

# 简明电工手册

(第三版)

刘光源 主编

上海科学技术出版社

## 内 容 提 要

本手册是为了帮助工矿企业和乡镇企业的广大电工解决日常生产实践中所遇到的一些技术问题而编写的。本手册的特点是内容新,用最新国标的电气图形和文字符号来编写电气控制线路等内容。此外,手册中还详细介绍了内外线路的安装、机床电气控制线路的常见故障及检修方法。

主要内容包括:电工基础资料、电工常用计算公式及基本定律、常用电工仪表仪器、电子基础知识、常用电工材料、变压器、三相异步电动机、直流电动机、低压电器、常用机床电气控制线路、内外线安装、安全用电和防雷技术。

本手册内容丰富新颖、简明实用,文字通俗易懂,图文并茂,可供工矿企业、乡镇企业的电工使用,也可供电气工程技术人员参考。

## 第三版前言

本手册自 1985 年编写出版发行以来,深受广大电工和电气技术人员的欢迎,已多次重印。为了更好地满足广大电工和电气技术人员的需要,这次再版在内容上作了相应的修改和补充,有些章节内容作了压缩和更新,尤其是电气图图形符号和电气设备用图形符号,均按最新的国标作了修正。

本手册第一版由刘光源、王巍、金士信、林可为编写;第二版由刘光源、陈国春、杨换荣编写;第三版由刘光源、宋林香、周家宝、应桂聪编写,刘光源主编。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

## 第二版前言

《机电工人技术丛书》全套 14 种手册自 1985 年编写出版以来,深受广大机电工人欢迎,使他们增长了知识,提高了技术,在生产实际中解决了很多技术问题,为改革开放、发展生产作了一定贡献。

随着新工艺、新技术、新材料的不断出现,新的国家标准不断颁布,再就业工程的实施等,提高劳动者素质刻不容缓,为此,我们再次组织长期从事技术工作的工程技术人员和培训工作的专业教师对这套丛书进行修订,增补了大量新内容,删去了不太适应当前技术发展的内容,以满足广大读者,特别是初、中级技术工人的需要。

列入第一批修订的有《简明电工手册》、《简明焊工手册》、《简明钳工手册》、《简明车工手册》等四本。修订时力求简明实用,但限于作者水平,还会存在不妥之处,敬请广大读者批评指教,以便今后改正。

本手册第一版由刘光源、王巍、金士信、林可为编写,第二版由刘光源、陈国春、杨换荣编写,汤元龙审阅。

上海电气(集团)总公司

《机电工人技术丛书》编委会

# 目 录

第一章 电工基础资料 .....	1
一、电工常用基本符号 .....	1
1. 拉丁字母 .....	1
2. 希腊字母 .....	1
3. 常用电气技术中的文字符号 .....	2
二、电工常用法定计量单位及换算 .....	11
1. 国际单位制的基本单位和辅助单位 .....	11
2. 国际单位制中具有专门名称的导出单位 .....	11
3. 可与 SI 并用的我国法定计量单位 .....	12
4. 用于构成十进制倍数和分数单位的词头 .....	13
5. 电工常用法定计量单位 .....	14
三、电气简图用图形符号及电气设备用图形符号 .....	21
1. 电气简图用图形符号 .....	21
2. 电气设备用图形符号 .....	38
第二章 电工常用计算公式及基本定律 .....	46
一、电工常用计算公式 .....	46
1. 直流电路的计算公式 .....	46
2. 交流电路的计算公式 .....	51
3. 电磁吸力计算公式 .....	57
4. 三相异步电动机计算公式 .....	57
5. 变压器计算公式 .....	58
6. 直流电动机计算公式 .....	59

二、基本定律 .....	60
第三章 常用电工仪表仪器 .....	67
一、概述 .....	67
1. 常用电工仪表仪器的分类 .....	67
2. 常用电工仪表的结构和原理 .....	67
3. 仪表的准确度等级 .....	68
4. 电工指示仪表的符号 .....	68
二、常用电工仪表仪器的使用 .....	74
1. 电压表 .....	74
2. 电流表 .....	76
3. 功率表 .....	81
4. 电能表 .....	86
5. 万用表 .....	93
6. 绝缘电阻表 .....	97
7. 钳形电流表 .....	101
8. 电桥 .....	104
9. 示波器 .....	108
10. 晶体管图示仪 .....	120
第四章 电子基础知识 .....	134
一、国产半导体器件型号命名 .....	134
二、二极管与整流电路 .....	137
1. 二极管 .....	137
2. 整流电路 .....	148
3. 滤波电路 .....	149
三、三极管与放大电路 .....	156
1. 三极管 .....	156
2. 放大电路 .....	163
四、稳压二极管及其稳压电路 .....	176

1. 稳压二极管	176
2. 直流稳压电路	181
五、晶闸管及可控整流电路	186
1. 晶闸管	186
2. 常用可控整流电路	195
第五章 常用电工材料	203
一、电线电缆	203
1. 绝缘电线	203
2. 电缆	212
二、电工绝缘材料	217
1. 绝缘材料的耐热等级	217
2. 绝缘纸	217
3. 浸渍绝缘纤维制品	217
4. 绝缘层压制品	221
5. 绝缘云母制品	223
6. 绝缘漆	224
三、电气安装材料	225
1. 电线管	225
2. 有缝钢管	226
3. 塑料胀锚螺栓管	226
4. 包塑金属软管及金属软管接头	227
第六章 变压器	228
一、变压器的分类	228
二、电力变压器	229
1. 电力变压器的主要结构	229
2. 常用电力变压器的技术数据	232
3. 变压器的连接组标号及并联运行	240
4. 电力变压器的维护和检修	244

三、控制变压器	246
1. 技术数据	247
2. 小型控制变压器的计算	247
四、特种变压器	254
1. 电炉变压器	254
2. 自耦变压器	258
3. 互感器	259
4. 恒压变压器	265
5. 弧焊变压器	266
第七章 三相异步电动机	270
一、三相异步电动机结构、型号、用途、定子绕组连 接和出线端标志	270
1. 三相异步电动机的结构	270
2. 三相异步电动机的类型	270
3. 三相异步电动机定子绕组的接线和出线端标志	275
二、三相异步电动机的主要技术数据	276
1. Y 系列三相异步电动机	276
2. YR 系列绕线转子三相异步电动机	281
3. YZ 和 YZR 系列三相异步电动机	281
4. YD 系列变极多速三相异步电动机	290
三、三相异步电动机的选用	304
1. 电动机电压的选择	304
2. 电动机转速的选择	304
3. 电动机结构型式的选择	304
4. 电动机种类的选择	304
5. 电动机容量的选择	304
四、三相异步电动机定子绕组的展开图	305
1. 单层绕组	305

2. 双层绕组 .....	305
五、三相异步电动机的常见故障及修理 .....	314
1. 三相异步电动机的维护 .....	314
2. 三相异步电动机的拆装与注意事项 .....	318
3. 三相异步电动机的常见故障及修理 .....	320
六、三相异步电动机修复后的试验 .....	328
1. 一般检查 .....	328
2. 绝缘电阻的测定 .....	328
3. 直流电阻的测定 .....	329
4. 耐压试验 .....	329
5. 空载试验 .....	330
6. 首、尾判别 .....	331
七、三相异步电动机改制的计算 .....	333
1. 空壳重绕的简易计算 .....	334
2. 改极计算 .....	336
3. 改压计算 .....	337
第八章 直流电动机 .....	341
一、直流电动机的结构及组成 .....	341
1. 直流电动机的结构 .....	341
2. 直流电动机的主要零部件 .....	342
二、直流电动机的主要技术数据 .....	342
三、直流电动机的励磁方式及出线端标志 .....	371
1. 直流电动机的励磁方式 .....	371
2. 直流电动机的接线方式 .....	371
3. 直流电动机的出线端标志 .....	373
四、直流电动机的运行 .....	373
1. 直流电动机的起动 .....	373
2. 直流电动机的调速 .....	374

3. 直流电动机的制动 .....	377
五、直流电动机的维修 .....	378
1. 直流电动机的维修 .....	378
2. 直流电动机的常见故障处理 .....	381
六、直流电动机的修复试验 .....	391
1. 绕组的极性及连接正确性检查试验 .....	391
2. 绕组绝缘电阻的测定 .....	393
3. 绕组直流电阻的测定 .....	393
4. 电刷中性线位置的调整 .....	394
5. 耐压试验 .....	395
6. 空载试验 .....	395
第九章 低压电器 .....	396
一、低压开关 .....	396
1. 板用刀开关 .....	396
2. 负荷开关 .....	401
3. 组合开关 .....	405
二、空气断路器 .....	409
1. 技术数据 .....	410
2. 电气图形和文字符号 .....	417
3. 选择 .....	417
4. 使用与维护 .....	418
5. 空气断路器的常见故障分析 .....	418
三、熔断器 .....	420
1. 技术数据 .....	421
2. 电气图形和文字符号 .....	425
3. 选择 .....	425
4. 使用与维护 .....	425
5. 熔断器的常见故障分析 .....	426

四、接触器 .....	426
1. 技术数据 .....	426
2. 电气图形和文字符号 .....	434
3. 选择 .....	434
4. 使用与维护 .....	435
5. 接触器的常见故障分析 .....	435
五、继电器 .....	437
1. 中间继电器 .....	437
2. 热继电器 .....	440
3. 时间继电器 .....	448
4. 过电流继电器 .....	457
5. 速度继电器 .....	460
六、主令电器 .....	461
1. 按钮 .....	462
2. 位置开关 .....	469
3. 万能转换开关 .....	473
第十章 常用机床电气控制线路 .....	477
一、电力拖动基本控制线路 .....	477
1. 三相笼型异步电动机的电气控制线路 .....	478
2. 三相绕线式异步电动机的控制线路 .....	513
二、常用机床电气控制线路的维修 .....	518
1. 机床电气控制设备的维护及检修方法 .....	521
2. 常用机床电气控制线路的检修 .....	534
第十一章 内外线安装 .....	581
一、室内配线 .....	581
1. 室内配线的要求和工序 .....	581
2. 导线的选择 .....	585
3. 瓷夹板配线 .....	591
4. 绝缘子(瓷瓶)配线 .....	595

5. 护套线配线	600
6. 线管配线	603
7. 滑触线配线	615
8. 钢索配线	618
9. 导线的连接与封端	621
二、室外架空线路	632
1. 架空线路的组成	632
2. 架空线路的安装	645
3. 架空线路的维修	659
三、照明装置的安装和维修	660
1. 常用照明附件	661
2. 常用照明电光源特点、适用场合及技术数据	669
3. 常用照明装置的接线原理图	671
4. 照明装置的安装规程	673
5. 照明电路常见故障及检修	674
四、电缆的敷设	678
1. 电缆的型号、结构及选择	679
2. 电缆的敷设	682
3. 电缆的试验	693
4. 电缆的维护与检修	697
第十二章 安全用电与防雷技术	699
一、安全用电	699
1. 触电的危险因素	699
2. 人体触电的种类	702
3. 触电的预防	705
4. 触电急救	715
二、防雷技术	718
1. 防雷措施	718
2. 防雷装置	719

# 第一章 电工基础资料

## 一、电工常用基本符号

### 1. 拉丁字母

拉丁字母如表 1-1 所示。

表 1-1 拉丁字母

正体		斜体		正体		斜体		正体		斜体	
大写	小写	大写	小写	大写	小写	大写	小写	大写	小写	大写	小写
A	a	<i>A</i>	<i>a</i>	J	j	<i>J</i>	<i>j</i>	S	s	<i>S</i>	<i>s</i>
B	b	<i>B</i>	<i>b</i>	K	k	<i>K</i>	<i>k</i>	T	t	<i>T</i>	<i>t</i>
C	c	<i>C</i>	<i>c</i>	L	l	<i>L</i>	<i>l</i>	U	u	<i>U</i>	<i>u</i>
D	d	<i>D</i>	<i>d</i>	M	m	<i>M</i>	<i>m</i>	V	v	<i>V</i>	<i>v</i>
E	e	<i>E</i>	<i>e</i>	N	n	<i>N</i>	<i>n</i>	W	w	<i>W</i>	<i>w</i>
F	f	<i>F</i>	<i>f</i>	O	o	<i>O</i>	<i>o</i>	X	x	<i>X</i>	<i>x</i>
G	g	<i>G</i>	<i>g</i>	P	p	<i>P</i>	<i>p</i>	Y	y	<i>Y</i>	<i>y</i>
H	h	<i>H</i>	<i>h</i>	Q	q	<i>Q</i>	<i>q</i>	Z	z	<i>Z</i>	<i>z</i>
I	i	<i>I</i>	<i>i</i>	R	r	<i>R</i>	<i>r</i>				

注：正体又称罗马体，斜体又称意大利体。汉语拼音字母、英语字母的形式与此相同。

### 2. 希腊字母

希腊字母如表 1-2 所示。

表 1-2 希腊字母

大写	小写	近似读音	大写	小写	近似读音
A	$\alpha$	啊尔发	K	$\kappa$	卡帕
B	$\beta$	贝塔	$\Lambda$	$\lambda$	兰姆达
$\Gamma$	$\gamma$	嘎马	M	$\mu$	谬
$\Delta$	$\delta$	得耳塔	N	$\nu$	纽
I	$\iota$	约塔	$\Xi$	$\xi$	克西
O	$o$	奥密克戎	$\Sigma$	$\sigma$	西格马
$\Pi$	$\pi$	派	T	$\tau$	滔
E	$\epsilon$	艾普西龙	$\Upsilon$	$\upsilon$	依普西龙
Z	$\zeta$	截塔	$\Phi$	$\varphi, \phi$	费衣
H	$\eta$	衣塔	X	$\chi$	喜
$\Theta$	$\theta, \vartheta$	西塔	$\Psi$	$\psi$	普西
P	$\rho$	洛	$\Omega$	$\omega$	欧米嘎

### 3. 常用电气技术中的文字符号

关于电气技术中的文字符号,1987年颁布的 GB 7159—1987《电气技术中的文字符号制订通则》,替代了用汉语拼音字母组成的 GB 315—1964《电工设备文字符号编制通则》。

1987年版国标中的文字符号是采用大写正体的拉丁字母,分为基本文字符号(包含单字母或双字母)和辅助文字符号。

基本文字符号中的单字母符号是按拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为 23 大类,每大类用一个专用单字母符号表示。如“C”表示电容器类,“R”表示电阻器类;双字母符号是由一个表示种类的单字母符号与另一个字母组成。其组合形式是以单字母符号在前,另一个字母在后的次序列出。如“GB”表示蓄电池,G 为电源类的单字母符号;又如“KM”为接触器。“K”为继电器和接触器类的单字母符号。电气技术中的文字符号如表 1-3 所示。

表 1-3 电气技术中的文字符号(摘自 GB 7159—1987)

设备、装置和 元器件种类	示 例 名 称	基本文字符号	
		单字母	双字母
组件部件	分离元件放大器 激光器 调节器	A	
	本表其他地方未提及的组件、部件		
	电桥		AB
	晶体管放大器		AD
	集成电路放大器		AJ
	磁放大器		AM
	电子管放大器		AV
	印制电路板		AP
	抽屉柜		AT
支架盘	AR		
非电量到 电量变换器 或电量到非 电量变换器	热电传感器 热电池 光电池 测功计 晶体换能器 送话器 拾音器 扬声器 耳机 自整角机 旋转变压器 模拟和多级数字变换器或传感器(用作 指示和测量)	B	
	压力变换器		BP
发生器 发电机 电源	旋转发电机 振荡器	G	
	发生器 同步发电机		GS

(续表)

设备、装置和 元器件种类	示 例 名 称	基本文字符号	
		单字母	双字母
发电机 电源	异步发电机	G	GA
	蓄电池		GB
	旋转式或固定式变频器		GF
信号器件	声响指示器	H	HA
	光指示器		HL
	指示灯(信号灯)		HL
继电器 接触器	瞬时接触继电器	K	KA
	瞬时有或无继电器		KA
	交流继电器		KA
	闭锁接触继电器(机械闭锁或永磁铁式 有或无继电器)		KL
	双稳态继电器		KL
	接触器		KM
	极化继电器		KP
	簧片继电器		KR
	延时 有或无继电器		KT
逆流继电器	KR		
电感器	感应线圈	L	
非电量到 电量变换器 或电量到非 电量变换器	位置变换器	B	BQ
	旋转变换器(测速发电机 <sup>①</sup> )		BR
	温度变换器		BT
	速度变换器		BV
电容器	电容器	C	

(续表)

设备、装置和 元器件种类	示 例 名 称	基本文字符号	
		单字母	双字母
二进制元件 延迟器件 存储器件	数字集成电器和器件： 延迟线 双稳态元件 单稳态元件 磁芯存储器 寄存器 磁带记录机 盘式记录机	D	
其他元器件	本表其他地方未规定的器件	E	
	发热器件		EH
	照明灯		EL
	空气调节器		EV
保护器件	过电压放电器件 避雷器	F	
	具有瞬时动作的限流保护器件		FA
	具有延时动作的限流保护器件 <sup>②</sup>		FR
	具有延时和瞬时动作的限流保护器件		FS
	熔断器		FU
	限压保护器件		FV
电抗器	线路陷波器 电抗器(并联和串联)	L	
电动机	电动机	M	
	同步电动机		MS
	可做发电机或电动机用的电机		MG
	力矩电动机 <sup>③</sup>		MT
模拟元件	运算放大器 混合模拟/数字器件	N	