

# 内华达东中部安特勒前 陆盆地演化与层序地层学

李勇 编译

(成都地质学院)

## 引 言

安特勒盆地的密西西比纪沉积岩出露于从爱达荷经东内华达至南内华达的连续区域内。这些岩石为硅质碎屑盆地充填序列，并超覆在晚古生代以碳酸盐沉积为主的北美西部边缘之上。在中内华达的研究区域内（图1），安特勒盆地的大部分地层已被划归为两个单位：(1) Chainman 页岩 (Spencer, 1917; Easton 等, 1953); (2) Diamond Peak 组的砾岩和砂岩 (Easton 等, 1953; Nolan 等, 1956)。本区安特勒盆地从早密西西比世到早宾夕法尼亚

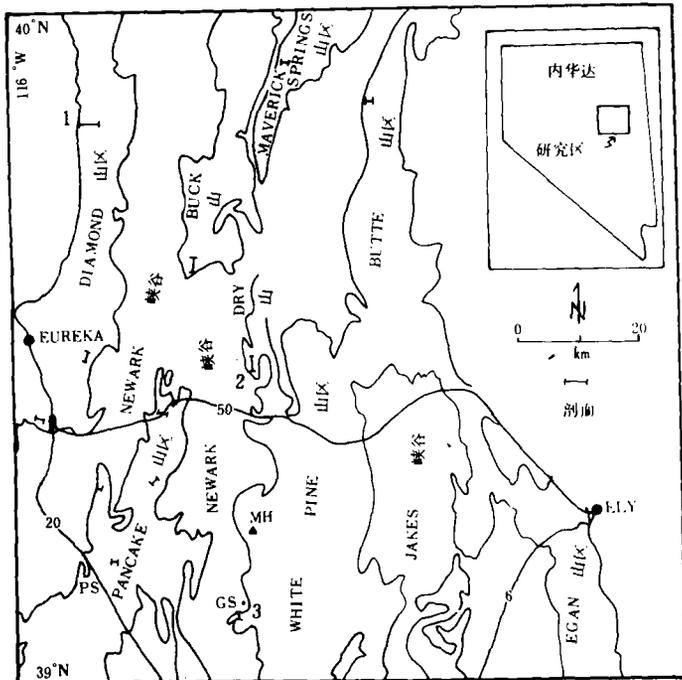


图1 内华达东—中部的研究区

短线段指示测制剖面的位置

1 = Walters 峡谷; 2 = Dry 山; 3 = Green Springs (Gs); MH = Hamilton 山; PS = Pogues 车站

世一直接受沉积，持续时间至少有 35Ma。

当前流行的安特勒造山运动模式 (Speed 和 Sleep, 1982) 将安特勒盆地描述为形成于大陆边缘的边缘前陆盆地，该大陆边缘因与火山弧和增生地体碰撞而向西削减。这个增生地体 (安特勒外来体) 明显地沿着包括 Roberts 山推覆体 (Kirk, 1933; Merriam 和 Anderson 1942) 在内的一系列东缘推覆断裂带分布 (Smith 和 Ketner, 1977)。盆地充填物中出现的大量燧石和石英碎屑显然是来自于盆地西侧安特勒外来体中的奥陶纪 Vinini 组 (Nolan, 1928; Roberts, 1949)。虽然在中内华达地区在早密西西比纪之前尚无显示盆地上升的地层记录，但是安特勒造山运动的年代仍被标定为泥盆纪 (Speed 和 Sleep, 1982)。到目前为至，至少已提出了十种安特勒造山运动的模式，Nilsen 和 Stewart (1980) 曾对之进行了综合评述。

安特勒盆地曾被描述为碎屑质的复理石—磨拉石序列 (Sadlick, 1965; Poole, 1974, 1981; Poole 和 Claypool, 1984)，但是用这样一个简单的边缘前陆模式并不能完全解释该盆地中充填的地层。中内华达地区的地层很薄 (小于 2600m)，不是逐渐进积的产物，而且浅水沉积物和较深水沉积物在侧向和垂向上相互并置，这些都表明该盆地无论在地层上还是在构造上都是相当复杂的 (Wilson 和 Wunderlich-Laule, 1979; Mason, 1985)。本文的主要目的是确定安特勒盆地的地层层序，并以此加深我们对安特勒造山运动的认识。

### 安特勒盆地的层序地层

安特勒盆地可划分为两个岩石地层单位 (图 2)：以页岩和泥岩为主的地层称为 Chain-

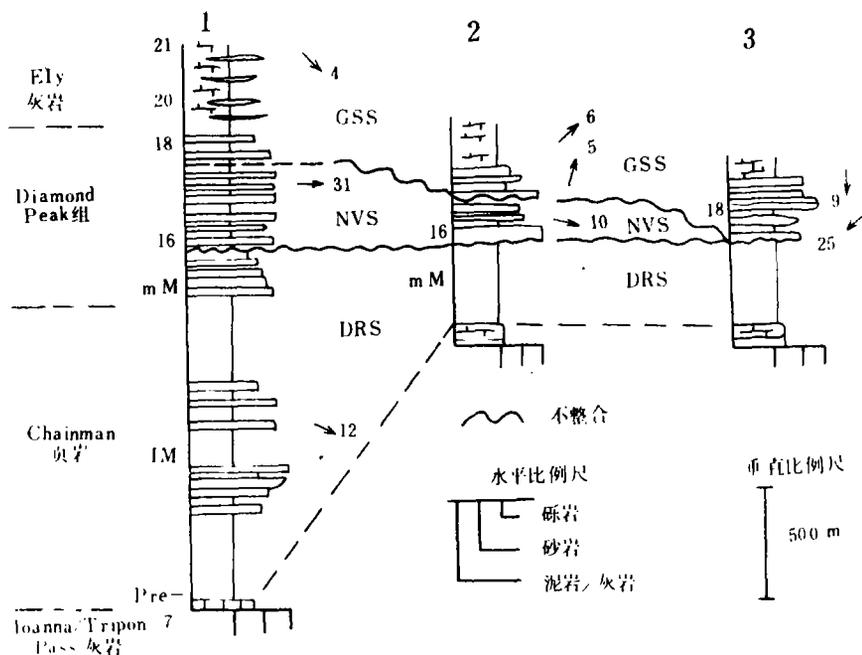


图 2 重要剖面对比图 (剖面位置见图 1)

位于剖面柱左侧的数字表示有孔虫化石带 (B. Marnet, 1976)。左侧为在 Diamond 山区划分的岩石地层单位。剖面柱右侧的箭头指示平均古流向，箭头上的数字表示古流向测制的数量，图上方为北。DRS=Diamond Range 层序，NVS=Newark Valley 层序，GSS=Green Springs 层序，LM=下米拉米统，mM=中米拉米统。

man 页岩; 砾岩和砂岩地层称为 Diamond Peak 组。安特勒盆地的沉积地层可划分为三个地层层序, 即 Diamond Range 层序、Newark Valley 层序和 Green Springs 层序。

### Diamond Range 层序

Diamond Range 层序以不对称式的盆地充填为特征, 厚度最大和粒度最粗的剖面位于安特勒盆地的西部边缘, 并出露于 Diamond 山区。在该地区 Diamond Range 由厚度大于 1700m 的硅质碎屑岩地层构成, 其中包括 Chainman 页岩和 Diamond Peak 组的下部, 这些岩石曾被许多研究者详细描述过, 如 Brew (1963, 1971)、Harbaugh (1980)、Harbaugh 和 Dickinson (1981)。由 B. Mamet (1989, 个人通讯) 鉴定的微体化石表明, 该套地层的时代属于奥萨格世 (Osagean) — 中米拉米世 (Meramecin)。据我们和 Harbaugh (1980) 测制的古流向资料表明, 该层序内沉积物的搬运方向为东和南东方向。

在盆地西侧, Diamond Range 层序主要是由薄层泥岩和具大量平行层面潜穴的粉砂岩组成。砂岩层具向上变细的粒序, 并具浊积岩中常见的沉积构造, 如槽模、变形层理和泄水构造。层面上可见定向排列的植物碎片。在许多砂岩层底部有杂基支撑砾岩。砾岩层主要出现于侧向延伸稳定的地层之中, 一般呈透镜状, 并与泥岩和砂岩构成互层。砾岩均为杂基支撑, 砾石无定向性。

笔者认为 Diamond Range 层序的总体沉积环境为海底扇的中扇至外扇, 与 Harbaugh 和 Dickinson (1981) 的观点相同。在 Diamond Range 层序中, 在以泥岩为主的地层中含有薄层状砂质浊积岩层并保存有很好的鲍马序列, 底部具冲刷现象。在泥岩夹层面上的大量潜穴反映了当时处于富氧的静水环境。砂岩和砾岩复合体可被解释为进积的中扇水道充填物和漫滩沉积物。在粗碎屑层中的细颗粒层可代表水道间漫滩泥沉积物。

### Newark Valley 层序

Newark Valley 层序广泛出露于研究区的中部, 即从 Maverick Springs 山区以南至 Pogue 车站, 在 Diamond 山区西侧, 该层序位于整个剖面的中部 (图 1), 不整合覆盖于 Diamond Range 层序之上。化石资料表明, 在 Diamond 山区的 Newark Valley 层序时代为米拉米世 (Meramecian) 到中契斯特世 (Chesterian) (Gordon, 1977), 而在 Pancake 山区和 White Pine 山区该层序的时代则从晚米拉米世到中契斯特世 (B. Mamet, 1989, 个人通讯)。其资料表明古流向一般为正南方向。

Newark Valley 层序的岩性在盆地东西两侧不同。在盆地最西侧的 Diamond 山区, Newark Valley 层序厚度为 500m, 由透镜状纯砾岩、含红色和 (或) 绿色细纹层泥岩夹层的燧石岩屑砂岩以及少量粉砂质灰岩组成 (图 2)。粗颗粒层呈层状, 具槽状和板状交错层理。泥岩中常见浪成交错层理和不完全波痕。在盆地东侧的 Pancake 山区和 White Pine 山区, Newark Valley 层序的岩性主要由砾岩、砂岩和灰岩组成, 厚度为 200—400m, 泥岩极少。砾岩层呈透镜状, 有时可见大型板状交错层理。砂岩纯净, 分选好, 板状层理发育。灰岩中含有丰富的浅海动物群化石, 包括海百合、腕足、珊瑚和潟湖相微体化石 (B. Mamet, 1987, 私人通讯)。由于碳酸盐岩和硅质碎屑岩碎屑常常混生, 从而形成了独特的钙质石英岩屑砂岩或含燧石质砾石的灰岩。

横穿整个盆地, Newark Valley 层序的沉积环境变化较大, 盆地西侧为辫状河—三角洲沉积 (Mcpherson 等, 1987)。砾岩和砂岩为辫状河沉积, 包括河道复合堆积、砂坝、漫滩决口扇和小型河间砂丘。红色和绿色泥岩为三角洲泛滥平原或潟湖泥沉积。泥岩中发育未经

扰动的小型沉积构造, 缺乏化石和古土壤, 这些特征均显示了泛滥平原常常处于缺氧或咸化环境。在盆地中部和东部, 河流相砾岩和砂岩与盆地西侧的沉积特点类似, 但其中所含的灰岩夹层和化石表明该地区为浅海、泻湖沉积和开阔海循环系统, 并非泥质三角洲平原。

### Green Springs 层序

Green Springs 层序出露于从 Diamond 山区到 Butte 山的整个研究区内。在 Diamond 山区和 Pancake 山区, 该层序整合覆盖于 Newark Valley 层序之上; 而在 Pancake 山区以东, 该层序则以不整合覆盖于 Newark Valley 层序或 Diamond Range 层序之上。Green Springs 层序包括大部份或全部 Ely 灰岩。在整个盆地范围内, 含大量硅质碎屑岩的 Green Springs 层序厚度为 300—400m。Green Springs 层序 (diamond Peak 组) 和下 Ely 灰岩的时代为晚契斯特世和莫惹世 (Morowan) (gordon1971; B. Mamet, 1989, 私人通讯)。

Green Spring 层序主要由纯石英砂屑岩和含薄层燧石质砾岩的生物微晶灰岩构成, 向上灰岩增多, 不含或含极少量的粉砂质泥岩。该层序中的石英砂屑岩分选、磨圆均好, 具板状交错层理, 岩层顶面为具双壳动物印痕的波状纹理。砾岩中常发育大型板状交错层理。灰岩层常由钙屑灰岩、颗粒灰岩和泥粒灰岩组成。古流向资料表明盆地东部的古流向为南西方向, 盆地西部的古流向为南东方向 (图 2)。

在含硅质碎屑岩较少且灰岩向上增多的地层剖面中, 该层序中的砾岩和砂岩为三角洲、沙嘴和远岸砂坝沉积。具板状交错层理的薄层砾岩为三角洲或砂嘴前积层沉积。分选好的纯砂岩层为三角洲-河口砂坝和滨外砂坝复合沉积。水深变化不明显。

## 层序地层: 安特勒盆地的演化

安特勒盆地的层序地层显示了该盆地至少存在着三个相继出现的沉积相体系, 它们分别以由造山运动产生的区域性和地方性角度不整合为界。因此我们可以根据层序的时限、沉积学特征以及不整合面延展的范围和程度再造盆地构造演化的基本轮廓。

在 360—350Ma 期间沉积的 Tripon Pass 石灰质浊积岩是盆地形成的最早记录 (Poole 和 Claypool, 1984)。随后 Diamond Range 层序的海底扇形成, 沉积物来源于盆地西侧, 并向东和南东方向推进。海底扇沉积结束于奥萨格世 (Osagean) 末期。碎屑的粒度分布表明海底扇体系的沉积中心位于 Diamond 山区以西。

Diamond Range 层序顶部为一个区域性不整合面, 显示在整个盆地范围内存在着构造变形。据我们观察, 层序变形并不强烈, 不整合面的倾角小于  $20^{\circ}$ 。在 Diamond 山区中部的 Walters 峡谷 (图 2 中的剖面 1), Diamond Range 层序的地层经褶皱形成一个呈南北向延伸的开阔背斜, 并被 Newark Valley 层序斜切或覆盖。不整合面之下的地层属于中米拉米世 (T. Hooter, 1990, 私人通讯), 不整合面之上的地层产有孔虫化石带 16 (属晚米拉米世或早契斯特世, B. Mamet, 1989, 私人通讯), 其间的地层缺失可能部分为剥蚀结果。

在盆地经历上升、局部露出水面和构造变形之后, 又再次下沉, 沉积了 Newark Valley 层序的沉积物, 其广布于起伏平缓的浅水陆棚地区, 该陆棚的东西两侧均有地貌障壁, 向南可能通向大海。在盆地中部, 该层序许多剖面底部的时代已被确定为早契斯特世 (340—335Ma, B. Mamet, 1988, 1989, 私人通讯)。

盆地的第二次上升的时间在 330Ma 之前,这次上升导致了盆地东部的沉积物发生变形和侵蚀,也可能导致盆地西部形成了局限性泥岩。古流向资料表明当时的物源区位于 Hamilton 山附近 (blomquist, 1971), 岩石学证据也表明侵蚀作用并没有剥蚀到老于密西西比统的地层。在 White Pine 山区的北部, Newark Valley 层序和 Green Springs 层序以低角度不整合面为界;而在 White Pine 山区的南部, Green Springs 层序则直接以不整合接触方式覆盖于 Chainman 页岩之上,推测其与 Diamond springs 层序相当(图 2)。在 diamond 山区, Newark Valley 层序和 Green Springs 层序为渐变整合接触,以泥岩沉积物的消失为界。

虽然在宾夕法尼亚纪硅质碎屑沉积物通过加宽的海底通道继续搬运到安特勒盆地,但是直到宾夕法尼亚纪晚期和二叠纪仍无证据表明有直接影响到安特勒盆地的构造变形作用 (Snyder 等, 1989)。推测 Green Springs 层序上部的地形起伏较小,因此我们认为风暴流和潮汐流穿越浅海陆棚地区对密西西比纪三角洲平原沉积物进行再造作用 (Trexler, 1989)。

## 讨 论

以上描述的层序地层为内华达东-中部的安特勒盆地构造演化提供了地质时代依据。它不但标定了造山事件的时限,而且也明确了与安特勒造山运动许多重要方面一致的地层的沉积学特征。

安特勒造山运动持续时间很长,超过了 35Ma,其可能至少由两期造山事件构成。在第一期造山事件中, Diamond Range 层序记录了海盆沉降并持续保持为边缘前陆体系的标准模式 (Ingersoll, 1988)。而 Newark Valley 层序和 Green Springs 层序则记录了后来的第二期造山事件,均反映了缓慢沉降之后的上升过程。在盆地东部,介于 Newark Valley 层序和 Green Springs 层序之间的不整合表明在连续的构造事件中盆地构造变形不断向克拉通方向迁移,这也显示了许多前陆盆地演化的典型特征 (Wiltschko 和 Dorr, 1983)。

总之,虽然从广义上安特勒盆地是一个前陆盆地,但它并不是一个标准的前陆盆地例子。仅以 Diamond Range 层序(360—350Ma)为代表的早期地层记录适合于目前流行的 Speed 和 Sleep (1982) 的边缘前陆模式,因此我们认为从 350—320Ma 期间所发生的造山运动为安特勒造山运动的第二个阶段,这也正是在目前安特勒造山运动的模式中所没有阐明的。

译自《Geology》1990, V. 18. P422—425。作者 J. H. Trexler, S. P. Nitchman (内华达大学地质科学系和新构造学研究中心)