



# M7.1.7 静电敏感元器件/部件 (ESDS) 的防护

# 修订批准页:

版次	修订时间	编写/改版	修订说明	审核/日期	审批/日期
R0	2020.06.05	连志纯	新编课件	谈海军 /2020.08.08	张玉 /2020.08.12
R1	2021.09.18	刘海斌	修订课件	谈海军 /2021.09.28	张玉 /2021.11.12
R2	2022.05.05	单军杰	修订课件	谈海军 /2022.05.16	张玉 /2022.05.17

## 目的与要求:

<b>目的</b>	通过本次课程的学习，了解静电在航空维修中的危害，掌握防静电标识的识别。
<b>要求</b>	了解静电的危害及标识。

# 课程安排:

序号	内容	等级	课时
1	静电放电的原理、危害和防静电标识	1	1H
2	防静电腕带使用与测试	2	1H
3	静电防护的设备设施及防护措施	2	2H

# 目录

## 1 静电放电的原理、危害和防静电标识

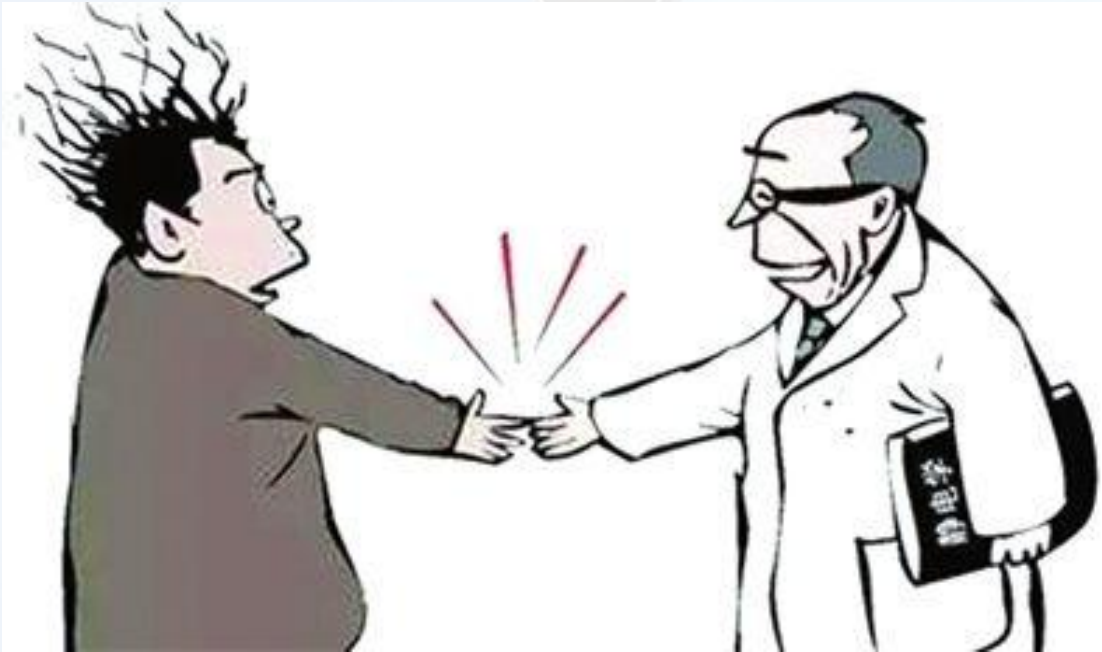




# 1. 静电的产生原理

## 1) 概述

- 先进的电子技术在航空器上大规模的应用，飞机上使用的微机和其他电子设备中有许多集成电路，其中的微型芯片只能承受毫安级电流和毫伏级电压。
- 人体由于衣着摩擦、走动摩擦等原因可以带成千上万伏特的高压静电。



# 1. 静电的产生原理

## 1) 概述

- 从原子学角度来说，塑料、纸张和其它材料通常都是中性的，每一原子中带正电的原子核与其周围带负电的电子云中和；
- 当两种材料，不论是通过压力还是通过摩擦接触分开后，电子就会游离材料的表面，从而产生静电区。

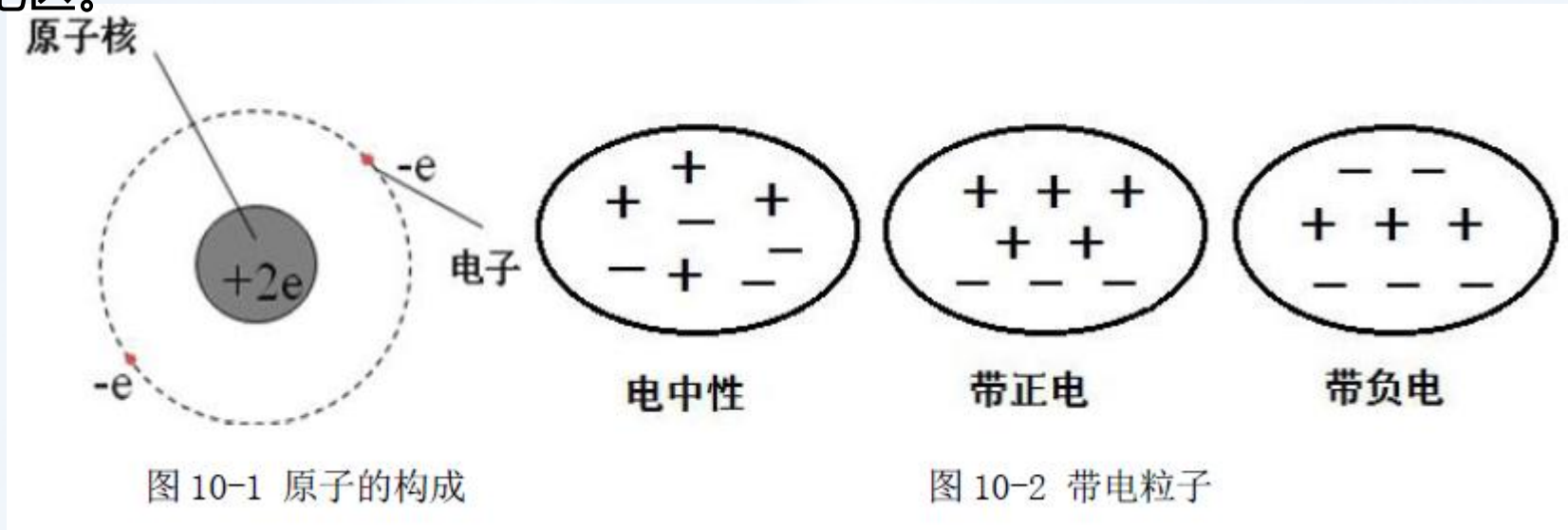


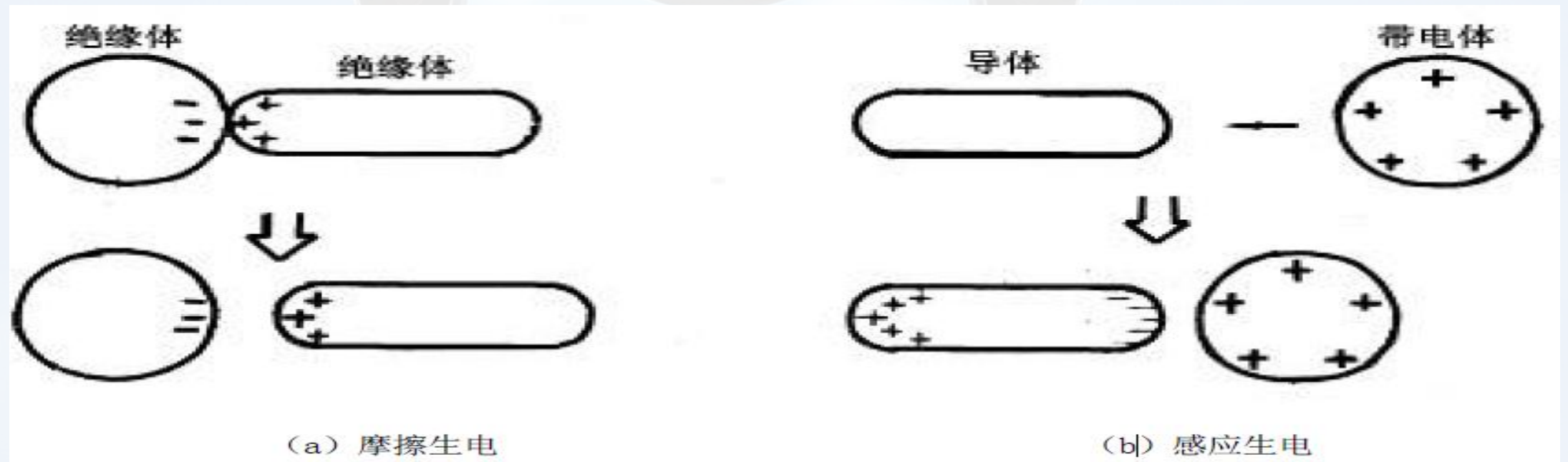
图 10-1 原子的构成

图 10-2 带电粒子

# 1. 静电的产生原理

## 2) 静电的产生方式

- 静电产生的方式很多，如接触、摩擦、冲流、冷冻、电解、压电、温差等，但主要是两种形式，**摩擦产生静电**和**感应产生静电**。



# 1. 静电的产生原理

## 2) 静电的产生方式

- 影响静电产生和大小的因素
- ◆ 与**环境湿度**和空气中的**离子浓度**有密切的关系。
- ◆ 在高湿度环境中由于物体表面吸附有一定数量杂质离子的水分子，形成弱导电的湿气薄层，提高了绝缘体的表面电导率，可将静电荷散逸到整个材料的表面，从而使静电势降低。



# 1. 静电的产生原理

## 3) 静电释放

- 静电放电就是**电荷的快速中和**。
- 静电电荷不断积累，直到造成电荷产生的作用停止、电荷被泄放或者达到足够的强度可以击穿周围物质为止。电介质被击穿后，静电电荷会很快得到平衡，这种电荷的快速中和就称为**静电放电**。
- 静电放电的形式与带电体的几何形状、电压和带电体的材质有关。



## 2. 静电的危害

### 1) 静电对静电敏感元器件的影响

- 静电产生后会在其周围形成静电场产生**力学效应**、**放电效应**及**静电感应效应**等。
- 许多电子航线可更换（LRU）内包括有各种各样的微电路板和其它敏感装置，也属于飞机的静电敏感元件（EDS）。

静电放电对飞机维护操作的影响主要表现在

**A**

静电放电损害能导致需要准备额外的备用件;

**B**

会出现容易监测到的硬件故障;

**C**

还会出现隐藏的或是延时的其他故障;

**D**

性能退化是静电放电损害对电路产生的最常见的影响;

## 2. 静电的危害

### 2) 静电损害的特点



静电损伤类型

静电放电对机载计算机造成两种类型的损伤，永久损坏故障、暂时性失效或潜伏性损坏故障，或称为硬故障和软故障。

- **暂时性失效**：典型的征兆是失去资料或功能暂变；而硬体方面却没有明显的损伤。
- **潜伏性损坏**：潜伏性损坏也称为软击穿，可造成元器件性能劣化或参数指标下降，但还没有完全损坏。
- **永久性损坏**：永久性损坏也称为硬击穿，是一次性造成芯片内热，二次击穿金属喷键、熔融介质、击穿表面等，最终使集成电路彻底损坏，永久失效。

### 3. 防静电标识

#### 1) 包装标识



图 10-4 防静电包装标识

### 3. 防静电标识

#### 2)防静电符号标识



### 3. 防静电标识

#### 3)航线可更换组件装配标识



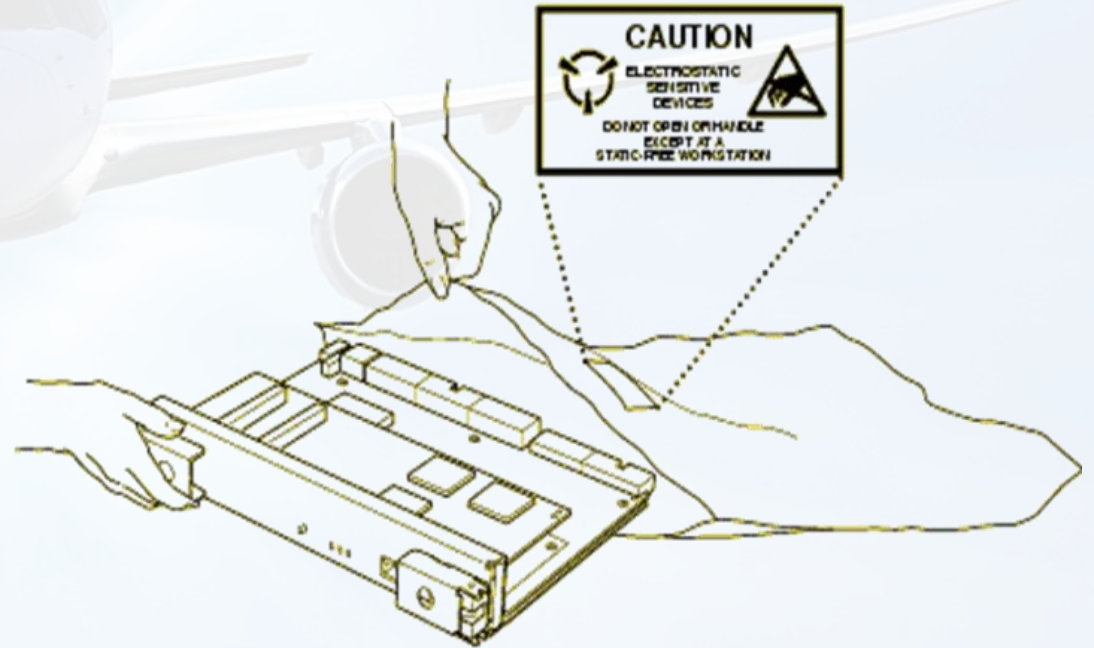
有些电路板上可能没有图形标识而是印有“STATIC SENSITIVE”的文字标识



## 4.静电防护的基本原则

### 1)基本原则

- 静电在我们生活中周围时时刻刻存在。将静电**完全消除是非常困难的**，但是我们可以采取防护措施，将静电的产生与积聚控制在最小的限度之内；
- 防护静电危害的基本原则：
  - 在静电安全区域内使用或安装静电敏感元件。
  - 用静电屏蔽容器运送静电敏感元件。



## 4. 静电防护的方式

### 1) 接地

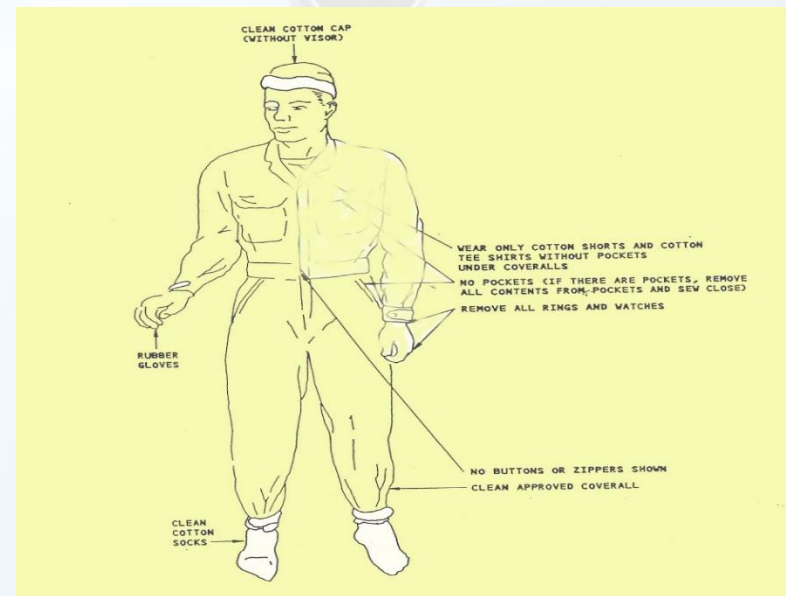
- 接地就是直接将静电通过一条线的连接泄放到大地，这是防静电措施中最直接最有效的。
- 人体通过**防静电腕带**，**防静电鞋**（或鞋带）或**防静电地板**接地。
- 工作台面接地。
- 测试仪器，工具夹，烙铁接地。
- 防静电地板，地板接地。
- 防静电周转车，箱，架尽可能接地。



## 4. 静电防护的方式

### 2) 静电屏蔽

- 静电敏感元件在储存或运输过程中会暴露于有静电的区域中，用静电屏蔽的方法可削弱外界静电对电子元件的影响，最通常的方法是用**静电屏蔽袋**和**防静电周转箱**作为保护。另外**防静电衣**对人体的衣服具有一定的屏蔽作用。



## 4. 静电防护的方式

### 3) 离子中和

- 绝缘体往往是易产生静电，对绝缘体静电的消除，用接地方法是无效的，通常采用的方法是离子中和（部分采用屏蔽），即在工作环境中用离子风机，提供一等电位的工作区域。



## 5.防静电设备的介绍

### 1) 防静电手腕带

- 由防静电松紧带、活动按扣、弹簧软线、保护电阻及插头或夹头组成，松紧带的内层用防静电纱线编织，外层用普通纱线编织。



## 5. 防静电设备的介绍

### 2) ESDS包装袋

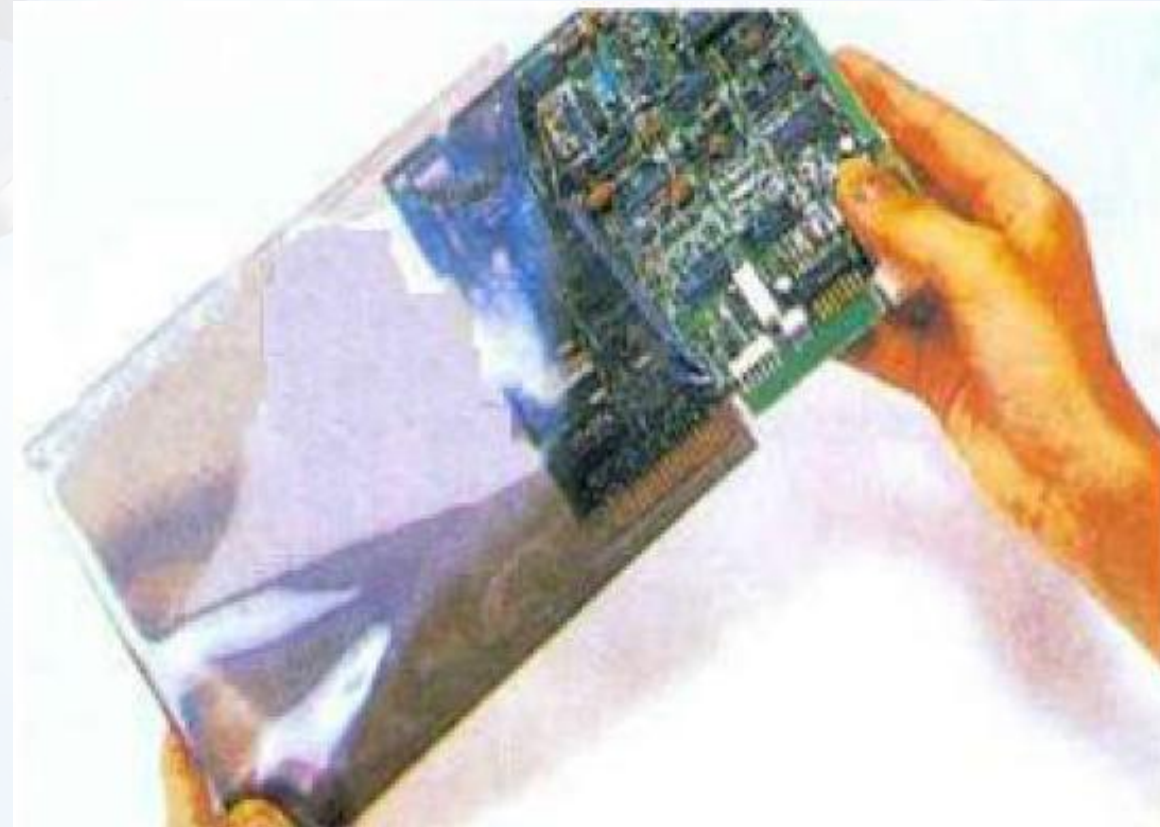
- ESDS包装袋是一种**防静电屏蔽塑料袋**，它可以减弱外界静电场的感应，使包装袋内的ESDS 器件免受静电场的渗透而遭到损害。

静电放电

(ESD—**E**lectro **S**tatic **D**ischarge)

静电敏感元器件

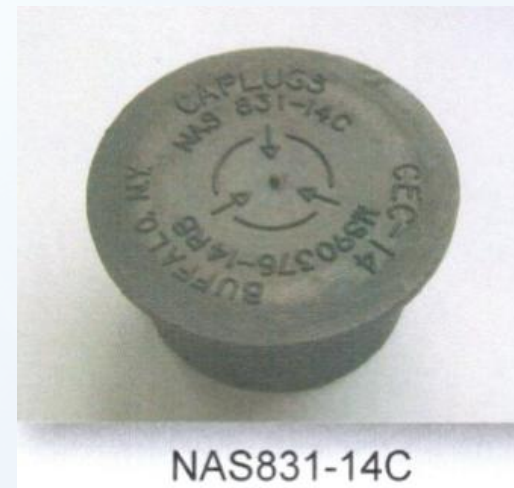
(ESDS—**E**lectro **S**tatic **D**ischarge **S**ensitive)



## 5. 防静电设备的介绍

### 3) ESDS防尘盖或堵盖

- 在ESDS上使用ESDS 导电防尘罩或堵盖（请见图10-9 所示），可以使得导电防尘罩与静电敏感器件的金属壳体相连，形成一个屏蔽罩，防止其内部的电路板因为感应而产生静电。
- **注意：静电防尘堵盖和电插座堵盖的颜色是白色、黑色的或灰色，且带有防静电标识。**



## 5. 防静电设备的介绍

### 4) 防静电离子风机

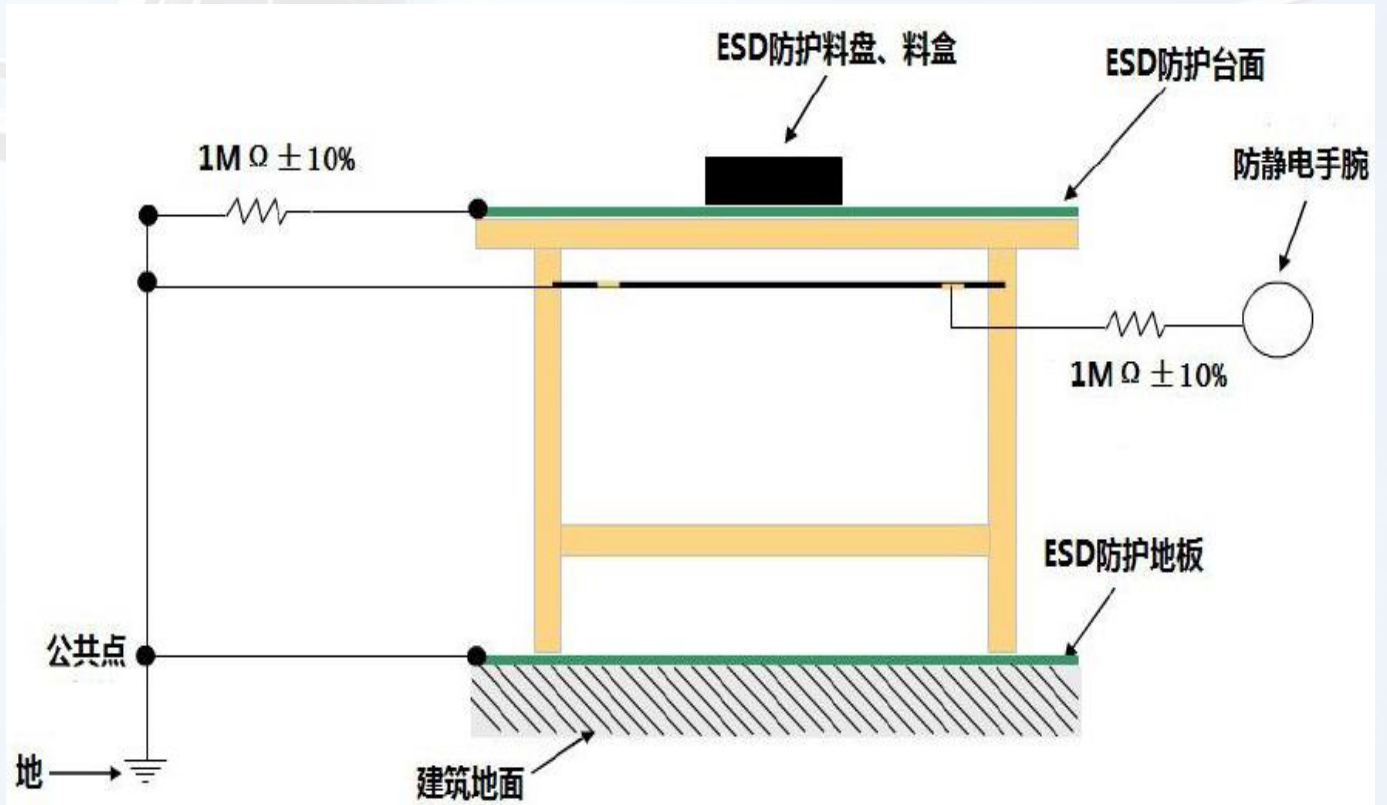
- 是一种**电荷消除装置**它通过用施加高电压于离子电极端而产生的环状离子束去中和静电。
- 防静电离子风机除了防止静电污染及破坏外，本身也具有防静电的功能。
- 主要应用：电子生产线、维修台、电子产品等静电防护区域。防静电离子风机具有体积小、重量轻、安装方便等特点，加上防静电和除尘效果明显，适用场所广泛。



## 5. 防静电设备的介绍

### 5) 防静电工作台和存放架

- **防静电工作台**台面一般由防静电三聚氰胺高压装饰层压板（俗称防静电电压膜防火板）为表面材料，桌面铺上纳米导电橡胶垫，为了保证台面具有防静电性能，静电可通过**防静电地面**或者**接地线**直接导向大地。



## 5. 防静电设备的介绍

### 6) 防静电工作台和存放架

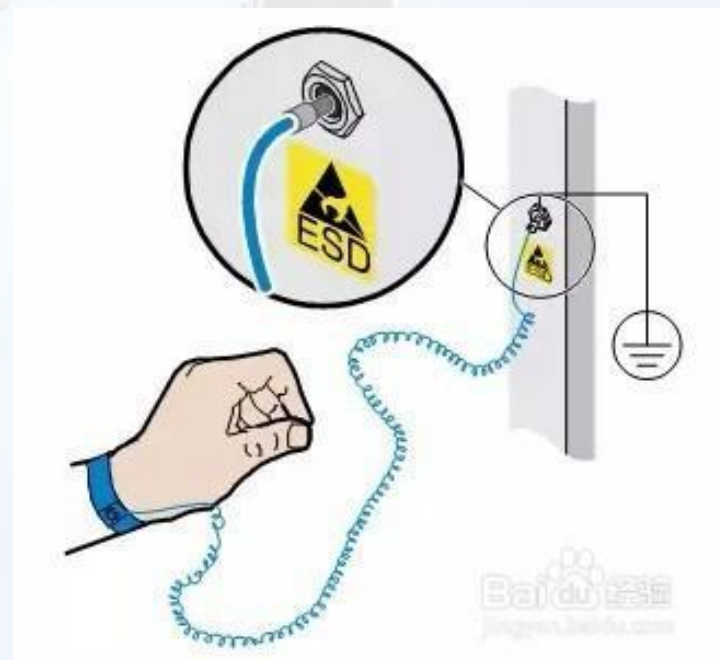
- 防静电存放架一般使用金属材料制成，建筑地面使用ESDS防护地板，**接地**连接方式与防静电工作台相同。



## 6. 防静电手腕带使用与测试

### 1) 防静电手腕带佩戴

- 腕带应紧贴手腕皮肤，可靠连接防静电接地孔。
- 使用腕带操作时不允许断开，否则会失去接地作用。



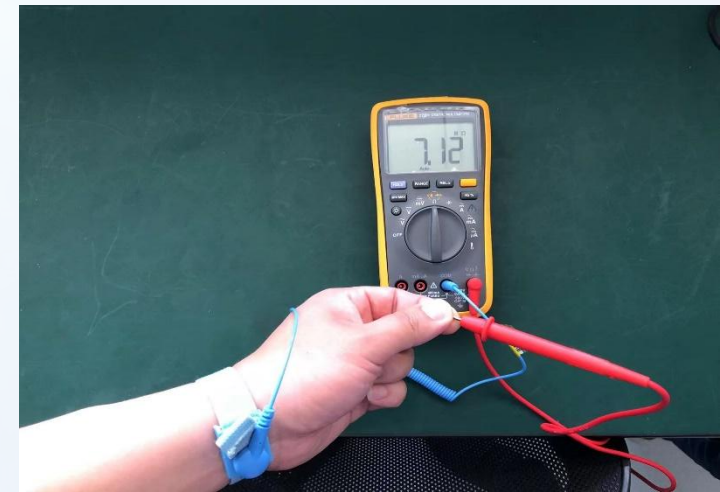
## 6. 防静电手腕带使用与测试

### 2) 防静电手腕带测试

测量方式一：使用欧姆表测量

- 将防静电腕带插头端接到电阻表的接地孔或者公共孔。
- 将电阻表的红表笔接到防静电腕带的电阻部位, 确认其阻值在250K欧至1.5M欧之间。
- 戴上防静电腕带,用食指和拇指捏住红表笔,确认阻值不大于10M欧。

**注意: 如果防静电腕带的电阻太小,则可能会导致人员因为大电流而受伤**



## 6. 防静电手腕带使用与测试

### 2) 防静电手腕带测试

测量方式二：使用**腕带测试仪**测量

- 戴好腕带,把插头插入标有“WRIST CORD”标志的插孔内。
- 按住表面金属测试按键,保持5-10 秒钟。
- 如果绿色“OK” 指示灯亮,则表示腕带功能正常。
- 如果红色的“FAIL LO” 或“FAIL HI” 指示灯亮同时伴有响声,则表明腕带功能不正常,需要立即检查。



## 小结:

序号	本节重点知识要点
1	了解静电的产生和释放，防静电的原则和方式、防静电设备
2	熟悉掌握防静电设备的使用方法和注意事项。

小结:

序号	思考题
1	静电在航空维修中的危害
2	静电的消除方法
3	维修中静电的防护措施



**感谢聆听，欢迎指正**