

地球化学急变带急转弯变化与深部构造效应

张正伟^{1,2)} 朱炳泉²⁾

(1) 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳, 550002;
2) 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州, 510640)

摘 要 地球化学急变带代表地球化学边界, 反映深部不同块体的接触边界的化学组成差异。在地球化学急变带沿古大陆边缘展布的局部区域, 往往不象地表构造呈近直线型延伸, 而是表现为急转弯的弧状、岛状变化延伸, 与深部构造边缘的分布密切相关。在华北古大陆南部边缘的洛南-栾川-方城一带, 由于莫霍面的近 EW 向凹陷, 形成幔向斜, 其轴向控制地球化学急变带的转弯变化。在郑州至南阳一线, 地球物理资料显示, 存在近 SN 向的超壳断裂, 切断 EW 向展布的地球化学急变带。由此说明, 地球化学急变带的急转弯变化, 是受古大陆边缘的结晶基底、深大断裂或隐性构造面的作用形成。大型矿床往往集中在地球化学急变带急转弯的特定部位, 即深部不同方向的构造线交切区。

关键词 深部构造 地球化学急变带 东秦岭地区

The Deep Conformations of the Lithosphere Controlling the Swerving of the Geochemical Steep Zone

ZHANG Zhengwei^{1,2)} ZHU Bingquan²⁾

(1) *Institute of Geochemistry, CAS, Guiyang, Guizhou, 550002;*
2) *Guangzhou Institute of Geochemistry, CAS, Guangzhou, Guangdong, 510640)*

Abstract The geochemical steep zone represents the border of the geochemistry and reflects a deep lithospheric block which differs from the other adjoining parts in geochemical compositions. On the fringe of an ancient continental block, the geochemical steep zone stretches along the deep structure axis and swerves with it. As a result of the M surface depression which forms a plunging mantle syncline, the axis changes abruptly and controls the geochemical steep zone with it. From Zhengzhou to Nanyang, there exists a crust-penetrating fracture which cuts the EW - extending geochemical steep zone. It is thus concluded that the geochemical steep zone changes abruptly in the extension direction, controlled by the margin of ancient continental basement, deep structures or concealed structural planes. The intersections of different deep tectonic lines and the abrupt turning points of the geochemical steep zone obviously have to do with the convergent areas of mineral deposits.

Key words deep conformation geochemical steep zone eastern Qinling

地球块体的同位素组成具有不均一性 (Zhu, 1995), 利用它不仅可以研究大陆壳的演化和金属矿的成因 (Chen 等, 1982), 而且还可作为新技术方法用于金属矿床勘查 (Gulson, 1986)。地球块体物质物性和结构的不均一性, 决定了地球物理梯度带的带状变化, 不仅指示深大断裂的存在和莫霍面的形态 (Liu, 1997), 而且可以利用地球物理断面和重磁

信息推测壳幔相互作用和矿产资源的宏观分布状态 (Kutina, 1999)。幔根构造间断面与其他近于垂直的深部构造的交切面提供热、岩浆和成矿流体上升的通道 (Kutina, 1996)。最近研究发现, 中国大陆绝大多数金属矿集区位于古大陆块体的边缘, 并且在分布空间上受地球化学急变带与地球物理梯度带的双重控制 (Zhang 等, 2000), 但是, 其之间的生成联

系是什么,金属矿集区的形成与大陆块体边缘深部构造的关系如何,是值得探索的新问题。本文试图以上述为基础,以东秦岭地球化学急变带为例,通过研究地球化学急变带的转弯变化与深部构造耦合关系,探索深部构造控矿的规律。

1 地质背景

在华北陆块与秦岭造山带的接合带(张国伟, 1996),以控制不同构造单元的断裂为界,自北而南有如下构造格局:华熊陆缘带,宽坪群构造单元(陆缘增生带),二郎坪群构造单元(陆缘断陷带),秦岭群构造单元和刘岭群构造单元(张正伟等, 2001)。在华熊陆缘带,断裂系统在方向和性质上分 2 组(陈衍景等, 2000):一组为近 EW 向平行断裂组合,与区域构造线走向一致并受其控制,一般表现为多期性活动的继承性深断裂(如马超营断裂、黑沟-栾川断裂等);另一组为近 NE 向,与大兴安岭-太行山-武陵山重力梯度带(殷秀华等, 1980)走向一致并在空间上偶合,如卢氏洛宁断裂、潭头-嵩县断裂等。

二者近垂直交叉,构成典型的格子状断裂形式,控制岩浆活动、成矿作用和构造断陷盆地的分布(张正伟等, 2001)。

2 地球化学急变带与地球物理梯度带

2.1 地球化学急变带

朱炳泉(1995)将 Pb 同位素 3 种组成采用空间投影面的拓扑投影,在回归平面上进一步建立通过源点的新二维直角坐标系(V_1 , V_2)矢量值填图和等值线处理,将中国大陆划分成若干地球化学块体,在块体的边界均存在着 Pb 同位素急变带。按上述方法,采用东秦岭地区 300 个矿石 Pb 同位素数据,进行有效数据统一后的取值平均,拓扑投影后得到一条明显的地球化学急变带(图 1),在南阳盆地以西与地表出露的主构造线基本一致,以 V_2 值 14 为中心线,北侧 V_2 值降为 8 后保持稳定,南侧 V_2 值快速递增为 50 以上。在等值线出现陡变的岛状转弯处,控制小秦岭金矿田、南泥湖钼矿田、熊耳山金矿田等超大型矿床的产出。在南阳盆地以东控制了

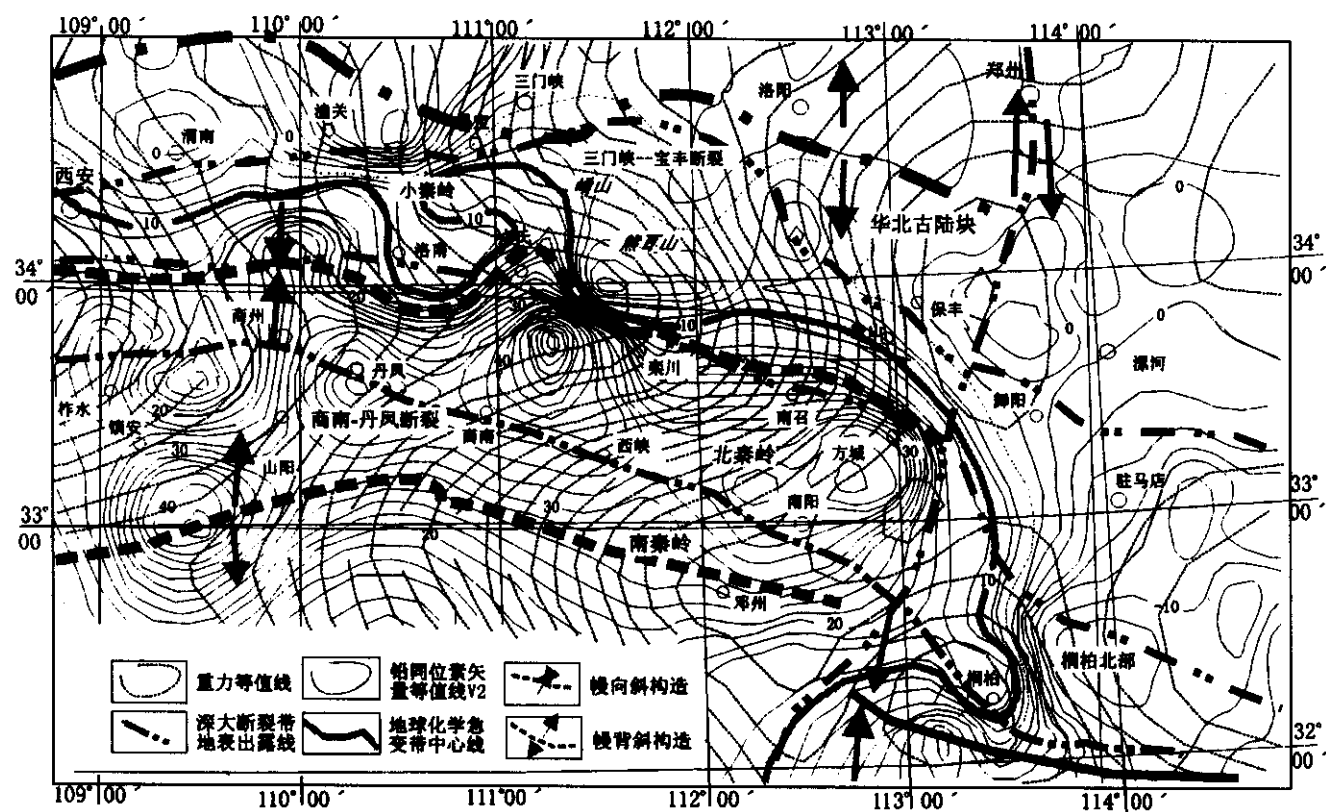


图 1 东秦岭地区 Pb 同位素矢量(V_2)等值线、重力等值线处理图解

Fig. 1 The chart of the lead isotopic vector (V_2) isolines, gravity isolines in East Qinling

Pb 同位素矢量(V_2)处理方法及资料来源见文献 Zhu, 1995; Zhang 等, 2000 重力异常值根据张乃昌, 1986 资料修编;

深断裂数据根据张国伟, 1996 实细线为 V_2 等值线 虚细线为重力等值线 实粗线为地球化学急变带中心线 虚粗线为深断裂

桐柏北部的金银多金属矿化集中区。

2.2 地球物理梯度带

深地震测深(DSS)结果中最可靠的参数是 Mo-ho 界面深度。根据 DSS 资料编制的中国大陆 Moho 界面深度图(曾融生等,1991),把中国大陆分为数个地壳块体,块体内部的界面深度变化不大,不同块体之间界面深度发生剧变,反映为地球物理梯度带。在中国布格重力异常图上(殷秀华等,1980),大兴安岭-太行山-武陵山一带显示出富集的重力异常梯度带。该带通过研究区显示(图 1),区域重力场由东部 $-20 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,往西达西安附近快速下降到 $-160 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,表现为急剧变化的重力梯度带,相对变化 $140 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 左右,形成一个由东向西的梯度斜坡(张乃昌等,1986)。东秦岭地区重力梯度带以东地壳厚 34~36 km,以西 36~45 km,构成上地幔东高西低,西部大幅度向西倾斜,形成一个轴向近 EW 的并且向西倾伏的壳幔褶皱,表现为规则交替的壳幔背斜、壳幔向斜褶曲构造形式(Zhang 等,2000)。

3 地球化学急变带的转弯变化与深部构造耦合关系

3.1 近 EW 向断裂与深部构造

在华北古陆块南缘上的活动带(胡受奚等,1997),从三门峡-宝丰断裂、马超营断裂至黑沟-栾川断裂带,是一组近 EW 向深断裂系统,这些已经被地质和地球物理资料(张乃昌,1986;周国潘,1992;李立等,1998;袁学诚等,1994)所证实,如 QB-1 剖面深地震剖面(袁学诚等,1994)推测在嵩县附近发育深层断裂,存在切穿下地壳与 Moho 面的不连续界面;分布在马超营-确山-固始重力梯级带以北为华北重力异常区,以南为秦岭-大别重力异常区(周国潘,1992);大地电磁测深剖面(李立等,1998)在嵩县大坪反映有深层断裂存在(低阻层延伸到 100 km 以下),很可能是深部壳幔相互作用流体上升界面,因此,马超营断裂很可能是华北陆块南缘结晶基底的边缘断裂。这些断裂在地表看来,似乎都是呈近直线型分布,但是,深部构造轴(郭奇斌,1992)在总体上呈弧形向北凸出,局部出现急转弯变化(图 1),其轴向控制地球化学急变带的转弯变化。如在洛南、卢氏、栾川等地区,幔向斜轴出现扭转,地

球化学急变带随之出现急转弯的弧状、岛状变化延伸。

3.2 近 NE 向断裂与深部构造

根据东秦岭-大别山莫氏面构造图(Zhang 等,2000),在郑州-南阳梯级带以东莫霍面基本上保持平坦,以西突然急剧下降,如从方城莫霍面深度 36 km 到卢氏下降为 41.5 km,在水平距离近 200 km 内垂直下降 5.5 km,构成莫霍面深度梯级带。在走向为近 NE 向的莫霍面斜坡上,分布有切穿 Moho 面的走向断裂,如洛宁断裂、潭头-嵩县断裂、汝阳断裂等,有的切穿深度达 51 km(陈衍景等,2000),它们的共同点为等间距排列,南端起始于马超营断裂,北端延伸数十千米后消失。根据(郭奇斌,1992)资料,郑州-南阳重力梯级带(图 1)的东侧发育超壳断裂,右旋扭切,切断了洛阳幔背斜-栾川幔向斜和邓县幔背斜的构造轴。同样也切断 EW 向展布的地球化学急变带。

4 讨论与结论

在地球化学急变带沿古大陆边缘展布的局部区域,往往不象地表构造呈近直线型延伸,而是表现为急转弯的弧状、岛状变化延伸,与深部构造边缘的分布密切相关。在华北古大陆南部边缘,地球化学急变带的转弯变化,受控于古大陆边缘的结晶基底、深大断裂或隐性的构造面的作用。地球化学急变带与地球物理梯度带是地壳下部和上地幔物质组成和结构的物性反映,二者结合起来可以综合提供壳幔相互作用信息。

由于地球化学急变带的分布与深部构造密切相关,在转弯变化区域往往出现地幔凹陷或隆起,引起地壳在与古大陆基底边缘走向互相垂直或大角度交切方向上发生破裂作用和不均匀调整,当上地壳的断裂组合与 Moho 界面断裂和上地幔、地壳低速区相连时,深部热流体沿着这些部位上升,在地壳浅部发生大规模的成矿作用(Kutina,1996)。往往在一些断裂系统的结点处,发育与深部构造-岩浆-流体活动有关的钼、钨、锌多金属矿床(张正伟等,2001);在一些深部构造隆起区,热物质的上升使地壳中部产生的附加剪切应力,构成与剪切带构造-流体-成矿系统有关的金、银、铅多金属矿床(Zhang 等,

2000)。大型矿床往往集中在地球化学急变带急转弯的特定部位,即深部不同方向的构造线交切区。

参 考 文 献

- 陈衍景,李超,张静等. 2000. 秦岭钼矿带岩体锶氧同位素特征与岩石成因机制和类型. 中国科学(D 辑), 30(增刊) 34~72.
- 郭奇斌. 1992. 从地球物理特征谈河南地质构造. 河南地质, 10(4): 264~272.
- 胡受奚,赵懿英,徐金方等. 1997. 华北地台金矿成矿地质. 北京: 科学出版社, 1~220.
- 李立,杨辟元,段波等. 1998. 东秦岭岩石层的地质模型. 地球物理学报, 41(2): 189~195.
- 殷秀华,史志宏,刘占坡等. 1980. 中国大陆区域重力场的基本特征. 地震地质, 2(4): 286~294.
- 袁学诚,徐明才,唐文榜等. 1994. 东秦岭陆壳反射地震剖面. 地球物理学报, 37(6): 749~758.
- 曾融生. 1991. 中国大陆 Moho 界面深度图. 地球物理学报, 34(1): 43~51.
- 张国伟. 1996. 秦岭造山带大地构造图. 北京: 科学出版社.
- 张乃昌,阎景汉,刘新平. 1986. 从重磁场成果探讨河南深部构造及成矿作用. 河南地质, 4(1): 16~22.
- 张正伟,翟裕生,邓军等. 2001. 华北古陆块南缘成矿作用. 地球学报, 22(2): 129~134.
- 周国潘,罗孝宽,管志宁. 1992. 秦巴地区地球物理场特征与地壳构造格架关系研究. 武汉: 中国地质大学出版社, 1~130.
- Chen Y W, Mao C X, Zhu B Q. 1982. Lead isotopic composition and genesis of phanerozoic metal deposits in China. Geochemistry, 1(2): 137~158.
- Gulson B L. 1986. Lead isotopes in mineral exploration. Elsevier Press, 11~245.
- Kutina J. 1999. Ore deposit controls by fracture patterns of the crust and by mantle-rooted structural discontinuities. Earth Science Frontiers, 6(1): 29~53.
- Kutina J. 1996. The role of mantle-rooted structural discontinuities in concentration of metals. Global Tect & Metall, 5: 79~102.
- Liu G D, Han Tiangao, Liu Yike. 1997. Tectonic framework of China and its relation with mineral resources. Chinese Science Bulletin, 42(2): 89~95.
- Zhang Z W, Zhu BQ, Cai K Q, Deng J. 2000. The lead isotopic steep-dipping zone and mineralization. Journal of China University of Geosciences, 11(1): 36~73.
- Zhu B Q. 1995. The mopping of geochemical provinces in China based on Pb isotopes. Journal of Geochemical Exploration, 55: 171~181.