

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

祁連山黃鉄矿型銅矿及其勘探

胡惠民 王文广 孙学羣

(地質部甘肅省地質局)

祁連山黃鉄矿型銅矿的勘探工作目前已基本結束。已得資料還未能進行全面的綜合研究,本文只着重于矿区地質及勘探方法的摘要报导。至于有关矿区地質的系統报告,1955年宋叔和、李銘德都已著文发表,可以說,初步地对矿床有关問題作了敘述和論証。随着勘探工作的进展,为了获得新的材料,应该对上述文章作一些补充,特别是勘探方法部分;另外提出笔者对某些問題的看法,这些看法可能与过去的报导有些出入,是否正确,希讀者予以指正。

在此須声明的,此項工作是集体劳动的成果,由胡惠民、王文广、孙学羣参加总结,由641队地質人員討論,最后由胡惠民执笔写成。日常工作期間不管在野外調查、室內鉴定,都承宋叔和、李銘德具体指导,多方鼓励,一併在此对他們表示感謝。

一、矿区地質簡述

祁連山黃鉄矿型銅矿系生于大地槽褶皺山系內部拗陷帶,即黃汲清指出的南山褶皺帶主体中,位于南山地槽中心,在其南北尚有一系統平行褶皺帶,由前石炭紀變質岩系組成。北部是长岭山帶,南部是兴隆山帶。从下古生代一直到泥盆紀末,有巨厚的海相沉积,以志留泥盆紀为主,岩性显示剧烈分異;富含鈉質的火山噴发与沉积,沿着主体褶皺帶伸展,形成一个显著的火山构造帶。在复杂的火山岩系中,貫入了基性、超基性和酸性的侵入体,这足以說明火山帶分布的地質环境和构造位置。关于火山岩噴发的性質,初步推定是屬於地槽內部拗陷帶中的深部断裂作用所致。从CD剖面(图1)观察,火山岩分布在巨厚的硬砂岩与复里式沉积千枚岩間靠近硬砂岩部分。从現代大地构造的研究結果証明,这种火山帶分布在祁連山大地槽中,比較集中在狹窄地帶,表現了強烈的地壳褶皺,形成一系列下沉帶。此处的火山作用表现为噴发式侵入的形式(斑岩或玢岩类),在褶皺帶附近,局部常有从地壳深部上升的超基性侵入体,这一点可从民乐一带超基性岩侵入到火山岩系中得到証明。同时可以推断这种火山噴发应屬“深断裂”的性質。

- | | | |
|------------|---|---|
| 泥盆紀
(?) | { | 上部——硬砂岩、灰綠色板岩,为巨厚单調沉积,厚度2,000米(Tm_{1-4})。 |
| | | 中部——火山岩与砂質、鈣質混合式沉积,形成鉄錳矿床及火山热液有关的黃鉄矿型銅矿、多金屬矿床。厚度5,000米(Tm_{5-7})。 |
| | | 下部——凝灰質千枚岩与砂岩互层,夹鈣質千枚岩,局部出現礫岩层,岩相变化大,厚度2,500米(Tm_{8-12})。 |
| 志留紀 | { | 上部——炭質千枚岩,夹綠色板岩、砂岩,厚度变化大,局部缺失,估計厚400米(S^1)。 |
| | | 中部——鈣質千枚岩,夹薄层石英岩,因變質程度深浅不一,局部形成斑点状千枚岩,厚約800米(S_2)。 |
| | | 下部——綠色片岩,夹薄层石英岩,因變質作用形成各种片岩相,如角閃片岩,石榴片岩,厚約1,000米(S_3)。 |

简单地讲,主体褶皱带中的地层顺序如下(图1):

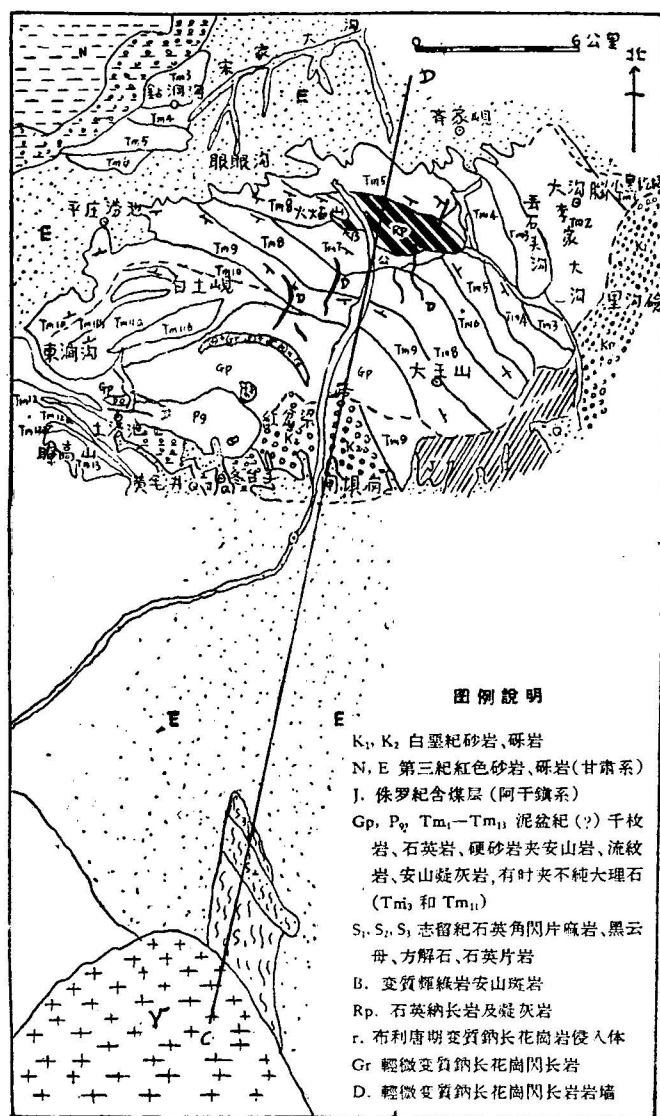


图1 宋家梁山地質图

列酸性成分岩浆,是由深成、浅成过渡到喷发及喷发沉积岩的,它们都具有相同的化学成分,即富含钠质化学特征,从薄片鉴定,主要矿物以钠长石、更长石及石英为主,由全晶质到斑状结构。估计矿物成分百分率,钠长石占20%,更长石10%,正长石8%,石英30—40%。此外有少量云母、绿泥石、硫化铁;无钠长石交代正长石的现象。从地质环境来看,侵入-火山岩建造,具有区域性特征。因此相信这套岩系是由一种富含钠质的原始岩浆所生成,不是后期岩浆交代作用的所谓“钠长石化”。目前所勘探的黄铁矿型铜矿及

泥盆纪末期,地槽停止下降,开始褶皱。此时有岩浆活动,在西部广泛发育有基性至超基性侵入体,如辉长岩、橄辉岩,形成铬铁矿床,并可能产生铜镍矿床、钨金矿床。在东西部广泛发育有钠长花岗斑岩和钠长花岗岩,它们多分布在黄铁矿型铜矿床附近。具有下列几种产状:(1)小型岩株状侵入体,面积2平方公里;(2)层间侵入体,这种侵入体沿围岩片理侵入,面积2—3平方公里;(3)岩墙,沿围岩片理或横切片理侵入,在地表断续出现,长达1,000米,宽5—6米,常呈文象及斑状结构;(4)大型侵入体,在黄河金沟口出现,面积150平方公里。此种酸性侵入体在矿区附近形成环状排列,大型侵入体周围分布有小型侵入体,在矿床附近出现更多岩墙。侵入岩成分与火山岩成分相同,因此推论它们都属同一岩浆源,为形成铜、铅、锌矿床的母岩。

从表1可以看到,这一系

銅-鉛-鋅矿床,都生在鈉长花崗岩-石英鈉长岩附近,特別是在石英鈉长凝灰岩中,与矿床成因有直接关系。可以說,这已成为找矿的标志了。

其次,关于矿区附近的地質构造問題,至今尚未获得解决。經過地質测量的全部岩层单位都是区域变質后的片理,原生层理已被破坏,这給予研究岩层褶皱型式带来很大的困难。自从李四光先生提出矿区附近宋家梁山的中型旋卷构造后,根据这种构造型式发现了許多小型旋卷构造,这种构造使围岩片理呈弧形弯曲,同时金屬矿体的展布也随片理弯曲,造成矿体产状的复杂化。至于祁連山褶皱带的形成时代,至今尚未获得一致的見解。我們認為問題的焦点还在于造山运动与造矿时代的多期性的划分及相互关系。

表 1 祁連山鈉长花崗岩-石英鈉长岩化学分析对照表

名 称 氧 化 物	鈉 长 花崗岩	鈉长花 崗斑岩	石 英 鈉长岩	鈉长花 崗岩墙	石英鈉 长斑岩	石 英 鈉长岩	石英鈉 长凝灰岩	鈉长花 崗斑岩	石英鈉 长斑岩	石英更 长斑岩
SiO ₂	71.38	73.84	70.60	66.38	73.55	69.30	76.13	68.49	71.27	68.60
TiO ₂	0.24	0.13	0.17	0.42	0.26	0.38	0.17	0.36	0.18	0.21
Al ₂ O ₃	15.87	13.62	13.66	15.30	12.91	14.74	11.85	15.93	14.71	16.80
Fe ₂ O ₃	2.27	0.84	1.06	0.63	1.18	2.93	2.25	0.68	0.57	0.72
FeO	—	0.80	0.46	2.03	1.19	1.01	0.23	1.64	1.18	1.25
MnO	0.03	0.02	0.04	0.05	0.05	0.05	0.02	0.11	0.01	0.04
MgO	1.11	0.28	0.19	0.82	0.58	1.28	0.57	1.22	0.70	1.29
CaO	2.84	1.10	4.56	3.08	1.40	3.79	1.47	2.98	0.50	3.30
Na ₂ O	3.47	4.70	3.53	6.29	6.63	3.76	4.64	5.12	7.03	5.59
K ₂ O	1.69	3.80	0.04	2.13	0.97	1.66	1.11	2.23	2.33	1.02
H ₂ O ⁺	0.20	0.18	0.12	0.14	0.33	0.12	0.09	0.95	1.04	0.84
H ₂ O ⁻	0.16	0.11	0.20	0.15	1	0.13	0.68	0.22	0.16	0.08
产 状	层間侵入	岩株状	层 状	岩 浆	岩株状	层 状	层 状	—	—	—
产 地	鉄匠石	石膏洞	石膏洞	白銀厂	白銀厂	白銀厂	白銀厂	馬蘇河	大通江	雪 山

二、 矿 床 特 征

祁連山黃鉄矿型銅矿床,具有下列几个明显的可以作为评价矿床远景的主要标志的特征:

1. 含矿围岩是一种連續性浅海噴发并富含鈉質的細碧角斑岩系,此种火山杂岩的特征是岩性有剧烈的分異。由酸性至基性的浅成、噴发及噴发沉积岩系,常夹薄层大理岩和砂質岩层。从图 2 观察,流紋岩流(石英鈉长岩)在海水中流到不同地点,造成不同結構和成分差異的岩石,其中斑状凝灰岩鈣質較多。在海水深处,則成为砂質較高的碧石岩,这种碧石岩在矿区称为黑疙瘩。目前祁連山中已发现該类矿床都生在火山岩分異良好的区域,其中酸性凝灰岩矿化作用最为显著。

2. 与成矿有关的围岩蝕变:区内具有中温至低温交代矿床特征的围岩蝕变,都发生在酸性凝灰岩中。原生蝕变作用,以絹云母化、綠泥石化、白云石化、砂化为主,几种矿化作用与矿体关系如表 2 所示:

本矿床按矿化作用划分,具有三个显著的金屬矿带:(1)含銅綠泥石化带;(2)含銅砂

化帶；(3)含銅鉛鋅綠泥石化矽化帶。

在普查和勘探中,已確定以上原生礦化性質對其礦床工業評價具有重要意義。至於後生蝕變作用,普通以出現黃鉀鐵矽化、鐵化、高嶺土化、明礬石化、次生石英化為主,進行地質測量時,常發現黃鉀鐵矽化、次生石英化作用是接近礦體,其他礦化現象即難以推測。此外,從研究地表鐵帽也初步得出一些經驗,可以推斷下部原生礦石種類如表 3 所示:

表 2

類 型	外 圈	內 圈	核 心
I	青磐石化	絹雲母化→矽 化	綠泥石→白雲石化→銅礦
II	青磐石化	絹雲母化→綠泥石化	矽 化→銅 礦
III	青磐石化	絹雲母化→重晶石化	綠泥石化→矽化→銅鉛鋅

3. 礦體形態特征:礦體產狀共有三種:塊狀、網脈狀及散漫狀。各種礦體具有下列特征:塊狀礦石呈大小扁豆體,具雁行式排列,兩側及尾端尖滅部分呈分歧形狀。侵染狀(包括網脈狀、散漫狀)礦體呈平行帶狀或為塊狀礦體連續部分。三種不同產狀礦石的空間分布關係,有下列兩種形式:(甲)塊狀礦體→散漫狀礦體→網脈狀礦體;(乙)網脈狀礦體→散漫狀礦體。

表 3

鐵 帽 種 類	結 構	礦 物 成 分	推 斷 原 生 礦 石
疏 松 貧 鐵 帽	疏松,具片理。	褐鐵礦、石英。	散漫狀黃鐵礦。
疏 松 富 鐵 帽	具蜂窩狀結構及片理構造。	褐鐵礦、赤鐵礦、軟錳礦、石英。	侵染狀黃鐵礦、黃鐵礦。
塊 狀 矽 化 貧 鐵 帽	塊狀,具角礫狀構造。	褐鐵礦、斜鐵礦、鉻鐵礦、白鉛礦、蛋白石。	塊狀含銅鉛鋅黃鐵礦。
含鐵矽質岩(假鐵帽)	塊狀,具斑岩構造。	石英、褐鐵礦。	无 礦

(甲)型為世界含銅黃鐵礦床標準形態。(乙)型是本礦床獨具形態特征,不僅具有工業價值,構成單獨礦床,有逐漸過渡為多金屬礦床的趨勢。

4. 礦床變質作用及其他:礦床生在地槽廣大的區域變質地層中,礦床附近變質程度屬低級變質階段——綠泥石化帶。礦體被含水矽酸鹽礦物,如綠泥石、絹雲母所組成的岩石,即石英-綠泥石片岩、石英-絹雲母片岩所包圍。圍岩與礦體具有明顯的變質特征,塊狀礦體呈扁豆狀,侵染狀礦體中的黃鐵礦與黃銅脈呈鞍狀褶皺,其組成礦物具破碎裂隙結構和片理構造(與圍岩片理一致)。在變質過程中,銅、鉛、鋅組合具有再分配的現象,形成礦石中含銅不均勻而局部富集、肉眼可以看見的淡色細粒黃鐵礦與深色含銅黃鐵礦相間的帶狀結構。特別是在含銅黃鐵礦的富集部分,有黃銅脈、含銅石英脈、含銅碳酸鹽脈穿過圍岩片理的現象。因此,推測變質作用會引起礦體中元素的重新沉澱。另外,礦物交代圍岩現象也非常清楚,這樣便造成複雜的多期性沉澱。現在根據光片及磨光面中的觀察,結合礦區火成及變質作用,試提出其沉澱過程如表 4 所示(見表 4):

表 4

礦物生成先後 次	黃 鐵 礦	黃鐵礦→黃銅礦→方鉛礦 閃鋅礦→磁鐵礦	黃鐵礦、黃銅礦、含銅鉛鋅 石英脈、碳酸鹽脈
成 礦 因 素	火山作用	熱 液 作 用	變 質 作 用

三、 勘 探 方 法

解放后,由于对矿床特征开始作了綜合性的比較研究,才正确无誤地确定了本矿床的工业类型同苏联烏拉尔及西班牙里奥廷图銅矿床基本上相同。由于矿床独具其特征,按矿体产状、規模及有益元素分布的均匀性,可按不同矿化地段分成下列两类: B 类和 B 类并分别采用不同的勘探方法。为了保证矿床勘探出来的儲量及其远景估价能够十分正确,也采用了綜合性的勘探手段。这样可以加速矿床勘探,降低勘探費用。

本矿区初步勘探时,勘探工作系沿矿体走向縱剖面进行,以圈定矿带长度。另外选择两个含矿良好的鑽孔,进行橫剖面鑽探以便逐渐了解矿体向下延展的深度。作初步勘探时鑽孔按以下原則布置:深度是在已知矿体水平面下 150—200 米,鑽孔密度是正常勘探网間距的 2 倍。因矿体甚陡,故普遍采用不同角度的斜鑽。鑽孔斜度与矿体相交角,不能小于 25° 以后即逐步进入詳細勘探,即在主要橫剖面上打超深鑽孔,深度 700—800 米,以

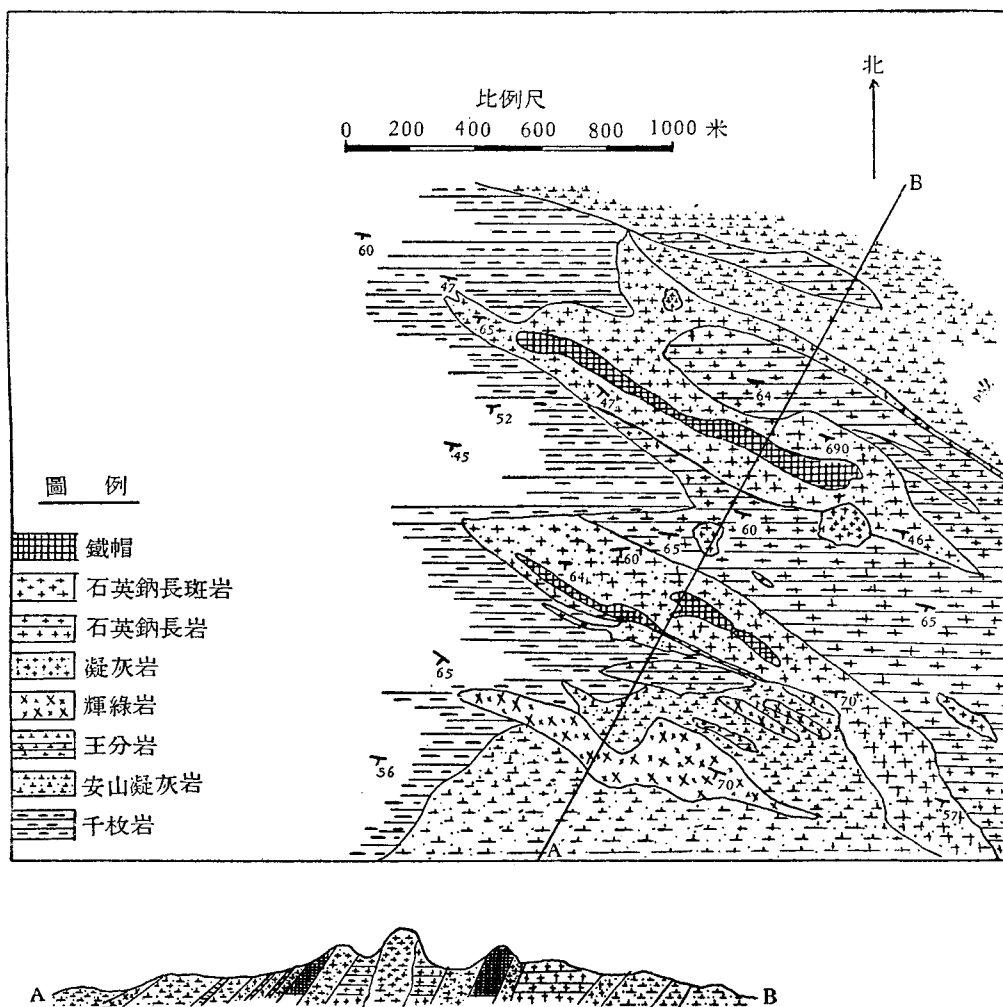


图2 祁連山黃鉄矿型銅矿床矿区地質略图

作为估計远景儲量的依据。

本矿区在勘探过程中,当利用物探資料时,先从地質上研究異常范围内成矿条件,及其引起異常的因素,例如矿区内常有一种富含炭質黑色千枚岩,控制着部分物探異常軸的分布;另有一种离地表較浅的矿体引起異常,同时地表有热液蝕变及金屬測量濃集区域。对前者进行鑽探均失敗(图 3 a),对后者进行勘探常获得成功(图 3 b)。应在矿区外围付出相当工作量,以便初步証实引起每个異常的地質体,推断其他复杂的異常現象。

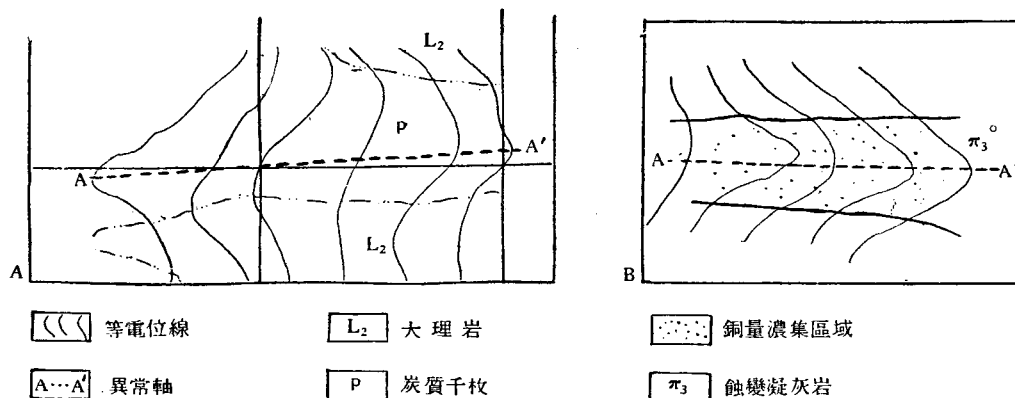


图 3 物 探 異 常 图

当利用化探材料时,应注意到地表各元素分散量中的浓度,据以推断下部原生矿石的經濟价值。从已进行化探的各矿段看来,在地表圈出的分散量中銅的浓度,常与热液蝕变

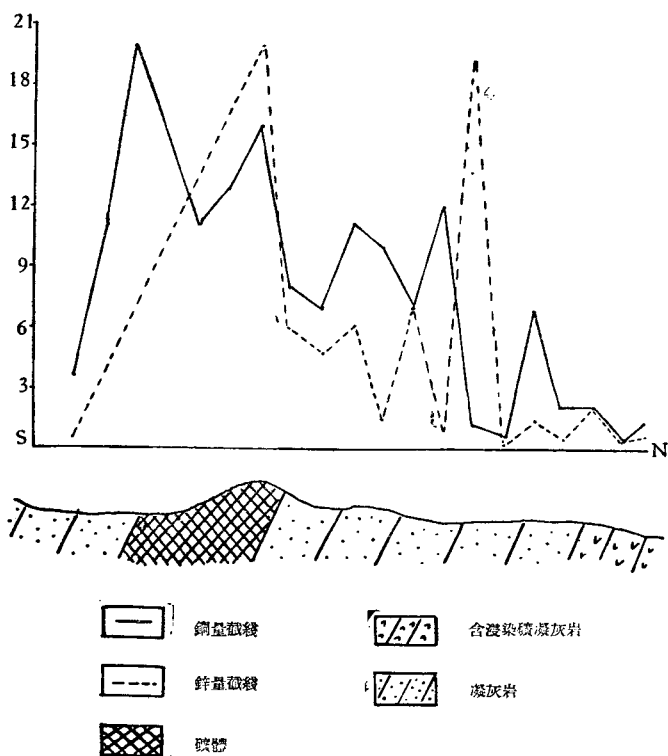


图 4 礦帶分散量中銅鋅濃度截綫比較图

帶吻合,这更証实蝕变帶中銅的矿化作用。在某矿区东部,地表銅鋅浓度特高,鑽探結果証明,此段下部原生矿石含鋅較其他地段为富(图 4)。而鋅的矿物在地表无法观察,只有利用化探銅鋅截綫图来推断,从实际工作中証明,地質工作必需要与化探、物探方法配合才能获得更大效果。

另外,还应利用光譜、各种化学分析、光片薄片鉴定等方法研究稀有元素与矿体内組合元素分布的規律性,确定本矿区中金銀富集地段,以便在开采时合理利用(图 5)。

四、結 論

1. 从祁連山区域地質特征及其矿产分布来看,它与苏联

的烏拉尔极其相似。在大地槽褶皱山中广泛发育志留泥盆紀地层。特别是地槽内部发育的火山岩系,伴随了与火山噴发作用有关的鉄矿床、含碧石錳矿床与火山热液有关的含銅黃鉄矿及銅-鉛-鋅矿床。中国地質学家在找到含銅黃鉄矿床后,早已对这些矿床进行預測,并在最近普查与勘探中,得到証实。特别是在含銅黃鉄矿床附近发现了中、小型侵染状、脉状銅矿床,目前勘探工作証实,这些銅矿床往往过渡到多金属矿床。

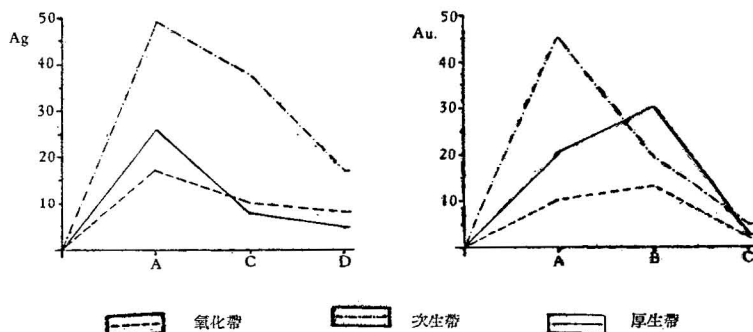


图 5 按礦石种类銀金分帶曲綫变化示意图

今后矿山生产中得到証实。

2. 祁連山黃鉄矿型銅矿床,規模是巨大的,勘探进度很快。从滿足工业部門設計所需的矿山开采資料来源來說,是足够的,特别是运用了苏联先进勘探方法,导致儲量計算結果的准确性。这个結論将会在

参 考 文 献

- [1] 黃汲清, 1955: 鄂尔多斯地台西沿的大地构造和寻找石油的方向。地質学报 35 卷 1 期。
- [2] 李四光, 1954: 旋卷构造及其他有关西北大地构造体系复合問題。地質学报 34 卷 4 期。
- [3] 宋叔和, 1955: 祁連山一带黃鉄矿型銅矿的特征与成矿規律。地質学报 35 卷 1 期。
- [4] 李銘德, 1955: 祁連山黃鉄矿型銅矿。地質知識第 6 期。
- [5] 严济南, 1955: 祁連山地質簡介。地質知識第 12 期。
- [6] 克魯泡特金: 地壳发展的規律性与区域大地构造。
- [7] 拉尔欽科著: 矿床工业类型(油印本)。