

电工电子

| 实用手册

刘光源 主编

|



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

TM-62/44

2008

电工电子 实用手册

刘光源 主编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本手册共分16章,内容包括电工基础知识、常用电工材料、常用电工测量仪表及电子仪器仪表、变压器、三相异步电动机、直流电动机、电子线路及可编程序控制器、室内线路的安装、高低压电器、电力拖动基本控制线路、电气控制设备的安装调试和检修、接地和防雷装置、架空输电线路的安装、电缆线路的安装、电气照明装置的安装及安全用电。

本手册内容新颖,实用性强,且列出了最新电气图形符号国标和旧电气图形符号国标的对照,可供广大电工及电气技术人员使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实用手册/刘光源主编. —北京:电子工业出版社,2008.3

ISBN 978-7-121-05539-3

I. 电… II. 刘… III. ①电工技术—技术手册 ②电子技术—技术手册

IV. TM-62 TN-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 189508 号

责任编辑:富 军 柴 燕

印 刷:北京机工印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:720×1000 1/16 印张:58 字数:1484.8 千字

印 次:2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:118.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

本手册是依据最新的 GB/T4728—1996—2005《电气简图用图形符号》和 GB/T5465—1996《电气设备用图形符号绘制原则》编写的,可为广大电工和电气技术人员提供生产实践中经常查阅的资料。此外,手册中还介绍了交直流电动机的拆装和检修,常用电气设备的安装、调试及常见故障的检修,室内外线路及电缆线路、照明线路的安装和检修,电工常用材料和新型电工材料,剩余电流动作保护器,即 RCD(又称漏电保护器)的选用、安装和接线技术等。

本手册中所用的技术标准、电气图形符号均为最新国家标准,内容丰富,实用性强,文字通顺,简明易懂。

本手册由刘光源主编,参加编写的还有应桂聪、周家宝、刘琼等。

限于编者水平所限,加上本书内容涉及面较广,书中难免有不足及疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 电工基础知识	1
1.1 电工常用基础知识	1
1.1.1 汉语拼音字母	1
1.1.2 拉丁字母	1
1.1.3 希腊字母	2
1.1.4 罗马数字	2
1.1.5 标准代号	3
1.1.6 电工常用法定计量单位	4
1.2 电气图常用图形符号及电气技术常用文字符号	7
1.2.1 电气简图用图形符号	7
1.2.2 国内外常用电气图形符号对照	113
1.2.3 电气技术中的文字符号	123
1.2.4 电气设备用图形符号	129
第2章 常用电工材料	134
2.1 导电材料	134
2.1.1 裸导线	134
2.1.2 铜、铝母线	137
2.1.3 绝缘电线	138
2.1.4 电缆电线	155
2.1.5 电磁线	156
2.1.6 熔丝	160
2.1.7 英汉线规对照	162
2.2 常用电工绝缘材料	163
2.2.1 常用绝缘材料的分类	163
2.2.2 绝缘材料的耐热等级	163
2.2.3 绝缘纤维制品	163
2.2.4 浸渍绝缘纤维制品	176
2.2.5 绝缘层压制品	177
2.2.6 绝缘云母制品	179
2.2.7 薄膜及复合制品	180
2.2.8 电工用绝缘漆	180
2.2.9 常用绝缘油	181
2.3 常用电气安装材料	181
2.3.1 电线管	181

2.3.2	有缝钢管(黑、白铁管)	182
2.3.3	聚氯乙烯(PVC)硬管及半硬管	182
2.3.4	塑料胀锚螺栓管	183
2.3.5	包塑金属软管及金属软管接头	183
2.3.6	电力金具	184
2.3.7	铜铝过渡排和铝压接管	195
2.3.8	接线端子	196
2.4	常用磁性材料	198
2.4.1	电工纯铁	198
2.4.2	电工用硅钢片	198
2.5	新型电工材料	203
2.5.1	无机绝缘新材料	203
2.5.2	光电材料	207
2.5.3	发光材料	210
2.5.4	压电材料	214
第3章	常用电工测量仪表及电子仪器仪表	217
3.1	常用电工测量仪表	217
3.1.1	概述	217
3.1.2	电流表及电流的测量	219
3.1.3	电压表及电压的测量	220
3.1.4	功率表及功率的测量	221
3.1.5	电能表	223
3.1.6	万用表	227
3.1.7	钳形电流表	233
3.1.8	兆欧表	234
3.1.9	接地电阻测量仪	236
3.1.10	电缆探伤仪	237
3.1.11	交、直流电桥	239
3.1.12	相位表	241
3.1.13	频率表	243
3.2	常用电子仪器仪表	244
3.2.1	晶体管毫伏表	244
3.2.2	示波器	247
3.2.3	晶体管图示仪	256
3.2.4	信号发生器	265
第4章	变压器	269
4.1	电力变压器	270
4.1.1	变压器绕组的联结组标号	270

4.1.2	变压器的并联运行	272
4.1.3	电力变压器的运输及验收检查	273
4.1.4	电力变压器的安装、试验	275
4.2	控制变压器	292
4.2.1	小型控制变压器的计算	292
4.2.2	控制变压器的重绕	294
4.2.3	常见故障及维修	300
第 5 章	三相异步电动机	302
5.1	三相异步电动机的结构和型号	302
5.1.1	结构	302
5.1.2	型号	303
5.1.3	类型	303
5.1.4	技术数据	305
5.2	三相异步电动机的选用	312
5.2.1	型号的选择	312
5.2.2	电动机电压的选择	312
5.2.3	电动机转速的选择	312
5.2.4	电动机结构形式的选择	312
5.2.5	电动机种类的选择	312
5.2.6	电动机容量的选择	313
5.3	三相异步电动机定子绕组的展开图	313
5.3.1	单层绕组	313
5.3.2	双层绕组	316
5.4	电动机的安装	318
5.4.1	电动机的安装	318
5.4.2	电动机的水平校正	320
5.4.3	电动机传动装置的安装和校正	320
5.4.4	电动机的接线	322
5.5	三相异步电动机的常见故障及修理	323
5.5.1	三相异步电动机的维护	323
5.5.2	三相异步电动机的拆装与注意事项	326
5.5.3	三相异步电动机的常见故障与修理	329
5.5.4	三相异步电动机定子绕组故障的检修	330
5.5.5	转子绕组故障的排除	333
5.5.6	铁芯故障及检查修理	335
5.5.7	滚动轴承故障及检修	335
5.5.8	三相异步电动机修复后的试验	335
5.5.9	三相异步电动机改制的计算	339
第 6 章	直流电动机	344
6.1	直流电动机的结构	344

6.1.1	直流电动机的结构	344
6.1.2	直流电动机的主要零部件	344
6.2	直流电动机的励磁方式和出线端标志	345
6.2.1	直流电动机的励磁方式	345
6.2.2	直流电动机的接线图	345
6.2.3	直流电动机的出线端标志	347
6.3	直流电动机的运行	347
6.3.1	直流电动机的起动和停机	347
6.3.2	直流电动机火花等级的鉴别	348
6.3.3	直流电动机的调速	349
6.3.4	直流电动机的制动	349
6.4	直流电动机的维护及常见故障处理	351
6.4.1	直流电动机的维护保养	351
6.4.2	直流电动机的拆装工艺	352
6.4.3	直流电动机的常见故障及处理	353
6.4.4	直流电动机的修复试验	358
6.5	常用直流弧焊机	361
6.5.1	旋转式直流弧焊机	362
6.5.2	整流式直流弧焊机	365
第7章	电子线路及可编程序控制器	368
7.1	晶体二极管及整流电路	368
7.1.1	晶体二极管	368
7.1.2	整流电路	371
7.1.3	滤波电路	371
7.2	稳压管及直流稳压电路	374
7.2.1	稳压二极管	374
7.2.2	稳压电路	375
7.2.3	稳压二极管的使用注意事项	377
7.3	晶体三极管及放大电路	377
7.3.1	晶体三极管的外形及基本结构	377
7.3.2	晶体三极管的特性曲线	378
7.3.3	常用晶体三极管的型号和主要参数	379
7.3.4	晶体三极管选用的注意事项和简易判别方法	381
7.3.5	晶体三极管的放大电路	384
7.4	常用的特殊晶体管	387
7.4.1	单结晶体管	387
7.4.2	场效应管	389
7.5	晶闸管的应用	393
7.5.1	晶闸管的外形、结构、符号及型号	393



7.5.2	晶闸管的导通和关断条件	394
7.5.3	晶闸管的伏安特性曲线	394
7.5.4	晶闸管的主要参数及使用注意事项	395
7.5.5	晶闸管的简易判别及型号规格	396
7.5.6	常用晶闸管可控整流电路	398
7.5.7	晶闸管触发电路	403
7.5.8	应用实例	408
7.6	集成电路及其应用	416
7.6.1	集成电路型号命名方法	416
7.6.2	数字集成电路	417
7.6.3	模拟集成电路	423
7.6.4	集成电路的使用、检测和更换	434
7.7	可编程序控制器	435
7.7.1	可编程序控制器(PLC)的组成	435
7.7.2	PLC的编程语言	440
7.7.3	根据继电器电气原理图设计 PLC 的梯形图	442
7.7.4	PLC 的应用:库门开关的自动控制	445
第 8 章	室内线路的安装	447
8.1	室内线路的安装要求和工序	447
8.1.1	室内线路的安装要求	447
8.1.2	室内线路的安装工序	449
8.2	导线的选择	449
8.2.1	导线种类的选择	449
8.2.2	导线截面积的选择	450
8.3	瓷夹板配线	453
8.3.1	瓷夹板配线的方法	453
8.3.2	瓷夹板配线的注意事项	457
8.4	塑料护套配线	458
8.4.1	塑料护套线的配线方法	458
8.4.2	塑料护套线配线时的注意事项	460
8.5	绝缘子(又称瓷瓶)配线	461
8.5.1	绝缘子的配线方法	461
8.5.2	绝缘子配线的注意事项	463
8.6	线管配线	464
8.6.1	线管配线的方法	464
8.6.2	线管配线时的注意事项	474
8.7	钢索配线	474
8.7.1	钢索及其附件选择	474
8.7.2	钢索线路的安装方法与步骤	478

8.7.3	钢索的安装	478
8.7.4	钢索配线	480
8.7.5	钢索线路安装的注意事项	482
8.8	导线的连接和绝缘恢复	483
8.8.1	导线线头绝缘层的剖削	483
8.8.2	导线的连接	486
8.8.3	导线绝缘层的恢复	491
8.9	进户装置及配电板的安装方法	491
8.9.1	进户装置的安装	491
8.9.2	量电和配电装置的安装	494
8.10	室内线路的竣工验收	501
8.10.1	室内配线的竣工验收	501
8.10.2	室内配线竣工后的试验	502
第9章	高、低压电器	503
9.1	高压电器	503
9.1.1	高压熔断器	503
9.1.2	隔离开关	507
9.1.3	负荷开关	515
9.1.4	断路器	520
9.1.5	互感器	535
9.1.6	补偿电容器	542
9.2	低压电器	547
9.2.1	低压开关	547
9.2.2	熔断器	568
9.2.3	接触器	572
9.2.4	继电器	577
9.2.5	凸轮控制器	597
9.2.6	主令电器	599
第10章	电力拖动基本控制线路	613
10.1	三相笼型异步电动机的全压起动	619
10.1.1	单向运行控制线路	619
10.1.2	正/反向运行控制线路	620
10.2	三相笼型异步电动机的降压起动	624
10.2.1	串电阻降压起动控制线路	624
10.2.2	Y- Δ 降压起动控制线路	625
10.2.3	串自耦变压器降压起动控制线路	626
10.2.4	延边三角形降压起动控制线路	627
10.3	三相异步电动机的制动	629

10.3.1 机械制动	629
10.3.2 电气制动	630
10.4 多速电动机的控制	636
10.4.1 双速电动机的控制	636
10.4.2 三速电动机的控制	638
10.5 三相绕线式异步电动机的控制	640
10.5.1 接触器控制绕线式异步电动机的控制线路	641
10.5.2 时间继电器控制绕线式异步电动机的控制线路	641
10.5.3 电流继电器控制绕线式异步电动机的控制线路	642
10.5.4 转子绕组串频敏变阻器起动的控制线路	643
10.6 直流电动机的控制线路	644
10.6.1 直流电动机串电阻起动控制	644
10.6.2 直流电动机正/反转控制	645
10.6.3 直流电动机制动控制	646
10.6.4 直流电动机的调速控制	649
第 11 章 电气控制设备的安装、调试和检修	651
11.1 电气控制设备的安装与调试	651
11.1.1 电气控制设备的安装	651
11.1.2 电气控制设备的调试	654
11.2 机床电气控制设备的维护及检修方法	655
11.2.1 机床电气设备检修时的测试工具	655
11.2.2 机床电气故障的检修步骤	656
11.3 常用机床电气控制电路	663
11.3.1 机床电气控制电路图画法	663
11.3.2 机床电气控制线路及常见故障维修	664
第 12 章 接地和防雷装置	732
12.1 接地装置	732
12.1.1 接地装置的基本概念	732
12.1.2 接地体的制作与安装	741
12.1.3 接地线的安装	745
12.1.4 接地装置的涂色和接地电阻的测量	752
12.1.5 接地装置的质量检验和维修	753
12.2 避雷器的安装	754
12.2.1 雷电的种类	754
12.2.2 雷电的破坏作用	755
12.2.3 防雷措施	756
12.2.4 常用防雷装置的种类和作用	757
12.2.5 防雷装置的安装	759

第 13 章 架空输电线路的安装	769
13.1 电杆的安装	769
13.1.1 电杆的分类	769
13.1.2 电杆的定位和挖坑	771
13.1.3 杆基的加固	774
13.1.4 竖杆	775
13.1.5 埋杆	779
13.2 拉线的制作和安装	779
13.2.1 拉线的材料及长度估算	781
13.2.2 拉线的制作	782
13.2.3 地锚的埋设	785
13.3 横担的安装	786
13.3.1 横担的种类和选择	786
13.3.2 横担的安装	787
13.4 绝缘子的安装	788
13.4.1 绝缘子的类型和用途	788
13.4.2 绝缘子的技术数据	789
13.4.3 绝缘子(瓷瓶)与横担的安装	792
13.5 导线的安装与固定	793
13.5.1 架空导线的选择	793
13.5.2 导线的架设及固定	796
13.6 架空电力线路的竣工验收	801
13.6.1 架空电力线路的竣工验收检查	801
13.6.2 架空电力线路的竣工试验	802
第 14 章 电缆线路的安装	803
14.1 电缆的结构、型号及选择	803
14.1.1 电缆结构	803
14.1.2 电缆型号	804
14.1.3 电缆的选择	805
14.2 电缆的敷设	818
14.2.1 电缆敷设的规程	818
14.2.2 电缆敷设的方法	819
14.2.3 电缆中间头和终端头的制作	823
14.2.4 电缆线路的竣工验收	831
14.2.5 电缆线路的故障及修理	832
第 15 章 电气照明装置的安装	837
15.1 照明技术的计算、照度标准、常用电光源的分类及主要技术数据	837



15.1.1	照明技术的基本计算公式	837
15.1.2	照明的照度标准	838
15.1.3	常用照明电光源的分类及特点	840
15.1.4	常用照明电光源的主要技术数据	840
15.2	照明器具	841
15.2.1	照明电光源	841
15.2.2	灯座	853
15.2.3	插座	858
15.2.4	开关	863
15.3	照明器具的安装	867
15.3.1	白炽灯的安装	867
15.3.2	荧光灯的安装	869
15.3.3	碘钨灯的安装	870
15.3.4	高压汞灯的安装	870
15.3.5	氙灯的安装	870
15.3.6	开关的安装	870
15.3.7	插座的安装	872
15.4	常用照明装置的安装接线图、原理图和常见故障检修	874
15.4.1	照明装置的安装接线图	874
15.4.2	照明装置的接线原理图	875
15.4.3	常用照明装置的常见故障及维修	878
15.5	照明装置的安装规程及竣工验收	880
15.5.1	照明装置的安装规程	880
15.5.2	照明装置安装竣工后的检查验收	881
第 16 章	安全用电	884
16.1	触电的危险因素	884
16.1.1	电流对人体的作用分析	884
16.1.2	人体的电阻	885
16.1.3	安全电流和安全电压	885
16.2	触电的形式	886
16.3	触电的预防	887
16.3.1	采用保护接地和保护接零	887
16.3.2	采用剩余电流动作保护器(RCD)	890
16.3.3	安全技术措施	897
16.3.4	电工安全操作	897
16.4	触电的急救	899
附录 A T610 镗床电气控制线路图		
附录 B B2012A 型龙门刨床电气控制线路图		

第1章

电工基础知识



1.1 电工常用基础知识

1.1.1 汉语拼音字母

汉语拼音字母如表 1-1 所示。

表 1-1 汉语拼音字母

大写	小写	名称	读音	大写	小写	名称	读音	大写	小写	名称	读音
A	a	啊	啊	J	j	街	基	S	s	哀思	思
B	b	拜	玻	K	k	开	科	T	t	态	特
C	c	猜	雌	L	l	哀而	勒	U	u	乌	乌
D	d	歹	得	M	m	哀姆	摸	V	v	维	维
E	e	鹅	鹅	N	n	乃	讷	W	w	娃	屋
F	f	哀夫	佛	O	o	哦	哦	X	x	希	希
G	g	该	哥	P	p	排	坡	Y	y	呀	衣
H	h	哈	喝	Q	q	丘	欺	Z	z	再	资
I	i	衣	衣	R	r	啊而	日				

1.1.2 拉丁字母

拉丁字母的大写和小写如表 1-2 所示。

表 1-2 拉丁字母

大 写	小 写	大 写	小 写	大 写	小 写
A	a	D	d	G	g
B	b	E	e	H	h
C	c	F	f	I	i

续表

大 写	小 写	大 写	小 写	大 写	小 写
J	j	P	p	V	v
K	k	Q	q	W	w
L	l	R	r	X	x
M	m	S	s	Y	y
N	n	T	t	Z	z
O	o	U	u		

1.1.3 希腊字母

希腊字母的大写、小写及读音如表 1-3 所示。

表 1-3 希腊字母

大 写	小 写	英文读音	大 写	小 写	英文读音
A	α	alpha	N	ν	nu
B	β	beta	Ξ	ξ	xi
Γ	γ	gamma	Ο	ο	omicron
Δ	δ	delta	Π	π	pi
E	ε	epsilon	P	ρ	rho
Z	ζ	zeta	Σ	σ	sigma
H	η	eta	T	τ	tau
Θ	θ	theta	Υ	υ	upsilon
I	ι	iota	Φ	φ	phi
K	κ	kappa	X	χ	chi
Λ	λ	lambda	Ψ	ψ	psi
M	μ	mu	Ω	ω	omega

1.1.4 罗马数字

罗马数字如表 1-4 所示。

表 1-4 罗马数字

I = 1	VI = 6	XX = 20	LXX = 70	CC = 200	DCC = 700	M = 1000
II = 2	VII = 7	XXX = 30	LXXX = 80	CCC = 300	DCCC = 800	MCC = 1200
III = 3	VIII = 8	XL = 40	XC = 90	CD = 400	CM = 900	MCD = 1400
IV = 4	IX = 9	L = 50	XCIX = 99	D = 500	CMXC = 990	MDCC = 1700
V = 5	X = 10	LX = 60	C = 100	DC = 600	CMXCIX = 999	MM = 2000
例如：XV II = 17						
MCMXC II = 1992						



1. 1. 5 标准代号

1. 中国部分标准代号

中国部分标准代号如表 1-5 所示。

表 1-5 中国部分标准代号

代 号	名 称	代 号	名 称
GB	中华人民共和国国家标准	SJ	(原) 电子工业部标准
GBJ	中华人民共和国工程建设国家标准	WJ	兵器工业部标准
YB	冶金工业部标准	CB	船舶工业部公司标准
JB	(原) 机械工业部标准	HG	化学工业部标准
EJ	核工业部标准	SY	石油工业部标准
MT	煤炭工业部标准	LS	粮食部标准
TB	铁道部标准	WS	卫生部标准
JT	交通部标准	GN	公安部标准
YD	邮电部标准	WM	对外经济贸易部标准
SD	水利电力部标准	JY	教育部标准
QB、SG	轻工业部标准	KY	中国科学院标准
FJ	纺织工业部标准	WH	文化部标准
DZ	地质矿产部标准	GY	中央广播电视部标准
JG	城乡建设环境保护部标准	JC	国家建筑材料局标准
LY	林业部标准	JJC	国家计量局标准
MY	农牧渔业部标准	WB	国家物资局标准
SB	商业部标准	CNS	中国台湾标准

2. 国际区域部分标准代号

国际区域部分标准代号如表 1-6 所示。

表 1-6 国际区域部分标准代号

代 号	名 称	代 号	名 称
ISO	国际标准组织标准	EEC	欧洲经济共同体标准
IEC	国际电工委员会标准	EURONORM	欧洲煤钢联盟标准
ASAC	亚洲标准咨询委员会标准	IIW	国际焊接学会标准
BIPM	国际计算局标准	OLML	国际法执计量组织标准
CEM	欧洲标准化委员会标准		

1.1.6 电工常用法定计量单位

电工常用法定计量单位如表 1-7 所示。

表 1-7 电工常用法定计量单位

量的名称和符号		单位的名称和符号		应废除的单位名称和符号	换算或说明
名 称	符 号	名 称	符 号		
长度	$l (L)$	米	m	公尺, M	1 km = 1000 m
宽度	b	分米	dm	公寸	1 m = 10 dm
高度	h	厘米	cm	公分, 米厘, c/m	1 dm = 10 cm
厚度	$\delta (d, t)$	毫米	mm	公厘, MM, m/m	1 cm = 10 mm
半径	R, r	微米	μm	公微, μ , μM , m μ	1 mm = 1000 μm
直径	D, d				用公×称呼的单位除公斤、公里之外, 其余全部废除
距离	s				
面积	$A (S)$	平方米	m^2	平方公尺, 平米, M^2	
体积	V	立方米	m^3	公方, 立米, M^3	1 L = 10^{-3}m^3
容积		升	L	立升, 公升	1 mL = 10^{-3}L
		毫升	mL	cc, c, c	
平面角	$\alpha, \beta, \gamma, \varphi, \theta$ 等	弧度	rad	𠄎	“度”应优先使用 十进制小数, 其符号标于数字之后, 如 15.27°
		度	(°)		
		分	(')		
		称	(")		
立体角	Ω, ω	球面度	sr		
时间	t	日	d		1 d = 24 h = 86400 s
		[小] 时	h	hr	1 h = 60 min = 3600 s
		分	min	(')	1 min = 60 s
		称	s	sec, (")	
旋转速度	n	转每分	r/min	rpm, r. p. m	
角速度	ω	弧度每秒	rad/s		
角加速度	α	弧度每二次方秒	rad/s ²		
速度	v	米每秒	m/s		
加速度	a	米每二次方秒	m/s ²		
质量	m	吨	t	公吨, T	1 t = 1000 kg

