

上海市石油学会 译



21世纪

Ozren Ocic 【著】

炼油厂

——节约能源、降低成本、环境友好

**Oil Refineries
in the 21st Century**

ENERGY EFFICIENT COST EFFECTIVE
ENVIRONMENTALLY BENIGN

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

21 世纪炼油厂

——节约能源、降低成本、环境友好

Ozren Ocic 著

上海市石油学会 译

中国石化出版社

内 容 提 要

《21 世纪炼油厂》是一本有关新世纪炼油厂技术经济方面的新著。全书分为六章, 主要讨论在新世纪高油价的背景下, 作为生产油品的炼油厂, 它本身是一个用能大户, 如何通过能耗分析, 提高炼油厂能量使用效率和有效性, 降低生产成本, 达到炼油厂利润最大化。本书系统地讨论了炼油厂原油蒸馏装置、减压蒸馏装置、减压渣油减粘装置、氧化沥青装置、催化重整装置、催化裂化装置、气体分离装置、喷气燃料加氢脱硫装置、柴油加氢装置和烷基化装置共 10 套炼油加工装置的能量和过程效率的测定方法。

本书可供从事炼油生产、管理和相关经济规划发展等部门的有关管理人员、技术人员参考, 也可作为高等院校师生的参考书。

著作权合同登记 图字: 01 - 2006 - 1955 号

Oil Refineries in the 21st Century

Energy Efficient, Cost Effective, Environmentally Benign
Ozren Ocic 著

“本书英文原版由德国 WILEY - VCH 出版社以 “Oil Refineries in the 21 Century. Energy Efficient, Cost Effective, Environmentally Benign” 的书名出版, WILEY - VCH 出版社 2005 年版权所有”。

本书版权为中国石化出版社所有。版权所有, 不得翻印。

图书在版编目(CIP)数据

21 世纪炼油厂: 节约能源、降低成本、环境友好/Ozren Ocic 著;
上海市石油学会译.

—北京: 中国石化出版社, 2006

ISBN 7 - 80229 - 105 - 4

I. 2… II. ①O… ②上… III. ①炼油厂 - 节能 - 研究②炼油厂 -
降低成本 - 研究③炼油厂 - 环境保护 - 研究 IV. TE68

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 072793 号

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010)84271850

读者服务部电话: (010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850 × 1168 毫米 32 开本 6.875 印张 154 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定价: 36.00 元

译者的话

由 Ozren Ocic 著的《21 世纪炼油厂》是德国 WILEY - VCH Verlag GmbH & Co. KgaA 出版公司于 2005 年出版的一本新书。该书主要就 21 世纪炼厂的能量因素、成本效应和良好环境三个方面进行阐述。其于目前世界原油价格一直在高价位上波动,我国石油(原油+成品油)年进口量已经达到很高水平,并有不断增加的趋势。翻译并出版该书对 21 世纪我国炼油工业发展、提高炼油厂的竞争能力是有意义的。

该书重点突出,数据和图表丰富,主要结合欧洲炼厂的实际进行叙述,提出了一种在石油加工过程中旨在提高其用能效率的详细而切合实际的方法途径,讨论了炼油工业管理层和炼油厂工作人员在追求最佳的工作参数、最合理的能源利用和最大的经济效益时所能起到的作用。对我国炼油工业的领导部门、生产部门、财务部门、计划投资部门和设计院所等有一定的参考价值。

在中国石化出版社的支持和帮助下,上海市石油学会组织人员将本书翻译成中文,全文由中国石化上海高桥分公司顾约伦高级工程师翻译,并请资深炼油专家钱世传和瞿国华两位教授级高级工程师审校。但由于各种主、客观因素的限制,本书可能存在一定的翻译错误和缺点,请读者给予批评、指正。

上海市石油学会
2006 年 6 月于上海

序

世界石油炼制行业中越来越激烈的竞争导致了当今的炼油装置日趋集约化和大型化，也迫使人们必须对本行业的经济和技术本质与特征有清楚地了解。

从一个国家能源系统的基本功能来分析，石油加工工业积极参与了社会所有层面上的能源和经济政策并追求其既定的目标。在今天许多国家的经济活动中，石油产品占据了最终能源消费量的三分之一以上，而原油在可以取得的初级能源中所占比例也大致相同。这足以证明，尽管为了减少原油进口量，许多国家都已经开始努力限制将液体燃料单纯作为能源用途的做法，石油及其相关产品仍然是一个国家工业经济的主要支柱，而石油加工工业则仍然是最有活力的工业部门。

石油加工工业不但是主要的能源生产者和最终用途领域中的重要能源载体，同时它又是一个巨大的能源消耗用户。炼油工业作为国民经济主要支柱产业之一的重要性，要求它以一种有责任心的、经济合理的方式来加工石油。虽然炼油厂所使用的能源绝大部分来自于它自己的（能够产生能量的）产品，但这一点并不能免除它以充分合理的方式来消耗这些能源载体的义务。对石油产品的合理消费应当从源头，也就是石油产品的生产过程做起，并且应表现为炼油厂内部能源消耗量的减低。节约了能源生产过程本身所消耗的能量，自然便降低了生产次级能源时的初级能源单耗水平。



序

面对有限的能量资源，人类应采取理性的行为方式。从这个角度出发，应当将石油加工工业看作是一个在其生产过程中需要消耗大量能源的加工行业。虽然石油工业的产物即石油产品本身都是能源的载体，但这并不能改变我们对理性用能行为方式的判定准则。从这个意义上说，对石油加工工业应当与对其他非能源领域的加工工业一视同仁地对待。

本书提出了一种在石油加工过程中提高其用能效率的详细而切合实际的方法与途径，并且讨论了管理层和炼油厂从业人员在追求最佳的工艺参数、最合理的能源利用和最大的经济效益时所能起到的作用。

作者谨在此表示对 Siegfried Gehrecke 教授和 Bozana Perisic 博士的感谢之情，他们所提供的专业知识大大提高了本书的品位。作者在此还要感谢 Wiley - VCH 出版社的 Hubert Pelc 博士以及其他参与本项工作的同事，是他们向世界各地的石油工业专家以及其他有同样兴趣的人士推介了本书。

2004 年 9 月写于

Pancevo (塞尔维亚 潘切沃)

Ozren Ocic. (O. 奥西奇)

CONTENTS

目 录

1	绪论	(1)
2	化学加工工业的工艺和能源特征	(6)
2.1	基于现有的经济和财务工具和上下游关联的 制造业中的产品规格来实现加工效率管理的 可行性	(8)
2.2	炼油工业中能源对于原油加工过程 的重要性	(10)
3	炼油厂技术 - 经济层面的效率和效能	(14)
3.1	炼油厂技术 - 经济层面的能源效率 和效能	(17)
3.2	炼油厂技术 - 经济层面的加工效率 和效能	(20)
4	炼油厂能源和加工效率的测定方法	(28)
4.1	常压蒸馏装置的能源和加工效率的测定 方法	(34)
4.1.1	过程的技术特征	(34)
4.1.2	过程的用能特征	(37)
4.1.3	蒸汽成本价格的测算	(39)
4.1.4	过程的用能效率	(42)
4.1.5	炼厂产品成本价的计算	(44)
4.2	减压蒸馏装置的能源和加工效率的测定 方法	(52)
4.2.1	过程的技术特征	(52)
4.2.2	过程的用能特征	(54)
4.2.3	蒸汽成本价格的测算	(56)

CONTENTS

目 录

4.2.4	过程的用能效率	(58)
4.2.5	炼厂产品成本价的计算	(61)
4.3	减压渣油减粘裂化装置的能源和加工效率的测定方法	(68)
4.3.1	过程的技术特征	(68)
4.3.2	过程的用能特征	(70)
4.3.3	蒸汽成本价格的测算	(72)
4.3.4	过程的用能效率	(75)
4.3.5	炼厂产品成本价的计算	(78)
4.4	氧化沥青装置的能源和加工效率的测定方法	(85)
4.4.1	过程的技术特征	(85)
4.4.2	过程的用能特征	(85)
4.4.3	蒸汽成本价格的测算	(86)
4.4.4	过程的用能效率	(89)
4.4.5	炼厂产品成本价的计算	(92)
4.5	催化重整装置的能源和加工效率的测定方法	(93)
4.5.1	过程的技术特征	(93)
4.5.2	过程的用能特征	(94)
4.5.3	蒸汽成本价格的测算	(95)
4.5.4	过程的用能效率	(98)
4.5.5	炼厂产品成本价的计算	(100)
4.6	催化裂化装置的能源和加工效率的测定方法	(107)
4.6.1	过程的技术特征	(107)

CONTENTS

目 录

4.6.2	过程的用能特征	(108)
4.6.3	蒸汽成本价格的测算	(113)
4.6.4	过程的用能效率	(116)
4.6.5	炼厂产品成本价的计算	(120)
4.7	气体分离装置的能源和加工效率的测定	
	方法	(128)
4.7.1	过程的技术特征	(128)
4.7.2	炼厂产品成本价的计算	(128)
4.8	喷气燃料加氢脱硫装置的能源和加工	
	效率的测定方法	(136)
4.8.1	过程的技术特征	(136)
4.8.2	过程的用能特征	(137)
4.8.3	蒸汽成本价格的测算	(139)
4.8.4	过程的用能效率	(140)
4.8.5	炼厂产品成本价的计算	(143)
4.9	粗柴油馏分加氢脱硫装置的能源和加工	
	效率的测定方法	(144)
4.9.1	过程的技术特征	(144)
4.9.2	过程的用能特征	(147)
4.9.3	蒸汽成本价格的测算	(147)
4.9.4	过程的用能效率	(150)
4.9.5	炼厂产品成本价的计算	(154)
4.10	烷基化装置的能源和加工效率的测定	
	方法	(156)
4.10.1	过程的技术特征	(156)

CONTENTS

目 录

4.10.2	过程的用能特征·····	(158)
4.10.3	蒸汽成本价格的测算·····	(160)
4.10.4	过程的用能效率·····	(162)
4.10.5	炼厂产品成本价的计算·····	(165)
5	成品油调合工艺和成品油成本价格测算·····	(171)
6	提高用能和加工效率效益的管理功能·····	(178)
6.1	提高用能效率和效益的管理功能·····	(178)
6.2	提高加工效率和效益的管理功能·····	(183)
6.2.1	通过半成品成本价格核算管理系统 监控原油加工效率·····	(184)
6.2.2	监控公司主营目标的管理核算功 能——通过成品油成本价格核算系统 实现利润最大化·····	(187)
6.2.3	盈亏平衡点作为多种营运方案决策 功能中的管理系统工具·····	(191)
参考文献	·····	(198)
主题词对照	·····	(203)

1

绪 论

20 世纪 70 年代初期，全球经济面临着一场衰退，欧佩克将原油价格增长 4 倍，一场金融危机以及由此引发的通货膨胀显然是引起衰退的主要原因。原油价格在 1974 年猛增 4 倍，而这种局面在 1979 年再度重演且愈演愈烈，这就是为什么 1974 年和 1979 年被分别称为“第 1 次”和“第 2 次石油危机”之年。原油价格的增长对所有石油进口国都产生了影响，更具体地说是影响了它们的经济发展。这种影响的程度取决于各国进口石油的数量和用固体燃料或其他代用能源来替代液体燃料的可能性。事实上，发达国家对进口石油的依赖程度从美国的 20% 左右到日本的 100% 不等，因此原油价格上涨对发达国家的影响程度不同，它们的反响也各不相同，有些称之为暂时性的“原油幻梦”，有些则认为“前景暗淡”。

但在不发达国家中，原油涨价无一例外地对它们产生了严重的影响，尤以那些既缺油又缺钱，而且不得不通过进口来解决本国能源问题的国家为甚。

在每次原油和成品油价格上涨之后，人们在评论经济趋势

和进行预测时，已经习惯于估测这种涨价因素对月度及年度的通货膨胀率的影响达到多少百分比。考虑到原油在能源—燃料结构中所占的举足轻重的地位，而且在整个 70 年代和 80 年代期间，成品油价格与 1972 年的基准相比，上涨了近 20 倍，很显然能源需求就是通货膨胀的主要原因。

另外，在上述年代中所采取的经济对策中，始终没有采取措施来削减国内消费能源中进口能源所占的比例。这一事实也证明，在通货膨胀中需求性通胀远比成本性通胀具有更大的重要性。

复合词“滞胀”是“停滞”和“膨胀”两个词的叠合，它就是与伴随着经济发展停滞的需求性通胀相联系的，表现为一种最难以对付的经济危机形式，某些经济学家针对它提出的对策措施是力图降低需求性通胀，也就是降低国民的消费能力。但是，无论从经济理论还是实际措施方面都有人对这种理解提出了反对的意见。事实上，他们的经济理论并不承认存在需求性通胀和经济发展停滞同时出现的可能性。

“在第二次世界大战以后，许多经济实体经常出现停滞，表明全球性的需求并未出现过剩，但是物价却在不断上升。经济学家将这种局面称为滞胀（停滞 + 通胀）。在这样的形势下，通货膨胀的含义更为复杂化了。它不能单纯用需求过剩来加以解释，而必须用成本性通胀或者两者综合起来进行解释^[1]。”

在成本性通胀的领域中包括下列因素：盘旋上升的工资和物价，不经济的消耗行为，进口费用和进口部门的膨胀，而在结构性通胀的领域中则包括：进口替代、各种经济部门地位和外贸交易的不相适应。

如果我们牢记原油价格在世界市场上的变化趋势、某些国家对原油进口的依赖程度以及能源工业作为一个具有巨大外在

影响的工业分支的重要性，就能得出成本性通胀起因于进口的结论，其机理十分简单。将不断上升的进口原料价格纳入到产品的价格中而不采取任何内部经济措施对其进行有效的补偿，至少是部分地补偿，销售价格自然也要相应地上升。考虑到能源对所有其他商品都有直接或间接的影响，通货膨胀自然便开始发展起来。另一方面，实践已经证明，通过降低国民消费能力而力求减少需求性通胀的经济政策措施并不能达到降低通货膨胀率的结果。由此得到的结论是，这不是需求性通胀，而是某种其他类型的通胀。

如果我们接受这种“诊断结论”，或者说承认这很可能是成本性、心理性或结构性的通胀而不是需求性的通胀，那就意味着也必须接受相应的“处方”，即针对上述原因而采取的干预通货膨胀的经济政策措施。

实践证明，产品的价格中包含了内部经济的各种缺失和落后因素，即没有采取任何有效的努力，通过更好地利用生产能力、提高劳动生产率、改进劳动组织等来制止价格的上升甚至削减价格等。对于每一次价格的上涨，总是用成本的增长、消除营业损失或避免亏损运行来作为理由。在自由定价的条件下，这些理由最经常地被用来解释近几年来经常出现的所谓心理性通胀。所有的业务活动都仅仅是对营运成本进行测算，而不是分析其原因并寻找通过适当的内部经济措施来降低成本的可能性。

足以证实上面说法的一个事实是，在所有的经济领域中引起通货膨胀的一个基本经济领域即石油工业中，无论其半成品或是成品油都没有成本价格的模式，有的只是按成本类型进行的成本测算。这种做法的依据是：原料——也就是石油（绝大部分来自于进口）——在成本价格结构中占据了最大的份额，

而这恰恰是炼油工业本身对之完全没有影响力的成本元素。但如果我们更为透彻地分析这个问题，就可以看出其他成本元素也不是不相关联的，看到巨大的降本机遇是存在的，还可以看到原油在成本价格结构中所占的份额也呈现下降的趋势。许多年以来，人们进行了种种努力，企图证明确定油品的成本价格是不可能的，因为这里涉及的是各种互相关联的产品，不可能按照各个成本载体来分配各项成本。

更为明显的是，必须建立某种对成品油的成本价格进行测算的方法，才能通过实际的计划测算即按照不变价进行测算（从而消除通货膨胀的影响），并比较全世界不同炼厂的测算结果，从而实现对炼油厂营运过程的监控。而要使这一想法成为可能，就必须选择某种能够为实践所验证的通用性的方法。

从合理用能的角度必须指出，在评价工业领域能量利用的整体合理性的时候，现行的能源和经济政策的目标必须有一个起点，并从而提出目前的能量利用方式能否达到这些目标，并且在多大程度上达到了这些目标。

除了给予国内能源比进口能源载体以更多的优先权以外，国家的能源和经济政策的目标之一是面对有限的能量资源，采取经济负责的合理用能的行为模式。这一目标需要通过大量的针对合理能源消费的技术措施、组织措施和其他措施才能达到。衡量能源消费合理化之效果最常用的指标是：

- ① 以产品为单位的能源消耗量指标；
- ② 以产品为单位的能源成本值指标。

这两个指标各有不同的功能而且互为补充，分别表明了这一经济行为的技术和经济效应，两者可能但不一定是完全重合的。

从一个国家的能源系统的基本功能来分析，石油加工工业必须对社会所有层面上的能源和经济政策作出贡献，并追求其

既定的目标。在今天许多国家的经济活动中，石油衍生物占据了最终能源消费量的三分之一以上，而原油在可以取得的初级能源中所占比例也大致相同。这足以证明，尽管为了减少原油进口量，许多国家都已经开始努力限制将液体燃料单纯作为能源用途的做法，石油及其衍生物仍然是一个国家工业经济的主要支柱，而石油加工工业则仍然是最有活力的工业部门。

石油加工工业不但是主要的能源生产者和最终用途领芋中的重要能源载体，同时它又是一个巨大的能源消耗用户。炼油工业作为国民经济主要支柱产业之一的重要性，要求它以一种负责的、经济合理的方式来加工石油。虽然炼油厂所使用的能源绝大部分来自于它自己的(能够产生能量的)产品，但这一点并不能免除它以合理的方式来消耗这些能源载体的义务。对石油衍生物的合理消费应当从源头、也就是石油衍生物的生产过程做起，并且应表现为炼油厂内部能源消耗量的降低。节约了能源生产过程本身所耗费的能量，自然便降低了次级能源生产中的初级能源单耗水平。

面对有限的能量资源，人类应采取理性的做法。从这个角度出发，应当将石油加工工业看作是一个在其生产过程中需要消耗大量能源的加工行业。虽然石油行业的产品即石油衍生物本身都是能源的载体，但这并不能改变我们对理性用能行为方式的判定准则。从这个意义上说，对石油加工工业应当与对其他非能源领域的加工工业一视同仁。

与其他工业领域和能源消费行业一样，将石油加工工业作为一个其生产过程耗费大量能源的加工行业来进行分析时，开始的第一步就是对其能源系统进行分析。

本书所讨论的内容就是合理生产和消费能源的可能性，从而使石油加工工业生产成本更为经济合理。

2

化学加工工业的工艺和能源特征

在作为经济分支之一的工业领域里，开发了各种材料加工的具体形式，其特征是材料化学性质的改变。这种以化学变化为特征并往往继之以物理变换的生产方法就被称为加工工业。它可以被定义为“通过对原料进行化学处理而制得最终产品的一类工业(矿业)部门^[2]”。

通过改变原料的结构和物理性质而对工业原料进行加工的工艺技术，是在 20 世纪初随着化学工业的发展而出现的，而化学工业的特征就是以多个链节式工序单元组成的制造程序。在每个单元中，原料以不同的方式进行处理，而它们叠合的功能必须优化组合起来以达到最理想的结果，即效益或利润的最大化及输入的最小化，同时还要满足其他的准则，包括产品质量、地区性产品市场的要求、环境保护和种种特定要求等。

如果以整套综合性工艺装置的功能优化为目标，那么简单地对每个单套装置单元进行功能优化的做法并不总是可行的。

对各种工业分支领域进行分类时，有时候某些工业领域并不严格符合原料发生主要化学变化的判断原则，但由于涉及的物理变化等其他辅助的判定准则，这些工业分支仍被看作是加工工业的一部分。

属于加工工业类的主要工业分支领域包括下列几种^[3]：

- ① 发电工业；
- ② 采煤工业；
- ③ 石油炼制；
- ④ 钢铁冶炼；
- ⑤ 有色金属冶炼；
- ⑥ 非金属矿产加工；
- ⑦ 基本化工原料生产；
- ⑧ 化工产品加工；
- ⑨ 建筑材料生产；
- ⑩ 木材结构材料的生产；
- ⑪ 纸浆和造纸工业；
- ⑫ 纺织纤维和长丝；
- ⑬ 皮革和毛皮加工；
- ⑭ 橡胶加工；
- ⑮ 食用产品；
- ⑯ 饮料生产；
- ⑰ 烟草加工；
- ⑱ 其他杂项产品的生产。

“在将某些工业和矿业分支归类为加工工业的领域时，化学转化(至少是广义的化学转化)的准则总是适用的。举例来说，某一类化学工业，即塑料加工业，连同其更细的分支——如包装材料和各种塑料制品生产等，都不应被归为加工工业，