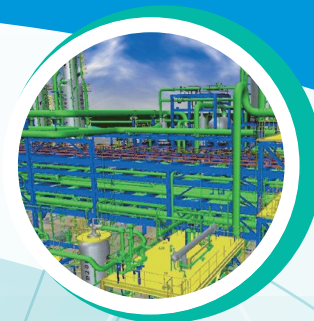




煤制合成气 高效净化技术

2016年



中国石油天然气集团公司科技管理部



煤制合成气高效净化技术

——通往绿色煤化工的必经之路！

目 录

1

简 介 / 4

2

特色技术 / 6

3

典型案例 / 10

4

科研装备 / 13

5

资质与标准 / 14

6

专家团队 / 18

7

服务与培训 / 20



中国石油天然气集团公司（简称“中国石油”，英文缩写：CNPC）系国家授权投资的机构和国家控股公司，是实行上下游、内外贸、产销一体化、按照现代企业制度运作，跨地区、跨行业、跨国经营的综合性石油公司，主要业务包括油气业务、石油工程技术服务、石油工程建设、石油装备制造、金融服务、新能源开发等。中国石油天然气集团公司 2015 年国内外油气产量当量 2.6 亿吨，原油加工量 1.96 亿吨，成品油销售量 1.74 亿吨，天然气销售量 1290 亿立方米。

2015 年，中国石油在美国《石油情报周刊》世界 50 家大石油公司综合排名中位居第 3 位，在《财富》杂志全球 500 家大公司排名中位居第 4 位。

中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持“主营业务战略驱动，发展目标导向，顶层设计”科技发展理念和“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为核心、重大现场试验为抓手、重大装备、软件、产品、标准为载体，持续推进科技进步，提升科技创新能力，取得一大批具有自主知识产权的先进实用技术。

煤制合成气高效净化技术就是具有代表性的重大创新成果之一。

奉献能源 创造和谐

1

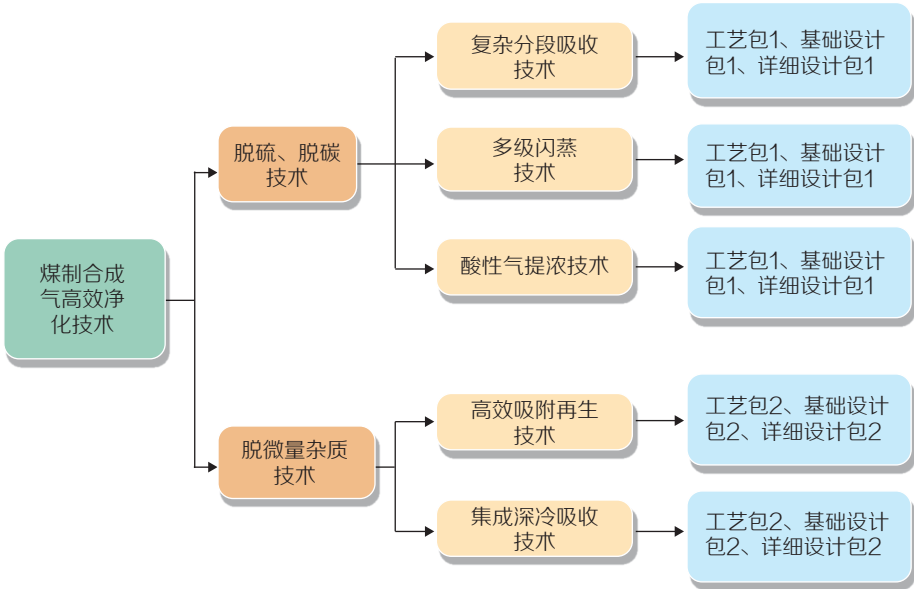
简介

煤制合成气技术在煤化工领域中应用极为广泛，例如煤制合成氨、尿素、煤制油、煤制甲醇等。但煤制合成气成分复杂，必须经过净化处理之后才能进一步利用。因此，煤制合成气净化技术成为煤化工行业不可或缺的关键环节，在煤制合成气应用领域起着极为重要的作用。

低温甲醇洗工艺是煤制合成气的主要净化技术，具有净化度高、选择性好、操作费用低、溶剂价廉易得等优势。液氮洗技术配套低温甲醇洗技术，可脱除煤制合成气中残余的微量杂质，为氨合成装置提供合格的原料气，具有净化度高、冷量匹配合理、流程简洁、能耗低等优势。

中国石油具有非常丰富的合成氨、尿素及煤化工项目的设计及工程总承包经验。以山东德州华鲁恒升大氮肥国产化工程为依托的煤制合成气高效净化技术（包括低温甲醇洗技术和液氮洗技术）及关键设备研制被列入“十五”国家重大技术装备研制课题。经中国石油和化学工业协会鉴定，技术水平达到国内领先水平，获得多项国家级、省部级奖励，并形成发明专利——“一种低温甲醇净化羰基气体的方法”。

近年来，中国石油相继完成了山东德州华鲁恒升大氮肥国产化项目、山东华鲁恒升化工股份有限公司原料煤本地化及动力结构调整项目以及安徽省淮南市环境污染综合治理项目等煤化工项目。在项目执行过程中，中国石油不断丰富合成气净化设计及工程总承包经验，培养了大量的优秀专业人才，逐步形成了特有的技术特色和行业优势，其业务遍及中国十余个省、市及自治区。



—— 市场应用推广图 ——

2

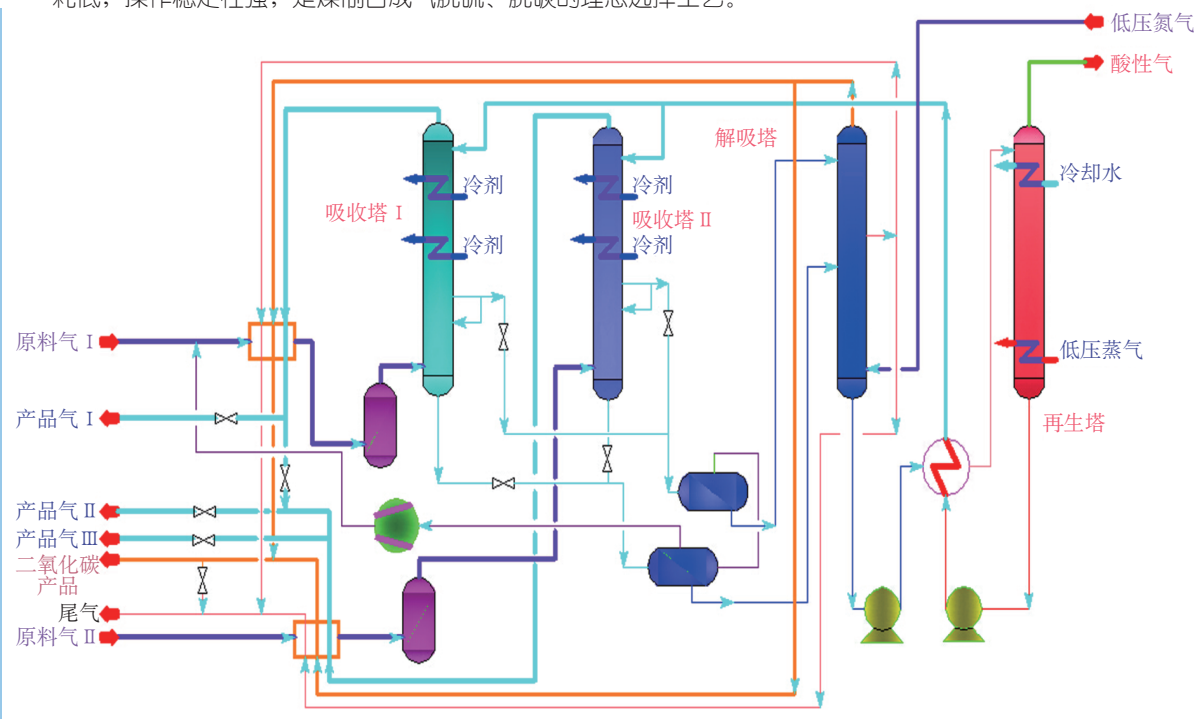
特色技术

中国石油旗下的中国寰球工程公司的煤制合成气高效净化技术包括脱硫脱碳技术和脱微量杂质技术两个技术系列、5个单项技术。可充分净化以煤和渣油（重油）为原料制取的合成气，应用范围广泛。

2.1

脱硫、脱碳技术

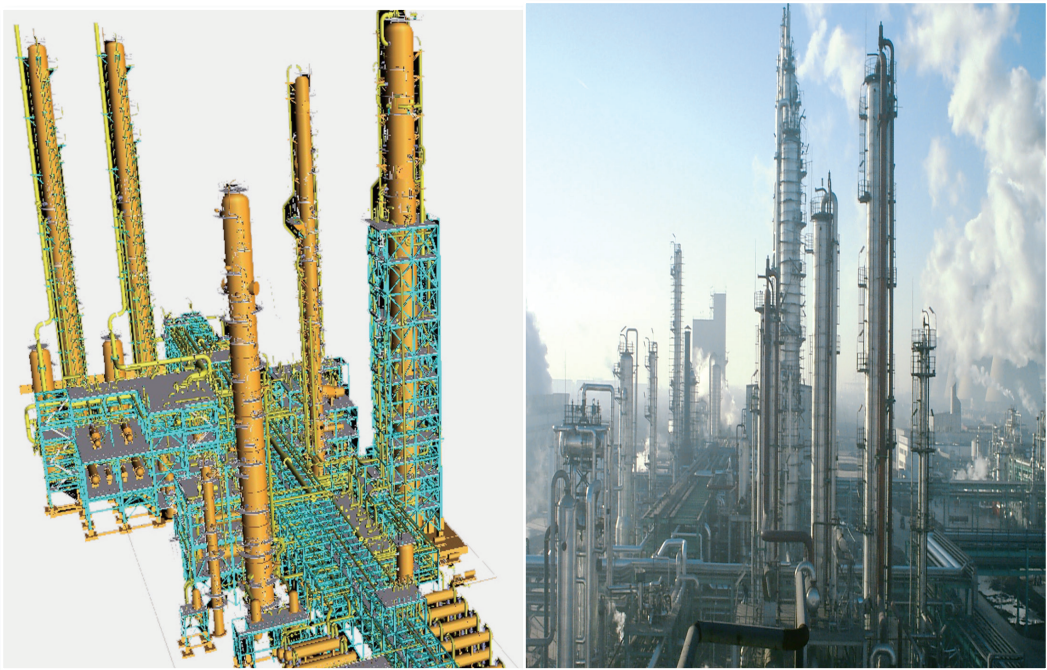
脱硫、脱碳的低温甲醇洗技术，能有效脱除合成气中的 CO_2 、 H_2S 、 COS 等酸性气体杂质，满足下游产品需求；同时可根据实际情况回收 CO_2 产品及满足硫回收工艺要求的 H_2S 酸性气体。该技术能耗低，操作稳定性强，是煤制合成气脱硫、脱碳的理想选择工艺。



低温甲醇洗技术流程示意图

技术优势

1. 吸收能力强	3.1MPa 压力条件下，1m ³ 低温甲醇可吸收 160 ~ 180m ³ CO ₂
2. 净化度高	净化气：CO ₂ <20mg/m ³ ，H ₂ S+COS<0.1mg/m ³
3. 能耗低	溶剂的循环量小，系统能耗低
4. 成本低	甲醇价廉易得、损耗小
5. 选择性好	甲醇对 CO ₂ 和 H ₂ S 的溶解度大大高于对 H ₂ 和 CO 的溶解度
6. “一头三线”	在一套装置内可获得三种净化气以供下游生产多种产品。生产灵活性好，市场适应性强，有利于实现利益最大化



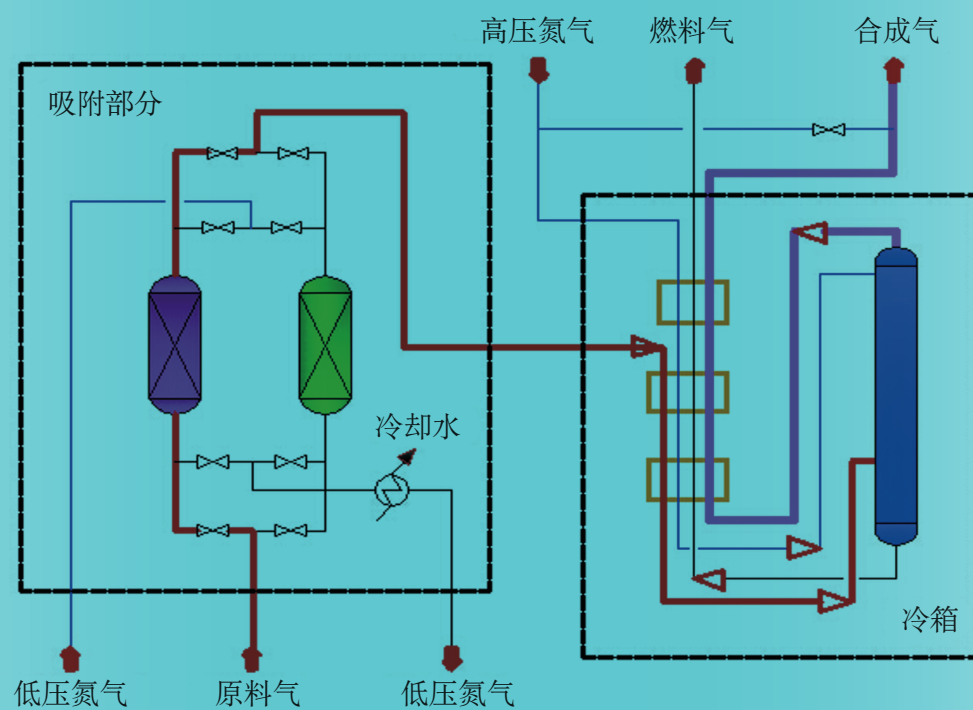
液氮洗技术 3D 模型图

脱微量杂质的液氮洗技术，先通过分子筛高效吸附甲醇、水、CO₂ 等微量杂质，再使用 -190℃ 的液氮为溶剂，对合成气中所含有的 CO、Ar、CH₄ 等微量杂质进行进一步的吸收、脱除，同时配平氢氮比，从而得到高纯度的合成氨原料气。

2.2

脱微量杂质技术

该技术产品气纯度很高，杂质、惰性气体几乎脱尽，且干燥无水。尤其与低温甲醇洗装置合用，能耗低，产品纯度高，是以煤为原料制取合成氨原料气的最佳选择。



液氮洗技术流程示意图

技术优势

1. 产品纯度高	合成气纯度 >99.995% 甲醇 <0.5mg/m ³ ; 水 <0.5mg/m ³ CO ₂ <1mg/m ³ ; CO<1mg/m ³ CH ₄ <0.1mg/m ³ ; Ar<20mg/m ³
2. 能耗低	配套低温甲醇洗使用时, 可优化冷量利用, 能耗更低
3. 损失小	氨合成回路无驰放气, 氨损失小



液氮洗技术 3D 模型图

3

典型案例

中国石油旗下的中国寰球工程公司煤制合成气高效净化技术在中国广泛应用，在山东、安徽、内蒙古等地的氮洗、合成氨、节能减排等项目中应用效果好；并走向国际市场，参与了缅甸达基化肥厂等项目。

中国寰球工程公司煤制合成气高效净化技术工业应用业绩表

序号	项目名称	项目规模	参与时间	承担任务
1	山东华鲁恒升集团有限公司大型氮肥国产化工程	合成气处理量 160000m³/h	2000 年 10 月—2005 年 5 月	EPC
2	缅甸达基（Taikkyi）化肥厂项目合成气净化装置	合成气处理量 2X38500m³/h	2005 年 3 月—2011 年 12 月	EPC
3	山东华鲁恒升化工股份有限公司原料煤本地化及动力结构调整项目	合成气处理量 160000m³/h	2005 年 5 月—2006 年 5 月	EPC
4	安徽省淮南市环境污染综合治理项目液氮洗装置	合成气处理量 160000m³/h	2006 年 9 月—2007 年 5 月	工艺包、基础设计、 指导开车
5	内蒙古天润化肥 30×10 ⁴ t 合成氨 52×10 ⁴ t 尿素项目	合成气处理量 116100m³/h	2008 年 5 月—2008 年 9 月	工艺包、指导开车
6	陕西延长石油集团兴化节能及综合利用技术改造项目液氮洗装置	合成气处理量 116100m³/h	2008 年 5 月—2008 年 9 月	工艺包、指导开车
7	新疆生产建设兵团农七师合成氨 & 尿素项目液氮洗装置	合成气处理量 116100m³/h	2008 年 5 月—2009 年 5 月	工艺包、指导开车
8	陕西兴茂奥维乾元合成氨尿素工程	合成气处理量 116100m³/h	2008 年 8 月—2008 年 11 月	工艺包、指导开车
9	兖矿贵州能化有限公司开阳煤化工基地年产 50×10 ⁴ t 合成氨工程	合成气处理量 154000m³/h	2009 年 2 月—2009 年 5 月	工艺包、指导开车
10	国电赤峰化工有限公司年产 30×10 ⁴ t 合成氨 52×10 ⁴ t 尿素项目	合成气处理量 116100m³/h	2009 年 5 月—2009 年 9 月	工艺包、指导开车
11	陕西陕化化肥股份有限公司节能减排技术改造项目	合成气处理量 2X116100m³/h	2009 年 6 月—2009 年 11 月	工艺包、指导开车
12	中盐合肥化工基地一期 30×10 ⁴ t/a 合成氨项目	合成气处理量 116100m³/h	2010 年 1 月—2010 年 5 月	工艺包设计
13	实联化工（江苏）联碱工程配套 40×10 ⁴ t/a 合成氨项目	合成气处理量 160000m³/h	2010 年 2 月—2010 年 6 月	工艺包设计

山东华鲁恒升大氮肥装置国产化项目

该项目是原国家经贸委、国家计委批准的重大国产化项目的第一套年产 $30 \times 10^4 \text{t}$ 合成氨、 $60 \times 10^4 \text{t}$ 尿素的大氮肥项目，是技术发明与创新的示范性工程。合成氨装置以煤为原料，经水煤浆气化、耐硫变换、低温甲醇洗、液氮洗及 11.0MPa A 氨合成等工序生产液氨。中国石油承担本项目低温甲醇洗和液氮洗生产装置的工艺包、初步设计、施工图设计、编制操作手册和分析手册及现场设计服务，包括对操作工培训及指导工厂的试车和开车等工作。

该项目用于脱除变换气中酸性气体的“低温甲醇洗装置”，形成了由中国石油自主开发的授权专利技术。

该项目于 2002 年 9 月正式开工建设，历时 26 个月全面建成，2004 年 11 月 25 日装置一次开车成功，设备国产化率达到 94% 以上。是我国第一套大型国产化水煤气净化装置；且一次开车成功和投产达产时间最短、建设工期最短、建设投资最省。

依托该项目的低温甲醇洗 / 液氮洗工艺和合成气净化关键设备研制被列入“十五”国家重大技术装备研制项目的工艺软件包开发和关键设备的研制课题。本项目开发的技术先进、新颖和可靠，经中国石油和化学工业协会鉴定，技术达到国内领先水平。该项目多次获得国家、部委及集团公司重大奖励。



— 山东华鲁恒升大氮肥装置全景图 —



— 开车现场 —



— 项目安装 —

4

科研装备

中国石油拥有一系列的软件和硬件装备，满足合成气高效净化技术的工艺包设计以及工程化的需要。

中国寰球工程公司拥有 Aspen plus、Hysys、Pro II、HTRI 及 FRI 等工艺流程模拟及设备模拟计算软件，可以进行装置关键工艺设备、单元流程和整个装置全流程的分析和模拟，拥有压力管道设计、压力容器设计、结构设计等辅助设计工具软件，为工程开发和设计奠定了坚实的基础。



5

资质与标准

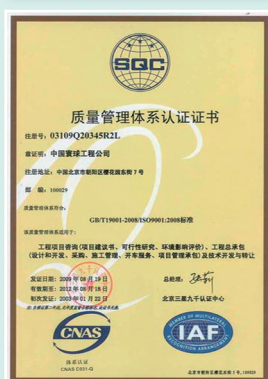
建立了系统的、与国际接轨的总承包项目管理体系和项目运作管理模式，建立了 ISO9001 质量保证体系、ISO14000 环境管理体系和 OHSAS 18000 职业健康安全管理体系并通过认证；拥有工程设计综合甲级资质，可承担所有行业工程项目的设计任务；形成了“一个平台、三大系统”的信息化体系，拥有国际先进水平的网络硬件系统、工程应用软件系统、工程项目管理集成系统和各种数据库。

5.1

资质

包括工程设计综合甲级资质，施工总承包及各类专项资质（化工石油工程施工总承包一级、机电设备安装工程专业承包一级、管道工程专业承包一级），咨询类资质（工程咨询甲级资质、工程造价咨询甲级资质、建设项目环境影响评价甲级资质），特种设备资质（A1\A2\A3\SAD 类压力容器设计资质、GA\GB\GC\GD 类压力管道设计资质、A1\A2\A3 特种设备制造资质）及国际招标机构甲级资质、工程项目监理甲级资质、对外承包工程经营资质等资质。





5.2 专利

2008年9月3日，“一种低温甲醇净化羰基气体的方法”被国家知识产权局授予发明专利（专利号：ZL200510073353.5）。

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书
专利号 ZL 200510073353.5

[51] Int. Cl.
B01D 53/14 (2006.01)
C01B 3/52 (2006.01)

[40] 授权公告日 2008年9月3日

[11] 授权公告号 CN 100415346C

[23] 申请日 2005.6.2
[21] 申请号 200510073353.5
[73] 专利权人 中国寰球工程公司
地址 100029 北京市朝阳区樱花园东7号

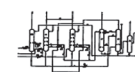
殷雪峰、张敬敏、金山、孙化、第23卷第3期。2004
低温甲醇洗净化羰基合成气。林、薛、李、小、第23卷第4期。2002
低温甲醇洗工艺技术现状及发展。几、万、唐、宏、第22卷第4期。1999
低温甲醇洗工业的发展及展望。李、第23卷第6期。2000
审查员 雷 军
[74] 专利代理机构 北京德创华升专利事务所
代理人 韦庆文

[56] 参考文献
CN1386699A 2002.12.25
US2004/0065199A1 2004.4.8
CN113824A 1995.12.27
US458364A 1986.2.4
US4552572A 1985.11.12
CN377825A 2002.11.6

权利要求书6页 说明书14页 附图4页

[54] 发明名称
一种低温甲醇净化羰基气体的方法

[57] 摘要
本发明提供了一种低温甲醇净化羰基气体的方法。该方法包括将原料气分别引入净化羰基原料气的吸收塔T1A、净化合成原料气的吸收塔T1B、既可净化合成原料气又可净化羰基合成原料气的吸收塔T1C。在各吸收塔T1的进料和引出物流的管线上设置切断阀，将吸收塔塔顶得到的含载甲醇送入再生工序进行甲醇的再生。该方法可放下再生产品的不同，控制切断阀的开或关。在一个工序内既可同时净化羰基原料气，净化合成原料气和净化羰基合成原料气，又可同时实现净化任务的两种或净化任务一种原料气。该方法极大地提高了操作的安全性，提高了装置利用率，并节约了投资，推广应用前景广阔。



5.3 标准

拥有国家标准 3 项，行业标准 7 项，API 标准 2 项。

煤制合成气高效净化技术标准表

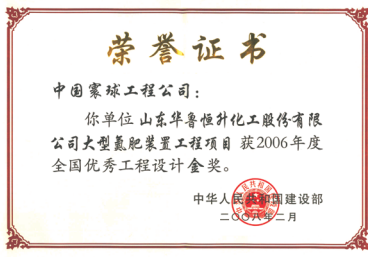
标准号	标准名称
GB50160-2008	石油化工企业设计防火规范
GB567-1999	爆破片与爆破片装置
GB/T12241-2005	安全阀一般要求
HG / T 20570-1995	工艺系统工程设计技术规定
HG_20660-2000	压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类
SHSG-033-2008	石油化工装置基础工程设计内容规定
SHSG-053-2011	石油化工装置详细工程设计内容规定
SH3012-2000	石油化工管道布置设计通则
SH3009-2001	石油化工企业燃料气系统和可燃性气体排放系统设计规范
SH 3010-2000	石油化工设备和管道隔热技术规范
API-520	Sizing, Selection, and Installation Of Pressure-Relieving Devices in Refineries
API-521	Pressure-relieving and Depressuring Systems

5.4

获得奖项

煤制合成气高效净化技术获奖情况表

时间	获奖
2006.9	中国石油天然气集团公司优秀工程设计一等奖
2006.11.13	中国石油和化学工业协会科技进步特等奖
2006.12	中国石油天然气集团公司技术创新二等奖
2008.2	全国优秀工程设计金奖
2008.12.3	国家科学技术进步二等奖



6

专家团队



伍宏业

教授级高级工程师，享受国务院特殊津贴技术专家。长期从事化肥厂工程设计工作。1989 年被评为中国工程设计大师，编写及审定《氮肥工业—合成氨部分》《合成氨厂的工艺与操作》等书。



薛天祥

教授级高级工程师，享受国务院政府特殊津贴技术专家。长期从事化肥及合成气净化行业的化工设计工作，曾获多项国家级、省部级及集团公司的科技奖励。



叶日新

教授级高级工程师，享受国务院特殊津贴技术专家。长期从事煤化工及化肥工业的设计及项目管理工作，曾主持或参与山东华鲁恒升大化肥装置项目、安徽淮化净化项目等 10 余个合成气净化项目。获多项国家级、省部级及集团公司的科技奖励。

电话：010-58676002

Email：yerixin@hacec.com



王秋枫

教授级高级工程师，集团公司高级技术专家。主要从事煤气化和无机化工领域的工作。曾主持或参与赤天化大颗粒尿素项目、越南宁平煤制化肥项目煤气化装置、神华宁煤煤制油项目煤气化和变换装置等项目，具有丰富的项目管理经验。

电话：010-58675398

Email：wangqiufeng@hqcec.com



胡 健

教授级高级工程师，技术专家。长期从事煤化工、化肥行业的化工设计及科技项目管理与开发工作，曾参与山东华鲁恒升大化肥国产化、宁夏石化 45/80 大化肥国产化、阿克苏 45/80 大化肥等多个项目。其中，氨合成过程模拟软件，获化工部优秀工程设计软件三等奖；山东华鲁恒升大型氮肥工程获 2005 年集团公司优秀工程设计一等奖，2006 年全国优秀工程设计金奖；2008 年 9 月，国家知识产权局授权发明专利“一种低温甲醇净化羰基气体的方法”。

电话：010-58676642

Email：hujian@hqcec.com



万克西

教授级高级工程师，技术专家。长期从事化肥、煤化工行业的设计工作。2008 年获“全国化工优秀科技工作者”。2011 年 8 月，获中国石油和化工勘察设计协会颁发的中国石油和化工勘察设计行业科技创新突出贡献奖。山东华鲁恒升化工股份有限公司大型氮肥装置工程获 2005 年度集团公司优秀工程设计一等奖，2006 年度全国优秀工程设计金奖。

电话：010-58676647

Email：wanhexi@hqcec.com



林 珩

教授级高级工程师，技术专家。主要从事煤化工和无机化工设计工作，从事化工设计 20 余年，完成项目 30 余个。其中，山东华鲁恒升大型氮肥工程获 2005 年集团公司优秀工程设计一等奖，2006 年全国优秀工程设计金奖；2006 年 30 万吨合成氨大型氮肥装置工艺成套技术开发获集团公司技术创新二等奖；2008 年，国家知识产权局授权发明专利 ZL200510073353.5 “一种低温甲醇净化羰基气体的方法”。

电话：010-58676652

Email：linheng@hqcec.com

7 服务与培训

中国石油旗下的中国寰球工程公司拥有完善的售后服务体系，并能为用户提供系统、全面的技术培训。

可为用户提供全方位的技术支持，包括工艺调试、操作分析及开停车指导等，解决用户在应用本技术过程中所遇到的任何技术问题，并满足用户的生产任务需求，实现客户利益最大化。

售后服务管理系统对用户的售后服务需求进行全程跟踪与记录，直到满足用户需求为止。

服务联系人

顾朝霞

电话：86-10-5867-5251

E-mail: guzhaoxia@hqcec.com

耿凯旋

电话：86-10-6206-5406

E-mail: gengkx@cnpc.com.cn

林珩

电话：86-10-5867-6652

E-mail: linheng@hqcec.com

刘建宾

电话：86-10-6191-7482

E-mail: liujianbin@hqcec.com

Contact

Gu Zhaoxia

Tel: 86-10-5867-5251

E-mail: guzhaoxia@hqcec.com

Geng Kaixuan

Tel: 86-10-6206-5406

E-mail: gengkx@cnpc.com.cn

Lin Heng

Tel: 86-10-5867-6652

E-mail: linheng@hqcec.com

Liu Jianbin

Tel: 86-10-6191-7482

E-mail: liujianbin@hqcec.com



中国石油科技管理部联系人：

刁 顺 先生
电 话：86-10-59986059
Email：sdiao@cnpc.com.cn
diaoshun@sohu.com

中国石油经济技术研究院联系人：

张 丽 女士
电 话：86-10-62065043
Email：zhangli024@cnpc.com.cn

中国寰球工程公司联系人：

林 珩 女士
电 话：010-58676652
Email：Linheng@hqcec.com

Contact of Science & Technology Management Department,CNPC：

Mr. Diao Shun
Tel: 86-10-59986059
Email: sdiao@cnpc.com.cn
diaoshun@sohu.com

Contact of CNPC Economics & Technology Research Institute：

Ms. Zhang Li
Tel: 86-10-62065043
Email: zhangli024@cnpc.com.cn

Contact of China Huanqiu Contracting&Engineering CORP.：

Ms. LinHeng
Tel: 010-58676652
Email: Linheng@hqcec.com

