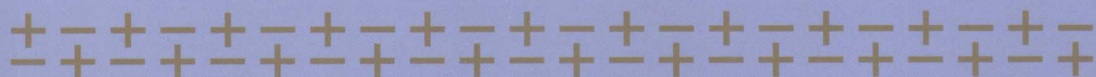




● 钱建华 编著



油品腐蚀与防护

Oil Corrosion and Protection



 辽宁科学技术出版社
LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

2604111

TE988.2

1

辽宁省优秀自然科学著作

油品腐蚀与防护

钱建华 编著



辽宁科学技术出版社

沈阳

© 2012 钱建华

图书在版编目(CIP)数据

油品腐蚀与防护 / 钱建华编著. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2012. 4

(辽宁省优秀自然科学著作)

ISBN 978-7-5381-7426-7

I. ①油… II. ①钱… III. ①石油管道—防腐 ②储油设备—防腐 IV. ①TE988

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第063965号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路29号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳新华印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 15

字 数: 340千字

印 数: 1~2000

出版时间: 2012年4月第1版

印刷时间: 2012年4月第1次印刷

责任编辑: 李伟民

特邀编辑: 王奉安

封面设计: 嵘 嵘

责任校对: 李淑敏

书 号: ISBN 978-7-5381-7426-7

定 价: 40.00元

联系电话: 024-23284360

邮购电话: 23284502

<http://www.lnkj.com.cn>

《辽宁省优秀自然科学著作》评审委员会

主 任:

康 捷 辽宁省科学技术协会党组书记、副主席

执行副主任:

黄其励 东北电网有限公司名誉总工程师

中国工程院院士

辽宁省科学技术协会副主席

副主任:

金太元 辽宁省科学技术协会副主席

宋纯智 辽宁科学技术出版社社长兼总编辑 编审

委 员:

郭永新 辽宁大学副校长

陈宝智 东北大学安全工程研究所所长

刘文民 大连船舶重工集团有限公司副总工程师

李天来 沈阳农业大学副校长

刘明国 沈阳农业大学林学院院长

邢兆凯 辽宁省林业科学研究院院长

辽宁省科学技术协会委员

吴春福 沈阳药科大学校长

辽宁省科学技术协会常委

张 兰 辽宁中医药大学附属医院副院长

王恩华 中国医科大学基础医学院副院长

李伟民 辽宁科学技术出版社总编室主任 编审

前 言

本书是在前人工作的基础上,根据当前我国经济发展形势的要求,收集整理国内外油品腐蚀科学和防护技术的最新研究成果,并结合作者多年生产实践、科研和教学工作的积累写作而成。

腐蚀与防护科学是20世纪30年代发展起来的一门综合性技术科学,目前已经成为一门独立的学科,并在不断发展。腐蚀是材料在各种环境作用下发生的破坏和变质,遍及国民经济各部门。石油产品在生产、储运过程中,由于金属腐蚀,会破坏装置、容器、管线及设备,使设置发生漏油着火事故;金属腐蚀所产生的氧化产物,会增加油品机械杂质含量并加速油品氧化,影响油品质量。因此必须重视油品的腐蚀与防护工作。搞好腐蚀与防护工作已经不是单纯的技术问题,而是关系到保护资源、节约能源、节省材料、保护环境、保证正常生产和人身安全、发展新科技等一系列重大的社会和经济问题。普及科学知识、推广近代的防护技术,减少腐蚀造成的经济损失,延长材料和设备的使用寿命,促进城乡经济的发展和企业经济效益的提高,是当前急需解决的问题。

本书介绍了国内外原油脱硫加工工艺路线,分析了高硫原油对常减压蒸馏装置、催化裂化装置、加氢处理装置的影响因素及防腐对策,论述了硫对炼油装置的腐蚀机制;分类系统地介绍和讨论了轻质石油产品——石油液化气、汽油、喷气燃料、柴油和润滑油的腐蚀影响因素,分析检测标准,轻质油品低硫化、轻质油品脱硫技术及其应用前景;介绍了油品中各类硫化物的分离技术,针对喷气燃料运输污染问题,采用储运喷气燃料油罐车特殊清洗技术以保证油品的清洁运输,同时提出检测腐蚀介质的快速测定方法;将各案例融入了作者实际工作的实践和体会中,其中每部分的提示都能使读者更

好地把握腐蚀与防护中遇到的关键环节。为了便于学习，本书在叙述各主要理化性质时，对一些基本概念和必要的基础理论给予了适当的注意，力求做到理论联系实际，深入浅出，说理清楚，通俗易懂。

本书可作为石油加工和油料应用的工程技术人员、科研设计人员、操作人员、生产人员、设备管理人员等的专业用书，也可作为腐蚀与防护专业、石油化工专业教师的教学和工作参考用书。

由于水平有限，不足之处在所难免，欢迎同行和读者批评指正。

编著者

2011年11月

目 录

第一章 原油评价及组成分析	001
第一节 概述	001
第二节 我国原油的特点	010
第三节 国内外加工原油的情况	013
第四节 炼油设备的腐蚀	029
第二章 汽油	092
第一节 汽油简介	092
第二节 汽油的腐蚀和防护	106
第三章 喷气燃料	123
第一节 喷气燃料的介绍	123
第二节 喷气燃料的腐蚀性	128
第三节 喷气燃料及储存罐的防护	132
第四章 柴油	161
第一节 柴油的品种、牌号及适用范围	161
第二节 柴油的品质	167
第三节 柴油的腐蚀及防护	189
第五章 液化石油气	209
第一节 液化石油气概述	209
第二节 液化石油气的腐蚀性	211
第三节 液化石油气及储存罐的防护	218
第六章 石油化工设备及其运输工具的清洗	222
第一节 石油的清洗技术	222
第二节 石油的油品质量管理	228
参考文献	231

第一章 原油评价及组成分析

第一节 概 述

一、原油的分类

原油的性质因产地而异。早期人们根据石油蒸馏残渣的性状，把石油分为石蜡基、沥青基（又称环烷基）、混合基（又称中间基）3类。以后，随着对石油性质及组成的进一步认识，提出了许多以性质、组成或产品质量为基础的分类法，如以特性因数（由石油的平均沸点及相对密度计算）为指标的分类。但由于石油组成复杂，同一类别的石油在性质上仍可能有很大差别。因此，迄今尚未有统一的标准分类法。在各种分类法中，美国矿务局提出的分类法比较简便，该法以美国石油学会制定的API度作为指标，按原油中特定的轻、重两个馏分进行分类。如果轻、重馏分都属石蜡基，则原油属石蜡基；如果轻馏分属石蜡基，重馏分属中间基，则原油属石蜡—中间基。以此类推，将原油分为9类。实际上，石蜡—环烷基及环烷—石蜡基两类原油极为罕见，多数原油属于其余7类。

按上法对中国原油进行分类时，考虑到硫含量在加工中的重要性，在分类中补充了硫含量的说明。原油硫含量小于0.5%（质量）的称低硫，介于0.5%~2.0%的称中硫，大于2.0%的称高硫。

（一）工业分类法

1. 相对密度分类法

在工业上通常按石油的相对密度将其分为4类（表1-1）。

表 1-1 石油密度与工业分类的关系

相对密度	<0.830	0.830 ~ 0.904	0.904 ~ 0.966	>0.966
工业分类	轻质原油	中质原油	重质原油	特重质原油

2. 硫含量分类法

按含硫量的不同，可将原油分为3类（表1-2）。

表 1-2 含硫量与工业分类的关系

含硫量/（%）	<0.5	0.5 ~ 2.0	>2.0
分类	低硫原油	中硫原油	高硫原油

3. 按含蜡量分类

一般是在石油中取出馏分，其黏度值为 53 mm²/s（50℃），然后测其凝点。当凝点低于-6℃时，称为低蜡原油；当凝点在-15~20℃时，称为含蜡原油；当凝点大于21℃时，称为多蜡原油。

4. 按含胶质分类

以重油（沸点高于300℃的馏分）中胶质含量来分。含胶质量小于2.5%称为低胶质原油；含胶质量在5%~15%，称为含胶质原油；含胶质量大于15%，称为多胶质原油。

（二）化学分类法

1. 特性因素法

原油的馏分油性质，包括汽、煤、柴油的密度、柴油的苯胺点、润滑油的黏度指数、直馏汽油的辛烷值和柴油的十六烷值等，发现可以用特性因数*K*对原油进行分类，其标准见表1-3。

表 1-3 原油的化学分类法

特性因素值	>12.15	11.5 ~ 12.15	10.5 ~ 11.5
分类及其特点	石蜡基原油	中间基原油	环烷基原油

沥青基原油也是特性因数*K*<11.5的原油，其特点是密度较大，含轻馏分少，含胶质和沥青质多，为便于统一分类，统称为环烷基原油。

2. 关键馏分分类法

（1）关键馏分

用原油简易蒸馏装置在常压下250~275℃蒸得的馏分作为第一关键馏分，残油用没有填料的蒸馏瓶在400 Pa残压下蒸馏，切取275~300℃馏分（相当于常压395~425℃）作为第二关键馏分。分别测定上述2个关键馏分的相对密度，对照表1-4中相对密度分类标准，决定2个关键馏分的属性，最后按照表1-5确定该油属于所列7种类型中哪一类。

表 1-4 关键馏分的分类指标

关键馏分	石蜡基	中间基	环烷基
第一关键馏分	$d_{420}<0.821\ 0$	$d_{420}=0.821\ 0\sim0.856\ 2$	$d_{420}>0.856\ 2$
	比重指数>40 ($K>11.9$)	比重指数=33~40 ($K=1.5\sim11.9$)	比重指数<33 ($K<11.5$)
	$d_{420}<0.872\ 3$	$d_{420}=0.872\ 3\sim0.930\ 5$	$d_{420}>0.930\ 5$
第二关键馏分	比重指数>30 ($K>12.2$)	比重指数=20~30 ($K=11.5\sim12.2$)	比重指数<20 ($K<11.5$)

关键馏分的取得也可以取实沸点蒸馏装置蒸出的250~275℃和395~425℃馏分分别作为第一关键馏分和第二关键馏分。

(2) 关键馏分的分类指标
关键馏分的分类指标详见表 1-4 和表 1-5。

表 1-5 关键馏分特性分类

序号	轻油部分的类别	重油部分的类别	原油类别
1	石蜡	石蜡	石蜡
2	石蜡	中间	石蜡—中间
3	中间	石蜡	中间—石蜡
4	中间	中间	中间
5	中间	环烷	中间—环烷
6	环烷	中间	环烷—中间
7	环烷	环烷	环烷

(三) 相关指数分类法

相关指数 CI 是美国矿务局在原油评价中应用的分类方法。我国通常用于原油评价时各窄馏分的性质评定中。方法的原理是根据各烃类化合物的相对密度与其平均沸点的倒数呈直线关系，其数学式为：

相关指数 (CI) = $473.7 d_{15.6}^{15.6} - 456.8 + 48\,640 / T_k$

式中， T_k 为平均沸点； $d_{15.6}^{15.6}$ 为相对密度。

二、原油中硫的分布

(一) 原油中含硫化合物的类型及重要的含硫化合物

原油中含硫化合物按性质划分时，可分为活性硫化物和非活性硫化物两大类。

在活性硫化物中，主要包括元素硫、硫化氢、硫醇等，它们的共同特点是对炼油设备有较强的腐蚀作用。此外，硫醇还有令人厌恶的臭味。

在非活性硫化物中，主要包括硫醚、噻吩、二硫化物，它们的共同特点是对炼油设备无明显的腐蚀作用，因此称非活性硫化物。值得注意的是这些非活性硫化物热稳定性差，容易在热加工过程中受到不同程度的破坏，并转化成其他类型的硫化物。

(二) 原油及其馏分的硫含量和硫分布

原油中的硫含量变化范围为 0.05% ~ 14%，但大部分原油的硫含量都低于 4%，硫分布在原油所有的馏分中。石脑油的硫含量最低，随着沸点的升高，石油馏分的硫含量呈

倍数递增的趋势，而随着相对分子质量的增大，石油馏分每个分子中硫原子的平均数随着沸点的升高而迅速增大。表1-6列出了11种含硫原油的总硫分布情况。

由表1-6看出，原油中的含硫化合物主要分布在重质部分，常压重油的硫占原油硫的90%左右，其中减压瓦斯油（VGO）占20%~40%，减压渣油中的硫占原油硫的50%以上。可见原油中的绝大部分含硫化合物都将进入二次加工的各工艺装置中。

关于石油馏分中含硫化合物的分布情况，Karchmer和Ali等分别对伊朗Darius原油和沙特轻质原油的馏分油含硫化合物进行了研究。表1-7列出了他们的研究结果。

表1-7的数据显示，随着石油馏分沸点的升高，馏分中硫醇和二氧化物硫的比例迅速下降，硫醚硫的比例先增后减，而噻吩类硫的比例则持续增加。从炼油角度看，非活性硫的化合物一般比活性硫的化合物更难脱除，而原油中的硫大部分都是以硫醚类和噻吩类硫的形态存在于沸点较高的石油馏分中，这是高硫原油加工过程中所面临的主要问题。

三、原油的储量、产量、分布及加工情况

（一）世界概况

原油分布从总体上看极端不平衡：从东西半球看，约3/4的石油资源集中于东半球，西半球占1/4；从南北半球看，石油资源主要集中于北半球；从纬度分布看，主要集中在20~40°N和50~70°N两个纬度带内。波斯湾及墨西哥湾两大油区和北非油田均处于20~40°N内，该带集中51.3%的世界石油储量；50~70°N纬度带内有著名的北海油田、俄罗斯伏尔加油田、西伯利亚油田和阿拉斯加湾油区。

1. 中东波斯湾沿岸

中东海湾地区地处欧、亚、非三洲的枢纽位置，原油资源非常丰富，被誉为“世界油库”。据美国《油气杂志》2006年最新的数据显示，世界原油探明储量为1 804.9亿t。其中，中东地区的原油探明储量为1 012.7亿t，约占世界总储量的2/3。在世界原油储量排名的前10位中，中东国家占了5位，依次是沙特阿拉伯、伊朗、伊拉克、科威特和阿联酋。其中，沙特阿拉伯已探明的储量为355.9亿t，居世界首位。伊朗已探明的原油储量为186.7亿t，居世界第三位。

2. 北美洲

北美洲原油储量最丰富的国家是加拿大、美国和墨西哥。加拿大原油探明储量为245.5亿t，居世界第二位。美国原油探明储量为29.8亿t，主要分布在墨西哥湾沿岸和加利福尼亚湾沿岸，以得克萨斯州和俄克拉荷马州最为著名，阿拉斯加州也是重要的石油产区。美国是世界第二大产油国，但因消耗量过大，每年仍需进口大量石油。墨西哥原油探明储量为16.9亿t，是西半球第三大传统原油战略储备国，也是世界第六大产油国。

表 1-6 典型含硫原油的硫分布

原油名称	原油 硫含量	汽油		煤油		柴油		减压馏分油		减压渣油	
		硫含量	硫分布	硫含量	硫分布	硫含量	硫分布	硫含量	硫分布	硫含量	硫分布
胜利	1.000	0.008	0.02	0.012	0.05	0.343	6.00	0.680	17.90	1.540	76.00
伊朗轻质	1.350	0.060	0.60	0.170	2.10	1.180	15.00	1.620	16.90	3.000	65.40
伊朗重质	1.780	0.090	0.70	0.320	3.10	1.440	8.80	1.870	13.50	3.510	73.90
阿曼	1.160	0.030	0.30	0.108	1.40	0.480	8.70	1.100	20.10	2.550	69.50
伊拉克轻质	1.950	0.018	0.20	0.407	4.40	1.120	7.60	2.420	38.20	4.560	49.60
北海混合	1.230	0.034	0.70	0.414	5.20	1.140	10.20	1.620	34.40	3.210	49.50
卡塔尔	1.420	0.046	0.80	0.310	3.70	1.240	10.30	2.090	33.80	3.090	51.40
沙特轻质	1.750	0.036	0.40	0.430	3.90	1.210	7.60	2.480	44.50	4.100	43.60
沙特中质	2.480	0.034	0.30	0.630	3.60	1.510	6.20	3.010	36.60	5.510	53.30
沙特重质	2.830	0.033	0.20	0.540	2.40	1.480	4.90	2.850	32.10	6.000	60.40
科威特	2.520	0.057	0.40	0.810	4.30	1.930	8.10	3.270	41.50	5.240	45.70

表 1-7 中东原油各馏分的类型硫分布

原油及其馏分/℃	馏分的硫含量	S	H ₂ S	RSH	RSSR	RSR (I)	RSR (II)	残余硫
伊朗 Darius (硫含量 2.43%)								
<38	0.010	0.00	0.00	84.00	0.00	0.00	0.00	16.00
38 ~ 110	0.041	0.98	9.76	46.34	0.00	39.02	0.00	3.90
110 ~ 150	0.114	3.52	7.04	50.15	7.04	27.36	2.20	2.81
150 ~ 200	0.178	2.13	3.37	18.87	5.00	50.56	13.87	6.18
200 ~ 250	0.365	0.00	0.00	1.26	0.63	51.51	14.24	32.35
250 ~ 300	1.180	0.00	0.06	0.40	0.34	25.33	5.43	68.44
300 ~ 350	1.760	0.00	0.04	0.06	0.07	19.31	7.24	73.27
沙特轻质 (硫含量 1.75%)								
20 ~ 100	0.031	1.61	1.16	52.36	20.00	9.64	12.26	2.59
100 ~ 150	0.035	5.71	3.14	29.17	16.29	16.52	14.28	14.35
150 ~ 200	0.095	2.10	0.05	11.16	5.05	14.55	18.95	48.14
200 ~ 250	0.250	0.00	0.00	1.91	0.64	18.09	22.71	56.75
250 ~ 300	0.720	0.00	0.00	0.50	0.08	15.70	13.60	70.06
300 ~ 350	0.960	0.00	0.00	0.41	0.00	14.08	10.52	—

注：S—元素硫；H₂S—硫化氢；RSH—硫醇；RSSR—二硫化物；RSR (I)—烷基或环烷基硫醚；RSR (II)—噻吩及其他硫醚类；残余硫—主要指噻吩类。

3. 欧洲及欧亚大陆

欧洲及欧亚大陆原油探明储量为157.1亿t, 约占世界总储量的8%。其中, 俄罗斯原油探明储量为82.2亿t, 居世界第八位, 但俄罗斯是世界第一大产油国, 2006年的石油产量为4.7亿t。中亚的哈萨克斯坦也是该地区原油储量较为丰富的国家, 已探明的储量为41.1亿t。挪威、英国、丹麦是西欧已探明原油储量最丰富的3个国家, 分别为10.7亿t, 5.3亿t和1.7亿t, 其中挪威是世界第十大产油国。

4. 非洲

非洲是近几年原油储量和石油产量增长最快的地区, 被誉为“第2个海湾地区”。2006年, 非洲探明的原油总储量为156.2亿t, 主要分布于西非几内亚湾地区和北非地区。专家预测, 到2010年, 非洲国家石油产量在世界石油总产量中的比例有望上升到20%。

利比亚、尼日利亚、阿尔及利亚、安哥拉和苏丹排名非洲原油储量前5位。尼日利亚是非洲地区第一大产油国。目前, 尼日利亚、利比亚、阿尔及利亚、安哥拉和埃及等5个国家的石油产量占非洲总产量的85%。

5. 中南美洲

中南美洲是世界重要的石油生产和出口地区之一, 也是世界原油储量和石油产量增长较快的地区之一, 委内瑞拉、巴西和厄瓜多尔是该地区原油储量最丰富的国家。2006年, 委内瑞拉原油探明储量为109.6亿t, 居世界第7位。2006年, 巴西原油探明储量为16.1亿t, 仅次于委内瑞拉。巴西东南部海域坎波斯和桑托斯盆地的原油资源, 是巴西原油储量最主要的构成部分。厄瓜多尔位于南美洲大陆西北部, 是中南美洲第三大产油国, 境内石油资源丰富, 主要集中在东部亚马孙盆地, 另外, 在瓜亚斯省西部半岛地区和瓜亚基尔湾也有少量油田分布。

6. 亚太地区

亚太地区原油探明储量约为45.7亿t, 也是目前世界石油产量增长较快的地区之一。中国、印度、印度尼西亚和马来西亚是该地区原油探明储量最丰富的国家, 分别为21.9亿t, 7.7亿t, 5.8亿t和4.1亿t。中国和印度虽原油储量丰富, 但是每年仍需大量进口。

由于地理位置优越和经济的飞速发展, 东南亚国家已经成为世界新兴的石油生产国。印尼和马来西亚是该地区最重要的产油国, 越南也于2006年取代文莱成为东南亚第三大石油生产国和出口国。印尼的苏门答腊岛、加里曼丹岛, 马来西亚近海的马来盆地、沙撈越盆地和沙巴盆地是主要的原油分布区。

(二) 中国概况

1. 大庆油区原油

大庆油区位于我国松辽盆地, 是目前我国最大的产油区。大庆油区自开采以来, 原油性质稳定, 各油田原油性质基本接近, 但南部油田原油比北部油田原油的密度小, 轻馏分含量较多。

大庆原油的主要特点是含蜡多(26.3%)、凝点高(33℃)、残炭、硫及金属含量都较低,不含沥青质(正庚烷法),属于低硫石蜡基原油。

2. 胜利油区原油

胜利油区位于山东省渤海之滨的黄海三角洲地带,为我国第二大油区。该区地质构造较复杂。全油区包括胜坨、孤岛、孤东、东辛等几十个油田。各油田原油性质差别很大。大部分原油属于含硫原油,硫含量在0.5%以上。尤以孤岛原油硫含量最高。就原油类别而言,产量最大的胜坨、孤岛原油分别属于中间基及环烷—中间基,但有些油田的原油则属石蜡基或环烷基。胜利原油的密度较大,硫含量、胶质含量和残炭较高,镍含量为26.38 μg/g,钒含量为1.61 μg/g。胜利原油轻馏分含量较少,属于含硫中间基原油。

3. 辽河油区原油

辽河油区地处辽河盆地,地跨沈阳、鞍山、辽阳、营口、锦州等城市。现已开发的油田有10个以上,其中以欢喜岭、曙光、兴隆台、大民屯、高升油田的产量较大。

辽河油区各油田的原油性质相差甚大,各油田原油的硫含量均小于0.5%。但就原油类别而言,既有属于石蜡基的原油,又有属于环烷基的原油,还有中间—石蜡基及环烷—中间基等其他类别的原油。其中坨—鞍管输原油及沈阳原油是两种非常特殊的原油,前者为重质原油,残炭及酸值都较高,镍含量达28.63 μg/g;后者为石蜡基原油,蜡含量高达40%以上。欢喜岭、曙光原油主要管输至锦州及葫芦岛的炼厂加工,辽河原油密度较大,硫含量较低,蜡含量占原油8.3%,比大庆、胜利原油少。原油的残炭为9.35%,比大庆、胜利都高,镍含量较高。原油的类别属于低硫环烷—中间基。欢喜岭、曙光油田都生产一部分重质原油,其中有的是低凝原油。随着重质原油的不断开发及其所占比例增大,混合原油逐年变重。如原油密度(20℃)从1980年的0.882 g/cm³、1986年的0.904 g/cm³,增大到1995年的0.944 g/cm³。与此同时,原油的酸值增大,轻馏分含量减少。

4. 华北油区原油

华北油区地处冀中平原,以任丘油田为代表,是我国发现的第一个碳酸盐岩古潜山油藏。华北原油的凝点高(38℃),蜡含量高,属低硫石蜡基原油。但原油的残炭为6.43%,胶质含量为17.88%,均比大庆原油高,接近于胜利原油。

5. 中原油区原油

中原油区位于河南、山东省交界处,横跨黄河两岸。黄河以北主要有文明寨、卫城、濮城、文留、胡状集等5个油田,共有5个采油厂。其中采油一厂主要是文留(文中)原油,采油二厂主要是濮城原油,采油三厂主要是文明寨原油,采油四厂主要是文留(文南)原油,采油五厂主要是胡状集原油。黄河以南主要有马厂和桥头等油田,其原油采出后汇集于采油四厂。6种原油中以采油四厂原油为最轻,硫含量、残炭也最少,但蜡含量最高;采油三厂原油较重,硫含量和残炭最高,蜡含量最低。中原外输原油的密度、黏度、胶质含量、残炭都较低。硫含量为0.57%,属含硫石蜡基原油。原

油含轻馏分较多，这在我国原油中并不多见。

6. 新疆油区原油

新疆油区位于中国西北部，目前已开发的主要油区在北疆的准噶尔盆地和南疆的塔里木盆地。此外，吐哈盆地也已获得工业油流。新疆原油随油田分布地区不同而性质各异。在克拉玛依油田内部，各区块原油的性质也有差别。按地质情况及原油性质，克拉玛依油田分为9个生产区，其中1~4区生产一部分低凝原油，9区生产重质原油。为了充分利用我国比较缺乏的低凝原油资源，将低凝原油按原油及馏分的凝点分为3类，分输分炼。低凝原油仅占克拉玛依原油的一小部分，除低凝原油及重质原油以外的其他混合原油称为“0号原油”。

新疆各类原油除9区原油外，大部分原油的密度（20℃）都小于 0.9 g/cm^3 。其中以牙哈和焉耆原油的密度最小，含轻馏分最多，残炭在0.2%以下。原油的硫含量都很低。9区原油为密度较大的重质原油，其产量较少。解放渠东及9区重质原油不但凝点低，而且酸值高，这是由于含有较多的环烷酸。就原油类别而言，大部分原油属于低硫石蜡基或含硫石蜡—中间基，而9区原油则属于低硫环烷—中间基。和我国其他主要含蜡原油相比，北疆管输原油以及塔中原油有其特点，即蜡含量和凝点较低，轻馏分比大庆原油多。

7. 其他油区（田）原油

除上述主要油区外，我国还有十几个中小型油区（田），分布在全国各地。如我国历史上开发最早的延长、玉门油田，以及20世纪60年代以后开发的大港、吉林、南阳、长庆、江汉、江苏、青海等油区及油田。长庆及延长原油较轻，密度较小，江汉原油硫含量较高，接近1%，其他原油的硫含量都很少。和我国主要原油相似，大部分也都是属于蜡含量高，凝点高，硫含量低的原油。

8. 近海大陆架原油

近十几年来，我国沿海大陆架地区进行了油、气勘探工作，获得大量有关油、气资料的资料。在南海、东海、渤海湾等地区，都发现了油气显示或工业性油流。根据一些海上原油的性质分析，尽管所有原油硫含量都低，但各地区原油的属性差别较大。

四、含硫物质对石油及其产物物理性质的影响

（一）含硫物质对石油外观性质的影响

许多资料表明，原油的颜色越深、相对密度越大、黏度越高，其非烃组分的含量也就越大。许多原油都有浓烈的刺鼻气味，显然是含有低分子硫化化合物的缘故。

原油的硫含量与原油的密度、类型有密切关系。轻质石蜡基原油的硫含量一般较低，而重质环烷基原油的硫含量则较高。如北美的石蜡基原油硫含量低、密度也小；其环烷基原油硫含量相当高，密度也大。

（二）含硫物质对石油产品物理性质的影响

含硫物质对石油产品的物理性质有较大的影响，如导致产品质量下降，影响使用性能，并造成机械损耗增大。

1. 油品具有恶臭味

如汽油中含有较多的硫醇时，不仅使油品具有恶臭味、降低尾气催化转换器反应活性而且影响车载诊断系统的准确性而使排放增加。

2. 增加酸值，加剧腐蚀

石油产品中的含硫物质还会影响到油品的酸值，对机械零件产生腐蚀作用，缩短机器的使用寿命。

3. 增加环境污染，影响净化效果

石油产品作为燃料燃烧时，其含硫化合物会转化为 SO_x 的形式排入大气，产生的部分 SO_x 还会以颗粒物的形式排出，造成自然环境的严重污染。目前对汽油车、轻重负荷柴油车的尾气排放物，尽管没有设 SO_x 的限定值，但对颗粒物却有限定。此外，硫含量高还会使汽车尾气转化器的催化剂转化率及使用寿命下降，使颗粒物排放量增加。

许多国家对石油产品和石油化工原料中的硫含量都有严格的要求，尤其对军用油品的要求更为严格。因此，许多炼油厂不得不极力采取各种精制手段，以除去油品中过多的硫化物和降低其含量，才能适应各方面的严格要求。有人说含硫物质左右着石油加工过程的产品质量和成本，看来这种说法并不过分。

第二节 我国原油的特点

中国主要原油的特点是含蜡多，凝点高，硫含量低，钒含量极少，镍、氮含量属于中等。仅新疆油田及东部油田的个别地区生产一部分低凝原油。据评价，中国大庆、胜利、任丘的原油中汽油馏分较少，而渣油约占1/3以上。含蜡原油适宜生产高质量的灯用煤油、柴油；重质馏分油是良好的催化裂化原料。从大庆原油中，可生产高黏度指数的润滑油基础油，但含蜡原油在生产低凝产品、优质道路沥青方面比较困难。

一、我国原油的密度及直馏馏分的分布

原油的密度常用来表示石油的类别属于重质或轻质原油。但烃类的密度是不同的。密度相同的原油，若组成不同，则各直馏馏分的百分含量或实沸点曲线可能差别很大。因此原油中各馏分的分布是其重要性质。我国原油密度大部分在0.86以上，是属于偏重原油。

我国原油多为石蜡基原油，含烷烃多，芳烃少，即使与国外密度接近的原油相比，