

未来中国炼油工业对钼-钨催化剂需求的展望

杜泽学

(中国石化股份有限公司石油化工科学研究院 北京 100083)

摘要:介绍了钼-钨催化剂的特性及其在炼油工业上的应用,分析了中国炼油工业发展的趋势,展望了钼-钨催化剂在未来炼油工业的需求前景。

关键词:钼-钨催化剂;石油炼制;加氢;展望

中图分类号:F713.54

文献标识码:A

文章编号:1006-2602(2009)02-0001-04

DEMAND FORECAST OF Mo-W CATALYSTS ON CHINA PETROLEUM INDUSTRY IN FUTURE

DU Ze-xue

(Research Institute of Petroleum Processing, SINOPEC, Beijing 100083, China)

Abstract: The characteristics and its applications in petroleum industry of Mo-W catalysts were introduced. The application demands of Mo-W catalyst were prospected on the basis of development foreground of China petroleum industry in future.

Key words: Mo-W catalysts; petroleum processing; hydrogenation; forecast

2008年是中国改革开放30周年。30年前的1978年,中国炼油工业的实际加工能力只有7069万t/a,居世界第10位,炼油厂单套平均规模只有165万t/a,最大规模250万t/a。到2007年中国炼油工业的实际加工能力达3.27亿t/a,规模1000万t/a的炼油厂超过10家,2007年生产的汽、煤、柴、润四大油品产量达2.02亿t。我国目前已成为世界第二大炼油生产和消费国家^[1]。

1990年前,我国销售的汽油以含铅汽油为主,销售的柴油硫含量高,重芳烃含量高。从1992年以来,国家开始实施油品升级计划,从没有标准到参照欧I、欧II、欧III、欧IV的排放标准,相应制订了国I、国II、国III、国IV标准,全面规范油品质量^[2]。十几年来,先后消灭了含铅汽油、汽柴油的组成得到优化,杂质含量得到控制,使我们国家步入清洁油品时代。此间,中国炼油工业大力发展新的炼油技术,从过去单纯倚重催化裂化到重整、加氢等多渠道发展,特别是加氢炼制技术的发展和运用对确保油品质量升级起到了十分重要的作用。

1 钼-钨催化剂的应用和特点

石油炼制生产燃料油品和化工原料一般需要采

用的方法是蒸馏、焦化、催化裂化、重整和加氢,特别是催化裂化、重整和加氢是炼油厂提高产品收率和质量的最有效的炼制手段。加氢炼制,包括加氢精制、加氢裂化、加氢改质等必须在催化剂存在的条件下才能完成,这些催化剂中钼和钨是不可缺少的活性组分。

现代炼油厂加氢炼制加工的对象和目的见表1^[3]。

表1 加氢炼制加工的对象和目的

加工对象	加工目的
柴油	脱硫、脱氮、脱金属、脱沥青质、烯烃饱和、重芳烃
航空煤油	脱硫、脱氮、脱臭、烯烃饱和
焦油	脱硫、脱氮、烯烃饱和
减压蜡油	脱金属、脱沥青质、烯烃饱和
渣油	生产轻质油
润滑油	脱硫、异构降凝、脱色
石脑油	脱硫
煤液化油	提升质量生产轻质油
F-T合成油	异构降凝、提升质量

围绕这些原料目前国内已经自主开发的部分加氢炼制技术见表2。

这些技术的核心是催化剂的制造技术。表3列出了部分正在使用工业加氢催化剂及其对应的商品牌号。

中国的加氢催化剂主要包括加氢精制催化剂、加氢裂化催化剂和临氢降凝异构催化剂。加氢精制

催化剂的载体多为氧化铝、活性组分多为镍-钨或钴-钼,活性组元含量一般 20% 左右。加氢裂化和

临氢降凝异构催化剂是双功能催化剂,加氢功能的活性组元是镍-钨、镍-钼或钴-钼。

表 2 加氢处理技术及其应用^[4]

序号	名称	应用领域	目的
1	RSDS	催化裂化汽油选择性加氢脱硫技术	满足欧 III,IV 排放汽油
2	RIDOS	催化裂化汽油脱硫降烯烃技术	
3	RHSS	喷气燃料低压临氢脱硫醇技术	喷气燃料
4	RICH	提高柴油十六烷值和降低密度的技术	
5	MHUG	中压加氢改质技术	满足欧 III,IV 排放柴油油
6	DDA	两段深度脱芳烃技术	
7	SSHT	单段深度脱芳烃技术	
8	RMC	中压加氢裂化技术	生产乙烯原料
9	RHC	高压加氢裂化技术	
10	RVHT	VGO 加氢处理技术	生产中间馏分油
11	RHT	渣油加氢处理技术	生产优质
12	SHF	脱沥青油加氢处理技术	催化裂化原料
13	RICP	渣油加氢催化裂化组合技术	
14	RDW	润滑油催化降凝技术	
15	RIW	润滑油异构降凝技术	满足 API II,III
16	RLT	润滑油加氢处理技术	熔化油基础油
17	RHW	润滑油高压加氢处理技术	
18	RDA	白油生产技术	

表 3 部分正在使用工业加氢催化剂及其牌号

序号	名称	催化剂牌号
1	加氢脱氮/脱硫剂	RN-1, RN-2, RN-10, RN-22, RN-20, RN-10B, RN-32, RN-RN-V
2	加氢脱硫剂	RS-1, RS-20, RS-30, RS-200, RSS-1, RSS-1A, RS-1A, RS-DS-1, RIDOS-1, RS-1000
3	加氢裂化剂	RT-1, RT-5, RT-25, RIC-1, RIC-2, RC-1, RHC-1, RHC-1M
4	润滑油加氢剂	RL-1, RDW-1, RLF-1, RLF-10, RIW-1
5	渣油加氢处理催化剂	RG-10(A/B/C), RG-10D, RDM-1, RDM-2, RMS-1, RSN-1, RUF-1, RUF-2
6	石蜡加氢精制剂	RJW-1, RJW-2
7	白油加氢剂	RA-1, RA-1A, RLF-10W
8	劣质油保护剂	RG-1, RG-2, RG-3, RGO-1, RGO-2
9	活性支撑剂	RP-1
10	脱砷剂	RA-2, RA-3, RA-10, RA-20
11	双烯选择性加氢剂	RDD-1

2 中国炼油工业未来发展的展望^[5-6]

21 世纪是中国经济社会发展的重要时期,到 2020 年,中国要实现国民经济比 2000 年翻两番,基本实现工业化,全面建成小康社会。根据国际经验,这一时期是经济结构、城市化水平、居民消费结构发生明显变化的阶段,工业化进程加快,能源需求增长也较快。预计到 2020 年国内石油需求将在 4.2 亿

~4.5 亿 t/a,比现在增加约 1 亿 t/a,需要再建 10 个千万吨级的炼油厂。

2020 年以后,随着国民经济的不断发展和人民生活水平的日益提高,人口增长、经济增长速度、能源消费强度、可用的能源资源量、可应用的技术,消费者收入水平和消费观念等都是影响石油需求的因素。其中汽车用油和石油化工用原料油是影响石油消费量的两大主要因素。假设到 2050 年交通运输

燃料和乙烯发展所需的原料仍然主要依赖于石油,并成为推动未来我国石油需求的主要动力。

决定交通运输燃料需求的主要影响因素。假定2050年国内汽车保有量为2.5亿辆(乘用车占汽车保有量近75%),考虑到发动机和汽车整体技术的进步,特别是混合动力汽车数量不断增加,乘用车燃油经济性比目前先进的经济车型提高50%以上,百千米油耗下降到4L左右,乘用车年均行车里程由目前的2万km下降为1.6万km;商用车百千米油耗下降到10L左右,年行车里程为3万km计,机动车用油为2.8亿~3.0亿t。

化工原料需求是假设乙烯需求的年均增长率为1%,国内乙烯当量需求满足度由2020年的55%进一步提高到2050年的70%,乙烯原料占化工原料比例为82.5%。据此预测化工原料生产对石油的需求为1亿t。

除交通运输和化工用原料油外,还有工农业用汽、煤、柴油,非交通运输用燃料油和液化石油气,润滑油和沥青生产用油,油田和炼厂自用油,以及其他石油产品生产用油等。这些方面需求预测为1.9亿~2.1亿t。

综合以上分析,预计2050年我国石油需求大约为6.2亿~6.7亿t,是当前石油需求的1倍左右。这就意味着到2050年中国炼油能力将在现有基础上增加1倍。

3 含钼钨加氢催化剂未来需求发展分析

含钼钨的加氢催化剂未来有很大的发展潜力,其原因是:(1)环保法规越来越严格,要求必须供应更多的经过加氢提质生产的清洁油品;(2)原油质量不断变差,必须采用加氢技术才能生产合格产品;(3)未来新建的大型炼厂为了扩大原料适应范围和生产更加满足环保要求的清洁油品,都把加氢列为重点建设项目。

我国目前面临紧迫的提高汽柴油质量的压力。提高汽、柴油质量的迫切性首先来自于环保的要求^[7]。由于汽车排放是大气污染主要来源之一,机动车排放的污染量占大气污染比例一直呈上升趋势,所以实施严格的排放法规势在必行。而日趋严格的排放法规,对燃油质量提出了更高的要求。其次,燃油质量影响到汽车的经济性、动力性、可靠性和排放废气的污染程度。随着我国汽车生产量和保有量不断增长,汽车产品电控燃料喷射系统、机内净化系统技术和三元尾气转化器等被广泛采用,汽车

行业对提高燃油质量呼声愈来愈高。

欧美要比我国早10年开始实施油品质量升级工作。20多年来,欧美对于汽油质量升级最主要的措施是消灭含铅汽油,降低硫含量,控制烯烃和苯含量,提高辛烷值;对于柴油的质量升级措施主要是降低硫含量,提高十六烷值,进一步降低密度和多环芳烃含量。可见不管是汽油还是柴油,都把降低硫含量作为生产清洁汽、柴油的重中之重,予以高度重视。汽油硫含量降到10 $\mu\text{g/g}$ 已经不会太遥远。对柴油,欧洲在2005年已经要求硫含量从350 $\mu\text{g/g}$ 降低到50 $\mu\text{g/g}$,多环芳烃从11%降低到8%。有些国家如德国2003年就要求把硫含量降到10 $\mu\text{g/g}$ 。美国在2006年要求将柴油中的硫含量从500 $\mu\text{g/g}$ 降低到15 $\mu\text{g/g}$ ^[4]。

前面说过,我国是从1992年才开始实施清洁油品计划。1993年制定了无铅车用汽油行业标准(SH0041-93),但2000年才基本实现了汽油无铅化,正式出台实施车用无铅汽油国家标准(GB17930-1999)。在《车用无铅汽油》标准中,对汽油中硫和烯烃含量的要求分两步实施,2000年7月1日北京、上海、广州三大城市率先达到硫含量不大于800 $\mu\text{g/g}$,烯烃不大于35%;2003年1月1日全国实施。该标准在汽油质量控制指标上引入了对汽油烃组分的要求,在控制烯烃、芳烃含量的同时要求增加了汽油抗爆指数 $(\text{RON} + \text{MON})/2$,仅相当于欧I排放标准。对于柴油,新出台的轻柴油标准中,硫含量从0.5%降低到0.2%,十六烷值规定不得小于45,柴油闪点从65 $^{\circ}\text{C}$ 降低到55 $^{\circ}\text{C}$,氧化安定性改为限定总不溶物不大于25 mg/L 。2008年,为了迎接奥运会,北京制订京标IV的汽柴油标准,其质量大致与欧IV相当,仅在北京地区使用。国内其他地区使用的主要是满足国I或国II标准的汽柴油。

我国现行汽油质量与国外相比,主要差别在于烯烃及硫含量相对高,因此易形成积炭,劣化发动机燃烧性能,降低汽车尾气三元催化剂转化活性,增加有害物排放。此外,我国汽油还存在马达法辛烷值低,汽油加速性能稍差,未强制要求加清净剂等。我国现行柴油质量与国外相比,主要差距在于硫含量高,对芳烃和多环芳烃尚无限制,十六烷值偏低,部分柴油密度较高,冷滤点差。这将导致颗粒污染物(PM)、NO_x排放增加,影响柴油低温流动性、发动机动力性能和排放。

世界范围汽油质量的发展趋势是满足更加严格的排放法规要求,不断降低汽油中的硫含量,同时进

一步降低汽油中烯烃、芳烃和苯的含量,并对汽油清净性(喷嘴和燃烧室沉积物)提出更严格要求,规定汽油中必须加清净剂,注意改进提高汽油辛烷值。我国汽油调合组分中催化裂化汽油比例高,普遍在80%以上,个别企业达到100%。而重整汽油和加氢汽油比例低,汽油中芳烃和苯含量普遍不高,缺乏高辛烷值汽油调合组分。

世界范围柴油质量的发展趋势是满足更加严格的排放法规要求,不断降低硫含量,同时进一步降低芳烃、多环芳烃含量和柴油密度,提高十六烷值,控制馏程。我国柴油中二次加工柴油比例高,柴油加氢精制能力不足,因而硫含量高,十六烷值低。

依据我国原油资源情况,进口高硫原油比例逐年增加。而我国现有炼厂中催化裂化仍将是生产汽、柴油的主要工艺,提高燃油质量的关键将是降低催化裂化产物中的硫含量和烯烃含量,而这只有通过加氢才能有效解决。

以上分析可以看出,汽柴油等成品油清洁化是大势所趋,它在给中国炼油企业带来发展空间的同时,也为炼油企业带来了挑战。我国原油偏重,含硫高;进口的原油中45%来自中东,而中东地区90%都是高硫油,这又增加了油品升级的难题。针对高含硫问题,中国不断开发了一系列的加氢技术^[8],也在开发其他非加氢的脱硫技术。但最有效的手段还是加氢。美国炼油业的加氢能力达70%以上,日本超过了90%,而我国炼油业的总加氢能力只有30%左右。可见,未来不仅现有的炼厂必须加大加氢的投入,特别是新建装置应按照新型的“全氢型炼厂”来设计,以满足将来油品进一步质量升级所需。

2006年12月13日,欧洲议会通过了欧V、欧VI汽车排放标准。这两个标准对汽车污染物排放的限制更加严格,特别是对粉尘颗粒和氮氧化物的排放,限值要求下降幅度很大。欧V汽车排放标准主要是针对柴油和汽油基本型乘用车(轿车)及轻型商用货车,欧VI标准仅针对柴油轿车。按欧V标准,柴油轿车的颗粒污染物排放量比目前限值将减少

80%,按欧VI标准,柴油轿车氮氧化物的排放量将比目前限值减少68%。欧洲议会通过的议案,要求2009年9月1日起实施欧V汽车排放标准,在欧盟范围内销售的柴油车,必须加装颗粒物过滤器;在用柴油车可在2011年1月之前改装完毕;欧VI汽车排放标准将于2014年9月实行。为适应未来清洁柴油生产需求,世界各大石油公司都把解决问题的希望寄托在加氢技术及催化剂上。由此可见,我国油品质量升级的路还很长,油品加氢技术和催化剂发展前景光明。

4 结束语

我国含钨钼的加氢催化剂开发和生产水平不比国际差,在国内外广泛应用。钨钼是我国优势自然资源,是我国发展加氢催化剂的宝贵基础。虽然加氢催化剂消耗的钨钼比不上其他钨钼制品的消耗数量,但附加值很高。加氢催化剂未来发展前景美好,应积极发挥我国钨钼资源的优势,大力发展加氢催化剂产业,增加我国催化剂在国际市场上的份额,创造更大的效益。

参考文献

- [1] 朱和. 走向世界石油化工大国—改革开30年中国石油化工业发展回顾[J]. 中国石化, 2008, (12): 13-19.
- [2] 钱伯章, 朱建芳. 我国清洁汽油发展趋势及生产技术进展[J]. 天然气与石油, 2008, 26(6): 35-42.
- [3] 侯祥麟. 中国炼油技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 2001.
- [4] 李大东, 蒋福康. 清洁燃料生产技术的新进展. 中国工程科学 2003, 5(3): 6-14.
- [5] 中国工程院. 国家能源中长期发展规划(2005~2020年)[R]. 2007.
- [6] 中国工程院. 国家能源中长期发展规划(2020~2050年)[R]. 2008.
- [7] 李大东, 达志坚. 环境保护与炼油技术进步[J]. 中国石油和化工, 1999, (8): 36-39.
- [8] 聂红, 胡志海, 石亚华, 等. RIPP加氢裂化技术新进展[J]. 石油炼制与化工, 2006, 37(6): 9-4.

俄罗斯准备开发世界第三大铜矿

据俄罗斯《导报》报道,俄罗斯准备投资1000亿卢布(1美元约为24卢布)开发乌多甘大铜矿,5年后投产。世界铜储量排名第3的乌多甘铜矿位于外贝加尔边疆地区,距离铁路线30 km。该矿区60年前被发现,铜储量约2000万t,含铜量为1.45%。

该矿同时还有伴生白银和黄金。乌多甘铜矿20年开采许可证的竞标起价为45亿卢布,俄金属投资集团中标价格为150亿卢布。

(信息来源:摘自《世界有色金属》2009年第3期)