



维修电工职业技能培训丛书

实用电工手册

赵承荻 李乃夫 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

维修电工职业技能培训丛书

实用电工手册

赵承荻 李乃夫 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是“维修电工”职业技能培训丛书之一，是从事相关工作人员的实用手册。

本书主要根据劳动和社会保障部制定的《维修电工国家职业标准》中有关初级、中级工的相关知识和技能要求而编写的，也包含了高级工和技师的部分相关知识和技能的内容。主要有：电工常用知识；常用电工材料；常用电工仪器、仪表；低压配电线路及照明装置；变压器；交流电动机；直流电动机；微特电机与专用电机；低压电器；常用电动机控制电路；常用电子电路及其应用；电力电子电路及应用；常用机械电气控制电路；安全用电及防雷保护。

本书覆盖面较宽、内容新颖，基本上反映了当前我国科技发展及市场供求的实际情况，因而适应性广，可供从事电工技术学习和工作的各类人员学习与参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用电工手册/赵承获，李乃夫主编. —北京：高等教育出版社，2007.6

ISBN 978-7-04-020653-1

I. 实… II. ①赵…②李… III. 电工-技术培训-教材
IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 047968 号

策划编辑 李宇峰 责任编辑 李宇峰 封面设计 于涛 责任绘图 郝林
版式设计 王艳红 责任校对 俞声佳 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京凌奇印刷有限责任公司

开 本 850×1168 1/16
印 张 43.25
字 数 1 300 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 6 月第 1 版
印 次 2007 年 6 月第 1 次印刷
定 价 64.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20653-00

出版说明

为了适应当前经济社会的发展和科学技术的进步,配合最新颁布的维修电工及相关行业国家职业标准与职业技能鉴定规范,高等教育出版社组织有关职业院校专家及行业企业工程技术人员对维修电工国家职业标准及职业技能鉴定规范进行了认真的研究与再认识,并进行了广泛的调研。在此基础上,组织编写维修电工职业技能培训丛书。

本次推出的有:《实用电工手册》、《实用电工问答》、《电工常识》、《电气安全》、《电工材料》、《电气照明》、《实用电气线路》、《电气控制与实训》、《电子技术技能训练》、《安装电工实用技术》、《建筑电工实用技术》、《维修电工技能训练》、《电工考级指南》、《维修电工考级指南》、《维修电工技能鉴定考核试题库》等。

维修电工职业技能培训丛书在编写中体现以下特点:

- 贴近岗位。本系列丛书以企业需求为基本依据,加强实践性教学环节,以满足企业的岗位需求作为课程开发的出发点,紧扣国家最新颁布的相关行业岗位的国家职业标准和职业技能鉴定规范,使丛书内容与岗位相衔接。特别注意吸收近年来国内外的最新科技成果,充分体现时代性,努力培养企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者。

- 突出技能。本系列教材立足于实际运用,突出“以就业为导向”、“以能力为本位”的思想,精选从行业岗位提炼出来的案例进行分析训练,并结合行业需要,设计多个综合训练,以培养学生的实践能力和操作技能,适应行业技术发展。

- 理论联系实际。本系列教材力图使教学内容与企业生产现状相符,理论联系实际,讲练结合,学以致用,有利于学习者主动参与到教学活动中,提高学习主动性和操作技能,提高解决实际问题的能力。同时注意深入浅出,图文并茂,加大了实物图和工作流程图比例。

- 适用范围广。本书可作为培训部门、各级职业技能鉴定机构、再就业培训中心的有关岗位培训教材,也可作为各类职业院校、中专、技工学校、短期培训班的培训教材,还可作为相关行业工程技术人员的实用手册。

维修电工职业技能培训丛书将于2006年春季陆续出版。不足之处,敬请广大读者批评指正。

高等教育出版社

2005年7月

前 言

本书是维修电工职业技能培训丛书之一。

本书主要根据劳动和社会保障部制定的《维修电工国家职业标准》中有关初级、中级工的相关知识和技能要求而编写的，也包含了高级工和技师的部分相关知识和技能的内容。主要有：电工常用知识；常用电工材料；常用电工仪器、仪表；低压配电线路及照明装置；变压器；交流电动机；直流电动机；微特电机与专用电机；低压电器；常用电动机控制电路；常用电子电路及其应用；电力电子电路及应用；常用机械电气控制电路；安全用电及防雷保护。

本书是一本供从事电气工作人员使用的工具书，知识覆盖面较广，内容较新颖，紧跟当前科技发展和社会进步的步伐，因而有较强的实用性及参考价值，本书使用的图形符号及文字符号均采用了最新的国家标准，各类电器产品的型号、技术参数也反映了当前技术进步和市场供求的实际情况。

本书由湖南铁道职业技术学院赵承荻编写第1、第5、第6、第7、第10章，陈庆编写第4章，方宁编写第8章，段树华编写第11章，罗伟编写第12章，张彦宇编写第14章；湖南铁路科技职业技术学院周玲编写第9章；广州市轻工高级技工学校梁志彪编写第3章，李乃夫编写第2、第13章。全书由赵承荻、李乃夫主编，湖南铁道职业技术学院肖耀南主审。

由于编者水平有限，因此书中不足之处及错误在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编者

2006年8月

目 录

第 1 章 电工常用知识	1	5-3 小型单相变压器绕组的绕制	208
1-1 常用物理量名称、符号及单位	1	5-4 特殊用途变压器	212
1-2 常用数据表	2		
1-3 电工系统常用文字符号	4	第 6 章 交流电动机	234
1-4 电气简图用图形符号	7	6-1 交流电动机的基本知识	234
		6-2 三相异步电动机的技术数据	238
第 2 章 常用电工材料	15	6-3 三相异步电动机的定子绕组	273
2-1 常用绝缘材料	15	6-4 三相异步电动机的常见故障及维修	283
2-2 导电材料	38	6-5 三相异步电动机定子绕组的重绕	287
2-3 磁性材料	57	6-6 三相异步电动机的拆装及试验	292
		6-7 微型异步电动机	296
第 3 章 常用电工仪器、仪表	70	6-8 同步电动机	300
3-1 概述	70		
3-2 电流的测量	75	第 7 章 直流电动机	309
3-3 电压的测量	79	7-1 直流电动机的基本知识	309
3-4 电阻的测量	81	7-2 直流电动机的技术数据	312
3-5 功率和功率因数的测量	86	7-3 直流电动机的电枢绕组	334
3-6 电能的测量	90	7-4 直流电动机的使用与维护、常见故障及检修	337
3-7 相位及频率的测量	93	7-5 微型直流电动机	343
3-8 万用表	94		
3-9 信号发生器	98	第 8 章 微特电机与专用电机	350
3-10 晶体管毫伏表	101	8-1 概述	350
3-11 示波器及晶体管图示仪	103	8-2 步进电机	352
		8-3 伺服电机	357
第 4 章 低压配电线路及照明装置	117	8-4 直线电动机	361
4-1 室外架空线路	117	8-5 测速发电机	363
4-2 电缆线路	130	8-6 自整角机	371
4-3 室内线路	145	8-7 旋转变压器	376
4-4 常用照明光源及灯具	153	8-8 交直流两用电动机	382
4-5 管形氙灯及其他灯具	179	8-9 部分家用电器用电动机	386
4-6 常用照明灯具的安装及维修	185		
		第 9 章 低压电器	397
第 5 章 变压器	193	9-1 概述	397
5-1 变压器的基本知识	193	9-2 刀开关和组合开关	399
5-2 三相电力变压器	195		

9-3	低压熔断器	406	12-2	晶闸管主电路	604
9-4	低压断路器	413	12-3	晶闸管触发电路	610
9-5	接触器	424	12-4	电力电子电路实例	618
9-6	起动器与控制器	431			
9-7	主令电器	437	第 13 章 常用机械电气控制电路	622	
9-8	继电器	449	13-1	概述	622
9-9	电阻器与变阻器	473	13-2	CA6140 型普通车床控制电路	623
第 10 章 常用电动机控制电路	483		13-3	Z535 型立式钻床控制电路	626
10-1	三相异步电动机直接起动及反转 控制电路	483	13-4	Z37 型摇臂钻床控制电路	628
10-2	三相异步电动机降压起动控制电路	488	13-5	M7475B 型平面磨床控制电路	631
10-3	三相异步电动机调速(起动)控制 电路	492	13-6	MGB1420 型万能磨床控制电路	633
10-4	三相异步电动机制动控制电路	499	13-7	X62W 型万能铣床控制电路	637
10-5	单相异步电动机控制电路	502	13-8	X53t 立式铣床控制电路	642
10-6	直流电动机控制电路	504	13-9	T610 型卧式镗床控制电路	646
			13-10	用按钮操作的起重机控制电路	658
第 11 章 常用电子电路及其应用	507		13-11	5t 桥式起重机控制电路	658
11-1	常用电子元器件	507	13-12	15/3t 桥式起重机控制电路	664
11-2	整流电路	542	13-13	蓄电池搬运车控制电路	669
11-3	晶体管基本放大电路	544	13-14	ZD1 型 1t 蓄电池铲车控制电路	670
11-4	模拟集成电路	556	第 14 章 安全用电及防雷保护	673	
11-5	直流稳压电源	568	14-1	人体触电及预防	673
11-6	常用数字电路	575	14-2	保护接地与保护接零	675
			14-3	安全用电	678
第 12 章 电力电子电路及应用	590		14-4	防雷保护	680
12-1	电力电子器件	590	主要参考文献	684	

第1章 电工常用知识

1-1 常用物理量名称、符号及单位

量的名称与符号	SI 单位名称与符号	量的名称与符号	SI 单位名称与符号
长度 $l(L)$	米 m	(复)阻抗 Z	欧〔姆〕 Ω
面积 $S(A)$	米 ² m ² 公顷 hm ²	电抗 X	
体积 V	米 ³ m ³	电导 G	西〔门子〕 S
	升 l、L	(复)导纳 Y	
时间 $t(T)$	秒 s	电纳 B	欧〔姆〕/米 Ω/m
	分 min	电阻率 ρ	
	小时 h	电导率 r	西〔门子〕/米 S/m
质量 m	千克 kg	电容 C	法〔拉〕 F
力 F	牛〔顿〕 N	电感、自感 L	亨〔利〕 H
力矩(转矩) $M(T)$	牛〔顿〕米 N·m	互感 $M(L_{12})$	
压力、压强 p	帕〔斯卡〕 Pa	磁通量 Φ	韦〔伯〕 Wb
频率 f	赫〔兹〕 Hz	磁感应强度、磁通密度 B	特〔斯拉〕 T
角频率 ω	弧度/秒 rad/s	磁场强度 H	安〔培〕/米 A/m
波长 λ	米 m	磁阻 R_m	1/亨〔利〕 1/H
周期 T	秒 s	磁导 Λ	亨〔利〕 H
光通量 Φ	流〔明〕 lm	磁导率 μ	亨〔利〕/米 H/m
发光强度 I	坎〔德拉〕 cd	真空磁导率 μ_0	
亮度 L	坎〔德拉〕/米 ² cd/m ²	相对磁导率 μ_r	量纲为 1
照度 E	勒〔克斯〕 lx	介电常数 ε	法〔拉〕/米 F/m
热力学温度	开〔尔文〕 K	真空介电常数 ε_0	
摄氏温度 T	摄氏度 $^{\circ}\text{C}$	相对介电常数 ε_r	量纲为 1
华氏温度	华氏度 F	(有功)功率 P	瓦〔特〕 W
电荷量 Q	库〔仑〕 C	无功功率 Q	乏 var
电流 I	安〔培〕 A	视在(表观)功率 S	伏安 V·A
电流密度 $J(\delta)$	安〔培〕/平方毫米 A/mm ²	电能 W	千瓦小时(度) kW·h
电压、电位 V	伏〔特〕 V		
电动势 E	伏〔特〕 V		
电场强度 E	伏〔特〕/米 V/m		
电阻 R	欧〔姆〕 Ω		

1-2 常用数据表

表 1-1 公制长度单位及换算

SI 单位名称	旧名称	符 号	换 算
公里(千米)		km	1 km = 1 000 m
米	公尺	m	
分米	公寸	dm	1 dm = 10 cm = 0.1 m
厘米	公分	cm	1 cm = 10 mm = 0.01 m
毫米	公厘	mm	1 mm = 0.001 m
微米	公忽	μm	1 μm = 0.001 mm = 0.000 001 m

表 1-2 常用词头与因数对照表

因 数	英文译名	国际符号	词头名称	中国古数词	因 数	英文译名	国际符号	词头名称	中国古数词
10^{18}	exa	E	艾	穰(10^{10})	10^{-1}	deci	d	分	分(10^{-1})
10^{15}	peta	P	拍	秭(10^9)	10^{-2}	centi	c	厘	厘(10^{-2})
10^{12}	tera	T	太	垓(10^8)	10^{-3}	milli	m	毫	毫(10^{-3})
10^9	giga	G	吉	京(10^7)	10^{-6}	micro	μ	微	微(10^{-6})
10^6	mega	M	兆	兆(10^6)	10^{-9}	nano	n	纳	纤(10^{-7})
10^3	kilo	k	千	千(10^3)	10^{-12}	pico	p	皮	沙(10^{-8})
10^2	hecto	h	百	百(10^2)	10^{-15}	femto	f	飞	尘(10^{-9})
10^1	deca	da	十	十(10)	10^{-18}	atto	a	阿	渺(10^{-11})

表 1-3 公英制线规对照表

线规号	相当于线规号的线径(mm)		线规号	相当于线规号的线径(mm)		线规号	相当于线规号的线径(mm)	
	A. W. G.(B. S.)	S. W. G		A. W. G.(B. S.)	S. W. G		A. W. G.(B. S.)	S. W. G
0000	11.68	10.16	15	1.450	1.829	33	0.179 8	0.254 0
000	10.40	9.449	16	1.291	1.626	34	0.160 1	0.233 7
00	9.266	8.839	17	1.150	1.422	35	0.142 6	0.214 3
0	8.252	8.230	18	1.024	1.219	36	0.127 0	0.193 0
1	7.348	7.620	19	0.911 6	1.016	37	0.113 1	0.172 7
2	6.544	7.010	20	0.811 8	0.914 4	38	0.100 7	0.152 4
3	5.827	6.401	21	0.722 9	0.812 3	39	0.089 69	0.132 1
4	5.189	5.893	22	0.643 9	0.711 2	40	0.079 85	0.121 9
5	4.621	5.385	23	0.573 3	0.609 6	41	0.071 12	0.111 8
6	4.115	4.877	24	0.510 6	0.558 8	42	0.068 35	0.101 6
7	3.665	4.470	25	0.454 7	0.508 0	43	0.056 41	0.091 44
8	3.264	4.064	26	0.404 9	0.457 2	44	0.050 24	0.081 28
9	2.906	3.658	27	0.360 6	0.416 6	45	0.044 73	0.071 12
10	2.588	3.251	28	0.321 1	0.375 9	46	0.039 84	0.060 96
11	2.305	2.946	29	0.285 9	0.345 4	47	0.035 47	0.050 80
12	2.053	2.642	30	0.254 8	0.315 3	48	0.031 59	0.040 64
13	1.828	2.337	31	0.226 8	0.294 6	49	0.028 13	0.030 48
14	1.628	2.032	32	0.201 9	0.274 3	50	0.025 05	0.025 40

注：S. W. G 是英国标准线规，A. W. G 是美国线规(明布朗,夏普线规)。

表 1-4 电工常用符号

符 号		名 称	符 号		名 称	符 号		名 称
单独使用	组合时使用		单独使用	组合时使用		单独使用	组合时使用	
R	R	电阻器	L	L	电抗器	M	M	电动机
L	L	电感器	R	RP	电位器	M	MG	励磁机
C	C	电容器	G	G	发电机	A	A	放大器
L	LC	绕组或线圈	V	VE	电子管		PA	电流表
T	T	变压器	U	UR	整流器		A	安培表
T	TA	电流互感器	B	BM	传声器		mA	毫安表
T	TV	电压互感器	B	BS	扬声器		μ A	微安表
P	PM	测量仪表	S	SS	选择器		kA	千安表
RA	RA	分流器	K	KT	中继器		PV	电压表
RV	RV	分压器	Z	ZF	滤波器		V	伏特表
A	AB	电桥	H	HL	灯		mV	毫伏表
S		开关	G	GB	电池		kV	千伏表
S	SK	电键	F	FA	避雷器		PJ	电能表
S	SB	按钮	W	WB	母线		W	瓦特表
Q	QF	断路器		PE	保护接地		kW	千瓦表
F	FU	熔断器		PEN	保护接地与 中性线共用		var	乏表
K	KA	继电器					Wh	瓦时表
K	KM	接触器					Ah	安时表
K	KS	起动机					varh	乏时表
Q	QC	控制器					Hz	频率表
A	AR	调节器					$\cos \varphi$	功率因数表
V	VT	晶体管					Ω	欧姆表
							M Ω	兆欧表
							φ	相位表
							n	转速表
							T	温度表

表 1-5 电工常用辅助符号

辅 助 符 号			名 称	辅 助 符 号			名 称
并 列		角 注		并 列		角 注	
单组合	多组合			单组合	多组合		
H	High	<i>h</i>	高	M	Main	<i>m</i>	主
L	Low	<i>l</i>	低	S	Sec	<i>s</i>	副
	Up	<i>u</i>	升	M	Medium	<i>m</i>	中
D	Down	<i>d</i>	降	FW	Dir	<i>d</i>	正
O	OPP	<i>o</i>	反	O	OP	<i>o</i>	断开
E	End	<i>e</i>	终	S	SP	<i>sp</i>	备用
RD	RD	<i>r</i>	红	A	AD	<i>ad</i>	附加
GN	GN	<i>g</i>	绿		Asyn	<i>a</i>	异步
YE	YE	<i>y</i>	黄		SYN	<i>s</i>	同步
WH	WH	<i>w</i>	白	D	Dis	<i>d</i>	放电
BL	BL	<i>b</i>	蓝	L	Ch	<i>c</i>	联锁
BK	BK		黑	A	Aut	<i>a</i>	自动
DC	DC	<i>dc</i>	直流	M	MAN	<i>m</i>	手动
AC	AC	<i>ac</i>	交流		ST	<i>s</i>	起动
V	V	<i>v</i>	电压		STP	<i>s</i>	停止
A	A	<i>i</i>	电流		Op	<i>o</i>	工作
T	T	<i>t</i>	时间	C	Con	<i>c</i>	控制
C	CL	<i>c</i>	闭合	S	Sig	<i>s</i>	信号

1-3 电工系统常用文字符号

表 1-6 电气设备常用基本文字符号 (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		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			单字母	双字母
组件; 部件	分离元件放大器; 激光器; 调节器; 本表其他地方未提及 的组件、部件	A		电容器	电容器	C	
	电桥		AB	二 进 制 元 件; 延迟器件; 存储器件	数字集成电路和器件; 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	
	晶体管放大器		AD				
	集成电路放大器		AJ				
	磁放大器		AM	其他元器件	本表其他地方未规定 的器件	E	
	电子管放大器		AV		发热器件		EH
	印制电路板		AP		照明灯		EL
	抽屉柜		AT		空气调节器		EV
	支架盘		AR	保护器件	过电压放电器件; 避雷器	F	
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			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 ^②		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
				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
					异步发电机		GA
					蓄电池		GB
	压力变换器		BP	信号器件	旋转式或固定式变 频机	H	GF
	位置变换器		BQ		声响指示器		HA
	旋转变换器(测速发电 机 ^①)		BR		光指示器		HL
	温度变换器		BT		指示灯(信号灯)		HL
	速度变换器		BV				

续表

设备、装置和 元器件种类	示 例 名 称	基本文字符号		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			单字母	双字母
继电器; 接触器	瞬时接触继电器	K	KA	电阻器	电阻器; 变阻器	R	
	瞬时有或无继电器		KA		电位器		RP
	交流继电器		KA		测量分路表		RS
	闭锁接触继电器(机械 闭锁或永磁铁式有或无 继电器)		KL		热敏电阻器		RT
	双稳态继电器		KL		压敏电阻器		RV
	接触器		KM	控 制、记 忆、信号电路 的开关器件选 择器	拨号接触器; 连接极	S	
	极化继电器		KP		控制开关		SA
	簧片继电器		KP		选择开关		SA
	延时有或无继电器		KT		按钮开关		SB
	逆流继电器		KR		机电式有或无传感器 (单级数字传感器)		
电感器	感应线圈	L			液体标高传感器		SL
电抗器	线路陷波器; 电抗器(并联和串联)	L			压力传感器		SP
电动机	电动机	M			位置传感器(包括接近 传感器)		SQ
	同步电动机		MS		转速传感器		SR
	可作发电机或电动机 用的电机		MG		温度传感器		ST
	力矩电动机 ^⑤		MT	变压器	电流互感器	T	TA
模拟元件	运算放大器; 混合模拟/数字器件	N			控制电路电源用变压器		TC
					电力变压器		TM
测量设备; 试验设备	指示器件; 记录器件; 积算测量器件; 信号发生器	P			磁稳压器		TS
				调制器; 变换器	电压互感器		TV
	电流表		PA		鉴频器; 解调器; 变频器; 编码器; 变流器; 逆变器; 整流器; 电报译码器	U	
	(脉冲)计数器		PC				
	电能表		PJ				
	记录仪器		PS				
	时钟、操作时间表		PT	电子管; 晶体管	气体放电管; 二极管; 晶体管; 晶闸管	V	
电力电路的 开关器件	断路器	Q	QF		电子管		VE
	电动机保护开关		QM		控制电路用电源的整 流器		VC
	隔离开关		QS				

续表

设备、装置和 元器件种类	示 例 名 称	基本文字符号		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			单字母	双字母
传输通道； 波导； 天线	导线；	W		电气操作的 机械器件	气阀	Y	
	电缆；				电磁铁		YA
	母线				电磁制动器		YB
端子； 插头； 插座	连接插头和插座； 接线柱； 电缆封端和接头； 焊接端子板	X	XB		电磁离合器		YC
					电磁吸盘		YH
	连接片				电动阀		YM
	测试插孔				电磁阀		YV
	插头						
	插座						
	端子板		XT	终端设备； 混合变压器； 滤波器； 均衡器； 限幅器	电缆平衡网络	Z	

① 测速发电机在图形符号中用 TG。

② 包括热过载继电器。

③ 力矩电动机在图形符号中用 TM。

表 1-7 常用辅助文字符号 (摘自 GB 7159—1987)

文字符号	名称	文字符号	名称	文字符号	名称
A	电流	D	延时(延迟)	L	低
A	模拟	D	差分	LA	闭锁
AC	交流	D	数字	M	主
A	自动	D	降	M	中
AUT		DC	直流	M	中间线
ACC	加速	DEC	减	M	手动
ADD	附加	E	接地	MAN	
ADJ	可调	EM	紧急	N	中性线
AUX	辅助	F	快速	OFF	断开
ASY	异步	FB	反馈	ON	闭合
B	制动	FW	正, 向前	OUT	输出
BRK		GN	绿	P	压力
BK	黑	H	高	P	保护
BL	蓝	IN	输入	PE	保护接地
BW	向后	INC	增	PEN	保护接地与中心线共用
C	控制	IND	感应	PU	不接地保护
CW	顺时针	L	左	R	记录
CCW	逆时针	L	限制	R	右

续表

文字符号	名 称	文字符号	名 称	文字符号	名 称
R	反	S SET	置位, 定位	T	时间
RD	红			TE	无噪声(防干扰)接地
R RST	复位			V	真空
RES	备用	SAT	饱和	V	速度
RUN	运转	STE	步进	V	电压
S	信号	STP	停止	WH	白
ST	启动	SYN	同步	YE	黄
		T	温度		

1-4 电气简图用图形符号

表 1-8 电气简图用图形符号 (摘自 GB/T 4728—1998 ~ 2000)

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
	直流		电阻符号
	交流		可调电阻变阻器
	交直流		滑线式变阻器
	正极		滑动触点电位器
	负极		压敏电阻器
	一般接地符号		热敏电阻器
	接机壳或底板		电容器一般符号
	故障(用以表示假定故障位置)		极性电容器
	线间绝缘击穿		可变电容器
	导线对机壳绝缘击穿		可调电容器
	导线对地绝缘击穿		双联可调可变电容器 注: 可增加同调联数
	三根导线		微调电容器
	柔软导线		热敏极性电容器
	屏蔽导线		压敏极性电容器
	导线的连接		电感器, 线圈绕组, 扼流圈
	导线, 母线, 线路		带磁心的电感器
	导线的多线连接		磁心有间隙的电感器
	端子		带磁心连续可调的电感器
	注: 必要时圆圈可画成圆黑点		有两个抽头的电感器
	可拆卸端子		半导体二极管一般符号
	插座		
	插头		

续表

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
	发光二极管一般符号		具有 N 型基极单结型半导体管
	热敏二极管利用温度效应的二极管 注： θ 可以用 t° 代替		有横向偏压基极的 NPN 型半导体管
	用作电容性器件的二极管 (变容二极管)		N 型沟道结型场效应半导体管 注：栅极与源极的引线应绘在一直线上
	隧道二极管		P 型沟道结型场效应半导体管
	单向击穿二极管		光敏电阻光导电管
	电压调整二极管		具有对称导电性的光电器件
	江崎二极管		光电二极管
	双向击穿二极管		具有非对称导电性的光电器件
	反向二极管(单隧道二极管)		光电电池
	双向二极管		光电半导体管 (示出 NPN 型)
	交流开关二极管		半导体激光器
	反向阻断二极晶体闸流管		发光数码管
	反向导通二极晶体闸流管		有四个欧姆接触的霍尔发生器
	双向二极晶体闸流管双向开关二极管		具有四根引出线的霍尔发生器
	反向阻断三极晶体闸流管, N 型控制极(阳极侧受控)		磁敏电阻器 (示出线性型)
	反向阻断三极晶体闸流管, P 型控制极(阴极侧受控)		磁敏二极管
	可关断三极晶体闸流管, N 型控制极(阳极侧受控)		NPN 型磁敏半导体管
	可关断三极晶体闸流管, P 型控制极(阴极侧受控)		1 个绕组 注：①独立绕组的个数应用短线的数目或在符号上加数字表示出来 示例：3 个独立绕组 6 个独立绕组 ②本符号也可用于表示各种外部连接的绕组 示例：互不连接的三相绕组
	反向阻断四极晶体闸流管		
	双向三极晶体闸流管		
	三端双向晶体闸流管		
	反向导通三极晶体闸流管, N 型控制极(阳极侧受控)		
	反向导通三极晶体闸流管, P 型控制极(阴极侧受控)		
	PNP 型半导体管		
	NPN 型半导体管, 集电极接管壳		
	NPN 型雪崩半导体管		
	具有 P 型基极单结型半导体管		

图形符号	说明	图形符号	说明
	m 个互不连接的 m 相绕组		直线电动机一般符号
	两相四端绕组		步进电机
	两相绕组		永磁式直流力矩电动机
	中性点引出的四相绕组		交流力矩电动机
	T形连接的三相绕组		单相同步电动机
	三角形连接的三相绕组 注：本符号用加注数码以表示相数，可用于代表多边形连接的多相绕组		单相永磁同步电动机
	星形连接的三相绕组 注：本符号用加注数码以表示相数，可用于代表星形连接的多相绕组		单相排斥电动机
	星形连接的六相绕组		串励直流电动机
	换向绕组或补偿绕组		并励直流电动机
	串励绕组		他励直流电动机
	并励或他励绕组		短分路复励直流发电机示出接线端子和电刷
	集电环或换向器上的电刷		短分路复励直流发电机示出换向绕组和补偿绕组，以及接线端子和电刷
	直流发电机		永磁直流电动机
	直流电动机		单相交流串励电动机
	交流发电机		两相伺服电机
	交流电动机		电磁式直流伺服电机
	交直流变流机		
	交流伺服电机		
	直流伺服电机		
	交流测速发电机		
	直流测速发电机		
	交流力矩电动机		
	直流力矩电动机		
	圆感应同步器		
	直线感应同步器		

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
	永磁式直流伺服电机		绕组间有屏蔽的双绕组单相变压器
	交流测速发电机		在 1 个绕组上有中心点抽头的变压器
	电磁式直流测速发电机		耦合可变的变压器
	永磁式直流测速发电机		三相变压器
	三相笼型异步电动机		星形-三角形联结
	单相笼型有分相端子的异步电动机		具有 4 个抽头(不包括主抽头)的三相变压器
	三相线绕转子异步电动机		星形-星形联结
	永磁步进电机		单相变压器组成的三相变压器
	三相步进电机		具有有载分接开关的三相变压器
	注: 对多相步进电机用多根出线表示, 如四相则用四根线表示, 以此类推		星形-三角形联结
	铁心		三相变压器 星形-曲折形联结
	带间隙的铁心		单相自耦变压器
	双绕组变压器 注: 黑点表示对应端		三相自耦变压器 星形联结
	三绕组变压器		可调压的单相自耦变压器
	自耦变压器		单相感应调压器
	电抗器、扼流圈		
	电压互感器		