



能源与电力分析年度报告系列

2011

中国新能源发电 分析报告

国网能源研究院 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



能源与电力分析年度报告系列

2011 中国新能源发电 分析报告

国网能源研究院 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《中国新能源发电分析报告》是能源与电力分析年度报告系列之一。本报告在比较分析国内外新能源发电发展情况及特点的基础上,对我国新能源发电发展规模、并网运行情况、建设与投资、技术与标准、运行与管理、政策法规、发展趋势等进行了全面的分析研究,提出了促进我国新能源健康发展的几点建议。

本报告可供新能源发电领域的专家、科技人员、能源行业从业人员及国家相关政策制定者和其他相关读者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

中国新能源发电分析报告. 2011/国网能源研究院编著. —北京: 中国电力出版社, 2011. 6

(能源与电力分析年度报告系列)

ISBN 978-7-5123-1839-7

I. ①中… II. ①国… III. ①新能源—发电—研究报告—中国—2011 IV. ①TM61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 119508 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 7 月第一版 2011 年 7 月北京第一次印刷

700 毫米×1000 毫米 16 开本 7.5 印张 86 千字

印数 0001—2000 册 定价 50.00 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

能源与电力分析年度报告

编 委 会

主 任 张运洲

委 员 俞学豪 牛忠宝 胡兆光 蒋莉萍 李 英 葛旭波
周小谦 冉 莹 王信茂 魏 玢 白建华 周原冰
王耀华 单葆国 李琼慧 张义斌 李云峰 郑厚清

《中国新能源发电分析报告》

编 写 组

组 长 李琼慧

副组长 宋卫东 郭基伟

成 员 吴永梅 曹石亚 孔维政 王乾坤 谢国辉 汪晓露

大力开发和利用包括风能、太阳能在内的新能源，是世界各国应对气候变化、保障能源供应安全、保护生态环境的共同选择，也是推动能源变革、提高国家竞争力的重要手段。大力发展新能源，将对全球能源及经济发展产生重大且深远的影响。

目前新能源尚未有规范的定义，通常新能源包括风能、太阳能、生物质能、地热能、海洋能及先进核能。从新能源利用方式来看，无论是核能，还是风能、太阳能，都主要通过发电来实现其终端利用。电网对于新能源发电利用具有至关重要的作用，特别是风能、太阳能等新能源发电出力具有间歇性、随机性等特性，通过电网互联来实现不同能源间的互补与均衡，才能实现其有效利用。本报告重点分析了风能、太阳能等波动电源（Variable Renewable）并网发电发展情况。

近年来，我国新能源发电，特别是风电发展取得了举世瞩目的成就，同时，大规模风电并网也面临着一些新的问题和挑战。新能源发电并网和利用问题受到了广泛关注。为了全面反映我国新能源发电并网情况和未来发展趋势，国网能源研究院在对我国新能源发电发展规模、并网运行情况、建设与投资、技术与标准、运行与管理、政策法规、发展趋势等进行分析研究的基础上，形成了2011年度《中国新能源发电分析报告》，力求能够为关注新

能源发电的领导、专家、科技人员、能源行业从业人员及其他相关读者提供有益的借鉴和参考。

本报告共分为 8 章。第 1 章是新能源发电发展基本情况，主要介绍了世界和我国新能源开发利用规模、增速、结构等情况；第 2 章是并网运行，主要分析了 2010 年风电并网运行相关情况；第 3 章是建设与投资，介绍了新能源电源及配套电网建设规模与投资，并对并网风电发电成本价格变化情况进行了分析；第 4 章是技术与标准，介绍了新能源发电并网技术标准体系、并网检测认证体系建设等情况；第 5 章是风电建设管理及并网运行管理，介绍了我国风电建设前期工作管理、风电并网管理、风电场运行管理及风电调度运行管理的情况及存在的问题；第 6 章是政策法规，主要梳理了 2010 年国内外最新出台的新能源发展政策法规及相关政策法规的调整情况；第 7 章是新能源发展展望，分析了世界及我国新能源发展目标及趋势；第 8 章是有关建议，针对当前我国新能源发电并网存在的问题，提出了促进我国新能源健康发展的几点建议。

限于作者水平，虽然对书稿进行了反复研究推敲，但难免仍会存在疏漏与不足之处，恳请读者谅解并批评指正！

编著者

2011 年 6 月

前言

概述 1

1 新能源发电发展基本情况 4

- 1.1 风电 7
 - 1.1.1 世界风电发展概况 7
 - 1.1.2 我国风电基地规划 9
 - 1.1.3 我国风电发展基本情况 9
- 1.2 太阳能发电 14
 - 1.2.1 世界太阳能发电发展概况 14
 - 1.2.2 我国太阳能发电发展基本情况 15
- 1.3 生物质及其他新能源发电 18
 - 1.3.1 世界生物质及其他新能源发电概况 18
 - 1.3.2 我国生物质及其他新能源发电基本情况 19

2 并网运行 21

- 2.1 风电并网情况 21
- 2.2 并网风电利用情况 22
- 2.3 并网风电运行受限情况 26
- 2.4 风电运行故障情况 27

3 建设与投资 29

- 3.1 我国新能源电源建设与投资 29
 - 3.1.1 风电项目建设与投资 29
 - 3.1.2 太阳能发电项目建设与投资 32
 - 3.1.3 生物质及其他发电项目建设与投资 33
- 3.2 配套电网工程建设与投资 34
 - 3.2.1 风电送出工程建设规模 34
 - 3.2.2 风电并网工程投资规模 37
- 3.3 建设成本及造价 38
 - 3.3.1 风机造价 38
 - 3.3.2 风电场建设成本构成 39
 - 3.3.3 风电场单位造价 40
 - 3.3.4 海上风电 40

4 技术与标准 42

- 4.1 新能源发电及并网关键技术 42
 - 4.1.1 “十一五”期间关键技术突破 42
 - 4.1.2 试点及示范应用 44
 - 4.1.3 与国外先进水平的差距 45
- 4.2 标准体系 46
 - 4.2.1 部分国家新能源发电并网技术标准 46
 - 4.2.2 我国风电并网技术标准 47
 - 4.2.3 我国光伏发电并网技术标准 49
- 4.3 检测与认证 51
 - 4.3.1 风电检测认证体系 51
 - 4.3.2 太阳能光伏发电检测认证体系 56

5 风电建设管理及并网运行管理 57

5.1 风电建设前期工作管理	57
5.1.1 风电建设前期工作管理体系	57
5.1.2 风电建设前期工作基本情况	58
5.2 风电并网管理	59
5.3 风电场运行管理	60
5.4 风电调度运行管理	61

6 政策法规 64

6.1 我国清洁能源政策法规体系	64
6.1.1 发电上网及收购制度	64
6.1.2 分类电价及相关补贴制度	66
6.1.3 费用分摊制度	70
6.1.4 配额制	76
6.1.5 专项资金制度	78
6.2 世界主要国家最新出台的新能源发展政策法规 ...	80
6.2.1 风电	80
6.2.2 太阳能发电	84
6.2.3 其他新能源发电	85
6.3 我国最新出台的新能源发展政策法规	86
6.3.1 风电发展政策	86
6.3.2 太阳能发电政策	87
6.3.3 生物质等其他发电政策	89

7 新能源发展展望 91

7.1 世界新能源发展展望	91
---------------------	----

7.1.1 部分国家新能源发展目标	91
7.1.2 世界新能源发电发展趋势	93
7.2 “十二五”我国新能源发展目标及重点	96

8 有关建议 99

附录 1 2010 年我国风电装机规模	101
附录 2 2010 年我国各电网风电装机容量及利用占比	103
附录 3 2010 年 1—9 月我国可再生能源发电项目补贴情况	105
附录 4 我国风电机组型式认证检测情况	107
参考文献	108

概 述

截至 2010 年底,我国全国并网新能源发电(包括风电、太阳能发电、生物质能发电,下同)装机容量达到 3670 万 kW,同比增长约 65%。其中,并网风电装机容量为 3131 万 kW,约占并网新能源装机总量的 85.3%;并网太阳能光伏装机容量为 40 万 kW,约占 1.1%;生物质及其他发电装机容量约为 500 万 kW,约占 13.6%。并网新能源发电装机容量约占全部装机容量的 4%。

2010 年,全国新增风电建设容量 1544 万 kW,比 2009 年增加了 460 万 kW,新增风电规模再创新高。我国已连续两年成为世界新增风电装机容量最多、增长速度最快的国家。截至 2010 年底,全国风电在建容量为 2992 万 kW。

2010 年,全国风电发电量为 501 亿 kW·h,局部地区风电利用水平较高。一是风电发电量占用电量的比例:从国家范围来看,我国风电总体利用水平与美国相差不大。美国风电发电量占用电量的比例为 2.3%;我国风电发电量占用电量的比例为 1.28%;从区域电网规模比较来看,西班牙风电利用水平较高,达到 16%,我国东北电网风电利用水平与德国相当,为 6%~7%;从省网规模比较来看,我国蒙东电网风电利用水平与丹麦相当,超过 20%,达到世界较高水平。二是风电装机占最大负荷的比例:2010 年,我国蒙东、蒙西、吉林、黑龙江风电装机占最大用电负荷的比例分别达到 82.0%、

35.0%、28.6%、21.5%，而西班牙、丹麦西部电网、丹麦东部电网则分别为 44.9%、64.7%、28.8%。

据不完全统计，2010 年全国共发生 600 次左右的限制风电出力情况（不含蒙西限电数据），累计弃风电量约为 10 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，约占全年风电发电量的 2%；全国并网共发生 30 多起风电非正常脱网事故，对电网安全产生了严重的影响。

我国风电接入电压等级高。从风电接入电压等级来看，华北电网以 500、220、110kV 电压等级接入为主，华东、华中电网以 110kV 为主，东北电网以 500、220、66kV 为主，西北电网以 750、330、110kV 为主，南方电网以 110kV 为主。

我国已成为全球新能源投资规模最大的国家。2010 年，我国风电电源建设投资为 891 亿元，同比增长 13.9%；地面光伏电站建设投资超过 10 亿元；生物质发电电源建设投资额达到 134 亿元。

据不完全统计，截至 2010 年底，全国建设完成风电送出工程线路长度 2.3 万 km，变电容量达 3770 万 $\text{kV} \cdot \text{A}$ ，全国风电送出工程总投资达 418 亿元。其中，500kV（含 330kV）及以上送出工程投资占 44.1%；220kV 送出工程投资占 37.2%；110kV 及以下送出工程投资占 18.7%。

“十一五”期间，我国在新能源发电及接入技术领域取得了重要进展，已基本解决了中小规模风电场接入电网问题；建立了“国家风电技术与检测研究中心”和“国家能源太阳能发电研发（实验）中心”；自主研发了我国首套风电功率预测系统，并在部分网省调度中心成功投运；开发出了兆瓦级风电机组及风电场控制系统，建立了风电机组控制技术实验室；研发出了具有自主知识产权的生物质电厂综合自动化系统；我国首个风电试验基地、风光储输示范工程建设工作已经启动。

风电并网技术标准和规范是风电健康发展的保障。相对于风电发展速度,我国风电、太阳能发电并网标准化体系建设相对滞后。目前,我国还没有强制性的风电并网和太阳能发电并网国家标准。

我国已建立了风电检测认证机构。截至 2010 年底,北京鉴衡认证中心和中国船级社质量认证公司是我国经授权开展风电设备认证的机构;中国电力科学研究院“国家风电技术与检测研究中心”是经中国合格评定国家认可委员会(CNAS)认可的国内唯一具备国际互认可资质的风电检测机构。我国已初步具备了检测认证能力,但尚未建立完善的风电检测认证制度。

统一规划是风电持续健康发展的前提。风电的出力特性客观上需要其他电源与之相匹配、电网结构与之相适应,要求风电与其他电源统一规划、风电与电网统一规划。需要加强风电规划及前期工作管理,统筹风电与电网规划、风电与其他电源规划。

近年来,我国风电并网管理逐步规范。但目前我国正处在风电开发建设的高峰,“重基建、发展,轻运行、管理”的现象还比较普遍。由于运行经验不足,一些并网风电场基础管理水平较低,风电场的管理运行水平相比于传统水电厂、火电厂存在着一定差距。

我国已建立了新能源发电政策法规体系,对促进我国新能源发展发挥了积极作用。随着新能源发电并网规模的扩大,需要进一步制定并完善新能源发电发展配套政策,促进我国新能源的健康发展。

新能源发电发展基本情况

2005 年以来,我国新能源发电发展迅猛,并网装机容量快速增长,发电量不断增加。

截至 2010 年底,我国全国并网新能源装机容量达到 3670 万 kW,同比增长约 65%。其中,并网风电装机容量为 3131 万 kW^①,约占并网新能源装机总量的 85.3%;并网太阳能光伏装机容量为 40 万 kW,约占 1.1%;并网生物质及其他发电装机容量约为 500 万 kW,约占 13.6%,具体如图 1-1 所示。并网新能源发电装机容量约占全部发电装机容量的 4%。

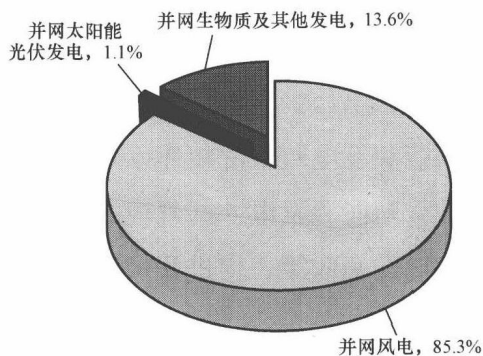


图 1-1 2010 年我国并网新能源发电装机容量构成

① 数据来源:中国水电工程顾问集团国家风电信息管理中心,《2010 年度中国风电建设成果统计报告》。

截至 2009 年底^①，全球新能源发电装机容量约为 2.51 亿 kW，同比增长 22%。其中，风电装机容量为 1.60 亿 kW，约占 63.8%；太阳能发电装机容量为 2288 万 kW，约占 9.1%；生物质及其他发电装机容量为 6800 万 kW，约占 27.1%，具体如图 1-2 所示。新能源发电装机容量约占全部装机容量的 6%。

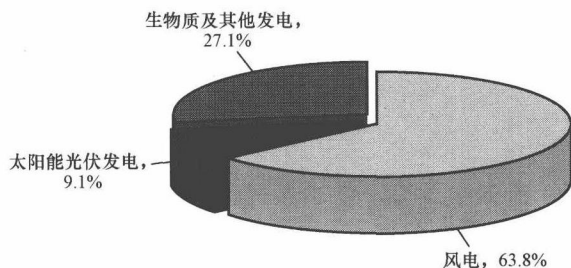


图 1-2 2009 年世界新能源发电装机容量构成

2010 年，我国新能源发电量约为 782 亿 kW·h，其中，风电为 501 亿 kW·h，约占 64.1%；太阳能发电量约为 6 亿 kW·h，约占 0.8%；生物质及其他发电量约为 275 亿 kW·h，约占 35.1%，具体如图 1-3 所示。

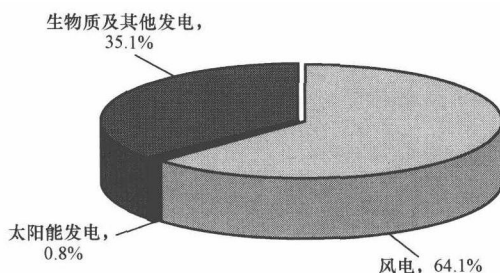


图 1-3 2010 年我国新能源发电量构成

2009 年，全球新能源发电量构成中，风电发电量约占新能源发

^① 受世界统计数据相对滞后的影响，目前能获得的全球数据多为 2009 年的数据。

电量的 38.8%，太阳能光伏发电量约占 2.1%；生物质及其他发电量约占 59.1%，具体如图 1-4 所示。

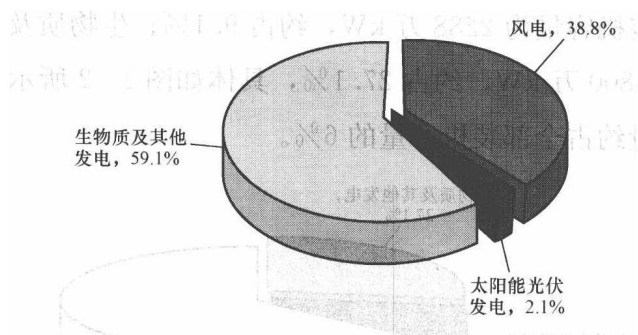


图 1-4 2009 年世界新能源发电量构成

2010 年，我国新能源发电量约占全部发电量的 1.9%，2009 年全球新能源发电量约占全部发电量的 2.8%，具体如图 1-5 和图 1-6 所示。按发电煤耗 $320\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 计算，相当于节约标准煤 2500 万 t，减排二氧化碳 6950 万 t。

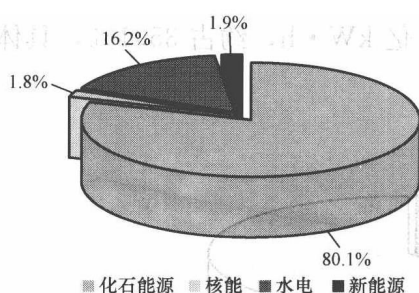


图 1-5 2010 年我国新能源发电量占比

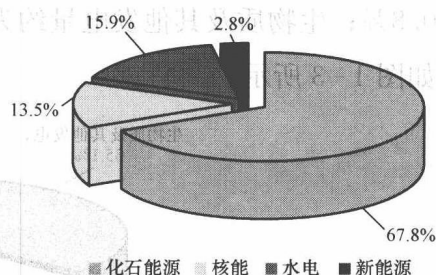


图 1-6 2009 年世界新能源发电量占比

2010 年全球分品种新能源发电装机容量排名前 5 位的国家如表 1-1 所示。

2010 年全球分品种新能源发电新增装机容量排名前 5 位的国家如表 1-2 所示。

表 1-1 2010 年全球分品种新能源发电装机
容量排名前 5 位的国家

排名 装机类别	1	2	3	4	5
风电装机容量	美国	中国	德国	西班牙	印度
太阳能光伏发电装机容量	德国	西班牙	日本	意大利	美国
生物质能发电装机容量	美国	巴西	中国	德国	瑞典
地热发电装机容量	美国	菲律宾	印度尼西亚	墨西哥	意大利

注 中国数据为中国大陆数据，下同。

表 1-2 2010 年全球分品种新能源发电新增装机
容量排名前 5 位的国家

排名 装机类别	1	2	3	4	5
新增风电装机容量	中国	美国	德国	西班牙	印度
新增太阳能光伏发电装机容量	德国	意大利	捷克	日本	美国

1.1 风电

1.1.1 世界风电发展概况

截至 2010 年底，全球风电装机容量约为 1.97 亿 kW^①，同比增长 23.6%，是自 2004 年以来的最低增长率。2010 年全球风电新增装机容量为 3764 万 kW。2010 年全球风电装机容量约为 2005 年的 3.3 倍，2001—2010 年期间年均增长 27%，风电装机容量占全部发电装机容量的比重为 3%。2010 年，全球风电发电量约为 4000 亿 kW·h，约占全球发电量的 1.5%。2001—2010 年全球风电装机容量如图 1-7 所示。

① 数据来源：WWEA，《2010 年世界风能报告》。