

本书编写组 \ 编

简明常用电工手册



新标准
新型号
新编排

江西科学技术出版社

TM-62

本书编写组 \ 编
江西科学技术出版社

简明常用电工手册

DIANGONG SHOUC

图书在版编目(CIP)数据

简明常用电工手册/肖至坚等

—江西南昌:江西科学技术出版社

ISBN 7—5390—1007—X/TM·12

I. 简明常用电工手册

I. 肖至坚等

II. 电工维修,手册

IV. TM·07

简明常用电工手册

肖至坚等

编写

出版发行 江西科学技术出版社

社址 南昌市新魏路5号

邮编:330002 电话:0791—8513098

印刷 南昌市光华印刷厂

经销 各地新华书店经销

开本 850×1168 1/32

字数 60万

印张 22.25

印数 1—10,000册

版次 1996年9月第1版 1996年9月第1次印刷

书号 ISBN 7—5390—1007—X/TM·12

定价 38.00元

(赣科版图书凡属印装错误、可向出版社发行部或承印厂调换)

Y002/05
前言

电工技术,是近代科学技术的一个重要领域,随着我国经济建设的持续发展和电气化程度的不断提高,其应用范围日益广泛,所起作用越来越重要。特别是近年来,农村乡镇企业等基层电工队伍的不断壮大,普及和提高基层电工人员的知识水平和技术的需要,显得更为迫切,许多读者反映目前适合于他们使用的既全面而又简明的常用电工技术工具书很少,难于觅取到。为此,我们特组织编写了《简明常用电工手册》一书,希望有助于读者的工作。

在本手册的编写过程中,我们从基层电工人员的实际需要出发,在内容取舍上尽量做到简明实用,通俗易懂,易学好用,着重介绍了乡镇企业及基层常用电气设备的基本结构、工作原理、型号规格和技术数据、安装使用,以及常见故障的简易检查和维修处理方法等基础知识和基本技术;在叙述形式上,尽量做到图文并茂,对技术数据、故障检修等可以表格化的内容采用表格形式,以求达到篇幅小容量大的目的,便于读者查找自己所需内容。另外,手册按新标准编写,同时,考虑到电气产品更新换代尚有个过程,尤其是在农村和基层更是有个过程,因此,对一些当前尚大量使用的老型号产品,本手册仍保留了。这一点请读者在使用过程中注意。

本手册按基础知识、基本技术——发电——变配电——用电——用电安全的思路顺序编写,共13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、常用低压电器、发电设备、电力网、变压器、高、低压配电装置、电动机、电力线路、电气照明、农用排灌设备、农机修复设备、安全用电技术,以及电子技术等。本手册在选材上,为突出简明和常用两个特点,针对各章的不同特点和读者的具体需要有所侧重,如电工材料、电动机、低压电器、电工仪表、电子技术等低压和电子部分内容较多,而高压电器装置及电力网等涉及高压的各章,着重介绍了35kV级以下特别是10kV级的技术内容。

本手册适合于具有初中以上文化程度的中小企业电工和城乡等基层电工使用,也可一般为技术人员和电业管理人员在培训、考核和实际工作中参考。

在编写过程中,得到许多有关同志的热忱指导和支持,本书绘图由藏民、秦和、范学民完成,张海涛、刘运生、刘寅等帮助收集资料,在此一并致谢。由于编者学识水平所限,手册中难免有错讹和不妥之处,恳请读者指评指正,以便再版修订时改正。

编者

1994.8

目 录

第一章 电工基础知识	(1)
§ 1.1 常用电工标准	(1)
一、常用电工标准目录	(1)
二、额定电压	(2)
三、额定电流	(3)
四、安全电压	(4)
五、额定频率	(5)
§ 1.2 电气设备常用文字、图形符号	(6)
一、电工设备基本文字符号	(6)
二、电工设备常用辅助文字符号	(11)
三、电气系统图常用图形符号及新旧对照	(12)
§ 1.3 电工学常用名词和基本定律	(32)
一、电工学常用名词	(32)
二、电工学基本定律	(33)
§ 1.4 电工常用基本计算公式	(35)
第二章 常用电工材料	(39)
§ 2.1 电线	(39)
一、裸电线	(39)
二、漆包线	(50)
三、绝缘电线	(70)
§ 2.2 电工常用绝缘材料	(78)
一、绝缘材料的分类及主要性能	(78)
二、绝缘漆	(81)
三、浸渍绝缘纤维制品	(86)
四、绝缘云母制品	(90)
五、常用绝缘子	(91)
六、常用绝缘粘带、薄膜和复合制品	(93)

七、常用层压制品	(98)
第三章 常用低压电器	(103)
§ 3.1 常用低压电器的分类、型号及主要用途	(103)
一、常用低压电器的分类	(103)
二、低压电器的型号表示方法	(104)
§ 3.2 常用配电低压电器	(108)
一、低压熔断器	(108)
二、开关	(116)
§ 3.3 常用低压控制电器	(130)
一、继电器	(130)
二、接触器	(139)
三、按钮开关	(144)
四、起动器	(146)
第四章 常用电工仪表与测量	(154)
§ 4.1 常用电工仪表的测量误差与准确度等级及其表面图形符号	(154)
一、常用电工仪表的分类	(154)
二、常用电工仪表的测量误差与准确度等级	(154)
三、常用电工仪表和附件符号	(155)
§ 4.2 常用指示仪表	(158)
一、电测指示仪表的特点和分类	(158)
二、常用指示仪表的型号和类组	(159)
三、电度表	(164)
四、钳形电流表	(169)
五、电流表和电压表	(171)
六、兆欧表	(176)
七、功率表	(179)
八、万用表	(183)
第五章 发电设备	(191)
§ 5.1 水电站建站概述	(191)
一、原理与出力估算	(191)
二、建站形式与设备	(191)
§ 5.2 水轮机	(194)
一、水轮机的型号、类型、特点和技术数据	(194)

二、水轮机的选型	(199)
三、水轮机调速器	(201)
四、汽蚀及其防止	(204)
§ 5.3 水轮发电机	(204)
一、水轮发电机的结构	(204)
二、水轮发电机的工作原理	(207)
三、常用水轮发电机的型号及技术数据	(208)
四、水轮发电机的选型	(209)
§ 5.4 发电机的并车	(210)
一、并车的条件和要求	(210)
二、并车的方法	(210)
三、操作和注意事项	(212)
§ 5.5 水轮发电机和运行和维护	(213)
一、开机前的常规检查	(213)
二、起动、运行和维护	(214)
三、停机后的常规检查	(215)
四、设备的维护保养	(216)
五、小型水电站的常见故障及其排除方法	(216)
§ 5.6 柴油发电机组	(220)
一、柴油发电机组特点和组成	(220)
二、常用柴油发电机组的型号及技术数据	(222)
三、柴油发电机组的选型	(223)
四、简易柴油发电机组	(224)
五、柴油发电机组的使用和技术保养	(227)
六、柴油发电机组的常见故障及其排除方法	(227)
第六章 电力网及常用高压电气设备	(242)
§ 6.1 高压电气设备及其选用	(242)
一、高压配电装置的型号含义	(242)
二、高压断路器及其选用	(243)
三、高压负荷开关及其选用	(250)
四、高压隔离开关及其选用	(253)
五、高压熔断器及其选用	(257)
六、高压开关操动机构及其选用	(262)
七、互感器及其选用	(264)

§ 6.2 配电变压器	(275)
一、变压器的结构和类型	(275)
二、变压器的工作原理和主要性能	(277)
三、常用变压器的型号及技术数据	(283)
四、变压器的安装	(307)
五、变压器的选择及运行	(311)
六、变压器的维护、检查和故障分析	(314)
七、变压器常见故障及处理方法	(319)
§ 6.3 电力网的基本知识	(323)
一、供电的基本要求	(323)
二、农村电力网的概念	(324)
三、农村供电的特点	(326)
四、变电所的电气设备和主结线方案	(328)
五、配电装置及其要求	(330)
第七章 常用电动机	(333)
§ 7.1 三相鼠笼型异步电动机的结构及工作原理	(333)
一、三相鼠笼型异步电动机的典型结构	(333)
二、三相鼠笼式异步电动机的工作原理	(338)
§ 7.2 常用三相交流异步电动机的型号和技术数据	(330)
一、三相交流异步电动机的型号	(339)
二、常用三相异步电动机的技术数据	(341)
§ 7.3 电动机及控制电器、连结导结的选择	(382)
一、电动机的选择原则	(382)
二、电动机控制电器、连接导线的选用	(383)
§ 7.4 鼠笼式三相交流异步电动机的起动和保护控制电路	(384)
一、电动机起动控制电路	(384)
二、三相异步电动机的保护电路	(401)
§ 7.5 三相异步电动机的运行、维护及常见故障处理	(403)
一、三相异步电动机的起动	(403)
二、电动机运行中的维护	(404)
三、三相异步电动机的定期维护	(407)
四、电动机运行中的常见故障及处理方法	(410)
§ 7.6 电动机局部故障处理	(414)
一、电动机的拆装	(414)

二、轴和轴承故障的处理	(417)
三、定子绕组故障及局部检修	(418)
§ 7.7 三相异步电动机定子绕组的重绕	(425)
一、定子绕组的几个基本参数	(425)
二、电动机定子常用的几种绕组形式	(426)
三、定子绕组的拆装工艺	(427)
四、绕制线圈	(429)
五、绕组嵌装	(429)
六、浸漆与烘干	(432)
§ 7.8 鼠笼转子故障的检修	(435)
一、转子断条的原因	(435)
二、断条的检查	(435)
三、断条的修理	(436)
四、校平衡	(437)
第八章 低压配电线路	(443)
§ 8.1 低压架空线路的结构	(443)
一、电杆、横担、拉线	(444)
二、绝缘子与金具	(449)
三、架空电线	(451)
§ 8.2 接户线与进户线	(457)
一、低压线引入建筑物的方式	(457)
二、接户线	(459)
三、进户线	(460)
§ 8.3 架空线路的敷设	(461)
一、敷设的要求和路径选择	(461)
二、导线放线、连接与绑扎	(462)
三、导线的修补和连接	(463)
第九章 小型电力排灌站	(467)
§ 9.1 农用水泵种类、结构及技术数据	(467)
一、农用水泵的分类、型号、性能及其适用范围	(467)
二、离心泵的结构及技术数据	(468)
三、轴流泵的结构及技术数据	(474)
四、混流泵的结构及技术数据	(477)
§ 9.2 农用水泵、配套电动机的选择及电动机起动设备	(479)

一、农用水泵的选择	(479)
二、配套电动机的选择	(485)
三、水泵性能调节	(485)
四、鼠笼式电动机起动方式及起动设备	(486)
§ 9.3 小型电力排灌站设备的运行的维护	(490)
一、运行前的准备	(490)
二、机泵开机和停机	(491)
三、机泵运行中的监视和常见故障处理	(491)
第十章 电气照明	(498)
§ 10.1 基本概念	(498)
一、常用名词	(498)
二、常用照明材料的反射、透射和吸收系数	(499)
§ 10.2 常用电光源	(500)
一、电光源的种类、主要特性和适用场所	(500)
二、白炽灯	(501)
三、荧光灯	(512)
四、碘钨灯	(521)
五、高压水银灯	(523)
六、黑光灯	(525)
§ 10.3 照明线路的安装	(527)
一、木槽板线路的安装	(527)
二、纸夹板线路的安装	(528)
三、塑料护套线路的安装	(530)
第十一章 农机修造常用设备的控制电路	(532)
§ 11.1 电烙铁	(532)
一、电烙铁的类型、结构和原理	(532)
二、关键零部件	(533)
三、电烙铁的使用与维修	(537)
四、派生电路铁的使用与维修	(539)
§ 11.2 常用电焊设备	(541)
一、手工弧焊机的型号及种类	(541)
二、BX 型焊接变压器	(542)
三、整流器式直流弧焊机	(549)
四、旋转式直流弧焊机	(552)

§ 11.3 常用单相电钻	(560)
一、单相电钻的型号、结构和工作原理	(560)
二、常用单相电钻的技术数据	(562)
三、电钻使用注意事项及常见故障处理	(562)
§ 11.4 常用机床的控制线路	(566)
一、普通车床的控制电路	(566)
二、平面磨床的控制电路	(570)
三、摇臂钻床的电气控制线路	(574)
第十二章 安全用电及避雷防火	(580)
§ 12.1 安全用电	(580)
一、电流对人体的危害及触电形式	(580)
二、触电急救	(586)
三、电工常用安全用具	(589)
四、农村触电保安器	(592)
五、安全用电及电工安全知识	(594)
§ 12.2 接地和接零	(595)
一、接地与接零的类型及要求	(595)
二、接地装置的选择和安装	(596)
三、接地装置的安装与接地电阻的测量	(600)
§ 12.3 防雷保护	(602)
一、避雷针装置	(602)
二、避雷器	(604)
三、电气设备的防雷保护	(607)
四、人身防护	(607)
第十三章 电子技术及其选用	(609)
§ 13.1 晶体二极管	(611)
一、晶体二极管的种类、结构和用途	(611)
二、晶体二极管的特性和技术参数	(612)
三、晶体二极管的使用和注意事项	(621)
四、稳压二极管	(623)
五、晶体二极管整流电路和滤波电路	(628)
六、稳压二极管直流稳压电路	(635)
§ 13.2 晶体三极管	(635)
一、晶体三极管结构、原理及其特性	(635)

二、晶体三极管的特性、工作状态和三种基本接线方式	(637)
三、晶体三极管的开关作用和放大作用	(640)
四、晶体三极管的主要参数说明及常用型号的技术数据	(641)
五、晶体三极管的简易测试、选用及使用注意事项	(659)
§ 13.3 场效应晶体管	(660)
一、场效应管的结构和分类	(660)
二、场效应管的伏安特性和主要参数	(661)
三、常用场效应管的特点和主要用途	(663)
四、常用场效应管的型号及技术数据	(664)
§ 13.4 放大器	(667)
一、放大器的主要技术指标	(667)
二、晶体管放大器	(668)
三、直流放大器	(673)
§ 13.5 晶闸管及可控硅整流电路	(674)
一、晶闸管的型号与结构	(675)
二、晶闸管的伏安特性	(676)
三、常用晶闸管的额定值和主要参数	(677)
四、可控硅整流电路	(679)
五、晶闸管的触发电路	(684)
六、晶闸管的简单测试和使用注意事项	(684)
§ 13.6 常用电阻器、电容器和电位器及其选用	(685)
一、电阻器、电容器和电位器的型号及符号	(685)
二、电阻器	(685)
三、电容器	(689)
四、电位器	(695)
附录	(699)
主要参考文献	(700)

第一章 电工基础知识

§ 1.1 常用电工标准

一、常用电工标准目录

表 1—1

常用电工标准名称、代号

标 准 号	标 准 名 称
GB156—80	额定电压
GB311.1~6—83	高压输变电设备的绝缘配合及高压试验技术
GB762—80	电气设备额定电流
GB999—67	直流电力牵引电压系列
GB1498—79	电机、低压电器外壳防护等级
GB1980—80	电气设备额定频率
GB2421~2424	电工电子产品环境试验规程
GB2900.1~48	电工名词术语
GB3102.5—86	电学和磁学的量和单位
GB3805—83	安全电压
GB3926—83	中频设备额定电压
GB4025—83	指示灯和按钮的颜色
GB4026—83	电器接线端子的识别和用字母、数字符号标志接线端子的通则
GB4064—83	电气设备安全设计导则
GB4728.1~13—84、85	电气图用图形符号
GB5094—85	电气技术中的项目代号
GB5465.1—85	电气设备用图形符号编制通则
GB5465.2—85	电气设备用图形符号
GB6988.1~7—86	电气制图
GB7159—87	电气技术中的文字符号制定通则

二、额定电压(GB156—80)

适用范围:本标准适用于直流和 50Hz 交流系统、电子设备和电气设备。

不适用下列设备:

1. 专用试验设备;
2. 蓄电池供电之运输设备;
3. 电子设备及内部的非通用供电电源及其连接器件和设备;
4. 汽车、拖拉机用电气设备;
5. 自动闭塞和铁路信号装置。

三相交流 3kV 及以上之设备系统的额定电压及其相对应设备的最高电压见表 1—2。

表 1—2 三相交流电气设备与系统的额定电压(3kV 及以上)

(单位:kV)

受电设备与系统额定电压	供电设备额定电压	设备最高电压
3	3.15	3.5
6	6.3	6.9
10	10.5	11.5
	13.8	
	15.75	
	18	
	20	
35		40.5
63		69.0
110		126.0
220		252.0
330		363.0
500		550.0
750		

表 1—3 电气设备与系统的额定电压(35kV) (单位:V)

直 流		单相交流		三相交流	
供电设备	受电设备	供电设备	受电设备	供电设备	受电设备
1.5	1.5				
2	2				
3	3				
6	6				
12	12				
24	24	24	24	36	36
36	36	36	36		
		42	42	42	42
48	48				
60	60				
72	72				
115	110	100 ⁺	100 ⁺	100 ⁺	100 ⁺
		133	127	133	127
230	220	230	220	230/400	220/380
400 [△] , 400	440 [△] , 440			400/690	380/660
800 [△]	800 [△]				
1000 [△]	1000 [△]				
				1140	1200

三、额定电流(GB762—80)

适用范围:以电流为主参数来命名或标注型号的直、交流电气和电子设备。

不适应下列回路和设备:

- 1. 变压器和电磁铁绕组线圈;

2. 无线电通讯用发送、接收机和信号呼唤机之内部闭合回路；
3. 热继电器的热元件和熔断器的熔断片；
4. 检测、计量仪器及控制回路。

电气设备额定电流见表 1—4。

表 1—4

电气设备额定电流

(单位:A)

1	1.25	1.5	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8
10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
10000	12500	16000	20000	25000					

注:1.1A 以下的额定电流等级,按 R10 化整值的十进分数值来选用($R10 \times 10^{-1}$, 式中 n 为正整数)。

2. 25000A 以上的额定电流等级,按 R10 优先数系的十进倍数值来选用($R10 \times 10^n$, 式中 n 为正整数)。

四、安全电压(GB3805—83)

适用范围:采用安全电压来防止触电事故时,要根据使用环境、人员、使用方式等因素来选择使用本标准所列的不同等级安全电压额定值。

不适用范围:

1. 水下等特殊场所；
2. 带电部分能伸入体内的医疗设备。

安全电压等级:为防止触电事故而采用的由特定电源供电的电压系列。其上限值在任何情况下,两导体间或任意一导体与地之间均不得超过交流(50~500Hz)有效值 50V。

安全电压额定值的等级:43、36、24、12、6V。当电气设备采用了超过 24V 的安全电压时,应采取防止直接接触带电体的保护措施。

五、额定频率(GB1980—80)

适用范围:单相、三相交流频率 50Hz 及以上至 10000Hz 的电力供电系统设备和一般工业电气设备。

不适用范围:

1. 电传动机车内部控制回路及自动闭塞装置;
2. 机床内部控制电路;
3. 无级、有级调节频率的交流电气设备;
4. 遥控、遥测技术及无线、有线通讯设备。

允许偏差值:±0.20%、±0.5%、±10%、2%、±5%、±10%。

额定频率见表 1—5。

表 1—5

电气设备额定频率

(单位:Hz)

电力供电系统及设备	舰船电气设备	航空电气设备	一般工业电气设备					
			通用电气设备	电热装置	机床电气设备	纺织电机	控制电机	电动工具
50	50	50	50	50	50	50	50	50
	—	—	—	—	—	(75)	—	—
	—	—	100	—	—	100	—	—
	—	—	—	—	—	* 133	—	—
	—	—	150	150	150	150	—	150
	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	200	—	—	200	—	200
	—	—	—	—	—	(300)	—	—
	—	—	—	—	—	—	(330)	—
	400	400	400	400	400	400	400	400
	—	—	—	—	—	—	(427)	—
	—	—	—	(500)	—	—	(500)	—
			600	—	600	600	—	
			800	—	800	—	—	
			1000	1000	1000	1000	1000	
			1500	—	1500			