2020年集团公司科技进步奖

项目名称： 催化裂化汽油硫化物及烯烃分步定向转化生产清洁汽油关键技术

申报等级： 一等奖

主要完成人：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排序 | 对本项目所做贡献 | 对创新点做出了重要贡献 | 支撑材料 |
| 马安 | 1 | 项目技术总负责人，提出了FCC汽油硫化物及烯烃分步定向转化工艺技术路线，形成了适合不同性质FCC汽油原料的清洁汽油生产技术方案并组织审查，解决了FCC汽油为主生产国V汽油面临的降硫、降烯烃与辛烷值保持的关键技术难题，并组织该技术方案实施及规模化推广应用。 | 1、2、3、4 |  |
| 兰玲 | 2 | 参与项目总体思路和方案设计，并组织完成了该技术配套系列催化剂的研究、工业生产及在装置的推广应用。 | 1、2、3、4 | 1. 专利ZL201310597740.3;   ZL201511025449.4;  ZL201310597151.5;   1. 化工进展，2017，36(7):2511-2516；   3）石化技术与应用，2015，33(3):203-207；4）石油科技论坛，2015，S1，206-208；5）石化技术与应用，2019，37(2):112-115 |
| 向永生 | 3 | 参与项目总体思路和方案设计，并组织完成了该技术配套系列催化剂的研究、工业生产及在装置的推广应用。 | 1、2、4 | 1）专利ZL201511022173.4；ZL201110191280.5；ZL201510711661.X；ZL201510726843.4；ZL201510246535.1；ZL201510245962.8；ZL201510245964.7；ZL201510246528.1。2）分子催化, 2019, 33(3): 219-228；2）石化技术与应用, 2019, 37(6): 391-395；3）石油炼制与化工, 2019, 50(6): 18-23；4）石化技术与应用, 2018, 36(3):171-173；5）化学反应工程与工艺, 2019, 35(1):33-37。 |
| 张学军 | 4 | 参与项目总体思路和方案设计，负责预加氢催化剂的研究开发及工业生产 | 1、3、4 | 1）专利ZL201310597740.3、ZL201310597151.5、ZL201511025449.4。2）石油科技论坛，2015，S1，206-208 |
| 刘海燕 | 5 | 开发出氧化铝晶面调控方法，参与开发了预加氢催化剂和烯烃异构/芳构催化剂 | 1、4 | 1）Applied Clay Science, 2015, 115: 201-211 |
| 胡晓荣 | 6 | 组织实施了催化裂化汽油硫化物及烯烃分步定向转化生产清洁汽油关键技术系列催化剂在呼和浩特石化公司120万吨/年装置上的工业应用，确定了催化剂的装填、钝化方案，提出了硫化态催化剂的开工方案 | 1、2、3、4 | 1）分子催化, 2019, 33(3): 219-228； |
| 钟海军 | 7 | 负责项目系列催化剂研制、生产及工艺优化研究，负责哈尔滨石化、辽阳石化汽油加氢装置技术服务 | 2、3、4 | 1）专利ZL201310597740.3、ZL201511025449.4、ZL201310597151.5；2）石化技术与应用，2015，33(3):203-207；3）化工进展，2017，36(7):2511-2516；4）石油科技论坛，2015，S1，206-208 |
| 岳源源 | 8 | 参与项目系列催化剂的研究、工业生产及在装置的推广应用 | 1、2、4 | 1）Applied Clay Science, 2015, 115: 201-211  2）分子催化, 2019, 33(3): 219-228 |
| 鞠雅娜 | 9 | 负责残余大分子硫醇及噻吩硫脱除的接力脱硫催化剂研制、中试放大及工业生产 | 2、3、4 | 1. 专利：ZL201310597740.3、ZL201310597151.5；（2）标准：FCC汽油加氢后处理催化剂PHG-151（2019修订）；（3）化工进展，2017，36（7）：2511-2516；   （4）石油科技论坛，2015，206-210 |
| 李阳 | 10 | 协助完成接力脱硫催化剂与烯烃异构/芳构催化剂的研制、生产及工艺优化研究，负责乌鲁木齐石化、玉门炼化汽油加氢装置技术服务 | 3、4 | 1）专利ZL201511025449.4、ZL201310597151.5 |
| 李景峰 | 11 | 参与项目主要催化剂的开发及应用 | 1、2、4 | 1. 专利ZL201511022173.4；ZL201510245964.7；ZL201510246528.1。2）分子催化, 2019, 33(3): 219-228；   3）石化技术与应用, 2019, 37(6): 391-395；4）石油炼制与化工, 2019, 50(6): 18-23；4）石化技术与应用, 2018, 36(3):171-173；5）化学反应工程与工艺, 2019,35(1):33-37。 |
| 李俊奎 | 12 | 组织实施了催化裂化汽油硫化物及烯烃分步定向转化生产清洁汽油关键技术系列催化剂在庆阳石化公司汽油加氢装置上的工业应用，确定了硫化态催化剂的装填、钝化方案，负责装置开工及工艺优化 | 1、2、3、4 |  |
| 张四清 | 13 | 组织实施了催化裂化汽油硫化物及烯烃分步定向转化生产清洁汽油关键技术系列催化剂在独山子石化公司90万吨/年装置上的工业应用，确定了催化剂的装填、钝化方案，提出了硫化态催化剂的开工方案 | 1、2、4 |  |
| 张振秀 | 14 | 组织实施了催化裂化汽油硫化物及烯烃分步定向转化生产清洁汽油关键技术系列催化剂在哈尔滨石化公司汽油加氢装置上的工业应用，确定了催化剂的装填、钝化方案，提出了硫化态催化剂的开工方案 | 1、2、3 |  |
| 田春光 | 15 | 组织实施了催化裂化汽油硫化物及烯烃分步定向转化生产清洁汽油关键技术系列催化剂在大庆石化公司120万吨/年装置上的工业应用，确定了催化剂的装填、钝化方案，组织现场开工及工艺优化 | 1、2、4 |  |
| 崔德强 | 16 | 负责催化裂化汽油烯烃异构/芳构催化剂开发，负责催化裂化汽油预加氢催化剂、选择性加氢脱硫催化剂、接力脱硫催化剂、烯烃异构/芳构催化剂工业生产 | 1、2、3、4 |  |
| 崔勇 | 17 | 组织实施了催化裂化汽油硫化物及烯烃分步定向转化生产清洁汽油关键技术系列催化剂在宁夏石化公司120万吨/年装置上的工业应用，确定了催化剂的装填、钝化方案，提出了催化剂的开工方案 | 1、2、4 |  |
| 吴一凡 | 18 | 组织实施了催化裂化汽油硫化物及烯烃分步定向转化生产清洁汽油关键技术系列催化剂在辽河石化公司40万吨/年装置上的工业应用，确定了催化剂的装填、钝化方案，负责装置开工 | 1、2、4 |  |

完成单位：中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院

中国石油天然气股份有限公司呼和浩特石化分公司

中国石油天然气股份有限公司庆阳石化分公司

中国石油天然气股份有限公司哈尔滨石化分公司

中国石油天然气股份有限公司宁夏石化分公司

中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司

中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司

项目简介：

为了降低汽车尾气污染物排放，我国2017年1月1日全面实施车用汽油（V）标准，2019年1月1日全面实施车用汽油（VIA）标准，与车用汽油（IV）标准相比，硫含量分别从50mg/kg降到10mg/kg，烯烃含量从28v%降到24 v%、18 v%。我国车用汽油中90%以上硫化物、烯烃来自催化裂化汽油。因此，降低催化裂化汽油的硫含量、烯烃含量是生产清洁车用汽油的关键。

项目组从催化裂化汽油中硫化物、烯烃的类型、分布、转化机理入手，在氧化铝晶面调控方法、新型酸性硅铝材料合成、弥散孔结构氧化铝载体、纳米晶ZSM-5分子筛催化剂制备等方面取得了一系列重要发明成果，开发了催化裂化汽油硫化物及烯烃分步定向转化系列催化剂及工艺技术，解决了催化裂化汽油中硫化物深度脱除、降低烯烃含量同时保持辛烷值的复杂技术难题，极大地推动了清洁油品生产领域技术进步，有效支撑了中国石油国V、国VI汽油质量升级。主要技术创新点如下：

创新点1：发明了γ-Al2O3晶面调控方法，使其同时暴露出强酸性的{111}晶面和强碱性的{110}晶面。呈酸性的硫醇可在呈碱性的活性位上被吸附活化，然后与烯烃加成生成大分子的硫醚。而烯烃易在呈酸性的活性位上被吸附、活化后发生双键异构。通过Ni、Mo活性组分在其同一晶粒但不同晶面上的选择性负载，实现了其不同活性位协同作用，提高了催化剂催化二烯烃转化为单烯烃、小分子硫醇转化为大分子硫醚、端烯烃转化为内烯烃反应的活性和选择性。

创新点2：发明了一种含无定型硅铝的拟薄水铝石，以其制备的催化剂载体为内烯烃的单支链异构提供酸性中心，将重汽油中的直链内烯烃进一步转化为单支链异构烯烃，借助其空间位阻减少加氢饱和，有效提高了加氢脱硫催化剂的脱硫选择性。发明了一种新型的拟薄水铝石扩孔技术，使拟薄水铝石的介孔孔径增大并产生≥50nm的大孔，同时该扩孔技术可以将载体吸水率由85%提高至110%，可以降低浸渍液的浓度，有效提高了金属分散性，增加了催化剂本征活性。

创新点3：发明了一种添加有机扩孔剂、水热处理精细调变孔结构的方法，制备出具有弥散孔结构的氧化铝载体。新型载体的大孔结构有效提高了催化剂的传质效率，使重汽油加氢脱硫产物中大分子、高支链硫醇硫在催化剂表面更好地吸附和反应；发明了金属助剂修饰接力脱硫催化剂活性组分的方法，通过活性金属与修饰金属协同作用，提高了活性金属利用率，增强了大分子硫醇以及烷基噻吩类硫化物的脱除活性，接力脱硫催化剂的脱硫率大幅度提高。

创新点4：采用一种纳米晶ZSM-5分子筛制备了一种烯烃异构/芳构催化剂，实现了对进入孔道烯烃分子的限域，抑制了长侧链和多环芳烃生成；通过对分子筛晶粒的纳米级控制，缩短了烯烃在分子筛孔道的停留时间，抑制了烯烃的过度裂解，提高了烯烃异构/芳构产品液体收率。利用水热处理及稀土金属助剂改性，降低催化剂强酸酸量，进一步抑制裂化反应的发生，提高了直链烯烃转化为异构烷烃和芳烃的选择性。

本项目授权中国发明专利13件，发表学术论文10余篇。2016年，“满足国V标准汽油生产系列成套技术有效支撑汽油质量升级”入选中国石油十大科技进展。2017年，“国VI标准汽油生产技术工业化试验取得成功”再次入选中国石油十大科技进展。2017年，中国石油天然气集团公司组织了以胡永康院士为主任、以舒兴田、洪茂椿、付贤智、陈芬儿等四位院士和专家组成的鉴定委员会，对项目技术进行了鉴定，主要鉴定结论为：“该成果总体技术达到国际先进水平” 。本项目技术2017年在浙江石化200万吨/年汽油加氢装置全球招标中一举战胜国内外众多知名专利商中标并于2019年顺利投运，显示出强大的市场竞争力。本项目技术已在20套装置成功应用，仅抚顺石化、哈尔滨石化等6套装置2018～2019年就新增利润7.6827亿元，新增税收3.70576亿元，经济效益十分显著。

本项目技术不但解决了国V、 国Ⅵ清洁汽油生产技术难题，满足了国家和社会发展需求，而且从源头上减少了汽车尾气污染物排放，改善了空气质量，为践行绿水青山就是金山银山理念，实现人与自然和谐共生做出了突出贡献。