

略论碳酸盐岩岩相古地理 研究中的一些问题

冯增昭

(华东石油学院)

一、进展与现状

碳酸盐岩的岩相古地理研究是碳酸盐岩石学的核心内容,它与石油、天然气以及其它沉积矿产的勘探和开发有极为密切的关系。

把碳酸盐岩的主要沉积环境浅海,划分为两种性质大不相同的陆表海和陆缘海的是伊迪^[1]和肖^[2]。古代碳酸盐岩大都是在陆表海中形成的,而现代我们所看到的浅海却大都是陆缘海,因此,在用现代碳酸盐沉积物的沉积环境去推论古代碳酸盐岩的古沉积环境时,就应格外谨慎。欧文^[3]进一步提出陆表海清水沉积作用的概念,并用沉积环境中的水动力能量划分出三个能量带,从而奠定了碳酸盐沉积物及碳酸盐岩相带划分的基本格局。拉波特^[4,5]及杨等^[6]最先以潮汐作用带为主要依据,对古代碳酸盐岩进行相带划分,其原则至今还在广泛应用。阿姆斯特朗^[7]在研究阿拉斯加北极地区石炭系的基础上,拟定了陆源碎屑岩与碳酸盐岩的混合沉积模式以及纯碳酸盐岩的清水沉积模式,使碳酸盐岩的沉积相模式更加全面了。威尔逊^[8]的模式与阿姆斯特朗的十分相似,而其内容则更为丰富。

我国碳酸盐岩的岩相古地理研究已有相当长的历史。刘鸿允(1955)^[9]、中国科学院地质研究所(1959)^[10]、卢衍豪等(1965)^[11],从古生物学或大地构造学的观点,曾对我国各地质时代的岩相古地理进行了开拓性的研究。

从七十年代开始,一些单位开始引用新的理论和方法研究我国各地质时代的碳酸盐岩,出现了可喜的成果。但是,在碳酸盐岩的古地理研究上尤其是在岩相古地理图的编制上,却进展不大,创新不够。主要表现在以下几点:

1. 关于图件的示意性 相带的划分尤其是相带的界线,常缺乏定量依据,而属于“示意图”的范畴。单剖面第一性定量资料的齐全可靠是克服这一“示意性”的关键所在。第一性资料主要来自野外。根据露头的研究成果,可以对岩石成因、地层划分对比、沉积环境、生储盖组合等,理出头绪,作出单剖面的沉积环境分析柱状图。此外,按照新的观点和要求,提高录井质量,也是一项重要的工作。实验成果虽属第一性资料,但它只能是野外或录井资料的补充、深化、修正和提高。

2. 岩石成因问题 在野外及室内第一性资料的基础上,应注意解决各类岩石的成因,尤其是各种白云岩的成因,不然,就很难正确地进行岩相古地理研究。例如,华北地区广泛分布的下奥陶统冶里组白云岩就是次生交代的,基本属于两种成因类型,即准同生白云岩和准同生后白云岩。前者晶粒较细(多为泥-粉晶),陆源物质尤其是粘土物质含量较多,颜色浅(常呈淡黄色或灰白色),纹理发育,常含层状或微波状叠层石,有浅水或暴露水面的构造,主要是潮上带准同生白云岩化作用的产物;后者晶粒较粗(多为细晶和中晶,甚至更粗),呈砂糖状,多为半自形或自形晶,且常具环带或污浊核心,可以看到各种交代残余结构,显然是石灰岩经准同生期后的白云岩化作用而成。因此,在作岩相古地理分析时,应首先恢复其原岩。如果把不同成因的白云岩统统当作原生沉淀,将会导致错

误的结论。

3. 地层等厚图的解释 地层等厚线并不等同于水体的等深线, 厚度大小只反映沉积时的地壳下陷幅度, 并不反映当时水体的深浅, 也不反映水底地形的高低; 厚度为零的地方也不一定就是古陆或古岛屿。确定海、陆、岛屿、水底深浅、水底地形, 必须配合充分的确切的岩石学及岩相学资料。

4. 古陆的确定原则 有些岩相古地理图中, 以现存海相地层分布区为海, 以无海相地层分布区为陆。这一原则的前一半是对的, 而后一半就得区别对待, 不能一概而论, 它可能是陆地; 但也可能为海, 只不过海相地层后来遭受剥蚀不复存在罢了。到底是海是陆, 得由岩石学及岩相学的可靠资料判断, 其中很重要的一条, 是在古陆的边缘应有边缘相沉积。在过去的华北地区早奥陶世古地理图中, 有一个“胶辽古陆”, 其论据是在山东东部和辽宁南部缺失早奥陶世的海相地层。但在此“古陆”边缘的山东莒县地区, 却无任何古陆边缘相沉积, 岩性、厚度、岩相特征, 与山东中部地区的下奥陶统十分近似。那么, “胶辽古陆”何在, 何以不对周围沉积施其影响?

5. 作图方法 在陆源碎屑岩岩相古地理图的作图中, 常使用岩组法, 即以砾岩、砂岩、页岩为三个端元组分划分岩石组合, 并以此作出岩石类型分区图, 作为岩相古地理图的基础图件。对于同一物源同一生成机理的陆源碎屑岩来说, 这一方法勉强可行; 但对于不同成因的岩石, 就很难得出正确的结果, 易于以假乱真。同时不论砂岩、页岩、石灰岩、白云岩等, 一般都是多组分的, 也就是说, 大都是多因素的集合体。用这种多因素的集合体当作端元组分进行组合和分区, 不仅对碳酸盐岩的岩相古地理作图不适用, 就是对陆源碎屑岩也不相宜。

在碳酸盐岩岩相古地理图的编制上, 大家正从多方面探索、创新。笔者主张的单因素作图法^[12, 13, 14], 也是一个尝试。

二、单因素作图法

所谓单因素, 是指能独立地反映沉积环境某一侧面的岩石结构、构造和古生物组合、生态特征, 即能反映沉积环境的一些因素或变数, 如厚度、颗粒以及其它一些特定的组分等。在第一性资料齐全可靠及其沉积环境分析的基础上, 以作图单元将各剖面(即各点)的一些单因素定量地统计出来, 作出区域性的等值线图(或分区图及点图)。综合这些单因素图件, 去粗取精, 全面分析判断, 即可编制出该地区该层段的岩相古地理图。兹以京津冀鲁和陕甘宁蒙晋地区的早奥陶世冶里岩相古地理图的编制为例, 评述如下。

(一) 京津冀鲁地区早奥陶世冶里岩相古地理图的编制与评述

1. 等厚图 根据22个露头 and 钻井剖面的厚度资料, 用内插法, 作出该地区冶里组的等厚图(图1)。即显示出: (1) 由南往北, 厚度逐渐增大, 这说明在冶里组沉积时北部下陷幅度比南部为大。(2) 北京易县地区厚度最大, 这说明当时京易地区下陷幅度最大。(3) 等厚线方向在南部基本上呈东西向延伸, 与传统的“胶辽古陆”近于直交, 发人深思。

2. 颗粒含量等值线图 这里所说的“颗粒”, 乃指砂级以上的经过搬运磨蚀的颗粒, 主要是竹叶状砾屑、砂屑、生物碎屑等。而把粉砂级以下的颗粒如粉屑和球粒等, 以及未经过搬运磨蚀的生物组分等排除在外。目的在于用这些较粗的经过搬运磨蚀的颗粒含量, 反映沉积环境的水动力条件。我们先把各剖面所有的有颗粒的岩层厚度及颗粒含量(%)逐层统计出来, 各层的厚度乘其颗粒含量(%)即得该层的颗粒厚度。再把各层的颗粒厚度累计出来, 即得冶里组的总颗粒厚度。再以冶里组的总厚度除此总颗粒厚度, 即得该剖面冶里组的颗粒含量(%)。根据各剖面的颗粒含量(%)资料, 按内插法, 即可勾绘出冶里组的颗粒含量(%)等值线图(图2)。并可见四个颗粒含量高值区, 即曲阳(20.3%), 唐山(21.3%)—J4井(22.0%)—G59井(20.8%), 长清(21.7%), 莒县(21.2%)。它们

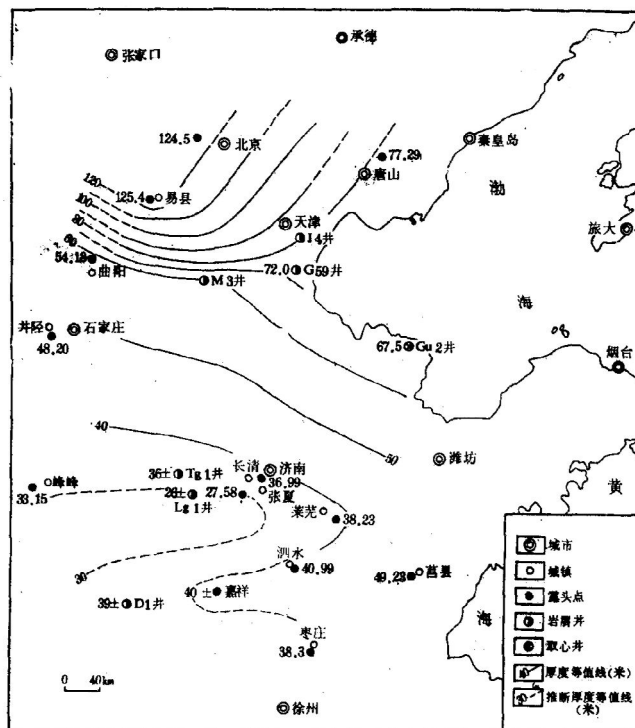


图1 京津冀鲁地区下奥陶统冶里组等厚图

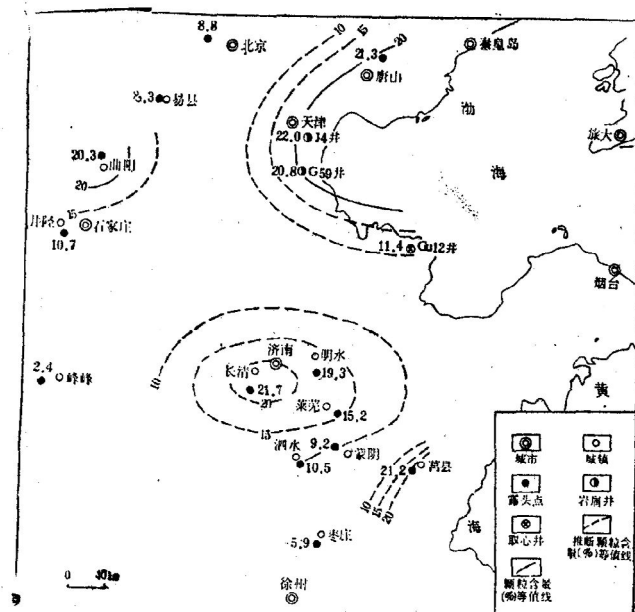


图2 京津冀鲁地区下奥陶统冶里组颗粒含量(%)等值线图

就是古冶里海中四个水动力条件较强的地区, 即四个高能量地区。

3. 颜色分区图 根据京津冀鲁地区冶里组岩石颜色的具体情况, 暂把颜色划分为以下五类: 强还原色: 包括灰黑色、深灰色; 还原色: 包括灰色、浅灰色、黄灰色、浅黄灰色、灰白色; 弱还原色: 包括灰绿色、黄绿色; 弱氧化色: 包括褐色、灰褐色; 氧化色: 包括褐色、黄红色、灰紫色、暗灰紫色、紫灰色、棕红色、红褐色。

各剖面岩石颜色均按此五类进行厚度统计, 并算出各类颜色的岩石厚度占冶里组总厚度的百分含量。据此, 即可作出各剖面的岩石颜色类型点图和分区图(图3)。它显示出: (1) 曲阳井陘地区、唐山地区、鲁中地区为氧化色-还原色混杂区, 与三个颗粒含量高的地区基本一致。(2) 莒县地区为弱氧化色区, 与莒县颗粒含量高的地区一致。(3) 其它地区为强还原色-还原色区, 这些地区的颗粒含量均甚低。

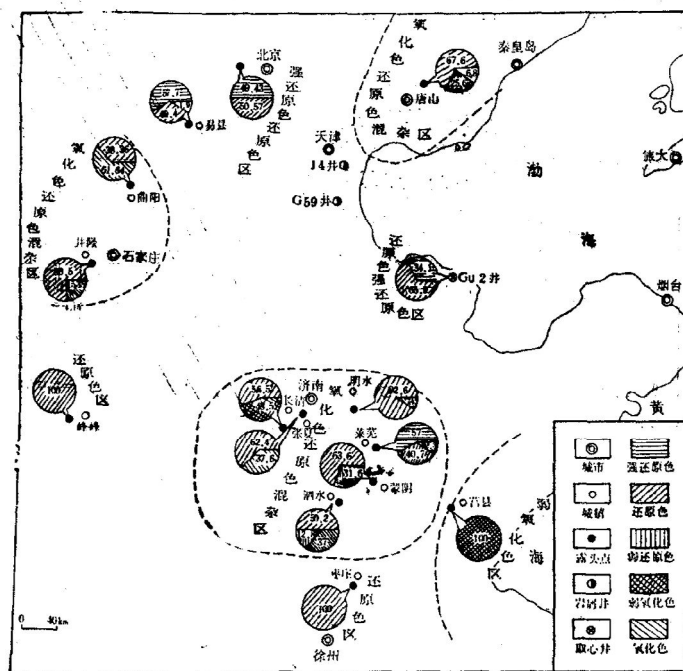


图3 京津冀鲁地区下奥陶统冶里组颜色分区图

4. 岩相古地理图 根据上述三个单因素基础图件, 并结合其它地质资料及区域地质构造特征, 全面综合分析和判断, 就可勾绘出京津冀鲁地区冶里组岩相古地理图(图4)。就图4可以指出: (1) “内蒙古陆”和“胶辽古陆”是否存在? 由于未发现边缘相带, 冀鲁南部冶里组等厚线又几与“胶辽古陆”直交, 仅仅根据胶辽地区缺失冶里组, 就很难作出古陆的定论, 暂按传统观点以虚线表示。“内蒙古陆”同样证据不足, 需进一步研究。(2) 根据白云岩成因的分析, 这个古冶里海是正常盐度的海, 并非咸化海或咸化泻湖。可划分出水下浅滩(或水下高地)、局限海、开阔的滩间海等次一级单元。四个水下浅滩, 即曲阳浅滩、津唐浅滩、鲁中浅滩和莒县浅滩, 主要根据四个颗粒含量高值区及其颜色特征确定下来的。当海平面下降时, 这些地区位于浪底之上, 为高能及氧化环境, 生成颗粒含量高的石灰岩, 其颜色以氧化色为主; 当海平面上升时, 这些地区处于浪底之下, 为低能环境及还原环境, 生成颗粒含量低甚至不含颗粒的石灰岩, 其颜色以还原色为主。这两种岩石频繁交互, 正说明古冶里海的海平面升降频繁。但总的看来, 这四个地区水体较浅, 能量比其周围海域为

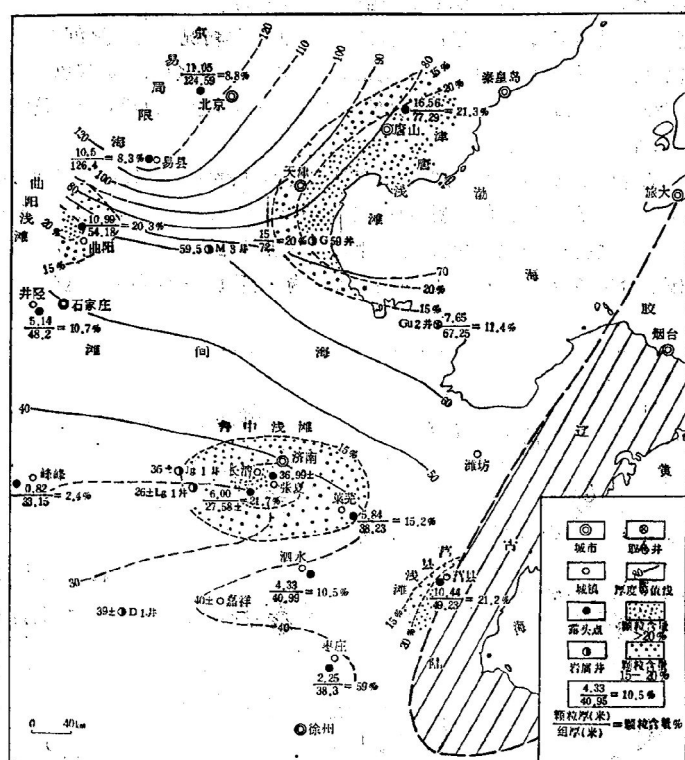


图4 京津冀鲁地区早奥陶世治里期岩相古地理图

大。当然，它们之间也存在着差异，鲁中浅滩沉积厚度较小，曲阳浅滩与津唐浅滩沉积厚度较大，说明其下陷幅度大小各异，也说明它们的大地构造背景不同。曲阳浅滩和津唐浅滩可能互相联结，为一东西向的大浅滩，但由于资料不足，目前还不宜把二者联为一体。莒县浅滩正位于“胶辽古陆”边缘和沂沭断裂带上，资料甚少，具体情况还待进一步探讨。

北京易县地区的古海域有水下浅滩及“内蒙古陆”（假如存在的话）的影响，其水流及波浪作用均受到限制，故名之曰“京易局限海”。沉积岩层的颗粒含量少，且以还原色和强还原色为主，说明水体能量较低，深度较大；该区厚度最大，示下陷幅度最大。其它海域为水流较畅通的开阔海或滩间海，基本上都是潮下低能环境，岩石的颗粒含量很少，颜色也以还原色为主。由于第一性资料较少，还有不少问题尚待研究。可以归纳，京津冀鲁地区的古治里海，水底地形有一定起伏，下陷幅度各地不一，水体深度都不算大，是一个比较典型的陆表海。

（二）陕甘宁晋地区早奥陶世治里期岩相古地理图的编制与评述

治里组分布在本区的东部和南部边缘，向中、西、北部逐渐变薄，以至于无（图5）。与下伏的上寒武统凤山组为连续沉积。南部主要为准同生及准同生后白云岩组成，东北部的偏关，白云岩化程度有所减弱。颗粒含量甚低，分布也很局限，说明能量很低。准同生白云岩发育，一般在30%以上，向中、西、北部，逐渐增加（图6）。岩石颜色变化如图7。还原色向中、西、北部逐渐减弱，而氧化色则逐渐增强。在这里，暂把颜色分为还原色及氧化色两类。再以数值示色阶，如在还原色中，以黑色为100%，深灰色为75%，灰色为50%，浅灰色为25%，白色为0%；在氧化色中，以红色为100%，褐色为75%，棕色为50%，黄色为25%，白色为0%。依此勾绘出颜色等值线图。

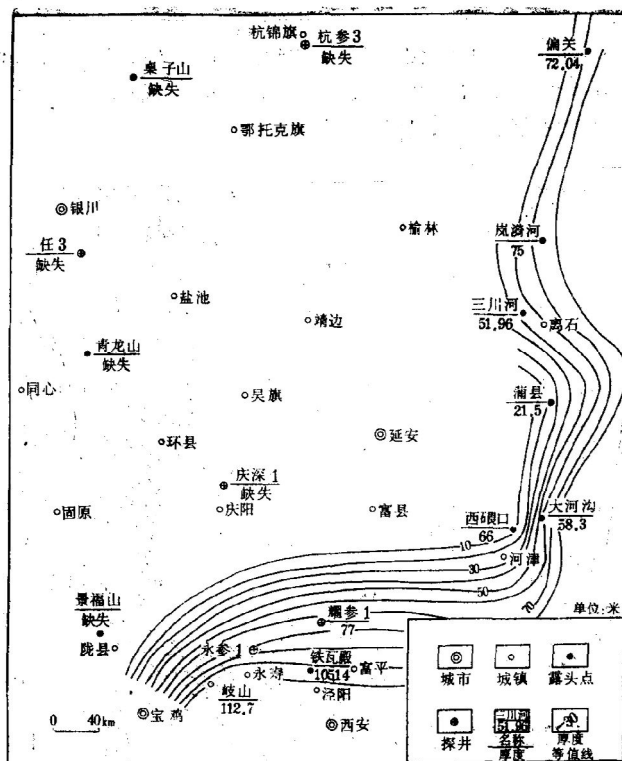


图5 陕甘宁蒙晋地区
下奥陶统冶里组
等厚图
(单位:米)

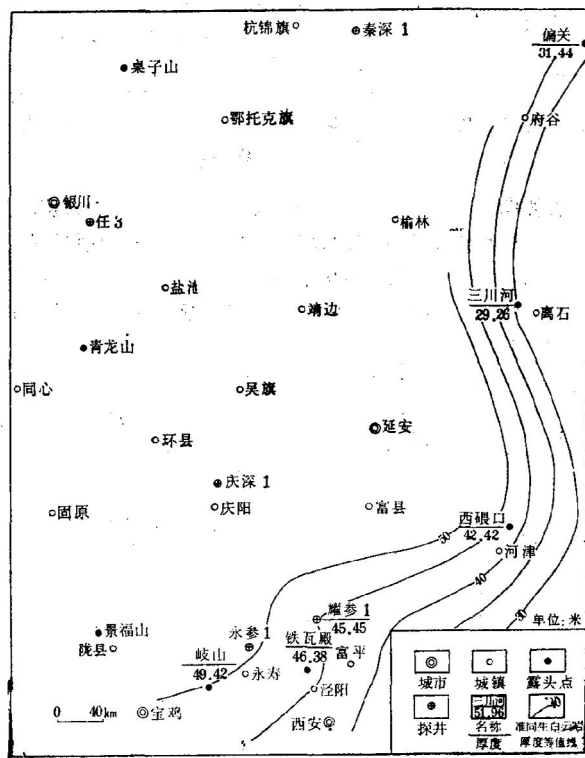


图6 陕甘宁蒙晋地区
下奥陶统冶里组
准同生白云岩厚
度(%)等值线图

根据上述各单因素图件的主要特征,勾绘出本地区冶里期岩相古地理图(图8)。在此图的中、西、北部为“鄂尔多斯古陆”,其东南边缘,准同生白云岩发育,陆源泥含量较高,正是古陆边缘相的特征,称作“偏关岐山潮坪”或“偏关岐山泥云岩相”。

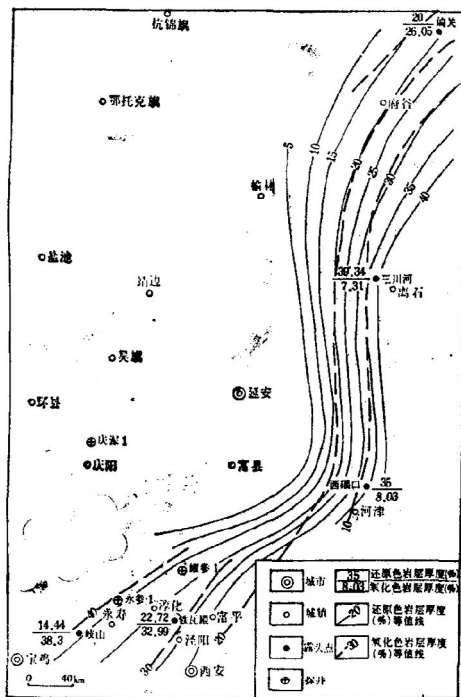


图7 陕甘宁蒙晋地区下奥陶统冶里组氧化色及含还原色岩层厚度(%)等值线图

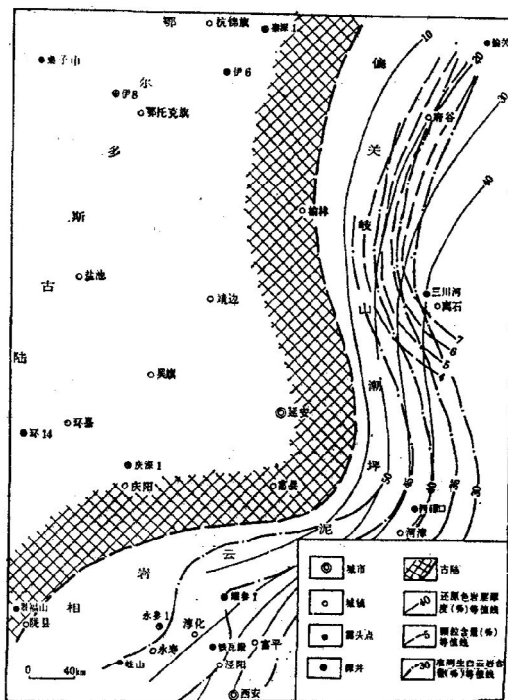


图8 陕甘宁蒙晋地区早奥陶世冶里期岩相古地理图

与京津冀鲁地区冶里期岩相古地理图(图4)联系起来,可以看出华北地区古冶里海的西部边缘就在此地。只要对山西地区的冶里组进行研究,则华北地台北部古冶里海的全貌就将呈现出来。

笔者从1977年以来使用过的单因素,除上述两例中的厚度、颗粒、颜色、准同生白云岩等以外,还有陆源颗粒、盆内颗粒、广海生物、钙藻、石膏等。总之,凡能独立反映沉积环境某一侧面的任何岩性特征或古生物特征,都可当作单因素使用。

实践证明,在用单因素作图法编制出的岩相古地理图中,各相带及各地理单位的确定都有了一定的定量依据;在一定程度上摆脱了“示意图”的初级状态。笔者正是通过这一方法,才较为有效地对华北地区寒武奥陶纪各期的古海洋作了研究,得出了一些与传统观点不同的结论。但探索方始,问题尚多,敬希批评指正。

(收稿日期 1981年12月4日)

参 考 文 献

- [1] Edie, R. W., 1958, Mississippian sedimentation and oil field in Southeastern Saskatchewan. Bull. AAPG, Vol. 42, No.1, P. 94-126.
- [2] Shaw, A. B., 1964, Time in stratigraphy, McGraw-Hill, New York, P.42-49.
- [3] M. L. 欧文, 1965, 陆表海清水沉积作用的一般原理. 石油地质学译文集, 第四集, 第10—24页. 冯增昭译, 1980, 科学出版社.
- [4] L. F. 拉波特, 1967, 纽约州下泥盆统曼留斯组接近平均海平面的碳酸盐沉积作用及其相穿插. 同上书, 第110—137页. 陈景山译, 1980, 科学出版社.
- [5] Laporte, L. F., 1969, Recognition of a transgressive carbonate sequence within an epeiric sea——Helderberg Group (Lower Devonian) of New York State. In, Depositional environments in carbonate rocks, Friedman, G. M. (ed.), Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists, Spec. Publ. 14, P.98-119.
- [6] L. M. 杨等, 1972, 北阿肯色奥陶系碳酸盐相. 石油地质学译文集, 第四集, 第80—93页. 冯增昭译, 1980, 科学出版社.
- [7] Armstrong, A. K., 1974, Carboniferous carbonate depositional model, Preliminary lithofacies and paleotectonic maps, Arctic Alaska. Bull. AAPG, Vol. 58, No. 4, P.821-845.
- [8] J. L. 威尔逊, 1975, 地质历史中的碳酸盐相. 冯增昭等译, 1981, 地质出版社.
- [9] 刘鸿允, 1955, 中国古地理图. 科学出版社.
- [10] 中国科学院地质研究所, 1959, 中国大地构造纲要. 科学出版社.
- [11] 卢衍豪等, 1965, 中国寒武纪岩相古地理轮廓初探. 地质学报, 第45卷, 第4期.
- [12] 冯增昭, 1977, 华北下奥陶统岩相古地理新探. 华东石油学院学报, 第3期.
- [13] 冯增昭, 1979, 华北早奥陶世岩相古地理新探. 地质科学, 第4期.
- [14] 冯增昭, 1980, 碳酸盐岩沉积环境分析及岩相古地理研究. 石油实验地质, 第3期.

SOME PROBLEMS CONCERNING LITHOFACIES AND PALEOGEOGRAPHY OF CARBONATES

Feng Zengzhao

(Huadong Colleg of Petroleum)

Abstract

Study on carbonate lithofacies is rapidly developed during last 20 years and great achievements have been made. However, the method used for graphic compilation is out-of-date, and does not fit the progress made in studying lithofacies.

The author holds that the following problems should be duly considered in work of lithofacies study: 1) avoidance of schematic illustrations; 2) Strengthening the study on the origin of rocks, especially of dolomites; 3) correct interpretation of isopach map, for instance, zero isoline might not mean old land; what is more important is the existence of marginal sediments; 4) petrofabrie method which is liable to mix up rocks of different origin is not suitable for elucidating sedimentary facies and paleogeomorphology.

All these factors and variables, such as structure and texture of rocks, biological assemblages and ecology, etc. which could independently reflect certain aspect of sedimentary environment, should be counted up according to mapping units so as to make regional isogram. Thus, a paleogeographic map in numerical quantities can be compiled after overall considering regularities of variation of individual factors. While making the Huabei and Ordos paleogeographic maps of Yehli stage (Early Ordovician), the author has used single factors such as thickness, grains, colour and penecontemporaneous dolomite, etc., as well as terrigenous detritus, intrabasin detritus, open sea biota, calcareous algae and gypsum, and obtained a good result.

大别山石油地质考察新知

1982年10月下旬,河南省石油学会石油地质专业委员会、地质矿产部第二石油普查勘探指挥部联合举办了大别山石油地质考察。参加考察的有地质矿产部、石油工业部和中国科学院等所属八个单位的五十余名地质工作者。

这次考察的主要目的,是通过对横贯我国东部、分隔华北、华南的大别山的地层、构造、岩浆活动的研究,探讨华北地台与秦岭地槽、扬子地台之间的关系及其对华北地台南部石油形成的影响,为华北地区第二轮石油普查开辟新领域、新地区、新类型提供地质依据。

板块理论的兴起,已经引起广大石油地质工作者的注意,大别山是否存在古板块构造的消减带是大家所关心的问题。因而,睡仙桥一带广泛发育的北西西向的混杂岩和蛇绿岩套,就成了这次考察的重点。

考察期间,共采集300余块岩石、同位素、古植物、镜质体反射率等样品;还拍摄了很多地质照片,对睡仙桥混杂岩和信阳—柳林河剖面进行了彩色录像。这些实际材料的获得,对研究大别山地质规律,和研究华南北部地质发展的差异都很有实际意义。

考察者根据各自观察到的地质现象,在现场各抒己见,对与石油地质关系密切的学术问题进行了讨论,包括:1.通过睡仙桥一带的蛇绿岩套和混杂岩的考察,认为华北地台南部边缘确实存在海洋板块的俯冲带。这一带的基性及超基性岩体多呈线状展布,与围岩接触处无蚀变现象,是板块消减带低温高压变质的最大特征。沿大别山北麓出现的一些分散孤立的不同时代的地质体,是广义的混杂岩带。一些碳酸盐岩类的狭义的混杂岩也相当发育。人们认为华北地台石炭、二叠系含煤拗陷在南部无边缘相很可能与俯冲带有关;更值得注意的是板块活动的存在,由于热动力条件的影响,有利于油(气)形成,因此,这一带可能形成一种受逆掩断裂控制的油(气)藏类型,应深入研究。2.信阳群的建立值得商讨。认为在混杂岩带建立地层层序,是劳而无功的。长期以来,信阳群时代归属众说纷纭,从元古代至晚古生代都有,均强调各自采获的化石,殊不知时代、岩性、绝对年龄的相差悬殊,正是混杂岩的最大特征。3.混杂岩带的岩相归属北相或南相?也无争论的必要。和地层时代一样,因为是挤入,所以南相、北相的都有残余。例如南湾水库东南侧的露头是一套由海相—海陆交互相—纯陆相的地层组成,这与华北地台的石炭、二叠系非常相似。4.对大别山不存在下古生界的论点提出质疑。问题的提出,对进一步研究大别山的地质现象,开拓了新的思路。

(谢征康)