

# 现代电工技术手册

《现代电工技术手册》编委会 编



中国水利水电出版社

[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

# 现代电工技术手册

《现代电工技术手册》编委会 编



机械工业出版社 CHINA MACHINE PRESS

# 现代电工技术手册

《现代电工技术手册》编委会 编



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本手册是为适应新世纪电工技术发展要求而编写的一本大型实用技术手册,内容包括常用资料、基础知识、电工材料、电气设备、电气控制、供配电系统、电气照明、安全用电、节约用电、计划用电等十篇,共48章。全部采用简明扼要、一目了然的表格形式,全面系统地介绍现代电工技术的有关知识,并结合有关内容宣传贯彻我国的最新标准规范,从而使手册内容更具有实用性和权威性。

本手册的主要对象是从事电工技术工作的工程技术人员包括具有中等文化程度以上的广大电气工人,对相关专业的电大中专师生亦有参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代电工技术手册/刘介才主编. 北京:中国水利水电出版社,2002

ISBN 7-5084-1329-6

I. 现… II. 刘… III. 电工技术-技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第098914号

责任编辑 鹿启炳

书 名	现代电工技术手册
作 者	刘介才 主编
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:sale@waterpub.com.cn 电话:(010)63202266(总机)、68331835(发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京密云红光印刷厂
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787×1092毫米 32开本 44.375印张 2069千字
版 次	2003年2月第一版 2003年2月第一次印刷
印 数	0001—3700册
定 价	78.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

进入21世纪,随着西部大开发战略的实施和举世瞩目的三峡水利枢纽工程的建设,我国的电工技术也开始了一个新的发展时期,对电工技术人员的要求也相应地提高。为了适应这一新形势的要求,我们按中国水利水电出版社的出版规划,编写了这本《现代电工技术手册》,以满足广大电工技术人员包括具有中等文化程度以上的电气工人从事电工技术工作的需要,也可供相关专业的大中专师生教学参考。

本手册共分十篇四十八章。第一篇常用资料,首先介绍了常用电气简图用图形符号和文字符号(新旧对照),并讲述了图形符号的使用和派生以及文字符号的编写和补充原则;接着介绍了常用的物理量和单位及我国电气设备的电压、电流和频率标准,供电的电能质量要求及其改善措施。第二篇基础知识,相继介绍了电工数学、电路与磁路、电工仪表与测量、电子技术、计算机与网络技术等基础知识。第三篇电工材料,介绍了常用的导电材料、磁性材料、绝缘材料等。第四篇电气设备,简要地讲述了旋转电机、变压器与互感器、高低压开关电器、熔断器与避雷器、无功补偿设备及成套配电装置等,并列出了部分常用的产品数据。第五篇电气控制,首先介绍了电动机的基本控制电路,接着讲述了部分常用机床和起重运输机械的电气控制与维修,最后介绍部分家用电器的电气控制与维修。第六篇供配电系统,依次介绍了发电厂和电力系统的基本知识,负荷计算和短路计算,主要设备的选择与校验,变配电所和供配电线路的结构和接线,导线与电缆的选择,继电保护、二次回路

及自动装置与自动化,供配电系统的运行维护与检修试验。第七篇电气照明,重点介绍常用的电光源与灯具,照明质量与照度标准及照明的设计计算。第八篇安全用电,介绍安全用电的有关概念和措施,过电压与防雷(包括防雷击电磁脉冲),接地与接零,触电急救及电气消防知识。第九篇节约用电,介绍节约用电的有关概念和措施及无功功率的人工补偿。第十篇计划用电,论述了计划用电的必要性及一般措施,电价政策与电费计收及供用电的运营管理问题。

整个手册采用简明扼要、一目了然的表格形式,并且辅以形象的插图,作到图文并茂,明白易懂。这里特别指出,本手册很重视宣传贯彻我国的最新标准规范。我们认为,作为现代的工程技术人员,包括技术工人,必须增强标准规范意识,严格按标准规范的规定从事技术工作,按标准规范的规定检验技术工作。单凭经验行事是不符合现代工程技术人员要求的。

本手册由刘介才同志主编。下列同志参加了手册的编写工作(以姓氏笔画为序):陈大丰(第八章)、罗宓(第八章)、岳德坤(第二十二章)、秦虎文(第九篇)、唐红(第七章)、霍平(第二十一章)。刘甫迎、宋金华两位同志审阅了部分书稿,提出了不少宝贵意见。全书最后由主编整理定稿。

本手册在编审过程中,得到中国水利水电出版社编辑和成都电子机械高等专科学校领导的大力支持,其他不少单位和同志也给予了很多帮助,谨在此表示衷心的感谢!

限于我们的水平,错漏难免,敬希有关专家和广大读者批评指正。

《现代电工技术手册》编委会

2003年元月



- |     |       |
|-----|-------|
| 第一篇 | 常用资料  |
| 第二篇 | 基础知识  |
| 第三篇 | 电工材料  |
| 第四篇 | 电气设备  |
| 第五篇 | 电气控制  |
| 第六篇 | 供配电系统 |
| 第七篇 | 电气照明  |
| 第八篇 | 安全用电  |
| 第九篇 | 节约用电  |
| 第十篇 | 计划用电  |

# 《现代电工技术手册》

## 编委会

**主编：**刘介才

**编委：**(以姓氏笔画为序)

刘甫迎 宋金华

陈大丰 罗 突

岳德坤 秦虎文

唐 红 霍 平



# 目 录

## 前 言

### 第一篇 常用资料

<b>第一章 常用的电气图形符号和文字符号</b> .....	1
<b>第一节 常用的电气简图用图形符号</b> .....	1
一、常用的电气简图用图形符号 (新旧对照) .....	1
二、电气简图用图形符号的使用和派生 .....	55
<b>第二节 电工技术中常用的文字符号</b> .....	56
一、常用的电气设备文字符号 (新旧对照) .....	56
二、常用的辅助文字符号 (新旧对照) .....	64
三、常用的物理量下角标文字符号 (新旧对照) .....	66
四、线路敷设方式、部位及灯具安装方式的文字符号 (新旧对照) .....	70
五、电气文字符号的编写与补充原则 .....	72
<b>第二章 常用的物理量和单位</b> .....	75
<b>第一节 国际单位制 (SI)</b> .....	75
一、国际单位制 (SI) 的基本单位和辅助单位 .....	75
二、国际单位制 (SI) 中部分具有专门名称的导出单位 .....	76
三、可与国际单位制 (SI) 单位并用的我国法定计量单位 .....	78
四、国际单位制 (SI) 的词头 .....	79
<b>第二节 常用的物理量和单位</b> .....	79
一、常用的空间、时间、周期及有关现象的量和单位 .....	79
二、常用的力学和热学的量与单位 .....	80
三、常用的电学和磁学的量与单位 .....	81
四、常用的光及有关电磁辐射的量和单位 .....	84
<b>第三节 常用物理量单位的换算</b> .....	85
一、常用度量衡单位的换算 .....	85
二、常用功率和能量单位的换算 .....	87
<b>第三章 电气设备的额定值、分类及电能质量</b> .....	88
<b>第一节 电气设备的额定值</b> .....	88

一、电力系统和设备的额定电压值 .....	88
二、电气设备的额定电流值 .....	89
三、电气设备的额定频率值 .....	90
<b>第二节 电气设备的分类及环境分区 .....</b>	<b>90</b>
一、电气设备按电压分类及电压等级的划分 .....	90
二、电气设备按防触电保护分类 .....	91
三、电气设备外壳防护等级 (IP 代码) .....	92
四、低压电器的使用类别代号及其对应的用途 .....	94
五、爆炸和火灾危险环境的分区 .....	95
六、我国气候条件的分区 .....	96
<b>第三节 电能质量及其改善措施 .....</b>	<b>97</b>
一、供电的电能质量要求 .....	97
二、电能质量问题的特点及其改善措施 .....	101

## 第二篇 基础知识

<b>第四章 电工数学基础 .....</b>	<b>105</b>
<b>第一节 常用的初等数学知识 .....</b>	<b>105</b>
一、常用的代数公式 .....	105
二、常用的三角公式 .....	110
三、常用的几何定理和公式 .....	115
<b>第二节 常用的高等数学知识 .....</b>	<b>120</b>
一、常用的复数知识 .....	120
二、常用的微积分知识 .....	121
三、傅里叶 (Fourier) 变换知识 .....	129
四、矢量运算的基本知识 .....	133
<b>第五章 电路与磁路基础 .....</b>	<b>134</b>
<b>第一节 电磁学基本知识 .....</b>	<b>134</b>
一、部分常用的电磁学名词术语 .....	134
二、电磁学的基本定律和定则 .....	139
<b>第二节 电路与磁路的基本概念与定律 .....</b>	<b>141</b>
一、电路的基本概念与基本定律 .....	141
二、磁路的基本概念与基本定律 .....	143
<b>第三节 常用的电路参数计算 .....</b>	<b>145</b>
一、电阻的计算 .....	145

二、电感和感抗的计算 .....	146
三、电容和容抗的计算 .....	148
四、阻抗的计算 .....	149
<b>第四节 直流电路的分析计算</b> .....	151
一、简单直流电路的分析计算 .....	151
二、复杂直流电路的分析计算 .....	152
<b>第五节 正弦交流电路的分析计算</b> .....	155
一、单相正弦交流电路的分析计算 .....	155
二、三相正弦交流电路的分析计算 .....	160
三、正弦交流电路的谐振 .....	166
<b>第六节 非正弦交流电路的分析计算</b> .....	168
一、非正弦交流量的产生及其分析计算 .....	168
二、几种常见的非正弦波形的谐波特点 .....	170
<b>第七节 线性电路过渡过程的分析计算</b> .....	171
一、电路过渡过程的产生及换路定律 .....	171
二、一阶线性电路的过渡过程分析计算 .....	172
三、二阶线性电路的过渡过程分析计算 .....	175
<b>第八节 磁路、铁损及电磁力计算</b> .....	176
一、磁路的计算 .....	176
二、铁芯线圈功率损耗的计算 .....	177
三、载流导体间电磁力的计算 .....	178
<b>第六章 电工仪表与测量基础</b> .....	180
<b>第一节 常用的电工测量仪表</b> .....	180
一、常用电工仪表的测量机构 .....	180
二、电工指示仪表的标志符号 .....	182
三、常用电工仪表的型号编制 .....	186
四、常用电工仪表的结构、接线与应用 .....	187
五、部分电工测量仪表的主要技术数据 .....	194
<b>第二节 常用的电工测量方法</b> .....	201
一、测量方法与测量误差 .....	201
二、电流和电压的测量 .....	203
三、电功率和电能的测量 .....	205
四、电阻的测量 .....	208
五、电感和电容的测量 .....	211

<b>第七章 电子技术基础</b> .....	214
<b>第一节 电子技术部分名词概念</b> .....	214
<b>第二节 常用的电子元器件</b> .....	217
一、电阻、电容 .....	217
二、半导体器件 .....	223
<b>第三节 常用的整流电路和滤波电路</b> .....	237
一、常用的单相整流电路 .....	237
二、常用的多相整流电路 .....	238
三、常用的滤波电路 .....	241
<b>第四节 放大电路</b> .....	242
一、晶体管放大电路 .....	242
二、集成运算放大器 .....	247
<b>第五节 直流稳压电源</b> .....	259
一、直流稳压电源的组成与技术指标 .....	259
二、直流稳压电源的分类 .....	260
三、部分集成稳压器产品 .....	267
<b>第六节 数字电路基础</b> .....	268
一、逻辑代数的基本运算、公式和运算规则 .....	268
二、门电路与触发器 .....	269
三、常见中规模集成组合逻辑电路与时序逻辑电路 .....	271
四、数字集成电路 .....	272
<b>第七节 电力电子器件及电路基础</b> .....	297
一、电力电子器件的类别、特征及主要用途 .....	297
二、晶闸管的型号编制 .....	302
三、晶闸管整流电路 .....	302
四、常用晶闸管触发电路 .....	315
<b>第八章 计算机与网络技术基础</b> .....	318
<b>第一节 计算机概述</b> .....	318
<b>第二节 计算机硬件知识</b> .....	320
一、计算机硬件的组成及其工作原理 .....	320
二、计算机的主要硬件设备 .....	322
三、微型计算机的结构特点 .....	335
四、常用的计算机电源 .....	337
<b>第三节 计算机软件知识</b> .....	339

一、系统软件与应用软件 .....	339
二、常用的程序设计语言 .....	341
三、计算机病毒及其防治 .....	343
<b>第四节 计算机多媒体技术基础</b> .....	345
一、计算机媒体及其类型 .....	345
二、计算机多媒体技术及其系统 .....	346
<b>第五节 计算机网络基础知识</b> .....	347
一、计算机网络概述 .....	347
二、计算机网络数据通信基本常识 .....	351
三、传输介质的几种常用标准 .....	360

## 第三篇 电工材料

<b>第九章 常用的导电材料</b> .....	363
<b>第一节 导电金属材料</b> .....	363
一、常用导电金属材料的主要特性数据 .....	363
二、常用导电铜合金和铝合金的主要特性数据及其用途 .....	364
三、常用触头材料的主要特性数据及其用途 .....	365
<b>第二节 导线和电缆</b> .....	368
一、裸导线的常用类型及其主要技术数据 .....	368
二、绝缘导线的常用类型及其主要技术数据 .....	374
三、电力电缆的常用类型及其主要技术数据 .....	391
四、控制电缆的常用类型及其主要技术数据 .....	400
五、电子计算机用屏蔽控制电缆的常用类型及其主要技术数据 .....	404
<b>第三节 电磁线</b> .....	405
一、电磁线的主要类型、特点及其用途 .....	405
二、QQ、QZ、QA、QZY、QY等型漆包圆铜线的主要技术数据 .....	409
<b>第四节 电阻和熔体材料</b> .....	411
一、电阻合金材料 .....	411
二、熔体材料 .....	417
<b>第五节 部分电工辅料</b> .....	420
一、防腐降阻剂 .....	420
二、导电膏 .....	421
三、散热涂料 .....	422
<b>第十章 常用的磁性材料</b> .....	423

第一节 常用的软磁材料	423
一、软磁材料的类别、特点和用途	423
二、电工硅钢片的分类、用途和标称尺寸	424
第二节 常用的永磁材料	425
一、永磁材料的类别、特点和用途	425
二、部分永磁材料的主要技术数据	427
<b>第十一章 常用的绝缘材料</b>	<b>430</b>
第一节 绝缘材料的分类和性能指标	430
一、绝缘材料的分类	430
二、绝缘材料的介电特性	431
三、绝缘材料的耐热等级	432
第二节 气体和液体绝缘材料	434
一、气体绝缘材料的类型、性能及应用范围	434
二、液体绝缘材料的类型、性能及应用范围	435
第三节 固体绝缘材料	437
一、固体绝缘材料的类型和性能特点	437
二、常用无机固体绝缘材料的主要技术数据和用途	437
三、常用有机固体绝缘材料的主要技术数据和用途	442

## 第四篇 电气设备

<b>第十二章 旋转电机</b>	<b>454</b>
第一节 旋转电机概述	454
一、旋转电机的结构、特点及应用范围	454
二、旋转电机的型号编制	457
第二节 异步电动机	459
一、异步电动机的基本结构、原理及有关概念	459
二、异步电动机的类型、结构特点和主要用途	462
三、异步电动机的常见故障及其处理	467
四、部分常用三相异步电动机的主要技术数据	470
第三节 同步电机	485
一、同步电机的基本结构、原理及有关概念	485
二、同步电机的类型、结构特点和主要用途	488
三、同步电动机的常见故障及其处理	489
四、部分常用三相同步电动机的主要技术数据	492

<b>第四节 直流电机</b> .....	492
一、直流电机的基本结构、原理及有关概念.....	492
二、直流电机的类型、特点和主要用途.....	493
三、直流电动机的起动、调速和制动.....	496
四、直流电动机的常见故障及其处理.....	498
五、部分常用直流电动机的主要技术数据.....	499
<b>第五节 小功率电动机</b> .....	504
一、小功率异步电动机的类型、特性及其应用范围.....	504
二、小功率同步电动机的类型、特性及其应用范围.....	507
三、小功率直流电动机的类型、特性及其应用范围.....	508
<b>第六节 电动机的选择、保护与试验</b> .....	509
一、电动机的选择要求.....	509
二、电动机的保护要求.....	511
三、电动机的交接试验要求.....	513
<b>第十三章 变压器与互感器</b> .....	516
<b>第一节 电力变压器</b> .....	516
一、电力变压器的基本结构、原理及有关概念.....	516
二、三相电力变压器常用的联结组.....	522
三、电力变压器的类型、特点及应用范围.....	524
四、电力变压器的型号编制.....	527
五、部分常用电力变压器的主要技术数据.....	528
<b>第二节 电压互感器</b> .....	534
一、电压互感器的基本结构、原理及有关概念.....	534
二、电压互感器常用的联结方案.....	535
三、电压互感器的型号编制.....	536
四、部分常用电压互感器的主要技术数据.....	537
<b>第三节 电流互感器</b> .....	539
一、电流互感器的基本结构、原理及有关概念.....	539
二、电流互感器常用的联结方案.....	541
三、电流互感器的型号编制.....	542
四、部分常用电流互感器的主要技术数据.....	544
<b>第十四章 高压开关电器</b> .....	550
<b>第一节 高压开关电器概述</b> .....	550
一、高压开关电器的类型、特点及应用范围.....	550

二、高压开关电器的型号编制 .....	551
<b>第二节 高压隔离开关</b> .....	552
一、高压隔离开关的基本结构及有关概念 .....	552
二、部分常用高压隔离开关的主要技术数据 .....	554
<b>第三节 高压负荷开关</b> .....	555
一、高压负荷开关的基本结构及有关概念 .....	555
二、部分常用高压负荷开关的主要技术数据 .....	557
<b>第四节 高压断路器</b> .....	559
一、高压断路器的基本结构及有关概念 .....	559
二、部分常用高压断路器的主要技术数据 .....	561
<b>第五节 高压接触器</b> .....	564
一、高压接触器的基本结构及有关概念 .....	564
二、部分常用高压真空接触器的主要技术数据 .....	565
<b>第六节 高压开关的操动机构</b> .....	566
一、手力操动机构 .....	566
二、弹簧操动机构 .....	569
三、电磁操动机构 .....	572
<b>第十五章 低压开关电器</b> .....	575
<b>第一节 低压开关电器概述</b> .....	575
一、低压开关电器的类型、特点及应用范围 .....	575
二、低压开关电器的型号编制 .....	578
<b>第二节 低压刀开关</b> .....	583
一、低压刀开关的基本结构及有关概念 .....	583
二、部分常用刀开关的主要技术数据 .....	584
<b>第三节 低压负荷开关</b> .....	587
一、低压负荷开关的基本结构及有关概念 .....	587
二、部分常用负荷开关的主要技术数据 .....	589
<b>第四节 低压断路器</b> .....	590
一、低压断路器的基本结构及有关概念 .....	590
二、部分万能式低压断路器的主要技术数据 .....	592
三、部分塑料外壳式低压断路器的主要技术数据 .....	597
<b>第五节 低压接触器、继电器及起动器</b> .....	601
一、低压接触器的基本结构及有关概念 .....	601
二、部分常用低压接触器的主要技术数据 .....	603



三、控制继电器的基本结构及有关概念	613
四、部分常用控制继电器的主要技术数据	616
五、起动器的基本结构及有关概念	625
六、部分常用起动器的主要技术数据	627
<b>第六节 主令电器和转换开关</b>	630
一、主令电器和转换开关的基本结构及有关概念	630
二、部分按钮的主要技术数据	632
三、部分行程开关的主要技术数据	635
四、部分转换开关和万能转换开关的主要技术数据	636
<b>第十六章 熔断器与避雷器</b>	640
<b>第一节 高压熔断器</b>	640
一、高压熔断器的类别、功能、结构及型号表示	640
二、部分常用高压熔断器的主要技术数据	645
<b>第二节 低压熔断器</b>	648
一、低压熔断器的类别、功能、结构及型号表示	648
二、部分常用低压熔断器的主要技术数据	651
<b>第三节 高低压避雷器</b>	654
一、高低压避雷器的类别、结构、性能及型号表示	654
二、部分常用避雷器的主要技术数据	659
<b>第十七章 无功补偿设备</b>	666
<b>第一节 无功补偿设备概述及并联电容器</b>	666
一、无功补偿设备的常用类型、特点及应用范围	666
二、部分并联电容器的主要技术数据	667
<b>第二节 成套的无功补偿设备</b>	670
一、PGJ1型无功功率自动补偿电容器屏	670
二、TBB10.5型并联补偿成套装置	673
三、GRJ-4型低压静止补偿装置	676
<b>第十八章 成套配电装置</b>	677
<b>第一节 高压开关柜</b>	677
一、高压开关柜的类别、特点及其型号编制	677
二、JYN1-35(F)型高压开关柜(示例)	681
三、KGN-10型高压开关柜(示例)	695
<b>第二节 低压配电屏和配电箱</b>	715
一、低压配电屏的类别、特点及其型号编制	715