

“十二五”国家重点图书出版规划项目

21世纪新能源丛书

# 金属燃料电池

卢惠民 范亮 编著



科学出版社

“十二五”国家重点图书出版规划项目

21 世纪新能源丛书

# 金属燃料电池

卢惠民 范亮 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

金属燃料电池具有低成本、无毒、无污染、放电电压平稳、高比能量和高比功率等优点,又有丰富的资源,还能再生利用,是很有发展和应用前景的新能源。金属燃料电池是以活泼固体金属(如铝、锌、锂、镁等)为燃料源,以碱性溶液或中性盐溶液为电解液。根据燃料源的不同,可分为铝、锌、镁和锂等金属燃料电池。金属燃料电池的结构由金属阳极、电解质、空气阴极构成。本书主要介绍了铝空气电池、锌空气电池、镁空气电池、锂空气电池和空气阴极,铝、锌、镁、锂资源情况,金属提取及高纯化技术,阳极材料在国内外研究及应用现状;关于空气阴极主要介绍了空气阴极结构特点、制备工艺、空气电极的典型催化剂和存在的问题。

本书可供从事金属燃料电池研究与工程开发的科技工作者使用,也可作为相关专业研究生、高年级本科生的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

金属燃料电池/卢惠民,范亮编著. —北京:科学出版社,2015.10

(21世纪新能源丛书)

“十二五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-03-045875-9

I. ①金… II. ①卢… ②范… III. ①金属—燃料电池 IV. ①TM911.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第234498号

---

责任编辑:裴 威 / 责任校对:邹慧卿  
责任印制:徐晓晨 / 封面设计:耕者设计

**科 学 出 版 社** 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

**北京京华虎彩印刷有限公司** 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2015年10月第 一 版 开本:720×1000 B5

2015年10月第一次印刷 印张:13 3/4

字数:258 000

定价:79.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 《21 世纪新能源丛书》编委会

主 编 徐建中

副主编 陶文铨 匡廷云 欧阳平凯 金红光

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁 静 马重芳 王如竹 王志峰

朱锡锋 李小森 吴创之 何雅玲

汪集旸 张明明 张寅平 陈海生

姜胜耀 骆仲泱 郭烈锦 戴松元

## 《21 世纪新能源丛书》序

物质、能量和信息是现代社会赖以存在的三大支柱。很难想象没有能源的世界是什么样子。每一次能源领域的重大变革都带来人类生产、生活方式的革命性变化，甚至影响着世界政治和意识形态的格局。当前，我们又处在能源生产和消费方式发生革命的时代。

从人类利用能源和动力发展的历史看，古代人类几乎完全依靠可再生能源，人工或简单机械已经能够适应农耕社会的需要。近代以来，蒸汽机的发明唤起了第一次工业革命，而能源则是以煤为主的化石能源。这之后，又出现了电和电网，从小规模的发电技术到大规模的电网，支撑了与大工业生产相适应的大规模能源使用。石油、天然气在内燃机、柴油机中的广泛使用，奠定了现代交通基础，也把另一个重要的化石能源引入了人类社会；燃气轮机的技术进步使飞机突破声障，进入了超声速航行的时代，进而开始了航空航天的新纪元。这些能源的利用和能源技术的发展，进一步适应了高度集中生产的需要。

但是化石能源的过度使用，将造成严重环境污染，而且化石能源资源终将枯竭。这就严重地威胁着人类的生存和发展，人类必然再一次使用以可再生能源为主的新能源。这预示着人类必将再次步入可再生能源时代——一个与过去完全不同的建立在当代高新技术基础上创新发展起来的崭新可再生能源时代。一方面，要满足大规模集中使用的需求；另一方面，由于可再生能源的特点，同时为了提高能源利用率，还必须大力发展分布式能源系统。这种能源系统使用的是多种新能源，采用高效、洁净的动力装置，用微电网和智能电网连接。这个时代，按照里夫金《第三次工业革命》的说法，是分布式利用可再生能源的时代，它把能源技术与信息技术紧密结合，甚至可以通过一条管道来同时输送一次能源、电能和各种信息网络。

为了反映我国新能源领域的最高科研水平及最新研究成果，为我国能源科学技术的发展和人才培养提供必要的资源支撑，中国工程热物理学会联合科学出版社共同策划出版了这套《21 世纪新能源丛书》。丛书邀请了一批工作在新能源科研一线的专家及学者，为读者展现国内外相关科研方向的最高水平，并力求在太阳能热利用、光伏、风能、氢能、海洋能、地热、生物质能和核能等新能源领域，反映我国当前

的科研成果、产业成就及国家相关政策,展望我国新能源领域未来发展的趋势。本丛书可以为我国在新能源领域从事科研、教学和学习的学者、教师、研究生提供实用系统的参考资料,也可为从事新能源相关行业的企业管理者和技术人员提供有益的帮助。



中国科学院院士

2013年6月

# 前 言

氢氧燃料电池是人类的终极理想,但是氢气的制备及储存的难题让人们止步不前。如何解决这些问题,短期内还难以有较完美的答案。许多科学家开始把目光转向与氢类似的具有相同活泼化学属性,一样可以和氧气发生氧化还原反应的金属身上。金属的来源相当广泛,并且没有存储问题。通过电解,金属被氧化后可以回收。将铝、镁、锌、锂等金属像燃料氢一样提供到电池中的反应位置,它们与氧一起构成一个连续的电能产生装置。金属燃料电池具有低成本、无毒、无污染、放电电压平稳、高比能量和高比功率等优点,又有丰富的资源,还能再生利用,而且比氢燃料电池结构简单,是很有发展和应用前景的新能源。

金属燃料电池以活泼固体金属(如铝、镁、锂、锌、铁、钙等)为燃料源,以碱性溶液或中性盐溶液为电解液。根据燃料源的不同,可分为铝、锌、镁、锂、铁和钙等金属燃料电池。金属燃料电池的结构由金属阳极、电解质、空气阴极构成,其构造与氢氧燃料电池基本相同。

金属燃料电池的性能明显优于传统的干电池、铅酸电池和锂离子电池。最大优点是比能量密度大,续航里程长。当今学术界对铝空气电池、镁空气电池、锂空气电池和锌空气电池的研究方兴未艾。

本书共6章,主要介绍了铝空气电池、镁空气电池、锂空气电池和锌空气电池的性能特点,铝、镁、锌、锂资源情况,铝、镁、锌、锂提取及高纯化技术和阳极材料在国内外研究及应用现状;空气阴极部分主要介绍了空气阴极结构特点、制备工艺、空气电极的典型催化剂和存在的问题。在作者的研究室中先后有数十位研究生参与了本书的文献资料的收集及整理工作,特别值得提出的是周莲、洪清水、曹媛、孙泽高、冷静、陈纯博、苑少乾、张炜、朱小艳等为本书做了大量的工作,作者对他们的辛勤劳动表示诚挚的感谢。

在本书的编写过程中,作者参阅了大量的文献及专著,许多关于金属燃料电池的最新成果都包含在本书中,其中重要的资料都作为参考文献列于书中正文之后。作者对长期从事金属燃料电池及相关领域研究的科技工作者表示崇高的敬意,对书中所引文献的作者表示衷心的感谢。

作者及其团队感谢科学出版社推荐本书成为“21世纪新能源丛书”之一。

由于作者水平所限,书中不足之处在所难免,诚恳期望读者批评指正。

作 者

2015年7月

# 目 录

## 《21 世纪新能源丛书》序

### 前言

<b>第 1 章 金属燃料电池概论</b> .....	1
1.1 环境污染与能源危机 .....	1
1.2 新能源发展概况 .....	3
1.2.1 洁净煤技术 .....	3
1.2.2 核电 .....	4
1.2.3 太阳能 .....	4
1.2.4 生物质能 .....	4
1.2.5 水能 .....	4
1.2.6 风能 .....	4
1.2.7 地热能 .....	5
1.2.8 潮汐能 .....	5
1.2.9 氢能 .....	5
1.3 电池 .....	5
1.4 氢氧燃料电池 .....	8
1.5 金属燃料电池 .....	11
1.5.1 锂空气电池 .....	13
1.5.2 铝空气电池 .....	15
1.5.3 镁空气电池 .....	18
1.5.4 锌空气电池 .....	19
参考文献 .....	20
<b>第 2 章 铝空气电池</b> .....	22
2.1 铝矿产资源 .....	22
2.1.1 铝土矿资源综述 .....	22
2.1.2 铝的性质 .....	23
2.1.3 铝的应用 .....	25
2.1.4 铝的制备技术 .....	27



2.2	铝空气电池的性能特点	33
2.2.1	铝空气电池的结构与工作原理	33
2.2.2	铝空气电池的特点	33
2.2.3	有待解决的问题	35
2.3	铝空气电池研究进展	36
2.3.1	铝阳极的研究进展	37
2.3.2	电解液的研究进展	45
2.3.3	缓蚀剂的研究进展	48
2.4	铝空气电池燃料的绿色回收与再生	57
2.5	铝空气电池的应用与发展	58
2.5.1	电动车的电源	58
2.5.2	潜艇 AIP 系统的能源	58
2.5.3	水下机器人的动力电源	59
2.5.4	质优价廉的电源	59
	参考文献	59
<b>第 3 章</b>	<b>锌空气电池</b>	<b>63</b>
3.1	锌矿产资源	63
3.1.1	我国锌矿产概述	63
3.1.2	锌冶金	64
3.1.3	锌粉的制备	65
3.1.4	锌的性质和应用	67
3.2	锌空气电池简介	69
3.2.1	概述	69
3.2.2	工作原理	69
3.2.3	性能特点	70
3.2.4	锌空气电池的结构及组装	71
3.3	锌空气电池研究现状	75
3.3.1	锌空气电池的分类	75
3.3.2	锌空气电池目前存在的问题	80
3.3.3	锌空气电池的负极材料研究	81
3.3.4	正极材料	85
3.3.5	电解质材料	85
3.4	锌的电解回收	85

3.4.1 电解回收的可行性和意义	85
3.4.2 电解锌工艺	86
3.5 锌空气电池的应用	88
3.5.1 助听器用锌空气电池	88
3.5.2 便携设备用锌空气电池	89
3.5.3 锌空气电池在纯电动汽车上的应用	91
3.5.4 锌空气电池作储备电池的应用	93
3.5.5 展望和总结	96
参考文献	96
<b>第4章 镁空气电池</b>	<b>99</b>
4.1 镁矿产资源	99
4.1.1 镁资源的分布	99
4.1.2 镁的性质	100
4.1.3 镁的制备方法	107
4.1.4 镁合金铸造技术	115
4.2 镁空气电池的性能特点	117
4.2.1 镁空气电池	117
4.2.2 其他镁电池	120
4.3 镁空气电池研究现状	123
4.3.1 镁电极研究现状	123
4.3.2 电解液研究现状	126
4.4 镁空气电池的绿色回收和再生	127
4.4.1 MgO再生制镁工艺	127
4.4.2 镁循环再生的意义和挑战	128
4.5 镁空气电池的应用与展望	129
4.5.1 镁空气电池的应用	129
4.5.2 镁空气电池的展望	134
参考文献	135
<b>第5章 锂空气电池</b>	<b>138</b>
5.1 锂矿产资源	138
5.1.1 国内外锂矿产资源	138
5.1.2 锂的性质及应用	140
5.1.3 锂的制备技术	148

5.1.4	锂的提纯技术 .....	153
5.2	锂空气电池的性能特点 .....	157
5.2.1	锂空气电池机理 .....	157
5.2.2	锂空气电池的优点及面临的问题 .....	159
5.3	锂空气电池的研究进展 .....	161
5.3.1	有机体系锂空气电池 .....	161
5.3.2	水体系锂空气电池 .....	165
5.3.3	离子液体体系 .....	165
5.3.4	有机-水双电解质体系锂空气电池 .....	166
5.3.5	全固态体系锂空气电池 .....	168
5.4	锂空气电池的绿色回收与再生 .....	169
5.5	锂空气电池的应用与发展 .....	170
	参考文献 .....	172
<b>第6章</b>	<b>空气阴极</b> .....	<b>176</b>
6.1	绪论 .....	176
6.2	金属燃料电池的结构和原理 .....	178
6.2.1	金属阳极 .....	179
6.2.2	空气阴极 .....	180
6.2.3	电解液 .....	180
6.3	空气电极的结构特点和制备工艺 .....	181
6.3.1	空气电极的结构特点 .....	181
6.3.2	空气电极的制备工艺 .....	184
6.4	空气电极典型催化剂 .....	185
6.4.1	空气电极中氧气的电催化反应 .....	185
6.4.2	典型空气电极催化剂 .....	188
6.5	空气电极的特点及存在问题 .....	195
6.5.1	燃料电池的特点 .....	195
6.5.2	金属燃料电池的评价指标 .....	196
6.5.3	金属燃料电池存在的问题 .....	198
	参考文献 .....	199
	索引 .....	205

# 第 1 章 金属燃料电池概论

本章介绍了在当前全球环境污染与能源危机情况下,新能源蓬勃发展的现状,特别指出金属空气燃料电池是一种很有发展和应用前景的新型燃料电池<sup>[1-20]</sup>。

## 1.1 环境污染与能源危机

当今世界,人类社会发展越来越快,无论是工业、农业,还是服务业,尤其是高新技术产业,都处于人类历史上空前发展的阶段。社会的发展提高了人类的生活水平,大大提高了社会的生产力,同时人类对能源(如煤、石油)的需求也大幅提高。人类的活动,时时刻刻都离不开能源。从生火做饭到休闲娱乐,再到交通运输、生老病死,无不依赖能源来实现。人类对发展的渴求直接反映在对能源的渴求。到目前为止,在世界范围内,人类对能源的需求几乎达到了无以复加的地步。

人类对能源的利用主要经历了三大转变:第一次是煤炭取代木材等成为主要能源;第二次是石油取代煤炭而居主导地位;第三次是当今世界在石油逐渐枯竭的状况下向多能源结构的过渡转换。18世纪前,人类只限于对风力、水力、畜力、木材等天然能源的直接利用,尤其是木材,在世界一次能源消费结构中长期占据首位。蒸汽机的出现加速了18世纪开始的工业革命,促进了煤炭的大规模开采。到19世纪下半叶,出现了人类历史上第一次能源转换。1860年,煤炭在世界一次能源消费结构中占24%,1920年上升为62%。从此,世界进入了煤炭时代。19世纪70年代,电力代替了蒸汽机,电器工业迅速发展,煤炭在世界能源消费结构中的比重逐渐下降。1965年,石油首次取代煤炭占据首位,世界进入了石油时代。1979年,世界能源消费结构的比重是:石油占54%,天然气和煤炭各占18%,石油、天然气之和高达72%。石油取代煤炭完成了能源的第二次转换。因此,石油是现在世界上利用最多的能源,并且面临着枯竭的危机。化石燃料的大量利用破坏了生态环境,间接对人类的发展也造成了不良的影响。

由于石油、煤炭等目前大量使用的传统化石能源的枯竭、新的能源生产供应体系又未能建立,在交通运输、金融业、工商业等方面造成的一系列问题统称为能源危机。根据经济学家和科学家的普遍估计,到21世纪中叶,即2050年左右,石油资源将开采殆尽,其价格一定会升到很高,不适于大众化普及应用。如果新的能源体系尚未建立,能源危机将席卷全球,尤以欧美等极度依赖石油资源的发达国家为代表。最严重的状态,莫过于工业大幅度萎缩,甚至会因为抢占剩余的石油资源而引发战争。

能源是整个世界发展和经济增长的最基本的驱动力,是人类赖以生存的基础。自工业革命以来,能源安全问题就开始出现。1913年,英国海军开始用石油取代煤炭作为动力,时任海军上将的丘吉尔就提出了“绝不能仅仅依赖一种石油、一种工艺、一个国家和一个油田”这一迄今仍未过时的能源多样化原则。伴随着人类社会对能源需求的增加,能源安全逐渐与政治、经济安全紧密联系在一起。两次世界大战中,能源跃升为影响战争局势、决定国家命运的重要因素。法国总理克莱蒙梭曾说:“一滴石油相当于我们战士的一滴鲜血。”可见,能源安全的重要性在那时便已得到国际社会普遍认可。20世纪70年代爆发的两次石油危机使能源安全的内涵得到极大拓展,特别是1974年成立的国际能源署正式提出了以稳定石油供应和价格为中心的能源安全概念。西方国家也据此制定了以能源供应安全为核心的能源政策。在此后的二十多年里,在稳定能源供应行动的支持下,世界经济取得了较大增长。但是,人类在享受能源带来的经济发展、科技进步等利益的同时,也遇到一系列无法避免的能源安全挑战,能源短缺、资源争夺以及过度使用能源造成的环境污染等问题都威胁着人类的生存与发展。

目前世界上常规能源的储量有的只能维持半个世纪(如石油)的使用,最多的也只能维持一两个世纪(如煤)人类生存的需求。当今世界人口已经突破60亿,比20世纪末期增加了2倍多,而能源消费据统计却增加了16倍多。无论是试图打更多的油井或气井、寻找更多更大的油田,还是节约资源、利用太阳能,能源的供应都始终跟不上人类对能源的需求。当前世界所面临的能源安全问题呈现出与历次石油危机明显不同的新特点和新变化,它不仅仅是能源供应安全问题,而是包括能源供应、能源需求、能源价格、能源运输、能源使用等安全问题在内的综合性风险与威胁。

作为世界上最大的发展中国家,中国是一个能源生产和消费大国。能源生产量仅次于美国和俄罗斯,居世界第三位;基本能源消费占世界总消费量的1/10,仅次于美国,居世界第二位。中国又是一个以煤炭为主要能源的国家,发展经济与环境污染的矛盾比较突出。近年来能源安全问题也日益成为国家生活乃至全社会关注的焦点和制约社会可持续发展的瓶颈。20世纪90年代以来,中国经济的持续高速发展带动了能源消费量的急剧上升。自1993年起,中国由能源净出口国变成净进口国,能源总消费已大于总供给,能源需求的对外依存度迅速增大。煤炭、电力、石油和天然气等能源在中国都存在缺口,其中,石油需求量的大增以及由其引起的结构性矛盾日益成为中国能源安全所面临的重大难题。就中国目前来说,能源枯竭为时不远,环境、生态日益恶化。大城市中汽车所排放的尾气造成的空气污染越来越严重。在当前全球汽车工业面临金融危机和能源环境问题的巨大挑战的情况下,发展电动汽车、实现汽车能源动力系统的电气化、推动传统汽车产业的战略转型,在国际上已经形成了广泛共识。目前,我国已出台许多政策扶持和引导电动汽车行业的快速发展,政府意欲加速提高国内电动车产业的竞争力,缩短成熟期,实现对国外汽车工业的“弯道

超车”。电动汽车的发展步入关键时期,机遇与挑战并存。

因此,发展新能源,向多能源结构的过渡是不可避免的趋势。为了远离上述窘境,目前美国、加拿大、日本、欧盟等都在积极开发如太阳能、风能、海洋能(包括潮汐能和波浪能)等可再生新能源,或者将注意力转向海底可燃冰(水合天然气)等新的化石能源。同时,用氢气、甲醇等燃料作为汽油、柴油的替代品,也受到了广泛关注。

## 1.2 新能源发展概况

新能源是与传统能源相对应的一类能源,它包括太阳能、风能、水能、核能、生物质能、海洋能、地热能、氢能等。新能源是传统能源的有效替代,可以大大缓解目前能源供应紧张的局面,并改善环境。新能源与传统能源相比,优越性首先体现在资源丰富,大多是无限的,而传统能源都是有限的。另外传统能源大都排放二氧化碳等污染物,而新能源比较环保,是清洁能源。2012年,世界一次能源消费总量为124.8亿吨油当量,比2011年增长1.8%,远低于过去十年2.6%的平均增速。从地区来看,一次能源消费占比重最大的亚太地区,消费量为49.9亿吨油当量,所占比重达40.0%,同比增长4.7%;其次是欧洲地区,消费量为29.3亿吨油当量,所占比重为23.5%,同比下降0.5%;位居第三的北美地区,消费量为27.25亿吨油当量,所占比重为21.8%,同比下降2.0%,是继欧洲之后第二个消费量下降的地区。从各经济组织来看,非经济合作组织成为能源需求增长的主要来源,所占比重为56%,同比增长4.2%,一次能源消费量达69.9亿吨油当量。从消费结构来看,2012年世界一次能源消费中,原油消费总量为41.3亿吨油当量,占一次能源消费总量的33.1%,份额连续第13年下滑,为1965年以来的最低值;天然气消费总量为29.87亿吨油当量,占比为23.9%;煤炭消费总量为37.3亿吨油当量,占比为29.9%;核能消费总量为5.6亿吨油当量,占比为4.5%;水力发电消费总量为8.3亿吨油当量,占比为6.7%;可再生能源消费总量为2.37亿吨油当量,占比为1.9%。世界主要国家能源消费结构中,中国的天然气消费仅占一次能源消费比重的4.7%,远低于23.9%的世界平均水平;中国煤炭消费占比为68.5%,远高于29.9%的世界平均水平。可再生能源(不含水电)又一次纳入能源消费结构中,占比为1.9%,高于2011年1.6%的水平;含水电在内的可再生能源占比为8.6%。可再生能源(不含水电)在能源消费结构中占比最高的国家为德国,达到8.3%。新能源在我国发展至今,主要有如下几种。

### 1.2.1 洁净煤技术

由于煤炭在我国能源中的重要地位,今后一段时期内,煤炭仍将是我国主要的一次能源,最直接也是最重要的问题就是煤炭的清洁燃烧。目前比较成熟的洁净煤技

术主要包括：型煤、洗选煤、动力配煤、水煤浆、煤炭气化、煤炭液化、洁净燃烧和发电技术等。

### 1.2.2 核电

核能是清洁的能源，目前是我国主要的发电来源之一，地位仅次于煤炭和水电。目前中国核电在建规模居全球第一，在建核电机组 30 台，总装机容量 3281 万千瓦，占全球的 45.7%。2020 年中国在运核电装机规模将居全球第三，达到 5800 万千瓦，在建 3000 万千瓦，仅次于美国和法国。按照政府规划，到 2020 年，每年核发电能力从目前的 8700 兆瓦，增加到 4 万兆瓦，这意味着在 2006~2020 年的 14 年里，中国将增建 30 座核电厂。

### 1.2.3 太阳能

太阳能是清洁和可再生的能源，目前已在我国得到较大范围的使用，主要体现为太阳能热水器的普及使用。在山东等地，太阳能产业正在快速发展，许多技术如太阳能电池发电等也日臻成熟。

### 1.2.4 生物质能

生物质能是指生命物质排泄和代谢出的有机物质所蕴含的能量。我国生物质能储量丰富，70% 的储量在广大的农村，应用也是主要在农村地区。目前已经有相当多的地区正在推广和示范农村沼气技术，技术简单成熟，正在逐步得到推广。我国在生物柴油研究方面也发展快速，在福建、四川等地已经建有小规模的生物柴油生产基地。2009 年 12 月和 2010 年 3 月，中国海洋石油总公司先后建成年产 6 万吨和 27 万吨的生物柴油装置，生产的生物柴油可以按照 1:19 的比例与石油柴油混合，这是我国首个可加入到石油柴油中的生物柴油项目。

### 1.2.5 水能

水能在我国早已得到大规模的使用，主要用途是发电。早期的有小浪底水电站、刘家峡水电站等，规模较大的如三峡水电站。这些水电站为我国的经济建设提供了能源保障。

### 1.2.6 风能

我国风能资源较为丰富，风能在我国的利用也比较成熟。据《中国风电发展报告》指出，如果充分开发，中国有能力在 2020 年实现 4000 万千瓦的风电装机容量，风电将超过核电成为中国第三大主力发电电源。在我国甘肃、内蒙古等风能资源丰富的地区，风电已有较大规模的应用。

### 1.2.7 地热能

我国地热资源丰富,已发现温泉有3000多处。地热应用前景广阔,主要指的是有效利用地下蒸汽和地热水,用途可以发电、供暖等。受资源所限,地热发电站主要集中在西藏地区。在其他地区,地热也正得到越来越广泛的应用。山东省商河县已经建成的温泉别墅就是利用地热供暖,效果良好。

### 1.2.8 潮汐能

潮汐能是一种海洋能,由于太阳、月球对地球的引力以及地球的自转导致海水涨和潮落形成的水的势能。我国海岸线绵长,潮汐能丰富,主要集中在浙江、福建、广东和辽宁等省。我国潮汐能发展已有40多年的历史,建成并长期运行的潮汐电站八座,最大的是温岭市江厦潮汐试验电站。

### 1.2.9 氢能

氢能是一种新型的清洁能源,世界范围内正在掀起很热的研究高潮。我国十分重视氢能技术的开发和利用,《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》提出要重点发展氢能的制造、运输、储存等技术。我国在氢能研究领域已经取得很多重要成果,燃料电池、燃料汽车技术都日臻成熟。

## 1.3 电 池

电池是目前人类所能发明的最优秀的储能装置。电池能够进行能量储存并在适当条件下将储存的能量直接转化为电能。它不同于发电机,并没有机械运动部件。电池是指盛有电解质溶液和金属电极以产生电流的杯、槽或其他容器或复合容器的部分空间,能将化学能转化成电能,具有正极、负极之分。随着科技的进步,电池泛指能产生电能的小型装置。如太阳能电池、锌锰干电池、铅酸电池、锂离子电池、氢氧燃料电池等。电池的性能参数主要有电动势、容量、比能量和电阻。利用电池作为能量来源,可以得到具有稳定电压、稳定电流、长时间稳定供电,受外界影响很小的电流。另外,电池结构简单,携带方便,充放电操作简便易行,不受外界气候和温度的影响,性能稳定可靠,可在现代社会生活中的各个方面发挥很大作用。

1780年的一天,意大利解剖学家伽伐尼(Galvani)在做青蛙解剖时,两手分别拿着不同的金属器械,无意中同时碰在青蛙的大腿上,青蛙腿部的肌肉立刻抽搐了一下,仿佛受到电流的刺激,而如果只用一种金属器械去触动青蛙,就无此种反应。伽伐尼认为,出现这种现象是因为动物躯体内部产生的一种电,他称之为“生物电”。

伽伐尼的发现引起了物理学家们的极大兴趣,他们竞相重复伽伐尼的实验,企图



找到一种产生电流的方法。而意大利物理学家伏特(Volta)在多次实验后则认为:青蛙的肌肉之所以能产生电流,大概是肌肉中某种液体在起作用。为了论证自己的观点,伏特把两种不同的金属片浸在各种溶液中进行试验。结果发现,这两种金属片中,只要有一种与溶液发生了化学反应,金属片之间就能够产生电流。1799年,伏特成功制成了世界上第一个电池“伏特电堆”。这个“伏特电堆”实际上就是串联的电池组。

1836年,英国的丹尼尔对“伏特电堆”进行了改良,又陆续有效果更好的“本生电池”和“格罗夫电池”等问世。然而在当时,无论哪种电池都需要在两个金属板之间灌装液体,搬运很不方便,特别是蓄电池所用液体是硫酸,在挪动时很危险。

干电池的鼻祖在19世纪中期诞生。1860年,法国的雷克兰士(Leclanche)发明了碳锌电池,这种电池更容易制造,且电解液由最初的潮湿水性变为类似糨糊的方式,于是“干”性的电池出现了。1887年,英国人赫勒森(Hellesen)发明了最早的干电池。相对于液体电池而言,干电池的电解液为糊状,不会溢漏,便于携带,因此获得了广泛应用。

如今,干电池已经发展成为一个庞大的家族,种类达100多种。常见的有普通锌锰干电池、碱性锌锰干电池、镁锰干电池等。不过,最早发明的碳锌电池依然是现代干电池中产量最大的电池。在干电池技术的不断发展过程中,新的问题又出现了。人们发现,干电池尽管使用方便、价格低廉,但用完即废,无法重新利用。另外,由于以金属为原料容易造成原材料浪费,废弃电池还会造成环境污染。于是,使用能够经过多次充电放电循环的蓄电池成为新的趋势。

事实上,蓄电池的出现同样可以追溯到19世纪。1860年,法国人普朗泰(Plante)发明出用铅作电极的电池。这种电池的独特之处是,当电池使用一段时间电压下降时,可以给它通以反向电流,使电池电压回升。因为这种电池能充电,并可反复使用,所以称之为“蓄电池”。

1890年,爱迪生发明可充电的铁镍电池,1910年可充电的铁镍电池开始商业化生产。如今,充电电池的种类越来越丰富,形式越来越多样,从最早的铅蓄电池、铅晶蓄电池、铁镍蓄电池以及银锌蓄电池,发展到铅酸蓄电池、镍氢电池以及锂电池等。与此同时,蓄电池的应用领域也越来越广,电容越来越大,性能越来越稳定,充电越来越便捷。

从上面的故事可以看出,整个电池的发展史也可以说是一个“试试各种金属能不能造电池”的历史。现在电池界最红的金属是“锂”。锂是最轻的一种金属,比水还轻,而且特别活泼,需要保存在石蜡里。实际上,当初爱迪生就曾经发明过锂电池,但是由于锂金属的化学特性非常活泼,使得锂金属的加工、保存、使用对环境要求非常高,所以锂电池长期没有得到应用。现在,人们对电池“求贤若渴”,这些问题也就不是问题了。恰好锂电池具有能量重量比高、电压高、自放电小、可长时间存放等优点,

试读结束: 需要全本请在线购买: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)