



四川发现世界首例独立碲矿床

骆耀南

(四川地矿局)

曹志敏

(成都理工学院)

碲是一种稀散元素,主要分布于硫化物类矿物中,在金矿床、硫化物矿床中往往以伴生组分出现。目前虽已发现碲矿物 90 余种,但其地壳平均丰度为 1×10^{-7} (A. A. Бейс, 1975; A. П. Виноградов, 1962; A. Е. Ферсман, 1935) 至 $n \times 10^{-7}$ (F. W. Clarke, 1924), 过去认为不能单独形成具有工业意义的矿床。四川省石棉县所发现的独立碲(铋)矿床,最近经地矿部有关专家研究一致认为该矿床规模可观,找矿前景良好,是新的矿床类型,具有重要的科学价值和实际意义。

区域地质背景

矿区位于扬子地台西缘逆冲推覆构造带中断层围限的“豆荚状”岩片内,该岩片主要由中下三叠统浅变质碳酸盐岩—碎屑岩构成—长轴近南北向变质—热穹窿体,其核部是粗晶大理岩,周边出露地层依次为杂色之条带状结晶白云岩、钙质绿泥片岩、含电气石变砂岩与砂板岩,局部见薄层石榴角闪片岩,均呈环状分布。外围有印支—喜山期花岗岩体及其伟晶岩脉群侵入位于三叠系地层内。沿穹窿体周边及外围已知有大量磁黄铁矿脉和金、铜多金属矿点分布。1:20 万化探扫面成果表明,与碲密切相关的铋异常,为在大面积负异常背景中的正异常,说明该区成矿潜在远景可观。

矿床地质特征

现以正在探采的石棉大水沟矿床为例,简要概述本区碲(铋)金矿化的地质特征。

大水沟矿区位于前述穹窿构造的北倾伏端,区内自下而上由白云质大理岩—片岩—钙质砂板岩组成。大理岩富含白云石,质纯粒粗,纯白色,局部夹杂色薄层具暗色条带构

造;片岩主要是钙质石英片岩,绿泥片岩,角闪石—黑云母片岩;砂板岩中常夹大理岩或透闪石片岩透镜体。地层产状一般走向 $320^\circ \sim 350^\circ$ 倾角 $10^\circ \sim 30^\circ$, 呈单斜层产出。矿区发育一组 NNE 向交切地层走向的主干剪切破裂带及与之相伴的 NNE、NW 向共轭节理裂隙构造,它们严格控制着含碲磁黄铁矿脉和富金辉碲铋矿脉。碲(铋)矿脉多呈 NNE (次为 NW) 向延展构成矿脉带,向西陡倾,倾角 $60^\circ \sim 70^\circ$, 一般厚数十厘米,在裂隙转折交叉部位矿脉明显膨大呈囊状,最厚可达 2 米以上,沿走向、倾向呈透镜体尖灭侧现。主矿脉长 150 余米,多期次穿插明显;辉碲铋矿白云石脉组成主体,块状辉碲铋矿脉主要沿早期磁黄铁矿脉底部贯入;黄铜矿细脉呈网状叠加先期形成的矿体。

围岩蚀变发育铁白云石化、硅化、绢云母化与矿体上部的白云母、电气石化等,尤以碳酸盐化与碲矿化关系密切,硅化、绢云母化与金的富集有关。

矿石组构与物质成分

矿石主要呈块状(碲矿物占 70% 左右)及细脉浸染状,次为星散浸染状、网脉状和角砾状(角砾为磁黄铁矿或围岩)。矿石矿物以辉碲铋矿为主,次为叶碲铋矿、硫碲铋矿、碲铋矿,少量自然碲、自然金、六方碲银矿、碲金矿和黄铜矿、闪锌矿、磁黄铁矿等;脉石矿物包括白云石以及铁白云石、石英、白云母等。辉碲铋矿 ($\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$) 呈自形叶片状、菱形多面体粒状与它形细粒集合体;自然金较粗(明金居多,显微金次之),最大超过 2mm,一般呈片状、细脉和树枝状,主要分布于铁白云石解理、石英裂隙中,或交代碲矿物呈粒状;碲金

矿呈包体或碲化物固溶体的出溶客矿物。典型的矿石结构还有磁黄铁矿的交代文象结构、碲铋矿和黄铜矿的固溶体分解结构及黄铁矿的自形代晶(在块状磁黄铁矿中呈数十厘米的自形五角十二面体“伟晶”)。

辉碲铋矿单矿物化学分析结果(平均) Te 35.115%, Bi 59.235%, S 4.435%, X 光粉晶谱线^①(主要): 4.936(100), 3.125(48), 2.464(29), 1.970(22), 1.642(22b), 与碲碲铋矿(Bi₂Te₂Se)^②很相似: 3.12(100), 2.31(50), 4.92(40)。

主要矿石类型分三种: 致密块状辉碲铋矿型、细脉—星散浸染状白云石型和块状磁黄铁矿型; 石英脉型数量较少。各矿石类型化学分析结果见表, 看出该矿石具 Te-Bi-Au-Ag 四元素组合, 综合利用价值极高。

主要矿石类型的化学成分

矿石类型	Te (%)	Bi (%)	Au (10 ⁻⁶)	Ag (10 ⁻⁶)	Cu (%)
致密块状 辉碲铋矿型	36.66	46.43	1.32	186.7	1.44
星散浸染状 白云石型	0.80	1.34	3.78	8.0	
	6.40	10.55	2.60	46.85	
细脉浸染状 白云石型	14.15	19.77	4.71	67.74	1.06
	12.01	20.04	87.74	60.11	
块状 磁黄铁矿型	0.14	0.23	0.22	3	
	0.3		4.93		7.25
石英脉型	0.01		0.038		0.03
	0.89		21.38		
混合尾矿			10.96	17.20	1.32

尾矿砂取自四川通金碲业公司选厂

Au、Ag 由成都理工学院测试分析中心分析(1993.5)

Te、Bi 由地矿部成都综合岩矿测试中心分析

矿化期与成矿阶段

本矿床成矿作用经历了碳酸盐期(成矿早期白云石爆裂温度 180~190℃)、硫化物期(磁黄铁矿爆裂温度 280~320℃)、碲化物期(成矿主期)与硅酸盐期(成矿晚期石英爆裂温度 90~95℃): 早期白云石脉形成贫矿

石, 中期磁黄铁矿阶段和黄铁矿阶段也达到工业要求, 主期辉碲铋矿阶段与自然金—石英阶段构成富矿体, 晚期石英脉部分含矿。矿物结晶顺序大致为: 白云石—磁黄铁矿—黄铁矿(Ⅰ)—石英(Ⅰ)—黄铜矿、闪锌矿—铁白云石—辉碲铋矿—白云母—石英(Ⅱ)—黄铁矿(Ⅱ)—黄铜矿(Ⅱ)—方解石。

结论

按照地矿部的部署, 四川地矿局正在加紧组织勘查, 初步研究认为, 四川石棉独立碲(铋)—金矿床的形成和产出与构造和岩浆动力作用导致的变质热穹隆体有关。矿石属碲—金建造, 为典型的热液充填型矿床。鉴于目前尚无先例, 而且全世界从冶炼 Cu、Pb、Zn 的阳极泥中回收利用的碲精矿年产量约 250 吨(我国年产 2 吨), 总储量也不过 10 余万吨。随着当今高新技术的迅猛发展, 碲作为重要的稀散元素之一, 其在化合物半导体温差发电, 制冷与探测器、夜视仪及太阳能电池诸方面均有重要用途, 并在全球范围已形成激烈竞争的态势。然而, 随着联合国在全球禁止使用氟里昂制冷剂日期的迫近, 碲作为替代制冷元素, 具有广阔的开发潜力, 需求量也将大大增加。总之, 研究开发这一新类型矿床, 不仅填补成矿理论的空白, 亦可为我国稀散金属工业跨入世界前列做出贡献。

主要参考文献

[1] 周令治主编 《稀散金属手册》 中南工业大学出版社 1992
[2] 地质矿产部科技情报总网 《矿床成因论》 福建科技出版社 1991
[3] Peter Bayliss, Crystal Chemistry and Crystallography of Some Minerals in the Tetradymite Group, AMERICAN MINERALOGIST, Vol. 70, PP. 237~205, 1991.

① 由地矿部成都综合岩矿测试中心汤志凯分析。
② 据 JCPDS 卡片(29~249)。

顾 功 叙

(1908~1992)

边 树

顾功叙,浙江省嘉善县人。我国著名地球物理学家。1929年在大同大学毕业后曾任浙江大学物理系助教。1933年考取清华大学留美地球物理专业,1934年去科罗拉多矿业学院地质系专攻地球物理探矿,1936年获硕士学位,后又在加州理工学院进行地球物理研究。1938年,回国后任北平研究院物理研究所(昆明、北平)研究员,曾兼任师范大学、辅仁大学、北京大学教授。1950年后任中国科学院地球物理研究所研究员、副所长;曾长期兼任地质部物探局总工程师和副局长。70年代初起任国家地震局地球物理研究所研究员,并曾兼任所长。1955选聘为中国科学院学部委员。顾功叙曾任中国地球物理学会和中国地震学会理事长及几届的全国人大代表,还是国际地球物理勘探学会(SEG)的荣誉委员(终身)。

顾功叙长期潜心于地球物理探矿领域的研究工作,注重实践,善于总结,其主要论著有:《两种扭秤探矿地形改正的新方法》

(1931)、《电及磁法探矿在云南易门铁矿区之实施》(1941,合著)、《在中国西南部山地测定电流的新现象》(1948)、《重力地磁地球物理勘探》(1948)、《昆明茨土坝之磁反常》(合著)、《云南安宁砂铁厂之磁电探测》(合著)、《云南昭通褐炭田之电阻系数法探测》(合著)、《云南巧家汤丹铜矿之自然电流法探测》(合著)、《贵州赫章铁矿山之磁电探测》(合著)、《中国208处重力加速度测定的大陆均衡改正》(1950,合著)、《在中国境内地球物理方法应用于寻找或勘探金属矿实例》(1957)、《地球物理方法在中国煤田的使用效果》(1957)、《华北大平原的重力与磁法预查测量》(1957)、《大庆油田发现过程中的地球科学工作》(1982,合著)、《地球物理勘探基础》(1990)、《中国地震目录(公元前1831年~公元1969年)》及《中国地震目录(1970~1979年)》(1983,主编)。

顾功叙长期从事地球物理探矿工作,他治学严谨,学风正派,为人耿直,在学术方面颇有建树,更重要的是为我国地球物理探矿事业的开创和发展、石油等矿产资源的发现及开发以及地震预测预报等多项事业,都做出过积极的努力和杰出贡献。改革开放以来,他还为我国地球物理界有效地开展国际合作与交流作出了努力和重要的贡献。

THE FIRST INDEPENDENT TELLURIUM DEPOSIT DISCOVERED IN SICHUAN

Luo Yaonan

Cao Zhimin

(Sichuan Mineral & Geological Bureau) (Chengdu Institute of Science & Engineering)

Abstract

The independent telluric ore deposit found in Sichuan, China is the first of its kind ever discovered in the world. It is located in a metamorphic-thermal dome with an approximately north-south trend composed of slightly metamorphosed lower Triassic carbonate-clastic rocks. The main tellurium mineral is tetradymite, mainly appearing in massive form, or as veined disseminated in dolomite and massive pyrrhotite ore all being geochemically characterized by a Te-Bi-Au-Ag association of industrial value. It is a typical hydrothermal filling deposit genetically related the metamorphic-thermal dome formed in a tectono-magmatically active geological setting.