石油与天然气地质
第17卷 第4期 OIL & GAS GEOLOGY 1996年12月

后期改造强烈
——中国沉积盆地的重要特点之一

刘池洋
(西北大学含油气盆地研究所,陕西西安 710069)

中国沉积盆地的一个重要特点是后期改造强烈。这由中国大陆本身的结构、演化和所处的特殊大地构造位置所决定,是中国沉积盆地的一大特点。中国沉积盆地后期改造具有以下显著特点:(1)波及广,在空间上差异明显;(2)强度大,盆地越老改造越强;(3)时间新,愈新愈烈;(4)期次多,不同期次特点有别。后期改造的地质作用主要有:构造运动、剥蚀(及搬运)作用、埋藏作用和热力作用。根据沉积盆地后期改造的性质、特点和强度以及可能恢复的程度,可大致分为5种类型:(1)初始面貌改观;(2)增添新的内容;(3)构造性质转化;(4)相对方位改变;(5)初始面目全非。各类型之间既有明显的区别,也有一定的联系和过渡。认识和研究中国沉积盆地后期改造强烈这一特点,对地质科学研究和沉积矿产勘探均有着十分重要的意义。

关键词 后期改造 沉积盆地 油气地质 中国 大陆构造

作者简介 刘池阳(笔名刘池洋) 男 43岁 教授 含油气盆地地质 油气地质与勘探

沉积盆地地质是当代地学研究的前沿领域和热点议题之一。中国沉积盆地类型众多、现象丰富、特征复杂,为世界罕见。对我国盆地深入研究,必将丰富和发展盆地地质理论,为世界地球科学和沉积矿产勘探开发作出贡献。

然对中国盆地的研究,其中许多问题常令中外地质学家困惑,如盆地的类型,似此非此,似彼又非彼,致使同一盆地的类型划分常因人而异,差别甚大;其成因机制众说纷纭,莫衷一是。再如中国盆地的构造性质,不仅东部拉张、西部挤压的简单模式与实际情况相悖甚多,就是某一具体盆地,其构造的力学性质常随时而变、因地而异。致使不同性质的构造模式或不同特征的构造式样在同一盆地均可找到某些证据,但任一理想模式或简单式样都难以给出圆满地解释。诸如此类,究其原因,除部分与研究程度可能较低、学术观点不尽相同诸主观因素有关外,与中国大陆本身的特性和所处的特殊大地构造位置有着直接的联系。

1 后期改造强烈:中国大陆构造特征的反映

中国大陆内部分割性较强,由多个相对较小、面积不等、形状不一的陆块群彼此镶嵌,并被多期次发展的活动带环绕焊接而成[1~5]。中国大陆周邻又被活动强度和特点明显不同、发展演化历史极为复杂的(古)太平洋板块、(特提斯构造域)印度板块和西伯利亚板块及哈萨克斯坦(陆缘)板块所挟持[4]。中国大陆在演化历史上,经历了多期次重大的构造运动,特别是中新生代以来,构造运动频繁而强烈。

收稿日期:1995-12-14

内部物质结构的严重不均一、边界作用力的显著不同及其消长变化和相互作用，必须使中国大陆（特别是中新生代以来）活动性较强，构造应力场复杂多变。因而前期（早期）形成的盆地在后期（晚期）遭受的改造强烈而普遍[6,7]。

2 中国沉积盆地后期改造的特点

笔者通过对我国不同类型盆地的实际研究，认为中国沉积盆地的后期改造具有以下特点。

2.1 波及广，在空间上差异明显

中国大陆境内的沉积盆地，其原始面貌在后期几乎都遭受了程度不同的改造，但在不同地区，后期改造的形式和特点又明显有别。在第三纪，中国东部的构造运动和对前期盆地的改造主要表现为裂陷伸展、断块翘倾、强烈而不均匀剥蚀及剪张走滑[8]；中国西部则以挤压收缩、逆冲推覆、剪压走滑和周缘隆起区强烈剥蚀为特征[7,9]。从而使中国东、西部的前第三纪盆地分别深刻地留下了拉张和挤压的形迹，给认识这些盆地前第三纪的原始特征带来了困难。

2.2 强度大，盆地越老改造越强

中国盆地后期遭受的改造普遍而又强烈。对形成时代较老的前第三纪盆地，特别是古生代盆地而言，后期多种形式的强烈改造已使盆地的原始面貌大为改观，甚至面目全非。

中国南方上扬子盆地东南部滇、黔、桂、湘地区，中国北方大华北盆地东部冀、辽、鲁、豫、皖等地，古生代盆地的原始面貌已不复存在[10]，要再现这些盆地的古地质构造特征和沉积环境难度颇大。这与北美和东欧的古生代盆地后期改造较弱、油气资源甚丰形成了明显对比*。

2.3 时间新，愈新愈烈

中国大陆现今地貌景观的出现相当晚，主要形成于第四纪。许多盆地现今的构造特征和总体面貌，在第四纪，甚至于更新世中晚期才形成。中国大陆的活动性和后期改造的强度，随时代变新呈增强趋势。如柴达木盆地现今的总体面貌在第四纪早期才开始显现。该盆地现今的优势构造——成排分布的NW向背斜构造带，在第三纪晚期才开始发育，于中更新世方基本定型。此后，仍进一步发展。这些NW向构造的形成，彻底改变了柴达木盆地发育鼎盛时期（E_2～N_1）的原始地质构造面貌[7,9]，致使人们一提起柴达木盆地，首先想到的就是醒目的NW向挤压构造，甚至将这些后期叠加的构造作为该盆地发育鼎盛时期的代表。

2.4 期次多，不同期次特点有别

中国大陆经历了多期次的重大构造事件。古生代以来就有加里东运动、华力西运动、印支运动、燕山运动和喜山运动，每期构造运动又可分为好几幕。所以，形成较早的沉积盆地均经历了多期次的后期改造。

不同期次的构造-热运动，在力学性质、主应力方向、变形方式、岩浆活动等方面常差别较大。因而，各期次后期改造的特点也明显不同。各期不同特征构造变形的彼此叠加、后期不同特点改造的相继发生，致使盆地现今的构造特征多有后期叠加的成分；而盆地（特别是前中、新生代盆地）的古地质构造特征常残缺不全，甚至已面目全非，难以辨别和恢复其细节[10,11]。

---

* 刘池洋．从全球演化历史和油气勘探状况论我国海相地层的油气勘探．全国海相地层油气勘探学会讨论会论文摘要汇编．1986

3　后期改造的形式和结果

对沉积盆地后期改造的地质作用，可包括内、外动力地质作用的各种类型，主要为构造运动、剥蚀（及搬运）作用、埋藏作用和热力作用。构造运动为参预后期改造的各种地质作用之首，直接制约着其它地质作用的发生和改造强度。后期的构造运动使盆地发生新的变形，从而使前期的地质构造特征或得到加强、或发生改变，甚或遭到破坏。

根据中国盆地后期改造的性质、特点和强度以及可能恢复的程度，可大致将后期改造的形式和结果分为以下 5 种类型。各类型之间既有明显的区别，也有一定的联系和过渡。

3.1　初始面貌改观

在此的“改观”，专指在地质作用性质和构造变形方式没有明显改变的情况下，早期的地质构造面貌到晚期已有变化。这种后期改造存在普遍、意义重要，但却常被忽视或易于将今、古地质构造现象相混淆，应该引起重视。如盆地后期隆升地区由风化、剥蚀、搬运作用产生的改造；盆地后期的沉降地区由埋藏作用（沉积、压实、成岩和成岩后生作用）引起的变化；在持续的递进变形中，或长期活动的大断裂两侧，晚期变形对早期构造形迹的改造[7]。

再如在盆地发育过程中，随着盆地构造格局的改变或沉积范围的缩小、或沉积-堆积中心的转移，盆地的主体部位虽仍在继续接受沉积，而其边部却遭受剥蚀，改变着早期沉积的初始面貌和地层分布范围。在渤海湾盆地辽河坳陷西斜坡和东濮凹陷西斜坡，早期沉积的下第三系在第三纪晚期剥蚀强烈，致使下第三系的分布范围大为缩小。这种由于后期或晚期剥蚀作用的改造，而使盆地范围不同程度地缩小，今盆地边界没有边缘沉积相的现象，在我国许多盆地都曾存在，如准噶尔盆地东部的二叠系和三叠系、鄂尔多斯盆地东部的三叠系和侏罗系[10]、松辽盆地东部的白垩系等。

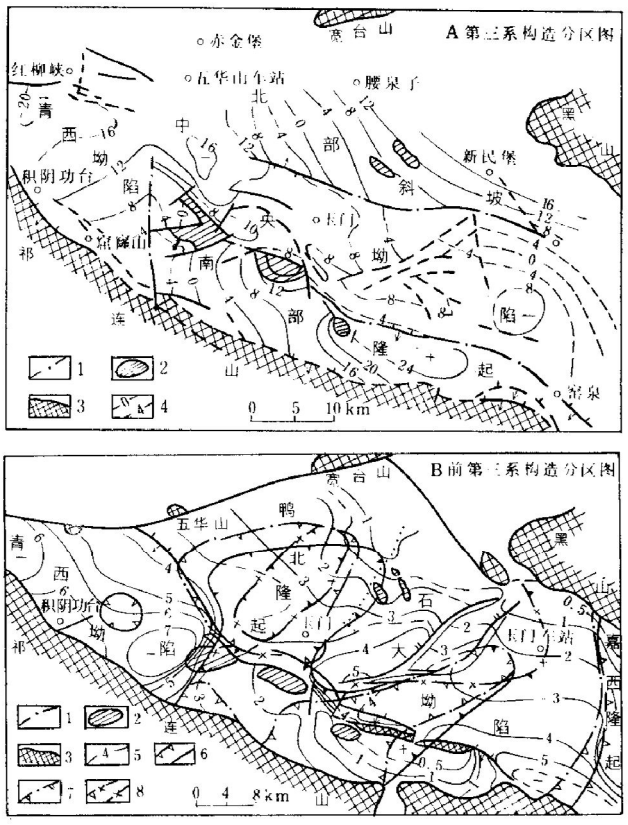

图 1 酒西盆地第三系、前第三系构造格局对比图

1—构造分区界线；2—油田；3—古生界基岩；4—白杨河组（$E_3b^{2\sim3}$）底等高线（hm）；5—基底等深线（km）；6—赤金堡组（K_1c）地层尖灭（空三角）和剥蚀线（黑三角）；7—下沟组（K_1g）地层尖灭线，8—中沟组（K_1z）地层尖灭（空三角）和剥蚀线（黑三角）

3.2　增添新的内容

这是后期改造最常见的形式。如后期不同方向或不同性质断层的切割、地层的褶皱、岩盐等塑性沉积物的流动或刺穿、地层颜色和矿物种类的变化、岩浆的侵入和喷出等。前述柴达木盆地晚期 NW 向构造的形成和对早期构造的改造即属此类[7,9]。再如酒西盆地，现今呈典型的前陆盆地结构特征，自南而北可划分出南部（背斜）隆起、中央坳陷、北部斜坡 3 个构造单元，各单元平行于祁连山系呈 NW 向展布（图 1-A）；但在盆地主要生油层发育的早

白垩世，盆地具拉张性质，其隆坳格局和沉积-构造特征总体呈近 SN-NE 向(图 1-B)。后期 NW 向构造的形成，掩盖并改造了前期盆地和构造的原始特征，所以，酒西盆地具前陆盆地特性，是渐新世中晚期以来才形成的，此前，该盆地不是前陆盆地。

后期岩浆的侵入和喷出，不仅使早期形成的地层增添了新的物质，同时使这些地层遭受热力变质和构造变形。在渤海湾盆地的沧县隆起南部，燕山期的岩浆侵入，使古生代地层经历了较高的热演化，并形成复杂的、类型多样的正向构造。识别和研究这类构造及其在成油、成藏中的利弊因素，对油气勘探具有重要意义。

3.3 构造性质转化

在中国大陆，不同构造期次区域应力场的性质不尽相同，有时甚至相反[8,12,13]。故早期形成的构造形迹，到晚期常发生力学性质的转变，形成反转构造，或早、晚期隆坳格局易位。晚期性质不同的构造活动，常会改变或掩盖早期的构造特性。

华北克拉通东部，中生代的剪压性构造到第三纪常转变为剪张性质，如渤海湾盆地、南华北盆地、汾渭地堑等[13,14]，或中、新生代隆坳格局往往相反，如河套盆地[15]。

在我国中新生代盆地中，前期挤压、后期拉张形成的负反转盆地和早期拉张、晚期挤压产生的正反转构造较为常见。负反转盆地除上述华北克拉通东部诸第三纪盆地外，阿拉善地区中生代中晚期发育的额济纳旗等盆地，亦具此特征*。正反转构造在渤海湾盆地各坳陷、中国海域诸盆地和二连盆地**等地区时有发现。

随着构造活动性质的转变，盆地的热背景也发生相应变化；晚期的隆升剥蚀，会使热演化程度较高的生油岩埋藏变浅或裸露地表。这些对油气的生成、相态、运移和聚散均有重要影响。

3.4 相对方位改变

由于板块或地体的漂移、较大规模的走滑运动、异地推覆、浅表层拆离或滑覆等构造作用的发生，常使地质体或构造现象发生较大幅度的位移，并伴随显著的绕垂向轴旋转。这就会使具有不同演化历史或早期处于不同位置的盆地或地块后期相邻；不同成因、不同方向的构造现象交织在一起。如渤海湾盆地中部的黄骅大型拆离构造***和鄂尔多斯盆地西缘的石沟驿滑覆构造等。这两个构造块体在中生代晚期由南向北发生一定距离的位移，构成与周邻构造单元特征不同，相对独立的复杂变形系统。

当这些相对方位改变的盆地或地块拼接在一起之后，又在统一的应力场作用下，叠加了新的构造成分，覆盖以新的沉积地层，就更增加了研究的难度；但对这些地区进行深入研究，常常会揭示许多具有重大科学意义的问题。如藏北的羌塘地块在晚二叠世之前，南、北羌塘地块并不相连，其间有洋相隔，已有人指出，此洋正是分隔南、北古陆之古特提斯洋[16]。早二叠世末，南、北羌塘拼接在一起；晚二叠世以来，又经历了多期次相对统一的构造变形和盆地发育阶段。所以，对晚二叠世之前羌塘地块海相沉积盆地发育和类型的研究尽管难度颇大，但却具有重要的科学意义。这些海相地区亦为油气勘探不可忽视的领域。

3.5 初始面目全非

若后期改造期次较多，变形太强，剥蚀甚烈，就可能使盆地或盆地某一部分的初始面目全

---

* 刘池洋．负反转盆地的基本特征和识别标志．中国含油气盆地研讨会论文摘要汇编．1993

** 刘池洋，蒲仁海，任战利等．二连盆地巴音都兰凹陷油气地质特征与评价．华北石油管理局协作科研报告．1995

*** 刘池洋．黄骅坳陷前第三系构造特征及其演化．大港石油管理局协作科研报告．1995

非。这种情况多出现在构造变动强烈或形成较早的盆地，如青藏的中、古生代海相盆地，不仅盆地的原始面貌已难再现，要确切地厘定盆地的类型也非易事。前述上扬子盆地东南部和大华北盆地东部，古生代沉积时的初始面貌已支离破碎，大部地层遭强烈剥蚀或已被夷尽。

后期强烈的逆冲推覆和褶皱，将严重破坏盆地的原始结构和正常地层层序，并使原始盆地和内部的沉积地层大为缩短；随后强烈而不均匀的剥蚀，将会使原始盆地的面貌遭到严重破坏，甚至面目全非。值得注意的是，在较大型推覆和拆离构造之下，常掩埋着相当规模的沉积地层。已有的勘探实践证明，在其中有可能蕴藏着丰富的油气、煤等沉积矿产。

后期的断层活动和切割，常会使盆地发生较大幅度的差异升降。隆起成山的部分剥蚀强烈，初始沉积的地层有可能被夷尽。这就会使古盆地的范围大为缩小，或将统一的大型古盆地分成几个互不相通的小型盆地。如在早白垩世，现今河西走廊西部的酒西盆地和花海盆地（可能还有酒东盆地），为彼此相连或相通的较大型盆地，到新生代中晚期，盆地才解体为几个相对独立的小型盆地。

若这些中小型构造盆地分离之后的发育差别较大，现今地貌景观又明显不同，就容易产生现今各盆地的范围在地史上无明显变化的错觉，从而得出这些盆地之间没有成因联系，各自独立发展的结论。如古柴达木盆地，在早第三纪沉积范围可达 $2.0\times10^5\ km^2$ 以上，演化到早第三纪末和第四纪早期，分别分离出库木库里盆地、吐拉-格斯盆地和乌苏屑-索尔库里盆地；现今柴达木盆地面积约 $1.2\times10^5\ km^2$*[7]（图 2），被分离出的几个小型盆地，或被前第三系隆起所包围，或随褶皱山系一起而强烈隆升，与今柴达木盆地已没有直接的沉积联系，其地貌景观和所处的大地构造背景也差别较大。

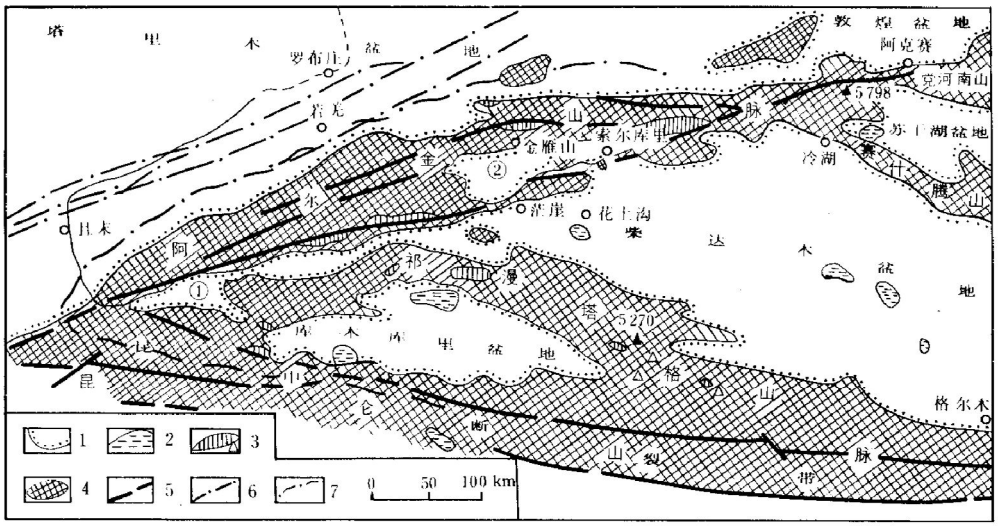

图 2　今、古(E)柴达木盆地沉积边界比较图

（早第三纪柴达木盆地南界为昆中断裂带，古盆地恢复边界未考虑阿尔金断裂新生代晚期左行平移可能产生的影响）

1—今盆地边界；2—现代湖泊；3—周边现存第三系露头区（范围小者用 Δ 表示）；4—前侏罗系露头；5—断裂；6—盆内隐伏断裂；7—柴达木盆地早第三纪沉积边界；①—吐拉-格斯盆地；②—乌苏屑-索尔库里盆地

再如古鄂尔多斯盆地，在三叠纪时沉积范围相当宽阔，至少已达晋东南的沁水盆地和豫北的济源地区；侏罗纪的沉积范围也应包括现今晋西和豫西。然现今鄂尔多斯盆地三叠系和侏罗

* 刘池洋．柴达木盆地第三纪古沉积边界及其演化．青海石油管理局协作科研报告．1991

系分布的东界均在黄河以西，其东部同时代地层大部分已被剥蚀，残存无几[10,13]，要恢复该盆地东部三叠纪和侏罗纪沉积时的原始面貌已十分困难。

4 研究意义

认识和研究中国沉积盆地后期改造强烈这一特点，对地质科学研究和沉积矿产勘探均有着十分重要的意义。由于现今盆地的地质构造、展布范围和基本形态等特征与盆地发育鼎盛时期的原始面貌常有较大差别，故在研究时就不可简单地将今当古或以新代老，而应剔去后期改造的影响，恢复不同时期古盆地的原始面貌。这才有可能全面、正确地认识不同时期盆地的基本特征；深入、动态地研究盆地的形成演化；同时将会丰富或验证更大区域地质构造特征、应力场转化和古地理再造。

中国沉积盆地后期改造强烈而普遍。因而在我国的含油气盆地形成与演化中，油气多次聚散和晚期成藏应普遍存在，故在油气勘探中，对此方面的研究应给予足够的重视。我国一些油气显示和评价很好的盆地或凹陷，其勘探现状常不尽人意，其中一个很重要的原因是：对这些盆地后期改造的强度、多期性和复杂性及其对油气成藏的影响没有足够的认识。

后期改造的强度和特点及其变化，是盆地发育晚期或形成之后内外动力地质作用在改造方面的反映。它是研究盆地发展演化、后期地质构造特征和资源评价必不可少的内容。

沉积盆地主要发育时期的规模(大盆或小盆)和现存盆地的性质(残留构造盆地或原始沉积盆地)的不同，在油气等沉积矿产的评价中有很大的差别。若为改造的构造盆地，在古盆地中所处的部位和今古盆地在规模上的相对关系之不同，现存盆地内部能源等矿产资源的丰度及分布也差别较大。

盆地古地质构造对沉积矿产的赋存和富集具有明显地控制作用。油气为流体矿产，生成之后每一次改造都对其聚散、成藏有重要影响。因而，将研究后期改造和恢复盆地各时期的古地质构造特征紧密结合，才可能全面认识和深刻揭示油气等沉积矿产的赋存条件和成藏规律，从而客观评价矿产资源和正确预测勘探目标。

笔者相信，随着对后期改造和原始盆地恢复研究的广泛进行和逐步深化，必将取得一系列前所未有的认识和成果，中国盆地地质的研究和油气成藏与勘探的观念将会有一个新进展。

参 考 文 献

1 赵重远，刘池洋．大陆地质构造特点及其研究方法的思考．西北大学学报(自然科学版)，1991，21(2)：55～63

2 任纪舜．论中国大陆岩石圈构造的基本特征．中国区域地质，1991，(4)：289～293

3 任纪舜．中国大陆构造研究的重大进展．地质论评，1995，41(4)：386～387

4 王鸿祯，刘本培，李思田．中国及邻区大地构造划分和构造发展阶段．见：王鸿祯，杨森楠，刘本培等．中国及邻区构造古地理和生物古地理．武汉：中国地质大学出版社，1990．3～34

5 Liu Chiyang, Li Taohong. Formation of sedimentary basins and terrane movement in northwestern China. In: Wiley T J, Howell D G, Wong F L, eds. Terrane analysis of China and the Pacific rim. Houston, Texas: U. S. A, Circum - Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series, 1990, 13: 227～229

6 刘池洋．后期改造与古地质构造恢复．西北大学学报(自然科学版)，1991，21(增刊)：1～8

7 刘池洋．盆地动态演化研究的基础：原始盆地恢复．见：赵重远，刘池洋，姚远编．含油气盆地地质学研究进展．西安：西北大学出版社，1993．26～31

8 刘池洋．渤海湾盆地的构造演化及其特点．见：西北大学地质系．西北大学地质系成立45周年学术报告会论文集．西安：陕西科学技术出版社，1987．447～458

9 刘池洋．柴达木盆地近南北向古构造带的发现及其地质意义．见：地质矿产部成都地质矿产所主编．中国西部特提斯

构造演化及成矿作用．成都：电子科技大学出版社，1991．65～66
10　赵重远，刘池洋．残余克拉通内盆地及其含油气性——以鄂尔多斯盆地和四川盆地为例．见：中国地质学会．“七五”地质科技重要成果学术交流会议论文选集．北京：北京科学技术出版社，1992．610～613
11　刘池洋．古沧县-天津复向斜和其确定的依据．石油与天然气地质，1986，7(4)：333～343
12　万天丰．中国东部中新生代板内变形构造应力场及其应用．北京：地质出版社，1993．1～43
13　赵重远，刘池洋．华北克拉通中新生代区域地质构造及含油气盆地的形成和演化．见：赵重远，刘池洋著．华北克拉通沉积盆地形成与演化及其油气赋存．西安：西北大学出版社，1990．10～21
14　赵重远．渤海湾盆地的构造格局及其演化．石油学报，1984，5(1)：1～8
15　刘池洋．河套盆地呼和坳陷沉降-堆积中心转移及其形成机制．见：赵重远，刘池洋著．华北克拉通沉积盆地形成与演化及其油气赋存．西安：西北大学出版社，1990．171～179
16　李才．龙木错-双湖-澜沧江板块缝合带与石炭二叠纪冈瓦纳北界．长春地质学院学报，1987，17(2)：155～166

STRONG LATE-REFORMATION: ONE OF THE IMPORTANT CHARACTERISTICS OF SEDIMENTARY BASINS IN CHINA

Liu Chiyang

(*Instiute of Oil and Gas Basin, Northwest University, Xian, Shaanxi*)

Abstract

Sedimentary basins of China are characterized by plenty of types and appearances, complex geological features. This is seldom found in the world. A further research on the basins will enrich and develop the theory of basin geology. One of the most important characteristics of the basins is strong late-reformations. This is caused by the configuration, evolution of China continent and its special tectonic location. The features of the late-reformation are as follows: 1. The reformation almost occurred in all basins and differed spatially; 2. The reformation was violent. The earlier the basin was formed, the more reformation times the basin would suffer; 3. The later the reformation took place, the stronger it would be; 4. The reformation occurred for many times. Each time of it differed differently. As for sedimental basins containing hydrocarbon resources, the main geological functions resulted in the reformation include tectonic movement, denudation (transportation), deep burying and thermodynamics.

According to the characters, the strength of the reformation, and the possible reconstruction degree of original basin, the reformation could be divided into five types: 1. The original face of a basin has changed due to late-stage denudation. This resulted in the decrease of the basin range; 2. New geological phenomena, as the formation of NW trending structures in Qaidam Basin, took place; 3. Structural property has transformed. That is, Mesozoic shear-compression structures in the east part of North China Craton has transformed into transtensional structures in Triassic; 4. The relative positions of basins have changed. This can be seen from the reformation of original basins by Huanghua detachment structure in Bohai Bay Basin and Shigouyi gliding nappe structure in the west margin of Ordos Basin; 5. The original shape of a basin has changed entirely.

It is suggested that to understand and study the strong late-reformation of China's sedimentary basins is very important for geology and for sedimental resources exploration.