

广西丹池地区锡多金属成矿带控矿因素及成矿预测

高志斌

(广西有色勘探公司)

丹池成矿带泥盆系中发育的碳酸盐岩有利于交代，是形成富矿的重要条件。北西向紧密线型褶皱、断裂及其次级构造控制矿带的展布。黑云母花岗岩、斑状花岗岩与锡石—硫化物矿床关系密切，具有花岗岩凸起部位富锡、凹陷部位富铜和近铜远锡的矿化分带规律。

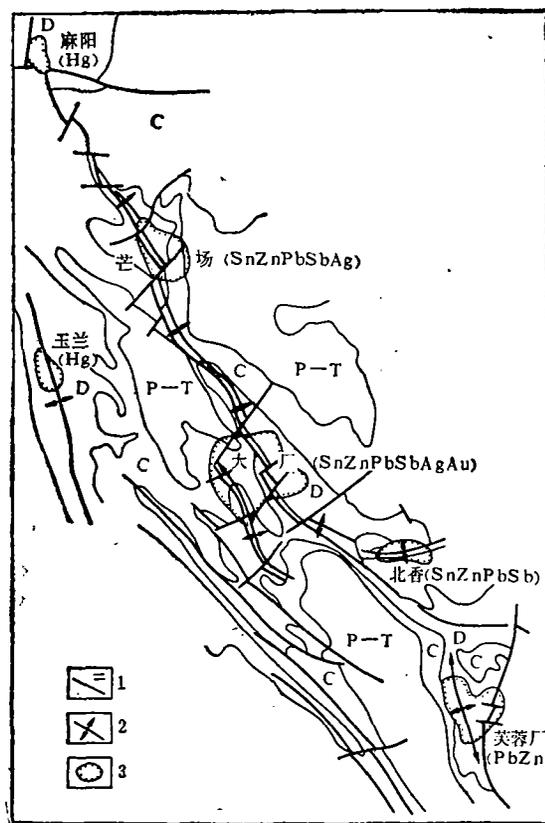
关键词：广西；丹池成矿带；锡多金属；成矿规律

丹池成矿带，有色金属矿产资源丰富，矿床类型多，规模大，硫盐类矿物发育，素为国内外地质专家所向往。先后有35个国家、90多人到矿区考察和指导工作。特别是1984年在南宁召开国际锡矿地质研讨会期间，国内外专家百余人前往大厂、茶山、车河等地进行现场考察和学术交流，对矿床成因、物质来源及深部找矿问题提出了不同的见解。本文在综合分析多年来野外及室内有关资料的基础上，主要探讨深部找矿及其有关的地质问题。不当之处，欢迎批评指正。

基本概况

丹池锡多金属成矿带属广西南丹、河池地区管辖，北西长80公里，南东宽40公里。自1954年底以来，广西有色地质勘探公司215地质队等及有关院校，在该区做了大量基础地质工作和深部地质勘探工作，以及地质综合研究工作，在大厂、芒场、麻阳、玉兰、北香、芙蓉厂等矿田，探明了大量锡、铅、锌、锑、钨、铜、汞以及金、银、铟、镉等贵金属和稀散金属储量。其综合利用价值巨大，是我国有色金属重要产地之一。

丹池多金属成矿带位于太平洋锡矿带中段，属南岭东西复杂构造带的中段。区内发



广西丹池成矿带矿田分布图
P—T—三叠—二叠系，C—石炭系，D—泥盆系；1—断层；2—背斜轴；3—矿田范围

育东西向、南北向构造体系和扭转构造型式。成矿带位于江南古陆西南缘的丹池晚古生代

拗陷带内,受北西走向的丹池复背斜大断裂控制。丹池大断裂切过丹池复背斜核部,并伴生着一系列规模不等的北西走向压性、压扭性断裂。构造交叉处及横跨隆起部位控制着矿产的分布。矿带北端有麻阳汞矿田,中部有大厂、芒场矿田,南部有芙蓉厂矿田,从目前地质勘探及综合研究资料来看,以大厂矿田最有工业远景。芒场、麻阳、玉兰、北香、芙蓉厂矿田亦有一定的地质远景。(见图)。

地层控矿作用

据多年来我们对丹池成矿带地层含矿性的研究认为,泥盆系是控制丹池多金属矿形成和分布的重要条件。

1. 矿床主要赋存于泥盆纪的一套碳酸盐—硅质岩—细粒碎屑岩建造中

丹池成矿带出露地层主要是泥盆纪、石炭纪、二叠纪浅海相陆源碎屑岩和碳酸盐岩,为陆台边缘拗陷带沉积。泥盆系沉积厚,相变大,韵律比较发育,含炭质高,属于半封闭的海盆沉积。

矿床主要赋存于泥盆纪一套碳酸盐岩—硅质岩—细粒碎屑岩建造中。上泥盆统同车江组,为灰岩、页岩互层;榴江组为扁豆状灰岩、条带状灰岩及硅质岩。中泥盆统马家凹组为板状灰岩、页岩及生物礁灰岩。下泥盆统车河组为砂岩、页岩、泥灰岩互层。

丹池成矿带地层的特点是:炭质高,硫高,硅质高。

(1) 主要锡工业矿体产于泥盆系一定层位的岩层中,空间上明显受地层层位控制(表1)。

丹池矿带主要锡矿体产出地层 表 1

矿体编号	规模	矿体形态	赋矿地层
长坡92号矿体	特大型	似层状	D ₃ ¹ 硅质岩
长坡91号矿体	大型	似层状	D ₃ ^{2b} 细条带状灰岩
龙头山100号矿体	大型	似层状	D ₂ ¹ 生物礁灰岩
大福楼22、21号矿体	中型	似层状	D ₁ 泥页岩夹泥灰岩、钙质页岩

表1所列5个矿体锡总储量占矿带锡总储量的2/3,它们均产于泥盆系不同层位的岩层中。次要矿体亦多与地层层位有关,如巴力28号矿体即产于D₃硅质岩中;茅坪冲地区发现下泥盆统含锡砂岩。

(2) 除节理脉型矿体外,其他矿体均呈似层状产出,矿体产状基本一致。组成矿体的裂隙脉通常是在层内发育,很少穿层。矿体与地层产状的一致性,反映了地层对矿化的控制作用。

2. 地层是成矿物质的重要来源

(1) 丹池地区地层剖面岩石的本底值测定结果表明,泥盆纪岩石中锡、铜、铅、锌、镉、银等元素含量都比较高,35个样品锡平均含量为3.1ppm。其中上泥盆统灰岩及硅质岩的上述元素含量均高于同类岩石平均含量的数倍(表2)。

广西南丹罗富地层剖面上泥盆统岩石微量元素平均含量

表 2

地层层位	岩性	分析结果 (ppm)							
		Sn	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Sb	As
D ₃ ² 五指山组	泥灰岩及扁豆灰岩	3.3	13.4	15	10.6	0.12	1.5	90	<30
D ₃ ¹ 榴江组	硅质岩及泥灰岩	2.2	27.4	13.1	41.0	1.39	<1.0	<10	<30
平均值	碳酸盐岩	0.n	4	9	20	0.0n	0.6	0.2	1.0
(涂和费)	砂岩	0.n	n	7	15	0.0n	1.6	0.0n	1.0

最近我们对丹池矿带不同时代地层岩石微量元素进行了定量分析,结果表明,泥盆系岩石中Sn、Pb、Zn、Sb、As、Ag等元素的含量均高于地壳同类岩石的平均值,一般高出2~10倍。铜的含量近于或略高于平均含量。泥盆纪岩石中上述元素丰度明显高于石炭系及二叠系。丹池成矿带内泥盆系Sn、Pb、Zn、Sb、As的高丰度,反映了成矿物质的初始富集,这是形成锡多金属矿的物质基础,也是矿体产于泥盆系的内在原因。

(2) 丹池矿带泥盆系中硫化物矿化特别发育。据100多个样品硫同位素数据,龙箱盖岩体附近,硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}$ 值为-4.40~+4.20‰,其中以0~2‰为主,接近陨石硫的同位素组成,当属岩浆硫源。长坡、大福楼、茶山等区 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围较大,从-14.6‰~+17.6‰均有出现,但主要集中在-4‰~+4‰之间,与龙箱盖地区硫同位素组成相近。由此推测这几个矿区的硫亦应以岩浆源为主,但考虑到部分样品 $\delta^{34}\text{S}$ 出现较大的负值和正值,92号似层状矿体及大福楼似层状矿体更富集轻硫,因此,我们认为在这个矿区应有部分地层硫加入。总的看来,随着距龙箱盖花岗岩体的距离增加,地层硫源的加入亦增多,到龙头山则以地层源流为主。矿带内泥盆系中大量分散状黄铁矿、层纹状黄铁矿及草莓状黄铁矿的发育,是地层中存在丰富硫的佐证。

(3) 矿石物质成分与地层围岩组份关系密切。产于不同岩性地层中的矿体,矿石中脉石矿物亦不同。主要锡工业矿体的赋矿围岩与矿石、脉石矿物类型密切相关。产于硅质岩石围岩中的矿体,脉石矿物以石英为主。例如D₃硅质岩中的长坡92号矿体,脉石矿物以石英为主;石英砂岩中的茅坪冲锡矿体,脉石矿物均为石英。碳酸盐岩围岩中的矿体,脉石矿物常以方解石为主,如龙头山生物礁灰岩中的100号矿体,脉石矿物以方解石为主;而泥质岩石围岩中的矿体,脉石

矿物则以电气石为主,例如,由泥质条带、硅质条带及钙质条带组成的条带状灰岩中的长坡91号矿体,脉石矿物以电气石为主,其次为石英和方解石;钙质岩与页岩互层围岩中的大福楼21、22号矿体,脉石矿物以电气石为主,其次为石英和方解石。矿石中脉石矿物的种类或组合特征,与所赋存围岩岩性特征的对应关系,明显地反映出地层岩石的物质组份加入到成矿流体中,在成矿过程中起到重要作用。

3. 地层为成矿提供有利岩性条件

(1) 矿带内泥盆纪岩石类型多,岩性差异大。由不同岩性组成的地层,当受到构造应力作用时,易形成层间破碎带或层间剥离,有利于矿液充填富集。例如,以硅质条带为主的细条带状灰岩与其上盘的小扁豆状灰岩之间,细条带状灰岩与其下盘以泥质条带为主的宽条带状灰岩之间,常发育有层间破碎带,分别充填有75号和77号锡石硫化物矿体。

(2) 矿带的主要赋矿地层为硅质岩、条带状灰岩及礁灰岩。这些岩石性脆,受力后易破碎而形成大小不等的断裂裂痕。经研究,D₃硅质岩单位裂隙度为7条/米,伸长性为3.02厘米/米,呈薄层状产出,含SiO₂90%以上,性脆易碎,有利于矿液的充填。硅质岩易受矿化剂氟的溶蚀,而使成矿溶液趋向碱性的转变;而溶蚀作用又使岩石释放氧,增加了氧的活度,从而促进锡的沉淀。D₃细条带状灰岩单位裂隙度为5.7条/米,伸长性2.93厘米/米。由于岩石性脆受力产生的断裂裂隙为成矿提供良好的空间条件,92号和91号矿体就是由密集裂隙充填细脉组成。礁灰岩除性脆外,还含有大量生物遗体。生物自身骨架及生物躯体之间的格架空间,加上其性脆受构造作用所产生的断裂裂隙发育。同时,由于碳酸盐岩石化学性质活泼,又能提供碱性地球化学环境,这些都有利于锡石及其他硫化物的析出,有利于矿液的运移和

富集。巴力区100号矿体就是在这种条件下形成的。

(3) 泥盆系中含有丰富的有机质。30个岩体岩石定量分析结果,一般含有机质0.1%以上,相当一部分高于0.3%,在不同层位中夹有多层炭质页岩。在龙头山礁灰岩及拉朝中泥盆纪上部,泥灰岩中有大量沥青富集,硅质岩中亦发现有沥青存在。有机质的初始富集,亦可造成富硫的还原环境,有利于成矿物质的沉淀富集。

区内泥盆系中发育大量的碳酸钙岩石,有利于矿液交代,这是形成大厂富矿的重要条件。已发现的富锡矿体,均无例外地产于钙质或含钙质地层中,以赋存在同一地质构造部位的91号和92号矿体为例,92号矿体围岩为硅质岩,难于交代,仅由充填细脉构成贫矿石,而91号矿体围岩为条带状灰岩,矿液交代强烈,矿体除发育充填细脉外,还发育沿层交代层间矿,形成富锡矿体。

上述资料充分说明,泥盆系是丹池锡多金属成矿带的重要控制因素,在成矿过程中起着重要的作用,在找矿评价勘探工作中应引起足够的重视。

构造控制因素

丹池成矿带位于江南台背斜和滇桂台向斜之间桂西北断裂拗陷带中。区域内主要为丹池褶断带,并有大厂、官山、南甯次级背斜。它们自北东向南西呈反“多”字型排列。丹池成矿带经受多次构造挤压,褶皱断裂发育,北西向褶皱呈紧密线状,东翼平缓,西翼陡,局部倒转,次级挠曲发育。断裂以北西向、北东向两组为主,它们控制矿带的分布。其次为东西向和南北向,它们控制矿田的分布。矿床多沿再次级的北北西向断裂分布。矿体充填交代于断裂两侧相对封闭的低级构造中,这些断裂不仅是矿液的运移通道,而且当它们处于阻滞性较大的泥质岩中时,局部也可成为矿石的贮集场所。应当指出的

是,由于海西、印支期本区发生强烈活动(各时代地层基本上处于连续沉积的整合状态),只是燕山期曾有过较剧烈的褶皱和断裂活动,因此,岩石破碎程度适中,有利于成矿物质的集中,并形成分布密集、规模巨大的矿床。大厂、芒场、麻阳等矿田内的矿床多产于纵向断裂的两个较大的横断裂之间。

对比表层构造和深部构造,矿带内的空间组成构式有多种类型,不同构造形式成矿各异。上部主要以张扭性、扭性、压扭性裂隙控制着矿体。矿体形态为大脉状、细脉带以及不规则的脉状矿体,一般品位较富。中部转化为以压扭性构造为主,产生一系列层间滑动,形成雁行式层间似层状矿体或层间剥离矿体。深部及近花岗岩体部位,由于岩浆侵入作用与构造应力作用密切联系的接触构造控制着矿体的展布,矿体呈脉状、似层状、条带状产出,矿化宽度增大,按照成矿区段所处构造位置,形成不同的构造组合形式,如长坡式、巴力一瓦窑山式、龙头山式、龙箱盖式、大福楼式、芒场和麻阳式等矿体。

岩浆岩特征及其与成矿的关系

1. 岩浆岩的基本特征

丹池地区产出的岩浆岩,主要有黑云母花岗岩、斑状黑云母花岗岩、花岗斑岩、闪长岩、辉绿玢岩、花岗斑岩及闪长玢岩、辉绿岩,多分布在矿田附近,组成一岩脉带,与矿床分布关系密切。龙箱盖岩体为一隐伏岩基,从中心向边缘可分为黑云母花岗岩、二云母花岗岩和白云母花岗岩三个岩相。在岩体顶部和两侧发育有伟晶岩、长英岩、闪长岩、花岗斑岩、闪长玢岩等岩脉。后者呈南北向分布,与锡石—硫化物多金属矿化关系密切。

(1) 从最近在丹池地区开展重力测量和卫片解译所得丹池地区重力异常带及环形影象综合图可见,大厂地区存在一个北西—南东向重力负异常,最低为-16.8毫伽。在龙

箱盖和八面山北侧分别出现两个负值中心。在罗马店、大厂—龙头山、鱼龙及大福楼区,异常向外突出。图中见若干互相配套的卫片环形影象,这些环块大致与重力负异常吻合,只是部分环块向南位移。根据重力和卫片解译资料推断:①大厂地区深部存在一隐伏花岗岩大岩体。若以-10毫伽圈定岩体边界,所圈定岩体面积约150平方公里;②大厂隐伏岩体在罗马村、大厂—龙头山、鱼龙及大福楼地区深部,都可能向外突出形成岩突。

(2) 丹池地区岩浆岩以酸性岩类为主,主要分布于龙箱盖和芒场地区,由黑云母花岗岩及斑状黑云母花岗岩组成,经初步研究认为,这两种岩石为同源先后侵位的产物,斑状花岗岩可能早于黑云母花岗岩。主要有以下依据:

①在空间上斑状花岗岩零星产于黑云母花岗岩边部及中部,两者为突变接触关系。

②两种岩石化学成分有较明显区别,特别是其中的挥发组份B、F、Li及Be、Rb、Sr含量差异显著。等粒黑云母花岗岩中B、F、Li等挥发组份含量明显高于斑状花岗岩,K/Rb、Rb/Sr值的差异更为突出。这些特征都显示出等粒黑云母花岗岩应晚于斑状花岗岩形成。

③两种岩石原生黑云母的物性和化学成分亦有较大差异,等粒花岗岩明显贫镁,富硅、铁和钾,反映了岩浆演化晚期成岩的特征。

斑状黑云母花岗岩Rb—Sr同位素年龄值为 1.15 ± 0.03 亿年,而等粒黑云母花岗岩同位素年龄值为 0.96 ± 0.05 亿年,二者有一定差异,表明不是同时侵位,而是斑状黑云母花岗岩早于等粒黑云母花岗岩。上述资料说明,斑状黑云母花岗岩和等粒黑云母花岗岩应为先后侵位的岩浆岩,龙箱盖花岗岩体实应为一酸性岩浆岩杂岩体。

2. 岩浆岩与成矿的关系

丹池地区隐伏花岗岩体与成矿关系密切,它为成矿提供部分成矿物质,是成矿流体的重要来源之一,同时又是热源的供应者,致使地层中的成矿物质活化、迁移、富集。

(1) 花岗岩是锡的初始富集体之一。岩石定量分析结果,含锡量均高于克拉克值2~5倍。拉么夕卡岩锌铜矿物质成分分析结果,发现有一部分锡呈类质同象形式赋存在一些夕卡岩矿物及硫化物中。由此推断,花岗岩本身也是锡的初始富集体,由它演化而成的岩浆热液中亦含有部分锡,因而在龙箱盖岩体附近形成锡多金属硫化物矿床。

(2) 等粒黑云母花岗岩中B、F、Li等挥发组份富集,Rb/Sr值高,其中的黑云母各项化学参数更接近华南锡铌钽稀土黑云母花岗岩型矿床。斑状黑云母花岗岩中挥发组份偏低,其中各项化学参数接近华南花岗岩黑云母平均值。由此推测,等粒黑云母花岗岩可能与锡多金属矿的形成关系更密切。

(3) 根据丹池地区锡多金属硫化物矿床均产于隐伏花岗岩突出部分,推测深部花岗岩岩突是成矿最有利部位。

找矿标志及成矿有利部位预测

1. 找矿标志

(1) 泥盆系应是找矿的主要目标,重点应当是D₃硅质岩、D₃^{a+b}条带状灰岩、D₃生物礁灰岩及D₁地层中含碳酸盐岩集中的层位。对D₃及D₁中杂砂岩层亦应注意。

(2) 隐伏花岗岩隆起外侧及向外突出部位,是找矿有利部位。

(3) 大断裂交汇部位附近的次一级断裂裂隙发育部位,特别是小背斜倾伏部位。

(4) 矿物气液包裹体成分中 $K^+/Na^+ = 1$ 左右、 $F^-/Cl^- < 0.5$ 、 CO_2 高含量,为找锡矿有利标志。

(5) 铅、硫同位素组成呈现出混合源或以地层源为主的特征,对成矿有利。

(6) 地表Sn、Pb、Zn、Sb、Au、Ag矿化较强的部位。

(7) 化探次生晕异常组合为Sn、Pb、Zn、Sb、Ag、As、W、Cu等是地球化学标志。

(8) 通过丹池地区磁异常的研究,认为磁异常是锡多金属矿床的重要找矿标志之一,磁性场源和矿体或矿化的平面位置基本一致;空间位置则有基本一致和不一致的复杂情况。通过磁参数测定可知,丹池矿带与磁黄铁矿共生的锡石硫化物多金属矿磁性较强,矿石与围岩有明显差异。但当矿体埋藏较深时,或磁黄铁矿较少时异常反映较弱,对这种低缓磁异常要特别注意研究。如果低缓异常规模较大,与地层、构造相吻合时深部可能有隐伏矿体存在。

(9) 对航磁异常难以识别的弱磁异常,要特别注意研究,这种弱磁异常,对寻找隐伏的、具有一定规模的矿床是十分有价值的。如大厂长坡型和芒场矿床。

2. 成矿有利部位的预测

根据丹池地区成矿地质规律,结合物化探资料综合分析研究认为下列地区是成矿有利部位:

(1) 根据物化探资料,大厂矿田有32个物探异常,12个化探异常,验证还不到一半,再结合地质成矿条件分析,已探明的储量并没有反映大厂矿田应有的矿化规模。因此,预测大厂矿田再发现新的、具有一定规模隐伏矿体是有可能的。

(2) 长坡区除了生产区原勘探矿体局部范围有所扩大外,根据矿化富集受地层、倒转背斜及断裂裂隙控制的规律,深部背斜倒转翼的D₃硅质岩和D₃条带灰岩中,应当有新的矿化富集地段存在。在长坡矿生产区的北部,处于大厂倒转背斜倾没端,是矿化富集的有利地段。据数理统计预测,长坡区北部约500~600米处深部可能找到有一定规模的新矿体。

(3) 经成矿预测研究,结果在巴力—龙头山地区发现了100号矿体后,又经过进一步研究生物礁灰岩与成矿的关系,在100号矿体上、下盘又发现细脉带和105号富矿体。根据物化探资料分析研究,该区剩余磁异常发育的特点,预测100号矿体北部400~800米深处,以及在巴力79号矿体西侧,发现外凸新异常带,磁源推断在D₃地层中,该处仍可能存在隐伏矿体。

(4) 龙头山矿区南侧,止北村—雷打石地区属大厂背斜中段东翼。北西向背斜和断裂与北东向断裂在此交汇:区内泥盆系发育。重力资料表明在其东部八面山北侧可能存在一个隐伏花岗岩隆起。化探次生晕有Pb、Zn、As、Sb、Ag异常发育,并有锡异常零星分布,原生晕及重砂测量均有异常出现。根据化探次生晕元素异常组合发育特点,应属矿体前缘异常,因此在深部找盲矿体是有希望的。

(5) 对大厂矿田东带除已找到的大福楼0号矿体及21、22号矿体外仍然有较好的找矿远景。元马、茅坪冲、唐皇村矿区有较好的磁异常,地表矿化较强烈。最近在元马深部发现了似层状盲矿体,整个东矿带磁异常长15公里,具有明显的水平板状体异常特征。这与大福楼揭示的深部似层状矿体是一致的。在东矿带深部寻找似层状锡多金属矿床,是有远景的。

(6) 铜坑铁帽带:经物化探工作发现明显有北东向磁源叠加;向北东外凸磁异常带。地表有广泛的铁帽分布。地质条件是位于北西向次一级背斜部位,又是北东和北西向两组断裂带交叉处,推测深部是有远景的。

(7) 打锡坳异常带,位于南丹城南东面,为Au、Ag、Sn、As综合异常。金异常分布面积9 km²,呈多条带状展布。该异常位于丹池背斜北东翼上,出露地层主要为上泥盆统,异常中心有一个北西向断层通过,

是寻找金、银、锡多金属有望地区。

(8) 八兰异常带, 位于玉兰汞矿北面塘蒙山东侧, 出现元素以Zn为主, 次为Pb、As、Sb、Mo、Hg、Cu、F综合异常。范围约8km²。异常地段出露下泥盆统地层, 异常分布在北东、北西两组断裂交汇处, 地表矿化较强, 是一个新的有利找矿区。

(9) 芒场区(包括回龙凹、马鞍山以及芒场南部星店、东井、下水等地区)处于短轴倾伏背斜部位, 地表矿化强烈, 深部发现细脉浸染型及似层状矿床, 经物化探工作发现有Sn、Pb、Zn、Sb、Hg较好异常, 浓度高、面积广, 是有望的找矿地区。

(10) 三旺圩和九乐两个互相平行的分散流异常带, 分别与两个北西向背斜的东翼和断裂构造吻合, 规模比较大, 延长15公里, 宽度2公里, 其中三旺圩异常以Sb、Hg为主, 伴有Ag、As、Zn、Cu、Mn、Cr、Co、Ni等, 九乐异常主要反映Ag、Ba、Sn,

异常区出露地层为上、中泥盆统, 有较好远景。

(11) 北香和芙蓉厂区地层条件比较好, 这两个区做了一定程度地质工作, 但工作程度较低。北香区有锡、铅、锌为主综合化探异常。芙蓉厂为以锡为主综合化探异常, 均有较好的找矿远景。

综上所述, 丹池地区成矿带成矿规律、找矿因素概括来说, 成矿与深部岩浆有关, 花岗岩凸起部位富锡, 凹陷部位富铜, 存在着近铜远锡的矿化分带规律。在构造上, 北西构造成带, 北东构造成行, 带带行行交汇成网控制成矿, 开放构造控制锡, 封闭构造控制铜。在地层方面, 泥盆纪地层含矿, 条带状灰岩、生物礁灰岩富锡, 富矿地段高炭为特征。

文中参考了广西有色215队、桂林矿产地质研究院、桂林冶金地质学院及其他同志的资料。在此谨表谢意。

Ore Controlling Factors and Minerogenic Prognosis of the Nandan-Hechi Metallogenic Belt, Guangxi

Gao Zhibin

The carbonate rocks developed in the Devonian Formation in the Nandan-Hechi metallogenic belt in Guangxi Province is favourable for metasomatism and is an important condition for the formation of high grade ores. The NW-trending tight linear folds and fractures and their secondary structures control the distribution of the ore belt. The biotite granite and porphyritic granite are closely associated with the cassiterite-sulfide deposit which is characterized by a mineralization zoning with copper in the near ore zone and the tin in the far ore zone. Tin is rich at the rising part of the granite while copper at the downwarping part.

