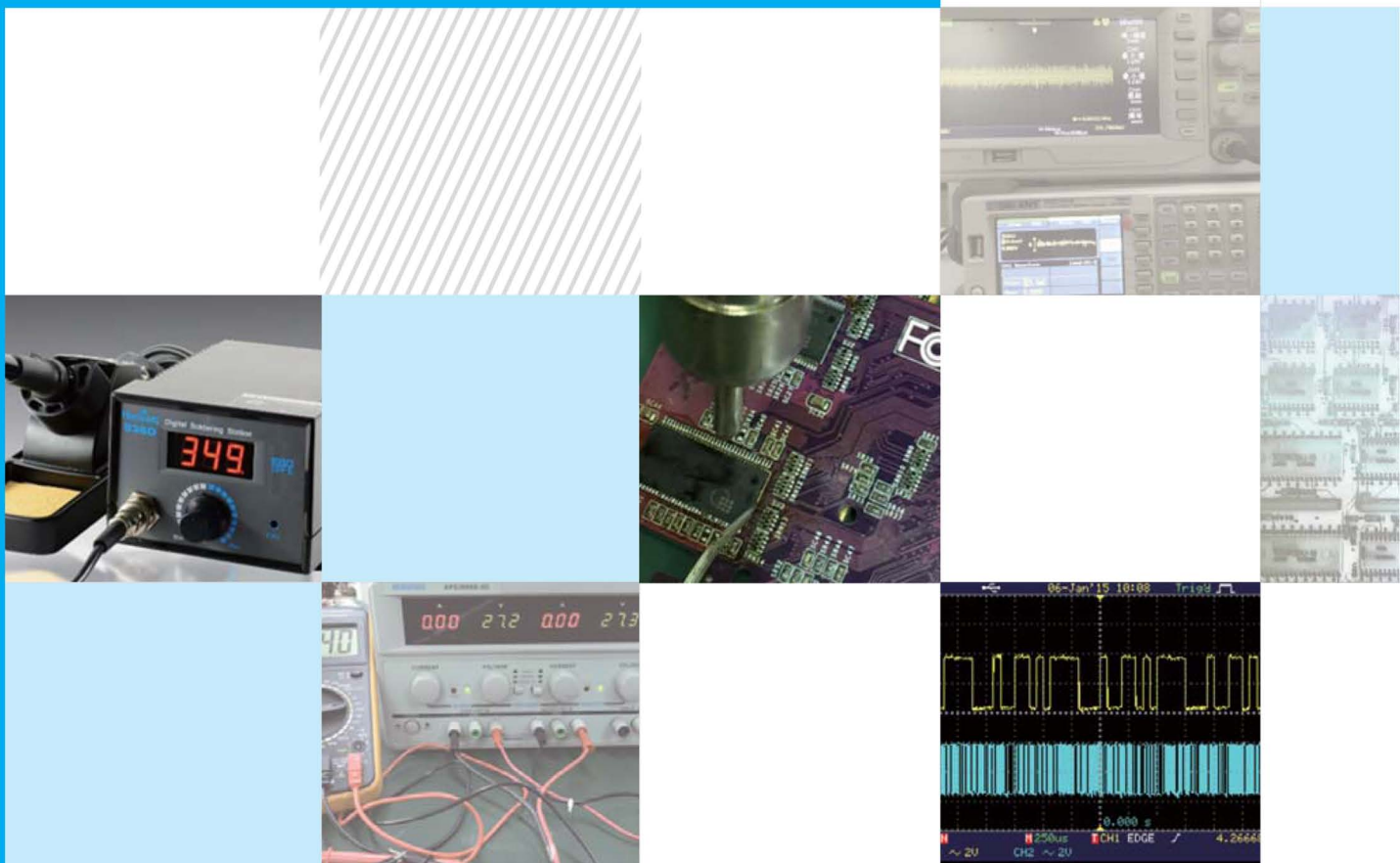


智能手机 原理与维修

主 编 叶 宁

副主编 苏炳银 覃庆红 覃汉筠

培训教程



图书在版编目 (CIP) 数据

智能手机原理与维修培训教程 / 叶宁主编. — 南宁:
广西科学技术出版社, 2017. 7
ISBN 978-7-5551-0805-4

I. ①智… II. ①叶… III. ①移动电话机—理论—教材 ②移动电话机—维修—教材 IV. ①TN929.53

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第 164031 号

ZHINENG SHOUJI YUANLI YU WEIXIU PEIXUN JIAOCHENG

智能手机原理与维修培训教程

主 编 叶 宁

副主编 苏炳银 覃庆红 覃汉筠

责任编辑: 陆媛峰

责任校对: 陈庆明

装帧设计: 苏 畅

责任印制: 陆 弟

出 版 人: 卢培钊

社 址: 广西南宁市东葛路 66 号

网 址: <http://www.gxkjs.com>

出版发行: 广西科学技术出版社

邮政编码: 530022

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 广西大华印刷有限公司

地 址: 南宁市高新区科园路 62 号

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

字 数: 285 千字

版 次: 2017 年 7 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-5551-0805-4

定 价: 30.00 元

邮政编码: 530007

印 张: 13

印 次: 2017 年 7 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

质量服务承诺: 如发现缺页、错页、倒装等印装质量问题, 可直接与本社调换。

服务电话: 0771-5842790

前言

本教程为国家重点技工学校广西电子高级技工学校重点精心打造的特色教材之一，它既是学校 2015 年国家级高技能人才培养基地建设以及 2016 年中等职业学校示范特色专业与实训基地建设项目的阶段性和标志性成果，又将是 2017 年度广西技工教育研究课题的结题性成果；它历经近三载的深耕细作，终于带着鲜明的时代烙印和校企合作开发的典范标签，正式出版了。

为了打造出教材的精品之作，本教程的编者秉持工匠精神，曾多次深入深圳市中兴通讯股份有限公司等国内顶尖通信企业实习调研，了解其职业素养要求，把握岗位能力需要，并把企业行业的这些要求和需要融入教程的项目任务以及实训活动之中，使得本教程更加实用，更富有生命力，呈现出精品教材应有的自洽编排与文化意涵。

本教程共分五个模块，共计 108 课时，建议课时分配如下：模块一 24 课时；模块二 20 课时；模块三 10 课时；模块四 16 课时；模块五 38 课时。教师也可根据需要合理取舍内容，灵活调整课时，确保它既适用于相关工种的短期培训，又适合于相关专业的课堂教学。

本教程在编写过程中得到了学校领导的大力支持，在此对他们表示衷心的感谢！同时编者参考了大量的文献资料，在此向这些文献资料的作者表示真挚的谢意！由于编者水平有限，书中或有疏漏与不当之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2017 年 6 月

目 录

模块一 实训基础知识	1
项目一 安全用电和规范操作	2
活动一 触电的基本知识	2
活动二 规范操作与生产	3
活动三 现场参观	4
项目二 静电及静电防护的基本知识	5
活动一 静电的危害及防护	5
项目三 电子技能实训基本知识	8
活动一 电子技能实训的一般操作规程	8
活动二 实训报告的撰写	8
活动三 测量方法及数据处理	9
项目四 手机拆装机工具	11
活动一 常用拆装机工具	11
活动二 使用工具拆装苹果手机	12
活动三 使用工具拆装华为手机	15
项目五 手机贴膜	18
活动一 手机贴膜操作流程	18
项目六 指针式万用表及其电阻挡的使用	21
活动一 面板与表盘的认识	21
活动二 电阻挡的使用	22
活动三 电阻测量技能训练	23
项目七 数字万用表	24
活动一 数字万用表的面板认识	24
活动二 数字万用表的使用方法	25
活动三 数字万用表使用技能训练	27
项目八 手工焊接电子元器件	29
活动一 手工焊接的质量要求及缺陷分析	29



活动二	拆焊的原则与方法	32
活动三	936 防静电电烙铁	33
活动四	936 防静电电烙铁的使用	35
活动五	使用 936 防静电电烙铁拆装电子元器件及技能考核	38
项目九	热风拆焊台	39
活动一	850 防静电热风拆焊台	39
活动二	850 防静电热风拆焊台焊接及技能考核	43
模块二	贴片元器件识别检测实训	45
项目一	贴片电阻识别检测	46
活动一	手机使用的贴片电阻识别	46
活动二	手机使用的贴片电阻检测	47
活动三	贴片电阻识别检测练习及技能考核	49
项目二	贴片电容识别检测	51
活动一	手机使用的贴片电容识别	51
活动二	手机使用的贴片电容检测	52
活动三	贴片电容识别检测练习及技能考核	53
项目三	贴片电感识别检测	55
活动一	手机使用的贴片电感识别	55
活动二	手机使用的贴片电感检测	56
活动三	贴片电感识别检测练习及技能考核	56
项目四	贴片二极管识别检测	58
活动一	手机使用的贴片二极管识别	58
活动二	手机使用的贴片二极管检测	59
活动三	贴片二极管识别检测练习及技能考核	60
项目五	贴片三极管、场效应管识别检测	62
活动一	手机使用的贴片三极管、场效应管识别	62
活动二	手机使用的贴片三极管、场效应管检测	63
活动三	贴片三极管识别检测练习及技能考核	65
项目六	贴片集成电路识别检测	67
活动一	手机使用的贴片集成电路识别	67
活动二	手机使用的贴片集成电路检测	68
活动三	贴片集成电路识别检测练习及技能考核	69

项目七 听筒、话筒识别检测	70
活动一 手机使用的听筒、话筒识别	70
活动二 手机使用的听筒、话筒检测技术	71
活动三 听筒、话筒识别检测练习及技能考核	72
项目八 贴片开关、滤波器、VCO、功放识别检测	73
活动一 贴片开关、滤波器、VCO、功放电路识别	73
活动二 贴片开关、滤波器、VCO、功放检测技术	74
活动三 贴片开关、滤波器、VCO、功放识别检测练习及技能考核	75
项目九 显示屏、触摸屏、SIM 卡识别	77
活动一 手机使用的显示屏	77
活动二 手机使用的触摸屏	81
活动三 手机使用的 SIM 卡	85
模块三 检测仪器使用实训	87
项目一 APS3005S-3D 可调式直流稳压电源	88
活动一 APS3005S-3D 可调式直流稳压电源特点	88
活动二 APS3005S-3D 可调式直流稳压电源供电实训	90
项目二 UT632 双通道数显交流毫伏表	92
项目三 SDG1010 函数/任意波形发生器	95
活动一 SDG1010 函数/任意波形发生器功能介绍	95
活动二 SDG1010 函数/任意波形发生器的调试及使用	100
项目四 数字存储示波器	102
活动一 UT2025B 数字存储示波器面板介绍	102
活动二 UT2025B 数字存储示波器的简单使用	103
项目五 频谱分析仪	105
活动一 频谱分析仪面板介绍	105
活动二 频谱分析仪的使用方法	107
模块四 手机电路检测实训	109
项目一 手机整机电路	110
活动一 手机电路组成	111
活动二 电路识读	112
项目二 手机故障特点	114
项目三 手机开机的条件	115



项目四 手机不开机故障检修	116
项目五 手机射频电路故障检修	118
项目六 其他故障检修	122
项目七 三星手机电源电路故障检修	124
项目八 智能手机射频电路故障检修	130
项目九 三星手机音频电路故障检修	135
活动一 三星 i9100 手机音频电路故障检修	135
模块五 移动通信工作原理实训	140
项目一 实训基本模块介绍	141
活动一 主控 & 信号源模块	141
活动二 数字终端 & 时分多址模块	145
活动三 信道编码及交织模块	147
活动四 信道译码及解交织模块	148
活动五 软件无线电调制模块	149
活动六 软件无线电解调模块	151
活动七 AMBE 语音压缩模块	153
活动八 CDMA 发送模块	154
活动九 CDMA 接收模块	156
项目二 实训基本操作说明	158
实训一 GSMK 调制及解调实训	158
实训二 直接序列扩频实训	166
实训三 直接序列解扩实训	169
实训四 AMBE 语音压缩实训	174
实训五 卷积码、编译码实训	176
实训六 卷积交织及解交织实训	179
实训七 GSM 通信系统实训	182
实训八 CDMA 扩频通信系统实训	184
实训九 GSM/GPRS 移动台主呼及被呼过程实训	187
实训十 GSM/GPRS 移动台短消息发送及接收实训	192
参考文献	197

模块一 实训基础知识

●学习目标

- (1) 掌握安全用电的有关知识以及规范操作与生产的基本要素。
- (2) 掌握静电及静电防护的基本知识。
- (3) 了解电子技能实训的基本知识。
- (4) 认识部分常用手工工具并初步掌握其使用方法。
- (5) 熟练掌握指针式万用表及其电阻挡的使用方法。
- (6) 熟练掌握使用数字万用表测量元器件电阻阻值等的方法。

●学习项目

- (1) 安全用电和规范操作。
- (2) 静电及静电防护的基本知识。
- (3) 电子技能实训基本知识。
- (4) 手机拆装机工具。
- (5) 手机贴膜。
- (6) 指针式万用表及其电阻挡的使用。
- (7) 数字万用表。
- (8) 手工焊接电子元器件。
- (9) 热风拆焊台。

项目一 安全用电和规范操作

对于电子产品的生产工人而言，安全用电绝对是一个首要的问题。而掌握安全操作规程，培养良好的文明操作习惯，则是现代职业活动的基本要求。

活动一 触电的基本知识

1. 电对人体的危害

电对人体的危害主要有电击和电伤两种。

(1) 电击。电击是指电流通过人体时所造成的内伤。如肌肉抽搐，内部组织损伤，身体发热、发麻，神经麻痹等。严重时会引起昏迷、窒息、心脏停止跳动、血液循环终止等而致死。通常说的触电，就是电击。

(2) 电伤。电伤是指在电流的热效应、化学效应、机械效应及电流本身作用下造成的人体外伤。如灼伤、烙印、皮肤金属化等。灼伤是指由电流的热效应造成的皮肤红肿、烧焦或皮下组织损伤的现象；烙印是指由电流的热效应或力效应造成皮肤留下肿块、硬块或变色等的现象；皮肤金属化是指由电流的热效应和化学效应导致熔化的金属微粒渗入皮肤表层，使受伤部位带金属色且留下硬块的现象。

2. 触电形式

触电形式主要有直接接触电和间接触电两种。

(1) 直接接触。直接接触分为两种。一种是单线触电，即人体的一部分直接接触火线，另一部分直接与大地接触构成回路的触电方式，如图 1-1 所示。另一种是双线触电，即人体同时接触带电设备或线路中的两相导体，或在高压系统中，人体同时接近不同相的两相带电导体而发生电弧放电，电流从一相导体通过人体流入另一相导体，构成一个闭合电路的触电方式，如图 1-2 所示。

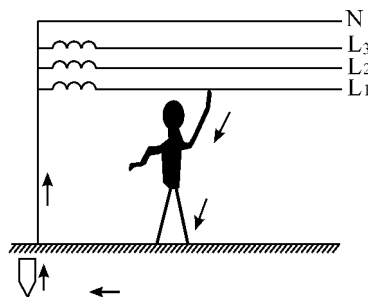


图 1-1 单线触电

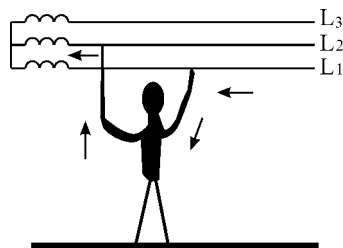


图 1-2 双线触电

(2) 间接触电。间接触电是指人体通过接触设备外壳而触电的形式。

3. 触电现场的救护

(1) 发生触电事故时，千万不要惊慌失措，必须以最快的速度使触电者脱离电源。



这时最有效的措施是切断电源。在一时无法或来不及寻到电源的情况下，可用绝缘物（竹竿、木棒或塑料制品等）移开带电体。

（2）抢救中要记住，触电者未脱离电源前，其本身是一个带电体，抢救时可能会造成抢救者触电伤亡，所以抢救者要在保证自身不触电的前提下尽可能快地施救。

（3）触电者脱离电源后，还有心跳和呼吸的应尽快送医院抢救。

（4）如果触电者心跳已停止，应立即采用人工心脏按压法施救，使触电者维持血液循环。若触电者呼吸已停止，应立即采用口对口人工呼吸法施救。同时尽快拨打急救电话。

（5）当触电者心跳、呼吸全停止时，应该同时采用上述两种方法施救，并且边急救边送往医院做进一步抢救。

4. 安全用电注意事项

（1）发现用电设备、导线等出现损坏现象时，应立即报告老师或管理人员及时进行处理。

（2）操作带电设备时勿触到非安全电压的导电部位，更不能用手接触导电部位来判断其是否带电。

（3）设备、工具、仪器等的插头要保持完好，不用时应及时拔掉。拔的时候要捏住插头，不能拉线。

（4）发现电源有打火、冒烟现象或不正常气味时，应迅速切断电源开关再进行检修。

（5）所有用电设备或电动工具都应接有安全保护地线。

（6）发现漏电跳闸时，切勿直接重新合上电闸，应立即报告老师或管理人员，待排除漏电故障后，方可重新合闸。

活动二 规范操作与生产

1. 规范操作规程

（1）操作前应先检查所使用的仪器设备、工具等是否正常，正常时方可操作。

（2）工作台面或地面要有绝缘橡胶，使用的仪器、工具要摆放整齐，便于操作。

（3）装配或拆换印制板元器件时，要断电操作。

（4）剪断印制板上元器件引线或引脚时要采用板朝下或用手遮挡的方法，以免线段飞溅伤及眼睛。

（5）电烙铁要放在专用烙铁架上。使用时，应避免敲打、甩锡等过猛动作，以防止电烙铁损坏或烫伤人体。

（6）组装电子产品时，机内或印制板上不得留有元器件引线、螺钉或其他异物。

（7）操作完毕时要及时切断电源，并摆放好仪器设备、工具，做好场地卫生。

2. 文明生产

文明生产就是创造一种规范安全、清洁明亮、秩序井然的生产环境，养成按标准秩





序和良好工艺技术精心操作的习惯。事实证明,即使有再先进的技术设备,如果没有文明生产作保证,也不可能生产出高质量的产品。

为保证文明生产,必须打造一流的现场管理。目前,起源于日本的 5S 现场管理体系已被广为采用,其包括整理、整顿、清扫、清洁、素养 5 个要点。有些企业在此基础上提出了 6S(加上“安全”)和 7S(再加上“服务”),但基础仍是 5S。现场管理的目的是对生产现场中的人员、机器、材料、方法、环境进行充分而有效的科学管理,其基本思想是“物有其位,物在其位”。

(1) 整理(SEIRI)。整理就是将必需品与非必需品区分开。必需品摆放在指定的位置上,有明确的标识;不要的物品坚决处理掉,在工作现场不放置必需品以外的物品,以免妨碍工作或有碍观瞻。

(2) 整顿(SEITON)。整顿就是将整理好的物品明确地规划、定位并加以标示。这样,就可以实现快速、准确、安全地取用所需物品。其原则是“定位、定物、定量;易见、易取、易还”。

(3) 清扫(SEISO)。清扫就是将工作场所、机械设备、材料、工具等上面的灰尘、污垢、碎屑、泥沙等脏物清扫、擦拭干净,创造一个洁净的环境。其原则是划分每个人应负责的清洁区域,确定清扫频率。

(4) 清洁(SEIKETSU)。清洁就是维持以上 3S,即整理、整顿、清扫,使之成为日常活动和习惯,并逐渐规范化、标准化。其原则是制定标准,定时检查。

(5) 素养(SHITSUKE)。素养就是培养全体员工良好的工作习惯、组织纪律和敬业精神。这是 5S 活动的最终目的。通过持续进行“整理、整顿、清扫、清洁”活动,逐步使每一位员工都自觉养成遵守规章制度、工作纪律的习惯,并创造一个具有良好氛围的工作环境。

活动三 现场参观

(1) 参观学校各实训(实习)场所,了解实训室的管理制度和安全操作规程,增强学生的安全用电意识。

(2) 参观当地的电子产品生产场所,初步了解电子产品的生产流程、加工工艺、仪器仪表的使用及生产管理等,使学生加深对安全文明生产重要意义的认识。

项目二 静电及静电防护的基本知识

活动一 静电的危害及防护

1. 静电的危害

在手机维修工作中，经常会出现这样的情况：拆开手机后，什么地方也没有动，再装上手机就不能开机了。反复检查才发现原来是手机芯片损坏了。在手机、计算机等电子产品维修教学实训中，初学者在进行拆机检测学习时也常有类似的情况发生，特别在秋冬季节天气干燥时更为多见。这时候不要怪自己运气不好，只是没做好静电防护而已。说起静电的危害，据有关统计资料显示，手机维修过程中如果没有产生静电，手机芯片故障率至少会降低 40%。大部分的芯片击穿都和静电有直接关系。静电还会令人身体不适，引起头痛、失眠和烦躁不安等症状，甚至导致皮疹和心律失常，对神经衰弱者和精神病患者危害更大。皮肤静电干扰会改变人体体表的正常电位差，影响心肌正常的电生理过程。持久的静电会使血液的碱性升高，血钙减少，尿中钙排泄量增加，对于血钙水平低的患者十分不利。尤其对患有心血管系统疾病的老年人来说，静电更易使病情加重或诱发期前收缩。

随着对静电的深入认识，科学家已经能够利用静电为工业生产和生活提供服务，如静电印花、静电喷涂、静电植绒、静电除尘和静电分选技术等。静电开始在淡化海水、喷洒农药、人工降雨、低温冷冻等方面大显身手，甚至在宇宙飞船上也安装有静电加料器等静电装置。

2. ESD 静电防护

ESD (Electro Static Discharge) 的意思是“静电释放”。ESD 是 20 世纪中期以来形成的以研究静电的产生、危害及静电防护等为主的学科。因此，国际上习惯将用于静电防护的器材统称为 ESD，中文名称为静电阻抗器。

对于静电的防护，主要采取三个方式：防、放、控。“防”是指防止静电荷的积聚；“放”是指建立安全的静电荷泄放通路；“控”是指对所有防静电措施的有效性进行实时监控。

下面介绍几种常见的 ESD 防护方法。

(1) 接地。接地对于减少在导体上产生的静电荷是非常重要的。人体是导体，并且是静电的主要发源地。因此，必须减少在接触敏感防静电元器件或组件的人身上产生的静电荷。减少人体产生的静电最好的办法是让静电荷通过人体接地释放。

在电子生产维修中，防静电腕带是最常用的接地装置。防静电腕带将安全且有效地排走身体上的静电荷，防静电腕带只有与皮肤接触好才能发挥作用。一个脏的或松的防静电腕带可能保留着残余的静电荷，使防静电控制失效。防静电腕带实物如图 1-3 所示。



图 1-3 防静电腕带

(2) 屏蔽。可以使用屏蔽容器在储存或运输过程中隔离元器件和组件，将元器件和组件从带电物体或带电场中隔离出来。在储存或运输过程中，绝缘体是防止静电释放损伤发生的最好材料。静电荷不能进入由导体材料或导体层做成的容器，这个效应称为法拉第笼效应。在存储和运输电子元器件或装载线路板时，使用有近似法拉第笼特性的容器可将元器件和组件从静电释放击伤当中隔离出来。相关容器防静电屏蔽袋如图 1-4 所示。

在手机生产维修车间等对静电防护有要求的场所，为了防止衣服上有静电积聚，工作人员一般都要穿防静电服。防静电服以防静电织物为面料缝制，在纺织时，防静电服内均匀地混入全部或部分使用金属或有机物等导电材料制成的防静电纤维或防静电合成纤维，或者两者混合交织。防静电服静电屏蔽性能良好，不起尘。常见的防静电服如图 1-5 所示。

一个配置完善的手机生产维修车间，要铺设防静电地板，所有的维修设备应具有防静电功能，所有的桌子、椅子等都应是防静电材料做成的，工作人员从头到脚都要全副武装，穿戴防静电帽、防静电服、防静电鞋、防静电腕带等。

(3) 中和。即利用静电消除设备中和静电电荷，静电消除设备的主要部件为离子发生器。由于接地和屏蔽不能从绝缘体（如人工合成的布或常规塑胶）中释放电荷，所以中和就显得尤为重要了。在绝缘体上中和或移走工作中自然产生的电荷，称为电离。离子是存在于空气中的简单带电物质，它是由自然能源物质产生的，这些自然能源物质包括太阳光、照明、露天火焰和辐射。

我们可以通过离子发生器制造成千上万亿的离子，其原理是使用高电压产生一个平衡的混合带电体离子，并且用风扇帮助离子漂移到物体上或区域里以实现中和。离子可以在 8s 内中和在绝缘体上的静电荷，由此减少它们潜在的危害。离子化中和不是接地或屏蔽的替代品，它仅仅是用于减少静电释放事故发生的可能性或风险。离子发生器如图 1-6 所示。

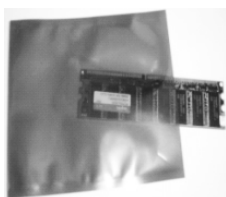


图 1-4 防静电屏蔽袋



图 1-5 防静电服



图 1-6 离子发生器

3. 防静电标志

防静电标志是防静电控制体系中不可缺少的一环，这些标志鲜明又形象地指示出与静电有关的产品、区域或包装等，提醒工作人员时刻不忘静电的危害性，做好防范工作。

防静电标志一般粘贴在车间所用的器材、产品的外包装、设备外壳上或需防静电的场所中。在生产厂家提供的维修手册中也有这些标志，提示接触某些敏感元器件时需要采取适当的预防措施。防静电标志图案一般为手形三角或圆形箭头，主要采用黄底黑字。防静电标志图示如图 1-7 所示。



图 1-7 防静电标志图示

4. 防静电简易措施

作为一般的手机维修中心，可能不具备以上的防静电措施，那么有没有更简单、更有效的防静电措施呢？下面简单介绍日常手机维修中防静电的方法。

(1) 洗手。在工作之前先洗个手，然后再开始工作。这个办法很有效，一方面能中和掉身上的静电，另一方面短时间内也不会再聚集过多的静电在身上。

(2) 穿棉质衣服。作为手机维修工程师，为了避免静电产生，应少穿化纤类衣物，尽量穿棉质衣服，尤其是内衣，防止摩擦产生静电。

(3) 远离家电设备。维修手机时应远离电视机、电脑屏幕、电冰箱等家电设备，防止感应静电的产生。

(4) 保持合适的湿度。如果有些静电防不了，那就放掉它。让工作环境保持合适的湿度，可以局部释放部分静电。

(5) 养成良好的维修习惯。在动手维修手机前，先洗手，释放一下人体表面的静电；在取放手机主板时，尽量不要用手去触摸电路部分，可以拿住主板两边或屏蔽罩部分。

在一般情况下，通过以上措施，能够保证释放大部分静电，避免其对手机主板或元器件造成不可逆转的损伤。



项目三 电子技能实训基本知识

电子技能实训要求实训操作者掌握实训操作规程，了解电路测量数据的一般处理方法，在掌握常用电子仪器仪表使用知识和基本技能的基础上完成相应的电子电路实训，达到验证电路的基本原理以及提高操作技能的目的。

活动一 电子技能实训的一般操作规程

电子技能实训的一般操作规程有以下几个方面。

(1) 实训前，一定要明确实训目的和实训要求，预习有关内容，明确操作原理、方法和步骤，估计实训中可能出现的问题，确定处理问题的方法。

(2) 按实训要求清点实训仪器、工具、元器件和材料，发现缺少应及时报告老师补充，不得擅自拿用他人的仪器、工具、元器件、材料、测试线等。

(3) 根据实训要求合理布置实训现场，选择合适的元器件及实训板搭接实训电路或测试电路。

(4) 按拟定的步骤，调试、检测相关电路，观察分析实训现象，读取、记录实训数据。实训内容完成后，对数据进行检查分析，若发现明显问题，应重新进行验证。

(5) 实训结束后，切断闸刀电源，拆除实训装置，按老师的要求清点整理仪器、工具、元器件，清扫并恢复原实训现场。

(6) 对电子仪器及时进行必要的维护。如焊接脱落的万用表表笔、仪器测试线，更换万用表电池，修整电烙铁的烙铁头等。

(7) 根据所记录的实训数据和实训情况，撰写实训报告。

活动二 实训报告的撰写

实训报告（实训记录）是对实训工作的全面总结。要用简明的形式将实训结果或实训情况完整和真实地表达出来。

1. 实训报告内容

实训报告必须包括以下六个部分。

(1) 实训课题的目的和要求。

(2) 实训电路或测试电路。

(3) 实训所用的仪器、主要工具及元器件等。

(4) 实训情况记录。要用简洁的语言或提纲式的表达写出进行实训的具体步骤；在设计的图表中填写实训中所记录的原始数据；反映实训中遇到的问题和处理经过。

(5) 实训结果和分析。实训结果是对实训所得的原始数据进行分析，剔除误差后，计算出的结论。在需要时，应对实训结果进行误差分析。结果可以用数值或曲线表示。曲线一般用来表示连续变化的、需直观显示并加以比较的测量结果，结果应满足实训目的的要求。

(6) 小结。对实训方案和实训结果进行讨论,对实训中遇到的问题进行分析,简单叙述实训的收获和体会。

2. 实训报告撰写的基本要求

实训报告撰写的基本要求是结论正确,分析合理,讨论深入,文理通顺,简明扼要,符号标准,字迹端正,图表清晰。在实训报告上还应注明课题、操作者、指导教师、实训日期、使用仪器编号等内容。

活动三 测量方法及数据处理

1. 测量方法

电子技能实训的测量是通过实践操作活动对电路客观存在物理量进行定量表征的过程。也就是用实训的方法把被测量与它的标准量进行比较的过程。对于一个事物可能有许多种不同的测量方法。电子技能实训的电路信号参数测量的方法多种多样,常用的测量方法有以下几种。

(1) 按测量数据得到的方式来分。

①直接测量:由实训测量数据直接得到测量结果。例如用电压表或电流表测量电路中某一元器件两端的电压或元器件中的电流,用欧姆表测量某一电阻器的阻值等。

②间接测量:直接测量得到的量不是被测量本身而是与被测量有函数关系的几个量,通过函数关系运算来间接求得被测量。例如,需测量某一电阻的电流,可以先测量出电阻两端的电压和该电阻的阻值,然后利用欧姆定律公式计算出该电阻中的电流。

③组合测量:在一个测量过程中,既使用直接测量,又使用间接测量来得到测量结果。

(2) 按被测量与时间的关系来分。

①静态测量:被测量不随时间变化或电路无输入信号时,用仪器仪表可测得测量结果。例如用电压表和电流表测某一个线性放大电路中的 U_{BQ} 、 I_{BQ} 、 U_{CEQ} 等测量值,这就是静态测量。

②动态测量:被测量随时间变化或电路有输入信号时,用仪器仪表描绘或记录其随时间变化的过程。例如,脉冲电路需测量其脉冲形成,一般是用示波器直接观察和测量,或用毫伏表测量某一电路的 U_I 、 U_O 及 A_U (电压放大倍数) 等值,这两种方法均属于动态测量。

上述的各种测量方法,都有各自的特点,适用于不同的场合,但不论哪一种测量方法,其结果都不可能绝对准确,总会存在一定的误差,即所谓的测量误差。

2. 测量误差

由于不同原因所产生的测量误差包括仪器误差、使用误差、人身误差、环境误差和方法误差。仪器误差在测量误差中占很大比重,它是由于测量仪器的制造工艺不完善所造成的,如仪器质量不达标、刻度不准等。

(1) 误差的含义。

一般的,实训测量值与真实值之差,可分为以下两种。

①绝对误差 ΔY ：设测量的实训值为 Y ，测量的真实值为 X ，则绝对误差定义是

$$\Delta Y = Y - X$$

②相对误差 γ ：绝对误差与其测量值的比值，即

$$\gamma = \Delta Y / Y$$

(2) 误差的种类。

误差的种类很多，根据其产生的性质和特点分为系统误差、随机误差和过失误差。

①系统误差。在规定的测量条件下，对某一物理量进行重复测量时，其误差保持一定的规律变化，这种误差称为系统误差。例如，由温度、电源电压等变化引起的误差均属于系统误差。

②随机误差。在规定的测量条件下，对某一物理量进行重复测量时，若误差值由于偶发性因素而产生不规则的变化，这种误差就称为随机误差，或称为偶然误差。如外界干扰所引起的误差。当测量次数足够多时，随机误差的代数和接近于零（取平均值即可消除随机误差）。

③过失误差。过失误差是由测量者粗心大意造成的误差，如读错或记错数据、操作失误等。

3. 实训的数据处理

做电子技能实训时有相当多的数据需要记录，而实训得到的数据都是近似值，这样就需要把实训得到的原始数据经过加工整理才能得到需要的结论数据。所以必须掌握电子技能实训的数据处理方法。

(1) 实训表格中的有效数据的处理。测量仪表读到的数据都是近似值，一般用有效数字表示。有效数字由准确数字和欠准数字组成。例如，某电压值为 0.158 V，其中“1、5、8”三个数字就是有效数字，而左边的“0”是非有效数字；由于最后一位有效数字“8”是估测的，所以称为欠准数字，而“8”左边的“5、1”两个有效数字均为准确数字。记录实训的原始数据时，只能有一位欠准数字，一般按照“四舍五入”的规则进行处理。

(2) 数据结果曲线的处理。电子技能实训结果除了可以用表格表示以外，还经常用曲线表示。曲线表示最明显的特点是数据结果随一个或几个因素变化的规律在曲线上一目了然，十分清晰。数据曲线一般画在坐标纸上。数据曲线可以由两种方法得到：一是直接把被测信号接在绘图仪上，由绘图仪自动画出反映实训结果的曲线，如 X-Y 记录仪、光线示波器；二是将记录的原始数据进行整理后画出曲线。

为了使曲线能够较准确地反映结果，绘制曲线时应先剔除粗差点，然后利用曲线修匀的方法绘制。粗差点就是那些由于读数、记录或操作失误造成的错误数据，在绘制曲线前，应仔细检查记录的原始数据，若发现某一数据远远偏离其他数据，就应怀疑它是粗差点，并把它剔除。实际的数据曲线通常是一条光滑曲线。若是把原始数据直接连接起来，得到的曲线将是一条折线，这样作图意义不大，不能反映实际结果。应该采用曲线修匀法，即先把原始数据标在坐标纸上，然后把这些数据每三四个一组分成若干组，找出每一组数据的几何中心点，最后把这些数据组的几何中心点光滑地连接起来即可。