

秦岭海盆演化及“中国型盆地”

张瑞林

(地矿部西安地质矿产研究所)

一、概述

盆地的发生、发展及演化,各自按照其所处环境的地球动力学状态、动力学性质,遵照一定规律进行。地球动力学性状,取决于盆地所处构造位置。不同构造单元、构造背景、构造环境中所形成的沉积盆地,其盆地的大小、形状、深浅,下沉及抬升的速度、周期、频率以及伴随构造演化各种特点的变化均不相同。这就极大地影响和控制了进入盆地的沉积物性质,包括沉积物的种类、组合、厚度等特点。众所周知,不同沉积矿产均与一定的沉积环境有关,这也就决定了一定矿种与一定的沉积建造密切相关,总结成矿与沉积盆地、沉积环境、构造条件、沉积构造演化的关系,使我们能有规律可循,进而有效的指导找矿。因此对盆地性质的研究和分析、盆地种类的划分是当然首要的任务。

当前对盆地分析这一领域,在地球科学范围内,采用多学科综合分析和研究的方法,从充填盆地的沉积物入手,探讨盆地的演化,进而分析形成该盆地的构造条件、环境,查明盆地演化过程的地球动力学与沉积、构造、火成活动、地球化学、水文及全球性事件的关系。

板块学说在沉积盆地的形成原因、分类、演化上起了指导性的作用,尤其是在新的盆地分类上,逐步按照盆地所处板块的构造性质、板块的地壳组成,所处板块的相对位置,形成时的受力和受热的状态等进行划分。

国外的地质学家,近年来提出了不少盆地划分原则和划分方案。其中 W·R·迪金森提出了划分不同沉积盆地的三个准则:地壳类型、与板块边缘接近程度、板块接合带或边界的类型,从而将盆地分为四类十五种;H·D·克莱米的分类则以找石油为目的,将地壳类型及相对于板块边界的位置为标准,简要的将盆地划分为九类盆地;A·W·巴利等人将盆地相对于巨型缝合带边界的位置、俯冲作用类型作为分类的依据,详细地将盆地划分了三大类、八亚类、十八种。值得注意的是,在“位于刚性岩石圈上与巨型挤压缝合带的形成有关的边缘缝合带盆地”类型中,列出了“中国型盆地”(这类盆地与远处的断块作用有关,后者又与挤压或巨型缝合带有关,而没有相关的A型俯冲带边缘);D·R·金斯顿等以地壳类型、在板块内的位置、过去的板块构造历史、板块边界的性质为准则,划分了九类盆

地; A·D·米尔依据大洋张开和封闭的威尔逊旋回, 划分了五类十九种; G·dev·克莱因则考虑了有关盆地演化的地球动力学状态、又考虑了盆地相对于板块的位置、地壳类型等因素, 将盆地分为五类十八种; R·V·英格索尔按受力的状态、分布的位置、演化特点的不同, 将盆地分为四类二十三种。

A·W·巴利等人在盆地分类中特别突出了盆地的地方色彩, 如在“与边缘缝合带巨型剪切系有关的盆地”亚类里列出了“加利福尼亚型盆地”; 在“与大陆碰撞有关并位于 A 型俯冲弧凹进一侧的弧后盆地”亚类里列出“潘诺尼亚型盆地”; 在“位于刚性岩石圈上与巨型挤压缝合带的形成有关的边缘缝合带盆地”类型中列出了“中国型盆地”。该分类认为“中国型盆地”的生成与远处的断块作用有关, 断块作用则由巨型缝合带和挤压作用所造成, 它的生成不存在与其相关的 A 型俯冲带 (大洋岩石圈和大陆岩石圈碰撞时产生的)。G·V·克莱因认为“所谓中国型盆地就是拉张盆地, 未必需要划分可能只有地方性或区域性意义的特殊类型。”

笔者认为一种盆地类型的命名、出台, 必须有其独特性, 若真象 G·V·克莱因所云, 中国型盆地就是拉张盆地的话, 确也无必要单独列出。问题的关键在于中国型盆地的生成、演化是否具有特色。仅就中国型盆地的定义来看, G·V·克莱因的认识就和 A·W·巴利等人的认识有较大差别, 前者以为是拉张环境, 后者认为是挤压环境。笔者以为“中国型盆地”的生成环境最根本的三条是: (1) 盆地的生成与裂隙活动有关, 如果广义的提为“与断块作用有关也未必不可; (2) 盆地与缝合带有关; (3) 盆地的生成与 A 型俯冲带无关。从受力状况来看, 既不是单一的受挤压, 也不是单一的拉张。下面以秦巴沉积盆地的演化为例予以说明。

二、秦巴沉积海盆的演化

秦巴海盆的演化, 经历了三个大的阶段性的变化, 由洋到海最终闭合。

1. 早古生代与 A 型俯冲有关的海盆

寒武纪华北陆块与扬子陆块南、北拉开, 中间存在有秦岭洋。依据: (1) 据古地磁资料, 寒武纪华北陆块在南纬 35 度左右, 而扬子陆块在北 12 度左右 (图 1)。华北陆块的标准中心为山西太原, 扬子陆块的标准中心为峨眉, 两陆块标准中心相距达数千公里; (2) 寒武纪, 在华北陆块的南缘, 发育有代表洋块与陆块之间仰、俯冲带的沟-弧-盆体系, 并有相应的中基性火山岩、凝灰岩及硅质岩 (丹凤群), 且有蛇绿岩相伴随, 以及细碧角斑岩夹放射虫硅质岩 (二进沟组下部)。与此同时, 在扬子陆块北缘也发育有基性

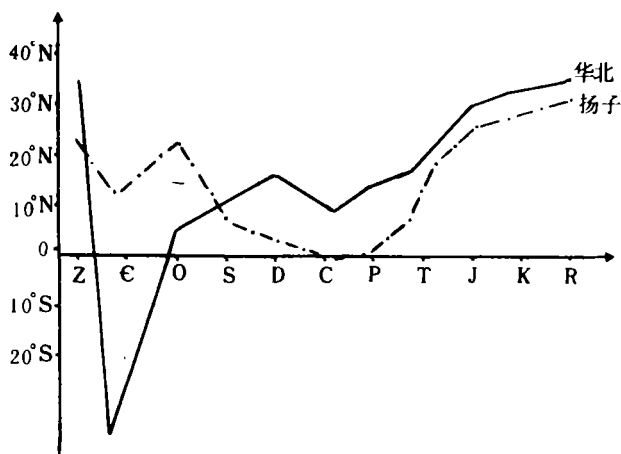


图 1 华北陆块与扬子陆块古纬度

Fig. 1 The palaeolatitude distribution of the North China and Yangtze continental blocks

火山岩及碱性火山岩;(3) 据古生物资料,三叶虫在早寒武世南、北分区较为明显,北方型和南方型差异大,混生现象不显著;(4) 早寒武世,由当时的古秦岭洋所残留岩片的组成来看,主要为黑色页岩、硅质岩,为深水的沉积物。由此看来,寒武纪华北陆块与扬子陆块间,以秦岭洋相隔,两陆块各自自由漂移、互不牵制。在华北陆块与扬子陆块的南、北侧,分别有两个仰、俯冲带(图2)。

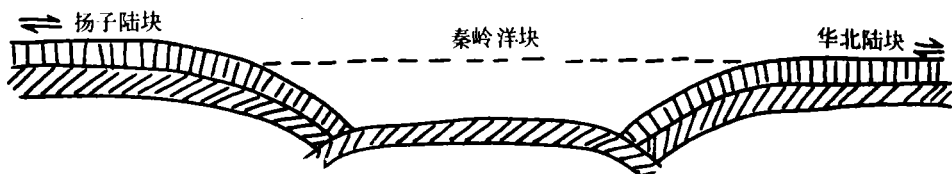


图2 秦巴地区寒武—奥陶纪构造演化示意图

Fig. 2 Schematic diagram showing the tectonic evolution of the Qinling-Dabashan region during Cambro-Ordovician time

奥陶纪华地陆块与扬子陆块间,依然保持分离状态,二者之间保留有范围缩小了的秦岭洋,依据如下:(1) 据古地磁资料,奥陶纪华北陆块与扬子陆块古纬度分别为北纬5度和北纬22度,与寒武纪相比二者之间虽有纬度上的靠近,但仍然保持近两千公里的距离(两陆块标准中心);(2) 奥陶纪在华北陆块与扬子陆块之间,仍保留有寒武纪已经存在的沟-弧-盆体系(相当于现在的北秦岭地区的范围,据张国伟等、贾承造等,1988)。秦岭群、宽坪群为两列岛弧链状隆起,陶湾断陷盆地为弧后盆地,秦岭群与宽坪群之间为弧间盆地,秦岭隆起之南为弧前盆地。说明当时存在大洋板块向大陆板块的俯冲,古秦岭洋依然存在;(3) 据古生物资料,早奥陶世牙形刺、头足、腕足、珊瑚有明显的南、北分区,说明南、北之间有洋相隔,生物难以混生。随着时间的推移,这些生物群逐渐混生,同时出现混合生物群。由上述可知,在寒武纪—奥陶纪,华北陆块与扬子陆块远离,二者之间有广而深的洋盆相隔,这就是当时的秦岭海盆。

2. 软陆壳的相接,洋壳消亡

奥陶纪末—志留纪,华北陆块向北移,扬子陆块向南移,据古地磁资料可知,前者北移5度、后者南移15度,由纬度变化曲线(见图1)可以看出二者相遇。

古生物的研究说明,在东、西秦岭志留系均发现大量的笔石,西秦岭并发现有腕足、头足类动物群,证明当时的海水具有一定深度,但并没达到深海。遗迹化石的组合也进一步证明了这一看法。

由当时的沉积建造组合看,志留系既有代表水较深的黑色硅灰岩建造,也有浅水的陆屑建造、碳酸盐岩建造。自晚奥陶世至志留纪在秦巴地区均缺少寒武—奥陶系所具有的、代表洋壳的火山岩及蛇绿岩组合,也未见远洋型的沉积物。

上述古地磁数据说明两陆块相接,而沉积建造和古生物组合却又说明当时二者之间存在浅海,甚至较深水环境,这是为什么呢?

首先把笔者使用的两个名词——硬陆壳、软陆壳(图3)介绍一下。二者均为大陆板块里陆壳的组成部分,前者是大陆板块的主体部分,为刚性体,多为基底,受挤压时不易发生柔性形变、脆性较强;软陆壳则是相对于硬陆壳而言,为硬陆壳的盖层,主要分布在硬陆壳的边部,受挤压易产生柔性变形,拉张易出现伸长。

奥陶纪末至志留纪初,华北陆块与扬子陆块相接的是彼此的软陆壳,而硬陆壳部分尚

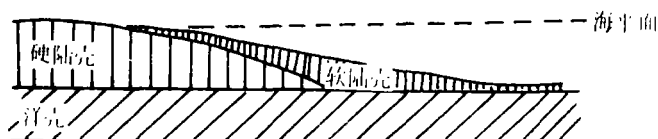


图3 组成大陆板块的硬陆壳和软陆壳

Fig. 3 Hard and soft continental crust constituting a continental plate

未相接。软陆壳的相接,使洋壳被覆盖(图4)。洋盆消亡,而残存的海水变浅,成为陆表浅海。当受挤压的软陆壳发生形变时,会出现挤压的拗陷和隆起,使志留纪出现了浅水环境和较深水环境并存的状态。



图4 奥陶纪末至志留纪初两软陆壳相接示意图

Fig. 4 Schematic diagram showing the conjunction of the soft continental crust of the North China and yangtze continental blocks during the Latest Ordovician to Early Silurian

志留纪末期,华北陆块与扬子陆块在软陆壳已相接的基础上,进一步互相靠近,致使硬陆壳相接,并产生碰撞造山,造成对接带上升隆起,造成海水全部向西退出(图5)。古地磁资料和整个秦巴地区多处见到志留系与泥盆系间的不整合,说明了这一点。这期间秦岭海盆不存在。

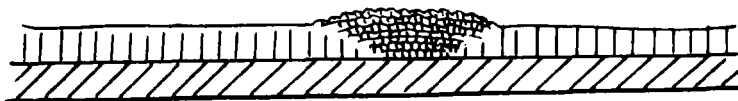


图5 秦巴地区志留纪末期构造演化示意图

Fig. 5 Schematic diagram showing the tectonic evolution of the Qinling-Dabashan region during the Latest Silurian

3. 粘连而未固结、拉张而未断开的状态,与拉张和挤压有关的秦岭陆表浅海海盆

志留纪晚期,南、北两陆块初步拼接,两硬陆块相接,软陆壳挤压造山,秦岭海盆消失。由于软陆壳尚未安全固结,因此两陆壳没最终“焊接”,即并没固结成一体,而是以软陆壳将二者紧紧相连,是一种粘连状态。

泥盆纪开始,两陆块背向移动,华北陆块向北移,达北纬16度;扬子陆块则向南移,至北纬3度。此时两陆块的远离造成了拉张,使得二者已初次接触的硬陆壳彼此分离,但软陆壳依旧相连(图6-1),仅被拉张、变薄,造成下沉、海浸,这种情况下的秦岭海盆是广阔的浅海。从所见的广布浅海混合生物群及浅海相沉积物可以充分说明。在拉张变薄的同时,当拉张达到一定程度时,软陆壳的上部出现裂开,但未完全断离。

石炭纪两陆块间的距离缩短,据古地磁资料可知,华北陆块由北纬16度移至北纬9度,扬子陆块则由北纬3度移至南纬1度,二者间距离缩短了纬度3度。在泥盆纪已有开裂基础上的软陆壳,继而又处在挤压状况下,使泥盆纪相对宽缓的浅海海盆,出现了沿断裂而形成的挤压拗陷及其同时的上隆(图6-2)。石炭纪在该区为东西向广泛分布的海陆交互相煤系地层,具有稳定的碳酸盐台地沉积和在北秦岭可见带状分布的、具有深水遗迹化

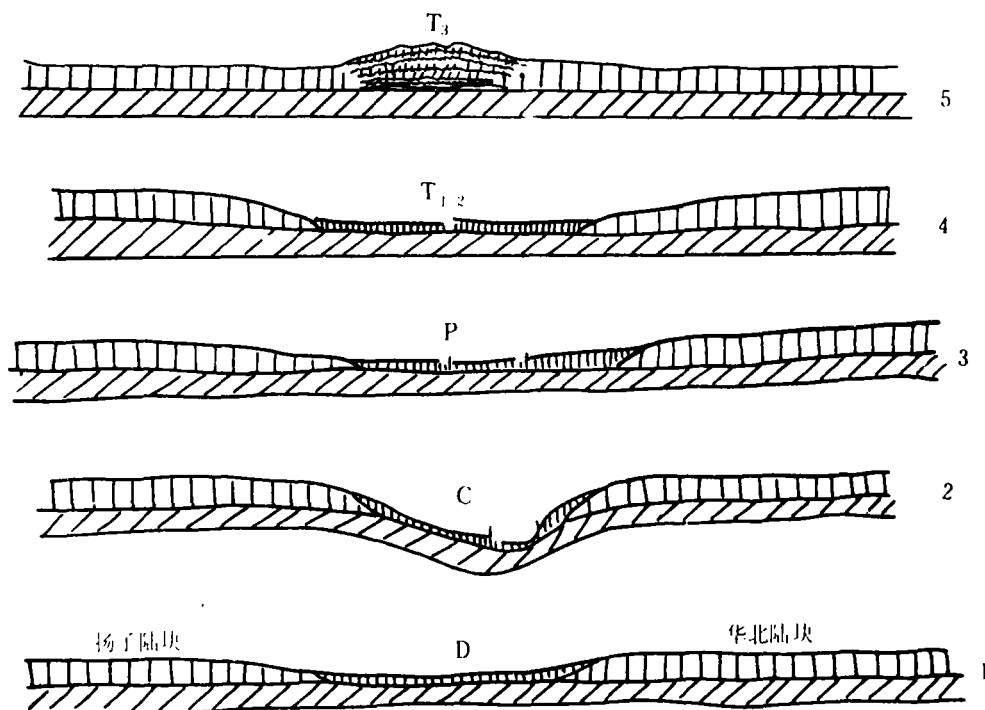


图 6 秦巴地区泥盆纪至三叠纪构造演化示意图

Fig. 6 Schematic diagram showing the tectonic evolution of the Qinling-Dabashan region during Devonian-Triassic time

石、带有浊流沉积的岩相古地理资料佐证了这一结论。这种由断裂和拗陷所形成的海域称之为裂陷槽(盆)。

连续的演化可以看出,二叠纪两陆块的间距又拉大,据古地磁资料,华北陆块由北纬 9 度北移至北纬 15 度,当此同时,扬子陆块由南纬 1 度北移至北纬 1 度,二者距拉大了纬度 4 度。与泥盆纪相似,软陆壳又受到拉张,同样引起伸长和下沉(图 6-3)。此时秦岭浅海海盆分布范围之大,是晚古生代空前的,浅海碳酸盐台地占很大面积。广布的开阔浅海盆内,保留有已形成的裂陷槽(盆)。

至三叠纪,两陆块间距又大大缩短,华北陆块由二叠纪北纬 15 度,移至北纬 22 度,同期扬子陆块由二叠纪北纬 1 度,移至北纬 18 度。间距缩短、移动的过程也就是陆块间赖以相连的软陆壳压缩过程。挤压所形成的裂陷槽(盆)分布范围加大,由西秦岭沿至东昆仑东端,大范围内分布有滑塌堆积和浊流沉积(图 6-4)。晚三叠世秦巴地区全部隆起(图 6-5)。华北陆块与扬子陆块的硬陆壳再度相接,软陆壳造山。自此两陆块再没拉开,软陆壳硬结,完成陆块间的“焊接”。

由泥盆纪—三叠纪秦岭盆地的演化可以看出其特点:

(1) 早古生代的秦岭洋盆已经消亡,这一阶段所存在的海盆为陆表浅海盆地。

(2) 海盆处在拉张伸长和挤压裂陷环境中。由泥盆纪—三叠纪拉张作用总体为弱→强→弱,其中又包含泥盆纪—石炭纪、二叠纪—三叠纪两个次一级的弱→强→弱旋回,前者晚泥盆世为最大拉张期,后者晚二叠世为最大拉张期。分别在石炭纪和三叠纪为两个相对

挤压裂陷期。

(3) 粘连而未固结, 拉张而未断开, 泥盆纪—三叠纪, 处于华北陆块与扬子陆块拼接带上的秦岭海盆, 是由两陆块的软陆壳部分拉伸、下沉而成, 早自奥陶纪软陆壳与软陆壳已互相粘结, 但由于软壳具一定延展性、塑性, 并未固结成为刚性体。当受力拉张时就出现伸长变薄的变形, 但又未能使其断开。受拉张力作用时仅出现浅部裂开, 受挤压时则出现裂陷, 造成堑、垒式的海盆地势。

(4) 泥盆纪—三叠纪秦岭海盆处在“手风琴式”运动中。秦岭海盆地处华北陆块与扬子陆块软陆壳的连接部位上, 华北陆块与扬子陆块的活动特点也就直接反映了秦岭海盆所处环境的特点。泥盆纪—三叠纪两陆块间起连接和缓冲作用的是软陆壳。当泥盆纪、二叠纪处在拉张作用条件时, 软陆壳伸长而未断开, 使两陆块间互相牵制, 尤如拉开的手风琴, 在石炭纪、三叠纪处在挤压状态时, 软陆壳被压缩, 同时出现裂陷, 两个陆块的硬陆壳以此相隔, 不能完全“焊接”, 形同收缩的手风琴。

三、论“中国型盆地”

笔者认为“中国型盆地”的确有作为一个独特类型而划分出来的必要, 原因是这种类型盆地的出现, 是在常规的板块运动模式范围之外, 这种盆地是在一种新板块活动模式里出现的。众所周知, 以板块的理论为基础, 对盆地类型进行划分, 是把板块间的相对运动作为首要标准的, 如离散环境和会聚环境等。不同环境、不同板块之间的运动状态、运动特点、运动的结果各不相同, 产生各种盆地类型。沉积盆地的演化可以看作是一系列孤立的板块构造环境以及板块相互作用的结果。

一般认为在会聚环境中, 大陆板块与大陆板块间为碰撞造山关系, 在离散环境中则是大陆板块的裂解。那么大陆板块间还有其它的构造活动模式吗? 由秦岭海盆泥盆纪—三叠纪的演化过程可以看出, 华北陆块与扬子陆块间是一种若即若离的关系。自志留纪末期南、北两陆块碰撞造山以来, 两陆块并没有最终完全“焊接”在一起, 而是处在时有相对的拉张和挤压环境中, 在此期间共经受了两次拉张和两次挤压, 虽经拉张但并没断开, 虽有挤压也没“焊接”为一体, 之间似有弹性体相连。笔者认为二者之间之所以没有最终焊接, 是因为大陆板块与大陆板块的硬陆壳没有完全焊接成为一体, 可是二者之间又有软陆壳与软陆壳相连, 所谓的弹性体就是软陆壳。软陆壳既是大陆板块间连接的纽带, 又是使大陆板块的硬陆壳不能顺利相撞的间隔带。这种大陆板块与大陆板块间的特殊运动方式, 笔者称之为手风琴式运动模式。秦岭海盆在泥盆纪—三叠纪就是处在这种构造环境中。特殊的构造运动模式也就决定了特殊的盆地类型, 这种类型的盆地, 由于以软陆壳为底, 没有洋壳出露, 所以盆地不深, 仅局限于陆表浅海范围以内, 没有深海、半深海出现。同时由于软陆壳相隔而硬陆壳间不能焊接, 所以海盆又相对稳定, 期间内没有隆起致使海水退出。大陆板块间的拉张和挤压只造成了海域的扩大和缩小, 构造上表现为裂陷活动的特点。

必须强调指出, 形成于上述构造环境的盆地, 才是真正的“中国型盆地”, 与 A·W·B 利等人所描述的这种盆地的涵意相同, 但他们的提法并不深刻、完善。

四、与中国型盆地有关的矿产

该类型盆地具有水域相对广阔而水浅、裂隙活动强,位置处在大陆板块之间的过渡带等特点,因此与陆源、浅水、喷气-热水活动等有关的矿产十分丰富。其中较为突出的是泥盆系的铅、锌、银、汞、铋、金、铁等。铅、锌、银、汞、铋、金及部分铁矿的生成与同时代的裂隙活动有关。裂隙槽为喷气-热水活动提供了通道,也为有用物质的热水活动提供了沉积场所。这里形成了与此有关的特大型、大型矿床多处;三叠系的金、煤、膏盐,则是广阔滨浅海、局限海环境的沉积矿产;汞、铋、金是与裂隙活动有关、热水成矿溶液沉积而成。

另外尚有石炭系、二叠系与海陆交互环境有关、分布广、规模小的煤矿形成。

五、结论

秦岭海盆是与其它类型盆地并列的一种特殊的类型,真正的独具特色的“中国型盆地”,是现有板块活动模式划分盆地类型中无法囊括的一种新类型,盆地的特点是:

1. 与大陆板块和大陆板块之间的缝合带有关,是在板块间尚没有完成焊接而又互相粘连的情况下,板块之间的过渡性单元。

2. 盆地中裂隙活动明显,大陆板块与大陆板块间的相对位移,使其间的过渡单元时而处在拉张状态,时而处在挤压状态。拉张造成浅部破裂,挤压造成地垒和地堑。因而盆地内隆起和拗陷相间。

3. 由于所处构造环境是大陆板块与大陆板块的对接带,时间是在大陆板块与大陆板块的对接过程中,与俯冲带无关(既无 A 型俯冲带,也无 B 型俯冲带)。

4. 该类型盆地形成的确切时间是在大陆板块与大陆板块发生了初次碰撞而没完成“焊接”之后,板块间是处在“粘连而未固结、拉张而未断开”的状态中。

“中国型盆地”的含义是:“在陆、陆碰撞之后,位于陆块之间,处在手风琴运动状态中,裂隙活动强烈的过渡型盆地”。

笔者在秦巴地区几年来的工作,留下了深刻印象。为了更加完满地阐述和完善“中国型盆地”的内容,以突出我国的特色,草书此文。本文依据“秦巴项目”中的有关成果,向在秦巴地区工作过、作出贡献的同事们致谢。

参 考 文 献

- 李春昱、郭令智、朱夏, 1986, 板块构造基本问题, 地震出版社。
- 曹宜铎、张瑞林、张汉文, 1990, 秦巴地区泥盆纪地层及重要含矿层位形成环境的研究, 西安地质矿产研究所所刊 27 号。
- 张瑞林, 1990, 由秦巴泥盆纪岩相古地理研究探讨古构造活动, 岩相古地理第二辑。
- 张瑞林, 1991, 用华北与扬子陆块古地磁数据探讨秦巴地区的构造演化, 西安地质矿产研究所所刊 32 号。
- Ingersoll, R. V., 1988. Tectonics of sedimentary basins. Geological Society of America Bulletin Vol. 100.
- Klein, G. dev., 1987. Current aspects of basin analysis. Sedimentary Geology, Vol. 50, No. 1—3, pp. 95—118.

EVOLUTION OF THE QINLING MARINE BASIN AND THE "CHINESE-TYPE BASIN"

Zhang Ruilin

(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

Up to now, the types of sedimentary basins have been discriminated according to the nature of the plate margin, basin position on or within a tectonic plate, etc.. It is suggested that the formation of the "Chinese-type basin" is dependent of block faulting and suture zones, but independent of subduction zones.

The author has researched into the evolution of the Qinling Basin, and contented that it was a typical Chinese-type basin during Devonian-Triassic time, as indicated by the following aspects. (1) The basin was located in the suture zone between two continental plates, then the two plates had not been conjuncted completely, but they actually stuck together. (2) Although the basin was in an epicontinental sea environment, intense rifting and subsidence occurred in the basin with a graben-horst framework. (3) The formation of the basin was independent of subduction zones. (4) The basin formed after the first collision between continental plates was characterized by the tectonic model of the accordion-style extensional or compressional faulting.

There are large-sized lead-zinc-silver and mercury-antimony deposits resulted from exhalation-hydrothermal activity in the aulacogens developed in this kind of the basins.