

# 燃煤电厂烟气排放 连续监测系统现状分析

中国电力减排研究  
2014

王志轩 张建宇 潘荔 等著

# 燃煤电厂烟气排放 连续监测系统现状分析

中国电力减排研究  
2014

王志轩 张建宇 潘 荔 等著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

**图书在版编目 (CIP) 数据**

燃煤电厂烟气排放连续监测系统现状分析：中国电力减排研究：2014/王志轩等著. —北京：中国电力出版社，2015. 2

ISBN 978 - 7 - 5123 - 7239 - 9

I. ①燃… II. ①王… III. ①电力工业—节能—研究—中国—2014 ②电力工业—排烟污染控制—研究—中国—2014  
IV. ①TM62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 031395 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>)

北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

\*

2015 年 2 月第一版 2015 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 9 印张 160 千字

定价 90.00 元

**敬告读者**

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
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**



## 本书作者

王志轩 张建宇 潘荔 张晶杰 杨帆  
王昊 刘志强 石丽娜 秦虎 裴杰  
王健

## 项目合作单位

中国电力企业联合会  
美国环保协会

《燃煤电厂烟气排放连续监测系统现状分析》是由中国电力企业联合会与美国环保协会从2008年起，每年合作研究的主要成果之一。该研究主要由两部分构成，第一部分为每年中国电力节能减排应对气候变化的现状及分析；第二部分为一个专题性研究内容，主要是反映当时电力行业减排热点。2008~2010年度报告主书名为《中国燃煤电厂大气污染物控制现状》，按年度分别研究了燃煤电厂氮氧化物、二氧化硫、温室气体控制技术及中国电力结构发展趋势情况；2011~2013年主书名更名为《中国电力减排研究》，分别研究了中国电力减排成效及电力结构、主要大气污染物与温室气体协同控制、电力行业细颗粒物排放控制等行业热点问题。2014年的年度报告研究了“燃煤电厂烟气排放连续监测系统现状分析”，并以研究内容为主书名，将“中国电力减排研究”加年度名作为副书名。这样调整的目的是更加突出主题，且便于读者检索和使用。2014年的年度报告已是连续出版的第七本年度报告。

随着国家不断加强环境监管力度，全国燃煤电厂基本全部装设了烟气排放连续监测系统（Continuous Emission Monitoring System, CEMS），监测数据实时传送到省、市环保监管机构及电力调度部门，成为政府、企业掌握污染排放情况的“眼睛”。但是不同地区环保机构对监测数据的认可、使用程度不同，CEMS的应有作用并没有得到充分发挥，其中的原因及问题值得深入探讨和研究。污染物排放数据的真实性、可靠性不仅决定一个企业是否依法达标排放，而且对国家有关部门掌握污染排放情况，科学制修订法规、政策、标准有重要意义。如果花费了大量人力、物力、财力装设的CEMS并没有发挥应有的作用，不仅造成大量资源浪费，还对开展环保工作产生影响。

因此，本年度报告研究主题选定为“燃煤电厂烟气排放连续监测系统现状分

析”，基于对中国燃煤电厂 CEMS 的广泛调研及参考国外情况的基础上，系统地介绍 CEMS 的相关知识及在中国燃煤电厂的应用现状，分析 CEMS 存在的主要问题，并提出了政策建议。本书由于时间仓促，文中不当之处，敬请读者提出宝贵意见。

作者

2014 年 12 月

# 摘要

《燃煤电厂烟气排放连续监测系统现状分析》反映了 2013 年中国电力行业发展情况和燃煤电厂主要大气污染物排放控制现状，梳理了 2013 年以来电力节能减排及应对气候变化相关的主要法规政策标准，介绍了 CEMS 的基本知识，调查并统计分析了 CEMS 在中国燃煤电厂的应用现状及存在的主要问题，提出了相关政策建议。

本报告共分为三部分：

第一部分全面反映了 2013 年度中国电力行业发展情况，分析了燃煤电厂大气污染物和温室气体排放控制现状，解读了 2013 年以来出台的电力节能减排及应对气候变化相关的主要法规政策。据中国电力企业联合会统计，截至 2013 年底，全国发电装机容量和发电量分别达到 12.58 亿 kW 和 5.37 万亿 kWh，同比增长 9.67% 和 7.73%；其中，水电、核电、并网风电、并网太阳能发电等清洁能源发电装机容量达到 3.88 亿 kW，约占我国总装机容量的 30.81%，发电量达到 11503 亿 kWh，约占总发电量的 21.41%；6000kW 及以上火电机组平均供电标准煤耗为 321g/kWh，同比下降 4g/kWh；电力烟尘排放量 142 万 t，单位火电发电量烟尘排放量降至 0.34g/kWh；电力二氧化硫排放量 780 万 t，单位火电发电量二氧化硫排放量降至 1.85g/kWh；脱硫机组容量达到 7.2 亿 kW，占全国现役煤电机组容量的 91.6%；电力氮氧化物排放量 834 万 t，单位火电发电量氮氧化物排放量降至 1.98g/kWh；已投运的烟气脱硝机组容量约 4.3 亿 kW，约占火电机组容量的 49.4%；电力行业通过发展非化石能源、降低供电煤耗和降低线损率等措施减少排放二氧化碳成效显著，且电力企业在国家碳排放交易试点中也发挥了积极的作用。以 2005 年为基准年，2006~2013 年，累计减排二氧化碳 47.3 亿 t，碳减排量逐年提高。2013 年以来，国家出台并实施了多项与电力行业节能减排及温室气体控制相关的法规文件，包括法律修订、规划（计划）、环保政策及监管要求、环保标准等，环保法规政策体系进一步完善。

第二部分全面介绍了烟气排放连续监测系统相关技术知识、发展历程及相关法规政策情况；中国电力企业联合会在全国 386 家燃煤电厂开展了 CEMS 调查，以此为基

基础，系统分析了燃煤电厂 CEMS 供应及采购情况，CEMS 安装、调试、验收及运维情况，CEMS 监管及数据法律效力情况，CEMS 测量误差及误差传递情况；同时，着重分析了美国火电厂 CEMS 相关法规政策及技术管理情况。调查分析显示：一是国家或地方政府部门针对火电厂 CEMS 已出台了较为全面的法规政策及标准，但要求不尽相同，有些是重复，有些是交叉；在实际执行过程中，CEMS 数据的法律效力受局限。二是燃煤电厂 CEMS 安装情况较好，调查中 87.8% 的电厂满足安装条件，安装位置绝大多数在烟囱入口混合烟道直管段部位，符合技术规范一般要求或被环保监督执法部门认可；调查中 99.0% 的电厂能够按照相关技术规范开展 CEMS 日常巡检及维护工作，但在运维过程中存在一些问题；调查中 84.2% 的电厂通过宽带、光纤或无线等方式将 CEMS 数据上传到省、市级环保主管部门或电力调度部门，且电厂 CEMS 数据传输的有效性较高；调查中 89.6% 的电厂 CEMS 数据用作排污收费依据。三是 CEMS 测量存在一定误差，特别是对低浓度颗粒物的测量误差较大。从技术方法上来看，目前主流的气态污染物 CEMS 监测技术（抽取法）能够实现较准确测量，但颗粒物 CEMS 监测技术难以实现低浓度连续准确测量，现行技术规范中对误差要求及手工参比方法都不能适应烟尘特别排放限值（或更低排放限值）的监测要求。四是目前火电厂 CEMS 监测指标主要有颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、流量、氧量、温度、水分含量等，国家相关部委尚未出台对二氧化碳排放进行监测的要求。

第三部分对前两个部分进行了系统归纳总结，并针对 CEMS 使用中存在的问题，提出了五点建议：一是以改善环境质量为核心，综合考虑节能、低碳和经济性，充分利用市场机制促进节能减排；二是加强 CEMS 监督，发挥 CEMS 作用；三是充分发挥火电企业的主体作用；四是加强行业自律，研究解决行业共性问题；五是规范 CEMS 市场，建立公平有序的市场环境。



# Abstract

---

*The Current Situation Analysis on Continuous Emission Monitoring System of Coal-fired Power Plants in China* provides a general picture of the nation's power industry in 2013 and its air pollution control of coal-fired power plants. The report summarizes the policies and regulations on energy conservation, emissions reduction, and climate change since 2013. In addition, it introduces basic knowledge of CEMS, through survey, it analyzes the current CEMS utilization situation and problems facing, and proposes the related policy recommendations.

The report includes three parts:

Part One provides an overview of China's power industry development in 2013, analyzes the air pollutants and greenhouse gas (GHG) emissions control situation of coal-fired power plants, and introduces the related regulations and policies on emissions reduction and climate change issued since 2013. Statistically, by the end of 2013, the overall installed capacities and electricity generation in China reached 1,258GW and 5.37 trillion kWh respectively, an increase of 9.67% and 7.73% compared to the prior year. The clean energy installed capacity, including hydro, nuclear, wind and solar power has reached 388GW, which accounts for 30.81% of the total installed capacity. Power generated by clean energy was 1.1503 trillion kWh, contributing 21.41% of the total electricity produced. The standard coal consumption of thermal power units for 6,000 kW and above was 321g/kWh, which dropped by 4g/kWh compared to 2012. With regards to emissions reduction, the total dust emission was 1.42 million tons, or 0.34 g/kWh per unit of the thermal power generation; and the total sulfur dioxide emission was 7.8 million tons, and sulfur dioxide emission reduction performance per unit of thermal power generation achieved 1.85 g/kWh. The total capacity of FGD power units reached 720 GW, which accounts for 90.6% of the overall capacity of

coal-fired power units. Total  $\text{NO}_x$  emission was 8.34 million tons, and  $\text{NO}_x$  emission reduction performance per unit of thermal power generation achieved 1.98g/kWh. The operated SCR and SNCR units were approximated at 430GW, about 49.4% of the overall capacity of thermal power units. By developing non-fossil fuel, cutting coal consumption, and reducing line loss rate, the power sector has significantly decreased carbon dioxide emission. And power sector is playing important and active role in the nation's 7 carbon trading pilots. Setting 2005  $\text{CO}_2$  emission as a baseline, the total carbon dioxide reduced from 2006 ~ 2013 was 4.73 billion tons, with reductions increasing each year. Since 2013, a set of important regulations, law amendment, plan, environmental policies, monitoring requirements, and environmental standards, focusing on power industry energy conservation and GHG control were published and implemented. And environmental law, regulations and policies systems were further improved.

Part Two comprehensively introduced CEMS related knowledge, development and related policies and regulations. China Electricity Council (CEC) surveyed 386 power plants nationwide, and base on the survey, the report analyzed the CEMS purchasing, installation, testing, acceptance, operation and maintenance, monitoring and the legal effect of CEMS data as well as the error from the measurement and error propagation for the coal-fired power plants. Meanwhile, the report analyzed CEMS related policies, regulations, technology and management situation in US. The survey results show that:

1. There are comprehensive policies, regulations and standards for CEMS at either national or regional level, but there are conflicts and overlapping among them and the data from CEMS has limited legal effect.

2. CEMS installation for coal-fired power plants is in fair situation. 87.8% of the surveyed power plants install the CEMS at the straight part of the mixed fume entrance in a stack and meet the general technical standard or approved by environmental enforcement agencies. 99% power plants could follow the technical standard to deploy routine check and maintenance for CEMS, but there are some problems during CEMS operation and maintenance. 84.2% of the surveyed power plants transmit CEMS data to the provincial or municipal level environmental administration agencies or power distribution department through broadband, optical fiber or wireless, and the

data transmitted are in high effectiveness. 89.6% of the surveyed power plants' CEMS data are used for pollution emission levy.

3. The measuring error for low concentration particle matters is relatively big. Technically, the major gas phase CEMS technology (extraction method) can achieve accurate measurement, but particle matters CEMS technology cannot achieve continuous accurate measurement at low concentration. The error requirement and manually measuring comparison method cannot suit for the measurement for special emission standard (or even lower emission limit) of particle matters.

4. The required items for coal-fired power plants measured by CEMS are PM, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, flux, O<sub>2</sub>, temperature, humidity and etc., while CO<sub>2</sub> is not required by related government agencies.

Part Three systematically concludes the first two parts, and targeting on the issues in using CEMS in power sector, the report proposes five suggestions:

1. To take full advantage of market mechanism to promote energy conservation and emission reduction, comprehensively considering the economic efficiency of energy conservation and low carbon development to achieve the goal of improving air quality.

2. To strengthen the supervision for CEMS and let CEMS play its role.

3. The coal-fired power plants should play important role in using CEMS.

4. To enhance the self-discipline of continuous emission monitoring industry, to find out and solve the common issues.

5. To standardize CEMS market and build fair and orderly market environment.

## 目 录

前 言

摘 要

Abstract

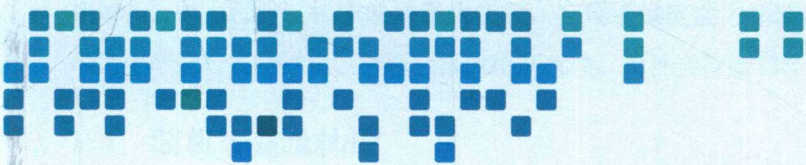
### 第一部分 2013 年电力行业发展及减排现状

<b>1</b>	<b>2013 年电力行业发展现状</b>	<b>3</b>
1.1	装机容量及构成	3
1.2	发电量及构成	4
1.3	发电结构与布局	5
1.4	电网规模	10
<b>2</b>	<b>2013 年电力行业节能减排情况</b>	<b>11</b>
2.1	节能降耗水平	11
2.2	主要大气污染物排放及控制	16
2.3	火电厂废水排放与控制	19
2.4	固体废弃物排放与综合利用	20
2.5	温室气体控制	21
<b>3</b>	<b>电力节能减排相关法规政策及标准</b>	<b>23</b>
3.1	法律修订	23
3.2	规划	23
3.3	政策与监管要求	25
3.4	标准	31

### 第二部分 燃煤电厂烟气排放连续监测系统

<b>4</b>	<b>CEMS 相关知识</b>	<b>37</b>
4.1	CEMS 基本知识及发展情况	37

4.2	CEMS 技术介绍	41
4.3	CEMS 技术要求	49
<b>5</b>	<b>CEMS 相关法规政策及标准分析</b>	<b>65</b>
5.1	标准要求	65
5.2	法规政策要求	67
5.3	小结	71
<b>6</b>	<b>中国燃煤电厂 CEMS 情况调查</b>	<b>72</b>
6.1	调查概况	72
6.2	采购及安装统计分析	72
6.3	调试及验收统计分析	79
6.4	运营维护统计分析	80
6.5	联网及数据使用统计分析	84
6.6	测量误差及传递分析	85
<b>7</b>	<b>部分国家 CEMS 应用情况</b>	<b>95</b>
7.1	美国	95
7.2	德国	105
7.3	英国	106
<b>第三部分 主要结论及政策建议</b>		
<b>8</b>	<b>主要结论及政策建议</b>	<b>109</b>
8.1	主要结论	109
8.2	政策建议	111
附录 A	2013 年以来电力节能减排及应对气候变化主要相关法规政策	113
附录 B	2013 年电力行业发展及节能减排情况一览表	119
附录 C	燃煤电厂烟气在线监测系统情况调查表	120
参考文献		125



## 第一部分

# 2013 年电力行业发展及减排现状



# 1

## 2013 年电力行业发展现状

2013 年是中国改革开放 35 周年，经历三十余年高速发展的中国，全面改革再启新程。在党中央、国务院的正确领导下，电力行业继续坚持“稳中求进”的工作总基调，深入贯彻落实党的“十八大”精神，坚定不移推进改革开放，科学创新宏观调控方式，国民经济平稳较快增长。电力行业以科学发展观为统领，实现了供应能力稳步提升、电源结构进一步优化、电力生产运行安全平稳、节能减排取得新成绩，为社会发展和经济增长提供了清洁电力。

### 1.1 装机容量及构成

截至 2013 年底，全国全口径发电装机容量 125768 万 kW，同比增长 9.7%。其中，水电装机容量 28044 万 kW，同比增长 12.4%，约占总容量的 22.3%；火电装机容量 87009 万 kW，同比增长 6.1%，约占总容量的 69.2%；核电装机容量 1466 万 kW，同比增长 16.6%，约占总容量的 1.17%；并网风电装机容量 7652 万 kW，同比增长 24.6%，约占总容量的 6.08%；并网太阳能发电装机容量 1589 万 kW，同比增长 365.8%，约占总容量的 1.26%。2000~2013 年全国发电总装机容量及其增长率变化见图 1-1，不同发电类型装机比重变化见图 1-2。

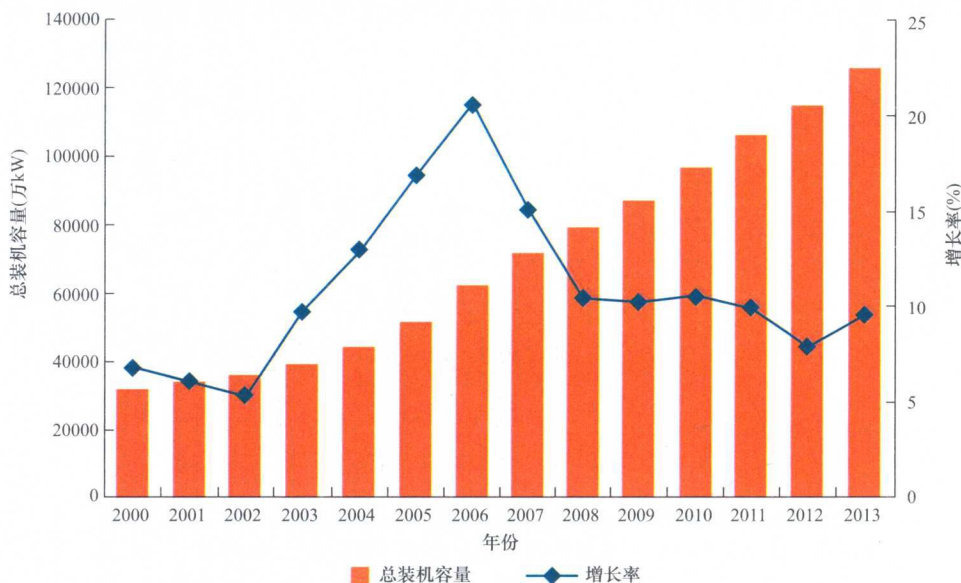


图 1-1 2000~2013 年全国发电总装机容量及其增长率变化



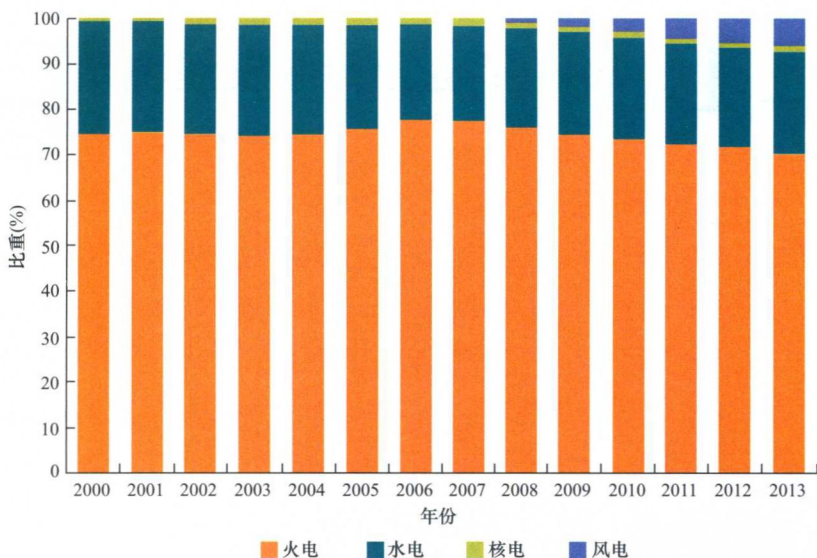


图 1-2 2000~2013 年全国不同发电类型装机比重变化

## 1.2 发电量及构成

2013 年, 全国全口径发电量 53721 亿 kWh, 比 2012 年增长 7.73%。其中, 水电 8921 亿 kWh, 比 2012 年增长 4.27%, 约占总发电量的 16.61%; 火电 42216 亿 kWh, 比 2012 年增长 7.54%, 约占总发电量的 78.58%; 核电 1115 亿 kWh, 比 2012 年增长 13.41%, 约占总发电量的 2.08%; 风电 1383 亿 kWh, 比 2012 年增长 34.17%, 约占总发电量的 2.57%; 太阳能发电 84 亿 kWh, 比 2012 年增长 132.96%, 约占总发电量的 0.16%。2000~2013 年全国总发电量及增长率变化见图 1-3, 不同发电类型发电量比重变化见图 1-4。

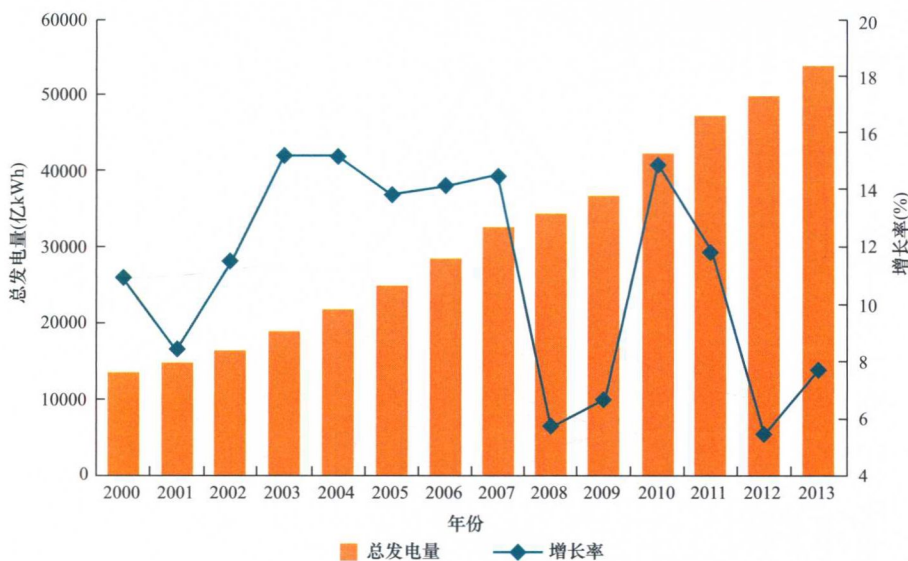


图 1-3 2000~2013 年全国总发电量及增长率变化