

华北某鉛鋅矿床的地质特征及成因

沈覺先 江洪良 張惠民

一、序 言

本文所探討的这个鉛鋅矿(以下簡稱本矿床)的勘探工作目前已經結束,从已探明的儲量看来,本矿床属中等規模,并伴生有一定数量的稀有元素,有很大的工业价值。本矿床的地质特征及成因是頗饒兴趣的。总结这方面的資料,不但可以丰富我們的理論知識,而且对我国北方,特別是在有震旦系地层发育的地区寻找同类型的鉛鋅矿床具有重要的指导意义。

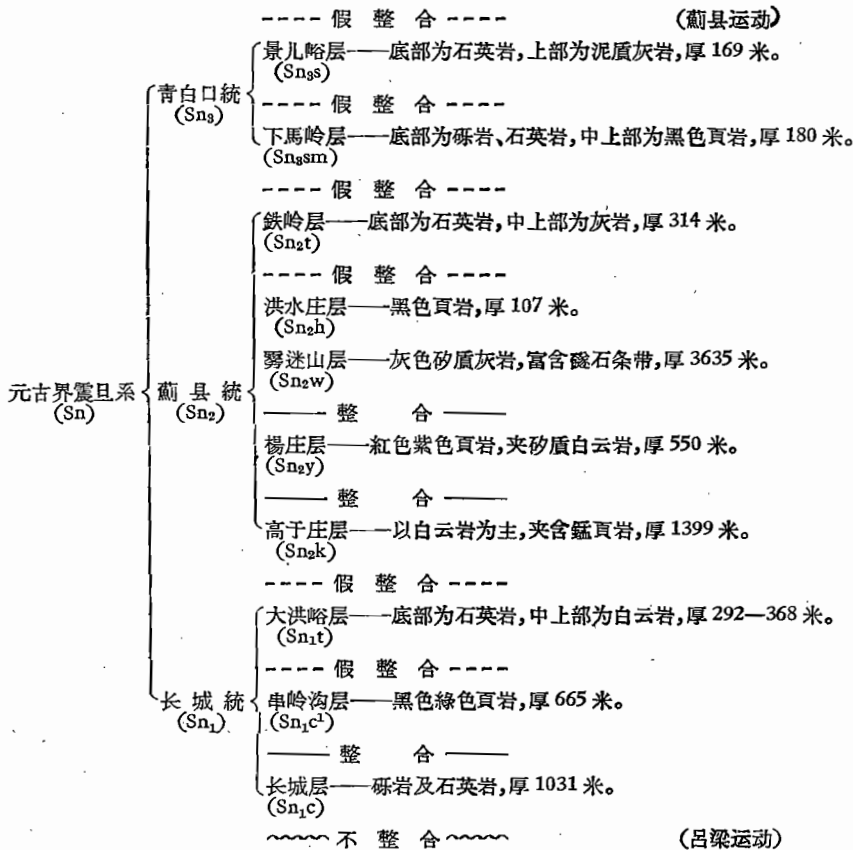
現把我們两年来集体劳动的成果,加以总结,以供大家研究参考。应该指出,由于我們对矿床成因方面尙缺乏全面的系統分析,本文不当之处在所难免,希同志们指正。

二、区域地质概述

1. 地 层

区内主要为震旦系地层,今列表如下:

古生界寒武系馒头統馒头层——底部为角砾状灰岩,中上部为紫色頁岩。
(Cm) (Cm₁) (Cm_{1m})



太古代桑干系——以花崗片麻岩及角閃片麻岩为主。

本区震旦系地层总厚为 8342 米,和邻近地区相比,減少了 2618 米(邻近地区震旦系地层总厚度为

10960 米)。其中以长城統各层厚度变化最大。

本区震旦系地层的性質,除大洪峪层以外,完全可

以和邻近地区对比。大洪峪期沉积环境，未受到火山作用干扰，形成以砂质白云质灰岩为主的沉积物，石英岩沉积仅见于该层底部。

区内大的火成岩体不多，一般为中酸性岩脉及岩床，在成地附近有黑云母花岗岩及二云母花岗岩分布，其余大多数为煌斑岩、闪长岩、细晶岩、角闪辉长岩等岩脉。岩脉均作南北或北北东方向侵入，生成时期应属中生代燕山运动晚期。

2. 构造轮廓

燕山运动期间，在××地区形成了著名的×××背斜。在背斜轴部广泛出露有前震旦系片麻岩，其南北两翼均依次出露有震旦系、寒武系、奥陶系、石炭二迭系。从全区构造轮廓来看，次一级褶皱及断裂的发生，均受此背斜的严格控制。

本区矿床分布地段，位于××准地槽的中心偏北。区内主要发育着三组断裂：一组为北东向逆断层；一组为南北向正断层；一组为东西向逆断层。本组断裂与主要构造方向基本吻合。此外，伴随燕山运动有酸性岩浆活动，沿某些巨大断裂带有花岗岩侵入。

区内岩层走向一般近于东西，与大背斜轴向一致，倾角20—50°。

3. 古地理位置

震旦系期间，××地区形成一略呈东西方向的××准地槽。在地槽中，震旦系沉积的最大厚度可达10930米。本矿床分布于准地槽中心偏北的地方。已知矿化点有8处之多，构成一个略呈东西的带状成矿带。

根据实际观察证明，上述带状区域内沉积物厚度变化幅度极大，例如下震旦系串岭沟层，在矿区以南15公里处厚度为665米，但在矿区以北1公里处，则减薄至50米。上述两地相距不过10余公里，而地层厚度变化竟达615米之多，确实令人惊异。自矿区往北，震旦系地层厚度趋向稳定，基本上没有什么变化。据此可以看出成矿带以南，属于××准地槽中心部分，其底部活动性较强，沉降幅度较大，结果堆积了厚达10960米的石英岩、頁岩、石灰岩及白云岩，形成“沉积中心”。另外这个成矿带以北，应属于较稳定的地槽边缘部分。因此我们可以得出以下结论：即此成矿带恰位于准地槽活动中心与其稳定边缘之过渡带部分。

4. 外围矿点及含矿层对比

(1) 外围矿点分布 根据外围地质测量所获得的地质资料，证明本类型铅锌矿的成矿区域较为宽广。

兹将它们的地质情况简介如下：

外围含矿层大致与区内相当，一为产于高于庄层的主要含矿层——上白云岩(Sn_2k_5)中下部者，一为产于高于庄层的次要含矿层——板状白云岩(Sn_2k_6)底部者。前者的矿化是主要的，其层位与矿区相同，地表矿石主要呈氧化的铁帽出现，呈似层状、扁豆体状，厚1—2米，局部地方可厚达7米，延长40—700米，延深最大可达百余米。在铁帽层上下盘的白云岩中有时可见到少量浸染状浅色闪锌矿及黄铁矿。在个别地段，黄铁矿可构成含硫品位20%的致密块状矿体，但规模小。后者的矿化是次要的，其层位比矿区主要含矿层位升高40—50米。主要以浸染状及脉状硫化铅锌矿散嵌在板状白云岩底部或集中在方解石、白云石脉中及其周围，它们沿固定层位呈薄层状、小透镜状或脉状产出。矿层厚仅5—14厘米，矿化现象可延长数十至二千余米。矿化虽位于一定层位中，但系断裂出现，极不稳定。硫化铅矿品位均很低，不超出千分之一。

(2) 含矿层位的对比 本类型铅锌矿床的分布，在空间位置及时间方面均有规律可寻，因而含矿层位对比工作较易进行。必需指出，主要含矿层位的出现与尖灭，与上頁岩的存在有一定关系，虽然上頁岩是主要矿层的间接或直接底板。我们没有发现任何一个主要矿体是在上頁岩尖灭的情况下单独存在的。含矿层位对比，情况如图1所示。

三、矿床地质概述

1. 地层 矿区所出露的地层为震旦系高于庄层，剖面出露完整，总厚在1008米以上。自南往北，由老至新，地层出露顺序为磁石白云质灰岩、下頁岩、下白云质灰岩、上頁岩、上白云质灰岩、板状白云质灰岩……等。矿层位于上白云岩内。现将各层特点分述如下：

(1) 磁石白云质灰岩(Sn_2k_1) 灰色致密白云岩，风化面呈浅棕色，富含黑色磁石条带，厚387米。

(2) 下頁岩(Sn_2k_2) 灰至灰黑色砂质含锰頁岩，风化后呈棕色，本层上下部均夹有数层白云质灰岩，与上下岩层呈渐变关系，岩层稳定，厚47米。

(3) 下白云质灰岩(Sn_2k_3) 灰色厚层致密白云岩，风化后呈棕色，微含锰质，厚35—40米。

(4) 上頁岩(Sn_2k_4) 黑色炭质頁岩，顶部有微矿化现象，为含矿层的底板岩层，本层很不稳定，有变薄尖灭现象，厚0—35米。

(5) 上白云质灰岩(Sn_2k_5) 灰色中厚层白云质灰岩，风化面呈浅棕色，局部有粗结晶现象，中下部含铅锌矿、黄铁矿，为本区主要含矿层，厚33—79米。

(6) 板状白云质灰岩(Sn_2k_6) 灰色致密中薄层白云质灰岩，中部夹有钙质小结核，本层底部5—10米处，有矿化

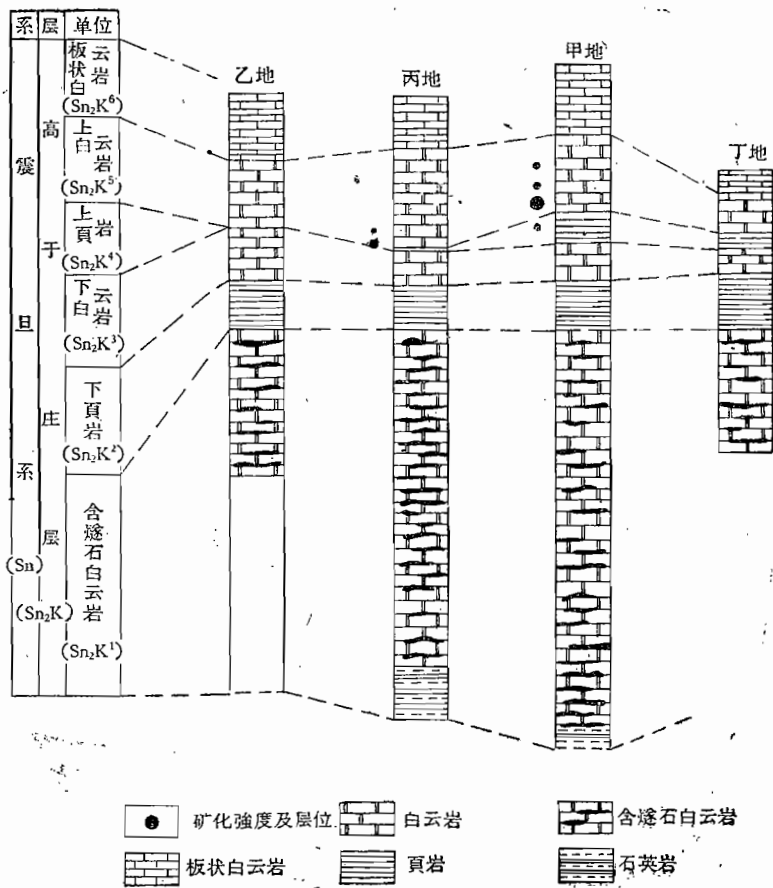


图1 本类型矿床含矿层位对比图

现象,厚36—130米。

(7) 含結核狀白云質灰岩(Sn_2k_3) 底部为含粉砂质中薄层白云质灰岩,中上部富含钙镁质結核,結核直径10—12厘米,厚170米。

(8) 磚塊狀白云質灰岩(Sn_2k_3) 灰色致密厚层白云质灰岩,局部有钙质結核,厚120米。

矿区内没有大的火成岩,仅见到一些中基性岩脉,以煌斑岩脉最为发育。侵入体一般宽1—10米,长几十至百余米,大致作南北方向分布。由于火成岩脉穿切了矿体,矿层受到了破坏。

2. 构造 矿区附近岩层走向一般成东西方向,倾向北,倾角18—30°,基本上形成一单斜构造。主要断裂构造有:

(1) A地大逆断层 断层走向北东50°,倾向北西,断层角50—60°,上盘为长城石英岩、串岭沟頁岩等一套岩层,下盘为高于庄上部白云质灰岩。断层特点除岩层重复出现外,在断层綫上有断层角砾岩及岩层挠曲现象。

(2) B地逆掩断层 本断层的压力来自西北,致使同一层矿体作平行排列,重复出现。断层綫方向大致与A地逆断

层一致,倾角20°左右,断层綫上有火成岩脉及破碎现象。

(3) C地逆断层 本断层发生于含矿层下部岩层,岩层受逆断层的牵引而使断层上下盘岩层产状相反,一翼倾向东南,倾角40—45°,一翼倾向北西,倾角30°。断层綫上有挤压破碎现象。上述断层均长约2000—5000米。

此外还有一些小的正断层,断层綫北东—南西,倾向北西,断层綫延长十至百余米,落差15—50°不等,呈阶梯状。

矿区东部发生的傾沒倒轉急背斜及傾沒向斜,形成一“S”形褶曲。

四、矿床地质特征

1. 矿体的空间位置及产状

鉛鋅矿賦存在震旦系高于庄层中部,即上白云质灰岩内,含矿层位及岩性很稳定。矿层頂板为板状白云质灰岩,底板为頁岩或白云岩。从矿区工程見矿情况来看,矿层位置有:(1)产于上頁岩頂部所夹的薄层白云质灰岩内;

(2)产于上白云质灰岩底部,矿层以頁岩为底板。地表露头全由鉄帽組成,鉄帽中不易见到残留硫化矿物;

(3)产于上白云质灰岩中部,距底板頁岩5—8米,以原生鉛鋅硫化物为主。

在板状白云质灰岩底部虽也见到鉛鋅矿,但由于分布零星,品位低,厚度薄,无大工业价值。矿区共有九条矿体,大小不一,以产鉛鋅矿为主。其余矿体均以产黄鉄矿为主,鉛鋅矿次之。矿体形状简单,一般呈似层状、扁豆体状,产状平缓,倾向北东15°及北西15°,倾角15—25°。与围岩产状一致。矿体受地形及构造影响,向南凸出,成“V”字形围绕山腰作带状分布。

2. 矿体的共生矿物

金属矿物主要有方鉛矿、閃鋅矿、黄鉄矿。其次为少量的白鉄矿、菱鉄矿。另外还含有稀有元素。

次生矿物以褐鉄矿为主,其次是白鉛矿、菱鋅矿、再次之为鉄矾土及石膏。

按照主要金属的自然組成关系,矿物可分成下列几族:

- (1) 閃鋅礦+方鉛礦+黃鐵礦族;
- (2) 閃鋅礦+方鉛礦族;
- (3) 黃鐵礦+閃鋅礦族;
- (4) 閃鋅礦族;
- (5) 黃鐵礦族。

構成有價值礦體的為鉛鋅礦-黃鐵礦體、鋅礦體及黃鐵礦體。

3. 含礦層及圍岩的化學成分

對七號礦體二個完整剖面的19塊標本的分析結果如表1所示:

表1 礦區岩石分析結果表

含量% 化學成分	七 號 礦 體					
	地點 層位 燧雲岩 石質 白灰	下頁岩	下質 白灰 雲岩	上頁岩	上質 白灰 雲岩	板雲岩 狀質 白灰
SiO ₂	30.06	34.33	9.69	26.00	6.41	12.48
Al ₂ O ₃	0.25	3.06	1.88	1.58	1.45	1.52
CaO	29.43	17.64	26.77	22.39	27.09	40.63
MgO	20.76	11.26	17.54	13.79	17.87	5.80
S	0.017	0.026	0.015	0.033	0.122	0.029
P	0.012	0.024	0.028	0.036	0.020	0.022
Fe	0.28	0.99	0.99	0.91	0.80	0.58
Mn	0.69	1.47	1.37	0.70	1.06	0.43
Na ₂ O	0.07	0.12	0.09	0.11	0.07	0.05
K ₂ O	0.53	0.95	0.45	1.47	1.34	0.25

从上表可看出:(1)上頁岩及下頁岩所含矽質普遍較高,而下頁岩所含粉砂又較上頁岩高,硫、磷、鐵大致相仿;(2)下頁岩含錳比上頁岩高(下頁岩含Mn 1.47%,上頁岩為0.7%);(3)上白雲質灰岩及下白雲質灰岩含二氧化矽普遍較低,上白雲岩含硫又較各層為高,因為本層是含礦層;(4)CaO含量比MgO含量多7—11%(見圖2)。

由此可見,從含礦層頂板圍岩往上,CaO逐漸增多,MgO則逐漸減少,SiO₂也稍有增加。含礦層底板含矽鋁質普遍較高,而下盤的下白雲質灰岩中,燧石白雲質灰岩的化學成分與含礦層相似,但不含礦。因此說明鉛鋅礦生成時對富含鈣鎂質化學成分有選擇作用。

4. 有益有害組分及有益組分的垂直變化

主要有益礦物為方鉛礦、閃鋅礦、黃鐵礦。鉛品位剛達可采,鋅品位比鉛高,一般Pb:Zn = 1:2—3。

伴生有稀有和分散元素。它們的含量與鋅一般成正比。銀、銅、銻、銻、鎳的品位低,一般均 < 0.001%。其中雖含有害元素砷,但含量甚微,銅及銻也極少。

從鉆孔資料證明,鉛鋅品位及礦物成分在垂直方向上有顯著的變化,以七號礦體為例,其鉛鋅之比上部

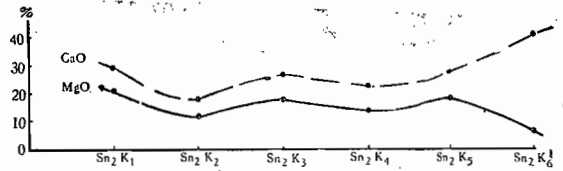


圖2 各層岩石CaO與MgO含量比較曲線示意圖

為1:1.5,延深至600米則變為1:3。至600到1,000米深處,鉛的含量變得非常少,並為鋅所代替,至1,000—1,200米,鋅逐漸減少,黃鐵礦則相對增多,最後為黃鐵礦所代替。

5. 礦石結構描述

研究礦石的結構,是件很有意義的事情,它將幫助我們去闡明礦床的成因問題。

閃鋅礦 閃鋅礦含量最多,顏色大致可分兩種:(1)淡灰白色——多為他形顆粒集合體,常呈膠體並具紋狀結構;(2)松紫色——多為星散狀顆粒,不規則地嵌布在脈石中,常呈交代殘余結構。閃鋅礦粒度為0.0175—0.0070毫米,一般為0.0105—0.013毫米。

方鉛礦 方鉛礦含量較多,結晶形態可大致分為兩種:(1)自形顆粒——一般結晶較粗,成浸染狀,部分為裂隙充填形式;(2)他形顆粒——成他形粒狀集合體,緊密連生,粒間界綫不清,多呈薄層狀產出。有被閃鋅礦交代現象,粒度0.035—0.0105毫米,大者可達0.4毫米。

黃鐵礦 一般含量微,呈星散狀,局部地方富集成致密塊狀。大致呈三種結構產出:(1)膠狀結構——非晶質黃鐵礦的集聚力,硬度較軟;(2)鱗狀結構——多由微晶質的黃鐵礦組成,部分為放射狀的纖維集晶,易風化成粉末狀;(3)自形半自形結構——顆粒細小而均勻,集成致密塊狀礦石。散布于脈中者部分為粗大自形晶結構。粒度為0.0525—0.00105毫米,一般為0.0042—0.0052毫米。

為了使讀者對幾種主要礦石的結構間的關係有所了解,現對它們的結構特征綜述如下:

①**單體全自形晶粒狀結構** 方鉛礦呈立方自形晶體,黃鐵礦呈五角十二面體(圖3)。

②**半自形晶粒狀結構** 由黃鐵礦和白雲石組成,白雲石占95%,其他占5%。

③**他形晶粒狀結構** 含礦白雲岩呈不規則外形,不具晶面,呈他形顆粒。

④**球粒狀結構及放射狀結構** 黃鐵礦呈球狀晶體,白雲石出現半球粒狀及球粒狀結構,前者由放射形同心纖維白雲石組成,後者為白雲石集合體,呈圓球形。圓球內為放射狀白雲石纖維(圖4及圖版I圖3)。

⑤**交代殘余結構** 先生成的黃鐵礦為晚生成的黃鐵礦所交代,並殘留早期黃鐵礦遺體及結構。方鉛礦交代十二面體黃鐵礦,形成十二面體方鉛礦,個別晶體邊緣或中心,仍保留有黃鐵礦的殘體。有些白雲石被脈狀及團狀的白雲石、石英交代後殘留着稀稀拉拉的他形晶體結構,並伴有方鉛礦、黃鐵

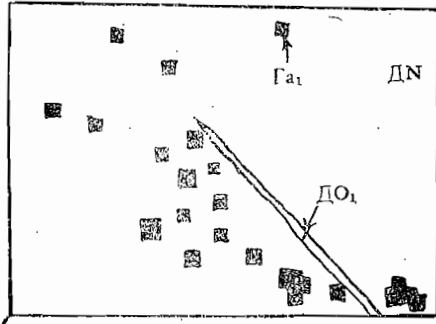


图3 全自形晶结构

ДО₁——粗结晶白云岩; Га₁——结晶粗大的方铅矿; ДИ——白云岩
(图中 ДН 应改为 ДИ)

矿(图5)。

⑥包裹状结构 方铅矿呈巨块状、粒状,包裹黄铁矿。黄

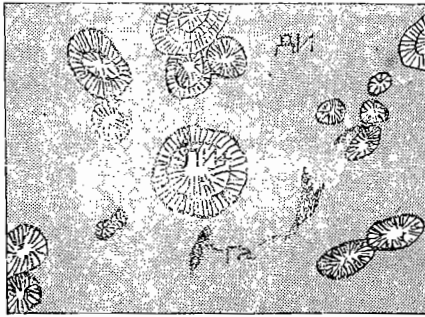


图4 球状结构(横切面)

ПИА——胶状黄铁矿; ДИ——白云岩;
Га——方铅矿

铁矿与方铅矿界线不太规则。也发现有方铅矿包裹闪锌矿的现象,这完全是由于矿物结晶先后不同所致(图17)。

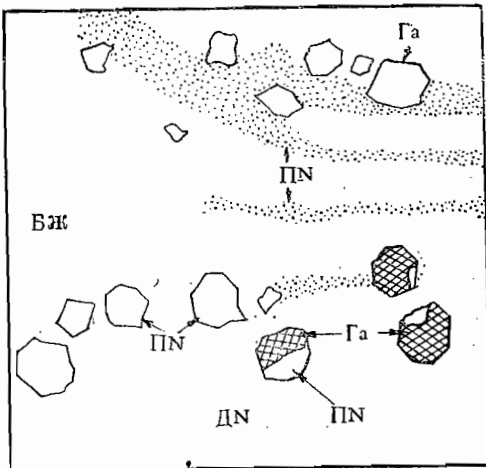


图5 交代残余结构

ДИ——白云岩; БЖ——褐铁矿; ПИ——黄铁矿
(图中 ДН 应改为 ДИ)

⑦网状及网格式结构 方铅矿及闪锌矿的细脉穿插在黄铁矿的细小裂隙内,组成网格式(图6)。黄铁矿呈网状充填在白云石及胶状黄铁矿间。亦有方铅矿充填在白云石周围而成为网状(图15,16)。

⑧角砾状结构 白云石为黄铁矿所交代(图版I图2)。

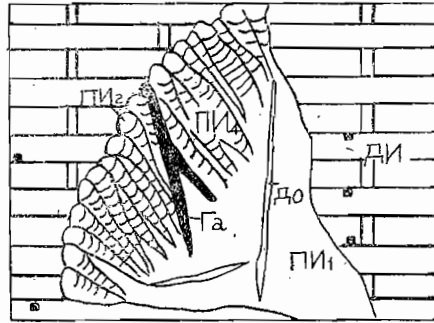


图6 网格式结构(斜切面)

ДИ——白云质灰岩; ПИ₁——粗结晶黄铁矿;
ПИА——致密黄铁矿; ПИБ——胶状黄铁矿;
Га——方铅矿; ДО——白云石脉

6. 矿石构造描述

矿石构造是多种多样的,现把几种主要构造,列表说明如下(见表1)。

7. 矿物生成次序

根据镜下鉴定及标本观察,得知几种主要矿物的成矿期不止一次,成矿作用不止一种,其生成次序如下。

(1) 同生沉积期 从矿层所在空间位置来看,同生沉积期又有两个分期,一为上白云岩成矿期,一为板状白云岩成矿期。前者沉积较早,其主要矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿,呈条带状、薄层状(图8)、胶状、结核状(图11,12)等构造。后者沉积时间较晚,主要矿物为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿(极少量),并呈星散浸染状(图10)、结核状构造产出。

应该指出,这二期成矿作用对矿区矿石富集作用不是主要的,而是为后期成矿富集准备了物质基础。

(2) 次生热液期 当沉积硫化物生成之后,区域动力使上白云岩发生层间错动,产生斜交或垂直层面的毛裂裂隙,早期生成的硫化物受到了破坏,但这种裂隙确为后来矿液活动准备了良好通道。有工业价值的矿体都是沿裂隙充填交代生成(图版II图1)。因此早期硫化物为晚期硫化物穿切的现象很普遍(图版II图2,图3,图4)。

热液成矿方式,主要为沿层面交代及沿层面附近的细小裂隙充填。矿石产状以细脉状、条带状、浸染状、团块状为主。在条带状矿石中曾见到方铅矿条带的二侧为闪锌矿条带,其外又是黄铁矿条带,并有方铅

表 1

矿石类型	构造类型	描 述
氧化矿石	粉末状构造	橘黄、绿黄、棕黄。松软细腻似粘土
	多孔状构造	棕黑色、坚硬多孔状铁帽,有时呈网状状。孔洞内充填有白色碳酸盐矿物
硫化矿石	细脉状构造	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿沿细小裂隙充填呈细脉最宽者达1厘米,延长几十厘米。细脉方向:斜交、平行、垂直层理(见图7)
	薄层状构造	矿层一般呈0.5厘米以下的薄层出现。平行层理恰似一层沉积岩,矿体与围岩界线极为清晰
	团块状构造	主要由方铅矿、黄铁矿、粗大结晶集合体组成(见图9)
	浸染状构造	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿呈自形晶体的细小颗粒出现,均匀分布于白云岩中,晶体最大者达5×5毫米,有时为细小短小的连晶状矿石所浸染(见图10)
	结核状构造	表现着两种形态:①方铅矿、黄铁矿组成钙镁质结核核心;②方铅矿、黄铁矿包于钙镁质结核外壳(图版I图4,5)
	蜂窝状构造	主要是黄铁矿。非晶质的胶状黄铁矿成胶状环带作同心圆、同心管产出,有时内部呈放射状结构。圆球体之间为晶质黄铁矿胶结。根据外表形状及大小,可分肾状、半球体状、钵状、泥胶状等(图13)
条带状构造	由方铅矿、黄铁矿、闪锌矿、白云石等组成条带(图14)	

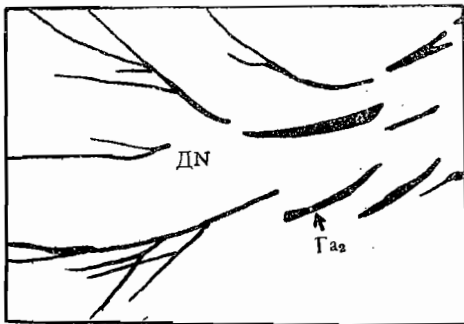


图7 细脉状结构

Гa₂——结晶较细的方铅矿; ДИ——白云岩
(图中 ДН 应改为 ДИ)

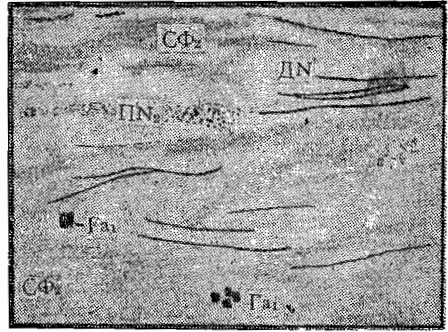


图8 薄层状构造

Гa₁——结晶粗大的方铅矿; СФ₂——结晶较细的闪锌矿; ПИ₂——致密黄铁矿; ДИ——白云岩
(图中 ДН 应改为 ДИ)

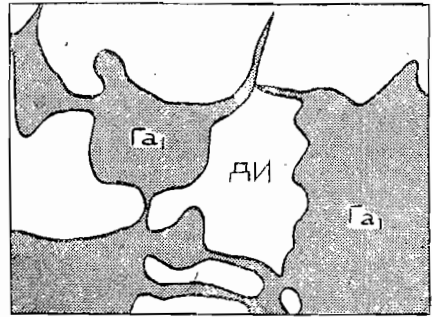


图9 团块状构造

ДИ——白云岩; Гa₁——结晶粗大的方铅矿

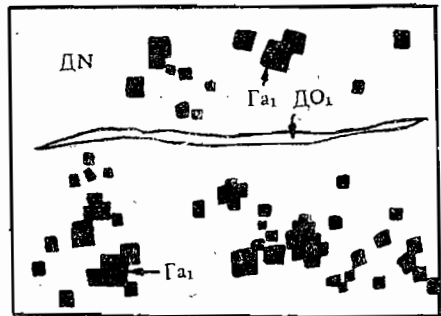


图10 浸染状构造

Гa₁——结晶粗大的方铅矿; ДO₁——粗结晶白云石; ДИ——白云岩
(图中 ДН 应改为 ДИ)

矿交代黄铁矿、闪锌矿的现象,这说明共生矿物生成次序是:黄铁矿在先,闪锌矿次之,方铅矿又次之。

此外,还有第二次的热液作用,它加强了第一次矿化。闪锌矿(松香色)和黄铁矿呈完好的自形晶体散嵌在脉石中或边缘,或作细脉状穿插在第一次形成的矿石中。

五、围岩蚀度及找矿标志

矿区围岩蚀变作用极不显著,蚀变种类也极简单,这是本类型矿床的特征之一。本区白云岩并非蚀变成,乃沉积而来。经薄片鉴定,计有下列几种轻微蚀变现象:

碳酸盐化 蚀变矿物主要为白云石,次为方解石,

前者常单独出现。其产出形态有似层状、脉状及团块状。似层状者多由自形半自形白云石颗粒组成，其颗粒

较围岩颗粒显著变粗，接触界线清楚；脉状者为垂直或斜交层理的细脉，脉壁清晰显著；团块状者充填于围岩的洞隙中。碳酸盐化与黄铁矿、铅锌矿化的关系较为密切。

砂化 由细粒石英集成脉，充填于矿石或围岩裂隙中，脉中常伴生有少许碳酸盐矿物或金属矿物。

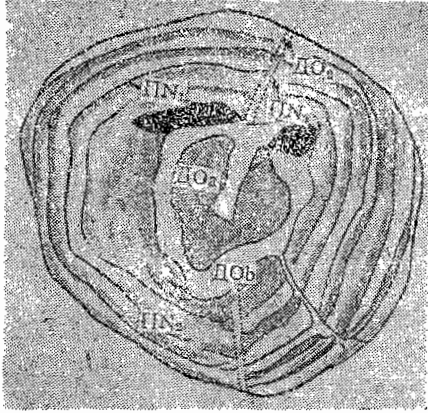


图 11 结核状构造(切面)

ПИ₁——粗结晶黄铁矿(自形晶)；ПИ₂——致密黄铁矿；ДО₁——粗结晶灰白色白云岩；ДОб——粗结晶浅灰色白云岩；ДО₂——细结晶白云岩；ПИ₃——星点状结晶细小的白云岩(图中 ДН 应改为 ДИ)

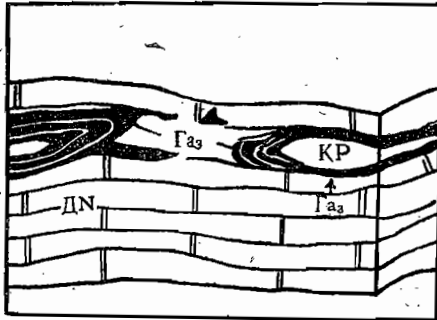


图 12 结核状构造(沿层面)

Гас——结晶微细(隐晶质)方铅矿；КР——磁石；ДИ——白云岩(图中 ДН 应改为 ДИ)

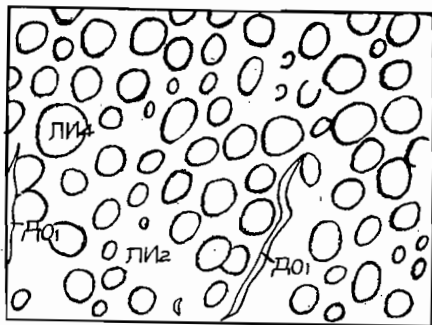


图 13 蜂窝状构造(平面)

ПИ₂——致密黄铁矿；ПИ₁——胶状黄铁矿；ДО₁——粗结晶白云石

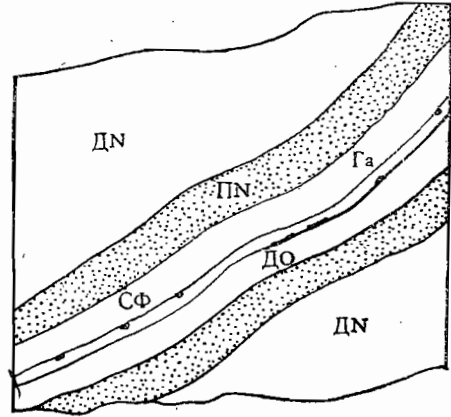


图 14 条带状结构

ДИ——白云岩；ПИ——黄铁矿；СФ——闪锌矿；Гас——方铅矿；ДОб——白云石(图中 ДН 应改为 ДИ)

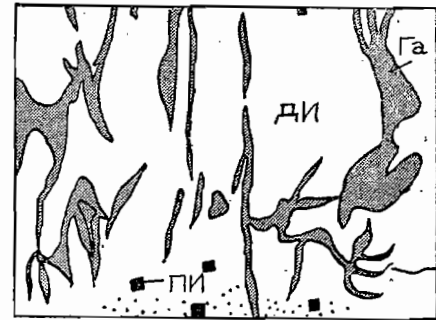


图 15 脉状构造(垂直节理)

Гас——方铅矿；ПИ——黄铁矿；ДИ——白云质灰岩

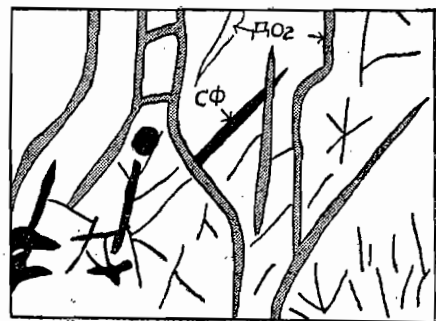


图 16 网脉状构造

СФ——闪锌矿；ДО₂——细结晶白云石

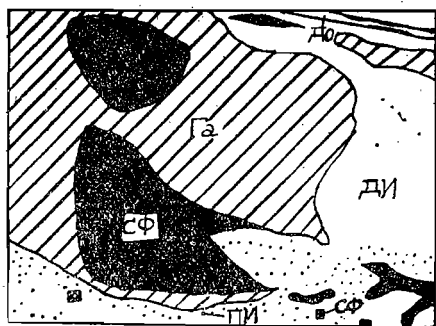


图 17 包裹狀結構

ДЛ——白云質灰岩；Гл——方鉛礦呈團塊狀集合體；СФ——閃鋅礦；ДЛ——白云石脈；Пл——黃鐵礦散點

絹云母化 絹云母化在氧化帶的部分地方表現得較為清楚，為纖維鱗片狀的集合體或成脈狀。

此外還有黃鐵礦化、蛇紋石化、綠泥石化、大理石化和圍岩的褪色現象等，這些蝕變均不普遍，也不顯著，只是在侵入體附近略有呈現，與成礦無直接聯系。

從上述可以看出，本礦床的找礦標志主要為直接標志，而間接標志無很大的實際意義。只有碳酸鹽化可作為找礦時的參考。現將直接標志分述如下：

1. 層位 鉛鋅礦產於震旦系高于庄中部。因此沿此地層有找到礦體的可能。

2. 鐵帽 在本類型礦床中，或多或少含有一定量的黃鐵礦或與其他硫化礦共生。在地表常以氧化礦石——鐵帽方式呈露出來。鐵帽與圍岩的界線很顯著。具有明顯的物理性質特征，容易識別。在鐵帽層的上下盤圍岩中和鐵帽尖滅的同一層位中，常有不易發現的原生鉛鋅礦化。

3. 含礦層的特點 原生礦露頭與圍岩無顯著區別，但由於原生方鉛礦石常呈浸染及脈狀產出，在風化面上常凸起（圖版Ⅱ圖6）而呈癩子狀結構；由於圍岩中含有錳礦物，含礦層氧化後呈咖啡色的鐵銹污染現象。在岩石表面形成風化膜；鉛鋅礦石往往聚集在薄層及粗結晶白云岩中，局部地方有褪色現象。

4. 老洞 在本類型礦床中伴生有黃鐵礦和銀礦物，露頭常形成鐵帽，古人往往當做鐵礦和銀礦來開采，因而有叫“鐵洞子”及“銀洞子”等的地名，這些都可作為我們找礦的良好綫索之一。

六、礦床成因

關於本類型鉛鋅礦床的成因問題，根據先後來礦區工作過的中外地質學家們的意見和近兩年來工作的結果，意見有三：一種意見認為它是海相沉積類型；另一種意見認為它是超低溫熱液類型；第三種意見認為

它是淋濾（側分泌）類型。這樣一來，關於它的成因問題就變為一個學術上爭論不休的問題。雖然礦床規模並不很大，但研究其成因是有實際意義的。我們根據已搜集的實際資料，認為它是超低溫熱液形成的。現在試圖對成因作以下的闡述：

1. 礦床的控制因素 實際資料表明，成礦和成岩的作用過程是一樣的，它們決定於當時的物理、化學環境，決定於一系列的內外條件。結合本類型礦床礦物形成的特征來看，成礦主要受下列因素控制：一為岩性，大家知道，岩石的化學成分和物理性質，對礦物的沉積起主要作用。從化學成分來說，本礦床的含礦岩石為化學性活潑的灰質白云岩或白云岩；從物理性質來說，這種岩石的岩性很脆，多成薄層狀，易產生次生裂隙，適於礦液的交代和沉積。二為構造，礦區內的主要構造常使礦體重復出現，或使礦層斷滅。這顯然是成礦之後的產物，與成礦無關。但不可忽視的是成礦前的細小裂隙構造，它們對成礦卻十分有利，是礦液流通和沉澱的良好場所。特別是層面裂隙和層面間的旁側裂隙對礦物的分布更起主導的控制作用。

2. 礦床形成規律 綜上所述，礦床的形成主要是受岩性及細小裂隙的控制，所以礦物的富集程度、礦體的形狀、產狀及其變化等，都決定於這些地質因素。事實表明，當岩性穩定而細小裂隙構造發育時，就可能形成規模較大和厚度較穩定的似層狀礦體，反之，就只能形成空間位置不一的小透鏡體。其實成礦作用是一切地質因素綜合作用的結果，絕不限于上述兩個因素。

3. 礦床成因的証據 礦床的地質特征，可以反映當時的成礦地質條件，這也就幫助我們能夠從假定階段提出對礦床成因研究的實際論証資料。其地質特征主要表現在下面幾點：

(1) 礦體生于震旦系高于庄層中部上白云質灰岩內，并有相當大的穩定性。礦區和外围 40 公里範圍內所見到的礦化現象，有力地証明了這一點。

(2) 礦區主要構造是發生在成礦之後，與成礦無關，礦層所依賦的層位几乎是完整的。成礦只是受多次發生的細小裂隙的控制。

(3) 礦區附近無較大的酸性侵入體，圍岩蝕變現象極不顯著。

(4) 礦體形狀簡單而規則，一般呈似層狀、扁豆體并控制在主要含礦層位中。

(5) 礦物成分簡單。金屬礦物主要為閃鋅礦（淺黃色），其次為方鉛礦、黃鐵礦，脈石礦物也極為簡單。礦石構造主要為細脈狀、薄層狀和條帶狀。

(6) 成礦區域寬廣，沿含礦層走向可延長數公里，同層位的礦化作用可延綿數十公里，沿傾斜方向可延

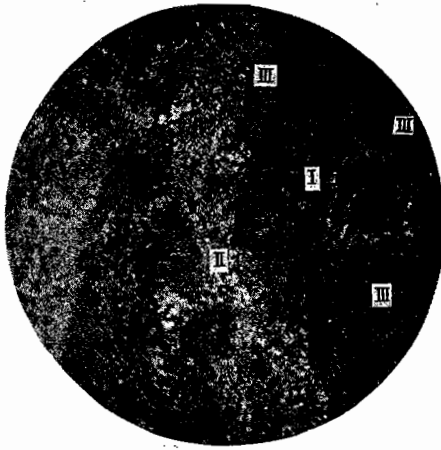


图1 氧化矿石结构(正光偏光鏡下)
I—褐铁矿; II—蛇紋石; III—氧化矿物被溶蝕之孔洞

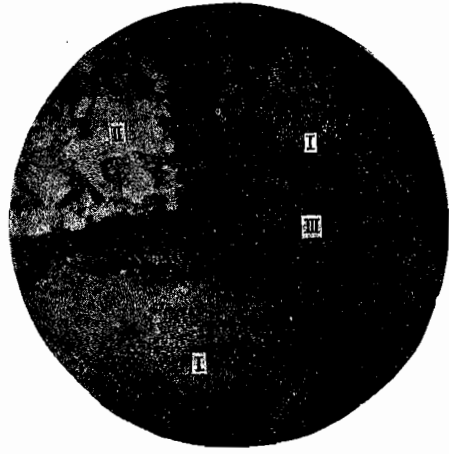


图2 角砾状结构(正交偏光鏡下)
I—白云石致密部分成角砾状; II—白云石重結晶部分; III—黄铁矿



图3 黄铁矿呈球粒状结构、纖維状结构, 是由胶体再結晶作用生成的



图4 結核状构造
(核心为玉髓, 环带为方鉛矿)

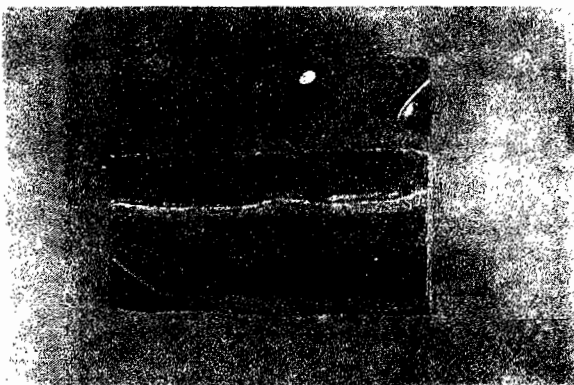


图5 結核状构造
核心为白云石, 同心环带为黄铁矿(白色)及閃鋅矿(灰白色)



图6 薄层状构造, 黄铁矿(白色)呈薄层状



圖1 方鉛礦脈(白色)充填于白云岩(灰色)中,并有交代現象



圖2 黃鐵礦(灰白色)破裂后被方鉛礦脈(灰色)所充填

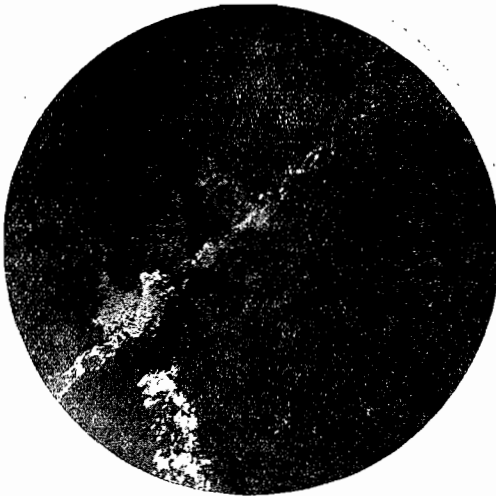


圖3 方鉛礦脈(白色)斜切纖維層狀閃鋅礦



圖4 層狀方鉛礦(黃色)又被后期方鉛礦及白云石脈垂直切穿

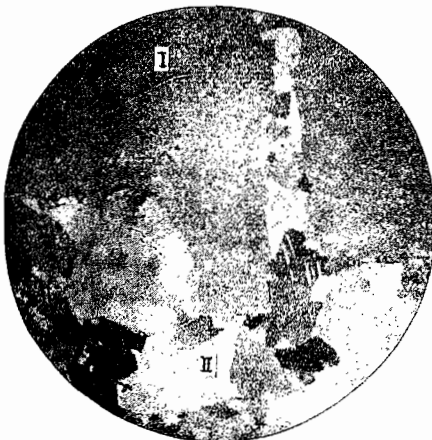


圖5 白云石有重結晶現象
I—圍岩; II—重結晶白云石

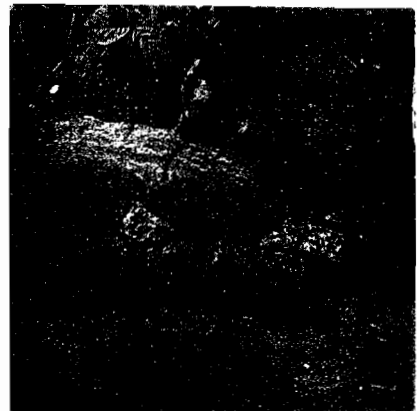


圖6 條帶狀方鉛礦,風化后呈凸起狀

深达1,500米。

(7) 鉛鋅矿石品位一般不高；矿石的构造和結構类型較簡單。

上述各点，也是沉积論者用来解釋矿床由沉积生成的主要論点。可是从矿区探槽及矿层柱状对比图来看，矿层不是严格控制在同一层位中，矿层厚度变化頗大，矿化受細小裂隙及岩性的控制，并有分叉复合現象。局部围岩与矿体界綫不清楚。这些現象用沉积或淋滤观点来解釋，是难以使人信服的。正因为如此，我們根据上述特点，有理由确定本类型矿床为超低温热液型矿床。其次，主张沉积生成的，对于后来的次生充填交代成矿地质条件及次生富矿的物质来源是无法解釋的。如果认为早期沉积物，因固結干裂而生裂隙，随即为海水溶液充填并形成脉状矿石，这种假說，从整个地质条件的演变中也是无法成立的。

主张側分泌形成的人，认为脉状充填交代，矿石的矿液来自天水，并且是天水参与下形成的，鉛鋅元素是来自围岩中，并且上頁岩在其中起了阻挡的作用。我們不能同意这种看法。首先鋅的化学性比鉛活泼，但从鉛鋅空間分布位置和关系来看，它們是相当的，无显著的迁移現象。其次，围岩中鉛鋅的克拉克值低，想从围岩中获得大量的鉛鋅元素作为物质供应来源是困难的。再次，矿床的堆集不是以頁岩为直接底板的（距3—5米），如果說頁岩起了阻挡作用，那末根据也是不足的。

我們认为，远离侵入岩体的低温或超低温热液以及細小的（甚至是微細的）裂隙构造对本类型矿床的控制作用是很重要的。因此，本类型矿床属超低温热液矿床是有根据的。不可否認，一部分矿石，如黃鉄矿、方鉛矿、閃鋅矿由沉积而来，但对矿石的富集作用是次要的。

七、簡短結語

綜上所述，不难看出，本鉛鋅矿有早期同生沉积生

成及次生热液生成两种，并以后者为主。主要有工业价值的矿石都是在热液作用下形成的。

本鉛鋅矿的发现，不但打破了过去某些人对于在河北省寻找鉛鋅矿信心不大的錯誤观点，而且也展示了对我国北方繼續寻找本类型鉛鋅矿床的新方向。建議今后找矿中应特別注意震旦系高于庄层中部的白云岩的层位及地表鉄帽的分布。对这两点应进行細致的工作，不能草率评价。

我国目前已肯定的超低温矿床不多，經過勘探和开发的則更少，因此，关于这类型鉛鋅矿床的实际材料是較少的。只在我国南方有这样的矿床。但此矿床在世界上的分布是很广的，如苏联的阿奇賽、波兰的西里亚及美洲的密士失必河。从中外上述的矿床实例中不难看出，各地矿床是具有它自己的独有特征的，但是这些矿床的共有特征也是十分明显的。由于地质环境的不同，本矿床与世界典型的超低温鉛鋅矿床不尽完全相同，但基本上可以列入这一类型是无疑的。

由于本类型矿床是已知鉛鋅矿床工业类型中最重要的一种，因而，对成因的研究具有重大的学术意义和經濟意义。

不少中外地质学家曾到矿区察看和研究，他們对本矿床成因的不同見解，都是在野外的口头談話记录和未刊文稿，因此，文中就沒有把他們和他們的意見一一加以記述。文中插图由吳耀良和张福廉二同志收集和繪制；完稿后曾蒙曹国权同志在百忙中抽空給予閱改，特此一并致謝。

参 考 文 献

- [1] C. C. 斯米尔諾夫, 1955: 硫化矿床氧化带。地质出版社 1955 年版。
- [2] П. М. 塔塔林諾夫, 1957: 矿床成因論。地质出版社 1957 年版。
- [3] Ф. И. 沃里弗孙, 1956: 热液矿床研究問題。科学出版社 1956 年版。
- [4] 莫柱孙, 1956: 超低温类型鉛鋅矿床的产状与特征。地质知識。1956 年 11 期。