

静态继电器的静电危害和防护

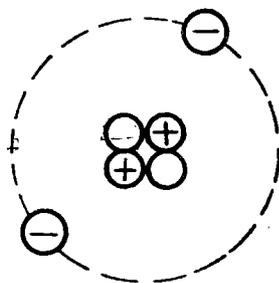
许昌继电器厂 周 涛

随着科学技术的发展,继电器生产朝着静态型方向迅猛发展,静态继电器已由晶体管时代跨入集成电路时代,采用的集成电路元件越来越多,传统的生产工艺已不能适应新的生产形势,静电危害已成为一个新的问题出现在我们的面前,需要我们去认识和解决。

一 静电概述

静电现象是一种早就被人类发现的普遍存在的一种电现象,公元前600年古希腊人泰勒斯就第一次记载了琥珀与毛皮摩擦能吸引碎纸屑的静电起电现象。我国东汉时,古代科学家王充也在《论衡·乱龙篇》中记载了这同一静电起电现象。

我们知道,物质是由分子构成,分子又是由原子组成;原子是由带正电的原子核和带负电的电子组成;原子核是由带正电的质子和不带电的中子组成。在通常情况下,物质的原子核的质子数与绕原子核旋转的电子数是相等的(见图1),所带正、负电荷为等量,作用相互抵消,整个原子呈中性,对外界显不出带电现象。



由于不同物质的原子束缚电子的本领不同,则会由于某种原因失去电子或获得过量电子呈带电现象。如果该物质是绝缘材料,则会较长时间保留失去电子或多余电子的状况,呈带静电荷。从静电的产生及放电过程来看,常见的有三种方式:

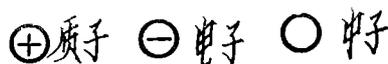


图 1

1. 接触起电: 亦称摩擦起电,当两种物体相接触又分开或彼此间摩擦时便会在接触面上产生电子转移,即一些电子从疏电子类的物质穿过接触面向亲电子一类的绝缘材料转移,使界面产生电偶层,分离时产生静电,如图2所示。

2. 感应起电: 指物体在外电场力的作用下发生的电荷再分布的现象,当由于火花放电或间断接地而使物体失去正电荷,产生静电,如图3所示。

3. 容性起电: 我们知道平行板电容器C上的储存电量的分式为: $Q = CU$

当Q为常数时,C的减小会导致U的增加。当与大地有较大电容的物体带有一个较低的静电电压时,这个物体移动到与大地较远的距离时,就改变了该物体与大地的电容,也就是电容减小了,从而使原来不大的静电电压突然猛增。

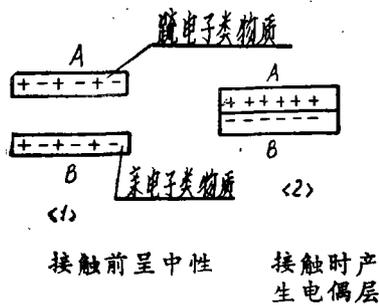


图 2

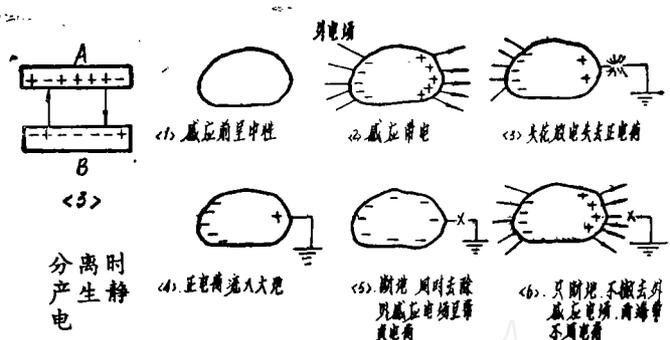


图 3

产生静电与材料的电阻率以及环境的湿度也有很大关系。电阻率越高的材料越容易积聚电荷、越容易产生很高的静电势，并且不容易泄漏掉，其泄漏时间能达到秒、时、日数量级。湿度对静电产生的影响很大，湿度为10~20%时产生的静电位要比湿度为70~90%时高8~40倍。表1列举了人体和物体在一定条件下所产生的静电情况。

表 1

产生静电的方式	产生的静电电压(V)	
	相对湿度10~20%	相对湿度65~90%
人在合成地毯上行走	35000	1500
人走过塑料地板	12000	250~750
工作台工作人员	6000	1000
工作台塑胶包装套	7000	600
在毯子上滑动塑料合	18000	15000
在泡沫座垫上坐一坐	18000	15000
从印制板上撕胶带	12000	1500
起动吸锡器	8000	1000
氟利昂喷洗印刷板	15000	5000
用橡皮摩擦印制板	12000	1000

静电对人类的危害主要是由于静电带电后产生的力学现象和放电现象所引起，其危害很广，如图4所示。

二 静电的危害

集成电路等静电敏感元件对静电放电特别敏感，MOS电路

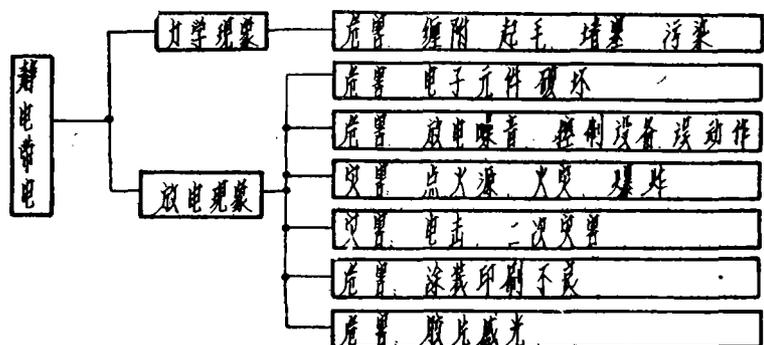


图 4

的栅极与衬垫之间的二氧化硅绝缘层的击穿电压在100V左右，当静电体接触或靠近静电敏感器件时，便会使器件形成放电脉冲而造成器件的参数改变，甚至使栅极烧毁损坏。静电敏感元件静电放电失效的敏感电压见表2。

表 2

静电敏感器件名称	敏感电压范围
MOS 场效应管	100~200V
结型场效应管	140~700V
CMOS 集成电路	250~2000V (集成度越高越敏感)
肖基二极管TTL集成电路	300~2500V
双极型晶体管	300~7000V
ECL (逻辑线)	500~1500V
可控硅	680~1100V

元器件在静电放电中失效的情况见表3。

表 3

器件名称	静电放电失效情况
二 极 管	反向电流增加 击穿电压降低 正向压降增大
三 极 管	e--b反向电流增大 击穿电压下降 电流放大系数减小 噪声系数增大
场效应管	栅极漏极间短路 栅源极间短路 电极开路(栅、漏或源极)
TTL 电路	输入端晶体管发射极-基极短路
线性电路	失去电路功能 输入失调电压增大 输入失调电流增大 MOS电容击穿短路
MOS 电路	金属化电极开路 输入或输出端与源或漏间电流 增大或击穿 功能丧失 直流参数退化(漏电大、转移特性不好，噪声大。)

静电放电在静态继电器的生产、装配、调试、安装甚至现场使用的整个过程中，会造成大量的静电敏感器件失效，或削弱其性能，留下潜在性的后患和危险，最终导致现场使用中的失效。

据初步调查，我厂集成电路元件每年报废率在20~25%左右，86年报废6000支左右，损失5万元，今年生产用量比去年增加30%，若不采取措施，则会损失6万多元。这笔数字是相当惊人的，并且还会随生产量的上升和静态继电器品种的增加而继续递增上升的。

国内外的一些生产厂家的情况也是这样，上海某仪器制造厂每年集成电路元件的损耗为15%以上。另一厂年损耗为28.57%，采取防静电措施后，损耗量下降为零。天津某生产厂采取防静电措施后，器件损坏率下降30%。日本的一家CMOS生产厂，1975～1977年三年中静电损坏率为30%。美国惠普公司原来集成电路合格率为22%，损失5亿美元，采取防静电措施后，逐步上升到100%。据国外电子学杂志报导，由于静电的危害，集成电路元件世界年报废损失达100亿美元左右。

由于静态继电器朝着高度集成化方向发展，采用集成电路元件越来越多，静电的威胁也就越来越大，我们能够清楚地认识到静电是影响静态继电器产品质量的一个最危险的因素。

三 静电的防护

为了防止和减少静电对静态继电器的破坏，在生产的全过程中必须采取有效防静电措施。我们在西德西门子公司看到西门子几个整机生产厂都采取了严格的防静电措施。国外防静电措施如表4所示。

国外在需防静电的产品的组装件上和操作工序点区域的显目处，都粘贴上鲜明的防静电标记，以引起人们的注意和对其采取防静电措施。国外采用的防静电标记见图5的〈1〉～〈6〉所示。

表 4

工 作 点 国外防静电设施	入 库 检 查	仓 库 (储 存 室)	操 作 台	自 动 检 测	人 工 插 装	焊 接	调 试	装 配 组 合	包 装 运 送	现 场 使 用
静电消除器	•		•	•	•	•	•			
防静电手环	•	•	•		•		•	•	•	•
防静电桌垫	•		•		•		•	•	•	
防静电地垫	•	•	•	•		•	•	•		
防静电鞋	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
防静电工作服	•		•		•		•			
防静电包装袋	•	•	•		•		•	•	•	•
防静电泡沫垫		•	•		•		•		•	•
防静电胶片									•	
防静电容器	•	•	•		•	•	•	•		•
防静电工具(箱)										•

我厂结合引进生产选用了图5防静电标记中的第〈2〉种防静电标记做为我厂的防静电标记。

根据我厂静态继电器的生产情况和国内防静电设施的生产配套情况，我厂已决定采取一系列的防静电措施，如表5所示。



图 5

表 5

序号	工序点 防静电设施	采购和运输	元件检测筛选	仓库保管发放	焊接装配	生产中的流转	整机校验	整机检查	装包	现场调试维修
1	防静电手环		•	•	•		•	•	•	
2	防静电桌垫		•	•	•		•	•	•	
3	防静电地垫		•	•	•		•	•	•	
4	防静电鞋	•	•	•	•	•	•	•	•	•
5	防静电工作服		•	•	•		•	•	•	•
6	防静电薄纱手套	•	•	•	•	•	•	•	•	•
7	防静电工作帽		•	•	•	•	•	•	•	
8	防静电烙铁				•		•			•
9	防静电容器	•	•	•	•	•	•			•
10	防静电屏壁柜			•						
11	防静电推车		•	•	•	•	•	•	•	
12	防静电吸锡器				•		•			
13	防静电清洗机				•					
14	静电测试器				•		•			
15	接地线		•	•	•		•	•	•	
16	防静电标记	•	•	•	•	•	•	•	•	
17	防静电离子风发生器						•	•		•
18	防静电人体电阻检测仪		•		•		•			

防静电设施的安装都必须进行防静电接地和按防静电工艺要求进行，这样才能达到防静电的目的。静电泄漏速度取决于材料表面电阻的高低以及其介电常数。一般电阻率为 $10^{11}\Omega\sim 10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$ 的材料极易产生静电。而在 $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以下的材料不易产生静电，

即使产生静电也因电阻低而较快地泄漏掉。因而电阻率为 $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下材料称为静电良导体。但电阻率太低时人体有触电的危险，并且由于电阻率太低，静电泄漏快、电流也大，也容易造成元件损坏，故防静电电阻率宜控制在 $10^5 \sim 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 为佳，图6示意了部分防静电设施的安装。

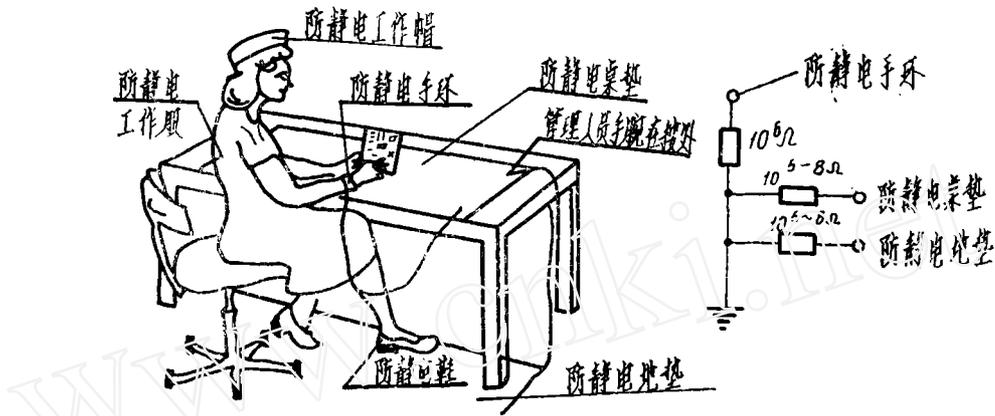


图 6

为了达到防静电的目的，除采取表 5 所示的防静电措施外，还应建立全厂性的十个防静电控制环节。十个控制环节见表 6。各控制环节都应配备完善的防静电设施，并应规定具体相应的防静电工艺规程。还应对与这十个控制环节的有关人员、包括用户在内进行防静电的宣传、教育，这样才能建立起真正有效的防静电体系，才能达到静态继电器的静电防护目的。

表 6

序号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
控制环节名称	产品研制与设计	工艺和标准化	采购和运输	检验和老化筛选	仓库管理和领发料	生产中的工序流转	安装与调试检查	包装	销售现场服务维修	管理部门

四 结语

随着静态继电器的迅猛发展，认识静电对静态继电器的危害和建立静态继电器防护静电的措施、体系和工艺的重要性已不容低估，也只有这样，才能确保静态继电器产品的质量和发展。由于静态继电器静电防护在国内还处于起步阶段，许多这方面的工作需要我们去认识和进行。