

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化教材

# 电工基础

DIANGONG JICHU

陈秀梅 主编

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



### 读者信息反馈表

## 中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化教材

# 电工基础

陈秀梅 主编

1. 您选择图书时主要考虑的因素:(在相应项前画√)
- ( ) 出版社 ( ) 内容 ( ) 价格 ( ) 封面设计 ( ) 其他
2. 您选择我们图书的途径(在相应项前画√)
- ( ) 书目 ( ) 书店 ( ) 网站 ( ) 朋友推介 ( ) 其他

希望我们与您经常保持联系的方式:

- 通过编辑联络
- 通过网站联络

您关注(或需要)哪些类图书和教材:

您对我社图书出版有哪些意见和建议(需求等方面谈):

您今后是否准备出版相应的教材(或图书)的专业方向、准备间、出版社的选择等):

非常感谢您能抽出宝贵时间填写此表,我们将根据您的意见和建议,为您提供更好的服务,您的意见和建议,我们将非常珍惜,并作为我们改进工作的依据。

经采纳,我们将有礼品赠送。如有任何意见和建议,请随时与我们联系。



请联系我们: 销售热线: (010) 88379638

地址: 北京市西城区百万庄大街24号

邮编: 100037

社长电话: (010) 88379638

E-mail: jinf@mail.machineryinfo.gov.cn

本书根据中等职业学校电气控制与维修专业理论实践一体化课程教学大纲,参照国家职业标准编写。主要内容包括:直流电路的基本概念,直流电路的计算,电容器,磁场与电磁感应,单相正弦交流电路,正弦交流电路的相量法,三相正弦交流电路,非正弦交流电等。每一章后面都配有相应的技能训练和复习思考题供教学使用,充分体现理论与实践有机结合的教学模式;通过联系生产实际,突出操作技能,重视学生动手能力的培养。

另外,本书配有教学电子课件,包括教案、复习思考题答案、期中与期末模拟试题等,读者可以从机械工业出版社网站下载(网址为: <http://www.cmpbook.com>)。

本书既可作为中等职业学校电气控制与维修专业教材,也可作为成人高校或职业技术学院相关专业的教材,还可供有关专业技术人员参考和使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工基础/陈秀梅主编. —北京:机械工业出版社,

2007.7

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化教材

ISBN 978-7-111-21893-7

I. 电… II. 陈… III. 电工学-专业学校-教材 IV. TM1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第106913号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:朱华 王振国

责任编辑:王晓洁 版式设计:冉晓华 责任校对:魏俊云

封面设计:马精明 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007年9月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·13.25印张·318千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-21893-7

定价:20.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379083

封面无防伪标均为盗版



# 中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化 教材编审委员会

**主任委员:** 王建

**副主任委员:** 赵承荻 李伟

**委员:** (排名不分先后)

陈惠群 施利春 郭瑞红 郭赞 陈秀梅

吕书勇 陈应华 徐彤 荆宏智 朱华

张凯 刘勇 赵金周 张明 李宏民

**本书主编:** 陈秀梅

**副主编:** 张明

**参编人员:** 杜萌萌 李国豪 张永志

**本书主审:** 王建

**本书参审:** 单智习

# 序

中国职业技术教育学会 会员委 申 编 材 选

进入 21 世纪,我国逐渐成为“世界制造中心”,制造业赖以生存与发展的生产技术主力军是技能型人才队伍。而在制造业向消费市场提供的机床、装备机械、电气设备及各种含有电力拖动与电气控制的产品中,电气系统都占有很大的分量并起着关键作用。要想进行装备中电气系统的研发、试制、安装、维修、操作及使用,就必须有大量的电工类专业技能人才参与。鉴于我国制造业及其他工业企业的人才结构状况,维修电工、机电一体化以及电子技术专业技能人才严重缺乏,尤其是经过培训并获得职业技能资格证书的高技能人才更为奇缺,这种格局已成为制约我国工业经济快速发展的瓶颈。因此,国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国加快培养高技能人才座谈会”,明确提出在“十一五”期间培养技师和高级技师 190 万人、培养高级工 800 万人,使我国高技能人才总量达到 2800 万人的宏伟目标。

众所周知,高职院校、技师学院、中职学校是培养和造就中、高级技能人才的主要场所,而教材则是这些学校向学生传授知识与技能的主要工具之一,也是人们接受终身教育和进行职场发展的学习工具,编写一套既能适应时代要求,又能有效地提高人才培养效果的好教材,就等于为推进技能人才培养提供了成才就业的金钥匙。

随着现代科学技术的不断发展,在电气技术方面由于新型电子元器件及变换技术的出现,电动机由直流发电机—电动机调速向各类交流调速方向快速发展;电气控制方面由接触器控制系统向可编程序控制器(PLC)系统发展;机床电气控制也由接触器控制系统向数控机床系统、计算机数控机床(CNC)快速转化。各类职业技术学院针对现代工业企业对技能人才存在极大需求的特点,大胆提出了“知识宽广够用,应用技能为本”的人才培养理念;又根据电气技术不断发展、人才培养理念创新和企业人才需求“特点”的时代要求,将原来的专业理论课与技能训练课分别开设的教学内容及教学模式,逐步调整为专业理论与技能训练一体化的教学内容和教学模式。因此,我们组织了长期工作在教学第一线的专家和有丰富教学经验的教师编写了这套适合中、高级技能人才培养的电气安装与维修专业的理论与实践一体化教材。

这套教材在编写原则上,着重强调了理论与实训一体化的知识内容同步、训练同步的模式。教材内容以文字、数据、图、表格相结合的方式展示给学生,以此提高学生的学习兴趣和认知的亲和力。并且,还参照了相关国家职业标准规定的知识层次,但在内容上又不完全拘泥于标准,从而兼顾到初级、中级技能人才接受知识和技能培训的需要,为各类技能人才培养搭建一个阶梯型架构。同时,也为满足培训、考工和读者自学的需要提供配套的教材。最后,在教材编写过程中尽可能多地充实新知识、新技术、新工艺、新内容,力求增强技术、知识的领先性和实用性,重在使接受培训的人员掌握一些新知识与新技能。本套教材主要作为中等职业学校的教材,也可作为技师学院、高职学校选用参考。

在本套教材的编写过程中,得到了许多学校领导、专家、老师的指导及帮助,在此谨向

他们表示衷心的感谢。

由于我们的水平和编写时间有限，教材中难免存在错误和不足之处，诚请从事职业教育的专家、老师和广大读者批评指正。

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化  
教材编审委员会

1	序	1
2	第一章 绪论	2
3	第一节 电工职业守则	3
3	第二节 电工工具及仪表	3
4	一、常用工具	4
7	二、常用仪表	7
6	第三节 安全用电	6
6	一、安全用电常识	6
6	二、触电急救	6
8	三、防雷与防静电	8
9	第四节 用电安全规程	9
9	一、用电安全规程	9
9	二、用电安全规程	9
10	三、用电安全规程	10
11	四、用电安全规程	11
13	五、用电安全规程	13
14	第五节 用电安全规程	14
14	一、用电安全规程	14
15	二、用电安全规程	15
15	三、用电安全规程	15
16	四、用电安全规程	16
17	第六节 用电安全规程	17
17	一、用电安全规程	17
18	二、用电安全规程	18
18	第七节 用电安全规程	18
18	一、用电安全规程	18
20	二、用电安全规程	20
20	三、用电安全规程	20
23	第八节 用电安全规程	23
23	一、用电安全规程	23
24	二、用电安全规程	24

## 读者信息反馈表

感谢您购买《电工基础》一书。为了更好地为您服务，有针对性地向您提供图书信息，方便您选购合适图书，我们希望了解您的需求和对我们教材的意见和建议，愿这小小的表格为我们架起一座沟通的桥梁。

姓 名		所在单位名称	
性 别		所从事工作(或专业)	
通信地址			邮 编
办公电话		移动电话	
E-mail			
<p>1. 您选择图书时主要考虑的因素:(在相应项前画√)</p> <p>( ) 出版社 ( ) 内容 ( ) 价格 ( ) 封面设计 ( ) 其他</p> <p>2. 您选择我们图书的途径(在相应项前画√)</p> <p>( ) 书目 ( ) 书店 ( ) 网站 ( ) 朋友推介 ( ) 其他</p>			
<p>希望我们与您经常保持联系的方式:</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 电子邮件信息      <input type="checkbox"/> 定期邮寄书目  <input type="checkbox"/> 通过编辑联络      <input type="checkbox"/> 定期电话咨询         </p>			
您关注(或需要)哪些类图书和教材:			
您对我社图书出版有哪些意见和建议(可从内容、质量、设计、需求等方面谈):			
您今后是否准备出版相应的教材、图书或专著(请写出出版的专业方向、准备出版的时间、出版社的选择等):			

非常感谢您能抽出宝贵的时间完成这张调查表的填写并回寄给我们，您的意见和建议一经采纳，我们将有礼品回赠。我们愿以真诚的服务回报您对机械工业出版社技能教育分社的关心和支持。

请联系我们——

地址 北京市西城区百万庄大街 22 号 机械工业出版社技能教育分社

邮编 100037

社长电话 (010) 88379080 88379083 68329397 (带传真)

E-mail jnfs@mail.machineinfo.gov.cn

## 目 录

序	
绪论	1
<b>第一章 直流电路的基本概念</b>	<b>2</b>
第一节 电路与电流	2
一、电路及其工作状态	2
二、电流	4
三、电流密度	5
第二节 电压、电位与电动势	6
一、电压	6
二、电位	6
三、电动势	8
第三节 电阻、电阻定律与电导	9
一、电阻	9
二、电阻定律	9
三、电阻与温度的关系	10
四、常用电阻器	11
五、电导	13
第四节 欧姆定律	14
一、部分电路欧姆定律	14
二、电压、电流关系曲线	15
三、全电路欧姆定律	15
四、电源的外特性	16
第五节 电路中各点电位的计算	17
一、电位的计算	17
二、电路中两点间电压的计算	19
第六节 电功与电功率	19
一、焦耳定律	19
二、电功	20
三、电功率	20
技能训练 1 电源的外特性	23
技能训练 2 电位、电压值的测量	24



10	本章小结 .....	25
10	复习思考题 .....	26
10	<b>第二章 直流电路的计算</b> .....	<b>30</b>
10	第一节 电阻的串联 .....	30
10	一、电阻的串联 .....	30
20	二、串联电路的特点 .....	30
60	三、串联电路的应用 .....	31
70	第二节 电阻的并联 .....	32
70	一、电阻的并联 .....	32
80	二、并联电阻的特点 .....	32
10	三、并联电路的应用 .....	33
75	第三节 电阻的混联电路 .....	34
85	第四节 直流电桥及负载获得最大功率的条件 .....	37
10	一、直流电桥电路 .....	37
10	二、直流电桥平衡条件 .....	37
10	三、直流电桥电路的应用 .....	37
10	四、负载获得最大功率的条件 .....	38
10	第五节 基尔霍夫定律 .....	38
15	一、基尔霍夫第一定律 .....	39
10	二、基尔霍夫第二定律 .....	40
10	三、支路电流法 .....	42
10	第六节 电压源、电流源及其等效变换 .....	43
10	一、电压源 .....	43
18	二、电流源 .....	44
15	三、实际电压源与电流源的等效变换 .....	45
18	第七节 叠加原理 .....	47
18	第八节 戴维南定理 .....	49
18	第九节 节点电压法 .....	51
18	技能训练3 基尔霍夫定律的验证 .....	52
18	本章小结 .....	53
18	复习思考题 .....	54
10	<b>第三章 电容器</b> .....	<b>57</b>
10	第一节 电容器及其充放电 .....	57
10	一、电容器的基本概念 .....	57
10	二、电容器的充电与放电 .....	59
10	三、电容器的主要性能指标 .....	60

62	第二节 电容器的连接 .....	61
63	一、电容器的并联 .....	61
	二、电容器的串联 .....	61
63	三、电容器的混联 .....	63
	第三节 RC 电路的暂态过程 .....	64
63	一、暂态与稳态的基本概念 .....	64
63	二、RC 串联电路接通直流电源时的暂态过程 .....	64
63	三、RC 串联电路的短接 .....	65
63	四、时间常数 .....	66
63	第四节 电容器的种类及选用 .....	67
63	一、常用电容器 .....	67
63	二、电容器的选用 .....	68
63	三、电容器的简易检测 .....	70
63	本章小结 .....	72
63	复习思考题 .....	73
76	<b>第四章 磁场与电磁感应</b> .....	76
76	第一节 电流的磁场 .....	76
76	一、磁的基本概念 .....	76
76	二、电流的磁场 .....	78
76	三、磁现象的电本质 .....	80
76	第二节 磁通、磁感应强度、磁导率与磁场强度 .....	80
76	一、磁通 .....	80
76	二、磁感应强度 .....	80
76	三、磁导率 .....	81
76	四、磁场强度 .....	82
76	第三节 磁场对电流的作用 .....	83
76	一、磁场对载流直导体的作用 .....	83
76	二、磁场对通电线圈的作用 .....	84
76	第四节 磁化、电磁铁与磁路 .....	85
76	一、物质的磁化 .....	85
76	二、铁磁材料的分类和用途 .....	88
76	三、磁路 .....	88
76	四、电磁铁 .....	90
76	五、直流电磁铁与交流电磁铁的区别 .....	91
76	六、电磁铁的特点、分类及其应用 .....	92
76	第五节 电磁感应定律 .....	93
76	一、电磁感应现象及其产生的条件 .....	93
76	二、电磁感应定律 .....	94
76	第六节 自感电动势与自感系数 .....	98

1021	一、自感现象	98
1021	二、自感系数	99
1021	三、自感电动势	100
1021	四、自感现象的应用	101
1021	五、电感线圈中的磁场能量	102
1021	<b>第七节 互感现象与同名端</b>	102
1021	一、互感现象	102
1021	二、互感系数	102
1021	三、互感电动势	103
1021	四、互感线圈的同名端	104
1021	<b>第八节 涡流</b>	105
1021	<b>第九节 <math>RL</math> 电路的暂态过程</b>	106
1021	一、 $RL$ 串联电路接通直流电源的暂态过程	107
1021	二、 $RL$ 串联电路的短接	108
1021	三、通有电流的 $RL$ 电路的断开	108
1021	<b>技能训练4 验证楞次定律</b>	110
1021	<b>本章小结</b>	111
1021	<b>复习思考题</b>	113
1021	<b>第五章 单相正弦交流电路</b>	117
1021	<b>第一节 正弦交流电动势</b>	117
1021	一、交流电的概念	117
1021	二、正弦电动势的产生	118
1021	三、瞬时值与最大值	120
1021	<b>第二节 周期、频率与角频率</b>	120
1021	一、交流电的周期	120
1021	二、交流电的频率	121
1021	三、角频率	121
1021	四、相位、初相位	122
1021	五、交流电的三要素	123
1021	六、相位差	123
1021	<b>第三节 交流电有效值及表示法</b>	124
1021	一、有效值的概念	124
1021	二、有效值的确定	125
1021	三、有效值与平均值	125
1021	四、正弦交流电的表示法	125
1021	<b>第四节 纯电阻电路</b>	128
1021	一、电流与电压的相位关系	128
1021	二、电流与电压的数量关系	128
1021	三、电路的功率	129

88	第五节 纯电感电路 .....	129
98	一、电流与电压的相位关系 .....	130
100	二、电流与电压的数量关系 .....	131
101	三、电路的功率 .....	131
101	第六节 纯电容电路 .....	133
101	一、电流与电压的相位关系 .....	133
101	二、电压与电流的数量关系 .....	134
101	三、电路的功率 .....	134
101	第七节 $RL$ 串联正弦交流电路 .....	136
101	一、电压与电流的关系 .....	136
101	二、阻抗 .....	137
101	三、电路的功率和功率因数 .....	137
101	第八节 $RC$ 串联正弦交流电路 .....	139
101	一、电压与电流的关系 .....	139
101	二、阻抗 .....	139
101	三、电路的功率和功率因数 .....	140
101	第九节 $RLC$ 串联正弦交流电路 .....	141
101	一、电压与电流的关系 .....	141
101	二、阻抗 .....	142
101	三、电路的功率 .....	142
101	第十节 $RL$ 串联再与 $C$ 并联的电路 .....	144
101	一、相量图 .....	145
101	二、电路的三种性质 .....	146
101	第十一节 串联谐振电路 .....	147
101	一、谐振条件与谐振频率 .....	147
101	二、串联谐振的特点 .....	147
101	三、串联谐振的应用 .....	148
101	第十二节 并联谐振电路 .....	149
101	一、谐振条件 .....	149
101	二、并联谐振的特点 .....	149
101	三、并联谐振的应用 .....	150
101	第十三节 提高功率因数的意义和方法 .....	151
101	一、提高功率因数的意义 .....	151
101	二、提高功率因数的方法 .....	151
101	技能训练 5 电阻、电感、电容串联电路 .....	157
101	技能训练 6 功率因数的提高 .....	158
101	本章小结 .....	159
101	复习思考题 .....	162
101	第六章 正弦交流电路的相量法 .....	165
101	第一节 相量法 .....	165



一、复数的概念	165
二、正弦量的复数表示	166
三、电阻、感抗、容抗的复数表示	168
四、欧姆定律和基尔霍夫定律的符号形式	168
五、串联和并联电路的复阻抗表示形式	168
第二节 用相量法分析计算正弦交流电路	169
本章小结	170
复习思考题	170
<b>第七章 三相正弦交流电路</b>	<b>171</b>
第一节 三相交流电源	171
一、三相正弦交流电动势的产生	171
二、三相电源绕组的连接	172
第二节 三相负载的连接	175
一、三相负载的星形联结	175
二、三相负载的三角形联结	176
第三节 对称三相电路的分析与计算	177
一、对称负载星形联结的分析与计算	177
二、对称负载三角形联结的分析与计算	178
第四节 不对称三相电路的分析	179
一、三相四线制星形联结不对称电路的分析	179
二、三相三线制星形联结不对称电路的分析	180
三、中线的作用	182
第五节 三相电路的功率	183
技能训练7 三相负载的星形联结	184
技能训练8 三相负载的三角形联结	186
本章小结	187
复习思考题	189
<b>第八章 非正弦交流电</b>	<b>191</b>
第一节 非正弦交流电的产生	191
一、电路中有几个频率不同的正弦电动势	191
二、电路中有非正弦电动势	192
三、电路中有非线性元件	192
第二节 非正弦交流电的分解	192
一、两个不同频率正弦交流电的合成	192
二、非正弦交流电的分解	193
三、常见非正弦波形	193



# 绪论 第一章

在各种形式的能量中，电能占有重要的地位。电能在现代工业、农业、国防、科技以及日常生活中得到了广泛的应用。在工农业生产中，绝大多数机械设备都是由电力来驱动的。现代国防中的雷达、导弹、军舰等，以及交通运输中的电力机车、电车、飞机等都离不开电能，日常生活中的电灯、电话、电视机、电风扇、电冰箱、空调器等也都依靠电能才能工作。在我国，电子计算机已广泛应用于各个领域并不断推动着新的技术革命向深入发展，电子计算机和其他各种电子产品的工作也全部离不开电能。

电能之所以有如此巨大的作用和广泛的应用，主要是因为它具有以下优点：

第一，电能的生产方便。大多数其他形式的能（例如水能、热能、光能、化学能、原子能）都可以比较容易地利用转换设备变为电能，这些转换设备包括发电机、光电池、干电池、核电站等。

第二，电能的输送方便。电能可以通过导线或电磁波传输到所需要的地方，不仅传输效率高，而且分配也很容易。

第三，电能的使用方便。使用时，可以根据需要，方便地将电能转换成其他形式的能量。例如：电动机将电能转换成机械能，电灯将电能转换成光能，电炉将电能转换成热能，扬声器将电能转换成声能，等等。

第四，电能的控制方便。电流的传导速度等于光速，电气设备的动作也比较迅速，对生产过程中所涉及的一些物理量，如长度、速度、温度、压力等，都可用电的方法迅速而准确地进行测量和自动调节，便于实现远距离控制和生产过程自动化。

电工基础是研究电路功能和电磁现象的基本规律及分析方法的一门技术基础课，是学习电工专业知识必要的理论基础。通过本课程的学习，掌握直流电路、交流电路和电磁的基本概念、基本规律和基本分析方法，同时掌握一定的实验技能，为进一步学习后续课程及今后工作打下必要的基础。

在学习本课程的过程中，应注意以下几点：

1) 要理解各主要物理量及基本公式的含义，了解有关公式的使用条件以及各物理量的法定计量单位。

2) 要弄清各定律的内容，掌握各有关量间的相互关系，注意教材中各部分内容间的联系，切忌死记硬背，重在理解和灵活运用，逐步学会分析电路的基本方法。

3) 要充分重视实验和正确使用电气设备。实验是本课程的一个重要环节，要通过实验，巩固和加深对所学知识的理解，掌握基本操作技能，培养严谨的科学作风和独立工作的能力。

在学习本课程的过程中，应注意以下几点：

如能代本基善 (关于本课程)

关于本课程 (1)

# 第一章 直流电路的基本概念

## 学习目标

本章学习电路的基本概念和基本定律，这不但是学习直流电路、交流电路的基础，也是学习电工专业其他技术课和专业课的基础。

本章学习目标：

1. 掌握电路的基本物理量。
2. 熟悉电路的三种工作状态。
3. 掌握欧姆定律和焦耳定律。

## 第一节 电路与电流

### 一、电路及其工作状态

在日常生活中，把一个灯泡通过开关、导线和干电池连接起来，就组成了一个照明电路，如图 1-1a 所示。当合上开关，电路中就有电流通过，灯泡就亮起来。在工厂的动力用电中，电动机通过开关、导线和电源接通时，有电流通过，电动机就转起来。这种把各种电气设备和元件按照一定的连接方式构成的电流通路称为电路。换句话讲，就是电流所流经的路径称为电路。

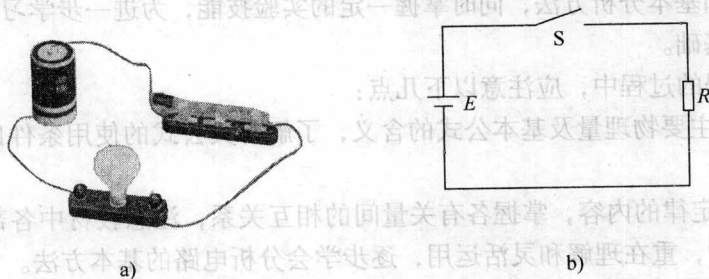


图 1-1 电路的组成

a) 实物图 b) 电路图

任何一个完整的实际电路，不论其结构和作用如何，通常总是由电源、负载和中间环节（导线和开关）等基本部分组成。

(1) 电源 电源是电路中产生电能的设备。发电机、蓄电池、光电池等都是电源。发



电机是将机械能转换成电能，蓄电池是将化学能转换成电能，光电池是将光能转换成电能。

(2) 负载 负载是将电能转换成其他形式能量的装置。电灯泡、电炉、电动机等都是负载。电灯泡是将电能转换成光能，电炉是将电能转换成热能，电动机是将电能转换成机械能。

(3) 导线和开关 导线是用来连接电源和负载的元件。开关是控制电路接通和断开的装置。












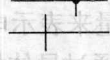






另外，根据实际需要，还可装配其他辅助设备，如测量仪表（用来测量电路中的电量）、熔丝（用来执行保护功能）等。

### 1. 电路图

图 1-1a 所示是用电气设备的实物图形表示的实际电路。它的优点是直观，但画起来很复杂，不便于分析和研究。因此，在分析和研究电路时，总是把这些实际设备抽象成一些理想化的模型，用规定的图形符号表示，画出其电路模型图，如图 1-1b 所示。这种用统一规定的图形符号画出的电路模型图称为电路图。

电路图中常用的部分图形符号见表 1-1。

表 1-1 部分电工图形符号

图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号	名称
	开关		电阻器		接机壳
	电池		电位器		接地
	直流发电机		电容器		端子
	线圈		电流表		连接导线 不连接导线
	铁心线圈		电压表		熔断器
	抽头线圈		二极管		灯

### 2. 电路的三种工作状态

(1) 通路 通路就是电源与负载接成的回路，也就是图 1-1a 所示电路中开关合上时的工作状态，这时电路中有电流通过。必须注意，处于通路状态的各种电气设备的电压、电流、功率等数值不能超过其额定值。

(2) 断路 断路就是电源与负载未接成闭合电路，也就是图 1-1b 中开关断开时的工作状态，这时电路中没有电流通过。在实际电路中，电气设备与电气设备之间、电气设备与导线之间连接时的接触不良也会使电路处于断路状态。断路又称为开路。