

## 研究简报

## 化石沟鞭藻类与石油的重要关系

何 承 全

(中国科学院南京地质古生物研究所)

通过古生物的研究直接或间接对沉积矿藏远景评价提供依据,从而为找矿服务,是许多人关心的问题。当前能源的供求已成为一个十分紧迫的问题,尤其是石油越来越显得极为重要,如果能找到某些古生物与形成石油有密切关系,那将具有非常重要的现实意义。

据报道,海洋浮游植物——藻类,作为石油的来源物质可能是很重要的。这类生物曾在靠近滨岸环境中大量发育,它们既给大量海洋动物提供了饵料,同时也可能是形成石油的生物来源。因为它们在这种环境中转化成初级石油(elementary petroleum)是很可能发生的(Tiratsoo, 1973, p.35)。目前,大多数地质学家和有机地球化学家都相信,在海洋沉积中无定形的有机质是形成石油的主要物质。然而,在海洋中主要的有机生产力仅仅是靠浮游植物,按重量计算,沟鞭藻纲的平均生产力是几十亿吨。死亡的浮游植物与沉积物混合起来,这种富含有机质的沉积物随着时间,通过一系列物理、化学和细菌的作用形成石油(Kumar, 1980, p.12)。沟鞭藻类是浮游植物的主要成员之一,其腐烂部分被认为是石油的主要来源。虽然有些矿物燃料(像煤)可以来自陆生植物,但大部分石油很可能源于像沟鞭藻类这样的海藻(Bujak & Williams, 1980, p.4)。

## 古代沟鞭藻类和石油生成的关系

关于石油的起因这个问题,虽然迄今还不能完全说明白,但浮游植物,尤其是古代沟鞭藻类和疑源类与形成石油有密切关系,这种观点已为许多学者所接受。以下根据一些实际材料,对这种关系作一些探讨。

1. 化石沟鞭藻类的繁盛期和特大油田地质时代分布的总趋势

为了说明石油的形成和沟鞭藻等藻类有密切关系,首先就目前世界上特大油田(储量 $\geq 5$ 亿桶)的地质时代分布来看。从时间上看,特大油田几乎在每个地质时期都有分布,但在很老的(如前寒武纪、寒武纪)和很新的(如第四纪)地层中都是很少的。据统计\*,截止 1970 年,世界上有巨型油田约 187 个。其中新生代(几乎全为第三纪)油田最多,共 87 个,占 46.5% (包括

早第三纪的 50 个,占 26.7%;晚第三纪的 36 个,占 19.5%;第四纪的仅 1 个);其次为中生代油田,计 64 个,占 34.2% (包括侏罗纪和白垩纪的 61 个,占 32.6%;三叠纪的很少);古生代油田仅 36 个,占 19.5% (泥盆纪和早石炭世的,共 17 个,其它时代的 19 个)。另据 M. 哈尔博蒂(1970, P.502)的概略统计,世界上巨型油气田的 24% 集中在第三纪,63% 在中生代,13% 在古生代;若不考虑中东地区的油田,则第三纪的占 40%,中生代的占 39% 古生代的为 21%。上述两个统计资料是大体相符合的。

其次,从化石沟鞭藻的地层分布看,可靠的化石沟鞭藻类至少从三叠纪至第四纪都有记录,但其最繁盛的时期为中晚侏罗世、晚白垩世和早第三纪(Downie, 1967, P.276, fig.2)。与沟鞭藻类可能有密切关系的疑源类化石(Evitt, 1963; Lister, 1970; Sarjeant, 1967, 1974; Dale, 1976)则自古生代至新生代皆有分布,但在古生代占优势,尤其在晚志留世和泥盆纪极为繁盛。

有趣的是,在这里可以发现世界上的特大油田的地质时代(或形成时期)与化石沟鞭藻类在地史上的繁盛期基本上相一致(图 1)。这种一致性似乎并非偶然的巧合,它很可能表明古代沟鞭藻类的几次繁盛期便是一些最重要的成油时期。即在中、新生代最重要的生油时期可能是中、晚侏罗世,晚白垩世和早第三纪。同样若根据疑源类,在古生代的重要成油时期可能为奥陶纪、晚志留世和泥盆纪。

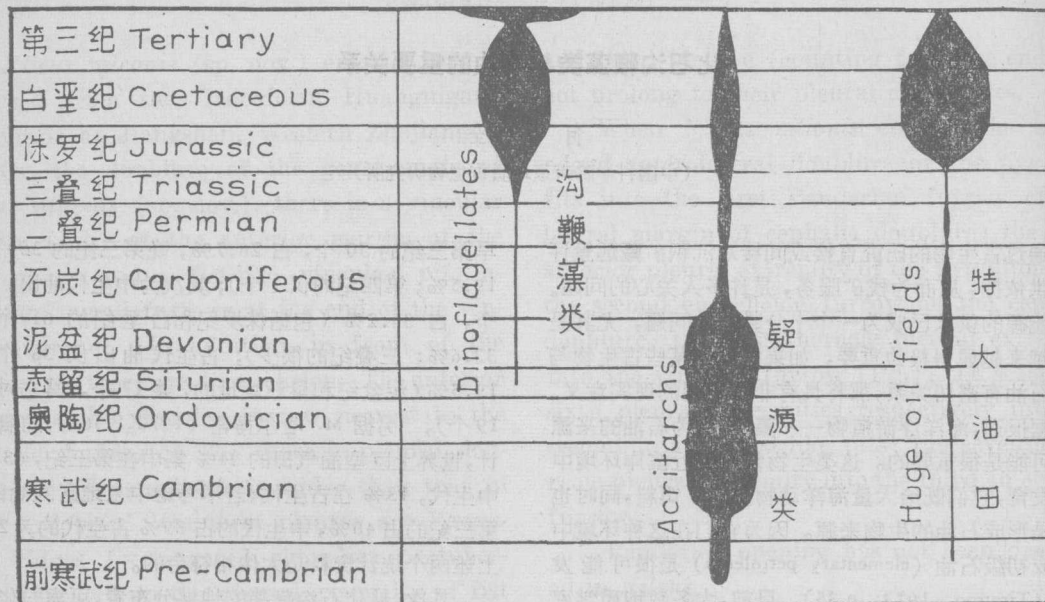
## 2. 化石沟鞭藻类和大油田的共存关系

在全世界已发现可采油气田三万余个,其中巨型油田超过 200 个。毫无疑问,这些油田都存在着良好的生油层,从生油层中可以找到大量化石,尤其是微体化石,如孢粉、沟鞭藻类、疑源类和介形类或有孔虫等,其中以化石沟鞭藻类和疑源类与油田共存的关系密切。

首先,从中国的一些大油田与伴生的古生物来看,其化石不尽相同或殊异。但沟鞭藻类和疑源类总是或

\* 据《世界巨型油气田,影响其形成的地质因素以及盆地的分类,1970》(山东胜利油田地质处译稿)。

图1. 化石沟鞭藻类, 疑源类及世界特大油田的地质分布示意图

GEOLOGICAL RANGES OF FOSSIL DINOFLAGELLATES, ACRITARCHS  
AND HUGE OIL FIELDS

多或少地存在,如大庆、胜利、华北、大港、南阳和苏北等油田,南海北部大陆架的北部湾、珠江口和莺歌海盆地,以及新疆塔里木盆地西部等晚白垩世至早第三纪沉积中都发现了这类化石。如在渤海沿岸地区,早第三纪沟鞭藻类和疑源类十分丰富,仅首次报道的就达63属228种。

其次,在世界上一些特大油田中也发现了丰富的沟鞭藻类和(或)疑源类。如在美国墨西哥湾沿岸地区的9大油田中,夏金斯和南帕斯块24油田分别位于东得克萨斯盆地及海上。在这一地区,白垩纪至早第三纪沟鞭藻类丰富,美国的一些古生物学家发表了一系列文章(Zaitzeff, 1967; Drugg & Loeblich, 1967; Drugg, 1970; 等等)。如 Zaitzeff (1967) 在得克萨斯西南部和东得克萨斯的东部晚白垩世地层中描述了沟鞭藻类和疑源类35属81种。在加拿大阿尔伯达省,已知有5大油田,这个地区沟鞭藻类丰富,有数篇文章记述了白垩纪沟鞭藻类(Singh, 1964, 1971; Brideaux, 1971; Harland, 1973; Wall & Singh, 1975),其中 Brideaux (1971) 报道了在该省中部下 Colorado 群(早白垩世晚期)中沟鞭藻类和疑源类32属64种。在加拿大艾伯塔地区这类化石也十分丰富(Brideaux & McIntyre, 1973, 1975; Brideaux & Fisher, 1976; Brideaux, 1976, 1977; McIntyre, 1974, 1975)。例如 Brideaux (1977) 在题为《加拿大艾伯塔地区理查森山晚侏罗世至早白垩世微体浮游生物》一文中,记录了56属108种沟鞭藻类和疑源类。据加拿大1979年9月

报道,在麦肯齐地区也发现了一个日产原油1万2千桶的大油田。在澳大利亚维多利亚州沿海地区的吉普斯兰德等盆地第三系,已知有3大油田;据一篇题为《维多利亚沿海及海上一些盆地古新世和始新世的德弗兰藻属》的报道(Stover, 1973),仅沟鞭藻这一属就达20种。在苏联西西伯利亚盆地有8大油田(如沙利姆、萨莫特洛尔和巴拉湖油田),在该盆地侏罗系和下第三系中也发现了大量的海生沟鞭藻类(Samoilovitch, 1961; Vozzhennikova, 1967)。

从以上几例不难看出,中国和世界上的大油田与化石沟鞭藻类或疑源类通常是共存的,即在中、新生代的大油田(沉积盆地)中几乎都可找到沟鞭藻类和疑源类。而其它化石,如有孔虫在各油田中或存在或完全缺乏;孢粉虽然总是存在,但因为它们能被风或其它媒介搬运,在陆成或水成沉积岩中皆可找到。很清楚,这些微体化石都未显示出像沟鞭藻类与油田那样共存的密切关系。

### 3. 化石沟鞭藻类的含量和生油的关系

在讨论了化石沟鞭藻类和形成石油有密切关系后,不言而喻,其丰富度对油田的石油产量和储量会有重要影响。事实上,在研究生油指标时,我国有的部门已经把化石沟鞭藻类(包括疑源类)视为一种良好的生油生物。从我国渤海沿岸地区的一些油田来看,若这类化石越丰富,则生油条件越好,高产油井也越多。在国外,有的石油公司根据化石沟鞭藻类和疑源类的含量,运用生油量计算公式可以获得石油的储量。

这里着重谈一谈在地史上沟鞭藻类是否能满足形成石油的物质供求问题。首先,从现代沟鞭藻的产量来看,它是现代海洋浮游生物的重要组成部分之一,素有“沟鞭藻为海洋牧草”之称。虽然个体微小(一般小于100微米),但其繁殖速度之快,其数量之多,有时竟达到惊人的程度。如夜光藻属(*Noctiluca*)、膝沟藻属(*Gonyaulax*)、裸沟藻属(*Gymnodinium*)以及角甲藻属(*Ceratium*)等在环境有利时,往往引起繁殖过盛,使海水变色(通常称之为“赤潮”),造成沧海有粘性,甚至使大海变成泥浆样。据记载,1952年5月在渤海沿岸,尤其在黄河口外发生过一次“赤潮”;1946—1947年,在美国佛罗里达州沿海发生严重“赤潮”,杀死了大量贝类和鱼类,甚至连海豚也遭灾;在美国加利福尼亚州南部沿海,似乎平均每隔6.5年发生一次,在澳大利亚、日本和印度沿海等地都曾发生过(郑重,1964)。可以推想,这样的现象在地史上可能曾多次发生过。按重量计算,沟鞭藻纲的平均生产力是几十亿吨。又据印度果阿国家海洋研究所潘特博士所提供的一些海洋浮游植物的产量如下:

孟加拉湾=0.06—0.25克/平方厘米·天。

阿拉伯海=0.08—1.55克/平方厘米·天。

印度洋:在50米深=2克/平方厘米·天;

在洋面=0.1—0.2克/平方厘米·天。

世界海洋(据 Riley, 1945; Schaefer, 1965; Steemann & Jensen, 1967 的资料依次如后):  $15.5 \times 10^{10}$  吨/ $361 \times 10^6$  平方公里·年,  $1.9 \times 10^{10}$  吨/ $361 \times 10^6$  平方公里·年,  $1.2—1.5 \times 10^{10}$  吨/ $361 \times 10^6$  平方公里·年。(参见 Kumar, 1980, P.12)。

在古代海洋中主要的生产者是谁?一般认为在中、新生代是硅藻、沟鞭藻类和颗石藻类;在古生代主要是疑源类(Tasch, 1967, P.283—289)。其中钙质和矽质藻类可能与石油的形成关系不密切。因此,从现代和化石沟鞭藻类的巨大数量或产量来看,它作为生油物质比其它生物似乎优越得多,对满足转化成石油的生物物质来源是足够的。当然,形成石油的生物物质来源也许还包括其它某些生物类群,但这可能是次要的。

## 结 语

综上所述,关于石油的成因,这是一个极其复杂的重大的理论课题。但是,目前大多数地质学家、有机地球化学家和孢粉藻类学家们认为,石油的形成与古代浮游生物有关,特别是和像化石沟鞭藻这样的藻类有密切关系,认为沟鞭藻类(和疑源类)对石油工业特别重要。笔者根据化石沟鞭藻类和特大油田的地质分布的关系,认为大油田和化石沟鞭藻类有共存的关系,即哪里有大油田,那个地区(盆地)就存在着较丰富的沟

鞭藻类和疑源类化石,即使是经过搬运作用而储集下来的石油,对一个沉积盆地而言,毫无疑问一定会存在源岩(生油层),其中也可找到它们;同样,在哪个沉积盆地若发现了丰富的沟鞭藻类(或疑源类),则表明该盆地存在着良好的生油条件,也可能存在着有工业价值的石油(若盆地具备了生油层、盖层和储油层组合的话);若这类化石越丰富,则油田的石油产量就越高,石油的储量就越大。很明显,古代沟鞭藻类应是一种十分重要的生油生物,其产量或生产力(和其它生物相比)对石油的形成可谓得天独厚。更重要的是,化石沟鞭藻类的几次繁盛期(中、晚侏罗世,晚白垩世和早第三纪)很可能是地史上世界范围内的几个最重要的成油时期,深刻揭示这类化石与形成石油的关系,对规划勘探石油、评价油田的远景储量都有十分重要的现实意义。

## 主要参考文献

- 石油化学工业部石油勘探开发规划研究院、中国科学院南京地质古生物研究所《渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类》编写组, 1978: 渤海沿岸地区早第三纪沟鞭藻类和疑源类。科学出版社。
- 郑重, 1964: 浮游生物学概论。科学出版社。
- 何承全、李彭, 1981: 沟鞭藻类和疑源类。南海北部大陆架第三纪古生物图册。广东科技出版社。59—72页, 237, 238页, 图版31—35。
- Bujak, J. P. and Williams, G. L., 1980: Dinoflagellates, the grass of the sea. -Geos, Fall 1980, p. 2—5.
- Downie, C., 1967: The geological history of the microplankton. -Rev. Palaeobot. Palynol., 1(1—4), p. 269—281.
- , Williams, G. L. and Sarjeant, W. A. S., 1961: Classification of fossil microplankton. -Nature, 192(4801), p.471.
- Evitt, W. R., 1964: Dinoflagellates and their use in petroleum geology. In: Palynology in oil exploration. Ed. A. T. Cross. -Amer. Assoc. Petrol. Geol., No. 11, p. 65—72.
- Halbouty, M. (ed.), 1970: Geology of giant petroleum fields. -Amer. Assoc. Petrol. Geologists. p. 502.
- He Cheng-quan and Liao Liao-hua, 1980: Status quo of Palaeogene microphytoplankton studies in China. -Paper for the 5th International Palynological Conference.
- Kumar, A., 1980: Fossil Dinophyceae and its use in petroleum exploration with special reference to India. -Jour. Palaeont. Soc. India, 23/24, p. 4—15.
- McCasin, J. C. (ed.), 1977: International Petroleum Encyclopedia, 1977. 10, (Printed in U. S. A.)
- Sarjeant, W. A. S., 1974: Fossil and living dinoflagellates. -Academic Press. London.
- Tiratsoo, E. N., 1973: Oilfields of the World. -Scientific Press Ltd., Beaconsfield, England.

**Relationship between fossil Dinoflagellates and the Formation of Oil**

He Cheng-quan

*(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)*

The present paper gives a brief review of the two possibilities of oil origin. According to the relation between the major vertical distributional patterns of the known fossil dinoflagellates and the giant oilfields of the world, a discussion is made in the biogenesis of oil and dinoflagellates (including acritarchs) that are considered as one of the most important organisms to promote the

formation of oil during the geological time. Abundant dinoflagellates in the oilfields seem to be an indicator of high reserves of oil. Besides, dinoflagellates are known to flourish in three periods: Middle-late Jurassic, Late Cretaceous and Palaeogene, which are thought to be the most important periods of the formation of oil.