

新编

实用电工手册

主 编：钱清泉

电子科技大学出版社

新 编 实用电工手册

主 编：钱清泉

副主编：陈曾川

编 委：	钱清泉	王 英	姜崇喜	高师拜
	郭世明	李春茂	曾欣荣	陈曾川
	王富荣	高 庆	万 旭	朱 芸
	王晋巧	骆晓非	张晓帆	

电 子 科 技 大 学 出 版 社

内容简介

本书根据现代科学技术的发展对电工技术产生的影响和电工技术应用领域的不断扩展,同时针对我国目前工业发展水平和实际应用的要求编撰而成。本书在吸纳了各种新概念、新知识、新技术的基础上,对电工应用范围进行了拓展,增加了家用电器,共用天线等新颖实用的内容。

本书着重内容新,实用性和通用性结合,力争做到对普通电工、电工技术人员、电工教学人员和工程设计人员都带来方便和帮助。

1000/06

前 言

自从电被人类认识以来,电迅速在人类生活的各个方面起着极其重要的作用。传统上,一般把电的应用分为强电和弱电两方面,由此而形成电工技术和电子技术两个不同的专业。电工技术的重点是电路理论、电机、供电、电工测量、安全用电等内容,而电子技术研究的是模拟电子电路,数字电子电路等内容。但是,随着新的技术革命高潮的出现,集成电路、电子计算机、电气设备的小型化、智能化等等,使得当今电工技术和电子技术的发展十分迅速,应用领域不断扩大,更新加快,新的知识,新的技术不断涌现。举例说,我们常用的电表,早些时候还是电磁式,用指针指示,近年来,数字式的万用电表又很普遍,直观,精度高,给使用者带来方便。这里我们看到这样一个现象,电工技术与电子技术相互发展,相互渗透,特别是微电子技术的发展,给传统电工领域增添更强的生命力。比如在电机家族中,微特电机的出现,使得电机更加深入的进入到工农业生产,科学实验和日常生活的各个方面。因此,电工技术和电子技术既是两个不同的专业,但两者又紧密联系,很难彻底分清。

另外,因为现代科学技术的不断发展,电在我们日常生活中起的重要作用,由此而对电工人员有更高的要求。不仅要求他们掌握传统电工技术,而且还要对电子技术有所了解。特别是各种电器进入千家万户,我们希望一位电工人员不仅会装接电灯,还应紧跟时代的发展,处理、解决现代电器设备出现的故障。

因此,我们除保留传统电工手册内容外,为适应现代电工技术的发展,还吸收了一些国内外目前常用的电工技术、电工材料和电工器件,同时增加了家用电器,公用天线等实用的内容。力争做到对电工人员带来方便和帮助。

全书共分二十章。主要由电工基础、电子技术、电机、变压器、常用电气控制电路、电测、照明、家用电器、电视公用天线系统、电工材料和安全保护等组成。

钱清泉教授拟就了本书大纲并统稿。此外,参加本书编写工作的人员都是

在电工方面有着丰富经验的工程技术人员和教学人员。他们是：王英（一、二、三、四章）、姜崇喜（五、六、十二章）、高师拜（七、八、九章）、郭世明（十、十一章）、李春茂（十三章）、高庆（十四章）、陈曾川（十五章）、曾欣荣（十六章）、万旭（十八章）、王富荣（十九章）、朱芸（二十章）。十七章由王英、高师拜、姜崇喜、陈曾川编写。

向给予本书支持的各方面朋友表示感谢。

由于我们的水平有限，本书难免有不妥之处甚至错误的地方，希望广大读者批评指正。

编者

1996.5

目 录(上册)

第一章 电路基础

§ 1-1 电路元件及计算.....	(1)
§ 1-2 电路定律、定理.....	(19)
§ 1-3 正弦交流电路	(28)

第二章 常用电子器件

§ 2-1 半导体器件型号的命名	(34)
2-1-1 半导体分立器件	(34)
2-1-2 常用集成电路	(39)
§ 2-2 半导体二极管	(44)
2-2-1 半导体二极管的伏安特性	(44)
2-2-2 半导体二极管的主要参数	(47)
2-2-3 半导体二极管的测试	(47)
2-2-4 半导体二极管使用注意事项	(48)
2-2-5 半导体二极管的应用	(49)
2-2-6 常用半导体二极管型号及主要参数	(63)
§ 2-3 晶体三极管	(79)
2-3-1 晶体三极管的工作状态	(79)
2-3-2 晶体三极管的主要参数	(84)
2-3-3 晶体三极管的简易测试方法	(86)
2-3-4 晶体三极管的三种基本线路	(91)
2-3-5 晶体三极管的偏置电路及其性能	(93)
2-3-6 晶体三极管放大电路分析计算	(95)

2-3-7	低频放大器	(98)
2-3-8	常用晶体三极管的型号和主要参数	(104)
§ 2-4	场效应管	(120)
2-4-1	结型场效应管	(120)
2-4-2	绝缘栅场效应管	(124)
2-4-3	场效应管的分类及特性	(127)
2-4-4	场效应管基本放大电路	(129)
2-4-5	场效应管型号及参数	(131)
§ 2-5	集成运算放大器	(134)
2-5-1	集成运算放大器分类	(134)
2-5-2	集成运算放大器的主要参数	(134)
2-5-3	集成运算放大器的分析	(136)
2-5-4	集成运算放大器的应用	(139)
2-5-5	常用集成运算放大器的参数	(151)
§ 2-6	晶体管直流稳压电源	(152)
2-6-1	稳压电源的技术指标	(152)
2-6-2	并联式直流稳压电源	(153)
2-6-3	串联式稳压电源	(155)
2-6-4	集成稳压电源	(156)
2-6-5	晶体管稳压电源典型电路	(160)
§ 2-7	数字电路	(167)
2-7-1	数字电路的基本逻辑关系的分析和参数测试	(168)
2-7-2	组合逻辑电路的特点、分析和设计	(175)
2-7-3	双极型逻辑电路的型号	(176)
2-7-4	MOS 逻辑门集成电路	(226)
§ 2-8	电阻器和电位器	(239)
2-8-1	电阻器和电位器的型号命名法	(239)
2-8-2	电阻器、电位器的主要参数	(239)
§ 2-9	电容器	(245)
2-9-1	电容器的型号命名法	(245)
2-9-2	电容器的参数	(246)

2-9-3	电容器的选择参考表	(248)
2-9-4	国内、外电容器型号对照	(250)

第三章 常用计量单位及 换算表格

§ 3-1	计量单位及符号	(252)
§ 3-2	常用换算表格	(254)

第四章 常用设备图型符号规定

§ 4-1	常用电工符号	(269)
§ 4-2	常用电气设备图型符号	(282)
4-2-1	导线及连接器件	(282)
4-2-2	无源元件	(287)
4-2-3	电压、电流的种类	(291)
4-2-4	电子器件	(293)
4-2-5	电机	(302)
4-2-6	变压器、电抗器	(312)
4-2-7	开关、开关装置	(319)
4-2-8	继电器	(325)
4-2-9	仪表	(328)
4-2-10	保护器件	(331)

第五章 变压器

§ 5-1	变压器概述	(336)
5-1-1	定义	(336)
5-1-2	变压器的分类	(336)
5-1-3	变压器的结构	(341)
§ 5-2	变压器的电路理论及主要技术参数	(347)

5-2-1	变压器的基本工作原理	(347)
5-2-2	额定值	(348)
5-2-3	变压器的损耗与效率	(348)
5-2-4	电压调整率	(349)
§ 5-3	三相变压器的绕组联结	(350)
5-3-1	三相变压器绕组联结组	(350)
5-3-2	各种绕组联结组结法的特点	(354)
5-3-3	三绕组变压器及自耦变压器	(354)
§ 5-4	变压器的设计计算	(357)
5-4-1	单相电源变压器的设计计算	(357)
5-4-2	三相电源变压器设计计算	(371)
5-4-3	音频变压器及其设计计算	(378)
5-4-4	变压器冷却方式	(401)
§ 5-5	变压器制作工艺与铁心系列	(402)
5-5-1	变压器制作工艺	(402)
5-5-2	变压器铁心系列	(409)
§ 5-6	变压器的试验与测量方法	(451)
5-6-1	直流电阻的测量	(451)
5-6-2	空载特性试验	(452)
5-6-3	输入阻抗测量	(453)
5-6-4	绝缘试验	(454)
5-6-5	品质因数 Q 的测量	(456)
5-6-6	静电屏蔽	(458)
§ 5-7	变压器技术数据	(459)
5-7-1	电力变压器的标准容量等级及高、低压等级	(459)
5-7-2	各种变压器型号及含义	(459)
5-7-3	电力变压器技术数据	(459)

第六章 电抗器与互感器

§ 6-1	电抗器概述	(495)
-------	-------------	-------

§ 6-2	电流互感器	(495)
§ 6-3	电压互感器	(496)
§ 6-4	常用电流、电压互感器技术数据	(497)

第七章 三相异步电动机

§ 7-1	概述	(519)
7-1-1	电动机的分类	(519)
7-1-2	型号及用途	(519)
7-1-3	电动机的性能指标与铭牌	(528)
7-1-4	结构	(530)
7-1-5	工作原理	(533)
7-1-6	电动机的选择	(537)
§ 7-2	常用异步电动机的技术数据	(539)
7-2-1	Y(IP23)系列电动机技术数据	(539)
7-2-2	Y(IP23)系列电动机技术数据及铁心、绕组数据	(558)
7-2-3	J ₂ 、J ₀₂ 系列电动机技术数据	(558)
7-2-4	YR 系列电动机技术数据及铁心、绕组数据	(559)
7-2-5	YZ、YZR 系列起重、冶金用电动机的技术数据	(573)
§ 7-3	异步电动机的安装、运行、维护与拆装	(587)
7-3-1	电动机的安装	(587)
7-3-2	电动机的维护	(588)
7-3-3	电动机的起动及制动	(588)
7-3-4	电动机的拆装	(589)
§ 7-4	常见故障及处理方法	(591)
7-4-1	电动机不能起动	(591)
7-4-2	电动机起动时熔断器熔断或热继电器断开	(593)
7-4-3	电动机起动后转速低于额定转速	(594)
7-4-4	振动	(595)
7-4-5	运转时有噪声	(595)

7-4-6	电动机温升过高或绕组烧毁	(596)
7-4-7	定子绕组接地	(596)
§ 7-5	定子绕组的重绕	(596)
7-5-1	定子绕组的构造	(597)
7-5-2	绕组拆除	(597)
7-5-3	绕制线圈	(598)
7-5-4	嵌线	(600)
7-5-5	接线	(604)
7-5-6	绕组试验	(607)
7-5-7	漆与烘干	(610)
§ 7-6	电动机的简易计算	(613)
7-6-1	三相异步电动机的空壳重绕计算	(613)
7-6-2	计算实例	(622)
7-6-3	改压计算	(625)
§ 7-7	三相异步电动机的变频调速	(627)
7-7-1	变频调速原理	(627)
7-7-2	变频调速的特点	(628)
7-7-3	变频调速的适用范围	(630)
7-7-4	变换器的控制原理及工作方式	(631)
7-7-5	变换器的规格和性能	(631)
7-7-6	变频器的接线及使用	(637)
7-7-7	变频器的外部设备	(637)

第八章 直流电动机

§ 8-1	概述	(643)
8-1-1	直流电机的特点、分类及用途	(643)
8-1-2	直流电动机的结构	(647)
8-1-3	直流电机的铭牌	(652)
§ 8-2	Z ₂ 系列直流电机的技术数据	(655)
§ 8-3	Z ₃ 系列直流电机的技术数据	(655)

§ 8-4	Z ₄ 系列直流电机的技术数据	(699)
8-4-1	特点	(699)
8-4-2	结构型式	(699)
§ 8-5	直流电机的使用与维护	(700)
8-5-1	直流电机运行接线图	(700)
8-5-2	直流电机的运行及维护	(700)
8-5-3	常见故障的处理方法	(721)
§ 8-6	直流电机电枢绕组故障的检查	(727)
8-6-1	电枢绕组的构造	(727)
8-6-2	电枢绕组故障检修	(734)
8-6-3	电枢绕组重绕工艺	(736)
§ 8-7	定子励磁绕组的检修	(743)
8-7-1	并励绕组的绕制	(743)
8-7-2	串励绕组和换向极绕组	(745)
8-7-3	直流电机绕组接线图(Z ₂ 系列)	(747)
§ 8-8	换向器的修理	(750)
8-8-1	换向器的结构	(750)
8-8-2	换向器的故障及修理方法	(750)
§ 8-9	直流电机的改压计算	(753)
8-9-1	电枢绕组	(753)
8-9-2	换向极绕组	(754)
8-9-3	励磁绕组	(754)

第九章 小型发电机、专用电机 及微电机

§ 9-1	小型发电机	(755)
9-1-1	分类、特征和用途	(755)
9-1-2	T ₂ 系列三相同步发电机	(756)
9-1-3	励磁方式	(758)
9-1-4	技术数据	(760)

9-1-5	同步发电机的故障分析	(760)
§ 9-2	变速三相异步电动机	(767)
9-2-1	异步换向器电动机	(767)
9-2-2	电磁调速电动机	(772)
§ 9-3	交流力矩电动机	(776)
§ 9-4	单相串励电动机及电动工具	(778)
9-4-1	原理、构造及检修	(778)
9-4-2	单相串励电动机电枢绕组及绕制	(782)
§ 9-5	微型异步电动机	(793)
§ 9-6	微型同步电动机	(806)
9-6-1	磁阻同步电动机	(806)
9-6-2	磁滞同步电动机	(808)
9-6-3	单极永磁同步电动机	(811)
§ 9-7	微型直流电动机	(814)
§ 9-8	旋转变压器	(819)
9-8-1	旋转变压器原理及技术数据	(819)
9-8-2	旋转变压器轴角变换器(RDC)	(827)
§ 9-9	伺服电动机	(829)
9-9-1	直流伺服电动机	(830)
9-9-2	交流伺服电动机	(832)
9-9-3	技术数据	(833)
9-9-4	家用录像机电动机	(844)
§ 9-10	测速发电机	(846)
9-10-1	用途与分类	(846)
9-10-2	直流测速发电机的结构原理	(847)
9-10-3	交流测速发电机的结构原理	(848)
9-10-4	霍尔效应测速发电机	(850)
9-10-5	技术数据	(851)
9-10-6	选择与使用	(851)
§ 9-11	步进电动机	(857)
9-11-1	用途与分类	(857)

9-11-2	常用步进电机的技术数据	(867)
9-11-3	步进电动机微机控制 PFM 细分驱动电路	(867)
§ 9-12	无刷直流电机	(873)
9-12-1	特点	(873)
9-12-2	结构	(873)
9-12-3	工作原理	(876)
9-12-4	控制方法	(877)
§ 9-13	无位置传感器稀土片状无刷直流电动机	(878)
9-13-1	结构	(878)
9-13-2	电机原理及特点	(879)
§ 9-14	盘式磁阻电动机	(880)

第十章 低压电器

§ 10-1	常用低压电器	(882)
10-1-1	低压电器产品型号及含意	(882)
10-1-2	刀开关和转换开关	(882)
10-1-3	熔断器	(894)
10-1-4	自动开关	(899)
10-1-5	控制器	(914)
10-1-6	接触器	(916)
10-1-7	起动器	(927)
10-1-8	控制继电器	(938)
10-1-9	主令电器	(957)
10-1-10	电阻器	(968)
10-1-11	变阻器	(970)
10-1-12	电磁铁	(981)
10-1-13	其他低压电器	(987)
10-1-14	交流电力电子开关	(991)
§ 10-2	低压电器的常见故障修理	(992)
10-2-1	触点的常见故障及修理	(992)

10-2-2	电磁系统的常见故障及修理	(993)
10-2-3	灭弧系统的常见故障及修理	(993)
10-2-4	自动开关的常见故障及修理	(994)
10-2-5	热继电器的常见故障及修理	(996)
10-2-6	起动装置中电磁铁的常见故障及修理	(997)
10-2-7	磁力起动器、接触器和电磁式继电器的常见故障及修理	(998)
10-2-8	手控电器的常见故障及修理	(999)
10-2-9	自耦式起动器的常见故障及修理	(1000)
10-2-10	起动变阻器的常见故障及修理	(1001)

第十一章 常用电气控制电路

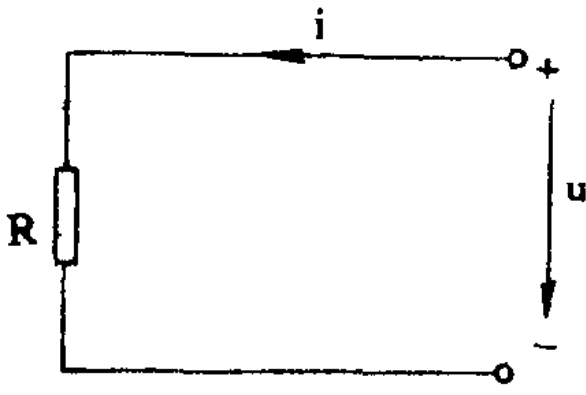
§ 11-1	单向点动控制电路	(1002)
§ 11-2	单向起动控制电路	(1002)
§ 11-3	可逆起动控制电路	(1003)
§ 11-4	可逆点动、起动的混合控制电路	(1003)
§ 11-5	自动往返控制电路	(1005)
§ 11-6	Y- Δ 起动控制电路	(1005)
§ 11-7	串联电阻或电抗器起动控制电路	(1007)
§ 11-8	自耦变压器起动控制电路	(1010)
§ 11-9	延边三角形起动控制电路	(1011)
§ 11-10	频敏变阻器起动控制电路	(1013)
§ 11-11	双速异步电动机的起动及自动加速控制电路 ...	(1015)
§ 11-12	三速异步电动机起动和自动加速控制电路	(1018)
§ 11-13	三相异步换向器电动机的起动及速度控制	(1018)
§ 11-14	直流电动机起动控制电路	(1022)
§ 11-15	异步电动机的反接制动	(1022)
§ 11-16	异步电动机的能耗制动控制电路	(1023)
§ 11-17	异步电动机的机械制动控制电路	(1025)
§ 11-18	异步电动机的再生制动	(1027)

§ 11-19	直流电动机的能耗制动	(1027)
§ 11-20	电动机的电气保护措施	(1028)
11-20-1	短路保护	(1029)
11-20-2	过载保护	(1029)
11-20-3	单相运行保护	(1030)
11-20-4	失、欠压保护	(1032)
11-20-5	接零保护	(1032)

第一章 电路基础

§ 1-1 电路元件及计算

表 1-1

线性元件		计 算 公 式	单 位
R 电阻			
	电压与电流之间关系 (欧姆定律)	$u=Ri$	V
	电导	$G=\frac{1}{R}$	S
	瞬时功率:	$p(t)=u(t)i(t)$ $=Ri^2(t)$ $=Gu^2(t)$	W
	直流有功功率:	$P=UI=RI^2=GU^2$	W
	电能:	$W=Pt=UIt$	J