

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



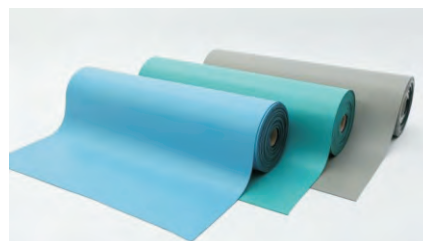
4 | 2018
总第103期



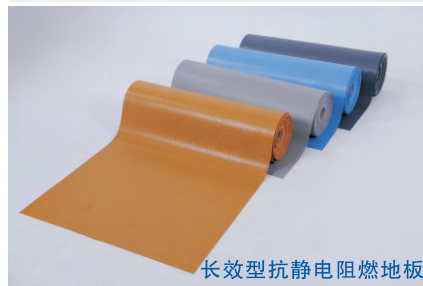
浙江仙居国达塑胶电子厂

浙江仙居国达塑胶电子厂创建于1996年，是一家专业生产防静电台垫，地垫和永久性防静电台垫，地板的专业生产厂家，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多年研发、制造防静电系列产品理论基础的实践经验。本厂建地面积13000多平方米，固定资产3000多万元，技术研发人员20多人，并多次承担省、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。企业管理产品从原料到生产过程和产品出厂都有一套完整管理制程和质量跟踪检测体系。我厂防静电系列产品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，目前以为三星、富士康、华为、中兴、苹果代工厂等企业提供成套安全服务。

目前我厂又研发了新一代永久性防静电台垫和地板，并拥有两项国家发明专利和多项实用新型专利。



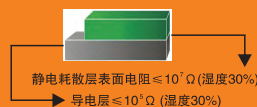
永久性防静电台垫



长效型抗静电阻燃地板

永久性防静电台垫是我厂刚刚上市的一款新型防静电产品，着重为我国军工、航天等单位要求特高的一款高端产品，技术含量高，颠覆了传统防静电台垫产品静电排放方式，并获国家新材料发明专利。它的机理是通过金属碳纳米离子，在高温挤压下与树脂熔融相互渗透，在材料内部形成条状导电回路而进行静电排放的一种新型方式；改变了传统产品依靠活性阳离子迁移出产品表面与空气湿度结合而进行静电排放。该新型永久防静电台垫，它不受湿度影响，从而保证了该产品在低湿环境下能有效地进行稳定持续的静电排放。

永久性防静电台垫



产品特性：耐磨性优良：产品为单层同质透心结构，内部添加德国进口高耐磨树脂材料。

安全性：该产品通过环保阻燃认证，保证了使用时的安全性和可靠性。

抗静电长效性：采用进口的导电聚合物，通过复杂的工艺生产，改变以往静电泄放方式，保证抗静电的长效性。

抗老化性：产品在-20℃环境下无裂痕，表现出优良的抗耐寒性，同时在室外太阳暴晒下不变色，表现出优良的抗紫外线性能。

耐化学性：该产品有着优良的耐油性，耐酸碱性能。

应用范围：该产品被广泛应用于电子行业，制药化工，医院，航空航天及商业中心等领域。

长效型
抗静电
阻燃地板

浙江仙居县国达塑胶电子厂

电话：0576-87961508

地址：浙江省仙居县皤滩高新技术工业园

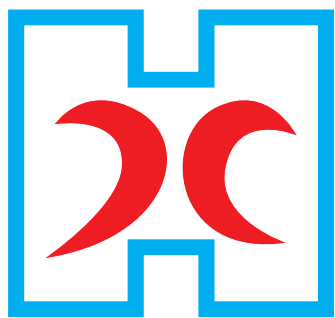
邮编：317319

手机号：13958510616

邮箱：guodadz@163.com

传真：0576-87961587

网站：www.guodachina.com



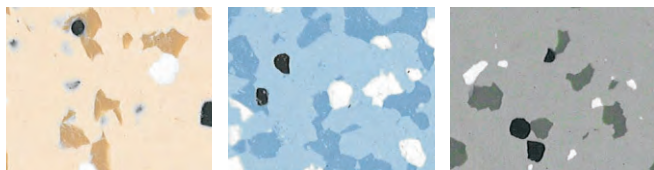
华静®
HUA JING

永久性PVC导静电块材

永久性PVC导静电卷材

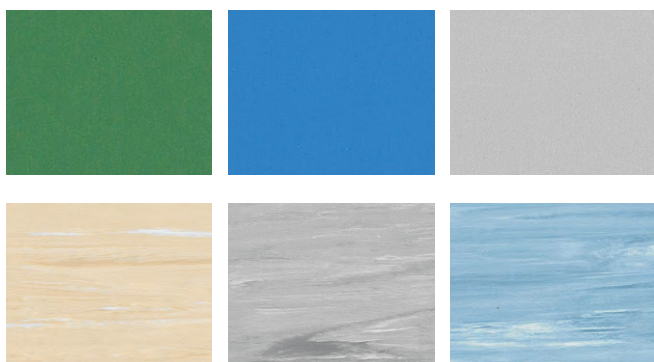
防静电PVC卷材

永久性PVC导静电卷材



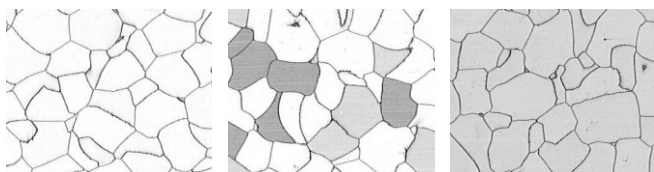
产品特性：华静防静电PVC卷材，具有永久性防静电功能。广泛适用于电子、洁净室、计算机、医院、电信、航天航空等精密仪器和设备专用场所

防静电PVC卷材



环保材料：通过ISO14001环境质量体系认证，采用欧洲先进的生产工艺，确保产品的原材料加工生产达到欧洲标准。

永久性PVC导静电块材



经久耐用：产品具有稳定性和耐磨性，满足各种公共大流量场所的使用要求。经久耐用，抗压性能良好。



江苏华静是专业生产防静电PVC地板的企业，企业致力于技术研发与创新，自1993年成立以来企业不断依托国内科研院研发产品，近年来企业取得了多项国家发明专利、实用专利，并与国际行业巨头洛克风国际有限公司建立战略联盟，并引进了欧洲先进的设备与生产工艺。公司以质量与环保为根本，先后取得了ISO9001、ISO14001体系认证。



江苏华静地板科技有限公司

地址：常州市横林镇镇西工业园区中杨路16号 网址：www.floor.cn 邮箱：518@floor.cn

电话：0519-88783211（总机） 销售：0519-88721211 手机：13901503201

1997 年创刊
2018 年第 4 期 (总第 103 期)
出版日期 2018 年 12 月 20 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 姜冠雄
主 任: 谭慧新
副 主 任: 邹 勇
编 委 会: 孙延林 谭慧新 孙可平 王大千
邹 勇 陈增久 欧阳吉庭
刘全桢 李 杰 王晓东 宋竞男
王荣刚 胡 树
主 编: 张海萍
编 辑: 陈增久 吴秀婷 孙 冰
美 编: 王洁莲 李 彬
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

协会动态

- 8 《活动地板》、《地坪涂料》标准已经颁布
- 8 《活动地板》标准宣贯会议报道
- 9 防静电协会积极开展品牌企业认定工作
- 10 《测试方法》标准启动会议报道
- 11 《通用技术》、《认证指南》标准启动会议报道
- 12 静电专业委员会介绍

学术探讨

- 13 轻质油品在油罐车运输中静电放电的防止研究
郭 鑫 孙可平
- 16 电子行业用反应型聚酯热溶胶的研究进展
胡 树 孙立民 张利利等

技术应用

- 25 碳纤维拉挤工艺研究
冯云龙
- 27 表面粒子沉积于污染分析
金 健等

技术讲座

- 31 电子工业用防静电装备(用品)与防静电工程
孙延林
- 38 EPA 保护区内静电相关参量测量方法汇总
王荣刚等

静电问答

- 50 静电专业常识解答

会员之家

- 53 会员单位介绍

郑重声明

据会员单位举报与投诉,现有网络公司和机构在国内防静电行业内开展各类评选活动,诸类活动与本协会开展的‘中国防静电装备品牌企业认证’无任何关联。

本协会开展的‘中国防静电装备品牌企业认证’是有评审标准、规范及评审细则的。评审不收费,旨在防静电行业内提升产品的质量。该评审在行业内具有公认性与示范性,并得到了会员单位的认可。

凡与本协会无关的评选活动,本协会均不认可,其法律责任自负。

特此声明!

中国电子仪器行业协会防静电装备分会

二〇一八年十一月二十日

中国电子仪器行业协会防静电装备分会 ESD职业技术培训

为更好地开展ESD职业技术培训，中国电子仪器行业协会防静电装备分会于2017年底，分别在华南（广东）地区和华东（江苏）地区建立了培训基地。

1.华东地区培训基地自2017年10月建立以来，分别于2017年11月和2018年举办了ESD工程师职业技术与内审员培训。其中，获得ESD工程师证书人员150余人、内审员证书人员80余人。

2.华南地区培训基地于2018年举办了四次ESD工程师职业技术与内审员培训。其中获得ESD工程师证书人员96人、内审员证书人员93人。

3.企业内训分别在南京、上海和深圳组织了四次，获得ESD工程师和内审员证书人员达到100人以上。

参加以上培训的人员完成规定的培训课时并通过考试合格者，均可获得国家工业和信息化部教育与考试中心颁发的ESD工程师职业证书。该证书电子注册，全国通用，可作为企业专业技术人员岗位聘用、任职、定级和晋升职务的重要依据，用人单位可在工业和信息化部教育与考试中心网站在线查询证书。网址：

<https://www.miiteec.org.cn/plus/list.php?tid=66>

ESD质量管理体系内审员证书由电子行业职业技能鉴定工作站颁发。

2019年全年培训计划：

华东地区培训基地 培训时间3、6、9、12月

华南地区培训基地 培训时间3、6、9、12月

讲师介绍

孙延林 资深专家、讲师。清华大学毕业，高级工程师。中国电子仪器行业协会防静电装备分会理事长，工业和信息化部防静电行业标准化工作委员会主任，原信息产业防静电产品质量监督检验中心主任。从事静电防护研究、检验、标准化工作三十余年。

宋兢男 资深专家、讲师。东南大学毕业，高级工程师。信息产业防静电产品质量监督检验中心主任，中国电子仪器行业协会防静电装备分会技术委员会副主任，防静电行业标准化工作委员会副主任委员。从事防静电检测、评估、认证、辅导工作十余年。

廖志坚 ESD专家，讲师。北京工学院（北京科技大学）无线电专业毕业，高级工程师。信息产业防静电产品质量监督检验中心总工、检验室主任，《中国防静电》期刊编委。从事电子产品设计、调试、管理工作，防静电检测、评估、认证辅导工作多年。

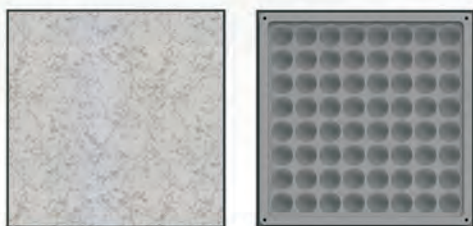
王荣刚 苏州天华超净科技股份有限公司研发总监，高级工程师，美国ESDA会员。防静电行业从业10余年，服务于多家国内外知名企业，有着丰富的实践与现场经验。

培训联系人：吴秀婷、李彬

联系电话：（010）68647410

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。

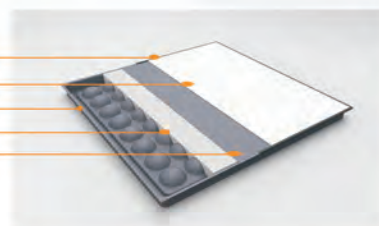
*适用：微机室、程控机房、电子工程、航天领域等防静电场所。

*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： $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^{10} \Omega$ ，防静电性能优良，抗污染，便清洗，装饰效果好。

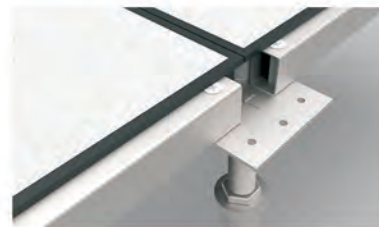
导电边条
防静电贴面
底钢板
水泥填充层
面钢板



支架系统



局部节点

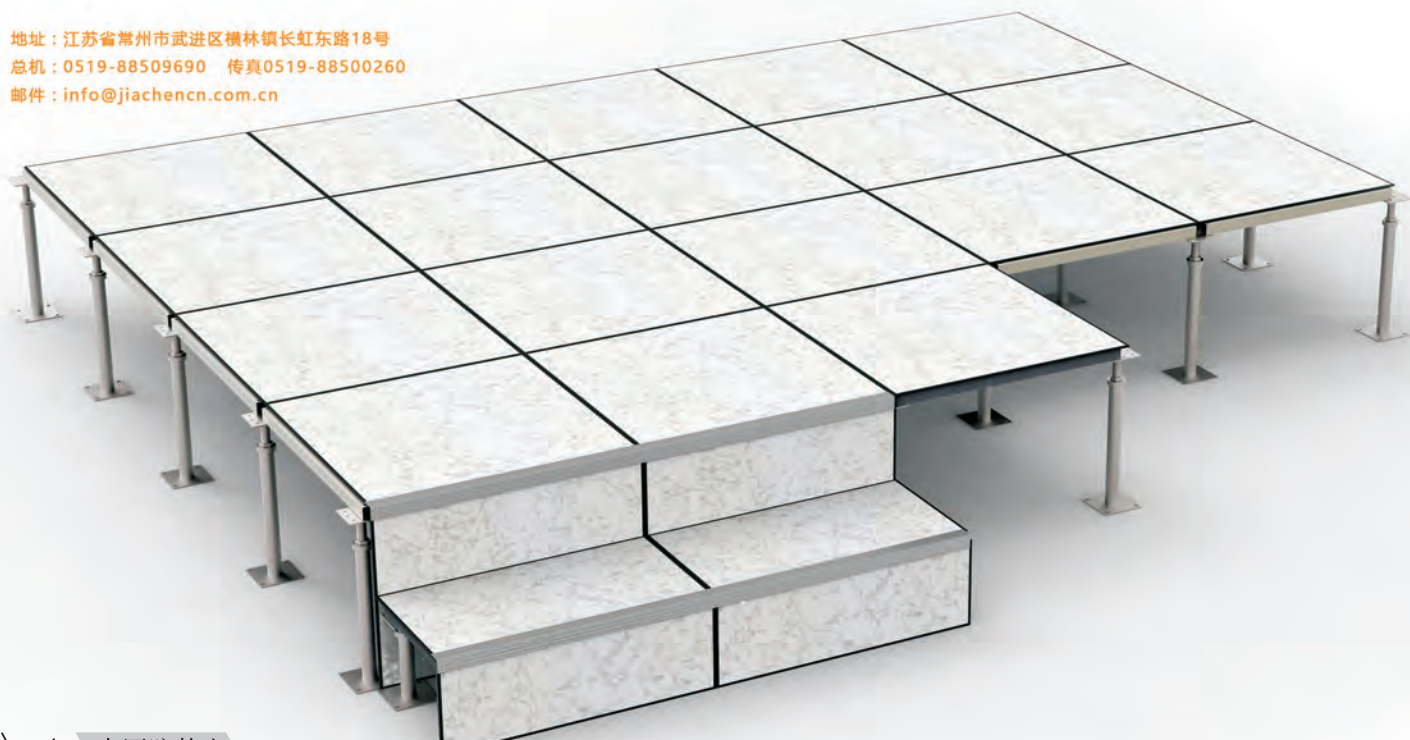


江苏·佳辰地板常州有限公司

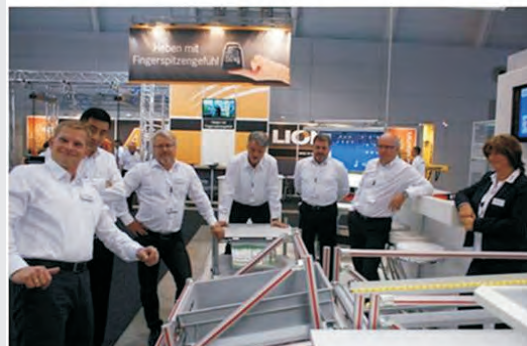
地址：江苏省常州市武进区横林镇长虹东路18号

总机：0519-88509690 传真0519-88500260

邮件：info@jiachencn.com.cn



上海佰斯特电子工程有限公司



上海佰斯特电子工程有限公司作为国内唯一一家具有生产资质专业防静电产品的生产厂家，在经过近20年不断发展，目前在国内外航天航空、电力、电子、通信、半导体、汽车、船舶、自动化系统、光电、机械制造、机器人、仪器仪表、医疗及各大院校等领域完成了一系列一条龙服务工程，且得到了客户的一致认可及高度好评。佰斯特一直致力于为客户提供人性化、模块化、高品质和极致设计的工业品整体解决方案，旗下产品涵盖：防静电产品系列、实验室家具系列、工业品正品大全系列三大类别，上万种产品种类。佰斯特在中国市场至今已经服务了上万个客户，特别是在军工企业和光电通信行业知名度非常高，同时在全国主要城市进驻了现场销售以及技术服务人员，并在2013年与德国历史悠久的工业品供应领域专业公司FPS GMBH 合作，成立FPS-POUSTO GMBH，新公司在欧洲和中国市场专业提供您车间及物料储存等领域一站式的采购服务，未来我们将在工业品领域继续为您提供优质的服务。

上海佰斯特电子工程有限公司

电话：+86-021-51085580

邮箱：pousto@pousto.com.cn

工厂：上海市青浦工业园区新金路8号

手机：+86-13816559034

网址：www.pousto.com.cn

传真：+86-021-54258480

地址：上海市徐汇区凯旋路3500号华苑大厦1幢21层



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”全钢地板和硫酸钙地板生产线，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，采用二次除油工艺，确保地板焊接牢固和没有生锈隐患；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；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”铝合金地板生产线，公司投入了 2000T-2500T 压铸机设备、全自动机器人取件、全自动给汤设备、全自动喷雾设备、机器人全自动抛顶针设备、全自动抛光机、全自动抛丸机、全自动环氧树脂粉末喷涂烘干、全自动喷胶贴面设备等先进设备。



国家工业信息安全发展研究中心 信息产业防静电产品质量质检中心

国家工业信息安全发展研究中心是工业和信息化部直属事业单位，是支撑我国工业领域信息安全的国家级研究与推进机构。经过近60年的发展，国家工业信息安全发展研究中心已形成以工业信息安全和两化融合为核心，军工电子、检验检测、知识产权、数字资源建设等共同发展的业务体系。

信息产业防静电产品质量监督检验中心成立于1993年4月，是隶属于国家工业信息安全发展研究中心的第三方国家认证的检测实验室，在信息产业领域开展防静电产品（装备）及系统检测，评估认证，工程验收及技术标准研究等工作，为整个工业信息行业提供全方面的防静电技术服务。

业务范围

01

工业信息安全研究

02

两化融合产业推进

03

知识产权司法鉴定

04

检测计量认证咨询

05

安全战略规划编制

06

科研技术推广培训

国家工业信息安全发展研究中心
地址：北京市石景山区鲁谷路35号
网址：www.etiri.com.cn
电话：010-68632898

信息产业防静电产品质量监督检验中心
地址：北京市石景山区石景山路23号
网站：www.cnastc.com
电话：010-68865301

《防静电活动地板通用规范》、 《防静电地坪涂料通用规范》 两个标准已经颁布

本刊讯 由中国电子仪器行业协会防静电装备分会组织编写的《防静电活动地板通用规范》(国标, 标准号:GB/T36340-2018)、《防静电地坪涂料通用规范》(行标, 标准号: SJ/T11249-2018, 代替 SJ/T11294-2003), 在主编单位及各参编单位的共同努力下, 在标准主管部门的大力支持下, 分别于 2018

年 6 月 7 日、2018 年 10 月 22 日由中国国家标准化管理委员会及工业和信息化部批准发布, 这两个标准均从 2019 年 1 月 1 日开始实施。

两个标准的实施, 将对规范活动地板和地坪涂料行业产品的生产, 提高产品质量起到积极的指导作用。

《防静电活动地板通用规范》 宣贯会在常州召开

本刊讯 《防静电活动地板通用规范》(GB/T36340-2018) 标准宣贯会于 11 月 1-2 日在常州召开。该标准由防静电协会 (以下简称协会) 于 2015 年开始组织对原《防静电活动地板通用规范》(SJ/T10796-2001) 进行修编并提升为国家标准。该标准于 2018 年 6 月由国家标准化管理委员会批准并颁布, 将于 2019 年 1 月 1 日正式实施。

为使防静电活动地板生产企业、相关机房建设公司、设计院等相关企业学习、了解和使用新颁布的标准, 协会组织召开了本次的标准宣贯及研讨会。

本次宣贯会议由常州华通新立地板有限公司协办, 来自行业内四十余家企业的 60 余位代表参加了会议。协会孙延林理事长在会上作了题为《贯彻落实新标准, 促进行业科技进步》的主旨发言。中国电子标准化研究院电磁兼容实验室项道才主任介绍了有关静电防护国内外标准现状与发展, 对我们提出了不仅要做好国家标准的编制工作, 还要拿出更高水准的国际标准来。该标准编制的主编单位常州华通新立

地板有限公司刘文雄总经理在会上介绍了新标准起草编制过程的基本情况。

国家工业信息安全发展研究中心防静电产品质量监督检验中心的专家、新标准起草人之一的蒋卫文高工对《防静电活动地板通用规范》进行了主题宣讲。他对新标准与原标准的不同之处进行了讲解; 对检测要求、检测项目与指标、检测方法等内容作了重点的细化讲解。

会议还邀请了江苏 SMT 协会秘书长祝长青专家、北京科技通黄骥群总经理、中石化数据中心专家于庆友等用户专家。他们分别在会上作了关于防静电活动地板在实际运用中的现状、存在的问题与要求的发言。

会议期间, 专家们还与生产企业、施工及用户企业进行了交流互动, 专家们对与会人员提出的问题进行了现场答疑。宣贯会议气氛和谐而又热烈, 达到了预期的效果。

防静电装备分会积极开展 《中国防静电装备品牌企业》认定工作

本刊讯 根据《工业和信息化部办公厅关于做好2018年工业质量品牌建设工作的通知》(工信厅科函【2018】83号)文件精神,在今年召开的防静电分会(以下简称“分会”)六届四次理事会扩大会议上,经讨论决定在行业内继续开展《中国防静电装备品牌企业》认定工作。分会秘书处重新修定和完善了“中国防静电装备品牌企业认定工作实施办法”(以下简称“实施办法”),明确了该项工作的认定范围、工作机构、参评资格、实施流程等详细的工作程序。

在“实施办法”中明确指出:开展此项工作旨在加强行业自律,引导企业牢固树立质量为先、品牌引领的意识,保护企业质量创新和质量提升的积极性,进一步提高防静电装备生产企业的质量水平和竞争力。其产品的认定范围分为九大类,分别是:基础材料类、防静电地坪类、防静电包装与容器类、人体静电防护与洁净产品类、防静电办公工装器具类、防静电工具类、离子化静电消除器类、静电检测仪器类、特殊防静电装备用品类。

在“实施办法”中还规定了三条原则:一是坚持“自愿报名申请”的原则。凡协会会员都有参加认定工作的权利和自由,参加的会员企业均应是自愿申请报名。在此基础上,认定工作领导小组依据申请企业需具备的条件进行筛选,通过资格审查的企业进入到一个工作程序。二是坚持“专家评审”原则。专家组的评审完全是在独立客观的工作环境中进行的,参加评审的专家依据参评的每个企业情况,包括现场核查等材料,对参评企业做出自己的评审选择决定。三是“公开透明”的原则。在完成对申请企业的现场核查程序和专家评审后,在防静电协会的网站予以公示,公示期为一个月。公示期结束后,反馈的信息将传递给认定工作领导小组,并作出最终的认定,从而保证了认定工作的公开、公正、透明。

实施办法还明确规定:申请参加认定的企业,不缴纳参评费,获得《中国防静电装备品牌企业》称号的企业,将得到在防静电协会网站及《中国防静电》期刊

上进行专题宣传或荣誉企业的广告宣传推介,并按照期刊广告费的50%进行优惠。

七月中旬,分会下发了关于开展“中国防静电装备品牌企业”认定工作的通知,按照通知规定的报名截止日期,共计有三十家企业自愿申请参加此项认定工作。

目前,通过初审、现场复查以及专家评审小组的审核,其中有二十一家企业符合中国防静电装备品牌企业的认定标准,其审核结果在防静电协会网站进行了网上公示。公示期结束后,反馈意见将提交给品牌认定领导小组进行核定,最终的评审结果将按照程序上报、批准、备案并予以公告。

二十一家企业名单如下(按报名顺序先后排列):

- 1、浙江金华天开电子材料有限公司
- 2、山东电盾科技股份有限公司
- 3、上海安平静电科技有限公司
- 4、佳辰地板常州有限公司
- 5、沈阳沈飞民品工业有限公司
- 6、上海阳森精细化工有限公司
- 7、常州华通新立地板有限公司
- 8、浙江三威防静电装备有限公司
- 9、江苏华静地板科技有限公司
- 10、东莞市科园防静电设备有限公司
- 11、上海佰斯特电子工程有限公司
- 12、江苏双奇地板有限公司
- 13、江苏红日防静电地板有限公司
- 14、江苏美亚新型饰材有限公司
- 15、河北科华防静电地板制造有限公司
- 16、莱州市华福机房材料有限公司
- 17、江苏汇联活动地板股份有限公司
- 18、苏州天华超净科技股份有限公司
- 19、江苏华集地板有限公司
- 20、常州市华一防静电活动地板有限公司
- 21、湖北天力奇新材料股份有限公司

《电子产品制造与应用系统防静电测试方法》 标准编制启动会在北京召开

本刊讯 中国电子仪器行业协会防静电装备分会于2018年11月9—10日在北京组织召开了《电子产品制造与应用系统防静电测试方法》(以下简称《测试方法》)标准编制启动会议。标准主管部门中国电子技术标准化研究院、中国电子仪器行业协会防静电装备分会(以下简称协会),以及参加该标准编制的14家单位的相关人员出席了会议。

会议由协会邹勇副秘书长主持。孙延林理事长首先代表协会向标准主管部门以及各参编单位对协会工作的大力支持表示衷心感谢!他向与会人员介绍了该标准从2006年颁布至今需进行修订的过程。孙理事长对《测试方法》标准的修订工作提出了四点要求:

1.本次组织修订的《测试方法》标准要充分体现开放性,应很好地与国际半导体、微电子技术标准相接轨,以利于将国内的防静电产品更好地向世界推广。同时,还要注重提升标准的开放性,对其他的行业也应具有借鉴性;

2.修订的标准在技术方面应体现其科学性、先进性、代表性和前瞻性,应符合市场的实际需求,对行业具有指导作用;

3.修订的标准要具有可操作性,为企业解决难点问题,能够指导企业的检测工作。

4.修订的标准要结合中国国情,经得住实践的考验,以促进行业的科技进步。

孙理事长希望各参编单位通力合作,群策群力,完成好《测试方法》标准的修订任务,制订出切实可行的行业标准,引领和推动行业的科技发展。

中国电子技术标准化研究院蔡利花工程师认为本次修订的标准是较全面的测试方法标准,希望各参编单位做好实验验证工作,完成好标准的修订工作。

邹勇副秘书长对《测试方法》标准的编制计划和进度安排进行了详细介绍。

启动会上成立了由14家参编单位、专家及协会

相关人员共同组成的标准编制工作组。

本次的标准修订工作由国家工业信息安全发展研究中心作为标准的主编单位。

以下13家单位作为本标准的参编单位(按照汉语拼音排序):

北京东方计量测试研究所
东莞市科园防静电设备有限公司
佳辰地板常州有限公司
江苏汇联活动地板股份有限公司
山东电盾科技股份有限公司
上海硕荣电子科技有限公司
上海阳森精细化工有限公司
深圳长城开发科技股份有限公司
深圳市亨达洋静电技术有限公司
苏州天华超净科技股份有限公司
仙居县国达塑胶电子厂
浙江金华天开电子材料有限公司
浙江三威防静电装备有限公司

与会人员重点讨论了《测试方法》标准编制大纲中的内容设置。为了更好的完成标准的编写工作,各参编单位将开展调研工作,完善标准的编制大纲。与会人员一致通过了标准编制计划、进度安排及任务分工。

按照标准编制计划的安排,2019年3月15前,各参编单位将各自的分工任务完成后提交给主编单位及协会,由主编单位进行汇总后,完成《测试方法》标准初稿的编写。

与会人员一致认为《测试方法》标准的修订是一项非常有意义的工作,对本行业的科研生产具有非常现实的指导意义,对企业的发展将会起到积极的促进作用。

会议要求各参编单位于会后一周内将参编人员名单及参编单位用户名单报协会。

启动会达到了预期的效果,圆满结束。

《电子工业防静电系统通用技术要求》(团标)、 《电子工业防静电系统认证指南》(团标) 标准编制启动会在北京召开

本刊讯 中国电子仪器行业协会防静电装备分会于2018年11月11日在北京组织召开了《电子工业防静电系统通用技术要求》(以下简称《技术要求》)、《电子工业防静电系统认证指南》(以下简称《认证指南》)标准编制启动会议。中国电子仪器行业协会防静电装备分会(以下简称协会),以及参加该两个团标编制的参编单位相关人员分别出席了会议。

会议由协会邹勇副秘书长主持。孙延林理事长首先代表协会向各参编单位对协会工作的大力支持表示衷心感谢!他分别向两个团标的与会人员介绍了制定两个团标的重要性和紧迫性。随着国家改革开放和科学技术的发展,现行的标准滞后,(许多标准化的技术标准)标准化管理体制已不能很好的适应和满足技术发展的需要。因此,国家放开了对团体标准的审批程序,以适应科技发展和生产实际的需要。协会经过近两年的调研工作,会员单位对目前即将组织开标的两个团标的编制呼声很高,希望协会能尽快组织编制出相应的标准。孙理事长对两个团标的编制工作均提出了四点要求:

1. 本次组织编制的《技术要求》和《认证指南》标准要充分体现出高水平(开放性),要引领行业发展,同时,还要注重提升标准的开放性和权威性,对其他的行业也应具有借鉴性;

2. 本次编制的标准是填补国内防静电行业相关标准的空白,在技术方面应体现其科学性、先进性、代表性和前瞻性,应符合市场的实际需求,对行业具有指导作用;

3. 编制的标准要具有可操作性,为企业解决难点问题。要结合中国国情,经得住实践的考验,提高标准的采标率(引领行业的科技进步)。

孙理事长希望各参编单位通力合作,保证团标的

质量,完成好《技术要求》和《认证指南》标准的编写任务,制订出切实可行的团体标准,引领和推动行业的科技发展。

邹勇副秘书长对《技术要求》、《认证指南》标准的编制计划和进度安排进行了详细介绍。

启动会上成立了由参编单位、专家及协会相关人员共同组成的《技术要求》、《认证指南》标准编制工作组。

《技术要求》标准编制由苏州天华超净科技股份有限公司作为标准的主编单位。

以下13家单位作为本标准的参编单位(按照汉语拼音排序):

北京东方计量测试研究所
东莞市科园防静电设备有限公司
东莞市宁楚智能科技有限公司
东莞市中芯防静电科技有限公司
华东理工大学华昌聚合物有限公司
立景创新科技有限公司
上海佰斯特电子有限公司
上海硕荣电子科技有限公司
深圳市亨达洋静电技术有限公司
深圳天马微电子股份有限公司
武汉敦荣防静电科技有限公司
浙江三威防静电装备有限公司
中兴通讯股份有限公司

《认证指南》标准编制由苏州天华超净科技股份有限公司作为标准的主编单位。

以下10家单位作为本标准的参编单位(按照汉语拼音排序):

北京东方计量测试研究所
东莞市宁楚智能科技有限公司

东莞市中芯防静电科技有限公司

立景创新科技有限公司

上海佰斯特电子工程有限公司

上海雷卯电子科技有限公司

上海硕荣电子科技有限公司

深圳天马微电子股份有限公司

仙居县国达塑胶电子厂

中兴通讯股份有限公司

与会人员重点讨论了《技术要求》、《认证指南》标准编制大纲中的内容设置。为了更好的完成标准的编写工作,各参编单位将开展调研工作,完善标准的编

制大纲。与会人员一致通过了标准编制计划、进度安排及任务分工。

按照标准编制计划的安排,2019年3月15前,各参编单位将各自的分工任务完成后提交给主编单位及协会,由主编单位进行汇总后,完成《技术要求》、《认证指南》标准初稿的编写。

与会人员一致认为《技术要求》、《认证指南》标准的编制是一项非常有意义的工作,对本行业的科研生产具有非常现实的指导意义,对企业的发展将会起到积极的促进作用。

启动会达到了预期的效果,圆满结束。

静电专业委员会

静电专业委员会是中国物理学会下属的二级学会,其宗旨是团结全国广大静电研究领域科技工作者,积极开展静电理论与应用方面的研究、学术交流和科技普及工作,促进我国静电理论与技术的发展。为科技进步、经济建设和社会发展做贡献。

静电专业委员会成立于1981年12月,现有注册会员约500人,分别来自全国大专院校、科研院所以及国内相关企业。专业委员会每四年召开一次会员代表大会,总结讨论专业委员会工作,选举新一届专业委员会,专业委员会日常办事机构为秘书处。目前是第九届静电专业委员会,大连理工大学吴彦教授担任主任委员,副主任委员分别是大连理工大学李杰教授、北京理工大学欧阳吉庭教授和中石化青岛安全工程研究院刘全桢教授级高工,由大连理工大学李杰教授担任本届专委会秘书长,聘请中国工程院院士、中国人民解放军陆军工程大学的刘尚合教授和上海海事大学的孙可平教授为荣誉主任,专委会秘书处设在大连理工大学。2018年6月27日,静电专业委员会与苏州天华超净科技股份有限公司联合成立“静电防护培训中心”,培训全国工业和信息化行业ESD工程师。

静电专业委员会的主要任务是:在中国物理学会领导下,搭建国内静电研究学者及与国外静电研究学

者的学术交流平台,促进学科建设;主动与相关学会和协会建立关系,拓展静电学科研究方向;积极联系国内企业,促进技术应用;开展技术培训和咨询服务;推荐静电领域科技人才,表彰优秀科技工作者;普及静电知识,推广先进技术;维护科技人员的合法权益,反映会员的意见和呼声。

静电专业委员会涉足的领域包括:静电基础理论、静电灾害防护、电磁兼容、静电除尘(除雾)、静电分选、静电喷涂(撒)、静电干燥、离子风流动控制、静电测量、超微粒子(或原子和分子)控制、放电等离子体脱除有害物质、静电生化学、静电杀菌、静电农业等。

静电专业委员会在1981年12月—2018年11月期间,专业委员会每年举行一次全国静电学术会议,每四年举办一次国际静电学术会议。目前已经主办了二十二届全国静电学术会议、八届国际静电应用学术会议(ICAES);联合电除尘协会召开了三届国际电除尘会议;主办了一届国际系列会议—热/非热等离子体环境污染控制与可持续能源研讨会(IS-NTP-9,2014),并与日本静电学会和韩国机械材料研究所联合主办召开了一届东亚静电与等离子体技术研讨会(EAPETEA-5,2017)。

轻质油品在油罐车运输中 静电放电的防治研究

郭鑫¹, 孙可平²

1 海军军医大学(原第二军医大学), 2 上海海事大学

【摘要】轻质油品在罐车装卸和运输过程中会产生极强的静电, 每年由静电放电引燃油品导致的重大安全事故, 给世界各国造成了巨大的经济损失。本文讨论了轻质油品运输中静电放电的电位评定问题, 提出了油罐车静电带电后的理论模型, 为进一步开展相关实验研究奠定基础。

【关键词】安全电位, 静电消除器, 新型静电泄放装置

Research on Prevention of Lightweight-Oil ESD in the Tank Transportation

Guo Xin, Keping Sun

【Abstract】More and more disasters caused by the electrostatic discharge were often happened in lightweight-oil tank transportation. The article discusses the safety voltage in the tank and advances the model of tank ESD while it transports lightweight-oil, which established the foundation for further research.

【Keywords】safety voltage; electrostatic eliminator; new-model passive electrostatic release device

1. 引言

石油产品在贮运过程中将产生并积聚大量静电荷, 一旦油面电位升高超过了安全界限, 便会由于静电放电而造成着火、爆炸事故^[1,2]。因此, 到底多高油面电位会构成危险? 油面电位为多高时, 能够保证安全? 这是国内外都急待解决, 且已进行了长期研究的课题。一旦确定了安全油面电位值, 就可以为流速、管径、过滤器的距离, 以及装油操作的要求等提供管理设计依据。

油面安全电位, 是指能产生点燃可燃气的放电的最小油面电位^[3]。但是, 将多高的电位值定为油面安全电位的问题上, 认识尚未统一。为此, 我国参照国内外实验数据, 并对国内石油静电事故进行了现场实测和综合分析, 又补充考虑了实验室和现场测

量中存在的误差, 以及在初次确定安全标准时应从严掌握, 最后确定了 12000 V 作为安全油面电位值^[4,5]。

2. 油面安全电位的评定

设放电时油面电位是 V (假定放电对油面电位的局部扰动忽略不计)、放电电量为 Q , 则放电能量 W 为^[6]:

$$W = VQ \quad (1)$$

设放电时通过放电电量测量系统的电流脉冲和电压脉冲的时间函数分别为 $i(t)$ 和 $V(t)$ (通过测量用的示波器显示), 放电电量测试系统的泄漏电阻为 R , 则:

$$Q = \int_0^{\infty} i(t)dt = \frac{1}{R} \int_0^{\infty} V(t)dt = \frac{S_V}{R} \quad (2)$$

其中, $S_V = \int_0^{\infty} V(t)dt$, 可称为电压脉冲“面积”。

假定电压脉冲上升时间非常短,且按指数规律衰减,即:

$$V(t) = V_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad (3)$$

式中, V_0 为脉冲峰值, C 为放电电量测量系统的分布电容。则放电电量为:

$$Q = \frac{1}{R} \int_0^{\infty} V_0 e^{-\frac{t}{RC}} dt = CV_0 \quad (4)$$

所以, $W = VCV_0$

可见,只要测出放电电压脉冲峰值 V_0 就能计算放电电量和放电能量。

油面电位测量电极与放电电极的水平位置布置如图1所示。为观察油面电位分布,在没有放电电极情况下测量了油面电位径向分布。测量结果见图2,图2表明油面电位基本平稳^[7]。

在放电实验中对油面电位的观测表明,放电电极的出现使油面电位明显下降,而且降压范围较广,几乎包括测试罐全部油面。电极越小降压效果越明显,大直径球形电极能使油面电位从10万伏下降到1万伏,而小电极能降压一多半。这是因为除了接地电极对原电场的严重干扰外,还产生电晕放电的缘故。

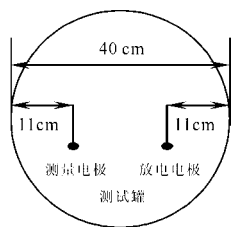


图1 电极水平位置布置图

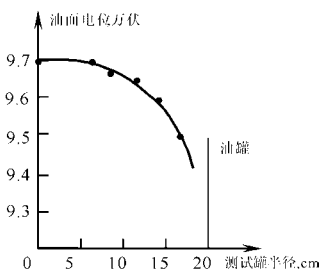


图2 液面电位径向分布

实验观测表明,放电频率很低(两次放电的时间间隔大于几秒)时,放电对油面电位的干扰不大。但放电频率较高(平均每秒多于5次)时,放电电极正下方部分电位明显下降,下降程度随放电频率和放电电量的增加而增大。大电极的放电频率一般都不高,放电对油面的干扰也不大,但小电极在放电频率较高时干扰较大。为了简便起见,仍可采用不受放电干扰的油面电位计算放电能量,而对于干扰较大的小电极、高频率放电(油面电位高、电极距离小时出现),则将测量电极适当靠近放电电极处测量油面电位。

在电极直径和电极距离一定条件下,放电电量与放电能量随油面电位的升高而迅速上升。电位低时放电频率低,一次放电对油面电位的干扰不影响

下一次放电。随着油面电位的升高,放电频率也变高,4万多伏时每秒放电约7~8次。在同一能量水平上,放电频率越高,点燃可燃气的可能性也越大。这说明带电油面放电的危险性随油面电位的升高而上升的速率,比放电电量和放电能量的上升速率还快。

下面讨论一下不同直径电极与油面最小放电电位的关系,它们的关系可以从图3中得到。其中图中标出了各种直径的球形电极与0.2 mJ(以此来代表烃类油蒸汽与空气混合物的最小点燃能量)相对的油面电位。图中表明直径小于10 mm的球形电极的放电能量均超过0.2 mJ。而小电极的放电频率一般较高,经研究表明,在石油储运中,1~3万伏的电压经常出现,所以直径约10 mm电极的危险性较大。

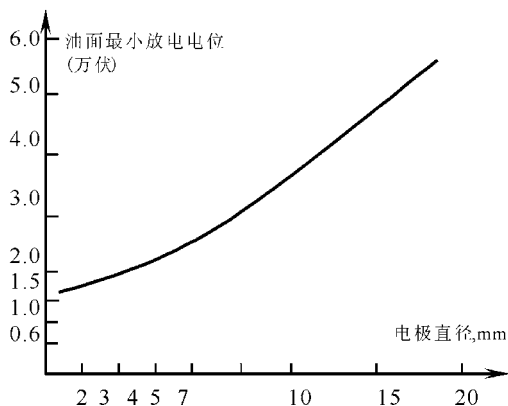


图3 不同直径电极的最小放电电位

根据目前公认的油面最小点火能对应的电量(约为0.1 μC)和以上的试验结果,不难找出油面放电最小能量及其相应的油面电位是分别为2 mJ和23000 V。若按其1/10放电能量(安全系数为10),即可从0.01 μC 放电电量来确定安全油面电位相应的为13000 V。因而最后可以得出12000 V作为油面安全电位值。这也和“轻质油品装油安全油面电位值”国家标准(6951—86)中规定的安全油面电位值为12000 V相符合。

考虑到轻质油品表面不可避免地存在可燃蒸汽,如汽油蒸汽、柴油蒸汽等,有学者认为油面电位安全控制值应减半为6000 V,再加上安全系数,建议油面安全电位控制值为5000 V^[8]。

而日本学者认为,油面表面可能存在少量的游

离氢气,而氢气的最小点火能量仅为汽油的十分之一,因此,日本学者建议油面电位安全控制值以2500 V为宜。

3. 新型静电泄放装置的研制

油罐车后面拖的金属链,是人们最早使用的疏导静电的办法。但这只能消除油罐车表面的静电,而对危害最大的密封的罐内油品静电的消除作用甚微。虽然目前已经研制出静电消除器,但由于油品运输时罐车带电机理非常复杂,目前的静电消除器本身也易受到电磁干扰,另外由于外接电源自身也对油罐车有电磁干扰,因此对油罐车上的静电控制很难达到令人满意的效果。

国内目前的有源静电消除器最大的缺点是存在高压电源,这就埋下了引燃爆炸的隐患;而无源静电消除器最大的缺点就是起运电压过高,这就不能及时消除静电。所以设计出一种专门消除轻质油品罐车的静电消除装置,是目前这一领域的重要课题。

我们在长期研究轻质油品装卸和运输中的静电放电及其引燃的基础上,结合了运输中密闭轻质油品罐车静电起电的机理,从而提出了一种新的静电泄放思路,建立了油罐车内部油品带电后的物理模型。并进行了数学建模,根据数学模型的设计参数要求,以及基本工作原理,设计出初步的静电吸收和泄放电路,从而研制了一款新型静电泄放装置,能对轻质油品罐车上的静电进行高效率的消除。见图4。 E_k 和 R_k 相应的表示为电动势和等效电压发生器的内部电阻。 C_{kc} 为油罐车内的总电容。而 C_{12} 是人为加上的电容,就是靠它来泄放静电的。在轻质油品带电的过程中,电动势 E_k 不断增长,导致电容 C_{kc} 和 C_{12} 的电压 U_{kc} 和 U_{12} 不断增加。当 U_{kc} 达到最大值,即 $U_{kc}=1\text{ kV}$,就会发生相应的放电。此后再重复上述整个过程。如果这个过程中放电的能量超过轻质油品燃烧所需要的最小能量,就会导致轻质油品空气混合物的燃烧。而从电容 C_{12} 中逸出的电荷会破坏电路的平衡,这就会导致电容 C_{kc} 通过 C_{12} 放电,从而避免在油罐车中放电,该新型静电泄放装置正是利用此来保证被动地消除油罐车中的电荷。

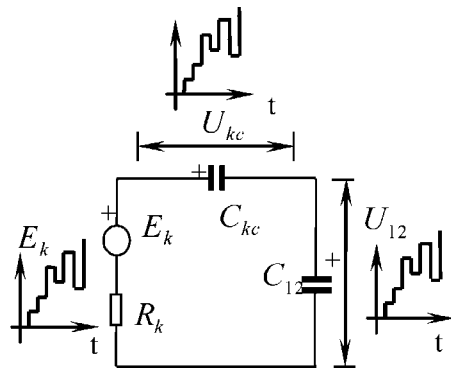


图4 油罐静电带电与放电模型

油罐车新型静电泄放装置的设计精髓是设计一个电子电路,它的引入几乎不会影响油罐车的静电场,在不用外加电源的情况下,依靠由无源器件组成的吸收回路和泄放回路从油罐密闭的蒸汽空气里吸收电荷,将之引到对设备技术性能和操作人员都安全的中性区域,完成由电能到热能的转换,从而达到消除油罐静电的目的。我们已深入研究并做了大量试验研究,经实验室试验验证,能在油面电位刚达到几十伏的情况下自动起运,安全泄放人为设置的静电能量。关于该装置的工作原理和相关试验的详情,将另文讨论。

4. 致谢

本研究得到了上海市重点学科建设项目资助(编号:T0602),谨致谢意。

参考文献:

- [1]Shell Research Ltd. The Avoidance of electrostatic hazards in the petroleum industry
- [2]王玉贺.石油储运中的静电与防止.油气储运,1993,2
- [3]A.P.Washabaugh,M.Zahn.Flow electrification measurements of transformer insulation using a coquette flow facility,IEEE Trans.Dielectrics Electrical Insul.1996(3):161-181
- [4]孙可平.静电基础理论应用技术研究.南海出版社,2002
- [5]孙可平.船舶静电安全技术.人民交通出版社,2001
- [6]G.Touchard,P.Dumargue.Transport de charges electriques par convection d'un liquide dielectrique dans une conduite cylindrique metallique-La couche diffuse dans une conduite de section circulaire et entre deux plans paralleles,Electrochim.Acta 1975(20):125-135
- [7]孙可平,宋广成.工业静电.中国石化出版社,1994
- [8]中国石油化工总公司.石油工业静电,1984-1985

电子行业用反应型聚氨酯热熔胶的研究进展

胡树^{1,2}, 孙立民¹, 张利利², 郭辉²

聚纶材料科技(深圳)有限公司 研究开发部, 深圳 518052

深圳市新纶科技股份有限公司科技创新中心, 深圳 518054

【摘要】介绍了电子行业用反应型聚氨酯热熔胶的特点和优势。从原材料及制备工艺、电子行业用 PUR 热熔胶、光 / 湿双固化 PUR 热熔胶和封端改性 PUR 热熔胶等几方面论述了国内外的技术进展。最后对电子行业用 PUR 热熔胶的发展趋势进行了展望。

【关键字】 双固化; 聚氨酯; 粘接强度; 反应型热熔胶

The research progress of reactive polyurethane adhesive for electronic industry

Hu Shu, Sun Limin, Zhang Lili, Guo Hui

(1. Research and Development Department, Polytron material science and technology co., Ltd., Shenzhen 518052, China;

2. Technology Development Center, Shenzhen Selen Science & Technology Co., Ltd., Shenzhen, 518054, China)

【Abstract】The main characteristics and advantages of reactive polyurethane adhesive(PUR) for electronic industry were introduced. The domestic and abroad research progress in recent years, including raw materials of PUR, UV/Moisture dualcurable PUR adhesive, PUR adhesive modified with silane coupler and PUR for electronic Industry. Finally, the development direction of PUR adhesives was prospected.

【Keywords】dual curable; polyurethane; bond strength; reactive hot melt adhesive

随着工业现代化和城市人口集中化, 科学技术迅速发展, 尤其是胶粘剂工业突飞猛进的发展, 随之而来的是日益严重的环境污染和生态危机。胶粘剂的功能和应用已受到广泛重视, 而胶粘剂的环保问题却往往被人所忽视。随着人们环保意识的日益提高, 溶剂型胶粘剂逐渐受到限制, 环境友好的热熔型胶粘剂是未来的发展趋势^[1-2]。

反应型聚氨酯热熔胶 (HMPUR, 简称 PUR) 是一大类常温为固态的单组分聚氨酯胶粘剂的总称。使用时, 加热熔融施胶, 胶层冷却固化, 产生初步的物理粘接力。胶层中的端 NCO 基聚氨酯预聚体与

空气中的水分和被粘物基材表面的含活泼氢化合物反应, 生成化学交联网状结构。因此 PUR 具有传统热熔胶既能快速冷却定位, 提供较高初粘强度的特点, 又能进一步化学交联, 提高胶层的粘接力和内聚强度。与传统溶剂型胶粘剂相比, HMPUR 无溶剂, 无污染, 低排放, 且具有快速固化定位的优势, 已在家用电器、汽车、书籍装订、通讯电子等行业取得广泛应用^[3-5]。

1 电子行业用 PUR 的特点

电子产品中的传统接合方式主要是超声焊接, 嵌件模塑、机械紧固、胶带粘接和胶粘剂粘接等。相

比较其他方式,胶粘剂粘接外观良好、适用基材广、应力分布均匀、轻质、低成本。同时密度低,用量少,性价比高,并减少使用钻孔、焊接、螺栓紧固等固定工序^[6]。

从计算机、电子仪表、通讯仪器等电子仪器,到晶体管、印刷线路板、集成电路等半导体器件,电子行业用胶粘剂已经作为一个独立的特殊胶种,应用于电子工业的各个领域。随着手机、平板、笔记本等电子产品的超薄化和边框超窄化发展,双面胶带已不能满足边框与屏幕的粘接要求,电子产品外壳与内部金属部件也无法使用传统螺丝固定,因此越来越多的厂家逐渐采用环保热熔胶点胶方案^[7]。

普通热熔胶固化后胶层不耐高温,易溶解于有机溶剂,粘接强度不高,因而其应用受到一定限制。国产聚酯热熔胶存在结晶度高、浸润性差等缺点,不适合用于电子产品上的极性塑料与金属粘接。聚酰胺热熔胶易结晶,熔点和施胶温度高,流动性差,成本较高,并未在电子行业广泛应用^[8-10]。PUR 热熔胶具有无溶剂、流动性好,点胶效率高,单组份无须配胶,胶层快速固化,热收缩率小,密度低、应力传递均匀和开放时间易调节等特点,对不锈钢、铝等金属材料及 ABS、PC、玻璃等材料呈现出良好的粘接强度。作为结构胶使用时,特别适合于向微型化、轻量化和高效密集化方向发展需要的电子行业流水生产线^[11-12]。

2 电子行业用 HMPUR 的研究进展

2.1 HMPUR 的合成原料

PUR 热熔胶在聚氨酯胶粘剂家族中起步较晚的一类,但发展较快。由于其优异的性能和广泛的应用空间,越来越多受到关注。PUR 热熔胶是以多元醇和多异氰酸酯合成制备端异氰酸酯基的 PUR 预聚体为基料,配合扩链剂、催化剂、填料(颜料)、增粘剂和其他添加剂等制备而成目标产物^[12-13]。

2.1.1 多元醇(软段)

常用的多元醇原料主要分为聚酯多元醇和聚醚多元醇。聚酯型 PUR 具有较好的耐热性、耐油性,对多种基材具有很强的粘接性,但酯键易水解。常用的结晶性聚酯有:聚己二酸 1,6-己二醇酯二醇

(PHA)、聚己二酸 1,4 丁二醇酯二醇(PBA)、聚己二酸乙二醇酯二醇(PEA)和聚 2,3-二甲基-2,3-丁二醇等。结晶性聚酯多元醇的熔点 T_m 最好在 $40^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$,同时玻璃化转变温度 $T_g < 0^{\circ}\text{C}$ 。 T_m 过低,固化速度缓慢, T_m 过高,流动性差,工作温度也随之提高。 T_g 过高,PUR 的耐寒性差^[15-16]。德国赢创 Dynacoll、西班牙虎克 HOOPOL、德国拜尔 Desmophen 均有 PUR 适用的结晶型、无定型和液态的聚酯多元醇系列产品,国内苏州旭川化学、烟台华大和上海殊誉化工也有对应的牌号,相对分子质量、开放时间和产生初粘力的时间均可调节。目前产业化的聚酯多元醇多为己二酸系的结晶性聚酯多元醇,对于非结晶聚酯多元醇的研究较少,产业化的更是不多。南京康塑德公司开发了基于苯二甲酸的低结晶聚酯多元醇系列产品,具有优异的耐水解性、良好的热稳定性和较低的粘度,可提高于 PUR 与金属及塑料基材的附着力。因醚键($-\text{COC}-$)内旋转容易,柔顺性好,聚醚型预聚体具有粘度低、耐水解性好、成本低等一系列优点,但初粘性和终粘强度较低。常用的聚醚有聚氧化乙烯二醇(PEG),聚氧化丙烯二醇(PPG)和聚四氢呋喃醚二醇(PTMG)。

软段结构单元的规整性影响着聚氨酯的结晶性。侧基越小,醚或酯间亚甲基数目越多,软段分子量越高,链越柔顺,聚氨酯的结晶性越高。结晶作用能成倍地增加粘接层的内聚力和粘接力,因此初粘性和最终粘接强度和模量都有较大提高^[17]。但 PUR 软段的结晶性成分含量太高,在固化过程中会阻止水分渗透到热熔胶内部,导致热熔胶固化不完全,自身内聚力减弱,影响其粘接性能^[18]。PUR 使用多元醇的分子量一般选择在 400~8000 左右,通常是不同分子量的三元、二元的聚醚和聚酯混合使用,不仅固化速度迅速,粘接强度高,还可以克服由于结晶过快造成的内应力影响^[19-20]。

工业废气和汽车尾气所排放的 CO_2 造成巨大的环境和资源负担,将 CO_2 转化为经济的化学品变得具有巨大的吸引力。聚碳酸丙烯酯(PPC)、聚碳酸亚乙酯多元醇(PEC)、聚碳酸酯多元醇(PCD)等是一

类基于 CO_2 的力学性能可调节的可再生和环保材料,其中 PPC 基 PUR 热熔胶在典型的焊接工艺工作范围内(高达 270°C)仍具有热稳定性^[21]。对环境友好的,具有可生物降解性的聚己内酯多元醇(PCL)等环保材料也逐渐被应用于合成 PUR^[22]。

2.1.2 多异氰酸酯(硬段)^[23~25]

具有代表性的多异氰酸酯有甲苯二异氰酸酯(TDI)、异佛尔酮二异氰酸酯(IPDI)、二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)、六亚甲基二异氰酸酯(HDI)、多亚甲基多苯基多异氰酸酯(PAPI)等。在制备湿固化聚氨酯热熔胶时可采用脂肪族、芳香族或脂环族多异氰酸酯,多异氰酸酯的官能度以 2 为宜。

TDI 常温为液态,有刺激性气味,人工加料时对人的呼吸系统危害很大。MDI 的结构对称,可形成结构规整有序的相区结构,从而使胶层的弹性、耐磨性、强度、均优于型 TDI 型聚氨酯。MDI 反应速度快,毒性最小,使用最为广泛。亨斯迈、巴斯夫、拜尔、道康宁和烟台万华等相继开发了 PUR 适用的液化 MDI 系列产品。MDI 和 TDI 型结构中有苯环,苯环刚性链使得胶粘剂内聚力增大,剪切强度增大。但苯环受紫外线的影响而氧化黄变,因而 TDI 和 MDI 型的耐黄变等级稍差。PAPI 实际是粗制 MDI,由于其活性及蒸汽压都比纯 MDI 低,价格相对便宜,为各类聚氨酯胶粘剂开辟了新的原料来源。HDI 在分子结构上有六个亚甲基键,保证了其良好的耐候性、光稳定性;但其毒性大、活性低,限制了其扩大化应用。IPDI 型的产品耐光学稳定性和耐化学品性很好,一般用于高档的胶粘剂。

2.1.3 催化剂^[26~28]

为实现 PUR 在施胶后的快速固化交联,制备过程中需要加入一定量的湿固化催化剂,常用的催化剂有胺类化合物、有机锡类、有机钛酸盐、有机铋类等。

锡类催化剂选择性地催化 NCO 与羟基的反应,而叔胺类的催化剂对 NCO 与 H_2O 的催化作用更强。Huntsman 公司的双玛琳二乙基醚(DMDEE),同时带有醚基和吗琳官能团,添加量为 $0.1\% \sim$

0.15% ,可以显著提高热熔胶固化速度,不会使黏度增加。但 DMDEE 熔点较低,在 PUR 熔融施胶时容易挥发。低成本、易处理、低毒性的有机铋催化剂对 NCO/OH 基团选择性好,诱导时间短,制成的产品力学性能更佳,是替代有毒铅、汞、锡产品的极佳选择。它既可单独使用,也可与胺类或其它有机金属化合物配合使用,目前已在国内外广泛使用。

2.1.4 增粘剂

为了降低 PUR 热熔胶的熔融温度和粘度,改善热熔胶对被粘物体的润湿性和初粘性。必须添加与 PUR 预聚体相容性较好增粘树脂对其进行改性。增粘树脂一般为松香,歧化松香、氢化松香酯、聚合松香等松香(酯)树脂,聚苯乙烯、聚 α -甲基苯乙烯、萘烯树脂等芳香族树脂,以及(氢化)石油树脂、香豆酮茛树脂和聚醋酸乙烯酯(EVA)等,能够其中香豆酮茛树脂还能提高热熔胶的耐热性^[29]。

2.1.5 热塑性树脂^[30~31]

PUR 结晶性高,在固化后常常变硬,自身内聚强度随之变大,体系的伸长率变小,胶层发脆。为改善其柔韧性、成膜性能、冷固时间和初粘力,常在 PUR 体系中添加热塑性树脂。常用的热塑性树脂有:不含活泼氢的乙烯基单体合成的聚合物,如乙烯-乙酸乙烯酯共聚物(EVA),乙烯-丙烯酸正丁酯-羰基聚合物,乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物等;非结晶性或结晶性丙烯酸酯树脂,如甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸二十二烷醇酯的共聚物等。除了物理共混改性外,还可以使用少量的含羟基的热塑性树脂或带有活性基团的反应性蜡,也能改善 PUR 热熔胶的熔融黏度、加速冷固速度,初粘力明显提高。

2.1.6 填料^[32~34]

相对于一般的热熔胶,PUR 热熔胶价格偏高,因此会加入一定量的填料还有利于降低成本。填料不仅能赋予其耐热性,阻燃性,减小胶层的热收缩率和热膨胀系数,提高抗拉强度,在一定范围内还可改善热熔胶的综合力学性能。常用的 PUR 填料有纳米 SiO_2 和 TiO_2 、纳米碳酸钙、氧化钙、滑石粉、炭黑、

钛白粉、钠蒙脱石(Na-MMT)、云母粉和有机粘土等。

有机粘土能够改善PUR施胶冷却后的固化速度,减少表干时间,增加初粘力和最终粘结强度,但PUR的体系粘度有所增加^[32]。碱性的碳酸钙和氧化钙可能给PUR体系带来不良影响,因此中性纳米活性材料将有望成为PUR热熔胶的良好填料。与橡胶型炭黑相比,色素型炭黑粒径小,与PUR相容性较好,更适合用作PUR的填料。当纳米添加量较小时,纳米粉体在聚氨酯胶粘剂基体中的分散性较好,添加量继续增加会导致纳米颗粒的团聚程度增大。

2.1.7 其他添加剂

为了赋予胶粘剂一些特性的功能,在PUR预聚体中还会加入增塑剂、偶联剂、扩链剂、紫外光稳定剂(抗氧剂)、颜料、除泡剂等^[35]。

2.2 电子行业用PUR的制备工艺

2.2.1 制备方法^[36~37]

影响PUR性能的主要影响有制备PUR预聚体的多元醇、异氰酸酯等原料、胶粘剂中异氰酸酯含量、涂胶量以及空气中的温度和相对湿度等。PUR的制备工艺主要分为一步法、两步法和半预聚体法。

(1)一步法是将原料一次性混合反应制得胶粘剂的方法。将多元醇、其他助剂混合均匀,脱水后,加入多异氰酸酯与其反应,最后加入增粘剂、热塑性树脂和其他助剂,得到PUR。这种方法主要用于粘接具有低表面能的材料。因热塑性树脂黏度往往较大,需先用惰性溶剂将其溶解,待胶粘剂制成后,再将溶剂脱除。

(2)两步法是先将有羟基的原料分别于多异氰酸酯反应,生成不同的端异氰酸酯预聚体,然后将这些预聚体混合均匀后,最后加入增粘剂和其他助剂混合得到PUR。这种方法制备的热熔胶黏度较高。

(3)半预聚体法是将一部分多元醇和其他含羟基的助剂混合,脱水后加入多异氰酸酯与其反应,然后加入剩余的多元醇继续反应,最后加入增粘剂和其他助剂。相比一步法和两步法,半预聚体法自始至终物料具有较低黏度,混合效果好,无需溶剂,对环境

危害较小,得到的胶粘剂凝胶程度很低。

湿固化聚氨酯热熔胶的制备需用大功率混合装置和防止湿气进入的密闭设备。高功率、自清洗、密闭性优良的行星式搅拌设备适用于该制备工艺。

2.2.2 表干时间

白金等^[38]对PUR的表干时间的影响因素进行了研究。研究发现有机锡催化剂添加量越多,表干时间越短,但表干时间过短容易引起发泡。游离的NCO含量过低则表干时间过长,反之则湿气固化反应过快。另外,增塑剂邻苯二甲酸二辛酯(DOP)可以调节胶粘剂的粘度和机械强度。增塑剂添加量过多,胶粘剂黏度太低会延长胶粘剂的表干时间。添加量过少,体系黏度太大,影响施工。

2.3.3 消泡^[39~41]

在PUR胶粘剂的生产、运输、包装和储存过程暴露于空气中,其活泼NCO基能与空气中的微量水分发生反应。特别是在高温高湿环境中,易导致聚氨酯胶体凝胶,胶粘剂的保质期明显缩短。粘接使用时,-NCO基还能和基材表面的活性氢和吸附的水发生化学反应,生成脲键结构,同时产生CO₂气体。由于聚氨酯预聚体浓度梯度小,不利于气体渗透和扩散,致使气泡残留胶层中。应用电子产品的点胶粘结时,很难获得连续、光洁无泡、强度稳定的线性弹性胶层。

(1)黏度控制

通常降低的预聚体黏度有利于气泡的扩散和排出。通过选择合适的多元醇、异氰酸酯和增粘剂和催化剂体系,优化R值,可获得较低黏度的高强度PUR。

(2)NCO值设计

PUR在电子行业应用时,施胶量极少,胶层厚度非常薄,因此NCO值不易过高。设计适当的可以将CO₂的产生控制在相应胶层厚度下完全不起泡。在预聚体中加入一些与预聚体相容性较好,具有自干性的小分子热塑性树脂或增粘剂,既可以增加CO₂的排放通道,又可以适宜的降低NCO含量。

(3)物理吸收

除了部分封端改性后,物理上通常使用功能性填料如分子筛、氧化钙、氢氧化钙和炭黑吸收或吸附 PUR 胶层中固化反应产生的 CO_2 。

(4) 制备工艺控制

合成搅拌过程、灌封过程的真空保护,均能减少胶料中的气泡含量。反应过程生成的 CO_2 还能通过控制反应工艺来尽快排出。郑重等运用浇铸法,通过调控温度、真空度以及相对湿度来调节 PUR 合成反应速率以与体系粘度的平衡,使反应生成的 CO_2 顺利脱出,获得表面平整、通体无气泡的聚氨酯脲胶膜。

2.3.4 贮存稳定性^[42~44]

PUR 体系中含有的游离 $-\text{NCO}$ 基团极易与环境中的湿气或含活泼氢的化合物反应,而原料中(特别是多元醇)残留的碱性催化剂也会加速催化,造成热熔胶不稳定,因此贮存时容易出现凝胶现象。在预聚体合成初期加入磷酸或酞酐等酸性缓凝剂,可减少凝胶几率。

其次,可以在预聚体中加入 $-\text{NCO}$ 基团封闭剂,使得 $-\text{NCO}$ 基团在常温没有活性,当热熔胶加热到一定温度时才发生解离,活性的 NCO 基团再生。但为了让封闭剂快速解封,通常热熔胶的施胶温度比较高,因此在电子行业使用的情况很少。

脱水剂甲苯磺酰异氰酸酯(Ti)能与水、醇、胺和酸等含有活泼氢原子的物质发生快速激烈反应,因此它能够快速和空气中的微量水分反应,延缓了 MDI、TDI 反应生成的游离的 $-\text{NCO}$ 基与 H_2O 的反应,可以显著改善密封胶的储存性能。Ti 与 H_2O 等反应产物为二氧化碳和甲苯磺酰胺,前者在捏合过程中被真空脱除,后者为白色粉末的胺类,化学性质很稳定,对 PUR 的物性影响很小。但随着脱水剂添加量的增加,PUR 的表干时间延长,流动性增加。

3 电子行业用反应型聚氨酯热熔胶

3.1 电子行业用反应型聚氨酯热熔胶

华南理工大学^[45]以 PEC 与 MDI 为主要原料,1,4-丁二醇(BDO)作为扩链剂,采用预聚法制备出一种新型湿固化聚氨酯热熔胶。并用相似的配比

和相同的合成条件制得 PCL 和 PTMG 型聚氨酯热熔胶作为对比。PEC 热熔胶湿固化后本体力学性能与 PCL 型和 PTMG 型相似,但 PEC 型固化后较硬,硬度拉伸强度最大,断裂伸长率最小。若添加湿固化催化剂,则可明显提高聚氨酯热熔胶的固化速度。与 PCL 型和 PTMG 型聚氨酯热熔胶相比,PEC 型热熔胶固化后还具有较好的耐水性,能够满足各类电子产品的粘接和防水要求。同时 PEC 型聚氨酯热熔胶具有很好的可生降解性,堪称环境友好型胶粘剂,将具有较好的发展前景。

针对移动电话中各种不同的零配件常用的 PC/ABS、SS、PMMA 和 Glass 等基材,使用汉高乐泰的 PUR 产品 HDD-3541 和 HDD-3542 在相应标准基材上进行点胶和粘接强度测试。3541 和 3542 点胶精确,容易自动化操作。3541 粘接塑料和塑料的效果最好,粘接其他材料的强度中等,而 3542 不适合于粘接塑料和塑料的粘接,而对于塑料和金属、塑料和玻璃、金属和玻璃的粘接强度很高^[46]。

严明等^[47]以聚酯多元醇和异氰酸酯为主要原料,乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(EVA)和增粘树脂为改性树脂,2,2-二吗啉基二乙基醚(DMDEE)和二月桂酸二丁基锡(T-12)为混合催化剂,制备了 PUR 热熔胶。该 PUR 开放时间较短,初粘性佳,能快速定位,可满足包装用铝塑膜工业化流水线的快速操作需求,而且固化后耐热性好,能够耐受产品的检测温度,无流滴和开胶等现象。

针对日益发展的电子组装工业要求,汉司公司^[48]开发了可用于金属、木材、玻璃、皮革和塑料等粘接的端 $-\text{NCO}$ 基聚氨酯预聚体反应型热熔胶。常规款 Mega Glue®PUR635 具有初粘性好、可操作时间长、施胶线较窄、抗冲击性优、耐高低温和抗跌落性佳等优点,广泛用于各类电子产品显示屏边框的粘接。Mega Glue®PUR 635R 为可返修型,具有粘接强度高、易返修等特点,从而提高了产品的可靠性和节约了成本,并且固化后的胶线在 $60\sim 80^\circ\text{C}$ 范围内极易剥离(基材无残胶痕迹、胶线不断),是针对主机客户提出的可返修要求而开发的。

叶军等^[49]选用 PUR 热熔胶作为厨电零件粘接用胶。不但具有单组分硅胶的优点,同时使用时通过熔胶机加热熔化粘接,粘接后迅速冷却固化,达到较高的初始粘接强度。被粘接零件可以进行移动、或转入下道工序,以提高生产效率。在产品的保存或运输过程中, PUR 热熔胶会继续与空气中的水分反应,进一步加大固化程度,成为高强度、耐温、耐溶剂侵蚀的胶体。

田俊玲等^[50]以不同分子量的聚酯多元醇、聚醚多元醇与 MDI 等为主要原料合成了端异氰酸酯聚氨酯预聚体,并添加丙烯酸树脂、抗氧化剂和催化剂等助剂制备了湿固化聚氨酯热熔胶。测试结果表明,制备的 PUR 各项结构性能与市场认可度较高的汉高 HDD-3542 接近,对极性聚合物(PC、ABS 等)、金属和玻璃等不同基材均具有良好的粘结性。并且经湿热老化和高低温循环老化测试后,仍然具有良好的粘接性能,说明其符合手机、平板和智能穿戴设备等电子产品的粘接和组装使用要求。

3.2 光 / 湿双固化聚氨酯热熔胶

光 / 湿双固化聚氨酯热熔胶是以聚氨酯预聚体为基体,可同时进行光固化和湿气固化的反应型热熔胶。

相比较快干胶,常规 PUR 的固化速度很慢,施工后需要等待较长时间后才可以达到最终强度。刘文涛等^[51]首先使用 HDI 三聚体、羟基丙烯酸酯单体和聚醚多元醇反应制备预聚物 A,使用结晶性和非结晶性聚酯多元醇复配与二异氰酸酯反应得到预聚物 B。将预聚物 A 与预聚物 B 按比例混合后,加入偶联剂、光引发剂和催化剂等得到一种光 / 湿双固化聚氨酯热熔胶。该热熔胶开放时间为 2~5 min,使用时加热熔融施胶到元器件 5 min 后采用紫外灯照射,然后进行固化反应。该胶改善了 UV 胶无法快速定位和 PUR 初始强度低等缺点,提高工艺效率和节省生产成本,可以快速定位并在 10 min 内达到 40~60% 的最终粘接强度,适合用于家电和电子元器件等的粘接。

蔡海元等^[52]分别以丙烯酸酯羟乙酯(HEA)、甲

基丙烯酸羟乙酯(HEMA)、甲基丙烯酸羟丙酯(HPMA)等为交联剂,1-羟基环己基苯基甲酮和二苯基-(2,4,6-三甲基苯甲酰)氧磷为光引发剂,制备了光 / 湿双固化聚氨酯-聚氨酯丙烯酸酯(PU-PUA)型热熔胶。相比较常规热熔胶,它对塑料薄膜基材具有更高的初始粘接强度和最终粘接强度,更高的透明度。在此基础上,他们分别采用湿气固化法、光 / 湿双固化法和光固化法制备了相应的热熔胶。因此三种类型热熔胶的热稳定性依次降低^[53]。

孙淑香等^[54]使用甲基丙烯酸异丁酯(i-BMA)和甲基丙烯酸-2-N,N-二甲氨基乙酯(DMAEMA)作为复合基质,对聚己内酯三元醇(PCL)与 IPDI 制得的聚氨酯预聚体进行封端。制得的光 / 湿双固化 PUR 结构稳定、体系相容性较好、粘度适宜,完全固化后剪切强度、柔韧性、附着力和耐水性能较好。

通过将光固化与湿气固化结合的方法,不仅解决了单纯光固化无法完全固化的问题,也克服了单独湿固化速度缓慢的缺点。相对于其他双固化体系来说,光 / 湿双固化 PUR 合成工艺简单,生产效率高,能耗较少,环境友好^[55]。光固化部分通常属于自由基聚合,湿固化部分通常属于异氰酸酯型的聚合。由于光固化反应比湿固化速度快,故这两种固化方式是分阶段进行的^[56]。首先利用紫外光使得体系快速定型或达到表干,然后利用湿固化反应深层(或暗处)完全固化^[57]。由于具有高效、环保经济效益显著等优点,是目前研究前沿的 PUR 热熔胶技术之一。由于光照后热熔胶的交联程度瞬间提升,已光固化的分子链段会束缚可湿固化分子链段的移动,影响软段结晶和硬段聚集,导致其凝胶含量较低和微观相分离程度不高,并且含有光固化树脂的反应型热熔胶,其 $-C=C-$ 的固化程度较低,交联度不够大。

3.3 封端改性反应型聚氨酯热熔胶

为进一步提高 PUR 的深层固化速度、粘接性能和耐热性能,同时避免固化过程中出现起泡等不良现象,近几年来对 PUR 的封端改性研究非常活跃,特别是硅烷封端改性 PUR^[58]。

张建安^[59]发现硅烷分子上的取代基的位阻效应

会降低与 PUR 预聚体的反应速度,但改性封端前后,PUR 体系中软硬段相容性比较好,未发生微相分离。这可能是氨基硅烷分子上的氨基可以是伯氨基和仲胺基,与仲胺基相比,含有两个活泼氢的伯氨基硅烷活性更强,能进一步与 $-NCO$ 基反应,使预聚体和胶粘剂的稳定性下降^[60]。

唐礼道^[61]发现硅烷与 PUR 的封端反应速率很快,不能采用常规的直接加入法合成 SPUR。他采用低温溶液—硅烷滴加法成功的将硅烷接枝到聚氨酯热熔胶上。硅烷封端率在 15%—20% 时,表面接触角较大,硅烷封端率更高,表面接触角变化不明显。但 PUR 热熔胶的力学性能和粘接性能都有明显的提高,当硅烷封端率超过 20%,力学性能和粘接性能下降。

高洁等^[62]以 MDI、聚醚多元醇(N-210)和 PHA 为主要原料,控制 $R=n(-NCO)/n(-OH)=2.0$,制得 PUR 预聚体;然后分别使用 N-苯基- γ -氨丙基三甲氧基硅烷(Y9669)、 γ -氨丙基三乙氧基硅烷(KH-550)和 γ -缩水甘油醚氧丙基三甲氧基硅烷(KH-560)等作为 PUR 中部分端 $-NCO$ 基的封端剂,制备 SPUR。结果表明:Y9669 是较理想的封端剂,能使 SPUR 的剪切强度增加 37.23%;SPUR 的硬度、热稳定性能随 Y9669 封端率增加而增大;SPUR 的剪切强度随 Y9669 封端率增加呈先升后降态势,并且在 Y9669 封端率为 20% 时相对最大(17.73 MPa)。

张于弛^[63]分别使用硅烷偶联剂 KH550、KH560 和 KH570 对 PUR 分别进行改性,制备了 SPUR 热熔胶。结果表明,采用 KH550 封端率为 15% 时,所制备的 SPUR 热熔胶综合性能最佳,拉伸剪切强度比改性前的 PUR 提高了 41.5%,并且具有较好的热稳定性。

硅烷基能替代部分端 $-NCO$ 基进行湿固化反应:硅烷遇湿气后可水解生成不稳定的硅醇,可分子间脱水缩合或与粘接基材表面羟基脱水缩合生成稳定的聚氨酯 $Si-O-Si$ 交联网状结构。由于 $Si-O$ 键的引入,这类,大大提高了硅烷化 PUR (SPUR) 热熔胶对玻璃、金属、塑料等基材的粘接力,而且耐水

性、耐候性也显著提高。另外,硅烷的湿固化反应不会释放 CO_2 ,而 CO_2 会使胶层中引入气泡,也是胶层产生裂纹、严重降低胶粘剂粘接强度的重要因素^[64-65]。

4 展望

近些年国内的研究者在 PUR 热熔胶的原料选择及配比、催化剂(固化速度)、填料(耐热性)、紫外吸收剂和脱水剂(贮存期)、熔体黏度(流动性)、初始强度、最终强度和可操作时间等方面取得了一定的研究成果。但与进 PUR 电子结构胶相比,在实际产品应用时其柔韧性、耐候性、耐溶剂性、粘接强度等功能性还存在明显的差距。为了进一步拓宽在电子行业应用,适应更苛刻的使用条件,以下方面可能是未来我国 PUR 的研究趋势。

4.1 环保原材料及配方

(1) 工业废气和汽车尾气所排放的 CO_2 造成巨大的环境和资源负担,将 CO_2 转化为经济的化学品变得具有巨大的吸引力。开发对环境友好、基于 CO_2 的可再生多元醇(聚碳酸丙烯酯多元醇、聚碳酸亚乙酯多元醇和聚碳酸酯多元醇等)以及可生物降解的环保多元醇(聚己内酯多元醇、聚乳酸多元醇等)多元醇原料是未来理想的发展方向。

(2) 在 PUR 中含有 0.1%~4% 的游离的 $-NCO$ 基团,在施胶时温度超过 $100^\circ C$,异氰酸酯将以有害健康的浓度在空气中溢出,因此硅烷封端的高性能 SPUR 热熔胶仍然是电子行业 PUR 热熔胶的研究热点。

(3) 与国际接轨,全面淘汰或取代有毒重金属汞、铅、锡催化剂工作。进行金属催化剂催化机理的理论研究,促进高效、环保、专用催化剂的研发。

(4) 进一步丰富半预聚体组合料品种。

4.2 优化工艺和设备

阻碍我国 PUR 大量应用的一个关键因素是制备工艺和涂胶设备的不完善,缺少实用的生产、输送、贮存和施胶的设备工具。因此,组建快速、自动、省力、无溶剂的生产线,优化制备工艺,完善生产和涂胶设备等也是我国 PUR 未来研究方向之一。同时,需要加大低能耗高效率半预聚体法生产工艺的宣传力度。

4.3 应用功能性开发

着重于提高其综合性能,如降低熔融粘度以及熔融温度、缩短定位时间、进一步提高初粘性和最终粘接强度,使胶粘剂具有良好的柔韧性、低蠕变性、机械强度、耐化学品性、耐水解性、透湿防水性、阻燃性、静电耗散性和导电性等性能。因此,对 PUR 的功能性和稳定性改性将继续是未来研究的重点。

4.4 差异化产品

尽管 PUR 热熔胶的性能特点非常突出,但目前仍有一些有待提升的技术空间。

(1) 特殊工况

由于部分电子仪表或工具需要长时间在特殊环境中工作,因而 PUR 的使用范围受到了一定限制。PUR 热熔胶固化后胶层不耐长期高温,长期接触持续发热器件会降低粘接强度;胶层韧性差,外部极寒条件下易脆化。一些电子产品长期处于封闭地、有臭氧(工业废气)、电磁辐射环境,对胶粘剂的耐候性也提出了苛刻要求,需要针对性的开发特殊工况用产品。

(2) 可返工胶

PUR 吸湿固化后形成化学键,且内聚力大,具有不可逆的特点,加之内聚力大强度较高,导致零件粘接固化后零件拆解困难难以返工,这将会大大提高电子产品的不良率。

(3) 免保压胶

现有 PUR 电子热熔胶要得到理想的粘结效果,通常需要保压 2~8 h。10 min 内实现定位,并且达到较大粘接强度的免保压 PUR 越来越受到大家的期待和关注。

采用 PUR 点胶贴合手机、平板、手机、笔记本和智能手环等电子产品的边框和后盖等部件机械化、自动化程度高,不仅提高了产品质量和美观度,成本也优于传统胶带。实际使用过程中,操作时间可根据贴合尺寸大小来调整、不需要大量周转场地,既节省了空间,又节省了操作时间。PUR 因其良好的耐蠕变、耐高温、耐高湿性能,有效解决了传统胶带贴合电子产品及其部件导致的闪缝和粘接强度低等问题,以及螺丝固定的尺寸限制和美观问题。基于以上分析,PUR 是取代传统胶带和螺丝进行电子产品外

壳贴合和内部部件固定的必然趋势。

参考文献:

- [1]深圳市中孵产业园发展中心.深圳节能减排技术与产业发展研究报告(2015)[R].2016-6-20.
- [2]佚名.聚氨酯热熔胶的市场及发展[J].环球聚氨酯,2016(2):30-32.
- [3]郑萌,罗鑫,陈婧冷等.医用热熔胶的研究与应用[J].中国组织工程研究,2016,20(38):5758-5763.
- [4]唐礼道,杨建军,张建安等.湿固化聚氨酯热熔胶的研究近况及展望[J].聚氨酯工业,2006,21(5):9-12.
- [5]高杰.湿固化聚氨酯热熔胶的研制及改性[D].广州:广东工业大学,2013.
- [6]陈春丽.PUR 热熔胶在移动电话中的应用[J].商情,2012(13):189-190.
- [7]伍金奎,唐舫成,汪加胜等.电子行业用聚酯热熔胶的制备及其性能研究[J].化学与黏合,2014,36(2):87-89,93.
- [8]WL Bunnelle,JK Fromwiller.Reactive hot melt[P]:U.S. Patent 9,487,683.2016-08-11.
- [9]伍金奎,唐舫成,汪加胜.电子行业用聚酯热熔胶的开发及其性能研究[A].2013 广东材料发展论坛——战略性新兴产业发展与新材料科技创新研讨会论文集[C].广东省科学技术协会科技交流部,2013:265.
- [10]金旭东,杨云峰,胡国胜等.聚酰胺热熔胶性能研究及其应用[J].中国胶粘剂,2007,16(11):49-52.
- [11]曹云来.胶粘剂配方精选与解析[M].北京:化学工业出版社,2016,6-7.
- [12]A J Kinloch.Adhesion and adhesives science and technology[M].New York:Chapman and Hall Ltd,1987,5-6.
- [13]雷云飞,邓娟,欧静等.PUR 热熔胶研究进展[J].粘接,2017(12):57-61.
- [14]刘悦君,杨冰洁,张永胜等.反应型热熔聚氨酯胶黏剂[A].中国聚氨酯工业协会.中国聚氨酯工业协会第十八次年会论文集[C].中国聚氨酯工业协会,2016:115.
- [15]张威.短版书刊 PUR 胶装机的原创研究[D].杭州:杭州电子科技大学,2015.
- [16]刘悦君,杨冰洁,张永胜等.反应型热熔聚氨酯胶黏剂:中国聚氨酯工业协会第十八次年会论文集[C].上海,中国聚氨酯工业协会.2016:125-128.
- [17]赵飞.湿固化聚氨酯热熔胶技术研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2005.

- [18]Cui Yanjun, Chen Donghua, Wang Xinling, et al. Crystalline structure isocyanate reactive hot melt adhesives. International Journal of Adhesion and Adhesives, 2002, 22 (4) : 317-324.
- [19]樊义锋, 翁汉元, 张军营等. 反应型聚氨酯热熔胶粘剂的研制[J]. 聚氨酯工业, 2005, 20 (3) : 22-24.
- [20]Lear J, Barksby N, H inney H. The use of experimental design to predict moisture-cured polyurethane sealant properties[J]. Adhesive Age, 1999, 42 (2) : 18.
- [21]Zeng-He Liu, Ji-Qing Huang, Li-Jie Sun, Cui Yanjun, Chen Donghua, Wang Xinling, et al. PPC-based reactive hot melt polyurethane adhesive (RHMPA)—Efficient glues for multiple types of substrates [J]. Chinese Journal of Polymer Science, 2018, 36 (1) : 58-64.
- [22]徐肅, 贾德民. 聚碳酸亚乙酯多元醇制备湿固化聚氨酯热熔胶及其性能研究[J]. 化工新型材料, 2009, 37 (8) : 59-62.
- [23] 虞兆年. 涂料工艺 (第二分册) [M]. 化学工业出版社, 1996, 271-273.
- [24]樊义锋. 反应型聚氨酯热熔胶粘剂的研制与性能研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2005.
- [25]侯振龙, 朱长春, 张玉清. 单组分湿固化聚氨酯热熔胶的研究及应用[J]. 化学推进剂与高分子材料, 2006, 4 (1) : 16-20.
- [26]李永德, 谭上飞. 单组分湿固化型聚氨酯密封胶催化剂的研究[J]. 粘接, 2000, 21 (2) : 4-6.
- [27]J. M. Hung, G. Malcolm. Catalyst for reactive hot melt adhesives[P]. US 5550191, 1996-08-27.
- [28]李平, 宋文生, 郑英丽. 月桂酸铋的合成及其在聚氨酯中的催化特性[J]. 工程塑料应用, 2010, 38 (9) : 21-24.
- [29]祝爱兰, 顾庆峰, 蔡真等. 反应性聚氨酯热熔胶的研究和应用进展[J]. 上海化工, 2006, 31 (9) : 27-32.
- [30]刘悦君, 杨冰洁, 张永胜等. 反应型热熔聚氨酯胶黏剂[A]. 中国聚氨酯工业协会. 中国聚氨酯工业协会第十八次年会论文集[C]. 中国聚氨酯工业协会, 2016: 117-118.
- [31]律微波, 张荣军. 湿固化聚氨酯热熔胶研究进展[J]. 粘接, 2005, 26 (1) : 32-34.
- [32]高立俊. 单组份湿固化聚氨酯胶黏剂的合成、改性及性能研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2013.
- [33]赵飞, 顾继友, 李晓平. 纳米碳酸钙在湿固化聚氨酯热熔胶中的应用研究[J]. 粘接, 2005, 26 (6) : 24-25.
- [34]徐新辉, 邹斌, 林中祥. 耐老化型湿固化聚氨酯热熔胶的研究及性能表征[J]. 中国胶粘剂, 2016 (11) : 37-39.
- [35]曹盛. 湿固化聚氨酯热熔胶的制备与改性研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2018.
- [36]叶青萱. 国外湿固化聚氨酯热熔胶技术进展[J]. 自动化应用, 2001 (11) : 1-5.
- [37]Y. Li, R. Heucher, J. T. Cain. Moisture curable hot melt adhesive and method for bonding substrates using same: US6221978[P]. 2001-04-24.
- [38]白金, 赵国峥, 张洪林等. 单组分湿固化聚氨酯密封胶的表干时间研究[J]. 化学与粘合, 2007, 29 (5) : 309-311.
- [39]王勃, 孙丽荣, 宁志强等. 单组分聚氨酯胶黏剂[J]. 化学与粘合, 2006, 28 (3) : 179-182.
- [40]方红霞. 降低湿固化聚氨酯弹性体涂层气泡的技术途径[J]. 中国涂料, 2005, 20 (4) : 20-21.
- [41]郑重, 骆东升, 宋义虎等. 单组份湿固化聚氨酯胶黏剂的组成与性能优化[C]. 丽水. 新材料学术论坛学术, 2014: 106-109.
- [42]卞雷雷. 单组分聚氨酯密封胶合成与性能研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2009.
- [43]王萃萃, 张彪, 张海龙等. 反应型聚氨酯热熔胶的固化机理与应用[J]. 粘接, 2009, 30 (11) : 68-72.
- [44]白金, 丛茂生, 张洪林等. 单组分湿固化聚氨酯密封胶的力学性能的研究[J]. 化学与粘合, 2007, 29 (6) : 384-386.
- [45]李子东. 新型湿固化聚氨酯热熔胶[J]. 粘接, 2009 (11) : 50.
- [46] 陈春丽. PUR 热熔胶在移动电话中的应用 [J]. 商情, 2012 (13) : 189-190.
- [47]严明, 徐新辉, 林中祥. 铝塑膜包装用反应型聚氨酯热熔胶的影响因素[J]. 中国胶粘剂, 2016 (4) : 6-9.
- [48]上海汉司实业有限公司. 汉司推出适用于电子组装工业的新型反应型热熔胶[J]. 中国胶粘剂, 2016 (7) : 43.
- [49]叶军, 郑飞, 李立波. PUR 热熔胶在厨电吸油烟机产品中的应用研究[C]. 合肥: 2017 年中国家用电器技术大会, 2017: 1019-1028.
- [50]田俊玲, 雷周桥. 电子行业用湿固化聚氨酯热熔胶的制备及性能研究[J]. 广东化工, 2017, 44 (11) : 79, 82-83.
- [51]刘文涛, 王建斌, 陈田安等. 一种光 / 湿双固化聚氨酯热熔胶的制备方法: CN105255435[P]. 2016-01-20.
- [52]蔡海元, 林星, 朱成伟等. 光 / 湿双固化聚(下转第 28 页)

碳纤维拉挤工艺研究

冯云龙

华东理工大学华昌聚合物有限公司,上海

碳纤维复合材料作为国家战略性新兴产业一直广受关注,从军工到民用,渗透到我们生活中的各个角落。根据日本东丽的碳纤维分级,碳纤维分为T300~T1000不等,越往上碳纤维等级越高。其中每个等级又分为1K、3K、6K、12K、24K、48K、60K、80K,K代表1000,也就是说1k代表每一束碳纤维中有1000根单丝,80k代表每一束碳纤维中有80000根单丝。

一般来说,12k以下被统称为小丝束碳纤维,又被称作“航空航天级”碳纤维,12k以上被成为大丝束碳纤维,或者是工业级碳纤维。本文所介绍的拉挤复合材料由于尺寸较大,故而选择大丝束碳纤维。

1. 工艺路线

复合材料拉挤工艺过程如图1所示。所使用的设备主要包括碳纤维供给装置、树脂浸渍槽、预成型装置、加热成型模口、拉拔装置、切割装置等。



图1

2. 引纱与浸胶

置于轴架上的连续碳纤维通过导向和排列装置引出,送至树脂浸渍单元,导向装置的设计要求是

使碳纤维从轴架到口模保持平直,对所有纤维束施加的力相等,避免因纤维束间张力的变化导致拉挤制品扭曲变形。浸渍操作中,首先在树脂浸渍槽中精确地量入热固性树脂和固化剂等,将树脂、固化剂与脱模剂按一定质量比混合,搅拌均匀注入树脂浸渍槽。一般树脂厂家都会给出指导性的配比,其中少量的内脱模剂必不可少,防止在热固成型过程中堵塞模具。

在整个浸渍过程中,纤维浸润要完全,不应存在干纤维,干纤维的存在会导致拉挤物产生缺陷,控制碳纤维浸润程度的一个重要工艺参数是树脂体系的粘度,该粘度成为初始粘度,其大小不仅与树脂本身有关,而且与添加剂、温度有关。除了初始粘度以外,碳纤维浸润效果还与浸润时间、浸润时树脂的温度和浸渍槽中碳纤维的工作状态有关,一般来说,给定了初始粘度,碳纤维工作状态正常,浸渍时间越长,树脂温度升高,均可以改善纤维浸润程度。

在这一过程中,还要注意以下几点:

(1) 由于大丝束碳纤维中每束碳纤维较多,要时刻注意树脂对碳纤维单丝的浸润情况,不仅碳纤维丝束表面要有较好的浸润,还要保证碳纤维丝束内部也都能够浸润充分,否则会造成内部缺陷,影响最终产品的性能。

(2) 树脂的粘度要保持一定的范围,室内温度要控制好,如果天气温度过低的话,可以考虑胶槽加热,以保证树脂能够随着碳纤维顺利地进入模具口,不会被挤出来,也不会堵塞。

3. 加热固化

一般来说,拉挤过程分为三个加热区域。首先是预热区,作用是为下一区域反应做准备。其次是凝胶区,在这个区域中,树脂发生固化交联并产生相变,

从粘稠态转变为凝胶态。最后是恒温区,防止温度骤变使得复合材料产生裂纹。口模区域的温度控制关系到拉挤生产速率和制品的质量。温度控制的关键是使物料固化速率与型材牵引速度一致,同时,还要保证加热均匀,物料各处固化速率尽量一致。口模处通常采用板式或筒式接触加热器。目前的高频预热和高温固化解决了快速固化的问题对于不同类型的树脂,三个区域的温度各不相同,总体来说,其中的规律为依次增大。另一方面,针对不同尺寸的复合材料,三个区域的温度也有所变化,比如尺寸大,较厚的拉挤杆件,固化温度要高于树脂的固化温度,因为温度是从复合材料的表面向内传递,这样才能使得里面的树脂完全固化,和碳纤维很好地结合在一起。

4. 牵引

拉挤成型通常使用夹持牵引装置,该装置有两副内部形状与制件相匹配的家具,拉挤物处于夹具中间,夹具靠压缩空气上下启闭。该夹具安装在支撑座上,液压油缸驱动夹持装置作往复运动。为了不损伤拉挤物的表面,夹具与拉挤物接触常衬以聚氨酯

材料。牵引装置所禅城的线速度与模具温度和树脂体系配合,以保证模具内部有良好的固化反应。生产不用的产品,应选择不同的牵引速度,因此,要求牵引装置速度可以调节。

5. 后固化

拉挤工艺的控制还应该考虑后固化的问题,对于大型制件尤为重要。因此不论连续成型加工中速度多慢,也很难产生像间歇生产那样的固化状态。拉挤成型后期固化简单方式是安装一个加热固化室,而更多采用的是在一个分离的加热室,用来后固化,保证固化程度。

6. 华昌环氧拉挤树脂

华昌针对玻璃纤维和碳纤维拉挤推出了一系列环氧树脂体系

	Tg (°C)	特点	适用领域
华昌拉挤环氧树脂体系	120-205	◆ 低粘度、操作时间长 快速固化机械性能优异,室温适用期长;	抽油杆、电缆芯材、变电站复合绝缘子、防护栏、窗框、轮椅把手、小型叶片、楼梯扶手、格栅、栅栏
		◆ 高 Tg, 耐热性佳	

(上接第 26 页) 聚氨酯热熔胶的制备与性能研究[J]. 中国胶粘剂, 2012, 21 (04) : 25—28.

[53]蔡海元,林星,林中祥.光 / 湿双固化聚氨酯热熔胶的性能分析与改进[J]. 中国胶粘剂, 2013, 22 (1) : 16—20.

[54]孙淑香,黄小莹.BMA—DMAEMA 复合基光 / 湿双固化聚氨酯热熔胶的合成与性能研究[J]. 中国胶粘剂, 2017, 26 (8) : 20—23.

[55]毛伟,李守海,黄坤等.UV 光 — 暗双重固化体系的研究进展[J]. 生物化学工程. 2016, 50 (05) : 60—66.

[56]吕希光.UV 固化胶粘剂的研制[D]. 淮南:安徽理工大学, 2005.

[57]J Kajtna, M Krajnc. UV crosslinkable microsphere pressure sensitive adhesives— influence on adhesive properties[J]. International Journal of Adhesion & Adhesives, 2011, 31 (1) : 29—35.

[58]HIEDA J, NIINOMI M, NAKAI M, et al. Effect of terminal functional groups of silane layers on adhesive strength between biomedical Ti—29Nb—13Ta—4.6Zr alloy and seg—

ment polyurethanes[J]. Surface & Coatings Technology, 2012, 206 (13) : 3137—3141.

[59]张建安. 硅烷改性湿固化聚氨酯树脂的研究[D]. 合肥: 安徽大学, 2004.

[60]Berger Mitchell H, Mayerr Walterr P, Ward Rober J. Silane—containing isocyanate—terminated polyurethane polymers: US4374237[P]. 1983—02—15.

[61]唐礼道. 硅烷改性湿固化聚氨酯热熔胶合成与性能研究[D]. 合肥: 安徽大学, 2007.

[62]高洁, 曹有名. 硅烷 Y9669 改性湿固化聚氨酯热熔胶的研制[J]. 中国胶粘剂, 2013, 22 (3) : 39—42.

[63]张于弛. 硅烷偶联剂改性湿固化聚氨酯热熔胶的性能研究[J]. 聚氨酯工业, 2016 (1) : 37—39.

[64]张建安, 杨建军, 吴庆云等. 硅烷偶联剂在聚氨酯密封胶中的应用化工进展[J]. 2005, 24 (3) : 260—264.

[65]GOLAZ B, MICHAUD V, MANSON J A E. Adhesion of thermoplastic polyurethane elastomer to galvanized steel[J]. International Journal of Adhesion & Adhesives, 2011, 31 (8) : 805—815.

表面粒子沉积与污染分析

金健, 黄吉辉, 艾超平

【摘要】本文主要描述了粒子沉积在洁净室表面上的成因、对表面粒子进行监测的基本思想方法以及污染物分析的案例。

【关键词】粒子沉积; 粒子沉积监测; 污染分析

0 引言

粒子主要受到重力沉降、湍流沉积、静电吸引、布朗扩散和热泳的作用沉积于表面。实时了解环境及产品表面污染物的数量、大小及来源, 通过监测粒子沉积的数量、大小和状态, 可以了解洁净室运行环境和附加污染控制措施的影响。对污染来源做颗粒分析, 找出污染来源, 从而阶段性控制或减少颗粒对产品品质的影响, 并依据颗粒分析结果做出针对性预防措施, 来提高产品质量及一次合格率。

1 粒子的分布

洁净室在空气洁净度上的分类和控制术语上是用颗粒物的浓度(从 $0.1\mu\text{m}$ 到大于 $5\mu\text{m}$) 来表示。洁净度的分类是基于每立方米中颗粒大于或等于($\geq$) $0.1\mu\text{m}$ 的数量(ISO14644-1)。在洁净室中用大量的清洁空气(不含沉降粒子)来除去空气中的颗粒。为了达到特定的空气洁净度, 用通过 HEPA 或 ULPA 过滤后的空气给洁净室通风, 由此就会形成一定的空气洁净度。

由于 $\geq 5\mu\text{m}$ 的粒子沉积取决于附加的污染控制措施, 例如着装、更衣程序、操作纪律、清洁程序、工具、设备和工作方法。在工作情况下, 空气洁净度会变得不太好, 空气中粒径 $\geq 5\mu\text{m}$ 的颗粒数量可能会偶尔超出洁净室的级别限制。在工作情况下出现的颗粒沉积情况取决于在该洁净室的活动强度。

在实际操作中, 由于干净空气置换室内空气并不是理想的, 房间中空气滞留比空气换气时间要大好几倍, 因此, 并不是所有粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的粒子都可除去。同样在换气方面, 即使在大量的空气交换

情况下, 大多数大于 $25\mu\text{m}$ 皮屑颗粒也不会被去除。

如果在洁净室中, 有些表面有多余的沉积颗粒, 那么洁净室中会有额外颗粒来源, 使得颗粒物沉积更高, 从而使洁净室内的颗粒测量结果超过预期。

2 粒子沉积

洁净室的作用之一就是防止产品表面出现不必要的污染。污染物可能为微粒状、化学性质的或生物性的。粒子则可通过拦截, 冲击, 沉淀或扩散而沉积在产品表面。洁净室中的空气洁净度及所有表面的表面洁净度均对此沉积有影响。

在洁净室中有一些物理或化学的原因导致空气中的粒子沉积在表面上^[1], 这些原因将洁净室中空气里的颗粒转移到表面上, 也可能是洁净室内表面上的颗粒物从一个位置转移到另一个位置。这些原因包括: 重力沉降, 湍流通风, 静电吸引, 布朗扩散, 热泳^[2]。

重力沉降是洁净室内粒子沉积的一个重要原因, 其中颗粒在重力的影响下沉积在表面上。颗粒有不同的形状, 尺寸和质量, 颗粒通过重力落到表面。重力的大小决定于颗粒的质量, 颗粒的质量是通过其体积(尺寸)和比重来确定。对于小颗粒来说, 这个原因不是主要的, 因为它们沉积速度缓慢。对于较大的颗粒, 重力是其沉积的主要原因。

当洁净室内出现湍流时, 空气湍流将颗粒推到表面上并发生湍流沉积, 并且通过其惯性沉积大于约 $1\mu\text{m}$ 的颗粒。空气湍流越大, 颗粒沉积在表面上越多。当湍流将颗粒推入低湍流区域(例如边界层)

时,发生涡流发生,并且没有足够的湍流将颗粒推出该区域,那颗粒也可能沉积在表面。

静电力,大多数空气中的颗粒在其表面上具有电荷,并被吸引到相反电荷的表面。在某些情况下静电可能是主要的力量,但是洁净室通常被设计和构造,以避免临界表面上的大量静电电荷,从而最小化静电对颗粒的吸引力。通过电接地材料和使用电离器制造隔离区间,静电荷额外最小化。

洁净室内空气中小于约 $0.5\mu\text{m}$ 颗粒被空气分子和颗粒轰击,这引起小颗粒在空气中的随机运动,称为布朗运动,这些颗粒通过空气的扩散会使得它们与洁净室内的表面碰撞并黏附沉积。

气溶胶粒子沉积受工作台表面与气流间温差影响明显,特别是对粒径在 $0.01\mu\text{m}$ 到 $0.1\mu\text{m}$ 的粒子的沉积作用较大。当工作台为热表面时,热泳将阻止某个粒径区间内的小粒子发生沉积,即在工作台表面上形成一无尘“鞘”层;而整个表面上,微小粒子的沉积速度是不均匀的。工作台为冷表面时,热泳将加强超细粒子 ($d<0.1\mu\text{m}$) 在其上的沉积速度。这主要影响洁净室内气溶胶粒子在工作台表面上的沉积。

洁净室内颗粒沉积的普遍条件,洁净室内主要的粒子沉积原因为重力沉积,湍流沉积,静电沉积,布朗尼扩散以及热泳。

3 粒子的测量

在洁净室或相关受控环境中,粒子沉积速率决定了颗粒沉积到产品脆弱表面的机会大小。因此,测量粒子沉积速率相对于监控洁净室的运行质量以及测量空气粒子的浓度的监测系统是更加有用[3]。

通过监测颗粒沉积情况,可以了解附加污染控制措施的影响。发现正确使用污染控制措施,并降低产品暴露在颗粒沉积含量较高区域的时间,可以使洁净室降低对新风量的需求,降低洁净室的能耗。颗粒沉积信息有助于了解更多导致敏感产品表面上颗粒沉积的行为,并找到面向产品的污染控制措施和专门的洁净室解决方案。所获数

据可被用来改进清洁程序,工装选择,纪律,工作方式及选择在哪暴露易染产品表面多长时间。所获数据也能用于完成风险计算。当功能性产品表面的关注粒径和暴露时间已知时,污染风险能根据数据被计算出来。

3.1 大粒子的测量

粒子沉降受洁净室粒子总数,人员数量及他们的活动的影响。最大的影响因素取决于产品对颗粒粒径的敏感程度,但就非悬浮粒子的沉降能力而言,大于 $25\mu\text{m}$ 的粒子无疑是洁净清洁维护管理的常规关注对象。由于粒子沉积主要取决于附加的污染控制措施,例如着装、更衣程序、操作纪律、清洁程序、工具、设备和工作方法,因此需要有关洁净室中颗粒沉积程度的数据。因此,我们使用了一种测量每小时每 dm^2 颗粒沉积的颗粒沉积监测器。

APMON 仪器可在洁净室某一个位置进行测量,但是其基础测量点很容易扩展成几个测量点而分布在洁净室不同的位置或若干不同的洁净室。仪器是使用计算机来测量几块验证板的装置。



图1 APMON 粒子沉积监测仪



图2 APMON 粒子监测数据显示

APMON 采用全息成像技术,在 25cm² 的测量表面上每 5min 扫描一次光学粒径和粒子数增加情况,通过 24/7 不间断测量观测粒子活动状况,并可以实时检测粒子沉积,量化关键位置的作业质量。

还有其他监控粒子沉积的方式^[4],例如,测量验证板上被粒子覆盖区域的增长量。这种方式大多应用在长曝光时间和未给出粒径分布信息的情况下。对重要产品的进一步测量会给洁净室运行质量提供信号。

3.2 小粒子的检测(显微镜分析系统)

Joylong 正在自主研发一套带有扫描功能的“显微粒子检测系统”,将显微测量方法与现代的图像提取技术相结合,是采用图像法进行粒子形貌分析和粒度测量的颗粒分析系统,由微型光学显微镜、微型数字 CCD 摄像机和颗粒图像处理分析软件组成。

颗粒图像分析仪该系统可通过定时采集图像,通过专用的数字摄像机将显微镜的颗粒图像按面积逐步扫描拍摄下来传输给电脑,通过专用的颗粒图像处理分析软件对图像进行拼接合成处理,颗粒图像分析仪具自动测量、计数、汇总、数据对比等一体化检测工作。颗粒图像分析仪具有直观、形象、准确和测试范围宽等特点。可以观察颗粒形貌,也可得到粒度分布等分析结果。

4 表面粒子污染分析

4.1 颗粒分析的意义

生产过程中,由于人员、设备、材料、方法、环境这五大因素的影响,环境及产品会产生颗粒,会导致直接增加成本。为了提高产品质量,控制成本,需要实时了解环境及产品表面污染物的来源,需针对产品质量实时检测、监控,对污染来源做颗粒分析,找出污染来源,从而阶段性控制或减少颗粒对产品品质的影响,并依据颗粒分析结果做出针对性预防措施,来提高产品质量及一次合格率。

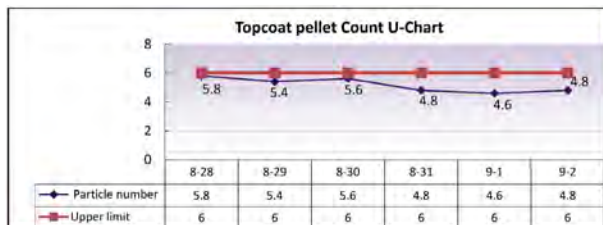
4.2 颗粒分析案例

吉隆从事汽车、医疗、电子等洁净领域 20 余年,

为各洁净室的运行维护提供在线清洁工作以及洁净室内颗粒检测分析工作。以技术及管理体系指导现场,最大程度预防控制人、机、料、法、环五大因素造成的污染,杜绝污染的形成及蔓延。围绕颗粒开展的相关实践工作如下:

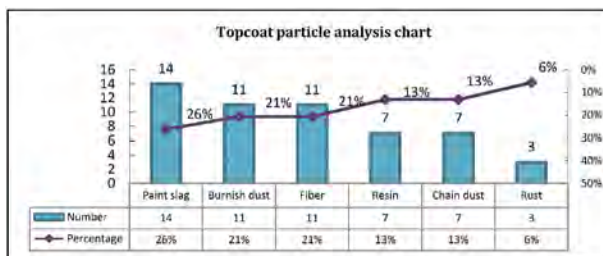
a. 表面颗粒统计

每天随机统计同数量产品表面颗粒数据,监控颗粒的波动趋势



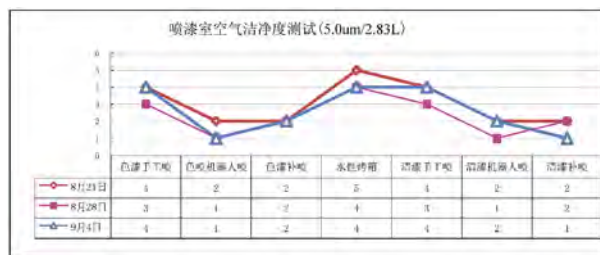
b. 表面颗粒分析

针对表面统计的颗粒实施取样,分析颗粒物质成分并明确来源



c. 空气洁净度检测

洁净室必须达到洁净等级要求,定期对指定的环境实施检测,了解颗粒波动趋势,以便采取相应的控制措施



d. 液体(油漆)洁净度检测

工厂内的纯水、油漆等直接用于产品表面的液体,都需要进行批次检测,并分析其超标粒子的成分组成及产生的原因。

下表为油漆颗粒检测结果及分析情况:

取样名称	污染物名称	数量	污染分析
简约白油漆	纤维	3 个	灰色扁平状纤维 1 个, $\Phi 13\mu\text{m}$; 无色圆柱状纤维 1 个, $\Phi 11\mu\text{m}$; 淡黄色圆柱状纤维 1 个, $\Phi 30\mu\text{m}$;
	黄色浆	1 个	黄、白色混合色浆颗粒 1 个 $\Phi 198\mu\text{m}$;
	杂质	1 个	半透明杂质 1 个, $\Phi 262\mu\text{m}$;
经典黑油漆	红色漆块	1 个	呈红色块状, 质软; $\Phi 262\mu\text{m}$;
	纤维	1 个	淡黄色圆柱状纤维 1 个, $\Phi 30\mu\text{m}$;
	色浆结块	1 个	黑色色浆结块 1 个, $\Phi 120\mu\text{m}$;

e. 潜纤维测试

预防性控制纤维材料的污染, 针对洁净室的材料如洁净服、手套、无尘擦拭布等纤维材料检测, 检测使用前是否合格, 使用中的衰减, 通过检测结果控制纤维污染物的产生。

颗粒分析工作在洁净维护工作中尤为重要, 关键在于对洁净室所使用的原材料检测, 空气质量监控, 表面污染物取样分析, 识别颗粒物质, 查找颗粒来源, 实施整改计划并跟踪确认改善效果, 以技术分析结论指导洁净室维护运行工作的开展。

测试物名称	使用工位	使用情况	潜纤维含量 (根/ cm^2)	测试结果
白尼龙手套	ISO7 洁净室	全新入库抽检	14	不合格
静电手套		全新入库抽检	3	合格
连体服	ISO6 洁净室	清洗后	1	合格
机器人连体服		清洗后	0	合格

5 总结

在洁净室和相关受控环境中, 粒子沉积速率决定了颗粒沉积到产品脆弱表面的机会大小, 粒子沉积主要原因在于重力沉积、湍流沉积, 静电沉积, 布朗尼扩散以及对气溶胶粒子起主要作用的热泳。

在洁净室中对空气洁净度监控之后, 还要在关键或重要位置对粒子沉积进行监控, 通过定量及图像分析来控制与评估洁净室的运行质量, 对产品表面的污染风险进行监测和控制。并且对污染来源做颗粒分析, 找出污染来源, 从而阶段性控制或减少颗粒对

产品品质的影响, 并依据颗粒分析结果做出针对性预防措施, 来提高产品质量及一次合格率。

参考文献:

- [1]W Whyte, K Agricola and M Derks, Airborne particle deposition in cleanrooms; Deposition mechanisms; 2015
- [2]亢燕铭, 荣美丽, 钟珂, 王明星. 水平表面上超细气溶胶粒子的沉积. 2003;
- [3]Rajiv Kohli and K.L. Mittal; Developments in surface contamination and cleaning, volume 2, 2010;
- [4]K. Agricola and C. Oostendorp; Strategisch Strijden tegen Stofdeeltjes (Strategic Battle against Particles) VCCN 2009.

电子工业用防静电装备(用品)与防静电工程

孙延林

中国电子仪器行业协会防静电装备分会,北京 100040

1.2.2 防静电 PVC 地板、三聚氰胺贴面板(HPL)

三聚氰胺贴面板主要用于高架活动地板、工作台、货柜的覆盖层。这种贴面是由表层纸(有的加有高耐磨氧化锆表层纸)、印花纸、底层树浆纸等浸三聚氰胺、酚醛等热固型树脂、抗静电剂或无机导电粉等高压高温压制而成。PVC(聚氯乙烯)贴面板可做高架活动地板的覆盖层,其还可用于直铺地面,其有块材与卷材之分。这种块材贴面板是使用聚氯乙烯塑料粒,外加导电炭黑和添加剂等在模具里热压而成或热压切片研磨而成。也有用 PVC 塑料、其它热塑性塑料添加抗静电剂热压的复合

PVC 块材的贴面板。也有自动化生产的卷材 PVC 贴面板。

1.2.2.1 防静电 PVC 块材、卷材和三聚氰胺贴面板的技术指标

(1) 防静电贴面板型号命名

防静电贴面板型号命名如表 1-7

防静电贴面板型号命名用下面形式表示:

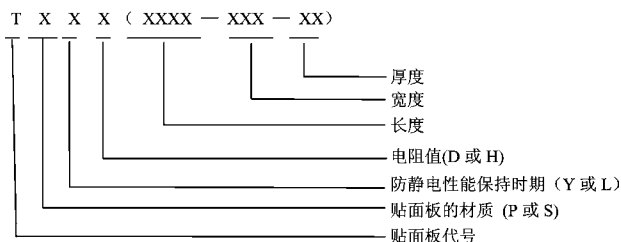


图 1-11 防静电贴面板型号命名

防静电贴面板标记顺序为:贴面板材质、防静电性能保持时期、电阻值、长度、宽度、厚度。

示例 1: PVC 热塑性材料,长效型,导静电型,长度 20000mm,宽度 2000mm,厚度 2.5mm 的贴面板,应表示为 TPYD(20000-2000-2.5)。

示例 2: HPL 热固性材料,长效型,静电耗散型,长度 2135mm,宽度 915mm,厚度 1.2mm 的贴面板,应表示为 TSYH(2135-915-1.2)。

表 1-7 防静电聚氯乙烯卷材的分类及代号

分类		代号
按贴面板的材质	聚氯乙烯热塑性防静电贴面板	P
	三聚氰胺热固性防静电贴面板	S
按防静电性能保持时效	长效型防静电贴面板	Y
	短效型防静电贴面板	L
按电阻值	导静电型防静电贴面板	D
	静电耗散型防静电贴面板	H

(2) 防静电 PVC 地板、三聚氰胺贴面板技术指标

1) 防静电贴面板外观

聚氯乙烯防静电贴面板外观质量要求符合表 1-8 要求

表 1-8 聚氯乙烯外观质量要求

缺陷种类	指标
缺损、皱纹、孔洞、裂纹、分层	不允许
气泡、擦伤、变色、异常凹痕、污迹、杂质异物、色差	不明显

三聚氰胺防静电贴面板产品外观质量要求应符合表 1-9 规定。

表 1-9 三聚氰胺外观质量要求

缺陷名称	优等品	合格品
干花、湿花	不允许	总面积不超过板面的 5%
纤维、发状物	不允许	最大长度 $\leq 10\text{mm}/\text{m}^2$ (一个和多个的总和)
划痕	不允许	最大长度 $\leq 10\text{mm}/\text{m}^2$ (一个和多个的总和)
压痕	不允许	平均直径 $< 15\text{mm}$, 允许 4 个/块
		$15\text{mm} \leq$ 压痕直径 30mm , 允许 2 个/块
		两种缺陷同时存在时, 允许 4 个/块
污斑	不允许	最大面积 $1.0\text{mm}^2/\text{m}^2$, 污染总面积可为单个污斑面积或数量不等的污染点面积之和
颜色和图案	无明显差异	
表面光泽	无明显差异	
边缘缺损	不允许	每边缘缺损之和 $\leq 20\text{mm}$
缺角	不允许	缺角值 $\leq 3\text{mm}$ 允许 1 处/块;
		缺角值 $\leq 1.5\text{mm}$ 允许 2 处/块

2) 贴面板尺寸允许偏差

a 聚氯乙烯防静电块材贴面板尺寸允许偏差应符合表 1-10 规定。

表 1-10 聚氯乙烯防静电块材贴面板尺寸允许偏差

单位: mm

项目		允许偏差
聚氯乙烯 防静电卷 材贴面板	长度	明示值+100
	宽度	明示值+10
	厚度	明示值±0.15
聚氯乙烯 防静电块 材贴面板	长度	明示值±0.30
	宽度	明示值±0.30
	厚度	≤2.0
		2.0~2.5
		≥2.5
	直角度	≤0.30
	边直度	≤0.30

b 三聚氰胺防静电贴面板边直度、直角度、平整度应符合表 1-11 规定

表 1-11 三聚氰胺防静电贴面板边直度、直角度和平整度要求

项目		指标
边直度		≤0.5mm/m
直角度		≤0.5mm/m
平整度	单饰面高压装饰板	$d < 2.0\text{mm}$, 最大翘曲值 120mm; $2.0\text{mm} \leq d < 5.0\text{mm}$, 最大翘曲 50mm

注: d 为明示厚度。

C 三聚氰胺防静电贴面板尺寸允许偏差符合表 1-12 规定

表 1-12 三聚氰胺防静电贴面板尺寸允许偏差

单位: mm

项目		允许偏差
厚度	$0.5 \leq d \leq 1.0$	±0.05
	$1.0 < d \leq 2.0$	±0.15
	$2.0 < d \leq 2.5$	±0.18
	$2.5 < d \leq 3.0$	±0.20
长度		+10 0
宽度		+10 0

注: d 为明示厚度

3) 物理性能要求

a 聚氯乙烯防静电贴面板物理性能要求应符合表 1-13 规定。

表 1-13 聚氯乙烯防静电贴面板物理性能表

项目	测试内容	指标
防静电性能/ Ω	表面电阻	导静电型: $1.0 \times 10^4 \sim < 1.0 \times 10^6$ 静电耗散型: $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^9$
	体积电阻	导静电型: $1.0 \times 10^4 \sim < 1.0 \times 10^6$ 静电耗散型: $1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^9$
燃烧性能/级	垂直燃烧	V-0
表面耐磨性能 (1000r) /g/cm ²		≤0.02
残余凹陷度/mm		≤0.15
纵、横向加热尺寸变化率/%		≤0.25

b 三聚氰胺防静电贴面板物理性能

三聚氰胺防静电贴面板物理性能要求应符合表 8-14 规定

表 1-14 三聚氰胺防静电贴面板物理性能

序号	测试项目	测试内容	单位	指标
1	耐沸水性能	质量增加	% 最大	见 GB/T7911-2013 中图 1
		厚度增加	% 最大	见 GB/T7911-2013 中图 2
		外观	等级 不低于	3 级 (见 GB/T7911-2013 中 6.3.2)
2	表面耐干热	外观光泽	等级 不低于	3 级 (见 GB/T7911-2013 中 6.3.2)
		其他		4 级 (见 GB/T7911-2013 中 6.3.2)
3	抗冲击性能	落球高度	cm 最小	100
		凹痕直径	mm 最大	10
4	防静电性能	表面电阻	Ω	$1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^9$
		体积电阻	Ω	$1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^9$
5	燃烧性能		不低于	V-1
6	抗拉强度		Mpa ≥	60
7	尺寸稳定性	尺寸变化	% 最大 (纵)	见 GB/T7911-2013 中图 3

C 三聚氰胺耐磨性能

三聚氰胺防静电贴面板耐磨性能应符合表 1-15 规定

表 1-15 三聚氰胺耐磨性能

注: 耐磨、高耐磨、超耐磨面板磨耗值一样。	耐磨性能	耐磨	r 不低于	400
		高耐磨	r 不低于	1000
		超耐磨	r 不低于	3000
		磨耗值 (100r)	g/cm ² 不大于	0.08

4) 永久型(长效型)防静电贴面板与短效型防静电贴面板的判定方法

试验原理:试件在中性沸水内煮 8h 后;对试件干燥和预处理后,每个试件防静电性能电阻值是否符合表 1-13、1-14 要求。如符合则可判定贴面板防静电性能属长效性,否则则为短效型。

a 所用仪器和材料

计量合格的电阻测试仪;

鼓风干燥箱,能保持温度 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$;

容器,盛沸腾蒸馏水;

中性水, $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的蒸馏水;

加热装置,加热蒸馏水的电炉 $(1500\text{W}/220\text{V})$;

干燥器;

脱脂纱布;

试件:将防静电性能检测合格的 3 块防静电贴面板,制备成长 $200\text{mm} \pm 1\text{mm}$,宽 $200\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 。

b 试验方法

将试件插入试件夹并放入盛有沸腾的中性蒸馏水的容器内,注意防止试件与容器或其它试件接触。在沸水煮处理过程中,试件应始终浸没在沸水中。经沸水煮 $(240 \pm 10)\text{min}$ 后取出试件夹,立即放入盛有 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的蒸馏水容器内,液面超过试件,冷却 $(15 \pm 5)\text{min}$ 。从水中取出的试件,用清洁干燥的脱脂纱布擦去表面水渍。

重复上述过程一次后,将试件放在 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的鼓风干燥箱内处理 $(24 \pm 1)\text{h}$,然后放入干燥器内冷却至 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。将试件在相对湿度 $25\%\text{RH} \pm 5\%\text{RH}$ 、温度 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的环境中放置 48 小时测后,测试其材料表面电阻和体积电阻。

C 结果判定

如测试电阻符合表 1-14、1-15 规定要求,则可认定该防静电贴面板防静电性能是长效型,如不满足要求,则认定该防静电贴面板防静电性能是短效型。

5) 有害物质或甲醛含量限值

a 聚氯乙烯防静电贴面板有害物质限量

聚氯乙烯防静电贴面板有害物质限量应符合表 8-16 规定。

表 8-16 PVC 防静电贴面板有害物质限量

试验项目	指标
氯乙烯单体/(mg/kg)	≤ 5
可溶性铅/(mg/kg)	≤ 20
可溶性镉/(mg/kg)	≤ 20
挥发物的限量/(g/m ²)	10

b 三聚氰胺防静电贴面板甲醛含量 $\leq 1.5\text{mg/L}$ (干燥器法),仲裁时采用气候箱法甲醛含量 $\leq 1.2\text{mg/m}^3$ 。

1.2.2.2 防静电 PVC 块材、卷材和三聚氰胺贴面板的性能特点

防静电三聚氰胺贴面板是在普通厨具装饰板、工作台贴面、火车、轮船、飞机内饰板、家具装饰板等所用三聚氰胺贴面板加入抗静电剂改性制成。也有用无机导电粉加入三聚氰胺板制成的防静电贴面板。防静电三聚氰胺贴面板一般只用于防静电高架活动地板、防静电工作台的外覆面板。这种贴面板具有造价低、耐磨性好、抗水浸泡、机械强度高、抗老化等特点。缺点是:使用抗静电剂制备的贴面防静电持久性差、阻燃性一般、生产设备投资大等。

防静电 PVC 贴面板有三种:一种是通体聚氯乙烯材料制作;另外一种为聚氯乙烯面层和其它塑料面层复合而成;第三种是通体聚氯乙烯卷材。PVC 贴面板可以直铺地面和地板表层,具有防静电性能好和持久的特点。其装饰效果较好、施工简便。缺点是使用久了易老化、表面耐划擦较差。有些国产产品易出现导电粉容易溢出造成表面污染和重金属超标问题。防静电 PVC 块材、卷材和三聚氰胺贴面板特点见表 1-17。PVC、三聚氰胺贴面板见图 1-12、图 1-13。

表 1-17 防静电 PVC 块材、卷材和三聚氰胺贴面板特点

性能特点 材料种类	防静电性能	阻燃性	造价	耐磨性	抗污染	寿命	生产投资费用
PVC 块材	性能优良	一般	一般	较好	一般	一般	较低
PVC 卷材	性能优良	一般	较高	较好	较好	一般	较高
三聚氰胺块材	性能一般,持久性差。	较低	较低	较好	好	较长	较高
PVC 复合块材	性能一般,持久性差。	较低	较低	一般	较好	较低	较低



图 1-12 防静电三聚氰胺贴面板

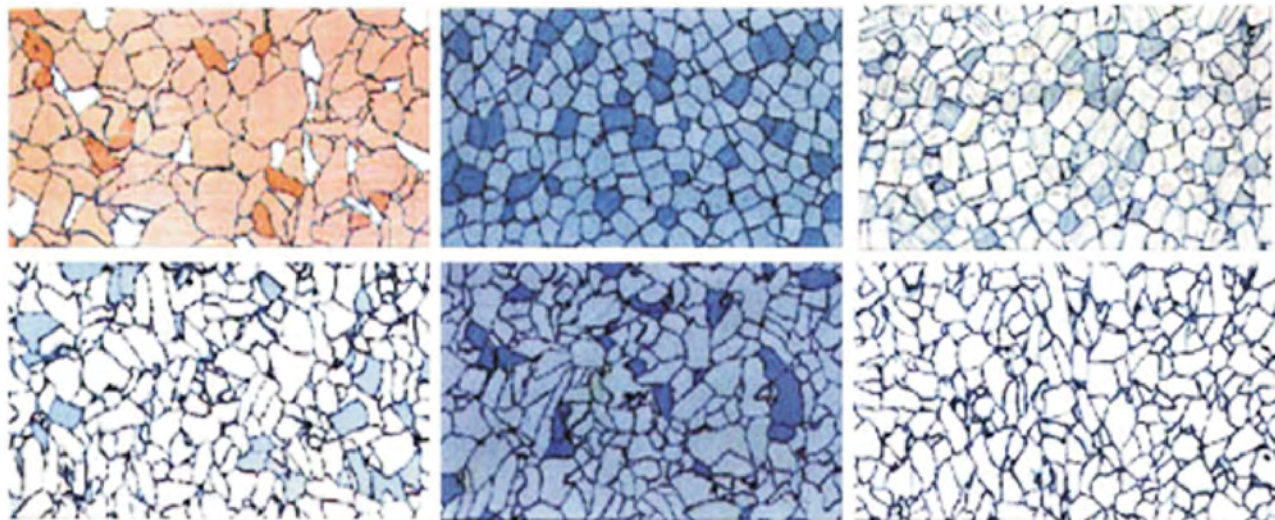


图 1-13 防静电 PVC 贴面板

1.2.3 环氧地坪涂料、漆

防静电环氧地坪、涂漆地坪按其涂覆工艺与组成可分为四类,即防静电自流平地坪、防静电地坪薄涂或涂层地坪、防静电砂浆地坪、防静电多层涂料地坪等。

防静电环氧自流平地坪(见图 1-14)是在一种或几种树脂中添加抗静电剂或金属氧化物、导电炭黑、导电纤维等靠自身重力作用利用自动流平的工艺铺设的地坪(通常厚度 1.5mm 至 3.5mm)。具有较高机械强度,不起尘和耐划擦、耐酸碱。由于其铺设地面不留有缝隙和较好装饰效果,广泛用于有洁净要求的电子、制药、工业厂房的地坪铺设。但其存在不耐水浸泡、施工时对基础地坪平整度、含水率、缝隙、施工工艺等都有较高要求。同时因其绝缘性

好,其防静电性能持久性比一般地坪材料难做到。通常使用导电纤维并使用分散性好的无机导电材料及特殊施工工艺,防静电性能持久性才能保证。

防静电薄层地坪或涂层地坪是利用防静电树脂、或涂料、漆等直接涂覆在基础地坪的表面上(通常厚度 0.2mm 至 1.5mm)。具有施工简单、方便、不起尘、无缝隙等特点。但由于涂层较薄,存在不耐磨和使用期限较短的问题,另外也存在不耐水浸泡问题。薄层地坪主要用于短时期使用的防静电地坪,如较长时间使用则需周期修补和处理。防静电薄层(涂层)地坪造价和施工成本较低。

防静电砂浆地坪(或水泥自流平,见图 1-15)是利用树脂或粘连剂、水泥砂浆等材料铺敷的一种地坪(通常厚度 2mm 至 5mm)。具有起尘低、防静电性

能稳定、施工简单、耐水浸泡,使用期限长等特点。缺点是装饰颜色少,装饰效果差。

防静电多层涂料地坪是用防静电树脂或涂料按施工要求进行多层分别施工铺设的地坪(通常厚度2mm至4mm),其物理化学特点和环氧自流平地坪相似,但施工要求较高,工程造价也高一些。

1.2.3.1 环保安全性能要求

防静电地坪涂装材料环保安全性能要求表

1-18 的规定。

表 1-18 防静电环氧地坪材料环保安全性能要求

序号	项目	要求
1	有害物质限量要求	符合 GB/T 22374
2	燃烧性能	符合 GB 50222

1.2.3.2 物理化学性能要求

防静电环氧涂料地坪面层的物理性能应符合表 1-19 和表 1-20 的规定。

表 1-19 基本性能要求

序号	项目		指标
1	涂膜外观		涂膜外观正常
2	拉伸粘结强度 /MPa	标准条件 ≥	2.0
		浸水后 ≥	
3	防滑性（干摩擦系数）≥		0.5
4	耐冲击性	轻载(500g钢球)	涂膜无裂纹、无剥落
		重载(1000g钢球)	
5	耐水性（168h）		不起泡，不剥落，允许轻微变色，2h 后恢复
6	耐化学性	耐油性（120#溶剂汽油，72h）	不起泡，不剥落，允许轻微变色
		耐碱性（20%NaOH，72h）	不起泡，不剥落，允许轻微变色
		耐酸性(10% H_2SO_4 ，48h)	不起泡，不剥落，允许轻微变色
7	耐人工气候老化性 a		400h，不起泡，不剥落，无裂纹；粉化≤1级， E^* ≤6.0（单色、平状）； 变色≤2级（彩色、立体状）
*仅针对室外用防静电地坪涂装材料			

表 1-20 耐磨性能要求

项 目	水性	溶剂型	无溶剂型	砂浆型
耐磨性 $\leq$ g	0.050	0.030		0.15

1.2.3.3 防静电性能要求

防静电环氧地坪的防静电性能应符合表 1-21 的规定

表 1-21 防静电性能要求

序号	项目		指标
1	A	人/鞋/地系统电阻 Ω	$< 1.0 \times 10^9$
		人体电压 V	< 100
2	B	点对点电阻 Ω	$5.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^9$
		对地电阻 Ω	
防爆区域满足不发火前提下为B，其它均为A、B两项			



图 1-14 环氧树脂自流平地坪



图 1-15 水泥自流平地坪

1.2.4 防静电瓷砖

防静电瓷砖是近十年开发出的一种防静电材料。传统的高分子材料制作防静电材料,如橡塑地坪、PVC 块材和卷材、三聚氰胺面板、树脂地坪涂料都存在阻燃性低且燃烧时存在有害气体逸出。另外还存在使用寿命不长、易老化等问题。防静电瓷砖是在传统的瓷质胚体上利用耐高温(可达 1350℃ 以上)且导电性好的锡氧化物烧结成表层釉面具有防静电性能的釉面瓷砖。其具有阻燃性好、耐老化、防静电性能长久、表面抗污染、使用寿命长等特点。缺点是搬运、施工时碰撞易碎,以及在平铺地面存在缝隙,受力不均易碎等问题。目前国内生产的防静电瓷砖都是釉面防静电瓷砖,还没有通体防静电瓷砖(主要通体防静电瓷砖成本太高)。图 8-16 展示防静电瓷砖的结构。注:瓷砖下面层(与地面接触层)一般没有防静电釉面。

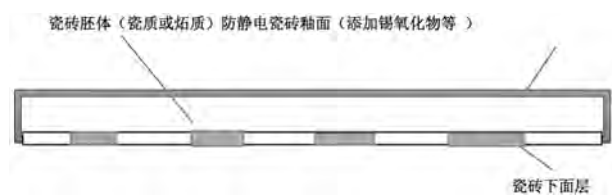


图 1-16 防静电瓷砖结构(面层图案同防静电三聚氰胺贴面板)

1.2.4.1 防静电瓷砖技术指标

(1) 陶瓷砖通用技术要求

产品应符合 GB/T4100 的规定

(2) 防静电电性能

点对点电阻: $5 \times 10^4 \Omega$ ——— $1 \times 10^9 \Omega$;

表面电阻: $5 \times 10^4 \Omega$ ——— $1 \times 10^9 \Omega$;

体积电阻: $5 \times 10^4 \Omega$ ——— $1 \times 10^9 \Omega$ 。

(3) 放射性核素限量

符合 GB6566 中 A 类产品要求。

(4) 地砖防滑性

符合 GB/T26542 要求。

(5) 耐磨性

按 GB/T3810.7 中有釉砖耐磨性测试方法试验,经受 1500 转的耐磨要求。

1.2.4.2 判定防静电长效型与短效型瓷砖试验方法

判定瓷砖防静电性能长效型与短效型试验方法如下:

(1) 试验样品预处理:

用 PH 值近似为 7 的清水清洗好试验样品,并清除试样表面的残渣及污物,并用清水清洗擦干,放入高温炉内。炉内升温速率 $5^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}/\text{min}$ 。升至 $550^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$,保持 1h(小时)。随炉自然冷却待用。

(2) 试样处理方法见表 1-22

表 1-22 瓷砖处理方法

试样组号	处理方法	温度	试样数量
1	在体积浓度 3% 的 HCl 的溶液浸泡 24h	20--25℃	2
2	在浓度 100g/L 柠檬酸溶液浸泡 24h	同上	2
3	在浓度为 20mg/L 的次氯酸钠溶液浸泡 24h	同上	2
4	在浓度 100g/L 的溶液浸泡 24h	同上	2
5	在蒸馏水中浸泡 48h	同上	2
6	不浸泡	同上	2

1) 将浸泡处理后的 1—5 组试样和未浸泡的 6 组试样放入微沸蒸馏水中保持 2h 后取出擦干。

2) 将上述所有处理完试样放入烘箱在 $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 温度下烘 8h 后取出在温度 20—25℃,相对湿度小于 40% 环境放置 48h 后测试防静电性能,如每块试样测试符合标本标准 [GB26539 防静电陶瓷砖] 规定,则为长效型防静电瓷砖。

1.2.4.3 瓷砖不发火试验方法

有易燃、易爆气体、液体、粉体等物质环境中的防静电地坪、设施和装修材料要进行不发火试验。符合要求则能使用,否则则不能使用,根据国标 GB50209【建筑地面工程施工及验收规范】对瓷砖、水泥类、大理石等地坪材料不发火试验如下:

(1) 试样:瓷砖(或其它材质试样)400mmx400mm

三块;

(2) 试验设备:直径 150mm 金刚砂轮和砂轮机;

(3) 试验环境:完全黑暗无气流房间;

(4) 环境温湿度:10℃至 30℃; ≤70%RH;

(5) 气压:正常大气压下

试验要求:将试样牢固固定在夹具上。开动砂轮机,转速 600 至 1000 转 / 每分钟。将金刚砂轮打磨瓷砖表面,接触压力 10—20N (牛顿),每块试样磨掉不少于 20g。如整个试验过程无火花产生,即可认定瓷砖 (试样) 为撞击、摩擦后不发火瓷砖。

1.2.5 直铺网络地板

直铺网络地板是一种无支架的底部设置布线槽的地板 (见图 1-17),且直铺在网络线较多的信息中心或智能化办公场所。直铺网络地板材质主要有:

PVC、ABS、玻璃钢、固化水泥等。几何尺寸:400mm (长) X400mm (宽) X50mm—70mm (高);300mm X300mmX50mm—70mm.通常这类地板本身不具有防静电性能,在铺设使用时,还要铺覆防静电地毯。它的技术指标见表 1-23.



图 1-17 直铺网络地板结构图

表 1-23 直铺网络地板技术指标

项目	阻燃	均布荷载 (N/m ²)	集中破坏载荷 (N)	有害物质限量	抗拉强度 (Mpa)	尺寸误差 (mm)
指标	V-0 级 V-1 级 注:GB/T 2408—2008 中 9.4 分级 表 1 垂直燃烧级别	12500	8850	符合 GB/T 22374	> 60	板幅: < 0 - 0.3 平面度: ≤ 0.4 板厚: < ± 0.3 邻边垂直度: < 0.3

直铺网络地板具有施工方便、结构简单、造价较低等特点。由于其没有可调支撑调整板面,因此,铺设时对地面的平整度要求较高,通常 2 米内不平整度要

低于 2 毫米。直铺网络地板适用于网络布线不太密集、且无下送风要求的计算机机房、智能化办公场所。

(待续)

EPA 保护区内静电相关参量测量方法汇总

王荣刚, 孙玉荣, 成玉磊

苏州天华超净科技股份有限公司, 苏州, 100081

一、测试范围

此静电相关测量方法包括符合性验证测试方法的防静电设备和物料有:

- ◎接地 / 等电位接地系统
- ◎工作表面
- ◎手腕带
- ◎防静电鞋
- ◎地面
- ◎座椅
- ◎电离器
- ◎移动设备
- ◎手持电焊 / 拆焊工具
- ◎常量 (连续) 检测器
- ◎防静电服
- ◎包装
- ◎手套和指套
- ◎工序必要绝缘体

二、测试设备类型

交流插座分析仪
交流电路测试仪 (阻抗计) 万用表 摇表
平板静电测试仪 (CPM)
高阻表
同心圆电极组件
直流欧姆表 万用表
静电场测试仪
静电电压测试仪
脚电极 - 金属板
手持电极
绝缘板
综合测试仪

静电电阻测试仪

圆柱电阻测试电极

两点探针

三、具体测试实施

接地 / 等电位接地系统

符合性验证程序是基于 ESD S6.1 和国家标准规范。

目的

◎符合性验证程序目的是为了验证防静电工作站 (和 / 或 EPA) 的接地 / 等电位接地系统在使用者规范许可的最大电阻范围内;

◎正确配置的防静电工作站所有 ESD 工作表面, 夹具, 处理设备和人员接地装置都连接到一个公共接地点, 公共接地点连接到接地 / 等电位参考点, 这个参考点大多数情况都是交流设备接地点, 如果使用辅助接地, 应电气连接到交流设备地, 且连接电阻小于 25 欧姆 (详情查阅 ESD S6.1);

◎接地测试首先应根据 ESD S6.1 结合各不同国家的电气接地相关规范定义接地方式;

◎接地测试符合性验证应以接地系统从接地体到末端接地线整体保证连续可靠;

◎本章节的测试方法与后续章节设备和物料的测试方法应协调一致, 确保设备和材料接地有效;

◎部分使用者采用设备接地和静电接地独立分开应增加验证静电接地 / 连续参考点到大地测试方法;

◎如测试直接使用 AC 电气接地系统的硬接地情况, 可以使用阻抗计 (或万用表) 分别连接被测单元与 AC 插座内接地点;

◎如测试等电位接地系统, 可以使用高阻表 +

同心圆电极 (或者双圆柱电阻测试电极) 来评价。



阻值内。

◎电器插座测试程序即确保接地线的正确连接,应保证静电接地接入大地



测试程序——人员接地点

◎按制造商说明书操作直流欧姆表

◎连接两根测试线到直流欧姆表,一根测试线另一端接到人员接地点,另一根测试线接到设定的接地点

◎记录测量阻值



测试程序——电器插座

◎接地程序必须符合国家电气规范或其他适用规范,电器插座符合性测试是为了验证用做静电接地 / 连接参考点的设备接地导体接线方式适当;

◎根据需要可以用交流电路测试仪验证电路回路的完整性

1. 连接交流电路测试仪 (阻抗计) 到用做静电接地 / 连接参考点的设备接地导体的交流插座;

2. 验证下列情况:

A. 中性线和设备接地线在插座里未出现相互连接。

B. 相线和中性线未反接。

C. 相线和设备接地线未反接。

D. 设备接地导体电阻在公司规范要求允许最大

工作表面

◎符合性验证程序基于 ESD ADV53.1, ESD S4.1, ESD S6.1.

目的

◎符合性验证程序目的是为了验证工作表面电气连接到接地点, 并且电阻值在使用者规范许可的

限值范围内;

◎符合性验证程序也可以用于测量货架、抽屉和其他接地的防静电存储设备表面;

◎工作表面指 ESDS 元器件处理操作的平台,也可以用于验证货架等存储设备表面;

◎使用者应该定义阻值下限,过低阻值可能会对人员和敏感元器件造成损害,参考值 1.0×10^6 的 6 次方欧姆;

◎纯金属工作表面尤其注意不能硬接地,避免产生 CDM 模式,应于电气设备绝缘。

测试程序

◎验证前应先不要清洁工作表面,移除工作表面上所有静电敏感器件。

◎测试时,属于工作站一部分及独立接地连接到接地点的导体和交流设备都应保持连接。

◎一根测试线连接到 1 个电阻测试电极和综合测试仪或电阻计。

◎另一根测试线连接综合测试仪或电阻计到接地点。

◎把电极放置在工作表面中心及那些磨损或脏污区域。

◎如果电阻指示小于 1.0×10^6 的 6 次方欧姆,使用 10 伏档,等候 5 秒或者待综合测试仪或电阻计数字稳定。如果电阻计指示大于等于 1.0×10^6 的 6 次方欧姆,切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定,或者等待 15 秒后记录电阻值。

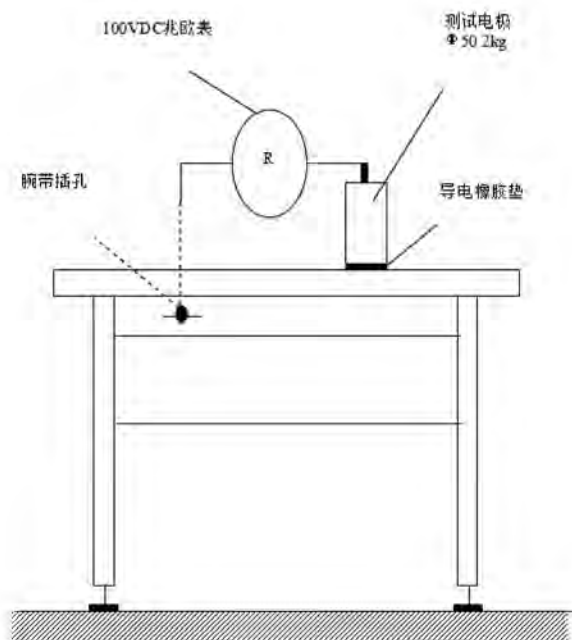
◎工作表面验证性测试仅需要测试接地电阻,地以接地点为准,可结合接地系统验证使用公共接地点。

◎测试点应选择处理操作区域,根据工位作业工作表面情况可能不一样,测试点选择以最差为主。

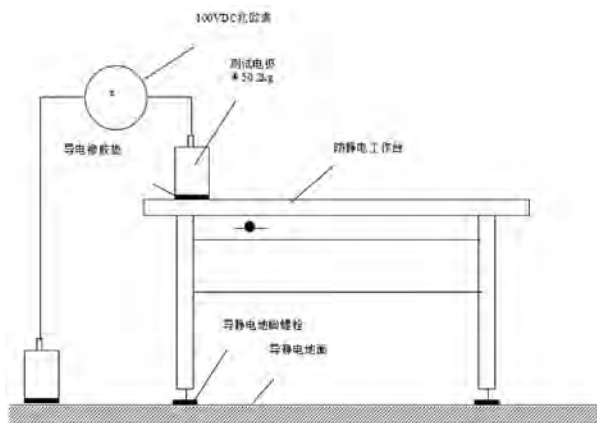
◎测试点数量无特别要求,可在确保所有工作表面可靠接地自定义取点数量,但应包含磨损和脏污的位置。

◎可以根据之前验证时测量结果修改。

◎选择测量电压档的顺序,不必先 10 伏再 100 伏。



▲ 工作台面对腕带插孔电阻测试



▲ 工作台面对地系统电阻测试

腕带

◎符合性验证程序基于 ESD S1.1

目的

◎符合性验证程序目的是为了验证腕带系统总串联电阻在使用者规范许可的限值范围内。

测试设备

◎综合测试仪

◎手持电极

◎测试线

测试程序——综合测试仪

1. 按公司程序要求佩戴腕带和连接腕带接地

线,必要时调整腕带确保其舒适并紧贴皮肤;

2. 设定腕带 / 鞋综合测试仪为腕带测试 (若需要);

3. 插入 / 连接腕带接地线弹性端到综合测试仪;

4. 戴腕带的手指按住金属触点 / 测试按钮直到 PASS/FAIL 指示灯亮。

测试程序——电阻测试仪

1. 按公司程序要求戴腕带和连接腕带接地线,必要时调整腕带确保其舒适并紧贴皮肤;

2. 把腕带接地线连接到测试仪的公共端(-);

3. 测试线一端连接手持电极,另一端连接测试仪的正极(+);

4. 佩戴腕带的手握住手持电极;

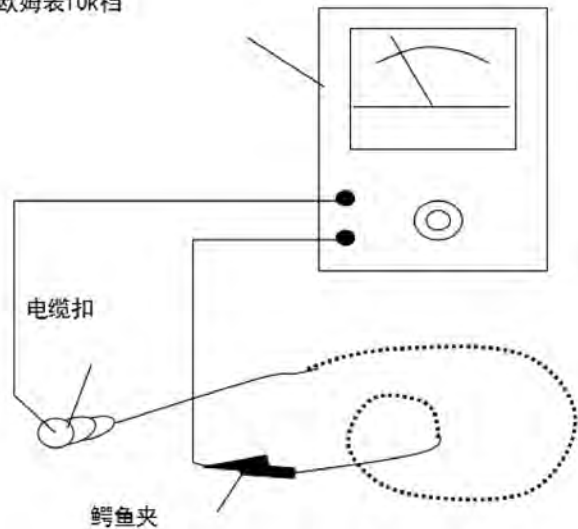
5. 测试仪使用 10 伏电压;

6. 等待测试仪数字稳定;

7. 记录腕带系统的电阻;

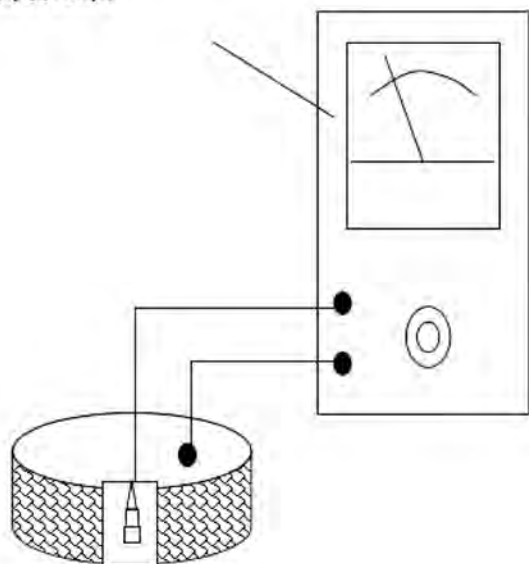
8. 如果使用织物的腕带,建议做定期测试织物,可以用拇指和食指捏住织物或者分离腕带扣来测试腕带。

欧姆表10k档



▲ 腕带连接电缆系统电阻测试

欧姆表10k档



▲ 腕带内表面导电性能测试



▲ 测试佩戴腕带时系统电阻

鞋类的测试方法

符合性验证程序基于 ESD STM9.1, ESD SP9.2, ESD STM97.1。

目的

符合性验证程序目的是为了验证鞋系统 (仅人员和鞋类) 电阻在使用者规范许可的限值范围内, 鞋类可能包含袜子、脚筋带和鞋套。

测试设备

◎综合测试仪

◎脚电极

◎两根测试线

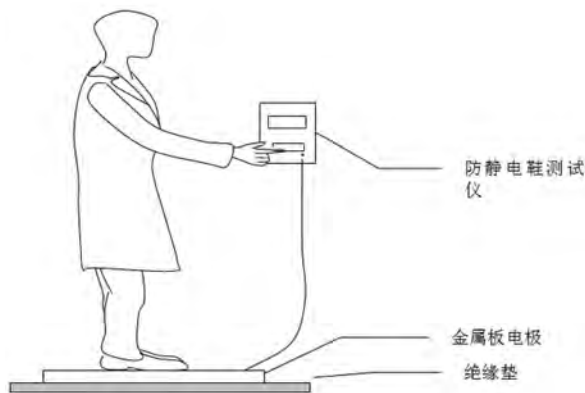
测试程序——综合测试仪

1. 按公司程序要求穿上防静电鞋；
2. 将一只脚踩在综合监测仪的脚电极上同时确保另一只脚不接触电极或邻近的防静电地面；
3. 手指按住金属触点直到 PASS/FAIL 指示灯亮；
4. 重复程序测试另一只脚。

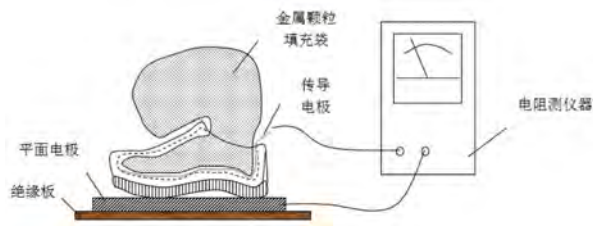
注意：有些综合测试仪是可以独立测试两只脚电阻的双脚电极，步骤 2 修改为双脚分别踩在综合测试仪的两个脚电极上，减少步骤 4。

测试程序——电阻测试仪

1. 按公司程序要求穿上防静电鞋；
2. 第一根测试线一端连接手持电极，另一端连接测试仪的正极(+)；
3. 第二根测试线一端连接到测试仪的公共端(-)，另一端连接到脚电极；
4. 测试人员的手握住手持电极；
5. 将一只脚踩在综合测试仪的脚电极上同时确保另一只脚不接触脚电极或邻近的防静电地面；
6. 如果电阻指示小于 1.0×10^6 欧姆，使用 10 伏档，等候 5 秒或者待电阻计数字稳定后记录电阻值，重复测试另一只脚。如果电阻值指示大于等于 1.0×10^6 欧姆，切换到 100 伏档重测。待电阻计数字稳定，或者等待 15 秒后记录电阻值；
7. 重复测试另一只脚。



防静电鞋整体测试方法



防静电鞋电阻测试方法

地面测试方法

符合性验证程序基于 ESD S7.1

目的

符合性验证程序目的是为了验证防静电地面电阻在使用者规范许可的限值范围内，防静电地面可能包括地基层、防静电地面层、涂料层、油漆层或地垫。

测试设备

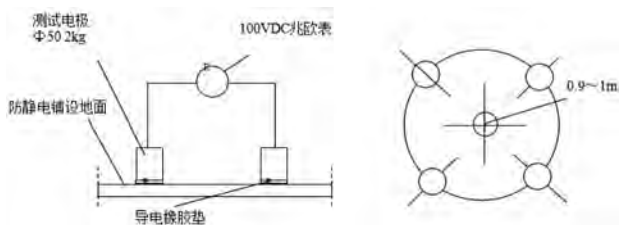
◎综合测试仪或电阻计

◎一个电阻测试电极

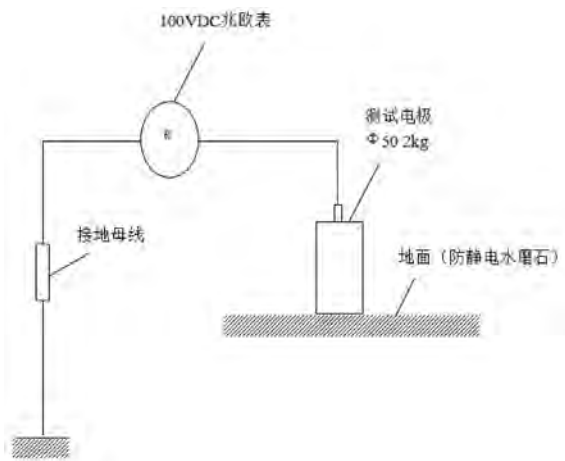
◎两根测试线

测试程序

- ◎验证前应不要清洁防静电地面；
- ◎一根测试线连接到 1 个电阻测试电极和综合测试仪或电阻计；
- ◎另一根测试线连接综合测试仪或电阻计到接地点；
- ◎把电极放置在防静电地面上及那些磨损或脏污的区域；
- ◎如果电阻指示小于 1.0×10^6 欧姆，使用 10 伏档，等候 5 秒或者待电阻计数字稳定后记录电阻值。如果电阻值指示大于等于 1.0×10^6 欧姆，切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定，或者等待 15 秒后记录电阻值。



地面表面点对点电阻的测试



地面对地极母线电阻测试

座椅测试方法

符合性验证程序基于 ESD STM12.1

目的

符合性验证程序目的是为了验证防静电座椅系统(座椅通过接地的防静电地面)电阻在使用者规范许可的限值范围内。

测试设备

- ◎综合测试仪或电阻计
- ◎一个电阻测试电极
- ◎两根测试线

测试程序

1. 将防静电座椅放置在安装好的防静电地面上, 验证前不要清洁防静电地面和座椅;
2. 一根测试线连接到 1 个电阻测试电极和综合测试仪或电阻计;
3. 另一根测试线连接综合测试仪或电阻计到接地点;
4. 放置 / 握置电极在座椅的椅面中心及有磨损区域的中心;

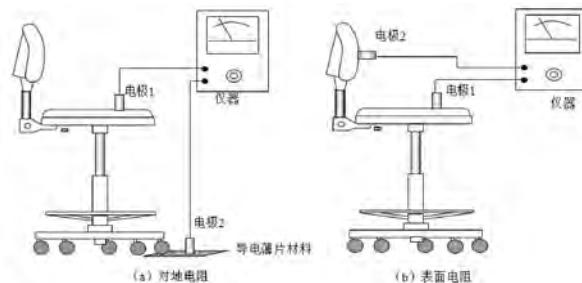
注: 握置电极时应确保没有形成并联路径, 将产生测量电阻值减少的影响。应使电极与操作者绝缘, 绝缘电阻应在 100 伏时大于 1.0×10^{10} 次方欧姆, 可以在电极上使用绝缘管套或者操作者戴绝缘手套或其他类似材料来实现。

5. 如果电阻指示小于 1.0×10^6 次方欧姆, 使用 10 伏档, 等候 5 秒或者待电阻计数字稳定后记

录电阻值。如果电阻值指示大于等于 1.0×10^6 次方欧姆, 切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定, 或者等待 15 秒后记录电阻值。

可选座椅测试区域

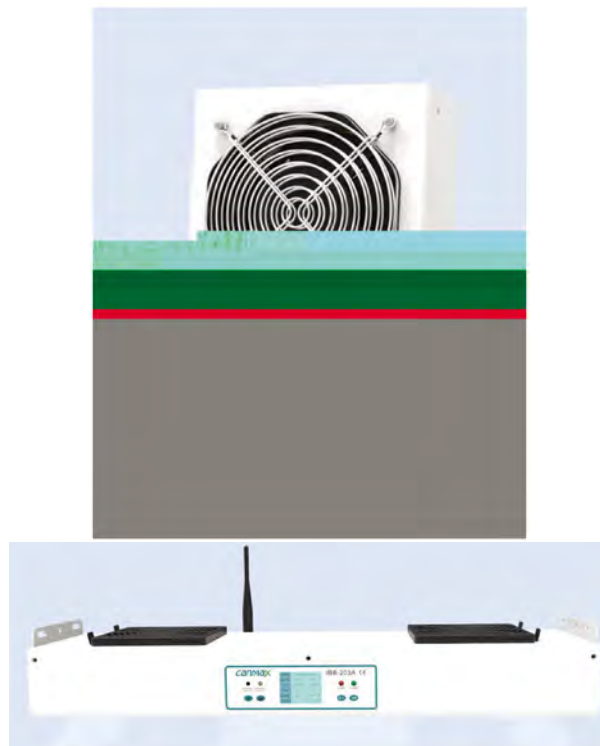
- ◎座椅椅背中心
- ◎座椅脚环 (如果有)
- ◎座椅扶手 (如果有)



工作椅电阻测试图

离子风机测试方法

符合性验证程序基于 ESD STM3.1



目的

◎符合性验证程序目的是为了验证离子风机的消散时间和残留电压 (离子平衡) 在使用者规范的规格范围内;

◎周期检验程序中的测试步骤通用于下列类别的电离设备;

◎离子室,层流罩,工作台和自动化设备(台式和悬挂式),喷气(喷枪或喷嘴)。

测试设备

◎平板静电监测仪;

◎秒表或其他适宜的计时器通常在便携式测试仪测量消散时间时使用。

测试程序——初始测试设置

◎测试点应设在离子中和 ESDS 元器件的位置;

◎测试时应保留离子风加热器或空气过滤器(如果配备)在正常工作状态。

测试程序——消散时间测试

1. 打开测试设备并按制造商推荐方法使其稳定;
2. 短暂接地分离导电板使其(或验证)归零;
3. 在有离子的环境中断开接地后测试仪不要再归零(或充电);

4. 为导电板分别充电到超过初始测试电压的任意两极电压(如 ± 1200 到 ± 1500 伏);

5. 确保导电板迎着离子风的气流;

6. 消散时间测量是从导电板电压衰减到初始测试电压(通常为 ± 100 伏)时开始,衰减到终止测试电压(通常为 ± 100 伏)结束;

7. 重复上面步骤测试相反极性电压;

8. 记录两极电压消散时间的秒数。

测试程序——残留电压测试(平衡)

1. 打开测试设备并按制造商推荐方法使其稳定;
2. 短暂接地分离导电板使其(或验证)归零;
3. 在有离子的环境中断开接地后测试仪不要再归零(或充电);

4. 放置导电板迎着离子风的气流;

5. 等待读数稳定;

6. 记录残留电压(平衡)。

移动设备测试方法

符合性验证程序基于 ESD S6.1, ESD ADV53.1, ESD S4.1。



目的

符合性验证程序目的是为了验证移动设备(例如推车,移动工作台,移动货架)接地系统(移动设备通过接地的防静电地面)电阻在使用者规范许可的限值范围内。

注意:通过接地线接地的移动设备应按此技术报告工作表面章节测试。

测试设备

◎综合测试仪或电阻计

◎一个电阻测试电极

◎两根测试线

测试程序——残留电压测试(平衡)

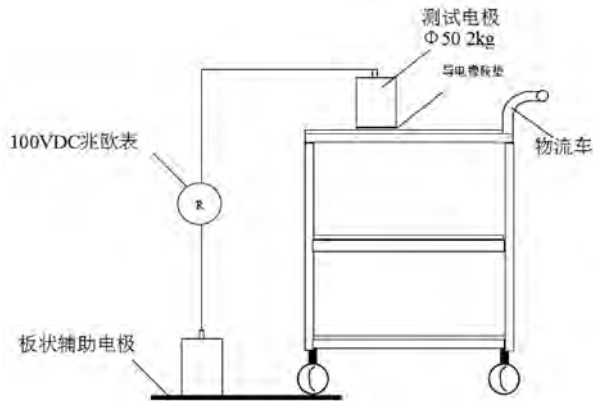
1. 将移动设备放置在已接地的防静电地面上,验证前不要清洁防静电地面,且移除移动设备上的所有 ESD 敏感元器件;

2. 一根测试线连接到 1 个电阻测试电极和综合测试仪或电阻计;

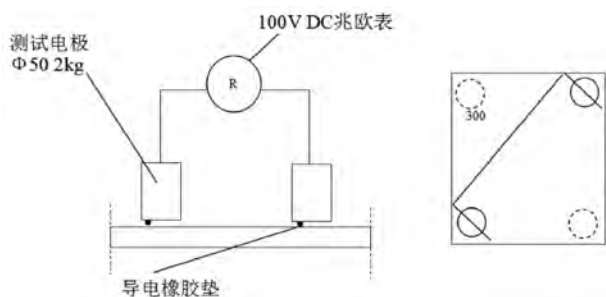
3. 另一根测试线连接综合测试仪或电阻计到接地点;

4. 把电极放置在移动设备工作表面上的中心及那些磨损或脏污的区域;

5. 如果电阻指示小于 1.0×10^6 欧姆,使用 10 伏档,等候 5 秒或者待综合测试仪或电阻计数字稳定。如果电阻值指示大于等于 1.0×10^6 欧姆,切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定,或者等待 15 秒后记录电阻值。



物流车台面对车轮系统电阻测试



物流车台面电阻测试

手持电焊 / 拆焊工具测试方法

符合性验证程序基于 ESD STM13.1, ESD TR53 目的

符合性验证程序目的是为了验证非 RF 手持电焊 / 拆焊工具在使用者规范许可的阻值范围内, 这将用两个测试来完成, 一是测试接地电阻, 二是测漏电的尖端电压, 建议两个都进行。

测试设备

综合测试仪

注: 如果综合测试仪不可用, 可能会用在 ESD STM13.1 定义的测试仪器, 仪器应能够测量 0-100 欧姆和 0-20 毫伏。

注意: 测试步骤会保护高热物品 (测试电极和烙铁尖端), 测试人员应注意安全防护。

测试程序——烙铁尖端电压测试程序

1. 测试仪功能选择到交流毫伏位置;
2. 按照测试仪的说明接通电源, 开启烙铁并使其稳定;
3. 烙铁尖端接触测试仪的传感器;

4. 根据测得电压获得最大电压值。

测试程序——手持电焊 / 拆焊工具接地电阻

1. 测试仪功能选择到电阻位置;
2. 按照测试仪的说明接通电源, 开启烙铁并使其稳定;
3. 烙铁尖端接触测试仪的传感器;
4. 记录电阻值。

测试程序——手持电焊 / 拆焊工具接地电阻——冷烙铁

1. 使用电阻计和一根接鳄鱼夹的导线, 能够测量 0.1 到 2.0 欧姆精度在 $\pm 1.0\%$ 以内;
 2. 断开烙铁的交流电源插座让它冷却到室温。
- 注: 确保烙铁头或组件安全地安装在把手上;
3. 电阻计正极连接导线, 导线上鳄鱼夹穿透典型外皮用作安全接地;
 4. 电阻计负极探针紧靠着烙铁镀锡尖头;
 5. 记录电阻值。

常量 (连续) 监测器

符合性验证程序基于 ESD TR1.0-01-01



目的

符合性验证程序目的是为了验证常量(连续)监测器按设计正常运行;

常量(连续)监测器的设计时为了提供腕带系统的不间断测试,虽然利用很多技术,但目标始终如一,都是测试戴腕带处理 ESD 敏感元器件人体、腕带、接地线、接地点的电气连接,常量监测器也可以用作监测 ESD 工作表面连接到接地参考点间的环路。

注:使用工作站监测器不得排除工作站电阻测试的需求。常量(连续)监测器的符合性验证应确保在正常工作参数上运行。

测试设备

工作站的常量(连续)监测器功能可以用制造商的校验工具进行验证;

除功能检验外,监测器系统在使用期间,使用者也应验证操作者、工作站组件等正确接地。

测试程序

常量监测器应按制作商说明进行符合性验证。

可接地防静电服装系统

符合性验证程序基于 ESD S1.1,STM2.1.

目的

◎符合性验证程序目的是为了验证可接地防静电服系统(包括接地线)所有组件总电阻在使用者规范许可阻值范围之内。

测试设备

◎综合测试仪

◎手持电极

◎两根测试线

测试程序

1.穿上防静电服并按公司要求扣上按扣或纽扣,确保腕带舒适的紧贴皮肤,如果使用可调节腕带,调节到确保腕带舒适的紧贴皮肤;

2.链接接地线到防静电服装接地连接件;

3.设定腕带、鞋子综合电阻测试仪开关到腕带;

4.将弹簧接地线端头插入 / 链接到综合电阻测试仪;

5.手指按住金属触点 / 测试按钮知道 PASS/

FAIL指示灯亮。

测试程序——电阻测试仪

1.穿上防静电服并按公司程序要求扣上按扣或纽扣,确保腕带舒适地贴紧皮肤,如果使用可调节腕带,调节到确保腕带舒适地紧贴皮肤;

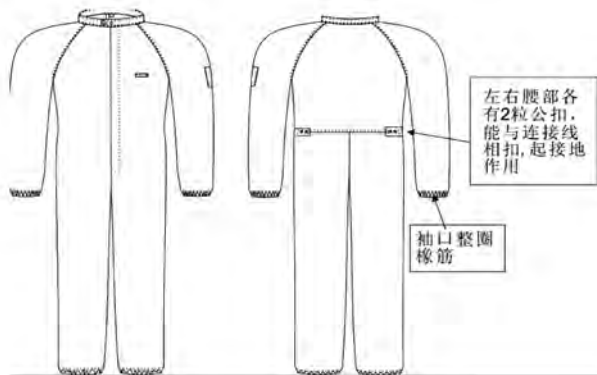
2.连接接地线到防静电服接地连接件;

3.将弹簧接地线端头连接到测试仪公共端;

4.测试线一端连接到手持电极,另一端连接到测试仪正极(+);

5.测试人员的手握住手持电极;

6.如果电阻指示小于 1.0 乘 10 的 6 次方欧姆,使用 10 伏档,等候 5 秒或者待综合测试仪或电阻计数字稳定。如果电阻值指示大于等于 1.0 乘 10 的 6 次方欧姆,切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定,或者等待 15 秒后记录电阻值。



防静电服和可接地防静电服点对点电阻测试方法
符合性验证程序基于 ESD STM2.1

目的

◎符合性验证程序目的是为了验证防静电服袖子对休息(袖口对袖口)电阻在使用者规范许可的限值范围内。防静电服包括罩袍洁净服、连体洁净服、实验室外套、夹克、罩衫。

测试设备

◎综合测试仪或电阻计

◎两个电阻测试电极

◎两根测试线

◎绝缘板

测试程序

1.两个电极连接到测试线,测试线连接到综合

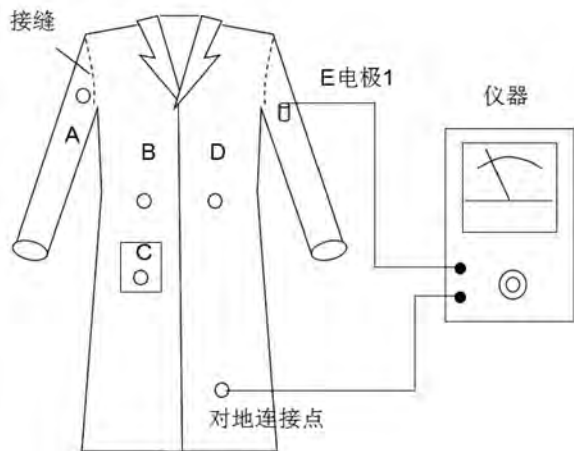
测试仪或电阻计；

2. 将防静电服平铺在绝缘板上；

3. 将两个电极分别放在防静电衣服袖子(或袖口)上,确保袖子与防静电躯干分开；

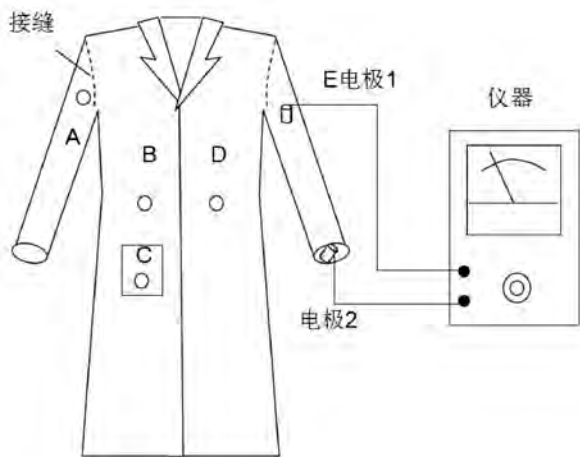
4. 如果电阻指示小于 1.0×10^6 欧姆,使用 10 伏档,等候 5 秒或者待综合测试仪或电阻计数字稳定。如果电阻值指示大于等于 1.0×10^6 欧姆,切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定,或者等待 15 秒后记录电阻值。

常规防静电工作服对地电阻的测试



服装对地电阻测试原理图

常规防静电工作服表面电阻的测试



服装表面(点对点)电阻测试原理图

包装测试方法

符合性验证程序基于 ESD S541, ESD S8.1, ESD STM11.11, ESD STM11.12, ESD STM11.13。

目的

符合性验证程序目的是为了验证生产过程中使用的防静电包装的表面或如体积电阻,防静电包装包括华夫包、袋子、手提袋、箱子和存储盒、托盘、缓冲包装、泡棉、管、带和盘、收缩胶膜和其他任何用于有利于物料运输的材料。一个精心设计的符合性验证程序记录各种类型的防静电包装静电控制特性随时间和使用恶化程度,这些测试不能用于屏蔽效能和能量渗透。

测试设备

◎综合测试仪或电阻计

◎绝缘板

◎同心圆电极

◎两点探针电极

◎金属导电电极

◎两个圆柱电极

测试程序——使用综合测试仪或电阻测试仪测试表面电阻

1. 将包装放置在绝缘支持表面,确保测量值与产品认可或验收测试数据一致,在耗散或导体表面上测量时测量值将会有偏差有可能提供错误结果。(注:特别注意在运转的 EPA 内使用支撑样品的绝缘板,所有 ESDS 物品应移出测试区 30 厘米以外);

2. 将综合测试仪或电阻计的测试电极放置在靠近包装中间位置(或磨损区域);

3. 使用测量电压并查看记录读数。

注:如果测试包装袋,内面和外面表面电阻性能都应测量。

测试程序——使用同心圆电极测试表面电阻

1. 将同心圆电极放置在靠近包装中心位置(或磨损区域);

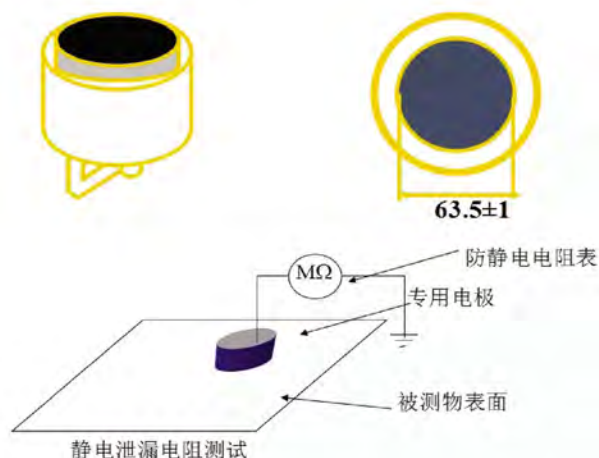
2. 如果电阻指示小于 1.0×10^6 欧姆,使用 10 伏档,等候 5 秒查看读数。如果电阻值指示大于等于 1.0×10^6 欧姆,切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定,或者等待 15 秒后记录电阻值。

测试程序——使用两点探针测试表面电阻

1. 将包装放置在绝缘支撑表面,确保测量值与

产品认可或验收测试数据一致,在耗散或导体表面上测量时测量值将会有偏差有可能提供错误结果(注:特别注意在运转的 EPA 内使用支撑样品的绝缘板,所有 ESDS 物品应移出测试区 30 厘米以外);

2.将测试电极放置在靠近包装中间位置(或磨损区域),若需要也可以把探针放置在凹进的区域;



3.如果电阻指示小于 1.0×10^6 欧姆,使用 10 伏档,等候 5 秒查看读数。如果电阻值指示大于等于 1.0×10^6 欧姆,切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定,或者等待 15 秒后记录电阻值。

测试程序——使用圆柱电阻测试电极测试点对点电阻

1.一个电极放置在靠近包装中心位置(或磨损区域),另一个电极放置在角落(或尽量靠近);

2.如果电阻指示小于 1.0×10^6 欧姆,使用 10 伏档,等候 5 秒查看读数。如果电阻值指示大于等于 1.0×10^6 欧姆,切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定,或者等待 15 秒后记录电阻值。

测试程序——使用综合测试仪或电阻测试仪测试体积电阻

1.将 ESD 包装放置在金属导体电极上;(注:这个程序仅适用于体积传导或静电耗散包装);

2.将电极或综合测试仪放置在 ESD 包装里面的中间;

3.如果电阻指示小于 1.0×10^6 欧姆,

使用 10 伏档,等候 5 秒查看读数。如果电阻值指示大于等于 1.0×10^6 欧姆,切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定,或者等待 15 秒后记录电阻值;

4.重测其他样品。

手套和指套电阻测试(使用中)

◎符合性验证程序基于 ESD SP15.1.

目的

◎此技术报告提供手套或指套与人体的系统电阻测试程序。

测试设备

◎综合测试仪或电阻计

◎手持电极

◎一根测试线

◎鞋电极

◎恒定面积和压力电极(CAFE)在 ESD SP15.

1 描述

测试程序——综合测试仪

1.按企业的要求将手套或指套戴在手上;

2.按企业的要求将腕带(带腕带线)戴在手腕上,如果需要则调整腕带确保舒适地紧贴皮肤,有些手套有接地点和接地线的可以直接连接到手套;

3.综合测试仪切换到手腕带测试;

4.插入/连接接地线弹簧端到综合测试仪;

5.戴上手套等待至少 15 秒后开始电气测试;

6.戴手套或指套的手按住金属触点/测试按钮直到 PASS/FAIL 指示灯亮。

测试程序——恒定面积和压力电极(CAFE)

1.按企业的要求将手套或指套戴在手上;

2.使用能够应用 10 伏和 100 伏电压的电阻计;

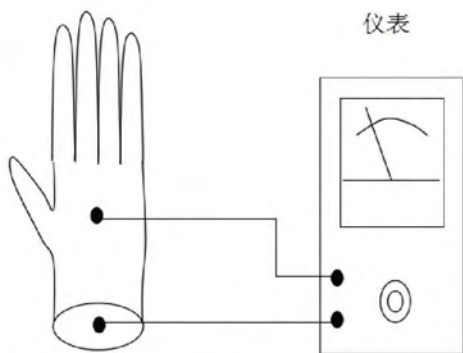
3.将腕带戴到戴着手套的那只手上,连接一根没有 1 兆欧电阻的腕带线到电阻计的输入端,确保腕带良好接触皮肤;

4.连接 CAFE 到电阻计的另一个输入端;

5.戴上手套或指套等待至少 15 秒后开始电气测试;

6.待戴手套或指套的手指指纹面向上,放置 CAFE 在手指上并保持平衡;

7. 如果电阻指示小于 1.0×10^6 欧姆, 使用 10 伏档, 等候 5 秒查看读数。如果电阻值指示大于等于 1.0×10^6 欧姆, 切换到 100 伏档重测。待综合测试仪或电阻计数字稳定, 或者等待 15 秒后记录电阻值。



手套对地电阻的测试

工序必要绝缘体

◎使用静电场测试仪和静电电压仪参考 ESD TR53。

目的

◎符合性验证程序目的是为了验证工序必要绝缘体不超过使用者范围许可的最大静电场强度 (注: 不必要的绝缘体应该从环境中移除)。

测试设备

◎静电场测试仪

◎静电电压测试仪

测试程序

1. 启动测试仪;

2. 为测试仪接地提供一个接地点;

3. 测试仪归零 — 测量场强前静电场测试仪和静电电压测试仪必须按制造商说明归零, 设置仪器归零是非常重要的步骤;

4. 按制造商说明将测试仪定位到距离被测物合适距离;

5. 让测试仪度数稳定, 测试仪输出单位为伏特或伏特 / 英寸;

6. 记录读数。

注: 场强随距离变化, 重复测量可以提供被测物更完整的信息。

注: 在测量时, 接触或接近接地的表面的有些材料已知可能会出现“灭磁”现象导致测试仪显示值低于实际值, 如果可以测量这些材料式最好与其他物品分开。



总结:

以上测试范围涵盖了电子工厂在静电防护过程中常用的关键性的 ESD 设备和物料, 其他类别设备和物料也可以参考测试方法, 孤立导体通常在初次启用时需要按静电电压测试仪说明进行测试, 已使用的应该验证一次做证据; 接地测试需要验证确保接地系统正确接入大地, 国内实施与国外可能存在差异, 测试首先要确定产品类型, 产品的识别非常重要, 例如标准特别说明当包装材料用作工作表面时应该按工作表面来验证, 在移动设备上处理 ESDS 器件是这个移动设备即用作工作表面。

静电专业常识解答

不是所有的无尘鞋都可以进行净化清洗

近日,有客户打算清洗无尘鞋,但由于该客户的无尘鞋特别脏,且鞋面基本上都是油渍,根本无法进行无尘清洗。

专业的无尘净化清洗为什么不能清洗这样的无尘鞋呢?原因如下:

1. 由于无尘清洗所用的清洗剂为中性,油污无法去除,只能保证将汗渍、尘埃污垢等水溶性污渍去除干净。

2. 如果批量清洗类似重污染的无尘鞋,将会造成净化车间环境、净化设备的污染。因此,净化靴使用后应及时进行清洗,如果长期使用会造成净化靴过度污染,这种重污染的鞋就不建议作为净化鞋来使用了。

3. 净化车间环境及净化设备需保证所有客户的无尘服清洗后的洁净度,因而不能清洗类似重污染的样鞋。

为什么防静电服穿久了会失去其作用

防静电工作服是适用于电子、光学仪器、制药、微生物工程、精密仪器等行业的具有无尘和抗静电性能的特种工作服,然而很多企业都会忽略其清洗,这也就使防静电服的功能慢慢的减退。

防静电服是采用专用涤纶长丝与高性能永久性导电纤维,经特殊工艺织造而成。主要通过防静电纤维结合加工来达到防静电效果。但随着防静电工作服的长期使用,服装里的防静电纤维上会产生灰尘,从而失去防静电作用。为了维持产品的防静电作

用,防静电工作服必须定期清洗,比如连体式的防静电工作服最好一周进行两次专业净化清洗,而防静电大褂可以一星期洗一次。另外,防静电工作服除了定期清洗,还必须进行静电指标测试,如果发现静电参数减弱超出正常范围的应该及时更换一批,防止出现不必要的工作事故。

采购防静电服不仅产品质量这一关要严格把控,它的使用方法以及后期清洗也必须引起重视来,不然一件功能性的衣服就会丧失它的作用。

五个小细节是穿戴无尘服时容易被忽视的

为了有更好的生产环境和质量保证,无尘车间要求工人穿着无尘服和无尘靴,然而有些人却对此不是很在乎,总是容易忽略一些细节问题,而往往这些小细节却会造成大的影响。

细节一:无尘服的拉链要求拉到衣领处,并且把衣领处的魔术贴贴好,扣紧衣领,不能让自己穿着的内部衣服外露。

细节二:无尘服不可套在无尘靴外面,而是要把裤子塞进无尘靴内,并且要把无尘靴拉链拉好。

细节三:穿无尘服、无尘靴时不能坐在地上,必

须在规定的区域内穿戴好。

细节四:因为工作时头发或头屑难免会掉落,对洁净室造成污染,所以工作人员在进入无尘车间之前应将头发全部套进无尘帽内,不能露在无尘帽外面。

细节五:由于无尘服透气性差,工作人员会偶感闷热,而此时最忌讳将无尘服衣袖卷起或撸起来,无尘车间要坚决杜绝这种现象。

以上五个细节问题虽小,但不要总是存有侥幸心理,如果忽视将可能造成严重后果。

穿着无尘服对身体有副作用吗

技术水平的提高使得现在越来越多的行业重视无尘服的重要性,但是对于员工而言,由于不了解无尘服的特性、是否会对人体有副作用而不能很规范的穿着使用。下面 ESD 技术咨询就来讲解一下。

无尘服是防护类服装,主要面料是导电纤维加上涤纶长丝。涤纶具有不吸尘、不发尘的特点,导电纤维保证防静电的功能。想要洁净无尘,防静电其实也是必不可少的,因为静电本身具有很强的吸附能力,如果没有防静电的功能,依然容易吸附尘埃,影响洁净。

无尘服一般都是用在制药、食品这样的行业,它

们对于洁净度的要求非常高,所以需要穿着无尘服来防止外界的尘埃被带进无尘室内,保证生产环境洁净无尘。

虽然穿着无尘服透气性差,长期穿着容易感到憋闷不适,但是穿着无尘服本身对于身体是没有伤害的。具有防静电功能的服装不仅无害,还能保护人体的身体健康。

在有些行业中,穿着无尘服、无尘鞋都是不可避免的,否则会严重影响产品的质量,甚至在某些行业还会发生火灾、爆炸等事故。大家一定要重视起来,不能因为个人的不舒服而不规范的穿着无尘服。

根据什么标准判断无尘服的替换时间

大多数无尘服清洗商认为无尘服一般可以清洗 100 次，究竟应该根据什么标准来判断无尘服的替换时间呢？

其实对于无尘服的寿命实际上是没有确切指标的，就如服装也没有保质期和使用期限的说法是一样的。概括来说，大多数的无尘服、防静电服是按照《IEST-RP-CC003.3》操作规程建议的规定，经过

100 次有效清洗后，在实时应用中还能使用更长时间并且微粒测试符合 IEST-RP-CC003.3 和 ASTM F-51 标准。

倘若穿着者对无尘服始终坚持遵守无尘室规章，无尘服应能满足至少 6 年的无尘室使用。须由指定的面料或无尘服制造生产商负责对无尘服的修补，以确保其修补的效果和耐久性。

会员单位介绍

合肥祥顺信息科技有限公司

合肥祥顺信息科技有限公司成立于 2006 年,公司总部位于合肥市高新区蜀山脚下鲲鹏国际产业园,注册资金伍佰万元。公司始终专注于数据中心机房及建筑智能化工程规划建设,现已取得电子与智能化工程专业承包二级资质、安全技术防范行业三级资质、防静电系统工程设计与施工认证、安全生产许可证。公司主营业务包括数据中心机房规划建设及运维服务、建筑智能化系统设计与施工、网络能源产品销售。

公司下设系统工程事业部、市场部、技术部、工程部、售后运维部、商务部、财务部、综合办等部门,组织体系健全,各部门间相互协调、密切配合、职责分明,为公司稳健发展、更为客户提供及时高效专业化的服务奠定了坚实基础。在立足现有市场环境基础上,在实践中积极创新和开发了一系列具有高可靠性、高效安全的系统解决方案,得到了广大用户的认可和信赖,并与国内外相关产品制造企业深入合作,成为一系列机房产品安徽地区核心合作伙伴。公司拥有了一批经过多年实践积累、具有丰富工作经验、技术水平过硬的工程技术人员及售后运维人员,为公司的技术创新、工艺质量、售后服务提供了全面扎实的力量保障。依据多年的实践经验,不断分析、不断积累,科学制定了一套周密的、包括技术咨询、方案设计、材料采购、项目评测、项目实施工程管理、售后服务等全过程的工程项目实施体系制度。

自成立以来严格贯彻落实“注重细节、精益求精”的质量方针,坚持“以人为本、勇于创新、专注品质与服务”的经营理念。严格按照国家及行业标准设计、施工,精心打造环保节能、美观舒适的现代化数据中心机房和科学先进的智能化系统工程。在大型

数据中心机房和电磁屏蔽机房领域,公司已拥有丰富的设计、施工经验及科学完善的建设解决方案。在政府、教育、公安政法、企业等单位得到了用户的好评与信任。

为用户创造价值,为员工打造发展平台,“诚实守信、追求优质服务,铸就精品工程”是祥顺科技永远坚持的企业发展宗旨。

地址:合肥市高新区望江西路鲲鹏国际广场 3 号楼 502

邮编:230088

电话:0551-63613020 63613397

传真:0551-63613430

售后服务电话(24 小时):400-0800-698

乘车路线:合肥火车站可乘 801 路公交车直达新华学院站下,向东三百米即到我公司;市内可乘 48 路、234 路到新华学院站下车,102 路公交车直达。

常州辰星活动地板有限公司

常州辰星活动地板有限公司(原武进市辰星机房设备有限公司),创建于 1991 年,占地面积为 3 万平方米,地处长江金三角,东临无锡,南临 312 国道和京沪铁路、京杭大运河,北靠沪宁高速公路,交通方便。公司主营:防静电活动地板,全钢通风地板,OA 网络地板,硫酸钙架空地板,上海防静电地板,是专业从事开发、研制、制造、安装“创星”牌系列全钢活动地板的股份制企业。

公司于 1999 年通过了中国方圆中心 ISO9001 的国际质量认证,并实行 5S 现场管理。以选择精良的材质、引进精密的设备、采用精湛的工艺、倾注精心的管理、打造精致的产品、奉献精诚的服务、创造

“创星”精品的经营理念,以“创星”品牌没有最好、只有更好、无止境追求产品更完美的经营目标,历创“创星”精品。

目前,“创星”成为国内同行业中唯一自行设计开发、制造所有产品模具、工装机夹具,并为同行企业加工制造模具的厂家。

面对竞争激烈的环境,为满足客户不断提升的要求,辰星公司在保持生产系列传统产品的同时,不断创新,开拓新型带线槽网络地板产品,并且相继为韩国、台湾客户定牌加工生产该产品。

该种新型带线槽网络架空活动地板,克服了传统型网络地板的高度及布线的限制,超低安装高度仅 40mm,活动式盖板设计,模块化的线槽组装,保证了地板系列铺设较低时仍能解决网络综合布线问题。地板系列配置先进的线路管理功能,棋盘式布线方便,为现代化办公网络提供了充分的线路规划及配置,为若干年后留有办公设备的扩展空间。该新型

带线槽网络架空活动地板在功能性与实用性方面均超越了目前市场上任何一种活动地板。由于该技术来自于韩国、台湾、所有模具均为自行研制。所以我们的性价比在国际、国内市场上更具有竞争力,成为辰星公司新的支柱产品。

符合美国 CISCA 标准,英国 MOB 标准,中国 SJ/T10796-2001 标准的“创星”牌系列全钢活动地板深受全国各行各业的用户欢迎,并出口马来西亚、日本、韩国、新加坡、东南亚等国家及香港、台湾地区。

地 址:常州市武进区横林镇崔桥梅巷路 2 号

邮 编:213103

电 话:0519-88509000

传 真:0519-88505999

联系人:张经理

手 机:13961291666

邮 箱:tom@cxfloors.com

中国防静电 2018 年总目次

企业防谈录

- 2017 行业巡礼 寄语 2018 戊戌年谈坛 01-10
技术创新不松劲 行业路上攀高峰孙英彤
谈 坛 03-08

协会动态

- 防静电标准工作组工作简讯 01-13
中国电子仪器行业协会第八届代表大会
圆满举行 01-13
防静电产业科技园被广东省列为“国家级
科技企业孵化器培育单位” 01-14
2017 年汇聚行业力量 防静电技术培训
深受欢迎 01-14
2018 年度静电防护与洁净技术职业技能
培训简介 01-15
调整后的“信息产业防静电产品质量监督
检验中心”资源整合彰显生机 01-17
春风催得黛山碧 和谐共商行业兴 02-07
协会 2017 年工作总结 2018 年工作计划
02-08
关于开展第四届中国防静电装备品牌企业
评选的议案 02-12
关于防静电工程施工资质评审工作的
通报 02-13
美国瑞翁化工总裁造访创优宝 开启长效
环保防静电橡胶的中美国际合作 02-14
《工程防静电通用规范》研编工作全面
展开 03-11
天华超净致力于行业 ESD 职业教育 强强
联手创办培训基地 实实在在提升行业
技能 03-11
美国 ESDA CPrM 认证培训在苏州天华
举办 03-13

协会动态

- 《活动地板》、《地坪涂料》标准已经颁布 04-8
《活动地板》标准宣贯会议报道 04-8
防静电协会积极开展品牌企业认定工作 04-9
《测试方法》标准启动会议报道 04-10
《通用技术》、《认证指南》标准启动会议
报道 04-11
静电专业委员会介绍 04-12

学术探讨

- IC 器件在 HBM ESD 脉冲电压下的介质击穿
实验研究 梁合娟,苗凤娟,孙可平 /01-19
静电放电微观特性分析与研究汪项伟
万发雨 /01-22
浅谈洁净室用静电防护鞋的耗散特性
胡 树,黎 鹏,郭 辉 /01-27
管道内流动绝缘液体时管道内壁一侧空间
电荷分布理论模型研究 孙可平 /02-15
浅谈高分子材料用抗静电剂 胡树等 /02-18
离子静电消除器电极保护设计的实验研究
王荣刚,孙玉荣 /02-24
芯片氧化层静电放电击穿模型研究
梁合娟,孙可平 /03-14
洁净室用聚氨酯工作鞋抗黄变性能的研究
胡 树,郭 辉,李志君 /03-18
电子工业静电安全防护系统构建
王荣刚,孙玉荣 /03-24
轻质油品在油罐车运输中静电放电的防止研究
郭 鑫,孙可平 /04-13
电子行业用反应型聚酯热熔胶的研究进展
胡树,孙立民,张利利等 /04-16

技术应用

- 基于无线通讯技术的厂区静电参数监测系统
设计 王荣刚,成玉磊,薛程光 /01-32
- 高效玻纤滤材与 ePTFE 膜滤材在洁净室
应用中的比较 肖秩群等 /02-27
- 超净实验室环境中过滤系统的研究
徐小浩等 /02-30
- 硅橡胶静电耗散材料的研究进展
胡 树,郭 辉,陈祥超等 /03-30
- 高效低阻分子污染物过滤的应用 03-36
- 碳纤维拉挤工艺研究 冯云龙 /04-25
- 表面粒子沉积于污染分析 金 健等 /04-27

技术讲座

- EPA 内的静电场、静电电位及其测量
孙延林 /01-35
- EPA 内的静电场、静电电位及其测量
孙延林 /02-34
- 电子工业用防静电装备(用品)与防静电工程
孙延林 /03-38
- 电子工业用防静电装备(用品)与防静电工程
孙延林 /04-31
- EPA 保护区内静电相关参量测量方法汇总
王荣刚等 /04-38

企业管理

- 浅谈制造型企业研发与生产的工作配合问题
胡树 郭辉 /01-40
- 加快长效环保防静电橡胶研发生产和推广应用
——从自身供给侧改革开始 爰向阳 /03-46

标准园地

- 国际标准 ISO 14644-16 洁净室及相关受控
环境 王大千 /01-43
- 防静电活动地板通用规范(国标) 02-37

产品介绍

- 防静电不发火防火水磨石地面唐明华
唐正湘 /01-46
- 新型防(抗)静电粉末涂料应用将成新宠
程学锋 /03-48

静电问答

- 静电专业常识解答 01-49
- 静电专业常识解答 02-49
- 静电专业常识解答 04-50

交流园地

- 确保电子隐私规则取得恰当平衡,促进数字
创新 01-51
- 欧洲小型企业面临数据保护负担过重的风险
01-52
- 美国贸易代表发布最新《北美自由贸易协定》
谈判目标 01-53
- 工信国际快讯 1795:自动化促进业务发展的
十大方式 02-51
- 工信国际快讯 1798:制造业自动化程度最高
的十个国家和地区 02-52

会员之家

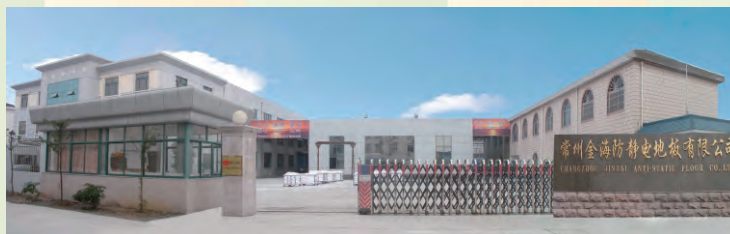
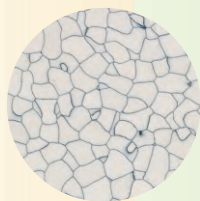
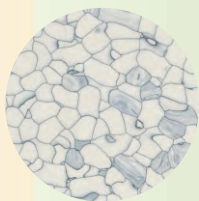
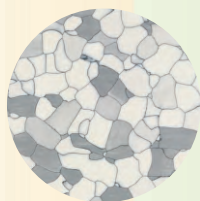
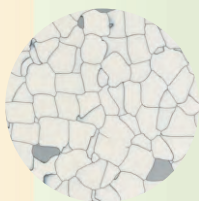
- 新会员单位介绍 01-54
- 新会员单位介绍 02-53
- 新会员单位、会员单位介绍 03-50
- 新会员单位介绍、会员单位介绍 04-53

会展时空

- 好亚通公司介绍 03-54
- 深圳宇浩公司介绍 03-55
- 三威公司介绍 03-56



产品照片



常州金海防静电地板有限公司是专业生产防静电地板的企业。主要产品有“雪雁”牌防静电地板PVC地板。每年生产量在500万平方米左右，是国内生产防静电PVC地板最大的厂家。公司拥有自营进出口权，其中50%产品远销美国、日本、台湾、韩国等地，“雪雁”牌防静电PVC地板荣获常州市名牌产品、江苏省名牌产品。在国内的京东方、三星、富士康、夏普、天马等多家大型防静电地板工程中广泛采用并得到好评。

公司位于太湖之滨的武进，建有现代化的标准厂房50000M²，运用国家专利技术，从PVC造粒到成品均自主生产，各道工序经严格的测试和检验，保证产品优质稳定的性能。产品各项技术指标符合美国及欧盟标准，并通过了“CE”认证。公司是中国信息产业部防静电地板推荐企业，连续十年获常州“重合同守信用”证书，并获得常州“AAA”级企业称号。公司通过了ISO9001：2008质量管理体系认证和ISO14001：2004环境管理体系认证，以实现环保型企业，提供绿色环保产品，为员工、客户及社会的健康和自然资源的可持续性发展尽职尽责。

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。

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



企业荣誉



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> / <https://czjinhai.1688.com/>

联系人：李小林 13706119096
传 真：0519-8 6155203

潘丽洁 13921082405

E-mail: XYPVC@126.com



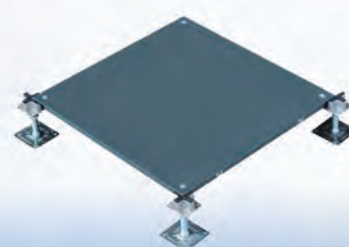
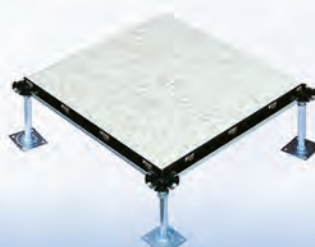
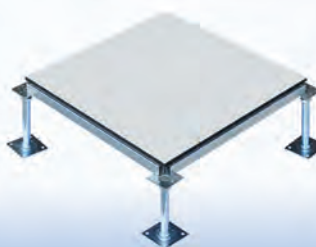
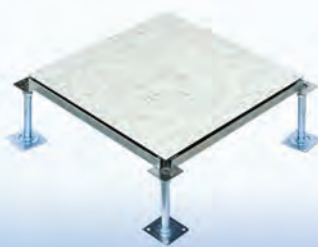
河北科华防静电地板制造有限公司
HEBEI KEHUA PREVENT STATIC FLOOR MAKING CO.,LTD

企业简介

河北科华防静电地板制造有限公司是一家集研发、制造、服务于一体的综合型企业，八十年代初就着手研制生产防静电架空活动地板，三十几年来坚持以诚信服务、质量第一求生存，以严格管理、开拓创新求发展，以务实创新的态度迎得了广大用户的一致好评。使“科华”成为了防静电活动地板行业值得信赖的品牌供应商。

科华公司本着“质量一流，服务至上”的宗旨，以“诚信经营，精益求精”的理念，真诚期待着与您合作！

- ★ 第一家生产了国内高档HDM600--ZD无边框高性能复合地板
- ★ 第一家生产了国内三防型防静电地板、防静电玻化砖地板
- ★ 中国电子仪器行业协会防静电装备分会(理事单位)
- ★ 1998年被电子工业部抗静电基础装备部评定为国家质量等级证书“一等品”
- ★ 2000年获得北京恩格威ISO9001:2000质量管理体系认证
- ★ 2003年被中国建筑材料流通协会评定为：《中国质量供货合格放心安全无毒害环保建材产品》
- ★ 2003年被信息产业部抗静电基础装备部评定为国家首创品牌
- ★ 2003年获得《中国质量供货合格放心、安全无毒害环保绿色建材产品》
- ★ 2009年获得欧洲CE认证
- ★ 中国防静电装备品牌企业



IKEHUA 河北科华防静电地板制造有限公司
HEBEI KEHUA PREVENT STATIC FLOOR MAKING CO.,LTD 电话:0312-8613555

河北科华防静电地板制造有限公司
HEBEI KEHUA FLOORING

地址：河北省保定市徐水区双丰大街（中小型工业园区） 电话(TEL)：+86-0312-8613555 邮编(P.C.)：072550

传真(FAX)：+86-0312-8678751 网址：(WEB)：www.khfjddb.com E-mail：khdb@khfjddb.com