

电工实用 培训教程(中级)

谢远党 张 华 主编



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

电工实用 培训教程(中级)

谢远党 张 华 主编

常州大学图书馆
藏书章



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书由五部分组成:第一部分讲述电工理论知识,具体涉及磁场知识,变压器,电路基本知识,交直流分析,二极管三极管,门电路,电动机,开关柜等;第二部分讲述实践内容,涉及控制电机电路,车床控制,电子线路原理,焊接,测试,开关柜操作等;第三部分讲述电工理论试题,主要是针对相关知识的演练题;第四部分讲述国家职业标准及电工职业标准;第五部分,主要是实操部分知识的评分。

本书可作为相关专业的学生、教师,中职、高职院校的相关从业者,以及从事相关产品开发的企业人员等的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

电工实用培训教程:中级/谢远党,张华主编. —上海:上海交通大学出版社,2017

ISBN 978-7-313-18312-5

I. ①电… II. ①谢…②张… III. ①电工—技术培训—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 267565 号

电工实用培训教程:中级

主 编:谢远党 张 华

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:谈 毅

印 制:杭州印校印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:176 千字

版 次:2017 年 11 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-18312-5/T

定 价:48.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:13.5

印 次:2017 年 11 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0571-88294385

编委人员

主编(排名不分先后)

谢远党 张 华

副主编(排名不分先后)

袁良红 孙世忠 单海校 吴建国

前

言

本书成书得益于多年培训教学经历,在培训过程中,培训组发现找到一本适合学员,难度恰当的教材比较难。在往年的培训中,培训者发现参与培训的学员主要由两大块构成,一部分是理论水平已经达到或者接近于培训要求的学员,这部分学员以学生为主,他们存在的显著缺点是实践能力弱;另一部分则是实践能力尚可或者较强,基本达到实践操作要求的学员,大部分学员已经工作并常年在一線工作,他们存在明显的缺陷是理论水平不足。

电子、电气、控制技术已经深入应用于社会的方方面面、各行各业,电工技术已经成为日常生活中常用的技术之一。其作为专业技术,存在一定的潜在危险性,国家对此出台了相关职业标准,提高从业资格,降低潜在危险爆发的可能性。本书大部分内容围绕国家电工职业标准知识进行安排布置,让读者除了通晓基本知识外,还能够一并完成职业资格准入。

本书立足于兼顾理论水平和实践操作指导,巩固学员强项,提高学员弱项。从这个角度出发,本书主要包括五块内容,分别是理论部分、实践部分、理论复习、实践指导以及职业资格相关信息。理论部分主要包括电路基础知识,常用电子元器件,电子基础知识,电机知识和家庭用电等。实践部分主要包括电子实践中几个基本电路、电路焊接实践,以及电气控制实践几个基本电路等。理论复习涉及理论知识的回顾和再学习。实践指导内容涉及实践操作一些简明注意事项。职业资格信息内容引入了国家以及电工方面

的部分知识,能够让学员获知部分职业相关信息。

本书适合大部分培训机构作为教学用书,可以作为学员指定教材,也可以作为部分职业院校的专用教材。读者可以凭本书作为电工培训参考教程,先自行学习教程中的理论知识,而实践知识再到相关培训机构进行学习。

本书由多位作者共同完成,由多个单位共同合作完成,并得到多个单位大力支持。其中,主编张华负责全书架构构建,全书稿件校对工作和部分不完善内容的修改,主编谢远党主要负责本书第四部分编写工作及第五部分内容的编写工作核查,副主编单海校负责本书第一部内容编写工作,副主编孙世忠负责本书第二部分内容的组织工作,副主编袁良红负责本书第三部内容编写工作,副主编吴建国负责本书第一稿校对工作。本书由浙江海洋大学、舟山技师学院、舟山丰科电器、舟山嵊泗海光明电器有限公司等单位共同合作完成。本书得到了多个单位和部门的大力支持,包括浙江海洋大学船海学院,浙江海洋大学教务处,浙江海洋大学继续教育学院,舟山技师学院,舟山市普陀丰科电器设备科技有限公司,舟山市劳动局等单位及部门的支持。

本书在编写过程中,参考了相关教材及文献资料,听取、采纳了许多同志提出的宝贵意见,得到出版社同志鼎力支持,在此一并表示感谢。感谢浙江海洋大学等单位大力支持,感谢上海交通大学出版社大力支持。

书中存在的错误和不妥之处,敬请读者批评和指正。

目 录

第 1 部分 电工理论知识模块

第 1 章 磁场与磁路	3
1.1 磁场	3
1.2 磁性物质	4
1.3 电磁波	5
1.4 磁物理量和磁路	6
第 2 章 变压器	8
2.1 变压器及其分类	8
2.2 变压器工作原理	9
2.3 变压器其他特性	10
2.4 供配电系统	12
第 3 章 电路基本理论	16
3.1 电路模型和电路定律	16
3.2 正弦电路	18

3.3 三相电路	20
第4章 电子电路	22
4.1 部分电子器件	22
4.2 电子电路分析	27
4.3 逻辑门电路	35
第5章 电动机	43
5.1 电动机结构	43
5.2 工作原理	44
5.3 电动机典型控制电路	46
第6章 数控车床	50
6.1 数控车床概述	50
6.2 数控系统	52
6.3 数控车床的特点	54

第2部分 电工实践案例

第7章 电子线路	57
7.1 常用仪器仪表	57
7.2 线路焊接	65
7.3 电子电路之单结晶体管调光电路	71
7.4 电子电路之 RC 阻容放大电路	73
7.5 电子电路之触摸延时照明电路	75
7.6 电子电路之不可重触发电路	76
7.7 电子电路之桥式振荡电路	78

7.8 电子电路之晶体管稳压电路	79
第 8 章 电气及控制电路	81
8.1 电气控制之变压器安装	82
8.2 电气控制之正反转联机控制电路	83
8.3 电气控制之自动切换控制电路	84
8.4 电气控制之能耗制动控制电路	85
8.5 电气控制之配电箱开关柜	86

第 3 部分 电工理论模拟测试题集

第 9 章 理论复习模拟题	91
9.1 复习试题 1	91
9.2 复习试题 2	101
9.3 复习试题 3	112
9.4 复习试题 4	123
9.5 复习试题 5	133
9.6 复习试题 6	144
9.7 其他类型复习题	155
第 10 章 电工理论复习模拟题部分参考答案	157
10.1 复习试题 1 参考答案	157
10.2 复习试题 2 参考答案	158
10.3 复习试题 3 参考答案	158
10.4 复习试题 4 参考答案	159
10.5 复习试题 5 参考答案	160
10.6 复习试题 6 参考答案	160

第 4 部分 国家职业资格证书和电工职业标准

第 11 章 职业资格	165
11.1 国家职业资格证书概述	165
11.2 电工职业标准节选	168

第 5 部分 考评指导及参考标准

第 12 章 理论知识复习参考	175
12.1 磁场与磁路模块	175
12.2 变压器模块	176
12.3 电路基本理论模块	178
12.4 电子电路模块	180
12.5 电动机模块	183
12.6 数控车床模块	184
第 13 章 实践技能指导	186
13.1 操作技能指导	186
13.2 实践操作要领	192
13.3 典型模块操作指导	198
13.4 考前准备指导	200
参考文献	202

电工理论知识模块

参考文献

第 11 章 职业营销	143
11.1 职业营销的概念	143
11.2 职业营销的步骤	143

附录

第 12 章 附录	143
12.1 附录 1	143
12.2 附录 2	143
12.3 附录 3	143
12.4 附录 4	143
12.5 附录 5	143
12.6 附录 6	143
12.7 附录 7	143
12.8 附录 8	143
12.9 附录 9	143
12.10 附录 10	143
12.11 附录 11	143
12.12 附录 12	143
12.13 附录 13	143
12.14 附录 14	143
12.15 附录 15	143
12.16 附录 16	143
12.17 附录 17	143
12.18 附录 18	143
12.19 附录 19	143
12.20 附录 20	143
12.21 附录 21	143
12.22 附录 22	143
12.23 附录 23	143
12.24 附录 24	143
12.25 附录 25	143
12.26 附录 26	143
12.27 附录 27	143
12.28 附录 28	143
12.29 附录 29	143
12.30 附录 30	143
12.31 附录 31	143
12.32 附录 32	143
12.33 附录 33	143
12.34 附录 34	143
12.35 附录 35	143
12.36 附录 36	143
12.37 附录 37	143
12.38 附录 38	143
12.39 附录 39	143
12.40 附录 40	143
12.41 附录 41	143
12.42 附录 42	143
12.43 附录 43	143
12.44 附录 44	143
12.45 附录 45	143
12.46 附录 46	143
12.47 附录 47	143
12.48 附录 48	143
12.49 附录 49	143
12.50 附录 50	143
12.51 附录 51	143
12.52 附录 52	143
12.53 附录 53	143
12.54 附录 54	143
12.55 附录 55	143
12.56 附录 56	143
12.57 附录 57	143
12.58 附录 58	143
12.59 附录 59	143
12.60 附录 60	143
12.61 附录 61	143
12.62 附录 62	143
12.63 附录 63	143
12.64 附录 64	143
12.65 附录 65	143
12.66 附录 66	143
12.67 附录 67	143
12.68 附录 68	143
12.69 附录 69	143
12.70 附录 70	143
12.71 附录 71	143
12.72 附录 72	143
12.73 附录 73	143
12.74 附录 74	143
12.75 附录 75	143
12.76 附录 76	143
12.77 附录 77	143
12.78 附录 78	143
12.79 附录 79	143
12.80 附录 80	143
12.81 附录 81	143
12.82 附录 82	143
12.83 附录 83	143
12.84 附录 84	143
12.85 附录 85	143
12.86 附录 86	143
12.87 附录 87	143
12.88 附录 88	143
12.89 附录 89	143
12.90 附录 90	143
12.91 附录 91	143
12.92 附录 92	143
12.93 附录 93	143
12.94 附录 94	143
12.95 附录 95	143
12.96 附录 96	143
12.97 附录 97	143
12.98 附录 98	143
12.99 附录 99	143
12.100 附录 100	143

第 1 章 磁场与磁路

1.1 磁 场

磁现象是最早被人类认识的物理现象之一。磁场是一种看不见、摸不着的特殊介质,磁场具有波粒的辐射特性。我国是对磁现象认识最早的国家之一。《管子》中记载着“上有慈石者,其下有铜金”;《吕氏春秋》中记载着“慈石召铁,或引之也”;《吕氏春秋注》中谈道:“石,铁之母也。以有慈石,故能引其子。石之不慈者,亦不能引也”。

我国古代典籍中记载了磁石极性的案例。《史记·封禅书》记载:汉武帝命令方士栾大用磁石做成的棋子“自相触击”;《水经注》和《三辅黄图》记载秦始皇用磁石建造阿房宫北阙门,“朝者有隐甲怀刃,入门而胁止。”《晋书·马隆传》记载马隆的一次战役,“夹道累磁石,贼负铁镗,行不得前,隆卒悉被犀甲,无所溜碍”,敌军以为马隆的兵是神兵,自然大败而归。

磁场具有指向性,中国古代的人已经认识到这一特性,并制作了相关仪器——司南。《鬼谷子》记载着“郑子取玉,必载司南,为其不惑也”。《韩非子》记载着“故先王立司南,以端朝夕”;《论衡》中记有“司南之杓,投之于地,其柢指南”。《梦溪笔谈》记载指南针的四种用法:水法,用指南针穿过灯芯草而浮于水面;指法,将指南针搁在指甲上;碗法,将指南针放在碗沿;丝悬法,将独股蚕丝用蜡粘于针腰处,在无风处悬挂。《萍洲可谈》中记载着指南针的航海应用“舟师识地理,夜则观星,昼则观日,阴晦观指南针”。

法国学者皮埃·德马立克标明铁针在块型磁石附近各个位置的定向,他称这两位置为磁极。1824 年,西莫恩·泊松采用类比现代静电模型方法

发展出一种物理模型,提出磁性是由磁荷产生的,同类磁荷相排斥,异类磁荷相吸引。磁感应线分布图是人们根据研究结果画出来的一种曲线图,如图 1.1 所示。

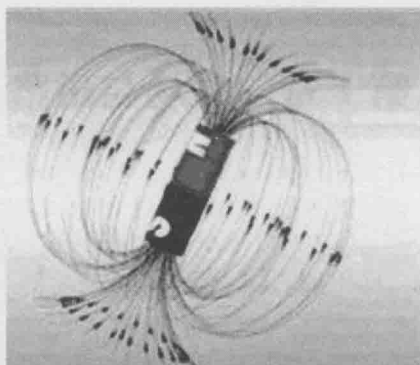


图 1.1 磁感应线分布图

1.2 磁性物质

物体能吸引铁、镍、钴等物质的性质称磁性,磁铁具有同性磁极相斥、异性磁极相吸的特性。我国古人已经知道磁只能吸铁,而不能吸金、银、铜等金属,《淮南子》中记载有“慈石能吸铁,及其于铜则不通矣”“慈石之能连铁也,而求其引瓦,则难矣”。现在人们已经知道,自然界内的物质按其导磁能力的大小,可分为磁性物质和非磁性物质两大类。

磁性物质又称为铁磁性物质,铁、镍、钴及其合金等金属材料均属于磁性物质。磁性物质的磁导率远远大于 1,其值可达数千乃至数万,磁性物质被磁化后可呈现出较强的磁性。实验证明,铁磁体被磁化的极性与它相对于磁场的方向有关,即铁磁体被磁化的磁极与原磁铁的极性刚好相反。硬磁性材料即永磁体,是一种磁化后能长久保持磁性的材料。硬铁磁性材料需由较强的外磁场磁化,硬铁的特点是剩磁和矫顽力均较大;软铁磁性材料可在较弱磁场中被磁化,一旦外磁场消失,其磁性几乎也随之消失,即软铁不保留磁性,软铁的特点是剩磁,矫顽力均较小。

非磁性物质有金、银、铜、木、纸、铝、橡胶、玻璃等,其磁导率约为 1。非

磁性材料在磁场中被磁化后,所产生的附加磁场甚微,可以忽略,故可认为非磁材料不能被磁化。在制造磁罗经时,为避免产生附加的磁性干扰,除了指向元件外,其余所有材料均采用非磁性材料。

地球被认为是一个均匀磁化的球化,在其周围空间存在着磁场。地磁极位于地理南北极附近,且地磁极的地理位置不固定,呈逐年缓慢变化趋势。南半球的南磁极具有正磁量,北半球的北磁极具有负磁量,围绕地球空间的磁力线从南半球指向北半球。

1.3 电磁波

1820年,一系列磁学、电学的研究,表明开启了近代电磁学理论。丹麦物理学家汉斯·奥斯特发现载流导线的电流会施加作用力于磁针,使磁针偏转指向;安德烈·玛丽·安培成功地进行了实验展示。法国物理学家让·巴蒂斯特·毕奥和菲利克斯·沙伐于1820年10月共同发表了毕奥-萨伐尔定律,该定律能够正确地计算出载流导线四周的磁场。1825年,安培发表了安培定律,表明载流导线能产生磁场。1831年,麦可·法拉第证实,随着时间的演进变化的磁场会生成电场。1861年到1865年,詹姆斯·麦克斯韦将经典电学和磁学杂乱无章的方程加以整合,即麦克斯韦方程组,他提出了“分子涡流模型”,并将安培定律加以延伸,增加了一个有关于位移电流的项目,称为“麦克斯韦修正项目”。麦克斯韦推导出电磁波方程,计算出电磁波的传播速度,并断定光波就是一种电磁波。1887年,海因里希·鲁道夫·赫兹用实验证明了这一事实。所以说,麦克斯韦统一了电学、磁学、光学理论。电磁辐射是物质内部原子、分子处于运动状态的一种外在表现形式。围绕在人类身边的天然磁场、太阳光、家用电器等都会发出强度不同的辐射。

电磁波传播形式为在真空中或物质中的自传播波。电磁辐射中存在一个电场和磁场分量的振荡,分别在两个相互垂直的方向传播能量。电磁辐射根据频率或波长分为不同类型,这些类型包括:无线电波、微波、太赫兹辐射、红外辐射、可见光、紫外线、X射线和伽马射线,其中无线电波的波长最长

而伽马射线的波长最短。X射线和伽马射线电离能力很强,其他电磁辐射电离能力相对较弱。电磁辐射分两个级别,即工频段辐射、射频电磁波。工频段国家标准电场强度为4 000V/m,磁感应强度为100 μ T;射频电磁波的单位是 μ W/cm²,国家标准限值为40,对于一般公众环评取值为20%。

1.4 磁物理量和磁路

磁感应强度是描述磁场强弱和方向的物理量,用符号 B 表示,国际通用单位为特斯拉,符号为 T 。磁感应强度也被称为磁通量密度或磁通密度。在物理学中磁场的强弱使用磁感应强度来表示,磁感应强度越大表示磁感应越强,磁感应强度越小,表示磁感应越弱。

在磁感应强度为 B 的匀强磁场中,有一个面积为 S 且与磁场方向垂直的平面,磁感应强度 B 与面积 S 的乘积,叫作穿过这个平面的磁通量,简称磁通。磁场强度描写磁场性质的物理量,用 H 表示。

磁导率表征磁介质磁性的物理量,表示在空间或在磁芯空间中的线圈流过电流后,产生磁通的阻力,或者是在磁场中导通磁力线的能力,公式 $\mu=B/H$,其中 H =磁场强度, B =磁感应强度, μ 为介质的磁导率,或称绝对磁导率。

磁路是研究特定范围内的磁场问题,由强磁材料构成的,产生一定磁场强度的闭合回路,如图1.2所示。

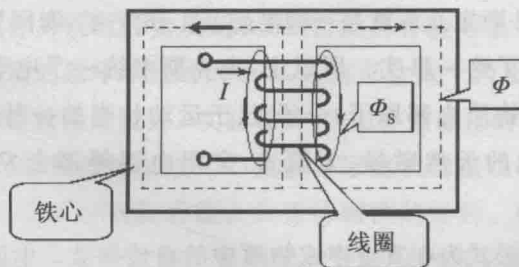


图 1.2 典型磁路模型

磁通连续性原理,是指任一闭合面穿出的净磁通等于零,即穿出的磁通等于穿入的磁通,其代数和为零,如公式 1-1 所示。该原理表明磁力线是连

续的,都是既无始端又无终端的闭合线。根据实验,磁力线是通过电流建立,包括传导电流与分子电流等,这些磁力线都是闭合曲线。

$$\oint_A B dA = 0 \quad (1-1)$$

安培环路定律表征恒定磁场基本特征的定律,它描述磁场强度 H 的环路积分特性,如公式 1-2 所示。在恒定磁场中对任意闭合环路 l ,与传导电流有关。

$$\oint_l H dl = \sum I \quad (1-2)$$

磁路的欧姆定律是指磁路中的磁通 Φ 等于作用在该磁路上的磁动势 U_m 除以磁路的磁阻 R_m ,如公式 1-3 所示,原理如图 1.3 所示。

$$\Phi = BA = \mu HA = \frac{\mu A}{l} Hl = \frac{U_m}{R_m} \quad (1-3)$$

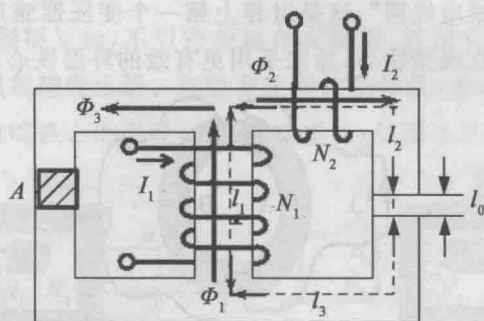


图 1.3 磁路参数模型