

中国煤炭的清洁高效利用

——高效清洁燃煤发电

杜铭华

2013年10月

电力生产总体

- 装机（万千瓦）

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
总量	31932	51718	62370	71822	79273	87410	96641	106253
火电	23754	39138	48382	55607	60286	65108	70967	76837
%	74.4	75.7	77.6	77.4	76.0	74.5	73.4	72.3
水电	7935	11739	13029	14823	17260	19629	21606	23298
%	24.8	22.7	20.9	20.6	21.8	22.5	22.4	21.9
核电	210	685	685	908	908	908	1082	1257
%	0.7	1.3	1.1	1.2	1.1	1.0	1.0	1.2
风电	34	126	207	420	839	1760	2985	4623
%	0.1	0.2	0.3	0.6	1.1	2.0	3.0	4.4

电力生产总体

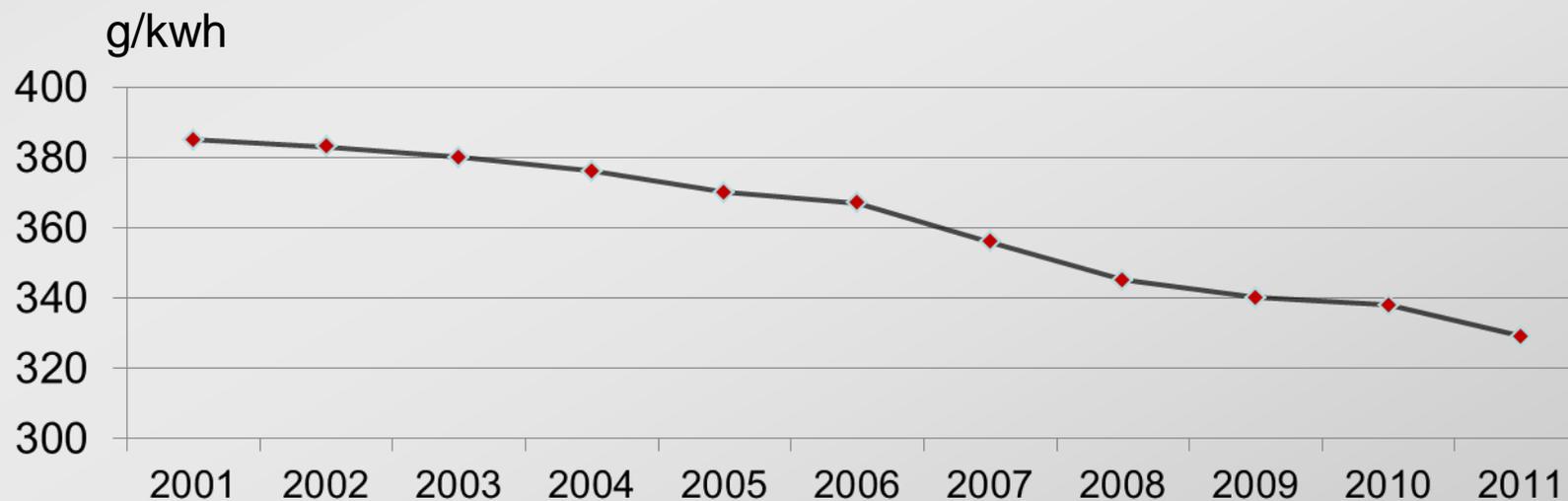
- 发电量（亿千瓦小时）

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
总量	13865	24975	28498	32644	34510	36812	42278	47306
火电	11079	20437	23741	27207	28030	30117	34166	39003
%	79.9	81.8	83.3	83.3	81.2	81.8	80.8	82.4

电力生产总体

- 6000千瓦以上发电厂供电煤耗（克标煤/千瓦小时）

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
385	383	380	376	370	367	356	345	340	333	329



高效洁净燃煤是中国洁净煤技术发展重点

- 约**75%**的煤炭用于燃烧，其中发电消耗约**50%**，工业锅炉消耗约**20%**，其它约**5%**
- 燃煤污染是中国大气环境污染的主要源头，**60%**以上的粉尘、**70%**以上的**SO₂**、**50%**的**NO_x**，与煤燃烧有关

高效低排放煤电核心关键技术：

- ❖ 先进超超临界发电；
- ❖ IGCC发电；
- ❖ 先进循环流化床发电；

超超临界发电技术取得重大进步

- **1992年**于上海建设了首台超链接机组
- **2006年**，于江苏玉环建设了首台**100MW**超超临界机组
- **2013年1月**，已经投产**59台100MW**超超临界机组，超过其他国家的总和

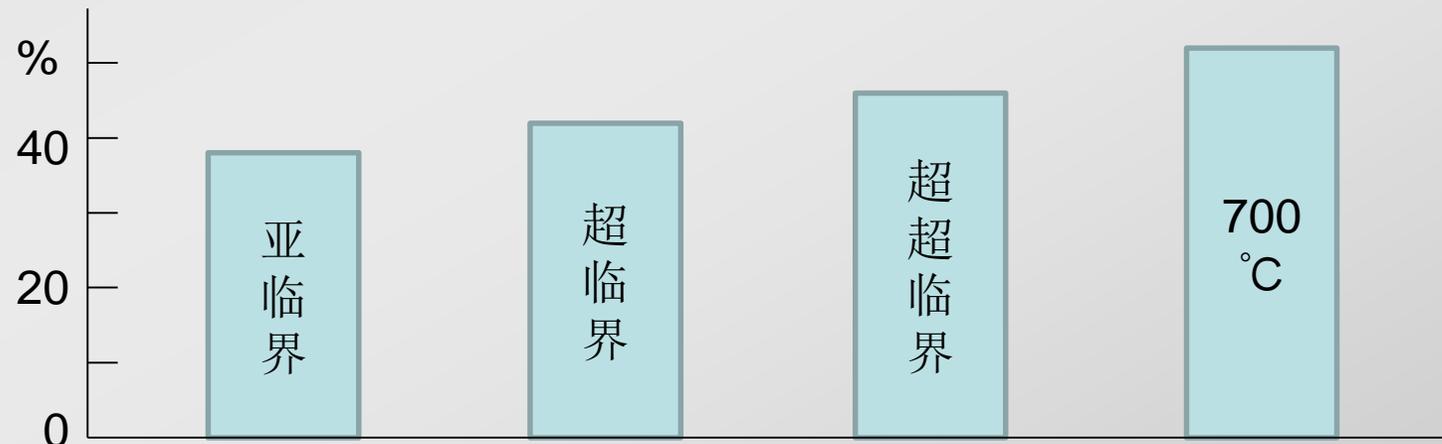
- 水的临界压力为22.11MPa、374°C，低于该压力为亚临界，高于为超临界
- 压力超过31MPa，温度593°C为超超临界，一般将600°C叫做超超临界



我国在高参数大容量机组的设计及制造、系统优化、高温部件材料等方面与发达国家仍有较大差距，亟待推进自主知识产权的先进高效煤电技术。

开发出先进高效煤电技术及装备：

- 大容量、高参数先进超超临界发电技术与装备。
- 700°C关键材料新技术。



大型循环流化床燃烧技术

- (1) **60年代**，第一台循环流化床锅炉在美国投运
- (2) **80年代初**，国内开始应用循环流化床锅炉
- (3) **80年代末**，国产**50—100MW**达到先进水平
- (4) **2006—2008年**，国产**200—300MW**循环流化床锅炉投运
- (5) 目前，国内有**35—480t/h**循环流化床锅炉**2130**台，其中**35—310t/h**的**2013**台，**410—490t/h**的**150**台（含在建）
- (6) 总装机容量达到**40000MW**以上
- (7) 开发**600MW**等级



大型循环流化床燃烧技术

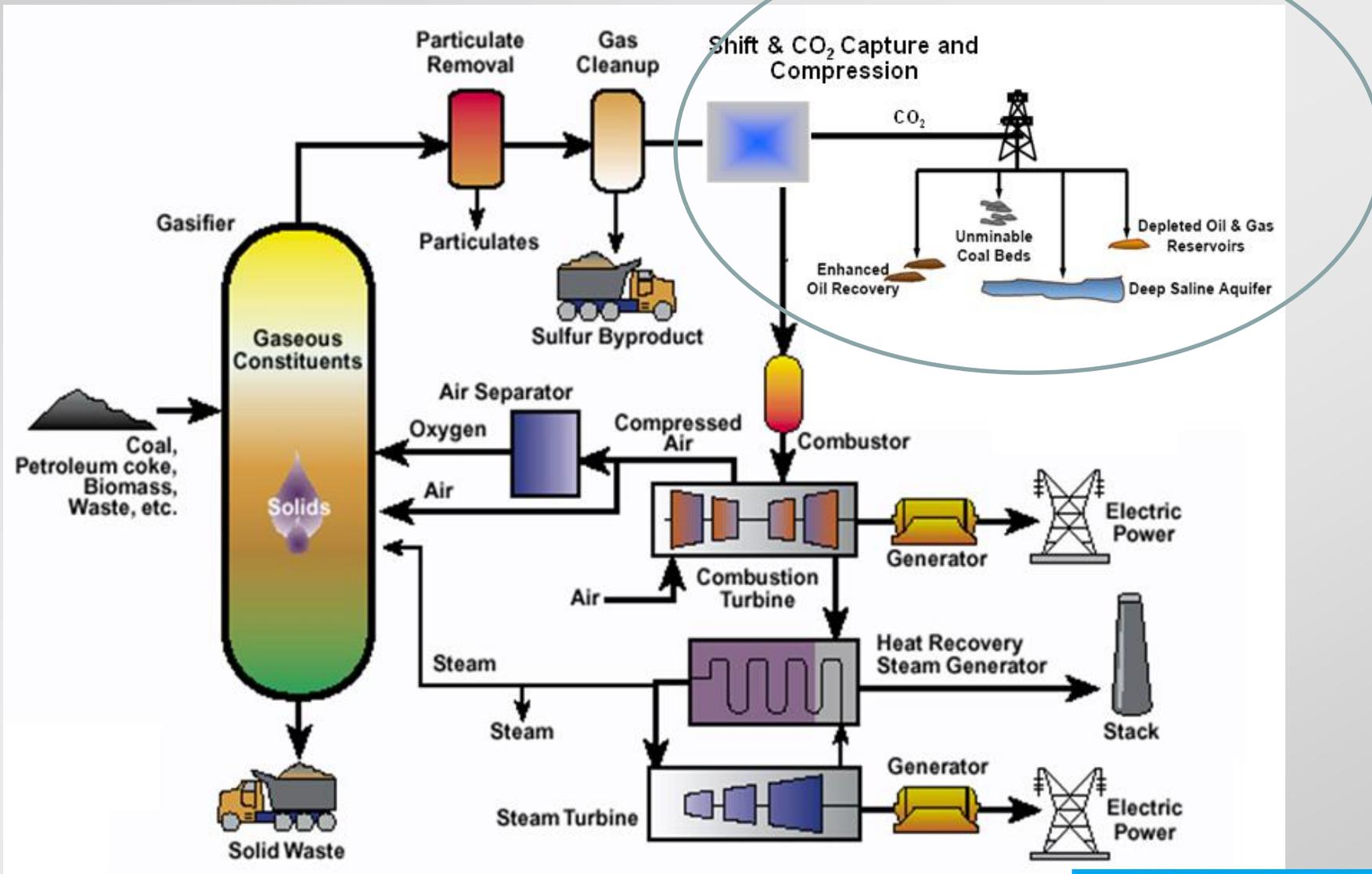
中国**CFB**锅炉技术向大型化方向发展，已完成了**300MW** 等级**CFB**锅炉的自主研发和示范运行，自主开发、设计、制造的**600MW**超临界循环流化床燃煤示范工程锅炉，于**2011年7月**投入商业运行。**CFB**锅炉在工程应用领域已经由“十五”期间主要是引进技术占绝对统治地位，转变为**300MW**及以下规模**CFB**锅炉以我为主、**300MW**以上规模**CFB**锅炉与国外技术相竞争。



IGCC（整体煤气化联合循环发电）

2012年我国第一座250~400MW等级的IGCC示范电站建成并投入运行。2020年，在我国第一座示范电站运行成功的基础上，随着环保要求的日益严格及造价的降低，IGCC发电技术有希望在我国得到一定程度的推广，有可能达到1500~2000MW。2050年，IGCC及其相关技术通过新装机组和对老厂的改造，预期达到12亿kW。





烟气净化技术

中国火电厂烟尘排放量

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
万吨	330	346	360	370	350	330	315	160	155
克/千瓦 小时	2.1	1.9	1.8	1.6	1.3	1.2	1.0	0.5	0.4



烟气净化技术

中国火电厂二氧化硫排放量

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
万吨	1000	1200	1300	1350	1200	1050	948	926	913
克/千瓦 小时	6.3	6.6	6.4	5.7	4.4	3.8	3.2	2.7	2.3

2011年，全国电力投运烟气脱硫机组**6.3亿千瓦**，是**2005年**的**12倍**；占燃煤机组**90%**，提高**76个百分点**



2.2 高效、清洁发电——减少排放

亟待开发多种污染物一体化、深度脱除成套工业技术及CO₂减排战略前沿技术。



开发出先进污染物减排工业技术：

- 污染物一体化、深度脱除等工业技术。
- CO₂减排技术。

