

DIANZI ZHUANYE 全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO DIANZILEI ZHUANYE TONGYONG JIAOCAI

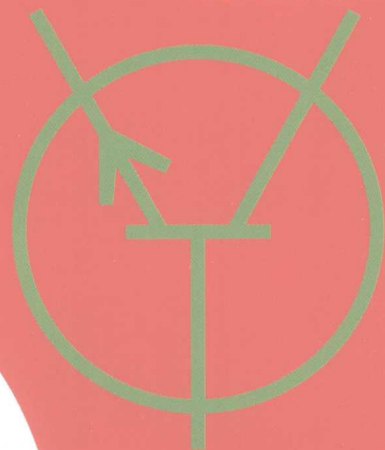


QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO DIANZILEI ZHUANYE TONGYONG JIAOCAI

电子基本操作技能

DIANZI JIBEN CAOZUO JINENG

(第四版)



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

电子基本操作技能

(第四版)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子基本操作技能/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —4版. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2009

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

ISBN 978-7-5045-7658-3

I. 电… II. 人… III. 电子技术-专业学校-教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 079796 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京人卫印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.75 印张 203 千字

2009 年 5 月第 4 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

定价: 15.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

为了更好地适应全国中等职业技术学校电子类专业的教学要求，人力资源和社会保障部教材办公室在广泛调研的基础上，组织全国有关职业教育研究人员、一线教师和行业专家，对 2003 年版中等职业技术学校电子类专业教材进行了修订和补充。

这次教材开发工作的重点主要表现在以下几个方面：

第一，坚持以能力为本位，突出职业技术教育特色。根据电子类专业毕业生所从事职业的实际需要，对教材内容的深度、难度做了较大程度的调整。同时，进一步加强实践性教学内容，以满足企业对技能型人才的需要。

第二，吸收和借鉴各地中等职业技术学校教学改革的成功经验。专业课教材的编写遵循任务驱动教学理念，将理论知识与技能训练有机融为一体，尽可能再现专业岗位的工作环境，以提高学生的就业能力，同时，激发学生的学习兴趣，提高教学效果。

第三，努力反映电子技术发展，力求使教材具有鲜明的时代特征。合理更新教材内容，尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，例如，教材编写充分运用了电子仿真技术。同时，在教材编写过程中，严格贯彻国家有关技术标准的要求。

第四，努力贯彻国家关于职业资格证书与学历证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，力求使教材内容符合《电子设备装接工》《无线电调试工》《无线电设备机械装校工》《家用电子产品维修工》《电子元器件检验员》等国家职业标准（中级）的知识和技能要求。

第五，创新教材编写模式，力求给学生营造一个更加直观的认知环境。尽可能使用图片、实物照片或表格形式将各个知识点生动地展示出来，同时，针对相关知识点，设计了很多贴近生活的导入和互动性训练等，意在拓展学生思维和知识面，引导学生自主学习。

第六，强调教辅资源的开发，力求为教师教学提供更多的方便。本套教材除配有习题册、教学参考书、教学挂图外，还重点开发了多媒体教学光盘、网络课程等。

本次开发与修订的教材包括：《电工基础（第三版）》《模拟电路基础》《数字电路基础》

《无线电基础（第四版）》《电子测量与仪器（第四版）》《机械知识与钳工技能训练》《机械识图与电气制图（第四版）》《电子 EDA（Proteus）》《单片机基础及应用》《传感器基础知识》《电子产品新技术应用（第二版）》《电子基本操作技能（第四版）》《电子专业技能训练（第二版）》《电视机原理与电路分析（第二版）》《电视机装接调试与维修技能训练（第二版）》。根据教学需要后期还将陆续开发和修订其他教材。

本次教材开发工作得到了河北、江苏、湖南、河南、广东、云南等省人力资源和社会保障厅及有关学校的大力支持，对此，我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2009 年 6 月

简 介

《电子基本操作技能（第四版）》是在《基本操作技能（第三版）》的基础上修订的，主要内容有：电子装配操作安全、常用电子元器件的识别与检测、焊接工艺、技术文件及印制电路板的识读。各部分教学内容参考学时见下表。

本书由雷三元、万华清、葛中海编写，雷三元主编，杨佩坚审稿。

参 考 学 时 表

教学模块	学时
模块一 电子装配操作安全	8
模块二 常用电子元器件的识别与检测	68
模块三 焊接工艺	82
模块四 技术文件及印制电路板的识读	22
总 计	180

目 录

模块一 电子装配操作安全	(1)
模块二 常用电子元器件的识别与检测	(15)
课题一 电阻器的识别与检测	(15)
课题二 电容器的识别与检测	(27)
课题三 电感器的识别与检测	(36)
课题四 半导体器件的识别与检测	(44)
* 课题五 集成电路的识别	(52)
课题六 其他常用元器件的识别与检测	(60)
模块三 焊接工艺	(71)
课题一 认识焊接材料与常用组装工具	(71)
课题二 导线及其加工工艺	(80)
课题三 电烙铁的使用	(85)
课题四 印制电路板元器件插装与焊接	(92)
课题五 焊接万用电路板	(97)
课题六 拆焊电路板	(103)
* 课题七 手工贴片焊接	(107)
* 课题八 工业生产中的自动焊接	(113)
模块四 技术文件及印制电路板的识读	(118)
课题一 技术文件的识读	(118)
课题二 印制电路板的识读	(123)

模块一

电子装配操作安全

学习目标

1. 了解电流对人体的作用及伤害程度
2. 明确安全用电的意义，掌握防止触电的保护措施
3. 掌握实验室安全文明操作规程
4. 熟悉静电防护的意义和方法

工作任务

据统计资料表明：我国每年因触电而死亡的人数，约占全国各类事故总死亡人数的10%，仅次于交通事故。在日常生活中，私自乱拉、乱接电线；使用湿手触摸或湿布擦拭带电灯具、开关等电器用具都有可能引发家庭触电事故。在电子整机产品的装接过程中，我们会接触到很多复杂的电子元器件和设备，如果操作不当，也很可能带来危险。那么，电流对人体是怎样起作用的呢，人体触电的方式主要分哪几种，发生触电以后如何进行有效的急救？

本任务就是带领大家了解电子产品装配现场，学习安全用电基本常识和文明操作规程。

相关知识

安全用电包括两个方面：一是用电时要保证人身的安全，防止触电；二是保证用电线路及用电设备的安全，避免遭受损坏等。用电安全首先是人身安全。

一、安全电流及安全电压

1. 安全电流

按照电流通过人体的不同生理反应，可分为感知电流、摆脱电流、致命电流。上述三类



电流通过人体时与人体伤害程度的关系见表 1—1。

表 1—1 通过人体电流大小与人体伤害程度的关系

分类 电流值 类型	定 义	交流电（工频）		直流电（平均值）
		成年男性	成年女性	
感知电流	使人体有感觉的最小电流	$i < 1.1 \text{ mA}$	$i < 0.7 \text{ mA}$	$I < 5 \text{ mA}$
摆脱电流	人体触电后能自主摆脱电源的最大电流	$1.1 \text{ mA} < i < 16 \text{ mA}$	$0.7 \text{ mA} < i < 10 \text{ mA}$	$5 \text{ mA} < I < 50 \text{ mA}$
致命电流	在较短时间内，危及人体生命的最小电流	$\geq 16 \text{ mA}$	$\geq 10 \text{ mA}$	$\geq 50 \text{ mA}$

2. 人体电阻与安全电压

人体电阻主要包括人体内部电阻和皮肤电阻，人体电阻一般约为 1 500 ~ 2 000 Ω （通常取 800 ~ 1 000 Ω ）。

影响人体电阻的因素很多，除皮肤厚薄外，皮肤潮湿、多汗、有损伤、带有导电性粉尘等都会降低人体电阻。另外，人体电阻也随电源频率的增大而降低。不同条件下的人体电阻见表 1—2。

表 1—2 不同条件下的人体电阻

接触电压（V）	人体电阻（ Ω ）			
	皮肤干燥	皮肤潮湿	皮肤湿润	皮肤浸入水中
10	7 000	3 500	1 200	600
25	5 000	2 500	1 000	500
50	4 000	2 000	875	440
100	3 000	1 500	770	375
250	1 500	1 000	650	325

为了使通过人体的电流不超过安全电流值，我国把安全电压的额定值分为 42 V、36 V、24 V、12 V 和 6 V 五种等级。安全电压的等级和选用见表 1—3。

表 1—3 安全电压的等级和选用

安全电压（交流有效值）（V）		选 用 举 例
额定值	空载上限值	
42	50	在有危险的场所使用的手持电动工具
36	43	潮湿场所，如矿井、多导电粉尘及类似场所使用的行灯等
24	29	工作面积狭窄且操作者易大面积接触带电体的场所，如锅炉、金属容器内
12	15	人体需要长期触及器具上带电体的场所
6	8	



知识拓展

不同大小的电流通过人体时产生的反应

电流 (mA)	交 流 电 (50 Hz)	直 流 电
0.6 ~ 1.5	手指开始感觉发麻	无感觉
2 ~ 3	手指感觉强烈发麻	无感觉
5 ~ 7	手指肌肉感觉痉挛	手指感觉灼热和刺痛
8 ~ 10	手指关节与手掌感觉痛, 手已难于脱离电源, 但尚能摆脱	手指感觉灼热, 较 5 ~ 7 mA 时更强
20 ~ 25	手指感觉剧痛, 迅速麻痹, 不能摆脱电源, 呼吸困难	灼热感很强, 手的肌肉痉挛
50 ~ 80	呼吸麻痹, 心室开始震颤	强烈灼痛, 手的肌肉痉挛, 呼吸困难
90 ~ 100	呼吸麻痹, 持续 3 s 后或更长时间后 心脏麻痹或心房停止跳动	呼吸麻痹
> 500	延续 1 s 以上有死亡危险	呼吸麻痹, 心室颤动, 心跳停止

二、触电形式

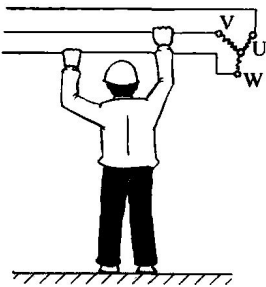
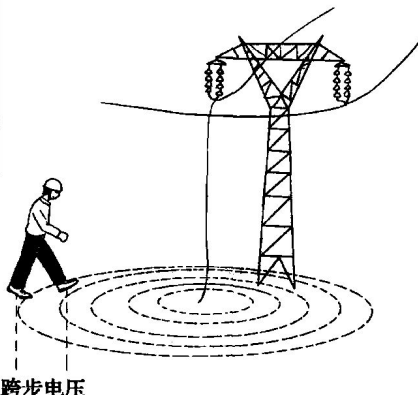
常见的触电形式见表 1—4。

表 1—4

常见触电形式

触电形式	触电情况	危险程度	图 示
单相触电 (变压器 低压侧中性点接地)	电流从一根相线经过电气设备、人体再经大地流到中性点。此时加在人体上的电压是相电压	若绝缘良好, 一般不会发生触电危险; 若绝缘被破坏或绝缘很差, 就会发生触电事故。	
单相触电 (变压器 低压侧中性点不接地)	在 1 000 V 以下, 人触到任何一相带电体时, 电流经电气设备, 通过人体到另外两根相线的对地绝缘电阻和分布电容而形成回路。 在 6 ~ 10 kV 高压侧中性点不接地系统中, 电压高, 所以触电电流大	触电电流大, 几乎是致命的, 加上电弧灼伤, 情况更为严重	

续表

触电形式	触电情况	危险程度	图 示
两相触电	电流从一根相线经过人体流至另一根相线	由于在电流回路中只有人体电阻, 所以两相触电非常危险。触电者即使穿着绝缘鞋或站在绝缘台上也起不到保护作用	
跨步电压触电	输电线断线落地或运行中的电气设备因绝缘损坏漏电时, 电流经过接地体向大地作半环形流散, 并在落地点或接地体周围地面产生强大电场。当有人走过落地点周围时, 其两脚之间的电位差称为跨步电压。跨步电压触电时, 电流从人的一只脚脚下身通过另一只脚流入大地形成回路	电场强度随离断线落地点距离的增加而减小。距断线点 1 m 范围内, 约有 60% 的电压降; 距断线点 2 ~ 10 m 范围内, 约有 24% 的电压降; 距断线点 11 ~ 20 m 范围内, 约有 8% 的电压降	



触电事故的发生具有一定规律

统计资料表明:

(1) 一般发生触电事故以年轻人居多。这主要因为生产第一线的工作人员主要是年轻人。年龄大、工作经验多的人的触电事故发生率较低。

(2) 触电事故发生有季节性, 因为气候潮湿造成绝缘电阻下降, 人体电阻也降低, 故雨季触电事故多, 如 6—9 月份触电事故占全年 80% 以上。

(3) 低压电比高压电触电概率大, 有资料显示, 每 16 人触电死亡, 其中就有 11 人是低压触电, 低压占 68.7%, 高压占 31.3%。

(4) 从行业上看, 冶金、建筑、建材、矿山等行业居多, 这些行业属于劳动密集型产业。在这些行业中, 手持、手动电动工具较多, 漏电触电的机会自然增加; 尤其有些企业工人简单培训后就上岗, 甚至不经培训就上岗, 更增加了安全隐患。

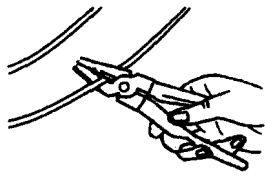
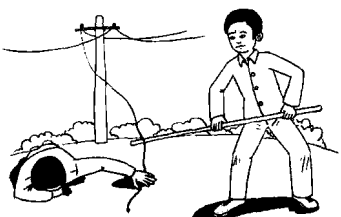
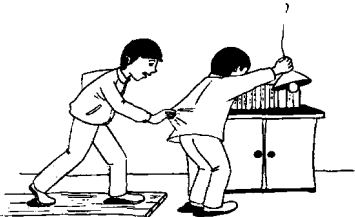
三、触电急救

触电急救的要点是：抢救迅速和救护得法。即用最快的速度在现场采取积极措施，保护触电者生命，减轻伤情，减少痛苦，并根据伤情需要迅速联系医疗救护等部门救治。

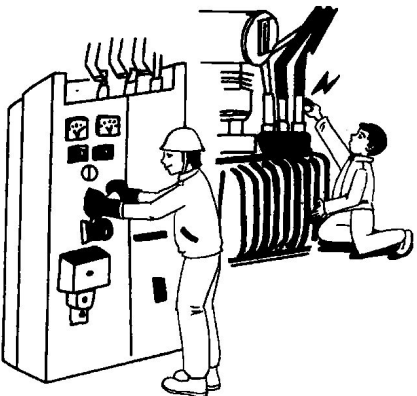
一旦发现有人触电后，周围人员首先应迅速拉闸断电，尽快使其脱离电源。在施工现场发生触电事故后，应将触电者迅速抬到宽敞、空气流通的地方，使其平卧在硬板床上，采取相应的抢救方法。在送往医院的路途中应不间断地进行救护。

触电急救的第一步是使触电者迅速脱离电源，具体方法见表1—5。

表1—5 使触电者脱离电源的方法

处理方法	实施方法	图 示
低压电源触电	拉 附近有电源开关或插座时，应立即拉下开关或拔掉电源插头	 拔掉插座 拉下电闸
	切 若一时找不到断开电源的开关时，应迅速用绝缘完好的钢丝钳或断线钳剪断电线，以断开电源	 剪断连接的电线
	挑 对于由导线绝缘损坏造成的触电，急救人员可用绝缘工具、干燥的木棍等将电线挑开	 用干燥木棍挑开电线
	拽 抢救者可戴上手套或在上包缠干燥的衣服等绝缘物品拖拽触电者；也可站在干燥的木板、橡胶垫等绝缘物品上，用一只手将触电者拖拽开	 采取绝缘保护下单手拽开触电者

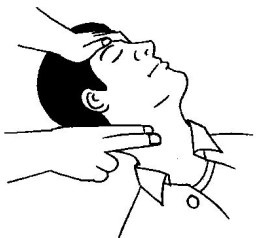
续表

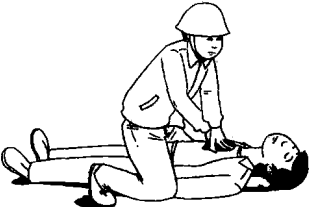
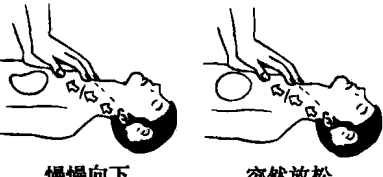
处理方法	实施方法	图 示
高压电源触电	发现有人在高压设备上触电时，救护者应戴上绝缘手套、穿上绝缘鞋后拉开电闸	 戴上绝缘手套、穿上绝缘鞋后救护

对触电人员采取的急救方法见表 1—6。

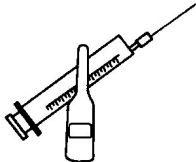
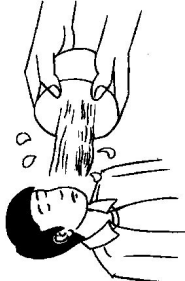
表 1—6

触电的急救方法

急救方法	实施方法	图 示
简单诊断	将脱离电源的触电者迅速移至通风、干燥处，将其仰卧，松开上衣和裤带	
	观察触电者的瞳孔是否放大。当处于假死状态时，人体大脑细胞严重缺氧，处于死亡边缘，瞳孔自行放大	
	观察触电者有无呼吸存在，摸一摸颈部的颈动脉有无搏动	

急救方法	实施方法	图 示
对“有心跳而呼吸停止”的触电者，应采用“口对口人工呼吸法”进行急救	将触电者仰天平卧，颈部枕垫软物，头部偏向一侧，松开衣服和裤带，清除触电者口中的血块、假牙等异物。抢救者跪在病人的一边，使触电者的鼻孔朝天仰	 清理口腔阻塞 鼻孔朝天头后仰
	用一只手捏紧触电者的鼻子，另一只手托在触电者颈后，将颈部上抬，深深吸一口气，用嘴紧贴触电者的嘴，大口吹气	 捏鼻贴嘴吹气胸扩张
	然后放松捏着鼻子的手，让气体从触电者肺部排出，如此反复进行，每5s吹气一次（对触电儿童每3s吹气一次），坚持连续进行，不可间断，直到触电者苏醒为止	 放开口鼻好换气
对“有呼吸而心跳停止”的触电者，应采用“胸外心脏挤压法”进行急救	将触电者仰卧在硬板上或地上，颈部枕垫软物使头部稍后仰，松开衣服和裤带，急救者跪跨在触电者腰部	
	急救者将右手掌根部按于触电者胸骨下二分之一处，中指尖对准其颈部凹陷的下缘，左手掌复压在右手背上	 压区 中指对凹陷 当胸一手掌 掌根用力向下压
	掌根用力下压3~4cm，然后突然放松。挤压与放松的动作要有节奏，每分钟100次为宜，必须坚持连续进行，不可中断	 慢慢向下 突然放松

续表

急救方法	实施方法	图 示
对“呼吸和心跳都已停止”的触电者，应同时采用“口对口人工呼吸法”和“胸外心脏挤压法”进行急救	一人急救：两种方法应交替进行，即吹气 2 次，再挤压心脏 15 次，且速度都应快些	
	两人急救：每 5 s 吹气一次，每 1 s 挤压一次，两人同时进行	
注意事项	 禁止乱打肾上腺素等强心针  禁止冷水浇淋	

四、安全用电常识

在供电及使用电的过程中必须注意安全用电，无数的事故教训告诉人们，任何思想麻痹都是造成人身触电事故的主要因素。安全用电必须要做到以下几点：

- (1) 任何电器在无法证明无电的情况下都认为有电。不盲目信任开关和控制装置，不要依赖绝缘来防范触电。
- (2) 若发现电源线插头或电线有损坏应立即更换。严禁乱拉临时电线，如需要则要用专用橡皮绝缘线而且不得低于 2.5 m，用后应立即拆除。
- (3) 尽量避免带电操作，湿手更应禁止带电操作。
- (4) 不得带电移动电器设备；将带有金属外壳的电气设备移至新的位置时，首先要安装接地线，检查设备完好后，才能使用。
- (5) 移动电器的插座，要带有保护接地装置。严禁用湿手去碰灯头、开关、插头。
- (6) 不得靠近落地电线。对于落地的高压线更应远离落地点 10 m 以上，以免跨步触电。
- (7) 当电器设备起火时，应立即切断电源，并用干粉灭火器进行扑灭。



安全用电的 7 个要点需熟记，并在操作过程中严格遵守。对于不熟悉的电器设备应先检查是否带电，然后再检查开关、绝缘等情况。

五、静电放电（ESD）的基本知识

静电放电（ESD, electrostatic discharge）是电子装配中造成电路板与元件损害的一个熟悉而低估的根源。ESD 有关的损害给世界的电子制造业带来每年数十亿美元的损失。

1. 静电击穿方式

（1）电压击穿

如果一个元件的两个针脚或更多针脚之间的电压超过元件介质的击穿强度，就会对元件造成损坏。这是 MOS 器件出现故障最主要的原因。氧化层越薄，则元件对静电放电的敏感性也越大。故障通常表现为元件本身对电源有一定阻值的短路现象。对于双极性元件，损坏一般发生在薄氧化层隔开的已进行金属喷镀的有源半导体区域。

（2）高温致热击穿

另一种故障是由于节点的温度超过半导体硅的熔点（1 415℃）时所引起的。静电放电脉冲的能量可以使局部地方发热，当温度超过半导体的熔点时，就会造成损坏。即使电压低于介质的击穿电压，也可能发生这种故障。一个典型的例子是，NPN 型三极管发射极与基极间的击穿会使电流增益急剧降低。

2. ESD 的危害

ESD 基本上可以分为三种类型，一是各种机器引起的 ESD，二是家具移动或设备移动引起的 ESD，三是人体接触引起的 ESD。这三种 ESD 对于半导体器件的生产和电子产品的生产都有影响。

电子产品在使用过程中最容易受到第三种 ESD 的损坏，便携式电子产品尤其容易受到人体接触产生的 ESD 的损坏。在一般情况下 ESD 会损坏与之相连的接口器件，另一种情况是遭受 ESD 冲击后的器件可能不会立即损坏，而是性能下降导致产品过早出现故障。

可是，控制 ESD 的主要困难是它是不可见的，但又能达到损坏电子元件的地步。产生可以听见“噼啪”一声的放电需要累积大约相当于 2 000 V 的较大的电荷，而 3 000 V 可以感觉小的电击，5 000 V 可以看见火花。

更加严重的是，这种危害只有十分之一的情况坏到引起在最后测试的整个元件失效。其他 90% 的情况，ESD 损坏只引起部分的降级——意味着损坏的元件可以毫无察觉地通过最后测试，而在发货到顾客之后出现过早的现场失效。

3. 静电的防护

（1）人体静电防护

要完全消除静电几乎不可能，但可以采取一些措施控制静电在不危害的程度之内。目前采用最多的控制方式就是控制人体静电。

人体是最普遍存在的静电危害源。对于静电来说，人体是导体，所以可以对人体采取接地的措施。接地的方式可以分为以下两种：

①使用防静电性地面、防静电鞋、袜（静电从脚导到大地）

通过防静电性地面、地垫、地毯，人员穿上防静电鞋、袜，形成组合接地。

②佩戴防静电腕带并接地（静电从手导到大地）

通过手腕泄放人体的静电。静电腕由防静电松紧带、活动按扣、弹簧软线、保护电阻及插头或夹头组成，如图 1—1 所示。松紧带的内层用防静电纱线编织，外层用普通纱线编织。

上述两项措施都是实用而有效的，应视不同的场合选择使用。

(2) 设备屏蔽防护

ESD 保护的第二个方法是屏蔽，防止大的 ESD 电流冲击内部电路。ESD 冲击金属屏蔽外壳时，最初几毫秒会比保护地电压高出许多，屏蔽外壳电压会随着 ESD 电荷的转移而下降，

所以最初的几毫秒内会对内部电路产生二次 ESD 冲击，所以仅仅使用外部屏蔽还不够，内部电路与屏蔽外壳必须共地，或者把内部电路进行介质隔离。电气隔离也是抑制 ESD 冲击的一种有效方法，PCB 板上安装光耦合器或者变压器，虽然不能完全消除 ESD 的冲击，但是结合介质隔离和屏蔽可以很好的抑制 ESD 冲击，光耦合器和变压器尤其适合电源部分。信号通路最好的隔离是光纤。

(3) 瞬变抑制器防护

另一种广泛使用的方法是外加电压瞬变抑制器或 TransZorb 二极管。这种防护非常有效。但仍有一些缺点，外加器件会增加电路板面积，防护器件的电容效应会增加信号线的等效电容，成本较高。

静电防护与控制已经不单单是一个防静电用品配备的问题，而是一个系统化的工作，它涉及敏感电子产品的制造、装配、处理、检查、试验、维修、包装、运输、贮存、使用等各个环节，而且是一种串联模式，任一方面的疏漏或失误，都将导致静电防护工作的失败。可以说，一个工厂的 ESD 防护水平基本上代表了其对产品质量的控制水平。另一方面，从技术角度讲，ESD 防护的问题所导致的品质问题往往带有隐蔽性和潜在性，工厂常规的检测手段难以发现和判断，而所引发的客户在使用产品过程中的功能失效或不稳定等质量投诉问题往往是致命的。

实践操作

1. 穿戴工作服 (图 1—2)

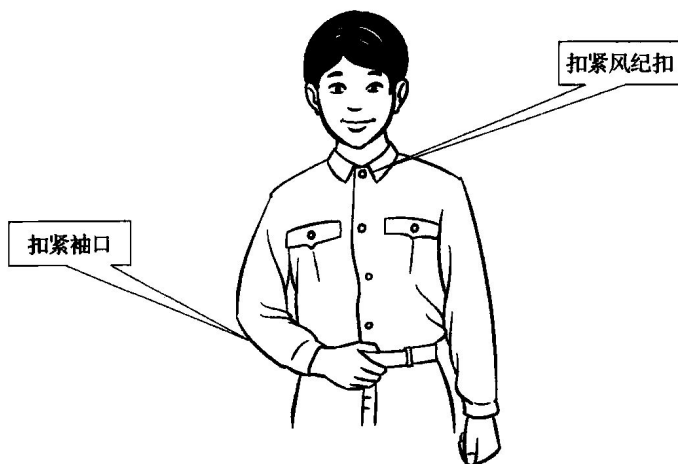


图 1—2 正确穿戴工作服



图 1—1 静电腕