

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

闽西北地区稀有金属矿床特征 及成矿规律的初步探讨*

苏友庆

(福建省地质矿产局闽北地质大队)

闽西北地区稀有金属矿产以混合岩化矿床,尤其是混合岩化伟晶岩型矿床数量多,分布广,意义大。按其地质特征及在混合岩带上的位置,可划分为混合岩化原地-准原地和异地伟晶岩两类。稀有金属矿产的形成和分布,主要受混合岩化作用控制。稀有金属矿床(点)成群出现,成带分布,构成以混合岩带(田)为中心,按侧列式或环状展布的稀有金属矿化集中区。本文还提出了区内稀有金属矿产成岩成矿演化序列及成矿模式的初步意见。

一、区域地质背景

闽西北地区大地构造位置处于华南褶皱系的东北部,为一加里东褶皱带。东大致以政和-大埔深断裂为界,与闽东燕山断拗带毗邻,南以沙县、宁化一线为界,与闽西南华力西-印支拗褶皱带相接。全区主要由前泥盆纪巨厚的变质岩系组成。按其空间分布,可分为东西两区。东区以广泛出露巨厚的前震旦系建瓯群结晶片岩及北北东向分布之中生界陆相盆地含煤建造为特征;西区则以震旦系发育较完整,且成大面积分布(图1)。

基底构造以北东向线性复式褶皱为主,具背斜宽阔,向斜紧密之特征,剖面上略呈隔槽式。从东北至西南,褶皱轴向有由北北东、北东转为北东东至东西向之势,平面上略呈帚状撒开,形成向南凸出的弧形,盖层多为继承性向斜式断陷盆地沉积。受基底复式向斜控制。断裂构造发育,以北东、北北东向为主,南北向及近东西向次之。

侵入岩遍布全区,系多期、多次岩浆活动的产物,其中以加里东期和燕山早期最为发育,与同期构造运动强度表现出一定的对应关系。形成的岩类齐全,岩性复杂,以中酸性岩占绝对优势,往往受不同褶皱断裂构造带控制,空间上沿一定方向呈带状展布。究其成因,主要属混合交代型和壳源重熔型。各期次岩体中,以加里东期混合花岗岩和燕山早期第三阶段第三、四次黑云母花岗岩与稀有金属矿产的形成和分布关系最为密切。

区内前震旦系、震旦系中,区域性混合岩化作用甚为强烈,形成的混合岩类分布广泛,主要受复式褶皱构造,尤其是复式背斜控制。混合岩、混合花岗岩和区域变质岩组成三位一体的混合岩带,呈北东向不连续的带状展布。自西向东主要有以下混合岩带。

儒洲-虎圪-里心-驿前混合岩带 呈北东向展布于闽赣两省边界上,受虎圪-里心复式背斜控制,主要发育于震旦系中。混合岩带上以里心-驿前混合岩田规模大,混合岩化程度高,混合岩带发育较全,与稀有金属成矿关系最为密切。岩田上混合花岗岩多围绕混合岩带、部分混合岩带呈环状展布。

* 本文所指稀有金属包括锂、铷、铯、铍、铌、钽、锆、铪、钨、钼、镨、钕、钐、铕、钆、铽、镱及钪族元素。
本文1985年3月收到,8月改回,季国容编辑。

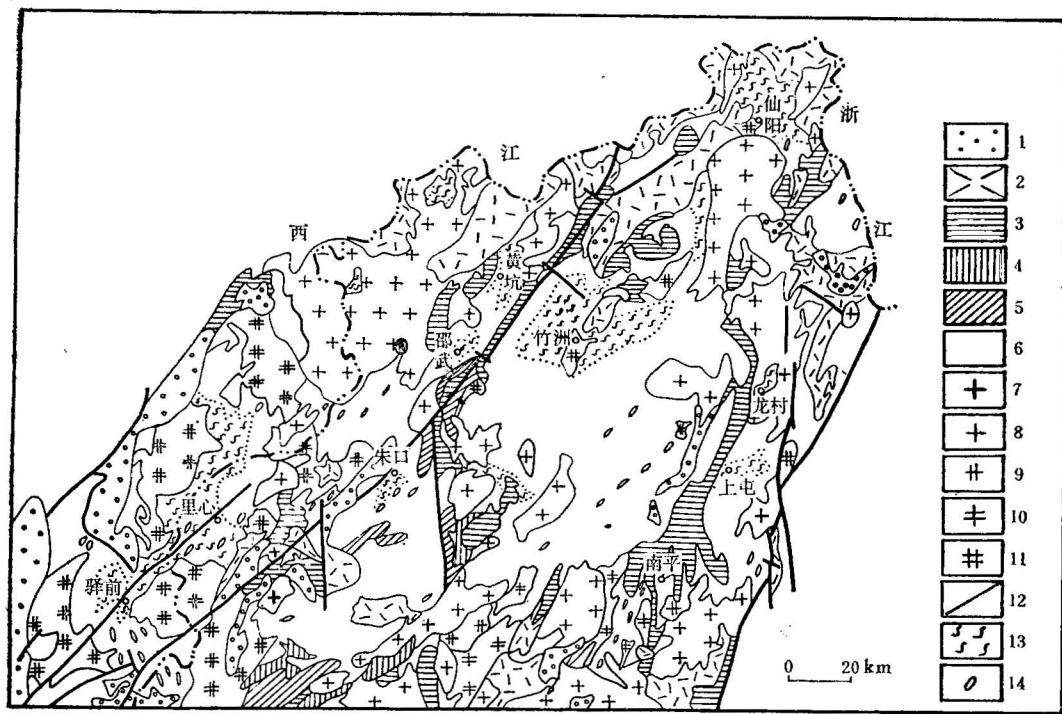


图 1 闽西北及其邻区地质略图

1—白垩系一下第三系红色火山岩建造；2—上侏罗统火山岩建造；3—上三叠统一中侏罗统含煤建造；4—中泥盆统一三叠统海相、海陆交互相建造；5—寒武系—志留系海相砂、页岩建造；6—震旦系—前震旦系变质岩系；7—燕山晚期花岗岩；8—燕山早期花岗岩；9—印支期花岗岩；10—华力西期花岗岩；11—加里东期混合花岗岩；12—断裂；13—区域混合岩；14—混合岩化伟晶岩

黄坑-邵武-朱口混合岩带 受五福羊-杨源复式向斜控制，断续发育于向斜北西翼近轴部震旦纪浅变质岩中。

仙阳-竹洲混合岩带 受仙阳-朱坊复式背斜控制，主要发育于背斜轴部建瓯群麻源组中。该混合岩带规模大，发育较全。中心为混合花岗岩，向外逐渐过渡为均质混合岩、条痕一条带状混合岩和部分混合岩。稀有金属矿产多呈侧列式分布于混合岩田的中心及东南侧。

龙村-上屯混合岩带 受湛沪山-坤口复式背斜控制，主要发育于建瓯群迪口组变质岩中。

各混合岩带规模大小不等。一般受复式背斜控制的混合岩带规模大，受复式向斜控制者规模较小。各混合岩带一般可分出混合花岗岩带、混合岩带和部分混合岩带等三个带。按其空间展布可划分为中心式和环状两类。前者以混合花岗岩为中心，向外逐渐过渡为混合岩带和部分混合岩带；后者以原地-半原地混合花岗岩围绕混合岩带、部分混合岩带分布为特征。

二、稀有金属矿床特征

闽西北地区稀有金属矿产按其成因可分为内生、外生、变质和混合岩化矿床（化）四大类，其中以混合岩化矿床，尤其是混合岩化伟晶岩型矿床（点）数量多，分布广，意义大。

内生矿产目前均属矿化，其形成及分布与燕山早期第三阶段第三、四次黑云母花岗岩有密切的联系，以岩浆晚期—岩浆期后自交代型及气成热液型为多，矿化以铌、钽、铍为主，分布于黑

云母花岗岩中及其外接触带北北东、北东向断裂带上。岩浆分异交代型伟晶岩,多呈脉状、团块状分布于花岗岩内外接触带。内接触带上的伟晶岩为团块状,与母岩呈渐变过渡关系;外接触带上呈脉状,规模较大,分异差,交代弱。有用矿物以绿柱石为主。

外生矿床以风化壳型独居石、磷钇矿为主,系含稀土矿物的混合岩、混合花岗岩(主要属似斑状中粗粒黑云母花岗岩)及壳源重熔型花岗岩中的矿化体经长期风化淋滤而成。冲积砂矿主要见于西南部宁化境内河漫滩及阶地细砂粘土、砂砾层中,多为独居石矿(化)点。另外,区内尚见少数沉积型稀土矿化点,赋存于侏罗系下统梨山组下段长石石英砂岩、石英砂岩和含锆石长石砂岩中。

变质类型本区仅有沉积变质(热液交代)磷-铁-铌-稀土矿床一处。铌、稀土元素矿化与磷、铁矿体叠加,分布于建瓯群龙北溪组中段角闪片岩夹大理岩透镜体中,并构成我国独特的稀土铁建造之一^[1]。其特点是以轻稀土为主,轻重稀土之比为7:1—25:1。

混合岩化伟晶岩型铌-钽矿床是闽西北地区主要的稀有金属矿床,其数量占稀有金属矿床(点)总数的53.57%。另外,绝大部分白云母、钾长石矿床(点)亦属此类型。混合岩化作用是介于变质作用与岩浆作用间的一种重要的地质作用。在混合岩化过程中,由于广泛而强烈的交代作用,可使一部分成矿物质发生活化、迁移、富集,从而形成混合岩化矿床。混合岩化过程中,由于热流升高,原岩经重熔或选择性重熔,产生一种富含硅、铝、钾、钠组分和氟、H₂O及CO₂等挥发组分的流体(长英质流体)或熔浆,随挥发组分对固态岩石进行交代重结晶及交代结晶^[2],在含矿建造中或混合岩带上,可导致有用矿物粒度加大和局部富集,形成云母、刚玉、石墨、石榴石、磷灰石、独居石、磷钇矿等原地交代矿床(化)。另一方面,在挥发分的作用下,长英质熔浆(流体)沿构造裂隙或层间裂隙贯入、结晶、交代而形成混合岩化伟晶岩。这种长英质流体或熔浆,到混合岩化作用的中晚期,逐渐演变为热液,在有利的构造环境下,与围岩进行交代,从而形成混合岩化热液交代矿床^[3]。

混合岩化伟晶岩分布于混合岩带上或其外围的区域变质岩中。区域变质岩、混合岩、混合岩化伟晶岩三者相伴而生,其形成与重熔岩浆花岗岩无空间和成因上的联系,是区域混合岩化作用的产物。按其地质特征及在混合岩带上的位置,可进一步划分为混合岩化原地-准原地伟晶岩和异地伟晶岩两类。

混合岩化原地-准原地伟晶岩的特征

1. 多分布于混合岩带上的条痕一条带状混合岩中。
2. 沿层间裂隙或构造裂隙贯入,其走向多与围岩片理走向相近或一致,倾向、倾角不定。与围岩接触界线清楚或较清楚。
3. 形态以脉状为多,分异差;透镜状者较少,分异较好,可划分为边缘、外侧、中间和内核等四个带。
4. 多属白云母伟晶岩,部分为含稀有金属白云母伟晶岩,稀有元素矿物以绿柱石为主,铌钽铁矿次之。

本类型伟晶岩是区内白云母、钾长石的主要来源,也是目前区内绿柱石的主要来源,后者在开采白云母、钾长石的过程中综合回收。

混合岩化异地伟晶岩的特征

1. 多分布于各混合岩田边缘或其外围绿片岩相区域变质岩中。
2. 多受围岩层间裂隙、层间破碎带控制,产状与围岩片理多具一致性。脉体与围岩接触界

线有的清楚，有的往往见宽窄不一的贯入交代过渡带。

3. 按造岩矿物组合可分为：I. 斜长石（钠更长石）-正长石（条纹长石）（一些地段为微斜长石，以下同）；II. 正长石（条纹长石）伟晶岩；III. 正长石（条纹长石）-钠长石伟晶岩；IV. 钠长石伟晶岩；V. 钠长石-锂辉石伟晶岩五类，它们在空间上具有一定的演化关系。

4. 形成伟晶岩的富含稀有元素的碱质流体与围岩交代现象明显，形成特殊的条带状、眼球状、似片麻状构造，且条带产状与围岩片理产状基本一致。条带状构造为同一矿物组合带中不同矿物，或不同矿物组合带呈平行条带反复相间排列而成。

5. 伟晶岩中常见围岩残留体，呈长条状、透镜状，其片理方向亦与围岩片理产状、伟晶岩条带产状一致。

6. 伟晶岩分异差，一般无环带状构造，岩脉边部无细晶岩带和文象结构带。而出现条带状石英-细片状白云母带、钠长石带或石英-钠长石带。块体带一般亦不发育，其分布具“多中心”。

7. 伟晶岩脉旁往往具明显的围岩蚀变，主要有黑电气石化、硅化、黑鳞云母化等，并有锂、铷、铯的扩散晕。

8. 从I类型到V类型，矿化逐渐增强，并演化为全岩矿化。以铌、钽为主，伴有锡、锂、铍、铷、铯、锆、钨等。随着远离混合岩田，有由铌高钽低逐渐演变为富钽、铷的趋势。

9. 部分伟晶岩带上各类伟晶岩人工重砂中见浑圆、次浑圆状锆石，说明其形成与围岩关系密切，是围岩混合交代的结果。

混合岩化异地伟晶岩数量多，分布广，是目前区内铌-钽矿床的唯一工业类型。具代表性的矿区，如西坑¹⁾。

三、成矿控制因素及成矿规律

闽西北地区稀有金属矿产的形成和分布，受地层、岩性、构造运动、岩浆活动、变质作用及混合岩化作用诸因素控制。它形成于一定的地质历史时期，经历了一定的继承、演化、发展过程，空间上与一定的变质相带或混合岩带相关。诸因素中尤以混合岩化作用对稀有金属矿产的形成和分布，起着重要的控制作用。

（一）地层、岩性对稀有金属成矿的控制

统计资料表明，本区稀有金属矿床（点）分布于前震旦系建瓯群中者占矿床（点）总数的35.29%，其中麻源组中占26.47%，震旦系中占28.82%。稀有元素矿物重砂异常分布于前震旦系中者占异常总数的33.82%，其中麻源组中占21.26%；震旦系中占13.77%。这种分布特征与这套地层经历的地质时期最长、经受的变质作用较深和混合岩化作用较强有关，同时也与这套地层中稀有元素丰度多接近或高于地壳丰度有关²⁾。从而为后期稀有金属矿产的形成，奠定了物质基础。

岩性对稀有金属成矿的控制，主要表现在伟晶岩脉多见于脆性的变粒岩中，在柔性的片岩类岩石中，伟晶岩发育程度相对较差，且多呈细脉状、板状。

（二）侵入岩对稀有金属成矿的控制

就各期、次侵入岩而言，闽西北地区稀有金属矿床（点）及重砂异常区，多分布于加里东期

1) 苏友庆，1984，福建西坑富钽伟晶岩型矿床的特殊性及其成因初探。地质地球化学，第8期。

2) 陈春光等，1982，福建省区域地球化学背景。

混合花岗岩和燕山早期第三阶段第三次黑云母花岗岩中。矿种上前者以稀土类矿床(点)及异常为多,铌-钽类矿床(点)及异常则多见于后者中。

加里东期混合花岗岩分布于不同混合岩带,明显受不同混合岩带的原岩建造、混合岩化作用强度的控制,形成各具特色的混合花岗岩带。分布于本区西部里心-驿前混合岩田上的似斑状中粗粒黑云母花岗岩,主要控制着区内稀土元素矿产的空间分布,同时部分混合岩化伟晶岩的分布,也与其有空间上的联系;铌、钽矿产则与白云母化花岗岩有密切的联系。

燕山早期第三阶段第三次黑云母花岗岩分布广,以含稀有及放射性元素矿物为特征,是大多数内生稀有金属矿产的成矿母岩。本期壳源重熔型花岗岩的形成,是大陆地壳重熔改造的结果。但就不同地区花岗岩的成分、含矿性而言,又不能不受各花岗岩带所处不同构造部位的基底建造特征的控制和影响,因而使得不同构造带上的花岗岩具有不同的含矿性及成矿特征。例如广泛发育该期岩体的闽东南一带,为什么很少见与其相关的稀有金属矿产呢?闽西北地区分布于该期次三个北东向岩体带上的稀有金属矿产的发育程度为什么迥然不同呢?显然,这与它们所处构造带上混合岩化作用的强弱及混合岩化发育程度的差异有关。在早期混合岩化成矿作用发育地段,有利于后期稀有金属矿产的形成。

(三) 构造对稀有金属成矿的控制

稀有金属成矿作用中,构造具多级控制作用。

1. 从福建全省看,闽西北加里东褶皱带控制着本省稀有金属矿产的分布,大多数稀有金属矿床(点)均分布于本区内。

2. 区内混合岩带的分布,主要受复式褶皱控制,多发育于复式背斜的轴部。

3. 稀有金属成矿区、矿田、矿床(点)以及混合岩化伟晶岩脉,主要受不同级次褶皱构造及断裂构造控制。

4. 从时间上看,早期(加里东期)混合岩化作用及其相关的稀有金属矿产,主要受各级褶皱构造控制;晚期(燕山期)重熔花岗岩及其有关的稀有金属矿产,主要受不同级次的断裂构造控制,尤其受北北东、北东向断裂构造控制。

5. 一些矿田、矿床在空间分布上呈有规律的大致等距离出现。

(四) 混合岩化作用对稀有金属成矿的控制

混合岩化作用对本区稀有金属矿产的控制作用,主要表现在:

1. 本区稀有金属矿床(点)中,大多属混合岩化矿床。目前具工业意义的稀有金属矿床,亦多属混合岩化矿床。

2. 稀有元素矿物重砂异常和稀有金属矿床(点)的空间分布,受混合岩带(田)控制。在混合岩带(田)上及其外围,稀有金属矿床(点)及各类异常成群出现,成带分布,构成以混合岩带(田)为中心,按侧列式或环状展布的稀有金属矿化集中区。如受仙阳-竹洲混合岩带控制的稀有金属矿产,由混合岩带向南东作侧列式展布,分别形成吕屯-竹洲稀土矿化集中区,徐墩-大历口铌-钽矿化集中区和南平-沙县铌-钽矿化集中区。受里心-驿前混合岩田控制的稀有金属矿产,则呈环状展布。在岩田中心混合岩带上,以分布混合岩化伟晶岩型白云母、钾长石矿床(点)为多,风化壳型稀土矿产多分布于原地-半原地混合花岗岩中;岩田四周则以广泛分布混合岩化伟晶岩型铌、钽矿产为特征。岩浆晚期一岩浆期后自交代型铌、钽矿产,多分布于岩田东南侧北东向断裂带上。远离混合岩带(田),稀有金属矿化及异常则明显减少。

稀有金属矿床(点)的这些分布规律,与混合岩带(田)的构造格局,展布形式相一致,共

同构成具有成因联系的统一体。

3. 从混合岩带中心向外, 稀有元素按稀土→铌→钽的演化方向作有规律的出现, 形成稀有金属矿产以混合岩带(田)为中心的侧列式或环状展布。稀有元素这种演化规律, 不仅表现在整个岩田稀有金属矿产的分布上, 在岩田某一局部地段或岩田内混合花岗岩中, 也具有这种演化规律。矿化伟晶岩与混合花岗岩间无直接的成因联系。它们均受混合岩化作用控制, 是混合岩化作用发展过程中不同阶段的产物。

4. 混合岩化作用过程中, 成矿元素得以活化、迁移、富集, 如黎源-竹洲混合岩田, 随着混合岩化作用的增强, 稀土元素含量明显地增加。

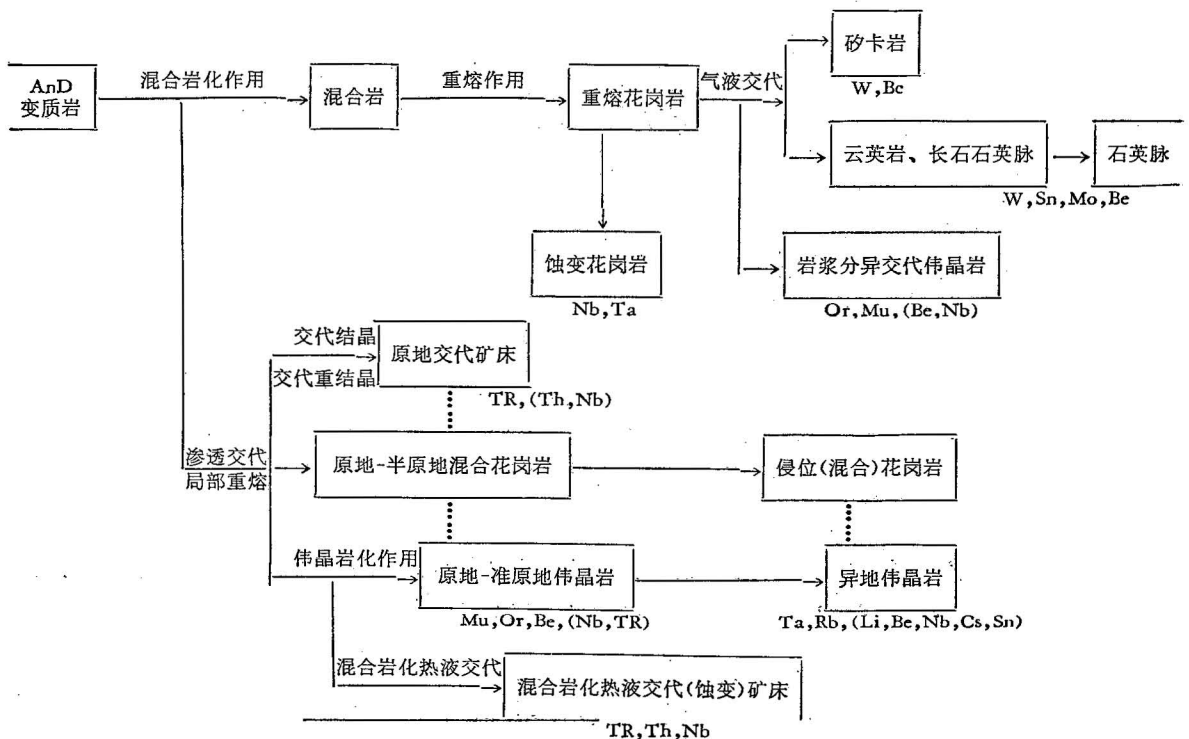
(五) 成矿时代

闽西北地区稀有金属矿产的成矿时代, 与区内主要的构造岩浆活动、混合岩化作用时期相对应, 不同成因类型其成矿时代迥然不同。混合岩化及变质矿产, 均为加里东期, 内生矿化为燕山期, 其中绝大多数为燕山早期, 沉积型矿产均为侏罗纪, 其它外生矿产形成于第四纪。

(六) 成矿物质来源

区内基底建造中缺乏系统的稀有元素丰度资料, 因此, 目前尚难直接得出成矿物质来源于基底地层的结论。但是, 稀有金属矿床围绕混合岩带(田)形成矿化集中区的现象本身, 就是表明成矿物质很可能来源于基底地层。计算表明, 从基底地层 $4 \times 10^{10} \text{m}^3$ 体积的岩石中, 平均带出1ppm的成矿元素, 则带出的成矿物质足可形成一个十万吨的矿床。可见成矿元素在地壳内略微集中, 就可能成为稀有金属大量富集的矿源。

闽西北地区混合岩化及内生稀有金属矿产成岩成矿演化序列简表



混合岩化作用过程中,稀有元素得以活化、迁移、富集,在有利构造部位,形成与混合岩化作用相关的稀有金属矿产。其后,在燕山期重熔花岗岩形成过程中,基底成矿物质得到又一次活化、迁移、富集的机会,从而形成与其相关的稀有金属矿产。两者在空间分布上有一致性,具明显的继承发展关系。加里东期成矿作用是形成后期稀有金属矿产的基础,后期(燕山期)稀有金属成矿作用,是早期成矿作用的继承和发展。在早期混合岩化成矿作用的基础上,后期每一次成矿作用,都将又一次为成矿元素的活化、迁移、富集创造有利条件。这种继承发展性,是本区稀有金属矿产围绕混合岩带(田)成群出现、成带分布、形成矿化集中区的主要原因。

对一个矿化集中区而言,若早期混合岩化作用使成矿物质高度富集,那末到晚期成矿物质则将相对减少,矿化也将相对减弱。反之亦然。如里心-驿前混合岩田,加里东期铌、钽矿化一般较弱,所以燕山早期交代型铌、钽矿化就较强,形成的矿床相对也较富。成矿作用这一特点,可称其为稀有金属成矿的互补性。

笔者根据上述闽西北地区混合岩化及内生稀有金属矿产的形成受混合岩化作用及早期(加里东期)褶皱构造与晚期(燕山早期)断裂构造控制,并具有稀有金属成矿的继承发展性和互补性的特点,提出了稀有金属矿产成岩成矿演化序列及成矿模式的初步意见(表,图2)。

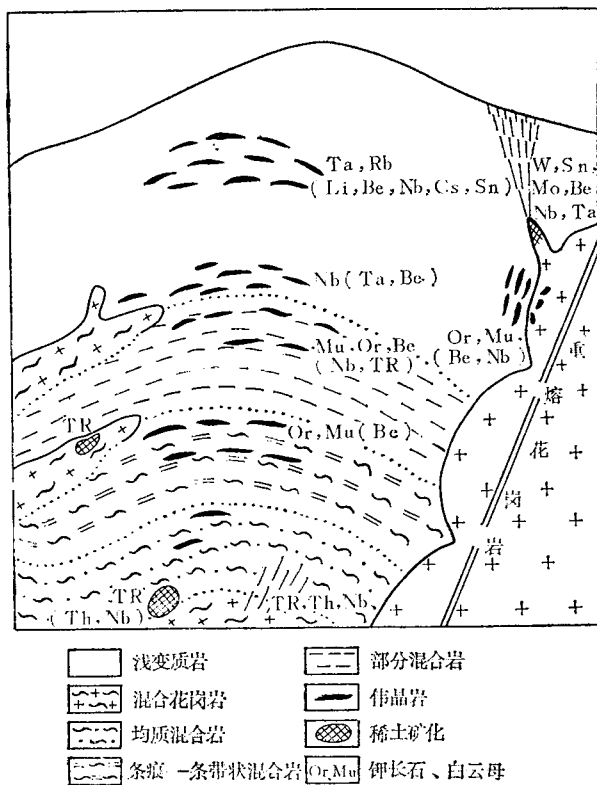


图 2 闽西北地区稀有金属成矿模式图

矿床成因及成矿规律研究的目的,是为矿产普查指出方向。基于不连续带状展布的区域性混合岩控制着稀有金属矿产的形成和分布,将为稀有金属矿产指出新的找矿方向,开拓新的领域。

参 考 文 献

- [1] 裘愉卓、王中刚、赵振华, 1981, 试论稀土铁建造。地球化学, 第3期, 第220—231页。
- [2] 张秋生、刘连登, 1982, 矿源与成矿。地质出版社。

[3] 贺同兴、赵鸿, 1980, 变质岩的野外工作方法。区域地质调查野外工作方法 (第二分册)。地质出版社。

CHARACTERISTICS AND METALLOGENY OF RARE METAL DEPOSITS IN NORTHWESTERN FUJIAN

Su Youqing

(Northern Fujian Geological Party, Fujian Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

Rare metal deposits in northwestern Fujian are characterized by numerous, widespread and significant migmatized deposits, particularly migmatized pegmatite-type deposits. According to their geological characteristics and positions in the migmatite zone, they may be classified into the migmatized autochthonous-subautochthonous and allochthonous pegmatite types. The latter is the only industrial type of Nb-Ta deposits.

The formation and distribution of rare metal deposits in northwestern Fujian are controlled by such factors as strati-graphy/lithology, structural movements, magmatic activity, metamorphism and migmatization. They were formed in a certain geologic period and underwent certain inheritance, evolution and development. They are spatially associated with a certain metamorphic facies zone or migmatite zone. Among various factors, migmatization played an important role in controlling the formation and distribution of rare metal deposits. Rare metal deposits (occurrences) occur in groups and are arranged in zones, forming a concentration area of rare metal mineralizations distributed en echelon or radially with the migmatite zone (field) as the centre. Besides, this paper also proposes the evolutionary succession of rock and ore deposit formation and a model of ore genesis for rare metal deposits.