

实用电工手册

SHIYONG DIANGONG SHOUCHE

周希章 主编



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

责任编辑：张学敏 封面设计：侯少民

职业入门的良师
知识更新的益友
技能强化的平台
数据查询的助手



ISBN 978-7-5082-3808-1

定价：60.00元

ISBN 978-7-5082-3808-1



9 787508 238081 >

实用电工手册

主 编

周希章

编 著

周 全 周 勇 时 雨

董炳生 周希章 赵志成

牟 勇 曹骏锋

金盾出版社

内 容 提 要

本手册的主要内容包括:电工基础知识、电工识图、常用电工材料、电工仪表和测量、低压电器、变压器、三相异步电动机及其控制、直流电机及其控制、电子技术知识、可编程序控制器基础、变频器的选用与维修、室内外配线和照明装置。

本手册简明实用、通俗易懂、图文并茂,便于电工掌握和应用,是电工必备的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

实用电工手册/周希章主编;周全等编著. —北京:金盾出版社,
2005. 12

ISBN 978-7-5082-3808-1

I. 实… II. ①周…②周… III. 电工-技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 108988 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京精美彩色印刷有限公司

正文印刷:北京金盾印刷厂

装订:万龙印装有限公司

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:35 字数:1218 千字

2010 年 11 月第 1 版第 5 次印刷

印数:26001—29000 册 定价:60.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

本手册是为广大电工在生产实践中学习掌握实用技术、查询运用数据资料而编写的。主要包括:电工基础知识、电工识图、常用电工材料、电工仪表和测量、低压电器、变压器、三相异步电动机及其控制、直流电机及其控制、电子技术知识、可编程序控制器基础、变频器的选用与维修、室内外配线、照明装置等。

本手册以《维修电工——国家职业标准》为依据,以初、中级电工为主要读者对象,在选材和编写中充分体现了以职业活动为导向、以职业技能为核心的特点,突出实用性和普及性。同时,充分考虑经济发展、科技进步和产业结构调整对电工行业的影响和冲击,用了相当大的篇幅介绍新型电子元器件、可编程序控制器、变频器等新产品、新技术的开发和应用。手册中介绍的电工产品和材料,基本上反映了改革开放以来,特别是加入 WTO 以后我国电工行业中涌现出的新产品、新材料和新工艺、新技术。手册中引用的标准、规范,均采用最新国家标准、规范。从而保证了本手册的先进性。我们衷心希望,本手册能够成为广大电工职业入门的良师,知识更新的益友,技能强化的平台,数据查询的助手。

在编写过程中,参考了大量的书刊和产品说明书,并从中引用了一些图表和数据,在书末仅列出主要参考文献,难以一一列举,在此一并向这些书刊的作者和资料的提供者表示诚挚的谢意。

由于编者学识水平所限,虽然做了很大努力,但手册中仍难免有谬误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

作 者

2005 年 3 月于北京

目 录

第一章 电工基础知识	(1)
第一节 常用电工名词解释.....	(1)
一、基本名词术语	(1)
二、电机、电器名词术语	(5)
三、电气传动自动化名词术语	(8)
四、电气安全名词术语	(10)
第二节 常用量和单位.....	(11)
一、法定计量单位及其换算	(11)
二、物理量名称及符号	(19)
第三节 常用基本定律及计算公式.....	(22)
一、常用基本定律	(22)
二、常用计算公式	(26)
第四节 电工工具及其使用.....	(33)
一、普通电工工具	(33)
二、电气安全用具	(38)
三、防护和警告的安全用具	(44)
四、登高用具	(46)
五、安全用具的正确使用	(47)
第五节 保证安全的技术措施和组织措施.....	(48)
一、技术措施	(48)
二、组织措施	(50)
第二章 电工识图	(57)
第一节 识图基本知识.....	(57)
一、电气图的分类和特点	(57)
二、图纸幅面	(62)
三、电气技术中的文字符号	(63)
四、电器设备端子标记和导线线端的识别	(70)
五、电气简图用图形符号	(71)
第二节 系统图的识读.....	(111)

一、电气系统图的特点和识读要点	(111)
二、变配电装置系统图	(115)
三、内线工程系统图	(121)
四、共用天线电视系统图	(129)
五、饭店闭路监控电视系统图	(133)
六、电话系统图	(135)
七、消防系统图	(135)
八、公共广播系统图	(137)
九、保安系统图	(140)
第三节 电路图	(142)
一、基础知识	(142)
二、几种机械设备电路图识读	(155)
三、变配电二次电路图识读	(167)
第四节 接线图和接线表	(171)
一、基础知识	(171)
二、示例识读	(175)
第五节 电气平面图	(189)
一、用途和分类	(189)
二、架空电力线路平面图	(189)
三、电缆线路平面图	(192)
四、变电所平面图和立面图	(195)
五、照明平面图	(195)
六、动力平面图	(208)
七、防雷接地平面图	(208)
八、弱电平面图	(212)
第三章 常用电工材料	(224)
第一节 导电材料	(224)
一、导电用纯金属的性能、特性和用途	(224)
二、导电铜合金、铝合金的性能和用途	(225)
三、复合金属导电材料的特性和用途	(227)
四、裸导线	(228)
五、常用电磁线	(234)
六、常用电缆	(243)
七、常用绝缘电线	(251)

八、常用电阻材料与电热材料	(258)
第二节 磁性材料	(262)
一、软磁材料	(262)
二、永磁材料	(271)
第三节 常用绝缘材料	(274)
一、概述	(274)
二、绝缘漆、胶和熔敷粉末	(276)
三、绝缘纤维制品	(280)
四、绝缘浸渍纤维制品	(280)
五、层压制品类绝缘材料	(284)
六、绝缘云母制品	(292)
七、电工用薄膜、粘带和复合制品	(293)
八、常用绝缘油	(297)
九、常用绝缘子	(299)
第四章 电工仪表和测量	(309)
第一节 电工仪表的分类、符号及准确度	(309)
一、电工仪表的分类	(309)
二、电工仪表的符号	(310)
三、电工仪表的误差和准确度	(314)
第二节 常用电工仪表的结构、原理及使用特点	(316)
一、磁电式仪表	(316)
二、电磁式仪表	(318)
三、电动式仪表	(320)
四、感应式仪表	(322)
五、流比计	(323)
第三节 电流、电压、电阻和功率的测量	(323)
一、电流和电压的测量	(323)
二、电阻的测量	(328)
三、功率的测量	(339)
第四节 电能表的选择和安装	(341)
一、电能表的选择	(341)
二、电能表的接线	(344)
三、电能表的安装	(348)
第五节 万用表	(349)

一、万用表的结构	(350)
二、几种万用表的电气原理图	(350)
三、万用表的技术性能和选用	(355)
四、使用万用表时的注意事项	(355)
五、万用表的技术数据	(356)
第五章 低压电器	(362)
第一节 低压电器的分类和型号表示方法	(362)
一、低压电器的分类	(362)
二、低压电器型号表示方法	(364)
第二节 熔断器	(367)
一、无填料熔断器	(367)
二、有填料熔断器	(370)
三、熔断器的选择	(385)
四、熔断器的使用和维护	(388)
第三节 断路器	(389)
一、断路器的分类和主要技术数据	(389)
二、断路器的选择	(402)
三、断路器的维修与故障处理	(406)
第四节 接触器	(408)
一、接触器的分类和主要技术数据	(408)
二、接触器的维修与故障处理	(432)
第五节 热继电器	(437)
一、热继电器的分类、性能和主要技术数据	(437)
二、热继电器的选用计算	(453)
三、热继电器的安装及维护	(454)
第六节 漏电保护器	(456)
一、漏电保护器的分类和主要技术参数	(456)
二、漏电保护器的选用	(459)
三、漏电保护器的安装和接线	(466)
第七节 电磁式控制继电器	(470)
一、电磁式控制继电器的分类和用途	(470)
二、电磁式控制继电器的结构特征	(470)
三、电磁式控制继电器的基本性能和技术数据	(477)
四、电磁式控制继电器的选用方法	(483)

五、电磁式控制继电器的安装和维修	(484)
第八节 电子式时间继电器	(486)
一、电子式时间继电器的分类	(486)
二、电子式时间继电器的结构特征	(487)
三、电子式时间继电器的常用技术数据	(491)
第六章 变压器	(495)
第一节 变压器的基础知识	(495)
一、变压器的工作原理	(495)
二、变压器的分类	(497)
三、油浸式电力变压器的结构	(498)
四、变压器的型号与铭牌	(505)
五、变压器的基本计算公式	(510)
六、变压器的联结组别	(512)
第二节 变压器常用技术资料	(514)
一、中小型电力变压器的技术数据	(514)
二、电力变压器的通用小组件	(515)
第三节 电力变压器的安装	(536)
一、电力变压器安装前的检查	(536)
二、电力变压器的安装要求与方法	(540)
三、电力变压器的安装交接验收与试运行	(545)
第四节 电力变压器的运行和维修	(547)
一、电力变压器的允许运行方式	(547)
二、电力变压器的并列运行	(551)
三、电力变压器的巡视检查	(553)
四、电力变压器的异常运行	(554)
五、电力变压器故障的检查处理方法	(557)
六、电力变压器的检修	(561)
第七章 三相异步电动机及其控制	(568)
第一节 三相异步电动机简介	(568)
一、三相异步电动机的原理和结构	(568)
二、三相异步电动机的用途和分类	(571)
三、三相异步电动机的铭牌和计算公式	(576)
第二节 三相异步电动机主要产品介绍	(577)

一、Y2 系列三相异步电动机	(577)
二、Y 系列三相异步电动机	(583)
三、YR 系列绕线转子三相异步电动机	(602)
四、YD 系列变极多速三相异步电动机	(602)
五、YCT 系列电磁调速电动机	(621)
六、YZR、YZ 系列起重及冶金用三相异步电动机	(621)
七、YZR2 系列起重及冶金用三相异步电动机	(629)
第三节 三相异步电动机的安装和维修	(638)
一、三相异步电动机的安装	(638)
二、三相异步电动机接线的检查	(641)
三、三相异步电动机的维修	(643)
四、三相异步电动机运行中的常见故障及其处理方法	(650)
第四节 三相异步电动机的控制	(658)
一、三相异步电动机的起动控制	(658)
二、三相异步电动机的制动控制	(672)
三、三相异步电动机的调速控制	(677)
第八章 直流电机及其控制	(681)
第一节 直流电机简介	(681)
一、直流电机的原理和结构	(681)
二、直流电机的用途和分类	(690)
三、直流电机的铭牌和计算公式	(692)
第二节 直流电机产品介绍	(695)
一、Z3 系列小型直流电动机	(695)
二、Z4 系列小型直流电动机	(704)
三、ZZJ-800 系列轧机辅传动直流电动机	(716)
四、ZZJ2 系列起重冶金用直流电动机	(720)
五、ZKK 系列交磁电机扩大机	(733)
第三节 直流电机的运行维护和故障处理	(742)
一、直流电动机使用前的检查	(742)
二、普通直流电机运行中的监视和维护	(742)
三、普通直流电机运行中常见故障的处理	(746)
四、交磁电机扩大机的运行维护和故障处理	(752)
第四节 直流电动机的控制	(761)
一、直流电动机的起动控制	(761)

二、直流电动机的电气制动控制	(762)
三、直流电动机的调速控制	(764)
四、直流电动机控制实例分析	(766)
第九章 电子技术知识	(774)
第一节 半导体分立器件	(774)
一、半导体器件基础知识	(774)
二、晶体二极管	(779)
三、晶体三极管	(792)
四、场效应晶体管	(814)
五、晶闸管	(825)
第二节 半导体集成电路	(853)
一、集成电路的分类及其命名方法	(853)
二、集成电路的焊接和拆装	(864)
三、数字集成电路	(865)
四、集成运算放大器	(875)
五、音乐集成电路	(880)
第十章 可编程序控制器基础	(884)
第一节 概述	(884)
一、可编程序控制器的定义和特点	(884)
二、可编程序控制器的分类和组成	(886)
三、可编程序控制器的性能指标	(890)
第二节 可编程序控制器的编程	(891)
一、可编程序控制器的编程语言	(891)
二、可编程序控制器的编程方法	(908)
三、应用举例	(914)
第三节 可编程序控制器的安装与维护	(923)
一、可编程序控制器的安装	(923)
二、可编程序控制器的日常维护	(927)
第十一章 变频器的选用与维修	(930)
第一节 概述	(930)
一、变频器的分类	(930)
二、变频器的特点	(931)
第二节 变频器的选择及安装	(933)

一、变频器的选择	(933)
二、变频器的安装	(938)
第三节 变频器的调试与维修	(950)
一、变频器的调试	(950)
二、变频器的维修	(955)
第四节 变频器的技术数据	(969)
一、部分国产变频器的技术数据	(969)
二、部分国外生产的变频器的技术数据	(977)
第十二章 室内外配线	(1006)
第一节 室内外配线的基本要求	(1006)
一、室内外配线的概念	(1006)
二、室内外配线的设计要求	(1006)
三、导线连接	(1011)
四、车间裸母线配线方式和要求	(1016)
第二节 室内外配线的工艺要求	(1017)
一、塑料护套线配线	(1017)
二、瓷瓶配线	(1018)
三、夹板配线	(1022)
四、槽板配线	(1027)
五、线管配线	(1029)
六、钢索配线	(1035)
七、电缆桥架配线	(1039)
第十三章 照明装置	(1044)
第一节 照明基本知识	(1044)
一、照明装置概述	(1044)
二、照明常用物理量	(1045)
三、照明质量标准	(1049)
第二节 常用电光源的分类、特性和选择	(1059)
一、常用电光源的分类	(1059)
二、电光源的性能参数	(1065)
三、电光源的选用	(1069)
第三节 照明灯具的分类及选择	(1071)
一、照明灯具的分类	(1071)

二、工厂常用照明灯具	(1073)
三、照明灯具的选择	(1082)
第四节 照明装置的安装和运行维护	(1084)
一、室内照明灯具的安装	(1084)
二、照明装置的运行维护	(1092)
三、照明灯具常见故障和处理方法	(1095)
主要参考文献	(1102)

第一章 电工基础知识

第一节 常用电工名词解释

一、基本名词术语

1. 电流 电荷在电场力作用下运动形成电流。电流的大小(强弱)用电流强度来衡量。电流强度等于单位时间内通过导体某横截面的电量。电流强度通常简称为电流。人们规定正电荷移动的方向为电流的正方向。对于大小和方向都不随时间变化的恒定电流或直流电流,用大写字母 I 来表示;小写字母 i 表示随时间变化的交变电流。电流的单位是安[培]* (A)。

2. 电流密度 在单位横截面积上通过的电流大小,称为电流密度。单位为 A/mm^2 。

3. 电位 在电场中,单位正电荷从 a 点移到参考点时,电场力所作的功,称为 a 点对参考点的电位,记作 V_a 。进行理论研究时,常取无限远点作为电位的参考点;在实用工程中,常取大地作为电位的参考点。电位的单位是伏[特](V)。

4. 电压 电路中两点之间的电位差(或电位降)称为电压。用字母 U 表示,单位为 V。

5. 电动势 将单位正电荷从负极通过电源内部移动到正极时非静电力所做的功。用字母 E 表示,单位为 V。它是表征电源本身性能的特征量。对一个电源来说,电动势的实际方向正好和它两端电压的实际方向相反,但二者的实际极性却是完全相同的。

6. 反电动势 有反抗电流通过的趋势的电动势。

7. (理想电阻器的)电阻 电压除以电流之商。电阻用字母 R 或 r 表示,单位为欧[姆](Ω)。

8. 电阻率 衡量物体导电性能好坏的一个物理量,用字母 ρ 表示,单位为 $\Omega \cdot m$ 。其数值是指长度为 $1m$ 、截面积为 $1mm^2$ 的均匀导体在温度为 $20^\circ C$ 时所具有的电阻值。

9. 电阻的温度系数 表示某种物质的电阻率随温度而变化的物理量。

* [] 内的字,是在不致混淆的情况下,可以省略的字。以下相同。

其数值等于温度每变动 1°C 每欧电阻的变动量。用字母 α 表示,单位为 $^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

10. 电导 衡量物体传导电流本领的物理量。它是电阻的倒数。用字母 G 表示,单位为西[门子](S)。

11. 电导率 也是衡量物体导电性能好坏的一个物理量。其数值大小是电阻率的倒数,用字母 γ 表示,单位为西[门子]每米(S/m)。

12. 自感 当闭合回路中的电流发生变化时,由这个变化电流所产生的、穿过回路本身的磁通随之发生变化,在这回路中将产生感生电动势,这种现象称为自感现象。这种感生电动势叫做自感电动势。穿过回路所包围面积的磁通与产生此磁通的电流之间的比例系数,叫做回路的自感系数,简称自感。其数值等于单位时间内,电流变化一个单位时由于自感而产生的电动势。用字母 L 表示,单位为亨[利](H)。

13. 互感 两只相邻线圈,当任一线圈中的电流发生变化时,则在另一只线圈中产生感生电动势,这种电磁感应现象叫互感。由此产生的感生电动势称为互感电动势。用字母 M 或 L_{12} 表示,单位为 H。

14. 正弦交流电 随时间按正弦规律变化的交流电流称为正弦交流电。

15. 脉动直流电 大小随时间变化而方向不变的电流称为脉动直流电。

16. 频率 交流电流 1s 内电流方向改变的次数称为频率。用字母 f 表示,单位为赫[兹](Hz)。

17. 周期 交流电每变化一周所需的时间称为周期。用字母 T 表示,单位为秒(s)。

18. 瞬时值 在任何一个瞬时的交流电的数值,叫做瞬时值。用小写字母表示,如 i 、 e 和 u 等。

19. 最大值 又叫幅值或峰值,在一个周期中,所出现的最大瞬时值称为最大值。在正弦交流电路中用 I_m 、 U_m 、 E_m 分别表示电流、电压和电动势的最大值。

20. 有效值 又叫方均根值。将交流电流 i 和直流电流 I 分别通过阻值相同的两个电阻 R_1 和 R_2 ,如果在一个周期内,它们在各自电阻上产生的热量相等,则此直流电流叫做该交流电流的有效值。用大写字母 I 、 U 、 E 分别表示电流、电压和电动势的有效值。

21. 平均值 正弦交流电的波形,正负半周所包含的面积是相同的。故平均值一般是指正弦交流电在一个周期内绝对值的平均值,也就是正半周的平均值。用 I_{av} 、 U_{av} 和 E_{av} 分别表示电流、电压和电动势的平均值。