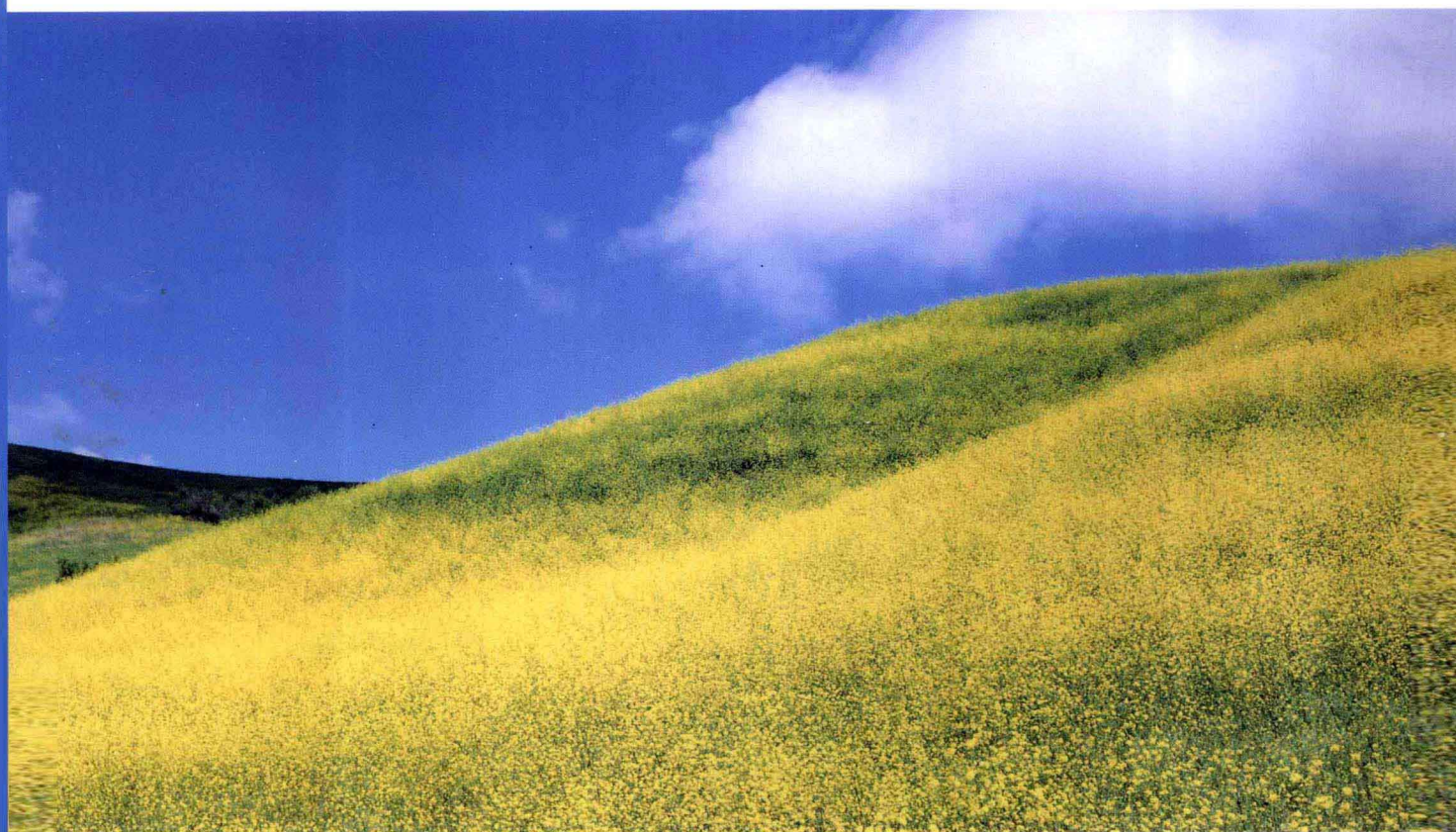


THE CURRENT STATUS OF
AIR POLLUTION CONTROL FOR
COAL-FIRED POWER PLANTS
IN CHINA 2009

中国燃煤电厂 大气污染物控制现状 2009

中国电力企业联合会 编著
美国环保协会



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

THE CURRENT STATUS OF
AIR POLLUTION CONTROL FOR
COAL-FIRED POWER PLANTS
IN CHINA 2009

中国燃煤电厂 大气污染物控制现状 2009

中国电力企业联合会 编著
美国环保协会



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

中国燃煤电厂大气污染物控制现状 2009

*

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2009年12月第一版 2009年12月北京第一次印刷

889毫米×1194毫米 16开本 6.25印张 114千字

印数 0001—2000册

*

统一书号 155083·2328 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

编 委 会

主 编：王志轩 张建宇

副主编：潘 荔

编 委：（按姓氏笔划为序）

毛专建 王 昊 石丽娜 杨 帆 柴春燕

摘 要

《中国燃煤电厂大气污染物控制现状 2009》在反映 2008 年我国电力工业发展总体状况和污染物排放及控制现状的同时，重点归纳了电力工业 CO₂ 控制技术，为燃煤电厂污染物控制提供借鉴和参考。

本书共分三个部分，第一部分介绍 2008 年我国电力工业进展和燃煤电厂污染物排放和控制情况。截至 2008 年年底，全国发电装机总容量达到 7.93 亿千瓦，同比增长 10.37%。全国电力工业保持了持续、快速发展的势头，火电建设继续向着大容量、高参数、节能环保型方向发展，大型水电机组集中投产，核电建设速度明显加快，风力发电翻倍增长，小火电关停取得新进展，电源电网建设协调不够的问题逐步改善。通过调整电源结构、采取节能减排技术、加强电力监管等措施，实现了节能、减排和环保指标的显著提高。2008 年，全国 6000 千瓦及以上火电机组平均供电标准煤耗为 345 克/千瓦时，同比下降 11 克/千瓦时；全国电网线路损失率为 6.79%，同比下降 0.18 个百分点；燃煤电厂烟尘控制水平进一步提高，全国火电厂烟尘平均排放绩效值达到 1.2 克/千瓦时，同比下降了 0.1 克/千瓦时；全国脱硫机组容量达到 3.63 亿千瓦，占全部火电机组的 60%，SO₂ 排放绩效值达到 3.8 克/千瓦时，同比减少 0.6 克/千瓦时；全国已投运的烟气脱硝机组约 1957 万千瓦，规划及在建的烟气脱硝机组约 1 亿千瓦。2008 年出台了一系列电力行业节能减排法律、法规、标准及规范，突现出我国在节能减排及环境保护方面的决心。

第二部分对主要国家在应对气候变化方面的行动进行了阐述。我国政府高度重视气候变化问题，积极制定减缓气候变化的法规和政策，特别是在调整经济结构、转变发展方式、优化能源结构、节能提效等方面，出台了一系列政策措施，并采取了行之有效的行动，取得了显著的成效。在应对气候变化问题上，我国政府坚持“共同但有区别的责任”，遵循《气候变化框架公约》及其《京都议定书》所达成的共识，坚持可持续发展原则，依靠科技创新，鼓励全民参与和广泛国际合作。长期以来，美国是温室气体排放量最大的国家，奥巴马执政以来，政府在应对气候变化方面表现出积极的姿态，各州及地方政府在气候和能源政策、立法方面取得了一定进展，其中《美国清洁能源和安全法案》在众议院的通过影响最为深刻。欧盟在全球气候变化问题上态度依然积极，不但要求其他发达国家承担与欧盟具有可比性的减排指标，同时要求发展中国家也要立即采取减排行动。印度成立

了“总理气候变化委员会”，并发布了《气候变化国家行动方案》。

第三部分全面总结了电力工业 CO₂ 控制技术，剖析了现存的主要问题，提出了措施和建议。电力工业温室气体控制技术主要有工程减排、结构减排、管理减排及市场机制减排四种途径。其中，工程减排是指通过提高机组能效，降低或捕获 CO₂ 的工艺技术，如超（超）临界技术、循环流化床锅炉、整体煤气化联合循环发电、热电联产、碳捕集和封存技术等；结构减排是指通过提高可再生能源及核能等无碳或低碳发电技术在电源结构中的比重，替代高碳排放火电，优化电力结构，降低碳排放；管理减排是指通过电力节能调度顺序和减少厂用电等措施减少碳排放；市场机制减排主要包括清洁发展机制和发电权交易，其中电力行业清洁发展机制主要通过国际合作，利用转让的资金和技术获得经核证的碳减排量，进而减少 CO₂ 排放。我国电力工业要提高行业应对气候变化的认识，加强电力结构调整，建立健全电力法律法规体系，强化依法监督和管理，加快有利于减少温室气体排放的市场机制建设和应对气候变化能力建设。

Executive Summary

The Current Status of Air Pollution Control for Coal – fired Power Plants in China 2009 reflects the overall development status of the electricity industry and the current status of air pollution emission and control in China in 2008. The report mainly discusses the CO₂ control technologies of electricity industry, providing references for multi – pollutants control of coal – fired power plants.

The report is comprised of three parts. Part one introduces the development of the electricity industry and the status quo of pollution control of coal – fired power plants in China in 2008. By the end of 2008, the national installed capacity hit 793 million kW, up by 10.37% from the previous year. China's electricity industry kept lasting and rapid development momentum. The construction of thermal power developed towards large – capacity, high – parameter, water – saving and environmentally friendly generation units. Large hydropower centralized commissioning with the speed – up of nuclear power and tremendous increase of wind power. Shutting down small thermal units have achieved with great progress. The harmonization between power construction and grid construction has improved. Based on the actions on adjusting power structure, energy saving and pollution reduction, and electricity regulatory measures, several parameters have improved significantly: by 2008 the average national net coal consumption of 6000 kW and above coal – fired power plants was 345 g/kWh, 11 g/kWh lower than the previous year; the average national transmission and distribution line losses was 6.79%, 0.18% lower than the previous year. The coal – fired power plants made further improvements on controlling dust, and the performance of average national dust emissions from thermal power plants was 1.2 g/kWh, 0.1 g/kWh lower than the previous year. The nationwide power units with fule gas desulfurization equipments in operation amounted to 363 GW in total capacity, accounting for 60% of nation's total coal – power generation capacity, and the SO₂ emission generation performance standard was 3.8 g/kWh, down by 0.6 g/kWh from the previous year. The nationwide flue gas denitrification facilities in operation reached 19.57 million kW, and the installation of flue gas denitrification units on another 100 million kW capacity are under planning and constructing. In 2008, a set of national legislations,

regulations, standards and specifications relevant to the electricity industry were published, showing the political will on energy saving, pollution reduction and environmental protection.

Part two describes the actions on climate change by several countries. The Chinese Government has been paying high attentions to the climate change issues and making a lot of efforts through proactive policies and regulations on mitigation and adaptation, especially in adjusting economic structure, changing development patterns, optimizing energy structure, saving energy and improving efficiency, which have made prominent achievements so far. With regard to the international standpoint of climate change issues, Chinese government adheres to the Principle of “common but differentiated responsibilities”, which was recognized by the UN Framework Convention on Climate Change and Kyoto Protocol. At the meantime, Chinese Government gives high priority to the sustainable development and encourages technology innovation, public participation and international cooperation. Over the past 200 years, developed countries like the US and European countries have emitted the most greenhouse gases to the atmosphere. But the US government didn't take any ambitious actions on addressing global climate issues until the inauguration of the Obama Administration. Actions initiated by state governments have made great achievements, which significantly contributed to the passage of *the American Clean Energy and Security Act* at the House. Still having positive attitude toward Climate Change, European Union has been taking the leadership on the international climate issues since the Kyoto Protocol but it still has colossal divergence with developing countries on what is necessary for the new global climate agreement. As a large developing country, India has set up the Premier Committee on Climate Change, and released *the national action plan on Climate Change*.

Part three introduces CO₂ control technologies in electricity industry. Through the analysis of existing problems, the report puts forward suggestions on appropriate measures to reduce GHG emissions in the electricity industry. Generally, there are four ways to control GHG emissions in electricity industry, including engineering technology, structure adjustment, management reduction and market mechanism. The control technologies, which are available or under pilots, are Supercritical Technology, Ultra Supercritical Technology, Circulating Fluidized Bed, Combined Heat and Power, Integrated Gasification Combined Cycle and Carbon Capture and Sequestration. These technologies can help reduce GHG emissions by improving unit efficiency, reducing and capturing CO₂. The structure adjustment refers to the deployment of renewable energy and nuclear energy, scaling up the proportion of renewable and clean energy in the mix of power gen-

eration. Reducing GHG emissions through propiate management mainly include energy – saving dispatching and reducing in – plant power usage. Generation Rights Trade and Clean Development Mechanism (CDM) are examples of using market mechanism to reduce GHG emissions in the power industry. CDM projects make use of funds and technologies transferred from developed countries to help reduce GHG emissions. Right now , climate change is both challenge and opportunity for the electricity industry in China. Therefore , it is very vital to clarify the importance of climate change issues , optimize energy power structure , set up the framework of policies and regulatory measures , enhance supervision and corporate management , nourish the market for power and pollutants and strengthen capacity – building for GHG emissions reduction.

目 录

第一部分 2008 年电力发展与燃煤电厂大气污染物控制情况	1
1 电力工业发展现状	2
1.1 全国电力工业发展现状	2
1.2 燃煤电厂发展状况	5
2 燃煤电厂大气污染物排放及控制现状	9
2.1 常规污染物排放及控制情况	9
2.2 汞和超细颗粒物污染排放及控制情况	14
3 2008 年电力节能减排相关法规政策及分析	18
第二部分 主要国家应对气候变化行动	22
4 中国温室气体控制法规政策及基本立场	23
4.1 相关政策法规及解读	23
4.2 基本原则及立场	27
5 美国应对气候变化行动	29
5.1 控制温室气体的行动	29
5.2 美国能源新政对中国的影响和启示	34
6 其他主要国家应对气候变化行动	36
6.1 欧盟	36
6.2 印度	37
第三部分 电力 CO ₂ 减排技术	40
7 电力 CO ₂ 排放及控制情况	41
7.1 我国 CO ₂ 排放现状	41
7.2 电力 CO ₂ 排放情况	41
7.3 电力 CO ₂ 减排成效	42
8 电力 CO ₂ 减排技术	44
8.1 工艺工程减排技术	44
8.2 电源结构调整	63

8.3 运行管理技术	70
8.4 强化市场调节机制	72
9 政策建议	76
9.1 主要问题	76
9.2 措施及建议	77
附录	79
附录1 2008年~2009年11月电力工业应对气候变化行动	79
附录2 各省份主要污染物总量减排考核结果及节能目标完成情况	83
附录3 气候变化相关网址	87

第一部分

2008 年电力发展与燃煤电厂 大气污染物控制情况

1 电力工业发展现状

1.1 全国电力工业发展现状

2008 年是我国电力发展进程中极不寻常的一年，面对国际金融危机、国内经济周期性调整、罕见自然灾害、煤价持续高涨以及奥运保电任务等多方面困难和压力，电力工业排除万难、引重致远，在行业发展、结构调整、节能减排、技术创新等方面取得了新成就，保持了持续、平稳、快速发展的态势。

1.1.1 装机容量

截至 2008 年底，全国全口径发电设备容量达到 7.93 亿千瓦，比上年底净增 0.75 亿千瓦，同比增长 10.37%。其中，水电装机容量达到 1.73 亿千瓦，约占总装机容量的 21.77%，比上年底净增 0.24 亿千瓦，同比增长 16.44%，增速比 2007 年提高 2.67 个百分点；火电装机容量达到 6.03 亿千瓦，约占总装机容量的 76.05%，比上年底净增 0.47 亿千瓦，同比增长 8.41%；核电装机容量达 885 万千瓦，约占总装机容量的 1.12%；风电并网运行的机组容量达到 839 万千瓦，约占总装机容量的 1.06%，比上年底净增 419 万千瓦，同比增长 99.76%。2008 年全国发电装机构成情况如图 1-1 所示。

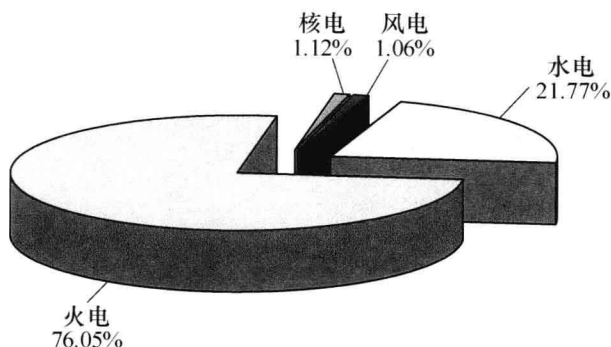


图 1-1 2008 年全国发电装机构成情况

1.1.2 发电量

2008 年，全国全口径发电量达到 3.45 万亿千瓦时，同比增长 5.72%，增速比 2007 年降低 8.33 个百分点。其中，水电发电量为 0.57 万亿千瓦时，约占总发电量的 16.39%，同比增长 19.98%；火电发电量 2.80 万亿千瓦时，约占总发电量的 81.22%，同比增长 3.03%；核电发电量为 692 亿千瓦时，约占总发电量的 2.31%；风电发电量为 131 亿千瓦时，约占总发电量的 0.38%，2008 年全国发电量构成情况如图 1-2 所示。

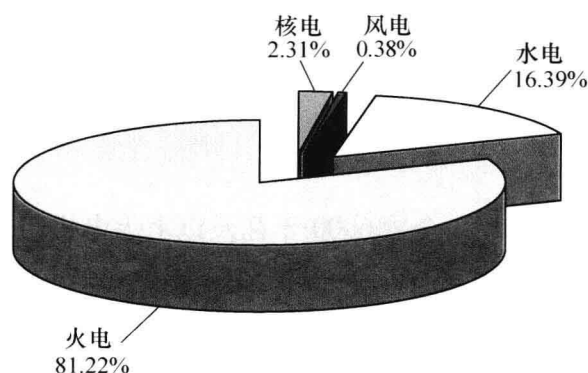


图 1-2 2008 年全国发电量构成情况

1.1.3 电网建设

2008 年，全国新增 110 千伏及以上输电线路 6.76 万千米，比上年多投产 0.56 万千米，其中，220 千伏及以上输电线路 4.19 万千米，比上年多投产 0.05 万千米；新增 110 千伏及以上变电容量 3.19 亿千伏安，比上年多投产 0.69 亿千伏安，其中，220 千伏及以上变电容量 2.35 亿千伏安，比上年多投产 0.47 亿千伏安。截至 2008 年底，全国 35 千伏及以上输电线路回路长度 116.89 万千米，同比增长 5.65%；35 千伏及以上变电设备容量 27.99 亿千伏安，同比增长 15.43%。

2008 年，国家跨区域送电工程建设加速，电网大范围资源配置能力增强。“西电东送”总输送能力已经超过 5300 万千瓦，其中，南通道送电能力达到 1800 万千瓦，中通道送电能力达到 1700 万千瓦，北通道送电能力超过 1800 万千瓦。“西电东送”输送规模的不断扩大，将西部能源通过南、中、北三大通道源源不断地输送到东部负荷中心，实现了能源资源在更大范围内的优化配置，支撑着东中西部经济平稳快速发展。

我国电网规模不断扩大的同时，电网技术跨上新的台阶。500 千伏可控并联电抗器关键技术及工程应用，1000 千伏交流输变电工程晋东南—南阳—荆门特高压交流试

验示范工程投入试运行。我国电网成为世界上最大电网的同时,智能电网的研究正在蓬勃开展。

1.1.4 发电设备平均利用小时

2008 年,全国 6000 千瓦及以上电厂累计平均设备利用小时为 4648h,比上年下降 372h,比上年多下降 194h。其中,水电设备利用 3589h,比上年增加 69h;火电设备利用 4885h,比上年下降 459h;核电设备利用 7825h,比上年增加 78h。

1.1.5 电力供应

2008 年,全国全口径累计完成供电量 32801 亿千瓦时,比上年增加 6.1%;其中,供电企业累计完成供电量 30617 亿千瓦时,比上年增加 7.69%。

1.1.6 节能降耗

(1) 供电标准煤耗。2008 年,全国 6000 千瓦及以上火电机组平均供电标准煤耗为 345 克/千瓦时,比上年降低 11 克/千瓦时,相当于节约标准煤约 2800 万吨,相应减排 SO_2 约 60 万吨。“十五”以来供电标准煤耗情况如图 1-3 所示。

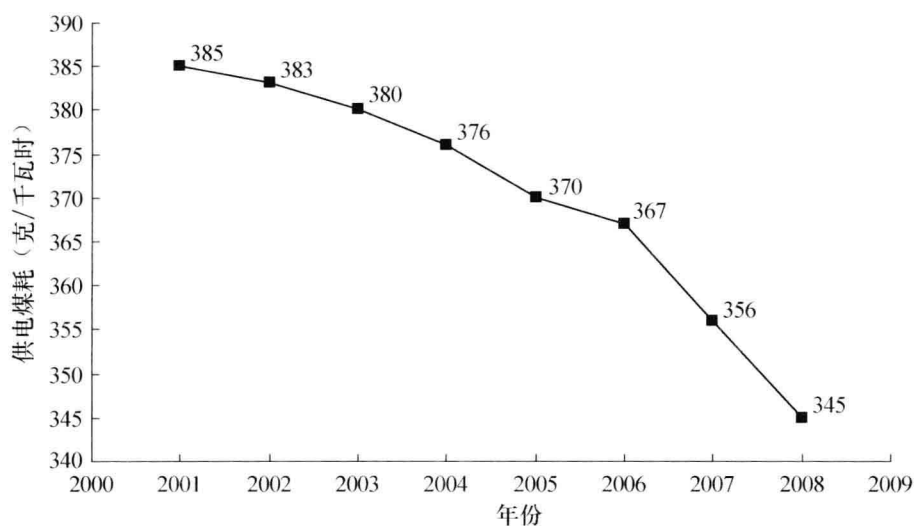


图 1-3 “十五”以来供电标准煤耗情况

(2) 厂用电率。2008 年,全国发电厂用电率为 5.90%,比上年上升 0.07 个百分点。其中,水电为 0.36%,比上年下降 0.06 个百分点;火电为 6.79%,比上年上升 0.17 个百分点。“十五”以来全国厂用电率变化情况如图 1-4 所示。

(3) 输电损失。2008 年,全国电网线路损失率为 6.79%,比上年下降 0.18 个百分点。“十五”以来全国电网线路损失变化情况如图 1-5 所示。

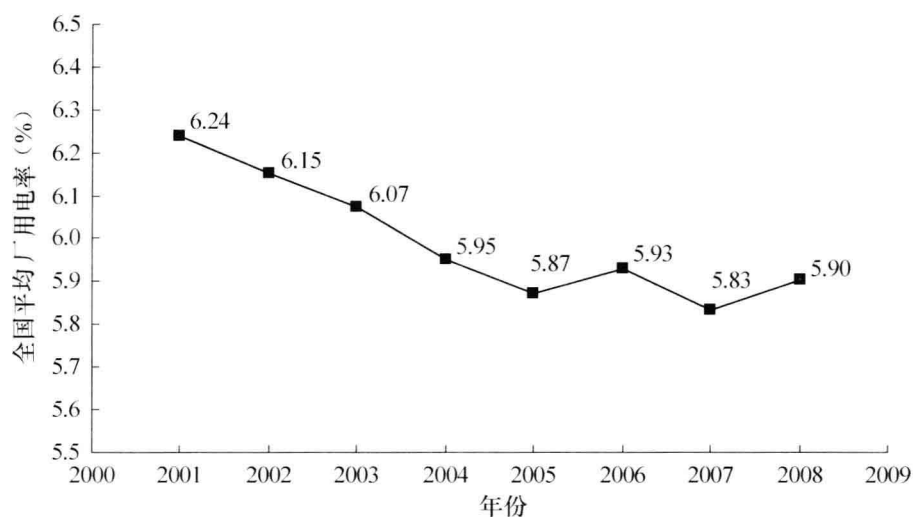


图 1-4 “十五”以来全国厂用电率变化情况

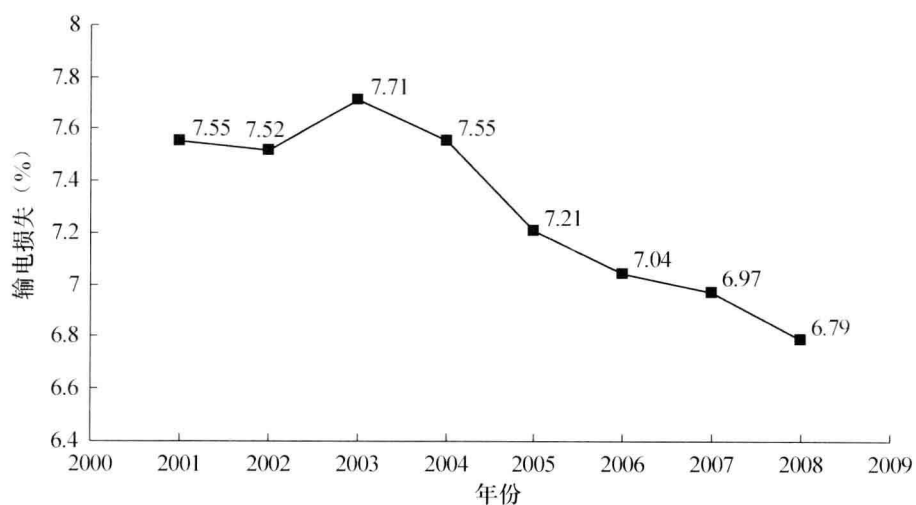


图 1-5 “十五”以来全国电网线路损失变化情况

1.2 燃煤电厂发展状况

火力发电包括燃煤发电、燃油发电和燃气发电。在我国，煤电在火电构成中占 95% 左右，火电发展情况基本反映了煤电发展水平。2008 年，火电建设继续向着大容量、高参数、节水环保型方向发展，发电结构进一步优化。

1.2.1 火电机组情况

2008 年，全国共投产火电机组 0.66 亿千瓦，比上年少投产 0.18 亿千瓦。全年新投产单机容量 60 万千瓦及以上火电机组 64 台、4076 万千瓦，占新投产火电机组总容量的

62.19%；新投产单机容量 30 万千瓦及以上火电机组容量 108 台、5463 万千瓦，占全部新投产火电机组容量的 83.35%。2008 年底，火电在建规模 0.69 亿千瓦，在运火电总容量 6.03 亿千瓦，约占总装机容量的 76.05%，所占比重较上年降低 1.37 个百分点。“十五”以来火电装机容量及比重情况如图 1-6 所示。

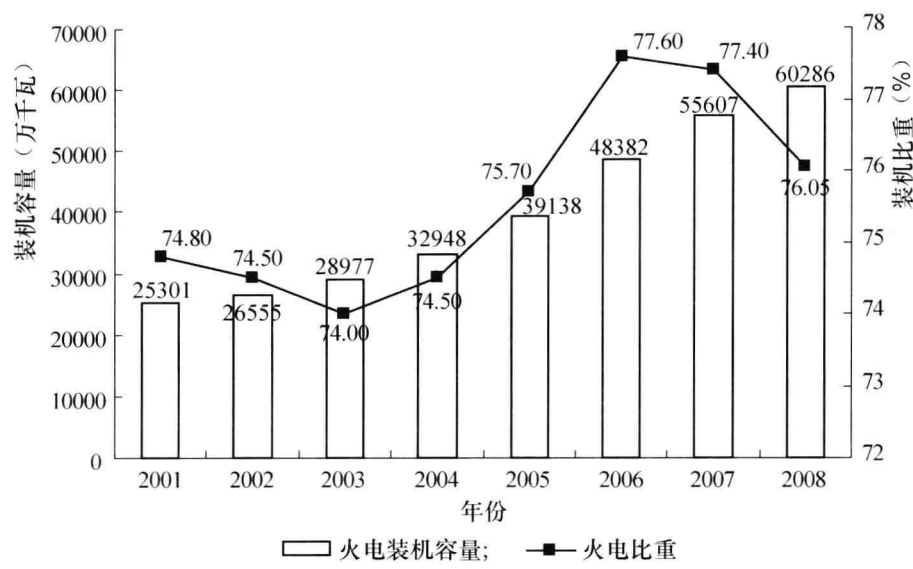


图 1-6 “十五”以来火电装机容量及比重情况

2008 年，调查范围¹内火电机组平均单机容量 9.41 万千瓦/台，比上年提高 0.87 万千瓦/台。其中，60 万千瓦及以上火电机组容量和所占比例快速增加，而其他容量等级的火电机组所占比例都有所下降。全国调查范围内火电机组容量等级结构统计见表 1-1。

表 1-1 2008 年底全国范围内火电机组等级结构

指 标 分 类		计算单位	火电机组合计	占统计调查范围内火电机组比例 (%)
6000 千瓦及以上机组	合计	台	6237	100
		万千瓦	58689	
60 万千瓦及以上	小计	台	292	31.27
		万千瓦	18354	
30 万 ~60 万千瓦 (不含 60 万千瓦)	小计	台	623	33.91
		万千瓦	19901	

1 调查范围包括 6000 千瓦及以上的火电机组容量 5.87 亿千瓦，占全口径火电机组容量的 97.35%。