文章编号: 1009-6248 (2002) 02-0024-10

北祁连山与斑岩有关的碲金型金矿床 地质特征和成因模型

杨建国,马中平,任有祥,李智佩,宋忠宝

(西安地质矿产研究所,陕西西安 710054)

摘 要: 车路沟金矿床是北祁连山发现的首例与斑岩有关的碲-铋-金型矿床。金矿床成 矿地质特征显示, 矿床形成于岛弧火山期后次火山- 深成中酸性侵入岩体中, 直接赋存 于浅成-超浅成英安斑岩内, 其成矿背景为碰撞造山环境。矿床受区域断裂裂隙、同建 造期古火山穹隆边缘继承性断裂裂隙, 尤其受次火山岩体边缘节理、裂隙及接触破碎带 控制。同位素研究资料显示, 成矿流体 $\delta^{18}O_{H_20}$ 为- 6.58‰~- 2.30‰, δ D 为- 58.2‰ ~- 41.8‰, δ^{34} S 为- 3.84‰~+ 3.20‰, $\delta^{13}C_{PDB}$ 为- 8.54‰~- 1.32‰, 盐度为 9.37‰~11.83‰ [w (NaCl)_{eq}], 密度为 0.982~1.006 g/ cm³, 均一温度为 137.6~ 199.4 。成矿流体总特征为低温、低气相、中- 高密度、并含有较高 CO₂ 的 H₂O-CO₂-NaCl (KCl) 体系。厘定了成岩年龄为 427.7±4.5 Ma, 成矿年龄在 350~410 Ma。 矿 床是在岩体固结定位后, 由深部岩浆房(源) 分异出的富含 Au、Te、Cu等成矿元素, CO₂、SO₂、H₂O 等挥发组分的岩浆热液沿控岩构造裂隙带上升, 不断从沿途已固结的 英安斑岩及围岩中萃取成矿物质,并与大量大气降水混合作用的产物。矿床成因类型属 与斑岩有关的低温热液型碲金矿。

关键词: 斑岩; 碲金矿床; 浅成低温热液; 成矿模型; 甘肃; 北祁连 中图分类号: P618.51 文献标识码: A

石英脉型金矿化是北祁连山发现最早的一种金矿化类型。早在 20 世纪 60 年代开展 1/20 万区域地质矿产调查期间,就发现有前人开采遗址。然而,40 年来,尤其是近 20 年来,经有 关地质单位几起几落的工作,至今尚未突破。鉴于该类金矿化十分普遍,成矿地质环境十分 有利,故此,"九五"期间,笔者选择具代表性的西车路沟小型金矿床进行了详细研究,认为 该矿床为与斑岩有关的碲金型金矿床。本文通过对该矿床成矿地质特征和成因的表述,籍以 起到"开拓思路、抛砖引玉"的作用,以期在北祁连山斑岩型金矿的未来找矿勘查中有所建 树。

收稿日期: 2001-01-05; 修回日期: 2001-10-17

- 基金项目: 原地质矿产部资源与环境科技攻关项目(项目编号: 95-004-03)资助
- 作者简介:杨建国 (1962-),男,陕西乾县人,副研究员,1985 年毕业于西安地质学院,主要从事贵金 属地质及矿床地球化学方面的研究工作。

1 成矿地质背景

1.1 区域及矿区地质概况

车路沟碲金矿床分布于北祁连造山带与阿尔金走滑断裂带的交汇部位,大地构造位置属 北祁连造山带奥陶纪岛弧火山岩带西端,昌马堡大型塌陷古火山穹隆(限于篇幅,该火山穹 隆的形态、大小、证据,以及在地质历史时期的演化等己在 95-02-004-03 课题报告中作了详 细阐述)的北缘,北距阿尔金断裂仅 5 km。矿区出露地层为上奥陶统扣门子组,由滨海-浅海 相火山-沉积岩系组成;下部以紫灰-灰绿色变质细粒长石砂岩、岩屑长石砂岩、粉砂质板岩及 绢云母千枚岩为主,分布于矿区东部;上部为浅灰色-灰绿色英安岩、安山岩、凝灰岩、凝灰 质板岩、碳质-泥质板岩夹细晶灰岩及岩屑长石砂岩、火山角砾岩等,系矿区主要地层。该套 地层被大面积出露的、呈"迷宫状"产出的加里东晚期安山玢岩-英安斑岩次火山杂岩体所侵 入(图1)。矿床定位于该杂岩体与凝灰岩接触带部位。



图 1 玉门市昌马乡车路沟山英安斑岩地质略图 (据甘肃省酒泉地质调查队资料修编, 1996)

Fig.1 Geologic map of dacite-porphyry body in Chelugou mountain, Changma, Yumen
1. 第四系; 2. 白垩系; 3. 石炭系; 4. 志留系; 5. 上奥陶统扣门子组; 6. 英安斑岩;
7. 石英二长闪长岩; 8. 花岗闪长岩; 9. 断裂; 10. 金矿床或矿点。
①车路沟碲金矿床; ②车路沟山北坡金矿点

1.2 构造对成矿的控制作用

车路沟碲金矿床控矿构造有区域断裂裂隙、同建造期古火山穹隆边缘继承性断裂裂隙、次 火山岩体边缘节理、裂隙及接触破碎带等。这些断裂裂隙在矿区表现为NWW、NEE、近EW 及近SN 向4组断层,具有十分明显的多期活动特征。①在成矿前为控岩断裂,安山玢岩-英 安斑岩杂岩体沿其侵入,形成形态极其复杂和不规则的岩株、岩枝及岩脉。②在成矿期,复 活断层与次火山岩体接触带断裂裂隙又成为热液活动的通道和矿石沉淀的场所,表现为石英 脉沿上述不同方向的断裂均有产出,但具工业意义的矿化石英脉均产于英安斑岩与凝灰岩内、 外接触带部位(图1、2),赋存于内接触带的有车路沟碲金矿床,赋于外接触带的有车路沟山 北坡金矿点,这暗示次火山岩体侵位构造及其派生裂隙对金矿形成的重要控制作用。③成矿 后断裂的反复活动,不仅使次火山岩体及石英脉发生错位,而且使矿化石英脉强烈破碎,以 锤击之即呈现松散钢化玻璃状或豆渣状。



Q 1 Ls 2 S1 3 Otf 4 Gr 5 - 6 7 7 8 0 9

图 2 车路沟碲金矿床矿区地质图

(据甘肃地勘局地质矿产调查队, 1994)

Fig. 2 Geologic map of Chelugou calaverite field

1. 第四系冲积物; 奥陶系: 2. 灰岩; 3. 板岩; 4. 安山-英安质凝灰岩; 5. 英安斑岩;

6. 石英脉; 7. 含金石英脉及矿体; 8. 断裂及编号; 9. 矿区范围

2 矿体地质

2.1 宏观地质

车路沟碲金矿床的矿体就是矿化之石英脉。据不完全统计,区内共圈定石英脉 253 条,仅 有 23 条作了地表取样、检查、评价(包括仅采个别捡块样进行分析)工作^①。经有关地质部 门勘探^{②③}及民采揭露,共圈出金矿脉 9 个,矿脉规模均较小,地表贫而深部富,品位及厚度 变化大,并常具膨缩弯曲、尖灭再现和分枝复合等变化特征(图 3)。矿体一般呈短小脉状及

① 酒泉地质矿产调查队.甘肃省北祁连西段铜铅锌金矿成矿带成矿远景区划报告.1994.

② 冶金工业部西北地质勘查局五队.甘肃省玉门市车路沟金矿床详查报告.1990.

③ 甘肃省酒泉地区黄金公司.甘肃省玉门市昌马乡车路沟金矿床地质勘查报告.1993.

串珠状,长 20~50 m,厚 0.5~2 m,平均品位 5×10⁻⁶~30×10⁻⁶。然而,在两脉交汇部位, 其厚度及品位成倍增大。如 V m 矿脉,在 1560 中段,自西向东,因与 V m 矿脉交汇,其厚度由 1 m 左右增至 3~4 m,而品位由 n×10⁻⁶~20×10⁻⁶剧增至 n·100×10⁻⁶,最高达 334×10⁻⁶。 同样,在 V s 矿脉西段,自下而上,该矿脉因与 V m 板 20×10⁻⁶~45×10⁻⁶。



图 3 车路沟碲金矿床 3 线地质剖面图 (据武警部队北京总部采矿队资料修编, 1997) Fig. 3 Geologic section of three line in Chelugou Te-Au deposit

1. 凝灰质板岩; 2. 英安斑岩; 3. 石英脉; 4. 矿体及编号

2.2 矿石矿物成分及金的赋存状态

矿石中硫化物含量低,经显微镜下鉴定及电子探针分析(表1),金属矿物主要有黄铜矿、 黄铁矿、斑铜矿、辉碲铋矿、含银自然金及银金矿等少数几种矿物;脉石矿物主要为石英、铁 白云石及少量绢云母。次生氧化物有铜蓝、孔雀石及褐铁矿。

表1 车路沟碲金矿床金矿物及载金矿物电子探针分析结果 (×10⁻²)

Tab. 1 Microprobe analysis results for gold and gold-bearing

· 1	•	01 1	m •	1 .	(10- 2	5
mmerals	m	Chelugou	le-Au	deposit	$(X 0)^{-1}$	·)
					(=	

样 号	矿 物	Au	Ag	S	Fe	Cu	$\mathbf{S}\mathbf{b}$	Pb	Zn	Te	Bi	As	Co	Ni	Cd	总 和
135–2	银金矿	89.04	9.82	0.04	0.02	0.10	0.04	0.00	0.00	0.37			0.00	0.12	0.37	99.91
135–2	辉碲铋矿	0.21	0.07	4.04	0.21	1.44	0.29	0.15		35.34	59.13	0.34	0.03		0.07	101.41
135–2	斑铜矿	0.00	0.15	25.88	14.09	57.73	0.05	0.19		0.06	0.02	0.07	0.03		0.03	98.40
135–2	黄铜矿	0.07	0.05	33.79	30.70	34.91	0.17	0.07	0.06	0.18			0.02	0.00	0.11	100.02

注: 由西安地质矿产研究所测试中心刘文峰测试. 仪器型号: JAX-733.

矿石中, 金以含银自然金及银金矿形式产出, 矿物呈不规则粒状、树枝状及片状, 粒径 一般为 10~70 μm, 最大达 300 μm。嵌布形式有 3 种: ①呈包裹体金产于褐铁矿、黄铁矿、黄 铜矿中。②分布于黄铜矿边缘,与黄铜矿呈共结边结构。③呈稀疏浸染状聚集于黄铜矿-石英 细脉边缘的石英或裂隙中。其中后者为富矿段黄铜矿-石英脉型矿石中金的主要赋存形式。

2.3 矿石的结构、构造

矿石结构主要为自形—半自形粒状结构、他形粒状结构、碎裂结构,其次为乳滴结构及交 代结构;矿石构造有星点状、细脉状、聚斑状、团块状及条带状构造。 2.4 成矿阶段

根据对矿脉矿物组合、穿插关系及矿石结构、构造的观察,将该矿床的成矿过程从早至 晚初步划分为3个阶段:①金-黄铁矿-石英阶段。②金-黄铜矿-辉碲铋矿-石英阶段。③黄铁矿-铁白云石-石英阶段。其中①阶段形成矿脉的主体,②、③阶段形成之细脉或网脉穿插叠加于 ①阶段脉体之上,但②阶段之细脉(或矿物组合)是否发育则是决定石英脉矿化强度的主要 因素。

2.5 围岩蚀变与矿化富集规律

该矿床围岩蚀变不发育,仅在脉体边缘形成一些宽 10~20 cm、无明显分带、呈断续分布 的蚀变透镜体,是热液充填脉型金矿床的典型蚀变特征。其蚀变类型有硅化、绢云母化、黄 铁矿化、绿泥石化和碳酸盐化等。鉴于该矿床围岩蚀变弱,故围岩蚀变类型对金矿化富集不 具重要控制作用。

通过观察分析及开采揭示,金矿化具如下富集规律:①位于凝灰岩与英安斑岩之内接触 带中的石英脉多为含金石英脉,产于板岩及砂板岩中的石英脉多为不含金石英脉。②金富集 于矿脉中下部,矿脉拐弯膨大、分枝复合处,尤其是两条(组)脉的交汇部位。③多期脉叠 加部位,特别是金-黄铜矿-辉碲铋矿-石英网脉发育部位常形成富矿体。④黄铁矿(褐铁矿)、 黄铜矿(孔雀石)含量增加,石英脉强烈破碎部位,金品位显著增高。

3 矿床成因

- 3.1 同位素组成及地质意义
- 3.1.1 氢氧同位素组成

用①、②阶段含金石英脉石英包裹体水提取液直接测定成矿溶液氢、氧同位素组成(表2),

表 2 车路沟碲金矿床含金石英脉中石英的 δ¹⁸O_{石英}和

石英包裹体水的 $\delta^{18}O_{H_{2}O}$ 、 $\delta D_{H_{2}O}$ (SMOW) 和 $\delta^{13}C$ (PDB)

Tab. 2 $\delta^{18}O_{g}$ of quartz and $\delta^{18}O_{H_{2}O}$, $\delta D_{H_{2}O}$ and $\delta^{13}C$ of inclusion water

序号	样号	测试矿物	Th/	$\delta^{\scriptscriptstyle 80}{}_{\mathrm{fr}}/$ ‰	$\delta^{18}\!\mathrm{O}_{\mathrm{H_2O}}$ /‰	$\delta \mathrm{D_{H_2O}}$ /‰	δ¹³C / ‰
1	97Zh-135-6	石英			- 5.86	- 57.5	- 2.28
2	97Zh-135-2	石英	173. 5 ~ 199. 4		- 2.30	- 41.8	- 8.54
3	97Zh-135-7	石英	137.6		- 6.58	- 58.2	- 1.32
4	97Zh-134	石英	163.1	13.6	- 1.51*		

in quartz from Chelugou Te-Au deposit

注: 由宜昌地质矿产研究所五室测试; * 为计算值。

δ¹⁸O_{H20}为- 6.58‰~- 2.30‰,均值-4.91‰,δD为- 58.2‰~- 41.8‰,平 均值为- 52.5‰。

成矿流体中如此低的 δ^{18} O 值显然 指示成矿介质以大气降水为主,但按大 气降水 δ D 与 δ^{18} O 的关系式 δ D = $8\delta^{18}$ O + 10 (Craig, 1961),与其对应的大气降 水的 δ^{18} O 应为-7.8‰左右,此值比成 矿溶液的最低 δ^{18} O 值还低,又表明成矿 介质中有岩浆水的混入。

在 δD-δ¹⁸O 图上 (图 4),其投点范 围明显不同于黑龙江团结沟、吉林五凤 以及美国西内华达典型低硫型浅成低温 热液金银矿床,而与吉林小西南岔和福 建紫金山斑岩-高硫型浅成低温热液 Cu-Au 系列矿床氢、氧同位素组成近于 一致,说明车路沟碲金矿床成矿流体的 氢、氧同位素组成同样受到深部岩浆水 的交换。

与之相比,车路沟碲金矿床氢、氧 同位素组成更靠近大气降水线,反映其 受岩浆水交换相对较弱,故成矿介质水 以大气降水为主,混合有少量岩浆水,具 有与斑岩有关 Cu-Au 系列矿床,即斑岩 型-浅成低温热液型系列金矿床近低温 端员矿床之流体成分特点。

3.1.2 碳同位素组成

含金石英脉 3 件石英单矿物流体包 裹体的 CO₂ 和 CO 的 δ¹⁸C_{PDB}值(表 2) 变 化范围 为- 8.54‰~1.32‰,平均-



图 4 车路沟碲金矿床成矿热液氢、氧同位素 组成及其与不同类型金矿床同位素组成对比 (据奥尼尔等, 1974; 张理刚, 1983; 陈仁义等, 1993; 芮宗瑶等, 1995; 张德全等, 1993 原图及资料编绘) Fig. 4 The composition of H and O isotope of hydrothermal ore-forming solution between Chelugou Te-Au deposit and different types

of gold deposit

 吉林五凤金矿床; 2. 黑龙江团结沟金矿床; 3. 福建 紫 金山金矿床; 4. 吉林小西南岔金矿床; 5. 美国内华 达州: TON. 汤讷帕; BODIE. 榜迪; S. 桑尼赛德; M. 曼哈顿; R. 拉华迪; A. 奥罗拉; J. 乔别德; TRADE. 特拉德多拉; W. 万得; C. 科莫斯托克; G. 吉尔帕特; P. 帕丘卡; B. 牛蛙; T. 坦迈尔; B. 亨博尔特; 6. 车 路沟碲金矿床

4.03‰,与深源岩浆成因碳同位素组成^[1]近于一致,但较后者略富集¹³C,暗示着碳的来源中 有海相碳酸盐成分。

由此可以推断容矿英安斑岩或其同源深成侵入岩和上奥陶统扣门子组灰岩均为矿床提供 了碳源,但以前者为主。

3.1.3 硫同位素组成

主成矿阶段②矿脉中黄铁矿和黄铜矿 (4 件)的 δ^{14} S 值变化范围为-3.84‰~3.20‰,平均+0.90‰。Ohmoto (1972)认为在硫化物单一的情况下,可用矿物 δ^{34} S 的平均值近似代替 热液的总硫同位素组成。车路沟蹄金矿床矿物组合简单,如果矿物硫同位素平均值+0.90‰

代表初始硫,则成矿系统总硫接近于陨石硫。因此,矿石硫主要由英安斑岩或深部岩浆房提供,类似于吉林延边地区斑岩型-浅成热液型金铜矿床的深源硫同位素组成^[2]。

3.1.4 锶同位素组成

含金石英脉成矿流体(包裹体水)的(⁸⁷Sr/⁸⁶Sr);值为0.7058,该值与大陆内部源自上 地幔的斑岩 Cu-Au 矿母岩体的初始值(<0.7055)^[3]近于一致,更与新疆东天山晚古生代岛 弧区与次火山英安斑岩杂岩体有关、成矿物质源于深部的西滩低温热液石英脉型金矿床成矿 流体(⁸⁷Sr/⁸⁶Sr);值(0.7049~0.7059)完全吻合^[4,5]。证明成矿物质源自下地壳或上地幔, 与矿床所处的岛弧构造环境吻合。

3.2 石英包裹体信息

镜下观察,含矿石英脉石英中的流体包裹体数量多,体积差别较大,长轴从 $1 \sim 2 \mu_m$ 至 $10 \sim 15 \mu_m$ 不等,但大多数集中于 $5 \sim 10 \mu_m$ 之间。包裹体形状大多为不规则管状、多边形、纺缍形及三角形等,少数较规则者呈圆形、椭圆形及菱形。包裹体总体呈随机分布和沿裂隙分布 2 种,后者为次生成因。

包裹体有 3 种类型, 即液体包裹体、气液包裹体和 CO² 包裹体。气液包裹体中气相占 5% ~ 10%, 个别达 20% ~ 30%。激光拉曼探针分析结果 (表 3) 表明, CO² 包裹体中除 CO² 外, 还含有一定量的 CO、CH⁴、H²S、SO² 和 H²。气液包裹体含盐度 (表 4) 为 9.37% ~ 11.83%; 成矿流体密度 0.982 ~ 1.006 g/ cm³, 密度较高; 均一温度为 137.6~199.4 , 温度变化范围 不大, 总体属低温热液范围。

表 3 车路沟碲金矿床 CO₂ 包裹体气、液相成分分析结果

Tab. 3 Analysis results of gaseous and liquid compsition of CO2

样号		4	1 相 (%)	ŧ		液相(%)			
	CO_2	H_2S	CH_4	CO	H_2	CO_2	H_2S	CH_4	SO_2
97Zh-135-2	683		19.6		12.1	66. 1	13.2	20.7	19.2
97Zh-134-4	26.1	10. 2	6.2	57.5		70.5	14.5	15	

inclusion in the quartz from Chelugou Te-Au deposit

注: 由西安地质矿产研究所测试中心王志海测试; * 摩尔数的相对百分含量.

表4 车路沟碲金矿床流体包裹体均一温度、盐度及盐水密度

Tab. 4 Analysis results of homogenization temperature and salinity and density of fluid inclusion in the quartz from Chelugou Te-Au deposit

	主矿物	均一温度()	盐度 [w (NaCl) _{eq} %]	密度 (g/cm ³)
97Zh-135-2	石英	199. 4	11. 83	0. 986
97Zh-135-2	石英	176.5	9.37	0.993
97Zh-135-7	石英	137.6	11.23	1.006
97Zh-134-4	石英	163.1	9.98	0.982

注: 由西安地质矿产研究所火山岩中心徐学义测试, 1998.

车路沟碲金矿床石英包裹体的上述特征表明,其成矿流体的总特征为低温、气液比低、密度较高、并含有较高 CO² 的 H²O -CO²-NaCl (KCl) 体系。具有浅成低温热液金矿床成矿流体的成分特点。

3.3 矿化元素组合

矿石物质组合,特别是微量元素是成矿物质来源的指示剂,元素组合及含量往往代表其 来源的深浅。车路沟碲金矿床含金石英脉中与自然金共生的硫化物和硫盐主要为黄铁矿、斑 铜矿、黄铜矿和辉碲铋矿,矿化元素组合属 Au-Cu-Bi-Te型,Te是一种亲地幔和地核元素, 只有在与地幔成岩成矿作用有关的矿床,诸如块状硫化物矿床、斑岩铜金矿床、与深成岩有 关的金矿床中才可形成大量的碲化物^[5]。车路沟碲金矿床矿石中辉碲铋矿独立矿物的出现表 明成矿流体中碲含量较高,显示了成矿物质的地幔来源。矿石组合样分析^①显示,矿石中伴生 及微量元素含量:Cu0.123%、Pb0.012%、Zn0.05%、WO₃0.04%、Bal.1%、Mn0.022%、 Ni0.03%、Sb0.0001%。矿石中较高的Cu和W含量表明了含金石英脉与深成(型)花 岗岩或同源浅成斑岩具亲缘性,从而也揭示了成矿元素的深源岩浆属性,即与容矿英安斑岩 具同源性。

3.4 成岩成矿时代及其地质意义

采用锆石 U -Pb 法和石英包裹体 Rb-Sr 等时线法分别对容矿英安斑岩的成岩年龄及含金 石英脉矿化时代进行了测定。获得英安斑岩锆石 U -Pb 和谐曲线年龄为 427.7±4.5 Ma,含金 石英脉 Rb-Sr 等时线年龄为 253±61 Ma。单从同位素测年结果分析,前者侵入时间为加里东 晚期,正处于北祁连山碰撞造山阶段;后者矿化时代为华力西晚期,属北祁连山陆内造山阶 段。成岩与成矿横跨两个地质时期,时差达 174 Ma,很显然,二者之间似乎无直接成因联系, 但是,宏观地质特征显示,车路沟山一带的含金、铜石英脉主要分布于车路沟山英安斑岩、奥 陶纪火山岩及志留纪地层中,石炭、二叠纪地层中极少见,推断金矿化时代应在志留纪以后, 石炭纪以前,即 350~410 Ma 之间。

车路沟碲金矿床矿化时代的上限不会超过 410 Ma,其与容矿英安斑岩成岩时差大于 17 Ma。这种成岩与成矿间的地质间断和大时差不仅符合与斑岩有关的金矿成矿地质特点^[7],同 时更进一步表明金矿与其有成因关联,时空相随的斑岩类侵入体为同源关系而非后者衍生出 金矿^[8,3]。因此,车路沟碲金矿床容矿英安斑岩可能主要为矿床定位提供了容矿空间,当然也 并不排除其提供了部分成矿物质。

4 矿床成因与成矿模型

综上所述,车路沟碲金矿床含金石英脉在空间上与英安斑岩有联系,成岩与成矿时差较大;矿体均为呈大脉状产出的含金石英脉;成矿方式以充填作用为主;围岩蚀变以绢云母化、绿泥石化、硅化为主,且不发育;成矿介质水为中-高盐度的大气降水,混合有少量岩浆水,成矿是在< 200 的低温条件下进行的,石英结晶颗粒粗大,其中的包裹体个体较大,类型复杂,含有较多的 CO₂ 包裹体;与金共生的金属矿物有黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿、辉碲铋矿等;

① 冶金工业部西北地勘局五队.甘肃省玉门市车路沟金矿床详查报告.1990.

硫、锶、碳稳定同位素及微量元素示踪成矿元 素具幔源属性; 矿化元素组合为 Au-Cu-Bi-Te 型等。

凡此种种现象,均表现出其与斑岩型 Cu-Au 系列矿床之近地表低温热液脉状金 矿床具可类比性。因此,车路沟碲金矿床成 因类型应为与斑岩有关的低温热液型碲金矿 床。

根据车路沟碲金矿床的上述地质地球化 学特点,建立了如图5的成矿理想模型示意 图。

志留纪,即北祁连山碰撞造山早期的次 火山-深成岩浆活动,昌马古火山穹隆体中的 早期火山通道、环状及放射状裂隙被浅成-超浅成斑岩充填,形成车路沟山一带的英安 斑岩-安山玢岩杂岩体。岩体固结定位后,由 深部岩浆源分异出的富含Au、Te、Cu成矿 元素和CO₂、SO₂、H₂O等挥发组分的含矿热 液沿控岩构造裂隙带上升,不断从沿途已固 结的英安斑岩及围岩中萃取成矿物质,并与 大量大气降水混合,形成以大气降水为主的



图 5 车路沟碲金矿床成矿理想模型示意图 Fig. 5 Sketch map of metallogenic and ideal model for Chelugou Te-Au deposit

成矿热液,这种成矿热液向近地表减温、减压带迁移,并汇聚于英安斑岩顶部内、外接触带 附近张性构造裂隙中,由于外界条件改变,导致热液中成矿元素沉淀形成含金石英脉。

参考文献:

- [1] 张理刚.稳定同位素在地质科学中的应用 [M].西安:陕西科学技术出版社, 1985.
- [2] 芮宗瑶,张宏涛,王龙生,等.吉黑东部斑岩型-浅成热液型铜金矿床多重成矿模型[J].矿床地质, 1995,14(2):174-183.
- [3] 李颖,刘连登.斑岩型金矿床成因模型 [A].中国金矿床进展与思考 [C].北京:地质出版社, 1996.46-56.
- [4] 杨建国.东天山西滩金矿地质特征与成矿条件 [J]. 矿床地质, 1998 (增刊): 349-352.
- [5] 李华芹,谢才富,常海亮,等.新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学[M].北京:地质出版 社,1998.
- [6] 陈毓川,毛景文,骆耀南,等.四川大水沟碲(金)矿床地质和地球化学[M].北京:北京原子能出版社,1996.
- [7] 张贻侠,寸珪,刘连登,等.中国金矿床进展与思考 [M] .西安:陕西科学技术出版社,1985.
- [8] 刘连登.同源成矿说 [A].岩浆热液矿床成因新认识.国际金矿地质与勘查学术会议(ISEGE) [C].1989.

The geological features and genetic pattern of Te-Au deposit related to porphyry in North Qilian Mts.

YANG Jian-guo, MA Zhong-ping, REN You-xiang, LI Zhi-pei, SONG Zhong-bao

(Xi an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi an 710054, China)

Abstract: Chelugou gold deposit is the first Te-Bi-Au deposit related to porphyry found in North Q ilian orogenic belt. The gold deposit forms in post-volcanic intermediate-acidic intrusive rocks of island arc, and directly occurs in hypabyssal-ultrahypabyssal dacite-porphyry. The diagenetic age is 427.7 ± 4.5 M a, and the metallogenetic age is 350 ~ 410 M a. The research indicates that the deposit could be produced by mixing with magmatic hydrothermal and atmospheric water. After magma positioning and solidifying, the magmatic hydrothermal differentiated from deep magma chamber (source), riching in metallogenic elements of Au, Te, Cu and volatile components of CO₂, SO₂, H₂O, ascends through tectonic fissures, mixed with atmospheric water, and constantly extracts ore-forming matter from solidified dacite-porphyry and adjoining rocks. Generally, the metallogenic fluid is a kind of low temperature, less vapor phase, medium-high-density, higher-salinity H₂O-CO₂-NaCl (KCl) system. The genetic type of the deposit is a hypabyssal epithermal Te-Au deposit related to porphyry.

Key words: porphyry; Te-Au deposit; hypabyssal epithermal; metallogenetic pattern; Gansu; North Qilian Mts.