

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

安徽省嘉山管店—全椒龙王尖断裂的厘定 和构造岩透射电镜分析及地质意义

黄德志¹⁾ 邱瑞龙²⁾ 刘德良¹⁾ 杨晓勇¹⁾ 徐祥²⁾

1) 中国科学技术大学地球与空间科学系, 合肥, 230026;

2) 安徽省地质科学研究所, 合肥, 230001

内容提要 嘉山管店—全椒龙王尖断裂表现为多条蚀变剪切带, 镜下碎斑旋转变形明显, 为“6”型, 发育石英布丁构造。构造岩透射电镜分析结果进一步证实了该断裂的存在并具深断裂的特征。糜棱岩形成的差应力和应变速率及运动指向与郯庐断裂带内的糜棱岩相近。分析表明这条断裂是郯庐断裂带派生断裂, 其形成与郯庐断裂左行平移有关。它控制燕山期花岗岩产出空间, 指示郯庐断裂带左行平移可能发生在印支晚期。深断裂的属性使其成为金矿重要的区域控矿构造。

关键词 管店—龙王尖断裂 糜棱岩 透射电镜分析 位错 郯庐断裂带

1 断裂基本地质特征

1.1 区域展布

嘉山管店—全椒龙王尖断裂(下简称管店—龙王尖断裂)是本次研究所确立的安徽境内一条重要的近南北向断裂。位于郯庐断裂带东侧近旁、北段主要发育于新元古代张八岭群内^{①②}, 南段切过震旦—寒武系, 控制了燕山期的岩浆活动, 具有深断裂特征, 区内中生代晚期(晚燕山期)金矿(化)点均分布于其旁侧。断裂北段分为两枝, 西边一枝自北而南由管店谢岭(金矿点)东侧经郭大洼(金矿点)—小庙山(金矿)东侧—岱山林场—清水堰—南张, 向南延至李集; 东边一枝自北而南由上成(金矿点)西侧—铜狗城(金矿点)西侧—草庙王(金矿点)—仙店子—大柳和尚庄, 向南延至李集与西枝合并, 再向南过龙王尖金矿点西侧(图1)。据遥感资料分析, 再向南可延至巢湖清溪镇, 南北延伸达百余千米。

1.2 断裂宏观地质特征

该断裂为一条在地表断续出露的半隐伏断裂, 以定远县大柳乡和尚庄出露最好。该处发育多条平行的近SN向的蚀变剪切带, 单条断裂构造岩带宽窄不一, 最宽达15m, 窄至1m。断裂内伴生密集的剪切劈理, 劈理间距小于2mm, 劈理总体走向与断裂带夹角约20°, 为断裂同向伴生剪切劈理。横穿断裂带剖面上, 劈理产状呈现有规律性的变化。断裂面倾向东, 倾角大于70°, 并为第二期NW向断裂所切(图2)。断裂带内岩石强烈蚀变, 主要有碳酸盐化、硅化及黄铁矿化(地表风化褐铁矿)。龙王尖一带, 断裂带内充填有燕山期爆发角砾岩。角砾为安山岩、灰岩、泥灰岩, 胶结物由熔岩、岩屑、晶屑组成。马厂一带控制着燕山期花岗岩展布。这些地质

注: 本项目受到安徽省地质矿产局重点找矿项目及国家“九五”重点科技攻关项目(95110)资助。

①常印佛, 唐永成等. 1995. 安徽沿江地区铜金多金属成矿预测研究报告。

②董树文, 黄德志. 1995. 长江中下游及邻区构造地质图及说明书(1:100万)。

本文1999年4月收到, 1999年5月改回, 郝梓国编辑。

现象宏观上指示断裂对后期成岩成矿具有重要的制约作用,具一定的切割深度和规模。

1.3 构造岩显微变形特征

镜下观察,岩石明显糜棱岩化,由碎斑和基质两部分组成。基质占85%~90%,主要为石英(95%),少量白云母(5%)。基质粒径0.02~0.06mm。基质石英呈长条状,定向排列构成糜棱面理。碎斑由石英、斜长石、钾长石组成。

XZ面上长石碎斑呈菱形(图3-a)、浑圆状(图3-b),明显构造圆化和破碎,并常常被剪断(图3-c)。长石碎斑具明显的旋转变形,均为“6”型碎斑。尾部由基质石英及少量的云母组成,拖尾粗短,拖尾中线附近的石英明显动态重结晶,粒径明显大于其他部分的基质,这可能是剪切过程碎斑对局部应力“衍射”或屏障作用的结果,尤其是剪断的两个碎斑间,这种现象尤其明显(图3-c)。垂直或大角度斜交于糜棱面理碎斑边界的周边,基质颗粒很小,明显小于其他部分的基质,经受强烈的剪切作用。紧贴钾长石碎斑明显增多的白云母基质,可能反映了钾长石的退变质分解作用,钾长石分解为白云母和石英。碎斑周围的基质环绕其展布。不对称的碎斑均指示左旋剪切。

石英碎斑在糜棱岩化过程中变形表现主要有3种形式。第一种为不对称布丁化作用(图3-a上部)。第二种形式为孤立的石英碎斑,形似“6”型碎斑,指示左行剪切(图3-c)。没有细粒矿物组成的拖尾,形成机制可能为单剪机制下不对称布丁化过程中剪断的石英脉体进一步变形的产物(许志琴等,1996)。第三种为两端或一端具拖尾的碎斑(图3-a、b)。这3种石英变形形式可能均是不对称布丁化作用不同剪切强度的产物。当剪切作用较弱或原始石英脉体厚度较均匀时,形成不对称石英布丁;当剪切作用较强或原始石英脉体厚度不均匀,可能形成孤立的布丁节,进一步变形在一端或两端形成细粒拖尾,形成标准的“6”型碎斑。

石英在糜棱岩中另一种赋存状态为条带状石英脉中石英。带状石英脉为张八岭群石英角闪岩内原始石英脉体,在剪切作用下多数被剪断,进一步糜棱岩化,一部分细粒化形成基质,一部分形成布丁构造或“6”碎斑,少部分保留脉体原始形态。此外,在镜下偶见“S-C”构造(图3-b)。基于上述糜棱岩变形特征,断裂为中浅层次的左行韧性剪切带。

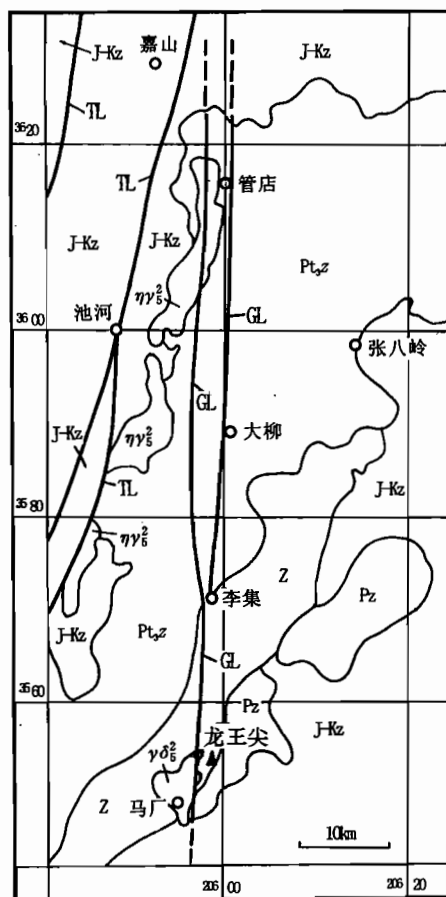


图1 管店—龙王尖断裂位置

Fig. 1 Position of Guandian — Longwangjian fault

J—Kz—侏罗系—新生界; Pz—古生界; Z—震旦系; Pt_{3z}—张八岭群; $\gamma\gamma_7^2$ —燕山期二长花岗岩; $\gamma\delta_7^2$ —燕山期花岗岩闪长岩; TL—郯庐断裂; GL—管店—龙王尖断裂
J—Kz—Jurassic to Cenozoic; Pz—Paleozoic; Z—Sinian; Pt_{3z}—Zhangbaling Group; $\gamma\gamma_7^2$ —Yanshanian monzonitic granites; $\gamma\delta_7^2$ —Yanshanian granodiorites; TL—Tan-Lu fault; GL—Guandian—Longwangjian fault

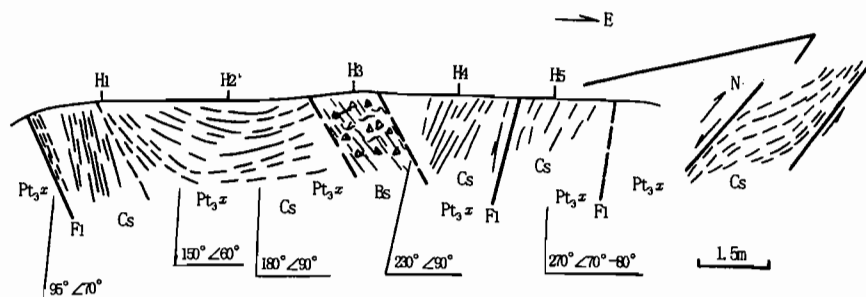


图 2 管店—龙王尖断裂构造剖面

Fig. 2 Structural section of Guandian—Longwangjian fault

Pt_{3x}—西冷组;Cs—剪切劈理;F1—第一期剪切面;Bs—第二期构造角砾岩;H1~H5—样品位置及编号
 Pt_{3x}—Xileng Formation;Cs—shear cleavage;F1—shear plane of first episode;Bs—structural breccia of second episode;
 H1~H5—location and number of samples

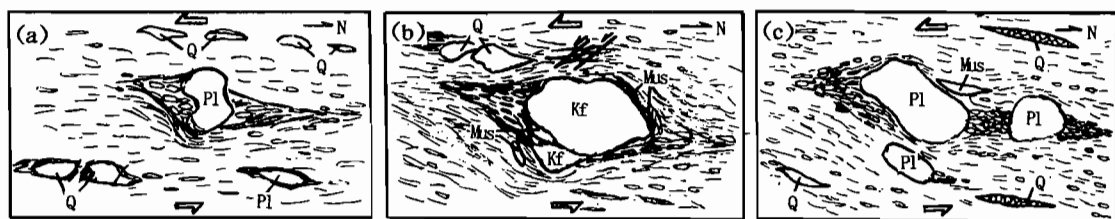


图 3 显微变形素描(说明见正文)

Fig. 3 Sketch of microscopic deformation(illustration sees text)

Q—石英;Kf—钾长石;Pl—斜长石;Mus—白云母

Q—Quartz;Kf—potassium feldspar;Pl—plagioclase;Mus—muscovite

2 构造岩(糜棱岩)透射电镜分析

横穿断裂带 5 个样品 H1—H5(取样位置见图 2)和透射电镜分析获得很特征的石英位错图像(图版 I)。以发育位错线、位错壁、亚颗粒及密集的位错强变形带为特征,以及少量位错环。

样品 H1 以发育位错壁和亚颗粒为特征(图版 I-1);样品 H₂ 以发育位错壁和亚颗粒为主,部分密集位错构成强变形带(图版 I-2);样品 H3 发育位错线、位错环(图版 I-3、4);样品 H4 以发育短小的扭曲位错线为特征(图版 I-5);样品 H5 发育位错线、位错壁和亚颗粒(图版 I-6、7)。

运用 Smith-Guthman 法,即将许多条随机定向总长 L 的直线标在显微照片视域内,计数这些直线与位错的交点数 N ,然后由下式计算:

$$\rho = 2N/Lt$$

式中 t 为电镜样品厚度(按中国科学技术大学结构与成分分析中心张庶见教授估计为 $0.5 \mu\text{m}$), ρ 为位错密度(cm^{-2});差应力由 McCormich(1979)经验公式 $\Delta\sigma = 1.64 \times 10^{-4} \rho^{0.66}$ 计算;应变速率据 Parrish 等(1976)由实验获得的湿的条件下公式 $\dot{\epsilon} = 7000 \times (\Delta\sigma)^{2.6} \exp[-27778/T]$ 计算。

王奎仁等(1995)在对本区韧性剪切带研究中,用多种方法对韧性剪切带的形成温度进行了计算,不同方法所得结果相近,变化范围为 350~500℃,其中矿物温度计获得的温度为 425~480℃。本文所研究的糜棱岩透射电镜分析所显示的位错特征,即发育位错壁、亚颗粒及扭曲位错线,指示糜棱岩具有较高的形成温度(涂荫玖等,1999);另一方面,显微构造特征指示了中低温变形。据此所述,在运用上述 Parrish 等的公式时,选定温度为中低温糜棱岩(略高于低温糜棱岩),形成温度 450℃(400~550℃),这与张八岭群总体变质相(绿片岩相)亦吻合。位错密度、差应力及应变速率计算结果见表 1。

3 讨论与结论

张八岭构造带内存在着不同时期及类型的糜棱岩。一类为近水平的糜棱岩带,宽约 1~1.5 km,发育于张八岭群上部,为变质基底与沉积盖层(Z-T)岩片之间印支期滑脱作用的产物(许志琴等,1996);另一类为产状陡

表 1 管店—龙王尖断裂糜棱岩差应力和应变速率计算结果表

Table 1 Differential stress and strain rate of mylonite in Guandian—Longwangjian fault

样品号	位错密度(cm^{-2})	差应力 $\Delta\sigma$ (MPa)	应变速率 $\dot{\epsilon}$ (s^{-1})
H ₁	2.857×10^9	2.86×10^2	2.22×10^{-12}
H ₂	3.179×10^9	3.06×10^2	2.64×10^{-12}
H ₃	1.389×10^9	1.77×10^2	6.37×10^{-13}
H ₄	2.772×10^9	2.80×10^2	2.10×10^{-12}
H ₅	1.828×10^4	2.13×10^2	1.03×10^{-12}

立的糜棱岩,走向与郯庐断裂一致,主要发育于张八岭群内,是郯庐断裂带活动的产物,糜棱岩形成的差应力为 120~270 MPa,应变速率为 $10^{-10} \sim 10^{-14} \text{S}^{-1}$ (王奎仁等,1995),并且有明显的组分变化(王奎仁等,1995;杨晓勇等,1997)。

本文研究的糜棱岩既不是基底与盖层间滑脱作用的产物,也不是郯庐断裂活动的直接结果,是管店—龙王尖断裂剪切作用的产物。然而其与郯庐断裂有着间接的联系。管店—龙王尖断裂北起于郯庐断裂带东侧近旁而未穿过郯庐断裂带,与郯庐断裂带夹角 $10^\circ \sim 15^\circ$,主要活动为早期强烈左行剪切作用(乔秀夫,1981;梁继刚等,1983;辽宁省地质学会构造专业委员会,1983;徐嘉伟,1985;洪作民,1986;徐嘉伟等,1992;苏尚国等,1999),这种与郯庐断裂平面上的几何关系及运动学特征暗示管店—龙王尖断裂为郯庐断裂次级派生断裂的可能性。该断裂糜棱岩上述计得的差应力(177~306 MPa)及应变速率($6.37 \times 10^{-13} \sim 12.64 \times 10^{-12} \text{S}^{-1}$)与本区郯庐断裂带内糜棱岩的计算结果相当吻合,证明了上述两者关系的推论。管店—龙王尖断裂与郯庐断裂关系的确立对郯庐断裂主要左行平移期的确定可能具一定的指示意义。郯庐断裂带主要左行平移期的时代尚有较大分歧,最具代表性的有两种观点:一种观点认为发生在印支期(赵大升,1983;Wan et al., 1991; Yin et al., 1993; 万天丰等,1996),是扬子板块与华北板块碰撞的产物;另一种观点认为发生在燕山期(早白垩世)(徐嘉伟,1984;金隆裕,1985;朱光等,1995;马文璞,1995;窦立荣等,1996)。

管店—龙王尖断裂是郯庐断裂左行平移派生的次级断裂,它的启动与郯庐断裂的左行平移密切相关,管店—龙王尖断裂控制着马厂燕山期(早白垩世)花岗岩分布。由此推断,该断裂启动应早于白垩纪。中国大陆山链中,发育大量的平移韧性剪切带,主要发生在板块碰撞之后的后造山阶段,改变及破坏了原有的构造格局(许志琴等,1997)。管店—龙王尖断裂切过印支运动造山形成的张八岭构造带。推测管店—龙王尖断裂是印支晚期大别—苏鲁造山作用后造山阶段郯庐断裂左行平移的派生断裂。

透射电镜分析不仅证实了断裂的存在,同时反应了该断裂具韧性剪切带的特征,推测具一

定的深度。管店—龙王尖断裂与金矿空间上密切相关,区内已知金矿(化)点均分布于其旁侧,断裂深度及相应规模的确定揭示了这种表面现象的内在本质。断裂的深度、规模及运动学特征决定了其次级派生断裂十分发育,金矿主要赋存于其派生的三、四级断裂或剪切带内。是燕山末期金矿成矿热液纵向迁移的重要构造通道。它的厘定及切割深度、运动性质等构造要素的确立,不仅对认识郯庐断裂带的构造发展史有着间接的指示作用,而且对力争本区金矿找矿突破具有重要的意义。

参 考 文 献

- 窦立荣,宋建国,王瑜. 1996. 郯庐断裂带北段形成的年代学及其意义. 地质论评, 42(6): 508~512.
- 洪作民. 1986. 有关郯庐断裂带北段研究中存在的问题. 地质论评, 32(2): 174~177.
- 金隆裕. 1985. 郯庐断裂带中段新生代火山岩的 K-Ar 年龄值和分期. 地质论评, 31(4): 309~315.
- 梁继刚,袁西坡. 1983. 从晚古生代煤系论郯庐断裂形成及中生代活动的若干基本特征. 地质论评, 29(5): 447~448.
- 辽宁省地质学会构造专业委员会. 1983. 对郯庐断裂北延问题的认识取得新进展. 地质论评, 29(5): 496.
- 马文璞. 1995. 郯庐断裂系研究的最新总结——介绍英文版《郯庐平移断裂系统》. 地质论评, 41(5): 480.
- 乔秀夫. 1981. 对郯—庐断裂巨大平移之质疑. 地质论评, 27(3): 222~224.
- 苏尚国,周珣若,顾德林. 1999. 山东沂水郯庐断裂带中段中生代火山岩特征及演化. 地质论评, 45(增刊): 565~576.
- 涂荫玖,杨晓勇,刘德良. 1999. 皖东黄栗树一破凉亭断裂带北段构造岩显微—超显微变形特征及地质意义. 地质论评, 45(6): 621~628.
- 王奎仁,刘德良,杨晓勇. 1995. 郯庐断裂带南段构造地球化学研究. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 60~80.
- 万天丰,朱鸿,赵磊等. 1996. 郯庐断裂带的形成与演化: 综述. 现代地质, 10(2): 159~168.
- 徐嘉伟. 1984. 郯城—庐江平移断裂系统. 构造地质论丛(3). 北京: 地质出版社.
- 徐嘉伟. 1985. 郯庐断裂带北段平移研究的若干进展——答乔秀夫的“对郯庐断裂巨大平移质疑”. 地质论评, 31(1): 83~86.
- 徐嘉伟,马国锋. 1992. 郯庐断裂带研究的十年回顾. 地质论评, 38(4): 316~324.
- 许志琴,崔军文,张建新. 1996. 大陆山链变形构造动力学. 北京: 冶金工业出版社, 48.
- 许志琴,张建新,徐惠芬等. 1997. 中国主要大陆山链韧性剪切带及动力学. 北京: 地质出版社, 269.
- 杨晓勇,刘德良,王奎仁. 1997. 郯庐断裂带南段中深层次剪切带糜棱岩化过程中组份变化规律研究. 高校地质学报, 3(3): 263~271.
- 赵大升,肖增岳,王艺芬. 1983. 郯庐断裂带及其邻近地区新生代火山岩岩石特征及成因探讨. 地质学报, 57(2): 128~141.
- 朱光,徐嘉伟,孙世群. 1995. 郯庐断裂带平移时代的同位素年龄证据. 地质论评, 41(5): 452~456.
- Parrish D K, Ross J V. 1976. Experimental deformation of anhydrite and early strain history of salt domes (abstr.). Am. Geophys. Union Trans., 57: 332.
- Wan Tianfeng, Zhu Hong. 1991. Tectonic events of Late Proterozoic—Triassic in South China, Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 6(2): 147~157.
- Yin A, Nie S. 1993. An indentation model for the north and south China collision and the development of the Tan-Lu and Honam fault systems, eastern Asia. Tectonics, 12(4): 801~813.

图 版 说 明

1. 样品 H1 石英的位错壁(Sj)、亚颗粒(Sg), ×20000 倍。
2. 样品 H2 石英颗粒内的位错壁(Sj)、亚颗粒(Sg)及密集位错变形带(bd), ×20000 倍。
3. 样品 H3 石英颗粒内的小圆形位错环(b), ×10000 倍。
4. 样品 H3 石英颗粒内的位错线(d)和位错环(b), ×20000 倍。
5. 样品 H4 石英颗粒以发育短小的扭曲的位错线(d)为主, ×20000 倍。
6. 样品 H5 石英颗粒内的位错壁(Sj)、亚颗粒(Sg)发育, 位错线(d)及少量位错环(b), ×10000 倍。
7. 样品 H5 石英颗粒内发育位错线, ×10000 倍。

作 者 简 介

黄德志,男,1964年生,硕士。现为中国科学技术大学地球与空间科学系96级博士生,从事构造及地球化学研究。通讯地址:230001,安徽省合肥市宁国路19号,安徽省地质科学研究所。

Verification of the Guandian—Longwangjian Fault and TEM Analysis of Mylonites and Its Geological Significance

Huang Dezhi¹⁾ Qiu Ruilong²⁾ Liu Deliang¹⁾ Yang Xiaoyong¹⁾ Xu Xiang²⁾

1) *Dept. of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei, 230026;*

2) *Anhui Institute of Geological Sciences, Hefei, 230001*

Abstract

The result of TEM analysis of mylonites of the Guandian—Longwangjian fault has verified the existence of this fault and revealed its deep-fault features. The differential stress, strain rate and direction of the movement of the fault during the formation of the mylonites are close to those of the Tan-Lu fault system. The formation of the fault is closely related to the sinistral-slip of the Tan-Lu fault. The deep-fault characters of this fault make it an important regional ore-control structure for gold deposits in the area. The occurrence of the Yanshanian granites indicates that the main sinistral strike-slip movement of the Tan-Lu fault system probably took place during the late Indosinian epoch.

Key words: Guandian—Longwangjian fault; mylonite; TEM analysis; dislocation; Tan-Lu fault system

