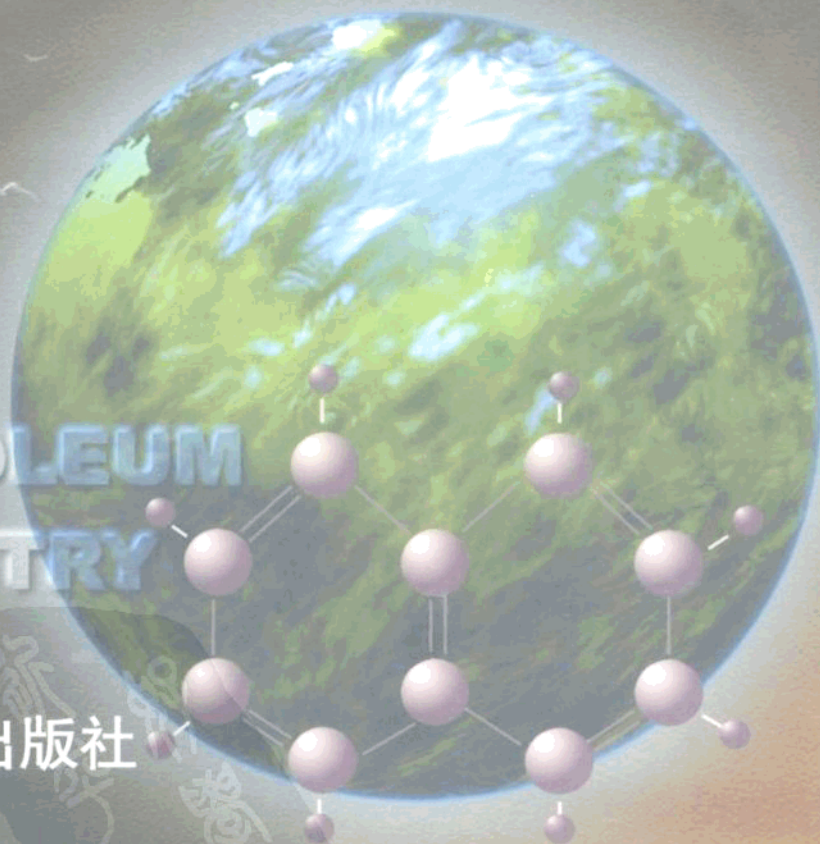


中国重质原油的分布和地球化学特征

中国重质原油的分布 和地球化学特征

曾凡刚 李赞豪 程克明 卜硕勋 著



PETROLEUM
INDUSTRY
PRESS

石油工业出版社

大学(北京)

E345

006

登录号	125501
分类号	TE345
种	006

中国重质原油的分布和 地球化学特征

曾凡刚 李赞豪 程克明 卜硕勳 著



石油0119230

石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书汇集了中国重质油田(藏)研究的最新成果,收集了中国22个盆地中152个重质油藏的资料,系统、全面地介绍了重质油的地质地球化学特征、分布规律及成因类型。通过微生物学科与有机地球化学学科的相互渗透,论述了再生型生物气的成因机制、地质分布和地球化学特征,有效地解释了我国许多盆地中浅层生物成因天然气藏与重质油藏共生的地质现象,为寻找油气提出了新的思路,具有较高实用价值。

本书可供从事有机地球化学和石油地质研究的科技人员及高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国重质原油的分布和地球化学特征/曾凡刚等著.

北京:石油工业出版社,1999.6

ISBN 7-5021-2489-6

I. 中…

II. 曾…

III. ①高粘度油气田—分布—中国

②高粘度油气田—地球化学组分—中国

IV. P618.130.62

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第01911号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米16开本6¼印张162千字印1—1000

1999年6月北京第1版1999年6月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-2489-6/TE·2044

定价:18.00元

前 言

中国的重油资源十分丰富,已经探明(和控制)二三十亿吨地质储量,约占全国石油总储量的五分之一,名列加拿大、委内瑞拉、俄罗斯和美国之后,居世界第五位。在世界重油的勘探开发过程中,中国重油同样在总石油资源中占有重要的位置,并基本都具有陆相成因的特点。进入90年代,我国一大批主要油田已经或即将进入高含水的开采后期,原油稳产不易,增产更难,后备储量严重不足,油气资源形势严峻。据预测,2020年以后,中国的常规石油资源最终可采量将采出过半,产量高峰期已过,而需求量还将不断增加,但我国已经探明了数量可观的重油量,可以弥补部分常规资源产量,因此加快勘探开发重油资源显得尤为重要。

70年代以来,不少地质学家开始研究我国重质油的分布规律及资源前景,发表过一些有参考价值的论文,辽河石油勘探局、胜利石油管理局和新疆石油管理局对重油的研究程度较深一些,在重油的成因与分布方面进行了大量的探讨,但多以地区性和地球化学研究为主,缺乏对重质油藏形成机制与分布系统地研究,以及对我国重油资源整体的评价等。本书在前人研究成果的基础上,首次对中国重质油田(藏)的分布规律及成因类型做了系统的研究,对重质油从成因上提出了比较系统的分类。我们在全面研究我国重油资源及分布的基本地质规律基础上,论证了重油的七种成因类型,讨论了它们的一般物性、有机地球化学特征和形成条件,还提出了和重质油藏相伴的六种类型的浅层油气藏。在分类中,明确地提出了厌氧菌解重油及岩浆热分异重油等成因类型,这将为研究重油的成因及成藏条件起重要的开拓作用。

通过微生物学与有机地球化学学科的相互渗透,我们详细地论述了再生型生物气的成因机制、地质分布和地球化学特征,它有效地解释了我国许多盆地中浅层生物成因天然气藏与重质油藏共生的地质现象,这一重要论点不仅具有一定的理论意义,也为我们寻找浅层油气提出了新的思路。

通过研究,我们明确地提出了在我国中、东部盆地中早期(燕山期及其以前)的岩浆活动对油气以破坏作用为主,晚期(喜山期)的岩浆活动对有机质热演化及油气田(藏)的形成有利有弊,一些盆地(坳陷)由于晚期岩浆活动的异常热作用促进了油气生成和油气田(藏)的形成。它丰富了油气生成与聚集成藏的模式,为在我国一些中、小盆地中未熟烃源岩区的油气勘探提供了新的思路。

书中比较系统地收集了我国22个盆地(包括近海海域)中152个重质油藏的资料,并对我国主要盆地的重油分布及地质特征作了系统地总结。根据我国重质油藏的分布规律和我们研究中形成的一些新观点,提出了重质油藏的六条预测准则,并对我国若干重油资源远景地区做了评价和预测。相信本书的出版将对我国重油资源更深入的勘探开发起到抛砖引玉的作用。

全书共分五章，各章的执笔人分别为：前言，曾凡刚；第一章，李赞豪、曾凡刚、程克明；第二章，曾凡刚、李赞豪、程克明、卜硕勋；第三章，曾凡刚、李赞豪、程克明；第四章，李赞豪、曾凡刚；第五章，李赞豪、曾凡刚、卜硕勋。全书编写由曾凡刚、李赞豪安排并统编。

我们的研究是在原地质矿产部石油地质海洋地质局的大力支持下，在李赞豪高级工程师的领导下完成的，书中的一些观点特别是厌氧菌解再生生物气的观点都是李赞豪高级工程师几十年来地质研究工作的结晶。我们在编写过程中还参阅了大量的文献资料，为了对我国重质油藏进行系统地总结，在本书中收录了部分成果，中国石油天然气集团公司石油勘探开发研究院胡见义院士、牛嘉玉高级工程师在本书的编写中提供了大量资料，给予了很大帮助；中国石油天然气集团公司石油勘探开发科学研究院戴金星院士、黄第藩教授、徐树宝教授审阅了原稿并提出了许多建设性的修改意见。我们在这里深表敬意和谢意！

由于作者水平有限，而且遍及全国的重油难以无漏收齐，我们恳请广大读者对本书中存在的错误和不足予以批评指正。

目 录

前言	(I)
第一章 重油资源的分布	(1)
第一节 重油的产量、储量和资源量	(1)
第二节 重质油藏的分布	(19)
第三节 和重油伴生的烃类和其它矿产资源	(21)
第二章 重油的形成和鉴别标志	(23)
第一节 重油的形成	(23)
第二节 重油的鉴别标志	(36)
第三章 重油有机地球化学特征及形成条件	(42)
第一节 常规地球化学特征	(42)
第二节 原生未熟重油	(44)
第三节 次生氧化降解型重油	(48)
第四章 与重油有关的油气资源	(54)
第一节 和重油伴生的正常油气藏	(54)
第二节 和重油伴生的氧化降解型浅层天然气藏	(55)
第三节 和重油伴生的厌氧降解再生型生物天然气藏	(57)
第四节 和重油伴生的浅层轻质油和凝析油气藏	(67)
第五节 与晚期岩浆活动有成因联系的油气藏	(69)
第六节 重油封堵的浅层天然气藏	(71)
第五章 重油资源前景	(73)
第一节 重质油藏的分布规律	(73)
第二节 重质油藏预测准则	(75)
第三节 各地区重油类比和勘探方向	(75)
第四节 重油及相关矿产资源的认识与勘探方向	(94)
参考文献	(98)

CONTENTS

Preface	(I)
Chapter 1 Distribution of Heavy Oil Resources	(1)
Section 1 Distribution of Heavy Oil Resources	(1)
Section 2 Distribution of heavy oil pool	(19)
Section 3 Associated hydrocarbon and other mineral resources	(21)
Chapter 2 Formation and Discriminating Mark of Heavy Oil	(23)
Section 1 Formation of heavy oil	(23)
Section 2 Discriminating mark of heavy oil	(36)
Chapter 3 Organic Geochemical Characteristics and Formation Conditions of Heavy Oil	(42)
Section 1 Routine geochemical characteristics of heavy oil	(42)
Section 2 Primary immature heavy oil	(44)
Section 3 Secondary oxidative degradative heavy oil	(48)
Chapter 4 Oil and Gas Resources Relating to Heavy Oil	(54)
Section 1 Regular oil and gas pool associating with heavy oil	(54)
Section 2 Oxidative degradative epigenetic natural gas pool associating with heavy oil	(55)
Section 3 Anerobic degradative regenerative biogenetic gas pool associating with heavy oil	(57)
Section 4 Epigenetic light oil and condensate oil pool associating with heavy oil	(67)
Section 5 Oil pool relating with late magmatic action	(69)
Section 6 Epigenetic natural gas pool trapped by heavy oil	(71)
Chapter 5 Prospect of Heavy Oil Resources	(73)
Section 1 Distribution law of heavy oil pool	(73)
Section 2 Predictive criterion of heavy oil pool	(75)
Section 3 Analogy and prospection direction of heavy oil of every areas	(75)
Section 4 Understanding and prospecting direction of heavy oil and relative mineral resources	(94)
References	(98)

第一章 重油资源的分布

重油（包括油砂、软沥青）属于非常规石油资源，国内惯称“稠油”或“高粘重质油”或“重质稠油”。美国把重油定义为：在常规油层中相对密度小于 $20^{\circ}\text{API}^{\bullet}$ ($d = 0.934\text{g}/\text{cm}^3$) 的原油。而联合国训练研究署的定义是：油层温度下粘度大于 $10 \times 10^4 \text{mPa}\cdot\text{s}$ 的称之为沥青， $50 \sim 1.0 \times 10^4 \text{mPa}\cdot\text{s}$ 的为重油。相对密度在 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}\text{API}$ 的为重油，相对密度小于 10°API 的为超重油。

对重油的定义国内普遍采用 1982 年第十二届国际重油及沥青学术会议制订的标准，即地面脱气原油密度大于 $0.934\text{g}/\text{cm}^3$ (20°API)、粘度大于 $100\text{mPa}\cdot\text{s}$ (50°C) 为重质油；密度大于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ (10°API)、粘度大于 $10000\text{mPa}\cdot\text{s}$ (50°C) 称为沥青（或超重油）；我国“石油储量规范”（1988）则将重油定义为地层条件下粘度大于 $50\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的原油。本书采用前一个标准，即凡是原油密度大于 $0.934\text{g}/\text{cm}^3$ 或者粘度大于 $100\text{mPa}\cdot\text{s}$ (50°C) 者统称为重油，并不再做细分。

国外，早在 70 年代掀起重油开发浪潮之前，就已开展了对重质油的研究。对重质油和沥青地球化学特征及油藏形成条件均在一定程度上进行了论述。

重油在开采方法上一般分为 3 种：一是常规（包括注水）开采；二是常规—热吞吐—蒸汽驱三个阶段开采；三是热吞吐—蒸汽驱两阶段开采。后来许多技术又有新的进展，如注汽过程中各种添加剂的加入、水平钻井、生物技术、新的升举技术、井底水力开采和火烧油层、湿氧化作用、同生产方法以及各种炼制改进方法等。各重质油田（藏）分别根据实际情况规定一些相应的条件来选用哪一种采油方法。我国现在开采的重油，约有一半是采用热力开采的。辽河油田的重油开采基本上是以热吞吐和蒸汽驱方法为主，过去在石油储量计算中的“表外储量”是指用当时的采油方法不能采或者没有经济价值的那一部分原油储量，但随着不断地采用新技术、新方法，这部分原油将可能逐步转为可采储量。

第一节 重油的产量、储量和资源量

世界重油资源非常巨大，据胡见义（1988）统计，世界上已发现了 3 万多个常规原油油田，但占有更大地位的石油烃类资源是重油，具有比常规原油资源高数倍至十余倍的巨大潜力。因为石油烃类在物理化学条件变化中反应很敏感，使重油的形成在石油演化过程中占有极其重要的地位。在全球，重油以至沥青资源有更为广泛的分布，形成了巨大的重油、沥青矿藏。迈耶尔和弗顿分析、统计了世界 1046 个重油和特重油油藏，地质储量约为 $15500 \times 10^8 \text{t}$ （为不完全统计，原苏联、东欧只是部分矿藏）。由于技术、经济因素的限制，至今对重油的勘探和认识还是初步的。在现有技术下可采储量近 $3000 \times 10^8 \text{t}$ 。目前有 15 个国家 76 个油田，特重油（密度 $> 0.986\text{g}/\text{cm}^3$ ，埋深 $0 \sim 900\text{m}$ ），地质储量 $6800 \times 10^8 \text{t}$ ，可采储量约 $1500 \times 10^8 \text{t}$ ，一般开采难度较大，部分露天开采，从油砂中提炼加工。加拿大阿萨巴斯卡油

[●] $\text{API} = (141.5/\text{密度值}) - 131.5$ 。

砂矿开辟了 35km^2 试验区, 从地表至埋深 100m , 年采掘油砂 $1.45 \times 10^8\text{t}$, 经处理及人工合成, 年产石油 $800 \times 10^4\text{t}$ 。全世界已发现重油油田(埋深 $300 \sim 2000\text{m}$) 970 个, 地质储量 $7700 \times 10^8\text{t}$, 可采储量约 $1400 \times 10^8\text{t}$, 其中已进行工业性开采的可采储量约 $70 \times 10^8\text{t}$, 年产约 $2 \times 10^8\text{t}$ 原油。

世界上重油(含特重油)资源丰富的国家有加拿大、委内瑞拉、美国、俄罗斯等(表 1-1), 我国位居世界第五位。加拿大重油油砂最为丰富, 阿尔伯达盆地是主要的分布区, 有阿萨巴斯卡等 8 个特重油大油田, 其地质储量 $1520 \sim 2140 \times 10^8\text{t}$, 劳得明斯特重油大油田地质储量 $20 \times 10^8\text{t}$; 委内瑞拉 4 个已知重油聚集(区)带地质储量约 $930 \times 10^8\text{t}$ (而预测重油资源共约 $3000 \times 10^8\text{t}$); 美国重油和特重油油田约 1500 余个, 地质储量约 $250 \times 10^8\text{t}$ (其中特重油油田 39 个, 储量约 $50 \times 10^8\text{t}$); 俄罗斯总的勘探和认识程度较低, 约有 200 个特重油油田(含沥青矿, 密度 $0.95 \sim 1.1\text{g}/\text{cm}^3$), 已探明储量 $500 \times 10^8\text{t}$, 预测资源有 $500 \times 10^8\text{t}$ 。

表 1-1 世界主要重油资源国家的储量、产量略表(截止 1993 年)

国 家	地质储量, $\times 10^8\text{t}$		年度产量, $\times 10^4\text{t}$		
	探明	预测	1980 年	1985 年	1990 年
委内瑞拉	930	3000~3700	3340 (1979 年)	5984	
加拿大	1560				
俄罗斯	500	500	100		
美 国	250		1400 (1978 年)	4000	7000
中 国	20~30			295 (1986 年)	830

我国的重油资源亦非常丰富, 分布广泛, 在已经勘探或开发的大多数含油气盆地中都有发现。据不完全统计, 在 22 个盆地中有 152 个重质油藏(个别为单井油藏, 见表 1-2、1-3)。我国目前估算的重油资源量为 $100.34 \times 10^8\text{t}$ ①, 占全国原油总资源 $814.7 \times 10^8\text{t}$ 的 12.3% (1990 年统计); 另据全国储量委员会的资料, 至 1990 年底, 全国探明重油储量为 $29.54 \times 10^8\text{t}$ ②, 占探明原油累积总储量的 19.8%。

我国(尤其是东部及近海海域)新生代的构造活动性较强、油气生成运移和成藏时间晚等特点, 决定了我国重油资源丰富, 分布广泛, 并有着良好的勘探前景。例如在“七五”期间我国东部陆续发现了埕岛、绥中 36—1、流花 11—1 等 3 个亿吨级的大型重质油藏, 合计探明原油地质储量 6 亿多吨; “八五”初期在辽河西部凹陷新发现了缓坡边缘带上的欢喜岭西八千十二区块的上第三系馆陶组厚达 134m 的稠油层; 又在陡坡带上扩大了冷东重质油藏的含油面积, 预计可达 $2 \times 10^8\text{t}$ 的规模。同时在我国西部地区新疆准噶尔盆地西北缘的克拉玛依—乌尔禾重油带也有新的扩展, 预计其储量还会有较大的增长。近几年, 一些老油区的

① 数字引自原地质矿产部石油地质研究所, 1990。

表 1-2 中国重质油藏分布统计表

地区	油藏数	深度 m	层						位				深 度, m										
			N	E	K	J	T	P ₂	P ₂	Z _{na}	总计	<500	500~ 1000	1000~ 1500	1500~ 1800	1800~ 2000	2000~ 2500	2500~ 3000	3000~ 4000	4000~ 5000	>5000	总计	
松辽	11	145~1040			11						11	6	4	1									11
辽河	10	530~2000	2	10							12		3	6	5	4							18
黄骅	14	750~3775	11	8		1		1	2		23			5	6	5			1				17
冀中	15	975~3000	4	13						1	18			2	2	2	1	2					9
济阳	28	600~2700	18	18					4		40		2	15	7	2	1	2					29
东濮	5	1400~2900		4					1		5						2	2					4
泌阳	9	112~2103		9							9	1	3	4			1						9
二连	6	383~1204			6						6	1	1	1									3
苏北	9	1068~1143		9							9			4	1								
江汉	10	610~1450	1	12							13		3	4	1								8
百色	3	22.6~527.8		3							3	3											3
准噶尔	7	0~500			1	5	2				8	3				1							4
塔里木	2	4770~5052					1		2		3									3	1		3
吐鲁番	2	118~1005				2					2		1										1
酒东	1	3264			1						1								1				1
藏北	1	375~392		1							1	1											1
大漠口	1	394~1500		1							1			1									1
周口	1	2371~2801		1							1								1				1
渤海	7	806.6~3469	7	3							10		1	2	2	1		1	1				8
珠江口	5	1197~1782	5	1							6			3	1								4
北部湾	3	981~1251	3								3			1									1
莺歌海	2	2777.6	2								2	1						1					2
总计	152		53	93	19	8	3	1	9	1	187	16	18	49	25	15	5	8	4	3	1		144
百分比, %			28.3	49.7	10.2	4.3	1.6	0.5	4.8	0.5		11.1	12.5	34.0	17.4	10.4	3.5	5.6	2.8	2.1	0.7		

表 1-3 中国重质油藏特征一览表

油田编号	名称	代表井号	层位	油层深度 m	相对密度 d_4^{20}	粘度 50℃, mPa·s	凝固点 ℃	含蜡 %	含硫 %	胶质+沥青质, %	伴生其它类型的油气
1	富拉尔基	富7	K ₂ n ₁ -K ₂ y ₂₋₃	49.4~493.2	0.9411	52.2	7	5.9	0.19	47.7	原油厌氧降解再生 生物气
2	汤池	杜11	K ₂ n ₁ -K ₂ y ₂₋₃	637~642	0.9523	26.11			0.137	27.2	
3	阿拉新	杜1-6	K ₂ n ₁	730~732	0.9412	73.9~231.5	-3~24	21.9~31.8		31.8	再生生物气(稠油 环气藏)
4	江桥	来65	K ₂ y ₂₋₃		0.92	200.7	6.00	28.30	0.176	26.6	
5	他拉红	杜4	K ₂ n ₁ -K ₂ y ₂₋₃	985.8~990	0.9326				0.11	33.2	
6	葡萄花		K ₂ n ₃	400~600							原油厌氧降解再生 生物气(稠油环气 藏)
7	白城套保	洮13	K ₂ y ₂₋₃	290~400	0.9341~0.9917	243.93~643.8	11	10~16		35~40	
8	新北	新33	K ₂ n ₄	380~400	0.9147	188.11	11				
9	新木	查101	K ₂ n ₃	300±	0.9333						油田北翼形成稠油 封堵的浅层气藏
10	扶余1号	扶101	K ₂ n ₄	145~255	0.9373~0.986	657~2700	6~15	5.28~6.8		23.9~39.5	原油厌氧降解再生 生物气以及稠油封 堵前郭旗的浅层气 藏
11	伏龙泉	松南2井	K ₂ n ₁	522~761							氧化、水洗、厌氧 降解的残留油气藏

松

辽

续表

油田	编号	名称	代表井号	层位	油层深度 m	相对密度 d_4^{20}	粘度 50℃, mPa·s	凝固点 ℃	含蜡 %	含硫 %	胶质+沥青质, %	伴生其它类型的油气
二连	12	巴音郡兰	巴1井	K _{1b}	1193.0~1204.4	0.8963	221.5	26	12.02	0.26	41.18	
	13	阿北马新构造带	贡1井	K _{1b}								
	14	蒙古林	阿16	K _{1b}	811	0.9241	250.18	20	10.15			阿南452井区341~525m有浅层再生生物气藏
	15	哈达图	哈7	K _{1b}								
	16	锡林浩特	吉5 吉4	K _{1b}	1075.8~1081 383.4~402.6	0.9420 0.9519~1.0014	1058.52 1000~50000					主要为低熟油, 也有未熟油
辽河	17	吉格森		K _{1b}								主要为低熟油, 也有未熟油
	18	大民屯	静22	E ₂₃	1468.1~1477.0	0.9363	48.62	<-20	8.57		20.84	有沙三上、沙二段的浅层气藏
	19	牛心屯	坨5	E ₂₄	1639~1663	0.9239	828.88	38	10.93		49.02	
	20	茨榆坨	茨9	E ₂₁	1707.2~1850.2	0.9618	272.8					有浅层气及小气顶
	21	青龙台	龙26	E ₂₁	1280~1870	0.9065~0.9487	59~151	-11~20	2.55~13	0.11~0.26		
吉林	22	高升	一区	E ₂₃₋₄	1400~1800	0.9018~0.9586	300~2000	4~10	4~6.4	0.42~0.85	39.4~49.0	具小型气顶

续表

油田编号	名称	代表井号	层位	油层深度 m	相对密度 d_4^{20}	粘度 50℃, mPa·s	凝固点 ℃	含蜡 %	含硫 %	胶质+沥青质, %	伴生其它类型的油气
23	曙光	一区	Es ₁	750~900	1.0033	2969	36	3.19		60.96	
			Es ₃	1000~1100	0.9823	396.7	21	7.24		46.12	
			Es ₄	1300~1500	0.92~0.93	250~600	-8~-25	4~9		24~41	
		杜67	Ng	530~650	0.99~1.0072	400~15658	36		0.316	56.22	
24	欢喜岭		Ng	556~1123	0.9301~0.9956	>2000	10~25	0.28~0.83	0.26	34.86	
			Es ₂	920~1000	0.97~0.99	2562~3000	-6	4.1		37	
			Es ₃	1100~1200	0.95~0.97	172~1560	0~26	3.0~4.8		25.3	大凌河油层多属气顶油藏
		千12块									
25	冷家堡*	冷37	Es ₁₋₂	1515.2~1950	0.9957	44239.5	19~29	1.59		51.27	
26	大洼	洼1	Ed	1203.5~2000	0.938~1.019	926.7~1086	21	1.0~4.38	0.31	22.1~39.6	
27	海外河	海26	Ed	1621.9~1660.0	0.9556	200.7	-26	3.66	0.21	27.97	
28	柏各庄	南8	O ₂		1.0395						
		南13	← ₁		0.9906						
29	高尚堡	高31	Nm+g	1836.6~2015.6	0.9412	139.45	-24	4.83			伴产浅层天然气
30	北塘	板深51	Es ₃	3727.2~3775	0.9265	939.99	64	20.12	0.197		属运移后残留重油

续表

油田	编号	名称	代表井号	层位	油层深度 m	相对密度 d_4^{20}	粘度 50℃, mPa·s	凝固点 ℃	含蜡 %	含硫 %	胶质+沥青质, %	伴生其它类型的油气
大港	31	北大港	东2-62	Nm	1623.4~1763	0.9391	115.1	-28	5.10	0.20		
				Nm+g	1100~2150	0.90~0.95	6~120至15~34	4~19		5~20		
			唐家河	Nm	1430~1700	0.9307	30.95	-20~25	7.26	0.262	20.95	
				Ng	1700~2000	0.9309	35.91	-13~22	8.03	0.207	18.07	
	32	大中咀-齐家湾*	旺17	Nm	1400	0.9339	86.39		5.14	0.16	16.0	
				Es ₁	1987~2005.6	0.9713	6630.26	15	2.85	0.56	50.21	
				Ng	1210~1435	0.9677	1882	-17	5.17	0.44	40.47	Ng有小气顶
	33	孔店		Nm	750~1257	0.93~0.98	110~5377	-5~-1	5~6	0.15~0.49	18~23	Nm有浅层气、Ng有小气顶
				Ng	1220~1475							
	34	羊三木		Nm	1550~1650	0.9378	139	-1	9.3	0.23	13.1	Nm有浅层气
港	35	羊二庄		Es ₁	1818.4~1821.6	0.944	480.9				68.1	原油厌氧降解再生生物气(稠油环)
	36	沧东*	沧1	Es ₁								
	37	舍女寺*	女32	Es		0.9372	176.4	-12	3.58	0.13	37.65	
	38	枣园		Es ₁ +Es ₄	1600~2000	0.9187~0.9450	525~1550	25	14~16		26~29	
				Es ₁	1500~1800	0.9552	2419	15	5.51	0.15	38.40	
	39	王官屯*	官3断块	Ng	1355.0~1488.07	0.9271	168.5	-5	7.45		38.67	扣11块有Ng浅层气藏
	40	扣村*	扣11块	P	1554~1604.4	0.9178	122.4	3.5	6.2	0.4	33.6	扣3井沙一组下段有未熟油
				Mz	1884	0.952						
	41	盐山*	盐2	Es ₁		0.9569	4340	32	6.41	1.03	47.31	

续表

油田编号	名称	代表井号	层位	油层深度 m	相对密度 d_4^{20}	粘度 50℃, mPa·s	凝固点 ℃	含蜡 %	含硫 %	胶质+沥青质, %	伴生其它类型的油气
42	坝28		Nm, Zw	975~1016.17	0.95		-5	1.66	0.212		
43	南马庄		Es								
44	高阳	高3、高18断块	Es		0.9292	300~1900					
45	西柳										
46	河间		Es								
47	八里庄		Es, Ed ₁		0.923	754		3.7	0.052		
48	留北	路3断块	Nm-g	1100~2000	0.883~0.915	45~435	35~45	6~20		29~49	
49	留西	留17断块	Es	2800~3000	0.904	103.56	28	6~16	0.468	41.13	
50	大王庄		Ed								
51	武强杨武寨	强2、26	Es ₂₋₃ , Ed ₁		0.974	200~600	29~36	5~17	0.3~0.9		
52	深南	泽33	Nk-Ed ₁	2550~2850	0.9287	336.85	18~37	14.17	0.58	48.92	
53	赵兰庄*	赵3	Ek	2106.8~2203.8	1.02	327	-13	1.8			赵2、赵8井区为高产H ₂ S气藏
54	晋52井										
55	晋7井		Ek-Fs ₄	1355~1423	1.004	1251			1.09	19.1	
56	南宮	临4	Es ₄	1521.6~1596.6	1.0657	549.85				40.29	

冀

中

续表

油田	编号	名称	代表井号	层位	油层深度 m	相对密度 d_4^{20}	粘度 50℃, mPa·s	凝固点 ℃	含蜡 %	含硫 %	胶质+沥青质, %	伴生其它类型的油气
济	57	套尔河·	车古 9	Es ₁	1509.6~1517.4	0.9414	579	13		0.68		
			车古 9、11	O ₂	1596~1730	0.9742	2078	6		0.83		
	58	义和庄		Ng		0.95~0.98	213~1500			2~3	47	
			沾 11	O		0.94~0.96	185~250			2.64	44	
	59	义东	沾 4—3	Ng		0.957~1.022	213~17179	-14		1.91~3.377	47	
阳	60	埕东		Ng	1150~1360	0.945~0.990	205~2491	-22~13	0	0.43~1.76		Nm 组浅层氧化降解天然气藏
	61	渤南		Ng	1193.4~1305	0.9448	145			2.5~3.9	27.0	沙一段白云岩产未熟油 (2800m 深)
	62	罗家	垦 5	Es ₄	1839.0~1867.4	0.9851	1621					
	63	陈家庄		Ng		0.9910	1661	0		4.35		
	64	垦西		Ng	1350~1450	0.9366	396	-2~-9		0.97~1.62		Nm 组浅层氧化降解天然气藏
	65	五号桩	桩占 20	Es ₃		0.93				0.61		

续表

油田	编号	名称	代表井号	层位	油层深度 m	相对密度 d_4^{20}	粘度 50℃, mPa·s	凝固点 ℃	蜡 含 %	硫 含 %	胶质+沥青质, %	伴生其它类型的油气
济	66	孤岛		Ng	1000~1320	0.93~1.026	330~3500	-40~-30	5~7	1.2~3.4	27~54	Nm, Ng 浅层氧化 降解天然气藏
				O		0.95	737			2.02	33	
	67	孤东		Ng	<1324	0.9048~0.9978	32.1~8313	-7~-35	6	0.21~0.74	17~50	Nm, Ng 浅层氧化 降解天然气藏
	68	林樊家	滨 602	Ng	1023~1053	0.9551	678	-18		0.31~0.98		浅层氧化降解天然 气藏
阳	69	尚店	滨 307	Ng, Ed, Es ₁	1084~1206	0.93~0.97	200~5100					
	70	单家寺		Ng, Es ₁ , Es ₃₋₄	1100~1250	0.99	8984~22880	12	1.85		24.71	
	71	滨南		Ng		0.95						
	72	王庄	郑 11	Es ₁	1300~1400	1.0311	46584					
	73	平方王		Es ₄	1550~1560	0.93~0.9767	>200					CO ₂ 气顶脱沥青作 用形成的底部重油
	74	胜坨		Nm-g	975~1255.8	0.97	4267	12		1.06		
				Ed	1334~1656	0.93~0.97	400~3600	-9~14	7~14	0.7~1.1		