文章编号:1007-3701(2005)01-0024-07

广西大厂细脉带锡矿体富集规律及隐伏矿体预测

秦来勇12,秦德先1,余阳先13

(1. 昆明理工大学,昆明 650093;2. 桂林矿产地质研究院,桂林 541004;3. 柳州华锡集团铜坑矿,广西 南丹 547207)

摘要:从赋矿地层、岩性、控矿构造、火成岩等几方面对细脉带矿体的成矿富集规律进行了探 讨,指出 NE 向裂隙构造为其主要控矿构造。同时,运用野外地质、数学地质、物化探等综合信 息进行隐伏矿体预测,指出在细脉带矿体的北东延伸部位和北西平行部位有存在同类型矿化 的可能。经工程验证,发现了新的工业矿体,表明对细脉带矿体矿化富集规律的认识是正确 的,矿山周边仍有找矿潜力。

关键 词 细脉锡矿体 矿化富集 成矿预测 江程验证 广西大厂 中图分类号 :P618,44 文献标识码 :A

大厂细脉带矿体是大厂锡多金属矿田长坡 -铜坑矿床的主要矿体,以锡锌为主。矿体570m中 段以上生产勘探程度高 勘探网度达 10 m×15 m, 大部分回采完毕 570 m 中段以下勘探程度低 基本 为地质工作的空白地带。数十年来,大量地质工作 者对大厂矿田的成因进行了研究 ,提出了不同的观 点,主要有火成岩成因¹¹、早期同生海底喷流(火 山)沉积后期叠加改造成因^[2~5]和多成因或层控成 因^[6]。目前已为广大地质工作者所接受的观点主 要有两种:一是成矿具有多期性;二是形成原因的 非单一性。但上述工作大都针对大厂矿田、矿带进 行,而对细脉带矿体则未进行过系统研究。此外, 大厂锡矿田大部分地质研究都是在"六五"及以前 进行的 随着生产探矿的深入 矿山又出现了大量 新的资料。因此,利用这些最新的矿山地质资料, 一方面可进一步深化理论研究 结合多种找矿信 息 指导矿山的二次找矿 ;另一方面则加强了对矿 区重点地质工作的连续性。本文从岩性、构造等方 面对大厂细脉带矿体的成矿规律进行探讨 ,并运用 数学地质、物化探等信息预测隐伏矿体。

收稿日期 2004-09-06

1 区域地质概况

大厂长坡 – 铜坑锡多金属矿床在区域上位于 江南古陆西南缘丹池成矿带中段的大厂矿田。丹 池成矿带总体呈 NW – SE 向展布,延长约 100 km, 宽约 30 km。丹池大断裂和丹池复背斜是成矿带 的骨干构造,也呈 NW – SE 向展布。丹池断陷盆地 受丹池大断裂控制,在加里东褶皱基底上形成,呈 北西狭长带状展布,海西晚期以张性为主,发生了 海底喷流热水沉积成矿,形成了整合层状矿和矿源 层。印支 – 燕山期以压性为主,形成紧密褶皱、逆 冲断裂及燕山期的花岗岩,伴随叠加改造成矿,形 成了细脉带矿体。成矿带内出露的地层以泥盆系 碳酸盐岩、硅质岩及石炭、二叠系灰岩为主,其次为 三叠系页岩。泥盆系构成丹池背斜的轴部,背斜的 东西两翼为石炭系、二叠系灰岩和三叠系页岩。

2 细脉带矿体地质特征

细脉带矿体位于大厂长坡 – 铜坑矿床上部,处 于长坡背斜平缓东翼之次一级纵向背斜轴部横向 裂隙带的延伸部位(图1),矿体赋存于上泥盆统 D³4</sup>灰岩、D²⁴大扁豆灰岩和D²⁶小扁豆灰岩中。矿

作者简介_<u>秦来勇(1</u>975—),男 ,在读硕士 ,工程师 ,从事矿产地 质勘查与**矿床研究**工作.



图 1 大厂细脉带矿体地质略图(据秦德先等修改 2002)

Fig. 1 Geological sketch of veinlet orebody of Dachang 1. 地层界线 2. 倒转背斜轴 3. 张扭性裂隙 4. 平移断层 5. 细脉带矿体及编号 D₃^a - 同车江组下段泥灰岩 D₃^{2c+2d} - 五指山组上段 扁豆状灰岩 D₂^{2a+2b} - 五指山组下段条带状灰岩 D₁¹ - 榴江组薄—中层状硅质岩夹硅质灰岩和硅质页岩

体以细脉状矿化为主,局部见层纹条带状矿化。整 个矿体长600 m,延伸240 m,主要由一系列彼此大 致平行的呈 NE 走向的陡倾斜裂隙充填脉组成,单 条细脉一般厚0.5 m~10 cm,矿体走向10°~40°, 倾向 SE,倾角65°~85°。

矿体由 I、II、III、III、IV号矿体组成,其中 I、II号 矿体规模较大,是主矿体,III、IV号矿体规模较小, 分布于 II 号矿体北侧。在局部地段,I 号与 II 号 (570~598 m标高)、II 号与 IV号矿体(505~531 m 标高)相互重合相连,III 号矿体一般较为独立。四 个矿体大致呈平行分布排列,从上到下,矿石由贫 变富。四个矿体在下部 455~505 m 水平之间均与 下伏的 91 号矿体相交。79 号矿体产出于细脉带矿 体中部 505 m 水平至 598 m 水平之间的 D^{2c}小扁豆 状灰岩与 D^{2d}大扁豆灰岩的分界面,与细脉带矿体 交叉重合产出,矿化互为叠加。598 m 水平以上细 脉带矿体西端与裂隙节理大脉呈平行重合产出,矿 体东西两端矿化不连续,呈现分枝复合、尖灭侧现 现象,矿体小;中部矿化较连续,矿体厚度较大。

细脉带矿体主要由一系列彼此大致平行的呈 NE 走向的陡倾斜裂隙充填脉组成,细脉发育密度 为 8~9条/m,最密地段达 16条/m;在 570 m 水平 以下局部在现有层间矿化或层状矿化或不规则的 团包状矿化等。矿体从上至下,从东至西逐渐变 富,各矿体规模不一。矿体由SW往NE方向侧伏, 下部与91号矿体接触。

矿体中矿石矿物多达 80 种以上,主要为锡石、 铁闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂、脆硫锑铅矿、白 铁矿、黄铜矿和辉锑锡铅矿等。脉石矿物主要为方 解石、石英、白云石、冰长石和电气石等。矿石结构 主要为晶粒结构、它形晶粒结构、溶蚀结构等,矿石 构造主要有块状构造、脉状构造及浸染状构造等。

3 控矿因素

3.1 地层和岩性控矿

长坡 – 铜坑矿床的几个主要矿体均产出于上 泥盆统榴江组硅质岩和碳酸盐岩中(表1)。在长 坡 – 铜坑矿区,几乎所有层纹条带状锡矿化都产出 在硅质岩(D¹₃),硅质灰岩(D^{2a+2b}₃)和硅质页岩 (D^{2a}₂)中 部分层状矿化及脉状矿化产出于小扁豆 状灰岩(D^{2a}₃)中。这些岩石具有如下特点:

(1)硅质岩、硅质灰岩中含有大量硅质纹层、 硫化物 – 硅质纹层、硫化物 – 电气石 – 硅质纹层 等 纹层中的硅质岩成分主要是它形微 – 细粒石 英。这些纹层所含锡及其它金属硫化物较正常沉

表 1 长坡 – 铜坑矿床主要矿体赋矿地层 Table 1 Ore-bearing strata of main orebody in Changpo-Tongkeng deposit

	0		
矿体及编号	规模	矿体形态	赋矿地层
细脉带矿体	大型	脉状、板状	D3 ^{2c+d} 扁豆状灰岩 D3 灰岩、泥灰岩
91 号矿体	大型	似层状	D ₃ ^{2b} 细条带状硅质岩、硅质灰岩
92 号矿体	特大型	似层状	D_3^1 硅质岩、硅质页岩

积岩石高,很多已形成工业矿化(矿源层)。

(2)岩性变化大,并有一定的变化规律,形成 多期沉积韵律,造成在一定层位上相邻岩层岩性差 别大,在条带状灰岩和扁豆状灰岩中含有较多的碳 酸盐地层,在后期改造成矿作用中易于被矿液交 代。

(3)在扁豆状灰岩、条带状灰岩中层内广泛发 育由不同岩性的岩层所组成的薄层、微层构造,层 理发育,有利于在构造活动下产生层间构造带。

(4)D₃^{2c+d} 扁豆状灰岩性脆,易发生裂隙,有利 于矿液的运移和矿质沉淀;而其上部D₃^{3b} 炭质页岩 则不易发生裂隙,往往成为矿液运移的隔挡层。二 者共存时,在脆性岩石中常能形成矿体。

3.2 构造控矿

大厂倒转背斜是大厂锡矿西矿带的主要控制 性构造。波长 650 m 左右的 NW 向褶皱轴部与波 长 500~600 m 的 SN 向次级褶皱轴部的叠加部位 控制了大厂西带各矿床富集成矿。大厂倒转背斜 由于褶皱挤压作用强烈,地层由不同物理和化学性 质的岩性层相间组成,层间剥离、层间滑动、层间破 碎发育,加上后期 EW 向、SN 向褶皱叠加,进一步 强化了层间构造,为后期叠加改造成矿提供了矿液 通道和沉淀场所。而倒转背斜轴部的起伏,在其北 东翼产生了多组后期 NE 向的断裂及裂隙群(图 2)。

NW 向的大厂脆 – 韧性逆掩断裂带(F₁₉₀)是在 大厂背斜形成过程中,产生的巨大压扭力作用下形 成的,其具有通矿 – 贮矿和屏蔽矿液的双重性。



图2 大厂细脉带矿体地质剖面示意图

Fig. 2 Geological profile of veinlet orebody of Dachang 1. 似层状网脉侵染型矿体 2. 似层状细脉侵染型矿体 3. 细脉带矿 体 4. NE 向断裂、大脉 5. 地层界线 6. 断层及编号 地层代号同图 1

组成,密度为 8~9 条/m,最密地段达 16 条/m 左 右,在深部叠加在层状矿体上。NE 向控矿断裂,主 要分布于大厂背斜的北西端 – 长坡倒转背斜轴部 倾没端的长坡 – 铜坑矿区,在南西靠近背斜轴部, 横张应力强,形成断裂和大脉状矿,往北东,逐步远 离背斜轴部,断裂演变为裂隙群(张扭性节理),形 成细脉带矿体。

NW 向裂隙是伴随 NW 向大厂倒转背斜和断 裂产生的次级构造,以压性为主,不利于矿化,但其 与 NE 向裂隙相汇时,往往使 NE 向矿脉富化。

3.3 火成岩

大厂矿带的岩浆活动主要表现为燕山晚期中 酸性岩的侵入活动,但其规模较小,地表仅见断断 续续的脉岩。花岗岩对大厂长坡-铜坑矿床的成 矿无直接关系,但其多次岩浆侵位为后期热液改造 成矿提供大量的热能和动力,促使早期形成的层状 矿体和矿源层中的成矿物质发生活化、迁移和富 集,一方面使层状矿体产生富化,另一方面形成了 大脉带和细脉带矿体。

4 隐伏矿体预测

4.1 NE 向成矿构造特征

NE 向断裂、裂隙为控矿构造和容矿构造,NW

向裂隙和层间裂隙为容矿构造,不论哪一层位离开 NE 向裂隙便不存在工业矿体。

(1)长坡倒转背斜轴部倾伏端轴隆处及北东 翼横向小背斜轴部的横张断裂(图2):控制了矿床 内的大脉型矿体,矿体从长坡地表延伸到505m标 高的大厂矿区 NW 向逆掩断层中,其产状为110°~ 140°∠65°~80°。NE 向大脉群单条脉一般延长为 100~300m,宽0.1~1m,延深100~250m。当大 脉延深到550m标高处,矿脉突然膨大,这可能是 脆性的硅质岩与上层较柔性的条带状灰岩间产生 的层间滑脱构造。当横切褶曲轴部的断裂通过此 虚脱空区,复合膨大而形成104、17、102、148、149号 等矿体。大脉群延深到505m水平后渐趋尖灭。 这组横张裂隙发育于 NW 向褶皱的背斜上具有明 显倾伏的一端,亦发育于轴隆部及东翼横向背斜轴 部。

(2)NE向断裂、裂隙构造:发育于大厂NW向 倒转背斜的北东翼,由于受早期NW向褶皱控制, EW向枢纽向NW向偏转,且愈往浅处EW向褶皱 被早期NW向褶皱控制愈强。而NE向细脉实际 上也是NE向横张断裂带向NE向及深部延伸的部 分。网脉状矿脉群总体延长约600 m,宽30~90 m,延深可达200 m,延伸到685 645 m水平的泥灰 岩、页岩互层地层中,出露最宽可达130 m,向深部 到小扁豆状灰岩中变窄,只有5~10 m宽,再往深 处延伸到91 号矿体附近渐趋尖灭。网脉状矿体脉 群中细脉密集,但每条细脉延伸不长,单脉宽度一 般小于1 cm,个别可达10~20 cm。矿脉产状以 110°~140°∠65°~80°为主。在下部似层状矿体 中,由于赋矿层系层理发育,质硬性脆,易产生构造 裂隙系统,而NE向矿脉为含矿裂隙系统的主体。

在区域应力的作用下,有可能发育数组 NE 向 平行断裂,如果在细脉带矿体北部发育这种类型的 断裂、裂隙,将有望找到细脉带类型的矿体。

4.2 矿化富集规律

大厂长坡 – 铜坑矿床的成矿作用经历了喷流 沉积、成矿和后期叠加改造成矿两个过程。中晚泥 盆世经历海底硅质建造的沉积,形成了纹层条带状 锡硫化物矿化和矿源层;印支 – 海西期北西构造带 以压性为至方都紧密褶皱、逆冲断裂和 NE 向张扭性 裂隙群组成,控制了后期叠加改造成矿作用,在热 液充填交代作用下形成了脉状矿化。细脉带矿体 矿化富集具有以下特点:

(1)NE 向裂隙控制着大脉带矿体和细脉矿体, 大脉主脉两侧往往出现许多密集的小脉,成群成组 与主脉平行或斜交,每一矿体都由数十条至数百条 NE 向细脉组成。锡矿化具有"东贫西富,上贫下 富"的规律。

(2)矿脉在平面上具北东撒开、南西收敛分布 的规律 橫剖面上呈后行侧幕排列,沿走向呈北东 侧伏。由于背斜轴转折而构成的裂隙充填矿脉主 要有三组方向:一组为 NE50°;二组为 NE20°~ 30°;三组近于 SN。三组都是 SE 倾向,倾角 65°~ 80°。三组矿脉表现有切穿现象,反映了不同期次 的矿脉叠加作用。

(3)矿脉成组成带分布 构造形迹多成群出现, 并呈现韵律方式分布。

(4)NE 向裂隙率与矿床主要金属元素的富集 程度呈正相关关系。在上部大脉状和细脉带矿体 中 NE 向裂隙率发育程度直接反映矿脉密度大小; 在下部似层状矿体中,裂隙的发育程度既反映了层 状矿体中脉状矿体的密度,又可反映其后期富集程 度。

(5)NW 向与 NE 向断裂裂隙交叉部位,褶皱 与 NE 向断裂的交汇部位,层状矿化与脉状矿化叠 加部位,是成矿最有利部位,往往形成富厚矿体。

(6)细脉带矿体赋矿层位 D₃^{2c+d} 扁豆状灰岩, 由具有分带性不同物理化学性质的钙质、泥质灰岩 组成,在不同性质的薄层过渡带为构造薄弱带,易 于形成层状矿化。

4.3 找矿线索与隐伏矿体预测

4.3.1 野外找矿标志与信息

根据野外资料:

(1) 22#勘探线附近,NE 走向的裂隙带还继续向北东延伸,由于细脉带矿体是沿垂直大厂背斜的 NE 向断裂往北东演化的裂隙充填脉组成,因此在 裂隙带的 NE 延伸方向有同类矿体的可能。

(2) 在 405 中段东端,有脆性的 D₃^{2c+d} 扁豆状灰 岩存在,且不同性质的薄层发育。

(3) 在 405 中段发育两条断层 其中北面一条为

NE 走向(NE35°~50°)的左行平移断层,沿走向长约640 m, 南面一条为NNE 走向的逆断层,沿走向长约430 m,断面倾向SW,倾角70°~80°;两条断层在32#线一带交汇。

(4) 在 405 中段、455 中段大脉带、细脉带矿体 北西平行方向还发育有 NE 走向的裂隙。

(5)91 号矿体东盘区顶部见有陡倾斜脉状矿 化,且矿脉脉幅较大,有往上延伸趋势。

4.3.2 数学地质模型及物化探异常

研究工作中,运用数学经济模型软件包对细脉 带矿体进行建模后,借助 GIS 的 DTM 分析功能做 出该矿体锡的矿化强度模型图表明 (1) 该区往 NE 向延伸的等值线没有闭合(图3),未闭合的品位等 值线 Sn 品位达 1.28%,而且品位有增高的趋势 (2) 现有细脉带矿体北东之下是 91 号、92 号矿体矿化 强烈地段,而细脉带矿体的成矿物质来源与下部的 层状矿化有关。



图 3 细脉带矿体锡品位等值线图 Fig. 3 Contour of tin grade of veinlet orebody 1.锡品位等值线 2.勘探线及编号

研究表明,在长坡 – 铜坑矿床的北西部位,大 厂倒转背斜的倾没部位,有较好的磁异常及化探 Sn Pb Zn Cu异常^①。

4.3.3 隐伏矿体预测

在海底喷流沉积 – 后期叠加改造成矿理论的

指导下 结合细脉带矿体的矿化富集规律和多种找 矿信息 认为在细脉带矿体北东延伸部位和北西平 行端 NW 向与 SN 构造、NE 向构造线交接部位 D_3^{2c+d} 扁豆状灰岩层位有存在隐伏矿体的可能。

(1)现有细脉带矿体北东端 40°~50°方向(图4 中①区)。包括 NW 向 22#~36#线之间及其北东 地区,寻找 D₃^{2c+d} 扁豆状灰岩中的脉状矿体、不规则 团包状矿体、似层状矿体,有望找到类似Ⅲ号矿体 的工业隐伏矿体。

(2) 现有细脉带矿体北西找与现有细脉带矿本平行的细脉带矿体、不规则团包状矿体(图4中②区),有望找到类似Ⅲ、Ⅳ号的工业隐伏矿体。



图 4 细脉带矿体边部隐伏矿体预测示意图 Fig. 4 Sketch showing the concealed orebody around veinlet orebody

(3) 沿大厂断裂、大厂背斜 NW 及 SE 走向方向
 上,与 NE 向走滑断裂、SN 向断裂(东、西火成岩岩
 墙)交汇部位的 D¹₃、D^{2a+b}₃ 和 D^{2c+d} 层位,有望找到
 脉状、破碎带状和不规则团包状锡锌矿体。

4.4 工程验证效果

1999 年开始,矿山对①、②号预测区局部地段 进行工程验证,布置坑道验证工程814 m,钻探验证 工程(60 个孔)2069 m。目前2个预测区域的首 期验证探矿工程已完成,共施工35个钻孔,进尺1 869.31 m,探矿坑道694 m,见矿样长414 m。两个 区域均发现隐伏矿体(图5)。

(1)细脉带矿体北东延伸区段:发现隐伏节理

①何国朝等 数 据 锡多金属矿田深部及外围综合找矿研究, 2002.21万数据



图 5 细脉带矿体边部隐伏矿体预测工程验证结果示意图 Fig. 5 Sketch showing the engineering confirming results of forecasting area nearby veinlet orebody

裂隙脉型锡锌矿体。该矿体赋存于 D₃^{2c} 小扁豆状灰 岩中,垂直方向在 395~493 m 标高之间。矿体呈 西高东低,走向40°~50°,倾向 SE,倾角65°~74°。 走向上延伸362 m,倾向上延深79 m,平均厚度为6 m,最大厚度16 m,最小厚度1 m。矿体形态严格受 构造控制,由 NE 向裂隙脉组成,形态较为复杂,局 部有分枝复合现象,在构造有利部位,矿化富集、膨 大,呈不规则团包状产出。矿体基础矿石储量为39 万 t,锡品位 1.41%,锌品位 10.98%,含锡、锌金属 量分别为5 488 t 和 4 2610 t。

(2)细脉带矿体北西与现有细脉带矿体平行部 位 发现隐伏含锡锌磁黄铁矿矿体。该矿体赋存于 D₃^{2c} 小扁豆状灰岩中,位于①号预测区的北西端,垂 直方向在 420 ~ 498 m 标高之间,走向 40° ~ 50°,沿 走向延伸小,倾向 SE,倾角 63° ~ 80°,最大厚度为 31 m,最小厚度1 m。矿体形态严格受构造控制,呈 不规则的团包状。矿体资源量20余万t,锡品位为 0.25%,锌品位为1.39%,含锡金属量517t,锌金属量2885t。

此外,两个预测内还发现大量零星小矿脉,其 脉幅小,延伸范围小,规模及品位暂不能构成工业 矿体,但表明预测靶区内存在矿化体,有存在规模 较大矿化体的可能。

5 结语

通过对细脉带矿体周边及深部隐伏矿体预测 区的工程验证,发现了隐伏矿体,表明对细脉带矿 体成矿富集规律的认识,以及将 NE 向断裂、裂隙作 为细脉带矿体找矿的主要依据是科学的、客观的。 同样也给出这样的启示(1)细脉带矿体的北西空 白地带,具有与主矿体相似的成矿地质条件,仍有 较大的找矿潜力(2)地质找矿应在基础地质工作 的前提下,应用综合信息预测方法进行找矿预测; (3)海底喷流热水沉积 – 后期叠加改造成矿的成矿 理论及找矿新思路值得在大厂矿区进一步推广和 应用。

参考文献:

- [1]陈毓川,黄民智,徐珏,等.大厂锡矿地质[M].北京,地 质出版社,1993.
- [2]雷良奇.大厂长坡锡多金属矿床成因刍议[J].矿床地 质,1986 5(3) 87—96.
- [3]张国林,蔡宏渊.广西锡多金属床成因探讨[J].地质评论,1987,33(5);426—436.
- [4]韩发,赵汝松,沈建忠,等.大厂锡多金属矿床地质及成
 因[M].北京地质出版社,1997.
- [5]秦德先,洪托,田毓龙,等.广西大厂锡矿92号矿体矿床 地质与技术经济[M].北京地质出版社2002.
- [6]涂光炽. 广西大厂矿床成因并兼论锡石硫化物矿床形成 条件[A]. 锡矿地质讨论会论文集[C]. 北京:地质出版 社,1987.105—109.

Mineralized enrichment regularity of Dachang tin veinlets and metallogenetic prognosis of concealed orebodies

QIN Lai-yong^{1,2} QIN De-xian¹, YU Yang-xian^{1,3}

(1. Kunming University of Science and Technology Kunming 650093, China 2. Guilin Academy of Geology for Mineral Resources, Guilin 541004, China 3. Tongkeng Tin Mine, China Liuzhou Tin Group Co. Ltd., Nandan 547207, China)

Abstract : The paper discussed the mineralized enrichment regularity of Dachang tin veinlets from orehost strata lithology structures and igneous rocks. It is indicated that the NE-striking structures are the key controlling factors. Forecasting of concealed orebodies is made with field geological information mathematical geology and geophysical-geochemical exploration two potential veinlet-like mineralized zones are proposed, and two industry orebodies were discovered by exploration engineering, indicating that there are excellent foreground for prospecting of tin resources around the mining area.

Key words : tin veinlet ; mineralized enrichment ; metallogenetic prognosis ; engineering validation ; Dachang ,Guangxi

(上接第23页)

Regional geochemical features in Xichuan area of Henan Province

MA Zhan-you , LI Ming , ZHAO Zhi-qiang , ZHANG Hong-qiang

(No. 1 Geological Prospecting Institute of Henan Province Nanyang 473003 , China)

Abstract : There exist a Ag-Sb-V geochemical anomaly belt along Xichuan fault and some of the anomalies have been inspected during recent geological survey and a Ag-Sb-V mineralized belt with Au-Pt-Pd-REE mineralization has been found in the bottom bed of Cambrian strata. A lot of Ag-Sb-V geochemical anomalies exist in the neighbouring areas with good prospecting foreground.

Key words : geochemistry ; Cambrian , polymetal mineralization ; Xichuan