



中国寰球工程公司
CHINA HUANQIU CONTRACTING & ENGINEERING CORP.



美国德克萨斯清洁能源项目TCEP 简介 Highlights

March 2016

CHINA HUANQIU CONTRACTING & ENGINEERING CORP.





一、前言 Preface

二、项目概况 TCEP summary

三、工艺技术 TCEP Technology

1. 前言



作为世界最大的能源消耗国和温室气体排放国，中美两国在世界清洁能源和绿色低碳经济转型中发挥着关键作用，煤炭清洁利用是两国履行国际减排责任、推动能源转型重要的合作领域。在这一背景下，美国德克萨斯清洁能源项目成为两国能源战略合作示范项目，对于共同应对环境挑战、合作开发前沿技术，具有十分重要的意义，得到了两国政府的高度重视。

As the biggest energy consumer and carbon emitter, USA and China play a critical role in world clean energy and sustainable economy. TCEP is using the most advanced green technology and as a model project under such backdrop, it got both governments support.

2. 项目概况 TCEP Technology



- **项目名称**：美国德克萨斯清洁能源项目
- **Project Name**：Texas Clean Energy Project (TCEP)
- **业主Owner**：Summit Texas Clean Energy, LLC. (STCE)
- **EPC Contractor**: HQC/ SNC-Lavalin



SNC·LAVALIN

Summit Texas Clean Energy, LLC (Summit) is developing the Texas Clean Energy Project (TCEP or the project) to be located near Penwell, Texas. TCEP will include an Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) plant with a nameplate capacity of 400 megawatts electric (MWe), combined with the production of urea fertilizer and the capture, utilization and storage of carbon dioxide (CO₂) sold commercially for regional use in enhanced oil recovery (EOR) in the Permian Basin of west Texas.



TCEP Schematic without Integrated Oilfield (TCEP原理不包括集成油田)

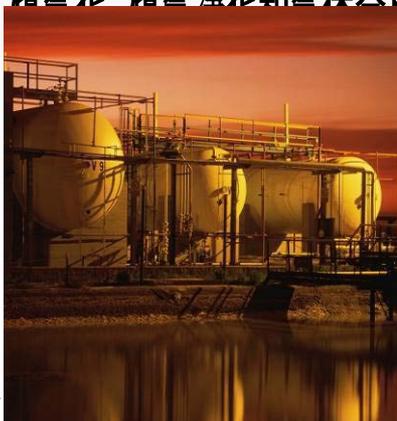


PRB Coal via Railroad
怀俄明州粉河盆煤炭由铁路运输



Coal
煤炭

Coal Gasification, Gas Cleanup, and Gas Separation
煤气化、煤气净化和气体分离



Brackish Water Purified via Reverse Osmosis
苦咸水, 通过反渗透纯



Water 水

Oxygen
氧气

Air Separation Unit
空气分离器



Syngas
合成气

Syngas
合成气

CO₂

CO₂

Main Outputs "High Hydrogen" Syngas
主输出“高氢”合成气 (~95% H₂ / 5% CO) & Pure 纯 CO₂

High Hydrogen Power Turbine
高氢气动力涡轮



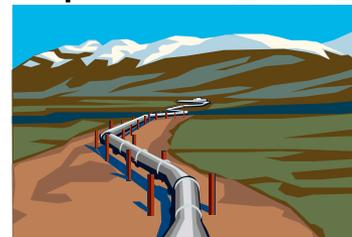
200 MW low carbon power to GPS; up to 40MW to be sold at market
200 MW低碳能源到CPS;达40MW到市场出

Ammonia / Urea Complex
合成氨/尿素厂



757,000 tons/yr delivered to CHS Inc.
每年75700吨销售通过CHS Inc.

CO₂ Delivered to Oil Fields via Pipeline
CO₂通过管道输送油田



2 mm tons per year delivered to Oil Companies
每年2百万吨销售给石油公司 (包括Whiting)

- Additional revenue from sales of sulfuric acid, argon gas, & minor products
- 从销售硫酸, 氩气, 及次要产物的额外收入



Context for forming



Summit Carbon Capture

- It is important to commercialize CO₂ capture at large scale
- Capturing large volumes of CO₂ at a power plant is feasible
- Problem is where to put the CO₂ – and how to pay for its capture
- Today, U.S. (basically) doesn't pay for CO₂ capture & sequestration
- So today, EOR is the sole source for substantial CCS revenues (algae farms need CO₂ but consume relatively little)
- Moreover, building long new CO₂ pipelines eats up the revenue
- So “Stage 1” of large-scale CCS involves (1) locating capture plants where EOR infrastructure exists, and (2) dealing with oil producers
- Oil producers prefer natural (geological) CO₂ for several reasons
- TCEP provides lessons in how to compete with natural CO₂
- Major national environmental organizations support CO₂/EOR

CO₂/EOR = CCS + a bridge

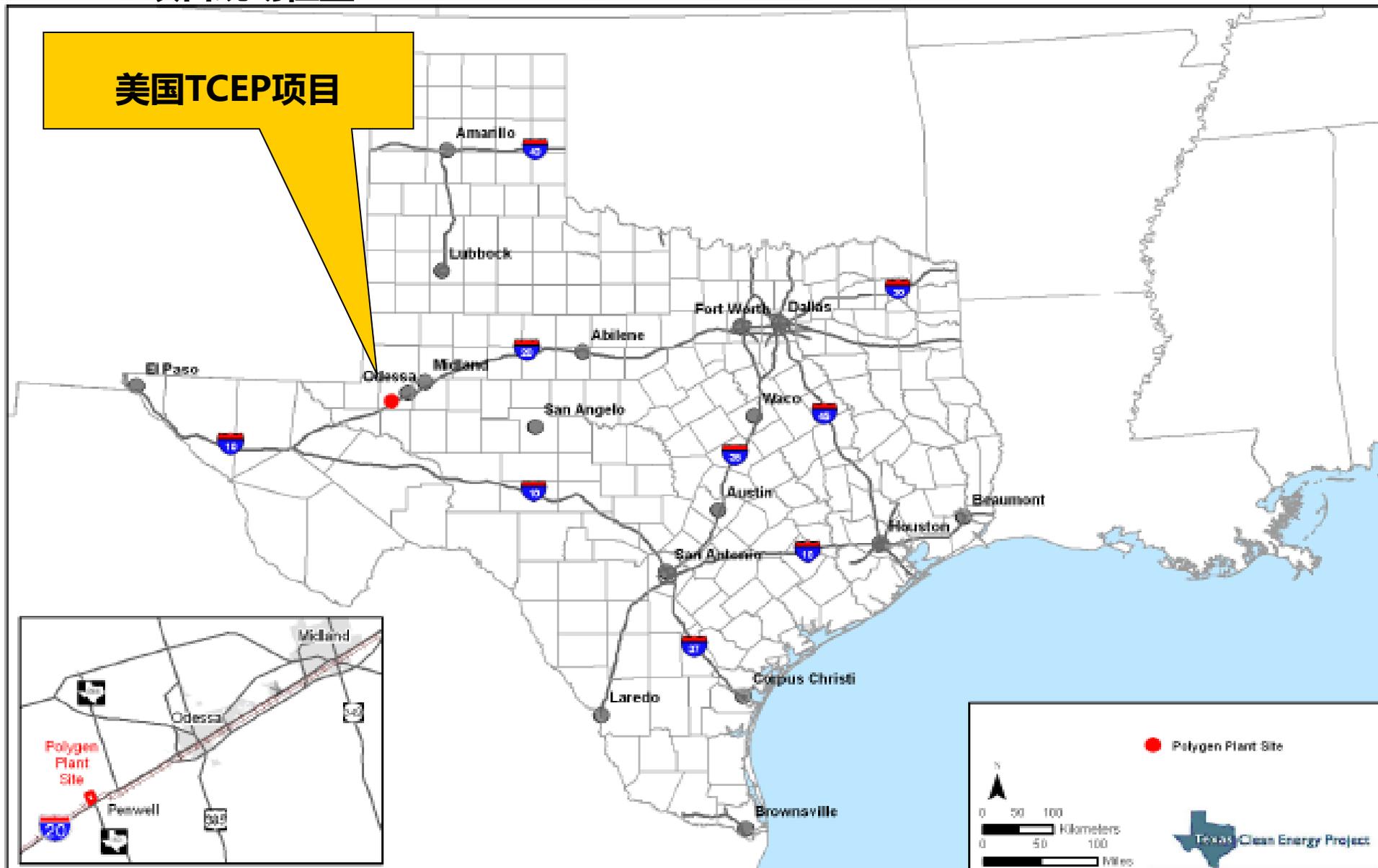


- ❖ **CO₂/EOR has safe, reliable, high-volume history since 1972**
 - Especially in Permian Basin, this is not an experiment with more than 3,000 miles of dedicated pipelines
- ❖ **CO₂/EOR with MVA can be highly reliable form of CCS**
 - CO₂ can remain sequestered for more than 1,000 yrs (the TX standard)



项目现场位置

美国TCEP项目





- 应美国高峰公司的邀请，寰球公司于2014年3月起在美国和北京与业主进行了多次技术交流和谈判，引入当地合作伙伴SNC-LAVALIN 推动项目。
- 2014年6月-2015年寰球完成前端工程设计（FEED）。
- 2015年12签署EPC合同。





■ **项目构成**：项目分为化工岛和电力岛两部分 TCEP = CB + PB

TCEP	UNITS	装置组成	EPC 承包商
化工岛 CB	Gasification: 154 t/h coal produce syngas 240kNm ³ /h Ammonia: 1272t/d Urea: 2237t/d CO ₂ for EOR: 120kNm ³ /h	<ul style="list-style-type: none">- 气化岛：煤处理能力154吨/小时、 产合成气(CO+H₂)24万标立/小时- 合成氨：1272吨/天- 尿素：2237吨/天- CO₂驱油：12万标立/小时	寰球 HQC/ SNC兰 万灵联 合体
电力岛 PB	IGCC: 400 MW And auxiliary utilities	<ul style="list-style-type: none">- IGCC：400MW- 配套的公用工程和辅助生产装置	西门子 SEI



- **项目采用国际先进的工艺技术，专利商包括西门子、林德、卡萨利、塞班、伍德、托普索等公司。**
 - ✓ **煤气化方面，引入西门子煤气化技术，提高了煤炭资源的转化率；**
 - ✓ **碳捕捉与储存方面，集成世界先进的二氧化碳捕捉技术，化工岛部分碳捕获量达98%；（CO₂仅输送到管道进口处）；**
 - ✓ **合成氨和尿素方面，引入塞班、伍德等国际顶尖专利商，技术成熟可靠，应用广泛。**

SIEMENS

Siemens Fuel Gasification Technology GmbH & Co. KG



A company
of ThyssenKrupp
Technologies

Uhde



saipem





一、前言

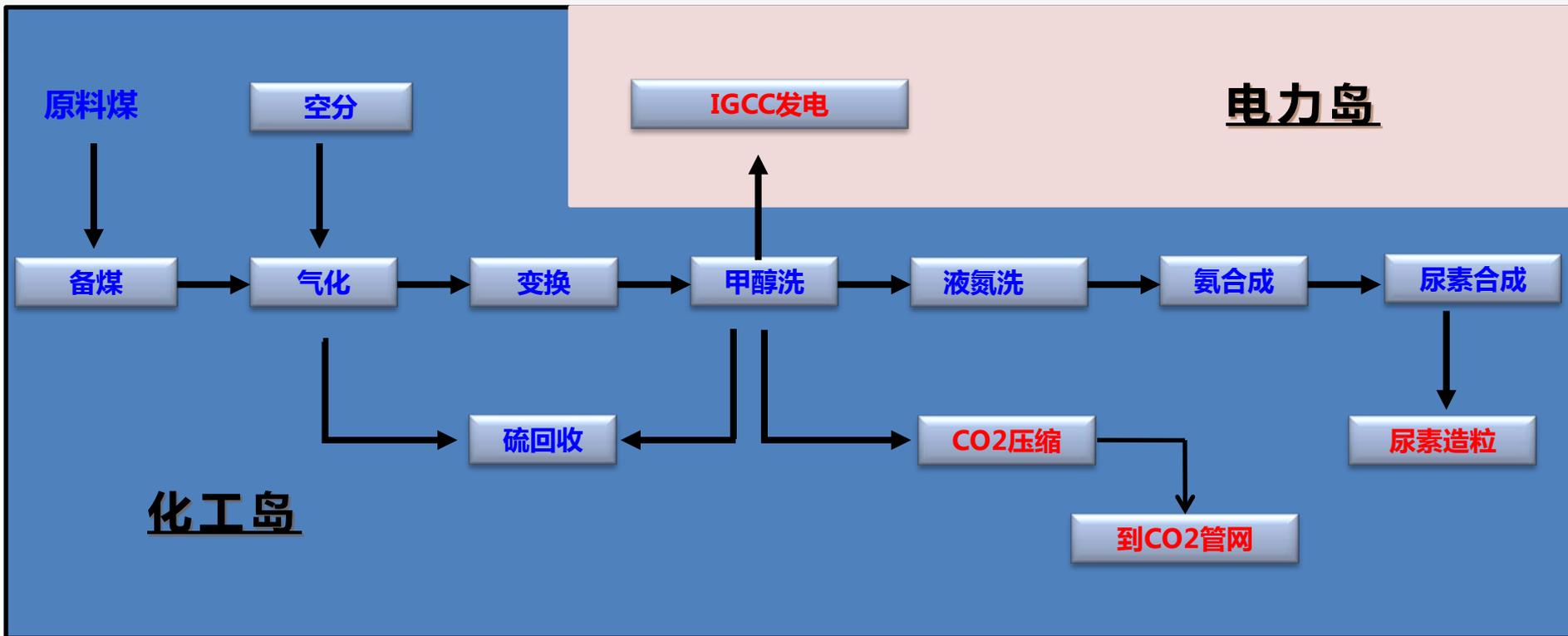
二、项目概况

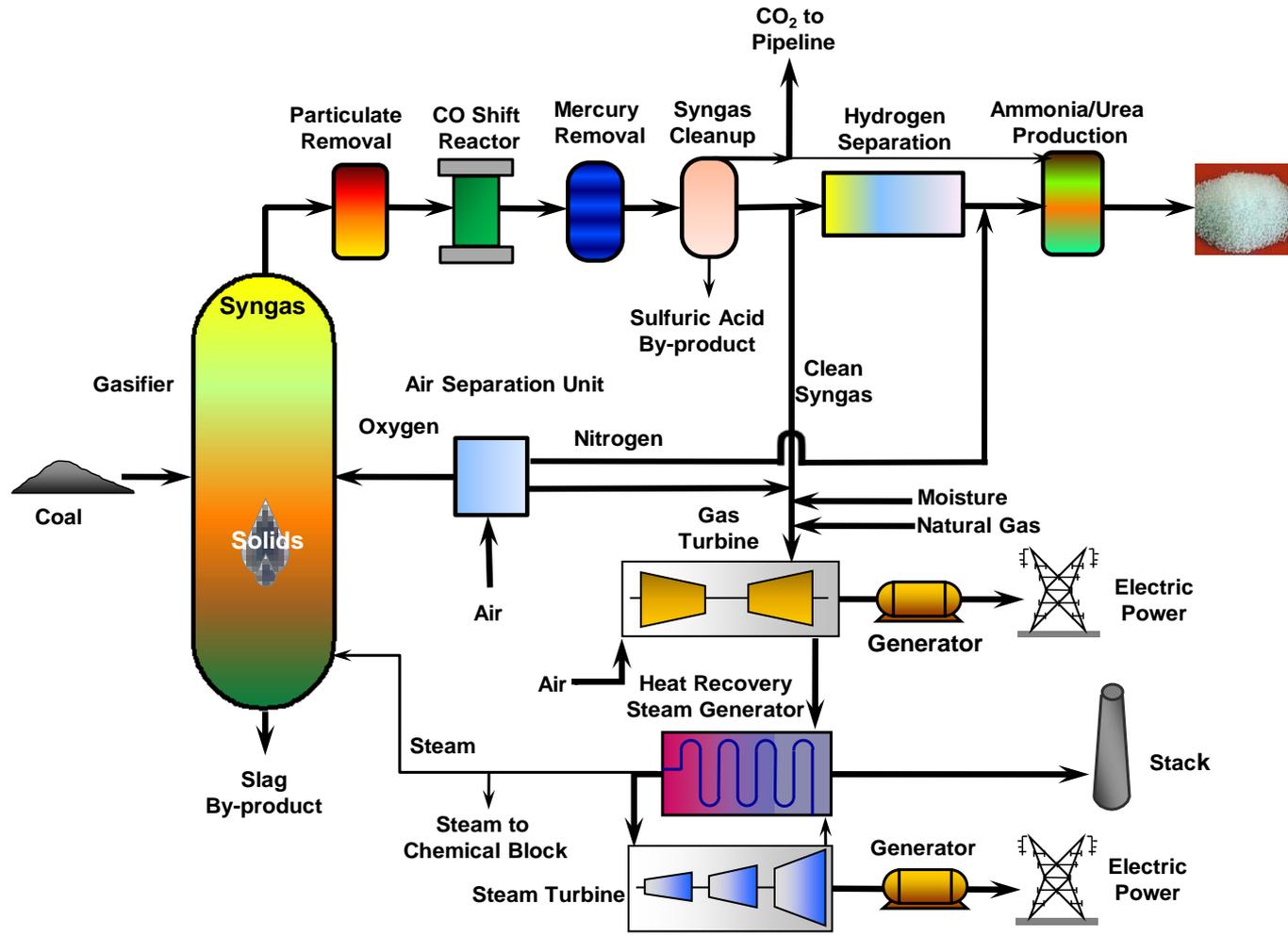


三、工艺技术



■ 工艺流程







■ 备煤单元

备煤单元包含煤储运系统，预干燥系统和磨煤干燥系统。原料煤水份约30%，经过管式预干燥后，水份大约为12%，进磨煤干燥系统，出磨煤系统的煤粉水份小于5%，粒度 $<200\mu\text{m}$ ，满足西门子气化炉的要求。

配置：3个系列，两开一备。

处理能力：190t/h（一条线 95t/h）

技术特点：采用先进的管式预干燥技术，充分利用装置多余的低位热能（低压蒸汽），节约了燃料气，装置节能。



■ 气化装置

原料煤粉:

水分	灰分	固定碳+挥发份	热值	FT
5%	7.2%	87.8%	11413 Btu/lb	1207°C

配置：一台气化炉(1*SFG-850，一个点火烧嘴，三个煤烧嘴)

煤耗：投煤量3350t/d

有效气产量：230000Nm³/h(CO+H₂)

操作条件：气化炉压力(46bara)；

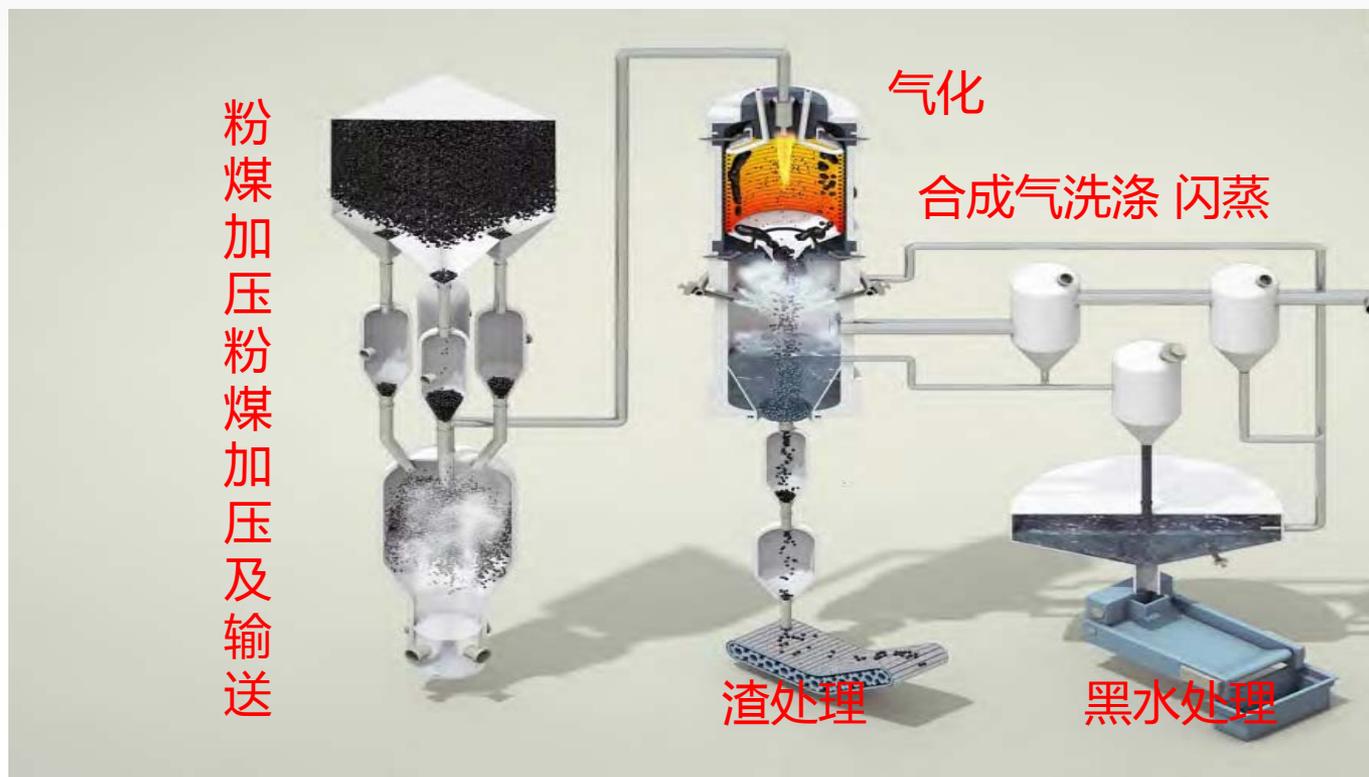
粗合成气出装置压力(40.5bara)，温度204°C；

煤粉载气：N₂



■ 气化装置

装置组成：粉煤加压及输送单元，气化单元，渣处理单元，合成气洗涤单元，闪蒸单元，黑水处理单元；





■ 变换装置

原料粗合成气组成 (mol%) :

N2	Ar	H2	CO	CO2	H2S+COS	NH3	CH4	H2O
2.76	0.09	16.30	34.27	2.10	0.09	0.02	0.01	44.36

原料温度：204℃，压力：40.4bara

配置：一个系列，HQC专有的三段式变换技术

处理能力：粗合成气464657Nm³/h

工艺指标：变换出口CO≤1.89%（干基）

CO变换率：95.3%

催化剂：高温耐硫**Co-Mo**催化剂

水汽比：0.9-1.1



■ 净化装置

原料合成气组成 (mol%) :

N2	Ar	H2	CO	CO2	H2S+COS	NH3	CH4	H2O
3.60	0.11	55.20	1.89	38.87	0.10	0.02	0.01	0.02

原料温度：40℃，压力：34.4bara

配置：一个系列，林德五塔低温甲醇洗和液氮洗技术

处理能力：合成气402591Nm³/h

工艺指标：净化气中总硫低于0.1PPm以下,同时CO₂小于10PPm ;
CO₂捕捉达到98%。



■ 净化装置

产品：CO₂，净化去发电合成气，净化去氨合成气；

CO₂产品分为两个部分，其中14%用于生产尿素，剩余的用于CO₂驱油

产品指标如下：CO₂去驱油组成：

输送压力（界区）：159bara

产品温度：小于45°C

产品产量：118465Nm³/h

输送地点：2.5km外的管网

项目	组成
CO ₂	>99.89 vol%
O ₂	<10 ppmv
H ₂ S	<10 ppmv
Total Sulfur (H ₂ S + COS)	<35 ppmv
CH ₃ OH	<1000ppm
惰性组分	<1.0 vol%
CO	< 1,000 ppmv
乙二醇	< 25 ppmv
水	< 250 ppmw



■ 净化装置

产品指标如下：CO₂去尿素组成：

产品压力（界区）：165bara

产品产量：35309Nm³/h

项目	组成
CO ₂	>99 vol%
O ₂	<10 ppmv
H ₂ S	<10 ppmv
CH ₃ OH	<200ppm
CO+H ₂	< 0.5%



■ 净化装置

产品指标如下：

净化去发电合成气组成：

产品压力（界区）：40.4bara

产品温度：40℃

产品产量：129582Nm³/h

产品热值LHV：17940 – 20570 Btu/lb

项目	组成（mol%）
N ₂	5.93
Ar	0.17
H ₂	89.14
CO	3.19
CO ₂	1.54
H ₂ S+COS	<0.1ppm
CH ₄	0.02



■ 净化装置

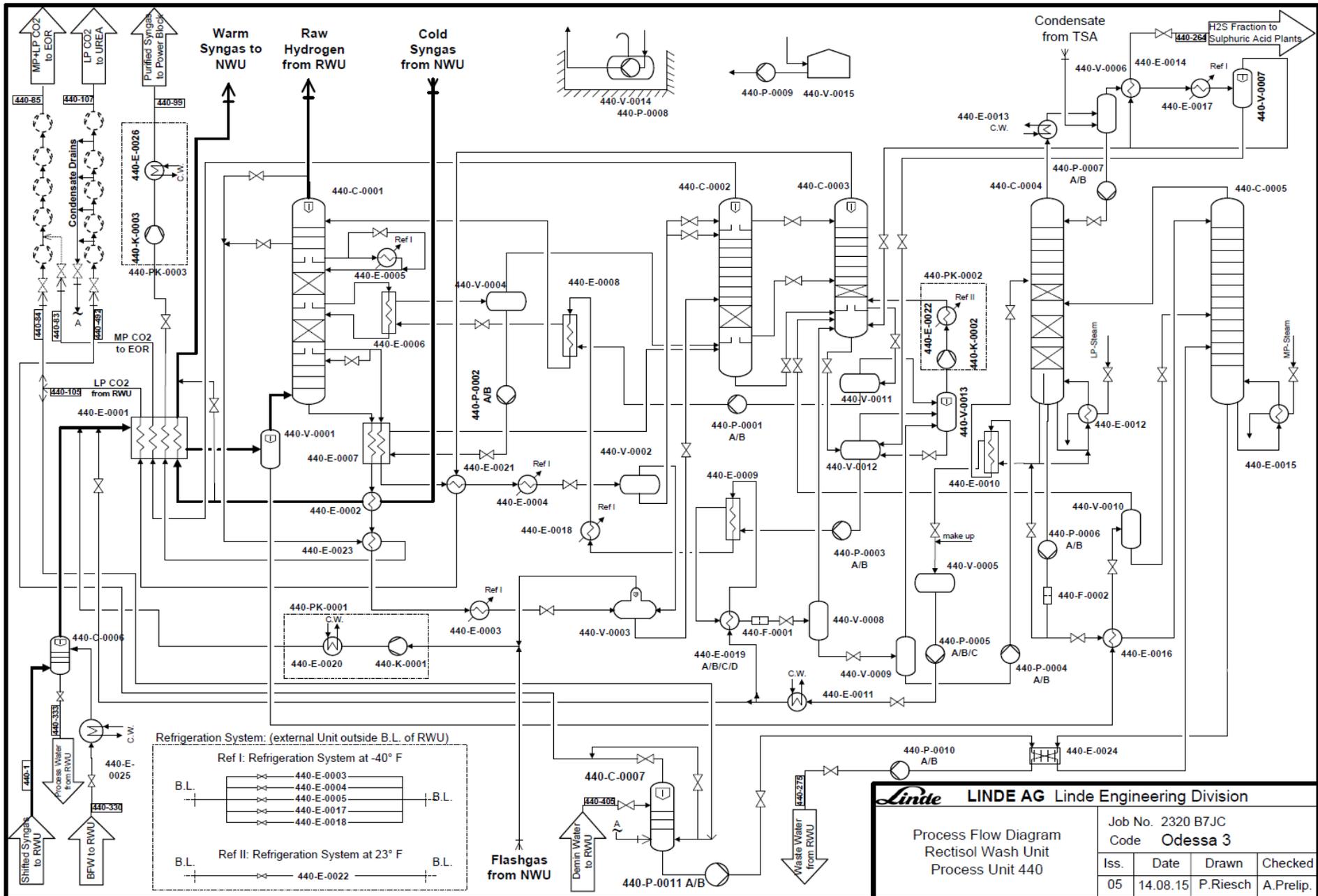
净化装置组成：脱汞单元，低温甲醇洗单元，液氮洗单元

工艺流程及特点：

原料煤中的微量汞进入合成气，在脱汞单元被吸附处理。

合成气在低温甲醇洗单元净化，脱除的合成气中的CO₂和硫；含硫酸性气去硫回收装置生产硫酸；捕捉的CO₂气体分为两个部分，一部分作为生产尿素的原料，另一部分送入驱油的CO₂管网。净化后的合成气，一股直接去电站作为清洁能源发电，另一股通过液氮洗除去其中的CO，CO₂等对氨合成催化剂有毒的微量组分，配比为H₂/N₂为3:1的合成气。

低温甲醇洗流程图

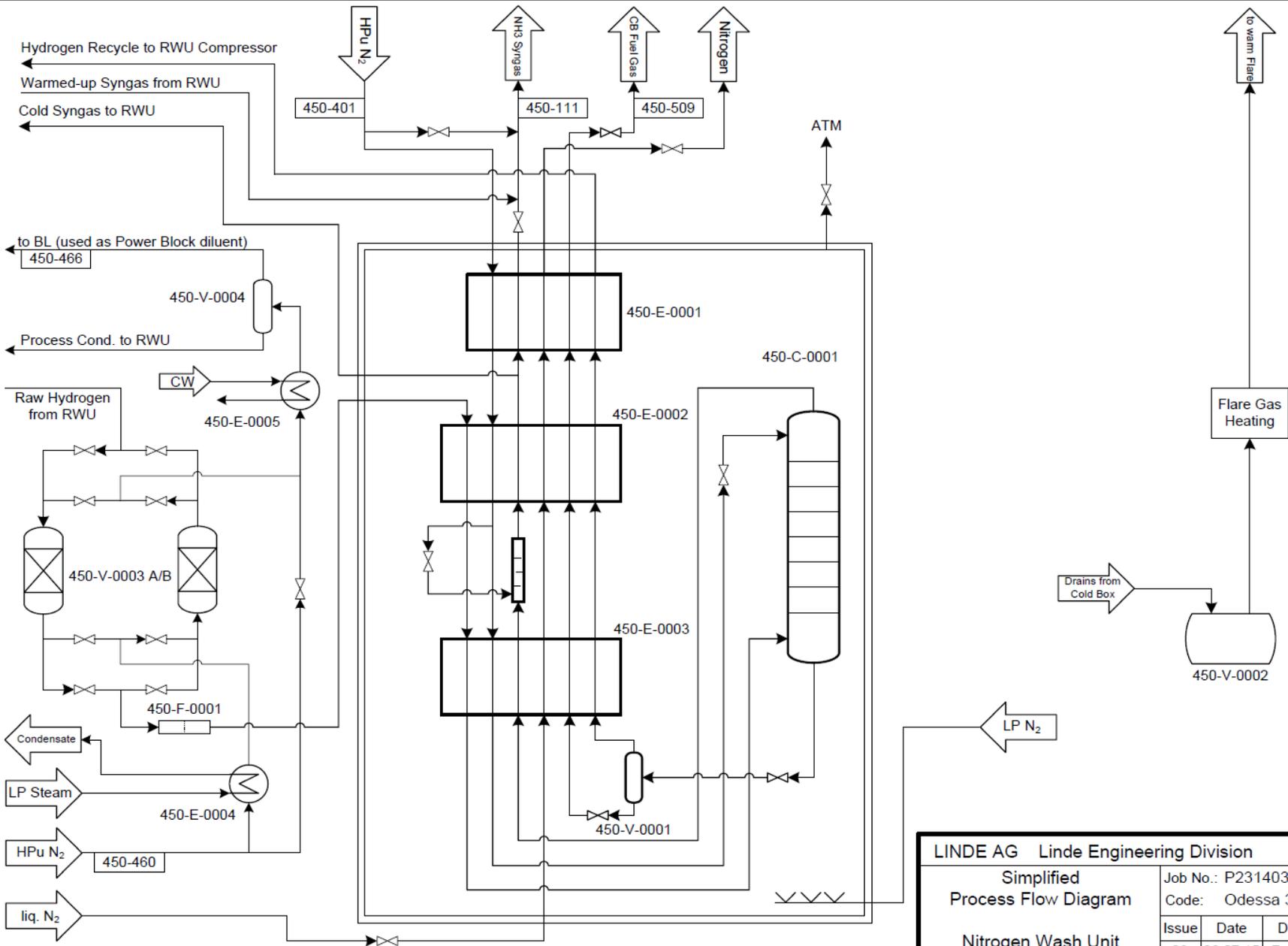


Linde LINDE AG Linde Engineering Division

Job No. 2320 B7JC
Code Odessa 3

Iss.	Date	Drawn	Checked
05	14.08.15	P.Riesch	A.Prelip.

液氮洗流程图



LINDE AG Linde Engineering Division				
Simplified Process Flow Diagram			Job No.: P2314035	
Nitrogen Wash Unit			Code: Odessa 3	
Issue	Date	Drawn	Checked	
03	06.07.15	F. Albert		



■ 合成氨装置

原料合成气组成 (mol%) : N₂ , 25% ; H₂ , 75%

反应进口温度 : 177°C , 压力 : 148bara

配置 : 一个系列 , 卡萨利合成氨技术

处理能力 : 合成气141000Nm³/h

催化剂 : 铁系催化剂

产品指标 :

项目	指标 (wt)
氨	≥99.9%
残留物	≤0.1%
水	≤0.1%
油	5ppm
铁	1ppm



■ 尿素装置

原料：上游净化生产的合格CO₂以及合成氨生产的合格氨

尿素合成温度：188℃，压力：153bara

配置：一个系列，塞班氨汽提技术和伍德大颗粒技术

生产能力：尿素2246t/d

产品指标：

项目	指标（wt）
总氮	≥46.1%
缩二脲	≤0.9%
水	≤0.3%
甲醛	≤0.45%
强度	（3.5mm） >3.0 kgf
粒度分布	2-4mm（>90%）



■ 其他公用工程装置

空分装置

制氧能力：82000Nm³/h

脱盐水装置

生产脱盐水：550m³/h

循环水装置

循环水能力：50000m³/h

硫酸装置

硫酸生产能力：45.8t/d

电站

发电能力：400MW



**以上是项目最新进展情况汇报。
衷心感谢各位领导和专家的指导
和支持，不足之处，敬请批评指正。**

谢 谢 ！