



# 清洁能源蓝皮书<sup>®</sup>

LUE BOOK OF CLEAN ENERGY

## 国际清洁能源 发展报告 (2013)

ANNUAL REPORT ON DEVELOPMENT OF  
INTERNATIONAL CLEAN ENERGY (2013)

主 编 / 国际清洁能源论坛 (澳门)



社会科学文献出版社  
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

2013  
版

110  
20142  
2013

阅 览



# 国际清洁能源发展报告 (2013)

ANNUAL REPORT ON DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL  
CLEAN ENERGY (2013)

主 编 / 国际清洁能源论坛 (澳门)



 社会科学文献出版社  
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

## 图书在版编目(CIP)数据

国际清洁能源发展报告. 2013/澳门国际清洁能源论坛主编.  
—北京:社会科学文献出版社, 2013. 9

(清洁能源蓝皮书)

ISBN 978 - 7 - 5097 - 4983 - 8

I. ①国… II. ①澳… III. ①无污染能源 - 能源发展 - 研究报告 - 世界 - 2013 IV. ①F416. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 194692 号

清洁能源蓝皮书

## 国际清洁能源发展报告 (2013)

主 编 / 国际清洁能源论坛 (澳门)

出 版 人 / 谢寿光

出 版 者 / 社会科学文献出版社

地 址 / 北京市西城区北三环中路甲 29 号院 3 号楼华龙大厦

邮政编码 / 100029

责任部门 / 全球与地区问题出版中心 (010) 59367004

电子信箱 / bianyibu@ssap.cn

项目统筹 / 王晓卿

经 销 / 社会科学文献出版社市场营销中心 (010) 59367081 59367089

读者服务 / 读者服务中心 (010) 59367028

责任编辑 / 王晓卿 张金勇

责任校对 / 岳中宝

责任印制 / 岳 阳

印 装 / 北京季峰印刷有限公司

开 本 / 787mm × 1092mm 1/16

版 次 / 2013 年 9 月第 1 版

印 次 / 2013 年 9 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5097 - 4983 - 8

定 价 / 89.00 元

印 张 / 25

字 数 / 405 千字

本书如有破损、缺页、装订错误,请与本社读者服务中心联系更换

▲ 版权所有 翻印必究



广视角·全方位·多品种

权威·前沿·原创

皮书系列为  
“十二五”国家重点图书出版规划项目

誌  
《二〇一三年國際清潔能源藍皮書》付梓

# 推廣清潔能源 關注持續發展

澳門特別行政區行政長官 崔世安

## 清洁能源蓝皮书编委会

顾 问 苏树辉

主 任 袁国林 李玉崙 毕亚雄

副主任 周 杰 张粒子 刘树坤 元英进

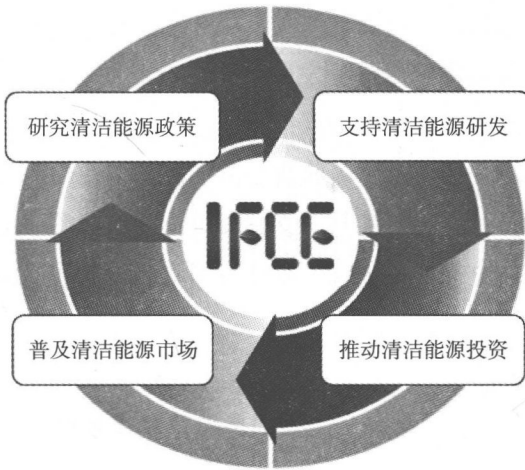
编 委 黄 珺 张子欣 袁 炜 米万良

李炳志 桑丽霞 范 湖 蔚 芳

## 主编单位简介

国际清洁能源论坛（澳门）/IFCE 是一个常设于澳门的非营利性国际组织，于2012年4月在中国澳门正式成立。IFCE的宗旨是汇聚全球清洁能源领域官、产、学、研、资各界精英，创建清洁能源国际合作联盟，致力于清洁能源的技术创新力和产业竞争力的提高，实现人人享有低碳、低污染、可持续能源的生态文明社会。

### IFCE 四大任务



### IFCE 关注领域

可再生能源	清洁能源技术	其他领域
太阳能	化石燃料清洁技术	能源效率
风能	分布式能源和智能电网	大水电
生物质能	储能技术	核能
小水电	新能源汽车	绿色建筑
海洋能	氢能及燃料电池	节能减排
地热能		

## IFCE 主要活动

举办国际论坛及其相关活动：每年一届在澳门举行“国际清洁能源论坛”，论坛包括峰会、产业论坛和展览会等，与此同时，还将不定期举办清洁能源领域的相关活动。

编辑出版《清洁能源蓝皮书》：国际清洁能源论坛（澳门）主编的《清洁能源蓝皮书》是一本以年度发展报告形式针对全球清洁能源领域包括技术、政策、市场、产业等层面热点问题的研究成果。

促进清洁能源先进技术研发以及成果转化：组织国际清洁能源领域专家，对拥有较高市场需求的应用性技术难题进行联合研发，并进行重点孵化和培育，吸引产业基金和风险投资积极参与项目投资。

提供信息、技术、政策、市场和投资的咨询服务：在 IFCE 网站上建立由相关数据库和资料库组成的动态信息系统，分享典型案例、推广优秀项目、促进全球范围内的技术研发、投资合作与市场开发。可为政府部门、产业界、投资者、工程技术人员提供包括行业发展规划、产业发展政策、技术解决方案、法律法规等在内的众多领域的咨询服务。

推广清洁能源事业的普及：吸收热心清洁能源事业的政府、企业、机构和个人加入会员，动员社会各界参与、支持和赞助清洁能源活动，推广清洁能源事业，提出地区性或全球性的倡议，呼吁各国政府对清洁能源给予更多关注和支持。

国际清洁能源论坛（澳门）秘书处

电话：+861085322792

官网：[www.mifce.org](http://www.mifce.org)

邮箱：[ifce\\_mo@sina.com](mailto:ifce_mo@sina.com)



## 摘 要

《国际清洁能源发展报告（2013）》的主题是“清洁能源发展的现状与趋势”，主要内容由四部分构成。第一部分为特别报告，第二部分为综合报告，第三部分为产业报告，第四部分为案例研究。鉴于全球对日本福岛核事故的关注，本书推出了一篇“特别报告”，该报告基于中国核电的现状，从可持续发展和生态文明建设的视角分析了核电发展面临的若干问题并提出了相应的对策。“综合报告”通过对不同能源发电系统的比较，对清洁能源的范围和边界进行了重新“定义”；并在此基础上分析了中国和世界的清洁能源发展的现状，提出了政策建议或发展展望。“产业报告”涉及水电、太阳能、风能、生物质能等可再生能源以及核能和非常规天然气，还包括智能电网、清洁煤、储能电池、清洁能源汽车等洁净和智能技术领域；报告立足关键性的前沿技术分析，提出了今后技术发展的方向和应用前景。“案例研究”选取了塔里木油田、中欧合作的清洁能源示范区和太阳能电池板三个具体个案，为我们发展清洁能源提供了宝贵的经验和启迪。

本报告以促进切实加强自主创新能力、拓展能源新领域为目标，通过绘制清洁能源技术发展的路线图，对研发和产业界具有一定的指导和借鉴意义。与此同时，本报告根据世界各国发展清洁能源的现状，给中国政府能源决策部门和相关企业提出了很多有益的建议，希望能为宏观能源决策部门构建一个布局科学、可持续发展的能源体系，以及制定合理的清洁能源产业扶持政策，提供参考依据。

## Abstract

*Annual Report on Development of International Clean Energy (2013)*, with the theme of “The Development Status and Trend Analysis of Clean Energy”, is composed of four parts—special Report, general reports, industry reports and case studies. Considering the global focus on Japan’s Fukushima nuclear accident, this book also presents a “special report” —based on the current situation of Chinese nuclear power development, the report analyzes the problems and issues nuclear power development faces, meanwhile, it provides advice for solving them from the perspectives of sustainable development and ecological civilization construction. The general reports, based on technical, economic and social development at the macro and micro levels, give a new “definition” to the concept and inner-roots of clean energy; they also analyze both China’s and the world’s clean energy development status, provide policy advice or development outlook. Industry reports involve hydro-power, solar-energy, wind-energy, biomass and other renewable energy sources, as well as nuclear power and unconventional gases; they also cover clean and smart technologies, such as smart grid, clean coal, energy storage battery, and clean energy vehicles. The general reports put forward the directions and application prospects of the technology development in the future based on the critical analysis of the frontier technology. The case studies select cases from the Tarim Oilfield, China – EU cooperation on clean energy demonstration zone as well as Chinese solar panels, together they provide the valuable experience and lessons for the development of clean energy.

This report is written with the goal of promoting and strengthening independent innovation skills and expanding new areas in the field of energy; through creating roadmaps for clean energy technology development, it provides significant advice and reference for clean energy R&D and industries. Meanwhile, using the development status of clean energy from countries all over the world as data, it gives many beneficial suggestions to the energy decision makers of Chinese government and other



relevant enterprises. We hope that this report will provide policy reference for Chinese government's macro energy decisionmakers, so as to build an energy system that is rationally laid and able to sustainably develop, and formulate a reasonable support policy for clean energy industries.

## 前 言

强化节能减排、发展清洁能源已成为当今世界的一大潮流。经中国、巴西、俄罗斯、印度、安哥拉、葡萄牙、韩国、马来西亚以及中国台湾、香港、澳门地区专家学者的联合倡议，在澳门特别行政区政府的大力支持和批准下，国际清洁能源论坛（澳门）/IFCE 于2012年4月在澳门正式成立了。IFCE 是一个非营利性国际组织，其宗旨是汇聚全球清洁能源领域官、产、研精英，构建国际交流与合作网络，致力于清洁能源的技术创新力和产业竞争力的提高，实现人人享有低碳、低污染、可持续能源的生态文明社会。IFCE 的主要任务是研究清洁能源政策、支持清洁能源研发、推动清洁能源投资、普及清洁能源市场，重点在于促进全球清洁能源领域高新技术的研发和成果转化，提升清洁能源技术性、生态性、经济性和应用性等综合竞争力。

《清洁能源蓝皮书》是 IFCE 的重要出版物，是一本以年度发展报告形式针对全球清洁能源领域，包括技术、政策、市场、产业等层面热点问题的研究成果。今年蓝皮书的主题是“清洁能源发展的现状与趋势”。本年度的报告推出了一篇特别报告、三篇综合报告、十三篇产业报告、三个案例研究。根据目前全球清洁能源领域的研究现状及未来研究趋势，特别是结合中国的发展现状和前景展望，本书主要有以下三个特点：

第一，本报告试图从技术、经济、社会发展的宏观和微观层面，探索给出清洁能源的“定义”，规范各种“清洁能源”的“清洁”含义，阐明其科学属性；力求在分析各种能源的生产、使用和末端废物处置环节的“清洁”度的基础上，能够逐步建立界定评价“清洁能源”的主要参数或模型。这在清洁能源混乱而复杂的研究环境中是一创新之举，同时对决策者和公众了解其科学属性也有一定的意义。

第二，清洁能源的核心是技术，技术创新力和产业竞争力的提高是清洁能



源事业发展的关键。以中国为例，近十年来，在“新能源”领域，缺少核心技术是突出问题之一。某些新能源产业（例如光伏发电、风电等）商战失利（当然也有贸易保护主义壁垒等外在因素），面临严重挑战；有的新能源产业与国外差距太大，甚至称不上产业。自主创新是建立中国以及世界可持续能源体系的根本所在。

第三，本报告对“清洁能源”整体产业链，包括应用环节在内的主要工艺环节（应用环节的前端生产和后端处理、处置环节）进行经济技术分析与生态环境影响评价，依照相关领域科技水准逐步深入为量化分析评价，形成一个清晰的利弊图像。希望本报告能为宏观能源决策部门在中国构建一个科学合理布局、可持续发展的能源体系和制定合理的清洁能源产业扶持政策，提供决策参考依据。

尊重科学、鼓励学术争鸣、追求真理是本蓝皮书系列出版物的指导原则之一。智慧火花的碰撞是创新思维的重要驱动力，有利于清洁能源领域自主创新并拥有自己的核心技术。本报告愿能促进切实加强自主创新能力、拓展能源新领域，以利中国尽快建立可持续发展的能源体系，保障中国经济社会的可持续发展。欢迎有志于清洁能源事业的专家、企业家和社会达人共同加盟国际清洁能源论坛（官网：[www.mifce.org](http://www.mifce.org)），共同为人类社会的可持续发展贡献出您的智慧和力量。

本报告的出版得到了澳门基金会和中国长江三峡集团公司的大力支持，特此鸣谢。

国际清洁能源论坛（澳门）理事长

澳门博彩控股有限公司行政总裁

蘇樹輝

# 目 录

前 言 ..... 苏树辉 / 001

## B I 特别报告

B.1 中国核电发展及其安全风险对策研究 ..... 李玉嵩 / 001

## B II 综合报告

B.2 不同能源发电系统环境负荷的全生命周期评价  
..... 周 杰 周溪峤 / 043

B.3 中国清洁能源发展现状与政策建议 ..... 袁国林 杨名舟 / 064

B.4 世界可再生能源市场及投资的发展现状与展望 ..... 黄 珺 / 079

## B III 产业报告

B.5 中国非常规天然气发展前景与开发利用战略  
..... 中国工程院“中国非常规天然气开发利用战略研究”项目组 / 101

B.6 中国大型水电站开发和坝工建设现状与政策建议  
..... 张超然 朱红兵 / 111

B.7 中国小水电发展状况及其主要经验 ..... 刘 恒 胡晓波 / 125

B.8 风力发电的发展现状及展望 ..... 施鹏飞 / 136

B.9 生物质能利用技术现状及展望 ..... 李炳志 元英进 / 164



- B.10** 农业森林残渣生物质能对减排温室气体的贡献分析  
 ..... Andrea Salimbeni Valeria Magnolfi / 177
- B.11** 与清洁能源协同发展的智能电网  
 ..... 蔚芳 张粒子 王昀昀 章超 / 191
- B.12** 中国洁净煤技术发展现状与展望 ..... 乌若思 / 219
- B.13** 中国清洁能源汽车的发展现状与前景 ..... 张天舒 / 228
- B.14** 国际核电高效利用回收铀资源的技术发展及路线图  
 ..... 阮养强 张振华 杨德滋 陈明军 Sermet Kuran  
 Catherine Cottrell / 243
- B.15** 氢能与燃料电池的发展现状与市场趋势  
 ..... 姜军港 米万良 苏庆泉 / 268
- B.16** 锂—空气电池国内外研究现状及前景展望 ..... 孙春文 / 294
- B.17** 太阳能热发电的发展现状及其关键技术  
 ..... 桑丽霞 蔡萌 任楠 吴玉庭 马重芳 / 316

## B IV 案例研究

- B.18** 塔里木油田铺就中国大规模利用天然气资源发展  
 道路 ..... 王炳诚 张露 / 327
- B.19** 中国与欧盟的合作实例  
 ——清洁能源示范区  
 ..... Roberto Pagani Alessandra Merlo Nannan Lundin / 345
- B.20** 中国太阳能电池板出路在何方：如何在美国市场保持  
 竞争力 ..... Matthew Fellmeth / 370
- B.21** 结语 ..... 袁国林 / 376



# CONTENTS



Foreword

*Su Shubui / 001*

## Ⅰ Special Report

- Ⅰ.1 Studies on Chinese Nuclear Power Development and Its  
Safety Risk Countermeasures

*Li Yulun / 001*

## Ⅱ General Reports

- Ⅱ.2 Life Cycle Assessment of the Environmental Impacts of Power  
Generation from Different Energy Sources *Zhou Jie, Zhou Xiqiao / 043*
- Ⅱ.3 The Status Analysis and Policy Recommendation for China's Clean  
Energy Development *Yuan Guolin, Yang Mingzhou / 064*
- Ⅱ.4 The Development Status and Outlook of the World Renewable Energy  
Market and Investment *Huang Jun / 079*

## Ⅲ Industry Reports

- Ⅲ.5 The Future Development Prospect and Utilization Strategy for  
China's Unconventional Natural Gas Resources

*Research Group on the Development and Utilization Strategy Study of*

*China's Unconventional Natural Gas Resources, CAE / 101*





- B.6 Survey of and Policy Proposal for China's Large Hydropower Station Development and Dam Construction  
*Zhang Chaoran, Zhu Hongbing / 111*
- B.7 The Status and Experience of Small Hydropower Development in China  
*Liu Heng, Hu Xiaobo / 125*
- B.8 Status and Prospects for Wind Power Generation  
*Shi Pengfei / 136*
- B.9 Status and Prospect of Biomass Utilization Technologies  
*Li Bingzhi, Yuan Yingjin / 164*
- B.10 Analysis of Contribution to Reducing Greenhouse Gas Emissions by the Biomass Energy from Forestry and Agricultural Residues  
*Andrea Salimbeni, Valeria Magnolfi / 177*
- B.11 The Smart Grid in Coordination with Development of Clean Energy  
*Yu Fang, Zhang Lizhi, Wang Yunyun and Zhang Chao / 191*
- B.12 Current Development of and Prospects for China's Clean Coal Technology  
*Wu Ruosi / 219*
- B.13 Development Status of and Prospects for Chinese Clean Energy Vehicles  
*Zhang Tianshu / 228*
- B.14 Technological Progress in and Roadmap for Efficient Utilization of Recycled Uranium Resources for Global Nuclear Development  
*Ruan Yangqiang, Zhang Zhenhua, Yang Dezi, Chen Mingjun, Sermet Kuran and Catherine Cottrell / 243*
- B.15 Current Situation and Development Trend in the Market for Hydrogen Energy and Fuel Cell  
*Jiang Jungang, Mi Wanliang and Su Qingquan / 268*
- B.16 Research Status and Perspective on Lithium-Air Batteries  
*Sun Chunwen / 294*
- B.17 The Development of Solar Thermal Power Generation and Its Key Technology  
*Sang Lixia, Cai Meng, Ren Nan, Wu Yuting and Ma Chongfang / 316*