

磨拉石与造山旋回

Molasse and the Orogenic Cycle

郝杰 Hao Jie 李日俊 Li Yuejun

中国科学院地质研究所 北京 100029

Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences

摘 要 磨拉石不是一个沉积相术语,而是大地构造学中的一个构造相,是碰撞造山带的重要组成部分,主要指造山带前陆和山间盆地中的沉积,可以是陆相,也可以是海相或海陆交互相。磨拉石发育在造山旋回晚期陆—陆碰撞造山阶段,其底部不整合标志着陆—陆碰撞时代的上限,其内部的不整合记录着陆—陆碰撞造山阶段同沉积构造作用,其顶部与代表另一个造山旋回开始的海侵初期形成的陆缘移地滨岸相沉积之间的不整合则代表着整个造山旋回的结束。

关键词 磨拉石 构造相 造山旋回 陆—陆碰撞 不整合

Abstract: Molasse is a tectofacies, but not a term of sedimentary facies. It is one of the important parts of an orogenic belt, mainly referred to the deposits in the foreland and intramontane basins, and composed of marine, nonmarine or paralic deposits. Molasse is formed during the continent—continent collision stage. The unconformity at its bottom is the upper limit of the continent—continent collision time. Those inside the molasse represent the syndepositional tectonization of the continent—continent collision stage in the late of the orogenic cycle. And the end of the orogenic cycle is represented by the unconformity between the molasse and the transgressive deposits which marks the beginning of a new orogenic cycle.

Key words: molasse, tectofacies, orogenic cycle, continent—continent collision, unconformity

1 序 言

磨拉石一词出自瑞士,用来描述发育在阿尔卑斯造山带前渊中一种特征的碎屑沉积。在中国磨拉石被定义为一种边缘拗陷和山间拗陷的典型沉积建造,以陆相为主,砾岩和砂岩占优势,岩石分选性很差,层理不规则,常见交错层和波痕,相变急剧^[1]。它是地槽发展后期阶段的产物,由于地槽的褶皱隆起,使山脉受到剧烈剥蚀,因而在山前和山间的拗陷中形成快速堆积。从这个定义也可以看出,磨拉石一词是一个单纯的沉积建造描述术语,它具有着严格的时空概念,即在时间上它的形成是与地槽褶皱隆起相伴生的,在空间上它的发育则与地槽褶皱带的山前和山间拗陷相关。但是,由于不同学科的着眼点不同,所以对磨拉石一词的理解和用法也有差异。有些研究者多强调磨拉石的岩性组合特征,因此将一些与造山带无关的粗碎屑岩建造也划归为磨拉石,如将扬子地区的下震旦统莲沱组等和泥盆系莲花山组等描述为磨拉石。有些则强调磨拉石的时间属性,常常将其解释为造山期后的沉积,作为造山旋回结束的标志。上述看法都有一定的片面性,因此有必要进一步讨论,澄清有关问题。

2 磨拉石的一般概念

在现代板块构造理论中,磨拉石被定义为造山带中的一个构造相即磨拉石是造山带的一个特定的组成部分,特指那些发育在造山带前陆和山间盆地的沉积^[2,3]。

前陆磨拉石盆地即前陆(周缘)盆地是指发育在造山带前缘与相邻克拉通之间的盆地^[4]。它形成在陆—陆碰撞过程中,是由活动大陆边缘和增生杂岩向被动大陆边缘一侧仰冲作用产生的挤压应力以及推覆体的重力使得俯冲的被动大陆边缘下凹形成的。盆地形成的早期阶段,盆地较深,多为海相沉积。随着仰冲作用的持续,盆地逐渐向俯冲大陆一侧迁移,盆地变浅,沉积演化为浅海滨海相和山前冲洪积或湖相。仰冲作用还使得靠近造山带前缘早期磨拉石沉积发生变形、变质作用,并推覆到晚期磨拉石沉积之上。由于同沉积的构造作用,因此在磨拉石沉积中可发育有多个不整合。该盆地的基底为俯冲的被动大陆板块边缘,两者之间多为不整合。

山间磨拉石盆地发育在造山带核部变质岩系(活化盖层、活化基底、蛇绿混杂岩、仰冲结晶基底等)之上,主要为陆相粗碎屑沉积。该盆地形成主要与大型走滑断裂有关,分布较为局限,主要发育在陆—陆碰撞阶段的中、晚期。

从上述磨拉石盆地形成以及沉积和构造演化过程可以总结如下几点结论:

- (1) 磨拉石是一个构造相,是碰撞造山带的重要组成部分;
- (2) 磨拉石沉积可以是海相,也可以是陆相或海陆交互相;
- (3) 如果以大陆板块发生碰撞这一时刻作为标志将一个连续的造山作用过程划分为洋—陆俯冲造山和陆—陆碰撞造山两个造山作用阶段的话,磨拉石则是陆—陆碰撞造山阶段的沉积,它记录着该阶段造山作用与盆地的形成、演化以及构造改造的全部过程;
- (4) 前陆磨拉石沉积的出现标志着陆—陆碰撞造山作用的开始,因此其底部的不整合可作为推测陆—陆碰撞事件发生的时代上限的依据之一,其内部的不整合则是同沉积的构造作用的记录,不应作为造山期或造山幕的划分标志。

3 磨拉石与造山旋回

在现代板块构造理论中,造山旋回系指由大陆裂解→大洋生成→洋—陆俯冲造山阶段→陆—陆碰撞造山阶段完整的过程即威尔逊旋回。由此可见,形成在陆—陆碰撞造山阶段的磨拉石是造山旋回晚期的产物,而不是造山旋回结束的标志。磨拉石底部的不整合只是陆—陆碰撞事件的标志,而作为造山旋回结束的标志应是代表另外一个造山旋回开始的海侵初期形成的陆缘移地滨海相沉积与磨拉石以及造山带变质岩系和板内稳定沉积地层之间的不整合或假整合。

实例:关于晋宁造山旋回与震旦系底界问题

晋宁运动系由德国地质学家米士^[5]根据在云南晋宁地区发现的澄江砂岩与昆阳变质岩系之间的不整合提出的。由于昆阳变质岩系为扬子基底的组成部分。因此一般将扬子基底形成的过程称为晋宁造山旋回,并将澄江砂岩及其相当的地层如莲沱砂岩、硐门砂岩、休宁砂岩、志棠砂岩等划归为沉积盖层即另一个造山旋回的一部分,归属下震旦统。但是,也有些研究者则将澄江砂岩等视为晋宁造山运动的磨拉石,将其划为扬子基底的一部分,主张扬子地台沉积盖层应以南沱冰碛岩底界的代表澄江运动的平行不整合面作为划分标志,并将这个过程称作扬子造山旋回^[6,7]。上述两种观点的分歧点是如何认识“澄江砂岩”的构造属性即“澄江砂岩”是磨

拉石,还是沉积盖层的开始。

地层对比研究证实,“澄江砂岩”分布广泛而稳定,呈层状产出在扬子和江南(除康滇、崆岭等古陆区外)地区,其下伏地层可以是造山带变质岩系如双桥山群、上溪群、双溪坞群等,也可以是板内稳定沉积如神农架群和古陆块基底如崆岭群以及与碰撞造山作用密切相关的S型花岗岩如九岭花岗岩、休宁花岗岩、峨山花岗岩。沉积岩相研究显示,(1)在康滇、崆岭古陆边缘,该套砂岩为近滨岩的河流及冲洪积相,夹有滨岸相沉积,如莲沱组、澄江组;(2)在扬子与江南接触的地区,该套砂岩为冲洪积和滨岸相沉积,如皖南的休宁组、浙西的志棠组;(3)在江南地区,该套砂岩为进积型沉积序列即底部为陆相冲洪积沉积,向上变为滨岸相和浅海或半深海相沉积,如板溪群、丹州群等。“澄江砂岩”的上述特征表明其是在ES→WN海侵初期,在夷平面上形成的陆缘移地滨岸相沉积,而不是磨拉石。

通过对江南晋宁碰撞造山带的研究,笔者认为晋宁造山旋回的磨拉石应是指那些呈大型楔状或透镜状不整合夹持在上元古界板溪群、洞门组、休宁组、志棠组等与中元古界冷家溪群、双桥山群、上溪群、双溪坞群等造山带变质岩系之间的陆相碎屑夹火山岩沉积,如沧水铺群、落可栋群、沥口群、神功群、翁家岭群等^[8]。这些地层的发育仅与江南碰撞造山带有关。它们分布范围局限,沉积物主要为造山带变质岩系及花岗岩,为洪积、河流、湖泊相沉积,其中的火山岩与晋宁碰撞造山作用有关的花岗岩如九岭花岗岩具有一定的亲缘关系。该地层内部还发育同沉积构造作用形成的不整合,如神功群中的虹赤村组与下伏骆家门组之间的不整合。整套地层具有一定的变形、变质作用,因此,它与下伏造山带变质岩系和上覆沉积盖层之间均为不整合。上述特征显示着这些地层的发育与晋宁碰撞造山作用密切联系,由此推论它们应是晋宁造山旋回中的磨拉石,而不是另一个造山旋回的沉积(马瑞士等,1977年,王自强等,1986)。

根据上述认识可以给晋宁造山旋回定义:晋宁造山旋回代表着扬子板块基底的形成过程,其结束的标志应是代表另一个造山旋回开始的海侵初期形成的陆缘移地滨岸相沉积即澄江砂岩等的底界不整合面,作为磨拉石的落可栋群等的底界不整合面反映的是“扬子古陆块”与“东南古陆块”^[8]陆—陆碰撞事件发生时代的上限,而其内部的不整合反映着晋宁陆—陆碰撞造山阶段的同沉积构造作用。根据磨拉石地层时代如翁家岭群中火山岩的U-Pb年龄为902Ma^[9]和与碰撞造山作用相关的S型花岗岩成岩年龄如九岭花岗岩的⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄为937.1±6.4 Ma^[10]、休宁花岗岩的Rb/Sr年龄为963±6Ma,U-Pb年龄为928Ma(安徽地科所,1987)以及陆缘移地滨岸相沉积的地层时代如莲沱组下部凝灰岩的U-Pb年龄为748±12Ma(宜昌地科所,1982)推测,晋宁造山旋回中的陆—陆碰撞事件大致发生在950Ma,造山旋回结束时代大致在800Ma,也就是说,晋宁造山旋回中的碰撞造山阶段大致持续了150Ma。

参 考 文 献

- 1 地质部地质辞典办公室.地质辞典(一),普通地质、构造地质分册(下册)北京:地质出版社,1983:120
- 2 K. J. Hsu, The concept of tectonic facies. Bulletin of the Technical University of Istanbul, Vol. 44, No. 1~2, 1991:25~41
- 3 李继亮. 碰撞造山带大地构造相,“现代地质学研究文集(上,南京:南京大学出版社,1992:9~21
- 4 W. R. Dickinson, Plate tectonics and sedimentation. In: W. R. Dickinsoned., Tectonics and Sedimentation. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ. 1974:1~27 (下转第185页)

侵作用(dunderplating)形成酸性端元的富钠花岗质岩石,二者没有过渡。晚太古代(28~25 亿年),板块体制出现后,陆壳的增生除了这二种方式外,一种全新的岛弧型岩浆作用出现了:由大洋裂谷上涌的玄武质岩石随大洋板块俯冲至大陆边缘的地壳之下,在 30~40km 处发生部分熔融(由于大洋物质的含水性加剧了这一过程),导致了岛弧型钙碱性岩浆作用,其特点是以中性成分的安山—英安质岩石为主。这一方式加速了陆壳形成的过程,是晚太古代以来大陆地壳增生的主要方式。

如果说,当年板块构造理论的提出是地学的一次革命的话,那么可以毫不夸张地说地史早期(28~23 亿年)板块体制的出现赋予了地球新的生命力。

参 考 文 献

- 1 Stanley R. Hart & Levent Gulen (Editor), Crust/Mantle Recycling at Convergence Zones. Kluwer Academic Publishers, 1987; 1~28
- 2 S. R. Taylor & S. M. McLennan, The Continental Crust: its composition and evolution, an examination of the geochemical record in sedimentary rocks. Blackwell Scientific Publications, 1985
- 3 R. A. Lange et al Potassic volcanism near Mono basin, California: Evidence for high water and oxygen fugacities inherited from subduction, *Geology*, 1993; 21: 949~952
- 4 J. Selverstone & D. S. Gutzler, post-125 Ma carbon storage associated with continental-continental collision, *Geology*, 1993; 21: 885~888
- 5 陈衍景. 23 亿年前地质环境突变的证据及若干问题的讨论. *地层学杂志*, 1990; 14(3): 178~186
- 6 陈衍景, 邓健. 华北克拉通南缘早前寒武纪沉积物稀土地球化学特征及演化. *地球化学* 1993, (1): 93~104
- 7 Hambrey, M. J. & Harland, W. B., *Earth's pre-Pleistocene Glacial Record*. Cambridge, London, 1981
- 8 Frakes, L. A., *Climates Through Geologic Time*. Elsevier, Amsterdam, 1979
- 9 Burdett, J. W. et al Did major changes in the stable isotope composition of proterozoic seawater occur? *Geology*, 1990; 18(3): 227~230

(上接第 188 页)

- 5 米士. 云南中东部震旦纪地层(英文). *中国地质学会志*, 1942
- 6 黄级清. 先前寒武纪划分问题. *地质论评*, 13 卷, 1948
- 7 任纪舜, 姜春发等. *中国大地构造及其演化*. 北京: 科学出版社, 1980
- 8 郝杰, 李日俊等. 晋宁运动和震旦系有关问题. *中国区域地质*, 1992(2): 131~140
- 9 余达金. 江西及其邻区前寒武纪地壳演化. *江西地质*, 2(2): 190~195
- 10 胡世玲等. 据 $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 快中子年龄新资料讨论震旦系底界年龄. *地质科学*, 1989(1)