维普资讯 http://www.cqvip.com

金青顶金矿床地质特征及成矿作用

赵明川
(中国冶金地质勘查工程总局 第一地质勘查院秦皇岛分院,河北 秦皇岛 066013)

摘 要: 金青顶金矿是我国最大的石英单脉型金矿。控矿断裂呈NNE向,具多期活动特点,矿体赋存于断裂呈张性的转折部位;主矿体呈脉状,矿体向NE侧伏,侧伏延深1 080 m,是矿体最大走向长度的2.7倍;矿床有4个富矿柱,赋存于控矿断裂拐弯最大、受张应力作用最强部位,也是多阶段成矿作用叠加部位;矿床为中温热液充填型金矿。在成矿过程中,胶东群是成矿物质的主要来源,岩浆活动是热源并提供成矿热液,构造活动是成矿的动力并提供容矿空间,构成"三位一体"成矿模式。

关键词: 金青顶金矿;地质特征;成矿作用;山东省
中图分类号: P613;P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2006)S0-0048-04

1 地质概况

金青顶金矿位于山东省胶东隆起东部的牟平—文登隆起南缘,牟乳金矿带的中部,是目前我国最大的石英单脉型金矿,矿体内无天窗,是一个完整的地质体。

区域出露变质地层为太古界—下元古界胶东群,岩性为斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩、变粒岩等,原岩为中基—中酸性火山岩、火山碎屑岩夹泥砂岩。花岗岩主要有昆嵛山岩体和三佛山岩体,前者是重熔成因,结晶冷凝期为燕山期,与成矿关系密切,是金青顶金矿的赋矿围岩;后者为似斑状花岗岩,侵入于昆嵛山岩体东部边缘。断裂构造发育,以NNE向为主,次为NW和NE向断裂,其中NNE向断裂为控矿断裂,大致呈平行等距分布。

矿区内出露岩石为昆嵛山花岗岩的一部分,胶东群变质岩呈残留体无规律地分布其中。断裂发育,以NNE向和NW向为主,前者为控矿断裂,后者为晚期断裂,对矿体有一定破坏作用。

2 控矿断裂特征及形成机制

NNE向断裂是区内控矿断裂,纵贯全区,长20余km,总体走向20°左右,倾向SE,倾角77°~90°,含矿段走向10°~50°,倾角85°~90°,局部反倾,不论是走向上还是倾向上,均呈反"S"型。

矿体赋存于断裂的转弯处。矿体内常见断层角砾,大小不一,棱角明显,无定向排列,且成分复杂,有围岩角砾,也有不同成矿阶段的矿石角砾,早期充填的石英脉具梳状构造。这些现象表明,断裂具多期活动性,矿体赋存地段属张性,无矿地段以压扭性为主,断裂面平直光滑、擦痕、阶步发育,擦痕与水平夹角10°~15°,向SW侧伏,断裂两盘相对运动以水平为主。

通过应力状态分析,控矿断裂是在NE—SW—对剪应力作用下形成的,在断裂的拐弯处分解出张应力,故赋矿地段显示了张性特征。随着应力的多次聚集与释放,断裂多次活动,两盘产生相对位移,这样主应力轴的相对位置发生偏转,因此判定控矿断裂是非共轴递进变形产物,性质为以压扭为主,局部(拐弯处)具张扭特征,断裂属正平移性质。

3 矿体特征

区内探明金矿体10余个,其中Ⅱ号矿体为主矿体,其余矿体均是Ⅱ号矿体分支或两侧平行的小矿体。

收稿日期: 2006-07-03
作者简介: 赵明川(1962-),男,河北迁西人,高级工程师,学士,1989年毕业于长春地质学院(函授)地质专业,从事固体矿产勘查工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

Ⅱ号矿体呈脉状,赋存于地表(+120 m)至-800 m标高由缓变陡控矿断裂内,这一特征在国内其他金矿床中少见。矿体长度,地表为246 m,-435 m标高最长达400m。走向与断裂一致(10°~50°),倾向SE,倾角85°~90°,局部反倾。矿体明显向NE侧伏,侧伏角55°,侧伏延深1 080 m,是矿体最大走向长度的2.7倍,是地表长度的4.39倍,远大于走向延长。矿体厚度较稳定,一般1.5~2.5 m。矿体平均品位在15×10^{-6}以上,矿石类型以含金黄铁矿石英脉型和多金属硫化物石英脉型为主。

矿体形态不论是走向还是倾斜延伸均呈为反"S"型,走向发育最典型地段在-75~-235 m,到-385 m开始变舒缓,-630 m标高附近反"S"'型形态已不明显;倾斜延伸方反"S"'形态较走向舒缓。

以品位与厚度乘积圈定的等值线图,有4个高值区,由于矿体厚度较稳定,实际上是4个富矿柱。富矿柱亦向NE侧伏,侧伏角70°。应该指出的是各富矿柱的斜列方向是矿体的侧伏方向,富矿柱的侧伏角不是矿体侧伏角,前者大于后者。

从空间上看,富矿柱的赋存位置,是控矿断裂拐弯最大、受张应力作用最强部位,也是多阶段成矿作用叠加部位。

4 成矿阶段

金青顶金矿成矿划分4个阶段:

(Ⅰ)黄铁矿-石英阶段:生成乳白色粗粒自形的石英大脉,具梳状、晶洞状构造,含大量气液包体,石英占90%以上,少量粗粒-巨晶自形五角十二面体黄铁矿,粒度达15 mm。本阶段矿化范围大,但含金量少,品位低。

(Ⅱ)石英-黄铁矿阶段:本阶段以大量黄铁矿富集为主要特征,其含量约占60%,其他金属硫化物少见,呈条带状平行穿切在第Ⅰ阶段的石英脉中。黄铁矿以中粗粒半自形五角十二面体且裂纹发育为典型特征,石英为灰白色,他形-半自形中粒集合体。本阶段矿化最强,是最主要的成矿阶段,多生成富矿,矿化强度中心位于矿体中部。

(Ⅲ)石英-多金属硫化物阶段:除石英、黄铁矿外,含黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、斑铜矿是该阶段的主要特征,含金、银、铅的碲化物也是区别于其他阶段的标志。该阶段矿化较强,范围较广,主要分布于矿体上部,是金沉淀的另一重要阶段。

(Ⅳ)石英-方解石阶段:一般形成石英方解石细脉,不发育,仅局部见到,是成矿作用结束的标志。

5 矿体的分带特征

矿体具有明显的垂向分带,以石英加主要金属硫化物为命名方式,分为如下3个带:

(1)多金属硫化石英脉带:位于浅部-195 m标高以上,是第Ⅲ阶段主要叠加部位,矿石成分复杂,矿物组合以多金属硫化物为特征,含铜较高,且有一定量的碲化物,矿化强度中等。

(2)黄铁矿石英脉带:位于矿体中部,-195~-435 m标高,是最重要的第Ⅱ阶段主要叠加部位,为富矿柱主要分布范围。金属硫化物趋于单一的黄铁矿,矿石构造以脉状或条带状为特征,伴生其他有益组分较浅部明显降低,且随深度的增加呈线性递减。

(3)石英脉带:位于矿体深部-450 m标高以下,矿物组合以石英为主,且纯度较上部明显降低(含大量杂质),金属硫化物仅为少量的黄铁矿,矿化强度低,矿石品位在10×10^{-6}以内。

矿体的分带特征、矿物组合直观地反映出,自浅部到深部矿物组合由复杂到简单,成矿温度由低到高。

6 金的物质来源

胶东是我国主要的黄金产地之一,金矿集中区出露地层以胶东群为主,许多科研单位就金的成矿物质来源进行了大量的系统研究,发表了许多有关胶东群地层金丰度的数据,尽管这些数据相差很大,却一致认为胶东群地层的特定层为区域金的主要来源。事实上金丰度的高低,并不是判别矿源层(岩)的主要依据,关键是在地质作用过程中,金能否被释放和释放多少。据杨士望(1989年)统计,牟乳金矿带胶东群地层金的平均丰度2.64×10^{-9}(31件),花岗岩化片麻岩2.49×10^{-9}(11件),昆嵛山花岗岩体丰度仅为0.93×10^{-9}(16件),这种随着花岗岩化程度的增强,金丰度随之降低的现象,说明地层中的金能够活化、迁移释放,进入溶液中。此外,人工模拟试验以及一系列的地质、地球化学的研究结果也佐证上述结论。

维普资讯 http://www.cqvip.com

7 同位素地质特征

表 1、表 2 是被普遍引用的招掖、牟乳两个成矿带的硫、铅同位素数据。表中可见两大特点：一是各矿床同位素数据差别很小，二是矿石、花岗岩、胶东群地层三者数据接近。前者说明各矿床成因相似，后者表明三者之间的源缘关系。从这两个表中还可得出的信息是：两个成矿区的^{34}S有着共同特点，即具岩浆硫变化小，又显示出地层硫富^{34}S的双重特征，这是因为硫来自于胶东群，是壳岩重熔中同位素均一化的结果。矿体与花岗岩铅同位素比值的一致性说明成矿热液源自岩浆，将其数据投影到不同地质环境铅同位素演化模式图上(Doe，1979)，所有投影点均位于地壳与造山带之间，且主要位于地幔与造山带间，说明胶东群、花岗岩、矿石有着共同的深源性。

表 1 硫化物中硫同位素特征

Table 1 S isotopic characteristic for sulfide

矿床产地		样品数	$\delta(^{34}S)/10^{-3}$		矿床类型
			变化范围	平均值	
招掖	三山岛金矿	13	11.6～12.6	11.86	蚀变岩型
	焦家金矿	10	9.13～11.84	10.27	
	玲珑金矿	76	4.34～8.9	6.69	石英脉型
	胶东群地层	5	7.0～7.8	7.4	
	玲珑花岗岩	6	7.9～10.2	9.5	
牟乳	金青顶金矿	11	6.4～9.4	8.1	石英脉型
	胶东群地层	2	5.6～8.2	6.9	
	昆嵛山花岗岩	3	3.89～14.9	9.1	

表 2 铅同位素组成

Table 2 Pb isotopic composition

矿床产地		样品数	$w(^{206}Pb)/w(^{204}Pb)$	$w(^{207}Pb)/w(^{204}Pb)$	$w(^{208}Pb)/w(^{204}Pb)$
招掖	三山岛金矿	5	17.293	15.478	37.942
	焦家金矿	3	17.261	15.409	37.844
	玲珑金矿	22	17.115	15.226	37.655
	胶东群地层	1	17.350	15.450	37.830
	玲珑花岗岩	7	17.156	15.434	37.870
牟乳	金青顶金矿	4	17.022	15.466	37.504
	胶东群地层	14	17.390	15.432	37.470
	昆嵛山花岗岩	5	16.900	15.424	37.188

资料来源：肖武权，1995；李胜荣，1996。

8 成矿作用的演化

太古代的海底火山喷发，带来了大量的金及其他成矿物质，形成以基性－超基性为主的富含金的原始堆积，14 亿年前的栖霞运动使地层褶皱隆起，发生变质和深熔作用，金初步得到活化迁移、富集。中生代燕山期，本区强烈的构造、岩浆活动促使岩石中的金及其他成矿物质活化迁移、富集于岩浆热液流体中；随着地壳的不断隆起和断裂系统的开放，热液流体向浅部运移，沿途不断与围岩进行物质交换，萃取出成矿物质，输出自身的碱性物质；在断裂活动的间歇期，流体运移至断裂张开部位，此时的流体由

维普资讯 http://www.cqvip.com

碱性变为弱酸性,成矿物质沉淀成矿。

在整个成矿过程中,胶东群是成矿物质的主要来源,岩浆活动是热源并提供成矿热液,构造活动是成矿的动力并提供容矿空间,构成地层、岩浆岩、断裂"三位一体"成矿模式。

由于断裂活动的多期脉动性,成矿具有多阶段特征,断裂活动的每期脉动对应一个成矿阶段,物化环境相对稳定。成矿早期,成矿热液中二氧化硅浓度占绝对优势,且所处位置相对较深,温度相对较高,此时沉淀大量石英,对应的成矿阶段是黄铁矿一石英阶段(Ⅰ),主要有用组分少量沉淀;随着成矿作用的演化,成矿热液中的主要有用组分浓度相对生高,成矿热液向上运移,温度下降,此时金伴随大量黄铁矿沉淀,对应的成矿阶段是石英一黄铁矿阶段(Ⅱ);随着成矿作用的继续演化,成矿热液继续向上运移,温度不断下降,伴随构造的活动,上一阶段析出的黄铁矿被压碎,此时的成矿热液中的组分除二氧化硅外,铜、铅、锌及碲等组分浓度较高,物化环境已适宜多金属硫化物及碲化物沉淀,对应石英一多金属硫化物阶段(Ⅲ);成矿作用演化到此阶段,成矿热液中的主要成矿物质已经析出,剩余的残液成分以碳酸盐为主,表现为石英一方解石细脉析出,穿插于早期矿脉的裂隙中,至此成矿作用结束。

参考文献:

[1] 赵明川. 山东省乳山市金青顶金矿Ⅱ号矿体深部详查地质报告[R]. 秦皇岛:中国冶金地质勘查工程总局一局 515 队,1999.

[2] 李胜荣,陈光远,邵伟,等. 胶东乳山金矿田成因矿物学[M]. 北京:地质出版社,1996.

[3] 肖武权. 试论胶东金成矿区成矿物质条件[J]. 地质与勘探,1995,31(4):7-13.

THE METALLOGENIC CHARACTERISTICS AND METALLOGENESIS OF JINQINGDING GOLD DEPOSIT

ZHAO Ming-chuan

(*Qinhuangdao Department, No. 1 Institute of Geological Exploration, China Geo-Exploration & engineering General Bureau, Qinhuangdao* 066013, *China*)

Abstract: Jinqingding gold deposit is the biggest single ore vein type deposit in China. It is controlled by NNE fault active in multiple stages. Ore bodies are located at dilatance where the fault turns direction. The main ore vein pitches about 1080m (about 2.7 times of extension along its strike) in NE direction. In the deposit there are 4 bonanza where is the most dilatant turning point of fault thus the tensile stress is strongest and multiple ore-forming processes were overprinted. Genetically it is a hydrothermal fluid filling gold deposit. In the ore-forming processes Jiaodong group provide it with ore materials, the magmatism with heat source for ore fluid, tectonism with dynamics and location space that is the three in one ore-forming model.

Key Words: Jinqingding gold deposit; geological characteristics; metallogenesis; Shandong province