

电工基本技能 应用与实践

◎ 丛书策划 郭连考
◎ 主 编 李文军
◎ 副 主 编 陈 杰 马德智 寇志伟
◎ 主 审 郭连考

电工基本技能 应用与实践

- ◎ 丛书策划 郭连考
◎ 主 编 李文军
◎ 副 主 编 陈 杰 马德智 寇志伟
◎ 参 编 (按姓氏音序排列)
春 兰 韩文颖 孙万利
徐明娜 赵卫国
◎ 主 审 郭连考

内 容 简 介

本书是针对当前工程教育的发展趋势与高等学校学分制改革的需要,根据教育部高教司组织编制的高等学校理工科本科指导性专业规范中的专业教学实践体系、大学生创新训练的相关要求及多所工科院校的电工与电子技术实践课程的教学要求编写的,旨在适应科学技术的发展及创新型人才培养的要求,增强当代工科大学生的工程素养、实践能力及创新精神。

本书以电工、电子与测控技术等学科理论为基础,以工程应用为导向,编写了集基础技能训练、工程应用训练、综合设计与创新研究于一体的理论和实践项目,主要包含了电工基础、安全用电、电工仪表与材料、室内供配电与照明、电子基本技能、电子元器件、传感器技术、电子产品组装技术、电机及其控制,以及计算机硬件组装等内容。

本书可作为高等学校非电类专业学生的电工基础设计与实训等课程的教材,亦可作为科技创新实践、课程设计及毕业实践等环节的指导书,或供相关行业的工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电工基本技能应用与实践/李文军主编. —北京:北京理工大学出版社,2017.3
ISBN 978-7-5682-3806-9

I. ①电… II. ①李… III. ①电工技术-高等学校-教材 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第047821号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市华骏印务包装有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/21

字 数/490千字

版 次/2017年3月第1版 2017年3月第1次印刷

定 价/59.00元

责任编辑/刘永兵

文案编辑/刘 佳

责任校对/王素新

责任印制/王美丽

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

科学技术的迅速发展对工程技术人员提出了越来越高的综合技能要求，这就使得培养具有扎实的理论基础、科学的创新精神、基本的工程素养的复合型人才成为理工院校人才培养的关键。在工程实践课程体系中，电工电子类工程实践课程是最基本、最有效、最能激发学生兴趣的工程教育资源，其作用日趋凸显，是人才培养方案中不可或缺的实践环节。

电工基本技能应用与实践是理工院校为培养各类型工程技术人员而设立的核心课程之一，它将科学研究、实验教学和工程训练融为一体，是理论联系实际的有效途径。通过电工基本技能应用与实践课程的学习，学生可以弥补从基础理论到工程实践之间的薄弱环节，能够拓展科技知识，激发学习兴趣，培养劳动安全意识、质量意识和工程规范意识，初步培养工程设计能力和求实创新精神，提高学生的工程素养与实践创新能力，为将来从事工程技术工作奠定坚实的基础。

本书是根据高等工程教育改革的深化、国家对创新型人才的需求和学校人才培养方案的改革，结合多年的教学实践与当前电工技术发展的趋势，针对学生实践能力的提高和创新能力的培养而编写的，凝结了编者十多年的教学心得与工程实践经验，是工程实践教学的经典教学资料。

本书由李文军担任主编并负责全书统稿，陈杰、马德智、寇志伟担任副主编，郭连考主审。其中第1章由徐明娜编写，第2章由李文军编写，第3章由韩文颖编写，第4章由李文军、陈杰编写，第5章由马德智编写，第6章由赵卫国编写，第7章由春兰编写，第8和9章由寇志伟编写，第10章由孙万利编写，第11章由李文军、马德智编写，郭连考策划了本套工程教育实践与创新系列教材并审阅了全书，提出了许多宝贵的建议。在本书的编写过程中，参考和引用了许多文献资料，在此对文献作者表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有诸多的不足与不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录
CONTENTS

第1章 电工基础 1

1.1 电能 1

1.1.1 电能的产生 1

1.1.2 电能的特点 1

1.1.3 电能的应用 2

1.2 电源 2

1.2.1 直流电源 2

1.2.2 交流电源 3

1.3 电路的基本概念和基本定律 6

1.3.1 电路的作用与组成部分 6

1.3.2 电路的基本物理量 7

1.3.3 电路元件 10

1.3.4 基本定律 12

1.3.5 电路等效变换 14

1.3.6 三相电路 16

1.4 供配电基础 19

1.4.1 电力系统 19

1.4.2 配电系统 23

1.5 实训项目 26

1.5.1 认识工作台和检查实训 26

1.5.2 导线的连接实训 26

课后习题 27

第2章 安全用电	28
2.1 电气事故概述	28
2.1.1 电气事故的危害	28
2.1.2 电气事故的特点	28
2.1.3 电气事故的类型	28
2.2 触电事故	29
2.2.1 电流对人体伤害的种类	29
2.2.2 电流对人体伤害程度的主要影响因素	30
2.2.3 人体触电方式	32
2.2.4 触电事故产生的原因及其规律	34
2.3 触电急救	35
2.3.1 触电急救措施	35
2.3.2 触电急救方法	36
2.4 用电安全技术	39
2.4.1 预防直接接触电的措施	39
2.4.2 预防间接接触电的措施	40
2.5 电气火灾	43
2.5.1 电气火灾的原因	43
2.5.2 电气火灾的防护措施	44
2.5.3 电气火灾的扑救	45
课后习题	45
第3章 电工工具、仪表与材料	46
3.1 电工工具及其使用	46
3.1.1 通用工具	46
3.1.2 绝缘用具	48
3.1.3 专用工具	49
3.2 电工常用仪表	52
3.2.1 电工仪表的分类	52
3.2.2 万用表	52
3.2.3 钳形电流表	56
3.2.4 兆欧表	57
3.2.5 数字电桥	58
3.2.6 晶体管特性测试仪	60
3.3 导线连接基本技能	61

3.3.1	导线连接的基本要求	61
3.3.2	导线绝缘层的剖削	62
3.3.3	导线连接方法	64
3.3.4	导线绝缘层的恢复	69
3.3.5	导线截面积的选择	70
3.4	电工材料	71
3.4.1	导电材料	71
3.4.2	常用绝缘材料	72
3.4.3	常用导磁材料	74
3.5	实训项目	75
3.5.1	电工通用工具的使用实训	75
3.5.2	导线绝缘层的剥削实训	75
3.5.3	导线绝缘层的恢复实训	75
	课后习题	76
第4章 室内供配电技术		77
4.1	室内供配电方式	77
4.1.1	室内供配电技术基本概念	77
4.1.2	室内供电线路的分类	77
4.1.3	室内配电系统的基本配电方式	78
4.2	室内供配电系统中的低压电器	79
4.2.1	刀开关	79
4.2.2	熔断器	80
4.2.3	低压断路器	82
4.2.4	漏电断路器	84
4.2.5	电能表	86
4.3	室内供配电线路	88
4.3.1	室内布线的原则	89
4.3.2	室内布线的要求	89
4.3.3	室内配线的一般工序	90
4.4	室内配线方法	91
4.4.1	线管配线方法	91
4.4.2	塑料护套线的配线方法	93
4.5	室内配电箱	95
4.5.1	强电配电箱的内部组成	95

4.5.2	导线的选用	96
4.5.3	低压断路器的分组	96
4.5.4	接线示意图	97
4.6	实训项目	97
	课后习题	99
第5章 家庭照明技术		100
5.1	照明基本概念	100
5.1.1	光的基本概念	100
5.1.2	光的度量	101
5.1.3	光源的色温	101
5.1.4	光源的显色性	102
5.2	照明的方式与种类	103
5.2.1	照明方式	103
5.2.2	照明的种类	103
5.3	常见电光源	105
5.3.1	第一代电光源——白炽灯	105
5.3.2	第二代电光源——低气压气体放电灯	106
5.3.3	第三代电光源——高强度气体放电灯	112
5.3.4	第四代电光源——LED灯	114
5.4	照明系统常用电器	117
5.4.1	室内开关	117
5.4.2	家用插座	121
5.5	照明系统电气设计	122
5.6	实训项目	123
5.6.1	家庭照明实训	123
5.6.2	日光灯安装实训	124
	课后习题	125
第6章 电子基本技能		126
6.1	锡焊技术	126
6.1.1	焊接技术概述	126
6.1.2	锡焊工具	128
6.1.3	焊接材料	131
6.1.4	锡焊机理	136

6.1.5	手工焊接技术	137
6.1.6	焊点的质量分析	141
6.1.7	自动焊接技术	144
6.1.8	拆焊	147
6.2	导线加工技术	149
6.2.1	绝缘导线的加工工艺	149
6.2.2	屏蔽导线端头的加工	152
6.2.3	线把的扎制	154
6.3	元器件引线加工	156
6.4	实训项目	157
6.4.1	导线焊接实训	157
6.4.2	电路板焊接实训	158
	课后习题	159

第7章	电子元器件	160
7.1	电阻器	160
7.1.1	固定电阻器	160
7.1.2	敏感电阻器	164
7.1.3	电位器	167
7.2	电容器	169
7.2.1	电容器的种类及符号	169
7.2.2	电容器的型号命名方法	169
7.2.3	电容器的主要参数	169
7.2.4	电容器的标志方法	172
7.2.5	电容器的测量	172
7.3	电感器和变压器	173
7.3.1	电感器	173
7.3.2	变压器	176
7.4	二极管	177
7.4.1	二极管的分类和型号命名	178
7.4.2	常用二极管	178
7.4.3	二极管的主要参数	181
7.5	三极管	181
7.5.1	三极管的分类及型号命名	182
7.5.2	三极管的主要参数	182

7.6 集成电路	183
7.6.1 集成电路的分类与型号命名	183
7.6.2 集成电路的主要参数	184
7.6.3 常用集成电路	186
7.7 电声器件	187
7.7.1 扬声器	187
7.7.2 传声器	188
7.8 实训项目	190
7.8.1 电阻器的识读与检测实训	190
7.8.2 电容器的识读与检测实训	191
7.8.3 电感器和变压器的识读与检测实训	191
7.8.4 二极管、三极管的识读与检测实训	192
课后习题	193

第8章 传感器	195
8.1 传感器概述	195
8.1.1 检测技术概述	195
8.1.2 传感器的基本概念	197
8.1.3 传感器的基本特性	198
8.1.4 传感器的发展	199
8.2 电阻式传感器	200
8.2.1 应变式传感器	200
8.2.2 压阻式传感器	201
8.3 电感式传感器	202
8.3.1 自感式传感器	202
8.3.2 互感式传感器	202
8.4 电容式传感器	203
8.4.1 工作原理	203
8.4.2 电容式传感器的应用	204
8.5 压电式传感器	204
8.5.1 压电效应	204
8.5.2 压电传感器	205
8.6 热电式传感器	206
8.6.1 热电偶传感器	206
8.6.2 热电阻传感器	207

8.6.3	热敏电阻传感器	207
8.6.4	集成温度传感器	208
8.7	光电传感器	208
8.7.1	光电效应	209
8.7.2	光电器件	209
8.7.3	固态图像传感器	212
8.7.4	光电编码器	213
8.8	磁敏传感器	214
8.8.1	霍尔传感器	214
8.8.2	磁敏电阻传感器	215
8.9	实训项目	215
8.9.1	集成温度传感器测试实训	215
8.9.2	光敏二极管应用实训	216
	课后习题	217
第9章 电子产品的组装		218
9.1	电子产品组装	218
9.1.1	组装工艺概述	218
9.1.2	电子产品的结构形式	219
9.1.3	组装的连接方式	221
9.1.4	装配级别与要求	222
9.1.5	装配工艺流程	224
9.2	印刷电路板的组装	226
9.2.1	元器件准备	226
9.2.2	元器件的安装方法	227
9.2.3	印制电路板组装工艺流程	228
	课后习题	231
第10章 电机与控制		232
10.1	电机概述	232
10.1.1	电机的发展历程	232
10.1.2	电机的分类	233
10.2	直流电机	233
10.2.1	直流电动机的工作原理	233
10.2.2	直流电机的分类	234

10.2.3	直流电动机的启动	234
10.2.4	直流电动机的反转	234
10.3	交流电机	235
10.3.1	三相异步电动机的结构	235
10.3.2	三相异步电动机的绕组	237
10.3.3	三相异步电动机的分类	238
10.3.4	三相异步电动机的工作原理	240
10.3.5	三相异步电动机的运行状态	240
10.3.6	三相异步电动机的铭牌数据	242
10.3.7	三相异步电动机的工作特性	244
10.3.8	三相异步电动机的启动	245
10.3.9	三相异步电动机的调速	246
10.3.10	三相异步电动机的制动	247
10.4	变压器	248
10.4.1	变压器工作原理及类型	248
10.4.2	变压器的结构	249
10.5	低压电器	251
10.5.1	低压电器的分类	251
10.5.2	低压电器结构	251
10.5.3	低压开关	252
10.5.4	接触器	256
10.5.5	继电器	261
10.5.6	熔断器	266
10.6	电气控制图	268
10.6.1	电气图的分类	268
10.6.2	电气图的图形符号和文字符号	268
10.6.3	电气原理图的绘制规则	269
10.7	电气控制线路的故障诊断方法	270
10.7.1	电气控制线路的故障	270
10.7.2	电气控制线路故障的分析方法	270
10.8	常用电气控制电路	272
10.8.1	点动控制	272
10.8.2	自锁控制	273
10.8.3	接触器联锁的电机正反转控制	274
10.8.4	双重联锁电动机正反转控制线路	275

10.8.5	两台电动机的顺序启动、逆序停止控制	276
10.9	实训项目	277
10.9.1	三相异步电动机接触器点动控制线路	277
10.9.2	三相异步电动机接触器自锁控制线路	277
10.9.3	接触器联锁的三相异步电动机正反转控制线路	278
10.9.4	双重联锁的三相异步电动机正反转控制线路	278
10.9.5	三相异步电动机的顺序启动、逆序停止控制线路	279
	课后习题	279
第11章 计算机硬件组装及系统安装		280
11.1	计算机概述	280
11.1.1	计算机发展历程	280
11.1.2	计算机的分类	281
11.2	计算机的硬件组成	283
11.2.1	CPU 与其散热器	285
11.2.2	主板	286
11.2.3	内存	288
11.2.4	硬盘	289
11.2.5	声卡	291
11.2.6	显卡	292
11.2.7	网卡	293
11.2.8	电源	294
11.2.9	机箱	295
11.2.10	光驱	296
11.2.11	显示器	297
11.2.12	键盘与鼠标	298
11.2.13	USB 接口	298
11.3	计算机硬件的组装	299
11.3.1	了解 DIY 攒机	300
11.3.2	攒机方案的确定	301
11.3.3	组装前的准备工作	302
11.3.4	攒机方案的注意事项	303
11.3.5	机箱内配件安装流程	303
11.3.6	外围设备的安装	305
11.4	计算机软件安装	307

11.4.1	BIOS 功能介绍及设置	307
11.4.2	安装 Windows 操作系统	312
11.4.3	驱动程序的安装	315
11.5	实训项目	316
11.5.1	台式机硬件安装及测试	316
11.5.2	Windows XP 系统的安装与开机测试	318
	课后习题	320
	参考文献	321

第1章

电工基础

1.1 电能

1.1.1 电能的生产

电能是大自然能量循环中的一种转换形式。

能源是自然界赋予人类生存和社会发展的重要物质资源，自然界固有的原始能源称为一次能源，分为可再生能源和不可再生能源。一次能源包括煤炭、石油、天然气以及太阳能、风能、水能、地热能、海洋能、生物能等。其中太阳能、风能、水能、地热能、海洋能、生物能等在自然界中能不断得到补充，或者可以在较短周期内再产生，属于可再生能源；煤炭、石油、天然气、核能等能源的形成经过亿万年，在短期内无法恢复再生，属于不可再生能源。

电能是一种二次能源，主要是由不可再生的一次能源转化或加工而产生的。电能主要的转化途径是化石能源的燃烧，其将化学能转化为热能；加热水使其气化成蒸汽推动汽轮机，从而将热能转化为机械能；最后由汽轮机带动发电机利用电磁感应原理将机械能转化为电能。

电能因清洁安全、输送快速高效、分配便捷和控制精确等一系列优点，成为迄今为止人类文明史上最优质的能源，它不仅易于实现与其他能量（如机械能、热能和光能等）的相互转换，而且容易控制与变换，便于大规模生产、远距离输送和分配，同时还是信息的载体，在现代人类生产、生活和科研活动中发挥着不可替代的作用。

1.1.2 电能的特点

与其他能源相比，电能具有以下特点：

- (1) 电能的产生和利用比较方便。电能可以采用大规模的工业生产方法集中获得，把其他能源转换为电能的技术相对成熟。
- (2) 电能可以远距离传输，且损耗较低，输送具有实时、方便、高效等特点。
- (3) 电能能够很方便地转化为其他能量，能够用于各种信号发生、传递和信息处理，实现自动控制。
- (4) 电能本身的产生、传输和利用的过程已能实现精确可靠的自动化信息控制。电力

系统各环节的自动化程度也相对较高。

1.1.3 电能的应用

电能的应用非常广泛，在工业、农业、交通运输、国防建设、科学研究及日常生活中的各个方面都有所应用。电能的生产和使用规模，已成为社会经济发展的重要标志。主要应用有：

- (1) 电能转换成机械能，作为机械设备运转的动力源。
- (2) 电能转换为光和热，如电气照明。
- (3) 化工、轻工业行业中的电化学产业如电焊、电镀等，生产过程中要消耗大量电能。
- (4) 家用电器的普及，办公设备的电气化、信息化等，使各种电子产品深入生活，信息化产业的高速发展都使得用电量急剧增加。

1.2 电源

电源是电路的源泉，它为电路提供电能。现在应用的电源有各种干电池电源、太阳能电源、风力发电电源、火力发电电源、水力发电电源及核能发电电源等，如图 1 - 1 所示。图 1 - 1 (c) 是风力发电机外形，风叶在风力的推动下转动，通过传动机构带动发电机转动发出电能；图 1 - 1 (d) 是太阳能电池板，在阳光的照射下电池板的“+”“-”电极上输出电流。

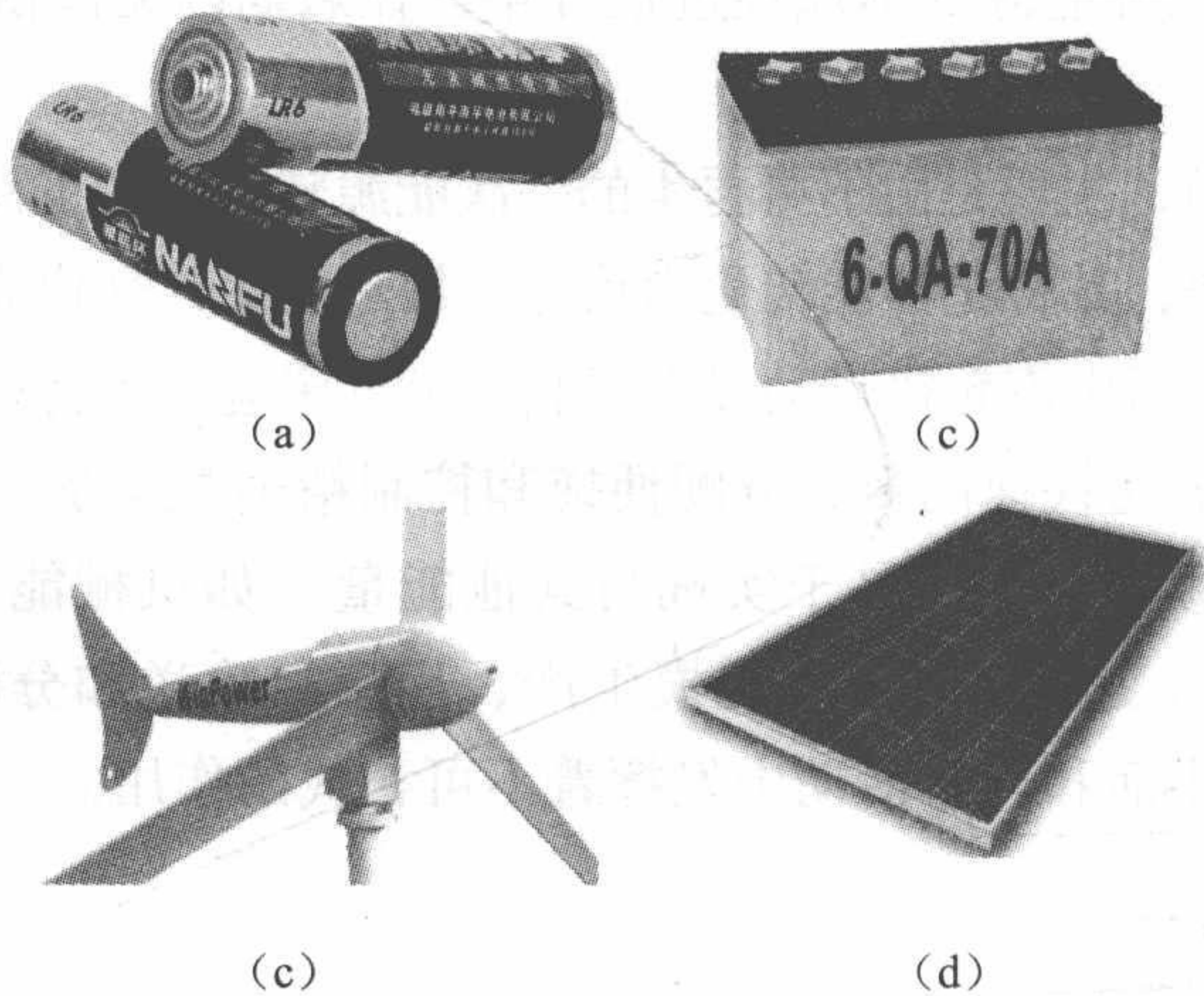


图 1 - 1 各种电源

(a) 干电池；(b) 蓄电池；(c) 风力发电；(d) 太阳能电池板

1.2.1 直流电源

直流电源是电压和电流的大小和方向不随时间变化的电源，是维持电路中形成稳恒电流的装置。常见的直流电源有：干电池、蓄电池、直流发电机等。

用一种由理想电路元件组成的电路模型可以更直观地描述直流电源特性。实际常用的直

流电源有电压源和电流源两种。

1. 电压源

(1) 定义：电压源是一种理想的电路元件，其两端电压总能保持定值或一定的时间函数，且电压值与流过它的电流无关的元件叫理想电压源。

(2) 电路符号：

电压源的图形符号如图 1-2 所示。

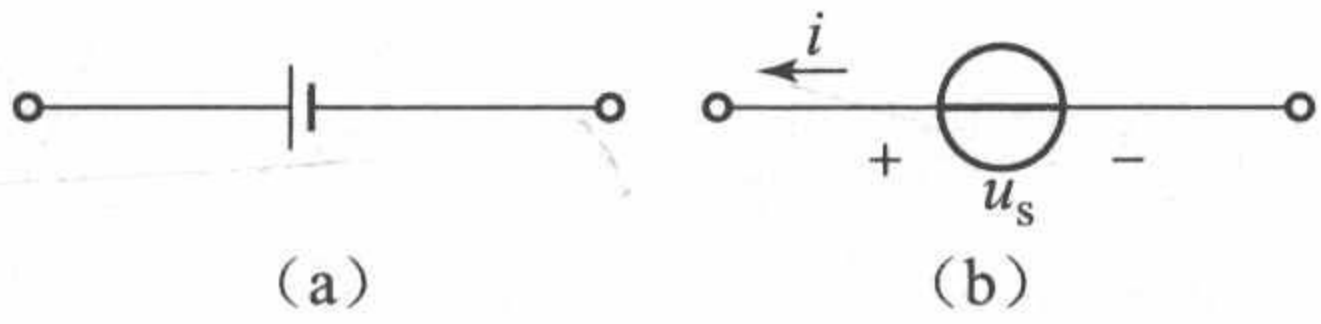


图 1-2 电压源的图形符号

(a) 直流电源；(b) 理想电压源

(3) 理想电压源的电压、电流关系：

电源两端电压由电源本身决定，与外电路无关，且与流经它的电流方向、大小无关。通过电压源的电流由电源及外电路共同决定，其伏安特性曲线如图 1-3 所示。

2. 电流源

(1) 定义：电流源是另一种理想的电路元件，不管外部电路如何，其输出电流总能保持定值或一定的时间函数，电流值与其两端电压无关的元件定义为理想电流源。

(2) 电路符号：

电流源的图形符号如图 1-4 所示。

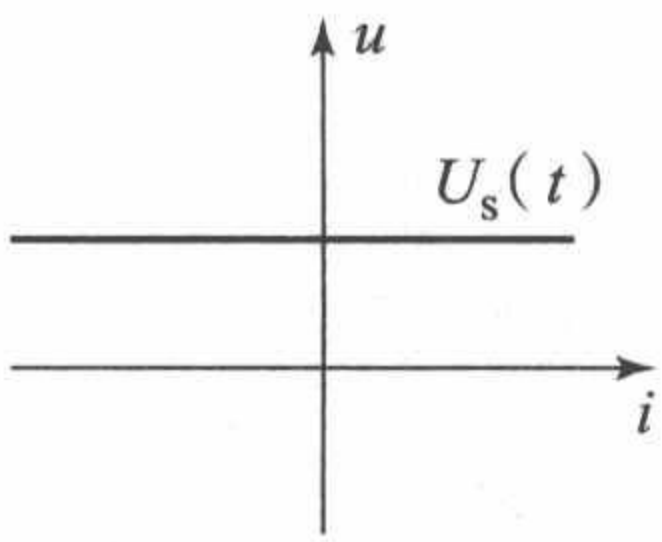


图 1-3 电压源的伏安特性曲线

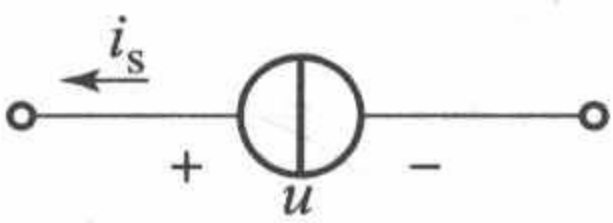


图 1-4 电流源的图形符号

(3) 理想电流源的电压、电流关系：

电流源的输出电流由电源本身决定，与外电路及其两端电压无关。电流源两端的电压由其本身输出电流及外部电路共同决定，其伏安特性曲线如图 1-5 所示。

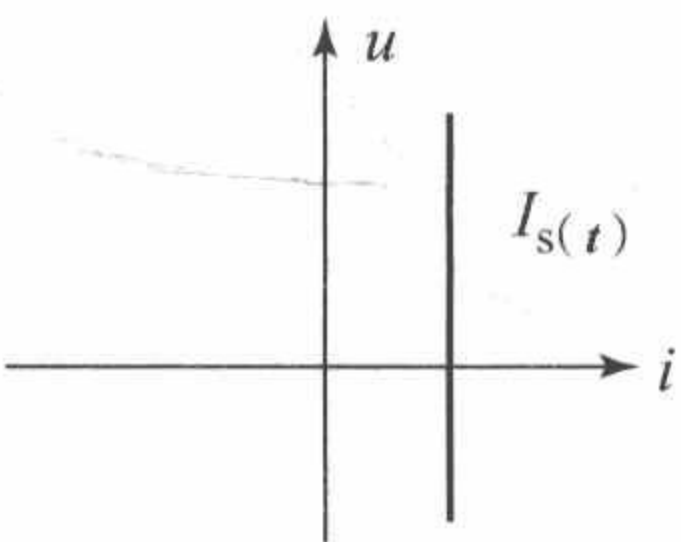


图 1-5 电流源的伏安特性曲线

1.2.2 交流电源

日常生产生活中用电多为交流电，这种交流电一般指的是正弦交流电。