

江西九瑞地区两种岩浆侵位类型及其成矿特征^{*}

吴良士

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

提 要:通过对江西九江—瑞昌地区岩浆侵位的研究, 将该区燕山早期“小岩体”划分为顶蚀侵位与贯入侵位两种类型。并阐述了与这两种类型岩体有关的成矿类型分别为接触交代夕卡岩型和中低温岩浆热液型, 它们不但在矿化性质与矿化程度上有明显差别, 而且在空间上亦各呈不同格式分布。因此, 对该区“小岩体”应作具体分析, 而其岩浆侵位类型将对矿化起直接控制作用。

关键词: 岩浆侵位类型 顶蚀侵位 贯入侵位 成矿作用 九瑞地区

江西九江-瑞昌地区(简称九瑞地区, 下同)是我国重要有色金属矿产地之一。该区燕山早期中酸性小岩体十分发育, 据统计, 在大约近百个岩体中面积大于 0.3 km^2 者不足 30 个。近十几年来许多学者对该区岩浆岩进行了大量工作, 确认了燕山早期小岩体与成矿的关系, 建立了“小岩体成矿”的概念, 并将其作为该区找矿的先决条件和评价的基本依据。但是, 随着工作深入, 愈来愈多资料表明, 同样规模的岩体有的含矿, 有的不含矿; 有的矿化较强, 有的矿化极弱, 形式也各不相同, 而不是所有小岩体都能成矿。对此, 笔者通过近几年进一步工作表明, 九瑞地区燕山早期中酸性小岩体的侵位特点并不是完全一致的, 而不同侵位类型的岩体将有不同的成矿特点。这是本区燕山早期岩浆岩与成矿关系的最基本特征。

关于岩浆侵位问题, 早在 60 年代初我国著名地质学家——孟宪民先生已感触到, 他认为岩浆侵入时与围岩的关系不全是斜切关系, 亦可呈“整合”接触^[1], 并且在长江中下游地区开展了研究, 随后在庐山召开了“岩体安放学术讨论会”, 会后还到九瑞地区专题考察。孟宪民先生当时的认识比较接近现今的岩浆侵位概念, 但由于各方面条件所限, 使他才萌生的直观感觉没有进一步深入而中途搁浅。20 年后在全球构造思想启示下, 许多学者通过岩体内部构造的研究, 结合室内实验, 对岩浆侵位机制进行了大量工作, 并获得丰硕的成果, 其中以英国利物浦大学的 W S 皮切尔和英国地质调查所的 E J 科丙在爱尔兰的多内加尔和南美的科迪勒拉的研究最为突出, 提出了较为系统的学说, 为地学界所瞩目。他们认为岩浆在侵位时是呈晶粥状, 当其上侵时受到围岩局限则发生塑性变形, 使岩浆中先结晶的矿物与流体之间发生相对运动, 并且随着岩浆侵位的深度, 内外压力的条件, 空间状态及其侵位方式的不同, 将呈现出各种样式的内部构造, 反映出不同侵位类型的特点^[3,9]。显然, 现代岩浆侵位研究是建立在动态基础之上, 应用流变学理论, 分析岩浆活动的机制及其赋存的方式。因此, 从本质上

^{*} 国家攻关项目(85-901-03-09. D)部分成果。江西赣西北地质队余忠珍, 矿床地质研究所姚士新等同志参加了野外工作

吴良士, 男, 1937 年生, 研究员, 长期从事区域成矿规律研究。邮政编码: 100037

1997-03-18 收稿, 1997-07-15 修改回

讲岩浆侵位研究是属于岩体构造研究范畴，但由于岩浆侵位过程中其物理化学条件的不断变化将促使岩浆组分发生了自组织过程，同时侵位方式的不同又造就了不同的地质环境，从而对成矿作用起到直接与间接的控制作用。因此，我们在研究岩浆侵位时没有将它停留在岩体本身构造上，而是将岩浆侵位研究与成矿联系起来，这样既增添了岩浆侵位研究的内涵，扩大了其研究的意义，同时也充实了矿产勘查与评价的地质内容，有效地指示找矿评价工作。

1 地质概况

九瑞地区位于下扬子台褶带西段，北与中朝地台相邻，南与江南古陆相接。该区前寒武纪为优地槽，接受了一套海相火山喷发物与陆源碎屑的沉积，晋宁运动后呈近 EW 向紧密线型褶皱，构成了该区的基底。寒武纪—中三叠世为地台区，沉积了碳酸盐岩建造与碎屑岩建造，不整合在前寒武纪基底之上，印支运动使其形成较开阔的复向斜构造，轴向与基底基本一致，但常有倒转现象，并伴有走向断裂。晚三叠世以后受燕山运动影响，NE 与 NW 向断裂发育，并伴有较广泛的岩浆侵入活动，使本区地质演化进入构造-岩浆活动的新阶段^[2]（图 1）。

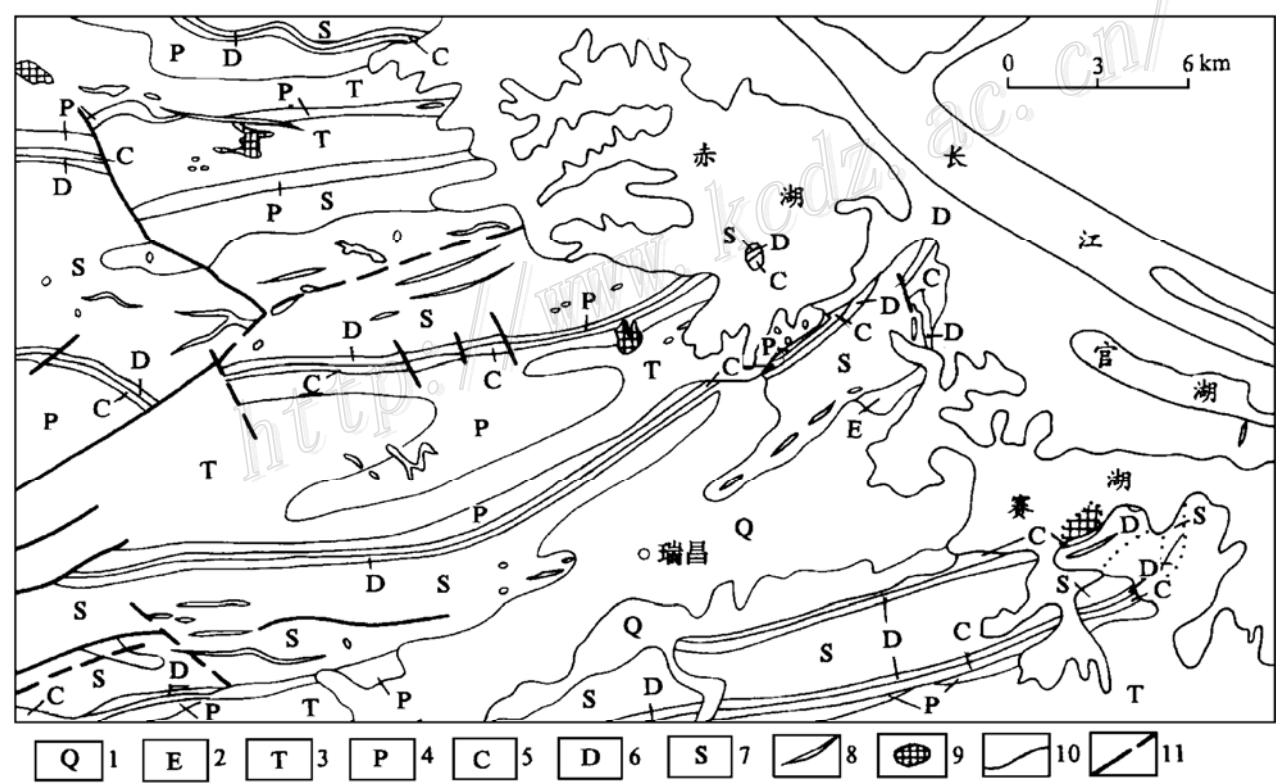


图 1 江西九瑞地区燕山早期岩体分布略图

（据赣西北地质队资料编制）

1—第四系；2—第三系；3—三叠系；4—二叠系；5—石炭系；6—泥盆系；7—志留系；8—贯入侵位岩体；9—顶蚀侵位岩体；10—地质界线；11—断裂

Fig. 1. Distribution of Early Yanshanian rock bodies in Jiurui-Ruichang area, Jiangxi Province.

1—Quaternary; 2—Tertiary; 3—Triassic; 4—Permian; 5—Carboniferous; 6—Devonian; 7—Silurian; 8—Rock body of injection emplacement; 9—Rock body of deroofing emplacement; 10—Geological boundary; 11—Fault.

九瑞地区燕山期岩浆活动可分三期^[4]：①燕山早期第一、二阶段（ $205 \times 10^6 \sim 165 \times 10^6$ a）相当于中早侏罗世，以中性岩侵入为主，主要岩性为闪长岩、石英闪长岩，但规模较小，仅在局部地方见及；②燕山早期第三阶段（ $165 \times 10^6 \sim 130 \times 10^6$ a）相当于晚侏罗世，以中酸性侵入岩为主，分布广泛，其中可分二个侵入期次：第一次以花岗闪长岩为主；第二次以石英斑岩为主；③燕山晚期（ $110 \times 10^6 \sim 107 \times 10^6$ a）相当于早白垩世，以基性岩侵入为主，主要岩性为煌斑岩、辉绿岩等，规模较小，多呈脉状产出。

本区燕山期岩浆侵入活动以早期第三阶段最发育，为本区岩浆活动的高峰期。其中又以第一次侵入分布最广，构成了本区各岩体的主体部分，而其它期次岩体则以不同方式寓于其中。该期次岩体主要产于褶皱的翼部，接触围岩多为晚石炭世-中三叠世地层，仅少数产于褶皱轴部的志留纪-泥盆纪地层中。岩体规模较小，通常在 0.3 km^2 左右。岩体形态各异，但大体上可归纳为小岩株状和脉状、似层状等两种。主要为花岗闪长斑岩和花岗闪长岩以及石英闪长玢岩等，其中以花岗闪长斑岩分布最广。石英闪长玢岩多呈灰黑—灰白色，块状构造，似斑状结构。斑晶主要为斜长石（占 25%）、黑云母（占 5%）、角闪石（占 5%），其次为钾长石（占 2% 左右）、石英（占 1.5%）。斜长石斑晶具环带状构造，最大可达 $7 \times 5 \text{ (mm)}$ 。黑云母有扭动构造。石英常有熔蚀现象。基质为花岗镶嵌结构，主要为石英（占 16%）、钾长石（占 15%）、斜长石（占 7%），粒度较细，一般为 $0.1 \sim 0.01 \text{ mm}$ 。副矿物以磁铁矿、磷灰石为主，锆石次之。在岩石化学成分上， SiO_2 通常为 $56.60\% \sim 69.19\%$ ， $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 为 $8.14\% \sim 4.08\%$ ， $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 为 $1 \sim 1.3$ ， Fe_2O_3 为 2.6% ， Fe_2O_3 大于 FeO ， Al_2O_3 比较稳定，多在 15.30% 左右，岩石里特曼指数为 $1.8 \sim 3.3$ ，均属于钙碱性系列^[5]。岩石稀土元素特征基本相似，其含量变化大，为 $289.33 \times 10^{-6} \sim 125.19 \times 10^{-6}$ 。轻、重稀土比值最高为 19.55，最低为 4.61，平均为 9.88，稀土模式曲线均向右倾斜，斜度不大，而 Eu 基本上没有亏损。岩石铅同位素以正常铅为主，异常铅较少；铅同位素组成在 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 与 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 与 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 的图解上分布比较集中，多位于造山带与下地壳两线之间。该区燕山早期的岩浆可能来自下地壳。

九瑞地区小岩体普遍有不同程度的 Cu、S、Au、Pb、Zn、Mo 矿化，主要赋存在岩体接触带及其捕虏体中，通常燕山早期第三阶段第一次侵入的花岗闪长斑岩与 Cu、S、Au 关系密切；而第二次侵入的石英斑岩与 Mo、Au 关系密切。此外在远离接触带的泥盆纪与石炭纪地层之间以及石炭纪地层中常有层状、似层状 Cu、Pb、Zn、Ag 矿化^[6,7]，但该区矿化规模与强度差异甚大，有的可形成大型矿床，如城门山、武山铜矿床，有的仅是矿化点，如大浪、柯家山矿化点。

2 九瑞地区岩浆侵位类型研究

通过岩体露头的野外观察，并借助于岩体内部构造以及与其围岩的接触关系，对本区各主要岩体的岩浆侵位过程进行了恢复，结果认为本区燕山早期第三阶段岩浆侵位可划分二个类型：顶蚀侵位与贯入侵位（燕山早期第三阶段第二次侵入的石英斑岩有部分可能属于爆发侵位，但由于它分布有限，并多寄生在第一次侵入的主岩体之中，所以本文不作阐述了。

2.1 顶蚀侵位岩体

顶蚀侵位岩体是属于主动侵位的岩体，即岩浆自岩浆房沿构造断裂上侵后，并通过其围岩破裂孔道进行渗透。在这过程中岩浆一方面对围岩施以侧压力，使其变形、破裂、位移、脱落等；另一方面又熔化和吞食了围岩的破碎体，使其岩浆成分不断发生变化，从而致使岩浆活动范围不断扩大，而岩浆温度，压力不断降低，直到岩浆上侵到某一高度，当其动能完全消失时即自行停止侵位^[9]。

九瑞地区顶蚀侵位岩体数量较少，但规模相对比贯入侵位的岩体大，据目前工作结果表明城门山、武山、东雷湾以及湖北的封三洞等岩体均属于该类型岩体，其确定依据主要如下：

(1) 岩体向下延伸较大，并且体积愈来愈小。据目前所知岩体在平面上多呈等轴状，面积在 0.5~0.3 km²，而向下延伸较大，一般在 1000 m 以上，并且随着向下延伸其截面积逐渐减小，如武山岩体在+50 m 标高时其面积为 0.6 km²，而在-900 m 标高时其面积仅 0.36 km²^❶（图2）。反映了岩体自下而上侵位时发生了扩张，使其体积逐步扩大，呈现出倒水滴状或蘑菇状岩体。这是顶蚀侵位岩体最主要的外部特征。

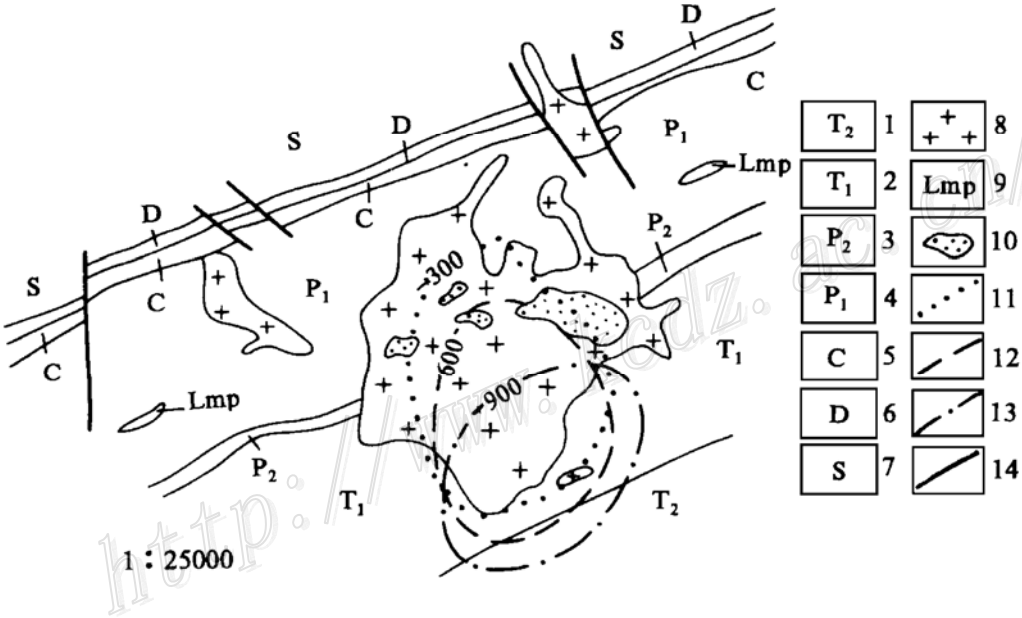


图 2 武山岩体平面图
(据赣西北地质队资料编制)

1~2—中、下三叠统；3~4—上、下二叠统；5—石炭系；6—泥盆系；7—志留系；8—花岗闪长岩；9—煌斑岩；10—捕虏体；11— -300 m 岩体界线；12— -600 m 岩体界线；13— -900 m 岩体界线；14—断层

Fig. 2. Plan view of the Wushan rock body.

1~2—Middle-Lower Triassic; 3~4—Upper and Lower Permian; 5—Carboniferous; 6—Devonian; 7—Silurian; 8—Granodiorite; 9—Lamprophyre; 10—Xenolith; 11— -300 m boundary of rock body; 12— -600 m boundary of rock body; 13— -900 m boundary of rock body; 14—Fault.

状岩体。这是顶蚀侵位岩体最主要的外部特征。

(2) 接触围岩具有局部形变。据钻探与坑道揭露，在该类型岩体的接触围岩附近有明显的褶皱、剪切、滑脱等形变现象，其性质均属于压性构造范畴，但其展布范围有限，小者仅距

❶ 邱小平，1987，江西省九江-瑞昌地区铜等矿产成矿规律及预测，研究生论文

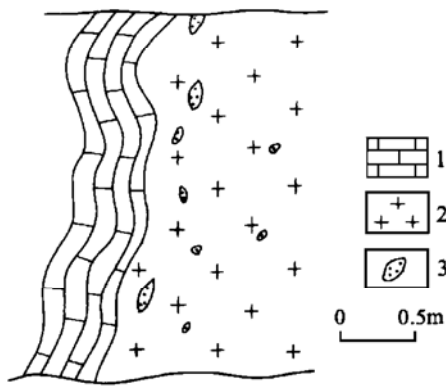


图3 包裹体分布素描图

(南矿带-40 m 主巷道)

1—大理岩；2—花岗闪长斑岩；3—包裹体

Fig. 3. Sketch showing distribution of inclusions (in -40 m main gallery of the southern ore zone).

1—Marble; 2—Granodiorite porphyry;

3—Inclusion.

接触带数米,大者约数百米,产状变化大,而远离岩体其围岩产状则逐渐恢复正常,与区域近 EW 向构造趋于一致。显然,岩体的接触围岩局部性形变是由于岩浆侵位过程中对围岩施加侧压力所致的,而这种内压大于外压的情况只有在岩浆主动侵位时才有可能出现。

(3) 岩体边缘包裹体发育。岩体中包裹体可分深源包裹体与浅源包裹体两种。深源包裹体稀少,以富含黑云母、角闪石为特征,与岩体界线不清。浅源包裹体数量较多,均为蚀变的围岩,如硅化灰岩、角岩等,呈椭圆状,与岩体界线清楚,大小在 $5 \times 3\text{cm}^2$ 左右,主要分布在岩体边缘部位上。包裹体长轴方向常与岩体接触带产状近于平行,不过每个包裹体中岩层层理与围岩产状都不一致。这种现象说明了岩浆上侵过程中不断吞食了围岩,并且受岩浆上侵的动力影响,使包裹体发生旋转移动,以至将其推向边缘,呈定向排列^[8](图3)。上述这种功能恰是顶蚀侵位本身的写照。

(4) 顶部有发育的顶垂体。据已知资料岩体边缘部位产状比较陡,常呈波状变化,但起伏不大,而在岩体顶部产状则比较平缓,常有发育的顶垂体,分布在岩体顶部近中心部位,其成分与围岩一致,岩层产状也与围岩大体一致(图4)。不言而喻,这是岩浆侵位时在其顶部吞食、消纳围岩的结果,是岩浆顶蚀作用的重要标志。

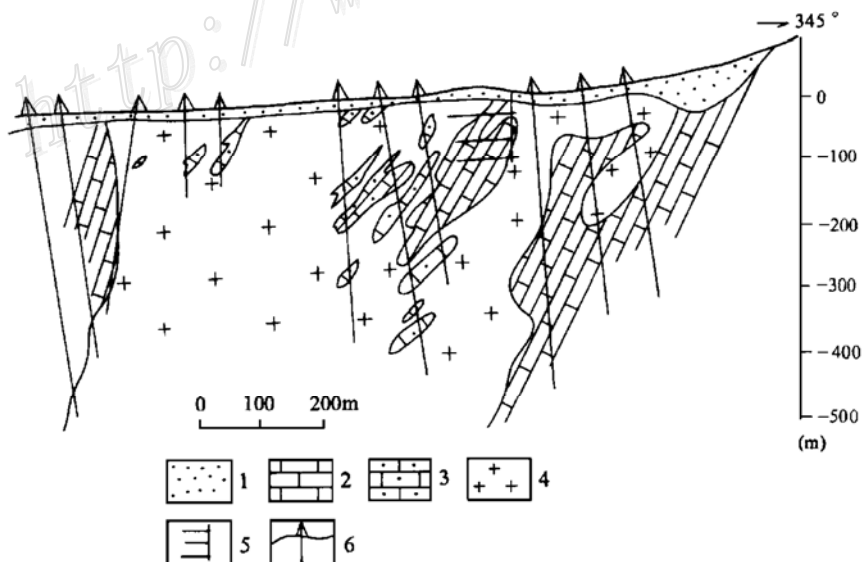


图4 武山岩体顶垂体分布图

(据赣西北大队、武山矿山资料修编)

1—第四系；2—大理岩；3—捕虏体；4—花岗闪长斑岩；5—钻孔；6—坑道

Fig. 4. Distribution of roof pendants in the Wushan rock body.

1—Quaternary; 2—Marble; 3—Xenolith; 4—Granodiorite porphyry; 5—Drill hole; 6—Gallery.

(5) 岩体内岩石化学成分和成岩温度自岩体中心向边缘呈有规律变化, 其中最为特征是 SiO_2 含量相对降低, CaO 含量相对增高, 成岩温度递减。如武山岩体在零米标高 SiO_2 中心相到边缘相为 $66.84\% \rightarrow 66.58\% \rightarrow 66.24\%$, 相应地 CaO 含量由 $3.00\% \rightarrow 3.37\% \rightarrow 3.81\%$ 。而成岩温度自中心向边缘则由 $600\text{ }^\circ\text{C}$ 降至 $500 \sim 400\text{ }^\circ\text{C}$ 。这种变化主要是由于岩浆吞食了围岩而引起的, 显然它从另一侧面旁证了岩体是属于顶蚀侵位的。

(6) 岩体顶部斜长石斑晶与流体包裹体比下部发育。在武山 $0 \sim 40\text{ m}$ 坑道岩体中心部位斜长石斑晶含量可达 50% , 粒度最大达 $7 \times 5\text{ (cm)}$, 具环带状构造, 环带由里向外 An 逐渐增大; 斜长石长轴方向往往近于岩体延伸方向, 而在 -80 m 岩体中心部位的斑晶含量减至 35% , 在 -400 m (钻孔) 斑晶含量不及 25% , 斑晶最大也仅为 $1.5 \times 0.5\text{ (cm)}$ 。此外, 据部分矿物流体包裹体研究表明, 岩体自下而上气相包裹体逐渐增加, 包裹体类型相对较多, 如封三洞岩体在 0 m 标高气相包裹体和气-液相包裹体占 91% , 在 -50 m 标高气-液相包裹体占 82% , 而在 -200 m 标高几乎以液相包裹体为主。这种现象说明了岩浆侵位是在相对封闭状态下进行的, 并在岩浆上侵驱动下, 气液流体则向顶部相对集中, 使岩浆上侵的前锋部位斑晶与气相流体包裹体相对发育, 体现出顶蚀侵位的特征。

总之, 上述岩体具备了顶蚀侵位的特征, 是属于比较典型的顶蚀侵位的岩体。不过本区顶蚀侵位岩体与其它同类岩体对比, 它在上侵过程中侧压力相对较小, 而气液流体向上集中较快, 因而岩体边缘冷却边与叶理不是十分发育, 而顶部的斑晶与气相流体包裹体则较发育, 为成矿创造了有利条件。

2.2 贯入侵位岩体

贯入侵位是属于岩浆被动侵位: 其侵位过程比顶蚀侵位相对简单。当岩浆自岩浆房上侵过程中, 由于浅部构造活动所造就的断裂体系, 使岩浆沿着已形成的构造空间渗透、贯入, 直至该构造空间被上侵岩浆填满, 或岩浆补给中断, 岩浆即自行停止侵位。

九瑞地区贯入侵位的岩体分布较广, 几乎遍布全区, 如大冲、大浪、仙姑台、柯家山、通江岭、钻天山以及丁家山、宝山等岩体均属于该类型岩体, 其确定依据主要如下:

(1) 岩体形态规则, 长度相对较大, 据统计该类岩体大多呈板状或似层状或分枝状, 主要于褶皱翼部层间断裂带、大型破碎带或张性断裂带中, 并沿一定走向延长, 最大长度可达千米, 通常仅数百米, 延深不大, 数十至数百米不等, 很少达千米, 并且随着延深岩体厚度渐薄, 或趋于尖灭 (图 5)。岩体这种外部特征反映了岩浆侵位受控于构造空间, 而其自身扩张作用极其微弱, 表现出贯入侵位的特点。

(2) 接触围岩形变极其微弱: 岩体与围岩之间界线比较清楚, 接触部位仅有宽度不大的微弱变质作用, 围岩产状基本上没有变化, 偶有轻微的波状起伏。如丁家山—钻天山一带与岩体接触的志留纪地层仅发生微弱的扭曲。显然岩浆侵位时其内压小于外压, 无法使围岩发生强烈形变。这种情况只有在岩浆被动侵位时才能产生的。

(3) 围岩包裹体稀少, 岩石成分均匀。在该类型体中围岩包裹体极少, 仅在个别岩体中偶然见及。同时岩体的岩石化学成分比较均匀, 形成温度变化也不大, 说明岩浆在侵位中基本上没有将围岩融化与吞食, 使岩浆的化学成分与物理化学条件发生变化, 而是直接侵入在一定构造空间之中。

(4) 有明显的叶理与冷凝边。岩体边缘常有 $0.01 \sim 0.1\text{ m}$ 宽的冷凝边, 有时还可见到暗色

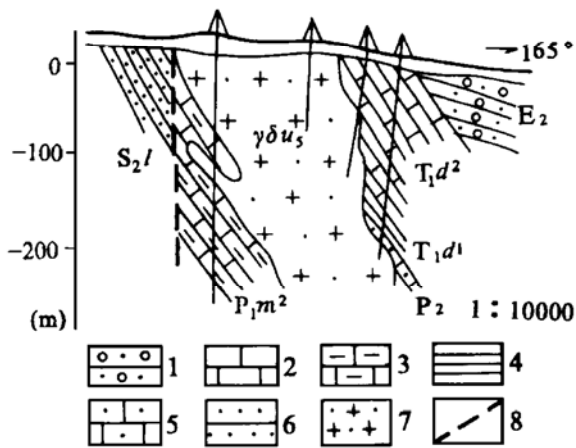


图5 瑞昌北岩体剖面图

(据赣西北地质队资料)

1—砂砾岩；2—灰岩；3—碳质灰岩；4—钙质页岩；5—硅质灰岩；6—石英砂岩；7—花岗闪长玢岩；8—断层

Fig. 5. Geological section of the northern rock body in Ruichang.

1—Sandy conglomerate; 2—Limestone; 3—Carbonaceous limestone; 4—Calcareous shale; 5—Siliceous limestone; 6—Quartz sandstone; 7—Granodiorite porphyrite; 8—Fault.

矿物呈定向排列，表现出较明显的叶理，其走向与岩体接触带走向近于平行。这说明岩浆侵位时受围岩制约而在构造空间中沿一定方向较畅快地流动，将构造空间填满。

(5) 岩性均匀，流体包裹体极细。该类型岩体中岩石类型单一，多呈细粒结构，斜长石斑晶几乎没有见到，而其中亦很难分出岩性相带。但是在岩体中流体包裹体数量较多，并且极为细小，以液相包裹体为主，类型较单一，反映了岩浆温度下降比较急剧而均衡，而成岩作用基本上是在开放体系中进行的。

总之，上述依据充分说明了该类型岩体是属于贯入侵位的岩体，表现出明显的被动侵位的特点，与顶蚀侵位岩体有本质上差别。在九瑞地区贯入侵位岩体的岩石结构除普遍具细粒结构外，局部地方还具有爆破现象，看来其侵位高度可能各处略有差别，有的可能属于浅成或超浅成的，从现有资料看，在褶皱翼部层间断裂带中的岩体，其侵位高度相对此破碎带或横断裂中岩体侵位高。

3 岩体对成矿的控制

九瑞地区燕山期小岩体与有色金属成矿有着密切关系，但近年来通过岩浆侵位研究表明，该区矿床的成矿特点与这些小岩体的岩浆侵位类型有关；不同侵位类型的岩体，与其有关的成矿作用具有明显的差别。现将其主要特征对比如下：

(1) 与顶蚀侵位岩体有关的成矿作用主要发生在岩体接触带上，矿体呈透镜状、囊状和似层状，产状往往随接触带构造变化而变化，如武山南矿带（图6）。通常可分出岩体的、接触带的和远离接触带的等三个带。与贯入侵位岩体有关的成矿作用主要发生于岩体及其围岩的断裂带中，矿体常呈稳定、陡立的脉状、似层状（图7），但成矿分带不明显或没有。

(2) 与顶蚀侵位岩体有关的成矿作用，其矿物成分较多，金属矿物呈浸染状、团块状或细脉状分布。矿石以浸染状构造为主。围岩蚀变相对较强，其中夕卡岩化最具特征。因此，在其矿物共生组合上，通常以石榴石-透辉石-绿泥石（绿帘石）和黄铁矿-黄铜矿-辉钼矿等二个序列为主。与贯入侵位岩体有关的成矿作用其矿物成分相对比较简单，金属矿物呈细脉状、网脉状分布。矿石以条纹状构造为主。围岩蚀变较弱，其中硅化、碳酸盐化和绿泥石化比较普遍，并且顶部常有硅质壳。因此其矿物共生组合通常以石英-绿泥石-方解石-白云石和黄铁矿-方铅矿-闪锌矿-黄铜矿等二个序列为主。

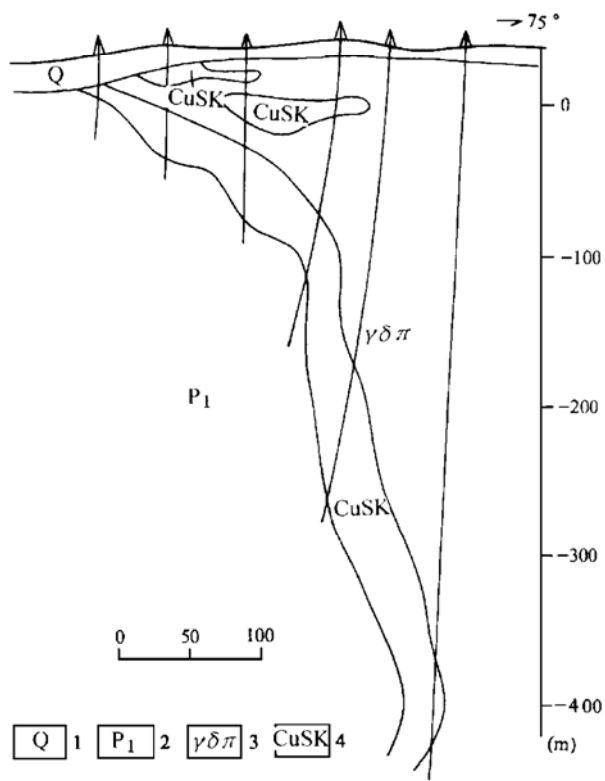


图 6 武山南矿带剖面

(据赣西北地质队与武山铜矿资料修编)

- 1—第四系；2—下二叠统；3—花岗闪长斑岩；
4—含铜夕卡岩

Fig. 6. Geological section of the southern ore zone in Wushan.

- 1—Quaternary; 2—Lower Permian; 3—Granodiorite porphyry; 4—Cupreous skarn.

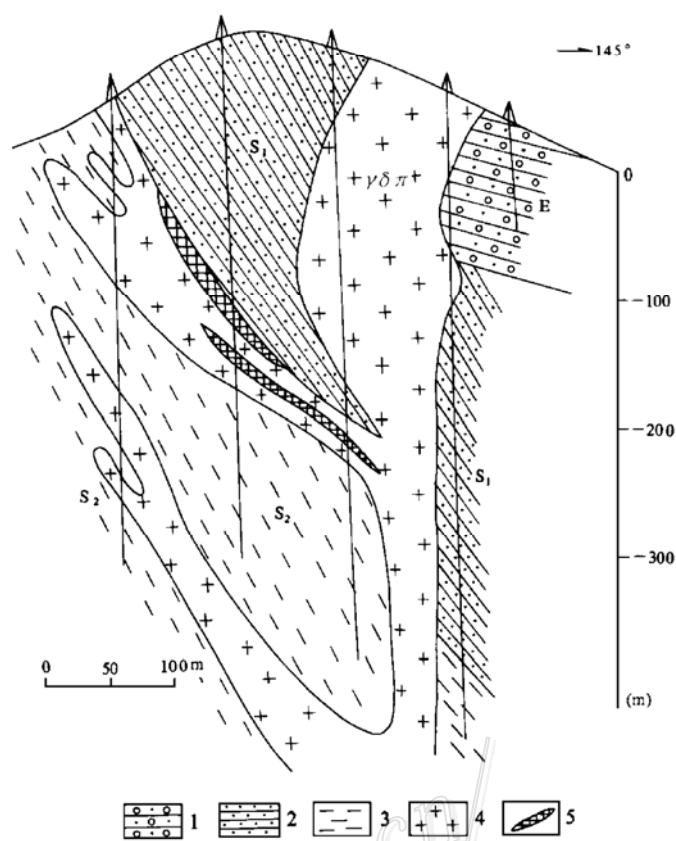


图 7 丁家山矿床剖面

(据赣西北地质队资料修编)

- 1—砂砾岩；2—砂岩；3—页岩；4—花岗闪长岩；5—矿体

Fig. 7. Geological section of the Dingjiashan ore deposit.

- 1—Sandy conglomerate; 2—Sandstone; 3—Shale; 4—Granodiorite; 5—Orebody.

(3) 与顶蚀侵位岩体有关的成矿作用其成矿温度相对较高，通常在 400~300℃。矿物流体包裹体种类较多，以气液相居多，矿石硫同位素相对比较集中， $\delta^{34}\text{S}$ 多为 4.2‰~0.7‰，氧同位素相对较低， $\delta^{18}\text{O}$ 通常为 7.9‰~9.3‰。与贯入侵位岩体有关的成矿作用其成矿温度相对较低，通常在 300~120℃。矿物流体包裹体种类单一，以液相为主。矿石硫同位素相对比较分散， $\delta^{34}\text{S}$ 为 7.9‰~0.2‰，氧同位素相对较高，通常 $\delta^{18}\text{O}$ 为 17.0‰~13.7‰。

(4) 与顶蚀侵位岩体有关的成矿作用其矿化连续性较好，矿石品位较高，Cu 平均可达 1% 以上，通常规模较大，并伴有 Au、Mo，往往形成中型以上，甚至大型的铜金矿床，如武山、城门山矿床。与贯入侵位岩体有关的成矿作用其矿化连续性较差，矿石品位低，一般 Cu 在 0.1%~0.3%，有时伴有 Au、Pb、Zn。但矿化规模相对较小，通常形成矿点或小型矿床，很少形成中型以上的矿床，如宋家湾、宝山等（表 1）。

上述对比研究表明，九瑞地区由于存在两种侵位类型的岩体，因此，相应地也存在与两种侵位类型岩体有关的成矿作用。它们之间不但在产出部位、物质组分、形成条件以及成矿规模上有着明显的差别，而且在成矿类型上也不尽相同。可以说与顶蚀侵位岩体有关的矿床

表 1 两类矿床对比简表

Table 1. Comparison between two sorts of ore deposits

矿床类型 特 征	与顶蚀侵位岩体有关的矿床	与贯入侵位岩体有关的矿床
产出部位	岩体接触带及其裂隙	岩体及其围岩中断裂、不整合面
矿体形态	透镜状、囊状、似层状	似层状、脉状
矿化形式	浸染状、团块状、细脉状	细脉状、网脉状
产 状	随接触带构造变化	稳定、直立
矿化分带	明显	不明显
主要矿物	石榴石-透辉石-绿泥石（绿帘石）	石英-绿泥石-方解石-白云石
共生组合	黄铁矿-黄铜矿-辉钼矿	黄铁矿-方铅矿-闪锌矿-黄铜矿
主要成分	(Fe)-Cu-Mo-Au	S-Cu-Au-Pb-Zn
矿石构造	浸染状	条纹状
围岩蚀变	夕卡岩化、绿泥石化、钾化、黑云母化、大理石化	硅化、碳酸盐化、绿泥石化
形成温度	400~300℃	300~120℃
Co/Ni	5.9~3.0	1.2~0.9
S/Se	$1.9 \times 10^4 \sim 0.2 \times 10^4$	$1.59 \times 10^4 \sim 1.11 \times 10^4$
$\delta^{34}\text{S}/\text{‰}$	4.2~0.7（不同部位变化大）	7.9~0.2（不同部位变化不大）
$\delta^{18}\text{O}/\text{‰}$	7.9~9.3	17.0~13.7

是属于接触交代夕卡岩型矿床；而与贯入侵位岩体有关的矿床则属于中低温岩浆热液矿床。这个特点充分体现了岩浆侵位类型对成矿作用的控制。

在此必须指出，九瑞地区两种侵位类型岩体的形成及其空间分布与中生代以来，特别是燕山早期构造活动有密切关系。在这个时期本区 SN 向应力逐渐加强，并产生具有力偶性质的左旋，形成了 NE-SW 向和 NW-SE 向的二组剪切断裂构造，其中 NE-SW 向构造往往迁就了或继承了早期的 NE 向或 NEE 向构造，形成了沿层面（岩性差异面或平行不整合面）的大型走向断裂，而 NW-SE 向构造多由深度不一、断续分布的隐形深断裂组成构造带^①，如城门山—封三洞一带的 NW 向构造带。这组断裂当其与 NE 向或 NEE 向断裂构造交叉复合时，常构成一个具有一定深度的构造通道。这种性质不同的构造，对岩浆侵位将起不同的控制作用，从而使不同侵位类型的岩体在空间呈现出各自分布的格式：顶蚀侵位岩体主要出现在 NW 向构造与 NE 向或 NEE 向构造交叉复合部位上，沿着城门山—封三洞这条 NW 向隐形深断裂带分布，而贯入侵位岩体主要出现在 NE 向或 NNE 向走向断裂带上，并沿着城门山—封三洞 NW 向构造带两侧分布（图 1）。岩体上述分布特点将导致了与其有关的两种矿床在空间上也呈规律性分布，接触交代夕卡岩型矿床主要沿城门山—封三洞 NW 向构造带分布；中低温岩浆热液型矿床则于其二侧展布。这种成生关系反映了岩浆侵位类型对矿床分布规律的控制。

① 赣西北地质大队，1990，江西九江—瑞昌地区金铜成矿条件与预测，内部资料

4 结 论

通过近年来对九瑞地区岩浆侵位的研究初步认为:

(1) 九瑞地区燕山早期中酸性小岩体,在地质学、岩石学、岩石化学、稀土元素和铅同位素等方面具有较大的相似性,反映了该区燕山早期岩体是属于同源的钙碱性系列,为来自下地壳的产物。

(2) 九瑞地区燕山早期岩体从其规模而言均可称之“小岩体”,但其中在岩浆侵位特征上却有明显的差别,并大体可划分出顶蚀侵位岩体与贯入侵位岩体等两大类,反映了其不同形成过程。

(3) 九瑞地区不同侵位类型的岩体是受不同构造控制的。顶蚀侵位岩体主要于NW向隐形深断裂与NE或NEE向构造交叉部位上,并沿着城门山-封三洞一带呈NW向分布。贯入侵位岩体主要于层间断裂带,破碎带以及张性断裂中,呈NE或NEE向展布在前者的两侧。

(4) 与两类侵位岩体有关的也有两种成矿类型。与顶蚀侵位岩体有关的矿床是属于接触交代夕卡岩型矿床,而与贯入侵位岩体有关的矿床则属于中低温岩浆热液矿床,并且这两种类型矿床受岩体控制,在空间上亦呈有规律分布。

(5) 在九瑞地区燕山早期“小岩体”仍是寻找有色金属矿床的重要控制因素,但在找矿中对“小岩体”要深入研究,即开展岩体内部构造分析研究,恢复岩体的岩浆侵位过程,确定岩浆侵位类型及其与成矿的关系,这样才能起到指示矿床寻找与评价的作用。

作者在野外工作期间得到赣西北地质大队黄恩邦、胡茂贵、罗钊生、李启全、张乃堂等先生大力帮助,在此谨致谢意。

参 考 文 献

- 1 孟宪民. 关于花岗岩的安放问题. 地质论评, 1965, 23 (5): 379~382
- 2 江西地质矿产局. 江西省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1984
- 3 洪大卫, 吴良士. 花岗岩定位机制与研究方法. 国外花岗岩类地质与矿产, 1986, 7 (3): 1~15
- 4 黄恩邦, 张乃堂, 罗钊生. 城门山、武山铜矿床成因. 矿床地质, 1990, 9 (4): 291~300
- 5 季绍新, 王文斌, 邢文臣. 赣西北铜矿. 北京: 地质出版社, 1990
- 6 常印佛, 刘湘培, 吴言昌. 长江中下游铜铁成矿带. 北京: 地质出版社, 1991
- 7 翟裕生, 姚书振, 林新多. 长江中下游地区铁铜等成矿规律. 矿床地质, 1992, 11 (1): 1~11
- 8 J. Didier. 花岗岩及其包体 (包体与花岗岩成因的关系), 姜胜章, 盛健群等译. 北京: 地质出版社, 1981
- 9 Pitcher W S. The nature ascent and emplacement of granite magmas. J. Geol. Soc. Lond., 1979, 136 (6)

TYPE OF MAGMATIC EMPLACEMENT IN RELATION TO MINERALIZATION IN JIUJIANG-RUICHANG DISTRICT, JIANGXI PROVINCE

Wu Liangshi

(*Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037*)

Key words: type of magmatic emplacement, deroofting emplacement, injection emplacement, mineralization, Jiujiang-Ruichang district

Abstract

In Jiujiang-Ruichang district of Jiangxi Province there exist more than one hundred Early Yanshanian small intrusive bodies, each smaller than 0.5 km² in area. According to studies of these rock bodies in such aspects as their shapes, internal structures, contact relationships and petrochemical composition, the author has classified these rock bodies into deroofting emplacement type and injection emplacement type, and pointed out the existence of two metallogenic types related respectively to these two types of emplaced rock bodies: ore deposits related to rock bodies of deroofting emplacement seem to be contact metasomatic skarn deposits, whereas those related to rock bodies of injection emplacement are mesothermal-epithermal deposits. These two sorts of deposits exhibit obvious differences in occurrence position, material composition, fluid inclusion, stable isotope and mineralization dimensions. In addition, as rock bodies of deroofting emplacement are controlled by intersecting and compounding positions of NW-trending faults and NE—NEE trending faults, and rock bodies of injection emplacement are controlled by NE—NEE trending large-sized strike faults along bedding planes (lithologic difference planes or parallel unconformity planes), ore deposits related to these two sorts of rock bodies also exhibit corresponding regular distribution. Therefore, small rock bodies in Jiujiang-Ruichang district should be analysed individually, and their emplacement types ought to be determined. Only in this way can prospecting and evaluation of ore deposits be correctly done.