

试论彭山地区变质核杂岩构造及其成矿作用

刘南庆 黄剑凤

(江西地质矿产局 916 大队, 九江)

提 要 本文从构造地层学的角度, 用构造解析的原理, 分析、厘定了彭山地区的变质核杂岩构造, 并对其成矿作用进行了系统地探讨。

关键词 构造地层学 构造解析 变质核杂岩构造 成矿作用 彭山地区

江西省北部彭山是一个以锡为主的多金属矿田, 其南部有宝山锑金矿带。已探明的矿床就有十多处, 进行了大量的地质研究和找矿勘探工作, 有许多报告, 论文及专著问世。其中对彭山穹状构造有“燕山期的叠加褶皱”之说^[4]“中生代花岗岩底辟穹窿”之说^[2], 并一致认为是层控式热液充填、交代型矿体^[1]; 在宝山通过前期地质与勘探, 发现锑金矿化与 EW 向构造带及其间中基性岩墙(席)群、NE 向断裂复合控制有关。但是对该地区构造控制下的地层变形机制、岩浆演化及其与矿产之间的成生联系缺乏系统地研究, 尤其是对不同尺度、不同层次、不同体制、不同类型的构造之间缺乏全方位的动态解析。以至仍然桎梏在“浅层次挤压体制”的范围, 仍然停留在构造与矿产之间就事论事的几何描述。

近期通过有关资料的重新开发利用并重点在张十八铅锌矿区、宝山锑金矿区进行了不同程度的构造解析, 笔者认为“彭山—宝山”处在特殊的大陆转换断层位置, 是一个自加里东以来长期活动的伸展构造区, 具有多层次、多类型、多尺度和多期次的构造变形。其中以彭山变质核杂岩为主体的多层次滑脱剥离是本区的主体构造, 并控制了内生金属矿产的分布。宝山 EW 向构造带是构造多层次、全方位地复合地带, 成矿地质条件优越。(图 1)

1 彭山变质核杂岩构造特征

位于长江中下游、扬子板块南部边缘的彭山, 发育孤立、凸起的穹状退变基底, 伴有后期中酸性岩浆侵位, 基底顶部是一个退变质作用很强的韧性剪切带, 其上是基底剥离断层和褶皱层, 再上是志留系碎屑岩组成的狭义盖层。从而具备了变质核杂岩构造特征。(图 2)

1.1 变质核

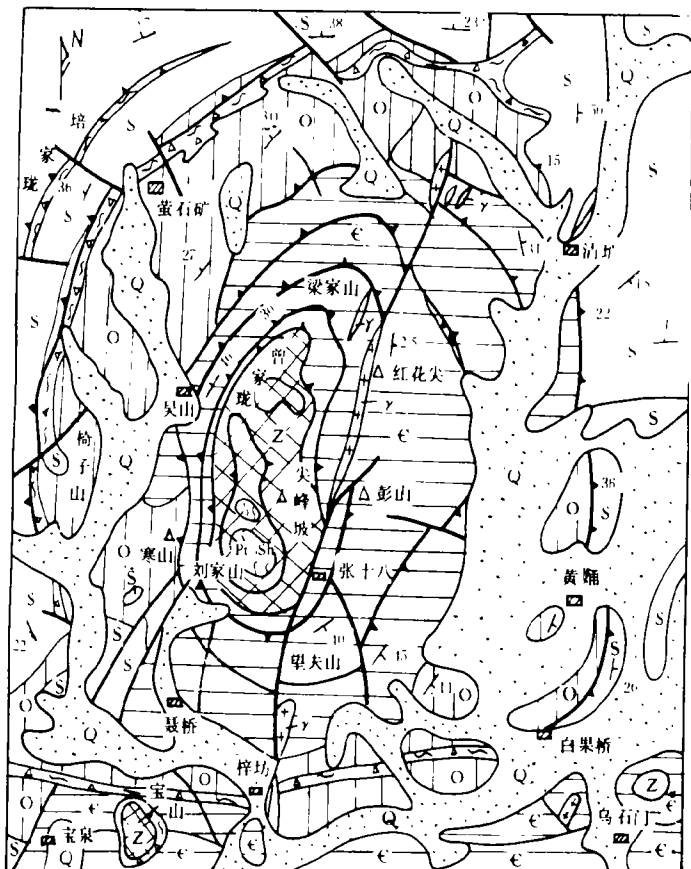


图 1 彭山地区地质构造图

Fig. 1 Geological structure map of pengshan area

位于彭山穹窿核部。为中元古界双桥山群下亚群低绿片岩相、绢云母-钠长石动压变质岩,间夹多层变火山熔岩(Rb-Sr 等时线年龄 $1515 \pm 24\text{Ma}$)。绿片岩中黑云母呈残片状飘浮;在刘家山深部(标高—500m)绿帘角闪岩-绿片岩中,有大量的榴辉岩、榴闪岩“残骸”,三者呈渐变过渡关系;变火山熔岩 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比值 $0.1413 \sim 4.7827$ 、稀土元素分布型式图解显示 Eu 有不同程度亏损出现负异常,说明与退变质作用有关,在流体相的加入和交代作用的发生过程中, K 质带入, Rb 有更多的带入、稀土元素得到了活化。可见这是一个经历了递进→退化变质作用的变质杂岩核^[5]。

1.2 后期中酸性岩体

隐伏于彭山穹状构造近轴部,与围岩接触界面截然。由二云母碱长花岗岩、黑云母二长花岗岩及白岗岩脉组成杂岩体。为燕山中期(Rb-Sr 等时线

1. 第四系 2. 志留系 3. 奥陶系 4. 寒武系 5. 震旦系 6. 中元古界双桥山群 7. 花岗岩脉 8. 中基性岩墙 9. 脆性断裂 10. 滑离断层 11. 滑裂岩带 12. 地层产状

年龄 $127 \pm 4 \text{ Ma}$) 富硅碱、贫铁镁钙的铝过饱和钙碱性岩石。据岩石地球化学特征认为是陆壳重熔型(S 型)花岗岩。^[1]

1.3 基底韧性剪切带

发育在上述变质基底的顶部。厚度 $>20\text{m}$,上被基底剥离断层所切,下与变质核呈渐变关系,产状平缓。由糜棱状片岩夹透镜状“细碧-石英角斑岩系”组成。岩石中韧脆性剪切面理发育,局部有典型的糜棱结构;由长英质组成的同构造分泌脉及塑性流状构造均趋同一致平行新生面理(片理)。石英角斑岩中多量的流线状矿物组成的拉伸线理清晰可见(图3)。镜下石英波状消光明显,塑性岩屑具压扁、弯曲、拉长,细小晶屑显示出方向性排列,总体反映出极显著的塑性流动变形特征。在此带之顶部有一薄层碎裂状岩石。

1.4 基底剥离断层

-石地球化学特征认为是陆壳重

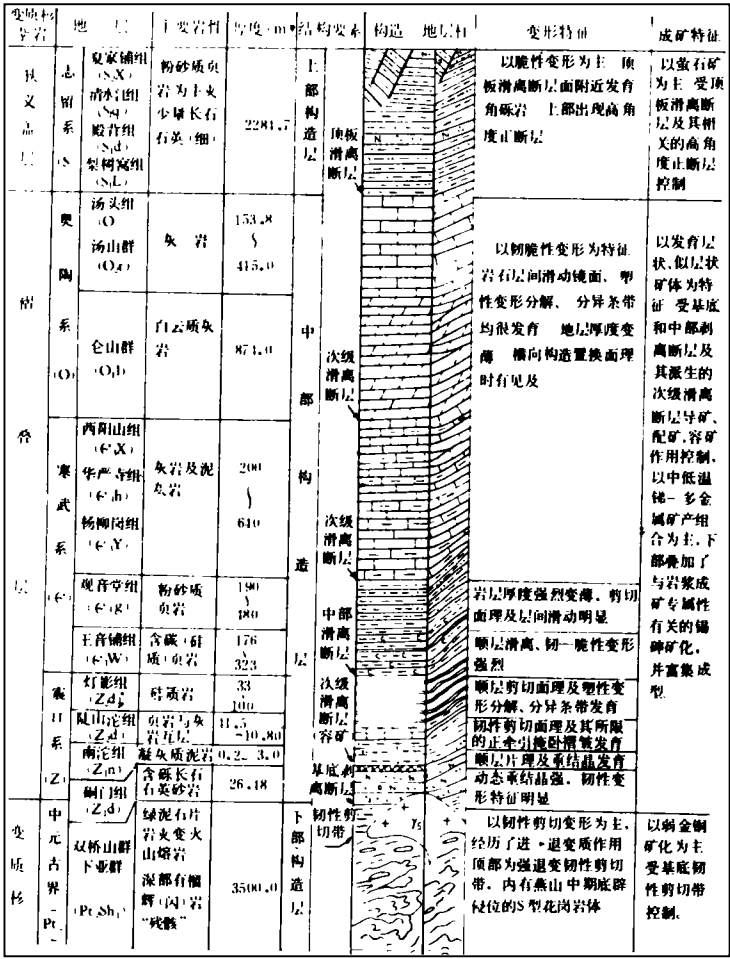


图2 彭山构造-地质柱状图(综合新老资料拟编)
Fig 2 Structure-stratigraphic column of pengshan

是基底韧性剪切带与上覆褶皱层的分划性构造。总体呈舒缓波状,切削上、下盘岩层,使上覆下震旦系洞门组盖层与下伏基底出现不同岩性接触,地层厚度减薄。局部断面上可见数厘米厚的断层泥。

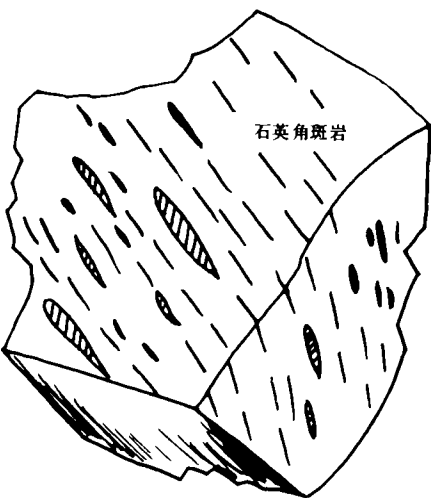
1.5 褶皱层

空间上位于穹窿构造的中部,被基底剥离断层和顶板滑离断层控制。由震旦系、寒武系和奥陶系地层组成。岩石普遍发生固态流变和横向构造置换,其中发育一系列滑离断层构成一个向四周正向韧-脆性剪切的多层次构造滑离系统,这些断层均出现在韧性差异较大的两套沉积岩之间, Pt_2Sh_1 与 Z_1d_1 、 Z_2d_n 与 C_1W 与 O 与 S 之间是三个主滑离断层,代表了深、中、浅三个层次。它们均顺层或与上下岩层小角度相交,并造成强烈变薄,甚至跨组接触(图4)。在各断面的下盘均不同程度发育韧性剪切带,带内为长英质或碳酸盐糜棱状岩石,在单层韧性差异较大的构造地层区段,

顺层正牵引掩卧褶皱十分发育,且被小型顺层韧-脆性剪切带或劈理域所限(图5),从而否定了沉积学的解释依据。这些“顺层”特点反映韧性剪切带形成过程中地壳的水平伸展。

1.6 狭义盖层

地处穹窿构造的最外圈边缘。由中生代志留系碎屑岩组成。变形微弱,发育上陡下缓的犁式正断层及横向张裂。



1. 流线状长石斑晶 2. 流线状暗色矿物 3. 矿物线理

图3 刘家山剖面中石英角斑岩内由流线状矿物组成的拉伸线理构造素描图

Fig. 3 Structure sketch map composed of linear-flow minerals in quartz kerophyre of mt Liujiaoshan section

2 宝山 EW 向构造带特征

由基底 EW 向构造带与盖层多层滑离、滑覆系统全方位地复合而成。深部基底以韧性剪切为特征,缺乏直接的考察资料。中深部以发育多层次的韧性滑脱剥离构造为特色,地层单位与彭山完全可以对比。浅部则发育多层滑覆体,脆性断裂活跃。顺 EW 向构造带中基性岩墙(席)群杂乱填隙。依其构造的空间位态及岩石的构造地层学特征,自中下而上可分为下部褶叠层和上部褶叠层。

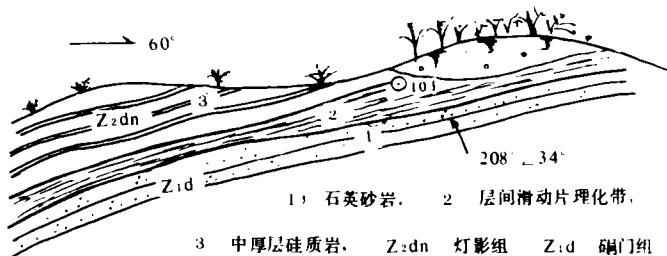
2.1 下部褶叠层

由震旦、寒武、奥陶系组成,为原地系统。其构造地层学特征与彭山基本相同,但岩性、岩相组合有一定的差异,而总体又表现出一种自“刘家山—张十八一带”的古隆起所引起的相变关系。构造产状趋于向南中等倾伏,固态流变构造

趋于大型、简单,横向构造置换较强烈。

2.2 上部褶叠层

由震旦及寒武系组成,为滑覆系统。构造地层学特征同彭山。由低角度正断层所限定的滑覆体,常构成一种下部相对塑性($\leftarrow$),上部相对能干(Z)的滑覆体倒置现象,有时混杂堆积。从宝山“飞来峰”的解剖来看,构造具有“后退式”叠覆形式: Z_2d_n 覆于 $\leftarrow_3h$ 之上、 Z_2d 覆



1. 石英砂岩 2. 层间滑动片理化带 3. 中厚层硅质岩 Z_2dn 灯影组 Z_1d 铜门组

图4 101点 Z_1d 与 Z_2dn 接触关系地质剖面素描图

Fig. 4 Geological profile sketch map of the Contact relation between Z_1d and Z_2dn in point 101

于 Z_2dn 之上、 Z_1n 覆于 Z_2d 之上、 Z_1d 超覆于 Z_1n 、 Z_2d 、 Z_2dn 之上,相当于马杏垣、索书田(1984)划分的滑覆样式——滑片型的“B”型(图6)。

2.3 中基性岩墙(席)群

受 EW 向构造带及层间滑动断裂控制,为安山岩及闪斜煌斑岩。据其岩石地球化学特征及与构造的关系,认为是幔源中基性岩浆经深部分异作用沿断裂被动侵位。岩石受后期构造改

造、破碎、蚀变均较强烈。K-Ar 同位素年龄 158.4Ma, 应为燕山中期第一阶段产物。

3 构造在不同层次上的变形机制

根据彭山地区不同构造群落的构造生态, 在剖面上自下而上可以划分为下、中、上(或深、中、浅)三个具有不同主导变形机制的构造层次。它们在空间上是叠置的, 时间上是递进的。

3.1 下部构造层

彭山发育较好, 研究程度较高。宝山仅在钻孔中时有见及, 未能研究, 但亦证明其下部构造层的存在。

下部构造层以基底剥离断层为上限, 包括变质核, 基底韧性剪切带及后期中酸性岩体诸

图 5 陡山沱组条带状泥灰岩中被韧-脆性剪切带所限的层间正牵引褶皱照片素描图

Fig. 5 Photograph sketch map of positive drawing fold restricted to the brittle-ductile zone among beddings in belt marl of Doushan Tuo Formation



构造成份。从变质核及基底韧性剪切带的岩石变形, 变质特征, 可以看出深部是一个以压扁-流动作用为主导变形机制, 经历了正、退变质的古老的变质杂岩核, 其顶部的韧性剪切拆离伴随着始终。后期强力侵位的中酸性岩体作为燕山中期深部特定环境下的构造产物, 无疑加剧、改造着先成的构造。它丰富的高温气化物质, 正穹窿的核部, 可使砂岩层呈“流砂”状态沿先成的顺层裂隙贯入(图 7), 形成“砂岩墙”, 它与围岩(含锡矿石)的侵入关系也是非沉积相的观点所能解释的。所以下部构造层不仅是一个深部变形分解和变质分异的高塑性体, 而且具

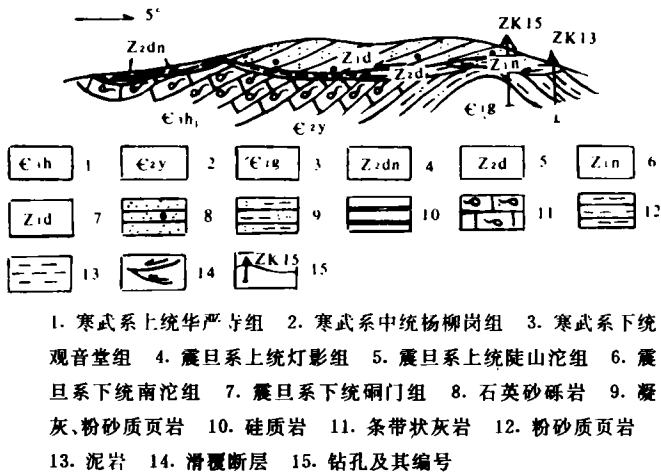


图 6 宝山“飞来峰”剖面图

Fig. 6 Nappe outlier section map of Mt Bao

有多期次的构造拆离及岩浆气液增温的特点, 为成矿创造了极优的深部环境。

3.2 中部构造层

在彭山及宝山两地均发育较好。彭山有清楚的顶、底界面; 宝山顶界被后期滑覆体破坏, 底界揭露不清。包括震旦、寒武和奥陶系组成的褶皱叠层。以发育等厚褶皱、弯曲滑动(挠曲)及韧、脆性伸展剪切为特征, 显示塑性变形, 局部伴有闪斜煌斑岩席产出, 它们有规律的空间组合, 说明成生联系之密切, 用沉积相的观点难圆其说。其间不同岩性界面上的顺层滑裂, 一方面传递着构造拆离的层次, 加速着构造的变形, 另一方面亦使围岩中的矿物质向构造面聚集, 起着导

矿、配矿、容矿的作用。

3.3 上部构造层

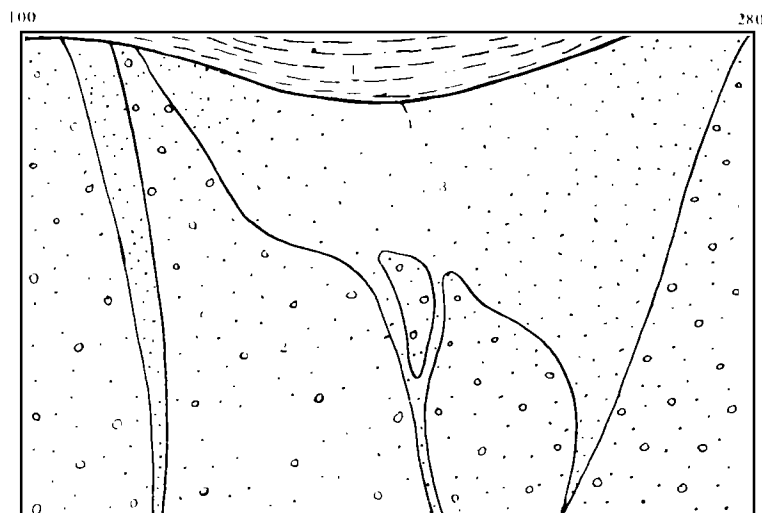
在彭山以顶部滑离断层为下限,由志留系地层组成。主导变形机制是剪切作用,以脆性断裂为主,其多与地层产状有一定的交角,显示浅部强烈的构造拉伸。常可成为低温矿产的容矿构造。

在宝山则由寒武、震旦系褶皱层组成的滑覆体构成。不具有彭山狭义盖层的构造地层学特征,但其多层滑覆,脆性张裂显示其定型、定位时的变形机制具有浅层次的滑裂特点。

诚然,上述不同构造变形层次上从一种机制向另一种机制过渡并不是突然的,而是渐变的(宝山除外),这就导致了某些过渡层次同时出现多种变形机制。例如:基底韧性剪切带顶部及其剥离断层上脆、韧性构造常交织在一起;铜门砂砾岩中动态重结晶异常强烈,石英颗粒(砾石)具压扁或拉长、吕氏变形纹、压力影等韧性变形特征,又被后续追踪张裂切割(图8);褶皱层内,下部塑性变形、韧性剪切明显,上部只出现构造挠曲和韧脆性断层,接近顶板剥离断层脆性变形明显。但是,从地壳浅部到深部,从低温、低压环境到高温、高压环境,总是符合上述从脆性→韧性乃至熔融状态的构造变形特征,而且在一定层次范围总是存在一种主导变形机制形成的构造群落。总体反映出代表深、中、浅三个层次的,以基底剥离断层、中部滑离断层及顶板滑离断层为主导变形面的多层次滑脱剥离系特征,断层下盘均较上盘韧性、塑性变形强烈。后期构造对前期构造的脆性改造,揭示了韧性变形向脆性变形的时空转换。

4 构造的演化及其成矿作用

综上所述,彭山和宝山两地构造特征及变形机制方面有共性亦有明显的差异。怎样理解这种构造的本质呢?傅昭仁教授指出:“当工作中对一些构造形迹的几何本质和形成机制在某一尺度上研究不得其解时,常常在更大或更小一个尺度上很容易得出结论。”在更小尺度上看,彭山地区关键性构造是横向上构造置换面理,两地的褶皱层中具有惊人的一致,反映由北往南正向滑离的主导变形机制。在更大的尺度上讲:宝山EW向构造带,从地质、物化探资料分析是一个长期活动的深大断裂;彭山近南北向穹状构造正处“瑞昌-宜丰”近南北向重力异常正负交替



1. 南沱组泥质粉砂岩型锡—多金属矿石 2. 铜门组含锡—多金属石英砂砾岩
3. 石英砂岩墙 4. 滑离断层

图7 沿铜门与南沱间滑离断层下盘裂隙贯入的砂岩墙素描图

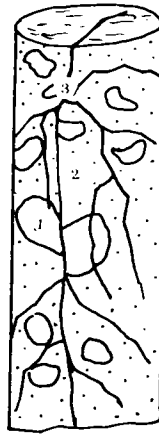
Fig. 7 Sketch map of limestone wall pouring along the lower plate of the gliding detachment fault between Dong Meng formation and Nan To formation

的梯级带上;马长信认为前者是江南韧性推覆剪切带的一部分,后者则是其纵向上相对推覆剪切滑移速率不同导致的横向剪切拉伸区(大陆转换断层),彭山地区就处在这两组构造之交汇处或其近侧;所以彭山和宝山两地在构造上具有统一的动力学机制,在时间上它们是同期不同阶段的产物,在空间上是由统一的有规律的运动过程造成的合乎规律的整体。结合区域资料可以反演出彭山地区在这种特定环境下的变迁历史:

中元古代中期,本区的裂谷地槽强烈扩张,伴有阵发性海底火山喷发,沉积了一套厚度 $>717.37\text{m}$ 的中基性火山岩系;晚期地槽扩展,火山活动减弱,形成了一套厚度 $>1581.79\text{m}$ 的以泥砂质为主夹火山碎屑物的类复理石建造,伴有浊流沉积。中元古代末,晋宁运动使弧沟体系南迁,受南北方向推覆剪切,地槽褶皱回返,形成了EW向线型褶皱带(宝山EW向构造带的前身)和相伴的局部推覆剪切速率不同导致的横向剪切拉伸隆起区(刘家山-张十八古隆起),此时深部基底处在高压区域变质环境,出现榴辉岩相变质岩石。震旦-志留纪加里东运动表现为微弱的升降,沉积了一套准地台型的陆表浅海碎屑、泥质、硅质、碳酸盐建造,局部出现冰川活动;同时深部的EW向构造还继承、发展着晋宁期的运动模式,在横向剪切拉伸区,出现大陆转换断层、产生“古隆起”所引起的岩相变化,并伴随着基底(Pt_2Sh)与盖层(Z-S)之间的剪切拆离,基底出现退变质。印支期,区域上仍为准地台发展阶段,彭山地区由

于有加里东期的特殊表现未有沉积,只是在不断递进变形中强化着先期的构造、加速着退化变质作用的进程。进入燕山期,扬子板块与华南板块“A”型俯冲强烈,EW向构造及其伴生的横向剪切断裂重新活化、加剧,俯冲带诱发了幔源岩浆的构造侵位,横向剪切拉伸导致了消亡带的壳型岩浆底辟侵位,并使整个构造层抬高,基底发生急剧的退变,盖层出现脆性变形。伴随着构造的发展、成型,彭山地区赋存在地层中的多金属元素得到了循序渐进地集中、储存,携岩浆而来的“锡-多金属”矿液则选择交代、叠加富集。燕山晚期或喜山期,随着变形的递进,“底辟穹隆”顶部重力势不断增大,岩层逐渐趋于失稳状态,花岗岩浆携带的大量挥发份及成矿热流体,通过各种张开裂隙源源不断地向围岩注入,加大了岩层间的润滑作用,使其内摩擦阻力逐渐下降,当这双重作用使岩层重力超过其内的摩擦阻力时,岩层间便发生重力滑覆,由于其顶部势能及润滑作用最大,滑移强度亦最大,以至可以飞越周边岩层率先滑下,形成宝山浅层次的滑覆体(“飞来峰”),而彭山顶部恰恰缺少这套岩石组合(图9),在这种重力和构造应力均衡调整过程中,除岩浆成矿作用外,地下(表)水通过各种开放裂隙参与成矿,为锑金矿产的形成,提供了有利的地球物理、化学条件。

彭山矿田内具工业意义的锡、多金属矿体多产在铜门组砂砾岩中,且多有厚薄不一的顺层富矿体产于其间,表现出一种顺层的裂隙充填、交代成因。中部(隐伏岩体区)是锡、砷矿化富集区,向外为铅、锌富集区。据诸多矿床内不同岩(矿)石的地球化学特征及硫、铅同位素的组成特点,反映自中部向外,隐伏花岗岩与成矿的专属性降低,硫、铅的来源由偏向岩体变为来自围



1. 石英砾石 2. 长英质杂基 3. 追踪张裂隙

图8 186 $\frac{1}{14}$ 岩芯地质素描图

Fig. 8 186 $\frac{11}{4}$ Core geological sketch map

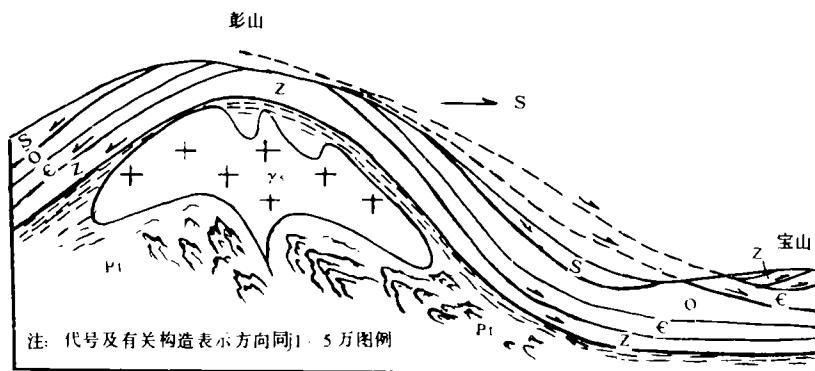


图9 彭山地区燕山中—晚期构造发展演化示意图

Fig. 9 Tectonic development and evolution map of mid-late period of Yanshan Movement in pengshen area

岩,^[1]间接显示构造与成矿间的密切关系。证明中部是基底剥离断层导矿、容矿,岩浆岩的成矿专属性,地层有利的物理、化学性质及南沱组含砾泥岩的屏蔽作用四位一体的结果;向外则主要是基底剥离断层造成的上下物、化条件截然的岩层相对拆离,矿源物质相对集中、选择交代的产物。在周边出现的氟、钨、铋、金富集区,位于浅部构造层次,脆性断裂发育,有关岩(矿)石地球化学特征表明,矿质主要来自围岩,也是多层滑离导致的上部脆性变形块体在氧化环境下,地下(表)水成矿作用的结果。由此可以设计这样一个成矿模式:在基底剥离断层的发育过程中,形成了上部被密集的断裂系统切割的脆性变形块体及多层次滑脱剥离系,构成一个氧化环境下的水溶液循环系统,地下(表)水溶解、吸取围岩组份变成含矿溶液;下部是深层基底变质岩石,以地热温度高、退变质作用强和顶部出现韧性剪切滑脱带为特征,构成一个还原环境下水溶液的循环系统;在这种构造演化的特定阶段,S型花岗岩浆底辟穿刺,加速了上、下滑离盘的拆离、物化条件(地热梯度、氧化还原环境)变化的进程,同时又是含矿热液的重要来源;基底剥离断层是温度、压力、氧化还原电位等物化条件发生重大变化的地带,其与上下滑离盘的动力学状态又互有差异,因而是含矿热液迁移、沉淀的有利场所;那末在整个构造层由深部向浅部的时空转换过程中,工业矿体赋存在基底剥离断层上部高孔隙砂砾岩中、层位上受隔挡层的屏蔽作用控制,是可以理解的。

在宝山铋金矿带,矿化多集中在Om标高以上,是典型的低温热液充填-交代型矿体。综合矿区地质构造特点:基底EW向构造与盖层多层滑离、滑覆系统全方位复合,构成了物、化性质明显不同的三个构造层,伴有多期侵入的中基性岩脉,造成了中浅部韧脆性变形,为水溶液循环系统在浅部创造了优越的氧化环境,继而不断吸取各种围岩组份变成含矿溶液,在有利的构造部位成矿。

由此可知,固体矿产的生成虽然因素复杂,但它同样是一个地区地壳演化过程中地质构造发展到某一阶段的必然产物,是矿源物质、热源动力和地球化学溶液媒介与导矿、容矿构造的必然结合。

5 结语

彭山地区处在特殊的大陆转换断层位置,具韧性剪切伸展机制。它经历了发生、发展,直到定型的演化过程,反映一种构造机制由伸展→收缩→伸展,变形构造层位由加深到变浅,温压条件由递增到递降和岩石变形、变质强度从递进到递退的变迁历史。基底剥离断层是深部和浅部温度、压力、氧化-还原电位等物化性条件发生重大转变地带,具导矿、容矿性质;由其发展、演化而成的上部滑离断层及脆性断裂是地下(表)水循环、萃取围岩有用组份的良好通道和储矿场所,具配矿、容矿作用。

本文在写作过程中得到了不少同仁及周开朗主任工程师的很多启示,王达忠总工、马长信副总工审阅了全文,给予了热情地鼓励,并提出了修改意见。在此谨致谢忱!

参考文献

- 1 周开朗,刘瑛,马长信等. 江西德安曾家垅锡矿. 1986
- 2 马长信. 地质论评,1989,35(2)
- 3 傅昭仁,等. 变质核杂岩构造及剥离断层控矿构造解析. 中国地质大学(武汉)构造研究室
- 4 沈廷远. 构造专业论文集. 江西省地质学会构造专业委员会,1986
- 5 刘南庆. 江西地质,1992,6(4)

ON THE STUCTURE AND MINEROGENESIS OF METAMORPHIC CORE COMPLEX ROCKS OF THE PENGSHAN AREA

Liu Nanqing Huang Jianfeng

(No 916. Geological party of Jiangxi Bureau of Geology Mineral Resources Jiu Jiang)

Abstract

From the angle of stucture-stratigraphy using the method of stuctural analysis,the writes analyses and determine the metamorphic core complex rocks,meanwhile its minerogenesis is discussed in this paper.