

催化汽油选择性加氢脱硫技术 OCT-MD 的工业应用

王淑贵¹, 赵乐平², 庞宏²

(1. 中国石化镇海炼化分公司, 浙江 宁波 315200; 2. 中国石化抚顺石油化工研究院, 辽宁 抚顺 113001)

摘要:介绍了抚顺石油化工研究院开发的 OCT-MD 催化裂化汽油选择性加氢脱硫技术的特点及其在中国石化镇海炼化分公司 0.7 Mt/a OCT-MD 装置进行工业应用的情况, 标定结果表明, FCC 汽油的硫含量由 308 ~ 483 $\mu\text{g/g}$ 降低到 50 $\mu\text{g/g}$ 左右, 辛烷值(RON) 损失 0.4 ~ 0.8 个单位, 工业应用取得了较好的效果。

关键词:催化裂化汽油; 选择性; 加氢脱硫; 催化剂; 操作条件; 产品性质

中图分类号: TQ113.264.1; O643.38

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2010)05-0088-02

Commercial application of OCT-MD technology for FCC gasoline selective hydrodesulfurization

WANG Shu-gui¹, ZHAO Le-ping², PANG Hong²

(1. Zhenhai Petrochemical Refinery, SINOPEC, Ningbo 315200, China; 2. Fushun Res. Ins. of Petroleum and Petrochemicals, SINOPEC, Fushun 113001, China)

Abstract: OCT-MD process for selective hydrodesulfurization of fluid catalytic cracking gasoline has been successfully developed by Fushun Research Institute of Petroleum and Petrochemicals (FRIPP), which was commercially applied in a 0.7 Mt/a OCT-MD unit in Zhenhai Petrochemical Refinery. The results of performance tests show that the sulfur in treated FCC gasoline is decreased from 308 - 483 $\mu\text{g/g}$ to approximate 50 $\mu\text{g/g}$ and octane (RON) loss is only 0.4 - 0.8 unit, the good results in industrial application have been achieved.

Key words: fluid catalytic cracking gasoline; selectivity; hydrodesulfurization; catalyst; operating conditions; product property

选择先进合理的工艺技术对催化汽油进行脱硫处理是生产清洁汽油、提高汽油质量的关键, 而且是非常必要的。抚顺石油化工研究院 (FRIPP) 对 FCC 汽油选择性加氢脱硫催化剂及其工艺开发非常重视, 针对催化裂化汽油的特点, 近几年相继开发出 FRS、OCT-M、OCT-MD 等技术。OCT-MD 技术对工艺流程进行了进一步的优化, 并采用新型配套催化剂, 使产品汽油硫含量完全满足国 III 标准汽油的需要, 并使辛烷值 RON 损失降到最低^[1-2]。

2009 年 9 月, 中国石化镇海炼化分公司采用 OCT-MD 技术, 将原产能 0.6 Mt/a 的焦化汽柴油加氢装置改造为 0.7 Mt/a 的催化汽油选择性加氢脱硫装置 (简称 OCT-MD 装置), 2009 年 10 月下旬装置开工生产, 产品质量满足要求, 并于 2009 年 12 月 15—18 日对装置进行了标定。本文将介绍其在生产中的应用情况。

1 OCT-MD 技术特点及与 OCT-M 技术的区别

OCT-MD 技术相对于 OCT-M 技术, 将汽油的

脱臭过程进行了前移, 研究发现 FCC 汽油经过脱臭处理后轻馏分 (LCN) 中低沸点硫醇硫转化成了高沸点的二硫化物并转移至重馏分 (HCN) 中。根据这个特点, 将 FCC 全馏分汽油进行无碱脱臭处理, 再选择适宜的切割温度, 将 FCC 汽油切割为 LCN 和 HCN, 配以专用 FGH-21/FGH-31 组合催化剂, 对硫含量高的 HCN 进行加氢脱硫处理, 加氢生成油经过汽提后与切割出的 LCN 经过调和就得到低硫、低烯烃含量的汽油产品。OCT-MD 技术相对 OCT-M 技术, 在降低产品硫含量的同时, 减轻了重汽油加氢的深度, 汽油产品的辛烷值损失可以降低到最低。

2 OCT-MD 技术的工业应用

2.1 装置介绍

镇海炼化 OCT-MD 装置主要包括 4 个单元: ①原料无碱脱臭单元依托原催化汽油无碱脱臭装置, 催化汽油经无碱脱臭后送原料预分馏单元; ②原料预分馏单元为原柴油加氢分馏单元改造, 将柴油加氢分馏塔改造为催化汽油预分馏塔, 用于对催化汽油进行切割, 重汽油作为加氢单元进料, 原柴油加

氢装置汽提塔功能不变;③加氢单元利旧原汽油加氢装置加氢单元,新氢压缩机改造为循环氢压缩机,以满足氢油比需要;④循环氢脱硫单元利用原循环氢脱硫塔,并增设2台贫液泵。

2.2 工艺流程

OCT-MD 催化汽油选择性加氢脱硫装置工艺流程如图1所示。

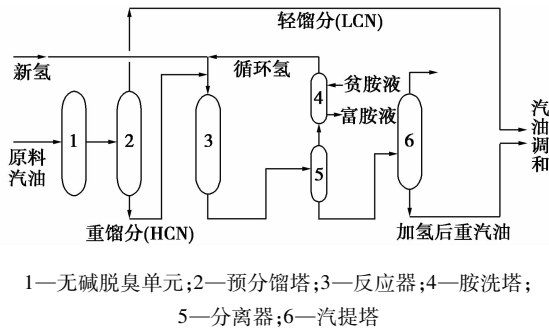


图1 OCT-MD 装置工艺流程示意图

2.3 装置的开工及标定

(1) 催化剂装填

镇海炼化 OCT-MD 装置采用配套 FGH-21/FGH-31 催化剂,反应器分2段组合装填,共装填催化剂 15.2 t,其中 FGH-21 催化剂 5.2 t,装填体积 7.53 m³,FGH-31 催化剂 10 t,装填体积 12.62 m³,装填图略。

(2) 开工标定情况

2009年11月19日开始对加氢单元催化剂预硫化,21日催化剂预硫化结束,预分馏单元21日引催化汽油联运,22日热油联运,调整操作,轻、重馏分切割点达到设计要求。11月22日预分馏单元、加氢单元达到对接条件,23日重汽油进反应系统,25日产品合格进罐。12月15—18日对 OCT-MD 装置进行了标定。

标定期间主要操作条件见表1。

表1 标定期间的操作条件

项目	名称	2009年	2009年
		12月16日	12月17日
预分馏系统	催化汽油进料量/t·h ⁻¹	65	66
	塔顶温度/℃	88.2	88.5
	塔底温度/℃	145.8	145.3
反应系统	体积空速/h ⁻¹	2.10	2.15
	入口氢油体积比	394.9	391.3
	入口压力/MPa	1.8	1.8
	入口温度/℃	240.1	240.0
	加权平均反应温度/℃	248.1	251.2
汽提塔	进料温度/℃	165	166
	塔顶温度/℃	85.1	85.3
	塔底温度/℃	122.2	122.1

标定期间原料及轻、重汽油性质见表2。

表2 标定期间原料性质

分析项目	原料汽油		轻汽油		重汽油	
	16日	17日	16日	17日	16日	17日
密度(20℃)/g·cm ⁻³	0.724	0.7224	0.6648	0.6671	0.7976	0.7984
馏程/℃						
IBP	35	34	29	30	65	67
5%	—	—	33	34	94	95
10%	49	48	39	40	105	106
50%	86	83	47	48	147	147
90%	172	175	87	89	189	190
FBP	203	203	105	108	211	212
烯烃体积分数/%	37.1	36.6	54.3	47.2	19.9	19.3
芳烃体积分数/%	20.1	19.2	2.3	4.2	43.3	43.5
烷烃体积分数/%	42.8	44.2	43.4	48.6	36.8	37.2
硫含量/μg·g ⁻¹	483	308	104	82	942	580
硫醇硫含量/μg·g ⁻¹	11.6	9.9	16.0	5.8	20.7	15.0
胶质含量/ mg·(100 mL) ⁻¹	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0
RON	93.9	93.9	94.8	94.9	92.4	92.3

注:测定时间为2009年12月,均为8:00测定。

加氢前后重汽油与成品汽油性质见表3。

表3 标定期间重汽油及成品汽油性质

分析项目	重汽油		加氢后重汽油		成品汽油	
	16日	17日	16日	17日	16日	17日
密度(20℃)/g·cm ⁻³	0.7976	0.7984	0.7993	0.7977	0.7262	0.7230
馏程/℃						
IBP	65	67	78	75	33	32
5%	94	95	—	—	—	—
10%	105	106	112	110	42	41
50%	147	147	148	147	88	85
90%	189	190	189	189	177	177
FBP	211	212	210	211	203	205
烯烃体积分数/%	19.9	19.3	12.1	13.4	33.1	34.8
芳烃体积分数/%	43.3	43.5	43.6	42.8	21.0	18.6
烷烃体积分数/%	36.8	37.2	44.3	43.8	45.9	46.6
硫含量/μg·g ⁻¹	942	580	44	28	55	52
硫醇硫含量/μg·g ⁻¹	20.7	15.0	21.0	11.2	14.0	7.5
胶质含量/ mg·(100 mL) ⁻¹	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5
RON	92.4	92.3	89.1	88.8	93.5	93.1
RON 损失	—	—	3.3	3.5	0.4	0.8

注:表中时间为2009年12月,均为当日8:00时测定。

(下转第91页)

低效除尘器需改为电除尘器或其他高效除尘器;部分电除尘器(特别是初期安装的电除尘器)因设备、管理等问题难以达到设计效率,需要提效改造;输变电路及设备的电磁场影响预防有待加强。随着环境保护的发展和深入,二氧化碳等温室气体排放、烟气中超细颗粒、重金属等跨区域的影响等环境问题对电力行业形成很大的潜在压力。

(2) 热电企业也是耗水大户。中国是世界公认的水资源最为贫乏的国家之一。随着人口增长和社会经济的进一步发展,水资源需求量将持续增长,中国的水资源在30年内面临将不是短缺而是紧缺问题^[3],届时,水资源问题将比历史上任何时期都要突出,因此而产生的矛盾也将更为尖锐。所以,从根本工艺上考虑节水和循环水的利用十分必要。

2 沿海热电厂循环经济模式构建

循环经济不仅能节约资源,减轻污染,增加经济效益,而且能从根本上协调人类和自然的关系,促进人类可持续发展,是一种新的经济与自然共同和谐发展的模式。从微观层面上分析,循环经济主要是要求企业节能降耗,提高资源利用效率,实现减量化,并对生产过程中产生的废弃物进行综合利用,进而延伸到废旧物资回收和再生利用;从宏观上分析,循环经济主要是要求对产业结构和布局进行调整,将循环理念贯穿到社会经济发展的各个领域、环节,建立和完善全社会的资源循环利用体系。

2.1 沿海热电厂循环经济支撑技术

在热电企业生产过程中,资源的转化和利用率不可能达到百分之百,循环经济正是针对这一点,模仿自然生态系统,对所有的资源及产物进行综合利用,实现能量的梯级利用以及物质的闭路循环。沿

海热电厂实行循环经济必须着眼于生产过程中每个工艺环节是否符合“3R”原则,即减量化,资源化,再利用原则。图1综合了一些遵循“3R”原则的生产工艺,并把它们融入到沿海热电厂的生产流程之中,使整个工艺达到提高资源利用率,降低生产成本,减少污染物排放的目的。

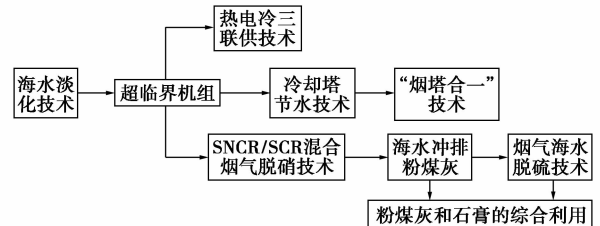


图1 沿海热电厂循环经济支撑技术体系

2.2 热电企业循环经济网络构成

热电企业按照此循环链运行既有利于生态环境保护,又有利于企业实现自身利益。从整个循环链来看,热电企业所产生的能量、物质均得到循环利用,对“三废”达到了最低排放,充分实现了循环经济所要求的再循环,再利用,减量化。热电企业循环链图如图2。根据贯彻循环经济理念的范围可以分为小循环、中循环和大循环。

(1) 热电企业内部物质、能量的小循环

热电企业内部物质、能量的小循环主要是指单个生产厂上、下游工序之间的物质和能量循环流动利用。根据清洁生产的研究方法,热电企业要采用新的工艺流程,新的生产技术,使整个生产流程更简化、更紧凑、更连续,尽量减少物质和能量的输入,而使物质和能量的输出保持不变或更多,从而减少废弃物的产生,充分利用余热和提高各生产环节水资源的循环效率,使整个生产的能耗和物耗不断下降^[4]。

(上接第89页)

标定结果表明,原料重汽油硫含量为580~942 μg/g,加氢后重汽油硫含量降低至28~44 μg/g,加氢前后重汽油RON损失为3.3~3.5个单位,原料催化汽油的硫含量为308~483 μg/g,成品汽油硫含量降低至52~55 μg/g,成品汽油相对于原料RON损失在0.4~0.8个单位。

3 结语

OCT-MD技术在中国石化镇海炼化分公司工业应用结果表明,OCT-MD技术不仅能控制产品汽

油硫含量满足国Ⅲ汽油标准要求,而且汽油辛烷值损失只有0.4~0.8个单位,辛烷值损失低。同时具有工艺条件缓和、方便操作,产品质量易于控制的特点,完全能够满足汽油质量升级的需要,取得了较好的效果。

参考文献

- [1] 刘继华,赵乐平,方向晨,等. FCC汽油选择性加氢脱硫技术开发及工业应用[J]. 炼油技术与工程,2007,37(7):1-3.
- [2] 庞宏,赵乐平,段为宇,等. MIP汽油性质及其深度加氢脱硫性能的研究[J]. 炼油技术与工程,2006,36(9):17-19. ■