

# 皖南天井山地区金矿与韧性剪切带的关系

王积善, 张均

(中国地质大学(武汉)资源学院, 湖北 武汉 430074)

**摘要:** 皖南天井山地区位于江南隆起带东段, 区内璜茅-五城-屯溪韧性剪切带为大型韧性剪切带, 宽2~5 km, 呈喇叭状展布, 是区内重要的控矿构造。天井山区域内的金矿及金多金属矿均产于韧性剪切带内, 矿体的展布也受韧性剪切带控制。区内发育石英脉型、蚀变岩型和千糜岩型金矿化, 其中以石英脉型矿化为主, 石英脉型矿化与蚀变岩型矿化受韧性剪切带演化后的脆性和脆韧性剪切控制, 金矿成矿为韧性剪切带多阶段成矿或后韧性剪切叠加成矿。韧性剪切带的活动使Au及其相关元素富集, 为金矿成矿提供充足的物质来源, 金矿成矿与其具有明显的成因联系。

**关键词:** 皖南天井山; 韧性剪切带; 金矿; 成因联系

**中图分类号:** P618.51      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-9102(2016)02-0065-05

## The relationship between ductile shear zone and gold deposit in Tianjingshan area, south of Anhui Province

WANG Jishan, ZHANG Jun

(School of Earth Resources, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China)

**Abstract:** Tianjingshan area is located in Jiangnan uplift belt, the Huangmao - Wucheng - Tunxi ductile shear zone is a large scale ductile shear zone in this area, and the distribution of the ductile shear zone is like a trumpet. The width is 2 ~ 5 km. It is an important ore control structure. In Tianjingshan area, the gold deposits and the gold - polymetallic deposits are all located in ductile shear zone, and the ore bodies are also controlled by the ductile shear zone. The gold mineralization types are quartz vein type, altered rock type and phyllonite type, and the main mineralization is quartz vein type. The quartz vein type and altered rock type are controlled by brittle and brittle - ductile shear after the ductile shear. Gold mineralization is a ductile shear zone multi - stage mineralization or superimposed mineralization after ductile shear. The activities of the ductile shear zone have enriched Au and its related elements, and provided sufficient material sources for the gold mineralization. Thus, the gold mineralization is obviously genetically related to the ductile shear zone.

**Key words:** Tianjingshan; southern Anhui; ductile shear zone; gold deposits; genetic relationship

皖南天井山地区位于安徽省黄山市休宁县, 处于钦杭成矿带东段的最北部地区<sup>[1]</sup>。前人对该地区进行了多年的基础地质工作和金矿勘查工作, 对该区的金矿特征以及控矿因素已有一些论述, 其中部分学者<sup>[2-4]</sup>认为天井山地区金矿受区域性北东向断裂控制, 成矿物质和成矿热液主要来源于同熔型岩浆热液系统, 并有来自于石英流体包裹体的证据<sup>[5,6]</sup>, 张国斌等<sup>[7]</sup>于2008年最早提出天井山金矿受大型韧性剪切带的控制。而后学者根据天井山金矿<sup>[8-10]</sup>和新岭脚金矿<sup>[11]</sup>的产出特征认为金矿的形成受地层、构造、

收稿日期: 2015-12-28

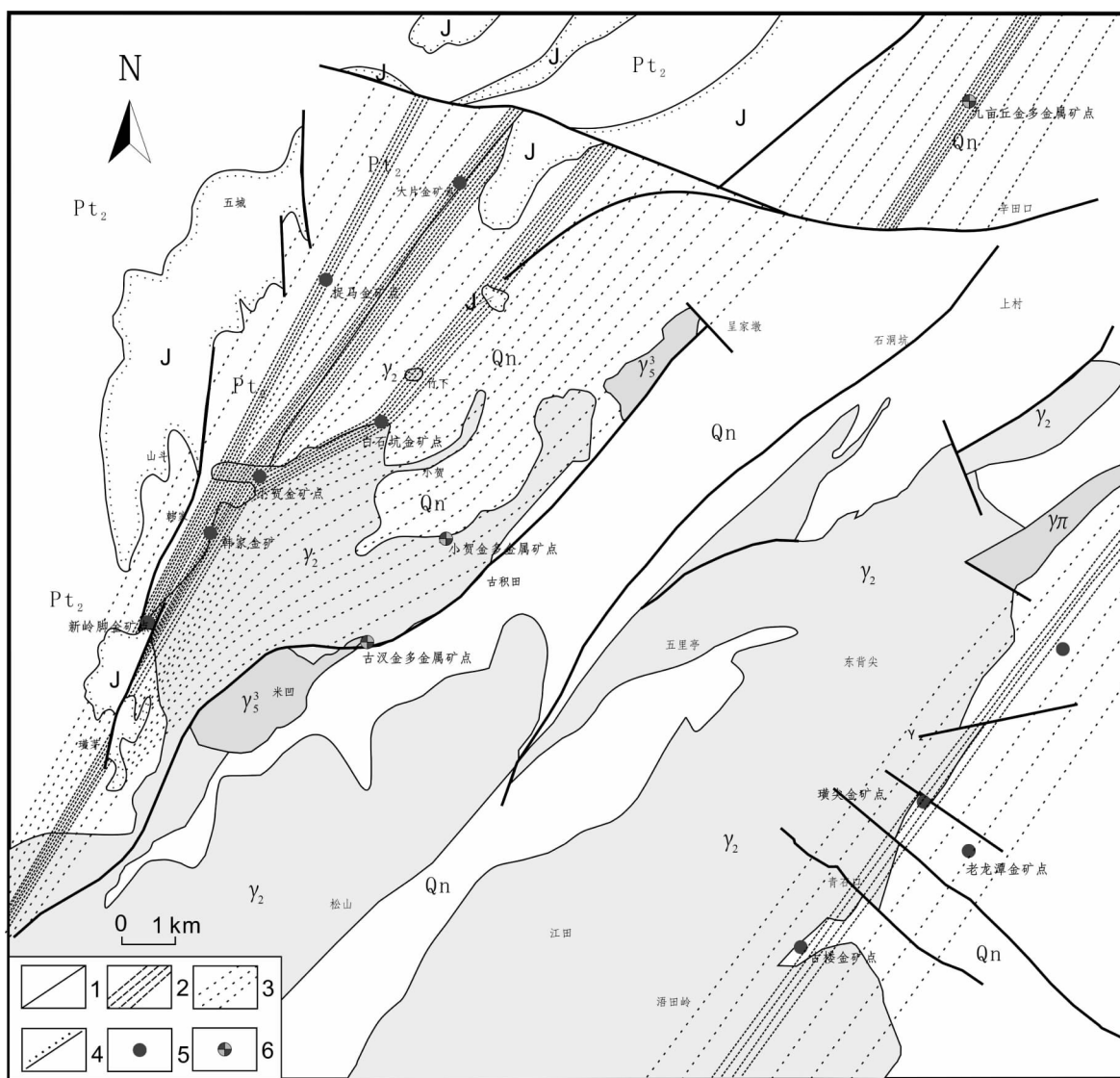
基金项目: 安徽省国土资源科技项目(2013-K-02)

通信作者: 张均(1956-), 男, 湖北武汉人, 教授, 研究方向: 成矿规律与成矿预测学等。E-mail: zhangjun@cug.edu.cn

岩浆活动等多重因素的控制,但主要的控矿因素为璜茅-五城-屯溪韧性剪切带,其为成矿提供了矿质运移通道和矿质沉淀场所.虽然前人的研究也注意到了璜茅-五城-屯溪韧性剪切带是区域上重要的控矿构造<sup>[8-10]</sup>,甚至有提出天井山金矿为韧性剪切带型金矿<sup>[10,12]</sup>,但对韧性剪切带与金矿关系的研究几乎只停留在个别矿床(点)的时空关系描述,对区内金矿与韧性剪切带的时空关系缺乏整体研究,对其成因联系研究也有待深入.笔者通过野外观察结合地球化学数据对天井山地区韧性剪切带与金矿关系进行系统研究,探讨韧性剪切带与金矿的成因联系.

### 1 研究区地质概况

天井山地区位于扬子陆块与华夏古陆块结合部位,江南隆起带(造山带)东段,皖浙赣深大断裂贯穿全区<sup>[13]</sup>.研究区地层属扬子地层江南地层分区,南东侧为青白口纪火山岩和火山碎屑岩,属白际岭岛弧地体,西部的中元古代牛屋组、木坑组为郢公山复理石地体;区内还分布有中生代的断陷盆地.皖浙赣断裂带为区域主干构造带,该带宽约几十公里,由北东向、近东西向、北北东向3组方位的次级断裂分支、复合成“网格状”构造阵列.区内岩浆岩分布广泛,呈NE向展布,以晋宁期和燕山期岩体为主.晋宁期岩体主要为灵山岩体、莲花山岩体和白际岭花岗岩,规模较大,总面积达300 km<sup>2</sup>,燕山期岩体呈岩株、岩瘤和岩脉沿NE向构造带呈带状展布,规模较小,如青山、富竹圩岩体等(图1).



1 - 断层;2 - 韧性剪切带强应变带;3 - 韧性剪切带弱应变带;4 - 不整合线;5 - 金矿点;6 - 多金属矿点

图1 皖南天井山地区金矿分布图

## 2 璜茅-五城-屯溪韧性剪切带特征

璜茅-五城-屯溪韧性剪切带处于障公山中元古代地层与白际岭新元古代地层接触边界,为皖浙赣大断裂活动形成,总体走向 NE(图 1),在研究区内其展布特征总体呈喇叭状,宽约 2~5 km,向 NE 发散,向 SW 收敛,向 NE 方向延伸至九亩丘以北,向 SW 方向延伸至江西境内,为大型韧性剪切带.韧性剪切带经过元古代地层以及晋宁期花岗岩,由多条强弱应变带相间组成.在韧性剪切带的强应变带内,元古代地层形成千糜岩,发育 S-C 组构,A 型褶皱以及透镜状石英等韧性变形构造;晋宁期花岗岩则形成长英质糜棱岩,局部发育超糜棱岩,可见旋转碎斑,书斜以及矿物鱼等典型塑性变形构造.而在韧性剪切带的弱应变带内,元古代地层形成糜棱岩化千枚岩和千糜岩,而晋宁期花岗岩则形成初糜岩,同样可见上述典型的塑性变形现象,但这些现象发育较少且不明显.

## 3 韧性剪切带与金矿时空关系

区域空间位置显示天井山地区内的韩家、小贺、白石坑、新岭脚、捉马、大片、九亩丘、璜尖、古楼等金矿以及古汉、小贺等砷-铅锌-金等多金属矿均产在韧性剪切带的范围内.从北西往南东,捉马金矿床(点)位于璜茅-五城-屯溪韧性剪切带第一强应变带内,并且沿韧性剪切带呈北东-南西向分布,矿体主要产在元古代地层当中;新岭脚、韩家、小贺矿点位于第二个强应变带内,矿体主要沿岩体和地层的接触带产出;白石坑矿点位于第三强应变带内,矿体主要沿岩体和地层的接触带产出.小贺砷-铅锌-金多金属矿点和古汉砷-铅锌-金多金属矿点位于韧性剪切带弱应变带内,矿体以产在花岗岩内为主.位于天井山地区北东端的九亩丘多金属矿点也产于韧性剪切带中,韧性变形较强,矿体为含硫化物的方解石石英脉,赋矿围岩为井潭组地层.而璜尖、古楼金矿位于研究区南东侧的璜尖韧性剪切带内,产于莲花山岩体与井潭组地层接触带.

研究区内金矿的矿化类型包括石英脉型,蚀变岩型以及千糜岩型,其中以石英脉型为主.在这些金矿床(点)均可见千糜岩或糜棱岩型金矿化,这些千糜岩型矿体严格受韧性剪切带的控制,呈北东向产出,与韧性剪切带的产状一致,其产出规模不大,且矿体形态复杂.而在韩家、小贺、白石坑等金矿床(点)可见这些千糜岩、糜棱岩以及千糜岩型矿体被后期矿化石英脉穿插,石英脉中并不可见塑性变形,可知这些控制石英脉的断裂均为后期叠加在韧性剪切带上的脆性以及脆-脆性断裂.从韩家、小贺、白石坑以及捉马的勘探线剖面图以及钻孔资料<sup>[14,15]</sup>可见,无论蚀变岩型矿体还是石英脉型矿体,均产在韧性剪切带的范围内,并且石英脉矿体的产状变化与糜棱岩带一致,可见韧性剪切带对金矿体的在空间展布上的控制作用.其中在韩家矿区的 XJ2,PD200 中可见矿化石英大脉穿插沿脆性断裂贯入的辉绿岩脉(图 2 和图 3),而脆性断裂又叠加在晋宁期花岗岩和井潭组地层中,井潭组地层及晋宁期灵山花岗岩、韧性剪切带、辉绿岩脉及石英脉先后的时间结构关系十分清晰.由此可知天井山地区金矿主要为后韧性剪切带或在韧性剪切带多阶段成矿.

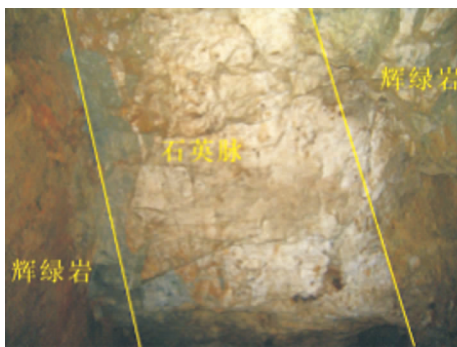


图 2 XJ2 中石英脉穿插辉绿岩脉



图 3 PD200 中石英脉穿插辉绿岩脉

#### 4 韧性剪切带地球化学特征对金矿成因的指示

将天井山地区长英质糜棱岩(原岩为灵山花岗岩)与璜茅地区未受韧性剪切带作用的灵山花岗岩进行金及相关元素含量对比(表1和图4),为了避免矿化蚀变的影响,长英质糜棱岩选取远离矿区的地点进行取样.结果显示长英质糜棱岩中 Au, Cu, Zn, Mn, Co, Ni, Ti, V, As, Sb, Bi, Hg, Mo, Ag, B 富集系数均大于1,其中 Au, Cu, Zn, Mn, Bi, Hg, Mo, Ag 富集系数小于2,说明韧性剪切带对这些元素有一定富集,但富集作用相对较小,而 Co, Ti, V, Sb 富集系数大于3,即说明韧性剪切带对这些元素具有较强的富集,而 As 和 B 元素,富集系数大于10,说明韧性剪切带对这2种元素强烈富集,而 Pb, W, Sn 这3种元素的富集系数小于1,说明在韧性剪切作用过程中,这3种元素是迁出的,其中 Pb 的富集系数为0.9,在误差范围内说明其迁出量较小或无迁出,而 W 和 Sn 的富集系数较小,说明其迁出量相对较大.

表1 长英质糜棱岩以及灵山花岗岩金及相关元素含量

类型	编号	Au/ $10^{-9}$	Cu	Pb	Zn	Mn	Co	Ni	Ti	V	As	Sb	Bi	Hg/ $10^{-9}$	W	Mo	Ag	Sn	B
长英质糜棱岩	M-1	6.50	31.30	58.80	80.70	209.00	1.00	2.63	874.00	3.26	15.60	2.64	0.72	18.10	2.61	0.72	0.06	4.92	84.50
	M-2	3.90	12.30	26.90	83.40	787.00	9.87	11.20	2 023.00	67.10	26.70	1.44	0.56	11.30	3.09	1.09	0.06	1.92	106.00
	M-3	9.60	40.20	38.60	89.60	670.00	11.00	18.20	4 093.00	69.20	2.85	0.49	0.33	9.90	2.62	0.56	0.05	2.13	12.90
	M-4	0.50	14.20	29.40	56.90	257.00	1.40	3.03	430.00	2.00	1.28	0.32	0.93	8.50	0.77	0.88	0.17	4.32	13.50
	M-5	18.40	30.20	155.00	82.20	454.00	2.08	2.92	706.00	4.82	7.60	0.63	2.67	10.50	1.73	0.93	0.62	6.15	119.00
长灵山花岗岩	L-1	8.60	11.60	36.80	40.00	247.00	1.32	3.10	518.00	7.53	1.93	0.20	1.17	9.50	5.26	0.59	0.13	6.10	9.67
	L-2	4.30	9.12	18.40	44.20	209.00	1.00	2.76	417.00	2.00	0.63	0.20	0.34	8.80	3.24	0.72	0.07	5.23	5.00
	L-3	6.00	17.90	182.00	37.90	204.00	1.00	2.50	427.00	2.22	0.50	0.20	0.26a	8.30	2.32	0.64	0.07	9.08	5.00
	L-4	2.80	35.80	59.70	44.90	224.00	1.09	3.06	360.00	3.43	106.00	0.20	0.80	9.80	2.48	0.82	0.22	7.85	5.04
	L-5	5.60	20.70	44.30	51.50	328.00	1.00	3.04	737.00	5.79	0.76	0.20	0.32	8.60	1.20	0.69	0.09	7.17	5.00
糜棱岩平均值 a		7.80	25.63	61.70	78.53	475.44	5.08	7.60	1 625.00	29.28	10.79	1.10	1.04	11.66	2.16	0.83	0.19	3.89	67.12
花岗岩平均值 b		5.47	19.03	68.25	43.69	242.36	1.08	2.89	491.83	4.19	0.98	0.20	0.58	8.99	2.90	0.69	0.12	7.09	5.94
糜棱岩元素富集系数 a/b		1.43	1.35	0.90	1.80	1.96	4.69	2.63	3.30	6.98	11.04	5.51	1.80	1.30	0.75	1.20	1.64	0.55	11.30

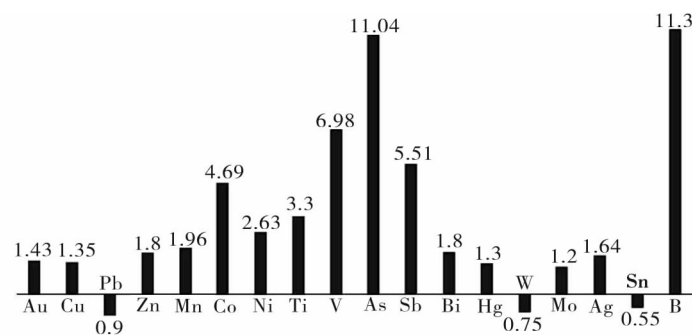


图4 长英质糜棱岩相对灵山花岗岩对金及相关元素的富集系数

综上,长英质糜棱岩中与金相关的绝大部分元素的含量明显高于璜茅地区未受韧性剪切带作用的灵山花岗岩,即韧性剪切带对金及相关元素有明显的富集作用.

从灵山岩体与长英质糜棱岩的金及相关18元素含量对比,可知韧性剪切带对金及相关成矿元素具有富集作用.所以井潭组地层 Au, As, Sb 等元素具有具有高变异系数<sup>[16]</sup>,除了原始沉积时的不均匀外,应还与韧性剪切带活动有关.在天井山地区,璜茅-五城-屯溪韧性剪切带的活动使井潭组地层以及灵山岩体的 Au 及相关元素发生活化迁移,在韧性剪切带中富集,使韧性剪切带中部分区域的 Au 含量可达0.1~

10.0 g/t 数量级,为燕山期热液再次强烈活动而为形成石英脉型矿体提供充足的物质来源。

## 5 结论

1) 韧性剪切带与金矿的空间关系显示,韧性剪切带控制了金矿在区域内的分布,也控制了金矿体的展布。

2) 天井山地区金矿在时间上表现为后韧性剪切成矿或韧性剪切带多阶段成矿。

3) 地球化学分析显示,韧性剪切带对金等 18 元素有明显的富集作用。

4) 天井山地区地质特征,地球化学特征综合显示金矿与韧性剪切带存在明显的成因联系。

## 参考文献:

- [1] 杨明桂,梅勇文. 钦-杭古板块结合带与成矿带的主要特征[J]. 华南地质与矿产,1997(3):52-59.
- [2] 金敏. 休宁-歙县东南部金矿成矿地质条件及找矿方向[J]. 安徽地质,2015(1):7-11.
- [3] 王郁. 皖南小贺-古汉金矿化带及其地质意义[J]. 冶金地质动态,1990(5):3-6.
- [4] 李治平,杨文思,王郁,等. 皖南岩浆作用及其与金矿化的关系[J]. 地质找矿论丛,1989(2):42-53.
- [5] 姜妍岑,谢玉玲,唐燕文,等. 安徽天井山金矿成矿流体特征及成矿过程初探[J]. 岩石矿物学杂志,2013(3):329-340.
- [6] 谢玉玲,王爱国,李应栩,等. 安徽天井山金矿:变形期次、蚀变和成矿流体特征[J]. 矿物学报,2013(s2):509-510.
- [7] 张国斌,吕绍远. 皖南浅变质岩区的构造演化及矿产分布规律[J]. 大地构造与成矿学,2008(4):509-515.
- [8] 吴建阳,张均. 从天井山金矿和金山金矿的成矿特征对比谈天井山金矿的找矿前景及突破方向[J]. 矿床地质,2010(s1):1003-1004.
- [9] 段留安,杨晓勇,孙卫东. 皖南天井山-小贺金矿区地质地球化学特征及找矿前景分析[J]. 矿床地质,2010(s1):921-922.
- [10] 段留安,杨晓勇,孙卫东,等. 皖南天井山金矿床地质-地球化学特征及找矿前景[J]. 地质学报,2011(6):965-978.
- [11] 左延龙,翁望飞. 皖南新岭脚金矿地质特征及找矿远景[J]. 安徽地质,2014(3):176-181.
- [12] 汪应庚,任明君,王秀蓉. 皖南地区金矿类型与成矿地质条件分析[J]. 江苏科技信息,2013(11):71-74.
- [13] 余心起,江来利,许卫,等. 皖浙赣断裂带的界定及其基本特征[J]. 地学前缘,2007(3):102-113.
- [14] 王中伟. 安徽省休宁县山斗金矿天井山矿段资源储量核实报告[R]. 屯溪:黄山矿产资源储量动态检测中心,2008.
- [15] 王德恩. 安徽省休宁县小贺金矿详查设计[R]. 屯溪:安徽省地质矿产勘查局 332 地质队,2009.
- [16] 付怀林,辛厚勤. 皖南白际岭地区金的地球化学特征及找矿预测[J]. 桂林工学院学报,2004(1):14-18.