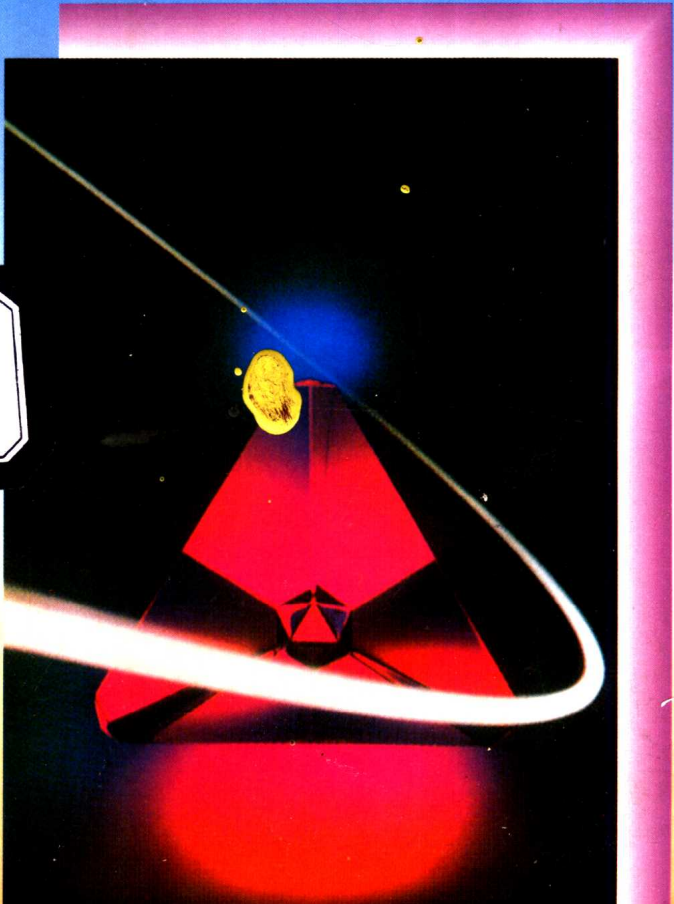


现代电子电工 手册



● 福建科学技术出版社

现代电子电工 手册

主 编：林宗熾 副主编：卢燕本 主 审：林公逵

福建科学技术出版社

(闽) 新登字 03 号

内 容 简 介

本书以新的国家标准(即国际标准)为基础撰写,包括电子、传感器、计算机控制、电力半导体变流器等新专业技术和传统专业,包括电力、电机、变压器、电气测量、电工材料、电气安全和电动工具的新产品、新概念、新技术。本书用通俗的语言,介绍常用的现代电气知识、产品数据、选择原则、使用方法、故障处理、维护检修和节电等技术。

本书供各部门的电气专业人员和电工使用,供机械、轻工、交通、能源、纺织、石化、电讯等部门动力工程师参考。

现代电子电工手册

主 审 林公逵

主 编 林宗璠

副主编 张大可 卢蕉人

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建地质印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 52 印张 4 插页 1478 千字

1998 年 2 月第 1 版

1998 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1—5000

ISBN 7-5335-1147-6/TN·149

定价: 60.00 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

序 言

本书将电气知识的精华和现代技术，奉献给读者。愿电气技术人员和工人，把知识和技术转化成建设祖国的力量。

全国人大副委员长 中国科学院院士
中国科学院原院长 福州大学名誉校长



前 言

本书总结了电气技术的新知识，较深入地介绍电工实用技术，重点阐述电工与电子、传感器、计算机相结合的高新技术，供电气工程师、广大电工及其他专业人员从事电气技术工作中使用。

本书语言通俗，力求具有高中文化的电气工作人员，读了就会应用，收到立竿见影的效果。一书在手，应用电气技术就不难。

全书各章由专家分工负责撰稿，各章作者如下。第一章：毛月华、林宗璠；第二章：蒲如兰；第三章：侯秀玉、程树英、薛昭武；第四章：李光辉、侯秀玉；第五章：张建军、卢贤良、林宗璠；第六章：林宗璠；第七章：毛月华；第八章：薛昭武、程树英；第九章：柯庆平、郑崇苏；第十章：蒋建生、陈怡、林文忠；第十一章：余朝琨、林宗璠；第十二章：毛月华；第十三章：林宗璠。全书主要作者还有：张菁菁、洪美雪、林筱文。参加本书编写的还有巫淑萍、蔡金铨、林礼明、缪本海、王定一、黄火龙、张金华、林金汉、易将喜、林锦良、何英、朱清、叶江川、林友成、朱英、程生、吴明火、邓俊英、黄其昌、魏汉江、朱勇元、游树源、陈金盾、朱洪齐、陈文琪、黄树则、王一江、朱宏元、徐祥秋、沈树清等

同志。全书由林宗璠任主编；张大可、卢蕉人任副主编；由林公遠主审；叶东毅、林炳桂和林丽馨分别审核第八章和第十三章。

我们衷心感谢一代宗师卢嘉锡先生的热情支持和高度评价；感谢电工界著名专家张冠生教授的指导及其他专家的帮助。我们知识浅陋、错误难免，恳求赐教，以便再版时纠正。

作者

1997. 1

目 录

第一章 电气基本知识	
1-1 计量单位和换算	1
一、常用的法定计量单位	1
二、常用的电磁量的符号和单位	3
三、非法定计量单位的换算	4
1-2 电工定律和计算	6
一、电工基本定律	6
1. 欧姆定律	6
2. 克希荷夫电流定律	6
3. 克希荷夫电压定律	6
4. 焦耳定律	6
5. 安培定律	7
6. 右手螺旋定则	7
7. 左手定则	7
8. 毕奥—萨伐尔定律	8
9. 楞次定律和感生电流定律	8
10. 右手定则	9
11. 法拉第定律	9
12. 库仑—洛仑兹力	10
13. 霍耳效应	10
二、电工常用计算公式	10
1. 直流电路的计算	10
2. R、L、C 数值计算	14
3. 正弦交流电路	21
4. 周期量的谐波分析	28
5. 电路暂态过程	30
6. 磁路和磁场力	34
1-3 电工技术管理	36
一、电工基本参数	36
1. 额定值	36
2. 供电参数	37
二、电工电子产品应用环境条件	40
1. 海拔、气压的影响	40
2. 应用环境条件代号	41
3. 一般的环境条件等级	41
三、评价企业合理用电技术指标	43
1. 企业供电的合理化指标	43
2. 电能转换为机械能的合理化指标	44
3. 电能转换为热能的合理化指标	44
4. 电能转换为化学能的合理化指标	44

1-4	标记、颜色 46	十、变流器、电源符号	..... 94
	一、接线端子标记原则	十一、电器、开关符号	..... 96
	..... 46	十二、仪表和信号器件符号	..... 110
	二、电器接线端子标记	十三、电力、照明及用电器符	号 115
	..... 47	十四、电信、电视、电子器件	符号 131
	三、特定导线标记..... 48	十五、逻辑与模拟单元符号	..... 135
	四、指示灯和按钮颜色		
	..... 48		
	五、导线颜色 49		
	六、电机线端标志..... 50		
1-5	电气技术中的文字符号		
	..... 54		
	一、基本文字符号..... 54		
	二、辅助文字符号..... 62		
1-6	电气图用图形符号 65		
	一、轮廓、电流、可变性符号		
	..... 65		
	二、非电操作和控制符号		
	..... 67		
	三、其他常用电气符号		
	..... 69		
	四、导线及连接符号		
	..... 71		
	五、电阻符号 75		
	六、电容、电感符号 ... 77		
	七、半导体符号 79		
	八、绕组连接和电机符号		
	..... 82		
	九、变压器、互感器、电抗器		
	符号 89		
		第二章 供配电	
		2-1 基本知识 142	
		一、供配电系统的组成	..... 142
		二、电力负荷分级和供电方	式 142
		三、电力负荷计算 148	
		1. 设备容量的确定 148	
		2. 负荷算法法 148	
		3. 单相负荷计算 161	
		4. 尖峰负荷电流计算 ... 162	
		5. 功率损耗计算 163	
		6. 年电能消耗量计算 ... 164	
		7. 供电系统耗电计算 ... 164	
		四、供配电电压 165	
		五、供电质量 166	
		2-2 变配电所的运行 169	

一、运行维护	169	3. 杆塔	241
二、倒闸操作	176	4. 导线选择	245
1. 送电操作	176	5. 导线排列	247
2. 停电操作	177	6. 绝缘子、金具和横担	249
三、故障处理	178	二、电缆线路	254
1. 单相接地故障	178	1. 敷设距离	254
2. 母线故障	179	2. 直接埋地敷设	255
3. 隔离开关故障	179	3. 排管中敷设	257
4. 断路器故障	180	4. 电缆沟敷设	258
5. 变压器故障	181	5. 穿管敷设	259
6. 架空线路故障	181	6. 屋内电缆敷设	260
7. 电缆线路故障	181	三、车间线路	262
2-3 配电线路	184	1. 绝缘导线的敷设	262
一、配电系统的接线	184	2. 裸导体敷设	269
1. 高压接线	184	3. 插接式母线敷设	270
2. 低压接线	193	2-6 自备电源	271
二、照明配电	197	一、应急柴油发电机组	271
三、导体截面积选择	200	1. 机房设计	271
2-4 节电措施与功率因数的改 善	216	2. 电气设备	275
一、节电措施	216	二、不间断电源	281
1. 降低最大负荷	216	第三章 变压器	
2. 减少用电量	216	3-1 基本知识	282
二、功率因数的改善	217	一、工作原理	282
1. 提高自然功率因数	217	二、电磁关系式	283
2. 并联电容无功补偿	218	三、相量图和等效电路	283
2-5 电力线路的敷设	234	四、分类和型号	283
一、架空线路	234	3-2 电力变压器	286
1. 线路间距	234		
2. 交叉跨越	241		

- | | | | |
|------------------|-----|------------------|-----|
| 一、实用知识 | 287 | 1. 变压器的大修 | 341 |
| 1. 铭牌数据 | 287 | 2. 变压器的小修 | 344 |
| 2. 性能指标 | 289 | 3. 附属设备的检修 | 344 |
| 3. 温升与寿命 | 290 | 4. 干燥处理 | 347 |
| 4. 选用原则 | 291 | 5. 变压器油的处理 | 352 |
| 二、基本结构 | 292 | 七、电力变压器的试验 | |
| 1. 铁心 | 293 | ..... | 357 |
| 2. 绕组 | 294 | 1. 试验类别和内容 | 357 |
| 3. 绝缘 | 295 | 2. 试验方法 | 358 |
| 4. 套管 | 299 | 八、电力变压器系列产品 | |
| 5. 调压装置 | 300 | ..... | 371 |
| 6. 油箱和储油柜 | 303 | 3-3 特种变压器 | 377 |
| 7. 冷却装置 | 304 | 一、干式变压器 | 377 |
| 8. 监测和保护装置 | 306 | 二、整流变压器 | 379 |
| 三、绕组的联结 | 307 | 三、照明和控制变压器 | |
| 1. 出线端标志 | 307 | ..... | 384 |
| 2. 接法和联结组 | 308 | 四、交流调压器 | 386 |
| 3. 常用联结组 | 309 | 1. 接触式调压器 | 387 |
| 四、变压器的安装 | 310 | 2. 自动调压器 | 388 |
| 1. 准备工作 | 310 | 3. 移圈式调压器 | 388 |
| 2. 安装方法 | 313 | 4. 感应调压器 | 389 |
| 3. 试运行 | 316 | 五、电抗器 | 391 |
| 五、变压器的运行 | 317 | 1. 启动电抗器 | 391 |
| 1. 使用条件 | 317 | 2. 串联电抗器 | 392 |
| 2. 使用方法 | 318 | 3. 滤波电抗器 | 392 |
| 3. 运行故障和处理 | 322 | 4. 水泥电抗器 | 393 |
| 4. 正常过负荷运行 | 324 | 3-4 电子变压器 | 393 |
| 5. 升高电压运行 | 328 | 一、电子变压器种类 | |
| 6. 允许的短时运行 | 329 | ..... | 393 |
| 7. 并联运行 | 330 | 二、小型电源变压器 | |
| 8. 经济运行 | 331 | ..... | 395 |
| 六、变压器的检修 | 341 | | |

1. 标准铁心和底筒	395	2. 降压起动器	464
2. 典型设计数据	397	3. 电阻器	466
3. 设计步骤	397	4. 频敏变阻器	466
4. 制作工艺	399	5. 起动器的选用	474
三、交流稳压变压器	415	五、熔断器	476
四、脉冲变压器	415	1. 有填料封闭式熔断器	476
五、峰值变压器	416	2. 快速熔断器	482
第四章 高、低压电器		3. 熔断器的选用	482
4-1 电器知识	419	六、断路器	485
一、电磁机构	419	1. 框架式断路器	488
二、电接触	423	2. 塑料外壳式断路器	491
三、电弧熄灭法	425	3. 漏电断路器	498
4-2 低压电器	430	4. 断路器的选用	499
一、分类、型号和工作条件	430	七、电磁铁	502
二、继电器	433	1. 牵引电磁铁	502
1. 通用继电器	435	2. 制动电磁铁	502
2. 中间继电器	438	3. 电磁铁的选用	504
3. 时间继电器	439	八、刀开关及组合电器	507
4. 热继电器	445	1. 刀开关	507
5. 漏电继电器	449	2. 刀开关和熔断器组合	509
6. 继电器的选用	451	3. 组合开关	517
三、接触器	451	4. 刀开关及组合电器的选用	518
1. 交流接触器	452	九、主令电器	519
2. 直流接触器	459	1. 按钮	519
3. 接触器的选用	460	2. 行程开关	522
四、起动器和变阻器	460	3. 万能转换开关	525
1. 磁力起动器	462	4. 主令控制器	529

- 5. 主令电器的选用 531
- 4-3 高压电器 532
 - 一、高压电器的型号 532
 - 二、高压熔断器 534
 - 三、高压负荷开关 541
 - 四、高压隔离开关 545
 - 五、高压断路器 548
 - 1. 技术参数 548
 - 2. 选择原则 551
 - 3. 少油断路器 551
 - 4. 真空断路器 555
 - 5. 固体产气断路器 560
 - 6. 磁吹断路器 561
 - 六、消弧线圈 563
- 第五章 电机
- 5-1 基本知识 566
 - 一、电机的分类和型号 566
 - 二、电机基本技术要求 573
 - 1. 工作制和定额 573
 - 2. 温升限度 573
 - 3. 运行条件及容量修正 577
 - 4. 其他要求 581
 - 三、电机结构 583
 - 1. 安装型式 583
 - 2. 轴伸尺寸 585
 - 3. 外壳防护等级 587
 - 4. 冷却形式 587
- 四、电机安装 589
 - 1. 安装准备 589
 - 2. 安装前的检查 589
 - 3. 安装基础 590
 - 4. 装配调整 591
 - 5. 安装检验 593
 - 6. 交接试验 594
 - 7. 试车验收 595
 - 8. 电机干燥 596
- 五、电动机的选用 597
 - 1. 类型选择 597
 - 2. 容量选择 605
 - 3. 电压选择 607
 - 4. 转速选择 607
- 5-2 三相异步电动机 610
 - 一、实用知识 610
 - 1. 出线端、接法和转向 610
 - 2. 铭牌数据和性能指标 611
 - 二、起动、运行和制动 613
 - 1. 起动方式 613
 - 2. 调速节电 620
 - 3. 经济运行 625
 - 4. 制动方式 631
 - 三、保护和控制 636
 - 1. 基本保护电路 636
 - 2. 基本控制电路 638
 - 四、使用方法 641
 - 1. 起动前检查 641

2. 起动操作	641	一、局部修理	723
3. 运行维护	642	1. 绕组接地	723
4. 定期检修	642	2. 绕组断路	723
5. 故障处理	643	3. 绕组短路	724
五、常用的系列产品		二、绕组改换	725
.....	646	1. 原数据测定	725
1. Y 系列鼠笼式小型三相异步电动机	646	2. 旧绕组拆除	727
2. YR 系列绕线式小型三相异步电动机	648	3. 材料选用	727
3. YX 系列高效小型三相异步电动机	660	4. 绕组计算	728
4. YD 系列变极多速小型三相异步电动机	672	5. 修理工艺	738
5. YCT 系列电磁调速小型三相异步电动机	687	三、电机节能改造	744
6. YH 系列高转差率小型三相异步电动机	690	1. 铝线电机改造	744
7. Y、YR 系列低压中型三相异步电动机	694	2. 老型电机改造	744
5-3 分马力驱动电动机	695	四、电机功能更改	749
一、分马力异步电动机基本系列	697	1. 电动机改作发电机	749
二、洗衣机用电动机	707	.....	749
三、电风扇用电动机	709	2. 三相机改为单相运行	756
四、永磁直流电动机	709	3. 改变转速	758
五、单相串激电动机	718	4. 单速改多速	758
5-4 电机修理和改造	723	第六章 电力半导体变流器	
		6-1 电力电子技术	759
		一、基本控制方法	760
		1. 通断控制	760
		2. 相控原理	760
		3. 逆变原理	762
		二、晶闸管触发电路	763
		.....	763
		1. 触发电路设计要点	763
		.....	763
		2. 集成触发电路	764

3. 简易触发电路	771	2. 晶闸管串级调速器	834
4. 双向晶闸管的触发 ..	773	3. LZF 制式电脑变频器	836
5. 晶闸管的驱动电路 ..	775	4. SPWM 制式变频器	839
三、抗干扰措施	778	第七章 电动工具	
四、保护电路	779	7-1 实用知识	843
1. 过电压保护	779	一、触电保护分类	843
2. 过电流保护	786	二、电动机和电器件	844
3. 电流、电压上升率的抑制	788	三、电动工具使用通则	847
4. 串并联保护	789	四、常见故障和维修	848
6-2 电力变流器	794	五、电动工具的类型	850
一、变流器实用知识	794	7-2 常用的电动工具	852
1. 变流器型号	794	一、金属切削类	852
2. 工作条件	798	1. 电钻	852
3. 性能要求	800	2. 电剪刀	856
二、整流器	800	3. 型材切割机	857
1. 电量关系	800	4. 电动攻丝机	858
2. 整流变压器计算	809	5. 自爬式锯管机	858
3. 晶闸管的选择	811	二、砂磨类	860
4. 平波电抗器计算	812	1. 电动砂轮机	860
三、交流电力控制器	814	2. 磨光机、抛光机和砂光机	862
1. 交流调压器	815	3. 模具电磨	863
2. 交流调功器	818	三、装配类	864
3. 交流电力开关	821		
四、不间断电源	822		
五、直流电动机调速器	828		
六、交流电动机调速器	829		
1. 调压调速器	829		

1. 电动扳手	864	9. 状态寄存器	893
2. 定扭矩电扳手	866	三、指令	893
3. 电动螺丝刀	866	1. 取用触点、线圈指令	893
4. 电动胀管机	869	2. 触点串联指令	894
四、建筑道路类	870	3. 触点并联指令	895
1. 冲击电钻	870	4. 电路块并联指令	896
2. 电锤	871	5. 电路块串联指令	897
3. 混凝土振动器	872	6. 复位指令	899
4. 石材切割机	874	7. 移位指令	900
5. 湿式磨光机	876	8. 脉冲指令	900
五、林木加工类	877	9. 空操作指令	901
1. 电刨	877	10. 结束指令	902
2. 电圆锯	879	11. 置位、复位指令	902
3. 电链锯	879	12. 主控指令	903
六、矿山类	880	13. 跳步指令	905
七、其它电动工具	881	14. 步进指令	907
		15. 基本指令汇总表	909
第八章 工业控制计算机		四、典型梯形图和程序	911
8-1 可编程序控制器	882	1. 运行、停止电路	911
一、基本知识	882	2. 正、反转电路	912
1. PC 结构特点	882	3. 闪烁电路	912
2. PC 适用场合	884	4. 单脉冲电路	913
3. PC 系列产品	884	5. 长延时电路	913
二、元件	885	6. 剔除废品电路	914
1. 元件表示法	885	7. 小车往返电路	914
2. 输入继电器	886	8. 传送带控制电路	915
3. 输出继电器	886	9. 动力头控制电路	917
4. 辅助继电器	886	五、编程器	918
5. 移位寄存器	888	六、安装和使用	923
6. 专用继电器	889	1. 使用环境条件	923
7. 定时器	890		
8. 计数器	891		

2. 接线	923	七、光电耦合器	1023
3. 故障检查和处理	926	八、晶闸管	1027
4. 使用技巧	928	1. 晶闸管的型号	1027
8-2 单片机	929	2. 晶闸管的特性	1028
一、内部结构	930	3. 性能参数	1030
1. 中央处理器	930	4. 普通晶闸管技术数据	1033
2. 时钟信号	930	5. 快速晶闸管	1033
3. 存储器	931	6. 双向晶闸管	1034
4. 输入/输出接口	938	九、集成电路知识	1039
5. 定时/计数器	939	1. 集成电路的种类	1039
6. 中断系统	943	2. 集成电路的型号	1040
7. 串行口	946	3. 封装形式	1041
8. 引脚功能	946	十、数字集成电路	1043
二、指令	949	1. 逻辑门和触发器	1043
1. 指令格式	949	2. 主要产品	1045
2. 寻址方式	950	3. 性能参数	1048
3. 常用符号	952	4. 参数规范值	1050
4. 指令系统	953	5. 逻辑符号和外引线	1052
三、应用实例	966	十一、集成运算放大器	1085
第九章 电子技术		1. 运放特性	1085
9-1 电子元器件	971	2. 性能参数	1085
一、半导体器件的型号	971	3. 技术数据	1086
二、晶体二极管	972	4. 外引线	1098
1. 普通二极管	972	十二、集成稳压器	1103
2. 稳压二极管	975	1. 分类和特点	1103
三、晶体三极管	988	2. 性能参数	1103
四、场效应管	1009	3. 固定稳压器	1105
五、单结晶体管	1015	4. 可调稳压器	1106
六、发光二极管	1018	十三、电压比较器	1114

十四、电阻器、电位器和电容器	1116	六、脉冲电路	1173
1. 型号命名	1116	1. 微分电路	1174
2. 电阻器	1116	2. 积分电路	1174
3. 电位器	1123	3. 比较器	1174
4. 电容器	1124	4. 限幅器	1178
9-2 基本电子电路	1127	5. 箝位器	1182
一、放大器	1127	6. 方波发生器	1185
1. 基本放大电路	1127	7. 三角波和锯齿波发生器	1190
2. 阻容耦合放大器	1131	8. 单稳态触发器	1192
3. 负反馈放大器	1132	9-3 实用电子电路	1195
4. 复合管放大器	1135	一、电源电路	1195
5. 功率放大器	1138	1. 可调稳压电源电路	1195
6. 直流放大器	1144	2. 有保护功能的稳压电源	1196
7. 运算放大器	1150	3. 恒压、恒流源电路	1197
二、正弦波振荡器	1156	4. 正负对称的可调电源	1198
1. RC 正弦波振荡器	1157	5. 实用充电器	1198
2. LC 正弦波振荡器	1157	6. 小功率逆变电源	1200
3. 三点式振荡电路	1158	二、开关电路	1201
4. 晶体振荡器	1160	1. 触模式开关	1201
三、整流电路	1162	2. 无触点接近开关	1201
1. 单相整流电路	1162	3. 光控开关	1203
2. 三相整流电路	1165	4. 声控开关电路	1203
四、滤波器	1167	5. 照明灯自动开关	1204
1. 无源滤波器	1167	6. 双灯控制电路	1205
2. 有源滤波器	1167	三、家电辅助电路	1206
五、稳压电路	1169	1. 电冰箱断电保护器	1206
1. 稳压管稳压电路	1169		
2. 串联型稳压电路	1170		
3. 优良稳压电源	1171		
4. 开关型稳压电路	1172		
5. 集成稳压电路	1173		