

环渤海湾盆地下古生界 混合沉积：特征、类型及环境

董桂玉 李君文 马亚杰 姚纪明 剧永涛 张振国 著



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

环渤海湾盆地下古生界 混合沉积：特征、类型及环境

董桂玉 李君文 马亚杰 姚纪明 剧永涛 张振国 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书通过对环渤海湾地区基本地质特征的研究,论述了环渤海湾地区下古生界混积特征、混积类型、混积环境及混合沉积与生储盖关系研究。不仅可以促进混合沉积研究领域的发展,而且对于重新认识环渤海湾地区下古生界的沉积环境和构造古地理演化具有积极作用,同时对于在该地区寻找新的油气勘探领域具有重要的现实意义。

本书可供石油地质工作者及相关专业的师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

环渤海湾盆地下古生界混合沉积:特征、类型及环境/董桂玉等著.
北京:石油工业出版社,2014.8

ISBN 978-7-5183-0382-3

I. 环…

II. 董…

III. 渤海湾盆地-古生代-沉积-研究

IV. P942

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 204984 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com

编辑部:(010)64523543 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:7

字数:220 千字

定价:50.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

渤海湾盆地位于华北东部和东北南部,跨辽宁、山东、河北、河南和山西东部五省及渤海海域。南北长 1080km,东西宽度变化大,北部宽 65km,中部宽 530km。盆地轮廓呈菱形,面积 $20 \times 10^4 \text{km}^2$ 。区内广泛发育震旦系、古生界、中生界和新生界,累计厚度约 33000m。

渤海湾盆地是我国重要的含油气盆地,具有丰富的油气资源和优越的石油地质条件(翟光明等,2002;梁生正等,2005)。经历了复杂的构造演化史,是典型的叠(加)合盆地,也有称之为“改造型盆地”(刘池洋,1999)或“残留盆地”(刘光鼎,2002)。在垂向上生油层和储层有机配合,形成多套生储系统,或自生自储,或下生上储,或上生下储,或新生古储,或古生古储等,且断裂活动进一步改善油源供给的通道,形成多套油气储层。位于济阳坳陷的华 8 井在 1961 年 4 月试油获得了工业油流,从此拉开了渤海湾石油勘探开发的序幕(胡见义,2001;李春光,2006)。经过了短短 50 多年的勘探开发,渤海湾盆地已经成为世界陆相盆地中油气富集程度最高的大型盆地之一。据统计,渤海湾盆地油气资源量为 $285 \times 10^8 \text{t}$,已探明油气田 226 个,探明油气储量为 $114.4 \times 10^8 \text{t}$ (李大伟,2005;王玉满等,2002)。

在过去相当长的时间内,渤海湾盆地以古近—新近系陆相含油气层系的勘探占主导地位,对前古近系的油气研究和勘探程度相对较低,随着勘探的不断深入和研究程度的不断提高,已先后在前古近系中发现了一批与海相地层有关的油气藏。如在 1974 年发现了冀中任丘以中—新元古界和下古生界海相碳酸盐岩为储层的高产大油田,探明石油地质储量 $4.0253 \times 10^8 \text{t}$,从此渤海湾盆地揭开了大规模潜山油气勘探的序幕;随后在 80 年代又发现了以石炭—二叠系为烃源岩的苏桥气田;直到 1997 年底,大港探区千米桥奥陶系亿吨级潜山油藏的发现,取得了潜山勘探历史性突破。据统计,渤海湾盆地已知的 61 个古潜山油气藏的探明储量占盆地总储量的 10.4%。其中,辽河坳陷 8 个古潜山油气藏占坳陷油气总储量的 20.3%;黄骅坳陷(8 个)占 2.9%;济阳坳陷(20 个)占 14.8%;冀中坳陷(21 个)占 59.7%;渤海海域(4 个)占 2.3%。由此可见,环渤海湾盆地地下古生界海相地层具有良好的油气勘探前景,海相碳酸盐岩层系无疑是未来油气勘探的重要领域,但是由于碳酸盐岩的岩性多不纯,或其与陆源碎屑岩以互层或夹层的产状出现,

构成广义的混合沉积——混积层系,导致环渤海湾地区下古生界混合沉积广泛发育。

人们对陆源碎屑岩和碳酸盐岩进行了百余年的研究,形成了相对成熟的理论体系,而对于陆源碎屑与碳酸盐混合沉积的研究,没有引起足够的重视,致使对这种沉积现象的了解远远落后于单一的陆源碎屑岩沉积体系和碳酸盐岩沉积体系。事实上,陆源碎屑和碳酸盐混合沉积的分布范围非常广泛,从古代到现在、从陆地到海洋、从浅水到深水都会出现混合沉积,受到多种因素的影响,与大地构造运动和古气候有紧密的联系,具有复杂的沉积机理,其研究难度比单一的陆源碎屑岩沉积体系或碳酸盐岩沉积体系更大(江茂生等,1995)。

20 世纪 80 年代,人们才开始注意到陆源碎屑与碳酸盐混合沉积的理论意义。1984 年 Mount 提出了“混合沉积物”(mixed sediments)的概念,用以表述陆源碎屑与碳酸盐混合沉积的产物;1990 年杨朝青和沙庆安提出“混积岩”一词,用来表征这一特殊的沉积现象;2003 年郭福生等提出用“混积层系”这一术语来表征陆源碎屑岩与碳酸盐岩呈互层或夹层组合;董桂玉等(2007,2008,2009)针对一些无论在数量上或是规模上都不能构成层系,一类岩石零星分布于另一类岩石中的现象,提出了“零星混积”这一概念,完善了混合沉积的概念,按照“沉积事件+剖面结构”的原则,提出了“渐变式、突变式和复合式”三种混合沉积类型,对混积层系和混积类型进行了重新修正和分类。虽然有关混合沉积的定义在不断补充和完善,但是由于长期以来陆源碎屑岩与碳酸盐岩被分隔开来自成系统进行研究,混合沉积的研究总体上来说比较薄弱。

20 世纪 90 年代以前,国内外关于陆源碎屑与碳酸盐混合沉积的研究,由最初的产状性描述发展到针对混积岩的分类、成因类型、沉积环境等进行研究和探讨(Maxwell,1970;Button et al.,1977;Price,1977),并将混合沉积的研究逐渐引入层序地层学领域(Zuffa,1980;Byers et al.,1981;Boardman,1981;刘宝珺等,1983;Mount,1984,1985;Brett et al.,1985;Tucker,1985;Robl Cawthorpe,1986;Mack et al.,1986;Austin et al.,1986;Roberts,1987;Vail,1987;王国忠等,1987;Dolyle et al.,1988;Sarg,1988;Davies,1989;张锦泉和叶红专,1989)。其中以 Mount 所提出的有关混积类型的划分和 Davies 等人对澳大利亚东北白垩系碳酸盐岩台地的混合沉积研究最具代表性。

20 世纪 90 年代开始,混合沉积研究的发展趋势主要集中在主控因素上,即构造活动、物源、海(湖)平面变化、风暴流、浊流等事件作用和气候变化等因素对混合沉积的影响及控制,杨朝青、沙庆安、江茂生、Yose and Heller 以及 Rankey and

Lehrmann 等国内外学者和专家的研究成果具有重要的理论和实际意义 (Dolan, 1989; Meyer, 1989; Yose et al., 1989; Budd et al., 1990; 杨朝青和沙庆安, 1990; 郭福生, 1990; Bechstadt et al., 1991; Myrow et al., 1992; 郭福生, 1993; Garcia - Mondejar et al., 1993; 王宝清等, 1993; Miller and Hiller, 1994; 张锦泉和蒋廷操, 1994; Martin - Chivelet, 1995; 张廷山等, 1995; 王东安和陈瑞君, 1995; 江茂生等, 1995, 1996; Rankey et al., 1996; 李祥辉等, 1997, 1999; 沙庆安等, 1998; Xiao and Pan, 1999)。其中, 江茂生和沙庆安于 1995 年发表的“碳酸盐与陆源碎屑的混合沉积体系研究进展”一文对混合沉积的控制因素进行了系统的归纳和总结, 为国内研究混合沉积的影响因素奠定了基础。

21 世纪初, 主要围绕混合沉积的微相类型和沉积模式方面进行研究, 初步探讨了混合机理和混积地层的地震反射特征。Coffey 和 Read 建立的美国东南部大陆架古近系陆棚硅质碎屑与碳酸盐混合沉积岩相分布模式以及王国忠建立的南海大陆架现代礁源碳酸盐与陆源硅质碎屑的混合沉积相模式是混积模式中的典型; 沙庆安于 2001 年发表的“混合沉积和混积岩的讨论”一文中, 从理论的高度形象化地讨论了混合沉积的沉积机理, 强调了混积机理在混合沉积研究中的重要地位; Kevin 等人论述了佛罗里达浅海台地和澳大利亚中央大堡礁的混积地层的地震反射特征。

近几年来, 层序地层格架中混合沉积的分布规律研究得到进一步加强, 混合沉积控制因素的研究更加全面, 并且有关混合沉积成岩作用及其油气地质意义方面的研究力度也在不断加大 (张宁生等, 2006; 梁宏斌等, 2007; 张金亮和司学强, 2007; 梅冥相等, 2007; Brandano and Civitelli, 2007; Garcia - Hidalgo et al., 2007; El - Azabi and El - Araby, 2007; Francis et al., 2007; 李祥辉, 2008; 江怀友等, 2008; Lubesedera et al., 2008; Palermol et al., 2008; 董桂玉, 2007a, 2007b, 2008, 2009; 徐希坤等, 2009; 罗芳等, 2009; 郭书元等, 2009; Carcia - Garcia et al., 2009; 杨涛涛等, 2010; Moissette et al., 2010; 傅宁等, 2010; 郑荣才等, 2010; 孙林华等, 2010; 杨海军等, 2011; 曹桐生等, 2011; 董朔朋和祝彦贺, 2011; 董艳蕾等, 2011; 杨永剑等, 2011; Bodin et al., 2011; Caracciolo et al., 2011; Navarrete et al., 2011; 冯进来等, 2011a, 2011b; 张茂恒和孔兴功, 2011; 马伯永, 2012; 赵会民, 2012; 嵇喜准, 2013; 丁一, 2013)。典型的研究实例主要来自西班牙北部、意大利南部、阿尔卑斯、得克萨斯、苏伊士湾、四川龙门山和环渤海湾盆地等地区。其中, El - Azabi 和 El - Araby 研究了苏伊士湾上白垩统康尼亚克阶和三冬阶的混合沉积层序, 对混合沉积的发育规律进行了比较系统的论述, 这对于混积层序的进一步研究具有很重要的启示; 李祥辉于 2008 年

发表的“层序地层的混合沉积作用及其控制因素”一文中,结合国内外大量混合层序研究的实例,总结和归纳了不同体系域中混合沉积的发育规律和各自的控制因素,使混积层序的研究达到一个新的阶段;Pierparide 等于 2012 年对意大利南部卡波梵蒂冈地区混积斜坡的混积成岩史进行了较深入的研究;张宁生等(2006)、冯进来等(2011)、禚喜准等(2013)和徐伟等(2014)分别结合柴达木盆地南翼山、柴西北地区 and 北缘的具体实例对混积储层的油气地质意义进行了表征性的论述。总体看来,在混合沉积这一研究领域的发展过程中,混合沉积的特征、类型、环境、分布规律、混积机理和主控因素等一直是研究中的重点问题,混合沉积与油气、矿产地质意义的研究将是未来的发展方向。

针对环渤海湾地区下古生界混积地层的基本地质特征,依托博士生导师陈洪德教授和田景春教授及侯明才教授主持的中国石化科技攻关“环渤海湾地区前古近系构造—层序岩相古地理研究及编图”项目的基础资料,系统开展环渤海湾地区下古生界混积特征、混积类型、混积环境及混合沉积与生储盖关系的研究,不仅可以促进混合沉积研究领域的发展,而且对于重新认识环渤海湾地区下古生界的沉积环境和构造古地理演化具有积极作用,同时对于在该地区寻找新的油气勘探领域具有重要的现实意义。

本书由河北联合大学董桂玉和大庆油田有限责任公司勘探开发研究院李君文等作者共同完成。在笔者近十年的混合沉积研究过程中,一直得到长江大学何幼斌教授的指导和帮助,在此表示深深的感谢!感谢长江大学地球科学学院和成都理工大学沉积地质研究院多年来的培养和支持!感谢河北联合大学矿业工程学院冷春鹏、李宗峰、李坤、蒋正军、常永杰、付海丰等研究生在成书过程中所做的图件编绘、文字编辑和排版等方面的工作!同时对书中出现文献资料的所有作者深表谢意!

虽然对环渤海湾地区下古生界开展了混积特征、混积类型、混积环境、混合沉积与生储盖的关系等方面的研究工作,但是关于混合沉积的地球物理识别标志、混积机理、主控因素、储层成因机理和成藏要素方面的研究工作还未深入开展,导致环渤海湾地区下古生界混合沉积的研究还缺乏系统性和完整性。此外,由于笔者水平所限,书中难免存在欠妥之处,恳请专家和读者予以批评指正。

目 录

第一章 区域地质概况	(1)
第一节 区域构造背景	(1)
第二节 区域地层特征	(5)
第二章 层序划分与特征	(19)
第一节 层序界面	(19)
第二节 层序划分	(27)
第三节 层序特征	(27)
第四节 层序对比	(34)
第三章 混积特征、类型	(41)
第一节 岩石类型	(42)
第二节 混积特征	(49)
第三节 混积类型	(54)
第四章 混积环境	(61)
第一节 混积潮坪	(61)
第二节 混积局限台地	(67)
第三节 混积开阔台地	(68)
第四节 混积岩相古地理特征与演化	(70)
第五节 混积模式	(80)
第五章 混合沉积与层序格架中的生储盖组合	(82)
第一节 生储盖组合的基本类型及特征	(82)
第二节 层序格架中的生储盖特征	(83)
第三节 层序格架中的生储盖组合展布规律	(93)
参考文献	(95)

第一章 区域地质概况

第一节 区域构造背景

渤海湾盆地是一个叠置于华北地台古生界之上的中—新生代裂谷盆地,盆地周围为山区环绕,西为太行山山地,北为燕山山地,南为鲁西山地,东为胶辽山地。盆地内部基本构造单元包括 7 个坳陷和 3 个隆起,即北部辽河坳陷,中部渤中坳陷、济阳坳陷、昌潍坳陷、埕宁隆起、黄骅坳陷、沧县隆起、冀中坳陷,南部临清坳陷和内黄隆起(图 1-1)。坳陷内部包括若干次一级的凹陷与凸起。

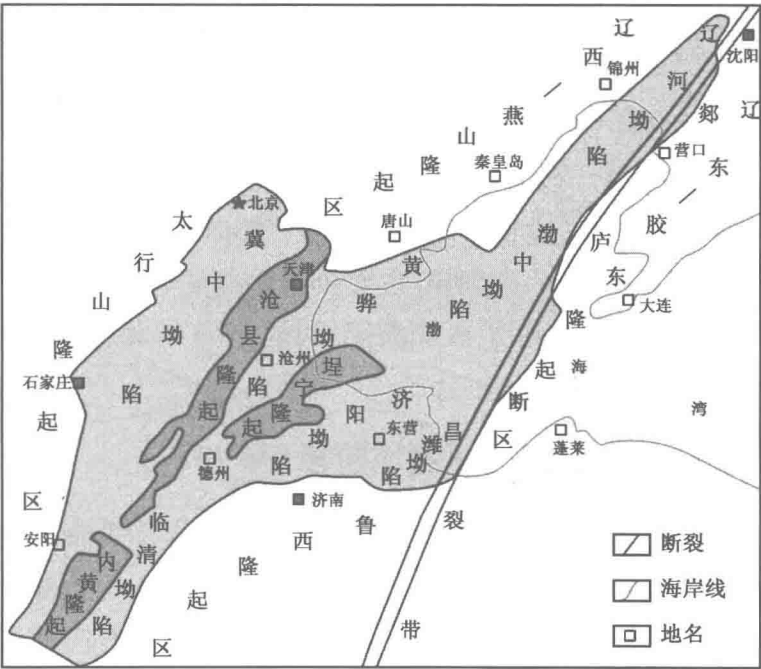


图 1-1 渤海湾盆地构造单元划分图(据李春光,2006)

研究区环渤海湾地区位于华北地台东部(图 1-2),其区域构造演化与所处华北板块的大地构造环境密切相关。

吕梁运动形成华北板块的元古宙和太古宙变质结晶基底,其沉积盖层的发育

演化大致可划分为五个阶段(王同和等,1999;吕福亮等,2002)。

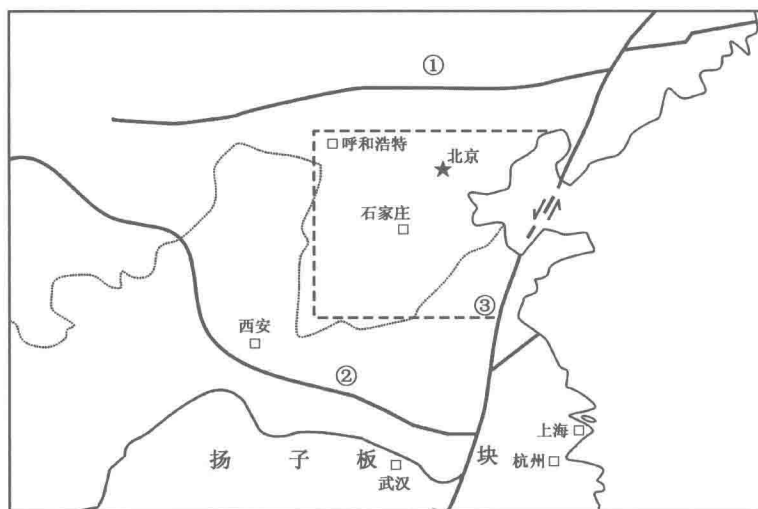


图 1-2 华北地台寒武纪构造划分及研究区位置图

① 台地北缘断裂 ② 台地南缘断裂 ③ 郯庐断裂

一、边缘裂陷阶段(Pt_2-Pt_3)

可进一步划分为两个亚阶段(段吉业等,2002):强烈裂陷阶段(中元古代),弱裂陷阶段(新元古代)。该阶段形成了一套过渡地台型沉积盖层或称之为似盖层沉积(吕福亮等,2002;段吉业等,2002),下部以碎屑岩建造为主,上部以碳酸盐岩建造为主,厚度 5000 ~ 7000m,主要分布于燕辽、晋豫、徐淮等地。震旦纪与寒武纪之间的蓟县运动结束了板块裂陷阶段,导致华北板块全域缺失寒武纪初期沉积。

二、被动大陆边缘—克拉通盆地阶段($\epsilon-T_1$)

新元古代—早寒武世,南北两侧板块扩张,古蒙兴洋和古秦岭洋的形成,导致华北板块南北边缘演变为典型的被动大陆边缘(图 1-3)。随着南、北大洋洋壳的消减及挤压应力的松弛,华北板块下沉,海水从南、北方向侵进(许化政等,2005),华北地区进入了克拉通盆地稳定发展时期,沉积了一套全区分布可以对比追踪的寒武纪、奥陶纪海相碳酸盐岩夹碎屑岩建造。

中奥陶世末期的加里东 II 幕运动,即北缘的西伯利亚板块向南俯冲挤压,南缘扬子板块继续向北推挤俯冲,导致了华北板块的整体抬升暴露,并长期(130Ma)处于剥蚀状态,缺失了晚奥陶世—早石炭世沉积。受海西构造运动的影

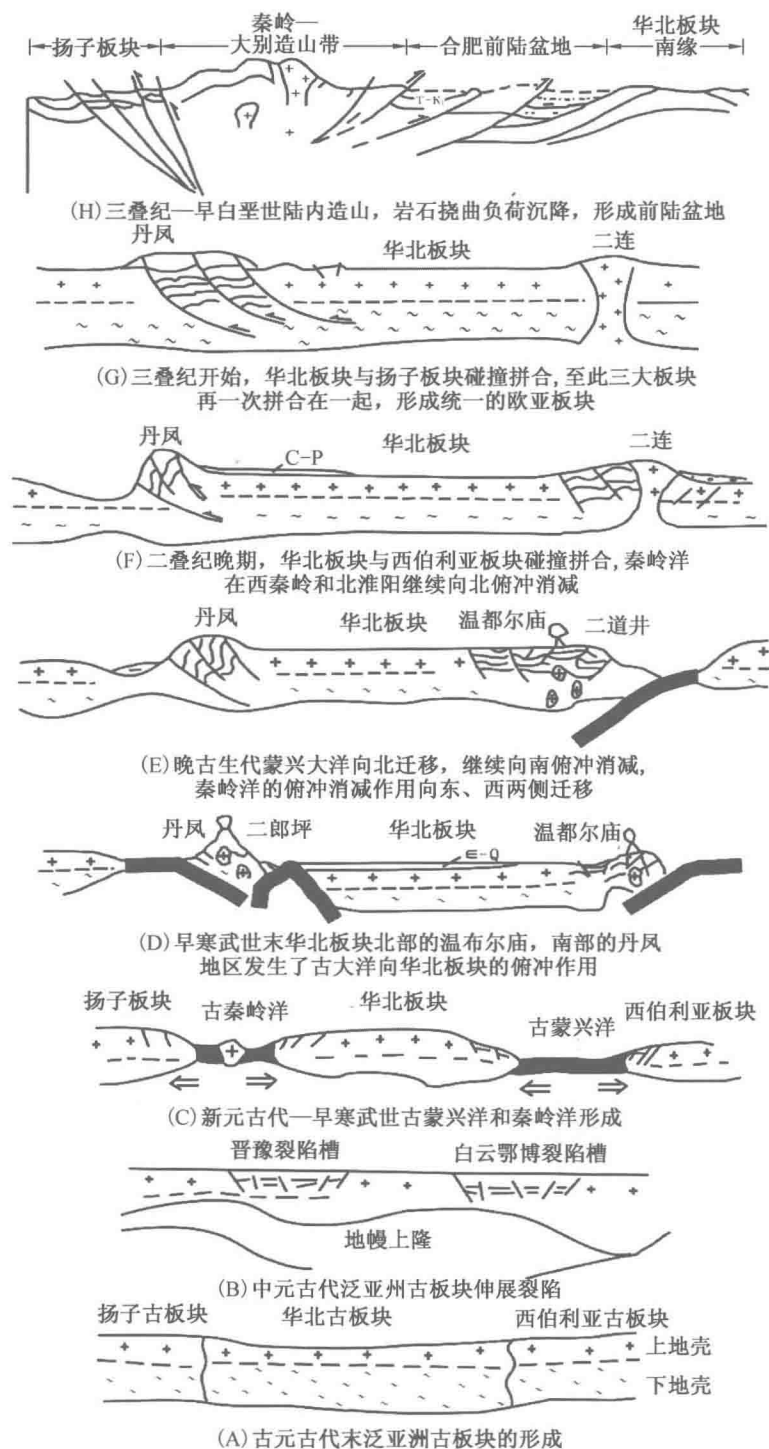


图 1-3 华北板块构造演化略图(据郭绪杰等,2002)

响,自晚石炭世开始,华北整体下沉而接受沉积(王同和等,1999),早期以海相—海陆过渡相为主,晚期以陆相为主,沉积了一套浅海碳酸盐岩—含煤碎屑岩—河流—三角洲碎屑岩建造,厚700~1500m,为华北地区古生界的主要烃源岩发育层系。受奥陶纪末加里东运动的影响,在盆地边缘,上、下古生界之间表现为角度不整合接触;在盆地内部,上、下古生界之间表现为平行不整合接触。海西晚期,在北部边缘,紧接着早古生代断裂褶皱带,古蒙兴洋继续向南俯冲消减,直到二叠纪晚期,西伯利亚板块与华北板块再次拼合,古蒙兴洋消亡,北缘内蒙古陆形成。在南部边缘,古秦岭洋板块的俯冲碰撞活动向东、西两端迁移,西端迁移至西秦岭,东端迁移到大别地块北侧的北淮阳(郭绪杰等,2002)。早—中三叠世,华北地区基本继承了晚海西期以来的构造格局和沉积特点,为大型陆内盆地,以河湖相沉积为主。

三、裂谷阶段(T_2 —K)

中三叠世末的印支运动使华北地区的构造—沉积作用发生了重大改变。印支期区域构造应力除以南北向挤压为主外,还受燕山期郯庐断裂左旋挤压—剪切压扭—拉张等应力场的影响(吕福亮,2002),在整体抬升背景下,形成规模小、分布零散的类前陆盆地或断陷盆地的沉积,并伴有强烈的火山活动。

四、拉张断陷阶段(E)

燕山期末,华北地区普遍抬升。始新世开始,郯庐断裂右旋剪切拉张,在区域拉张应力场作用下,断层活动加剧,地壳差异升降活动强烈,在断陷盆地区沉积了数千米厚度不等的河湖相碎屑岩沉积。

五、坳陷阶段(N—Q)

渐新世末的喜马拉雅期 I 幕结束了华北地区断陷盆地演化阶段,短暂抬升。新近纪后地壳整体下沉,断陷转化为坳陷,形成现今构造格局(吕福亮,2002)。

综上所述,前两个演化阶段华北地区的内部不同时期沉积体系展布和沉积作用主要受南缘的秦祁海槽和北缘的兴蒙海槽构造活动影响,海相地层发育;后三个阶段,主要受印度板块和太平洋板块的影响,陆相地层发育。其中中—新生代的印支、燕山、喜马拉雅期三大构造运动对古生代进行了改造,它直接影响着古生界的保存、烃源岩的热演化和油气藏的形成与分布。

第二节 区域地层特征

本次研究层位为下古生界寒武纪和奥陶纪,按照“全国地层多重划分对比研究”项目(1994 年),结合全国岩石地层区划的原则和拟订的“中国岩石地层区划方案”,研究区定为郯庐断裂以西的华北地台主体范围(图 1-4),由燕辽地层分区、山西地层分区、豫陕地层分区、鲁西地层分区和华北平原地层分区组成,皆隶属华北地层大区的晋冀鲁豫地层区。其中,华北平原地层分区地表几乎全被第四系覆盖,据钻井资料,第四系之下的前古近纪地层特征基本与鲁西地层分区相同。因此,本书的鲁西地层分区的地层系统包含了华北平原地层分区的地层概况,并分别用山东、河南、河北、山西来代表研究区中的上述四个地区。

本次研究的年代地层中阶的划分主要参照《中国地层指南及中国地层指南说明书》(2001)的方案,书中年代地层单位的数字年龄采用的是国际地质科学联合会地层委员会从 2004 年至今在其网站公布的最新年代地层划分方案。

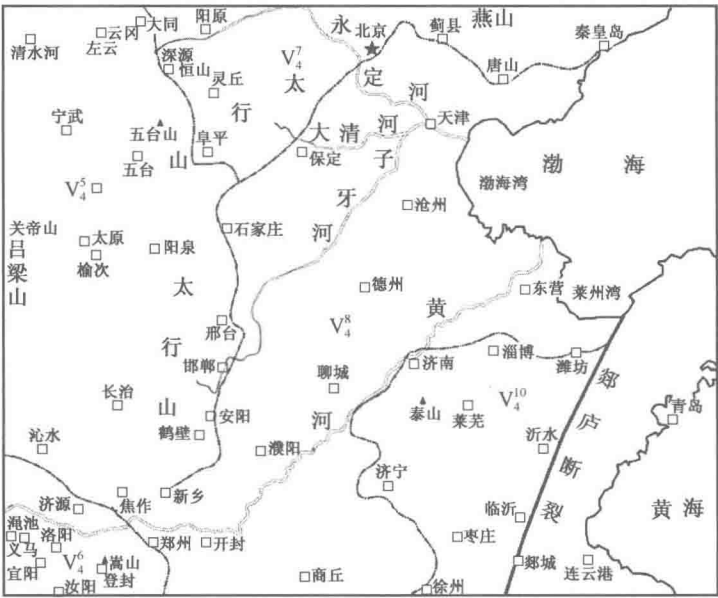


图 1-4 研究区地层分区简图

V_4^5 —山西地层分区; V_4^6 —豫陕地层分区; V_4^7 —燕辽地层分区;
 V_4^8 —华北平原地层分区;; V_4^{10} —鲁西地层分区

一、岩石地层划分及对比

研究区在新元古代后上升,缺失震旦—寒武纪初期的沉积,早寒武世中期开始下降接受沉积,但早奥陶世后再次上升,因此研究区仅见早寒武世中期至早奥陶世的早古生代地层。研究区早古生代地层发育特征基本相似,岩石地层划分也几乎一致,但由于地域广阔存在相变,不同地区、不同时期、不同研究者对地层的划分仍有一些差异(山东、河南、河北岩石地层划分沿革见表1-1、表1-2、表1-3、表1-4,山西的岩石地层划分类似河北地区,从略)。

1. 辛集组、李官组

为华北古生界底部最低层位,是由海侵早期的含磷碎屑岩和(或)碎屑岩组成的岩石地层单位,分布于河南、山西、山东的边缘地带,北部的河北地区则缺失。在河南、山西该岩石地层单位统称辛集组,名称来源于河南省地质研究所(1962)在河南省鲁山县辛集创名的“辛集含磷组”。岩性自下而上为含磷砂砾岩、磷质含海绿石长石石英砂岩、紫红色砂岩,下部可夹有黑色页岩、粉砂岩,上部砂岩中夹有砂屑白云岩,在辛集组中先后发现含有小壳类化石及低级的三叶虫、腕足、腹足化石;在鲁西地区,相当于辛集组的地层仅分布于潍坊—临沂一带,称为李官组,由梁宗伟(1980)命名于临沂市李官乡(曾被称为五山组),由下部石英砂岩(一般厚15~25m,最厚可达60m)和上部的砂质云泥岩(5~6m)组成。在李官组中目前还未见化石。

辛集组或李官组均平行不整合覆于前寒武纪晚期地层之上,与上覆朱砂洞组呈渐变过渡关系,后者以红色色调占优势的碳酸盐岩为主,碎屑岩不占主要地位,二者的界线和岩性组合易于识别。

2. 朱砂洞组

为华北古生界底部,辛集组之上、馒头组之下,以灰色、浅灰色碳酸盐岩为主的岩石地层单位。和辛集组一样分布于东、西、南三个方向的边部,但其向内侧伸展范围略超过辛集组,特别是燕辽地层分区的东段、中段普遍分布。现统称朱砂洞组,燕辽地层分区仍保留府君山组(或昌平组)。

河南、山西区的朱砂洞组分布广泛,岩性稳定。包括两部分:下部为紫红色、灰白色、杂色条纹状的泥质白云岩、白云岩、角砾状白云岩夹石灰岩,有时含盐溶角砾岩、石膏层等,厚10~250m;上部为深灰色厚层豹皮状石灰岩、含燧石灰岩、白云质灰岩等,厚10~85m。大多表现为南厚北薄,北至山西万荣稷王山、侯马南山、夏县,河南济源以北尖灭缺失。

表1-1 山东地区寒武—奥陶系岩石地层划分沿革表

[illegible]

表1-2 河南地区寒武—奥陶系岩石地层划分沿革表

孙健初 (1933)	曹世禄 (1936、1937)	冯友兰等 (1950)	河南地质研究所 (1962)	河南区域地质志 (1989)	刘印环等 (1991)	河南岩石地层 (1997)	华北区区域地层 (1997)
寒武系	角子山石灰岩层	中奥陶统	中奥陶统	峰峰组 二段 一段	峰峰组 二段 一段	中奥陶统	中奥陶统
				马家沟组 六段 五段 四段 三段 二段 一段	上马家沟组 三段 二段 一段 下马家沟组 三段 二段 一段	下奥陶统	下奥陶统
				亮甲山组	亮甲山组	三山子组	三山子组
				冶里组	冶里组	凤山阶	凤山阶
				上寒武统	上寒武统	长山阶	长山阶
	栗子沟层	下奥陶统	下奥陶统	凤山组	凤山组	崆山阶	崆山阶
				张夏组	张夏组	张夏组	张夏组
				徐庄组	徐庄组	徐庄组	徐庄组
				毛庄组	毛庄组	毛庄组	毛庄组
				馒头组	馒头组	馒头组	馒头组
奥陶统	朱砂洞系	震旦系	中寒武统	辛集组	辛集组	朱砂洞组	朱砂洞组
				辛集含磷组	辛集含磷组	辛集组	辛集组
				大石门 石英岩	大石门 石英岩	沧浪铺阶	沧浪铺阶
				朱砂洞石灰岩	朱砂洞石灰岩	馒头组	馒头组
				馒头页岩	馒头页岩	馒头组	馒头组

表 1-3 河北寒武系岩石地层划分沿革简表

孙云铸 (1924)			黄汲清 (1927)		张文佑 (1935)		王曰伦 (1960、1963)		《中国石油地质志》 (1989)		
O ₁	冶里石灰岩						O ₁	冶里组	O ₁	冶里组	
Є	长山系	凤山层					Є ₃	凤山组	Є ₃	凤山阶	
		长山层						长山组		长山阶	
		崮山层						崮山组		崮山阶	
		张夏层					Є ₂	鲕状灰岩	Є ₂	张夏组	Є ₂
	馒头层						Є ₁	馒头页岩		徐庄组	
Є ₁			府君山组	Є ₁	府君山组						
						井儿峪石灰岩	Є ₁	昌平石灰岩	Z	井儿峪组	Qn
				Z	井儿峪石灰岩	Z	井儿峪组	Qn	井儿峪组		

表 1-4 河北奥陶系岩石地层划分沿革简表

孙云铸 (1920)		张文堂 (1949)	全国地层会议 (1959)			华北奥陶纪地层 会议(1975)		陈均远 (1979)		《中国石油地质志》 (1989)		
						O ₂	同义村组			O ₂	峰峰组	
O ₂	马家沟 石灰岩	马家沟 石灰岩 上部	O ₂	马 家 沟 组	上部		上马家 沟组	O ₁	马家沟组		O ₁	磁县组
		马家沟 石灰岩 下部							下部			
O ₁	珊瑚灰岩	珊瑚灰岩	O ₁			O ₁	亮甲山组			亮甲山组		O ₁
	冶里石灰岩	冶里石灰岩					冶里组		冶里组	冶里组		

鲁西地区的朱砂洞组(以往曾称五山组上部及馒头组一、二段)由下石灰岩段(0~55m)、余粮村段(肝紫色钙质页岩和钙质粉砂岩,14~168m)及上石灰岩段(0~73m)组成;中部的淄博—新泰地层小区,本组下部为白云岩(24.2m),上部为石灰岩(22.7m);至西部的济南—腾川地层小区,则全部由白云岩组成,过渡为丁家庄段,且厚度变小(如馒头山剖面厚13.8m)。

燕辽地区相当于朱砂洞组的地层称府君山组,《华北地区区域地层表——河北省分册》(1979)以府君山组代替昌平组,用于京、津及河北省。府君山组主要为灰色、灰黑色的厚层、巨厚层的豹皮状、条带状石灰岩、白云质灰岩,上部或中部夹有白云岩,兴隆、蓟县一带夹大量角砾状石灰岩。该地区府君山组中的白云岩层,