

我国炼油工业能源效率提升对策研究

姜洪殿¹,董康银¹,杨立雷²,刘鹏鸽¹,孙仁金^{1*}

(1. 中国石油大学(北京)工商管理学院,北京 102249; 2. 西安长庆科技工程公司,陕西 西安 710000)

摘要:炼油工业是国民经济发展的基础和支柱产业,同时也是耗能大户和排放大户。为适应新常态、提高能源效率,实现绿色低碳是炼油行业“十三五”期间必须面临的重要任务。对比了国内外炼油工业发展现状,并对我国炼油工业能源效率利用问题进行了分析,最后从政府决策的宏观角度(产业布局优化、炼厂规模控制)和企业运营的微观角度(炼厂运行规划、节能管理)出发,提出了促进我国炼油工业能源利用效率的对策建议。

关键词:炼油工业;发展现状;能源效率;对策建议

中图分类号:F403.7

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2017)04-0011-05

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2017.04.003

Countermeasures of energy efficiency improvement for oil refining industry in China

JIANG Hong-dian¹, DONG Kang-yin¹, YANG Li-lei², LIU Peng-ge¹, SUN Ren-jin^{1*}

(1. School of Business Administration, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;

2. Xi'an Changqing Technology Engineering Corporation, Xi'an 710000, China)

Abstract: Petroleum refining industry is the basis and pillar industry of the national economy, but also has the disadvantage of high energy consumption, high risk and high pollution. Chinese oil refining refineries are facing huge energy efficiency pressures. Therefore, in order to seek the sustainable development and adapt the New Normal, refineries must improve energy efficiency and achieve green low-carbon during the period of 13th Five-Year. In view of this, this paper compares the current situation of the domestic and international oil refining industry, and then analyzes the energy efficiency utilization of refinery industry in China. Finally, some suggestions are put forward to improve energy utilization efficiency of oil refining enterprise from the government and enterprise perspective, respectively.

Key words: oil refining enterprise; current status; energy efficiency; countermeasure

2010—2015年我国能源消费总量从36.1亿t标准煤增长至42.1亿t标准煤^[1]。随着我国能源消费总量的持续增长和油气资源对外依存度的不断增高,能源利用效率不高的问题日益受到国家的重视,为此,我国提出了“十三五”时期单位GDP能源消耗降低15%的目标。

作为传统的高污染、高能耗、高排放行业,我国炼油企业在提高国家整体能源利用效率方面承担着重要的责任。同时,面对国内经济转型、节能减排要求趋严和行业竞争升级的境况,我国炼油企业也需要通过提升能源利用效率,优化成本结构,以增强企业的整体竞争实力。本文对比了国内外炼油工业现状,并对我国炼油工业能源利用问题进行了分析,最后从政府决策的宏观角度和企业运营的微观角度出发,提出了促进我国炼油工业能源利用效率的对策建议。

1 国内外炼油工业发展现状

1.1 国外炼油工业现状

2015年,世界炼油业总体运行保持良好态势,

世界总炼油能力达45.12亿t/a,较上一年增长2.60%,同时也超越了2012年的历史最高值44.48亿t/a,结束了连续2年炼油能力下降的局面。从各地区炼油发展情况看,亚太地区总炼油能力高达13.2亿t/a,为各地区之最;其次是北美地区10.8亿t/a;西欧、东欧、中东及南美地区分列3~6位;非洲是炼油能力最小的地区,详见表1^[2-6]。

表1 2011—2015年世界各地区炼油能力 万t/a

地区	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
亚太	124591.8	128201.8	126378.1	129756.3	131741.3
北美	106230.8	107961.0	107955.3	107861.3	108222.4
西欧	72161.4	70163.3	67942.3	66573.9	67478.5
东欧	51843.6	53040.8	53011.5	53059.6	51076.6
中东	36386.8	36386.8	36966.8	36886.8	46792.6
南美	32975.2	32975.2	31799.9	29260.4	30611.0
非洲	16088.2	16088.2	16090.4	16394.4	16793.3
世界	440277.8	444817.0	440144.4	439793.7	451215.8

2015年,全球炼厂总数约为634家,相比上年

收稿日期:2016-10-25

作者简介:姜洪殿(1992-),男,硕士研究生,研究方向为能源战略与政策系统分析;孙仁金(1965-),男,教授,博士研究生导师,研究方向为企业战略管理及能源环境经济评价,通讯联系人,13601312558, sunrenjin@cup.edu.cn。

缩减 9 家。在炼厂总数持续减少的情况下,炼厂平均规模不断提升,达到约 712 万 t/a,同比增长 4.09%。此外,全球前 25 大炼油企业炼油总能力达到 27.4 亿 t/a,占世界总量的 60.72%。全球炼油行业的集中度进一步提高,炼油规模趋向大型化。

近年来,为了生产清洁燃料,世界炼厂炼油装置结构调整加快,炼厂加氢裂化、加氢处理能力快速增长。世界加氢裂化装置同一次加工能力的比值由 2003 年的 5.6% 增加到 2015 年的 7.6%,提高了 2 个百分点;同时,加氢处理装置占比从 2003 年到 2015 年增加了 4.4%,达到 53.6% (见表 2)。

表 2 世界二次加工能力与一次加工能力之比变化情况

项目	%				
	2003 年	2006 年	2009 年	2012 年	2015 年
一次加工	100	100	100	100	100
催化裂化	17.5	16.9	17.4	17.1	16.7
催化重整	13.7	13.3	11.4	11.1	10.8
加氢裂化	5.6	5.5	6.5	6.6	7.6
加氢处理	49.2	50.8	54.7	54.6	53.6

数据来源:美国《油气杂志》。

1.2 国内炼油工业现状

截至 2015 年年底,我国炼油能力已连续两年突破 7 亿 t/a,达到 7.1 亿 t/a,相比 2010 年增加炼油能力 1.38 亿 t/a,同比增长 24.1%。其中,除中石油和中石化外的炼油能力较 2010 年增长 0.52 亿 t/a,占新增产能的 37.7%。我国炼油工业市场呈多元化发展趋势,国内市场竞争强度持续增加。

在我国炼油工业中,中石油和中石化依然处于核心地位,2015 年两大集团旗下炼厂合计炼油能力占据全国的 64%,较 2010 年增长 6 900 万 t/a。同时,截止到 2015 年年底,中国石油集团共有 27 家炼厂,平均规模 726 万 t/a;中国石化集团旗下炼厂 35 家,平均规模 761 万 t/a;中国海油集团和中国化工集团拥有少量炼油企业。另据统计,我国现有地方炼油企业百余家,其中民营企业 90 多家,地方国有企业约 10 家。2010—2015 年中国炼油能力按企业构成情况如表 3 所示^[7]。

由于中国有不少炼油企业装置规模小,炼厂的平均规模仅为 320 万 t/a 左右,与世界炼厂 712 万 t/a 的平均规模有较大差距。此外,中国炼厂加氢处理装置与一次加工能力之比虽达到 41.71%,但仍低于世界 53.6% 的平均水平。因此,我国炼油工业在能源利用控制方面与国外先进水平尚存差距,能源

表 3 2010—2015 年中国炼油能力情况(按企业构成)

炼油企业	万 t/a					
	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
中石油	16020	16930	16900	18170	19370	18870
中石化	22570	24720	25960	26220	26970	26620
中海油	3000	2700	3050	3450	3450	3450
其他	15621	9600	13760	18140	20140	20334
全国	57211	53950	59940	66250	70200	71000

利用效率存在较大的提升空间。

2 我国炼油工业能源利用现状与问题分析

炼油加工过程需消耗大量能源,其能源消耗成本通常占该过程总成本的 50%。随着国内经济转型升级、生态文明建设步伐加大,我国炼油行业中的多数企业面临着盈亏失衡的经营困境、炼油能力过剩的问题和油品质量升级的挑战。基于此,我国炼油工业需加强政府和企业的沟通,着眼于提升能源利用效率,确保炼油企业的可持续发展。

2.1 炼油工业能源利用现状

2.1.1 能源利用总量

2015 年中国一次能源消费总量高达 42.1 亿 t 标准煤,其中石油加工、炼焦和核燃料加工业占能源消费总量的比重为 5.23%。2011—2015 年中国能源消费总量及构成情况如表 4 所示^[8]。

表 4 2011—2015 年我国能源消费总量及构成

年份	能源消费总量/ 亿 t 标准煤	占能源消费总量的比重/%			
		煤炭	石油	天然气	石油加工、炼焦和核燃料加工业
2011	38.70	70.2	16.8	4.6	4.90
2012	40.21	68.5	17.0	4.8	5.01
2013	41.69	67.4	17.1	5.3	5.01
2014	42.60	66.0	17.1	5.7	5.17
2015	42.12	63.8	18.0	5.9	5.23

数据来源:国家统计局。

由表 4 可知,随着我国经济的持续增长,能源消费总量也不断增加,能源压力日渐增强。受限于人口规模、资源禀赋和环境承受能力,我国必须限制能源消费总量。而作为传统的高能耗行业,我国炼油工业能源利用效率的提升将有助于我国能源安全战略的实施。

2.1.2 能源消耗结构

炼油厂消耗的能源通常包括加热炉用的燃料气

与燃料油、催化裂化装置的烧焦、机泵和压缩机消耗的电、蒸汽及新鲜水等^[9]。不同的加工过程,各种能源介质在炼厂总能耗中所占比例也有所差别。一般来讲,各类能耗介质占总能耗比例如表5所示。

表5 炼油厂能耗介质构成

序号	能耗介质	占总能耗比例/%
1	燃料气和燃料油	30~40
2	催化烧焦	10~40
3	电	20~30
4	蒸汽	10~20
5	水	约为1
6	其他	0~5

提高我国炼油工业的能源利用效率需要统筹考虑技术与管理因素,而技术层面的努力则需结合炼油企业的实际用能过程进行分析。

炼厂的用能过程主要包括三个环节:能量传递与转换、能量工艺利用以及能量回收利用。在能量转换和传递环节,一次能源(主要是燃料)转化为工艺所需热能。在转换与传递的过程中存在大量的能量损失。在能量工艺利用环节,由燃料和电转化而来的功、热和蒸汽推动工艺过程完成,但不同的装置对能量的要求不同,易造成物料的重复冷却和加热,造成能量损失。在能量回收利用环节,受到工程和经济条件的约束,回收过程不彻底,大量能量被排放到环境中。因此,为提高我国炼油工业能源利用效率,我们需致力于提高转换效率、提升装置间联合效率和减少三个环节的能量损耗。

2.2 炼油工业能源利用问题分析

尽管国家对能源利用工作给予了高度重视,相继出台了多项节能政策,我国炼油工业比以前更加重视节能,在能源利用方面做了不少工作,也取得了不少成效,但要实现“十三五”节能目标,仍然任重道远。

2.2.1 产业布局不合理

从区域布局看,我国炼油能力主要集中在华北、东北、华南及华东地区,2015年这四大地区分别为2.43亿、1.13亿、1.17亿和1.014亿t/a,分别占34.2%、15.9%、16.5%和14.3%,合计占80.9%。我国炼油工业已逐步形成了以东部为主、中西部为辅的格局。其中,山东炼油能力最大,其次为辽宁和广东。2013—2015年我国炼油能力区域分布如表6所示^[1]。

表6 2013—2015年我国炼油能力情况(按区域分布)

地区	2013年		2014年		2015年	
	能力/ (万t·a ⁻¹)	占比/ %	能力/ (万t·a ⁻¹)	占比/ %	能力/ (万t·a ⁻¹)	占比/ %
华北	21860	33.0	22960	32.7	24300	34.2
东北	12210	18.5	12210	17.4	11300	15.9
华南	9900	14.9	11300	16.1	11700	16.5
华东	9690	14.6	10140	14.5	10140	14.3
西北	7950	12.0	7950	11.3	7950	11.3
华中	4440	6.7	4440	6.3	4440	6.3
西南	200	0.3	1200	1.7	1170	1.6
合计	66250	100	70200	100	71000	100

资料来源:中国石油集团经济技术研究院。

由表6可知,我国炼油工业主要分布在东部地区,西部炼油工业由于原油资源及交通问题的限制,尚没有得到很好发展。随着我国不断加强同周边国家的能源合作,应加大西部地区炼油工业的合理布局。

2.2.2 装置平均规模小

炼油企业装置规模加大、延长开工周期是达到高效能量利用的一个有效途径。近年来,随着一批新建、改扩建炼油工程的建成投产,我国炼厂的平均规模上升至320万t/a,但与世界平均规模712万t/a相比,依然差距较大。2014年我国炼厂规模分类统计如表7所示^[7]。

表7 2014年我国炼厂规模分类统计

炼厂规模/(万t·a ⁻¹)	数目	占全国产能的比重/%
>1000	25	46.1
500~1000	40	35.8
200~500	27	11.3
<200	108	6.8
合计	200	—
炼厂平均规模		320万t/a

由表7可知,我国炼厂的大型化、规模化趋势渐强,但受困于炼厂数目众多,平均规模整体偏小。以地方炼油企业为主的小规模炼厂,大多装置设备和工艺落后,能耗问题十分突出。此外,我国炼油企业扩能改造未进行科学、全面的节能规划,仅仅考虑到工艺及物料的优化,而没有从能量集成优化的整体出发,容易造成投产以后能耗大幅增加的情况。同时,我国各类炼厂平均开工率仅为75%,远低于全

球平均 84% 的开工率(见表 8)。

表 8 “十二五”期间我国炼厂开工率水平 %

炼厂类型	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
主营炼厂	90.3	88.1	87.7	85.6	86.2
地方炼油	40.2	37.4	32.5	30.3	31.4
全国平均	81.5	79.0	77.6	74.8	75.4

2.2.3 节能技术不成熟

虽然我国炼油业节能技术持续提高,与国外差距也不断缩小,但仍然落后很多。全球领先的炼油企业轻油收率高达 85%,能源消耗水平不足 40 kg 标准油/t 原油^[10]。国内最强的两大石油石化企业轻油平均收率也仅为 76%~78%、能源消耗水平也只降到 58~60 kg 标准油/t 原油。而地方炼油企业的轻油收率更是低于 60%,原油加工能源消耗也超过 80 kg 标准油/t 原油,其在能源利用效率、能源消耗、污染物排放等方面与领先水平差距显著。

自 2012 年国务院发布《节能减排“十二五”规划》以来,我国炼油行业致力于节能增效工作,实现了装置规模的提升,采用了现代化网络实现了过程节能,但是炼油行业整体技术水平仍然较低,与国外先进水平仍然存在较大差距,节能技术的研发、成熟运用与大范围推广还存在相应的困难。

2.2.4 节能管理不深入

我国炼油业尚缺乏专门的节能部门来执行节能管理工作,能源消耗统计一般设在统计和计划部门,而节能管理职能通常分散在节能办、生产、技术、调度、计划、质量、机动、科技及技术开发等科室,节能项目往往不能够达到最初项目上报时所核算的效益。同时开展炼油节能工作的人员相对较少,节能工作仅仅停留在统计以及整理分析的层面上,很难提出建设性的建议与举措。

整体来看,我国炼油工业的节能管理工作处于粗放式的状态。与国外形成的较为完备的节能管理机制相比,存在不小差距。因此,我国炼油企业应吸取国外先进经验,将节能管理、节能投入以及节能效益后评估一体化发展。

3 我国炼油工业能源效率提升对策

面对国内经济转型带来的经济压力,我国炼油工业需从行业整体出发,寻找“降本增效”的新途径。我国炼油工业能源效率的提高需要分类解决涉及政府决策的宏观问题和涉及炼油企业运营的微观问题。宏观层面主要包括产业布局优化、

炼厂规模控制;微观层面主要包括炼厂运行规划和节能管理。

3.1 调整炼油产能布局,合理调配资源

我国炼油工业的产业布局优化需以《炼油工业中长期发展专项规划》为指导,由国家有关部门统一规划,打破两大国有石油公司划区域而治的现状,统筹考虑市场、资源和交通运输等条件。2013 年我国原油、成品油生产与消费情况分区统计情况如表 9 所示。

表 9 2013 年我国原油、成品油生产与消费情况

地区	分区统计				
	原油产量	占比/%	炼油能力	成品油消费量 汽、煤、柴合计	成品油生产量 汽、煤、柴合计
华北	3682.3	17.75	21860	4827.37	2531.70
东北	5811.9	28.01	12210	3786.42	5396.85
华东	2974.5	14.34	9690	10161.56	9323.05
华中	555.5	2.68	4440	3496.31	1880.10
华南	1230.6	5.93	9900	4154.10	4274.40
西南	17.5	0.08	200	3659.72	152.80
西北	6475.7	31.21	7950	2124.07	4612.38
合计	20748		66250	32209.55	28171.28

数据来源:国家统计局《2014 年统计年鉴》。

由表 9 可知,在我国成品油消费的重点市场华东、华北、西南和华中,成品油产量不能自足,西南地区供需缺口最大;而在我国的成品油重点产区东北和西北地区,成品油产能过剩,西北地区表现最为明显;华南地区基本能保持供需平衡。同时,在我国主要的产油区东北和西北地区,其成品油需求市场容量不大,并且东北方向和西北方向均有海外油气进口管道,炼油产能过剩现象尤为突出。

随着我国经济进入新常态,增长速度放缓,我国的成品油需求将逐渐降低。未来我国的炼油产业需以“重点布局,合理分配”为原则,确保能源利用效率最优。从市场需求分析,我国东部沿海的华东地区油品需求量最大,西南地区由于缺乏大型炼厂,油品供需失衡严重;从资源分析,未来新增原油将通过海上进口,且中缅管道的建成将保证西南区的原油供应;从运输条件分析,东部地区交通更为便利。综上所述,我国炼油产业布局应以东部沿海地区为核心构建大型炼油产业基地;充分利用中缅管道进口原油,发展西南区炼油产业,保证区域油品供应;合理限制东北和西北内陆地区炼油能力的增长。

3.2 优化炼油产业结构,发展规模经济

相较于美国炼厂规模结构所具有的“大集中、小分散”的特点,我国的炼厂呈现出“小规模相对集中”特征,产业内部规模经济程度较低^[11]。我国现有以化工和石油化工为主导产业的省级以上开发区有357个,多数园区存在企业数量多、规模小、产业结构失衡和园区准入门槛低等问题。简单的堆积式发展无法保证生产装置互联、上下游产品互供、管道互通,不利于各种资源的高效利用。以提高能源利用效率为目标,我国炼油产业进行结构调整需打造规模适当、搭配合理的“石化岛”。

以大型炼油企业为纽带,连接产业上下游。我国进行炼油产业结构调整,首先应以“有资源、有技术、有规模、有经验”的炼油企业为纽带,连接炼化生产上下游,构建“以炼化为核心的产业基地”,促进产业集群化发展,发展规模经济。其次,应完善产业基地准入与评价标准,确保产业基地结构合理、高效运转。同时,完善炼油工业政策,做好环保与质量管理工作,淘汰高能耗、高污染和高排放的小炼厂,推进产业升级。

树立“分子利用与管理”理念,改进装置结构,优化生产流程。不同的炼油企业原油来源不同、生产侧重不同,提高能源利用效率,炼油企业应树立“分子利用与管理”理念,在明确可用原油性质的基础上,以市场需求为主体,科学设计加工流程、优化加工方案。同时,面对日益劣化的竞争环境,各炼油企业需主动思考炼油工业的未来发展,以完善的原油分析与表征技术为依托,科学生产出符合市场发展趋势的产品。

3.3 强化技术驱动力量,保证节能效果

技术节能是促进炼油行业能源利用效率提高的关键,但是多数炼油企业遭遇节能技术改造瓶颈后,对节能减排的认识出现了偏差,最终回到了追求短期经济效益的路上。究其原因,主要是在行业中没有形成一套完整的从技术研发、生产小试到中试直到产业化生产的创新体系,使得技术研发与生产脱节,影响了企业推动技术创新的积极性。

为提高炼油企业能源利用效率,我们需要整合政府和企业的资源,强化技术驱动力量,保证节能效果。首先,应加大技术改造和新技术研发资金投入,充分发挥企业技术创新的主体作用,开展行业共性、关键性支撑技术的研发与工程应用,加强关键核心技术研发示范,推动大型设备国产化。其次,对于实

行节能减排技术创新的企业,可依据其达到的节能减排效果制定合理的资金补贴,并且在税收、贷款、项目审批及能源政策等方面予以优惠。

3.4 健全计量管理体系,促进节能降耗

能源计量是企业提升能源利用效率、实现节能降耗的前提和保证,在其中起着“标尺”和“眼睛”的作用,并且也是评价能源利用效率的重要手段。我国炼油企业主要存在能源计量意识不深、能源管理工作粗浅等问题。

对于政府来讲,其主要职责在于引导、服务和监督。引导企业按照国家能源计量标准,制定符合企业能源计量要求的实施计划;服务于企业节能降耗工作,各区域能源计量检测部门要及时为企业检测、校准能源计量仪器,保证其精准可靠;监督各个企业节能管理工作的具体过程,确保能源计量的效率。

为提高我国炼油工业的能源利用效率,我国炼油企业需树立能源计量管理意识、完善能源计量管理手段、健全能源计量管理制度。在实际工作中应切实做到:能源管理有方向,坚持做好能源计量技术分析;能源计量有准度,提升能源计量仪器的配备率与准确率;节能降耗有支持,确保计量数据对工作操作调整与技术改造的支撑。

参考文献

- [1] 孙贤胜,钱兴坤,姜雪峰. 2015年国内外油气行业发展报告[M]. 北京:石油工业出版社,2016:42-43.
- [2] 石卫,萧芦. 2015年世界主要国家和地区原油加工能力统计[J]. 国际石油经济,2016,5:102-104.
- [3] 萧芦. 2014年世界主要国家和地区原油加工能力统计[J]. 国际石油经济,2015,5:96-98.
- [4] 石卫. 2013年世界主要国家和地区原油加工能力统计[J]. 国际石油经济,2014,5:93-95.
- [5] 张学青,萧芦. 2012年世界主要国家和地区原油加工能力统计[J]. 国际石油经济,2013,5:93-95.
- [6] 张学青. 2011年世界主要国家和地区原油加工能力统计[J]. 国际石油经济,2012,5:92-94.
- [7] 钱兴坤,姜雪峰. 2014年国内外油气行业发展报告[M]. 北京:石油工业出版社,2015:212-220.
- [8] 国家统计局. 中国统计年鉴[R]. 北京:中国统计出版社,2011-2015.
- [9] 王禹,刘小波. 大型炼油厂能耗分析及节能措施探讨[J]. 化工管理,2013,20:223.
- [10] 化解产能过剩矛盾专题研究报告①炼油:产能快增,监管须跟上[J]. 中国石油和化工,2014,2:22-26.
- [11] 何铮,邹劲松. 中国炼油业结构调整建议[J]. 当代石油石化,2010,4:11-17,49. ■