

磨拉石与全球构造

夏邦栋 方中 吕洪波 于津海

(南京大学地球科学系)

磨拉石可定义为以碎屑沉积为特征的、在隆起的山体前缘快速堆积的沉积组合。依其动力学背景,可分为三种类型:1.离散(拉张)型,与陆壳的破裂相关;2.聚敛(挤压)型,与岩石圈板块碰撞相关;3.转换(剪切)型,与受走滑断层控制的拉裂盆地有关。上述三类磨拉石与威尔逊造山旋回模式之间有着成因联系。表现为:1.威尔逊旋回的不同阶段形成不同类型的磨拉石;2.由于板块的动力学和运动学差别,不同的磨拉石有着各自的特殊性;3.由于地壳中元素的迁移和富集,导致不同的磨拉石中形成不同的矿产。

自海姆1919年将磨拉石用于描述阿尔卑斯山麓堆积的渐新世沉积物以来,磨拉石这一术语已广泛用于表示巨大山体经风化剥蚀后在其前缘的堆积物。因其中产出有丰富的油气资源以及其它矿产,故磨拉石研究受到地质界的广泛重视。

但是,在理解和使用磨拉石这一概念时人们的认识逐渐发生了分歧。一种看法认为,磨拉石所代表的山体只是阿尔卑斯式褶皱造山带(构造背景单一),确定某种沉积组合是否为磨拉石的前提是它是否具备阿尔卑斯式的构造背景,这一看法在西方流行很广(Van Houtan, F.B., 1973—1976; Pettijohn, F.J., 1975)。另一些人认为,磨拉石是巨大山体的剥蚀产物,但磨拉石所代表的山体具有多种成因,包括褶皱造山带、活化造山带及裂谷带等(构造背景多样),确定某种沉积组合是否为磨拉石,不是以先知其构造背景为前提,而是根据该沉积组合的性质和特征,并且通过确定磨拉石存在并研究其特征以达到揭示它所代表的具体构造背景之目的(Mazarovich, O.A., 1972; Леонов, Ю.Г., Мазарович, О.А., 1975)。这一看法在苏联及我国受到很大重视。笔者以为,磨拉石研究的理论意义是为了判识造山带的存在并重建造山作用历史,因而磨拉石的沉积学研究也就成为研究大地构造的重要途径。如果要求先知道岩石组合的构造背景再来确定它是否为磨拉石,那么通过磨拉石研究来判识造山带存在的意义就尽行丧失。况且,许多古造山带于今已在地貌上消失,或已被后继的地质作用所改造,致面目全非。这些造山带本身已难以提供充分的资料来说明其性质。此外,造山带的性质按照板块构造的理论也决非只是阿尔卑斯式一种,而是多种。因此笔者认为理应坚持关于磨拉石概念的第二个方向。这样,磨拉石的研究才真正具有丰富的构造内涵,从而为沉积-大地构造研究提供一种有效途径。

基于上述分析,笔者认为,磨拉石可以定义为:它是在隆升山体前缘快速堆积的以碎屑沉积为特征的相关性沉积组合。这一定义突出了磨拉石沉积作用的快速性、组成物

质的碎屑性以及其堆积作用与山体隆升和剥蚀作用的相关性，这是磨拉石具有的第一位特征。至于磨拉石的沉积环境、粒度是下粗上细或下细上粗、内部结构、含火山物质的状况、红色或灰色等不作为定义的内容。因为这些内容反映的是构造背景的变化性和多样性，属于第二位的特征。这一定义从实质上遵循了海姆最早对阿尔卑斯渐新世磨拉石形成条件（即沉积作用与山体隆升和剥蚀的相关性）的基本认识，同时又包容了当前国内外研究者从构造方面所赋予磨拉石的内涵（即本定义中所强调的沉积作用的快速性与沉积物的碎屑性）。

根据此定义便可以按山体形成的动力学环境和相关的构造背景将磨拉石进行分类，从而为识别磨拉石所反映的构造背景提供沉积-大地构造学准则。

众所周知，全球构造的动力学环境有拉张、挤压与剪切三种基本类型，因而磨拉石也可以划分为相应的三个基本类型和相关的构造背景。

1. 拉张型

大陆地壳受热拱起或受力引张后，发生张裂和差异性陷落，形成地堑（地堑群）及相关的旁侧或周边山体。其地形的反差可达2—5km，而且山体的隆起与堑沟的陷落相伴相随并不断加强，从而具备了形成磨拉石堆积的基本条件（Милоновский, Е.Е., 1976; Грачев, А.Ф., 1977）。相关的构造背景可以是陆内裂谷，也可以是以山弧为代表的弧后因扩张作用而形成的垒堑构造带。沉积物近堑沟边缘者粗，常出现砾岩，向堑沟轴部变细。堑沟两侧可能出现较为对称的沉积体系。沉积厚度大。主要沉积类型为山麓堆积、洪积、辫状河流沉积、湖泊沉积，剖面的中上部常常出现泻湖、海湾以及浅海沉积。古流向为横向。沉积过程中有火山活动，地壳变薄，常具有地幔垫。构造变形在近地堑边缘较强，向盆地中心变和缓。早期发育正断层和犁式断层，后期它们常转变为逆冲断层。磨拉石的下伏建造性质多样。磨拉石与基底之间为明显不整合接触。后磨拉石为泥质沉积或碳酸盐沉积。

本类型磨拉石中属于陆内裂谷背景者，基底为克拉通，沉积组合中出现碱质火山岩或双模式火山岩；属于弧后垒堑构造带者，基底为较年轻的造山带，磨拉石沉积物的组成与钙碱火山岩有亲缘关系。

前者如我国东部沿郯庐裂谷带呈NNE向长条状展布的侏罗—白垩系，它们是陆相成因的紫红色砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩以及偏碱性的火山岩组合。厚度达5000—6000m。早期的沉积速率为40—60m/Ma；晚期沉积速率上升为140m/Ma（许志琴等，1982）。这套磨拉石沉积以强烈的不整合关系覆盖在前寒武系或古生界之上，有长期沉积间断。国外如贝加尔裂谷中厚达5000—7000m的新第三纪及第四纪陆相砂砾岩组合。H.A. 洛加乔夫将其下部称为含煤类磨拉石，上部称为磨拉石。其沉积速率达240—320m/Ma。磨拉石以强烈不整合产出在前寒武纪地层之上。后者如美国西部盆岭地区呈SN向延展的弧后裂谷带于中新世末期发育的陆相沉积，包括砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩组合。其早期沉积物中富含钙碱性火山岩，总厚度约2500m，沉积速率达110m/Ma。磨拉石是在完成于老第三纪的年轻造山带基础上发展的裂谷带中堆积的。我国东南部浙闽沿海巨厚的中新世红色砂砾岩沉积很可能属于这种类型，其中也富含钙碱性火山岩。

2. 挤压型

两岩石圈板块拼贴、碰撞时所产生的挤压力,使地壳的某一部分隆起成山,在山体的前缘堆积磨拉石。与此相关的构造背景有两种:一种是与褶皱造山带相伴随的前陆盆地,即狭义磨拉石的构造背景。由于受到横向挤压作用,在磨拉石的堆积过程中,盆地轴部不断向克拉通方向迁移。沉积体为带状,其延展方向与造山带的走向平行。盆地横剖面不对称。近山麓侧沉积物粗,有巨厚砾岩发育,远山麓侧沉积物较细,且厚度向克拉通方向迅速变薄。沉积体横剖面为楔形,古流向为横向。沉积物类型由下向上由海相变为陆相,其中潮坪沉积与辫状河流沉积很为特征。火山物质可有可无,无典型意义。地壳较厚,基底为陆壳。磨拉石与基底之间的接触关系在近山麓侧为不整合,在远源端为假整合,沉积间断期短。下伏建造在近山麓侧常为复理石,在远源端下伏建造具有克拉通的性质。构造变形在近山麓侧强烈,向克拉通方向逐渐减弱(夏邦栋等,1988),如我国祁连山北麓中晚泥盆世的陆相砂砾岩沉积组合,其厚度最大达3500m,沉积速率约127m/Ma。在近山麓带,磨拉石不整合在早古生代的复理石之上。在国外见于阿尔卑斯北麓中新统一上—更新统。为以陆相为主的砂砾岩组合,含火山岩,厚度达4000余米,沉积速率为225m/Ma,与下伏老第三系复理石为不整合接触。

挤压型的另一种构造背景是复活的古造山带山前盆地。在板块碰撞挤压力的远距离效应下,板内已经夷平的古造山带重新隆起成山,磨拉石堆积在复活山体的前缘。磨拉石盆地的横剖面不对称。其沉积特征与构造变形特征和前陆盆地背景相似。下伏建造的性质多样,与下伏地质体为整合或不整合接触。如我国昆仑山前上新世—更新世磨拉石、天山南麓及北麓上新世—更新世磨拉石、祁连山前上新世—更新世磨拉石等。它们的厚度均达2000—3000m,砾岩发育。其沉积速率达400—600m/Ma之巨。根据黄汲清等研究,这些磨拉石都是在中新世已达夷平的地面上各古造山带重新强烈隆起而在其山前堆积的。而古造山带的复活与快速上升是与印度板块向北漂移碰撞所产生的强大压力相关(黄汲清等,1979)。

3. 剪切型

磨拉石堆积在沿巨大走滑断层的走向弯曲段发育的拉裂盆地(Pull-apart basin)中。盆地常为菱形,很深,边缘为断裂围限。环绕盆缘出现砾岩,主要为洪积、冲积以及山麓堆积;向盆地中心快速转变为海相或湖相砂与泥质岩。古流向为纵向及横向。沉积厚度特别大。典型实例是堆积在沿圣安德列斯转换断层带发育的里脊盆地(Ridge basin)内的中新世—上新世沉积。其厚度达12000m。盆底凹陷深度达4000m。环盆缘为冲积扇砾岩、角砾岩及砂岩,最大砾径达2m;盆地中部相变为湖相及海湾相页岩。盆缘沉积(属沉积体的较下部)较盆中心沉积(属沉积体的较上部)所受的构造变形明显,说明圣安德列斯断裂在沉积作用的同时是在不断活动的(Crowell, J.C., 1974)。挪威西海岸地区的泥盆纪老红砂岩型沉积是另一实例(Oftedahl, Chr. 1980)。该区早—中泥盆世沉积堆积在受断裂所围限的一系列菱形盆地之中。其中霍里仑盆地(Horlenen basin)的沉积厚度达25km。环盆缘为扇砾岩,盆地中心变为洪积平原相和湖相

砂岩，古流向为纵向。

上述磨拉石分类反映出磨拉石形成的多种构造背景，同时还进一步表明磨拉石的形成作用与反映海洋开闭规律的威尔逊造山旋回模式有内在联系，展示了磨拉石形成的全球构造背景。其主要结论是：

(1) 在威尔逊旋回的主要演化阶段均可以形成磨拉石。演化早期，形成陆内裂谷型磨拉石；演化中期，形成弧后垒堑构造型磨拉石；演化晚期，形成前陆盆地型磨拉石以及古造山带复活型磨拉石。至于拉裂盆地型磨拉石的形成则可能与以上所有其他类型的构造背景在动力学方面有伴生联系。

(2) 各类磨拉石都是在新生山体快速隆升和剥蚀的条件下形成的，因此在沉积学方面显示的共同点是沉积速率高、碎屑粒度粗、古流向显示出与山体所在方向和位置的密切联系、沉积物的成熟度不高、以陆相为主的特征性沉积环境等。同时，不同种类的磨拉石所代表的板块活动的动力学和运动学状态不同，故又显示出各自的差异（表1）。根据这些差异可以判识其相应的构造背景。

表1 不同类型磨拉石的特征

动力环境	拉 张		挤 压		剪 切
构造背景	陆内裂谷	弧后区	前陆盆地	复活造山带	拉裂盐地
物源区性质	克拉通	火山弧	褶皱造山带	复活造山带	不定
砾 岩	多层，出现在盆缘	在堑沟边缘很发育	在近缘端很发育	在近源端很发育	环盆四周普遍发育
火山岩	碱性及双模式火山岩	与钙碱系列火山岩有关	无典型意义	无典型意义	无典型意义
初始沉积环境	陆	陆	海	陆	陆
特征性沉积环境	陆，浅海上部	陆	浅海上部、陆	陆	陆，浅海上部
古水流方向	横 向	横 向	横 向	横 向	多 向
产 状	条带状，较规则	条带状，较不规则	条带状楔形	条带状楔形	点状，菱形
前磨拉石沉积性质	不定	不定	常为复理石	不定	不定
与下伏层的关系	不整合，间断期长	不整合，间断期短	不整合到假整合，间断期短	不整合，间断期不定	不整合，间断期不定
地壳特征	陆壳变薄	陆壳变薄	陆壳变厚	陆壳变厚	陆壳变薄
在板块中的位置	板 内	板 缘	板 缘	板 内	板内或板缘

(3) 文献中所见的类磨拉石、似磨拉石以及红色建造等术语缺乏明确定义（无人下过明确定义）；而地裂型磨拉石、陆内磨拉石、边缘磨拉石等术语又缺乏统一的分类标准。因而，这些术语在沟通作者与读者的认识，交流学术思想方面的作用难以充分发挥，甚至会引起概念上的混乱，使人难以获得要领。笔者建议的磨拉石分类似乎包容了前述诸术语的基本内涵。如类磨拉石、地裂型磨拉石实质上就是拉张型磨拉石，边缘磨拉石就是挤压型磨拉石，似磨拉石就是其中粒度较细者，陆内磨拉石、红色建造似乎就是裂谷型磨拉石或复活造山带型磨拉石等。因此笔者建议的这一磨拉石分类提供了一个使磨拉石分类系统化的基础。

(4) 在威尔逊旋回的不同演化阶段，地壳中元素要发生规律性的迁移与富集从而形

成有关矿产。因此可以预测,上述不同类型磨拉石中会有规律地出现不同类型的矿产。如陆内裂谷型中可能有层状Fe、Cu、Pb、Zn、Ag、Mo、与蒸发岩有关的矿产,以及与岩浆活动有关的Ni、Pt、Cu等矿产。弧后垒堑构造型中可能有层状Cu、U、V、与蒸发岩有关的矿产,以及与岩浆活动有关的W、Sn等矿产。另外在气候适宜以及时代条件具备的情况下,各类磨拉石中皆可形成盐类、煤与石油。这些规律性已为国内外的大量事实所证明,是毋庸置疑的。因此对磨拉石及其构造背景的研究是提高矿产勘查工作的科学性和预见性的重要途径,在我国尤需加强这方面的研究工作。

(收稿日期:1989年1月3日)

参 考 文 献

- [1] Van Houtou, F.B., Geological Society of American Bull., 84(1973-1976), 6.
- [2] Pettijohn, F.J., Sedimentary Rocks. Third edition. 1975, P. 580-583.
- [3] Mazarovich, O.A., Geotectonics, 1972, 2, 14-22.
- [4] Леонов, Ю.Г., Мазарович, О.А., Геотектоника, 1975, 2, 46-59с.
- [5] Милоновский, Е.Е., Рифтовые Зоны Континентов. Издательство "Недра", Москва, 1976, 262с.
- [6] Грачев, А.Ф., Рифтовые Зоны Земли, Издательство "Недра", Москва, 1977, 247с.
- [7] 许志琴、张巧大、赵民, 1982, 中国科学院院报, 第4号, 17—44页。
- [8] 夏邦栋、方中、于津海, 科学通报, 33(1988), 687—689.
- [9] 黄汲清、陈炳蔚, 1979, 国际交流地质学术论文集(1), 构造地质, 地质力学, 地质出版社, 1—12页。
- [10] Crowell, J.C., In "W.R. Dickinson (ed.) Tectonics and Sedimentation." Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 1974, 190-204.
- [11] Oftedahl, Chr., In "Geology of the European Countries. Denmark, Finland, Iceland, Norway, Swedan." BORDAS and 26th International Geological Congress. 1980, 349-455.

MOLASSE AND GLOBAL TECTONICS

Xia Bangdong Fang Zhong Liu Hongbo Yu Jinhai

(Department of Geoscience, Nanjing University)

Abstract

Molasse is a sedimentary assemblage which is characteristic of clastic sediments and rapid accumulation on the front of mountain mass. There are three types according to their dynamic backgrounds, 1. divergence (stretching) type, related to the crustal cracking, 2. convergence (compressional) type, related to the collision of lithospheric plates, 3. transformational (shearing) type, related to stretch-rifting basin controlled by strike-slip faults. The three types of molasse are genetically related to the models of Wilson mountain building cycles, on the account of, 1. different types of molasse formed in different stages of Wilson cycles, 2. each type of molasse has its own peculiarities, due to the differences in dynamics and kinematics of plates, 3. different mineral products formed in different molasses because of the displacement and enrichment of the elements in the crust.