

# 青海省石藏寺金锑矿床地质特征及成矿机理探讨

徐勇, 韩金芳, 文静, 张相峰, 蒋波, 吕海涛, 王成国

(山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

**摘要:**石藏寺金锑矿床位于泛华夏大陆晚古生代藏北(羌塘)三江弧前盆地, 西倾山晚古生代盆地西端北缘。矿床为金锑矿共生矿床, 其矿体受构造破碎带控制, 呈似板状、透镜状。自然金主要与辉锑矿、石英嵌布关系密切, 辉锑矿中包裹金占50%以上, 粒间金、裂隙金与辉锑矿、石英连生。围岩蚀变有硅化、绢云母化、黄铁矿化、褐铁矿化。石藏寺金锑矿床与临区大场金锑矿床类似。矿床形成机理为在青藏高原碰撞造山带过程中, 岩浆热液沿着深大断裂迁移, 并与大气水发生循环, 从围岩中断萃取Au、Sb矿物质, 在构造、地球物理化学条件适宜的部位聚集形成金锑矿体, 为造山型金锑矿床的浅成矿床。

**关键词:**金锑矿; 地质特征; 成矿机理; 找矿标志; 青海省石藏寺

中图分类号:P412.27

文献标识码:A

石藏寺位于青海省海南州同德县和果洛州玛沁县交界处, 该区位于泛华夏大陆晚古生代藏北(羌塘)三江弧前盆地, 西倾山晚古生代盆地西端北缘, 属阿尼玛卿优地槽带北侧玛沁断裂带与青海南山盆地槽带南缘军功断裂带(属玛沁深断裂的分支断裂带)所夹三角地带。2002年, 青海省第一地质矿产勘查大队在矿区做过地表工作, 工作程度较低, 认为只存在金矿。2009年再次开展矿区普查工作时<sup>①</sup>, 发现该矿床为金锑共生矿床, 目前已控制矿床资源量金矿达到中型, 锑矿已达到大型(图1), 其地质特征与临区大场金锑矿床类似<sup>[1]</sup>, 分布在一个成矿带内, 资源潜力可观, 它的研究对于进一步探讨造山带成矿理论和寻找造山型矿床都有着一定的意义。

## 1 矿区地质概况

区内出露地层以三叠纪中统隆务河群下岩组( $TL^a$ )和上岩组( $TL^b$ )为主, 属一套浅海相的复理石碎屑沉积建造, 地层走向呈EW向或近EW向展布与总体构造线方向基本一致。下岩组( $TL^a$ )岩性主要为灰色板岩与砂岩互层, 局部夹砾岩、灰岩透镜体层。上岩组( $TL^b$ )岩性主要为薄层长石石英砂岩,

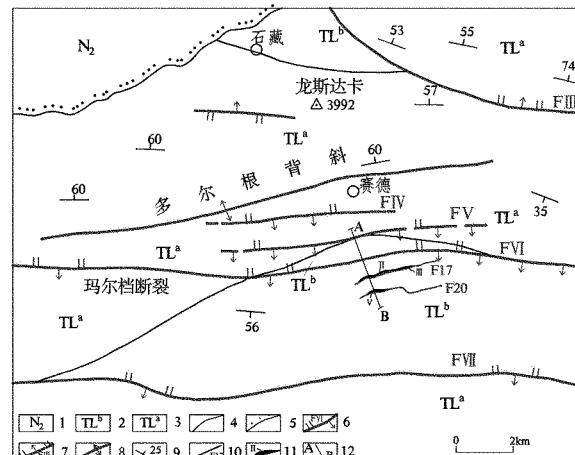


图1 石藏寺矿区地质略图

1—新近系上新统;2—三叠纪隆务河群上岩组;3—三叠纪隆务河群下岩组;4—地质界线;5—不整合界线;6—区域实测及推断逆断层及编号;7—区域实测及推断正断层及编号;8—背斜轴;9—地层产状;10—矿区次级断层位置及编号;11—矿体位置及编号;12—剖面位置及编号

粉砂岩, 粉砂质、泥质板岩, 局部夹有薄层灰岩。

矿区位于多尔根背斜南翼, 背斜核部由三叠纪隆务河群下岩组( $TL^a$ )组成, 两翼由其下岩组( $TL^b$ )及上岩组( $TL^b$ )构成, 两翼对称, 倾角均在50°~60°间, 为一对称背斜, 轴向近EW向展布, 南翼次级断

\* 收稿日期:2010-06-02; 修订日期:2010-07-22; 编辑:陶卫卫

作者简介:徐勇(1981—),男,湖北孝感人,助理工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:kcczl@163.com。

①山东省第一地质矿产勘查院,青海省同德县石藏寺矿区金锑矿普查报告,2009年12月。

裂构造发育(图1)。

矿区内区域构造有FⅢ—FⅦ,其中FⅢ断裂构造呈NW 310°展布;FⅣ—FⅦ断裂构造呈近EW向平行排列分布。其中玛尔档断裂FⅥ(F14)为区内一条较大的断裂,横贯矿区,其南侧与之平行或大致平行的次级断裂较为发育,形成断裂带。矿体主要赋存于次级构造F17,F20断裂中(图2)。矿区内岩浆活动较弱,无大面积的岩浆岩出露,仅局部地带有少量印支期似斑状黑云斜长花岗岩呈条带状沿构造带分布。

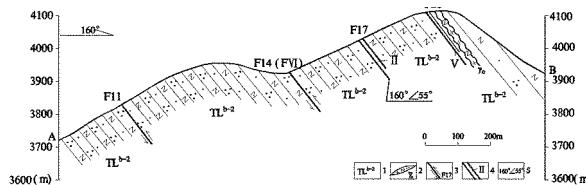


图2 石藏寺矿区图切地质剖面图

1—三叠纪隆务河群上岩组第二岩性段;2—黑云斜长花岗岩;  
3—断层位置及编号;4—金锑矿体位置及编号;5—矿体产状

## 2 矿床地质特征

### 2.1 矿体特征

矿区内圈定的金锑矿体均分布于三叠纪隆务河群上岩组第二岩性段( $TL^{b-2}$ )内,岩性为灰色—暗灰色千枚状板岩、粉砂质板岩与灰—灰黄色中—细粒长石砂岩互层。矿体基本呈NEE向或近EW向展布,与地层走向趋于一致,与构造破碎带关系密切,矿体的形态、规模及产状直接受其制约,其中Ⅱ,Ⅲ矿体赋存在F17构造破碎带中,V矿体赋存在F20构造破碎带中(图3)。

矿区共圈定出10个金锑矿体,其中以Ⅱ矿体为主矿体,其次为Ⅲ,Ⅴ矿体。Ⅱ矿体资源量占全矿区资源量的82%。矿体呈似板状、透镜体状。矿体走向长一般为80~300m,其中Ⅱ矿体长1300m。各矿体基本平行展布,呈NEE向或近EW向,倾向137°~175°,倾角50°~65°,矿床厚度最大5.05m,最小1.09m,平均厚度1.32m。矿床金品位最高81.20g/t,最低1.10g/t,平均品位4.82g/t,矿床锑品位最高60.02%,最低0.76%,平均品位8.88%。

### 2.2 矿石特征及矿物组成

#### 2.2.1 矿石类型及组构

矿区内矿石类型较单一,矿石组分较简单,该矿

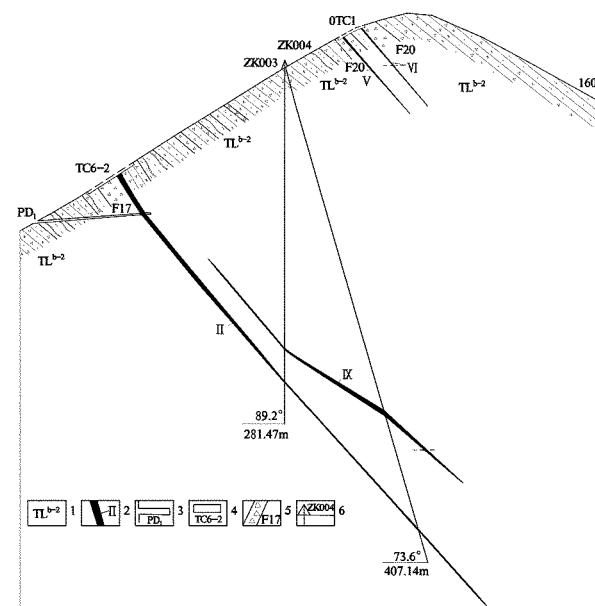


图3 石藏寺矿区金锑矿第0勘探线地质剖面图

1—三叠纪隆务河群上岩组第二岩性段;2—金锑矿体及编号;  
3—平硐位置及编号;4—探槽位置及编号;5—断层位置及编  
号;6—钻孔位置及编号

床中矿石类型可分为2种,即碎裂岩型和石英脉型,以碎裂岩型为主。

矿石结构有自形、半自形晶粒状结构、他形粒状结构、填隙结构,辉锑矿、自然金等后期产出的矿物充填在早期黄铁矿、脉石间隙中。

矿石构造主要有角砾状构造、浸染状构造;部分浸染状金锑矿石由构造应力破碎后形成角砾,后期形成硅质胶结形成角砾状矿石。

#### 2.2.2 矿物组成及特征

矿石中主要矿石矿物以自然金、辉锑矿为主,少量自然锑、辉锑铁矿、黄铁矿、毒砂、白铁矿、磁铁矿、磁黄铁矿、褐铁矿,微量锑华、黄铜矿、铜蓝、方黄铜矿、闪锌矿、方锑金矿等。根据岩矿鉴定结果及综合样多元素化学分析结果,对矿石中主要矿物进行了定量分析(表1)。

表1 矿石主要矿物组成定量分析结果

矿物名称	含量(%)	矿物名称	含量(%)
辉锑矿、自然锑、辉锑铁矿	10.0	黄铁矿、磁黄铁矿	2.9
锑华	0.7	毒砂	1.9
褐铁矿	8.5	综合脉石	75.8
黄铜矿等其他硫化物	0.2	合计	100.0

脉石矿物主要为石英,少量长石、绢云母、方解石、石墨、金红石、高岭石、绿泥石、白云石等。石英分为2

种,第一种比较常见,颗粒较粗,其裂隙间有辉锑矿充填,与自然金嵌布关系不密切;另一种石英颗粒较细,常常呈脉状穿插在早期形成的石英裂隙间,脉中有辉锑矿,这种辉锑矿为细粒集合体,其中多含金元素。根据矿石矿物及脉石矿物组合特征,与标型矿物组合对比,属于浸染型金矿床类型<sup>[2]</sup>(表2)。

表2 浸染型金矿床矿物组合对比

类型	矿石矿物	脉石矿物
标型矿物组合	自然金、黄铁矿、毒砂、辉锑矿、辰砂、黝铜矿、雄黄	石英、方解石、重晶石、高岭土、伊利石
石藏寺金锑矿床矿物组合	自然金、辉锑矿、辉锑铁矿、黄铁矿、毒砂、褐铁矿、铜蓝、闪锌矿	石英、方解石、绢云母、高岭石、绿泥石、白云石

## 2.3 矿石的化学成分

表3 II矿体矿石化学硅酸盐全分析结果(%)

样号	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	F <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	烧失量
II PD2 YD1-1	53.22	9.31	0.78	5.74	0.38	6.71	2.73	2.27	0.12	0.05	0.09	10.82
ZK1503-H8	60.91	12.76	5.06	2.10	0.60	4.08	2.10	3.52	0.11	0.06	0.08	7.92
TC28-H3	49.11	4.02	0.38	3.31	0.21	1.75	0.21	1.20	0.12	0.02	0.15	8.84

表4 II矿体矿石矿物化学分析结果(%)

送样号	Cu	Pb	Zn	Ag	Co	Ni	TFe	S	Ca	Cr	Mn
8TC1-H3	0.006	0.044	0.020	0.0002	0.0004	0.0012	14.24	5.61	2.0060	0.0056	0.0462
PD1-4	0.003	0.001	0.009	0.0003	0.0001	0.0006	3.09	0.92	1.1900	0.0025	0.0252
ZK003-H38	0.006	0.005	0.014	0.0003	0.0016	0.0032	4.98	0.28	7.0915	0.0080	0.0658
TC0-2-H1	0.015	0.001	0.014	0.0003	0.0004	0.0015	12.05	3.90	6.4425	0.0053	0.0590
II PD4-1	0.035	0.001	0.013	0.0003	0.0009	0.0020	13.34	6.21	4.0745	0.0046	0.0375
ZK153-H9	0.006	0.006	0.014	0.0002	0.0008	0.0020	5.23	1.69	5.5450	0.0058	0.0702

## 2.5 矿床成因及找矿标志

### 2.5.1 矿床成因

石藏寺金锑矿可与临区大场金锑矿床类比<sup>[1]</sup>。其地质特征与大场金锑矿床类似(表5),成矿地质条件相类似,资源潜力可观。

研究结果表明,石藏寺金锑矿床中金的载体矿物按照密切程度依次为:辉锑矿、石英、锑华、黄铜矿,自然金在载体矿物中成群分布。自然金主要与辉锑矿、石英嵌布关系密切,为辉锑矿中包裹金占50%以上,粒间金、裂隙金也与辉锑矿、石英连生。

根据区内地质构造特征,矿石矿物的结晶习性、自形度和相互关系、金锑的赋存状态等因素分析初

主矿体II号矿体矿石化学硅酸盐全分析和矿石矿物化学分析样结果显示(表3,4),矿石中硅、TFe、FeO、Ca含量较高,表现出在矿床低温条件下形成的矿物成分特征。在200~300℃温度区间内,金、锑元素可产生明显的活化转移,使成矿介质中的成矿元素达到最高浓度<sup>[3]</sup>。

### 2.4 围岩及围岩蚀变

矿区各矿体均产于挤压破碎带中,严格受断裂构造控制。围岩为长石石英砂岩、板岩,泥质粉砂岩,局部为酸性脉岩。围岩蚀变以硅化、绢云母化、黄铁矿化为特征,与金、锑矿化关系最为密切。此外,还发育有褐铁矿化。区内所有金锑矿体都毫不例外地存在不同程度的褐铁矿化。

步认为:①物质来源有2个途径,一是区内三叠纪隆务河群上岩组浅海相的碎屑岩系为一套含金量相对较高的背景岩系。二是岩浆热液活动在区内局部表现较活跃,是区内成矿物质的主要来源,即成矿物质主要由深源热(气)液上升携带而来。②区内断裂构造系统完整,区域近EW向主断裂构造为中深大断裂,为深层热(矿)液活动及其运移提供了良好通道,与主断裂构造平行发育的次级构造,具备良好的封闭系统,为热(矿)液的赋存提供了良好的空间。③区内热液活动一方面携带大量的物质上升,一方面使区内含金量较高的地层中的元素活化,析离出来,并随同其运移,在温度和压力下降条件下导致矿

质在断裂中沉淀<sup>[4]</sup>。④区内断裂构造具有多期活动的特点,早期形成的石英脉及矿物是后期揉碎及重熔现象。据矿石矿物特征分析,具多次成矿物质叠加,表现出局部金矿品位较富。⑤据区内地层及岩浆岩侵入体时代的综合分析,初步推断矿区主要成矿期为印支早期。

表5 石藏寺金锑矿床与大场金锑矿床类比

矿区	大场金锑矿床	石藏寺金锑矿床
地层及建造	三叠世复理石沉积建造	三叠世浅海相复理石碎屑沉积建造
矿石矿物	黄铁矿、毒砂、辉锑矿、自然金、锑华、褐铁矿	辉锑矿、自然锑、辉锑铁矿、黄铁矿、毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、自然金、锑华、褐铁矿
矿石结构构造	碎裂、碎斑结构,浸染状、角砾状构造	自形、半自形粒状、填隙、浸染状、角砾状构造
围岩蚀变	硅化、绢云母化、硫化物矿化、褐铁矿化	硅化、绢云母化、黄铁矿化、褐铁矿化
矿体赋存部位	沿 NWW 向断裂带分布	沿 EW 向断裂带分布
矿体形态	似层状、豆荚状	似板状、透镜状
成矿时代	与印支期造山运动有关,为印支期	为印支早期

综上所述,石藏寺金锑矿床应属构造充填低温热液微细浸染型矿床。

### 2.5.2 找矿标志

区内所有矿体均赋存在挤压破碎带中,因而受构造控制是十分明显的。金矿化与背景岩石有关,区内变质细粒长石石英砂岩含金性较好,且具较好孔隙度,而区内板岩金含量相对较低,孔隙度差,因而砂岩是形成金矿的载体,板岩相对砂岩而言,对金矿的形成起到了较好的屏蔽。

区内岩浆热液活动为岩金成矿提供了良好热(矿)源条件,是区内重要控矿因素之一。

主要找矿标志有:①区内近 EW 向展布的挤压破碎蚀变带为主要控矿因素,同时也是主要找矿标志;②地表矿体氧化后形成的红褐、黄褐色褐铁矿化带是地表找矿最明显标志;③碎裂岩中金属硫化物等富集部位;④石英脉发育地段;⑤硅化、绢云母化的强烈区段,它们是近矿围岩蚀变标志;⑥物探激电异常视极化率高值区域;⑦水系沉积物 Au, Sb, As 异常组合好,Au 异常面积大,强度高,衬度大,且分带明显的异常;⑧土壤异常元素组合好,Au 异常面

积大,强度高,其异常浓集中心部位可能就是金锑矿体赋存的地段;⑨区内岩浆岩的外接触带部位往往是金锑矿化较好地带。

## 3 成矿机理探讨

在晚古生代中三叠世藏北(羌塘)三江弧前盆地,发生大规模的浊流沉积形成一套浅海相复理石碎屑沉积建造(图 4-a)<sup>[5]</sup>,导致区域上隆务河群成为 Au, Sb 的高背景场,为后期的金锑矿成矿提供了最基本的物质基础。同时,随着板块俯冲的 SN 向挤压,该区发生强烈的构造、岩浆活动。岩浆热液沿着断裂构造上侵,从隆务群复理石沉积含矿建造中萃取部分金锑成矿物质,同时发生广泛的天水循环交流,导致 Au 成矿物质在条件适合的构造部位聚集形成矿,形成石藏寺金锑矿床的金矿体。此时,抬升、剥蚀均较弱,成矿深度较大,为造山型的中成金矿床。这一俯冲—碰撞作用不但导致三叠纪复理石沉积岩的低绿片岩相变质作用和褶皱,而且被逆冲作用强烈变形,与此同时还形成大规模的逆冲、走滑断层、韧—脆性剪切带及其与之配套的低级构造体系,这就为在造山过程中不断增高的热流驱动下,流

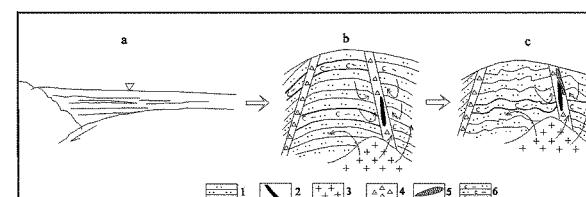


图4 石藏寺金锑矿床成矿模式图

1—砂岩;2—金矿体;3—中酸性岩体;4—破碎带;5—金锑矿体;6—含炭泥质板岩

体的运移和沉淀成矿提供了路径和场所(图 4-b)。在此过程中,发生强烈的壳—幔相互作用,并开始从挤压构造体系向伸展构造体系转化。伴随着地壳的强烈抬升,构造从深层次的韧性剪切向浅层次脆性破裂转变,构造岩浆活动强烈。岩浆热液沿着深大断裂迁移,并与大气水发生循环,从围岩中不断萃取成矿物质 Au, Sb, 在构造、地球物理化学条件适宜的地方聚集形成金锑矿体,为造山型金锑矿床的浅成矿床(图 4)。

## 4 结语

石藏寺金锑矿床地质特征,成矿地质条件类似

大场金锑矿床,属于构造充填低温热液微细浸染型矿床。金锑矿体赋存在区域大断裂构造的次级构造破碎带中,矿体形态受控于构造破碎带。形成机理过程为:在青藏高原碰撞造山带过程中形成一系列叠瓦状逆冲断裂带<sup>[6]</sup>,从隆务群复理石沉积含矿建造中萃取金锑矿成矿物质,在造山过程中不断增高的热流驱动下,在构造、地球物化条件适宜的地方聚集形成金锑矿体,为造山型金锑矿床的浅成矿床。

## 参考文献:

[1] 丁正江,孙丰月,李碧乐,等.青海省苦海汞(金)矿床地质特征

- 及找矿前景分析[J].地质与勘探,2010,46(2):198-206.
- [2] 栾世伟.金矿床地质及找矿方法[M].成都:四川科学技术出版社,1987:96.
- [3] 何江,马东升.中低温含硫、氯水溶液对地层中金、锑、汞、砷的淋滤实验研究[J].地质论评,1996,42(1):76-86.
- [4] 孙晓明,DAVIDLNORMAN,孙凯,等.粤中长坑金银矿硫化物中包裹体的轻烃组成及矿床成因的探讨[J].自然科学进展,1999,10(9):52-57.
- [5] 潘彤,罗才让,伊有昌,等.青海省金属矿产成矿规律及成矿预测[M].北京:地质出版社,2006:85-87.
- [6] 侯增谦,吕庆田,王安建,等.初论陆-陆碰撞与成矿作用——以青藏高原造山带为例[J].矿床地质,2003,22(4):319-333.

## Geological Characteristics and Metallogenic Mechanism of Shizangsi Gold – antimony Deposit in Qinghai Province

XU Yong, HAN Jinfang, WEN Jing, ZHANG Xiangfeng, JIANG Bo, LV Haitao, WANG Chengguo

(No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

**Abstract:** Shizangsi gold – antimony deposit located in Sanjiang arc basin in northern Tibet (Qiangtang) of mainland China in late Paleozoic and western end and northern margin of Xiqingshan mountain in late Paleozoic basin. This deposit is symbiosis of gold and antimony. The ore bodies were controlled by tectonic fractural belt with similar plate and lenticular types. Native gold has close relation with stibnite and quartz. Gold inclusions accounted for 50% or more. Intergranular gold and fissured gold have paragenetic relation with stibnite and quartz. The alteration of country rocks were composed of silicification, sericitization, pyritization and limonitization. Shizangsi gold – antimony deposit is similar with Dachang gold – antimony deposit. In the period of forming Tibetan collision orogenic belt, magmatic hydrothermal migrated along the deep faults, happened atmospheric water cycle, extracted Au and Sb minerals, and accumulated gold – antimony ore bodies in the areas with appropriate geophysical and geochemical conditions. It was the shallow deposits of orogenic gold and antimony deposits.

**Key words:** Gold – antimony deposit; geological characteristics; forming mechanism; prospecting; Shizangsi in Qinghai province