

从历史大地构造学和地层学论岩相、古地理的研究

安延恺

(华北油田)

前言

根据近三十年来从事历史大地构造学及地层学的教学与研究工作中所得到的启示,深感两者对于岩相、古地理的研究工作密切相关。利用历史大地构造学有关原则进行岩相、古地理的研究,应当认为是当前岩相、古地理研究中的一个方面。其基础则建立在新全球构造观点上。即运用地史期间古板块的离散与聚敛或漂移以及古地磁极移动和古气候带的变迁等基本特征来进行岩相、古地理研究,并了解有关沉积矿产的分布规律。看来与根据以岩石学、地球化学和沉积学为基础的岩相、古地理研究矛盾并不大,而且将起到互为补充、相辅相成的作用。实际上,两者经历着殊途同归的过程。

历史大地构造学的研究已有很长的时间,作为指导原则,并根据地层学有关理论所进行的岩相、古地理研究工作,仅仅在涉及区域范围方面与目前人们根据岩石学、地球化学和沉积学为基础所进行的研究工作稍有差别,所编制的图件多属于小比例尺。因而在一段时间内曾被人误认为两者泾渭分明。其实两者基本相同或差别甚微。

王鸿祯教授从70年代起曾对这方面的问题,从理论上与原则上作了明确的阐述,本文作者也完全同意。这里仅就历史大地构造学和地层学相结合的论点,并以板块构造理论作为指导原则,对地史期间岩相、古地理发育特征及其研究方法提出一些意见。其目的是将长期以来配合欠佳的两种研究体系结合起来,达到一致的目的。

一、历史大地构造学与地层学是岩相、古地理研究中的重要基础

长期以来,岩相、古地理的研究也曾被认为是属于地层学研究中一个分支,同时也是历史大地构造学研究中的重要组成部分。正是基于这种认识,历史大地构造学和地层学必然是岩相、古地理研究的重要基础。

《中国地层指南》(1981)指出:“地层学是地质学中研究地壳层状岩石的形成顺序和年代关系的一门基础科学。涉及层状岩石的各种特征和属性,包括岩层的形状、分布、岩性、化石、地球物理性质和地球化学性质;并进而说明其形成环境、形成方式、

形成时间和变化的历史”。显然，这个涵义比一般对地层学的认识要广泛得多，可以理解为广义的地层学涵义。但从其内容来看，与岩石学、地球化学和沉积学的研究领域是有交叉的。而岩相、古地理的研究恰恰位于交叉的范畴之内。

从历史大地构造学和地层学（当然也会包括地史学）的角度出发，认为岩相、古地理的研究，应当着重于探讨地层（体）的空间关系。至于不同比例尺的岩相古地理图，只是其空间关系的综合表示方法。因之，岩相分析是进行工作的最重要的关键。当然有关的厚度分析与沉积组合分析必须配合进行，这样才能更确切地掌握不同成因类型的地层（体）的空间变化的基本特征。

必须指明：多年来人们进行回溯古代沉积物的生成环境与条件时所运用的现实主义原则齐一论（Uniformitarianism）与现实类比（Actualism）原则实际上并不完全一致。但是这种将今论古的概念，即利用现今所见的景象和过去进行对比的原则，确是可行的。然而又不能将过去所见的地质作用和条件与现今加以全然对比。因此，进行现实类比时必须慎重对待。例如著名的沃尔瑟（Walther）定律，仅能说明处于平稳大陆架条件下具有海水徐徐侵进超覆时显现出来的岩相系列空间、时间变化所存在的统一情景。如果和第四纪大冰期后遗留下的广阔的大陆架上因海面迅速升高而产生的大规模海进造成的岩相系列的空间、时间上的变化相比较，自然是不会相同的。但是这并不表明此一定律不能成立。同理，也不能全然根据现代沉积来回溯古代沉积，两者之间必然存在着一定的差别。因此，加强沉积岩石学、地球化学和古生物学（包括古生态学）的具体研究，则是非常必要的，这样可以减少判断上的偏差并避免产生不必要的影响。

目前，人们对回溯古沉积环境这一问题日益关注。从事不同地质学科工作的人都有立足于岩相分析的趋向，常用以作为一切研究工作的起点。本文作者在1981年曾有机会接触狄根斯（E.T. Degens）教授，虽然他是一位以研究海洋地球化学而著称的学者，但也很重视基础的岩相分析，并以之作为分析其它问题的立足点，另外，从已有的国内外各地质学科文献中，也可见岩相分析在目前已得到广泛地应用。基本上达到诸如地层划分、对比等方面等同的认识程度。尽管这种工作系从“点”开始，但它必然要逐步地扩展到“面”。即重塑整个地层（体）沉积环境、条件的空间分布及其变化情况。这样，历史大地构造学所涉及的构造格局以及地层学所表明的地层时空分布规律，便显得更加重要。它们两者必然成为进行“面”上的岩相综合分析的重要基础。

从历史大地构造学分析角度来看，对于沉积组合（Association）这一概念应给予极大的注意。不能仅看某一时期沉积组合的基本情况，而要从发展演变进行分析。有时某种沉积标志着一种沉积环境下的产物。随着时代的进展，可能在另外的环境下也可以形成同样的沉积。这方面的实例甚多。像地史期中的硅质岩并非全属深海产物，中国南方二叠系上部层位含硅质岩甚多，其中常见浅海环境标志，从发展演化分析，以解释为浅海沉积较相宜。再如放射虫化石也并非只出现于深海沉积中，地史期间白垩纪是海侵范围最广泛的时期之一，当时大陆及浅海地域的地形高低差别很小，与目前这种高差明显的情况不同。因而在这时形成的沉积物所含的放射虫化石，绝不能和今日仅生活于深海中的情景一律对待。因此，对沉积环境的回溯和沉积相的建立，绝不能简单化，应当建立在多标志综合分析的基础上。

二、重视地史期间板块边界演变对沉积作用的控制

早在板块构造学说问世以前，人们即曾试图找出构造格局控制沉积作用的规律。曾有人提出诸如造山前相、复理石相、造山后相等几种类型，将沉积相与大地构造演化联系在一起。

自从板块构造学说问世以来，利用板块构造观点对沉积作用模式进行解释的著作甚多，其基本意图是将沉积作用与板块构造的基本特征密切地联系在一起。其中迪金森（W.R.Dickinson）和多特（R.H.Dott）等人的著作可为代表。对接受沉积物的地域来讲，应以由板块分离作用所形成的断陷为最多。正如奥斯马斯顿（M.F.Osmaston, 1975）指出的那样，在板块分离过程中构造运动起着重要作用，并且认为这种分离造山运动（Separative Orogeny）才能提供那种类似于造山运动所形成的沉积物的物源区，同时也控制了有关沉积物的基本特征，例如，陆块本身由于裂陷作用（Taphrogeny）产生了裂陷盆地（其边缘往往被裂陷断层所控制）或内陆深凹槽，它们应有利于复理石的形成。但接受复理石沉积的地域并非只限于这种裂陷盆地。中国南方湘、桂、赣在早期古生代即属于边缘海环境，也有不少复理石存在。它们是陆块边缘沉陷带（冒地槽为主）。另外，在陆块处于缓慢下沉条件下，其边缘地域有利于洋陆交互相煤系的形成。如果沉陷边缘为裂陷断层所控制，则可形成巨厚含煤沉积。再如陆块处于干旱气候条件下，则沉陷地域常有蒸发岩形成。

不少人对板块边缘给予极大的注意，认为是一个接受众多沉积的地域，甚至有人以为即地史期间地槽所在处。他们对于目前大陆内各时期褶皱带，则解释为陆块分离作用的结果。同时也曾提出陆块边缘的活动地域可依其活动程度及其所处位置划分出冒地槽和优地槽。若从板块边缘类型来看，即离散型、聚敛型和转换断层型。

两个相对存在的陆块边缘的分界线，应当说是一条具有重要意义的界线。在元古代和古生代时，陆块边缘地域的地质发展经历和构造运动的表现程度与规模大小，应当说与后来的地质时期的同类地域有着较明显的差别。但当时仍然会存在着诸如海底扩张和大陆漂移的现象。至于那种大规模的板块碰撞、板块俯冲以及所谓的变格运动（Dikt-yogenese）则是从华力西构造期以后才开始出现的。即相当于哈茵（B. E. Хаин, 1972）提出的后地巨旋回（Epineogäikum）期间的构造演变情景。

应当认为陆块边缘是一个构造上相当复杂的地域。但不能将目前西太平洋所见的岛弧-海沟体系视为唯一的大陆边缘模式，陆块边缘的沉积作用也不能单独以岛弧-海沟体系的沉积特征为代表。实际上，在元古代和古生代期间，两个陆块中间的广大海域逐渐趋于消失的情况是经常会遇到的。但是这种消失过程既不是像岛弧-海沟体系那样消减形成的，也非两个板块之间发生碰撞而结合的，当然也不是板块之间以转换断层为界所产生的拼合过程。这种陆块拼合过程，虽然也表现出陆块之间的接合带和地壳的消减带，但应属这个时期所特有的拼合过程。王鸿祯教授（1982）称之为对接过程。而介于陆块之间的这种对接过程所产生的地带即对接带。在进行元古代和古生代的岩相、古地理研究时，必须了解这种陆块之间对接带的具体位置以及由于对接过程所产生的不同岩相类型、生物分区直接相接触的现象。例如华北陆块（克拉通）与西伯利亚陆块（克拉通）

是两个从元古代末期即已存在的稳定地块, 在古生代早、中期时, 依照斯卡蒂斯(C. R. Scatese等人1979)所编绘的图件, 可知两者的距离甚远, 直到二叠纪时才逐渐完成对接过程。由于两者对接的结果, 使其间原来存在的广大海域消失, 仅仅在对接带位置才出现华力西褶皱带(有部分加里东褶皱带)。同时在对接带附近发现了一些蚊绿岩套(如内蒙温都尔庙)和一些印支期、华力西期的花岗岩。这些可以解释为完成对接作用时局部地带发生碰撞的结果。另外也曾看到在早期由于俯冲作用产生的岛弧在完成对接作用后遗留下来的残迹。这一切都表明在古生代中期曾经存在着华北陆块南北向的相向俯冲作用(从北向南和从南向北)。正如王鸿祯教授(1982)所指出的那样: 地史期间所表现出的华北地块自中奥陶世后的全体上隆, 即为上述南北两侧相向俯冲与对接的结果。正是这种原因才发生了将近两亿年的沉积间断。

再如华北陆块和扬子地块(形成时间略迟)之间也存在着对接带, 最后到三叠纪中期, 两者才最后拼合起来。推测在元古代晚期和古生代时两者之间也为广海, 在接合带处虽然也曾有过俯冲作用, 但由于后来的对接过程, 从而使上述俯冲作用的遗迹很少见。此外, 这种对接作用的存在, 也可由华北陆块二叠纪时的早期岩相发育情况推断。众所周知, 晋、冀一带的山西组应属内陆沼泽相, 但向南到淮南一带已变为滨海沼泽相, 下石盒子组的情况也相若, 如果再向南延伸也应出现浅海相沉积。但因受到对接带(北淮阳褶皱带)的阻挡, 这一岩相的横向变化才被中断, 从而反映出两者的对接过程应发生于二叠纪。根据近年来的有关古地磁资料可知: 在古生代晚期华北陆块与扬子地块两者均位于当时赤道附近的低纬度带, 两者间纬度相差可有 17.2° , 而现今仅相差 8.4° , 可证明其间应为广海。

在上述陆块边缘的对接过程时期(甚至对接以前), 在陆块内部由于引张作用而产生地壳拉伸变薄造成裂隙, 即裂隙作用过程的产物, 诸如地堑、裂谷、半地堑(以及它们与地垒联合的组合型式), 甚至是大型断陷盆地也都属于裂隙。也可以将它们视为后地巨旋回期变格运动的产物, 表明了全球板块构造进入了新的发展演变阶段。其特征当与前阶段有所差异。显然, 从这种裂隙作用在陆块内之所以普遍发生, 也可表明板块并非完好的刚体, 且板块内部存在着形变(张文佑, 1982)。

从上面列举的一些事实, 可以看到, 在陆块内部由于引张作用产生的裂隙作用再配合莫霍面的上拱, 有可能逐渐使陆块全然开裂¹⁾。最后形成宽广的海域, 从而形成大西洋型陆缘。这里应当是接受沉积较多的地域。但是目前仍有人主张中国若干古生代褶皱带具有基底, 即这些褶皱带皆经历过稳定地块的过程, 并可再转变为活动带²⁾。可以理解为, 它们所处的位置即上面提到的由裂隙作用产生的大陆边缘, 再经历着活动带演变过程, 使其逐渐产生褶皱带而使陆块扩大, 最后达到目前所见板块的规模。像这样的岛弧-海沟体系的大陆边缘即太平洋型。若考虑元古代和古生代时板块作用特点, 另外还应建立对接型(陆块对接作用产生的, 可将由转换断层产生的陆块拼合置于其中)。板块作用的方式及其产生的陆缘均能对沉积作用起着相当明显的控制作用, 同时也会形成一些矿产资源, 现概括于表1内。

1) 裂谷可以视为这种裂隙作用的初期阶段。

2) 有人认为阿尔卑斯地槽即为这种再生的活动地带。

表 1 三种不同的陆缘对沉积作用及矿产资源的控制简表
Table 1 Sedimentation and mineral resource are controlled
by three types of continental margins

基本特征 类型 容	高 散 型 陆 缘	聚 敛 型 陆 缘	对 接 型 陆 缘
厚度变化	一般厚度较大，但变化也大，有的厚达万米	厚度有时较大，不同构造位置的厚度不同	厚度以对接带最大，向两个对接陆块渐减
板块作用方式	引张（拉伸）作用	俯冲（挤压）作用，有时为碰撞作用	早期俯冲，继之挤压，或有碰撞作用
沉积特征和沉积相	大陆内部断陷带开始有碱性橄辉玄武岩溢出，其后有陆相沉积（或夹火山岩）及台地碳酸盐岩和陆架沉积物。 陆块边缘断陷带开始有河流—三角洲相的碎屑沉积，其后有碳酸盐岩（或有火山岩）及浊积岩	通常物源区近，以成熟度低的碎屑岩为主，常见河流—三角洲相及浊流相以及复理石和磨拉石等，有时有重力崩塌作用造成的扇形堆积	陆块内部及其边缘常由陆表海、陆架海和陆缘海组成，常表现为碳酸盐岩及碎屑岩沉积，属河流—三角洲相和碳酸盐台地相。有时表现岩相的横向变化被对接带所阻而中断。接合带沉积物组成与聚敛型相同
所含矿产资源	常有不少层控Ag、Pb、Zn、Cu、等矿床和U、V、Cu共生的层控矿床。由于有蒸发岩和盐体活动，对油气圈闭的形成有利，有时有海相磷块岩和海陆交互相煤系的形成。推测元古代时条带状含铁石英岩也能形成	常有一些斑岩铜矿和Pb、Zn、Cu的层控矿床。近陆块一侧的边缘海盆热流值高，对油气生成有利，并经短距离运移，进入适宜的圈闭中	对接带保留残存俯冲带中的金属层控矿床，稳定陆块的边缘及内部有沉积铁、锰、铝矿床。也有海陆交互和内陆沼泽相的含煤沉积。在有蒸发岩存在时有利于油气圈闭形成

表中仅列出与不同类型板块边缘有联系地域的岩相和沉积特征及所含的矿产资源。至于生物分区方面，也有某些差异。例如高散型板块边缘上可以看到相距较远的陆块上有相同的生物区。在聚敛型板块边缘则可有不同生物区的化石群相混杂的现象或者含有不以生物区的化石群的岩系直接相接的情况。至于对接型板块边缘，则在两侧有不同的生物区，但却没有聚敛型板块边缘的化石群混杂情况。

三、进行岩相、古地理研究时应当注意的几个问题

从历史大地构造和地层学观点来看，进行岩相、古地理研究时，应注意下列几个问题：

首先是有关地层分区问题。即需要了解所研究的地区所属的地层分区。由于多年来的实际工作，我国的地层分区大体上已成定局，基本上与大地构造分区一致。考虑到大区之间或大区内的分区之间往往有某些差别。在具体工作时应予注意。

其次是需要考虑含动植物群的地层存在着穿时现象。对这个问题尤应注意，否则会造成不同时代的层位被误认为同一时代的产物，必然使所编制的岩相古地理图件产生错误，而影响实用价值。图1、图2表现动物群和植物群在层位上存在着穿时现象。

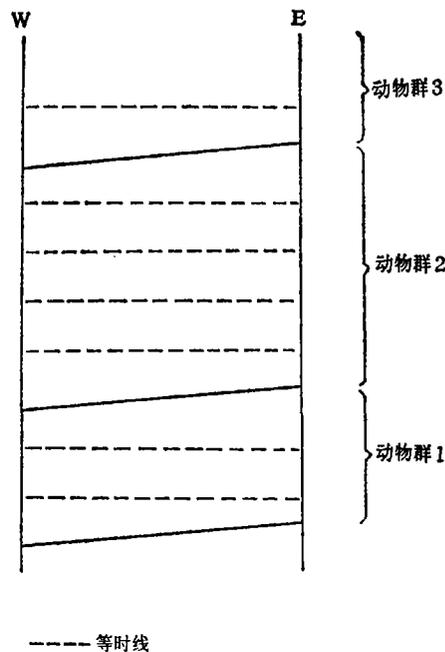


图1 某地区自西向东表现出三个动物群具有的穿时现象

〔据D. M. Raup, S. M. Stanley, 1971, 简化〕

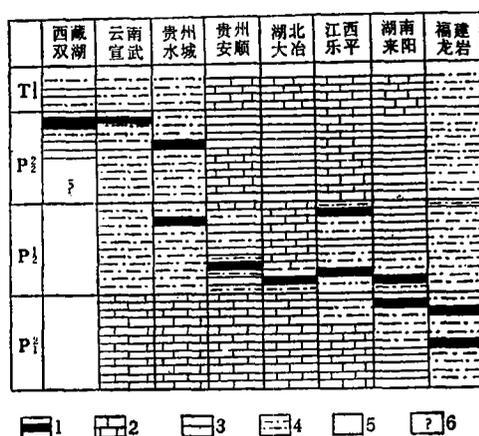
Fig. 1 Appearance of three fauna taking on the character of the age unequivalence (or Through Time) in the same region extending from the west to the east

考虑到进行岩相、古地理编图时，往往要涉及较短的时期，因而详细画定层位而不被上述穿时现象所影响，是非常重要的。

再即有关厚度分析问题，一般来讲，沉积物厚度变化也可以受岩性的控制，但是在某些情况下也可以不受岩性的控制。对于沉积盆地来讲，也可以分为具补偿性的和非补偿性的两类型。而控制它们的主要因素，则无疑是构造因素，当然诸如沉积物的堆积速度也有相当影响。至于沉积物的次生厚度变化这一情况也需要注意。

最后是进行沉积组合分析问题，尽管前人经常使用建造分析这一术语，本文作者认为沉积组合这一术语更确切些。诚然，两者在概念上是有差别的。由历史大地构造学和地层学观点编制岩相古地理图，为涉及大面积、长时间的概略图件，因而利用沉积组合概念往往更容易表达。

最后需要提及的是：在平原上缺乏露头的地区内，由于钻井资料有限，如何进行这种地域的岩相、古地理的研究工作，也必然要提到日程上来。根据目前了解的基本上属于地层学范畴的地震地层学的内容来看，已经有条件从地震时间剖面上来判断岩相。各



1.煤层和煤线 2.石灰岩(包括泥灰岩及硅质灰岩) 3.硅质岩 4.碎屑岩 5.地层代号 6.表示有疑问

图2 中国南部二叠纪大羽羊齿煤系的穿时现象，注意与岩性的关系〔据李星学等，1980，略加更动〕

Fig. 2 The character of the age unequivalence in the Permian *Gigantopteris* coal-bearing strata in South China. Note their relation to the rock association

种丰富的地震信息已经改变了那种单纯以编绘构造图为主要成果的状况。通过地震相的研究可以绘出各个时间区限内的岩相图和各时间地层单位的沉积模式图，从而大大地填补了这方面的空缺。在有露头的地区，也可以创造条件逐渐地开展这方面工作，使所绘图件与现今从露头区或平原区依据钻井资料编制的图件能相互补充，从而更加提高对岩相、古地理研究和编图的精度。本文作者确信，利用各种学科理论和手段综合从事岩相、古地理研究和编图工作即将很快得到进展，这无疑会对地质科学研究水平的提高有很大的帮助。

(收稿日期1982年11月23日)

参 考 文 献

- 〔1〕 王鸿祯，1978，概略岩相古地理图及其有关问题《地质科技》，2期。
- 〔2〕 王鸿祯，1978，论中国地层分区，《地层学杂志》，2卷，2期。
- 〔3〕 李星学等，1980，中国南部二叠纪含煤地层《地层学杂志》，4卷，4期。
- 〔4〕 全国地层委员会，1981，《中国地层指南及中国地层指南说明书》，科学出版社。
- 〔5〕 王鸿祯，1982，历史大地构造学及其研究方法，《构造地质学进展》，科学出版社。
- 〔6〕 D. M. Raup & S. M. Stanley: Principles of Palenotology, 1971〔中译本，地质出版社，1978〕
- 〔7〕 J.R.Patterson: Petroleum geology and its relationship to stratigraphy. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Vol. 28, No. 4,1980.
- 〔8〕 P. M. Sanler: Sediment accumulation rates and the completeness stratigraphic section. The Journal of Geology, Vol. 89, No.4, 1981.

[9] D.A. Clark: A system for regional lithofacies mapping. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Vol. 29, No.2, 1981.

ON THE STUDY LITHOFACIES AND PALEO GEOGRAPHY IN THE LIGHT OF THE HISTORICAL GEOTECTONIC GEOLOGY AND STRATIGRAPHY

An Yankai

(North China Oil Field)

Abstract

The theory of historical geotectonic geology, stratigraphy and sedimentology are complementary with one another and should be intimately combined. Thus, the development of these theories must have exerted a strong influence on much of the study of geologic history events. No matter how many new discoveries have been made, the progress in the study of plate tectonics will by all means exert a great influence on the sedimentology studies.

In the past two decades or so, the sediments and rock samples obtained from beneath the oceans and continents have provided decisive data that have served to revolutionize the earth science. Unexpected features and event courses revealed and comprehensive data built up, the geologic history of the continents and the oceans may be said to have been mastered.

Based upon the study of great quantities of data (stratigraphy, lithology, radioactive isotope age and paleogeography, etc.) collected and accumulated over so many years, historical geotectonic geology is concerned with the forms and history of the deformation of the earth's crust. To put it briefly, stratigraphy is to study the character, sequence relationship, distribution and origin of sedimentary rocks. Seen from this point of view, every sediment is wholly determined by geotectonic events; but in general, we accept the environmental circumstances which determine the lithofacies of a sediment and palaeogeography and determine its geotectonic control as the variations imposed on it by the ever-changing geotectonic conditions.

Much of the lithofacies evidence that is useful in deciphering geotectonic geology and development is the same as that employed in the reconstruction of palaeogeography. It is mainly distribution and characters of lithofacies and palaeogeography that is derived from the stratigraphy.

It is evident that the primary tectonic environment of Cryptozoic and Phanerozoic should be related partly with a eugeosyncline or trench, and partly with miog-

geosyncline and land block (Craton). They contain a wide variety of rocks. For example, the flysch deposits are widely distributed over the miogeosyncline and eugeosyncline. Precisely speaking, in the eugeosyncline volcanic rocks may be found underlying the flysch deposits which in turn were overlain by synorogenic volcanic rocks. Evidences have been found and have proved the existence of turbidites in the flysch deposits. It has also become clear that the turbidites consist of material that originated from the land blocks around these geosynclines, and these turbidites were controlled by deep fractures.

It is well known that after the Variscian orogenic cycle came the subduction of the Pacific plate that sank lower than the Asia—Europe plate, the collision of the Indian plate with the Asia—Europe plate gave rise to the Tethys—Himalayan geosynclinal foldbelts, forming such a great variety of rocks.

Lithofacies can be reorganized and traced in the subsurface on the basis of drilling records. Among the diagnostic features utilized are, 1. lithologic characters; 2. metamorphic alteration; 3. fossil assemblage; 4. stratigraphic relations; 5. temporal sequence; 6. structural form; 7. environmental influences; 8. tectonic control; 9. genetic interpretation; 10. geographic occurrence.