第六章　单因素分析综合作图法
——岩相古地理研究方法论

第一节　概　　述

古地理及岩相古地理的研究方法很多。刘鸿允（1955）和卢衍豪（1965）以古生物地层学的方法分别编制出了《中国古地理图》[33]和中国寒武纪各期的岩相古地理图[34]，贵州第八普查勘探大队（1977）以碳酸盐岩岩相学的方法编制出了贵州泥盆纪等时代的分期岩相古地理图[35]，关士聪等（1984）以大地构造学和岩相学的方法编制出了我国晚元古代至三叠纪的海陆分布及沉积相图[36]，王鸿祯等（1986）以大地构造学和地层学的方法编制出了一部《中国古地理图集》[37]。近十多年来，笔者倡导并采用单因素分析综合作图法[38-43]编制出了下扬子地区中下三叠统青龙群岩相古地理图[44]和华北地台下古生界各期岩相古地理图[45]。本书仍用此方法对中下扬子地区二叠系进行岩相古地理研究及编图。

所谓单因素，是指能独立地反映某地区某层段沉积环境某些侧面的岩性特征、古生物特征和其它特征，如厚度、特定的颗粒、特定的岩石、特定的矿物、特定的化石和颜色等。

单因素分析综合作图法可分三个步骤。第一，先对各单剖面（尤其是基干剖面）进行认真的岩石学和岩相学研究，取得齐全可靠的各种第一手定量及定性资料，尤其是各种定量资料，弄清各单剖面各层段的沉积环境特征。第二，在这些定量资料中，选择出那些能独立地反映沉积环境某些特征的因素（即单因素），并按要求的作图单位层段，把全区各单剖面各作图单位层段各种单因素的百分含量都统计出来，作出相应的各种单因素基础图件，主要是各种等值线图，也可以是分区图或点图。这些单因素基础图件可以从不同的侧面定量地反映该地区该层段的沉积环境特征，这就是单因素分析。第三，再把各单因素基础图件综合起来，并结合其它定量和定性资料以及其它区域地质资料，去粗取精，去伪存真，全面分析，综合判断，即可编制出该地区该作图单位层段的岩相古地理图，这就是综合作图。

这一方法论的核心是定量化，即以定量的资料为基础，从定量的单因素基础图件分析入手，再通过全面的综合分析判断，最后作出定量化的岩相古地理图。在这种岩相古地理图中，各古地理单元的确定都有确切的定量资料为依据。这样的岩相古地理图就不再是示意性的了。这就使岩相古地理图发展到了定量化的阶段。

在本书中，选用厚度（m）、碳酸盐岩含量（%）、亮晶颗粒石灰岩含量（%）、薄层硅岩含量（%）、砂岩含量（%）、生物颗粒含量（%）、深水沉积与浅水沉积厚度比值（D/S）等单因素；另外，还选择了似层状硅岩的分布、礁的分布等定性的因素，以配合各单因素进行沉积环境分析。下面，对所使用的各单因素及其沉积环境意义进行简单的说明。

第二节　各单因素分述

1．厚度

某沉积地区某沉积层段的厚度主要受该地区沉降幅度的控制，也与其沉积物质供给有关，水体深度对厚度影响不大。因此，一个沉积地区某沉积层段的等厚图主要反映该地区该层段沉积时期的古大地构造格局，主要是相对隆起和相对凹陷的格局。在陆源物质尤其是粗粒陆源物质沉积发育的地区，沉积厚度也反映陆源物质的供给条件。沉积厚度与水体深度并无必然的关系，即厚度大的地方水体不一定深，厚度小的地方水体也不一定浅，水体深浅的确定需要其它的单因素标志。当然，厚度为零的地方也不一定就是陆地或岛屿，这首先要看这个“零”是“沉积零”还是“剥蚀零”，还要看是否有陆地边缘相带存在。因此，对厚度等值线图这一重要的单因素基础图件的解释应十分慎重。

2．碳酸盐岩

碳酸盐岩一般形成于温暖的、清洁的浅水环境中，特别是水体清洁这一条件十分重要，因为在有来自陆地的、含有大量陆源物质的、混浊的河流水注入的环境中，不可能形成较多的碳酸盐岩。因此，在碳酸盐岩与陆源碎屑岩的过渡区，向碳酸盐岩含量增高的方向，其水体的清洁度亦增高。在碳酸盐岩分布区中，其沉积环境的分析还要视具体的岩石类型、沉积构造、古生物特征来具体分析。

3．亮晶颗粒石灰岩

这里的亮晶颗粒石灰岩是指浅水沉积的亮晶颗粒石灰岩。这种石灰岩是在水动力条件很强的环境中生成的。其含量越高，表明其沉积环境的水动力条件越强；含量越低，表明其沉积环境的水动力条件越弱。在浅水碳酸盐沉积区中，暂把亮晶颗粒石灰岩含量大于30%的地区定为滩，把含量30—20%的地区定为准滩，把含量20—10%的地区定为雏滩。滩为水下隆起或高地，位于浪基面之上，水动力条件高。准滩的水动力强度次于滩，亦为水下隆起，亦位于浪基面之上。雏滩乃滩的初级状态，即滩之雏形，有向滩发展的趋势；它亦是水下隆起，处于浪基面之上或附近，但水动力能量要比滩和准滩低。

4．砂岩

砂岩可以反映陆源物质供应区的方位，有时可为古陆的边缘相。当砂岩与其它岩石如砾岩、粉砂岩、泥页岩、煤等形成一定的沉积序列时，对岩相古地理的分析和判断将更为有用。

5．薄层硅岩

前面已论述过，本区二叠系薄层硅岩是在较深水环境中形成的。因此，薄层硅岩含量高的地区，反映其沉积环境的水体较深。这一判断是合理的。当然薄层硅岩含量低的地区，其沉积环境的水体并不一定浅，这还需要结合其它标志来综合判断。

6．似层状硅岩

似层状硅岩的形成环境介于浅水碳酸盐岩和深水薄层硅岩之间。因此，似层状硅岩分布区的沉积环境也介于浅水碳酸盐台地和深水盆地之间。

7．生物颗粒

生物颗粒包括经过搬运磨蚀的和没有经过搬运磨蚀的两类。本区二叠系的生物颗粒大

都是没有经过搬运磨蚀的，即大都是原地沉积的化石个体或原地自然解体的化石碎屑。这些生物颗粒能很有效地反映其沉积环境的特征。详细论述见第三章。

8．深水沉积厚度与浅水沉积厚度比值（D/S）

这一因素的应用实质上是为了区分浅水沉积区和深水沉积区。所谓浅水是指正常浪基面附近及以上的台地地区的水体，深水则是指正常浪基面以下的斜坡和盆地的水体。两者是根据岩性、沉积构造、古生态等标志综合分析判断出来的。就本区二叠系而言，浅水沉积标志在岩性方面主要有浅水颗粒石灰岩、颗粒质及含颗粒灰泥石灰岩、生物礁石灰岩、粗陆源碎屑岩、煤等；沉积构造方面主要为厚层、块状层、交错层理和斜层理等；古生物化石方面主要为藻类、鲢类、有孔虫、个体大壳壁厚的腕足类和双壳类、海绵动物、水螅类、棘皮类等以及垂直虫孔。深水沉积标志在岩性方面主要有薄层硅岩、硅质页岩、含铁锰磷等元素的泥页岩、薄层石灰岩及重力流石灰岩等，且岩性单调，颜色暗，沉积岩一般为薄层及纹层状，也有中层及厚层状的；古生物方面主要有放射虫、浮游薄壳菊石类、薄壳腕足类和双壳类、海绵骨针等；无浅水标志也是深水沉积的有力旁证。本区二叠系，除栖霞组外，均有明显的相变规律，这为深水沉积与浅水沉积厚度比值（D/S）的统计提供了很大的方便。

在实际应用中，主要勾绘D/S为0.5、1.0和2.0的等值线，并以此进行分析。比值大于2.0，表明深水沉积厚度大大超过浅水沉积厚度，说明这些地区以深水沉积为主，属于深水沉积区；D/S比值小于0.5，表明浅水沉积厚度大大超过深水沉积厚度，说明这些地区以浅水沉积为主，属于浅水沉积区；D/S比值0.5—2.0的地区，则为深水沉积区与浅水沉积区之间的过渡地区。

9．其他

生物礁形成于海水透明度好、循环良好、氧气充分、盐度正常、风浪中等的热带浅海中，生物礁及其分布图是判断沉积环境的重要依据。

重力流沉积和煤也都是很有用的单因素。

下面，就用单因素分析综合作图法，对中下扬子地区二叠系的鸡公岭组、栖霞组、茅口组（孤峰组）、吴家坪组（龙潭组）和长兴组（大隆组），进行岩相古地理研究及编图。