

袖珍

XIUZHEN
DIANGONG JISHU SHOUCHE

电工技术手册

万英 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

TM-62

113



XIUZHEN
DIANGONG JISHU SHOUC

电工技术手册

万英 编著



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

袖珍电工技术手册/万英编著. —北京: 中国电力出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5123-7780-6

I. ①袖… II. ①万… III. ①电工技术-技术手册 IV. ①TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 103491 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 64 开本 13 印张 515 千字 3 插页

印数 0001—3000 册 定价 39.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

内 容 提 要

本书是一本面向广大生产第一线的电工技术人员及相关电气专业人员阅读的工具书，以满足他们在电气安装、电气产品及技术改造中的迫切需求。本手册共分十章，精选了最常用、最关键、最经典的实用技术资料，主要介绍了常用电工基础知识、常用电工材料、常用电工测量仪表、常用电子元器件及电子电路、低压电器、变配电设备、交流电动机及基本电气控制、室内配线及电气照明、可编程序控制器及变频器、电气安全技术等方面的知识、技术和维修资料。



前言

袖珍电工技术手册

随着电工技术日新月异迅猛地发展，国际间的技术交流也日益增多，近年来，高、精、尖的电气新产品、新材料、新技术、新工艺以及新概念等不断涌现。为了适应新形势下我国电气工业水平的提高与发展，满足广大生产第一线的电工技术人员及相关电气专业人员在电气安装、电气产品及技术改造中的迫切需要，我们组织编写了这本手册。

本手册以一书在手，电工常用知识、技能尽在掌握之中为编写原则，从生产第一线的实际需要出发，按多数电工技术人员对资料使用、查找频率的高低，精选了最常用、最关键、最经典的实用资料，力求体现以下鲜明特点：选材立足常用、实用、精细；分类明确、结构合理、文字叙述言简意赅，查阅方便；既有理论知识和速查速算，又有实用技术和基本技能操作；将电工与电子技术有机结合，让读者体会到在机电一体化时代两者的相互融合，以满足电工技术人员的各种需要，使之具有较强的实用性和可读性。

本手册由万英主编，参加编写的还有王毅、刘行川等。此外，在编写过程中，编者还得到了龚云兰、

李继陶、付东晓、林琳、吴大平、黄惠珍、郭涛、黄辉、汪子龙、吴晨筠、林惠仙、陈再见等同志的帮助和支持，在此向他们表示衷心感谢。编者还参阅了近年来出版的一些电工类书籍、刊物及互联网上的电工电子类资料，对这些作者提供的帮助和支持，在此表示衷心感谢。

由于本手册涉及电工领域的许多方面，限于作者的水平，书中难免存在不妥之处，在此恳请广大读者和有关专家提出宝贵意见并批评指正。

编者



目 录

前言

第一章 常用电工基础知识	1
第一节 常用电工基本名词解释	1
第二节 常用电工基本公式及定律	11
第三节 常用电工计量单位及换算	40
第四节 常用电工计算	45
第五节 常用电工工具	62
第六节 电工识图基础知识	76
第二章 常用电工材料	94
第一节 电工材料的分类及电阻率	94
第二节 导电材料	96
第三节 绝缘材料	140
第四节 磁性材料	165
第三章 常用电工测量仪表	168
第一节 电工测量仪表的分类及面板符号	168
第二节 指针式电流表与电压表	172

第三节	钳形电流表	179
第四节	功率表	183
第五节	电能表	186
第六节	万用表	193
第七节	绝缘电阻表	202
第八节	接地电阻测量仪	206
第四章	常用电子元器件及电子电路	210
第一节	固定电阻	210
第二节	电位器	218
第三节	固定电容	223
第四节	电感	231
第五节	晶体二极管	235
第六节	晶体管	253
第七节	晶闸管	270
第八节	实用电子电路	279
第五章	低压电器	298
第一节	低压电器的类别及主要用途	298
第二节	低压刀开关	300
第三节	熔断器	310
第四节	低压断路器	320
第五节	接触器	341
第六节	继电器	357

第七节	启动器	381
第八节	主令电器	393
第六章	变配电设备	404
第一节	变压器	404
第二节	高压电器	437
第三节	高压开关柜	465
第四节	低压开关柜	471
第七章	交流电动机及基本电气控制	480
第一节	交流电动机的基本知识	480
第二节	三相交流异步电动机	487
第三节	单相交流异步电动机	507
第四节	交流电动机基本电气控制	523
第八章	室内配线及电气照明	542
第一节	低压进户及室内配线方式	542
第二节	室内配线施工	548
第三节	配电导线的选择及连接	578
第四节	电气照明	600
第五节	照明装置及安装	643
第九章	可编程序控制器及变频器	653
第一节	可编程序控制器基本知识	653

第二节	可编程序控制器编程语言	665
第三节	可编程序控制器的选择及维护	687
第四节	变频器基本知识	696
第五节	通用变频器常用芯片	709
第六节	变频器的选择及维护	716
第十章	电气安全技术	727
第一节	电气安全基本知识	727
第二节	电气接地与接零技术	740
第三节	电气防雷技术	758
第四节	电气防火与防爆技术	784
第五节	人体触电及预防	792
参考文献	821

常用电工基础知识

第一节 常用电工基本名词解释

电量：物体所带净电荷量的多少，电荷有正、负电荷之分。电量用 Q 表示，单位为库 [仑] (C)。

电流：导体内电荷在电场力的作用下，有规则的定向移动称为电流。一般规定正电荷的移动方向为电流的正方向。电流用字母 I 表示，单位为安 [培] (A)。

电流强度：衡量电流强弱的物理量。单位时间内通过导体截面积的电量即为电流强度。电流强度用字母 I 表示，习惯上简称为电流。

电位：在电场中，单位正电荷从某点移到参考点时，电场力所做的功，称为某点对参考点的电位，也称电动势。理论上常把“无限远”处作为电位的参考点，实际上取地球表面为电位的参考点。电位的单位为伏 [特] (V)。

电压：电路中两点之间的电位差称为电压，电压用字母 U 表示，单位为伏 [特] (V)。

电路：电气元件按照一定的方式组合构成的电流通路。

电动势：用来维持电源内部使正电荷从低电位（负极）移到高电位（正极）的非静电力作用，电动势用字母 E 表示，单位为伏 [特] (V)。

电阻：导体能导电，同时对电流通过有阻碍作用，这种阻碍电流通过的能力称为电阻，电阻用字母 R 表示，单位为欧 [姆] (Ω)。

电阻率：是衡量物体导电性能好坏的一个物理量，又称电阻系数，其数值是指导体的长度为 1m、截面积为 1mm^2 的均匀导体在温度为 20°C 时所具有的电阻值。电阻率用字母 ρ 表示，单位为欧米或欧毫米 ($\Omega \cdot \text{m}$ 或 $\Omega \cdot \text{mm}$)。

电阻温度系数：表示物质的电阻受温度影响大小的物理量，其数值等于温度每升高 1°C 时，导体电阻的变动值与原有电阻的比值。电阻温度系数用字母 α 表示，单位为 $1/^\circ\text{C}$ 。

电导：物体传导电流的能力称为电导，电阻值的倒数就是电导。电导用字母 G 表示，单位为西 [门子] (S)。

电导率：是衡量物质导电性能好坏的物理量，又称电导系数，其为电阻率的倒数。电导率用字母 γ 表示，单位为西/米 (S/m)。

直流电：大小和方向不随时间变化的电流或电压。

交流电：大小和方向随时间周期性变化的电流或电压。

正弦交流电：随时间按正弦函数规律变化的交流电。

非正弦交流电：随时间不按正弦函数规律变化的交流电。

脉动直流电：大小随时间变化而方向不变的电流或电压。

频率：交流电方向在单位时间内改变的次数称为频率。频率用字母 f 表示，单位为赫 [兹] (Hz)。

周期：交流电完成一次完整的重复变化所需要的时间。周期用字母 T 表示，单位为秒 (s)。

瞬时值：交流电在任一瞬间的量值称为瞬时值。瞬时值用小写字母表示，如 i 、 u 、 e 分别表示电流、电压及电动势的瞬时值。

最大值：交流电在一周期中出现的最大值，用带下标 m 的大写字母表示，如 I_m 、 U_m 、 E_m 分别表示电流、电压及电动势的最大值。

有效值：交流电的有效值就是与它的热效应相当的直流值，即交流电通过某一电阻负载经过一定时间所产生的热量，与某一直流电通过同一电阻在同一时间所产生的热量相等，则该直流电的数值即为交流电的有效值。有效值用大写字母表示，如 I 、 U 、 E 分

别表示电流、电压及电动势的有效值。

平均值：某段时间内流过电路的总电荷与该段时间的比值，正弦交流电的平均值通常指正半周内的平均值。

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，这在回路中将产生感应电动势，这种现象称为自感现象，感应的电动势称为自感电动势。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，称为回路的自感系数，简称自感，其数值等于单位时间内，电流变化一个单位时由自感引起的电动势。自感用字母 L 表示，单位为亨 [利] (H)。

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应电动势，这种电磁感应现象称为互感，由此产生的感应电动势称为互感电动势。互感用字母 M 表示，单位为亨 [利] (H)。

电感：自感与互感的统称。

电容：用绝缘介质隔开的两个导体构成一个电容器，两个极板在单位电压作用下每一极板上所储存的电荷量称为该电容器的电容。电容用字母 C 表示，单位为法 [拉] (F)。

感抗：交流电流过具有电感的电路时，电感有阻碍交流电流过的作用，这种作用称为感抗。感抗用 X_L 表示，单位为欧 [姆] (Ω)。

容抗：交流电流过具有电容的电路时，电容有阻

碍交流电流过的作用，这种作用称为容抗。容抗用 X_C 表示，单位为欧 [姆] (Ω)。

阻抗：交流电流过具有电阻、电感、电容的电路时，会受到阻碍作用，这种作用称为阻抗。阻抗用字母 Z 表示，单位为欧 [姆] (Ω)。

电功：电流所做的功称为电功。电功用字母 W 表示，单位为焦 [耳] (J) 或千瓦·时 ($\text{kW}\cdot\text{h}$)。

电功率：单位时间 (1s) 电流所做的功称为电功率。电功率用字母 P 表示，单位为瓦 [特] (W) 或千瓦 [特] (kW)。

瞬时功率：交流电路中任一瞬间的功率称为瞬时功率。瞬时功率用字母 P 表示，单位为瓦 (W) 或千瓦 [特] (kW)。

有功功率：交流电路中交流电瞬时功率在一个周期内的平均值，它是电路中电阻部分消耗的功率。有功功率用字母 P 表示， $P=UI\cos\varphi=S\cos\varphi$ ，单位为瓦 [特] (W) 或千瓦 [特] (kW)。

无功功率：在具有电感或电容的电路中，与电源交换能量的速率的振幅值称为无功功率。在半周期的时间里，电源的能量转换成磁场（或电场）的能量储存起来，而在另外半周期的时间里，又把储存在磁场（或电场）的能量释放出来送还电源，它只与电源进行能量交换而没有消耗能量。无功功率用字母 Q 表示， $Q=UI\sin\varphi=S\sin\varphi$ ，单位为乏 (var) 或千乏 (kvar)。

视在功率 (容量): 在具有电阻和电抗的电路中, 电压和电流有效值的乘积称为视在功率。视在功率用字母 S 表示, 即 $S=UI$, 单位为伏安 ($V \cdot A$) 或千伏安 ($kV \cdot A$)。

功率因数: 有功功率与视在功率的比值称为功率因数, 用 $\cos\varphi$ 表示。

效率: 能量在转换或传递的过程中总要消耗一部分, 即输出小于输入, 输出能量与输入能量的比值称为效率, 用字母 η 表示。

功率因数补偿: 为了提高功率因数, 在电路中加一电容性负载 (如补偿电容器), 这就是功率因数补偿。

磁场: 由运动电荷或电流产生的一种特殊物质, 它对处在磁铁或载流导体周围空间的其他磁性物质或载流导体将产生力的作用。

电磁场: 彼此联系的交变电场和交变磁场的总称。

磁感应强度 (磁通密度): 表示磁场大小与方向的基本物理量, 其方向即为磁场的方向。当正电荷在磁场中运动, 其运动方向与磁场方向垂直时, 则单位正电荷以单位速度运动时所受到的磁场作用力, 即为磁感应强度的大小。磁感应强度用字母 B 表示, 单位为特 [斯拉] (T)。

磁通: 磁感应强度与垂直于磁场方向的面积的乘积称为磁通。磁通用字母 Φ 表示, 单位为韦 [伯] (Wb)。

磁场强度：表示磁场大小与方向的物理量，磁场强度的闭合线积分等于该闭合线所包围的宏观传导电流的代数和，与导磁场物质无关。磁场强度用字母 H 表示，单位为安/米 (A/m)。

磁阻：磁路对磁通所起的阻碍作用。磁阻用字母 R_m 表示，单位为 1/亨 (1/H)。

磁导率：衡量物质导磁性能的系数。磁导率用字母 μ 表示，单位为亨/米 (H/m)。

相对磁导率：任一物质的磁导率 μ 与真空磁导率 μ_0 的比值称为相对磁导率。相对磁导率用字母 μ_r 表示。

电磁力：载流导体在外磁场中将受到力的作用，这种力称为电磁力。电磁力用字母 F 表示，单位为牛[顿] (N)。

磁畴：铁磁物质的磁性是由电子的自旋引起的，这些电子自旋的作用自发地形成很小的磁化区称为磁畴。

磁滞：铁磁体在反复磁化的过程中，其磁感应强度的变化总是滞后于磁场强度的变化，这种现象称为磁滞。

磁滞损耗：在交变磁化过程中，磁畴反复改变方向，使得铁磁体内的分子热运动加剧，消耗一定的能量并转变为热能，这种能量损耗称为磁滞损耗。

剩磁：处在磁场中的铁磁物质失去磁场后仍会保持一定的磁性，称为剩磁。

磁滞回线：当磁化磁场周期性变化时，铁磁体中