



实施绿色煤电计划 应对全球气候变化

GreenGen: Combating Global Climate Change

绿色煤电有限公司 林凯

Mr. Lin Kai , GreenGen Co.

2010.10.29

Wuhan, China



China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



1

绿色煤电计划概况
Profile of GreenGen Project

2

华能天津IGCC项目介绍
Introduction to Tianjin IGCC Demo. Project

3

绿色煤电实验室规划
Development of GreenGen Laboratory

cags

China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



1

绿色煤电计划概况
Profile of GreenGen Project

2

华能天津IGCC项目介绍
Introduction to Tianjin IGCC Demo. Project

3

绿色煤电实验室概况
Development of GreenGen Laboratory

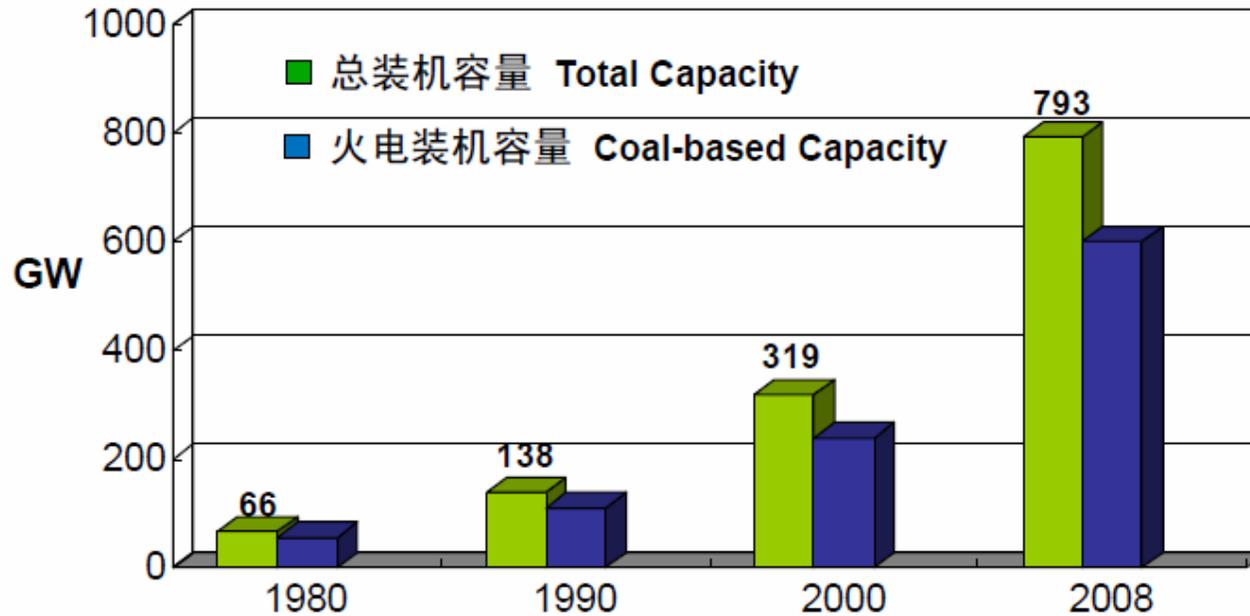
cags

China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



绿色煤电计划提出的背景

Background of GreenGen Project



- 煤炭在我国一次能源消费中占有很大比例，目前燃煤发电占全国总装机容量约75%。
- 中国以煤为主的能源结构在未来几十年内难以大幅改变。

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



绿色煤电计划提出的背景

Background of GreenGen Project

燃煤发电存在两个主要问题：

- 造成很大环境污染，燃煤发电大量排放烟尘、SO₂以及氮氧化物等有害气体，据初步统计，目前我国燃煤发电每年排放的SO₂都上1000万吨。此外，燃煤发电还排放大量的CO₂，而且是最主要的CO₂排放源，在中国其所占比例接近50%。
- 发电效率低，常规的燃煤发电机组效率一般都低于40%

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



绿色煤电计划的发起和目标

Initiation and Mission of GreenGen Project

- 2004年，中国华能集团公司在国内率先提出了绿色煤电计划，主要内容为：

研发、示范、推广能大幅度提高发电效率，达到污染物和CO₂近零排放的洁净煤发电技术，实现燃煤发电的可持续发展。

- 绿色煤电计划目标为：

- 1、打通自主创新的整体煤气化联合循环（IGCC）发电技术工艺流程，并研发以IGCC为基础的CO₂捕集与封存等技术；
- 2、掌握具有自主知识产权的绿色煤电关键技术（如煤气化技术、煤气净化技术、气体分离技术、富氢气体燃烧发电技术等）；
- 3、实现污染物和CO₂的近零排放燃煤电站商业化示范，推动燃煤发电的可持续发展。

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



发展规划

Timeline of Development

绿色煤电计划分三阶段实施

Three Stages of GreenGen Project

第一阶段
2006-2011

- 建设250MW级 IGCC示范电站
- 开发2000t/d两段式干煤粉加压气化炉
- 同步建设绿色煤电实验室

Stage I
2006-2011

- Constructing 250MW IGCC Power Plant
- Developing 2000t/d Gasifier of Own IPR
- Building GreenGen Lab. in Parallel

第二阶段

- 研发绿色煤电关键技术
- 研发煤化工关键技术（如煤制天然气）
- 建设2×450MW级IGCC示范电站

Stage II

- GreenGen Key Technologies R&D
- Coal Chemical Key Technologies R&D
- Construction of 2×450MW IGCC Power Plant

第三阶段

- 建设450MW级 IGCC+CCS示范电站
- 运行碳捕集示范电站
- 验证其经济性并进行商业化准备

Stage III

- Construction of 450MW IGCC+CCS Power Plant
- IGCC+CCS Operation
- Commercialization Preparation

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



绿色煤电公司成立

The Founding of GreenGen Co.



2005年12月，华能集团联合国内最大的7家发电、煤炭和投资公司共同发起成立了绿色煤电有限公司，具体负责实施绿色煤电计划。

The GreenGen Co. was founded in 2005 with eight domestic sponsors, which are major power and coal companies in China.

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



博地入资签字仪式

The Signing Ceremony for Peabody



- 2009年11月17日，博地能源公司参股绿色煤电公司协议在北京签署。
- The signing ceremony of the Joint Venture Agreement with Peabody on November 17, 2009 in Beijing.

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



绿色煤电公司股权结构

Ownership Structure of GreenGen Co.

• 中国华能集团公司 China Huaneng Group	52%	
• 中国大唐集团公司 China Datang Corporation	6%	
• 中国华电集团公司 China Huadian Corporation	6%	
• 中国国电集团公司 China Guodian Corporation	6%	
• 中国电力投资集团公司 China Power Investment Corporation	6%	
• 神华集团有限责任公司 Shenhua Group	6%	
• 国家开发投资公司 State Development & Investment Corporation	6%	
• 中国中煤能源集团公司 China Coal Group	6%	
• 博地能源公司 Peabody Energy	6%	

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



中国政府的支持

Support by Chinese Government

国务院

State Council

- IGCC相关技术有望被列入新兴能源产业规划。
- GreenGen IGCC is designated as a supported project for stimulus of new energy industry.

国家发改委

NDRC

- 天津IGCC项目获得核准并正在申请政府补贴和优惠电价。
- The Tianjin IGCC project has been approved by NDRC and will get governmental financial support and preferential electricity tariff .

科技部

MOST

- 天津IGCC项目被列为“十一五”863计划重大项目。
- The IGCC project has been authorized by MOST as a key scientific research program in the 11th Five-year Plan period (2006-2010).

财政部

MOF

- 财政部批准使用天津IGCC项目亚行主权贷款和赠款。
- The IGCC project has been permitted by MOF to utilize sovereign loan provided by ADB.

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



国际合作

International Cooperation

国际合作项目

International Cooperation Programs

中英近零
排放项目

The Joint UK-
China Near Zero
Emissions Coal
(NZEC) Initiative

中欧CCS
合作项目

Cooperation
Action within
CCS China-EU
(COACH)

与亚行和国家
发改委共同开
展CCS技术援
助项目

Conducting a
CCS TA project
partnering with
NDRC and ADB

代表华能集团
参与全球CCS
研究院活动

Representing
CHNG as a
Founding
Member of
Global CCS
Institute

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



中英NZEC项目

- 2005年9月中欧峰会，中欧双方签署煤炭利用近零排放合作项目（NZEC）合作谅解备忘录。
- 项目分三个阶段实施：
 - 第一阶段，研究在中国示范和发展CCS技术的可行性；
 - 第二阶段，进一步开展CCS技术开发；
 - 第三阶段，建成CCS技术示范电厂。
- 绿色煤电公司工作：
 - NZEC 项目第三工作组中方组长单位，负责牵头开展碳捕集案例研究
 - 组织清华大学、中科院、浙江大学等7家中方单位，对燃烧前、燃烧后、富氧燃烧等捕集技术进行了全面研究
 - 以天津IGCC示范工程和绿色煤电示范工程为对象，进行了CCS工程初步可行性研究

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



中欧COACH项目

- 中国-欧盟CO₂捕集与埋存合作项目（Cooperation Action within CCS China-EU, COACH）是欧盟第六框架计划的研究项目，由来自欧盟的12家机构和中国的8家单位开展合作研究。
- 旨在加强中欧之间在碳捕获与封存领域的紧密合作，以应对日益严重的能源和温室气体排放问题。
- 该项目于2007年启动，2010年底结束第一阶段任务。主要内容包括：CO₂捕集技术、CO₂地质储存和大规模利用技术、项目的实施建议和指导、项目的整体管理以及中国—欧盟谅解备忘录行动的总结、监督和报告。
- 绿色煤电公司参与并圆满完成了第四工作组的工作，为项目的实施提供建议和指导，为绿色煤电示范电站的选址和设计工作提供支持。



亚行技术援助项目

- 2009年11月，由亚洲开发银行与国家发改委应对气候变化司共同发起的二氧化碳捕集与封存（CCS）技术援助项目正式启动。
- 项目旨在研究CCS在中国的发展路线图，为政府提供政策制定建议，并推荐CCS示范项目。项目总额为150万美元，其中亚行出资125万美元，其余部分由中方以实物等形式配套。
- 绿色煤电公司作为该项目的实施单位，主要负责项目的组织协调工作，包括会议的筹办、境内外考察培训和对外宣传等。该项目预计于2010年底前结束。

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



参与全球CCS研究院活动

2009年4月，中国华能集团公司作为我国企业界的唯一代表加入了由澳大利亚政府发起成立的全球二氧化碳捕集与封存研究院（GCCSI）。该机构将负责协调和支持全球有代表性和影响力的CCS示范工程的规划、建设和运营。绿色煤电公司将代表华能集团参与GCCSI的有关活动。

In April 2009, China Huaneng Group (CHNG) joined the Global CCS Institute (GCCSI) as the sole representative of the Chinese business community. The institute will be responsible for coordinating and supporting global CCS demonstration projects in planning, construction and operation. GreenGen Co. will participate in related activities of GCCSI on behalf of CHNG.

The logo for CAGS (China Australia Geological Storage of CO2) features the letters 'cags' in a stylized, lowercase font. The 'c' is green, 'a' is yellow, 'g' is red, and 's' is dark red. Below the letters is a stylized white cloud or smoke-like graphic.

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



1

绿色煤电计划概况
Profile of GreenGen Project

2

华能天津IGCC项目介绍
Introduction to Tianjin IGCC Demo. Project

3

绿色煤电实验室概况
Development of GreenGen Laboratory

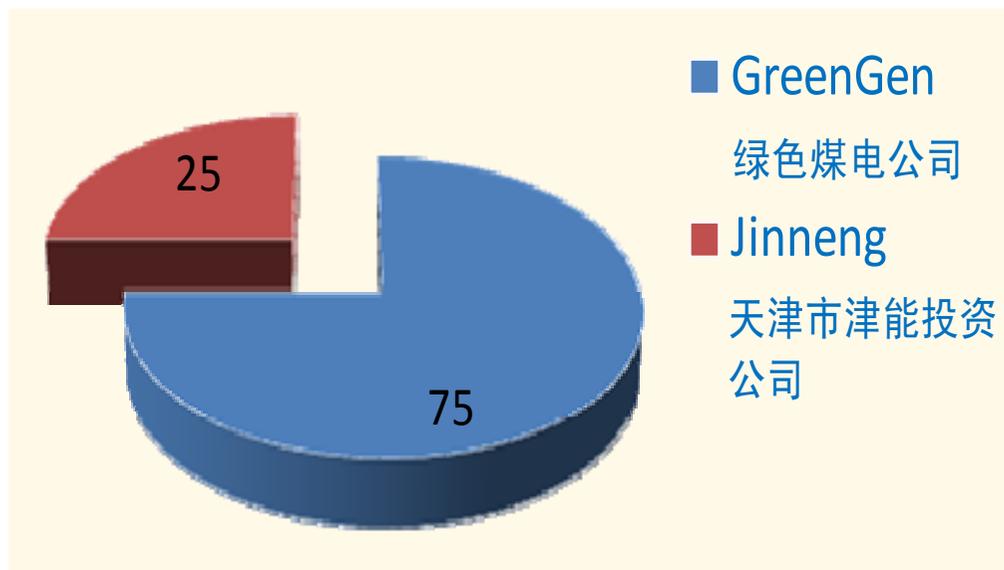
cags

China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



项目概况

- 华能天津IGCC项目为绿色煤电计划第一阶段的主要内容，是目前国内唯一核准和开工建设的IGCC项目。
- 项目由绿色煤电公司和天津市津能投资公司共同出资，装机容量为1×250MW。
- 项目于2009年7月6日正式开工，2011年底投产。



cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



项目位置

Geographic Location



- 项目位于天津市滨海新区临港工业区。
- 厂址距离天津市区约40公里，距离大港油田约20公里。

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



项目的开工典礼



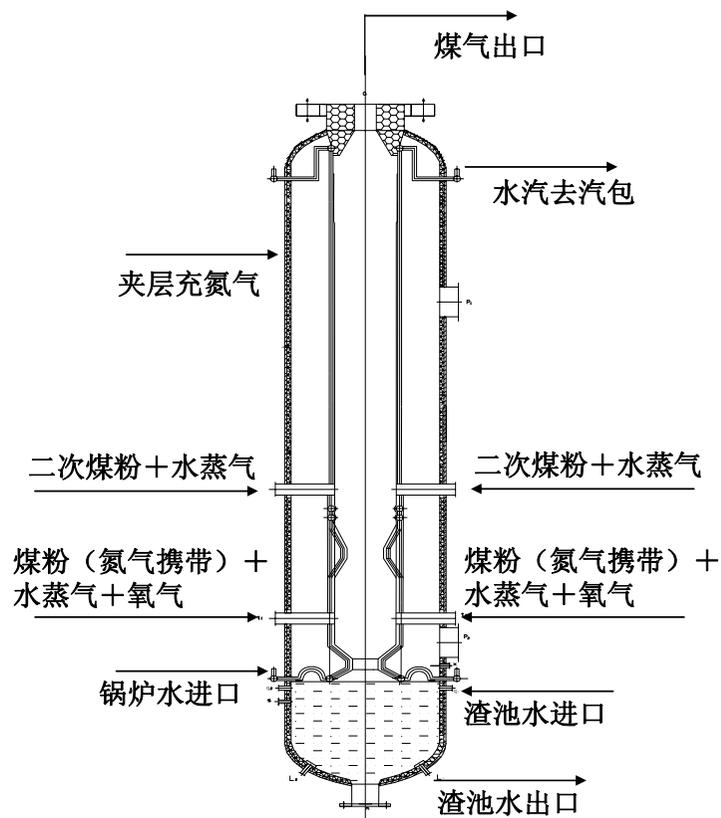
cags

China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



设备选型_气化炉

- 气化炉采用华能集团西安热工院自主开发的两段式干煤粉气化技术，规模2000吨/天，由上海锅炉厂制造。



cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



设备选型_气化炉

- 该气化炉具有燃料适用广，冷煤气效率高等特点。
- 其示范成功将打破Shell气化炉的垄断，为我国煤制油、煤制气、煤化工提供成本低、技术性能好的国产技术。

气化炉主要技术特性 Performance of Gasifier

型式 Gasifer	两段式干煤粉加压气化炉 TPRI dry-feed two stage
容量, Capacity t/d	2000
气化压力, Pressure, MPa	3.0
冷煤气效率, Efficiency, %	83
有效气成分 (CO+H ₂) %	> 90
可用率, Availability, %	90
燃料灰熔点, Coal FT, C	1100-1600



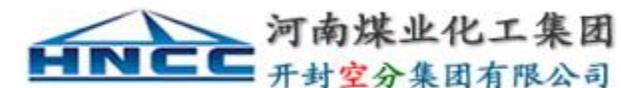
China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



主要设备供货商

Main Equipment Vendors

- 气化炉—上海锅炉厂
- Gasifier—Shanghai Boiler Co.
- 燃气轮机/发电机—上海电气和西门子联合体
- Gas turbine/generator—Consortium of Shanghai Electric and Siemens
- 蒸汽轮机/发电机—上海电气
- Steam turbine/generator—Shanghai Electric
- 余热锅炉—杭州锅炉厂
- Heat recovery steam generator—Hangzhou Boiler Group
- 空分设备—开封空分集团
- Air separation unit—Kaifeng Air Separation Equipment Group



cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



项目的主要技术指标

Technology configuration and output

项目Item	单位Unit	数值Value
发电功率Gross power output	MW	265
发电效率Gross efficiency	%	48
供电效率Net efficiency	%	41
供电标煤耗Net coal consumption rate	g/kWh	299
碳转化率Carbon conversion rate	%	99.2



China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



项目的环保指标

Environmental Effect

排放量 Pollutant emissions	粉尘/Dust (mg/Nm ³)	氮氧化物/NO _x (mg/Nm ³)	二氧化硫SO ₂ (mg/Nm ³)
国家燃煤电厂排放标准 National standard for coal-fired power plant	50~100	450~1100	400~1200
天津IGCC项目 Tianjin IGCC Project	1	52	1.4

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



国际金融组织贷款

International Financial Support



- 2010年5月28日，天津IGCC项目使用亚洲开发银行贷款和赠款协议签字仪式在北京举行。亚行将向项目提供1.35亿美元贷款和500万美元赠款。
- On May 28, 2010, the Loan and Grant Agreements and affiliated project agreements were signed in Beijing. Asian Development Bank (ADB) will provide USD 135 million in loan and USD 5 million in grant to the project.

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



施工进度

Progress of the Project

- 2010年9月底，完成土建工程。
- 2010年下半年，全面设备安装。

By September 2010, all civil works have been completed and the installation of key equipments will be followed.



- 2011年初，开始分部调试。
- 2011年5月底，开始整体调试。

By early 2011, the commissioning will take place in individual island and the commissioning of the whole plant will start from June 2011.

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



施工进度

Progress of the Project

2010.08.25



- 项目工程现场全貌
- Bird's-eye of the Project

cags

China Australia Geological Storage of CO₂
中澳二氧化碳地质封存



施工进度

Progress of the Project



施工进度

Progress of the Project



燃气轮机
Gas Turbine



气化框架
Gasifier Frame



联合循环区域
Combined Cycle Area

全厂鸟瞰效果图

Airscape of the plant



cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



天津IGCC项目申请CDM碳基金

- 2008年11月，绿色煤电公司与亚行签署谅解备忘录。根据备忘录，亚行将为天津IGCC示范工程申请CDM项目提供技术支持。2010年6月，亚行CDM团队完成了项目设计文件（PDD）的编写工作。目前，我公司正在联络相关认证机构（DOE）对PDD进行审查。
- In November 2009, GreenGen Co. signed the memorandum of understanding (MOU) with ADB. According to the MOU, ADB will provide CDM technical support to Tianjin IGCC demonstration project. In June 2010, ADB CDM team completed the project design document (PDD). At present, the company is contacting the relevant designated operational entities (DOE) to review the PDD.

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



1

绿色煤电计划概况
Profile of GreenGen Project

2

华能天津IGCC项目介绍
Introduction to Tianjin IGCC Demo. Project

3

绿色煤电实验室概况
Development of GreenGen Laboratory

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



绿色煤电实验室目标

Key R&D Objectives

- 打通IGCC电厂碳捕集与封存工艺流程
 - 掌握IGCC电厂碳捕集工艺运行特性和关键参数
 - 根据电力行业特点和需求开发低能耗、高技术经济性能的碳捕集技术，以及系统集成与控制技术
 - 为建设450MW级绿色煤电示范电站及商业化零排放电站积累设计与运营经验
-
- To master the carbon capture and storage system of IGCC power plant
 - To study the carbon capture performance of IGCC power plant
 - To develop carbon capture technology featuring low-energy consumption and high economic performance as well as system integration and control technology
 - To accumulate design and operation experiences for 450MW GreenGen demonstration plant and commercial near-zero-emission plant

The logo for CAGS (China Australia Geological Storage of CO2) features the letters 'cags' in a stylized, lowercase font. The 'c' is green, 'a' is yellow, 'g' is red, and 's' is dark red. The letters are set against a white background with a subtle shadow effect.

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



实验室技术路线和总体方案

一、技术路线:

从天津IGCC电厂合成气管道抽出**3%**的合成气进行水煤气变换，碳氢分离与碳捕集，氢能发电，甲烷化等技术的测试，总投资估算约**1.2亿元**人民币，占地**3750m²**。

二、总体方案:

一期工程:

以建设**3万吨/年**的燃烧前碳捕集与封存中试装置为主，内容包括变换制氢、碳氢分离、**CO₂**储运、氢气精制和公用工程，拟通过**CO₂**槽车将捕集后压缩的液态**CO₂**运输至埋存地点，与相关单位合作进行封存实验。

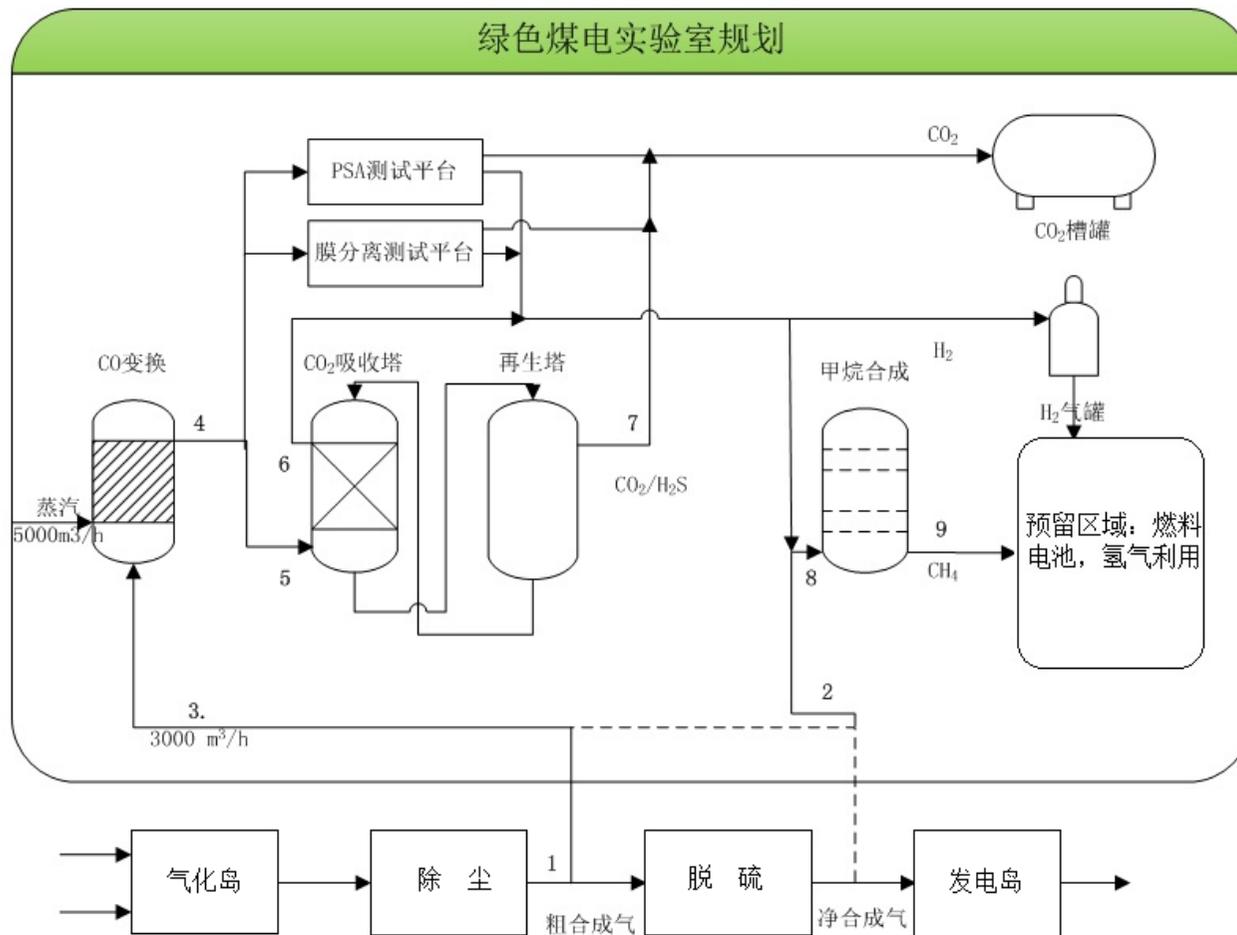
二期工程:

主要以氢能发电试验和甲烷化试验为主。



实验室系统流程图

General Layout



cags

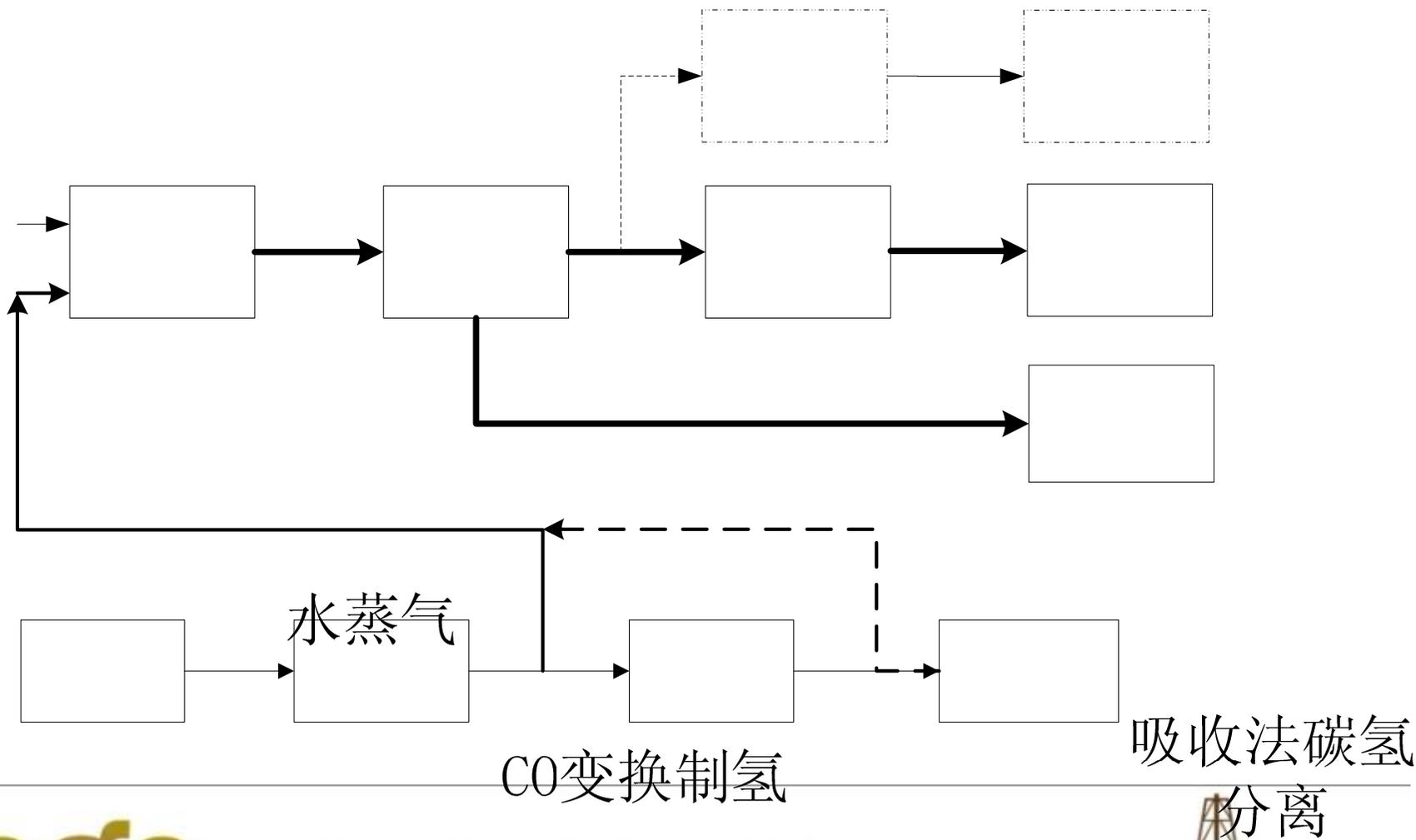
China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



实验室流程方框图

Key Process



cags

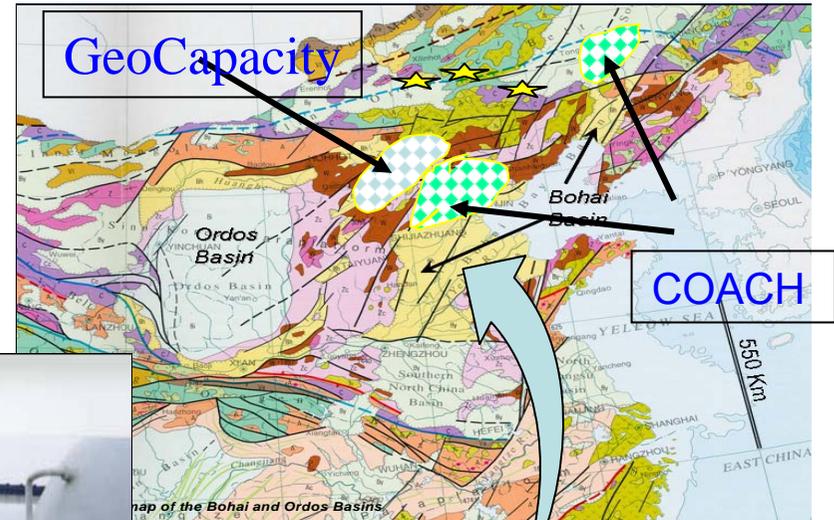
China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



二氧化碳运输和封存

CO₂ Transportation and EOR



- 二氧化碳可通过罐车运输。
- 二氧化碳可用于附近油田的强化石油开采。
- 少量二氧化碳可被加工为食品级。
- CO₂ transportation by truck
- CO₂ used for EOR at nearby oil fields
- Small portion of captured CO₂ will be purified into food grade

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存



谢谢!
Thank You!

cags

China Australia Geological Storage of CO₂

中澳二氧化碳地质封存

