

溧水爱景山超大型锶矿控矿断裂构造性质及转换机制

刘新光¹, 陆振云^{1*}, 刘雯雨¹, 杨献忠^{1,2*}, 王寿庆¹, 范飞鹏²

¹南京金焰锶业有限公司, 江苏 南京

²中国地质调查局南京地质调查中心, 江苏 南京

收稿日期: 2025年9月1日; 录用日期: 2025年10月5日; 发布日期: 2025年10月13日

摘要

溧水爱景山锶矿是溧水火山岩盆地唯一在采的锶矿床, 目前已形成7个采矿中段。矿区内, F_2 断裂控制了矿体的下盘边界, 而 F_7 断裂则控制了矿体的上盘边界。 F_2 和 F_7 断裂构造具有先张性后压性的特征, 但构造性质转变的具体位置尚未准确厘定, 一定程度上影响了开拓工程的布置和采矿效率。本文调查了爱景山锶矿在采7个采矿中段能够观察到的 F_2 和 F_7 断裂构造所在位置、形态, 分析了构造性质。地表北部, F_2 断裂构造表现为张性特征, 而南部表现为压性特征; -150 m中段北部表现为张性, 而南部已由张性转换成压性; -190 m中段及向下深部均为压性特征。地表 F_7 断裂构造为张性, 但在-230 m中段及以深已成为压性, 并且可以一直向北部延伸。分析了断裂构造由张性向压性转换的形成机制, 举例阐述了构造性质转变过程中派生的构造对找矿勘探的实际影响。本文的认识可为溧水火山岩盆地内构造演化作用研究提供参考, 也为矿山深部找矿预测提供依据。

关键词

爱景山锶矿, 控矿断裂构造, 构造性质转换机制, 溧水火山岩盆地

The Nature Transformation and Formation Mechanism of the Ore-controlling Fault Structures in Aijingshan Super Large-Scale Strontium Deposit of Lishui

Xinguang Liu¹, Zhenyun Lu¹, Wenyu Liu¹, Xianzhong Yang^{1,2*}, Shouqing Wang¹, Feipeng Fan²

*共同通讯作者。

文章引用: 刘新光, 陆振云, 刘雯雨, 杨献忠, 王寿庆, 范飞鹏. 溧水爱景山超大型锶矿控矿断裂构造性质及转换机制[J]. 矿山工程, 2025, 13(6): 1186-1196. DOI: [10.12677/me.2025.136133](https://doi.org/10.12677/me.2025.136133)

¹Nanjing Jinyan Strontium Industry Co., Ltd., Nanjing Jiangsu²Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing Jiangsu

Received: September 1, 2025; accepted: October 5, 2025; published: October 13, 2025

Abstract

Aijingshan strontium deposit in Lishui is the only mining strontium deposit in the Volcanic Basin of Lishui and has formed seven mining middle sections now. In the mining area, the F_2 fault controls the lower boundary of the ore body, while the F_7 fault does the upper boundary of the ore body. The F_2 and F_7 fault structures have the characteristic of tension in the early stage and then compression in the late stage, but the specific location of the structural property transformation has not been accurately determined, which to some extent affects the layout of development projects and mining efficiency. The location and morphology of the F_2 and F_7 fault structures that can be observed in seven mining sections of Aijingshan strontium deposit are investigated, their properties are studied in the paper. The F_2 fault exhibits tensional characteristics in the north and compressive characteristics in the south of the earth's surface. At -150 m mining middle section, F_2 exhibits tension in the northern region, while in the southern region, it has transitioned from tension to compression. At -190 m mining middle section and deeper, F_2 is all characterized by compression. The F_7 fault is tensile in the earth's surface, but it has become compressive at -230 m mining middle section and it can extend northward. The formation mechanism of fault structures transitioning from tension to compression is also analyzed. The practical impact of structures derived from the transformation of structural properties on the prospecting prediction are stated by the examples. The understanding in this article could provide a reference for the study of tectonic evolution in the Volcanic Basin of Lishui, and also provide a basis for deep prospecting prediction in the strontium deposit.

Keywords

Aijingshan Strontium Deposit, Ore-Controlling Fault Structure, Mechanism of Structural Property Transformation, Volcanic Basin of Lishui

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

溧水盆地处于长江中下游成矿带东段, 锶矿床是溧水盆地的优势矿产, 现已发现超大型锶矿床 1 处(爱景山)、中型锶矿床 1 处(卧龙山)及多处锶矿点(石坝桥、石坝、小东山) [1] [2]。近来, 野外调查表明爱景山东部的后方村、东南部的麻山头存在大型锶矿床的可能, 爱景山东北部上方村的钻孔中发现 3 m 厚的锶矿体 [3]。这些矿床及矿点, 构成了溧水盆地独具特色的火山热液岩型锶矿田。

爱景山锶矿床共有 4 个脉状锶矿体, 均赋存于 NW 向 F_2 张性断裂上盘、 F_7 张性断裂下盘的次级断裂构造中。前人认为, 控制爱景山及其南部卧龙山锶矿床形成的 F_2 和 F_7 断裂构造具有先张后压性质, 总体以张性为主, 局部地段具压性性质 [2] [4], 但对该断裂构造性质转变的具体位置未能准确判定, 影响了对矿体走向、形态变化的认识, 增加了开拓工程的布置难度和采矿效率, 加大了采矿成本 [5]。本文调查了爱景山锶矿在采的 7 个采矿中段所观察到的 F_2 和 F_7 断裂构造位置和形态, 对构造性质进行了研判, 提出

爱景山锶矿控矿主断裂性质的转换位置(深度), 分析其形成机制, 以期为溧水盆地内构造演化作用研究、盆地内类似矿床断裂构造对矿体控制规律的认识及其找矿方向提供思路, 也为本矿床深部找矿预测提供依据。

2. 矿体地质特征

爱景山锶矿矿区地质特征已有众多作者([5]-[8])进行了报道, 其锶矿体自下而上、由 SE 向 NW, 分由 SrI、SrII、SrIII、SrIV 共 4 个脉状矿体组成。矿体均赋存于 F_2 断层上盘与 F_7 断层下盘之间的龙王山组上段凝灰岩中(图 1 和图 2), 走向 NW, 倾向 NE, 倾角 $60^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。SrII 矿体为主矿体, 空间上连续性好, 沿走向、倾向延伸长, 矿体厚度大, 品位较高, 矿体的变化特点是沿走向和倾向上常见分叉复合现象[6][9]。爱景山锶矿床属于(特)大型矿床, 目前已经形成 -70 m、-110 m、-150 m、-190 m、-230 m、-270 m 和 -308 m 共 7 个采矿中段。

3. 控矿断裂构造特征

区域上, 溧水盆地内褶皱构造不发育, 以断裂构造为主, 主要发育 NE 向、NW 向、近 EW 向、近 SN 向 4 组, 其中又以 NE 向和 NW 向 2 组最为发育, 两者相互交错, 构成溧水盆地格子状的构造格局。NW 向和 NE 向断裂构造多切穿盆地基底, 控制着盆地内火山 - 岩浆活动带, 也控制着盆地内内生金属、非金属矿产的分布[2]。

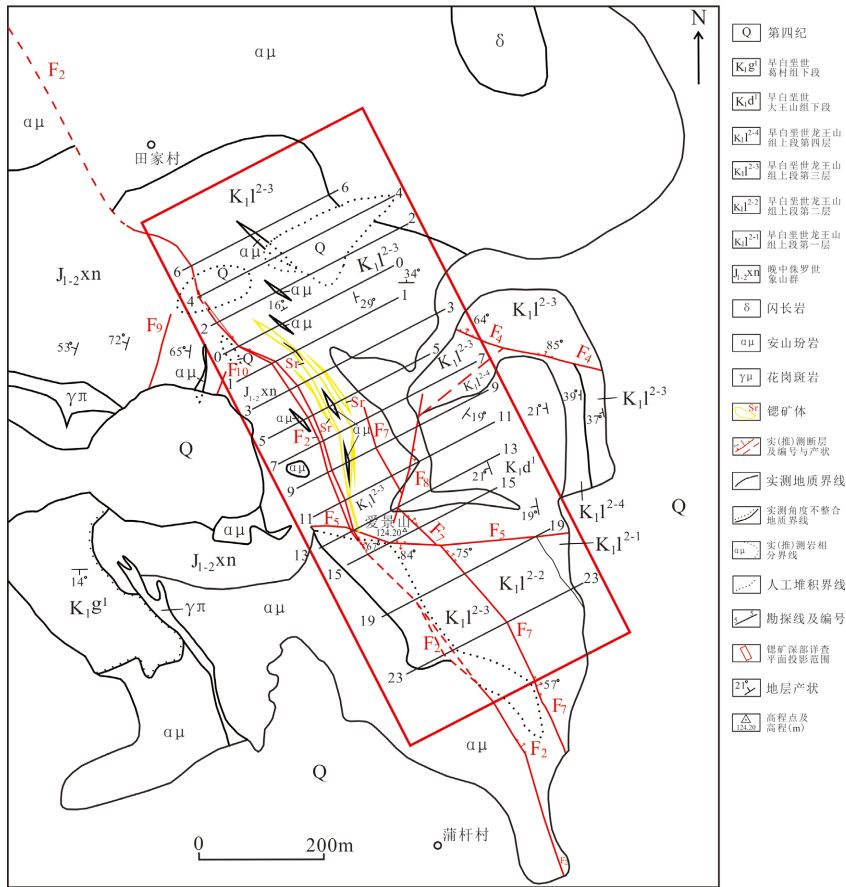


Figure 1. Geological map of Aijingshan strontium deposit area in Lishui [7] [8]
图 1. 溧水爱景山锶矿矿区地质图[7] [8]

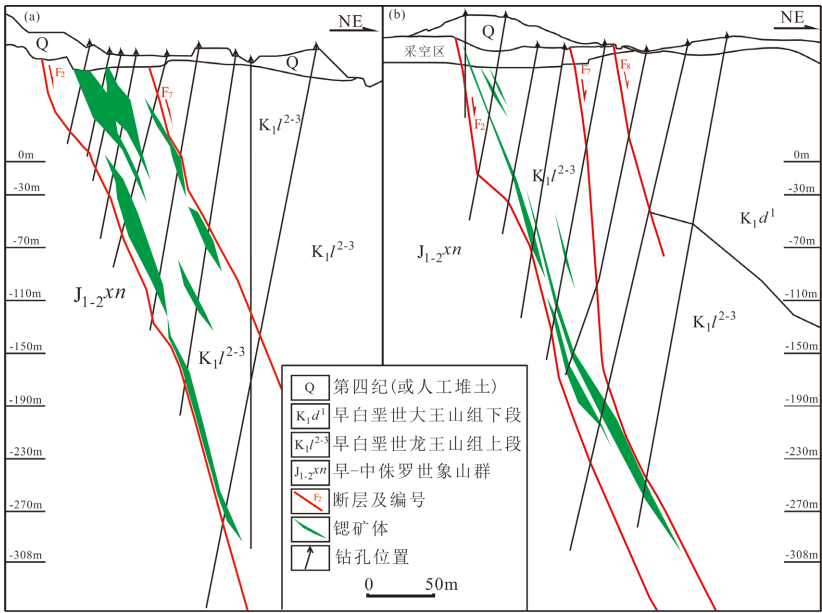


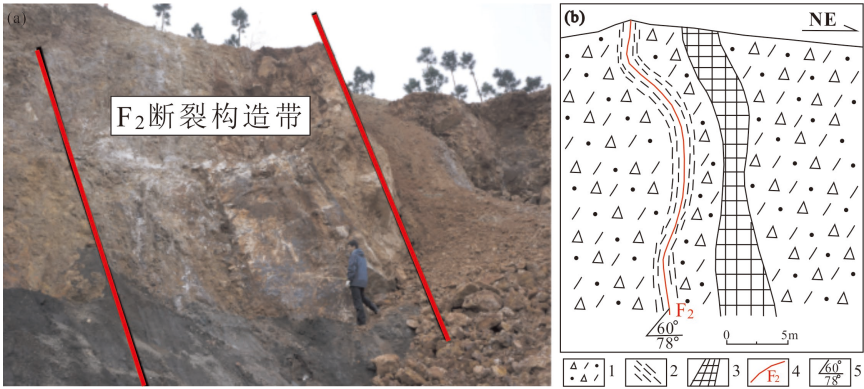
Figure 2. Sketch map of No.7 (a) and No.11 (b) geological section in Aijingshan strontium deposit
图 2. 爱景山锶矿 SrII 矿体 7 线(a)和 11 线(b)地质剖面图

溧水爱景山锶矿区内，褶皱构造也不发育，也以断裂构造较发育，主要有 NW 向、NE 向和近 EW 向 3 组，其中 NW 向 F_2 和 F_7 断裂直接控制了矿体的分布范围，与围岩界线清晰，且 F_2 断裂及其次级断裂是矿区锶矿成矿的导矿和容矿构造，NE 向和近 EW 向断裂是成矿后断裂，规模较小[1] [7]-[9]。

3.1. 地表特征

3.1.1. F_2 断裂构造地表特征

F_2 断裂构造呈 NNW-SSE 向贯穿全矿区，控制走向超过 1600 m，向南一直延伸至卧龙山并控制了卧龙山锶矿的分布[2]。该断裂构造具有先张后压性质，总体以张性为主(图 3(a))，但在爱景山南坡却表现出压性特征(图 3(b)) [2] [8]。总体上，该断层倾向为 $50^\circ \sim 70^\circ$ ，倾角 $47^\circ \sim 85^\circ$ ，上陡下缓(上部平均 82° ，下部平均 65°)；断裂带宽度 5~50 m。 F_2 断裂构造上盘，发育一系列与 F_2 平行的次级容矿断裂，爱景山锶矿及南部的卧龙山锶矿矿体基本都赋存于这些次级断裂构造中[2] [7] [8]。因此 F_2 断裂控制了矿体的下盘边界(图 3)。



1) 破碎带, 2) 片理化带, 3) 矿体, 4) F_2 断层(NW 向), 5) 产状。

Figure 3. Photographs of F_2 fracture (a) and sketch diagram (b) [2]

图 3. F_2 断裂构造野外照片(a)及素描图(b) [2]

3.1.2. F₇ 断裂构造地表特征

F₇ 断裂构造主要分布矿区东部, 在 5~7 线(各勘探线具体位置见图 1)之间的地表出露并一直向 SE 方向延伸。该断层地表为张性, 尚未发现其压性特征的证据; 其倾向、倾角及断距地表不明显, 断裂带宽度约 1~5 m, 目前控制的长度大于 640 m。F₇ 断裂构造控制了矿体的上盘边界(图 2)。

3.2. 深部特征

受矿体形态、矿体品位等因素的影响, 各采矿中段的开拓巷道或联络巷道并不都能见到 F₂ 和 F₇ 断裂构造, 有时仅能见其中一条。

3.2.1. F₂ 断裂构造深部特征

(1) 张性特征

-150 m 中段北部 7 线巷道东侧, F₂ 断裂构造呈现张性特征(图 4(a))。该断层走向 NNW, 近直立, 目估延长大于 20 m, 高度 6~8 m, 最宽约 4 m, 内有少量滚石充填。

(2) 压性特征

-230 m 中段 5 线巷道西壁, F₂ 断裂构造呈压性特征(图 4(b))。该断层倾向 75°, 倾角 72°, 断裂面斜宽 2.2 m、延长 12.5 m, 表面光滑但断续分布 0.5~1 cm 高的断层台阶及少量擦痕。

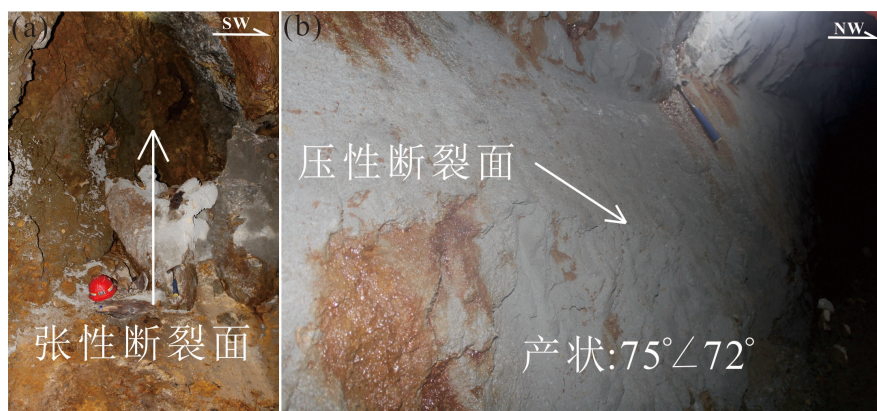


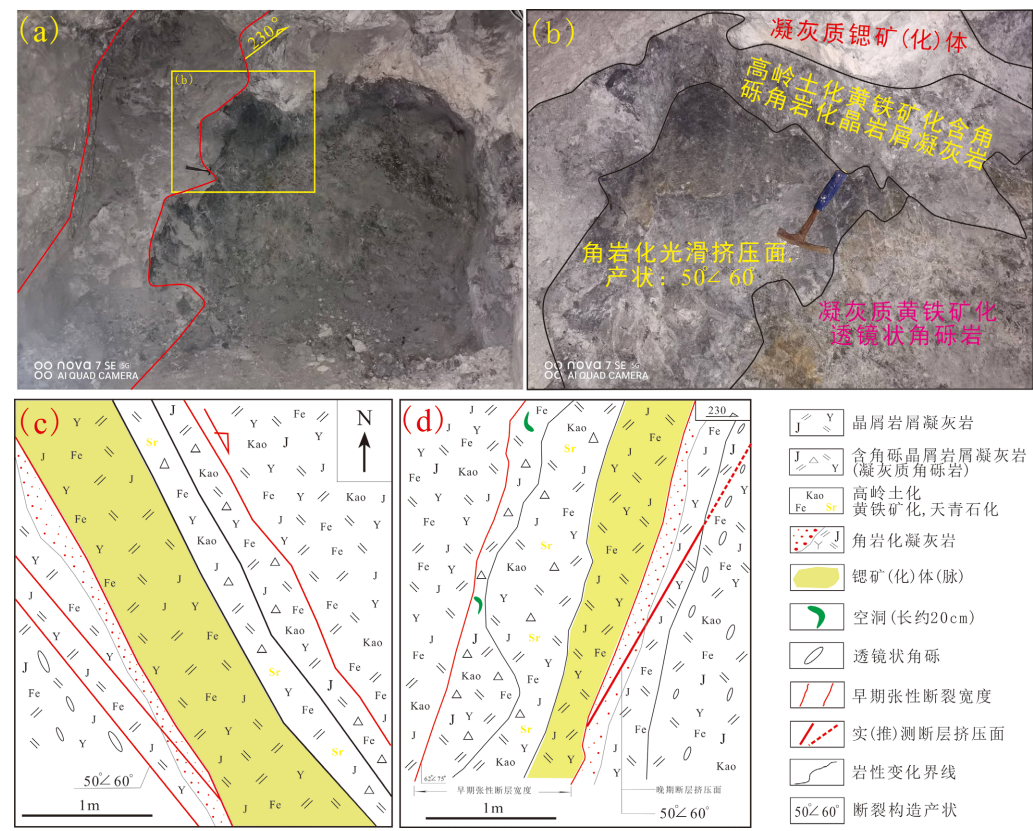
Figure 4. Photograph for the F₂ fracture in the mining -150 m middle section (a) and -230 m middle section (b)
图 4. 爱景山锑矿 F₂ 断裂构造在-150 m 中段(a)和-230 m 中段(b) (照片)

(3) 张性与压性共存

图 5 见于-150 m 中段南部 13 线巷道西侧 7 m 的开拓巷道末端, 早期张性断裂带走向 320°, 倾向 NE, 倾角 70°, 宽度 1~1.5 m (图 5(a))。在断裂带下盘凝灰岩围岩中, 见明显的压性光滑断裂面, 倾向 50°, 倾角 60° (图 5(b)), 围岩已角岩化; 角岩化带的下盘为透镜状角砾凝灰岩, 透镜状角砾具有一定的定向性 (图 5(c)和图 5(d))。地质特征显示该处早期为张性断裂构造, 后期遭受挤压作用而具有压性构造特征。平面图上, 该断裂带从 NE 侧到 SW 侧, 分别为凝灰质角砾岩、锑矿化角砾状凝灰岩和锑矿体, 锑矿体宽度 0.8 m 左右(图 5(c)); 剖面图上, 凝灰质角砾岩与锑矿化角砾状凝灰岩之间的界线较清楚, 呈舒缓波状, 前者明显可见两处长约 0.2 m 的空洞(图 5(d))。

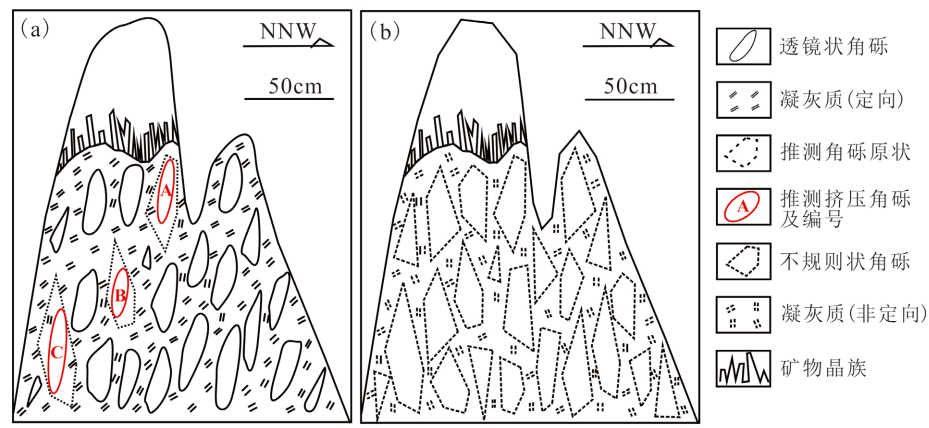
-270 m 中段北部 5 线附近巷道西壁见一尚未充满的溶洞(图 6)。该溶洞高约 2.3 m, 宽约 1.8 m, 深约 1.4 m; 顶部 0.6 m 为空洞, 表面生长方解石(和/或天青石±石英)细小晶体, 高度 0.5~1 cm, 晶形良好。溶洞的中下部为角砾, 成分为透镜状凝灰角砾岩(偶见锑矿化), 角砾大小不等, 但分布相对较均匀且定向排列, 角砾之间胶结的凝灰质也具有一定的定向性(图 6(a)), 显然该溶洞经受了挤压作用。通过对三个隐

约残留的角砾外形(图 6(a)中的 A、B 和 C)的原貌恢复,推测原溶洞形状及角砾外形可能如图 6(b)所示,表明早期张性力作用下形成的溶洞,充填了不规则凝灰质角砾,后期在挤压力作用下,原不规则角砾逐渐变成透镜状角砾并定向排列,且胶结物也具有定向性。推测该溶洞早期由张性作用形成、晚期经受挤压作用的演化过程。



(a) 张性断层转压性断层(照片); (b) 压性断层面(照片); (c) 矿体走向; (d) 张性断层转压性断层剖面图。

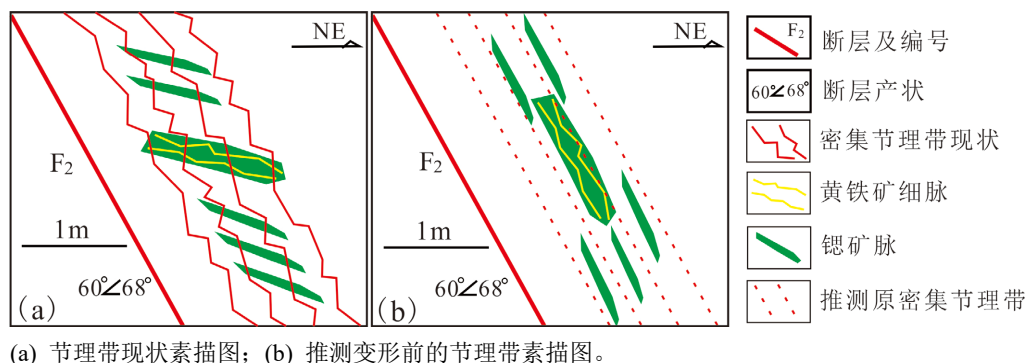
Figure 5. F₂ fracture at the mining -150 m middle section in the No. 13 exploration line
图 5. -150 m 中段 13 线 F₂ 断裂构造



(a) 溶洞现状素描图; (b) 推测变形前的溶洞素描图。

Figure 6. Sketch diagram of the cave at the mining -270 m middle section in the No.5 exploration line
图 6. -270 m 中段 5 线溶洞素描图

-270 m 中段北部 3 线附近人行巷道西侧的开拓巷道北壁分布较明显的扭曲变形密集节理带(图 7)。该带位于 F_2 断层的上盘且总体平行于 F_2 断层, 带内充填的锑矿化脉及其内的黄铁矿细脉斜交于节理带(图 7(a))。根据 F_2 断层的产状、扭曲节理带形状及位移现象, 对扭曲的节理带进行原状恢复, 如图 7(b)所示, 表明平行于 F_2 断层的原张性节理带, 后期经受了挤压的地质作用过程。



(a) 节理带现状素描图; (b) 推测变形前的节理带素描图。

Figure 7. Sketch diagram of the dense joint zone at -270 m middle section in the No.3 exploration line

图 7. -270 m 中段 3 线密集节理带素描图

由此推测, -150 m 中段北部及以浅到地表, F_2 断裂构造均呈张性特征; -150 m 中段北部-150 m 以深、-150 m 中段南部从地表到深部, F_2 断裂构造均呈压性特征。

3.2.2. F_7 断裂构造深部特征

受矿体分布影响及开拓巷道的限制, 仅在 -230 m 中段见 F_7 断裂构造, 主要位于 1~3 线之间、3~5 线之间和 5~7 线之间, 且无一例外地出现于采矿巷道的东壁。其产状分别为: 走向 330° 、 325° 和 325° , 倾向及倾角分别为 $60^\circ \angle 35^\circ \sim 40^\circ$ 、 $55^\circ \angle 40^\circ$ 和 $55^\circ \angle 40^\circ$ 。断裂面多呈舒缓波状(图 8(a)), 延伸长度大于 10 m, 局部达到 30 m 以上, 一般由 1~2 个断裂面组成, 有时可见到 3 个断裂面, 断裂面较光滑, 高度一般在 1~1.5 m 左右, 见明显的擦痕及台阶(图 8(b))。从断裂构造的产状及特征分析, 上述出露于 -230 m 中段采场东壁不同位置的断裂应属于同一条断裂在 NW 方向的延伸, 根据其上陡下缓特征, 延伸至地表与 F_7 断裂(见图 1)基本重合, 因此该压性断裂构造是地表 F_7 断裂在 -230 m 中段的延深。 F_7 断层在地表表现为张性特征, 但在 -230 m 中段的属性已成为压性, 表明其早期为张性断裂, 而晚期表现为压性断裂。

-230 m 中段, F_7 压性断裂构造控制了矿体的东侧上盘边界, 且经过追索其向 NW 方向仍有延伸并至少可到达 0~2 线附近[5]。 F_7 断裂构造在地表为张性特征, 推测 -230 m 中段以下为压性特征, 但地表至 -230 m 中段之间的性质尚不清楚。



(a) F_7 断裂构造一组断裂构造组成(照片); (b) F_7 断裂构造呈现的压性特征(照片)。

Figure 8. Photograph for the F_7 fracture at the mining -230 m middle section in the No.5~7 exploration line

图 8. -230 m 中段(东壁) 5~7 线之间的 F_7 断裂构造

4. 转换机制及对矿体的影响

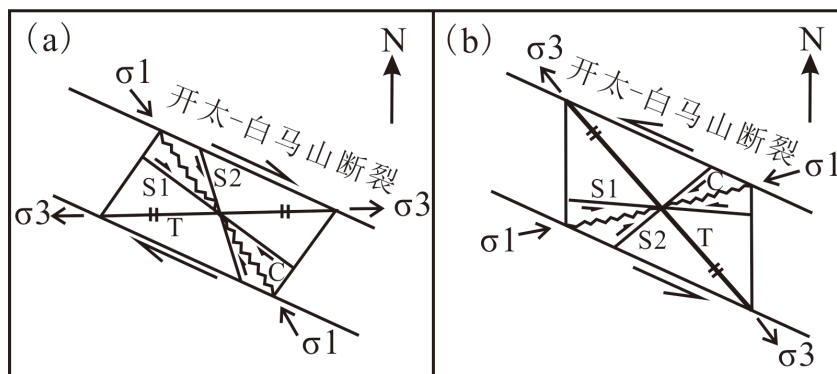
4.1. 转换机制

晚三叠世, 南象运动结束了长江中下游地区自古生代以来海侵 - 海退的历史, 并使其转变为板内构造变形及构造 - 岩浆活动的演化和成矿作用阶段, 标志着溧水火山岩盆地演化的开始[10]。该盆地以火山喷发为主要特征, 火山喷发始于晚侏罗世、早白垩世规模较大。盆地内以隐伏断裂为主, 主要发育 NE 向、NW 向、近 EW 向、近 SN 向 4 组断裂, 以前两者断裂最发育, 控制了盆地内火山 - 岩浆活动和成矿作用, 而控制溧水盆地锑成矿带的边界断裂是位于爱景山东北部的 NW 向开太 - 白马山断裂构造[2]。该断裂形成于燕山运动 I~II 幕时期, 是长江中下游地区受到古太平洋板块向北西俯冲欧亚板块的影响[11], 其构造主压应力方向为 NWW 向, 构造属性为区域挤压应力作用, 最大主压应力方向为 $290^{\circ}\sim 305^{\circ}$, 形成了溧水盆地的边界断裂和 NE 向压性、NW 向张性的主干断裂[1]。虽然燕山运动 III~V 幕时期, 长江中下游地区受到古印度板块向 NE 向的推挤作用影响, 使得该地区主压应力方向转变为 NNE 向, 但该时期对于地处长江中下游成矿带最东端的溧水盆地, 主压应力方向仍以 NWW 向为主, 受古太平洋向北西俯冲欧亚板块的影响强烈, 而受印度板块向北东挤压欧亚板块的影响较弱, 使得主压应力方向约为 290° , 较早阶段逆时针偏转约了 15° [2] [4]。

如图 9(a), 呈 NW 走向的开太 - 白马山主干断裂于燕山运动 I~II 幕时期形成后发生了右行扭动, 在其最大主应力方向派生 NW 向张性断裂构造(F_2 和 F_7 断层总体走向 $320^{\circ}\sim 335^{\circ}$)。在其最小主应力方向派生出近 EW 向压性断裂构造, 在矿区具有较明显的逆冲性质; 另外可能还会派生出 SE 走向的具压性的平移断层。

如图 9(b), 燕山运动 III~V 幕时期, 溧水盆地主压应力方向仍以 NWW 向为主, 而区域 NWW 向应力场所派生的 EW 向局部挤压应力场叠加于矿区, 使得开太 - 白马山主干断裂左行扭动, 左行扭动后, 最大和最小主应力方向调换, 使早期 NW 向张性断裂构造局部转变为压性构造特征, 早期近 EW 向压性构造(或破裂面)转变为张性(平移)断裂构造(或张性破裂面); 断裂构造属性转换过程中派生形成了 NE 向逆冲断裂构造和具压性特征的平移断裂构造[2] [4], 而左行扭动过程中形成的 NE 向张性破裂多为右行正断层并错断早期 NW 向断裂和矿体(脉)。

爱景山锑矿床 NW 向构造是区域主干断裂右行扭动所派生的次级断裂构造, 而 NE 向构造是区域主干断裂左行扭动所派生的次级断裂构造; 爱景山锑矿床锑矿化发生在主干断裂右行扭动之后、左行扭动之前, 并赋存在右行扭动派生的 NW 向断裂构造中[2] [4]。



σ1) 最大主应力, σ3) 最小主应力, C) 张应力面, S1 和 S2) 共轭扭裂面, T) 压应力面。

Figure 9. Sketch diagram of stress analysis in Aijingshan deposit [2]

图 9. 爱景山矿区应力分析平面示意图[2]

4.2. 派生构造对矿体的影响

爱景山锑矿区深部各采矿中段，所见主要为派生的逆冲断裂构造和具压性特征的平移断裂构造，仅局部发育派生的张性断裂构造。

4.2.1. 张性断裂构造对矿体的影响

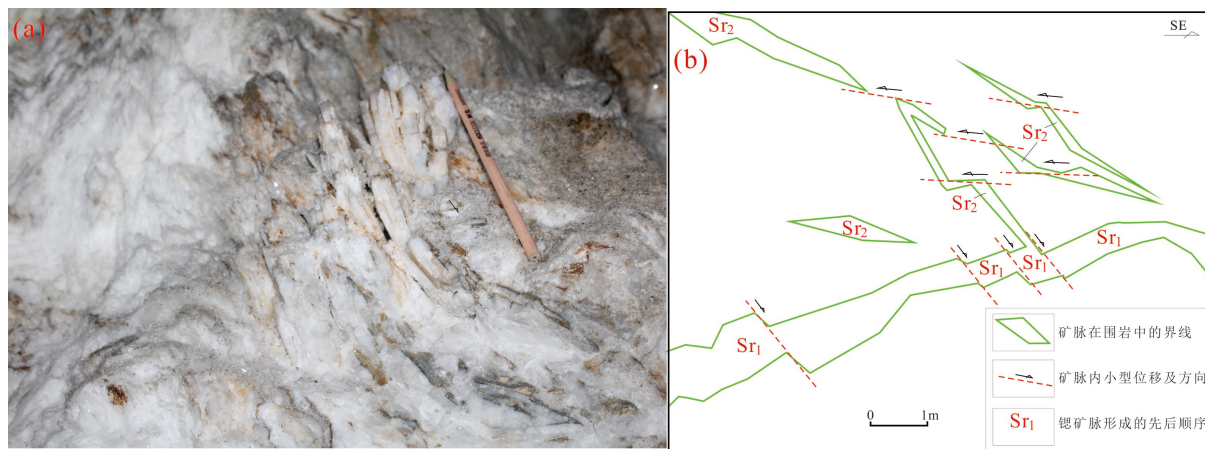
张性断裂构造走向一般为 NEE 向(多 75° 左右)和 NE 向(多 50° 左右)，其张开的宽度一般不大于 0.2 m，构造发育区局部达到 0.5~1 m，个别 1.5~2 m。如果张开的宽度大于 0.5 m 的张性断裂，断层内多充填凝灰岩角砾、锑矿化角砾，胶结物多为方解石、少量天青石，未充填的表面晚期多自生长方解石和/或天青石细小晶簇集合体；对于张开的宽度小于 0.5 m 的张性断裂，断层内很少充填角砾，仅在断裂面见晚期自生长方解石和/或天青石细小晶簇集合体。

一般来说，派生的张性断裂构造仅仅使得 NW 向的矿体发生断裂张开，并没有使矿体发生明显的破坏或位移[12]。

4.2.2. 压性及平行断裂对矿体的影响

断裂构造属性转换过程中派生形成的逆冲断裂构造和具压性特征的平移断裂构造对矿体产生的影响，在爱景山锑矿区分两种情况。

(1) 构造应力较小地段。对于厚大矿体，其内部多发生断裂、错断、揉皱、碎裂化或角砾化等现象(图 10(a))，没有明显的位移；对较小的矿脉，由于受到多期次构造活动影响，矿脉多发生较小位移，位移量一般小于 0.5 m，局部达到 1 m 左右(图 10(b))。



(a) -230 m 中段 5 线附近矿体揉皱及错断特征(照片); (b) -230 m 中段 9 线附近矿脉位移特征(素描图)。

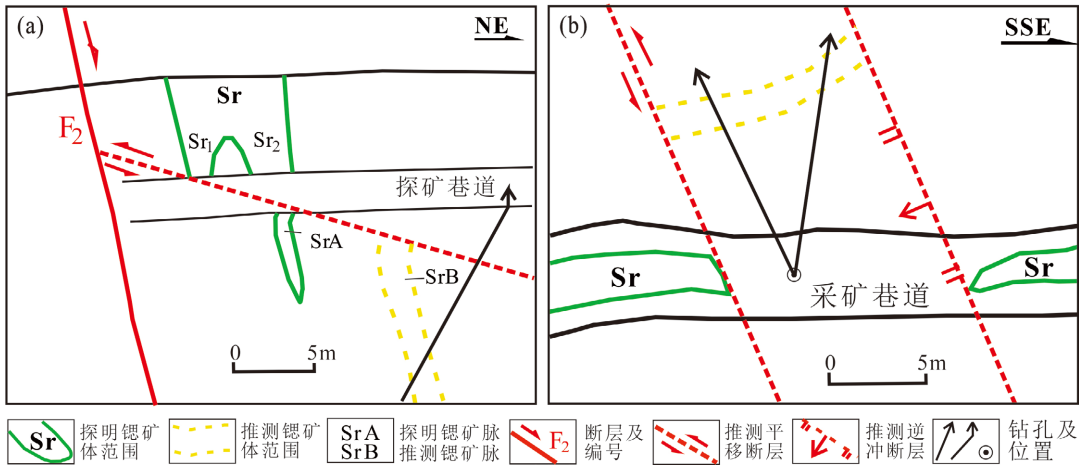
Figure 10. The influence of compressive and translational structures on ore bodies

图 10. 压性及平移断裂构造对矿体的影响

(2) 构造应力较集中地段。逆冲断裂构造和具压性特征的平移断裂构造应力较集中地段，对矿体产生较明显的破坏，位移距离一般在 5 m 左右，局部达到或超过 10 m，实际勘探中如果不加以仔细分析，可能会出现漏矿现象而损失部分资源量。举例说明如下。

如图 11(a)，上部锑矿体(Sr)分支形成 Sr₁ 和 Sr₂ 两条分支矿脉。原先的认识是，上部的 Sr₁ 矿脉自然尖灭于巷道内，而 Sr₂ 矿脉与巷道下部的 SrA 矿脉自然相连。构造分析发现，锑矿体(Sr)与 SW 侧围岩间存在光滑面并由少量擦痕，巷道下部的 SrA 矿脉存在向 NE 方向拖曳现象，推测在巷道上、下部之间存在一条左行缓倾斜平移断层，平移距离约 5~6 m，SrA 矿脉应是上部 Sr₁ 矿脉因平移断层的影响向 NE 侧

位移, 即 SrA 矿脉仍应为 Sr_1 矿脉, 下部的 Sr_2 矿脉应位于 Sr_1 矿脉 NE 侧的深部。为验证该推测, 在 SrA 矿脉 NE 侧 10 m 处布置了一斜向钻孔, 于 11~14 m 成功钻遇真正的 Sr_2 矿体, 即图 11(a) 中的 SrB 矿脉。



(a) -150 m 中段 11~13 线之间(剖面示意图); (b) -270 m 中段 5~7 线之间(平面投影图)。

Figure 11. Prospecting prediction after the ore body is destroyed by translational fault and thrust fault
图 11. 平移断层和逆冲断层对矿体破坏后的找矿预测

图 11(b) 为 -270 m 中段 5~7 线之间采矿巷道内顶板单一锑矿体(Sr)在平面上的投影, 可以看出锑矿体延伸过程中出现了约 10 m 空缺。早期认为该锑矿体是走向上的自然尖灭再现, 然而仔细观察发现, 北侧和南侧锑矿体末端均有向西侧拖曳现象, 北侧揭露的矿体顶板和剥露的围岩近似垂直的陡立面上, 存在较明显的擦痕, 其表面岩石颗粒细小并多粘土化, 推测该部位缺失的矿体被高角度平移断层错断并向东侧位移。南侧矿体也存在一高角度倾斜的断层面, 倾向 NNW, 上盘围岩较碎裂并多角砾岩化, 认为南侧发育了一条高角度逆冲断层。巷内两个钻孔分别在钻进 8 m 和 10 m 后均钻遇锑矿体, 证实缺失的锑矿体被北侧平移断层、南侧逆冲断层错断并向东侧位移, 北侧左行平移断层的位移距离约 9 m, 南侧逆冲断层的位移距离约 12~13 m (图 8(b))。

平移断层和逆冲断层的设别, 不但寻找到缺失的锑矿体, 增加了资源量, 也为类似膨大缩小、分支复合、尖灭再现矿体的深入分析提供借鉴[12]。

6. 结论

(1) NW 向 F_2 断裂控制了矿体的下盘边界, 而 NW 向 F_7 断裂则控制了矿体的上盘边界。 F_2 和 F_7 断裂构造早期表现为张性, 而晚期则转换为压性特征。

(2) F_2 断裂贯穿整个矿区。地表中部以北, F_2 断裂构造均为张性, 而南部则为压性; -150 m 中段北部, F_2 断裂仍为张性特征, 但在南部已由张性转换成压性; -190 m 中段及深部, F_2 断裂构造均表现为压性特征。 F_7 断裂于地表从矿区中部向南部延伸, 其属性为张性, 但 -230 m 中段及以下均为压性特征, 并可向北部延伸。

(3) 爱景山锑矿床控矿断裂构造属性转换过程中派生形成的张性断裂构造仅使得 NW 向的矿体发生断裂张开, 并没有使矿体发生明显的破坏或位移; 派生形成的逆冲断裂构造和具压性特征的平移断裂构造, 在构造应力较小部位, 于厚大矿体内部矿体多发生断裂、错断、揉皱等现象, 于较小的矿脉多发生位移, 但最大位移量一般不超过 1 m; 构造应力较集中地段, 对矿体产生较明显的破坏, 位移距离在 5 m 以上。

致 谢

南京金焰锶业有限公司李福生工程师、骆光新工程师和章里清工程师参与了部分调查工作，匿名评审专家提出了宝贵的修改意见和建议，在此一并表示衷心感谢。

基金项目

本文得到南京金焰锶业有限公司“爱景山锶矿地下开采延深工程”(编号: JYSY2019001)(内控)项目和中国地质调查局“安徽铜陵-江苏溧水地区战略性矿床调查”(编号: DD20240202701)项目联合资助。

参考文献

- [1] 江苏省地质矿产局第二地质大队. 江苏省溧水地区 1:5 万区域地质调查报告[R]. 常州: 江苏省地质矿产局第二地质大队, 1986.
- [2] 陈冬, 李鑫, 缪柏虎, 等. 江苏溧水卧龙山锶矿床地质特征及找矿方向[J]. 矿床地质, 2016, 35(4): 709-723.
- [3] 江苏省地质调查研究院. 江苏省南京市溧水区麻山头-西湖村锶矿普查项目发现一大型锶矿床[EB/OL]. 2024-01-02. <http://jsgs.jsdk.cn/jssdzdcyjy/index.html>, 2025-06-18.
- [4] 江苏地质调查研究院. 江苏省宁芜溧水火山岩盆地岩浆构造演化与成矿作用关系研究报告[R]. 南京: 江苏地质调查研究院, 2015.
- [5] 刘新光, 陆振云, 刘雯雨, 等. 江苏溧水爱景山锶矿隐伏断裂构造对矿体形态的控制[J]. 矿山工程, 2025, 13(1): 102-112.
- [6] 张福桢, 练洪奇. 江苏溧水爱景山锶矿综合技术方法找矿模型[J]. 化工矿产地质, 1997, 19(3): 193-196.
- [7] 陆振云, 刘新光, 骆光新, 等. 江苏溧水爱景山锶矿中天青石的形态特征及成矿过程探讨[J]. 地质找矿论丛, 2024, 39(1): 1-7.
- [8] 陆振云, 范飞鹏, 刘新光, 等. 江苏溧水爱景山锶矿床天青石矿物形态学与成矿过程的关系[J]. 华东地质, 2024, 45(4): 402-413.
- [9] 南京金焰锶业有限公司. 江苏省南京市溧水区爱景山矿区锶矿资源储量核实报告[R]. 南京: 南京金焰锶业有限公司, 2024.
- [10] 闫峻. 长江中下游-大别造山带中生代火山岩特征及成因[J]. 华东地质, 2022, 43(4): 375-390.
- [11] 翟裕生, 姚书振, 林新多, 等. 长江中下游地区铁铜(金)成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [12] 刘新光, 陆振云, 刘雯雨, 等. 江苏溧水爱景山锶矿隐伏断裂构造控矿作用及找矿预测[J]. 金属矿山, 2025(8): 227-235.