

# 大陸潔淨煤和煤 高效利用技術之發展

陳誦英

浙江大學  
2007年1月

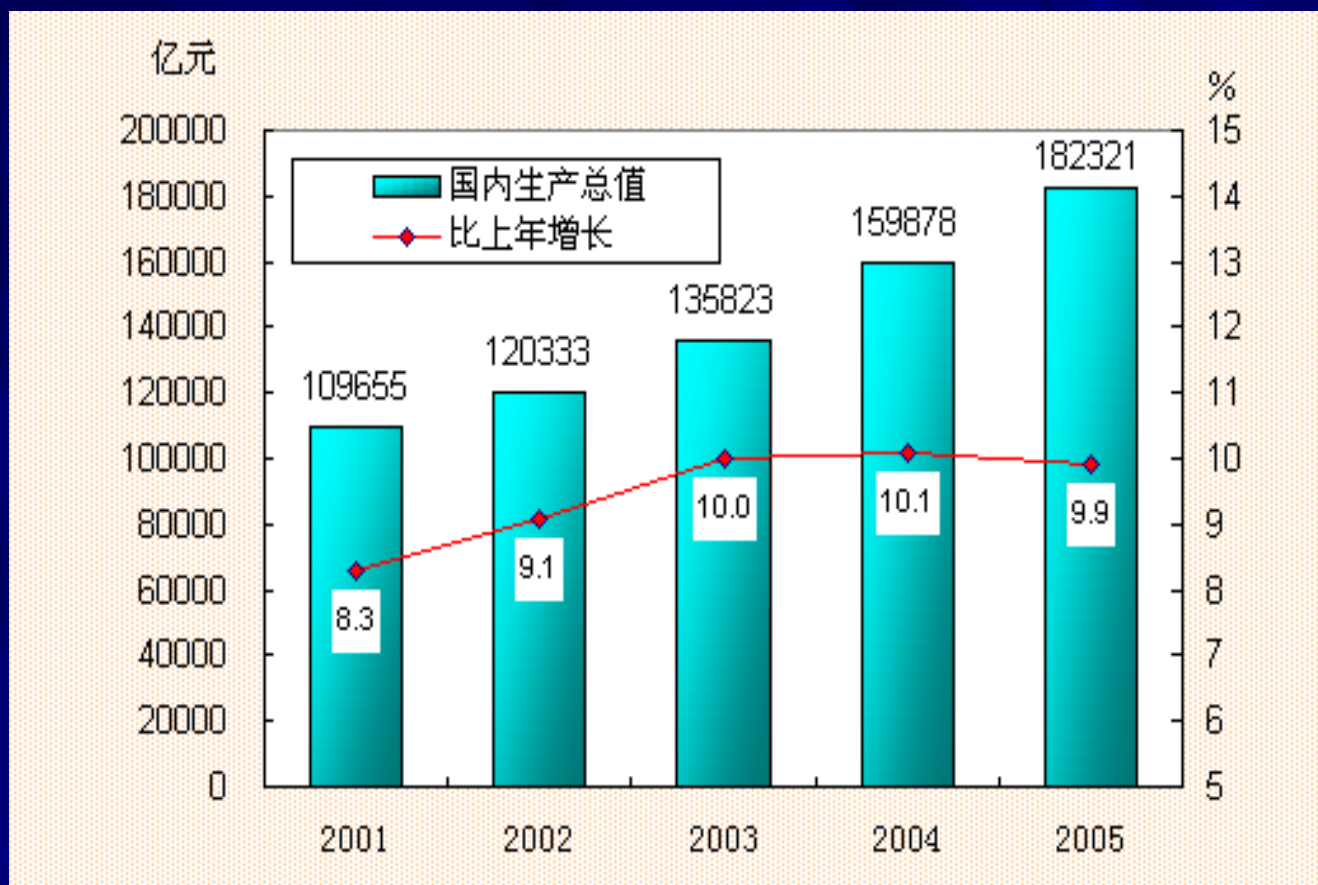
# 大陸潔淨煤和煤 高效利用技術

- 一、大陸能源發展的背景
- 二、大陸能源發展的思路
- 三、煤的預處理技術
- 四、煤的高效燃燒技術\*
- 五、節能技術
- 五、煤的汽化技術\*
- 六、煤的轉化技術\*
- 七、煤污染物的控制和治理技術\*
- 八、結語

# 大陸能源發展的背景

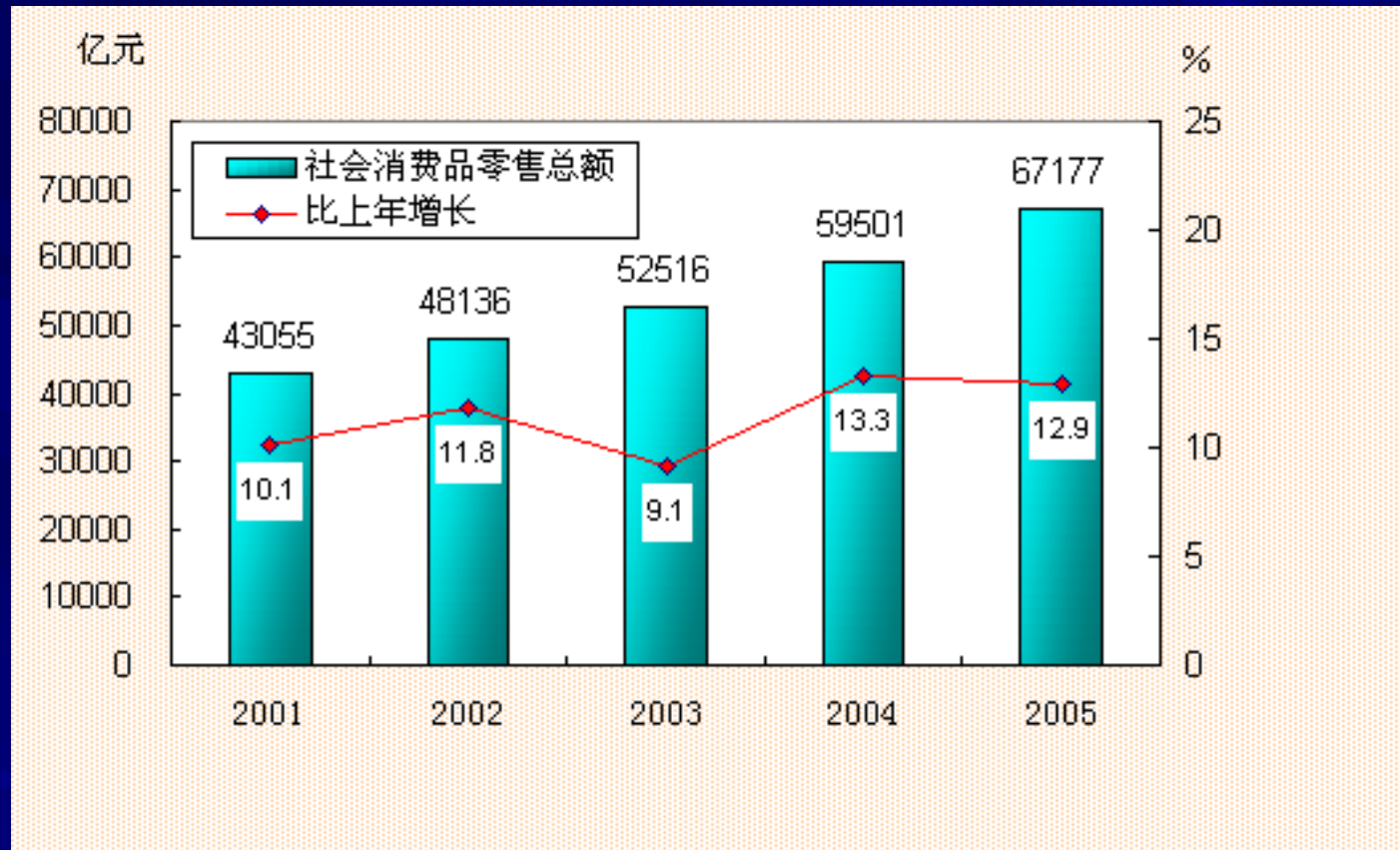
- \*經濟的快速發展
- \*大陸能源的消費情況
- \*大陸能源的生產情況
- \*污染物排放和環境情況
- \*資源情況

# 大陸經濟的快速發展



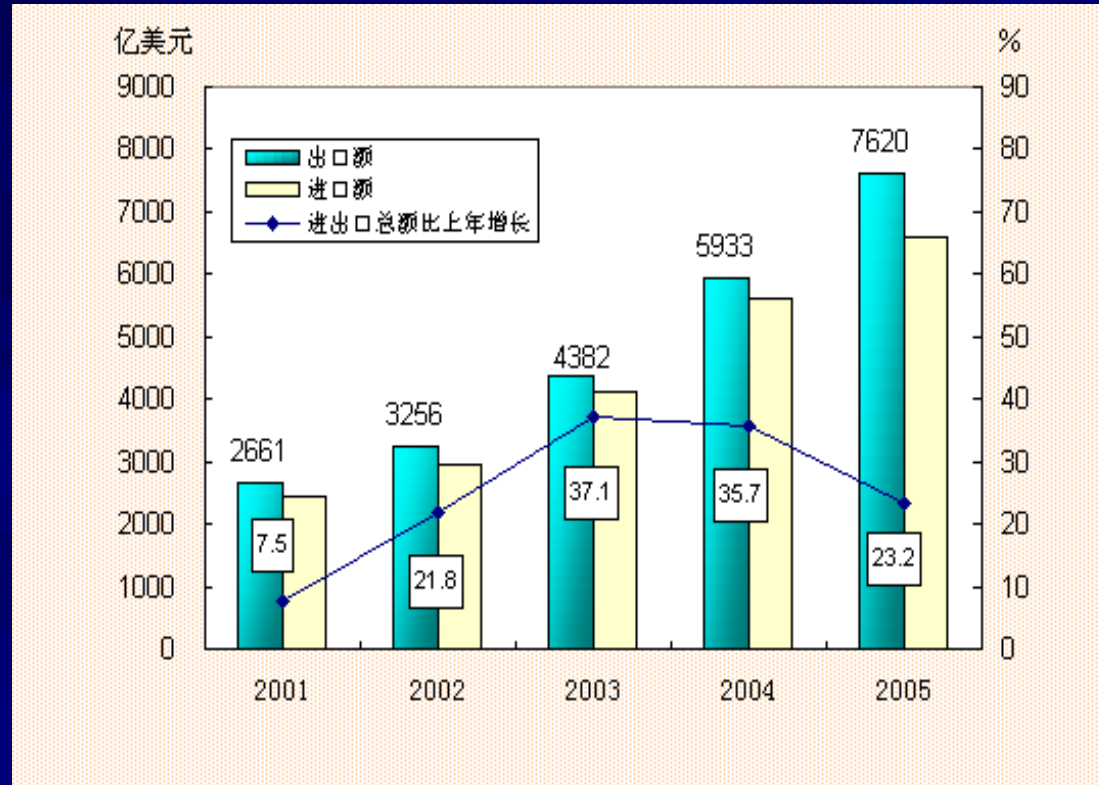
2006年GDP增長超過10%，超過20萬億元。  
按現匯率（7.86元/美圓）計算約2.6萬億美圓；第四大經濟體  
如果按購買力（約2元/美圓）達10萬億美圓；第二大經濟體

# 大陸經濟的快速發展



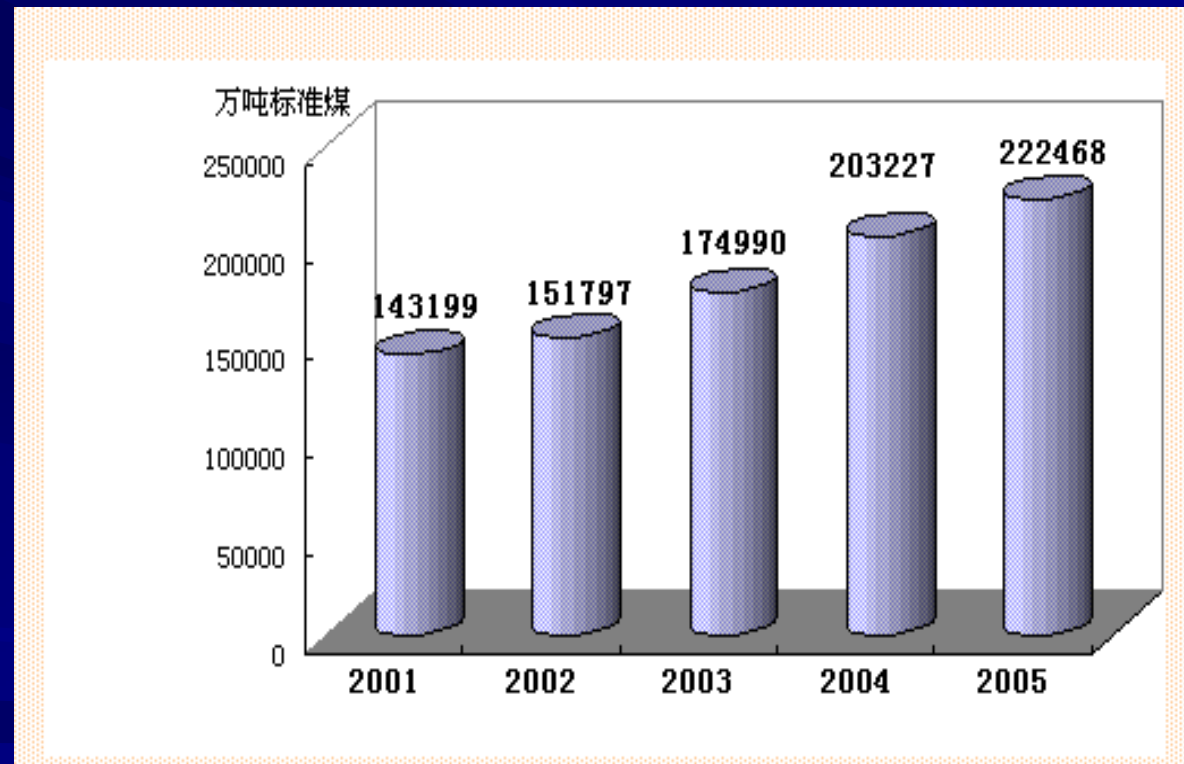
2006年估計的消費總值為78000-80000億元

# 大陸經濟的快速發展



年份	總值	出口值	增 %	進口值	增 %
2003	8512	4384	34.6	4128	39.9
2004	11548	5934	35.4	5614	36.0
2005	14221	7620	28.4	6601	17.6
2006*	17000	9200		7800	*估計數據

# 高速的經濟發展需要大量的能源消費來支持



# 2006年前三季度能源生產

- 原煤產量14.78億噸，同比增長11.7%，煤碳出口4722萬噸
- 全國發電量20111億千瓦時，同比增長12.9%，其中火電占80%，燃煤電廠占總裝機容量占71%，世界平均為37%
- 全國原油產量13793萬噸，同比增長1.7%；進口原油10489萬噸，增長10.4%；原油加工量22415萬噸，增長5.2%；天然氣產量431億立方米
- 煤占一次能源的約65-70%，1/3的煤是大陸生產和消耗的。全世界煤的比例平均是24%



# 世界能源消費的發展趨勢

有人預測：石油和天然氣的石油在2050年達到最高峰，而煤的石油在未來的200年中會持續增加

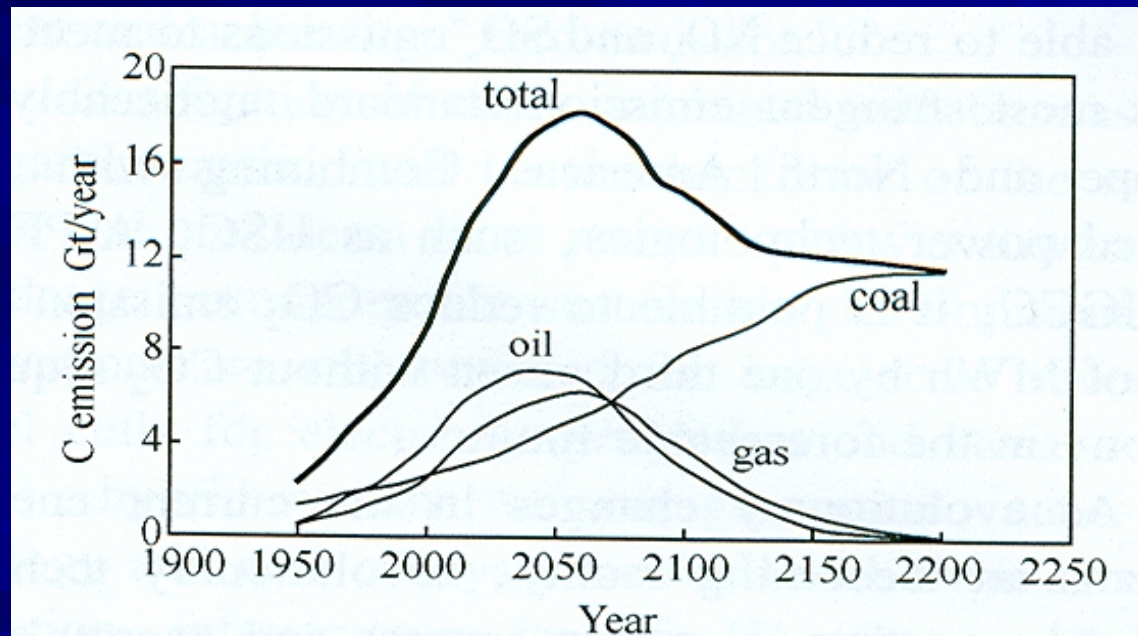


Figure 5 SFA Pacific's projection of fossil fuel age shown as carbon emissions

# 嚴重的環境問題

- 火電廠每發1kWh電的SO<sub>2</sub>排放比日本高出6.678g, NO<sub>x</sub>高3.82g, CO<sub>2</sub>高0.93g
- 2005年，二氧化硫排放量2549.3萬噸，比上年增加13.1%。烟塵排放量1182.5萬噸，比上年增加8.0%。工業粉塵排放量911.2萬噸，比上年增加0.7%。工業燃料燃燒二氧化硫排放達標率和工業生產工藝二氧化硫排放達標率分別為80.9%和71.0%，比上年分別提高2.3個百分點和11.6個百分點。酸雨覆蓋區已擴大到約占國土總面積的30%，SO<sub>2</sub>排放的75%以上來源于燃煤。
- 固体廢物產生量13.4億噸，比上年增加12.0%，排放量1654.7萬噸，比上年減少6.1%
- 廢水排放總量524.5億噸，比上年增加8.7%。其中工業廢水排放量243.1億噸，比上年增加10.0%。城鎮生活污水排放量281.4億噸，比上年增加7.7%

# 2005年環境情況

- 90%的SO<sub>2</sub>，60%氮氧化物和40%粉塵來自煤的燃燒，除污染空氣外也污染水。
- 509個城市中，空氣質量好於二級的僅佔44.9%，劣於三級的有43個，其中山西佔16個。
- 山西、寧夏、陝西等省區城市空氣質量超標的城市較多，國家環保重點城市中空氣質量劣於三級的7個城市是：山西大同、陽泉、臨汾；四川宜賓；甘肅蘭州、金昌；新疆烏魯木齊。

# 大陸的化石燃料資源-煤

- 地質理論資源量為5萬多億噸，已探明的可用煤儲量為1萬億噸，預計可使用數百年。經濟可採儲量為1900多億噸（儲採比為93），佔92.4%
- 煤炭資源分布面積約60多萬平方公里，根據第三次煤炭資源預測與評價，全國煤炭資源總量為5.57萬億噸，煤炭資源潛力巨大，而且品種豐富多樣，品質優良。
- 煤層氣資源：埋深2000米以淺煤層氣資源量約37萬億立方米，可採資源總量近11萬億立方米
- 夠用數百年

# 大陸的化石燃料資源-石油和天然氣

- 石油可採資源量為212億噸，探明剩餘可採儲量25億噸，平均探明率33%，處於勘探中期階段。佔化石能源探明儲量的5.6%（儲採比為24，仍能用20-30年）
- 天然氣可採資源量為22萬億立方米，截至2005年底已探明可採儲量3.5萬億立方米，平均探明率15.9%，處於勘探早期階段，開發潛力大。天然氣13700億立方米，佔化石能源探明儲量的2.%（儲採比為56，夠用50-60年）
- 全世界石油和天然氣估計可用40-60年

# 可再生能源資源

- 全國經濟可開發水電資源約4億千瓦，目前只開發了1/4；
- 可開發利用的風能約10億千瓦，目前只開發了0.13%；
- 太陽能開發利用潛力巨大，2/3的國土面積年日照時間在2200小時以上。
- 每年生產農作物秸稈資源量約為7億噸，其中可用于新能源開發利用的相當於1.5億噸標準煤
- 林業剩餘物資源量約2億噸標準煤，
- 油料植物和能源作物潛在種植面積可滿足年產5000萬噸生物液體燃料的原料需求

# 若干說明

- 1978--2005年中國一次能源消費年均增長5.16%，支撐了GDP年均9.6%的增長速度。
- 中國能源自給率一直保持在90%以上，比經合組織(OECD)國家平均水準高20多個百分點，比美國高30個百分點左右。而且國內的資源和技術能夠支持今後經濟高速發展的需求
- 中國是能源消費大國，從能源生產總量看，我國是世界第二大能源生產國
- 人均能源資源保有量和消費量均遠低於世界平均水準：人均一次能源消費，世界平均為1.65噸油當量，日本、美國分別為4.13噸和7.97噸油當量，而中國僅為1.18噸油當量，約為世界平均水準的3/4、日本的1/4、美國的1/7
- 中國人均石油消費量為0.242噸，約為世界平均水準的1/2、美國的1/13、日本的1/8；天然氣人均消費量僅為世界平均水準的8.5%、美國的1.6%、日本的5.6%。2005年，中國石油淨進口1.36億噸，人均僅0.1噸，只相當於世界平均水準的1/4，而同期美國石油淨進口達6.13億噸，人均為2.09噸，分別為中國的4.5倍和20倍
- 能源的使用效率仍然不夠高，2005年為1.22噸標煤／萬元GDP。（2010年下降到0.98噸標煤／萬元，降幅約20%），我國水泥行業綜合能耗高出1/5，鋼鐵行業大中型企業噸鋼可比能耗高出1/6，電力行業火電供電煤耗高出1/5
- 人均排放的污染量也低於世界平均水準

# 能源發展思路

- 堅持節約優先、立足國內、煤為基礎、多元發展，優化生產和消費結構，構築穩定、經濟、清潔、安全的能源供應體系。
- “煤為基礎，多元發展”的思路，大力研發煤的高效潔淨利用技術，大力提高油氣資源的開採率，以保障國內的能源供應；同時，應積極發展太陽能、核能、風能和生物質能等替代能源。



# 該思路的提出是基於

- 持續發展戰略的要求
- 我國資源狀況、特別是一次能源分布
- 對環境保護的要求
- 經濟快速發展的要求
- 能源的生產和使用的現實情況

# 煤為主要能源

- 65-70%的一次能源來自煤，是世界上為數不多的幾個以煤為主要能源的國家之一
- 2005年煤炭在一次能源生產總量和消費總量中的比重，分別為76.3%和68.7%，遠遠高於全球平均27%和27.8%的水準
- 在可預見的將來，仍然會保持這種以煤為主要能源的情況，與世界的能源的發展趨勢相一致
- 我國能源資源狀況是富煤貧油少氣
- 一次能源分布：絕大部分化石燃料的儲藏量和一次能源產量在乾旱的三北：華北、西北和東北，而使用主要在東南沿海。需大量遠距離運輸

# 發展潔淨煤和高效利用煤 技術是大陸的既定國策

- 持續發展戰略的要求：潔淨煤技術可使煤炭成爲高效和比較潔淨利用的燃料，是中國能源可持續發展的現實選擇；
- 是我國資源狀況的要求、環境保護的要求和經濟快速發展的要求所決定的

# 國家的能源布局

- 2004年，國家科技部對未來15年的能源的發展進行了研究，涉及煤油氣、核能可再生能源、氫能等10個子領域和83個課題
- 潔淨煤和高效利用煤相關課題15個，二次能源中，與電力氫能和燃料電池相關的共18個。
- 其中最重要的有：高效超臨界燃煤發電技術、以煤氣化為基礎的多聯產技術、煤炭直接和間接液化技術、乾法煙氣脫硫技術、煤炭氣流床氣化技術、重型燃氣輪機技術。

# 未來的國家政策導向

- 據估計，在2006~2020年間對煤化工領域的投資將超過萬億元，50%投資於裝備，10%技術軟體，發展煤化工裝備製造業，重點研發日投煤量在2000噸以上的大型煤氣化爐、大型空分壓縮機、大型合成反應器等關鍵設備
- 國家中長期科學和技術發展規劃綱要(2006-2020年)》優先主題“煤的清潔高效開發利用、液化及多聯產”關於“重點研究開發整體煤氣化聯合循環（IGCC）高效發電技術與裝備，大力開發煤液化以及煤氣化、煤化工等轉化技術，以煤氣化為基礎的多聯產系統技術”的要求，“十一五”期間，國家863計劃設立“以煤氣化為基礎的多聯產示範工程”重大項目
- 以“十一五”期間我國能源企業要建設的IGCC及聯產工程為依託，完成大型煤氣化、合成氣低污染重型燃氣輪機、液體產品合成、系統優化集成及設計、運行及控制等關鍵技術的研發與示範，完成液體產品聯產電、IGCC等典型系統的示範運行
- 重點支持推廣水煤漿氣化、粉煤加壓氣化、常壓灰熔聚流化床氣化、恩德爐粉煤氣化技術，不斷完善幹煤粉氣化和加壓氣化技術
- 發展煤炭新能源的煤代油技術
- 神華集團直接液化製油技術、中科院山西煤化所及兗礦集團的間接液化製油等技術。
- 兩步法二甲醚、大型甲醇和烯烴等國產化技術

# 什麼是潔淨煤和高效利用煤技術

- 潔淨煤技術是指煤炭開發和利用過程中，用于減少污染和提高效率的煤炭開採、加工、燃燒、轉化和污染控制等一系列新技術的總稱，是使煤炭作為一種能源為達到最大潛能的利用而將所釋放的污染物控制在最低水準，實現煤的高效、潔淨利用的新型技術
- 潔淨煤技術主要包括；煤的潔淨開採技術，煤利用前的預處理技術，煤利用的環境控制技術，先進的煤炭發電技術，提高煤利用效率技術，煤炭轉化技術，廢棄物處理和利用技術，煤層氣的開發及利用，CO<sub>2</sub> 固定和利用技術

# 煤的潔淨高效利用技術

- 煤炭的預處理技術
- 高效燃燒技術\*
- 節能技術，多聯產
- 煤炭轉化技術\*
- 污染物排放的控制技術和廢物處理技術\*

# 煤的預處理技術

- 洗選煤、型煤和水煤漿技術
- 提高燃燒效率，節煤
- 相當幅度降低黑煙、粉塵、SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>的排放
- 節約運力和運輸成本
- 替代部分液體燃料，節約費用
- 預處理煤佔總產量的約50%，逐年提高
- 有不少自主研發的技術，與國際先進水平相當



# 煤的高效燃燒技術

煤的85%以上是用於燃燒的：發電、工業鍋爐窯爐和民用,2005年發電用煤10多億噸，工業鍋爐約4億噸，窯爐3億多噸

煤潔淨高效燃燒的裝置的推廣使用和研發。主要是循環流化床包括AFBC、PFBC、A-PFBC和IGFC

使用和研發潔淨高效燃燒技術，包括低NOX燃燒器、爐內分級供氧技術、再燃燒技術、SCR技術、吸附劑噴入技術、脫SO<sub>2</sub>濕式洗滌器、高預熱空氣燃燒、使CO<sub>2</sub>、NOX和SOX排放同時減少的富氧燃燒技術等

發電機組大型化：單機60萬千瓦級循環流化床電站，整體煤氣化燃氣—蒸汽聯合循環電站工程。鼓勵發展坑口電站，建設大型煤電基地

發電機組高溫高壓化：亞臨界機組，發電效率38%，540°C；超臨界機組，38-40%，600°C（已建成多座）；超超臨界機組，40-50%，700°C（已在山東浙江建成投產）

研發先進的發電技術--IGCC：120MWe和200MWe級（煤氣化成煤氣-流化床氣化、高溫脫硫脫灰、燃氣輪機燃燒、餘熱鍋爐、蒸汽輪機），發電效率50-52%，脫硫率99%，NO<sub>x</sub>僅常規電廠的15-30%，耗水僅1/3-1/2；與固體氧化物燃料電池結合，電效率可達60%以上。從而減排CO<sub>2</sub>的總量

# 節能潛力和目標

- 鑒于能源利用效率仍然較低“十一五”要求節能20%。由2005年的1.22噸標煤／萬元GDP下降到2010年的0.98噸標煤／萬元
- “十一五”有十項重大節能項目，可實現節能2.4億噸標準煤（未含替代石油）。其中燃煤工業鍋爐（窯爐）改造工程、區域熱電聯產工程、餘熱餘壓利用工程節約和替代石油、能量系統優化（系統節能）工程、綠色照明工程等五項與煤燃燒效率有關

# 多聯產技術

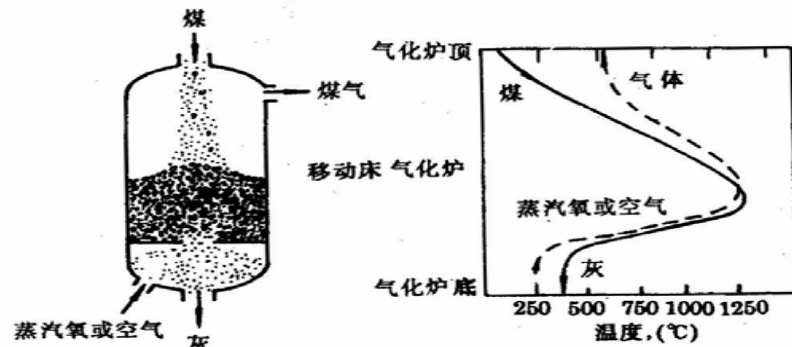
- 上海焦化廠三聯供是最早的實踐（煤氣化後產城市煤氣，發電、化學品）多聯產技術的
- 開發各種多聯產技術如焦炭煤氣和化學品（主要是芳烴、甲醇和二甲醚）；電、油、焦炭、熱、燃料、化學品、CO<sub>2</sub>、氮氣、H<sub>2</sub>；有分析指出：電油量產可提高相對價值約30%
- 重點煤炭集團公司的煤?電產業鏈全面拓展，大型坑口電廠及綜合利用電廠新建、擴建步伐加快
- 煤---焦（氣）一化產業鏈發展勢頭良好。山西焦煤、潞安、晉城三大煤炭集團現有煤炭加工轉化建設項目119個，高濃化肥、乙炔化工等基本有機化工原料和新型精細化工產品，已成為山西省煤化工產業發展的亮點
- 液體產品及電聯產系統試驗、示範：集成自主研發的合成油技術、合成氣重型燃氣輪機技術，油電聯產系統的設計、建設、試驗、示範運行
- 大力發展綜合利用和循環經濟，使資源得到充分的利用

# 煤炭氣化技術

- 煤氣化技術是發展煤基化學品、煤基液體燃料、煤氣化聯合循環發電（IGCC）、多聯產等過程工業的基礎，是潔淨煤技術領域的關鍵性共性技術，也是最困難最費錢的技術，佔總投資的50-70%，**“龍頭老大”**
- 目前使用和研發的氣化爐可分為三類：移動床適用於小容量（4-15MW熱量）；流化床適用於中等規模（15-200MW熱量）；氣流床適用於較大規模生產（200MW），因此是關鍵技術
- 目前全球有117家以大型煤氣化為龍頭的現代煤化工和煤化工能源一體化工廠，共有385座大型現代氣化爐。總生產能力達到45000兆瓦，東亞和澳洲佔22%，非洲和中東佔34%，歐洲佔28%，北美佔15%。
- 氣化用的原料49%為煤炭，36%為石油焦。生產的產品比例，37%為各類化工產品，36%為間接法合成油，19%為以煤氣化為核心的現代煤化工產能年增長率達5%，高於全球化工產能年均增長率3.6%的水準。

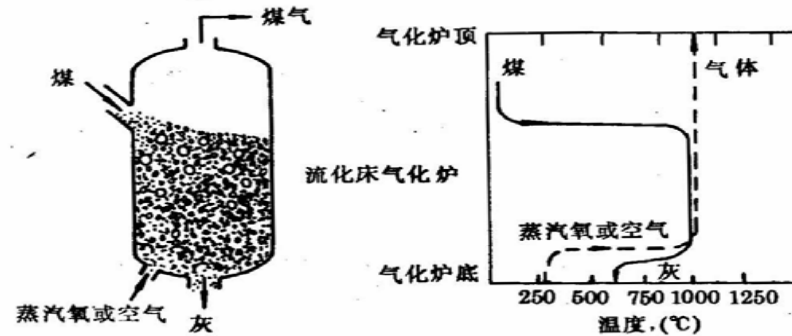
# 典型的氣化技術

● 移動床



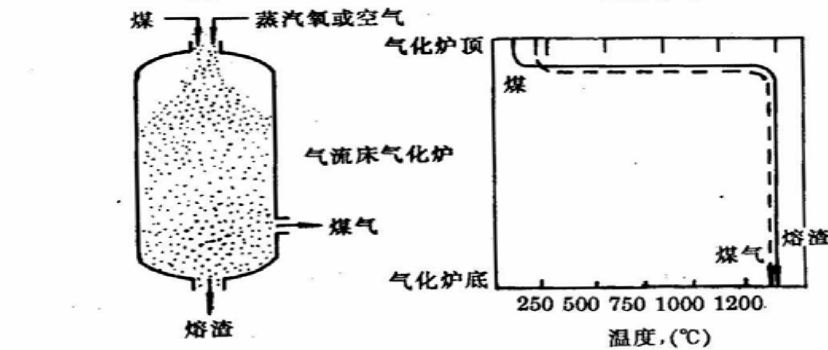
Lurgi

● 流化床



HTW  
KRW  
ICC

● 氣流床



Texaco  
Destec  
Shell  
Prenflo

三类煤气化炉及床内温度分布

表一 典型的煤气化条件

	移动床	流化床	气动床
煤种	非粘结	非粘结	广泛
供料系统	干法	干法	干法或湿法
颗粒大小	5-80 毫米	1-5 毫米	< 0.1 毫米
停留时间	15-30 分钟	5-50 秒	1-10 秒
气化剂	空气或氧气	空气或氧气	氧气
去除的矿物质	灰	灰	熔渣或灰
气化温度	800-1100 °C	800-1000 °C	1200-1700 °C
气化压力	1-30 bar	10-25 bar	20-80 bar

# 國內的煤氣化技術

- 常壓固定床氣化爐四千多台。而流化床、氣流床氣化爐都是引進的。固定床氣化工藝的問題是需用塊煤，資源緊張，效率不高，不適用於大規模生產。
- 我國相繼引進了魯奇爐、U-gas和Texaco（20多台）、SHell（15台）和GSP氣化爐等幾乎所有的技術。先期引進的付出的沉重的教訓，後期較好。
- 通過對引進技術的消化吸收和國家重點科技攻關，我國的煤氣化技術研發取得了重要進展。如發展了四噴嘴對置氣流床技術、兩段爐氣流床技術以及BGL改造魯奇技術；用國產噴嘴替代了美國噴嘴，技術性能大為提高；國產洛耐磚替代法國耐火磚，價格比為0.5:1。國產化率已達到90%以上
- 自主研發的灰熔聚流化床粉煤氣化工藝，100t/d示範項目已完成已進入工業應用階段，
- 粉煤加壓氣化日處理1150噸煤的氣化系統的示範工程於2005年投運成功
- 在已有的研究成果基礎上，要對2000噸/天級新型水煤漿氣化技術、2000噸/天級乾煤粉加壓氣化技術和600噸/天～1500噸/天級粉煤加壓密相輸運床氣化技術進行工業驗證、裝置設計、試驗、運行及示範

# 氣流床 氣化爐

- 氣化劑（蒸汽和氧氣）夾帶著粉煤或者煤漿通過特殊噴嘴高速噴入爐膛，瞬間著火，直接發生火焰反應，溫度高達 $2000^{\circ}\text{C}$ ，煤立刻氣化轉化為煤氣和煤渣。
- 特點為：煤種適應性強，低階粉煤更經濟、停留時間短約1-3秒；碳轉化率高，溶渣中含碳量低，排渣簡單、氧消耗量較大、出口煤氣溫度高顯熱損失大、潔淨煤氣中含 $\text{CH}_4$ 少熱值不高、不產生含酚廢水。
- 這些特點適用於作為聯產的龍頭，
- 基礎研究973項目，在此基礎上研發水煤漿和粉煤進料的大規模高效氣流床氣化技術



# Texaco和Dow（Destec）技術

- 水煤漿氣化，純氧作氣化劑，液態排渣
- 煤氣（CO+H<sub>2</sub>）80%左右，碳轉化率96-99%，
- 爐子結構簡單氣化強度大、煤適應範圍較廣
- Tampa，日處理2000噸煤，發電能力為250MW
- 國內引進了20多套Texaco氣化爐（國內配套完成部分設計、安裝和操作，積累了豐富經驗），但是不適用於灰熔點高的煤種
- 多噴嘴流化床氣化爐通過中試裝置（耗煤22-24噸/天）考核運行，在比氧耗、比煤耗、碳轉化率、和有效氣成份等指標優於Texaco爐，已獲專利

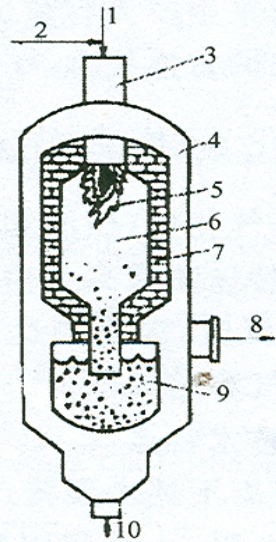


图 1 德士古气化炉中气化部分的结构示意图

Fig. 1 Structure scheme of gasifying parts in Texaco gasifier

- 1— Coal water slurry inlet; 2—  $O_2$  inlet; 3— Burner  
 4— Pressured shell; 5— Burning flame; 6— High temperature reaction zone; 7— Firebrick lining; 8— Gas outlet; 9— Slag basin; 10— Water slurry slag outlet

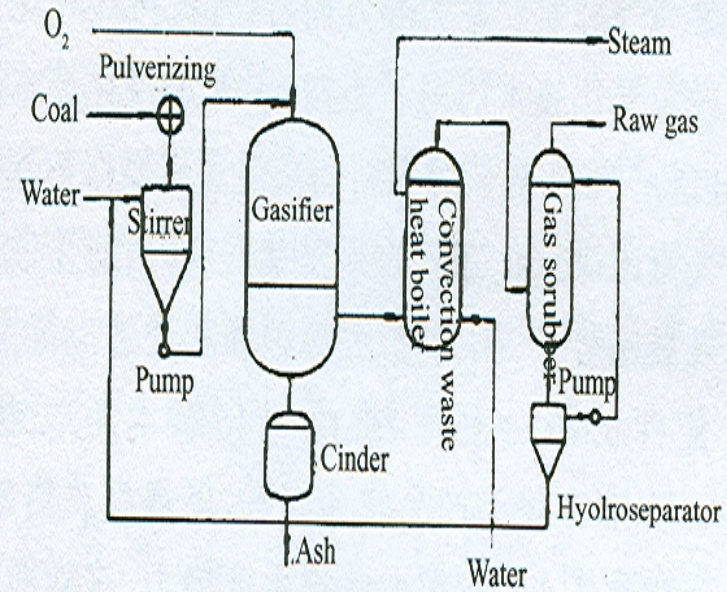
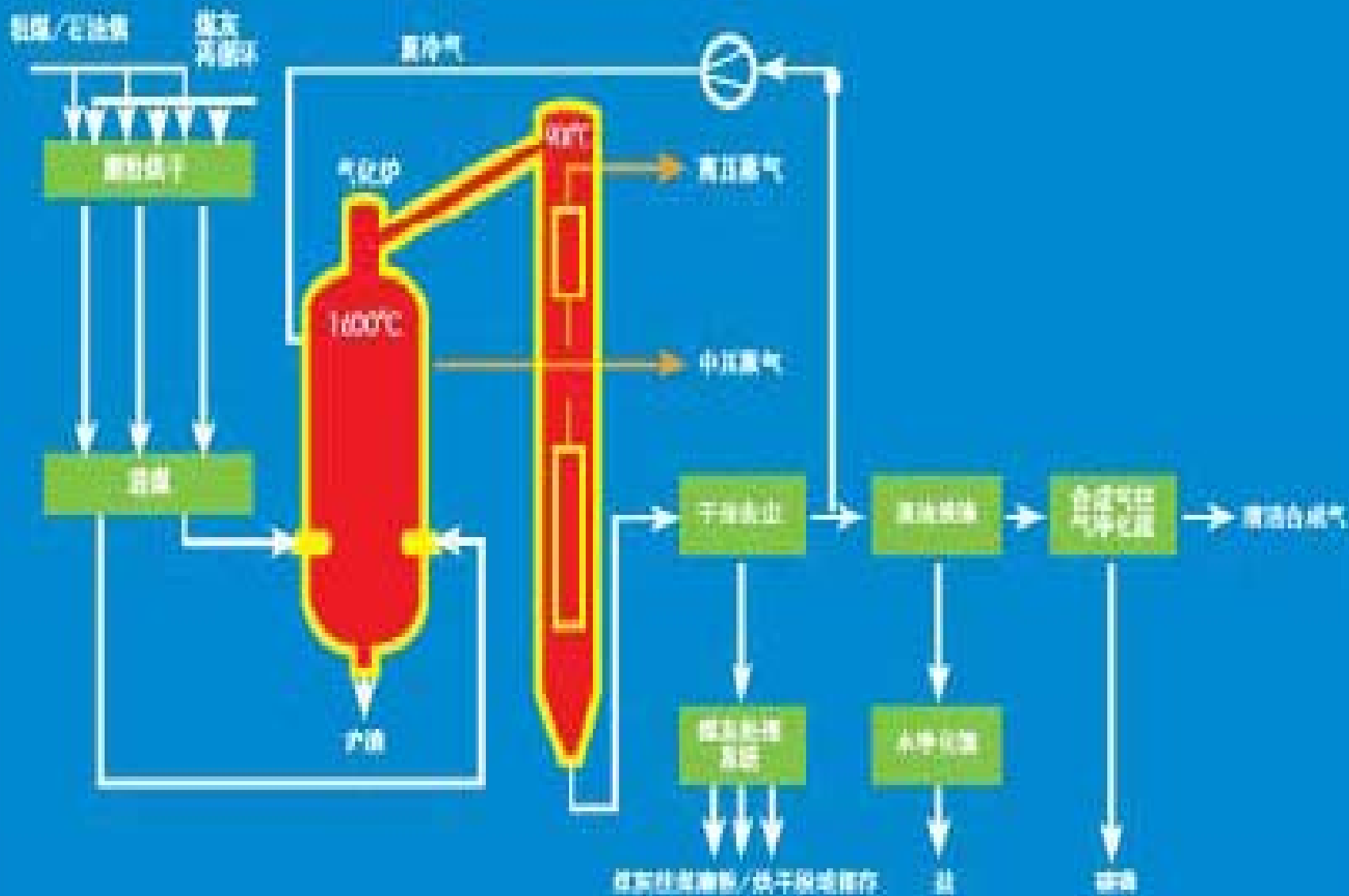
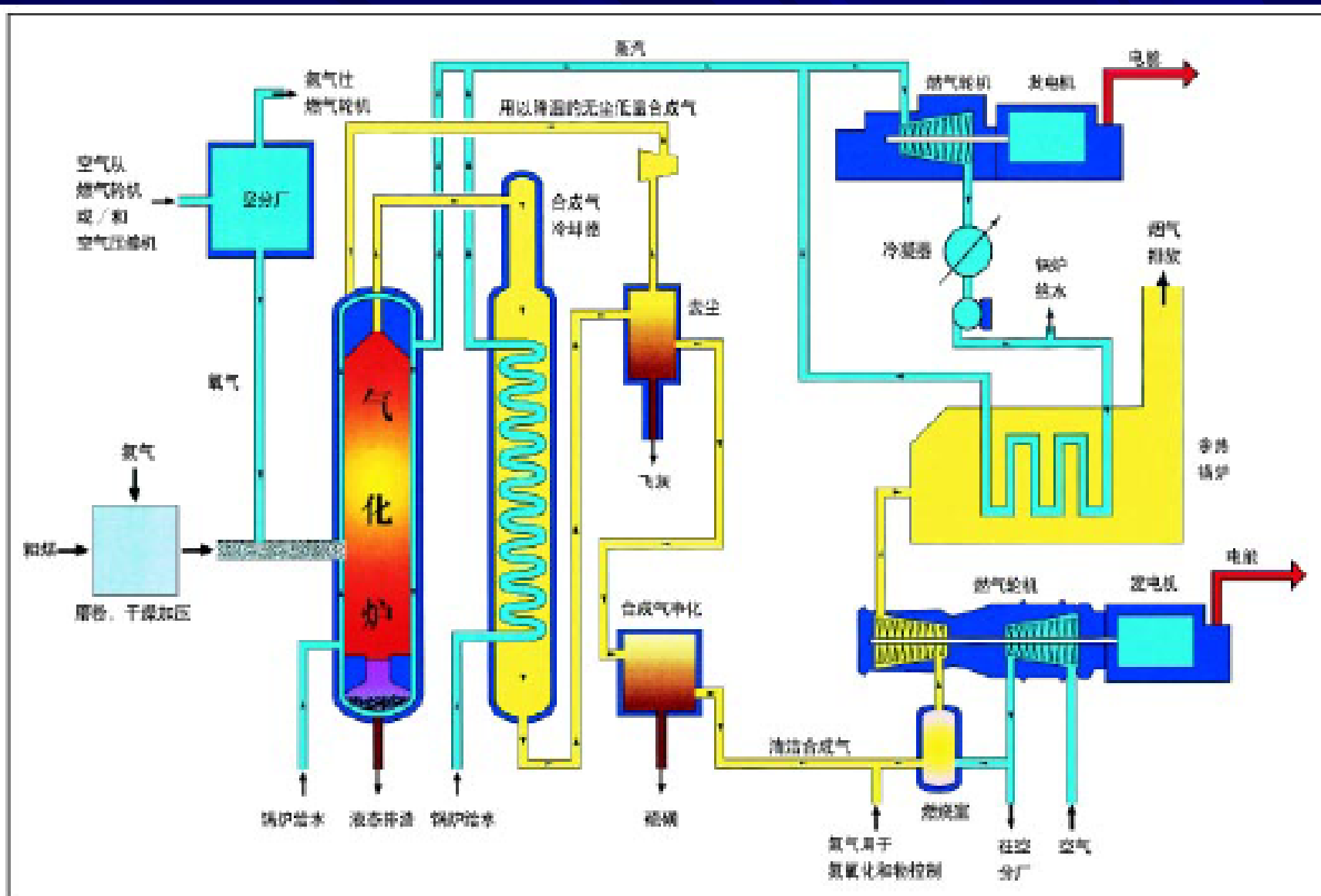


图 2 德士古气化法的典型流程图

# Shell、Kropp 和Prenflo氣化爐

- 僅在Buggenum有商業運行（用IGCC），日處理2000噸煤，發電能力250MW
- Kropp技術的Puertollano，日處理2600噸煤與石油，發電能力300MW
- 國內引進的15套已開工建設，可用于灰鎔點的煤
- 與湖北雙環科技股份有限公司合作三年建設於2006年5月17日開始試運行。氣化爐日投煤量為900噸，生產合成氨所需的合成氣
- 產高灰鎔點煤的淮南要引進GSP氣化爐





以壳牌煤气化技术为基础的整体煤气化蒸汽——燃气联合循环装置

# Spouted Bed ( 噴動床 )

- 適用於低熱值煤炭和工業廢棄物燃燒和氣化)。
- 國外：英國帝國理工學院、美Rensselaer 理工學院、加拿大Ecole Polytechnique；
- 國內：清華、中科院過程所、山西煤化所、華東理工大學、石油大學、瀋陽化工學院、東南大學、廣州能源所、河北工業大學。

# 氣化過程的分析和選擇

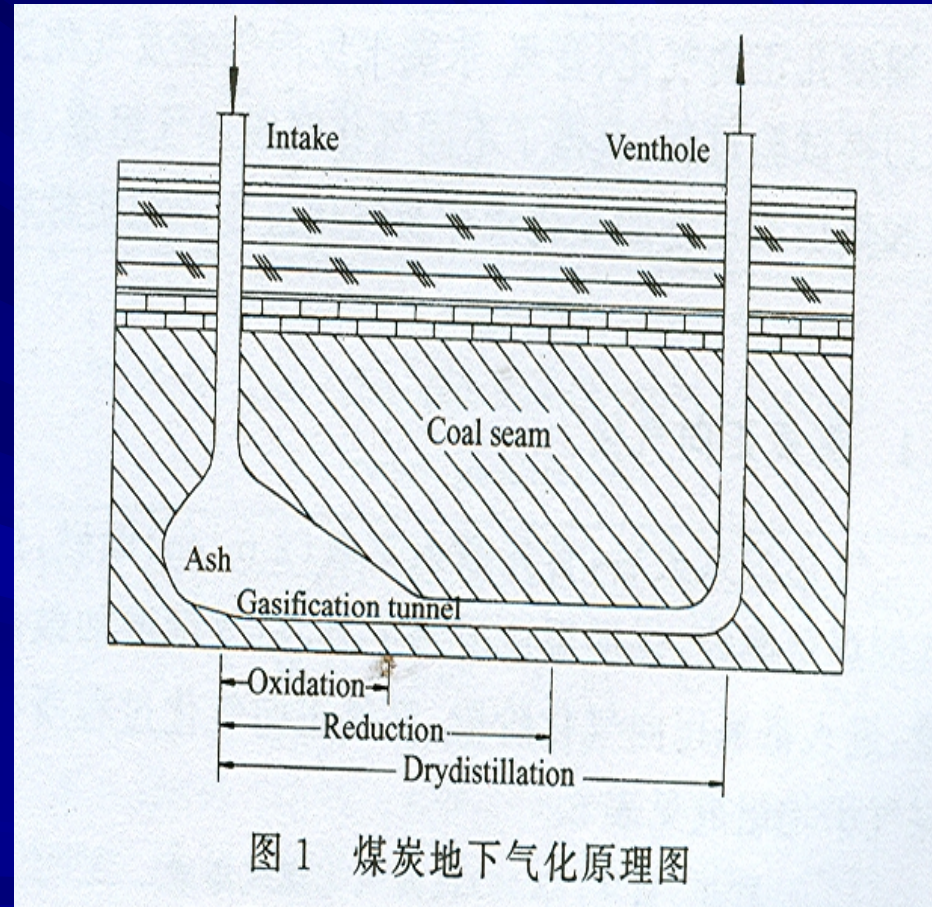
## 不同氣化爐工藝冷煤氣效率和氣化過程效率比較

項目 \ 氣化爐	Lurgi	HTW	KRW	AFB	Shell	Texaco
冷煤氣效率, %	79.9	82.4	80.7	73.9 (78) *	80.7	76.8 (70)
過程效率, %	—	76.7	73.8	68 (72) *	71.0	67.2 (68)
備註	塊煤, 複雜的其它淨化系統	褐煤				煤漿濃度 66.5%(62%)

\*10%殘炭回收並進一步折算為5%的功

# 地下煤氣化

- 俄羅斯在應用，歐美在開發。經驗指出，地下氣化使合成氣的成本下降30%，發電成本可下降27%；而廠房空間可減少50%，鍋爐金屬耗量可降低30%，運行人數可減少37%。十分具有誘惑力的。
- 我國的地下氣化技術有很大進展：“長通道、大斷面、兩階段”的新工藝在徐州新河二號井的半工業性試驗和唐山劉莊煤礦的工業性試驗中取得了成功。已實現穩定生產三年多，目前仍在運行中，經濟效益顯著。太原東山煤地下煤氣化試驗獲得成功
- 但是，對地質條件要求高





# 煤轉化技術：直接液化

- 高壓加氫使煤轉化爲類似原油那樣的液化油，再經煉製獲得液體燃料汽油柴油和燃料油。
- 主要液化技術有：德國液化新工藝IGOR、美國供氫溶劑法EDS和IHT、日本的NEDOL法、UOP的煤油共煉技術和大陸的神華直接液化工藝
- 北京煤化所引進德國、美國日本的直接液化中試裝置對國內的許多煤種進行了試驗，
- 選擇合適煤種建廠，多個產煤省份都想建直接液化廠，大陸很熱。

# 直接液化

- 神華集團用自己在上海開發的直接液化技術在內蒙動工建100萬噸油品/年的直接液化廠，2004年8月動工，於2007投產。現已完成投資的80%，基建60%。煤液化項目總投資250億元，設計規模為年生產成品油500萬噸，副產品18萬噸，年可就地轉換煤炭1500萬噸
- 用德國液化新工藝IGOR和先鋒煤在雲南建廠：總投資104億元，規模為液化煤年消耗257萬噸，氣化耗煤253萬噸，年產汽油35.24萬噸，柴油53.04萬噸，液化石油氣6.75萬噸，生產成本0.4美元/加侖)
- 用NEDOL 法和黑龍江依蘭煤在日本進行了1噸/天的PSU成功試驗
- 黑龍江、河南平頂山、內蒙扎賚諾爾的煤炭直接液化項目的前期工作已基本完成，目前已進入立項階段。
- 貴州、山東、山西、寧夏等省也正在進行煤種試驗和煤炭液化的前期研究工作

# 間接液化—烴類燃料

- 煤先氣化生產合成氣（ $\text{CO}+\text{H}_2$ ），然後再催化劑作用下進行費-托合成生產烴類，再經加工生產高質量的液體燃料汽油和柴油。
- 中科院山西煤化所發展了自己的固定床和漿態床F-T技術，完成中試（1000-3000噸/年），與企業集團聯合成立了合成油公司，在內蒙、山西建立三個示範廠；
- 兗州集團與上海合作也開發了F-T技術也在建立示範廠，
- 還有神化集團引進南非SASOL技術正在建廠

中國第一輛100%合成柴油車上路  
EU III 2.0 發動機 超过10000 公里  
實測結果 4.5 升/100 km  
柴油十六烷值 大於70  
排放：無黑煙 無硫 尾氣無味  
大眾的台架結果超過EU IV標準



# 自主合成油技術的產業化部署

建三個示範廠 第一廠：16 萬噸/年工業示範廠  
規模適宜？可保本或贏利？技術風險化解？企業聯手

- 2005年 示範廠設計和工藝軟體包、項目啓動、招標
- 2007年 建成 調試運行
- 2008年 實現運營
- 2008-2012年：2-3 個 200 萬噸/年生產廠
- 2013-2016年：總能力 1000 萬噸/年  
形成1-2個500 萬噸/ 年規模綜合企業

2007年建成一個1500噸/年的催化劑廠



# 間接液化-醇醚燃料

- 經甲醇或直接合成二甲醚，甲醇合成是成熟技術
- 2010年、2015年和2020年，煤製油規劃年產分別為150萬噸、1000萬噸和3000萬噸(2015年和2020年佔成品油的比例為4%和10%)；
- 二甲醚年產分別為500萬噸、1200萬噸和2000萬噸。
- 煤製甲醇年產分別達1600萬噸、3800萬噸和6600萬噸，到2020年，煤製甲醇佔94%。

# 煤製油

- “煤變油”工程是石油資源貧乏國家，緩解石油緊張狀況的重要途徑。從技術看，南非已有50年的生產經驗，德、美、日等國家有此方面儲備技術
- 國內煤製油項目的投資只要有：神華集團、兗礦集團和潞安集團。神華用改進的國外技術兗礦以自主技術為基礎，潞安則以“煤基合成油”技術為主。另外還有內蒙民企泰集團投資間接液化項目
- 神華集團已經在陝西榆林、內蒙古鄂爾多斯、寧夏寧東三地完成了煤製油基地佈局，新疆將成爲其煤製油項目的第4個基地。最近投資600億元，在內蒙古鄂爾多斯規劃建設年產500萬噸油的“煤變油”直接轉化工程，2008年一期工程將全部建成，產量500萬噸，現已完成60%，二期工程之後的總產量將達1000萬噸。直接轉化的效率高但質量不高，間接轉化的效率相對低但質量明顯好得多。“間接轉化是做‘富強粉’，但耗煤量大，能耗高，成本高，直接轉化是做‘標準粉’，成本低。兩者結合，可以優勢互補



# 煤製油

- 潞安集團利用煤化所技術，先建20萬噸/年示範廠，然後建大廠，其投資的生產規模也將達到520萬噸。
- 依泰集團也利用煤化所技術，先建16萬噸/年示範廠，然後建大廠，其投資的生產規模也將達到1000萬噸
- 兗礦集團開發了自主技術。今年4月在陝西榆林開工的煤製油項目將耗資千億元。分兩期完成，一期工程計劃於2013年建成，年產500萬噸油品，投入資金為500億元。前期示範工程年產100萬噸油的生產線，投入約為120億元。規劃目標是，到2020年達到3000萬~5000萬噸油。在貴州的投資將會超過100億元
- 中國將利用南非這項已有50年生產經驗的成熟技術，在煤炭資源豐富的陝西和寧夏設立兩個"煤變油"項目，每個項目投資幾十億美元，從戰略上緩解中國未來石油資源短缺問題。

## 名稱

## 工程進展概況及發展規劃

---

神華集團煤液化	直接液化示範工程已啓動，第一條生產線，100萬t/a規模，預計2005年建成。規劃：2010年直接液化、間接液化總能力達到1000萬t/a，2020年，總能力達到3000萬t/a。
寧（夏）煤集團煤化工	150萬t/a間接液化完成預可研；80萬t/a二甲醚完成前期研究。規劃：間接液化一、二期總產量達到300萬t/a。
大同煤化工聯產	完成方案研究：聯產油品80萬t/a、甲醇70萬t/a、電力12億kWh/a（自用）。規劃：一、二期總產量達到油品160萬t/a、甲醇140萬t/a，聯產電自用。
錫林郭勒煤液化	100萬t/a直接液化完成預可研。
先鋒煤液化	100萬t/a直接液化完成預可研，項目籌建中。
六盤水煤化工聯產	300萬t/a煤焦與50萬t/a直接液化聯產方案研究。
依蘭煤液化	100萬t/a直接液化完成預可研。
雙鴨山煤液化	100萬t/a直接液化完成預可研。
河南煤液化	間接液化油品150萬t/a完成預可研。
鄂爾多斯間接液化	
山西潞安間接液化	

---

# 煤製醇醚燃料和化學品

- 河南2010年要形成550萬噸甲醇、140萬噸丙烯及下游產品的生產能力
- “十一五”期間，山西煤化工重點項目總投資870億元，到“十一五”末形成100萬噸尿素、450萬噸甲醇、250萬噸聚氯乙烯、160萬噸苯和255萬噸煤焦油的生產能力
- 全球第二大礦產公司英美資源集團董事長馬克15日在2006中國國際礦業大會上表示，該公司正對中國陝西西灣的煤炭和煤化工項目做可行性研究，預計該項目將於2009年投產，總投資可達40億美元（約316億元人民幣）。該項目是一個煤烯烴項目。中外雙方先各出資50%，用于勘探西灣露天區煤炭資源。這是中國第一個中外合作的煤炭勘查、開採與轉化一體化

# 煤製油

- 今年7月14日，國家發改委發布公告，對煤製油項目進行降溫。公告稱：在國家煤炭液化發展規劃編制完成前，各級投資主管部門應暫停煤炭液化項目核准；對不能實現廢棄物綜合利用和無害化處理的煤化工項目應不予核准或備案。煤炭液化尚處於示範階段，應在取得成功後再推廣，一般不應批准年產規模在300萬噸以下的煤製油項目，目前開工建設的十幾萬噸規模的煤製油裝置多數不夠經濟規模，技術不夠成熟，並且這類裝置投資巨大，具有較大的投資風險
- 影響到：1、雲南省先鋒煤製油項目100萬噸油，該項目前期投入資金“付之流水”；2、河北開灤集團在新疆伊犁啓動的200萬噸煤液化項目化爲泡影；3、徐礦集團、中科合成油技術有限公司在寶雞的48萬噸級煤製油選址項目前景堪憂；4、河南平煤集團的平頂山50萬噸煤製油項目以及黑龍江依蘭煤炭直接液化項目已經擱淺……

# 污染物排放控制

- 煤炭產量的80-85%是被燃燒的
- 一般可分為爐前爐中和爐後三類脫除方法
- 主要污染物：煙塵、SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>等
- 爐前技術，除洗選煤、型煤和水煤漿外，還在研究的有生物脫硫、超臨界脫硫技術

# 煙氣脫硫

- 2005年底，建成投產的煙氣脫硫機組容量由2000年的500萬千瓦上升到了5300萬千瓦，增長了近10倍，約佔火電裝機容量的14%，
- 正在建設的煙氣脫硫機組容量超過1億千瓦。
- 已有石灰石--石膏濕法、煙氣循環流化床、海水脫硫法、脫硫除塵一體化、半乾法、旋轉噴霧乾燥法、爐內噴鈣尾部煙氣增濕活化法、活性焦吸附法、電子束法等十多種煙氣脫硫工藝技術得到應用。
- 石灰石--石膏濕法煙氣脫硫仍是主流工藝技術，。據統計，投運、在建和已經簽訂合同的火電廠煙氣脫硫工藝技術中，石灰石-石膏濕法佔90%以上。
- 總體看，我國煙氣脫硫產業已具備了年承擔近億千瓦裝機脫硫工程設計、設備製造及總承包能力，10萬千瓦及以上機組煙氣脫硫工程總承包業績的公司近50家；其中，合同容量超過200萬千瓦裝機的公司有17家，超過1000萬千瓦裝機的公司有7家。北京國電龍源環保工程有限公司總承包合同容量達到了2471萬千瓦
- 煙氣脫硫工程每千瓦造價已由最初的1000多元(人民幣，下同)降到目前的200元左右

# 爐中脫除污染物（脫硫脫硝）技術

- 重點發展的潔淨燃燒技術
- “煮八寶粥”：在循環流化床燃燒中混入濕式脫硫劑；噴液體石灰水，複合鈣基固硫劑的用；
- 燃燒時混入天然氣或油；分段注氧降低NOX的生成，蘇州望亭、鎮江諫壁電廠；
- 智能化降低NOX排放，上海外高橋電廠。（清華、華中理工大學、東南大學，華東理工大學、過程所等）。
- 化學環路燃燒（Chemical Looping Combustion）技術

# 爐後脫除污染物（脫硫脫硝）技術

- 脫硫脫硝技術（洗滌裝置）；
- 催化脫硝（SCR）脫硫技術和裝備
- 煤氣高溫脫硫技術（配合IGCC）
- 靜電除塵（脫灰）：袋式除塵效率99.9%，  
靜電除塵（ESP）效率與袋式相近，濕
- 煙氣脫硫（FDG）洗滌器效率90%。聯合使用達99.99%。



# 結語

- 煤炭潔淨高效利用技術對地域廣大情況複雜多變且以煤為主要能源的大陸的持續快速發展是極其重要的，發展這些是大陸既定的國策
- 國家和企業投入大量人力、財力和物力進行對該類技術全方位的研究發展並積極推廣使用，包括從煤的預處理、高效燃燒、節能、氣化、直接和間接液化、污染物的控制和處理等多方面技術
- 範圍廣內容多，無法全面介紹，主要針對個人認為最重要潔淨煤和高效利用技術的現狀、使用、發展和進展以及問題、解決辦法等作簡要的介紹
- 問題和錯誤難免，由個人負責。不同看法和意見可以充分討論

謝謝大家！