



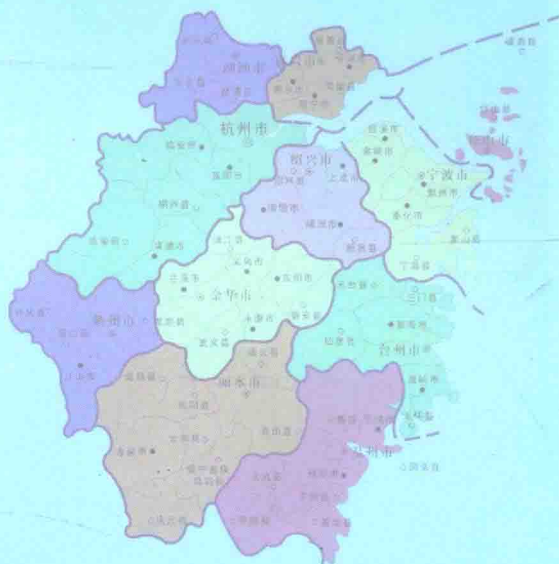
浙江省

风能资源

Zhejiangsheng Fengneng Ziyuan

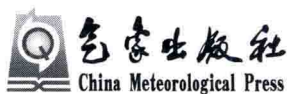


杨忠恩 李正泉 等 编著



浙江省风能资源

杨忠恩 李正泉 等 编著



内容简介

本书集结了浙江省风能资源普查、详查以及风能研究课题的最新成果,全面综合地讲述了浙江省风能资源的成因、风能资源的站点观测、风能资源的高分辨率数值模拟,并从风电开发的角度,介绍了浙江省风能资源的技术可开发量、潜在风电场分布、风电开发气象风险、风电开发政策以及风电开发现状与趋势等内容。

本书可供从事风能资源开发利用领域的研究人员、工程技术人员和管理人员阅读使用,也可从事浙江风电开发建设的企事业单位提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

浙江省风能资源 / 杨忠恩,李正泉等编著.

—北京:气象出版社,2012.12

ISBN 978-7-5029-5638-7

I. ①浙… II. ①杨…②李… III. ①风力能源-研究-浙江省
IV. ①TK81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 287693 号

浙江省风能资源

杨忠恩 李正泉 等 编著

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:李太宇

封面设计:博雅思企划

印 刷:中国电影出版社印刷厂

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:200 千字

版 次:2013 年 1 月第 1 版

定 价:40.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:袁信轩

责任技编:吴庭芳

印 张:7.5

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

浙江沿海风能资源多尺度模拟与综合评价

课 题 组

项目第一主持人:杨忠恩

项目第二主持人:李正泉

参与项目专家:陈胜军 姚益平 葛小清 张小伟
徐集云 冯 涛 吴尧祥 毛裕定

《浙江省风能资源》

编 写 组

组 长:杨忠恩 李正泉

成 员:(按姓氏笔画排列)

马 浩	毛裕定	冯 涛	李正泉	杨忠恩
吴尧祥	张小伟	陈正旭	陈胜军	陈晔峰
姚益平	徐集云	蔡菊珍	樊高峰	

目 录

序言	
前言	
第 1 章	绪论 (1)
	1.1 风能开发利用历史 (1)
	1.2 风能开发利用的驱动力 (2)
	1.3 风能开发利用发展趋势 (4)
	1.4 浙江省风能资源开发需求 (11)
第 2 章	浙江省盛行风及其特性 (14)
	2.1 自然地理概况 (14)
	2.2 大气环流特征 (16)
	2.3 盛行风及其特性 (18)
第 3 章	浙江省风能资源观测 (22)
	3.1 风能资源观测仪器 (22)
	3.2 风能资源观测站址选择 (26)
	3.3 风能资源观测站点布局 (28)
	3.4 风能资源观测结果 (35)
第 4 章	浙江省风能资源数值模拟 (49)
	4.1 风能资源数值模拟技术 (49)
	4.2 浙江省风能资源数值模拟技术方案 (51)
	4.3 浙江陆域风能资源数值模拟分析 (54)
	4.4 浙江近海风能资源数值模拟分析 (65)
	4.5 风能资源数值模拟结果的不确定性及应用建议 (68)
第 5 章	浙江省风能资源评价 (69)
	5.1 风能资源评价工作 (69)

第 1 章 绪 论

1.1 风能开发利用历史

风是空气分子的运动,它是地球上的一种自然现象。受大气环流、地形、水域等不同因素的综合影响,风的表现形式多种多样,如全球性的季风、信风,地方性的海陆风、山谷风和焚风等。风能是指空气流动所形成的动能,它是太阳能的一种转化形式。地球吸收的太阳能仅有 1%~3% 转化为风能,但其总量仍是十分可观。全球的风能约为 2.74×10^9 MW,其中可利用的风能为 2×10^7 MW,比地球上可开发利用的水能总量还要大 10 倍,理论上仅 1% 的风能就能够满足人类能源需要。风能利用主要是将大气运动时所具有的动能转化为其他形式的能,其具体用途包括:风力发电、风车提水、风帆助航、风力制热等,其中风力发电是风能利用的重要形式。

追溯历史,风能早在数千年已开始被人类利用。埃及被认为是最先利用风能的国家。约在几千年前,埃及人就开始在尼罗河上“风帆行舟”。中国是最早使用帆船和风车的国家之一,公元前数世纪中国人就利用风力提水、灌溉、磨面、舂米,用风帆助航。到了宋代风车广泛使用,当时流行的垂直轴风车,一直沿用至今。12 世纪风车传至欧洲,14 世纪已成为欧洲不可缺少的原动机。16 世纪荷兰人利用风车排水,与海争地,在低洼的海滩地上建国立业,逐渐发展成为一个经济发达的国家。今天,荷兰人将风车视为国宝,北欧国家保留的大量荷兰式大风车,已成为人类文明史的见证。

在蒸汽机出现以前,风力机械是动力机械的重要支柱,而后随着煤、石油、天然气的开采和廉价电力的获得,曾被广泛使用的风力机械,因成本高、效率低、使用不便等,无法与蒸汽机、内燃机和电力机等相竞争,渐渐被淘汰。

19 世纪末丹麦科学家 Poul La Cour 研制了一台 20 kW 风力发电机(被认为现代风机雏形),并建成了世界上第一台风力发电站(图 1-1)。风力发电在解决发展中国家无电农牧区居民的用电方面发挥了重要作用,特别是在 20 世纪 70 年代后,风力发电更进入了一个蓬勃发展阶段,在世界不同地区建立了许多大中型风

电场。近 15 年来,全球风电均以快速持续增长的势头发展,预计到本世纪中叶,风电将满足全球约 12% 的能源需求,风能将成为支撑人类社会可持续发展的主要动力源。



图 1-1 世界上第一台现代风机锥形风力发电机

1.2 风能开发利用的驱动力

常规能源日益枯竭、风电技术发展进步、气候变暖、环境恶化以及人们环保意识的提高等等,这些都是促使人们开发利用风能资源的驱动因素。

1.2.1 常规能源日益枯竭

世界经济的现代化得益于常规能源(如石油、天然气、煤炭等)的广泛投入应用。经历多次能源危机后,人们开始认识到无限制地开采煤炭、石油、天然气等常规能源,终有资源枯竭的一天。专家估算全球石油总储量不超过 2000 亿 t,以年平均消耗量 50 亿 t 计算,石油将在四五十年后枯竭,天然气和煤炭也将会在不远的将来开采殆尽。寻找和研究利用新型能源是维持人类社会持续发展、缓解常规能源危机所必走的途径。风能作为新能源中最具工业开发潜力的可再生能源,格外引人关注。对于那些要靠进口化石能源来满足本国能源消费的国家而言,风能的开发利用还可以减少对国外能源的依赖,加强自身能源供应安全,若国内化石

能源价格变化小,社会经济稳定性也会因此增强。

1.2.2 温室气体限排减排

气候变暖、环境恶化以及环保意识提高,在很大程度上促使人们研究使用绿色环保能源。IPCC 报告证实:工业革命后 CO_2 等温室气体的大量排放使得全球气候变暖,给人类社会带来了巨大危害。冰山消融、海平面升高、大气环流和海洋异常导致自然灾害频发、土地荒漠化,生态环境破坏。各国政府都认识到必须共同采取措施减缓气候变暖进程。1997 年《京都议定书》签订,要求工业发达国家大幅削减 CO_2 等温室气体排放量,发展与减排已成为各国必须思考的问题。风能作为一种清洁能源,在能源转化过程中既不排放 CO_2 等温室气体,亦不产生任何废弃物,绿色环保的特点使人们对其更加青睐。

1.2.3 风电技术成熟完善

科技的进步把人类利用风能的愿望变成了现实,助推了风能资源大规模的开发利用。空气动力学理论的不断发展和新型高强度、轻质材料的出现,计算机设计技术的广泛应用和自动控制技术的不断改进,机械、电气、电子组件制造技术的成熟,为风电技术向大功率、高效率、高可靠性和高度自动化方向发展提供了条件(如图 1-2)。风电现已成为开发技术最为成熟、最具有大规模商业发展的新型电力能源。在欧盟等一些国家,风电上网价格已低于常规电力能源,大多风电公司在无任何优惠政策的情况下仍有盈利。

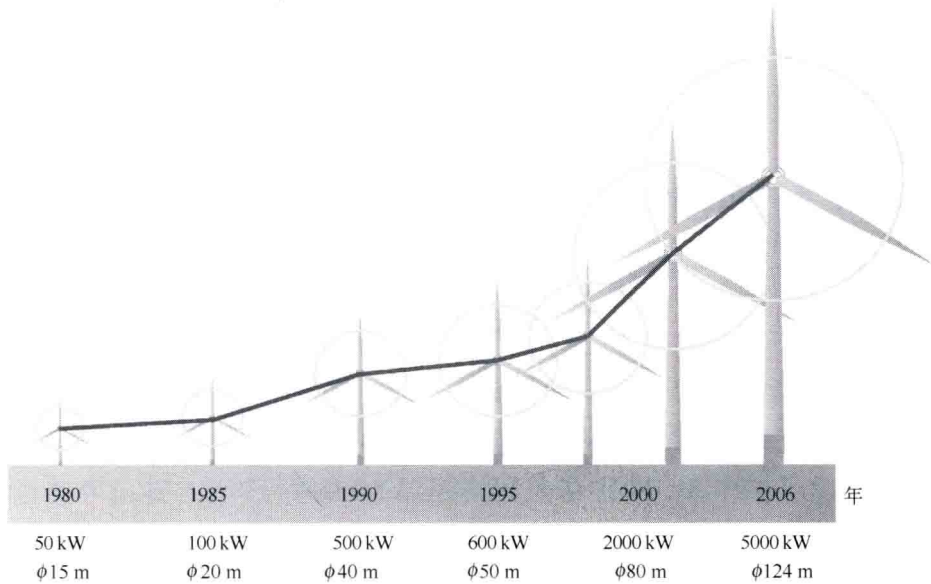


图 1-2 风机单机容量与轮毂高度的发展情况

1.2.4 其他社会因素

某些社会因素在一定程度上也驱使人们开发利用风能。风电作为朝阳产业,从技术研发、示范到商业化发展,最终进入市场,不仅创造很多直接和间接的就业机会,还将给整个社会经济带来新的活力,成为国民经济的一种新的经济增长点。另外,在一些国家如欧盟,风能的开发利用不仅得到公众支持,而且受到人们追捧。许多民众十分关注风能的发展,并将利用风能和其他清洁能源当成他们的生活方式,甚至人们自愿以高于化石能源电力的价格购买风电和其他绿色环保能源电力。

1.3 风能开发利用发展趋势

传统的风力提水和风力制热等风能利用方式虽然至今仍被人们沿用,但现今风力发电已成为风能开发利用的主流形式。

1.3.1 世界风电发展现状与展望

据全球风能理事会(GWEC)的统计数据显示:1996—2011年期间世界风电累计装机的平均增长速度达到了27.6%,显示了风电快速、持续增长的势头(图1-3)。

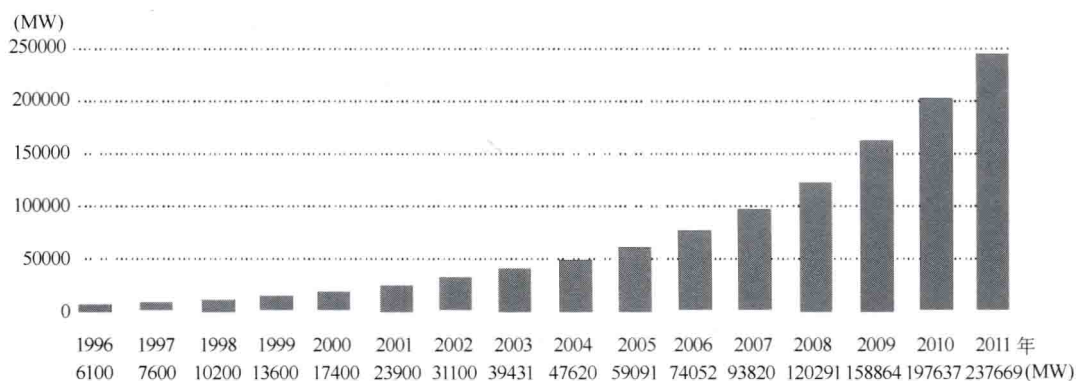


图 1-3 全球风电累计装机容量(1996—2011年)

截至2011年底,全球风电累计装机容量已达到237.7 GW,世界上已有100多个国家开始发展风电,累计装机容量超过1 GW的国家有22个,有5个国家累计装机容量超过了10 GW,中国和美国均超过40 GW。

从各国累计装机容量来看(图1-4),排在前十位的分别是中国、美国、德国、西班牙、印度、法国、意大利、英国、加拿大、葡萄牙,共占全球累计装机容量的

86.3%，而前五名的国家共占 74%。欧洲、亚洲和北美是全球风电的集中发展区域(图 1-5)。

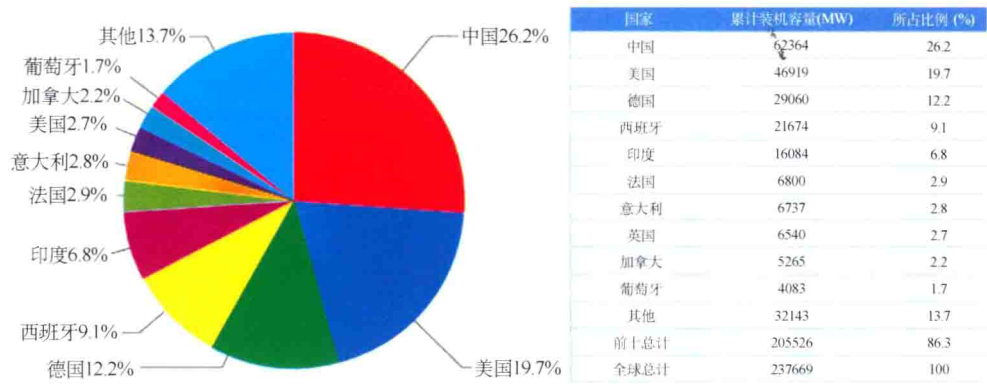


图 1-4 全球风电累计装机容量前十名国家(2011 年)

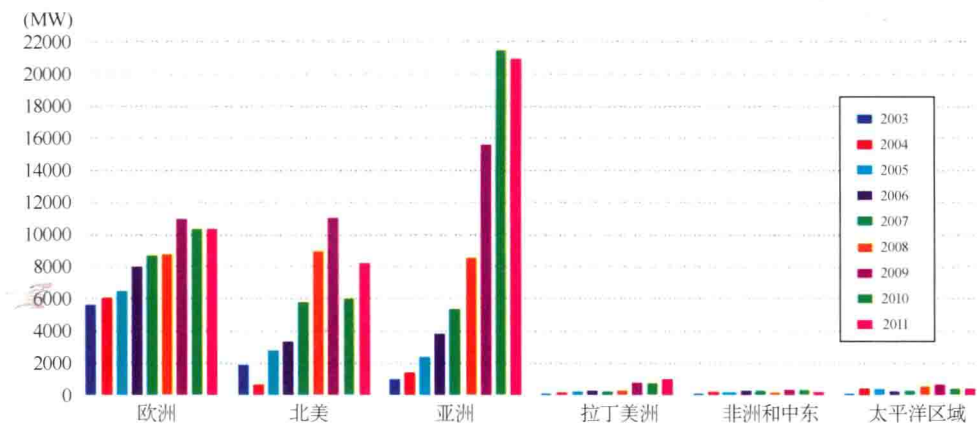


图 1-5 全球风电区域新增装机容量趋势(2003—2011 年)

风机制造技术经过近几十年的发展，日渐成熟完善。近年来，受海上风电发展提速的刺激，世界风电装备制造制造商开始开发用大型风机，目前，瑞能(Re-power) 5 MW 和 6 MW，阿海珐与德国 Bard 的 5 MW，安耐康的 4.5 MW 和 6 MW 风机已经开始批量生产并投入运行，西门子风电(丹麦)3.6 MW、华锐风电 5 MW 风电机组也已宣布下线。此外，美国 Clipper 甚至已开始了 10 MW 风机的研发，而中国如金风科技、湘电等一批企业也接踵而至，纷纷进入风机大型化的竞争行列。

从近些年已投入运行风机的情况来看(表 1-1)，风机平均功率继续朝着更大的方向发展，功率在 1.5~2.5 MW 的主流风电机组，在新增市场中所占的比例从 2008 年的 80.4% 增加到 2010 年的 83.1%，主流风机的地位不言而喻，这主要是

因为强势增长的中国风电市场中,风机的平均功率仅为 1.469 MW,同时由通用主导的美国市场又大部分安装了本国 1.5 MW 的风机。小于 1.5 MW 的风机则从 2008 年的 13.6%,降至 2010 年的 8.5%。2.5 MW 以上的机型目前在市场上仍仅占很小的份额,其将发力于后期的海上风电开发。

表 1-1 不同功率风电机组 2008—2010 年全球市场占有率

风机类型(风机功率 MW)	主要制造商	市场占有率(%)		
		2008 年	2009 年	2010 年
小功率级(<0.75)	苏司兰、Vergnet、安耐康	0.50	1.10	0.20
单 MW 级(0.75~1.499)	歌美飒、安耐康、苏司兰	13.10	12.00	8.30
主流风机(1.5~2.5)	华锐、通用、金风	80.40	81.90	83.10
多 MW 级(>2.5)	维斯塔斯、西门子、安耐康	6.00	5.10	8.40

技术革新与规模化生产使得风机制造成本在逐渐下降。2011 年 2 月,国际风电市场整机的均价降至 100 万欧元/MW 以下,自 2005 年以来风机成本首次跌破 100 万欧元。另有数据显示,2010 年底签订、2011 年交货的全球风机合同平均价格为 98 万欧元/MW,比 2009 年的均价下跌了 7%,比 2007 年峰值 121 万欧元/MW 的均价下跌了 19%。世界各地的风电整机价格都持续承受了巨大的下行压力。以中国的情况为例,风机制造业的价格战已令风电机组(不含塔架和施工投资)的报价自 2008 年以来降低了三分之一,达到 3700~4000 元/kW 水平。

风机价格下降也许是风机制造商不愿意看到的,但从风电发展的长远角度来看,成本降低会大大加强风电的竞争力,使其在与天然气、煤炭发电竞争时拥有更多主动权。但是,随着全球能源需求的恢复,以及待开发风电项目难度越来越大,风机价格将会在近些年内回升。

由于风机成本的降低,风力发电成本也在随之下降。低价风机合同给风电价格带来的影响效果远胜于政策补贴所能带来的影响。因风机成本下跌,2011 年初风电成本已经降到了历史最低点。在一些风能资源条件优越、适宜发展风电的国家,如美国、瑞典、墨西哥以及巴西等国,风电成本已经低于 0.068 美元/kW·h,燃煤火电厂的发电成本为 0.067 美元/kW·h,天然气发电厂的发电成本则为 0.056 美元/kW·h。价格已不再是风电的弱点,在北美以及欧盟各国,风电价格已经有了和其他能源竞争的实力。

国际能源署(IEA)预测:到 2030 年,全球风电装机容量将超过 1000 GW,生产约 2700 TW·h 的电量,相当于全球电力生产的 9%;到 2050 年,全球风电装机容量将超过 2000 GW,相当于全球电力生产的 12%。全球风能理事会(GWEC)对

2012—2016 年全球风电发展做出了近期预测(图 1-6):全球风电年新增装机每年在 46.0~59.2 GW 之间,累计装机容量以每年约 16.5%的速度增长,预计 2016 年全球累计装机容量将有望达到 500 GW。

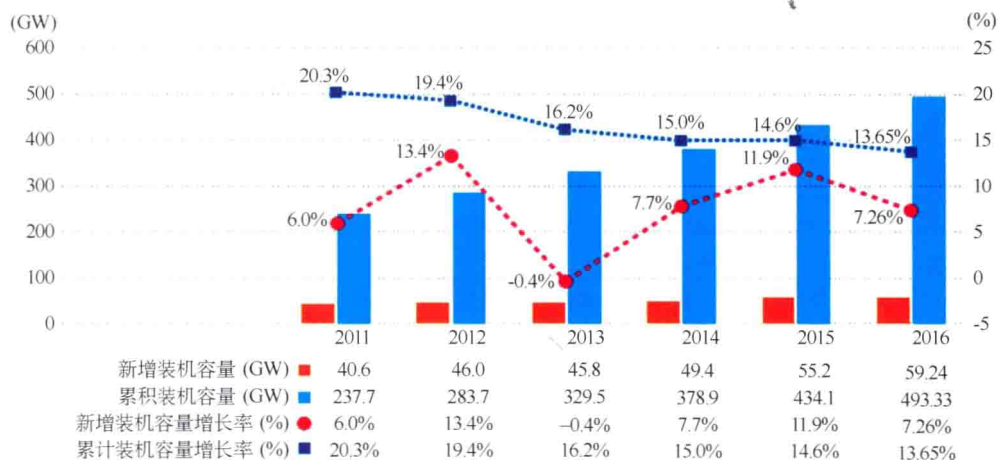


图 1-6 全球风电发展趋势预测(2012—2016 年)

大多研究报道表明,未来世界风电将继续保持增长态势,其发展趋势有以下特点:全球累计装机容量将会不断增长,但每年增长速度约为 10%~20%,较前 15 年(1996—2005 年)27.6%的平均增速有所放缓;随着近海风能开发技术进步以及多 MW 级大型风机投产使用,海上风电发展将会逐渐提速;欧洲、美洲和亚洲仍是未来风电发展的主要市场,亚洲或将在 2015 年累计装机容量超过欧洲,成为全球最大风电市场;中国作为全球风电市场的最大推手,在未来几年,仍将保持世界风电第一大国的地位;风机制造业将进一步朝向国际化发展,但风机供应领域可能会存在一些地方保护政策,大型化、高效化、高功率、易维护的新型风机将陆续涌现并占据风电市场;随着风电技术日趋完善以及常规能源日益短缺,风力发电成本将继续逼近常规能源电力成本,甚至会低于常规能源电力成本。

1.3.2 中国风电发展现状与展望

中国幅员辽阔、海岸线长、风能资源丰富,风能资源的富集区主要集中在东南沿海和三北(东北、华北、西北)地区。据全国第三次风能资源普查:中国陆域风电资源技术可开发量约为 600~1000 GW,海上风电可开发量初估约 400~500 GW,陆上加海上总的风电资源可开发量约有 1000~1500 GW。与其他国家相比,中国风能资源与美国接近,远远高于印度、德国、西班牙,属于风能资源较丰富的国家。

中国的风电建设始于 20 世纪 80 年代,在其后的十余年中,经历了初期示范

阶段和产业化建立阶段,装机容量平稳、缓慢增长。自 2003 年起,随着国家发展改革委首期风电特许权项目的招标,风电建设进入规模化、快速化发展阶段,特别是 2006—2009 年,全国风电装机容量连续四年翻番,形成了爆发式的增长(图 1-7)。

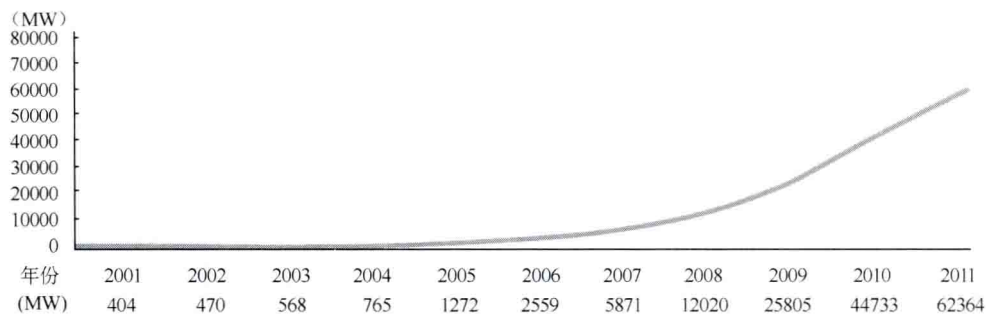


图 1-7 中国风电累计装机容量发展(2001—2011 年)

2010 年底,中国风电累计装机容量 44.73 GW,超过美国成为世界风电第一大国。2011 年全国风电新增装机容量约为 17.63 GW,仍以高增速态势领跑全球风电,全国风电累计装机容量为 62.36 GW。按照全国风电可装机容量 1000 GW 计算,已开发的风电装机容量仅约占可装机量的 6%。由此可见,中国风能资源的开发潜力十分巨大。

从中国风电发展的区域分布来看:截至 2011 年底,风电累计装机超过 2 GW 的省份有 9 个,其中超过 5 GW 的省份 4 个。领跑中国风电发展的地区是内蒙古自治区,2011 年其新增装机 3.736 GW,共累计装机 17.594 GW,累计和当年新增占全国的比重分别高达 28%和 21%。紧随其后的是河北、甘肃和辽宁,累计装机容量都超过 5 GW(表 1-2)。

表 1-2 中国风电累计装机容量前十位的省(区)及风机制造商与风电投资商

前十名风电装机省份(2011)			前十名风机制造商(2010)		前十名风电投资商(2010)		
省份	新增装机 (GW)	累计装机 (GW)	风机制造商	累计装机 (GW)	风电投资商	累计装机 (GW)	市场占有率 (%)
内蒙古	3.736	17.594	华锐	10.038	国电集团	8.941	20.0
河北	2.176	6.969	金风	9.078	华能集团	6.331	14.2
甘肃	0.465	5.409	东汽	5.952	大唐集团	5.619	12.6
辽宁	1.183	5.294	维斯塔斯	2.904	华电集团	2.557	5.7
山东	1.925	4.562	联合动力	2.345	中广核	2.346	5.3
吉林	0.623	3.563	歌美飒	2.424	国华	2.346	5.2
黑龙江	1.076	3.446	明阳	1.946	中电投集团	1.708	3.8
宁夏	1.704	2.886	通用	1.167	京能	1.314	2.9
新疆	0.953	2.316	湘电	1.089	华润	0.977	2.2
江苏	0.372	1.968	上海电	1.073	新天绿色能源	0.935	2.1



2011年《中国风电发展报告》显示:截至2010年底,中国十大风机制造商依次为华锐、金风、东汽、维斯塔斯、联合动力、歌美飒、明阳、通用、湘电、上海电气,十大风电投资商依次为国电集团、华能集团、大唐集团、华电集团、中广核、国华、中电投集团、京能、华润、新天绿色能源(表1-2)。

基于中国风能资源分布特点,目前国内风电场开发的重点主要集中于陆域,海上风电场建设才刚刚开始起步。中国东南沿海一带不仅有丰富的海上风能资源,而且由于距离电力负荷中心区域较近,在电力传输与消纳等方面具有很大优势,因此,开发海上风电也将是国家风电开发的重要方向。近几年来,国内一些风机制造商、开发商都已向海上风电开发进军,国家也相应出台了海上风电开发管理办法,组织实施了海上风电场示范项目,并于2010年完成了第一批海上风电特许权项目招标工作。

中国风电在未来将继续呈现快速增长态势,《中国风电发展路线图2050》指出:到2020年、2030年和2050年,全国风电累计装机容量将分别达到200 GW、400 GW和1000 GW,2050年风电将满足17%的国内电力需求。国家未来风电布局的阶段重点是:2020年前以陆上风电为主,开展海上风电示范;2021—2030年,陆上与近海风电并重发展,并开展远海风电示范;2031—2050年,实现在东中西部陆上风电和近远海风电的全面发展。《中国风电发展十二五规划》中明确了2010—2015年近期风电发展目标,2015年底全国风电总装机容量达到100 GW,年发电量达到2000亿千瓦时,风电在全国电力消费中的比例超过3%。

在国家《新兴能源产业发展规划》中,风电已被列为重点支持的七大领域之一。除国家层面的规划外,各地也根据当地风能资源和建设条件,纷纷提出百万千瓦级、千万千瓦级风电基地的规划。《中国风电发展十二五规划》提出:积极有序地推进河北、蒙东、蒙西、吉林、甘肃、山东、江苏和新疆等大型风电基地建设(如图1-8所示),到2015年,大型风电基地所在省(区)风电累计装机容量总计达到7000万kW以上。

河北风电基地:重点开发张家口、承德、秦皇岛、唐山和沧州等地区的风能资源。“十二五”时期,建成张家口百万千瓦基地二期工程和承德百万千瓦基地一期工程,新增装机容量250万kW。启动张家口百万千瓦基地三期工程和承德百万千瓦基地二期工程建设。在沧州、唐山等地区,根据当地风能资源条件,加快风电开发建设。到2015年,河北省累计风电装机容量达到1100万kW以上。

蒙东风电基地:重点开发赤峰、通辽、兴安盟和呼伦贝尔等地区的风能资源。“十二五”时期,建成通辽开鲁、科左中旗朱日和百万千瓦级风电基地,新增装机容量350万kW。启动呼伦贝尔、兴安盟桃合木百万千瓦级风电基地建设。到2015

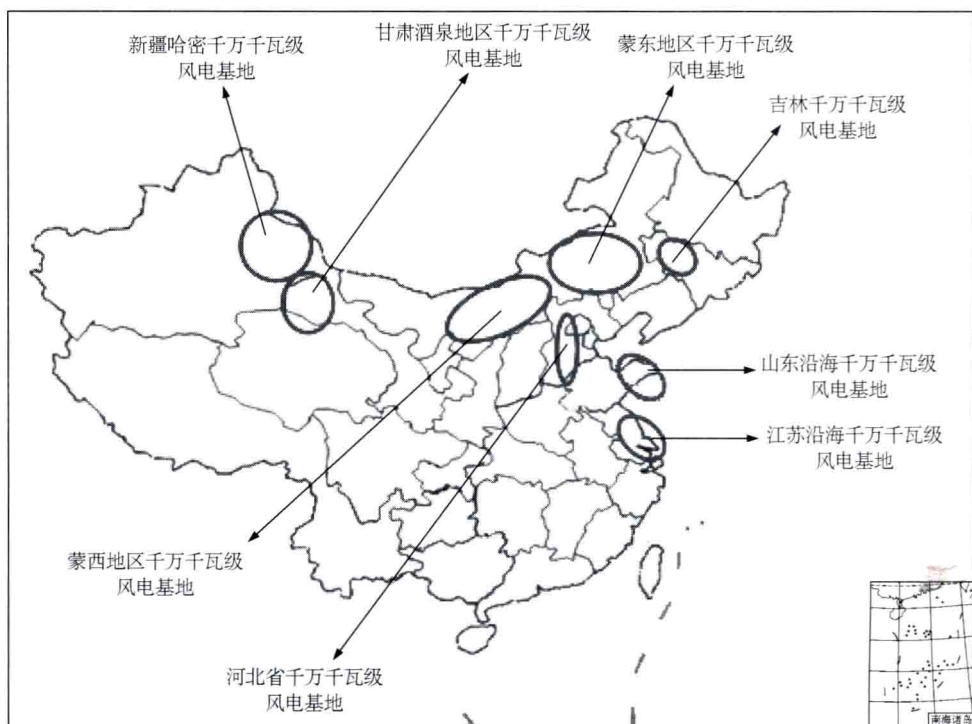


图 1-8 中国风电千万千瓦级大型风电基地位置示意

年,蒙东基地累计风电装机容量达到 800 万 kW 以上。

蒙西风电基地:重点开发包头、巴彦淖尔、乌兰察布和锡林郭勒等地区成片风能资源。“十二五”时期建成包头达茂旗、巴彦淖尔乌拉特中旗及锡林郭勒百万千瓦级风电基地,新增装机容量 970 万 kW;启动四子王旗幸福百万千瓦级风电基地和吉庆百万千瓦级风电基地建设。到 2015 年,蒙西基地累计风电装机容量达到 1300 万 kW 以上。

吉林风电基地:重点开发白城、四平和松原等地区成片风能资源。“十二五”时期,启动白城通榆瞻榆、大安、洮南,四平大黑山,松原长岭百万千瓦级风电基地建设,因地制宜地开发吉林其他地区风能资源。到 2015 年,吉林省累计风电装机容量达到 600 万 kW 以上。

甘肃风电基地:重点开发酒泉瓜州、玉门、肃北及民勤等地区风能资源。“十二五”时期,建设酒泉千万千瓦级风电基地二期工程;启动民勤百万千瓦级风电基地建设。到 2015 年,甘肃省累计风电装机容量达到 1100 万 kW 以上。

新疆风电基地:重点开发哈密地区和乌鲁木齐达坂城等地区的风能资源。“十二五”时期,建设哈密东南部百万千瓦级风电基地,新增装机容量 200 万 kW;扩建达坂城风电基地,累计装机容量达到 180 万 kW。启动哈密三塘湖、淖毛湖等



地区的风电规模化开发,根据外送通道建设进展确定开发时间和建设规模,其他区域的风电项目根据风能资源和当地电网条件因地制宜开发。到2015年,新疆累计风电装机容量达到1000万kW以上。

江苏风电基地:“十二五”时期,加快连云港北部、盐城、南通陆上风电开发,陆上风电装机容量达到200万kW以上。推进盐城和南通海域的海上风电开发建设,建成海上风电装机容量200万kW以上。因地制宜分散地开发建设其他资源相对丰富区域的风电项目。到2015年,江苏省累计风电装机容量达到600万kW以上。

山东风电基地:“十二五”时期,加快烟台、威海、东营、滨州、潍坊、青岛、日照等地区的陆上风电开发,陆上风电新增装机容量500万kW。启动滨州、东营、潍坊、烟台海域的鲁北和莱州湾百万千瓦级海上风电基地建设,建成海上风电装机容量50万kW。因地制宜分散地开发建设其他资源相对丰富区域的风电项目。到2015年,山东省累计风电装机容量达到800万千瓦以上,全部在山东省内消纳。

1.4 浙江省风能资源开发需求

浙江省地处中国东南沿海长江三角洲南翼,是一个地域小省、资源小省,同时又是一个人口与经济大省,快速的经济增长已给资源、环境带来了巨大压力。跨入新世纪后,浙江进入加快推进工业化、城市化,全面建设小康社会、提前基本实现现代化的新阶段。此时,社会经济的发展对能源供应、节能减排、环境保护等各方面提出了新的更高要求。开发利用新兴能源和可再生能源(尤其是风能资源)是解决发展与能源环保问题的重要途径。

1.4.1 经济发展与能源供应

改革开放以来,浙江在发展社会主义市场经济的过程中走出了一条具有浙江特色、符合浙江实际的发展路子。全省社会经济发展取得显著成绩,主要经济指标在全国保持领先地位。2011年,全省常住人口约5460万,生产总值为3.2万亿元,比上年增长9.0%(图1-9),其中,第一产业增加值1581亿元,第二产业增加值16404亿元,第三产业增加值14015亿元,分别增长3.6%、9.1%和9.4%。人均GDP为58665元(按年平均汇率折算为9083美元),比上年增长7.1%。全省GDP总量位居全国第4位,人均GDP列上海、天津、北京、江苏之后,居全国第5位和各省(区)第2位。

快速的经济增长需以巨大的能源需求作为支撑。近年来,全省经济快速发展,城镇化进程加快,能源消费总量从2000年的6560万t标准煤增加到2011年

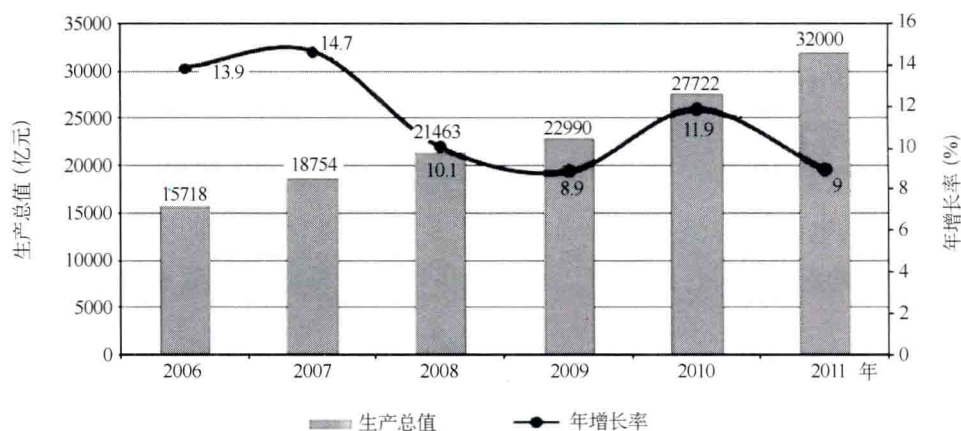


图 1-9 浙江省生产总值及其增长速度(2006—2011 年)

的 1.78 亿 t 标准煤。在一次能源消费结构中,煤炭、油品(石油及其制品)常规化石能源仍是最主要的能源消费品种,约占总能源消耗的 85%;随着国家《可再生能源法》及配套政策措施的实施,新能源和可再生能源(水电、核电、风电、太阳能发电等)消费在总能源消耗中的比例虽有所上升,但仍仅约占 10%左右,其中以水电与核电为主。经济发展的能源巨大需求量与全省能源生产量极不相称。《2011 年浙江省能源与利用状况》白皮书表明:浙江省一次能源生产总量仅为 1354 万 t 标准煤,96%以上的能源消耗需依靠外省能源调入和进口。

根据浙江省“十二五”和中长期能源需求预测:“十二五”期间全省能源需求将年均增长 5.6%~7.5%,到 2015 年全省能源需求总量约为 2.38 亿 t 标准煤,2020 年能源需求总量约为 3.03 亿 t 标准煤,2030 年能源需求总量约 3.84 亿 t 标准煤。一方面是社会经济增长所需的巨大能源需求,另一方面是全省常规化石能源匮乏、开采量低,加之省内水电基本开发殆尽、核电开发又须谨慎。在此情景下,大力开发利用省内丰富的风能资源,对缓解全省能源紧张供应局面、降低能源外省调入与进口程度以及改善能源结构均具有重要意义。

1.4.2 节能减排与环境保护

气候变化是全世界所需要面对的最大的环境问题。化石能源生产与转换、能源利用是影响气候变化的重要因子。中国明确提出到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%至 45%,并将减排目标作为约束性指标纳入国民经济和社会发展的中长期规划。据初步测算^[1],2007 年浙江省化石燃料燃烧排放温室气体 32712 万 t 二氧化碳当量,占全省温室气体净排放量的 85.8%,说明浙江省温室气体排放主要来源于化石能源燃烧。这种以煤炭、油品为主的能源消耗