

盆地“原型”及其相关外延称谓与研究

刘池洋¹, 王建强¹, 赵晓辰², 黄雷¹, 张东东¹, 赵俊峰¹, 邓煜³, 马奂奂¹

(1. 大陆动力学国家重点实验室, 西北大学地质学系, 西安 710069;

2. 西安科技大学地质与环境学院, 西安 710054; 3. 长安大学, 西安 710064)

摘要: 盆地“原型”或“原型”盆地, 目前已成为业界使用频率较高的专业术语和热词。但在已公开发表的大量文献中, 对盆地“原型”一词内涵的理解和表述却不尽相同。通过对公开发表论著和内部文献的溯源分析认为, 朱夏 1982 年给盆地“原型”(prototype)一词赋予了新的内涵, 提出盆地原型是指(某一地史阶段)一种地球动力机制(环境)形成的一个结构构造形式和沉积实体单元。(小型)简单盆地即为一个盆地原型, 大型复杂盆地总是包含着若干个不同类型的盆地原型。随时间发展, 盆地原型的类型是变化的。盆地“原型”是朱夏学术思想和科学理论体系的重要组成部分, 已具有专属性的具体科学内涵和术语符号。对盆地发育过程中原始状况未经明显改造的盆地, 建议在不同语境中选用“原始盆地”、“原盆地”、“原盆”系列同义术语。盆地的原始状况, 可涵盖与盆地形成演化和成藏(矿)作用各类相关内容的原始状况。对遭改造盆地的原盆和原型恢复难度大, 因其形成作用多样、改造过程复杂、恢复的证据和结论多解性强。将原盆和原型恢复的要点概括为: 寻觅证据、厘定属性、建模复原和重塑过程。这 4 方面工作彼此关联、循序渐进。

关键词: 朱夏; 盆地原型; 成盆动力机制; 原始盆地; 改造盆地; 原盆恢复

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

The prototype basin and its nomenclatures and research

LIU Chiyang¹, WANG Jianqiang¹, ZHAO Xiaochen², HUANG Lei¹,

ZHANG Dongdong¹, ZHAO Junfeng¹, DENG Yu³, MA Huanhuan¹

(1. State Key Laboratory of Continental Dynamics, Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China;

2. College of Geology and Environment, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi 710054, China;

3. Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710064, China)

Abstract: The prototype basin has become a hot nomenclature, which is widely used in the geoscience field. However, in a large number of publications, the understanding and expression of the prototype basin are quite different. Based on the analyses of the published and intramural documents, we believe that the prototype basin was newly defined by ZHU Xia in 1982, proposing that the prototype basin refers to a structural form and sedimentary entity formed in a geodynamic context (environment) during a certain geological history. A simple (small scale) basin is a prototype basin, and a large complex basin always contains several different prototype basins, which means the prototype basin varies over time. The nomenclature of the prototype basin should be an important part of ZHU Xia's academic thought and scientific theoretical system, which has a specific scientific connotation and nomenclature. It is suggested that the prototype basin and its synonymous nomenclature should be used in specific contexts for those basins whose original conditions have not been obviously transformed in the course of basin development. The original conditions contain the formation, evolution and hydrocarbon accumulation (mineralization) and several other related aspects of the basin. It is very difficult to reconstruct a reformed basin and get its prototype due to the complicated formation process, complex late reformation and uncertainty of reconstruction evidence and interpretations. The key points to reconstruct the original basin or the prototype basin can be summarized as: searching the evidence, determining the basin attributes, modeling the original state and remodeling the process, all of which need to be interrelated and carried out step-by-step.

Key words: ZHU Xia; prototype of basin; dynamic mechanism of basin formation; original basin; reformed basin; original basin reconstruction

收稿日期: 2020-05-20; 修订日期: 2020-07-29。

作者简介: 刘池阳(1953—), 笔名刘池洋, 男, 教授, 博士生导师, 从事盆地动力学、油气地质与勘探等科研与教学。E-mail: lcy@nwu.edu.cn。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41330315, 90814005, 41972153, 41802119), 长庆油田重大专项(2016E0514)和西北大学大陆动力学国家重点实验室科学技术部专项联合资助。

1 问题的提出

盆地“原型”或“原型”盆地,目前已成为业界使用频率较高的专业术语和热词,常见于相关论著、科研报告、成果验收、项目申报和会议报告等较高层次科研成果和专业活动之中。据不完全统计,近30年已发表的与盆地“原型”有关的专业论文(含研究生学位论文)逾400篇,每年平均产出10篇以上,有些年份超过20篇。这些论文,在地区上,遍及中国大陆东、中、西部和近海各盆地;在时代上,涵盖元古代到新生代各期盆地;在研究内容上,几乎涉及盆地地质各学科领域。呈现出了一片蒸蒸日上、方兴未艾的“热潮”局面。

在这些文献中,对盆地“原型”一词内涵的理解、表述或认识,却不尽相同,因人而多少有异。在论及与盆地“原型”有关的文献中,普遍将其与后期遭改造、有变化的盆地作对比。认为所谓原型盆地是指在一定地质历史时期内形成,形成后未经改造或轻微改造,保持了原盆地性质及分布范围的盆地^[1-8];“原型盆地是相对残留盆地而言”^[1]“原型盆地的概念是相对于大量盆地被改造而提出的”^[9]“……,原型盆地和残留盆地(又称改造型盆地)是两种不同阶段、不同性状的含油气盆地。原型盆地是保持其盆地形成发育阶段性状的盆地,……”^[10]等等。

这些文献大多不同程度地论及对遭改造盆地原型进行恢复的意义或具体恢复内容及结果。从这些论述所及的对盆地“原型”恢复或谓之原型盆地分析的内容来看,作者将盆地原型或原型盆地视为一个独立的沉积盆地整体,恢复所及的内容包括了沉积盆地的各个方面:如周缘大地构造背景和构造环境、盆—山耦合的时空关系、深部构造背景、盆地演化阶段、盆内地层学、古流向和岩相(带)类型及展布、沉积体系与充填过程及沉积速率、古生态、古气候和古地理环境、沉积流体演变及类型、构造沉降、盆地构造变形、应力性质及其几何形态、岩浆活动特点与构造背景、古热流和热体制、后期改造和剥蚀厚度恢复、改造前原始沉积地层的分布范围、厚度大小、盆地边界、盆地类型与控盆因素、原型盆地实体、复合与叠加过程等内容^[1-5,10-13]。

外文期刊发表的相关主题论文,在SCI数据库中较为有限,且中国作者占比较高。这应与中国盆地后期改造强烈而普遍的显著特点^[14]有关。值得注意的是,在国外学者论文中的“prototype basin”一词,内涵并不完全相同,有的将其作为盆地模拟

实验的原始模型^[15]。这与以上讨论内容和KLEMME提出“prototype”的含义^[16]明显有别。

以上对盆地“原型”概念的理解和应用,与朱夏提出盆地“原型”术语的初衷和具体内涵有异,甚或相差较远。故有必要对盆地“原型”的内涵、与之相关外延部分的称谓及研究等问题进行讨论。

2 盆地“原型”的内涵及意义

2.1 溯源和发展

张渝昌先生^[17]指出:盆地的原型(prototype)这一术语首见于KLEMME^[16]。笔者近期又做查阅,在KLEMME的原文中,没有标注引文;检索1974年之前的文献未见有该术语。可见张先生的“首见于”言之有据。

盆地“原型”中文一词,由朱夏先生最早提出,并赋予了特定的内涵和盆地研究意义。以下溯源梳理“原型”概念内涵及其意义的提出和发展脉络:

(1)朱夏先生1978年12月完稿、1982年出版的《中生代油气盆地》论文^[18],将“prototype”译为“原型”。他在述及和引用KLEMME等^[16,19]的盆地分类图时,提到“图上的8种类型是盆地的‘基本原型’”。并介绍KLEMME等的认识:“许多现今的盆地具有两个或两个以上基本原型的特色”“随着时间的推移,盆地的发育可以在构造上发生变化”。

(2)朱夏等1983年发表的《中国中生代构造与含油气盆地》^[20]一文,在论述了中国中生代盆地7种形成机制后论及:“这些机制并不是各不相同的。他们可看作是盆地的‘原型’(prototype)。”此文在1981年8月由原地质部石油地质研究所盆地研究室内部印发,编号“盆研:81001”,论文题名《中国的中生代构造与含油气盆地》(图1左)。此原文中没有前述引文中“他们可看作是盆地的‘原型’(prototype)”这句文字。

(3)在1986年出版的朱夏文集中^[21],《板块构造与中国石油地质》论文有7处论及盆地“原型”:第73页:“一个盆地,尤其是大型盆地,总是包含着若干个由不同的地球动力学机制产生的不同结构部分,我们称之为‘原型’(prototype)。每个原型中的‘S’和‘M’有内在的系统关联,而原型又组合为盆地的整体。”“单式的盆地即是这样一个构造沉积体或原型的概念。大而复杂的盆地则包括了几个不同的原型。”第75页:“由于盆地在板块中所处的位置不同,其性质、发育机制、原型、演



图 1 几份朱夏先生论著发表前原稿文献封面

Fig.1 Covers of several original manuscripts of ZHU Xia's works before publication

化过程也都不同。”第 76 页：“……，寻找油气就要根据这些因素分别对待各个盆地，首先是盆地的各个原型。”“中国板内盆地各原型形成的几种主要机制。”第 79 页：“所以研究古生代盆地的原型和这种叠合关系甚为主要。”“其中一种主要型式就是含油气盆地及其多种原型。”

此论文原为朱夏先生 1981 年 7 月在上海石油学会、上海地质学会、上海海洋湖沼学会联合学术报告会上的报告。由原地质部海洋地质调查局科技情报资料室 1981 年 8 月作为《海洋地质调查(增刊)》(图 1 中)印发, 文名与之后发表论文相同。以上 7 处提及盆地“原型”的文字, 在 1981 年的报告文稿中均没有。其中一处(第 75 页)是将“类型”后改为“原型”, 其他 7 处均是此后补加的(标为楷体的部分)。

(4) 在 1983 年发表的《含油气盆地研究方向的探讨》^[22] 论文中, 朱先生将盆地原型作为“含油气盆地 TSM 系统研究程式”中的重要概念和组成部分论述: “在不同阶段控制盆地形成机制的是全球构造的三个要素(3T, 即地质时代 time、在全球构造中的处境 tectonic setting 和热体制 thermal regime), 受此制约, 盆地按不同的机制成生发展为不同的原型(P-prototype), 而几种原型又组合成为不同类型的含油气盆地整体(B)。正是由于盆地或其原型具有不同的形式与演化机制, 所以盆地的实质性内容及其地质作用过程各有特色, ……”。

他进而将古生界盆地划分为“六种原型”、中生代盆地划分为“七个原型”。并指出: “对同一原型的盆地来说, 共性是主要的。”“一个大型盆地

往往是在复杂的基底上通过不同机制而由几种原型组合而成。例如四川盆地, 就中生界说, 自西而东包括(A+D)+(B+G)几种原型; ……”^[22]。

此文为朱夏先生在 1983 年 1 月向中国科学院地质部会议提交的“关于含油气盆地的研究”报告, 完成于 1982 年 11 月 25 日。经原地质矿产部石油、海洋地质局科技处同意, 作为盆地研究室承担课题 1982 年的初步总结复印分发, 题目为《中国含油气盆地形成、发展机制及其对油气生成、运移、聚集的控制作用(初步总结)》(图 1 右)。在此材料中, 以上所引用发表论文的内容均有, 文字相同。

(5) 朱夏 1983 年发表的《试论古全球构造与古生代油气盆地》^[23] 论文(编辑部收稿日期为 1982 年 12 月 1 日), 关于盆地原型的论述与上述同年论文^[22] 基本相同。

(6) 在朱夏文集^[24] 的自序(完稿于 1985 年 1 月)中, 朱先生专门论及了盆地原型及其与含油气盆地 TSM 系统研究程式的关联: 大型盆地为“不同阶段、多种结构的组合。一个结构单元是一种构造形式, 也是一个沉积实体。我称之为盆地的‘原型’, 并认为: 可以按地球动力学的机制来区分、类比的是这类原型, 而不是它们的组合——盆地。”“这些原型或结构单元应被看作是在一定环境下的作用—响应(process-response)系统; 对此, 我曾使用 T(环境)—S(作用)—M(响应)的程式来表达它的内涵与外延诸因素”。

2.2 内涵与意义

20 世纪 70 年代晚期—20 世纪 80 年代, 是朱夏先生业务活动频繁、学术思想活跃、科研产出丰

硕的时期,也是他学术成就集大成的时段。

由上述已查的文献可知,朱夏 1978 年 12 月翻译和介绍了 KLEMME 等^[16,19]的 prototype(原型)术语和盆地分类^[18];1982 年 11 月给盆地“原型”(prototype)术语赋予了新的内涵,将其作为朱夏含油气盆地学术思想和科学理论体系的重要组成部分,并总结归入到简洁表述他学术理论的“含油气盆地 TSM 系统研究程式”之中^[22]。此后,进一步论述和应用此术语及其思想。

综合朱夏^[21-24]、张渝昌等^[17]、徐旭辉等^[25]的论述,将朱夏的盆地原型概念及思想理解和归纳如下:

(1)盆地原型是指(某一地史阶段)一种地球动力机制(环境)形成的一个结构构造形式和沉积实体单元。不同动力机制(环境)可以产生出不同类型的盆地原型。

(2)盆地原型的类型,如裂隙(裂谷断陷)、坳拉谷(槽)、克拉通内坳陷(台内坳陷)、克拉通边缘坳陷(陆缘凹陷)、弧前坳陷、弧后扩张盆地、碰撞前渊(前陆盆地)、塌陷盆地、走滑拉分、拉张断陷,等^[17,22,25]。各原型形成的主要机制有:A型俯冲、基底拆离、大陆碰撞、与深部作用有关的差异沉降、拉张断陷、断层走滑及其引起的拉张与断陷、重力滑移的改造作用^[20-22]。由这些原型和形成动力机制的类型名称可知,盆地原型可简洁、明了地理解或表述为盆地形成单一动力机制(环境)的原本构造动力类型(属性)。

(3)(小型)简单盆地即为一个盆地原型,大型复杂盆地总是包含着若干个不同类型的盆地原型。对同一原型的盆地来说,共性是主要的。随时间发展,盆地原型的类型是变化的。几种不同类型的盆地原型在空间并列、时间叠加,组合成了各有特色、统一的(较)大型含油气盆地整体。可以按地球动力学的机制来区分、类比的是这类原型,而不是它们的组合——盆地。这是盆地原型与由原型组合的盆地在概念和含义上的不同。因此高长林^[26]曾建议:“应使用盆地原型(basin prototype)一词,而不使用原型盆地一词,这样概念清晰,免去一些混乱。”

(4)寻找油气就要根据朱夏“盆地 TSM 系统研究程式”中这些因素,首先分别对待盆地的各个原型。

(5)朱夏先生借用 KLEMME 盆地原型(prototype)^[16]一词,给予赋予了形成地球动力机制的新内涵^[21-24],具有深刻的科学意义,是朱先生盆地地

质理论和学术思想的重要进展之一。在学术思想上,这是他上世纪 60 年代盆地演化阶段论和 70—80 年代构造活动论的体现、延续和发展,具有承前接后的意义;在科学理论上,又是他 80 年代“含油气盆地 TSM 系统研究程式”之中的重要组成部分,是衔接沉积盆地与成盆动力学环境的关键环节;在理论研究和应用实践方面,使以盆地对象,进行大地构造学、盆地动力学等科学研究和油气等沉积矿产勘探评价有了可对比的基础和可操作的结构要素。

(6)朱夏先生是有成就的大地构造学家和含油气盆地构造学家、著名的石油地质学家,是引进和传播板块构造学、活动论进入中国,并推动和引领含油气盆地研究的重要先驱之一。他提出的盆地原型,赋予形成动力学机制的内涵,并非只是专业偏爱,更是其本身的重要意义、地位和深刻内涵,即盆地的形成动力学机制,在宏观、整体上控制着盆地形成演化的特征和油气等沉积矿产的赋存、成藏和分布。

综上所述,盆地“原型”已成为朱夏学术思想和科学理论的重要组成部分,已具有专属性的具体科学内涵和术语符号。为了深刻理解、更好保留和推广使用朱先生盆地“原型”术语的纯正原味和实质内涵,对与之相关的广义外延内容改用其他术语称谓,是必要而有效的。

3 “原型”相关外延的称谓

前已述及,在论及与盆地“原型”有关的文献中,普遍将其理解或定义为“未经改造或轻微改造”^[6]、基本保持原始沉积面貌的盆地。这显然极大地外延或扩大了朱夏先生提出盆地原型术语的初衷和概念的内涵,远超出了主要反映盆地形成动力学机制(环境)类型的本义。

对沉积盆地某一阶段原始沉积面貌的表述,曾有“original deposition basin”^[27](原始沉积盆地)、“原始盆地”^[28]、“原生盆地(original basin)”^[29-30]、“原盆地”^[31]、“原盆”、“盆地原始(沉积)面貌”^[32]等称谓或表述。笔者建议用“原始盆地”、“原盆地”、“原盆”系列同义术语,在不同语境中选用。

所谓“原始盆地”,即盆地发育过程中原始状况未经明显改造的沉积盆地。在此的原始状况,可包括(盆地演化某一阶段的)区域动力学背景与深部作用、盆山关系与源汇系统、沉积建造及组合展布、构造属性和变形特征、热动力与岩浆活动、流体动力、盆地沉积范围、地理环境和盆地类型(含盆

地原型及其组合)等与盆地形成演化和成藏(矿)作用各类相关内容的原始状况。研究者可根据自己的需求,重点进行某一方面或某几方面内容的相关研究。

原始盆地没有具体限定的时间概念或时限。在地史上,盆地的演化过程可分为若干个彼此相关、特征有别的发育阶段,各阶段盆地的原始面貌继承与新生彼消此长、时空有变。若无特别的研究目的,建议将盆地演化过程中的鼎盛时期作为原盆地的代表。因盆地发育的鼎盛时期,是该盆地动力学特征的集中体现和该盆地类型及地质构造特征的代表,一般又是该盆地主力烃源岩的发育时期^[32]。

如果说,盆地原型突出了盆地形成时的动力学机制,科学理论和应用基础意义重大;原始盆地则侧重强调盆地发育过程中的原始状况,将科学理论与实际应用方面结合密切。

4 研究的特点与要点

以上所讨论盆地原型或原盆中的“原”,就是与今不同、历史过去的状况。地质学,即古地质学^[33]。在地史过程中,任何盆地或地质体无时不变化、无地不改造;只有改造程度的差异,没有不经改造的实例。要厘定盆地原型类型、认识原盆面貌,就要剔去后期改造的影响,恢复其地史上的原始状况。

目前盆地勘探程度显著提高,测试数据巨量增加,发文数量时创新高,但盆地本身的研究水平和地质认识却并没有同步成比例的提高,至少提升的程度不尽人愿。原盆和原型的相关研究更是如此,这是值得注意的现状和问题。究其原因,除人为的因素外(在此暂不讨论),与原盆、原型恢复的难度和特点不无关联。

4.1 难点和特点

对盆地已失去部分或遭改造的原盆、原型恢复,就是从残缺复原状、由结果溯原因、据因果建过程。其最显著的难度和特点是:形成作用多样、改造过程复杂、证据和结论的非唯一性(多解性)强。

沉积盆地是形成于大自然中的一个地质单元,不是实验室里一个理想模型。在地球大自然中成生发展的盆地,就如同树林中没有完全相同的树叶一样,没有完全相同的盆地。每个盆地都有其鲜明的个性,与其他盆地相比只有相似、类同,而没有完全相同。在盆地形成演化过程中,受多种地质作用的综合、共同控制;形成之后又遭受多期次、多因

素、强度不同的差异复杂改造。所以,需梳理和凝练研究盆地的个性特点;即使是研究某一地质作用或现象(如构造、沉积、热等)的“原”状况,也需考虑同时发生的其他地质作用可能产生的影响。

盆地在主要发育阶段或鼎盛时期的深部作用和结构,现今已有很多改变,甚或消失;后期多期次的构造、热、流体和剥蚀等改造,使同沉积期构造特征叠加了复杂的新成分,热和流体的“原”信息留存甚微;盆地的原始隆坳格局改变,高部位沉积地层剥蚀强烈甚或殆尽。所以,甄别和获取相关的“原”信息难点多、业务水平要求高。加强地质基础研究,提高地质研究水平是前提。但目前对此方面却明显有所忽视和削弱。

对已失去或破坏了物体复原,恢复所依据的残存物体的形成和原样可能有多种(图2)。在大自然所形成的各类地质现象更是如此。如伸展裂陷类盆地或原型,就有深部地幔上拱(主动裂谷)和区域伸展(被动裂谷)两种不同的形成动力机制。但这两类盆地演化到晚期,均具有浅部裂陷伸展、深部物质上拱、地壳厚度较薄的结构特征。仅据此就难以得出盆地或原型的形成机制属何类的唯一结论。这也是对中国东部及近海新生代裂陷盆地的成因机制仍有两种认识的原由。裂陷盆地的伸展模式可分为纯剪、单剪和复合剪切3类^[34]。依据遭多期改造后现今盆地的深浅部构造特征和结构,并不易判识研究地区属哪种伸展模式。又如,在盆山结合地带,常见的挤压变形构造并非都是前陆盆地存在的证据。原盆或原型恢复证据成因的非唯一性,决定了研究结果和结论的多解性。

再如被认为可反映原始形成环境的沉积建造而言,三角洲、洪积扇、各类重力流等沉积体系的发育,主要受外动力地质作用的控制,可形成于不同构造动力类型的盆地中。若将类似这些形成动力环境不唯一的地质现象,作为唯一证据去恢复原盆或原型,所得结果和结论自然会有异议。

4.2 研究要点

根据现存结果或现象,探索形成原因和过程的学科,如医学、刑侦、考古、历史、天文等,在研究的思想、路线和方法论上具有较多的共性和彼此可借鉴之处。厘定盆地原型、恢复原盆面貌的研究,如侦探勘察,竭力寻觅证据;像医生看病,由表及里定性;同文物修复,知微见著复原;似法官断案,重塑行为过程。这四方面内容彼此关联、循序渐进。由此可提炼出原盆和原型恢复,亦为历史因果类学科



图2 残存物体的原样可能有多种(示意图)

素材据百度图片。

Fig.2 Various original forms of remaining object

研究的要点:

4.2.1 寻觅证据

证据是原盆或原型恢复的基础。在刑侦和判案过程中,证据决定案情的走向,地质研究亦然。证据包括各种地质构造现象、各类测试分析结果和探测资料等。主要寻觅两方面的证据:判识“原”貌是否遭受改造和确定已遭受改造的各种表现(依据)、反映或代表拟研究时段同沉积期特征的证据。前已述及,同沉积期“原”证据的获取难度大、要求高,在成因或形成环境方面要排除多解性。同时需表明所取证据的“原”特征内涵和意义。

目前,在此类相关论著中有关证据及其内涵方面研究薄弱,论述的篇幅甚少。将研究证据列出来,读者自会鉴别证据的可用性与据此得出结论的吻合度。重要的是,他人可在此基础上对证据弃误、留正、补新,不断完善与提升证据的数量和质量,进而提高对某一盆地或问题研究的水平。

4.2.2 厘定属性

一粒沙、一块石,都隐含着丰富的地质信息。研究者需综合剖析和深刻揭示所获得的各类证据的“原”内涵和成因意义,去粗取精、由表及里、总结升华,确定盆地原型的成因类型和原盆整体框架及特性。这就类似于医生通过“望闻问切”和化验分析等信息来确诊病情。

在此,需注意一些与众不同有别的“异常”证据,可能隐含有取得新发现的重要信息。不要将其作为“异常”证据(现象、数据或其他资料)而简单弃之。

4.2.3 建模复原

上一环节的定性,就如同确定图2中残存物体的原样是碗,而不是其他。原盆或原型(类似青花瓷碗)的具体特征(如结构、规模等),需要根据分析残留物体和其他证据资料所获得的信息,结合环境背景资料,进一步“建模”(即构建原盆的结构构造和沉积建造展布等原貌)恢复,经过多次尝试、修改,才会取得较满意的复原结果。复原结果的质量和精确程度,主要取决于现阶段勘探和研究程度以及技术进步,同时受限于研究者的水平及投入。

4.2.4 重塑过程

盆地经多期次改造演变及其动力环境变迁的过程,是对区域动力学环境控盆效应响应的详实记录,明显控制着油气的生运聚散和动态成藏过程及分布,在盆地演化研究和成藏作用分析中意义重大。

从原始盆地到现今改造盆地,应是分阶段、多期次改造叠加、逐步演化的过程和综合结果。但盆地改造演变过程中间环节的地质记录大多已缺失,对分阶段的认知常有套用区域演化成果代之。可尝试在区域动力环境演化阶段框架的约束下,通过研究盆山(或盆缘隆起)各种地质作用的时空响应关系和源汇关系、盆地差异改造各地之间的参照互补、不同地质作用改造过程模拟和改造总结果的分解等途径,再现中间各阶段的改造演变特征。

盆地原型和原盆恢复,需科学思维与地学前沿研究密切结合,是最能体现也需要深刻理解地质学

研究对象特点(无时不变化、无地不改造;作用综合性、物质不均一等)的研究方向之一。其做法如考古复原、过程似刑侦破案,探索性强,深入进去兴奋点和乐趣颇多。希望更多同仁关注和进行此方面研究,丰富和发展(中国)沉积盆地动力学和成藏(矿)系统。

5 结论

(1)盆地“原型”或“原型”盆地术语目前在业界使用频率较高,但对其内涵的理解和表述却因人而异。

(2)朱夏先生借用 KLEMME 盆地原型(proto-type)一词,给其赋予了形成地球动力机制的新内涵,具有深刻的科学意义,是朱先生盆地地质理论和学术思想的重要组成部分。

(3)对盆地发育过程中原始状况未经明显改造的盆地,建议在不同语境中选用“原始盆地”、“原盆地”、“原盆”系列同义术语。所谓原始状态,涵盖与盆地形成演化和成藏(矿)作用各类相关内容的原始状况。

(4)对改造型盆地原盆和原型恢复的难度和特点是:形成作用多样、改造过程复杂、证据和结论的非唯一性强;将其研究要点概括为彼此关联的 4 个方面:寻觅证据、厘定属性、建模复原和重塑过程。

参考文献:

- [1] 何玉平.黑龙江省东部早白垩世沉积特征与原型盆地恢复[D].长春:吉林大学,2006.
HE Yuping. The Early Cretaceous sedimentary characteristics and prototype basin restoration in eastern Heilongjiang province[D]. Changchun: Jilin University, 2006.
- [2] 杜旭东,李洪革,陆克政,等.华北地台东部及邻区中生代(J-K)原型盆地分布及成盆模式探讨[J].石油勘探与开发,1999,26(4):5-9.
DU Xudong, LI Hongge, LU Kezheng, et al. Distribution of prototype basins in Huabei platform and its neighboring region and a discussion of basin formation model[J]. Petroleum Exploration and Development, 1999, 26(4): 5-9.
- [3] 陈发景,汪新文.中国西北地区早—中侏罗世盆地原型分析[J].地学前缘,2000,7(4):459-469.
CHEN Fajing, WANG Xinwen. Prototype analysis of Early-Middle Jurassic basins in northwestern China[J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(4): 459-469.
- [4] 李相博,陈启林,魏伟,等.蒙甘青地区白垩纪原型盆地分布特征及盆山格局[J].地球科学与环境学报,2006,28(3):24-30.
LI Xiangbo, CHEN Qilin, WEI Wei, et al. Distribution of Cretaceous

- proto-basin and basin-mountain frame work in Inner Mongolia-Gansu-Qinghai area[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2006, 28(3): 24-30.
- [5] 段秋梁,谭未一,杨长春,等.华北东部晚中生代伸展构造作用[J].地球物理学进展,2007,22(2):403-410.
DUAN Qiuliang, TAN Weiyi, YANG Changchun, et al. A review on the Late Mesozoic extensional tectonics on the eastern North China Craton [J]. Progress in Geophysics, 2007, 22(2): 403-410.
- [6] 刘和甫.沉积盆地地球动力学分类及构造样式分析[J].地球科学(中国地质大学学报),1993,18(6):699-724.
LIU Hefu. Dynamic classification of sedimentary basins and their structural styles[J]. Earth Science (Journal of China University of Geosciences), 1993, 18(6): 699-724.
- [7] 李金良.胶莱盆地沉积分析及构造演化[D].北京:中国地质科学院,2006.
LI Jinliang. Analysis of sedimentary and tectonic evolution of the Jiaolai Basin [D]. Beijing: Chinese Academy of Geological Sciences, 2006.
- [8] 边凤青.东营凹陷沙四段—孔店组剥蚀厚度与原型盆地的恢复[D].青岛:中国海洋大学,2009.
BIAN Fengqing. The restored eroded thickness and prototype basin of Kongdian Formation and the fourth member of Shahejie Formation in Dongying Depression [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2009.
- [9] 李明杰.酒泉盆地构造特征与油气勘探[D].北京:中国地质大学,2006.
LI Mingjie. Structure character and petroleum exploration of Jiuquan Basin [D]. Beijing: China University of Geoscience, 2006.
- [10] 付孝悦.残留盆地及其油气保存问题[J].海相油气地质,2009,14(2):37-40.
FU Xiaoyue. Residual basins and the associated issues of hydrocarbon preservation [J]. Marine Origin Petroleum Geology, 2009, 14(2): 37-40.
- [11] 何登发,贾承造,童晓光,等.含油气区构造学研究进展[J].石油勘探与开发,2004,31(5):1-7.
HE Dengfa, JIA Chengzao, TONG Xiaoguang, et al. Advances in studies of petroliferous structures and tectonics [J]. Petroleum Exploration and Development, 2004, 31(5): 1-7.
- [12] 何登发,贾承造,童晓光,等.叠合盆地概念辨析[J].石油勘探与发,2004,31(1):1-7.
HE Dengfa, JIA Chengzao, TONG Xiaoguang, et al. Discussion and analysis of superimposed sedimentary basins [J]. Petroleum Exploration and Development, 2004, 31(1): 1-7.
- [13] HE Dengfa, ZHOU Xinyuan, ZHANG Chaojun, et al. Tectonic types and evolution of Ordovician proto-type basins in the Tarim region [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52(1): 164-177.
- [14] 刘池洋.后期改造强烈:中国沉积盆地的重要特点之一[J].石油与天然气地质,1996,17(4):255-261.
LIU Chiyang. Strong late-reformation: one of the important characteristics of sedimentary basins in China [J]. Oil & Gas Geology, 1996, 17(4): 255-261.

- [15] HELLER P L, PAOLA C, HWANG I G, et al. Geomorphology and sequence stratigraphy due to slow and rapid base-level changes in an experimental subsiding basin (XES 96-1) [J]. AAPG Bulletin, 2001, 85(5): 817-838.
- [16] KLEMME H D. Basin classification in geological principals of world oil occurrence [D]. University of Alberta, 1974: 21-35.
- [17] 张渝昌, 张荷, 孙肇才, 等. 中国含油气盆地原型分析 [M]. 南京: 南京大学出版社, 1997.
ZHANG Yuchang, ZHANG He, SUN Zhaocai, et al. Prototype analysis of petroliferous basins in China [M]. Nanjing: Nanjing University Press, 1997.
- [18] 朱夏. 中生代油气盆地 [M] // 中国地质学会构造地质专业委员会. 构造地质学进展. 北京: 科学出版社, 1982: 113-124.
ZHU Xia. The Mesozoic-Cenozoic petroliferous basins [M] // Structural Geology Committee of the Geological Society of China. Progress of tectonic geology. Beijing: Science Press, 1982: 113-124.
- [19] KLEMME H D. Giant oil fields related to their geologic setting: a possible guide to exploration [J]. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 1975, 23(1): 30-66.
- [20] 朱夏, 陈焕疆, 孙肇才, 等. 中国中、新生代构造与含油气盆地 [J]. 地质学报, 1983(3): 235-242.
ZHU Xia, CHEN Huanjiang, SUN Zhaocai, et al. The Mesozoic-Cenozoic tectonic and petroliferous basins of China [J]. Acta Geologica Sinica, 1983(3): 235-242.
- [21] 朱夏. 板块构造与中国石油地质 [C] // 朱夏论中国含油气盆地构造. 北京: 石油工业出版社, 1986: 71-79.
ZHU Xia. Plate tectonics and petroleum geology of China [C] // ZHU Xia's discussion on China's petroleum basin. Beijing: Petroleum Industry Press, 1986: 71-79.
- [22] 朱夏. 含油气盆地研究方向的探讨 [J]. 石油实验地质, 1983, 5(2): 116-123.
ZHU Xia. Approaches to the research of petroliferous basins [J]. Petroleum Geology & Experiment, 1983, 5(2): 116-123.
- [23] 朱夏. 试论古全球构造与古生代油气盆地 [J]. 石油与天然气地质, 1983, 4(1): 1-33.
ZHU Xia. Notes on ancient global tectonics and Paleozoic petroliferous basins [J]. Oil & Gas Geology, 1983, 4(1): 1-33.
- [24] 朱夏. 朱夏论中国含油气盆地构造 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1986.
ZHU Xia. ZHU Xia's discussion on China's petroleum basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1986.
- [25] 徐旭辉, 高长林, 江兴歌, 等. 中国含油气盆地动态分析概论 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2009.
XU Xuhui, GAO Changlin, JIANG Xingge, et al. An introduction to dynamic analysis for Chinese petroleum basins [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2009.
- [26] 高长林. 盆地原型之理解 [J]. 石油实验地质, 2006, 28(4): 385.
GAO Changlin. Understanding of basin prototype [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2006, 28(4): 385.
- [27] WEEKS L G. Factors of sedimentary basin development that control oil occurrence [J]. AAPG Bulletin, 1952, 36(11): 2071-2124.
- [28] 刘池洋. 盆地动态演化研究的基础: 原始盆地恢复: 以柴达木盆地为例 [C] // 含油气盆地地质学研究进展. 西安: 西北大学出版社, 1993: 26-32.
LIU Chiyang. Foundation of the study of the dynamic evolution of basins: reconstruction of original basins: with special reference to the Chaidamu Basin [C] // Developments in Oil and Gas Basin Geology. Xi'an: Northwest University Press, 1993: 26-32.
- [29] 蔡东升, 冯晓杰, 高乐, 等. 中国近海前第三纪残余盆地及其勘探潜力与方向 [J]. 中国海上油气, 2004, 16(1): 1-17.
CAI Dongsheng, FENG Xiaojie, GAO Le, et al. Petroleum potential and exploration direction of pre-Tertiary remnant basins in offshore China [J]. China Offshore Oil and Gas, 2004, 16(1): 1-17.
- [30] 张抗. 改造型盆地研究中的创新思维 [J]. 石油科技论坛, 2004, 23(6): 27-30.
ZHANG Kang. Innovative thought in reformed basins study [J]. Oli Forum, 2004, 23(6): 27-30.
- [31] 王多义, 吴征, 朱永明. 景谷盆地遥感地质解译及原盆地恢复 [J]. 成都理工大学学报 (自然科学版), 2003, 30(6): 597-602.
WANG Duoyi, WU Zheng, ZHU Yongming. Remote-sensing geological interpretation and recovery of the original basin in Jinggu Basin, Yunnan, China [J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2003, 30(6): 597-602.
- [32] 刘池洋, 孙海山. 改造型盆地类型划分 [J]. 新疆石油地质, 1999, 20(2): 79-82.
LIU Chiyang, SUN Haishan. Classification of reformed basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 1999, 20(2): 79-82.
- [33] 刘池洋. 地质学, 即古地质学: 30年学习、科研生涯之回顾与思考 [J]. 西北大学学报 (自然科学版), 2002, 32(6): 587-592.
LIU Chiyang. Geology, i.e. the palaeogeology: review and thought of thirty years' career of study and scientific work [J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2002, 32(6): 587-592.
- [34] LISTER G S, ETHERIDGE M A, SYMONDS P A. Detachment faulting and the evolution of passive continental margins [J]. Geology, 1986, 14(3): 246-250.

(编辑 黄娟)