



常减压蒸馏装置工业化 成套技术

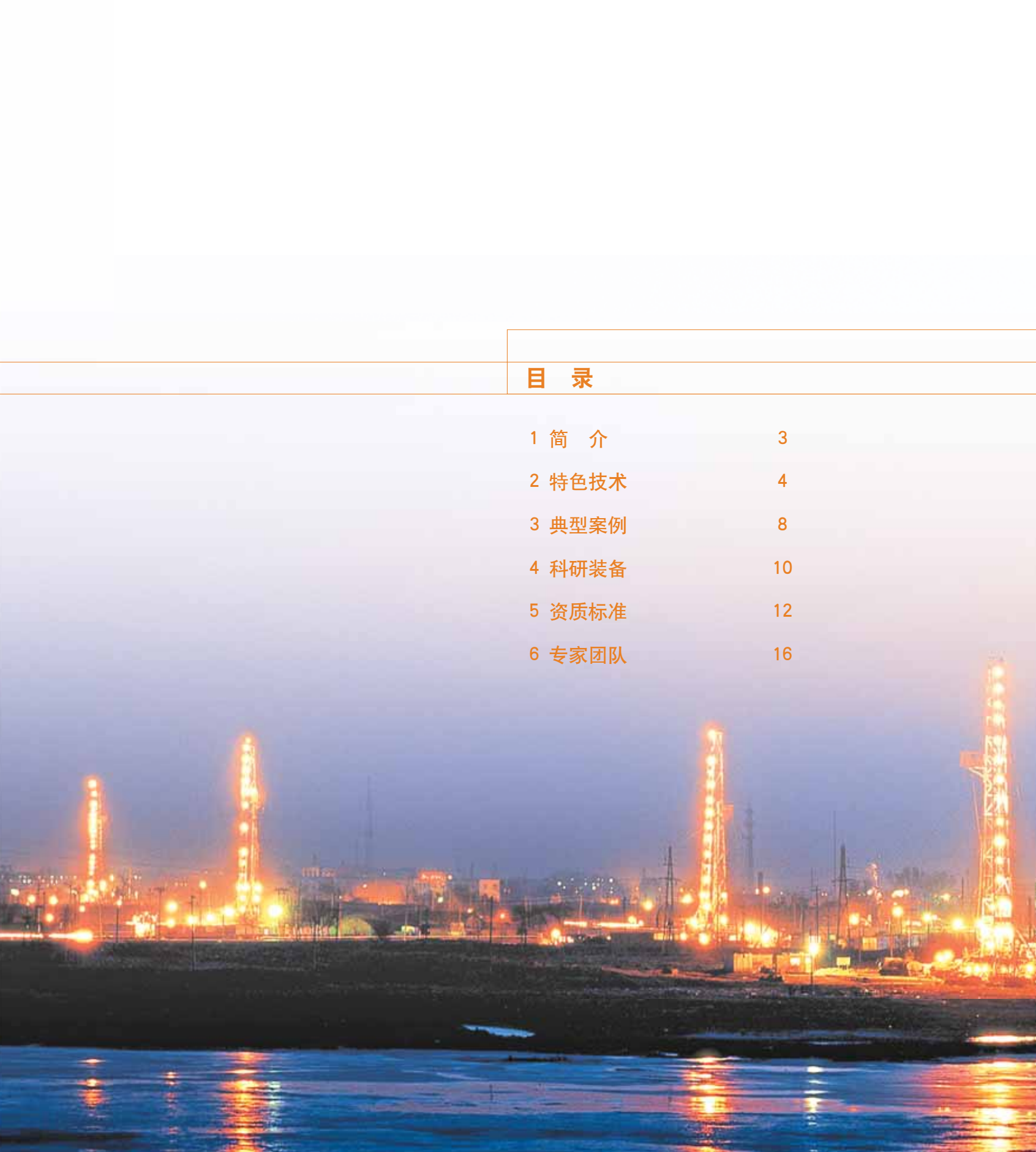
2014 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

常减压蒸馏装置工业化成套技术，
全心为您打造可持续发展的绿色炼厂！





目 录

1 简 介	3
2 特色技术	4
3 典型案例	8
4 科研装备	10
5 资质标准	12
6 专家团队	16



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。

常减压蒸馏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

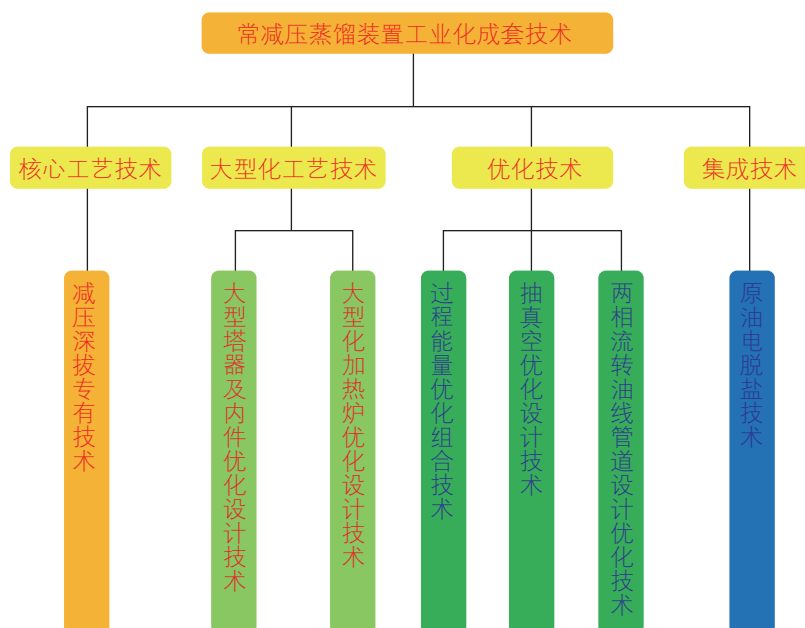
常减压蒸馏装置是炼油厂加工原油的第一个工序,是炼厂里的“龙头”装置,为下游二次加工装置提供原料,其加工能力代表炼厂的加工规模,直接影响下游二次加工装置和全厂的生产状况,举足轻重。

中国石油的原油常减压蒸馏装置工业化成套技术包括过程能量优化组合成套技术、减压深拔成套技术、原油电脱盐成套技术、大型塔器及内件优化设计技术、抽真空优化设计成套技术等多个特色成套技术,拥有专利 20 余项,在国内外 40 余家炼油企业得到了成功应用。

中国石油拥有强大的专家队伍,培养出了一批优秀的专业技术人才,能够为客户提供经济、安全、绿色、环保、国际化的工程设计和一流的服务。



业务分布图



2 特色技术

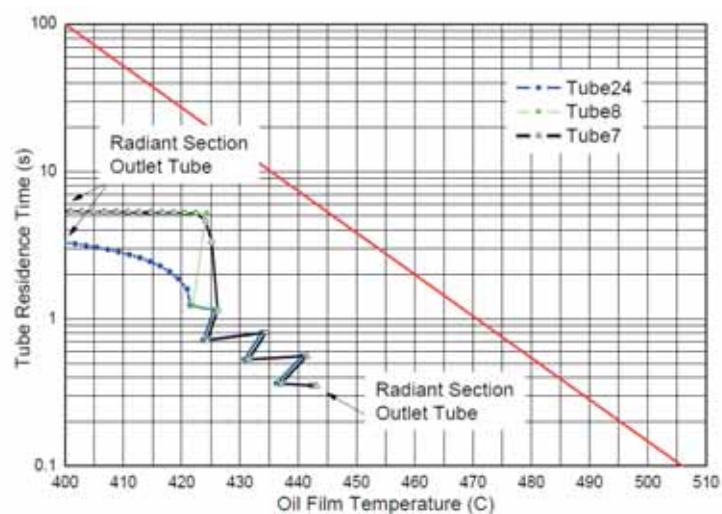
2.1 设计特色技术系列

常减压蒸馏装置工业化成套技术括过程能量优化组合成套技术、减压深拔专有成套技术、原油电脱盐成套技术、大型塔器及内件优化设计技术、抽真空优化设计成套技术等多个特色成套技术。



2.1.1 减压深拔

可实现常规原油的减压渣油切割点达到 $570 \sim 620^{\circ}\text{C}$ ，重减压蜡油中镍 + 钒小于 $3\text{ppm}(\text{wt})$ ，残炭小于 $1\%(\text{wt})$ ，沥青质小于 $0.5\%(\text{wt})$ ，生产周期可达到 4 年以上。已经成功应用于多套常减压蒸馏装置的设计中，这些装置目前运行平稳。其中吉林石化 $600 \times 10^4 \text{t/a}$ 常减压蒸馏装置加工原料为俄罗斯、大庆混合原油，减压渣油实沸点切割点达到 565°C 以上，蜡油收率高、产品质量合格。



深拔加热炉结焦研究图



2.1.2 大型塔器及内件优化设计

通过调控塔内气液流动的均匀性，实现小型蒸馏塔可达到的效率、压降、操作弹性和操作稳定性，可用于大型炼厂常减压蒸馏装置常压塔和减压塔塔内件的优化设计。实现了大型常减压蒸馏装置的常压侧线柴油馏分 ASTM D86 95% 点小于 365℃，闪点大于 55℃；常渣中 350℃ 以下馏分小于 5%；减压蜡油残炭、重金属含量和色度等指标均满足要求，渣油中的轻组分含量满足设计指标值。常减压操作弹性可满足 60%~120%，操作周期可达 4 年。



2.1.3 大型化加热炉优化设计

包括炉型的优化选择，炉管、燃烧系统、余热回收系统等的优化设计。可用于大型炼厂常减压蒸馏装置常压炉和减压炉的结构和余热回收系统的优化设计。

大型化常压炉





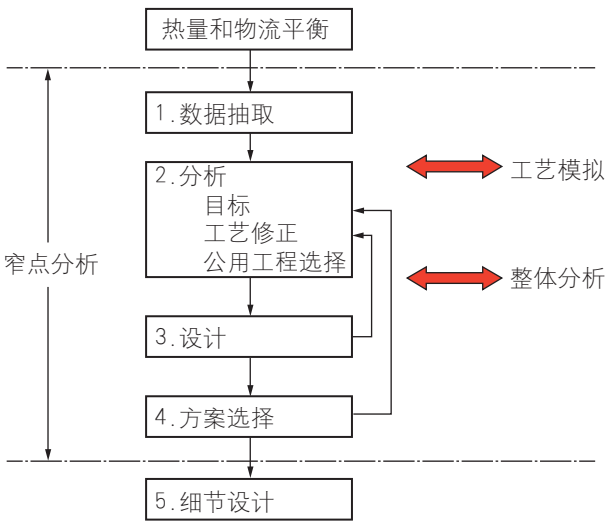
大型化减压炉

2.1.4 过程能量优化组合

用于新建常减压蒸馏装置的能量优化设计、已运行常减压蒸馏装置用能分析、常减压蒸馏装置改造项目的能量优化改造方案设计，可实现常减压蒸馏装置热量回收和换热网络费用的优化。

采用窄点技术对常压塔、减压塔进行优化设计，在保证产品质量和收率的前提下，优化中段取热，尽可能为换热网络多提供高温位热

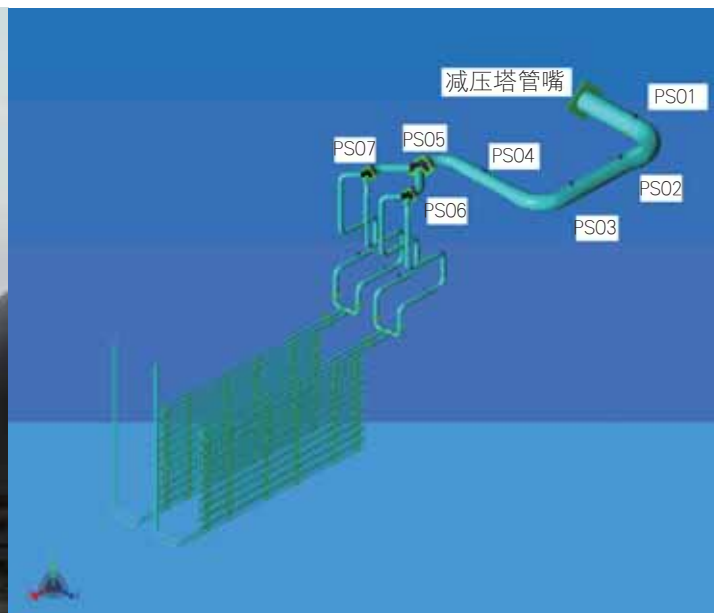
源。利用先进计算机模拟软件，确定常压塔、减压塔各中段取热比例和取热温位，找出使总费用最低的窄点温差，换热器合理选型。优化整合全装置的用能，可降低 10% ~ 15% 的装置能耗。



过程能量优化组合设计流程简图

2.1.5 抽真空优化设计

在保证产品质量的情况下，对减压塔操作压力进行优化设计；针对原油类型和减压炉出口温度回归出抽真空系统计算模型，确定抽空系统负荷；优化抽真空系统各级压缩比，能耗达到国际先进水平。可用于燃料型和润滑油型常减压蒸馏装置减顶抽空系统优化设计。



减压转油线布置优化

2.1.6 两相流转油线管道设计

将减压炉炉管、转油线和减压塔进料分布器及减压塔其他内件作为一个整体进行分析设计，通过防止炉管结焦、控制转油线油气流速、管系应力分析、优化减压塔闪蒸段油气分离，找到最佳的转油线内流体流动型式、合理的关键点压力，设计出适合深拔工况的转油线系统。可用于常减压蒸馏装置的常压转油线和减压转油线的优化设计。

2.1.7 原油电脱盐技术

包括交流电脱盐、交直流电脱盐、高速电脱盐等技术。针对原油性质的不同，通过评价确定合适的操作温度，采用合适的破乳剂或采用超声波破乳技术，合理设计工艺流程。

常减压蒸馏装置均配备电脱盐系统。减小了常减压蒸馏装置的 HCl 腐蚀，减小了对下游装置催化剂的破坏作用，排水含油量小，降低了污水处理场的负荷。

3

典型案例

3.1 减压深拔技术应用

吉林石化公司 600X10⁴t/a 常减压蒸馏装置，采用减压深拔成套技术设计，于 2010 年 10 月 11 日一次投产成功，装置由换热、电脱盐、初馏塔、常压炉、常压塔系统、减压炉、减压塔系统、轻烃回收、三注系统等部分组成。该装置实现了减压渣油切割点达到 565℃，重减压蜡油中镍 + 钒小于 3ppm(wt)，残炭小于 1% (wt)，沥青质小于 0.5% (wt)；该装置的减压转油线操作稳定；抽真空系统负荷比国内同类装置低 5%~10%；装置换热终温标定数据达到 314℃。装置自开工以来，产品收率和质量全部合格，连续运行平稳，能耗标定数据为 10.128kg 标油 /t 原油（包括轻烃回收部分 0.79kg 标油 /t 原油）。



3.2 $1000 \times 10^4 \text{t/a}$ 常减压蒸馏装置成套技术应用

四川石化 $1000 \times 10^4 \text{t/a}$ 常减压蒸馏装置设计加工南疆 / 北疆原油和哈萨克斯坦原油，该装置规模大，对原油适应性要求，设计中采用过程能量优化组合、两相流转油线管道设计、抽真空优化设计、大型化加热炉优化设计、原油电脱盐技术等成套技术进行优化，于 2014 年 1 月 16 日一次投产成功，产品收率和质量全部合格，连续运行平稳，能耗比国内同类装置低 5%~10%。



4

科研装备

拥有了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的要求。

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： 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： 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： 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	炼油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 专利技术

序号	专利名称	专利类型	申请号或专利号
1	隔板式原油电脱盐脱水设备	实用新型	ZL 201120436206.0
2	防止常减压蒸馏装置换热网络中的换热器及管线振动的设备	实用新型	ZL 201120503692.3
3	圆筒形管式加热炉中间炉管座吊组合结构	实用新型	ZL200520084780.9
4	小处理量丁烷脱沥青装置沥青加热炉	实用新型	ZL 200720190562.2
5	一种双圆筒辐射室加热炉	实用新型	ZL 201120018908.7
6	一种单排单面双辐射窝管减压深拔减压炉	实用新型	ZL 201120018906.8
7	设有导流板的加热炉	实用新型	ZL 201120272933.8
8	双阶梯双面辐射管式加热炉	实用新型	ZL 201120274457.3
9	炼油装置加热炉烟气取样口	实用新型	ZL 201120430801.3
10	炼油装置加热炉垂直炉管定位套管	实用新型	ZL 201120430710.X
11	顶烧U形管箱式加热炉	实用新型	ZL 201120430713.3
12	炼油装置加热炉用偏心异径带法兰集合管	实用新型	ZL 201120431043.7
13	一种加热炉炉管吊架	实用新型	ZL 201320101169.7
14	一种大型容器底封头与裙座的焊接构件	发明	ZL200310121385.9

序号	专利名称	专利类型	申请号或专利号
15	外部可调焊接密封高压换热器	实用新型	ZL 200720169438.8
16	换热器用挠性焊接密封环	实用新型	ZL 200920222890.5
17	挠性密封丝堵	实用新型	ZL201220024285.9
18	一种螺旋扭曲扁管换热器	实用新型	ZL 201120476306.6
19	螺旋折流板换热器用折面折流板	实用新型	ZL 201020176895.1
20	用于分馏塔的抗堵塞液体分布器	实用新型	ZL 201220484159.1
21	支撑梁	实用新型	ZL 201220704905.3
22	用于分馏塔的抗堵塞液体分布器	实用新型	CN 201220484159
23	一种隔板式电脱盐、脱水设备的隔板	实用新型	CN 201110033151
24	支撑梁	实用新型	CN 201220704905
25	一种防止常减压蒸馏装置换热网络中的换热器及管线振动的设备	实用新型	CN 201120503692

6

专家团队



董福春

高级技术专家，高级工程师，享受政府特殊津贴。主持完成多套 500X10⁴t/a、1000X10⁴t/a 常减压蒸馏装置的设计工作。主持完成的塔内件、直流电脱盐脱水工艺、减压塔顶高真空抽空技术等重点技术攻关填补了国内技术空白。先后获得省部级科技进步奖 3 项。

电话：0532-80950704

Email：dongfuchun@cnpccci.cn



刘登峰

高级技术专家，高级工程师。擅长常减压装置工程设计及相关技术开发应用、全厂总加工流程设计和设计项目管理。主持设计完成四川石化 1000X10⁴t/a 常减压、吉林石化 600X10⁴t/a 常减压（减压深拔）、长庆石化 500X10⁴t/a 常减压、华北石化 500X10⁴t/a 常减压等多套装置。获国家优秀设计奖 1 项，省部级优秀工程设计和科技进步奖 4 项。

电话：0532-80950732

Email：liudengfeng@cnpccci.cn



韩 冰

高级技术专家，高级工程师。擅长常减压装置工程设计及相关技术开发应用。主持设计完成广西石化 1000X10⁴t/a 常减压、宁夏石化 500X10⁴t/a 常减压、大港石化 500X10⁴t/a 常减压等多套装置。获全国工程设计计算机优秀软件奖 1 项，省部级优秀工程及科技进步奖 10 项。

电话：0532-80950706

Email：hanbing@cnpccci.cn



王雪莲

高级技术专家，高级工程师。主要从事常减压、减黏裂化、气体分馏等装置的工艺设计，曾获省部级优秀设计奖 5 项，发表论文 5 篇。

电话：0532-80950767

Email：wangxuelian@cnpccci.cn



肖文丽

分公司技术专家，高级工程师。擅长常减压装置中非标设备的设计及技术开发。先后完成了广西石化 1000X10⁴t/a 常减压装置、四川石化 1000X10⁴t/a 常减压装置、吉林石化 600X10⁴t/a 常减压装置等多套炼油装置中主要设备的设计、审核工作。获省部级优秀工程设计奖 3 项，拥有实用新型专利 1 项，在石油化工设备类刊物上发表专业论文 3 篇。



宋继伟

高级工程师，国家注册石油天然气工程师，压力管道审定人。擅长炼油化工装置布置优化、转动设备管系和大直径高温管道的整体优化设计。负责完成了广西石化 1000X10⁴t/a 常减压、四川石化 1000X10⁴t/a 常减压、华北石化 500X10⁴t/a 常减压、长庆 500X10⁴t/a 常减压等 80 多套装置工程设计。获得 1 项国家优秀工程设计银质奖，5 项省部级优秀工程设计和科技进步一等奖，2 项省部级优秀工程设计和科技进步二等奖。

电话：0532-80950822

Email：songjiwei@cnpccci.cn



胡玉臣

高级技术专家，高级工程师，注册自动化系统工程师。擅长常减压蒸馏装置自动控制系统、仪表选型设计等工作。作为专业负责人，完成了四川石化 1000X10⁴t/a 常减压蒸馏装置、华北石化 500X10⁴t/a 常减压蒸馏装置、苏丹喀土穆炼厂 250X10⁴t/a 常压蒸馏装置等多套装置的设计工作，参与了广西石化、广东石化、庆阳石化、宁夏石化、呼和浩特石化等 500 ~ 1000X10⁴t/a 常减压蒸馏装置的技术把关工作。曾获 4 项省部级优秀工程设计奖。

电话：0532-80950553

Email：huyuchen@cnpccci.cn



窦世山

高级技术专家，研究员。擅长大型加热炉工程设计和相关技术应用开发，特别在工艺装置高温、高压临氢加热炉设计和千万吨炼油装置常减压加热炉设计方面具有丰富、成熟的经验。主持设计广西石化 10Mt/a 炼油装置、广东石化 20Mt/a 炼油装置等多套大型装置内加热炉。获集团公司优秀工程设计 1 项，中国石油和化学学会优秀工程设计 1 项，公司优秀工程设计多项。

电话：0532-80950298

Email：doushishan@cnpccci.cn



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

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



