

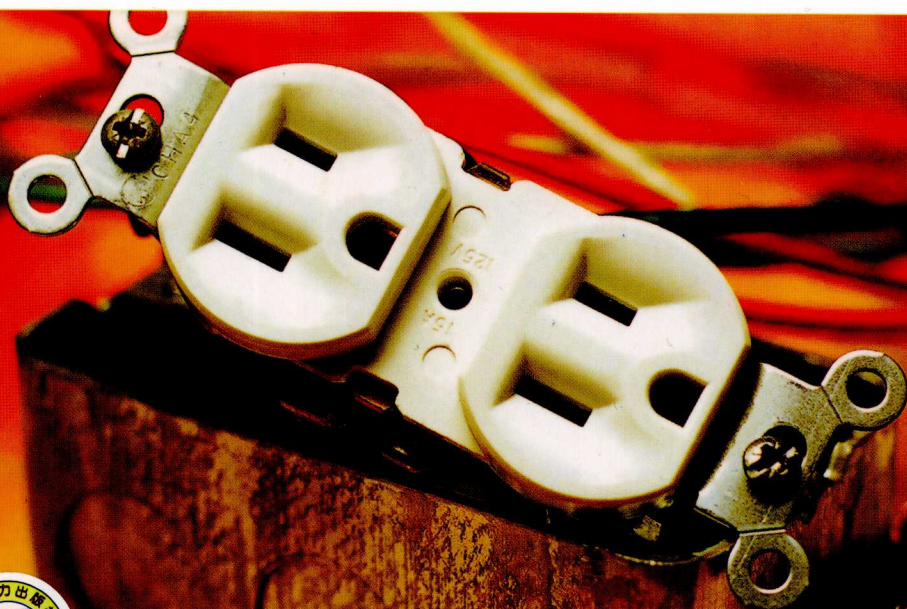
Mc
Graw
Hill Education

米勒指导丛书

[美] Mark R. Miller, Rex Miller, Glenn E. Baker 著
胡玉玲、史晓霞、庄俊华 译

家庭布线

HOME WIRING



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

家庭布线

[美] Mark R. Miller, Rex Miller, Glenn E. Baker 著
胡玉玲、史晓霞、庄俊华 译



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书对技工、电气工程师,以及有条件自己动手的人来说都是非常有价值的参考技术。书中包括了一些电气原理的理论,本书的重点主要是实践,以及书中涉及的理论的日常应用。

Rex Miller, Mark R. Miller, Glenn E. Baker

Miller's Guide to Home Wiring

ISBN: 0-07-144551-X

Copyright © 2005 by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. Printed in the United States of America. Except as permitted under the United States Copyright Act of 1976, no part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书的中文简体字翻译版由中国电力出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司合作出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司的防伪标签,无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2006-2730

图书在版编目(CIP)数据

家庭布线/(美)马克(Miller, M. R.)等编著;胡玉玲、史晓霞、庄俊华译. —北京:中国电力出版社, 2007
(米勒指导丛书)

书名原文: Miller's Guide to Home Wiring

ISBN 978-7-5083-5603-7

I. 家… II. ①马…②胡… III. 家庭-布线-基本知识 IV. TM24

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 061371 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑:张鹤凌 齐伟 责任印制:陈焊彬 责任校对:付珊珊

汇鑫印务有限公司印刷·各地新华书店经售

2007 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·15.5 印张·383 千字

定价:28.00 元

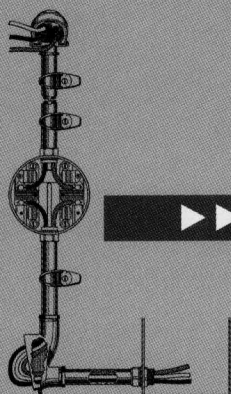
敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话 (010-88386685)



►► 米勒指导丛书 家庭布线

前言

Preface

编写本书的目的是帮助那些对家庭布线和改造现有房间线路感兴趣的人，以及以电气工程师为职业的人。

这本书中有对见习生经验丰富的电气工程师，以及自己动手的人很有用的东西。尽管书中也包括了一些电气原理的理论，但正文的重点主要是实践，是这些理论的日常应用。

书中诸多文字用于描述目前正在应用的各种零部件和各种技术，以及在那些需要替换或维修的老房子中也可以找到的各种零部件。显然，不是所有相关的问题都被提到，因为在工作上是需要工作者有足够的灵活性的。然而，对于标准的程序，国家电气法规手册已给出了明确指导，包括在接线盒中电线的数量，电线的类型以及在什么地方使用它们，以及在某一给定地点进行安全安装的设备类型。国家电气法规手册应该常备在工具箱中。

对法律要保持清醒的头脑，正如通常所言，变化随时会发生。事实上，每隔三年，一部对旧法规进行了修改的新电气法规就要出版。它总是处于变动的状态并且根据周围情况的变动而修改。因此，可能的情况是，各种不同的接线盒性能以及设备的有关信息会随时间而变化。对于一名电气工程师必须要随时关注电气法规及其针对具体情况的应用。

雷克斯·米勒
马克 R·米勒
格伦 E·贝克

致 谢

美国情报科学学会对书籍调查的情况是，就任何一本书来说，都有许多人付出他们宝贵的时间来帮助作者。他们的努力以及建议非常有价值。我想要借此机会来表达我的感谢。

本书包括了许多电气部件及设备制造商提供的说明书、书面材料以及对部件与设备的建议。他们是以高超的职业水准来提供这些的。

一些制造商在该领域从事了几十年的生产，并且有一些非常好的、他们所拥有的产品生产线。下面列出了他们的名字。这些制造商和代理商不过是从诸多生产厂家、设备安装部门和高效，安全用电部门中随机抽取的。非常感谢这些公司以及代理商所提供的技术数据。没有他们的帮助，本书既不会吸引人，也不客观。

Appleton (阿普尔顿) 电气公司

Bernzomatic 有限公司

Brown & Sharpe 制造公司

Bryant (布赖恩特) 电气公司

Buchanan 电气生产部

加拿大标准协会，CSA

伊利诺斯光电中心，CILCO

Circle F 产业

爱迪生电气研究所，NYC

Eller 制造公司

Emerson (艾默生) 电气公司

通用电气公司

Greenlee 工具公司

Harvey Hubell 有限公司

Heath 公司

霍尼维尔公司

Ideal (理想) 工业公司

Misener 制造公司

美国国家火灾保护协会

美国国家安全委员会

纽约火灾保险商协会

纽约国家电力权力机构

Niagara Mohawk 电力公司，NMP

NuTone Division of Scovill

Ohmite

Onan

Pass and Seymour, 有限公司

附录

Rural 电气化权力机构

Sangamo 电气公司

Sears, Roebuck 公司

Seatek 公司

Slater 电气公司

Square D. 公司

Superior 电气公司

Thomas & Betts 公司

3M, 电气产品制造部

Underwriters' Laboratories, 有限公司

Union Insulating 公司

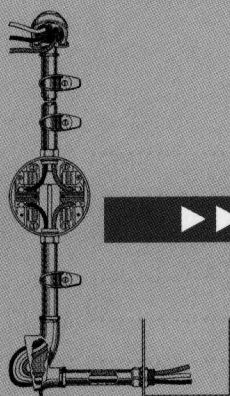
美国劳动部

西部电气仪器公司

下面的这些人帮助本书进行了准备工作:

Jim Kasprzyk, 绘图专家, 绘制插图;

ED Zempel 帮助进行编辑工作。



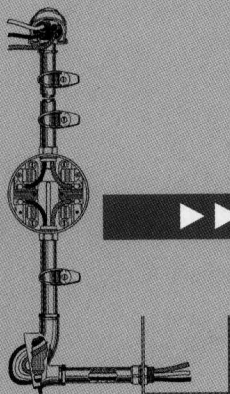
目 录

Contents

致谢	1
前言	1
第 1 章 电和电路	1
1.1 什么是电	1
1.2 电的度量标准	1
1.3 元素和原子	1
1.4 电材料	4
1.5 电的产生	4
1.6 电压和电流	8
1.7 欧姆定律	11
1.8 功率	12
1.9 电的测量	13
1.10 电力控制	18
1.11 电阻	22
第 2 章 发电	26
2.1 交流电力	27
2.2 水力发电	32
2.3 核能发电站	34
2.4 火力发电	36
第 3 章 配电	38
3.1 市区和郊区输配电	38
3.2 农电	43
3.3 电力公司安装服务	46
第 4 章 用电安全	51
4.1 临时布线	51
4.2 临时照明	52
4.3 临时电缆	52

4.4	梯子	52
4.5	致命电流	55
4.6	安全方面通用预防措施	56
4.7	为受害人做些什么	56
4.8	延长线路、插头和插座引起的典型电击伤害	57
4.9	接地适配器	64
4.10	安全设备	67
第5章	布线需要遵循的电气法规	72
5.1	美国国家电气法规 (NEC)	72
5.2	保险业实验室	73
5.3	加拿大标准协会 (CSA)	75
5.4	根据国家电气法规布线	76
第6章	计划	86
6.1	计算电路负荷	86
6.2	需求说明	88
6.3	典型的房间插座要求	89
第7章	布线的设备与工具	104
7.1	基本的工具	104
第8章	房间引线及电路	116
8.1	用户引入线	118
8.2	配电面板	124
8.3	ROMEX 电缆	125
8.4	电线的规格	125
8.5	计划合适的引入线与电路	126
8.6	电度表	142
8.7	读取电度表数	143
第9章	安装罗美克斯	145
9.1	罗美克斯	145
9.2	BX	149
9.3	设备和连接照明设备	159
9.4	盒子中的导线数量	166
9.5	铝连接器	169
9.6	电路保护设备	170
第10章	使用 BX、EMT、软线、塑料线和硬导管布线	173
10.1	BX 电缆	173
10.2	装置	174
10.3	BX 电缆及规范	177
10.4	使用导管安装电气设备	179
10.5	导管和规范	193

10.6	柔性导管	194
第 11 章	重新布线	201
11.1	电路检测	202
11.2	用于控制插座的墙壁开关	205
11.3	沿着墙面添加插座	206
11.4	沿着门布线	206
11.5	穿过楼板布线	207
11.6	如何钩取电线	208
11.7	顶层的安装	209
11.8	安装安全盒	210
11.9	地下布线	211
11.10	盖子和遮篷	213
11.11	户外照明	214
第 12 章	器具、烤箱、炉灶、烹饪台、空调、有线电视和因特网	216
12.1	电灶	216
12.2	干燥器	221
12.3	微波炉	222
12.4	电加热器	223
12.5	房顶加热器和管道加热器	224
12.6	高架的车库大门	225
12.7	电热水器	226
12.8	电动机	226
12.9	空气调节器	228
12.10	更加新颖的布线系统	229
12.11	用于语音及数据的高速、高性能的电缆	229



电 和 电 路

1.1 什么是电

尽管我们看不到电，但我们每天都能意识到它的存在。电无处不在。你无法品尝或闻到电，但你可以感觉到它。我们可以品尝用电能做熟的食物，也可以闻到当闪电经过空气时发出的气味（臭氧）。

基本上存在两种类型的电——静电（静止的）和动电（移动的）。本书主要介绍动电。这也是我们经常使用的一种电。

动电简单地定义为导体中的电子流。为了理解电的定义，我们需要了解化学元素和原子。

1.2 电的度量标准

电使用的大多数单位（如安培和伏特）都是公制单位。然而，在美国全国电气规程 NEC 中线性和容量的计量标准由美国惯例系统计量组织（USCS）给出。当在美国完全采用 SI 公制系统时，则在公制单位中将会声明在规程中使用的线性和容量计量单位。然而，这样的变化可能还需要几年。由于这个原因，本文中长度和容量的度量标准均由 USCS 单位给出，也没有进行它与公制之间的转化。表 1-4（P24）给出了将 USCS 度量标准换算为公制度量标准所需要的信息，反过来也是同样。

在公制计量系统里，5 位以上的阿拉伯数字，从小数点开始，每三位数字插入一个空格（而不是逗号）。这样，10,000 写成 10 000。同样的规则用于小数：0.000001 就写成 0.000 001。

1.3 元素和原子

元素是宇宙中最基本的物质。在自然界中已发现 94 种元素，诸如铁、铜和氮等。科学家们已经在实验室里合成了 11 种其他的元素。每一种已知物质——固体、液体或气体——都由元素组成。

元素很少以纯净的状态存在。几乎所有的元素都是以混合的状态存在，我们称之为化合物。甚至如水这样普通的物质也是一种化合物，而不是一种元素（图 1-1），这里表示了两

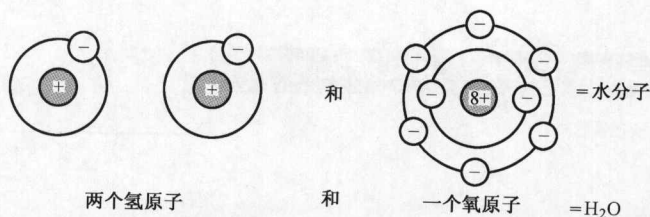


图 1-1 两个或多个原子相连叫做一个分子

个氢原子和一个氧原子组成一个化合物水 (H_2O) 分子。

原子是保持元素所有性质的最小微粒。每一种元素都有它自己的原子。因此，所有的氢原子都是相似的，它们与其他元素的原子不同。然而，所有原子都有共同的结构，它们都有内部部分——原子核。原子核由称作质子和中子的微小粒子组成。原子也有外部部分，由称作电子的微小粒子组成。电子围绕原子核旋转（图 1-2 和图 1-3）。

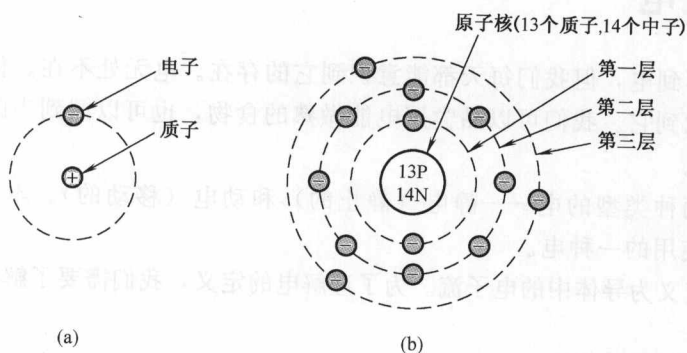


图 1-2 含有质子、中子和电子的原子
(a) 氢原子；(b) 铝原子

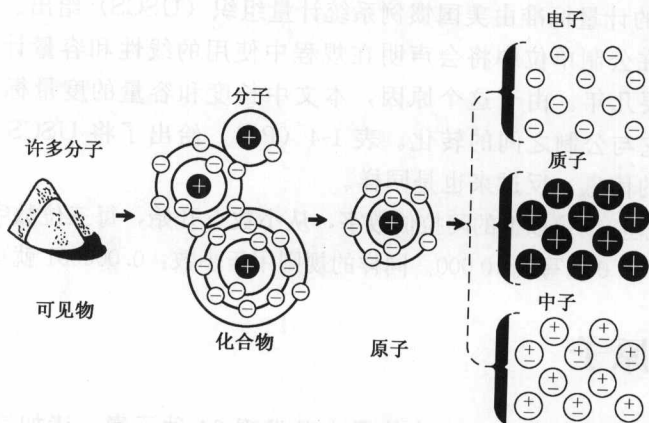


图 1-3 分子结构

中子没有电荷，但质子带有正电荷，电子具有负电荷。由于具有电荷，质子和电子都是能量粒子。也就是说，这些电荷组成了原子中的电场力。简单地说，这些电荷总是互相推拉，就是在这种运动形式当中产生了能量。

每种元素的原子都有确定数目的电子，也有相同数目的质子。例如，一个氢原子有一个电子和一个质子，一个铝原子有 13 个质子和 13 电子。相反的电荷——带负电的电子和带正电的质子——互相吸引并趋向将电子束缚在轨道里。只要这种排列不改变，原子的电荷就是平衡的。

然而，一些原子的电子很容易就被推/拉出它们运行的轨道，这种电子移动的能力是电流产生的基础。

1.3.1 自由电子

在一些材料里，热可以引起电子脱离其原子而成为自由电子。而在另一些材料里，如铜，甚至在室温情况下，电子就可以很容易地漂移。当电子离开它们的轨道，它们可以无固定方向的漂移，任意从一个原子向另一个原子移动。以这种方式运动的电子称为自由电子。然而，可以施加一个作用力驱动它们沿一定的轨道运动。

1. 绝缘体

绝缘体就是约束电子流动的材料。这样的物质具有数目非常有限的自由电子。因此，按照自由电子的运动可以将材料分为导体或者绝缘体。没有材料被认为是完全的绝缘体，也就是说，没有完全的自由电子。然而，确实存在导电能力很差的材料，以致在实际应用中人们把它们认为是绝缘类的。

木头，玻璃，云母和聚苯乙烯都是绝缘体。根据电子的运动，它们有不同的电阻值。图 1-4 中，直线越高，材料的绝缘性能越好。

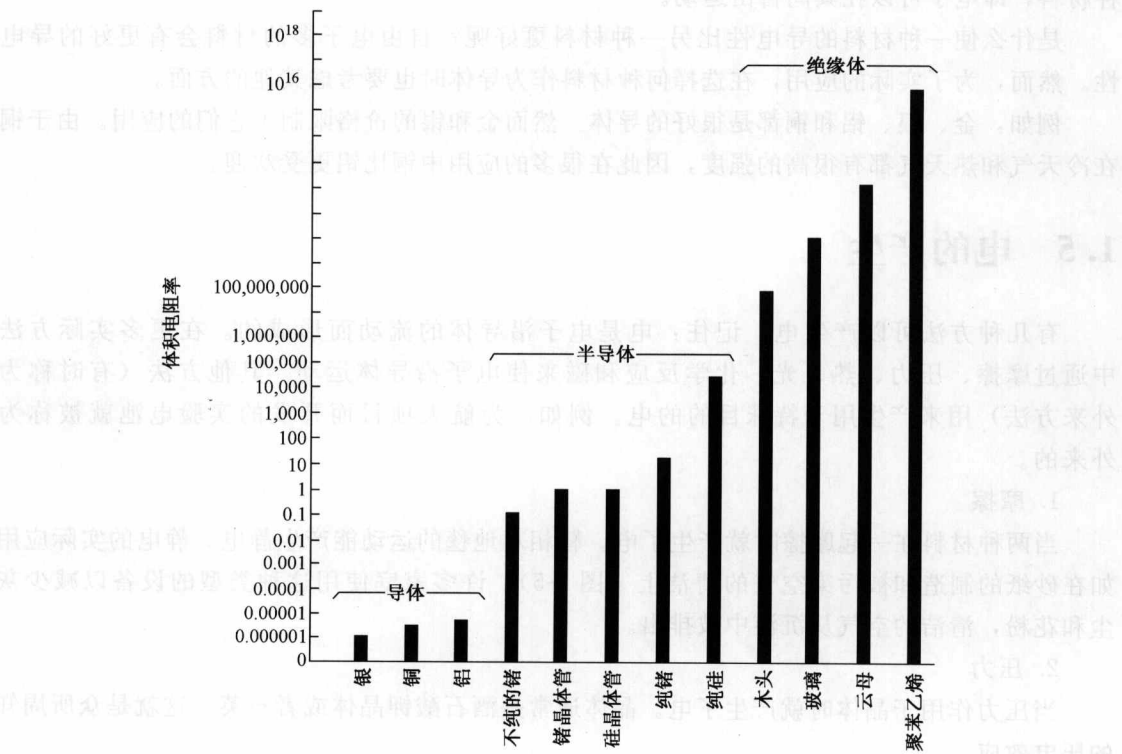


图 1-4 各种物质的电阻

2. 半导体

在电子设备中我们经常听到与晶体管和二极管相关的词“半导体”。用来做晶体管和二极管的材料都有一个导电率，该导电率介于好的导体和好的绝缘体之间。因此，用“半导体”来命名它们。锗和硅是两种最常见的已知半导体材料。通过引入少量其他元素，这些几乎很纯的（99.999 999%）元素就成为了有限的导体。半导体的制造是一个很迷人的过程，这里我们不做细节描述，不过你可以通过去图书馆查阅相关书籍来研究这个问题。

如果自由电子沿一个给定方向运动，电子流就出现了。这就是通常所说的电流。因此，我们看到电子的运动与电流是相关的。

1.3.2 能量

电子难以置信的小，电子直径大约只有 $5.5 \times 10^{-15} \text{ m}$ 。你或许会惊讶于如此小的东西如何能成为能源。答案就在于电子几乎以光速在运动，而且百万个电子可同时通过导线。这种速度和浓度就产生了很大的能量。

1.4 电材料

导体即电子可以在其中运动的材料。事实上，在一定程度上所有的金属和大多数其他材料都是导体。只是，有一些比另一些导电性更好些。因此，术语“导体”经常用来指这样一种材料，即电子可以在其间自由运动。

是什么使一种材料的导电性比另一种材料更好呢？自由电子多的材料会有更好的导电性。然而，为了实际的应用，在选择何种材料作为导体时也要考虑其他的方面。

例如，金、银、铝和铜都是很好的导体。然而金和银的价格限制了它们的应用。由于铜在冷天气和热天气都有很高的强度，因此在很多的应用中铜比铝更受欢迎。

1.5 电的产生

有几种方法可以产生电。记住：电是电子沿导体的流动而形成的。在更多实际方法中通过摩擦、压力、热、光、化学反应和磁来使电子沿导体运动。其他方法（有时称为外来方法）用来产生用于特殊目的的电。例如，为航天项目而开发的实验电池就被称为外来的。

1. 摩擦

当两种材料在一起摩擦时就产生了电。鞋相对地毯的运动能产生静电。静电的实际应用如在砂纸的制造和被污染空气的清洁上（图 1-5），许多家庭使用这种类型的设备以减少灰尘和花粉，清洁的空气从沉淀中被排出。

2. 压力

当压力作用于晶体时就产生了电。晶体通常是酒石酸钾晶体或者石英。这就是众所周知的压电效应。

3. 热

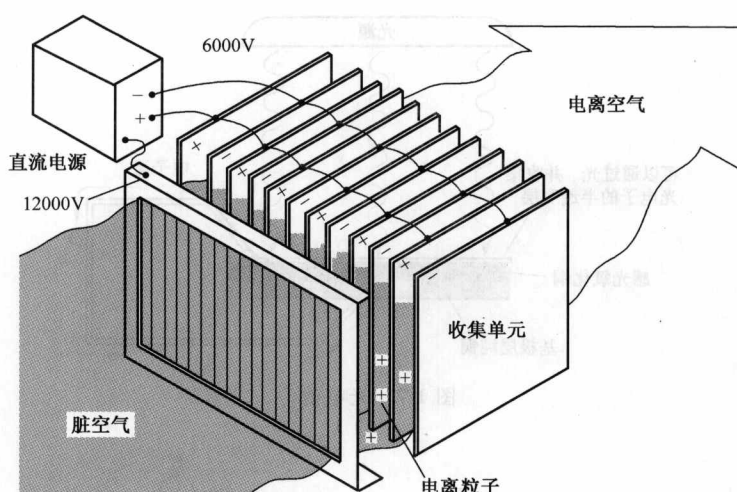


图 1-5 静电沉淀剂使用两阶段法通过在电荷板上搜集电离离子来清洁空气

当将热作用于两种不同金属的接点处就会产生电。接点经常叫做热电偶。热电偶在工业上用于测量温度，尤其用于检测陶瓷干燥炉的温度（图 1-6）。

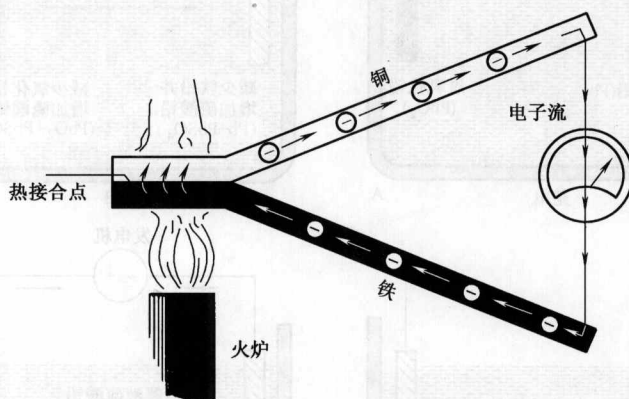


图 1-6 热电偶

4. 光

当光照在感光材料上时可以产生电。（词坠“photo-”意指光）光电池用在照相机、太空船和收音机里（图 1-7）。

5. 化学反应

当电池中的两种金属之间发生化学反应时可以产生电。一个组件叫做一个电池，将两个或者更多的电池连在一起就形成了电池组。电池组可用在手电筒、收音机、助听器和计算器里。手机中使用的是酸式铅电池组合。如果没有电池组你也无法启动汽车。如今有许多类型的电池可用（图 1-8）。

6. 磁

当有磁体移动过导线时或者移动导线经过磁场时结果是一样的，都会产生电。运动对于磁场和导线产生电是必须的。现今磁是最便宜的产生电力的方法。我们通常用磁来提供家

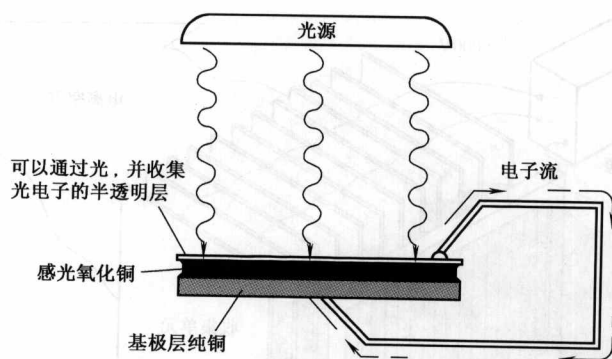


图 1-7 光电池

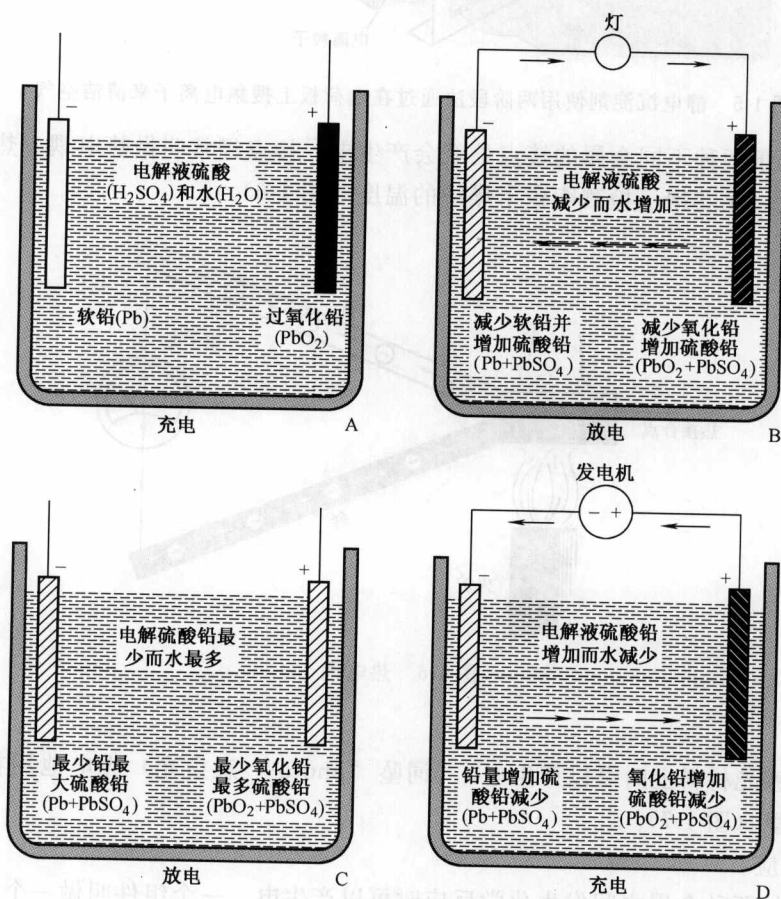


图 1-8 酸式铅电池的充放电循环

庭用电。

7. 其他电发生器

燃料电池是产生电的最新发展之一。氧浓度电池包括电解液，电解液以氧离子形式传导电荷，但是对电子来说充当绝缘体。电解液位于两个电极之间（电解液是湿的，电极通常是金属棒或者金属片），通过让不同浓度的氧通过电极，就可以产生电。

假设电流从电池组或者发电机的负极流向正极。

电流用安培来度量。在电子学里，有时有必要使用较小的测量单位。毫安（缩写为 mA）用来表示安培的一千分之一（0.001A）。如果需要更小的单位，经常用微安（ μA ）。微安是安培的百万分之一，可以写成 0.000 001A。希腊字母 mu（ μ ）用来表示微。（表 1-1 列出了希腊字母和它们所代表的术语）。

电压表用来测量电压，电流表用来测量单位为安培的电流，微安表或者毫安表用来测量更小单位的电流。

1.5.1 电阻

电子沿导体的运动会遇到一些阻力，这个阻力就是电阻。电阻在电力和电子电路中是很有用的。电阻可以产生热、控制电子流动、并给设备提供正常的电压。

导体中的电阻取决于四个因素：材料、长度、横截面面积和温度。

1. 材料

有些材料有较大的电阻。它取决于材料中存在的自由电子的数量。

2. 长度

导线或导体的长度越长，它自身的电阻就越大。电阻的大小直接随着导线的长度而变化。

3. 横截面面积

电阻随着导线横截面尺寸成反比变化。换句话说，导线越粗，每单位英尺长度的电阻越小。

4. 温度

对大多数材料，温度越高，电阻越大。然而，有一些设备例外如电热调节器。电热调节器的电阻随温度而改变，随着温度的升高电阻减小。电热调节器用在仪表里可作为温度指示器。

电阻可以用叫做欧姆的单位来度量。希腊字母 omega（ Ω ）用于作为电力电阻的符号。希腊字母表的字母和它们所指示的意义如表 1-1 所示。

表 1-1

希腊字母表

名称	大写	小写	用于表示
Alpha	A	α	角度,面积,系数,衰减系数
Beta	B	β	角度和系数
Gamma	Γ	γ	电导率和扩展常数
Delta	Δ	δ	角度,增量,衰减量,行列式
Epsilon	E	ϵ	电导率(电介常数),电容率,自然对数底
Zeta	Z	ζ	坐标系
Eta	H	η	效率,磁滞(现象)和坐标系
Theta	Θ	θ, θ	角相位移,角度
Iota	I	ι	耦合系数
Kappa	K	κ	
Lambda	Λ	λ	波长
Mu	M	μ	导磁率,放大系数,微的前缀
Nu	N	ν	
Xi	Ξ	ξ	
Omicron	O	$\omicron$	
Pi	Π	π	$\text{Pi}=3.1416$
Rho	P	ρ	电阻率和体密度
Sigma	Σ	σ, s	求和
Tau	T	τ	时间常数和
Upsilon	Υ	υ	
Phi	Φ	ϕ, φ	磁通(量)和角度
Chi	X	χ	角度
Psi	Ψ	ψ	电通(量)
Omega	Ω	ω	电阻单位欧姆和角速度

氢-氧电池产生水和电。这种电池用在航天以提供饮用水和小空间用电。其他引用电池(exotic)——并非全部——都是氧化还原燃料电池，如碳氢化合物燃料电池、离子交换膜和磁流体动力学(MHD)发生器(图 1-9)。在 MHD 发生器里，会产生热的等离子体并且它会向着类似于火箭发动机的燃烧器移动。然后穿越以合适角度作用于气流的磁场并经过暴露在气流中的电极。气体中的电子在磁场作用下偏转。在气体粒子的碰撞中，它们偏向其中一个电极。电流随着电子从阴极通过负载流向正极，然后又回到气流。产生电的方法有上千种，但有一些方法由于现在的能源危机需要寻求发展基金。

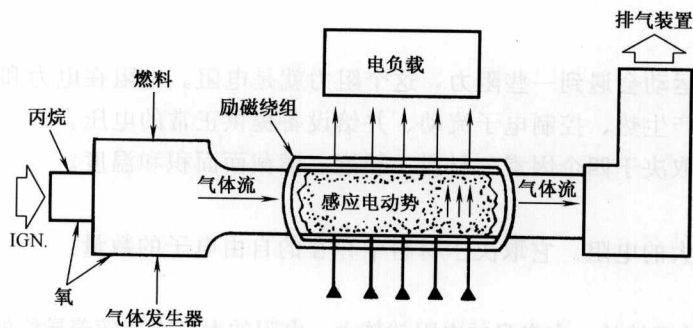


图 1-9 MHD 是发电厂的引用方法

1.6 电压和电流

到目前为止我们已经了解了什么是电，也学到了一些产生电的方法。现在我们来学习如何测量电能。最常使用的度量单位是电压和电流。

1. 电压

我们用伏特来度量电池组两极板间电位差。它实际上是电路（电路是电子移动的通道）中施加在电子上的“电压”。施加在电子上使得电子在导体中流动的外在作用力被称作电动势(emf)，用伏特(volt)来度量。电压、电位差和电动势都指同一个概念。术语“电压降(voltage drop)”和“电位降(potential drop)”可以互换。

2. 电流

要使电子沿特定方向移动，电源电极间必须存在电位差。如果 6 280 000 000 000 000 000 个电子在 1s 内经过一个给定点，那么就可以说电流是 1 安培。安培缩写为 A。存储在一个物体里(静电量)并且不移动的同数目电子叫做库仑(缩写为 C)。

1.6.1 导线尺寸

随着你对电和电路以及对房间或建筑物布线的要求越来越熟悉，也就对导线的载流能力越来越了解。导线的尺寸大多都是给定的。尺寸的范围经常从 0000 (叫做 four-ought) 到 No. 40 (40 号)，导线尺寸越大，其编号越小。

例如，No. 32 号导线的尺寸就小于 No. 14 导线的尺寸。表 1-2 给出了与横截面面积相关的电阻值 [每 1000ft (305m) 用欧姆表示]。请注意温度在 25℃ 和 65℃ (77°F 和 149°F) 时对电阻的影响。对于长导线来说温度可以使电阻有很大差异。当暴露在夏日天气里时长导