第25卷 第4期 地质与勘探 Vol. 25, No. 4
1989年4月 GEOLOGY AND PROSPECTING April, 1989

湖南桃林铅锌矿床控矿条件及成矿预测

张 九 龄

（中国有色金属工业总公司湖南地质研究所）

作者认为，桃林铅锌矿床位于区域向斜的北翼，赋存在上震旦统陡山沱组和灯影组层位中，地层与构造控制明显，属沉积—热液改造型萤石铅锌矿床。在此认识的基础上，圈出了3个找矿预测区，并对坳背屋找矿预测已设计深部验证工程，施工9个钻孔，均见工业矿体。

关键词：桃林铅锌矿床；控矿条件；成矿预测



地质·矿床

桃林矿床为我国著名的铅锌矿床之一。目前矿山资源危急。50年代以来，许多地质学者曾在这里作过调查研究。一般认为矿区位于大云山背斜北翼坳陷断裂部位。赋矿地层为前震旦系。矿床主要受构造裂隙控制，地层对成矿的控制作用不大，属于典型的中温热液充填型矿床。为了扩大矿床远景，延长矿山寿命，1983～1985年间，我们开展了该矿成矿条件及找矿方向的研究。通过研究，动摇了上述认识，提出了新的看法和找矿设想。

区域地质背景

区域位于江南台背斜中段北缘与下扬子台褶带南缘的过渡部位。褶皱断裂发育，构造复杂。根据矿区地层的重新划分，区域地层（包括幕阜山岩体中志留系以前的残留岩层）的时、空分布规律，以及区域褶皱构造特点等综合分析，区域褶皱构造的基本轮廓为大云山或大云山—通山复式向斜构造（图1）。该向斜由西向东，由岳阳新开塘向斜、大云山倒转向斜和通山倒转向斜构成。轴向由北西—东西—北东向，平面上呈向南突出的弧形，其北西扬起，往北东仰伏。轴线总长大于137km，幅宽6～38km。三叠—石炭系及志留系一中上寒武统，及其残留地层组成向斜核部，下寒武统及元古界震旦系、冷家溪群及其残留地层，则依次分布于向斜两翼及其扬起部位。区域断裂以北西向、北东（含北北东）向为主，东西向次之。

燕山期幕阜山花岗岩呈岩基状（总面积2530km²），沿区域复式向斜往南突出部位，与北西向、北东向两组断裂的交接复合部位产出。岩性以二云二长花岗岩、黑云二长花岗岩为主，黑云花岗闪长岩等次之，属SiO_2过饱和类型岩石。从“内部”到边缘，大致为（少）斑状二云或黑云（二长）花岗岩—（似）片麻状（或斑状）二云（或黑云）二长花岗岩—条带（或角砾）状花岗质混合岩。上述岩石均可见围岩（沉积岩）的变余结构构造，如下志留统变质砂岩的变余砂状结构及上震旦统硅质岩的变余隐晶质结构和原生沉积层纹构造等。斑状花岗岩中的斑晶以钾长石为主，成分复杂，有微斜长石、微纹长石及条纹长石等。花岗岩全岩3个氧同位素测定结果，$\delta^{18}O$由12.4～6.5‰（往接

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

触带方向降低），平均为9.9‰（陆壳重熔系列花岗岩$\delta^{18}O$小于10‰）。岩体内部见有大量与区域地层岩性、产状有密切时、空联系的不同层位（志留—震旦系等）的岩层残留体分布。岩体的西部、东部及北东部主要与中下志留统—震旦系等地层接触，南部及北部主要与震旦系和冷家溪群接触，其接触界线弯曲，接触面倾向围岩，倾角30～80°。接触关系除与断层为突变外，一般均为渐变过渡关系。所有这些表明，岩体由前泥盆纪沉积地层重熔形成，属S型花岗岩。研究查明，它与铅锌矿床并无成因联系。

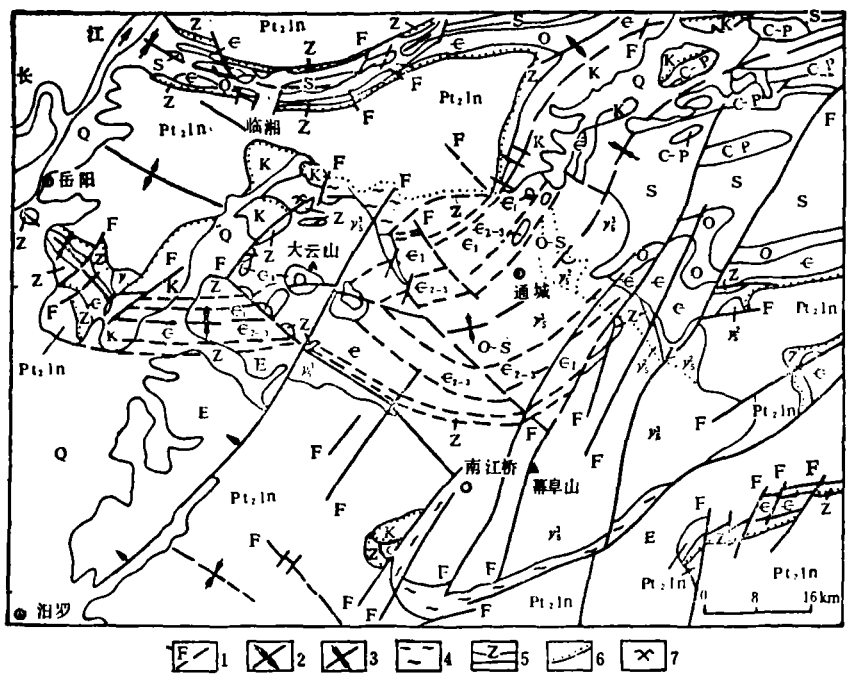


图 1 湘鄂赣幕阜山地区地质构造图

Q—第四系；E—下第三系；K—白垩系；T—三叠系；P—二叠系；C—石炭系；S—志留系；O—奥陶系；
∈—寒武系；Z—震旦系；Pt₂ln—中元古界冷家溪群；γ_5^{2-3}—燕山期花岗岩体；1—断裂；2—背斜轴线；
3—向斜轴线；4—混合岩化片岩；5—推测地层及界线；6—（不）整合地质界线；7—桃林铅锌矿床

矿床控矿条件

矿区位于区域复式向斜北翼西部，为一由下寒武统、上震旦统及冷家溪群等所组成的层位倒转的单斜构造（图2）。岩层倾向北北西，倾角35～50°。断裂以北东东向为主，北北东向次之。矿体呈似层状，透镜状赋存在上震旦统层位中，层位稳定，虽矿体内部切层现象常见，但总产状与围岩一致。主矿体长200～1600m，厚平均6～40m，延伸200～400m。矿物组份简单，以方铅矿、闪锌矿（含铁量低，为0.1～2.4%，见胶状闪锌矿）、萤石、重晶石为主，黄铜矿、石英、方解石等次之。根据矿物共生组合及相互关系大致可分两个成矿阶段，即第一成矿（简称Ⅰ）阶段，主要由石英、萤石、暗色闪锌矿、方铅矿及少量黄铜矿、方解石、重晶石组成；第二成矿（简称II）阶段，主要由重晶石、少量方铅矿、浅色闪锌矿、石英、方解石组成。围岩蚀变主要有硅化、绿泥石化及绢云母化。矿石平均品位：Pb+Zn2.95%（Zn>Pb），$CaF_2$15.77%，伴生Cu(0.1%

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

左右)、Ag、Au、Ga、Be、Se等可供综合利用的元素。矿床规模为大型。主要控矿条件如下：

1．地层条件

矿体赋存在上震旦统陡山沱组及灯影组海相泥质、硅质岩中，层控明显。矿区银孔山与上塘冲矿段之间以及上塘冲与官山矿段之间等无矿带的形成，就是由于陆壳重熔导致赋矿层位的缺失所致（图3）。

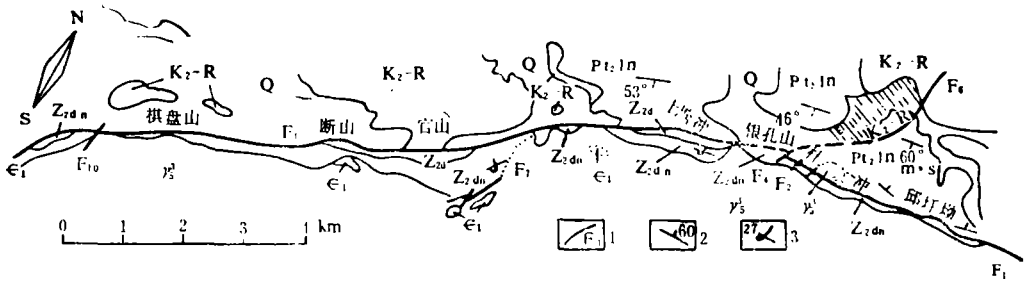


图 2　桃林铅锌矿床及外围地质略图

Q—第四系；K_2-R—上白垩统—第三系；ϵ_1—下寒武统；Z_2dn—上震旦统灯影组；Z_2d—上震旦统陡山沱组；Pt_2ln—前震旦系冷家溪群；m·s—混合岩化片岩；γ_5^3—燕山晚期花岗岩；1—断层；2—地层产状；3—倒转产状

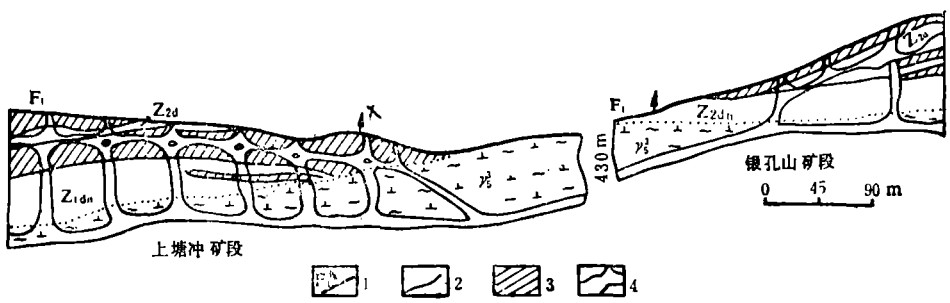


图 3　桃林铅锌矿0m中段矿体与无矿带地质图

1—断层；2—地质界线；3—铅锌矿体；4—中段坑道（其他图例同图2）

2．岩石条件

控矿岩石主要由泥质硅质岩、硅质板岩、硅质碳质板岩、粉砂质板岩，以及其受混合岩化与构造动力变质作用所形成的绢绿石英岩、绢绿石英片岩、千枚岩、绢云母板岩、碎裂化石英岩或角砾岩组成。赋矿部位的岩石除地球化学性质对成矿有利外，其物理性质，如性脆易碎、孔隙、晶洞及裂隙等发育，亦有利于矿化或后期改造成矿。此外，矿体顶板的冷家溪群千枚岩、板岩，以及其底板的灯影组厚层石英岩或硅质岩等所起的阻挡、屏蔽作用亦为不可缺少的因素。

3．构造条件

主要控矿构造为横贯矿区的桃林大逆掩

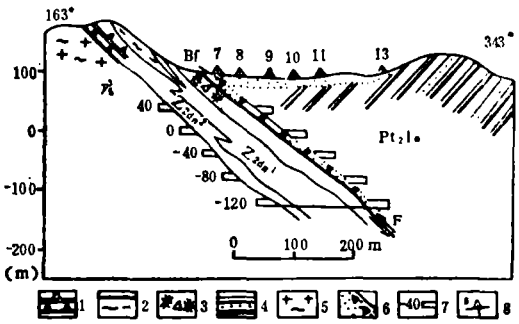


图 4　桃林铅锌矿 4 线地质剖面图

1—灯影组上部硅质岩（Z_2dn^2）；2—灯影组下部石英岩、千枚岩（Z_2dn^1）；3—陡山沱组含矿角砾岩（Z_2d）；4—冷家溪群板岩夹砂岩（Pt_2ln）；5—燕山晚期片麻状花岗岩（γ_5^3）；6—断层破碎带（Bf）；7—中段标高及投影位置；8—钻孔及编号

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

断裂（图4），走向南西西—北东东，倾向北北西，倾角30～45°。走向长大于17km，倾斜延伸大于1350m。断裂上盘（北盘）主要由中元古界冷家溪群组成，其西部则为上白垩统—第三系所覆；下盘（南盘）主要由上震旦统—下寒武统及燕山期花岗岩组成。两者之间的破碎带宽一般为数m到20余m。矿体主要赋存在断裂下盘围岩的孔隙、裂隙、层间剥离及其构造破碎带中。

4. 物化条件

以气液包裹体为主（气液比一般为3～5%），气体、液体包裹体次之，见有少量含NaCl子矿物的三相包裹体。包裹体一般无色，大小一般为3～24μ，呈四方形、六边形及不规则形等，平行晶棱、解理、裂隙排列或不规则分布。包裹体成分（表1），除水外还含有多种气体（如CO_2、CH_4等）及离子（如Ca^{2+}、F^-、Na^+等）。据6个重晶石包裹体分析，含Pb、Zn、Cu成矿元素之和平均为60.5ppm。成矿温度，据均一法测定为380～130℃（Ⅰ阶段为380～160℃，Ⅱ阶段为300～130℃）。成矿压力为180bar。溶液盐度，据冷冻法测定为7.0～19.5%，Ⅰ阶段为19.5～12.5%，Ⅱ阶段为15.3～7.0%，（重量百分比）。上述表明，成矿溶液为一种多组份的富含CO_2的Ca^{2+}—F^-—Na^+型、中盐度、弱酸性的中低温含矿热液。

桃林铅锌矿石英、重晶石包裹体成分表 表 1

矿物	样数（个）	气液相成分（γ/g）											元素对比值			
		H_2O	CO_2	CH_4	H_2	CO	Ca	Mg	K	Na	F	Cl	$\frac{K}{Ca+Mg}$	$\frac{Na}{K}$	$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{F}{Cl}$
石英	12	655	20.3	0.46	0.04	0.43	35.4	0.56	3.57	11.7	28.4	5.65	0.10	3.28	63.2	5.03
重晶石	13	562.2	20.8	0.35	0.05	0.51	14.7	0.30	2.12	6.40	12.9	13.6	0.14	3.02	49.0	0.95

5. 同位素组成

（1）硫同位素 据113个硫同位素资料（表2），总的$\delta^{34}S$由－12.13～＋18.80‰，具较宽的变化范围。从垂直分布上，由浅到深高差达320余m的距离，硫化物的$\delta^{34}S$不存在由小到大（趋向零值）的变化规律，而硫酸盐的$\delta^{34}S$也不存在由大到小（趋向零值）的规律性变化。从成矿阶段上，以硫化物为主的Ⅰ阶段，$\delta^{34}S$以负值为主（相对富集^{32}S），有相当范围的重迭（以方铅矿、闪锌矿为甚），以硫酸盐为主的Ⅱ阶段，$\delta^{34}S$以正值为主（相对富集^{34}S），具较大的变化范围；已有文献阐明，如硫化物由硫酸盐还原形成，那么较晚阶段的硫化物及残余硫酸盐就会比较早阶段的矿物富集重硫同位素^{34}S。从硫同位素平衡关系上，就$\delta^{34}S$的均值而言，则出现由重晶石＞黄铜矿＞闪锌矿＞方铅矿＞黄铁矿的依次降低顺序，不完全符合岩浆热液矿床$\delta^{34}S$降低顺序的一般规律，从而表明含硫矿物之间并未保持硫同位素平衡。从硫同位素组成直方图看，以方铅矿、闪锌矿为主的硫化物的$\delta^{34}S$由－1.50～－12.13‰，为偏离零值的负值，极差10.63‰，显塔式分布；据奥尔特和库尔普（1959）研究认为，矿床硫同位素组成与陨石接近并不意味着硫源就一定来自上地幔，实际上地壳中就存在着硫同位素组成与陨石没有差别的硫化合物，如美洲的阿迪罗达克层状黄铁矿床的$\delta^{34}S$平均值接近－10‰，就有可能从围岩中吸取了沉积或火山沉积硫化物的硫源。而与铅锌硫化物共生的重晶石的$\delta^{34}S$则由＋6.84～＋18.80‰，为偏离零值的正值，极差11.96‰，亦显塔式分布，显然属于沉积硫源。结合区域前寒

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

武系夹有海相火山沉积岩（含黄铜矿、黄铁矿等硫化物及铅、锌、银等微量元素），以及震旦—寒武系海相沉积的重晶石富集重硫同位素^{34}S（$\delta^{34}S>+35‰$，胡永嘉，1986）等事实，矿床中的硫源来自海相（火山）沉积地层是比较合理的。

桃林铅锌矿硫同位素（$\delta^{34}S‰$）组成 表 2

采样地段	方铅矿		闪锌矿		黄铜矿		黄铁矿		重晶石	
	区间值	均值（样数）	区间值	均值（样数）	区间值	均值（样数）	区间值	均值（样数）	区间值	均值（样数）
浅部①③	−4.3～−8.49	−6.07（9）	−3.5～−4.34	−3.92（2）					+14.86～+15.87	+15.58（5）
0m中段	−5.73～−6.80	−6.27（2）	−3.07～−3.86	−3.51（3）						
−40m中段	−5.82～−7.40	−6.82（3）	−1.5～−3.86	−2.75（4）						
−80m中段	−3.50～−12.13	−6.78（23）	−1.80～−8.86	−4.85（24）	−3.05～−4.70	−4.27（6）	−7.07	−7.07（1）	+13.00～+18.80	+16.4（9）
−120m中段	−4.20～−6.88	−5.58（6）	−2.02～−6.72	−3.46（5）	−3.00～−4.30	−3.40（4）			+6.84～+8.27	+7.75（3）
−200m中段			−2.14～−6.66	−3.60（4）						
合计	−3.50～−12.13	−6.44（43）	−1.50～−8.86	−4.23（42）	−3.00～−4.70	−3.92（10）	−7.07	−7.07（1）	+6.84～+18.80	+14.64（17）

①贵阳地球化学研究所、桂林冶金地质研究所，1979年；

②丁悌平，1983年；

③本文，1985年。

（2）氢氧同位素　据33个氢氧同位素资料，矿液水中之$\delta^{18}O$由−7.2～+4.4‰（Ⅰ、Ⅱ阶段相差不大），质轻并具一定的变化范围，属于雨水范畴。矿液水之δD由−31～−69‰（Ⅰ阶段平均为−46‰，Ⅱ阶段平均为−48‰），处于雨水范围（图5），与密西西比河谷型铅锌矿床中的氢氧同位素有许多吻合之处。

6. 矿源层

大量分析研究查明，上震旦统陡山沱组及灯影组下部的泥质、碳质、硅质、粉砂质板岩和泥质硅质岩中的成矿元素，Pb+Zn+Cu平均含量由234.7～642.9ppm（Zn>Pb，与矿床中的铅锌比值相应一致），为克拉克值（曹添，1981）的2.4～2.9倍；相应蚀变岩石高出未蚀变（含区域变质）原岩一般为2.3～4.6倍，其中碎裂化石英岩高达58.7倍。下寒武统碳质、粉砂质板（页）岩Pb+Zn+Cu平均含量为401.2ppm，为克

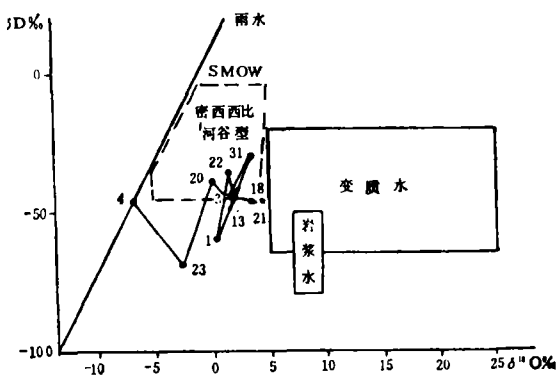


图 5　桃林铅锌矿成矿溶液δD-$\delta^{18}O$的关系图

图中编号：4（Ⅱ）—156℃；23（Ⅱ）—221℃；20（Ⅱ）—251℃；13（Ⅱ）—261℃；22（Ⅱ）—264℃；1（Ⅰ）—266℃；31（Ⅰ）—284℃；3（Ⅰ）—301℃；18（Ⅰ）—312℃；21（Ⅰ）—344℃

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

拉克值的1.9倍；相应蚀变岩石高出未蚀变原岩一般1.2～1.4倍。其余各层位岩石成矿元素的含量不高或低微，如上震旦统灯影组上部较纯的厚层硅质岩Pb+Zn+Cu平均含量只有112.9ppm，为克拉克值的1.2倍。幕阜山花岗岩（主体）Pb+Zn+Cu平均含量只有82.6ppm，为维氏克拉克值的0.8倍。上述成矿元素含量较高的原因，不仅与其所在层位岩石含炭（有机质）、泥、铁、铝质等化学组份有关，而且根据矿床硫同位素组成所反映的沉积硫酸盐或生物硫参与了成矿作用，从而显示同生沉积吸附成矿元素的矿源层特征，故可认为该区的赋矿层实际上相当于矿源层。

综合上述，该矿实际上属于沉积—热液改造层控型萤石铅锌矿床。成矿物质来自地层。成矿溶液为一种与大气降水有补给关系的下渗水和部分沉积变质岩中的水，沿桃林大逆掩断裂环流，受重熔所成的幕阜山花岗岩体热能及构造动力作用影响所形成的地下热水溶液，淋滤、溶解、萃取矿源层中的成矿元素，呈可溶性络合物或化合物，转移到围岩的有利构造部位，沉淀、富集成矿。

成矿预测验证

根据矿床控矿条件，结合具体地质情况，圈出了坳背屋等3个找矿预测区。其中，坳背屋找矿预测区位于矿区银孔山东侧一带，西起4线，东至452线，长千余m（图6）。依据如下：

1．位于桃林走向大逆掩断裂（F_1）与忠防横断裂组（F_2—F_6）之交汇部位。其中，桃林大逆掩断裂横贯全区，走向北东东，倾向北北西，倾角35～50°，为区内主要控矿构造，矿体则赋存在断裂下盘围岩（含重熔所成之混合岩）的孔隙、裂隙及其破碎带中。

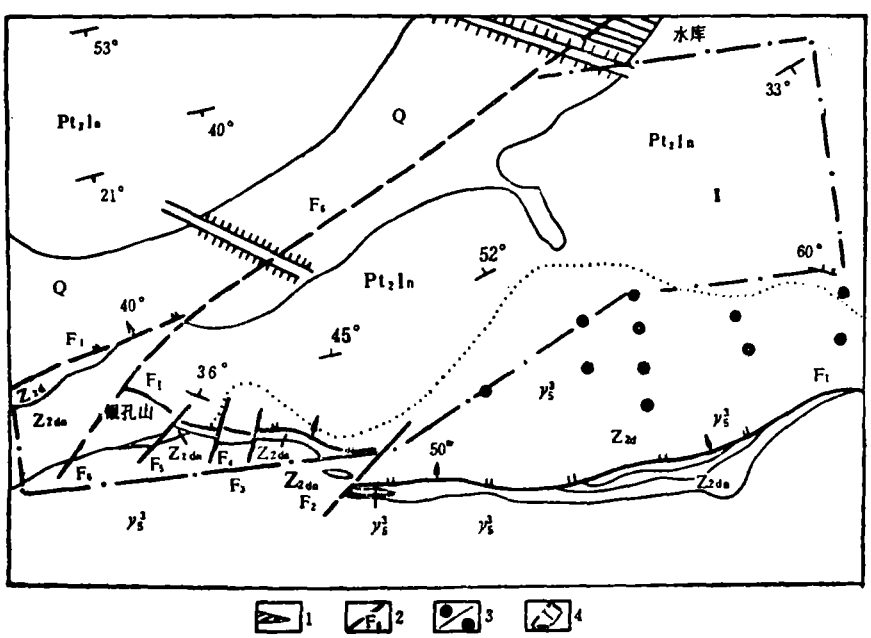


图6 桃林铅锌矿Ⅰ号预测（坳背屋）区地质图

1—矿体；2—断层；3—见矿（黑圆点）与未见矿钻孔；4—找矿预测区（其他图例同图2）

2．地表有上震旦统矿化角砾状（泥质）硅质岩、石英岩、绢绿石英岩、绢绿石英片岩、硅质混合岩及其残留岩层分布，厚一般为2～17m，最厚为38.5m，走向断续长

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1500m。其中，西段地表槽探（原中南地质局405队，1956）矿化断续厚由1.1～2.0m，Pb+Zn为0.17～0.58%，个别达2.23%；东段深部462线钻孔（原中南地质局405队，1956）见矿厚由1.20~2.47m，品位Pb+Zn为1.86～2.01%。

3．控矿断裂的上盘为前震旦系冷家溪群片岩及其残留岩层分布，其下盘西段则为上震旦统灯影组厚层石英岩、千枚岩残留，有利于后期改造富集成矿。

4．围岩蚀变发育，有绢云母化、绿泥石化、萤石化及重晶石化等蚀变。

5．在矿山生产区附近，成矿条件较好，为有望的找矿地区。

根据中国有色金属工业总公司湖南地质勘探公司的指示精神，笔者对坳背屋找矿预测区（I号）及时设计了深部验证工程，共拟编剖面5条，设计钻孔8个，总进尺1350m。经湖南地质勘探公司审查，批打钻孔3个，合计进尺480m，其余列为机动。随后，笔者赴现场布设了钻孔。经总公司湖南236勘探队及矿山勘探队施工验证（1986～1987年）9个钻孔，均见较好的工业矿体，获得了一定的社会和经济效益。新发现的矿体呈透镜状，已控制长500m，宽200～300m，厚4～15m，品位Pb+Zn为4%，CaF_2为12%左右，伴生Cu、Ag、Au等可供综合利用的元素。目前，矿山正在勘探之中。鉴于埋藏浅，开采方便，矿山拟于1990年投入基建开采。

在矿山的要求与赞助（每米钻探补助55元）下，总公司湖南236勘探队对桃盘山找矿预测区（III号，与该队稍后提交的预测区范围有部分重合）又进行了深部设计验证，施工（1987年）2个钻孔，均见工业矿体，进一步扩大了矿床远景。

本文是在原桃林铅锌矿专题研究组研究报告的基础上执笔撰写而成。曾经参加过专题研究工作的有胡超亮、符策美、张庄锐同志；此外，朱贵宣、杨柳、文志龙等同志亦给予了协助。在专题研究的过程中，桃林铅锌矿地测处及湖南236勘探队提供了不少方便，并给予大力支持和协助，在此一并致谢！由于水平的限制，不当之处难免，请批评指正。

主要参考文献

[1] 涂光炽等，中国层控矿床地球化学，第1卷，科学出版社，1984年.

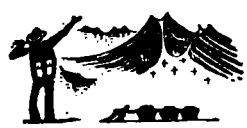
[2] B.A.格里年科等，《硫同位素地球化学》，科学出版社，1980年.

[3] 丁悌平，《氢氧同位素地球化学》，地质出版社，1980年.

On the Ore-controlling Condition and Metallogenic Prognosis of the Taolin Pb-Zn Deposit, Hunan

Zhang Jiuling

In author's opinion, the Taolin Pb-Zn deposit is situated in the northern limb of the regional syncline and occurs in the upper Sinian Doushantuo and Dengying Formations. It is a fluorite Pb-Zn deposit of sedimentary-hydrothermal reformed type and distinctly governed by stratigraphy and tectonics. On the basis of such an understanding, three prospect areas were delineated by metallogenic prognosis and one of the areas (Aobeiwu) was tested by nine drill holes which encountered commercial ore bodies at depth.



© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net