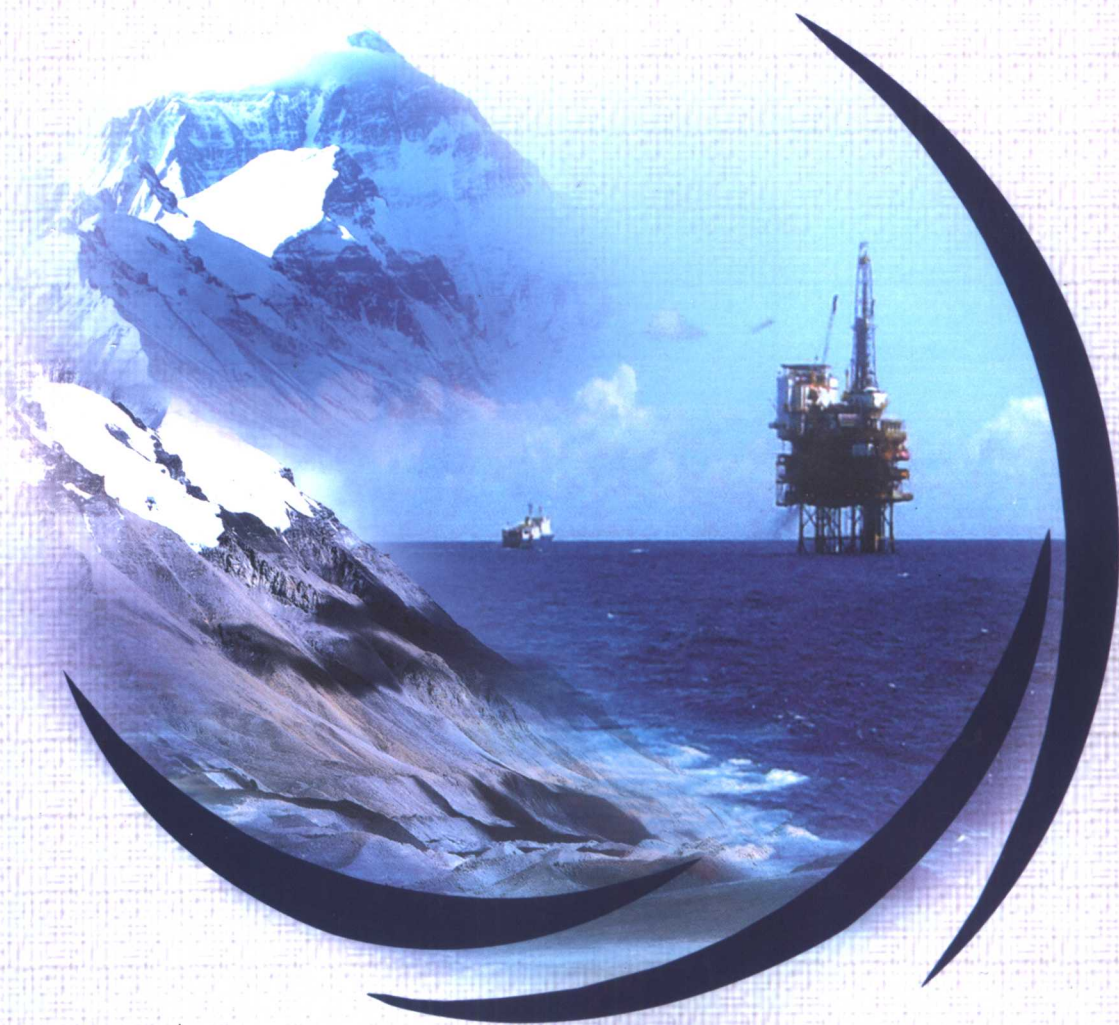


新构造运动与 黄骅坳陷油气成藏

NEOTECTONISM AND HYDROCARBON ACCUMULATION IN HUANGHUA DEPRESSION, CHINA

李大伟 编著



中国地质大学出版社

新构造运动 与黄骅坳陷油气成藏

NEOTECTONISM AND HYDROCARBON
ACCUMULATION IN HUANGHUA DEPRESSION, CHINA

李大伟 编著

中国地质大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新构造运动与黄骅坳陷油气成藏/李大伟编著—武汉:中国地质大学出版社,2006.9

ISBN 7-5625-2096-8

I. 新…

II. 李…

III. 新构造运动-黄骅坳陷-油气成藏

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)032250 号

新构造运动与黄骅坳陷油气成藏

李大伟 编著

责任编辑:王凤林

责任校对:胡义珍

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电话:(027)87482760

传真:87481537

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:880 毫米×1 230 毫米 1/16

字数:250 千字 印张:9.25 彩页:16

版次:2006 年 9 月第 1 版

印次:2006 年 9 月第 1 次印刷

印刷:中国地质大学出版社印刷厂

印数:1—500 册

ISBN 7-5625-2096-8/P·671

定价:35.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换



作者简介

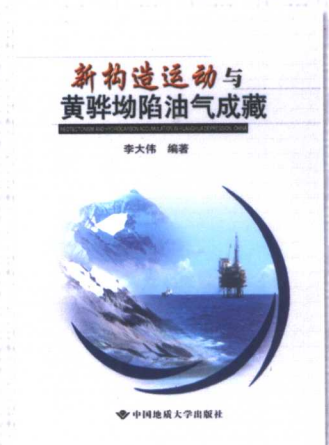
李大伟，男，原籍河北省阜平县。

1991年毕业于中国地质大学(武汉)石油系，获学士学位。后分别在1993年和1996年于中国地质大学(北京)能源系获硕士和博士学位。1996—2001年在中国石油天然气总公司原物探局研究院地球软件公司工作。2001—2003年在中国石油勘探开发研究院作博士后研究，现在中国石油勘探开发研究院工作。主要从事油藏描述、油气运移、盆地分析模拟、地震地质综合研究、资源评价以及信息化建设等方面的理论研究、应用和相关软件的设计、开发工作。电子邮箱：
leedw@petrochina.com.cn



ABOUT THE AUTHOR

David Lee, petroleum geologist, got doctor's degree from China University of Geosciences in 1996, and worked as a postdoctor in Research Institute of Petroleum Exploration and Development (RIPED) of PetroChina from 2001 to 2003. Present researching interests: reserves characterization, hydrocarbon migration, basin modeling and information system project. Email address: leedw@petrochina.com.cn



责任编辑：王凤林
封面设计：魏少雄

序

李大伟博士是一位勤奋努力的青年石油地质家。他 1991 年毕业于中国地质大学(武汉)石油地质系,1993 年和 1996 年在中国地质大学(北京)能源系分别获得工学硕士和博士学位。从 1996—2001 年,他在原石油物探局研究院工作五年,主要从事地震地质综合研究、油气运移、盆地模拟和相关软件的设计、开发工作。2001—2003 年进入中国石油勘探开发研究院,在我的指导下进行博士后研究。在两年时间内,他参加了第三次全国油气资源评价工作,参与了油气资源评价系统的平台设计、软件编程和测试等工作,组织了对各油田资评用户的培训和油气资源评价数据库、图形库的建设。他和我合作,对 1991 年我独著的《Tectonic Types of Oil and Gas Basins in China》(英文版,石油工业出版社出版)一书进行了增补和重新编写,于 2003 年和我合作出版了该书第二版(英文版,石油工业出版社出版)。他还用了大约一年时间,完成了与大港油田合作的科研项目“大港探区新构造运动研究与极浅层油气评价”。他数次去大港油田现场收集第一性资料,做了大量基础性工作和创造性研究,最终圆满完成了该项研究。

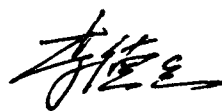
该研究报告从重力异常、航磁异常、火山活动、天然地震、人工地震剖面、区域构造演化等方面对大港探区黄骅拗陷及沧县隆起、埕宁隆起的新构造运动特征进行了系统分析和研究,分析了各级断层的性质、结构和活动特征,以及上第三系油气有关的主要断裂发育史及其横向上的差异性,优选出了与新构造运动关系密切的断层,并分析了相关断层两侧的圈闭发育特征及油气运移条件;通过对典型新构造层油气田或区域成藏条件的剖析和对比,总结了本区新构造层油气的富集因素,对主要区带的新构造层油气成藏进行了系统评价,并对歧口凹陷及邻区进行了油气成藏的定量模拟,最后对全区的有关目标区带进行了综合评价和排队,指出了有利的上第三系油气勘探方向。

在随后的两年时间内,他又在上述研究报告的基础上,进一步补充和完善

了新构造运动的相关理论,对黄骅坳陷的新构造运动特征作了更进一步的分析,从而使研究内容更加丰富,最终形成本书。本书不仅对大港油田陆上和滩海地区上第三系油气勘探有很好的参考价值,也对渤海湾油区各坳陷和我国陆上及近海各含油气盆地新构造运动研究及浅层油气勘探研究提供了有益的参考。

本书亦是高等院校石油地质专业师生一本好的参考书目。

中国科学院院士
第三世界科学院院士



2006年4月

前 言

构造运动与油气成藏的密切关系毋庸赘述,可以说:没有构造运动就不可能形成油气藏。正是由于构造作用,才形成了沉积盆地;有了沉积盆地,才会有油气的生成、运移、聚集、成藏,直至被人类勘探、开发和利用。油气形成后的每一期构造运动,都对油气的生成、运聚、成藏和重新分布有重要影响,构造作用是油气运移和成藏的主要动力之一。目前发现的油气藏多以构造圈闭为主,而构造圈闭则是构造运动的产物。新构造运动形成的圈闭为油气晚期成藏提供了有利场所,同时油气在成藏过程中的聚集与破坏则与最新一期构造活动有更紧密的关系。总之,新构造运动与油气成藏(特别是晚期成藏)具有非常密切的关系。

正是由于新构造运动的广泛存在及其对人类的日常生活、防震防灾、环境保护和工程建设,以及矿产资源的形成和分布、地下水资源、海洋资源及旅游资源、油气成藏等都有重要影响,才引起国内外工程学、地震学、构造学、沉积学、石油地质学等各方面学者的日益重视。

本书对新构造运动的基本概念、研究历史和现状、主要类型和特征、空间分布、研究内容、研究意义、研究方法和成因进行了系统论述,探讨了其与油气成藏的关系;在对黄骅拗陷基本石油地质特征(包括工区概况、勘探历程、构造演化特征、地层发育特征、烃源岩特征、储层特征、盖层特征、运聚特征、油气成藏特征、油气藏类型、浅层油气勘探概况等)全面分析的基础上,从重力异常、航磁异常、火山活动、天然地震、人工地震剖面、区域构造演化等方面论述了黄骅拗陷的新构造运动特征,并初步进行了新构造分区;详细论述了黄骅拗陷的构造特征;通过对典型新构造层油气田或相关区域(包括赵东油田、舍女寺油田、渤中拗陷、辽河断陷、南堡凹陷、济阳拗陷、冀中拗陷、东濮凹陷等)成藏条件的剖析和对比,总结了本区新构造层油气的富集因素。然后对主要区带(包括沧县隆起及沧东断裂带、埕宁隆起、埕北断阶区、歧东构造带、徐黑潜山带、

南大港潜山带、孔店构造带、小站断鼻、沈青庄构造带、淮海地区等)的新构造层油气成藏进行了系统评价,并对歧口凹陷及邻区进行了油气成藏的定量模拟,最后对全区的有关目标区带进行了综合评价和排队。

本书是在笔者博士后出站论文的基础上,经过一年多的时间进一步完善而成,主要是对新构造运动的理论方面作了更深入的论述,对与黄骅拗陷有关的内容则做了大量删减。在完成过程中得到中国石油勘探开发研究院李德生院士和赵文智教授的指导,特别是李德生院士在百忙之中为本书作序。本书也得到中国石油大港油田分公司的吴永平、廖前进、田克勤、祝文亮、肖敦清、张连雪、于学敏、刘晓军、李军等同志的大力帮助,同时参考了许多前人,特别是大港油田许多专家的研究成果、文字和图片,虽然在引用处尽量标明了出处,但难免有所漏失,因此在书末列出了“非正式出版参考文献”;在最后出版中得到中国地质大学出版社梁志等同志的大力支持和帮助,在此一并致谢。

所附光盘中的内容为本书所有的插图,以便于读者查看和使用。各图的版权仍分别归原作者。

由于笔者的水平有限,本书在理论和认识上可能还存在这样或那样的问题,特别是在研究的深度和广度上都还需要进一步加强,敬请有关专家批评、指正。

笔 者

2006年4月于北京

ABSTRACT

No tectonic movements, no hydrocarbon accumulation. Neotectonic movements are also very important to hydrocarbon accumulation during Neogene period.

This book focuses on the theory and application of neotectonism. In the beginning, the theory of neotectonism, such as its basic concepts, study history, types, main features, space distribution, research contents and denotation, study methods, genesis and the relationship with hydrocarbon accumulation, are all discussed widely. Then the main petroleum geology characteristics, neotectonism features, regular patterns of hydrocarbon accumulation of the neotectonic layers of Huanghua Depression are studied. In the end, the author evaluates the hydrocarbon accumulation of the neotectonic layers and plays in this area.

Huanghua Depression is located at the north-east part of Bohai Bay Basin, China. Studies of its regional gravitational field, tectonic evolution, volcanic activities, earthquake and seismic data show that neotectonic movements are active in Huanghua Depression, especially in Qikou Sag of this area, where neotectonic movements are relatively active. The neotectonic movements since Pliocene play a key role in the formation of large Neogene fields, though many other geologic factors make their contributions. The neotectonic movements would not only improve hydrocarbon accumulation, but also modify the Paleogene palaeo-pools, leading to the formation of Neogene secondary oil and gas pools through re-migration and re-accumulation. Comprehensive analysis of seismic and drilling data indicate that the Neogene oil and gas pools in this region are mainly distributed in the reverse drag structures on the footwalls of large inherited active faults. After qualitative and quantitative research (such as basin modeling), it can be concluded that Qikou Sag and the surrounding fault zones with relatively active neotectonic movements are expected to be favorable areas for exploration of Neogene oil and gas pools in this area. Other geology plays are also evaluated comprehensively.

This book is useful for the research of neotectonism and Neogene hydrocarbon exploration. It is also a good reference book for petroleum geology researchers.

The author of this book is Dr. David Lee, who got his PHD from China University of Geosciences(Beijing) in 1996, and is working in the Research Institute of Petroleum Exploration and Development of PetroChina, Beijing, China. His e-mail is: leedw@petrochina.com.cn.

目 录

第一章 新构造运动基本概念和理论	(1)
一、新构造运动的基本概念	(1)
二、新构造运动的研究历史	(5)
三、新构造运动的主要类型	(7)
四、新构造运动的主要特征	(7)
五、新构造运动的空间分布	(7)
六、新构造运动的研究内容	(13)
七、新构造运动的研究意义	(13)
八、新构造运动的研究方法	(14)
九、新构造运动的成因分析	(16)
十、新构造运动与油气成藏	(17)
第二章 黄骅拗陷基本石油地质特征	(20)
一、工区概况	(20)
二、构造演化特征	(22)
三、地层发育特征	(25)
四、烃源岩特征	(27)
五、储层特征	(33)
六、盖层特征	(33)
七、运聚特征	(33)
八、油气成藏特征	(34)
九、油气藏类型	(38)
十、浅层油气勘探概况	(39)
第三章 黄骅拗陷新构造运动特征	(44)
一、重力异常特征	(44)
二、航磁异常特征	(44)
三、火山活动特征	(47)
四、天然地震特征	(51)
五、在地震剖面上的反映	(55)
六、区域构造演化特征	(56)
七、其它方面	(59)
八、黄骅拗陷新构造运动特征小结	(59)
九、黄骅拗陷新构造分区初探	(61)
第四章 黄骅拗陷构造特征	(63)
一、构造特征概述	(63)
二、断层特征概述	(67)
三、主要断层特征	(70)
四、小结	(77)

第五章 黄骅坳陷新构造层油气成藏规律 (78)

一、典型油气田剖析..... (78)

二、渤海湾盆地各坳陷及海、陆成藏对比 (93)

三、新构造层油气富集因素小结..... (96)

第六章 黄骅坳陷新构造层油气成藏评价 (98)

一、沧县隆起及沧东断裂带..... (98)

二、埕宁隆起 (102)

三、埕北断阶区 (103)

四、歧东构造带 (105)

五、徐黑潜山带 (105)

六、南大港潜山带 (108)

七、孔店构造带 (109)

八、小站构造 (111)

九、沈青庄构造带 (112)

十、滩海地区 (114)

十一、歧口凹陷及邻区成藏模拟 (116)

十二、新构造层天然气 (122)

十三、综合评价 (124)

十四、几点建议 (125)

主要参考文献..... (128)

非正式出版参考文献..... (133)

CONTENT

CHAPTER 1 BASIC CONCEPTS AND THEORY OF NEOTECTONISM	(1)
1 Basic concepts of neotectonism	(1)
2 Study history of neotectonism	(5)
3 Types of neotectonism	(7)
4 Main features of neotectonism	(7)
5 Space distribution of neotectonism	(7)
6 Research contents of neotectonism	(13)
7 Research denotation of neotectonism	(13)
8 Research methods of neotectonism	(14)
9 Genesis analysis of neotectonism	(16)
10 Relationship between Hydrocarbon accumulation and neotectonism	(17)
CHAPTER 2 MAIN PETROLEUM GEOLOGY FEATURES OF HUANGHUA DEPRESSION ...	(20)
1 Generalization of Huanghua depression	(20)
2 Tectonic evolution features	(22)
3 Strata features	(25)
4 Source rock features	(27)
5 Reservoir features	(33)
6 Cap rock features	(33)
7 Hydrocarbon migration and accumulation features	(33)
8 Oil and gas pool features	(34)
9 Main types of oil and gas pools	(38)
10 Exploration situations of shallow formations	(39)
CHAPTER 3 MAIN NEOTECTONISM FEATURES OF HUANGHUA DEPRESSION	(44)
1 Gravity anomaly features	(44)
2 Aeromagnetic anomaly features	(44)
3 Volcanicity features	(47)
4 Earthquake features	(51)
5 Reflection in seismic data	(55)
6 Areal structural evolution features	(56)
7 Other aspects	(59)
8 Summary of neotectonism features of Huanghua depression	(59)
9 Neotectonism division of Huanghua depression	(61)
CHAPTER 4 MAJOR TECTONIC FEATURES OF HUANGHUA DEPRESSION	(63)
1 Tectonic features of Huanghua depression	(63)

2 Fault features of Huanghua depression (67)

3 Features of main faults in Huanghua depression (70)

4 Summary (77)

CHAPTER 5 REGULAR PATTERNS OF HYDROCARBON ACCUMULATION OF THE

NEOTECTONIC LAYERS OF HUANGHUA DEPRESSION (78)

1 Dissection of typical neotectonic oil and gas fields of Bohai Bay Basin (78)

2 Comparison of hydrocarbon accumulation among depressions of Bohai Bay Basin (93)

3 Summary of hydrocarbon accumulation elements of neotectonic layers (96)

CHAPTER 6 EVALUATION OF HYDROCARBON ACCUMULATION OF THE

NEOTECTONIC LAYERS AND PLAYS OF HUANGHUA DEPRESSION (98)

1 Cangxian uplift and Cangdong fault belt (98)

2 Chengning uplift (102)

3 Chengbei fault step zone (103)

4 Qidong structural belt (105)

5 Xuhei buried hill (105)

6 Nan Dagang buried hill (108)

7 Kongdian buried hill (109)

8 Xiaozhan structural belt (111)

9 Shengqingzhuang structural belt (112)

10 Beach zones of Bohai Bay (114)

11 Hydrocarbon simulation of Qikou sag and adjacent zones (116)

12 Natural gas of neotectonic layers (122)

13 Comprehensive evaluation of neotectonic layers (124)

14 Several proposes of hydrocarbon exploration of neotectonic layers (125)

REFERENCES (128)

UNPUBLISHED REFERENCES (133)

第一章 新构造运动基本概念和理论

由于新构造运动的研究涉及许多方面的内容,国内外已经有许多学者很早就从不同的侧面进行了研究和论述,笔者也并非新构造学方面的专家,因此本书对新构造运动的理论不作过多地阐述,仅就所掌握的资料和个人理解,对有关的基本概念、理论给予提纲挈领式的简述,感兴趣的读者请参看书后所附参考文献中的相关论述。

一、新构造运动的基本概念

本书中涉及的几个重要概念是“新构造运动”、“新构造学”、“新构造层”、“活动断层”和“晚期成藏”等。

(一)新构造运动和新构造学

在地球长达 46 亿年的演化过程中,地壳经历了多次强烈的构造运动,每次大的构造运动都会使地壳发生剧烈的变化,引起火山喷发、地震、基底断裂和盖层褶皱等。全球现今的构造面貌虽然是漫长地质时期中各期构造运动的结果,但早期构造运动形成的构造地貌等大都经受了后期构造运动的改造和破坏,只有新近纪(晚第三纪)以来的地壳形变过程和变形特征表现得相对完整。

为了对这些构造运动进行研究,各国地质学家对它们进行了不同的划分。划分构造活动期的主要依据是褶皱、断层发育期、不整合面、大的地貌面(如夷平面、剥蚀面、阶地面等)及其相关沉积物和地震活动、火山活动等。如在我国所划分的比较大的构造运动从老到新有迁西运动、阜平运动、五台运动、吕梁运动、晋宁运动、加里东运动、海西运动、印支运动、燕山运动和喜山运动等,其中最晚的喜山运动约开始于 70Ma 前的第三纪,至今还在活动。

在渐新世—第四纪,地壳与岩石因结构发生变动,大地水准面变形,地球自转轴变位,新的不同等级的地质构造形成,古稳定区重新活动,不整合面和外带槽、造山带普遍发育,地形发生巨大转变,现代陆洋面貌基本定形(尼古拉耶夫,1959)。为了对最新的构造运动进行系统研究,人们提出了“新构造运动”的概念。

“新构造运动”(neotectonic movement 或 neotectonism)和“新构造学”(neotectonics)的概念最早是由前苏联学者 B. A. 奥布鲁切夫于 1945 年首先提出的,他提出将“新构造学”作为一门独立的学科来研究;此后新构造学在前苏联及国际上都得到了很大发展,其中以 H. И. 尼古拉耶夫为代表的新构造学派尤为活跃。他将新构造定义为:“由各种不同性质的新构造运动所决定的地壳的构造,这种运动或是显现的或是隐现的表现在现代地形上,是在第三纪至今的一段时间内形成的。其出现最剧烈的时期是新第三纪或第四纪”,他强调地形的垂直运动,存在许多局限。后来他也修正了自己的观点,得出了关于新构造运动时、空演化的范畴、特征和结果,以及与现代构造运动相联系的科学结论。

关于新构造运动的概念,目前国内外一般认为其属大地构造运动的最新阶段,是全球最新的地壳形变与造山运动的发展演化阶段,其历史地位是承前(古构造)启后(现代构造)的,并指示地壳运动的未来趋势。笔者认为:所谓的“新构造运动”只是相对地史期间的“老”构造运动而言的,两者之间并不存在实质的差别,只是在认识其时空演化特征、规律及研究方法上有所不同。

“新构造学”或“新构造运动学”就是一门研究新构造运动类型及其形成的各种自然现象(如地质、地貌、水文等)、强度、空间分布、发展方向和规律的科学。

尼古拉耶夫将“新构造学”定义为:“它是大地构造学的一门分支科学,研究地球的地质构造及其在全球地球动力状态发生质变情况下的发展与演化,这种质变发生在始新世末期至渐新世初期”。

经过各国科学家的不断努力,现在新构造学在研究的时空范围、深度、广度上都有了很大发展。在

空间上已经从大陆延伸到大洋,甚至宇宙天体,但国内外对新构造运动的起始时间问题的争论似乎最久也最大。

(二)新构造运动的起始时间问题

由于世界各地的地质演化历史不同,同一次构造运动在各地的强度不同,研究者的研究内容、领域和出发点有别,或由于目前尚未准确地建立不同类型、不同样式的代表性构造区的新构造运动序列和新构造变形体系(刘光勋,1995),国内外对新构造运动的起始时间(下限)认识也都很不一致,可从0.73Ma到40Ma,差距相当大。概括起来主要有以下几种观点:

(1)有人主张延长新构造运动的起始时间,如延长至包括整个喜马拉雅运动或从渐新世初起始,或将新生代的大地构造运动称为新构造运动,并分为喜山期(第三纪)和西山期(第四纪)(郭旭东等,1995)。

(2)也有人主张缩短其期限,如将上新世以来的地质运动叫做新构造运动。

(3)有人认为第四纪以来的地质运动才叫新构造运动(但对第四纪的下限认识也不一致,国外为1.64Ma,中国现多置于2.48Ma,也有取1.64Ma、2.0Ma、2.4Ma或2.6Ma等,而渤海湾盆地对第四纪的下限一般取2.0Ma)。

(4)有人则认为新构造运动的时间只有几千年或上万年,直接与人类的生存和活动有关。

(5)部分前苏联地貌学家甚至认为新构造的出现不应该受时间限制。

(6)较多的学者坚持传统的划分意见,认为新构造运动的下限从晚第三纪开始,大约在3.4Ma左右(丁国瑜,1962;陈富斌等,1988;钱方等,1991;李祥根,2003)。如李祥根认为:中国新构造运动的起始时间应从改造中国大陆上新世准平原的构造运动时开始(距今3.4Ma),是地史发展过程中最近的一次强烈构造变动。他将“中国大陆与海域地壳于距今3.4Ma以来发生的构造运动”,称为“中国新构造运动”;同时将中国的新构造运动划分为以下5个期次:3.40~2.12Ma、1.80~1.45Ma、1.10~0.60Ma、0.15~0.07Ma和0.012~0.00Ma。朱照宇等(1994)认为上新世末期以来中国大陆存在着7个构造活化期,并将其中的第一、三和七期初步划分为新构造运动的A、B和C三个主运动幕,其它活化期由于相对较局限而划归于亚幕。

还有人将晚第三纪到第四纪或中更新世以来的构造运动称为“最新构造运动”(尼古拉耶夫等,1948;徐锡伟等,2001),而把人类历史时期内发生、现在仍在活动的地壳构造运动称为“现代构造运动”。

中油股份公司于2006年7月完成的《中国喜马拉雅构造运动与油气晚期成藏理论》“十五”科技项目,则将喜马拉雅运动分为早、中、晚三期,分别对应于始新世晚期、古近纪与新近纪之间、新近纪与第四纪之间的构造活动。

笔者认为:对新构造运动起始时间的限定可根据研究内容(如从天然地震、环境保护、地理、工程建设或油气勘探等不同的研究方向)、研究地域(如国内和国外、中国东部和西部可不一致)的不同而异(即具有“领域性”和“地域性”的特点),不必强求一个绝对和统一的起始年代。通常是把新构造活动的起始时间与现代板块轮廓或一个区域的应力场起始时间联系起来(W. Zuchiewicz,1991)。例如在工程地震领域,新构造运动一般指晚更新世以来(0.1Ma)的构造运动。再比如:美国西部的新构造运动始于老第三纪初期,非洲、我国台湾和喜马拉雅地区开始于第三纪晚期(渐新世),而欧洲的阿尔卑斯山和高加索等地则始于第三纪末到第四纪初。

但对于一个具体地区和项目的研究而言,新构造运动的下限问题又是非常重要的,它决定了研究对象的时间跨度问题。

本书将所研究的黄骅坳陷的“新构造运动”界定为晚第三纪(新近纪)以来所发生的构造运动。这主要考虑到:①本区(特别是海域)晚第三纪以来构造活跃;②全坳陷的上、下第三系之间普遍存在不整合;③本区的最浅层油气位于上第三系馆陶组或明化镇组(只有在济阳坳陷第四系有少量天然气)。徐杰等(2003)也将中国东部的构造运动定义为“始新世中期至渐新世印度板块与欧亚板块碰撞拼合之后,继续向北推进1500~2000km深,楔入到亚洲大陆内部而导致非常复杂多样新构造变形的时期,……大致界定为新近纪(新第三纪)和第四纪”。