

# 青海果洛龙洼金矿床金的赋存状态研究

杨小斌, 杨宝荣, 王晓云

(青海省有色地质勘查局八队, 西宁 810012)

**[摘要]**果洛龙洼金矿床物质组成简单,属少硫化物型,金属矿物含量约5.4%,脉石矿物含量约94.6%。载金矿物以石英和黄铁矿为主,金矿物有银金矿和自然金,在矿石中分布很不均匀,以裂隙金和粒间金为主要赋存形式。金矿物粒度较细。

**[关键词]**少硫化物型金矿石 赋存状态 果洛龙洼金矿床 青海

**[中图分类号]**P618.51 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2006)05-0057-03

果洛龙洼金矿床位于青海省都兰县城南东约98km处,属都兰县沟里乡管辖。矿区地理坐标:东经98°19'09"~98°21'48",北纬35°42'30"~35°43'40"。矿床处于柴达木盆地东南缘、东昆仑南坡雪山峰—布尔汗布达成矿带北缘的昆中变形带中,赋矿地层为下石炭统哈拉郭勒组(图1)。矿床成因类型属于受韧性剪切带控制的变质热液型金矿<sup>[1-2]</sup>。该矿通过国土资源大调查项目发现,经青海省有色地质八队工作,目前矿区内共圈出金矿体6条,长80~1100m,宽1~4m,最宽11.2m,平均品位 $2.46 \times 10^{-6}$ ~ $20 \times 10^{-6}$ 。其中I号矿体规模最大,长1100m,宽1~4m,平均品位 $9.0 \times 10^{-6}$ 。通过详查,I号矿体3740m标高以上提交金资源储量4775kg<sup>[3]</sup>。已于2004年建矿生产,日处理矿石量100t,目前主要开采I号矿体。矿区及外围的地质勘查工作仍在进行,预计矿床规模可达中—大型<sup>[4]</sup>。

## 1 矿石物质组成

### 1.1 矿石类型

果洛龙洼金矿床矿石有含金石英脉型和蚀变构造岩型两大类,以含金石英型矿石为主,约占矿石总量的90%以上,呈脉状、透镜状产出于近东西向的韧性剪切构造带中,产状与剪切带内构造滑动面趋于一致。蚀变构造岩型矿石数量较少,根据岩石类型进一步分为蚀变碎裂岩型矿石、蚀变千糜岩型矿石和蚀变超糜棱岩—糜棱岩矿石。根据矿石氧化程度又可分为氧化矿石、混合矿石及原生矿石,其中氧化矿石占主导地位,混合矿石及原生矿石自3780m中段I号矿体中部出现后,向下呈明显增加的趋势,且原生矿石含量显著增加。

由于该矿床矿石中金属矿物尤其是与金关系密

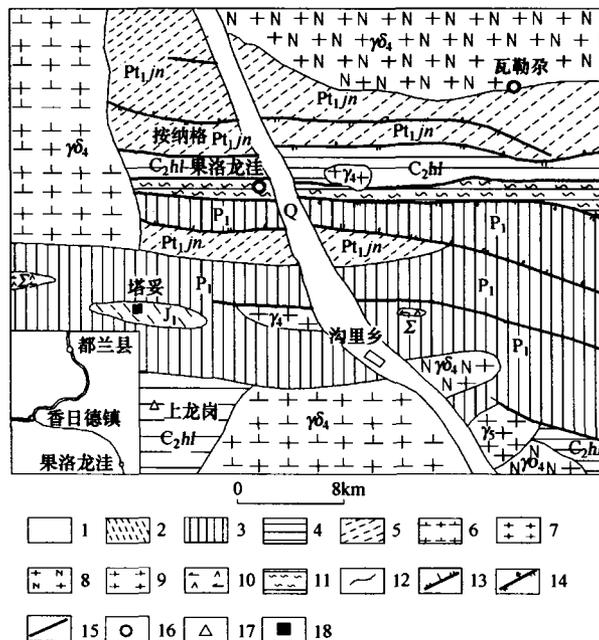


图1 果洛龙洼金矿床区域地质略图

- 1—第四纪冲积、洪积物;2—早侏罗世砂岩、页岩及泥质灰岩;
- 3—早二叠世长石石英砂岩、千枚岩及安山岩;4—下石炭统哈拉郭勒组泥石英片岩、板岩及千枚岩;5—下元古界金水口群片麻岩及大理岩;6—华力西期花岗岩闪长岩;7—华力西期花岗岩;
- 8—华力西期斜长花岗岩;9—印支期花岗岩;10—斜辉橄辉岩;
- 11—韧性剪切带;12—地质界线;13—正断层;14—逆断层;15—性质不明断层;16—金矿;17—铁矿;18—煤矿

切的金属硫化物含量较低,约为3%,矿石工业类型应属少硫化物型金矿石。

### 1.2 矿石矿物组成

通过对原矿综合样X—光粉末衍射发现其脉石矿物主要为石英,其次为白云石及方解石,少量钠长

[收稿日期]2006-01-04; [修订日期]2006-03-27; [责任编辑]曲丽莉。

[基金项目]中国地质调查局项目(编号:20021020009)资助。

[第一作者简介]杨小斌(1972年—),男,1990年毕业于西安矿业学院,获学士学位,工程师,现主要从事矿产勘查工作。

石,脉石矿物含量约为94.6%。金属矿物含量少,约为5.4%。显微镜观察发现金属矿物主要为金属硫化物,其次为少量的氧化矿物。金属硫化物以黄铁矿为主,黄铜矿次之,少量方铅矿、闪锌矿等。氧

化矿物主要为磁铁矿和褐铁矿,少量的孔雀石、黄钾铁矾、铅黄等。金矿物主要为银金矿和自然金。表1列出了矿石的矿物组成及含量<sup>[5]</sup>。

表1 果洛龙洼金矿床矿石的矿物组成及含量

矿物组成	主要矿物		次要矿物		少(微)量矿物			
	矿物名称	含量/%	矿物名称	含量/%	矿物名称	含量/%		
金属矿物	黄铁矿(褐铁矿)	1.99	黄铜矿	0.30	方铅矿	0.20		
	磁铁矿	2.41			闪锌矿	0.20		
脉石矿物	石英	82.50	白云石	9.40	其他	0.30		
					方解石	1.70	钠长石	0.50
							重晶石	0.30
							铅石	0.20

资料来源:北京矿冶研究总院,2005。

### 1.3 矿石结构、构造

矿石结构主要为:自形-半自形晶粒状结构、半自形-他形晶粒状结构、压碎结构、包含结构、充填结构、交代残余结构及交代假象结构等。矿石构造主要为:细脉-网脉状构造、星散浸染状构造、蜂窝

状构造、团块状构造、条带状构造等。

### 1.4 矿石化学成分

原矿多元素分析结果见表2。矿石中银含量为 $7.22 \times 10^{-6}$ ,可作为伴生组分综合利用。铜铅锌等含量低,无利用价值。

表2 果洛龙洼金矿床原矿多元素分析结果表

成分	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	Mo	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	C	As
含量	5.56	7.22	0.018	0.034	0.015	1.76	0.01	89.94	0.70	3.44	0.28	0.22	0.0036

注:①分析单位:北京矿冶研究总院,2005;②表中 $\omega(\text{Au, Ag})/10^{-6}, \omega_{\text{B}}/\%$ 。

## 2 金的赋存状态

### 2.1 金矿物在矿石中的分布

矿石中金矿物主要为银金矿,次为自然金。矿石中自然金约占金矿物总量的10%,银金矿占90%。经对30粒原矿综合样磨矿产品中发现的金粒进行测定,银含量小于15%的3粒,含银高者可达43.13%,低者为13.26%,一般金粒含银在20%~30%之间。矿石中银金矿平均含银25.03%,自然金平均含银8.86%。金的主要载体矿物有石英、黄铁矿,在氧化带中还有褐铁矿。金矿物在矿石中形态复杂,分布很不均匀,其分布形式以裂隙金和粒间金为主,包裹金较少。粒间金呈浸染状零星分布于石英中,形状多为不规则粒状、枝杈状、蠕虫状,少数为乳滴状。裂隙金呈微细脉状、长条状、棱角状及片状分布,其形状受脉石矿物及矿石矿物裂隙限制,在硅化强烈的矿石中可见到明金颗粒,局部沿裂隙可形成明金细脉。包裹金主要以不规则粒状分布于石英及黄铁矿晶粒中。金矿物在矿石中的赋存状态及分布情况见表3。

### 2.2 金矿物的粒度

通过显微镜对90粒金粒观察,矿石中金矿物的粒度约85%在0.010~0.074mm之间,在0.020~0.043mm粒级中数量最多,小于0.010mm的微粒金其比例也占到11.34%,矿石中金矿物以中细-微

粒金为主<sup>[6]</sup>。金矿物粒度与矿体赋存标高间有一定联系,在地表及矿体中浅部,金矿物颗粒相对粗大,明金较为常见,最大金粒粒径可达数毫米。深部矿体中明金则极为少见,且粒度极细。金矿物粒度及其分布情况见表4。

表3 果洛龙洼金矿床矿石中金的赋存状态

金的赋存状态	相对含量/%	
包裹金	石英及其他脉石中包裹	9.27
	黄铁矿包裹	5.16
粒间金	石英及其他脉石中粒间	30.93
裂隙金	石英及其他脉石裂隙	41.24
	黄铁矿裂隙	13.40

测试单位:北京矿冶研究总院,2005。

### 2.3 主要载金矿物的特征

黄铁矿( $\text{FeS}_2$ )是该矿床最主要的金属硫化物。颜色为浅黄色-铜黄色,其中矿体中的黄铁矿颜色多为铜黄色、橘黄色,颜色深,含金高。非矿体中的黄铁矿颜色多为黄白色,含金低。矿石多呈自形、半自形或他形晶粒状结构。粒度细小,大于1.0mm的较少,多数在0.01~0.51mm之间。黄铁矿裂隙较为发育,裂隙中常充填黄铁矿、黄铜矿和方铅矿,局部可见自然金充填其中。褐铁矿多在黄铁矿的边界处形成。依据黄铁矿在矿石中的产出特点及相互关系,可将其划分为早、中、晚3期,早期和晚期黄铁矿在矿石中含量较少,以自形、半自形晶粒为主,晶形

表4 果洛龙洼金矿床金矿物粒度分布率

粒级/mm	<0.010	0.010~0.020	0.020~0.043	0.043~0.074	>0.074	%
石英中	8.59	20.27	24.05	23.37	5.16	81.44
黄铁矿中	2.75	3.78	12.03	-	-	18.56
总计	11.34	24.05	36.08	23.37	5.16	100.00

资料来源:北京矿冶研究总院,2005。

完好,可见立方体和五角十二面体,其含金性较差或基本不含金;中期黄铁矿多为他形或半自形晶体,颗粒细小,粒径为0.01~0.3mm,该期黄铁矿与金矿物的关系最为密切,是矿石中金的主要载体矿物。

石英(SiO<sub>2</sub>)是该矿床最主要的脉石矿物,黄褐色、灰白或乳白色、烟灰色,油脂光泽,可分为早、中、晚3期。载金石英为中期形成,粒度细小,以隐晶质、显微隐晶质或晶簇、晶芽状分布于矿石中。其中前者粒径约0.01~0.3mm;后者粒径一般在0.05~0.5之间。早期石英颗粒粗大,呈他形晶粒状或晶芽状,最大粒径可达10mm,因含有较多包裹体而颜色浑浊;晚期石英颜色纯净,呈半自形-他形晶粒状分布,粒径0.03~0.3mm,多形成细脉交代穿切早、中期石英。早、晚期石英含金性较差。

### 3 矿石的加工与选冶性能

经北京矿冶研究总院进行的矿石可选性实验,

采用全泥氰化工艺,金的浸出率可达90%。

浮选试验对矿石进行了-0.074mm粒级分别占55%、65%、75%、85%、90%的磨矿细度试验,结果表明,随磨矿细度的提高,金的回收率由70.04%到78.62%,呈上升的趋势,适当细磨有利于提高金的回收率。对矿石进行了粗磨(-0.074mm粒级占65%)和细磨(-0.074mm粒级占90%)两种不同磨矿细度条件下的强化浮选与异步浮选对比试验,取得了较好的选矿指标,金的回收率可达87.33%和88.10%,说明矿石具有较好的加工技术性能。

由于青海环保要求的提高,严禁矿山使用氰化物,目前矿山选矿采用二段一闭路碎矿、一段闭路磨矿、一粗三扫二精的单一浮选流程,最终产品为浮选金精矿。浮选金精矿主要成分见表5。

### 4 结论

1) 果洛龙洼金矿床矿石属少硫化物型金矿石,

表5 果洛龙洼金矿床金精矿主要化学成分

成分	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C
含量	287.5	220	0.98	0.20	0.30	18.10	13.24	46.24	7.72	1.42

注:①分析单位:北京矿冶研究总院;②表中 $\omega(\text{Au, Ag})/10^{-6}$ ,  $\omega_{\text{B}}/\%$ 。

金属矿物含量较低,约为5.4%。金矿物主要为银金矿及自然金。载金矿物以石英及黄铁矿为主。

2) 金矿物主要以裂隙金和粒间金的形式赋存在矿石中,包裹金较少。

3) 金矿物粒度以中细-微粒金为主,粒径约0.010~0.074mm,局部可见到明金。

4) 果洛龙洼金矿床矿石属易选矿石,通过浮选金的回收率可达85%以上。选矿时加强细磨有利于金的回收。

#### [参考文献]

- [1] 陈旺,陈树民,杨小斌. 青海东昆仑造山带沟里地区金矿找矿前景[J]. 矿产与地质,2003,8(增刊):386-388.
- [2] 丁清峰,孙丰月. 专家证据权重法及其在东昆仑地区的应用[J]. 地质与勘探,2005,41(4):88-94.
- [3] 邹定喜,郭林,周金喜. 青海省都兰县果洛龙洼金矿I号矿体37~18线3740米标高以上详查报告[R]. 2005.
- [4] 杨小斌,刘洪川. 东昆仑造山带都兰县沟里地区金矿成矿特征及找矿潜力分析[J]. 青海国土经略,2005,11(4):32-35.
- [5] 北京矿冶研究总院. 青海省果洛龙洼金矿选矿试验研究报告[R]. 2005.
- [6] 黄振卿. 简明黄金实用手册[M]. 长春:东北师范大学出版社,1991:18-20.

## GOLD OCCURRENCE IN GUOLUOLONGWA GOLD DEPOSIT OF QINGHAI PROVINCE

YANG Xiao-bin, YANG Bao-rong, WANG Xiao-yun

(No. 8 Team, Qinghai Bureau of Geology and Mineral Resources for Non-ferrous Metal, Xining 810012)

**Abstract:** Material composition of the Guoluolongwa gold deposit is simple and classified into low-sulfide type. The contents of ore and gangue minerals are about 5.4% and 94.6% respectively. The main gold-carrying minerals are quartz and pyrite. Gold exists as electrum and natural gold. Distribution of gold in ores are bad, and gold with relatively fine occurs as fracture gold and intergranular gold.

**Key words:** ore with low sulfide content, gold occurrence, Guoluolongwa gold deposit, Qinghai