

中国东部油田 原油孢粉组合与油源研究

王开发 张玉兰著



同济大学出版社

75024

25388

中国东部油田 原油孢粉组合与油源研究

同济大学出版社

内 容 提 要

本书综合了我国东部各油田主要含油层系的原油孢粉组合特征,划分了原油孢粉组合类型,对油源和油藏的生储关系作了较为深入的探讨,同时对原油孢粉化石与储集层空间性质的关系;原油孢粉的浮选性;孢粉、菌类、藻类是石油形成的原始物质等问题进行专门讨论。详细描述了原油中的重要孢粉化石,并附有 12 幅孢粉图版。

本书可供从事石油、地质、古生物、生物等科研、生产和教学人员参考。

责任编辑 王 利

封面设计 王肖生

中国东部油田 原油孢粉组合与油源研究

王开发 张玉兰著

同济大学出版社出版

上海四平路 1239 号

新华书店上海发行所发行 同济大学印刷厂印刷

开本 786×1092 1/16 印张 8.75 字数 220 千字

1986 年 4 月第 1 版 1986 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—1,000 科技新书目 120—213

统一书号 13335·015 定价 2.70 元

序 言

在研究某些地区的含油远景，阐明油气形成的规律时，除大地构造、含油岩石储集性能和盖层性质以外，油源和油气的运移也是重要问题之一。孢粉、菌类、藻类是石油形成的原始物质，孢粉、菌类、藻类由于体积小、比重轻、外壁坚固，而且原油具有一定的粘度，故油气在其运移聚集过程中，往往将生油岩中的孢粉带进油藏，因此原油中的孢粉、菌类、藻类化石可以示踪油气的运移，查明油源，判断生油岩的时代和生、储、盖组合类型。

首次研究原油孢粉的是散德斯 (Samders, 1937)，他从墨西哥的白垩纪、第三纪和罗马尼亚第三纪油田的原油样品中分离出孢子、藻类和菌类的微体植物化石，并以此为依据支持了石油的有机成因说，首次把原油中的孢粉、菌类、藻类化石与生油岩联系在一起，开创了这个领域的研究。伍兹奇米特 (Waldschmidt, 1941) 从二叠系原油中分离出藻类及其他微体植物化石，从而确定了科罗拉多油田的生油岩。贾恩斯 (Jams, 1950) 从匈牙利第三系原油中分离出一些微体化石，迪哲塞伊 (Dejersey, 1965) 研究了澳大利亚昆士兰油田原油中的微体植物化石，巴奈季 (Banerjee, 1965) 研究了印度阿萨姆油田中的微体植物群，赫文 (Hoeven) 等 1966 年根据昆士兰莫尼油田原油中的孢子，推断莫尼油田侏罗系和三叠系砂岩中的原油来源于二叠系生油岩；在这方面的研究中，苏联学者进行的工作最多，如阿利耶夫 (М. М. Алиев)、契皮科夫 (Е. В. Чепиков)、米德维杰娃 (А. М. Медведева)、罗符宁娜 (Л. В. Ровнина)、莫托维洛夫 (П. Н. Мотовилов)、古谢娃 (А. Н. Гусева)、阿尔马莫诺娃 (С. В. Армамонова)、克卢博娃 (Т. Т. Клубова) 等先后研究了苏联所有的主要含油区：如伏尔加—乌拉尔地区、德聂伯—顿涅茨盆地、前高加索、阿塞拜疆、波罗的海沿岸、齐马诺—伯绍拉省、西西伯利亚低地、萨哈林 (库页岛) 等地的原油样品，为确定油源和油气运移提供了有力的证据。1971 年契皮科夫和米德维杰娃进行的模拟实验证明，油气从生油岩向储集岩的运移中所携带的或从围岩中被油气捕获的植物化石 (孢粉和藻类)，不仅能随油气运移，而且能和天然气一起运移，而经过运移的微体植物化石在化石本身的构造特征上并无明显的变化。他们认为植物孢粉可以作为探讨石油运移路线的可靠指示者，而菌类、藻类及其他植物组织的遗骸，可作为油气运移的间接指示者，这一实验进一步说明了根据原油中的孢子花粉推断生油岩的可靠性。

国际上原油孢粉的研究，主要集中于中、古生代，而对新生代原油孢粉的研究较少，至于古潜山油藏的原油孢粉，目前尚未见到研究著述。我国原油孢粉的研究，解放初期徐仁先生曾试验用过滤方法研究原油孢粉。六十年代石油部石油科学院曾对玉门油田等地的少量样品进行过研究，近年来兰州石油地质研究所江德昕等人曾对我国西部的油田进行过不少原油孢粉的研究。我国东部各油田虽然也进行过少数零星的原油孢粉分析，但未进行系统的研究。

自 1972 年以来，我们先后对任丘油田、胜利油田、辽河油田、大港油田、渤海海上出油井、大庆油田、吉林油田、苏北盆地、江汉油田、三水盆地、南海珠江口盆地、百色盆地等地的原油孢粉进行了系统的研究，获得了众多的孢粉、藻类、菌类化石，共有孢粉 107 属 234 种、菌类 8 属 42 种、藻类 39 属 85 种，得出各时代原油的孢粉组合特征。本书将着重探讨

原油孢粉化石对于油源和油气运移的示踪性,作为确定生油岩时代和研究生、储、盖组合类型的依据。另外对孢粉、菌类、藻类是石油形成的原始物质,原油孢粉与储集层的空间关系,原油孢粉组合类型和原油孢粉的浮选性等问题进行了探讨。书中详细描述了 55 属 92 种的孢粉、菌、藻化石,并附有照片图版 12 幅。

本项研究得到石油工业部各油田及石油勘探指挥部、地质矿产部各石油地质局及石油普查大队的大力支持和热情帮助。殷沫、钱燕、王可德、杨荣玉等人参加了本项研究的部分工作,周和仪、关学婷、郭尉虹、陈永祥、王永元、李兴、王素敏、阎家林、雷作琪、曲淑琴、蒋秋琴等人协助采集油样并提供有关资料。本校蒋辉、吴国瑄参加了部分研究工作,叶志华分析样品,何福英、王秀雅、吴梅英清绘插图,在此一一表示感谢。

目 录

一、中国东部油田古潜山原油孢粉组合与油源研究	
(一) 任丘油田	1
(二) 胜利油田	5
(三) 辽河油田	11
(四) 大港油田	15
(五) 渤海海区	16
(六) 百色盆地	18
二、中国东部白垩纪原油孢粉组合与油源探讨	
(一) 大庆油田	21
(二) 吉林油田	25
三、中国东部第三纪原油孢粉组合与油源研究	
(一) 胜利油田	29
(二) 苏北盆地	37
(三) 辽河油田	40
(四) 江汉油田	41
(五) 三水盆地	46
(六) 百色盆地	48
(七) 南海珠江口盆地	51
四、原油孢粉研究中几个问题的探讨	
(一) 原油孢粉组合的类型	54
(二) 原油孢粉数量与储集层空间性质的关系	55
(三) 原油中孢粉、菌类、藻类浮选性的讨论	55
(四) 孢粉、菌类、藻类是石油形成原始物质的探讨	57
五、原油孢粉化石描述	
(一) 菌类 Fungi	62
(二) 藻类 Algae	65
(三) 蕨类植物 Pteridophyta	69
(四) 裸子植物 Gymnospermae	70
(五) 被子植物 Angiospermae	77
本著作的英文提要	
——ABSTRACT OF «PALYNOLOGICAL ASSEMBLAGES OF CRUDE OIL FROM THE OIL FIELDS IN EAST CHINA AND THE RESEARCH OF THE OIL SOURCE»	
参考文献	89
附孢粉名称拉丁文索引	95
原油孢粉图版及说明	109

一、中国东部油田古潜山原油孢粉组合与油源研究

我国最早发现的古潜山油藏是1958年8月，在酒泉盆地中志留统泉脑沟组的轻度变质裂缝性页岩中所获得的工业油流。以后，在松辽盆地、渤海盆地等地区也获得了此类油气流或工业油流。其中在渤海盆地，所发现的一批古潜山油气田更加引人注目，1972年在济阳拗陷义和庄古潜山奥陶系裂缝性石灰岩中，获得了高产油气流。1975年7月在冀中拗陷发现了任丘古潜山油田，也获得了高产油流。任丘古潜山油田的发现，开拓了渤海盆地油气勘探的新领域，而且也丰富了石油地质理论。古潜山的储集层，如果含有发育的缝洞并有良好的盖层和适当的圈闭条件，充足的内部油源或邻近凹陷的油源供油，就能形成高产油藏，因此储集层与生油层有较大的接触面积是形成古潜山大油田的重要条件，所以研究古潜山油藏的油源及提出油气运移的证据，不仅是判明新生老储（外生内储）的古潜山油藏类型，对于勘探工作中寻找形成古潜山油气藏的有利地带也有一定意义。

几年来，我们对渤海盆地各油田的古潜山原油进行了系统的原油孢粉研究，现分别叙述如下：

（一）任丘油田

1. 原油孢粉样品的采样层位及其分析处理

我们采集了任丘油田的任11井、任26井、任45井、任28井四个原油样品，皆为井口取样，采样量为5公斤，油样以航空汽油冲稀，用热过滤抽吸或大离心机沉淀离心，用苯、二甲苯、酒精、乙醚、氯仿等有机溶剂洗油去脂、去沥青质的处理。各取样井的采样层位和岩性如表1：

任丘油田油样的层位

表 1

井 号	井 位	深度（储油层） （米）	层 位	岩 性
任 11 井	任丘一章中驿构造带任丘高点	2635—2795.11	蓟县系雾迷山组	硅质白云岩
任 26 井	任丘构造带高点任11井东北	3139—3172.6	蓟县系雾迷山组	硅质白云岩
任 28 井	任丘一章中驿构造带任11井东倾处	2995—3210	蓟县系雾迷山组	硅质白云岩
任 45 井	任丘构造北高点	2735—2919.63	蓟县系雾迷山组	硅质白云岩

2. 任丘油田古潜山原油孢粉组合*

任丘油田四口井的原油均含有较多的孢粉化石，其孢粉组合成份和数量统计如下表2。从表2和图1、2可看出，任丘油田古潜山原油孢粉组合可分为二种类型，其特征为：
第一类型孢粉组合的特征

* 本书孢粉组合包括孢粉，单细胞藻类和群体以及菌类孢子，下述孢粉组合皆包括这几类，系广义的孢粉组合。

任丘油田古潜山原油孢粉统计表

表 2

孢 粉 名 称	任 11 井	任 26 井	任 28 井	任 45 井
披针无孔多胞孢	6	2		1
蠕虫无孔多胞孢	6			
锥形无孔多胞孢	5			
粒纹无孔多胞孢	2	3		
颗粒无孔单胞孢	13	2	1	2
尖形无孔双胞孢		2	1	
无孔双胞孢属				1
光面球藻属		3	9	
粒面球藻	9	5	6	2
皱面球藻	4	3	4	2
棒球藻属	4			1
小雾迷山糙面球藻	4	1		
开口粒面球藻			1	
管球藻属			1	
皱面渤海藻			2	
副渤海藻属			1	
粒面副渤海藻			1	
小刺藻属			2	
盘星藻属				3
水龙骨单缝孢属		1	1	
哈氏水龙骨单缝孢				2
三角孢属		3		
双束松粉属	1	1	1	
小双束松粉		1	1	
具缘铁杉粉	1			
大拟落叶松粉		2		
皱球粉属	2	2	1	
小皱球粉			1	
原始雏囊粉		1		
无口器粉属		2		
杉粉属		2		
破隙杉粉		3		1
单远极沟粉属	1			
栎粉属	2	2	1	1
粗糙栎粉	1			
小亨氏栎粉		2		
榆粉属	4		2	1
克氏青榆粉	1			1
栗粉属				1
山毛榉粉属				1
山核桃粉属		1		
拟桦粉			1	
桑 属			1	
木兰粉属		2		
伸长木兰粉		2	1	1

续表 2

孢 粉 名 称	任 11 井	任 26 井	任 28 井	任 45 井
心脏型椴粉		1		
山龙眼粉属		1		
阿德纳山龙眼粉		1		
珠粒冬青粉		1		
蒿 属			1	
未鉴定孢粉	22	6	7	2
菌类孢子	32	9	2	4
藻 类	21	12	27	8
蕨类植物孢子总数		4	1	2
裸子植物花粉总数	5	14	4	1
被子植物花粉总数	10	11	7	6
孢粉总数	90	56	48	23

注：本文所有组合中化石数均是粒数

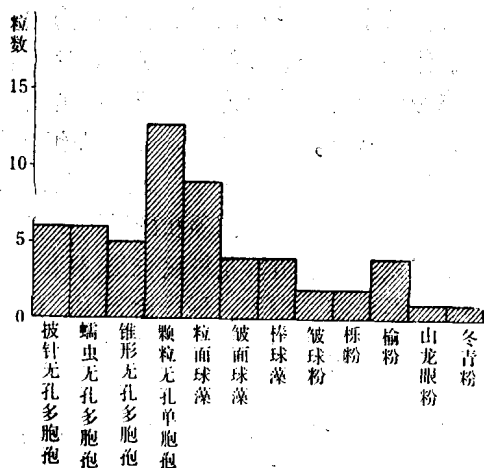


图 1 任丘油田任 11 井孢粉图式

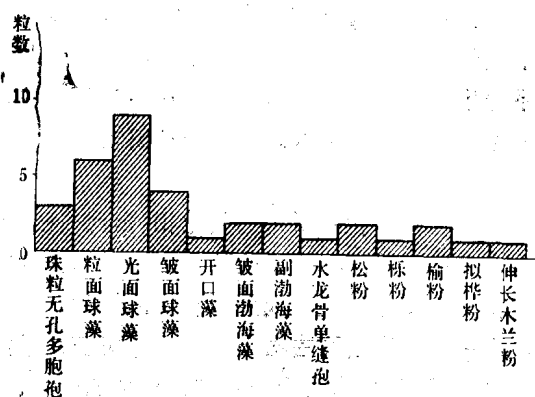


图 2 任丘油田任 28 井孢粉图式

- ① 以菌类和藻类在组合中占优势，为总数 50% 以上。
- ② 菌类中以颗粒无孔单胞孢和无孔多胞孢最多。
- ③ 藻类中粒面球藻、皱面球藻、棒球藻有相当数量。
- ④ 花粉以杉粉、松粉、大拟落叶松粉和栎粉、榆粉为主要，其他花粉如山龙眼粉、珠粒冬青粉等较少。

第二类型孢粉组合的特征

- ① 组合中以藻类占优势，而且种类较多，以粒面球藻、光面球藻、渤海藻、副渤海藻、皱面球藻、盘星藻为主要，其他尚有管球藻、开口藻等。
- ② 花粉数量不多，但种类不少，其中以榆粉和栎粉为主。
- ③ 菌类较少。

3. 原油孢粉组合的时代与油源探讨

从上述原油孢粉组合特征看出，第一类型组合以菌类和藻类占优势，菌类主要为颗粒无孔单胞孢和蠕虫无孔多胞孢、锥形无孔多胞孢、披针无孔多胞孢，前三者多见于渤海湾沿岸地区的沙河街组三段，后者见于孔店组—沙河街组。藻类中的主要分子为粒面球藻、皱面球藻、光面球藻，它们皆见于沙河街组—东营组。裸子植物花粉以破隙杉粉、松粉、大拟落叶松粉为主，都为老第三纪化石。被子植物花粉以栎粉、榆粉为主，尚见到一些热带和亚热带的花粉，如阿德纳山龙眼粉、伸长木兰粉、珠粒冬青粉等，这些花粉都是沙河街组常见的化石，综上所述第一类型原油孢粉组合的时代应为老第三纪的渐新世（沙河街组）。

第二类型组合的成份显得较为贫乏，菌类甚少，藻类在组合中占主要地位，种类也较多，其主要成份是粒面球藻、皱面球藻、光面球藻，而渤海藻、副渤海藻、盘星藻也有相当数量，前三者皆出现于沙河街组—东营组，渤海藻和副渤海藻在沙河街组三段最为繁盛，盘星藻分布于沙河街组—东营组三段。裸子植物花粉仅有松、杉和皱球粉，被子植物花粉以榆、栎粉为主，尚有拟桦粉、伸长木兰粉等。以松、栎、榆为主的孢粉组合，是该区沙河街组—东营组的特征，因此第二类型的原油孢粉组合，其生油层的时代应为老第三纪，相当于沙河街组。

任 11、26、45、28 井的储油层皆为蓟县系的雾迷山组，邢裕盛等(1973)曾对雾迷山组的古孢子进行过详细的研究，发现有雾迷山糙面球藻、小雾迷山糙面球藻、粘结连球藻、疣面拟环球藻、薄壁方形藻等。在我们发现的 227 粒孢粉、藻类化石中，仅在任 26 井见到一粒，任 11 井见到 4 粒近似小雾迷山糙面球藻，而 95% 以上的孢粉、藻类化石都是老第三纪的成分。在蓟县系储集层的原油中，何来如此之多的老第三纪孢粉化石？其合理解释只能是本储集层的原油主要来自下第三系的生油岩，孢粉随着油、气从下第三系生油层往储集层运移而聚集，所以根据上述原油孢粉组合的特征，可以确定任丘油田古潜山原油主要来自下第三系的沙河街组。

原油化学性质的研究结果也和孢粉化石所得的结论相符合，任丘油田古潜山原油具有高蜡、低硫，以镍卟啉化合物为主和钒镍比小于 1 的特点，与渤海湾地区沙河街组原油的这些特征十分近似；原油成熟度属于以 C_{23} 为主，成熟度较低的原油，与沙河街组原油及其生油岩的正烷烃谱系十分相似，应用红外光谱对古潜山原油和下第三系沙河街组生油岩有机质谱图对比，它们之间也基本一致。任 11 井原油的姥鲛烷、植烷的研究，姥鲛烷/植烷的比值为 0.5，植烷比姥鲛烷含量高二倍至三倍。植烷形成的原始物质普遍认为是陆生植物，从姥鲛

烷、植烷的研究中也反映出任丘油田生油的原始物质应以陆生植物为主，近似于沙河街组。上述原油各种性质的研究结果，也说明任丘油田的原油应来自下第三系沙河街组，油、气是通过缝洞或断层面、不整合面从沙河街组生油岩向蓟县系的雾迷山组运移而聚集形成古潜山油藏的。

(二) 胜 利 油 田

1. 原油孢粉样品采集及采样层位

分析胜利油田古潜山原油样品较多，计有义和庄地区十三口井、垦利地区三口井、车镇地区一口井，共十七口井的原油孢粉样品。胜利油田古潜山储油岩系为寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、侏罗系等，其岩性为灰岩、鲕状灰岩、白云岩以及砂岩、砂砾岩等（表3），大部分油样含有较多的孢粉、藻类化石。

胜利油田古潜山原油采样层位

表 3

地 区	井 号	含油层位	井 段 (M)	岩 性	盖 层
义 和 庄 地 区	义古 14 井	寒 武 系	1769.15—1916.83	鲕状灰岩	€
	义古 11 井	奥 陶 系	2173.77—2184.08	灰 岩	MZ
	义古 12 井	奥 陶 系	1918—1940	灰 岩	C
	义古 15 井	奥 陶 系	1370.44—1375	灰 岩	Ed
	义古 31 井	奥 陶 系	2033.4—2251	白 云 岩	EK
	义古 71 井	奥 陶 系	1844.72—1875	灰 岩	C—P
	义古 41 井	奥 陶 系	2036.85—2059.92	灰 岩	C—P
	义古 12 井	奥 陶 系	2297.84—2315	灰 岩	C—P
	义古 38 井	二 叠 系	2226.4—2251	褐灰色砂岩	P
	义古 30 井	石 炭 系	1844—1848.2	含砾砂岩	C—P
	大 43 井	侏 罗 系	2542.4—2575	含砾砂岩	J
	义古 53 井	侏 罗 系	2465—2478	角 砾 岩	J
垦 利 地 区	垦古 9 井	奥 陶 系	2746—2768.5	泥质白云岩	C—P
	垦古 2 井	奥 陶 系	2843—2875.5	白 云 岩	C—P
	垦古 7 井	奥 陶 系	2827.93—2851	灰 岩	C—P
车 镇 地 区	车古 1 井	奥 陶 系	2411.56—2451.30	灰 岩	C—P

2. 古潜山原油孢粉组合

在古潜山原油中发现的孢粉、藻类化石有：菌类孢子的颗粒无孔单胞孢 *Inapertisporites granulatus*、圆形无孔单胞孢 *I. rotundus*、圆形无孔单胞孢（比较种）*I. cf. circularis*、美丽无孔双胞孢 *Dicellaesporites bellus*、尖形无孔双胞孢 *D. aculeolatus*、披针无孔多胞孢 *Multicellaesporites lanceolatus*、变异无孔多胞孢 *M. volubilis*、细窄无孔多胞孢 *M. leptaleus*、珠粒无孔多胞孢（比较种）*M. cf. margaritus*、粒纹无孔多胞孢（比较种）*M. cf. gr-*

anulatus、纺锤形无孔多胞孢(比较种)*M. cf. fusiformis*、长柄葡萄孢*Staphlosporonites laetevirens*、披针葡萄孢*S. lanceolatus*。藻类的光面球藻*Leiosphaeridia*、粒面球藻*Garnodiscus*、瘤面球藻*Verrucosphaera*、皱面球藻*Rugosphaera*、薄球藻*Tenua*、棒球藻*Filisphaeridium*、长棒球藻*F. longibaculatum*、细刺藻*Comasphaeridium spinatum*、微刺藻*C. minutum*、东营角凸藻*Prominangularia dongyingensis*、渤海藻*Bohaidina*、小皱网渤海藻*B. retirugosa* subsp. *minor*、粒面渤海藻小型亚种*B. granulata* subsp. *minor*、副渤海藻*Parabohaidina*、光面副渤海藻小型亚种*P. laevigata* subsp. *minor*、小皱网副渤海藻*P. retirugosa* subsp. *minor*、粒面副渤海藻*P. granulata*、双棘盘星藻*Pediastrum duplex*、三边藻*Deltoidinia*、环纹藻*Concentricystes*等。蕨类孢子有水龙骨科单缝孢*Polypodiaceasporites*、凤尾蕨孢*Pterisporites*、紫萁孢*Osmundacidites*、瘤面海金沙孢*Lygodioisporites*、具唇孢*Toroisporis*、卵形孢*Ovoidites*等。花粉有苏铁粉*Cycadopites*、大型双束松粉*Pinuspollenites labdacus f. maximus*、小型双束松粉*P. labdacus f. minor*、单束松粉*Abietinaepollenites*、大型云杉粉*Piceapollenites giganteus*、微小雪松粉*Cedripites minutulus*、具缘铁杉粉*Tsugaepollenites igniculus*、大拟落叶松粉*Laricoidites magnus*、原始松柏粉*Protoconiferus*、无口器粉*Inaperturopollenites*、皱球粉*Psophosphaera*、破隙杉粉*Taxodiaceapollenites hiatus*、三肋麻黄粉*Ephedripites trinata*、小亨氏栎粉*Quercoidites microhenrici*、亨氏栎粉*Q. henrici*、圆形栎粉*Q. rotundus*、粗糙栎粉*Q. asper*、拟桦粉*Betulaeoipollenites*、小苜黄杞粉*Engelhardtoidites microcoryphaeus*、光山核桃粉*Caryapollenites simplex*、圆形山核桃粉*C. rotundus*、小榆粉*Ulmipollenites minor*、克氏脊榆粉*U. krempii*、满点枫香粉*Liquidambarpollenites stigmocusus*、珠粒冬青粉*Ilexpollenites margaritatus*、山龙眼粉*Proteacidites*、凹边无患子粉*Sapindaceidites concavus*、粗糙无患子粉*S. asper*、大木兰粉*Magnolipollis grandis*、繁孔藜粉*Chenopodipollis multiporatus*等。

在上述化石成份中,菌类以披针无孔多胞孢、无孔单胞孢为最多;藻类中以粒面球藻占优势,光面球藻、渤海藻、副渤海藻、棒球藻、三边藻亦有相当数量,蕨类孢子甚少,花粉以松粉、栎粉、榆粉数量较多,光山核桃粉、冬青粉、无患子粉亦有一定数量。

根据孢粉组合特征,可把胜利油田的古潜山原油进一步分为三种类型(图3):

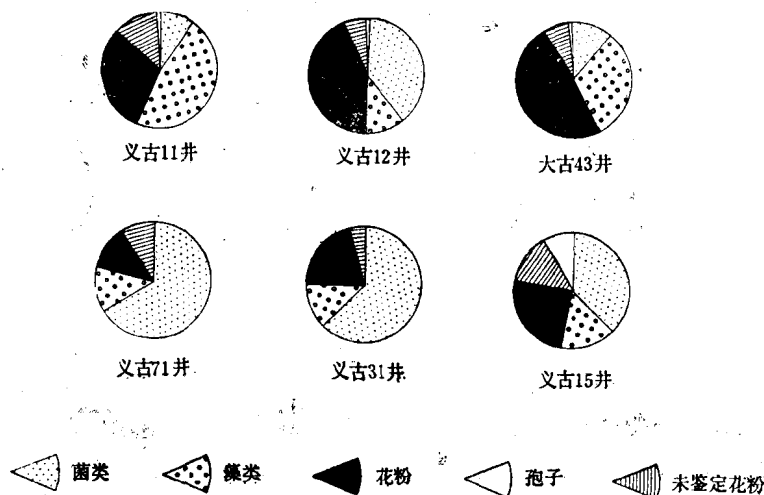


图3 胜利油田古潜山原油孢粉组合对比图

第一类型以义古11井为代表,藻类在组合中居首位,占47.7%,花粉其次,占38.7%,菌类占13.6%,孢子个别见到。藻类种类甚多,以粒面球藻、小皱网副渤海藻数量为最多,其次为小粒面渤海藻、小皱网渤海藻、小光面副渤海藻、粒面副渤海藻、三边藻。花粉中以松粉、栎粉、榆粉较多,云杉粉、满点枫香粉、山核桃粉、冬青粉、木兰粉也有一定数量。菌类中以披针无孔多胞孢为最多(图4),类似于第一类型的尚有义古40井、车古一井(图5)等。

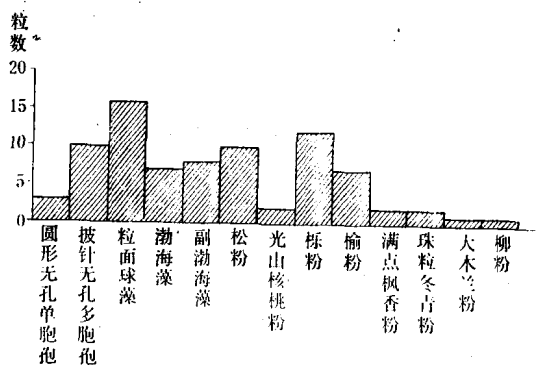


图4 胜利油田义古11井原油孢粉图式

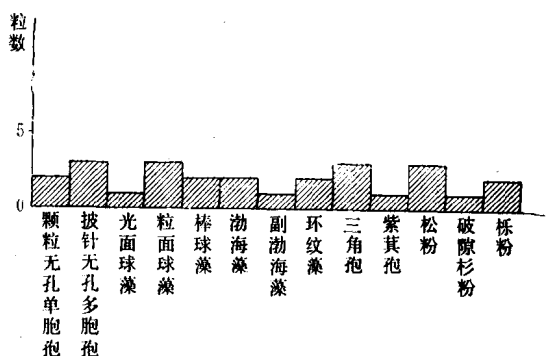


图5 胜利油田车古一井原油孢粉图式

第二类型以大古43井为代表,这是以花粉占优势的孢粉组合,花粉在组合中占48%,其次是藻类和菌类,分别占31%和13.3%,孢子仅是个别见到。花粉中以松粉为最多,其次是栎粉、榆粉、破隙杉粉、无口器粉、其他尚有三肋麻黄粉,山核桃粉、大型木兰粉、冬青粉等。藻类以粒面球藻、皱面球藻较多,光面球藻、副渤海藻、棒球藻、薄球藻、三边藻也有少量。菌类中以无孔单胞孢和披针无孔多胞孢为主要(图6),类似本组合的尚有义古15井(图7)、义古53井等。

第三类型是以义古31井为代表,以菌类占优势的孢粉组合,菌类在组合中占62%,花粉次之,为20%,藻类仅13%,未见孢子。菌类以披针无孔多胞孢为最多,颗粒无孔单胞孢、圆形无孔单胞孢、变异无孔双胞孢也有相当数量。藻类以粒面球藻、小皱面球藻较多,光面球藻、三边藻、盘星藻、棒球藻等零星出现,花粉以松、无口器粉、榆粉较多,栎粉、小首黄杞粉、冬青粉少量出现(图8),相似于义古31井组合的尚有义古71井(图9)等。

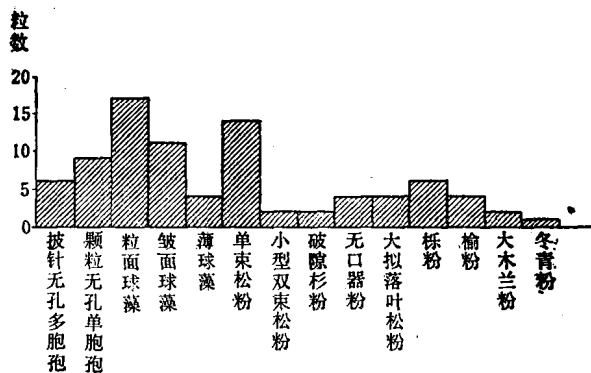


图 6 胜利油田大古 43 井原油孢粉图式

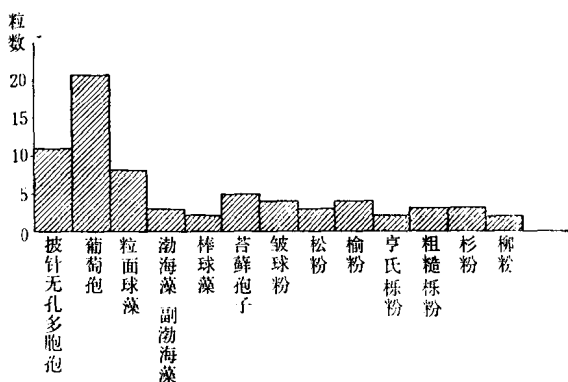


图 7 胜利油田义古 15 井原油孢粉图式

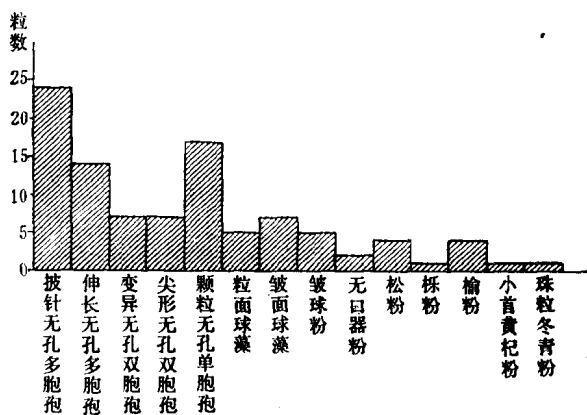


图 8 胜利油田义古 31 井原油孢粉图式

3. 原油孢粉组合的时代与油源探讨

上述孢粉、藻类的主要成份多为新生代化石, 如菌类孢子中的披针无孔多胞泡、颗粒无孔单胞泡、圆形无孔单胞泡、变异无孔多胞泡, 前三者多见于渤海湾沿岸地区的孔店组—沙河街组, 后者只见于沙河街组。藻类中的粒面球藻、皱面球藻、光面球藻皆见于沙河街组—东营组, 而渤海藻和副渤海藻在沙河街组三段最为繁盛, 其他的藻类化石如棒球藻和细刺藻见

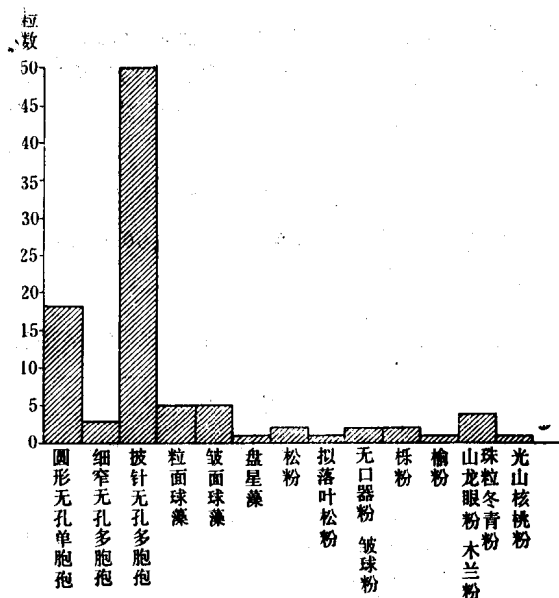


图 9 胜利油田义古 71 井原油孢粉图式

于沙河街组—东营组，微刺藻见于沙河街组二段，三边藻见于沙河街组一段，盘星藻分布于沙河街组—东营组三段。裸子植物花粉以松粉为最多，小型双束松粉、大型双束松粉、单束松粉、无口器粉、拟落叶松粉、破隙杉粉亦有相当数量，这些化石皆为早第三纪的常见分子。被子植物花粉中以栎粉和榆粉为最主要，其它尚有山核桃粉、满点枫香粉、珠粒冬青粉、山龙眼粉、无患子粉、大木兰粉以及柳粉，皆为渤海湾沿岸地区早第三纪的主要化石，因此，原油孢粉组合的时代应为早第三纪。

胜利油田古潜山原油的储集岩系为寒武、奥陶系，石炭、二叠系和侏罗系，但所鉴定、统计的近 1000 粒孢粉化石中，仅在大 43 井原油中见到三粒气囊未分化的原始松柏类花粉，应属中生代分子，而 99% 以上的化石皆为早第三纪分子，它有力地证实了油源是下第三系的生油岩。

从上述孢粉组合的几种类型，可以进一步推断不同的孢粉组合来自不同组、段的生油岩。

为了进一步说明这个问题，就需要与地层的孢粉组合资料进行对比。表 4 为沾化凹陷下第三系孢粉组合序列，各组、段具有明显的孢粉组合特征。

沾化凹陷下第三系孢粉组合特征表

表 4

层位	组 合	标 志 性 孢 粉
东 营 组	网面球藻—松粉属—榆粉属带	粒面球藻、车镇百合、胡桃属等
沙 一 段	杉科—桉粉属—薄球藻属带	粒面球藻、长棒球藻等
沙 二 段	麻黄粉属—芸香属带	裂叶蕨属、楝科、漆树粉、唇形科等
沙 三 段	渤海藻属—副渤海藻属—栎粉属带	小亨氏栎粉、渤海藻、副渤海藻等
沙 四 段	松粉属—杉科—桉科带	凤尾蕨孢属、麻黄粉属、榆粉属等

(据胜利油田研究院)

上述第一类型的孢粉组合，是以渤海藻、副渤海藻和栎粉、松粉高含量为特征，前三者

的种类也较多。渤海藻和副渤海藻是本区沙河街组三段的标志性藻类化石。在大量的栎粉、松粉、榆粉中栎粉多于榆粉也是沙河街组三段标志性的孢粉组合特征。其他花粉化石如珠粒冬青粉、大木兰粉也是沙河街组三段常见的化石，所以含第一类型孢粉组合的原油应来自沙河街组三段的生油岩。

从地球化学指标*的研究中亦得证实，含第一类型孢粉组合的古潜山原油，其正烷烃碳数分布曲线较平缓，主峰碳 C_{23} ，姥鲛烷/植烷比值为 1.00—1.41，与沙河街组三段生油岩和原油的特征一致（表 5）。

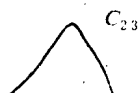
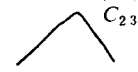
I 类古潜山原油、沙河街组三段原油、生油岩的地球化学指标对比 表 5

指 标 类 型	地球化学指标			
	烷烃色谱主峰碳	碳数分布曲线	姥鲛烷/植烷	$\delta C_{13} \%$
I 类原油	C_{23} (平缓)		1.00—1.41	10.26
沙河街组三段 原 油	C_{23} (平缓)		1.02—1.81	10.1
沙河街组三段 生 油 岩	C_{23} (平缓)		1.50	

第二类型孢粉组合是以粒面球藻、薄球藻、松粉、栎粉的高含量为特征，破隙杉粉、榆粉、棒球藻有一定数量。而粒面球藻、薄球藻、棒球藻皆为沙河街组一段的标志性藻类化石，松—栎—破隙杉粉组合也是沙河街组一段的特点，所以含第二类型孢粉组合的古潜山原油，其油源应是沙河街组一段的生油岩。

从地化指标的研究可以看出，含第二类型孢粉组合的古潜山原油，碳数分布曲线较陡，主峰碳 C_{23} 明显突出，姥鲛烷/植烷比值为 0.86，与沙河街组一段生油岩及原油相一致（表 6）。

II 类古潜山原油、沙河街组一段原油、生油岩的地球化学指标对比 表 6

指 标 类 型	地球化学指标			
	烷烃色谱主峰碳	碳数分布曲线	姥鲛烷/植烷	$\delta C_{13} \%$
II 类原油	C_{23} (较陡)		0.86	9.57
沙河街组一段 原 油	C_{23} (较陡)		0.39 0.64	9.02
沙河街组一段 生 油 岩	C_{23} (较陡)		0.78	

* 胜利油田研究院：1977 年，义和庄古潜山原油的油源和油气运移。

第三类型孢粉组合是以披针无孔多胞孢、尖形无孔双胞孢、颗粒无孔单胞孢、小皱面球藻、松粉、无口器粉的高含量为特征，披针无孔多胞孢为孔店组二段的菌类化石，尖形无孔双胞孢多见于沙河街组四段，颗粒无孔单胞孢见于沙河街组，藻类中的小皱面球藻和花粉中的无口器粉多见于沙河街组四段，本组合面貌虽然不甚明显，但多少显示了沙河街组四段组合的色彩，故其油源可能是沙河街组四段。由于对以菌类为主的孢粉组合，在以往的地层孢粉研究中注意不够，所以其油源是否是沙河街组四段尚有待于今后深入研究。

(三) 辽 河 油 田

原油孢粉样品采自辽河曙光油田的曙古1井、曙古11井、曙古23井和曙古32井，其中曙古1井、11井、23井的储油层为蓟县系的雾迷山组白云岩，曙古32井为青白口系的石英砂岩，除曙古23井油样中孢粉化石较少外，其他各井皆见有较多的孢粉、藻类化石。

1. 古潜山原油孢粉组合

辽河油田古潜山原油中发现的菌、藻、孢粉化石共59属96种，其中菌类8种，藻类29种，孢子1种，裸子植物花粉24种，被子植物花粉34种(表7)。菌类以披针无孔多胞孢、葡萄孢、珠粒无孔多胞孢为主；藻类以渤海藻、副渤海藻、管球藻、粒面球藻、光面球藻、皱面球藻为最多；裸子植物花粉中松粉、破隙杉粉、伸长杉科粉、无口器粉、麻黄粉占优势；被子植物花粉则以光山核桃粉、三角山核桃粉、真胡桃粉、枋粉、苗榆粉、小栎粉、小亨氏栎粉、小榆粉、波形榆粉、漆树粉最为常见(图10、11)。

辽河油田古潜山原油孢粉统计表

表 7

孢 粉 名 称		曙古1井	曙古11井	曙古32井
无孔单胞孢属	<i>Inapertisporites</i>	3	2	1
无孔双胞孢属	<i>Dicellaesporites</i>	1		1
波氏无孔双胞孢	<i>D. popovii</i>			1
无孔多胞孢属	<i>Multicellaesporites</i>			1
披针无孔多胞孢	<i>M. lanceolatus</i>	7	12	
珠粒无孔多胞孢	<i>M. margaritus</i>	6	5	
单孔多胞孢属	<i>Pluricellaesporites</i>		2	1
葡萄孢属	<i>Staphlosporites</i>	2	15	
渤海藻属	<i>Bohaidina</i>		1	5
细网渤海藻	<i>B. microreticulata</i>			1
皱网渤海藻	<i>B. retirugosa</i>			3
粒面渤海藻	<i>B. granulata</i>			2
光面渤海藻光面亚种	<i>B. laevigata</i> subsp. <i>laevigata</i>			4
副渤海藻	<i>Paraboahaidina</i>	2		
粒面副渤海藻	<i>P. granulata</i>			2
光面副渤海藻小型亚种	<i>P. laevigata</i> subsp. <i>minor</i>			7
椭圆极管藻	<i>Bipoloribucina oblongata</i>		1	
颗粒沟裸藻	<i>Dinogymnium granulatum</i>			1
稀管藻属	<i>Oligosphaeridium</i>	3		
管球藻属	<i>Hystrichosphaeridium</i>	24		