

广东热水沉积超大型矿床的控矿岩石组合—礁硅岩套及其形成作用探讨^①

陈多福 陈光谦 陈先沛 高计元 潘晶铭

(中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640)

提 要 礁硅岩套是控制广东大降平超大型黄铁矿床、凡口超大型铅锌矿床和长坑超大型金、银矿床的重要岩石组合, 它是由生物礁相碳酸盐岩、热水沉积岩(矿)、细碎屑岩和条带泥灰岩、同层位或相邻地区地层中的火山质岩或次火山岩, 以固定的时空有序的状态组合而成, 是在特殊的地质背景中盆地演化到一定阶段内, 是由盆地正常沉积、生物、盆下源的热水沉积和岩石圈深部的岩浆综合作用形成的产物。

关键词 广东超大型矿床 含矿岩石组合 礁硅岩套 热水沉积

第一作者简介 陈多福 男 35 岁 副研究员 沉积学

陈先沛等在 80 年代中期研究我国产于沉积岩中的层状和层控矿床时认识到一种特殊的控矿岩石组合, 主要由四个部分组成, 下部为礁相碳酸盐岩(礁、丘、滩), 上部是黑色细碎屑岩, 两者之间是由硅岩和金属矿层为突出代表的热水沉积、充填、交代和动力岩(矿), 同时地层层序中或相邻地区存在同期火山岩、火山凝灰质岩或准同期的次火山岩脉, 并称之为礁硅岩套^[1]。它是在特殊的地质背景中盆地演化到一定阶段的, 由多种地质作用的产物以固定的时空有序组合而成。

我们自 80 年代到至今, 通过对广东地区震旦纪和晚古生代热水沉积矿床的研究时, 认识到震旦纪大降平超大型黄铁矿床、凡口超大型铅锌矿床和长坑超大型金、银矿床为受礁硅岩套控制的热水沉积矿床, 下面就礁硅岩套的控矿特征和形成作用作一探讨。

1 大降平超大型黄铁矿床的控矿礁硅岩套

大降平黄铁矿床位于云开隆起的东北部, 矿区内含矿地层主要为晚元古宙震旦纪, 由于其缺少化石和与泥盆系不整合接触, 以往确定为前泥盆系。近年来随着区域地质和同位素年代学研究的深入及

藻类古生物化石的发现, 目前, 此套地层确定为晚元古宙震旦系。按岩性特征自下而上可划分为四个部分六小层, 其间均为整合接触。

下部碎屑岩系: 包括 AnD^a 层和 AnD^b 层, 主要云母片岩、绢云母片岩、变粒岩、石英岩和千枚岩等组成。原岩为陆源碎屑沉积岩系。

中部碳酸盐岩和碎屑岩系: 为 AnD^c 层, 为云母石英片岩、石英岩、结晶灰岩、角岩组成, 在石门头以南的鹏石一带夹厚度不大的火山碎屑岩。原岩为碳酸盐岩和碎屑岩系, 夹火山碎屑岩。其中的块状结晶灰岩呈透镜体产出, 局部地段厚度达几十米, 见有菌藻类生物结构, 但规模较小, 分布局限, 可能为礁滩相碳酸盐岩沉积为主的生物丘, 主要分布于黄铁矿矿层之下。

上部细碎屑岩系: 包括 AnD^e 和 AnD^f 层, 主要为变质炭质粉砂岩、炭质千枚岩、夹少量条带状赤铁矿、含锰粉砂岩、结晶灰岩、层凝灰岩等。原岩主要为陆源细碎屑岩系夹少量的热水沉积沉积物、碳酸盐岩和凝灰岩。

过渡部位的热水沉积岩(矿): 在上述的中部和上部岩系之间为 AnD^d 层, 主要为黄铁矿层、硅质岩、变质炭质粉砂岩、炭质千枚岩、夹少量结晶灰岩和铅锌硫化物等, 原岩主要为热水沉积黄铁矿层和硅质岩层、陆源细碎屑岩和灰岩。热水沉积黄铁矿

① 国家自然科学基金资助(项目编号:49272111);同时还获得中国科学院“九五”重点 B 项目的支持。

收稿日期:1997-04-04

层和硅质岩层分布于其底部。黄铁矿矿体主要为呈规模不等的透镜体为主,3号和4号矿体是规模较大的受构造作用而变形的透镜体。而且,透镜体边缘常分叉与围岩过渡,黄铁矿块状矿在横向上和纵向上均与条带状矿过渡。矿层顺层产出,与围岩整合接触。3号矿体矿石原生构造以围岩和黄铁矿相间构成的条带状、条纹为主,并有准同生的变形构造。4号矿体以黄铁矿构成的块状为主,并有内碎屑角砾状、致密条带条纹状。此外,矿石中存在有菌藻微生物组构。这些特征均表明无论是条带状构造为主的3号矿体,还是块状构造为主的4号矿体均为原生热水沉积所形成。热水沉积岩以纹层状硅岩

2 凡口超大型铅锌矿床的控矿礁硅岩套

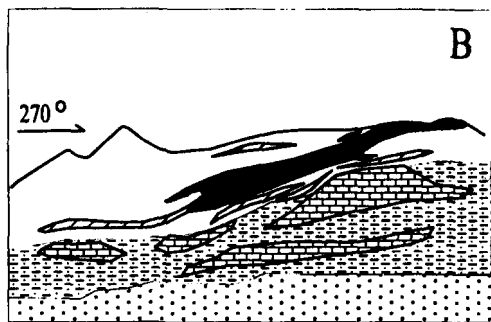
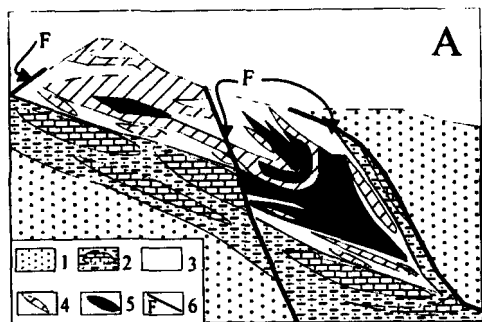
广东凡口铅锌矿床分布于粤北仁化泥盆系地层中,为张裂背景中的沉积岩系,总厚度约2000m。可分为三个部分。

下部碎屑岩系:包括下泥盆统及中泥盆统下部地层桂头群,为红色砂砾岩和砂岩层、灰白-灰绿色砂砾岩、砂岩、粉砂岩和泥岩层。属盆地早期的海陆交互沉积。

中部碳酸盐岩系:包括中泥盆统中上部地层东岗岭组,主要为块状灰岩、白云质灰岩、白云岩,产有较多的叠层藻、腕足、珊瑚、层孔虫、瓣鳃类等生物化石,属生物礁相为主的局限台地碳酸盐岩。

上部较深水泥质灰岩岩系:包括上泥盆统地层天子岭组和帽子峰组,主要为灰岩、泥质灰岩、砂页岩,为较深水的盆地沉积岩系。

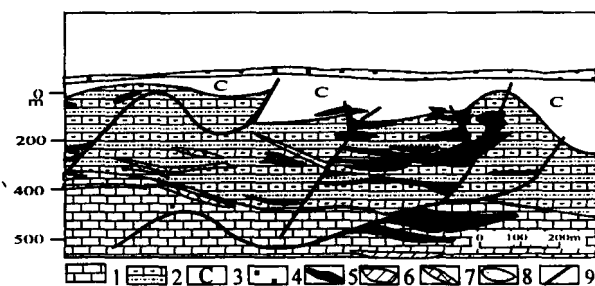
热水沉积矿体主要分布于中部和上部岩系的过渡带,为多层铅锌硫化物、菱铁矿层和铅锌硫化物矿脉(图2)。铅锌硫化物矿体主要发育于同生断裂附近,以地层中的层状和似层状体及沿同生断裂通道相发育的脉状体共存为特点,层和脉之间相互联通。层状和似层状矿具明显的沉积组构特征,如纹层、矿层顶面的冲刷、矿体内的同生滑塌、矿石的内碎屑角



1. 下部碎屑岩 2. 中部碳酸岩和碎屑岩 3. 上部细碎屑岩 4. 条带状矿石 5. 块状矿石 6. 断层
图1 震旦纪大降平超大型黄铁矿床的控矿礁硅岩套的剖面示意图

Fig. 1 Schematic section of ore - controlling Bio - reef - chert suite of Sinian Dajiangping superlarge pyrite deposit

和准同生期的硅化岩为主,产于矿体中或矿体之上。因此,中部碳酸盐岩和碎屑岩系、上部细碎屑岩、二者之间的热水沉积黄铁矿矿层、硅岩层和硅化岩,地层中的火山质岩构成了大降平生物礁以礁滩相碳酸盐岩为主的控矿礁硅岩套(图1)。



1. 中部岩系生物块状灰岩 2. 上部岩系泥灰岩和细碎屑岩 3. 石炭纪 4. 第四纪 5. 铅锌硫化物矿体 6. 黄铁矿矿体 7. 菱铁矿矿体 8. 次火山岩脉 9. 断层

图2 广东凡口泥盆纪超大型铅锌矿床的控矿礁硅岩套剖面图

Fig. 2 Schematic section of the ore - controlling Bio - reef - chert suite of Devonian Fankou superlarge lead - zinc sulfide deposit in Guangdong

砾状构造等。特别是在下部脉状体与上部层状体相联接的部位发育有多期次的破碎和胶结特征的内碎

屑角砾状矿石,在较低温度的浅色闪锌矿碎屑内含有高温深色闪锌矿碎屑,其产状为硫化物胶结物^[2],表现出从高温到低温的演化过程。菱铁矿矿体均以层状和似层状体产于距脉状 Pb、Zn 硫化物矿体的较远处,热水沉积岩仅见薄层的黑色石英岩产于金属矿层内。

矿区内地层中发育有基性岩脉、岩床和岩墙,且区域上同层位有双模式基性和酸性火山岩层分布。因此,凡口超大型铅锌矿床的控矿礁硅岩套由中部生物礁相为主的台地碳酸盐岩、上部较深水的泥灰岩、砂页岩、铅锌硫化物和菱铁矿层、准同生期的次火山岩组成。

3 长坑超大型金、银矿床的控矿礁硅岩套

广东长坑超大型金、银矿床位于粤西的高明晚古生代裂陷环境的碳酸盐岩台地边缘,控矿礁硅岩套的地层属下石炭统^[3,4],可分二个部分。

下部碳酸盐岩系:为石磴子组,以礁相为主的厚层状块灰岩,产有珊瑚、腕足类、海百合茎等生物化石,局部可见生物生长构造,属台地碳酸盐岩沉积。

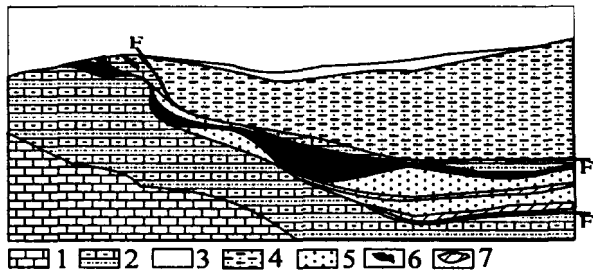
上部碎屑岩和灰岩岩系:为测水组和梓门桥组,由泥岩、砂岩、粉砂岩、不纯灰岩及灰岩碎屑流组成,为盆地边缘沉积。夹层状、似层状和透镜状热水沉积硅岩角砾岩和硅化岩层,并伴有金、银矿体(图3)。

成矿体,均受硅岩角砾岩和硅化岩体的严格控制。硅化岩顶面有时为灰岩碎屑流所侵蚀,在碎屑流底部有硅化岩的角砾,显示为准同生沉积期硅化作用的产物。硅岩角砾岩和硅化岩的地质地球化学研究显示热水沉积特征^[5]。因此,上述的下部礁相碳酸盐岩、上部较深水的细碎屑岩、不纯灰岩、灰岩碎屑流夹热水沉积岩(矿),构成了长坑超大型金银矿床的控矿礁硅岩套,但火山质岩未见有发育。

4 广东超大型矿床控矿礁硅岩套的组成及模式

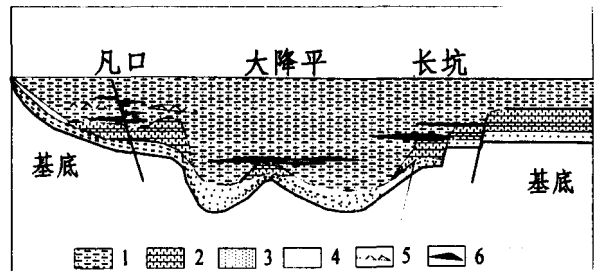
从上述三个控矿礁硅岩套的特征可见,礁硅岩套主要由四个部分组成,下部为礁相碳酸盐(礁、丘、滩),上部是黑色细碎屑岩,两者之间是以硅岩和金属矿层为突出代表的热水沉积、充填和交代岩矿。但它们的礁相碳酸盐岩形成环境和热水沉积作用白方式有所差异。

大降平黄铁矿床的控矿礁硅岩套处于张性环境的二级盆地中,生物丘发育于二级盆地中受同生断裂控制的局部高地上,以热水沉积形成的块状和条带一条纹状矿石为主,有热水的沸腾和喷发的角砾状矿石。



1. 下部岩系生物块状灰岩 2. 上部岩系泥质灰岩和碎屑岩 3. 第四纪 4. 三叠系 5. 角砾状硅岩及硅化岩 6. 金矿体 7. 银矿体
图3 广东长坑下石炭世超大型金、银矿床的控矿礁硅岩套剖面图

Fig. 3 Early Carboniferous schematic section of the ore-controlling Bio-reef-chert suite of Changkeng superlarge gold-silver deposit in Guangdong



1. 盆地上部充填层序,以细碎屑岩夹泥质灰岩为主 2. 盆地中部充填层序的碳酸盐岩(含生物礁) 3. 盆地下部充填层序,以中粗粒碎屑岩为主 4. 盆地中部充填层序盆地边缘碎屑岩相 5. 热水沉积岩和矿 6. 同生断层

图4 广东超大型矿床控矿礁硅岩套的模式示意图

Fig. 4 Schematic diagram of ore-controlling Bio-reef-chert suite of superlarge ore deposit in Guangdong

凡口铅锌矿床的礁相碳酸盐岩为张性环境中的浅水碳酸盐岩台地,其后由于盆地张裂作用增强,台地破裂下沉转变为较深水的盆地。热水沉积就发育于台地向较深水的盆地的过渡时期,形成的方式

金为微细粒浸染型,银为微细脉型,分别独立构

以沉积纹层状矿石、热水沸腾和喷发的角砾状矿石,并有热水充填结晶作用的脉状矿存在。

长坑金银矿床的礁相碳酸盐岩分布于碳酸盐岩台地边缘,受同生断裂的影响,碳酸盐岩台地边缘破裂、部分下沉,转变为较深水的盆地环境,此时发育了热水沉积角砾状硅岩和硅化岩,伴有金银矿化。热水沉积的方式以热水沸腾、喷发和交代形成的角砾岩和硅化岩为主。因此,我们对广东超大型矿床控矿礁硅岩套的模式示意于图4中。

5 礁硅岩套的形成作用

从上可见礁硅岩套各岩石单元在空间上呈相对固定有序的状态产出,这种现象并不是偶然的,是在特殊的地质背景中盆地演化到一定的阶段内,由盆地正常沉积作用、盆地中的生物作用、盆下源的热水沉积作用和岩石圈深部的岩浆作用的综合形成的产物。

(1)按活动论的观点,在拉张背景下发育的沉积盆地可根据充填沉积物性质划分为几个阶段。初始拉张期陆地地形反差大、水体浅,以陆相(河湖相)或滨浅海相的中、粗粒碎屑沉积为主体。持续拉张期海盆面积扩大,陆地逐渐夷平,海水加深,堆积物主要是细碎屑和碳酸盐,是生物礁发育的最有利时期。持续的拉张,盆地沉积物柱的加厚和海水变深将达到拉张极盛期。此时期盆地基底破裂,深部物质(包含上地幔物质)将大量涌入盆地,是热水沉积发育的最佳时期。可见由这种礁相为主的碳酸盐岩向细碎屑岩过渡时期,正是表层与深部物质和能量最强烈交换的时期,非常有利于形成热水沉积矿床。

(2)按层序地层分析,可按盆地沉降率与沉积物充填率的关系和界面的性质把沉积层序划分为几个沉积体系。盆地发展早期为超补偿和负比率的低水位沉积体系。盆地充填的中期是海进沉积体系,盆地沉降与充填物保持平衡补偿关系,其后以最大海泛面为标志,进入高水位沉积体系,此时陆地面积最小、海平面最高,沉积率超过充填率,盆地为非补偿的饥饿盆地,这个从海进沉积体系到高水位沉积体系的转变时期,正是礁相为主的碳酸盐岩向细碎屑岩的过渡部位,深的海水层和沉积物的稀少为热水系统注入盆地提供了保存的最佳环境,而沉积物的稀少不至少冲淡热水沉积物,有利于形成高品质的矿层。

(3)礁相为主的碳酸盐岩的堆积,使得盆地板较早固化,有利于破裂的发育。碳酸盐化学性质活泼,在热水作用下,易于使破裂延伸、联接、扩展,成为热水运移的稳定和集中的通道,使得成矿流体集中供应和储集,有利于形成大型和超大型热水沉积富矿床。细碎屑沉积物高孔隙、低渗透、柔韧、成岩缓慢不利于破裂的发育,即使有破裂产生,也很快就会愈合,不利于形成稳定而集中的成矿流体通道,使得成矿流体分散供给,形成品质稍差的矿层。

(4)礁、丘的存在,含矿岩系中同生滑动、垮塌和碎屑流的发育是同生构造活动的重要标志。联系到洋脊热水喷口自养生物群,北海油田、墨西哥湾现代深部渗漏而形成的深水碳酸盐堆积,以及构造活动带的碳酸盐礁丘相对要大些。因此,可以认为热水曾为碳酸盐礁丘提供了物质和能量(CO_2 、 H_2O 、 CH_4 、 H_2S),礁丘或可作为深部热水环流的先导产物。

(5)礁硅岩套由不同的岩石所组成,因此是物理化学性质和水文地质条件的突变带。礁体是块状的碳酸盐岩,周边则为层状的以硅酸盐为主的岩石,它们在化学和物理性质上有着明显的差别,在水文地质条件上两者也具有突变性质,在层状的硅酸盐地层中流体的活动以横向为主,而在块状的礁相为主碳酸盐岩中流体的活动则是多方位的,因此,两者的结合部位是有利的成矿流体运移的通道,也是热水沉积矿床有利的赋存空间。物理和化学性质及水文地质条件的突变带也有利于沉积期后改造矿床的形成。

上述分析说明沉积主岩中的热水沉积矿床的控矿岩石组合—礁硅岩套是呈固定有序的状态产出,与地质构造环境的演变和多种地质作用的综合密切相关,是在盆地演化一定阶段内,为高强度的热水循环系统的启动、运行和归宿,提供了必要的环境和最佳的时空配套的结果。

6 礁硅岩套的找矿意义

在成矿远景的预测时,地层的层位和沉积相对沉积岩中的层状和层控矿床来说,是非常重要的预测手段,但所能限定的区域仍然过大。利用礁硅岩套与成矿作用关系和对矿床的控制特征,可以帮助我们缩小成矿预测靶区。如果我们能够确定沉积盆地中存在的礁硅岩套,那么礁硅岩套的礁相碳酸盐

岩与上覆细碎屑岩的过渡部位和礁体附近同层位的盆地细碎屑岩是矿床最可能的赋存部位。

致谢 本文在完成过程中引用了许多矿山和地质部门及个人的研究资料,全体作者在此一并表示衷心的感谢。

参 考 文 献

[1] 陈先沛.初论礁硅岩套——一种重要的含矿岩石组合.地球化

学文集,中国科学院地球化学研究所编辑,北京:科学出版社,1986,37~44。

[2] 朱上庆,池三川.层控矿床及找矿.北京:地质出版社,1992,1~194。

[3] 南颐.广东长坑金、银矿区赋矿地层及时代.广东地质,1993,(3):17~23。

[4] 杜均恩,施纯溪,陈楚湘.广东长坑金、银矿成矿特征.广东地质,1993,(3):1~8。

[5] 夏萍,张湖,王秀璋.粤西长坑金银矿区硅质岩成因的地球化学特征和成因探讨.地球化学,1996,25(2):170~171。

Ore - controlling Rock Assemblage of Hydrothermal Sedimentary Superlarge Ore Deposits Bio - Reef - Chert Suite, Guangdong Province

Chen Duofu Chen Guangqian

Chen Xianpei Gao Jiyuan and Pan Jingming

(Guangzhou Institute of Geochemistry, CAS, Guangzhou 510640)

Abstract

Bio - reef - chert Suite is an important rock assemblage for controlling Dajiangping superlarge pyrite deposits, Fankou superlarge lead - zinc deposits and Changkeng superlarge gold - silver deposits. It is formed as a fixed and ordered suite at space and time, composed of carbonate rocks of reef facies, hydrothermal sedimentary rocks (ores), fine detrital rocks intercalated banded mudlimestone, synchronous volcanic rocks, tuffaceous rocks and volcanic veins in the isostrata in mining area or in the neighbor district. It is also the comprehensive products of normal sedimentary process, biological process in basin, hydrothermal sedimentary process under basin base and magmatic process in the deep of lithosphere, when basin evolved at a special stage in a special geological setting.

Key words Guangdong superlarge ore deposits ore - bearing rock assemblage bio - reef - chert suite hydrothermal sedimentation