



新 能 源 技 术 丛 书

水力能与海洋能 及地热能技术与应用

钱伯章 编



科学出版社
www.sciencep.com

新能源技术丛书

水力能与海洋能及地热能 技术与应用

钱伯章 编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是“新能源技术丛书”之一。本书详尽介绍了世界和中国在水力能、海洋能和地热能领域的发展现状与前景,评述了国内外在这一领域的最新科技成果。重点阐述了世界水力发电及我国水力发电发展现状和展望;潮汐能、海浪发电和海流发电、海洋温差发电、海水“盐能”发电等海洋能发电技术与利用进展;地热能技术与利用前景,世界各国地热能利用进展,我国地热利用现状与前景,地源热泵技术与应用。

本书可用作从事能源以及水力能、海洋能、地热能领域的规划、科技、生产和信息人员的工作指南,也可供国家决策机构人员和相关人员参阅,并可作为教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

水力能与海洋能及地热能技术与应用/钱伯章编. —北京:科学出版社, 2010

(新能源技术丛书)

ISBN 978-7-03-028173-9

I. 水… II. 钱… III. ①水能-利用②海洋动力资源-资源利用
③地热能-利用 IV. ①TK7②P743③TK52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 123792 号

责任编辑:张莉莉 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:郝恩誉

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

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>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 8 月 第 一 版 开本: B5(720×1000)

2010 年 8 月第一次印刷 印张: 8 1/2

印数: 1—4 000 字数: 155 000

定 价: 22.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

丛书序

世界可再生能源的资源潜力巨大,但由于成本和技术因素的限制,其利用率还很低。水能、生物质能的应用技术相对成熟;风能、地热能、太阳能得益于政策的支持,近年来发展比较迅速;对海洋能(包括潮汐能、波浪能、温差能、盐差能等)的利用尚处于研发和验证阶段,距大规模商业化应用还有一段距离。

当今世界各国都在为获取充足的能源而拼搏,并对解决能源问题的决策给予极大重视,其中可再生能源的开发与利用尤其引人注目。新技术的发展,使得风能、生物质能以及太阳能等可再生能源得到快速开发和利用。随着化石能源的日趋枯竭,可再生能源终将成为其替代品。

在国际油价持续上涨的背景下,风能、太阳能、生物质能等新能源有望成为全球发展最迅速的产业之一,中国的新能源产业也正孕育着更多的投资机会。

我国新能源与可再生能源资源丰富,可开发利用的风能资源约 2.53 亿 kW;地热资源的远景储量为 1353.5 亿 t 标准煤,探明储量为 31.6 亿 t 标准煤;太阳能、生物质能、海洋能等储量更是处于世界领先地位。在国际石油市场不断强势震荡,国内石油、煤炭、电力资源供应日趋紧张的形势下,开发利用绿色环保的可再生能源和其他新能源,已经成为中国能源发展的当务之急。中国国家能源领导小组描绘了可再生能源的诱人前景:到 2010 年,中国可再生能源在能源结构中的比例将提高到 10%;到 2020 年,将达到 16%左右。中国已出台《中华人民共和国可再生能源法》(简称《可再生能源法》)和“十一五”规划中也明确提出,要加快发展风能、太阳能、生物质能等可再生新能源。

以“为国家提供优质能源”为己任的中国石油天然气集团公司(简称中石油)、中国石油化工股份有限公司(简称中石化)、中国海洋石油总公司(简称中海油),除了进一步加快石油、天然气的开发速度外,也将目光投向了生物质能、太阳能发电、风能利用、地热、煤层气等新能源开发上。

中石油继在中国石油勘探与生产分公司成立新能源处之后,其可再生能源计划已经有多个项目进入实质阶段,有望于“十一五”期间首先在生物质能、太阳能发电、风能利用、地热开发等领域取得突破。虽然投资巨大与风险并存,但作为国内最大的石油、天然气生产商和供应商,中石油仍然积极探索开发利用可再生能源,目的是为我国经济和社会发展增加新的能源选择。2003 年,中石油与中粮集团有限公司(简称中粮集团)合资开发的吉林燃料乙醇项目成为“十五”重点建设工程,也是国家生物质能产业的试点示范工程。2006 年,中石油成立了新能源处和相应的研发机构,现已启动一批可再生能源项目。其中,在西藏那曲地区、辽河油田、新疆油田等地建设了一批光伏发电、风力发电、地热资源开发利用等示范项目,并取得良好效果。2006 年 11 月,中石

油与四川省政府签署了用红薯和麻风树开发生产乙醇燃料和生物柴油的合作协议。2006年12月,中石油与云南省政府签署框架协议,拟在以非粮能源作物为原料生产燃料乙醇、以膏桐等木本油料植物为原料制取生物柴油等方面进行合作。

中石化和中粮集团于2007年4月中旬签订合作协议,共同发展生物质能及生物化工,拟在五年内合作建设年产100万t~120万t燃料乙醇的生产装置,双方通过项目招标赢得了合资建设广西合浦20万t/a生物燃料乙醇项目;合作还将涉及生物化工领域,双方拟共同致力于生物化工制品的研究、开发、生产和应用并形成产品规模,以推动中国化工行业的进一步发展。

新能源基金会(NEF)和中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会(CRE-IA)于2008年3月底发布了中国2007年前10项可再生能源开发现状报告,指出2007年中国光伏电池量(不包括中国台湾)已超过美国,继日本和德国之后位居世界第三位。

2008年,中国在投资可再生能源方面仅次于美国而居世界第二位,中国和美国的投资分别为1760亿美元和2000亿美元。据HSBC(汇丰银行)估算,中国经济刺激计划投入绿色项目的资金达2210亿美元,为美国的两倍多,相当于中国2008年GDP的5%。

在《可再生能源法》及《可再生能源中长期发展规划》等推动下,中国可再生能源已步入快速发展阶段。截至2007年底,可再生能源占中国一次能源供应的8.5%,电力供应的16%;2008年,可再生能源利用量约为2.5亿t标准煤,约占一次能源消费总量的9%,距离2010年可再生能源在能源消费结构中的比重占10%的目标仅有一步之遥。到2020年,可再生能源占一次能源供应和占电力供应的比例将分别达到15%和21%。

加快发展包括可再生能源在内的新能源,是时代赋予我们的重大责任和发展机遇。

本丛书以“中国走向世界,并融入世界”为主线,以可再生能源和其他新能源的技术与应用新进展为出发点,全面介绍太阳能、风能、水力能、海洋能、地热能、核能、氢能、生物质能、醇醚燃料、天然气和煤基合成油、新能源汽车与新型蓄能电池以及热电转换技术等领域的技术发展、应用状况、研发成果、生产进展与前景展望。本丛书力求以最新的数据、最广的视角和最大的集成,使读者了解中国乃至世界在上述领域的新技术、新产能、新应用、新动向。

前 言

水能是一种重要的可再生能源,水能资源包括河流水能、潮汐水能、波浪能、海流能等能量资源。

世界银行报道,发展中国家经济可行的潜在水力发电能力超过 190 万 MW,其中 70%,即 133 万 MW 尚未开发。美国水力能到 2025 年将增加 23 000MW。2009 年中国待核准的水电项目总装机量超过 5000 万 kW。

全球海洋能的可再生量很大,五种海洋能理论上可再生的总量为 766 亿 kW。其中温差能为 400 亿 kW,盐差能为 300 亿 kW,潮汐和波浪能各为 30 亿 kW,海流能为 6 亿 kW。目前,波浪能和潮汐能发电开发存在巨大潜力,2010 年 3 月在号称“海洋沙特阿拉伯”的苏格兰 Pentland Firth 和 Orkney 水域 10 个地带将建设总计 1.2GW 的商业化波浪能和潮汐能设施。

地热能作为一种新能源,具有分布广、洁净、可直接利用等优点。截至 2009 年,世界 24 个国家运营的超过 218 个商业化地热发电项目累计设置能力约为 10.8GW。较大的发电能力集中在美国、菲律宾、印度尼西亚、墨西哥、冰岛和新西兰。我国主要沉积盆地距地表 2000m 以内储藏的地热能,相当于 2500 亿 t 标准煤的热量。中国地热资源开发利用已初具规模,年利用地热能为 100 亿 kW·h,并且地热开发利用量以每年近 10%的速度增长。

本书从全球视角出发,评述了世界水力发电发展现状,我国水力发电发展现状和展望,波浪能和潮汐能发电技术和进展、海洋温差发电、海水“盐能”发电、我国海洋能资源和研发利用进展,世界各国地热利用技术和发展现状、我国地热资源、利用现状与前景、地源热泵技术与应用。

目 录

第 1 章 水力能利用进展	1
1. 1 世界水力发电发展现状	1
1. 1. 1 水力发电概述	1
1. 1. 2 世界水力发电现状	2
1. 2 世界各国(地区)水力发电进展和展望	8
1. 2. 1 北美洲	8
1. 2. 2 亚 洲	10
1. 2. 3 欧 洲	12
1. 2. 4 中南美洲	13
1. 2. 5 非 洲	14
1. 3 我国水力发电发展现状和展望	15
1. 3. 1 水能资源	15
1. 3. 2 发展现状	16
1. 3. 3 发展展望	19
1. 4 我国水电开发进展	20
1. 4. 1 大型水电站	21
1. 4. 2 云南省	25
1. 4. 3 湖南省	25
1. 4. 4 四川省和重庆市	25
1. 4. 5 甘肃省	27
1. 4. 6 陕西省	27
1. 4. 7 青海省	28
1. 4. 8 新疆维吾尔自治区	28
1. 4. 9 西藏自治区	29
1. 4. 10 广西壮族自治区	30
1. 4. 11 海南省	31
1. 4. 12 河北省	31
1. 4. 13 安徽省	31
1. 4. 14 吉林省	31
1. 4. 15 2010 年中国水电站重大新开工施工项目	31

第2章 海洋能发电技术与利用进展	41
2.1 海洋能资源和开发前景	41
2.1.1 海洋能资源	41
2.1.2 海洋能的开发前景	43
2.2 波浪能和潮汐能发电现状与趋势	46
2.3 潮汐能发电	48
2.3.1 潮汐发电的优点和缺点	48
2.3.2 潮汐能发电的利用进展	50
2.4 海浪发电和海流发电	58
2.5 海洋温差发电	70
2.6 海水“盐能”发电	71
2.7 我国海洋能资源和研发利用进展	73
第3章 地热能技术与利用进展	77
3.1 地热能利用综述	77
3.1.1 利用概述	77
3.1.2 世界地热利用发展现状	86
3.1.3 地热利用成本	88
3.2 世界各国地热能利用进展	88
3.2.1 冰 岛	88
3.2.2 印度尼西亚	90
3.2.3 新西兰	91
3.2.4 美 国	92
3.2.5 德 国	98
3.2.6 土耳其	101
3.2.7 法 国	101
3.2.8 澳大利亚	101
3.2.9 俄罗斯	102
3.2.10 菲律宾	102
3.2.11 荷 兰	103
3.2.12 日 本	104
3.2.13 非 洲	106
3.2.14 其 他	107
3.3 地热能开采新技术:地下火焰钻井	107
3.4 我国地热资源、利用现状与前景	109
3.4.1 地热资源、现状和利用进展	109
3.4.2 地热能的发展预测	113

3.5 地源热泵技术与应用	114
3.5.1 地源热泵概述	114
3.5.2 国外应用介绍	118
3.5.3 国内应用进展	118
参考文献	126

第 1 章 水力能利用进展



1.1 世界水力发电发展现状



1.1.1 水力发电概述

水,是人类赖以维生的资源,经过蒸发、凝结、降雨后,又回归了大地。如此循环着几千年后,在面临着能源危机的 21 世纪被积极的开发中。水的使用方式很规律,它会随着日夜有着稳定的潮汐现象;随着季节的变动有着稳定的洋流经过;在水库供水时或是泄洪时都可以发些许的电力作为回馈。如果使用得当,它将可以提供日常生活中 20% 的电力需求。

水能是一种可再生能源,是清洁能源,是指水体的动能、势能和压力能等能量资源。广义的水能资源包括河流水能、潮汐水能、波浪能、海流能等能量资源;狭义的水能资源是指河流的水能资源。

水资源的利用非常多元化,需要依照其使用环境建造发电设施。但是其主要的原理是相同的,都是利用水打在叶片上的力,使叶片转动再带动发电机发电。主要的水资源利用有三种:第一种是利用潮汐现象发电,通常都在沿海地带;其次是洋流发电,季节变化时都会有洋流在海平面下剧烈进行着,洋流也带来了丰富的生物资源;第三种发电方式是利用水库来进行发电。在泄洪或是平日供水时,利用重力位能的改变来产生电能,以减少能量的损失。

利用水坝的水发电,就是俗称的“水力发电”,见图 1.1。它的原理更简单,就是单纯地利用重力位能,也就是利用高低差来进行发电。在水库的排水口下方装置几个叶片,在水位累积到预期的标准时,就可以利用泄洪的方式进行发电。累积水的速度越快,产生的电能当然也就越可观了。

水力发电的优点:①只要发电机架设完全,所产生的能源都是取之不尽的;②利用水资源发电不会有任何的污染物产生;③生产的能源比较稳定,不会有间断的情形;④利用水资源发电不需要有太大的成本或是维修成本;⑤水资源与风力能或是太阳能作比较,其稳定性皆比后两者高。

水力发电的缺点:①建造水坝需要有大规模的适合土地,且架设成本高昂,还有泥

沙淤积的隐忧;②适合发电的场所不易寻找,且会造成附近生态的冲击,如中国的长江三峡大坝;③发电机的叶片设计要有很好的精度,且进水口的设计不容易,材料也是一种问题;④潮汐发电一天之中只有在涨潮和退潮的十几个小时才有较大的发电效率。

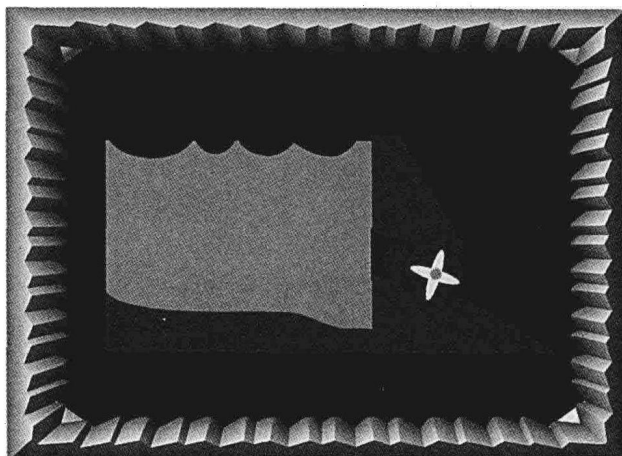


图 1.1 水力发电原理图

1.1.2 世界水力发电现状

水电是目前第一大清洁能源,提供了全世界 1/5 的电力。

水力发电获得的电量是不耗减总资源量的,因此世界各国无不优先开发水能资源。就水电而言,其具有资源可再生、发电成本低、生态上较清洁等优越性,成为世界各国大力利用水力资源的依据。世界上有 24 个国家靠水电为其提供 90% 以上的能源,如巴西、挪威等;有 55 个国家依靠水电为其提供 50% 以上的能源,包括加拿大、瑞士、瑞典等。中国水能资源丰富,总量位居世界首位,可开发量 3.78 亿 kW,占全世界可开发水能资源总量的 16.7%。截至 2003 年年底,中国水电装机达 9217 万 kW,占发电总装机的 24%,占总发电量的 15%。预计到 2020 年可达到 2.7 亿 kW。

2006 年世界水力发电消费前 10 位国家中,中国位居首位,占世界 13.7%;加拿大位居第二;巴西位居第三。表 1.1 列出 2006 年世界各地区水力发电消费量统计。

表 1.1 2006 年世界各地区水力发电消费量统计

地区/国家	消费量(百万 t 油当量)	所占份额(%)
美 国	65.9	9.6
加拿大	79.3	11.5
墨西哥	6.8	1.0
北美地区合计	152.0	22.1
阿根廷	9.7	1.4
巴 西	79.2	11.5
智 利	6.7	1.0
哥伦比亚	9.6	1.4

续表 1.1

地区/国家	消费量(百万 t 油当量)	所占份额(%)
厄瓜多尔	1.9	0.3
秘 鲁	4.1	0.6
委内瑞拉	18.4	2.7
其他中南美洲国家	18.3	2.7
中南美洲合计	147.9	21.6
奥地利	8.1	1.2
阿塞拜疆	0.6	0.1
白俄罗斯	<0.05	—
比利时和卢森堡	0.6	0.1
保加利亚	0.8	0.1
捷克共和国	0.7	0.1
丹 麦	<0.05	—
芬 兰	2.6	0.4
法 国	13.9	2.0
德 国	6.3	0.9
希 腊	1.4	0.2
匈牙利	<0.05	—
冰 岛	1.6	0.2
爱尔兰共和国	0.2	—
意大利	9.7	1.4
哈萨克斯坦	1.8	0.3
立陶宛	0.2	—
荷 兰	<0.05	—
挪 威	27.1	3.9
波 兰	0.7	0.1
葡萄牙	2.7	0.4
罗马尼亚	4.2	0.6
俄罗斯	39.6	5.8
斯洛伐克	1.0	0.2
西班牙	5.7	0.8
瑞 典	14.0	2.0
瑞 士	7.4	1.1
土耳其	9.9	1.4
土库曼斯坦	—	—
乌克兰	2.9	0.4
英 国	1.9	0.3
乌兹别克斯坦	1.6	0.2
其他欧洲和欧亚大陆	17.2	2.4
欧洲和欧亚大陆合计	184.6	26.6
伊 朗	3.8	0.6
科威特	—	—
卡塔尔	—	—
沙特阿拉伯	—	—
阿联酋	—	—
其他中东国家	1.1	0.2
中东合计	4.9	0.8

续表 1.1

地区/国家	消费量(百万 t 油当量)	所占份额(%)
阿尔及利亚	<0.05	—
埃及	2.9	0.4
南非	0.8	0.1
其他非洲国家	16.4	2.4
非洲合计	20.2	2.9
澳大利亚	3.6	0.5
孟加拉国	0.3	—
中国大陆	94.3	13.7
中国香港	—	—
印度	25.4	3.7
印度尼西亚	2.3	0.3
日本	21.5	3.1
马来西亚	1.6	0.2
新西兰	5.2	0.8
巴基斯坦	7.4	1.1
菲律宾	1.9	0.3
新加坡	—	—
韩国	1.2	0.2
中国台湾地区	1.8	0.3
泰国	1.8	0.3
其他亚太地区国家	10.2	1.5
亚太地区合计	178.5	26.0
世界总计	683.2	100.0

数据来源:BP Statistical Review of World Energy June 2007。

2007 年全球水力发电增长 1.7%,增长率低于 2005 年和 2006 年 4.0%,但与前 10 年平均增长率 1.9%相近。

2007 年世界各地水力发电消费量统计见表 1.2。2007 年世界水力发电消费前 10 位国家中,中国仍位居首位,占世界 15.4%,比 2006 年占 13.7%提高 1.7 个百分点。中国水力发电消费量也由 2006 年 9430 万 t 油当量提高到 2007 年 1.093 亿 t 油当量;巴西位居第二,占世界 11.9%;加拿大位居第三,占世界 11.7%。

2008 年世界各地水力发电消费量统计见表 1.3。

表 1.2 2007 年世界各地水力发电消费量统计

地区/国家	消费量(百万 t 油当量)	所占份额(%)
美国	56.8	8.0
加拿大	83.3	11.7
墨西哥	6.1	0.9
北美地区合计	146.2	20.6
阿根廷	8.5	1.2
巴西	84.1	11.9
智利	5.4	0.8
哥伦比亚	10.1	1.4
厄瓜多尔	2.2	0.3
秘鲁	4.4	0.6

续表 1.2

地区/国家	消费量(百万 t 油当量)	所占份额(%)
委内瑞拉	19.0	2.7
其他中南美洲国家	18.4	2.7
中南美洲合计	152.1	21.6
奥地利	7.9	1.1
阿塞拜疆	0.5	0.1
白俄罗斯	<0.05	—
比利时和卢森堡	0.6	0.1
保加利亚	0.8	0.1
捷克共和国	0.6	0.1
丹 麦	<0.05	—
芬 兰	3.2	0.5
法 国	14.4	2.0
德 国	6.2	0.9
希 腊	0.7	0.1
匈牙利	<0.05	—
冰 岛	1.9	0.3
爱尔兰共和国	0.3	—
意大利	8.8	1.2
哈萨克斯坦	1.8	0.3
立陶宛	0.2	—
荷 兰	1.0	—
挪 威	30.6	4.3
波 兰	0.7	0.1
葡萄牙	2.3	0.3
罗马尼亚	3.6	0.5
俄罗斯	40.5	5.7
斯洛伐克	1.0	0.1
西班牙	7.4	1.0
瑞 典	15.0	2.1
瑞 士	8.3	1.2
土耳其	8.0	1.1
土库曼斯坦	—	—
乌克兰	2.3	0.3
英 国	2.1	0.3
乌兹别克斯坦	1.4	0.2
其他欧洲和欧亚大陆地区	17.4	2.5
欧洲和欧亚大陆合计	188.6	26.5
伊 朗	4.1	0.6
科威特	—	—
卡塔尔	—	—
沙特阿拉伯	—	—
阿联酋	—	—
其他中东国家	1.1	0.1
中东合计	5.2	0.7
阿尔及利亚	0.1	—
埃 及	2.9	0.4
南 非	1.2	0.2

续表 1.2

地区/国家	消费量(百万 t 油当量)	所占份额(%)
其他非洲国家	18.0	2.5
非洲合计	22.2	3.1
澳大利亚	3.8	0.5
孟加拉国	0.3	—
中国大陆	109.3	15.4
中国香港	—	—
印度	27.7	3.9
印度尼西亚	2.0	0.3
日本	18.9	2.7
马来西亚	1.4	0.2
新西兰	5.3	0.8
巴基斯坦	7.5	1.1
菲律宾	1.9	0.3
新加坡	—	—
韩国	1.1	0.2
中国台湾地区	1.8	0.2
泰国	1.8	0.3
其他亚太地区国家	11.1	1.6
亚太地区合计	193.9	27.5
世界总计	708.2	100.0

表 1.3 2008 年世界各地水力发电消费量统计

地区/国家	消费量(百万 t 油当量)	所占份额(%)
美国	56.7	7.9
加拿大	83.6	11.7
墨西哥	8.6	1.2
北美地区合计	148.9	20.8
阿根廷	8.4	1.2
巴西	82.3	11.5
智利	5.4	0.8
哥伦比亚	9.8	1.4
厄瓜多尔	2.6	0.4
秘鲁	4.5	0.6
委内瑞拉	19.6	2.7
其他中南美洲国家	19.9	2.8
中南美洲合计	152.5	21.4
奥地利	7.9	1.1
阿塞拜疆	0.5	0.1
白俄罗斯	<0.05	—
比利时和卢森堡	0.1	—
保加利亚	0.8	0.1
捷克共和国	0.5	0.1
丹麦	<0.05	—
芬兰	3.9	0.5
法国	14.3	2.0
德国	4.4	0.6

续表 1.3

地区/国家	消费量(百万 t 油当量)	所占份额(%)
希腊	0.8	0.1
匈牙利	<0.05	—
冰岛	2.8	0.4
爱尔兰共和国	0.2	—
意大利	8.8	1.2
哈萨克斯坦	1.7	0.2
立陶宛	0.2	—
荷兰	<0.05	—
挪威	31.8	4.5
波兰	0.6	0.1
葡萄牙	1.6	0.2
罗马尼亚	3.9	0.5
俄罗斯	37.8	5.3
斯洛伐克	1.0	0.1
西班牙	3.8	0.5
瑞典	14.8	2.1
瑞士	8.1	1.1
土耳其	7.5	1.1
土库曼斯坦	—	—
乌克兰	2.6	0.4
英国	1.1	0.2
乌兹别克斯坦	1.4	0.2
其他欧洲和欧亚大陆	17.0	2.4
欧洲和欧亚大陆合计	180.1	25.1
伊朗	1.7	0.2
科威特	—	—
卡塔尔	—	—
沙特阿拉伯	—	—
阿联酋	—	—
其他中东国家	1.2	0.2
中东合计	2.9	0.4
阿尔及利亚	0.1	—
埃及	3.9	0.5
南非	0.2	—
其他非洲国家	18.1	2.5
非洲合计	22.3	3.0
澳大利亚	3.4	0.5
孟加拉国	0.3	—
中国大陆	132.4	18.5
中国香港	—	—
印度	26.2	3.6
印度尼西亚	2.7	0.4
日本	15.7	2.2
马来西亚	1.5	0.2
新西兰	5.0	0.7
巴基斯坦	6.3	0.9

续表 1.3

地区/国家	消费量(百万 t 油当量)	所占份额(%)
菲律宾	2.2	0.3
新加坡	—	—
韩国	0.9	0.1
中国台湾地区	0.9	0.1
泰国	1.6	0.2
其他亚太地区国家	11.6	1.6
亚太地区合计	210.7	29.3
世界总计	717.4	100.0

2008 年世界水力发电消费前 10 位国家中,中国仍位居首位,占世界 18.5%,比 2007 年占 15.4% 上升 3.1 个百分点。中国水力发电消费量也由 2007 年 1.093 亿 t 油当量上升到 2008 年 1.324 亿 t 油当量;加拿大位居第二,占世界 11.7%;巴西位居第三,占世界 11.5%。

表 1.4 2008 年世界水力发电消费前 10 位国家排行榜

地区/国家	消费量(百万 t 油当量)	所占份额(%)
中 国	132.4	18.5
加拿大	83.6	11.7
巴 西	82.3	11.5
美 国	56.7	7.9
俄罗斯	37.8	5.3
挪 威	31.8	4.4
印 度	26.2	3.6
委内瑞拉	19.6	2.7
日 本	15.7	2.2
瑞 典	14.8	2.1

世界银行 2009 年 7 月 9 日报道,发展中国家经济可行的潜在水力发电能力超过 190 万 MW,其中 70%,即 133 万 MW 尚未开发。这相当于现在欧洲和北美已设置水力发电能力的 4 倍,也为世界上已设置的 74 万 MW 的近 2 倍。

1.2

世界各国(地区)水力发电进展和展望

1.2.1 北美洲

美国电力研究学会于 2007 年 3 月底预测,美国水力能到 2025 年将增加 23 000MW。

截至 2007 年 3 月,水力发电已占美国可再生能源 75%。据美国能源部评估,到 2025 年美国总的水力发电资源潜力将在 85 000~95 000MW。电力研究学会估计,增加的潜力将包括来自常规水力发电 10 000MW、来自新的水动力技术 3000MW 和来自海洋波浪能设施 10 000MW。在今后 5 年内,估计现有设施可增加超过 720MW,而