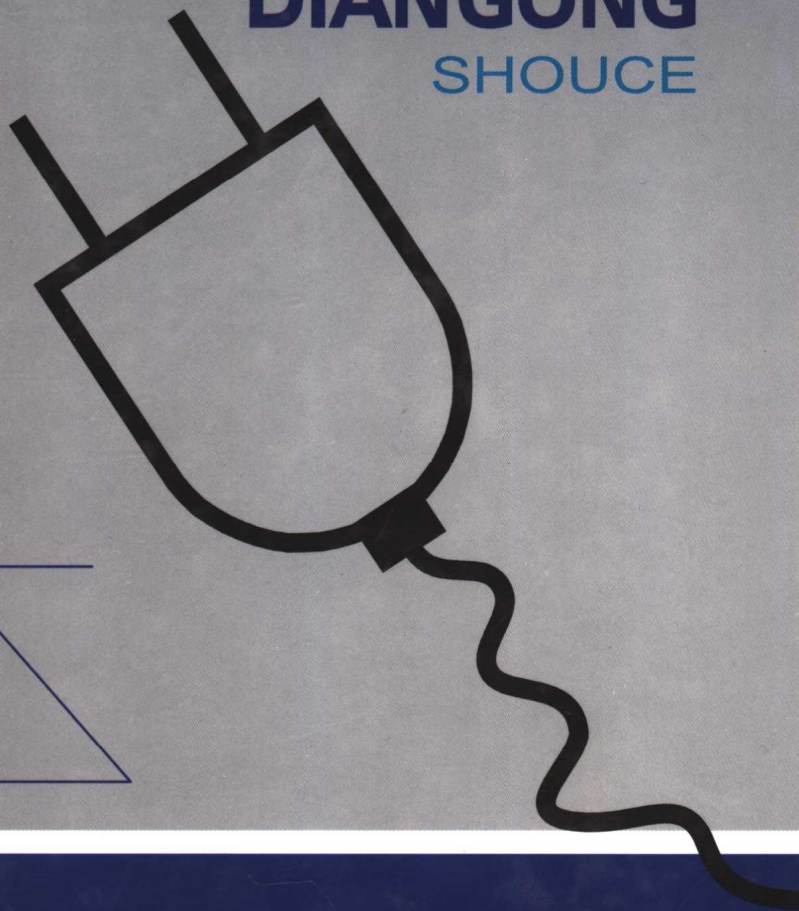


电 工 类 实 用 手 册 大 系

**DIANGONG**

SHOUCE



# 电 工 手 册

吕如良 沈汉昌 陆慧君 郭文华 主编 ● 第四版

上 海 科 学 技 术 出 版 社

**图书在版编目(CIP)数据**

电工手册/吕如良等主编.—4版.—上海:  
上海科学技术出版社,2002.1

(电工类实用手册大系)

ISBN 7-5323-5307-9

I.电... II.吕... III.电工-技术手册

IV.TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 22736 号

上海世纪出版股份有限公司 出版发行  
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

南京理工大学排版校对公司排版

上海新华印刷有限公司印刷

新华书店上海发行所经销

2006 年 10 月第 4 版第 35 次印刷

开本 787 × 1092 1/32 印张 54.75 插页 4 字数 1 772 000

印数 2 391 701—2 396 000 定价: 68.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,

请向承印厂联系调换

## 内 容 提 要

本手册是为了帮助各行各业的广大电气工作者解决日常生产实践中所遇到的一些技术难题而编写的。它取材于生产实践,内容以常用数据、公式、图表为主,辅以许多新设备的技术数据和实用线路,并介绍了电气安装和维修电工的工艺操作。

本手册(第四版)是在第三版的基础上作了较大程度的修订,书中文字符号和图形符号均按新的国家标准作了订正,增加了不少新内容,使全书内容更丰富、更实用。

本手册共分十四章,主要包括:电工常识、变压器、三相异步电动机及其维修、微电机、直流电机、专用电机、低压电器、电子电路、晶闸管及其应用、常用机械电气控制线路、照明、常用电工仪器仪表、安全用电与节约用电、常用电工材料等。

本书可供初、中等级的电工及工农业各部门中从事电气设计、制造、维修的工程师和技术人员使用,也可供其他电气工作者参考。

## 第一版前言

机械设备上驱动、控制用的电机、电器和电子器件的应用越来越广泛。为了配合广大电工使用、维修电气设备的需要，我们编写了本手册，供从事电气工作的电工同志在生产实践中和学习时参考。

本手册是在上海市徐汇区工人文化科技馆举办的业余技术交流的基础上，由吕如良、史淦森、沈汉昌、陆慧君、程君实、郭文华、夏长发、李亚斌、周国荣、安胜杨、宋彪、陈清泉、范长华、奚炳熙、张根发、王家玮、李陆根、徐荣一、杨柏林、傅成德、石伟中、黄舜年、府君辉等同志编写的。在编写过程中，从编写纲目到内容审查和征求意见，都得到北京、天津、南京、济南、沈阳、西安、青岛、杭州以及上海等地区的有关单位的大力支持，为我们提供了不少宝贵的资料。在集体审稿中，我们又请了有关工厂、研究所、学校等几十个单位的同志参加群众性审稿会议，听取了多方面的意见，进行了反复的修改。所以本手册是大协作的产物，也是集体的成果。

本手册在编集的内容方面还只是初步的认识，对于手册中错误和不足之处，欢迎广大读者批评指正，以便在重版时修改补充。

## 第二版前言

本书是一本供从事实践的电气工作人员使用的工具书。从1973年出版以来曾多次重印,受到广大读者欢迎。由于电气工业的迅速发展,新型电机、电器和电子器件不断涌现,同时有许多读者向我们提出了不少意见、建议和要求。为了更好地为四化服务,跟上时代步伐,我们进行了本书的修订工作。

本书共十五章,与第一版相比,几乎每一章都有不同程度的修改,更新了内容,充实了数据。其中第5章、第8章、第9章、第12章、第15章等都作较大修改,有些章节内容适当压缩。本书的修订出版使内容更实用,更便于查阅。我们希望本书将成为电气工作者的得力助手。

本书内容虽然丰富,但是仍然不可能把有关电气内容包罗无遗地收集进来;同时由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,欢迎读者批评指正。

参加本书修订工作的有史淦森、吕如良、周国荣、宋彪、李亚斌、沈汉昌、陆慧君、程君实、郭文华、奚炳熙、黄舜年、杨柏林、范长华、徐荣一、府君辉、王家玮等。由上海交通大学史淦森教授统审。

在修订过程中曾得到章志谦、施凉奎、王大麟、袁如红、屠传德等同志的协助,在此表示感谢。

## 第三版前言

本书曾在1989年作了一次较大的修改。这次第三版是在第二版修改的基础上进行的,而且修改的力度更大。其目的是使本书更符合生产的实际,更有助于电气工作者查阅、参考和使用。

本书第三版在编写风格和基本内容上仍保留前两版的特点,在内容上作了相应的修改和补充。例如有些章节内容作了删节、压缩与更新,有些章节增加了许多新设备的技术数据和实用线路,有的章节是重新编写的。本书中文字符号和图形符号(除未规定的以外)均按新的国家标准作了订正。我们相信,本书修订后肯定会受到广大读者的欢迎。

本书是一本内容丰富的工具书。跟上时代的步伐,紧紧为生产服务是我们编写本书的出发点。但是它不可能是一本“全书”,由于编者的水平有限,因此书中的不足和错误在所难免,欢迎读者批评指正。

参加第三版修订工作的有吕如良、沈汉昌、陆慧君、郭文华、黄舜年、李亚斌、王家玮等。

## 第四版前言

《电工手册》第四版与读者见面了。此次修改中我们又一次讨论了《电工手册》的服务对象,最后还是定为具有高中文化及初、中级等级的维修电工及其他电气工作者,为他们提供优质的服务是我们修改的目的。

在章、节上作了调整,删掉了不少篇幅,但在内容上更加丰富,更加反映当前生产的设备、元器件的情况,因而更具有实用性,我们的目标是希望《电工手册》成为广大读者的好“助手”。

尽管我们有良好的愿望而且也尽了力,但并不是说“手册”是“万宝全书”,就其内容看,是否都符合当前各行各业的实际,有待读者们来检验,一本好的工具书在推动生产的发展、管理水平、维修水平的提高是无法用经济价值来衡量的,希望我们的用意能为广大的读者所理解。本次第四版修订工作由吕如良、沈汉昌、陆慧君、郭文华共同负责,蔡敬春先生应邀承担了第6章的修订工作。真诚希望读者对《电工手册》提出宝贵的建议与批评,仅此致谢。

# 目 录

<b>第 1 章 电工常识</b> .....	1. 1	四、R 型变压器 .....	2. 54
1-1 常用计算公式 .....	1. 1	五、O 型(环形)变压器 .....	2. 58
1-2 常用物理量名称、 符号和单位 .....	1. 5	<b>2-4 特殊用途变压器</b> .....	2. 61
1-3 常用表格 .....	1. 7	一、自耦变压器 .....	2. 61
1-4 常用电工设备图形 符号 .....	1. 16	二、整流变压器 .....	2. 69
<b>第 2 章 变压器</b> .....	2. 1	三、电抗器的计算 .....	2. 76
2-1 变压器的基本知识 .....	2. 1	四、盐浴炉变压器 .....	2. 81
一、变压器的基本原理和 额定数据 .....	2. 1	五、交流稳压器 .....	2. 86
二、变压器的分类和结构 .....	2. 4	六、控制用变压器 .....	2. 93
三、变压器的联结组别 .....	2. 8	七、电流互感器 .....	2. 114
四、三相变压器组别极性 的测量 .....	2. 14	八、电压互感器 .....	2. 118
2-2 电力变压器安全运行 装置 .....	2. 17	九、音频输送变压器 (线间变压器) .....	2. 121
一、变压器测量装置 .....	2. 17	十、音频输出变压器 .....	2. 127
二、变压器允许运行方式 .....	2. 18	<b>第 3 章 三相异步电动机及其     修理</b> .....	3. 1
三、部分电力变压器的 技术数据 .....	2. 20	3-1 三相异步电动机的 分类、型号和选型 .....	3. 1
2-3 小型单相变压器的 设计和绕制 .....	2. 25	3-2 常用三相异步电动机 产品介绍 .....	3. 19
一、小型单相变压器的设计 .....	2. 25	一、三相异步电动机基本系列 产品 .....	3. 19
二、小型变压器的绕制 .....	2. 35	二、三相异步电动机派生系列 产品 .....	3. 47
三、C 型变压器 .....	2. 44	3-3 三相异步电动机专用 系列产品 .....	3. 105
		3-4 三相异步电动机的维护	



和常见故障的处理		二、电动机修复后的试验	
方法 .....	3. 139	.....	3. 186
一、电动机起动前的准备和		<b>第 4 章 直流电动机</b> .....	4. 1
检查 .....	3. 139	4-1 直流电动机的使用	
二、电动机运行中的维护和		和维护 .....	4. 1
定期维修 .....	3. 140	一、直流电动机的分类和	
三、三相异步电动机的常见		用途 .....	4. 1
故障和处理方法 .....	3. 143	二、直流电动机运行时的	
3-5 三相异步电动机的		接线图 .....	4. 2
绕组故障的检修 .....	3. 145	三、直流电动机的起动与	
一、定子绕组断路故障的		停车 .....	4. 4
检修 .....	3. 145	四、直流电动机火花等级的	
二、定子绕组接地故障的		鉴别 .....	4. 5
检修 .....	3. 147	五、直流电动机的维护 .....	4. 6
三、定子绕组短路故障的		六、直流电动机的常见故障	
检修 .....	3. 149	及处理方法 .....	4. 7
四、定子绕组接错和嵌反时		七、直流电动机的可逆	
的检修 .....	3. 150	应用 .....	4. 10
五、笼型转子绕组故障的		八、直流电动机的拆装	
检修 .....	3. 152	和试验 .....	4. 10
3-6 三相异步电动机定子		4-2 直流电动机的技术	
绕组的重绕 .....	3. 153	数据 .....	4. 13
一、绕组的基本概念 .....	3. 153	一、Z3 系列直流电动机的技术	
二、绕组拆除的方法 .....	3. 158	性能数据 .....	4. 13
三、绕组的绕制 .....	3. 159	二、Z4 系列直流电动机的技术	
四、嵌线 .....	3. 162	数据 .....	4. 30
五、接线 .....	3. 175	<b>第 5 章 微电机</b> .....	5. 1
六、绕组试验 .....	3. 180	5-1 驱动微电机 .....	5. 1
七、浸漆和烘干 .....	3. 181	一、驱动微电机的分类和型号	
3-7 三相异步电动机的拆装		命名方法 .....	5. 1
和修复后的试验 .....	3. 183		
一、电动机的拆装 .....	3. 183		

二、微型异步电动机 .....	5.3	6-3 弧焊电源 .....	6.50
三、微型同步电动机 .....	5.17	一、弧焊电源的分类、特点和术语 .....	6.50
四、微型直流电动机 .....	5.28	二、交流弧焊电源 .....	6.52
五、微型交流换向器电动机 .....	5.53	三、整流弧焊电源 .....	6.73
5-2 控制微电机 .....	5.66	四、节能弧焊机 .....	6.81
一、控制微电机的用途、分类和型号命名的方法 .....	5.66	6-4 部分家用电器的电动机 .....	6.88
二、自整角机 .....	5.66	一、电冰箱压缩机组的电动机 .....	6.88
三、旋转变压器 .....	5.81	二、空调器用的电动机 .....	6.96
四、伺服电动机 .....	5.94	三、洗衣机用的电动机 .....	6.104
五、测速发电机 .....	5.104	四、吸尘器用的电动机 .....	6.111
六、伺服-测速电机 .....	5.116	五、电吹风机用的电动机 .....	6.114
七、步进电动机 .....	5.117	六、录音机用的电动机 .....	6.119
<b>第6章 专用电机</b> .....	6.1	七、电唱机用的电动机 .....	6.126
6-1 电钻 .....	6.1	<b>第7章 低压电器</b> .....	7.1
一、电钻的型号、系列和结构 .....	6.1	7-1 低压电器的分类 .....	7.1
二、常用电钻和冲击电钻的技术数据 .....	6.2	一、分类和应用 .....	7.1
三、电钻使用注意事项和故障处理 .....	6.10	二、术语 .....	7.3
四、单相与三相电钻的电动机结构数据 .....	6.12	三、低压电器外壳防护型式和等级 .....	7.7
6-2 电扇电动机 .....	6.16	四、低压电器的常见使用类别 .....	7.12
一、电扇电动机的结构和运行原理 .....	6.17	五、低压电器常用电量的代号和符号 .....	7.13
二、电扇电动机的调速 .....	6.18	7-2 低压电器产品型号 .....	7.15
三、电扇电动机技术数据 .....	6.32	一、低压电器产品型号说明 .....	7.15
四、电扇常见故障及其处理方法 .....	6.41	二、低压电器产品型号的类型	

代号和通用派生字母 … 7.19	8-3 模拟集成电路 …… 8.48
7-3 常用低压电器 …… 7.24	一、模拟集成电路的基本单元
一、开关、隔离器、隔离开关	电路 …… 8.48
和熔断器组合 …… 7.24	二、模拟集成电路的外接电路
二、熔断器 …… 7.51	…… 8.54
三、断路器 …… 7.69	三、应用电路 …… 8.55
四、接触器 …… 7.118	四、部分模拟集成电路系列
五、起动器 …… 7.149	…… 8.62
六、控制继电器 …… 7.168	8-4 直流稳压电源 …… 8.68
七、控制器 …… 7.208	一、直流稳压电源的技术指标
八、主令电器 …… 7.223	…… 8.68
九、电阻器 …… 7.262	二、直流稳压电源的分类 … 8.69
十、变阻器 …… 7.272	三、串联式直流稳压电源 … 8.70
十一、电磁铁 …… 7.305	四、开关调整型稳压电源 … 8.82
十二、模数化终端组合电器	五、集成稳压器 …… 8.84
…… 7.324	六、功率管的热设计 …… 8.84
<b>第8章 电子电路及其应用 … 8.1</b>	七、常用稳压电路 …… 8.86
8-1 整流电路 …… 8.1	八、部分集成稳压器产品 … 8.91
一、单相整流电路 …… 8.1	九、典型应用电路 …… 8.94
二、多相整流电路 …… 8.7	8-5 数字电路 …… 8.96
三、常用二极管的型号和	一、数字电路的基本单元 … 8.96
主要参数 …… 8.7	二、数字集成电路 …… 8.101
四、小功率单相整流电路计算	三、双极型集成电路 …… 8.102
…… 8.15	四、MOS 集成电路 …… 8.122
8-2 晶体管基本放大电路	8-6 常用电子元件 …… 8.147
及部分应用 …… 8.19	一、电阻器(电位器) …… 8.147
一、晶体管的工作状态 …… 8.19	二、电容器 …… 8.153
二、晶体管低频放大电路 … 8.19	<b>第9章 晶闸管及其应用 …… 9.1</b>
三、晶体管差动放大电路 … 8.31	9-1 晶闸管的型号和参数 … 9.1
四、晶体管继电器电路 …… 8.31	一、晶闸管型号 …… 9.1
五、光电耦合器 …… 8.46	二、晶闸管参数的意义 …… 9.3

三、常用晶闸管技术数据	9.5
四、常用元件介绍	9.18
9-2 晶闸管主电路	9.19
一、可控整流电路	9.19
二、带续流二极管的可控 整流电路	9.26
三、逆变电路	9.27
9-3 主回路的设计	9.31
一、主电路设计	9.31
二、滤波电抗器电感的估算	9.33
三、保护电路的设计	9.36
四、整流元件串并联及其 保护的选择	9.44
9-4 晶闸管触发电路	9.46
一、简单的触发电路	9.46
二、阻容移相触发电路	9.49
三、单结晶体管触发电路	9.52
四、利用电容充放电进行移相 的晶体管触发电路	9.63
五、调节箝位电平进行移相的 晶体管触发电路	9.63
六、小容量晶闸管组成的大功 率脉冲触发电路	9.73
七、三相并联逆变器(串联 电感式)的控制电路	9.77
八、触发电路的输出环节	9.83
9-5 晶闸管应用实例	9.86
一、ZLK-1 型手操作电磁调速 异步电动机	9.86
二、单相晶闸管直流电机调速	9.88

三、单相可逆调速——泡沫 塑料切片机	9.91
四、晶闸管直流电机调速 系统——长网造纸机 分部传动同步调速	9.93
五、晶闸管无触点开关	9.102
六、4kW 双向晶闸管单相 交流调压器	9.105
七、1500A/7V 晶闸管电镀 电源	9.107

## 第 10 章 常用机械电气控制 线路

10-1 电气控制线路中常用 环节	10.1
一、单向点动控制线路	10.1
二、单向起动控制线路	10.1
三、可逆起动控制线路	10.2
四、可逆点动、起动的混合 控制线路	10.3
五、以行程开关作自动停止 的可逆起动控制线路	10.4
六、自动往返的控制线路	10.4
七、带有点动的自动往返 控制线路	10.6
八、Y- $\Delta$ 起动控制线路	10.6
九、串联电阻或电抗器起动 控制线路	10.6
十、自耦变压器起动控制 线路	10.8
十一、延边三角形起动控制 线路	10.9

十二、频敏变阻器起动	10.11	三、M7130 卧轴矩台平面磨床 控制线路	10.27 10.29
十三、直流电动机起动控制 线路	10.13	四、Y7131 齿轮磨床控制线路	10.31
十四、异步电动机的反接制动 控制线路	10.13	五、Z37 摇臂钻床控制线路	10.31
十五、异步电动机的能耗制动 控制线路	10.16	六、X53t 立式铣床控制线路	10.35
十六、异步电动机的机械制动 控制线路	10.17	七、X62W 万能铣床控制线路	10.40
十七、异步电动机的发电制动 (再生制动)	10.19	八、T68 卧式镗床控制线路	10.47
十八、直流电动机的能耗制动 控制线路	10.19	九、B2012A 龙门刨床	10.51
十九、带有热继电器的保护 控制线路	10.20	十、CE7120 半自动液压仿形 车床	10.71
二十、过电流继电器保护控制 线路	10.20	十一、15/3t 重级交流桥式起 重机控制线路	10.86
二十一、双速异步电动机的 起动和自动加速控制 线路	10.21	十二、轿厢手柄开关控制自平 自开门电梯	10.93
二十二、三速异步电动机的 起动和自动加速控制 线路	10.22	十三、蓄电池搬运车控制 线路	10.100
二十三、夹紧装置	10.22	十四、ZD1 型 1t 蓄电池铲车 控制线路	10.101
二十四、换向器变速电动机 起动和速度调节控制 线路	10.25	十五、D6140A 高频脉冲电蚀 加工机床控制线路	10.104
10-2 常用机械控制线路	10.27	十六、MM7120 磨床线路	10.114
一、C620-1 普通车床控制 线路	10.27	<b>第 11 章 照明</b>	11.1
二、Y3150 滚齿机控制线路		11-1 照明基本知识	11.1

一、照明常用名词	11.1
二、一般照明照度参考值	11.2
三、电光源	11.3
四、灯具	11.6
五、白炽灯	11.8
六、荧光灯	11.8
11-2 工厂灯具	11.11
11-3 管形氙灯及其他常用 灯具	11.32
一、自然冷却管形氙灯	11.32
二、荧光高压汞灯	11.36
三、自镇流荧光高压汞灯	11.38
四、反射型荧光高压汞灯	11.38
五、高压钠灯	11.39
六、金属卤化物灯	11.41
七、卤钨灯	11.43
八、红外线灯泡	11.44
九、紫外线汞灯	11.44
十、紫外线荧光灯(黑光灯)	11.46
十一、TG14 探照灯	11.47
11-4 普通电灯的安装	11.48
一、白炽灯的安装	11.48
二、晶闸管调光电路	11.50
三、荧光灯的安装	11.50
四、荧光灯电子镇流器	11.53
11-5 普通照明灯具的修理	11.55
一、白炽灯的故障及其 处理方法	11.55
二、荧光灯的故障及其 处理方法	11.56

三、荧光灯镇流器的数据 与测定	11.58
--------------------	-------



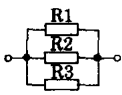
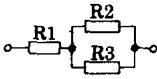
## 第 12 章 常用电工仪器仪表

.....	12.1
12-1 测量仪表常识	12.2
12-2 电流和电压的测量	12.8
一、电流的测量	12.8
二、电压的测量	12.10
三、常用电流、电压钳形表 的型号和规格	12.11
12-3 电阻的测量	12.13
一、 $1\Omega\sim 100k\Omega$ 电阻的测量 .....	12.13
二、低电阻的测量	12.16
三、绝缘电阻和接地电阻 的测量	12.18
12-4 功率和功率因数 的测量	12.22
一、直流电路功率的测量	12.22
二、单相交流电路功率和 功率因数的测量	12.23
三、三相交流电路功率和 功率因数的测量	12.25
12-5 电能的测量	12.30
一、直流电能的测量	12.30
二、交流有功电能的测量	12.31
三、交流无功电能的测量	12.32
四、单相有功电能表[单相 电能(度)表]的安装和 用秒表法校验	12.34
12-6 电气测量仪表的连接	

.....	12.36	13-7 节约用电的几种方法	.....	13.19
12-7 常用电工仪器仪表	.....	一、采用移相电容器提高	功率因数	..... 13.19
.....	12.42	二、采用无功功率自动	补偿控制器	..... 13.25
一、万用电表	.....	三、机床空载自动停车	装置	..... 13.27
二、毫伏表	.....	四、电焊机节能线路	.....	13.28
三、示波器	.....	五、逆变式电焊机	.....	13.32
四、信号发生器	.....	六、声光电节能开关	.....	13.33
12.63				
<b>第 13 章 安全用电与节约</b>		<b>第 14 章 常用电工材料</b>	.....	14.1
<b>用电</b>	.....	14-1 电线与电缆	.....	14.1
13-1 触电及其预防	.....	一、裸电线	.....	14.1
13-2 触电的急救	.....	二、电磁线	.....	14.39
13-3 电气设备的安全措施	.....	三、低压电气装备用电线	电缆	..... 14.71
.....	13.4	四、常用电线电缆的安全	载流量	..... 14.99
13-4 漏电保护装置	.....	14-2 电阻合金材料和	熔体材料	..... 14.102
13-5 保护接地和保护接零	.....	一、电阻合金材料	.....	14.102
.....	13.8	二、熔体材料	.....	14.111
一、接地和接零的保护作用	.....	14-3 电刷	.....	14.114
.....	13.8	14-4 磁性材料	.....	14.121
二、IT 系统	.....	一、电工硅钢片	.....	14.121
三、TT 系统	.....	二、电工纯铁	.....	14.132
四、TN-C 系统	.....	三、软磁锰锌铁氧体	.....	14.133
五、TN-S 系统	.....	四、软磁合金	.....	14.138
六、TN-C-S 系统	.....	五、永磁材料	.....	14.140
七、接地装置的安装范围	.....	14-5 常用绝缘材料	.....	14.151
八、接地装置的安装要求	.....			
13-6 防雷保护	.....			
一、避雷针装置	.....			
二、羊角间隙避雷器	.....			
三、阀型避雷器	.....			
四、防护雷电的其他措施	.....			
.....	13.18			

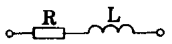
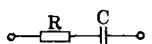
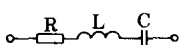
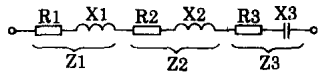
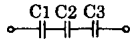
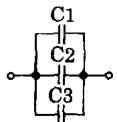
# 第1章 电工常识

## 1-1 常用计算公式

项 目	公 式
直流电路中电压、 电流、电阻之间的关 系(欧姆定律)	 $I = \frac{V}{R}$
直流电路功率	$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$
电阻与导体长度、 横截面及材料性质的 关系	$R = \rho \frac{l}{S}$
电阻与温度关系	$R_t = R_{20}[1 + \alpha(t - 20)]$
电阻串联的总值	 $R = R_1 + R_2 + R_3$
电阻并联的总值	 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
电阻复联的总值	 $R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$



(续表)

项 目	公 式	
电阻、电感串联的 阻抗值	 $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ 其中 $X_L = 2\pi fL$	
电阻、电容串联的 阻抗值	 $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}, X_C = \frac{1}{2\pi fC}$	式中 $Z$ —阻抗( $\Omega$ ) $R$ —电阻( $\Omega$ ) $X_L$ —感抗( $\Omega$ ) $X_C$ —容抗( $\Omega$ ) $X$ —电抗( $\Omega$ ) $L$ —电感(H) $C$ —电容(F) $f$ —频率(Hz)
电阻、电感、电容串 联的总阻抗值	 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $= \sqrt{R^2 + X^2}$ 其中 $X = X_L - X_C$	
阻抗串联的总值	 $Z = \sqrt{(R_1 + R_2 + R_3)^2 + (X_1 + X_2 - X_3)^2}$ $= \sqrt{R^2 + X^2}$ $R = R_1 + R_2 + R_3, X = X_1 + X_2 - X_3$ 注意: $Z \neq Z_1 + Z_2 + Z_3$	
电容串联的总值	 $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	
电容并联的总值	 $C = C_1 + C_2 + C_3$	