

中国西部

原油与裂解原料性能

李吉春 章龙江 谷育生 林泰明 著

ZHONGGUO XIBU

YUANYOU YU LIEJIE YUANLIAO XINGNENG



化学工业出版社

中国西部 原油与裂解原料性能

李吉春 章龙江 谷育生 林泰明 著

ZHONGGUO XIBU

YUANYOU YU LIEJIE YUANLIAO XINGNENG



化学工业出版社

·北京·

本书系统介绍了我国西部油区的原油评价和轻质馏分油裂解制乙烯的裂解性能,详细评价了各油品(包括地处西部的吐鲁番、塔里木、准噶尔、柴达木和鄂尔多斯五大盆地所产的吐哈油、南疆油、北疆油、长庆油、玉门油、青海油、轮南凝析油以及轮南和吐哈油田轻烃)的特性数据、油品蒸馏切割评价数据以及轻质油品的裂解性能评价数据,内容翔实而丰富。

本书可作为从事炼油化工工作者、企业管理人员和专业技术人员对西部油品加工利用时的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

中国西部原油与裂解原料性能/李吉春,章龙江,谷育生,林泰明著. —北京:化学工业出版社,2007.8

ISBN 978-7-122-00894-7

I. 中… II. ①李…②章…③谷…④林… III. ①原油-评价-中国②原油-裂解-性能-中国 IV. TE62

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第114752号

责任编辑:戴燕红

文字编辑:刘砚哲

责任校对:陶燕华

装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张14¼ 字数277千字 2007年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:48.00元

版权所有 违者必究

序

据最新统计, 2006 年我国原油产量达 1.84 亿吨, 进口原油 1.3 亿~1.4 亿吨, 原油加工能力突破 3.1 亿吨, 乙烯的产量达到 940.5 万吨。我国的炼油能力和乙烯产量仅次于美国, 均居世界第二位。

在我国炼厂的生产成本中, 原油成本约占总成本的 95% 左右, 而在乙烯生产中, 原料成本占到总成本的 80% 以上。因此, 根据原油资源的组成、性质和特点, 选择相宜的加工方法、加工路线, 生产满足市场需要的清洁油品和化工原料, 这是炼化企业提高效益的重要措施。采用尽可能优质的、廉价的原料生产乙烯, 对于降低乙烯的能耗、物耗, 节约成本, 提高市场竞争力, 同样是极为重要的手段。

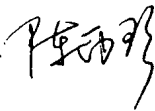
实现炼油与乙烯生产“上下游一体化”, 正成为国内外炼化企业所追求的目标。炼化一体化可以产生巨大的协同作用, 一方面有助于节约能源、降低成本, 另一方面可以将炼厂约 25% 的进料转化为价格更高的石油化工产品。

我国辽阔的西部地区, 蕴藏着丰富的油气资源。随着西部大开发的推进以及油气田勘探开发工作的深入, 这里已经成为我国油气产量的接续区。为了实现西部石油资源的合理、有效利用, 首要任务就是从炼化一体化的角度对当地所产的原油进行评价, 同时还要对其炼制产物, 包括轻质馏分油、炼厂副产油和气产物作为乙烯原料的优劣性进行分析和比较。

本书的几位作者具有丰富的学识和经验, 长期从事石油化工专业技术工作, 近年来致力于采集西部各种原油的样品和资料, 进行全面和详细的评价, 从技术上评述了各种原油适宜的加工路线, 并对各种原油馏分油、炼厂油气副产物及其裂解性能做出评价。现将这些工作成果汇集成书, 为炼化企业的原料优化和上下游一体化工作提供丰富翔实的参考资料和基础数据。

本书内容充实, 叙述严谨, 可读性强, 对石油化工领域从事规划、设计、科研、生产的专业技术人员和管理人员都具有重要的参考价值。

中国工程院院士



2007-05-04

前 言

石油化学工业是国民经济的支柱产业。其发展的水平已成为衡量一个国家经济实力的重要标志之一。展望 21 世纪,世界石化工业将进一步趋于全球化、大型化、集约化、炼化一体化。与国外石化工业发展的进程相似,我国的石化工业也逐步形成了大型化和炼化一体化的新格局,依据资源优化配置的需要,对资源流向进行优化调整,使之符合效益最佳化要求。地处西部的吐鲁番、塔里木、准噶尔、柴达木、鄂尔多斯五大盆地的石油资源的逐步开发,为西部经济的发展注入了新的活力。2005 年,北疆油田产油 1100 万吨,南疆油田产油 1000 万吨,吐哈油田产油 400 万吨,青海油田产油 210 万吨,长庆油田实现了油气产量 1000 万吨的历史跨越,加上玉门油田产油 40 万吨,西部油田共计产油 3967 万吨,西北地区目前已发现油气田 80 多个,其中大型油气田 8 个,勘探潜力巨大,藏油分布广阔,前景可观。特别是新疆蕴藏着丰富的石油资源,已成为我国石油工业“稳定东部,发展西部”的主战场。

兰州石化公司是地处西北的特大型炼化一体化的石油化工联合企业,有就近加工利用西部油气资源的优势条件,随着兰州石化公司千万吨级炼油和 70 万吨/年乙烯装置建成投产,西部油区的原油已成为兰州石化丰富的原料来源。西部油区地域宽广,油品性质多样,为使不同油区和不同性质的油品资源得到合理利用,兰州石化公司委托中国石油兰州化工研究中心、兰州润滑油开发中心对西部油区原油进行了评价和轻质油品裂解性能分析。对南疆、北疆、吐哈、青海、长庆和玉门原油的性能进行全面评价,获取了各个原油的物性数据,切割评价数据,以及轻质油品的裂解评价数据,数据翔实而丰富。为使评价数据发挥作用,实现其实用价值并用于指导工业生产,使管理部门和炼化企业更深入地掌握和了解石油资源的性能,将其归纳整理编纂成册,予以出版是很有必要的。希望本书能使从事炼油化工工作的企业管理人员和专业技术人员对西部油品的合理加工利用有比较深入、全面的了解,对他们的工作有所裨益。

本书在编写过程中,引用了中国石油兰州润滑油开发中心和中国石油兰州化工研究中心科研人员评价出的大量数据,对于他们严谨的工作态度和辛勤的劳动,在此致以衷心谢忱!

本书是正式面世的中国石油西部原油性能与裂解原料性能研究的第一本数据集,其包容的内容涵盖炼油和化工领域,涉及知识面较宽。由于我们水平有限,兼之编写时间仓促,因此,书中难免有不足之处,望广大读者批评指正。

著 者

二〇〇七年七月于兰州

目 录

第一章 概述	1
第二章 原油的评价方法	3
2.1 原油的分类	3
2.1.1 按相对密度分类	3
2.1.2 按含硫量分类	3
2.1.3 按含蜡量分类	4
2.1.4 按特性因数分类	4
2.1.5 按关键馏分特性分类	4
2.2 原油的理化性质分析	5
2.3 原油的沸点、馏程，实沸点蒸馏和窄馏分的性质分析	6
2.3.1 沸点、馏程和平均沸点	6
2.3.2 原油的实沸点蒸馏和窄馏分性质分析	7
2.4 直馏产品的性质分析	7
2.4.1 直馏汽油	7
2.4.2 喷气燃料和煤、柴油	8
2.4.3 重馏分油	9
2.4.4 渣油	9
第三章 北疆油原油性质	11
3.1 概况	11
3.2 北疆原油的一般性质	11
3.3 原油实沸点蒸馏及窄馏分性质	13
3.3.1 每 10℃ 馏分收率	13
3.3.2 窄馏分性质	17
3.4 馏分油性质	19
3.4.1 重整原料馏分性质	19
3.4.2 直馏汽油馏分性质	20
3.4.3 喷气燃料馏分性质	22
3.4.4 灯用煤油馏分性质	24
3.4.5 直馏柴油馏分性质	25
3.4.6 润滑油馏分性质	26

3.4.7 催化裂化原料馏分性质	31
3.5 渣油的性质	31
3.6 结论	34
3.6.1 北疆油	34
3.6.2 准东油	34
3.6.3 沙南油	34

第四章 南疆油原油性质

4.1 概述	35
4.2 南疆原油的一般性质	35
4.3 窄馏分性质	37
4.4 直馏产品性质	42
4.4.1 重整原料馏分性质	42
4.4.2 直馏汽油馏分性质	43
4.4.3 喷气燃料馏分性质	44
4.4.4 灯用煤油馏分性质	45
4.4.5 直馏柴油馏分性质	46
4.4.6 润滑油馏分性质	47
4.4.7 催化裂化原料馏分性质	51
4.5 渣油的性质	53
4.6 结论	54

第五章 吐哈油原油性质

5.1 概述	56
5.2 吐哈原油的一般性质	56
5.3 原油的实沸点蒸馏及窄馏分的性质	57
5.3.1 原油每 10℃ 馏分收率	57
5.3.2 窄馏分性质	58
5.4 馏分油性质	61
5.4.1 重整原料馏分性质	61
5.4.2 直馏汽油馏分性质	62
5.4.3 喷气燃料馏分性质	63
5.4.4 灯用煤油馏分性质	64
5.4.5 直馏柴油馏分性质	64
5.4.6 润滑油馏分性质	65
5.4.7 催化裂化原料馏分性质	66
5.5 减压渣油性质	67

5.6 结论	68
第六章 长庆油原油性质	70
6.1 概述	70
6.2 长庆原油的一般性质	71
6.3 原油的实沸点蒸馏及窄馏分性质	72
6.3.1 每 10℃ 的馏分油性质	72
6.3.2 窄馏分性质	73
6.4 馏分油性质	77
6.4.1 重整原料馏分性质	77
6.4.2 直馏汽油馏分性质	77
6.4.3 喷气燃料馏分性质	79
6.4.4 灯用煤油馏分性质	80
6.4.5 直馏柴油馏分性质	81
6.4.6 润滑油馏分性质	81
6.4.7 催化裂化原料馏分性质	88
6.5 渣油性质	88
6.5.1 丙烷脱沥青工艺考察	90
6.5.2 氧化沥青工艺考察	91
6.6 结论及建议	92
第七章 青海油原油性质	94
7.1 概述	94
7.2 原油的一般性质	95
7.3 原油的实沸点蒸馏和窄馏分性质	97
7.3.1 每 10℃ 的馏分收率	97
7.3.2 窄馏分性质	98
7.4 馏分油性质	106
7.4.1 重整原料馏分性质	106
7.4.2 直馏汽油馏分性质	110
7.4.3 喷气燃料馏分性质	112
7.4.4 灯用煤油馏分性质	114
7.4.5 直馏柴油馏分性质	114
7.4.6 润滑油馏分性质	116
7.4.7 催化裂化原料馏分性质	124
7.5 渣油性质	125
7.6 结论	127

第八章 玉门油原油性质	129
8.1 概述	129
8.2 玉门原油的一般性质	129
8.3 原油的实沸点蒸馏及窄馏分性质	130
8.3.1 每 10℃ 的馏分收率	130
8.3.2 窄馏分性质	132
8.4 直馏产品的性质	132
8.5 结论	139
第九章 乙烯原料的裂解评价方法	140
9.1 乙烯原料的物性分析	140
9.2 裂解评价设备	140
第十章 南疆轻馏分油和凝析油的裂解性能	142
10.1 南疆轻馏分油的裂解性能	142
10.1.1 南疆轻质油原料的物性分析	142
10.1.2 南疆石脑油的裂解性能	143
10.1.3 南疆轻柴油的裂解性能	145
10.1.4 结论	146
10.2 南疆凝析油的裂解性能	147
10.2.1 南疆牙哈凝析油的一般性质	147
10.2.2 实沸点蒸馏及窄馏分性质	147
10.2.3 牙哈凝析油裂解性能	149
10.2.4 结论	149
第十一章 吐哈轻馏分油的裂解性能	152
11.1 吐哈轻馏分油的物性分析	152
11.2 吐哈轻馏分油的裂解性能	153
11.3 结论	154
第十二章 北疆轻馏分油的裂解性能	155
12.1 北疆原油的石脑油物性分析	155
12.2 北疆石脑油裂解性能	156
12.3 结论	157
第十三章 长庆原油轻馏分油的裂解性能	158
13.1 长庆轻馏分油的裂解性能	158

13.1.1	长庆轻馏分油的物性分析	158
13.1.2	长庆轻馏分油的裂解性能	159
13.1.3	结论	161
13.2	长庆延安永坪石脑油裂解性能	162
13.2.1	长庆延安永坪石脑油的物性分析	162
13.2.2	长庆延安永坪石脑油裂解性能	163
13.2.3	结论	164
第十四章	青海轻馏分油的裂解性能	165
14.1	青海原油轻馏分油的物性分析	165
14.2	青海轻馏分油的裂解性能	165
14.3	结论	166
第十五章	玉门石脑油的裂解性能	167
15.1	玉门石脑油的物性分析	167
15.2	玉门石脑油的裂解性能	168
15.3	结论	169
第十六章	油田轻烃的裂解性能	170
16.1	吐哈油田轻烃	170
16.1.1	概述	170
16.1.2	吐哈油田轻烃的物性分析	170
16.1.3	吐哈油田轻烃裂解性能	171
16.2	轮南油田轻烃	173
16.2.1	轮南油田轻烃的物性分析	173
16.2.2	轮南油田轻烃裂解性能	174
16.3	稳定轻烃与石脑油裂解性能对比评价	175
16.4	结论	176
第十七章	炼油化工副产物	177
17.1	炼厂干气	177
17.1.1	炼厂干气资源及回收方法	177
17.1.2	催化干气的回收利用	179
17.2	乙烷	180
17.3	丙烷	182
17.3.1	丙烷裂解性能	183
17.3.2	温度对丙烷裂解的影响	183

17.3.3	汽油比对丙烷裂解的影响	184
17.4	丁烷和碳四裂解性能	184
17.4.1	C ₄ 烃利用现状	184
17.4.2	正丁烷、异丁烷组成分析	185
17.4.3	正丁烷、异丁烷裂解性能	186
17.4.4	正丁烷与石脑油共裂解性能	186
17.4.5	C ₄ 混合烃与石脑油共裂解性能	186
17.5	重整拔头油裂解性能	188
17.5.1	拔头油的物性分析	188
17.5.2	拔头油的裂解性能	188
17.5.3	拔头油与石脑油混合裂解性能	189
17.5.4	拔头油与乙烷共裂解性能	190
17.6	抽余油裂解性能	191
17.6.1	抽余油的物性分析	191
17.6.2	抽余油裂解性能	194
17.7	焦化加氢汽、柴油的裂解性能	195
17.7.1	焦化加氢汽油裂解性能	195
17.7.2	焦化加氢柴油裂解性能	197

第十八章	原油及其馏分油的比较和利用指南	200
18.1	原油的属性比较	200
18.2	原油的实沸点馏分油收率比较	201
18.3	重整原料和石脑油比较	201
18.3.1	重整原料性质比较	201
18.3.2	石脑油馏分性质比较	202
18.4	原油的航、煤、柴油馏分比较	203
18.4.1	喷气燃料馏分性质比较	203
18.4.2	灯用煤油馏分性质	203
18.4.3	直馏柴油的性质比较	204
18.5	减压馏分油	205
18.5.1	润滑油馏分性质比较	205
18.5.2	催化裂化原料馏分性质	206
18.6	渣油	206
18.6.1	常压渣油性质比较	206
18.6.2	减压渣油的性质	207
18.7	乙烯原料的性能	208
18.7.1	石脑油做乙烯原料的比较	208

18.7.2 轻柴油做乙烯原料的比较	209
18.7.3 加氢焦化汽柴油做乙烯原料的比较	209
18.7.4 炼油化工副产物及油田轻烃做乙烯原料的比较	210
18.8 结论	211
参考文献	214

第一章 概 述

中国西部地区，地域辽阔，其面积约占国土总面积的 71.8%，这里曾经是中华民族繁衍生息的发祥地。只是由于时境变迁，这里的自然条件恶化，生态环境变得十分脆弱。进入 21 世纪，随着国家“西部大开发”战略的逐步实施，为西部的油气资源开发注入了新的活力。西部地区蕴藏着的丰富油气资源，随着勘探开发石油储量的不断开采和发现，将在我国的能源建设中发挥越来越大的作用。

对西部的油气资源及其勘探开发前景，近年来国内有关的评述颇多，以下只列举部分较具权威的评论。

2005 年 11 月 16 日的《石油商报》报道，“克拉玛依的准噶尔盆地与松辽盆地，塔里木盆地，鄂尔多斯盆地并称为我国陆上油气资源超过 100 亿吨的四大盆地。准噶尔盆地面积 13 万多平方千米，石油资源量 80 多亿吨，天然气资源量超过 2 万亿立方米。已探明的地质储量 13 亿吨，2005 年产油 1200 万吨。”

以上所述的陆上储量丰富的四大盆地，西部就有准噶尔、塔里木和鄂尔多斯，即西部占有四个中的三个。

2005 年 11 月 23 日的《石油商报》报道，“长庆已成为我国第三大油气生产基地，中国石油第二大油气田，2003 年实现了油气产量超过 1000 万吨的历史跨越，近 6 年来，长庆每年新增原油产量超过 100 万吨，新增天然气产量超过 10 亿立方米。”

2006 年 1 月 1 日的《石油商报》报道，“2003 年，长庆油气实现了油气产量突破 1000 万吨的历史跨越，仅仅两年之后，该油田就实现了 1500 万吨的新跨越。2005 年长庆油田产量 945 万吨，天然气产量 76 亿立方米，油气当量突破 1500 万吨。”

2005 年 12 月 18 日的《人民日报》报道，“塔里木油气产量超过 1000 万吨，已成为我国第五个千万吨级特大型油气田。”

西部地区是近期我国原油增产的主要地区，2004 年原油产量 3967 万吨，已占全国产量的 22.9%。至 2004 年底已探明可采资源 11.04 亿吨，可采探明率 23.5%，探明程度较低，待探明石油可采资源量 36 亿吨，资源潜力大。近年鄂尔多斯、塔里木、准噶尔盆地勘探不断取得突破，发现了多个规模较大的油田。我国油气勘探新区还很多，如以姜塘盆地为重点的西藏盆地，松潘地区等，预计“十一五”期间，年均新增石油可采储量 1.6 亿~1.8 亿吨是有可能的^[1]。

至 2003 年，我国累积探明石油地质储量 234.2 亿吨，累积探明可采储量 65.0 亿吨，扣除历年采出量，剩余可采储量 23.7 亿吨。西部地区 2003 年石油产量

0.37 亿吨, 占全国产量的 21.6%, 预计到 2010 年, 西部产量可升至 0.51 亿~0.55 亿吨^[2]。

西北地区, 目前已发现油气田 80 多个, 其中大型油气田 8 个, 今年来新发现的油田有准噶尔盆地的石西、石南、莫索湾、中拓、玛东、陆梁、卡因迪克、霍尔尕油田等; 塔里木的塔河、克拉 2、迪那 2、依南、大北、郝勒、乌什、哈德、塔中等油田; 吐哈盆地有吐鲁番、神泉、雁木西、莲木芯、鲁克沁、红岩-小草湖、丘东等油田; 柴达木盆地有占海、七个泉、三湖、伊克亚岛等油田; 酒泉盆地祁连山发现的有青西油田; 焉耆盆地和三塘湖盆地也有新发现^[3]。

鄂尔多斯盆地继发现安塞、西峰两大油气田之后, 又在姬塬、堡子湾-马家山和合水地区发现两个亿吨级储量的油田, 2004 年提交了 1.26 亿吨探明石油地质储量, 这表明鄂尔多斯盆地不仅天然气资源丰富, 石油资源也很丰富, 有可能成为我国西部原油接替东部的主要产油区域之一^[4]。

从以上资料可以看出, 西部地区油气资源丰富, 但勘探程度低, 资源转化率, 已发现的 80 多个油田, 仍处于油气勘探的初期或早、中期阶段, 因此勘探潜力巨大, 领域广阔, 前景可观。进入 21 世纪后, 为贯彻落实石油工业“稳定东部, 发展西部”和西部大开发的战略方针, 加大了对西部油气资源的勘探开发, 这里必将成为我国油气开发的主战场和油气产量的接续区, 油气产量将逐年增加, 加上从哈萨克斯坦和俄罗斯管输的进口原油, 将使西部逐渐成为我国原油的重要产地和集散地, 这对西部能源加工业的发展, 对西部石油化工企业的发展, 将起到越来越大的作用。

西部油区的原油已成为我国石油化工产业发展的强大支柱和动力, 西部油区地域宽广, 油品质量多样, 为使不同油区和不同性质的油品资源得到合理利用, 研究西部油区原油的加工性能有其重要的意义。对西部原油和原油馏分油性能进行评价, 获取不同地域原油的物性数据以及轻质油品的裂解性能, 了解其组成和性质, 合理地配置原油的加工工艺和流程, 对于充分利用资源, 优化石油资源的加工结构, 提高企业的竞争力是极为重要的。

第二章 原油的评价方法

原油产地不同，其性质和组成也不同，原油的评价，就是对原油的各种物化性质、元素组成、烃族组成以及微量金属含量等进行分析评定，并对由原油切割的馏分油和渣油的性质和组成进行测定，以便得到原油的加工方法和馏分油利用的适宜方案，用以指导炼油加工装置的设计和生 产方案的决定，使原油资源得到最合理的利用。

2.1 原油的分类

世界各国都按本国原油或本国加工的原油，依性质的不同，规定其分类指标，通常有下列几种。

2.1.1 按相对密度分类

原油的相对密度（指原油 20℃下的密度与 4℃下纯水密度比值）与其组成和馏分的轻重有关，故按相对密度分类最为简单实用，其指标见表 2-1。

表 2-1 相对密度分类法指标

相对密度 d_4^{20}	原油分类	相对密度 d_4^{20}	原油分类
<0.8268	轻质原油	$0.9012\sim0.9636$	重质原油
$0.8268\sim0.9012$	中质原油	>0.9636	特重质原油

按相对密度分类在一定程度上反映了原油的特性，轻质原油一般含汽、煤柴油等轻馏分油多，或烷烃含量较高；重质原油则相反，含轻馏分少，含蜡少，而非烃化合物和胶质，沥青质等含量较高。

2.1.2 按含硫量分类

含硫量高的原油，加工过程腐蚀性大，产品安全性差，质量较差，而含硫量低的原油则质量较好。世界原油的 3/4 为含硫和高硫原油，而我国原油则多为低含硫原油，其分类指标见表 2-2。

表 2-2 含硫量分类指标

含硫量(质量分数)/%	原油种类	含硫量(质量分数)/%	原油种类
<0.5	低硫原油	>2.0	高硫原油
$0.5\sim2.0$	含硫原油		

2.1.3 按含蜡量分类

蜡含量高的原油凝固点高，流动性差，其分类指标见表 2-3。

表 2-3 蜡含量分类指标

蜡含量(质量分数)/%	原油分类	蜡含量(质量分数)/%	原油分类
0.5~2.5	低蜡原油	>10	高蜡原油
2.5~10	含蜡原油		

2.1.4 按特性因数分类

特性因数 (characterization factor) 一般用 K 表示，其定义为：

$$K=1.216 \sqrt[3]{T_{重}}/d_{15.6}^{15.6}$$
 (2-1)

式中 $T_{重}$ ——立方平均沸点， K ；

$d_{15.6}^{15.6}$ ——15.6℃ (60°F) 的油品对 15.6℃ 的水的相对密度。

K 是反映原油化学组成特性的参数，烷烃的 K 值最高，环烷烃次之，芳烃最低，故 K 值越高，表示油品的石蜡性越强， K 值越低，表示其芳香性越强，其指标列于表 2-4。

表 2-4 特性因数 K 的分类指标

K 值	原油分类	K 值	原油分类
>12.1	石蜡基	<11.5	环烷基
11.5~12.1	中间基		

2.1.5 按关键馏分特性分类

该法是美国矿物局 1935 年提出的，它将原油先行蒸馏，切割出常压下 250~275℃ 的馏分称第一关键馏分，切割出残压 5.33kPa 下 275~300℃ (常压下为 395~425℃) 的馏分称为第二关键馏分，根据两个关键组分的密度指数 API 将原油分为 9 类，其分类指标见表 2-5。

表 2-5 两关键组分密度指数分类指标

序号	第一关键组分(250~275℃)		第二关键组分(395~425℃)		原油分类
	API	类别	API	类别	
1	≥40	石蜡基	≥30	石蜡基	石蜡基
2	≥40	石蜡基	20.1~29.9	中间基	石蜡-中间基
3	33.1~39.9	中间基	≥30.0	石蜡基	中间-石蜡基
4	33.1~39.9	中间基	20.1~29.9	中间基	中间基
5	33.1~39.9	中间基	≤20.0	环烷基	中间-环烷基
6	≤33.0	环烷基	20.1~29.9	中间基	环烷-中间基
7	≤33.0	环烷基	≤20.0	环烷基	环烷基
8	≥40.0	石蜡基	≤20.0	环烷基	石蜡-环烷基
9	≤33.0	环烷基	≥30.0	石蜡基	环烷-石蜡基

密度指数 API [美国石油学会 (American Petroleum Institute) 制定的指数] 可由相对密度 $d_{15.6}^{15.6}$ 算出:

$$API=141.5/d_{15.6}^{15.6}-131.5 \tag{2-2}$$

式中, $d_{15.6}^{15.6}$ 为 15.6℃ 下油品对水的相对密度, 它可由 d_4^{20} 换算得出, API 与 $d_{15.6}^{15.6}$ 和 d_4^{20} 的换算关系, 可参阅文献 [5]。

关键组分密度指数分类法兼顾了原油的轻、重两部分的组成, 较符合实际, 故被国内普遍采用, 本书也采用该分类法, 且一并将 API、 d_4^{20} 或 K 列出, 并附加上硫含量的指数, 将硫含量 $<0.5\%$ 称为低硫, $\geq 0.5\%$ 称为含硫, >2.0 称为高硫。这也是国内普遍采用的分类法。

原油的属性, 只给人一个粗略的概念, 只有经过原油的详细分析和评价才能确切地了解原油性质和适宜的加工利用方法。

2.2 原油的理化性质分析

原油先经脱水, 含水量 $<0.1\%$ 后才能进行性质分析, 分析的项目和方法见表 2-6。

表 2-6 原油及油品性质分析项目及分析方法

分析项目	分析方法	分析项目	分析方法
密度	GB/T 1884—92	浊点	GB/T 6986—86
运动黏度	GB/T 1885—91	苯胺点	GB/T 262—88
	GB/T 265—88	馏程	GB/T 6536—97
凝固点	GB/T 510—91	热值	GB/T 384—81
酸值	GB/T 258—77($<350^{\circ}\text{C}$)	铜片腐蚀	GB/T 5096—85
	GB/T 7305—87($>350^{\circ}\text{C}$)	蜡含量	氧化铝吸附法 ^[6]
闪点	GB/T 267—88 开口杯法	沥青质	氧化铝吸附法 ^[6]
	GB/T 261—83 闭口杯法	胶质	氧化铝吸附法 ^[6]
残碳	GB/T 268—87	硫含量	GB/T 17040—97
灰分	GB/T 508—85	氮含量	电量法 ^[6]
水分	GB/T 8929—88	镍含量	原子吸收光谱法 ^[5]
盐含量	GB/T 6532—91	钒含量	原子吸收光谱法 ^[5]
倾点	GB/T 3535—91	砷含量	原子吸收光谱法 ^[5]

由于密度与测定的温度有关, 国家标准规定石油及其产品以 20℃ 为标准密度, 其他温度下测得的密度为表观密度, 又由于我国习惯上用 20℃ 下的油品密度与 4℃ 的纯水密度之比值 d_4^{20} 来表示油品的相对密度, 而国际标准 (ISO) 则规定为 15.6℃ 的油品对 15.6℃ 的纯水为相对密度, 即 $d_{15.6}^{15.6}$, 故 d_4^{20} 与 $d_{15.6}^{15.6}$ 需进行换算 (换算结果见表 2-7), 其换算公式为:

$$d_4^{20}=d_{15.6}^{15.6}-\Delta d \tag{2-3}$$