

南烏拉爾黃鐵礦型 銅礦中金分布特征

为了更加充分利用南烏拉爾銅礦中的多种元素,弄清金的分布规律是有重要实际意义的。本文以盖依銅礦、南盖依銅礦、塞巴依銅礦、莫洛焦日銅礦等矿区为例,阐述这类矿床中金的一些分布特征。

H·B·彼得洛夫斯基和Г·H·普舍尼契尼曾通过他们的研究工作,划分出三个共生矿物组合,即:(1)早期的,为杂有细粒黃銅礦礦物的黃鐵礦礦石和杂有细粒黝銅礦、閃鋅礦、重結晶的粗粒黃鐵礦和黃銅礦的黃銅礦礦石;(2)晚期的,为黃鐵礦—黃銅礦—閃鋅礦礦石,含黝銅礦的閃鋅礦—方鉛礦礦石,黃鐵礦—斑銅礦礦石;(3)末期的,为石英、碳酸盐、重晶石、純閃鋅礦、粗粒黃鐵礦、黃銅礦和黝銅礦(由早期的矿物重結晶形成)的集合体。

这些矿石可分为四个主要类型:黃鐵礦型(硫)矿石、黃銅礦—黃鐵礦型(銅)矿石、閃鋅礦—黃鐵礦型(鋅)矿石和閃鋅礦—黃銅礦—黃鐵礦型(銅鋅)矿石。在各种矿石中,常见有多种矿物细小颗粒的连生体。根据文献资料,矿石中所含的金基本上是自然金,有时也可见到少量金的碲化物。自然金多呈游离状、细粒浸染状和弥散状。弥散状和细粒浸染状的自然金主要与硫化物共生,偶而(3~5%)也与硅酸盐共生。金出现在从早期到末期的所有矿物组合中,并与一切矿物形成连晶。在盖依銅礦,

弥散状自然金大多见于早期黃鐵礦矿石中,而游离状自然金则常与晚期黃鐵礦—黃銅礦—閃鋅礦矿石共生。

在研究南烏拉爾黃鐵礦型銅礦中金分布规律及其与其他金属的关系时,我们采用了相关分析和图表法。通过数理统计整理了1275个样品的分析结果。应用线性相关分析确定了下述相关系数:一个是用来评价两种组份之间相关程度的偏相关系数;另一个是可以表征两种组份之间相关关系的对偶相关系数,并根据它们来确定各金属组份之间总的相关关系。此外,还计算了标准离差和金的基本分布参数。相关系数用最小二乘法求出。根据相关系数的临界值和样品的数量,判定了它们的置信度。

矿石中金的分布主要取决于矿石的类型及其空间位置。这一点可以从南盖依矿床和莫洛焦日矿床剖面上看出(图1、2)。在盖依矿床和塞巴依矿床等地也确定了同样的相关关系。通过对图表资料的分析,我们查明了金在矿石中的一些分布规律:最富集的部位基本上是在矿层接近上盘的地方和矿体的顶部。这种程度的富集有时也见于矿层的中部和接近下盘围岩的部位。这时,金主要富集在銅鋅致密块状矿石中,其次则为浸染状銅鋅矿石和致密块状銅矿石中。金含量最低的部位主要是矿层接近下盘的部位和矿体的深部,也就是浸染状銅矿石、黃鐵礦礦

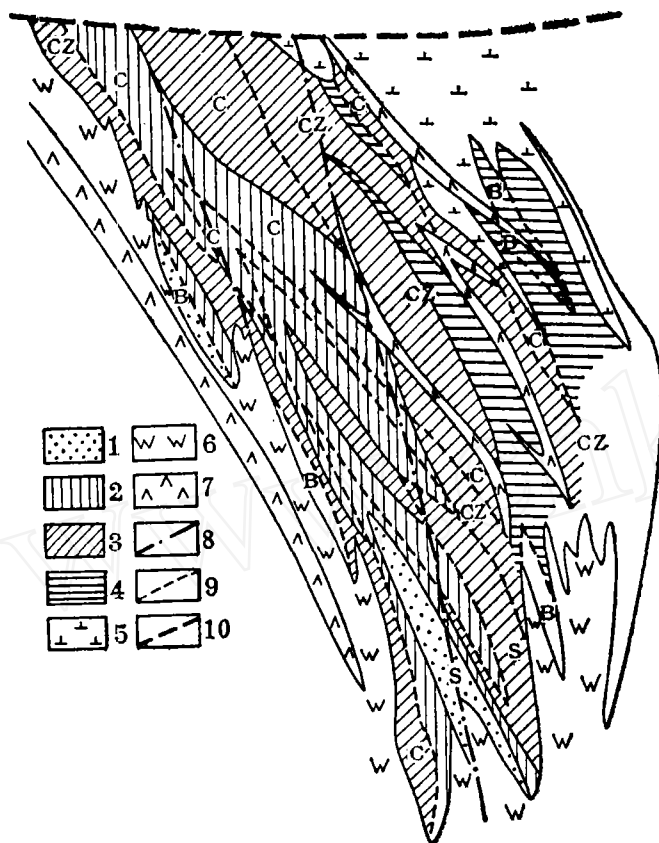


图1 南盆依铜矿38号剖面金的分布特征

(金含量的单位是假设的)

1—1以下；2—1到2；3—2到4；4—4以上；5—流纹英安斑岩（石英斑岩）；6—一次生石英岩和碎屑岩中的石英绢云质岩石；7—辉绿玢岩岩脉；8—断层；9—矿石类型界线；10—风化壳界线，致密矿石；C—铜矿石；CZ—铜锌矿石，Z—锌矿石；S—黄铁矿；B—细脉浸染矿石

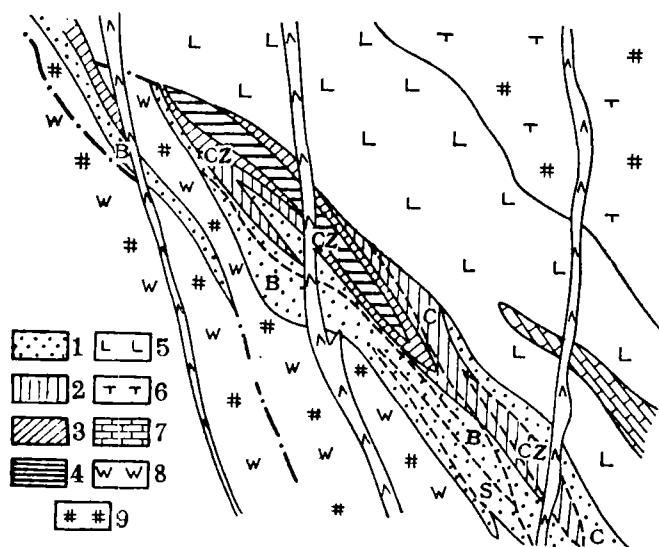


图2 莫洛焦日铜矿22号a剖面金的分布特征

(金含量的单位是假设的)

1—0.5以下；2—0.5到2；3—2到4；4—4以上；5—石英英安玢岩和凝灰岩；6—层凝灰岩；7—灰岩；8—一次生石英岩；9—硫矿化（其余图例见图1）

石、黄铜矿矿石和铜锌浸染状矿石比较发育的部位。

矿石中银的分布规律与金相同。这两种元素在上述几个矿床中的分布特征十分接近，以致富集程度高低不同地段的轮廓几乎是完全一致的。这可说明金、银在黄铁矿型矿石中的成因关系。矿石中铅与钼的分布规律一般来说与金近似，但后者与这两种元素的关系不如与银那样明显。在分布上，金与砷是否有关尚未查清。表1列举了金与银、铜、锌的偏相关系数(r)，它们的标准离差(σ_r)，以及这些参数的置信度(q)。在表2中列举了金与锌之间具有较密切的相关关系的样品的对偶相关系数(ρ)，标准离差(σ_ρ)和这些参数的置信度(q)。金与银、铜有正相关关系，从而证实了它们在成因上有关。金与银的相关关系见于所有类型的矿石中，但在盖依矿床表现不稳定；金与银的相关关系主要表现在铜锌矿石中，在铜矿石内很少见。金与银的正相关关系可以解释为银已经是自然金的一个组成成份。此外，金与银在斑铜矿、黝铜矿、方铅矿、黄铜矿、闪锌矿等矿物中是同时存在的。

金与银是自然有关的，因为最普遍的含金矿物都是黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿等铜矿物。在各种铜锌矿石中，金与银的密切相关表明在形成黄铁矿—黄铜矿—闪锌矿集合体时析出的铜与金有关。同时，金与铜矿物的析出在时间上是接近的，而金与这些矿物处于细小的相互连生状态（细粒浸染状的金，还可能有弥散状的金）和游离状态。一般来说，

抽 样 号	矿 石 类 型	试 样 数	对 偶 相 关								
			Au—Ag			Au—Cu			Au—Zn		
			r	σ_r	q	r	σ_r	q	r	σ_r	q
	(盖依矿床)										
1	致密块状铜锌矿	98	0.31	0.09	>99	-0.19	0.10	95	0.02	0.10	—
2	同 上	71	-0.08	0.12	—	0.26	0.11	>95	-0.19	0.12	90
3	同 上	22	无资料	无资料	无资料	0.06	0.22	—	-0.38	0.20	90
4	浸染状铜锌矿	36	0.01	0.17	—	0.36	0.14	>95	-0.15	0.17	—
5	同 上	35	0.02	0.18	—	0.30	0.16	>90	0.47	0.14	>99
6	同 上	21	无资料	无资料	无资料	0.42	0.19	95	-0.08	0.23	—
7	致密块状铜矿石	79	无资料	无资料	无资料	0.50	0.08	>99	-0.15	0.11	—
8	同 上	19	无资料	无资料	无资料	0.70	0.14	>99	-0.08	0.24	—
9	浸染状铜矿石 (南盖依矿床)	83	0.34	0.10	>99	0.07	0.11	—	无资料	无资料	无资料
10	致密块状铜锌矿	71	0.04	0.12	—	-0.48	0.09	>99	0.12	0.12	—
11	同 上	25	0.62	0.13	>99	-0.25	0.20	—	0.10	0.22	—
12	致密块状铜矿石	48	0.17	0.15	—	0.01	0.15	—	-0.22	0.15	—
13	致密块状锌矿石	17	0.80	0.10	>99	-0.25	0.26	—	-0.09	0.27	—
14	黄铁矿	27	0.71	0.10	>99	-0.02	0.21	—	0.04	0.21	—
	(乌查岭矿床)										
15	致密块状铜锌矿	80	0.53	0.08	>99	-0.32	0.10	>99	-0.02	0.11	—
16	致密块状锌矿石 (19-Π矿床)	25	0.48	0.16	>99	0.57	0.14	>99	0.11	0.21	—
17	致密块状铜锌矿	62	0.38	0.11	>99	0.14	0.13	—	0.06	0.13	—
18	致密块状铜矿石	26	0.78	0.08	>99	0.07	0.21	—	0.01	0.21	—
19	浸染状铜锌矿	24	0.62	0.14	>99	0.66	0.13	>99	-0.16	0.22	—
20	浸染状铜矿石	43	0.43	0.13	>99	0.31	0.14	95	-0.03	0.16	—
21	围岩	43	0.50	0.13	>99	-0.19	0.17	—	0.23	0.16	—
	(赛巴依矿床)										
22	致密块状铜矿石	17	0.35	0.32	—	0.34	0.24	—	0.06	0.27	—
23	致密块状锌矿石	22	0.60	0.14	>99	0.07	0.22	—	0.29	0.21	—

金、锌含量之间不存在正线性相关关系。这一点可从个别相关系数的低值得到证实。但是，金与锌的对偶相关系数值高，又表明这两种元素之间存在较密切的相关关系。说明金与锌有关的还有另一个情况，即在闪锌矿含量很高的黄铁矿—黄铜矿—闪锌矿富矿石中，金的含量也很高。金与铅、金与砷之间的相关关系都不存在。对上述各矿床所有类型矿石来说，金与铜、锌、银、铅、砷的相关系数都很高，而且极少例外。这表明金与许多金属的相关程度都比较高（ $q = 99\%$ ），这就反映了成矿作用过程的统一性。

根据均方差(S)可以确定：随着矿石中金含量的加大，其非均匀分布的程度也增

表 2

抽 样 号	试 样 数	ρ	$\sigma\rho$	q
6	21	0.61	0.14	<99
8	19	0.46	0.18	<95
10	71	0.51	0.09	<99
12	48	-0.34	0.15	99
15	80	0.24	0.11	>95
17	62	0.24	0.12	95
20	43	0.29	0.14	95
21	36	0.31	0.15	<95
23	23	0.68	0.11	<99

注：矿床与矿石类型见表 1。

高。引起这一现象的原因可能是呈游离状态的金的数量增多。金含量高而且矿化不均匀程度也高($S \geq 2.5$)的现象,主要见于盖依矿床致密块状铜锌矿石,其次则为南盖依矿床的同类矿石。在这两个矿床的上述矿石中,游离状态的金占40~60%。另外几个矿床由于游离状态金的含量低(10~25%),其分布也较为均匀($S < 1$)。

金与铜、锌明显的相关关系表明金矿化主要是与黄铁矿—黄铜矿—闪锌矿集合体有关。在黄铜矿和黄铁矿中,金与铜的相关程度较低,且不稳定。金与锌则全无相关关系。这证明在这类矿石中与金有关的主要不是铜、锌矿物,而是黄铁矿。因此,在南乌拉尔的这几个矿床中,金的分布规律是:在晚期黄铁矿—黄铜矿—闪锌矿矿石中,游离状态的金含量较高;而在早期黄铁矿矿石中,金呈弥散状出现。黄铁矿—斑铜矿矿石中有时金的含量很高,但这是只见于盖依铜矿的一种局部现象。这似乎是由于在该成矿阶段发生了金的再分配和颗粒加大,此外还可能金的输入。总之,这两种过程的作用还不十分清楚,有待于进一步的研究。

上面提到的矿物集合体的作用,在不同的矿床上是不一样的。根据对乌查岭、赛巴依及莫洛焦日等矿床大量矿石的研究,查明了大部分的金(60~70%)是呈细弥散状存在于黄铁矿中。这证明金与早期黄铁矿集合体有关。对盖依、南盖依矿床的矿石来说,晚期黄铁矿—黄铜矿—闪锌矿集合体的意义

极大。在这方面最基本的,而对某些类型矿石来说又是最主要的意义在于与上述各种矿物集合体有共生关系的游离状的金(40~60%)。

从所做的工作来看,可以明确以下几点:

一、南乌拉尔黄铁矿型矿床中金的分布取决于矿石类型及其空间位置。金的高度富集一般见于矿体接近上盘的部位和矿体顶部,主要赋存于铜锌矿石中,在铜矿石中的含量较低。从矿体的上盘到下盘,由上部到下部,发育的主要是浸染状铜矿、黄铁矿与黄铜矿,金的含量一般也是由上至下逐渐降低。

二、矿石中金、银、铜的正相关关系说明它们有成因上的联系。在所有矿石类型中,金与银都有关;金与铜的关系仅见于各种铜锌矿石中,在致密块状铜矿中较少见。此外,铜锌矿石中金与锌的关系也比较密切。

三、矿石中金含量的升高往往是出于游离状态的金较多,这也使金的分布不均匀性有了相对增长。

四、金的主要来源是与游离状态的金有关的晚期黄铁矿—黄铜矿—闪锌矿矿石。弥散状态的金赋存在早期的黄铁矿矿石中。它们所起的作用,在各个矿区不尽一致。

龚昶行译自:《Разведка и охрана недр》

1973, No.7, стр.7—12

作者:В.В.Беренгилова等

正稿

本刊热烈欢迎从事地质工作的广大工人、技术人员和干部的来稿。稿件内容可包括以下几方面:

(一)国内外地质勘探工作发展动向,特别是我国广大冶金地质工作者在毛主席革命路线指引下,开展批林批孔的斗争,运用毛主席的哲学思想进行找矿、勘探工作的经验。

(二)冶金工业所需铁、铜、稀缺矿种和其它矿种的矿床地质、成矿规律、找矿标志、勘探方法的论述,以及在找矿、评价、勘探实践中的新发现、

新认识和理论探讨。

(三)矿产资源的综合利用、岩矿鉴定、物探、化探、钻探技术、分析化验等方面的经验交流及其发展动态。

(四)有关专业新技术、新设备、新仪器的介绍或讲座,以及技术革新、修旧利废的成果和经验。

来稿请寄:广西桂林103邮政信箱。

《地质与探勘》编辑部