



技工系列工具书

主 编 / 沙振舜



电工

(第2版)

实用技术手册

 凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图并职眼目(CIP)数

中工实用技术手册\册手朱益用实工申

技工系列工具书

2008.6 社出本学技科

(技工系列工具书)

ISBN 978-7-234-23981-7

电工实用技术手册

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2008)第039073号

(第2版)

沙振舜 主编

申工实用技术手册(第2版)

主 编	沙振舜
副 编	宋 平
校 对	李 颖
审 校	曹 平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京湖南路43号 邮编:210009)

网 址 <http://www.jsps.net.cn>

发行所 凤凰出版传媒集团(南京中央门大街102号 邮编:210009)

集团网址 <http://www.phoenix.com>

经 销 江苏省新华书店有限公司

排 版 南京紫金山印刷厂

印 刷 南京市印刷有限公司

开 本 820 mm × 108 mm 1/32

印 张 22.5

字 数 635 000

定 价 2008年6月第3版

印 次 2008年6月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-234-23981-7

江苏科学技术出版社

地址:南京市湖南路43号 邮编:210009

图书在版编目(CIP)数据

电工实用技术手册 / 沙振舜主编. —2版. —南京: 江苏科学技术出版社, 2008.6

(技工系列工具书)

ISBN 978-7-5345-5961-7

I. 电… II. 沙… III. 电工技术-技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第039073号

电工实用技术手册(第2版)

主 编 沙振舜

责任编辑 宋 平

责任校对 李 峻

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 南京紫藤制版印务中心

印 刷 扬中市印刷有限公司

开 本 850 mm × 1 168 mm 1/32

印 张 25.625

字 数 632 000

版 次 2008年6月第2版

印 次 2008年6月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-5961-7

定 价 58.00元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

第 2 版前言

本手册初版问世已有 7 年,这 7 年里我国国民经济在改革开放的道路上大踏步前进,祖国面貌日新月异,科技事业蒸蒸日上,一日千里。同时,我国的电力工业也发展迅猛,新产品、新技术层出不穷,为跟上时代与科技前进的步伐,我们决定对《电工实用技术手册》进行一次全面的修订,力求以新的面貌呈现在读者面前。

该手册这次修订,有如下重要变化:

一、推陈出新:删去了原版中“常用机械电气控制及设备”、“电加热元件”两章,增加了可编程序控制器(PLC)和通用变频器等现代电工技术,使手册内容更加全面、先进和实用。另外,其他各章也增加了一些最新电工技术和产品的介绍,并积极贯彻最新的国家标准。

二、删繁就简:对原章节的结构字数做了适当调整,既满足电工的日常工作需求,保证技术的先进性,又使价格控制在一般读者能接受的程度。

三、作者队伍发生变化:由于工作变动等原因,原作者队伍中有人不再参加修订,修订工作由沙振舜(二、三、六、十二章)、王君(一、八、九、十章)、叶猛(四、五、七、十一章)完成,沙振舜任主编并统稿。

我们感谢初版各位作者所作的贡献,并且感谢江苏科学技术出版社及责任编辑宋平先生为本手册再版给予的巨大支持。

由于编者水平有限,手册中难免有不妥和不足之处,欢迎读者批评指正。

编者

2008.5

初版前言

人类社会已进入 21 世纪,科学技术发展突飞猛进,电力工业也在发生日新月异的变化,产品不断更新,新技术层出不穷。为适应经济和科学技术迅速发展的形势,满足广大电工、工程技术人员以及其他行业有关人员对电工技术新知识和新的应用技术的迫切需求,我们编写了这本《实用电工技术手册》,奉献给广大读者。

本手册取材针对一般工矿企业常用的电气设备与电工技术,主要介绍我国生产的电器产品的技术数据、型号、性能、安装与操作技术,为选用、维护与维修提供必要的技术资料。

本手册力图做到内容新颖,简明实用,反映现代电气技术,因此,编写中对原理的阐述和计算尽量简略,通过图表介绍电气设备的技术资料,使之一目了然。

在编写过程中积极采用我国制定的最新相关标准,着重介绍贯彻这些新标准的电气设备,但考虑到有些老产品还在使用,为维护维修方便,必要时也稍作介绍。

本手册共 12 章,内容包括:电工基础知识、电机、变压器、低压电器、电工材料、变配电、机械控制设备、电子技术、照明设备、电热元件与设备、安全用电与节约用电。

本手册可供电气工程技术人員、电工、非电工专业技术人员与工人以及高等与中等专业院校教师与学生参考。

参加本手册编写的有:沙振舜(第六章、第十一章、第十二章)、仲凯(第一章、第二章、第五章、第十章)、万红(第四章)、高志一、孙广能(第三章)、贡成雄(第七章、第八章)、王君(第九章),由沙振舜主编。

在本手册编写过程中,参考过国内外有关电工标准或资料,在此向有关单位或作者一并致谢。同时对给予我们支持和帮助的同行专家及有关部门,谨在此深表谢意。

由于电技术发展极为迅速,涉及面广,加上我们水平有限,手册中难免有错误、不妥之处,真诚希望专家和读者批评指正。

2001.12

2

目 录

第一章 电工常用图形符号及文字符号	1
第一节 电工常用图形符号	1
第二节 电工常用文字符号	56
第二章 常用电工仪表仪器	64
第一节 基本知识	64
一、常用电工仪表仪器的分类	64
二、电工指示仪表的标志符号	65
三、常用电工仪表型号意义	68
四、常用电工指示仪表的工作原理与特点	70
第二节 常用电工仪表的型号及规格	71
一、安装式电流表和电压表	71
二、常用功率表、功率因数表	75
三、频率表	77
四、电能表	78
五、绝缘电阻表	82
六、钳形表	84
七、万用表	86
第三节 常用电工电子仪器	92
一、电桥	92
二、信号发生器	94
三、示波器	96
四、接地电阻测试仪	98
五、耐压泄漏测试仪	103
第三章 电动机	105
第一节 旋转电动机概述	105

一、电动机的分类	105
二、电动机的型号	105
三、电动机常用计算公式	107
第二节 三相异步电动机	109
一、三相异步电动机分类	110
二、三相异步电动机型号	111
三、Y2 系列三相异步电动机	113
四、Y3 系列三相异步电动机	124
五、三相异步电动机的启动、运行和维护	132
六、三相异步电动机常见故障及处理方法	135
第三节 直流电动机	137
一、直流电机的分类与型号	137
二、Z3 系列直流电动机	138
三、Z4 系列直流电动机	151
四、直流电动机的运行和维护	164
第四节 微电机	169
一、微型异步电动机	169
二、微型同步电动机	179
三、无刷直流电动机	184
第五节 专用电机	186
一、电钻电动机	186
二、电扇电动机	188
三、电磁调速异步电动机	192
四、部分家用电器用电动机	193
第四章 变压器	202
第一节 变压器的基本知识	202
一、变压器的基本原理和额定数据	202
二、变压器的分类、结构和联接组标号	205
第二节 电力变压器	209
一、10 kV 级 S7、SL7 系列电力变压器	209
二、10 kV 级 S8、SL8 系列三相电力变压器	213
三、10 kV 级 S9 系列三相电力变压器	213

第三节 新型有载调压电力变压器	217
一、10 kV 级 SZ7、SZL7 系列有载调压电力变压器	217
二、10 kV 级 S9 系列有载调压电力变压器	219
三、35 kV 级 SZ7 系列部分有载调压电力变压器	220
四、35 kV 级 S9、SZ9 系列部分有载调压电力变压器	220
五、S11M 系列低损耗配电变压器	221
第四节 干式变压器	222
一、10 kV 级 SCL 系列干式电力变压器	230
二、10 kV 级 SCZL 系列环氧树脂浇注,有载调压干式电力变压器	231
第五节 特殊用途变压器	232
一、自耦变压器	232
二、整流变压器	234
三、电压互感器	240
四、电磁稳压器	246
五、控制变压器	248
六、电流互感器	253
第六节 变压器的故障及其检修方法	267
第五章 低压电器	269
第一节 低压电器产品型号	269
第二节 常用低压电器	273
一、刀开关和转换开关	273
二、熔断器	283
三、自动开关	292
四、接触器	301
五、启动器	307
六、继电器	312
七、主令电器	322
第三节 低压电器常见故障及处理方法	325
第六章 变 配 电	334
第一节 电力系统概述	334
一、电力系统的组成	334

二、工矿企业供配电系统	337
三、电力系统中性点运行方式	339
第二节 高压电气设备	340
一、高压断路器	341
二、高压隔离开关及其选用	353
三、高压负荷开关及其选用	357
四、高压熔断器及其选用	361
第三节 成套配电装置	366
一、高压成套配电装置	366
二、低压成套配电装置	383
第四节 变配电所主要设备和主接线	395
一、变配电所的主要电气设备	395
二、电气设备选择的一般原则	397
三、变配电所的主接线	401
四、户内外配电装置和各部距离的要求	401
五、变配电所的结构	403
第五节 工业企业电力线路	404
一、架空配电线路	405
二、电缆线路	408
第六节 继电保护	414
一、继电保护的功用和对它的基本要求	414
二、常用保护继电器	417
三、微机继电保护	435
第七章 通用变频器	442
第一节 通用变频器的原理与应用分类	443
一、通用变频器的原理	443
二、通用变频器的应用分类	448
第二节 通用变频器典型产品	449
一、西门子 MM420 基本型通用变频器	449
二、三菱 FR-A500 系列通用变频器	454
三、Vacon 通用变频器	456
第三节 通用变频器的选择与发生故障的类型	459

102	一、不同控制对象的选择	459
152	二、精度和响应的选择	460
	三、变频器容量的计算	460
002	四、通用变频器的主要故障类型	462
102	第八章 电子技术	467
002	第一节 常用电子元件	467
002	一、电阻器、电容器的型号命名及标志方法	467
110	二、电阻器	470
112	三、电位器	476
112	四、敏感电阻器	477
012	五、电容器	481
012	第二节 半导体分立器件	483
010	一、半导体分立元器件型号命名法	483
010	二、晶体二极管	485
010	三、晶体三极管	499
152	四、场效应管	514
	五、发光二极管	514
050	六、光电晶体管	522
050	七、光电耦合器	525
050	八、固态继电器 SSR	527
050	第三节 晶闸管及其应用	528
150	一、晶闸管的型号及技术参数	528
150	二、晶闸管的选择	538
253	三、单结晶体管	540
250	四、晶闸管触发电路	542
150	第四节 模拟集成电路	548
252	一、半导体集成电路型号命名方法	548
150	二、集成运算放大器	548
150	三、电压比较器	556
030	四、集成稳压电路	558
153	五、霍尔集成电路	562
150	第五节 数字集成电路	564

一、TTL 集成电路	564
二、CMOS 集成电路	576
第九章 照 明	590
第一节 电光源	590
一、电光源的分类及技术数据	590
二、白炽(热辐射)光源	590
三、气体放电光源	599
四、金属卤化物灯	611
第二节 灯具	614
一、工厂常用灯具	614
二、卤钨灯灯具	616
三、防爆灯灯具	618
四、灯座	619
第三节 照明器的选用	619
一、工业企业照明的照度标准值	619
二、工业企业用灯具类型的选择	624
第十章 可编程控制器(PLC)	626
第一节 PLC 的构成与性能指标	626
一、PLC 的构成	626
二、PLC 的性能指标	629
第二节 常用 PLC 性能规格	631
一、三菱 FX0N 系列 PLC	631
二、三菱 FX1N 系列 PLC	632
三、三菱 FX2N 系列 PLC	635
四、三菱 FX0S 系列 PLC	637
五、三菱 FX1S 系列 PLC	638
六、三菱 A 系列 PLC	641
七、三菱 F 系列 PLC	647
八、松下电工系列 PLC	650
九、立石(OMRON)系列 PLC	651
十、西门子(SIEMENS)系列 PLC	657

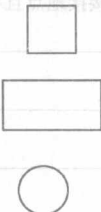
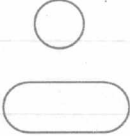
第十一章 电工材料	666
第一节 电线与电缆	666
一、裸电线	666
二、电磁线	679
三、通用绝缘电线	687
四、电缆	693
第二节 绝缘材料	708
第三节 磁性材料	725
一、软磁材料	725
二、硬磁材料	729
第四节 特种电工合金	733
一、电阻材料	733
二、熔丝	733
三、电热材料	733
四、热电偶材料	733
第十二章 安全用电与节约用电	741
第一节 安全用电基本知识	741
一、电流对人体的作用	741
二、人体电阻	742
三、安全电压与安全电流	743
四、安全间距	743
五、安全色及电气安全标示牌	745
第二节 触电及其预防	747
一、触电的形式	747
二、产生触电事故的主要原因	748
三、预防触电的基本措施	749
第三节 接地与接零	749
一、保护接地与保护接零	749
二、接地的使用范围	750
三、保护接地方式与应用场合	751
四、接地装置的安装	754

第四节 漏电保护装置	756
一、漏电保护装置分类	757
二、电流型漏电保护器结构原理	757
三、漏电保护装置的动作电流和动作时间	758
四、漏电保护装置的选用	758
五、漏电保护器的安装	760
第五节 防火和防爆	767
一、电气火灾和爆炸的原因	767
二、防火和防爆措施	768
第六节 静电防护	770
一、静电的产生	770
二、静电的特点	771
三、静电的危害	771
四、静电的防护	771
第七节 防雷保护	773
一、避雷针	774
二、避雷线、避雷网和避雷带	775
三、避雷器	776
第八节 节约用电	784
一、节约用电的一般概念和途径	784
二、国家鼓励的节约用电措施	786
三、电网的电能节约	787
四、用电设备节约用电主要措施	788
五、家用电器节约用电主要措施	792
六、节电器	796
七、用移相电容器提高功率因数	799
八、无功功率自动补偿控制器	803
主要参考文献	805

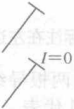
第一章 电工常用图形符号及文字符号

第一节 电工常用图形符号

表 1.1-1 电工常用图形符号

图 形 符 号	说 明
	元件 装置 功能单元 注:填入或加上适当的符号或代号于轮廓符号内以表示元件、装置或功能
	外壳(容器)、管壳 注:① 可使用其他形状的轮廓 ② 若外壳具有特殊的防护性能可加注以引起注意 ③ 使用外壳符号是非强制性的,若不致引起混乱,外壳符号可省略。但若外壳与其他物件有连接,则必须示出外壳符号,必要时,外壳可以分开画出
	边界线 注:用于表示在边界线内的元件、装置等是实际地、机械地或功能地相互联系在一起
	屏蔽(防罩) 注:屏蔽可画成任何方便的形状
	直流 注:电压可标注在符号右边,系统类型可标注在左边 示例:直流,带中间线的三线制 220 V(两根导线与中间线之间为 110 V)2 M可用 2 + M 代表

(续表)

图 形 符 号	说 明
	直流 注:若直流电符号——可能引起混乱,也可用本符号
 3 N~50Hz 380/220 V	交流 频率或频率范围以及电压的数值应标注在符号的右边, 系统类型应标注在符号的左边 示例:交流,三相带中性线,50 Hz, 380 V(中性线与相 线之间为 220 V)。3 N 可用 3 + N 代替
3 N~50 Hz/ TN-S	示例:交流、三相、50 Hz、具有一个直接接地点且中性线 与保护导线全部分开的系统
	低频(工频或亚音频)
	中频(音频)
	高频(超音频、载频或射频)
	交直流
	具有交流分量的整流电流 注:当需要与稳定直流相区别时使用
N	中性(中性线)
M	中间线
+	正极
-	负极
	预调、微调 注:有关允许的调整条件,应标注于符号附近 示例:仅在电流等于零时允许预调

(续表)

(续表)

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号
	自动控制(内在的) 注:被控量可示于符号附近 示例:自动增益控制放大器	
	按箭头方向的直线运动或力	
	双向直线的运动或力 示例:当3从1向2移动时,频率增加	
	两个方向均有限制的双向旋转	
	未规定类型的材料	
	固体材料	
	液体材料	
	气体材料	
	驻极体材料	
	半导体材料	
	绝缘材料	
	热效应	
	电磁效应	
	磁滞伸缩效应	
	正脉冲	