

白彦砾岩的形成时代及砾石组构特征分析

王照波¹, 刘安同², 王庆军¹

(1. 山东省第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276006; 2. 临沂市国土资源局, 山东 临沂 276006)

摘要:通过对白彦砾岩中孢粉取样鉴定及其砾石组构的统计研究, 孢粉组合特征显示其形成时代为中侏罗世, 并非通常认为的古近纪。砾石组构特征显示为湖滨相或海滨相成因, 砾岩中金刚石特征显示与蒙阴常马金刚石原生矿的相似性。综合分析认为, 白彦砾岩形成于中侏罗世鲁西地区单断拉分盆地诞生之前, 应为三台组沉积之前的沉积物。白彦砾岩沉积时代的确定, 对恢复该区岩相古地理、确定金刚石原生矿的剥蚀与搬运等都具有重要意义。

关键词:白彦砾岩; 孢粉组合; 砾石组构; 中侏罗世

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

0 引言

1972年, 山东省第七地质队在平邑地区进行金刚石普查工作, 追索水系沉积物中金刚石来源时发现一种含金刚石的砾岩, 多被称作“含金刚砾岩”、“山顶砾岩”、“燧石砾岩”、“白彦砾岩”。此后山东省第七地质矿产勘查院对其投入了大量的工作, 先后在在该区发现了274处白彦砾岩, 选获了4516颗金刚石, 总重量达到90745mg。

由于砾岩中所含金刚石风化后四处扩散, 成为该区金刚石原生矿找矿工作的干扰源。但是若查清这种古老砾岩的形成时代、物质来源、成因等则又对鲁西金刚石原生矿的寻找具有重要的指导意义。对于该砾岩的形成时代、成因, 自其被发现后就多有争论, 形成时代有晚奥陶世—早石炭世^①、古近纪—第四纪^{②③④}等认识。就其成因则存在河流、湖泊、滨海以及风成等多种认识。1990年区域地质调查工作中宋奠南等将这种砾岩命名为白彦组^④, 形成时代确定为上新世—早更新世, 认为是河流相沉积物。《山东省岩石地层》则引用了该观点^[2,3]。该文参考了山东省第七地质矿产勘查院在该区多年金刚石普查工作积

累在上述大量原始资料, 并于2011年对该区白彦砾岩采取孢粉样进行鉴定, 多个白彦砾岩样品中孢粉组合特征均指示其形成时代应为中侏罗世。

1 区域分布特征及地质特征

白彦砾岩主要分布于鲁西隆起区的白彦凸起、蒙山凸起、临沂凸起、马牧池凸起上的寒武—奥陶纪灰岩出露区, 分布面积约4万km²。砾岩分布严格受寒武—奥陶纪灰岩中岩溶负地形的控制^[4]。砾岩出露的海拔高程从80~600m不等。但在同一构造单元上, 沿凸起延伸方向的相邻砾岩点高程较为接近。

1.1 砾岩体的形态

区内所见砾岩均充填在溶槽、溶沟、溶斗、溶洞等不规则岩溶负地形中。由于岩溶空间形态多样, 所产砾岩体形态也多种多样。

1.2 砾岩的物质组成

砾岩的物质组成大同小异。砾岩由碎屑和胶结物构成。碎屑以褐黄—棕黄色燧石砾为主, 乳白色—灰白色燧石次之。胶结物以灰白色钙质为主, 两者混杂分布, 致使整个砾岩以褐黄、棕黄、灰白色

* 收稿日期: 2011-06-15; 修订日期: 2011-07-01; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 王照波(1971—), 男, 山东平邑人, 工程师, 主要从事矿产勘查与成矿研究工作; E-mail: lwzb@163.com。

①山东省第七地质矿产勘查院, 刘文美, 关于白彦地区金刚石来源的看法, 1983年。

②山东省第七地质矿产勘查院, 杨达远, 山东省白彦地区含金刚砾岩物质来源研究报告, 1978年。

③山东省第七地质矿产勘查院, 程新民, 山东省老第三纪含金刚砾岩和金刚石找矿方向研究, 1988年。

④山东省第七地质矿产勘查院, 宋奠南, 山东省费县等三幅1:5万区域地质调查报告, 1990年。

调占主导地位。

砾岩的砾石含量一般占 50%~80%，砂质含量一般少于 5%，但少数砾岩体或同一砾岩的不同部位，砂与砾的含量不均一，个别可达到含砾砂岩。燧石、铁质和石英碎屑普遍存于砾岩体中，灰岩碎屑则时有时无，含量不稳定，多为近源物质。长石、绿帘石等其他矿物碎屑，含量很少，一般不超过 3%。

从砾岩的物质成分来看，燧石含量最高，占碎屑含量的一半以上，其次为铁质结核，石英含量居第 3 位，三者含量已超过总碎屑量的 97%，显示出较高的成分成熟度。

1.3 砾岩的砾石特征

砾岩中砾石的粒度大小不统一，不同砾岩点的燧石砾的粒度有所不同。如周家庄、吴家庄、普救山、赤梁院和泉子山砾岩砾石平均粒径分别为 4~10 mm, 2~8 mm, 4~5 mm, 2~3 mm 和 4 mm。燧石砾岩的形状也存在有大同小异的情况。砾石形状以圆球、扁球体为主。白彦砾岩的胶结物有 3 种，分别为钙质、铁质和粘土质。

2 物质特征及其来源分析

2.1 所含金刚石特征

白彦砾岩中所含金刚石的颜色，据 4 383 颗金刚石的统计结果表明，其中无色的占 44.09%，淡黄色的占 37.85%，浅绿色的占 10.14%，浅棕黄色的占 5.91%，浅灰色的占 1.6%，褐黄色、乳白色的占 0.35%。与常马、西峪原生矿带中产出的金刚石颜色组合较为一致。金刚石晶体形态有 10 余种，其中曲面菱形十二面体占 45.55%，阶梯状八面体占 39.41%。八面体与菱形十二面体聚形占 10.20%，平面八面体占 3.15%，熔蚀边八面体占 0.2%，另有少量立方体类的曲面四六面体。立方体与曲面菱形十二面体聚形、阶梯状八面体与立方体聚形以及连生体次之（其平均含量为 27.3%），这与已知两矿带中金刚石晶体形态组合是一致的。白彦砾岩中选获的金刚石大于 0.5 mm 粒级的有 3 099 颗，其中 -8+4 mm 粒级的占 0.93%，-4+2 mm 粒级的占 2.89%，-2+1 mm 粒级占 31.06%，-1+15 mm 粒级的为 66.02%。-0.5+0.2 mm 粒级的 1 417 颗没有参加统计。它占金刚石总颗数的 31.38%，全部金刚石粒度平均重量为 2.01 mg。将它与已知矿

带中的金刚石粒度进行比较，粒度较为接近。

2.2 含铬镁铝榴石

区内 21 处白彦砾岩选到了镁铝榴石，有时砾岩点选到 1 颗，有的几颗。少数选获几十颗，个别的选到几百颗，颗粒从 0.1~4 mm。颜色多呈浅紫红色、浅玫瑰色。少数为紫红、黄色，表面蚀像不发育。折光率在 1.739~1.754。极少数遭受强烈磨损，呈次圆—圆状，多数磨损轻微。选择 20 个代表性的样品，作电子探针分析，其化学成分与非金伯利岩所含镁铝榴石的特征相似。

2.3 铬铁矿

平邑县周家庄、紫草峪、枣庄市梁山砾岩、滕县楼山砾岩中发现有铬尖晶石。呈不规则状、柱状、折光率小于 2.1。经电子控针分析， Cr_2O_3 小于 50%， Al_2O_3 低于 29%，属低铬铬铁矿，为非金伯利岩供源矿物。

白彦砾岩中金刚石的多项特征与蒙阴原生矿中金刚石显示出较高的一致性，从而确定了白彦砾岩中所含金刚石绝大部分来自于蒙阴原生矿或来自与蒙阴原生矿同源同期的未知原生矿。但是金刚石的特征性伴生矿物镁铝榴石与铬铁矿则显示了非原生矿供源的特征，且表现为近源特征。这种非同源特征，表现出金刚石的供源较远，在金刚石与伴生矿物一起风化分散后，搬运到一定距离，不抗磨的伴生矿物则较早地消失了。根据蒙阴金刚石原生矿伴生矿物的运移距离研究，铬铁矿在搬运 23 km 后即趋于消失。

3 孢粉组合特征及其形成时代分析

白彦砾岩中古生物化石较为稀缺，到目前尚未在其中采集到有意义的化石标本供参考。因此导致了对其形成时代的长期争论。该次研究工作共选择了平邑赤梁院砾岩与周家庄砾岩 2 个点进行了孢粉样的采集，共采集了 8 块样品，赤梁院采集了 5 块，周家庄采集了 3 块。由于孢粉颗粒细小，极易受到外来孢粉的污染，该次孢粉样品的采集选择的岩石都为新鲜岩石，且确保岩石所有的面都需是新鲜面，岩石中不能有裂隙存在。采集后用薄膜立即封存，样品由中国科学院南京地质古生物研究所尚玉珂教授鉴定。8 件样品中，只有 3 件存在可鉴定的孢粉，鉴定情况如下：

CBF1 样品:

孢粉名称	粒数
南方桫欏孢 <i>Cyathidites australis</i> Coupr 1953	5
小桫欏孢 <i>Cyathidites minor</i> Coupr 1953	1
斑纹斑纹孢 <i>Maculatisporites maculates</i> Doring 1965	1
科矛姆棒瘤孢 <i>Baculatisporites comaumensis</i> (Cookson) Potonie 1956	1
三角棒瘤孢 <i>Conbaculatisporites</i> sp.	1
三角锥刺孢(未定种) <i>Acanthotriletes</i> sp.	2
疏散三角块瘤孢 <i>Converrucosisporites sparsus</i> Shang 1981	5
三角块瘤孢(未定种) <i>C.</i> sp.	2
威氏紫萁孢 <i>Osmundacidites wellmanii</i> Couper 1953	3
三角锥瘤孢(未定种) <i>Lophotriletes</i> sp.	1
旋脊孢(未定种) <i>Duplexisporites</i> sp.	2
网纹苏铁粉 <i>Cycadopites reticulates</i> (Nilsson) Ajang 1975	2
明亮银杏粉 <i>Ginkgocycadophytus nitidus</i> (Balme) De Jersey 1962	1
原始松粉(未定种) <i>Protopinus</i> spp.	4
克拉梭粉(未定种) <i>Classopollis</i> sp.	2

该样品含一定量孢粉,但保存很差,经努力辨认与鉴定,见上述属种,其中,大部分为中生代常见分子,如 *Cyathidites*, *Osmundacidites*, *Duplexisporites*, *Cycadopites*, *Ginkgocycadophytus* 在我国及世界各地中生代地层多有分布,这些孢粉属种更是侏罗纪的主体分子,而 *Classopollis* 是侏罗纪最为繁盛的类型,三叠纪极罕见,在山东以北地区,至晚侏罗世才呈增多趋势,在山东及以南地区进入侏罗纪则明显增多, *Converrucosisporites sparsus* 最早发现于陕甘宁地区下侏罗统的富县组,中侏罗统的延安组,在山东地区中侏罗统三台组最多,该样品组合中亦有一定含量,考虑到组合中未见到早侏罗世仍有的晚三叠世了遗分子,也未见晚侏罗世可见的早白垩世先驱分子,该组合呈现出侏罗纪中期的组合特征^[5-10]。

CBF2 样品:

孢粉名称	粒数
小桫欏孢 <i>Cyathidites minor</i> Coupr 1953	1
疏散三角块瘤孢 <i>Converrucosisporites sparsus</i> Shang 1981	1
三角块瘤孢(未定种) <i>C.</i> sp.	2
新叉瘤孢(未定种) <i>Neoraistrickia</i> sp.	2
苏铁粉(未定种) <i>Cycadopites</i> sp.	3
明亮银杏粉 <i>Ginkgocycadophytus nitidus</i> (Balme) De Jersey 1962	3
古松柏粉(未定种) <i>Paleoconiferus</i> spp.	3
罗汉松粉(未定种)(未定种) <i>Podocarpidites</i> sp.	2

皱球粉(未定种)*Psophosphaera* sp.

2

该样品中可资鉴定的孢粉很少,除与上一样品同属种孢粉外, *Neoraistrickia* 为中生代尤为晚三叠世至中侏罗世的主要成员,组合中仍有 *Converrucosisporites sparsus*, 其组合基本面貌与 CBF1 孢粉组合相近,时代亦应归为中侏罗世。

ZBF2 样品:

孢粉名称	粒数
三角孢(未定种) <i>Leiotriletes</i> sp.	3
小桫欏孢 <i>Cyathidites minor</i> Coupr 1953	1
紫萁孢(未定种) <i>Osmundacidites wellmanii</i> Couper 1953	2
三角锥刺孢(未定种) <i>Acanthotriletes</i> sp.	2
疏散三角块瘤孢 <i>Converrucosisporites sparsus</i> Shang 1981	5
旋脊孢(未定种) <i>Duplexisporites</i> sp.	2
具环肋纹孢 <i>Contignisporites</i> sp.	1
网纹苏铁粉 <i>Cycadopites reticulates</i> (Nilsson) Ajang 1975	2
原始松粉(未定种) <i>Protopinus</i> spp.	4
拟云杉粉(未定种) <i>Piceites</i> sp.	5
环圈克拉梭粉 <i>Classopollis annulatus</i> (Verb.) Li 1974	3

该样品孢粉不多,孢粉组合中,除见有 *Converrucosisporites sparsus*, *Classopollis* 侏罗纪主要分子外,还见有一粒 *Contignisporites*, 该属孢子为侏罗纪及以上时代的主要分子,这一组合呈现的仍为侏罗纪偏中期的特征。

8 件样品中,有 3 件样品存在孢粉化石,共发现鉴定了 82 粒孢粉。总体以孢子植物占优势,占总数的 56.09%,裸子植物花粉占总数的 43.90%,其孢粉组合含量与山东省三台组较为一致,三台组蕨类植物孢子含量为 54.5%,裸子植物花粉为 45.6%。样品中没有发现一粒被子植物的花粉。通过孢粉组合,3 件样品均较为一致地显示为中侏罗世的孢粉特征。

程新民^[1]等在 1986 与山东省第七地质队进行砾岩研究项目中,曾也对周家庄、普救山与许家岭 3 个砾岩点共取样孢粉样 23 件,共获得孢粉 2 125 粒,其中周家庄砾岩为 944 粒,普救山砾岩为 338 粒,许家岭砾岩为 791 粒。其中周家庄砾岩采取 6 个样品,共获得 944 粒孢粉。6 个样中,最上面的样品所含孢粉特征与下面 5 个样品的组合特征不一致,但其下面 5 个样品所含孢粉特征具有较高的一致性,且与另外 2 个砾岩点孢粉特征近似,但程新民等认为只有周家庄砾岩最上面的一个样品具有代表

性,据其分析认为孢粉组合的时代应为早古近纪渐新世。究其原因应为采样时混杂了地表孢粉所致。

4 地层产状所揭示的年代学意义

正常稳定水体中的沉积物,在形成时受到重力作用的影响,其产状是趋于水平的,即倾角趋于 0° 。自侏罗纪开始,鲁西受到 NNE 向扩展作用力的影响,形成一系列走向 NWW 的单断箕状盆地,自此,伴随着盆地的下陷,盆地南缘凸起区则一直在抬升。因此,该单斜应力持续影响区域内的地层产状,则具有了一定的年代意义,即形成时代越是久远的地层,其地层倾角越大。

对平邑盆地周缘的多处地层产状进行了测量统计。

在鲁西地区,早古生代地层(主要为寒武-奥陶系)与晚古生代地层(主要为石炭-二叠系)之间为平行不整合接触关系,该两套地层之间的夹角可视为 0° 。对于费县蔡庄西、平邑归来庄金矿北、平邑西北庞居庄村西三台组与下伏奥陶纪灰岩不整合接触位置所测产状显示,三台组与下伏奥陶纪灰岩的地层夹角在 $0^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 之间。表明在三台组沉积时,其下伏的奥陶纪灰岩尚处于近水平状态,局部已经有小角度的倾斜。据此,中生代地层(该区为侏罗-白垩系)与下伏古生代地层之间的夹角为 $0^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 。

对平邑单断盆地内富饶庄南附近的古近纪官庄群地层(卞桥组)的产状进行了测量,其倾角平均为 21° ,其下伏的白垩纪地层(田家楼组)的倾角平均为 32° ,据此,古近纪与中生代地层之间的夹角为 11° 。基于上述数据,古近纪与古生代地层之间,存在 $11^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 之间的夹角。

根据赤梁院、吴家庄砾岩中稳定水环境沉积的砾岩与周围古生代围岩的地层产状,其倾角与倾向较为接近,表明砾岩形成时,古生代地层尚处于近水平状态。因此可以粗略推断,白彦砾岩形成时代应为中生代或之前。

5 砾石组构特征及其成因分析

砾石的组构分析是对砾石层中的砾石进行测量和统计,研究砾石的组构特征,进而阐述其搬运、沉积物种类、成分及性质,其基本内容包括砾石粒度、砾态、砾向和砾性分析。依据砾石层的砾组测量和

统计可以得出外营力性质与砾组特征的相关性和规律性,恢复砾石层形成时的地质环境^[11-15]。白彦砾岩分布于溶洞中,因此对其层理、砾石倾向等沉积特征的研究,不能够得到原始沉积环境的复原,更难以获得其流向指示意义,因为所获得的研究数据,均为一狭窄溶洞中的局部流特征。但是在砾石灌入溶洞之前,砾石已经形成,灌入溶洞后砾石则停止运动。因此砾石的组构特征,则保留了砾石在灌入溶洞前形成环境的信息。

选取了 2 个代表性的砾石点作为分析,一个为赤梁院砾岩,一个为周家庄砾岩。砾石来自取得的岩石,然后对岩石进行破碎淘洗,再按照由大到小的顺序,赤梁院挑选了 653 粒,周家庄挑选了 642 粒,每粒进行统计其长轴、中轴、短轴的长度。

5.1 磨圆度

磨圆度是指砾石的棱和角被磨蚀圆化的程度,若棱角被磨蚀,则砾石逐渐变圆。因此,磨圆度就是棱角尖锐度的函数。砾石的磨圆度是采用 Powers 提出的 6 级分类方法(尖棱角:VA;棱角:V;次棱角:SA;次圆:SR;圆:R;滚圆:WR),2 处砾岩的磨圆度分类统计,经计算,赤梁院砾岩的磨圆度 0.50,即 50%;周家庄砾岩的磨圆度 0.71,即 71%。通过数据显示,周家庄砾岩的磨圆度要高于赤梁院砾岩。

5.2 球度

球度是指颗粒接近球体的程度,它取决于 a, b, c 三轴的比例,通常据 W. C 克鲁宾公式求得。经计算,赤梁院砾岩的球度为 0.693,周家庄砾岩的球度为 0.781,数据显示周家庄砾岩的砾石更接近于球型特征。

表 1 平邑县周家庄砾岩与赤梁院砾岩砾石磨圆度

样品	个数	VA	A	SA	SR	R	WR
		0	1	2	3	4	5
周家庄	642	0	0	117	168	243	114
赤梁院	653	0	22	327	264	32	8

5.3 扁度(F)

扁度表示砾石扁化的程度,同样也取决于 a, b, c 三轴的比例。经计算,赤梁院砾岩砾石的扁度为 0.147,周家庄砾岩砾石的扁度为 0.061。

5.4 砾石的粒度及分选

砾石层的结构特征主要取决于砾石的粒度及分选,确定粒度的方法有很多,最常用又最简单的方法

是将砾石的长轴(a 轴),及粒径 d 按粒级算出百分含量并作频率累积曲线(图 1),然后用“四分位数”的方法求得砾石粒度的平均值及分选系数。

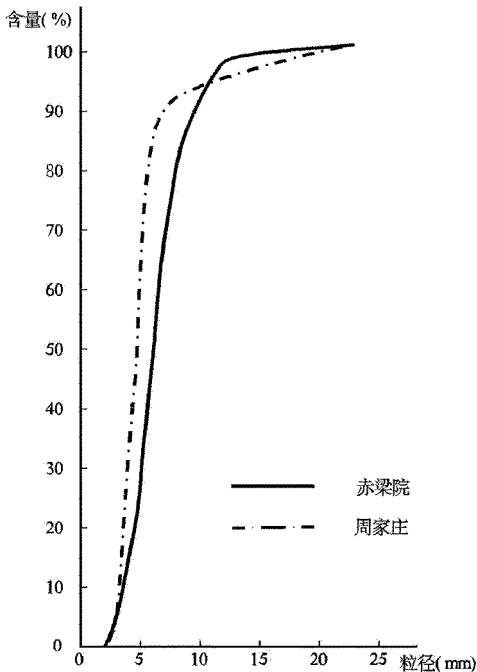


图 1 平邑县赤梁院、周家庄砾岩粒径累积曲线图

粒度分析的目的在于推断砾石层沉积时的流水动力学状况。分选系数越接近 1 的,表示分选作用进行得越好,说明当时水流运动比较稳定,流速变化不大;而分选系数大于 3 的,表明分选作用极差。经计算,赤梁院砾岩的平均粒度为 10.24 mm,周家庄砾岩的平均粒径为 7.73 mm。分选系数赤梁院砾岩为 1.22,周家庄为 1.20。根据分选系数均接近 1 来分析,2 处砾岩点砾石形成时的水流运动均比较稳定。从砾岩的成分成熟度、圆度、球度以及分选系数综合分析,白彦砾岩中砾石显示出滨海相或滨湖相的成因特征^[12-14]。

6 古地理环境探讨

6.1 白彦砾岩沉积时代

(1)根据孢粉组合反映的时代特征,将白彦砾岩形成时代确定为中侏罗世较为合适。

(2)对于分布与不同构造单元的砾岩产出高程相近似的特点,显示出白彦砾岩形成时鲁西尚为一个较为统一的主体,各构造单元是砾岩形成后才进行分割的,从而形成了各单元之间的高程差异。

(3)砾石的成分特征是供源区岩石特征的直接

表现,白彦砾岩的成分主要以燧石为主,显示出当时地表岩石应以含燧石的地层为主。砾岩中匮乏基底岩浆岩的岩屑或砾石,从而显示砾岩形成时,基底岩浆岩可能还没有被剥蚀出地表。砾岩中局部含有大量的赤铁矿的铁砾,其成分分析显示与山西式铁矿的成分特征较为一致,这显示局部地段尚存有湖田段底部的山西式铁矿。三台组砾岩中就已经含有较多的基底片麻状岩石的砾石,则显示在三台组沉积之时,基底岩系已经被剥蚀出露地表。

(4)砾岩中所含金刚石特征与蒙阴金刚石原生矿所含金刚石特征存在多项较为一致的特征,表明砾岩中所含的金刚石可能部分或多数来自于蒙阴金刚石原生矿。

(5)砾岩中没有选获金伯利岩相的铬铁矿,根据对蒙阴常马金刚石原生矿的伴生矿物运移距离的研究结果,铬铁矿在距原生矿 23 km 的距离之外即消失的规律,表明金刚石的供源距离至少在 23 km 之外。蒙阴常马金刚石原生矿距平邑周家庄砾岩一带的直线距离为 27 km。

(6)根据砾石的组构特征所反映的情况,白彦组砾石具备海滨相或湖滨相的特征。这种成分、圆度高度成熟的砾岩,白彦砾岩更多地表现为水流长期反复淘洗的特征。

(7)在局部白彦砾岩中存在海绿石的现象,表明白彦砾岩形成时,曾经存在或许短暂的海相环境。

6.2 白彦砾岩形成时的岩相古地理

鲁西在形成了巨厚的寒武-奥陶系沉积之后,经过志留纪与泥盆纪的稳定抬升,于石炭-二叠纪再次稳定沉降接受沉积。到中下三叠纪开始,再次抬升遭受剥蚀,这次抬升已经具有差异抬升的特征,蒙山凸起与白彦凸起抬升幅度较大,剥蚀较多,平邑盆地区域抬升较少,剥蚀幅度也小。蒙山凸起上伴随奥陶纪灰岩被剥露出来,其中的金伯利岩筒岩脉也一起风化、分散。

此后,在早侏罗世至中侏罗世三台组沉积之前的这段时间里,平邑盆地处于刚刚接受沉积与遭受剥蚀的交替动荡之中。在三台组沉积之前,盆地之南白彦凸起奥陶纪灰岩已经出露,盆缘一带湖田段被剥露出来,盆地之中岐山仲村及西泉林一带尚存有太原组。这个时间段为白彦砾岩的形成期,这同时出露地表的金伯利岩、湖田段的山西式铁矿、含燧石的奥陶纪灰岩、白云岩,贡献了其中的抗风化组

分:金刚石、燧石、赤铁矿,在河流的搬运与湖滨波浪的长期淘洗后,运移中遇到溶洞而顺势灌入,从此被封存。

自侏罗纪三台组沉积开始,盆地与凸起的差异升降加剧,平邑盆地彻底形成,北部蒙山凸起上的金刚石已经没有机会跨过盆地沉积到盆地南缘的凸起区域。此后的白垩纪、古近纪、新近纪以及第四纪,南部的凸起区一直处于抬升剥蚀状态,经抬升剥蚀,当时封存在溶洞中的砾岩,已经成为残存在山顶上的砾岩。

7 结语

在收集以往大量的研究成果的基础上,通过孢粉鉴定、地层倾覆产状的测量、砾岩中砾石组构的统计与计算,认为白彦砾岩的形成时代确定为中侏罗世较为妥当,这也与鲁西地质发展史较为吻合;部分层位的砾石具有海滨或湖滨相特征;平邑周边如吴家庄、周家庄等砾岩中的金刚石,其部分或多数可能来自于蒙阴常马金刚石原生矿。

志谢:项目研究过程中,得到艾计泉、史卜运、徐衍明、郭常胜等的大力帮助,表示诚挚的谢意。

参考文献:

[1] 程新民. 山东中南部地区含金刚石燧石砾岩的地貌特征及形成

时代[J]. 山东地质,1992,8(2):49-56.

- [2] 张增奇,刘明渭. 山东省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996:281-282.
- [3] 迟培星,栾恒彦,刘明渭,等. 山东省新生代岩石地层清理意见[J]. 山东地质,1994,10(增刊):81.
- [4] 陈秀芳,刘金民. 鲁西白彦组地质特征及其成因探讨[J]. 山东国土资源,2006,22(4):33-36.
- [5] 张锡麟,王明镇. 中国北方侏罗纪孢粉组合系列[J]. 山东矿业学院学报,1990,9(2):127-131.
- [6] 陈不基,黎文本,陈金华,等. 中国侏罗、白垩纪化石群序列[J]. 中国科学(B辑),1982,(6):80-87.
- [7] 顾知微. 中国侏罗纪、白垩纪地层对比表及说明书——中国各纪地层对比表及说明书[M]. 北京:科学出版社,1982:6-7.
- [8] 张春彬. 江苏句容早白垩世孢粉组合[J]. 古生物学报,1962,10(2):246-286.
- [9] 张一勇,李建国. 江苏白垩纪孢粉组合序列[J]. 地层学杂志,2000,24(1):65-67.
- [10] 欧阳舒. 山西河曲下石盒子组孢子花粉的初步研究[J]. 古生物学报,1964,12(3):122-147,156-171.
- [11] 吴磊伯,沈淑敏. 海滨砾石组构分析的一个实例[J]. 地质学报,1962,42(4):353-363.
- [12] 周秉根,李典友. 黄山不同类型砾石特性及成因分析[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版),2000,23(1):57-60.
- [13] 朱大岗,赵希涛,孟宪刚,等. 藏青唐古拉山主峰地区第四纪砾石层砾组分析[J]. 地质力学学报,2002,8(4):321-332.
- [14] 韩建恩,余佳,孟庆伟,等. 西藏阿里地区札达盆地第四纪砾石统计及其意义[J]. 地质通报,2005,24(7):630-636.
- [15] 王爱军,高抒. 浙江朱家尖岛砾石海滩沉积物分布及形态特征[J]. 南京大学学报(自然科学),2004,40(6):748-756.

Analysis on the Forming Times and Gravel Fabric of Baiyan Conglomerate

WANG Zhaobo¹, LIU Antong², WANG Qingjun¹

(1. No. 7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Linyi 276006, China; 2. Linyi Bureau of Land and Resources, Shandong Linyi 276006, China)

Abstract: Through statistical studies on identification of pollen samples and conglomerate fabric, as showed by pollen assemblages, the formation time of Baiyan conglomerate was in middle Jurassic, not the Paleogene which was generally considered. As showed by gravel fabric, its origin was littoral or coastal features. Characteristic of diamond in conglomerate showed that it had similar characteristics with Changma diamond in Mengyin county. Through comprehensive analysis, it is regarded that Baiyan conglomerate was formed in western Shandong in Jurassic before the birth of pull-apart basin. It should be the production before the deposition of Santai formation. Determination of deposition times of Baiyan conglomerate will play an important role in restoring lithofacies paleogeography and determining erosion and transportation of the primary diamond mine.

Key words: Baiyan conglomerate; pollen assemblage; gravel fabric; Middle Jurassic