FDS-1 柴油加氢精制催化剂技术

2013 年

中国石油天然气集团公司 科技管理部

柴油加氢催化剂——提升劣质柴油质量的神兵利器!

目　录

1 简介 3

2 特色技术 4

3 应用案例 10

4 科研装备 11

5 资质与标准 12

6 专家团队 14

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2012年国内生产原油1.1亿吨，生产天然气798.6亿立方米，加工原油1.91亿吨，全年实现营业收入2.69亿元，实现利润1391亿元。

2012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4位，在《财富》杂志全球500家大公司排名中位居第6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。

FDS-1柴油加氢精制催化剂技术就是具有代表性的重大创新成果之一。

1 简 介

中国石油是国内最早的加氢精制催化剂的生产商，自20世纪50年代初生产出国内第一个加氢催化剂至今已有近60年的历史，为我国的劣质柴油质量升级作出了重要贡献。

自2000年以来，中国石油根据全球炼油业务发展及清洁燃料法规快速升级的趋势，组织所属的科研机构进行新型劣质柴油加氢精制催化剂的技术研发和工业化试验。

经过多年的研究攻关，在劣质柴油加氢催化剂载体及催化剂制备技术方面取得了重要突破，成功的开发出了劣质柴油深度加氢精制催化剂FDS-1技术，并于2009年进行了工业化试验，产品质量达到了国V清洁柴油的要求。

2 特色技术

基于精细脱硫理念，针对劣质柴油的加工，中国石油经过多年的研究攻关，在催化剂载体及催化剂制备技术上取得了突破性进展，并研制成功了新一代劣质柴油加氢精制催化剂FDS-1。

外观形状	三叶草条
直径（mm）	1.2～1.3
长度（mm）	3～8
侧压强度（N/cm）	160～200
化学组成	
MoO_3（%）	22.0～24.0
NiO（%）	4.0～5.0
孔容（cm^3/g）	0.3～0.4
比表面积（m^2/g）	180～250
堆密度（kg/m^3）	810～850

2.1 先进的催化剂制备技术

催化剂性能是保证加氢工艺过程的关键。中国石油研发团队将重点放在催化剂载体和制备技术上，在改善金属组分在载体上的分散性能、调变载体的孔结构和表面酸性方面取得突破性进展，并成功开发了新一代劣质柴油加氢精制催化剂FDS-1，为当前炼油企业劣质柴油低成本质量升级提供技术支撑。

2.1.1 纳米均分散复合催化剂载体

创新性的提出并采用纳米均分散复合载体构筑技术，使氧化铝二次粒子与纳米分子筛晶粒达到均匀复合。

实现

复合载体具有较大比表面、较大孔容，并且该载体具有梯级的酸类型和酸强度分布。

2.1.2 金属硫化物活性相适度堆积技术

在保证NiMoS活性相高度分散的前提下，最大限度提高II型活性相的表面密度。

实现

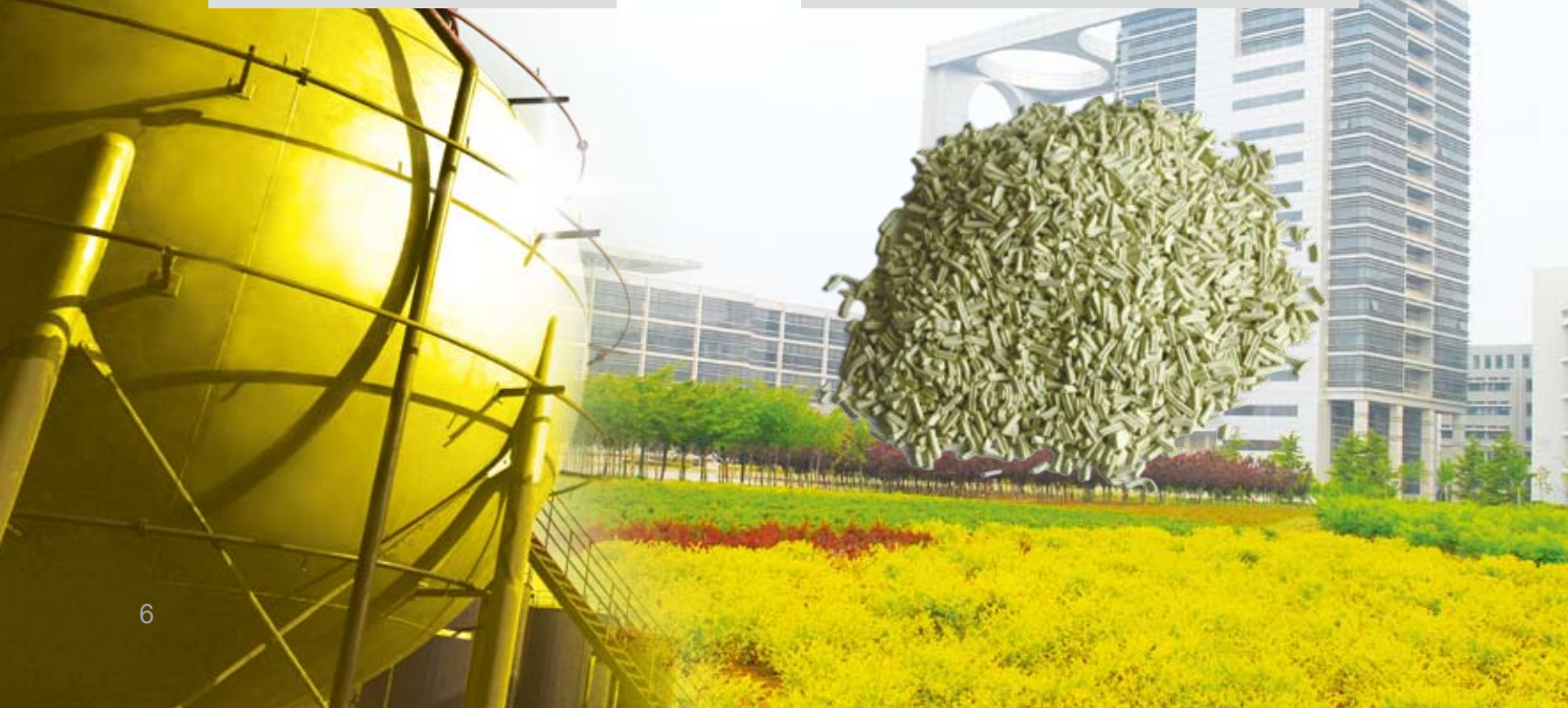
- 最大限度消除最难脱除硫化物(DMDBT等)加氢脱硫反应过程中的空间位阻效应，提高催化剂深度HDS能力。
- 提高催化剂的本征加氢活性，使催化剂对含氮化合物具有高的加氢能力，并促进C–N键的断裂反应，从而实现深度脱氮，并抑制有机氮化物对脱硫反应的抑制作用。

2.1.3 加氢活性与表面酸性协同作用匹配技术

依据目标劣质柴油的组成、分子结构特征和加氢反应机理等，在制备过程中对催化剂的各种催化性能进行“量体裁衣”式的调控。

实现

- 同时深度加氢脱硫和加氢脱氮性能的促进机制
- 加氢脱芳和选择性开环性能的匹配



2.2 低成本的催化剂工业应用技术

中国石油以FDS–1催化剂为核心，以用户应用需求为导向，研发了快速简便的开工工艺、显著抑制催化剂床层压降升高的高稳定性保护剂技术、最大化发挥催化剂效能的级配装填技术等，为用户提供专业的成套催化剂工业应用解决方案，从而延长装置正常运行周期，使用户催化剂的开工成本和运行成本大幅度降低，最大限度地节约企业的生产成本。

高稳定性的加氢保护剂技术

独特的保护剂孔道结构耦合适宜的加氢保护功能，有效降低催化剂床层结焦阻塞。

有效发挥催化剂活性的级配装填技术

为催化剂入口温度参数的调节提供更大的操作空间，延缓催化剂下床层的失活速率，有效提高反应器床层催化剂的利用率，与国内外同类型柴油加氢精制催化剂相比，FDS-1催化剂的堆积密度低10%～15%，可以节约催化剂成本10%～15%。可以掺炼更重更难处理的原料，延长运行周期和催化剂寿命。

操作条件

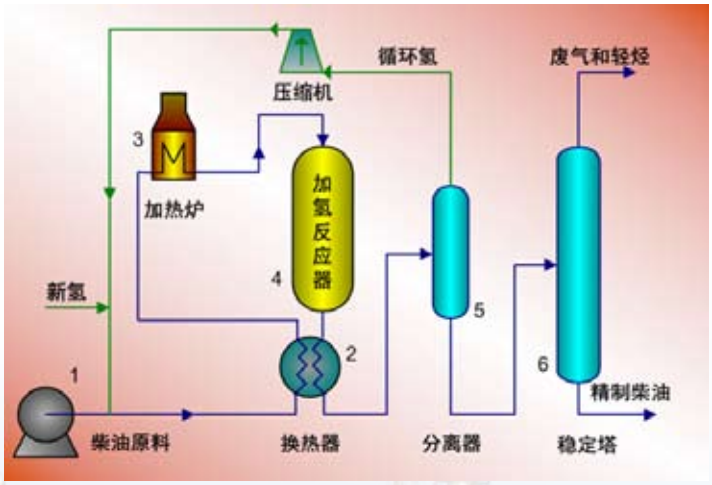
反应压力（MPa）	6～8
体积空速，h-1	1.0～2.5
反应温度（℃）	320～360
氢油体积比	（300～600）：1

快速高效的催化剂开工技术

显著降低用户的开工风险和开工成本。

适用范围

FDS-1柴油加氢精制催化剂适用于中低硫含量柴油的深度加氢精制过程，特别适用于劣质柴油（如环烷基直馏柴油、焦化柴油、催化裂化柴油或以上原料的混合柴油）的深度加氢精制，精制后的柴油可以作为国V清洁柴油的调和组分。



3 应用案例

商业应用

■ 2009年在中石油大港石化50万吨/年柴油加氢装置上首次工业应用，产品可达国V清洁柴油标准。

■ 在建80万吨/年中石油长庆石化公司柴油加氢装置和120万吨/年石油大学胜华炼厂柴油加氢装置2套。

原料：	焦化+催化混合柴油（8：2）
脱硫率（%）	99.4
脱氮率（%）	90.4
十六烷值：	51～56
硫含量（μg/g）	7
氮含量（μg/g）	132
达到国V柴油标准	

4 科研装备

催化重点实验室

拥有各类催化材料、催化剂制备及加氢精制性能评价设备30余套，可为催化剂生产厂家及用户提供各项技术支持及服务。

在新型柴油加氢精制催化剂领域，形成了近20余项中国发明专利授权，发表了高水平研究论文200余篇，形成了用于国V清洁柴油质量升级的FDS系列加氢精制催化剂。

催化剂研究平台

①日本电子JEM-2100UHR型透射电子显微镜

②瑞士布鲁克ADVANCE III型400MHz宽腔固体核磁共振波谱仪

③日立S4800型场发射扫描电子显微镜

④荷兰帕纳科X′Pert Pro MPD型X-射线衍射仪

⑤德国耶拿Multi EA3100微量S、N分析仪

⑥美国Thermo Nicolet公司NEXUS原位漫反射红外光谱仪

⑦美国麦克仪器公司ASAP2020-M比表面分析仪

⑧美国瓦里安公司CP3800炼厂气快速分析仪

⑨美国安捷伦7890A型气相色谱（带有S、N检测器）

⑩馏分油加氢中试装置

5 资质与标准

◆ 中国石油具有自主知识产权的3项发明专利：

◎ ZL 03148499.9，用于中间馏分油深度加氢处理的含分子筛催化剂及其制备方法

◎ ZL 03148495.6，一种馏分油深度加氢处理的催化剂及其制备方法

◎ ZL 03148494.8，一种馏分油深度加氢精制的催化剂及其制备方法

制定了企业标准
FDS-1 柴油加氢改质催化剂

通过ISO 9001 质量管理体系认证

6 专家团队

中国石油一直致力于高性能柴油加氢精制催化剂的研制和开发，目前拥有研发、生产以及售后服务方面的一大批专业化人才，拥有从科研开发到催化剂生产以及工业应用的各类先进装备，可为用户提供柴油加氢精制催化剂相关的各项技术支持。

刘晨光 教授，加氢领域高级技术专家，现任中国石油大学（华东）化学工程学院院长、CNPC催化重点实验室副主任、国家“百千万人才工程” 第一、二层次人选。长期从事加氢催化剂及催化新材料的研发工作，获得中国发明专利25项，发表论文300余篇。

电话：0546—8392280

Email：cgliu1962@sina.com.cn

付兴国 教授级高级工程师，高级技术专家，现任中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院副总工程师兼重油加工研究室主任。长期从事重油加工技术开发与工业应用、生物燃料生产技术开发与工业应用、清洁燃料标准研究与制定等工作，获省部级科技奖励10余项，获国内外授权发明技术专利30余项，发表论文50余篇。

电话：010—52777112

Email：fuxingguo8@petrochina.com.cn

刘华林 高级工程师，现任中国石油大港石化公司总经理助理兼生产运行处处长。曾获得大港石化公司500万吨/年改扩建工程突出贡献奖；参与组织了催化裂化、加氢裂化、聚丙烯等多套装置的开工工作，发表论文10余篇。

电话：022—25979344

Email：liuhualin@petrochina.com.cn

韩长虹 高级工程师，现任中国石油大港石化公司第四联合车间生产副主任。参与加氢裂化、干气制氢、汽油加氢、催化重整、苯抽提等多套装置设计审核，并组织催化重整、苯抽提、柴油加氢等装置开工。

电话：022—25968762

Email：hch_tj@petrochina.com.cn

CNPC
中国石油

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