

现代电工手册



(修订本)

广东科技出版社 张占松 杨宜民 许立梓 编

TM1-60
Z287-3

现代电工手册

(修订本)

张占松 杨宜民 许立梓 编

YDc

广东科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代电工手册(修订本)/张占松等
编. —广州:广东科技出版社,1997. 2
ISBN7-5359-0897-7

I. 现…

II. 张…

III. 电工—手册

IV. TM1

出版发行:广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码:510075)

经 销:广东省新华书店

印 刷:上海中华印刷厂

(上海市澳门路 477 号 邮码:200060)

规 格:787×1092 1/32 印张 50.5 插页 3 字数 1 200 000

版 次:1985 年 8 月第 1 版 1993 年 8 月第 2 版

1997 年 2 月第 3 版 1997 年 3 月第 5 次印刷

印 数:0001—8 200 册

ISBN 7—5359—0897—7

分 类 号:TM·8

定 价:58.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读,请与承印厂联系调换。

内 容 简 介

本手册是电工实用的工具书。全书分为十二章。第一章介绍电工基本知识;第二章介绍小型发电设备的运行及维护;第三、四章介绍变配电设备和配电线路;第五、六、七章介绍低压电器、三相异步电动机和常见的机电设备;第八、九章介绍家用电器、电话机、照明及常用电工仪表;第十章介绍电源线路及设备;第十一章介绍可编程序控制器及其应用;第十二章介绍安全用电技术。

本手册内容比较丰富,通俗易懂,配有较多的数据图表,便于电工查用。手册中的各项技术标准采用国家标准,并尽可能采用最新资料。本手册适合电工阅读,也可供有关的技工学校、中等专业学校的师生参考。

序 言

正值《现代电工手册》面世之际,我很高兴把它介绍给广大电气技术工程工作者。愿它成为各行业的电工所欢迎的实用工具书。

电工技术广泛使用在工农业和人们的日常生活中,是现代科学技术的重要组成部分。随着时代的发展,当代的电工技术已与电子、计算机、自动控制等学科有机地渗透和结合。所以,把本书的前版《实用农村电工手册》修订扩充为容纳更多新内容的《现代电工手册》,无疑是顺应了新形势的要求。

在修订中,作者考虑了近年科学技术迅速发展的因素,适应广大电工为掌握新的电工技术的求新、知新、创新的要求;考虑了他们在工作上不仅会遇到高压、大电流的输配电,大电机的转动控制等,而且还会遇到与电子设备、仪表、家用电器和电子计算机有关的种种问题。作者像前版率先增设“家用电器”一章一样,这次修订又增设了各类电源、可编程序控制器等内容,编写亦颇有新意。

实践—理论—实践,这是人们与大自然作斗争所必须遵循的认识规律。我期待着这本手册能成为电工所欢迎的工具

书，成为对我国经济建设有一定贡献的一本书。同时，也期望广大读者如使用工具时不忘对工具的维护、保养一样，对这本手册多提宝贵意见，从而使未来的版本能更加完善和充实。

刘念祖

刘念祖系原广州市副市长，高级工程师 ——编注

修 订 说 明

《实用农村电工手册》出版后,受到广大电工同行的欢迎,反映较佳。因此,销售告罄之后,要求再版的呼声很高。编者从出版社知道这个消息,无疑得到很大的慰藉和鼓励。同时,编者考虑到近年电工技术发展、电子电器元件日益更新,对手册作一些删改修订是必要的。因而,在广州、江门等地召开了几次座谈会,广泛征求电力部门、新华书店和读者的意见,归纳起来有如下几点:(1)供电线路和用电设备的设计、架设、运行、维护都有严格统一的标准。对城市或农村电工而言,无论是供电还是用电都没有本质的差别。经过改革开放,引进先进技术,农村电工与城市电工在采用新设备、新技术方面的差距也越来越小。因此建议书名去掉“农村”二字,扩大读者面。(2)扩充和更新原来的内容。目前国家尚未颁布电工分类及考核定级的标准,对电工工作的要求随地区、单位的不同而有很大差异。一些中小单位的电工,几乎所有电的问题全要管。因此,作为工具书,应成为各类电工的“良师益友”;(3)电力电子技术的发展使电工要应付许多新的挑战。近年来,电气设备迅速更新换代,重要的设备用上了先进的电子技术甚至微机控制,其中不乏从国外进口的,要使这些设备运转好,要求新、老电工在不同程度上进行知识更新;(4)应该推广节能设备、新的图形、符号和法定计量单位。

编者接纳了这些意见,作了如下的处理:(1)《实用农村电工手册》更名为《现代电工手册》;(2)增加工厂、矿山机电电子电力设备的内容,如各种普通机床和数控机床的电气控制等。删去了一些过时的,在应用上有局限的设备的相关内容,如地埋线、沼气发电、旧式耗能的异步电机、变压器、配电设备和常用农机等;(3)增加了“电源”和“可编程序控制器”两章;(4)为了适应新形势的发展,在“家用电器和照明”一章,对家用电气部分增添了不少新的日用电器的内容,同时在内容上重

新进行了编写或补充；(5) 为了推广新图形符号、法定计量单位，在第一章末提供了详细的对照表和换算表。

本手册在编写过程中，得到广东省电力工业局、水电厅、电子局、一机局、农机厅、省电力勘测设计院、广州电机厂、南洋电器厂、广州、江门、佛山、汕头市供电局等单位的大力支持并提供资料。书稿的第一、六、九章和第七、八章分别由广东工业大学黄维国、张振昭等同志审校；第三、四章由省电力工业局谢培康、罗文远、程继亚等同志审校；第五、十章由省电力勘测设计院陈以利、黄娟超等同志审校；第二章由省水电厅机械施工公司纪经利同志审校。新增的“电源”一章由广州供电局赵宝现同志审校；“可编程序控制器”由华南理工大学宋庭熙同志审校。另外，参加第三章编写工作的还有梁操源工程师。

编写修订时得到广东工业大学、广东省电力局、广州供电局、广东省电力设计院、广州东区供电局、江门供电局、佛山供电局、中山供电局、中国科学院广州电子研究所、广州电器科学研究所、广州机电研究所、广州机床厂、广州南洋电器厂、广州自控研究所、广州电控设备厂等单位领导和有关同志的支持；周昭仲、王会文、朱龙昌、何炜恩、陈俊强、郭莲芬等同志还对有关章节的初稿进行了审校，在此一并表示衷心的感谢。

修订的时间仓促，编者水平也有限，不足之处恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 电工基本知识	1
一、常用各种量的单位及换算	1
(一) 常用电工计量单位及换算	1
(二) 常用单位换算系数表	2
1. 长度 2. 面积 3. 平面角 4. 角速度、旋转速度 5. 速度	
6. 质量 7. 力、重力 8. 压力、压强、应力 9. 能量、功、热	
10. 功率 11. 磁场强度 12. 磁通量密度、磁感应强度	
二、常用数据和资料	12
(一) 倍数和分数计量单位的词冠及代号	12
(二) 面积、体积计算公式	13
(三) 常用三角公式	14
(四) 三角函数化简公式 (部分)	15
(五) 几种特殊的三角函数值	15
(六) 小型壳式变压器铁芯、线圈有关数据	16

(七) 小功率变压器常用标准铁芯每匝伏数表	17
(八) 汉字拼音字母	20
(九) 拉丁字母及读音	20
(十) 希腊字母及读音	20
三、电气技术中的文字符号	21
(一) 电气设备常用基本文字符号	21
(二) 常用辅助文字符号	27
四、我国常用电气图形符号新旧对照表	29
五、常用电工材料性能与用途	46
1. 常用裸电线型号、机械特性和用途	46
2. 漆包线的品种、型号和主要用途	47
3. 绝缘材料的耐热等级	48
4. 常用绝缘漆的主要特性及用途	49
5. 漆布的品种性能和用途	50
6. 电工常用薄膜的性能和用途	52
7. 电工常用粘带的特性和用途	52
8. 复合制品的性能和用途	53
9. 常用绝缘层压板、印刷电路板的型号、特性和用途	54
10. 常用云母制品的规格和用途	56
11. 常用硅钢片的规格及电磁性能	58
12. 硬磁性材料的主要品种, 磁性能及用途	59
第二章 小型发电设备	61

一、小型水轮同步发电机	61
(一) 小型水轮发电机的结构及工作原理	61
1. 小型水轮发电机的基本结构	61
2. 水轮发电机的工作原理	61
(二) 小型水轮发电机的型号含意及额定数据	62
(三) 小型水轮发电机的励磁系统	68
1. 直流励磁机励磁	68
2. 半导体励磁	69
(四) 小型水轮发电机的控制屏和继电保护	76
1. 容量在 60 千瓦及以上的小型发电机的电气测量仪表的装设 原则	76
2. 成套发电机控制屏 (箱)	77
3. 同步发电机的保护	83
(五) 小型水轮发电机的运行及维护	92
1. 起动前的检查项目	92
2. 起动试运行	92
3. 小型水轮发电机的并列运行	94
4. 小型水轮发电机运行时应注意的事项	97
5. 正常运行时的停机操作及紧急停机	100
6. 小型水轮发电机的维护	101
7. 小型水轮发电机常见的故障及处理	104
(六) 水轮发电机的试验	112
1. 发电机绝缘电阻的测量	112
2. 直流电阻的测量	114
3. 发电机的干燥	115

4. 发电机短路特性和空载特性的测量	118
5. 交流耐压及直流耐压试验标准	119
二、柴油发电机组	122
三、小型汽油发电机组	123
四、异步发电机	134
(一) 利用电容器激磁的异步发电机	134
1. 原理	134
2. 并联电容器容量的选择	134
3. 运行中注意事项	135
(二) 利用电网无功电流励磁的异步发电机	136
五、小型移动式交流电源	137
(一) 发电机组的组成	137
1. 发电机	137
2. 发动机	137
3. 发电机的励磁调节装置	137
4. 配电盘	137
(二) 发电机工作原理与运行	137
1. 原理	137
2. 运行	140
(三) 小型汽油发电机组主要技术规格	143
(四) 故障现象及排除方法	143

第三章 10 千伏变配电	145
一、电力变压器	145
(一) 电力变压器的构造及额定数据	145
1. 变压器的构造	145
2. 变压器的额定数据	146
(二) 变压器的基本计算公式	147
1. 变压比 n	147
2. 电压和电流的关系	147
3. 电势、匝数和铁心截面的关系	147
(三) 变压器的技术数据及常用连接组	147
1. 变压器的技术数据	147
2. 变压器的常用连接组	159
(四) 配电变压器容量的选择	162
(五) 配电变压器的保护	163
(六) 变压器的运行及维护	163
1. 变压器的合闸、拉闸及调整分接开关	163
2. 变压器的并联运行	164
3. 变压器的允许温升及使用年限	164
4. 变压器事故过负荷时间	165
5. 变压器的不平衡电流	165
6. 变压器运行中的检查及事故处理	165
7. 变压器的检修	167

(七) 变压器的试验	167
1. 测量线圈的绝缘电阻和吸收比	167
2. 线圈直流电阻的测量	168
3. 泄漏电流的测量标准	169
4. 交流耐压试验标准	170
5. 绝缘油的试验	170
(八) 变压器安装工程交接验收规范及质量检验评定标准	174
1. 工程交接验收规范	174
2. 工程质量检验评定标准	175
二、配电装置	176
(一) 高压隔离开关	176
(二) 高压断路器	180
1. 高压油断路器	181
2. 真空断路器	184
3. 六氟化硫断路器	185
4. 油断路器及其操动机构安装调整及交接验收规范	185
(三) 高压负荷开关	190
1. 常用高压负荷开关	190
2. 负荷开关、隔离开关的安装及调整规范	194
(四) 操动机构	197
(五) 高压熔断器	200
1. RN1、RN3 型高压熔断器	201
2. RN2、RN4 型高压熔断器	201
3. 户外跌落式熔断器	205

4. 高压熔断器的安装要求	209
(六) 互感器	209
1. 电流互感器	209
2. 电压互感器	221
3. 电压电流组合互感器	228
(七) 母线	230
(八) 电站用高压支柱绝缘子及穿墙套管	233
1. 高压支柱瓷绝缘子	233
2. 高压穿墙套管	240
(九) 并联电容器及静电电容器屏	245
1. 并联电容器	245
2. 并联电容器的选择	252
3. 并联电容器的应用	256
4. 电容器的保护装置	257
5. 电容器的运行和维护	257
6. 静电电容器屏	258
(十) 高压开关柜	260
1. GG-1A (F) 高压开关柜	260
2. KYN 型金属铠装式手车开关柜	266
3. VC 型金属封闭式真空开关柜	268
(十一) 低压配电屏	269
三、6、10 千伏变 (配) 电所	275
(一) 变 (配) 电所位置的选择	275

(二) 变电所的布置及选型	275
1. 有高压配电室的常用布置方案	275
2. 无高压配电室的常用布置方案	276
3. 6、10 千伏露天变电所选型	276
4. 6、10 千伏户内变电所选型	276
(三) 变电所电器设备选择表	276
(四) 户外变压器装置	283
1. 安全的基本要求	283
2. 户外地上变压器台	283
3. 户外柱上变压器台	293
(五) 户内变压器室	294
1. 一般要求	294
2. 6~10/0.4/0.23 千伏变压器室	295
3. 变压器的基础轨梁和变压器室通风窗	300
(六) 高、低压配电室	302
1. 安全净距	302
2. 高压配电柜的布置	303
3. 低压配电柜的布置	303
4. 户内配电室开关设备及母线的安装	306
第四章 配电线路	312
一、架空配电线路	312
(一) 供电电压的选择	312

(二) 架空线路导线的规格及导线截面的选择	312
1. 架空导线规格	312
2. 导线截面的选择	315
(三) 线路功率损失及其线损率的计算	326
1. 有功功率损失	326
2. 无功功率损失	326
3. 线损率	328
(四) 架空线路路径的选择及安全要求	329
1. 架空线路路径的选择	329
2. 对架空线路的安全要求	329
(五) 电杆及导线在电杆上的布置	331
1. 电杆	331
2. 导线在杆上的布置	337
(六) 绝缘子及横担	338
1. 常用绝缘子的规格	338
2. 绝缘子的选择	351
3. 横担	352
(七) 金具	353
1. 线路金具	353
2. 联结金具	356
3. 拉线金具	358
4. 螺栓型铜铝过渡设备线夹	363
5. 低压角铁街码	363
(八) 杆型装置	365