

<중국 석탄가스화 시설 시찰> 출장 보고

2013.07.30

고등기술연구원

플랜트엔지니어링센터 청정연료팀

허려화 선임연구원

herh@iae.re.kr



0. 중국 석탄가스화 시설 시찰 일정

일 자	도 시	교통편	시 간	일 정
제1일 6/9(일)	인천 상하이 Wuxi	KE 897	09:00 11:30 12:25 18:00	인천공항 집결 인천 출발 상하이 Pudong 공항 도착 Wuxi 이동 Wuxi 도착
제2일 6/10(월)	Wuxi 상하이	전용차량	07:00 15:00	Jiangsu Linggu Chemical Co., LTD. OMB 가스화 플랜트 견학 ECUST 청정석탄기술연구소 방문 및 기술교류
제3일 6/11(화)	상하이 징저우	동 방 항 공 5395	06:45 10:40	상하이 출발 징저우 공항 도착 허난석탄화공그룹 방문 및 기술교류
제4일 6/12(수)	징저우 북경	고속열차 G654	09:00 14:20	징저우출발 북경 도착 HNCERI (Huaneng Clean Energy Research Institute) 방문 및 기술교류
제5일 6/13(목)	천진 인천	전용차량 KE 864	07:00 오전 15:45	북경 출발 천진 Greengen IGCC 플랜트 견학 귀국



1. ECUST (East China University of Science and Technology)



洁净煤技术研究所

East China University of Science and Technology
Institute of Clean Coal Technology

煤气化教育部重点实验室

Key Laboratory of Coal Gasification of Ministry of Education

개요

- 소재지 : 상하이
 - OMB(Opposition Multi-Burner) 습식/건식 가스화기 개발
 - OMB 가스화기 중국내 수십기 상용 운전 중
- 미국 Texas주 Valero, 수소생산 프로젝트에 수출

- ICCT (Institute of Clean Coal Technology)
- ~100 people (18 faculty members including 6 Prof., 4 Associate Prof. , and about 100 graduate students.)
- **Key Lab of Coal Gasification and Energy Chemical Engineering of Ministry of Education (MOE).**
- Co-R&D center of ECUST and SINOPEC
- Gasification Engineering Center of Shanghai



1. ECUST (East China University of Science and Technology)



1. ECUST (East China University of Science and Technology)



Lab-scale 실험 설비

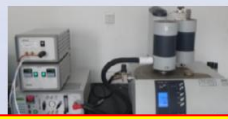
Coal Analysis



Industrial Analyzer



Thermo Gravimetric Analyzer



석탄 분석 설비



Elemental Analyzer



Auto Calorimeter



High temperature Viscometer



Ash fusibility Determination Meter



Rheometer



Pressured Thermo Analyzer



X-ray Fluorescence Spectrometer



Grindability Analyzer

Other Instruments



Zeta potential Analyzer



Plasma ashing apparatus



SEM and EDS system



Microwave accelerated reaction system



Dual PDA



Spray particle size analyzer



High-Speed Camera

Flow field Measurement



Hot-wire Anemometry

Powder property



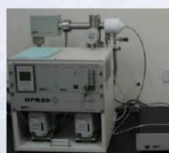
Shear apparatus



Powder Rheometer



Powder Rheometer



Mass Spectrometer



Gas Chromatography

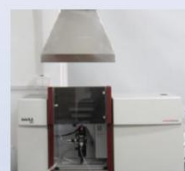


GC-MS



Ion Chromatography

Chromatographic Spectrometer



Atomic Absorption Spectrometer



Spectrometer



BET surface area and porosity analyzer



High-Performance Computer

분석 설비

분석 설비

1. ECUST (East China University of Science and Technology)

➤ National High-tech R&D Program of China (863 Program)

- 초대형석탄가스화 핵심기술연구 및 공정설계 패키지(PDP)개발 (2012-2015)
- 대형사이즈석탄가스화특성 및 지하가스화과정 수치해석 (2011-2013)
- 고회용융점석탄가압가스화기술 연구개발과 공업실증 (2007-2012)
- 대형석탄슬러리가스화 설비 최적화 제어기술 및 공업이용 (2) (2009-2011)
- 2000TPD 신형 석탄슬러리 가스화기술 (2006-2011)
- 백만톤급 석탄 간접액화 및 전기 생산 시스템 실증프로젝트 (2006-2011)
- 고효율 화학열회수 석탄가스화 신기술이용 연구 (2008-2010)
- 신형(멀티노즐대치식) 석탄슬러리가스화기술 (2001-2005)

"863 프로그램"은 1986년 3월부터 시작한 고급기술 발전 계획으로, 바이오매스, 정보, 레이저, 우주, 자동화, 에너지, 신재료 등 7개의 영역에 대해 중점 개발하기 위한 프로젝트

➤ National Program on Key Basic Research Project (973 Program)

- 석탄 등 탄소고체함유 원료 대규모 고효율 청정 가스화 기초연구 (2010-2015)
- 대규모 고효율 분류층 석탄가스화기술의 기초연구 (2004-2009)
- 분류층 가스화로 내 유동층 및 용융층의 전열 (1999-2004)

"973 프로그램"은 1997년 6월 4일 중국 과학 기술리더 제3차 회의에서 <국가중점기초연구발전계획>을 제정하여 발굴된 프로젝트

➤ National Natural Science Foundation of China

- 분류층 석탄가스화 복사 폐보일러내의 상유동, 열전달 및 슬랙용융 거동에 대한 연구 (2012-2015)
- 부레옥잠과 석탄 가스화에 의한 에너지이용 핵심과학문제 연구 (2012-2015)
- 분류층가스화로 용융슬랙 급냉상변화과정에서 광물질이동, 파괴와 파쇄 메커니즘 연구 (2012-2014)
- 분류층가스화 과정에서 미립자형성 메커니즘 및 잔류탄소가스화 반응특성에 대한 연구 (2011-2013)
- 미분탄사일로 절단과정 메커니즘과 규칙에 대한 연구 (2011-2013)
- 분류층가스화로 벽면 용융슬랙 유동 실험연구 및 수치해석 (2010-2012)
- 분류층가스화에 기초한 남조류 대규모 빠른이용 기술의 이용 기초연구 (2010-2012)
- 분류층 가스화 다상난류확산 화염 구조 특징과 가스화 연소 메커니즘 연구 (2009-2011)
- 오니와 석탄 혼합 슬러리 가스화 공정 이용 기초연구 (2008-2010)
- CO₂ 이용 미분탄 수송과정 메커니즘과 규칙에 대한 연구 (2006-2008)
- 석탄슬러리가스화로내 가스화 메커니즘 연구 (1996-1998)



1. ECUST (East China University of Science and Technology)

➤ National Key Technologies R & D Program of China

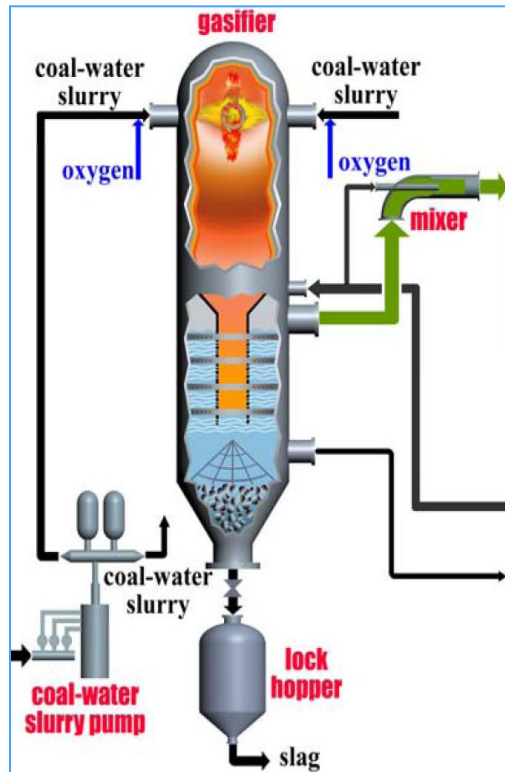
- 바이오매스와 석탄혼합 연소 발전기술 및 실증 (2012-2014)
- 석탄처리량 2000TPD 가스화공정 이용연구와 실증 (2008-2010)
- Methane-rich 가스 auto-thermal에 의한 합성가스 생산 (2006-2008)
- 4-노즐 석탄슬러리 가스화 공정 소프트웨어 패키지 개발 (2002-2005)
- 미분탄가압가스화 합성가스 생산 신기술 연구개발 (2001-2004)
- 신형(멀티노즐대치식)석탄슬러리 가스화로 개발 (1996-2000)
- 가스화로핵심부품의 연구개발 (1996-2000)

➤ 기타 프로젝트

- 신형수냉벽 미분탄 가스화 공정 소프트웨어 패키지 개발
- 대형가스화로 최적화 핵심기술 연구
- 미분탄 Dense-phase 수송 특성 연구와 공업 이용
- 1500TPD 단일 노즐 미분탄 가스화 합성가스 생산 시스템 기술개발
- Shell 가스화로 슬랙용융 특성 및 로내 열전달 규칙에 대한 연구
- Shell 가스화 설비의 모사계산 및 운전 최적화 패키지 개발
- Shell 가스화로 적용 석탄종류 및 신형 첨가제 공업이용 연구
- 고농도 황 함유 석유코크스와 석유오니 혼합슬러리 가스화에 의한 수소생산 연구



1. ECUST (East China University of Science and Technology)



❖ Multi Burner

❖ Low Coast (about 60%)

• 2개 고압 펌프

• 4개 버너, 수평 대치식

• 2버너/펌프

- 균일 혼합

- 체류시간 증가

- 탄소전환율 상승

- 합성가스 내 (H₂+CO) 2~4% 증가

Development

ECUST/Yankuang/Tianchen

Wet : 1995 ~

Dry : 1999~

Gasifier Type

Entrained-flow

Operating

Temperature

1250~1600°C

1300~1600°C

Operating Pressure

40~80 bar

30~40 bar

CC (%)

98

98~99

CGE (%)

80

84

Nm³-O₂/1000Nm³-(C
O+H₂)

336~410

300~320

kg-coal/100 Nm³-(C
O+H₂)

550~620

530~540

(CO+H₂) vol.%

83~86

89~93

Slagging

Slagging

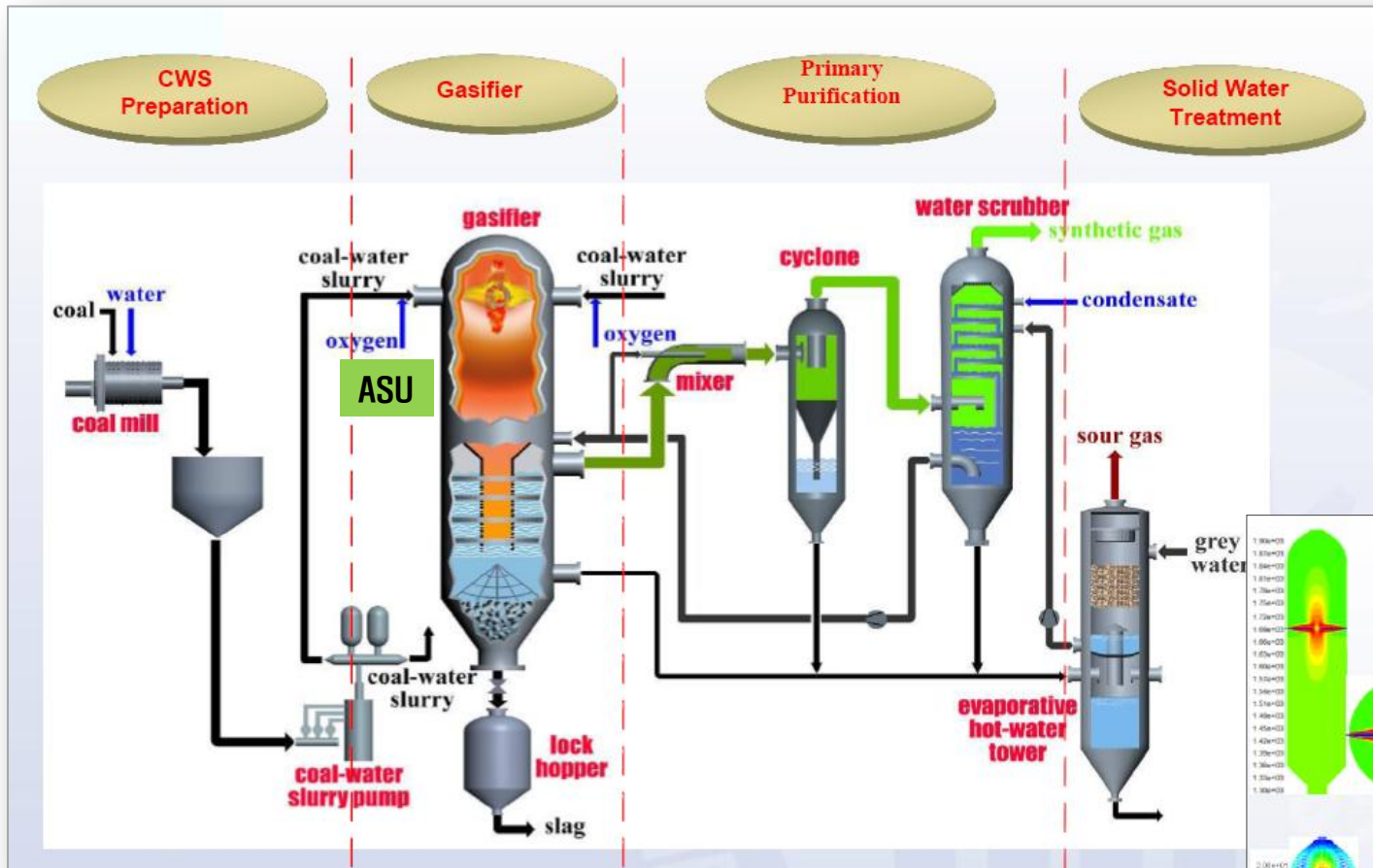
• 2005 : 1,150 TPD Demonstration plant (Coal slurry)

• 2011 : 1,000 TPD Demonstration plant (Dry Coal)



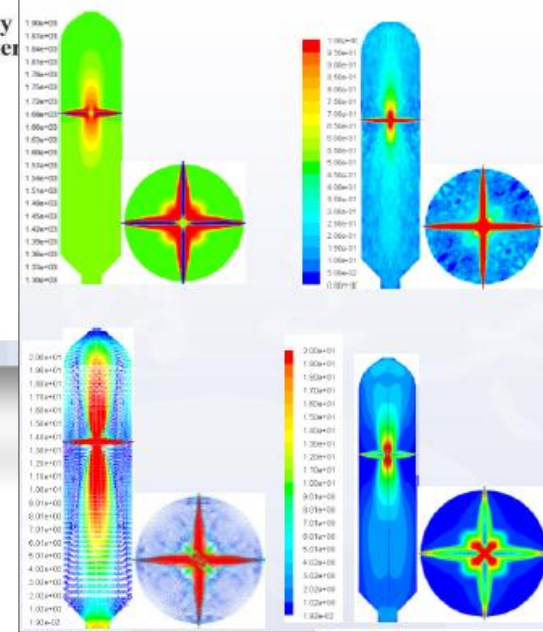
1. ECUST (East China University of Science and Technology)

➤ OMB (Opposition Multi-Burner) [多喷嘴对置气化]



버너 평균 수명 60일, 100일, 최대 152일

내화재 마모현상, 3425h 운전, 내화재 130mm 마모



1. ECUST (East China University of Science and Technology)

➤ Development History



Innovation &
Pilot Plant
22TPD

1996~2000

Industrial
Demo.
1150TPD
750TPD

2001~2005

Scale up
2000TPD

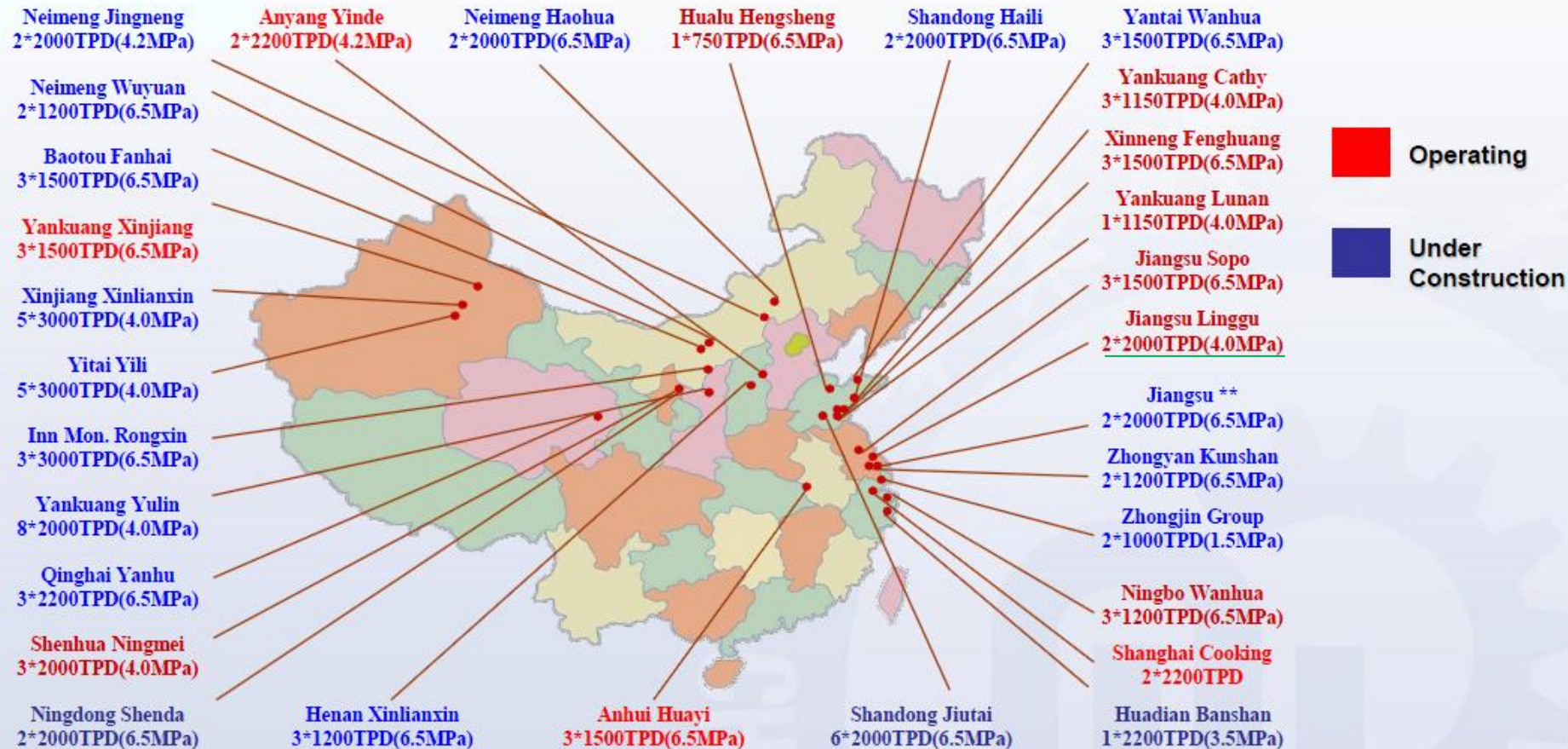
2006~2010

Scale up
3000TPD

2011~

1. ECUST (East China University of Science and Technology)

➤ Industrial Applications



- 31 projects, 87 gasifiers
- Total capacity ~110,000 Tons coal per day
- 12 Projects, 259 gasifiers in operating

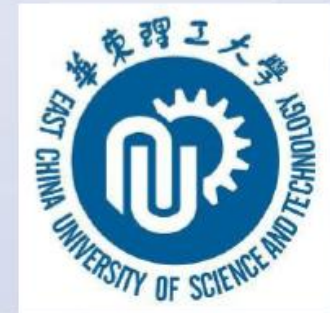
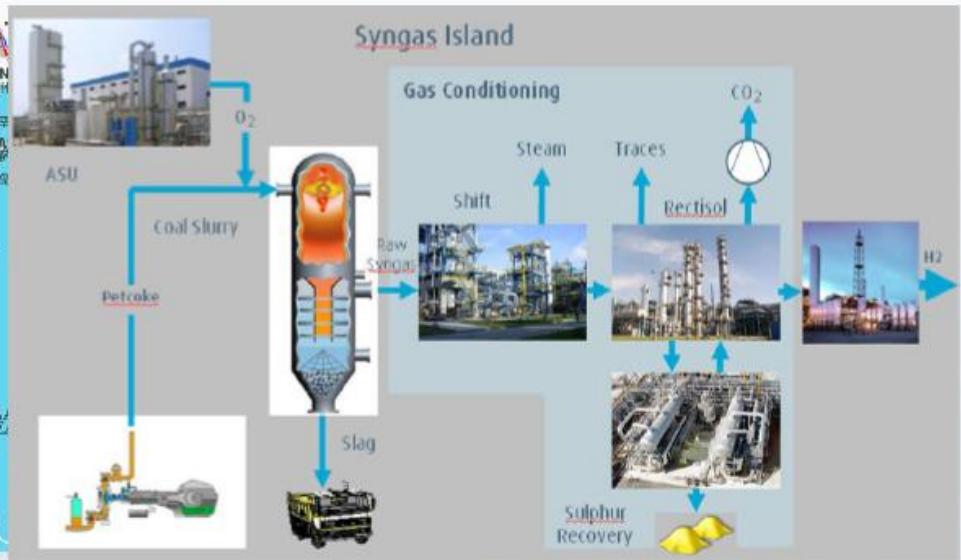
1. ECUST (East China University of Science and Technology)

In Operation



1. ECUST (East China University of Science and Technology)

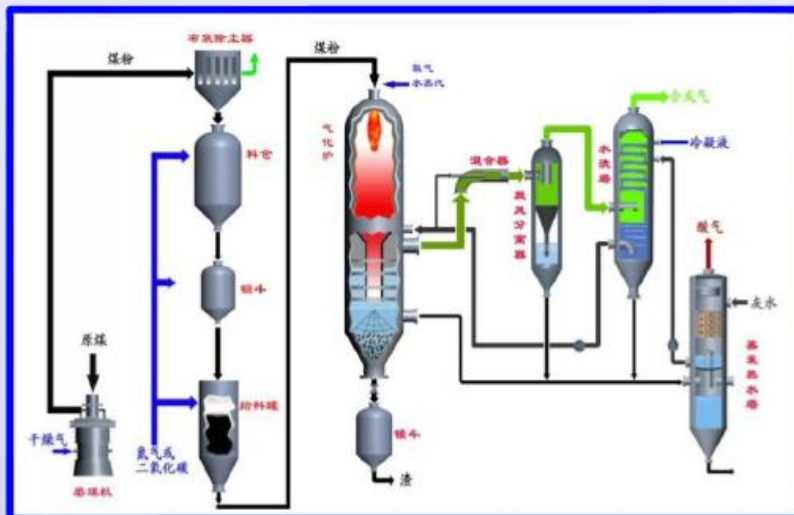
License to the US



1. ECUST (East China University of Science and Technology)

➤ Dry feed gasification

SE: Sinopec + ECUST



Target:

- Medium Capacity: 1000~2000TPD
- Extremely high AFT: >1500C

Byproduct:

- 4.0MPa steam

First Industry project:

- Sinopec Yangzi PetroChemical Co.
- Startup: Jun. 2013



1. ECUST (East China University of Science and Technology)

➤ 1000 TPD OMB dry feed gasifier, in Guizhou, startup in 2014



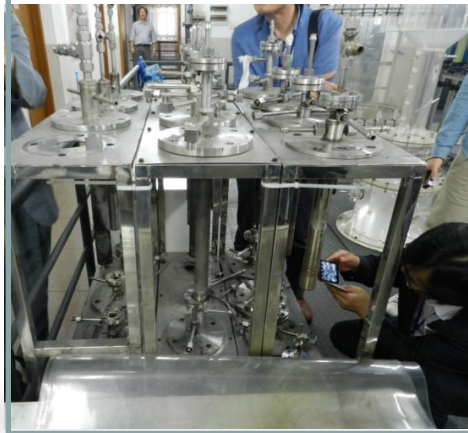
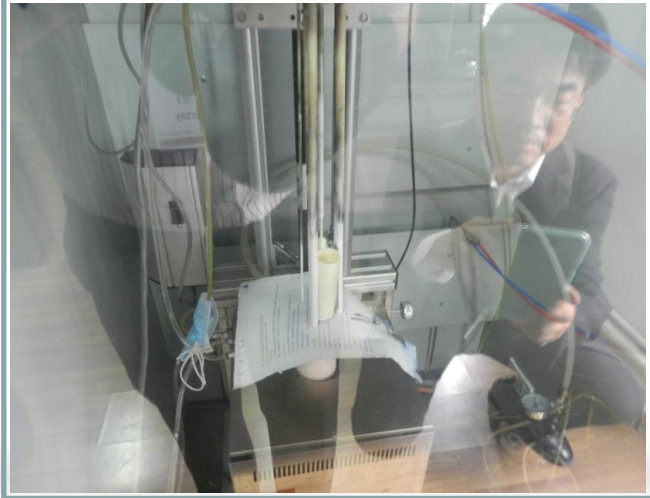
가스화기 제작 과정

가스화기 설치



1. ECUST (East China University of Science and Technology)

➤ ECUST 청정석탄기술연구소 견학



분석 센터

개발 부품

가스화 Lab. 장치



1. ECUST (East China University of Science and Technology)

➤ ECUST 청정석탄기술연구소 견학



1. ECUST (East China University of Science and Technology)

➤ 한국 방문단 방문 후 ECUST 인터넷 기사

韩国科研院校及工业代表团来校交流煤气化技术 석탄 가스화 기술교류를 위한 한국 연구원, 학교 및 기업 대표단 방문

发表日期: 2013-06-13 | 稿件来源: 资源与环境工程学院 | 作者: 周志杰 | 摄影: 周志杰 | 编辑: 亦枫 | 访问量: 884

6月10日, 由韩国煤气化技术协会副会长、韩国高等技术研究院工程中心主任尹用承博士带队, 韩国亚洲大学、水源大学、弘益大学、韩国高等工程研究院等科研机构及韩国独山重工、韩国东西电力公司等工业企业组成的代表团来我校访问, 交流在煤气化技术的技术开发与工业应用的经验。

今年4月, 我校洁净煤技术研究所于广锁教授等曾访问韩国, 与亚洲大学、韩国高等工程研究院等交流了我校在煤气化技术领域的研究成果, 引起了韩国工业界的广泛兴趣, 此次韩国代表团的访问是对4月份我校访

双方均赞同中韩双方应在洁净煤技术领域, 尤其是煤气化、煤制天然气、煤气化联合循环发电等领域开展深入交流和合作。双方一致同意在上述领域开展定期交流互访, 韩国研究机构和相关企业还有意参加我校定期举办的煤气化技术交流会, 并拟在交流会期间举行中韩煤化工双边技术交流会。

是日上午, 韩国代表团还实地考察了多喷嘴对置式水煤浆气化技术的用户企业——江苏灵谷化工有限公司, 受到了谈福元董事长的热情接待。代表团深入细致了解了该公司的整体管理水平和经济效益, 详细了解了气化装置4年来的运行状况, 并到中央控制室和装置现场进行了考察。代表团成员对该套煤气化装置的先进性、安全性和稳定性大为赞赏, 认为已经达到了国际领先水平。

주요내용 요약:

- 6월10일, 한국 석탄가스화협회 부회장인 한국고등기술연구원 윤용승 박사님의 인솔하에, 한국 가스화 협의회 대표단이 방문
- 쌍방은 청정석탄기술역역, 특히는 석탄가스화, SNG, IGCC 등 영역에서 더 많은 기술 교류 진행과 합작 필요 있음
- 기회가 되면 정기적인 교류 진행
- ECUST에서 매년 주최하는 석탄가스화 기술 교류회에 한국 각 기관 참여 추진



2. Jiangsu Linggu Chemical Co., LTD.

개 요

- 소재지 : 장수(Jiangsu, 江蘇)성 이씽(Yixing, 宜興)경제개발구
 - 45만톤 암모니아, 80만톤 요소 생산
 - 투입원료 : 석탄
 - 주요 설비 : $\Phi 388\text{cm}$ OMB 가스화기, $50000\text{m}^3/\text{h}$ ASU
- Website : www.linggu.com/



Tan Fu Yuan 회장님



회사 소개



한국 가스화 협의회 소개

2. Jiangsu Linggu Chemical Co., LTD.

➤ 플랜트 견학



현장견학



가스화 플랜트



중앙제어실



가스화 플랜트



질의 및 응답



석탄 운송 운하



운전중인 석탄가스화로 (40 bar)



Application of OMB Gasification Technology in China



- ❖ Yankuang Guotai Electricity and Methanol Polygeneration Project
- ❖ Project owner: Yankuang Group
- ❖ Gasification: OMB CWS
- ❖ Coal throughput: 3*1150 TPD
- ❖ Location: Shandong
- ❖ Startup: 2005
- ❖ Final products: 200,000 tons Acetic acid, 240,000 tons MeOH, 60MWe Electricity



3. HNCC (Henan Coal & Chemical Industry Group Co.)

개 요

- 소재지 : 허난(Henan, 河南)성 쩡저우(Zhengzhou, 鄭州)시
- 세계 500대 기업 중 제397위
- 중국 500대 기업 중 제58위
- 중국 100대 석탄기업 중 3위
- 주요 석탄 이용 연구
 - 석탄이용 Glycol 생산 기술 연구
 - 석탄 가스화 합성가스 이용 메탄올, 글리콜 생산 핵심기술 연구
 - 고효율 미분탄가스화로 핵심기술 및 설비 제조 연구
- Website : www.hnccgc.com

- 2008년 12월 설립
- 석탄자원량 : 400억톤
- 세계 선진 수준의 석탄이용 Glycol 기술을 소유하고 있음.
- 석탄가스화 기술로는 주로 Shell, HT-L, Lurgi 가압 가스화 기술.
- 중국 Huazhong지역의 최대 석탄이용 메탄올 생산 기업, 중국 최대 탄소섬유소 생산 기지, 세계 최대 석탄 이용 Glycol 생산 기업임.



가스화 기술 개발 기술 교류

4. HNCRI (Huaneng Clean Energy Research Institute)

개 요

- 소재지 : 북경
- Two Stage Dry Feed Pulverized Coal Gasifier 개발
- 중국 국내 수십기 상용 플랜트에 적용
- 미국 펜실베니아주 270MW IGCC 프로젝트에 적용
- Website : www.hnceri.com/

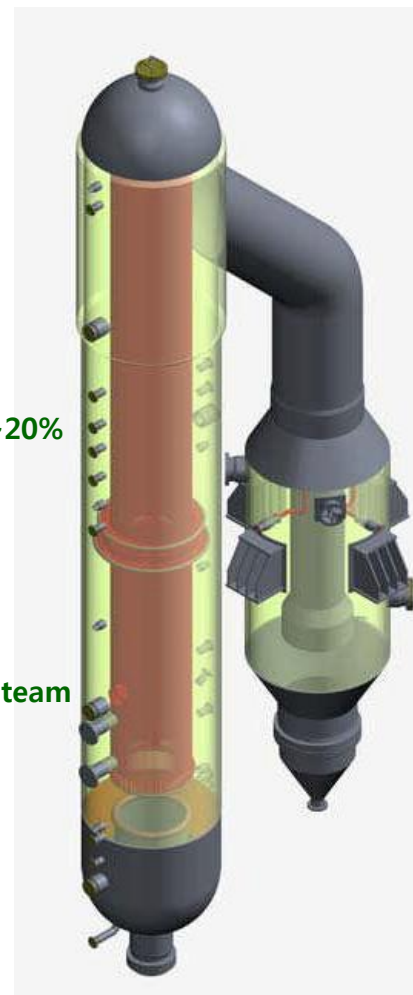
➢ HCERI는 중국 최대 발전그룹인 중국 화닝 그룹에 소속되며, 주로 초초 임계발전, IGCC, 순환유동층발전, CCSU, 연료전지, 저등급탄이용 등 석탄 청정에너지연구기술, 태양에너지, 풍력, 수력발전, 바이오매스 등 청정에너지 기술 연구개발과 산업화 연구기관임.

➢ 석탄청정에너지국가중점실험실, 국가에너지석탄청정저탄소발전기술연구개발센터, 국가에너지수력에너지고효율 이용과 안전기술 연구개발 센터 등 3개의 국가 지정 연구개발실험실 및 연구센터가 있음.

➢ HCERI에서 개발한 Two-stage 미분탄 가압 가스화 기술은 1998년부터 연구개발 시작(0.7~1.0TPD 규모)하였음. 2011년 가스화 설비 규모는 2000TPD임.

Second stage : 15~20%
Coal/Steam

First stage :
80~85% Coal/O₂/Steam



4. HNCRI (Huaneng Clean Energy Research Institute)

Coal gasification and IGCC



Pilot Scale:
36t/d(10MW_{th}), 2005



Bench Scale: 0.7t/d, 1998



Commercial Scale: 2000t/d, 2011

4. HNCRI (Huaneng Clean Energy Research Institute)

➤ 가스화기 제작 과정



Manufacturing of 1000t/d Gasifier



4. HNCRI (Huaneng Clean Energy Research Institute)

➤ 가스화기 운송 과정



4. HNCRI (Huaneng Clean Energy Research Institute)

➤ 가스화기 설치 과정



Gasifier Lifting of Shilin Project
on 27th Sep. 2010



4. HNCRI (Huaneng Clean Energy Research Institute)

➤ GreenGen Project

- China Huaneng Group
- China Datang Group
- China Huadian Corporation
- China Guodian Corporation
- China Power Investment Corporation
- Shenhua Group
- State Development & Investment Co.
- China Coal Group
- Peabody

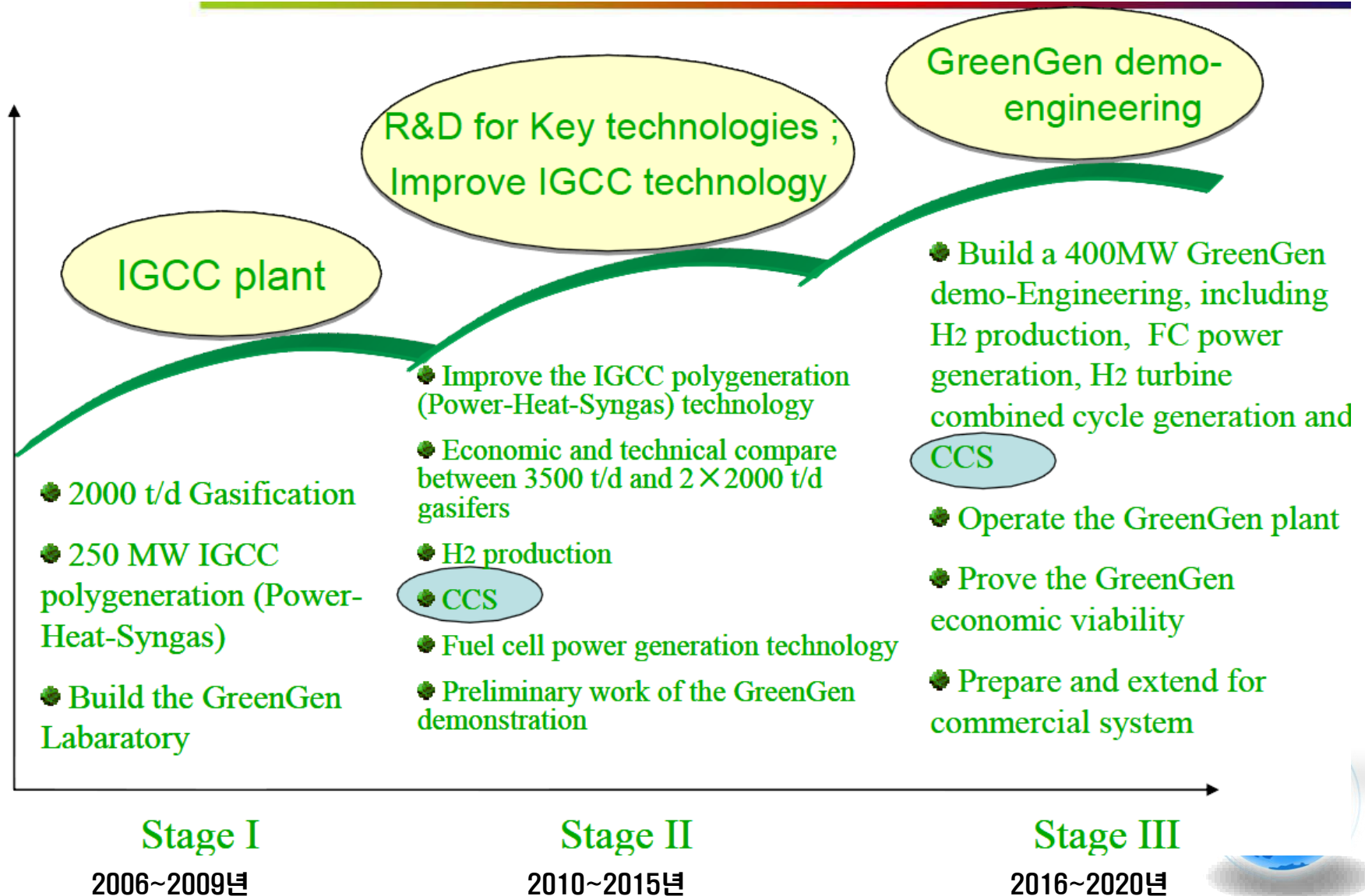


Huaneng GreenGen 발전유한회사는 2006년 1월 9일 설립



4. HNCRI (Huaneng Clean Energy Research Institute)

➤ Three Stages of the GreenGen Programme



4. HNCRI (Huaneng Clean Energy Research Institute)



HNCRI 가스화 기술 개발 현황 소개



한국 가스화 기술 개발 현황 소개



질의 및 응답

5. Greengene IGCC Plant

개 요

- 소재지 : 텐진(Tianjin, 天津)
- 전력생산 : 265MW
 - Gasifier : HCERI
 - GT : SIEMENS
 - ASU : Kai Feng Air Separation
 - ST : Shanghai Electric
 - HRSG : Hangzhou Boiler
- First operation : 2012.04.17.

- Gasifier: CHNG
- GT: SIEMENS
- ASU: Kai Kong
- ST: Shanghai Electric
- HRSG: Hang Guo

- Net eff. 41%
- Power: 265MW
- SO_2 : <1.4mg/Nm³
- NO_x : 52mg/Nm³
- PM: <1mg/Nm³



- 250MW IGCC 플랜트, 2000TPD 가스화기, 2009년 착공, 2012년 완공 생산 투입.
- 공기분리, 석탄가스화, 합성가스 정제, 순환발전 시스템으로 구성.
- 중국 전력산업에서 최초로 고온고압필터 이용
- 연소 전 탈황공정이용, MDEA탈황공정과 LO-CAT 황 회수 공정 사용하고, 회수된 황은 상업판매.
- 탈황효율은 99%이상, 배가스 내 SO_2 농도는 1.4mg/Nm³보다 낮음.
- 발전효율 48%, 석탄소모량 255.19kg/kWh, 가스화 열효율 95%, 냉가스 효율 84%, 탄소전환율은 99.2%임.



5. Greengene IGCC Plant

- The First 250MW IGCC Power Plant in China
- The First 2000t/d Class Entrained Flow Gasifier with Two Stages
- Designed by CERI of CHNG

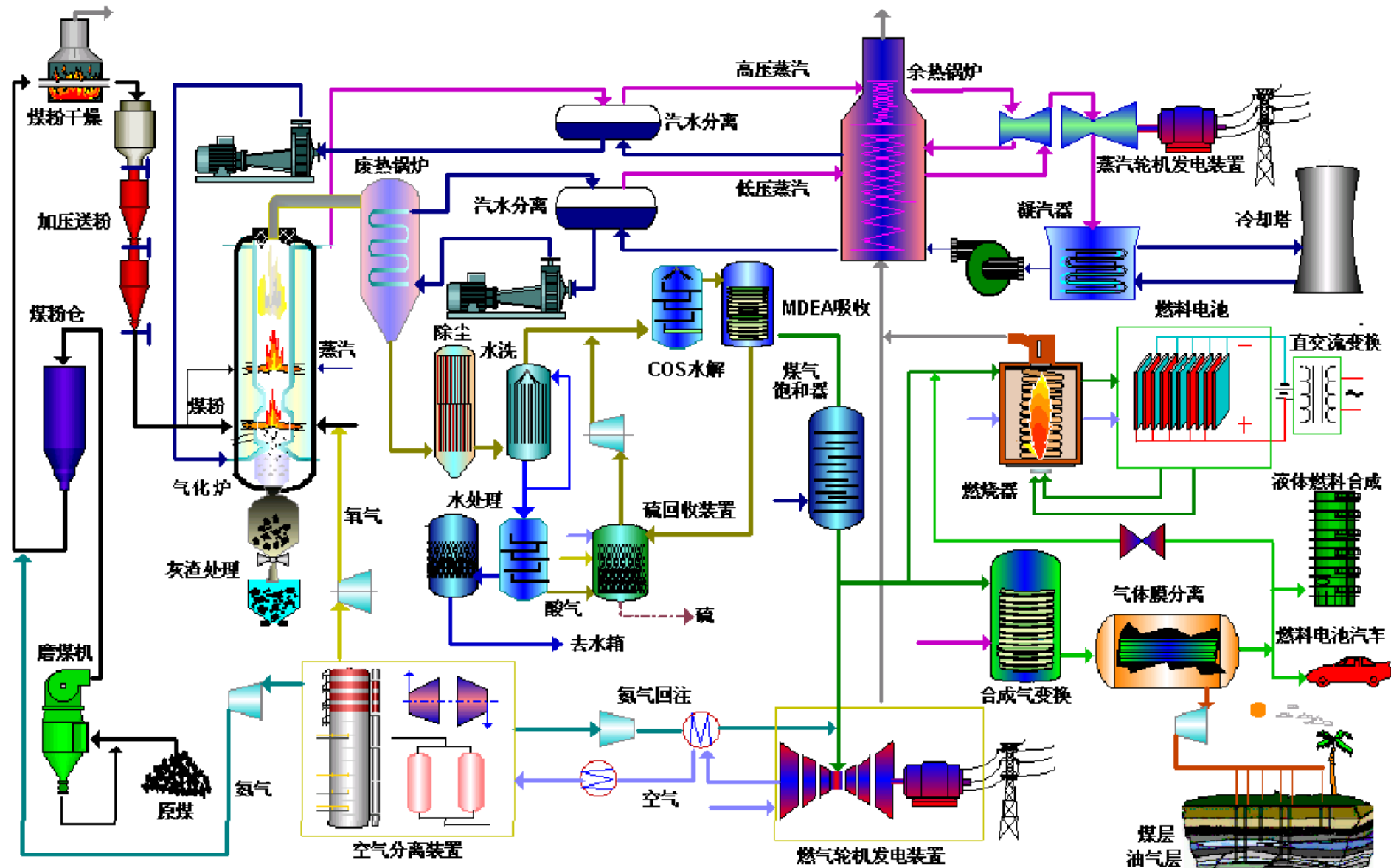


5. Greengén IGCC Plant



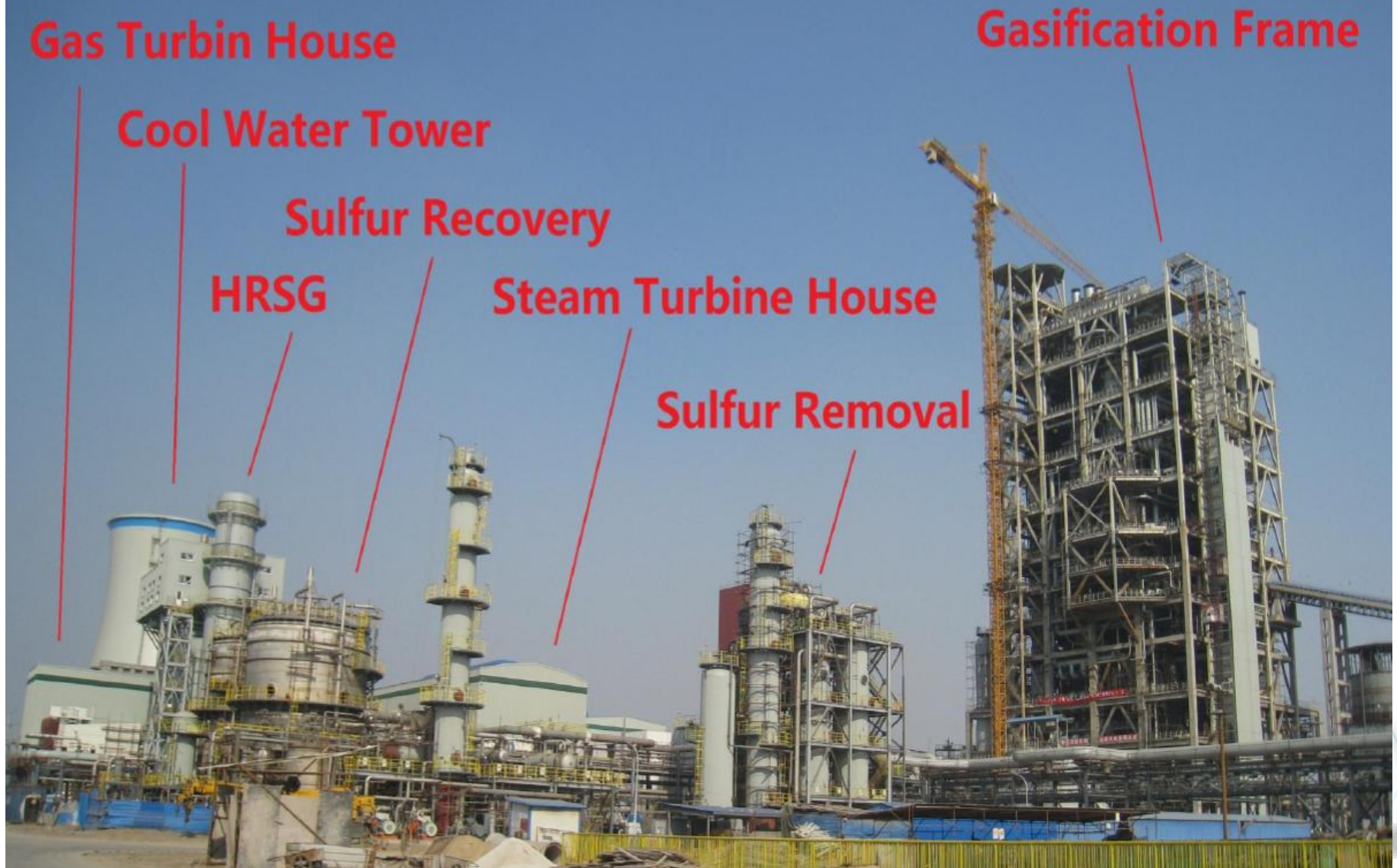
5. Greengene IGCC Plant

➤ The Flow Sheet of GreenGen



5. Greengén IGCC Plant

Site Construction of GreenGen Project on 4th Oct. 2011



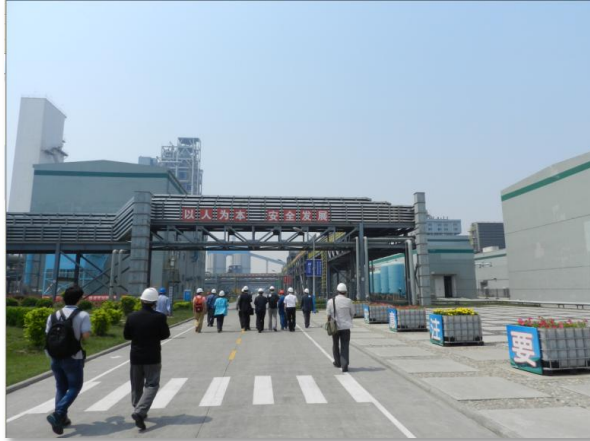
5. Greengan IGCC Plant

➤ 기술 교류



5. Greengun IGCC Plant

➤ 플랜트 현장 방문



참고자료



Ende Gasifier



Ende Gasification Plant

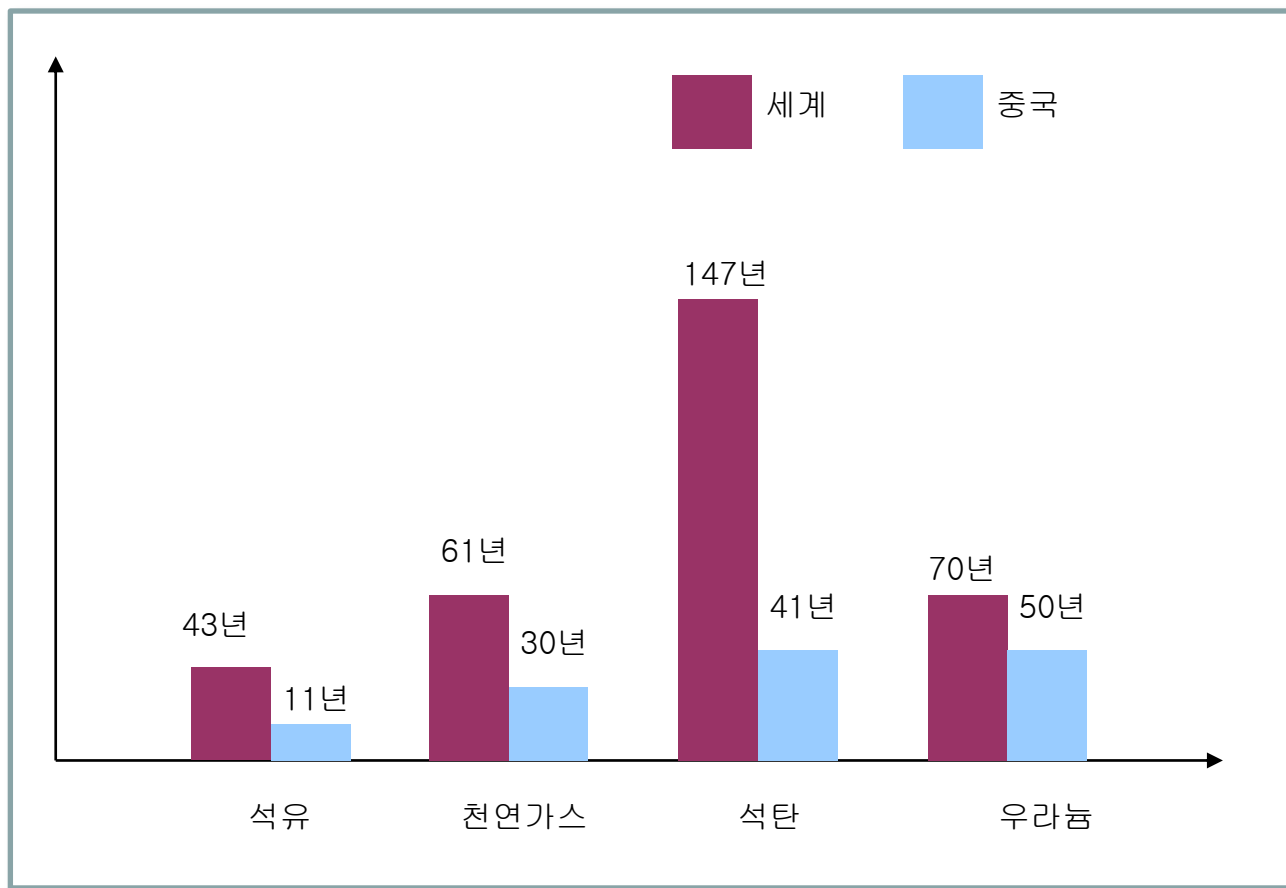
- ❖ Fluid-bed, Dry PC
- ❖ O₂, Air, Steam Blown
- ❖ Operating Temperature :
900~950 °C (~1050 °C)
- ❖ Operating Pressure: 14kPa
- ❖ (CO+H₂) : 66.0~67.5%
- ❖ CC : 92%
- ❖ Operation rate : > 90%
- ❖ Syngas Flow rate :
10,000~40,000m³/h
- ❖ Products : Ammonia,
Methanol, Fuel gas

Agent	H2	CO	CH4	CO2	N2	HHV (kJ/m ³)
Air+Steam	12	22	0.7	10	55.3	4346
O2+Steam	35.3	48.2	1.8	13.8	0.9	10706

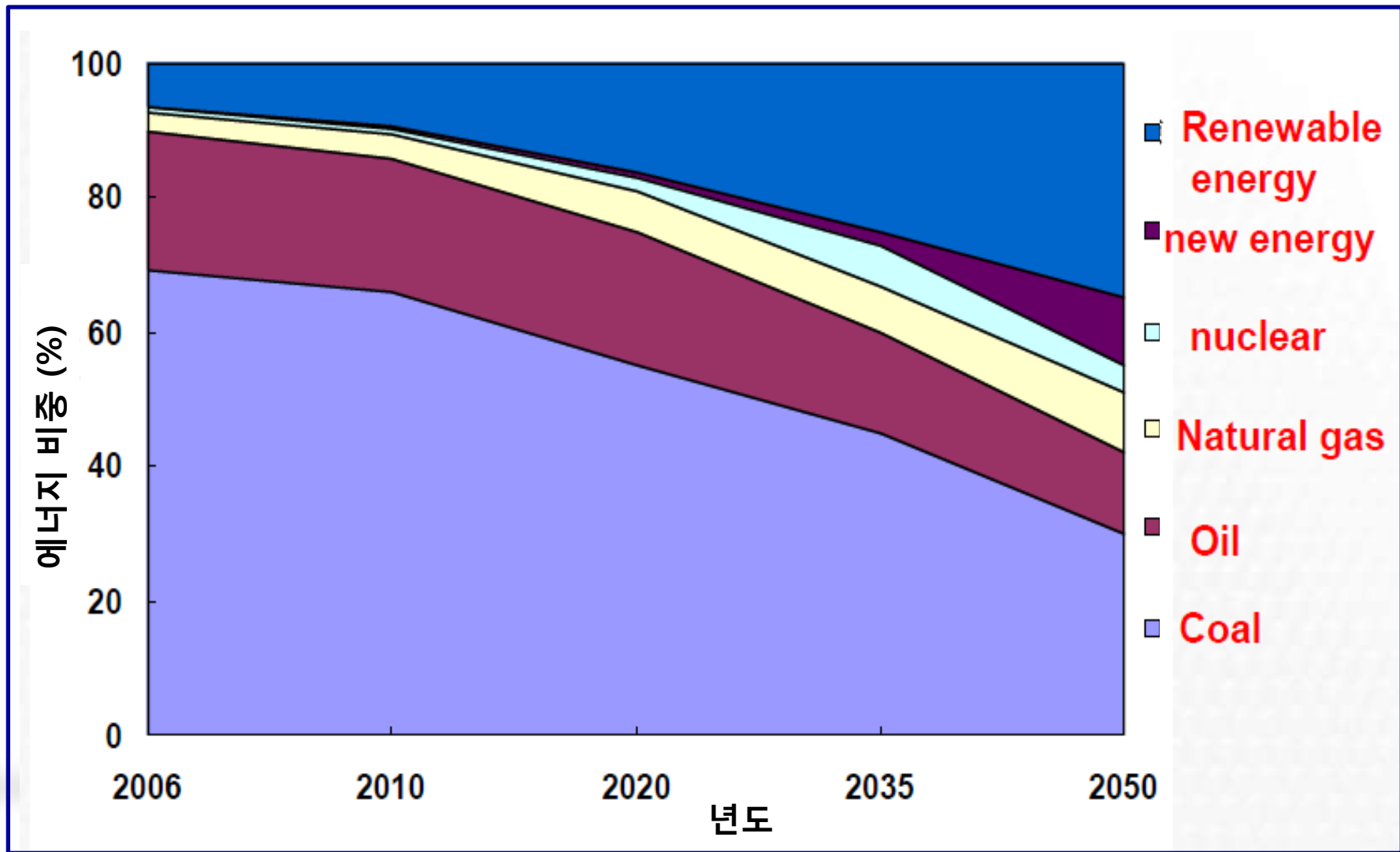
- 1950s, North Korea Introduction of Atmospheric pressure Winkler Gasifier
- 1996, China introduction of Ende gasifier
- ~ now : 24 Project, 46 gasifier



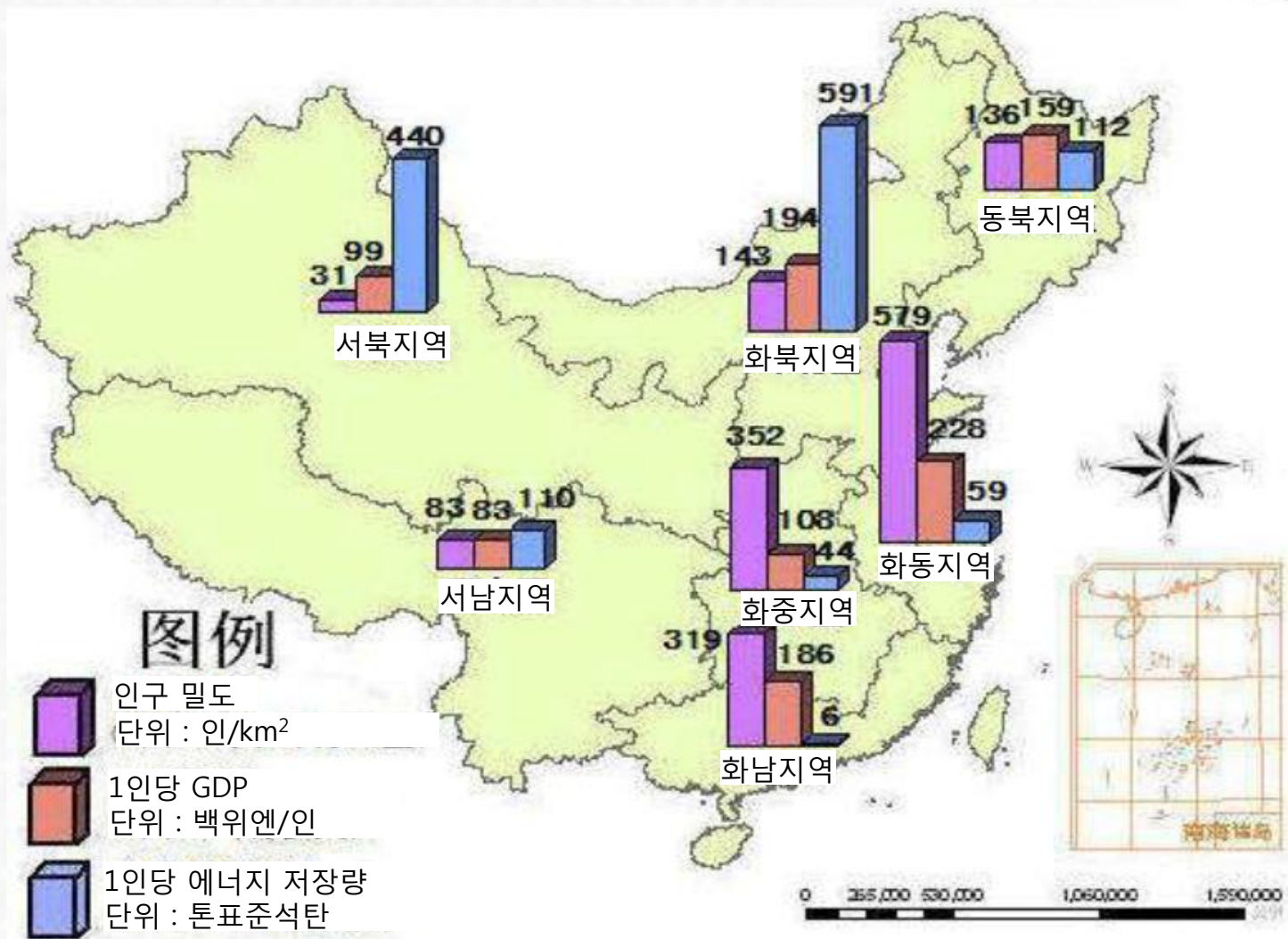
Energy Resources



Energy Consumption Forecast

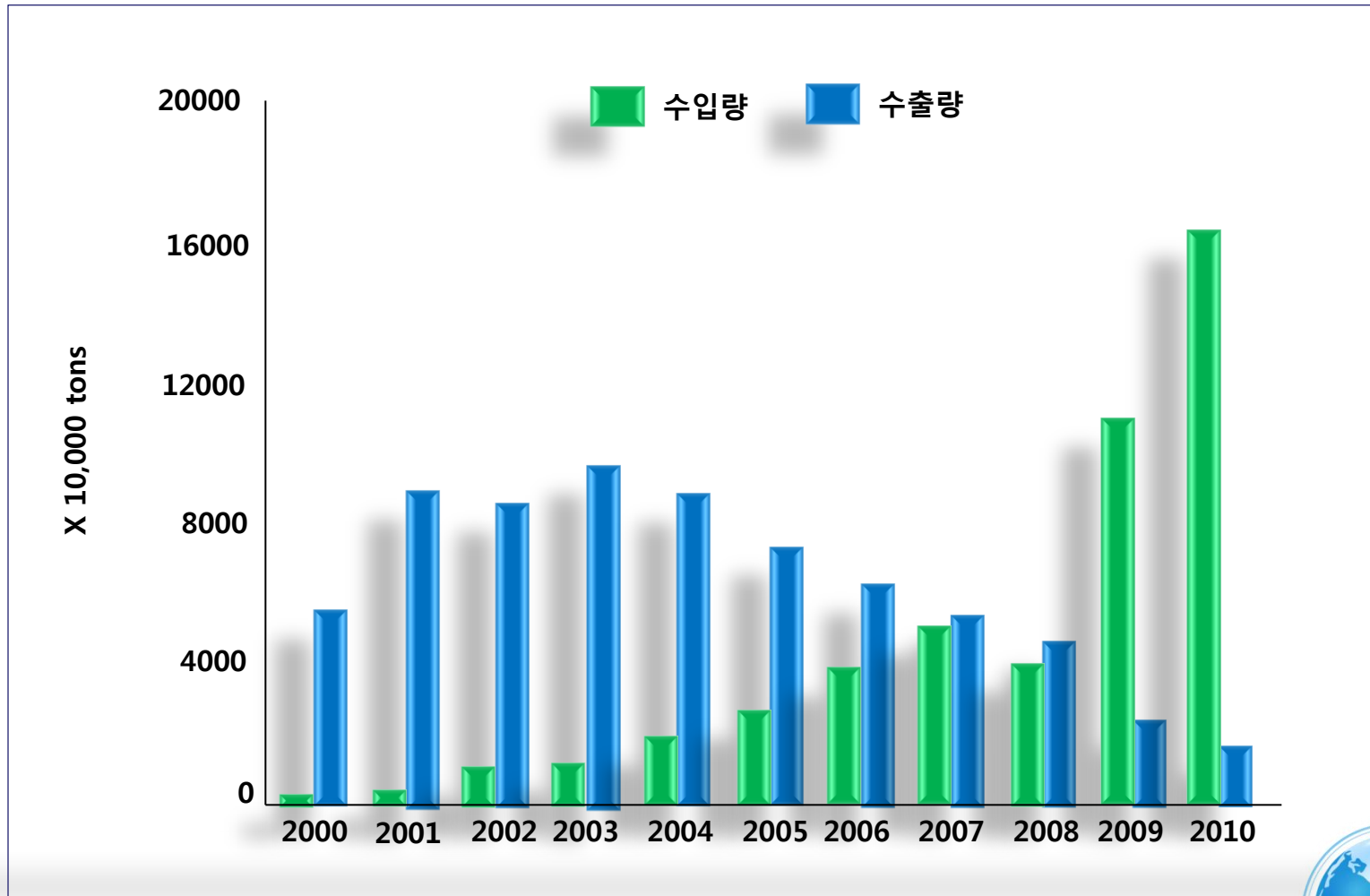


Energy Distribution

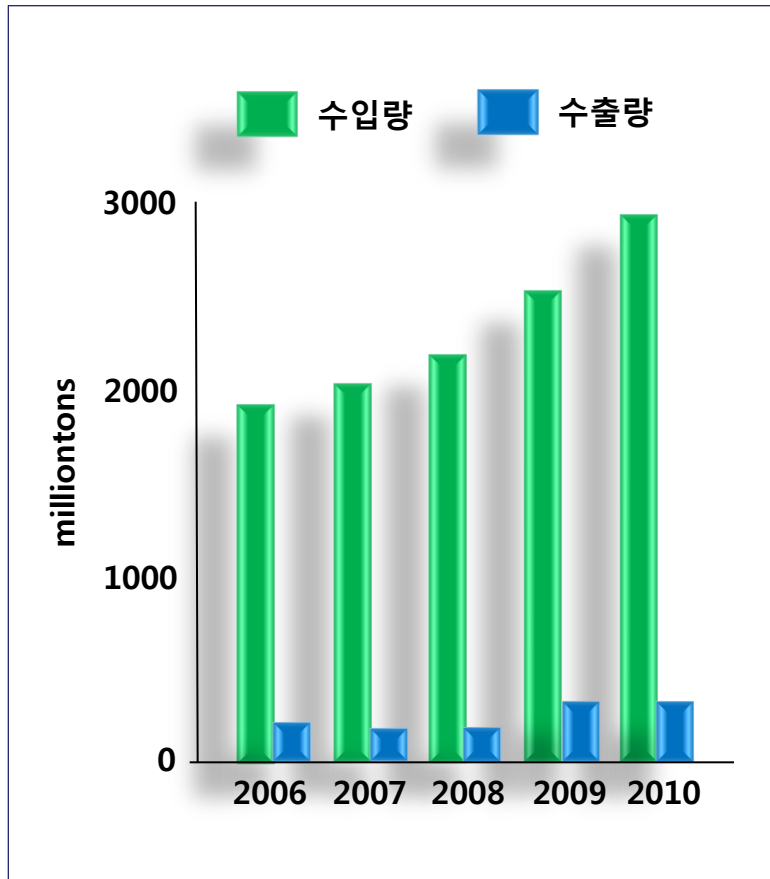


“서기동수 (西气东输)、북기남하(北气南下)、해기등륙(海气登陆)”

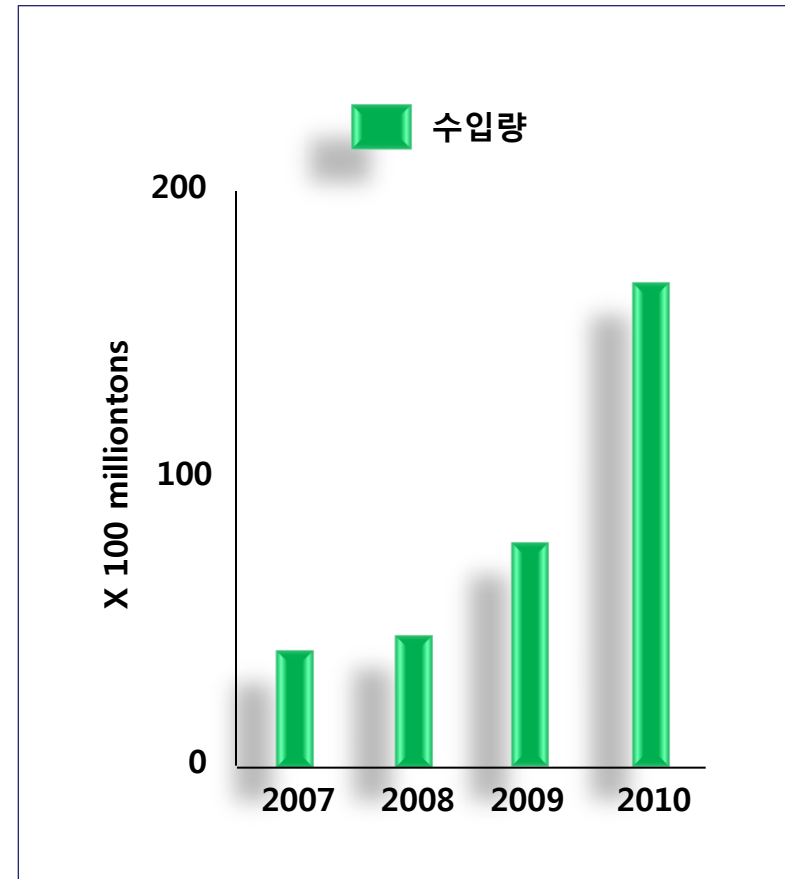
Coal Import & Export



Oil & NG Import



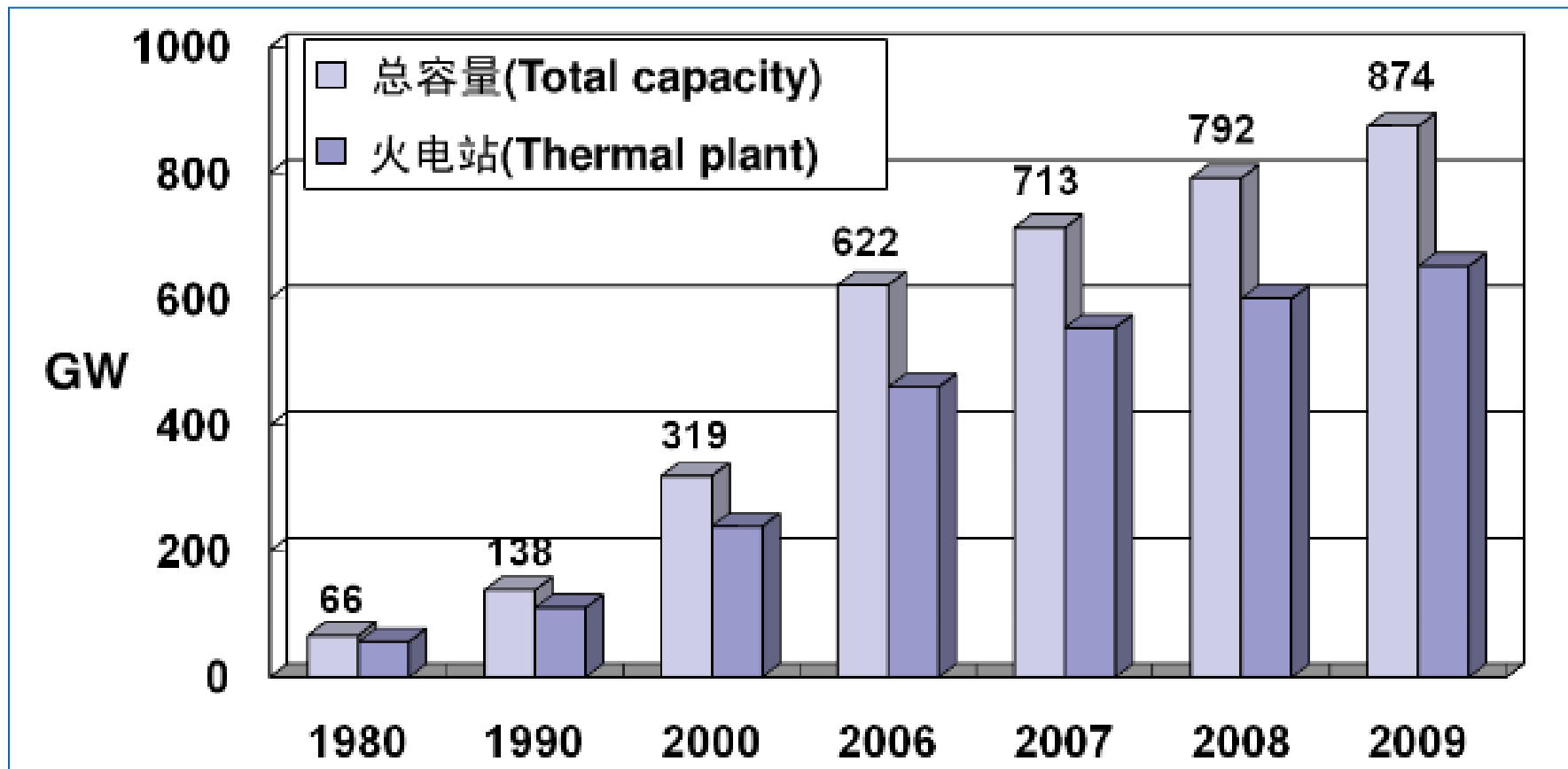
[Oil]



[Nature Gas]



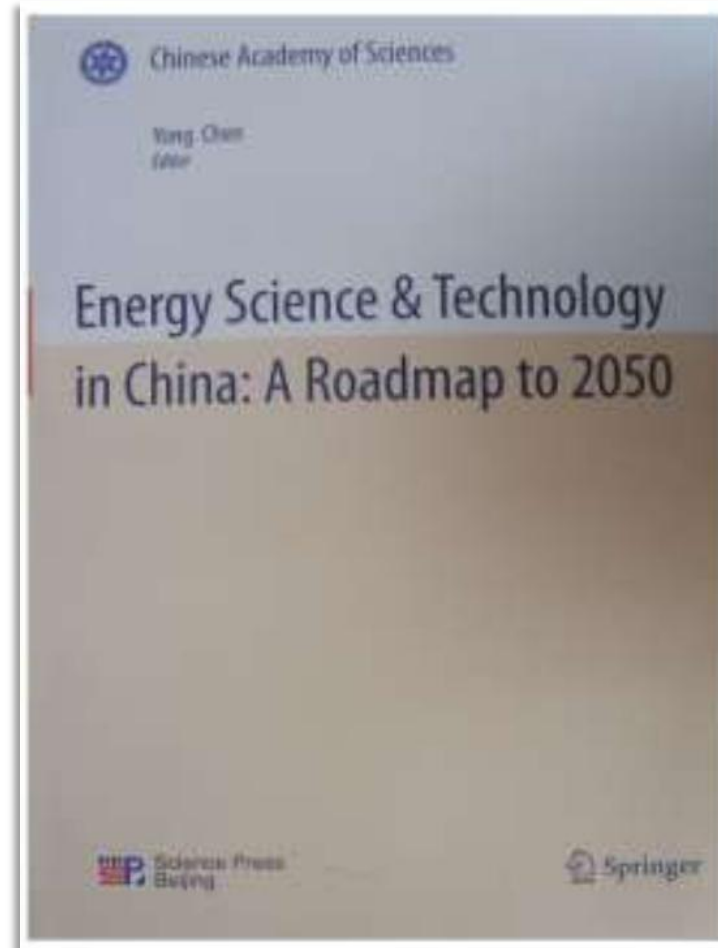
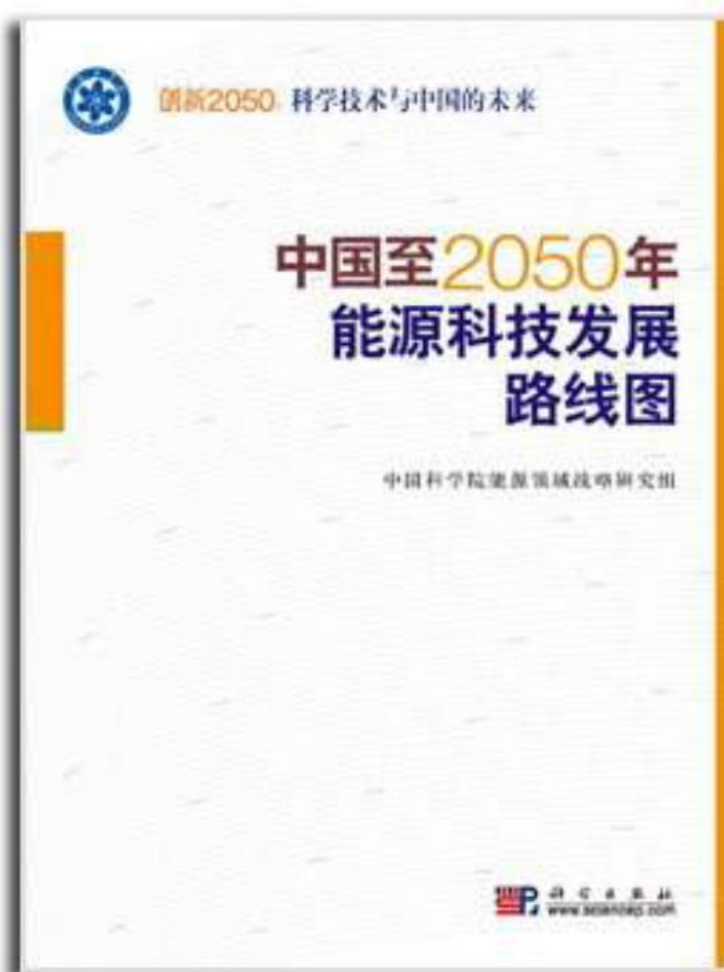
Coal-Based Power Generation in China



- 중국 발전 용량은 8.7억 kW
- 화력발전 74.6% (약 6.5억 kW), 석탄 95%



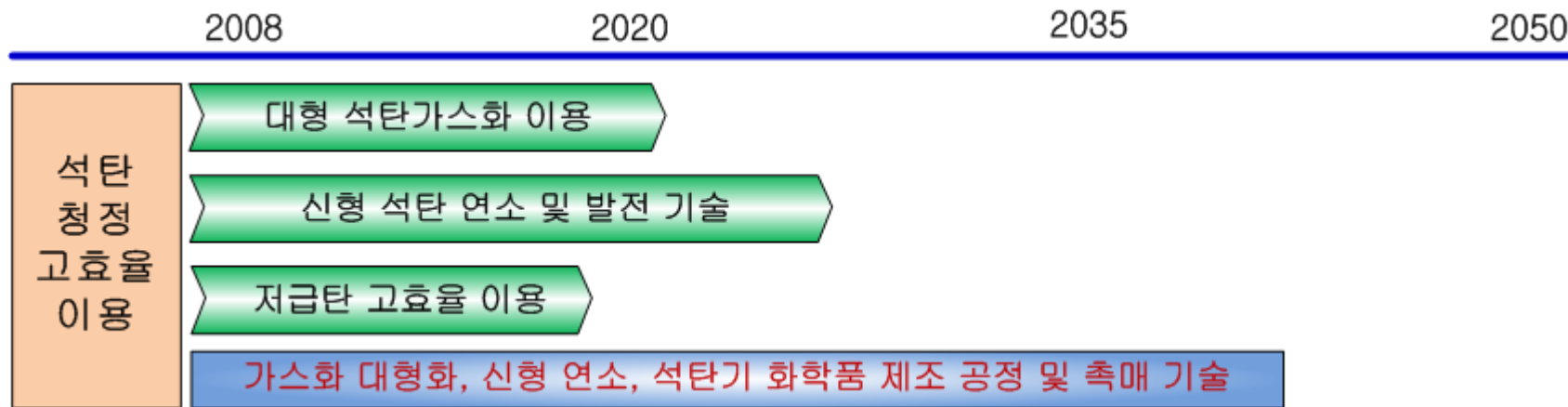
Energy Science & Technology Roadmap



Chinese Academy of Sciences
중국 과학원



Energy Science & Technology Roadmap

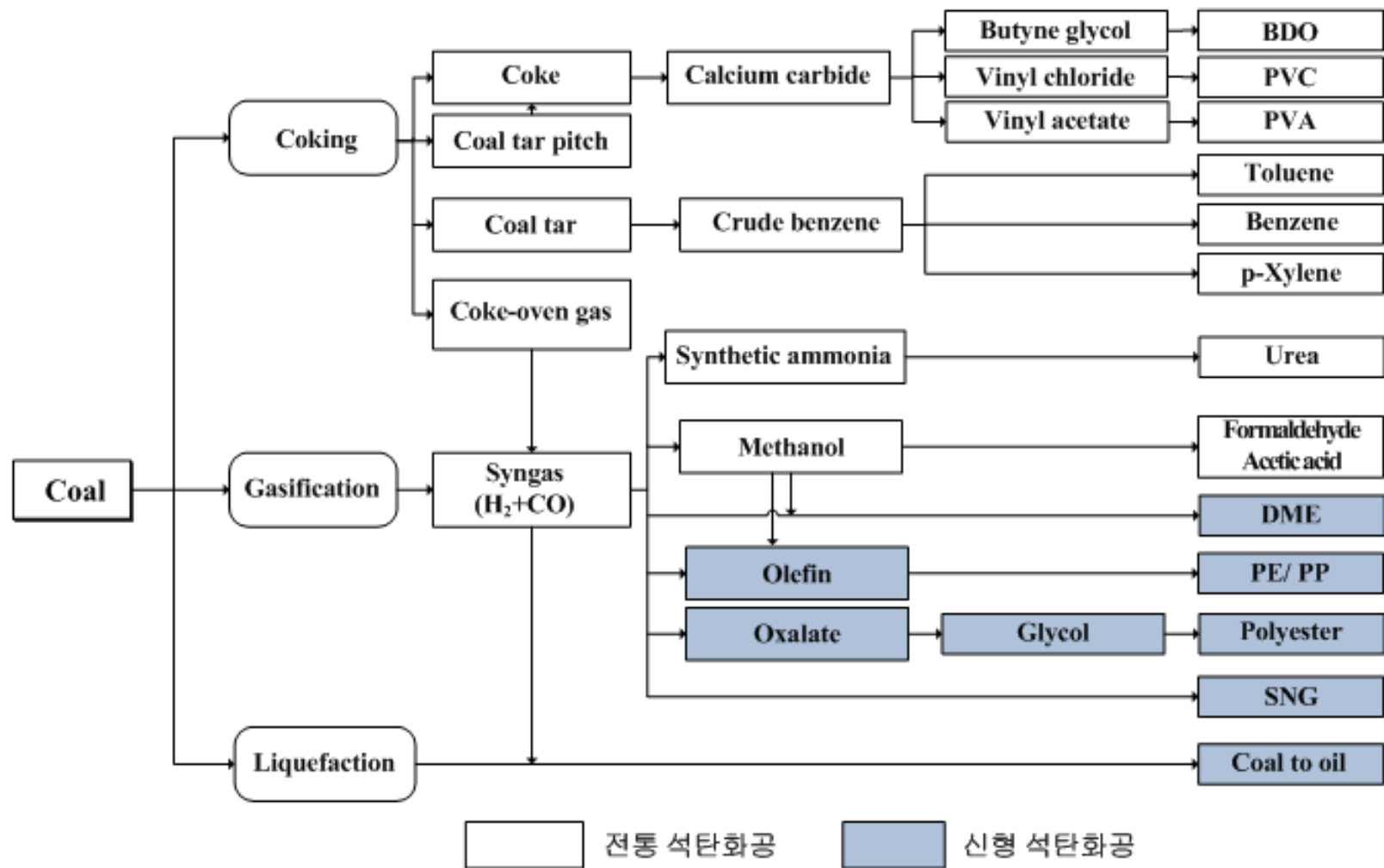


기간	내용
~2020년	<ul style="list-style-type: none"> - 신형 석탄고효율 청정이용 기술 발전, 석탄이용 에너지 및 화학 공업 시스템 형성 - 수력에너지; 원거리 초고압 교/직류송전망기; 태양열발전, 태양광발전, 풍력 발전기술 개발 - 신재생 에너지를 위주로 하는 에너지기술체계와 에너지 생산시스템 초보적 형성 - 점차적으로 핵에너지, 신재생 에너지와 신형에너지의 비중 확대
~2035년	<ul style="list-style-type: none"> - 바이오매스 액체연료 상업화 규모 형성 - 대용량, 저 손실 전력수송기술 개발; 분산되고 불안정한 신재생 에너지 발전 power grid 및 분산형 grid 기술, 전력 장비 안전기술과 전력 grid 안전기술 비중이 90% - 태양광 발전기술, 풍력발전기술을 위주로 하는 분산식, 독립 grid형 신형 전력 시스템 초보적으로 형성 - 신형 핵발전 기술과 핵폐기물처리기술 돌파, 중국 특색의 핵발전 공업 건설을 위한 과학기술기반 마련
~2050년	<ul style="list-style-type: none"> - 천연가스수화물 개발이용 기술, 수소에너지 이용기술, 연료전지자동차 기술, 심층지열 공정화 기술, 해양에너지 발전 등 기술 돌파 - 화석에너지, 핵에너지, 신에너지와 재생에너지 등 저탄소형 다원 에너지 구조 형성

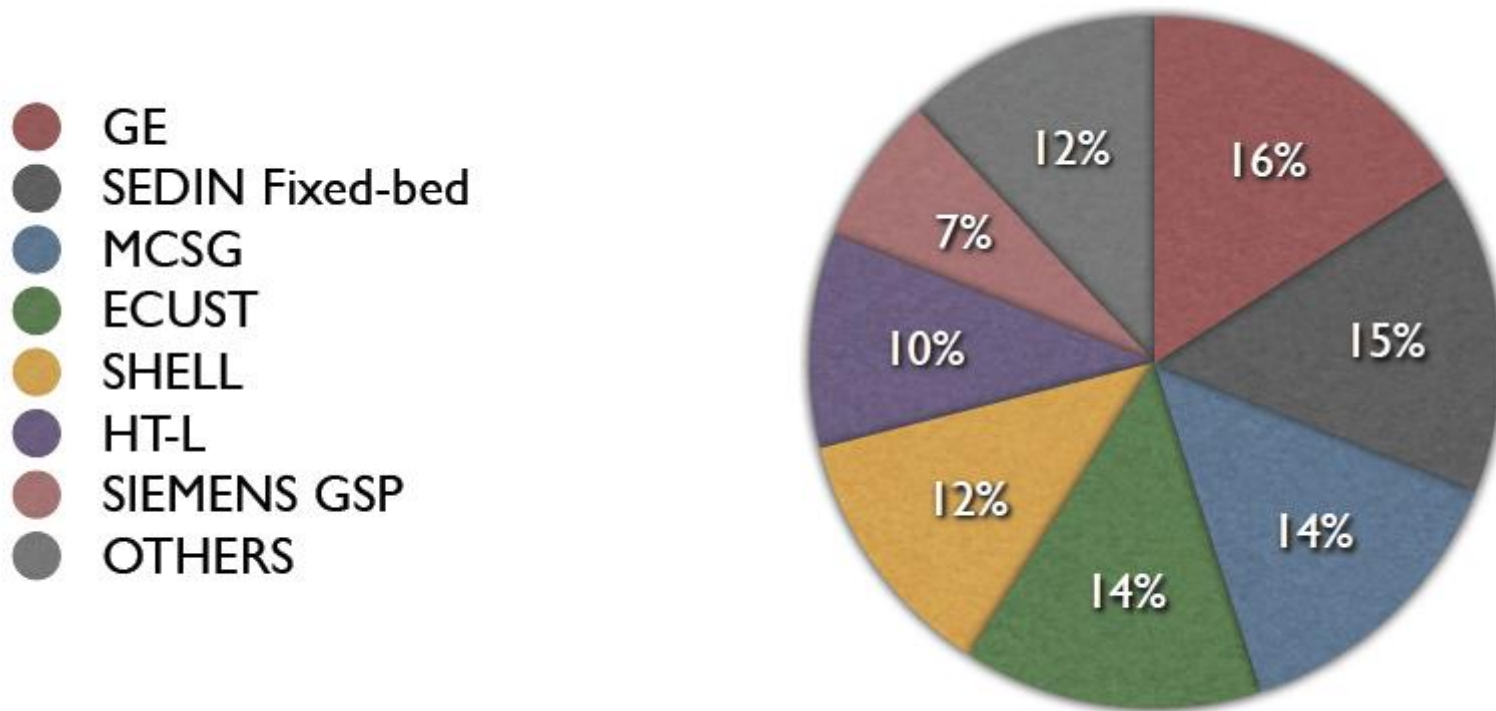
Energy Science & Technology Roadmap

	重要能源技术方向 (Important Science & Technology Direction)
节能	1、 高效非化石燃料地面交通技术 (highly-efficient non-fossil-fuel ground transportation)
化石能源	2、 煤炭的洁净和高质化利用技术 (clean and high-added-value coal utilization)
电力	3、 电网安全稳定技术 (power system security and stability)
可再生能源	4、 生物质液体燃料和原材料技术 (biomass liquid fuel and raw material) 5、 可再生能源规模化发电技术 (太阳能发电、 风力发电、 生物质发电) (Large-Scale Power Generation Technology from renewable Energy) 6、 深层地热工程化技术 (enhanced geothermal systems technology for deep geothermal resources)
核能	7、 新型核电与核废料处理技术 (new nuclear power and nuclear waste treatment)
新能源	8、 天然气水合物开发与利用技术 (Natural gas hydrate's (NGH) development and utilization) 9、 氢能利用技术 (Hydrogen utilization) 10、 具有潜在发展前景的能源技术 (海洋能、核聚变、新型太阳电池)

Coal Chemical Technology in China



Gasification Market Shares in China



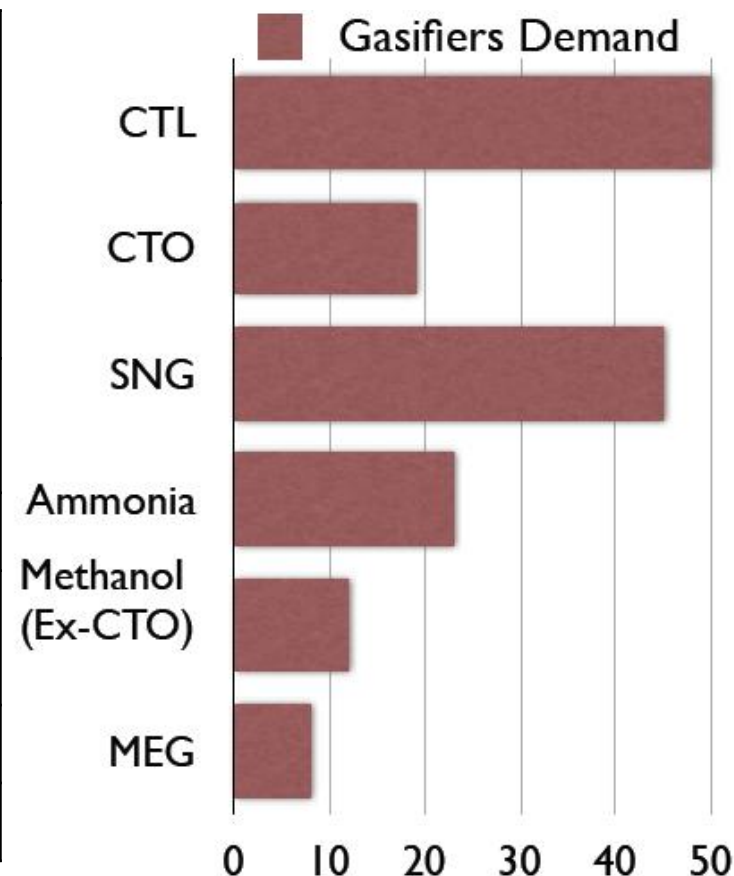
- by syngas capacity
- including all constructed plants and contracted projects



Gasification Market Outlook

- to be added during 2011-2015

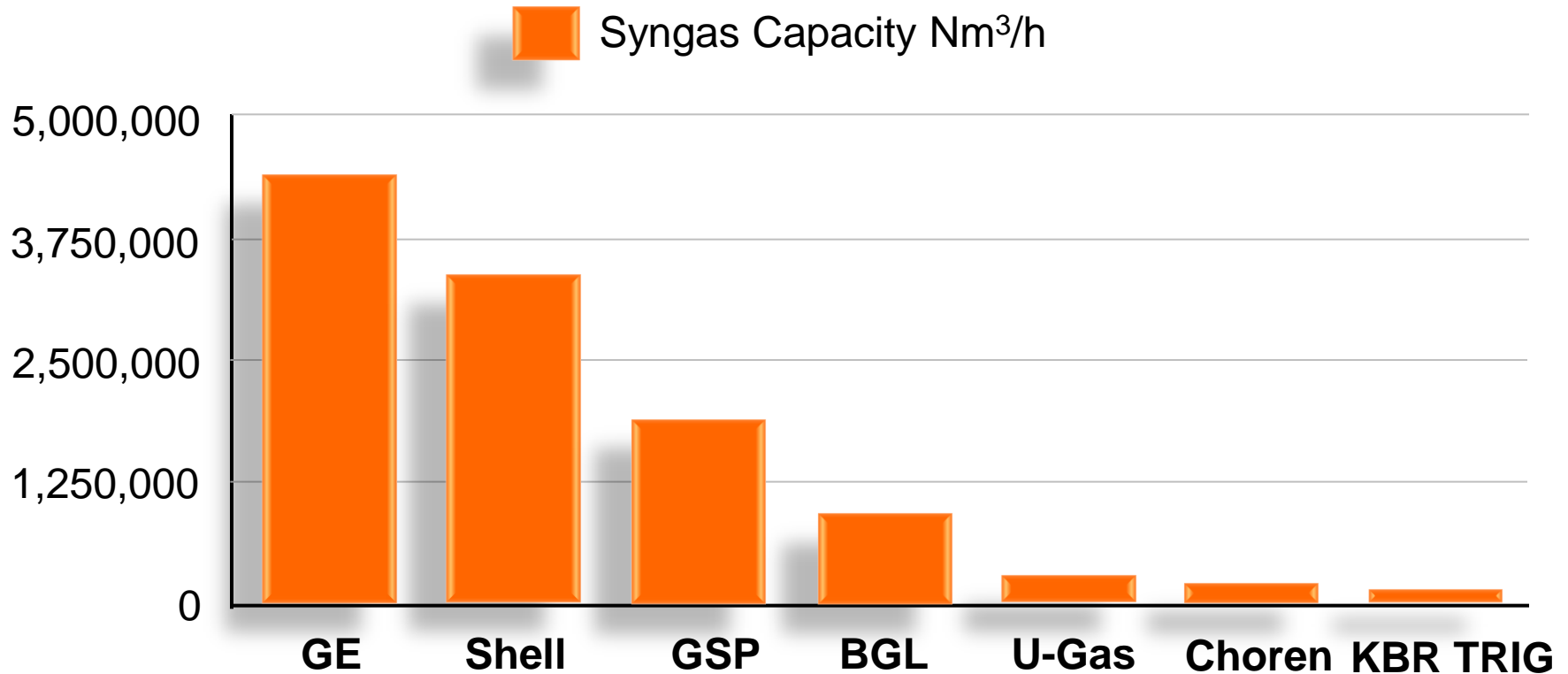
Products	Capacity Mt/a	Syngas Demands Nm ³ /h	Gasifiers
CTL	12	9,710,000	50
CTO	6	3,660,000	19
SNG	25 bn Nm3	8,710,000	45
Ammonia	13	4,471,000	23
Methanol (Ex-CTO)	10	2,290,000	12
MEG	3	1,500,000	8
Sum		30,341,000	157



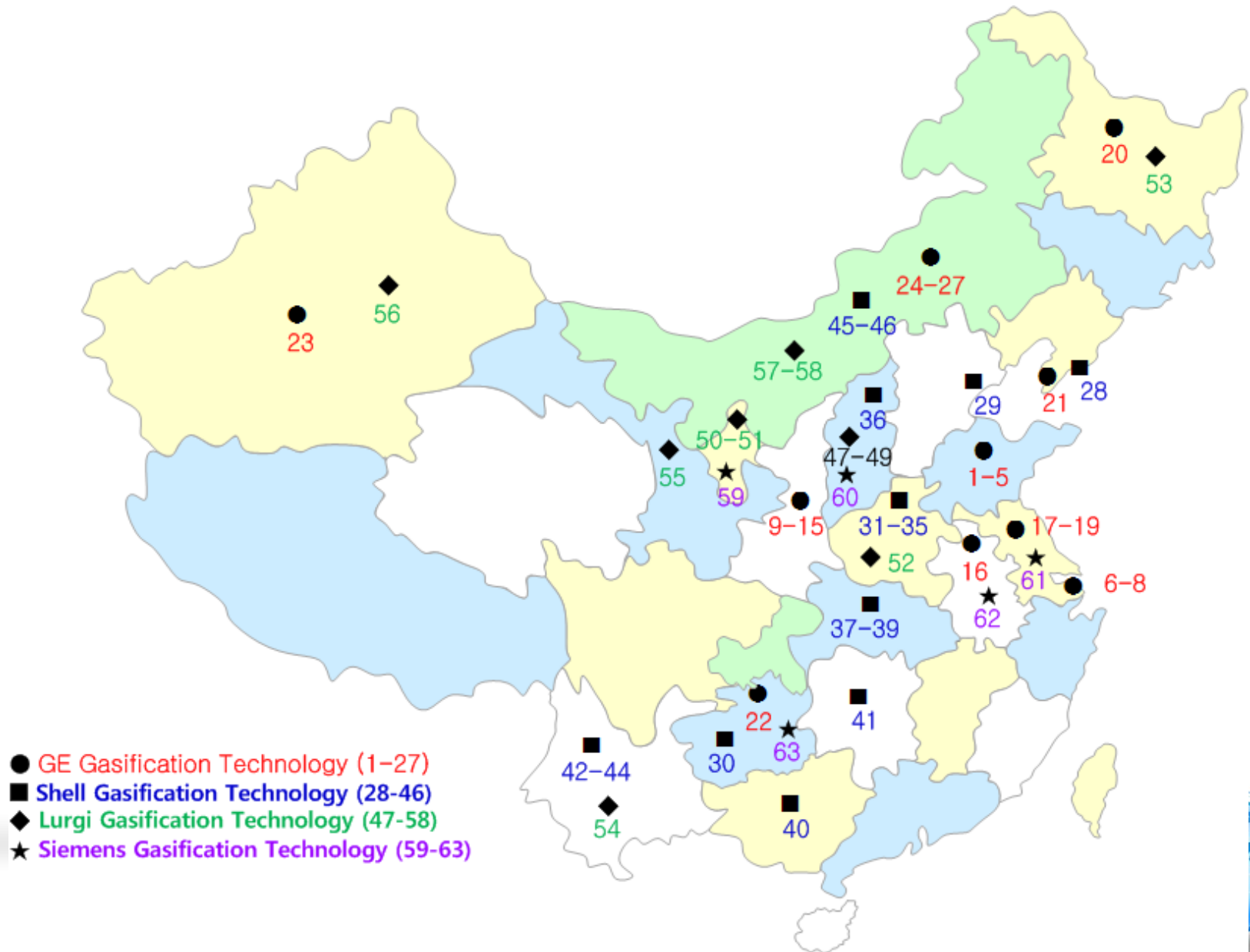
- Notes: Gasifiers benchmark - 3000 TPD Pulverized; Syngas Demands - estimated clean syngas (CO+H₂) based on products
- capacities; Gasifiers - estimates based on raw syngas capacity; Coefficient of clean/raw syngas = 0.91



Major Overseas Players in China



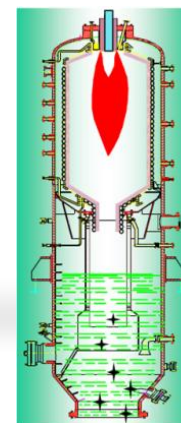
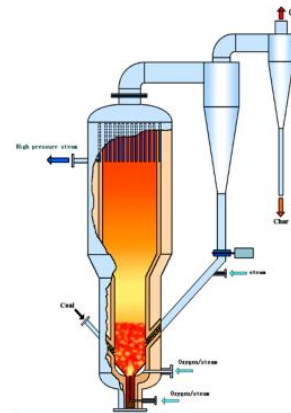
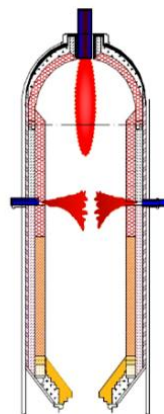
Application of Overseas Gasification Technology in China



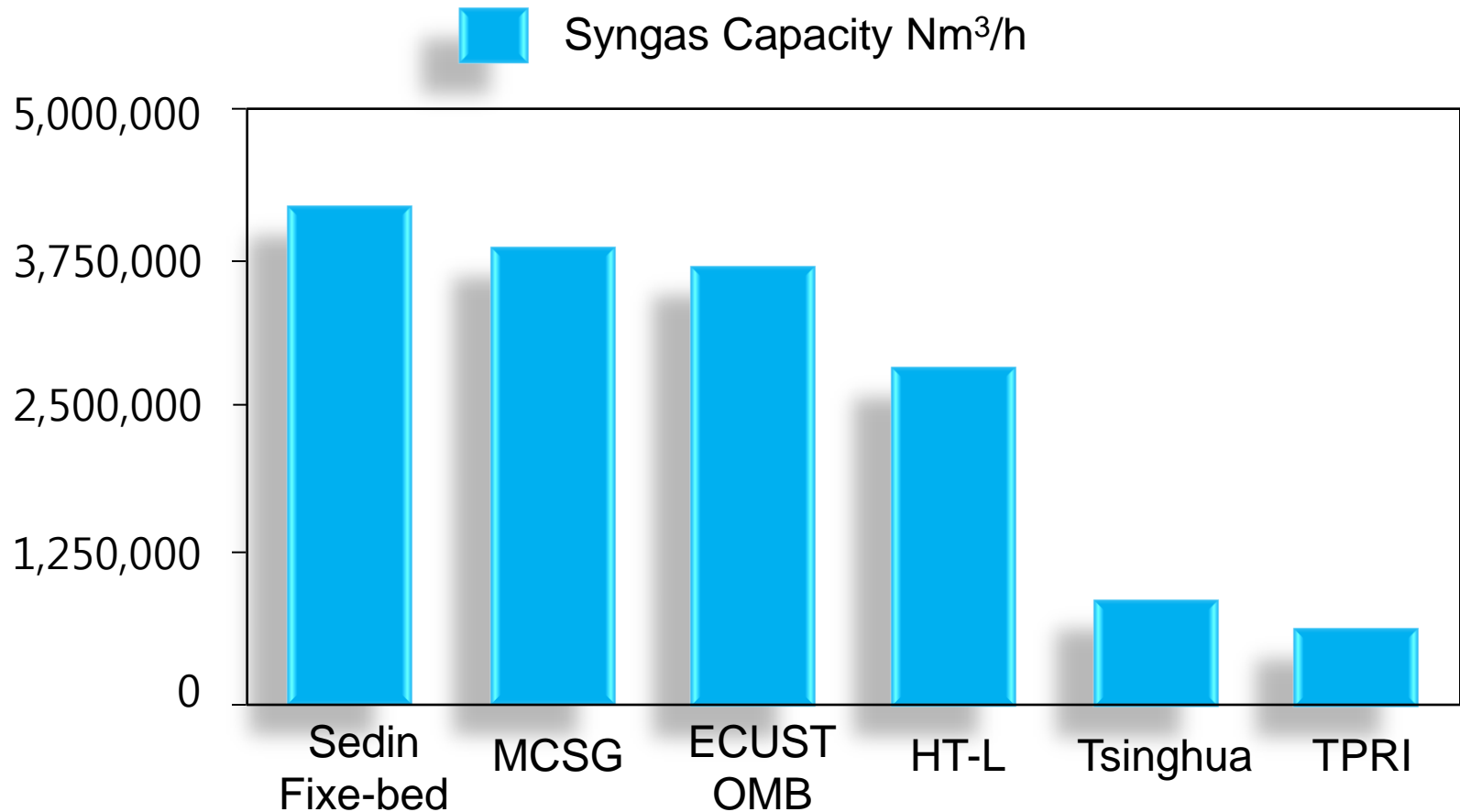
China Domestic Gasification Technology

	OMB	TPRI	Tsinghua	ICC	HT-L	MCSG
Development Agency	ECUST	Xi'an Thermal power research institute	Tsinghua University	Institute of Coal Chemistry, Chinese Academy of Sciences	China Aerospace Science and Technology Corporation	The North Research Institute of Chemical Industry
Gasifier Type	Entrained bed	Entrained bed	Entrained bed	Fluid-bed	Entrained bed	Entrained bed
Operating Temp. (°C)	1300~1400	1400~1600	~1400	950~1100	1400~1700	1300~1500
Operating Press. (bar)	25~85	30~40	40~65	10	37~40	1~100
CC (%)	96~98	98.9	98.2	90	≥99	≥96
CGE (%)	73~74	83.2		70	80~84	≥70
Ash Exhaust Method	Slagging	Slagging	Slagging	Non-slagging	Slagging	Slagging
Commercial scale Projects	25	7	5	6	3	12

Gasifier Shape



Major Domestic Players in China



Notes: Including constructed & contracted, as of Q3 2011;



Application of China Domestic Gasification Technology in China

