

炼油工程师

侯芙生 主编



手册

石油工业出版社

炼油工程师手册

侯芙生 主编

石油工业出版社

(京)新登字 082 号

内 容 提 要

本书积建国以来四十余年实践经验,搜集了有关炼油工业大量的生产建设各类操作参数和数据、计算公式和技术标准规范,为炼油行业基本建设、生产管理、设备制造及选型、油品储运销售等方面的广大技术及管理人员,以及大中专院校师生提供了较完整和先进的资料,是在国内首次出版发行的此类工具书籍。

图书在版编目(CIP)数据

炼油工程师手册/侯美生主编. -北京:石油工业出版社, 1994. 10

ISBN 7-5021-1322-5

I. 炼…

I. 侯…

Ⅱ. 石油炼制-工程技术人员-技术手册

IV. TE62-62

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 号楼)

北京市密云县青红激光照排厂排版

人民教育出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开 96.25 印张 2300 千字 印 1-3000

1995 年 4 月北京第 1 版 1995 年北京第 1 次印刷

精装定价: 138.00 元

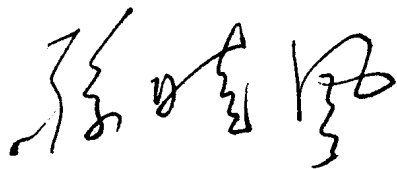
序

《炼油工程师手册》一书的出版，是一件值得我们共同庆贺的好事。

炼油和石化工业是我国国民经济的支柱产业；炼油工业的产品是满足国民经济各行业、国防现代化建设和人民生活需要必不可少的基本能源之一。由于我国原油性质和油品的消费结构与其他国家不尽相同，因此我国炼油技术的发展重点和生产技术具有自己的特色。建国以来，中国炼油工业和其他工业一样，得到了迅速的发展。40多年来，在各级领导亲切关怀和支持下，依靠广大职工自力更生，艰苦奋斗，炼油工业有了巨大发展和进步，逐步缩小了与国际先进水平的差距，建成了配套的炼油工业体系，为社会主义现代化建设和国民经济发展做出了贡献。

最近几年，在致力于中国炼油工业工作几十年的老一代炼油工作者的积极努力下，陆续出版了几本大型综合性的炼油著作，一本是《中国炼油工业》，比较系统地总结了我国炼油工业发展历程和基本经验；一本是《中国炼油技术》，着重综合介绍我国的炼油工艺技术；此次出版的《炼油工程师手册》是一部供炼油工作者广泛使用和必备的大型工具书，以几十年来从事炼油工业实践经验为基础，比较全面地汇集整理了炼油工业各专业的基本技术参数和经验数据。有了这几部大型书籍的出版，对于了解我国炼油工业的实际和掌握、运用炼油工业的技术经验，就比较完善和配套了。

在我国改革开放深入发展和市场经济为主的新形势下，炼油工业正在进入一个新的发展时期，衷心希望《炼油工程师手册》一书能为不断提高炼油工业技术水平，增强炼油工作者的技术素质，加快炼油工业建设步伐，更好地适应我国国民经济发展需要，起到积极有益的作用，这也是本书出版的基本宗旨。让我们携手共勉，为中国炼油工业的兴旺发达努力奋斗。



一九九四年十二月十日

出版前言

新中国的炼油工业已经迈过了四十多个年头，从建国初期原油加工能力 17 万吨，到今天的 1.7 亿吨，发生了翻天覆地的变化，一批批当年建功立业的开拓者和建设者们已然陆续双鬓变白，许多人已从领导或工作岗位上退了下来，然而他们依然情系祖国的炼油工业，终于，他们又为炼油工业留下了一笔新的、宝贵的财富——《炼油工程师手册》。

回想起来，这本书的出版酝酿由来已久，我们作为编辑出版工作者，已与这些老领导、老专家，以及协助他们工作的年轻的技术人员共同走过了几个春秋。他们中许多人几年如一日，兢兢业业埋头耕耘，在查阅了大量资料的基础上，结合自己数十年的工作经验，用心血铸成了这本工具书。

曾主管炼油工作的老部长孙晓风同志，老司长任向文同志对本书给予了极大的关心。中国石油化工总公司科技委副主任、原总工程师侯芙生同志亲任本书主编，并认真审查了书稿，还有其他许多老领导、老专家也都一丝不苟地投入了编写和审查工作。

为方便读者使用，我们在主要采用国际单位的同时，也采用了实际工作中常用的其他单位。此外，一些名称如“热导率”和“导热系数”等，目前似乎尚未统一，我们则一并写出。

我们真诚希望，《炼油工程师手册》能够成为炼油工程技术人员和管理人员工作中的得力助手，并为炼油工业的发展做出贡献。由于时间紧迫，字数和图幅量大，本书存有错误和问题在所难免，敬请读者批评指正，以便我们再版时更正。

石油工业出版社

一九九五年元月

《炼油工程师手册》编辑委员会

特邀顾问 孙晓风 任向文

主 编 侯芙生

编委 (按姓氏笔画排列)

王贤清 王树人

刘以宏 邵祖光

陈振树 陈序秋

阎 兴 谢济谋

责任编辑 黎镇丰 武红妹

王可驹

孙玉宝 刘积文

李维英 李树钧 李昌穀

张孝诒 杨 震 高汉文

黎国磊 黎 明

目 录

第 1 章 原油性质	(1)
1.1 原油的一般性质	(1)
1.2 原油分类标准	(5)
1.3 主要原油实沸点蒸馏每 10℃ 馏分的累计收率	(8)
1.4 主要原油实沸点蒸馏窄馏分的性质	(12)
1.5 主要原油直馏产品及二次加工原料油的性质	(21)
1.6 主要原油的润滑油及石蜡潜含量和性质	(33)
1.7 主要原油馏分油的烃族组成及结构族组成	(36)
1.8 主要原油中间馏分中单体正烷烃含量	(40)
1.9 我国原油的加工	(43)
第 2 章 纯烃及常用物质的主要物化性质	(46)
2.1 纯烃的主要物化性质	(46)
2.2 常用物质的主要物化性质	(51)
2.3 相对密度及平均分子量、特性因数、BMCI、粘度、 临界条件	(58)
2.4 石油馏分的平均沸点和蒸馏曲线换算	(64)
2.5 焓图	(76)
2.6 比热、粘度、热导率和 p_r 数	(90)
2.7 烃类气液平衡	(105)
2.8 蒸气压	(108)
2.9 十六烷值、残炭、比色号、倾点和表面张力	(110)
2.10 由分子结构式推算化合物的物性	(112)
2.11 由纯组分性质估算混合物的物性	(121)
第 3 章 炼油装置	(132)
3.1 原油电脱盐和蒸馏	(132)
3.2 催化裂化	(151)
3.3 催化重整	(179)
3.4 加氢裂化	(195)
3.5 加氢精制	(207)
3.6 烃类水蒸气转化制氢	(228)
3.7 延迟焦化	(232)
3.8 减粘裂化	(237)
3.9 电化学精制	(239)
3.10 催化脱硫醇	(241)
3.11 烷基化	(243)
3.12 催化叠合	(248)
3.13 甲基叔丁基醚	(254)

3.14	气体分馏	(260)
3.15	气体及液化石油气脱硫	(262)
3.16	氧化沥青	(265)
3.17	硫回收	(267)
3.18	临氢和非临氢降凝	(271)
3.19	分子筛脱蜡	(274)
3.20	酮苯脱蜡脱油	(277)
3.21	溶剂脱沥青	(281)
3.22	润滑油溶剂精制	(293)
3.23	润滑油白土精制	(297)
3.24	压榨脱蜡	(300)
3.25	粗蜡发汗	(302)
3.26	石蜡白土精制	(303)
3.27	石蜡成型	(304)
3.28	优化组合工艺	(305)
第4章	炼油设备	(309)
4.1	反应器	(309)
4.2	塔器	(383)
4.3	热交换器	(411)
4.4	空气冷却器	(456)
4.5	管式炉	(504)
4.6	工业泵	(548)
4.7	压缩机	(572)
4.8	电动机	(611)
4.9	汽轮机	(628)
4.10	脱蜡转鼓真空过滤机	(642)
4.11	套管结晶器	(649)
4.12	钢制压力容器设计计算	(657)
4.13	专用阀门	(704)
4.14	催化裂化能量回收	(741)
4.15	压力容器用钢材	(767)
第5章	仪表与自动化	(801)
5.1	仪表及控制设备的选用	(801)
5.2	调节阀与节流装置计算	(806)
5.3	炼油装置的自动控制	(811)
5.4	炼油装置的先进控制	(824)
5.5	油品储运系统自动化	(826)
5.6	计算机控制与管理系统	(828)
第6章	总图运输	(833)
6.1	厂址类型	(833)

6.2	厂址场地要求·····	(833)
6.3	炼油厂总体布置·····	(837)
6.4	厂区总平面布置·····	(839)
6.5	厂区竖向设计·····	(844)
6.6	铁路运输·····	(845)
6.7	道路·····	(848)
6.8	汽车运输设施·····	(851)
6.9	全厂性仓库·····	(853)
第7章	油品储运·····	(855)
7.1	油品储存·····	(855)
7.2	油品运输·····	(871)
7.3	石油气储运·····	(883)
7.4	厂用燃料油、燃料气管网及火炬·····	(891)
7.5	油品调合·····	(900)
7.6	化学药剂设施·····	(924)
第8章	公用工程·····	(933)
8.1	供排水、消防·····	(933)
8.2	电气·····	(940)
8.3	热工·····	(978)
8.4	空气分离制氮·····	(991)
8.5	压缩空气·····	(1003)
第9章	管道、管道配件与配管设计·····	(1023)
9.1	管道·····	(1023)
9.2	管法兰、管件和阀门·····	(1043)
9.3	配管设计·····	(1058)
9.4	管道的隔热与伴热·····	(1078)
第10章	节能·····	(1101)
10.1	能源消耗的计算·····	(1101)
10.2	过程能量和焓的计算·····	(1110)
10.3	能量平衡·····	(1118)
10.4	焓平衡·····	(1121)
10.5	应用基准能耗评价装置的用能水平·····	(1123)
10.6	节能的途径和措施·····	(1131)
10.7	常用节能标准和管理文件目录·····	(1136)
第11章	环境保护·····	(1139)
11.1	炼油厂的环境质量标准·····	(1139)
11.2	加工装置污染源及其控制·····	(1165)
11.3	炼厂污染物治理·····	(1175)
11.4	绿化·····	(1182)
第12章	安全及工业卫生·····	(1194)

12.1	概述	(1194)
12.2	防火和防爆炸	(1194)
12.3	防静电	(1213)
12.4	防雷	(1216)
12.5	工业卫生	(1219)
12.6	典型事故表	(1227)
第 13 章	项目工程建设	(1234)
13.1	工程建设综合指标	(1234)
13.2	建设程序要点	(1238)
13.3	炼油厂装置构筑物、建筑物	(1239)
13.4	石油储罐	(1267)
13.5	设备安装	(1281)
13.6	管道安装	(1292)
13.7	焊接部分	(1297)
13.8	炼油厂设备的衬里	(1337)
13.9	炼油设备吊装	(1341)
第 14 章	石化项目技术经济	(1363)
14.1	石化项目可行性研究报告编制要点	(1363)
14.2	项目总投资和总造价	(1368)
14.3	借款利息及偿还借款计算	(1375)
14.4	建设投资的资金来源	(1377)
14.5	生产成本和费用	(1380)
14.6	经济评价指标	(1384)
14.7	国民经济评价	(1389)
14.8	不确定性分析	(1393)
14.9	项目(方案)比较方法	(1395)
14.10	改扩建与技术改造项目评价	(1396)
14.11	引进项目投资估算	(1397)
14.12	中外合资经营项目经济评价	(1402)
14.13	一般石化项目有关基金、税务要点	(1406)
第 15 章	附录	(1409)
15.1	添加剂及催化剂	(1409)
15.2	石油产品标准及物化性质	(1426)
15.3	国外主要炼油化工文件简介	(1449)
15.4	蒸汽和空气性质	(1465)
15.5	常用计算及单位换算	(1490)
15.6	其他	(1513)

第1章 原油性质

我国原油按其来源分陆上原油、海上原油及进口原油。

陆上原油有大庆、胜利、辽河、新疆、中原、华北以及吉林、大港、南阳、长庆、青海、江苏、江汉、玉门、延长、四川、冀东、二连等原油。南疆塔里木盆地北部（塔北），吐鲁番—哈密（吐哈）盆地的鄯善等油田也正在勘探开发中。

海上原油有南海北部湾的涠10-3、涠11-4，珠江口的惠州、陆丰以及渤海湾的埕北、渤中、绥中等原油。

在60年代初期，我国生产的原油以大庆原油为主。大庆油田地质条件好，生产的原油性质稳定。其后随着胜利、大港、新疆、辽河、江汉等油田相继开发，这些油田地质构造复杂，不同油田，甚至同一油田不同层位生产的原油，性质差别也较大，使我国原油的品种开始多样化。近年来，我国已进口多种原油，原油品种更为复杂。

本章汇编了截至1991年为止的原油评价资料。虽然对所选资料力求有代表性，但由于有些油田尤其是新油田变化较大，所以在使用本章资料时，要注意原油变化情况，不断进行更新和补充。

本章也收集了一些主要进口原油的性质。

1.1 原油的一般性质

1.1.1 我国陆上原油的一般性质

表1.1-1列出了陆上原油包括几种管输原油的性质，对几个重要原油，还列出不同时期油样的性质，以资比较。

表1.1-1表明，大庆混合原油性质稳定，不同时期的油样性质基本相同，主要特点是含蜡多，凝点高，硫及金属含量低，属低硫-石蜡基原油。

胜利油田范围很大，地质条件复杂，由几十个中小油田组成。这些中小油田原油的性质有较大差别。表1.1-1中有1975年取自油田的混合油样及1990年齐鲁炼厂进厂原油的分析结果。鲁宁管输原油是以胜利原油为主的胜利、中原混合原油，由管道从山东输往南京附近，再由油轮运至沿江炼厂加工。胜利东黄原油是由输油管线从胜利东营输至山东黄岛，再由海轮南下，供广东、茂名等炼厂加工的原油。胜利临商原油是从油田输往济南炼厂的原油。这几种混合原油来源于不同油田，它们的密度（20℃）都在 $0.9\sim 0.91\text{g/cm}^3$ 之间，硫含量一般在 $0.7\%\sim 1.0\%$ 之间，蜡含量比大庆油少，胶质多。属含硫-中间基原油。胜利孤岛油田原油的密度及硫含量较大，为重质含硫原油。胜利单家寺原油的密度很高，为重质含硫-环烷基原油。

辽河油田也由多个中小油田组成，不同油田或地层生产的原油差别甚大。部分油田及地层生产重质原油或低凝原油。随着重质原油的开发比例增大，混合原油的密度逐步变重。表1.1-1所列混合原油是锦州炼厂进厂原油。原油的特点是密度大，酸值较大，硫含量不高，蜡含量比大庆、胜利油少，残炭比大庆、胜利油高，为低硫-中间基原油。辽河高升油田及沈北

表 1.1-1 我国陆上原油的一般性质

原油名称	大庆混合	大庆混合	胜利混合 ^①	胜利混合 ^②	鲁宁管输	胜利东黄 ^③	胜利临商 ^④	胜利孤岛	胜利单家寺	辽河混合	辽河高升	辽河沈阳
取样年份	1979	1988	1975	1990	1990	1988	1990	1990	1988	1990	1980	1990
密度(20℃), g/cm ³	0.8554	0.8591	0.9005	0.8941	0.9048	0.9065	0.9087	0.9281	0.9719	0.9290	0.9472	0.8369
API度	33.1	32.3	24.9	26.0	24.2	23.9	23.6	24.5	13.6	20.2	17.3	36.7
运动粘度(50℃), mm ² /s	20.19	22.64	83.36	92.16	61.1	71.52	70.34	224.5	6656	142.2	2101	—
凝点, ℃	30	30	28	27	25	14	24	1	14	10	16	46
蜡含量, m%	26.2	—	14.6	14.3	15	13.4	12.7	6.9	10.5	7.0	5.8	33.3
沥青质, m%	0	0	<1	—	0	0	—	1.6	3.6	0.65	0	0.10
胶质, m%	8.9	—	19	17.0	16	18.8	18	24.5	25.1	17.0	32.3	7.5
残炭, m%	2.9	3.1	6.4	5.8	5.6	5.8	5.8	7.2	10.5	8.2	10.7	2.4
酸值, mgKOH/g	—	0.05	—	0.55	1.3	1.2	0.5	1.03	7.4	1.81	1.2	0.19
硫, m%	85.87	—	86.26	—	—	—	—	85.38	—	—	—	—
氮, m%	13.73	—	12.20	—	—	—	—	11.87	—	—	—	—
硫, m%	0.10	0.08	0.80	0.73	0.79	0.81	0.41	1.61	0.56	0.37	0.56	0.08
氮, m%	0.16	0.17	0.41	0.31	0.32	0.43	0.35	0.39	0.55	0.46	1.06	—
镍, ppm	3.1	4.3	26	20	23	21.5	11.6	21	42	38	122.5	2.3
钒, ppm	0.04	<0.01	1.0	2.0	1.43	1.4	1.2	—	3.4	0.84	3.1	<0.01
200℃, V%	12.5	11.0	7.5	7.5	7.0	8.1 ^⑤	10	3.0	1.2 ^⑥	3.5	6.0	11
300℃, V%	24	25.0	18.0	22.5	20.5	19.3 ^⑦	21.5	14.5	7.3 ^⑧	14.5	15.0	26
原油类别	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	含硫-中间基	含硫-中间基	含硫-中间基	含硫-中间基	低硫-中间基	含硫-环烷-中间基	含硫-环烷基	低硫-环烷-中间基	低硫-环烷-中间基	低硫-石蜡基

原油性质

馏程

续表

原油名称	中原混合	中原混合	华北混合	华北混合	华北混合	吉林混合	新疆混合	新疆克拉玛依	新疆东疆	新疆塔北	新疆九区	新疆鄯善	大港混合
取样年份	1983	1990	1977	1990	1987	1990	1982	1988	1991	1984	1991	1989	
密度(20℃), g/cm ³	0.8466	0.8567	0.8821	0.8585	0.8572	0.8839	0.8538	0.8813	0.8651	0.9273	0.8109	0.8942	
API度	34.8	32.9	28.2	32.56	33.1	28.0	33.4	28.3	31.3	20.5	42	26.0	
运动粘度(50℃), mm ² /s	10.32	16.61	43.38	18.98	18.33	57.13	18.8	46.5	10.87	381.3	3.12	40.7	
凝点, ℃	33	33	34	34	18	-2	12	14	-10	-18	17	32	
蜡含量, m%	19.7	17.4	22.8	—	24.8	—	7.2	16	11.5	7.4	8.7	16.7	
沥青质, m%	0	0.16	0	—	0	0.05	—	0	0.98	0	0	0.18	
胶质, m%	9.5	9.8	22	—	8.7	10.1	10.6	17.2	8.6	13.7	3.01	10.43	
残炭, m%	3.8	5.3	6.0	4.8	3.0	3.5	2.6	4.1	4.2	5.4	1.01	5.3	
酸值, mgKOH/g	—	0.41	—	0.35	0.022	2.29	—	0.02	0.79	4.9	0.059	—	
硫, m%	—	—	—	—	—	—	86.13	—	—	—	—	—	
氮, m%	—	—	—	—	—	—	13.30	—	—	—	—	—	
硫, m%	0.52	0.57	0.29	0.23	0.09	0.12	0.05	0.10	0.75	0.15	0.028	0.12	
氮, m%	0.17	0.16	0.28	—	0.14	—	0.13	0.32	0.11	0.35	0.0121	0.23	
镍, ppm	3.3	3.8	18	11.5	2.5	9.6	5.6	13.7	6.0	15	1.0	15.7	
钒, ppm	2.4	2.3	0.32	<1	0.03	0.7	0.07	0.24	64.0	0.7	<0.1	0	
200℃, V%	19.4 ^⑥	15.4	7.3 ^③	14	11.7 ^⑤	7.5	16.0	8.8 ^⑥	18.5	2.6 ^⑥	27.6 ^⑥	9	
300℃, V%	35.3 ^③	34.0	18.2 ^③	32	24.2 ^⑤	22.5	34.5	20.5 ^⑤	40.0	13.2 ^⑤	47.9 ^⑤	21	
原油类别	含硫-石蜡基	含硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-中间基	低硫-中间基	低硫-石蜡基	含硫-石蜡-中间基	低硫-环烷-中间基	低硫-中间-石蜡基	低硫-中间基	

原油性质

馏程

续表

原油名称	大港羊三木	南阳混合	长庆混合	青海尕斯库勒	江苏混合	江汉混合	玉门老君庙	延长	川中混合	广西百色	冀东	二连
取样年份	1979	1988	1978	1981	1982	1980	1980	1981	1985	1987	1989	1990
密度(20℃), g/cm ³	0.9492	0.8674	0.8456	0.8388	0.8450	0.8640	0.8568	0.8321	0.8413	0.8649	0.8552	0.8811
API度	17.0	30.8	35.0	36.3	35.1	31.5	32.8	37.7	35.8	31.3	33.2	28.4
运动粘度(50℃), mm ² /s	637.9	17.6	6.7	10.9	7.43(80℃)	25.51	15.63	4.97	13.4	15.4	8.46	51.7
凝点, °C	-2	36	17	35	40	31	8	-3	30	33	26	26
蜡含量, m%	5.6	23.4	10.2	25.3	37	15	16.1	13.6	17.1	22.4	15.7	16
沥青质, m%	0	0	—	—	—	—	0	—	—	0	0	0
胶质, m%	22.2	13	5.7	7.4	11.1	—	13.9	4.0	3.7	13.3	8.2	21
残炭, m%	6.7	3.4	2.3	2.6	3.8	4.3	4.9	1.2	1.1	3.5	3.8	5.3
酸值, mgKOH/g	—	0.73	—	—	—	—	0.11	—	0.02	—	—	0.15
硫, m%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
氮, m%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
氯, ppm	0.33	0.1	0.08	0.27	0.18	1.27	0.11	0.09	0.03	0.17	0.11	0.14
钒, ppm	0.31	0.35	0.1	0.17	—	0.27	0.32	—	—	0.26	0.14	0.33
镍, ppm	25	10	1.8	6.6	10.9	12	—	0.3	—	51	2.0	15.3
钨, ppm	0.9	0.5	0.4	0.16	0.12	0.4	—	0.2	—	0.4	<0.1	0.36
200℃, V%	0.8 ^⑤	8	19.4 ^⑤	14.7 ^⑤	9.0	16	19.0	21.3 ^⑤	13.4 ^⑤	11.2 ^⑤	16.2 ^⑤	6.3
300℃, V%	9.0 ^⑤	20	36.8 ^⑤	30.4 ^⑤	24.4	32	35.5	40.6 ^⑤	27.3 ^⑤	22.9 ^⑤	37.4 ^⑤	20.6
原油类别	低硫-环烷基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	含硫-石蜡基	低硫-石蜡基-中间基	含硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基

①1975年取自油田;

②1990年齐鲁炼油厂原料油;

③东营至黄岛管输原油;

④济南炼油厂原料油;

⑤实沸点蒸馏收率, m%。

油田所产原油是性质非常特殊的原油，前者为重质原油，镍含量极高。后者的蜡含量和凝点非常高，在国内比较罕见。

新疆原油随油田分布地区不同而性质各异。早期开发的克拉玛依地区原油含蜡、含硫少，凝点低，轻馏分较多，为我国少有的低凝原油。其中部分油区原油可以生产其他原油难以生产的低凝产品。但克拉玛依九区生产少量重质原油。近期开发的东疆原油为石蜡基原油，密度比克拉玛依原油大，含轻馏分少。正在勘探及开发的塔里木盆地北部（塔北轮南）及吐鲁番-哈密盆地（吐哈）东部的鄯善油田原油，性质尚不太稳定，不同单位取样分析结果有差异，表 1.1-1 中所列的性质可供参考。新疆南部还有依希克里克、柯克亚等油田，生产轻质原油，其密度为 $0.7 \sim 0.81 \text{g/cm}^3$ (20°C)。

在我国其他地区的中小油田中，大港油田包括的小油田也很多，各油田及不同地层生产的原油，性质差别也大。其中羊三木原油为低硫-环烷基的重质原油。大港混合原油的性质不太稳定。江汉混合原油的硫含量较高，与胜利原油同属含硫原油。除上述各种原油外，我国其他地区原油大部分属低硫-石蜡基，且含轻馏分较少。我国大部分原油含镍、钒都很少，有利于催化加工。

1.1.2 我国海上原油的一般性质

海上原油产自渤海湾南部及辽东湾，南海西部的北部湾、东部的珠江口等。原油性质见表 1.1-2。各地区原油性质差别很大，密度从 0.77 至 0.9g/cm^3 以上，有石蜡基原油，也有环烷基原油，但都属低硫原油。

1.1.3 主要进口原油的一般性质

我国曾经进口或近期可能进口的主要原油性质见表 1.1-3。表中说明，这些原油大部分是轻质石蜡基原油。亚洲地区原油的硫含量都很少，中东地区原油的硫含量在 $1\% \sim 3\%$ 之间。

1.2 原油分类标准

我国原油的分类标准基本上符合美国矿务局 (USBM) 的规定。分类是由轻、重两个馏分的 API 度决定。前一馏分代表轻馏分的类别，后一馏分代表重馏分的类别。分类标准见表 1.2-1。此外，我国还将原油硫含量低于 0.5% 的称“低硫”，等于或大于 0.5% 的称“含硫”。

表 1.2-1 原油的分类 (美国矿务局分类法)

原油类别	轻 馏 分		重 馏 分 ^①	
	250~275℃, 101.3 kPa (1 atm)		275~300℃, 5.33 kPa (40 mmHg)	
	API 度	馏分类别	API 度	馏分类别
石蜡基	≥ 40.0	石蜡基	≥ 30.0	石蜡基
石蜡-中间基	≥ 40.0	石蜡基	20.1~29.9	中间基
中间-石蜡基	33.1~39.3	中间基	≥ 30.0	石蜡基
中间基	33.1~39.9	中间基	20.1~29.9	中间基
中间-环烷基	33.1~39.9	中间基	≤ 20.0	环烷基
环烷-中间基	≤ 33.0	环烷基	20.1~29.9	中间基
环烷基	≤ 33.0	环烷基	≤ 20.0	环烷基
石蜡-环烷基	≥ 40.0	石蜡基	≤ 20.0	环烷基
环烷-石蜡基	≤ 33.0	环烷基	≥ 30.0	石蜡基

①相当于常压下的 $395 \sim 425^\circ\text{C}$ 或 1.33kPa (10 mmHg) 残压下的 $240 \sim 265^\circ\text{C}$ 。

表 1.1-2 我国海上原油的一般性质

原油名称	埕北	渤中28-1	渤中34-3/4	绥中36-1	濮10-3	濮11-4、北2井	惠州混合	惠州26-1-1	陆丰
取样年份	1990	1989	1990	1987	1986	1988	1991	1988	1990
密度(20℃), g/cm ³	0.9537	0.8301	0.8440	0.9677	0.8302	0.7719	0.7987	0.8394	0.8549
API度	16.3	38.1	35.3	14.2	38.1	50.7	44.6	36.3	33.2
运动粘度(50℃), mm ² /s	819	4.74	7.6	781.8	5.7	1.72	2.36	6.44	25.4
凝点, ℃	10	28	26	-6	31	17	24	28	39
蜡含量, m%	1.1	19.8	18.3	1.5	20.4	11.9	10.8	19.9	26.5
沥青质, m%	—	0	—	0	0.4	—	0.07	—	—
胶质, m%	—	3.4	—	23	3.5	—	1.04	—	—
残炭, m%	8.0	0.73	1.9	9.6	1.7	0.3	0.56	3.4	4.6
酸值, mgKOH/g	—	—	—	2.3	0.03	0.1	0.035	0.11	0.23
硫, m%	0.36	0.07	<0.1	0.31	0.11	—	0.03	0.09	0.1
氮, m%	0.52	0.07	—	0.37	0.08	—	0.019	0.26	0.28
镍, ppm	22.5	10	3.2	42.5	0.92	0.6	0.33	3.3	1.4
钒, ppm	0.08	<0.1	0	1.0	0.11	0.2	0.11	0.2	0.24
200℃, V%	2.0	25	20	3.1 ^①	19.5 ^①	42	30	16.6 ^①	6.0
300℃, V%	11.0	48	39	13.5 ^①	35.6 ^①	61.5	48.5(280℃)	36.4 ^①	23.3
原油类别	低硫-环烷基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-环烷基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基

①实沸点收率, m%。

表 1.1-3 主要进口原油的一般性质

原油名称	阿曼	韦杜里	米纳斯	阿朱纳	阿塔卡	阿仑比	达比士	伊朗轻质	伊朗重质	伊拉克	科威特	沙特轻质	原苏联出口
原油产地	阿曼	印尼	印尼	印尼	印尼	印尼	马来西亚	伊朗	伊朗	伊拉克	科威特	沙特阿拉伯	原苏联
取样年份	1984	1991	1989	1990	1989	1988	1988	1989	1983	1976	1983	1983	
密度(20℃), g/cm ³	0.8501	0.8789	0.8474	0.8417	0.8017	0.8580	0.7950	0.8536	0.8772	0.8525	0.8644	0.8539	0.8623
API度	34.84	28.7	35.5	35.9	44.0	32.6	45.5	33.5	30.9	33.7	31.4	33.4	31.8
运动粘度(50℃), mm ² /s	15.3	110.14	17.6	2.99	1.2	6.67	1.81	4.7	—	5.1	—	—	—
凝点, ℃	<-30	39	34	24	-29	34	8	-5	-15 (倾点)	-14	-14(倾点)	34(倾点)	-12(倾点)
蜡含量, m%	5.5	41.3	20.9	13.5	4.2	10.4	—	4.3	—	—	—	—	—
沥青质, m%	—	—	—	—	<0.1	<0.1	<0.1	0.55	1.9	1.9	1.4	—	—
胶质, m%	—	—	—	—	2.8	—	1.4	9.1	—	8.1	—	—	—
残炭, m%	3.3	3.0	2.5	1.0	3.6	2.0	0.36	3.7	5.25	4.8	5.3	3.6	3.9
酸值, mgKOH/g	0.02	0.14	—	0.18	0.18	0.23	0.23	0.11	0.14	0.05	0.15	—	—
硫, m%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
氮, m%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
镍, ppm	6.0	11.3	9	0.1	0.24	4.3	1.6	11	30.5	4.6	8.0	4.4	14.7
钒, ppm	4.0	0.35	0.13	0.01	0.1	0.9	0.2	34	116	0.7	30	20.5	46.7
馏程 200℃, V%	16	4	13	23	59	20.5	37	27 ^①	—	—	—	—	—
馏程 300℃, V%	29	15	38	45	85	39.3	62	46 ^①	—	—	—	—	—
原油类别	含硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	—	低硫-石蜡基	低硫-石蜡基	含硫-中间基					

①实沸点收率, m%。