



华能集团基于 I G C C 的 C O 2 捕集、利用与封存示范项目
The IGCC CCUS demonstration project of Huaneng Group

Jian Cheng

Wuhan China 2014.11

Index

- **IGCC project in Huaneng group**
- **CCUS project overview**
- **CO2 capture facilities**
- **EOR and storage**
- **Summary**

中国华能集团公司



中国华能集团是中国最大、世界第二的发电集团，至2013年底，华能集团的总装机容量达到1.43亿千瓦，低碳清洁能源装机达到3504万千瓦，占总装机比重23.5%。

华能洁净煤发电技术的巨大进步

1

大规模超临界和超超临界技术得到应用和推广

60万千瓦、100万千瓦级燃煤发电机组成为新建机组的主流

2

电厂污染物控制技术得到推广和普及

烟气脱硫和高效除尘技术；NO_x排放控制技术开始工程应用

3

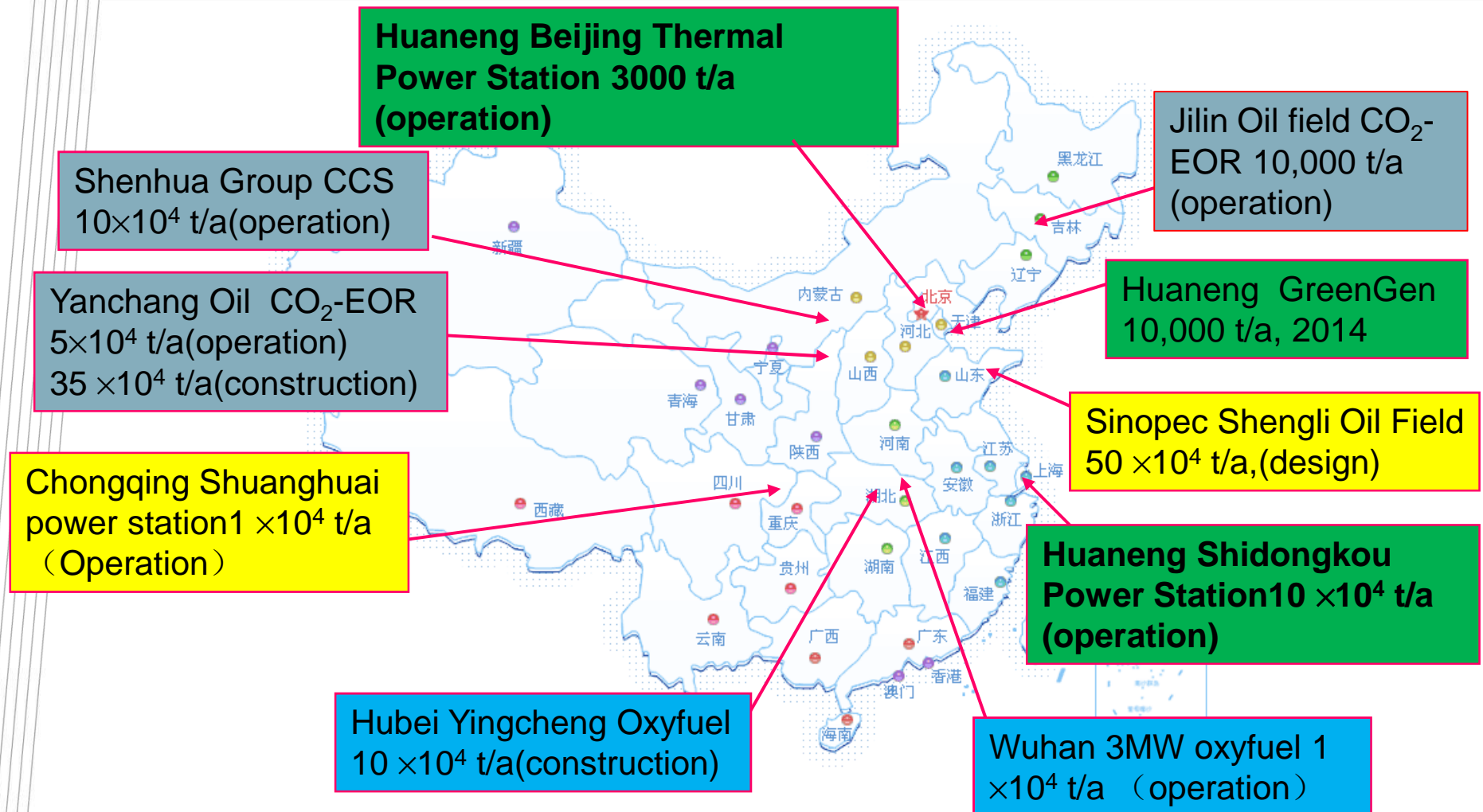
系统优化和节能改造技术已发挥出巨大作用

4

一批先进发电和近零排放技术已开始进行工程示范

**wind power capacity 9,700MW, hydropower capacity 18GW,
IGCC power plant 250MW**

CCUS Projects in Huanneng CHNG



Pre-combustion

Post-combustion

Oxy-fuel combustion

Industry capture

Main CCS Demo. projects in CHNG

100,000t/a IGCC Based Precombustion CO₂ Capture, Utilization and Storage Project of CHNG

NZEC plant

50,000t/a Coal Chemical Industry Based Precombustion CO₂ Capture, Utilization and Storage Project

**Coal
Chemical
Industry**

3000 t/a Post-Combustion Capture CO₂ and Refining Utilization Project of CHNG

**The First
PCC in
China**

120,000t/a Post-Combustion Capture CO₂ and Refining Utilization Project of CHNG

**The Biggest
PCC in the
world then**

1000 t/a Post-Combustion Capture CO₂ Unit for Natural Gas Flue Gas

**The First NG
PCC in
China**

Main CCS Demo. projects in CHNG

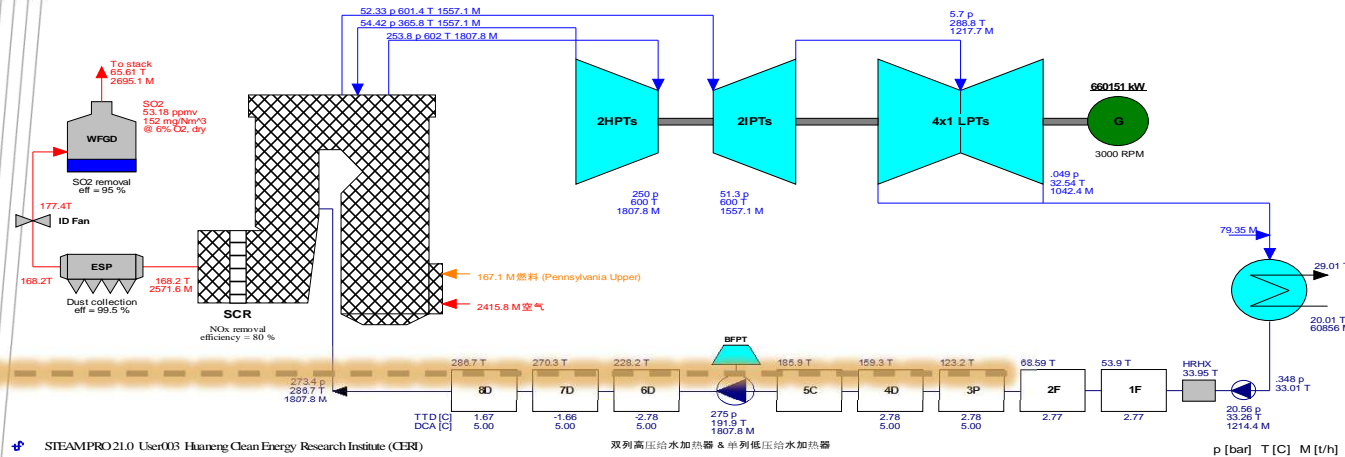


CO₂ Capture System Integration

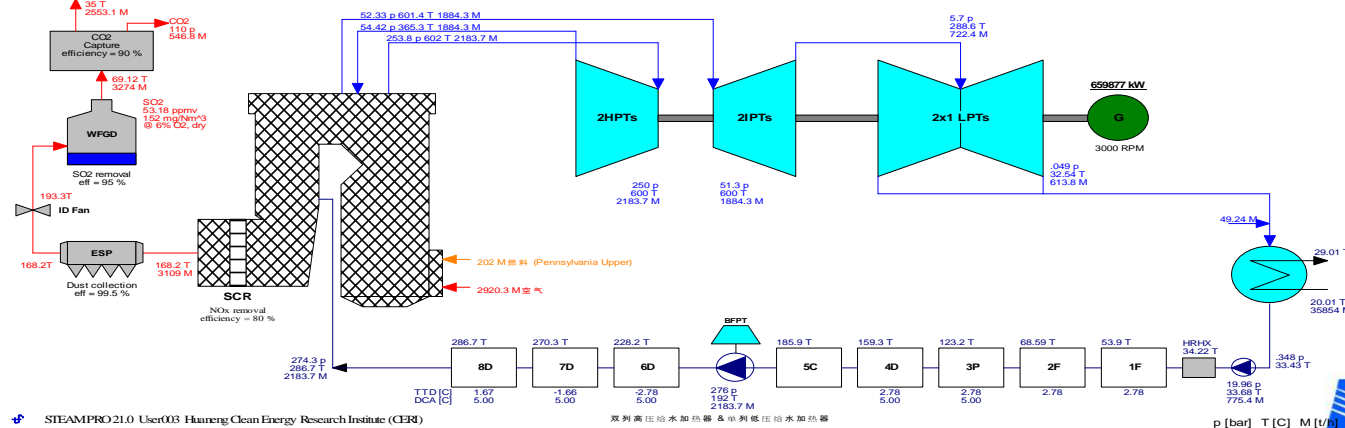
电出力	660151	MW
电厂净出力	629068	MW
机组数量	1	
电厂净耗率(高热值)	8940	kJ/kWh
电厂净耗率(低热值)	8548	kJ/kWh
电厂净效率(高热值)	46.73	%
电厂净效率(低热值)	42.12	%
辅助功率(高热值)	31083	MW
燃料净量输入(高热值)	5561	GJ/h
燃料净量输入(低热值)	5377	GJ/h
燃料输入	4010	t/day

环境参数
1.013 p
15 T
60% RH

Without CO₂
capture



With CO₂
capture



华能清洁能源研究院
HUANENG CLEAN ENERGY RESEARCH INSTITUTE

中国华能集团公司

Four Council Directors / 四个理事长单位



中国华能
CHINA HUANENG



中国国电
CHINA GUODIAN



中国石化



中国石油

2013年11月，中国二氧化碳捕集利用与封存（CCUS）产业技术创新战略联盟在北京正式成立。

CCUS在提高能效与降低成本、CCUS安全环保监测与控制等重点发展方向上的研发与示范，采取积极行动加强国际交流与合作，通过联盟带动产学研合作引领我国CCUS技术进步。



华能清洁能源研究院
HUANENG CLEAN ENERGY RESEARCH INSTITUTE

Alliance Council /
联盟理事会

Expert Committee of
Consultant / 专家技
术咨询委员会

General Council /
常务理事会

Secretariat /
秘书处

New Policies

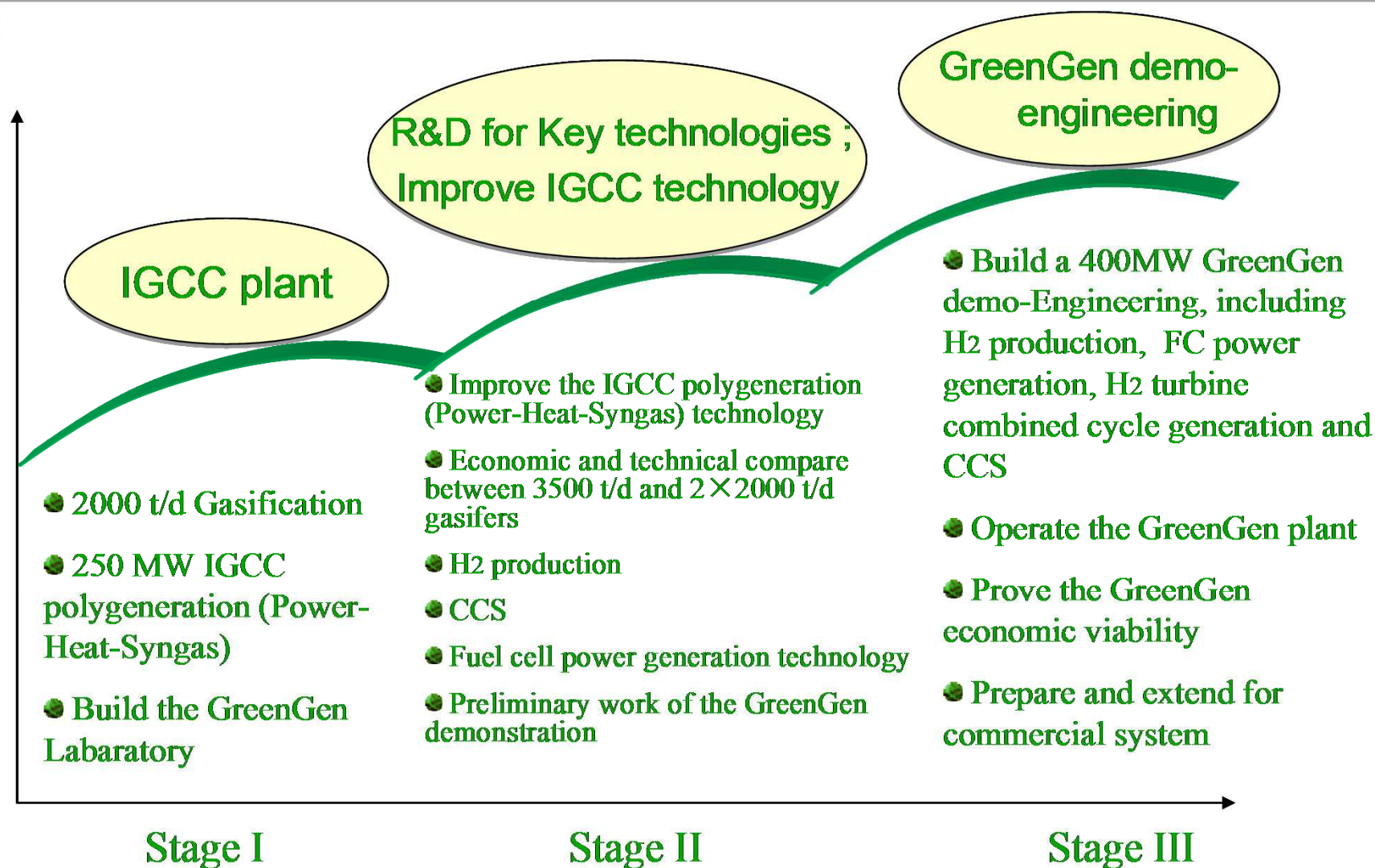
- President Xi Jinping launched a “Energy Revolution” in China recently , that covered the supply, consumption, technology and system.
- “The National Program for Tackling Climate Chang 2014-2020” was approved last month. CO₂ emission per GDP in 2020 will be reduced 40-45% than that in 2005.
- NEA announced “The Upgrade Program for Coal Fired Power Plant ”last month.
- Most is doing “The Program of CCUS Technical Innovation 2015-2020).

New Policies

“The Upgrade Program for Coal Fired Power Plant ”

- The average coal consumption for new coal fired power plant will be less than 300g/kWh, the old coal fired power plant must be upgraded and the coal consumption will be less than 310g/kWh in 2020.
- The pollution emission (PM, SO_x and NO_x) of new coal power plant should be near the NGCC standard, old coal fired power plant must be upgraded to near the NGCC standard in 2020.
- Coal consumption will account for 62% in the total energy consumption.

IGCC project in CHNG



IGCC project in Huaneng group

- 2000t/d Dry Feed Entrained Flow Gasifier
- Net eff. 41%
- Power: 265MW
- SO₂ : <1.4mg/Nm³
- NO_x: 52mg/Nm³
- PM: <1mg/Nm³



2009.9.5—2012.12.12

IGCC project in Huaneng group

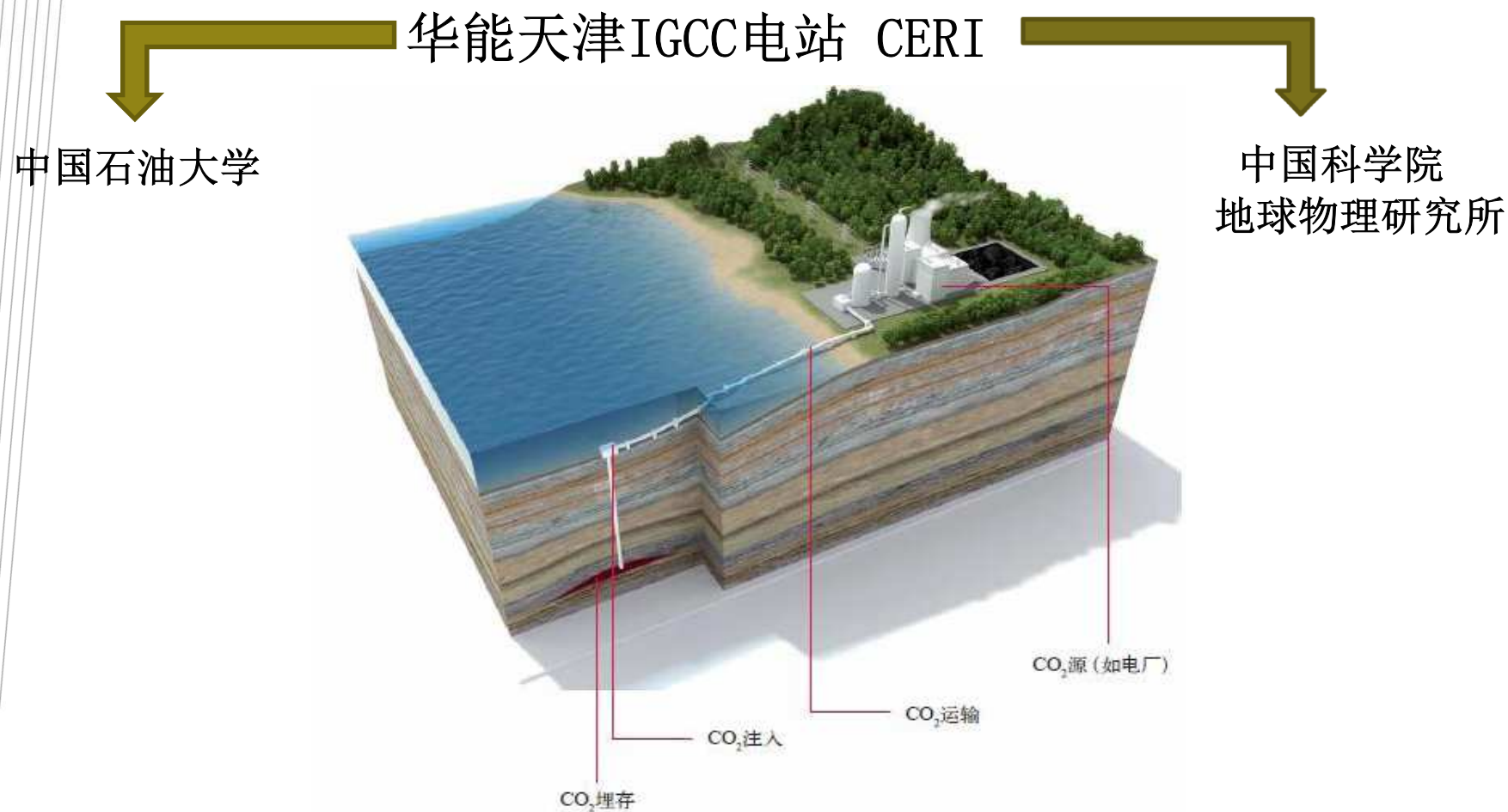
- 气化目前负荷98.02%，气化压力3.02MPa，
- 一段投煤量为70t/h，蒸汽量为3.0t/h
- 二段投煤量4.3t/h，蒸汽量2.1t/h
- 氧煤比为0.88，总水氧比0.08，
- 合成气流量18.5万方
- 总蒸汽产量135t/h
- 总功率241.3MW，燃机164 MW，汽机77.5MW，
- 气体成分：CO 58.9% H₂ 25.77% CO₂ 2.36%

IGCC project in Huaneng group



天津IGCC示范电站长周期连续运行62天

CCUS project overview



CCUS project overview

科学技术部文件

国科发高〔2011〕375号

关于863计划先进能源技术领域基于 IGCC的CO₂捕集、利用与封存 技术研究和示范主题 项目立项通知

国务院国有资产监督管理委员会办公厅：

国家高技术研究发展计划(863计划)先进能源技术领域基于IGCC的CO₂捕集、利用与封存技术研究和示范主题项目的立项工作已经完成。现就该项目有关事项通知如下：

一、项目的意义

气候变化是人类生存和发展面临的最大挑战。发展CO₂捕集与封存技术已成为主要发达国家低碳经济发展的重要部署。研发CO₂捕集与封存技术，尤其是基于IGCC的CCS技术，可为我国未来温

中华人民共和国国家发展和改革委员会

发改办气候〔2013〕711号

国家发展改革委办公厅关于中国华能集团公司 申请利用亚洲开发银行赠款开展碳捕集、利用和 封存试验示范项目的复函

中国华能集团公司：

你公司《关于申请基于IGCC的二氧化碳捕集、利用与封存试验示范项目赠款的请示》(华能财〔2013〕112号)收悉。经研究，原则同意你公司申请利用亚洲开发银行赠款开展二氧化碳捕集、利用和封存试验示范项目，现答复如下：

一、在项目实施过程中，应遵循我国推动碳捕集、利用和封存示范的总体要求和优先发展方向，坚持从国情和实际出发，着力降低该项目的建设和运行成本，强化二氧化碳的利用，切实发挥项目的示范作用。

二、项目的核心是二氧化碳捕集，应通过项目实施努力掌握具有自主知识产权的关键技术，切实提高捕集效率，降低捕集能耗水平和成本，同时应做好与其他燃煤电厂二氧化碳捕集工艺路线的技术和经济比较，积极解决示范项目可能遇到的各种实际问题。

20/10/2013 16:41:00 10 99551120

MOF

#2422 P.001

INTERNATIONAL DEPARTMENT
MINISTRY OF FINANCE
Zoskko, Tsewang Dondor
Beijing 100020 People's Republic of China

MOF

中华人民共和国财政部
国库司
中国北京三里河国家部委9号100020

To : Mr. Ashok Bhargava
Director, Energy Division
East Asia Department, ADB

Originator : Tang Wei
Project Officer
IFI Division II

Phone No. : 86-10-68661120

Fax No. : 632-635-2302

Email : tangweimof@163.com

Date : 23 October 2013

Fax No. : 86-10-68661118

Page one of 1

Cleared by : Wang Ling

Re: Ln. 2616-PRC: Tianjin Integrated Gasification Combined Cycle
Power Plant Project

Request for Additional Grant for CCUS Pilot Project Implementation

Dear Mr. Ashok Bhargava,

Financed by Loan 2616-PRC (Tianjin Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) Power Plant Project), between the People's Republic of China and Asian Development Bank (ADB), China Huaneng Group (CHNG) is in construction of a 250 megawatt IGCC power plant in Tianjin. Based on IGCC power plant, CHNG plans to launch a pilot Carbon Dioxide Capture, Utilization and Storage (CCUS) project, further to reduce greenhouse gas.

This project has been selected into the National High-Tech Research & Development Program (863 Program), and got preliminary support from Climate Change Division of National Development and Reform Commission. In order to promote energy conservation and emission reduction, we would like to request the ADB to process additional grant financing to enable the implementation of the CCUS pilot project at the Tianjin IGCC power plant.

We are looking forward to your favorable response at your earliest convenience.

Sincerely yours,

张敏文

Zhang Minwen
Director, IFI Division II
International Department, MOF



华能清洁能源研究院
HUANENG CLEAN ENERGY RESEARCH INSTITUTE

CCUS project overview

- 在IGCC电站预留场地建设30MWth的燃烧前CO₂捕集示范装置;
- 从气化炉后抽取10000Nm³/h合成煤气, 经煤气变换MDEA脱硫脱碳, 压缩液化等工序得到工业级或食品级的液体CO₂;
- CO₂捕集率高于90%, 年捕集CO₂约7.2万吨, 单质硫20kg/h, H₂约7190Nm³/h;
- 含H₂气体增压后注入燃气轮机燃烧发电, 或经变压吸附提纯后销售;
- CO₂运送到周边油田进行驱油或者地质封存试验。

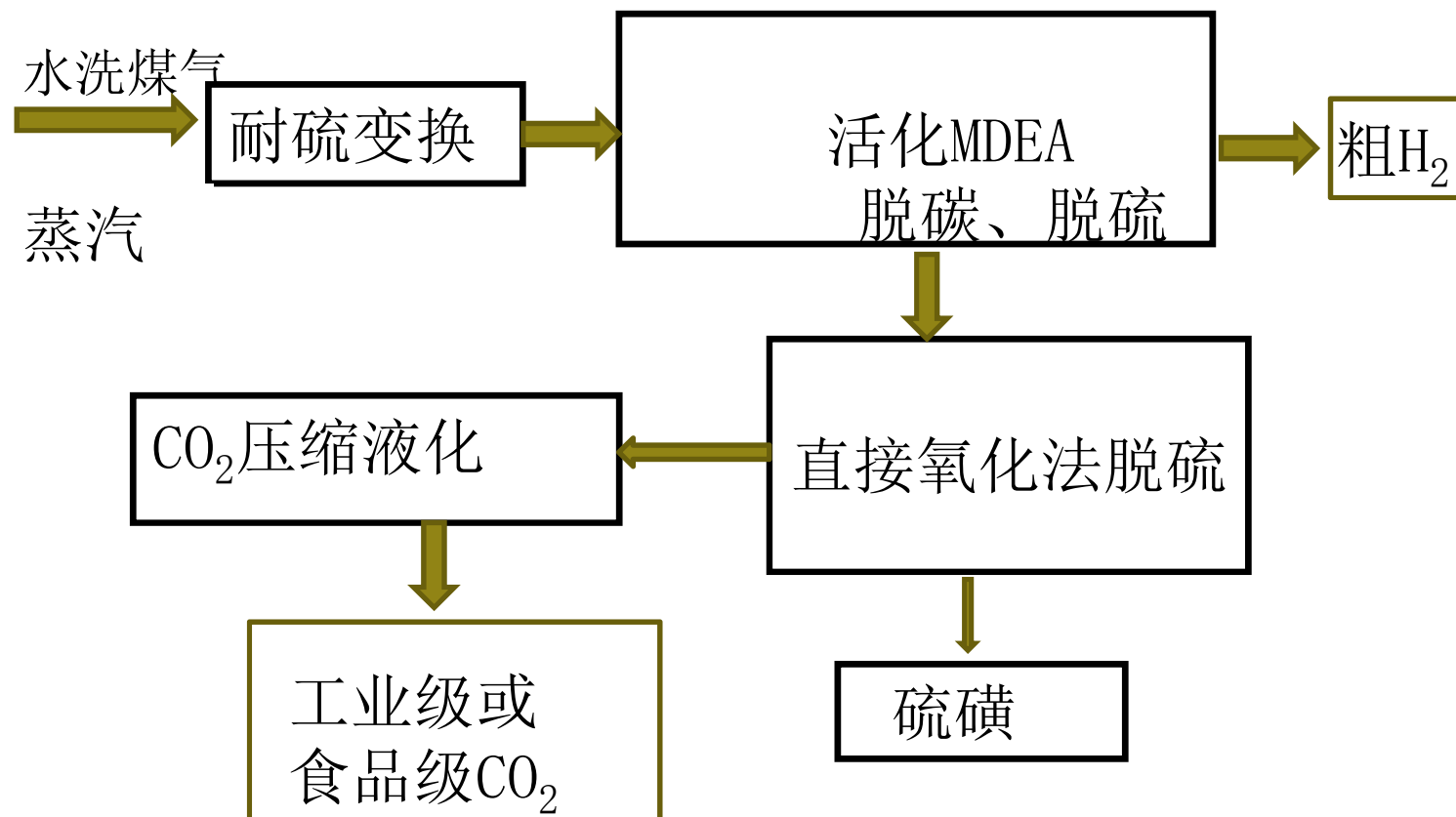
CCUS project overview



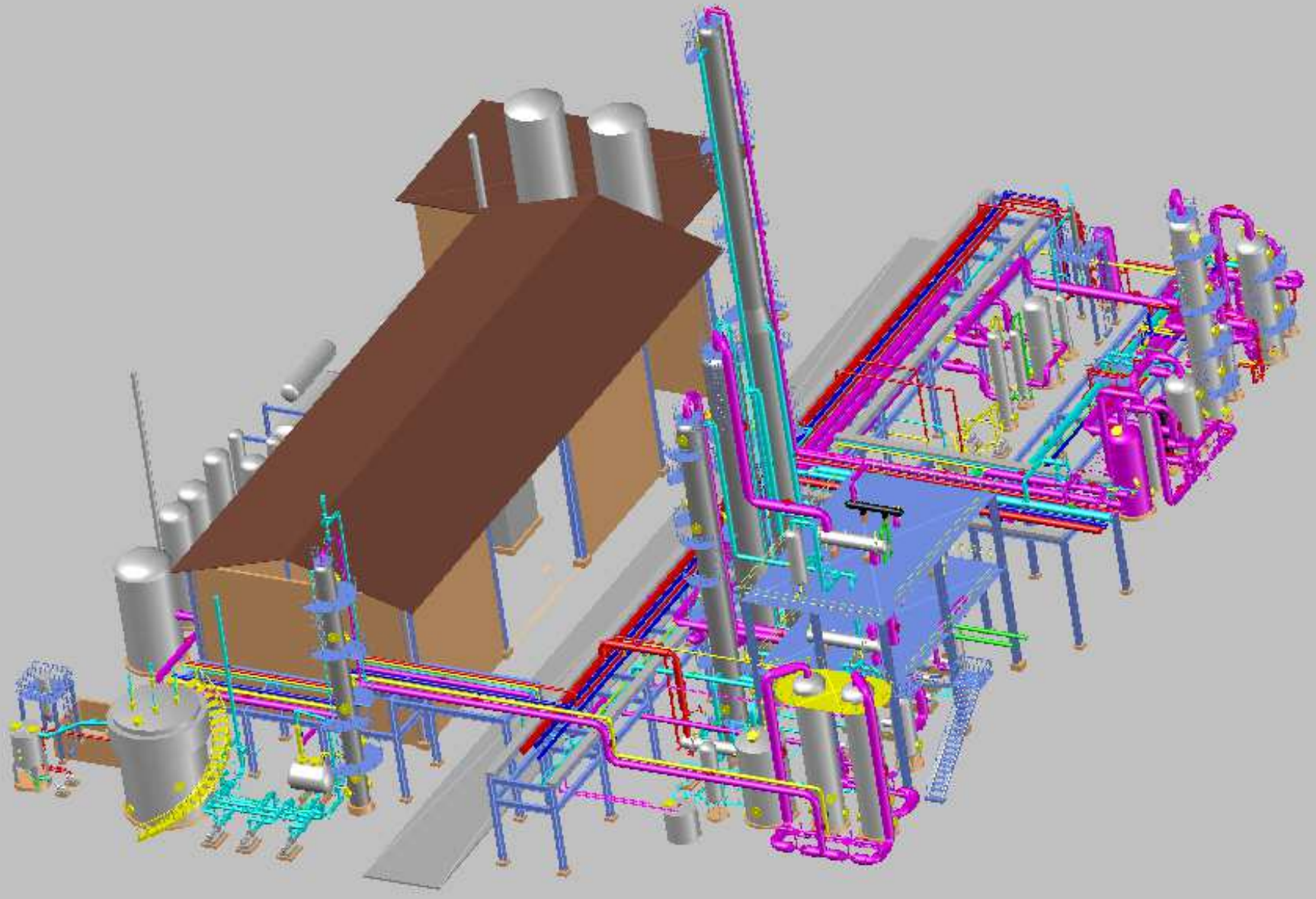
Pre-combustion CCS spot



CO₂ capture facilities



CCUS project overview



CO₂ capture facilities

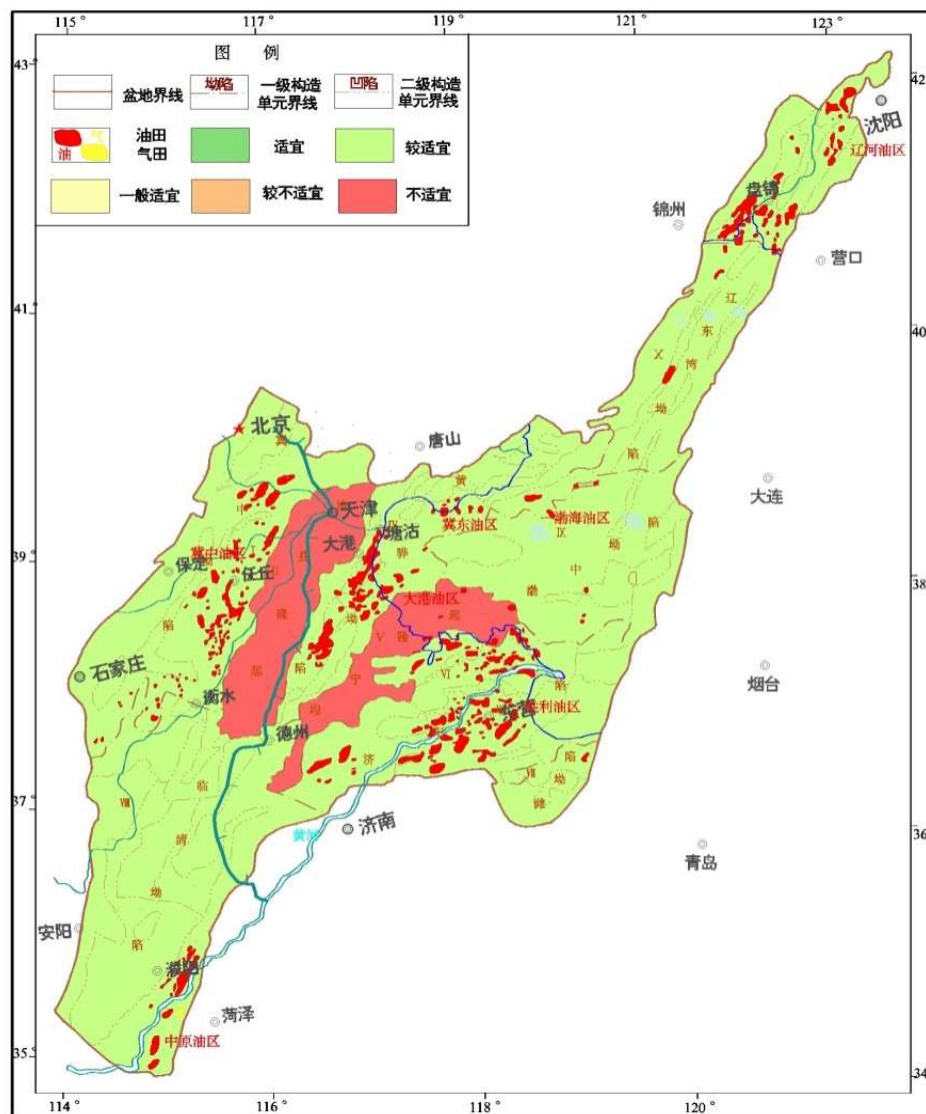
提高CO₂捕集率，降低能耗的工艺优化措施

- 变换工段将未反应的工艺冷凝液脱酸气后全部回用，节约锅炉水用量；
- 变换工段低品位余热用于加热MDEA富液再生，节约蒸汽用量；
- 优化变换换热流程，采用喷水增湿降温，减少中压蒸汽用量；
- 采用活化MDEA溶液同时脱除CO₂和H₂S的工艺，减少CO₂的损失；
- MDEA采用贫液/半贫液吸收、再生工艺，降低再生能耗；
- 液体二氧化碳采用部分氮作为再生介质，提高CO₂收率；
- 采用予冷工艺脱除二氧化碳中水份，降低干燥负荷，节约能耗、提高收率

CCUS project overview

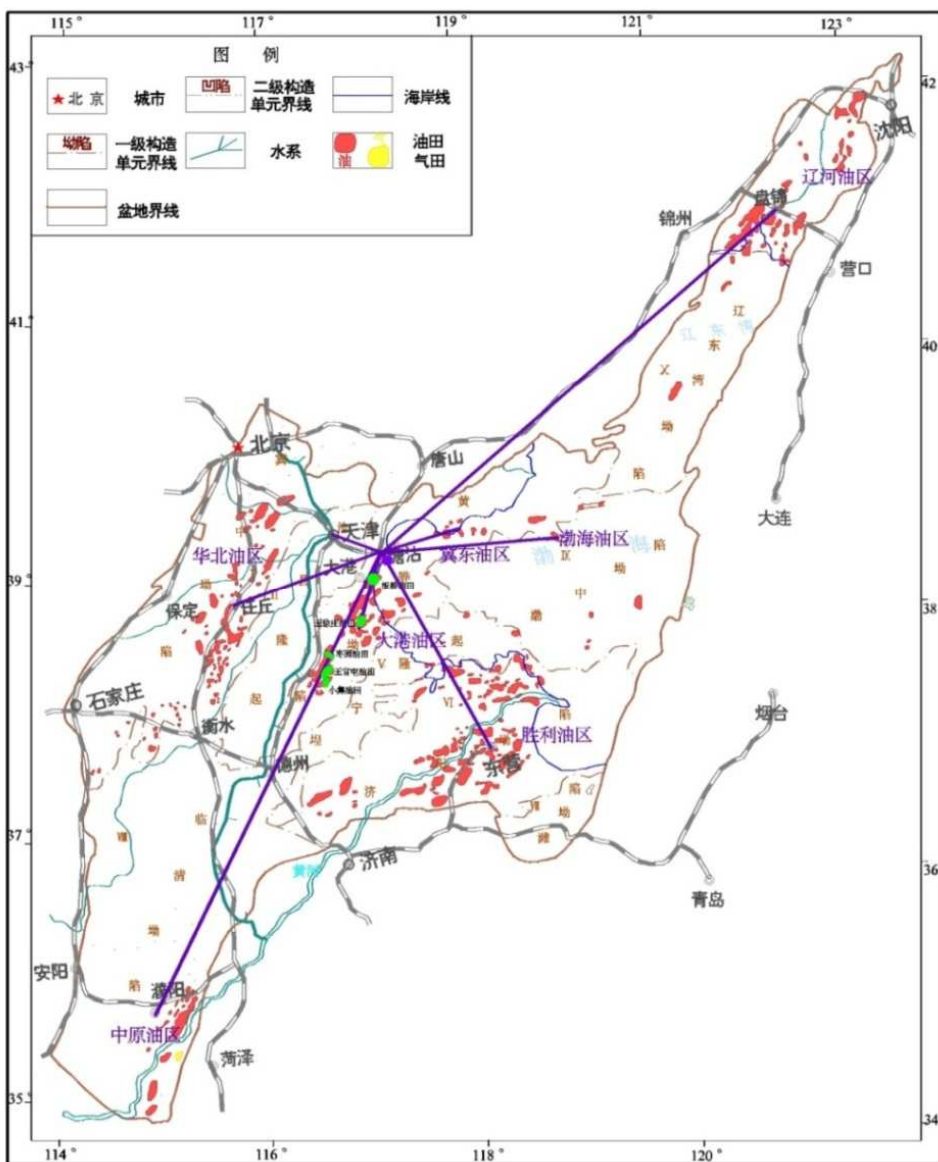


EOR and storage



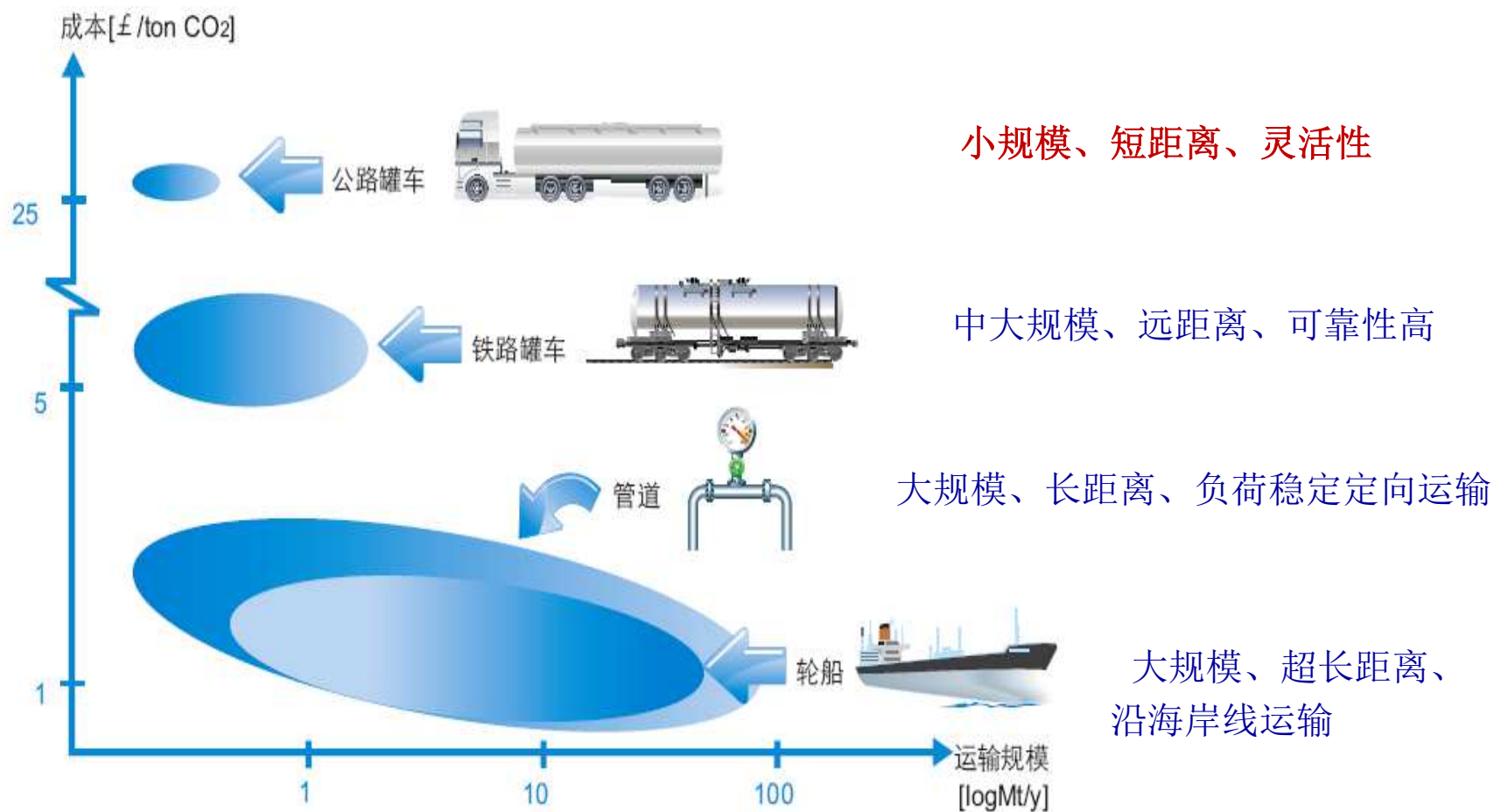
拗陷名称	适宜性评价
辽河拗陷	较适宜
辽东湾拗陷	较适宜
渤中拗陷	较适宜
冀中拗陷	较适宜
黄骅拗陷	较适宜
济阳拗陷	较适宜
临清拗陷	较适宜
昌潍拗陷	较适宜
沧县隆起	不适宜
程宁隆起	不适宜

EOR and storage



冀东、大港油区因
距离近，而优先考虑。

EOR and storage

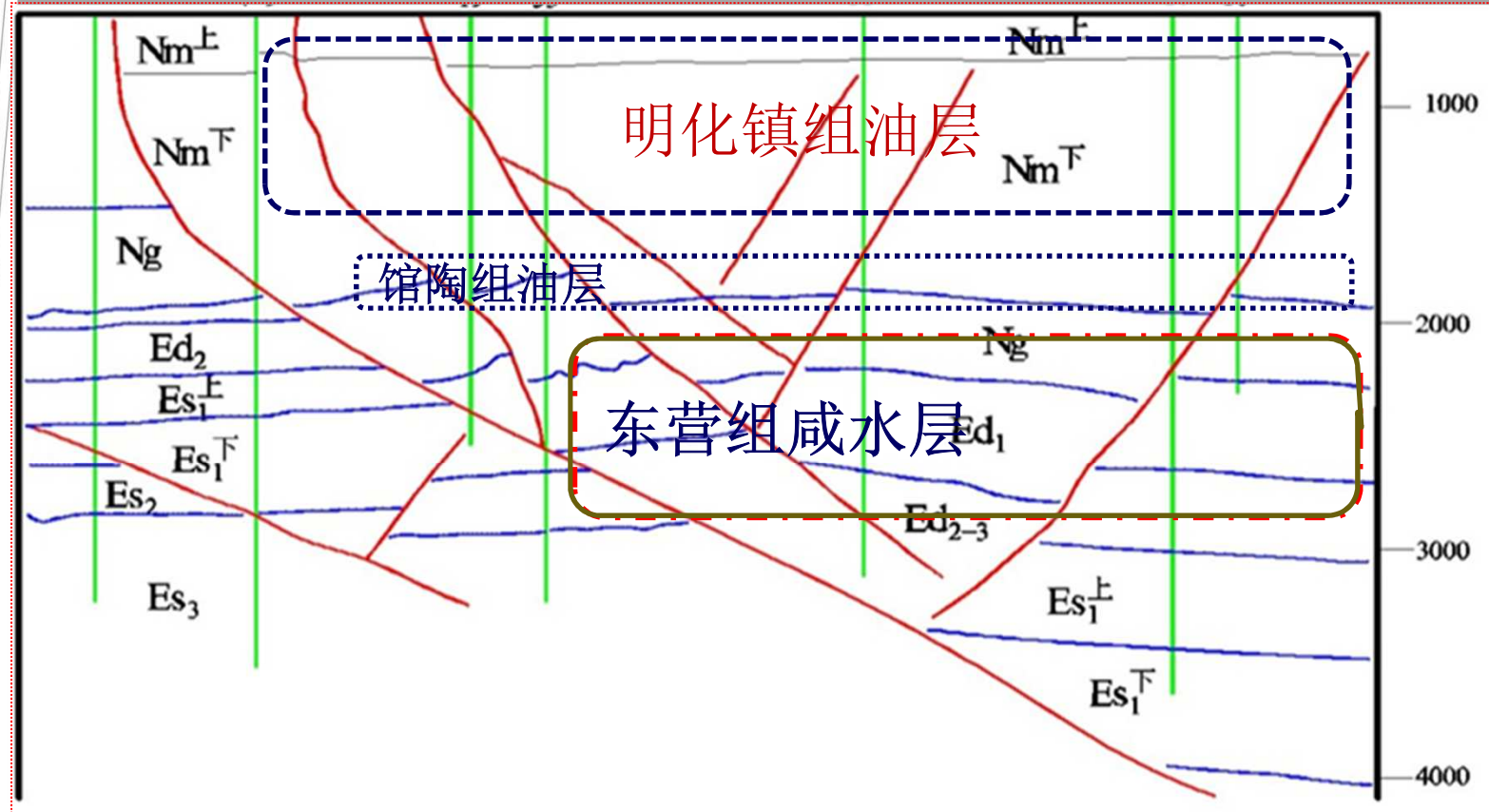


EOR and storage



大港油田距离IGCC电站约50km，冀东油田距离IGCC电站约130km。

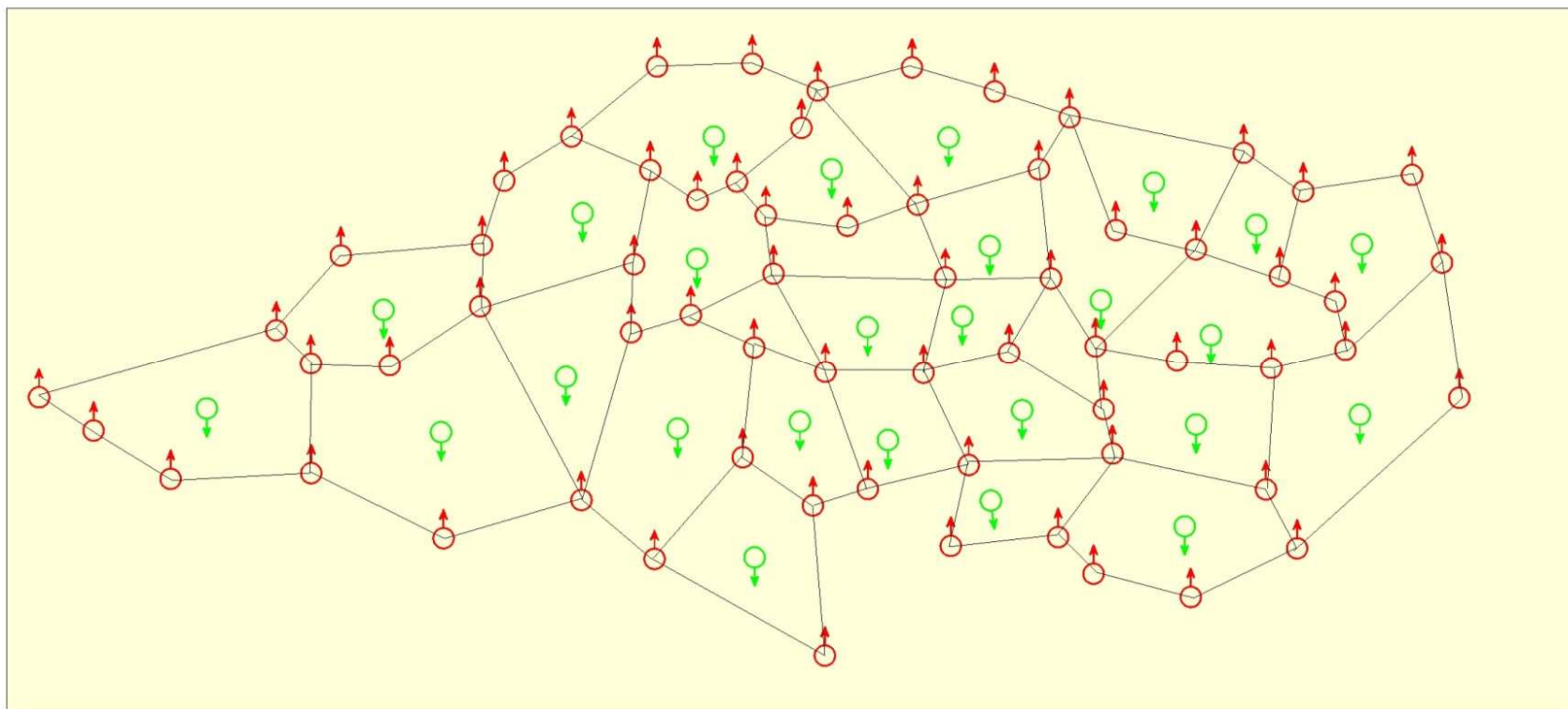
EOR and storage



油气资源主要分布在明化镇组和馆陶组，期间分布着若干个咸水层，但水体分布较小且和油层联通。东营组适合做CO₂咸水层封存。

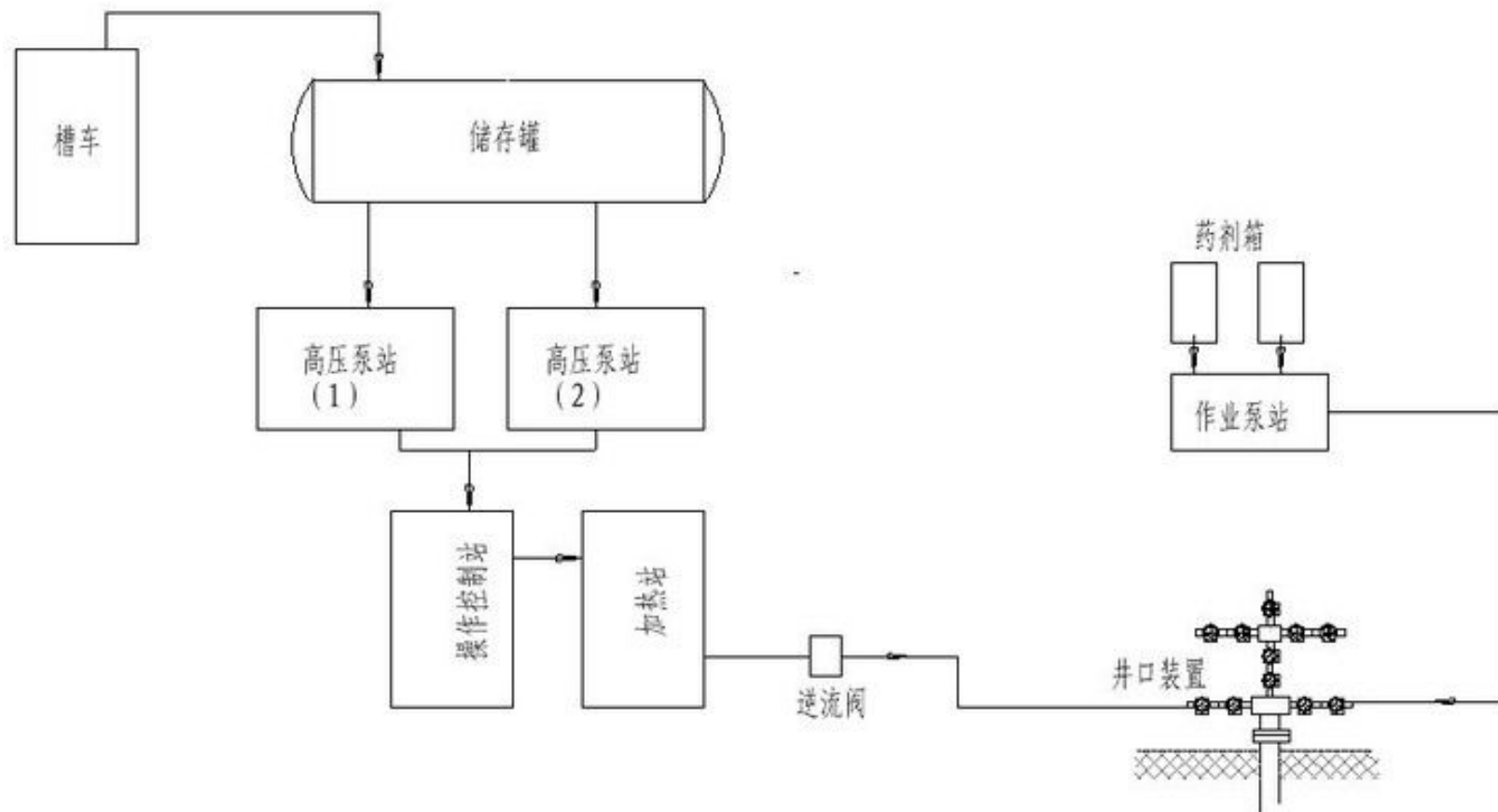
EOR and storage

CO₂驱油与封存技术方案



在整个区块内根据原有注采井网，选择2-3口注入井，6口采井作为驱油体系；在区块边沿选择相对独立，对注采井网影响小的井组作为封存体系，选择1口注入井，2-3观测井。

EOR and storage



CO2注入工艺流程图

EOR and storage



EOR and storage

亚洲开发银行评估工作：

- 技术可行性，技术经济型性；
- 环境影响，对大气环境、地下水、文物保护、地质结构、当地居民生产生活的的影响；
- 财务分析：项目的财务结构、运营成本、盈利能力
- 运输：管道运输或者其他运输方式的安全评估

已经完成CO₂捕集部分的评估，正在进行驱油与封存的评估。

项目一期将进行8万吨CO₂驱油以及2万吨地质封存的试验，积累经验，降低成本，为下一步开展大规模的驱油封存项目探索优化的运营模式。

Summary

- 华能集团在燃烧前、燃烧后CO₂捕集项目的研究与示范处于国内领先地位，通过国内外的合作，为应对气候变化作出贡献；
- 天津IGCC电厂燃烧前CO₂捕集、利用与封存项目是目前最先进的碳捕获和封存项目，在能耗与投资方面更有优势；
- 燃烧前CO₂捕集系统可通过对系统工艺、催化剂、吸收溶剂等部分的优化，进一步降低能耗，提高效率。
- 天津CCUS项目将吸收亚洲开发银行的资助，开展各方面的合作，探索良好的CCUS发展模式，促进CCUS在中国的发展。



Thank You !

<http://www.hnceri.com/>

Chengjian@hnceri.com