

# 浙江五部铅锌矿床中 银分布规律的初步探讨

郑人来

谢从智

(浙江地质科学研究所)

(浙江地质局第五地质大队)

多金属矿床中的伴生银，是银矿床重要成因类型之一。浙江五部铅锌矿床中的伴生银，虽品位低，变化大，但分布较普遍。作者在对该矿床成矿规律的研究中，发现银在矿床中的分布有一定规律。本文拟着重对北矿段一、四号矿体中银的分布规律作一初步探讨。

## 一、矿床地质概况

矿床赋存于晚侏罗世至早白垩世之“火山断陷盆地”边缘断裂破碎带部位。盆地历经长期火山活动的喷发和堆积，形成了一套以酸性火山碎屑岩为主体的火山碎屑沉积岩、中—基性熔岩以及较晚期的酸性次火山岩，组成多旋回结构的“断陷火山建造”。矿床与多旋回火山作用晚期的富硅贫钠高钾的酸性次火山岩类的火山期后热液活动有关。

铅锌矿体呈脉状、透镜状沿北北西向断裂带断续分布，向西陡倾斜产出。矿化带长逾十公里，分南北两个矿段。单个矿体长度数百米至二千余米，厚度一般数米至三十米，最大延深约八百米。其中北矿段一、四号矿体规模最大，是主要勘探对象。

矿体直接产于绢云母化、硅化、含锰碳酸盐化、钠长石化的石英霏细斑岩和熔结凝灰岩中。主要金属矿物为闪锌矿、方铅矿，次为黄铁矿、黄铜矿、赤铁矿（镜铁矿）、磁铁矿、斑铜矿、菱锰矿，少量自然银、辉银矿、银金矿、砷硫银矿、辉铋矿等。矿石常见有半自形晶粒结构、交代结构、镶嵌结构与固溶体分离结构。矿石构造为浸染状、脉状、细脉浸染状、团块状和角砾状等。

闪锌矿和方铅矿是开采利用的主要矿石矿物，伴生银、镉可综合利用。

## 二、矿床中银的分布规律

浙江五部铅锌矿床中银含量变化较大，从2克/吨到231克/吨，个别达800克/吨。据工程银的平均相对量统计<sup>①</sup>，以低含量占多数（表1）。

在铅锌矿床中，银的相对量具有上（浅部）高下（深部）低的特点（表2）。如果将各勘探工程银的平均相对量投影在以高程为纵坐标，银的相对量为横坐标系统中，则投影点集中在—

① 假设银的平均品位为100，其它银含量与100的对比量，作为银的相对量。

铅锌矿床中银的相对量频率分布统计 表 1

| 银的相对量   | 频数 | 频率(%) | 银的相对量    | 频数 | 频率(%) |
|---------|----|-------|----------|----|-------|
| 0—20    | 12 | 9.5   | 200—280  | 5  | 4.0   |
| 20—40   | 42 | 33.1  | 280—360  | 3  | 2.4   |
| 40—80   | 24 | 18.9  | 360—440  | 1  | 0.8   |
| 80—120  | 19 | 15.0  | 440—520  | 1  | 0.8   |
| 120—200 | 17 | 13.4  | 520—1040 | 3  | 2.4   |

矿体不同标高间银的平均相对量 表 2

| 标高间距<br>(米) | 工程数<br>(个) | 银的相<br>对 量 | 标高间距<br>(米) | 工程数<br>(个) | 银的相<br>对 量 |
|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| 700—600     | 9          | 375.20     | 300—200     | 19         | 35.60      |
| 600—500     | 33         | 153.6      | 200—100     | 11         | 44.0       |
| 500—400     | 24         | 78.0       | 100—0       | 6          | 27.2       |
| 400—300     | 25         | 46.4       |             |            |            |

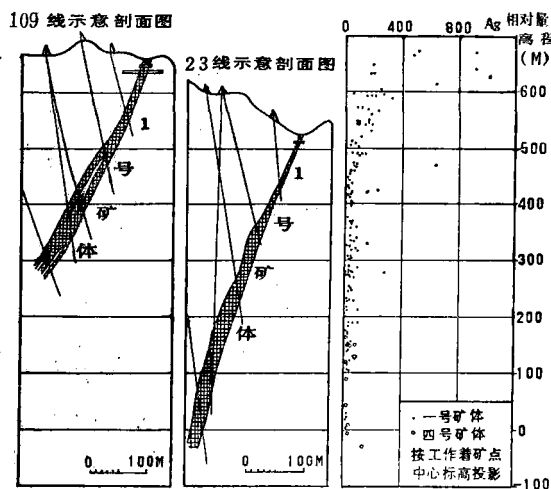


图 1 不同标高银的相对量分布综合图解

Fig. 1. Integrated diagram showing relative silver content at various levels.

个弯曲的狭长条带之内 (图 1)。大致以 400 米标高为界, 上部银的相对量迅速升高, 变化大, 下部则相对稳定, 变化小。在银的相对量等值线图, 银含量上高下低更趋向明显 (图 2)。银含量变化的这种规律, 是在较大范围内表现出来的, 局部的相邻样品银含量差别甚大, 少则几倍、十几倍, 多则几十倍。这种总体变化的平稳规律和局部的剧烈跳跃性, 是该矿床中银分布的特点。

### 三、银矿物及其嵌布形式

本铅锌矿体中常见银矿物为银金矿 (金银矿)、自然银, 辉银矿及砷硫银矿等。它们之间有时出现连晶, 有时又互相交代充填。反映了银矿物的形成与铅锌矿化多阶段有关。

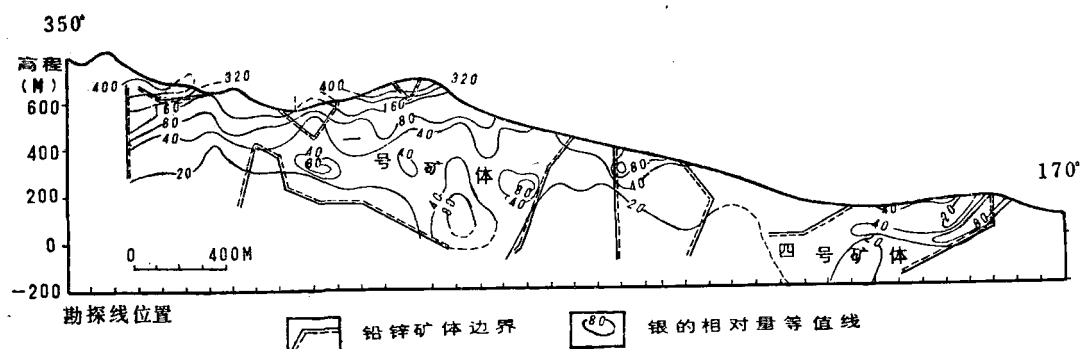
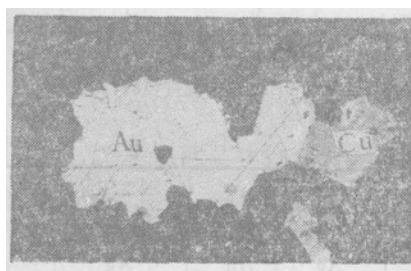


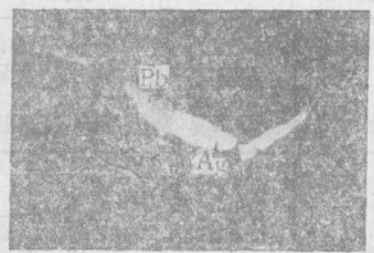
图 2 五部铅锌矿区北矿段银的相对量等值线图  
(在垂直纵投影面上)

Fig. 2. Vertical longitudinal projecting view of north sector of the Wubu Pb-Zn mining area, showing relative silver concentrations.

银金矿以不规则粒状为主,有的呈粒状、树枝状,粒径0.002—0.01毫米,假晶状,一般沿金属硫化物,在裂隙处充填。自然银外形复杂,多为不规则粒状为主,粒径0.001—0.05毫米,集合体常呈树枝状、细脉状、发丝状,或在金属硫化物中呈包体(照片2),一般沿其他矿物之间的裂隙充填(照片3)。辉银矿为放射状、针状、树枝状(照片4),粒径0.02—0.04毫米,常与银金矿或砷银矿呈嵌晶,或在砷银矿中包体,有时又被银金矿、砷银矿所交代。砷银矿呈他形晶粒状,粒径0.01—0.05毫米,常与自然银、辉银矿呈连晶。



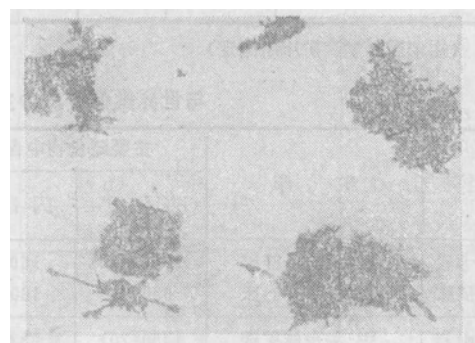
照片2 银金矿(Au)呈树枝状,与黄铁矿(FeS<sub>2</sub>)呈嵌晶,充填于脉石矿物裂隙中(放大100倍)



照片3 自然银(Ag)呈树枝状,与黄铁矿(FeS<sub>2</sub>)呈嵌晶,充填于脉石矿物裂隙中(放大100倍)



照片4 自然银(白色)呈细网脉沿脉石矿物和辉银矿(Ar)裂隙充填 光片 ×350



照片5 灰黑—黑色针状、放射状辉银矿(Ar) 人工重砂 ×338

几种银矿物的X射线粉晶分析数据及化学成分列于表3及表4。

银矿物的嵌布形式:一是呈包裹体赋存于金属硫化物晶体中,称“包体型”(照片2);二是沿其他矿物之间的裂隙或某一矿物的解理缝充填,称“裂隙型”(照片3)。矿床中的独立银矿物以裂隙型为主,占90%以上,包体型银矿物很少,在10%以下。裂隙型银矿物外形多样,颗粒细小,呈显微脉状断续出现,最长不超过10毫米。

#### 四、银的主要载体矿物

金属硫化物是银的主要载体。据统计,方铅矿、黄铁矿、闪锌矿平均含银量分别为283克/吨、268克/吨和124克/吨。方铅矿含银量最高早为人们所知。倘若与世界类似矿床进行比较<sup>[2]</sup>,作为银的主要载体的方铅矿含银量并不高,黄铁矿、闪锌矿含银量却相对较高(表

几种银矿物X射线粉晶分析

表 3

| 自然银   |     | 辉银矿   |     | 砷硫银矿  |     | 备 注          |
|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------------|
| $d/n$ | $l$ | $d/n$ | $l$ | $d/n$ | $l$ |              |
| 2.600 | 2   | 3.07  | 1   | 2.98  | 2   | 由浙江省地质局实验室测定 |
| 2.36  | 10  | 2.82  | 4   | 2.80  | 2~3 |              |
| 2.04  | 5   | 2.59  | 8   | 2.31  | 2   |              |
| 1.44  | 4   | 2.44  | 3~4 | 1.89  | 2   |              |
| 1.23  | 5   | 2.20  | 2   |       |     |              |

实验条件：自然银——Cu靶，电压36kV，电流12mA，曝光时间3小时，相机直径57.54mm

辉银矿、砷硫银矿——铁靶，电压40kV，电流16mA，曝光时间6小时，相机直径57.54mm

银矿物电子探针分析

表 4

| 矿物名称<br>成分 (%)<br>变化 | 自然银       |      | 辉银矿      |          | 银金矿   |       | 金银矿         |             |
|----------------------|-----------|------|----------|----------|-------|-------|-------------|-------------|
|                      | Ag        | Au   | Ag       | S        | Ag    | Au    | Ag          | Au          |
| 变化范围                 | 92.05~100 | 8.05 | 86~87.68 | 12.23~14 | 44.90 | 56.01 | 63.50~80.90 | 20.05~37.10 |
| 平均值                  | 97.32     | 8.05 | 86.92    | 13.56    | 44.90 | 56.01 | 67.98       | 32.26       |
| 分析次数                 | 3         | 1    | 4        | 4        | 1     | 1     | 6           | 6           |

(由地质科学院矿床所测定)

与世界类似矿床中主要硫化物含银量比较

表 5

| 类型         | 矿 床     | 主要硫化物中含银量 (克/吨)     |                    |                    | 备 注                                     |
|------------|---------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------|
|            |         | 方铅矿                 | 闪锌矿                | 黄铁矿                |                                         |
| 矽卡岩<br>型矿床 | 多金属-铅锌矿 | 1512(402)           | 159(99)            | 99(322)            | 据苏联乌兹别克斯坦等15个矿床统计平均<br>据瑞士的波里登等7个矿田统计平均 |
|            | 铜 矿 床   | 650(3)              | 160(15)            | 35(55)             |                                         |
| 火山岩<br>型矿床 | 银-多金属矿床 | 1450(20)            | 92(18)             | 65(4)              | 据美国锐德曼吉等23个矿床统计平均<br>据苏联中乌拉尔等矿床统计平均     |
|            | 黄铁矿矿床   | 234(27)             | 98(35)             | 44(69)             |                                         |
|            | 铅-锌矿床   | 492(268)<br>283(14) | 131(37)<br>124(13) | 166(33)<br>268(14) | 据苏联中哈萨克斯坦等矿床统计平均<br>据浙江黄岩五部2个矿体的统计平均    |

注：括号内为样品个数。

不同标高主要金属硫化物的含银量

表 6

| 矿点中<br>心标高<br>(米) | 金 属 硫 化 物 含 银 量 (克/吨) |     |      |        |     |      |          |     |      |
|-------------------|-----------------------|-----|------|--------|-----|------|----------|-----|------|
|                   | 方 铅 矿                 |     |      | 闪 锌 矿  |     |      | 黄 铁 矿    |     |      |
|                   | 变化范围                  | 平均值 | 样品个数 | 变化范围   | 平均值 | 样品个数 | 变化范围     | 平均值 | 样品个数 |
| 500以上             | 219~405               | 314 | 4    | 72~398 | 182 | 3    | 104~1266 | 517 | 4    |
| 500—400           | 131~381               | 215 | 4    | 68~276 | 168 | 4    | 108~475  | 289 | 4    |
| 400—200           | 149~233               | 191 | 2    | 58~62  | 60  | 2    | 103~152  | 182 | 2    |
| 200—0             | 115~538               | 383 | 4    | 52~82  | 69  | 4    | 33~155   | 68  | 4    |
| 全矿体平均             | 283                   |     |      | 142    |     |      | 268      |     |      |

5)。可见本矿床中银在主要金属硫化物中的分配与世界相似矿床并不协调。

从表6总体变化来看,方铅矿、黄铁矿、闪锌矿的含银量随标高升高而增大的趋势均较明显。黄铁矿和闪锌矿含银量的变化显示上大下小的规律。可见随标高升高,黄铁矿、闪锌矿含银量的变化趋向不稳定。而方铅矿含银量在200米标高以上变化范围均较小,反映银在方铅矿中分布是较稳定的。在200米标高以下,随深度加大含银量虽有所回升,但变化范围较大。可见在矿床深部,银在方铅矿中分布是不稳定的。

银在方铅矿、闪锌矿、黄铁矿三种硫化物中的配分率<sup>①</sup>如表7、图3所示。由表7、图3可知,矿床中三分之一的银赋存在方铅矿中,黄铁矿和闪锌矿中的银合占三分之一。400米标高以上三种硫化物中的银占矿石银总量的51%,400米标高以下占86%。即硫化物中的银占有率下部高,上部低,与矿床银品位上高下低的趋势相反,正好说明矿床上部有相当数量银矿物存在。矿物粒径和颗粒密度(据方铅矿精矿中银矿物的统计)同样显示随标高升高而增大(表8)。这就是导致铅锌矿床中银品位变化规律与三种硫化物中银配分率不一致的主要原因。

不同标高主要金属硫化物中银的配分率

表7

| 取样标高(米) | 样品件数 | 硫化物中银占矿石银量比例(%) |       |       |       |
|---------|------|-----------------|-------|-------|-------|
|         |      | 方铅矿             | 闪锌矿   | 黄铁矿   | 合计    |
| 500以上   | 3    | 17.16           | 10.42 | 17.79 | 45.37 |
| 400—500 | 6    | 29.51           | 24.48 | 4.98  | 58.97 |
| 300—400 | 4    | 42.53           | 32.36 | 6.01  | 80.90 |
| 200—300 | 1    | 32.20           | 29.25 | 14.90 | 76.35 |
| 100—200 | 2    | 76.52           | 18.80 | 2.59  | 97.91 |
| 0—100   | 3    | 46.62           | 26.71 | 13.64 | 86.97 |
| 全矿体平均   |      | 32.32           | 23.06 | 10.17 | 65.55 |

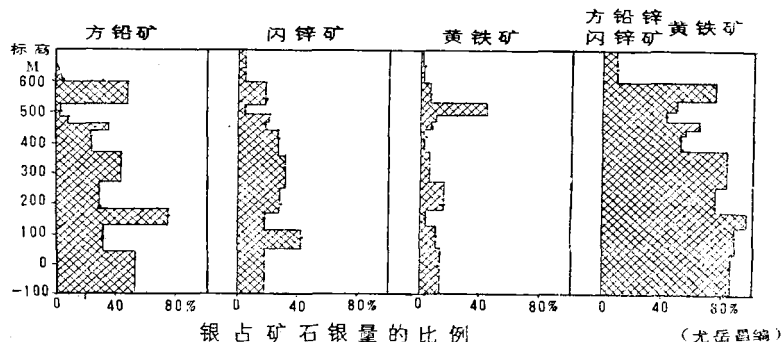


图3 不同标高矿石中银量在几种硫化物中的分配

Fig. 3. Histograms showing the distribution of silver in several sulfide minerals at different levels.

① 银的配分率(%) =  $\frac{\text{硫化物重量}(\%) \times \text{硫化物中含银量}(\text{克/吨})}{\text{矿石银品位}(\text{克/吨})}$

方铅矿精矿中银矿物统计

表 8

| 取样工程(工程号/线号) | 矿中心点标高(m) | 铅精矿重量(g) | 银矿物颗粒数 | 银矿物粒径(mm)  | 银矿物颗粒密度(A) |
|--------------|-----------|----------|--------|------------|------------|
| PD24/109     | 642       | 22       | 3930   | 0.028—0.1  | 1768.4     |
| ZK72/109     | 559       | 15.86    | 290    | 0.02—0.05  | 18.3       |
| PD543        | 543       | 94.25    | 377    | 0.01—0.04  | 4.0        |
| ZK62/51      | 363       | 9.74     | 207    | 0.01       | 21.3       |
| PD27/10      | 295       | 51.64    | 627    | 0.03—0.04  | 12.3       |
| ZK51/6       | 21        | 50.75    | 422    | 0.005—0.02 | 8.3        |

注：银矿物颗粒密度(A) = 银矿物颗粒数/每克方铅矿精矿

纯方铅矿X射线分析

表 9

| d/n   | l  | d/n   | l   | 备 注                                                                 |
|-------|----|-------|-----|---------------------------------------------------------------------|
| 3.44  | 5  | 1.468 | 4   | 由浙江地质局实验室X射线组测定<br>实验条件：<br>Cu靶，滤波片Ni <sub>3</sub><br>电压40kV，电流18mA |
| 2.98  | 10 | 1.364 | 4   |                                                                     |
| 2.103 | 5  | 1.362 | 3   |                                                                     |
| 1.795 | 3  | 1.325 | > 5 |                                                                     |
| 1.715 | 2  | 1.213 | 5   |                                                                     |

综上所述，矿石中的银，除一部分呈富集状态的独立银矿物主要分布在矿体上部之外，另一部分则分散在金属硫化物之中，主要呈类质同象存在于方铅矿中。这一结论，经过方铅矿的电子探针扫描分析，除个别尚未发现银外，银在方铅矿中均呈均匀分布；纯方铅矿的X射线衍射分析，同样未发现银的独立矿物谱线（表9）。这就证实了银在方铅矿中主要呈类

质同象形式存在。但采用光谱法研究<sup>[1]</sup>，部分银铅谱线黑度变化呈反消长关系（图4），统计未磨和细磨颗粒谱线黑度差变化系数分别为11.7%和3.4%，差别较大，这一现象不能排除方铅矿中有银独立矿物的混入。

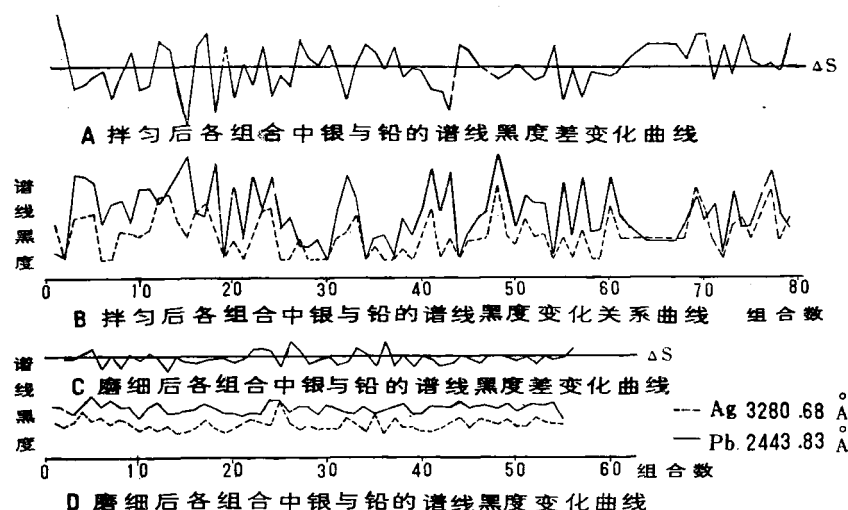


图 4 银与铅的谱线黑度及黑度差曲线  
(由江苏地质局实验室测定)

Fig. 4. Graphs showing blacknesses of spectra of Ag and Pb as well as their differences,

## 结 论

(1) 矿床伴生银较低, 分布具有上高下低的特点, 尤其在 400 米标高以上, 银的相对量梯度随高程增加而由陡变缓, 是很有特色的。在矿体上部银的相对量大于 160—320, 中部为 20—160, 下部小于 20。因此, 银的相对量的高低, 有助于确定矿床出露部位或矿体的剥蚀程度。

(2) 矿床伴生银有两种赋存形式: 一是呈银金矿、辉银矿、砷硫银矿、自然银等独立矿物; 二是呈类质同象主要赋存在方铅矿中, 其次是黄铁矿、闪锌矿等金属硫化物中。独立银矿物在矿床中随标高升高, 不仅数量逐渐增加, 而且颗粒度也随之愈加变粗, 趋于向矿体上部富集。硫化物中含银量变化总趋势也是向矿体上部升高。但是, 硫化物内银配分率 (即占矿石中银的比例) 总和, 却是下高上低, 与矿物的含银量变化趋势刚好相反。

(3) 在矿床上部含银量升高, 硫化物内银配分率总和降低, 因此有较多的独立银矿物析出, 粒度也较粗; 在矿床下部, 含银量降低, 而硫化物内银配分率升高, 银主要呈分散状态, 为金属硫化物所捕获, 故银的独立矿物向深部不断减少, 粒度亦逐渐变细。这种变化规律, 可能说明是一次成矿作用造成的。

本文部分资料由尤岳昌、张银珍、田德辉、王雁宾工程师提供, 文中插图由谢慧敏同志清绘, 仅致谢意。

## 参 考 文 献

- [1] 沈瑞平 1976 光谱矿物定量方法的原理及其应用 全国岩矿分析经验交流会文集 科学出版社
- [2] Парылов Ю. С., 1972, Генетические типы серебросодержащих месторождений. Геология Рудных Месторождений, №2, 40.

## A PRELIMINARY STUDY OF THE DISTRIBUTION OF SILVER IN THE WUBU Pb-Zn DEPOSIT, ZHEJIANG PROVINCE

Zheng Renlai

*(Institute of Geology, Geological Bureau of Zhejiang Province)*

Xie Congzhi

*(The 5th Geological Team, Geological Bureau of Zhejiang Province)*

### Abstract

Silver occurs as an associated element in the Wubu Pb-Zn deposit. In spite of its poor and extremely variable grade (ranging from 2g/t to 231g/t with a few even reaching 800g/t), this element is widely distributed and is fairly large in amount, being characterized by relative concentration of high content at shallow depths. From about 400m level upward its grade rapidly increase, varying in considerably wide limits; below this level the grade decreases and tend to be comparatively stable. Thus, stable on the whole while intensely variable in certain parts seem to be the character of distribution of silver in this deposit.

Silver is present in two forms: 1) individual silver minerals, such as electrum, argentite, arsenopoly basite and native silver, either scattered in crystals of metallic sulfides or, more dominantly, infilling the cracks and cleavages of the sulfide minerals; 2) isomorphous mixtures existing chiefly in galena and to a less amount, in sphalerite, pyrite, etc. The latter claim has been substantiated by electron probe-scanning and X-ray diffraction studies.

Individual silver minerals seem to concentrate in the upper part of the deposit, thus resulting in the gradual increase in total assigning ratio of silver in sulfides with the depth. An investigation of the regularity governing the variation of silver content would undoubtedly furnish information on the extent of erosion of the deposit.