

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



4 | 2017
总第99期

ISSN 2220-8186



9 772220 818000 >

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

电话：021-64517676 64517852

网址：www.ap-static.cn

首创多用途湿气静电消除器 可以解决您在后端生产操作中 所产生的静电问题

平面目标

薄膜, 薄片, 万维网等等



点目标

小物件, 小零件 & 微型物体等



不规则形状目标

设备, 组装PCB, 异形物体等



特征:

- ✓ 可互换湿气出口
- ✓ 无冷凝设计

好处:

- ✓ 快速降低静电荷
- ✓ 极低摩擦电压
- ✓ 无离子失衡
- ✓ 100%无针
- ✓ 无高压 (5kV - 15kV)
- ✓ 预防性的静电控制

征求
授权代理

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@takoed.com 网址: www.takoed.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



1997 年创刊
2017 年第 4 期 (总第 99 期)
出版日期 2017 年 12 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
合作单位: 中国电子科技集团公司第三研究所
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: 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 管映亭 王大千 孙玉荣
宋兢男 翟铁英 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: zgfdtgx@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

企业防谈录

- 6 访佳辰地板常州有限公司总经理陈仕平 谈坛

协会动态

- 9 《防静电贴面板》标准顺利通过专家审定
9 天华超净 ESD 培训彰显企业魅力
10 电子信息领域标准化工作座谈会在石家庄召开
11 第六届静电防护国际研讨会在贵阳召开

学术探讨

- 12 直升机的静电放电研究初探 梁合鹏 孙可平
14 微米间隙下静电击穿电压出现的新特点 王荣刚 孙玉荣
17 无刷直流电机在 FFU 领域的应用及前景展望
张 敏 李 华

技术应用

- 22 浅谈 PU 防静电鞋开胶现象 胡 树 郭 辉
26 基于无线模块接口静电防护的参考设计 胡光亮
28 机器人运行对超净空气环境的影响 张俊峰 朱 兰

企业管理

- 32 防静电工作区的构建与要求 孙延林

标准园地

- 40 新版 IEC61340-5-1:2016 主要内容及应用 廖志坚
43 防静电工程施工资质标准(团体标准)

静电问答

- 44 静电专业常识解答

交流园地

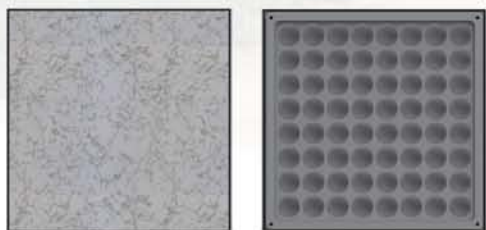
- 47 欧洲中小企业可引领全球物联网革命

会员之家

- 48 新会员单位介绍
51 中国防静电 2017 年总目次

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。

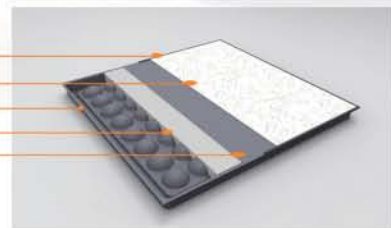
*适用：微机室、程控机房、电子工程、航天领域等防静电场所。

*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。

导电边条
防静电贴面
底钢板
水泥填充层
面钢板



支架系统



局部节点

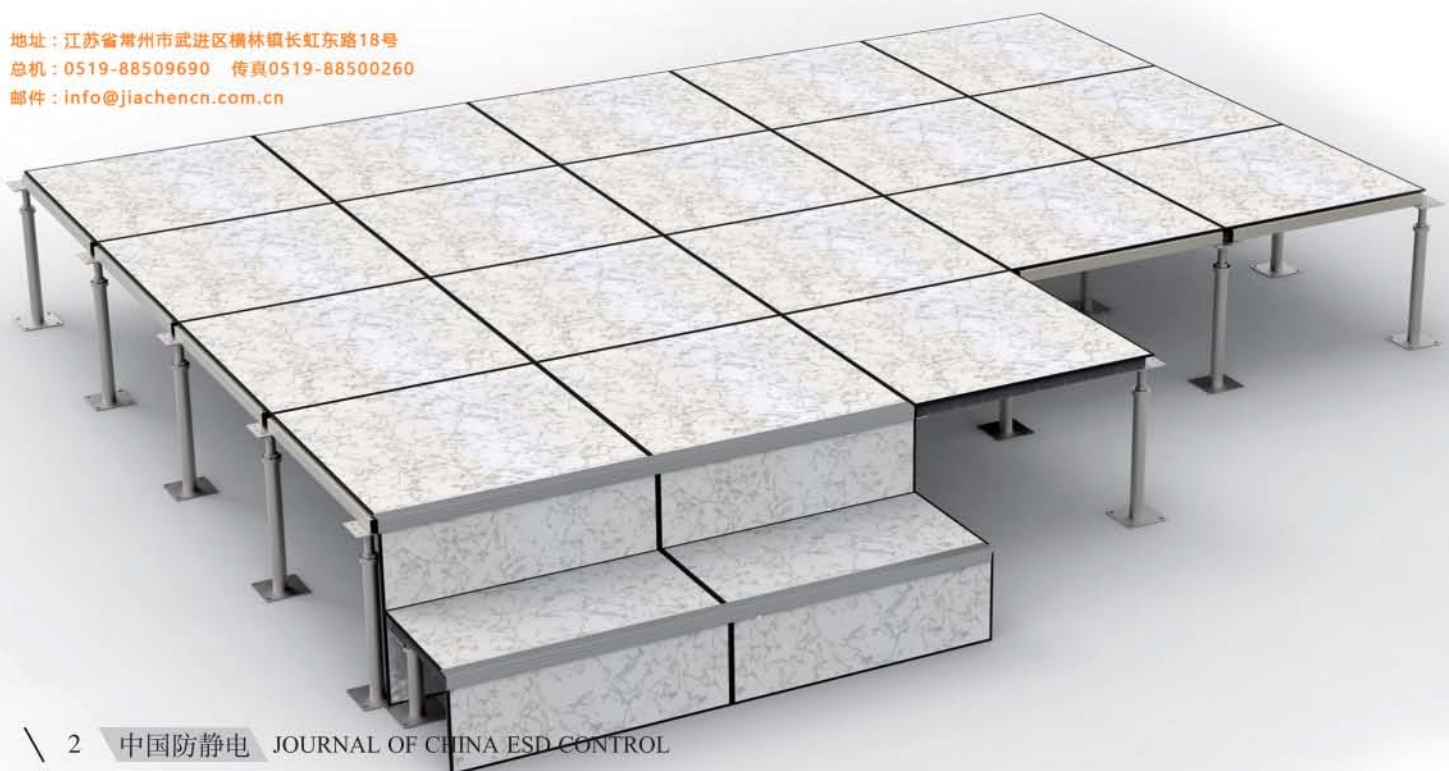


江苏·佳辰地板常州有限公司

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



SINO POLYMER



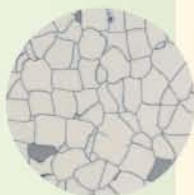
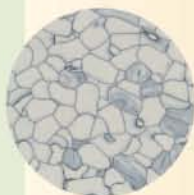
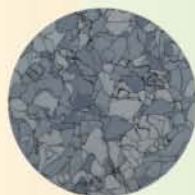
华东理工大学华昌聚合物有限公司
地址：中国 上海市 化学工业区 昌华路130号 (201507)
电话：+86-21-64253377 / 67130007
+86-21-64253887 (销售) +86-21-64252677 (技术支持)
网址：www.hcpo.com.cn www.sinopolymer.cn

2017年第4期

3

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：江苏常州武进雪堰宏路2号

4 中国防静电 JOURNAL OF CHINA ESD CONTROL

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



信息产业防静电产品质量监督检验中心于1993年4月成立，经国家认监委和工业和信息化部认可授权，对防静电产品装备和工程进行质量监督和检验，是国内防静电检测项目最齐全的专业检测机构，年均接待近400家企业近千批的产品和工程检验工作。凡在我中心委托检验合格，且在有效期内的产品及工程检验报告均能在我中心网上查询。同时我中心发挥自身技术优势，为国内外电子生产企业提供ESD防护培训、防静电系统评估和ESD体系认证等技术支持工作。

业务范围

1、防静电产品及工程检验

防静电地坪和建材类（防静电活动地板、地垫、PVC地板、三聚氰胺贴面板、不发火水磨石、瓷砖、地毯、地坪涂料、壁纸、板材、石材、管材、防静电蜡、剂、胶）
人体防护用品（防静电服、布料、帽子、鞋、脚跟带、袜、手腕带、手套、指套）
工位器具（防静电工作台、台垫、座椅、货架、货柜、窗帘、传输带、烙铁、工具）
物流周转容器（周转箱、元件盒、料架、托盘、中空板箱、导电纸箱、海绵、泡绵、推车、自动取放设备）
防静电包装（屏蔽袋、防潮袋、PE袋、网格袋等）
静电消除仪器（离子风机、风枪、风蛇、离子棒、人体静电释放器）
防静电系统工程（防静电地面、防静电接地系统、防静电工作区系统工程等）

2、防静电系统评估、质量体系认证、技术咨询

依据ANSI/ESD S20.20、IEC 61340-5-1、GJB 3007A

3、防静电培训

企业防静电知识内训、防静电职业技能培训、ESD工程师培训

经典案例

亚旭（苏州）电子有限公司电子器件失效分析工程部、威胜集团有限公司电装车间、三维电子工程（青岛）有限公司、苏州群光电子有限公司防静电体系认证；迈恩德电子（北京）有限公司、伟创力电子技术苏州有限公司、中国航天科工集团（一院、二院、三院、四院、九院）、中科院长春光机所、GE运输系统中国有限公司、西门子、日立、富士康等防静电系统评估及培训；臻鼎科技控股有限公司、重庆地研科技有限公司ESD体系认证辅导。



联系我们

地址：北京石景山区石景山路23号
电话：010-68865301/68869773
网址：[http:// www.cnastc.com](http://www.cnastc.com)

邮编：100049
传真：010-68865301-12
E-mail：esd@cnastc.com

沉舟侧畔扬帆过 唯有创新争一流

——访佳辰地板常州有限公司总经理陈仕平

谈 坛

十一月的江南虽已入冬,但在这菊黄叶落间依然花香飘逸秋意正浓。机房活动地板市场经历了三十多年的风雨历练,早期的生产企业大浪淘沙所剩无几,近日几度经过佳辰地板常州有限公司门前总是车水马龙,有时连公司空旷的门前广场也成了装货的停车场。抱着好奇的心理我决定前往探个究竟。

公司总经理陈仕平个子不高带着眼镜露出几分书生气,与他相约是在三日之前,他告诉我下午又将出差了,约上他确实不易。在宽敞的办公室我们开始了交谈。

“陈总,常常看到你公司门前挤满了货车,进门的广场上堆满了地板,是否你企业占地小了还是产大与供滞销呀?”我开门见山的打趣问道。

“我们公司占地面积 35000 平米,为扩大产能不断进行技改,原有的仓库远远满足不了现在的产能,每天的销量都在近万平米,所以我们只能因地制宜将公司的一些非功能空地用作仓储,就这样十多米的大平板车每天要进出一二十辆,无奈之际只能利用公司的这些门前屋后的了。”

陈总接着向我介绍:我们企业主要生产防静电活动地板、OA 网络地板与硫酸钙网络地板,这些产品在生产过程中均由固化时间,尽管我们的产品供不应求,但产品质量是第一位的,我们绝不会让产品在销售运输途中固化。

他说:公司注册资本六千余万元,净资产已超亿,公司配有与国内一流大学的产学研基地以及高新材



料实验室,自身拥有中高级专业技术人员 30 多人,占员工总数的 15%以上,2016 年实现销售 15000 万元,创利税 1350 万元。今年 1~9 月已完成了当年全年度的经济指标。

听着陈总如数家珍的介绍,我不禁问道:“据我了解活动地板行业市场竞争十分激烈,质量良莠不齐、价格低得无法生存,早期的一些企业也纷纷转产或歇业,而你们怎么就依然如日中天呢?”

听着我的问题,他不紧不慢地将烟蒂接上了一支,早就听说陈总的烟瘾在业界是出了名的,我们开

始交谈仅仅半小时他已经连续了三支香烟。他悠然地吐了口烟,开始了十分沉着而又显自豪般地交谈,他说:这个问题问的很到位,如果简单的回答那就是两个字“创新”,而具体的解释那就不是三言两语的了。

所谓“创新”首先企业的高层需要有创新的理念。由于第一代活动地板产品技术含量不高、资金投入不大,以致这个行业的起步大多是从家庭作坊的规模走来,随之市场需求的扩大与技术要求的提高,很多企业所面临了人才的瓶颈、技术的瓶颈、竞争的瓶颈,说到底就是理念的瓶颈。因此出现了放弃了向管理、向技术、向技改投入来降低生产成本,而是一味的迎合市场牺牲质量去低价位竞争,你说这些企业最终能在市场站住脚跟吗?他说:我们企业真正的起步是在市场第一轮的大浪淘沙之后,我们清楚的看着这些逐渐被市场竞争淹没的企业与逐渐清醒了的市场,2008年我们佳辰地板开始步入这一行业。企业成立之初就是在全新的理念构架中运行的——董事会领导下的总经理负责制,我非常荣幸的遇到了我们开明大度的董事长、好老板,凡董事会决定了的事就放手让我去做,有时我畏首畏尾,沈敏老板还鼓励我:只要有利于用户、有利于企业的发展就应该大胆地闯,不要怕错就不干,我最怕的是因为害怕而放弃无所作为。在这样新颖的理念下我们集团形成了以质量以市场为中心的逐级管理责任制。也就是在企业内部以确保产品质量为前提理顺管理、激发与发挥各自的创造性与积极性;面对市场以客户

的需求做好售前、售中、售后服务,增强客户对企业的信任度。理念的创新拓展了企业各项工作的创新,为解决企业技术力量贫瘠困惑,我们一方面从社会招取专业人才,另一方面积极与国内有关大专院校、研发机构联合建立了企业自己的技术团队,还

成立了设施一流的活动地板实验室。去年我们又与浙江大学工业技术研究院在企业成立了石墨烯纳米材料联合实验室,重点研发防静电地板的新型材料。为提高产能、环保生产、减低成本,近年来企业不断加大了技术改造的投入,本公司2014年以来进行各项技术改造,完成投资两千余万元。企业通过技术改造生产技术含量不断提高,工人劳动强度明显降低,保障了质量、提高了产量、合理利用了生产过程中的排放,真可谓是一举多得呀。

此刻陈总再次点燃了香烟,深吸后又端起来了茶杯,我不失时机地追问:陈总可否用一些数据来说明一下呀?

“别急,这些正是我下面要说的”他放下茶杯笑了笑回答道。他说:

企业原生产工艺比较陈旧,以致生产设备前后不配套,严重影响了生产产能,于是我们从调整与更新生产工艺着手,配置新增了相关设备112台套,调整与改造了生产设施与环境,通过工艺更新、技术改造提高了生产产能30%以上,现在我们每分钟可以生产14片成品地板;一片地板原来劳动用工需要9人现在仅只要2人;生产过程中的废气废水、粉尘与钢材边角料都得到了合理的处理与回收利用,通过技改,企业新增利税700余万元。产品生产过程中的检验与检测也从过去的人工提升为全流程电脑程控检测,产品质量一次性合格率在95%以上,产品综合质量得到





了保障。

我们同时还对产品生产的技术进步不断创新,企业的OA网络地板、防静电地板、硫酸钙网络地板先后被江苏省科学技术厅认定为“高新技术产品”。公司被命名为“江苏省民营科技企业”、江苏省高新技术企业。

企业的创新不单在企业的内部管理与技术进步,同时也体现在企业如何面对市场的竞争和对用户的服务之上。陈仕平总经理对此又做了如下介绍:

面对日趋激烈的竞争市场,我们没有盲目的去投入,而是细心地去分析用户的心理:其实用户内心很纠结,他们需要的一定是合格的产品,但在鱼龙混杂的环境里,用户毕竟对专业技术不够了解,怕被骗了——价廉的不一定是合格品,价高的不一定值那个价。我们对客户不是抱着志在必得的心理去竞标,而是真心实意的去服务,售前服务是我们面向市场的关键。记得深圳有一客户,因对机房下送风相关技术了解不够,在工程招投标文件里也没有具体要求,结果在工程交验时达不到验收要求,施工方也没有妥善的整改办法,当甲方咨询我们是否有解决方案时,我们当即派出专业技术人员与施工人员到现场为其修正

了施工方案,改用了出风地板品种,使得工程符合了设计要求。从此这一客户成为了我们企业的战略合作伙伴。再说售中服务,我们在施工过程中不是一味地图自己的方便,而是始终为甲方着想,为其排忧解难,譬如在一处四十多层写字楼宇建设中,因配套建设没跟上,道路不通、水电常停,但工期还紧,正值雨季,在如此艰难的情况下我们组织了当地民工肩抬手搬硬是将近3万平方米的地板

运送到施工的楼层,施工人员日以继夜的抢着有水电的时候工作,就这样如期完成工程,在楼宇总体工程交付总结讲评时得到了用户“最佳合作伙伴奖”的荣誉。在售后服务中我们对客户承诺:只要是有关公司产品质量与使用问题,中心城市3小时内人到现场,边远城市当天派人前往处理。我们对客户的真诚服务赢得了客户的信任,从而也赢得了市场。到今年上半年全国已经有深圳市万科房地产有限公司、阿里巴巴(中国)有限公司、上海保利房地产开发有限公司、平安不动产有限公司、中国移动通信集团、中国联合网络通信有限公司、苏州金螳螂、北京望京、华润(深圳)有限公司等十二家巨头企业与我们公司建立了战略伙伴协作关系,新型的供销关系,稳定了企业的生产,巩固了企业在市场的竞争地位。

陈仕平总经理的介绍始终紧扣他最初的那两个字“创新”。在市场竞争中优胜劣汰这是法则,然创新正则是佳辰企业发展的法宝!陈仕平在送我离开的时候意犹未尽的总结道:市场竞争就如沧海行舟,墨守成规也许适应不了大海的莫测风云,只有因势利导、以变应变的创新思维才能做到沉舟侧畔扬帆而过,去百舸争流争闯上游。

《防静电贴面板通用技术规范》标准 顺利通过专家组审定

本刊讯 《防静电贴面板通用技术规范》行业标准(计划号:工信厅科【2017】40号 2017-0282T-SJ),自2017年6月26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《防静电贴面板通用技术规范》标准草稿、初稿和征求意见稿。经过向防静电行业会员单位及社会各界用户征求修改意见和建议后,完成了《防静电贴面板通用技术规范》标准送审稿。

2017年11月10日,工业和信息化部防静电标准工作组在北京组织召开了《防静电贴面板通用技术规范》专家审定会。专家组由中国电子技术标准化研究院、中国机房设施工程有限公司、沈阳沈飞民品工业有限公司、国家建材工业标准定额站、国家劳动防护用品检测中心、华东理工大学华昌聚合物有限公司、中国电子学会洁净技术分会、中国电子仪器行业协会防静电装备分会的9名专家组成。主编单位浙江金华天开电子材料有限公司,信息产业防静电产品质量监督检验中心的有关专家,以及防静电标准工作组成员参加了会议。

防静电装备分会孙延林理事长和邹勇副秘书长,

分别对各位专家在百忙的工作中到会指导表示衷心感谢。审定会由专家组组长、中国机房设施工程有限公司周启彤主持。专家们认真听取了主编单位对标准编制说明,送审稿的编写、形成和多次修改的情况。根据会议议程的安排,对《防静电贴面板通用技术规范》送审稿及相关材料进行了充分、深入的交流讨论和审查,一致认为:

该标准的编制过程符合工业和信息化部标准编制程序,表述规范,编写格式符合GB/T1.1-2009的规定,科学合理,可操作性强,处于国内领先水平。填补了国内防静电贴面板长效型和短效型判定方法的空白,为国内企业生产提供了技术标准。对规范国内市场、增强国内产品的竞争能力、提高防静电贴面板质量水平具有重要意义,对推动行业的技术进步将起到积极的作用。

专家们还为该标准报批稿文本的确定提出了宝贵的建设性意见。

专家组一致同意并通过了对该标准的审定。主编单位将按照专家们提出的意见进行修改,防静电标准工作组将于近期组织完成该标准报批的各项工作。

天华超净 ESD 培训彰显企业魅力

本刊讯 2017年10月25日,中国电子仪器行业协会防静电装备分会与苏州天华超净科技有限公司共建的电子行业职业技能鉴定站华东地区ESD培训基地在天华超净工业园区落成。随之,电子行业职业技能鉴定站华东地区ESD工程师首期培训开班;11月6-7日,由美国ESDA、日本JEITA主办,JEDEC协办、天华超净承办的“半导体行业国际静电

防护高峰论坛”在此举行;11月8~10日由美国ESD协会与天华超净成功举办了“ESD管理体系国际研修班”。

苏州天华超净科技股份有限公司是一家专注研发与生产静电防护、微污染防护与控制产品的企业,企业拥有防静电超净工程技术研发中心,设有江苏省企业院士工作站,在研发与生产产品的同时还为客户



提供静电、微污染防控解决方案,该企业近年来与美国、日本、韩国等国际同行加强了技术交流与合作,并利用行业高端技术交流成果为行业培训与技术进步做出贡献。中国电子仪器行业协会防静电装备分会暨电子行业职业技能鉴定站华东地区 ESD 培训基地的落成,由工业和信息化部电子工业标准化研究院培训中心王春丽主任、苏州工业园区管委会培训管理中心陆万良主任、以及中国电子仪器行业协会防静电装备分会孙延林理事长等领导向苏州天华超净科技股份有限公司裴振华董事长授牌。

在“半导体行业国际静电防护高峰论坛”上,来自美国和日本同行顶级 ESD 专家团队 16 人与国内业界精英代表 70 余人共济一堂,讨论在半导体科技中如何提升 ESD 管控技术以适应半导体行业快速发展的要求。与会专家与同行一起讨论和交流了现实中

ESD 需求与短板的问题,并协调共商促进行业技术进步的目标大计。

为了推动国内防静电领域技术发展,天华超净联合美国 ESD 协会成功举办了为期三天的国际 ESD 管理体系研修培训。培训主讲老师由美国 ESDA 协会 Ginger Hansel 女士与 Dr. Terry L. Welsher 博士担任。此次培训依据最新的 ANSI/ESD S20.20 标准,结合企业生产中遇到的问题,对最新的 ANSI/ESD S20.20 大纲、ESD 管理者应该具备的核心管控知识、有效的 ESD 系统建立、体系管理过程中产生的问题以及漏洞、管控措施的设置等内容进行了深入的剖析,并对相关检测设备的使用进行了现场演示教学。深受业界管理、技术精英的欢迎。

(王珣 王荣刚供稿)

电子信息领域标准化工作座谈会在石家庄市召开

本刊讯 为深入贯彻落实标准化改革精神,进一步做好电子信息领域标准化工作,工业和信息化部电子信息司于 2017 年 10 月 11-13 日,在石家庄市组织召开了电子信息领域标准化工作座谈会。国家标准管理委员会,工业和信息化部科技司的领导,工业和信息化部电子工业标准化研究院,中国电子工业标准化技术协会的主要负责人,以及电子信息领域的 20

个全国标准化技术委员会、8 个标准化工作组、4 个电子行业学(协)会的主要负责人出席了会议。中国电子仪器行业协会防静电装备分会防静电标准工作组的相关人员参加了座谈会。

工业和信息化部电子信息司领导做了题为“谱写电子信息标准化工作新篇章,为加快产业转型升级和两个强国建设作出新贡献”的报告,科技司领导做了

题为“贯彻落实十三五技术标准体系，开创电子信息产业标准化工作新局面”的报告。电子信息司胡燕巡视员传达了有关标准化改革的精神，总结了一年来电子信息行业标准化工作的进展情况，并肯定了各标委会、工作组一年来所取得的工作成绩。指出了目前标准化工作面临战略地位显著提升，产业转型升级对标准化提出的新需求，跨界融合对标准化工作提出的新挑战。

围绕着电子信息行业“十三五”技术标准体系建设方案，确定了下一步工业和信息化部标准化工作的四项重点：

1. 加大电子信息领域标准制修订支持力度；2. 创新新兴领域标准化技术组织建设方式；3. 加快推进标准化工作信息化建设；4. 加快开展团体标准应用示范工作。

着力抓好以下六方面的标准化工作：

1. 贯彻落实“十三五”技术标准体系建设方案；
2. 加快重点标准和基础公益标准的研制；
3. 继续推进综合标准化工作；
4. 持续加强标准国际化工作；
5. 不断完善标准化工作组织管理；
6. 大力鼓励先进团体标准发展。

电子信息司、科技司的领导还听取了参会单位一年来的标准化工作情况汇报。

中国电子仪器行业协会防静电装备分会防静电工作组将在下一步的标准化工作中，积极贯彻落实好此次标准化工作座谈会的会议精神，按照工业和信息化部电子信息司、科技司的要求，制定好防静电工作组 2018 年的工作计划。根据防静电装备分会行业单位的要求，适时、适当的组织制定团体标准，以促进行业技术进步。

第六届静电防护与标准化国际研讨会 在贵阳召开

本刊讯 由中国标准化研究院、中国空间技术研究院、电磁环境效应国家重点实验室、美国贸易开发署 (USTDA)、美国国家标准协会 (ANSI)、美国静电放电协会 (ESDA) 主办的“第六届静电防护与标准化国际研讨会”于 2017 年 11 月 10 日在贵阳市贵州师范大学召开，中国电子仪器行业协会防静电装备分会协办了本次会议。

会议由中国标准化研究院郭德华研究员主持，中国工程院院士刘尚合、贵阳市领导及贵州师范大学等领导相继向会议致贺词。会间，郭德华研究员、季启政高工、阮方鸣教授、原青云博士、夏善红研究员、万发雨教授等作了会议专题研究成果的发布，美国纳撒尼尔·皮奇提出了 IEC61000-4-2 标准的滥用与存在的差异，并发布了关于接地和系统水平的测试的研究成

果，美国布雷特·卡恩会上作了题为 ESD 设备合格性测试面临挑战的论文。会议提出了许多研讨创新亮点，譬如贵州师范大学的阮教授提出的《非接触静电放电多因素效应与测试标准探讨》，南京信息工程大学万发雨教授的关于《静电放电与二次放电湿度效应研究》等，中国科学院电子研究所、传感技术国家重点实验室夏善红研究员在会上还发布与展示了《微型电场防静电传感器技术及应用》成果等。

会议期间，防静电装备分会谭慧新秘书长拜访了国家工程院刘尚合院士，向他介绍了近年来静电防护企业的发展与进步，介绍了有协会共建的防静电产业科技园，刘院士听了十分高兴，欣然接受邀请，并答应在适当时候考察防静电协会。

直升机的静电放电研究初探

梁合鹏¹, 孙可平²

¹ 第二军医大学, ² 上海海事大学

【摘要】本文主要讨论由复合型材料制作机身的直升机的带电特征和带电量。本文设计了一个测量模型,其中一部分是一个物体被吊在一个漂浮在离地面 40 到 80 英尺高度的直升机。这个测量方法是由一个简化的数值仿真模型来计算直升机的放电情况。

根据这项研究可以得出的初步结论是:合成材料机身的直升机与金属机身的直升机在静电放电的特性上有很大的区别。在相同的条件下,与金属机身直升机相比,合成材料机身直升机严格的接地网络能够将静电安全的释放。在所有的测量环境下,所测试的合成材料机身直升机或一个人在直升机里走动产生的静电放电电压都低于 STANAG 4235 标准规定的运输要求。

【关键词】直升机;飞机静电;静电安全技术

1. 引言

直升机在不同气候条件下的静电放电理论知识使直升机能够进行安全装载,安全运输,安全卸载,有效的保障了机组人员和设备的安全。在过去的几年里,新的直升机已经开始投入使用,比如复合型材料制成机身的中型运输或武装直升机。与以前的金属机身直升机不同的是,这些机身是由复合型材料制作的。以前的研究方向主要集中在沙漠环境下飞行的金属机身直升机,或者估计直升机在飞行过程中螺旋桨旋转时的加速周围空气的运动造成的放电影响并加以改进,使其影响最小化。因此,这项研究的主要目标是与金属机身直升机相比,是什么因素决定了复合型材料的直升机静电放电特征。根据北约标准化协定(STANAG)的标准 4235,这个研究结果确定了直升机静电放电和人员在操作时的静电放电所能承受的极限值。

2. 研究方法

本文设计了一个测量模型,其中一部分是一个物体被吊在一个漂浮在离地面 40 到 80 英尺高度的直升机。用自主研发的测量装置进行实地测量,一根导电的提升机线放在测量塔上的一个绝缘的金属圆盘里。圆盘的电压和电流的测量采用高压电阻进行电势分割,以及静电电压表。有一条导电通道从直升机的碳纤维叶片到提升机线的吊钩。

这个分压网络包含两个高压电阻器。此电阻器是无感厚膜电阻器且额定电压为 400 千伏。电阻器的长度为 1000mm,电阻器的型号为 Nicorm 1000.300。

电阻器的电阻值分别为 1G 欧姆和 10 兆欧姆。1G 欧姆的电阻一端与金属圆盘相连,另一端与 10 兆欧姆电阻相连,并且 10 兆欧姆电阻的一端接地。两电阻连接点的电势是用静电电压表测量,且在 2 毫米的距离无接触测量。使用的 Trek 347 静电电压表的测量范围是 3.3 千伏。

这个测量塔是由一个三脚架来支撑重量,测量塔支撑杆的材料是丙烯酸塑料管,此材料具有足够高的绝缘电阻和耐高压性。金属圆盘设计成一个底面直径为 80cm 和高为 7cm 的圆柱体,以此来避免吊钩滑出金属圆盘的范围。金属圆盘制作材料是铝,并且在圆盘上穿孔来减少直升机产生的大风的影响。

3. 直升机的放电模型

当直升机的螺旋桨运转时,空气中的颗粒物会和螺旋桨发生撞击。固体颗粒物(类似雪花)可能带电的方式有以下三种:第一、颗粒物撞击螺旋桨然后反弹出去,经过短暂的接触后出现电荷分离;第二、颗粒物在反弹出去之前在螺旋桨表面滚动;第三、颗粒物在螺旋桨上滑行。颗粒物携带的电荷是从螺旋桨上获得的,因此直升机可能携带电荷。携带的电荷数量取决于很多因素,包含颗粒物的数量、颗粒物的大小及分布、颗粒物的速度、螺旋桨的速度和螺旋桨与颗粒物的表面性质。本文模型中的颗粒物主要介绍固体颗粒物。

颗粒物和螺旋桨之间的碰撞主要由它们的圆周率的差异决定。圆周率 $v(r)$ 定义为:与螺旋桨的轴距离 r 、螺旋桨叶片的圆周率 ω 和螺旋桨的旋转频率

f_{rpm} 成正比。

$$V(r) = \omega r = 2\pi f_{\text{rpm}} r \quad (1)$$

为了简化运算分析,把螺旋桨的叶片近似看作圆棒。圆棒的直径近似等于螺旋桨叶片的厚度。颗粒与圆棒之间的碰撞的分析主要取决于斯托克斯参数 $Stk(r)$

$$Stk(r) = \frac{\rho_p C_c d_p^2 v(r)}{18\mu D} \quad (2)$$

公式(2)中, ρ_p 指的是颗粒物的密度;

C_c 是指滑动修正系数;

d_p 是颗粒物的直径;

μ 是空气的粘度;

D 是圆棒的直径。

碰撞的几率 $\eta(r)$ 取决于斯托克斯参数。在这个模型中选择圆棒代替螺旋桨叶片式可以简化运算分析。

空气(主要指其中的颗粒物)与螺旋桨叶片前端相互碰撞的频率主要取决于碰撞点到螺旋桨中心轴的距离。设定螺旋桨的内径 $R_s=2\text{m}$, 外径 $R=16.3\text{m}$, 将螺旋桨叶片等分成 10 个部分, 设定螺旋桨的转速为 256rpm, 假定空气中的颗粒物是均匀分布的, 在以上的条件下, 计算在螺旋桨叶片中点部分的碰撞率是可能的。根据这个模型, 直径小于 2 微米的颗粒物没有与螺旋桨的叶片碰撞, 因此在直升机的放电过程中的作用很微小。

空气流速 Δqv 与在整个圆棒长度 r 的一部分 Δr 有以下关系:

$$\Delta qv(r) = v(r) D \Delta r \quad (3)$$

颗粒物的流速 $\Delta \Psi_N$ 与圆棒的一部分 Δr 有以下关系:

$$\Delta \Psi_N(r) = \eta(r) \Delta qv(r) C_N = \eta(r) v(r) D \Delta r C_N \quad (4)$$

(4) 式中的 $\eta(r)$ 是在距离为 r 的碰撞的可能性, C_N 是颗粒物的数量浓度。电荷密度的最大值 S_{max} 是在颗粒物表面没有放电的情况下一个球形的颗粒物能够达到的。

$$S_{\text{max}} = \left(\frac{\pi \epsilon_0 E_c}{e} \right) d_p^2 \quad (5)$$

(5) 式中, ϵ_0 表示的是真空中的介电常数, 值为 $8.854 \times 10^{-12} \text{F/m}$;

E_c 表示的是静电放电的临界电场, 最大值为 $3 \times 10^6 \text{V/m}$;

e 是单位电荷且带电量为 1.6021×10^{-19} ;

d_p 表示颗粒物的直径。

由公式(4)和(5)可知, 电流的估计值 $\Delta I(r)$ 是由

螺旋桨叶片放电得到的。

$$\Delta I(r) = \Delta \Psi_N(r) e s = \eta(r) v(r) D \Delta r C_N e s \quad (6)$$

(6) 式中的 s 表示的是颗粒物携带的单位电荷量。在螺旋桨叶片上产生的总电流 I 可以用下式表示。

$$I = D C_N e \int_{R_s}^R \eta(r) v(r) s(r) dr \quad (7)$$

在这个模型中, 可以假设颗粒物的带电与碰撞速度无关, 而是与距离 r 有关。同时, 也可以假设颗粒物的带电量可以用 $s(r) = k s_{\text{max}}$ 进行简单计算。其中的 k 表示的是一个系数, 范围为 0 到 1, 将电荷量的数量与最大电荷量 s_{max} 相比较。因为事实上的电荷量明显低于最大电荷量是可能的, 所以使系数 $k=0.1$ 。

$$I = D C_N e k s_{\text{max}} \int_{R_s}^R \eta(r) v(r) dr = D C_N e k \left(\frac{\pi \epsilon_0 E_c}{e} \right) d_p^2 \int_{R_s}^R \eta(r) v(r) dr \quad (8)$$

上面的方程可以看出电流的产生与颗粒物的形状大小等特性有关系, 在方程中是用 d_p 表示的。通过将方程中的数量浓度 C_N 替换成质量浓度 c_m , 电流与颗粒物的质量浓度可以表示为:

$$I = \left(\frac{6 D K \epsilon_0 E_c}{\rho_p d_p} \right) \left(\int_{R_s}^R \eta(r) v(r) dr \right) c_m \quad (9)$$

在很多情况下, 颗粒物的分布可以用对数正态函数表示, 也就是大小分布表现为三个参数: 颗粒物的浓度 c_m 、颗粒物的平均大小和几何分布的标准差。因此, 颗粒物的大小对放电电流的影响是可以预测的。一个预测的例子为, 颗粒物的大小在 1 到 100 微米的范围内变化, 假定颗粒物的浓度是 100mg/m^3 , 几何分布的标准差为 2.5。

根据计算的结果, 在颗粒物的直径为 $20 \mu\text{m}$ 时, 螺旋桨叶片很难放电。直升机工作时使地面或者沙漠上的灰尘在空气中运动, 这种情况下在一定的区域内颗粒物的大小分布随着颗粒物大小的平均分布变化是非常可能的。

4. 结果与分析

这些结果都总结在表 1 中(文中略去)。直升机在晴朗天气的情况下静电放电很微弱, 放电的主要原因是直升机排放的废气电荷失衡。直升机在晴朗的天气的情况下最大电势小于 2kV , 直升机电势为 300V 时, 连续放电电流为 $0.3 \mu\text{A}$ 。这个数据是在直升机电势为 300V 的情况下, 吊钩与测量塔上的金属圆盘接触几秒后达到稳态状态的电流值。

直升机在强降雪的天气条件下静电放电很强, 在直升机上测得的最高电势为 -62kV , 在 20kV 的稳态电压的情况下连续放电电流为 $19.6 \mu\text{A}$, (下转第 21 页)

微米间隙下静电击穿电压出现的新特点

王荣刚, 孙玉荣

苏州天华超净科技股份有限公司, 苏州 215121

【摘要】随着集成电路的集成度越来越高,内部封装的电极间隙越来越小,达到微米甚至亚微米量级,常规大间隙气体放电击穿规律不适用,微间隙下气体击穿放电将出现新的特点。为更清晰的了解微间隙下气体放电的特性,本文设计了一种微间隙机械调节装置,其最小的分离间隙为 1 μ m。在此间隙下,研究了针-板电极的放电和击穿特性,发现此微间隙下,击穿电压低于 100V (静电防护安全标准)。这一结果为微电子行业防静电标准的制订和防护措施的修正的提供了实验依据。

【关键词】微间隙; 击穿特性; ESD/EOS

New characteristics of Gas Discharge in Micrometer Gap

WANG Ronggang, SUN Yurong

Suzhou TA&A Ultra clean technology ,LTD, Suzhou Jiangsu 215121

【Abstract】With the development of integrated circuit manufacturing technology, the inner separation between two line or electrode is becoming smaller and smaller, which can reach micron or even sub-micron level, and the rule of gas discharge in conventional gap is not applicable. For a clearer characteristics study of the gas discharge in micrometer gap((1 μ m~100 μ m)), this author designs an three-coordinates experimental device with adjusting dielectric gas and pressure to find the discharge rule in two different electrode space configuration. They are facing configuration and planar configuration. Every configuration owns three different electrode structure, which are Pin to Plate, Wire to Plate, Plate to Plate. We recorded the breakdown voltage and U/I curve in different test situation and found that the gas breakdown voltage deviates from classic Paschen's law when the gap is less than 10 μ m. In particular, when the separation is below 4 μ m, the breakdown voltage is less affected by the gas pressure factor and will reduce to below 100V, which is lower than current ESD protection safety standards. The results provide an experimental basis for the formulation of ESD protection standards and protection measures.

【Keywords】Micrometer Gap; Breakdown Characteristics; ESD/EOS

0 概述

一直以来,集成电路的发展都基本遵循着摩尔定律在发展。即当价格不变时,集成电路上可容纳的元器件的数目,约每隔 18-24 个月便会增加一倍,性能也将提升一倍。当前,成熟半导体封装工艺已经发展到 12nm,这代表的是半导体的栅宽降低到了 12nm,当前台积电、三星和英特尔都在发展低于 12nm 的工艺路线,比如 7nm,甚至 5nm,而即使在 14-16nm 技术节点上,目前主流的英特尔,三星和台积电的集成电路的最小金属间隙也达到了 52-64nm。

在这一尺度下,击穿规律已经不再遵循传统的汤森放电机制;静电防护标准也不再适用。当前电子行业静电防护标准以美国 ESDA 协会 ESD S20.20 为

主,在这份标准中以及国内电子行业 SJ/T 10694 标准中,对于与产品接触的资材的摩擦电压要求控制在 100v,在相对宽的间隙下,100v 的电压不会造成原件电极之间的击穿,但在如此小间隙下,却是一个未知数。放电造成原件损伤一般有两种形式,第一种是直接损坏,第二种是“负伤前行”,换言之,也就是器件产生瑕疵,性能降低了。第一种是可以通过后续品质测试测试出来的,第二种是使用一段时间后或者在特定的条件下会出现故障甚至损坏。基于以上,所以研究微米以及亚微米间隙下,双电极放电的特性有十分现实的意义。

1 实验情况描述

本文主要关注针-板放电结构在微小间隙下的

击穿电压规律和击穿的放电模式。后续会进行系列实验研究,针对板放电结构如图1所示。

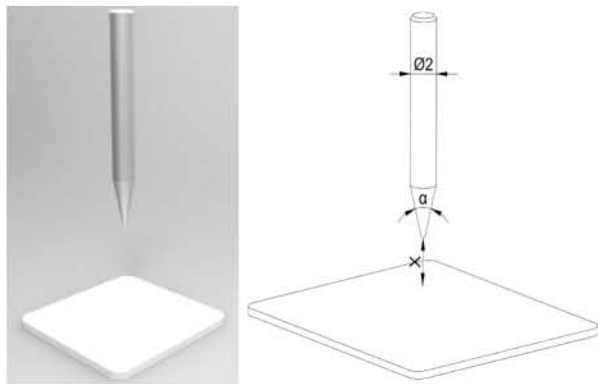


图1 针对板放电结构示意图

此实验着重评估在微间隙下同一金属材料不同曲率半径的针尖对同一材质金属板材放电和击穿的差异点,实验中共涉及3种不同曲率半径的针尖,分别为50 μm 、100 μm 和150 μm 的曲率半径;实验样本分别为3根针,得到放电起始电压和击穿电压数据各9组,通过对这些数据的汇总分析,得出了一些基本的规律,用放电起始电压来指导“负伤前行”的软损伤防护,用击穿电压来指导“直接损坏”的硬损伤防护,对于微间隙制程或者产品的静电安全防护有很好的借鉴作用。

实验的测试原理图如图2所示:

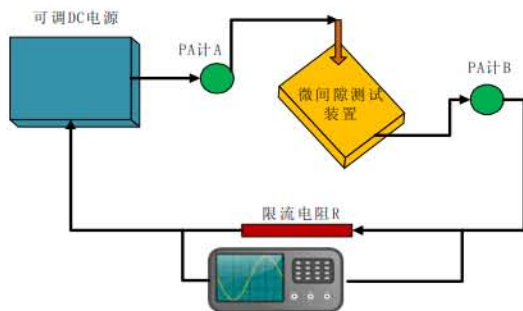


图2 实验回路示意

实验中电源选择的是汉昇普源公司的HSPY-600电源,可以实现从0—1000V正负输出;支持1V档位调整;纹波小于0.1V。

PA计选择KEITHLEY公司6485 PICOAMMETER;限流电阻R选择10M Ω ;
微间隙调节装置为自行设计,可以支持从

0—10000 μm 调整,回程误差为10 μm 。

放电电极针的材质为TA5钛合金,放电板的材质为304不锈钢;

示波器选择Tektronix的DPO 4104B,来实时监测限流电阻两端的电压动态。

2 实验步骤和结果

实验位移装置采用螺旋传动,每一小格为1 μm ,实验步骤如下:

1) 按照图2所示连接好线路,将50 μm /100 μm /150 μm 的发射针安装到预定位置,确保发射针与304不锈钢分离,测试回路通电,供电电压5V;

2) 缓慢旋转螺旋传动结构直至针板连接,判断依据是查看示波器上限流电阻上有电压存在;

3) 反向旋转螺旋传动结构,在多次调试中,发现其回程差为10 μm ,在调整过10 μm 后,缓慢旋转螺旋传动结构,直至分离,每次旋转间隔为1 μm ,分离的判断依据是查看示波器上限流电阻的电压消失;认定此时间隙为1 μm ; (实际上 $x < 1\mu\text{m}$)

4) 调节直流稳压电源,使其输出电压以1V的间隔递增;递增监测时间为1s;将示波器调整为自动捕捉模式,上升沿触发;

5) 当示波器上开始出现上升沿脉冲时,记录此时的输出电压 U_{o1} ;

6) 继续增加电压输出,直至完全击穿,记录此时的输出电压 U_{o2} ;

数据记录如表1、表2和表3所示:

表1 50 μm 曲率半径针头电压数值记录

放电针样品	放电起始电压 U_{o1} (V)	击穿电压 U_{o2} (V)
50 μm -1	30	67
50 μm -2	33	70
50 μm -3	28	64

表2 100 μm 曲率半径针头电压数值记录

放电针样品	放电起始电压 U_{o1} (V)	击穿电压 U_{o2} (V)
100 μm -1	40	70
100 μm -2	44	76
100 μm -3	47	80

表3 150 μm 曲率半径针头电压数值记录

放电针样品	放电起始电压 U_{o1} (V)	击穿电压 U_{o2} (V)
150 μm -1	65	110
150 μm -2	57	95
150 μm -3	70	130

以 $150\mu\text{m}-1$ 的样品为例, 实验中截获波形如下图 3、图 4、图 5 所示:

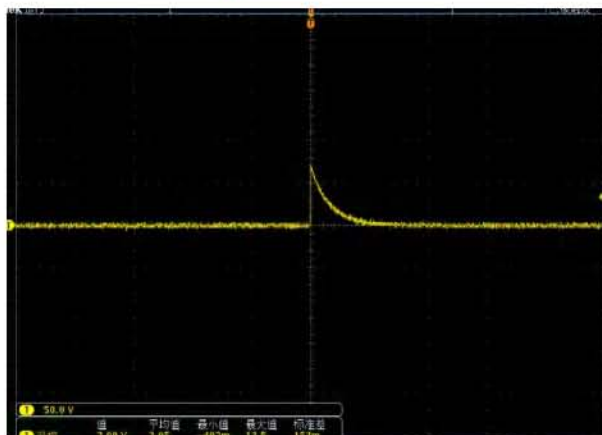


图 1 65v 供电电压下, $150\mu\text{m}-1$ 的起始脉冲放电图形

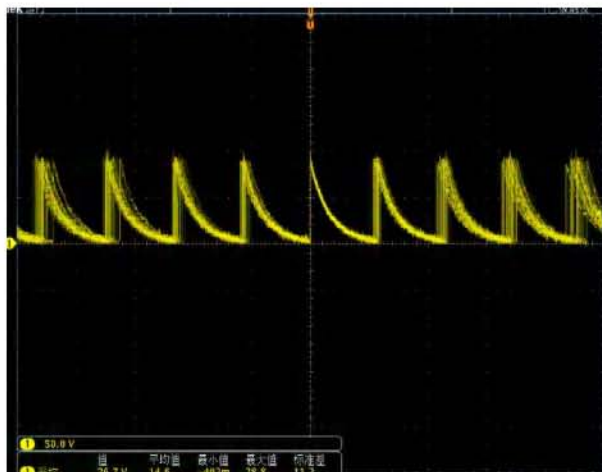


图 2 98v 供电电压下, $150\mu\text{m}-1$ 的脉冲放电图谱

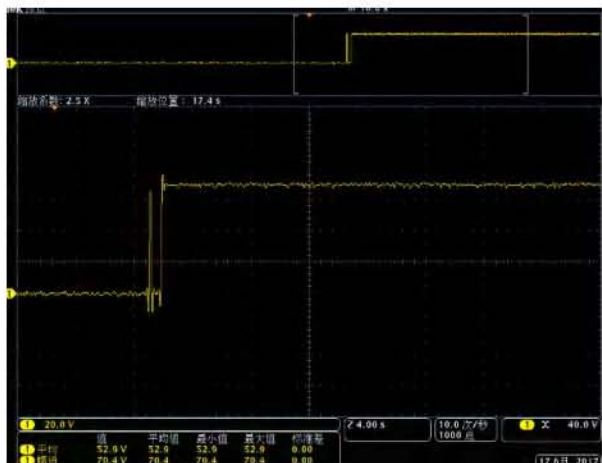


图 3 110v 供电电压下, $150\mu\text{m}-1$ 的整体击穿放电图形

在以上的实验中, 发现以下规律:

1) 在实验条件下的最小间隙情况下, 其击穿电压仅为 64V ; 可以预见的是在 nm 级别, 其击穿电压会更低; 此实验中定义的击穿是达到火花放电的程度, 判断依据是电阻上的数值符合欧姆定律;

2) 针对板放电结构下, 针尖曲率半径越小, 同等供电电压下, 其针尖场强越集中, 越容易产生放电脉冲, 并且其击穿电压也会相应的降低;

3) 在电极间距时, 观察放电电流的时域特性可以得知, 当放电电压达到击穿电压时, 放电间隙将会产生逐渐的并不具备周期性的火花放电特性, 之后将达到持续的电弧放电, 整个间隙完全击穿。

3. 总结

本文利用一种自制的螺旋传动结构, 对三种不同曲率半径的钛合金 TA5 针对板放电进行了研究, 给出了详细的实验方案, 得到了三种不同曲率半径在一个微小间隙下的放电起始电压和击穿电压, 这些有脉冲放电的电压远远低于当前静电安全防护要求中的 100V 的要求, 并且由于实验条件限制, 此实验仅仅实现了 $1\mu\text{m}$ 左右的间隙下的研究, 对于当前电子工业中常规的 nm 级别的间隙, 可以预想的是其脉冲放电的电压会更低, 也就需要更高的静电防护水平。另外, 从不同曲率半径的针头击穿规律看, 同等间隙下, 曲率半径越大的越难放电, 这也是集成电路设计中做 layout 设置时需要考虑的。

此实验中后续需要改善和跟进的事项如下:

1) 提升调整精度, 尽量降低回程误差; 避免因为回程误差造成更换不同针头时, 其间距产生偏差;

2) 多次重复实验, 舍掉最大最小值, 做相应的规律数据整理;

3) 对超过 $1\mu\text{m}$ 以上的部分做多点测试, 评估再 $1-50\mu\text{m}$ 间隙下, 不同间隙下的击穿规律, 根据这个规律, 可以对亚微米的间隙条件做推算。

无刷直流电机在 FFU 领域的应用及前景展望

张敏, 李华, 丁迎

常州祥明电机有限公司

【摘要】FFU 在节能减排的大环境下,逐渐走上以无刷直流电机代替单相交流电机的道路。分析了 FFU 的单相交流电机解决方案存在的问题,介绍了 FFU 应用无刷直流电机带来的节能化和智能化优势,展望无刷直流电机在 FFU 领域的应用前景。

【关键词】FFU; 无刷直流电机; 节能化; 智能化

The Application and Perspective of Brushless DC Motor in FFU

Zhang Min, Li Hua, Ding Ying

【Abstract】To save energy and reduce pollution discharge, FFU become to use BLDC motors to replace single phase AC motors. Analyzing the disadvantages of the solution of FFU which use single phase AC motors, and introduce the advantages of the FFU solution with BLDC Motors which can reduce energy consumption and make FFU become intelligent. And the foreground of FFU with BLDC motor is also prospected

【Keywords】 FFU; BLDC motor; Energy saving; Intelligentize

0 前言

随着经济的发展和生产技术的不断进步,各行各业对生产环境的要求也在不断提高。尤其是在液晶切割、集成电路制造、医药食品加工等许多行业,对于洁净厂房的需求日益增加。与此同时,节能环保的理念也深入人心,减排增效已经成为社会共识。以单相交流电机作为核心组件的传统 FFU 已经越来越不能满足人们对于降能耗、增效率、易控制、智能化的 FFU 系统的需要。无刷直流电机应用于 FFU,能更好地满足用户对于高效、清洁、智能的新 FFU 的要求。

1 传统 FFU 的交流电机解决方案存在的问题

风机过滤单元(机组/滤扇),简称 FFU,是将风机和过滤器(高效过滤器或超高效过滤器)组合在一起,自身具备独立动力的末端空气净化设备。早在 20 世纪 60 年代它就已经出现并得到实际应用了。其原理就是利用风机旋转,从顶部吸入空气,通过过滤器过滤之后再送入洁净室。作为其动力核心的电机可以称之为 FFU 的“心脏”。传统的 FFU 的多数采用的是单相交流电机,也有采用三相交流电机的个案,但是其额定功率相对 FFU 应用来说偏大(单台 FFU

电机的输出功率多为 1/2 马力以下),使得电机实际上工作在低效区,因此使用实例比较少。

传统 FFU 采用单相交流电机的主要原因固然是单相交流电机具备价格上的优势;其装配方便,维护也简单,因此在很长时间内都是 FFU 厂商的首选。但是随着社会的进步,人们环保节能的意识不断提高,用户对 FFU 的运行费用也更加关注,FFU 厂商不得不正视单相交流电机的固有缺点给 FFU 应用带来的一系列问题:

1.1 电机效率低

由于转差率等因素的存在,使得单相交流电机本身的效率比较低,相关资料介绍很难超过 70%,而且在中低速的工作段,其效率会更低。此外,未能转化的能量还会转化为电机散发出的热能,增加了空调系统负载,进一步降低了能效。

1.2 缺乏合适的控制方式

在额定功率范围内,单相交流电机速度随负载的变化而变化的幅度较小,所以经常需要通过外部附加控制组件来适应 FFU 应用中的调速要求。各种控制方式,均存在一定的缺陷:

1) 多档开关控制:只能满足固定的几档转速,倘

若实际需要的转速不在可选档位中时,就必须重新设计电机,明显缺乏灵活性,与同步转速差距越大的档位意味着更低的效率。

2) 以可控硅斩波调压和 MOS 管单相全桥调压为代表的无级调速控制:此类方式的调速比一般不超过 2。这些控制器不仅增加了成本,使得交流电机的价格优势下降;而且本身也带来一些新的问题,比如:电机效率不可避免的进一步下降,额外产生更多的发热问题、还可能导致功率因数下降,产生大量谐波,污染电源。

3) 遥控及计算机集中控制:随着计算机技术的发展,使得用户对于 FFU 的监控要求已经从单个或者小规模的集中控制,向着规模化、系统化的网络控制转变,为了适应这一变化,使用交流电机的 FFU 不得不“附加”上各种具备通信能力的控制器、传感器等“附件”将电机上的各种运行信息和故障状况采集、整理并反馈到由计算机或者遥控设备主控的通信网络中去。鉴于技术上的先天不足,这类方案并不能提高电机的效率,但是会进一步提高成本,变得不可取。

2 FFU 应用无刷直流电机解决方案的优势

FFU 的无刷直流电机解决方案,就是以无刷直流电动机取代单相交流电机成为 FFU 的“心脏”。然而,对于 FFU 来说,应用无刷直流电机,带来的不仅仅是一颗更加强劲有力的“心脏”,还带来了更加聪明的“大脑”。FFU 的“无刷化”,引发 FFU 的“节能化”、“智能化”。

无刷直流电机——它是采用永磁体励磁的转子和电子驱动的机电一体化产品。简述其的工作原理,就是依靠驱动电路改变电机定子线圈上的电流交变频率以及波形,从而形成绕电机旋转的磁场,并由该磁场驱动转子上的永磁体转动。

无刷电机分为许多种类:比如有正弦波驱动的,也有方波驱动的;比如有带位置传感的,也有无位置传感的;有驱动与电机整合为一体的,也有驱动电路与电机分离的等等。它们各有特点,应用于不同领域。但是无论哪种方案,相比单相交流电机,无刷直流电机更高效、更节能、更可控、更智能。

2.1 更高效、更节能

无刷直流电动机具备比单相交流电机更高的效率,其原因主要可以归纳为以下两点:

1) 采用永磁体作为转子,因此无需定子产生变化磁场然后让转子感应生磁,这样就节省了磁电转换间

的能量损失,并且转子上没有电流也降低了损耗——可以理解为电机本身是不断的“支付”电能然后转换为机械能的设备,现在其中一部分用磁能(永磁体)一次性提前“支付”掉了,自然节省了能源;

2) 而且无刷直流电机和交流异步电机不同,它作为同步运行方式,消除了感应电机转子铁心的转频损耗。

上述为理论分析,下列图表为箱体规格完全相同的一组(配置单相交流电机和配置无刷直流电机)性能比对测试数据。

表 1 无刷直流电机与单相交流电机输入功率比对

	力矩 (N*m)	转速 RPM	输出功率 W	输入功率 W	输入功率差 W
单相AC电机	0.2	1477	30.9	163.8	112.3
BLDC电机	0.2	1477	30.9	51.5	
单相AC电机	0.3	1471	46.2	175.5	109.5
BLDC电机	0.3	1471	46.2	66.0	
单相AC电机	0.4	1465	61.4	189.4	105.3
BLDC电机	0.4	1465	61.4	84.1	
单相AC电机	0.6	1453	91.3	207.4	91.9
BLDC电机	0.6	1453	91.3	115.5	
单相AC电机	0.8	1442	120.8	228.5	80.1
BLDC电机	0.8	1442	120.8	148.4	
单相AC电机	1.0	1432	149.9	250.3	67.6
BLDC电机	1.0	1432	149.9	182.7	
单相AC电机	1.2	1409	177	279.5	68.5
BLDC电机	1.2	1409	177	211	
单相AC电机	1.4	1394	204.4	327.3	80.8
BLDC电机	1.4	1394	204.4	246.5	

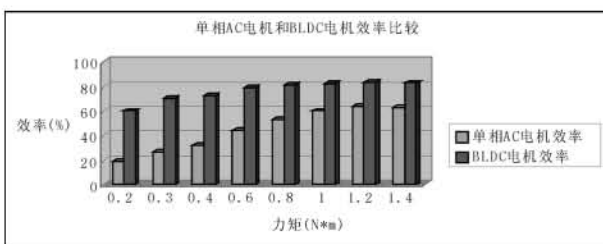


图 1 单相 AC 电机和 BLDC 电机效率比较

表 1 和图 1 是纯电机角度的比较,可以看到在负载较轻的情况下,上表中单相交流电机的效率与无刷直流电机的效率之差可以达到 40%,而负载较重的情况下,其效率差也保持在 20%。图 2 为无刷直流电机的 FFU 与单相交流电机的 FFU 其风量、功率比对(截取部分测试数据)。

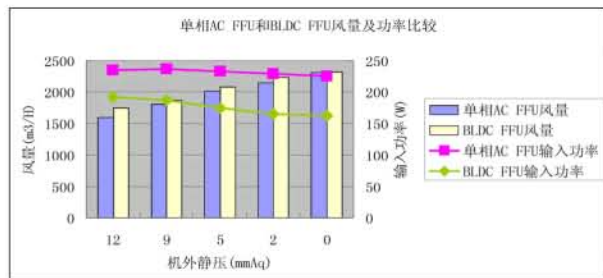


图2 单相AC FFU和BLDC FFU风量及功率比较

从图2中不难看出，如果以FFU所需风量为 $2000\text{ m}^3/\text{h}$ 左右，机外静压在 5 mmAq 计算的话，单台无刷直流电机FFU比单相交流电机FFU节省 58 W 以上的功率。

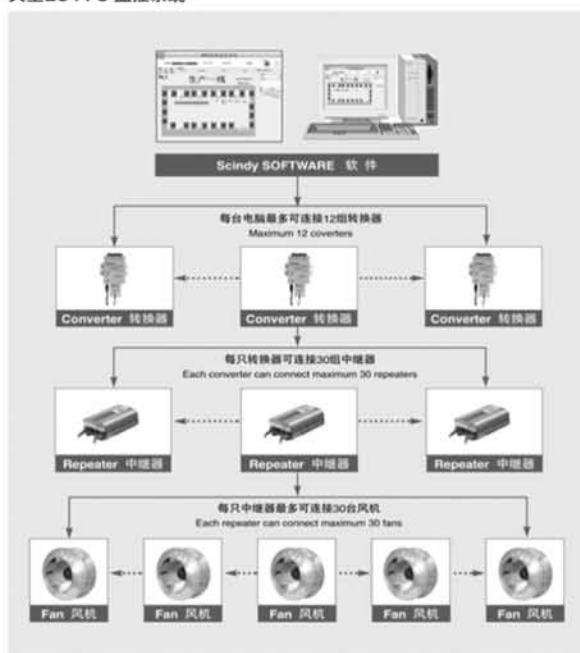
2.2 更可控、更智能

相比交流电机纯粹的机械产品“身份”，无刷电机是“天生的”机械与电子的“混血儿”。

和交流电机不同的是，本身就需要自带电子部分的无刷直流电机在设计之初就可以将控制上的各种考量包含其中。更宽的调速范围、更强大的保护能力、“速度环+电流环”的先进控速算法这一切都可以在产品的设计阶段就将其植入。当交流电机还需要额外添置各种控制器或控制线路时，无刷直流电机在设计驱动线路时就可以将各种控制要求整合其中。利用DSP、单片机甚至专用的电机驱动芯片，搭配上各种电流、电压采样电路甚至各种类型的传感器，无刷直流电机甚至可以按照用户的要求定制各种控制方式：恒转速控制、恒风量控制、甚至根据风量自我调节转速、更佳功率因数补偿……等。只要设计功能更丰富的线路板、只要编写更复杂的算法程序、只要安装位置和结构允许，这些“定制要求”都可以借助无刷直流电机的“驱动部分”做到。

如果搭配上通信线路部分，无刷直流电机还可以成为一个智能终端链接入智能控制网络中。这个网络将无刷电机作为其中的工作节点，由专用的控制器、中继设备甚至计算机、计算机网络作为主控节点，借助控制软件赋予无刷化的FFU更加多样化、更加智能化的应用功能。FFU的厂商完全可以根据客户的要求为其量身定做完整的解决方案。FFU的使用者则可以借助智能网络节省下大量的人力物力，更加方便的监控FFU的工作情况。

EC FFU control system for large clean rooms 大型EC FFU 监控系统



本系统不仅能实时的显示每一台FFU的转速、状态、故障与否，而且能精确的远程控制每一台FFU的运转转速。借助无刷直流电机的电子化、数字化的自我诊断线路，用户可以准确的知道发生故障的每一台FFU的故障原因——一旦发生故障，无需用户动手，FFU本体立即会保护性的关停，保证安全。借助“软件制图”，用户还可以定位自己的每一台FFU所在的位置——与现场真实位置一一对应。在此基础上用户还可以利用“定时任务”功能，设置FFU在不同的时间段自动以不同的转速运行，从而降低非工作时间的能耗——一次设置就可以长期使用，完全无需人为干预。该系统的规模还比较小，属于万台规模的FFU监控系统。中国公司还开发了一套以TCP/IP协议为基础的扩展型新FFU监控软件，以服务器作为基站，控制规模理论上可达数百万台FFU。

此外，无刷电机相比交流电机增加的电子部分带来的一些不利因素也在逐渐被消除。比如电磁兼容问题，通过设计上的优化，我司的无刷电机都符合GB 17799.4-2012（等同 IEC61000-6-4:2011）、GB/T 17799.2-2003（等同 IEC61000-6-2:1999）等国家标准（及等同的国际标准），完全可以在较为复杂的电磁环境中正常运行，同时不会污染周边正常的电磁环境。

3 无刷直流电机在FFU领域的应用前景展望

尽管无刷直流电机应用于FFU的进程较

为迟缓,但市场前景广阔、发展潜力巨大的无刷直流电机在 FFU 领域的应用已是大势所趋。

3.1 中国进入洁净技术产业发展高潮

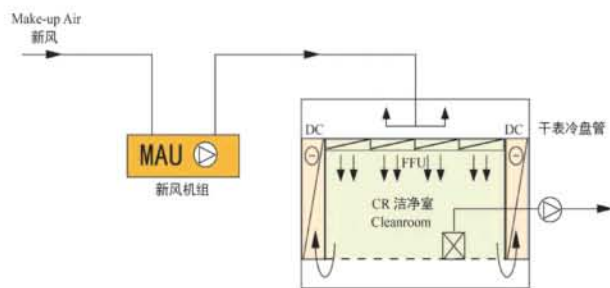
近 10 余年受信息产业、医药产业、医疗卫生事业的推动,中国洁净技术产业进入发展高潮。以最具有代表性的电阻液晶面板 (即 TFT-LCD, Thin Film transistor Liquid Crystal Display 薄膜晶体管液晶显示器) 为例,中国大陆作为全球最大的电视制造中心,年产量超过 1.4 亿台,为全球最大显示器市场。投产和在建的 8.5 代线 (基板尺寸 2200×2500 mm) 共 11 条 (已投产 8 条:京东方北京、合肥、重庆各 1 条;深圳华星光电 t_1 、 t_2 二条;苏州三星、LG 广州、中电熊猫各 1 条。在建 3 条:中国电子四川;惠科集团重庆;京东方福州)。

每条 8.5 代线需要洁净厂房面积为 22 万 m^2 ,仅此 1 项中国就新增洁净厂房面积近 250 万 m^2 。

3.2 FFU 成为洁净室 HVAC 系统的主角

洁净室 HVAC (Heating Ventilation Air-Conditioning) 系统,即净化空调系统。对 IC 工厂、TFT-LCD 液晶面板厂其系统流程已定型,即 MAU+FFU+DC。

该系统的特点:将空调与净化功能分离;温度、相对湿度、洁净度分开控制。



- MAU, Make-up Air Unit 新风机组控制净化空气的相对湿度。
- FFU, Filter Fan Unit 风机过滤单元提供足够的净化风,保证洁净室 / 厂房的洁净度。
- DC, Dry Cooling 干表冷盘管控制净化空气的温度。

TFT-LCD 8.5 代线面板厂通常包括《阵列车间 ARRAY》、《彩膜车间 CF》、《成盒 CELL/ 模组 MODULE 车间》,需要净化面积 22 万 m^2 ,FFU 用量 41241 台 (规格 1175×1175 mm, 额定风量 2000 m^3/h ·台,承担洁净厂房 8248 万 m^3/h 的净化风量)。

如用循环风空调机组 (RHU, Recirculation Air Handling Unit) 替代 FFU 和 DC 需要 825 台

(RAU——风量 10 万 m^3/h ; 外形尺寸:宽 3.6 m,高 4.2 m,长 10 m) 技术上可以做到,但实际上不可行,因无法提供安装 825 台 RH 的机房。洁净室 HVAC 系统的需求,催生了 FFU——一种新型末端空气净化设备。

3.3 FFU 是洁净室 HVAC 系统的主流产品,也是唯一选择

(1) 功能上无可替代的产品,将万余台 FFU 布置在洁净厂房上技术夹层 (俗称“送风天花”),解决净化风量所需机组 (FFU 取代 RHU) 的机房难题。

(2) 非常低的风机温升。FFU 的风机温升只为 RHU 的 1/3,一般为 0.5℃ (配无刷直流电机的 FFU 更低一些)。

空气通过风机时的温升计算 (数字表达式):

$$\Delta t \times C \times \rho \times \eta_1 \times L = 3.6 \times \frac{L \times H}{3600 \eta_2} \times \eta$$

式中: Δt ——空气通过风机后的温升,℃;

C——空气的比热,1.013 kJ/kg·℃;

ρ ——空气的密度,1.2 kg/ m^3 ;

L——风机的风量, m^3/h ;

H——风机的全压,Pa;

η_1 ——风机全压效率 (取实际效率);

η_2 ——电动机效率,一般为 0.8~0.9,取 0.85;

η ——电动机安装位置修正系数 (装在气流内, $\eta=1$; 装在气流外, $\eta=0.85$;

$$1 \text{ Pa} = 1.0197 \times 10^{-5} \text{ kgf/cm}^2 = 0.102 \text{ kgf/m}^2$$

$$1 \text{ kgf} \cdot \text{m/s} = 9.8067 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 3.6 \text{ kJ/h}$$

最终数学表达式为:

$$\Delta t = \frac{3.6 \times \frac{L \times H}{3600 \eta_2} \times \eta}{1.013 \times 1.2 \eta_1 \times L} = \frac{0.0008 H \times \eta}{\eta_1 \times \eta_2}$$

● FFU 的风机全压为 300 Pa, 风机的全压效率,一般取 $\eta_1=0.6$,查表,风机温升为 0.5℃。

● RHU 的风机全压为 1200 Pa, 风机的全压效率,一般取 $\eta_1=0.7 \sim 0.8$,查表,风机温升为 1.5℃。

● 电动机在气流内,取 $\eta=1$ 。

● 实测结果与表中数值基本相符。

3.4 FFU 配置无刷直流电机是最佳选择

高世代面板生产线 (6 代以上, 基板尺寸大于 1500×1850 mm) 其加工设备体形大、工艺流程长、工

空气通过风机时的温升 Δt ,

风机全压 (Pa)	电动机在气流外 ($\eta=0.85$)				电动机在气流内 ($\eta=1$)			
	$\eta_1 = 0.5$	$\eta_1 = 0.6$	$\eta_1 = 0.7$	$\eta_1 = 0.8$	$\eta_1 = 0.5$	$\eta_1 = 0.6$	$\eta_1 = 0.7$	$\eta_1 = 0.8$
300	0.48	0.40	0.34	0.30	0.56	0.47	0.40	0.35
400	0.64	0.53	0.46	0.40	0.75	0.63	0.54	0.47
500	0.80	0.67	0.57	0.50	0.94	0.78	0.67	0.59
600	0.96	0.80	0.69	0.60	1.13	0.94	0.81	0.71
700	1.12	0.93	0.80	0.70	1.32	1.10	0.94	0.82
800	1.28	1.07	0.91	0.80	1.50	1.25	1.08	0.94
900	1.44	1.20	1.03	0.90	1.69	1.41	1.21	1.00
1000	1.60	1.33	1.14	1.00	1.88	1.57	1.35	1.18
1200	1.92	1.60	1.37	1.20	2.26	1.88	1.61	1.41

件传递不得断续,生产厂房采用大体量、大跨度的布局且连续生产。投资大、能耗大、来自降低成本的压力也大(电视机整机的利润仅为2%,70%以上的成本和技术升级来自于面板生产线)。降低能耗、提高成品率是保持利润空间的重要路径。液晶电视面板生产线选用的FFU,不仅是“海量”而且要求:高效、节能、可控、智能。

1) 节能

根据实测数据:

● 风量 $2000 \text{ m}^3/\text{h}$,机外静压 5 mmAq 柱时单台无刷直流电机 FFU 比单相交流电机 FFU 节省 58W 功率。

● 全年 300 天,生产线 24 小时不间断运行,工业用电电价 $0.8 \text{ 元}/\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

以万台规模为例,全年可节电:

$58 \text{ W}/\text{台} \times 24\text{h}/\text{天} \times 300 \text{ 天}/\text{年} \times 1 \text{ 万台} \times 0.8 \text{ 元}/\text{kW}\cdot\text{h} \div 1000 = 334 \text{ 万元}/\text{年}$,一条 8.5 代液晶面板生产线,需 41241 台 FFU,节能 1377 万元/年。

2) 可控,且方便。

鉴于下述原因,对 4 万余台 FFU 可控:

1) 调整 FFU 转速,满足洁净度要求的同时满足噪声要求(单向流区域 $\leq 65\text{dB(A)}$;非单向流区域 $\leq 60\text{dB(A)}$)。

2) 满足洁净度同时,FFU 处于低风速运行。随着运行时间增长,为克服 FFU 内高效/超高效滤芯阻力递增的要求,逐步提高 FFU 转速。

无刷直流电机 FFU 很容易实现无级调速和群控。

(上接第 13 页) 直升机上的能量存储在 600pF 的电容和 63kV 电压下为 1.15J 。在降雨的天气下直升机的静电放电能力比强降雪的天气更强,在不是大雨的情况下,直升机上测得的最高电势为 -72kV ,在 22.5kV 的稳态电压的情况下连续放电电流为 $22.06 \mu\text{A}$,能量存储为 1.56J 。

实验结果符合本文中介绍的放电模型,在降雪和降雨的气候条件下测量颗粒物放电的最高电势高于颗粒物直径为 $2 \mu\text{m}$,也可能高于 $20 \mu\text{m}$ 甚至更大。

这些测试是在 6 种不同的气候条件下进行的,实验结果表明在强降雨的条件下所试直升机的静电放电最强。沙尘暴天气或沙漠环境下,金属机身的直升机放电电压可以达到 140 kV ,这个实验的测试在本文中没有涉及。在降雨的条件下,直升机放电的极性是变化的,变化可能是降雨的强度和雨滴的大小。

直升机起飞升空时发动机排出废气对直升机的放电影响是很微小的。然而,由起飞前辅助动力单元产生的离子流对直升机的放电影响是显著的,大小为 -22.6kV ,这是由于带正电荷的颗粒物和废气一起被排出,脱离了直升机。测试时用一个绝缘垫将直升机与地面隔开,对于一架金属机身的直升机而已,由于排出废气,最大放电电压可以达到 35kV 。

5. 小结

根据这项研究可以得出:合成材料机身的直升机与金属机身的直升机在静电放电的特性上有很大的区别。在相同的条件下,与金属机身直升机相比,复合型人才直升机严格的接地网络能够将静电电流安全的释放。在所有的测量环境下,复合型人才直升机产生的静电放电电压都低于 STANAG 4235 标准规定的运输要求。

浅谈 PU 防静电鞋开胶现象

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】简述了 PU 底连帮防静电鞋开胶的可能原因, 针对性的提出了对刷胶工艺的改善建议, 并通过干燥工艺对比试验, 选择出最优的刷胶、浇注再干燥方案。

【关键词】聚氨酯; 浇注; 后处理; 烘干。

防静电工作鞋是将洁净室中工作人员的人体静电电荷导向大地最有效和最可靠的方案之一, 同时还有效地抑制了人员在无尘室中的走动所产生的灰尘^[1,2]。目前防静电鞋主要采用导电材料 PU 或 PVC 材料制作鞋底, 浇注型芳香族异氰酸酯类聚氨酯 (PU) 材料 (TDI 及 MDI 等) 由于密度小、弹性极佳及具有较高的穿着舒适度, 并且配方易于调整和成型加工工艺简单, 从而成为防静电工作鞋产品广泛使用的基体高分子材料^[3]。但实际使用过程中预处理剂或胶粘剂的不正确使用和操作方法, 长期穿着、放置、清洗或烘干过程, 都会导致 PU 防静电鞋的鞋帮帮脚与外底贴合层经常会出现开裂现象^[4]。由于开胶问题造成的返厂和退货, 不仅耗费企业大量的人力、物力和财力, 极大的影响了企业信誉和品牌形象, 损害了消费者的合法权益, 也因此逐渐失去现有和潜在客户的信任。针对市场上销售的 PU 底连帮鞋出现的多种开胶现象, 结合我公司鞋厂多年来的试验和生产实践, 文中提出了一些改善性建议, 供大家借鉴和参考。

1. PU 底连帮防静电鞋开胶的原因分析

PU 底连帮鞋出现的开胶现象的原因主要有:

①未正确使用合适胶种

PU 底连帮鞋的不同部位对胶粘剂的工艺性能、粘结强度、柔韧性、外观要求均不同, 其中鞋帮和鞋底的粘结性能要求较高, 而且要求初粘性能佳, 以适应流水线快速成型的需要, 同时胶膜要能承受数万次的反复屈挠, 并且对环境温度不敏感, 夏热不开胶, 冬寒不脆化, 要求雨水和汗液对粘结强度不会产生明显影响。目前, 只有聚氨酯胶粘剂能够满足上述要求, 并且价格合理。如需胶粘剂具有良好的耐水解和耐温水洗性能, 建议使用 HDI 型聚氨酯胶粘剂, 如果需要胶粘剂具有良好的户外使用性和耐暴晒性, 建议使用 MDI 型聚氨酯胶粘剂。

②未选择合适的厂家

综合考虑粘结效果、成本、操作性和生产效率, PU 底连帮防静电鞋几乎都是采用溶剂型聚氨酯胶粘剂。PU 鞋用胶粘剂的生产厂家主要分布在广东东莞和佛山, 台资有东莞南宝树脂、东莞力宝树脂、广州大东树脂, 内资有东莞多正化工、南海南兴树脂、南海霸力化工、南海南光树脂。想要得到稳定的粘结品质, 推荐选择这些行业内知名度高, 产品成熟稳定的胶粘剂厂家。

③胶粘剂偷工减料或配制不规范

有些厂家为了节约成本, 往往忽略或故意不使用交联剂, 而在胶粘剂使用前加入质量分数 3~5% 的交联剂, 可以使得胶粘剂大分子间形成网状结构, 极大的提高胶层的耐热性和耐 (温) 水洗性。

聚氨酯胶粘剂常用的多异氰酸酯交联剂大都是配制为乙酸乙酯溶液销售, 国内产品良莠不齐, 建议使用德国 Bayer 公司的 Desmodur R 系列产品, 其规格见下表 1:

表 1 PU 胶粘剂常用交联剂

产品牌号	溶剂	固体质量分数 /%	NCO /%	粘度 /mPa·s	备注
Desmodur RE	醋酸乙酯	33	9.3 ± 0.2	约 3	适于浅色制品
Desmodur RFE	同上	27	7.2 ± 0.2	约 3	适于浅色制品
Desmodur RC	同上	35	7.0 ± 0.2	约 3	适于浅色制品
Desmodur RN	同上	40	7.2 ± 0.3	约 11	适于浅色制品

由于市场上 PU 胶粘剂产品质量相对成熟, 与 PU 鞋底本身具有良好的相容性和粘结力, 因此只要合理的选择和正确使用就能达到优良的粘结效果, 开胶的原因更多的刷胶操作和烘干工艺方面的原因。

④鞋底浇注成型操作不规范

PU 鞋底浇注工艺操作凭经验, 自然干燥的时间长短不一, 导致处理剂成分挥发不完全, 影响粘接效果。

⑤操作人员配料时处理剂、胶水和固化剂各组分用量随意添加

相同帮面材料,相同干燥方式的情况下,使用不同批次配制出混合处理剂所生产的成鞋耐水洗程度不同,可能是不同人员配料时未严格按照各组分的配比和用量配制预处理剂和胶黏剂。

⑥由于鞋头与鞋跟处鞋帮面与鞋底的粘接宽度不同,如果刷胶宽度维持不变,就会导致鞋跟和鞋头处刷胶宽度少于必要的粘结(贴合)宽度,则会导致贴合强度不足,弯折时鞋底易开胶。

⑦操作人员上鞋楦时,如果不小心触碰到刷好混合处理剂的鞋帮面,胶层被污染,也会直接影响帮面与鞋底的粘接效果。

⑧对成鞋进行返工或清洁时,使用酒精的量太大,容易渗透入并溶解胶层,使胶层粘结性下降甚至失去粘接性。

2. 刷胶工艺的改善建议

针对本公司鞋厂PU冷粘防静电鞋在之前的使用过程、清洗过程或烘干过程中出现过的开胶问题,结合常见刷胶工艺存在的问题,我司做了一系列对比及改善验证试验,现总结出一些刷胶工艺的相关建议和注意事项,供大家参考。

2.1 原料的存放和保存

预处理剂、胶黏剂、固化剂等分开存放,每次使用后均需要密封保存。尤其是固化剂,需要避免与空气中的水分反应而失效。

2.2 胶黏剂的配制

严格按照比例范围和配制流程作业要求配料,按需配置。由于固化剂密度较大,在胶水中容易下沉,搅拌时需上下搅拌,搅拌过程可考虑采用电动搅拌。工艺控制一定要保证在胶黏剂最佳使用时间内,完成配料、涂刷、烘干等操作,从而达到最佳的粘合效果。

2.3 刷胶工艺注意事项

①保证刷胶宽度,鞋头附近所需的刷胶宽度与鞋跟处刷胶宽度存在差异,刷胶时需要注意。

②易形成缺陷处重点施胶,如鞋头、鞋跟以及鞋面连接处、车缝线处。

③烘干处理的温度及时间应严格要求工艺要求,不得随意改变。

④拿、握鞋楦下部进行上楦操作时,避免碰触已处理好的鞋帮面,手上的污渍油渍会影响粘接效果。

⑤在刷胶工艺中,第1遍刷胶浓度应稀一些,使

胶黏剂能够充分浸润被粘物的表面,有利于胶黏剂向被粘物内部的扩散和渗透,涂刷方法应反复(双向)推刷(双向),使胶黏剂充分浸润粘合面;第2遍刷胶浓度要大于第1遍胶,涂刷方法是单向推刷,避免引起凝胶堆积。

2.4 后处理注意事项

①整理鞋子时,若以酒精去除鞋面的油污及沾到的胶黏剂时,应控制酒精的用量,避免涂到粘接层。

②浇注成型后的24h内勿用力弯折鞋底。

③干燥工艺,需考虑季节等环境因素变化的影响,比如夏季天气炎热,可以适当降低干燥温度或减少干燥时间。

3. 干燥方式的改进建议

一般对于处理好的帮面可以采用自然干燥或者加热干燥的方式进行处理。经过一系列的试验证明,经几次水洗后,自然干燥浇注出的PU底防静电鞋比加热干燥的开胶现象要严重许多。这可能是因为刷胶后经过加热干燥处理,不但促进溶剂充分挥发,使胶黏剂更好的扩散,增加胶黏剂的活性,而使贴合界面更有效地粘接,还能避免空气中水分的影响,能保持均匀的干燥效果。

我司工厂之前采用的是自然干燥的方式,为了针对性的对干燥工艺的改善,我们进行浇注前刷胶干燥和刷胶浇注再干燥两种方案的对比试验。

3.1 浇注前刷胶干燥试验

(1)烘箱放置于刷胶工作台与PU鞋底浇注机之间,靠近浇注机的位置,见下图1。

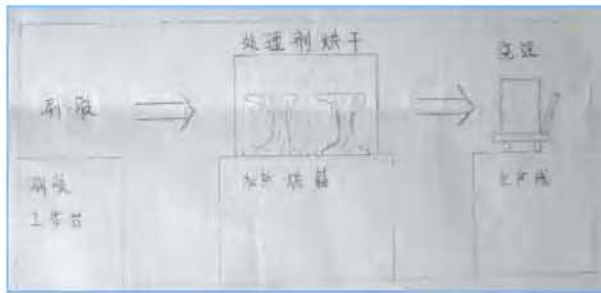


图1 烘箱位置示意图

(2)烘箱为两长侧边下部通透,通透高度为鞋楦的高度,便于刷胶人员放鞋楦以及上楦人员取鞋楦。

(3)烘箱加热方式采用从上向下吹热风的方式。

具体方案:在刷胶工作台与生产流水线之间添置一台宽约1m的烘箱,依靠夹道固定两列鞋楦的距离,避免已刷胶的帮面相互接触,将刷好胶的套好鞋

底的放置于烘箱内的夹道上,烘箱内有根据涂胶、浇注工作效率以及车间场地设置若干列夹道,每列中可以放置一对鞋楦,见下图2。

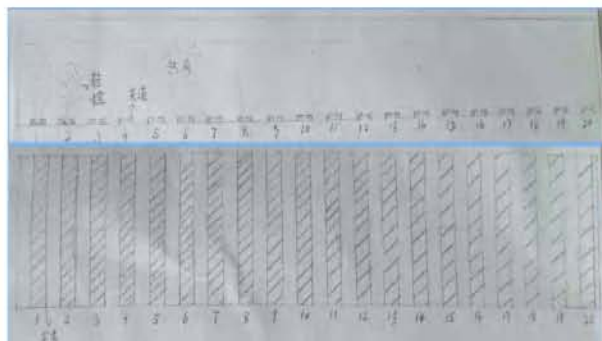


图2 烘箱内部示意图

(4)制鞋工艺中,打开模具取楦后拔鞋套帮即可刷胶,刷好胶后即可放入烘箱,在烘箱中的时间控制在2~5min。

3.2 刷胶浇注再干燥试验

浇注成型时以8~10双楦头一组为佳。首先将第1组鞋面套到相对应码数的鞋楦上,同接着进行刷胶工作,之后经过上楦、锁模、浇注成型、进烘道。当第1组楦头进行烘道,这时开始将第2组鞋面套上楦头,并完成刷胶工作;当第1组鞋出烘道,开模、取下第1组鞋的楦头,放上之前套好第2组鞋面的楦头,然后浇注成型,随后将第一组成品鞋取下,补胶,烘干,包装。然后将第3组鞋面套上楦头,并刷胶,如此循环下去,见下图3~6。

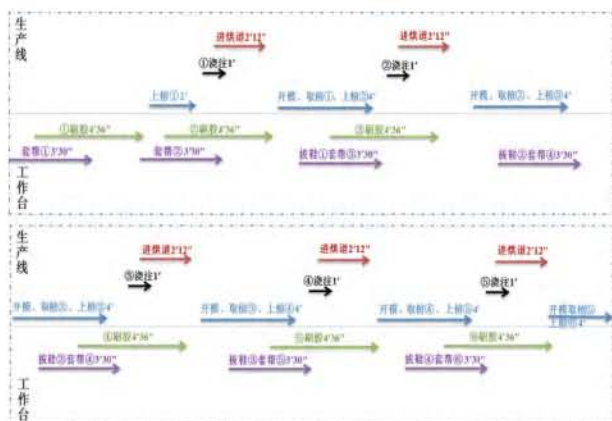


图3 刷胶浇注再干燥试验流程示意图

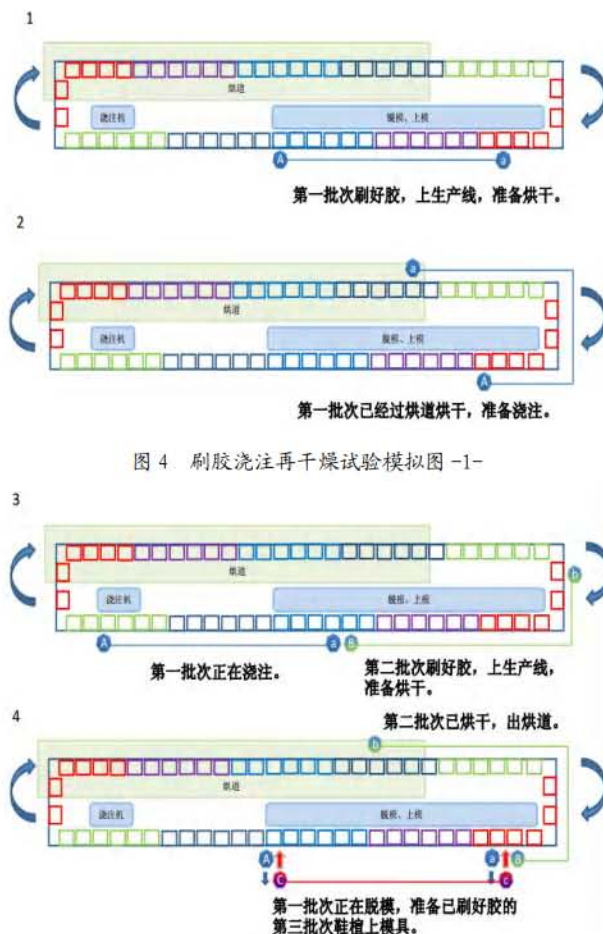


图4 刷胶浇注再干燥试验模拟图-1-

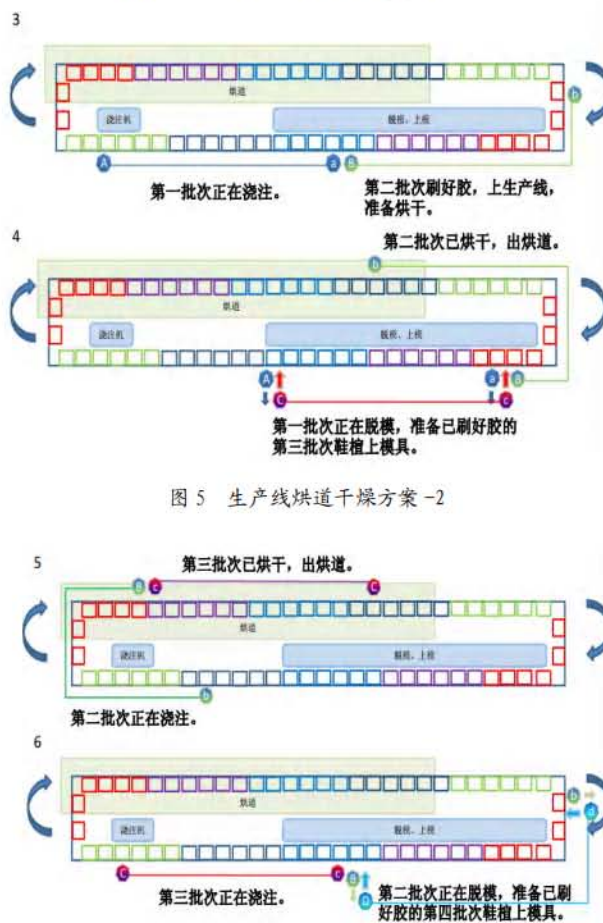


图5 生产线烘道干燥方案-2

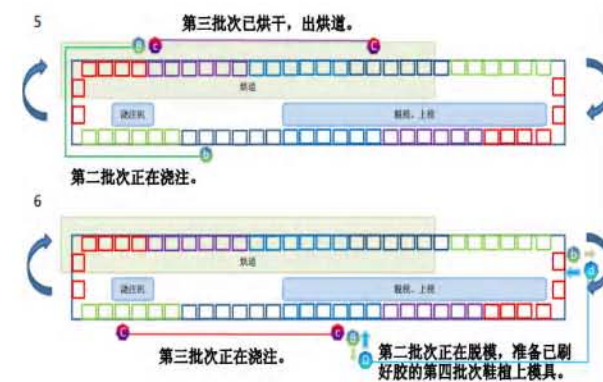


图6 生产线烘道干燥方案-3

3.3 方案对比

我们按照3.1和3.2两种方案分别进行了连续4小时的PVC革和PU革PU底防静电鞋的生产试验,并对方案可操作性、生产效率以及生产出来的PU连帮防静电鞋成品进行耐折性和耐水洗测试对比。耐折性测试按照《GB/T 20991-2007 个体防护装备 鞋的测试方法》中8.4 外地耐折性测试中的规

定进行;耐水洗测试按照《GB/T 12014-2009 防静电服》附录 C 洗涤方法中的规定进行。

表2 可行性及生产效率对比表

方案	自然干燥	方案 3.1		方案 3.2	
鞋面	PU 革	PVC 革	PU 革	PVC 革	PU 革
方案可行性	完全可行	完全可行	完全可行	完全可行	完全可行
生产效率	约 96 双/小时	约 78 双/小时		67 双/小时	

表3 水洗测试对比

方案	自然干燥	方案 3.1		方案 3.2	
鞋面	PU 革	PVC 革	PU 革	PVC 革	PU 革
标准水洗 10 次	开胶严重,多数位置开胶较深	无开胶现象	无开胶现象	无开胶现象	无开胶现象
标准水洗 20 次	开胶非常严重	无开胶现象	无开胶现象	无开胶现象	无开胶现象
标准水洗 30 次	开胶非常严重	只有鞋头、鞋跟开胶	无开胶现象	无开胶现象	无开胶现象
标准水洗 40 次	开胶非常严重	除鞋头、鞋跟处开胶较严重外,左右两侧大多数位置粘接紧密	少量鞋头、鞋跟开胶	无开胶现象	无开胶现象
标准水洗 50 次	开胶非常严重	开胶严重	开胶严重	只有鞋头、鞋跟开胶	鞋头、鞋跟处轻微开胶

表4 耐折性测试对比

方案	自然干燥	方案 3.1		方案 3.2	
鞋面	PU 革	PVC 革	PU 革	PVC 革	PU 革
标准屈挠 2000 次	开胶非常严重	鞋头、鞋跟开胶,其他位置部分开胶	鞋头、鞋跟开胶,其他位置部分开胶	无开胶现象	无开胶现象
标准屈挠 30000 次	开胶非常严重	开胶严重	开胶严重	无开胶现象	无开胶现象

从表 2-4 可以看出,三种方案均具有生产可操作性,但自然干燥的粘结效果明显要差于两种烘道加速干燥方案,短时使用后就出现严重开胶现象。尽管方案 3.1 (浇注前刷胶干燥) 的生产效率略高于 3.2 (浇注再干燥),但是通过耐水洗试验和耐折性测试可以发现,方案 3.2 的粘结效果要优于 3.1,并且连续屈挠 3 万次后,都没有出现开胶现象,即使是连续标准水洗 50 次后,也仅仅是鞋头和鞋跟出现了轻微的

开胶现象。这可能是因为 PU 鞋底的成型过程实际是多元醇与异氰酸酯的缩聚反应,反应过程中释放大量的热量,更有利于胶粘剂中溶剂的挥发和胶粘剂的结晶,从而提高粘结强度。

3.4 人员配置优化

通过合理的人员配置优化,是可以完全可以弥补刷胶浇注再干燥方案生产效率略低的劣势。优化的人员配置(以每批 8 双鞋为例):刷胶 1 人、套楦 2 人、开模、取楦、上楦、锁模等 3 人(其中 2 人兼顾浇注成型)、拔鞋:1 人、打固定线和修边处理 2 人,合计 9 人。此为每次浇注 10 双鞋左右的相关人员分配,若每批浇注鞋子的数量较多或较少,则可适当增加或减少相关人员。

3.5 注意事项

(1) 刷好胶的鞋楦放上生产线不用夹紧,直接进入烘道烘干;

(2) 将已经过烘道烘干的那组鞋楦调整到浇注位置,暂停生产线夹紧鞋楦,整理完毕后开始进行浇注操作;

(3) 鞋帮面按不同码数分开放置,方便套帮面的人员拿取,避免因找寻鞋帮面而耽误后续流程的进行。

4. 总结

聚氨酯胶黏剂的粘接强度不仅与胶粘剂及被粘基材本身特性有关,还与胶粘剂/被粘某材间的界面结合强度、耐久性等因素有关。对于制鞋厂来说,最重要的是要规范作业,制定并严格执行合理、规范的胶粘剂的配比、配制流程、刷胶工艺,以及干燥工艺流程,能保证 PU 底连帮防静电鞋底具有非常良好且稳定的胶粘效果。而对于胶粘剂生产厂家而言,应当加快科研开发和技术创新的步伐,积极与鞋厂开展技术交流,开发环保型、节能型、耐高温型和低成本型等新品种胶粘剂,创造出更多更好的知名品牌,抢占和扩大国际市场。

参考文献:

- [1]防静电鞋防静电原理[J].电子质量,2007,(12):25.
- [2]蔡忠林.防静电鞋的选用[J].化工安全与环境,2015,(3):14-16.
- [3]全岳.胶粘皮鞋开胶现象的分析[J].中国皮革,2006,(4):126-130.

基于无线模块接口静电防护的参考设计

胡光亮

上海雷卯电子科技有限公司, 上海 201000

最近基于定位的物联网应用铺天盖地, 市场上普遍应用 SIM868 这个无线模块的应用, 已经应用在共享单车上了。发现了它的强大功能之外, 其参考设计的 ESD 控制设计比较合理。本文基于此模块的 ESD 控制逐一做些分解, 对 ESD 在通信应用的重要性和一些方案进行了论述。

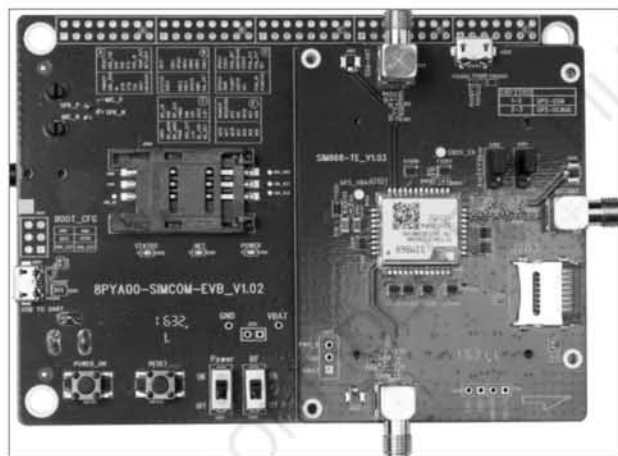


图 1: SIM868 无线模块功能框图

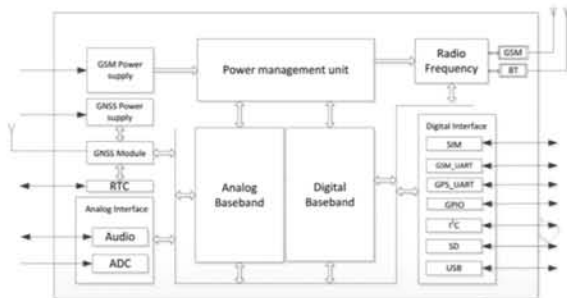


Figure 1: SIM868 functional diagram

图 2: SIM868 无线模块规格书

首先看到这个模块的功能框图, 虽然个头很小, 但是功能却非常强大, 所以对周边参考设计电路也比较周全。

规格书也详细说明了通信接口必须考虑静电 ESD 放电, 接下来看各接口推荐保护电路。

—SIM 卡接口 2 个

—GSM/GNSS 天线接口

—Audio 接口包含麦克和扬声器

—SD 卡接口

—USB 接口

—通用串口

—I2C 接口

1. SIM 卡静电保护

这个模块集成 2 个 SIM 卡, 所以推荐一种器件能同时保护 6 路信号的集成 ESD 器件。

SIM card interface				
SIM1_VDD	18	O	Voltage supply for SIM card. Support 1.8V or 3V SIM card.	All signals of SIM interface should be protected against ESD.
SIM1_DATA	15	I/O	SIM data input/output	
SIM1_CLK	16	O	SIM clock	
SIM1_RST	17	O	SIM reset	
SIM1_DET	14	I	SIM card detection	If it is unused, keep open.
SIM2_VDD	56	O	Voltage supply for SIM card. Support 1.8V or 3V SIM card.	All signals of SIM interface should be protected against ESD.
SIM2_DATA	53	I/O	SIM data input/output	
SIM2_CLK	54	O	SIM clock	
SIM2_RST	55	O	SIM reset	
SIM2_DET	52	I	SIM card detection	If it is unused, keep open.

图 3: SIM 卡接口

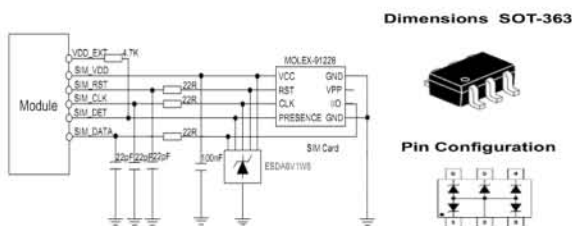


图 4: 低容值 ESD 器件 ESDA6V1W6

ESDA6V1W6 是 SOT-363 5V 同时保护 5 路信号的低容值 ESD 器件, 由于信号接口集中, 所以比分立器件使用更加便于布置。

2. GSM 天线静电保护

对于天线的高频信号保护, 可以采用 0402 或 0201 的超低电容 ESD 器件 PESD0542U015, 可以节约布板空间, 且因为 0.05PF 的电容, 可以保证高频、高速信号的完整传输。

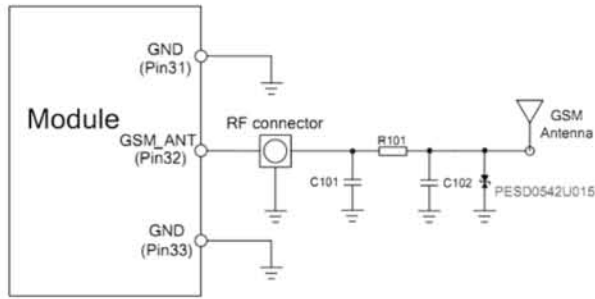


图 5: 超低电容 ESD 器件 PESD0542U015

3. SPEAKER 扬声器静电保护

对于扬声器的静电保护,可以采用 0402 或 0201 的超低电容 ESD 器件 PESD0542U015,可以节约布板空间,且因为 0.05PF 的电容,可以保证此模拟信号的完整传输。

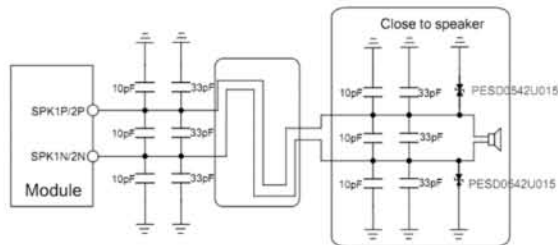


图 6: 超低电容 ESD 器件 PESD0542U015

4. Microphone 静电保护

Microphone 和扬声器的应用类似, 采用 PESD0542U015

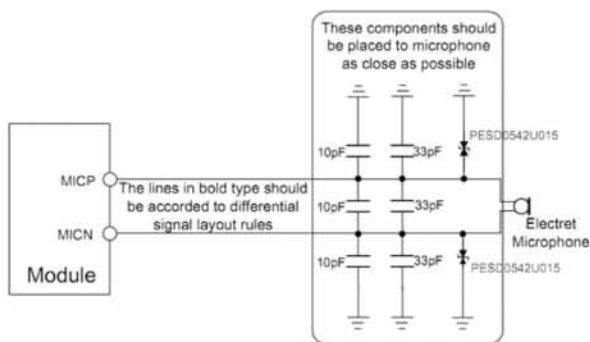


图 7: 超低电容 ESD 器件 PESD0542U015

5. SD 卡静电保护

SD 卡重点保护 data 数据线和 CLK, 要确保选择的ESD 器件是低容值和小封装的产品:LC0504F SOT-563

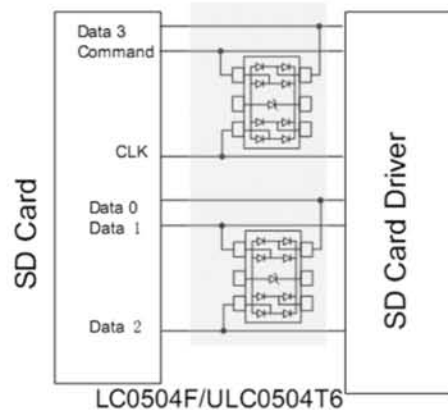


图 8: LC0504F SOT-563

6. USB 静电保护

此模块 USB 经常用来配置数据, 插拔容易被静电损坏, 本方案可以采用分立器件或者集成器件, 但要确保选择的器件结电容小于 3PF。

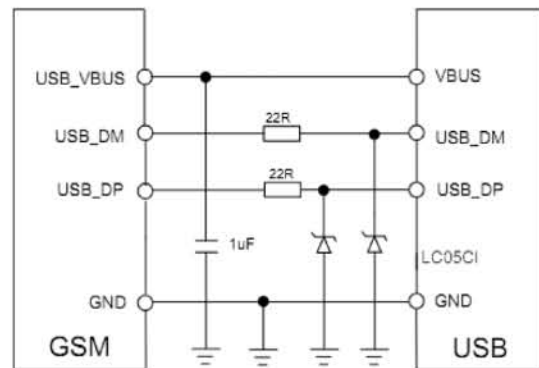


图 9: 分立器件 LC05CI

LC05CI SOD-323 5V 单路 $C_j=1\text{pf}$

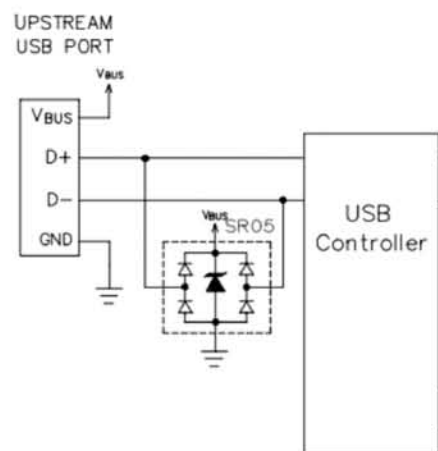


图 10: 集成器件 SR05

SR05 SOT-143 5V 多路 $C_j=1\text{pf}$

机器人运行对超净空气环境的影响

张俊峰, 朱兰等

苏州计量测试研究所, 苏州 215128

【摘要】苏州市计量测试研究所建成《空气化学污染控制检测评定实验室》,核心区空气洁净度达到 ISO 1 级,并配置温度、相对湿度、断面风速洁净度实时检测系统,具有优良的超净空气背景环境。接受 ABB 公司委托进行机器人发尘测试,在中国尚属首例。检测条件:温度 23.2~24.6℃;相对湿度 48.3~58.1%;垂直风速 0.45~0.47 m/s;空气洁净度 ISO 1 级(实际工况:≥0.1 μm, 0 颗/m³)。测试结果:5 轴类机器人,无论半速还是全速运转,超净环境洁净度仍保持 ISO 1 级。1 轴机器人运转,使超净空气环境洁净度降至 ISO 2 级或 ISO 3 级。洁净度等级判定按照 ISO 14644-1:1999 / GB/T 25915.1-2010。实验参照 ISO/DIS 14644-14:2014 洁净室及相关受控环境——第 14 部分:“按设备散发粒子浓度评定其使用适合性”。

【关键词】机器人;发尘;超净环境;判定;评定

The Influence to Cleanroom Environment by Acting Robot

by Zhang Junfeng and Zhu Lan

【Abstract】The lab for control, test and evaluation of chemical contamination was established in Suzhou Metrological Research Institute. The core area of which reached ISO Class 1 in terms of particle concentration, with real time monitoring of temperature and humidity and air velocity for reliable background environment of clean air. As entrusted by ABB, the particle emission by a robot was tested as the first practice in China. Its test conditions were as follows: temperature 23.2 to 24.6℃, humidity 48.3-58.1%, vertical air velocity 0.45-0.47 m/s, air cleanliness ISO Class 1 (zero count per cubic meter for particle ≥ 0.1 μm). The test results were as follows. The environment maintained at ISO Class 1 for 5-axle robot with half or full rotation speed for 1-axle robot, the environment still could reach ISO Class 2 or Class 3. The classification was judged based on ISO 14644-1:1999/GB/T 25915.1-2010. The test was referenced to ISO/DIS ISO 14644-14:2014 Part 14: The Assessment of suitability for Use of Equipment in by airborne particle concentration.

【Keywords】Robot; Particle emission; Ultra-clean environment; Evaluation; Assessment

1 概述

洁净室的 HVAC 系统的能耗比通常的空调系统要大得多,除温湿度因素外,受控环境的换气次数差别很大:舒适性空调一般换气次数为 8~10 次/时,而净化空调是其数倍、甚至数十倍(超净空气环境换气次数超过 300 次/时)。高新技术对环境的要求愈来愈高,洁净室的技术走势向超大面积、大空间、超净技术发展;同时隔离装置 separative devices 和微环境

minienvironments 技术同步发展,应用质量风险管理 Quality Risk Management 理念,确定生产流程中“质量控制点”,区别对待环境控制水平,做到保证质量、节约能源“双全”。

隔离装置包括:标准机械接口 SMIF, Standard Mechanical Interface;

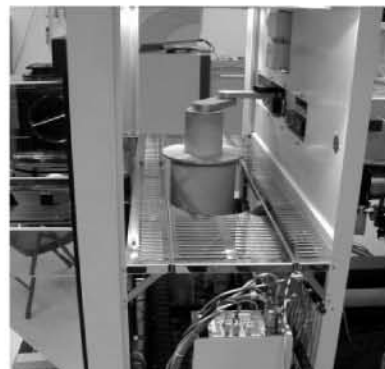
有限介入屏障系统 RABS, Restricted Access Barrier System (Pharmaceutical)

吹灌封设备 BFS, Blow-fill-seal machines
……等。
机械手、机器人、传输装置大量使用,替代人员作

业(人是最大污染源,已是众所周知),按空气中的粒子浓度评定上述设备、“屏障系统”使用的适合性成为
洁净技术行业受到关注的课题。



微环境 minienvironments



标准机械接口 SMIF



隔离装置 separative devices

2 评定标准与测试环境条件

2.1 评定标准

参照 ISO 14644-14 洁净室及相关受控环境——第 14 部分:按空气中的粒子浓度评定设备使用的适合性(Cleanrooms and associated controlled environments——Part 14: Assessment of suitability for use of equipment by airborne particle concentration)。

2.2 测试环境要求

- 测试环境的洁净度等级至少比设备所使用的

洁净室或洁净区好一个 ISO 等级(按 ISO 14644-1:1999 洁净室及相关受控环境——第一部分:空气洁净度等级)。

- 温度 18℃~25℃(指导值)。
- 相对湿度 30%~70%(指导值)。
- 垂直风速 0.3 m/s~0.5 m/s(指导值)。

2.3 评定方式

- 机器人/机械/设备/装置运转时,粒子产生的速率(个/秒)——见举例。
- 机器人/机械/设备/装置运转时,对测试

环境的污染程度——测试环境洁净度等级降低。

(测试按照 ISO 14644-3:2005 洁净室及相关受控环境——检测方法)

苏州市计量测试研究所建成中国一流的超净空气环境实验室,空态下其洁净度优于 ISO 1 级——粒子计数器所有通道 (0.1 μm 、0.2 μm 、0.3 μm 、0.5 μm 、1.0 μm 、5.0 μm) 计数全部为 0;化学污染物浓度为 ppb~ppt 级。

机器产生的粒子(举例)

Particle generation from machinery(example)

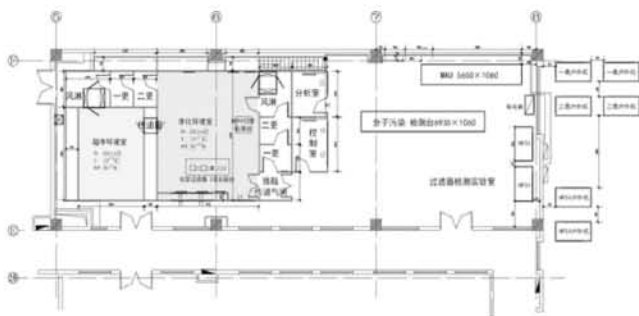
机器类型 Type of machine or equipment	产生速率 (个/秒) (Generation Rate (counts/sec)) 粒径 $\geq 0.5 \mu\text{m}$ (Particles $\geq 0.5 \mu\text{m}$)
小瓶灌装机 A Vial filling machine A	3.3×10^4
小瓶灌装机 B Vial filling machine B	5×10^2
吹灌封设备 Blow-fill-seal (BFS) machines	102~107 (根据机器类型) (Depending on type of BFS machinery)
6 轴机器人 (改装前) Six-axis robot (unmodified)	4×10^3
6 轴机器人 (改装后) Six-axis robot (emission)	0.3

摘自:ISO 14644-16 洁净室及相关受控环境——第 16 部分:提高洁净室和空气净化装置的能源效率 (Cleanrooms and associated controlled environments——Part 8:Classification of airborne molecular contamination)

附录 A (资料性) 洁净室污染物来源与强度 Annex A (informative) Cleanroom Contaminant Sources and Strength

本实验测试机器人运转时对环境 的污染程度——降低洁净度等级。

3 超净检测环境与工作图片



苏州市计量测试研究所超净空气环境实验室平面图

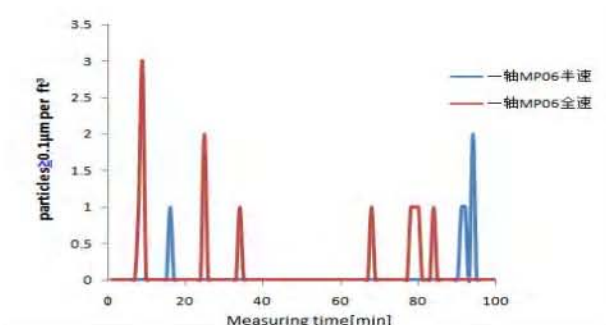


检测工作图片

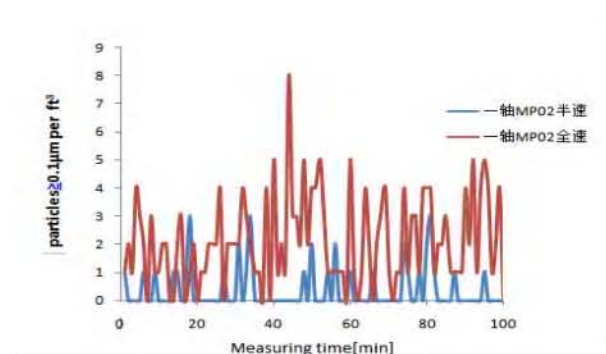
4 机器人发尘测试数据整理、判定



机器人发尘测试数据(曲线图)



一轴 MP06



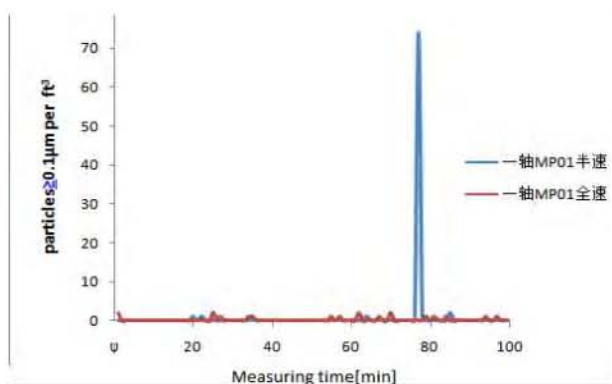
一轴 MP02

一轴机器人发尘测试数据

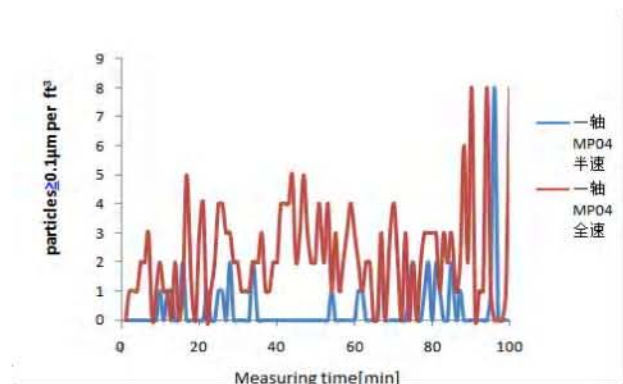
统计参数 Statistical Parameters	测量点 Measuring Point							
	1 轴 MP06 (Pc/m ³)		1 轴 MP02 (Pc/m ³)		1 轴 MP01 (Pc/m ³)		1 轴 MP04 (Pc/m ³)	
	平速	全速	半速	全速	半速	全速	半速	全速
0.1 μm	0.352	2.464	9.856	38.368	28.512	4.928	6.336	30.976
0.2 μm	0	0	1.056	7.744	0	0	0.352	5.28
0.3 μm	0.704	1.056	0.704	15.488	0	1.408	2.464	20.416
0.5 μm	0.704	0.352	0.352	9.152	0	0.352	1.76	16.192
1 μm	0	0.352	0.352	3.52	0	0	2.464	2.816
5 μm	0	0	0	0	0	0	0	0
洁净度等级判定 (判定 标准 ISO 14644-1)	ISO 2 级	ISO 3 级	ISO 3 级	ISO 3 级	ISO 2 级	ISO 2 级	ISO 3 级	ISO 3 级

五轴机器人发尘测试数据

统计参数 Statistical Parameters	测量点 Measuring Point							
	5 轴 MP30 (Pc/m ³)		5 轴 MP28 (Pc/m ³)		5 轴 MP add (Pc/m ³)		5 轴 MP27 (Pc/m ³)	
	半速	全速	半速	全速	半速	全速	半速	半速
0.1 μm	0.352	0.704	0.352	0.704	1.056	1.408	2.464	3.52
0.2 μm	0	0	0	0	0	0	0.704	0.704
0.3 μm	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5 μm	0	0	0	0	0	0	0	0
1 μm	0	0	0	0	0	0	0	0
5 μm	0	0	0	0	0	0	0	0
洁净度等级判定 (判定 标准 ISO 14644-1)	ISO 1 级	ISO 1 级	ISO 1 级	ISO 1 级	ISO 1 级	ISO 1 级	ISO 1 级	ISO 1 级



一轴 MP01



一轴 MP04

(下转第 46 页)

防静电工作区的构建与要求

孙延林

中国电子仪器行业协会防静电装备分会, 北京 100049

(接上期 P39)

技术要求	ESD 控制项目	产品检验要求		认证检验	
		测试方法	限值	测试方法	限值 (注 2)
人员接地	腕带连接线缆	IEC61340-4-6	$< 5 \times 10^6 \Omega$ 或用户规定值	见腕带系统	
	腕带电阻	IEC61340-4-6			
		内表面	$\leq 1 \times 10^5 \Omega$	不适用	
		外表面	$> 1 \times 10^7 \Omega$	不适用	
	腕带系统 (见注 1)	不适用		IEC 61340-4-6 腕带连接性监测	$R_g < 3.5 \times 10^7 \Omega$
	鞋具	IEC 61340-4-3 (注 3)	$\leq 1 \times 10^9 \Omega$	见人体/鞋系统	
	人员/鞋/地面饰层系统	IEC 61340-4-5 (注 4; 注 5)	$R_g < 1.0 \times 10^9 \Omega$, 和人体电压 $< 100V$ (5 个最大峰值的平均值)	IEC61340-4-5	$R_g < 1.0 \times 10^9 \Omega$
	人员/鞋具/地面系统	不适用		见 IEC 61340-5-1 见注释	$R_g < 1.0 \times 10^9 \Omega$

表 1-4 注释:

- 1: 如服装通过腕带接地时, 人体/服装/腕带系统的最大对地电阻应该小于 $3.5 \times 10^7 \Omega$ 。
- 2: 此表中用的符号: R_g 为对地电阻; R_{sp} 为表面与接地点之间电阻。
- 3: 人/鞋/地面产品检验的环境条件为 $12\% \pm 3\%RH$; 和 $23^\circ C \pm 2^\circ C$ 。
- 4: 测量人体/鞋/地坪行走电压时, 对于产品检验, 按不高于 $100V$ 的绝对值(峰值平均值)来评价。
- 5: 进行人体/鞋电阻测试时, 应一只脚穿鞋测量后, 再另一脚穿鞋测量, 不允许双脚穿鞋同时测量。
- 6: 对于人体电压和人体/鞋/地坪电阻的测试, 首先要满足人体电压小于 $100V$ 规定时, 再测试人体/鞋/地坪电阻并要求小于 $1.0 \times 10^9 \Omega$ 的规定。

表 1-5 EPA 要求

EPA 要求	ESD 控制条款	产品检验要求		认证检验	
		测试方法	限值	测试方法	限值
	工作表面、容器存放架和运转车表面	IEC 61340-2-3	$R_{sp} < 1 \times 10^9 \Omega$ $R_{pp} < 1 \times 10^9 \Omega$	IEC 61340-2-3	$R_g < 1 \times 10^9 \Omega$
	腕带内表面				$R_g < 5 \times 10^6 \Omega$
	地面	IEC 61340-4-1	$R_{sp} < 1 \times 10^9 \Omega$	IEC 61340-4-1	$R_g < 1 \times 10^9 \Omega$
	电离器	IEC61340-4-7	衰减时间 $\pm 1000V \sim \pm 100V$; $< 20s$ 或用户自定; 偏移电压: $< \pm 35V$	IEC61340-4-7	衰减时间 $\pm 1000V \sim \pm 100V$; $< 20s$ 或用户自定; 偏移电压: $< \pm 35V$
	座位	IEC 61340-2-3 (面至接地点电阻测量)	$R_{sp} < 1 \times 10^9 \Omega$	IEC 61340-2-3 (对地电阻)	$R_g < 1 \times 10^9 \Omega$
	服装静电控制	IEC61340-4-9 或用户规定	$R_{pp} < 1 \times 10^{11} \Omega$ 或用户限定	IEC61340-4-9 或用户规定	$R_{pp} < 1 \times 10^{11} \Omega$ 或用户限定
	服装静电控制 (带接地端)	IEC61340-4-9	$R_{sp} < 1 \times 10^9 \Omega$	IEC61340-4-9	$R_{sp} < 1 \times 10^9 \Omega$

表 1-5 注释

- 1: 当检验产品电阻参数时, 必须在 $12\% \pm 3\%RH$, $23 \pm 2^\circ C$ 的环境中进行。如 IEC 没有特别规定, 产品在上述环境放置 48 小时进行处理后再进行测试。
- 2: 在认证检验一栏所参照的只是基本检验方法, 其余的检验方法待陆续给出。
- 3: 表中所用符号: R_{pp} 指的是表面点对点电阻, R_g 指的是表面对地电阻, R_{sp} 指的是面至接地点的电阻。
- 4: 测量 ESD 地板面层的最大允许测试电压为 $100V$ 。
- 5: ESD 地板用于有 ESDS 要求场所时, 其人员接地要求参见表 3-4。
- 6: 应防止带电器件模型 (CDM) 带来的损害, 接触 SSD 物体表面点对点电阻限值不小于 1×10^4 。
- 7: 工作表面是指放置未加保护的 ESD 敏感产品的物体表面。

表 1-6 防静电包装要求

技术要求	ESD 控制物品	测试方法（见注 2）	要求的范围
包装	静电耗散	IEC 61340-2-3	$1 \times 10^5 \leq R_s < 1 \times 10^{11} \Omega$ （见注 1）
	导静电	IEC 61340-2-3	$1 \times 10^2 \leq R_s < 1 \times 10^5 \Omega$
	绝缘体	IEC 61340-2-3	$R_s \geq 1 \times 10^{11} \Omega$
	静电屏蔽（袋子）	ANSI/ESD STM11.31	$< 50 \text{ nJ}$
注 1：作包装测量时参见 IEC 61340-2-3，并使用表面电阻参数（ R_s ）。			
注 2：测试包装产品评价检验时，环境测试条件应为湿度 12% RH 和温度 23°C。			

表 1-7 接地要求

技术要求	项目	测试方法	指标要求
接地/等电位连接	设备接地导体	ANSI/ESD S6.1	$< 1.0 \Omega$ (AC)
	辅助接地	ANSI/ESD S6.1	$< 25 \Omega$ 至公共接地端
	等电位连接	ANSI/ESD S6.1	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$

表 1-8 人员接地要求

技技术要求	产品检验		认证检验	
	测试方法	指标	测试方法	指标
手腕带系统	ANSI/ESD S1.1(6.11 章节)	$< 3.5 \times 10^7 \Omega$	TR53 手腕带章节	$< 3.5 \times 10^7 \Omega$
地地板/鞋系统 (方法 1, ANSI/ESDS20.20 删除该项)	ANSI/ESD STM97.1	$< 3.5 \times 10^7 \Omega$	TR53 地板章节	$< 3.5 \times 10^7 \Omega$
			TR53 鞋类章节	$< 3.5 \times 10^7 \Omega$
地板/鞋系统 (方法 2)	ANSI/ESD STM97.1	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$	TR53 地板章节	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$
	ANSI/ESD STM97.2	$< 100 \text{V}$ (五个最大峰值的平均值)	TR53 鞋类章节	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$

表 1-9 防静电工作区要求

技术要求	项目	产品检验要求		认证检验要求	
		测试方法	指标要求	测试方法	指标要求
防静电工作区	工作台	ANSI/ESDS4.1 或 STM4.2	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$ 或 $< 200\text{V}$	TR53 工作表面章节	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$ (对地电阻)
	腕带接地线	ANSI/ESD S1.1	$0.8 \sim 1.2 \times 10^6 \Omega$	手腕带系统认证检验见表格 3-9.腕带接地线电阻小于 10Ω (S6.1ANSI/ESDS20.20-2014)	
	腕带	同上	内 $< 1 \times 10^5 \Omega$		
			外 $> 1 \times 10^7 \Omega$		
	腕带接地线弯折寿命	同上	> 16000 次 (S20.20-2014 删除该项)		
	鞋类	ANSI/ESDSTM9.1	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$ (对地电阻)	见表格 3-8	
	地板接地	ANSI/ESD SP9.2	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$	同上	
	地板	ANSI/ESD S7.1	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$ (表面对地电阻)	同上	
	非环境系统空气电离装置	ANSI/ESDSTM3.1	用户自定消除时间	TR53	用户自定消除时间
			偏移电压 $\leq \pm 35\text{ V}$		偏移电压 $\leq \pm 35\text{ V}$
	环境系统空气电离装置	同上	用户自定消除时间	TR53	用户自定消除时间
			偏移电压 $< 150\text{ V}$ (S20.20-2014 删除该项)		偏移电压 $\leq \pm 150\text{ V}$ (S20.20-2014 删除该项)
	座椅	ANSI ANSI/ESDSTM STM12.1	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$ (表面对地电阻)	TR53 座椅章节	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$ (表面对地电阻)
	货架	AN ANSI/ESD S4.1	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$ (表面对地电阻)	TR53 工作表面章节	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$ (表面对地电阻)
移动设备	同上	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$ (表面对地电阻)	TR53 移动设备章节	$< 1.0 \times 10^9 \Omega$ (表面对地电阻)	

表 1-10 防静电包装要求

技术要求	ESD 包装	测试方法	要求的范围
包装内、外层表面电阻(R_s)	静电耗散	ANSI/ESD STM11.11	$10^4 \leq R_s < 10^{11} \Omega$
同上	导静电	ANSI/ESD STM11.11	$R_s < 10^4 \Omega$
同上	绝缘体	ANSI/ESD STM11.31	$R_s \geq 10^{11} \Omega$
同上	静电屏蔽(袋子)	AANSI/ESD STM11.31	$< 50 \text{ nJ}$

注 1: 低起电包装参见 ANS/ESD ADV11.2

1.3 洁净厂房有关防静电与洁净度要求

静电带电与放电是洁净厂房的一个严重问题,这里考虑的静电影响包括:

(1) 带静电物体和人员对污染物的吸附,以及随后的污染物向关键器件表面转移造成污染和降低产品品质;

(2) 静电吸附尘埃对产品造成的直接损坏。

(3) 静电直接接触或非接触放电造成 SSD 损害。

1.3.1 洁净厂房中有关环境和装备洁净要求

对于大规模集成电路,光学电子器件,显示屏等光学电子产品的生产环境有较高的洁净度要求。通常洁净厂房防静电要求和一般无洁净要求的防静电厂房没有不同,对地坪和墙壁、生产设备和工装用品表面、人员用品、环境或局部环境空气洁净度还应做到以下方面。

1.3.1.1 环境洁净度要求

对于有环境洁净度要求的洁净厂房可参照表 1-11(旧标准)和表 1-12(新标准)要求执行。

表 1-11 净化级别

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

注:表中“ $\times$ ”号后面的数字为每立方英尺空气中的粒子数,括号内的数字为参考值。表中“ $\times$ ”号前为每立方米空气中粒子数。

1.3.1.2 洁净厂房的净化系统和装备配置与技术要求

对于洁净厂房,通常需配置的系统或装备的洁净要求有:

(1) 整体厂房空气净化系统(新风系统)

配置空气净化和过滤系统,使空气洁净度达到所要求。

(2) 净化工作台和工作表面

工作表面往往是最接近静电敏感产品和敏感工艺的表面,因此,工作台与工作表面的防静电性能和洁净要求符合相关标准要求。IEST-RP-CC018 给

出了工作表面洁净度的检测方法。使用不锈钢工作表面时,要注意人员安全和防止 CDM 效应发生。

(3) 风淋室和风幕

有时需配置离子化防静电功能的风淋室和风幕。使用的空气应经净化处理。

(4) 恒温恒湿控制系统

设置整体厂房环境相对湿度和温度控制系统,并采取空间和外部环境的封闭对洁净度控制起重要作用

(5) 防静电地坪和墙壁

有若干种可供选择的防静电地坪和墙体材料,

表 1-12 洁净室及洁净区空气中悬浮粒子洁净度等级 (GB50073)

空气洁净度等级 (N)	大于或等于表中粒径的最大浓度限值 (PC/M ³)					
	0.1 微米	0.2 微米	0.3 微米	0.5 微米	1 微米	5 微米
1	10	2				
2	100	24	10	4		
3	1000	237	102	35	8	
4	10000	2370	1020	352	83	
5	100000	23700	10200	3520	832	29
6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
7				352000	83200	2930
8				3520000	832000	29300
9				35200000	8320000	293000

注: 各种要求粒径 D 的最大允许浓度 C_N , $C_N=10^N \times (0.1/D)^{2.08}$
 C_N —大于或等于要求粒径的粒子最大允许浓度 (PC/M³)。 C_N 是以四舍五入至相近的整数,有效位数不超过三位数。
N- 洁净度等级,数字不超过 9,洁净度等级整数之间的中间数可按 0.1 为最小允许递增量。
D-粒径 (微米): 0.1-常数,量纲微米。

最终用户应考虑所选材料符合洁净度要求。所选地面和墙壁材料防静电性能应在规定的静电耗散材料范围之内。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厂房的高架地板;常用材料为铸铝,表面喷涂或复合其他防静电材料;

(2) 地面覆盖物——主要用于非单向空气流动洁净厂房;像防静电 PVC、环氧树脂、不锈钢和与地面粘接,接缝用密封胶等;

(3) 地面不起尘、微粒的油漆、涂料等;

(4) 不起微粒的橡塑地垫;

(5) 墙壁不起纤维和微粒的涂料和漆、吊顶板、防火板、不锈钢板等。

使用不锈钢地坪或高架铝格栅地板时,要注意设备漏电对人员安全产生不良影响。

(6) 坐椅

所用材料的防静电性能应符合要求。

(7) 粘尘垫

用于人员在洁净厂房进口处所穿鞋具底部尘埃去除,并注意定期更换。

(8) 防静电无尘服装、帽、织物洁净技术和防静电要求 (见表 3-13)

1) 防静电洁净工作服发尘性采用滚筒法测试 ($\geq 0.3 \mu\text{m}$ 或 $\geq 0.5 \mu\text{m}$) 采用滚筒法测试,其质量技术分级指标如表 1-13 所示。

表 1-13 防静电洁净工作服尘粒数质量分级技术指标

单位: Particle/min

级别	$\geq 0.3 \mu\text{m}$ 尘粒数	$\geq 0.5 \mu\text{m}$ 尘粒数
一级	<2000	<1200
二级	$2000 \leq P/C < 20000$	$1200 \leq P/C < 12000$
三级	$20000 \leq P/C < 200000$	$12000 \leq P/C < 120000$

2) 防静电洁净工作服 NVR (不挥发性残留物) 的质量分级技术指标分为一级、二级、三级。

a 防静电洁净工作服一级 NVR 指标应小于 $3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

b 防静电洁净工作服二、三级 NVR 指标均应小于 $10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

3) 防静电洁净工作服离子含量的质量分级技术指标如表 1-14 所示。

表 1-14 防静电洁净工作服离子含量质量分级技术指标

单位: ng/cm²

级别	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	Ca ²⁺
一级	<100	<100	<100	<200
二级	<200	<200	<200	<300
三级	<300	<300	<300	<500

3) 防静电性能见表 1-15。

表 1-15 防静电工作服防静电性能质量分级技术指标

单位: $\mu\text{C}/\text{件}$

级别	带电电荷量
一级	≤ 0.1
二级	≤ 0.3
三级	< 0.6

防静电工作帽、围裙可参照工作服洁净要求执行。

(9) 防静电洁净鞋具

洁净厂房或受控环境中穿戴的鞋具可以分为 2 类:

1) 防静电鞋具:包括鞋套、防静电鞋 2 个部分。与防静电的地面或地垫接触的鞋;带有静电耗散特性的防尘鞋套。鞋套所有布料的脱绒和脱尘特性都应符合洁净要求。鞋底材料应使服装、鞋套和人体的静电通过导电带传至鞋底,并从鞋底传至静电耗散型地面或地垫。洁净指标应符合洁净方面的有关规定。

2) 另一种防静电鞋具是洁净厂房专用靴(和防尘服连接),这类靴具在更衣室穿上,仅在洁净厂房内使用。靴上有耗散和泄漏静电的通路,该通路将人体和服装的静电电荷通过靴传至地面。

(10) 防静电洁净手套、指套

防静电手套和指套用于在干工艺和湿工艺中保护产品免受静电的伤害和人的污染。佩戴手套或指套的人可能偶尔不接地,鉴于此,应对防静电手套的静电耗散特性和再次接地时的静电泄放进行评估。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制作手套和指套。

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。如果考虑出汗,将改善静电耗散。干手与湿手对静电的影响不同,湿漉的手能保持较好的电接触。防静电手套的制造材料可以是:

- 含有平行或网格导电长丝纺织物;
- 在制造弹力聚合物或橡胶的手套中加入导电添加剂;
- 纯棉或与其它静电耗散纤维材料的复合织物。

用户应认真评估添加剂和脱落纤维。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氨盐)、脱落纤维数量等。洁净手套、指套洁净指标可参照洁净工作服要求。防静电指标应符合有关标准要求。

(11) 生产和检验设备

生产和检验设备要可靠接地,表面处理和涂覆材料应不起尘、颗粒。

(12) 防静电化学品——表面防静电液、地板蜡

表面防静电喷雾液、地板蜡应无毒、不燃、不污染表面、符合环境使用要求。溶液不能引起过敏性反应,在用户规定的环境湿度下防静电有效。溶液使用时需经过去除颗粒物的过滤。建议用防静电清洁液清洁防静电区的塑料件,像工作面、护网等。在 EPA 内,若其它物品不是由防静电材料和导体材料制造的,应施用表面防静电清洁液。

表面施用防静电清洁液的方法包括:喷雾、擦拭、滴洒,但喷雾可能产生污染洁净厂房环境的气溶胶,施用不均可能造成热岛效应。

应定期检测防静电性能,并根据需要重复施用防静电液、蜡。防静电清洁液中可能含有化学品和微量离子,可能造成污染和腐蚀,在使用前应进行评估。

(13) 防静电包装

一般说来,应对用于洁净厂房产品防护、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、表面清洁度等。

应根据 SSD 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。

所谓污染,说的不只是颗粒物,对于含有添加剂的塑料和其他辅助材料的化学性能,像腐蚀、粒子析出性等也要考虑。用户可按表 1-16 的方法,对塑料材料和其他辅助材料进行性能评估。

表 1-16 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

(14) 无尘抹布

抹布的性能及评估方法见表 1-17 至 1-21。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,应确定其适应性。应对抹布及使用情况有关防静电性能方面的评估和测试,并符合有关标准要求。无尘抹布标准 SJ/T11480 有关洁净度要求见表 3-17

表 1-17 无尘抹布 IC 含量

离子种类	IC 含量			
	A 类 μg/g	B 类 μg/g	C 类 μg/g	D 类 μg/g
F ⁻	≤0.1	≤0.5	≤1.0	≤2.0
Cl ⁻	≤0.2	≤1.0	≤2.0	≤3.0
Br ⁻	≤0.1	≤0.5	≤1.0	≤2.0
NO ₂ ⁻	≤0.1	≤0.5	≤1.0	≤1.5
NO ₃ ⁻	≤0.2	≤1.0	≤2.0	≤3.0
PO ₄ ³⁻	≤0.2	≤1.0	≤2.0	≤3.0
SO ₄ ²⁻	≤0.2	≤1.0	≤2.0	≤3.0
IC ⁻	≤0.5	≤2.0	≤4.0	≤10.0
Li ⁺	≤0.1	≤0.5	≤1.0	≤1.5
Na ⁺	≤0.2	≤1.0	≤2.0	≤3.0
NH ₄ ⁺	≤0.1	≤0.5	≤1.0	≤2.0
K ⁺	≤0.1	≤0.5	≤1.5	≤2.0
Ca ²⁺	≤0.2	≤1.0	≤3.0	≤5.0
Mg ²⁺	≤0.1	≤0.5	≤1.5	≤3.0
IC ⁺	≤1.0	≤4.0	≤10.0	≤15.0

注1: IC⁻和IC⁺分别表示阴离子和阳离子的总含量。
注2: F⁻、Br⁻、NO₂⁻、Li⁺、NH₄⁺为可选项目,根据用户要求检测。

无尘擦拭布根据 NVR (不挥发性残留物) 含量的不同,分为 A 类、B 类、C 类和 D 类,技术要求见表 1-18。

表 1-18 NVR 技术要求

萃取溶剂	NVR 含量 μg/g			
	A 类	B 类	C 类	D 类
异丙醇	≤100	≤300	≤600	≤1000

无尘擦拭布根据微颗粒数的不同,分为 A 类、B 类、C 类和 D 类,技术要求见表 1-19。

表 1-19 微颗粒数

微颗粒数 (≥0.5μm)	技术要求			
	A 类	B 类	C 类	D 类
APC counts/min	≤50	≤100	≤200	≤500
LPC counts/cm ²	≤750	≤1500	≤3000	≤8000

注:以上 APC 为 22.9cm×22.9cm 无尘擦拭布的技术要求,其他尺寸的王尘擦拭布请自行换算,例如 10.2cm×10.2cm 无尘擦拭布的 A 级技术要求为≤50,其中 A4 为 10.2cm×10.2cm 无尘擦拭布的

面积,A9 为 22.9cm×22.9cm 无尘擦拭布的面积。

无尘擦拭布根据有机硅含量的不同,分为 A 类、B 类和 C 类,技术要求见表 1-20。

表 1-20 有机污染物技术要求

污染物种类	技术要求		
	A 类	B 类	C 类
有机硅 ng/g	不得检出	≤13	>13
邻苯二甲酸酯类 (DOP) ng/g	不得检出		
酰胺化合物 ng/g	不得检出		

无尘擦拭布根据表面易脱落纤维含量不同,分为 A 类、B 类、C 类和 D 类,技术要求见表 1-21。

表 1-21 易脱落纤维技术要求

项目	技术要求			
	A 类	B 类	C 类	D 类
易脱落纤维数	≤10	≤30	≤100	≤200

注:以上大颗粒数及纤维数均为 22.9cm×22.9cm 无尘擦拭布的技术要求,其他尺寸的王尘擦拭布请自行换算,例如:10.2cm×10.2cm 无尘擦拭布的纤维数的 A 级技术要求为≤10,其中 A4 为

10.2cm × 10.2cm 无尘擦拭布的面积, A9 为 22.9cm × 22.9cm 无尘擦拭布的面积。

(15) 洁净厂房离子化静电消除器

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,进而使电位不同的物体间产生静电放电。有些场合利用离子化技术来中和电荷是唯一可行的消除静电方法。

1) 使用 4 类离子化静电消除器来消除洁净厂房静电的原理:

A) 放射性电离器—利用放射性同位素衰变与环境气体电离产生消除静电正负 2 种离子。

B) 交流高压电离器—在交流高压电晕放电针产生消除静电正负 2 种离子。

C) 直流高压电离器—在直流高压电晕放电针(分正、负)产生正、负极性离子,有脉冲型和稳态型 2 种直流高压电离器。

D) 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 2 种离子。

在洁净厂房及受控环境中使用上述电离器时,有各自的优点和局限性。

2) 洁净厂房电离器的应用

以下是洁净厂房要求不高的场所常见的四种离子化静电消除器:

a) 全室离子化

全室离子化系统是洁净厂房和非洁净厂房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 2 种离子,通过洁净气流和电场的作用,离子扩散至洁净厂房各个角落。气流既要慢得无涡流出现,又要在离子消失前到达工作面。

b) 离子化工作台

离子化工作台靠单向垂直气流提供工作台内区域的离子化。

c) 台式离子化

台式离子化装置用于控制静电,所处区域可能是洁净区,也可能是非洁净区。台式离子化设备包括工作台上部的离子风幕和离子棒。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。

d) 离子枪

在中和工作表面静电的同时利用高压气体清除表面颗粒物和污染物。离子枪还可用于特殊操作工序产生的静电消除。

3) 使用离子化技术对洁净度的影响

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。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,在洁净行业,测量表面和空气粒子计数的仪器随处可见。SJ/T11385-2008《离子化静电消除器通用规范》给出一般离子化静电消除器在 ISO 4~8 级环境洁净度中使用要求(见表 1-22)。

表 1-22 在不同环境洁净度中消电器使用要求

洁净度等级 (等级)	悬浮粒子数	$\geq 0.5 \mu\text{m}$ 的离子数 不大于以下规定
ISO 4		$\leq 352 \text{ 粒}/\text{m}^3$
ISO 5		$\leq 3520 \text{ 粒}/\text{m}^3$
ISO 6		$\leq 35200 \text{ 粒}/\text{m}^3$
ISO 7		$\leq 352000 \text{ 粒}/\text{m}^3$
ISO 8		$\leq 3520000 \text{ 粒}/\text{m}^3$

对于洁净度要求较高的洁净室(ISO 1 级—4 级),通常使用 X 射线、同位素离子化静电消除器。一般电晕放电式离子化静电消除器只能由于洁净度要求不太高场合(4—9 级)。由于离子化静电消除器的放电针是造成污染原因之一,所以对放电针使用要求是:硅化碳针(CVD-SiC):使用环境洁净度等级 ISO 1—9 级,寿命 3—5 年,维护期 3—6 个月;钛针(Ti):使用环境洁净度等级 ISO 4—9 级,寿命 2—4 年,维护期 3 个月;钨针(TG):使用环境洁净度等级 ISO 4—9 级,寿命 3—5 年,维护期 6 个月。

另外定期去除放电针氧化层和表面污物,保证消除静电较好的效果是很重要。

4) 安全影响

对于 X 射线、同位素电离器和普通离子化静电消除器的安全使用,像放射性剂量、臭氧、氮氧化物、电气安全、抗电磁干扰等要符合相关标准要求,同时要安全评估后方可使用。

1.4 构建防静电工作区时常见的一些问题

下面列出在实际工作中,构建 EPA 时常遇到一些不正确或不规范的做法。

(1) 各接地系统混接、搭接。例如:将工作接地(中性点接地)或保护接地串接在防静电接地腕带接地支线上。当设备漏电或电网不平衡时,防静电接地通过电流,造成戴腕带的职工有针刺触电感;

(2) 工作台面为不锈钢板面,或用金属容器、金属存放柜裸放 SSD 器件(PCB)。造成带电 SSD 器件

(PCB)对金属体放电,导致不良品率提高;

(3)某些防静电装备(工作台、柜、传输带等)和防静电地坪没设置防静电等电位接地;

(4)EPA以外所用防静电包装不具备屏蔽性能或没有采取二层隔离措施;

(5)采用金属纤维毯直接接触PCB板的静电消电措施;

(6)没有将EPA和非EPA划分开,在EPA内使用大量非防静电的绝缘包装材料(器具)并和防静电包装(器具)混用;

(7)所用电烙铁和金属外壳的电气工具、设备(包括检测仪器、金属表面的测试探头)没有采取外壳硬接地措施;

(8)在EPA操作位置近距离放置CRT显示器、直流高压设备等,使SSD(PCB)感应电压过高;

(9)防静电装备串联接地。例如将多个工作台串联接地;

(10)防静电包装封口使用普通胶粘带;

(11)采用分体式防静电上衣,没有配备防静电裤;

(12)使用绝缘测试夹具、不干胶带剥离作业、绝缘用具操作SSD时,在起静电较强时,没用使用离子静电消除器;

(13)短时效防静电包装长时间重复使用;

(14)利用非永久性防静电剂改性的地坪防静电性能已丧失,还在使用;

(15)所用腕带的松紧带,不含导电丝;

(16)EPA区域没有划分,无标识。没采取防静电措施的人员自由进出,并随意拿取SSD;

(17)EPA内配置的防静电用品没有检验报告,使用的很多防静电用品为不合格品;

(18)没有配置静电检验仪器和相关检验设备,对EPA内防静电系统质量没有实行实时监控;

(19)所用防静电工作服表面电气连通性不好;

(20)EPA所有金属体(隔断、架子等)没有采取接地措施;

(21)防静电椅、车与防静电地坪等电位接地不良;

(22)EPA环境湿度没有采取措施进行控制;

(23)不知道操作的SSD敏感度,所用离子静电

消除器的残余电压高于SSD的敏感电压;

(24)职工不了解离子静电消除器使用方法,使用时放置位置不正确;

(25)职工对导静电、静电耗散、静电屏蔽包装功能不知道,错误使用;

(26)防静电接地不规范。采用缠绕连接,或将地线与桌垫(地垫)用点接触方法,常造成接地不良;

(27)利用防静电地坪表面作为工作台、存放柜等固定防静电装备的接地线;

(28)在干燥环境中,大量使用一些没经过防静电剂处理,而表面电阻值在 $1 \times 10^{12} \Omega$ 左右或以上的所谓抗静电包装材料;

(29)防静电地线接地极已腐蚀断路;

(30)生产SSD的环境洁净度不符合相关标准要求;

(31)在EPA外区域放置的SSD组件(成品)的输入和输出端没采取静电防护措施;

(32)EPA内各接地系统没采取等电位连接措施;

(33)在EPA内,职工穿用导静电工作鞋;

(34)在EPA内,职工使用无接地线腕带;

(35)在SSD(PCB)旁边,放置有功率较大高频辐射设备;

(36)离子静电消除器所用压缩空气没有采取净化措施;

(37)绝缘介质剥离作业、SSD组件上喷涂树脂(绝缘漆),没有采取静电中和措施;

(38)虽然EPA设置防静电地坪,但职工没有穿用防静电鞋;

(39)在干燥环境中,穿用棉织物防静电工作服;

(40)EPA内设置多个独立接地系统,接地电阻不同,没采取等电位连接措施;

(41)对EPA的防静电系统验收、检验时,环境相对湿度过高(RH70%以上)。

(42)铺设防静电地坪时所用材料不具有防静电性能(瓷砖、环氧树脂、塑胶等),只是用防静电蜡、剂涂覆表面,没有对材料整体进行防静电改性或实时监控处理。

(续完)

《新版 IEC61340-5-1:2016 主要内容及应用》

廖志坚

信息产业防静电产品质量监督检验中心, 北京 100049

(接上期 P44)

人员。未经培训的个人在 EPA 中须由经过培训的人员陪同。

5.3.4.2 绝缘物

所有非必要的绝缘物和物品(塑料和纸),如咖啡杯、食品、包装纸和个人物品不得从工作站移除或远离处置未受保护的 ESDS 的任何操作。

生产过程中必不可少的绝缘物或静电场源相关的 ESD 威胁,应进行评估,以确保:

◎ 处置 ESDS 的位置的静电场不得超过 5000 V/m;或

◎ 如果在生产过程中所需要绝缘物的表面测得的静电电位达到 2000 V 时,该绝缘物距离 ESDS 至少要保持 30 厘米;和

◎ 如果在其表面测得的静电电位达到 125 V 时,该绝缘物距离 ESDS 至少要保持 2.5 厘米。

如果测量的静电场或表面电位超过规定的限值,

则应使用电离或其他电荷消除技术。

这些测量应选择在该物品所处环境预期最低的相对湿度条件进行。

注 1:这些测量是根据符合性验证手册中规定的周期进行。

注 2:在 ESDS 存在的情况下,金属与金属的接触是造成 ESD 潜在威胁。

注 3:静电场的精确测量要求进行测量的人员是熟悉的测量设备的操作。大多数手持式仪表需要在一定距离处进行读数。通常还指定对象具有固定大小的最小尺寸,以获得准确的读数。

5.3.4.3 孤立导体

在 ESD 管控体系里,如果一个与 ESDS 物品接触的导体不能有效的接地或与等电位连接系统连接时,则需保证该导体和 ESDS 物品之间的电位差小于 35V。

表 3 静电放电保护区(EPA)要求

EPA 要求	ESD 控制项目	物品认可 ^a		符合性验证 ^b	
		测试方法	限值 ^c	测试方法	限值 ^c
	工作台表面,储存架和手推车	IEC 61340-2-3	$R_{\text{sp}} < 1 \times 10^9 \Omega$ $R_{\text{p-p}} < 1.0 \times 10^9 \Omega^f$	IEC 61340-2-3	$R_g < 1 \times 10^9 \Omega$
	腕带连接点				$R_g < 5 \times 10^8 \Omega$
	地板	IEC 61340-4-1 ^{d,e}	$R_{\text{sp}} < 1 \times 10^9 \Omega$	IEC 61340-4-1	$R_g < 1 \times 10^9 \Omega$
	离子化装置	IEC 61340-4-7	消散时间(1000V~100V & -1000V~-100V) < 20s 残余电压 < ±35V	IEC 61340-4-7	消散时间(1000V~100V & -1000V~-100V) < 20s 或用户自定义 残余电压 < ±35V
	座椅	IEC 61340-2-3 ^c (测量对接地点的电阻)	$R_{\text{sp}} < 1 \times 10^9 \Omega$	IEC 61340-2-3 ^c (测量对地的电阻)	$R_g < 1 \times 10^9 \Omega$
	静电控制服	IEC 61340-4-9 或用户规定方法	$R_{\text{p-p}} < 1.0 \times 10^{11} \Omega$ 或用户限定值	IEC 61340-4-9 或用户规定方法	$R_{\text{p-p}} < 1.0 \times 10^{11} \Omega$ 或用户限定值
	可接地的静电控制服	IEC 61340-4-9	$R_{\text{sp}} < 1 \times 10^9 \Omega$	IEC 61340-4-9	$R_{\text{sp}} < 1 \times 10^9 \Omega$

a 对于物品认可,测试环境条件应为(12±3)%RH和23℃±2℃。当IEC标准没有规定时,物品认可的预处理时间最少48小时。

b 在符合性验证中的试验方法只能参照基本的测试规范。预期,其全部的测试方法将在随后给出。

c 本表中使用的符号: R_g 是指对地电阻, R_{sp} 是指对接地点的电阻。

d 在ESD地板的测试中,在ESD体系中应使用最大允许测试电压,本标准规定为100V。

e 如果地板用于处理ESDS,操作人员参照表2中的人员接地系统的要求。

f 对于带电器件模型(CDM)的情况下的损害问题,点对点电阻最低限制是 $1 \times 10^4 \Omega$ 。

g 工作台面被定义为在其上放置了不受保护的ESD敏感物品的任何工作表面。

这一点可通过非接触式静电电压表或一个高阻抗接触静电电压表,分别对 ESDS 物品和导体进行测量来完成。

注:这里 35 V 的限制和使用本标准规定的离子发生器的水平有关。

5.3.4.4 ESD 控制项目

处置 ESD 敏感器件无论有没有 ESD 防护覆盖物或包装,都应建立防静电工作区(EPA)。然而,建立一个 ESD 管控体系有许多不同的方法。表 3 列出了用于控制静电一些可选择 ESD 控制项目。对于在 ESD 管控体系中选择使用的 ESD 控制项目,则那些项目的限值变为强制性的。

如果超出表 3 中的限值,ESD 管控体系手册中应编入 5.1.3 所要求的一个适用性调整文件。

5.3.5 防护包装

ESD 防护包装和包装标识应符合客户合同、采购订单、图纸或其他文件。当合同、采购订单、图纸或其他文件没有定义的 ESD 防护包装时,执行单位应根据 IEC61340-5-3 标准在手册中规定 ESDS 的 ESD 防护包装的要求。必要时,包装的规定应分为 EPA 内部、工作现场之间,现场维修业务和到客户的所有使用过程。

5.3.6 标识

ESDS 物品、组件或防护包装的标识应符合客户合同、采购订单、图纸或其他指定文件规定的要求。当客户对标识没明确要求时,执行单位在制定 ESD 管控体系手册时应考虑标志的需求。如果确定需要标识,应作为文件编入 ESD 管控体系手册。

3. 2016 版和 2007 版在技术内容有哪些差异

3.1 IEC 技术委员会 101 对 IEC61340-5-1 的 2016 版技术修订,IEC 介绍的修订内容。2016 版替代 2007 版,显著的技术变化如下:

【译文】a) 技术要求改为 IEC61340-5-1 对应的其他行业的 ESD 标准;

【编注】这里指的是:第 2 章 规范性引用文件中的标准,体现在 ESD 控制物品认可和符合性验证内容中。

【译文】b) 参考文献进行了更新,以反映新发布的 IEC 标准;

【编注】这里指的是标准后面的 9 个参考文献:

1. ANSI/ESDA/JEDECJS-002-2014 (CDM);
2. IEC 60749-26 (HBM);
3. IEC 60749-27 (MM);
4. IEC 60364 低压电气装置;

5. IEC TS 60479-1 电流对人类和家畜的影响。

第 1 部分:一般特性

6. IEC TS 60479-2 电流对人类和家畜的影响。

第 1 部分:特殊方面

7. IEC 61010-1 测量,控制和试验室用电气设备的安全要求 第 1 部分:一般要求

8. IEC61140 电击防护、装置和设备的通用概念

9. IEC61340-5-2 用户指南

【译文】c) 加入 ESD 控制物品认可计划的章节;

【编注】指标准中第 5.2.3 部分。

【译文】d) 表 4 被删除,详细的包装要求标准为 IEC61340-5-3;

【编注】指 2007 版标准中的表 4,用新标准《IEC 61340-5-3:2015 电子器件静电现象的防护—静电放电敏感器件的包装性能和分类要求》替代。

【译文】e) A.1 条被删除,现已列入 IEC61340-4-6。

【编注】被删除是 2007 版标准中附录 A.1 手腕带的测试由新标准《IEC61340-4-6 特定应用的标准测试方法—手腕带》替代。

3.2 2016 版和 2007 版在技术内容主要差异有三个 方面

3.2.1. 标准的制定依据和适用范围:2007 版是人体模型 (HBM);2016 版增加了带电器件模型 (CDM)

项目	2007 版	2016 版	备注
手腕带及手腕带系统	ANSI/ESDS1.1	IEC 61340-4-6	指标没有变化
鞋类	导静电型: $<1 \times 10^5 \Omega$ 静电耗散型: $1 \times 10^5 \leq R \leq 1 \times 10^8 \Omega$	$R_g \leq 1 \times 10^8 \Omega$	符合性验证执行人/鞋系统,两版有区别。
人/鞋/地系统	$R_g < 3.5 \times 10^7 \Omega$ 或 $R_g < 1.0 \times 10^9 \Omega$ 和人体电压的绝对值 $<100V$ (5 个最高峰值的平均值)	$R_g < 1.0 \times 10^9 \Omega$ 和人体电压的绝对值 $<100V$ (5 个最高峰值的平均值)	新版两者都必须满足;电阻限值是对一只脚、一只脚的测试,不是两只脚同时。
人/鞋系统	$R_g < 3.5 \times 10^7 \Omega$	$R_{gp} < 1.0 \times 10^8 \Omega$	
离子化装置	ANSI/ESDSTM3.1 消散时间 (1000V~100V) $<20s$ 残余电压 $< \pm 50V$	IEC 61340-4-7 消散时间 (1000V~100V&-1000V~-100V) $<20s$ 或用户自定 (符合性验证时) 残余电压 $< \pm 35V$	指标提高,且与孤立导体、MM 模型指标有关
座椅	R_{gp} 和 $R_g < 1 \times 10^{10} \Omega$	R_{gp} 和 $R_g < 1 \times 10^9 \Omega$	符合性验证执行 R_g
静电控制服	ANSI/ESDSTM2.1 $R_{op-p} < 1.0 \times 10^{12} \Omega$	IEC 61340-4-9 $R_{op-p} < 1.0 \times 10^{11} \Omega$ 或用户限定值	指标提高
可接地的静电控制服	ANSI/ESDSTM2.1 $R_{op-p} < 1 \times 10^9 \Omega$	IEC 61340-4-9 $R_{op-p} < 1 \times 10^8 \Omega$	测试方法有所不同

和机器模型(MM)。相应适用范围:人体模型 100V,带电器件模型 200V,孤立导体 35V。

3.2.2.ESD 管控体系在 2007 年版基础上,要求与企业质量管理体系 ISO9001 整合为一体。同时,除了现场符合性验证还增加了增加了第 5.2.3 部分 ESD 控制物品认可计划。接受条件要求要用 IEC 标准的测试方法进行,可接受的文件有:制造商公布的产品规格文件;第三方实验室完成的测试报告;内部实验室对自己所用物品所作的内部测试评估报告;通过了本标准对该项目进行的符合性认证的记录。

3.2.3.ESD 管控体系技术要求修改的条款:

1.技术标准和技术要求差别对比(见上表)

2.关于防护包装的差别

2007 版防护包装主要技术指标由表 4 规定的。它与 2016 版的 IEC61340-5-3 标准 ESDS 的 ESD 防护包装的要求差别见下表。

4.结束语

随着微电子行业纳米技术的发展,出现了 5nm 器件。一方面有更高的洁净要求,另一方面静电防护的要求也越来越高。这些都对防静电工作区和 ESD 管控系统提出了更高的要求。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,同时也促进防静电标准的进步。

IEC61340-5-1 作为 IEC 静电防护体系的核心标准已经完成了重新修订。对于 ESD 控制物品认可措施,出版了一批新标准,更新了一批标准。与此同时,一个全面、有效的 ESD 管控体系要求建立在企业全面质量管理体系的基础上,对 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、不合格品、管理职责和文件控制等各个方面。努力学习和借鉴国外、国际先进标准近年来这方面的发展和经验,把我们的静电防护工作做得更好,满足更高的防护体系的要求。

项目	2007 版	2016 版 ^{a)} (IEC61340-5-3:2015)	备注
导静电	IEC61340-2-3 $1 \times 10^2 \leq R_s < 1 \times 10^5 \Omega$	表面导静电: IEC61340-2-3 $R_s < 1 \times 10^4 \Omega$ IEC61340-2-3 $R_p - p < 1 \times 10^4 \Omega^{c)}$ IEC61340-4-10 ^{b)} $R_p - p < 1 \times 10^4 \Omega^{c)}$ 体积导静电: IEC61340-2-3 $R_v < 1 \times 10^4 \Omega^{d)}$	
静电场屏蔽		IEC61340-2-3 ^{e)} $R_s < 1 \times 10^3 \Omega$ $R_v < 1 \times 10^3 \Omega^{d)}$	
静电耗散	IEC61340-2-3 $1 \times 10^5 \leq R_s \leq 1 \times 10^{11} \Omega$	表面静电耗散: IEC61340-2-3 $R_s \geq 1 \times 10^4 \sim < 1 \times 10^{11} \Omega^{c)}$ $R_p - p \geq 1 \times 10^4 \sim < 1 \times 10^{11} \Omega^{c)}$ IEC61340-4-10 ^{b)} $R_p - p \geq 1 \times 10^4 \sim < 1 \times 10^{11} \Omega^{c)}$ 体积静电耗散: $R_v \geq 1 \times 10^4 \sim < 1 \times 10^{11} \Omega^{d)}$	
绝缘物	IEC61340-2-3 $R_s \geq 1 \times 10^{11} \Omega$	IEC61340-2-3 $R_s \geq 1 \times 10^{11} \Omega$ IEC61340-4-10 ^{b)} $R_s \geq 1 \times 10^{11} \Omega^{c)}$ IEC61340-2-3 $R_v \geq 1 \times 10^{11} \Omega^{d)}$	
屏蔽包装	ANSI/ESD STM11.31 <50nJ	IEC 61340-4-8 能量<50nJ	

a) 对于 ESD 控制物品认可,测试环境条件应为 $(12 \pm 3)\%RH$ 和 $23^\circ C \pm 2^\circ C$ 。当 IEC 标准中没有规定时,物品认可的预处理时间最少 48 小时。

b) IEC61340-4-10 规定的测量方法, $R_p - p$ 使用两点针电极。

c) 依据 IEC 61340-2-3 标准测量的 R_s 与 $R_p - p$ 不同, $R_p - p$ 可以使用 IEC61340-2-3 或 IEC61340-4-10, 测量结果可能不相同。

d) 尽管材料的厚度,要求是相同的。但材料的厚度还会对体积电阻的测量值有明显的影响。

e) IEC 61340-2-3 描述的确定固体电阻和电阻率的测试方法,材料的电阻在 $10^4 \Omega$ 至 $10^{12} \Omega$ 的范围内。超出此范围时参照其他标准,这些方法可能不适用于测量包装材料或产品。因此,表中所列出的项目,应使用 IEC 61340-2-3 中规定的同心环电极。仪器所能测量到的最小电阻可以低到 $1 \times 10^2 \Omega$, 这时的仪器仪表的开路电压或负载电压小于 10V 是可以接受的。

(续完)

防静电工程施工资质标准(团体标准)

Standard of Anti-static Construction Qualification

1. 总则

1.1 为加强行业自律,规范防静电工程施工市场、确保施工企业能满足施工技术、质量、安全的要求,特制定本标准。

1.2 标准涵盖防静电地面工程、防静电装修工程、防静电接地工程及与静电防护有关的各类工程施工资质。

1.3 资质分为一级、二级、三级三个等级。

2. 基本条件

2.1 具有独立法人资格的企业。企业应具有固定的注册经营场地、固定的施工队伍、完善的施工工艺、齐全的施工装备、可靠的安全措施。施工队伍中应配有防静电工程质量监督员、安全员等专业技术人员。企业应具备齐全的施工管理规范、施工工艺以及质量、安全保证体系,具有防静电工程相适应的施工机械和质量检测设备。近3年内企业没有重大施工质量事故与施工安全事故发生。

2.2 企业工程业绩应具有国家授权的质量检验检测机构出具的工程验收合格报告或工程竣工验收报告。

3. 资质分等要求

3.1 一级资质

3.1.1 企业注册资金 1500 万元以上,且净资产 1800 万元以上。

3.1.2 防静电工程施工技术负责人应具有 10 年以上从事防静电施工经历且具有相关专业高级工程师职称;工程技术管理及施工人员不少于 60 人,其中:持有岗位证书或经培训考核合格的中级以上的施工现场管理人员、防静电专业技术人员不少于 8 人;具有持证电气专业人员不少于 5 人。

3.1.3 企业近 3 年承担过 2 项以上单项工程量 5000 平方米或单项工程造价 1500 万元以上工程业绩。

3.2 二级资质

3.2.1 企业注册资金 800 万元以上,企业净资产

1000 万元以上。

3.2.2 防静电工程施工技术负责人应具有 8 年以上从事防静电施工经历且具有相关专业高级工程师职称;工程技术管理及施工人员不少于 30 人,其中:持有岗位证书或经培训考核合格的中级以上的施工现场管理人员、防静电专业技术人员不少于 6 人;具有持证电气专业人员不少于 3 人。

3.2.3 企业近两年承担过两项以上单项工程量 2000 平方米或单项工程造价 800 万元以上工程施工业绩。

3.3 三级资质

3.3.1 企业注册资金 300 万元以上,企业净资产 360 万元以上。

3.3.2 防静电工程施工技术负责人应具有 5 年以上从事防静电施工经历且具有相关的工程师职称;工程技术管理及施工人员不少于 15 人,其中:持有岗位证书或经培训考核合格的中级以上的施工现场管理人员、防静电专业技术人员不少于 4 人;具有持证电气专业人员不少于 2 人。

4. 等级承包范围

一级企业:可承担各类防静电施工项目。

二级企业:可承担单项合同额 2000 万元及以下的防静电施工项目。

三级企业:可承担单项合同额 1000 万元以下的防静电施工项目。

8. 说明:

本标准按 GB/T20004.1—2016《团体标准化第1部分:良好行为指南》要求起草编制。

本标准起草单位:中国电子仪器行业协会防静电装备分会

本标准主要起草人:谭慧新、蒋卫文、冯文宣、刘文雄、陈仕平、潘绍云、李宝、徐烨凡、莫琪燕、任敏峰、施所廷、王晓东、费杏凤、许雪平、邱根山、孙明元。

静电专业常识解答

如何选购优质洁净服

洁净服并非一穿永逸,穿用不当或经过多次洗涤后,其无尘、导静电性能可能降低,从而不能满足安全要求。这时就要更换一批新的洁净服装,那么如何才能挑选出优质的洁净服呢?

很多人在挑选洁净服的时候只注重外观,这是不行的,在无尘车间行业,必须要挑选优质洁净服才能更好的发挥其作用。今天我们教你如何挑选优质洁净服,以便其更具有耐用、持久的防静电性能。想要挑选优质洁净服一定要注意以下几点,只要您做到了,那么您选择的洁净服一定会是优质品。

1、洁净服应全部使用防静电、无尘面料织物,一般不使用衬里,必须使用衬里时,衬里的露出面积不应超过全部服装面积的 20%,如果是大面积需要夹里,应选择织有同样导电纤维的里布作为衬里,一般用肉眼是能够分辨的。

2、洁净服面料要平整,手感良好,手感好的面料,棉的成分相对高,涤的成分越高越易产生静电。

3、生产厂家是否具有《全国工业产品生产许可证》《特种劳动防护用品安全标志证书》《ESD 工程师》,没有相关资质的厂家其产品质量很难保证。

4、挑选洁净服时在外观质量方面,面料应无破损、斑点、污物或其它影响面料防静电性能的缺陷。而且在后期使用的时候一定要非常注意防静电洁净服的保养,不然也会造成洁净服的使用寿命缩短。

5、应根据不同场所、不同加工对象的静电敏感度,选用不同等级防静电布料的洁净服,导电纤维间距越小效果越好,露丝明显效果也越好,而且需要相互交织的那种。

6、禁止在洁净服上附加或佩戴任何金属物件,钉有金属扣的防静电服不是防静电需要的优质产品。

如何发挥防静电鞋的作用

如今在很多集中的电子设备生产的大型公司,或者是企业需要自己的生产车间有着最高的标准,为减少静电对人体的伤害,基本上会要求所有的员工穿统一的工作鞋,防静电鞋就成为了他们非常喜欢的一种鞋子,因为这种鞋子可以将静电从人体的身上倒入大地,而且还能够消除人体内部的静电,这样就能有效地抑制人体在行走过程当中带动的灰尘,能让自己所生产出来的产品有着更好的质量,不过很多人都不知道如果自己有这样的一双鞋应该如何来穿,其实还是有很多讲究的。

从目前的情况来看,穿防静电鞋本身就是为了消除人体的静电,因此在穿着的过程当中,它能够有效地防止 250 伏特以下的一些电流,这就是防静电鞋本身的一些特性。如果超过了 250 伏特的电流,基本上是不能够防治的。不过我们的家用电流是 240 伏特,

通常来讲基本上都能够达到安全的标准。

防静电鞋适合在要防止因为人体带静电而引起的燃烧事故的地方,包括很多危险性的场所,例如一些石油场所、化工染料、煤矿、橡胶制品、医疗设备加工、电子加工、空气净化、印刷行业等等。

如果要选择穿上防静电鞋,那么就一定不能穿厚袜子,更不能穿毛料的袜子,也不能让自己的鞋子上有鞋垫儿。禁止把这样的一个鞋当成是绝缘鞋来使用,防静电鞋与绝缘鞋之间还是有很大差别的,而且绝缘鞋的性能以及各个方面都不如防静电鞋的效果好。

在使用防静电鞋的过程中,必须要保证使用场所全部都是些导电的地面,使用这样的鞋子本身的目的就是为了防止导电,并没有其他的目的。也就是说如果在平时的时候,你的工作场合并没有要求要防静电的话,那么你完全可以不选择穿这样的鞋子。

防静电工作服不宜过度节俭

防静电工作服对其静电参数、固牢度都有严格的要求,使用者在使用中往往会有刮蹭、撕裂的现象。对于这些大面积破损的防静电服,为了继续有效的使用,可进行合理的修补,但前提条件是其防静电性能不受到影响。老话说“新三年,旧三年,缝缝补补又三年”,节俭是中华民族优良传统,但是与企业员工的健康,以及产品质量安全方面,所使用的防静电产品,也不宜过分节俭。

石化生产场所是防火防爆重点区域。特别是对所

使用的防静电工作服有着极其严格的要求和规定。一旦出现严重破损、缝线脱断、导电纤维脱断或者已达到防静电等级规定的耐洗涤时间,就不是修补能够解决的问题了。这时候过度节俭就是为安全埋下隐患。应当及时更换。就像药品过了保质期不能再用是一样的道理。

因此,防静电工作服不是一劳永逸的。如果不正确穿戴或者穿戴不符合安全生产规定,穿防静电工作服也将起不到应有的防护作用。

优质的防静电椅子怎么选择

防静电椅子是一款用于各种电子企业、洁净室、制药工作室内的工作用品,防静电椅子除具有普通椅子的功能之外,还具有防静电的功能,它是通过本身的防静电材料、防静电轮子、接地链、防静电地板、接地系统等配套设施泄放静电来实现防静电的。

防静电椅子基本上由三个部分组成:防静电椅面,防静电椅支撑部分,防静电椅脚轮脚杯三部分组成。它的主要原理是通过防静电椅子与防静电鞋使人体与大地相“连接”即“接地”,以达到静电释放的目的。

选择好防静电椅子应注意以下两点:

1. 一款好的防静电椅子,第一要看它的指标,所谓指标就是椅子的表面电阻和对地电阻,只有椅子真正存在表面电阻和对地电阻时才能对员工的生产环境提供保证。

2. 一款好的防静电椅子一定要无灰尘的散发性,因为目前很多的企业车间都是精密的洁净车间,严禁粉尘的污染,而防静电椅子是作为这种车间内部使用,所以要具有无尘的散发性。

防静电洁净服清洗不当会变为普通工服

在现代电子工厂里,为了保护精密的电子产品在生产制造的过程中免受无处不在的静电干扰或迫害,操作工人都要穿着防静电洁净服。但是很多时候由于工厂缺乏防静电专业知识,对防静电洁净服采取不当的清洗方式,则会使防静电洁净服失去原本的性能,变成一件普通工服。

普通的清洗方式采用强腐蚀性的洗涤剂,能清洗掉衣物上一些难以清洗的污渍,像圆珠笔和水笔

的印迹,这样清洗剂的PH值一般大于14,用这种强碱性的清洗剂清洗后的防静电洁净服特别干净。然而,却使防静电洁净服面料上导电纤维严重受到腐蚀,失去了原本的防静电性能,而最终导致防静电洁净服变成了普通工服。专业的净化清洗不单单只是为了清洗掉衣物外层所沾染的污渍,最主要的还是要保持其有效的防静电功效及净化级别。专业清洗与普通清洗的区别在于:

1. 专业防静电洁净服用清洗剂, 它的 PH 值在 7 到 10 之间。

2. 使用专业的防静电净化服洗衣机, 而非靠人工强力揉搓, 或是一般洗衣店用的大功率工业洗衣机, 这样服装面料上的导电纤维受损更严重。

3. 一般的防静电洁净服至少要用软化水, 净化无尘服则要用 EDI 超纯水。

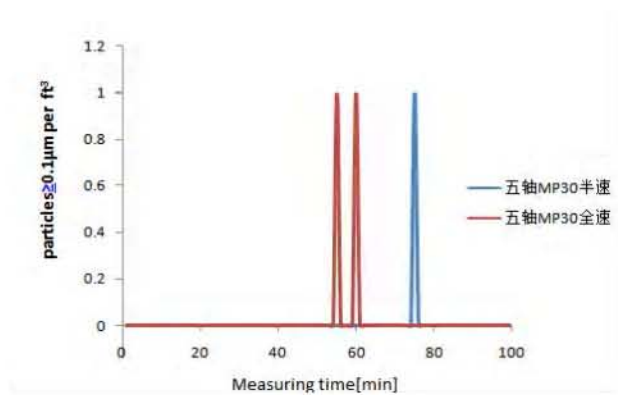
4. 由受过专业培训的操作员按规范工艺流程操

作。

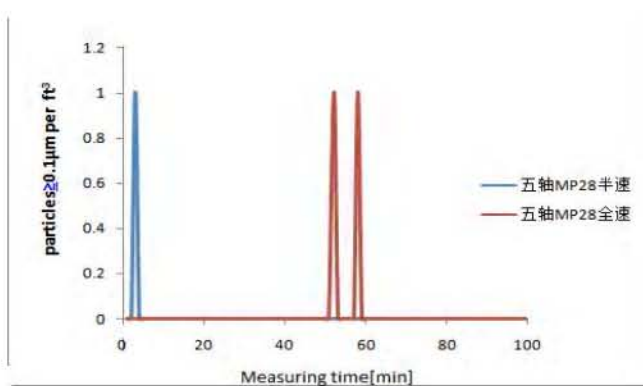
5. 定期对洗过的防静电洁净服装进行防静电参数测试。监控其抗静电功效, 净化无尘服还要测试其无尘净化等级 (洗后的净化无尘服所含的尘埃颗粒数多少)。

为了产品安全, 也为了防止静电对生产过程的干扰, 一定要选择专业的无尘清洗公司。

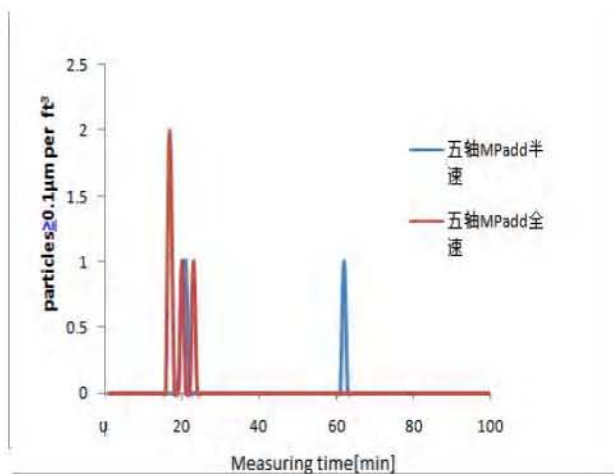
(上接第 31 页)



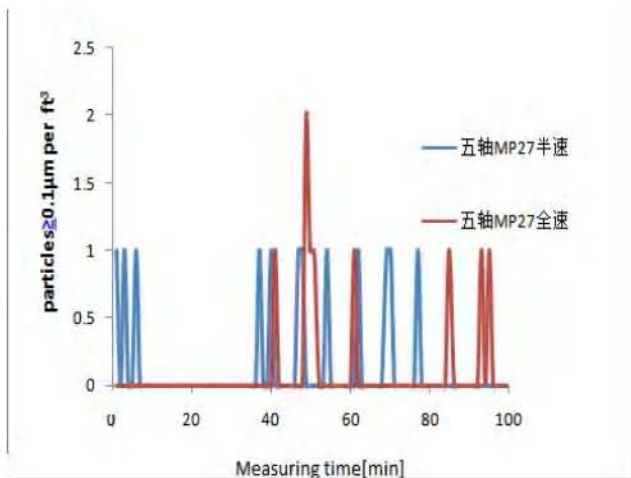
五轴 MP30



五轴 MP28



五轴 MP add



五轴 MP27

判定: 一轴机器人, 半速运行时洁净室洁净度降 1 个数量级, 从 ISO 1 级降为 ISO 2 级;

全速运行时洁净室洁净度降 2 个数量级, 从 ISO 1 级降为 ISO 3 级;

五轴机器人, 无论半速还是全速运行对洁净室洁净度无明显影响; 此结果, 在某研究中心“镜片修复间” (中国第三例超净环境实验室) 同样获得验证。

欧洲中小企业可引领全球物联网革命

编译:工业和信息化部国际经济技术合作中心 萨楚拉

日前,法国新兴技术公司 Secure-IC 的首席执行官哈桑·特里奇 (Hassan Triqui) 撰文表示,如果欧洲中小型企业获得必要的支持,特别是在创新激励和专利诉讼方面,那么欧洲企业则可引领未来经济。

以下为他在欧盟政策期刊欧洲动态(EurActiv)发表的文章全文:

我们正处于变革之中——即物联网 (IoT) 革命。这一革命将改变全球,到 2025 年,共有 754 亿个连接设备,并将在全球范围内实现每年 11 万亿美元的经济效益。这将使得为这一全新模式提供技术和应用程序支持的大型和小型创新型公司创造无数工作岗位。

这将使欧洲受益匪浅。欧洲拥有优秀的大学和研究机构,以及深厚的创新文化。而其致命弱点在于,无法通过为创新型中小企业 (SMEs) 的发展创造适宜的服务生态系统,从而将其知识和专业技能商业化。为此,我们必须建立正确框架以获得成功——否则将错失超越亚洲、美国和其他地区的竞争对手的机会。

欧洲部分研发密集型公司正在引领连接标准的制定,例如对物联网的部署和成功起到支撑作用的近场通信 (NFC) 和 5G 技术。中小企业在这一创新领域占有主导地位。

作为一个拥有 50 名员工的新兴科技公司的首席执行官,我深刻了解中小企业所面临的挑战和机遇。我们的公司需要将其知识和专业技能商业化,才能得以发展——但为此,欧盟及其成员国必须创建适宜的商业和监管生态系统。欧洲大部分创新密集型中小企业 (其中包括 Secure-IC) 的首席执行官们意识到此问题,于近期向欧盟委员会提交了名为“推动欧洲创新者增长”的中小企业宣言 (SME Manifesto)。

宣言呼吁,对创新型中小企业的研发投资实行税收抵免和优惠,如被称为创新型中小企业“生命线”的法国研发税收抵免政策 (Crédit Impôt Recherche, CIR)。更好的融资和贷款担保也可对企业研发起到推动作用。例如,欧洲投资基金和 SMEG 为当地银行给中小企业的部分贷款 (50%) 提供担保。这一举措

无疑产生积极影响,然而,考虑到中小企业持有的专利和其他知识产权资产的质量,担保比例应从创新型中小企业贷款的 50% 提升至 80%。

中小企业不仅需要财政激励,还需要对其知识产权予以充分保护。两个威胁正在显现:一是专利的“搭便车者”数量增加——位于亚洲和美国的公司通常以极低成本或免费使用中小型企业技术,而且一般是非法使用;二是来自于一部分硅谷公司的系统威胁,以期取代技术互操作性所依赖的开放标准制定国际体系。这些公司希望以牺牲欧洲创新者和消费者为代价来支配物联网。

特别是,对于中小企业保护其专利权而言,他们必须获得公正权利。大多数欧洲创新型中小企业在将非欧洲制造业巨头实施专利侵权行为诉诸司法方面,缺乏财政资源或国际影响力,更不用说涉及多重管辖的情形。

例如,共同发明 NFC 技术 (当前用于大多数智能手机安全支付领域) 的欧洲中小企业不得不花费 2400 万欧元,用于在美国和德国法院捍卫其专利权。三家亚洲公司正在其设备中使用该技术,而无需支付许可费用。在这种情况下,得益于法国主权基金 France Brevets 的支持,公司提起诉讼并取得成功,但是如果这种支持,中小企业往往难以或不可能承担这种诉讼规模的法律费用。

这就是为什么我们认为,中小企业必须获得更多的公正权利和更多的保护,才能在法庭上维护他们的专利。如果小型或大型企业不能对其研发投入提供保护,他们将停止投资,开放标准体系将崩溃。

我们有机会引领全球物联网革命,并为未来的数字经济制定新的标准,但我们需要制定正确的框架以把握机会。我们已在中小企业宣言中对欧洲需开展的工作加以阐述,以确保欧洲企业拥有美好未来,并在欧洲境内创造无数就业机会。

当前,欧盟委员会应当认识到欧洲议会和欧盟成员国在中小企业发展方面及时采取相应措施的重要性。

新会员单位介绍

深圳沈飞钢地板有限公司

深圳沈飞钢地板有限公司是一家总部位于中国四大一线城市之一的“深圳”。深飞品牌经历多年的快速发展,是集整合原料、采购、加工、成品、流通、销售各环节优势的垂直一体化企业。产品线丰富,集全HPL全钢防静电地板、PVC防静电地板、陶瓷防静电地板、硫酸钙防静电地板、木基防静电地板、通风口防静电地板、OA网络智能活动地板等全系列防静电地板产品。公司的产品在国内通过了ISO9001:2015国际质量体系认证,在产品开发设计中,实现了先锋性、突破性。以丰富多元化的产品直接与国际性产品接驳,让客户享用到更高级、更贴心、更便利的使用环境。产生的影响不仅局限于本行业,更重要的是它强大的辐射力,能够带动更积极、明智的产品购买模式。使客户能够更清楚的辨别和使用到合适的产品。

我们以多年的管理、销售、服务、安装经验为依托,并由总公司市场部、技术部派遣具有先进市场及安装服务经验的人员为客户提供服务。坚持“标准、统一、规范”的经营理念,从而达到品质最优、合作双赢、客户价值最大。

我们衷心希望与广泛的客户竭诚合作,共同创建防静电地板的美好蓝图!

公司目标:更优 更强 更棒;

公司精神:诚信为本、创新为魂;

公司理念:不标高价、不打低折;

服务理念:整合资源、创造机会、开拓市场、实现共赢;

质量理念:不断超越,追求完美打造管业卫浴一流品质;

人才理念:以人为本是组织的核心,科技是第一生产力,人才是第一资源。

沈飞地板以“高端品质防静电地板领导者”为定

位,秉持“精湛工艺的防静电地板”为品牌理念,为每一个客户创建健康、高品质的人居环境。我们将本着“精益求精,诚实守信”的企业精神,竭诚为广大客户提供优质产品及技术服务,提供合理的现货价格。

公司地址:深圳市龙华新区浪口工业园青年梦工场9栋105号

邮编:518109

电话:0755-33133304

广州市毅杰科技有限公司

广州市毅杰科技有限公司是专业从事导电材料的研制和生产,以及为工业类环氧涂料生产厂家和环氧地坪工程公司提供整体配套产品和服务的专业性公司。我们通过做好原材料和应用商之间的服务桥梁,帮助客户提升产品质量、降低成本、增强其市场竞争力,最终与客户建立长期、稳定的合作关系。

公司总部位于广州,在北京、江苏昆山设立办事处,为不同区域客户提供最佳产品和服务的配套方案。

经过十多年的创新探索和市场耕耘,最终形成了一套完整独立的产品结构体系。公司与国内重点院校以及相关领域的科研机构建立了紧密良好的合作关系,为新产品的研发和生产提供了专业保障。

公司具备完善的质量保证体系和完备的售后服务措施,针对环氧防静电地坪体系,提供防静电一站式整体解决方案。目前主要产品有:各种规格的导电云母粉、导电浆、导电预制浆、导电纤维、导电炭黑、导电添加剂等基础导电材料及电阻测试仪器。

我们秉承“专业 诚信 创新 服务”的企业精神,坚持“以质量为本,以服务取胜”的经营理念,“用专注心,做专业事”是公司每个员工的工作态度。诚挚为

广大客户提供更优质的产品、更先进的技术、更卓越的服务,是毅杰人不懈奋斗的目标。毅杰愿与社会各界朋友真诚合作,共创辉煌未来!

公司地址:广州市天河区中山大道中 438 号羊城花园乐苑 12 座 204 室

邮编:510660

电话:020-82599876

邮箱:yijie@gzyijie.com

睢宁华中兴泰地坪技术有限公司

睢宁华中兴泰地坪技术有限公司始建于 2003 年,是专业从事研发制造防静电不发火地面材料和施工于一体的企业。经过多年的艰苦创业,现已发展成为同行业中具有较大规模的知名企业。注册资金 500 万元。公司坐落于江苏省徐州市睢宁县中国城,公司以选择精良的材质、精湛的工艺、倾注精心的管理、打造精致的导防静电不发火地面产品、奉献精诚的服务。

公司坚持质量第一,信誉第一,服务第一。主要产品有导防静电不发火材料,防静电不发火地面的施工,架空防静电活动地板的施工等。

施工案例:

一、安徽移动 1—3 号通信生产楼防静电地面施工,面积 30000 平方米。

二、安徽阜阳、淮北、巢湖移动第二通信生产楼防静电地面施工。

三、芜湖客服中心生产楼防静电地面施工。

四、中国移动河南数据中心 1—2 期工程防静电地面工程施工,面积 23000 平方米。

五、江苏南京联东 U 谷防静电地面工程施工。

六、河南开封、周口、济源移动生产指挥楼防静电地面施工。

七、江苏徐州化工厂房不发火地面施工。

公司地址:江苏省徐州市睢宁县中国城 D42 单元 202 室

邮编:221200

联系人:杨先生 13775922990

济南向利机房设备有限公司

济南向利机房设备有限公司是中国电子仪器行业协会防静电装备分会的会员单位,专业销售整体机房装饰配电防雷空调电源消防等机房产品,同时还配备了专业施工人员,提供优良的机房工程技术服务。

公司一贯作风是重合同、守信用,积极与国内众多科技公司合作。通过良好的设备材料分包的代表工程有:山东公安厅出入境管理局机房、山东高速集团监控中心各站点机房、山东省委党校弱电机房、山东水利局网络机房、山东全运会场监控机房、山东经济学院电子阅览室机房、山东财政学院实验室、南水北调山东段机房建设、山东省海事局信息指挥中心、山东菏泽市公安局反恐应急中心、山东省地震局、山东菏泽中级人民法院、山东炮兵学院、方圆集团机房、万达集团机房、威海云计算机房、山东农信数据机房、日照高速交警、山东地税、日照移动、威海移动、淄博移动等机房装饰装修配电整体机房项目。

我们可以为客户提供数据中心机房,网络中心机房,计算机机房,电脑微机室,控制中心机房,运营商机房,IDC 机房,视频会议控制机房,安保消防控制室等机房装饰配电全方位的解决方案。

公司设有销售部、设计部、工程部等各专职部门,已形成完整的公司管理体系。引用国际质量管理体系标准体系,按国际惯例严格管理产品质量,全面通过 ISO9001 国际质量管理体系的考核与认证。

公司地址:济南市天桥区清河北路滨河商务中心 C 幢 1604

邮编:250000

公司电话:0531-69957898 13806412229

联系人:杨先生 (手机 13806412229)

邮箱:139541531@qq.com

深圳市迪美瑞地坪材料有限公司

迪美瑞地坪材料有限公司成立于 2008 年,是一家集环氧地坪材料的研发、生产、销售、施工与一体的

现代化工业地坪企业。10年来,对于防静电地坪、防腐地坪、耐磨地坪、防滑地坪、车库地坪,先后推出“迪美瑞”专用环氧地坪漆,其优秀的品质得到了全国广大客户的认同与赞许。结合优质的施工服务,让“迪美瑞”品牌的企业信誉永远扎根在客户的心中。

我们一直致力于向客户提供一流的产品质量和优质服务,获得了“中国工程建设推荐产品”及“中国绿色环保产品”证书。迪美瑞系列地坪漆拥有环保多项检测报告,数据处于领先水平。公司自有涂装专业的施工团队,凭借多年的工作经验和先进管理经验,完成了3000多例知名企业的地板工程。工程质量及售后服务都得到了客户的一致好评和称赞。

我们本着“信誉为本,品质为魂”的企业宗旨,热忱欢迎广大客户惠顾合作,携手共创美好未来!

以客户利益为导向,以产品品质为核心!

求实是我们的根本,创新是我们的动力!

以团队合作为平台,实现个人最大价值!

使命:为地球环保增添一片新色彩!

愿景:成为地坪行业的卓越领导者!

核心价值观:诚信第一! 品质第一! 服务第一!

公司地址:深圳市宝安区西乡大道323号(大益广场对面)丰和园三楼

邮编:518100

电话:0755-27928795/13684979045

邮箱:dimeirui01@163.com

网址:www.dmrpd.com

吴江市正源金属材料加工厂

吴江市正源金属材料加工厂于2005年成立,公司自成立以来,一直专注电子、防静电地板、环氧地坪铜箔的生产。公司生产的高导电铜箔已连续五年在同行获得好评。我们本着诚信第一价格第二的宗旨,欢迎新老客户来人来函洽谈业务!

公司地址:江苏省吴江区平望镇梅堰社区

邮编:215225

联系人:吴经理

电话:13812707353

邮箱:www.888@163.com

仙居国达塑胶电子厂

浙江仙居国达塑胶电子厂是一家专业生产防静电台垫、地垫、塑胶地板和永久性防静电工作台面、防静电PVC皮革的专业生产厂家,并承接防静电地板工程和成套防静电工作台面工程,有着20年研发、制造防静电系列产品理论基础的实践经验。

该厂建地面积13000多平方米,固定资产3000多万元,技术研发人员20多人,多次承担省、国家军工单位的重大科研项目,拥有年产150多万平方米的防静电台垫、地板生产线。产品从原料到生产过程和产品出厂具有一套完整的管理制度和质量跟踪检测体系。

该厂多年来一直为中国的军工企业、电子厂、航天工业、医药化工及烟花爆竹企业提供防静电安全防护及设计,目前为三星、富士康、华为、中兴、苹果代工厂等企业提供成套安全服务。

目前,该厂又研发出新一代不受温湿度影响的永久性防静电台垫,防静电板材和防静电卷材地板还获得了国家新材料发明专利。同时解决了一直以来困扰电子企业因受温湿度影响而造成静电排放不稳定的技术难题。

地址:浙江省仙居蟠滩工业园

邮编:317319

电话:0576-87961508

传真:0576-87961587

邮箱:guodadz@163.com

企业网站:www.guodachina.com

中国防静电 2017 年总目次

企业防谈录

- 访广东硕源公司张钧董事长 03-08
访佳辰地板常州有限公司总经理陈仕平 04-06

协会动态

- 以技术服务为依托 以市场需求为导向 01-08
中国电子职业技能技术华南地区
培训基地常平落成开班 01-09
欢迎加入中国电子仪器行业协会
防静电装备分会 01-09
协会六届三次理事会扩大会议
在常平科技园顺利召开 02-06
寻求机遇架平台深化服务求发展 02-07
协会六届三次理事会通过三项决议 02-10
热烈祝贺三家会员企业晋级理事单位 02-10
《防静电贴面板通用技术规范》
行业标准立项获得批准 02-11
《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 02-11
刘尚合院士视察山东电盾公司 03-10
苏州天华公司与美国 ESDA 协会联合举办培训 03-11

- 《防静电贴面板通用技术规范》
标准编制启动会召开 03-11
欢迎加入防静电装备分会 03-12
中国防静电装备企业生产资格认定实施办法 03-13
中国防静电装备企业产品销售资格认定
实施办法 03-14
《防静电工程施工资质标准》顺利通过专家审定 03-18

协会动态

- 《防静电贴面板》标准顺利通过专家审定 04-09
天华超净 ESD 培训彰显企业魅力 04-09
电子信息领域
标准化工作座谈会在石家庄召开 04-10
第六届静电防护国际研讨会在贵阳召开 04-11

学术探讨

- 基于 GPRS 的无线自动抄表系统及其 ESD
抗干扰技术 01-10
双组分水性聚氨酯导静电涂料的研制 01-14
湿气在静电控制应用中的创新使用 02-12
静电消除器设计理论研究 02-17
管道油品静电消除器结构设计及试验研究 03-15
直升机的静电放电研究初探 04-12
微米间隙下静电击穿电压出现的新特点 04-14
无刷直流电机在 FFU 领域的应用及前景展望 04-17

技术应用

- 物联网互连接口的防静电保护方案集 01-18
新型静电接地装置设计 01-21
techbase 无尘抹布的品质及加工制作 01-23
洁净室净化空调 (HVAC) 系统的节能 01-24
浅谈制药工厂的 PVC 弹性地板的选择 01-31
PVC 冷粘防静电鞋开胶问题的一些建议 02-21
电子仪器设备复杂环境中电磁干扰的解决方案 02-24

技术应用

- ISO 1 级超净环境“集成系统”全工况
(恢复 - 启动 - 运行 - 关机) 实测与分析 03-19
- 浅谈制定建筑物表面导静电涂装体系
工程技术规范的必要性 03-28
- 浅谈 PU 防静电鞋开胶现象 04-22
- 基于无线模块接口静电防护的参考设计 04-26
- 机器人运行对超净空气环境的影响 04-28

技术讲座

- 电子工业 SMT 制造环境管理 01-34
- 电子行业用离子风机简述 03-30

企业管理

- 防静电工艺与质量管理 02-29
- 防静电工作区的构建与要求 03-34
- 防静电工作区的构建与要求 04-32

产品创新

- 防静电水泥砂浆 01-40

标准园地

- 新版 IEC61340-5-1:2016 主要内容及应用 03-40
- 新版 IEC61340-5-1:2016 主要内容及应用 04-40
- 防静电工程施工资质标准 04-43

静电问答

- 静电专业常识解答 01-41
- 静电专业常识解答 03-45
- 静电专业常识解答 04-44

交流园地

- 电子商务市场新增长点 01-43
- 美国如何推动工业能效提升之技术援助项目 02-42
- 发展中国家和中小企业如何从新工业革命中受益 02-43
- 新型长效性 PVC 防静电卷材地板 02-45
- 悄然市场走俏 04-47
- 欧洲中小企业可引领全球物联网革命 04-47

会员之家

- 新增副理事长单位介绍 01-44
- 新增理事单位介绍 01-44
- 会员单位介绍 01-45
- 新会员单位介绍 02-46
- 新会员单位介绍 / 会员单位介绍 03-47
- 新会员单位介绍 04-48

会展时空

- 深圳市亨达洋静电技术有限公司介绍 03-51
- 深圳科高科技有限公司介绍 03-52
- 浙江一远静电科技有限公司介绍 03-53
- 三威防静电装备有限公司介绍 03-54
- 惠州市中村静电科技有限公司介绍 03-55
- 防静电科技园介绍 03-56

SUOREC[®]

硕源科技

股票代码：831476

专业净化耗材首选供应商



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、服务于一体大型现代化民营科技企业，下辖4家子公司、2家分公司和7个营业部门。产品涉足在无尘车间等控制环境下使用的洁净耗材及防静电设备。多年来凭借优良的品质口碑使硕源科技成为许多知名LCD、硬盘、半导体、光通讯、生物制药、PCB、SMT等行业生产厂商指定长期合作供应商。

无尘布



工业棉签



无尘纸



服务热线：0752-6509555-179

工厂地址：惠州市博罗县园洲镇梁屋福和工业大道53号
总部地址：东莞市万江街道上甲社区汾溪一路83号
公司网址：www.suorec.com 邮箱：suorec@suorec.com





江苏华集地板有限公司



江苏华集地板有限公司是集各种防静电地板、架空活动地板、硫酸钙地板的研发、制造、销售、安装服务的专业企业。公司拥有国内一流的技术研发团队、科学严密的管理体系、国际先进齐套的生产设备、诚信完备的服务措施。“华集”商标是国内知名商标，华集企业不负使命将“华集”品牌做得更强更大。华集、华集地板之杰！

“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。

