

赣东北塔前一赋春成矿带中生代构造演化与成矿作用

项新蔡

(江西省地质矿产局916大队·九江市)

塔前一赋春成矿带的构造演化与成矿作用可划分为3个阶段：海西—印支期，伴随萍乐拗陷的裂陷、扩张、海侵，来自古风化壳和海底火山喷发的矿质沉积于石炭、二叠纪地层中，形成黄龙组底部及小江边组—狮子形组两个矿源层。燕山期，断裂、岩浆活动强烈，来自花岗闪长斑岩侵入体的矿质叠加于晚古生代矿源层之上，形成以铜为主的多金属矿床。喜马拉雅早期，前震旦纪变质岩滑覆于晚古生代、中生代地层及其中的矿床之上，最终形成一系列隐伏—半隐伏金属、非金属矿床。

关键词：赣东北；塔前一赋春成矿带；构造演化；成矿作用

塔前一赋春成矿带位于赣东北乐平县塔前至婺源县赋春之间。区内不但分布着煤和海泡石粘土矿床，而且有朱溪铜矿床、月形铜铅锌矿床、塔前钨钼（铜）矿床，以及横路、岩口、杨草尖、弹岭等铜矿点产出（图1）。尤其是近年来一些隐伏矿床的陆续发现，引起了地质界更大的关注。对于本区中生代的构造演化及成矿作用，长期以来一直存在着不同的认识^[1,2,3]。笔者通过两年来进行1:5万成矿预测时的调查研究，认为本区经过海西—印支期、燕山期、喜马拉雅期构造演化及相应的成矿作用，最终形成一系列独特的滑覆隐伏—半隐伏金属、非金属矿床。

海西—印支期构造演化与成矿作用

塔前一赋春成矿带位于萍乐拗陷^[1]东段，为拗陷的一个组成部分，而其本身又属于华南坳拉槽^[4]东北端的一个外延分叉。

志留纪末，受加里东运动影响，萍乐拗陷区上升为古陆并遭受风化剥蚀，下古生界

及震旦系被剥蚀殆尽；上古生界直接不整合于前震旦纪变质岩之上。长期而强烈的风化剥蚀作用使Cu、Pb、Zn、Mo、Au、Ag等成矿物质富集于古风化壳中，为塔前一赋春成矿带金属矿床的形成提供了部分物质。

从泥盆纪开始，萍乐拗陷也像华南坳拉槽一样，由南西向北东逐步裂陷、扩张、海侵。拗陷南西段D₂河床相底砾岩不整合于前震旦纪变质岩之上，中段底砾岩的时代为D₃—C₁，北东段塔前一赋春一带滨海相底砾岩的时代则为C₂，即萍乐拗陷中上古生界底砾岩具有明显的穿时性。

海水中来自古风化壳的矿质沉积于海侵初始阶段，形成塔前一赋春成矿带黄龙组底部的矿源层。其中的石英砾岩含Cu47ppm，Pb25ppm，Zn67ppm，Mo1.5ppm，高于其他层位数到数十倍（表1）。月形矿区鲕状构造的含铜黄铁矿、微粒胶状黄铁矿、胶状黄铁矿同心圆状结核状集合体及朱溪矿区的乳滴胶状闪锌矿，都是浅水沉积和胶体沉积作用的标志。

萍乐拗陷的裂陷扩张在塔前一赋春一带

塔前-赋春成矿带基性、超基性岩及海泡石粘土矿岩石化学成分 (%)

表 2

岩、矿石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
橄榄玄武玢岩	48.43	2.25	18.31	9.08	3.28	0.15	3.65	4.21	1.64	0.14	0.25
苦橄玢岩	41.92	1.92	11.94	3.58	8.36	0.18	11.14	9.97	4.24	1.76	0.96
海泡石粘土	70.38~ 56.32	0.41~ 0.17	7.87~ 1.46	3.29~ 0.57	0.39~ 0.13	0.02~ 0.01	26.75~ 8.52	9.05~0	0.2~ 0.14	1.10~ 0.15	1.19~ 0.05

晚二叠世, 本区地壳升降频繁, 形成了乐平组海陆交互相含煤碎屑岩建造。

中世炭世至早三叠世, 塔前一赋春成矿带主要为活动性较大的陆表海环境, 沉积建造以浅海—滨海相碳酸盐岩为主, 夹少量放射虫硅质岩建造及含煤碎屑岩建造。

中三叠世之后, 由于印支运动波及, 萍乐拗陷褶皱封闭, 本区地壳由伸展转为挤压, 形成一系列倾向南东的逆冲断层(图2)和不对称的斜歪褶皱。弹岭—朱溪—王家坞一带由黄龙组—大冶组组成的褶皱, 轴向北东, 向北西倒转至平卧, 延伸约12km。安源组与下伏地层间的角度不整合面就是印支运动造成的。值得注意的是, 印支运动虽然形成了倾向南东的逆冲断层, 但并没有形成南东—北西向大规模的推覆构造。我队在本次成矿预测前, 曾进行过1:5万区域地质测量, 证实黄龙组—大冶组并不是出露于前震旦纪变质岩之中的印支期构造窗, 而是黄龙组角度不整合于前震旦纪变质岩之上。朱溪矿区、月形矿区和岩口等地50多个钻孔资料也证明黄龙组不整合于前震旦纪变质岩之上; 不整合面倾向北西, 倾角30°~50°。

燕山期构造演化与成矿作用

燕山期, 塔前一赋春成矿带进入滨太平洋构造发展阶段, 地壳处于伸展条件, 断裂、岩浆作用最为强烈, 是本区、也是赣东北、甚至我国东南沿海地区最重要的造山期及内生金属矿床成矿期。

1. 构造演化

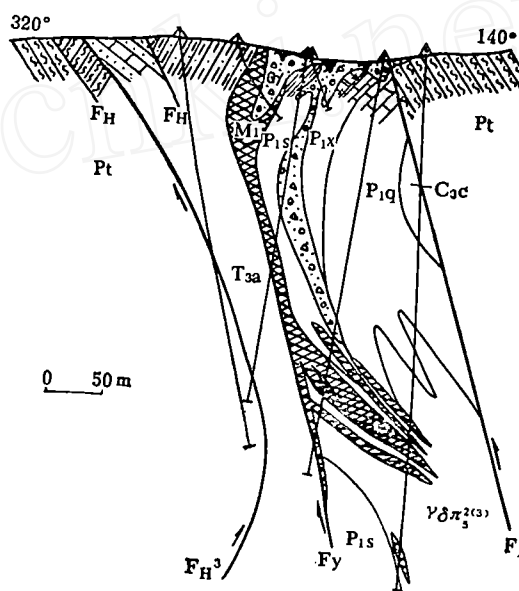


图 2 塔前矿区2号线剖面图

T_{3a}—上三叠统安源组; P_{1s}—下二叠统狮子形组; P_{1x}—下二叠统小江组; P_{1q}—下二叠统栖霞组; C_{3c}—上石炭统船山组; Pt—前震旦纪变质岩; M₁—矿体及编号; $\gamma\delta\pi_5^{(3)}$ —燕山期花岗岩闪长斑岩; F₁—印支期逆冲断层; F₂—燕山期滑脱面; F₃—喜马拉雅早期滑脱断层

塔前一赋春成矿带北西侧高台山—障公山地区的障公山韧性剪切带^[5], 在燕山期明显活化, 表现为陆壳对陆壳的剪切俯冲, 即A型俯冲, 形成段莘、平坦、香油尖、鸡头尖、洞里、金村、桃岭、鹅湖、潘村等大体沿剪切带分布的花岗岩株和岩基。其岩石化学成分与围岩(前震旦纪变质岩)近似, 同位素年龄180~114Ma (156~120Ma为高峰期), 稀土元素配分模式曲线右倾, 具负铕异常, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.712\sim 0.732$, $\delta^{18}\text{O} = 11.5\sim$

14.1‰, 属陆壳重熔花岗岩。此类S型花岗岩的产生及大规模底辟侵位, 使其上覆地壳也一同垂直上升, 形成北东向高达数千米的断块山系, 同时也相应形成了一些磨拉石断陷盆地, 如塔前一赋春成矿带南东侧的乐平盆地。这种断陷盆地不同于一般挤压褶皱造山带的前陆盆地, 其中早期(T_3-J_1)的堆积物为滨海相至陆相含煤粗碎屑岩建造, 与下伏地层呈角度不整合接触; 晚期(K_2)堆积物为巨厚的红层, 其中常夹有酸性至中性火山碎屑岩、熔岩及膨润土粘土矿层, 具磨拉石建造特色, 与下伏地层也呈角度不整合接触。

塔前一赋春成矿带即位于断块山系向断陷盆地过渡的地带。北东向断裂发育, 沉积盖层因重力失稳向断陷盆地滑脱, 形成滑脱褶皱(图3)、滑脱面(图4、5)、平面共轭剪切断层等滑脱构造。成矿带内黄龙组底部石英砾岩的岩性、岩相、层位稳定, 厚0.5~3m, 可视为区域性标志层。尽管黄龙组与前震旦纪变质岩之间的不整合面上几乎都见有顺层断层, 但这层底砾岩均有出露。这种与不整合面走向一致的顺层断层, 正是主滑脱面最基本的特征, 根本不可能是构造窗的边界断层。

赣东北地区在S型花岗岩大规模底辟侵位形成北东向断块山系及断陷盆地的过程中, 还产生了一组规模较大的北西向剪切断裂带, 有人曾称其为九江—德兴断裂带^[6]。它在前震旦纪变质岩中表现为北西向的强应变剪切片理化带, 盖层中则以断距不明显的劈断形式出现。沿此断裂带有一系列以花岗闪长斑岩为主的中酸性斑岩侵入, 其岩性与前述S型花岗岩截然不同, 同位素年龄多集中于156~118Ma, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 0.704~0.706, $\delta^{34}\text{S}$ 为 $2.8\pm\text{‰}$, 不但绝对值小, 而且变化范围窄。副矿物组合属磷灰石—磁铁矿型, 与岛弧区安山岩浆的成分、性质相似, 属I型花岗岩系列。此类花岗岩上侵的最高部位多在

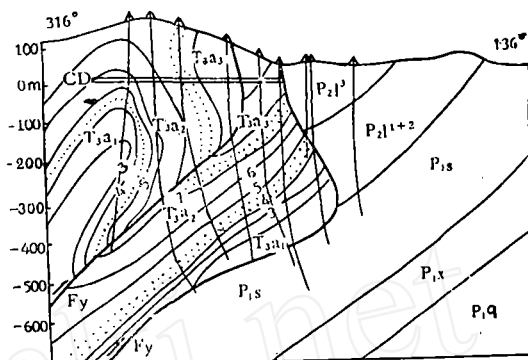


图3 横路矿区1线剖面图

T_{3a1-3} —安源组下、中、上段; P_{2l1} —乐平组上段; P_{2l1+2} —乐平组中、下段; CD—平坝(其余图例同图2)。安源组中的滑脱褶皱倒转翼无剪切变薄现象

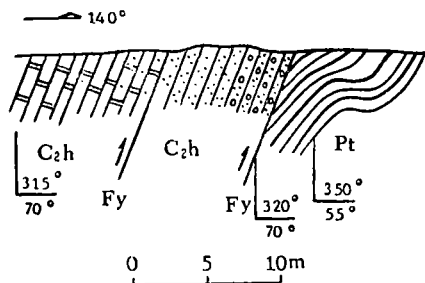


图4 黄龙组与前震旦纪变质岩接触关系素描图(图1a处)

C_{2h} —黄龙组, 由下往上为石英砾岩、石英砂岩、石英砂质白云岩、白云岩

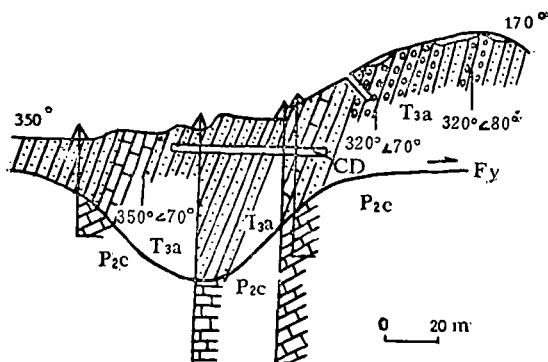


图5 冷水亭矿区0线剖面图

P_{2c} —长兴组, CD—平坝; 安源组与长兴组之间的不整合面被改造为滑脱面, 刨底构造清楚

九江—德兴断裂带与其他方向断裂带的交汇部位，塔前一赋春成矿带中的花岗闪长斑岩即分布于九江—德兴断裂带与北东向断裂带的交汇部位。

2. 成矿作用

塔前一赋春成矿带中金属矿床的形成与燕山期花岗闪长斑岩（表3）关系极为密切，矿床类型为典型的多因复成矿床，成矿模式为叠加富化，形成方式为沉积+热液或接触交代型。成矿系列也与岛弧区相似，以斑岩型Cu—Mo矿床为主。若花岗闪长斑岩侵入于前震旦纪变质岩中，则形成细脉浸染状Cu矿床；若侵入于有多金属矿源层的石炭纪、二叠纪地层，则常形成所谓斑岩型+夕卡岩

塔前一赋春成矿带花岗闪长

斑岩特征

表 3

特 征	塔前	张家坞	杨草尖	横路	
岩石化学成分(%)	SiO ₂	67.38	67.00	66.44	66.54
	Al ₂ O ₃	15.23	15.80	16.36	15.81
	TiO ₂	0.45	0.51	0.49	0.35
	Fe ₂ O ₃	1.35	0.76	0.87	0.44
	FeO	2.54	1.95	2.53	1.56
	MnO	0.03	0.02	0.02	0.05
	CaO	2.64	3.43	2.52	3.60
	Na ₂ O	3.06	3.19	3.02	3.10
	K ₂ O	3.63	3.12	3.74	5.00
	MgO	1.34	1.95	1.31	1.25
P ₂ O ₅	0.11	0.19	0.09	0.38	
副矿物	磁铁矿、 磷灰石、 锆石	磷灰石、 石榴石	磁铁矿、 磷灰石	磷灰石、 榍石、 锆石、 金红石	
产 状	岩床及 岩墙	岩株	岩株	岩床	
黑云母钾氩法同位 素年龄(Ma)	81.2	113.6	118.2		
围岩蚀变	夕卡岩化	夕卡岩化	角岩化	夕卡岩化	
矿 化	钨、钼、 铜	铜	铜	铜	

型+层控型三位一体的Cu—Mo、Cu—Pb—Zn或W—Mo—Cu矿床。塔前矿区与金属矿物共生的石英爆裂温度为320~360℃（表

塔前矿区单矿物爆裂法测温结果

表 4

野外编号	采样位置	矿物名称	爆裂温度(°C)
塔 6	ZK305	石榴石	485(335)*
塔 6	ZK305	透辉石	440(330)
塔 6	ZK305	石 英	360
塔 7	ZK305	透辉石	450(340)
塔 7	ZK305	石 英	340
塔 8	ZK305	透辉石—阳起石	425(310)
塔 9	ZK305	石 英	335
塔10	ZK301	石 英	320
塔13	ZK301	石 英	325
塔16	ZK4901	石 英	335
塔17	ZK4901	石 英	340
塔18	ZK4901	石 英	350
塔19	ZK4304	石 英	325
塔20	ZK4304	石 英	330

* 括号中的数值可能代表热液阶段叠加于夕卡岩之上的温度；测试单位：江西冶金地质大队研究室。

4)；朱溪矿区取自矿体的6个硫同位素样品， $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 的变化范围为2.0~4.3，平均3.4，根据黄铜矿—闪锌矿共生样品硫同位素测试结果算得其形成温度为135℃，而另一闪锌矿的爆裂温度为190℃。这些资料都表明塔前一赋春成矿带的部分矿质来源于花岗闪长斑岩。

燕山期滑脱构造中的断裂，为矿液运移提供了通道和储矿空间，也具有重要的成矿意义。位于黄龙组与前震旦纪变质岩之间的主滑脱面延展巨大，且波状起伏。朱溪矿区的主矿体即呈似层状充填于这一滑脱面中，在滑脱面由陡变缓的地段张开，矿体明显增厚（图6）。主滑脱面之上的黄龙组—船山组，层间滑动断裂及其派生的次级裂隙发育，月形矿区的矿体均呈脉状充填于其中。由晚古生代及三叠纪地层组成的滑动系统，小江边组的含镁泥岩、乐平组的煤层、大冶组的钙质页岩、安源组中煤层和炭质页岩均为良好的润滑层。由于这些润滑层的存在，在滑脱过程中滑动系统内形成多个次级滑脱面，其中以下二叠统上部的和沿安源组与下伏地层间不整合面发育的次级滑脱面成矿意义最

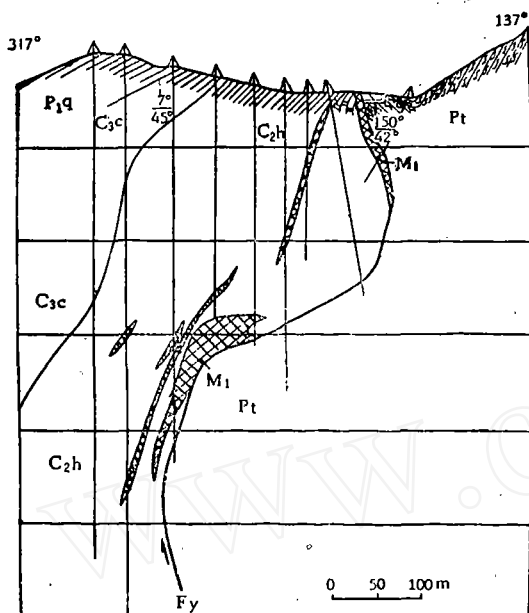


图 6 朱溪矿区 12 线剖面图

C₂h—黄龙组; Pt—前寒武纪变质岩 (其余图例同图 2)

大。在横路—瓜子峰一带,沿下二叠统上部的次级滑脱面充填着一系列花岗闪长斑岩岩床,来自其中的矿质叠加于小江边组和狮子形组矿源层之上,于岩体外接触带形成品位极富的似层状或透镜状夕卡岩矿体。在塔前矿区,安源组与小江边组和狮子形组之间的次级滑脱面与花岗闪长斑岩呈斜交接触,滑脱面之上的炭质页岩对矿液起着良好的屏蔽作用,这种岩浆岩、矿源层、断裂、屏蔽层组合对成矿十分有利。矿区的主矿体就是呈层状—似层状充填于此滑脱面中(见图 2)。此外,与滑脱褶皱伴生的平面共轭剪切断层也具有较大的储矿意义,朱溪矿区的 5 号、6 号、8 号等矿体均呈陡立的透镜状充填于一条北西西向的右行平移断层中,其与主滑脱面的交切部位,岩石破碎,有利于矿液的进入和沉淀,主矿体在此部位厚度增加十几米(图 7)。

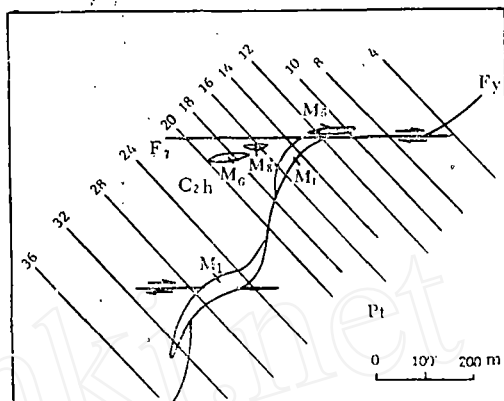


图 7 朱溪矿区—1:10 000 中段图

C₂h—黄龙组; F₇—平移断层及编号 (其余图例同图 2)

喜马拉雅期构造演化 与成矿作用

喜马拉雅期构造的重要性,近年来才被人们所认识。尤其在萍乐拗陷内,不仅发现晚古生代地层连同燕山晚期花岗闪长斑岩体及其形成的热液矿床一同掩覆于第三纪红层之上,而且还发现大量前震旦纪变质岩连同有关糜棱岩也远距离地掩覆于晚古生代地层及晚白垩世红层之上,在丰城、宜丰、南昌、乐平、景德镇等地均有此类实例^[1,7,8]。因此,不少人认为喜马拉雅期还有一次由北西向南东的大规模推覆,甚至有人认为赣北整个九岭—障公山隆起带是一个由北西向南东推覆的外来岩席,其下被掩覆的是古生代—中生代地层。区域大地构造特征表明,赣北地区喜马拉雅期并不存在引起大规模推覆的水平地壳运动;如果把九岭—障公山地区的变质岩和花岗岩视为推覆体,那推覆体的根带在何处也将是无法解决的;再者,最新的地球物理剖面资料证明,赣北广布的前震旦纪变质岩之下是更老的变质结晶基底,并不存在被掩覆的大面积沉积地层。我们在成矿

预测工作中发现,塔前一赋春成矿带内及其外围所见到的前震旦纪变质岩,掩覆于石炭纪地层至晚白垩世红层之上的现象,仅限于新生代隆起区的坡脚或断陷带的边缘,断层性质并非推覆构造的前展式迭瓦状逆冲断层系列^[9],而是重力滑动形成的后展式迭瓦状的组合形式^[10]。

喜马拉雅早期,塔前一赋春成矿带北西侧的高台山—障公山地区,随着A型俯冲和岩浆活动停止,必然产生均衡调整,地壳再次强烈上升,现今所见到的宏伟的障公山复背斜主要形成于此阶段。位于障公山复背斜轴部的田坂街晚白垩世断陷盆地中,上白垩统赣州组(K_2g)不整合于前震旦纪变质岩之上,其中的砾石成分除脉石英、变粉砂岩、板岩外,尚有硅质岩、灰岩,而无花岗岩砾石,这说明该区前震旦纪变质岩虽然晚白垩世就已出露地表,但那时的剥蚀深度并不算大,部分地段还覆盖着晚古生代沉积盖层,S型花岗岩也未出露地表。而喜马拉雅早期随着地壳的强烈上升,下部构造层次的韧性剪切带和S型花岗岩均被剥出地表,与障公山韧性剪切带同时形成的脉石英气液包裹体爆裂温度为 $340\sim 370^{\circ}$,如果也按地热增温率为 $25^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ^[11]计算,其形成深度为 $13\sim 15\text{km}$;而潘村、鹅湖等花岗岩体的独居石带都已出露地表。

障公山复背斜的隆起,一方面提供了产生重力滑动的斜坡;另一方面使岩层势能迅速增加,具有释放势能向下滑动之趋势。当重力产生的顺坡向下的剪切应力超过岩石的强度时,位于障公山复背斜南东翼的前震旦纪变质岩连同其上的沉积盖层向下滑动,在乐平—景德镇之间于滑动系统内相继形成了一系列滑覆断层;塔前一赋春成矿带中的 F_{H^1} 、 F_{H^2} 、 F_{H^3} 只是其中的3条。

塔前一赋春成矿带中的3条滑覆断层纵贯全区,走向北东,倾向北西,切割错断燕山晚期花岗闪长斑岩,前震旦纪变质岩由北

西向南东滑覆于晚古生代及三叠纪地层之上(图8),用平衡剖面法求得滑覆距离 $3\sim 6\text{km}$ 。3条滑覆断层在剖面上呈迭瓦状排列, F_{H^1} 在下冲坪向北西弯曲的部分被 F_{H^2} 切割覆盖;而 F_{H^2} 在何家段以西被 F_{H^3} 切割覆盖(见图1),这足以说明塔前一赋春成矿带滑覆断层的扩展方式为后展式,组合型式为后展式迭瓦状。

由于塔前一赋春成矿带的滑覆构造形成于喜马拉雅早期,所以不仅晚古生代及中生代形成的沉积矿床,而且燕山期最终形成的多因复成金属矿床均可部分或全部滑覆于前震旦纪变质岩之下,形成隐伏一半隐伏金属矿床(图8)。由此可见,对于本区新生代滑覆构造特征的研究具有极为重大的现实意义。

结 论

1. 晚古生代一早三叠世,随着萍乐坳陷的裂陷、扩张、海侵,塔前一赋春成矿带内于前震旦纪变质岩之上形成了一套以浅海—滨海相碳酸盐岩为主的沉积盖层。印支运动使萍乐坳陷封闭,在塔前一赋春成矿带内形成倾向南东的逆冲断层及不对称斜歪褶皱。燕山期,随着成矿带北西侧高台山—障公山地区因陆壳重熔花岗岩的形成及其大规模底辟侵位引起的地壳上升,塔前一赋春成矿带的沉积盖层向南东滑脱,形成重力滑脱构造,同时伴有花岗闪长斑岩的侵入。喜马拉雅早期,随着障公山复背斜的隆起,其南东翼岩层顺坡下滑,在塔前一赋春成矿带形成后展式迭瓦状滑覆断层。

2. 塔前一赋春成矿带内的沉积矿床,在印支期被挤压褶皱变形,燕山期又受到重力滑脱变形改造,喜马拉雅早期部分或全部被前震旦纪变质岩滑覆掩盖,形成隐伏一半隐伏非金属矿床。

3. 塔前一赋春成矿带内金属矿床的形成经历了如下的成矿作用:

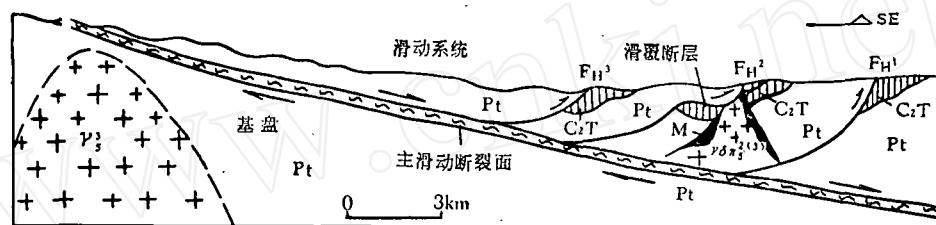
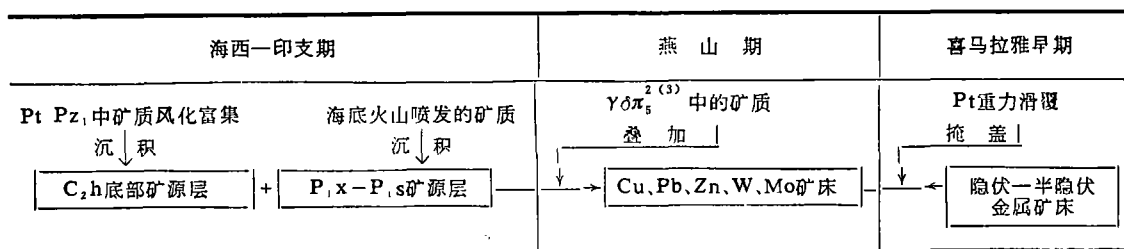


图 8 塔前一赋春成矿带喜马拉雅早期滑覆构造示意剖面图

C₂T—中石炭统至三叠系； $\gamma_5^{2(3)}$ —燕山期陆壳重熔花岗岩（其余图例同图2）

4. 塔前一赋春成矿带中新生代的构造演化特征与隐伏矿床的形式，至少在赣北地区有一定的普遍性及代表性。

本文承蒙马长信高工指导，李富裕工程师曾给予大力帮助，文中插图由薛志华清绘，在此一并致谢！

参 考 文 献

[1] 江西省地质矿产局，《江西省区域地质志》，

地质出版社，1984年

[2] 李继亮等，地质科学，1989，第5期。

[3] 颜美钟，江西地质，1989，第4期。

[4] 任纪舜，中国区域地质，1989，第4期。

[5] 马长信，江西地质，1986，第1，2期。

[6] 马长信，河南地质，1985，增刊。

[7] 胡功迨，江西地质，1988，第4期。

[8] 陈仁义等，江西地质，1988，第4期。

[9] 索书田，《构造解析》（下册），武汉地质学院，1987年。

[10] 马杏垣等，地质学报，1984，第3期。

[11] 李德威，地球科学，1987，第5期。

The Cenozoic Tectonic Evolution and Minerogenesis of the Taqian-Fuchun Metallogenic Belt in Northeastern Jiangxi

Xiang Xinkui

The tectonic evolution and minerogenesis of the Taqian-Fuchun metallogenic belt may be divided into three stages: (1) the Hercynian-Indosinian period. In this period, it is accompanied by faulting-subsidence, spreading and transgression of the Pinglu graben. And ore-forming materials of submarine volcanic eruption from the old weathering crust deposited on the Carboniferous and Permian strata and formed two source beds, the Huanglong formation and the Xiaojiangbian-Shizixin formation; (2) The Yanshanian period. In this period fracturing and very intensive magmatic activities were happened, ore materials came from the granodiorite-porphyry intrusive accumulated on to the late Palaeozoic source bed and formed a polymetallic deposit with copper as the predominant ores; (3) The early Himalayan period. The Presinian metamorphic rocks overlapped the late Palaeozoic and Mesozoic strata and covered the deposits within the strata. Thus a series of concealed and semi concealed metallic and non-metallic deposits were formed.