



技工系列工具书

主编 / 程美玲 艾春平

无线电装接工 实用技术手册

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

技工系列工具书

无线电装接工实用技术手册

主编 程美玲 艾春平

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

无线电装接工实用技术手册/程美玲主编. —南京:
江苏科学技术出版社, 2007. 1

(技工系列工具书)

ISBN 978-7-5345-5334-9

I. 无... II. 程... III. 无线电技术—技术手
册 IV. TN014-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007) 第 001293 号

技工系列工具书

无线电装接工实用技术手册

主 编 程美玲 艾春平
责任编辑 孙广能
特约编辑 徐 森
责任校对 苏 科
责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京奥能制版有限公司
印 刷 南通市印刷总厂有限公司

开 本 850mm×1168mm 1/32
印 张 20.5
插 页 4
字 数 500 000
版 次 2007 年 1 月第 1 版
印 次 2007 年 1 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-5334-9
定 价 40.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

前 言

当前,无线电产品与人们的生活已经密不可分,大到国防、航天,小到半导体收音机、手机,无线电产品已经成为我们生活中不可或缺的一部分。随着我们对无线电产品的需求量越来越大,不可避免的需要大量的无线电装接与调试的技术人员。本书正是针对培养无线电产品的装接技术工,根据中华人民共和国劳动部颁发的《无线电装接工考试标准》的初级和中级工而编写的。本书“以实用为基础,以理论为前提”,“以技能训练为主导,以技能鉴定为背景”,系统的介绍了电子电工及无线电基础知识、装接的基本方法和技巧及相关仪器仪表的使用方法,并用相应的实例进一步培养了大家的实战能力。

本手册具有以下与众不同的鲜明特点:

(1) **内容丰富。**本书包括了无线电技术知识、所有常用的电子元器件及相应的检测方法、焊接常用材料、工具,并对焊接技术做了详细阐述、仪器仪表使用的详细介绍、机械与电子识图、整机装配与调试等方面的知识,此外对于装配和调试配有相应的实例供大家实战需要。

(2) **实用性强。**加强实践能力培养的思想贯穿全书。在电子元器件检测一章详细介绍元器件特点及其如何选用和使用前的检测方法,焊接技术重点介绍手工焊接的训练方法,对于多种元件不同的焊接技巧,非常便于实际操作,电子测量技术一章用详细的测量实例来方便大家动手操作。

(3) **先进性技术。**无线电技术的高速发展使得元器件及装配

技术日新月异。本书既介绍了传统器件、材料、工具和装配方法，又介绍了新器件、新材料、新工具以及新产品的装配方法，还对工业生产中最先进的焊接技术做了介绍。

本手册编委会邀请有关专家和教授就各自擅长的领域分工编写，编写时综合考虑实际需要和篇幅容量，在取材上，遵循实用和精炼；在形式上，力争做到通俗易懂的原则。手册在编写过程中得到上海市技师协会、上海市无线电协会、上海市集成电路行业协会、苏州工业园区职业技术学院、上海市紧缺人才培训中心有关领导和专家的大力支持和帮助；同时，引用了大量的国、内外有关出版书籍及产品样本中的数据、资料和项目等，在此谨向有关作者、厂家和科研单位表示衷心的感谢！

本手册由程美玲、艾春平同志主编，参加编写人员主要有吴亚杰、徐峰、余莉、高霞、郭永清、黄伟民、励凌峰、王文荻、陈玲玲、王亚龙、李茵、房磊、崔俊、苏娅、刘璐、金英等同志。全书最后由徐森同志编排。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 1 月于上海

目 录

第一章 电工与电子技术	1
第一节 电路的基本物理量	1
一、电流	1
二、电压、电位及电动势	2
三、电功率	5
第二节 直流电路	6
一、欧姆定律	6
二、基尔霍夫定律	8
三、电路定理	15
第三节 电磁学原理	23
一、磁场及基本物理量	23
二、电磁感应及其基本定律	28
第四节 正弦交流电路	33
一、正弦交流电的三要素	33
二、正弦交流电的向量表示法	35
三、正弦交流电路	37
第五节 三相电路	40
一、三相电路	40
二、三相电源的连接	43
三、三相负载的连接	45
第二章 脉冲与数字电路	50
第一节 脉冲电路	50
一、脉冲信号及特点	50
二、微分与积分电路	55

三、晶体管的开关特性	58
第二节 逻辑门电路	60
一、“与”逻辑关系(AND)	60
二、“或”逻辑关系(OR)	61
三、“非”逻辑关系(NOT)	61
四、基本门电路	61
五、复合门电路	63
第三节 逻辑电路	68
一、组合逻辑电路	68
二、时序逻辑电路	71
第四节 常见脉冲电路	77
一、单稳态电路	77
二、双稳态电路	78
三、多谐振荡电路	80
四、锯齿波形成电路	81
第三章 电子测量技术	83
第一节 电子测量基础知识	83
一、基本电参数测量	83
二、测量误差的基本概念	88
第二节 万用表	94
一、万用表的分类	94
二、基本量程的测量原理	96
三、MF—47 型万用表的正确使用	102
四、数字万用表的使用及注意事项	107
第三节 直流稳压电源	108
一、基本原理及性能指标	108
二、正确使用及注意事项	110
第四节 示波器	112
一、基本原理及性能指标	112
二、正确使用及注意事项	116

三、示波器的测量示例	121
第五节 信号发生器	125
一、低频信号发生器	126
二、高频信号发生器	127
三、电视信号发生器	129
第六节 毫伏表	130
一、工作原理及性能指标	130
二、正确使用及注意事项	132
第七节 频率特性测试仪	133
一、基本原理及性能指标	133
二、正确使用及注意事项	136
第四章 无线电装接识图	139
第一节 机械制图的基本规定	139
一、图纸幅面	139
二、比例	139
三、字体	140
四、图线	140
五、图样尺寸的基本规则	141
第二节 机械制图的识读	142
一、机械零件图的识读	142
二、机械装配图的识读	144
第三节 电子工程图的识读	146
一、电子工程图概述	146
二、电子工程图的识读	148
第四节 电子电路图的识读	155
一、电子电路图概述	155
二、模拟电路图的识读	156
三、数字电路图的识读	169
第五章 常用元器件及检测	176
第一节 常用无线电元件	176

一、电阻器	176
二、电位器	185
三、电容器	188
四、电感器	193
五、变压器	195
六、开关及接插件	203
第二节 常用无线电器件	211
一、二极管	211
二、三极管	215
三、晶闸管	218
四、单结晶体管	220
五、半导体光电器件	222
六、光电组件	223
七、集成电路	230
八、在系统可编程逻辑器件	240
九、电声器件与电真空器件	247
十、磁性材料、磁头与磁带	253
第三节 无源元器件的测试与判断	256
一、电阻器的测试	256
二、特殊电阻器的测试	260
三、电容器的测量	262
四、电感器的测试	265
第四节 半导体晶体管的测试与判别	266
一、晶体二极管的测试	266
二、稳压二极管的测试	268
三、硅整流桥的测试	270
四、晶体三极管的测试	272
五、单结晶体管的测试	274
六、结型场效应晶体管电极的测试	275
七、单向晶闸管的测试	277

八、双向可控硅的极性判别	278
九、发光二极管的测试	278
十、双向变色发光二极管的检测	279
第六章 无线电技术基础	280
第一节 无线电通信基础知识	280
一、无线电信号	280
二、无线电信号的发送与接收	285
三、无线电信号的频谱	289
第二节 谐振电路	292
一、串联谐振电路	292
二、并联谐振电路	295
三、耦合谐振电路	296
第三节 晶体管的特性	297
一、半导体的特性	297
二、晶体二极管	299
三、晶体三极管	301
第四节 常用电子线路	305
一、基本放大电路	305
二、集成运算放大器的基本应用	317
三、整流电路	329
四、滤波电路	335
五、直流稳压电路	338
六、振荡电路	343
第五节 反馈及负反馈放大器	348
一、反馈的定义	348
二、反馈的判别方法	348
三、反馈放大器的分类	349
四、反馈放大器的组成	351
五、反馈放大器的一般分析方法	351
六、温度对晶体三极管参数的影响	352

七、负反馈的作用	353
第六节 四端网络	353
一、四端网络概念	353
二、衰减器	354
三、变量器	354
四、滤波器	356
五、阻抗均衡器	362
第七节 开关式稳压电源	364
一、开关稳压电源的基本组成	364
二、DC/DC 变换器的基本类型	365
第八节 自动增益控制电路	369
一、AGC 电路的工作原理	369
二、可控增益放大器	374
三、实用 AGC 电路	378
第九节 自动频率控制电路	379
AFC 电路的组成和基本特性	379
第十节 锁相电路	383
一、锁相环的构成及工作原理	384
二、集成锁相环路	385
第十一节 取样技术	388
一、取样的概念	388
二、取样定理	389
三、取样门与闭环取样电路	390
四、取样技术的应用	392
第七章 无线电焊接技术	393
第一节 锡焊基本知识	393
一、锡焊及其特点	393
二、锡焊的机理	395
三、锡焊的工艺要素	396
第二节 手工焊接工具	397

一、电烙铁	397
二、其他焊接工具	400
第三节 焊接材料	401
一、各种金属的可焊性	401
二、焊料	402
三、焊剂	404
第四节 手工焊接技术	405
一、焊接操作前的准备工作	405
二、焊接操作的基本方法	406
三、焊点的质量标准及缺陷	409
四、焊接的基本原则及注意事项	412
五、手工焊接表面安装元器件	415
六、几种常用工件的焊接	416
七、几种特殊工件的焊接	420
八、焊接质量的检查	424
九、拆焊	427
第五节 导线焊接	429
一、导线焊接过程	429
二、导线在典型焊件上的焊接	432
第六节 印制电路板的安装与焊接	434
一、印制电路板的安装	434
二、印制电路板的焊接	439
第七节 工业生产中的焊接	441
一、浸焊	441
二、波峰焊	443
三、再流焊	444
四、无锡焊接	445
五、焊接技术的发展	446
第八章 无线电装配工艺基础	448
第一节 常用工具与材料	448

一、常用工具	448
二、装配设备	452
三、常用线材	453
四、绝缘材料	458
五、磁性材料	461
六、电工常用塑料	463
七、常用紧固件与线扎	465
八、常用黏结材料、油漆和有机溶剂	466
第二节 装配中的加工工艺	469
一、绝缘导线的加工	470
二、加工整机的“线扎”	476
三、屏蔽导线加工	481
四、电缆加工	484
第三节 装配中的安装工艺	485
一、线接技术	485
二、黏结技术	489
三、铆接技术	491
四、螺纹连接	492
第九章 电子产品工艺流程与设计文件	497
第一节 电子产品工艺流程	498
第二节 常用工艺文件	498
一、概述	498
二、工艺文件的编制原则与要求	501
三、常用工艺文件的类型及填写	502
四、工艺文件的管理	511
第三节 电子设计文件概述	511
一、设计文件	511
二、图纸幅面	512
三、主标题栏、明细栏及其填写方法	514
四、字体和图线	516

五、基本电子设计文件及用途	517
第四节 装配图	518
一、印制电路板图	518
二、接线图	521
三、框图	524
四、线扎图	526
第十章 整机装配技术	527
第一节 电子产品的整机结构	527
一、机箱结构	528
二、操作面板的设计与布局	533
三、电子整机产品机箱的内部结构	540
四、环境防护设计	543
五、外观及装潢设计	551
第二节 整机装配	553
一、整机装配的内容和方法	554
二、整机装配的工艺流程	556
三、整机总装工艺	566
第三节 装配检验	567
一、装配前的检验	567
二、生产过程中的检验	568
三、整机检验	568
第四节 复杂试制样机的装接	570
一、装接草案的拟定	571
二、试装过程中关键技术问题及解决办法	575
第五节 彩色电视机的总装实例	588
一、整机总装	589
二、整机调试	590
三、老化试验	591
四、老化后整机调试、检验	591
五、合拢总装	592

六、电视机性能总检和安全检查	592
七、前壳贴控制标志牌、铭牌	592
八、外观检查	593
第十一章 无线电调试技术	594
第一节 调试概述	594
一、单元调试	594
二、整机调试	594
三、整机检测	595
第二节 调试的工艺文件	595
一、工艺文件的内容	595
二、工艺文件制定的原则	596
第三节 调试工艺方案	596
一、抓住调试中的关键环节	597
二、需要细致调试的其他部分	597
第四节 单元调试	598
一、静态调试	598
二、动态调试	601
第五节 整机调试	606
一、产品调试的步骤	606
二、电路调试的经验与方法	608
三、整机电路调试实例	611
四、调试中查找和排除故障	612
第六节 电子整机调试举例	618
一、彩色电视机典型电路组成	618
二、整机调试方法	619
三、中放特性曲线的调试	621
四、伴音鉴频 S 曲线	623
五、行场扫描特性调整	624
第十二章 无线电安全用电知识	625
第一节 触电对人体的危害	625

一、电伤和电击	625
二、影响触电危险程度的因素	626
第二节 触电原因	628
一、直接接触电	628
二、间接接触电	629
三、跨步电压引起的触电	629
第三节 设备安全	630
一、电器设备基本安全防护	631
二、设备使用异常的处理	632
三、电气火灾	633
第四节 用电安全技术	633
一、接地和接零保护	634
二、漏电保护开关	636
三、电子装接操作安全	638
四、机械损伤	639
五、防止烫伤	640

第一章 电工与电子技术

第一节 电路的基本物理量

研究电路的基本规律,首先要掌握电路中的电流、电压和功率等基本物理量。

一、电流

电流是由电荷有规则的定向运动形成的。电流是一种物理现象,又是一个表示电流强弱的物理量,在数值上等于单位时间内通过某一导体横截面的电量。

在如图 1-1 所示的导体内,设在时间 t 内,通过导体横截面 S 的电量为 Q ,则导体中的电流为

$$I = \frac{Q}{t}$$

如果电流不随时间变化,则这种电流称为恒定电流,简称直流。直流电流用大写字母 I 表示。

如果电流的大小和方向都随时间变化,则称为交变电流,简称交流。交流电流用小写字母 i 表示。

在国际单位制中,电流的单位是安培,简称安(A)。计量微小电流时,常以毫安(mA)或微安(μA)为单位,它们之间的关系为

$$1\text{ A} = 10^3\text{ mA} = 10^6\text{ }\mu\text{A}$$

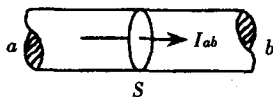


图 1-1 导体中的电流