

③ 324-328

第19卷 第4期
2000年12月世界地质
WORLD GEOLOGYVol. 19 No. 4
Dec. 2000

前寒武纪条带状铁建造中的金矿床

P618.51

P534.1

赵宏军, 张泽春, 冯本智

(长春科技大学 地球科学学院, 吉林 长春 130026)

摘要:前寒武纪铁建造中的金矿床是世界一种重要的金矿类型,深受国内外地质工作者的重视。前寒武纪铁建造中金矿床具有不同的类型特征及成因模式,通过分析有启发和借鉴意义的几个该类型金矿床,认为运用地质对比方法研究前寒武纪铁建造中金矿床具有重大意义。

关键词:前寒武纪含铁建造;金矿床;地质对比方法;成因

中图分类号:P611.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5589(2000)04-0324-05

前寒武纪条带状铁建造(Banded iron formation)(以下简称为铁建造),广泛分布在世界各地的早前寒武纪火山-沉积岩中,它既是早期地质体的重要组成部分,又在一定程度上反映了当时的地质环境及地壳演化特点,对它的研究具有重大的理论意义。在全球铁矿资源方面,前寒武纪铁建造中的铁矿占有举足轻重的地位。据统计,这类铁矿的储量约占世界铁矿总储量的60%^[1,2]。除铁矿外,有相当数量的金矿与前寒武纪铁建造有密切的空间、时间和成因的联系。但是,人们对前寒武纪铁建造中的金矿床,远不如像对铁矿床认识那样深刻,有时可能对经过地质工作以后远景不佳的铁矿床加以轻视,或只注重就矿(铁矿)论矿(铁矿),从而可能忽视了铁建造中的金矿床存在的可能性。1972年联合国教科文组织全体会议认为“地质对比可以对地质研究方法和原理进行估价,从更广义上讲,可以为寻找新资源和扩大资源储量提供一个重要的手段^[3]。”1967年Routhier认为“地质学只有在它具有世界性的时候才成其为科学”^[3]。因此,将全球性的前寒武纪铁建造中的金矿床的研究成果,运用地质对比方法,对具有普遍前寒武纪铁建造层状岩系的中国金矿的研究具有重大的借鉴意义。

1 前寒武纪含铁建造中金矿床类型

前寒武纪含铁建造中的金矿床,依其容矿岩相特征,可分为以下几种类型^[1,2]:

产于碳酸盐相铁建造中的金矿床

属于此类型的金矿床以美国的霍姆斯塔克和巴西的莫罗韦洛金矿床为典型,其特征如下:

①金矿床均与前寒武纪变质的富铁碳酸盐沉积物紧密共生;②金矿床与火山岩共生;③一般情况下,矿体规模较大,具明显的层控性;④金矿床以存在金-磁黄铁矿-毒砂-石英矿物组合为特征,金与毒砂密切共生;⑤矿石具有变质矿物;⑥具强烈的绿泥石化等。

产于氧化物相及其氧化物-碳酸盐相铁建造中的金矿床

此类型中典型的金矿床有坦桑尼亚的格塔山金矿和加拿大的贝尔德莫雷-杰拉早顿地

收稿日期:2000-03-28

作者简介:赵宏军,男,1969年生,工程师,硕士生,主要从事前寒武纪地质与矿床学研究。

区的金矿床,其一般特征如下:

①金矿往往产于氧化物相铁建造中的硫化物相部分,金与硫化物共生,这是由于氧化物相在变质作用过程中被晚期含硫流体选择交代后形成的^[1];②具有明显的层控性;③含铁建造主要分布于变碎屑岩和火山岩层序中;④矿石具有交代结构;⑤矿体的金属矿物有黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿和方铅矿;脉石矿物有石英、铁白云石、方解石、电气石等,金主要呈圆形包体和裂隙充填物产在黄铁矿和毒砂矿物中。

产于硫化物相及碳酸盐-硫化物混合相铁建造中的金矿床

其典型矿床为津巴布韦的武巴奇奎金矿床,其基本特征为:

①从早元古代到晚元古代的铁建造中都可产有硫化物相及其金矿床;②硫化物相铁建造多与镁铁质-超镁铁质火山岩系呈互层;③硫化物相往往与薄层铁建造共生,氧化物相不发育;④金矿体产在硫化物相和混合相中,金矿体呈层状或透镜状。

不产在铁建造内,而产在其附近,与铁建造有空间关系的金矿床

以澳大利亚卡尔古利金矿田、扎伊尔浸染状层控金矿床、巴伯特的新康瑟特金矿床为典型,其特征为:

①一般产在绿岩类含铁建造岩系的火山岩系内,在铁建造的上部或下部层位;②矿床受构造控制明显,常产在褶皱、断裂、糜棱岩发育部位;③区域上岩浆活动比较强烈,对金矿质富集起明显作用;④金矿成矿作用一般具后生成因的特点,常为脉型矿床。

2 前寒武纪铁建造中金矿床的成因模式

关于前寒武纪铁建造中的金矿床的成因是一个争论较多的问题,至今尚未取得共识。

矿质的来源

大多数人认为,含铁建造是本类矿床矿质金的重要来源,但不是唯一的来源。这是因为成矿作用不是地壳局部表层的活动,而是一种地壳三维规模的事件,正如 Kerrich^[4]指出:“金和成矿流体的源岩在岩石学上是很复杂的,而不是单一的特殊金矿源层,因此矿源层模式正在被大体积源的概念取而代之。”

含铁建造是本类金矿床矿质的重要来源,主要基于下列事实和证据:(1)这类金矿床赋存于铁建造剖面系统中一定层位,矿体受沉积相和岩性控制,具明显的层控特征^[5,6]; (2)铁建造中金丰度呈多峰态正态分布,反映了金经过了活化迁移;(3)矿体与围岩在微量元素和稀土元素方面有一定的演化关系或可比性;(4)矿体与围岩的铅同位素呈线性关系,矿石铅同位素随围岩不同而不同^[6]。

成矿流体来源

关于此类型金矿成矿流体来源的观点也很多,如变质水、岩浆水、大气水、幔源水、同生水、混合水等,鉴于此,人们认为其成矿流体也具有多源性质。含铁建造金矿床在形成过程中的早期成矿流体可能主要以海水、岩浆水为主,而后期则主要为变质水和混合水。这些水源可以在 H、O 同位素或其它判别参数上有一定反映。

矿床成因模式

对于矿床成因模式,国外不少学者提出了不同的观点,具代表性的有以下两种模式:(1) Fripp 提出同生海水淋滤模式,认为是对流的海水循环作用导致富含金的卤水沉淀而成矿;(2) Phillips 提出后生变质流体改造模式,认为矿床的形成是后期含硫的变质流体对含铁建

造选择性交代作用的结果。

3 几个实例

世界上任何两处同类型矿床不可能完全一样,除具有共性外,还都有各自特点。研究了解世界范围内前寒武纪铁建造中金矿床的共性及其特殊性,并进行地质对比,对指导我国金矿的研究具有重大的理论和实际意义。

3.1 东风山含铁建造金矿床

东风山铁建造金矿床的发现,其重要原因就是地质工作者通过综合分析世界同类型金矿床(美国的霍姆斯塔克金矿床)的地质特征及其成矿作用,利用地质对比,即“经过地质记录的对比,将收集到的并经过准确确定的资料综合研究,然后进行科学推理的结果”^[7,8]。东风山金矿床是我国铁建造中金矿床最典型代表,它与世界同类型金矿对比,其独自特点如下:

(1)其硫化物相富含 Mn(含 MnO 为 3%~18%)和变质程度高,金矿体的变质矿物组合中出现了锰铁闪石、锰铝榴石及尤莱辉石等不常见的特殊矿物。

(2)从金的赋存状态来看,自然金除与毒砂、磁黄铁矿、辉钴矿等砷硫化物关系密切外,还与锰铝榴石、锰铁闪石密切相关。

(3)退化变质作用是使金富集的重要因素之一。

(4)东风山金矿床是综合性 Fe-Co-Au 矿床,可综合开发利用。

3.2 五台山铁建造金矿床

虽然五台山铁建造金矿床规模比较小,品位相对也比较低,但在我国也属于比较典型的前寒武纪铁建造金矿床。目前在五台山铁建造中发现的金矿床有以下几处^[9]:

(1)盘道沟一庙顶庵金矿

该金矿是沿北台片麻状花岗质杂岩下部铁建造分布的,走向长约 3 500 m 的金矿带,宽度一般在 10~25 m,产状与地层一致,具明显的层控特征。金矿带具有明显的片理化、碎裂岩化和糜棱岩化,并有硅化、褐铁矿化、绿泥石化等蚀变现象,且局部金含量增加,这说明金矿形成与构造和热液活动有关。矿体一般由多层的薄层铁建造和围岩互层组成,矿体的韵律结构明显。黄铁矿和磁黄铁矿是该矿床常见的金属硫化物,但含量少,分布也不均匀,这可能是造成该矿规模小品位低的主要原因。

(2)康家沟金矿

该金矿体主要产在石英大理岩、磁铁石英岩和赤铁石英岩中。矿体产状与容矿围岩基本一致,矿体呈透镜状;金矿物主要是自然金,赋存在黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿、铁白云石、方解石等矿物的裂隙和晶隙间;矿石主要为条带、条纹状构造,基本保留了容矿岩石原生沉积构造特征。另外,还有少量脉型金矿化,围岩蚀变主要是碳酸岩化和硅化,热液活动不十分明显。

(3)小板峪金矿

该金矿赋存的含铁建造发生了复杂的褶皱变形和剪切变形,岩石普遍遭受了碎裂和糜棱岩化,但金矿严格受铁建造控制,具明显的层控特征。金矿多为浸染状和细脉状,赋存于石英颗粒间的孔隙或裂隙中;围岩蚀变主要为钾化、硅化、黄铁矿化和碳酸岩化;从该金矿的厚度和品位与褶皱构造的关系看,后期的构造-热液活动对该矿的形成起了决定性作用。

(4) 鹿沟金矿

该金矿矿体仅部分产在铁建造中,而大部分矿体赋存在与铁建造有空间关系的白云石英片岩和斜长角闪岩中,受后期热液作用影响明显,主要是以交代充填方式形成细石英脉和网脉型金矿。

此外,在五台山铁建造中还发现了陡岭沟、李家台、北沟和磨峪沟金矿化点,它们均产在铁建造的韧性剪切带或次级断裂构造带内的石英脉中,后期热液成矿作用明显。

与国外相同类型金矿相比较,五台山铁建造金矿的主要特点为:(1)规模小,品位低;(2)硫化物少,不含(或含少量)毒砂,属贫硫贫砷型,而国外此类型金矿都富硫富砷;(3)热液活动较弱,围岩蚀变低,金矿多为浸染型,脉型不发育。

3.3 朝鲜茂山含铁建造金矿床

近年来与我国毗邻的朝鲜在茂山含铁建造中发现了一大型金矿床,储量在 70 t 以上。

茂山含铁建造其围岩为混合岩、斜长花岗岩、部分云母片岩,发育伸展褶皱,具北东向断裂,金矿化主要集中在—长 2 000 m、宽 40~50 m、深 500 m 发育在碳酸盐相与硫化物相接触带处的韧性剪切带中。

金矿床的特点是:(1)矿体赋存于含铁建造的一定层位,矿体受沉积相和岩性控制,具明显的层控特征;(2)金矿与硫化物和碳酸盐矿物关系密切,其最高品位($10 \cdot 10^{-6}$)就发现在碳酸盐相与硫化物相过渡带更接近硫化物相一侧;(3)金以自然金为主,成色比较高;(4)金一般与毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿伴生,在高品位矿石中金普遍呈浸染状赋存于毒砂晶体中;(5)与退变质作用关系密切,在发育的绿泥石化、绿帘石化、绢云母化、滑石化处金品位达 2×10^{-6} ;(6)受大的韧性剪切带控制。何绍勋等认为,韧性剪切作用对成矿流体的形成运移、金的活化搬运及沉淀富集具有重要影响。韧性剪切作用主要是使受剪切岩石应变增强,化学位提高,迫使围岩中的组分(金及其它成分)迁出,在各种来源的流体作用下在有利部位聚集成矿^[10]。

朝鲜的茂山铁建造与我国吉南一些铁矿、鞍山铁矿、冀东铁矿是发育于一个太古宙优地槽中同属于阿尔戈玛型的含铁建造,从整体上看,均分布在北纬 $40^{\circ} \sim 42^{\circ}$ 之间呈北东东向线性分布的半圆弧^[3]。茂山铁建造中金矿床的发现应该而且也能够为我国此类型金矿床的研究提供借鉴作用。

3.4 巴西卡韦(Caue)铁建造含钼金矿床

目前,就已知的前寒武纪铁建造中的金矿床,多产在硫化物相、碳酸盐相、硅酸盐相及其过渡带处,而氧化物相中的金矿床发现极少,在我国前寒武纪铁建造多以氧化物相为主,缺失硫化物相。这也是我国铁建造中金矿床发现较少的原因之一,发现于氧化物相中的巴西卡韦含钼金矿床可能对此类型金矿床寻找有所启发。

卡韦含钼金矿床位于巴西圣弗朗西斯科克拉通南部的铁建造内,其围岩为太古代条带状含铁建造和已糜棱岩化的火山—沉积岩及元古代砾岩、千枚岩、杂砂岩组成,含钼金矿体赋存在铁建造的氧化物相中,此建造也缺少硫化物相。该矿床中金以四种形式产出^[12,11]:(1)呈自由颗粒和包体产在赤铁矿条带中已发生旋转的电气石内;(2)呈拉长颗粒产在平行于赤铁矿 S_1 面理面上;(3)呈自由颗粒或包体产在石香肠化富赤铁矿带中;(4)在 S_2 面理面内呈置换自由颗粒产出。金颗粒中钼的含量为 1%~5%,最高达 20%。

Gema Ribeiro Olivo 等研究了以强烈剪切变质的苏必利尔湖型含铁建造为围岩的含钼

金矿床,其特征表现在:

(1)具有特殊的多色赤铁矿的热液组合,主要为赤铁矿、石英、滑石、金云母,其次为电气石、独居石、磷灰石、钼金、银铜氧化物、钼和硒钼矿。

(2)含钼金矿床形成与 D_1 和 D_2 期变形关系密切,发生了强烈的剪切作用,即主要成矿事件与热变质峰期、 D_1 剪切作用、逆冲断层作用同期。

(3)热液流体的物理化学环境为高温和高氧逸度的。

从资料可以看出,前寒武纪铁建造中的金矿床在国外已是一种重要的金矿类型,在一些国家的经济建设中起着重要作用。在我国有广泛的前寒武纪铁建造,如吉南、鞍山、冀东等地。可以相信我国在前寒武纪铁建造中金矿床的发展定有广阔前景。

参考文献:

- [1] 沈保丰,李上森,骆辉. 前寒武纪条带状铁建造(BIF)中金的成矿作用[J]. 国外前寒武纪地质, 1988, (1): 1~34.
- [2] 李上森. 巴西前寒武纪含铁建造中的金矿床[J]. 国外前寒武纪地质, 1996, (4): 32~36.
- [3] 张秋生,等. 中国前寒武纪地质及成矿作用[M]. 长春:吉林人民出版社, 1984.
- [4] 张贻侠,寸珪,刘连登. 中国金矿床:进展与思考[M]. 北京:地质出版社, 1996.
- [5] 毛得宝. 太古宙绿岩带金矿床研究的若干进展[J]. 国外前寒武纪地质, 1992, (4): 42~53.
- [6] 沈保丰,骆辉. 华北陆台太古宙绿岩带地质与成矿[M]. 北京:地质出版社, 1994.
- [7] 刘静兰,郝正平,孙绍洲. 东风山前寒武纪含铁建造金矿床[M]. 北京:地质出版社, 1991.
- [8] 刘静兰,丛青山,许岩青. 东风山金矿床与世界同类金矿床对比及其实际意义[A]. 第五届全国矿床会议论文集[C], 1993. 256~258.
- [9] 骆辉,彭晓亮,赵运起. 五台山绿岩带铁建造金矿[M]. 北京:地质出版社, 1994.
- [10] 何绍勋,段嘉瑞,刘继顺,等. 韧性剪切带与成矿[M]. 北京:地质出版社, 1996.
- [11] Gema Ribeiro Olivo, et al. 太古宙含铁建造中金矿床的新类型——强烈剪切变质的含钼金矿床[J]. 刘子忠译,地质科学译丛, 1998, (3): 45~48.

Gold Deposit in Precambrian Banded Iron Formation

ZHAO Hong-jun, ZHANG Ze-chun, FENG Ben-zhi

(Changchun University of Science and Technology, Changchun 130026, China)

Abstract: Gold deposit in Precambrian banded iron formation is an important type of gold ore, which has been paid more attention by many domestic or alien geologist. It can be divided into several subtype and popular genesis models are shown in this paper. And it is proved that the geological comparison method is a good means to study gold deposit in Precambrian banded iron formation through some exampls analyzed.

Key words: Precambrian iron formation; gold deposit; geological comparison method