

论“牛岚构造体系”特征及其对蒙阴金伯利岩带的控制

王照波, 吕青, 葛跃进, 王庆军

(山东省第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276000)

摘要:鲁西地区作为华北克拉通的一部分,自古元古代早期(约 2 400 Ma)二长花岗质岩石侵位以后至晚古生代(约 250 Ma),一直处于板内稳定地块状态,在这漫长的 2 150 Ma 年里仅形成了两期脉岩,即四堡期侵位的基性辉绿岩(牛岚单元)与中晚奥陶世侵位的超基性金伯利岩(常马庄单元)。经对控制辉绿岩侵位的构造特征进行研究发现,该构造体系不仅控制了鲁西辉绿岩的侵位,还控制了金伯利岩的侵位。在此基础上,对蒙阴金伯利岩带的控制规律进行了分析,并对金伯利岩带向南延伸的区域进行了初步的预测。

关键词:牛岚构造体系;金伯利岩;辉绿岩;鲁西地区

中图分类号:P548

文献标识码:A

0 引言

金伯利岩作为一种深源岩浆岩,因其产金刚石而受到广泛的关注。众所周知,金伯利岩的产出与构造的关系十分密切,其侵位、产状、形态、大小等都受到断裂构造的控制,因此研究金伯利岩的控制构造,掌握其产出规律,对于金刚石原生矿的成矿分析与成矿预测具有重要的意义。

对于蒙阴金伯利岩的控制构造,罗声宣等认为,沂沭断裂带内规模最大的昌邑-大店断裂已穿过岩石圈,可能对金伯利岩浆的活动起着主导作用。区内发育的 NNE 向、NNW 向、近 EW 向等小断裂,对该区金伯利岩的生成起着明显的控制作用^[1]。另外,山东省第七地质矿产勘查院的部分老地质工作者(宋奠南等)则认为,NNE 向的上五井断裂控制了蒙阴金伯利岩带的侵位。虽然前人对蒙阴金伯利岩的控制构造做了大量的工作,但是一直以来对这些断裂的内在力学关系以及形成的时空关系上,没有形成更明确的认识。断裂构造既是脉岩的上升通道又是赋存空间,从而也使得断裂构造的一些信息通过脉岩而固化下来,就如同鞋印的石膏模一样,为研

究断裂构造提供了载体。该文通过对脉岩控制构造的研究,在分析蒙阴金伯利岩带的控制构造的基础上,进而对蒙阴金刚石原生矿带向南延伸的方位进行了初步的预测^①。

1 鲁西地块的区域地质构造演化背景

研究区位于华北克拉通鲁西地块的鲁中隆起区,山东蒙阴金刚石原生矿的 3 个金伯利岩带即产于该区的近中心部位。

中太古代至古元古代,华北克拉通历经陆核形成阶段和大陆壳形成阶段,形成了稳定的华北克拉通。鲁西地区作为华北克拉通的一部分,自古元古代早期(约 2 400 Ma)二长花岗质岩石侵位定位以后至晚古生代(约 250 Ma),一直处于板内稳定地块状态,在这漫长的 2 150 Ma 年的时间里仅形成了两期脉岩,即四堡期侵位的基性辉绿岩墙群(牛岚单元)与中晚奥陶世侵位的超基性金伯利岩脉、岩筒(常马庄单元)。

鲁西地区自中元古代四堡期至震旦纪,基本处于稳定隆升剥蚀状态。古元古代以后由于扬子板块与华北板块南北向碰撞对华北克拉通产生了根本的

收稿日期:2013-05-18;修订日期:2013-07-17;编辑:曹丽丽

作者简介:王照波(1971—),男,山东平邑人,工程师,主要从事区域地质调查与矿产勘查工作;E-mail:lwzb@163.com。

①山东地矿局第七地质队,万国栋、胡世杰等,山东金伯利岩与偏碱性超基性岩碳酸岩及暗色岩的关系,1983年。

影响,鲁西地区由于处于华北板块的内部,其影响表现在形成了大量的挤压剪切裂隙,其后在四堡期沿着这些挤压拉张缝隙侵位形成了辉绿岩基性岩墙群(牛岚单元)^[2]。扬子与华北板块的南北碰撞,虽然在鲁西仅仅是形成了大量的裂隙,标志着原本刚性的鲁西地块内部,形成了延伸深度大,分布面积广的脆性破裂。这些脆性破裂被其后沿其侵位的辉绿岩墙定格下来(图 1)。

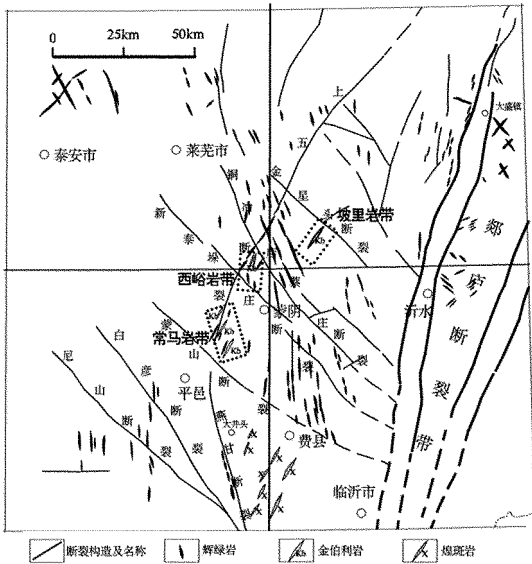


图 1 鲁西地块辉绿岩、金伯利岩与煌斑岩分布图

此后在古生代,鲁西地区一直处于小幅的稳定升降状态,形成广泛的海相及海陆交互沉积。在中晚奥陶世,蒙阴一带沿构造裂隙侵位而形成了超基性的金伯利岩脉与金伯利岩筒(常马庄单元)。到中生代三叠纪—侏罗纪,鲁西地区隆升,形成拉分盆地,并遭受长期风化剥蚀。

2 “牛岚构造体系”及基性辉绿岩特征

2.1 “牛岚构造体系”特征

牛岚构造体系是指控制中元古代四堡期牛岚单元辉绿岩侵位的构造体系,该构造体系借助于辉绿岩墙而定格下来。如前所述,该构造体系是在扬子地台与华北地台的 SN 向挤压环境下形成的张裂隙,由 NNW 向、NNE 向或近 SN 向 3 组裂隙构造组成(图 1),其中 NNW 向、NNE 向两组构成典型的“X”型共轭剪切裂隙带。近 SN 向一组为沿主压应力方向形成张性裂隙,NNW 向裂隙显示出右行剪切特征、NNE 向裂隙带则显示出左行剪切特征。

根据辉绿岩墙的规模来看,“牛岚构造体系”以小断裂和密集节理带的为主,常成群产出,发育规模长者可达 20 km,短者数百米,断裂面产状近直立,且其切割深度较大。

2.2 辉绿岩岩石特征

牛岚单元辉绿岩在鲁西地块广泛分布,但是由于盖层的覆盖,只能出露在基底出露区(图 1),在泰安北、临朐大盛镇东南以及西峪金伯利岩带北端形成了“X”型共轭节理。在莱芜东、蒙阴、费县形成了一条近 NNW 向分布的岩墙带,该区域在上五井断裂沿线以 NNE 向展布。在蒙山断裂以南的尼山凸起上以近 SN 向为主展布,仅在燕甘断裂沿线以 NNW 向展布。岩墙长百余米至 20 km,宽 1~20 m,局部宽度可达 220 m^[3]。

与黎形的中国辉长岩相比,岩石高 Si, K, Na; 低 Fe, Mg, Ca。标准矿物为 SiO₂ 低度不饱和类型,里特曼指数 $\sigma = 3.96$, 酸度、碱值、长英指数、分异指数、拉森指数等较低,基度较高,反映岩浆分异程度低的特点(表 1)^[4]。

与基性岩维氏值相比,除个别元素含量较高或基本相当外,其余多数元素含量低于或远低于维氏值。K/Rb=179.96, Rb/Sr=0.22, 反映了原始岩浆特点(表 2)^[4,5]。

轻重稀土比值为 2.53~8.63, 属轻稀土富集型; $\delta Eu = 0.75 \sim 1.25$, 平均值为 0.93, 主要显示铈负异常, (La/Sm)_N 和 (Gd/Yb)_N 较低, 反映轻重稀土分馏均不明显。

根据牛岚辉绿岩的分异指数、微量元素以及稀土元素的特征来看,牛岚辉绿岩具有较深的来源,反映了牛岚构造体系具有较大延伸的特征。

3 蒙阴金伯利岩带特征及其与牛岚构造体系的关系

3.1 蒙阴金伯利岩带特征

蒙阴金伯利岩带位于鲁西隆起区中心部位,自东北向西南由 3 个相对集中的次级金伯利岩带组成,即:坡里岩带、西峪岩带、常马庄岩带(图 1)。3 个岩带总走向为 NE 55°左右,全长约 55 km,宽 15 km。常马庄矿带位于蒙阴县城西南约 13 km 的常马庄以西一带,由八组岩脉和两个岩管组成。总走向 NW 345°,长约 14 km,宽 2.5 km,各个金伯利岩脉走向为 15°~35°,与金伯利岩总体走向构成 30°~

50°夹角。

表 1 辉绿岩岩石化学成分 ($\omega_B\%$)

| 岩性 | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | TiO ₂ | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | MnO | P ₂ O ₅ | CO ₂ | H ₂ O ⁺ | Los | Sum |
|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------------------|------|------|------------------|-------------------|------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------|-------|
| 辉绿岩 | 50.08 | 14.36 | 4.06 | 7.00 | 2.20 | 6.37 | 4.58 | 2.32 | 3.39 | 0.18 | 0.23 | 1.71 | 3.19 | 3.92 | 99.67 |
| | 48.16 | 16.24 | 2.68 | 8.90 | 0.18 | 8.67 | 7.57 | 1.60 | 3.20 | 0.24 | 0.16 | — | — | 1.84 | 99.44 |
| | 48.16 | 13.38 | 7.13 | 8.66 | 1.84 | 7.63 | 4.72 | 1.40 | 2.48 | 0.16 | 0.40 | — | — | 2.39 | 98.35 |
| 平均值 | 48.80 | 14.66 | 4.62 | 8.19 | 1.41 | 7.56 | 5.62 | 1.77 | 3.02 | 0.19 | 0.26 | — | — | 2.72 | 99.15 |
| 辉长岩* | 47.62 | 14.52 | 4.09 | 9.37 | 0.32 | 8.75 | 6.47 | 1.18 | 2.97 | 0.22 | 0.46 | 0.66 | 2.02 | — | 98.65 |

* 中国辉长岩平均化学成分(黎彤,1962)。

表 2 辉绿岩微量元素含量 (10^{-6})

| 岩性 | Sc | Ba | Be | Co | Cr | Cu | Li | Ni | Pb | Sr | V | Zn | Bi | Mo | Rb | Nb | Zr | Ga | Ag |
|-----|-------|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|----|-----|----|------|
| 辉绿岩 | 21.44 | 1236 | <1.0 | 32.16 | 174.40 | 79.96 | 61.25 | 66.38 | 30.9 | 487.4 | 324.8 | 135.9 | <10.0 | <4.0 | 107 | 16 | 77 | 21 | 0.21 |
| | — | 382 | 1.7 | 42.22 | 69.46 | 83.73 | 33.69 | 54.16 | <13.0 | 292.6 | 266.1 | 148.8 | <10.0 | <4.0 | — | 11 | 169 | — | — |
| 维氏值 | 2.4 | 300 | 0.4 | 45 | 200 | 100 | 15 | 160 | 8 | 440 | 200 | 130 | 0.007 | 1.4 | 4.5 | 20 | 100 | 18 | 0.10 |

注:由中国地科院测试所测试。

西峪岩带位于蒙阴县城以北约 12 km 的西峪村附近,按岩脉展布方向可分为 NNE 向岩带和 NW 向岩带。NNE 向岩带位于新泰-垛庄断裂主断面的东北侧,长 12 km,宽 0.5~1 km,由 10 组岩脉和 8 个岩管组成,总走向 NE 15°左右。岩脉断续分布在 2 条互相平行的 NNE 向断裂内,其走向基本与岩带走向一致。岩管集中分布在岩带中部的西峪村附近,称为“西峪岩管群”。北西向岩带位于新泰-垛庄断裂主断面的西南侧,总走向 NW 300°左右,断续长 4.5 km,宽 100 m,由 5 个岩体组成,以岩脉和岩床为主,岩脉走向与岩带一致,岩床基本与其围岩的产状一致。

坡里岩带位于蒙阴县城东北约 30 km 的坡里地区,由 25 组岩脉组成,未发现有岩管,总走向 NE 36°左右,长约 18 km,宽约 0.6 km。岩脉走向基本和岩带一致。多呈断续或侧列式排列。

蒙阴地区 3 个岩带相比,常马庄岩带含矿性最好,发现岩体 9 个,均含矿,8 个达到工业品位;西峪岩带含矿性次之,发现岩体 24 个,均含矿,17 个达到工业品位;坡里岩带含矿性较差,发现岩体 25 个,10 个岩体含矿,均达不到工业品位。

山东蒙阴地区常见的金伯利岩由 4 种类型,分别为粗晶金伯利岩、细晶金伯利岩、粗晶金伯利角砾岩、凝灰质金伯利岩,其中以粗晶金伯利岩为主。

蒙阴地区金伯利岩中矿物有捕虏矿物、岩浆期结晶矿物、热液期矿物 3 部分组成。主要造岩矿物为橄榄石和金云母;主要副矿物有磁铁矿、铬铁矿、钛铁矿、钙铁矿、磷灰石、镁铝榴石等。

3.2 蒙阴金伯利岩带与牛岚构造体系的关系

金伯利岩脉严格受构造控制,且多受到侵位前的张性或张扭性构造的控制^①。从地表及浅部观察,蒙阴金伯利岩脉的侵位、产状、大小都受断裂、节理带的控制并充填其中。富含挥发组分的高压、高温的金伯利岩岩浆上升到刚性的岩石圈后,沿着薄弱的裂隙带上侵,到达浅地表处充填于裂隙带中,形成金伯利岩脉。

坡里岩带总体是沿着 NNE 向分布,该展布方向与牛岚构造体系的 NNE 向剪切裂隙带具有一致性(图 2);西峪岩带总体是沿着共轭节理中间的 15°方向的张裂面侵位的(图 2);常马庄岩带总体是沿着 NNE 向的主剪裂面侵位的,其中个别金伯利岩脉直接与辉绿岩脉为一条构造带控制(图 3)。在 3 个岩带中,西峪岩带的岩脉数量与岩筒数量是最多的,这与其受控于“牛岚构造体系”中的主压应力方向形成的张性裂隙空间有直接关系,西峪岩带中很少形成斜列式的金伯利岩脉。无论坡里岩带还是常马岩带,其控制构造均为 NNE 向的剪张构造,多形成斜列式的金伯利岩脉。

虽然金伯利岩浆侵位的构造沿袭了牛岚构造体系中的 NNE 向的剪张与近 NE 的压张构造(图 4),但是在金伯利岩浆侵位时,当时的应力场发生了变化,这种变化,改造了原牛岚构造体系,虽然控制金伯利岩的裂隙面追踪沿袭牛岚构造体系,但是在脉体与大的脉体内部的小型脉体中则显示出了右行剪

① 山东地矿局第七地质队,胡思颐、郭云海,山东省蒙阴县金伯利岩原生矿床研究报告,1983 年。

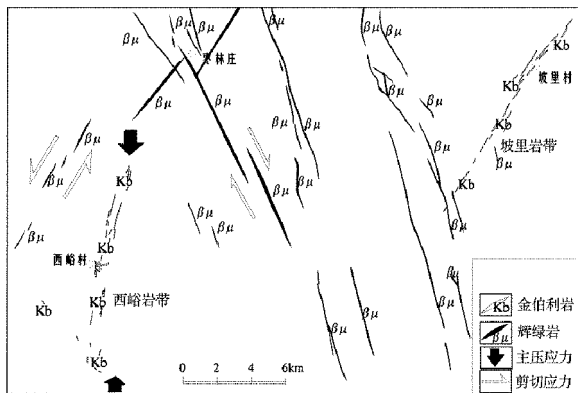


图 2 西峪岩带、坡里岩带金伯利岩与辉绿岩的构造关系

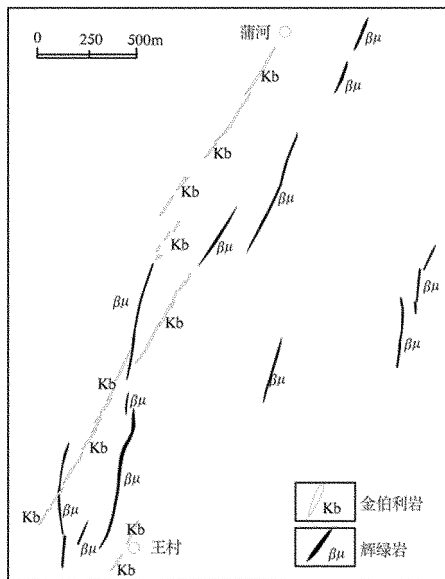


图 3 常马庄矿带北段金伯利岩与辉绿岩的关系

切的特征。这表明当时的区域动力背景已经发生了巨大的改变,由原来的南北向的挤压转变为了北东向的右行剪切。尽管目前部分学者(路风香、朱源等)认为蒙阴金伯利岩的侵位时间应该是早古生代的奥陶纪,但是整个早古生代与晚古生代,鲁西地块都处于一个较为稳定的状态,只有在晚古生代末至早中生代初华北陆块才由长期稳定陆块向滨太平洋大陆边缘活动带的状态转化,因此根据构造方面分析,蒙阴金伯利岩的侵位时间似乎应为晚古生代末至早中生代初,该时期是鲁西地台活化的萌芽期,也是鲁西地块岩石圈减薄的前奏,这时期鲁西地块还保留着原始岩石圈的厚度。但是这一地质时期是什么原因产生的 NE 向右行剪切,尚不清楚。

4 蒙阴金伯利岩带南延区域的构造分析

蒙阴金伯利岩与四堡期基性辉绿岩墙群受同一

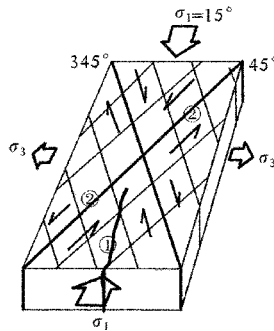


图 4 牛岚构造体系力学性质图解

①压张节理组,控制了西峪岩带;②剪切张扭节理组,控制了坡里、常马庄岩带

构造体系——“牛岚构造体系”的控制。只是该体系较强的控制了牛岚辉绿岩的上侵及定位,并将构造的行迹以岩脉的形式定格下来。牛岚构造体系破坏了鲁西刚性地块的完整性,使得后期的金伯利岩岩浆的上侵沿袭、改造、利用了牛岚构造体系形成的薄弱带。前人认为对金伯利岩的侵入起到控制作用的上五井断裂,也仅是后来贯通了牛岚构造体系下的 NNE 向剪切裂隙带的断裂带,其贯通的时间要晚于金伯利岩的侵位时间,因此谈不上对金伯利岩的控制。上五井断裂向南西延伸到蒙山一带已经不再发育,蒙山断裂以南的四海山地区,该断裂已经无匿踪影。

在蒙山断裂以南的尼山凸起的广大区域,牛岚构造体系发育了近 SN 向的顺主压应力方向的张性结构面,只是在该区的东部发育了一组 NNW 向的结构面,被后来的断裂贯通形成燕甘断裂。该区域与蒙阴金伯利岩带发育的 NNE 向的剪切裂隙带的情况大不相同的是,该区域缺少了对于金伯利岩的侵位至关重要的 NNE 向的牛岚构造体系张性剪切结构面,这从缺少 NNE 向的辉绿岩脉即能显示出来,上五井断裂向南西延伸方向的逐渐消失,也反映了该区缺少 NNE 向的剪切裂隙面。这一区域 NNE 向构造裂隙面的缺失,使得缺少了金伯利岩浆在浅部的裂隙通道,从而无法形成岩脉,也无法形成岩筒在近地表的就位。这种情况下极有可能使得深部金伯利岩浆缺乏了上升的通道而封存在了地下的某个深度。在燕甘断裂以东的大井头地区,在一个中生代形成的并贯穿了深部基底的隐爆角砾岩筒中,发现含有典型的金伯利岩相的镁铝榴石与高铬铬铁矿,似乎也显示了这一种可能的存在。也就是说,大井头隐爆角砾岩筒在上升的某个位置曾经截

穿了金伯利岩,并将其碎块带到地表。

在大井头地区的东部寒武、奥陶系中,出露有中生代的煌斑岩脉,这些岩脉侵位时间虽然晚于金伯利岩,但是产出的控制构造与金伯利岩脉一致,表明该区域基底中发育了牛岚构造体系中的 NNE 向剪切裂隙带。

基于上述分析可见,蒙阴原生矿带金伯利岩的侵位是沿袭、改造、利用了牛岚构造体系的 NE 向构造;同时,蒙阴原生矿向南延伸的有利位置,应该在燕甘断裂以东的大井头、宋家庄一带。

参考文献:

- [1] 罗声宣,任喜荣. 山东金刚石地质[M]. 济南:山东科技出版社, 1999:68-70.
- [2] 孔庆友,张天祯,于学峰,等. 山东矿床[M]. 济南:山东科学技术出版社,2006:56.
- [3] 宋明春,徐军祥,王沛成,等. 山东大地构造格局和地质构造演化[M]. 北京:地质出版社,2009:74-75.
- [4] 甘延景,张荣隋. 鲁西地区中元古代四堡期辉绿岩基本特征[J]. 山东地质,2002,18(2):20-23.
- [5] 高秉璋,洪大卫,郑基俭,等. 花岗岩类区 1:5 万区域地质填图方法指南[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1991.

Study on Characteristics of“Niulan Structure” and Its Constrains on Mengyin Kimberlite Belt

WANG Zhaobo , LV Qing, GE Yuejin, WANG Qingjun

(No. 7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong, Linyi 276000, China)

Abstract: As a part of North China Craton, western Shandong province has been in a stable state from early period of Early Proterozoic monzonite intrusion to later Paleozoic. In the long period from 2400Ma to 250Ma, there were only two periods of vein rocks, that is basic diabase intruded in Sibao period (Niulan unit), and ultra - basic kimberlite (Chang Mazhuang unit) intruded in middle - late Ordovician period. Through study on structural characteristics which controls the intrusion of diabase, it is found that this structural system not only controls diabase in western Shandong province, but also controls the intrusion of kimberlite. On these basis, controlling rules of Mengyin kimberlite belt have been analyzed, and areas of southern extension on the kimberlite zone have been predicated primarily.

Key words: Niulan structural system; kimberlite; diabase; western Shandong province