

中国防静电

JOURNAL OF CHINA ESD CONTROL

| 防 | 静 | 电 | 权 | 威 | 传 | 媒 |

中国电子仪器行业协会防静电装备分会主办



2 | 2021
总第113期

ISSN 2220-8186



中国防静电装备品牌企业展示

电盾科技

海南文昌发射基地
防静电地材供应商



☎ 0533-6227500

✉ sddiandun@163.com

🌐 www.diandunkeji.com

📍 山东淄博淄川经济开发区高新技术创业服务中心 A 座

江苏华静成立于1993年，
专业生产、设计、研发防静电
地面材料的专业化工厂，占地面
积6万平米。以精立业，以质取
胜，优质的产品，完善的售后
服务，与广大用户
携手并进。

- 中国防静电装备分会会员单位
- 《防静电贴面板通用技术规范》参编单位
- 中国防静电地板施工标准参编单位
- 中国防静电装备品牌企业
- 专业研发生产同透防静电地板30年
- 中国弹性地板行业十大品牌企业



同质透心防静电PVC卷材



同质透心防静电PVC块材



同质透心商用PVC卷材



江苏华静地板科技有限公司

电话：0519-88783211

手机：13901503201

中国弹性地板生产基地

地址：江苏省常州市横林镇西工业园

网址：www.floor.cn

1997 年创刊
2021 年第 2 期 (总第 113 期)
出版日期 2021 年 6 月 30 日

主管部门: 中国电子仪器行业协会
主办单位: 中国电子仪器行业协会
防静电装备分会
协办单位: 中国国际贸易促进委员会
电子信息行业分会
编辑出版: 《中国防静电》编辑部
名誉主任: 孙延林
特邀顾问: 孙可平 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
欧阳吉庭 刘全楨 王晓东 宋竞男
王荣刚 李杰 胡树 邹勇 陈增久
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-1429 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

- 4 中国电子仪器行业协会防静电装备分会关于收缴 2021 年度会费的通知
- 4 《静电学 第 4-9 部分: 特定应用中的标准试验方法 服装》标准专家审定会议在北京召开
- 5 中国电子仪器行业协会防静电装备分会华南培训基地 2021 年第一期 ESD 工程师及内审员培训圆满结束
- 6 中国电子仪器行业协会防静电装备分会华东培训基地 2021 年第一期 ESD 工程师及内审员培训圆满结束

学术探讨

- 7 偏压平板监测仪(BPM)在静电控制中的应用
朱跃耀 孙可平

技术应用

- 11 无尘室用防静电手套的测试简介 王荣刚 杨海英
- 15 静电过滤器与其他空气消毒技术性能比较与探讨
陈 玲 周 乐 王书田 沈 聪
- 22 集成电路生产中表面环境污染控制(SHCC)
——去除缺陷是提高成品率的关键 李启东

智能化管理

- 30 防静电工作区(EPA)人工智能化(AI)管理及检验 孙延林

材料市场分析

- 37 有机硅压敏胶及其应用 胡 树

产业发展

- 45 浅谈国内集成电路产业的发展现状 胡 树

市场调查

- 52 高架活动地板应用方兴未艾
——初探活动地板行业在市场发展进程中的锐变
谈 坛

会员之家

- 54 会员单位介绍

产品系列:

永久性导电型/耗散型卷材
永久性导电型/耗散型块材

企业先后通过了

ISO 9001
ISO 14001
Floorscore
OHSAS 18001

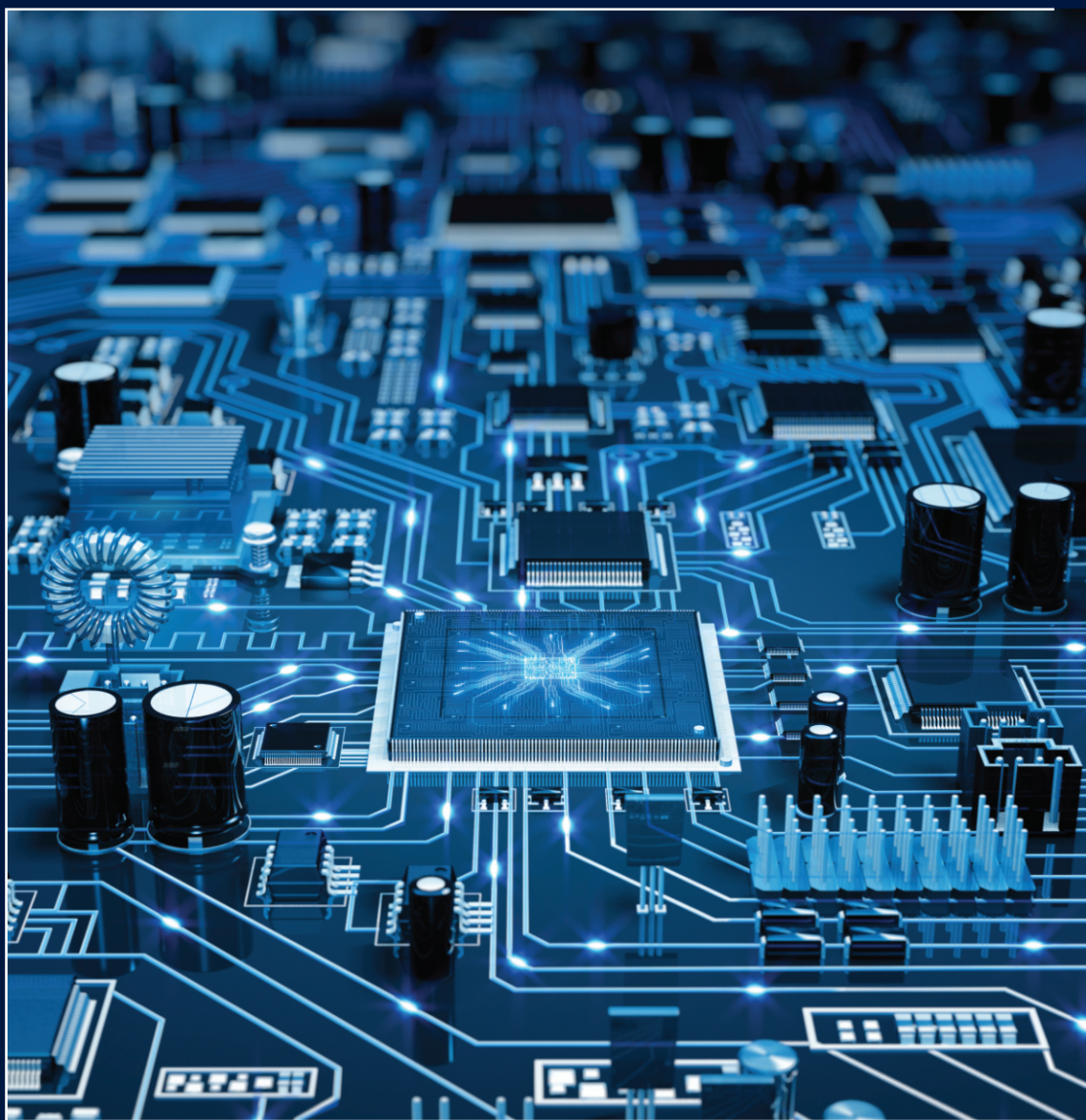
企业简介:

浙江金华天开电子材料有限公司（以下简称“天开公司”）——创立于1985年，是中国最早生产PVC防静电地板的企业之一，弹性地板协会副会长，防静电协会副理事长单位，上海防静电工业协会副理事长单位，专业生产永久性防静电PVC地板（卷材）及商用同质透心碎花点PVC地板（卷材）。多年来公司坚持“科技兴厂、创新发展”的宗旨，集研发、生产于一体，产品品种、产品质量、技术水平、企业规模始终处于国内同行先进水平。



LEADER OF FLOORING INDUSTRY

中国最早的防静电地板制造商之一 电子行业防静电贴面板主编单位
中国防静电地板施工标准参编单位 中国防静电行业协会副理事长单位
中国大型的防静电环境工程产品制造商



联系方式: 电话: 0579-82387919, 手机: 13586979970
邮箱: tkesd@163.com, 网址: www.tkflor.com
地址: 浙江金华市婺城区宾虹路2065号

华谊集团属下企业

华东理工大学华昌聚合物有限公司

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

国产十佳地坪地面奖

中国防静电机房工程专家工作站驻站企业

2018年度中国地坪行业品牌二十强

防静电、洁净涂料系统

ANTI-STATIC COATINGS, CLEAN



企业研发中心：上海市龙吴路4600号综合楼

电话：021-64252467

传真：021-64253983

邮编：200241

企业生产中心：上海化工区目华路130号

电话：021-67120007

传真：021-67120989

邮编：201507

创新提升品质 确保客户满意

Using innovation to drive quality and customers satisfaction



2021年第2期 3 /

中国电子仪器行业协会防静电装备分会 关于收缴 2021 年度会费的通知

根据中国电子仪器行业协会防静电装备分会章程和《关于会员单位缴纳会费的规定》的有关规定,2021 年度会费的收缴工作已开始办理。届时,分会将统一颁发新的会员单位证书。

一、会费收费标准

1. 副理事长单位缴纳会费:15000.00 元
2. 理事单位缴纳会费:5000.00 元
3. 会员单位缴纳会费:2000.00 元

二、关于缓缴会费

若企业经营暂时困难,须向防静电装备分会提出

缓缴会费的书面申请。

感谢会员单位多年来对协会各项工作的大力支持!

会费汇款银行信息如下

开户行:中国工商银行北京公主坟支行

账 号:0200004609014429220

名 称:中国电子仪器行业协会

款 项:会费、咨询费

中国电子仪器行业协会防静电装备分会

二〇二一年

《静电学 第 4—9 部分:特定应用中的标准 试验方法 服装》标准专家审定会议在北京召开

本刊讯 由中国电子仪器行业协会防静电装备分会(以下简称防静电分会)负责组织编制的《静电学 第 4—9 部分:特定应用中的标准试验方法 服装》(国标,以下简称《服装标准》),在标准编制工作组、主编单位及参编单位的共同努力下,顺利完成了标准送审稿的编制工作。本标准由中国电子技术标准化研究院、苏州天华超净科技股份有限公司、浙江一远静电科技有限公司、深圳市思特达科技有限公司、厦门市康保无尘科技有限公司、广东优科检测技术服务有限公司共同编制。主要起草人王荣刚、蔡利花、张益渊、查春军、戴洪亮、马啟田。

2021 年 4 月 28 日,防静电装备分会在北京市石景山区万商花园酒店组织召开了《服装标准》专家审



定会议。

参加专家审定会的 15 位专家,分别来自电子领域的资深专家、大专院校、科研院所、航天航空、劳动

保护部门,以及防静电装备生产企业和相关的用户单位。标准编制工作组和防静电装备分会的相关人员也参加了会议。会上,防静电装备分会原邹勇副秘书长首先介绍了参会的各位专家,对他们在百忙的工作中拨冗参会给予指导表示衷心地感谢!会议由专家审定组组长、上海海事大学的孙可平教授主持。

与会专家认真听取了《服装标准》主要起草单位王荣刚经理对《服装标准》送审稿正文、标准编制说明等相关材料的详细介绍。专家们对送审稿标准文本进行了逐段讨论,并发表了各自的意见和建议,最终形

成了专家审定组统一的修改意见。

专家审定组一致认为该标准对规范国内市场、增强国内产品的竞争能力、提高产品的质量水平具有重要的意义。该标准结合了我国的国情,具有很好的实用性和可操作性。审定组专家一致同意并通过了对该标准的审查,请标准编制组按照专家组的意见进行修改后尽快报批。

一天的审定会议紧张而有序,圆满完成了对《服装标准》的审查工作。

中国电子仪器行业协会防静电装备分会 华南培训基地 2021 年第一期 ESD 工程师 及内审员培训圆满结束

本刊讯 根据中国电子仪器行业协会防静电装备分会 2021 年度培训计划,3 月 24—26 日在深圳市罗湖区山水酒店举办了第一期 ESD 工程师、防静电质量体系内审员培训,培训班为期三天。参加本期培训的学员共 20 余人,分别来自半导体,通讯设备,汽车行业和电子制造企业等。

培训班由原信息产业防静电产品质量监督检验中心总工、检验室主任廖志坚老师授课。廖老师系统地讲解了防静电专业理论知识,专业技能的实际操作要求,以及经典案例分析等等。安排了对学员提出的问题,以及经典案例分析等等。安排了对学员提出的问题进行课堂辅导和师生的交流互动。学员们积极发言,廖老师耐心细致解答,课堂的学习气氛十分浓厚。

结合培训内容,培训班上安排了有关防静电基础理论、静电防护原理、质量管理、系统检验、改进维护等防护管理体系内容的统一考试。参加培训的学员们全部通过了培训考试。

通过培训,使学员们快速掌握了 ESD 工程师和质量管理体系内审员应该具备的基础理论知识,对防护体系从理论到实践有了更加深度的理解,同时,还为他们解决了实际工作中比较模糊和困惑的问题。学员们普遍反映参加此次培训受益匪浅。

通过培训考试的学员,将获得由工业和信息化部教育培训中心颁发的职业技术证书。该证书可以在“工业和信息化部教育与考试中心”网站上查询。

中国电子仪器行业协会 防静电装备分会华东培训基地 2021 年第一期 ESD 工程师 及内审员培训圆满结束

本刊讯 根据中国电子仪器行业协会防静电装备分会 2021 年度培训计划,华东培训基地第一期 ESD 工程师及内审员培训班于 3 月 24—26 日在苏州圆满举办。本次培训为期 3 天。参加培训的学员共四十余人,主要来自电子产品、移动通讯设备及数据线、电脑及周边设备等的生产企业。

担任本次培训授课的是苏州天华超净科技股份有限公司、深圳金钥匙静电微污染工程咨询有限公司的技术总监邓飞老师,iNARTE ESD 工程师,ESD Certified Program Manager。邓老师在防静电行业已从业 20 余年,服务于多家国内外的知名企业,有着丰富的防静电专业理论知识和生产实践经验。

培训内容既丰富又实用,有基础理论,也有实际案例。邓老师为学员们详细讲解了防静电专业理论基础知识,并结合自己多年的生产实践经验,介绍了防静电产品生产过程中的监督检查案例。在与学员们进行交流互动时,邓老师对学员们提出的各种疑难问题进行了答疑解惑。

本次培训经对学员们进行了职业教育考试后,学员们全部通过了考试。即将获得由工业和信息化部教育培训主管部门颁发的 ESD 工程师及电子行业职业鉴定工作站颁发的 ESD 质量体系内审员证书。该证书可以在“工业和信息化部教育与考试中心”网站上查询。

偏压平板监测仪(BPM)在静电控制中的应用

朱跃耀¹, 孙可平²

1 上交所技术有限责任公司, 2 上海海事大学

【摘要】本文提出了一种带偏压的平板监测仪(biased-plate monitor, 简称BPM),给出了其等效电路。这种等效电路可以在整个电压范围内测量偏压平板的电流。BPM能提供一种新方法来描述各种计算机站或者数据处理中心中经常使用的空气离子发生器(或静电消除器)的消电效率、消电性能进行评价。与传统带电平板监测仪(CPM)相比,BPM不仅能够更快的进行检测,而且适用范围更广,例如各种微处理器,记忆芯片,硬盘驱动器,甚至能应用于大、中、小型LCD显示装置。

Biased-Plate Monitor(BPM)Application on ESD Control

Zhu Yueyao, Sun Keping

0 引言

静电放电(electrostatic discharge,简称ESD)所引起的静电灾害,是各种数据处理中心或计算机站可靠性、安全性的严重威胁之一,各个国家均投入大量人力物力开展研究。各种各样的静电控制与静电消除技术是重要内容之一。而传统带电平板监测仪(charged-plate monitor 简称为CPM)是评价静电消除效果的常用设备。本文在CPM的基础上,提出了一种新的带偏压的平板监测仪(BPM),不仅能使检测速度更快、更迅捷,适用范围也更加广泛。详见下述。

1 传统带电平板监测仪(CPM)简介

一般来说,传统带电平板监测仪(charged-plate monitor 简称为CPM)是最常用的研究空气离子发生器(静电消除器)的工具。按照相关技术标准,它的基本构成为:一块标准尺寸15.24×15.24cm(或6×6英寸)的金属平板,固定在绝缘立柱上,立柱又置于一个盒子内,内有电子仪器。这个平板的整体电容是20pF。其绝缘程度很高,足以使该平板能保持电荷值许多分钟。

CPM首先放置于一个防护区域内,如图1中最下方的试验平台上。CPM的金属平板被连接的高压源瞬间充电至1000V,模拟为个带电体。在存在电离空气的情况下,平板上的电荷被捕捉到的离子所中和。平板上的电荷状态由一个非接触式电压表来测量,电压表置于平板下面的盒子内。技术标准要求测量平板电压由1000V降到100V时所需要的时间,即衰减时间。衰减时间越短,表明该空气电离器消除静电的能力越强。

空气电离器被测试的第二项参数是CPM上的残余电压(offset voltage),又称平衡电压(balance voltage),即该带电平板暴露于电离空气中、被离子中和后的静电荷状态。如果该平板的开路电压并未指向0而是有漂移,则表示该电离器的离子化是不平衡的,即一种极性的静电荷仍残留在平板上。对于降到控制的目的而言,这是不理想的,因为经过电离器的消电处理,并未将静电荷消除干净,而是留有一定量的残余电荷。其对应的电压,即为残余电压。就目前的技术水平而言,几乎所有的静电消除器或电离器,都存在一定的残余电压,只不过高低不一而已。

2 带偏压平板监测仪 (BPM) 及其等效电路

本研究提出的新型带偏压的平板监测仪则对传统 CPM 有重大改进。BPM 的典型配置见图 1。基本构成为:一个高压源,一个 nA 级的电流表(安培表),传感器平板,经过绝缘立柱放置于 CPM 上。请注意,标准配置的 CPM 已经作为基座 (CPM base),最下方是一个实验台 (bench) 并接地。最上方是待测试的空气离子发生器 (air ionizer)。

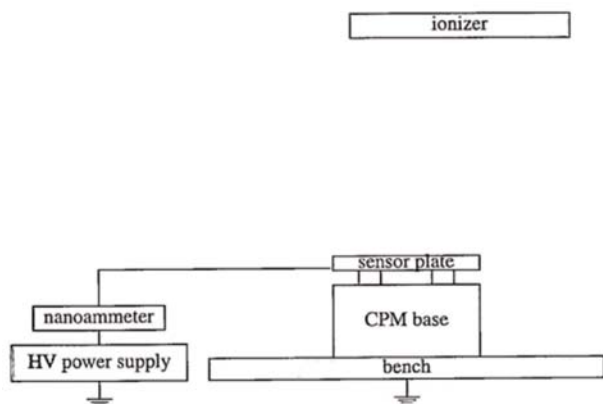


图 1 偏压平板监测仪(BPM)配置示意图

CPM 的平板是一个孤立、绝缘的导体,因此有一定的电容值,是一个电容器。大量测试数据表明,被电离的空气携带一个电流,随所加电压非均匀的增加,表现为一个非线性的电阻器。因此,对 CPM 的性能测试,可认为一个电容器 C 通过一个电阻器 R 放电。因此,应用状态的 BPM,可以用图 2 的等效电路来表示。电阻器与电容器为并联,电压相等,板上的电压可用微分方程来表示:

$$C \frac{dv}{dt} = -i(v) \quad (1)$$

该方程的通解为:

$$T = C \int_{V_f}^{V_i} \frac{1}{i(v)} dv \quad (2)$$

式中 T—衰减时间,s;

V_i —平板的初始电压值,V;

V_f —平板的终止电压值,V。

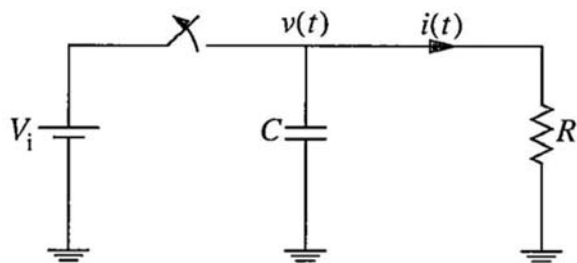


图 2 BPM 等效电路示意图(即:电离空气中 CPM 的等效电路模型)

将方程 (2) 给出的电流带入上式,并积分,得出从 V_i 到 V_f 的衰减时间:

$$T = RC \ln \left(\frac{V_i - V_0}{V_f - V_0} \right) + \frac{C(V_i - V_f)}{I_s} \quad (3)$$

很显然,右侧第一项与普通电路的电荷衰减时间相关,这里的 RC 乘积给出了指数衰减时间的特性。对数因子 $\ln$ 出现在这里是因为 CPM 测试的电压并不按 e 衰减,而是电压从 V_i 下降到 V_f 时存在一个残余电压 V_0 所致。

右侧第二项是正的,因此实际的衰减时间总是较线性电阻电路为长。所附加出来的时间与饱和电流有关,该电流将减少电流流动并产生较长的衰减时间。因此最理想的电荷消散将来自于一个较大饱和电流和较低电阻的电离器。

对于技术标准中的 CPM 而言,衰减方程中的常数为:

$$C=20\text{pF}, V_i=1000\text{V}, V_f=100\text{V} \quad (4)$$

因此,CPM 的衰减时间可表示为(单位是 s):

$$T = 0.02R \ln \left(\frac{1000 - V_0}{100 - V_0} \right) + \frac{18}{I_s} \quad (5)$$

式中 R 的单位是 $G\Omega$, 饱和电流 I_s 的单位是 nA,残余电压 V_0 单位是 V。看看式中第一项,对于标准 CPM,当空气有效电阻为 $50G\Omega$ 时,RC 指数衰减时间近似为 1s。精确的衰减时间将取决于饱和电流和残余电压,对于一个设计精良的电离器而言,这通常是必须掌握的理论基础。

为了把标准规定的 CPM 的输出直接与 BPM 比较,需要将 (5) 化简。把有关数值估值后代入 (5),得到:

$$T = 0.046R + \frac{18}{I_s} \quad (6)$$

设计电离器过程中,对于来自饱和电流引起的过量时间的贡献,可以使用上式的最后一项加以估算。例如,如果饱和电流为 10nA, (6) 表明衰减时间将是 1.8s,这是涉及饱和电流项的存在,影响所致。

如果残余电压不是 0,开始衰减时电压的正或负,会影响衰减时间。例如,R 为 50GΩ、残余电压为 +30V 时,从 +1000V 开始的衰减(忽略饱和电流影响),衰减时间是 2.62s,而从 -1000V 开始衰减时变为 2.06s,变短了[3]。

3 偏压平板监测仪 BPM 的应用

上述结果表明,基于偏压平板监测仪等效电路、与衰减时间与残余电压,对于设计电离器有参考意义。本节将描述如何使用 BPM 来进一步研究空气电离器。

作为第一个假设,电离器可以使用从带电体到大地之间存在一个固定电阻来描述。就这个固定电阻而言,仅需要测量施加一个电压时的电流值来确定该电阻,从而评估电离器的性能。事实上,该电压下可以连续的检测电流,以提供对电离器的功能性进行实时监测。这远较不能实时监测的 CPM 的测试有意义,因为 CPM 完成一次测量再返回另一个数据点,需要一定时间,又是该时间长达 1 分钟(例如低功率的电离器)。

作为一个例子,我们测量一个具有软管终端的电离器(a hose-end ionizer)的输出,该电离器被埋设在压缩空气管线内,然后与 CPM 监测结果相比较。由于 CPM 基于从 1000V 降到 100V,选择一个中间电压 350V,对 CPM、BPM 进行测试。气流的压力有规律的变化,从 0 增加到空气压缩机的最大值(约为 400kPa)。实际的气体流速用转速计测量。

输出的离子电流随流量(流速)的变化曲线示于图 3。空气流量为 0 时离子电流为 0。该结果是符合预期的,因为喷嘴内没有气流时,不会有间隔产生的离子能够从喷嘴逃逸。这也同时证明,测量系统中没有杂散电流泄露。

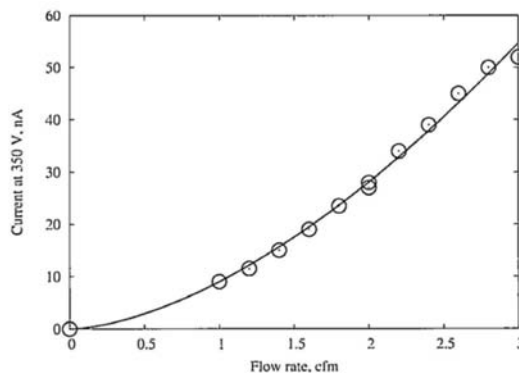


图 3 350V 电压下的离子电流与空气流量关系曲线

(空气流量换算: 1cfm=0.4719Lps)

当气体流量增加时,离子电流缓慢的增加,然后随气流急速的增加。电流满足的试验规律方程可表述为:

$$i = 9.0Q^{1.64} \quad (7)$$

式中 Q—气体流量,Lps。(图中流量为英制单位 cfm. 图题中有换算公式)

曲线快于线性增加。因为较高的空气流速将从电晕放电源中收获更多的离子,而且在离子复合之前将其移走。

CPM 的衰减时间,将用其传统的模式进行测试,示于图 4,其时电压为 350V。当电流增加时,衰减时间减少,正如方程 (6) 所预计的那样。该方程预测了衰减时间将正比于电阻,因此反比与电流(在任何给定电压下的电流)。图 (4) 满足以下方程:

$$T = \frac{23.9}{i_{350}} \quad (8)$$

很显然,封闭关系非常精确。此外,因此,在任一电压下测得的电流,获得的电离器的信息,正好满足 CPM 测量的衰减时间。

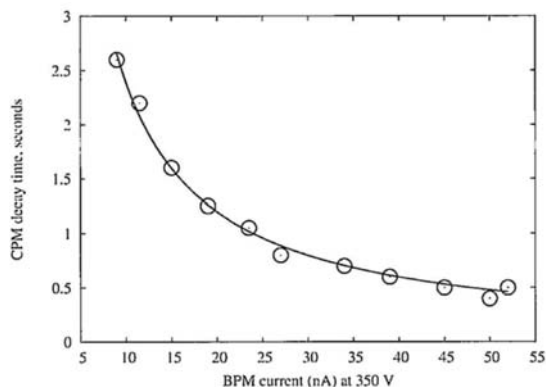


图 4 350V 电压下衰减时间与电流关系曲线

4 讨论

通过比较 BPM 与 CPM 的比较,我们可以看出,一个空气电离器的基本功能是把带电体周围的普通绝缘空气转换进入一个对地的电阻通道。可以先假设,这个电阻是欧姆电阻,其价值在于,可通过 CPM 来预测电荷衰减时间。由于大多数静电控制设备都是借助一个对地电阻为特性参数,那就能使我们对所有静电控制方式方法在相同设置条件下加以比较。当然,这里所获得空气等效电阻,并不是空气作为一种“材料”本身的性质——它是由空气电离器“创造”出来的,它由随时间、空间而变化,并受电离器本身的工作参数所影响。因此在每一项特殊应用场合,它都必须接受测量。

这里所说的测量或测试,从带电体到大地的空气等效电阻,其值覆盖范围很广,大致为 $1\text{--}100\text{ G}\Omega$ 。作为一种比较,消散静电用的典型防静电工作台面的对地电阻范围比它小很多,大约是 $0.001\text{--}1\text{ G}\Omega$ [4]。因此,空气电离器能提供的衰减时间要比许多静电控制设备的衰减时间慢许多。但它的巨大优点在于,它能消除多种绝缘体(例如各种塑料、特氟龙等等)上面的静电。

空气的电导率(即电阻率的倒数)会受到电离器输出的影响,也会受到电离器与带电体之间的空间内离子复合或散播的影响。很明显,电离源越远,能够中和带电体静电荷的离子数就越少。因此建议,CPM 衰减时间的测量,在不同施加电压值条件下,会得出不同的值。认识到这一点,对于一些新的电子器件,诸如硬盘驱动器中的磁性传感器,有重要意义,因为,超过 100V 静电压时,装置磁性传感器会损坏。

对于 BPM 中测试的电流,数量级一般在 nA 级。而电晕放电点所产生的电流量级是微安级。这就提醒我们,空气电离器用于“收获”电晕放电的离子,效果底下。其原因在于,大部分的离子,在它们靠气流或电场作用输送到带电体之前,就复合了。

这里所述的 BPM,较 CPM 而言,优势明显。它能提供一个连续的输出,满足衰减时间测量上的对时间量级的要求,在实际仪器中,能达到 10 s ,十几秒,甚至几十秒。它还能快速响应各种过程的变化,使之在实时监测消除静电闭环系统中发挥作用。此外,它是一种低阻抗测试装置,对外界的电场干扰,与 CPM 开路监测板相比,敏感度减少明显。最后一点,借助提供电离器性能的瞬时显示,能使新型电离器的设计、测试更快捷。

参考文献

- [1] ANSI-EOS/ESD 3.1,ESD Association standards for the protection of electrostatic discharge susceptible items: ionization,ESD Association, Rome, New York, January20,1994
- [2] ANSI-EOS/ESD 4.1,ESD Association standards for the protection of electrostatic discharge susceptible items: worksurfaces—resistance measurements, ESD Association, Rome, New York, January20,1994
- [3]L.B. levitate, G.G.Desai, W.Vosteen, Measurement of ionizer performance—a new approach, in: Electrostatic discharge symposium proceedings,1999,pp.124—129
- [4]J.M.Crowley, A.Iggatenko, L.levitate,Biased—plate Resistance testing of static dissipative worksurfaces, in: Electrical Overstress/electrostatic discharge symposium proceedings,1988,pp.84—91

无尘室用防静电手套的测试简介

王荣刚, 杨海英

苏州天华超净科技股份有限公司, 江苏 苏州 215121

【摘要】防静电无尘手套和手指套是电子工业精密制程中需要防护人员的资材,对其性能指标的全面测试评估是非常有必要的。本文详列了无尘室用防静电手套和手指套的测试指标及对应评测方法。对于电子行业从业者评估适合的防静电手套、手指套有一定的指导意义。

【关键词】静电防护; 无尘防护; 防静电手套; 防静电手指套。

1 引言

操作人员被视为无尘室内最大的污染物发生源。人员发尘对于无尘环境的颗粒数达到 80%。所以,无尘室内操作人员必须通过穿着无尘服、手套等来保证环境的洁净度。手套作为直接接触产品的物品,是整个防护系统中最为关键的部分,除了确保人员不会污染受控环境中关键生产工艺区域的洁净度,还不能直接对产品造成二次污染。无尘室手套主要管控的微污染物有:颗粒、离子、硅油、防静电指标等。从手套材质来分,主要有丁腈、乳胶和 PVC 材质(如图 1 所示)。从尺寸上来划分,主要分为 9 寸和 12 寸。根据不同的要求选择不同的手套,无尘室级别越高,对所使用的手套的要求也越高。

同样的,操作人员也是制程因素中静电的高发源,静电起电和静电放电尤其容易发生在手部与产品的接触分离过程中,控制人员手部与产品的摩擦起电状况是有帮助的,这同样需要对所使用防护手套的性能进行评测。

本文主要从防静电手套和手指套的各项无尘和防静电指标展开,详列了评测的方法和要求,对于行业从业者有一定借鉴意义。



无尘室用的三款主要手套: 乳胶、丁腈、PVC

图 1 手套的三种材质划分

2 测试项目及方法

表 1 给出了无尘室用防静电丁腈、乳胶和 PVC 等障碍手套需要考虑的测试项目和对应的测试方法标准号。对于手套和手指套,可以参照表 1 的标准进行选择评测。本文限于篇幅,在第三章节详细介绍了测试方法。

测试项目	参照测试标准号
拉伸性能	ASTM D412
针孔测试	GB2828.1-2012
老化测试	ASTM D573
静电测试	ANSI SP 15.1
硫化氢测试	ASTM D2420
LPC 测试	IEST-RP-CC005.3 -16
IC 测试	IEST-RP-CC005.3 -17.1-17.4
NVR 测试	IEST-RP-CC005.3 -17.5
卤素	EN14582:2016

表 1 测试项目和参照标准

3 测试方法

3.1 产品发尘指标 -LPC

LPC 指产品单位面积产生的颗粒数量。将手套或者手指套样品放置在烧杯的液体中,通过搅拌力的作用使水流动从而样品表面的颗粒被释放到溶液中,

这些颗粒被自动液态颗粒计数器或光学显微镜计算出来了,然后除以样品的面积就得出单位面积的颗粒数。测试示意如图 2 所示。



图 2 LPC 测试示意

(1) 测试设备与材料

振荡器、烧杯、镊子、玻璃器皿、大于 $18M\Omega$ 的 DI 水、液态粒子计数器、玻璃搅拌棒、样品若干。

(2) 测试环境

在洁净室或者空气达 ISO 5 级的洁净操作台测试。

(3) 测试步骤

a) 清洗烧杯,玻璃器皿和镊子。b) 用去离子水清洁手套的外包装袋,在无尘环境中将外包装袋的表面擦干,用干净的不锈钢剪刀打开外包装袋。c) 用干净的镊子随机取出一只手套。d) 将取出手套放入烧杯内。往手套中倒入 750ml DI 水,并让溢出的水流在烧杯内,使手套完全浸没在烧杯中。手指套的测试方法和手套一样,都是浸泡在 DI 水中,记录加入水的体积。e) 将装有手套或者手指套的烧杯放在水平的旋转器上,以 $150r/min$ 的速度旋转 10 分钟。f) 关闭仪器,取出烧杯。g) 使用干净的镊子把手套或者指套从烧杯中取出,将手套或者手指套上的水滴入烧杯。h) 统计(测试)出烧杯内某一尺寸范围的微粒数目。i) 在没有放样品前精确的记录空白值。j) 测定手套或者手指套的面积。k) 减去平均空白值,记录手套或者手指套表面每个单位体积微粒数量。

3.2 离子的测试(IC)

离子的测试需要使用合适的萃取剂将手套表面

的离子萃取出来,通过 IC 测试仪分析测试手套表面离子的含量。测试设备示意如图 3 所示。



图 3 IC 测试示意

(1) 测试设备和材料

纯净 DI 水(导电率 $>18M\Omega$ 且含有的颗粒 $<0.2\mu m$)、量筒、烧杯、实验器皿、萃取溶液 750ml (A 溶液:100%去离子水 B 溶液:100%分析异丙醇 C 溶液:分析试剂或混合溶液)、不锈钢剪刀、不锈钢镊子、离子测试仪

(2) 测试环境

在洁净室或者空气达 ISO 5 级的洁净操作台测试。

(3) 测试步骤

a)为每个样品及空白实验分别准备 1L 的烧杯和广口烧杯各 1 个。每 10 组提取液测试一次最小空白值。b)装 500ml 萃取溶液到量筒中(手套萃取溶液为 A 溶液)。c)用干净的剪刀拆开一袋产品,用镊子夹一个样品到烧杯。d)使用干净的不锈钢镊子,取一只手套或 10 只手指套放入广口烧杯中,保持手套或者手指套的口张开,加入萃取溶液。e)倒 250ml 的萃取溶液到手套的内部,确保溶液可润洗到整个手套的内表面。将手套放置烧杯内,将剩余的 500ml 的溶液倒入烧杯中(一旦发生溶液渗漏,需重新取样进行测试)。手指套需展开后测试,每个手指套里面都必须装有萃取溶液。f)将装有样品烧杯和空的烧杯都盖上合适的盖子。g)轻轻的旋转装有样品的烧杯 10s,润湿手套或指套表面。同样的方法旋转空白烧杯。h)样品和空白允许在 $(22 \pm 5)^\circ C$ 放置 10-20min。i)通常要 10s

轻轻搅动一次样品容器,空白溶液烧杯。j)移开样品烧杯和空白的烧杯盖子。k)使用干净的镊子,夹出烧杯的指套或者手套,将指套或手套内的水倒入烧杯内。l)重新盖好取走样品的烧杯和空白烧杯,放置在一边。m)储存好样品烧杯和空白烧杯,直到开始测试。测试前,轻轻的旋转烧杯,摇晃液体 10s,混匀液体。n)使用液相离子色谱法进行测试。结果的单位为:ug/g 或者 ug/cm²。

3.3 非挥发性残留物 (NVR)

NVR 测试需要使用 IPA 溶液萃取手套表面的残留物质,蒸发可挥发性的残留物,分析不可挥发性的永久残留物的重量。测试示意如图 4 所示。



图 4 NVR 测试示意

(1) 测试设备和材料

分析天平、蒸发皿、烧杯

(2) 测试环境

在洁净室或者空气达 ISO 5 级的洁净操作台测试。

(3) 测试步骤

a)清洗用于蒸发样品和做空白测试用的碟子,在 110(±10)℃ (230[±18] °F) 干燥 1 小时。b)将蒸发皿放至干燥器内,干燥至室温。c)用分析天平称重蒸发皿,精确至 0.01mg。d)用分析天平称重手套或 10 个手指套的重量,精确至 0.01mg。e)蒸发样品溶液和空白溶液,直到溶剂剩余量适用于蒸发皿。f)将蒸发后的样品溶液定量转移到蒸发皿中。用萃取溶剂清洗烧杯,将清洗的溶剂转移到蒸发皿中,如此操作 3 次。g)

蒸发的温度要低于萃取溶剂沸点的 10℃ (18°F)。110℃ (±10)℃ (230[±18] °F) 下蒸发剩余残留,至少 1 小时。h)待蒸发皿在干燥器中冷却至室温后,称量其重量,精确到 0.01。i)用最初的重量和最后的重量计算出残留的量。结果以 ug/g 或者 ug/cm² 表示。

3.4 铜腐蚀测试

手套或者手指套表面接触的材料可能不仅仅是污染,也有可能导致腐蚀。压力、时间、温度都会影响腐蚀。高温下测试铜条产生的凹槽,标志出潜在腐蚀。

(1) 仪器和试剂

铜条准备参照 ASTM D130 页,或者选择使用其他合适材料。皮氏培养皿,100mm*15mm。温度可设置 37℃ 的烘箱 (99 °F)

(2) 测试步骤

a) 将铜条放入打开的手指套内或手套上剪下的指套内。将其放在皮氏培养皿上。使用第二根铜棒放在培养皿上作为空白。将两块培养皿放在 37℃ (99 °F) 烘箱内,6 小时。b)比较两根棒子。样品上出现任何可见的凹槽、腐蚀斑点,铜锈,或者污染点,说明有腐蚀。备注:根据测试需要调整测试条,温度和暴露的时间。

3.5 系统电阻测试

系统电阻测试是评估人员穿戴好手套后,产品上带电通过手套—人体—对地回路导通的能力。测试示意如图 5 所示。手套测试前需要佩戴指标合格的腕带,穿戴状态下系统电阻测试。

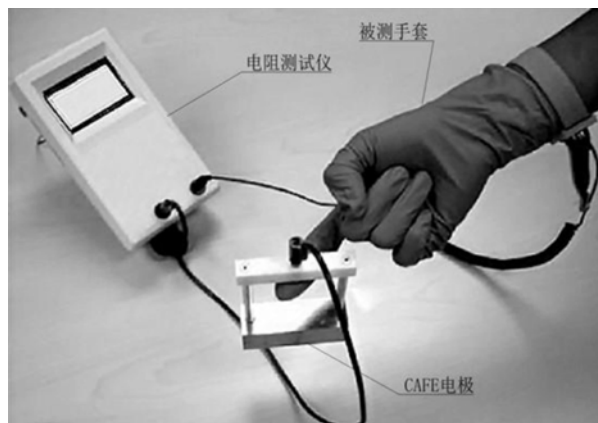


图 5 系统电阻测试示意

(1) 测试仪器

重锤式表面电阻测试仪(公差 $\pm 5\%$)、电阻测试治具(标准重量为: $460 \pm 10\%$ g, 实测重量为 442.4g)手腕带一只(含安全电阻)。

(2) 测试要求

●样品数量:6只, 每只手套穿戴后只能测试一次。

●样品平衡:在温度 $23 \pm 3^\circ\text{C}$, 相对湿度 $50 \pm 5\%$ 的环境下平衡 4 小时。

●测试环境:在温度 $23 \pm 3^\circ\text{C}$, 相对湿度 $50 \pm 5\%$ 的环境下进行测试。

●人体电阻记为 R_0 , 戴上手套 / 手指套测试

(3) 测试步骤

a) 正确连接表面电阻测试仪、CAFE、手腕带, 如图 5 所示。b) 用异丙醇清洁测试电极。c) 穿戴手腕带(含安全电阻), 调整腕圈大小, 保证其内表面与皮肤有良好的接触。d) 清洁食指的指肚(或其他测试时用到手指的指肚, 一旦确定哪个手指做测试, 整个测试过程不变换手指。e) 打开重锤式表面电阻测试仪, 电压选择 10V。f) 穿戴待测手套 / 手指套。g) 穿戴好手套 / 手指套后静待 15s。h) 用穿戴后手套 / 手指套的食指托起测试电极, 15s 后读取数值, 并记录。若电阻值 $> 1 \times 10^6 \Omega$, 选择 100V 电压。

3.6 摩擦电压

摩擦电压指标用来评价手套在接触产品时摩擦后其表面产生的静电电压。测试原理如图 6 所示。

(1) 测试仪器

非接触式电压测试仪、纯棉布、手腕带、防静电鞋服

(2) 测试要求

●样品平衡:在温度 $20-26^\circ\text{C}$ 、湿度 $40-60\%$ 环境下平衡 4 小时。

●测试环境:在温度 $20-26^\circ\text{C}$ 、湿度 $40-60\%$ 环境下测试。

(3) 测试步骤

a) 将静电电压测试仪放置在桌面上, 正确连接仪

器电源、接地线并开启。b) 测试人员需穿防静电服、鞋, 佩戴防静电手腕带。c) 裸手持干燥的纯棉布, 以约 120 次 / 分速度, 单方向连续摩擦产品的某一部位 20 次。d) 迅速将被摩擦部位置于静电电压测试仪探头前距离约 2.5CM 处, 静电电压仪显示的最大数值即为摩擦电压。

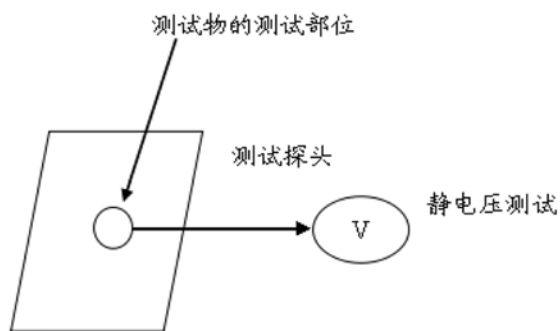


图 6 摩擦电压测试示意

3.7 规格尺寸

规格尺寸主要包含长度、宽度和厚度三个参数。长度: 手套中指指尖到腕口的距离。宽度: 手套虎口处的水平距离。厚度: 指尖厚度测试位置, 手掌厚度测试位置, 手腕厚度测试。如图 7 所示。

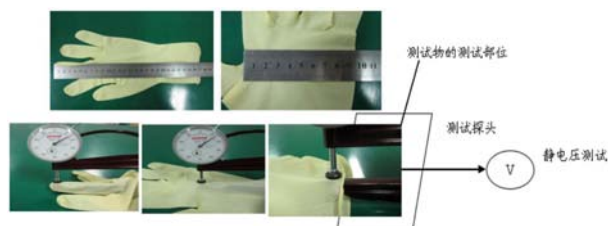


图 7 规格尺寸测试示意

3.8 拉伸强度、伸长率

此项指标主要评测手套的强度和弹性是否满足要求。

(1) 测试设备

智能拉力机、ASTM 标准哑铃裁刀 C 型

(2) 测试要求

a) 试样制作: 使用哑铃型裁刀裁切试样, 试样四周要整齐, 不可有缺口。

b) 试样数量: 5 只

(3) 测试步骤

(下转第 21 页)

静电过滤器与其他空气消毒技术性能比较与探讨

陈玲、周乐、王书田、沈聪

美埃(中国)环境科技股份有限公司

【摘要】自2019年新冠病毒流行以来,人们对室内空气卫生管理产生了高度的关注。在家庭、办公室、交通工具以及公共场所等采用多功能空气净化器,不仅除尘而且具备消毒等功能。此外,在食品、药品、医院等设施中,要求更安全更有效的消毒方法。以往作为消毒的方法,常使用甲醛熏蒸、紫外线照射、酒精等对空间或附着微生物进行消毒。但是甲醛是致癌物质,也是病态综合症的原因物质,影响健康,被视为问题,管理限制也越来越严格。在这样的情况下,业内相关行业人员都在尝试研究除了甲醛、过氧化氢、臭氧等消毒剂以外的安全消毒灭菌方法,代替化学消毒灭菌。本公司经营的如静电消毒产品是通过物理方式,不仅对人体无伤害而且对空间除尘除油烟的同时有消毒灭菌作用。本报告着眼于静电消毒方法,对其效果和适用条件进行了实验论证报告。文中还介绍了关于紫外线、过氧化氢、臭氧、等离子等的作用机理、空间除菌、安全性的实验数据,进行实际环境中使用时上述消毒方法的比较验证。

【关键词】颗粒状;气态污染物;微生物;消毒;灭菌;高水平消毒法;中水平消毒法;灭菌保证水平(SAL);挥发性有机化合物(VOC);白色葡萄球菌(*Staphylococcus albus*) 8032;自然衰减率;总衰减率;新型冠状病毒(SARS-CoV-2)

0 前言

日常生活中根据不同的使用环境与条件,来评价各种用途的消毒剂对微生物的杀灭效果。不能仅仅只是对消毒剂杀菌能力的重要功能方面进行验证,而且还要考虑到对周围环境的影响以及人体的伤害。根据消毒剂浓度或强度和作用时间对微生物的杀灭能力,可将其分为灭菌、高水平、中水平、低水平共四种作用水平的消毒方法。再生医疗、生物制药等行业则需要杀灭所有微生物包括菌的芽孢。但是对于一般的细菌、病毒的场合下,像家庭?办公室?交通工具以及医院等通常采用高中水平的消毒方法来进行,因为只需要杀灭指定的微生物。

本公司主要是从事空气净化,包括空气中的颗粒物,气态污染物(包括VOC)以及微生物。特别是对灭除微生物方面,从可以达到灭菌程度的灭细菌芽孢(SAL 10^{-6})的过氧化氢消毒器,到高、中水平消毒法的静电过滤器,灭菌高效过滤器等各类产品和综合解决

方案的研发、生产、销售和售后服务整个系统的服务。本论文主要是对一般空间中使用静电过滤器的消毒程度以及对人体影响进行全面的评价,包括去除颗粒状,气态污染物(包括VOC)以及微生物的效果。同时,也对市场上常用的消毒器(紫外线,臭氧,等离子、过氧化氢(本公司自制))做了比较实验。本实验是参照下列规范实施:

《空气净化器》GB/T 18801-2015

《室内空气质量标准》GB/T 18883

《家用和类似用途电器的抗菌、除菌净化功能空气净化器的特殊要求》GB 21551.3-2010

《消毒技术规范》卫生部(2002年)

《医疗机构消毒技术规范》WS/T 367-2012

1 各种消毒方法

消毒主要应用物理及化学方法。

1.1 物理法

采用非药剂方法,通过机械手段进行消毒。像高

温、电磁波等。如介质过滤器,紫外线高压放电等;其中紫外线是使用短波长紫外线(280nm-100nm)通过破坏核酸并破坏其DNA来杀死或降低微生物活性,它主要用于医疗卫生和无菌工作场所。

静电过滤技术是利用其发出的正负电荷互相吸引,捕捉空气中的粒子,把粒子吸收到收集板,并把他们从空中清除,这被称之为静电集尘。同时静电集尘使用的高电磁场捕获附带细菌颗粒,瞬间导电击穿由蛋白质组成的细胞壁,达到杀灭细菌吸附除尘的作用;也多少有除臭及分解有机气体的效果。

等离子消毒也是利用等离子体的高电磁场产生的对等正离子、负离子附着在微生物等的表面,变成OH自由基,从微生物表面的蛋白质中抽出氢分解成水。但对于负离子消毒目前还没有科学证据足以证明。且有学者认为其为伪科学。

1.2 化学法

主要代表的有过氧化氢、臭氧等消毒过程属生物化学氧化反应。能对细菌的细胞体直接氧化,即破坏其DNA而达到抑制的效果,对病毒的RNA亦有破坏作用;对各种毒素具有一定的氧化作用,降低其毒性。

这次实验主要采用上述消毒方法进行。

2 实验

2.1 检测项目

主要是颗粒污染物如PM1.0,PM2.5;气态污染物如甲醛,甲苯及臭氧;微生物则采用白色葡萄球菌代表空气中的微生物。各项实验产生方法与测试仪器参照表1。

所有实验过程都原则上按国家标准来进行,分析过程中仅对各个净化样机进行相对的比较,从中得到较佳的方案。

表1 各项检测对象的发生方法、仪器及测试方法、仪器

检测对象		发生仪器	测试方法及仪器	
颗粒物	PM1.0	烟雾发生器 (SPG-C)	方法	颗粒采用分析
	PM2.5		仪器	粉尘测定仪(8532)
气态污染物	甲醛	甲醛/VOC发生器 (SPG-AT01)	方法	气态采样分析
	甲苯		仪器	分光光度计(723PC) VOC检测仪(PMG-7340)
	臭氧	臭氧发生器 (QJ-8001K-2G)	方法	在线采用分析
			仪器	臭氧仪检测仪(205)
微生物	白色葡萄球菌	喷雾染菌	方法	自然沉降菌→计数
			仪器	撞击式空气微生物采样器(FA-1) 菌落计数仪(J-2)
其他	负离子	自然发生	仪器	负离子测试仪(AIC-1000)

2.2 试验样机

2.2.1 静电过滤器

a) 微静电净化技术(以下简称静电A)

微静电净化技术被称为第三代静电净化技术,特有的电介质材料形成1mm左右交叉微孔可形成微静电矩阵强电场,对空气中的带电微粒有巨大的吸引力,只要很小的电流即可吸附空中浮游微粒,对PM2.5等颗粒污染物去除效果尤为显著,臭氧产生量极小。该样机采用我司产品图1静电过滤器《EAC-AC-SE》。

b) 平板静电除尘技术(以下简称静电B)

平板静电除尘技术是利用高压直流电场使空气中的气体分子电离,产生大量电子和离子。但是,这种静电在使用过程中释放臭氧。该样机采用我司产品图2静电过滤器《EAC-AC-ST》。

2.2.2 等离子发生器

采用市场上采购的空气净化高性能纳米银离子等离子管3根共90W,自制组装成



图1 微静电过滤器



图2 平板静电过滤器

的消毒箱。

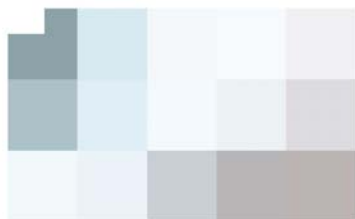


图3 等离子管



图4 过氧化氢

2.2.3 过氧化氢发生器

采用我司产品《VHP01-400x400x500-SS-0-0》图4,使用30%的过氧化氢溶液,让其蒸发成气体可产生浓度50-350ppm。按照WS/T 367-2012规范在30m³试验舱不少于1.4ppm,但是该发生器最低设定浓度只能为50ppm。

2.2.4 臭氧发生器

采用市场上采购的臭氧发生器《QJ-8001K-2G》,浓度可以从0.1-5ppm之间调整。按照WS/T 367-2012规范应不少于10ppm,但是该发生器最高设定浓度只能为5ppm。所以,本次实验选择在低浓度0.1ppm(人体安全)和高浓度5ppm两种浓度进行实验。



图5 臭氧发生



图6 负离子

2.2.5 紫外线消毒箱

按照WS/T 367-2012规范每m³不少于1.5W,照射时间不少于30min;这次采用市场上采购的紫外线灯管15W,3根共45W,自制组装成的3个消毒箱,均等安放在试验舱内。

2.2.6 负离子发生器

采用市场上采购的车载空气净化器《IG-BC2S-B》,可产生25000个/cm³负离子;考虑到每个空气净化器仅满足1.5m³左右,在30m³试验舱内实验容量太小;所以这次使用2台车载空气净化

器放入3m³试验舱内与上述同等的条件下实验。

2.3 结果

除了车载空气净化器的实验在3m³试验舱以外,其他实验都安排在如图7的30m³恒温恒湿试验舱里进行,温湿度控制在20℃-22℃、50%-70%,风机3的风量为2000CMH,试验样机2安放在试验舱中央部;风机3放在它的下方;另外安装搅拌风扇1以加快室内空气循环。

各项实验的被测污染物都通过安置在舱外的发生装置11,通过管道向舱内喷射,然后采样后经过安置在舱外的污染物检测装置10后得到结果,进行对比分析后得出结果。由于空气中的实验,就要考虑自然衰减,其评价方式如下:



图7 30m³试验舱示意图

$$N_t = \frac{V_0 - V_t}{V_0} \times 100\% \quad (1)$$

$$K_t = \frac{V_0'(1 - N_t) - V_t'}{V_0'(1 - N_t)} \times 100\% \quad (2)$$

式中: N_t ——空气被测污染物的自然衰减率;

V_0 与 V_t ——分别为对照组试验开始前和试验过程中不同时间的空气含被测污染物(微生物)的数量;

K_t ——净化(消毒)处理对空气被测污染物(微生物)的总衰减率;

V_0' 与 V_t' ——分别为试验组净化(消毒)处理前、和净化(消毒)过程中不同时间的空气被测污染物(微生物)的数量。

每次测试结束后打开试验舱排风系统,进行过滤除菌或开关紫光灯除菌。



图8 试验舱中央部置放了样机和风机



图9 微生物实验场景

2.3.1 微生物的结果

本实验的各项条件不仅按照《空气净化器》GB/T 18801-2015 的要求在 3m^3 或 30m^3 试验舱进行的,而且还参照了《医疗机构消毒技术规范》WS/T 367-2012 的要求。空气消毒试验菌为白色葡萄球菌 8032,其菌悬液调制成浓度约 $106\text{cfu}/\text{lm}$ 。使得空气中含菌量达到 $5 \times 10^4 - 5 \times 10^5 \text{cfu}/\text{m}^3$ 。每个消毒实验之前,先做自然衰减实验。自然衰减实验和消毒实验一样,尽量控制相同的温湿度,保持相近的大气压,溶胶喷雾器喷雾气流压力及流量,使得菌气溶胶微粒的直径 90% 以上应在 $1\mu\text{m} - 10\mu\text{m}$ 之间(参见图 9)。

将配制好的白色葡萄球菌悬液,通过细菌喷射枪喷到试验舱中,喷菌悬液完毕后,开启搅拌风扇 10min,然后静置 15min 后,分别开启被测样机,分别在样机运行至 0、1、2 小时后进行采样,每次采样时关闭被测试样机;使用图 10 的撞击式空气微生物采样器 (FA-1) ($28.3\text{L}/\text{min}$) 进行 1~5min 采样头朝上采样;将采集后的样本放置到 37°C 的培养箱中培养 48h(图 11);菌数采用菌落计数仪 (J-2) 来计数。

将自然衰减实验的菌落数代入式 (1) 得到自然衰减率,再将净化(消毒)前后空气中的菌落数代入式

(2) 后,得到各项消毒处理对空气被测微生物的总衰减率。



图10 撞击式空气微生物采样器

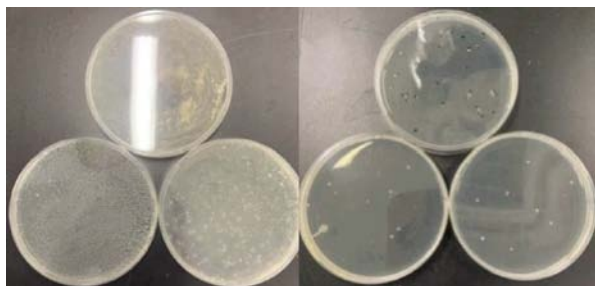


图11 开始时的 10^3cfu (左)消毒 2 小时后的 10cfu (右)

以静电 A 为例:消毒前空气中的平均含菌量为 1230cfu ;1 个小时、2 个小时采样时空气中平均含菌量分别为 $500 \cdot 142\text{cfu}$;代入式 (1) 后其自然衰减率分别为 $59\% \cdot 88\%$;同样,消毒开始时空气中的平均含菌量为 1408cfu ;静电 A 方式消毒 1 个小时和 2 个小时后采样时空气中平均含菌量分别为 5 和 2cfu ;代入式 (2) 后其总衰减率分别为 99.17% 和 98.77% ;其他净化样机所得到各项消毒处理对空气被测微生物的总衰减率如表 2 所示,静电过滤方式?浓度 50ppm 过氧化氢气体和 5ppm 的高浓度臭氧的削减率都有 98% 以上,等离子有 90% 左右而车载负离子也有近 80%,得到了较高的消毒效率。紫外线未能达到预期值。

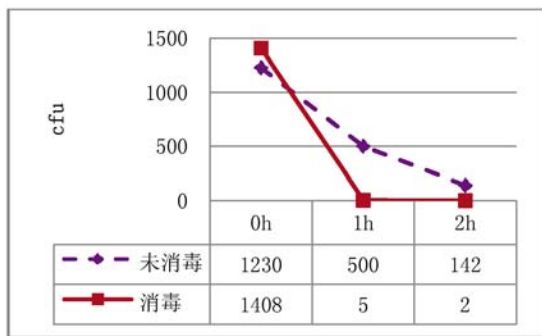


图12 静电 A 的空气中的平均含菌量

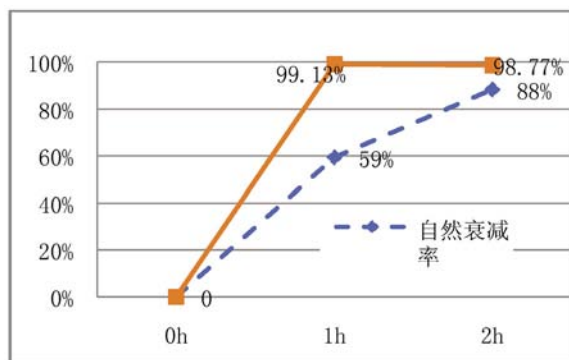


图 13 静电 A 的总衰减率

2.3.2 颗粒物的结果

本实验的各项条件都是按照《空气净化器》GB/T 18801-2015 的要求在试验舱进行的。采用烟雾发生器 (SPG-C) 经过点香烟方法,产生大约 $0.3 \sim 3 \mu\text{m}$ 的颗粒,经过 30 分钟后由粉尘测定仪(8532)采样,进行颗粒采样后,各项颗粒数代入式 (1) 和式 (2) 的计算后的总衰减率如表 3 所示,结果表明除了静电方式对 PM1.0 和 2.5 的除尘效率达到 $>99.98\%$ 之外,其他样机对除尘基本上没有效果。除了等离子以外各项无除尘效果是可以理解的;但是等离子具有排斥负电荷,吸引正电荷的功能,这次实验未能达到理想的效果;可能容量不足所致。

2.3.3 气态污染物的结果

与前项相同各项条件在试验舱进行的。使用定量的甲醛或甲苯溶液通过发生器 (SPG-AT01) 进行蒸发,然后通入试验舱中,打



图 14 分光光度计

开循环风扇搅拌均匀。使得甲醛和甲苯的初始浓度保持在 $600 \sim 1000\text{ppb}$ 和 $400 \sim 800\text{ppb}$ 之间,然后每隔 10 分钟采样一次,采样过程为 1 小时。甲醛的浓度测试是经过图 14 的分光光度计 (723PC) 采样分析;甲苯的浓度测试是 VOC 在线检测仪 (PMG-7340) 检测得出。各项气态数代入式 (1) 和式 (2) 的计算后得到甲醛·甲苯的总衰减率如表 4 所示,可以知道相比之下,等离子、过氧化氢和臭氧有较高的除去效果。这很可能是因为过氧化氢和臭氧等对有机物起氧化分解作用,同样等离子的附带物臭氧(图 15)起的氧化分解作用。

2.3.4 其他(臭氧的发生与负离子的增加)

除了对上述 3 项实验以外;由于净化样机中有采用高压放电很容易产生臭氧和正负离子。因此,需评价这些附加产生的臭氧和负离子的产生对颗粒、污染物以及微生物的影响。臭氧的测试是在试验舱里采用臭氧仪检测仪 (205) 检测抽样浓度;每隔 10 分钟测试

表 2 各项净化样机除微生物的总衰减率

检测对象		静电		等离子	过氧化氢	臭氧发生		紫外线	车载负离子
		A	B			低浓度	高浓度		
微生物	1h	99.13%	98.37%	88.29%	100%	8.40%	99.04%	50.65%	78.22%
	2h	98.77%	98.56%	92.35%	100%	17.83%	98.87%	68.60%	79.89%

表 3 各项净化样机除尘(颗粒物)性的总衰减率

检测对象		静电		等离子	过氧化氢	臭氧发生		紫外线	车载负离子
		A	B			低浓度	高浓度		
颗粒物	PM1.0	100%	99.95%	16.99%	23.86%	11%	11.60%	3.34%	79.15%
	PM2.5	100%	98.98%	15.96%	22.11%	11.86%	12.65%	2.90%	79.68%

表 4 各项净化样机除气态污染物的总衰减率

检测对象		静电		等离子	过氧化氢	臭氧发生		紫外线	车载负离子
		A	B			低浓度	高浓度		
气态	甲醛	8%	11%	42%	25%	14%	50%	13%	9%
	甲苯	7%	3%	10%	5%	5%	19%	4%	14%

一次至 1 小时结束。如图 15 所示静电 B 和等离子产生较高的臭氧浓度；图 16 它们随时间增长浓度也累积曲线，近似直线增长。

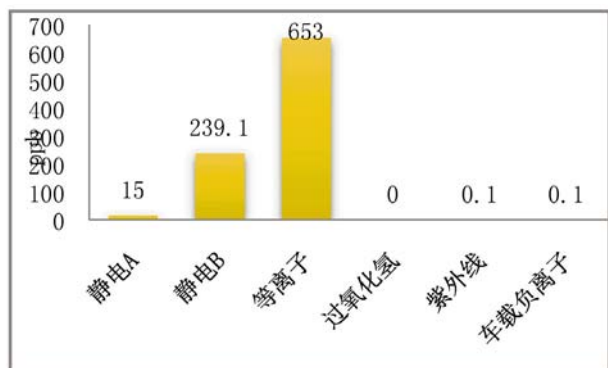


图 15 臭氧浓度的增加(1 小时)

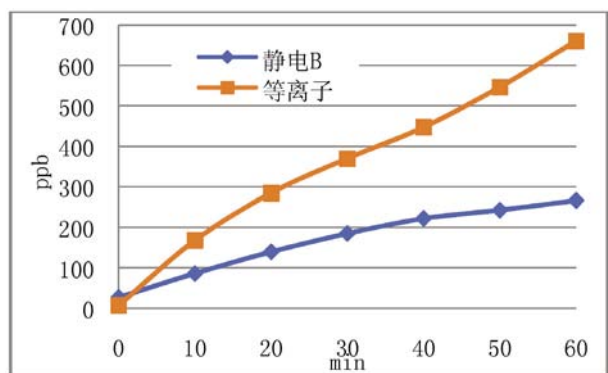


图 16 静电 B 和等离子的臭氧浓度增加

市场上经常有这样的宣传：负离子不仅对人体健康有助，而且有消毒作用。所以这次我们对负离子也进行了分析；当净化样机运转一定时间后，在 3m³ 试验舱里采用负离子测试仪 (AIC-1000) 测试；其结果如图 17 所示。等离子和车载负离子产生较高的负离子。

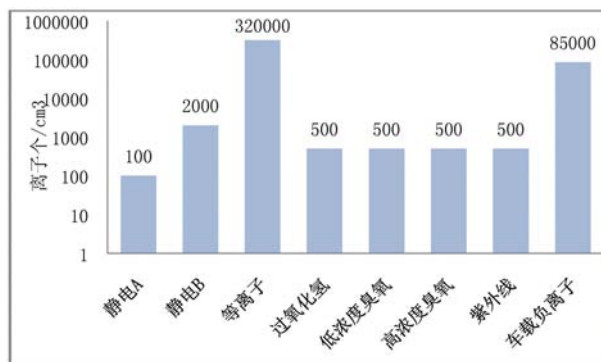


图 17 负离子量的产生

3 考察

根据上述一系列的实验表明，静电过滤器除了表 4 所示的除去气态污染物（甲醛·甲苯）能力不足以外，其他性能都非常有效。微静电的静电 A 臭氧发生量只有静电 B 的 10% 以下，对人体安全。静电过滤器的除去气态污染物的缺点，可以通过在其后端增加活性炭、触媒等的模块来弥补不足。此外，本实验是在密封性能极高的专业实验舱中进行，臭氧的富集量会大大高于一般非密闭场所，因此本实验所测的静电过滤器臭氧增加量不代表普通应用场所中的臭氧增加量水平。同样，等离子对消毒、气态污染物有较高除去效率，但需要加介质过滤器，来弥补除尘的不足，而且需要增加活性炭等模块除去臭氧。过氧化氢和高浓度臭氧有着非常好的高消毒作用，但需要无人状态进行操作，所以，更适合于高要求的灭菌、无菌消毒使用。0.1ppm 浓度的臭氧虽然对人体无害，但是消毒效果很差。

图 15 的静电 B 和等离子产生较高的臭氧浓度，可能有助于除去甲醛等气态污染物；但是对人体健康不利。图 17 的等离子可产生很高的负离子，如果没有臭氧的话推测对人体健康有很大帮助。车载负离子产生较高的负离子，附带臭氧值也很低，而且除尘、消毒（除微生物）可达到近 80% 的效率。虽然专家们对负离子有不同的看法，通过此次实验可以推测：对中低水平的净化还是有一定的作用的。

理想的空气净化器应该不仅能除尘，除气态污染物，具有消毒作用，而且对人体无伤害。在家庭、办公室、交通工具以及公共场所等，根据高中等水平的除尘·消毒经过一系列实验通过综合考察分析做出了表 5。

表 5 各种高中水平的净化项目的比较

(◎ 非常好, ○ 好, △ 一般, × 差)

净化项目	除尘	除气态	消毒	环境保护	人体安全
静电 A	◎	×	◎	◎	◎
静电 B	◎	×	◎	◎	○
等离子	△	○	◎	○	×
过氧化氢 50ppm	△	△	◎	△	×
低浓度臭氧 0.1ppm	△	△	×	◎	○
高浓度臭氧 5.0ppm	△	○	◎	△	×
紫外线	×	×	○	○	×
车载负离子	○	×	○	○	◎

4 结论与展望

从一系列的实验综合考虑可以知道,静电过滤器不仅可以静电吸尘,而且高压电磁场杀菌使得消毒效果倍增。且具有维修维护方便、低耗能等优点。今后将持续对静电过滤器单元进行改进,通过增加不同种类的模块,来满足不同领域客户的要求。

从10年前开始的对PM2.5空气污染的认识,以及后来的以甲醛等为代表的化学气体污染,再到最近的新冠病毒的微生物污染,现代社会人们对日常生活环境的健康和卫生意识不断地增强,要求也更为严格。次次实验虽然无法对SARS-CoV-2做消毒,但是病毒无法单独生存只能依附于尘埃或细菌,因此既除尘又灭菌,一定会对防止新冠肺炎等起很重要的作

用。美埃(中国)环境科技股份有限公司作为空气净化专业供应商,从本研究中可以看出,次次通过以高中水平的消毒方法为主的实验,根据不同的环境要求,通过不同的净化单元的组合,可以得到最佳的多功能空气净化器。同时,今后还打算进行无菌状态的各种消毒剂的研究,得到最佳的对人体影响最小、灭菌效果最好的消毒方法,为人类为社会做出应有的贡献。

参考文献

- [1]沈晋明. 中国室内环境控制思路与30年发展, 空调暖通技术, 2010年第2期
- [2]陈惠珍, 等. 高压静电消毒机和循环风消毒机对空气消毒除菌效果比较, 中国卫生检验杂志, 2005年No. 5

(上接第14页)

a) 打开电脑、智能电子拉力试验机。b) 连接电脑与智能电子拉力试验机, 在电脑右上角的对话框里填写正确的试样名称, 试样规格, 操作员工信息。c) 调节智能电子拉力试验机的限位块, 使两夹头间的距离为50mm。d) 试验选择与参数设置: 在试验项目中选择“抗拉强度与伸长率”, 在试验项目名称中选择“参数设置”, 设置参数为长度50mm, 宽度6mm, 速度 $500 \pm 50 \text{ mm/min}$, 试样厚度根据样品测试数据设定。e) 把试样夹在上下夹具上, 要保持样品试样与上下夹

具的中心线平行, 不能太松或太紧以免试验中途脱落或发生肩部断裂。f) 按下测试键, 开始测试。g) 测试下一个试样时, 要先按智能拉力机操作面板上的向上键然后再按向右键最后按下测试键, 禁止直接按“试验”键否则会把原有测试数据覆盖。

4 总结

本文对静电防护区内人员静电和无尘防护的手套、手指套产品测试指标及方法要求进行了阐述, 对于电子工业从业者完善手指套和手套评价具有一定的参考意义。

集成电路生产中表面环境污染控制 (SHCC)

——去除缺陷是提高成品率的关键

李启东

复旦大学

(接上期第 25 页)

4.1 空气化学过滤器的选择依据

1) 总体按各行业的技术标准中规定的要求,如微电子行业可按 IRDS 及前期的 ITRS 对芯片环境的控制要求选择;

2) 健康和安全的考虑,对于有毒的气态污染物控制需按职业安全健康管理局 (OSHA) 的标准要求选择;

3) 按保护产品及工艺过程设备的要求考虑选择;

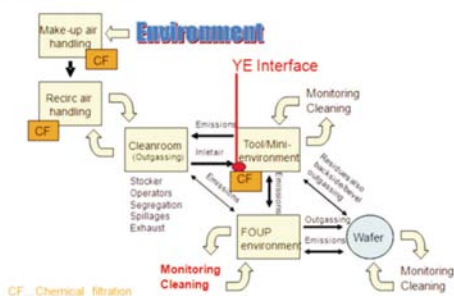
4) 对某些异味和有刺激性的气体,一经确认需按嗅觉阈值要求选择空气化学过滤器。

4.2 洁净室通风系统中空气化学过滤器应安放的位置

根据 IEST-G-CC035.1 标准,下图是对洁净室通风系统中,为去除 AMC,建议空气化学过滤器应安装的位置如图示中的深色部位。

此后,在 2010 年 ITRS 路线图中提出“AMC 综合概念图”明确标出化学过滤器 (CF) 的应设置区域。见下图。

AMC Integrated Concept



ITRS International Technology Roadmap for Semiconductors

4.3 洁净室通风系统中不同区域 AMC 过滤系统设计要求

1) 新风处理系统 (Make-up air handling unit-MAH)

新风处理系统主要功能是不断补充供给洁净室所需新风,气源是周围的空气,如果仔细选择外部进气口的位置,不要设在本厂或周边工厂主要排气口的下风位置,这样补气系统的目标污染物主要是大气污染物。系统通常要求能控制 SO_x 、 NO_x 、臭氧 (O_3)、挥发性有机物 (VOCS),以及一些该地区特定的污染物或如氯 (Cl_2)、有机磷、氨 (NH_3) 等。对于新风处理系统,应该设计为零停机系统。

2) 再循环空气处理系统 (Recirculation air handling unit-RAH)

再循环空气处理系统是洁净室通风系统中的重要部分。要求根据洁净室功能区域的实际气相污染物品种和数量,选择 AMC 控制方案。洁净室通风系统中总流量的大部分 (70%以上) 将通过 RAH,所以大部分的污染物也要在这个再循环空气处理系统中去除。

处理对象一般是由生产过程、实验室或其他活动在设施内产生的污染物。化学过滤器必须被设计成能除去大量的无机酸、有机酸、氨、胺、醇、N-甲基吡咯烷酮、VOCs 和 AsH_3 、 BF_3 等的的能力。通常通过提高换气次数可提高过滤器稳态过滤效率,有时再循环空气净化系统接受到大量污染物,也可以排送到其他区域或排风处理,并将 100% 的新风空气送进该区域 (例如,半导体加工中的光刻区域等)。

3) 供气处理装置 (Supply air handling unit)

供气系统是指在新风空气和再循环空气混合后再进行过滤处理的应用程序,这里将是处理提供到洁净空间的所有空气。

4) 天花板格栅和风扇过滤器单元 (Ceiling grids and fan-filter units-FFUs)

天花板格栅和 FFU 中的空气化学过滤器能为洁净室中的特定区域提供特殊的需要,这里可以通过在 FFU 中安置不同的过滤介质在各个特定区域同时去除不同类型的 AMC。但必须强调指出,气相化学污染物在单向流的洁净室是无法限制污染物向各方面的扩散,如果在一个大通间不同区域是不能达到不同过滤器各自的特殊净化要求。以及如果洁净室通风系统中没有设置再循环空气处理系统,将导致这里的风扇 AMC 过滤器不堪重负很快失效。

FFU 中去除 AMC 的化学滤网要求具有非常低的压力降,否则无法达到所要求的目的。

5) 微环境处理系统 (Minienvironment filtration system)

洁净室中微环境可提供一个有可能局部处理那些对工艺步骤敏感的特定污染物。因此,大房间可能仅有一个通用的 AMC 过滤系统,而微环境过滤系统可以通过使用高度专业化或定制的过滤介质处理特定的有害化学物质。当然,微环境 AMC 过滤器可以用来减少大房间的污染物。另一个有利的是微环境中只有少量空间的空气需要处理。分隔围墙可使得那些微环境内部产生的污染物在被释放到再循环空气的空间之前能用 AMC 过滤器处理。

手套箱和其他隔离器 (POD,FOUP 等) 可以看作是微环境中的特殊情况,这些特殊微环境中也需要采用无化学的清洁的惰性气体进行净化,如氩气,氮气等。

6) 某些高贵精密仪器、生产工具的保护需求

半导体和集成电路生产中有不少生产设备、精密仪器,真可谓“价值连城”,例如:14nm 以下的光刻机不仅价格昂贵、还很难买到,这样的光刻机对于无机或有机腐蚀性气体以及其他可凝聚气体非常敏感,产生严重影响。对这样的生产环境必须严格控制。据说现在 ASML 光刻机已自带空气净化器,但不同的现场生产环境仍需加强管控。为了保证生产工具的安全性和正确的功能,只有与生产工具制造商合作,才

能修改生产工具添加 AMC 过滤功能。

7) 应急气体及排放气体处理系统 (Emergency gas and Exhaust treatment system)

应急气体处理是属于瞬时污染源控制的一部分,这种情况有效的处理方法是首先是应用点 (Point-of-use) 隔离,然后使用对污染气体有效的空气过滤器,可有效阻止污染气体进入周围空气流。可能的污染物有, Cl_2 、 HCl 、 HF 以及清洗设备的溶剂和 VOCs 等。

此外,有时在新风系统进口的环境空气中出现大量污染气体例如附近的道路或屋顶上喷洒沥青,这时必须增加临时空气过滤器解决这些瞬时的污染控制。

最终空气排风系统,不仅仅是去除生产工厂排出的化学污染物,也必须具有除尘的功能。因此,该系统应包括,气体净化器和颗粒污染物收集器的功能,要求达到 EHS solutions,即环境 (Environment)、健康 (Health) 和安全 (Safety) 的解决方案。

5 洁净室通风系统中各种空气化学过滤器的特性

5.1 空气化学过滤器的过滤介质

气相中的分子污染物可用许多技术进行处理,但对于在通风系统中作为空气净化行之有效的技术,现有吸附、催化及离子交换。分别叙述如下:

1) 吸附材料

活性炭 (比表面积: $600 \sim 1500 \text{m}^2/\text{g}$)、各种情况下活性炭性能见下表。

活性氧化铝 (比表面积: $200 \sim 400 \text{m}^2/\text{g}$)、

沸石 (比表面积: $\sim 700 \text{m}^2/\text{g}$)。

这几种吸附材料都是目前空气化学过滤器中常用的过滤介质,其中由于活性炭具有巨大的比表面积,并可以加工制成各种形态,更重要的是可以进行改性处理,制成可以用化学键强力吸附气相污染物,并且选择性很强的吸附材料。因此现有空气化学过滤器基本上很多采用活性炭材料。活性氧化铝和沸石用作也可作为吸附材料或催化剂的载体,单独使用或配合活性炭使用。

2) 离子交换树脂或离子交换纤维材料

活性炭特性表

情况变化	对活性炭/过滤器的影响			
	效率	压力降	真密度	硬度
↑ 活化程度	↑	= 或 ↑	↓	↓
↑ 颗粒度	↓	↓	=	=
↑ 装载/深度	↑	↑	N/A	N/A
浸渍处理	↑ ¹	= 或 ↓	↑	=

注:1 浸渍活性炭对于目标污染物的去除效率增加,而对非目标污染物反而降低。

离子交换树脂一般是采用苯乙烯和二乙烯苯,在水相进行悬浮共聚生成。然后在聚合物交联节点上引入有关化学基团它的性质可以看成是一个多元酸或多元碱。大分子类 (macromolecular varieties) 离子交换可通过离子交换反应去除空气中相应的 AMC。

3) 催化材料

在常规的 HVAC 系统中很少使用催化剂作为净化手段,因为大部分催化剂必须在它的起燃温度以上才有催化作用,这个温度一般是较高的。光催化在大型通风系统应用还很少见。

5.2 常规空气化学过滤器的结构和滤料

在洁净室通风系统中每一种空气化学过滤器都要求具有一组特定的性能参数,因此必须有不同结构、不同介质的组合形成合格及优质的过滤器。

1) 平板过滤器 (Flat Panel Air Filters)

是在垂直于气流的框架中支撑着一层扁平的吸附剂介质。吸附介质可以是多种吸附介质的任何一种形式。在平板过滤器中又分黏合块平板过滤器、蜂窝式平板过滤器和折叠式平板过滤器等。

2) 打褶式过滤器 (Pleated Air Filters)

一种粘负吸附介质的无纺布被打褶,制造成类似于高效颗粒过滤器的形式,有 1-4 吋打褶过滤器,深褶 (Deep Pleat) 6-12 吋的箱式打褶过滤器,和折叠板式过滤器。这些过滤器的介质也可以使用本身就是吸附剂的吸附介质 (如活性炭纤维毡、布) 制作。

3) V 型过滤器 (V-bank Air Filters)

这种空气过滤器设计是用单独的面板 (内充填吸附介质或折叠的平面板) 安放在 V 形结构中, V 口面向上游。这种设计可以在过滤器中放置更多的吸

附介质,可以具有更高的吸附容量和更低的压降。在使用松散填充吸附剂,这些过滤器也称为托盘 (tray) 系统, V 型过滤器有 1 吋 ~3 吋数种。

4) 袋式过滤器 (Bag/Pocket Air Filters)

单个的口袋是由一层带有吸附介质的无纺纤维材料,沿着边缘缝合或粘合而成。通常,许多口袋密封在一起,并安装在镀锌金属框架和头部形成袋式过滤器。

5) 圆筒式过滤器 (Canister Air Filters)

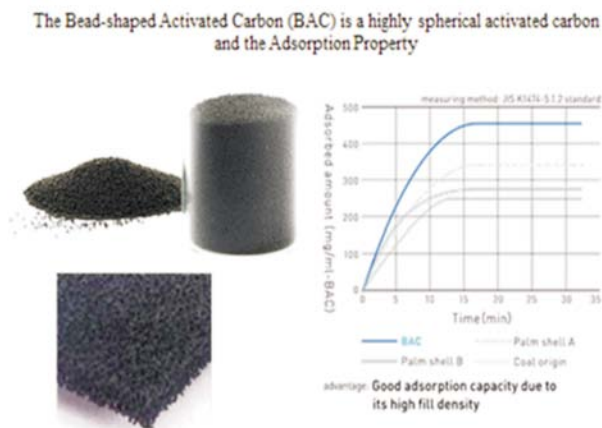
外壳材料选用穿孔不锈钢,镀锌铁板或塑料做内外墙形成一个环形,其中包含一些松散填充吸附剂的介质床。进口通常包含一个整体密封垫和卡口安装,以锁定到一个固定框架筒,消除旁路和泄漏。罐的末端由一个实心盖密封。

6) 化学滤网 (Chemical strainer screen)

化学滤网是由微球活性炭 (BAC) 和开孔聚氨酯软泡组成 (见下图),其中的微球活性炭均采用各种浸渍剂处理,进行化学改性。能去除各种特定的目标污染物。每一层厚度约 2cm,压力降很小,如有需要可以串联至 6cm 使用,面风速 $v=0.45\text{m/sec}$, $\Delta P \leq 30\text{Pa}$ 。

化学滤网可与天花板格栅和风扇过滤装置组合使用,可以有效地去除洁净室部分区域有特别要求净化的污染物。由于 FFU 所处的位置,对于来自新风处理系统和再循环风处理系统中的 AMC 污染物也会多次通过 FFU 的化学滤网,然而,如果整个设施都需要化学滤网控制,这将需要大量的化学滤网,或可能缩短滤网的使用时间。

上述各种结构的空气化学过滤器性能的比较,见以下比较表。



6 空气化学过滤器性能指标及测试概要

集成电路生产希望稳定和高产率,IRDS 非常明确指出:近期(2020–2027)面临困难的挑战就是两个焦点主题:

- 1) 表征、检验和分析 (CIA Characterization, Inspection and Analysis)
- 2) 表面环境污染控制 (SECC Surface Environmental Contamination Control)

为了有效控制晶片表面环境污染物浓度达到允许标准,必须要选择合格的空气过滤器。为此这里介

过滤器的结构与性能的比较表

过滤器类型	初始效率	吸附容量	介质脱落
V 型松散充填 (1-in. 床深)	高	高	高
V 型松散充填 (3-in. 床深)	高	很高	高
V 型打褶过滤器	高	中—高	低
折叠式过滤器 (1–4 in.)	中	低	低
黏合介质平板过滤器	低	低	低
折叠平板过滤器	高	中	低
蜂窝平板过滤器	中	高	高
松散充填圆筒过滤器	高	高	高
折叠过滤器 (6–12 in.)	高	中—高	低
袋式过滤器	高	中	低

绍评价气相空气净化系统中空气净化设备性能的试验方法,试验在稳定状态条件下测量气体污染物去除装置的去除效率和去除容量。使用本标准进行测试的过滤器,在去除空气中低至 ppm 以下的气态污染物和有害气味,从而保证芯片表面环境达允许标准,减少缺陷提高生产率。

6.1 空气化学过滤器性能的关键指标

为评价吸附介质及气相空气净化装置的性能提供一个标准的实验室测试方法及性能指标。这些测试的结果可以为工程师提供有用的信息,用于设计和选择空气净化设备,以及设计能控制气态空气污染物浓度在标准值以下的空气净化系统。

影响空气化学过滤器性能的因素很多,如果能完全达到这些关键指标,也就意味着很多影响因素已经合格。根据:ISO 10121–2 First Edition 2013–04–01 及 ANSI/ASHRAE Standard 145.2–2016。

标准中规定的四项关键指标是:

- 1) 压力降 Δp ,要求测定在额定空气流之下的压

力降。以及额定量 50%、75%、100%、125%的压力降,从而确定流量与压力降之间的关系。

- 2) 初始净化效率 E_i ,要求全新的过滤器,实验条件包括污染物浓度、空气流量、温度、湿度应尽量接近使用条件,试验持续 3 小时,效率要达到 $>95\%$ 。

- 3) 吸附容量 m_s ,试验应在一个较高的浓度下进行,大约控制在 10ppm~100ppm 范围内。在保持上游浓度稳定的情况下,按一定时间间隔在下游取样测定,测到相应的去除效率,在去除效率为 90%、50%和 30%时,其相应的流量 $\times$ 上游浓度,所得污染物的重量(g)即是各相应效率时的吸附容量。

- 4) 保持能力 m_r ,当上述实验进行到下游气体污染物浓度达到或接近上游浓度时,立即停止污染源进入,上游气体的污染物浓度为零,保持原来的流量和温、湿度,吹洗化学过滤器,过滤器中吸附不牢固的某些污染物开始解吸、脱附,记录下游气体浓度直到浓度为原始上游浓度的 5%结束试验。或者吹洗 6 小时为止。通过计算得出保持能力。

上述的四项指标应该说是很严格的,要做到四项指标的要求并不是一个简单的过程。首先要具备一台合格的测试设备和试验系统,据说具有合格试验系统的过滤器公司还仅是“凤毛麟角”。此外,化学过滤器设计如:化学过滤器材料选择和关键尺寸、装料,加工质量等,都影响过滤器性能。此外,浸渍活性炭或催化材料的制备方法、浸渍剂的配方和浓度,以及烘干过程等,都严重影响空气化学过滤器的性能指标。

6.2 试验设备设计以及性能合格检验

该测试装置具有多种功能,可用于广泛的研究工作、开发和标准测试。标准性能测试台架的设计、选材和施工都有严格的要求。包括,试验管道结构设计、空气来源、管道孔板和混合挡板组件、污染气体注入、流量和试验气体的测定及减振控制等设计。并需要通过合格验证。

实验管道、试验台架示意图如下:

6.3 标准试验条件参数和污染气体种类

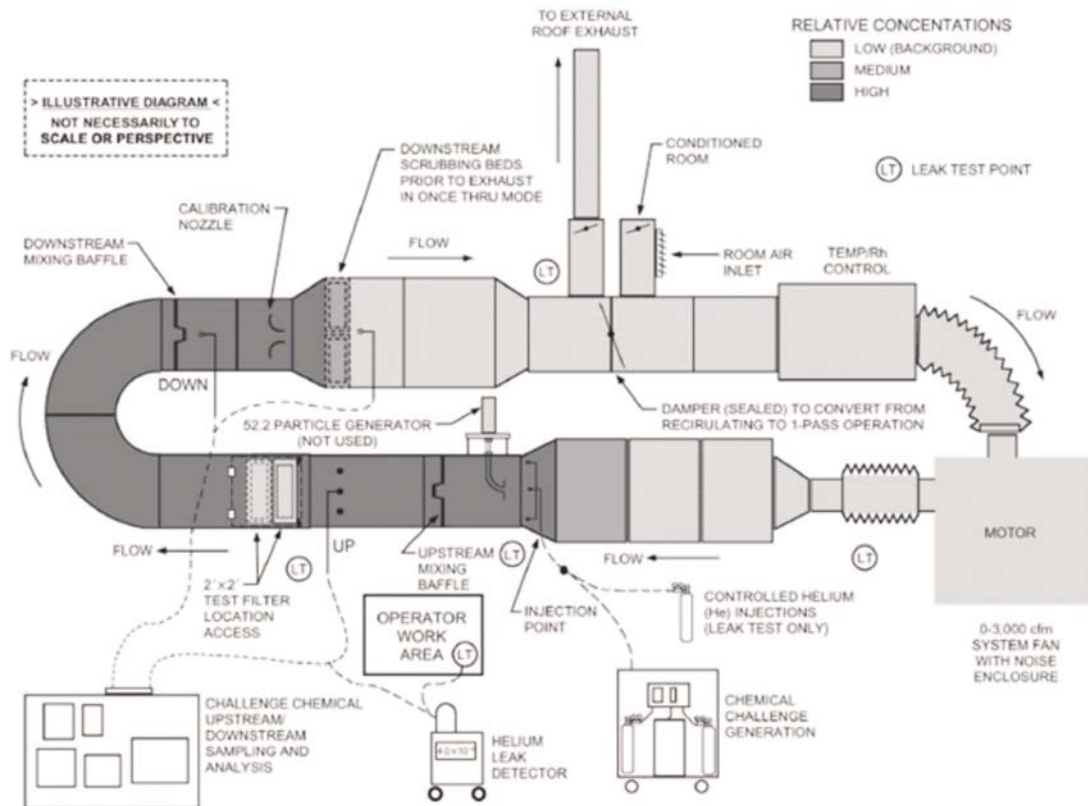
这里给出标准试验条件和规定的气态污染物,采用这样的标准就是用规定的污染物在固定的浓度、温度和 RH 下以及在空气滤清器的额定流量下进行的性能试验,提供全尺寸空气净化器的比较性能数据。可以用来比较不同空气过滤器的性能。但这些结果可能与使用条件下的实际性能有显著差异。

标准测试条件:

标准测试的测试空气条件如下

- 1) 测量和记录的空气温度为 25℃ (77°F)。
- 2) 空气相对湿度为 50%。
- 3) 按空气化学过滤器的额定流量进行试验。

标准试验的挑战气体的种类及浓度见下表。



NOTES for Figure 4-1:

1. From one duct diameter upstream of the upstream mixing baffle through two duct diameters downstream of the ASME calibration nozzle, the duct segments shall have a cross section of 61 × 61 cm (24 × 24 in.), excluding the device section.
2. The upstream duct components shall be in centerline alignment from the fan transition through the test air cleaner and shall extend 3 duct diameters downstream of the trailing edge of the test air cleaner cartridge.
3. The downstream duct components shall be in centerline alignment from the downstream mixer through two duct diameters downstream of the ASME flow nozzle.
4. Upstream airflow and gas concentration traverse measurements required in Section 5 shall be performed at the upstream sample point (UP).
5. Gaseous contaminant injection shall occur as shown, downstream of the inlet clean up filter bank, and shall be capable of meeting the requirements of Section 4.5.
6. Side-by-side, over-and-under, and once-through arrangements of the upstream and downstream sections of the test duct shall be permitted.

FIGURE 4-1 ASHRAE Standard 154.2 test duct schematic.

Table 6-1 标准试验气体有关参数

标准规定,试验只能采用单一气体进行才是有效的。建议每个过滤器试验采用一个 VOCs、一个酸性气体和从表 6-1 中选择的另一种气体进行测试。表 6-1

中气体按类别列出,每个类别中都有一种气体(标有必需)作为测试必需使用。如果测试某个类别的任何其他气体,那么这个类别的必需气体还必须进行测试。

TABLE 6-1 Standard Test Challenge Gases

Category/Chemical	CAS #	MW ^a	Low Conc. (ppb)	High Conc. (ppm)	NIOSH REL TWA (ppm) ^b	OSHA PEL TWA (ppm) ^b	High Conc. Rationale ^c	Capacity Used ^d	Required Chemical
Acid Gases									
Sulfur Dioxide	7446-09-5	64.1	50	35	2	5	AA	6%, x 8%, y _b	☒
Hydrogen chloride	7647-01-0	36.5	75	5	5 (c)	5 (c)	DD	12%, y _b	
Hydrogen sulfide	7783-06-4	34.1	100	25	10 (c)	20 (c)	CC	12%, x 20%, y _b	
NO ₂ ⁺	10102-44-0	46.0	50	30	1 (st)	5 (c)	AA	6%, z 20%, x	
Aldehydes									
Formaldehyde	50-00-0	30.0	100	1	0.016	0.75	EE	3%, x	
Acetaldehyde	75-07-0	44.1	100	15	None	200	AA	10%, x	
Hexanal	66-25-1	100.2	100		None	None			
Basic Gases									
Ammonia	7664-41-7	17.0	100	75	25	50	AA	5%, y _a	☒
Methylpyrrolidone	872-50-4	99.13	100	5	None	None	AA	15%, xy _a	
Oxidizing Gases									
Ozone	10028-15-6	48.0	75	0.5	0.1 (c)	0.1	BB	None	☒
VOCs									
Toluene	108-88-3	92.1	400	50	100	200	AA	20%, z	☒
2-Butanone (MEK)	78-93-3	72.1	400	65	200	200	AA	20%, z	
Acetone	67-64-1	58.1	400	20	250	1,000	AA	5%, z	
Benzene	71-43-2	78.1	400	60	0.1	1	AA	20%, z	
Cyclohexane	110-82-7	84.2	400	55	300	300	AA	20%, z	
Cyclopentane	287-92-3	70.2	400	50	600	None	AA	15%, z	
Dichloromethane	75-09-2	84.9	400	50	None	25	AA	20%, z	
Ethanol	64-17-5	46.1	400	50	1,000	1,000	AA	10%, z	
Hexane	110-54-3	86.2	400	25	50	500	AA	10%, z	
iso-Butanol	78-83-1	74.1	400	45	50	100	AA	15%, z	
Isopropanol	67-63-0	60.1	400	35	400	400	AA	10%, z	
Tetrachloroethene	127-18-4	165.8	400	25	None	100	AA	20%, z	
m-Xylene	108-38-3	106.2	400	45	100	100	AA	20%, z	
o-Xylene	95-47-6								
p-Xylene	106-42-3								
Warfare									
DMMP	756-79-6	124.1	75	20	None	None			☒
Miscellaneous									
Chlorine	7782-50-5	70.9	100	30	0.5 (c)	1 (c)	AA	10%, z 12%, y _b	None
Carbon Monoxide	630-08-0	28.0	100	35	35	50	DD		
Carbon Dioxide	124-38-9	44.0	400	5,000	5,000	5,000	DD		

Notes:

a. Molecular Weight

b. Includes NIOSH Recommended Exposure Limits and OSHA Permissible Exposure Limits that have been vacated. The values are time-weighted averages unless otherwise indicated as follows: c = ceiling value, st = short term

c. Rationale for the Recommended High Concentration is as follows:

AA = Based on the concentration of gas required to consume 2 ft³ of media at 2000 cfm in 8 h

BB = based on consideration of safety, health, and reactivity with materials of construction

CC = based on consideration of safety, health, and low odor threshold

DD = based on NIOSH and OSHA TWAs

EE = based on considerations of safety and health

d. Capacities taken from standard industry sources such as the carbon tables. Media types indicated below:

x = permanganate-impregnated activated alumina

y_a = acid-impregnated activated carbony_b = base-impregnated activated carbon

z = virgin activated carbon, bituminous

*Challenge gas shall be NO₂; analysis shall be performed for both NO₂ and NO.

6.4 试验程序

有关的准备工作完成后,首先,

检查试验台架和安装空气化学过滤器无泄漏

→在标准测试条件下平衡测试过滤器

→测量空气化学过滤器的阻力,记录压力降参数 Δp

→注入试验污染气体,开始初始效率(低浓度)的测试。同时,测量上游和下游挑战(污染物)浓度水平,准确控制1小时。然后停止注入低浓度的试验气体

→关闭初始效率测定的气体发生器和分析设备后,尽快开始标准容量测试的挑战气体。测量上游和下游挑战(污染物)浓度水平,直到预定的穿透点出现或运行4小时后。如果使用的分析技术不能提供瞬时的浓度,还要继续测试4小时

→接下来是通入无污染气体的解吸表征期。

这个试验程序是 ANSI/ASHRAE Standard 145.2-2016 的规定要求,与 ISO 10121-2 First

Edition 2013-04-01 的规定试验目标及程序总体是相同的,仅在试验条件方面稍有差别。

按 ASHRAE 标准试验程序进行试验,取得的数
据可按 Figure 10-1 标绘。并且从中可看到初始效率;吸附容量和保持能力等图示结果。

FIGURE C-2 是在假定试验气体浓度为 100 ppm;吸附介质为 25 g 的条件下,按标准试验条件参数及程序进行试验的结果。能看到除上述的初始效率;吸附容量和保持能力等图示结果外,还有吸附剂的效率曲线;穿透曲线以及吸附剂的动态吸附容量。

图 10-1 显示测定过滤器标准吸附容量的标示图,是以污染物浓度 Vs 运行时间标绘的进气和脱气浓度图。显示了计算介质吸附容量和保持率的区域,以及穿透时间。

7 结束语

在这里引用余承东在中国信息化百人大会 2020 年峰会上发言中的一段话,“我们芯片只接受到

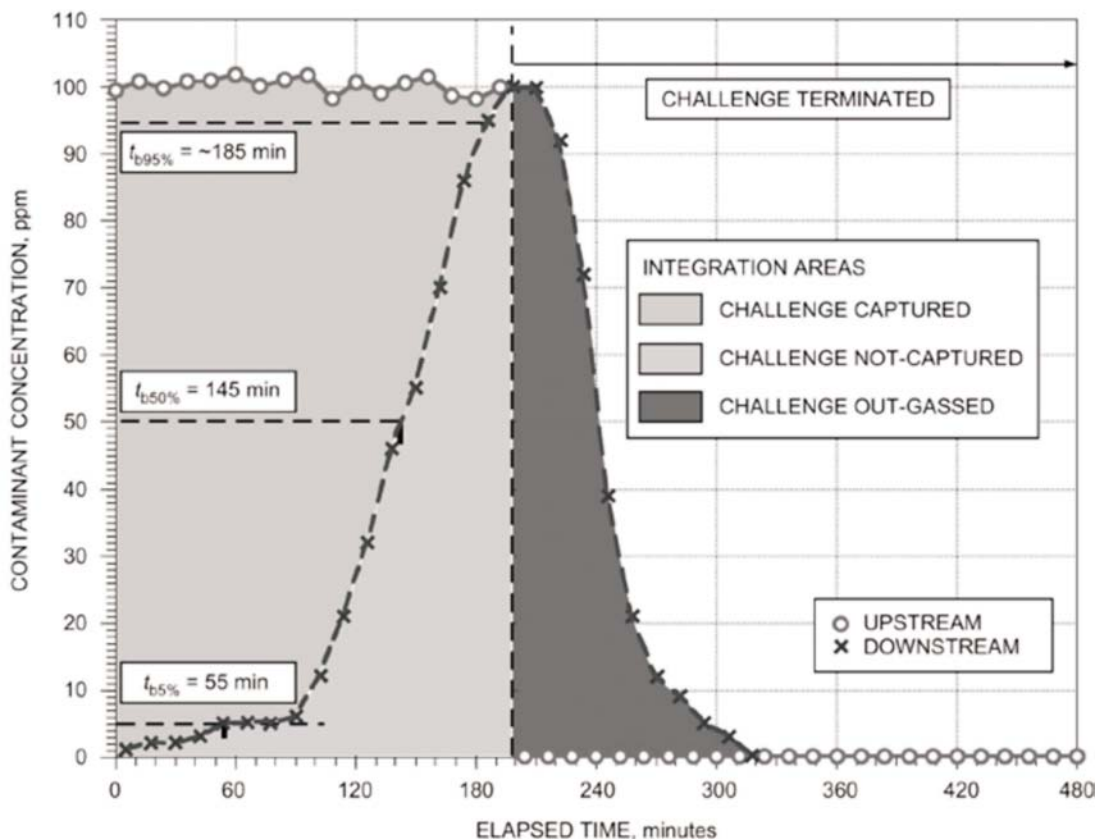


Figure 10-1 Example of a concentration plot showing the challenge and off-gassing periods. The regions integrated to compute media capacity and retentivity are shown, along with the breakthrough times.

9月15号之前的订单,到9月16号生产就停止了,所以今年可能是全球最领先的华为麒麟高端芯片的绝版、最后一代。因为中国高端芯片生产能力还没上来,美国禁止任何使用美国技术为华为生产。

我们很遗憾,在芯片里的探索,过去华为十几年从严重落后到比较落后、到有点落后、到终于赶上来、到领先、到现在被封杀,我们投入了巨大的研发投入,也经历了艰难的过程,但是很遗憾在半导体制造方面,华为没有参与重资产投入型的领域、重资金密集型的产业,我们只是做了芯片的设计,没搞芯片的制造。”

为此,我们应该创办有自主产权、先进的代工厂,当然这其中有很多困难和问题。但我们只能从洁净技术专业角度提出:必须重视集成电路芯片生产环境问题,研究晶片表面环境污染控制(SECC)技术,这些问题绝非轻易易

举,一朝一夕就能很快解决的。

事实告诉我们,世界上一些顶尖的微电子企业早已投入大量人力物力从事这些问题的研究,并且某些集成电路制造商(Intel, TSMC)把他们的空气过滤器选择、性能和工厂空气取样方法和数据视为专利,以及现有的通风净化方案列入知识产权保护,这一点更应引起我们的重视。

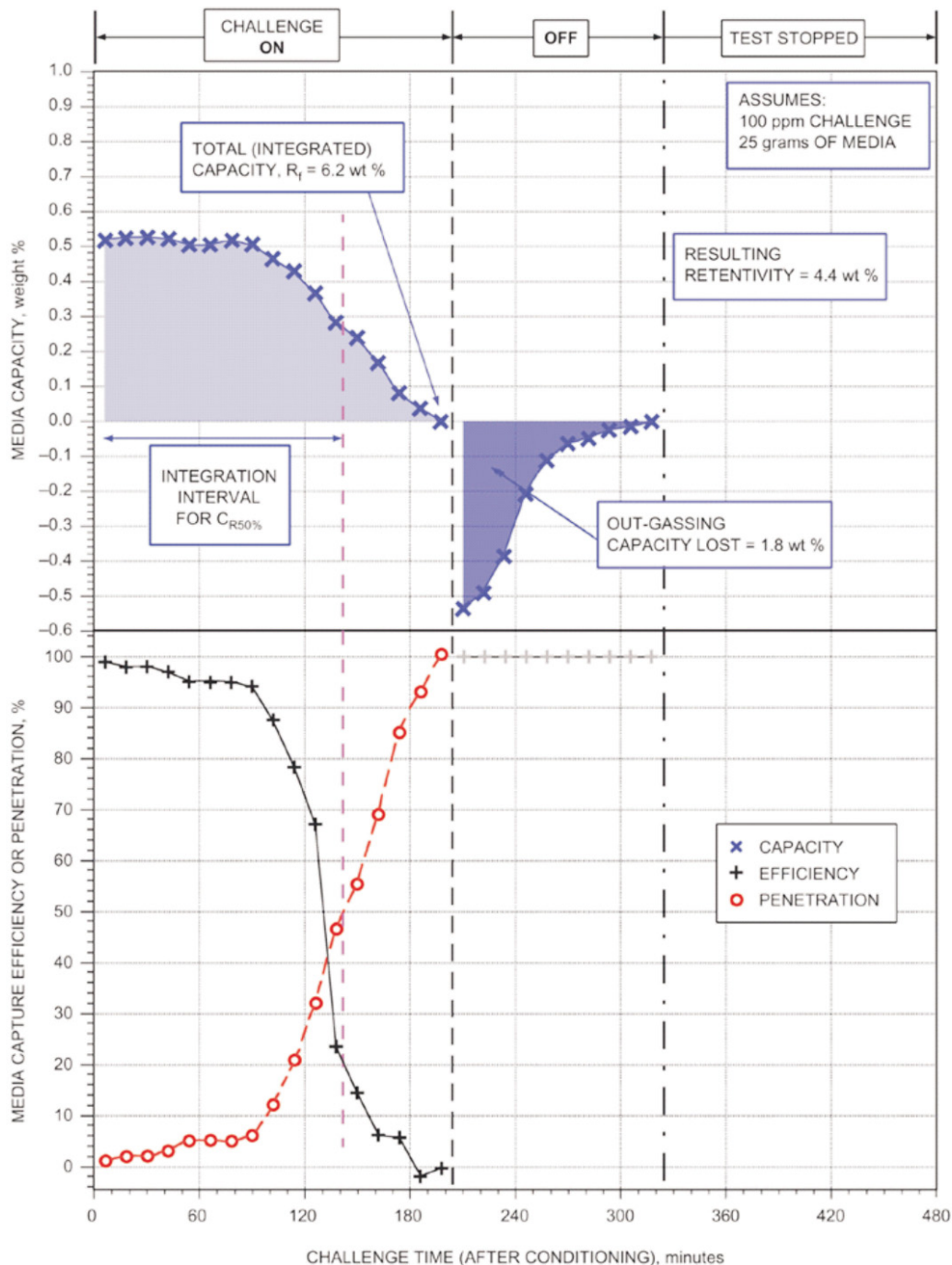


FIGURE C-2 Examples of media efficiency and capacity versus challenge time (a logarithmic time scale is optional).

防静电工作区(EPA)人工智能化(AI)管理及检验

孙延林

中国电子仪器行业协会防静电装备分会,北京 100000

一、引言

我国经济规模已发展成为世界第二大经济体,在诸多领域和产业已居世界前列,特别是电子信息制造业发展较快。在集成电路方面,华为已发布国产 5G 手机芯片,中芯国际的 14 纳米工艺实现量产,刻蚀机等高端设备和靶材等关键材料取得突破进展。在新型显示器方面,京东方、TCL 和创维信诺的柔性 AMOLED 生产线先后量产。电子信息制造业是研制和生产电子设备及各种电子元器件、仪器、仪表的工业,其由广播电视设备、通讯导航设备、雷达设备、电子计算机、电子元器件、电子仪器仪表、其它电子专用设备等行业组成。随着我国电子信息制造业的发展,许多电子生产企业生产规模已很大,有的微电子生产企业生产线达到十几条以上、操作工人数千人及万人以上。与此同时在有静电防护管理需求的企业中,仅靠原有的人工管理及检验方式来实现质量管理已经越来越不适应发展需要。像现场检验强度大、管理难度大,精准性差,人工效率低等一系列问题靠传统方式很难解决,此时引入 EPA 的人工智能(AI)防静电管理及检验,将为企业改变传统管理,开创便捷和精准检验,提供了一种创新方式,必将促进企业质量管理进步和大大提高企业生产效率。

二、EPA 人工智能化检验系统的构建

并不是所有的电子信息化生产企业的 EPA 都具备实行人工智能化检验的条件,首先应具备下列条件,实现人工智能化检验才有可行性。

1. EPA 内产线规模很大,通常要七、八条生产线及以上,产线操作职工数百人及以上,生产区域数千平米或数万平米以上。日常存在检验劳动强度大、

监管困难、监测一致性差等问题,存在引入 AI 防静电检验的迫切性;

2. 实现人工智能化管理与检验,应能明显提高产品的合格率、大大减少监管人员数量,降低管理成本等,企业的投入产出要相适应;

3. 企业建立了失效分析机构、具有电子显微镜扫描(SEM)、红外显微分析等基本开展失效分析技术,能针对企业产品失效原因做出基本判断;

4. 需要提出的是,因为产品不同、生产工艺不同,可能在 EPA 内全面实现 AI 防静电管理与检验比较困难,此时首先在可以实现 AI 防静电检验的工艺产线上构建,并以点带面逐步推广。

(1) AI 防静电测试系统的构成

EPA 的 AI 测试系统采集的物理参数主要是电阻、静电电位(电场)、温湿度参数既可满足通常的静电检验与管理(特殊情况除外),有时根据需要还可以将生产场所的空气洁净度 AI 检验包括进来。一般 AI 防静电检验系统由以下单元构成:

1) 传感器(或测试电极)

a) 非接触式静电电压(电场)测试传感器

这类传感器有振动电容式、旋转叶片式、球状感应式等等。主要用于产线静电电压、CRT 显示屏静电场、PCB 板、产线暴露式高压电源、特殊工序等(薄膜剥离)产生的静电测试。

b) 接触式静电电压传感器

主要有金属手持式电极等,用于测试 EPA 内职工人体静电电压、某些工位金属部件(部位)对地静电电压等。

c) 电阻测试电极

由 IEC 标准电极(柱状电极、同心环状电极、条状电极)、人/鞋电极、人/手电极等组成。主要用于现场防静电地坪、传输带、周转车、工作台(座椅)、工作服、鞋、手套等防静电用品对地电阻、表面电阻、表面点对点等电阻测试。

d)EOS 测试电极

由测试探针等组成。主要用于焊接设备(电烙铁等)、测试设备(示波器、C/R/L 参数测试仪等等)的工频漏电(电压、电流)测试。

2) 测试仪器

有测试静电电压(电场)仪器、电阻参数的电阻测试仪、测试 EOS 漏电流和电压的 V/I 测试仪、湿度/温度自动测试仪等。这类仪器内置可编程单片机或单板机、嵌入式计算机能够自动记录存储和处理测试的数据,附带有存储器、USB 接口等。

3) 自动控制器

能够按计算机编程或预定程序控制及实施自动检验并能实现自动化控制的电气与机械装置。

4) 电源

可充电锂电池或镍氢电池组等,有时也用交流电源。

5) 无线或有线通信测试数据和控制信号传输系统无线电遥控发送器、无线电遥控接收器。

6)静电空气放电测试仪及记录仪

能够探测工艺过程(半径 1 米至 2 米范围)发生的静电放电,并记录传输到计算机数据处理终端。

7) 计算机数据处理终端

具有企业管理信息系统(MIS)、生产测试数据管理(PDM)等功能的计算机终端。

(2) 企业 AI 防静电测试系统的组成

EPA 内可以实现 AI 检验的工艺线或场地、装备(用品)主要由以下部分构成:

1) 人/袜/鞋系统检验及门禁自动控制系统

主要用于员工较多的生产车间,对员工所穿戴的防静电鞋、袜或防静电鞋套等进行实时检验。每天进入 EPA 时检验,符合测试要求则通过与测试系统联动的门禁,反之则自动拒于门禁之外。另外将所测数

据通过有线数据传输线输入到 EPA 的 AI 检验计算机数据处理终端。实践证明这是一种高效的检验方法,很多企业已在使用。采用该系统时对检验数据设限要特别注意:通常检测时门限电阻在 $5.0 \times 10^4 \Omega$ — $3.5 \times 10^7 \Omega$ 范围之内(标准规定 $< 1.0 \times 10^9 \Omega$),理论上可将人体静电电压峰值电压平均值限制在 $\pm 100V$ 以内。如果防静电用品上限电阻值不能做到 $\leq 3.5 \times 10^7 \Omega$,则至少应当限定在 $\leq 5.0 \times 10^8 \Omega$ 以下。

2) 人/腕带、手套、指套自动检验报警系统

用于操作 ESDS 产品的员工所戴腕带接地状况实时检验和人/手套、指套电阻值检验。需注意穿戴腕带时的人体对地电阻要小于 $\leq 3.5 \times 10^7 \Omega$ 。从安全考虑,人体穿戴腕带的对地电阻不应小于 $1.0 \times 10^5 \Omega$,当电阻值过低或过高,测试系统都应具有报警功能。测试数据通过有线数据传输线输入到 EPA 的 AI 检验计算机数据处理终端。对腕带测试系统也可以与门禁系统互联,用于进入 EPA 时的实时监测。手套、指套自动检验限值可限定在 $1.0 \times 10^5 \Omega$ — $1 \times 10^{10} \Omega$ (标准规定上限值为 $1 \times 10^{11} \Omega$),其检测穿戴手套、指套的人手与金属手电极之间电阻。

3) 防静电地坪检验与有线(或无线)数据存储系统

该系统方框图见图 1。AI 防静电地坪检验有两种情况:

a) 施工完毕的防静电地坪工程。其场地还没有进驻设备、产线,场所处于空旷的情况下的检验。其测试系统由测试电极、自动测试仪器、数据处理器(单片机等组成)、无线(VHF)波通讯接收发射机(将所测数据通过无线发射机发出或接受终端无线电信号)、自动程序控制步进测试车(内置锂电池、测试电极等)和终端无线(VHF)波接收发射机、计算机终端数据处理存储控制系统等组成。通常无线接收发射机天线可以安放在测试平台(桌子、小车等)。测试时,自动程序控制步进测试车(带有测试电极和自动测试仪器、数据处理单片机)根据预设程序,在测试区域自动步进按程序所设测试线路测试,所测数据通过单片机处理,并由无线电发射机将所测数据发射出去,由终端无线

接收机将信号接收,并输入终端计算机数据处理系统。同时终端发出遥控步进测试车无线信号以控制测试车行走和测试。该测试系统系由一人控制,测试数千平米至数万平米的防静电地坪,功效较人工测试提高数倍,大大降低劳动强度,测试数据精准。需要指出的是,测试地坪点对点电阻时不用辅助测试线,如果测试地坪任一点对地电阻时,则还需要连接接地辅助测试线(自动卷收式电缆)。也可以利用几个导电轮做测试电极,但其与地坪的接触面积应在 28.3cm^2 左右(需要根据现场状况确定)。由于无线电信号易受测试场地其它电波的干扰,解决无线信号干扰问题可以在无线接收发射机设置抗干扰电路。如果现场干扰较大可以设置多频段回避,也可不用无线收发和遥控机,直接对步进测试车的单片机设置测试步进程序和设置测试数据处理存储器及 USB 接口。此时,步进测试车不受无线遥控信号控制,而是按车内单片机程序自动控制行进。待测定结束将数据通过 USB 接口输出到终端计算机数据处理系统。

b) 场地已进驻设备、产线等,不是空旷场地的情况下,此时无线信号极易受到现场设备和各类电磁信号干扰,同时也无法在整块地坪开展测试,此时可以采取另种测试方法:在不同点位上(一般是整块地坪对地电阻最高的点位上、设置若干固定测试点)放置自动测试设备,可设置周期测试时间,所测数据自动存储在自动测试设备中,每次测试完毕后,由管理人

员通过 USB 接口将所测数据取走输入到 MIS、PDM 等计算机数据处理终端(注:也可以采用有线方式向终端传输数据)。这种测试方法所用测试设备投资少,受干扰小。需要提出的是因为测试点不能随意选取(因放置生产线和设备原因等),所以测试点选择应以地坪工程验收时,测试的电阻值最高点(最恶劣点)选取。随着时间推移,这些测试点电阻值最有可能率先变化超过企业工艺或标准规范的规定值,点位多少的设置要根据企业质量管理要求进行。对于经常清扫(清洗)、暴露的地坪的电阻测试,可采用 a) 所述的方法实施。地坪的对地电阻设置可在 $1. \times 10^4 \Omega - 3.5 \times 10^7 \Omega$ 范围内,上限值不应超过 $5.0 \times 10^8 \Omega$ (标准规定小于 $1 \times 10^9 \Omega$),点对点电阻可设置在 $1. \times 10^4 \Omega - 1 \times 10^9 \Omega$ 范围内,电阻设限应有随环境湿度变化和地坪长久使用电阻值变大的余量。

AI 防静电地坪测试系统的方框图如图 1 所示。

4) 焊接器具、检测设备漏电自动检验及报警系统

焊接器具焊头、设备工频漏电所产生的 EOS 是造成 ESDS 产品损害的重要原因,此原因占 ESDS 产品不良品总数的 50%—60%及以上。另外,由于大功率设备启动(电机)、开关火花和电源线路的强 EMI 耦合和传导等也是造成微电子损害的原因之一。通常这类测试有两方面:一是对焊接器具、设备的工频(50HZ—60HZ)漏电测试;二是对 EMI 的超限电流、电压测试(注:由于本文篇幅有限,对 EMI 的超限电

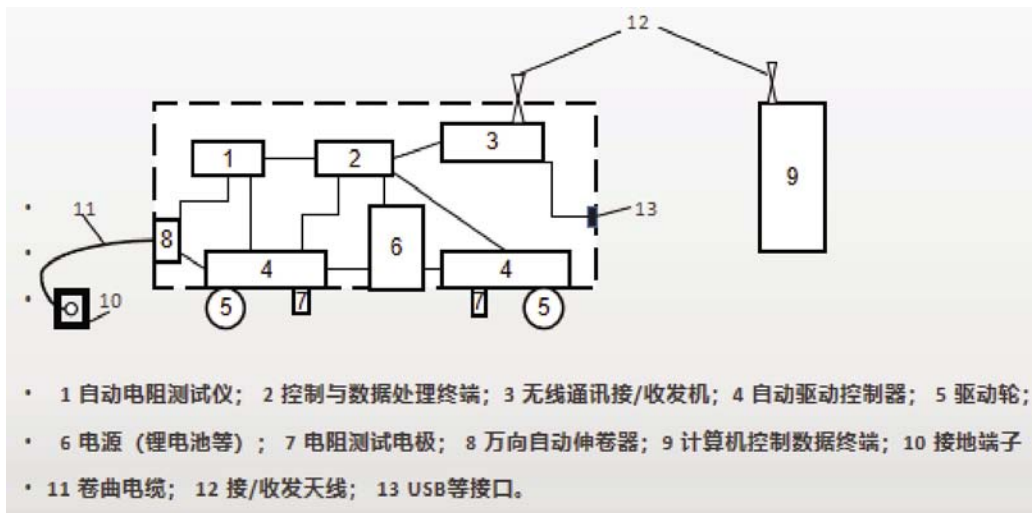


图 1 AI 防静电地坪测试系统示意图

流、电压不作探讨)。

通常在产线上焊接器具使用量很大(数十至数百台),如在每台焊接器具(设备)设置一个测试探头,因数量很多可能现场无法实现,此时可以按需要设置若干器具设置测试探头进行测试。测试点与结果的判定结论,可采用数理统计学方法确定。该测试系统为在线检验,如图2所示,测试的工频漏电数据通过V/I测试探针、测量仪器,通过有线传输线将数据传输到计算机终端。超过设定值时,测试仪器可自动报警。在进行焊接器具(生产设备)漏电时需要注意以下几个问题:

a)根据 ANSI/ESD S20.20 规定(针对 ESDS 产

品),焊接器具漏电限定值为电压不超过 20mv;电流不超过 10mA (250V、50HZ-60HZ);

德国 VDE0804 规定小于 3.5mA (针对一级绝缘设备。电源 250V、50HZ)。

以上指的是交流电的平均值,在实际中有可能出现直流电或其他频率的 EOS,此时要注意区分。

b)漏电可能包括高次谐波或传导干扰信号,影响测试和数据采集,这是应采取滤波、旁路等抗扰和防止干扰耦合的其它措施。通常测试工频的 EOS 是为防范其对 ESDS 产品的损害,并不是测量干扰度。所以测量范围要进行设定,设定过于灵敏没有必要。

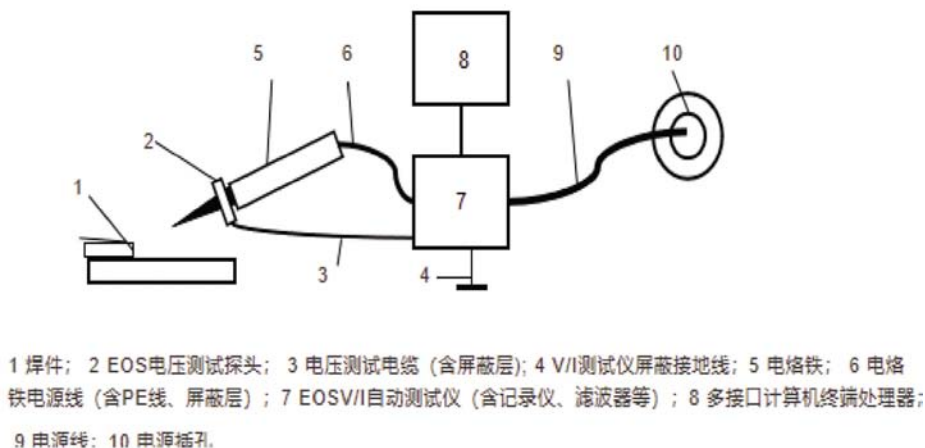


图2 电烙铁 EOS V/I 自动测试系统示意图

5) 静电空气放电自动测试系统

在 EPA 内某些特殊工艺过程,像显示屏薄膜剥离、PCB 板测试和焊接、ESDS 元器件插接、CRT 屏幕前 ESDS 产品的操作等等,都可能出现 HBM、CDM 放电事件,造成 ESDS 产品不良品的出现。及时捕捉这类放电事件,分析原因并采取有针对性的解决措施,可以大幅减少不良品的出现。

静电空气放电测试系统是利用耦合天线将特殊工艺操作过程发生的静电放电脉冲波(宽带)探测到,自动记录(时间、地点)下来并传输到计算机终端,用来根据不良品的出现,分析工艺操作出现的问题并加以改进。通常静电空气放电频率大致在几百 HZ—1GHZ,频带很宽。这种测量不是测量带宽和放电脉冲强度,而是将静电放电事件探测并记录下来,以便为下步 ESDS 产品不良品出现进行分析。通常记录放

电发生时间、放电发生的工序地点即可,仪器探测半径距离 2m 以内,一般放置在易出现 ESD 的工位。发生放电时间、地点等数据通过有线数据传输线输入到计算机终端处理。

6) 可移动式运转车、座椅、货架等自动检验及报警系统

需要提出这种检验通常是对带防静电脚轮的运转车、座椅、货架等检验。对于固定无脚轮的防静电装备(工作台等)检验基本还是采用传统人工随机检验方法。这种测试设备是由自动控制测试终端和装备自动传输带(或人工)组成(见图3),用于数量很多的防静电装备检测。测试时装备进入自动传输带的测试平台(该测试传输带接地),自动控制器的测试电极自动放置到装备(运转车、货架等)的工作表面上测试出工作表面对地电阻(或等电位连接电阻等)。测试数据

通过传输线输入终端。测试值设定在 $1. \times 10^5 \Omega$ — $5.0 \times 10^8 \Omega$ 范围之内(标准规定小于 $1.0 \times 10^9 \Omega$),超

过这个范围自动报警并记录。

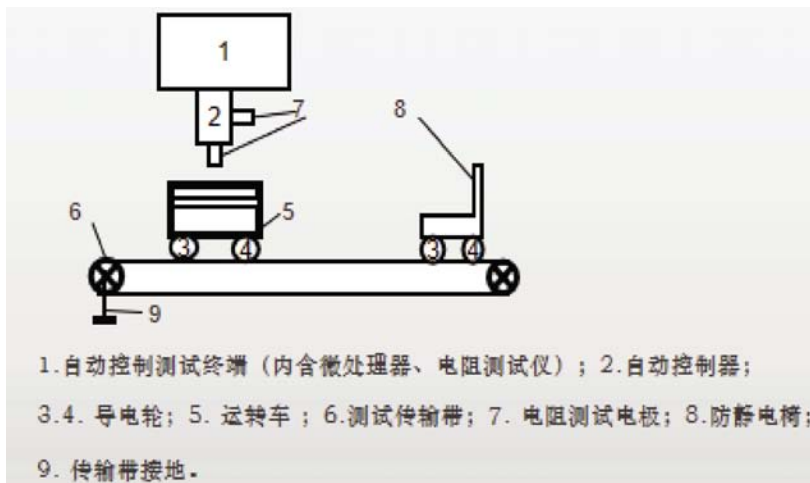


图3 防静电运转车、座椅 AI 测试系统示意图

7) EPA 环境温、湿度(洁净度)测量与湿度 / 温度(洁净度)自动控制系统

在 EPA 内不同位置(根据实际情况和需要确定)设置湿度、温度测试传感器及自动测试系统,随时监测 EPA 内环境温、湿度并根据程序设定范围由自动控制系统控制 EPA 内的温、湿度并将数据传送到计算机终端系统,以保证生产顺利进行。如果 EPA 内对环境空气洁净度有严格控制,则可根据实际要求,在 EPA 内设置若干空气粒子计数测量仪(与计算机终端联网),用以测试 EPA 内空气洁净度,并通过自动控制系统来控制 EPA 内新风和空气净化系统,使 EPA 内洁净度始终维持在有关标准或规范规定的范围内。

8) 静电电压(电场)自动测量与 AI 离子化静电消除器系统

有些工序过程会产生静电且电位值较高,像液晶显示器薄膜剥离工序,液晶显示屏表面静电电压可达 10000V 以上。另外有些利用绝缘夹具操作 ESDS 产品的工艺过程或用毛刷清扫 ESDS 产品表面时,都有可能产生 500V 至 4000V 左右的静电,这些都会对 ESDS 产品产生不良影响或是损害。此时利用静电测量仪监测工序产生的静电,并能通过联动控制离子化静电消除器来消除工艺过程产生的静电就非常重要。

在这些工序开展精度较高的静电测量并防止其它因素的干扰和妨碍是关键因素。通常静电测量传感器的放置位置应不能妨碍工序操作,另外其测量灵敏度不能很低。一般根据静电防护需求,其距被测工作面 40cm—70cm 左右距离能探测绝对值 5 V 至 35V 左右的静电,测量范围上限应达到 4000V 或以上。这对静电测试仪是非常高的要求。对于 AI 离子化静电消除器自动控制设限,可根据不同企业静电防护要求来确定。一般离子化静电消除器工作设限要根据 ESDS 产品的静电敏感度来确定。一般消除器开机后应能在较短时间内,将工作位置产生的静电电压降低到低于工作位置 ESDS 产品的敏感度,消除器的残余电压也应低于 ESDS 产品敏感电压。同时消除器自动控制装置应根据静电检测值,自动调节风量、离子化强度等。

在实际工作中上述系统有两种形式:

a) 固定工位静电监测和 AI 离子化静电消除器系统(见图 4);

b) 对不同工位静电随机监测与 AI 消除器系统(自动驱动控制消除器行进在不同工位开展工作(见图 5)。后一种形式的构建较前一种难度要大的多。据有关文章报道,上海安平静电科技有限公司已经研发出 AI 离子化静电消除系统。表一列出了一些常见可采用 AI 离子化静电消除器系统的工序。

表一 可以使用 AI 离子化静电消除器的工序

(包括无气源消除器)

适用工序	某些特殊工序 SDS 产品操作	液晶显示器塑料膜剥离	毛刷清扫 ESDS 产品	高绝缘液体清洗 ESDS 产品	ESDS 产品测试	极敏感 ESDS 产品操作工位
离子化静电消除器类型	离子化静电消除风蛇、风咀	风幕式离子化静电消除器	台式离子化静电消除器	台式离子化静电消除器	台式离子化静电消除器	棒形吊挂式离子化静电消除器

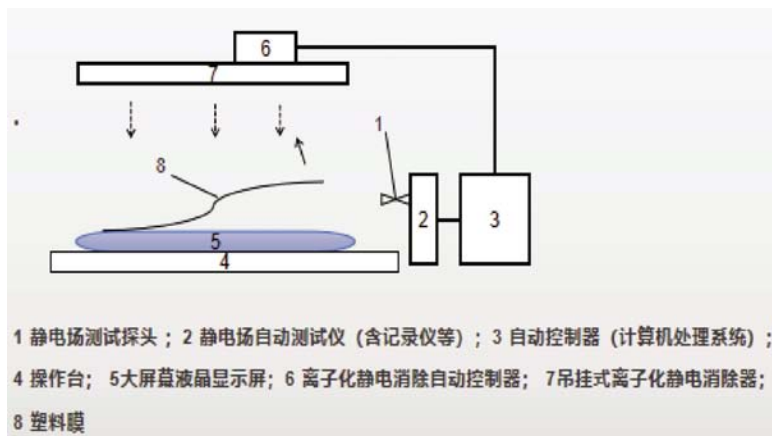


图4 液晶显示屏塑料薄膜剥离静电消除监控系统示意图

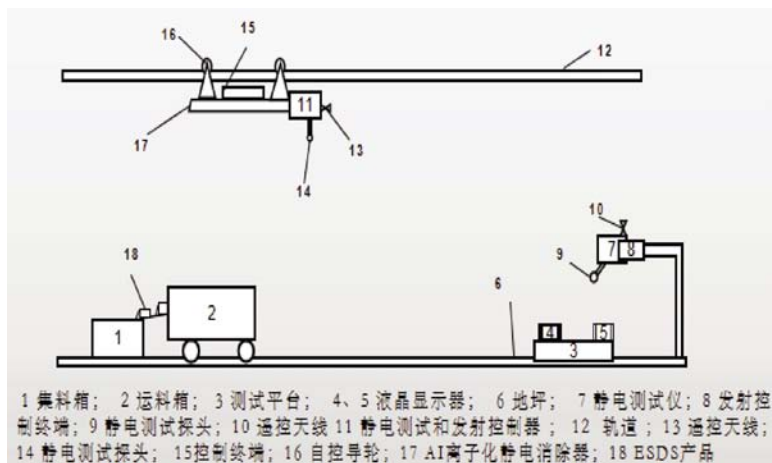
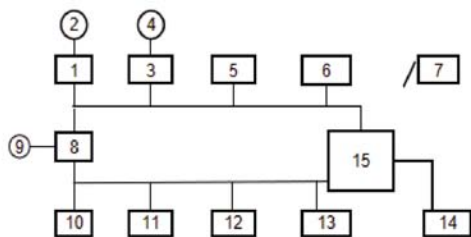


图5 自动驱动控制 AI 离子化静电消除器系统



1 人/鞋(袜、鞋套)检测; 2 门禁自动控制器; 3 EPA温/湿度/洁净度检测; 4 EPA温/湿度/洁净度自动控制器; 5 腕带系统检测; 6 运转车/货架/存放柜检测(带接地轮); 7 地坪监测; 8 静电场检测; 9 离子化静电消除器自动控制器; 10 接地工作服检测; 11 手套/手套检测; 12 防静电接地连接检测; 13 工作台监测; 14 重要工位静电放电监测; 15 计算机控制终端

图6 EPA 内 AI 检测控制系统示意图

9) 工作服 / 接地系统的 AI 测量系统

该系统仅适用于接地的防静电工作服的自动测量。目前我国一般企业所用防静电工作服都没有采用接地方式(少部分企业除外),但在 IEC、ANSI/ESD 标准都已有工作服接地的相关要求。这种测试系统主要是 AI 测试工作服的接地电阻值。接地的防静电工

作服通常采用均质防静电面料,利用静电耗散与泄漏原理起到抑制静电作用,其防护效果优于我国目前广为使用的导电网格布料的防静电工作服(这类工作服主要是利用摩擦产生电晕放电等原理来消除静电)。这个系统可用于每位操作职工的在线测量和监控,测试系统与计算机系统联网。

10) EPA 内防静电接地系统的 AI 测量系统

此系统主要用于对防静电接地线连接状况进行测试,以判定接地线的连接是否良好。一般防静电接地桩(网)对大地的电阻,每年监测一次或二次即可。由于测试频度不高和很多企业是将防静电接地和安全保护接地共用接地极,因此在线测量防静电接地电阻意义不大,只有单独设置的防静电接地(现在极少采用)才有意义。

在 EPA 内有各种工艺线,可以有很多形式的 AI 测试系统,这里就不一一介绍。图6为 EPA 内 AI 监测系统方框示意图。

三、EPA 内防静电质量体系 AI 管理

企业的防静电管理和防静电质量管理体系建立,对于提高产品质量和可靠性非常重要,目前我国很多企业重效益轻管理的局面依然没有改变,导致产品质量提升不上去。由于防静电质量体系建立与管理牵扯到方方面面,仅靠传统的管理模式很难取得好效果,因此引入

AI 及大数据管理模式,改变“少、慢、差、费”的状况,提升产品质量将提供一条便捷渠道。

对于 EPA 防静电质量体系的 AI 管理主要有以下方面构成:

(1) 各级员工培训与考核

将员工防静电职业教育和考核实行 AI 及大数据管理,可以随时通过计算机终端(其与 AI 防静电检验系统联网)查询员工受教育和考核情况,了解职工整体受教育水平,根据考核成绩聘用各岗位员工。

(2) 实时监测各环节的防静电用品(装备)质量问题

对 EPA 内各类受监控的防静电装备(用品)和环境进行实时监测,了解其随时间、湿度等因素防静电性能变化情况和采购防静电产品质量问题,通过计算机终端数理统计和正态分布分析确定和优选采购质量好的防静电装备(用品)。

(3) 有针对性开展 ESDS 产品失效分析,找出失效原因

目前绝大多数企业发生 ESD 或 EOS 损害事件,由于缺少必要监测手段,很难确定是何原因造成的,查不清原因,就采取不了针对性改进措施,使问题长期存在,影响产品质量的提高。如果建立了 AI 防静电检测系统,就可以发现出现问题的具体岗位和出现的静电放电和发生 EOS 事件的工序位置,并能记录时间、地点,以便出现 ESDS 产品损害时及时分析找出损害原因及提出改进措施,提高产品质量。

(4) 对建立的防静电质量管理体系改进提供依据

建立的防静电质量体系每年要进行内审,通过 AI 和大数据管理,可以进行对比、溯源等不断提高和改进防静电质量管理体系,使之更加完善。

(5) 建立 AI 管理,开展大数据管理,提升企业管理水平

一个企业有关防静电管理相关记录、检验报告、计量报告、档案、审查报告、工艺文件、标准化等资料非常多,建立 AI 管理系统可以很方便存储和管理、查询、分析问题原因所在。同时可以从大数据中总结出规律性的问题,为改进企业管理提供基础依据。

(6) 防静电装备(用品)采购的优化

通过大数据和 AI 检验系统,企业可以得知供应商产品信息及产品质量情况,从而实现采购优化,购买优质产品。

作为一家企业建立 AI 管理系统(MIS、PDM),不单是静电防护方面,在其它方面对企业管理提升也将起到重要作用。表二给出了防静电 AI 管理涉及的方方面面因素。

表二 EPA 内 AI 防静电管理的组成

	检验报告	计量报告	工艺文件	标准化	ESD 培训与考核	产品失效分析
EPA 内 AI 防静电管理的组成	防静电质量体系内审与记录	防静电装备(产品)采购	防静电工程管理	防静电制度管理	EPA 环境温度、湿度、洁净度管理	操作规程
	非常规防静电措施管理	EPA 的 AI 检验管理	ESD 监测仪器、设备管理	EPA 接地系统	人员安全管理	环境保护管理
	防静电装备(用品)质量评估	EPA 大数据管理	对外、对内技术交流与攻关	防静电外协管理	外包检验管理	技术、质量报告

四、结束语

当前在我国国内对企业的防静电工作区开展 AI 检验和管理还刚刚起步,很多方面还处于开始和创新阶段,还要经过一段时间摸索和总结才能成熟。本文所述部分内容包括了有些企业部分实践成果,有的还不成熟,还需不断总结和提高,可供读者参考。EPA 的 AI 防静电管理和监测代表了我国电子信息化发展的一个分支组成部分,其对电子信息产品质量提高具有重要意义,也是我国由制造大国向制造强国迈进的必经之路。

有机硅压敏胶及其应用

胡树^{1,2*}

1. 聚纶材料科技(深圳)有限公司 研究开发部, 深圳 518052

2. 深圳市新纶科技股份有限公司新材料研究院, 深圳 518054

【摘要】介绍了压敏胶的类型和特点,以及有机硅压敏胶的组成。概述了有机硅压敏胶的种类和研究现状,并介绍了有机硅压敏胶的主要应用领域。最后,对有机硅压敏胶的发展趋势进行了简单展望。

【关键字】压敏胶;有机硅;消费电子;溶剂

Silicone pressure sensitive adhesive and application

HuShu

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

2. Institute of new materials, Shenzhen Selen Science & Technology Co., Ltd., Shenzhen, 518054, China)

【Abstract】 The types and characteristics of pressure sensitive adhesive and the composition of silicone pressure sensitive adhesive were introduced. The types and research status of silicone pressure sensitive adhesive were summarized, and the main application fields of silicone pressure sensitive adhesive were also introduced. At last, the future development trend of silicone pressure sensitive tapes was simply discussed.

【Keywords】 Pressure sensitive adhesive; Silicone; Consumer electronics; Solvent

压敏胶 (Pressure Sensitive Adhesive, 简称 PSA) 是一种对压力敏感的胶粘剂, 只需施加轻度指压而不需要借助于溶剂、热或其他手段即能与被粘物牢固粘合的一类胶粘剂[1]。它具有“粘之容易, 揭之不难, 剥而不损, 在较长时间内不干涸的特点”。相比于传统的胶粘剂制品, PSA 的使用极大地简化了作业方式, 故而得到迅猛的发展和广泛应用。

压敏胶制品广泛应用于包装、汽车、电器电子、建筑材料、航空航天、医疗卫生和家庭生活用品等众多领域, 起到捆扎、保护、密封、绝缘、识别和固定等各种粘接作用, 而且其需求量和应用范围都在不断增加和扩大, 并呈不断上升趋势。据统计, 高性能 PSA 的最大应用领域是电子产品制造行业, 而且已经发展为当下电子产品行业必不可少的辅材之一[2-3]。

一、压敏胶的类型及特点

按照胶层的基材类型, 压敏胶可分为聚氨酯 (PU), 丙烯酸 (Acrylic) 以及有机硅 (Silicone) 类, 其理化特性大不相同。有机硅压敏胶凭借其在耐高低温、耐候、排气、透光性上的优势, 成为电子产品应用中的宠儿[4]。

表 1

性能	聚氨酯 (PU)	有机硅 (Silicone)	丙烯酸酯 (Acrylic)
排气性	良好	优异	较差
耐候性	良好	优异	一般
耐高温性	150℃	200-250℃	150℃
耐低温性	-40℃	-50℃	0℃
透光率	较高	较高	较差
价格	高	高	中等

相比较其他材质的压敏胶, 有机硅压敏胶 (Silicone Pressure Sensitive Adhesive, 简称 SPSA) 具

有一些特有的性能^[5-6]。

(1) 具有良好的化学惰性、突出的防水性和良好的绝缘性。

(2) 在高温火焰作用下有机硅研究迅速挥发掉碳化物,残留的硅化物与基材紧密接合形成类似“陶瓷保护层”,可以有效地保护基材,使其具有一定的耐火、阻燃性。

(3) 对高能和低能表面材料具有良好的粘附性,因此它对未处理的难粘附材料,如聚酰亚胺、聚四氟乙烯、聚碳酸酯等都有较好的粘结性能。

(4) 具有突出的耐高低温性,可在 $-73^{\circ}\text{C} \sim 296^{\circ}\text{C}$ 之间长期使用,且在高温和低温下仍然保持其粘接强度和柔韧性。

二、有机硅压敏胶的组成

有机硅压敏胶一般是由硅橡胶生胶、硅树脂、催化剂、交联剂、填料、有机溶剂和其他添加剂组成。其中硅橡胶是有机硅压敏胶的基本组分,硅树脂为增粘剂,起调节有机硅压敏胶物理性质的作用,二者的比例直接决定了SPSA的性能,硅树脂的含量过高,压敏胶在室温下是干涸的,通过升温、加压才能变粘,而硅橡胶含量高时,压敏胶在室温下粘性特别好^[7-8]。

2.1 有机硅橡胶^[9]

硅橡胶是聚合度为几千到几万的主链由硅原子、氧原子交替排列构成的线型聚硅氧烷。制备压敏胶所用的硅橡胶,在室温下一般是无色透明的极黏稠液体或半固体,相对分子质量为15万~50万,本体黏度约为 $10^4 \sim 10^5 \text{Pa}\cdot\text{s}$,玻璃化温度(T_g)约为 -120°C 。其典型结构式如图1中1-a、1-b所示,其中R为甲基(Me)、苯基(Ph)和乙烯基(Vi)等基团,常见的是甲基硅橡胶、甲基乙烯基硅橡胶和苯基硅橡胶。硅橡胶的主要作用是赋予压敏胶必要的内聚力。因此,硅橡胶的分子量越小,压敏胶的内聚力就越差,剥离力也低,但分子量过大又会使压敏胶的黏度太大而难以涂布,还会损失胶的初粘性。

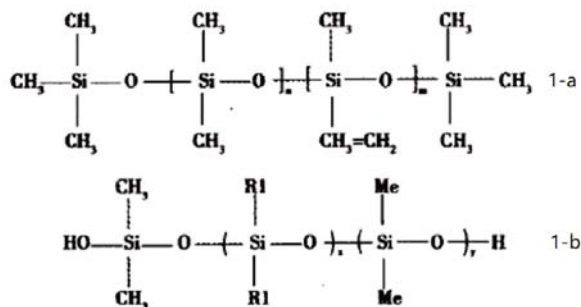


图1 有机硅橡胶分子结构

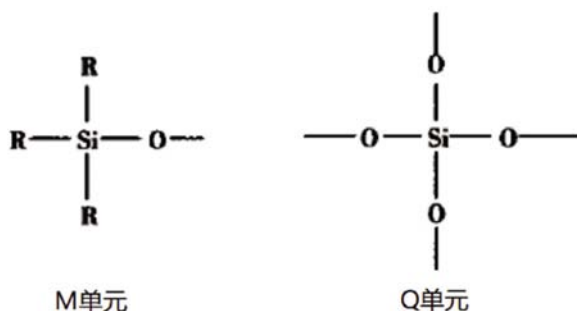


图2 MQ 硅树脂单元结构

2.2 有机硅树脂^[10-11]

有机硅树脂是一种由硅氧链节组成的高分子聚合物,其中作为压敏胶最常用的是MQ硅树脂。MQ硅树脂具有复杂的三维球型结构和两种不同的链节,其中M单元(有机链节)可提高与硅橡胶的相容性并起到增粘作用,Q单元(无机链节)对硅橡胶具有补强作用,可以提高压敏胶的内聚强度。MQ硅树脂分子式可以表示为 $[\text{M} \cdot x\text{Q}]_m$,其中x是M/Q摩尔比。大小为0.6~1.2,m为重复单元数目。随着分子量的不同,MQ硅树脂状态也呈现出从黏性流体到粉末状固体的变化, T_g 在 $270^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}$ 之间,M单元和Q单元的结构式如图2所示,其中R为H、Me、Ph、Vi等基团。

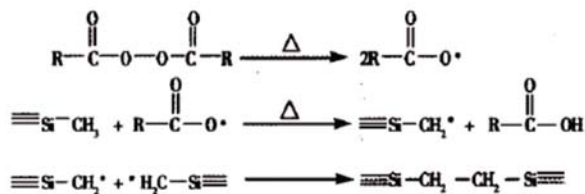


图3 有机硅过氧化物交联反应

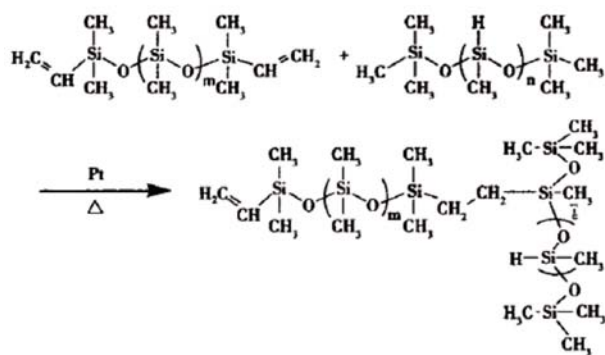


图4 机硅加成交联反应

2.3 交联剂^[12-16]

工业上使用的有机硅压敏胶,在去除溶剂后即可表现出良好的压敏行为。为了改变压敏胶的高温持粘性以及耐热老化性,需要将胶黏剂网络进一步进行交联。对于有机硅压敏胶而言,目前有效的交联固化途径包括过氧化物引发的自由基交联、铂催化的硅氢加成交联和紫外光(UV)辐射交联。

过氧化物引发最常用的交联剂是过氧化苯甲酰和过氧化 2,4-二氯苯甲酰,交联机理如图 3 所示。通过改变交联剂用量来控制有机硅压敏胶的性能是过氧化物引发最显著优点,交联固化后的胶黏剂网络更加完善,从而改善了内聚强度和高温搭接剪切强度。但内聚强度的提高也会使剥离强度和粘接强度略有下降。生产这种类型的压敏胶需要解决挥发性溶剂的处理、过氧化物分解产生副产物以及需要高温交联等问题。

近年来,有大量文献报道了关于加成交联型有机硅压敏胶配方设计的问题。加成交联的实质是在铂催化作用下,硅氢官能团($\text{Si}-\text{H}$)和硅乙烯基官能团($\text{Si}-\text{Vi}$)之间发生反应,最终形成硅橡胶、硅树脂和添加剂的交联网络,如图 4 所示。加成交联型有机硅压敏胶所用硅橡胶的分子量要比传统溶剂型压敏胶的小很多。而且交联反应在相对较低的温度下($100^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$)即可完成,无副产物产生。在热稳定性方面,加成型要比过氧化物引发型压敏胶差。为了克服这方面的不足,大家尝试用过氧-加成双重交联机理或者添加抗氧化剂来改善加成型有机硅压敏胶的耐高温

性能。

辐射交联型有机硅压敏胶是一类高效、低耗、无污染的压敏胶。由于体系中含或只含少量溶剂,因此辐射交联型压敏胶能够避免高温烘干工序,这也就拓宽了一些热敏感基材的适用范围。Mazurek 等发明了一种辐射交联型有机硅压敏胶的制备方法,主要组分有乙烯基硅橡胶、可与乙烯基共聚合的单官能团烯类单体和增黏剂 MQ 硅树脂,以及 0.05%~2%的多官能团烯类单体交联剂、0.1%~5%的光引发剂和少量填充剂。R.Greenberg 等根据加热-紫外光双固化机理,制备了一种兼具 UV 和高温双固化交联产品特性的有机硅压敏胶。通过对产物结构的红外光谱分析,发现聚硅氧烷高分子的光引发交联主要是由硅烷基 $\text{R}_3\text{Si}-$ 引发烯类单体聚合,同时伴随着接枝或嵌段反应。

三、有机硅压敏胶的种类和研究现状

3.1 溶剂型有机硅压敏胶^[17-23]

目前,市售的有机硅压敏胶都需要进行底涂处理,否则压敏胶在使用过程中容易从基材上脱落,附着力差,严重影响使用。使用底涂剂增加涂膜工序,增加成本;底涂剂固含量低、溶剂含量高,施工时散热不好,生产线易发生着火爆炸等事故等不足。而溶剂型有机硅压敏胶初粘性佳,无需底涂。溶剂型有机硅压敏胶发展得比较完善,能满足众多实际需求,性能优异,所用溶剂为甲苯、二甲苯和石油醚。

早期,美国道康宁公司选用高沸点的溶剂和增塑剂合成的有机硅压敏胶具有很好的初粘性和剥离强度,不需要分离硅醇缩合催化剂。该有机硅压敏胶可应用于制备标签、胶带、商标等。尽管溶剂型有机硅压敏胶的性能优良,但因其固含量低,需要使用大量溶剂,耗费大量原料和能源并造成环境污染,这限制了它的进一步发展。

中蓝晨光化工研究院使用塑性值为 1.45 的端羟基聚二甲基硅氧烷生胶, M/Q 摩尔比 0.73、羟基质量分数 3% 的 MQ 硅树脂,以甲苯和二甲苯为溶剂调节体系固含量至 56.5%,配置成硅橡胶生胶与 MQ

硅树脂质量比约 40:60 的有机硅压敏胶。以 PET 膜为基材、硫化后贴合在不锈钢板上,室温测定的剥离力为 2.5N/cm,探针粘性达到 6.7N/cm²。

李国荣等发明了一种高固含量耐高温有机硅压敏胶,按照有机硅橡胶 25~40% wt、MQ 树脂 25~40wt%、催化剂 0.05~5%wt、溶剂 30~40%wt 的配比。该胶可耐高温达 250℃~280℃,固含量可以达到 65~70%wt,与目前市场上的硅醇缩合型耐高温有机硅压敏胶体系(固含量为 40~50%wt)相比,显著降低了 VOC 值,具有更优越的环保性能。

李海银等以正硅酸乙酯和六甲基二硅氧烷为原料制得 MQ 硅树脂,MQ 硅树脂再与 107 硅橡胶进行缩合反应,制备了 107-MQ;再加入过氧化苯甲酰(BPO)及辅料配成有机硅压敏胶。考察了 MQ 硅树脂与 107 硅橡胶的质量比、BPO 用量、外加辅料对压敏胶性能的影响。较佳工艺为 MQ 与 107 硅橡胶的质量比为 0.75:1~1.75:1、BPO 用量 2 份、丙烯酸羟乙酯用量 0.5 份(MQ 与 107 硅橡胶总用量 100 份),此时有机硅压敏胶液稳定,可长时间放置,初粘 32# 钢球,剥离强度 12 N/25mm。

2016 年,道康宁公司推出溶剂型体系的有机硅压敏胶 MG-2502 和 MG-2402。拥有优异的强度并适用于长时间使用的医疗设备,不会敏化或刺激皮肤。对水蒸气和气体的渗透性高,适合于在需要牢固地粘附在皮肤上的医疗设备应用,包括监控设备、外部假肢设备、造口术器具、假发和外科敷料。并已通过用于皮肤敏感、皮肤刺激和细胞毒性的生物相容性测试、获得美国食品和药物管理局批准。

2020 年 9 月,瓦克化学公司在上海国际胶带与薄膜展(APFE)推出 DEHESIVE PSA 84 X 系列溶剂型有机硅压敏胶。此系列包含 3 款分别为低、中、高粘着力的产品,通过互相搭配可实现应用所需的黏着力范围。在压敏胶的使用中,往往需要混合两种不同黏着力的产品来达到应用所需的特定黏着力范围。如果仅依靠低粘和高粘产品,黏着力的调节难以精确控制且效率较低。瓦克化学公司全新推出的 DEHE-

SIVE PSA 84X 系列溶剂型有机硅压敏胶包含低、中、高不同粘着力范围的产品,相同的固含量及接近的黏度使其易于混合,配方调节更加便捷高效。此系列压敏胶具有涂布外观良好,可低温固化及浴槽寿命长等特点。

3.2 无溶剂型及高固含量型有机硅压敏胶^[17-23]

近年来,为了适应环保要求,减少对空气有污染的挥发性有机化合物(VOC)的使用和排放,无溶剂型和高固含量型有机硅压敏胶的需要和应用逐渐发展起来。高固含量体系的显著优势在于只需少量或无需溶剂稀释,调配方便,并且对生产设备要求简单,也可在传统的低固含量胶粘剂涂布机上得到很好的涂布和固化,处理和存储方便。

Medford 研制了一种具有较高的初粘性和粘接强度,溶剂含量为 5%~10%的加成型有机硅压敏胶。其组成为 30~50 份黏度 $5 \times 10^2 \sim 1 \times 10^4 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ (25℃)的端乙烯基聚硅氧烷,50~70 份 MQ 树脂(或加有少量 MHQ 树脂),低黏度的含氢聚二甲基硅氧烷和铂催化剂。欧洲专利报道了多组分的高固含量(95%)有机硅压敏胶,其中 MQ 含有 1%~4%的 Si-H 基,并且选用了多官能团的有机硅氧烷如 1,3,5,7-四乙烯基-四甲基-环四硅氧烷作为交联剂。

Wengrovius 提出了一种可加热固化无溶剂的有机硅压敏胶,包括线性乙烯基硅氧烷液体,粒径为 0.1~200nm 喷涂干燥法制备的 MQ 硅树脂粉末,含 0.8%~2%Si-H 基团的直链二甲基硅氧烷以及 5~200ppm 的铂金催化剂。结果表明:当 MQ 硅树脂用量为全部固体质量的 60%,Si-H/Si-Vi 为 1~1.2 时,探针粘性达到 7N/cm²。

李坚辉等发现随着交联时间的延长,压敏胶的综合性能逐渐提高;当交联时间过短时,压敏胶交联程度不够,使得压敏胶内聚强度不高,表现在持黏力较低,剥离时呈内聚破坏;当交联时间为 10min 左右时,所得压敏胶带 180° 剥离强度达到最大值。随着交联时间的继续延长,压敏胶交联程度过大,使得胶

带的综合性能下降。

3.3 热熔型有机硅压敏胶^[24-31]

热熔型有机硅 (HMPSA) 主要由硅树脂、液体硅橡胶以及两者的缩聚物组成, 另外含有质量份 1%~15% 的添加剂。有机硅的基本结构单元是硅-氧链, 硅原子可以与各种有机基团相连组成侧链, 赋予 HMPSA 优良的耐高低温特性、耐老化性能、电性能、耐水性能和透气性能以及较低的 T_g , 使其在电子电器、汽车、医疗和建筑等行业得到广泛应用。但其具有粘接性不高、强度较低等缺点, 通过改性可以改善这些缺点。常用的改性方法有对基体聚合物的结构进行改性、合成和选用新的黏附促进剂以及添加各种助剂等。

Lower 等总结了多种可以制备热熔型、可湿气固化有机硅压敏胶的化学方法。其制备过程主要包括去除溶剂和引入带有可水解的 Si-X 官能团两个步骤, 其中 X 为烷氧基、乙酰氧基或肟基。这种热熔型压敏胶以胶带形式使用之前, 需要密封干燥保存, 以免发生后固化反应。美国道康宁公司采用三甲氯硅烷、含有羟基的有机聚硅氧烷、液体端羟基聚二甲基硅氧烷以及环氧聚醚制备了热熔型有机硅压敏胶。该胶具有较好的粘接强度和药物传输性, 可用于医学绷带及感应监控器。

李红强等以 80% $\text{HOCH}_2(\text{SiCH}_3\text{CH}_2)$ 硅烷、3% $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_3(\text{OCH}_3)$ 以及 17% 的硬脂酰胺配成热熔型有机硅压敏胶, 应用于固定电子器件到基材。通过焊接导线制造电子器件, 经 150℃ 处理短时间粘合, 压敏胶在 121℃ 环境中耐温 > 300h。

肖颖等先以 4,4'-二苯基甲烷二异氰酸酯、聚酯多元醇合成聚氨酯预聚体, 通过 3-氨基丙基三乙氧基硅烷封端后, 与硅氧烷共水解缩聚制得聚氨酯改性的有机硅树脂。研究发现, 当聚氨酯质量分数为 10% 时, 聚氨酯改性的有机硅树脂耐化学性能、附着力以及抗冲击性能相对最佳。

刘佳等采用溶胶凝胶法制备了环氧改性有机硅树脂固化物。发现当 R:Si=1.6 时, 固化物具有较高

的透光率, 较好的热稳定性, 可调的硬度, 对基材有良好的粘接力。

3.4 乳液型有机硅压敏胶^[32-36]

在有机硅压敏胶乳液制备过程中需要加入有机表面活性剂, 这会对压敏胶的性能带来许多的不良影响, 因此单纯的乳液型有机硅压敏胶文献资料较少。

Yamamoto 等研究表明加成固化型有机硅压敏胶乳液可以涂敷在 PET 编织网上, 加工成压敏胶带, 当粘贴在不锈钢板上时, 呈现出较好的剥离强度且无残留。

Kenneth Lin 首先利用低挥发性油、增黏剂和乳化剂混合形成了熔融态连续的油相, 然后将粒径分布很宽的乳液聚合物粒子混合到油相中, 多分散的聚合物粒子在油相中可以提高堆积密度, 最终制备出一种固含量超过 60% 且可进行涂抹操作的水性压敏胶乳液。

同济大学发明了一种乳液型有机硅压敏胶及其制备方法。由硅橡胶乳液、MQ 硅树脂乳液、交联剂和有机锡催化剂组成。其中, MQ 硅树脂通过作为 M 基团的六甲基二硅氧烷与作为 Q 基团的正硅酸乙酯或水玻璃进行水解缩合而成。交联剂是具有三个活性官能团的有机硅氧烷。该方法合成的有机硅氧烷乳液在水分蒸发后固化形成具有良好初粘性和内聚强度的压敏胶弹性体膜。

姚虎等发明了一种水性有机硅压敏胶及制备方法, 通过在制备的水性有机硅压敏胶中引入聚醚改性 MQ 树脂, 不仅能增强水性有机硅压敏胶的亲水性和对基材的附着力, 而且对乳化工艺的控制起促进作用, 使水性有机硅压敏胶达到粒径小, 稳定性好的乳液, 保留了原有油性有机硅压敏胶的大部分性能。

四、有机硅压敏胶的主要应用领域

4.1 工业领域的应用^[36-38]

有机硅压敏胶因具有较好的耐高低温、耐化学和低介电性能, 能够粘接低表面能表面, 这使得有机硅压敏胶胶带以拼接带、电工胶带、等离子喷涂带、机械加工带等形式广泛应用于工业生产中。很多基材的表

面比较难粘接,如聚酯(PET)、聚酰亚胺(PI)和聚四氟乙烯(PTFE)等,在施胶前需要通过化学、电化学或者等离子等方法对基材表面进行处理或者在基材表面涂覆一层底涂剂,使得有机硅压敏胶与基材粘接更加牢固。Kumda 使用硅氧烷类底涂剂开展了相关研究。Kerr 研究发现苯基底涂剂对苯基硅氧烷基压敏胶有显著的助粘效果。Ko 研制了一种高剥离强度,但初粘力很小的有机硅压敏胶,这种压敏胶可以在粘接表面预定位,然后达到完全粘接。

4.2 消费电子领域的应用^[39-42]

压敏胶带在电子产品中的应用主要包括以下几个方面:集束固定、包装封箱、掩蔽、双面胶带、标识、表面保护、绝缘及特殊用途(电磁屏蔽等)。近年来,随着电子科技的不断发展和完善,备受关注的柔性显示、人工智能等的出现将重新定义电子产品。这些变化都将给电子产品在制作过程中所需的压敏胶带来更多和更高的要求。

有机硅压敏胶及其胶带,在电子领域一般应用于印刷电路板(PCB)生产和组装过程中。这要求压敏胶不仅能够承受高温(短时 200℃ 以上)、粘接潮湿的低表面能界面,具有较低的介电性能。PCB 板的生产从含铅焊料向无铅焊料的转变,对压敏胶带耐温性提出了更高要求,Aoki 研究有机硅压敏胶配方中填料的影响,所制备的压敏胶在固化后不仅能够承受较高的温度,而且去除时无残留。有机硅压敏胶也大量应用于电子元件的保护涂层,这些保护涂层由多层结构组成,每一层分别赋予保护涂层独特的性能。Satake 等人概括了这些保护涂层的高温应用。此外,Aoki Ⅲo 研制出了应用于阴极射线管(CRT)显示器和光学显示器的保护涂层配方。

我们逐渐迈入一个万物互联的时代,5G、人工智能、虚拟现实和大数据等概念随着科技的进步进入到大众的视线,带动了新一轮的消费电子产品的升级与普及。5G 技术的推动,让已进入存量替换的全球智能手机再次出现快速增长,其中中国地区的出货量占了大部分份额。无线充电领域,随着苹果加入 WPC 联盟

重新成为热门话题,预计 2024 年市场规模将超过 100 亿美元。TV 面板的尺寸以每年约 1 寸的比例增长,带动 LCD 屏未来 3 年的需求增速维持在 5-8%,OLED 柔性屏因其更符合可穿戴设备的要求及市场的快速增长也变得炙手可热。面板行业,虽已全面进入国产化时代,但其中光学显示材料的本土化需求依旧非常强劲。电子设备的制程大多较为精细,多步骤的工艺,高复杂程度的零部件催生了许多配套产业,而有机硅压敏胶材料在不同领域都起着举足轻重的作用。

有机硅压敏胶是一种通过缓慢和适当的外力作用,产生黏性流动,实现与被贴物表面的紧密接触,产生分子间作用力,实现界面粘接的胶粘材料。在无线充电领域,压敏胶带帮助粘结,固定和保护接收端和发射端的模组,使其发挥能效。在显示领域,光学压敏胶在屏幕内部用于各类光学材料的粘结,使其在高温高湿条件下依旧保持光学的透明性,保证成像的清晰度。对各种“娇贵”的电子零部件(如屏幕及其零部件)在制成工艺和出货过程中进行保护,防止其因运输过程中可能产生的刮擦磕碰而受到损伤。有机硅压敏胶广泛用于制备各种电子行业保护膜,为精密部件的运输,制造及使用提供全方位的保护。

4.3 医疗领域的应用^[44-47]

长期以来,有机硅压敏胶就在医疗方面有所应用,从伤口护理到生物医学设备再到药物。都要求压敏胶具有生物惰性、低毒、透气性的特点。Gantner 利用羟基硅树脂设计了用于医疗器械的有机硅压敏胶配方。该压敏胶不需要底涂,也不需处理基材表面就可以获得很好的粘接强度。zhou 制备了一种用于医疗的有机硅压敏胶,其特点是:聚硅氧烷-聚脲共聚物提供压敏胶必要的内聚力,增黏树脂用量大约为总重的 60%,所用稀释剂分子量小于 50000 g/mol,压敏胶 25℃ 下的储能模量小于 1×10^5 Pa。

有机硅压敏胶已用于透皮给药治疗较长时间,它们能够增加药物和化妆品活性成分的释放率。有机硅压敏胶为亲脂性药物提供优良的溶解性和渗透性。已

经证明有机硅聚醚可以有效地促进有机硅压敏胶与粉末亲水性药物的相容性。Murphy 通过在有机硅压敏胶和硅凝胶中加入止汗药物制备出一种新型外科敷料。这样,药物就会阻止皮肤出汗,从而保证压敏胶与皮肤维持较好的粘接强度。

五、有机硅压敏胶的发展趋势

随着柔性技术和人工智能技术的发展,电子产品占的比重越来越大。而有机硅压敏胶作为一种独特的胶粘剂,逐步深入电子产业,这就要求有机硅压敏胶要进一步完善其自身的性能,不再是拥有单一的特性,而是要求有导电或电磁屏蔽、导热、不残胶、环保等多种特性和更高要求。

随着日趋激烈的行业竞争,保护膜生产商在保证粘性及可靠性的前提下,希望通过降低涂胶厚度(量)来有效管控成本。另一方面,压敏胶需要更多应用在难粘材料上的表面,例如防指纹屏。(防指纹技术是将一种表面张力极低的含氟涂料涂布在玻璃盖板,使其具有疏水疏油、抗刮伤、抗指纹、触感爽滑等特点)。这些都对压敏胶的性能提出了更高的要求。

有机硅压敏胶作为一类性能优异的粘合剂,有广阔的应用领域。随着有机硅工业的迅速发展和不断的技术革新逐步得到解决,有机硅压敏胶将朝着环保、节能、功能化的方向发展。

参考文献

参考文献

- [1] 张爱清. 压敏胶粘剂[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 1.
- [2] 何敏, 张秋禹, 李延锋, 等. 压敏胶(带)的可剥离性能的研究进展[J]. 中国胶粘剂, 008.01, 17(1): 41—49.
- [3] 杨玉昆, 吕凤亭. 压敏胶制品技术手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 3.
- [4] 李再芳. 纳米材料改性有机硅压敏胶及其复合材料研制[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2013.
- [5] 王冠辉. 有机硅压敏胶的改性与应用研究[D]. 哈尔滨理工大学, 2011.
- [6] Mahesh Sambasivam, Joesph C. Salamone. Pressure Sensitive Adhesives with Amphiphilic Copolymers: US,

20120109036 A[P]. 2012.

- [7] 罗运军, 桂红星. 有机硅树脂及其应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 198, 200.
- [8] 李颖. 纳米 SiO₂/MMT 改性有机硅压敏胶性能研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2013.
- [9] 张绪刚, 刘彩召, 张斌. 有机硅压敏胶的研究进展[J]. 黑龙江科学, 2012, (10): 30—35.
- [10] 孟宪林, 王维胜. 高鼻羚羊在中国的利用和保护[J]. 野生动物, 1999, 20(5): 2—5.
- [11] 汪松. 中国濒危动物红皮书[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 363—366.
- [12] B.E. Aufderheide, P. D. Frank. Adhesive Material For touch screens: WO, 0205201 A1[P]. 2002.
- [13] Grisworld R M. Curable silicone pressure adhesive coating compositions[J]. 2005.
- [14] Aoki S, Yamamoto A. Silicone composition and a pressure sensitive adhesive film having a pressure sensitive adhesive layer made from the composition: , 2006.
- [15] Aoki S. Silicone-based pressure-sensitive adhesive composition[J]. 2002.
- [16] Masayuki T, Tateda S, Kimura T I, et al. Heat conductive adhesive film and manufacturing method thereof and electronic component[J]. 2003.
- [17] 黄文润. 加成性液体硅橡胶的底涂剂及增塑剂[J]. 有机硅材料, 2005, 19(4): 39—45.
- [18] Cifuentes, Martin Eric, William Neal. Silicone Pressure Sensitive Adhesive Compositions, US: 5776614[P]. 1998.
- [19] 黄文润. 有机硅压敏胶(二)[J]. 有机硅材料, 2008, 22(4): 246—251.
- [20] 李国荣, 王洪, 张刚. 新型耐高温有机硅压敏胶: 中国, CN2011100046001[P]. 2011—07—20.
- [21] 李海银, 吴伟卿, 唐敏峰, 等. 溶剂型有机硅压敏胶的制备及性能研究[J]. 有机硅材料, 2013, (6): 405—408.
- [22] 钱伯章. 道康宁推出有机硅压敏胶粘剂[J]. 有机硅材料, 2016, (2): 132.
- [23] 郑宁来. Wacker 化学公司推出全新系列有机硅压敏胶[J]. 合成橡胶工业, 2020, 43(6): 462.
- [24] Medford G F, Johnson D S. Addition cured silicone

- pressure sensitive adhesive: US, 4988779[P]. 1991.
- [25] Hayward W J ,Brydon B T ,Martin M P .Solventless silicone composition: EP, 19940301423 [P]. 2003.
- [26] 李坚辉,张绪刚,薛刚,等.有机硅压敏胶的性能及影响因素[J].化学与黏合, 2014, 36(5): 327-329.
- [27] Ulman K L ,Sweet R P ,Durfee L D .Hot-melt silicone pressure sensitive adhesive with siloxylated polyether waxes as additives: EP 1997.
- [28] LD Lower, LA Jones. Silicone valley [J]. Adhesives age , 2002, (45): 26-33.
- [29] 李红强,曾幸荣,吴伟卿. Present Situation of Application and Development of Hot- Melt Pressure Sensitive Adhesives [J]. 化学与黏合, 2006.
- [30] 刘佳,杨雄发,陈琼,等.一种透明环氧改性有机硅树脂的制备与性能 [J] . 高分子材料科学与工程, 2016, 32(1): 164-168.
- [31] 肖颖,贾梦秋.聚氨酯改性有机硅树脂的制备与性能研究[J].北京化工大学学报(自然科学版), 2013, 40(1): 45-49.
- [32] Kosal J .Process for the production of a silicone pres-sure sensitive adhesive emulsion[P]: EP, 1434830, 2009.
- [33] Dhamdhere M ,Evans T A ,Shan Y ,et al. Hair treat-ment compositions which provide hair body and which comprise silicone pressure sensitive adhesives [P]: WO, 2003028677, 2003.
- [34] Lin K .Ultra-high solids emulsion pressure sensitive adhesives and their applications[P]: US, 20110236573, 2014.
- [35] 高群,王国建.乳液型的有机硅压敏胶及其制备方法[P]: CN 200710172185, 2007.
- [35] 姚虎,龚家全,邵玲,等.一种水性有机硅压敏胶及制备方法[P]: CN201911207328, 2020.
- [36] Kuroda Y ,Aoki S ,Ogawa M .Primer composition for silicone pressure-sensitive adhesives[P]. US, 6756127, 2003.
- [37] Kerr lii SR. Primer for phenyl-based silicone pres-sure-sensitive adhesives[P]. US, 6602597, 2003.
- [38] Ko, J H .Silicone adhesives, articles, and methods [P]. US, 6703120, 2000.
- [39] 肖卫东,何培新,张刚升,等. 电子电器用胶黏剂[M]. 北京:化学出版社, 2004.
- [40] 周路茵. 柔性显示:重新定义电子产品[J]. 新经济导刊, 2017, (8): 68-73.
- [41] S Aoki. Silicone pressure sensitive adhesives and pres-sure sensitive adhesive tape[P]. EP, 1295927, 2003.
- [42] Satake M ,Kobayashi S ,Umeda M ,et al. Pres-sure-sensitive adhesive type optical film and image display [P]: WO, 2003065086, 2003.
- [43] 杨华新,牛正发,曹刚,等.电气胶带用有机硅压敏胶的研制[J].塑料助剂, 2020, No. 139(01): 37-42.
- [44] Zhou Z ,Sherman A A ,Dunshee W K ,et al. Silicone pressure sensitive adhesive and articles: US, 7407709, 2008.
- [45] Juan M ,Dixon T A .Compositions and methods for treatment of attention deficit disorder and attention deficit/hyperactivity disorder with methylphenidate[J].
- [46] Murphy K P ,Schalau li G K .Silicone Adhesive For-mulation Containing An Antiperspirant [P]: WO, 2006028612, 2007.
- [47] Gantner DC ,Thomas JP .Silicone skin adhesive gels[P]: WO, 20050726039, 2005.

浅谈国内集成电路产业的发展现状

胡树 1, 2*

1. 聚纶材料科技(深圳)有限公司 研究开发部, 深圳 518052

2. 深圳市新纶科技股份有限公司新材料研究院, 深圳 518054

【摘要】介绍了中国集成电路产业的市场规模和市场结构,概述了中国集成电路的共享经济模式和技术创新的研究,最后对中国集成电路产业的发展趋势进行了展望。

【关键字】集成电路;产业投资基金;共享经济;技术创新

Analysis on the development status of integrated circuit industry in China

HuShu

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

2. Institute of new materials, Shenzhen Selen Science & Technology Co., Ltd., Shenzhen, 518054, China)

【Abstract】The market scale and structure of China's IC industry were introduced. The research on The mode of sharing economy and technological innovation of integrated circuits in China were also introduced. At last, development trend of integrated circuit industry in China were simple discussed.

【Keywords】Integrated circuit ; Industry Investment Fund ; Sharing economy ; Technological innovation

一、中国集成电路产业的市场规模和市场结构

集成电路是现代电子产业和信息社会的基础,是制造和提升传统产业的核心,是国民经济的先导性产业,也是推动战略性新兴产业不断发展的关键。集成电路的应用已经渗透到国民经济和社会的方方面面,不仅影响着国民经济的发展,也是当前国际竞争最激烈以及全球资源流动和配置最彻底的产业^[1]。

美国作为集成电路的发源地,曾长期领先全球集成电路产业蓬勃发展并稳居世界第一。随着产业形态的改变,进入 20 世纪 80 年代后,美国在全世界集成电路产业的领先地位逐渐丧失,并慢慢被日本、韩国超越。

1.1 中国集成电路产业的发展历程^[2-4]

国际竞争和国家安全的双重需要,使集成电路的发展日益迫切。与国外相比,我国集成电路产业起步晚。21 世纪以来,中国逐渐成为集成电路产业国际

竞争中加速赶超的新兴力量。2000 年,国家首次推行相关政策以鼓励集成电路产业发展,中国集成电路产业开始从真正意义上进入起步阶段。经过十余年的技术积累,依托国家政策扶持,集成电路产业整体保持高速增长趋势,部分行业龙头企业实力强劲。2010 年,国务院将信息技术列入扶持的七大战略性新兴产业;2014 年,工信部、科技部等多部门联合制定《国家集成电路产业发展推进纲要》,再次为集成电路产业提供强力的政策支持。2014 年,中国出台《国家集成电路产业发展推进纲要》;2015 年,《中国制造 2025》将新一代信息技术产业列为十大领域之首,集成电路及专用设备是该领域重中之重。

1.2 中国集成电路产业的市场规模^[5-7]

随着人工智能(AI)、智能网联汽车、5G 通讯等新兴技术应用的兴起,围绕产品、资金、技术、人才等全方位的竞争进一步加剧,当前全球和中国的集成电

路产业的发展进入到重大转型和变革期。特别是新基建的大力推进,国内集成电路市场需求规模进一步扩大,产业发展的空间增大。中国集成电路市场不可小觑。从市场规模来看,中国是全球最大的集成电路应用市场,近十年中国集成电路市场规模年均增速达到 10.3%,2019 年中国消费了全球约 50% 的集成电路产品,产业规模增长率更是达到了 21.1%,远高于全球同期的 6.8%。2020 年上半年同比增长 16.1%,依旧体现极强的发展韧劲。从应用来看,产品接近终端市场更有利于推动产用融合,作为全球电子信息制造业的中心,中国的计算机、彩电、手机和汽车产量分别占全球总产量的 90%、70%、90%、30% 以上,因此整机生产应用极大地带动了集成电路产业的发展。

就贸易规模而言,我国集成电路贸易金额占全球贸易额的比例常年保持在 25% 左右,是全球集成电路贸易的重要组成部分,中国市场对全球供应链安全和稳定发挥着极其重要的作用。中国是全球集成电路企业发展的沃土,内外资集成电路企业共享着中国市场的红利。

1.3 中国集成电路产业的市场结构^[8-19]

市场结构是在某个市场中各种生产要素之间的内在联系和特征,包括市场供给者之间、需求者之间、供给者和需求者之间以及市场上现有的供给者、需求者与正在进入该市场的供给者、需求者之间的关系。在对我国集成电路产业的市场结构进行分析时,主要是分析集成电路企业之间在企业数量、产值规模、市场份额等因素上的关系并由此导致的竞争关系,其所反应的是市场上竞争和垄断关系。

1.3.1 产业升级途径研究

陈玲等通过对我国集成电路产业发展现状的研究,认为企业在产业升级中应掌握核心的自主知识产权,不断提升研发能力和提高核心竞争力,才能带动集成电路产业的转型升级。

杨耀武等以产业集群理论为支撑,构建了囊括产业、技术和区域在内的“三维整合”的产业集群协

同创新框架模型,并分析了创新驱动型产业的发展途径。

雷瑾亮基于集成电路产业的“后摩尔定律”,研究了我国集成电路产业发展的模式和形态,认为我国集成电路产业应逐步通过产业形态整合、技术形态升级以及商业形态创新三个发展阶段,从而提高整个集成电路产业的国际竞争力。

1.3.2 现行产业发展模式角度研究

张娟以企业网络理论角度,发现企业纵横交织形成的网络组织促成了集成电路相关产业在上海地区的聚集,而这种独特的发展模式使得上海地区在国内处于领先地位,而以代工为主的垂直分工的网络模式已经成为主要模式。

方圆等从现行产业发展模式角度,对我国集成电路产业链进行研究,发现我国集成电路产业初期以技术含量低、资金门槛适中的封装测试环节作为切入口发展,随着西方发达国家向我国转移中低端制造产能的机会带动制造业规模扩大,随之带动设计和封装测试环节的发展,最终形成三业互动发展的格局。

1.3.3 对集成电路产业转变发展模式角度研究

薛澜等通过分析我国集成电路产业在国际分工中低端地位,指出传统的产业发展升级模式已不符合中国的现状,国内集成电路的发展应该通过“平行演化的模式”向前推进。

艾恩溪根据对我国集成电路产业的发展现状和发展趋势进行研究,认为当前正处于变革期,有必要鼓励集成电路企业之间兼并重组,集中产业内部的技术、资金等资源,促进龙头大企业的发展。

黄盼从中国集成电路的产业格局角度分析,认为应形成国内集成电路产业集群联盟,实现资源共享,共同发展。

曹乐在对比分析福建省和台湾地区在集成电路领域的优势和劣势后,建议完善集成电路产业的协同创新机制,鼓励企业之间的合作,发挥产业集群模

式的作用。

1.3.4 其他角度研究

赵建吉等研究了全球生产网络与地方生产网络在合作沟通中的差异化,提出以管制理论、全球生产网络理论、地方生产网络理论为基础的技术守门员分析框架,作为联结全球技术领先机构/企业和地方集群之间的媒介。

文嫣等根据价值链在产业升级中的作用,利用调查问卷的分析方法分析集成电路产业中领头企业的治理行为对于产业升级的带动作用。

丁伟等从核心知识产权的角度入手,提出集成电路产业作为技术密集型产业,应当通过加强自主知识产权来提高集成电路产业的核心竞争力,政府应通过完善相关法律法规来提升集成电路诉讼方面的应对策略,引导企业的自主创新模式。

1.4 小结和若干建议^[19]

在2010年之前,中国集成电路产业还属于低密度集中型的市场结构,随着竞争程度越来越激烈,已经转变为竞争型的市场结构。从壁垒角度而言,集成电路产业属于技术、资金密集型产业,存在着专利技术、核心技术、人才和资金实力等诸多阻碍着潜在进入者加入的壁垒,这也在一定程度上制约着集成电路产业的竞争、创新和发展。从优化市场结构角度而言,提高市场集中度有利于提升产业绩效水平。从集成电路产业链分工的角度,集成电路产业按照上下游分为设计业、制造业以及封装测试业。其中,处于上游位置的设计业在整个产业链当中处于核心关键位置。处于产业链中游位置的制造业,在整个产业链当中起着基础性的作用。处于产业链下游的封装测试业,是集成电路发挥性能的最后环节。因此,集成电路三个产业链之间需要创建并保持良好的协作关系,保障整个产业链能够良性运行并循环发展。为适应国际市场上的竞争形势,处于不同产业链上的集成电路企业可以建立相应的产业联盟,整合企业间的优势资源,处于各产业链上的不同企业之间可以进行相互信息的交流、技术的合作以及其他各项服

务。通过集成电路产业链企业间的上下联动和共同协作,共同攻克技术难题,实现资源的优势互补,在互利共赢、风险共同承担的基础上搭建集成电路产业链的生态链条。另外,应当建立和完善市场的进入退出机制,政府应充分发挥其引导调控作用,让潜在进入者充分了解到集成电路产业的经营风险、发展现状以及发展趋势,让他们更理性地了解集成电路产业,更为谨慎地做出正确的抉择,在一定程度上可以有效地控制集成电路产业的企业数量;其次,对于市场的退出机制,政府可以从法律法规的层面约束企业的进入及退出。另外,与进入机制相比,退出机制相对有一定的硬性约束,在一定程度上约束集成电路企业的合规竞争,创造良好的市场环境。建立完善的市场进入和退出机制,不仅可以提高集成电路产业的市场集中度,也可以优化整个市场环境,带动整个集成电路产业绩效水平的提高。

二、中国集成电路产业的共享经济模式^[20-26]

随着半导体行业的发展,国家政策集中扶持,国内集成电路产业快速发展。集成电路制造工艺已成熟发展到7nm工艺阶段,5nm、3nm工艺也趋于成熟量产。目前,美日韩三国的集成电路产业占据产业链的上游,掌握着设计、生产、装备等核心技术。中国集成电路产业虽然发展快速,但先进的SoC芯片(系统芯片)集成电路设计、生产及装备仍然落后,先进的芯片大量依赖于进口。集成电路的设计水平和质量决定了芯片的性能和成本,而纳米级工艺的设计难度系数高,专业人才少,核心设计软件昂贵,高端生产设备少且贵成为阻碍我国集成电路产业发展的壁垒。国内共享经济的发展模式在很多行业成熟应用,也扩展到集成电路产业。

集成电路行业属于智力密集型行业,国内高端设计人才、软件工具、专业设备和生产线匮乏,共享经济模式为集成电路产业提供了新的思路和创新路径。集成电路产业研发复杂,采用共享经济模式,首先共享平台主体需注意知识产权相关细则要清楚并落实在纸质合同协议中,规避知识产权风险;要制定

设备和软件使用操作要求和管理规范,落实设备监管责任和应急预案;要加强软件工具引进后的学习培训,培养人才队伍,提高人才技能水平,提出激励措施调动人才的能动性,充分发挥软件工具的应用效果。还要在政府主导的共享平台内引进高端专业人才,组织专业会议和展会,借助信息媒介等渠道广泛推广,让更多企业能利用共享平台资源,快速验证研发的产品性能和产品功能,缩短从研发到产业化的周期;要推动企业自行购买的软件工具和设备能共享给其他企业,形成企业聚集,产业上下游聚集,促进产业发展。

2016年开始,国家在几个重要城市建设了首批国家芯火双创基地,在双创基地内建设了EDA技术服务平台,可提供集成电路(IC)设计环境和资源、IC设计工具和软件、IC设计技术支持、IC设计人才培养等服务,帮助设计公司解决设计中的问题,提高芯片性能稳定性,缩短设计周期,减少芯片成本,提高芯片的竞争力。

2018年1月,中国电子科技集团成立了国内首个集成电路与微系统共享共创平台“电科芯云”,目前已汇聚了500余项知识产权资源,拥有华大九天、苏州芯禾等20余家电子文件授权(EDA)设计根据厂家,中科院微电子所8英寸硅光线、海威华芯6英寸砷化镓线等9条开放工艺线,线上与线下相结合的协调制造生态已初步形成。

2019年6月,浙江杭州建立了首个集成电路共享平台—临安青山湖微纳技术研发开放平台,为众多集成电路企业和高校提供价值5.6亿元的28nm光刻机在内的60多台相关设备的共享资源,并组建公益性研发开放平台,提供洁净室、生产线、技术人员培训、技术骨干专家库等,是浙江省内集成电路产业共享经济模式的初次探索实践。

集成电路行业属于智力密集型行业,国内高端设计人才、软件工具、专业设备和生产线匮乏,共享经济模式为集成电路产业提供了新的思路和创新路径。集成电路产业研发复杂,采用共享经济模式,首

先共享平台主体需注意知识产权相关细则并落实在纸质合同协议中,规避知识产权风险;要制定设备和软件使用操作要求和管理规范,落实设备监管责任和应急预案;要加强软件工具引进后的学习培训,培养人才队伍,提高人才技能水平,提出激励措施调动人才的能动性,充分发挥软件工具的应用效果。还要在政府主导的共享平台内引进高端专业人才,组织专业会议和展会,借助信息媒介等渠道广泛推广,让更多企业能利用共享平台资源,快速验证研发的产品性能和产品功能,缩短研发到产业化周期;要推动企业自行购买的软件工具和设备能共享给其他企业,形成企业聚集,产业上下游聚集,促进产业发展。

三、中国集成电路产业技术创新研究^[27-31]

产业技术创新能力是指以提升产业核心竞争力为最终目的,通过技术创新带动研究开发、生产制造、品牌营销、技术成果产业化等环节全过程的能力。简而言之,产业技术创新能力可被定义为以技术创新促进产业发展的能力。

随着全球集成电路产业进入相对成熟的技术变革期,集成电路技术发展开始向着融合创新的方向转变。推动集成电路产业技术创新,是应对全球产业竞争与科技竞争的必然选择,也是实现集成电路产业健康发展的必经之路。

3.1 中国集成电路产业技术创新现状

3.1.1 专业技术人才情况

据《中国高技术统计年鉴》统计,近十年来中国集成电路产业从业人员数量与研发人员数量均有所增加,但研发人员在整体从业人员中所占比重相对较低。工艺开发、研发设计等方向及综合性人才等稀缺专业人才主要依靠海外引进。随着国内集成电路产业的迅猛扩张,中国集成电路产业正面临较大的人才缺口,加强人才培养、人才引进与团队建设,成为当前中国集成电路产业发展迫切需要解决的重要问题。

3.1.2 研发资金投入情况

2014年9月,国家正式成立集成电路产业投资

基金(一期),截至2018年5月,国家集成电路产业投资基金一期已经全部投资完毕,总投资额达1387亿元,投资范围涵盖集成电路全产业链,其中,集成电路制造领域投资930亿元,占比67%;设计和封测环节分别占比17%、10%,装备与材料占比6%。2019年10月,国家集成电路产业投资基金二期成立,注册资金超2000亿元,业内人士认为,二期或致力于打造自主可控的集成电路产业链。但由于国内集成电路企业多处于价值链中下游,难以支撑企业获得新一轮的投资并维持高额研发经费投入。目前,集成电路设计业研发经费投入与销售收入的比值仅为15%左右;制造业研发经费投入比例不足12%;而封测业则更低。从产业现状来看,投资与技术之间的平衡驱动作用尚未得到充分发挥,研发经费投入不足的问题仍然存在。

3.1.3 知识产权情况

我国集成电路领域的确与国外先进国家还有比较大的差距,但我们也应该看到,我国集成电路领域的年度专利数量已连续几年超过了美国。

2020年,中国半导体行业协会知识产权工作部和上海硅知识产权交易中心,联合编写的《中国集成电路产业知识产权年度报告》(2019版)正式发布。数据显示,我国集成电路领域的年度专利不仅数量持续增长,质量也在不断提升。2019年集成电路领域中国公开专利共计41666件,2018年36908件,增长12.89%。2019年集成电路领域中国公开的专利中发明专利占79.2%,而2018年占比是76.3%,提升近3%。一般认为,发明专利占比的提升,是专利质量提升的明确标志。发明专利需要经过初步审查、实质审查,而实用新型专利只进行初步审查。

2019年,我国集成电路领域专利技术分布中,设计相关专利数量最多(23753件),其次是制造(12503件),封测(7170件)。国外权利人在设计、制造及封测技术分支的专利数占比分别是17%、22%、9%,很明显,国外权利人在我国集成电路市场,特别是设计、制造领域仍有优势。2019年中国集成电路领域专利

数排名前二十中,中国权利人共14位,其中,高校和科研院所8位,台湾1位,大陆企业5位,包括华虹、长江存储、中芯国际、长鑫存储、华为。可见,高校和科研院所还是国内集成电路领域比较活跃的创新主体。2019年中国集成电路设计企业专利数累计排名,排名前五的是海思、豪威、智芯微、中兴微、紫光展锐。

可以看出,经过多年专利积累和技术沉淀,中国集成电路产业自主知识产权体系初步形成,产业技术创新能力逐渐提升。

3.1.4 技术成果产业化情况

技术成果的产业化程度可以有效反映技术创新对产业发展的推动作用。据《中国高技术产业统计年鉴》公布的数据,我国集成电路产业技术成果产业化程度明显提高。近几年中国集成电路产业新产品销售收入和主营收入均有明显提高,新产品产业化程度连续多年超过20%。技术创新成果的转化应用,实现了科技与经济之间的紧密结合与良性循环。

3.2 中国集成电路产业技术创新的建议

3.2.1 技术创新和知识产权保护

长期以来,缺失核心知识产权和研发环节薄弱导致中国集成电路产业转型升级面临专利隐患和技术难点。政府与企业应共同应对集成电路产业国际竞争中的专利布局、知识产权保护及相关标准制定等问题,从而为集成电路产业的技术创新提供强大的支撑。从根本上来说,政府应大力推进集成电路国家科技重大专项的展开,加大对企业自主研发与创新升级的支持力度,加强知识产权保护立法工作。国内集成电路企业应高度重视集成电路及专用装备领域中的关键核心技术突破,坚持持续性技术投入,加强商业模式创新、管理模式创新、技术创新的融合互动,以自主知识产权打破国际垄断。

3.2.2 深化合作,推进产业升级

国家集成电路产业投资基金设立以来,政府积极引导国内集成电路企业展开兼并重组活动,并大力推进海外投资并购。但受到国际政治环境复杂、产业竞争加剧等多重因素影响,国内资本参与跨国并

购的阻力不断加大。要解决国内集成电路产业规模小、集中度低、企业体量小且分散等问题,应适度调整政策支持设计,由海外并购向多种形式的国际战略合作转变,如中外合资经营、技术授权、先进产能转移等,从而推动国际先进技术向国内转移。同时,充分发挥国家集成电路产业投资基金与地方产业投资基金的撬动作用,重点部署各地生产线、信息服务平台等项目投资工作,引导产业资本转向国内集成电路企业间的并购整合,从而提升产业集中度,形成规模效应。

3.2.3 重点布局新兴应用领域

当前,手机通信芯片、移动智能终端应用等领域已成为中国集成电路市场的新增长点。随着移动通信的高速发展与智慧城市建设的不断升温,以电子信息技术、物联网、工业控制、汽车电子、智能制造等为代表的战略性新兴产业高速发展,使传感器、控制器等专用集成电路需求迅猛增长。国内集成电路企业应进一步加强应用牵引,根据市场发展趋势适时调整定位,加强技术创新引领,加速布局新兴应用领域芯片研发。此外,应高度重视产品定位、市场推广与分销渠道管理,实现技术创新与应用市场的互联互通。

3.2.4 产业链协同发展

全球集成电路产业步入成熟阶段以来,国际龙头企业纷纷加强产业链资源整合与战略布局。中国集成电路产业要实现跨越式发展,必须大力打造完整而强大的产业链,逐步完善集成电路产业自主生态体系。国家应全面整合产业链上下游资源,深化产学研合作,打造材料供应商、设备厂商、代工厂、设计企业与科研机构联动的研发与服务平台,构建产业链协同发展格局,建设由龙头核心企业、配套企业与关联企业等共同构成的产业生态圈,提高研发效率与进度,促进基础工艺与技术升级,推动协同创新、融合创新,从而助力集成电路产业快速发展。

3.2.5 人才培养与引进

随着中国集成电路产业不断升级扩张,人才储

备逐渐成为国内集成电路产业技术创新亟待解决的重要问题。专业人才匮乏、人才供需矛盾突出等问题长期制约着集成电路产业自主创新,因此强化人才支撑是中国集成电路产业培育原始创新的必然选择。一方面,要完善集成电路专业人才培养体系,以产业发展需求为导向,重点培养设计型、技能型以及复合型集成电路人才,促进科技资源与教育资源的紧密融合。另一方面,要重视高端人才引进,广泛吸纳海外顶尖人才与优秀团队,适度实施奖励政策与激励机制,充分激发人才及团队的创新创造才能。

四、中国集成电路产业趋势展望

集成电路是电子信息产业的基础和改造传统产业的核心,是推动战略性新兴产业不断发展的关键,是国民经济的先导性产业。集成电路的应用已经渗透到国民经济的各个方面,不仅影响着国民经济的发展,而且也是当前国际竞争最激烈以及全球资源流动和配置最彻底的产业。

各企业必须坚持不懈创新突破,发挥好大规模市场优势,完善产业政策体系,抓好产业链布局,瞄准技术前沿,关注每个环节做好产业链整合。同时重视相关技术人才培养,不断强化技术创新:重视知识产权和加强信息安全。深入展开国内外合作,交流有利于信息、资源互换,开拓思维。降低研发风险等。加大高端人才引进力度:市场的竞争归根到底是人才的竞争,高端人才是行业发展壮大的根本保证,高端人才的引进是产业和技术的引进,要凝聚世界级人才,长期建立人才引入和培养机制。

政府应当持续推进重大专项,鼓励资本支持发展,以科研投入抵税,鼓励企业加大研发和人才投入,引导促进产业链整合和企业合作。

近年来,我国集成电路产业发展呈高速增长,但核心技术和产品严重依赖进口,产业链虽已成型,但整体实力弱,产业链规模小且整合度低,产业链关键环节缺失严重,产能不足。集成电路产业链的完备性和安全性的受到制约。集成电路是电子信息行业的热点关注,电子信息行业的众多应用都是以集成电

路为基础研究的,材料与技术是产业发展基石。

五、参考文献

- [1] 梁胜. 中国集成电路产业发展的问题与策略[J]. 中国信息界, 2006, (4): 30-36.
- [2] 夏妍娜, 赵胜. 中国制造 2025 的十大重点领域[J]. 中外书摘: 经典版, 2016, (7): 30-32.
- [3] 刘建丽, 李先军. 当前促进中国集成电路产业技术突围的路径分析[J]. 2019, (4): 42-57, 142.
- [4] 吕菲. 集成电路现状与发展趋势[J]. 电子工业专用设备, 2019, 48(4): 37-41.
- [5] 上海市集成电路行业协会. 上海集成电路产业发展现状[J]. 中国集成电路, 2019, 28(11): 29-30.
- [6] 张立. 集成电路产业趋势展望 [J]. 软件和集成电路, 2020, 43(10): 10-11.
- [7] 杨治. 产业经济学导论 [M]. 北京: 中国人民大学, 1985.
- [8] 张娟. 聚焦上海集成电路产业集群[J]. 上海经济, 2009, (4): 64-66.
- [9] 方圆, 徐小田. 集成电路技术和产业发展现状与趋势[J]. 微电子学, 2014, (1): 81-84.
- [10] 陈玲, 薛澜. 中国高技术产业在国际分工中的地位及产业升级: 以集成电路产业为例 [J]. 中国软科学, 2010, (6): 36-46.
- [11] 杨耀武, 张仁开. 长三角产业集群协同创新战略研究[J]. 中国软科学, 2009, (s2): 136-139.
- [12] 雷瑾亮. 我国集成电路产业发展影响因素及发展模式探索[J]. 电子技术应用, 2013, 39(4): 9-11.
- [13] 薛澜, 林泽梁, 梁正等. 世界战略性新兴产业的发展趋势对我国的启示[J]. 中国软科学, 2013, (5): 18-26.
- [14] 艾恩溪. 论中国集成电路工艺创新与演进的新模式[J]. 集成电路应用, 2015, (11): 4-6.
- [15] 黄盼. 集成电路的现状及其发展趋势[J]. 品牌, 2015, (3): 166.
- [16] 曹乐平. 产业协同创新空间及提升路径 —— 以闽台集成电路产业为例 [J]. 长江大学学报 (社会科学版), 2014, (12): 49-51.
- [17] 赵建吉, 曾刚. 基于技术守门员的产业集群技术流动研究——以张江集成电路产业为例 [J]. 经济地理, 2013, 33(2): 111-116.
- [18] 文嫣, 曾刚. 全球价值链治理与地方产业网络升级研究——以上海浦东集成电路产业网络为例 [J]. 中国工业经济, 2005, (7): 20-27.
- [19] 丁伟, 王永文, 王阳元. 中国集成电路产业知识产权战略研究(I)——重要性分析及其保护的演变[J]. 科技进步与对策, 2007, 24(5): 1-5.
- [20] 魏珂. 中国集成电路产业市场结构与绩效研究[D]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2017.
- [21] 吴克栋. 集成电路产业共享经济模式的研究分析[J]. 计算机产品与流通, 2020, (3): 275-275.
- [22] 俞忠钰. 中国集成电路产业发展形势分析与应对举措 —— 在 2009 年中国半导体市场年会的发言 [J]. 中国集成电路, 2009(3): 12-18.
- [23] 王雪姣. “电科芯云”来了 中国核心高端芯片有望自主可控[J]. 国企, 2018, (2): 40.
- [24] 文燕. 微纳智造小镇精彩亮相上海半导体精英共话美好前程[J]. 今日科技, 2018, (7): 10-12.
- [25] 李书玮. 我国集成电路产业发展的金融支持研究[D]. 北京: 商务部国际贸易经济合作研究院, 2019.
- [26] 崔晓通. 集成电路生产外包过程中的安全问题研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2018.
- [27] 陈文馨. 中国集成电路产业技术创新能力研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2018.
- [28] 包英群. 中国平板显示产业创新能力研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2016.
- [29] 曹兴, 王栋娜, 张伟. 战略性新兴产业自主技术创新影响因素及其绩效分析[J]. 科学决策, 2014, (12): 35-51.
- [30] 杨荣斌. 中国集成电路产业的投融资环境分析[J]. 集成电路应用, 2017, 34(12): 65-67.
- [31] 中国半导体行业协会知识产权工作部, 上海硅知识产权交易中心. 中国集成电路产业知识产权年度报告 (2019 版) .

高架活动地板应用方兴未艾

——初探活动地板行业在市场发展进程中的锐变

谈 坛

随着我国 2016—2020 工业强基计划的实施,我国的智能制造、工业互联网、数据中心、微电子、通讯、半导体、仪器仪表、金融银行、石油化工、国防军工、航天航空以及教学、医卫、高端智能楼宇等领域得以强劲的发展。高架活动地板作为这些行业的建设装备基材,其应用范围也随之得到了扩大,产业得到了迅猛的发展。

高架活动地板在二十世纪四五十年代起源于北美地区,我国在上世纪七八十年代从国外引入,应用于军工、机要控制机房,后续在民间计算机屏蔽机房得以应用,20 世纪 90 年代在国内通讯、教学等领域开始普及。随着我国通讯、互联网、计算机教学普及与发展,高架活动地板的市场应用不断发展,经过近三十年的发展,我国已成为了世界高架活动地板的主要生产基地与输出基地。据不完全统计,我国高架活动地板工程的应用由本世纪初的年度近百万平方米,到 2019 年的上亿平方米,2017 年度行业工程应用总值 90 亿元人民币、2019 年增长到了 110 亿元左右,同时外贸出口近年来保持良好势头,2017—2020 年高架活动地板外贸出口每年持续增长 8~10%。2020 年在新冠病毒疫情的影响下,高架活动地板行业市场需求仍然不减,基本保持了上年的发展势头。

从我国高架活动地板的发展来看,最早是木心包覆的复合地板,为顺应防火、承载等技术要求,引进生产了全钢质活动地板、铝制活动地板,到上世纪末又拓展生产了硫酸钙活动地板、GRC 水泥活动地板等。根据应用场景的技术要求,高架活动地板又可分为防静电活动地板、普通通路地板、通风地板等。我国最早生产高架活动地板的企业以沈飞、西飞为

源头,主要集中在河北地区、江苏地区和山东地区。随着市场竞争以及地域经济的变迁等因素,江苏常州地区的产业得到不断扩充与发展。据不完全统计,国内初具生产能力的高架活动地板生产企业有 150 多家,其中 2/3 左右的生产单位集中在常州地区。

随着电子、通讯、智能制造、医疗净化、科研实验室、国防军工等产业集群日新月异的发展,高架活动地板是这些产业建设的基础装备。近年来高端办公楼宇、商业广场也广泛应用了高架通路地板,2020 年已有一些一流的房地产开发商在高端商住楼采用了高架通路地板、铝制通风地板和 GRC 水泥地板。高架活动地板市场不断扩大、发展前景十分看好。尽管行业具有很好的发展前景,但行业结构与行业规范依然有待整合与提升。由于高架活动地板的产品结构与行业特性等因素,长期以来一直影响着行业的集约化规模化发展,虽然全行业具有年上百亿元的工程应用市场,但在行业中过亿元的生产企业才仅十余家,上规模有产能的企业也仅有江苏华通新立、江苏佳辰地板、江苏汇联等屈指可数的几家。相当一部分企业只是顺应市场的需求而组织生产,无法引领市场、拓展产品的应用。由于活动地板生产技术含量低,生产工艺单一,装备投入不是太大,更有一部分企业为减少设备投入,将主要生产工序发放在外,采购半成品材料,在自己企业完成简单的后续成品工序,其实就是一个地道的加工企业,也仅仅是高架活动地板的“半斤厂”。这种产业无序扩散现象源自于产品市场的约定俗成,最早国内活动地板主要用于计算机机房,机房面积一般不是太大,地板生产企业在经销地板的同时还需要负责安装施工,因

此当年只要能接到“活”，自己就可以办企业。随着地板应用领域越来越广泛，一个工程数千平米上万平米比比皆是，但这些工程一般都不单列甲方独立工程项目，活动地板的工程从产品采购到工程施工大都是经工程总包方发包。尽管活动地板有自身的质量规范与技术要求，但在发包商眼中往往是产品的价格，以致业内多年来的不良竞争长期延续，而一些为迎合工程发包商廉价需要，但不能保证产品质量的“半斤厂”企业依然有着生存空间，这些因素则长期制约着行业的健康发展。

高架活动地板虽然在生产过程中没有多大的技术含量，但在实际应用中还是有许多具体的技术要求，尤其是防静电活动地板，长期以来在生产及安装施工中均有严格的国家标准、行业标准在把控。该项标准由1986年颁发的国标GB6650-86《计算机机房用活动地板技术条件》，后修订为行标SJ/T10796-2001《防静电活动地板通用规范》，2018年再次修订为国标GB/T 36340-2018《防静电活动地板通用规范》。标准的几经修订就是为了适应市场

应用的需求，最新颁布的国标其主要技术指标与检测要求已经开始与国际接轨。随着高架活动地板技术要求与规范标准的不断为大家所认知，社会整体对工程质量认识的提高，尤其是一些高科技领域对活动地板要求的提升，行业内的领军企业率先有了长足的发展空间。江苏华通新立、江苏华一地板企业的GRC水泥地板已然成为了国内银行智能楼宇的新宠、江苏佳辰地板的通路地板与国内多家一流房地产开发商签订了战略合作联盟，江苏汇联活动地板股份有限公司2020年度不受疫情所干扰，企业独立承揽国家重大工程项目较上年增加了1/3，高架活动地板以及工程年产值达4.4亿元，较上年提增11%。

综上所述，一旦市场形成共识，市场竞争规范有序，高架活动地板行业将还会迎来较大的提升与发展。行业顺应着社会的发展、产品适应了市场的需求，从国家“十四五”计划发展纲要放眼看去：高架活动地板应用方兴未艾！

会员单位介绍

江苏华集地板有限公司

江苏华集新材料科技有限公司是一家集研发、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、品牌影响力强的企业。公司坐落在环境非常优美的旅游风景区——常州西太湖旁,是一个经营了 20 多年、集绿色、环保、现代化管理的工厂。

公司引进了国际技术投资了日本三菱配置的全自动机械手流水线设备 3 条,年产能高达 500 万平方米系列架空地板产品。生产的“华集”牌地板,是国内一致公认的、历史悠久的一线品牌产品,华集品牌系列架空地板主要产品有:硫酸钙架空地板系列产品、全钢 OA 网络地板系列产品、防静电地板系列产品、无机质 GRC 水泥地板产品等。

华集品牌系列架空地板产品广泛应用于 SA 级写字楼、甲级写字楼、外企总部大楼、移动大楼、联通大楼、电信大楼、证券大楼、银行大楼、保险公司大楼、期货大厦、电力大楼、广电大楼、烟草大楼、数据中心等办公区域使用的架空地板和机房区域使用的防静电地板。

华集公司致力于绿色、环保的理念,迎合客户的特殊要求,为客户提供更高的产品质量和更广泛的产品选择,已成为绿色环保架空地板产品的领导者。

公司地址:江苏省常州市武进区经济开发区稻香路 21 号(南门)

电话:0519-88875800

传真:0519-88500028

联系人:张总 15251933132

邮箱:jshuajifloor@163.com

企业网站:www.huaji-floor.com

常州市泰腾装饰材料有限公司

常州市泰腾装饰材料有限公司是架空地板、防静电地板、网络地板的专业生产厂商。自创建以来,倾力打造业内品牌,经过多年的奋斗,“泰腾”品牌也是在国内架空地板行业被认定的品牌之一。

公司聚集了一批高素质、积极进取、诚信敬业、极具合作精神的专业人才团队,并且组建了一支经过专家严格专业培训、具备一定专业知识、技术成熟的施工队伍,这些使我们在产品咨询、设计理念、专业施工、妥善保养等方方面面的环节上,均具备能为广大用户提供全方位服务的实力和基础,并与其他企业区别化、差异化,从而保证了常州泰腾在行业内的优势。

自信来源于我们的实力,具备熟练技能的员工,赋予我们产品无与伦比的优良品质,并在激烈的竞争中赢得了一席之地。

公司地址:江苏省常州市武进区横林镇武青路 9 号

电话:0519-83999119

传真:0519-85258785

联系人:朱小姐 13584517999

孙先生 13584526999

邮箱:taiteng@cztzts.com

上海惠亚铝合金制品有限公司

惠亚公司成立于 1980 年,从 1988 年开始生产、供应及安装半导体无尘室,铝、镁合金高架地板及隔间板、天花板、防震钢构,拥有 2000 吨~3000 吨压铸机 20 余台。产品包括铝合金高架地板,天花板,库板,实木地板,雕花铝窗,晶圆厂,光电厂无尘室高架地板铺设施工,VERO 液晶电视,镁铝合金压铸产品等。

惠亚公司是提供生产、供应及安装半导体工厂的材料商,惠亚工程公司迄今已完成超过 5000 个高架地板工程,其中以电子所采用的面积较大,应用场所也较为广泛,包括计算机室、办公室、IC 测试区、洁净室、光罩实验室等。

多年来,惠亚公司积极提升研发制造及工程技术品质,1988 年底开始承装大型 IC 洁净室。惠亚所提供的产品除品质稳定外,更因长期与客户保持高水平与勤快的服务品质,而深受科学园区厂商们的肯定。

公司积累了 20 多年熔炼、压铸与加工经验,近年持续以新科技研发生产 4 镁合金液晶电视机壳及 3C 产业镁合金外壳。高品质的产品以满足客户要求及提供更好的售后服务。

公司生产的器材与国防民生密切关联,创业四十余载,始终秉持“创新科技,追求永恒”的信念,求变求新,以科技突破,提升国内的工业水准。近年来,公司更积极参与国内学术单位研究工作,已研制出多种特殊合金供国防单位使用。从工业先进国家引进各类重电生产技术,改良产品品质。为配合国家工业升级,将继续投资国防工业,精密铸造工业,重电工业,以提高国产产品的国际竞争能力,促进国内早日迈入工业化国家之林。

公司地址:上海松江区华铁路 826 号

电话:021-57646400

传真:021-57645223

邮箱:vero@china.com

网址:www.shvero.com

江苏辉映地板科技有限公司

江苏辉映地板科技有限公司(原常州市振荣装饰材料有限公司)是集科研、开发、生产销售、工程服务、技术咨询为一体的防静电地板厂家。公司坐落在江苏常州市武进区横林镇,产品有防静电活动地板,OA 智能化网络地板,陶瓷地板,硫酸钙地板,铝制

活动地板等。

公司以选择精良的材质,引进精密的设备,采用精湛的工艺,精心管理,打造精致的产品,奉献精诚的服务、创造精品的经营理念。始终坚持“质量立业、用户至上、竭诚服务”的经营思想,各种防静电高架地板年生产能力达到 500000m²,广泛应用于科研、教育、电力、航天、金融等单位,取得稳定的社会效应和经济效应。

“以质量求生存,以效益求发展”,在创造经济效益的同时,我们从未忽视社会效益和自身企业形象,本着“耐用、时尚、健康”的地板产品理念,不断创新逐步改良。从选材到产品出库均实行国际质量体系标准进行全程监控,地板产品的科技含量大大超越传统地板,产品的耐磨性、耐炙性、环保性等所有理化性能均符合国家标准,成为行业典范。

我们愿以优质的产品质量、完美的服务与广大用户携手并进,共创辉煌。

公司地址:江苏省常州市武进区横林镇崔桥崔蓉东路 54 号

电话:0519-88509767

传真:0519-88501933

联系人:谢经理

常州总部经理电话:13915044090

常州市鼎辰机房设备有限公司

常州市鼎辰机房设备有限公司位于风景秀丽的江南水乡,地处乡镇工业发达的江苏常州,北靠沪宁高速,南靠沿江高速,东临上海市,交通便利。多年来鼎辰以其优质的生产品质、良好的信誉、严格的企业管管理,迅速发展成为国内生产全钢活动地板的知名企业。公司拥有丰富的人才资源,先进的经营管理,独立的资本运营,加之灵活的市场运作,在同类行业中具有很强的竞争优势。

在鼎辰地板有限公司,每个人都是生产者、创造者、管理者和服务者,这是“以人为本”的核心价值,

也是鼎贸地板一贯的准则。让消费者满意的理念以及责任、互动、感恩、发展的精神是鼎贸地板竞争力的源泉。鼎贸地板通过整体企业行为,凭借自身的综合实力,去实现“创造快乐”、“增添快乐”、“把快乐传递给客户”的目标 与世界的人们分享快乐,成为社会所期待的和谐企业。

选择精良的材质,引进精密设备,采用精湛工艺,倾注精心管理,打造精致产品,奉献精诚服务,创造鼎贸精品。

公司地址:江苏省常州市武进区横林镇双蓉村新蓉路6号

邮 编:213000

电 话:0519-88720822

传 真:0519-88506330

联系人:刘震 13861015358

联系人:吴经理 13906123783

E-mail:446851387@qq.com

常州市远川机房设备有限公司

常州市远川机房设备有限公司创建于1997年7月,是专注于研发、生产、销售“远川”牌系列架空地板的生产企业,注册资金5000万元,员工118人,占地面积2.5万m²,厂房面积为2.2万m²,拥有国内行业的多条自动化机械手流水生产线,年生产能力200万平方。

公司坚持以质量求发展、诚信至上、服务为宗旨

开拓市场,面对竞争激烈的环境,为满足客户不断提升的需求,远川公司在保持生产系列传统产品的同时,不断设计、创新、研发、开拓新型产品,并在国内外获得了10多项专利证书,成为国内同行中开拓技术产品的佼佼者。生产车间管理严格按照5S管理标准执行,生产加工技术严格按照生产流程图有序生产。

公司严格按照ISO9001质量管理保证体系模式组织生产,相继通过了ISO9001:2015质量体系认证、ISO14001:2015环境体系认证、OHSAS18001:2007职工健康管理体系认证。近年来,获得了《AAA级企业资信等级证书》、《中国防静电装备企业生产资格认定证书》、《中国防静电装备企业销售资格认定证书》、《中国防静电装备企业施工资格认定证书》等荣誉证书。

远川公司坚持“选材精良、设备升级、工艺精湛、高效管理、精诚服务”的经营理念,携手新老客户互利互惠、合作共赢,力创“远川”精品。

公司地址:常州经济开发区崔北工业区环荣西路1号

电 话:0519-88501155、88508626

传 真:0519-88508739

联系人:赵星豪 13915890519 / 13915840666

邮 箱:13915840666@139.com

网 址:www.czyuanchuan.com

上海佰斯特电子工程有限公司
Shanghai POUSTO Electronic Engineering Co., Ltd

佰斯特

企业简介

上海佰斯特电子工程有限公司于2002年成立，经过近20年的发展，是国内第一家也是唯一一家防静电工作台等装备产品的生产厂家，于2018年通过国家工信部审核，成为防静电装备产品中唯一推荐品牌企业；佰斯特生产地位于国家级制造基地——上海青浦工业园，占地30亩，拥有两万平方米的生产厂房，拥有26名经验丰富的设计研发人员以及多名业内高级工程师，公司60%以上生产加工设备及防静电核心材料防静电喷涂粉均为进口，确保防静电性能的稳定性和可靠性，防静电工作台为公司的核心产品，生产方式为规模化、连续化生产，日常库存量保持在1000套左右，公司有充足的现货供应，大部分产品均可以10-20个工作日内完成备货。

佰斯特防静电系列产品性能以其人性化、智能化，柔性化等突出优势，是目前国内各大航天、军工企业、院所、高校的首选制造商，备受青睐。

已通过ISO9001质量体系认证

ISO 140001环境体系认证，OHSAS 18001职业健康安全体系认证

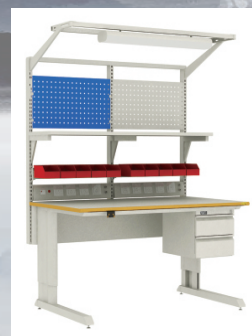
佰斯特产品符合国军标GJB3007A-2009，SEFA 8M-2016实验室等级金属柜检测标准

航天电子产品静电防护技术要求Q/AJA119-2013

欧盟IEC61340防静电标准

SJ/T11236及欧盟EN61457：1995+2000电磁兼容性标准

并参与了《电子产品制造与应用系统防静电测试方法》、《电子工业防静电系统通用技术要求》的修订工作。

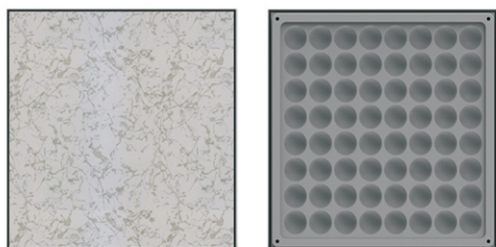
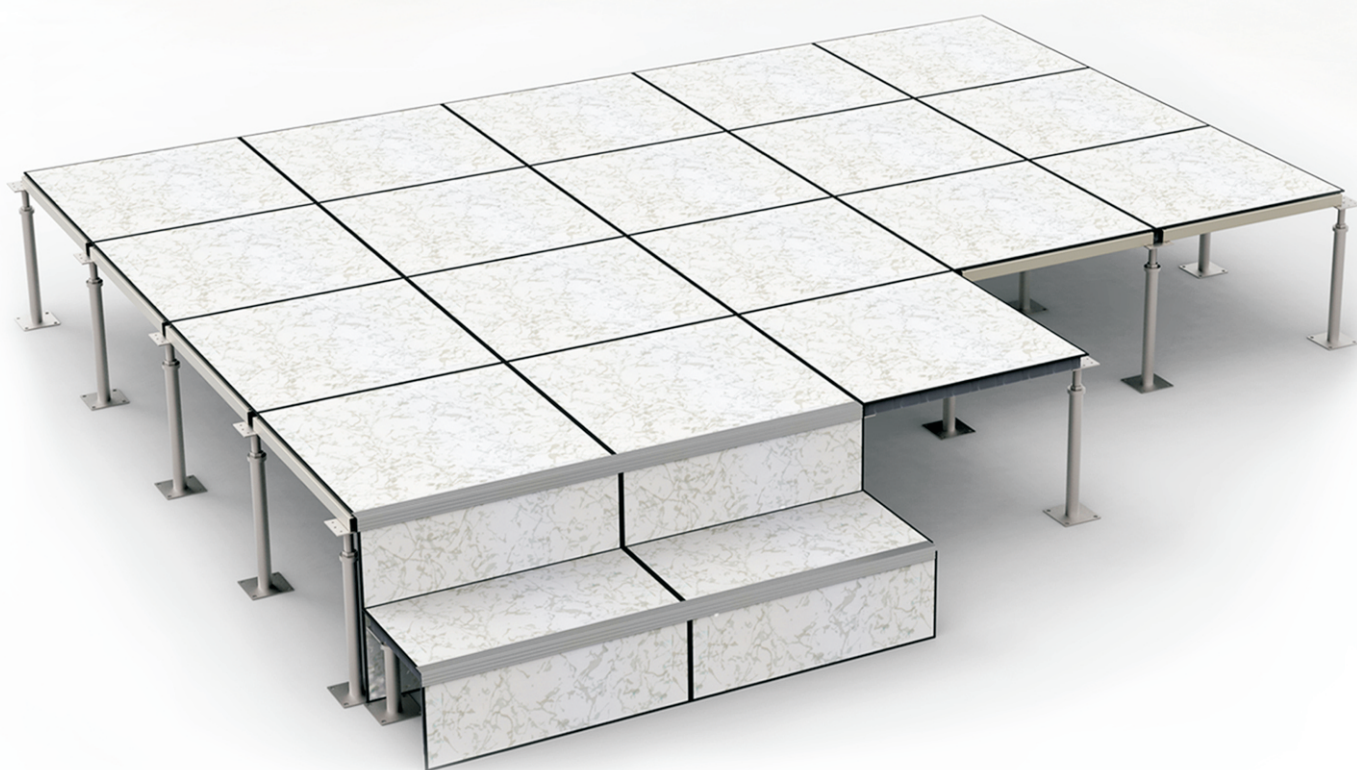




防静电活动地板系列

Anti-Static Floor Panel Series

中国防静电装备品牌企业展示



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