

专题报告

# 跨入新世纪对我国炼油工业发展的思考

吕家欢, 王欣红

(中国石化咨询公司, 北京 100029)

**[摘要]** 我国炼油工业经过 50 年的发展已具备一定基础, 1999 年底原油加工能力已达 250 Mt, 居世界第四位。跨世纪进一步发展, 首先要解决好国内外两种原油资源的统筹利用, 特别是进口原油所涉及的加工、储备、运输及资源安全等一系列问题。同时要从降低原油成本、提高开工负荷率、降低能耗物耗、延长开工周期、降低加工费用、提高产品质量、满足环保要求等方面全面提高与进口石油产品的竞争能力, 应对加入 WTO 的挑战。

**[关键词]** 新世纪; 炼油工业; 发展

2000 年是我国第九个五年计划的最后一年。回顾过去 50 年, 展望二十一世纪, 面对世界政治、经济格局的巨大变化, 置身于我国各项改革特别是国有企业改革进入深化阶段、并即将加入世界贸易组织 (WTO) 的环境之下, 各行各业都在研究跨世纪自身的发展, 着手制定“十五”发展规划。

中国的炼油工业经过 50 年的发展, 特别是改革开放及 1983 年成立中国石化总公司以后, 随着国民经济持续快速发展而迅速发展。九十年代原油加工量平均每年以 4.5% 左右的速度增长, 1999 年底原油年加工能力达 250 Mt, 列世界第四位, 原油加工量约 175 Mt。生产的汽油、煤油、喷气燃料、柴油、化工原料油等主要油品基本可以满足国民经济发展的需要, 其他石油产品如润滑油、沥青、石油焦、液化气、燃料油等也可满足国内大部分需求, 强有力的支持了汽车工业、农业、渔业、交通运输、航空、电力、石油化工等相关行业的发展及人民生活的需要。主要炼油工艺技术已基本立足于国内, 与国外大石油公司相比, 技术水平并不落后。炼厂规模由过去的 2.5 Mt/a 配套能力已向大型化经济规模发展。常减压单套最大能力已达 8 Mt/a; 催化裂化为 3 Mt/a; 加氢裂化为 2 Mt/a;

重整为 1.34 Mt/a。总规模达到 10 Mt/a 左右的炼厂已有 4 座。

从总体上说, 我国炼油工业已有了相当的基础。跨入新世纪, 面对世界经济一体化的趋势, 在我国即将加入 WTO、市场竞争激烈的形势下, 研究炼油工业下一步如何发展, 首先要思考 21 世纪初我们面临什么问题, 以及如何解决这些问题。跨世纪中国炼油工业面临的主要问题是解决好石油资源问题和如何提高竞争能力。

## 1 关于石油资源问题

随着我国国民经济持续稳定的快速发展, 对能源的需求增长很快, 九十年代国内石油需求增长对国民经济增长的弹性系数约为 0.6, 这一旺盛需求仍将维持到二十一世纪初期。但我国国内石油资源满足不了国民经济发展的需要, 进口原油数量逐年增加。1999 年国内陆上原油产量 143.73 Mt, 海洋原油产量 16.17 Mt, 合计 159.9 Mt, 进口原油约 38 Mt, 约占原油加工总量的 23%, 其中中东原油的比例占 50% 以上。近几年国内原油产量仅增长 1% 左右, 根据我国石油勘探开发方面的专家预测, 未来 5 年我国海洋原油产量会有一定的增长, 而陆

上原油产量变化不大,国内原油总产量增加有限。预计2005年进口原油的比例将增加到30%。进口来源和原油品种将趋于多元化,但从可获得的资源分析来看,近期中东原油仍是主要资源。这就至少带来三方面问题;一是炼厂加工装置必须适应原油资源变化的需要;二是要有相应的储备和运输设施,以保证供给并降低进口原油到厂成本;三是进口原油长期供应的安全性。

1993年我国成为原油净进口国以后,上述问题就已经引起了国家相关部门及企业的重视。由于需要补充进口资源的炼厂主要在沿海地区,因此经国家批准,中国石化总公司在“九五”计划中就已安排对镇海、茂名和齐鲁三个企业针对中东含硫原油加工进行全面技术改造。改造工程于1999—2000年相继完成,再加上天津、金陵、上海和扬子等企业的部分改造和大连西太平洋炼厂的建成投产,针对中东含硫原油的加工能力将超过35 Mt,这为进口原油加工打下了很好的基础。“十五”期间根据石油需求和资源状况,还需要对广州、福建等沿海企业继续进行改造,再增加一些含硫原油加工能力,以提高加工进口原油的灵活性。

在对沿海炼厂加工装置进行改造的同时,相关企业都建设了15~25万吨级大型原油码头,以使大型油轮能直接到达炼厂码头,大大节省了原油运费。但在原油加工密集的我国东部,目前只有大庆原油输往华北和胜利原油到达仪征的两条长输管线,尚未形成国内及进口原油相互连通、可供灵活调运的原油运输管网。特别是杭州湾地区上海、南京3000多万吨加工能力今后也要以加工进口原油为主,但目前还没有大型码头和原油管线,只能靠倒驳运输,很难适应该地区下一步炼油和石油化工发展的需要。另外,从南京沿长江往上游5个炼厂2000多万吨加工能力,所加工的胜利和海洋原油更是要靠大船倒小船、小船倒2~3 kt的小驳船沿长江运输。沿途运输损失大、运费高,不但增加了原油进厂成本,同时对沿江环境保护也很不利。每年洪水期和枯水期航船均受阻,炼厂的正常生产受到很大影响。这些原油资源供应的瓶颈问题,期望在“十五”规划中能予以解决。原油成本占炼厂总成本的80%以上,降低原油到厂价格对降低炼厂成本、提高竞争能力的作用是非常重要的。

资源问题中最重要的是安全问题。2000年我国加工进口原油的数量预计将达到50 Mt左右,以

后的5~10年内还会增加,将可能成为继美国、日本之后的世界第三大原油净进口国。我们必须通过多种途径与资源国建立长期稳定的贸易关系,以保证资源安全。还有海上安全运输、国家战略储备等一系列问题,需要专门立题研究。

## 2 全面提高我国炼厂的竞争能力

我国即将加入WTO,这对炼油工业的影响和冲击是比较大的。主要原因是长期以来国家对原油和成品油进出口都进行比较严格的监管,实行配额管理。1998年在国际原油、成品油价格大幅下降的情况下,国家为了保护国内炼油工业,在打击走私的同时停止了成品油进口,一直到现在。加入WTO以后,目前进口原油关税16元/t可以取消,这一点对炼厂降低原油成本是有利的。但立即要恢复成品油进口,并逐步取消配额限制,而且进口油品、特别是汽油和润滑油的关税要进一步降低。加上进口油品在价格、品牌、营销手段等方面的优势,因此在国内油品市场上,国产油品将面临进口油品的严峻挑战。我们必须在产品质量、品种和生产成本方面提高与国外产品的竞争能力,才能立于不败之地。既要保持成品油在国内市场上的主导地位,而且要努力开拓国外市场,把我们的石油产品打出去,走向国际市场。我们正在这样做,但是目前还存在许多问题,要做很大的努力。

(1)与欧、美及周边的日、韩等国家油品标准相比,我国油品质量尚存在较大差距,主要表现在汽油、柴油、高档润滑油、高等级道路沥青等方面,必须尽快改进。否则,国内市场就会被进口油品所取代。汽、柴油由于国家目前实行保护不准进口,市场竞争还没有表现出来。而润滑油市场目前已有20%以上被进口名牌产品占领,其中主要是高档润滑油。国内生产的高等级道路沥青大约只能满足需求的三分之一,高速公路建设大部分使用的是进口产品。这种竞争局面在加入WTO、市场进一步开放之后表现会更加激烈。受冲击的首先是消费量最大的汽油和柴油,因为它还面临环境保护方面的巨大压力。

我国于2000年1月1日在全国范围内停止使用低标号(马达法70号)含铅汽油,全部使用研究法90号以上无铅汽油。这在汽油质量方面是一个很大的进步,它符合国际市场最基本的要求,使我国的汽油质量与国际通用产品标准靠近了一大

步。这一要求除一部分小炼厂外,绝大多数炼厂的产品均能达到。紧接着,国家环保总局于 1999 年 6 月又提出了新的车用汽油有害物质控制标准,要求汽油中硫的质量分数  $w(S) \geq 800 \times 10^{-6}$ , 苯的体积分数  $\varphi_{\text{苯}} \geq 2.5\%$ , 芳烃体积分数  $\varphi_{\text{芳}} \geq 40\%$ , 烯烃体积分数  $\varphi_{\text{烯}} \geq 35\%$ 。该标准分两步实施: 2000 年 7 月 1 日首先在北京、上海、广州三大城市执行, 需求量约 4 Mt; 国家技术监督局计划 2003 年 1 月 1 日推向全国。

我国汽油的特点是苯和芳烃含量均不高, 硫含量除个别企业外也不算太高, 平均  $w(S)$  约  $500 \times 10^{-6}$ , 突出的问题是烯烃含量超标。1999 年一季度普查结果, 汽油平均  $\varphi_{\text{烯}}$  约 43.1%, 其中 90 号汽油平均为 44.4%, 93 号平均为 39.9%。符合不大于 35% 标准的仅占汽油产量的 20% 左右, 可见任务之艰巨。其主要原因是由于我国炼厂催化裂化能力大 (约占一次加工能力的 35%), 催化裂化汽油占汽油总量的 80% 以上, 随原料不同, 催化汽油的  $\varphi_{\text{烯}}$  一般为 40%~60%, 有的更高, 因此造成汽油产品烯烃含量超标。而欧、美一般要求  $\varphi_{\text{烯}} \geq 20\%$ , 美国新配方汽油要求不大于 10%。如果我们炼厂生产不出符合环保要求的清洁汽油, 市场就会丢失。特别是在沿海一些大城市和旅游城市, 这种竞争肯定是十分激烈的。如果要出口汽油, 必须达到国际市场上所需要的更高标准。短期内炼厂装置结构难以有大的调整, 主要依靠科技进步降低催化裂化汽油的烯烃含量。北京石油化工科学研究院新的催化剂正在进行工业试验, 效果不错, 可降低烯烃的体积分数 10 个百分点左右, 准备在部分炼厂推广使用。但从长远看, 汽油的  $\varphi_{\text{烯}} < 35\%$  不是一个先进指标, 还有可能要求再降低。估计  $w(S)$  也会进一步要求降到国际市场上普遍要求的  $200 \times 10^{-6} \sim 300 \times 10^{-6}$  以下。因此, 环保的压力将是对炼厂极大的挑战, 我们要有足够的准备去迎接这一挑战。

柴油的状况也大体相似。国际市场上对柴油的普遍要求是低硫、低芳烃含量, 高十六烷值, 高安定性。目前美国、欧洲、日本等普遍要求车用柴油的  $w(S) < 0.05\%$ , 十六烷值 45~50。有些国家要求更高, 限制  $w(S)$  在 0.02%~0.03% 以下。我国车用柴油按优等品、一级品和合格品分为三等, 其  $w(S)$  分别为  $< 0.2\%$ 、 $< 0.5\%$  和  $< 1.0\%$ 。据悉, 国家技术监督局正在修订轻柴油标准, 拟取消合格

品和一级品, 车用轻柴油实行统一牌号,  $w(S)$  普遍降到 0.2% 以下, 同时要求为大城市供应部分  $w(S) < 0.05\%$  的车用柴油。十六烷值仍维持 40~45。

目前国内炼厂仍以加工低硫原油为主, 多数炼厂可生产  $w(S) < 0.2\%$  的产品, “九五”期间为适应进口含硫原油加工和提高柴油安定性的需要, 对二次加工柴油 (主要指焦化柴油和重油催化裂化柴油) 普遍安排了加氢精制处理, 建设了一批柴油加氢精制装置, 使其加工能力增加了一倍, 为近期柴油质量提供了基本保证。为适应新的标准要求, 特别是含硫原油的数量增加, “十五”期间还必须再安排一批加氢精制装置, 使含硫原油的直馏柴油馏分也普遍经过加氢精制, 才能达到上述质量要求, 应对加入 WTO, 市场放开以后进口油品的挑战。

我国润滑油与国外的等级差距更大。在我国润滑油基础油结构中, 石蜡基高粘度指数基础油 (粘度指数  $> 80$ , 符合美国石油学会 API 标准第 I 类) 只占 63% 左右, 还不能生产超高粘度指数 (粘度指数  $> 120$ , 符合 API 标准第 II 类) 的基础油。在润滑油产品中内燃机油是主要产品, 我们常说的中高档润油是指 SC 级汽油机油和 CC 级柴油机油以上档次的内燃机油, 而这种档次在国际市场上已属低档产品。真正属于中高档 SE、CE 级以上的产品只占 20% 左右。因此埃克森 (Exxon)、美孚 (Mobil)、BP 等石油公司的高级润滑油大量进入我国市场。为应对这一挑战, 首先要优化资源配置, 利用好大庆原油这一可生产优质润滑油基础油的原料。同时, 在难以保证大庆油供给的沿海润滑油生产厂, 如茂名、上海高桥炼厂, 要做好更换原油的技术准备, 采用加氢工艺生产高粘度指数基础油。并研究相应的添加剂配方, 一定要提高高档润滑油的生产比例, 与进口产品竞争, 在国内高档润滑油市场上抢占主导地位。

(2) 提高炼厂开工负荷率, 降低能耗、物耗, 降低加工成本是提高竞争能力的一个重要方面。

我国炼厂负荷率较低是大家经常议论的一个问题。造成这一状况有很多原因, 有历史原因, 有资源问题, 有市场因素, 也有前几年某些地方的盲目投入所引起的问题。负荷率低就造成一些设备“大马拉小车”, 能耗、物耗、管理费用上升, 加工成本增高。提高负荷率应从几方面入手:

① “十五”期间不再新增原油一次加工能力。

有些二次加工装置如催化裂化的能力也要控制。沿海炼厂为加工进口原油和发展石油化工的需要，需少量改、扩建的，也要严格控制、适时投入。

②关闭一些长期不开工或很少开工的无效或低效生产能力。属于此类加工能力的约占一次加工能力的4%~5%。

③坚决贯彻国务院决定，关闭一批规模小、资源不落实、产品质量不符合规格要求、经济效益差的小炼厂。将其占有的资源优化配置给具有经济规模、效益好的大型炼厂，提高这些炼厂的竞争能力。

以上三方面如能实施，“十五”期间全国原油加工能力可以维持在250 Mt左右，随着原油加工量的逐年增长，炼厂平均负荷率可由目前的65%逐步提高到2005年的85%左右，达到国外普遍具有的水平。

我国炼厂加工1 t原油的平均能耗约为90 kg(标油)，亚太地区炼厂平均约为80 kg/t；我国炼厂每吨原油加工费平均在210元左右，而亚太地区1998年平均水平为21.7美元/t，约合人民币180元/t。当然，这与炼厂的复杂程度、原油性质均有关系，但总体来看，节能降耗、降低加工费用还有一定的空间。从全球范围来看，目前炼厂本身均属于微利行业，总体概念是加工1桶原油只获1美元利润。(即每吨60元左右)。因此，任何一点的成本降低都是十分有意义的。

(3)提高设备完好率，减少非计划停工；改变旧有的观念，追求长周期连续生产，延长开工周期，降低维修费用，从而降低生产成本。

国外炼厂通常大检修周期为3~5年一次。我国炼厂长期以来习惯于一年一检修，近年来逐步改为三年两修或两年一修。每次检修时间因设备状况和检修项目而异，一般为15~30天。装置设备也是按年生产8000小时(333天)安排，也就意味着留了一个月的检修时间。检修周期频繁不但增加维修费用、增加成本，而且减少产品生产时间，减少销售收入。是成本和收入双损失的做法。如果一

年不检修，就相当于提高装置生产能力8.6%。工厂现在经常是利用大检修时间进行设备更新改造，这当然是需要的。也有些工厂或装置并没有什么问题，而纯粹是一种习惯，认为一年到了就想停下来打开看看，没有问题时检修时间可以短一些，不看总是不放心。这一停一开的损失却是很大的。我们要树立追求长周期运转的意识，降低生产成本，缩小和国外的差距。

(4)依靠科技进步，用新技术和新催化剂把炼厂生产提高到一个新水平。一方面是现有新技术和新一代催化剂的推广应用；另一方面还要开拓一些新的技术领域。“九五”期间科研院所围绕进口含硫原油加工开展了各种馏分油的加氢处理研究工作，取得了丰硕成果。中压加氢裂化，航煤超低压加氢处理，适应不同原料和产品要求的加氢精制工艺及催化剂，渣油加氢处理工艺和多牌号系列催化剂等，均有待进一步推广应用。科研部门也需要对上述技术和催化剂进行不断完善和提高。

“十五”期间炼油技术开发的重点将是以提高产品质量为中心。一是满足环保要求，二是要与进口油品竞争。例如：

①要努力改进汽油组分结构。我国烷基化油、异构化油、醚类在汽油中的比例极小，仅占3%，而欧美一般为15%~25%。因此除了尽量增加重整汽油组分外，要努力提高上述这些高辛烷值组分的比例。为此要加快固体酸烷基化、C<sub>5</sub>~C<sub>6</sub>异构化、催化轻汽油醚化等技术的科研攻关，力争“十五”期间在原料比较充足的炼厂各建成一两套具有一定规模的工业生产装置。

②用非大庆类原油生产高粘度指数和超高粘度指数润滑油基础油的技术和相应的添加剂配方等。

2001—2005年正是中国加入WTO以后我国市场对外全面开放的准备期。我们要把握好这几年的宝贵时间，充实壮大自己，全面提高竞争能力，迎接进口油品的挑战。

(下转第33页)



prevent the channel bed from excessive silting. With the facility available for the injection of seawater at Lijin, however, in the region down stream of Lijin one may redeem a portion of fresh water so reserved and restored the channel afterwards by scouring with seawater. Depending on capacities of pumping and reservoir storage available, the amount of fresh water redeemed may well run up to 1 km<sup>3</sup> annually. This would be very valuable to the development of the estuarine region.

Since 1972, the Lower Yellow River has experienced a dry spell and has dried up from time to time. This has upset the ecological balance of the Bohai Sea because of interruption in the discharge of nutrient - carrying turbid water from the river. Scouring the estuary by diverting seawater will maintain a year round discharge of turbid water to the sea and help improve the ecological conditions as well as checking the receding of the coast-line.

Turbid seawater being of greater specific weight than the clear seawater would form density current when discharged to the Bohai Sea. Sediment would then be conveyed to points far from the river mouth, thus delaying or even stopping the extension of the Yellow River delta. Moreover, when the river dries up, the river mouth would most likely recede under the scour of the discharging seawater because of lack of sediment supply from the drainage basin. Taking all the factors into account, one may expect little delta extension when seawater is diverted for scouring. Lijin, where seawater is injected, may then be taken as the effective location of the river mouth where the longitudinal equilibrium profile of the Lower Yellow River would terminate. This equilibrium profile would be lower than the original one by 4~12 m, depending on the estimated values of equilibrium slope for the final reach of the estuary. The hazard of levee breaching is thus much reduced.

[Key words] diverting seawater; scouring; the Lower Yellow River; above-the-ground river; water resources

---

(cont. from p. 11)

## Considering the development of China's refining industry at the beginning of new century

Lü Jiahuan, Wang Xinhong

(China Petrochemical Consulting Corporation, Beijing 100029, China)

[Abstract] China's refining industry now has had fair strength after 50 years' development. By the end of 1999, the annual capacity of crude oil processing had reached 250 million tons, which was ranked 4th in the world. At the turn of the century, China's refining industry should solve a set of problems first, such as utilizing domestic and foreign crude oil resources as a whole, especially some problems in processing, storage, transportation and resource security of foreign crude oil. At the same time, in order to take up the challenges born of China's entering WTO, it is necessary to enhance the overall competitive power against imported oil products in the respects of reducing the purchase cost of crude oil, raising facility utilization, cutting down the consumption of energy and material, prolonging production cycle, lowering production cost, improving the quality of products and meeting the requirements of environment protection.

[Key words] new century; refining industry; development