

简明

农电工

实用手册



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

197507

TM-62

Y584

简明农电工实用手册

殷乔民 李修民 王广善 刘广迎 马德明 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是为配合全国农村电网建设与改造以及农村电力体制改革,按照最新国家标准和电力行业标准而编写的,主要介绍 10kV 及以下供用电设备技术。全书以农电工(农村电工、乡镇供电所职工、乡镇企业电工)常用数据、公式、图表、操作技能为主,辅以简单的文字说明和应用实例。同时,对常用电气产品的故障和维修经验也作了较详细的介绍,书中所列电气产品数据,大多取自各有关制造厂,其中有些是电气新产品的技术数据。

全书共分十三章,内容包括:电工基础知识、常用电工材料、电工基本操作工艺、常用电工仪表、配电线路、配电变压器、常用高压电器、常用低压电器、异步电动机、电动机的检修、室内配线与电力照明、安全用电知识、农村用电管理等。

书末还附有许多实用电工技术数据,供读者查阅。

本书内容丰富,简明实用,语言通俗易懂,可供农村电工、乡镇供电所职工、乡镇企业电工及农电工作者使用。

图书在版编目(CIP)数据

简明农电工实用手册/殷乔民等编著. —北京:中国电力出版社, 2000

ISBN 7 5083-0260-5

1. 简… Ⅱ. 殷… Ⅲ. 农村-电工-技术手册
N. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 02463 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 http://www.epp.com.cn)

三河实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

2000 年 4 月第 1 版 2000 年 4 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 22.375 印张 591 千字

印数 0001—4000 册 定价 40.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前言

为配合全国农村电网建设与改造以及农村电力体制改革,促进农电事业的发展,满足广大农电工(农村电工、乡镇供电所职工、乡镇企业电工)和农电工作者工作和学习的需要,在认真总结农电工作实践经验的基础上,我们编写了这本《简明农电工实用手册》。

在编写前,对本手册的编写范围、深度及形式曾多次广泛征求了广大农村电工、乡镇供电所职工及农电工程技术人员意见。在编写中力求简明、齐全、实用,尽量做到图表化、条文化,以达到便于查用之目的。本手册的主要内容为10kV及以下的供用电设备技术,主要以图表形式介绍电工常用技术数据、公式、操作技能,并附有一些实例。同时,对常用电气产品的故障和维修经验也作了较详细的介绍。从立足当前,兼顾发展出发,本书对近年来国家推广的电气新产品作了介绍,但考虑到维修工作的需要,手册中还介绍了目前仍在使用的部分老型号产品。

手册中所引用的技术标准,采用了最新的国家标准及部颁标准,内容比较全面,数据准确可靠。

本手册在编写过程中,曾得到中国电机工程学会、全国农电学会、《农村电气化》杂志社、《农村电工》杂志社的大力支持。同时有关生产厂家也提供了最新产品技术

数据，在此一并致谢。

本手册可供广大农村电工、乡镇供电所职工、乡镇企业电工、农电工作者使用，也可作为培训和考核农电工的参考书。

由于时间仓促和作者水平所限，书中错误和不妥之处在所难免，恳望广大读者批评指正，以便再版时改正。

作 者

2000年3月

前 言

第一章 电工基础知识	1
第一节 常用电学基本名词术语	1
一、电学基本量 二、交流电的基本知识 三、磁的一般知识	
第二节 电工常用计算公式	7
第三节 常用计量单位及其换算	13
一、电工常用法定计量单位 二、常用物理量单位换算	
第四节 常用的电气图形符号和文字符号	18
一、常用的电气图形符号(新旧对照) 二、电工常用基本文字符号	
第二章 常用电工材料	35
第一节 常用导电材料及其应用	35
一、裸导线 二、矩形母线(铜排与铝排) 三、绝缘电线 四、架空绝缘电线 五、地理电力线 六、电力电缆 七、电力脂(导电膏)	
第二节 常用绝缘子	55
一、高压线路用绝缘子 二、高压线路用硅橡胶复合绝缘子 三、高压支柱绝缘子 四、高压穿墙瓷套管 五、低压线路绝缘子 六、低压布线用瓷绝缘子	
第三节 常用电力金具	79
一、线路金具 二、配电金具	
第四节 电工常用安装材料	91
一、常用布线管 二、电工常用钢材 三、钢绞线和铁丝	
第五节 常用电杆	97

第三章 电工基本操作工艺..... 101

第一节 电工常用安全用具..... 101

一、电气安全用具 二、一般安全用具 三、电气安全用具的

试验周期与标准

第二节 电工登杆技艺..... 110

一、脚扣登杆技艺 二、踏板登杆技艺

第三节 导线的连接与封端..... 117

一、导线绝缘层的剥切方法 二、铜导线的连接 三、铝导线的连接 四、单芯导线新型压线帽压接方法 五、导线绝缘层的恢复 六、导线的封端

第四节 电气安装预埋件的施工..... 132

一、木棒的埋设 二、膨胀螺栓的埋设 三、角钢支架的埋设 四、预留孔槽法

第五节 电焊机与电焊基本操作..... 136

一、交流电焊机 二、电焊基本操作 三、交流电焊机的常见故障及其处理方法

第四章 常用电工仪表..... 150

第一节 电工仪表的基本知识..... 150

一、电工仪表的分类 二、电工仪表的型号及标志符号

第二节 电流互感器和电压互感器..... 153

一、电流互感器 二、电压互感器 三、电压、电流组合互感器

第三节 交流电流和交流电压的测量..... 167

一、电流表 二、电压表 三、钳形电表

第四节 电能表及其接线..... 172

一、电能表的工作原理与型号含义 二、单相电能表 三、三相电能表 四、三相复费率电能表 五、电卡式预付费电能表 六、电焊机用电电能的计量 七、电能表的选择和安装要求

第五节 电能表的错接线及现场电能计量简便

检查方法..... 187

一、电能表的错接线 二、现场电能计量简便检查方法	
三、家用单相表计量是否准确的简便判别方法	
第六节 万用电表	194
一、指针式万用电表 二、数字式万用电表	
第七节 功率表及功率因数表	197
一、功率表 二、功率因数表	
第八节 绝缘电阻表	202
一、绝缘电阻表的型号、规格 二、选用绝缘电阻表的一般原则	
三、绝缘电阻表的使用	
第九节 接地电阻测量仪	205
一、接地电阻测量仪的型号规格 二、接地电阻测量仪使用方法	

第五章 配电线路 208

第一节 架空配电线路的基本知识	208
一、架空配电线路的组成 二、电力线路的合理供电半径	
三、电力线路的综合造价 四、各种杆型及用途	
第二节 配电线路的简单设计	222
一、线路路径和杆位的选定 二、导线截面的选择 三、档距与弧垂	
四、导线的排列与对地距离 五、电杆长度的确定	
第三节 配电线路的施工安装	238
一、挖杆坑 二、组装电杆 三、立杆 四、电杆的拉线	
五、导线架设	
第四节 接户线与进户线	250
一、接户线 二、进户线 三、室外布线	
第五节 农村低压电网常见故障	258
一、配电变压器高压侧熔断器熔断故障 二、配电变压器低压侧一相熔断器熔断故障	
三、低压侧一相接地 四、中性线断线故障	
第六节 地埋电力线路	262
一、地埋线线路规划与设计 二、地埋电力线路施工	
第七节 电力电缆线路	264
一、电力电缆的选择要求 二、电力电缆的敷设 三、电缆终端头的制作	

第六章 配电变压器..... 273

第一节 配电变压器的构造与实用计算..... 273

一、配电变压器的构造 二、变压器的实用计算

第二节 变压器的型号和技术数据..... 278

一、配电变压器的铭牌 二、常用配电变压器的技术性能

第三节 配电变压器的安装..... 286

一、配电变压器容量的选择 二、配电变压器安装位置的确定

三、配电变压器的安装方式 四、变压器地线的施工要求

第四节 配电变压器的保护装置..... 296

一、变压器的熔丝保护 二、配电变压器的防雷保护

第五节 配电变压器的运行..... 298

一、投入运行前的检查 二、配电变压器的停送电操作

三、变压器的运行标准 四、变压器的并列运行

第六节 配电变压器的维护及故障处理..... 301

一、变压器取油样与补油 二、配电变压器分接开关的正确调整方法

三、配电变压器运行中的检查 四、变压器运行中紧急事故的处理

五、变压器的故障判断及处理

第七章 常用高压电器..... 307

第一节 油断路器..... 307

一、常用的油断路器 二、油断路器的安装及使用

第二节 六氟化硫断路器和真空断路器..... 309

一、六氟化硫断路器 二、真空断路器 三、重合器和分段器

第三节 高压隔离开关..... 315

一、10kV 及以下隔离开关的结构 二、10kV 隔离开关的技术

数据 三、隔离开关的安装

第四节 高压负荷开关..... 319

一、户外式负荷开关 二、户内式负荷开关 三、负荷开关的

使用与维护

第五节 户外型高压熔断器..... 329

一、跌落式熔断器的用途 二、跌落式熔断器的型号及技术数据

三、跌落式熔断器的安装 四、跌落式熔断器的操作与运行

第六节 高压配电装置..... 333

- 一、高压屋外配电装置的最小允许距离
- 二、屋内高压配电装置的最小允许距离
- 三、配电装置室内安装时对建筑物的要求
- 四、高压成套配电装置

第八章 常用低压电器	336
第一节 刀型开关	336
一、开启式负荷开关	二、封闭式负荷开关
三、隔离刀开关	
四、熔断器式刀开关	
第二节 转换开关	348
一、常用的几种转换开关	二、转换开关的选择与安装
第三节 低压熔断器	351
一、常用低压熔丝	二、RC1A 型瓷插式熔断器
三、家庭照明用瓷闸盒	四、螺旋式熔断器
五、有填料封闭管式熔断器	六、无填料封闭管式熔断器
七、熔断器的安装与使用	
第四节 低压断路器	361
一、低压断路器的工作原理	二、塑料外壳（装置式）低压断路器
三、框架式低压断路器	四、低压断路器的选择与安装使用
五、低压断路器的常见故障	
第五节 接触器	380
一、交流接触器的构造与动作原理	二、常用的交流接触器
三、交流接触器的选择与安装使用	四、交流接触器的常见故障及处理方法
第六节 继电器	389
一、时间继电器	二、热继电器
三、电动机综合保护器	
第七节 启动器	402
一、电磁启动器	二、星-三角启动器
三、自耦降压启动器	
四、频敏变阻器启动器	
第八节 控制按钮和行程开关	423
一、控制按钮	二、行程开关
第九节 低压配电装置	427
一、自制配电盘	二、成品低压配电盘
三、配电箱	

第九章 异步电动机	435
第一节 电动机的结构、型号及技术数据	435

一、电动机的分类 二、三相异步电动机的结构 三、鼠笼型与绕线型电动机性能比较 四、三相异步电动机常用计算公式 五、电动机的铭牌和型号 六、常用异步电动机的技术数据	
第二节 电动机的选择和安装	460
一、三相异步电动机的选择 二、电动机的传动装置 三、电动机控制电器及连接导线 四、电动机的保护 五、电动机的安装和校正	
第三节 电动机的运行和维护	476
一、电动机的启动 二、电动机运行中的监视和维护 三、电动机断相运行的危害和预防 四、电动机的故障和原因分析	
第四节 单相电动机	484
一、YC系列单相电容启动异步电动机 二、CO2系列分马力单相电容启动异步电动机 三、单相电容启动电动机的接线	
第五节 潜水电泵	489
一、常用的潜水电泵 二、潜水电泵的安装运行	
第六节 三相异步电动机改为单相使用的接线	496
一、改接绕组法 二、加装电容器法	
第七节 三相异步电动机的控制电路	498
一、三相异步电动机单向点动控制线路 二、三相异步电动机单向启动控制线路 三、正反向启动控制线路 四、电动机限位控制线路 五、自动往返循环控制电路	
第十章 电动机的检修	506
第一节 三相交流电动机绕组	506
一、绕组概述 二、单层绕组 三、双层绕组	
第二节 交流电动机的定子绕组故障和局部检修	517
一、交流电动机的故障特点和分析方法 二、绕组绝缘电阻偏低和处理 三、绕组接地故障和检修 四、绕组短路故障和检修 五、绕组断路故障和检修 六、绕组接线错误和检查	
第三节 异步电动机定子绕组的重绕	529
一、电动机的绕组及铁芯数据 二、绕组的拆除 三、绕制线圈 四、绕组嵌装 五、浸漆与烘干 六、电动机修理后的检查试验	
第四节 异步电动机转子的故障和检修	561
一、鼠笼转子的故障和检修 二、绕线转子的故障和检修	

三、电动机轴承部分的故障和检修	
第五节 单相异步电动机的修理	568
一、单层绕组的嵌线及连接	
二、同心式线圈和正弦绕组	
三、定子绕组的重绕	
第十一章 室内配线与电力照明	574
第一节 室内配线的设计要求	574
一、室内配线方法	
二、导线种类的选择	
三、室内配线导线截面的选择	
四、动力、照明工程施工图	
五、农村小康住宅的电气设计	
第二节 瓷珠布线和瓷瓶布线	582
一、瓷珠布线	
二、针式绝缘子(瓷瓶)布线	
第三节 夹板布线和槽板布线	588
一、夹板配线	
二、槽板配线	
第四节 护套线配线	592
一、护套线配线方法	
二、护套线配线的注意事项	
三、护套线配线的其他夹线方法	
第五节 管内配线	595
一、选择配线管	
二、配线管的加工	
三、配管	
四、穿线	
第六节 常用照明器具与照明电路	603
一、常用照明电光源概况	
二、常用照明附件及安装	
三、开关和插座的安全	
四、电气照明的基本线路	
第七节 常用照明电光源及安装	614
一、白炽灯	
二、荧光灯	
三、紧凑型荧光灯	
四、高压钠灯	
五、高压水银荧光灯	
六、碘钨灯(卤钨灯)	
第十二章 安全用电知识	626
第一节 触电形式与触电伤害	626
一、触电形式	
二、触电伤害	
第二节 触电急救	630
一、脱离电源	
二、对症救治	
三、口对口(鼻)人工呼吸和胸外按压(人工循环)	
第三节 电工作业安全技术	635

一、高压电力线路或电气设备上工作的安全措施	二、在配电变压器台上等处工作的安全措施	三、低压电力线路或电气设备上工作的安全措施	四、在低压线路上带电工作的安全措施
第四节 接地方式与接地装置 641			
一、接地的种类	二、低压配电系统的接地型式	三、各种低压接地型式的安装要求	四、电力设备应当保护接地或接保护中性线的范围
五、部分电气装置要求的接地电阻值	六、接地装置的安装	七、接地装置形式及其接地电阻计算	
第五节 防雷装置及防雷保护 650			
一、防雷装置	二、配电设备的防雷保护		
第六节 漏电保护器 659			
一、漏电保护器的类型	二、漏电保护器的配置	三、漏电保护器的安装要求	四、漏电保护器常见的故障及处理方法
五、漏电保护器的运行与维护			
第十三章 农村用电管理 675			
第一节 电价电费管理 675			
一、报装接电	二、电价的分类	三、两部制电价	四、力率调整电费
第二节 反窃电方法与措施 678			
一、什么叫窃电	二、窃电方式分析	三、反窃电的技术措施	
第三节 电力设施保护 682			
一、电力线路保护区	二、电力设施与其他设施互相妨碍的处理	三、危害发电厂、变电所设施的行为	四、危害电力线路设施安全的行为
第四节 并联电容器与无功补偿 684			
一、常用并联电容器的型号规格	二、并联电容器的无功补偿方式	三、功率因数的常用计算方法	四、无功补偿容量的确定
五、电容器的安装			
附录 697			
附录 1 国家已发布的淘汰电工产品及代替产品型号摘录 697			
附录 2 常用家用电器的功率及额定电流表 701			
附录 3 电灯、电热器的电流计算表 702			
附录 4 日光灯的电流计算表 702			

第一章 电工基础知识

第一节 常用电学基本名词术语

一、电学基本量

(1) 电荷：电荷是物质的一种固有属性。我们把组成物质的无数带电微粒（如质子、电子）称做电荷。电荷有两种：一种叫正电荷，另外一种叫负电荷。并且在电荷之间存在着相互作用力，同性电荷相互排斥，异性电荷相互吸引。在正常条件下，任何一个物体带正电和带负电相等，呈中性。但如果由于某种原因（如摩擦、电磁作用等），使负电荷多于或少于正电荷，因而这个物体便带负电或正电。这种有电荷存在和电荷变化的现象，就是我们日常所说的“电”。

(2) 电场：带电物体相斥或者相吸作用力的范围，叫做电场。电场具有两种特性：①凡是带电物体位于电场中，都要受到电场作用力；②一旦带电体受到电场力作用移动时，电场要做功。

(3) 电流：电子沿着导电的物体（导体）朝着一定方向有规律的流动，这就叫电流。电流用符号“ I ”表示，常用的单位为安培，简称“安”，用符号“A”表示。

(4) 电流密度：指当电流在导体的横截面上均匀分布时，该电流与导体横截面的比值，用字母 j 表示，单位为 A/mm^2 （安/毫米²）。

(5) 电压：电路两端的电位差叫做电压。电压实际上就是推动电子流动的能力，用符号“ U ”表示。电压的单位是伏特，简称“伏”，用符号“V”表示。常用的电压单位还有kV（千伏）、mV（毫伏）等，它们之间的关系为： $1kV=1000V$ ； $1V=1000mV$ 。

(6) 电动势：一个电源（例如发电机、电池等）能够使电流持续不断沿电路流动，就是因为它能使电路两端维持一定的电位差，这种使电路两端产生和维持电位差的能力，就叫做电动势，电动势常用字母“ E ”表示，单位也是 V（伏）。

(7) 电阻：当电流在电路中流动时，会遇到一定的阻力，这种阻力称为电阻。电阻用符号“ R ”表示。电阻的单位是欧姆，简称欧，用符号“ Ω ”表示。常用的电阻单位还有 $k\Omega$ （千欧）、 $M\Omega$ （兆欧）等。

(8) 导体：电流可以通过的物体，也就是能导电的物体叫做导体，例如铜、铝、铁等，我们常用的导线大都是用铜或铝做成的。

(9) 绝缘体：凡是不容易导电的物体，都叫绝缘体，如塑料、橡胶、胶木及干燥的木块、棉布等。

(10) 半导体：导电性能介于导体与绝缘体之间的物体叫半导体，如硅、锗等。

(11) 电功率：电功率是单位时间内电流所做的功，用“ P ”表示。电功率的单位是瓦特，简称“瓦”，用符号“W”表示。常用的单位还有 kW（千瓦）。

(12) 电能：电能是指一段时间内电流所做的功。电能 = 电功率 $\times$ 时间。实用中电能的单位为千瓦·时，用符号“kW·h”表示。平常我们所说用了凡“度”电，这个度就是指 kW·h。不过

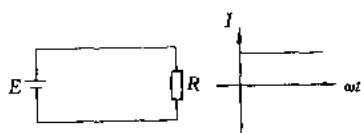


图 1-1 直流电

“度”这个电能单位在新的国家标准中已经废除，现在电能的单位统一用 kW·h 来表示。

(13) 直流电：凡大小和方向不随时间变化的电流称为直流电，如干电池等。如图 1-1 所示。

二、交流电的基本知识

(1) 交流电：大小和方向都随时间作周期性变化的电流称为

交流电。交流电用符号“~”表示。

(2) 正弦交流电：在电力生产中，所有交流发电机发出的电压或电流都是随时间按正弦规律变化的，这样的交流电称为正弦交流电，简称交流电，如图 1-2 所示。

(3) 频率：交流电每秒完成的周数叫频率，用符号“ f ”表示，单位是赫兹 (Hz)，简称赫。它的大单位是 kHz (千赫) 和 MHz (兆赫)。我国大陆电力供电的频率为 50Hz，称为工频。

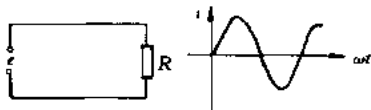


图 1-2 交流电

(4) 周期：交流电在变化过程中，它的瞬时值经过一次循环又变化到原来的瞬时值所需的时间，即交流电变化一个循环所需的时间，称交流电的周期，周期用“ T ”表示，单位为 s (秒)。我国电网交流电的周期为 0.02s。

(5) 瞬时值：正弦交流电的数值是在不断变化的，在任一瞬间的数值就叫瞬时值。一般用小写字母代表，如电动势、电流、电压的瞬时值分别用 e 、 i 、 u 表示。

(6) 最大值：交流电在变化过程中所出现的最大瞬时值，称作交流电的最大值，常用 I_m 、 U_m 、 E_m 来表示电流、电压和电动势的最大值。

(7) 有效值：交流电通过电阻性负载时，如果所产生的热量与直流电在相同的时间内所产生的热量相等时，这一直流电的大小就是交流电的有效值，常用 U 、 I 、 E 等代表电流、电压和电势的有效值。平时所说的电流、电压的数值以及电气仪表所测量的数值大都是有效值。

(8) 相位和相位差：线圈在磁场中旋转时，导线切割磁力线会产生感应电动势，它的变化规律可用正弦曲线表示。如果我们取三个线圈，将它们在空间位置上相差 120° 角，三个线圈仍旧在磁场中以相同速度旋转，一定会感应出三个频率相同的感应电动势。由于三个线圈在空间位置互相差 120° ，感应电动势的变化在

经过最大值时就有先后的差别，这种先后差别在交流电里叫相位差。而相位是反映正弦量的进程，线圈转动处于不同的时刻，就对应不同的相位。

(9) 电感：电感是表征电感器储能能力的一个物理量，用符号 L 表示，单位为亨 (H)。实用单位中还有毫亨 (mH)。

(10) 电容：在电路中，电容器能把电能转变为电场能。电容是表征电容器容纳电场能量(电荷)能力的一个参数，用字母 C 表示，单位为法 (F)，实用单位中还有 μF (微法) 和 $\mu\mu\text{F}$ (微微法)。

(11) 感抗：交流电流通过电感线圈时，线圈中会产生感应电动势来阻止电流的变化，因而有一种阻止交流电流通过的作用，我们把它叫做感抗，用符号 X_L 表示，单位为 Ω (欧)。

(12) 容抗：交流电流通过电容时，与感抗类似，也有阻止交流电流通过的作用，我们把它叫作容抗。用符号 X_C 表示，单位为 Ω (欧)。

(13) 阻抗：交流电流通过具有电阻 (R)、电感 (L)、电容 (C) 的电路时，由于电阻、感抗、容抗都有阻碍电流通过的作用，所以我们把他们总称为阻抗，用符号 Z 表示，单位亦为 Ω (欧)。

(14) 有功功率：在交流电路中，电阻所消耗的功率为有功功率，以字母 P 表示，单位为 W (瓦)、kW (千瓦)。

(15) 无功功率：在交流电路中，电感(电容)是不消耗能量的，它只是与电源之间进行能量的互换，而并没有消耗真正的能量，我们把与电源交换能量的功率称为无功功率。无功功率用符号 Q 表示，单位是 var (乏)、kvar (千乏)。

(16) 视在功率：视在功率是指交流电路中电压和电流的乘积，它即不是有功功率，又不是无功功率。通常用视在功率表示变压器等设备的容量，用符号 S 表示，单位为 $\text{V} \cdot \text{A}$ (伏·安) 或 $\text{kV} \cdot \text{A}$ (千伏·安)。

(17) 功率因数：在交流电路中，电压和电流之间的相位差 (φ) 的余弦叫做功率因数，用符号 $\cos\varphi$ 表示，在数值上，是有功