文章编号:1007-3701(2006)04-0022-04

甘肃东海金矿床地质特征及开发利用

李映杰

(甘肃有色地质勘查局四队,甘肃 张掖 734012)

摘要:东海金矿床位于甘肃北山重要的Au,Ag多金属成矿带上,为一含伴生Ag的多金属金矿床。具长期活动特征的花牛山-察客尔呼都格压扭性断裂横贯成矿带,成矿的有利位置为大断裂及次一级断层、层间裂隙,断裂控矿十分明显。主要矿石类型为破碎蚀变岩型(据氧化程度不同,又分为氧化矿和原生矿)、石英脉型。目前黄金生产只对氧化矿采用堆浸法提金,贵液吸附工艺由原来的活性炭吸附法,改用锌粉置换沉淀法后,使贵液中的Au和Ag得到了充分的回收利用,对原生矿的开发利用则需要进一步的研究。

关 键 词:金矿;多金属成矿带;锌粉置换沉淀法;甘肃

中图分类号:P618.51 **文献标识码**:A

东海金矿床位于甘肃省肃北县境内,大地构造位置位于阴山-天山纬向构造体系西段-天山纬向构造带东端的柳园-天仓褶断带中,横贯花牛山-察客尔呼都格Au,Ag多金属成矿带的花牛山-察客尔呼都格压扭性断裂通过矿区。该带为甘肃北山地区重要的Au,Ag,Pb,Zn等多金属成矿带[1],典型矿床有产于奥陶系中的东海金矿床、花牛山金矿床、花牛山铅锌银矿床、寒武系中的南泉银金矿床。该矿床目前处于普查找矿阶段,研究程度较低。

1 矿区地质特征

东海金矿床位于花牛山-察客尔呼都格多金属成矿带中,区内出露地层除第四系冲积、洪冲物外,主要为奥陶系上统白云山组灰岩、板岩、安山岩、英安岩、细碧岩、玄武岩、火山碎屑岩,整体呈近EW向展布,构成一向南倾的单斜层,倾角50°~70°;矿区共圈定出矿脉27条,根据矿脉的产出状态和矿石类型可划分为北、中、南三个成矿带。其中20条矿脉分布在北矿带,中、南两个成矿带工作程度较低。(图1)。

矿区岩浆活动频繁,侵入作用强烈,侵入岩规模大小不等,岩性复杂,主要出露有华力西中期花岗闪长岩和华力西晚期的二长花岗岩,呈岩脉、岩株、岩基状产出。

从表1可以看出,岩浆岩里特曼岩系指数σ均<3.3,按里特曼对火山岩系化学属性划分上述岩石均属钙碱性岩系,太平洋型。将各样品之间A、R值投入莱特岩系碱度率图解中,均落于钙碱性区,故本区侵入岩属钙碱性岩石。

矿区脉岩主要是石英脉和云煌岩脉,石英脉主要侵入于安山岩,二长花岗岩中,属岩浆期后石英脉,云煌岩脉主要侵入于英安岩中。

矿区内与破碎蚀变岩型金成矿关系密切的侵入岩为花岗闪长岩和二长花岗岩,形成于华力西中晚期,成矿与成岩时代基本一致或略晚,矿区内所见与石英脉型金成矿关系密切的侵入岩为黑云母钾长花岗岩。

矿区内广泛发育的构造主要为柳园-天仓断裂带内的具有长期活动特征的花牛山-察客尔呼

收稿日期:2006-05-06
作者简介:李映杰(1962—),男,汉族,工程师,从事地质找矿及矿产开发和管理工作.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　东海金矿床北矿带岩石化学分析结果

Table 1　Chemical analysis of the whole rock of the north ore belt of Donghai gold deposit　w_B /10^{-2}

序号	岩石名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	H_2O^+	H_2O^-	烧失量	Σ
1	玄武岩	50.17	0.89	19.23	2.80	3.67	0.30	7.22	7.61	1.53	3.71	0.25	2.55	0.16	2.64	102.73
2	火山碎屑岩	63.32	0.55	16.44	2.76	2.12	0.13	3.10	2.46	2.35	3.55	0.22	2.23	0.22	2.97	101.42
3	安山岩	62.57	0.67	14.36	0.66	4.54	0.15	5.36	0.78	4.67	0.54	0.28	1.02	0.26	4.25	100.11
4	细碧岩	44.90	0.47	10.73	3.69	0.55	0.39	9.56	23.96	2.81	0.54	0.18	1.35	0.26	3.81	103.19
5	英安岩	73.33	0.40	10.52	0.82	1.74	0.15	2.28	2.26	3.46	1.49	0.16	0.27	0.17	1.94	99.99
6	云煌岩	47.30	0.68	11.35	1.97	0.80	0.38	9.92	9.34	4.34	0.31	1.24	2.19	0.19	9.26	102.63

注:样品由甘肃有色地质勘查局四队化验室分析测试, 2003.

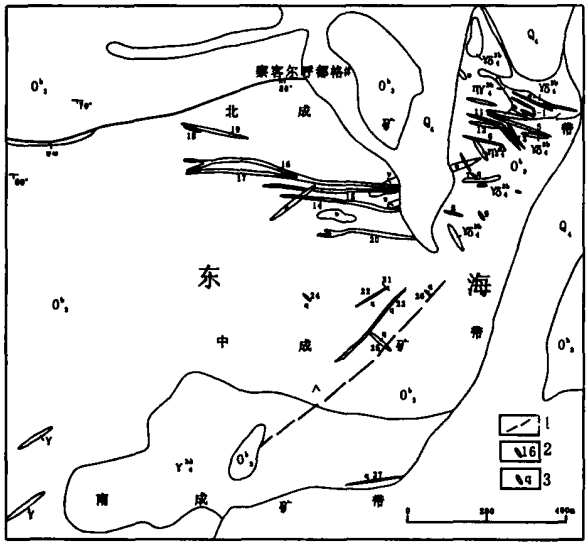


图 1　东海金矿床地质简图

Fig. 1　Geological sketch of Donghai gold deposit

Q_4 - 第四系; O_3^b - 奥陶系上统白云山组,板岩、安山岩、凝灰岩; $\eta\gamma_4^{2b}$ - 斑状二长花岗岩; $\gamma\delta_4^{3b}$ - 花岗闪长岩; δ_4^{2a} - 闪长岩、石英闪长岩; γ_4^{2d} - 黑云母花岗岩; ν - 辉长岩脉; ψω - 蛇纹岩脉; γ - 花岗斑岩脉; 1. 断层; 2. 金矿体及编号; 3. 石英脉

都格大断裂及次一级断层 (表现为破碎蚀变带),层间裂隙以及 NNW 向扭性断层 (表现为破碎蚀变带),它们控制了矿体的空间展布,断裂控矿特征十分明显,这些破碎蚀变带则是矿体或矿化体的产出部位。矿石类型分为破碎蚀变岩型和石英脉型。

2　矿体特征及围岩蚀变

2.1　矿体特征

目前开发利用的北矿带 20条矿体,平面上成群展布,矿石类型主要为破碎蚀变岩型,其次为石英脉型。破碎蚀变岩型据氧化程度,可分为氧化物型和硫化物型 (原生矿),其分界线大致在潜水面处 (垂深约 15～20 m 处),氧化矿发育在现代潜水面以上,由表生作用形成。

矿体多呈透镜状、串珠状或脉状赋存于蚀变英安岩、花岗闪长岩和二长花岗岩中,矿体产状较陡,部分近于直立,主要受近 NW 向断裂所控制。矿体长度一般在 20～200 m 之间,厚度在 0.5～3.0 m 之间,由于受破碎带控制,矿体与围岩界线明显。

矿石中金属矿物为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、毒砂、褐铁矿。脉石矿物主要为石英、斜长石、绿泥石、角闪石、钾长石、少量绢云母,矿石中金属矿物因成矿岩石的不同而略有不同。

矿石中 Au是以微晶形式包裹在黄铁矿、褐铁矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿等硫化物中,黄铁矿是重要的载金矿物,特别是五角十二面体和针状的黄铁矿与矿化关系密切,多已被氧化为褐铁矿,石英脉中的 Au以微细粒赋存于石英的颗粒间及裂隙中。

矿石结构主要有自形 - 半自形 - 它形粒状结构、溶蚀结构、交代残余结构、压碎结构。矿石构造主要为细脉浸染状、稀疏浸染状、网脉状、脉状、斑点状构造。

2.2　矿化及围岩蚀变

矿脉两侧围岩蚀变较发育,主要有硅化,黄铁矿化 (褐铁矿化)、方铅矿化、闪锌矿化、绢云母化、铬云母化、绿泥石化、铁碳酸盐化、钾长石化,其次为黄铜矿化、高岭土化等。

其中硅化、黄铁矿化 (褐铁矿化)、方铅矿化、闪锌矿化与金矿化关系密切,为重要的近矿围岩蚀变

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

标志。

成矿对岩性没有专属性。在大断裂与其南侧的羽状断裂附近或断裂内部,无论何种岩石均可成矿,是一个以构造为主要控矿因素的矿床。

东海金矿区的矿化作用,初步可分为热液期和表生期,热液期可分为硅化石英阶段和金属硫化物-石英阶段;表生期形成近地表氧化矿,对 Au的进一步富集起到了重要作用。

Au与 Ag, Pb, Zn高度正相关,均在矿脉处强烈富集。方铅矿、闪锌矿可单独形成 10～20 cm厚的矿体, Pb, Zn含量分别达到工业品位,矿床是含伴生 Ag的多金属金矿床。

3 金与银的开发利用

3.1 开发概述

由于氧化矿埋藏较浅,成份简单,并较为疏松多孔,金粒多为微细粒或微粒金,很适宜堆浸法提取 Au,该方法成本低,工艺设备简单,即将矿石堆垛在防渗底垫上,用低浓度的碱性氰化液在矿堆上喷淋,使矿石中的 Au溶解,含 Au贵液从矿堆上渗滤出来,汇集并流入储液池 (贵液池)中,再用活性炭从贵液中回收 Au,回收 Au后的贫液可循环作业。主要工艺流程为:原矿破碎→筑堆→喷淋浸出→浸出液用活性炭吸附金→载金炭解吸→解吸贵液电积金→金泥烘干→金粉溶铸合质金[2]。开发初期回收工艺主要针对 Au的回收利用,活性炭吸附对贵液中的 Ag回收率较低,因而重新调整了回收工艺,将活性炭吸附法改为用锌粉置换沉淀法,大幅度提高了伴生 Ag的回收率。对于品位较低、且埋藏较深的原生矿,由于选矿工艺和成本的限制,目前还处于选矿实验阶段。

3.2 活性炭吸附在含 Au, Ag贵液中存的问题

在堆浸生产过程中,由于贵液中 Ag的含量很高,一般在 20～60g/m^{3}之间,活性炭吸附贵液中 Ag的置换率不高,平均仅能达到 40～50%。通过仔细观察和研究,活性炭逆流吸附工艺在含 Au, Ag的氰化液中炭会优先吸附 Ag离子,然后吸附金氰离子,当炭吸附 Au, Ag总量接近饱和后,金氰离子则大量从溶液中进入活性炭,排代被炭吸附的 Ag离子,直到炭被金氰离子饱和为止。被排代的 Ag又返回贫液中,而得不到很好的回收。测定吸附的中后期经炭吸附的贫液中 Ag离子的含量逐渐变高,置换不足 50%,如果要及时有效回收,势必要消耗大量的活性炭,增大解析成本,延长生产周期。为了有效的回收 Ag,经过几种贵液吸附工艺的比较,新工艺锌粉置换沉淀法是一种有效而经济的 Au, Ag回收法。

3.3 锌粉置换沉淀法

锌粉置换沉淀 Au, Ag时,贵液须先经脱氧塔脱氧,然后将锌粉按比例加入混合槽中与脱氧贵液相混合,再送往框式压滤机过滤,使金泥 (含锌沉淀物)与脱 Au贵液相分离。吸附 6～7天清理一次金泥,中后期 10～15天清理一次。

锌粉置换沉淀法常用来处理含 Ag较高的矿石,工艺过程是由贵液净化、脱氧和锌粉置换三个作业流程组成 (见图 2)[3]。

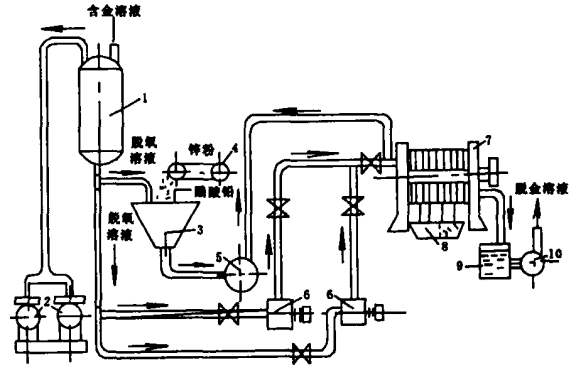


图 2 东海金矿床锌粉置换设备系统

Fig. 2 Sub stitional equipment system of zinc powder of Donghai gold deposit

1. 除气塔; 2. 真空泵; 3. 锥形混合槽; 4. 给粉器; 5. 离心泵; 6. 潜水离心泵; 7. 压滤机; 8. 金泥槽; 9. 贫液槽; 10. 离心泵

操作技术条件及技术指标:

贵液中 CN-浓度 0.01～0.03%

悬浮物浓度: 10～20 g/m^3

真空度: <0.05～0.09 Mpa

脱氧液含氧量: <0.5 g/m^3

锌粉: 40～50 g/m^3

PH值: 10

醋酸铅: 5～10 g/m^3

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

贵液流量: 200 m^3 ±

贵液含 Au: 0.2～10 g/t

置换率: Au: 99%　Ag: 97.20～99.90%

3.4 活性炭吸附金法与锌粉置换沉淀法的比较

活性炭吸附法优点是对含 Au贵液的澄清度要求较低,可处理含 Au浓度较低的溶液,允许溶液中有一定数量的杂质。整个工艺过程技术要求不高,简单易操作。缺点是活性炭消耗量大,成本较高,对回收含 Ag矿石不利。

锌粉置换法处理含 Ag较高的矿石,处理成本较低,但要求贵液有较高的澄清度,并需脱氧,溶液中必须保持一定的氰化物和碱的浓度,反应过程必须添加醋酸铅等。缺点是设备多、投资大、电能消耗大,整个工艺过程技术要求高①。

锌粉置换沉淀法提高了 Ag的置换率,置换率较活性炭吸附提高了近 50%,仅此就可收回锌粉置换法的全套设备投资,同时还节约了活性炭和解析成本,经济效益相当可观。积极研究原生矿的开发利用,突破选矿方法的制约,对延长矿山的服务年限具有重要的意义。

表 2　活性炭吸附及锌粉置换工艺经济指标对比

Table 2　Indicators contrast replacement of Activated charcoal adsorption processes and economic of zinc powder

活性炭吸附	锌粉置换
Au置换率: 99%以上	Au置换率: 99%以上
Ag置换率: 40～50%	Ag置换率: 97.20～99.90%
活性炭使用量大	锌粉用量 50g/m^3
解析成本高	火炼成本低
载金炭的 Au品位: 0.1～2%	金泥的 Au品位: 0.2～6.8%
载金炭的 Ag品位: 2%左右	金泥的 Ag品位: 20～30%

参考文献:

[1]林森. 甘肃东海金矿床地球化学特征[J]. 黄金地质, 2004, 10(3): 56—57.

[2]林国琪,赵洪亮. 堆浸法提金工艺与设计[M]. 沈阳:东北大学出版社, 1995, 30—45.

[3]《黄金生产工艺指南》编委会. 黄金生产工艺指南[M]. 北京:地质出版社, 2000.

Geologic Features and Developing Utilizing of Donghai Gold Deposit in Gansu

LI Ying-jie

(No. 4 Brigade of Gansu Bureau of the Non-ferrous Geological Exploration, Zhangye 734012, Gansu, China)

Abstract: The Donghai gold deposit locates in Beishan Au-Ag-polymetallic mineralization belt of Gansu, it is a polymetallic deposit associated with Ag. In long-active Huaniushan-Chakeerhuduge compressive shear fault crossed the mineralization belt, the favorable position of mineralization is at the major rupture in the first class, secondary class fault and the crack among layer. It is very obvious that the fault control the rupture zone and the ore-forming. Main ore is broken alteration rock type (according to different oxidation degree, it divided into oxidation and primary ore type) and quartz vein type. At present gold products only make out of heap leaching method from the oxidation ore type. The valuable liquid absorption technology that replaced the original activated charcoal adsorption method by the zinc powder exchange precipitation has been successful. It makes Au and Ag of valuable liquid to full extraction and utilize. But it is need of further studying the development and utilization for primary ore type.

Key words: gold deposit; polymetallic mineralization belt; the zinc powder exchange precipitation; Gansu

①李映杰,东海金矿锌粉置换设备调试报告, 2003.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net