

成果与方法

鲁西白彦组地质特征及其成因探讨^{*}陈秀芳¹, 刘金民²

(1. 山东省地质矿产勘查开发局, 山东 济南 250013; 2. 山东省第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276001)

摘要:白彦组分布于鲁西灰岩出露区, 赋存在溶沟、溶槽、溶洞中。砾岩主要砾石成分为燧石, 磨圆度较好, 普遍含金刚石。其岩相、结构构造、成因复杂。通过分析砾岩的特征、砾岩的形成过程、时代及金刚石的来源, 认为鲁西白彦地区存在尚未发现的金刚石原生矿。

关键词:砾岩; 燧石; 岩石学; 金刚石; 鲁西

中图分类号: P619.24⁺1; P558.21⁺2.5

文献标识码: A

0 引言

鲁西白彦凸起及其周围地区的早古生代碳酸岩岩溶微地貌中发育一种燧石质砾岩。1976 年, 地质局 809 队 (现第七地质矿产勘查院) 在砂矿普查中将其创名为“白彦砾岩”, 1990 年在 1:5 万费县等 3 幅区域地质调查时, 将其正式命名为白彦组。

自 1972 年在平邑老虎窝首次发现白彦砾岩后, 山东省第七地质矿产勘查院开展了大面积的调查、普查。已发现白彦砾岩近 300 处, 其中大部分含金刚石, 是鲁西重要的金刚石储积层之一。由于其产出状态特殊、成因机制复杂, 它既指示了金刚石原生矿的存在, 又困扰着金刚石原生矿的找矿工作, 因而备受关注。

1 砾岩分布特征

白彦砾岩分布广泛, 在鲁西隆起区均有发现, 比较集中的地段为泗水 - 平邑 - 费县; 滕州 - 枣庄和肥城一带 (图 1)^[1]。

砾岩平面分布与下古生界灰岩出露范围一致, 赋存空间为灰岩的溶沟、溶槽、溶洞, 据统计: 已发现的砾岩有 50% 分布于晚寒武纪崮山组 - 炒米店组灰岩中; 25% 分布于中寒武纪张夏组灰岩中; 25% 分

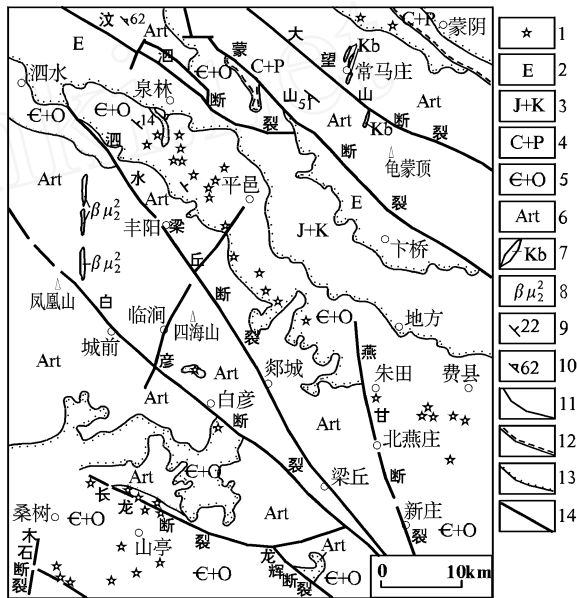


图 1 鲁西白彦组分布略图

1—白彦组; 2—第三系; 3—侏罗 + 白垩系; 4—石炭 + 二叠系; 5—寒武系 + 奥陶系; 6—泰山岩群; 7—金伯利岩; 8—灰绿岩脉; 9—沉积岩层产状; 10—片麻理产状; 11—地质界线; 12—平行不整合界线; 13—角度不整合界线; 14—断裂

布于中、早奥陶纪的灰岩中。其他时代、岩性、地层均未发现此种类型的砾岩存在。

砾岩所处地貌部位分属剥蚀低山、丘陵顶部和

收稿日期: 2006-03-13; 修订日期: 2006-04-25; 编辑: 孟舞平

作者简介: 陈秀芳 (1962-), 女, 安徽砀山人, 高级工程师, 主要从事地质矿产勘查管理工作。

山东省第七地质矿产勘查院, 山东省白彦地区含金刚石砾岩物质来源研究报告, 1979。

剥蚀低山、丘陵斜坡及山麓。据统计:已发现的砾岩主要分布于剥蚀低山、丘陵斜坡地带,约占 80%,另 15%的砾岩分布于剥蚀低山、丘陵顶部;剩余 5%的砾岩分布于山麓地带。

砾岩点高程变化较大,范围在 80~600 m,不仅在不同地段差别很大,而且在同一地段也高低悬殊,甚至相邻两点的高程亦不相同。据统计:其中 51.0%的砾岩点分布高程为 200~300 m;22.4%的砾岩分布高程为 100~200 m;18.5%的砾岩出露高程为 300~400 m;5.1%的砾岩出露高程为 400~500 m;1.9%的砾岩出露高程为 500~600 m;1.1%的砾岩出露高程为小于 100 m。

2 砾岩岩石学特征

2.1 砾岩岩相特征

经大量工程揭露后的剖面显示,砾岩的岩性十

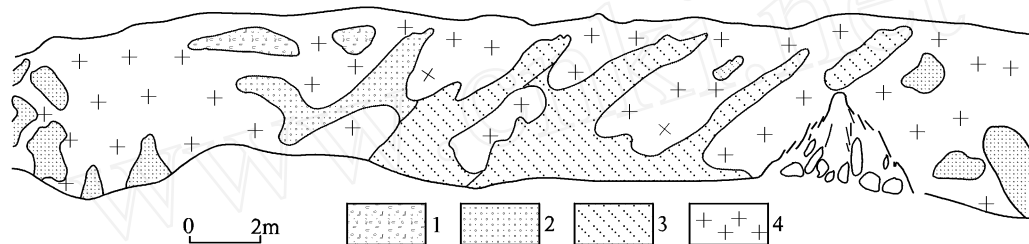


图 2 平邑吴家庄砾岩取样槽 NEE 壁素描图

1—砾岩;2—砂砾岩;3—层状砾岩;4—灰岩

根据剖面粒度趋势及层理构造可将该砾岩体划分为 3 个沉积半韵律旋回:第一旋回由 1~2 层构成;第二旋回由 3~6 层构成;第三旋回由 7~9 层构成。各旋回中的沉积构造均有差异,第一旋回砾石定向不明显,碎屑粒度在垂向上变化主要表现为逆粒序;第二旋回中的砾石由开始的略具定向过渡为定向明显,砾石长轴呈叠瓦状排列,发育单斜层理;第三旋回砾石无定向、无分选,大小混杂,反映沉积物具有快速堆积的特征。

2.2 砾岩的结构构造

砾岩体的形态复杂多样,在平面上多为长条状,部分为不规则的三角状,少数呈锥把状,极少数沿长轴方向具有分支现象。在垂直断面上,常常表现为楔状、透镜状、或不规则状。砾岩体规模大小不一,延伸长度一般几米至几十米,个别达百余米,宽度多数 1~5 m,最宽达 10 余米。出露面积几十平方米

分复杂,而且变化相当剧烈。同一岩体的各部分、各层位之间往往有清晰的界面。如平邑吴家庄砾岩,沿 SE195 的灰岩溶槽充填,其规模大小为长 64 m,宽 1~2 m,砾岩体自下而上共可分为 9 层,总厚度 4.55 m(图 2)。

9. 中粗粒燧石砾岩,其顶部铁质结核含量多	0.61 m
8. 中细粒燧石砾岩,顶部含大量铁质结核	0.66 m
7. 中粗粒燧石砾岩	0.61 m
6. 中细粒燧石砾岩	0.61 m
5. 细粒燧石砾岩	1.10 m
4. 中细粒燧石砾岩与含砾砂岩互层	0.35 m
3. 中粒燧石砾岩	0.40 m
2. 细粒燧石砾岩	0.08 m
1. 中粒燧石砾岩	0.13 m

到几百平方米。

砾岩中的砂砾物质的排列,在多数情况下杂乱无章,砾石无明显的排列方向,仅在某些砾岩体中,局部发育有斜层理。已发现砾岩中的斜层理大致可分为 4 种型式:倾向、倾角比较稳定,倾向一般与砾岩体的延伸方向或砾岩体两侧地表坡面倾斜方向接近,沉积物粗细相间成层,多出现在溶沟、溶洞比较规则平整的部位。倾角自上而下逐渐变陡,常出现在溶沟、溶槽中局部呈壶穴形展宽的部位。倾向、倾角与贴附之灰岩壁面一致,并随其变化而变化,斜层理倾角可达 40°~50°以上,往往出现于两侧地形倾斜平缓的溶沟中。在剖面上斜层理反倾向,组成锥形,发育在倒漏斗形的岩溶负地形中。

2.3 砾岩的物质成分

2.3.1 碎屑成分

各地砾岩的碎屑成分基本上大同小异,比较单

纯,多以燧石为主,其次为褐铁矿或赤铁矿、石英。在部分岩体中含有一定量的灰岩碎块和燧石砾岩块,少数砾岩体中可见到胶磷矿团块或条带。据 85 个样品统计:燧石占碎屑成分的 58%,铁质结核占 30%,石英占 10%,其他组分为 2%。

(1) 燧石

砾径一般在 0.5~2 cm 之间,个别可达 20 cm,颜色多为黄褐色、浅肉红色,此外尚有少量呈紫红、黑色、灰白色等。砾石表面十分光滑且富有光泽,有时可见砾石表面有由外向内侵染的色圈和条纹,有的砾石表面可见浅的凹面和不规则的撞击坑。表面呈黄褐色的砾石,砾石外形多呈圆粒状、扁平状、扁圆状、长圆状、卵状等。绝大多数砾石的磨圆度以圆、次圆为主,燧石砾石的平均球度系数变化范围一般在 0.6~0.8 之间。一般砾径愈小,磨圆度愈好。

燧石砾石结构: 隐晶质结构:晶粒细而不均等,表面不干净,呈麻点状或斑状。 隐晶质净边结构:燧石砾内部为隐晶质,其边缘有次生长大的蛋白石。 环边重结晶结构:燧石砾内部为隐晶质,外壳为粒状重结晶结构,两者边缘清晰。 细粒结晶结构:燧石砾完全由晶粒小于 35 μm 的石英质燧石组成。 鲕粒结构:燧石鲕粒有核心和包壳组成,核心为铁质或其他物质残骸,包壳为同心状的隐晶质燧石,偶见放射状。鲕粒以薄皮鲕最为常见,其次为真鲕。

(2) 铁质结核

主要由褐铁矿、赤铁矿和铁质粉砂岩组成。铁黑色、黑红色,表面光亮。砾径一般在 0.3~0.5 cm 之间,大多呈不规则块状、圆粒状。磨圆度较燧石成分者差,以次圆状、次棱角状为主。经等离子直读光谱分析表明 Fe_2O_3 含量在 42%~59% 之间, Al_2O_3 含量为 1.67%~8.69%, CaO 与 MgO 含量很少。

(3) 石英碎屑

多呈粒状,少数可见到六方双锥,粒径多在 0.3~0.5 cm,大多经历了一定程度的磨圆,仅部分保留了已经钝化的棱角。

2.3.2 胶结物

砾岩的胶结物有 3 种,一是钙质,二是铁质,三为粘土质。钙质胶结物由泥晶方解石、亮晶方解石和少量文石组成。砾岩中的胶结物以钙质为主,由钙质和铁质胶结的岩石固结程度高,坚硬,属固结型;而由粘土质或钙、粘土质胶结的岩石固结差,松

散或比较松散,属未固结或弱固结型。砾岩的胶结物含量一般在 20% 左右。胶结物结构主要有 3 种:

粒状结构:粒径不等的亮晶方解石或重结晶的泥晶方解石彼此镶嵌,在碎屑颗粒之间的孔隙中呈无定向形排列,形成粒状。 栉状结构:粒状方解石晶体垂直燧石粒表面生长,构成栉状结构。 非晶质结构:此种结构只在有铁质胶结的砾岩、砂岩中见到,镜下呈黑色、无光性。

胶结类型可分为基底胶结和孔隙胶结 2 种类型,基底胶结型结构最为常见,孔隙胶结型结构多见于分选较好的砾岩中。

2.3.3 重矿物

砾岩中的重矿物成分比较复杂,据 114 个人工重砂分析成果统计,砾岩中的重矿物(密度 > 2.86)有赤铁矿、磁铁矿、褐铁矿、锆石、金红石、绿帘石、磷灰石、电气石、含铬透辉石、透辉石、铬铁矿、金刚石、碳硅石、白钛矿、独居石、铁(钙)铝榴石、软锰矿、黄铁矿、海绿石、绿泥石、锐钛矿、含铬镁铝榴石和角闪石等 20 余种。赤铁矿、褐铁矿含量在 72%~90% 以上。根据重矿物组合关系分析大多数属沉积岩型,少数为变质岩型或二者的过渡类型。

3 砾岩的含矿性

砾岩中含金刚石具有区域性和普遍性,一般来说,蒙山断裂以北出露的砾岩基本不含金刚石,而在以南分布的砾岩则含金刚石,但各处砾岩中金刚石的含量差别较大,有的砾岩含金刚石品位高达 64.29 mg/m^3 ,有的砾岩点未选获金刚石(表 1)。

4 砾岩的成因探讨

4.1 砾岩的形成过程及时代

(1) 砾岩的形成过程

鲁西白彦组规模小,不同地段的砾岩岩相特征、物质成分、颗粒形态均有差别。砾岩的颜色主要为红褐色、黄褐色,少量灰绿色。砾岩的胶结类型及胶结物的成分不同,反映出砾岩生成时环境气候的急剧变化。燧石是一种致密、坚硬、不易磨损的物质,而砾岩中的燧石磨圆度普遍较好,以圆、次圆为主。显示出砾石经过了流水长期侵蚀磨圆的特征。发现的砾岩主要充填于山丘缓坡和坡麓部位的溶沟、溶槽及溶洞中,与岩溶负地形有着密切关系,说明岩溶

负地形既是砾岩得以保存的必要条件,也是砾岩体生成所依赖的独特环境。砾岩的形成过程很难用一种成因模式来解释。

表 1 各地砾岩选矿结果统计

地点	选矿点数	见矿点数	见矿率(%)	平均品位 mg/m ³	颗粒平均重量(mg)	最高品位 mg/m ³	备注
白彦凸起	2114	82.35	15.69	2.78	64.29		
山亭断块凸起	17	15	88.24	8.80	1.39	37.46	
兖州凸起	5	4	80	8.55	1.62	24.15	
枣庄-峰城拗陷	2	2	100	0.17	3.19	0.18	
费县-苍山断块凸起	3	3	100	2.59	4.45	3.18	
蒙山隆起带	11	1	9.09	0.25	0.83	0.60	
泰山断块凸起	4	2	50	各 1 颗			<0.5mm

通过分析认为:鲁西白彦组是一个长期隆起剥蚀灰岩区多成因的复杂、特殊沉积物。形态各异、磨圆较好的燧石砾石主要经历了山间间歇性河流的溶蚀、搬运。砾岩的形成过程是灰岩出露区长期剥蚀沉积、剥蚀、沉积的反复过程。断裂活动造成断块的抬升与下降、地貌形态的变化,现代山丘顶部的砾岩遭受剥蚀、搬运,又在坡麓地带的岩溶负地形沉积下来,这一过程现仍在重复进行。

(2) 砾岩的形成时代

前人依据砾岩中出土的藁化石 (meles spner)、脆钻孔螺和孢粉分析结果将砾岩的形成时代定为古近纪渐新世、新近纪上新世晚期 - 第四纪更新世初期等。藁化石采自平邑县徐家岭 406 高地的砾岩,部位为含灰岩碎块的燧石质砾岩里的含胶磷矿粘土夹层;脆钻孔螺采自平邑县吴家庄砾岩裂隙中的含砾粘土层;孢粉样品分别采自平邑周家庄、平邑徐家岭 406 高地、泗水普救山。3 处砾岩均为泥钙质胶结,松散,固结程度低,属未固结 - 弱固结型砾岩。

根据鲁西地质构造演化史,燕山期地壳活动强烈,沂沭断裂带在上隆的背景下继续左行扭动,鲁西区的 NW 向断裂发生显著的张性活动,形成泰山-莱芜、新泰-蒙阴和泗水-平邑等单断箕型裂谷盆地和泰山-鲁山、新泰-蒙良崮、蒙山、白彦-梁丘等隆起带,后者遭受剥蚀,因此白彦组的形成时代可追溯至晚侏罗世 - 早白垩世。

4.2 砾岩中金刚石的来源

鲁西白彦含金刚石砾岩主要分布于白彦凸起的

南北两侧,砾岩中选获得金刚石特征如下:

(1) 晶形:曲面菱形十二面体为主,其次为阶梯状八面体。另外,砾岩中还含有一些蒙阴金刚石原生矿中罕见的金刚石,如立方体类金刚石、具熔蚀边的八面体、粗晶集合体和轮式双晶的珠状集合体。

(2) 颜色:以无色和淡黄色为主,其次为浅绿色、浅棕黄色、浅灰色等。绿色金刚石的含量高,平均含量为 10.14%,具绿色斑点的平均含量为 6.63%,分别比蒙阴金刚石原生矿高出 3.6 倍和 4.7 倍。金刚石的色斑,以绿色为主,并且以数量多、颜色浅为特征。另外还发现 1 颗具褐色斑点的金刚石。

(3) 完整度和包体:砾岩中金刚石晶体完整者较少,仅占 29.47%,次生破碎比例较高,占 67.02%,具宽晶棱者占 1.34%。大部分的金刚石具有包体,平均为 58%。包体矿物绝大多数为石墨,少数为橄榄石、金刚石、铬铁矿和石榴子石。

综上所述,白彦组中金刚石的组合和特征有别于蒙阴金刚石原生矿,因此白彦组中的金刚石来源除可能的蒙阴金刚石原生矿外,尚有未发现的金刚石原生矿供源。白彦地区具有良好的金刚石原生矿成矿地质条件和找矿线索,是一重要的靶区,应进一步加强研究和找矿工作。

参考文献:

[1] 罗盛宣,任喜荣. 山东金刚石地质[M]. 济南: 山东科学技术出版社,1999,107 - 125.

(下转第 41 页)



Contrast Study between the Method of Telluric Electricity Field and Logging Curve in Lithology Sounding of Geothermal Exploration in Linqing City

YANG De - ping , LIU Peng - rui

(Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences , Shandong Jinan 250013 , China)

Abstract : Lithology sounding technology of telluric electricity field is applied in geothermal exploration in Linqing city. It is used to know water - bearing condition in deep reservoir and fix geothermal well level , which have gained good result. Through results contrast between logging and drilling , it is regarded that this method can reflect depth and width of water - bearing layers , which can provide reliable basis for selecting well location. This technology can be used to survey depth and width of reservoir , fault structure location and occurrence regionally.

Key words : Geothermal exploration ; lithology sounding technology of telluric electricity field ; logging ; contrast ; Linqing in Shandong province

(上接第 36 页)

Study on Geological Characteristics and Origin of Conglomerate in Baiyan Formation in Western Shandong

CHEN Xiu - fang¹ , LIU Jin - min²

(1. Shandong Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration , Shandong Jinan 250013 , China ; 2. No. 7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources , Shandong Linyi 276001 , China)

Abstract : Conglomerate in Baiyan formation distributes in limestone outcropped area in western Shandong which occurring in karstens , karst valleys and karst caves. Chert with good abrasion is the major content in conglomerate , and diamonds are contained in it generally. Its facies , structure and geneses are complicated. Through analysis on characteristics , forming process , time and origin of diamond , it is regarded that there are unfound primary diamonds in Baiyan Area in western Shandong.

Key words : Conglomerate ; chert ; petrology ; diamond ; western Shandong