JOURNAL OF CHINA ESD CONTROL

| 防 | 静 | 电 | 权 | 威 | 传 | 媒 |

中国电子仪器行业协会防静电装备分会主办



2|2017  
总第97期



## 湿气防静电控制技术的新突破

Zap-Air\*

### 无针型 湿气防静电 控制技术

- 削减 > 80% 的摩擦电压
- 节省 > 80% 的总维护成本
- 解决电离器问题



\* 静电控制技术参考图

大科防静电技术咨询(深圳)有限公司

地址：深圳市福田区华强北路赛格科技园四栋东六楼D08  
电邮：albertkow@takoasd.com 网址：www.takoasd.com.cn

电话：+6012-218 3137 高国兴博士 - 总经理  
电话：+6017-363 3241 谢瑞杰 - 业务经理  
电话：86-13923705620 肖寄英 - 行政部  
电邮：smile.xiao@esdconsultancy.com

征求  
授权代理





# BMT制造

## ——更可靠，更高效，更便捷！

北京华泰铭鑫管业有限公司

### 公司简介



北京华泰铭鑫管业有限公司（BMT），工厂位于北京市密云区，是集生产、研发、出口贸易为一体的综合性企业，下设北京铭华杰信进出口贸易有限公司，专业从事各类冲压件、机加工件的生产及销售，主要产品有防静电活动地板、活动地板支架、钢管接头等。产品主要销往日本、美国、加拿大等国家。以过硬的产品质量、先进的生产设备、成熟的生产技术、完善的生产管理和严格的质量控制，一直为客户提供优质的产品，为公司赢得了极高的信誉。

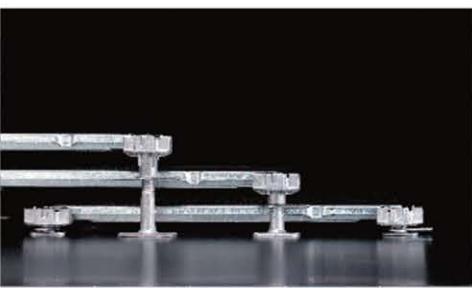
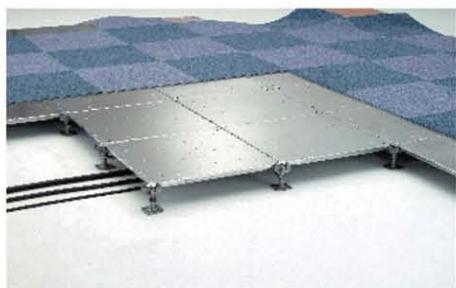
多年以来，活动地板支架作为我们出口产品的主营方向，凭借着我们高效的生产技术和稳固的产品质量以及一如既往的服务理念，同样的价格比质量，同样的质量比价格，深受国外用户的认可和支持。与此同时，我们也一直希望与更多的国内活动地板厂精诚合作，携手共赢，集研发、生产为一体，满足更多高品质活动地板支架的需求。

我们独家代理了日本知名品牌防静电活动地板，竭诚欢迎新老客户前来洽谈合作！

多年的历练，BMT拥有始终如一的质量体系（ISO9001:2008）和完善的QA、QC团队，成功的打造出22年来产品质量零缺陷的伟大成就，为公司的可持续发展奠定了坚实的质量基础。

我们专注于“BMT制造”，追求高品质、高工艺水平的产品。长期以来，我们的主打产品活动地板支架、钢管接头的制造工艺精益求精，极大的提高了我们在国内外市场的影响力和竞争力，产品和品牌广为流传，充分的发挥了“BMT制造”的品牌效应。未来几年，我们将服务于更大的客户群体，“BMT制造”将走向世界！

“更可靠，更高效，更便捷”是我们一直以来追求的目标。我们将用更高效的生产，更便捷的服务，为客户提供更可靠的产品。用诚信的纽带携手，用梦想和激情将希望点燃，让我们共铸辉煌！



通信地址：北京市密云区新北路21号银河花园36-16

电 话：010-69072131 传 真：010-69087966

手 机：18001358383 联系人：刘先生

邮 箱：Louis@bmt-manufacturing.com

网 址：www.bmt-manufacturing.com



1997 年创刊  
2017 年第 2 期 (总第 97 期)  
出版日期 2017 年 06 月 30 日

主管部门：中国电子仪器行业协会  
主办单位：中国电子仪器行业协会  
防静电装备分会  
协办单位：中国国际贸易促进委员会  
电子信息行业分会  
编辑出版：《中国防静电》编辑部  
名誉主任：孙延林  
特邀顾问：孙可平 张慧军  
主任任：谭慧新  
副主任：邹 勇  
编委会：马敏生 王晨曦 冯文宣 庄晓荣  
刘清松 郭 辉 王大千 孙玉荣  
宋兢男 霍铁英 廖志坚 盖志芳  
主编：张海萍  
编辑：陈增久 孙 冰 任健男 高绿青  
美编：张爱君 李 睿  
编辑部地址：北京市石景山区万达广场  
CRD 银座 B-1136 室  
邮政编码：100040  
电 话：(010) 68647410  
传 真：(010) 68647410  
E-mail：zgfjdtgx@126.com  
  
国际标准刊号：ISSN 2220-8186  
刊 期：季刊  
出刊日期：每季度末

# 目录

CONTENTS

## 协会动态

- 6 协会六届三次理事会扩大会议在常平科技园顺利召开
- 7 寻求机遇架平台深化服务求发展
- 10 协会六届三次理事会通过三项决议
- 10 热烈祝贺三家会员企业晋级理事单位
- 11 《防静电贴面板通用技术规范》行业标准立项获得批准
- 11 《防静电地坪涂料通用规范》标准编制工作顺利通过专家组审定

## 学术探讨

- 12 湿气在静电控制应用中的创新使用 高国兴
- 17 静电消除器设计理论研究 孙 明 刘全祯 李义鹏 李亮亮 孙可平

## 技术应用

- 21 PVC 冷粘防静电鞋开胶问题的一些建议 胡 树 郭 辉
- 24 电子仪器设备复杂环境中电磁干扰的解决方案 张 明

## 企业管理

- 29 防静电工艺与质量管理 孙延林

## 交流园地

- 42 美国如何推动工业能效提升之技术援助项目 宋晓明 译
- 43 发展中国家和中小企业如何从新工业革命中受益 郑学党
- 45 新型长效性 PVC 防静电卷材地板悄然市场走俏

## 会员之家

- 46 新会员单位介绍



# 江苏华集地板有限公司



江苏华集地板有限公司生产的“华集”牌地板是经营 20 多年来，国内一致公认的、历史悠久的一线品牌产品，是一家集研发、制造、安装、服务为一体的专业生产系列架空地板的企业，现已发展成为国内同行业中具有超大规模、知名度最高、品牌影响力强的企业。

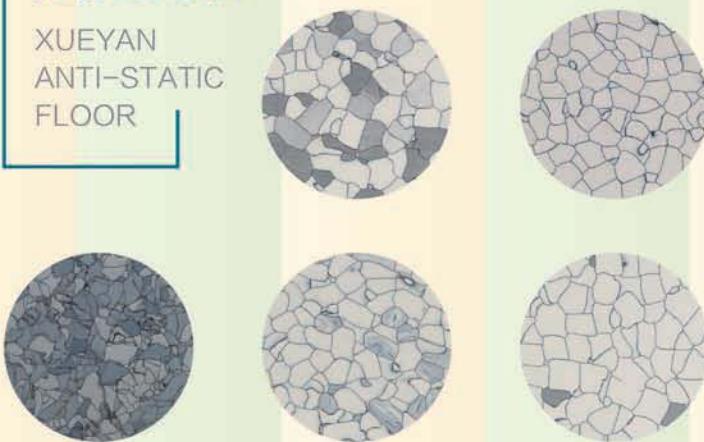
## “华集” 拥有国内最先进全自动流水线及品质优势

- “华集” 拥有国内技术最先进、生产量最大的全自动流水线设备 3 条，确保地板产品质量，产能大。
- “华集” 全钢地板采用二次除油工艺，确保地板焊接牢固和没有生锈隐患。
- “华集” 全钢地板采用全自动逆变焊焊接设备，确保地板没有虚焊、脱焊，确保地板强度。
- “华集” 全钢地板采用蒸气养护工艺，缩短地板养护周期，增强地板强度。
- “华集” 硫酸钙地板采用韩国进口的先进的机械手进行全自动切割，确保地板精度。
- “华集” 硫酸钙地板采用恒温、恒湿、恒风流量烘箱烘干工艺，确保硫酸钙板基含水率稳定、均匀，确保基板与镀锌板粘贴后不脱壳。
- “华集” 硫酸钙地板采用六面体镀锌板全自动机械手流水线设备四次铆合，确保地板尺寸精准。
- “华集” 硫酸钙地板采用地板四周“E”字形 ABS 环保阻燃注塑边条，确保边条永不脱落。



## 雪雁牌 防静电地板

XUEYAN  
ANTI-STATIC  
FLOOR



## 国家专利产品的主要优点

- 采用先进的表面处理技术，表面耐污、耐磨性能良好。
- PVC地板中含有均匀的导电材料，具有永久防静电性能。
- 防火、防潮、防腐。
- 规格统一，颜色持久。

## 企业资质与荣誉



## 产品简介

永久性防静电PVC地板是以聚氯乙烯树脂为主体，加入导电材料、稳定剂、增塑剂、及色料等辅料，经特殊加工工艺制作而成。

本产品利用塑料粒子界面形成的导静电网络，具有永久性防静电性能。外观酷似大理石花纹，具有较好的装饰效果。且具有耐磨，防静电持久，耐老化，发尘量低等特点。各项性能指标经信息产业部防静电监督检验中心测试均达到或超过国内外同类产品水平。

本产品适用于通信、电子、微电子、医院、电厂等行业的程控机房，净化室等要求防静电的地面。

## 工程案例



## 常州金海防静电地板有限公司

地址：江苏常州武进雪堰雪宏路2号

电话：0519-86158467

网址：<http://www.china-xueyan.com>

联系人：李小林 13706119096

传真：0519-86155203

<https://czjinhai.1688.com>

潘丽洁 13921082405

E-mail:[XYPVC@126.com](mailto:XYPVC@126.com)

2017年第2期

**AP&T**

安平静电

上海安平静电科技有限公司

Shanghai Anping Static Technology Co., Ltd



微信号: anpingjingdian

欢迎关注安平静电官方微信

专业创造价值



上海安平静电科技有限公司作为静电行业早期国家级高新技术企业、  
中国电子行业协会防静电装备分会副理事长单位，是我国静电行业标准的起草单位之一。  
公司不仅拥有七项国家级知识产权专利、四十余项实用新型专利，  
而且作为民企与中石化集团及中国海事大学联合研制的静电消除产品获国家级科研立项。

上海安平静电科技有限公司

地址：上海市徐汇区桂箐路69号27栋3层

JOURNAL OF CHINA ESD CONTROL

电话：021-64517676 64517852

网址：[www.ap-static.cn](http://www.ap-static.cn)

广东硕源科技股份有限公司（简称：硕源科技，股票代码：831476）创始于2001年，现拥有20000多平方米的生产厂房面积，及专业10级、100级、1000级洁净室（无尘车间）1000余平方米，是一家集生产制造、科研、贸易、服务于一体的一大型现代化民营科技企业。

## 硕源科技·专业净化耗材首选供应商

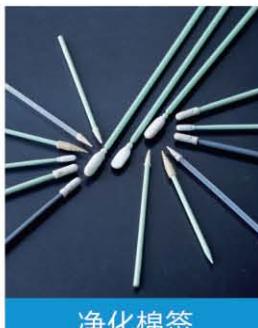
◎个性化定制净化解决方案 ◎国内外OEM定制 ◎国内外ODM定制



无尘布及布卷



无尘纸及纸卷



净化棉签



预湿产品



粘尘产品



净化PE袋



净化口罩



净化拖把



人体防护产品



鞋底清洁机

### 获得资质



※环境管理体系※



※质量管理体系※



※质量管理体系※



※实验室认可证书※



※实验室认可证书※



※实验室认可证书※

**SUOREC® 广东硕源科技股份有限公司**  
GUANG DONG SUOREC TECHNOLOGY CO.,LTD



订购  
热线

0752-6509555



传真  
热线

0752-6509556



工厂  
地址

惠州市博罗县园洲镇  
梁屋福和工业大道53号

## 协会六届三次理事会扩大会议 在常平科技园顺利召开

本刊讯 2017年5月24日,中国电子仪器行业协会防静电装备分会六届三次理事会扩大会议在常平科技园顺利召开。来自全国各地防静电装备分会理事单位及部分会员单位企业代表50多人参加了本次会议。协会孙延林理事长、谭慧新秘书长、东莞市常平镇经信局谭吉羽副局长、广东东科投资集团有限公司张玉总经理等人参加了会议。

上午9点半,理事会议正式开始。上午的会议由庄载荣副秘书长主持,孙延林理事长首先致辞,并对各位与会成员的到来表示了衷心的感谢。谭慧新秘书长作了主题为“寻求机遇架平台 深化服务求发展”——2016年协会工作总结汇报 2017年工作计划的报告。会议听取了新增的副理事长单位广东硕源科技股份有限公司,两家理事单位沈阳蜂巢复合材料制造有限公司、江苏双奇地板有限公司的企业介绍,并通过了审议。会议还审议了由协会秘书处提交的《关于防静电工程施工资质评审实施意见的报告》、《关于建设“中国防静电电子商务平台”的设想框架》两项报告。

会议经充分讨论,通过了协会“2016年工作总结与2017年工作计划”、“《关于防静电工程施工资质评审实施意见的报告》、《关于建设“中国防静电电子商务平台”的工作决议》。

下午的会议由刘清松副秘书长主持。协会专家委员会成员孔作万介绍了由中国电子仪器协会防静电装备分会与广东东科投资集团有限公司共同筹建的中国静电防护技术科技孵化器、中国静电防护产业科技园的筹备建设到运作的情况。广东东科投资集团有限公司张玉总经理对中国防静电孵化器的载体——



会议现场

常平科技园金美园区主要功能和建设情况做了详细介绍,同时将政府对入园企业进行的税收优惠及租金补助等政策做了重点讲解。最后东莞市常平镇经信局谭吉羽副局长代表常平镇政府对与会代表的到来表示了热烈的欢迎,同时,向与会代表介绍了东莞市的整体发展情况,他鼓励企业家到东莞来投资创业,对落户入住常平镇的科技企业关于人才、税收、融资等优惠政策做了详细解说。

会议结束后,参会代表们在广东东科投资集团有限公司吴亮明董事长及张玉总经理的陪同下,一起来到常平科技园金美园区实地参观。东科集团张玉总经理在2号楼展厅为大家介绍了园区运营情况,并对入园企业产品孵化、企业倍增、产业金融以及产品孵化等运营情况作了简要介绍,代表们还参观了入住金美园区的代表企业。协会理事代表们对园区和孵化器的建设成果给予了充分肯定及高度的赞誉。(陈萍)

# 寻求机遇架平台 深化服务求发展

——2016年度协会工作总结 2017年度工作计划

在国家十二五规划实施如火如荼之际,协会工作顺应时利,由2016进入了2017年度。过去的一年里,协会从长江之滨宜昌江峡启程,一路顺应潮流来到了东南海滨我国改革开放的前沿——东莞。一年来协会秘书处在理事会的领导下,在广大会员单位的理解与支持下,审时度势主要做了以下几方面的工作:

## 一、2016年工作回顾

### 1.换届选举工作

2016年5月,协会召开了第六届会员大会进行了换届选举工作。选举产生了新的一届理事会理事长、秘书长。调整并产生了新一届的副理事长单位、理事单位及专家委员会。孙延林连任理事会理事长,谭慧新当选为新一届协会秘书长。

### 2.组织发展工作

为更好地服务于企业,去年协会着重对会员企业进行了调查、摸底工作,对已经转产、倒闭的企业进行清理、整顿。对长期不缴纳会费的单位了解原因,视不同情况予以了缓交免交的一次性处理。经理事会讨论决定:有76家企业不再保留会员单位资格。协会在清理僵尸会员的同时,在行业内积极开展多项活动,扩大协会对外的影响力。2016年发展新会员企业34家,截至年底共计有会员单位257家。协会秘书处受理了广东硕源、沈阳蜂巢、江苏双奇三家会员企业申请理事单位的请求,并于2016年底在协会网站予以公示,同时向在任各理事单位、副理事长单位发函征询意见。截至2017年2月18日,没有收到不同意的意见反馈。协会现有副理事长单位11家、理事单位24家。

### 3.充分发挥技术委员会工作职能

2016年8月召开了本届技术委员会启动会暨二次理事会。根据协会自身特点与会员企业需求,调整充实了技术委员会成员,并根据协会企业不同产品予以归类,将技术专家按各自特长编制到不同的产品门类,对企业分门别类地予以技术进步、技术创新的服

务指导。去年下半年在防静电工程施工企业筹集了“防静电工程施工专家工作站”,协会有十五家相关企业为驻站企业,该工作站于2017年元月在天津中国机房工程设施公司挂牌成立。技术委员会的专家在协会的标准制定与修编工作中发挥了技术支撑的作用,去年通过了一项国标专家审定,一项行业标准的启动与修订,一项行标的申报立项。同时还积极配合参与了工信部电子工业标准化研究院相关标准的技术咨询与服务工作。

### 4.做好协会网站与期刊的改版工作

充分利用网站与期刊做好防静电科普教育与会员企业的宣传工作。《中国防静电》期刊自改版以后,不仅有防静电的基础知识介绍,而且还有了专家的专业论文与学术成果介绍,同时还开辟了行业技术发展、技术进步的瞭望台,为读者增加了专业信息容量。网站利用其信息量大而信息发布及时的特点,加大了对协会会员企业的成果报道与企业介绍、产品介绍,去年年底我们对网站进行了全面提升与改版,在信息的交流、专家互动、品牌企业及其产品的推广进行了尝试,收到了较好的效果,目前日浏览量达千人次。

### 5.认真扎实做好标准化工作

协会是工信部防静电标准化工作组组长单位。2016年我们在配合完成上级标准化工作的同时,还积极做好协会内部的行业标准与国标的编制修订工作。国标《防静电活动地板通用规范》通过了专家审核,对行业标准《防静电地坪涂料通用技术规范》组织了修编,编制了分会标准体系框架以及标准化工作的近期计划,完成了团标申报的资格审定。

### 6.开展行业规范的自律认定工作

开展全国防静电装备企业规范自律的认定工作,其目的在于配合政府主管部门规范企业生产秩序,保护企业以及用户的合法权益,创造有序竞争的市场环境。经过六届二次理事会研究决定,重新修订了三项

资格认定的实施办法。目前,该项工作正在有序进行。2016年新申领企业增加18家,换证领证近百个。由此证明该项工作已经得到了会员企业以及市场的认可。

#### 7. 展会、技术交流工作

协会与中国贸促会合作,组织会员单位参加国际微电子展会两次,近二十家会员单位参展。鉴于目前企业参展单位情况,为彰显我们协会企业在展会场地上的地位,去年下半年我们将会员企业组成方阵,举牌“中国防静电”收到了较好的宣传效应。

去年下半年协会在广东东莞常平镇与广东东科集团以及常平镇地方有关部门联合筹建了“中国防静电科技孵化器”及防静电产业园区,为会员单位搭建了技术交流合作的平台。

#### 8. 积极稳妥地推进静电防护的技术培训工作

开展静电防护技术培训,是协会一项重要工作。2016年协会依托防静电检测中心与会员企业上海阳森集团联合举办了一期“防静电检验师”中级培训班,学员来自全国地坪涂料行业四十多家企业,培训学员50多位。十一月在广东东莞市常平科技园区建立了中国防静电培训基地,工信部电子工业标准化研究院培训中心领导参加了挂牌仪式,首期开班培训学员四十多人。

#### 9. 存在问题

2016年我协会秘书处虽然做了许多工作,但取得的成效与会员企业的期待还相距甚远,主要体现在服务理念还未得到完全更新,工作模式化,服务没有创新的意识也缺乏工作的主动性。其次与会员企业沟通与联系还不够,对会员企业的实际现状与需求了解不透。其三,协会在资源整合与资源合理利用上缺乏主动性,对身边的资源敏感性反应迟钝,有许多人才资源、技术资源、商务资源等没有重视或没有延续发展。再就是,协会建设墨守成规,创新力度不够、协会自身宣传也不够,目前还有近一半的企业没有入会,甚至不知道有我们这样的一个协会。

### 二、2017年工作要点

2016年虽然过去了,但2016年的工作给协会工作留下了诸多问题,也就给我们带来了诸多思考。思考之一:工业4.0、智能制造、电子商务、信息化等科技的迅猛发展恰是一日千里如日中天。面对如此快速的

社会进步,协会如何紧紧跟上发展步伐,为企业做好服务?思考二:协会就是一个行业的群体,资源贫瘠也没有政府资金支撑,如何将协会的服务做得能满足会员企业的需求,将协会工作做出特色?对此2017年乃至以后我们协会的工作应该正确认识形势,找准自我定位,更新服务理念。大家都知道协会工作的重点是“服务”,同样是服务,但现在与以往内涵已经不同,其涵盖的范围也大大拓展,这是因为我们的企业发展了,企业的经营理念更新了,于是企业需要协会的“服务”要求也随之提高了。当下企业探索的是如何走出适合自己技术创新、技术进步之路,以迎合瞬息万变的市场需求;企业寻求的是新技术、新工艺、新材料的应用,如何提升自我开发新品、降低成本提高效能的新途径;企业需求的是有序的市场、合理的竞争、规范的供销环境。2017年虽然已经过去了近一半的时间,但工作中留下的这些问题与思考,协会2017年步履沉重,今年我们将从以下几个方面去探索与求新去努力工作:

1. 扩大横向联合,整合资源,将资源发挥材尽其用。协会虽然资源贫瘠,但也要将现有的资源充分发挥好,积极稳妥的与横向协会、学会、团体联合,努力将资源予以对接,从而使有限的资源发挥出最大的效能。年内继续与机房协会、洁净学会、半导体协会、中石化供应商协会等加强联系,力争搭建一到两个共享平台。同时我们还将继续与相关的建设团体、设计研究机构联系,寻求在大数据建设、雄安新区建设、一带一路建设中的合作商机。我们协会已经有会员企业在海外成立工厂,我们将及时关注这些企业在海外的成长与发展,总结他们的成功经验,及时介绍给会员企业,为有意向海外发展的企业提供投资借鉴。

2. 继续发挥技术委员会专业工作站的作用。在总结去年成立“防静电工程施工专家工作站”经验的基础上,今年继续推进专业工作站的筹备工作,年内拟成立1—2个专家工作站。同时对已成立的防静电工程施工专家工作站,应发挥其相应的工作职能,对站内企业组织相应的技术服务、技术咨询活动,开展相应的技术、标准的规范活动,对驻站企业的新技术、新产品予以鉴定推介,年内计划为企业开展1—2项新产品评价与推广活动,及时将一些国家重大工程施工

信息传递给相关企业。

3. 进一步做好行业自律工作,在继续做好三项资格认定的基础上,协会将编制《防静电工程施工资质等级评审标准》,在下半年对防静电施工企业实施评审试点。在条件成熟的情况下协会继续编制《防静电工程评价标准》对行业内的工程施工竣工项目予以评价。以此激励工程施工的标杆企业。今冬明春做好行业内品牌企业产品的调查摸底工作,为来年品牌企业、品牌产品评选作好准备。

4. 切实做好工业和信息化部标准化工作,协会将围绕工信部“电子信息领域技术标准体系总体框架”所制定的“静电领域技术标准体系”开展各项标准的修订编制工作。

2017年协会根据静电行业标准工作发展的需要将从两个方面开展工作,一是协会自立标准项目,计划做好《防静电贴面板通用规范》(2016年四季度立项——行标修标)的修编工作,6月下旬召开该项标准修订的启动会;同时准备对《防爆离子化静电消除器通用规范》(暂定名)等三项行业标准的立项申请。二是合作标准项目,积极配合工信部电子工业标准化研究院 GJB/Z86—1997《防静电包装手册》、GJB1649—1993《电子产品防静电控制大纲》修订工作以及《静电学第49部分:特定应用中的标准试验方法》编制参与工作。该项工作已经在配合实施。

我们在做好国标行标修编工作同时,还将努力尝试团体标准的编制。随着国家标准化体制的改革,团体标准将凸显其重要的地位与作用,因此我们需要不断总结经验,为以后团标的发展作好准备。上半年计划编制完成T/CEIA-ESD1001-2017《防静电工程施工资质评审标准》,下半年启动编制《活动地板通用技术规范》(暂定名)团标制定。

5. 继续加快“防静电技术孵化器”防静电产业园区的筹建与建设,争取在近期开园运行。努力将该孵化器打造成技术研发、产业创新、成果转让、技术培训、质量检验评价服务、产品供给的平台。成为国内防

静电专业唯一的科技孵化器。在创建孵化器与产业科技园区的同时,积极筹划“中国防静电电子商务平台”的方案以及实施细则。

6. 进一步做好技术培训工作,以防静电检测中心为依托,充分发挥好华南地区培训基地的培训功能,年内计划开班2-3期,计划招生100人。华南培训基地还将深入用户企业,为用户做好内训工作。协会为配合防静电工程施工资质评审,在协会内开班1-2期,对已经取得工信部ESD证书的专业技术人员开设中高级提升班。与此同时我们还将与其他兄弟协会学会联合办班,探索技术培训的新途径。

7. 充分发挥好协会网站与期刊的作用,网站改版后将努力成为协会的宣传以及信息公示窗口。开辟网站游动广告与企业网站的链接宣传新途径。《中国防静电》期刊改版后力求在信息传播上有新意、技术论述有深度、科普宣讲应通俗。不断拓展读者群体,努力将期刊发放到行业用户的手中。

8. 继续组织会员企业参与各类相关大型会展宣传,为参展企业服务得更为周到。我们将总结以往经验开辟有自我特色会展路径。努力寻求大展会,小对接。展会结束,我们再与有关部门联合开展专题技术论坛、产品展示、应用参观、技术咨询等活动。同时我们还将积极与有关部门联系组织协会企业参加国外商品博览会、推介会,将我们协会好的企业好的产品走出国门张扬国外。与此同时我们还将配合国家发展大政诸如雄安新区建设、信息安全、一带一路建设、中国智能制造等开展一些专题研讨会、论坛会,为企业拓展视野结交专家架设平台。

同志们,2016早已远行,2017也已步履中程。协会在认清自我定位后,其工作的重点就是为企业搭建好各类平台,在搭建平台中协调整合资源,在资源共享中规范自律。一句话发展是硬道理,让会员企业在协会的大家庭里都有获得感,这就是我们协会秘书处以后工作的出发点也是落脚点。对此诚望各位副理事长单位、理事单位的领导多多支持。

## 协会六届三次理事会通过三项决议

本刊讯 中国电子仪器行业协会防静电装备分会第三次理事扩大会议于5月24日在广东东莞常平镇召开。会议应到11家副理事长单位、24家理事单位。3家理事单位因事请假，实到理事单位21家，超过了90%。会议听取并审议了协会秘书处向理事会提交的三项报告，并形成了以下决议：

1. 会议一致同意秘书处提交的《寻求机遇架平台深化服务求发展——2016年度协会工作总结及2017年度工作计划》。会议认为：该总结真实，有成绩也有问题，不单是总结还有思考；2017年的工作具体明了，有创新、有目标，希望秘书处2017年的工作更有成效。

2. 会议一致同意并通过《关于防静电工程施工资质评审意见的报告》。会议认为：该报告切准时弊，紧

跟市场需要。资质评审是协会对原来“三项资格”认定工作的提升与创新，也是规范行业秩序、市场秩序、维护用户权益的纲领性工作。希望该项工作尽快完善实施。

3. 会议通过了《关于建设“中国防静电电子商务平台”的设想框架》的报告。认为该报告在信息化、智能化迅猛发展的当下，“设想”很贴近当前市场发展趋势，打造一个集产品销售、技术服务、质量跟踪、体系认证为一体的商务平台，该项工作确实有创新，其创新不在电子商务，而是在商务中实施技术服务。希望该“设想”再充实更具体化，尽快拿出实施方案与细则。

孙延林理事长全程参加了会议审议，并批准了以上决议。

## 热烈祝贺三家会员企业晋级理事单位

本刊讯 随着协会会员企业的不断发展与壮大，企业在发展自我的同时不忘对协会工作的支持与责任。广东硕源科技股份有限公司、沈阳蜂巢复合材料制造有限公司、江苏双奇地板有限公司三家企业，分别在2016年8月至11月向协会提出申请：要求晋级为副理事长单位与理事单位。经协会考察，并查看了企业近三年的财务报表，近年来该三家企业确实成长发展很快，尤其是广东硕源科技股份有限公司，已于2015年成功登陆新三板市场。

对此协会秘书处在2016年12月向协会所有理事单位、副理事长单位发出电子征询函，征询期限内至2017年2月18日未收到征询不同意见与反对意见。并在协会六届三次理事扩大会议上予以说明，一致鼓掌通过了：广东硕源科技股份有限公司晋级为协会副理事长单位；沈阳蜂巢复合材料制造有限公司、江苏双奇地板有限公司晋级为协会理事单位。

对此特表示祝贺！

# 《防静电贴面板通用技术规范》 行业标准立项获得批准

本刊讯 2017年4月工业和信息化部办公厅下发了“关于印发2017年第一批行业标准制修订计划的通知”，工业和信息化部防静电标准工作组组织申请的《防静电贴面板通用技术规范》行业标准（修标）立项获得批准，计划编号2017-0282T-SJ。

受工业和信息化部防静电标准工作组委托，防静电装备分会秘书处将根据工信部科[2017]40号文件要求，组织本行业标准的修订工作。

目前，秘书处正在静电行业会员单位内征集该标准的参编单位并筹备标准的启动会，预计6月下旬召开标准启动会。

# 《防静电地坪涂料通用规范》标准编制工作 顺利通过专家组审定

本刊讯 《防静电地坪涂料通用规范》行业标准（修订，计划号2016-0406T/SJ）自2016年5月29日启动编制工作以来，在工业和信息化部防静电标准工作组的领导下，在主编单位及参编单位的大力支持和配合下，编制组先后完成了《防静电地坪涂料通用规范》标准草稿、初稿和标准征求意见稿。经过向社会各界用户、防静电行业会员单位以及参编单位征求对标准征求意见稿的修改意见和建议后，经反复修改，完成了《防静电地坪涂料通用规范》标准送审稿。

2017年5月19日，工业和信息化部防静电标准工作组在北京组织召开了《防静电地坪涂料通用规范》专家审定会。专家组由中国电子仪器行业协会防静电装备分会、中国电子技术标准化研究院、国家兵器安全检测中心、中国机房设施工程有限公司、中国电子学会洁净技术分会、电子工程标准定额站、国家劳动防护用品检测中心、全军后勤信息中心、北京航特表面处理技术有限公司的11名专家组成。主编单位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的有关专家，工业和信息化部电子信息司的领导以及防静电标准工作组成员共20人参加了审定会议。

防静电装备分会孙延林理事长和谭慧新秘书长，分别对工信部领导及各位专家在百忙的工作中到会

给予指导表示衷心感谢。审定会由专家组组长、中国机房设施工程有限公司的周启彤高工主持。专家们认真听取了主编单位对标准送审稿的编写、形成、多次修改情况，标准编制说明，以及征求意见汇总处理情况的汇报。根据会议议程的安排，专家组成员对《防静电地坪涂料通用规范》送审稿、编制说明及该标准的相关材料进行了充分、深入的交流讨论和审查，一致认为：

1. 该标准的编制过程符合工业和信息化部标准编制程序；
2. 该标准表述规范，编写格式符合GB/T1.1-2009的规定；
3. 该标准未发现涉及专利等知识产权方面的内容；
4. 该标准经过修订，科学合理，可操作性强，处于国内领先水平。

专家们还为标准报批稿文本的确定提出了宝贵的建设性意见：

1. 完善标准编制说明；
2. 删除现场检验部分；
3. 增加样品制备相关内容。

专家组一致同意通过该标准的审定。主编单位将按照专家意见进行修改。防静电标准工作组将于近期完成该标准报批的各项工作。

# 湿气在静电控制应用中的创新使用

高国兴

大科防静电技术咨询(深圳)有限公司, 深圳 518031

**【摘要】**本文提出了湿度控制装置(HCD)的不同使用等级实现静电防控目的的各种应用。本文对于2014年在德国的防静电研讨会和2015年在韩国的防静电研讨会上发表的论文进行了更深一步的更新。HCD是一个关于水分产生及运送的装置系统,其被设计为在不使用离子发生器的情况下减小或最小化任一目标区域的静电荷。除了将静电电压保持在安全水平之外,该装置类似于免维护的离子发生器。这种新颖的设计可以很容易地和经济地按比例放大以用于多个工作站,因此实现了显着的成本节省和商业吸引力。

**建议使用领域:**

- a 防静电工厂水平和材料技术: 包装处理、静电控制
- b 静电控制

## 一、简介

图1展示了一个用于静电荷减少甚至消除的湿度控制装置(HCD)的工作模型。它基本上由雾发生器,风扇,雾输出控制器和湿空气输送 / 反馈系统组成。这种静电消除器提供适当的湿度条件,以大幅降低静电电压,从而保护电子元器件免受静电的损坏。其水分输出系统具有优良的运送能力,轻松接触到那些被认为难以达到或不可能达到的点和间隙,因此使得这些地点的静电绝对安全。这种无针除静电装置的优点还包括低成本和非常易于维护。

## 二、无冷凝湿气的产生

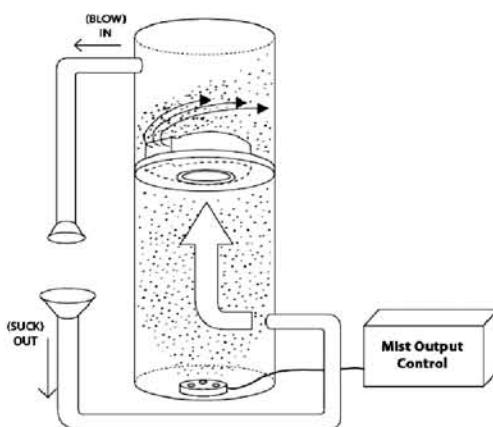


图1 消除静电电荷的湿度控制装置

这种旋流技术有效地在其以无冷凝湿气排出之前百分百地消除了细雾凝结,从而使得其可以用于各种静电电荷清除应用中。

从HCD释放的湿气具有高达55%~85%的相对湿度(RH)。为了确保高湿度不会在目标区域造成任何冷凝,该新设计使用离心式风扇在实现其优势的同时保持非常稳定的预期相对湿度输出。

## 三、系统性能

为了确定离开HCD的湿气将不会在目标部件上产任何冷凝(湿),进行比较测试以将由HCD产生的薄雾与常规湿气生成器(加湿器)进行测试比较。

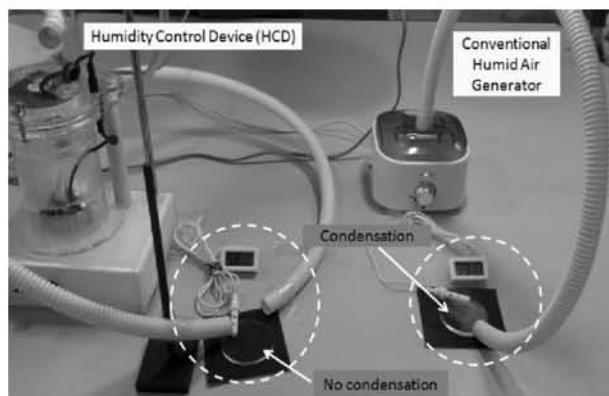


图2 湿气测试装置

## 测试方法

如图 2 所示,将两个圆形的有机玻璃板分别放置成正对从 HCD 和常规湿气生成器的输出管口排出的相对湿度为 98%~99%RH 的湿气。

该测试是在相对湿度 50% 和室温 23℃ 的环境下进行。

## 测试结果

	Humidity Control Device (HCD)	Conventional Humid Air Generator
Presence of condensation on Perspex plate	No	Yes
Slight traces of condensation on Perspex plate	No	Yes

## 测试总结

1)由于接触常规湿气生成器产生的湿气,放置在常规湿气生成器的输出管口处的有机玻璃板上产生了冷凝的水珠。

2)放置在 HCD 输出管口处接触 HCD 产生的湿气的有机玻璃板并未产生冷凝的水珠。由于旋风式气流过滤系统的存在,即使在相对湿度为 98% 的情况下,有机玻璃板依然保持完全干燥。

## IV. 湿气的用途通常分为四个等级

级别 1 在操作规范内恢复规定相对湿度

级别 2 降低摩擦电压

级别 3 静电荷的中等耗散

级别 4 静电荷的快速耗散

## 级别 1: 在操作规范内恢复规定相对湿度

由于加热器或电动机等的存在,一些机器在其操作期间产热是普遍现象。这些热量会导致机器的局部位置变干,从而使其相对湿度低于操作规范。这种干燥气带通常会被忽视,从而导致设备有可能被过度充电(摩擦电压)。

## 测试方法

如图 3 所示,将组装好的 PCB 放置在加热器板上,记录周围环境的相对湿度和温度。然后如图 4 所示,加热 PCB,随后采用湿度传感器测量相对湿度和温度的变化。

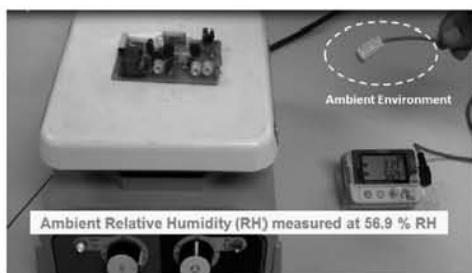


图 3 加热板上组装好的 PCB(加热前)

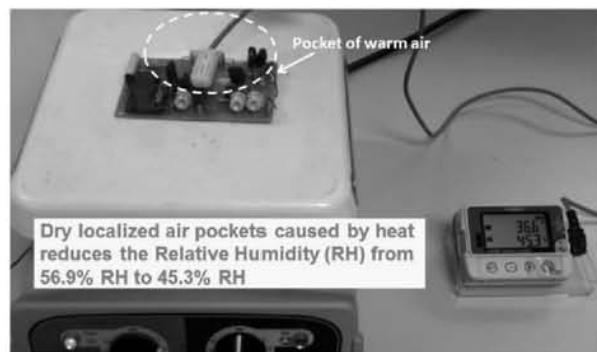


图 4 加热板上组装好的 PCB(加热后)

## 测试总结 / 结论

1. 当温度升高 5.2℃ (从 31.4℃ 至 36.6℃) 时,相对湿度 (RH) 从 56.9% 降至 45.3% RH (降低 11.6%) 图 4。

2. 这证明,产生热量的机器会生成危险的局部干燥空气,这很容易导致静电电荷的积聚。

3. HCD 可用来恢复机器周围的相对湿度到操作范围内 (等级 1)。

## 级别 2: 摩擦起电电压的降低

在局部工作区将相对湿度设置在能减小表面摩擦的范围 (约 60%~70% RH),以有效地降低局部工作过程中的摩擦起电电压。

## 测试方法

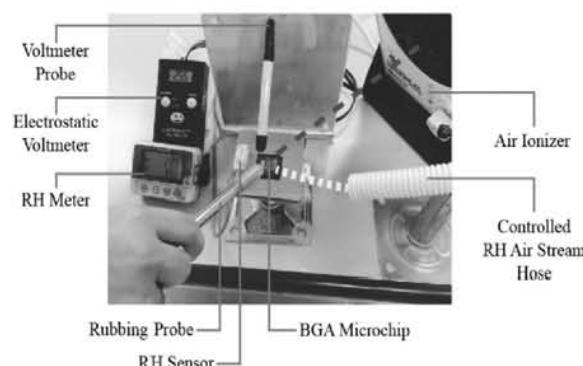


图 5 摩擦带电量降低能力测试

使用 BGA 芯片 ( $1'' \times 1''$ ) 的空气离子发生器的擦起电电压为参考电压,将该摩擦起电电压与参考电压的幅度进行比较测试。图 5 示出了在一次速摩擦后,使用静电电压计 (TREK) 测量的不同相对湿度下 (相对湿度从 60%~95%) 的 RH 静电除器以及市面上可购的空气离子发生器 (相对湿度 42%) 的摩擦起电电压读数。

测试结果如下：

Relative Humidity (%)	RH Static Eliminator (V)	Relative Humidity (%)	Air Ionizer (V)
60	134	42	199
65	71	42	210
70	45	42	182
75	32	42	180
80	23	42	191
85	18	42	186
90	15	42	212
95	15	42	186

### 测试总结

结果表明,摩擦起电电压的大小幅度差别惊人。所记录的空气离子发生器的摩擦起电电压比 HCD 的要高得多。与相对湿度在 42% 时的空子离子发生器相比,即使在相对湿度在 65% 和 70% 时,HCD 也可以大幅降低摩擦起电电压。从研究结果可以得出, HCD 是非常有效的静电电荷清除工具,其效果是以摩擦充电电压降低能力闻名的商用空气离子发生器的好几倍。

这些结果已经在 2015 年的韩国防静电研讨会上提出。

等级 3 和 4 基本上将相对湿度设置为在 70% ~ 90% 的范围内,以在局部工作过程中实现中等至快速静电耗散(进一步降低表面摩擦)。

### 测试方法

使用静电消除监视仪(TREK) 将三个组件,裸 PCB 板,微控制器(塑料 QIP)和 EPROM,充电至 1000V。在两个位置上测量每个部件的静电耗散时间。如图 6,7 所示,将三个部件分别平放和直立在静电消除监视仪。静电耗散时间测试是在周围环境相对湿度为 45%,75% 和 85% 的条件下进的。

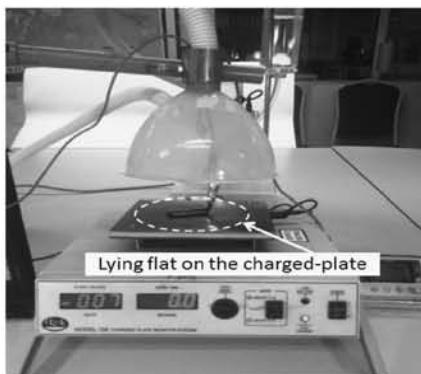


图 6 平放在带电板上的组件

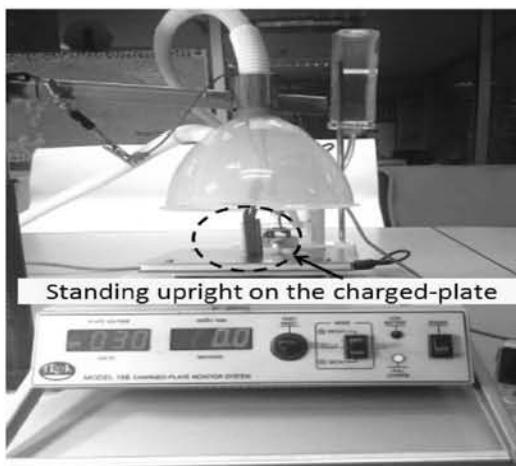


图 7 直立在带电板上的组件

这是使用改进的静电消除监视仪(CPM)来测量接地静电耗散率的室内测试装置。

### 测试结果如下

#### 裸 PCB 板

% RH	Decay Time (Seconds)	
	Lying flat on charged-plate	Standing upright on charged-plate
45%	91.5	224.8
75%	4.3	2.4
85%	0.9	2.2

#### 微控制器(塑料 QIP)

% RH	Decay Time (Seconds)	
	Lying flat on charged-plate	Standing upright on charged-plate
45%	345.4	415.3
75%	5.0	18.2
85%	3.0	3.3

#### EPROM-M27C2001-12F1

% RH	Decay Time (Seconds)	
	Lying flat on charged-plate	Standing upright on charged-plate
45%	616.6	353.9
75%	21.3	3.3
85%	2.6	1.2

### 测试总结

令人惊讶的是,从静态衰减时间结果来看,无论组件是平放在静电消除监视仪上还是直立在静电消除监视仪上,在低相对湿度(45% RH)下的静态衰减时间是高相对湿度(75% 和 85%) 100 倍还多。这样的发现提供了使用 HCD 消除静电电荷的更多选择。从等级 3 到等级 4,用户可以在局部工作过程中实现中等至快速静电耗散(进一步降低表面摩擦)。

#### 四、应用

湿气传递 / 反馈系统利用定制的空气引导罩，以避免部分或多数受控湿气与周围环境混合。封装在该定制的空气引导罩中的湿气会防止丰富的湿气耗散到周围的干燥环境中。

HCD 不局限于单一的应用，它可以适用于各种实际应用。这些应用实例如下图 6 (a) ~ (f) 所示。

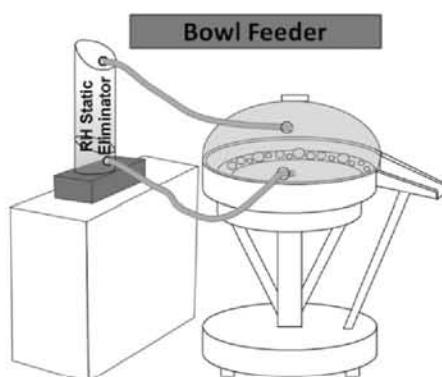


Fig. 6 (a) Bowl Feeder  
球状送料器

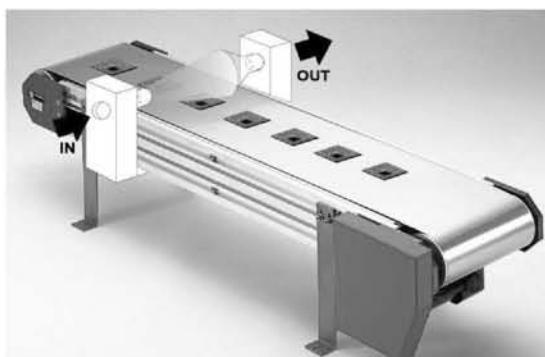


Fig. 6 (b) Conveyor Belt  
输送带

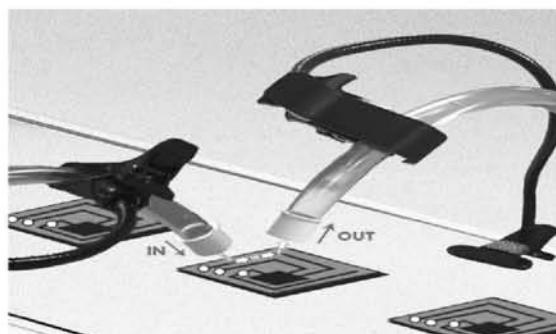


Fig. 6 (c) Flexible Holder Design  
灵活的握持设计



Fig. 6 (d) Pulling off film from wafer  
从晶片上拔下薄膜

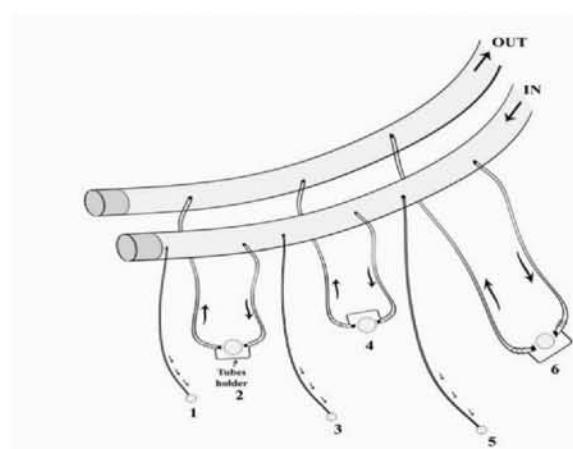


Fig. 6 (e) Spot Mitigation For I.C Test Machine  
缓解静电 / 减低集成电路的电子测试仪器点  
缓解静电集中点 (1, 2, 3, 4, 5&6)

#### Pick-and-Place on Wafer Dies

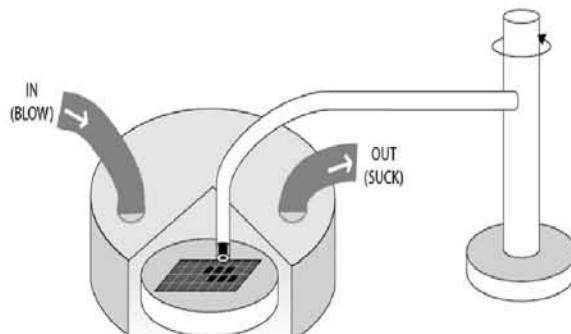


Fig. 6 (f) Pick-and-Place on Wafer Dies  
晶元模具上的取放

取决于使用的等级,湿气通过润滑效应减少材料之间的摩擦,从而以全新且独特的方式减少原位摩擦起电电压。

### 五、关于使用湿气的问题

湿气测试清楚地证实,HCD 产生的湿气即使相对湿度达到 98%,它也不会在需要处理的部件上产生任何冷凝。这有效地解决了电子工业中与湿气相关的顾虑及故障而拒绝这种湿度控制装置的潜在用户的主要忧虑。

此外,关于这些问题的深刻理解可以参考我们的“参考文献”。

从 Martin Tarr 的文章可知(参考文献(6)),在工业中,重要的参数包括在湿气暴露中的持续时间和程度、高温的环境条件、电压偏置以及离子污染等,这些都会影响电子设备和成品的寿命和可靠性。然而,在 HCD 的使用中,暴露于湿环境的持续时间非常短暂,大概从亚秒到几分钟,由于竞争问题,如今大多数的生产制造非常快速。这样短的持续时间不足以渗透水分,并且也来不及发生离子 / 水分相互作用,从而导致腐蚀。

同时,当这些材料表面上的任何湿气离开由湿度控制装置提供的受控湿气空间 / 区域并且达到正常环境条件时,将通过空气对流和扩散而干燥。这在湿度条件严格控制在 50%RH 附近电子制造领域尤其如此,任何这样的残余湿气在 HCD 短暂的“处理”之后将迅速干燥。

此外,在 HCD 操作消除 ESD 的情况下,延长加速寿命测试的恶劣环境,例如 85degC/85%RH (具有或不具有电压偏置),是不存在,而且完全消除心理障碍(腐蚀的恐惧)。

### 总结

2012 年在新加坡防静电研讨会上展示了湿度控制装置 / 静电消除器的工作模型。2015 年,在韩国防静电研讨会上介绍了尺寸大幅缩小、设计经过良且具

有同等静电保护作用的先进版本。

本文介绍了湿度控制装置 (HCD) 不同的使用等级以实现静电放电控制目的,以及在静电控制应用中创新地使用湿气。HCD 的使用有 4 个等级,选择哪些等级多取决于用户想要实现的目标。

HCD 的功能类似于免维护的离子发生器,其无需离子平衡,无需清洁针头,可进入难以到达的地方,没有有效性和效率的长期损失问题,没有 5KV 高电压输出,没有使用放射性危险材料,且具有简单的可扩展设计,在典型的大规模生产线上最能体现的成本节省优势。

除了其独特的静电保护模式之外,该湿度控制装置具有包括零残余电压,低拥有和操作的巨大优点,为补充或替代当前工业广泛使用空气离子发生器提供了契机。

### 参考文献:

- [1] ESD Association S20.20 TR ESD Handbook
- [2] Antonevich J. and Blitshteyn M. "Measuring the Effectiveness of Air Ionizers" EOS/ESD Symposium Proceedings 1983, ESD Association, Rome, NY.
- [3] Dillenbeck K. Characterization of Air Ionization in the Cleanroom, Microcontamination June 1985,
- [4] ANSI/ESD Standard S20.20-2007, Protection of electrical and electronic parts, assembly and equipment(excluding electrically initiated explosive devices)
- [5] ANSI/ESD STM3.1-2000, ESD Association Standard Test Method for Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items Ionization
- [6] Martin Tarr, "Failure Due to Humidity corrosion, electromigration and absorption" –[http://www.ami.ac.uk/courses/topics/0125\\_idh](http://www.ami.ac.uk/courses/topics/0125_idh)
- [7] ANSI/ESD STM3.1-2015, ESD Association Standard Test Method for the Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items Ionization

# 静电消除器设计理论研究

孙明<sup>2</sup>, 刘全祯<sup>1</sup>, 李义鹏<sup>1</sup>, 李亮亮<sup>1</sup>, 孙可平<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 化学品安全控制国家重点实验室, 中石化青岛安全工程研究院, 青岛, 266071

<sup>2</sup> 上海海事大学静电技术研究所, 上海, 200135

**【摘要】**本文讨论了静电消除器设计理论所涉及的静电消除器基本原理及分类, 汤逊放电理论与无源静电消除器, 巴邢定律与最低击穿电压, 介电泳力与电荷中和。

**【关键词】**静电消除器, 静电, 汤逊放电, 巴邢定律

## Basic principle on static eliminator Inner liquit line

Sun Ming, Liu Quanzhen, Li Yipeng, Li Liangliang, Sun Keping

**[Abstract]** The design theory of the static eliminator was discussed. The basic principle and classification of the static eliminator, the theory of Townsend discharge and the passive static eliminator, Paschen law and the minimum breakdown voltage, and the dielectrophoretic force and charge neutralization were involved.

**[Keywords]** Eliminator; Electrostatics; Townsend discharge; Paschen law

### 一、静电消除器基本原理及分类

静电消除器的基本原理, 是其本身产生的大量正负离子对, 中和被消电物体上的静电荷, 使被消电物体上的静电荷达到设定的目标安全值。

静电消除器的工作原理, 则因其种类不同而略有区别。

按照一般的分类原则, 静电消除器可分为有源静电消除器和无源静电消除器。

有源静电消除器, 一般是指有一个电压源, 给一排金属尖针供电, 使其发生电晕放电(往往是尖端放电), 连续不断地产生大量正负离子对, 依靠库仑力来中和被消电物体上的某种极性电荷, 而另一种异号电荷则往往通过接地装置导入地线<sup>[1]</sup>。按照有源静电消除器的电压源种类, 又可分为交流静电消除器, 直流静电消除器, 脉冲静电消除器, 等等。有源静电消除器

又根据是否加装风源, 细分为离子风静电消除器(简称离子风机), 无离子风静电消除器。离子风静电消除器, 又可按照出风口的不同, 分为离子枪静电消除器, 蛇形管离子风机, 普通风扇静电消除器(例如台式离子风机)。

无源静电消除器, 顾名思义是无电源, 依靠金属尖针或其他导电材料的自持放电产生离子对, 达到消电目的。这又可分为两大类。一类是管道静电消除器, 例如管道液体静电消除器(专门使用于输油管道), 管道粉体静电消除器, 管道气体静电消除器等等。另一类是使用于复印机、打印机、传真机等外设上的无源静电消除器, 它们的放电针不是金属, 往往是导电纤维制成。

还有一类无源静电消除器, 为放射性静电消除器。说它们无源是指无电源, 但却有放射源, 靠放射源

产生的放射性射线,把空气击穿,产生大量离子对,来消除静电。

随着科技的飞速发展,各种新型静电消除器不断投入使用,使上述分类难以概括。例如应用于洁净厂房的无污染粒子的离子发生器<sup>[1]</sup>,具有超高洁净度的静电棒,使用专利气流技术,利用干净的处理空气或干氮气去除污物在放电针上的聚集,产生无污染粒子的离子风。再如,一种带有自我检测功能、自我反馈系统、自动调节系统的离子风机,能自动检测待消电区域的电位高低并通过反馈系统,自动开启或关闭消电系统,或自动调节离子风量,以满足消电需要。又如,可遥控低电压离子发生模块(室内电离系统)(LV room ionization system)是电脑控制的室内电离系统,能自动运行,并根据需要自行调节运行数据。我们已难以归之为一种静电消除器呢,还是一种工艺设备。

## 二. 汤逊(Townsend)放电理论与无源静电消除器

### 2.1 汤逊电离系数:

无论是无源静电消除器,还是有源静电消除器,其基本原理均离不开电晕放电的基本机制—汤逊放电机制,也称汤逊放电理论。我们把产生大量正负离子对的空间称为放电空间。在低气压条件下( $p < 6 \times 10^3 \text{ Pa}$ ),当放电空间电场强度足够大时,初始电子或带电粒子在漂移运动过程中,从电场获得足够高的能量。这些高能量的带电粒子可能与气体粒子发生碰撞,使之发生电离,从而产生新的带电粒子,使带电粒子的浓度不断增大。为了描述放电空间真的电离现象,汤逊理论提出了三种电离过程,引出三个对应的电离系数,称为汤逊三电离系数:

**汤逊第一电离系数— $\alpha$  系数:** 每个电子在沿电场反方向运行单位距离的过程中,它与气体分子发生碰撞电离的过程中,它与气体原子发生电离碰撞的次数就是  $\alpha$  电离系数。这种电离过程也称为  $\alpha$  过程。

**汤逊第二电离系数— $\beta$  系数:** 与上述定义相同,每个正离子在放电空间运行过程中,  $\beta$  系数就是一个正离子沿电场方向运行单位路程所产生的碰撞电离次数。这种放电过程也称  $\beta$  过程。

**汤逊第三电离系数— $\gamma$  系数:** 空间的正离子携带一定能量打上阴极表面时,引出阴极二次电子发射数就是  $\gamma$  系数。

### 2.2 电子雪崩:

初始电子在电场力作用下,在其路径上不断与气体粒子碰撞。若电场强度足够大,将引起碰撞电离。若一个电子经一次碰撞就多出一个电子,这样一个电子就变成两个电子。两个电子若能发生第二次电离,就产生四个电子。如此继续,新产生的电子数将迅速猛增。这就是所谓电子雪崩,又称电子繁流。若假定单位时间、单位面积上发射  $n_0$  个电子,经过简单推导,就能得到,仅仅由于  $\alpha$  过程、单位时间内撞上阴极单位面积的电子数为:

$$n_\alpha = n_0 e^{\alpha d} \quad (1)$$

相应的电子流电流密度为:

$$j_\alpha = e n_0 e^{\alpha d} \quad (2)$$

式中  $e$ —电子电量;

$\alpha$ — $\alpha$  系数;

$d$ —电子的运行距离,m。

此式是非常重要的电子雪崩增长规律的理论公式。

当同时考虑汤逊放电的三个系数时,用上述相似的推导方法,放电过程中的电流密度为<sup>[3]</sup>:

$$j_\alpha = \frac{j_0 (\alpha - \beta) e^{(\alpha - \beta)d}}{\alpha(1 + \gamma) - (\alpha\gamma + \beta) e^{(\alpha - \beta)d}} \quad (3)$$

由于电子质量远远小于离子,体积也远远小于离子,在同样的放电空间内,离子的电离系数  $\beta$  远远小于电子的电离系数  $\alpha$  系数,也远远小于  $\gamma$  系数,所以在放电空间,一般忽略  $\beta$  过程。这时,式(3)就简化为:

$$j_\alpha = \frac{j_0 e^{\alpha d}}{1 - \gamma(e^{\alpha d} - 1)} \quad (4)$$

### 2.3 自持放电:

从公式(4)明显看出,当该式的分母趋于零时,电流密度趋于一定值。这时的放电转变为自持放电,由此得到自持放电的条件为:

$$\gamma(e^{\alpha d} - 1) = 1 \quad (5)$$

上式又称为自持放电的判据式。在这种状态下,初始电子  $n_0$  对放电不再有影响。换言之,即使取消外

界电离源(初始电流密度  $j_0=0$ )时,放电电流仍然可以维持,这表明放电已由非自持放电转为自持放电。自持放电判据式的物理意义是:若某一时刻从阴极发射出  $n$  个电子,由于电子雪崩,当它们到达阳极时空间便产生了  $n(e^{\alpha d} - 1)$  个离子,而这些离子引起的二次电子发射数又为  $n$  个电子。可见,通过放电真的  $\alpha$ 、 $\gamma$  过程能继续维持原来的发射电子数,表明放电达到稳定状态。显然,在这样的状态下初始电子发射的外界电离源就可有可无了。亦即:满足自持条件后,便可建立起稳定的自持放电。

#### 2.4 自持放电与管道液体静电消除器

管道液体静电消除器,说到底就是依靠带电液体自身产生的静电场,使设计安装在管道内的放电尖针发生电晕放电,并达到自持放电的状态,就能产生稳定的离子对与离子电流,使之达到稳定的消除管道油品静电的工作状态。当液体本身的静电消除到一定程度后,自持放电的条件得不到满足时,消除器将自动停止工作。图 1 即为管道液体静电消除器的结构示意图。

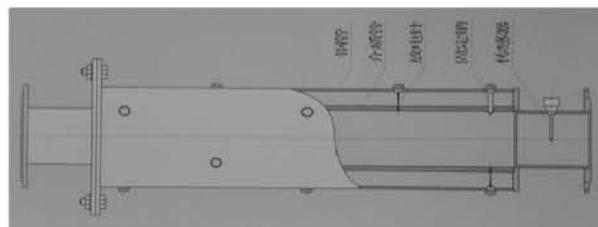


图 1 管道液体静电消除器示意图

我们初步设计两种规格的放电针,如图 2 所示,1 号放电针总长 50mm,其中底部 5mm 固定在螺栓中,进入加油管线的部分长 25mm,其中针尖部分长 5mm,针的直径为 1.2mm。2 号放电针总长 40mm,底部 5mm 同样固定在螺栓中,进入加油管线的部分长 15mm,其中针尖长 5mm,针的直径 1.2mm。我们计划在试验时将两种放电针搭配使用,1 号放电针针尖正对管道的中线,这个位置电压较高,1 号放电针发生电晕放电更容易,在试验中以 1 号放电针作为主要放电针;设计 2 号放电针的目的,主要是为了测试在同一排使用两根或多根放电针的情况下,静电消除器工作效率的变化。



图 2 两种规格的放电针

#### 三. 巴邢 (Paschen) 定律与最低击穿电压

巴邢 (Paschen) 在深入研究汤逊放电的过程中,特别是开展大量汤逊放电试验中,发现放电电流密度随极间电压的增大而增大,当电压增加到某一定值时,即满足击穿条件时,放电电流会骤然增大,同时有显著的光辐射,放电由汤逊放电突然过渡到自持放电,学界将此时的电压称为击穿电压。巴邢还发现,击穿电压并不是分别随气压 ( $p$ ) 和电极间距 ( $d$ ) 的数值变化,而是随  $pd$  乘积而变化,而且击穿电压存在一个最小值。击穿电压随  $pd$  变化的规律即为巴邢定律。该定律已被大量的实验所证实,是放电理论中的重要基础理论之一。

从汤逊放电的自持判据表达式出发、由  $\alpha$  系数定义式、击穿场强与击穿电压的基本关系式,经过复杂的数学推导,可得出巴邢定律的重要表式之一、击穿电压表达式为<sup>[1]</sup>:

$$V_s = \frac{B(pd)}{\ln(pd) - \ln\left\{\frac{1}{A}\left[\ln\left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)\right]\right\}} \quad (6)$$

式中 A、B 为  $\alpha$  表式中的常数,与平均自由程、气压相关联。

对击穿电压表式 (6) 求极值,取微分等于零,即

$$\frac{d(V_s)}{d(pd)} = 0$$

则

$$\ln\frac{A(pd)}{\ln\left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)}$$

最低击穿电压时的  $pd$  表式为：

$$(pd)_{\min} = 2.718 \ln \left( 1 + \frac{1}{\gamma} \right)$$

将此式带入  $V_s$  表式 (6)，即得最低击穿电压的表式为：

$$V_{s\min} = 2.718 \frac{B}{A} \ln \left( 1 + \frac{1}{\gamma} \right) \quad (7)$$

式中的  $A$ 、 $B$ 、 $\gamma$  系数由设计手册查得，从而得到  $V_{s\min}$  参考值。由此可见，最低击穿电压与放电空间的  $A$ 、 $B$  常数和  $\gamma$  系数决定，与放电介质的性质、压力、放电针材料与表面状况有关。这不仅是无源静电消除器的设计理论基础，也是各种有源静电消除器的重要参数。

#### 四. 介电泳力与电荷中和

液体中的管道静电消除器的放电空间，与空气中单纯气体放电不同，放电空间中不仅存在液体，也存在气体（气相粒子），因为管道输送中不可避免地存在气泡。因此，消电器放电空间中的产生的大量离子对的运动轨迹，不仅受到流体力学中各种力的作用，例如各种形变力、粘滞阻力等等，同时还受到另一种电形变力的作用。近几十年来被科学家所关注的所谓介电泳力，就是电形变力之一。这种介电泳力，就是近年来所兴起的电流体动力学 (Electrohydrodynamics，简称 EHD)——研究液体带电及其力学现象的最新领域的主要内容之一。

最新研究指出<sup>[5]</sup>，当与介质界面垂直的方向上有电场力作用时，介电常数大的物体将受到指向介电常数小的区域的静电力作用。当电场与界面平行时，也有相同倾向的力的作用。这种力实质上是一种 Maxwell 应力。由于这种力的作用，液面会发生形变、振动和分裂现象。在尚没有自由电荷的液体中，因静电场产生的电形变力密度为<sup>[6]</sup>：

$$f = \frac{1}{2} |E|^2 \nabla \epsilon + \frac{1}{2} \nabla \left( |E|^2 \rho_i \frac{\partial \epsilon}{\partial \rho_i} \right)^2 \quad (8)$$

式中  $\epsilon$ 、 $\rho_i$  为液体的介电常数及密度。右边第一

项是作用于液面等介电常数变化处的力，第二项是因液体产生密度差而使介电常数变化时产生的梯度力。介电泳力可以看作电形变力的一种。该力涉及液、气两相流。加上电场后，电场储存能量的变化  $U$  也会变化。根据最小能量原理，因电场  $E$  加于气泡上的伸长力为（略去推导过程）<sup>[5]</sup>：

$$F_e = \frac{dU}{dr} = 6\pi a^2 \epsilon_1 \left( \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{2\epsilon_1 + \epsilon_2} \right)^2 E_1^2 \quad (9)$$

气泡的拉伸、压缩、变形与此力密切相关。而气泡的成长（或拉伸，或压缩，或变形）与液体的绝缘击穿直接相关，也与电荷中和直接相关。这也是当前的研究前沿。

最新的研究还指出<sup>[6][7]</sup>，探索放电空间的电荷中和，还必须根据玻尔兹曼理论研究大量粒子或离子的运动规律。其研究进展或许彻底揭开液体无源静电消除器的力学原理以及粒子运动规律与电荷中和机理。

#### 参考文献

- [1] 孙可平, 宋广成. 工业静电. 中国石化出版社, 1994 年 8 月, 北京
- [2] 孙可平, Albert Kow. 电子工业静电放电 (ESD) 防护与控制技术. 大连海事大学出版社, 2007 年 4 月, 大连
- [3] 高树香, 陈宗柱. 气体导电 (上). 南京工学院出版社, 1988 年 6 月, 南京
- [4] Edited by Merle N. Hirsh, H. J. Oskam. Gaseous electronics, Vol. 1. Electrical discharges. Academic, New York, 1978
- [5] 鲍重光. 静电技术原理. 北京理工大学出版社, 1993 年 8 月, 北京
- [6] J. S. Chang, H. Isubone, Y. N. Chun, A. A. Berezin and K. Urashima. Mechanism of electrohydrodynamically induced flow in a wire-non-parallel plate electrode type gas pump. Journal of electrostatics 67 (2009) P335–339
- [7] J. Seyed-yagoobi. Electrohydrodynamic pumping of dielectric liquids. Journal of electrostatics 63 (2005) P861–870

# PVC冷粘防静电鞋开胶问题的一些建议

胡树、郭辉

深圳市新纶科技股份有限公司科技创新中心，深圳 518132

**【摘要】**介绍了胶粘剂的作用机理，分析了PVC冷粘防静电鞋开胶的可能原因，并从处理剂和胶黏剂的配制、涂胶工艺、烘干工艺等方面针对性的提出相应的改善建议。

**【关键词】**防静电鞋；极性；粘结；处理剂

近年来，伴随着各种机械的大量出现，制鞋工业由手工制造向机械化、流水作业的方向迅速发展。制造方式的变化使传统的天然产物胶粘剂无法满足生产需要，合成胶粘剂成为鞋用胶粘剂的主要类型<sup>[1]</sup>。由于冷粘生产工艺具有投资少、成本低、适用面广、返工较容易等特点，上世纪五十年代开始兴起使用胶粘剂冷粘制鞋。由于能够满足客户对不同鞋面材料和款式的需求更新，因此，冷粘工艺在防静电鞋领域占有很大的市场份额<sup>[2]</sup>。所谓开胶现象是指冷粘鞋在长期穿着、放置、清洗或烘干过程中出现的鞋面（包括鞋帮）与鞋外底贴合层的裂开现象<sup>[3]</sup>。虽然我国鞋用胶粘剂的产品质量有了很大的提升，但由于实际使用过程中不正确的选择和施胶，导致开胶的现象仍然时常出现，这不仅损害了消费者的利益，也极大影响了企业信誉和品牌形象。

本文结合作者多年工作中接触到的和参与解决的一些开胶案例，对PVC冷粘防静电鞋开胶的原因，以及胶粘剂的选择和工艺注意事项提出个人的看法，希望能给胶粘剂生产企业和防静电鞋生产企业一些有用信息。

## 1 胶粘剂的作用机理

胶粘剂与被粘表面之间形成的粘结力主要来源于以下几个方面：

1.1 化学键力，它是由胶粘剂分子上带有的活性基团与被粘物体表面分子上的活性基团之间发生的价键连接而产生。

1.2 分子间作用力，包括取向力、诱导力、色散力和氢键力，它决定于胶粘剂及材料分子的极性大小，极性越大，分子间作用力越大。

1.3 界面静电引力，胶粘剂及被粘物体表面之间存在电子供给体和电子接受体就会产生静电引力。

1.4 机械作用力，这是因为胶粘剂渗透到被粘物体表

面的缝隙中，固化后形成的较强的咬合力。

PVC防静电鞋鞋底为强极性，使用极性强的胶粘剂能够提高较强的分子间作用力为粘结力的主要来源；界面静电引力，主要是通过施胶前对被粘物体表面进行打磨，但为了节约时间和人工，这一步基本都省去了；施胶前，先使用预处理水对被粘表面进行特殊活化处理，可以明显提高贴合面之间的化学键力，进而提高粘结强度；在手工贴合后，可以将鞋底和中底在加压机上进行压紧处理，进一步提高机械作用力。以上措施综合起来，可以保证防静电鞋具有良好贴合效果和使用时不开胶。

## 2 PVC冷粘防静电鞋开胶的原因分析

冷粘鞋的开胶现象主要分为以下原因：

### 2.1 胶粘剂种类选择不对

PVC冷粘防静电鞋的鞋底主要基材是使用增塑剂增韧的聚氯乙烯材料，增塑剂和聚氯乙烯均为强极性的材料，其鞋面、鞋帮材料主要有PVC革、PU革和帆布材料，也都是极性表面，因此应根据被粘材料的特性来选择相应的胶粘剂。非极性的SBS、SEBS类、顺丁橡胶胶粘剂、乙丙橡胶胶粘剂很难对极性表面进行有效粘结；使用氯丁胶和接枝改性氯丁胶时，胶粘剂与被粘表面的结合力不强，难以达到规定的粘结指标；EVA类胶粘剂强度低、耐热性和耐油性差，也不合适；硅胶胶粘剂固化温度高、时间长、价格相对较高，并且通常带有颜色，也不是理想材料。现在市面上质量较好的聚氨酯胶黏剂对所有的鞋材都可获得较理想的粘结效果，解决了鞋面和鞋帮与PU和PVC底“难粘”和“粘不牢”的难题<sup>[4]</sup>。聚氨酯胶层色泽浅，粘度低，施胶方便，结晶速度快，初粘力佳，耐温性和耐候性可以通过配方改性解决，特别适用于流水线使用，同时成本较低，应当作为PVC/PU底防静电鞋/套靴贴合和补胶的首选。

## 2.2 预处理不当

多年来的实践证明,胶粘层中分子之间的结合力以及粘结层与被粘表面之间的结合力直接决定了贴合的质量。当贴合面和被粘表面确定后,粘结质量与被粘材料的表面状态和特性有较大关系,当被粘表面沾有油污、水份或灰尘时,胶粘剂与被粘表面之间难以形成化学键力和分子间作用力,粘结效果极差。事实证明,被粘材料表面是否预处理,如何预处理都对粘结效果产生较大影响。虽然鞋底模具和皮革模具的结构设计和抛光处理用来保证被粘表面的相关光滑平整,这样可以几乎省略机械打磨的步骤,但制鞋企业应在生产实践中选择合适的预处理剂在施胶前对被粘表面进行预处理,去除被粘表面的油污、灰尘和水份(特别是极性表面极易吸附一层水份)。同时在被粘表面接枝活性基团,增大被粘表面的孔隙率和接触面积,有利于胶粘剂在被粘表面的润湿和渗透,最终提高粘结强度和稳定性。

## 2.3 胶粘剂粘度及用量

当胶粘剂的粘度较大时,胶层厚度难以均匀,造成粘接界面存在热应力和收缩应力,同时粘度过大,不利于涂胶时胶粘剂在被粘表面的润湿与渗透,从而粘结接触面积减少,难以形成较强的机械作用力,进而导致剥离强度下降。胶粘剂粘度较小时,胶层易涂刷,有利于胶液在被粘表面的润湿与渗透,机械作用力大大增加,因此粘结力显著提高。

实践证明,冷粘工艺条件不变的情况下,剥离强度随着涂胶量的增加先升高,到达一定值后(约100g/m<sup>2</sup>)又有所下降,这是因为涂胶量较小时,胶粘剂不足以填充被粘表面坑坑洼洼的微观粗糙面,使得接触面积较小,交联点很少,因此粘结力较低;随着涂胶量的增加,胶粘接触面不断增加,交联点也相应增多,粘结力也逐渐增强;当涂胶量过量时,被粘面被胶粘剂隔开,由于胶粘剂本身的体积收缩以及胶层与被粘材料膨胀系数的不同,在粘结界面处有可能形成收缩应力和热应力,从而造成粘结力下降。

建议使用粘度为50~200mPa.s的预处理剂,涂刷1~2遍,粘度200~600mPa.s的胶粘剂,涂胶2~3遍,预处理剂的涂刷和胶黏剂的涂胶工艺尽量实行定岗制,使用熟练工掌握涂胶手法和用量。

## 2.4 胶粘剂性能不达标

防静电鞋在穿着一定时间必须经常超净清洗才能重新进行洁净室使用,清洗工艺主要有常温清洗+高温烘干(50~60℃)和常温清洗+高温甩干(40~60℃)两种。如果洗涤过程未去除的污渍有残

留,那么在甩干过程中由于摩擦,胶黏剂表面的温度可能会达到60度甚至更高,而高温烘干是将鞋材长时间放置于在一个相对密闭的高温高湿环境,这就有可能导致胶黏剂被鞋套、皮革和鞋底上粘住导致开胶。一方面是由于选择的胶黏剂耐高温性和耐水洗性不佳,导致在高温高湿环境下出现软化和水解,另一方面机械性能不理想,导致在洗衣机中的高速旋转的撞击下胶层变软。因此,在胶黏剂的选材上都应当注意选择抗拉强度、撕裂强度和耐磨性相比聚醚型更好的聚酯型聚氨酯原料。在超净清洗和高温甩干时,浴比不易过大,摩擦造成局部温度过高;在高温烘干时,鞋材不易堆放太紧凑,鞋与鞋之间尽量保留一点的空气,既有利于温度的分布,也有利于水分及时的挥发。

## 3 工艺改善建议

针对本公司鞋厂PVC冷粘防静电鞋在之前使用过程、清洗过程或烘干过程中出现过的开胶问题,我们做了一系列对比及改善验证试验,现总结出一些刷胶工艺及干燥工艺的相关建议以供大家参考。

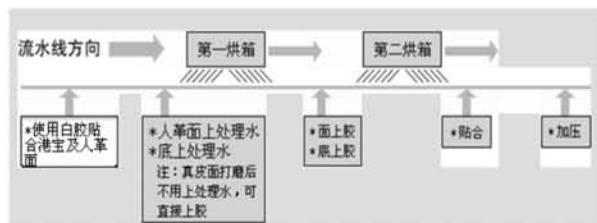


图1 PVC防静电鞋鞋底贴合工艺路线示意图

### 3.1 处理剂、胶粘剂的准备事项

A、预处理剂、胶粘剂、固化剂等使用后均需要密封保存,尤其是固化剂,每次使用后应立即将罐盖好,避免与空气中的水分反应而失效。

B、固化剂的加入量占为胶粘剂总量的比例,应根据实际固化时间的需求,进行固定,可以用量杯度量。

由于固化剂与水产生快速反应,故在环境湿度较大的场合,为补偿因与水份作用的损失,固化剂的添加量应稍微提高,但通常不超过4%;环境温度较高时,固化剂与胶粘剂的反应速度加快,所以固化剂的添加量可以稍减,但一般不可以低于2%,以确保后期固化完全。

如果车间工人配胶时不称量,凭感觉和经验直接倒入固化剂,这样就会造成不同批次的工鞋质量不同,因此规范操作是很有必要的。

C、调配固化剂应由专人负责,加入固化剂后,应搅拌均匀,由于固化剂比重一般均比胶粘剂要重,所以应上下搅拌,不可只左右搅拌或绕圆圈搅拌,可考虑采用电动搅拌,或者是打蛋器等相类似的工具。

D、应配合生产速度决定每次准备胶粘剂用量的大小。注意配制胶水的可使用时间,可根据半天工作量配置胶水量,不建议配置超过4小时内用完的用量。若配制后放置时间过长,出现熟胶现象,则要立即停止使用,已超过可使用时间的胶粘剂不可与新准备的胶粘剂混用或倒入原来的胶粘剂桶中。

### 3.2 刷胶及相关工艺改进建议

A、建议固定使用专用涂刷,以保证刷胶宽度;刷胶时需要注意鞋头附近的刷胶宽度与鞋跟处刷胶宽度存在的差异。

B、重点施胶易形成缺陷处,如鞋头、鞋跟以及鞋面连接处、车缝线处。

C、鞋子贴合后到加压机的时间不要超过3分钟。

D、整理鞋子时,若以溶剂去除鞋面的油污及沾到的胶粘剂时,应控制溶剂的用量,避免涂到粘接层。

### 3.3 烘道温度及干燥时间的改进建议

为方便描述,以下将鞋帮面与鞋底刷完预处理剂后进的烘箱称为第一烘箱;将刷完胶粘剂后进的烘箱称为第二烘箱。

表1 烘干工艺条件

烘箱	最佳烘干温度 /春夏季	最佳烘干温度 /秋冬季	最佳停留时间/min
第一烘箱	70~80℃	75~85℃	2~2.5
第二烘箱前段	75~85℃	80~85℃	2.5~3

A、处理剂一定要烘干才能进行后续工序,否则会影响到产品的粘接强度。干燥时间过长、过短都不好,所以要保证在最佳时间段干燥。因为处理剂在材料表面的润湿、吸附、溶剂挥发需要一个适当的时间,但时间过长表面处理剂活性降低,粘接强度反而降低。

B、被粘物涂上胶粘剂后,须干燥至大部分溶剂挥发后贴合,才能产生优良的粘接效果。若胶粘剂膜内仍含大量溶剂尚未干燥即行贴合的话,不但初期粘接力较差,剩下的溶剂亦会影响结晶固化,导致较差的后期粘接力。干燥温度应求适当。温度太高虽可缩短干燥时间,但会使胶粘剂的结晶破坏过度,须加长贴合前的冷却时间,否则初期粘接力会较差。此外可能导致PVC内增塑剂迁移,情况严重时影响粘接力。温度太低,低于50℃时胶粘剂无法产生热活化没有适当的粘性产生,而使粘接力变差。

C、胶粘剂涂于被粘物的表面上,当胶粘剂的溶剂挥发掉之后,形成不含溶剂的胶膜,这层胶膜仍保持粘性,此时贴合会得到良好的粘接效果,这段时间叫做“粘性保持时间”,如果过了这一时间再实行粘合的话,即使加了足够的压力也无法得到满意的粘接效果。胶粘剂烘干之后,贴合加压须把握在“粘性保持时间”内完成。粘性保持时间与胶膜的厚度、固含量,上胶次数有关。

D、为加快固化,通常会缩短烘道内停留的时间,但超过85℃PVC合成革会出现软化和粘化,鞋材之间或者鞋材与烘箱内的接触物会发生粘黏污染。另一方面,进一步提高烘干温度,会使得胶层表面干燥过快,胶层表面易结皮,而胶层内部的溶剂无法更好的挥发,从而会影响最终的粘接效果。因此,不建议提高温度到过高,同时加快生产线速度的方法,建议使用适中的烘干速度,延长烘道长度提高产量。

### 4.总结

聚氨酯胶黏剂具有韧性可调节、粘合工艺简易、较好的耐低温性能以及良好的稳定性,同时与极性材料具有优良的粘结性能和粘结适应性,使其成为PVC冷粘鞋用胶粘剂的首选。防静电鞋制品厂家为了节约成本,可以不自身研发和生产胶粘剂产品,但应选择行业内知名度高,产品成熟稳定的胶粘剂厂家,比如南海南光、南海南兴、东莞多正等内资大厂或者东莞南宝、东莞力宝、广州大东等台资企业。这些厂家配套的胶粘剂种类比较多,鞋子不同部位对胶粘剂的工艺性能、粘结强度、韧性要求和外观要求均不同,应选择不同类型的胶粘剂与之匹配。另外,以上改善建议是通过与胶粘剂厂家技术人员、鞋材客户使用者反复沟通、共同研究和现场指导操作,反复试验各种胶粘剂并对比测试得到的相关经验。工艺条件也是对鞋材胶粘效果非常重要的影响因素,此建议可供同行参考,但更重要的是需要大家在长期的生产实践中不断的摸索规律、相互探讨、总结经验和逐步的改进。

### 参考文献:

- [1] 杨忠敏.鞋用聚氨酯胶粘剂环保节能新主张[J].西部皮革,2016,38(5):57~61.
- [2] 杨性坤,香芝.利用胶粘剂冷粘制鞋工艺条件研究[J].信阳师范学院学报,2000,13(1):82~84.
- [3] 全岳.胶粘皮鞋开胶现象的分析[J].中国皮革,2006,(4):126~130.
- [4] 刘厚钧,高翔.鞋用聚氨酯胶黏剂[J].聚氨酯工业,2008,23(23):1~4.

# 电子仪器设备 复杂环境中电磁干扰的解决方案

张 明

上海航天电子有限公司 201821

**【摘要】**通过分析复杂环境中的电磁干扰产生的机理,剖析浮地、地环流、公共阻抗等问题。在解决的方案中,应用防静电措施及接地、电磁屏蔽、地环路隔离、电源线滤波等技术,重新设计接地线,搭建静电放电泄放通道及关注安全问题,以期达到抑制电子设备因雷电、静电放电、电网浪涌、电机运行及其它电源噪声引起的电源干扰(EMI)。解决卫星联试等特殊复杂环境中,设备对外界引入的干扰(特别是传导干扰)、设备与设备的相互干扰问题,确保电子仪器设备的稳定工作。

**【关键词】**公共阻抗、技术电源、静电放电、接地、隔离变压器

## 引言

电子仪器设备随着科技的进步在不断地更新,系统内的电子器件集成度的提高,各种设备体积减小,密度增加。同时,因为电磁干扰(EMI)的原因,导致电子设备的工作环境趋于恶劣,设备受损,系统不能正常工作的现象日趋严重。根据相关研究报告:造成精密电子设备损坏的主要原因是电压浪涌,即短期(10ms)或长期的过电压,它占全部损坏原因的45.3%,雷击占9.4%;而使设备工作不正常及误码的原因是电压过低占87%,电源中的脉冲尖峰占9%。

## 1 干扰的方式

干扰分为差模干扰、共模干扰和串模干扰。差模干扰它是指叠加在线路电压正弦波上的干扰,是载流导体之间的干扰。如电网的过欠压、瞬态突变、尖峰等。共模干扰是指产生于电网与地线之间的干扰,是载流导体与大地之间的干扰,是由辐射或干扰耦合到电路中来的。如尖峰干扰、射频干扰、零线与地线间的稳态电压等。串模干扰是指外界磁场电场引起的干扰。如变压器漏磁、偏转电场引起的干扰等。

## 2 干扰对设备的影响

### 2.1 静电放电(ESD)的危害

在过电压所造成的损坏中有50%左右是由静电放电造成;在某些特定环境下,由静电放电造成设备

的损坏率高达80%。静电放电对电子设备的主要危害是使静电敏感器件损坏和造成计算机误动作。所谓静电敏感器件,一般指的是输入阻抗较高的电子器件。如CMOS、PMOS、NMOS等分立的或集成的器件,结型场效应管。静电敏感电子元器件受静电损伤一般有两种结果:当即失效,或者隐性失效。当即失效占10%,隐性失效达90%,潜在威胁在于目前还无法对隐性失效的器件进行检测和甄别。

静电放电导致器件失效的典型机理大约有以下6种:

- ①热二次击穿;
- ②介质击穿;
- ③金属镀层熔融;
- ④电弧放电;
- ⑤表面击穿;
- ⑥体内击穿。

其中,①、③、⑥均视功率而定,②、④、⑤由电压决定。

### 2.2 电气过电压(EOS)的危害

电气过电压指的是电压波动、雷电、浪涌、瞬间脉冲干扰、设备漏电(尤其是不会对人造成触电伤害的微弱漏电,例如电烙铁漏电),其对电子器件造成的损伤机理与静电放电类似。但由于其普遍性、不被重视

和高内阻的特点,特别是产生的幅度接近于电源电压(100 ~ 400V),时间很短的尖峰电脉冲,对静电敏感器件造成电气过载(EOS)损害。

### 2.3 干扰和测试信号误码

在计算机系统,当共模干扰中的尖峰干扰幅度达到2V~50V,时间持续数微秒时,可引起计算机误码、逻辑错误,数据丢失等,见图1。

- \* 噪声脉冲诱发看似合法的信号进入电子电路导致电路故障;
- \* 通常电子电路无法判断这是受到电磁干扰的影响;
- \* 导致的结果是测试和其它信号误码中的错误。

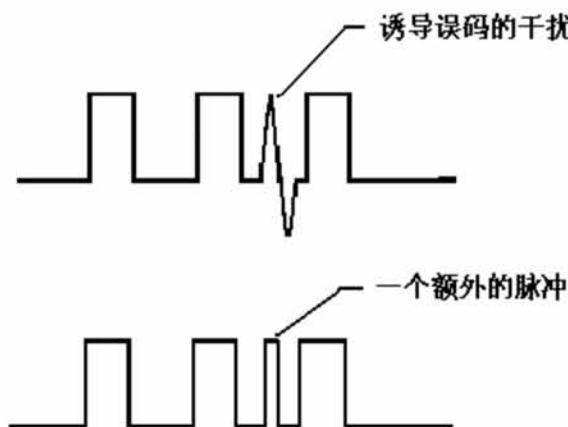


图1 数据误码的产生

干扰不但会造成设备的硬失效,还可能产生时好时坏的所谓软失效,软失效最明显的表现是信息丢失。计算机中大规模集成电路存贮器经常出现这类故障,造成整机功能暂时不正常,但硬件损坏不很明显。重新输入程序和信息仍能启动并开始正常工作。

### 3 干扰产生的原因与途径

复杂、窄小的空间环境下,如空间飞行器、舰艇、高铁、车辆等,是一个具有复杂的机械和电子结构的混合系统,在这个非常有限的空间范围内,有着数以千计机械零件、电子元器件组成基本单元,许多单元设备即是敏感体又是干扰源,其大多数机械、电子硬件都具有类似天线的特性,这些部件能够通过与电路感应、耦合的电场、磁场或电磁场而不经意地转移能量。

#### 3.1 干扰的形成原因

干扰通常划分为自然电磁干扰(如:静电、雷暴、磁暴、核粒子等)和人为电磁干扰;在人为电磁干扰中,一般有:

\* 开关电源、继电器触点开启或闭合、本地振荡器、非线性工作状态;

\* 伺服电机和其它电机执行机构;

\* 节能灯;

\* 工具:经常使用的热风枪、电吹风机、电动螺丝刀;

\* 设备:高低温箱、离子风机;

\* 核电磁脉冲。

其干扰噪声信号的形态一般有:

\* 瞬变(脉冲);

\* 振铃信号;

\* 连续信号波形;

\* 所有这些干扰的组合。

### 3.2 干扰的耦合

在实际情况下,干扰源的干扰通过辐射和传导传递到敏感设备。在众多的电磁干扰故障中,电磁传导干扰、电磁辐射干扰以及由两者组成的干扰引起的电磁干扰故障要占总数的80%以上。

#### 3.2.1 辐射干扰

辐射干扰以电磁波形式传播干扰的能量,构成辐射干扰的条件是一产生电磁波的干扰源,另一个是能把这个电磁波能量辐射出去。当设备装置呈开放性,或其几何尺寸和电磁波的波长相匹配,辐射就达到最大的效率。

干扰源产生的电磁波在空间传播,其传播区域内的任何金属环路都有可能因此而感应出电压和电流,一般情况下,电子设备内部存在许多金属环路,不同的金属环路感应得到的电压与电流的大小,因这些金属环路的空间位子、结构等各种因素的不同而不同。当这些电压与电流较大时,干扰就发生了。

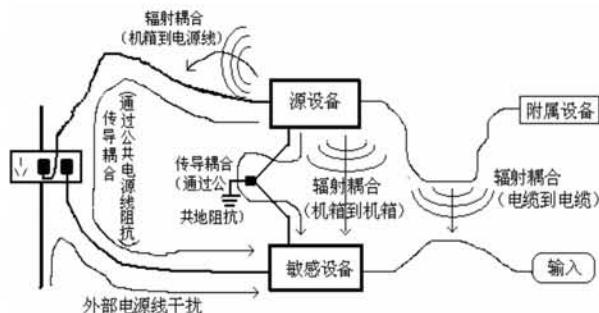


图2 干扰的耦合

#### 3.2.2 传导干扰

传导干扰通过导体传播的干扰。干扰耦合时判断是传导干扰还是辐射干扰,不需进行严格的区分,许

多干扰信号的传播可以通过导体和空间混合传输。某些场合干扰信号先以传导的形式,通过导体将能量转移到新的空间,再向空中辐射。而在另一些场合,干扰信号先在空中传播,在其传播的过程中遇到导体,就会在导体中感应出干扰信号,变成传导干扰,沿导体继续传播。

### 3.2.3 公共阻抗问题

在实际干扰传播中,存在两类传递能量的途径:系统内部耦合和设备间的外部耦合,但不论何种耦合,主要存在公共阻抗耦合、电源线耦合等问题。

公共阻抗耦合路线是由于源与敏感设备共用电路的阻抗所引起的,如:设备动力电源既提供干扰源的动力电源,又提供敏感设备的技术电源。公共阻抗耦合不仅仅是那些物理意义上的连线,也存在于两个电流环之间互感耦合而引起,或因两个电压节点之间的互容耦合而引起。

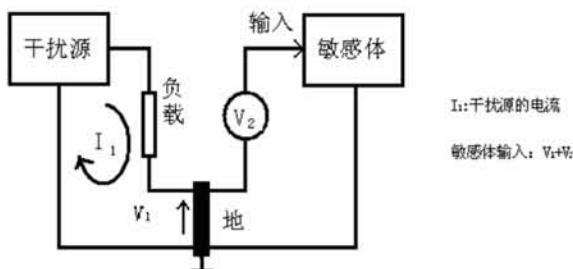


图3 公共阻抗耦合

图3是公共阻抗耦合(通过公共地阻抗、公共电源线阻抗耦合)的图示。从图中分析,干扰源与敏感体共用一个电源,存在两个电流环路共用一个地连接,由干扰源产生的流经公共阻抗地部分的任何电流都将产生一个与敏感体的输入串联的电压 $V_1$ ,只要干扰源的电流 $I_1$ 发生变化,便会使敏感体的供电电压 $V_1+V_2$ 发生变化,形成公共阻抗耦合。

该公共阻抗是由地线回路所形成通过公共阻抗耦合产生的干扰电压,表现为共模噪声,由于是在地线环路中产生电流引起的,通常称为地环路干扰。

电源线耦合是在源与敏感体连接到同一个电源分配网络,则干扰会经过该电源网络从源传输到敏感体。

## 4 抑制干扰的措施

### 4.1 防静电措施及接地

电子仪器设备制造的元器件采用大量的集成电路,其中多数为静电敏感元器件。在操作、使用场所应按GJB 3007A《防静电工作区技术要求》进行配置和

管理。

防静电最重要措施是系统接地。设备的良好接地是为接地电流提供尽可能低的低阻通道。目前我国供电系统常采用保护接地和保护接零两种系统作为保护人身安全接地措施,但是应该区分静电地与交流地及直流地并不等效。有关标准明确指出防静电接地系统,必须单独连接公共接地板(等电位系统)或接供电系统的保护接地或进行等电位连接。

### 4.1.1 信号接地

#### ①浮地

把电路的“零”电位或设备的“零”电位与公共接地系统,或可能引起环流的公共导线绝缘,即不接地,使此“零”电位相对于大地的零电位来说是个悬空的“零”电位。浮地的优点是抗干扰能力强,缺点是静电积累及安全问题。

#### ②单点接地

电路和设备中凡需要接地的点都接到被定义的只有一个物理点为接地参考点的点上就称为单点接地。缺点是系统工作频率很高时呈某种电抗效应,引起接地效果不佳。

#### ③多点接地

指设备中凡需接地的点,都直接接到离它最近的接地平面上。优点是简单,高频驻波小。缺点是维护量较大。

#### ④混合接地

集单点和多点接地之长,把需要就近接地的点,就近直接与接地平面相连或对需要高频接 地的点,通过旁路电容与接地平面相连接,其余各点均采用单点接地。

### 4.1.2 设备的接大地

#### ①仪器设备的接大地

在实用中除仪器设备内部的信号接地外,还要将仪器设备的信号地、机壳和大地接在一起,并以大地作为仪器设备的接地参考点,从而保证了人身安全和电路工作的稳定。

#### ②接大地的方法

接地电阻的大小是衡量接大地的有效性的重要指标。它取决于接地电极的制作方式和大地自身的性质。

## 4.2 屏蔽

电磁屏蔽的目的是切断电磁波的传播途径,是以金属隔离的原理来控制电磁干扰由一个区域向另一个区域感应和辐射传播的方法。电磁屏蔽一般分为两种类型:一类是静电屏蔽,主要用于防止静电场和恒

定磁场的影响;另一类是电磁屏蔽,主要用于防止交变电场、交变磁场以及交变电磁场的影响。

#### 4.2.1 静电屏蔽

静电干扰分为静电场感应产生的干扰和静磁场耦合产生的干扰。它们都可以用屏蔽方法来抑制。静电屏蔽应具有两个基本要点,即完善的屏蔽体和良好的接地。

#### 4.2.2 磁场屏蔽

磁场屏蔽是指对直流或低频磁场的屏蔽。其屏蔽原理是利用屏蔽体的高导磁率、低磁阻特性对磁通所起的磁分路作用,从而削弱屏蔽体内部的磁场。为了减少屏蔽体的磁阻,所用材料必须是高导磁率的,有一定的厚度的材料。

#### 4.2.3 电磁场屏蔽

电磁场屏蔽的作用是防止电磁场在空间传播。它是利用屏蔽体金属材料对电磁波的反射和吸收作用来实现的。

#### 4.3 隔离

隔离的措施是阻隔传导干扰,常用的方法有变压器隔离和光电耦合隔离。隔离变压器是电源线抗干扰的一种常用措施,用以解决设备间的电气隔离。通过浮地,解决了电路环流在公共阻抗上产生的电压变化对敏感设备带来的干扰问题。同时,它对于设备所经受的共模干扰也有一定抑制作用。

#### 4.3.1 最简单的隔离变压器

最简单的隔离变压器是一种在初级与次级之间不设屏蔽层、匝数为一比一的变压器,主要用于解决输入与输出间的电气隔离,解决两者之间的共地问题,对于共模干扰有一定的抑制作用。由于共模干扰是一种相对大地的干扰,所以它不会通过变压器来传递,而必须通过变压器绕组间的耦合电容传递。通常简单的隔离变压器其共模干扰的衰减值在10~20倍左右。

#### 4.3.2 超级隔离变压器

上述的分析说明,要使变压器获得优良的共模抑制性能,其关键是对共模和差模干扰都有较强的抑制能力。为此,在初、次级之间设立屏蔽层,它不影响变压器的能量传输,但影响了绕组间的耦合电容。这就是超级隔离变压器的设计原理。

超级隔离变压器是采用多重屏蔽隔离变压器。特点是共模和差模干扰都有较强的抑制能力。从低频段到高频段的所有共模干扰都有抑制作用,对高次谐波以外的所有差模干扰亦都有抑制作用。目前已有现成的超级隔离变压器在市场上出售,其额定功率从

100VA至几十kVA。典型差模衰减量为60dB。共模衰减量则按大小形成若干系列,如美国TOPAZ公司推出的4个系列(40系列、30系列、20系列和10系列),其共模衰减能力分别达到152dB、146dB、140dB和126dB。

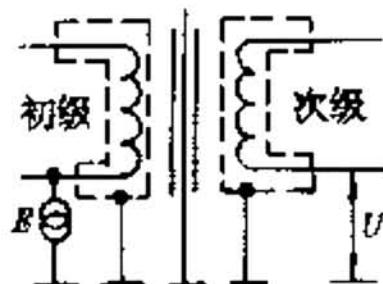


图4 超级隔离变压器框图

两种隔离变压器的基本性能测试结果(图5)。

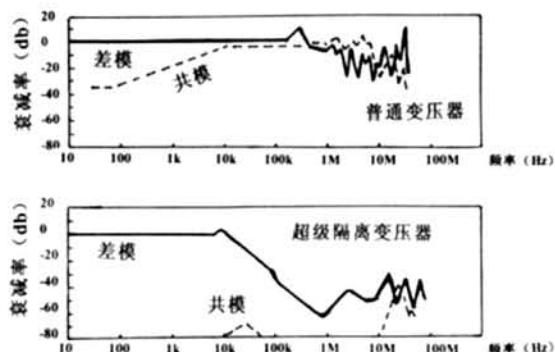


图5 两种隔离变压器的基本性能测试

超级隔离变压器从10kHz开始对差模干扰有衰减作用,在1MHz附近衰减量达到60dB左右,随后,衰减曲线变得有点起伏不定。对于共模干扰的衰减几乎从直流开始即有极好的衰减特性(在图中已看不出它的的确切数值,说明衰减量要远大于80dB)。由此可见,超级隔离变压器对干扰确有良好的抑制作用,特别是对低频部分的衰减是普通电源线滤波器所不能比拟的。对于频率更高的干扰的衰减可以通过与电源线滤波器的级联来达到,这样从低频到高频都可以得到比较理想的干扰抑制特性。

#### 4.4 电源线滤波器

电源线滤波器是抑制电源线传输电磁干扰的重要手段。滤波器的实际滤波效果首先取决于滤波器的选择。应按照被保护设备的电流额定值、电压额定值和漏电流规定值的实际情况决定选用标准。为了抑制接地线上的干扰可能进入设备,实际工作中宜选用带

有接地线电感的滤波器。

#### 4.5 抑制干扰的专用技术

##### 4.5.1 专用线路

###### ① 配置技术电源和设施电源

国军标 GJB 1696《航天系统地面设施电磁兼容性和接地要求》的要求提出：技术电源和设施电源应分别由主电源供电；需特别指出是：技术电源由主电源配电盘供电，经隔离变压器与主电源隔离。并采用多个技术电源变压器来隔离各用户和各分系统之间的电源电路。技术电源是指给技术设备（如检测设备、试验设备、通讯设备和数据处理设备）的电源电路供电的电源。技术设备运转所需的较大电动机不应与技术电源电路连接。设施电源是指给设施中的照明、空调、电容、大冲击负载、较大电动机和其它的维护设备供电的电源。

###### ② 分相供电

为了抑制仪器设备间的相互干扰，最简单的方法是采用分相供电制。即：在三相供电线路中认定一相作为敏感设备的供电电源；一相作为外部设备的供电电源；再一相作为常用测试仪器或其它辅助设备的供电电源。这种措施常应用在大型的精密仪器设备供电系统。

##### 4.5.2 瞬变干扰抑制器

###### ① 瞬变干扰吸收器

最基本的使用方法应直接与被保护的用电设备并联。

\* 避雷管宜选择作为线路保护和用电设备的一次保护。

\* 压敏电阻宜选择在工频系统的工作场合应用。

\* 硅瞬变电压吸收二极管，用于保护设备或电路免受静电、电感负载切换过程以及感应雷击等所产生的瞬时过电压。

\* 固体放电管是一种新型瞬变干扰吸收器，电流吸收能力大，适用于对网络和通信设备的保护。

###### ② 电压调整器和电源净化器

电压调整器的作用是在输入电压变化和负载变化时把输出电压维持在允许的范围内。

通常由于交流稳压器有二个致命弱点：响应速度低和干扰抑制能力差，常将超级隔离变压器的干扰抑制作用和电子稳压器的电压调整作用结合起来，这便是电源净化器。

③ 在线式的不间断电源(UPS)和离线式的不间断电源(SPS)因断电造成设备故障是电源干扰的又

一种类型，主要采用不间断电源解决。由于不间断电源的输入变压器具有隔离变压器的作用，因此不间断电源实际上还起到抑制电源干扰的作用。

#### 5 计算机系统干扰抑制综合解决方案实例

应用上述各种抗干扰方法和专用技术进行综合应用，设计了针对计算机系统的电子干扰抑制设备，它采用超级隔离变压器作为电气隔离，切断地环线，以及超强的干扰抑制的能力；对于频率更高的干扰的衰减则通过与电源线滤波器的级联来达到；这样从低频到高频都可以得到比较理想的干扰抑制特性。同时，为了解决静电放电的泄放通道，增加专用接地带并配置接地带报警系统，监视负载端的接地带状况。设备为完善安全措施，增加漏电保护装置，使设备更安全、操作更人性化。目前设备已完成定型，设计框图见图 7。

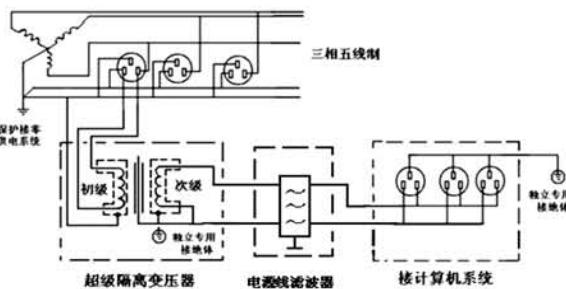


图 7 综合解决方案设计框图

该课题的完成，可以解决高铁、车辆、舰艇、医院、银行、通讯基地、核电站、科研单位、指挥系统等特殊、复杂环境中，设备对外界引入的干扰（特别是传导干扰）、设备与设备的相互干扰问题，确保计算机系统及电子仪器设备的稳定工作。

#### 参考文献

[1] Tim Williams 著 李迪 王培清 译《产品设计中的 EMC 技术》北京电子工业出版社 2004 年 6 月 119~147

[2] GB14050《系统接地的形式及安全技术要求》

[3] Q/W901—2000 航天器试验测试接地要求

[4] GJB 1696—1993《航天系统地面设施电磁兼容性和接地要求》

[5] 吕文红 郭银景 唐富华 杨阳 陈幼峰 编著《电磁兼容原理及应用教程》北京 清华大学出版社

#### 作者简介：

张明，男，1959 年生，福建连江人，1983 年毕业于哈尔滨工业大学无线电系信息工程专业，目前主要研究电子工业静电防护管理体系及 EMC 中电磁环境抗干扰措施，高工。

通讯地址：上海市嘉定区叶城路 1518 号，邮编：201821，电话：021-59161666 转 2150，传真：021-69950333。

# 防静电工艺与质量管理

孙延林

中国电子仪器行业协会防静电装备分会 北京 100049

防静电工艺和防静电系统的质量管理是减少静电损害保证产品质量非常重要的一环,很多实例证明不管防静电系统的硬件建立多么完善,如果没有完备防静电工艺和防静电质量管理的缺失,产品的质量是得不到保障的。

## 1.1 防静电工艺选择与要求

在 SSD 产品生产、装配、存储等过程中,选择合理的方法,达到用较少的投资,较简便的操作,便于管理和收到比较理想的静电防护效果,是静电防护工艺研究的内容和目标。在 SSD 产品生产过程中,存在固定岗位、流动岗位、或时流动时固定的岗位,特殊工序环境或特别工序的操作。在实际工作中防静电工艺建立大致分四种不同场合:(1) SSD 生产、封装、组装场合;(2) 装有 SSD 产品的仪器和设备调试、组装、测试场合;(3) 电子信息化机房、通讯、计算、信息调度中心等;(4) 装有 SSD 仪器、设备维修、存储运输场合和其他特殊操作场合(见 6-1)。

### 1.1.1 SSD 产品生产、组装、存储环境的工艺要求

通常为减少静电损害与产生,生产和组装 SSD 产品的环境温度、湿度、洁净度有相应规定和要求。一般环境的相对湿度在 45%—75%RH(注意:有些湿敏元器件不能放置在高于 60%RH 环境中),温度 18—28℃范围内,环境洁净度要满足 SSD 产品生产要求。一般当环境洁净度在 10000 级以下时,整个环境要呈密闭状态并设置新风系统。应配置风淋室和配备满足洁净要求的人体防静电用品,人体防静电用品本身无污染性。

有时建造大面积恒温、恒湿生产厂房对于有些企业承担不起所需费用,可以在生产、组装 SSD 关键工序的局部环境采取恒温、恒湿措施,以降低建造和维持费用。

环境洁净度要求较高时,一般在 1000 级以下时,生产环境中地坪、墙壁、吊顶、工装和周转用品、工作

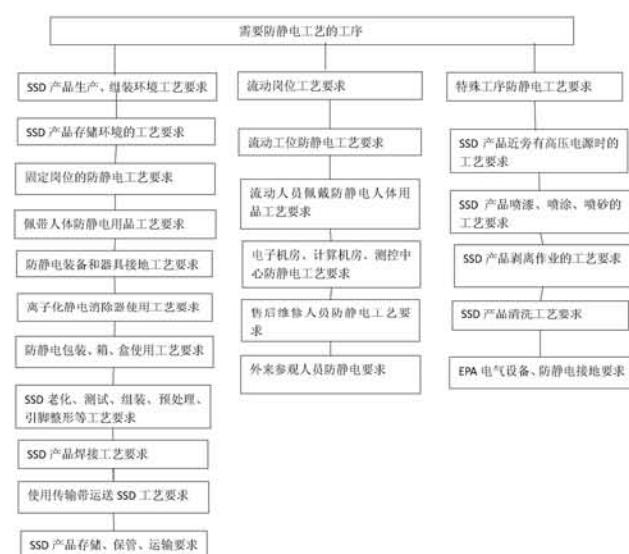


图 1-1 需要防静电工艺的工序框图

台、器具、座椅、包装、人体防静电用品等所有用品表面还应具有不起尘性和无污染性。

环境湿度、温度、洁净度要定时监测并作跟踪记录,以保证符合环境工艺要求。环境控制系统出现故障时,要做记录和限时及时排除。

生产组装环境中配置用具、用品、设施、地坪等要符合防静电工作区的各项规定。生产区域和场所要张贴防静电工作区标识或在地面用标识线标示(见图 1-2)。

通常禁止在环境相对湿度低于 30% 的环境中生产、组装、包装 SSD 产品。生产组装车间窗户所用窗帘应具备防静电性能。



图 1-2 防静电工作区(EPA)标识

### 1.1.1.2 存储环境的工艺要求

对于 SSD 产品的存储环境(仓库等)虽然没有生产环境要求严格,但也应满足一些基本规定:例如湿度 30%—80%RH;温度 16—30℃。环境洁净度符合存储要求。在存储环境中,不允许工作人员没采取防静电措施,环境设施不符合防静电要求时,直接打开防静电包装拿取 SSD 产品。只有在符合 EPA 有关要求之后,才可打开包装拿取 SSD 产品。

### 1.1.1.3 特殊生产工序的工艺要求

对于某些特殊的生产环境:例如有高电压设备(2000V 以上)、较大功率射频设备(50 瓦以上)、喷砂作业、PCB(带有 SSD 产品)的涂漆(树脂)作业、低湿度环境(30%RH 以下时),液晶显示屏塑料薄膜剥离作业、清洗 SSD 产品等要评估作业环境产生静电情况,提出有针对性工艺要求和规定。

## 1.2 各种工序的防静电工艺

在 EPA 区域内,各项防静电要求应符合第三章提出的防静电工作区各项规定。

### 1.2.1 固定岗位防静电工艺要求

固定岗位大致有以下方面:

- (1) 电子元器件引脚校正、整形工序;
- (2) IC 等静电敏感元器件的封装和装入 PCB 板操作工序;
- (3) 人工焊接 SSD 等元器件或线路板的工序;
- (4) PCB 板、电子元器件、电子半成品人工测试检查工序;
- (5) PCB 板、电子成品老化、检测和检修工序;
- (6) SSD 预处理、如 EPROM 等存储器写、擦、信息保护处理工序;
- (7) 电子成品的调试,测试、组装工序;
- (8) 其它永久性或临时性固定工序。

#### 1.2.1.1 固定岗位和流动岗位人员所配人体防静电用品的工艺要求

(1) 在进入防静电工作区时,对操作人员所穿戴腕带、工作服、鞋、脚束、手套(指套)等每天进行在线检验。防静电性能符合要求后方可进入防静电工作区。如工作服为“三紧式”则必须系好扣子或拉锁。如是“分体式”,则衣、裤都要穿戴,帽子也要佩戴。通常在 EPA 内不允许工作人员穿戴裸露胳膊的短袖防静电衫。离开防静电工作区后则可脱去人体静电防护用品。

(2) 在工作区内不得随意穿脱工作服和做剧烈活

动。

(3) 工作鞋鞋底电阻应控制在  $1X10^8\Omega$  以下。鞋底不能沾有绝缘漆或胶水和破损。

在电子生产场所,不允许穿戴导静电工作鞋。

(4) 工作人员所穿袜子应为防静电袜子或薄丝袜。

(5) 纯棉手套、工作服在环境相对湿度 40%RH 以下时,不能作为防静电用品使用。

(6) 带有接地端子工作服,其接地要和防静电接地相连。

(7) 所穿工作服表面点对点电阻不但符合标准要求,每件工作服摩擦带电量检测也应小于 0.2 微库伦。

(8) 鞋套等洁净用品应具备防静电性能,在鞋套底设置导电网络并和人体连接实现人体等电位接地。

(9) 所用指套一般是用抗静电剂处理一次性使用产品,用后及时处理。对于永久性防静电指套则可反复使用。

(10) 定期检测无法每天实时监测的人体静电防护用品的防静电性能,其不符合要求时应及时报废或更换。

(11) 操作人员佩戴腕带时,不允许将腕带套在工作服的袖口上。应当和手腕紧密接触。使用脚束时,脚束的导电带要和腿部皮肤紧密接触。

(12) 不允许工作人员没采取防静电措施(没采取接地措施和穿戴防静电服装、鞋或腕带等)拿取 SSD 产品。

#### 1.2.1.2 固定岗位和流动运转装备、工装用品等电位接地工艺

(1) 操作台、桌垫、包装、托盘、使用工具、抹布等均应为静电耗散材料制作,严禁使用表面电阻值、体积电阻低于  $1X10^5\Omega$  材料和用品(托盘、盒、箱等)接触 SSD 产品。如必须使用金属工具,则在接触元器件的工具头部涂覆静电耗散树脂或静电耗散材料制作的塑料套。尽量避免金属部位直接接触 SSD 产品。如不可避免金属部位接触 SSD 产品或当 SSD 产品 CDM 模型、HBM 模型静电敏感度较高时应考虑使用离子静电消除器。

(2) 操作线的任何工装夹具、用品、工作台表面等的任一点对地电阻应低于  $1X10^9\Omega$ 。考虑有些防静电用品(桌垫、用品、人体用品等器具)等因采取抗静电剂处理或表面涂覆,在环境湿度较低时电阻值会增大,因此,各工装夹具、用品的表面对地电阻值控制在  $1X10^8\Omega$  以下为佳。有条件时控制在  $3.5X10^7\Omega$  以

下则更好。

(3) 在操作线上和工作无关的绝缘制品(塑料袋子、塑料制品、餐具、鸡毛掸等用品)一定要移出操作线。如不能移出,则应测试其表面静电电位。如高于100V时,则根据现场情况和SSD静电敏感等级考虑离子静电消除器的使用。

(4) 固定岗位像操作台、座椅、存放架等装备要设置静电接地与EPA的防静电接地母线并联连接。防静电接地母线和安全保护接地线共用接地极,之间不要混接和搭接。除此之外还应注意一下几点:

1) 在整个作业线岗位铺设防静电地坪并接地,延伸至EPA出、入口处。

2) 有条件时,EPA接地要设置接地监视器(系统)。

3) 操作台要设置腕带接地端,最好使用香蕉插头与插座,便于接地良好。如现场不便实现,使用鳄鱼夹和接地裸线相连也可以,但要经常检查鳄鱼夹头与裸线联通情况。

4) EPA的操作台是静电防护的核心部位之一,它除了包括防静电工作台和腕带、防静电椅、防静电吸锡器、接地的电烙铁(或防静电烙铁)、各类接地的防静电工具。对防静电桌垫、地垫等较高电阻的防静电材料进行接地时,可采用活动按扣、螺帽、铆钉等将地线焊接在面积不小于20平方厘米的铜箔与垫材紧密接触再进行铆接(图1-3)。为了防止任何裸露金属接头对地直接短路而造成危害,对裸露金属部位用体积电阻值 $1\times 10^6\Omega$ 左右的防静电涂料涂覆,或用防静电塑料袋皮包裹铆接。

5) 各类工具外壳或绝缘把手起静电时,应考虑定期用防静电剂处理,防止因摩擦等原因产生静电及较高对地电压。

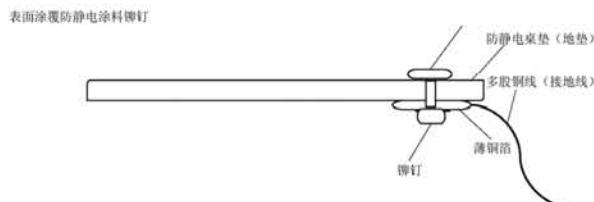


图1-3 桌垫(地垫)接地示意图

有时为生产的需要而在某些岗位上设置高、低双层工作台和存放柜,显然对双层工作台(柜面)的上、下层台面均应采取防静电布置。在这种情况下,上层桌垫与下层桌垫应采取分别接地,禁止采用错误的上

层连接下层,再由下层一点接地的方法。

综合上述防静电工艺,防静电工作台的构成应满足如图1-4所示的等效电路。

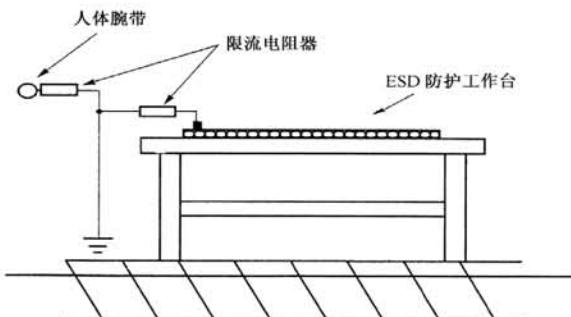
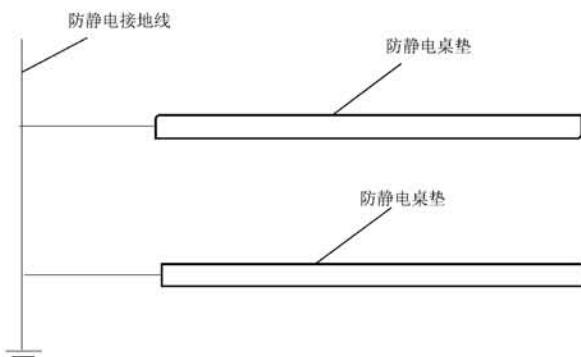


图1-4(a)单层防静电工作台的构成示意图

注:如果工作台垫表面至接地线电阻值大于 $1\times 10^5\Omega$ ,则不必工作台接地线串接一兆欧电阻。

5) 固定岗位的防静电接地金属线之间或和金属端子连接相互连接不能采取简单缠绕,应采取焊接或先将两条线焊接在两只接线端子上再用冷压接方法,将两只端子紧密连接并保证之间机械连接强度。座椅(转运车等)与地坪连接应使用防静电橡胶轮。如因条件不具备,采用金属链条拖地接地时,则应使用较粗并作防锈处理的链条。也可使用橡胶带接地。使用时要检验椅面或转运车面与地坪表面或其接地线之间电阻,符合要求方可使用。座椅的静电耗散椅面(皮)和椅子接地金属构造连接要保证30平方厘米以上的接触面积。

6) 固定岗位所用各类电气设备安全保护接地可采取三项插头中的地线插头接地。由于长时间使用,接地端可能出现接触不良。此时可采取在外壳另设置重复安全保护接地。具体做法是:将电气设备或用具金属外壳接地部位的漆去除,将接地线焊接在接线端子(焊片),再用螺栓将其固定在除漆部位。注意一定不能用地线缠绕在外壳(没有去除外壳的喷漆部位)的螺丝或螺栓上(见图1-6),并进行防锈蚀处理。也可将重复接地线连接在仪器、设备内置的共用接地端子上。一般电气设备的外壳(电动工具、电气设备、焊接工具等)接地连接,使用焊接连接最为可靠。但有时为维护方便,不便焊接连接,此时不管螺栓连接还是其它方式连接,一定注意防锈蚀和连接牢固,连接点的接触电阻小于 $0.1\Omega$ 。



1-4(b) 双层防静电工作台构成示意图

保护接地和防静电接地线直径选择应满足机械强度和耐腐蚀要求,一般选用多股铜绞合线,便于焊接和铺设。对于防静电接地母线可选用镀锌扁铁以便降低成本。线径可参照表 1-1。通常每块地坪、墙面、长条状工作台的接地点不少于 2 点。

⑦ 防静电接地母线在生产场所地面通过时,应加装保护罩,以免移动设备、装运车等对其碾轧造成损害或断路。接地线较多时,为了避免交叉和连接简便及便于检查。可以从吊顶天花板设置防静电接地网络。但要保证机械强度和安装牢固。

(5) 工作区内所用电气设备、电气工具、金属隔断、管道等应连接安全保护接地(硬接地),其接地电阻不大于  $4\Omega$ 。涉及人员安全的防静电接地(腕带、鞋接地等)采取软接地(间接接地),其电阻值大于  $1\times 10^5\Omega$ 。

表 1-1 防静电接地线线径选用表(GB50994)

防静电接地线名称	接地线材料	接地线截面积( $\text{mm}^2$ )
防静电门、窗	铜线或编织线	$\geq 2.5$
防静电工作台(腕带)	多股铜丝线或编织线	$\geq 6$ (1.5)
防静电地坪、墙面、柱面接地网	多股铜线或编织线	$\geq 10$
防静电水泥类地面、瓷砖地面接地网	钢筋或扁钢	$\geq 12.5$
金属导体(隔断、金属台架、风管、管道等)	多股铜线或编织线	$\geq 6$
防静电接地干线	镀锌扁钢	$\geq 75$
	铜线或铜排	$\geq 16$
防静电接地汇流母线	镀锌扁钢	$\geq 100$
	铜排或铜线	$\geq 50$
高层建筑内独立防静电接地引出线	镀锌扁钢	$\geq 75$
	绝缘铜线	$\geq 35$
建筑物外独立防静电接地引出线	镀锌扁铁	$\geq 100$
	铜带或铜线	$\geq 50$

(6) 操作台、存放柜台面和地坪不允许使用裸露的低电阻不锈钢板或其它金属板,以保证人员安全和防止 CDM 效应造成 SSD 损害。

(7) 电烙铁外壳使用时的接地线电阻小于  $10\Omega$  (ANSI/ESDS20.20)。

(8) 防静电接地线在满足工艺要求下尽可能走线要短。宜采用裸线或黄绿色外皮的导线。这个 EPA 工作区接地布局见图 1-5.

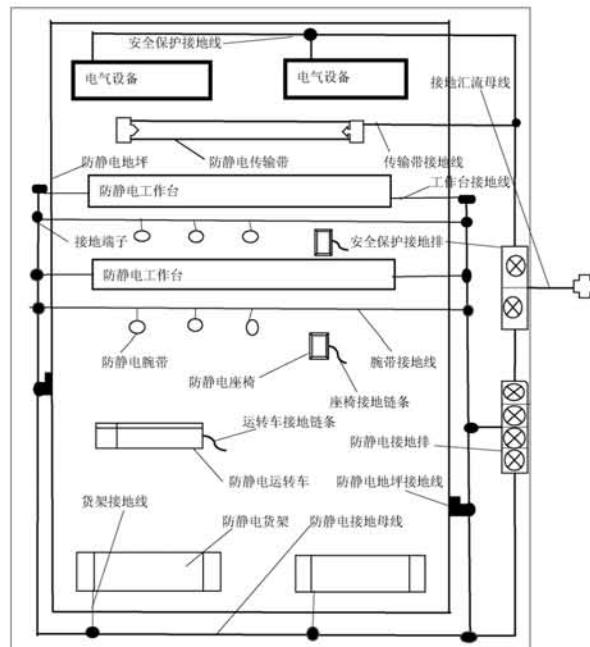


图 1-5 EPA 内安全保护接地、防静电接地系统布局

### 1.2.1.3 离子化静电消除器使用工艺要求

(1) 不同环境洁净度中使用的离子静电消除器要满足环境洁净度要求(见第三章),使用的压缩空气洁净度符合工艺要求。

(2) 离子化静电消除器的外壳要与安全保护接地线相连接。

(3) 使用离子化静电消除器时,操作 SSD 产品位置一定置于消除器有效保护范围内。使用时先将静电消除器开机,再进行工序操作。工序操作完后再关机。

(4) 在使用现场应无垂直和水平方向的扰动气流(中央空调、风扇产生的气流等)。

(5) 使用放射性静电消除器时,要按有关安全规定采取安全防护措施,不要将操作人员暴露在电离辐射中。

(6) 对于洁净度要求较高的环境(1000 级以下)

和洁净度要求很高的工序操作，可使用 X 射线或放射性离子化静电消除器。

(7) 对于液晶显示屏薄塑料膜剥离、PCB 板喷漆、带有 SSD 产品特殊操作工序等，要评估静电起电强度，选用静电消除效率符合要求的离子化静电消除器。

(8) 使用离子静电消除器时，其残余电压一定低于操作线上 SSD 产品静电敏感电压，对于光电耦合元器件、光电器件、某些 MOS 器件、某些对静电极敏感的 IC 等、磁头、磁性存储器等，离子静电消除器的残余电压低于  $\pm 10V$  甚至  $\pm 5V$ 。

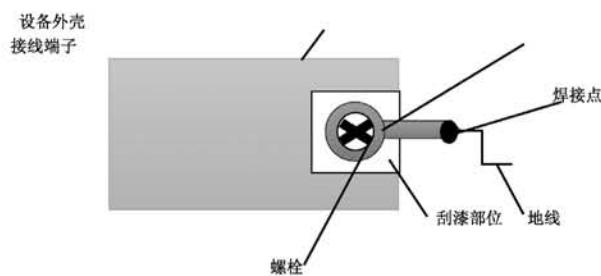


图 1-6 设备、仪器外壳安全保护接地线连接

(9) 按照离子化静电消除器操作规程正确使用，定期去除放电针氧化层（不能用锉刀或坚硬工具去除，可用细砂纸或酒精棉去除）和每三个月检验消除器的静电消除效率和残余电压并定期维护消除器。

(10) 在工作现场存有易燃、易爆气体和物质时，应使用经过第三方防爆产品检验中心检验合格及发有防爆合格证的静电消除器。一般离子化静电消除器禁止使用。

(11) 不允许使用金属纤维织物和金属物体直接接触 PCB 板、SSD 产品消除静电措施。这样做既不能消除静电，又易产生 CDM 效应损坏 PCB 板、SSD 产品。

(12) 离子化静电消除器的种类很多，在使用前一定针对使用工艺要求对所使用型号的消除器进行评估，符合静电防护要求后方可使用。

(13) 在离子化静电消除器有效工作范围内，尽可能避开大面积金属接地体。对于有源高压直流电源产生的静电感应现象，不能用离子化静电消除器去解决。  
1.2.1.4 SSD 产品在运输、存储、保管中使用防静电包装（盒、箱）工艺要求

(1) 防静电包装（盒、箱）有长效性和短效型包装，通常每三个月要测定防静电性能，不符合要求及时更换。

(2) 使用中的防静电包装（盒、箱）不允许破损、脏污。

(3) 防静电包装（盒、箱）分导静电、静电耗散、低起电和静电屏蔽包装。对于包装应有区别这四种功能的标识，以方便操作。

(4) 在 EPA 区域内，静电耗散、低起电功能包装（盒、箱）的使用没有限制和特殊要求。静电屏蔽包装一般只用于 EPA 以外区域和有特殊要求的场合。导静电包装（发泡垫、短路棒等、包装袋、连接片等）一般只用于 SSD 在没装配到 PCB 板前的等电位连接和仪器输入端（没接入输入电缆）的等电位连接。

(5) 只有在 EPA 区内才允许打开防静电包装，取出 SSD 产品。在没有装配到 PCB 板前，应使用导静电发泡或导电片、导线将 SSD 管脚等电位连接。不允许管脚悬空放置。

(6) 对于光电器件和液晶显示器件等洁净度要求较高的元器件、PCB 板等所用防静电包装应无起尘性和腐蚀性。

(7) 防静电包装（盒、箱）表面和体积电阻不允许低于  $10^4 \Omega$ 。

(8) 不防静电的文件、塑料制品一般要移出 EPA 操作台。不能移出时应放入防静电包装袋内。

(9) 用抗静电剂处理的非永久防静电包装袋（盒、箱）应贴标签注明有效使用期，并定期处理，不符合要求及时更换。

(10) 由于防静电包装（盒、箱）防静电性能受环境湿度影响较大。为保证防静电性能，任何时候，其表面电阻应控制在  $1 \times 10^{10} \Omega$  以下。

(11) 在 SSD 或相关产品测试工序，测试完毕的产品不能随意堆放。应将 SSD 产品引脚等等电位连接或放入防静电包装中。

(12) 对于装有 SSD 产品普通防静电耗散包装，不允许与非防静电包材（塑料泡沫、垫材等）混放或叠层放置在一起。

(13) 对于 EPA 以外区域，放置和运输 SSD 产品时，通常应使用防静电屏蔽包装并将封口封上。如没有防静电屏蔽包装，则可采用静电耗散包装与低起电性外包装箱组合使用。即最内层使用装有 SSD 产品的防静电耗散包装并封口。外包装使用低起电性的包装箱或盒。此时不在 EPA 区域内不允许打开外包装箱或盒和掉落 SSD 产品。

(14) 在 SSD 产品装运过程中，不得随意更换原包装。如必须更换时，SSD 产品的引出线、管脚等必须

处于等电位连接(用导电金属丝、箔、导电海绵保护罩。见图 1-7)。不能随意倒入普通塑料的盒、抽屉进行更换。

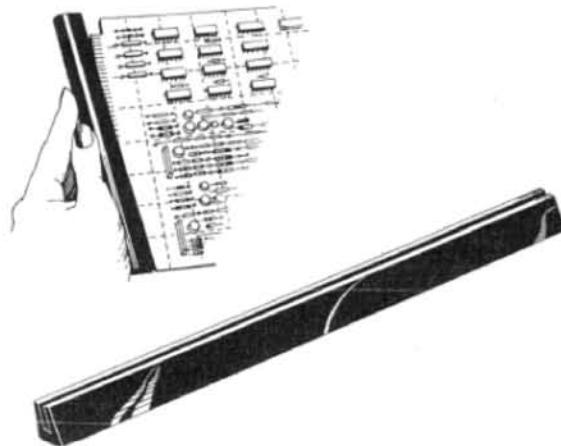


图 1-7 PCB 板的等电位保护罩

(15) 操作时不得将 SSD 管脚用胶粘带粘接在工作台表面上。不得用胶粘带对防静电包装袋封口。不得在 PCB 胶粘绝缘胶粘带。如必须使用, 则测试胶粘带剥离起静电情况, 如严重则必须使用离子静电消除器进行消静电处理。

(16) 对于利用纸箱、木箱做防静电外包装时, 一定了解包装放置环境的相对湿度。在湿度低于 30% RH 时, 不适合用于防静电外包装。另外还可测试纸箱、木箱在存储环境下的表面电阻值。如在最低贮存湿度下, 表面电阻值低于  $1 \times 10^{11} \Omega$ , 则可使用。

(17) SSD 产品存储和装入包装内时, 不允许各品种混杂在一起。

(18) SSD 不能堆放在防静电包装中, 应将管脚等电位连接或插在导静电海绵上放入包装内。以免 SSD 摩擦产生静电从悬空的管脚耦合。

(19) 对 PCB 板运输、存放所用防静电插接转箱, 在使用中必须采取静电接地措施(可通过防静电工作台、存放柜、运转车接地等)。

(20) 所用各类包装防静电性能, 应在使用中出现的最低的湿度环境中符合要求。

(21) 严禁在 SSD 产品的外包装箱使用塑料胶粘带或塑料布等易起静电的绝缘品捆绑。

(22) 有时因外界电磁环境复杂和恶劣, 在 EPA 以外区域, 如果有需求, 可考虑使用二重静电屏蔽包装。但事先必须进行使用评估。

### 1.2.1.5 SSD 产品和装有 SSD 的 PCB 板预处理、引脚整形、老化、检验、组装工艺要求

(1) 在 SSD、PCB 板包装上必须贴有防静电标识, 没有标识可以拒收。

(2) 测试、组装、老化、检验环境和操作人员穿戴静电防护用品必须符合 EPA 区的各项防静电要求。

(3) 测试时, 取一块, 测一块。测完后将合格和不合格分开。合格产品在等电位连接后放入防静电包装内, 不允许堆放在一起。

(4) 在加电测试时, 不允许从测试端插入和拔出产品。

(5) 测试时必须遵守加电和去电顺序。

(6) 在测试时, 注意测试仪器必须接地(安全保护接地)。电源极性不要搞错。测试电压不得超过额定值和瞬变。当信号源和 SSD 不用同一电源时, 应先开 SSD 电源后, 再开信号源电源。

(7) SSD、BCB 板在做老化处理时, 要在设备接地符合要求和防静电符合要求的设备里进行。在处理前应用离子化静电消除器对 SSD 进行消电处理。

(8) SSD 引脚整形时, 所用整形机外壳接地, 在整形前用离子化静电消除器消电处理。

(9) SSD 器件、PCB 板测试时, 在检测过程中, 需要卸下端口等电位连接器。测试完后放入防静电包装内或防静电插转箱内。

(10) 不允许在电源接通情况下, 插拔 PCB 板。测试时, PCB 板的测试和供电电压不得超过额定值, 并防止测试电压瞬变。

(11) 检验 PCB 板, 要手持其边缘部位, 不要触及电路插头部位。严禁用手和工具去触及印制电路连接的 SSD 悬空的导线。

(12) 对 PCB 板测试时, 应先接通 PCB 板总电源, 后接信号源电源。测试结束时, 先关闭信号源电源, 再关闭 PCB 总电源。

(13) 对 EPROM 等进行写、擦及信息保护操作时, 应将写入器 / 擦除器良好接地(保护接地)。

(14) 使用烘箱、保温箱处理或老化 SSD 产品时, 设备必须可靠接地(安全保护接地)。对于敏感度较高 SSD, 在放入老化设备前要用离子化静电消除器对产品进行消静电处理。

(15) 在老化、烘干处理 SSD 产品时, 温箱应配置接地导流片, 以耗散电气开关关闭时等和热空气产生的静电荷。装放 SSD 容器(盒、箱)等最好使用耐高温

的高分子防静电耗散材料制作的托盘、盒等。如不具备，可使用金属容器。但是用前应用离子静电消除器对 SSD 或 PGB 板消电处理。

(16) 用 CO<sub>2</sub> 箱对 SSD 产品低温处理时，要注意防止 CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> 蒸汽可产生大量静电荷) 对 SSD 产品的不良影响。此时应将 SSD 产品放入密闭的防静电低温盒或箱内处理。

(17) 必要时可在关键工序防止静电放电耦合记录器，能记录静电放电时间和强度，为品管人员开展失效分析和质量记录提供依据（见图 1-8）。

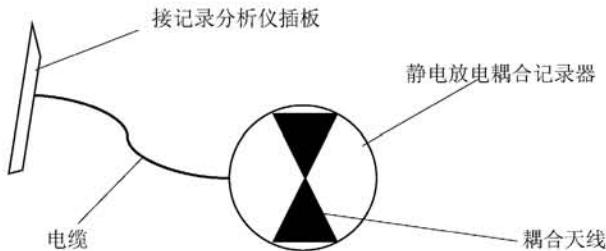


图 1-8 静电放电耦合记录器

#### 1.2.1.6 SSD 产品和装有 SSD 的 PCB 板焊接工艺

(1) 使用的波峰焊机必须可靠接地（安全保护接地）。

(2) SSD 搪锡操作时，锡缸、锡锅必须可靠接地（安全保护接地），尽量避免用超声波搪锡机搪锡。使用电烙铁外壳必须可靠接地（安全保护接地）并符合标准要求 (ANSN/ESDS20.20)。每三个月要测试漏电流、漏电压并符合标准要求（参照 ANSI/ESDS20.20）。不允许使用外壳不接地的“二芯”电烙铁。可使用低压供电 (24V/36V) 的专用防静电电烙铁。

(3) 对 SSD 焊接、印制电路板上焊接 SSD、使用波峰焊时，应先用离子化静电消除器对 PCB 板、SSD 产品进行消静电处理。

(4) 在焊接 SSD 产品时，所用吸锡器要可靠接地（安全保护接地）。如使用无法接地的吸锡器时，要测试操作时静电产生情况，如对地静电电位较高时，应使用离子静电消除器消除静电。

(5) 使用的电烙铁绝缘手把上可定期涂敷防静电液，以防静电产生。

(6) 对于极敏感 SSD 焊接时，可使用断电焊接电烙铁。

(7) 在焊接 SSD 产品时，还可以使用防静电真空吸锡器。该产品由一台小型电动真空泵和一把专用吸

锡电烙铁组成，在焊接产品时，只需在焊点融化后按动吸锡开关，在气压差作用下是焊锡吸入储锡罐中。吸锡头与接地线相连。

(8) 定期去除烙铁头氧化层，以减小对地电阻。

#### 1.2.1.7 传输线上操作工艺

(1) 使用的传输线设备要设置安全保护接地，并与传输带等电位接地连接（通过与传输带紧密接触的金属滚轮连接）。

(2) 采用防静电橡胶传输带时，运送的 SSD 产品可不用离子化静电消除器进行消电处理。如果传输带为金属制品，则在 SSD 产品放到传输带前用离子化静电消除器进行消电处理再放到传输带上。

(3) 对于金属传输带也可采取将 SSD 产品放在防静电托盘上利用金属传输带进行传送作业。

(4) 操作人员必须采取人体静电防护措施。如果操作现场铺设防静电地坪，操作人员只需穿戴防静电鞋和工作服即可。现场是否使用腕带可根据实际情况确定。

(5) 要避免 SSD 产品在传输带相对滑动发生摩擦。

(6) 在传输线可放置静电电位报警器，当电压超过设定值 ( $\pm 1 - \pm 500V$ )，报警器报警（见图 1-9）。

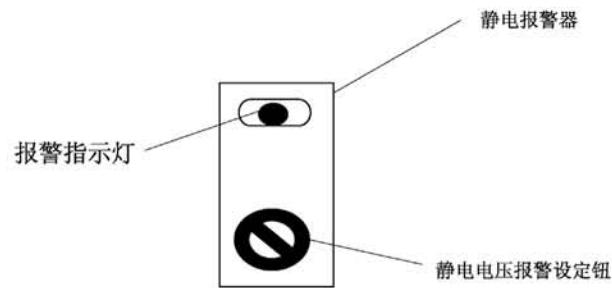


图 1-9 静电电压报警器

#### 1.1.2.8 特殊工序防静电工艺要求

(1) 在 EPA 内有高电压作业要求

在 EPA 内工作台或附近有高电压设备或较大功率的射频设备时，首先要评估操作位置或放置 SSD 产品位置有否静电电场和较高电磁辐射。如测试操作位置表面或空间电位超过  $\pm 100V$  时和较高电磁辐射  $5A/m, 100V/m$  以上时，则尽可能将操作位置远离电压源和辐射源，或者将高压或射频设备搬移。如实现不了，就要对采取高压设备和射频设备采取屏蔽措施并接地，使操作位置静电电位小于  $\pm 100V$ 。对于操作位置放置 CRT 显示屏并对 SSD 产品有不良影响时，可在显示屏前安置屏蔽网或屏蔽保视屏，以降低

操作位置的静电场(见图 1-10)。在操作工位放置静电位报警器,当电压超过设定值( $\pm 1\text{--}\pm 500\text{V}$ ),报警器报警。

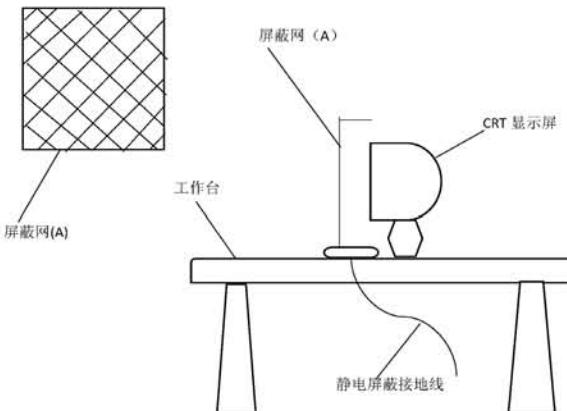


图 1-10 CRT 显示屏静电屏蔽措施示意图

## (2) SSD、PCB 板喷漆、喷涂, 喷砂的防静电工艺要求

对于需对带有 SSD 产品的 PCB 板和有防静电要求的产品进行喷漆、喷涂处理时,应使用防止工作表面静电荷增加的电离空气压缩机。具体效果要以测试工作表面的静电电位阈值作为评估依据。通常残余静电的电位值要低于 SSD 产品静电敏感值。如不能满足要求,则需加大离子化静电消除器消电效率(放电针增加, 功率加大等)和压缩空气气流速率。压缩空气的净化程度应符合工艺要求。

喷砂作业时如果存在静电防护问题,则采用体积电阻率小于  $1\times 10^6\Omega \cdot \text{m}$  的净沙浆来代替绝缘的干喷砂。喷砂的速度与静电产生率通过静电电位监测并适时控制。如喷砂绝缘电阻较高可采用低电阻率无腐蚀、洁净度影响的溶剂处理以降低沙浆的电阻率。

### (3) 某些剥离工序的防静电工艺要求

对于一般小剥离体(标识、标签、胶带等)剥离产生的静电消除,使用离子化静电消除器即可满足要求。通常操作时对离子化静电消除器的使用效果要进行评估。符合静电防护要求时,即可编制出操作规程。如不满足要求则要分析原因,提出解决办法。

对于大面积剥离体,例如液晶显示屏塑料保护膜的剥离产生的静电,则要使用功率较大离子风幕或离子风棒。通常满足在小于 10 至 20s 时间内能将液晶屏表面最高静电电位降至  $\pm 35\text{V}$  以下。其风速和除静电效率都要满足实际使用要求。

另外可以通过降低并规定保护膜的剥离速度来控制除静电效果。

对于某些打磨工序产生的静电,如产品没有湿度要求时,为了减少粉尘和保持环境洁净度,可使用水雾化静电消除器消除打磨部位产生的静电(此法一般不适用电子产品)

### (4) SSD 产品清洗作业的工艺要求

使用高绝缘溶液清洗时,采用超声、喷洗时很容易造成 SSD 产品损害。这时要测定清洗时静电产生情况。如产生静电较多,则适当控制清洗速率,同时使用离子化静电消除器(枪)对清洗部位产生静电进行消除。通常使其静电电位低于  $\pm 35\text{V}$  以下。

另外,在高绝缘溶液清洗半导体时,在清洗完移出液面时,要有一定静滞时间,不要过快移出,同时使用离子静电消除器消除表面静电荷。

## 1.1.2 流动岗位的防静电工艺

流动岗位的范畴如下:

- (1) 流水线的运转、检查岗位;
- (2) PCB 板手工取放自动测试岗位;
- (3) 流水线的临时巡察岗位;
- (4) 流水线的机修、检测岗位;
- (5) SSD 产品搬运、运转岗位;
- (6) 某些临时操作岗位等

### 1.1.2.1 流动岗位操作人员静电防护用品使用要求

(1) 在 EPA 内,操作人员必须穿戴防静电工作服、帽。如工作场所铺设有防静电地坪,则人员还应穿戴防静电工作鞋(脚束)。如有洁净要求时还应穿戴防静电手套。

(2) 在流动岗位的操作工位上应设置防静电腕带插孔。操作人员先将腕带佩戴插入腕带接地插孔后,再操作。操作完再将腕带拔出腕带接地插孔。

(3) 如操作工位没有设置腕带接地插口,无法使用腕带。则必须穿戴防静电鞋和铺设防静电地坪(地垫)以实现人体接地。

### 1.1.2.2 流动工位防静电工艺要求

(1) 流动工位的防静电设施要求和固定岗位防静电设施要求基本一样,但是在穿戴防静电工作服、鞋后要进行走步电压测试(见第四章),人体最高静电电位均值低于  $\pm 100\text{V}$  符合要求后,方可允许上岗操作。如地坪不是防静电地坪,则操作人员不允许直接接触 SSD 产品。

(2) 在搬运 SSD 产品时,所有 SSD 产品必须置于

防静电包装之内,其包装封口不允许打开。搬运时要防止人员与外包装之间摩擦。

(3) 流动岗位人员的人体等电位接地电阻值应控制在  $3.5 \times 10^7 \Omega$  以下(包括服装、鞋、手套等对地电阻)。

(4) 不允许流动人员穿脱工作服和做剧烈活动,以限定人体静电电位。

(5) 对于流动岗位工作环境的相对湿度:在直接接触 SSD 产品的工序中,不应低于 45%;在不直接接触 SSD 产品的环境中不低于 30%。

### 1.1.3 计算机房、控制中心等电子机房的防静电要求

计算机房、控制中心的操作人员一般不直接接触 SSD 产品,但机房的防静电要求应达到相关的防静电要求。主要有:

(1) 操作人员身穿防静电工作服、鞋等,地坪具有防静电性能并可靠接地(防静电接地)。如不涉及机房维护等,操作人员可以不使用防静电手腕带。

(2) 所有设备、计算机外壳必须接地(安全保护接地)。除专业维护人员外,一般操作人员不允许拆开计算机和机房设备。

(3) 机房的环境温、湿度应符合计算机机房相关标准要求。

(4) 所用工作台、椅子、运转车等如无特殊要求,可使用普通办公器具。

(5) 对于计算机和相关的电子信息设备维修时,应在 EPA 区域内进行。所有设施和操作应符合防静电工作区的相关规定和要求。

(6) 使用的计算机键盘应使用防静电保护带(橡塑制品)并接地。这样人体的静电通过保护带泄放大地,不会因人体静电放电影响计算机工作(见图 1-11)。

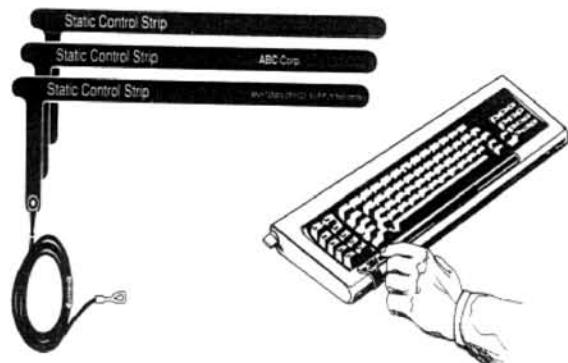


图 1-11 操作计算机时使用计算机防静电保护带

### 1.1.4 售后维修服务的防静电工艺要求

售后维修服务工作的场所的防静电要求因受现场环境条件影响,有时不容易实现。可以参照下列做法:

(1) 工作台铺设防静电桌垫并设置接地。如没有现成的接地系统,可以将接地线与下水管道、暖气管道连接。连接时将管道锈迹清除干净,用铜箔片紧密接触包裹焊接或是用螺栓连接。

(2) 操作人员身穿防静电服(或纯棉衣服、手套),手必须佩戴腕带和接地线相连。

(3) 所用包装袋(盒、托盘、发泡等)应具备放静电性能。

(4) 使用防静电烙铁或外壳接地的“三芯”电烙铁。

(5) 有时可根据需要配置一台离子静电消除器,使操作部位于静电消除器的有效工作范围。

(6) 没有工作台时,可配备一个用静电耗散材料制作的维修包(内置防静电工具),维修包有接地端子,操作时将其接地并和操作人员腕带连接一起形成等电位连接再连接周围金属管道上。此时 SSD 产品维修可以在维修包上操作。

(7) 在工作台或者维修包上尽可能将不用的绝缘制品移出。所用 SSD 产品的端口在焊接前一定用导电发泡、金属线、短路连接器作等电位连接。不要管腿悬空放置。

(8) 操作现场有条件时,可铺设防静电脚垫并接地。如没条件时,操作人员只能佩戴腕带并接地。需要注意的,无接地线的腕带是不能使用的,因其不能泄放人体静电并实现等电位接地。

(9) 在操作现场有时没用可接地的管道,此时可以利用现场电器的金属外壳(该电器必须有保护接地插头和现场有保护接地端子)作接地端子。

(10) 有时在没有防静电桌垫或工作台的情况下,可以购买防静电喷剂,喷洒在操作位置上,使其短时间内具有防静电效果。通常要经常处理操作位置,其处理的频度取决于操作频繁程度。

### 1.1.5 参观和外来人的防静电要求

(1) 参观人员(和现场操作无关人员)进入工作区时,必须身穿防静电工作服和防静电鞋(束)、帽子,并经检验合格。如有洁净要求时,还应符合相关要求。

(2) 不能越过地坪标识线(防静电工作区的标识线),靠近操作人员。

- (3) 严禁触摸防静电操作台、传输线、运转车、存放柜放置的 SSD 产品和其它工具、物品等。
- (4) 不允许穿脱工作服和做剧烈活动。
- (5) 离开防静电工作区后方可脱工作服和鞋(脚束)。
- (6) 现场应有接受过防静电培训的人员陪同参观人员或其它外来人。

## 1.2 防静电质量管理

电子产品生产、存储、运输过程中的静电防护工作涉及到工作单位各个领域，决不能认为只是质量或技术部门、ESD 管理小组的事情。防静电质量管理是一项非常重要的工作，必须引起企业各部门和领导重视。

### 1.2.1 企业涉及静电防护工作的部门及职责

静电防护工作牵扯到各部门和人员如图 1-12 所示。其中任一环节没有衔接，都可能影响产品的质量。

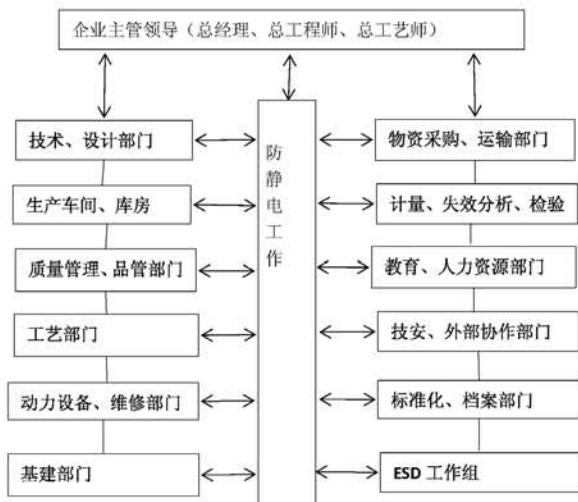


图 1-12 企业静电防护工作涉及部门框图

### 1.2.2 领导和有关部门管理人员职责

#### (1) 企业领导(总工程师或总工艺师)职责

- 1) 总经理或总工程师(总工艺师)应是企业 ESD 管理工作总负责人。
- 2) 从工作和经费方面支持各部门 ESD 防护工作和企业 ESD 工作小组工作。
- 3) 尊重有关专家意见和国际标准对建立和完善企业 ESD 防护体系总负责。
- 4) 定期召开静电防护工作研讨会、评审检查会、表彰先进促进工作健康发展。

- 5) 监督企业 ESD 培训、教育和考核工作。
- 6) 熟悉静电防护专业知识，协调各部门和 ESD 小组静电防护工作开展。

- 7) 制定 ESD 工作规划和任务并定期检查落实。
- (2) 生产车间管理人员和相关人员职责

- 1) 将静电防护工作纳入安全生产和产品质量管理当中，并制定相应管理制度。
- 2) 严格按照 ESD 产品的工艺要求和管理制度组织生产。

- 3) 配合人力资源部门组织车间职工学习和熟悉静电防护知识并定期组织考核。
- 4) 对生产各个环节进行防静电监督和管理。

- 5) 支持 ESD 小组工作，配合解决生产过程出现的 ESD 问题。
- 6) 监督各工序操作人员严格按照工艺要求生产 ESD 产品。

- 7) 负责车间使用的各类防静电工具、器具(离子静电消除器等)维护和管理。

#### (3) 品质管理部门及相关人员职责

- 1) 负责建立 ESD 系统质量管理体系。

- 2) 定期检查各有关部门及人员对质量体系执行情况。

- 3) 定期对产品开展失效分析，分析不良品出现原因。

- 4) 定期开展提高产品品质研讨会，针对问题向工艺部门提出工艺和质量改进方案。

- 5) 配合生产车间及有关人员、ESD 小组检查 ESD 防护措施。

- 6) 配合 ESD 小组定期检查防静电系统、工程、用品和防静电设施质量。

#### (4) ESD 工作组职责

- 1) 协助企业负责人制定 ESD 管理规划。

- 2) 负责企业各部门的 ESD 工作执行情况检查。

- 3) 对原有 ESD 项目和新开展 ESD 项目检查和审查。

- 4) 配合质检部门对购入防静电装备和用品和防静电工程进行质量核查。

- 5) 对防静电测试设备、仪器购买和计量、报废提出计划并负责监管。

- 6) 审查企业 ESD 工艺和监督执行情况。

- 7) 跟进国、内外相关防静电标准，对企业防静电工艺、设施提出改进方案。

- 8) 配合工艺、质检部门检查防静电系统运行情况,发现问题及时提出改进意见。
- 9) 负责企业 ESD 标准制定并跟进执行情况。
- (5) 工艺部门及相关人员职责
- 1) 为生产、存储、运输过程各工序提出防静电工艺。
- 2) 编制新项目防静电施工方案和防护措施。
- 3) 提出防静电系统接地方案和工艺要求。
- 4) 编制各工序防静电操作规程、有关工艺文件管理制度。
- 5) 提出各工序的防静电装备、用品、器材的清单。
- 6) 根据发展需要不断提出静电防护技术、新材料、新措施、新工艺,完善静电防护效果和降低成本。
- 7) 配合 ESD 小组参与企业防静电标准制定。提出企业防静电各种标识及使用规定。
- 8) 制定静电防护方面的工艺纪律和考核文件并配合 ESD 小组进行定期检查和考核。
- (6) 技术和设计部门及相关人员职责
- 1) 提出企业生产仪器、设备中所有型号的 SSD 产品的静电敏感度和放电损害类型。
- 2) 向工艺部门提出这些 SSD 产品防护措施并进行标识和说明。
- 3) 对生产的仪器、设备采取有效防护措施(防护电路、去耦、接地、屏蔽、抗浪涌、旁路等)和设计,保护 SSD 产品不受损害。
- 4) 在负责编制的设计书、装配图、技术说明书、维修手册、检验说明、老练筛选、例行试验、检验要求中要说明这些 SSD 产品型号、种类、技术指标和静电敏感度。
- 5) 配合 ESD 小组、工艺部门审查各工序防静电工艺、防静电措施、防静电工程技术方案是否合理。
- 6) 配合 ESD 小组参与企业防静电标准制定。
- 7) 配合品管部门参与企业 SSD 产品失效分析,为品管部门提供管理依据。
- 8) 负责 SSD 产品设计要满足技术标准中的防静电要求和指标。
- (7) 标准化和档案管理部门职责
- 1) 负责对工艺文件、产品设计及文件、防静电标识使用、技术标准等进行标准化审查,对其中存在问题提请相关部门改进。
- 2) 协助 ESD 小组编制企业的防静电标准和参与相关管理工作。

- 3) 负责企业的各防静电标准、相关技术资料、检测实验资料、防静电工程和系统设计资料、检测设备和仪器技术资料存档和查阅管理。使其在档案使用有效期内可以查询和溯源。
- 4) 配合人力资源部门定期开展防静电标准宣贯。
- 5) 定期组织有关部门和国内、外标准化机构进行交流、研讨防静电标准和相关技术。
- (8) 动力、设备维修部门职责
- 1) 配合人力资源部门定期对动力和维修部门员工进行防静电知识培训和考核。
- 2) 负责对企业所用设备、仪器维护和防静电测量仪器维修。
- 3) 相关人员在维护设备时,严格遵守相关防静电操作规程和管理要求。
- 4) 负责车间各地线系统(包括安全保护接地、其它接地)、企业内电力系统铺设、管理、维护,发现问题及时处理。
- 5) 负责定期检验各接地地线系统。配合 ESD 小组定期检验防静电系统接地。
- 6) 负责车间、库房环境控制系统(温度、湿度、洁净度等)管理和维护。
- (9) 基建部门职责
- 1) 按技术和设计、工艺部门要求,负责企业防静电工程、装修项目的施工。
- 2) 负责会同 ESD 小组、质量部门、车间、工艺部门组织对防静电工程和装修项目验收。
- (10) 计量部门职责
- 1) 按技术、质量要求会同质量部门定期计量防静电检验仪器、环境测量仪器、设备,使其可靠和无故障使用。
- 2) 负责编制计量、校准规程,并符合相关规定
- 3) 负责企业内不能计量、校准的仪器外部协作校准。
- 4) 协同档案管理部门负责所用计量、校准资料存档。
- (11) 教育、人力资源部门职责
- 1) 负责企业的 ESD 三级培训和各级员工上岗考核,并颁发上岗资格证。
- 2) 负责企业 ESD 培训教材编写和外请老师。
- 3) 负责企业技术、品管、工艺部门有针对性专题培训和开研讨会。
- 4) 负责企业各级领导和员工的 ESD 考核,并将

成绩存档作为员工绩效依据。

(12) 库房管理、运输部门职责

1) 根据工艺和品管部门的工艺和相关要求,负责ESD产品存储、运输。

2) 严格按照工艺部门的工艺要求,编制产品存储和运输规程。

3) 保证仓库、存储环境条件符合ESD产品存储要求。

4) 编制出员工操作规程,并严格执行和考核

5) 所有收、发、配料人员要按工艺要求和相关规定操作SSD产品。

(13) 物资和采购部门职责

1) 严格按照品管和技术部门提出的要求,采购符合质量要求、资质要求和第三方检验机构检验合格的供货企业产品,并经企业ESD工作小组认可和实行定点采购。

2) 物资和采购部门人员熟悉采购的防静电用品和装备的技术、质量指标并定期参加有关防静电培训和考核。

3) 采购人员在采购ESD产品时,应检查外包装是否张贴警示符号。

4) 不允许随意打开ESD产品包装,损坏ESD产品包装。

5) 采购人员在产品装箱单内应要检查以下文件,如缺失有权拒收。ESD产品型号;验收标准名称;第三方质量检验报告;警示标识;生产日期;生产企业名称;企业地址;产品自检合格证;产品质量保证期;存储环境要求;联系方式等信息。

6) 如发现ESD产品包装损坏或实际装箱产品不符合要求应及时退给生产企业更换。

### 1.2.3 EPA的管理

#### 1.2.3.1 防静电管理内容如下:

(1) 对造成静电损害的现场和原因进行分析

1) 根据SSD产品失效记录,对SSD产品进行分析,对所有SSD产品列出清单,统计出流量、流向及存储周转情况,找出有规律的SSD损害环节。

2) 对生产、组装、测试SSD产品时,针对不同敏感度的SSD出现的静电互联与感应等现场情况作出判断,找出产生互联感应原因。

3) 对产生失效的SSD产品的生产现场、转运、存储各工艺环节和各类操作进行分析找出并根据数理统计分析失效原因,提出改进方案。

4) 对生产环境可能造成SSD产品失效的特殊工序进行评估,提出预防措施。

5) 对环境生产条件(温、湿、洁净度等)进行评估,提出管控工艺建议。

6) 对生产条件和工艺变更所导致的SSD产品失效原因要进行分析,找出失效原因。

7) 所有失效分析报告和结论要存档,以备质量溯源。

(2) SSD产品的静电防护性能设计要求

1) 产品的设计包括电路、结构、抗静电放电浪涌、屏蔽接地、滤波、绝缘、钳位、旁路、接地、安全等各方面设计,提出的防护指标并使生产的SSD产品能达到其设计要求,同时列入产品的技术指标规范。

2) 在产品技术说明、维护和使用指南中要明确注明:静电耐压等级;静电屏蔽等级;操作使用注意事项等。

(3) 所需防静电工艺文件种类

企业的防静电工艺文件有:企业各工序防静电工艺有各操作工位的工艺;操作卡;检验卡;操作工位的防静电器材配置明细表。配套的工艺文件有装配过程卡;工艺流程图;计量器具明细表及其它工艺文件。

上述的工艺文件是静电防护作业和管理文件的基本规定,其执行好与差是直接关系到产品质量的优与劣。所有工艺文件封面应打印防静电警示符号,以提醒相关人员注意。

每次结合新技术改进等,应一次性完成静电防护措施建设及相关防静电工艺文件。

工艺文件涉及到防静电检查、测试条款时,应明确仪器及相关测试要求。有时需指定测试设备和仪器。

(4) 防静电质量管理文件和制度防静电质量管理文件和规程有:

1) 各级部门、人员管理规定和责任制;

2) 静电测量仪器、设备的计量与管理规章制度;

3) 标准化及文件管理制度

4) 物资和防静电用品的采购、使用管理制度

5) 防静电质量管理制度和质量体系文件

(5) 防静电系统与工程的管理

防静电系统与工程设计和管理有下列要求

1) 根据SSD产品生产、存储的工艺要求和技术要求和相关的防静电标准(IEC61340-5-1、ANSI/ESDS20.20、GJB3007等),提出设计要求和验收要求并制定成专门文件。

2) 根据设计及标准要求,购买防静电工程材料和防

静电用品。购买物品和材料要分类列出购买清单和经质量检验合格。提供产品的供应商资格应通过审查。

3) 防静电系统与工程是指整个防静电工作区的整体,绝不是单纯的“地板”或“工作台”等设计,其包括了:接地系统;环境控制系统(温湿度、洁净度等);

地坪和墙壁;物流传递(转运车、传输带等);人体防静电用品;包装用品;操作系统(工作台、椅子等);存放、储存物品(存放柜等);专用生产器具(烙铁、工具);生产设备(波峰焊机、SMT 生产设备、烘箱、测试仪器等);离子化静电消除器等。

4) 系统和工程按设计要求施工和配置。

5) 系统和工程要达到如下要求:

a 防静电工作区或生产线有防静电区域界限和警示标识;

b 工程和防静电系统质量检测全部符合设计技术要求,其它要求像环保指标、机械强度、耐污染性、起尘性、色差等指标也应符合设计要求;

c 防静电效果应持久,满足设计要求;

d 具有易操作、维护方便特点;

e 系统及工程有第三方检验机构检测验收报告,并存档;

f 有完整的系统与工程维护和管理条例,并定期检查。

6) 整个系统和工程的静电防护工作计划、技术质量、物料、资金、资料等均应纳入企业管理渠道。

#### 1.2.4 企业领导、员工 ESD 的培训与考核

企业员工全员的 ESD 培训是非常重要的,许多静电损害事件的发生,都是因员工没有静电防护知识和不正确操作造成的;企业员工培训主要指以下人员:

(1)新进厂职工和接触操作 SSD 产品的职工。

(2)企业的各级领导。

(3)与 SSD 产品有关联的设计、技术、工艺、物管、品质管理人员。

(4)EPA 内的设备、仪器维护、维修人员。

(5)采购、物资供应人员。

(6)标准化、ESD 小组工作人员。

企业应有周期性培训及考核计划。培训课程应按实际需要和文化程度分为基础培训(一线生产员工、库房员工、采购物资管理人员)、中级培训(技术、工艺、品管、设备仪器维护、设计人员、车间和科室管理者)、高级培训(ESD 小组人员、总工程师、总工艺师等)。

培训考核要和企业绩效挂钩,其考核成绩纳入人员晋升和技术管理考级的依据之一。

不同职工和管理人员培训内容和课程可参照表 1-2.

表 1-2 企业职工 ESD 培训课程

培训人员分类	培训课程											
	静电危害及防护原理	静电敏感器件及失效分析	防静电工作区构成与环境要求	接地技术与接地系统施工及检验	防静电用品与分类、存储运输要求	防静电工程施工与质量检验	防静电产品检验与防静电管理	电子元器件静电防护设计	静电测量与仪器知识	防静电工艺、质量管理与认证	离子化技术与使用和检验知识	防静电标准与标准化
企业各级管理人员	○											
企业员工	○			○					○			
工艺、技术、设计、质量管理人员	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
ESD 小组成员	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○
设备管理、维护、修理人员	○		○	○		○			○	○	○	
采购、物管人员	○				○	○						
标准化、技改管理人员	○		○							○		○
基建、动力管理人员	○		○	○	○							
质量检测人员	○	○		○		○	○		○	○	○	
其它涉及静电防护工作人员	○											

注:○ 符号表示从事不同工作的职工需培训的相关课程

# 美国如何推动工业能效提升之技术援助项目

编译：工业和信息化部国际经济技术合作中心 宋晓明

译自：2017年3月[美国]能源部网站

美国能源部先进制造办公室“工业技术援助”活动为全美工业领域技术的应用和实践提供支持，包括战略能源管理和热电联供，旨在提高生产力的同时减少水和能源消耗。本文重点介绍了“更佳工厂”项目、“优秀能源表现”(SEP)认证、工业评估中心、热电联产建设等美国推动工业能效提升的主要技术援助项目。

## 一、“更佳工厂”项目

美国能源部“更佳建筑，更佳工厂”项目是一项重要的伙伴计划，该计划涉及多个部门，涵盖180个工业企业，涉及2400个工厂和美国制造业能源消费总量的11.4%，以及一些废水处理机构，主要目标是大幅度提高美国商业、住宅和工业厂房的能效。作为“更佳建筑”计划的一部分，“更佳工厂”项目中的主要制造商和工业级能源使用机构通过自愿签署承诺书决心改善能源表现，具体承诺是利用十年时间将能源密度减少25%。美国能源部通过技术援助和国家认可支持这一活动。

## 二、优秀能源表现(SEP)

SEP项目旨在推动美国制造业和商业建筑领域系统能源表现提升，即大幅度降低能源消耗和碳排放。该项目由美国制造业能效委员会积极参与和推动，目前由美国能源部管理。审计工作仅由美国国家标准学会和美国质量协会国家认可委员会认可的SEP认证机构执行。

认证为“优秀能源表现”的工厂是能源管理和生产力提升的领导者。这些工厂满足ISO50001标准，三年内可以将能源表现提高30%。“优秀能源表现”提供导则、工具和协议以驱动更深度、更可持续的能源节约。工厂如果想获得认证，必须实施满足ISO50001标准的能源管理系统，并证明能源表现提升。独立第三方负责对每家工厂进行审计，确定能源提升表现，将其评为银、金或者铂金水平。该认证强调通过透明程序确定可测量的节能量。

“优秀能源表现”认证工厂强调，在ISO50001之外花费更多投资在SEP项目物有所值。成本效益评估发现，SEP对各产业工厂和较大的能源使用者都有益处。具体包括：

- 使用无成本或低成本运营措施年节约36000美元至938000美元；
- 在SEP实施的15个月内，能源成本平均减少12%；
- 3年内能源表现提升5.6%—30.6%；
- 回收期少于1.5年（对于年能源成本大于200万美元的工厂）。

能源管理系统(EnMS)帮助工厂建立政策和程序以系统追踪、分析和提高能效。美国能源部电子导则帮助工厂优化实施程序，将能源节约最大化和可持续。

## 三、工业评估中心

工业评估中心项目最早由商务部创建于1976年，起初以能源分析和诊断中心命名，主要应对原油禁令和上升的能源成本；1978年能源部成立后，工业评估中心即归属为能源部，业务逐渐拓展到耗能和废料过多的生产过程评估。目前，工业评估中心由能源部能效与可再生能源办公室(EERE)所属的先进制造办公室负责管理。2016年是工业评估中心项目成立的第40年，40年来工业评估中心项目共提供超过17000次评估服务，推荐了超过130000个节能措施。

工业评估中心技术领域经理在项目中起着非常重要的作用，他是先进制造办公室项目经理和独立中心之间的联络人，对单独的中心提供技术支持，是确保28个独立的工业评估中心和相关分中心以最高水平提供服务以实现先进制造办公室工作目标的关键一环。

## 四、热电联产建设

美国能源部节能和可再生能源办公室(EERE)先进制造办公室(AMO)积极探索扩大热电联供建设，因为热电联产可以减少线路传输过程中的损失和

电网基础设施的限制,从而增加现场可靠性和能源安全性。推广热电联供是EERE的使命之一,努力实现工业、制造业、商业等领域用电清洁、性价比和安全性高,并在这方面创造美国的领导地位。在AMO内,热电联产既是研发也是建设活动的焦点,研发聚焦新的

热电联产技术包括电网无功控制等。建设方面,热电联产建设项目指导的技术援助活动推动热电联产使用,以支持美国经济的竞争优势、推动经济发展、保证各地区与能源相关工作机会、为能源生产和传输的现代化提供可持续方案。

## 发展中国家和中小企业 如何从新工业革命中受益

郑学党

工业和信息化部国际经济技术合作中心,北京

从世界工业发展历程看,人类经历了蒸汽时代、电气时代、信息时代,以及正在兴起的新工业革命阶段的智能时代,每一次工业革命都极大提高了人类生产力,将工业发展水平不断推向新的高度。新工业革命的核心是智能制造,通过新一代信息技术与先进制造技术融合发展,架起人、机器与资源之间的智能互连桥梁,产生了极度自动化和极度连通的双重颠覆效应。前者实现了智能化生活、生产和制造,后者则借助互联网、物联网技术将全球化趋势和地球村概念表现得淋漓尽致。新工业革命催生的智能、互联、定制和绿色等生产方式,有可能使得包括跨国公司在内的大型企业和中小企业重塑国际市场体系分工地位,乃至全球经济治理格局。因此,新工业革命为发展中国家和中小企业带来的影响较以往任何时期都更为深刻。

首先,对发展中国家而言:

一是提供更多机会参与价值链分工,提升国际市场地位。由于全球生产网络以及新工业革命的推动,发展中国家试图通过加强区域经济合作来加深和拓宽融入产业链的深度和广度,全球价值链即将进入新一轮的深度整合期。第二次世界大战后,基于传统比较优势变迁,世界出现了三次国际产业转移,相伴而生的国际生产分工逐渐由产业间向产业内再向产品内、垂直分工向水平分工过度。可以预测,新工业革命带来的第四次国际产业转移将以中国为代表的发展中国家的新比较优势变迁为根本动力因素,比如

说由低端劳动力成本、土地资源等优势转变为高端劳动力成本、本土内销市场以及产业配套等优势。要素投入结构、企业竞争资源基础的改变,分散生产、就地销售的全球生产方式更加突出,发展中国家将以较低的成本融入国际生产分工体系,以不断增强其在全球价值链的作用和地位。

二是加快经济转型步伐,实现跨越式发展。发展中国家尤其新兴经济体是当今世界经济增长的重要力量,新工业革命对这些国家经济转型产生的影响,主要体现在产业的转型和升级、经济商业运行及管理模式的改变以及企业组织架的调整和优化。比如,印度对新工业革命的重视就是通过减少行政审批、简化税收制度方面为“印度制造”提供良好环境,通过城市和农村的高速宽带网络建设“数字印度”打下基础,借助互联网技术不断改进和提升制造生产技术以及产品的功能特性。新工业革命时代,发展中国家不会再按部就班沿袭发达国家工业转型升级的路线,逐渐实现人、机器和资源之间的智能互连,在这个过程中,则会不断出现新的生产方式或商业模式,最终实现发展中国家的跨越式发展,并且极有可能跃升为新工业革命时代的主角。

三是物联网成为连通关键,极大促进民生改善。新工业革命时代,物联网技术可以通过提供基层卫生、医疗及教育服务改善发展中国家的民生。其实,不仅发展中国家,甚至发达国家对物联网技术有着强烈

的需求意愿。据国际电联统计,2015年,全球出货的无线物联网设备超过了10亿台,安装基数达到了28亿台,预计2020年将有250亿台的互联网装置实现互联互通。举一个医疗和教育的例子,我们可以更加清晰看到新工业革命如何改善发展中国家民生。红十字国际委员会与荷兰科技巨头飞利浦共同打造技术解决方案,通过建立社区生活中心,为科特迪瓦百姓提供基础医疗、清洁用水以及太阳能照明服务,社区生活中心与大型亿元对接起来,进而大医院医生能够远程分析科特迪瓦患者的生命体征。孟加拉裔美国人萨尔曼·可汗从300美元的设备起步,到2009年建立一座非营利的“可汗学院”,无论任何人在任何地方都能得到世界一流的教育。目前,可汗学院已开通3500多门课程,向全球各地的需求者提供免费的高品质教育。

四是通过与世界互通互连,突出地球村概念。互联网技术的快速发展,将增强世界各国人民的联系,可以足不出户了解各地生活、新闻等情况。据国际电联数据统计,2015年,全球互联网用户已经达到32亿人,约占全球总人口数量的43.40%,其中,发展中国家的互联网用户数量在过去五年间呈翻倍增长态势,有三分之二的网民居住在发展中国家。从各地区看,中东地区互联网用户增长率较高,接近17.00%,而非洲的增长速度更是令人惊叹,达到14.00%。尽管非洲互联网的接入率相对较低,仅有29.00%,而且低于46.00%的全球平均水平,但是新工业革命力量的推动下,包括非洲在内的发展中国家信息通信技术的接入、使用等将进一步改善。国际电信联盟预测,2020年全球拥有互联网接入的家庭比例将达到56.00%,互联网用户将占到全球人口数量的53.00%,45%的发展中国国家庭以及11%的最不发达国家家庭获得互联网接入,这将是发展中国家了解世界的最主要载体,地球村的概念将会更加突出。其次,对中小企业而言:

一是激发活力,进行多元化和差异化的商业活动。中小企业将在新工业革命中扮演重要的角色,不仅是推动新工业革命的主要力量,同时也是新工业革命的最大受益者。透过现象看本质,以德国为例,真正使德国成为世界制造强国的并非大型跨国企业(全球500强企业中,德国大型企业有37家),而是极具创造性和处于国际市场领先地位的中小企业。

德国制造业多是中小企业,美国、法国和意大利也不例外,其中中小企业占GDP的比重均超过50.00%,而中国也有接近5000万家的中小企业,可见,中小企业对经济活动的创造活力得到诸多国家的认可。中小企业商业经营活动相对大企业而言具有灵活特点,更能适应新工业革命时代个性化和定制化的发展趋势,改变以往为大企业充当配角或补充身份,通过多元化和差异化的商业活动,逐渐成为经济社会发展的中坚力量。正如德国工业4.0计划教父Henning Kagermann所言,中小企业是新工业革命的基础,也是成败的关键。

二是产生小兵立大功、蚂蚁打败大象效应。新工业革命时代,中小企业充当了双重角色,不仅是智能生产、制造和技术的使用者和受益者,同时也是智能制造技术的供应者和创造者。新工业革命动摇了大型企业获取资本市场优势,以及垄断资源的渠道能力。以往,大型企业通过资本市场产生的巨大扩散力往往能够取得绝对性的胜利,但新工业革命时代,中小企业凭借自身特点,可以早大型企业一步,抢先占领某单一产品的市场占有率,生产效率也要高于大型企业。其实,中国阿里巴巴集团早在2013年就已将集团现有的组织架构进行了拆分,形成类30家企业的理想运行模式,阿里巴巴认为,未来商业战场不在适合大型企业,众多的蚂蚁雄兵与一只大象进行比较,会显得更加灵活,集聚力量将会产生一种惊人的力量。可见,新工业革命使得商业形态发展了变化,中小企业将会是未来较长时间内经济发展的主流模式。

三是化解个性化定制和规模化生产间矛盾,降低生产成本。个性化是精耕细作和灵活创意的集中体现,而规模化则反映的是大批量和重复生产,大型企业往往兼具不了两者,不能满足社会日益增强的个性化需求,而智能制造则可以有效解决个性化和规模化两者之间的矛盾。互联网时代是一个用户体验的时代,生产企业要始终以用户需求为中心并进行产品设计。中小企业互联网技术可以使得产业链条的各个环节更加紧密和高效协作,通过互联网平台与需求市场进行连接,获取市场需求、创意设计等各种资源,进而将企业打造成扁平化组织,推动规模化生产向规模化的个性化生产定制方向转变。新工业革命时代,中小企业可以充分发挥灵活的机制作用,积极探索新型生

产组织模式,比如供应链协同、创意设计协同、需求用 户协同等组织模式。

四是拓宽销售渠道,以客户为中心实现发展。中小企业可以利用移动互联网寻找专家和方案设计,更可以借助互联网找到需求市场,进而拓宽销售渠道。当前,跨境电子商务成为中国一种新的外贸业态,连续保持着高速增长。中国卖家尤以中小企业居多,利用跨境B2C平台将产品出口到世界各地,诸如亚马逊、阿里巴巴、跨境通等跨境电商平台。据第三方机构Emarketer数据显示,2014年,中国网购人群的跨境

消费规模达到了200亿美元;中国商务部统计,2014年跨境电商交易额高达718亿美元,其中,出口达到512亿美元,进口达到206亿美元,预计未来几年跨境电商占中国进出口贸易比重将提高到20.00%左右,年增长率也将超过30.00%。新工业革命时代,中小企业利用跨境电商平台的海量数据,能够充分挖掘消费者的共性需求,针对性开发产品,而且还可以借助大数据进行分析,精准定位用户并提供个性化定制服务。

## 新型长效性PVC防静电卷材地板悄然市场走俏

防静电PVC片材地板早在十多年前就在国内电子工厂等领域广泛使用,随着我国电子电讯、医疗洁净、智能制造以及航天军工等行业的迅猛发展,该产品的应用日趋广泛。但传统片材由于受生产工艺、生产条件所限制,不同程度存在着表面色差、厚薄度不匀以及耐污性能差等缺陷,如大面积铺设焊接接缝多、电性能不稳定、外观整体性能差等不足。江苏华静地板科技有限公司面对防静电PVC片材地板的产品缺陷,研制开发生产了防静电PVC卷材地板,并成功在伟创力(深圳)电子科技有限公司、江苏能华微电子有限公司、日立仪器(苏州)有限公司等企业应用,并逐渐被市场所认知肯定,深受客户青睐。

江苏华静地板科技有限公司是生产防静电PVC地板的专业工厂,该公司在2012年开始研发防静电卷材地板,并引进国外成套卷材生产线,以致该产品从造粒、配方、工艺、生产设备都得以全面的提升与创新。为区别于市场上采用化学导电剂渗入的防静电卷材地板,他们采用在高温层过程中,掺入碳纤导电

颗粒工艺合成,成型后在底板加入导电碳纤,使整个PVC卷材形成导电通路,这样既消除了导电剂工艺致使产品导电性能衰减快的缺陷,又增加了产品的耐磨性与强度。该公司生产的防静电PVC卷材地板具有同质透心效果、电性能与地板同生命周期,其承载强度高、表面耐磨性能好、使用寿命长,表面图案清晰饱满、耐污性能高、地面整体划一。防静电PVC卷材幅宽2000mm,卷长可根据客户施工现场情况定制,减少了材料在施工中的浪费,同时也大大提高了施工效率。

该产品经工信部信息产业防静电产品质量监督检验中心检测,各项指标均符合国家防静电贴面板标准,现场工程施工地面验收检测符合防静电地面材料工程施工验收标准。江苏华静地板科技有限公司生产的防静电PVC卷材地板近年来分别获得国家专利局颁发的《发明专利证书》、《实用新型专利证书》、《外观设计专利证书》。

## 新会员单位介绍

### 广东优科检测技术服务有限公司

广东优科检测技术服务有限公司（以下简称“UK”），是独立的第三方产品测试、检验和认证的公司。公司成立于2005年，前身是东莞市安标企业管理顾问有限公司，主要开展体系、产品认证代理业务。2007年，公司更名为东莞市优科检测技术服务有限公司，并于2010年，发展壮大为广东优科检测技术服务有限公司，一直致力于为客户提供可靠的产品检测和认证服务。UK 经过多年努力，现已建成有2700平方米的现代化专业实验室，分为电子电器零部件检验中心、电子电器产品检验中心、电池产品检验中心、环境和可靠性检验中心、EMC（电磁兼容）检验中心。

UK 总部设在中国制造业重镇东莞常平镇，是广东省民营科技企业、广东省中小企业公共（技术）服务示范平台、东莞市中小企业服务机构示范单位、广东省电线电缆行业协会副会长单位、东莞电子元件协会常务副会长单位、东莞市元器件检测技术服务平台实施单位、东莞市信息传输线缆技术服务平台实施单位、东莞市光伏产业集群技术服务实施单位，是UL 华南区授权的免目击测试合作伙伴，并在全国各地设立办事处，以致力于服务本土客户，为各行各业的客户提供全面的测试、检验、认证及各类产品的其他相关服务。

UK 公司实验室于2010年顺利通过中国实验室国家认可委员会CNAS认证审核认可，认可证书号为CNAS L4892，是中国质量认证中心(CQC)、美国UL/ETL、加拿大CSA、韩国KC、德国VDE/GS、TUV南德、挪威NEMKO知名机构认可的合作及授权机构。UK 专注于接线端子台及接插件、连接器、插头、熔断器及座、光伏保险丝、热敏电阻、防雷保护器件、温控器及马达热保护器、继电器、开关及类似器件、电源线、电子线等的各国安规认证和检测服务。

公司依照实验室认可体系标准规范 GB/T27025

—2008 和 ISO/IEC17025:2005 来严格执行质量管制的专业实验室。坚持“公正、科学、准确、高效”的质量方针，承诺遵守法律法规、独立公正从业、履行社会责任，并对声明的真实性负责。

地址：广东省东莞市常平镇新南路常平科技园E栋

邮编：523570

电话：0769-82327388

传真：0769-82828563

邮箱：Eric.zhang@uk-st.com

网址：www.uk-st.com

### 福建数通防静电地板有限公司

福建数通防静电地板有限公司拥有各类防静电地板生产线、机房电器配件生产线和屏蔽机房的设计、制造生产线，产品主要应用于各类计算机机房、程控机房、主控调度机房、信息网络中心、广播电视台中心、金融结算中心、公安监控指挥中心、智能化办公大楼、医卫净化间、语音电教楼、IC 厂房以及政府机要、国防安全、军队机密屏蔽机房和电力、电讯、电子、电缆等行业的防污、防辐射、质量检测、检修屏蔽室等领域。承揽各类机房的设计、安装、装饰工程。公司以取之于社会、服务于社会为宗旨。

主营产品或提供的服务为：防静电高架活动地板 OA 智能化地板、PVC 地板、橡胶地板、防火板、方块地毯、地插、防静电瓷质活动地板、全钢高架活动地板、兴铁库板吊顶、蜂窝板、克拉板、瓦楞板、卡博菲走线架、光纤槽道、铝合金走线架、固线器、爱立信走线架。

主营行业：一、建材类（地板 吊顶 墙板 其他装饰线板）二、通信类（走线架、光纤槽道、固线器）三、工程类（系统集成、机房装修、集成监控系统、消防工程）

主营产品：机房防火保温材料，OA 智能化办公地，PVC 办公商用地，防静电金属墙板，铝合金走线架，全钢防静电活动地，机房保温材料，防火保温材料，保温材料，OA 智能化办公。

地址：福建省福州市仓山区金华路信通大厦 305

邮编：350007

电话:0769-82327388  
传真:0769-82828563  
邮箱:fjstjd@163.com  
网址:www.st-jd.com

### 吉林省盛发石油建筑工程有限公司

吉林省盛发石油建筑工程有限公司成立于2010年,公司生产的“德盛发牌”防静电地板被中铁电气化局有限公司评为合格物资制造商,多次参与高铁建设工程。在短短的几年时间内,公司先后通过了ISO9001国际质量体系认证,并实行5S现场管理,产品质量深受用户好评。经过公司团队的努力,目前已达到年产300万块全钢活动地板的能力。公司大力发展国内及海外销售业务,多次中标国内重点工程。

公司奉着“用户至上,质量第一,服务第一”的经营理念,热诚欢迎中外客商光临洽谈合作。

工厂地址:长春市绿园区大营子开发区兴盛路3888号

邮编:130015

朱经理联系电话:18604427666

网址:www.jl-sfsy.com

### 江苏森迈地板科技有限公司

江苏森迈地板科技有限公司是中国大型地板企业之一,拥有一大批国际专业科研、生产、销售和服务人才。森迈在全球拥有实力雄厚的战略伙伴,与世界上游厂商建立长期合作关系,原材料绿色、环保,完全符合欧洲环保标准。

森迈用心打造优质产品,精细的质量控制以及严格的自我检测达到完美的技术境界。100%的顶级优质产品,质量标准比国际标准更为严格。森迈将继续致力于超越新的行业标准。

公司生产的高质量、高科技的地板,建立起庞大的国内营销和服务网络,全国各营销中心统一授权、统一形象的森迈专卖店,直接贴近消费者,提供森迈响誉国际的产品及服务。

森迈秉承科技创新、倡导绿色环保,引领生活潮流的前瞻理念,在专业领域始终保持世界先进水平。

高度的凝聚力和协作精神、科学的现代化企业管理营销模式和先进的生产技术使森迈在国内同行中占据领先地位。更使森迈这一响亮的名字深入人心,成为地板行业中最可信赖的品牌之一。

森迈设计研发中心,集合世界顶级科技力量,森迈花色设计大量引用欧洲流行元素,设计前卫、自然,代表着欧洲高级设计品位,设计趣味随意而有机;设计风格简洁高贵、细腻优雅。追求简约形态与自然材料的完美结合,给广大的消费者更多的选择空间。森迈产品系列,引领时尚潮流。为消费者细诉文化厚韵,简单居意。阐述全新的生活方式和理念。森迈注重的不仅是顶级的产品品质及服务,提供新的生活时尚,满足消费者的精神需求,真正成为中国“民”牌,更是森迈不倦的追求。

片片灵犀·传承未来·森迈地板追求无止境。

森迈人倾注全部的爱打造每一片地板,每一片森迈地板饱含爱的精神,带给消费者的不仅是完整的产品品质及其健康、环保、时尚的价值观,还有一种爱的传达,感召、唤起人们对地球、人类的爱!一种宽广的、无限的、传承的无限未来的爱。家的世界,世界的家,以爱连接;地球的环境,人类的未来,以爱传承!

质量是企业的生命之泉,森迈地板深刻领会到这句话的真谛,我们从原材料的选购,加工到成品外观,以及产品内在质量,我们都力求您满意,让您无后顾之忧!让您用的放心、称心、开心!

公司名称:江苏森迈地板科技有限公司

公司地址:常州市武进区横林镇双蓉村

邮 编:213100

电 话:135845259990519-88500786

传 真:0519-88500786

邮 箱:531956275@qq.com

### 东莞市大展吉源新材料科技有限公司

东莞市大展吉源新材料科技有限公司是专业从事塑料激光镭雕粉、永久型抗静电母粒、阻燃剂等多功能助剂研发、生产、销售于一体的高新技术企业。公司坐落于中国科技信息城市之一的东莞市。公司自创立以来,致力于高分子材料改性方案设计及相关助剂供

应,拥有雄厚的科研力量、先进的生产工艺以及高素质的专业团队。本着“求真、务实、开拓、创新”的经营理念和“富于创新、恒之诚信”的企业精神,以客户为中心,以质量求生存,强化管理,全面建立“生产专业化、样板数据化、设备现代化、管理信息化”的经营管理系统,不断加强科技创新能力,优化产品,促进产品销售和提高企业竞争力。

目前,公司拥有业界最完整的镭雕助剂产品生产线以及相关解决方案,以满足客户需求为目标,为客户提供创新性、客户化的产品和服务,帮助客户实现持续赢利和成功,构建自由广阔的未来。东莞市大展吉源新材料科技有限公司热忱欢迎社会各界人士前来参观、考察、洽谈业务。

公司地址:广东省东莞市凤岗镇布心基工业区一路3号

邮 编:523705

联系 电 话:0769-88023035/88023038

传 真:0769-88023039

邮 箱:1772869362@qq.com

网 址:<http://www.dzjymaterials.com>

### 苏州希洁贝尔静电科技有限公司

苏州希洁贝尔静电科技有限公司成立于2012年,是一家专注于研发、销售防静电服装、防静电工作鞋、无尘擦拭布、粘尘地垫等无尘系列产品的公司。公司旗下品牌:seagebel®通过网络销售平台赢得了消费者的信任与一致支持。

公司已与多所院校和国家研究单位深度合作,如:北京大学、清华大学、南京大学、吉林大学、中国科学技术大学、上海理工大学、上海交通大学等三十多所高校。中国科学院物理研究所、中国科学院国家天文台、中国科学院地球环境研究所、中国科学院上海光学精密机械研究所、中国科学院宁波材料技术与工程研究所等二十多所研究单位。

多年来,公司以优质的产品、具有竞争力的价格、

及时周到的服务赢得了中外客户的信赖和支持。产品已广泛用于电子、医药、生物、化工、光学仪器等高科技尖端领域。

公司秉承“质优价廉,服务至上”的经营理念,以现货储备量的优势提高订单完成时间效率,可做到90%以上当日订单当日完成发货配送,为客户节省了宝贵时间,提高了生产效率。

地 址:苏州高新区金山东路253号

电 话:0512-66555645 / 66874800

传 真:0512-68184796

网 址:[www.seagebel.com](http://www.seagebel.com)

邮 箱:seagebel@163.com

### 上海毅派电子科技有限公司

上海毅派电子科技有限公司主要业务范围包括:静电知识培训、静电防护体系辅导及建设、防静电工作区策划及整改、静电问题咨询和解决、防静电产品设计和开发、防静电产品设施的提供及安装调试、ESD项目外包。公司秉持专业的理念,常年研读ESDA、IEC、ASTM、AATCC、IEST等相关国际先进标准,与国外协会机构长期保持交流联络,掌握国际最新静电防护形式和动态;崇尚精确的匹配,熟悉国内防静电产业环境,了解国内外电子企业实际需求,善于按照实际状况,设计最优化方案。在满足要求的前提下,为客户节约成本,提供高效的服务。服务团队由专业的静电体系认证师、资深的静电防护管理师、多年的防静电产品工程师组成,及时解决客户关于静电的各种疑难杂症。

公司地址:上海市浦东富特北路500号458室

邮 编:200131

电 话 / 传 真:021-50855707

公 司 网 址:[www.esdkin.cn](http://www.esdkin.cn)

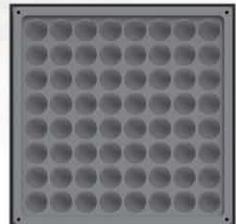
邮 箱:qxy@esdkin.com

联 系 人:瞿晓怡

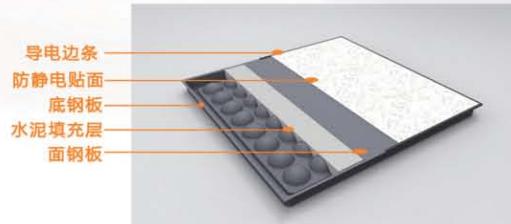
联系电话:18121126990

# 防静电活动地板系列

Anti-Static Floor Panel Series



规格 : 600×600×35 ( mm )

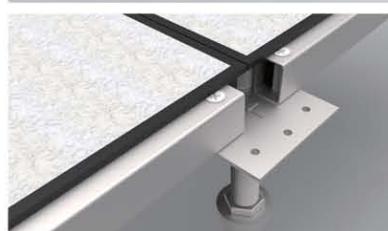


地板采用双层优质冷轧钢板。下层钢板经液压拉直，在成型后的窝状圆心最高点采用高频程控自动碰焊与上层钢板连接，经除油、磷化，表面喷涂亚光柔性环氧树脂粉末，中间填充发泡水泥。板表面黏贴三聚氰胺 (HPL) 或者永久性防静电 PVC 贴面，四周镶嵌导电胶条。

支架系统



局部节点



\*适用：微机室、程控机房、电子工程、航天领域等防静电场所。

\*特点：地板全钢组合，承载强度高，防火，防腐。

\*支撑：带横梁四周支撑，支架高度可调。

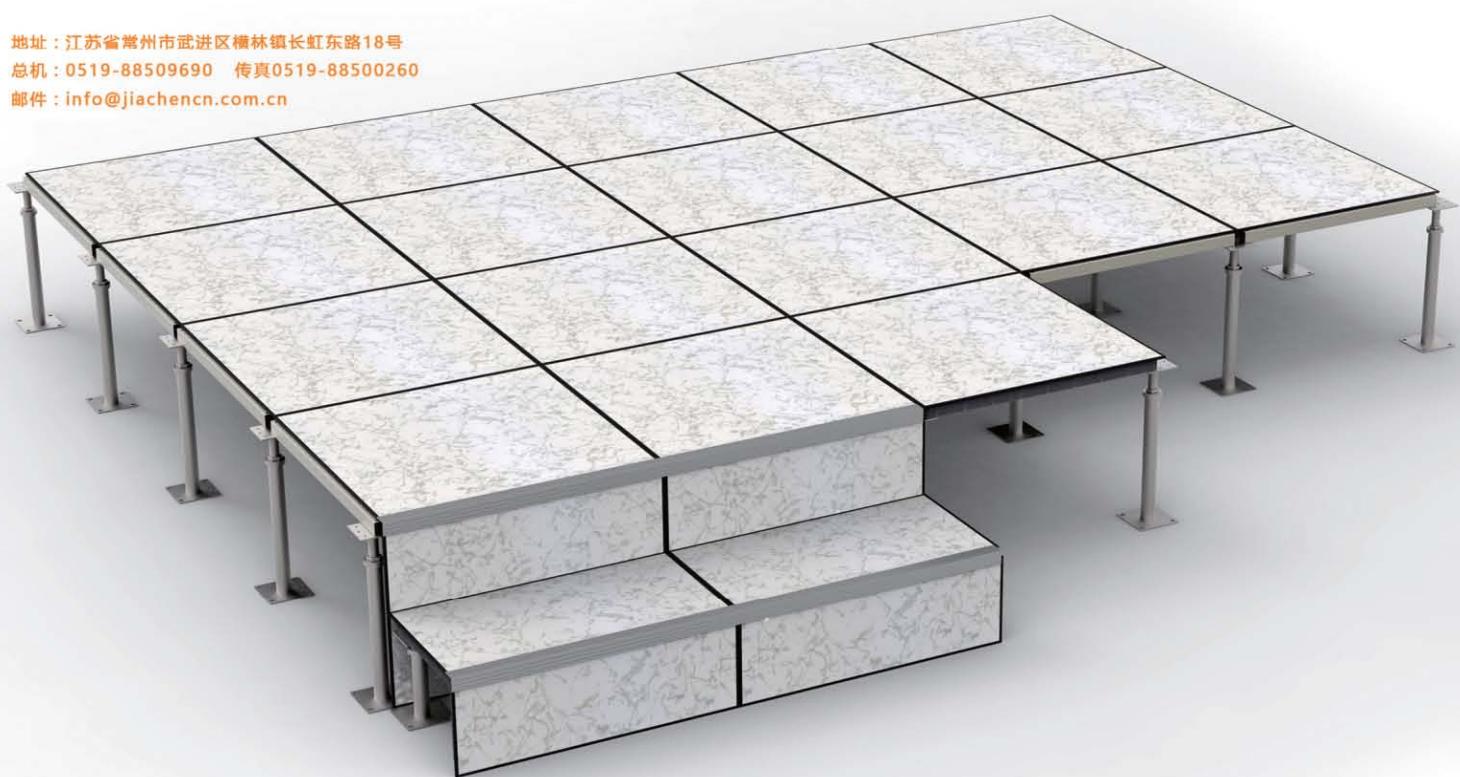
\*性能：防静电指数： $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{10} \Omega$ ，防静电性能优良，抗污染，便清洗，装饰效果好。

## 江苏·佳辰地板常州有限公司

地址：江苏省常州市武进区横林镇长虹东路18号

总机：0519-88509690 传真0519-88500260

邮件：info@jiachencn.com.cn



# Categories

- 海工涂料
- 鳞片胶泥
- 重防腐涂料
- 环氧磨石地面
- 环氧彩砂地面
- 艺术彩绘地面
- 无溶剂工业地坪涂料
- 水性聚氨酯墙面涂料
- 水性聚氨酯地面涂料
- 水性环氧涂料地面系列
- 水性环氧涂料墙面系列

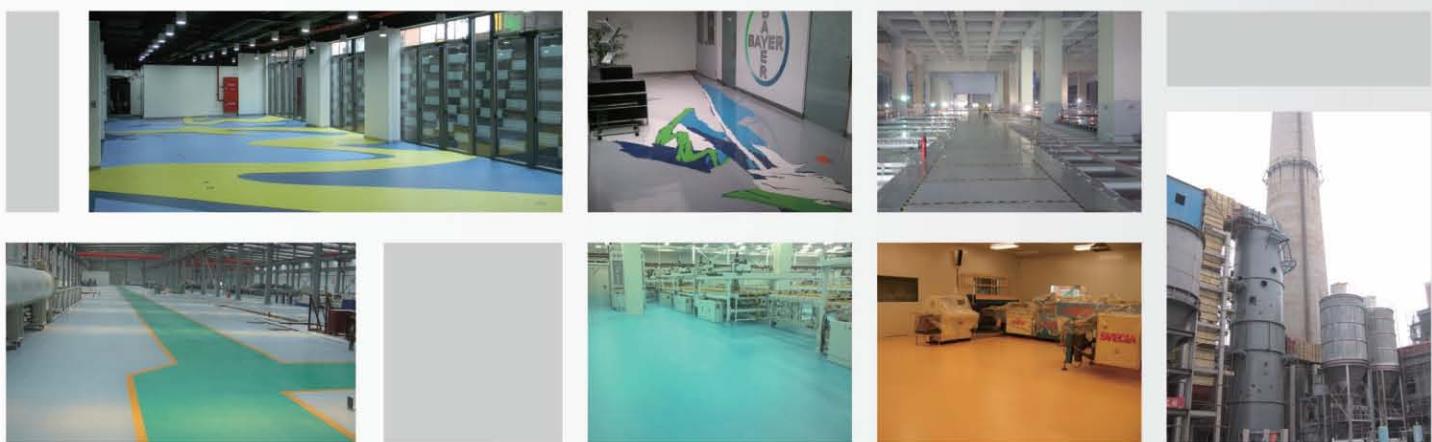


**洁净、导静电涂料**  
**clean, anti-static coating**



**创新提升品质 确保客户满意**

**Using innovation to drive quality and customers satisfaction**



华东理工大学华昌聚合物有限公司

地址：中国 上海市 化学工业区 目华路130号 (201507)

电话：+86-21-64253377 / 67120007

+86-21-64253887 (销售) +86-21-64252677 (技术支持)

网址：[www.hchp.com.cn](http://www.hchp.com.cn) [www.sinopolymer.cn](http://www.sinopolymer.cn)