

实用 电工手册

靳计全 主编

副主编 顾仲圻 周劲军 徐有升

*Shiyong
DiangongShouce*

DiangongShouce

*Shiyong
DiangongShouce*

河南科学技术出版社

ShiyongDiangongShouce



实用电工手册

靳计全 主编

副主编 顾仲圻 周劲军 徐有升



● 河南科学技术出版社



411112

内 容 提 要

本书是介绍各种电气设备及电工技术的实用工具书,包括 12 个方面:电动机(分类、技术特性、运行、修理、试验),起动装置及常用设备配电,变电所高低压电气设备,继电保护与信号装置,直流电源及交流不停电电源系统,电工计量,户内外电气线路,导线、电缆和常用电工材料,照明灯具和电热元件,防雷接地和电气安全技术,晶闸管电路及应用,常用电气物理量及图形符号。

全书汇集整理了最新技术资料,可供电气技术人员选用。

实用电工手册

靳计全 主编

责任编辑 冯 英

责任校对 徐小刚 王艳红

河南科学技术出版社出版

郑州市农业路 73 号

邮政编码:450002 电话:(0371)5721186

河南第一新华印刷厂印刷

全国新华书店发行

开本:850×1168 1/32 印张:24.125 字数:808 千字

2000 年 3 月第 2 次印刷

印数:3 001—8 000

ISBN 7-5349-2143-0/T·434 定价:35.00 元

本书编委会

主 编 靳计全
副主编 顾仲圻 周劲军 徐有升
编 委 (按姓氏笔划排序)
白忠敏 史国栋 吴润燕
汪海涛 汪海滨 张继军
张秀云 张碧峰 周劲军
赵书林 顾仲圻 徐有升
崔玉龙 靳计全

前 言

改革开放 20 年来,国民经济得到了突飞猛进的发展,工商企业与市政生活用电成倍增加,发、供、用电设备也大量增加,更新换代的新设备、新工艺、新技术不断出现,基于新形势需要,我们着手编写了这本“实用电工手册”,在内容上没有电工基础理论,也没有搜集电工学公式,而是针对工厂以及电业部门常用的电气设备,着重介绍其技术数据、性能特点、技术要求等,全书包括十二个方面,例如最常用的电机、起动装置及常用配电设备,变电所高低压电气设备,继电保护与信号装置,直流电源及交流不停电电源系统,电工计量,户内外电气线路,导线电缆和常用电工材料,照明灯具,防雷接地和电气安全技术,晶闸管电路及应用,电气图形符号等。全书力求介绍推广电工最渴求的新知识、新技术、新产品、新材料、新工艺。参加编写的同志大都是富有实践经验的高级工程师,对专业技术具有独到的见解和体会。我们的目的是为电业系统及广大用电单位同行提供一本新、准、全的工具书,同时可促进相互交流。

本书难免会有许多不足之处,热诚欢迎广大读者批评指正。

编者

1997 年 8 月

目 录

第1章 电动机	(1)
1.1 电动机的分类、型号和结构	(1)
1.1.1 电动机的分类	(1)
1.1.2 电动机的型号	(2)
1.1.3 电动机的外壳防护等级	(3)
1.1.4 电动机的安装型式	(5)
1.2 三相鼠笼式异步电动机	(5)
1.3 三相绕线转子式异步电动机	(22)
1.4 微型电动机	(38)
1.4.1 微型电动机种类	(38)
1.4.2 微型异步电动机	(38)
1.4.3 微型同步电动机	(53)
1.4.4 微型直流电动机	(53)
1.4.5 微型交流换向器电动机	(68)
1.5 电动机的起动方式及起动设备	(72)
1.5.1 鼠笼型异步电动机的直接起动	(72)
1.5.2 鼠笼型异步电动机的降压起动	(72)
1.5.3 绕线式转子异步电动机的起动	(74)
第2章 起动装置及常用设备配电	(82)
2.1 接触器	(82)
2.1.1 接触器基本知识	(82)
2.1.2 交流接触器	(84)
2.1.3 直流接触器	(92)
2.2 起动器	(93)
2.2.1 起动器型号	(93)

2.2.2	磁力起动器	(93)
2.2.3	手动起动器	(99)
2.2.4	综合磁力起动器	(99)
2.2.5	自耦减压起动器	(100)
2.2.6	星—三角起动器	(101)
2.2.7	频敏起动控制柜	(101)
2.3	热继电器	(106)
2.4	常用设备配电	(109)
2.4.1	电动机配电	(109)
2.4.2	机床设备配电	(116)
2.4.3	整流设备配电	(118)
2.4.4	电焊机配电	(123)
2.4.5	起重机配电	(125)
2.4.6	电缆、导线与熔断器的配合	(132)
第3章	变电所高、低压电气设备	(134)
3.1	用户变、配电所常用电气设备(类型及选择)	(134)
3.1.1	变电所的类型	(134)
3.1.2	变、配电所常用电气设备的选择	(134)
3.1.3	变、配电所设施的安全距离	(138)
3.2	电力变压器	(140)
3.2.1	简介	(140)
3.2.2	变压器的技术数据	(141)
3.2.3	变压器常用连接组	(155)
3.2.4	变压器的并联运行与节能	(155)
3.3	高压电气设备	(157)
3.3.1	高压开关柜	(157)
3.3.2	高压断路器	(193)
3.3.3	高压隔离开关	(203)
3.3.4	高压负荷开关	(209)
3.3.5	高压熔断器	(209)
3.3.6	互感器	(218)

3.3.7	避雷器	(223)
3.4	低压电气设备	(234)
3.4.1	概述	(234)
3.4.2	刀开关及转换开关	(238)
3.4.3	低压熔断器	(247)
3.4.4	低压断路器	(254)
3.5	低压配电屏	(266)
3.5.1	低压配电屏的布置	(266)
3.5.2	低压电器最小规格	(269)
3.5.3	户内低压配电装置的最小电气间距(净距)	(269)
3.5.4	低压母线的安装、涂色与布置	(269)
3.5.5	低压配电屏的主要用途及主要技术数据	(271)
3.5.6	多米诺(DOMINO)模块组合式低压开关柜的用途及特点	(281)
3.6	无功功率补偿	(284)
3.6.1	并联电力电容器的技术数据	(284)
3.6.2	无功补偿容量的计算	(290)
3.6.3	并联电力电容器的布置与安装	(293)
3.6.4	电力电容器装置的电气接线	(294)
3.6.5	高次谐波对电力电容器的影响及消除措施	(294)
3.6.6	电容器的运行与维护	(296)
3.6.7	无功功率补偿电容器屏的型号及主要技术数据	(297)
第4章	继电保护与信号装置	(299)
4.1	继电保护与二次回路	(299)
4.1.1	供、配电系统故障	(299)
4.1.2	继电保护概述	(300)
4.1.3	继电保护的任務	(300)
4.1.4	继电保护的基本要求	(301)
4.1.5	继电保护的原理、组成及功能	(302)
4.1.6	二次回路与二次图	(304)
4.1.7	原理接线图	(304)

4.1.8	展开接线图	(305)
4.1.9	安装接线图	(306)
4.2	电气图回路标号与设备标志	(307)
4.2.1	电气设备的文字符号	(308)
4.2.2	直流回路的数字标号	(308)
4.2.3	交流回路的数字标号	(309)
4.2.4	小母线符号和回路标号	(310)
4.2.5	设备标志符号	(312)
4.3	保护继电器	(312)
4.3.1	新老继电器产品型号	(312)
4.3.2	电流电压继电器	(314)
	(一)DL-10 系列电流继电器及 DJ-100 系列电压继电器	(314)
	(二)DL-20C、DL-30 系列电流继电器 DY-20C、DY-30 系列电压继电器	(315)
	(三)GL-10 系列电流继电器	(323)
4.3.3	中间继电器	(325)
	(一)DZ-10、DZB-100、DZS-100、ZJ1~3、YZJ 系列中间继电器	(325)
	(二)DZ-200、DZJ-200、DZB-200、DZS-200、DZK-200 和 DZ-30B、DZB-10B、DZS-10B 系列中间继电器	(332)
	(三)DZ-50、DZ-60、DZ-70 系列中间继电器	(345)
	(四)DZ-100 型中间继电器	(358)
4.3.4	时间继电器	(359)
	(一)DS-110、DS-120 系列时间继电器	(359)
	(二)DS-20A、DS-30 系列时间继电器	(360)
4.3.5	信号继电器	(367)
	(一)DX-11 型信号继电器	(367)
	(二)DX-30 型信号继电器	(368)
	(三)DXM-2A 型信号继电器	(370)

4.3.6	差动继电器	(372)
	(一) BCH-1、DCD-5 型差动继电器	(372)
	(二) BCH-2 型、DCD-2 型差动继电器	(374)
4.3.7	气体继电器	(376)
4.3.8	重合闸继电器	(378)
4.4	灯光和信号装置	(380)
4.4.1	普通信号灯	(380)
4.4.2	小型信号灯	(382)
4.4.3	氖泡信号灯	(383)
4.4.4	交直流电铃	(384)
4.4.5	其他音响装置	(384)
第 5 章	直流电源及交流不停电电源系统	(386)
5.1	铅酸蓄电池	(386)
5.1.1	铅酸蓄电池分类	(386)
5.1.2	铅酸蓄电池的充电方式	(387)
5.1.3	铅酸蓄电池充电终期的判定	(390)
5.1.4	铅酸蓄电池的放电工况	(391)
5.1.5	铅酸蓄电池的运行方式	(392)
5.1.6	铅酸蓄电池的技术数据	(394)
5.1.7	阀控型密封铅酸蓄电池(GFM 型蓄电池)	(403)
5.1.8	美国 C&D(圣帝)阀控型铅酸蓄电池	(413)
5.2	镉镍蓄电池	(424)
5.2.1	镉镍蓄电池的分类和主要部件	(424)
5.2.2	放电倍率和容量范围	(424)
5.2.3	镉镍蓄电池的放电性能	(426)
5.2.4	镉镍蓄电池主要技术数据	(431)
5.3	充电整流器	(434)
5.3.1	对充电、浮充电整流器的基本要求	(434)
5.3.2	充电、浮充电整流器的主要技术参数	(434)
5.3.3	高频开关整流电源系统	(445)
5.4	交流不停电电源系统(UPS)	(446)

5.4.1	交流不停电电源的主要技术指标	(446)
5.4.2	工作原理	(446)
5.4.3	现代 UPS 主要技术特点	(446)
5.4.4	常用 UPS 主要技术数据	(447)
第 6 章	电工计量	(452)
6.1	电工测量仪表	(452)
6.1.1	电工测量仪表的基本知识	(452)
6.1.2	常用电工测量仪表技术数据	(453)
6.2	电能计量仪表	(465)
6.2.1	分类	(465)
6.2.2	基本数据和使用条件	(466)
6.2.3	电度表配置、选择与安装	(468)
6.2.4	常用电能表的主要技术数据	(469)
6.2.5	多功能电能表的基本功能、特点及主要技术数据	(470)
6.2.6	自动抄表技术	(480)
6.3	电能计量柜	(482)
6.3.1	电能计量柜的分类	(482)
6.3.2	电能计量柜的型号命名	(484)
6.3.3	电能计量柜柜体基本要求	(484)
6.3.4	电能计量柜的基本功能与特点	(485)
6.3.5	电能计量柜的选用原则	(485)
6.3.6	电能计量柜的基本使用环境	(486)
6.3.7	6~35kV 高压电能计量柜	(487)
6.3.8	0.38kV 低压电能计量柜	(490)
6.4	计量用互感器	(491)
6.4.1	计量用电流互感器	(491)
6.4.2	计量用电压互感器	(497)
第 7 章	户内外电气线路	(508)
7.1	架空配电线路	(508)
7.1.1	架空线路导线允许的最小截面	(508)
7.1.2	接户线导线允许的最小截面	(508)

7.1.3	架空配电线路的安全距离	(509)
7.1.4	钢筋混凝土电杆	(510)
7.1.5	线路最小线间距离	(511)
7.2	电缆线路	(512)
7.2.1	电缆护层及适用场所	(512)
7.2.2	电缆敷设的基本要求	(514)
7.2.3	电缆埋地敷设时与其他设施的安全距离	(517)
7.2.4	电缆在隧道内敷设	(518)
7.2.5	电缆在电缆沟内敷设	(519)
7.2.6	电缆穿管敷设	(520)
7.2.7	电缆在桥梁上敷设	(520)
7.2.8	电缆沿桥架敷设	(521)
7.3	室内外布线	(522)
7.3.1	布线的基本要求和布线方式的选择	(522)
7.3.2	钢索布线	(525)
7.3.3	管子布线	(525)
7.3.4	线槽布线	(527)
7.3.5	母线槽布线	(527)
第8章	导线、电缆和常用电工材料	(541)
8.1	导线和电缆的种类、型号和选择	(541)
8.2	导线和电缆的选择	(544)
8.2.1	根据载流量选择导线和电缆	(544)
8.2.2	根据线路允许电压降选择导线和电缆	(570)
8.3	常用电工材料	(586)
8.3.1	电磁线	(586)
8.3.2	电刷	(586)
8.3.3	绝缘材料	(588)
8.3.4	其他材料	(593)
第9章	照明灯具和电热元件	(598)
9.1	电光源	(598)
9.1.1	电光源基本知识	(598)

9.1.2	白炽灯泡	(601)
9.1.3	指示灯泡	(602)
9.1.4	荧光灯	(604)
9.1.5	荧光高压汞灯	(613)
9.2	灯具	(613)
9.2.1	灯具基本知识	(613)
9.2.2	工厂灯具	(615)
9.2.3	防爆灯及安全灯	(615)
9.2.4	荧光灯具	(642)
9.2.5	建筑灯具	(643)
9.2.6	应急照明灯具	(644)
9.2.7	探照灯、投光灯	(647)
9.3	电热元器件	(650)
9.3.1	电热材料的基本特性	(650)
9.3.2	电热元件	(650)
第 10 章	接地、防雷和电气安全技术	(668)
10.1	接地与接零	(668)
10.1.1	接地与接零的类型	(668)
10.1.2	接地电阻的最大允许值	(669)
10.1.3	电气装置接地的要求	(670)
10.1.4	保护接零的基本要求	(672)
10.2	防雷	(672)
10.2.1	建(构)筑物的防雷分类	(672)
10.2.2	建(构)筑物的防雷措施	(674)
10.2.3	避雷针的保护范围	(676)
10.2.4	防雷装置的制作要求	(684)
10.2.5	变、配电所的防雷保护	(687)
10.2.6	避雷器	(691)
10.3	电气防火与防爆	(697)
10.3.1	爆炸及火灾危险场所的区域划分	(697)
10.3.2	爆炸及火灾危险场所电气设备的选择	(698)

10.4	高层民用建筑的自动防火	(699)
10.4.1	探测器的种类和性能	(699)
10.4.2	火灾自动报警系统	(702)
10.4.3	自动灭火系统	(702)
10.4.4	火灾事故广播及事故照明和疏散指示	(707)
10.5	电气安全技术措施	(708)
10.5.1	漏电保护装置	(708)
10.5.2	安全标志	(711)
10.5.3	电工安全用具的定期试验	(711)
第 11 章	晶闸管电路及其应用	(713)
11.1	晶闸管元件	(713)
11.1.1	晶闸管的结构及型号	(713)
11.1.2	伏安特性	(714)
11.1.3	晶闸管的型号	(715)
11.1.4	晶闸管的分类及主要参数	(715)
11.1.5	特殊用途晶闸管	(717)
11.2	晶闸管的应用	(720)
11.2.1	自动稳流稳压电源	(720)
11.2.2	交流调压器	(722)
11.2.3	逆变电路	(722)
11.2.4	变频调速装置	(726)
第 12 章	电气图形符号与标号	(728)
12.1	电气图形符号与标号	(728)
12.2	电气设备的文字符号	(750)

第 1 章 电动机

1.1 电动机的分类、型号和结构

1.1.1 电动机的分类

电动机的种类很多,分类方法有多种,通常划分为交流电机、直流电机和特种电机等三大类。工厂企业中常见的电动机型式有三相鼠笼转子异步电动机和绕线转子异步电动机、各种单相交流电动机、直流电动机、用于检测信号和各种控制电机、各种特殊用途的专用电动机,如起重及冶金用异步电动机、多速电动机、电钻、潜水泵用电动机等,以及交流弧焊机、直流弧焊机用电动机和电动直流发电机组等。

常用的交流异步电动机的分类方式见表 1.1-1。

常用的直流电动机的分类方式见表 1.1-2。

表 1.1-1 交流异步电动机的分类

分 类	转子结 构型式	防 护 型 式	冷却方式	安装 方式	工作 定额	尺寸大小 中心高 $H(\text{mm})$ 定子铁芯外径 $D(\text{mm})$	使用环境
类 别	鼠笼式 线绕式	封闭式 防护式 开启式	自冷式 自扇冷式 他扇冷式	B3 B5 B5/B3	连续 断续 短时	$H > 630, D > 1000$ 大 型	普 通 干热、湿热
						$350 < H \leq 630$ $500 < D \leq 1000$ 中 型	船用、化工 防 爆 户 外 高 原
						$80 \leq H \leq 315$ $120 \leq D \leq 500$ 小 型	

表 1.1-2 直流电动机的分类

序号	名 称	主 要 用 途	型号	原用型号
1	直流电动机	一般用途,基本系列	Z	Z,ZD
2	直流发电机	一般用途,基本系列	ZF	ZO,ZZ Z3,ZO2
3	广调速直流电动机	用于调速范围较大的传动机械	ZT	ZT
4	精密机床用直流电动机	磨床、坐标镗床等精密机床用	ZJ	ZJD
5	船用直流电动机	船舶上各种辅助机械用	Z-H	ZH
6	船用直流发电机	作船舶上电源用	ZF-H	Z2C ZO2C
7	起重冶金用直流电动机	冶金辅助传动机械等	ZZJ	ZZ,ZZK ZZY
8	船用起重直流电动机	各种船舶的辅助设备	ZZJ-H	ZZ-H ZZK-H ZZY-H
9	龙门刨床用直流电动机	龙门刨床用	ZU	ZBD
10	永磁直流测速发电机	测量转速或作速度反馈元件	ZYS	ZYS
11	大功率他激直流测速发电机	作速度反馈元件	ZCF	ZCF
12	直流牵引电动机	电力传动机车、工矿用电机车和蓄电池供电车等	ZQ	ZQ ZXQ
13	无槽直流电动机	快速动作伺服系统中用	ZW	ZWC
14	力矩直流电动机	用于位置或速度伺服系统中作为执行元件	ZLJ	

1.1.2 电动机的型号

根据国家标准 GB4831—84《电机产品型号编制方法》,我国电机产品型号由拼音字母,以及国际通用符号和阿拉伯数字组成,方法和顺序为:

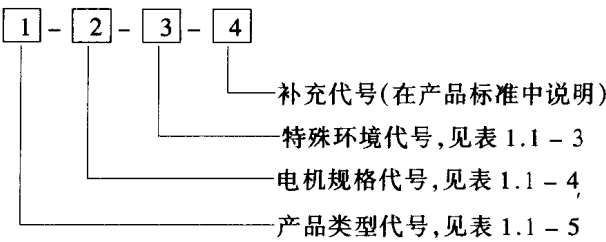


表 1.1-3 电动机特殊环境代号

汉字意义	热带用	湿热带用	干热带用	高原用	船(海)用	化工防腐用	户外用
汉语拼音代号	T	TH	TA	G	H	F	W

表 1.1-4 电动机的规格代号

产 品 名 称	产品型号构成部分及其内容
小型异步电动机	中心高(mm) - 机座长度(字母代号) - 铁芯长度(数字代号) - 极数
大、中型异步电动机	中心高(mm) - 铁芯长度(数字代号) - 极数
小同步电机	中心高(mm) - 机座长度(字母代号) - 铁芯长度(数字代号) - 极数
大、中型同步电机	中心高(mm) - 铁芯长度(数字代号) - 极数
小型直流电机	中心高(mm) - 机座长度(数字代号)
中型直流电机	中心高(mm)或机座号(数字代号) - 铁芯长度(数字代号) - 电流等级(数字代号)
大型直流电机	电枢铁芯外径(mm) - 铁芯长度(mm)
分马力电动机(小功率电动机)	中心高(mm)或外壳外径(mm)或机座长度(字母代号) - 铁芯长度、电压、转速(均用数字代号)
交流换向器电机	中心高或机壳外径(mm)(或铁芯长度、转速(均用数字代号)

表 1.1-5 电动机的产品类型代号

产 品 代 号	产 品 名 称	产 品 代 号	产 品 名 称
Y	异步电动机	SF	水轮发电机
T	同步电动机	C	测功机
TF	同步发电机	Q	潜水电泵
Z	直流电动机	F	纺织用电机
ZF	直流发电机	H	交流换向器电动机
QF	汽轮发电机		

1.1.3 电动机的外壳防护等级

不同的使用环境中需要选用不同外壳防护等级的电动机。