

小秦岭金矿伴生碲资源研究*

薛良伟^{1,2}, 柴世刚³, 朱嘉伟¹, 李明立^{1,2}

(1. 中国地质大学(北京)国土资源与高新技术研究中心, 北京, 100083; 2. 河南省地质科学研究所, 郑州, 450053; 3. 三门峡市金渠金矿, 河南三门峡市, 472000)

摘要:小秦岭金矿是我国品位较富、具有代表性的含金石英脉矿床。金矿床中含有大量的碲化物, 如碲金银矿、碲金矿、碲银矿、碲铅矿、碲铋矿、碲铅铋矿和自然碲, 部分矿段的品位达到碲的工业品位要求。据估计小秦岭金矿中伴生的碲储量可能有数百吨~上千吨, 达到大型碲矿床的规模, 是一个以金为主、伴生多种有益组分的特大碲化物型金矿。

关键词:碲矿物; 碲资源; 伴生组分; 小秦岭金矿

中图分类号:P618. 83 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0076(2004)02-0042-04

Study on Accompanying Tellurium Resources in Xiaoqinling Gold Deposit

XUE Liang-wei, CHAI Shi-gang, ZHU Jia-wei, et al

(Land Resources and High-new Technology Research Centre, China University of Geoscience, Beijing, 100083)

Abstract: Xiaoqinling gold ore deposit is a representative gold-bearing quartz vein deposit with high gold grade. There are a lot of tellurium minerals in them, such as petzite, calaverite, hessite, altaite, tellurbismuth, rucklidgeite and sylvan. The grade of some section of ore body is up to industrial grade. It is estimated that the reserves of accompanying tellurium in gold deposit may be up to hundreds-over thousand tons and may develop into a large-scale tellurium deposit. Therefore, it should be a super-large telluride-type gold deposit in which gold is the major element and have lots of valuable accompanying elements.

Key words: tellurium minerals; tellurium resources; accompanying elements; Xiaoqinling Gold Deposit

小秦岭地区地处华北陆台南缘, 是我国重要的石英脉型金矿集中区。经过近40年的金矿勘查, 在小秦岭金矿田内已发现含金石英脉1200余条, 建立大、中型矿山20余座。金是主要勘探和开采对象, 主要的伴生有益组分为Ag、Cu、Pb、S, 少部分矿区计算了WO₃, 碲(Te)作为稀有分散元素未受到足够的重视。然而, 近年来国内外一系列重要的碲化物型金银矿床的发现和地质勘查研究表明, 分散元素

碲的地球化学性状远比传统认识的要活跃得多, 它可以大规模富集、矿化形成具有经济价值的矿床或工业矿体, 如四川大水沟碲铋金矿床^[1]、山东归来庄碲金矿床^[2]、河南北岭碲化物型金矿等^[3]。小秦岭金矿中也曾经报道过发现碲矿物^[4], 近年来的勘探成果已经提交规模达中型以上的碲资源量。因此, 需要进一步探讨小秦岭金矿中伴生的碲资源问题。

* 收稿日期: 2004-01-30

基金项目: 河南省科技攻关项目(编号: 0123031400)

作者简介: 薛良伟(1965-), 男, 江苏邳州人, 高级工程师, 在读博士生, 从事金矿、构造地质、信息技术应用等工作。

1 地质背景

小秦岭金矿田在大地构造位置上处于华北陆台南缘,出露地层主要为晚太古代变质岩系,岩浆活动强烈,褶皱、断裂构造发育。矿脉走向主要是北西西向,其次为北北东向和南北向,金矿脉具有成带分布、成群出现、分段富集、平行展布的特征。一般是在断裂走向上发生弯曲、分叉、膨大及断面呈舒缓波状的凹形处常有矿体分布,且厚度大,质量好。矿脉主要由含金石英脉和矿化蚀变围岩组成,呈脉状、透镜状、似层状产出。主要矿体长度为98~3170m。石英脉两侧的糜棱岩和围岩均有蚀变和矿化,有的达到工业指标构成矿体。

2 主要矿石矿物成分及共生关系

2.1 矿石自然类型

矿石类型较简单。根据矿石中矿物组合、结构构造特点,可将原生矿石分为2种:即含金黄铁矿(部分含多金属硫化物)石英脉型和含金构造蚀变岩型矿石。前者是矿石主体,且含金品位高,后者占的比例较小,且大部分含金品位低,虽然也有局部富矿,往往是有石英细脉呈网状穿插。

含金石英脉矿石为金的主要载体,其分布范围基本是矿体的分布范围,矿石中局部富含方铅矿、黄铜矿、闪锌矿等,偶见含粗大水晶,经常见晶洞构造;部分矿石中石英呈烟灰色,则含金较高。

含金构造蚀变岩型矿石,与含金石英脉型矿石关系密切,主要分布在含金石英脉的顶底板及其尖端的延长部位,是成矿热液在定位过程中对各种围岩(混合岩、伟晶岩、斜长角闪片麻岩、石英岩)蚀变的结果,其含金性在垂直石英脉方向上由中部向两侧迅速降低。

2.2 主要矿物特征

2.2.1 金属矿物

金属矿物主要为黄铁矿,约占金属矿物总量的80%以上。次要矿物有方铅矿、黄铜矿、闪锌矿、磁铁矿、磁黄铁矿、白钨矿、赤铁矿、辉钼矿、自然金、银金矿、碲金矿、碲金银矿、碲银矿、碲铅矿、碲铋矿等。

(1)黄铁矿:为主要载金矿物,矿石中含量多在3%~5%左右。黄铁矿呈散点状、团块状、细脉状、条带状分布。黄铁矿主要分两期,早期呈半自形,少

量自形晶,多为立方体,粒径较粗,含金低;晚期多为他形,少量半自形,呈立方体和五角十二面体,粒径为中~细粒,含金富。单矿物含金15.82~65.22g/t,含金变化较大。

(2)方铅矿:分布极不均匀,一般含量很少,在矿石中远低于1%,部分地段含量较高,内有团块状方铅矿。铅灰色,自形、半自形,以中、粗粒为主,解理发育。多呈团块状,其次是散点状和细脉状,含金贫,仅2~5g/t。

(3)黄铜矿:分布极不均匀,仅局部出现。铜黄色,呈团块状、浸染状,中细粒,他形。与黄铁矿伴生,一般矿石中少见。黄铜矿含金量在160g/t以上,有黄铜矿出现地段多为富矿段。

(4)闪锌矿:见于极少数地段。淡褐色,半透明,金刚光泽,呈不规则团块状。与黄铁矿、方铅矿、自然金伴生。闪锌矿含金在2g/t左右。

(5)金矿物:主要金矿物是自然金,成色在900左右,以中粗粒为主,多呈圆粒状、角粒状、不规则状。自然金以明金为主,主要载体矿物是石英、黄铁矿,在矿石中呈包裹金、粒间金、裂隙金三种形式存在,以包裹金为主。与黄铁矿紧密伴生。

2.2.2 脉石矿物

脉石矿物有石英、方解石、斜长石、微斜长石、黑云母、白云母等。石英是最主要的脉石矿物,不同阶段的石英常常互相迭加、交代、穿插。斜长石多在黄铁矿绢英岩中,呈细粒板状晶体、或不规则状,不同程度绢云母化。绢云母主要是灰白色,细粒,片状集合体,浸染状分布。主要是交代斜长石而成,多在蚀变岩中。正长石呈淡红色,中粗粒,是钾长石化产物,主要分布在蚀变岩中,呈浸染状,或呈较大的团块状钾长石蚀变岩。

2.2.3 矿物共生组合

主要有自然金—黄铁矿—石英型;其次是自然金—黄铁矿—绢云母—斜长石型;其它有自然金—黄铁矿—方铅矿—石英型、自然金—黄铁矿—方铅矿—黄铜矿—石英型、自然金—黄铁矿—方铅矿—闪锌矿—石英型、自然金—碲化物—黄铁矿—石英型、自然金—黄铁矿—白钨矿—石英型、自然金—黄铁矿—碳酸盐—石英型。

3 碲的矿物特征与资源量

碲是1782年赖兴施泰因在含金的矿石中发现

的。它在地壳中平均丰度值很低(6×10^{-6})，碲与镉、锗、镓、铟、硒、铊、钽、铀、铼等均属分散元素。在自然界，碲矿物除了自然碲外，主要是与 Au、Ag 和铂族元素以及 Pb、Bi、Cu、Fe、Zn、Ni 等金属元素形成碲化物、碲硫(硒)化物以及碲的氧化物和含氧盐等矿物种类^[5]。

号等含金石英脉的矿石光片进行镜下观察，碲矿物以碲金银矿、碲金矿、碲银矿为主，碲铅矿、碲铋矿较少。另外，朱惠娟等曾报道过发现两种罕见矿物碲铅铋矿和自然碲^[4]。碲矿物与自然金关系密切，分布在黄铁矿、方铅矿、黄铜矿等金属硫化物中或边缘部。碲化物可独立分布，或呈细脉状、连生体状。电子探针分析结果见表 1。

3.1 碲矿物特征

通过对小秦岭中部 201、202、205、309、303、16

表 1 电子探针分析结果(%)

样号	地 4-1	地 4-2-1	地 4-2-2-1	地 4-2-3	地 4-3-1	地 4-3-2	地 4-4	光 32-1	光 32-2
Au	25.07	25.10	93.70	25.44		24.94	24.29		25.32
Ag	41.66	41.81	6.28	41.49		42.73	42.24		40.97
Te	33.28	33.10	0.02	33.07	49.25	32.33	33.47	40.56	33.72
Bi					50.75				
Pb								59.44	
合计	100	99.91	100	100	100	100	100	100	100.01
矿物名称	碲金银矿	碲金银矿	自然金	碲金银矿	碲铋矿	碲金银矿	碲金银矿	碲铅矿	碲金银矿

中国科学院地质研究所测试

3.2 碲在矿石中的含量

我们对小秦岭中部 201、202、205、309、303、16 号等含金石英脉的不同矿体的多个采矿坑道采集了组合样，并系统分析了碲，发现区内碲含量很高。最高的样品位于 16 脉 II 号矿体内，碲含量高达 1565g/t，其它样品多数高于 100g/t，只有 15 件样品低于 100g/t，其中的 7 件样品在 303 脉，该脉平均品位仅 26.59g/t，表明 303 脉含 Te 较低。

3.3 碲资源量

通过对小秦岭中部不同含金石英脉的系统分析，发现小秦岭金矿伴生碲的含量很高，已经达到碲的工业品位要求，可以作为有益伴生组分计算资源量，以利于综合回收利用。表 3 是对小秦岭中部 6 条含金石英脉部分矿段的储量计算结果，得到伴生碲储量 175.866t，已经达到中型碲矿床的规模(>100~500t)^[6]。与之同时计算提交的金储量约 12t，从金与伴生碲的储量对比关系上可以估计，小秦岭金矿金储量达数百吨，相对应的伴生碲的储量可能会有数百吨或上千吨，达到大型碲矿床的规模。因此小秦岭地区是一个以金为主，伴生 Te、Ag、Cu、Pb、W、S 的特大碲化物型金矿。

表 2 小秦岭金矿伴生碲的含量(g/t)

矿脉号	采样位置	Te	矿脉号	采样位置	Te	
16	负二中段	1565	202	三中段	103	
	负一中段	428		五中段	215	
	零中段	206			158	
	201	一中段	150	205	一中段	103
		二中段	194		二中段	370
		229	三中段		258	
202		一中段	146	309	零中段	23.1
		二中段	156		一中段	121
		136		83		
	上山	78.0	二中段	17.70		
	一中段	158	三中段	194		
303		169		78		
		182	四中段	148		
		167	一中段	19.60		
	二中段	190		11.90		
		177	二中段	25.40		
		65		24.50		
		140	三中段	14.10		
	三中段	108	950-一	1.60		
	96	950-二	89			
	59					

河南省岩矿测试中心分析。

表3 伴生铊组分储量计算

矿脉号	202	16	303	309	205	201	合计
品位(g/t)	133	390	32.2	94.97	243.68	129.01	170.86
储量(kg)	68066	84414	4086	9140	6734	3426	175866

引自《河南省灵宝市金渠金矿区第一期金矿勘探报告》,三门峡金渠集团有限公司,2001。

4 结论

小秦岭金矿田中分散元素铊以伴生元素的方式赋存于多条含金石英脉矿床内,分布有大量铊矿物,与近年来国内外发现的一系列重要的铊化物型金银矿床有很多相似之处。分散元素铊作为有益伴生组分可以大规模富集、矿化,部分矿段的品位甚至达到铊的工业品位要求,可以计算出一定的资源量。总的估计小秦岭金矿中伴生的铊储量可能会有数百吨~上千吨,达到大型铊矿床的规模,因而是一个以金为主、伴生多种有益组分的特大铊化物型金矿。

小秦岭金矿区各选厂对伴生组分没有充分利用,目前主要利用的伴生组分是硫、银,文峪金矿回收了铅,其它元素均未回收利用。由于铊具有较高的经济价值,在部分矿段的品位亦较高,因此需要加

强铊资源的勘查和综合回收利用研究工作,提高资源利用效率。另外对铊和铊矿物的系统研究也有助于揭示和诠释铊化物型金矿的成矿机制和成因。

感谢卢欣祥教授审阅全文并提出宝贵意见。

参考文献:

- [1] 银剑制,陈毓川,周剑雄,等.世界首例独立铊矿床的矿物学研究[J].矿物岩石地球化学通讯,1994,(3):153-155.
- [2] 刘广哲.归来庄金矿床中金矿物与载金矿物的标型意义[J].山东地质,1994,(2):57-65.
- [3] 丁士应,任富根,李增慧,等.熊耳群铊化物型金矿硫铅同位素极其成矿作用探讨[J].河南地质,1995,13(4):241-247.
- [4] 朱慧娟,杨宝善,李玉衡,等.小秦岭金矿田中的两种罕见矿物——铊铅铋矿和自然铊[J].矿物学报,1989,9(1):37-41.
- [5] 黎彤.化学元素的地球丰度[J].地球化学,1976,(3):167-174.
- [6] 全国矿产储量委员会.矿产工业要求参考手册[M].北京:地质出版社.1986208-209,646.

关于召开“全国矿产资源保护与利用研讨会”的预通知

根据我国国民经济发展对矿产资源形势的需要,为促进我国矿产资源有效保护与综合利用水平,《矿产保护与利用》杂志与中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所、国家非金属矿产资源综合利用工程技术研究中心、国家金属矿产资源综合利用工程技术研究中心(北京)、中国选矿科技信息网等单位拟于2004年10~11月期间举办“全国矿产资源保护与利用研讨会”,会议拟请国土资源部矿产开发管理司指导,国内有关专家(院士)、知名学者作专题报告。

本次会议欢迎就以下内容踊跃投稿:

- (1)我国矿产资源开发利用战略研究;
- (2)培育、规范和发展我国矿业权市场的探讨;
- (3)非金属矿产合理利用与深加工研究;
- (4)金属矿产的综合利用;
- (5)二次资源的利用与资源循环利用探讨;

(6)矿产资源开发与生态环境问题。

会议优秀论文将以正式出版专集形式或在《矿产保护与利用》上发表。建议采用电子文本投稿,E-mail:zskjic@public2.zz.ha.cn;KCBH@chinajournal.net.cn。

会议欢迎各级矿政管理部门、科研院所、大专院校、矿业企业从事管理、科研、教学和工程技术人员与会。

联系地址:郑州市陇海西路328号;

邮政编码:450006;

联系人:

郑州矿产综合利用研究所科研中心王秋霞、曹进成(电话:0371-8632043,8617811),

《矿产保护与利用》编辑部王虎、赵军伟(电话:0371-8632026);

传真:0371-8614942。