

石油化学

梁文杰 主 编

Petroleum Chemistry

石油大学出版社

鲁新登字 10 号

内 容 提 要

本书包括两大部分。上篇着重介绍石油及石油产品的化学组成以及它们与各种性质之间的关系,并对石油化学组成的分析方法、石油产品添加剂及石油成因等作一般介绍;下篇着重介绍石油加工过程的化学原理,其中包括热转化及各种催化转化过程,并对从石油及天然气制取石油化学品作简要介绍。

本书可用作应用化学(石油化学)专业大学生教科书、石油加工专业大学生参考书,并可供石油加工方面的科研、生产及管理人员参阅。

石 油 化 学

梁文杰 主编

*

石油大学出版社出版

(山东省东营市)

新华书店发行

山东省东营新华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 32.875 印张 842 千字

1995 年 3 月第 1 版 1996 年 11 月第 2 次印刷

印数 1501—2950 册

ISBN 7-5636-0546-0/TE·89

定价:46.00 元(平)

前 言

在我国首次讲授石油化学课程的是前苏联的C. H. 波波夫教授。他以在原北京石油学院(现石油大学)授课讲稿为基础,在我国出版了《石油化学》(李奉孝等译,燃料工业出版社,1955年)。此后,冯雨荪、柳永行等结合我国的教学要求编写了《石油化学讲义》,柳永行等还编写出版了《石油化学组成分析》(中国工业出版社,1961年)。后因种种原因,石油化学课程停止开设了多年。

从1983年起,因应用化学(石油化学)专业教学需要,梁文杰和阙国和又重新编写了《石油化学讲义》,并已使用多年。在此期间,石油化学领域中又有许多新的进展,同时考虑到除作为教科书外也能供有关科技人员参阅,我们在原讲义的基础上作了较多的修订和补充。现公开出版,以飨读者。

对于石油化学这个名词的含义各国有不同的理解,此处暂且勿论。本书涉及的内容主要有两大部分,分为上、下两篇。上篇着重介绍石油及石油产品的化学组成以及它们与各种性质之间的关系,并对石油化学组成的分析方法、石油产品添加剂及石油成因等作一般介绍;下篇着重介绍石油加工过程的化学原理,其中包括热转化及各种催化转化过程,并对从石油及天然气制取石油化学品作简要介绍。为便于读者参阅,最后还编有一个包括主要石油产品规格、烃类及非烃类化合物的物理性质以及若干常用图表的附录。

石油化学是一门实践性很强的学科,很多规律都是从长期的科学实验和生产实践中总结归纳出来的,为此,本书中列举了大量具有说服力的数据和图表。这些资料中虽也包括一些本校的研究成果,但大多引自国内外有关书籍和刊物。因篇幅所限,本书每章后所列仅为主要参考文献,未将资料来源一一注明,谨此向有关作者致歉。

本书主要由梁文杰执笔,参加编写工作的有阙国和、杨秋水。

张寿增、项寿鹤、王光坝、林世雄、李奉孝、苏貽勋、刘素玉、劳永新、杨劲、李沛明、董松琦、寿德清、赵忠德、袁福学等同行专家对本书的有关章节提出了许多宝贵的意见,石油大学(华东)应用化学(石油化学)专业的师生为本书的出版做了许多工作,齐月玲绘制了插图,郑华设计了封面,为此,谨向上述诸位表示衷心的感谢。

本书涉及的面较广,有关文献资料浩如烟海,此次重编虽历时两年多,但仍感时间仓促。同时,又囿于编者的水平,本书内容中肯定会有不少谬误、不妥或疏漏之处,恳请读者不吝指出,以便今后予以订正。

编 者

1993年12月于石油大学(华东)

目 录

绪 论	1
上篇 石油和石油产品的化学组成与使用性能	
第一章 石油的化学组成	15
第一节 原油的一般性质、元素组成、馏分组成和分类	15
一、原油的一般性质	15
二、原油的元素组成	16
三、原油的馏分组成	18
四、原油的分类	19
第二节 石油的烃类组成	22
一、石油及天然气的单体烃组成	24
二、石油的烃族组成	30
三、石油的结构族组成	34
第三节 石油中的含硫化合物	35
一、石油及其馏分中硫的分布	35
二、石油中含硫化合物的组成	36
第四节 石油中的含氮化合物	42
一、石油及其馏分中氮的分布	42
二、石油中含氮化合物的组成	46
第五节 石油中的含氧化合物	48
一、石油中酸性含氧化合物的分布状况	49
二、石油中含氧化合物的组成	51
三、石油酸的性质及其利用	53
第六节 石油中的微量元素	53
一、石油中微量元素的含量及其分布	54
二、石油中微量元素存在的形态	57
第七节 石油中的胶状沥青状物质	58
一、胶质、沥青质的元素组成和平均分子量	59
二、胶质、沥青质的结构特征	61
三、石油分散体系	64
四、胶质、沥青质的性质	65
第二章 石油及天然气的成因	68
第一节 石油的无机成因说	68
一、碳化物说	68
二、宇宙说	69

三、岩浆说.....	69
第二节 石油的有机成因说	69
一、生油的原始物质.....	69
二、生油环境.....	73
三、有机残体的演化与油气生成的阶段性.....	73
四、石油有机成因说的根据.....	79
五、石油的运移和富集.....	80
第三节 石油中各族烃类的形成	82
一、正构烷烃的形成.....	82
二、异构烷烃的形成.....	82
三、环烷烃的形成.....	83
四、芳香烃的形成.....	84
第四节 天然气的成因	84
一、生物成因气.....	84
二、油型气.....	85
三、煤型气.....	85
四、非烃气体的成因.....	86
第三章 石油及油品的物理性质	88
第一节 馏程、实沸点蒸馏曲线和平衡气化曲线.....	88
一、馏程测定.....	88
二、实沸点蒸馏.....	89
三、平衡气化.....	90
第二节 平均分子量	93
一、平均分子量的定义.....	94
二、数均分子量的测定方法.....	94
三、石油馏分平均分子量的近似计算方法.....	96
四、石油及其馏分的数均分子量.....	97
第三节 密度和相对密度	98
一、石油及油品的密度、相对密度及其测定方法	98
二、液体油品相对密度与温度、压力的关系	99
三、混合油品的密度	100
四、相对密度与化学组成的关系	100
五、石油及其馏分的相对密度	101
六、特性因数(K)和相关指数($BMCI$)	102
第四节 光学性质.....	104
一、折射率的测定	104
二、折射率与化学组成的关系	104
三、石油馏分及其组分的折射率	105
四、比折射度、分子折射度和色散率.....	107
第五节 粘 度.....	108

一、粘度的单位	108
二、粘度的测定方法	109
三、粘度与剪切速率的关系	110
四、粘度与化学组成的关系	110
五、粘度与温度的关系	111
六、粘-温性质与分子结构的关系	114
七、石油及其馏分的粘度和粘-温性质	114
八、粘度与压力的关系	115
第六节 石油的热性质	116
一、石油的比热容、焓、蒸发热、熔化热和燃烧热	116
二、石油及其产品的浊点、结晶点、倾点及凝点	118
三、石油产品的闪点、燃点和自燃点	119
四、石油的临界性质	121
第七节 石油的其它性质	121
一、石油的电性质	121
二、石油的导热系数	122
三、石油的表面张力	123
第四章 石油化学组分分离及分析方法	125
第一节 精密分馏、分子蒸馏	125
一、精密分馏	125
二、分子蒸馏	126
第二节 气相色谱法	127
一、气相色谱法原理	127
二、气相色谱仪	128
三、气相色谱法在石油工业中的应用	130
第三节 液相色谱法	133
一、液固吸附色谱法	133
二、离子交换色谱法	137
三、凝胶渗透色谱法	138
四、分配及键合相色谱法	139
五、高效液相色谱法	140
六、超临界流体色谱法	141
第四节 元素分析方法	142
一、碳和氢含量的测定	142
二、硫含量的测定	143
三、氮含量的测定	144
四、氧含量的测定	146
五、微量元素含量的测定	146
第五节 由物理性质关联化学组成的方法	147
一、用苯胺点法测定汽油馏分的族组成	147

二、用 n-d-M (折射率-密度-分子量)法测定减压馏分的结构族组成	149
三、用密度法测定重油的结构族组成	150
第六节 近代物理分析方法	152
一、红外光谱法	152
二、核磁共振波谱法	154
三、质谱法	157
第七节 其它化学组分分析方法	159
一、用卤素加成法测定不饱和烃含量	159
二、硫醇硫的测定和博士试验	159
三、酸值(或酸度)和碱性氮含量的测定	160
四、用尿素包合法分离正构烷烃	161
第五章 石油产品的使用性能及其与化学组成的关系	163
第一节 汽油	164
一、汽油机(点燃式发动机)的工作过程及其对燃料的使用要求	164
二、汽油的蒸发性	165
三、汽油的安定性	167
四、汽油的抗爆性	170
五、汽油产品的品种和牌号	175
六、醇类汽油机燃料	175
七、新配方汽油	176
第二节 柴油	177
一、柴油机(压燃式发动机)的工作过程及其对燃料的使用要求	177
二、柴油的自然性	178
三、柴油的蒸发性	182
四、柴油的流动性	183
五、柴油的安定性、腐蚀性和洁净度	183
六、柴油产品的品种和牌号	184
第三节 喷气燃料(航空煤油)	185
一、喷气发动机的工作过程及其对燃料的要求	185
二、喷气燃料的燃烧性能	186
三、喷气燃料的安定性	190
四、喷气燃料的低温性能	191
五、喷气燃料的腐蚀性	191
六、喷气燃料的洁净度	192
七、喷气燃料的起电性	193
八、喷气燃料的润滑性	193
九、喷气燃料的牌号	194
第四节 润滑油	194
一、概述	194
二、内燃机润滑油	199

三、齿轮油	206
四、电器绝缘油	207
五、液压油	208
第五节 润滑脂	209
一、润滑脂的组成	209
二、润滑脂的结构	212
三、润滑脂的制造方法	213
四、润滑脂的主要性能	213
五、润滑脂的分类	215
第六节 石油蜡	216
一、石 蜡	216
二、微晶蜡	219
第七节 石油沥青	221
一、石油沥青的主要性能	222
二、石油沥青的化学组成、胶体结构与使用性能的关系	223
三、石油沥青的分类	227
第八节 石油焦	228
一、石油焦的分类	228
二、石油焦的主要质量指标	228
三、石油焦的品种	229
第九节 燃料油	229
一、燃料油的分类	229
二、燃料油的主要性能	230
第六章 润滑油和燃料添加剂	232
第一节 润滑油添加剂	232
一、清净与分散添加剂	232
二、抗氧添加剂	235
三、载荷添加剂	236
四、粘度指数改进剂	238
五、降凝添加剂	239
六、防锈添加剂	239
七、抗泡添加剂	240
第二节 发动机燃料添加剂	241
一、抗爆剂	241
二、十六烷值改进剂	242
三、流动性改进剂	242
四、抗氧剂和金属钝化剂	242
五、抗烧蚀剂	243
六、抗静电剂	243
七、防冰剂	243

八、抗磨防锈剂	243
第七章 原油评价方法及我国主要原油的特点	244
第一节 原油评价的内容	244
一、原油性质分析	244
二、原油的简单评价	244
三、原油的基本评价	245
四、原油的综合评价	245
第二节 我国主要原油的性质及特点	250
一、大庆油区原油	251
二、胜利油区原油	251
三、辽河油区原油	251
四、新疆油区原油	252
五、中原油区原油	252
六、华北油区原油	252

下篇 石油加工过程的化学原理

第八章 热转化	257
第一节 烃类的热转化反应	257
一、烷烃的热转化反应	257
二、环烷烃的热转化反应	259
三、芳香烃的热转化反应	259
四、烯烃的热转化反应	260
第二节 烃类热解反应的历程	262
一、自由基链反应历程	262
二、自由基非链反应历程	265
三、分子反应历程	265
第三节 烃类热解反应动力学	266
一、各类单体烃的热解反应动力学	267
二、烃类混合物的热解反应动力学	268
第四节 高温裂解	269
一、概 述	269
二、原料对高温裂解的影响	270
三、反应条件对高温裂解的影响	273
四、烃类高温裂解反应动力学特征	276
第五节 减粘裂化	277
一、概 述	277
二、渣油减粘裂化反应	278
三、渣油在减粘裂化过程中胶体性质的变化	280
四、渣油减粘裂化的影响因素	280
五、临氢减粘裂化及供氢剂临氢减粘裂化	281

第六节 延迟焦化	282
一、概 述	282
二、原料及反应条件对延迟焦化的影响	283
三、石油焦的生成	286
第九章 催化裂化	289
第一节 概 述	289
第二节 催化裂化反应	291
一、催化裂化反应的正碳离子历程	291
二、各族烃类的催化裂化反应	292
三、石油馏分的催化裂化	296
第三节 催化裂化催化剂	299
一、裂化催化剂的组成和结构	299
二、裂化催化剂的性能	305
三、裂化催化剂的助剂	311
四、裂化催化剂的进展	313
第四节 催化裂化反应的影响因素	313
一、催化剂的结构与性能的影响	313
二、原料化学组成的影响	315
三、反应条件的影响	319
第五节 催化裂化反应及再生动力学模型	321
一、催化裂化反应动力学模型	321
二、裂化催化剂再生动力学模型	322
第六节 重油催化裂化	323
一、重油催化裂化的原料	323
二、重油催化裂化的操作条件	324
三、重油催化裂化催化剂	325
第七节 多产低分子烯烃的催化裂化新工艺	326
一、催化裂解	326
二、多产液化气 and 汽油的催化裂化	328
第十章 催化重整	331
第一节 概 述	331
第二节 催化重整的化学反应	333
一、六员环烷烃脱氢反应	333
二、异构化反应	334
三、烷烃脱氢环化反应	335
四、氢解及加氢裂化反应	336
五、积炭反应	337
第三节 催化重整催化剂	338
一、催化重整催化剂的双功能特性	338
二、催化重整催化剂的组成	339

三、催化重整催化剂的失活	346
四、催化重整催化剂的再生	348
五、催化重整催化剂的品种及性能	349
第四节 催化重整原料的影响	350
一、馏分范围的选定	350
二、烃类组成的影响	351
三、杂质含量的影响	353
第五节 反应条件对催化重整的影响	354
一、反应温度	354
二、反应压力	355
三、空间速度	356
四、氢油比	356
第十一章 催化加氢	358
第一节 加氢精制	358
一、概述	358
二、加氢精制反应	359
三、加氢精制催化剂	371
四、加氢精制的影响因素	375
第二节 加氢裂化	378
一、概述	378
二、加氢裂化反应	380
三、加氢裂化催化剂	384
四、加氢裂化的影响因素	386
第三节 润滑油加氢、临氢降凝和重油加氢	388
一、润滑油加氢	388
二、临氢降凝	391
三、重油加氢	394
第四节 氢气的制取	398
一、烃类水蒸气转化法制氢	398
二、烃类部分氧化法制氢	402
第十二章 高辛烷值汽油组分的制取	404
第一节 催化烷基化	405
一、概述	405
二、异丁烷与烯烃的烷基化反应	406
三、原料对烷基化过程的影响	408
四、硫酸法烷基化	409
五、氢氟酸法烷基化	411
第二节 催化醚化	413
一、概述	413
二、催化醚化催化剂	415

三、催化醚化的影响因素	415
第三节 催化异构化	416
一、概 述	416
二、异构化反应及催化剂	418
三、异构化反应的影响因素	419
第四节 催化叠合	420
一、概 述	420
二、叠合反应	420
三、以固体酸为催化剂的催化叠合	421
四、在齐格勒催化剂作用下的烯烃二聚	422
第十三章 原油的预处理、石油产品的精制及废水处理	424
第一节 原油的脱水脱盐	424
一、原油中所含的水和盐	424
二、原油脱水脱盐原理	426
第二节 气体脱硫及硫磺回收	430
一、气体脱硫	430
二、硫磺回收	431
第三节 轻质油品的精制	432
一、酸碱精制	432
二、催化氧化脱硫醇	434
第四节 润滑油的精制	436
一、溶剂脱沥青	437
二、溶剂精制	440
三、溶剂脱蜡	443
第五节 炼油厂废水处理	448
一、物理处理方法	449
二、物理-化学处理方法	450
三、生物化学处理方法	450
第十四章 用石油及天然气制取石油化学品	454
第一节 以甲烷为原料合成的产品	454
一、合成气	454
二、甲 醇	454
三、甲烷氧化偶联制乙烯	455
第二节 以低分子烯烃为原料合成的产品	455
一、以乙烯为原料的合成	455
二、以丙烯为原料的合成	457
三、以丁烯和丁二烯为原料的合成	458
第三节 以芳香烃为原料合成的产品	459
一、以苯为原料的合成	459
二、以甲苯为原料的合成	461

三、以二甲苯为原料的合成	462
第四节 以高级烷烃为原料合成的产品	463
一、高级脂肪酸	463
二、高级脂肪醇	463
三、氯化石蜡	463
四、长链二元酸	464
五、单细胞蛋白	464

附 录

附录一 烃类及非烃类的物理性质	467
附表 1-1 正构烷烃的物理性质	467
附表 1-2 异构烷烃的物理性质	468
附表 1-3 环烷烃的物理性质	469
附表 1-4 烯烃的物理性质	470
附表 1-5 二烯烃及炔烃的物理性质	471
附表 1-6 芳香烃的物理性质	472
附表 1-7 含氧化合物的物理性质	473
附表 1-8 含硫、含氮、含氯化合物的物理性质	474
附录二 常用图表	475
附表 2-1 国际单位与其它单位换算表	475
附表 2-2 相对密度与 API 度换算表	476
附表 2-3 石油密度温度系数(γ 值)表	477
附表 2-4 运动粘度、恩氏粘度、赛氏粘度、雷氏粘度对照表	477
附表 2-5 不同温度下水的蒸气压	480
附图 2-1 n-d-M 法求 % C_A 列线图(20℃)	481
附图 2-2 n-d-M 法求 % C_R 列线图(20℃)	482
附图 2-3 n-d-M 法求 R_A 列线图(20℃)	483
附图 2-4 n-d-M 法求 R_T 列线图(20℃)	484
附图 2-5 n-d-M 法求 % C_A 列线图(70℃)	485
附图 2-6 n-d-M 法求 % C_R 列线图(70℃)	486
附图 2-7 n-d-M 法求 R_A 列线图(70℃)	487
附图 2-8 n-d-M 法求 R_T 列线图(70℃)	488
附图 2-9 石油馏分性质关联图	489
附录三 常用油品的质量标准	490
附表 3-1 车用汽油的质量标准	490
附表 3-2 轻柴油的质量标准(GB252-87)	491
附表 3-3 喷气燃料的质量标准	492
附表 3-4 低硫石蜡基原油基础油国内标准	493
附表 3-5 低硫中间基原油基础油国内标准	494
附表 3-6 环烷基原油基础油国内标准	495

附表 3-7	L-EQC 汽油机油的质量标准(GB11121-89)	496
附表 3-8	L-EQD 汽油机油的质量标准(SH 0531-92)	497
附表 3-9	L-EQE 汽油机油的质量标准(SH 0524-92)	498
附表 3-10	L-ECC 柴油机油的质量标准(GB 11122-89)	499
附表 3-11	L-ECD 柴油机油的质量标准(GB 11123-89)	500
附表 3-12	普通车辆齿轮油的质量标准(SH 0350-92)	501
附表 3-13	重负荷车辆齿轮油(GL-5)质量标准(GB 13895-92)	502
附表 3-14	L-AN 全损耗系统用油的质量标准(GB 443-89)	503
附表 3-15	变压器油的质量标准	504
附表 3-16	道路石油沥青的质量标准(SH 0522-92)	505
附表 3-17	延迟石油焦(生焦)的质量标准(SH 0527-92)	506
附表 3-18	石油酸的质量标准(SH 0530-92)	507
附录四	1993 年世界油气估计探明储量及油气产量	508
附表 4-1	1993 年世界油气估计探明储量	508
附表 4-2	1993 年世界原油产量	509
附表 4-3	1993 年世界天然气产量	510

绪 论

据考证,人们于三 四千年前就已发现和利用石油。在古代,中东的巴比伦人曾把石油用于建筑和铺路。我国也是最早发现和利用石油的国家之一,早在西周(约公元前 11 世纪~公元前 8 世纪)初期,在《易经》中就有了“泽中有火”的记载。至公元 1 世纪,东汉班固在《汉书·地理志》中写道:“高奴有洧水可燃”(高奴是古县名,在今陕北延长一带;“燃”为古“燃”字)。公元 6 世纪初,北魏郦道元在他所著的《水经注》中,引述了西晋张华于公元 3 世纪所著《博物志》中的一段记载,对石油有了更详细的描述:“酒泉延寿县南山,出泉水,大如管,注地为沟。水有肥,如肉汁,取著器中,始黄后黑,如凝膏,燃极明,与膏无异,膏车及水碓缸甚佳,彼方人谓之石漆。”此后,至公元 11 世纪,北宋沈括在《梦溪笔谈》中首次命名了“石油”,并提出了“石油至多,生于地中无穷”的科学论断。到 12、13 世纪,在陕北延长一带就出现了我国历史上最早的一批油井。由此可见,在古代,我国在石油与天然气的开采和利用方面,都曾创造过光辉灿烂的成就,当时在世界上居于领先地位。

从 19 世纪中叶起,近代石油工业迅速兴起,石油作为一种重要的能源、优质的有机化工原料,在世界政治和经济中的地位日趋重要,它在各国的国民经济和国防建设中可以说起着举足轻重的作用。

一、石油工业的历史及现状

1. 世界石油工业的历史及现状

近代石油工业的历史,一般是从 19 世纪中叶各国采用机械钻井开始算起。1859 年,美国在宾夕法尼亚州打出了第一口油井,井深为 21m,日产原油约 2 吨;俄国也于 1860 年开始采油。所以,迄今石油工业也只有约 130 年历史。

在 19 世纪后半叶,可以说是石油的“灯油时期”。人们开采石油的目的,主要是为了制取灯油以供照明用。从 20 世纪初开始,随着内燃机的不断扩大应用,石油的利用进入了“动力时期”。石油的轻、重馏分可以作为汽油机和柴油机的燃料,石油动力的利用使得交通运输和军事装备有了质的飞跃。至本世纪后半叶,石油的利用又进入了一个“综合利用时期”。也就是说,石油除用作动力燃料外,又成为主要的有机化工原料,这样使石油工业在国民经济中的地位变得更加重要了。

从表 0-0-1 可以看出,在本世纪中,石油在世界能源构成中的份额是逐渐上升的,曾增至约 50%,后虽稍有回落,目前仍占约 40%。此外,天然气也占到约 20%,油气两者合计约占 60%,足见它们已是当今世界上主要的能源。

石油和天然气都是不可再生的能源,因而搞清它们的储量是十分重要的问题。但由于储量问题涉及许多复杂因素,众说纷纭,迄今尚无定论。根据美国《Oil & Gas Journal》1993 年底提供的资料(见附录),全世界石油估计探明储量为 1369 亿吨,其中居前 10 位的国家或地区见表 0-0-2,我国居第 9 位。全世界天然气估计探明储量为 142 万亿 m^3 ,其中居前 10 位的国家或地区,也见表 0-0-2。由于受资料来源的局限,该表所列的数据不一定都准确,仅供参考。

表 0-0-1 1900~1992 年世界能源消费构成的变化

年份	能源消费量 亿吨标准煤	能源构成, %			
		煤炭	石油	天然气	水力、核能
1900	7.75	95.0	4.0		1.0
1937	20.13	69.7	18.9	5.2	6.2
1950	26.64	59.3	29.8	9.3	1.6
1955	34.26	52.7	34.4	11.2	1.7
1960	44.78	48.9	35.8	13.4	1.9
1965	55.88	40.6	41.2	16.1	2.1
1970	74.20	32.6	46.6	18.7	2.1
1975	85.70	30.7	47.2	19.3	2.8
1978	93.32	29.8	48.8	18.6	2.8
1986	108.54	30.0	38.0	20.0	12.0
1987	111.59	30.5	37.6	19.9	12.0
1988	115.11	30.0	38.0	20.0	12.0
1989	114.47	27.8	38.3	21.3	12.6
1990	—	27.3	38.6	21.6	12.5
1992	111.35	27.8	40.1	22.9	9.2

表 0-0-2 1993 年油气估计探明储量居世界前 10 位的国家和地区

位次	国家或地区名	估计石油 探明储量 亿吨	位次	国家或地区名	估计天然气 探明储量 · 万亿 m ³
1	沙特阿拉伯	354.4	1	独联体	56.52
2	伊拉克	137.0	2	伊 朗	20.66
3	阿拉伯联合酋长国	131.8	3	卡塔尔	7.08
4	科威特	128.8	4	阿拉伯联合酋长国	5.46
5	伊 朗	127.2	5	沙特阿拉伯	5.25
6	委内瑞拉	86.8	6	美 国	4.67
7	独联体	78.1	7	委内瑞拉	3.65
8	墨西哥	69.8	8	阿尔及利亚	3.62
9	中 国	32.9	9	尼日利亚	3.40
10	美 国	32.5	10	伊拉克	3.10

* 资料引自美国《Oil & Gas Journal》1993 年 12 月 27 日号。

值得注意的是,参加石油输出国组织(Organization of Petroleum Exporting Countries,简称 OPEC,中文音译为欧佩克,其成员有伊朗、伊拉克、科威特、沙特阿拉伯、委内瑞拉、卡塔尔、印度尼西亚、利比亚、阿拉伯联合酋长国、阿尔及利亚、尼日利亚、厄瓜多尔及加蓬)国家的石油探明储量达 1058 亿吨,占全世界总储量的 77%;其天然气探明储量达 57 万亿 m³,占全世界总储量的 40%。其中,尤其是沙特阿拉伯的石油探明储量为 354.4 亿吨,占到世界总储量的四分

之一之多。可见,欧佩克国家在世界石油经济中的地位是举足轻重的。

实际上,由于技术水平等的限制,世界上还有一部分石油及天然气的储量尚未探明。据估计,世界常规石油的总资源量约为3000亿吨。此外,还有重质油、油砂、油页岩等非常规石油资源,它们的储量折算为石油估计有八、九千亿吨之多,这些将在下个世纪成为石油的重要来源。

自70年代中期以来,世界石油的年产量大体都在30亿吨上下。从19世纪末到1975年,在世界上美国的石油产量一直领先,最高年产量曾达5亿多吨,后为前苏联超过,前苏联的石油最高年产量曾达6亿多吨。近年来,由于美国国内石油资源的逐渐枯竭和独联体石油产量的急剧下降,现在沙特阿拉伯已位居榜首。据1993年统计,原油产量居世界前10位的国家和地区及它们的原油年产量见表0-0-3。其中,我国的原油年产量为1.4477亿吨,居第5位。其它各国的原油产量见附录。在1993年世界原油总产量29.8亿吨中,欧佩克国家的原油产量合计达12.3亿吨,占世界总产量的41%之多。

表 0-0-3 1993年原油产量居世界前10位的国家和地区

位次	国家或地区名	1993年原油产量,亿吨	位次	国家或地区名	1993年原油产量,亿吨
1	沙特阿拉伯	3.9907	6	墨西哥	1.3317
2	独联体	3.9233	7	委内瑞拉	1.1659
3	美国	3.4480	8	挪威	1.1237
4	伊朗	1.8200	9	阿拉伯联合酋长国	1.0741
5	中国	1.4477	10	尼日利亚	0.9479

2. 我国石油工业的历史及现状

我国虽是世界上最早发现和利用石油及天然气的国家之一,但自19世纪中叶起,我国由于封建制度的桎梏及帝国主义的侵略和压迫,沦为半封建半殖民地的境地,社会生产力的发展十分缓慢,近代石油工业的基础极为薄弱。虽从1878年起我国即开始用钻机打油井,但直至1949年中华人民共和国成立之前,投入过开发的只有台湾苗栗、陕西延长、新疆独山子、甘肃老君庙等几个规模很小的油田,以及四川自流井、石油沟、圣灯山和台湾锦水、竹东、牛山、六重溪等几个气田。从1904年至1948年的45年中,全国累积生产原油只有300万吨左右,其中天然石油仅为67.7万吨,大部分为人造石油。1948年,我国大陆仅生产天然石油8.1万吨。

1914~1916年,美孚石油公司在陕北延长及其周围地区进行石油地质勘查及钻探失败后,“中国贫油”的论调就广为传播。但是,我国的地质学家李四光、谢家荣等却明确地提出了不同的看法。在当时极端困难的条件下,我国的地质工作者不畏艰险,先后在陕西、甘肃、四川、新疆、青海等地进行了艰苦卓绝的油气资源勘查活动,从实践到理论上作出了不少有益的探索,创造性地提出了陆相生油的观点。

中华人民共和国成立以来,油气资源勘查工作遍及390万平方公里的沉积岩展布区内,取得了丰硕的成果。已在76个盆地进行了油气资源勘查,在其中35个盆地中发现了油气显示,在21个陆上盆地和5个海上盆地中发现了工业性油气田。迄今,全国共发现油气田452个,其中油田342个、气田110个,储量在亿吨以上的大油田有26个,储量在100亿立方米以上的气田有17个。地质矿产部和石油工业部于1987年对我国石油资源的初步定量预测结果为614~787亿吨,1990年对天然气资源量测算的结果约为43万亿立方米。事实充分说明,我国是油