清洁煤专题分析报告

行业公司专题报告

本报告的主要看点：

1. 传统煤炭产业向清洁煤产业转变的必要性。介绍未来清洁煤产业的重点技术路径：IGCC 煤气化多联产与二氧化碳捕集技术（CCS）。
2. 针对节能减排压力与市场的担忧作出判断：煤炭需求中期（5 年）仍可保持有序增长。
3. 未来煤炭产业投资逻辑：资源属性超越周期性。资源估值将得到进一步提升。

资源为王——煤炭行业中长期投资的大逻辑

基本结论

- 节能减排、经济结构调整的压力导致整个三季度煤炭与新能源无论从走势还是成交量角度都出现了冰火两重天的差异。对节能降耗会使得煤炭长期增速下降的担忧如影随形。我们在本报告中想说明的是，即便在经济结构调整的大背景下，煤炭行业需求增速仍然可以维持有序增长，依靠的是清洁煤电技术，“传统煤炭产业向清洁煤产业转变”。煤炭中期投资价值凸现，部分具有技术领先的公司更是具有长期投资价值。

- 纵观世界各国，清洁煤产业的技术范围与路径选择殊途同归。技术范围主要分为选煤、型煤、燃烧和捕集四方面。技术路径主要集中在燃烧和捕集层面，包括水煤浆、循环流化床、加压循环流化床、煤气化联合循环发电、煤炭气化、煤炭液化和烟道气脱流等。根据我国的《中国 21 世纪议程》提出，中国洁净煤技术计划框架涉及四个领域——**煤炭加工、煤炭高效洁净燃烧、煤炭转化、污染物排放控制与废弃物处理**，以及十四项技术。

- 值得一提的是未来 10 年世界领导趋势 IGCC（煤炭燃气、蒸汽循环多联产发电）以及同期完成的 CCS（二氧化碳捕集储存）过程。国外对 IGCC 发电技术的开发和研究始于 20 世纪 70 年代。目前世界范围内约有 18 座 IGCC 电厂，约 420 万千瓦机组在运行，如果包括在建机组，世界范围内共有近 30 座 IGCC 电厂。总体来看前者目前在国际上处于第二成熟期，即向商业化应用推广。我国目前建成两座，均处于试运行状态。就经济性而言，IGCC 机组目前面临的问题是初期投资成本较高（7000-8000 元/千瓦时），但由于节能性和热效率高，所以实际运行成本与核电近似，较发电效率低的火电有优势。而 CCS 技术的推广目前尚处于试点期，我国只有神华集团开始展开可行性研究。清洁发展机制中（CDM）提出的碳权交易，正是针对 CCS 技术所做的最有力推动。

- **理论上说，采取高效节能的 IGCC 多联产发电，再辅之以 CCS 二氧化碳终端流程捕集，将可以实现二氧化碳的零排放。这样使得煤炭需求增长与节能减排不再矛盾。本文的立足点不在于技术而重在需求的可持续增长**。从绝对数量比较，中国火力发电量已然超过美国，但人均 850 千瓦时与美国 5700 千瓦时的数字尚有巨大空间。保守测算，未来五年，下游火电需求仍可维持 6.5%的增速，与 2009 年增速基本持平。

- **我们论述清洁煤产业主要在于说明煤炭行业未来 5 年的潜在增长：随着下游产品的深化和广度，煤炭资源属性将超越周期性，作为资源品的估值将得到继续提升。**两条投资主线：1、推荐先行者与已经取得相关领域领先地位的中国神华、兖州煤业、潞安环能、伊泰 B。2、按照每股资源静态角度，资源属性强的个股：露天煤业、潞安环能、兰花科创、西山煤电、国阳新能、国投新集、上海能源、中国神华。

郝征 分析师 SAC 执业编号：S1130210080001
(8621)61038274
haoz@gjzq.com.cn

敬请参阅最后一页特别声明

此文档仅供国信证券股份有限公司使用

内容目录

挥之不去的影响：节能减排、发展新能源——压制煤炭股投资热情 . 4
未来 50 年持续关注的主题：全球变暖、节能降耗、碳权交易 4
传统能源与新能源：一半是海水、一半是火焰 6
煤炭产业长期投资的大逻辑：变身清洁煤产业，需求增长与降耗并存 7
引子：从奥巴马的能源政策说开去。。。 7
低碳经济不是单纯减少煤炭消耗量，节能降耗与煤炭需求增长将长期并存 .. 7
传统煤炭行业向清洁煤产业发展将是持续 50 年的大趋势和大逻辑 10
清洁煤产业中的重点环节：燃烧和排放 11
关注正在发生的变革：IGCC 煤电循环产业链发展方兴未艾 13
IGCC 煤炭燃气蒸汽联合循环发电是清洁煤产业新的方向 13
对煤炭产业发展的决定性意义在哪里？ 14
IGCC 在发达国家已进入商用化阶段、我国达到世界领先尚待时日 15
IGCC 的成本经济性分析：高于传统火电成本、碳减排是关键 17
值得关注的变革：二氧化碳捕集技术（CCS）发展 18
CCS 是发达国家近些年兴起的进一步利用、捕集二氧化碳的技术 18
CDM 机制等碳权交易的完善会促进二氧化碳捕集封存技术的进一步发展 .. 21
未来 5 年，煤炭需求仍可以实现明显增长 21
未来 5 年，煤炭股投资逻辑中的资源性将逐渐超越周期性 22
煤炭成为名副其实的“原材料”、资源性重估将加深 22
两条主线：清洁煤的先行者以及资源属性更强的个股 23
关注技术领先的中国神华、兖州煤业、潞安环能等 23
选择资源属性更强的个股：露天煤业、潞安环能、兰花科创、西山煤电、国阳新能、国投新集、上海能源 23

图表目录

图表 1：全球和大陆温度变化 4
图表 2：全球人为温室气体排放量 5
图表 3：主要排放国历史排放量 5
图表 4：主要国家温室气体排放总量预测 6
图表 6：前三季度，新能源走势明显强于煤炭板块 6
图表 7：前三季度新能源板块成交较煤炭板块活跃 6
图表 7：美国奥巴马政府的能源政策归类 7
图表 8：世界煤炭资源储量排名前列的国家 8

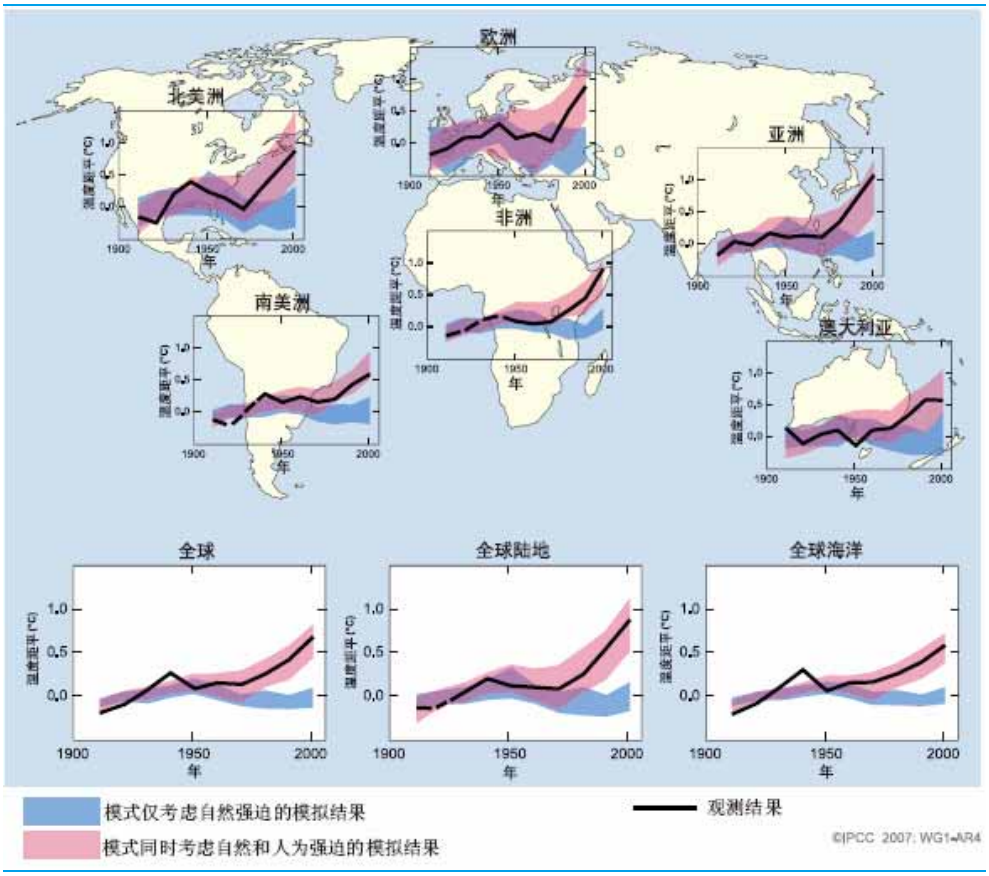
图表 9：世界能源消耗中，煤炭排名第二 8
图表 10：2007 年中国能源消耗量（百万吨油当量） 8
图表 11：减排压力导致美国燃煤发电增速日趋平稳， 9
图表 12：核电装机容量近年有所增加动 9
图表 13：火力发电仍然是我国发电的主要形式 9
图表 14：煤炭储量丰富与排放污染问题如何解决 10
图表 14：水煤浆技术主要内容 12
图表 15：水煤浆技术涉及制备、运输、应用、环境处理 12
图表 16：流化床整体焚烧设备图 12
图表 17：流化床技术工作原理 12
图表 14：各国清洁煤均围绕洗选、加工、燃烧、收集四个阶段，水煤浆技术是中国清洁煤领域较为成熟的技术之一 13
图表 19：IGCC 基本原理流程图 14
图表 21：IGCC 的关键技术 14
图表 19：几种主要燃煤发电技术比较，IGCC 是未来十年的国际趋势 15
图表 21：壳牌位于荷兰的 IGCC 电厂 16
图表 20：国外 IGCC 发展阶段 16
图表 25：中国 IGCC 发展历程 16
图表 26：中国部分在建 IGCC 项目 17
图表 27：IGCC 电站造价 17
图表 26：中国不同发电方式的电厂造价 18
图表 22：燃烧后捕集工艺流程图 19
图表 23：纯氧燃烧工艺流程图 19
图表 21：二氧化碳捕集与封存流程图 19
图表 26：美国的二氧化碳运输管道 20
图表 27：运输要求类似液化石油气、较液化天然气简单 20
图表 28：世界二氧化碳储存地点一览表 20
图表 35：美国近十年人均发电量维持 12000 度/人，燃煤发电量 5700 度/人 21
图表 36：人均火电发电量维持 10 千瓦时/人附近 22
图表 37：人均燃煤发电量增速基本稳定 22
图表 38：中国火力发电量已经超过美国，但从人均角度还有很大空间 22
图表 39：火电耗煤需求仍可以保持中期增长，市场对节能减排的担忧过度 .. 22
图表 40：兖矿集团获得国家 863 计划的项目名称 23
图表 41：每股资源储量比较 24

挥之不去的影响：节能减排、发展新能源——压制煤炭股投资热情

未来 50 年持续关注的主题：全球变暖、节能降耗、碳权交易

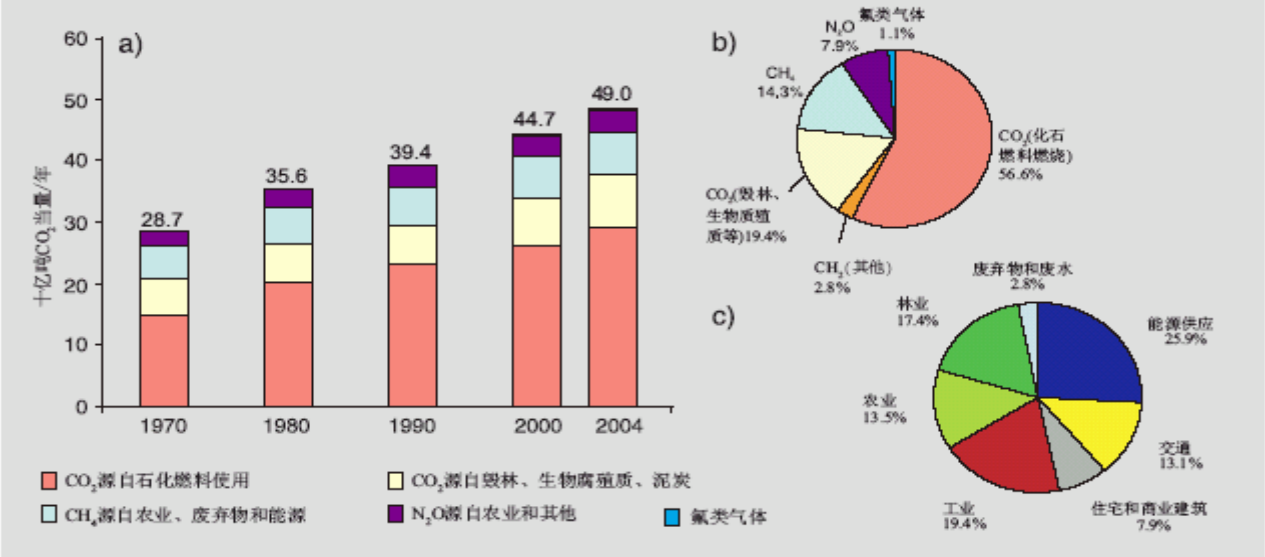
- 进入 2010 年，伴随“低碳经济”话题的持续发酵，全球变化、节能降耗、碳权交易成为了市场不断关注点的热点：
- 1970—2004 年期间，二氧化碳排放量已经增加了大约 80%，从 210 亿吨增加到 380 亿吨。其中 1995—2004 年，CO_2 当量排放的增加速率（每年 9.2 亿吨 CO_2 当量）是前一个十年期每年 4.3 亿吨排放量的 2 倍多。
- 根据联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第四次评估报告预测，从 2000 年到 2030 年，全球温室气体排放量将增长 25—90%（根据一系列排放情景预测），每 10 年全球气温将增长 0.2 摄氏度。到 2050 年将增长 63%—235%。国际能源机构 IEA 根据化石燃料的二氧化碳排放，情景预测从 2005 年到 2030 年全球化石燃料燃烧温室气体排放量将增加 57%，平均每年增加 1.7%。（考虑京都议定书对发达国家的影响后测算）
  - 根据《京都议定书》规定，发达国家到 2012 年实现温室气体排放相对于 1990 年下降 5.2%的目标。实际中，加拿大、日本、欧盟实现这一目标均有很大难度。更不要说在 2008 年 7 月 G8 峰会上八国达成的《联合国气候变化框架公约》中 2050 年全球温室气体排放减少 50%的长期目标。
  - 据 IPCC 的评估报告，中等可信度表明，如果全球平均温度比 1980-1999 年高 1.5—2.5 摄氏度，世界所有动植物物种中，大约有 20-30%可能面临增大灭绝的风险。
  - 中国的减排目标见于国民经济发展“十一五”规划中，实现单位国内生产总值能源消耗比 2005 年末降低 20%左右。

图表1：全球和大陆温度变化



来源：国金证券研究所、IPCC

图表2：全球人为温室气体排放量



图SPM.3. (a) 1970年至2004年[5]期间全球人为温室气体年排放量；(b) 按CO_2当量计算的不同温室气体占2004年总排放的份额。(c) 按CO_2当量计算的不同行业排放量占2004年总人为温室气体排放的份额。(林业包括毁林)。{图2.1}

来源：国金证券研究所、IPCC

有关节能减排与碳排放交易的宏观策略报告甚多，再次不多做赘述。

- 目前国际减排协作机制仅有 CDM（清洁发展机制，发达国家和发展中国家的碳市场交易机制）以及多国基金机制（MF）。CDM（情节发展机制）主要是事后支付机制，而多国基金（MF）主要支持研发及试验项目。同时，CDM 中每年的资金转让额度仅为 8000 万美元，而多国基金累计也仅有 10 亿美元。
- 目前我国所倡导的是国家间协作减排计划（ICP）。不同于 CDM 机制的是，ICP 的主导者和约束条款不同，是由发展中国家作为东道国提出自愿减排方案，然后邀请发达国家作为伙伴国共同实施，并在协议中明确伙伴国需要提供的资金、技术支持以及共担减排额度。

图表3：主要排放国历史排放量

国家（地区）	占世界总量（%）	排名	国家（地区）	占世界总量（%）	排名
美国	29.25	1	波澜	1.99	12
欧盟27国	26.91	2	意大利	1.64	13
中国	8.28	3	南非	1.11	14
俄罗斯	8.05	4	澳大利亚	1.09	15
德国	7.04	5	墨西哥	1.01	16
英国	6.04	6	比利时	0.95	17
日本	3.81	7	西班牙	0.93	18
法国	2.85	8	捷克共和国	0.9	19
印度	2.32	9	哈萨克	0.89	20
加拿大	2.19	10	发达国家	75	
乌克兰	2.14	11	发展中国家	25	

来源：国金证券研究所 、《走向低碳发展：中国与世界》

图表4：主要国家温室气体排放总量预测

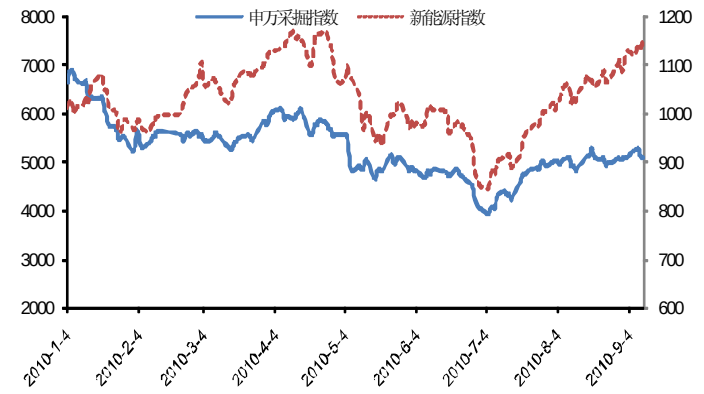
	排放总量（百万吨）			百分比（%）		
	2005	2015E	2030E	2005	2015E	2030E
OECD国家	12838	14053	15068	48	41	36
北美	6718	7656	8322	25	22	20
美国	5783	6465	7025	22	19	17
加拿大	583	694	758	2	2	2
欧洲	4004	4160	4398	15	12	10
欧盟	3864	4004	4094	15	12	10
太平洋地区	2116	2329	2348	8	7	6
经济转型国家	2539	2988	3229	10	9	8
俄罗斯	1501	1794	1972	6	5	5
发展中国家及地区	10701	16432	22920	40	48	55
中国	5101	8632	11449	19	25	27
印度	1148	1805	3314	4	5	8
航海用油	543	598	689	2	2	2
世界总计	**26621**	**34071**	**41906**	**100**	**100**	**100**

来源：IEA、《走向低碳发展：中国与世界》

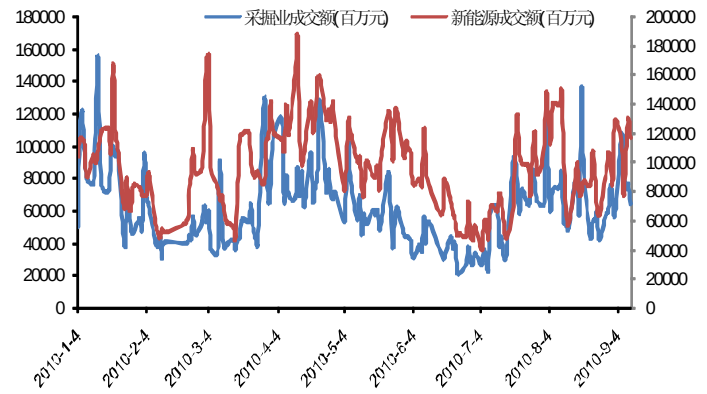
传统能源与新能源：一半是海水、一半是火焰

- 由于临近十一五末，节能降耗的阴影制约了 2010 年的煤炭股投资热情。与新能源指数的走势相比较，以收盘价计煤炭采掘业年初至三季度累计跌幅 23%，新能源板块累计涨幅 14%。从成交量上看，传统能源活跃程度明显不及新能源。

图表5：前三季度，新能源走势明显强于煤炭板块



图表6：前三季度新能源板块成交较煤炭板块活跃



来源：国金证券研究所

传统煤炭产业变身为清洁煤产业，保证需求增长的同时降低能耗，将成为未来 20-30 年中国煤炭产业的发展趋势。

- **我们认为，造成传统能源板块低迷的根本原因在于投资者对未来低碳经济发展模式下的煤炭行业投资逻辑的缺失，尤其是对十二五节能减排的大背景以及未来 30 年低碳社会对煤炭股需求减速的担忧可能过分悲观。**我们认为，市场的担忧可能矫枉过正，煤炭需求增长与节能降耗的目标完全可以在未来 20-30 年中长期共存。具体分析也将从此展开——

煤炭产业长期投资的大逻辑：变身清洁煤产业，需求增长与降耗并存

引子：从奥巴马的能源政策说开去。。。

- 奥巴马政府上台后主要将开发新能源以及变革传统能源作为突破口，促进经济重新走向繁荣。其中有两个建设目标与清洁煤产业未来发展相关：
  - 1、 未来在 10 年内将战略性投资 1500 亿美元加速混合动力的商业化应用，推动可再生能源的大规模发展，鼓励提高能源效率，对低排放的煤炭电厂进行投资，推进下一代生物能源和燃料使用的基础设施，并且转型到一套新的电网系统。所有这些投资将帮助私营企业创造 500 万个新的绿色工作岗位。
  - 2、建立一套全国低碳燃料标准：将建立一项国家低碳标准法案（LCFS）来加快低碳非石油燃料的推广应用。这个标准要求燃料提供商从 2010 年起 5 年之内减少 5%的碳排放 10 年之内减少 10%的碳排放。计划激励私人企业加大对高级低碳燃料的投资并且提供可持续性的相关业务来确保增加的生物燃料产量而不会以牺牲环境为代价。国家低碳标准法案（LCFS）将起到非常重要的机制性作用。

图表7：美国奥巴马政府的能源政策归类

序号	政策	时间段	重要度	可信度	影响的行业	方向	对中国的影响
1	能源救助	上任开始	★	100%	石油、天然气	中性	无
2	总量管制与交易制度	上任后推广	★★★	100%	清洁能源	正面	石油需求下降
3	绿色退伍制度	上任后推广	★	100%	清洁能源、石油	中性	石油需求下降
4	提高节能标准	上任后~2020年	★	90%	节能设备、建筑	正面	符合美国标准的节能设备
5	推广混合动力汽车	上任后~2015年	★★	100%	节能汽车、配件	正面	混合动力、电池材料
6	开发国内石油	上任后	★	80%	石油、天然气	负面	不利国际油价上升
7	混合可再生资源标准（RPS）		★	100%			
8	清洁煤炭技术	上任后~2020年	★	90%	电力、煤炭、核能	结构性差异	对经技术革新之后的传统能源有正面影响
9	可靠的核能		★	80%			
10	重修联邦节能标准	上任后推广	★	100%	节能设施、设备	正面	榜样性作用
11	设定国家建筑能效目标	上任后推广	★★	80%	建筑建材、房地产	正面	无
12	能源公共设施进行反转激励	上任后推广	★	80%	公用	中性	不明
13	智能电网进行投资	上任后~2020年	★★	100%	电网	正面	可能是今后中国电网投资方向
14	对100万个家庭进行御寒性改造	上任后~2020年	★★	100%	建筑建材、房地产	正面	无
15	改革整个联邦政府的交通	上任后开始	★★	100%	公路、铁路、桥梁、公共交通	正面	对美国经济复苏作用较大

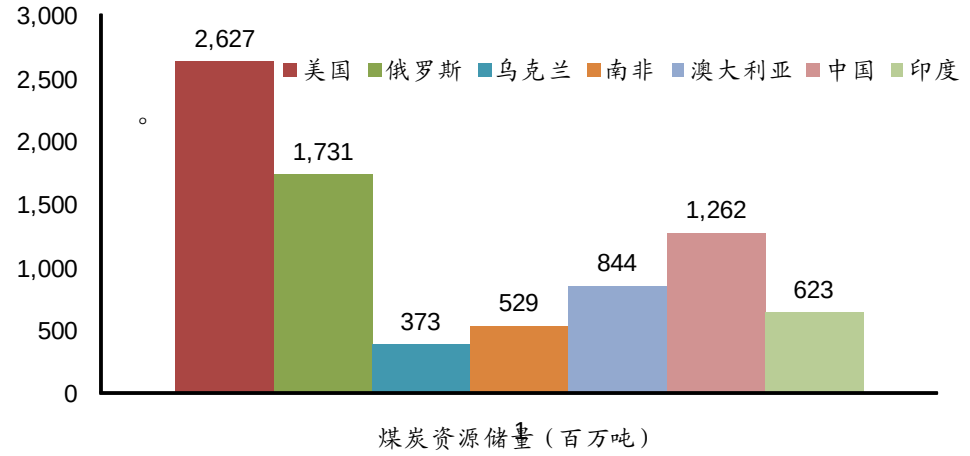
来源：国金证券研究所 、《奥巴马能源政策》

低碳经济不是单纯减少煤炭消耗量，节能降耗与煤炭需求增长将长期并存

未来 20 年中国能源消耗形式中，煤炭仍将占据主要地位。

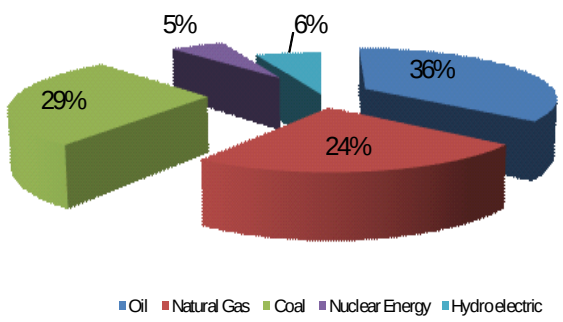
- 石化资源仍将是全世界未来数十年内一次能源的主要部分。对中国而言，未来 20 年，煤炭资源仍将是中国能源消耗的重要来源。
  - 根据 IEA 的统计，截止 2005 年全世界累计煤炭资源储量为 9293.31 亿短吨。其中以北美洲（2714.78 亿短吨）、亚太地区（2838.07 亿短吨）、欧亚大洲（2491.17 亿吨）最多。
  - 从世界能源消耗形式来看，煤炭资源是世界能源消耗量排名第二的燃料形式。根据 BP 能源统计与展望，石油、煤炭、天然气、水电、核能依次为目前以及未来 20 年世界主要的能源消耗。以 2007 年为例，全球煤炭消耗 31.78 亿吨油当量、仅次于石油 39.53 亿吨的油当量消耗，排名第二。
  - 就中国而言，煤炭充当了近 30 年的主要能源消耗形式，并将毋庸置疑的在未来 20 年乃至更长的时间内，发挥不可替代的基础能源地位。

图表8：世界煤炭资源储量排名前列的国家

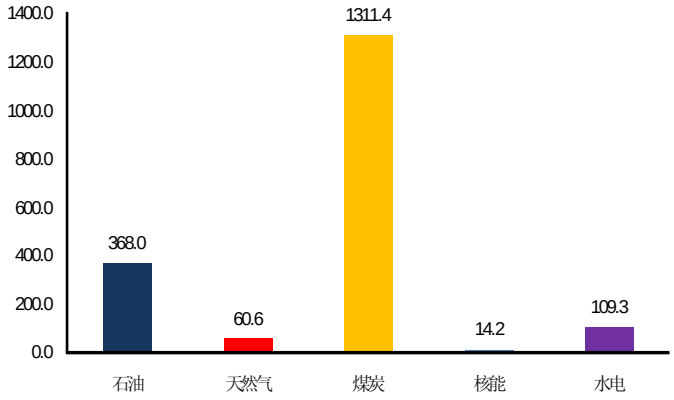


来源：国金证券研究所、IEA

图表9：世界能源消耗中，煤炭排名第二



图表10：2007 年中国能源消耗量（百万吨油当量）

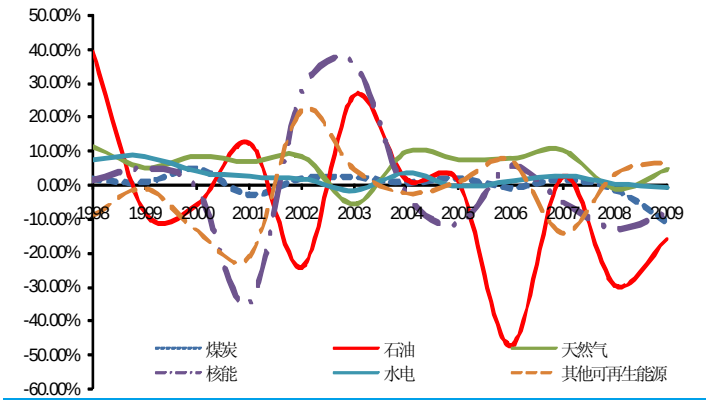


来源：国金证券研究所、BP

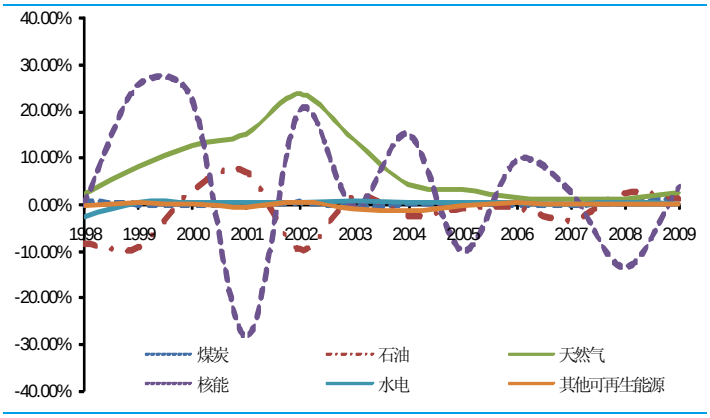
美国作为世界煤炭储量大国，近年大力发展核能等清洁能源的原因主要来自于煤炭燃烧中二氧化碳排放量的压力

- 从美国电力行业发展的经验来看，火力发电仍旧占据主导：考察美国自 1997 年以来的发电量的变化，总份额角度仍以煤炭火力发电为主，近些年核电装机容量才开始有明显增长。
  - 十年内美国能源消耗增长明显的主要为核能、天然气，消耗占比分别从 1997 年的 18%、14%上升至 20%、23%。
  - 但是煤炭仍然是总量第一位的发电形式，伴随美国工业化的成熟而增速逐步平稳。十年间煤炭火力发电量从 1997 年的 18450.16 亿千瓦时平稳增长至 2007 年的 20164.56 亿千瓦时，同期美国总发电量由 34921.73 亿千瓦时增长至 41567.46 亿千瓦时，占比在 49%至 53%之间。
  - 美国煤炭储量居世界前列，但是煤炭消费量自 2005 年出现高峰后开始下降，主要受到煤炭燃烧污染物排放量高的原因导致。

图表11：减排压力导致美国燃煤发电增速日趋平稳，



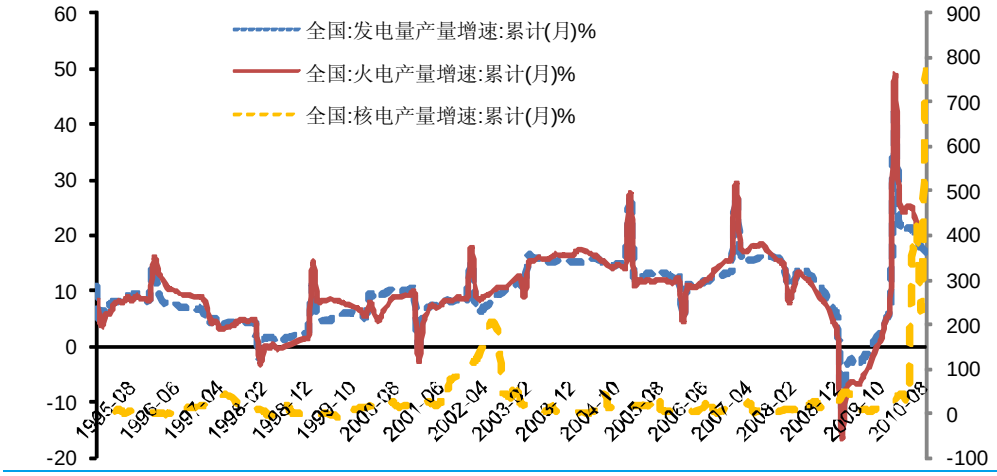
图表12：核电装机容量近年有所增加动



来源：国金证券研究所

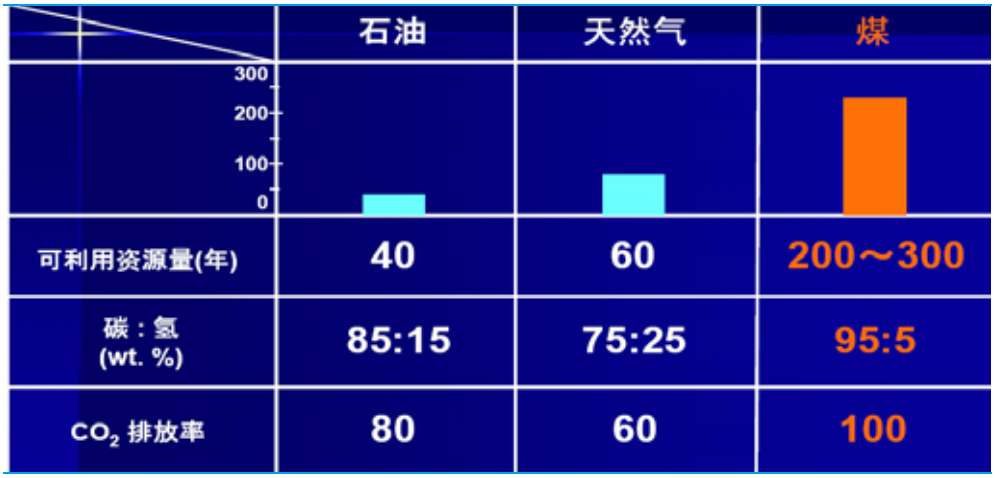
- 自 1990 年起，中国的火电扩张规模也历经波折。从 1990 年的 79%，历经 8 年终于实质性上升至 80%以上。之后一直维持在 80%-82%的水平。**可以预见在未来 5—10 年我国核电、风电、天然气管网建设的时期，能源主要消耗仍将长期依靠依靠煤炭，如何破解长期依赖煤炭资源、但是限制煤炭排放量的问题？**
  - 根据 IEA 中国能源发展报告的预测，2002 年中国的能源消耗比例中煤炭消费 66.1%、石油 23.4%、天然气 2.7%、风能 7.8%。预计到 2030 年这一比例将为 60%、27.1%、7.08%、2.53%，另外核能占据 2.95%份额。

图表13：火力发电仍然是我国发电的主要形式



来源：国金证券研究所

图表14：煤炭储量丰富与排放污染问题如何解决



来源：国金证券研究所 、《中国可持续发展之路》

传统煤炭行业向清洁煤产业发展将是持续 50 年的大趋势和大逻辑

- 传统煤炭产业向清洁煤产业的必然性：清洁煤产业是对传统煤炭产业的一次彻底变革，其终极目标是实现二氧化碳的零排放，是将煤转化为绿色清洁燃料的方法。清洁煤技术的推广与发展是各国解决环境问题的主导技术，也是高技术竞争的重要领域。从发达国家的历史轨迹看，清洁煤产业已经成为了超越传统意义上煤炭产业，而成为将节能降耗与科技进步相结合的新产业，其中蕴含的经济意义重大。

清洁煤技术是节能降耗的硬约束与传统煤炭产业之间的“调和剂”，创新围绕在传统煤炭洗选、加工、燃烧、排放四个领域。

- 纵观世界各国的清洁煤产业发展，技术领域包含的范围基本一致。具体而言，洁净煤技术包括选煤、型煤、水煤浆、循环流化床、加压循环流化床、煤气化联合循环发电、煤炭气化、煤炭液化和烟道气脱流等。根据我国的《中国 21 世纪议程》提出，中国洁净煤技术计划框架涉及四个领域——**煤炭加工、煤炭高效洁净燃烧、煤炭转化、污染物排放控制与废弃物处理**，以及十四项技术。
  - 煤炭加工领域：选煤、型煤、配煤、水煤浆技术。
  - 煤炭的高效洁净燃烧技术领域：先进的燃烧器、流化床燃烧（FBC）技术、整体煤气化联合循环发电技术（IGCC）。
  - 煤炭转化领域：煤炭气化、煤炭液化、燃料电池。
  - 污染排放控制与废弃物处理领域：包括烟气净化、煤层气的开发利用、煤矸石、粉煤灰和煤泥的综合利用、工业锅炉和窑炉技术。

2009 年奥巴马能源政策中提出“开发部署清洁煤炭技术”：旨在鼓励私人资本进行零碳排放的商业化投资，未来将建立 5 个大型的商业燃煤电站，具备一流的碳采集和封存技术。

- **1、欧美的清洁煤产业发展轨迹：**美国的清洁能源产业发展始于 1986 年，是全世界最早提倡洁净煤技术的国家，目前世界广泛发展的技术路径基本遵循美欧等发达国家的历史经验。从 1985 年到 2000 年间，美国先后部署了 5 轮“清洁煤发展计划（CCT）”，开展先进燃煤发电技术、环境保护设备、煤炭加工成洁净能源技术和工业化应用等研究与开发。到了 2002 年，美国能源部又部署了新一轮清洁煤创新发展计划（CCPT），为期 10 年、总投资 20 亿亿美元。此次洁净煤技术示范计划（CCTP）分为四个方面：
  - (1) 先进的燃煤发电技术（整体煤气化联合循环发电－IGCC，流化床燃烧－CFBC，改进燃烧和直接燃煤热机）；
  - (2) 环境保护设备（NO_X 与 SO_x 控制）；
  - (3) 煤炭加工成洁净能源技术（洗选、温和气化、液化）；
  - (4) 工业应用（炼铁、水泥及其他行业控制硫、氮、灰尘排放和烟气回收洗涤等）。已有 13 项取得初步商业化成果。

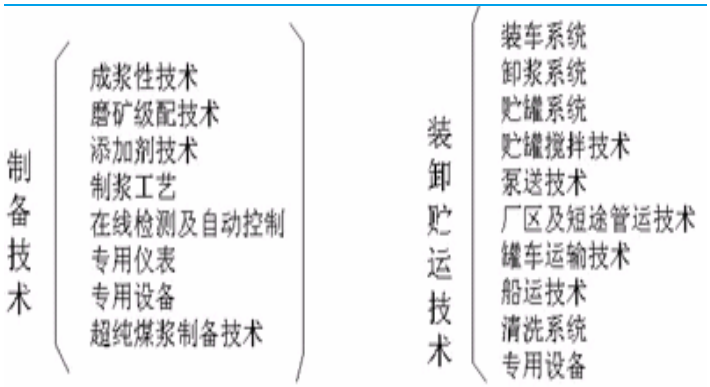
- 欧洲国家的清洁煤产业研究同美国类似，发展处于领先水平。项目有煤气化联合循环发电（IGCC），煤和生物质及废弃物联合气化（或燃烧），循环流化床燃烧，固体燃料气化与燃料电池联合循环技术等。
- **3、 日本的清洁煤产业走的是一条自主开发的道路：**1998 年日本新能源开发机构提出“新阳光计划”，以煤气化为核心，目标是实现煤洁净高效的转化为电力及液体和气体燃料。而 2004 年日本的“煤炭清洁能源循环体系（C3）”中，提出了同时生产电力、氢和液体燃料等多种产品并对二氧化碳进行分离和封存的能源系统。日本近年来开始较大幅度的增加煤炭的消费量，发展洁净煤技术成为热点。正在开发的项目包括 (1) 提高煤炭利用效率的技术，如 IGCC、CFBC 和 PFBC; (2) 脱硫、脱氮技术，如先进的煤炭洗选技术，氧燃烧技术，先进的废烟处理技术，先进的焦炭生产技术等; (3) 煤炭转化技术，如煤炭直接液化，加氢气化，煤气化联合燃料电池和煤的热解等; (4) 粉煤灰的有效利用技术。
- **4、我国的发展跟上国际脚步，但是核心技术有待突破：**我国于 20 世纪 90 年代初开始洁净煤工程技术研究，并把洁净煤技术作为可持续发展根本转变的战略措施之一。
  - 1994 年，我国成立了煤炭工业洁净煤工程技术研究中心。
  - 1995 年成立国家洁净煤技术推广应用领导小组。
  - 1997 年国务院批准了《中国洁净煤技术九五计划和 2010 年发展纲要》。
  - 2007 年 11 月，中国——联合国气候变化伙伴框架项目在纽约签署，并于 2008 年 10 月 9 日正式启动，执行期 3 年，旨在推广包括“清洁煤技术示范和推广项目”。

清洁煤产业中的重点环节：燃烧和排放

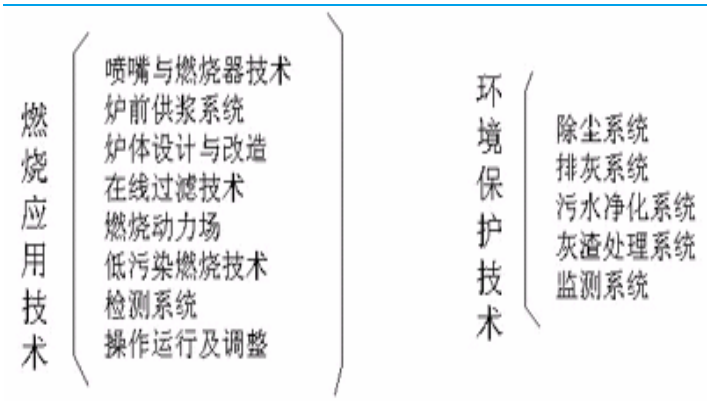
- **在清洁煤产业中，燃烧和排放是重点。**煤炭燃烧过程根据对象不同区分为电厂、工业炉窑和民用用煤，燃烧应用技术包括整体煤炭气化燃气-蒸汽联合循环发电（IGCC）、循环流化床燃烧（CFBC）技术以及增压流化床燃气——蒸汽联合循环发电（PFBC—CC）。目前较为成熟的是循环流化床燃烧技术，被大量应用于燃煤电厂锅炉。
- 根据我国提出的“洗选、加工、燃煤、排放”四个环节来看，目前技术较成熟的是加工环节的水煤浆和燃煤过程中的循环流化床燃烧技术（锅炉）。其他领域，尤其是高效洁净燃煤技术和碳捕集等多个领域目前属于示范建厂阶段，有待商业性推广。
  - 水煤浆：水煤浆技术是我国引进国际先进技术最早、自主研究最深入的一项清洁煤产业技术。典型的水煤浆是由 70％左右的煤粉、30％左右的水和 1％的添加剂组成。它具有石油一样的流动性和稳定性，可以长距离输送和长时间保存，主要用作燃料或者化工原料。
  - 我国自 80 年代初开始进行水煤浆技术研究，目前，制浆和燃烧技术已经达到国际先进水平。技术上具备大规模商业推广的价值，但是由于水煤浆的经济性是针对燃油用户的，对于燃煤用户的吸引力不足，导致大面积推广遇到阻碍。

水煤浆主要用来替代燃油、与燃煤锅炉比优势一般。《节约和替代燃料油“十五”规划》已经要求采用水煤浆技术替代燃料油。与燃油锅炉相比，节省燃料费用 2/3，但与燃煤锅炉相比优势不明显。

图表15：水煤浆技术主要内容



图表16：水煤浆技术涉及制备、运输、应用、环境处理



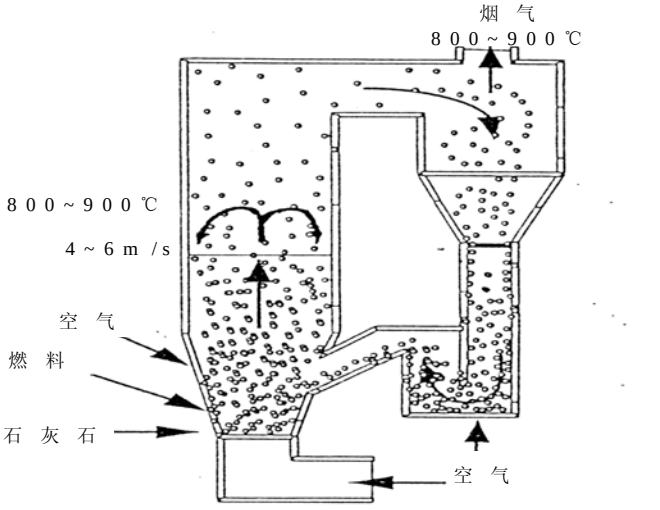
来源：国金证券研究所 、《中国洁净煤技术》

- **循环流化床锅炉技术相对发展成熟：**循环流化床燃烧技术在我国的引进开发始于 20 世纪 80 年代，自 2000 年起进入电力市场，设计理念沿着中压——高压——超高压——亚临界——超临界的轨迹发展。简单来讲，循环流化床的技术理念是利用燃烧室内强烈的气固混合过程，强化燃烧和传热，使得装置可以实现中等温度稳定燃烧指小颗粒的煤与空气在炉膛内处于沸腾状态下，即高速气流与所携带的稠密悬浮煤颗粒充分接触燃烧。
  - 在实际应用中可将未反应的氧化钙、脱硫产物及飞灰送回燃烧室参与循环利用。钙硫比达到 2～2.5 左右时，脱硫率可达 90%以上。循环流化床在我国得到较大面积应用主要在于其优点是燃料适用性强（适用褐煤等劣质煤）、气体污染控制成本较低（850℃左右是石灰石颗粒最佳的二氧化硫吸收反应温度区间，实现了低成本的脱硫；同时此温度区域的燃烧，氮氧化物生成量大幅度降低，直接排放已经能够满足环保要求）、同时燃烧效率保持在 90%以上较高水平。

综述，世界各国的清洁煤产业政策都主要围绕在洗选、型煤、燃烧、排放（捕集）四个主要方面。后两方面成为了具有广阔商业前景的重要政策扶持对象。本文着重讨论的是与电力需求密切关联的洁净煤发电技术，其中的三大主流方向中，循环流化床技术相对成熟，而煤气化循环联产技术正在成为新的世界热点。

图表17：流化床整体焚烧设备图

图表18：流化床技术工作原理



来源：国金证券研究所

图表19：各国清洁煤均围绕洗选、加工、燃烧、收集四个阶段，水煤浆技术是中国清洁煤领域较为成熟的技术之一

清洁煤技术领域	技术原理	国内发展现状	国际现状
1、煤炭洗选	根据原煤（毛煤）、矿物杂质和煤矸石的粒度、密度、硬度、润湿性等物理化学性质的差别，采用人工拣矸、机械筛分、物理选煤、物理化学选煤、化学选煤和微生物选煤等处理方法，清除原煤中的有害杂质，排除矸石，降低灰分、硫分、水分，提高回收率，回收伴生物矿，按照市场所需求的产品分选加工生产出不同规格品种及不同用途的煤炭产品。	国内发展时间较长，但是初期一直围绕简单的筛选、整理阶段。国务院批准的《中国洁净煤技术九五计划和2010年发展规划》中，选煤和型煤被列为我国洁净煤技术的首选项目。	（1）入洗比例高；（2）发展深度降灰脱硫技术及适用于缺水地区的干法或省水选煤技术；（3）工艺标准化；（4）设备大型化；（5）开发细粒煤分选技术和洁净煤技术。
2、型煤	型煤又称人造煤块。型煤是一种或数种煤与一定比例的粘结固硫剂等经加工成一定形状尺寸和有一定理代性能的块状燃料或原料。当今型煤也可以是粉煤及一定比例的煤泥等其它低热值燃料或废弃物加上粘结剂、添加剂加工成型煤的型煤技术是一种洁净煤技术，是煤炭洁净利用的重要途径之一。	分为工业型煤和民用型煤两种。我国工业型煤分为化肥造气型煤和锅炉燃料型煤。发展较为成熟，技术上以发展高固硫率工业燃料型煤和气化型煤为主。	（1）规模化型煤生产厂；（2）开发新的粘结剂及大型高压成型设备，主要供气化和炼焦或冶金使用。
3、水煤浆	水煤浆是把低灰分的洗精煤磨成微细煤粉，用65%～70%的煤粉和29%～34%的水和适量的（1%-2%）化学添加剂制备而成的一种洁净的新型煤基液体燃料。它的发热量在4500－4800大卡/kg。	工业成套应用技术已经成熟，列为国家重点科技推广项目，技术发展优先于国外并得到商业应用于推广。	已进入商业化阶段。
4、洁净煤发电技术	洁净煤发电技术是指"洁净煤技术"中与发电相关的技术项目。它的重点是为了提高发电机组的效率和控制因燃煤炭而引起的污染物的排放。具体包括煤炭气化燃气—蒸汽联合循环发电IGCC、循环流化床燃烧CFBC以及增压流化床燃气——蒸汽联合循环发电PFBC-CC三种。	（1）IGCC研发工作经历了约20年，一些单项技术有一定的技术基础。(2)CFBC国产循环流化床的研发示范项目已经通过验收，但国产化的道路因为资金缺乏，进展较慢。	（1）美国的IGCC商业化示范项目于1998年底完成，IGCC发电技术正处于第二代技术成熟阶段。（2）CFBC技术已经非常成熟，进入大型化发展阶段。

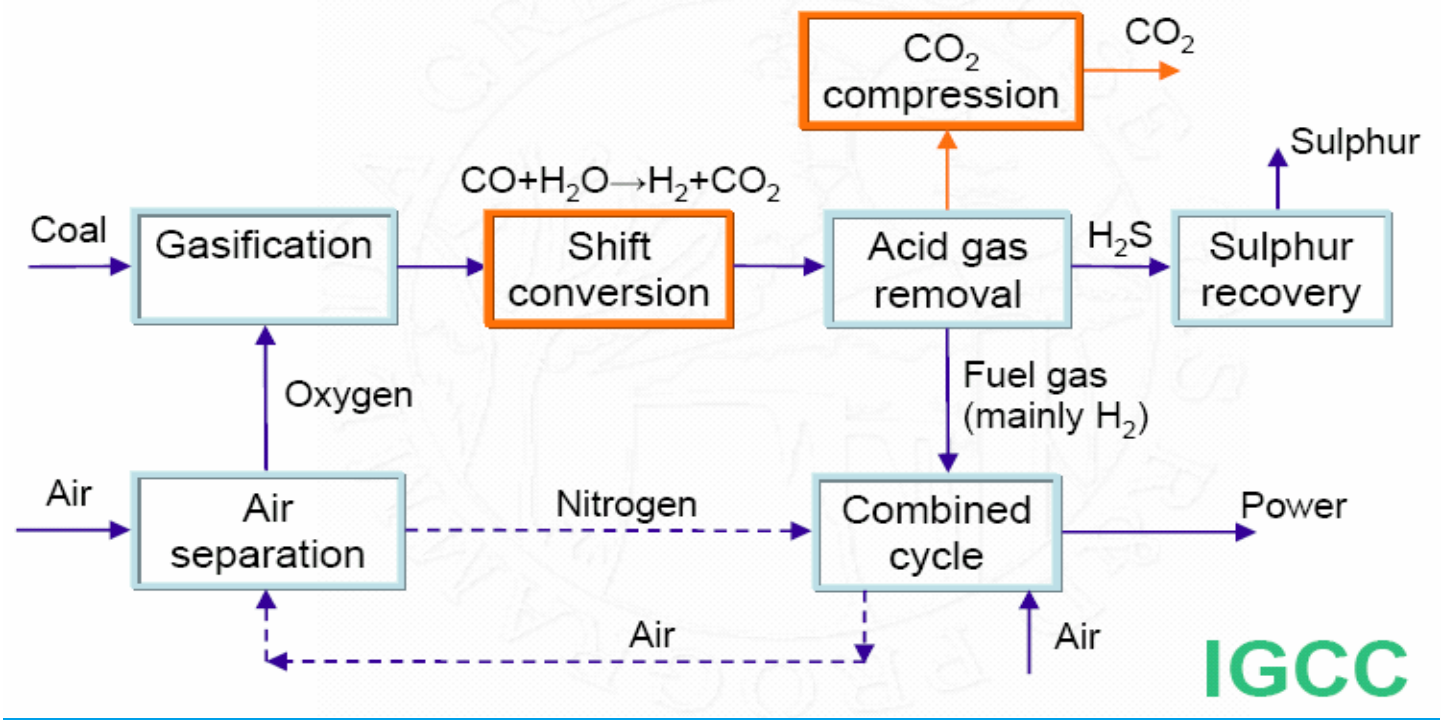
来源：国金证券研究所

关注正在发生的变革：IGCC 煤电循环产业链发展方兴未艾

IGCC 煤炭燃气蒸汽联合循环发电是清洁煤产业新的方向

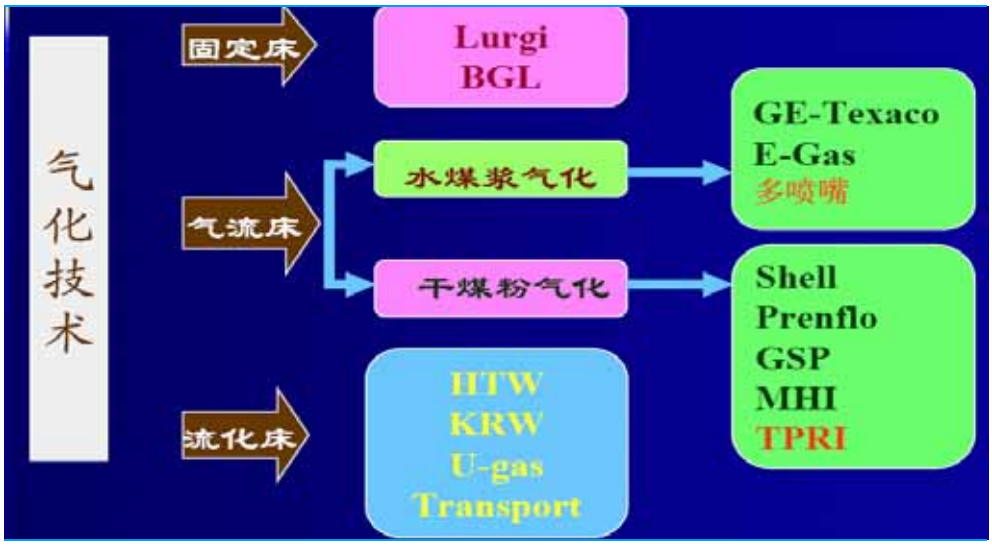
- **长期看，清洁煤技术是煤炭需求增长与节能减排压力二者协调的唯一路径。**
- IGCC 又称为整体煤炭气化燃气——蒸汽联合循环发电（IGCC）。主要针对于超临界机组，较之前的循环流化床技术更加先进。技术原理主要是煤经过气化和净化后，除去煤气中 99%以上的硫化氢和接近 100%的粉尘，将固体燃料转化成燃气轮机能燃用的清洁气体燃料，以驱动燃气轮机发电，再使燃气发电与蒸汽发电联合起来（煤气化——除硫除粉——气化燃烧）。
- IGCC 奉行的理念是燃烧前捕捉，采用这一方法可以更有利于尾气捕集。煤气化联合循环发电（IGCC）是目前世界发达国家大力开发的一项高效、低污染清洁煤发电技术，它不仅能满足日趋严格的环保要求，而且发电效率可达 45％以上，二氧化硫排放可达到 10 毫克/标准立方米左右，已成为未来大力推广的主要洁净煤发电方式之一。

图表20：IGCC 基本原理流程图



来源：国金证券研究所 、IEA

图表21：IGCC 的关键技术



来源：国金证券研究所 《中国 IGCC 的现状与发展》

对煤炭产业发展的决定性意义在哪里？

- IGCC 技术是目前已进入商业化运行的洁净煤发电技术中，发电效率和环保最好的技术。由于 IGCC 有煤清洁燃烧发电特点，我国把它列入 21 世纪 CCT 计划中。
- 它的主要优点是：①热效率高，目前已达 43%～46%，计划 2010 年可达到 50%；②环保性能好。脱硫率 98%～99%以上，NOx 排放等同于天然气，CO2 排放也减少；③燃料适应性强，对高硫煤有独特的适应性；④可

用于对燃油联合循环机组及老燃煤电厂改造，达到提高效率、改善环保、延长寿命的多重目的。

- 从下图的功能比较可以看出，IGCC 整体煤气化燃气——蒸汽联合循环发电技术可以实现污染物的彻底收集、更节水、燃烧热效率更高，可以说，IGCC 工艺是未来十年的国际趋势。

图表22：几种主要燃煤发电技术比较，IGCC 是未来十年的国际趋势

技术	主要优点	我国发展	世界发达国家发展
循环流化床燃烧技术	适应性广；燃烧效率高；综合利用率高。	始于20世纪80年代，目前有3000多台在运行，相当于国外20世纪80-90年代水平。国内循环流化床锅炉具有在800-900℃条件下稳定运行，能烧劣质煤并能高效脱硫三大优点。目前425吨/小时锅炉技术研发也已具备。但基本处于理论阶段，进一步开发由于资金力度不够陷入停滞。	CFBC技术在发达国家得到大力开发，技术成熟，正向大型化发展。全世界12MW以上的CFBC锅炉运行约300台，其中40％在美国，40％在欧洲，20％在亚洲。最长运行时间达到9万小时，最长连续运行时数为13个月，负荷率一般可达90％以上。
整体煤气化燃气——蒸汽联合循环	1、热效率高；2、污染问题解决得最彻底，特别适合于高硫煤，能满足各种严格的环保标准要求。第三是达到了资源回收、综合利用的目的。通过煤的气化，在发电的同时还能生产出甲醇、汽油、尿素、硫磺或硫酸。	商业示范向商业运营过渡	世界各国筹建的IGCC电站有几十座，装机规模8000MW，技术复杂，只有GE、SIMENS和壳牌几家少数公司掌握核心技术。
增压循环流化床燃烧技术	煤种适应能力、处理能力、转换效率强于循环流化床。	大型商业化PFBC机组的高温烟气净化技术及设备、大功率高初温燃气轮机技术、控制技术等还处于实验室研究开发阶段。	SHELLL壳牌等公司已建成在建示范厂。

来源：国金证券研究所

IGCC 在发达国家已进入商用化阶段、我国达到世界领先尚待时日

- 世界各国都十分重视整体煤气化联合循环发电技术的应用和发展。国外对 IGCC 发电技术的开发和研究始于 20 世纪 70 年代。目前世界范围内约有 18 座 IGCC 电厂，约 420 万千瓦机组在运行，如果包括在建机组，世界范围内共有近 30 座 IGCC 电厂。目前世界上已经投入运营的 IGCC 电厂发电总功率达到 418.6 万千瓦，正在建设和规划中的有 683 万千瓦。IGCC 技术也称为整体煤气化联合循环发电技术，代表了未来煤电的发展方向。
  - 伴随着一系列的电厂进入试验生产，世界范围内的 IGCC 发电技术已经处于第二阶段的成熟期。目前在国外的示范厂主要为 4 家燃煤电厂（无二氧化碳捕集技术），分布在美国、荷兰和西班牙。客观的说，由于相对较高的初期投资成本，目前 IGCC 更多针对燃油电厂的经济性更高，而并非许多新型燃煤电厂的首选。
  - 2004 年美国能源部正式启动了“未来电力”项目，投资 17 亿美元，目标是建成世界上第一座近零排放的煤炭发电厂，发电效率达 50%-60%，并可根据市场需求调节发电和制氢比例。2005 年，布什签署“2005 年国家能源政策法案”，规定今后 10 年美国政府将拿出 100 多亿美元加强能源基础设施建设，其中用于煤炭清洁燃烧技术的研发达 20 亿美元。
  - 欧洲的清洁煤电计划于 2004 年启动，预计 2015 年完成建设和示范运行，总投资达 13 亿欧元。其中的先行者荷兰、西班牙两座 IGCC 电站分别于 1994 和 1997 年建成并投入运行，示范电站技术更先进。
- 我国对 IGCC 的研究已有 10 多年的历史，是“国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）”明确的优先项目之一。自 1994 年成立领导小组，启动项目研究。至 2006 年 4 月 28 日，国家“863”计划项目、由南京汽轮电机（集团）有限公司和中科院联合研制的 IGCC 发电机组，在结束 168 小时考核运行后，正式投入运行，是我国首套投入商业运行的 IGCC 发电机组。目前我国的一些单项技术，如气化炉、空分设备、煤气脱硫、余热锅炉等有一定的技术基础但整体技术先进性不足。

图表23：壳牌位于荷兰的 IGCC 电厂

Shell gasifier IGCC plant, Buggenum, Netherlands

来源：国金证券研究所

图表24：国外 IGCC 发展阶段

时间	阶段	标志性事件
20世纪70年代	技术研发阶段	德国建成Kellerman电厂，容量为170MW，但效率和物质处理低于设计值，1972年投产、70年代末停运。
20世纪80年代	概念验证阶段	美国加州COOL WATER电站投产真正试运成功。发电机组容量96MW，累计运行27100小时。
20世纪90年代	商业示范阶段	建设成本降低到1500-2200美元/kw；单机容量提高到250MW以上。4座商业化运行电站分别为美国两座、荷兰和西班牙各一座。
20世纪90年代至今	商业示范向商业应用阶段过渡	

来源：国金证券研究所

- 通过与 GE、SHELL 开展的广泛的国际合作。目前中国已建成两座 IGCC 多联产项目，包括兖矿集团的工业示范项目和福建联合石化的大型气、电、化工多联产项目。其他筹建的电厂达 10 多座。

图表25：中国 IGCC 发展历程

时间	进展
1994	成立IGCC领导小组，启动示范项目
1994-1995	完成中国IGCC示范项目技术可行性研究
1996-2000	完成“IGCC关键技术研究”
2001-2005	完成国家“十五”864计划课题“IGCC设计集成和动态特性”，同时开展广泛国际合作（GE、SHELL、ADB）
2004至今	筹建IGCC示范电站

来源：国金证券研究所 《中国 IGCC 的现状与发展》

图表26：中国部分在建IGCC项目

公司	项目	进度
中国电网	烟台300-400MWIGCC示范电站	1999年立项，2011年建成投产
中国华能	GREENGEN第一阶段示范工程250MW级IGCC	2009年投运
中国华能	GREENGEN第二阶段示范工程300-400MW级IGCC	预计2015年投运，先进的干粉气化技术、二氧化碳分离、指氢、氢能发电示范系统
中国大唐集团、中国电力投资集团公司	3-5台300-400MW等级的IGCC电站	筹建

来源：国金证券研究所

IGCC 的成本经济性分析：高于传统火电成本、碳减排是关键

- 尽管 IGCC 电厂具有之前我们所属的种种性能优点，但是目前大规模推广还有待于经济可行性的实现。
- 基本发电成本由三部分构成：建设成本、燃料成本和运营成本（包括脱除污染物）。就 IGCC 电厂而言，建设成本是最大的支出，也是导致短期成本比常规火电高的主要原因。而建设电站中的设备成本中占比最大的是气化炉、燃气轮机和脱硫设备，各占 20%，是属于开支最大的设备。
  - **初始投资相对较高：**IGCC 电厂目前的发电成本要高于普通火电和核电发电。主要在于其尚未规模化的初期投资。IGCC 电厂的投资成本是最高的，按照目前 2 座在建 IGCC 示范电厂来看，初期单位投资分别为 7500 元/千瓦和 8800 元/千瓦。
  - **运行成本与常规火电相比有优势，与核电近似：**根据发电小时数 5500，5500 大卡煤价 570 元/吨测算，IGCC 的发电成本为 0.346 元/千瓦时，相较于其他超临界和超超临成本更高。由于目前煤价一直处于高位运行，火电发电成本已升至 0.4-0.5 元/千瓦时。而根据国金新能源小组的整理分析，目前核电发电成本维持 0.35—0.4 元/千瓦时，风电成本 0.5—0.6 元/千瓦时，太阳能成本 1 元/千瓦时，水电成本 0.1—0.2 元/千瓦时。显然 IGCC 发电成本较其余传统发电方式的吸引力存在。

图表27：IGCC 电站造价

项目名称	气化炉型	计划投资（亿美元）	示范电站的单位造价（$/kW）	目前的造价（$/kW）
美国 Tampa	Texaco	3.9	1500	1300
美国 Wabash River	Dow	3.96	1490	1200
美国 Pinon Pine	KRW	2.69	3374（含试验费用）	/
荷兰 Demkalec	Shell	4.82	1806	1500
西班牙 Puertollano	Prenflo	6.91	2303	1500
中国IGCC示范电站	SHELL/TEXACO	~4.0		~1000

来源：国金证券研究所

2008 年，中国发布《中国应对气候变化的政策与行动》，承诺降低能耗；2009 年，财政部提出 5 年内开征碳税。

- 考虑到 IGCC 电厂的污染物脱离成本以及煤耗都显著低于其他发电方式，推广是有意义的。**成本下降的方式有两种：开征碳税和实现多联产、发电上网、规模化商业化推广生产**。其中促进碳减排是根本推广手段。
  - 减排目标带来的开征碳税是目前世界热议的话题。自 2005 年京都议定书生效起，世界各国纷纷承诺降低能耗、并尝试征收碳税。以下为主要国家的减排计划：
  - 美国：2009 年众议院通过气候安全法案，承诺 2020 年减少排放 17%。欧盟：愿意援助发展中国家以实现共同减排。欧盟承诺 2020 年前排放减少 30%。日本：若发展中国家减排，愿在 2020 年实现二氧化碳排放量比 1990 年减少 20%。
  - 中国：愿意减少能耗，限制排放增长。发达国家应在 2020 年前减少 40%。我国财政部于 2009 年提出 5 年内开征碳税，法国则提出 2011 年征收碳税
  - 印度：愿意减少单位生产总值的碳排放。

图表28：中国不同发电方式的电厂造价

机组型式 Unit type	PC+FGD	SC+FGD	USC+FGD	IGCC	CC	CFB	NP
机组容量 Capacity（MW）	300	600	1000	400级	350级	300	1000级
单位造价 Unit cost yuan/kW	4596	3919	3924	6208* 7751	2968	4799	9858
参考电价Reference Ele.tariff yuan/MWh	352.7	321.0	310.7	504.0	438.4	354.8	350.0

来源：国金证券研究所。数据引自《火电工程限额设计参考造价指标（2005 年水平）》，标煤价 430 元/t，标气价 1.3 元/Nm3，机组年利用小时煤电 5000h，燃机 3500h，核电 7000h

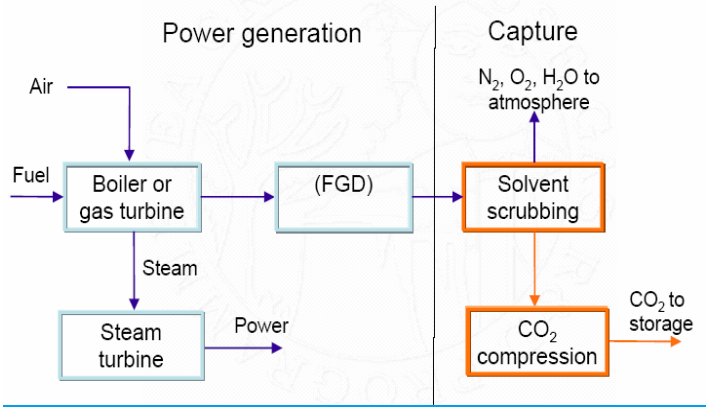
值得关注的变革：二氧化碳捕集技术（CCS）发展

完善的 CO_2 处理链包括生成（IGCC 的应用）——运输——地质储存——商业化应用（研究中）。

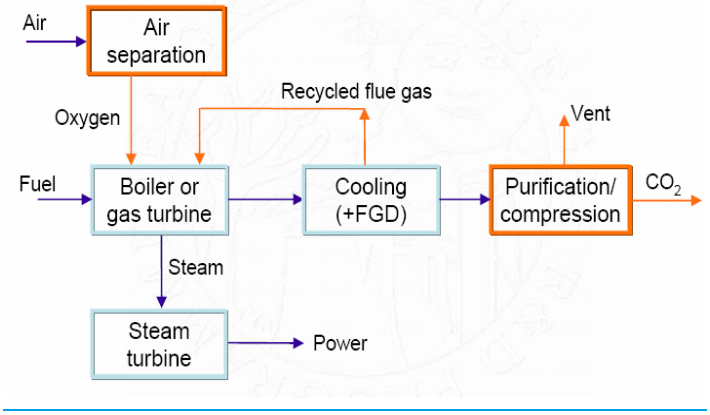
CCS 是发达国家近些年兴起的进一步利用、捕集二氧化碳的技术

- CCS 主要是将燃烧产生的二氧化碳从工厂烟囱中分离出来，并将其注入一些特定的地层进行封存，如废弃的油井和含水层，使其无法再重新逃逸回大气中。世界领先的 CO2 捕集技术包括三方面：燃烧后捕集（Post-combustion capture）、纯氧燃烧（Oxy-combustion）、燃烧前捕集（Pre-combustion capture）
  - 燃烧后捕集是现在较流行的方法，它的最大优点是可以使用现有的技术和锅炉设备。该技术主要是通过除硫设备将燃烧产生的氮气、氧气、水分排除的同时，将二氧化碳捕集并存储。尽管这一方式对于现有电厂设备的改造成本相对低、但是由于其分解过程所需要的溶剂会被氧气和处理过程中的杂质降低能效，因此环保效果以及能源转化效率相对差些。
  - 纯氧燃烧捕集方法主要是在燃烧中的空气中做文章。将其提纯用纯氧燃烧加强能源转化效率，并通过燃气的反复循环冷却使用使得生成的二氧化碳浓度更高，距离“污染物零排放”更进一步。但是由于氧气提纯成本高导致改装现有电厂的代价高所以使得这种方式的试运行范围相对局限。
  - 事前捕集即为应用 IGCC 设备进行二氧化碳的加压、分离、捕集，同时伴生氢气。这种方式已经在上一部分 IGCC 进行过介绍。

图表29：燃烧后捕集工艺流程图

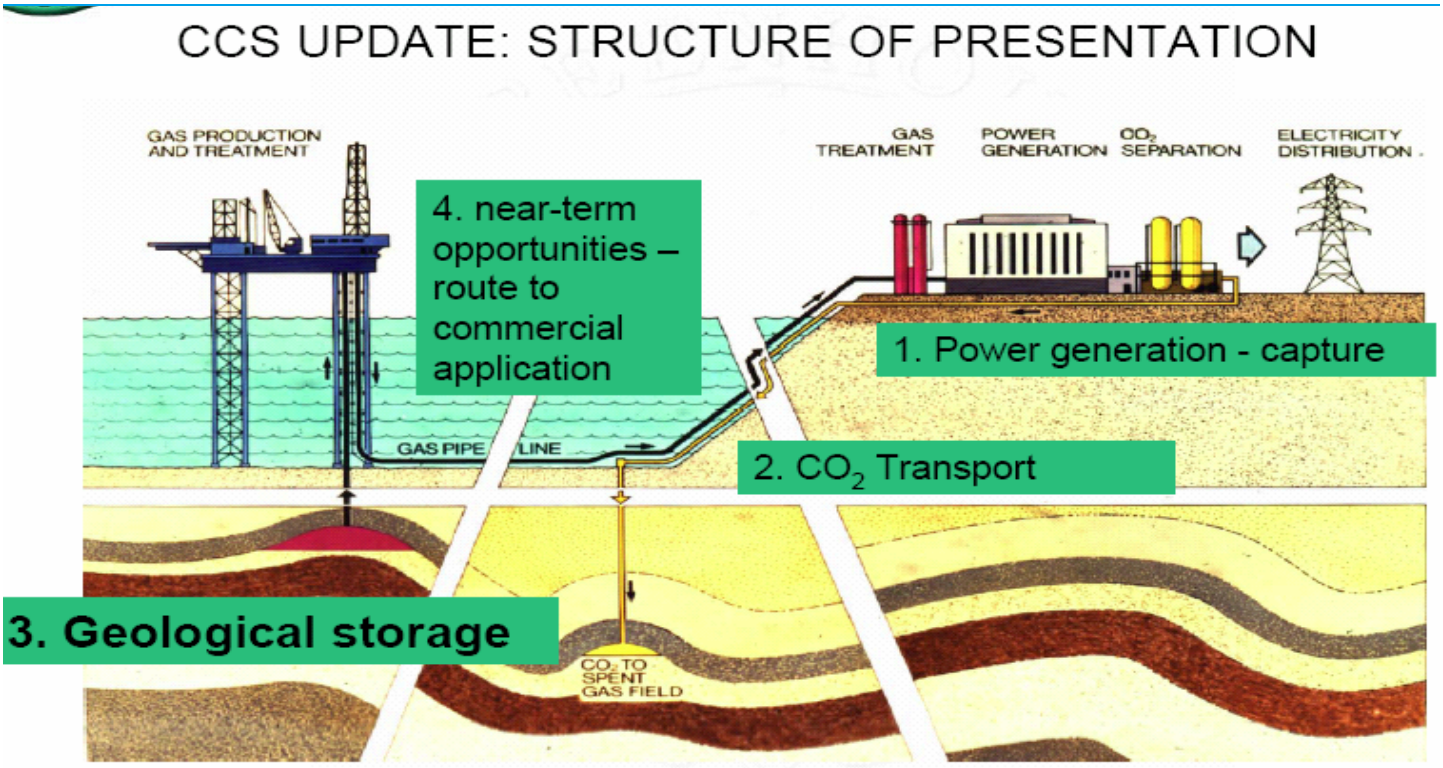


图表30：纯氧燃烧工艺流程图



来源：国金证券研究所 、www.leagreen.org.uk

图表31：二氧化碳捕集与封存流程图



来源：国金证券研究所、IEA Greenhouse GAS R&D Programme

- 捕集之后为二氧化碳的运输过程：运输过程中的关键在于二氧化碳运输管道的建设、安全记录、长距离海运条件三大要素。根据测算，距离储存地500 公里之内的运输成本小于 10 美元/吨 CO_2。

图表32：美国的二氧化碳运输管道

图表33：运输要求类似液化石油气、较液化天然气简单

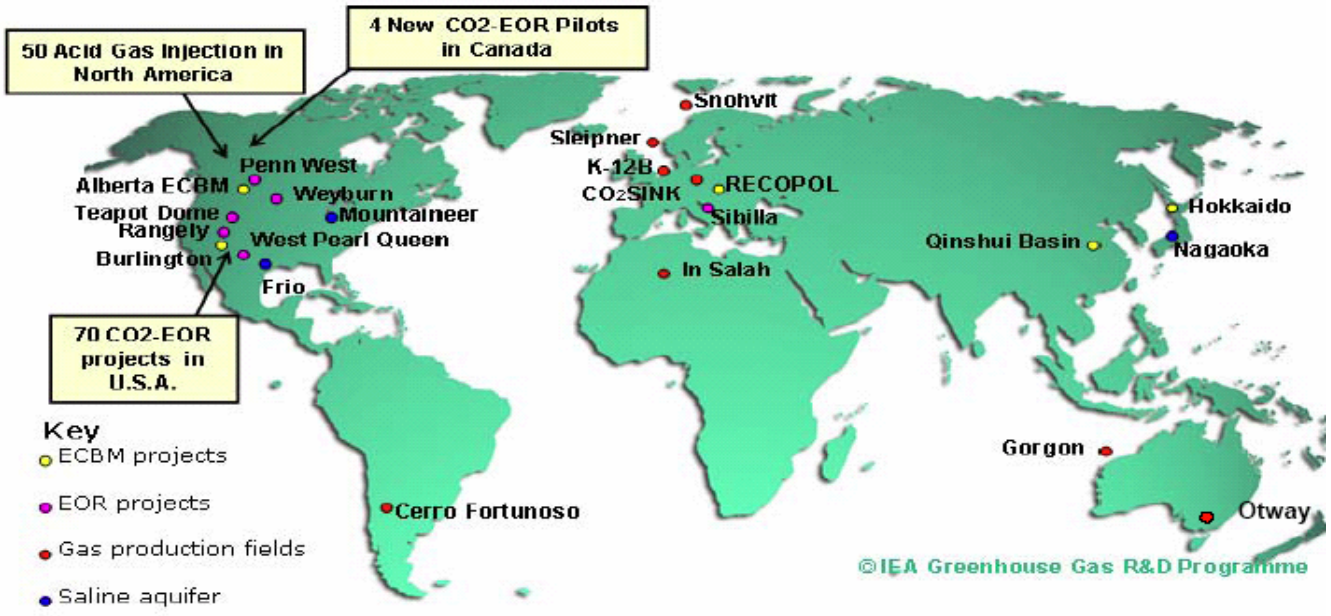
CO_2 tanker

LPG tanker

来源：国金证券研究所 、www.leagreen.org.uk

- 第三步，二氧化碳的封存：一般选择地理埋藏法。关键在于地质储存能力预测和深度含水层盐碱性监测以及埋藏地点的保密。根据现有的实验室结论，二氧化碳在 3000 年后会自动分解，而深埋地下的二氧化碳会在 5000 年后渗出地表。因此，这一步骤的的关键在于地质结构的稳定性，即二氧化碳浓度对当地地质盐水层的长期稳定性是否造成影响。
- 根据 IEA 的测算，二氧化碳的捕集成本为 1-3 美分/千瓦时，二氧化碳存储成本为 20-60 美元/吨

图表34：世界二氧化碳储存地点一览表



来源：国金证券研究所

CDM 机制等碳权交易的完善会促进二氧化碳捕集封存技术的进一步发展

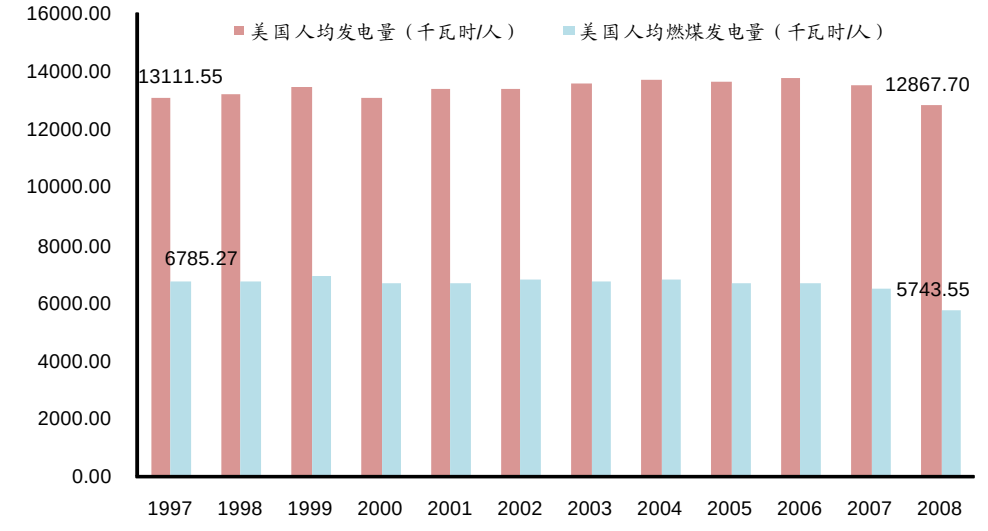
- 目前由于融资渠道、法律、接受度的缺陷，CCS 技术发展尚处于“路线图”阶段，这一技术的提出主要是伴随着 CDM 即碳排放交易进行的。成本可控的 CCS 技术主要的成本发生在捕集环节。
- 世界范围内主要的 CCS 电厂基地建设在美国、英国和欧洲部分国家。建设时间大部分在 2010-2011 年间。可以说，未来伴随着私营制的引入和碳权交易的普及化，CCS 技术和相关电厂将会得到大力发展。而这也是奥巴马政府清洁煤产业化的一个重要方向。
  - 行业资料显示，二氧化碳捕集技术可减少 85%左右的二氧化碳排放，更环保地使用煤炭等化石燃料提供了新的选择。但是由于 CCS 单独使用成本太高，所以 CDM 等碳权交易制度的提出，对于推广发展起到了重要作用。

我们认为，市场对于未来 5 年煤炭需求的增速预测过于悲观.

未来 5 年，煤炭需求仍可以实现明显增长

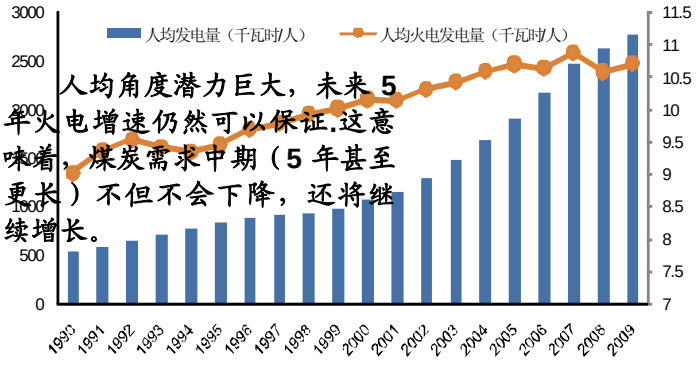
- 中国煤炭需求的长期发展可以部分参考美国的燃煤电厂发展趋势。从绝对量上看，中国的燃煤机组早在 2005 年已经超越美国，但从人均角度看，发展空间仍然存在。

图表35：美国近十年人均发电量维持 12000 度/人，燃煤发电量 5700 度/人

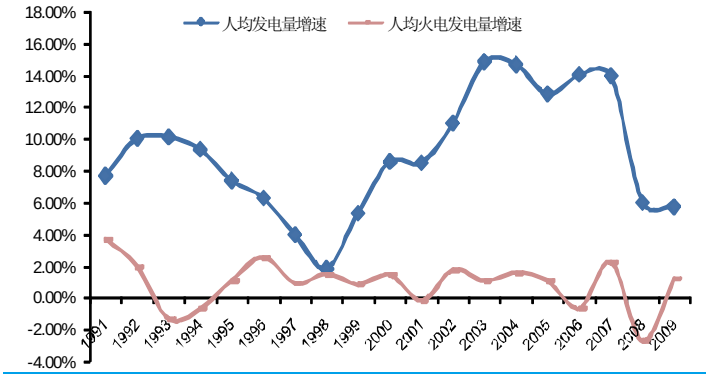


来源：国金证券研究所

图表36：人均火电发电量维持10千瓦时/人附近



图表37：人均燃煤发电量增速基本稳定



来源：国金证券研究所

- 根据下表比较图可以看出，美国近十年来人均发电量一直徘徊在12000千瓦时/人以上，其中火力发电的人均值维持5700千瓦时/人的数值，而中国由于人口基数庞大，人均火电发电量与美国相比尚有4倍的增长空间。从这个角度来看，中国人均火电发电量增长空间巨大。
- **未来五年将会出现的情况：中国人均燃煤发电量继续增长、美国小幅下滑，人均缺口逐步收窄。**我们假定2010-2015年按照平均每年6%的人均火电发电量增速预测，人口年均增长0.5%，至2015年，中国火力发电量预计将达到3169亿千瓦时，同时美国这一数字可能从5744亿千瓦时下滑至5200亿千瓦时左右（年均下滑2%），缺口逐步缩小。
- **按照我们的假设，火电耗煤的年均增速可达6.53%，这一数字与2009年基本持平。这意味着，未来5年，尽管伴随着国内经济结构的调整，煤炭需求依然将维持有序增长。同时，传统煤炭产业将逐步过渡至“清洁煤产业”，煤炭行业的投资逻辑相应发生深刻的的变化。**

图表38：中国火力发电量已经超过美国，但从人均角度还有很大空间

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
美国燃煤发电量（亿千瓦时）	18450	18735	18811	19663	19040	19331	19737	19787	20129	19905	20165
中国火力发电量（亿千瓦时）	8990	9290	9869	10867	11768	13288	15421	17956	20473	23189	27013
美国发电量（亿千瓦时）	111840	30023	30679	32529	32808	34621	37162	39747	42607	45100	49184
中国发电量（亿千瓦时）	11356	11670	12393	13556	14808	16540	19106	22033	25003	28657	32816
美国人均燃煤发电量（千瓦时/人）	6760	6785	6735	6969	6683	6724	6806	6758	6810	6670	6693
中国火人均火电发电量（千瓦时/人）	429	472	524	563	604	649	700	727	745	785	857

来源：国金证券研究所

图表39：火电耗煤需求仍可以保持中期增长，市场对节能减排的担忧过度

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E	2015E
美国人均燃煤发电量（千瓦时/人）	6969	6683	6724	6806	6758	6810	6670	6693	6527	5744	5744	5629	5516	5406	5298	5192
中国火人均火电发电量（千瓦时/人）	857	922	1034	1193	1381	1566	1764	2044	2098	2234	2367.73	2509.80	2660.38	2820.01	2989.21	3168.56
中国总人口数（亿人）	12.67	12.76	12.85	12.92	13.00	13.08	13.14	13.21	13.28	13.35	13.41	13.48	13.55	13.62	13.68	13.75
中国火电发电量（亿千瓦时）	10867	11768	13288	15421	17956	20473	23189	27013	27857	29814	**31761**	**33835**	**36045**	**38398**	**40906**	**43577**
火电发电量增速		8.29%	12.92%	16.06%	16.44%	14.02%	13.26%	16.49%	3.13%	7.02%	**6.53%**	**6.53%**	**6.53%**	**6.53%**	**6.53%**	**6.53%**

来源：国金证券研究所

未来5年，煤炭股投资逻辑中的资源性将逐渐超越周期性

煤炭成为名副其实的“原材料”、资源性重估将加深

未来5年，煤炭股的资源性估值将得到进一步提高。

- 我们认为，未来 5 年的经济结构调整过程中，煤炭将更大的发挥原材料属性。一方面，煤炭下游产品的深加工和多样化会使得煤炭需求继续得以保障，煤炭的资源性估值将进一步提升。
- 在此逻辑下，我们的中期投资逻辑应该有两条，一方面是寻找清洁煤产业的先行者；另一方面是选择资源属性更强的个股。

两条主线：清洁煤的先行者以及资源属性更强的个股

关注技术领先的中国神华、兖州煤业、潞安环能等

- 市场普遍认为，煤炭企业不存在所谓的技术领先。但是在长期投资逻辑转变的起点上，我们同样可以发现有些技术领先、管理先进的核心企业：中国神华、兖州煤业、潞安环能、伊泰 B 等。
  - 除了在煤制油领域走在前面。上述几家公司在煤电多联产以及二氧化碳捕集方面也颇有建树。兖矿集团与中科院工程物理所进行了燃气发电与甲醇的多联产系统集成研究，形成了新型水煤浆气化炉为主体，脱硫、脱氮、气相甲醇合成的，我国第一个多联产系统示范工程。
  - 二氧化碳捕集方面中国神华是我国第一个进行国际合作“二氧化碳捕集与封存”的公司。目前正在进行“神华煤直接液化二氧化碳捕集、封存预可行性研究”。这一项目 2004 年再美国能源部正式立项，是中美“化石能合作协议”中的“清洁燃料”的主要内容。目前处于可行性研究阶段。

神华煤制油直接液化示范项目先期工程产量为 108 万吨/年，其氢过程中排放的高浓度 CO_2（87%）约 300 万吨/年。

图表40：兖矿集团获得国家 863 计划的项目名称

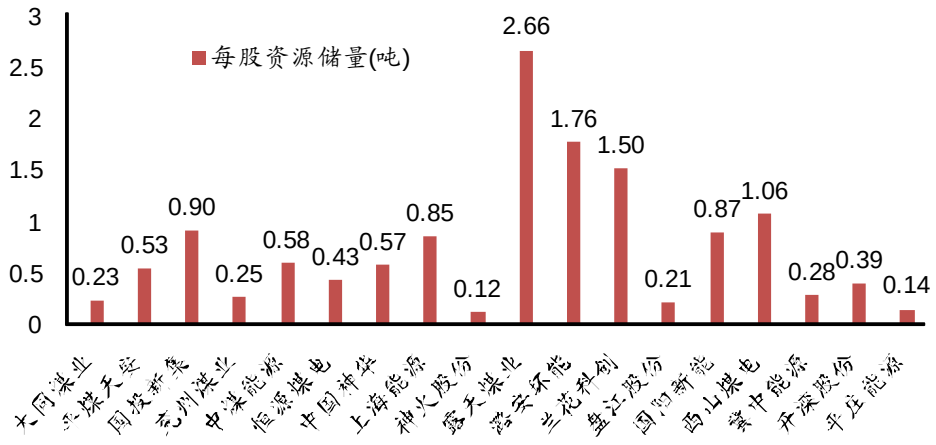
年度	项目名称
十五	新型水煤浆气化技术 煤气化发电与甲醇联产系统关键技术的研发与示范 煤炭间接液化制油技术研究
十一五	百万吨级煤间接液化及电联产系统工业试验与示范 煤间接液化油电联产系统集成与优化技术 100万吨级低温费托合成油技术 日处理2000吨煤新型水煤浆气化技术 高灰熔点煤加压气流床气化

来源：国金证券研究所

选择资源属性更强的个股：露天煤业、潞安环能、兰花科创、西山煤电、国阳新能、国投新集、上海能源

- 根据每股资源储量的静态测算，我们做一推荐。相应推荐排名靠前的公司：露天煤业、潞安环能、兰花科创、西山煤电、国阳新能、国投新集、上海能源、中国神华。

图表41：每股资源储量比较



来源：国金证券研究所

特别声明:

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，对由于该等问题产生的一切责任，国金证券不作出任何担保。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。本报告亦非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向任何人作出邀请。国金证券未有采取行动以确保于此报告中所指的证券适合个别的投资者。国金证券建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。国金证券及其关联机构或个人可能在本报告公开发布之前已经使用或了解其中的信息、所载资料或意见。

本报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载的观点并不代表国金证券的立场，且收件人亦不会因为收到本报告而成为国金证券的客户。

上海

电话：(8621)-61038311

传真：(8621)-61038200

邮箱：researchsh@gjzq.com.cn

邮编：200011

地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号紫竹国际大厦 7 楼

北京

电话：(8610)-66215599-8832

传真：(8610)-61038200

邮箱：researchbj@gjzq.com.cn

邮编：100032

地址：中国北京西城区金融街 27 号投资广场 B 座 4 层

深圳

电话：(86755)-82805115

传真：(86755)-61038200

邮箱：researchsz@gjzq.com.cn

邮编：518000

地址：中国深圳福田区金田路 3037 号金中环商务大厦 2805 室