

甘肅皋蘭縣白銀廠黃鐵礦

宋叔和

(中央地質調查所)

白銀廠位於皋蘭之北偏東相距約 110 公里，靖遠之西北，相距約 60 公里。白銀廠坐落於走向西北東南宋家梁山之陰，山之全體，為嶺谷相間，海拔平均約 2500 公尺之狀年期地形，鑛區附近則地勢緩和，與地層走向一致之山脊，如拆腰山，羚羊山，火焰山等，平均海拔已僅 2200 公尺上下。

地 層

就宋家梁山自何家川至鑛廠一段而言，除現代沖積層，第四紀黃土，及南部山麓地帶之白堊紀(?)紫色礫岩偶夾灰黃色砂岩外，整體為褶綫繁複之古生代變質岩所組成；此種變質岩層顯露於脾路溝以北者自上而下，大致可以分為三部，上部岩石為暗綠色千枚岩與灰色石英砂岩之互層，間夾有若干薄層砂質結晶石灰岩，中侵以花崗閃長岩體，估計厚度為 450 公尺；下部為藍灰色相當勻淨之千枚岩層，厚度約為 500 公尺；中部為白銀廠變質火山岩系，厚逾 800 公尺，就岩性推斷，上下二部變質岩類似泥盆紀，若然則白銀廠之變質火山岩系當亦為泥盆紀之產物。

鑛區內之地層除其西南及東北係由前述之上下二部水成變質岩所構成外，係由下列岩層所組成，茲自上而下，描述於後：

(一)近代沖積層 沖積層分兩種，一種為現谷底之石礫與砂泥，另一種在高出現河底約十公尺之寬谷，如白銀廠舊址所在之寬溝。此種沖積層上部為薄層(4公分)淺紅色細粘土與砂石之互層，下部為由變質岩小礫石(直徑2—4公分)組成之礫石層。就谷邊顯露之厚度，平

均約八公尺，此層內含砂金，清時曾於上述二溝中掘採泥砂，淘洗砂金。

(二)第四紀黃土 黃土多覆於較低緩之山坡上，厚度不大，鮮有超出三十公尺者。

(三)泥盆紀(?)白銀廠火山岩系 本系岩層假整合於前述暗綠色與藍色兩千枚岩系之間，自上而下層次如下列：

1. 暗綠色片岩(變質石英粗面安山岩) 10公尺
2. 灰綠色具斑點之片岩 (Calc-chlorite schist) (變質安山岩) 50公尺
3. 藍色千枚岩間夾灰色薄層石英絹雲母片岩 (後者為變質流紋岩)上部有黃鐵鑛鐵帽 150公尺
4. 紅色硬片岩(高度矽化變質流紋岩類凝灰岩) 12公尺
5. 黃白色細緻結構之石英絹雲母片岩 (變質流紋岩類凝灰岩) 15公尺
6. 黃鐵鑛鐵帽 (Gossan) 與薄層紫色赤鐵鑛片岩 (後者為高度矽化及赤鐵鑛化之流紋岩類凝灰岩) 20公尺
7. 黃白色細緻結構之石英絹雲母片岩與 5 同 8公尺
8. 灰色石英絹雲母片岩(變質流紋岩) 200公尺
9. 灰綠色片岩 (Calc-chlorite schist) (變質安山岩) 25公尺
10. 灰色薄層石英絹雲母片岩 (變質流紋岩類凝灰岩) 30公尺
11. 白色褶皺細緻結構之石英絹雲母片岩 (變質細緻流紋岩類凝灰岩) 18公尺
12. 紅色硬片岩與 4 同 20公尺
13. 黃鐵鑛鐵帽及矽化之石英絹雲母片岩 15公尺
14. 黃白色細石英絹雲母片岩，中常夾有由流紋岩類凝灰岩所組成之結核，中下部有黃鐵

鑛帽	90公尺
15. 灰色絹雲母化之流紋岩	20公尺
16. 灰色薄層石英絹雲母片岩(變質流紋岩類 凝灰岩)	35公尺
17. 灰色絹雲母化流紋岩	15公尺
18. 淺灰色片岩(變質安山岩流)	8公尺
19. 灰綠色片岩(變質安山岩流)	60公尺
20. 深綠色片岩(變質安山岩流)	15公尺
21. 與 19 同灰綠色片岩	20公尺

白銀廠火山岩顯已受極著之動力變質。

侵入岩

侵入岩有兩種，一爲花崗閃長岩，係侵入於鐵匠寺以北之千枚岩石英岩間夾結晶石灰岩岩層中，與白銀廠黃鐵鑛床有成因上之關係；一爲已變質之輝長岩呈扁豆形體，侵入於白銀廠火山岩系之上部最寬處約80公尺。花崗閃長岩大致爲一全晶質中粒至粗粒灰色花崗岩狀岩石，大部由長石及石英組成，混以小量黑雲母。顯微鏡下觀察，各鑛物呈半自形組織 (Hypidiomorphic)，中以斜長石爲主，石英次之，正長石與黑雲母更次之。附生鑛物有磷灰石，楔石，白雲母及磁鐵鑛，次生鑛物則爲絹雲母與綠泥石及方解石。變質輝長岩爲一中粒組纖灰綠色岩石，片岩狀結構非常清晰，而且其方向與火山岩片狀結構平行，此顯示二者之變質，係受同一動力之結果，顯微鏡下觀察，此岩石主要由輝石變來之角閃石及鈉黝簾石化斜長石 (Saussuritized plagioclase) 所組成，並伴以小量綠簾石及氧化鐵鑛物，花崗閃長岩與輝長岩之侵入時代，大概均爲華力西 (Variscan) 期，雖然花崗閃長岩較輝長岩略晚。

構造

鑛區內地質構造相當簡單，地層走向平均爲北偏西 40 度，傾角

西南向，角度變化甚大，由 40 度左近高至 85 度。小斷層及褶綫雖然很多，但大斷層則并未見及。

鑛 床

甲、 產 狀

黃鐵鑛之產狀為脈狀，係沿火山岩層之層面而侵入，以西南向約 60 度之傾角，西北東南縱佈於折腰山與火焰山中，見於折腰山者連家鴿山之露頭與埋於二山間之谷底部分，均計算在內，計長一千一百公尺，寬度則因掘挖探溝不多僅能就鐵帽寬度及銀窪巷內實際量得之寬度，平均估計為三公尺。就鐵帽顯示，在李莊左近鑛脈呈分枝狀此種鑛脈大致雖似於 1100 公尺內持續存在，但其寬度變化根據銀窪洞中鑛脈變化觀之，應為羊腸式持續變化之扁豆形體，最寬處或可超出 5 公尺，薄處則僅 1.2 公尺，此係僅就純黃鐵鑛脈而言，至寬達 5 公尺含黃鐵鑛礦物相當多之鑛化圍岩，尚不計在內。黃鐵鑛脈氧化已很深，所以在地表及地表以下 10 公尺左右內，均已變成鐵帽。鐵帽遠較下部鑛脈為寬，最寬處達 15 公尺，普通均在 7,8 公尺間，因此種鐵帽較其黃白色流紋岩類凝灰岩圍岩遠為堅硬，故凸出形成一高約 1.2 公尺之小山脊。

見於火焰山者，無論鐵帽，鑛洞內之鑛脈，均與上述者相同，就火焰山東邊 (X_3) 洞內觀之，鑛脈走向為西北東南，傾角為 60 度西南，約與圍岩相同，鑛脈寬一公尺，上部鐵帽亦約一公尺餘，惟深僅約五公尺，此處鐵帽向西北延長 400 公尺，自斷而不見。過大旋灣溝礦洞子 (X_5) 處方始見及，其間是否相連，於未掘探溝前，僅能認其不連，而僅假設此西北東南走向，60 度西南傾之鑛脈，長為 50 公尺。礦洞子中僅見到一公分厚黃鐵鑛脈，其上部之鐵帽亦不若他處顯明，代之者則為來源於流紋岩凝灰岩圍岩與黃鐵鑛之各種次生礦物，如各種礬類，硫磺等。此種次生礦物，礬類成脈狀，大者寬至 1.5 公尺小者穿插於圍岩中，有小至一公分者，硫磺成小稜粒狀 (0.1—1 公分) 及綫脈狀，散佈穿插於接近礬鑛脈之圍岩中，此種含硫礬圍岩，

厚度或不致超過一公尺。

乙、鑛物

茲將目前藉簡單化驗而能鑑定之原生鑛物與次生鑛物列下，至全部鑛物，則俟異日鑛物經化驗後，再作確定性之報導。

(一)原生鑛物：

1.黃鐵鑛 爲淡黃色至白色略帶黃色之鑛物，金屬光澤甚強，鑛體雖呈極脆之塊狀體，但塊狀體則係由無數小黃鐵鑛晶體聚集而成，此種小方形晶體可由 0.1 大至 0.2 立方公分，但多數則爲極小，手鏡尚不能清楚看出之小晶體，混雜於此種晶體間者，石英最爲常見，其次則爲偶一見到之斑銅鑛。

2.斑銅鑛 呈不規則塊狀體，散佈於塊體黃鐵鑛中，大者可至 0.2 公分，通常則爲 0.1 公分左右，除新鮮面呈紅褐色外，均鍍化 (Tarnished) 爲藍紫色。此鑛物在黃鐵鑛脈中，並非均勻的各處均有其存在，但如存在時，其散佈有略具帶狀形象。

3.石英 呈乳白色，混生於黃鐵鑛塊體中，估量相當高，但多爲不規則，小於 0.2 公分之塊體，至成脈狀或略大之石英，則僅見於黃鐵鑛脈與圍岩接觸處或圍岩中。

(二a)次生鑛物(見於拆腰山銀窪巷與火焰山礦洞子中者)¹

1.孔雀石 在銀窪巷之廢鑛硯內，深綠色之孔雀石礦物並不稀見，著者所見及之孔雀石產狀有二，一作薄膜狀覆蓋於顯露已久之黃鐵鑛及其圍岩面上，一呈針狀放射形體聚集於鑛脈或圍岩之裂隙內。

2.胆礬 (Chalcanthite) 在上述鑛硯內，充填於圍岩裂縫與被覆於黃鐵鑛面上，有甚多之結晶異常美麗之藍色板狀，平行排列之胆礬，放入水中即慢慢溶溶。

3.銅藍 (Covellite)：薄片狀之銅藍，在銀窪巷鑛硯中，亦有其存在，惟爲量極少。

4.自然硫磺：礦洞子中產自然硫磺，呈細脈及小棵粒狀，灰色略黃，性脆，因混有泥土，松脂光澤不強，燃之即發藍焰。

1.劉迺隆：甘肅皋蘭白銀廠之礬類鑛物 地質論評十一卷三四期

5. 高嶺土²：接近黃鐵礦脈之圍岩多處，有高嶺土混伴。

6. 鉀明礬 (Kalinite) 產於銀窪巷硐中，多生於圍岩之表面，概成緻密纖維狀，色白，半透明，光澤由玻璃至弱絹絲，硬度超過二，溶度很低，用吹管溶之，先變成液體，後即膨脹而成灰白色不溶體，易溶於水，溶於鹽酸後，再加氫氧化鉀即析出膠質沈澱。顯微鏡下觀察，屬二軸晶或為單斜晶系礦物，成分未經化驗前尚不得而知，如確為 Kalinite 則應為 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 。

7. 石膏：在礦硐子中，附生於圍岩之上者有透明石膏，成板狀，質甚純，惟不多見。

8. 鐵明礬 (Halotrichite)：多量產於礦硐子中，呈纖維狀或針狀，作放射形排列，成菊花形之集合體。色灰黃及灰綠，風化後多作淡褐黃作絹絲光澤，硬度約為二，溶於水，具一種收斂味 (Astringent taste) 屬單斜晶系，如確為此礦物，則其化學方程式應為 $FeSO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24 H_2O$ 。

9. 葉綠礬 (Copiapite)：產於礦硐子中，色亮黃至紅黃，半透明作貝珠光澤，硬度大於二，溶於水，屬單斜晶系，為小結晶片之集合體，如確為此礦物，則其化學方程式應為 $2Fe_2O_3 \cdot 5SO_3 \cdot 18H_2O$ 。

10. 綠礬 (Melanterite)：產於礦硐子，往往成聚簇之晶體，色淡綠，透明，溶於水味澀。

11. X 礬礦物：礦硐子中，有一種呈長柱狀晶體礦物，尚不知其名，暫名為之X，留待化驗後增補，柱長恆達三四公分，透明，玻璃光澤，色白微帶紫，略溶於水，溶於鹽酸，硬度近三，屬斜方晶系。此外尚有數種不易鑑定之礬類礦物，均留待將來增補。

(二b) 次生礦物 (見於鐵帽及其與黃鐵礦接觸處者)：

12. 赤鐵礦：構成鐵帽者，主要為赤鐵礦，純者色近鋼灰，質堅硬，次者雜有石英，及圍岩薄層與碎塊，據甘肅科學教育館之分析其成分為鐵 57.77%，氧化矽 3.94%，磷 0.042%，硫 0.054% 及銅

2. 此白色高嶺土尚未經化驗，是否全為高嶺土尚不能確定，著者疑其一部亦可能為明礬石 (Alunite)。

，砷，氧化鉛，氧化鎂等。

13. 褐鐵鑛：見於鐵帽之上部，多成黃褐色土狀物。

14. 軟錳鑛：伴褐鐵鑛存在者有軟錳鑛，亦成土狀物。

15. 自然金與自然銀：就銀窪巷與礮洞子內昔日開採情形看，往日之挖掘此洞，目的乃在金銀，因黃鐵鑛往往含有金銀，此極少數之金銀於黃鐵鑛變成鐵帽時遊移至下部，富集在黃鐵鑛與鐵帽間一薄土層中，數量可能相當之大，西班牙 Rio Tinto 之黃鐵鑛脈即如此。

丙、熱液變蝕 (Hydrothermal alteration) 與圍岩碎裂

構成圍岩之變質流紋岩，凝灰岩，因其組織粗鬆，極易為熱液所滲透，故黃鐵鑛脈左近之岩石，多深受熱液變蝕作用，變蝕帶亦相當之寬廣，最主要而顯著之變蝕作用為矽化流紋岩凝灰岩石不論岩基及斑晶均受影響，作微晶狀結集體之石英在圍岩中分佈甚多，原構成流紋岩斑晶之石英，多重新結集成小鏡體（後者之形成與變質作用或亦有關）其次為絹雲母化與高嶺土化，靠近黃鐵鑛處，圍岩多變成略帶絹絲光澤之白土狀物，原片岩化流紋岩凝灰岩構造雖尚保存，但岩石之鑛物則多已變成多數絹雲母，石英，與少量高嶺土及散佈甚多之小黃鐵鑛結晶顆粒。就礮洞中存在之多數鉀鋁明礬言之，礬化作用之存在，自亦彰彰乎明，惟圍岩尚未普遍分析，其礬化作用，究竟至若何程度，則尚有待於以後進一步之研究也。

接近黃鐵鑛脈之圍岩，多生小褶曲與斷裂，圍岩碎塊，包於黃鐵鑛體邊緣者，亦時見及，在拆腰山鐵帽邊，且恆見矽化甚深之鐵質角礫岩，角礫石多在 $(1-2) \times \frac{1}{2}$ 公分左右。

丁、成因

根據上述事實即（一）原生鑛物為含金銀之黃鐵鑛，斑銅鑛，脈石為石英；（二）產狀概作脈形，厚度變化不大；（三）黃鐵鑛侵染於接近鑛脈之圍岩寬度至大；（四）圍岩深受熱液變蝕，及碎裂褶皺；（五）鑛脈走向傾斜大致與圍岩者相同；（六）圍岩中距黃鐵鑛脈不遠處，石英脈異常繁多，其侵入走向與傾斜與圍岩者近似，寬者至半公尺；（七）鑛脈距鐵匠寺北之花崗岩侵入體，不遠等研究之，此鑛床似應

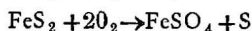
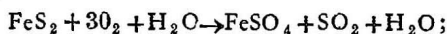
屬中溫熱液礦床。其生成與變化歷史可概述之如下：

當華力西早期造山運動時，沉盆紀岩層與火山岩系等，遭受劇烈動力變質，使岩層均片岩化。在花崗閃長岩侵入，岩漿逐漸冷凝時，深處岩漿中剩餘之銀鐵金銀銻硫質流體，即漸上升，與隨與具來之石英沈澱於火山岩系之虛弱裂隙地帶，而構成多數石英脈與含金銀銻，斑錫礦，石英之黃鐵礦脈，黃鐵礦造成時，導源於岩漿之熱液活動範圍頗大，遂使接近之圍岩發生矽化，絹雲母化，高嶺土化，與礬化作用，惟後者之程度尙有待於進一步之研究。隨圍岩之被侵蝕顯露，黃鐵礦脈亦顯露於大氣之下，此後黃鐵礦脈遂遭受以氧化為主之風化作用，此種作用通常均進行於地下水位以上，但亦可超過之。其氧化情形，由於天空中之氧氣混於黃鐵礦脈接觸之雨水中，而開始氧化，使黃鐵礦 FeS_2 變為 FeSO_4 或 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ，再經氧化而成 $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$ ， Fe_2O_3 。

此褐鐵礦，赤鐵礦，混雜之不溶物，石英與銻銅等氧化物，混於一起，遂構成鐵帽。鐵帽中尙多保有溶蝕殘餘之原黃鐵礦方晶之孔穴，更可證明此鐵帽係自原黃鐵礦脈氧化而來。

不溶解之金銀向下游移而形成一含金銀較富之富集帶，此富集帶與由黃鐵礦脈之侵蝕運轉而沈積於溝谷中之砂金，遂成功為一有經濟價值之次生礦床。

在舊礦區中間及之二氧化硫氣味，與所見到之自然硫磺，則係黃鐵礦氧化而成：



由於氧化帶中形成之硫酸與含銻鉛很富之流紋凝灰圍岩起化學變化，及已形成之各種硫酸鹽類本身之變化，遂構成礦脈子與銀窪礦中之種類極繁之礬礦物¹。

是可知此礦區內所發現之礦物雖至為複雜，但生成之歷史則一脈相聯，至為清晰。

1. 程裕洪 陳 愷：安徽廬江礬石礦地質研究 地質學報第二十六號

戊、鑛質與鑛量

黃鐵鑛樣尚未詳加化驗，除知其含金銀銅外，其詳細成分尙不得而知，惟就資委會化工材料廠利用製造硫酸之結果觀之，此鑛含硫成分尙不爲低（一般以硫不低於百分之四十五爲合格）茲假定其比重爲 5，長度 1,100 公尺（折腰山）加 450 公尺（火焰山），厚度 一公尺，可採深度 200 公尺（實際 190 公尺，因其上部十公尺爲鐵帽與礬鑛），黃鐵鑛之儲量爲 1,472,500 公噸。

昔日因誤以鐵帽爲火成或變質鐵鑛鑛床，故對鐵帽中之貧鐵鑛多所化驗與估計，就化驗之結果，最佳之赤鐵鑛中含鐵有高至 57.77% 者，惜鐵帽中，赤鐵鑛分佈既不均勻，含硫矽鋁又過高，即含鐵較多之處，亦不能利用。

礬鑛儲量不易估計，但以見於舊銅中者，已略具規模及礬化作用可能很寬，二點推測之，礬鑛在本區亦具有相當經濟價值也。