

# 煤气化小组中期报告

---

吴丹 许辉 林浩  
李玉娟 姜味茗  
潘国隆

2003-4-2

# 报告的主要内容

- 研究背景
- 研究目的
- 研究思路
- 工作内容
- 主要成果
- 下步计划

# 目录

- 研究背景
- 研究目的
- 研究思路
- 工作内容
- 主要成果
- 下步计划

# 研究背景

- 中国是世界上最大的煤炭生产国和消费国，燃煤产生了非常严重的环境污染问题；中国缺油少气，煤炭占全国常规能源探明储量的90%。必须改变对煤炭的利用方式，发展洁净煤技术（CCT），煤气化技术就是洁净煤技术的其中一种。
- 我国的环境政策正日趋严格，洁净煤技术的相关法律法规也相继出台，洁净煤技术在我国有了一定的发展。
- 虽然中国从80年代初就开始加强洁净煤技术工作，但目前的发展水平与发达国家还相差很远，离我国对清洁能源与环保的要需求还有很大差距。煤气化技术的市场化和商业化刚刚起步，目前全国每年气化用煤量仅约60Mt，中小型气化普遍存在技术水平落后、效率低、污染严重等问题；大型煤气化以技术引进为主（成玉琪等, 1999）。

# 目录

- 研究背景
- 研究目的
- 研究思路
- 工作内容
- 主要成果
- 下步计划

# 研究目的

- 初步识别目前国内煤气化技术的市场化过程受到了哪些方面因素的影响。
- 考察采用煤气化技术对一个既定的行业或企业来说是否能真正带来经济效益，以及能够带来哪些方面的经济效益。
- 为政府推行相关政策培育洁净煤技术市场提供信息，为企业决策者提供量化的数据支持。



# 目录

- 研究背景
- 研究目的
- 研究思路
- 工作内容
- 主要成果
- 下步计划

# 研究思路

识别煤气化技术市场化的主要影响因素

划分不同的市场

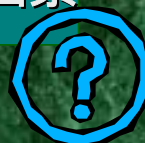
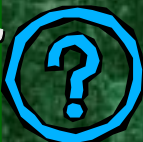
已形成一定  
规模的行业

影响煤气化不同  
应用领域的具体因素

还没有形成  
规模的行业

是否有经济  
效益？哪几  
方面效益？

需要具备  
哪些条件  
才有效益？





# 选择shell煤气化技术作为例子

- 为什么选择shell煤气化技术？
  - 煤气化技术以壳牌公司的粉煤气化技术和德士古公司的水煤浆气化技术最为典型。今后的发展趋势应是效率较高、煤气成分较好的干粉煤气化技术，Shell煤气化技术就采用了这种干粉煤气化技术。
  - 课程提供了便利条件。
- 选择shell煤气化技术存在什么问题？
  - 壳牌公司在中国投资开发煤气化技术市场时，对不同行业市场的投资选择有出于本公司自己的考虑，对化工行业（肥料//甲醇）、IGCC技术、工业气（如制氢）等的投资份额不同，这在一定程度上影响了哪些行业能够市场化，哪些不能市场化。

# 目录

- 研究背景
- 研究目的
- 研究思路
- 工作内容
- 主要成果
- 下步计划

## 工作内容

- 文献调研
- Shell 公司访谈
- 联系相关部门和科研院所
- 神化集团下属公司访谈
- 编写中期报告

## 工作内容

- 文献调研
- Shell 公司访谈
- 联系相关部门和科研院所
- 神化集团下属公司访谈
- 编写中期报告

Ø 煤气化技术的  
技术综述  
Ø 我国煤气化  
技术的发展现状  
和存在问题的  
综述

## 工作内容

- 文献调研
- Shell 公司访谈
- 联系相关部门和科研院所
- 神化集团公司访谈
- 编写中期报告

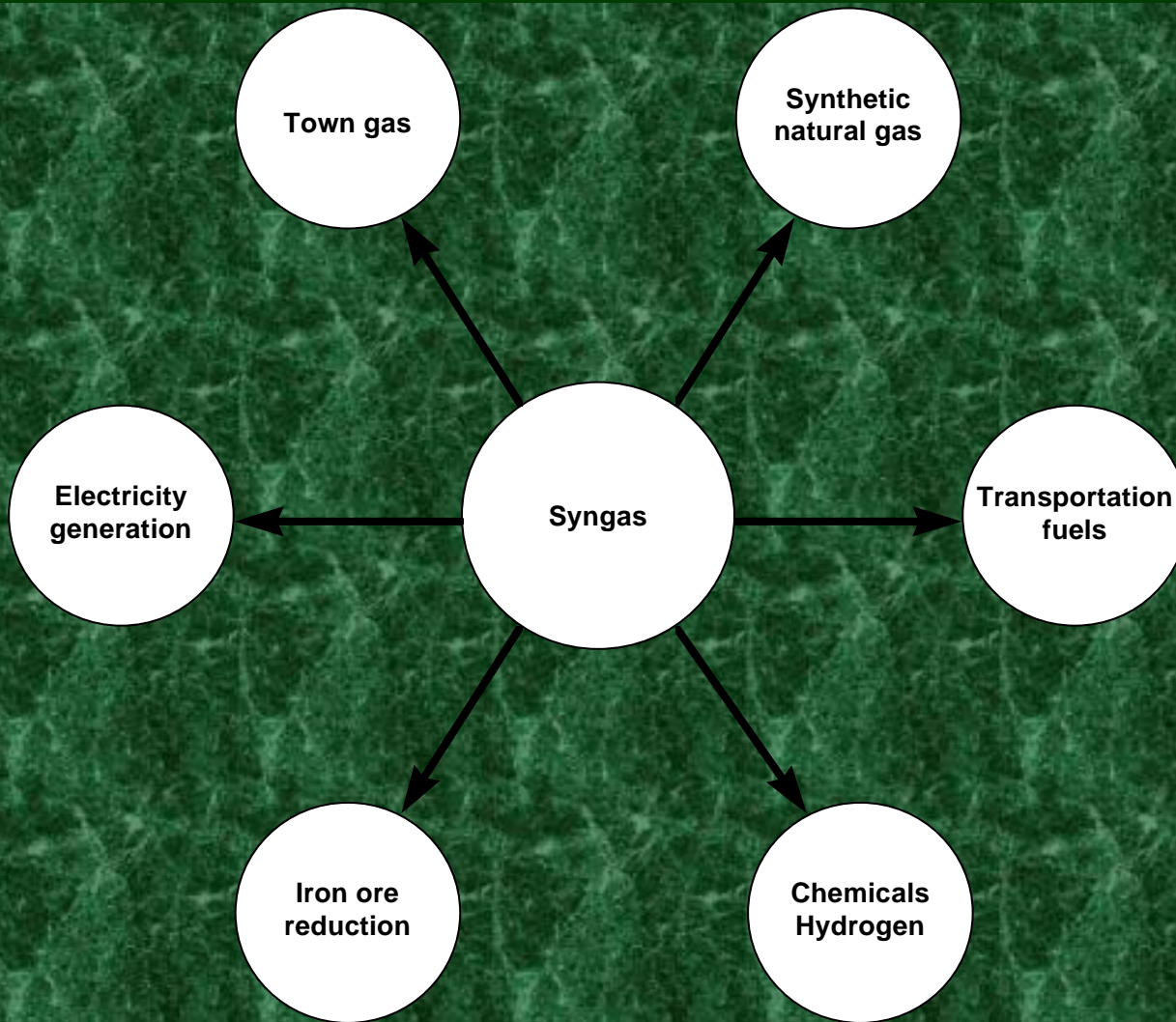
Ø 煤气化技术的  
技术综述  
Ø 我国煤气化  
技术的发展现状  
和存在问题的  
综述

# 煤气化技术的技术综述

- 煤气化气化产物的用途
- 现代工业对煤气化技术的要求
- 煤气化工业化历程
- 主要煤气化技术的比较
- Shell的几种主要技术形式

# 煤气化气化产物的用途

- 煤气化是将煤中可燃物完全转化为气体产物,这些气体产物的潜在用途
  - 生产天然气的代用品
  - 用作以后生产乙醇、汽油、塑料等的合成气
  - 用作发电的气体燃料
  - 用作生产工业蒸汽和工业用热的气体燃料





# 煤气化工业化历程

## □ 固定床气化

- 常压气化 (1780, 发生炉1880, UGI炉1913)
- 加压气化 (Iurgi炉, 1936中试, 1939工业)

## □ 流化床气化

- 常压气化 (Winkler, 1892理论, 1926工业)
- 加压气化 (HEW, 1978年工业化, KRW, Ugas)

## □ 气流床气化

- 常压气化 (K-T炉, 1936理论, 1938中试, 1952工业)
- 湿法加压气化 (Texaco, 1948理论, 1952/1975中试, 1978工业; Destec, 1977, 1983)
- 干法加压气化 (Shell/Prnflo, 1976小试, 1978中试, 1983示范, 1993工业。GSP/76/80/83)

# 现代工业对煤气化技术的要求

- 工艺上必须适应任何天然固体原料（泥煤、褐煤、硬煤、无烟煤以及渣燃料等）
- 固体燃料的一切可燃有机成分实际上必须完全转化为气体。
- 所生成的气体必须包含有大量氢和CO有用成分。不产生焦油、酚等不需要的成分。
- 煤中的能量要大量转化为有用气体的能量。
- 不产生任何影响环境的有害物质。
- 气体中几乎不含腐蚀性组分，当气体冷却时不产生堵塞管道或设备的固体或浆状物。

# 主要煤气化技术的比较(一)

## □ 三种不同的技术类别

### ➤ 固定床气化

- 块状煤，相对固定的置煤床，转化不充分，污染较大，成本低，

### ➤ 流化床气化

- 碎煤，原料处于沸腾状态，产生气体甲烷含量高

### ➤ 气流床气化

- 粉煤，高温气化，气化能力强，污染小

# 主要煤气化技术的比较（二）

□ 目前市场上工业煤气化生产两种主要技术

## ➤ Shell 煤气化技术

- 特点：气流床气化，采用煤干燥制粉（含水量2%），加压气（ $\text{N}_2$ \text{CO}\_2）吹送，转化率99%
- 缺点：煤干燥费用、制粉难度大、造价高于德士古技术

## ➤ 德士古煤气化技术

- 水煤浆（含水量30~35%），利用泵加压，顶端喷射
- 气化率相对低，氧耗大，炉损耗大，合成气中 $\text{CO}_2$ 与 $\text{H}_2$ 含量相对低。

# 各种气化工艺对煤种的要求

项 目	Texaco	Shell	CFB	Lurgi	UGI
煤种	活性好, 灰熔点 1350℃ 以下。	烟煤, 半贫煤, 长焰煤和褐煤。	活性好, 灰熔点高的各种煤	活性好的褐煤, 弱粘性烟煤。	无烟煤 焦炭
粒径	0.1 mm 以下	0.1 mm 以下	< 3 mm	6~ 50 mm	25~ 80 mm
灰分	最好小于 20%	无限制	无限制	无限制	最好小于 20%
灰熔点	不高于 1500℃, 否则可加入助熔剂 $\text{CaCO}_3$ 降低灰熔点。	1450~ 1550℃	> 1000℃	不低于 1200℃, 最好高于 1400℃。	> 1000℃
水分	煤浆浓度 60%~ 65%	2% 以下	< 6%	一般在 20% 以下, 不超过 38%	无限制
粘结性	高挥发性高粘结性烟煤	可使用弱粘结性煤	无限制	以自由膨胀指数小于 7 的弱粘结煤为最好	低粘结性, 低膨胀指数。

# 操作特性比较

项 目	Texaco	Shell	CFB	Lurgi	UGI
床型	气流床属第二代煤气化技术	气流床属第二代煤气化技术	流化床煤气化技术	移动床属第一代煤气化技术	移动床属第一代煤气化技术
进煤系统	煤浆进料	氮气输送	干碎煤	锁斗间断加入	间歇干块
助熔剂加入量	按煤的灰熔点而定	按煤的灰熔点而定			
排灰状态	融渣	液态	固态	干态	固态
每 km <sup>3</sup> (CO + H <sub>2</sub> ) 需蒸汽/kg	不需要蒸汽作气化剂	少量蒸汽	520	3.1 MPa、400 °C 蒸汽作气化剂	600
粗煤气成分					
CO/%	40.2	60.2	43.21	24.6	32
H <sub>2</sub> /%	37.2	23.6	35.87	39.8	44
CO <sub>2</sub> /%	21.8	1.3	2.07	24.6	6.8
CH <sub>4</sub>	50 × 10 <sup>-6</sup>	< 100 × 10 <sup>-6</sup>	1%~ 2%	8.7%	1.0%
N <sub>2</sub> + Ar/%	0.8	7.5	0.71	1.2	14
有效气/%	77.4	> 83.6	80	64.4	76.0
净热效率/%	68~ 70	94~ 99	73	64	54

# 技术指标比较

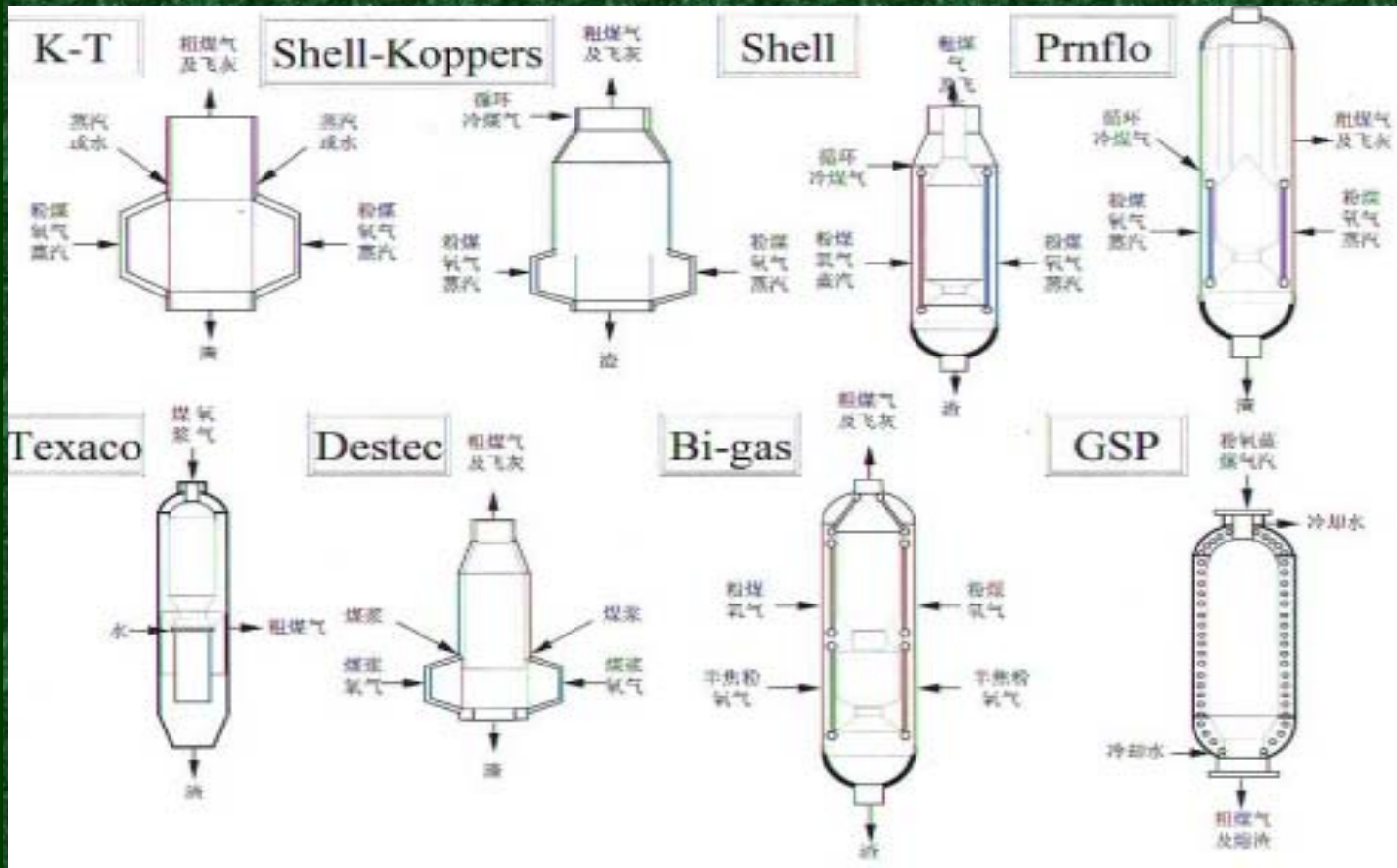
项 目	Texaco	Shell	CFB	Lurgi	UGI
气化压力/MPa	2.6~ 8.5	2.0~ 4.0	0~ 0.15	3.0	0
气化温度/℃	1350~ 1450	1400~ 1600	1050~ 1100	1200~ 1500	900~ 1000
单炉处理煤能力/t/d	500~ 750	2000	300~ 500	600	50~ 100
每 km <sup>3</sup> (CO+ H <sub>2</sub> ) 氧气用量/m <sup>3</sup>	400~ 420	310~ 320	300~ 320	270~ 300	
灰中含碳/%	< 5	0.5	< 5	3~ 5	25~ 30
蒸汽分解率/%			75	37.5	40~ 60
碳转化率/%	98	99	< 91	98	60~ 65

# 煤气化技术的发展趋势

- 提高气化能力和气化效率。以便大型化、规模化，这样更便于优化设计，实现能量分级回收和利用；
- 环保问题少、污染小；对煤种的适应性广，能气化任意煤种；
- 提高气化压力，降低合成气的压缩电耗或实现等压合成；
- 研制和简化气化新工艺和气化炉的新型结构，降低基本建设费用和操作费用，产品气品质高；
- 与当今高速发展的现代化的控制技术相结合，实现自动控制和优化操作。
- 与其它技术联合应用。如与发电或与先进的化学品合成工艺技术联合。



# 以粉煤气化技术为例介绍发展过程



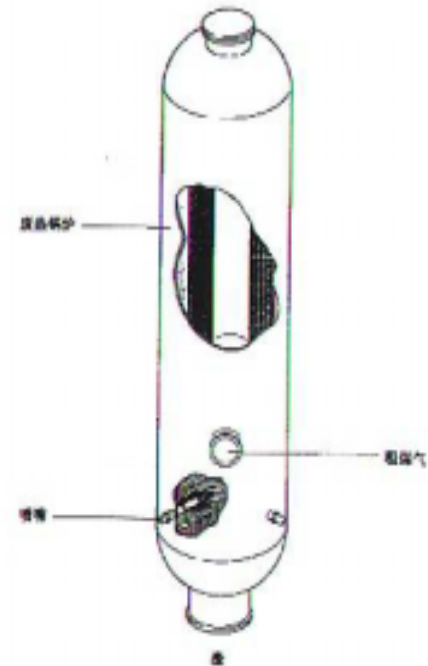
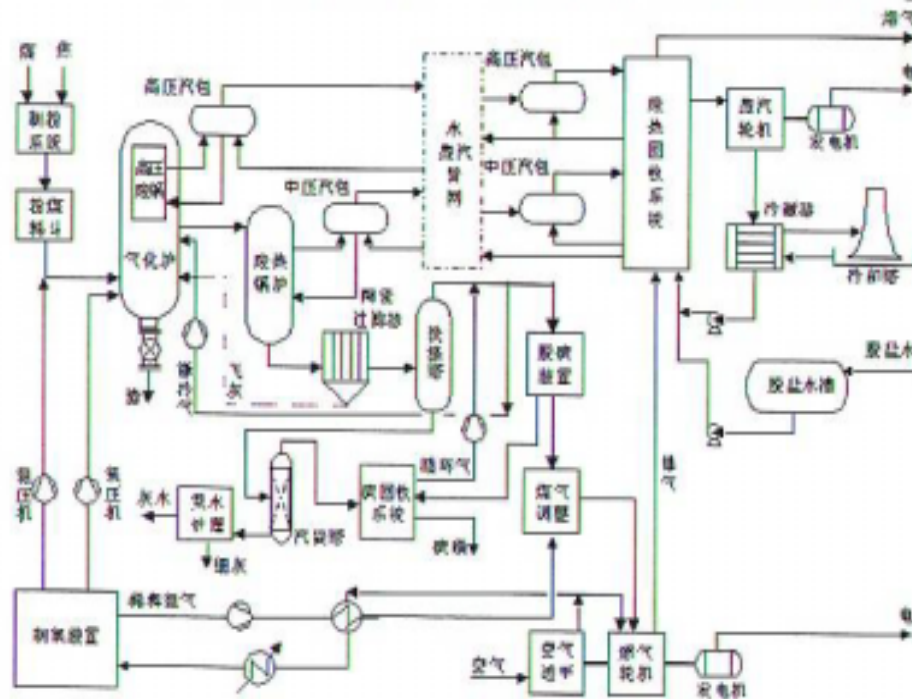
# Shell的几种主要技术形式

- Shell-Koppers 气化
- Prenflo 气化
- SCGP 气化



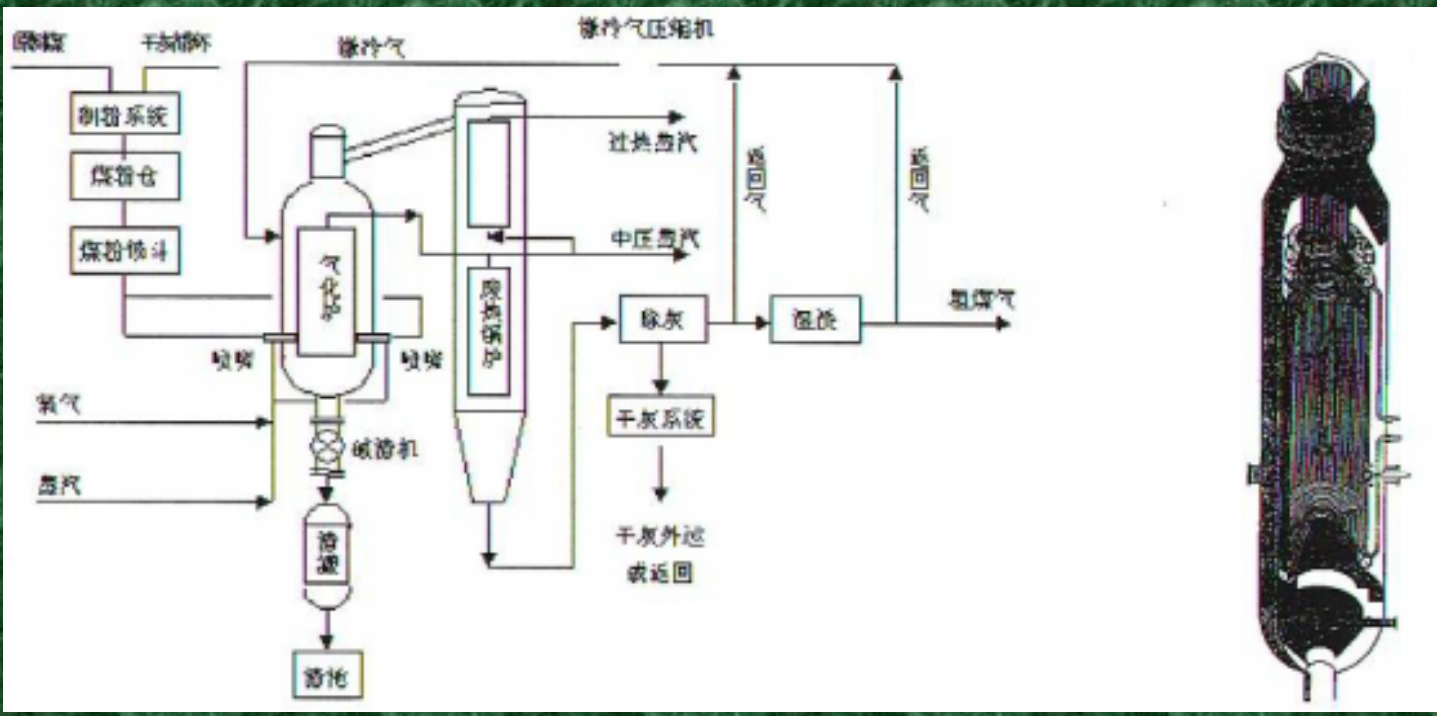
# Prenflo 气化

- Shell-Koppers炉的另一种形式。IGCC示范厂是目前世界上运行的单台能力最大的加压气流床气化炉。



# SCGP气化

- 1993年在荷兰的Demkolec建成2000t/d的电厂，采用了Shell煤气化工艺的整体煤气化联合循环发电示范装置。



## 工作内容

- 文献调研
- Shell 公司访谈
- 联系相关部门和科研院所
- 神化集团下属公司访谈
- 编写中期报告

Ø 煤气化技术的  
技术综述  
Ø 我国煤气化  
技术的发展现状  
和存在问题的  
综述

# 我国煤气化技术的发展现状和存在问题的综述

- 与洁净煤技术发展相关的政策与措施
  - 相关政策
  - 其他鼓励洁净煤技术发展的措施
- 洁净煤技术市场化遇到的主要困难和障碍

# 我国煤气化技术的发展现状和存在问题的综述

- 与洁净煤技术发展相关的政策与措施
  - 相关政策
  - 其他鼓励洁净煤技术发展的措施
- 洁净煤技术市场化遇到的主要困难和障碍



# 相关政策

- 1997 国务院 《中国洁净煤技术“九五”计划和2010年发展纲要》 指导性文件
- 涉及洁净煤技术的法律法规，如《中华人民共和国煤炭法》、《中华人民共和国节约能源法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中国节能技术政策大纲》、《当前国家优先发展的高技术产业化重点领域指南（目录）》 明确提出国家要发展和推广洁净煤技术，并对各项洁净煤技术的采用、工程建设、经营等作出详细规定。
- 《中国二十一世纪议程》把洁净煤技术作为实施中国可持续发展战略的重要措施中的重要组成部分
- 1999年中央、国务院召开的全国技术创新大会上，明确加快清洁能源、清洁生产相关技术及其产业化发展，洁净煤也是重要的组成部分

# 其他鼓励洁净煤技术发展的措施

- 2001年7月25日，国家计委印发了《国家计委关于对洁净煤技术发电示范工程项目实行优惠政策的通知》。
- 国家计委日前决定对国家电力公司启动的洁净煤技术发电示范工程实行优惠政策。
  - 洁净煤技术发电的示范工程所需的进口设备、技术按有关规定享受进口关税和进口环节增值税的优惠政策。
  - 示范工程建设中，优惠贷款优先安排用于洁净煤燃烧技术项目，以降低项目的财务成本。对外引进技术的费用原则上在制造企业生产的多台设备中摊销，以降低示范工程的负担。对有关科研单位和制造企业引进技术的消化吸收工作，国家可以适当安排补助资金。
  - 项目投产发电后，实行竞价上网的，有关方面应以发电排放对环境的影响作为发电厂之间公平竞争的基础，制定发电排放折价标准，相对降低清洁电厂的成本，充分发挥洁净煤发电技术的优势。
  - 利用洁净煤技术的发电项目，上网电价参照电网内同期建设的环保型燃煤电站上网电价执行。

# 我国煤气化技术的发展现状和存在问题的综述

- 与洁净煤技术发展相关的政策与措施
  - 相关政策
  - 其他鼓励洁净煤技术发展的措施
- 洁净煤技术市场化遇到的主要困难和障碍
  - 国内的技术能力不足
  - 环境政策、环境法规制定不够严格
  - 建设资金筹措问题
  - 缺乏发展洁净煤技术的专门政策，重要的金融税收政策等方面缺乏对发展洁净煤技术的支持力度
  - 宏观协调不足，相互关联政策的不相匹配

## 工作内容

- 文献调研
- Shell 公司访谈
- 联系相关部门和科研院所
- 神化集团下属公司访谈
- 编写中期报告

# Shell 公司访谈

- 访谈内容
- 获得资料
- 相关信息

# Shell 公司访谈

- 访谈内容
- 获得资料
- 相关信息

Ø 绿色家园：2003年9、10、12

Ø 壳牌，2002可持续发展报

Ø 壳牌煤气化工艺

Ø The shell Coal Gasification Process  
壳牌煤气化技术 - - 用煤生产化肥的一条清  
洁有效的途径

Ø The shell Coal Gasification Process--a  
clean efficient way of using coal  
manufacture chemical fertilizer

Ø OVERVIEW OF SHELL GLOBAL SOLUTIONS'  
WORLDWIDE GASIFICATION DEVELOPMENTS

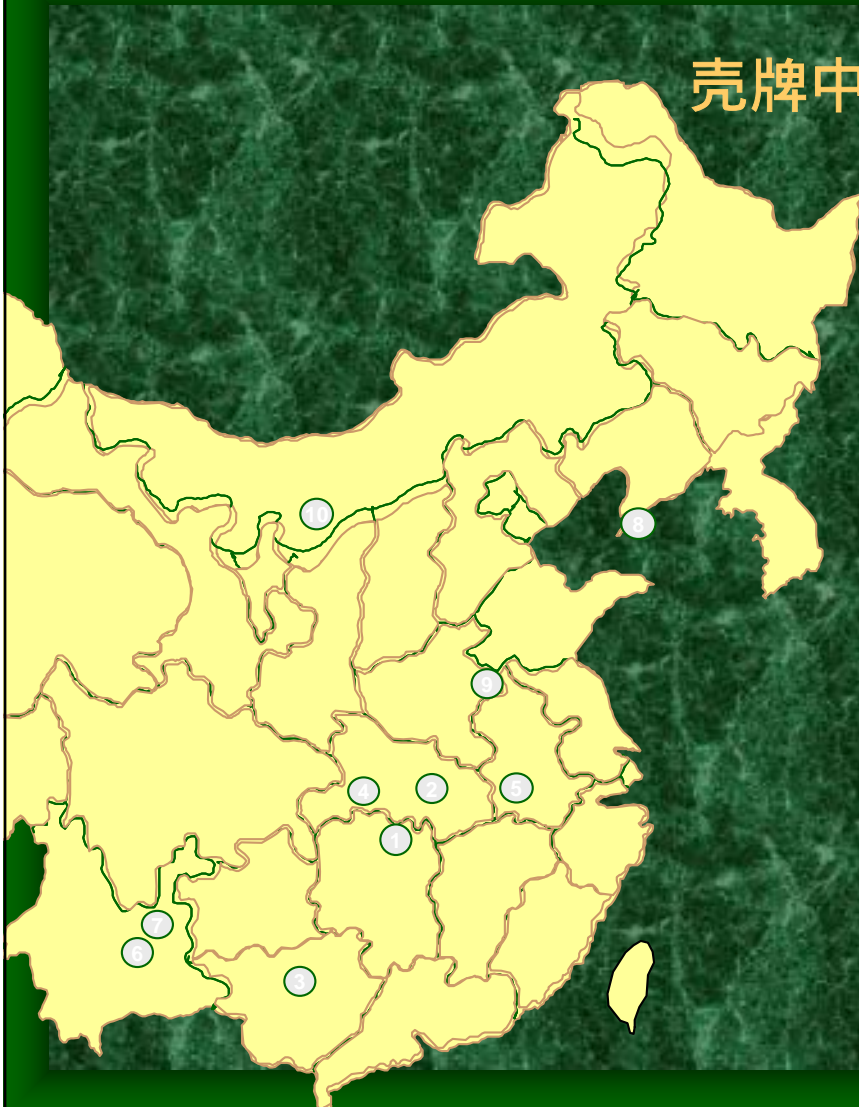
Ø 环境保护，2003、11总313

Openness Dialogue Commitment-Sustainable  
Development Annual Report 2002

# Shell 公司访谈

- 访谈内容
- 获得资料
- 相关信息
  - 壳牌在中国的投资项目
  - 壳牌在中国的煤气化项目
  - 其他

# 壳牌中国煤气化技术转让项目

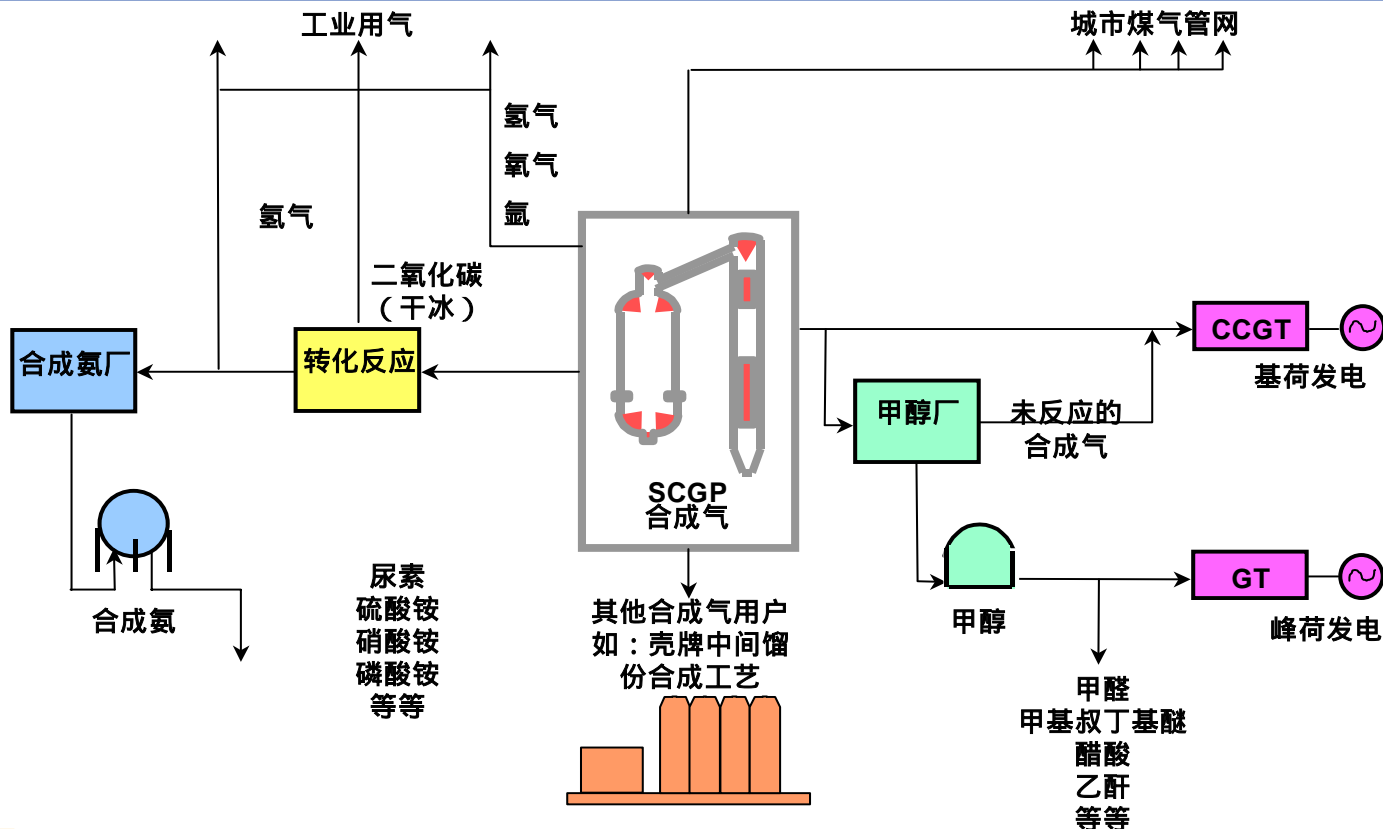


- 1 岳阳中石化壳牌煤气化有限公司  
日投煤量2000吨，用于生产合成氨\* 2001年
- 2 湖北三环化工集团有限公司  
日投煤量900吨，用于生产合成氨 2001年
- 3 柳州化工股份有限公司  
日投煤量1200吨，用于生产合成氨 2001年
- 4 中石化湖北化肥分公司  
日投煤量2000吨，用于生产合成氨 2003年
- 5 中石化安庆分公司  
日投煤量2000吨，用于生产合成氨 2003年
- 6 云南天安化工有限公司  
日投煤量2000吨，用于生产合成氨 2003年
- 7 云南沾化有限责任公司  
日投煤量2000吨，用于生产合成氨 2003年
- 8 大化集团有限责任公司  
日投煤量2000吨，用于生产甲醇 2004年
- 9 永城煤电（集团）有限责任公司  
日投煤量2000吨，用于生产甲醇 2004年
- 10 中国神华煤制油有限公司  
日投煤量2x 2000吨，用于制氢 2004年

\*岳阳中石化壳牌煤气化有限公司为合资企业，壳牌与中石化各持50%股份



# 煤气化基地概念



# 联系部门和相关科研院所

- 国务院发展研究中心

- 地址：北京市朝内大街225号国研网 邮编：100010
- 技术支持：(010)65136884
- 信箱：[tech@drcnet.com.cn](mailto:tech@drcnet.com.cn)
- 发改委环境和资源综合利用司

- 北京煤炭设计研究院(集团)

- 地址：北京市西城区安德路67号 邮编：100011
- 电话：010-62023368 传真：010-62015776
- 电子邮件：[coder-zp@263.net](mailto:coder-zp@263.net)

# 目录

- 研究背景
- 研究目的
- 研究思路
- 工作内容
- **主要成果**
- 下一阶段工作计划

## 主要成果

- 识别煤气化市场化过程影响因素 - SWOT分析
- 以化工行业和IGCC技术为例，考察在不同行业推行煤气化技术的异同。
- 选择优先发展行业

## 主要成果

- 识别煤气化市场化过程影响因素 - SWOT分析
- 以化工行业和IGCC技术为例，考察在不同行业推行煤气化技术的异同。
- 选择优先发展行业



## 化工行业和电厂采用煤气化技术的主要影响因素

- 化工行业

- 通过初步访谈了解到，使用原油的化工行业转换燃料、以煤代油是行业很有可能的一种选择。化工行业采用煤气化技术扭亏为盈的例子很多，比如
  - 中国石化集团公司和壳牌公司将合资投资1.36亿美元，采用壳牌粉煤气技术在岳阳洞庭化肥厂兴建一座日耗煤达2000t的煤气化厂，实现以煤代油，顶替石脑油原料生产合成氨。实施该项目后，每年用煤66可顶替油品37万t合成氨生产能力可由37万t/年提高到43.56万t/年，年副产硫磺2.3万t并能实现对巴陵分公司已内酰胺装置供应液氨和氢气。
  - 从访谈得知，当地煤炭价格大概是250元/吨，油价现在至少是1400元/吨。用煤的话，1.3吨煤能合成1吨合成氨。用油的话，1吨油只能合成1吨合成氨。易得，采用煤计划技术生产吨氨至少节约成本1075元。可见成本节约是很明显的。
  - 这个项目经测算初始投资回收期是3~4年，理论上说，只要初始投资资金充足，化工行业里很多企业是愿意采用煤气化技术的。

# 化工行业和电厂采用煤气化技术的主要影响因素

- 化工行业

- 因此初步判断，对于化工行业，主要影响因素是两个方面的：终端产品的市场和筹措资金问题。细化这两个方面因素如下：

- 终端产品市场：(4P: product price promotion place)

- ∅ 最重要的是价格

- ∅ 其次是产品质量

- ∅ 营销策略

- 资金来源：

- ∅ 企业自有资金

- ∅ 外商投资。比如Shell的投资。

- ∅ 银行贷款

- ∅ 优惠的信贷政策、税收政策



# 化工行业和电厂采用煤气化技术的主要影响因素

- 电厂

- IGCC技术的特点

- IGCC一次性投资巨大，山东示范电站单机40万kW级机组的总投资近40亿人民币，国电公司及其子公司山东电力集团将控股65%。
    - IGCC可以满足极高的环保标准，其发电的烟气中SO<sub>2</sub>的排放可达20mg/m<sup>3</sup>左右，而环保要求最严格的日本的环保标准也才200mg/m<sup>3</sup>，发达国家为600~700mg/m<sup>3</sup>，NO<sub>x</sub>最高排放量不超过150mg/m<sup>3</sup>，也远远超过环保标准，粉尘排放几乎为零。
    - 就目前来看，必须依靠国家给予的特殊优惠政策来扶持，才能保证其正常运行，经济效益还要等国家环保标准进一步提高后才能体现出来。

- 从目前初步调研的情况看，IGCC在电厂推行的主要影响因素是三个部分：环境政策和相关排放标准、国家的特殊优惠政策、电厂的经济效益

# 化工行业和电厂采用煤气化技术的主要影响因素

- 电厂

- 从目前初步调研的情况看，IGCC在电厂推行的主要影响因素是三个部分：环境政策和相关排放标准、国家的特殊优惠政策、电厂的经济效益
  - 环境政策和相关排放标准
    - 我国SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、粉尘、CO<sub>2</sub>的排放标准
    - 排污收费制度
    - 总量控制、“两控区”制度和排污交易许可证制度
  - 国家的优惠政策
  - 电厂的经济效益
    - 采用IGCC技术的相关成本，包括初始投资、运行成本
    - 采用IGCC技术的收益
    - 采用其它洁净煤技术的成本和收益

# 主要成果

- 识别煤气化市场化过程影响因素 - SWOT分析
- 以化工行业和IGCC技术为例，考察在不同行业推行煤气化技术的异同。
- 选择优先发展行业

## 不同行业推广煤气化技术的差别

### • 煤气化合成氨

❖ 目前我国有800多家中小型化肥厂采用水煤气工艺，共计约4000台气化炉，每年消费原料煤(或焦炭)4000多万t，合成氨产量约占全国产量的60%。

❖ 化肥用气化炉的炉型以UGI型和前苏联的型为主。加压鲁奇炉、德士古炉是近年来引进用于合成氨生产的主要炉型。

❖ 国外以煤为原料生产化肥的很少，一般都以石油或天然气为原料；国内由于行业分隔的原因以及煤制合成氨近年来市场的起伏，仅有少数煤炭集团有煤气化合成氨(化肥)企业(或生产线)。

### • IGCC 技术

❖ 国内对IGCC的研究早就开始于上世纪80年代初，90年代已经组织开展了IGCC电站工程预可行性研究，对主要工艺进行了技术经济分析评估。“九五”期间，进行了工艺、煤气化、热煤气净化等方面的关键技术研究

❖ 目前，只有一家在山东烟台拟以引进方式建设400MW级IGCC示范电站的前期工作正在进行。

## 不同行业推行煤气化技术的差别

- 煤气化合成氨
- IGCC
- 市场化阻力差别
  - 相关政策差别
  - 成本与收益差别
  - 潜在市场规模的差别

# 选择优先发展行业

- 在现有的经济环境和政策条件下，从成本收益的角度来看
  - 随着石油、天然气的价格不断上涨，从经济角度来说，化肥、化工行业使用煤炭作为原料的生产成本低于石油、天然气原料，煤气化技术应该优先在**化工行业**发展，尤其是肥料和甲醇等行业。
  - 事实上，国内化工企业已经引进煤气化技术，其中壳牌煤气化技术已经被中国大陆10个化工企业引进，有的已经建成投产。
- 从我国能源结构调整趋势和能源紧缺的角度看
  - 中国的煤炭消耗的大部分是火电厂煤炭消耗，2000年，中国消耗煤炭12亿吨标准煤，其中电力行业消耗5.47亿吨标准煤，占总消耗量的45.58%；传统的电厂煤炭直接燃烧方式是大气污染的主要来源，煤炭使用效率也比较低。中国近年煤炭使用占一次能源的比重在下降主要是因为能源结构的调整。
  - 而中国的煤炭资源较石油和天然气占绝对优势，一次能源生产以煤炭为主。
  - 煤气化技术能够大幅度地降低硫化物、氮氧化物等污染物的排放，也能提高燃煤炭的综合效益。
  - 因此在国内能源紧缺的形势下，从合理利用国内资源的比较优势和节能的角度看，应优先对燃煤的主要行业——**电力行业**推行IGCC。

# 报告的主要内容

- 研究背景
- 研究目的
- 研究思路
- 工作内容
- 主要成果
- 下步计划

## 下一阶段工作重点

- 实证考察化工行业和电力行业煤气化技术的市场化状况与前景。
- 分析化工行业煤气化技术的经济可行性。从经济学的角度，作企业成本 - 收益绩效分析。
- 策划和设计应用煤气化技术的化工企业建设、组织、管理、生产、营销战略。
- 考察电力行业使用IGCC技术的前景与可行性。



谢谢大家

