

催化裂化装置工业化 成套技术

■ 2014 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

催化裂化装置工业化成套技术，
为您重油高效转化提供全面优质的解决方案！



目 录

1 简 介	3
2 特色技术	4
3 典型案例	6
4 科研装备	7
5 资质标准	9
6 专家团队	12



中国石油

中国石油天然气集团公司（简称“中国石油集团”，英文缩写：CNPC）是根据国务院机构改革方案，于1998年7月在原中国石油天然气总公司的基础上组建的特大型石油石化企业集团，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2013年国内生产原油1.13亿吨，生产天然气888.4亿立方米，加工原油1.46亿吨，全年实现营业收入2.76万亿元，实现利润1880亿元。

2013年，中国石油在世界50家大石油公司综合排名中位居第4位，在全球500家大公司排名中位居第5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。

催化裂化装置工业化成套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

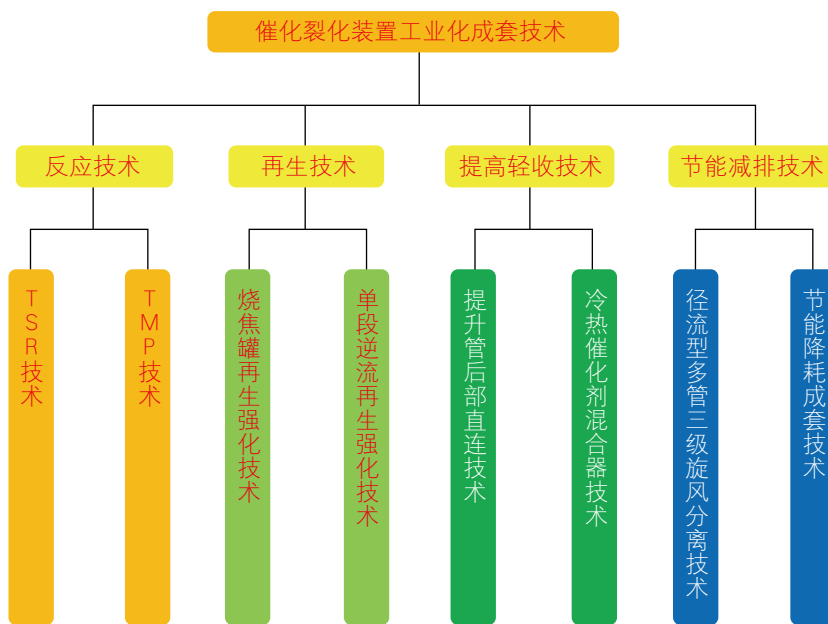
1 简介

催化裂化装置是炼油厂最核心的装置之一，我国催化裂化能力约占一次总加工能力的40%。约70%的汽油、30%的柴油和30%的丙烯均来自催化裂化装置，因此催化裂化工艺是重油轻质化的重要手段之一。

经过几十年的积累，中国石油逐渐形成了特有的研发、设计、生产相结合的催化裂化装置工业化成套技术体系，形成了一系列核心技术、十几项专利和技术秘密。其中代表性技术有：

两段提升管催化裂化 TSR 技术、两段提升管催化裂解多产丙烯 TMP 技术、再生技术和节能减排技术等。这些技术具有原料适应性广、轻油收率高、产品指标好、能耗低和污染物排放少等优势。

近10年来，该项技术已在大庆石化、庆阳石化、锦西石化等二十几项催化裂化装置中得到推广应用，取得了良好的效果和口碑。



2

特色技术

包含了多产汽柴油、提高总液体收率、多产丙烯、再生强化、节能降耗和长周期运行等多项技术，可帮助炼厂最大限度的提高目的产品的收率及质量，帮助炼厂获取最经济有效的盈利能力。

2.1 两段调控催化裂化深度工艺技术

2.1.1 TSR 技术——两段提升管催化裂化工艺

TSR 技术设置两个单独的提升管反应器，解决了提升管过长产品分布恶化，新鲜原料与回炼油在同一个反应器内反应存在竞争的问题。可有效抑制过度裂化，降低焦炭产率，提高轻质油品收率和质量，可用在目的产品以汽柴油为主的新建或改建装置上。与常规催化裂化技术相比，液收有所提高，可以灵活调节柴汽比，柴油收率可提高约 5 个百分点，经济效益显著。

2.1.2 TMP 技术——两段提升管催化裂解增产丙烯工艺

TMP 具有丙烯收率高、干气产率低、汽油辛烷值高、柴油密度低、干气中乙烯含量高(45%~50%)的特点。该工艺可加工直馏蜡油、常压渣油、减压渣油、焦化蜡油、脱硫渣油、焦化石脑油等各类原料，可用在目的产品以丙烯为主并兼顾汽柴油的新建或改建装置上。

2.2 再生烧焦强化技术

2.2.1 烧焦罐再生强化技术

在传统烧焦罐再生基础上，通过优化配置主风分布、催化剂分布、流化整流等一系列强化烧焦措施，大幅提高再生过程烧焦效率。由于其性能优异且对催化原料有很好的适应性，可应用在新建或改造装置上，适用于各种催化原料。实现催化剂在烧焦罐内完全再生，再生温度低，系统藏量小，系统压降低，可最大程度保护催化剂活性，催化剂输送系统稳定可靠，主风机流量不用调节，主风机组可全年处于发电状态。

2.2.2 单段逆流再生强化技术

单段逆流再生就是使用一个流化床再生器一次完成催化剂的烧焦过程。通过优化配置主风分布、催化剂分布、流化整流等一系列强化烧焦措施，可大幅提高再生过程烧焦效率。可应用在新建或改造装置上，适用范围广，尤其是重金属钒含量较高的原料。再生温度不大于 700℃，再生催化剂定碳可达到 -0.1wt%。

2.3 降低干气产率、提高轻油收率的单项技术

2.3.1 提升管后部直连技术

采用提升管后部快分直连技术，可以大大缩短油气的停留时间，减少二次反应，同时可避免沉降器结焦。这项技术与国内外同类技术相比有不增加额外蒸汽消耗，开、停工及正常生产不存在跑剂问题等优势，是重油催化长周期运行重要的保障技术手段之一。可应用在新建或改造装置上，适用于一根或多根提升管的催化裂化装置。

2.3.2 冷热催化剂混合器技术

来自再生斜管的热催化剂与从外取热器引出一股冷催化剂进行混合，可很好地实现降低再生催化剂温度的目的。可保证冷、热两股催化剂混合均匀，防止偏流温差对反应造成不良影响，使得参与反应的再生催化剂的温度不受再生烧焦条件的限制，并配合先进的混合温度在线控制方案，实现参与反应的再生苛刻度

无极调节。适用于带外取热器的催化裂化装置。可降低干气产率1个百分点，轻油收率相应提高。

2.4 减少催化剂细粉排放的环保技术——径流型多管三级旋风分离技术

解决了常规三级旋风分离器单管综合效率低的问题，使单管综合效率大幅提高。在三旋压降不变的前提下实现三旋出口粉尘含量低于 $90\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。该设备可适用于各种再生型式的催化裂化装置。

2.5 节能降耗成套技术

充分剖析装置能耗的构成，从提高焦炭燃烧热的回收利用率、提高低温余热的回收利用率、降低产品分离的能量消耗这三个重要方面着手，开发了相应的节能成套技术。采用节能降耗成套技术对装置进行优化后，装置能耗通常可降低 $5 \sim 10\text{kg}$ 标油/吨催化原料。这项技术可全部或部分应用于新建或改造项目上，降低装置的运行成本。

3

典型案例

3.1 TSR 技术应用案例

该技术已在中国十几套催化裂化装置上实现了长周期运行。与常规催化裂化技术相比，液收有所提高，可以灵活调节柴汽比，柴油收率可提高约 5 个百分点，柴油十六烷值可提高约 3 个单位，汽油烯烃含量可降低到 30v% 以下，经济效益显著，因此具有良好的推广价值。

3.2 TMP 技术应用案例

TMP 技术在中化弘润石化 80×10^4 t/a 装置上进行了工业应用，以直馏蜡油为原料，同时回炼部分焦化装置的焦化石脑油，设计指标丙烯收率达到 19.82%，总液收 78%，干气 + 焦炭的产率之和为 15.5%，汽油研究法辛烷值大于 90，该技术可在多产丙烯的同时对焦化石脑油进行改质，以提高焦化石脑油的辛烷值。

3.3 烧焦罐再生强化技术应用案例

烧焦罐再生强化技术应用在玉门石化 80×10^4 t/a 催化裂化改造项目中，改造后再生温度由 710°C 降低到 690°C 以下，大大减少了重金属钒对催化剂的破坏作用，同时较低的再生温度有利于提高反应的剂油比、降低干气产率、提高轻油收率。改造后，该装置催化剂消耗由 2.2kg/t 原料降低到 1kg/t 原料，干气产率降低 1 个单位，轻油收率提高 1 ~ 2 个单位。

3.4 提升管后部直连技术应用案例

提升管后部直连技术应用在庆阳石化 160×10^4 t/a 两段提升管催化裂化改造项目中，改造后提升管后部油气停留时间大大缩短，减少了不利的二次反应。粗旋、顶旋料腿溢出的油气和汽提段的汽提油气直接从沉降器底部的导气管导入顶旋内，消除了沉降器结焦的可能。通过改造，在蒸汽不增加前提下解决了沉降器结焦问题，干气产率降低了 0.5 ~ 1 个百分点，轻收收率提高 0.5 ~ 1 个百分点。

4

科研装备

先进的计算机网络平台应用系统，实时高效的网络通讯，广泛应用于设计和管理。拥有 PIMS、PRO II、AspenPlus、PDMS 等各种工程设计软件 100 余种，可以满足国内外不同业主要求。

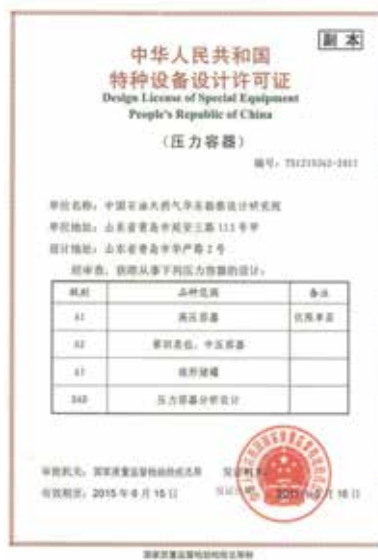
名 称	软 件 类 别
PIMS	工厂计划优化管理系统，功能强大，用户友好的过程工业用的经济计划软件包。它采用线性规划 (Linear Programming) LP 技术来优化过程工业企业的运营计划。它可应用于： <ol style="list-style-type: none"> 1. 生产作业计划优化； 2. 后勤及供应链管理； 3. 技术评价； 4. 工厂各单元规模估算及扩产研究
Pro/ II、Aspen plus、Aspen HYSYS	生产装置设计、稳态模拟和优化的大型通用流程模拟软件
Aspen Energy Analyzer	基于过程综合与集成的夹点技术的计算软件。它应用工厂现场操作数据或者流程模拟计算的数据为输入，来设计能耗最小、操作成本最低的化工厂和炼油厂过程流程。典型应用如下： <ol style="list-style-type: none"> 1. 老厂节能改造的过程集成方案设计； 2. 老厂扩大生产能力的“脱瓶颈”分析； 3. 能量回收系统（例如换热器网络）的设计分析； 4. 公用工程系统合理布局和优化操作（包括加热炉、蒸汽透平、燃气透平、制冷系统等模型在内）
Smart Plant P&ID	是以数据库为核心、以规则为驱动的智能 PID 设计系统
Dynsim	Dynsim 是一个功能全面的、基于严格计算的、成熟的动态过程模拟系统，运用基于机理的技术和严格的热力学数据，提供准确可靠的计算结果，用于解决从工程分析、控制系统校核到操作员培训系统等工作中的最棘手的动态模拟问题
PDS、PDMS	工厂三维布置设计管理系统，该软件具有以下主要功能特点： <ol style="list-style-type: none"> 1. 全比例三维实体建模； 2. 通过网络实现多专业实时协同设计、真实的现场环境，多个专业组可以协同设计以建立一个详细的 3D 数字工厂模型，每个设计者在设计过程中都可以随时查看其它设计者正在干什么； 3. 交互设计过程中，实时三维碰撞检查，PDMS 能自动地在元件和各专业设计之间进行碰撞检查，在整体上保证设计结果的准确性； 4. 拥有独立的数据库结构，元件和设备信息全部可以存储在参数化的元件库和设备库中，不依赖第三方数据库； 5. 开放的开发环境，可方便地输出符合传统的工业标准的图纸

名 称	软 件 类 别
CAESAR II	CAESARII 是压力管道应力分析专业软件。它既可以分析计算静态分析，也可进行动态分析。向用户提供完备的国际上的通用管道设计规范，使用方便快捷
HTRI、HTFS	换热器及燃烧式加热炉的热传递计算及其他相关的计算软件
Flare-Net	用于火炬系统的稳态设计、计算及消除瓶颈
PFR FRNC-5PC	加热炉模拟和结构设计
ANSYS	设备应力分析
STADD/CHINA2006	钢结构计算
P3E/C	项目计划管理
Project Wise	文档管理
POWERON	总承包管理

5 资质标准

5.1 资质

拥有工程设计综合资质甲级、工程勘察类（岩土工程、工程测量）甲级、工程造价咨询甲级资质。
拥有压力管道设计和一、二、三类 15 个品种的压力容器设计资质。



5.2 标准

熟悉各类国内外标准规范，设计严格执行业主提出的标准。

制定和参与编制的标准

标准编号	标准名称 / 规划项目名称	主编 / 参编
GB/T9112-2010	钢制管法兰、类型与参数	参编
GB/T9125-2010	管法兰连接用紧固件	参编
GB/T9124-2010	钢制管法兰 技术条件	参编
GB/T 13402-2010	大直径钢制管法兰	参编
HG/T20653-2011	化工企业化学水处理设计技术规定	参编
Q/SY1303-2010	石油化工企业防渗处理设计通则	主编
中油计字 (2005) 519 号	石油建设安装工程费用定额	参编
Q/SY 1373-2011	炼化固定资产投资项目初步设计节能篇 (章) 编写规定	主编
Q/SY 1579-2013	炼化化工固定资产投资项目初步设计节水篇 (章) 编写规定	主编
Q/SY 1064-2010	固定资产投资项目可行性研究及初步设计节能节水篇 (章) 编写通则	参编
Q/SY 1577-2013	《炼油项目固定资产投资节能评估报告编写规范》	主编
GB/T 17185 - 1997	钢制法兰管件	参编
GB/T19326-2003	钢制承插焊、螺纹和对焊支管座	参编
GB/T17186.1	管法兰连接强度计算方法 方法 A	
JB/T1762-2012	液化天然气用截止阀、止回阀	参编
Q/SY2012-106	事故状态下水体污染的预防与控制技术要求	参编

5.3 专利

序号	专利名称	专利类型	专利号 / 申请号
1	组合式旋风分离过滤器	实用新型	ZL92238282.4
2	再生器燃烧油喷嘴	实用新型	ZL01200325.5
3	新型油浆蒸汽发生器	实用新型	ZL200420098135.8
4	一种重油生产丙烯装置	实用新型	ZL201020597213.4
5	一种催化裂化分馏塔内油浆过滤分离设备	实用新型	ZL201120503564.9
6	一种改进的催化裂化催化剂两段再生方法及设备	发明	ZL201010279631.3
7	输送床层反应提升器	实用新型	ZL200820109735.8
8	自然循环余热锅炉	实用新型	ZL201120430712.9
9	一种甲醇制烯烃的装置及其方法	发明	201310154367.4
10	一种烷烃脱氢制烯烃的方法	发明	201210179765.7
11	一种适用于多段提升管反应器的新型防结焦旋风分离器系统	实用新型	201320346184.8
12	一种催化裂化汽油分成轻重汽油的简易分离方法	发明	201210097557.2

6

专家团队



郝希仁

全国勘察设计大师，享受政府特殊津贴专家，国家人事部中青年有突出贡献专家。主持完成了蜡油催化裂化、重油催化裂化、催化裂解等石化重点科技攻关项目的研发，获得国家级科技进步奖 1 项、优秀设计奖 2 项，省（部）级科技进步奖 6 项、优秀设计奖 5 项，申请专利 10 项。

电话：0532-80950996

Email：haoxiren@cnpcccei.cn



谢恪谦

高级技术专家。拥有专利和专有技术 10 余项，大部分作为催化裂化装置核心技术成功推广应用。负责设计新建和改造催化裂化装置 40 余套次，如：茂名 220 万吨 / 年 MIP 装置，广西石化 350 万吨 / 年重油催化装置、呼炼 280 万吨 / 年 MIP 装置等。

电话：0532-80950800

Email：xiegeqian@cnpcccei.cn



夏志远

高级工程师。一直从事石油化工装置设备的设计，参与完成了包括大连 350 万吨 / 年重催、海南东方 120 万吨 / 年 DCC 等近 20 套催化裂化装置设计，获多项省部级优秀设计奖。

电话：0532-80950299

Email：xiazhiyuan@cnpcccei.cn



王 阳

高级工程师。擅长催化裂化装置及相关工艺技术延深装置的设备平面布置、操作维修、消防安全、管道等方面的工程设计。承担大连石化 350 万吨 / 年催化裂化、广西石化 350 万吨 / 年催化裂化、吉林石化 200 万吨 / 年 TMP 等数十套装置设计工作。获省部级优秀工程设计优秀勘察设计及科技进步奖 7 项。

电话 : 0532-80950912

Email : wangyang@cnpcccei.cn



高雄厚

教授级高级工程师。长期从事石油炼制催化剂及工艺的研发工作。作为学术带头人, 承担了包括国家 973 计划、科技支撑计划项目在内的重大科研项目 40 余项, 取得了一大批在国内外有重要影响的产业化成果。荣获国家科学技术进步二等奖 2 项(均为第一完成人), 省部级科技成果 18 项, 发表论文 72 篇, 其中 SCI 收录 13 篇。开发出的 4 大系列 19 个牌号的催化剂新产品, 累计加工重油 2 亿吨。

电话 : 0931-7961603

Email : gaoxionghou@cnpc.com.cn



杨朝合

教授, 博士生导师。中国石油石油化工研究院特聘专家, 入选教育部“新世纪优秀人才支持计划”。

电话 : 0532-86981169

Email : yangch@hdpu.edu.cn



卢春喜

教授, 博士生导师, 973 首席科学家, 中国石油大学(北京)重油国家重点实验室教授、中国石油集团公司重油加工重点实验室学术委员。长期致力于催化裂化流态化工程及装备的研究, 开发出的催化裂化提升管出口(FSC、CSC、VOS、SVOS)系列快分新技术, 达到国际领先水平。获国家科技进步 2 等奖 2 项(分别排名第 1 和第 3), 省部级科技成果奖 12 项(其中 1 等奖 5 项)。

电话 : 010-89733237

Email : lcxing@cup.edu.cn



联系人：刁顺 先生
电 话：86-10-5998-6059
Email: sdiao@cnpc.com.cn

Contact: Mr. Diao Shun
Tel: 86-10-5998-6059
Email: sdiao@cnpc.com.cn



