浙江构造地球化学评述

郇逸根

(浙江省物化勘查院)

内容提要 本文通过浙江地壳结构及其地球化学特征对比,以及深部地质构造与元素的区域分布和垂向分带分析,阐述成矿构造地球化学特征及其地质意义,探讨浙江省构造地球化学特征。

关键词 地球化学;构造;浙江。

通常,分析区域成矿问题时,以区域地壳乃至上地幔的组成、演化及其动力学机制等具体特征以及区域内存在的地质-地球化学作用为基础,综合分析诸如区域构造单元地壳和上地幔中成矿成晕元素的初始浓度,各种地质-地球化学过程中成矿成晕元素的浓集程度等因素,来探讨不同地球化学元素的成矿规律和评估区域成矿潜力和远景。因此,分析区域构造单元内岩石圈成分的不均一性及其发生的地质-地球化学作用的类型、特征和继承发展关系,将有助于阐明区域成矿的空间分布规律。

一、地壳结构模型

现代地球科学业已证明,地球的层壳结构和各层壳基本组成的物理、化学和构造性质,在总体上存在共性,即普遍规律;在局部上却具有不均一性,即特殊规律。超深钻及出露的大陆地壳剖面研究,地球物理测深及实验岩石等研究,提供了对大陆地壳结构及其形成认识的依据。

张本仁等根据 QB-1 地震测深剖面的解释成果,研究了秦岭造山带及其邻区大陆地壳的结构,认为该区地壳结构除地壳表层外,由上地壳、中地壳和下地壳三层组成。其中,上地壳厚度为 12-15km,中地壳为 9-11km,下地壳为 8-9km。莫霍面深度为 31-35km。华北地台、北秦岭和南秦岭的上述层壳厚度不一。

通常大陆地壳变质分带的一个共同特点是由地壳上部的绿片岩相(由自元古代以来的沉积岩和侵入其中的花岗岩组成),至地壳中部的角闪岩相(由晚太古代的相当于混合岩的物质组成),最终达地壳下部的麻粒岩相,太古代麻粒岩相岩石组成的结晶基底。这种分带规律与实验岩石学研究成果相一致,同时也得到科拉半岛超深钻的进一步证实。秦巴地区区域地球物理研究成果还表明,秦岭造山带及其邻区地壳的中、上部,地震波速 V_p 变化于 5.71-6.21km/s 间;地壳下部麻粒岩的地震波速为 $V_p = 7.30-8.00\text{km/s}$ 。

从台湾-黑水地学剖面可见^①，华南地壳速度模型可分为地壳表层、上地壳、下地壳和上地幔几部分。地壳各层的厚度为约4km，近17km和约10km。从3.6km-20.3km的16.7km厚度内，纵波速度从5.98km/s增加至6.39km/s（相当于秦岭地区地壳的中、上部），上地幔的 $V_p=8.1\text{km/s}-11.4\text{km/s}$ 。因此，东海灵峰一井钻遇的一套黑云角闪斜长片麻岩，地震速度 $V_p=6.4\text{km/s}$ ，密度值 $\sigma=2.76\text{g/cm}^3$ 。（许薇玲，1989），反映其仅为上部地壳物质，绿片岩相）。从总体上来看，似乎缺少了中地壳角闪岩相。

深地震测深资料表明，华南东部（华南褶皱带）莫霍面深度约为31km。浙东庆立、龙泉一带地壳厚度最大，据推算（张春林，1979）为32.5km。朝舟山方向，莫霍面约每100km升高1km。

据水平地震测深资料（1978），浙西从杭州至常山，莫霍面深度反映为28.6km（杭州）-32.6km（余村）-27km（常山）的变化特征。为此，张春林（1979）与周俊法、吕亦心据此议定的浙江深部“两凹三隆”地质构造格局以及浙江地壳结构模式，为浙江构造单元及基本特征的研究奠定了基础。

依据这个地壳结构模式，反映出浙江的东部和西部的地壳具有多层结构，即地壳表层（ $1.20\pm 0.5\text{km}$ ）、上地壳（和中地壳， $20.0\pm 1.5\text{km}$ ）、下地壳（ $11.6\pm 1.5\text{km}$ ）。其地震波速依次为4.92km/s、6.13km/s和6.83km/s。上地幔顶部的波速约为8.03km/s。受地质研究程度限制，目前涉及的地质、地球化学问题仅局限于自双溪坞期（平水期）和陈蔡期（八都期）以来的地壳上部的绿片岩相。除外，可以确认存在于上地幔之上的下地壳麻粒岩相；尚不清楚八都群汤源组高角闪岩相和陈蔡群底部（a段），以及双溪坞群底部是否属于中地壳的组成物质（地质时代为晚太古代至早元古代早期）这些问题，有待于今后地质工作的深入而得到验证。

地壳不同结构层和各种作用之间，在地球化学上存在着内在的继承发展与相互制约的因果联系，其相异的地球化学行为决定了反映为地壳内部物质分异、调整程度的总体地球化学特征。愈来愈多的资料表明，麻粒岩相作用过程是造成地壳分异演化的一种极为重要的机制。高山、张本仁等（1990）认为，其机理是因为流体的作用，特别是麻粒岩相作用过程中，伴随 CO_2 流体的加入，下地壳释放出的富 H_2O 流体可以携带大量长英质和不相容元素问题地壳上部迁移。

苏联的地壳深部资料表明，富含结晶水的角闪岩相岩石（中地壳）在400-800℃温度下，经脱水作用会形成含铁、钠和钾的硅酸盐和氧化物的超临界水溶液，深断裂就是这种矿化溶液到达地表的运输通道。贝加尔裂谷带、冰岛、北美、南加拿大、澳大利亚及地球上其它区域都存在这种层壳和地球化学作用。

二、岩石圈地球化学特征

张本仁认为，从地球化学观点看，区域成矿的实质是区域岩石圈内成矿物质通过各种地质-地球化学作用，由分散状态逐步在某些局部地段浓集的过程。地幔成分的特征，在陆壳上始终得到保持；特定矿产受地幔、地壳及幔壳物质交换等因素控制。因此，在查明

^①姜枚、袁学诚 地学大断面对区域重力资料解释的意义，1991。

地壳不同区域的地球化学特征,进而研究成矿规律与预测时,自然对地球各层壳的地球化学元素配分特征须作分析和讨论。由于受我省各层壳构造地质、地球化学问题认识过程和认识深度的制约,仅掌握了上地壳的地质-地球化学资料,而尚未分辨出中地壳及其地质-地球化学资料,也未采集到下地壳的样品而无从获得其地质-地球化学资料;至于上地幔,只能借助元古代-早古生代的上侵基性、超基性岩作一窥视。

1、基性-超基性岩地球化学 根据地球科学和天体化学的研究成果,人们已认识到地球壳层是地球在地质发展历史中由地幔物质演化而成。因此,在区域地球化学研究中,必须了解区域上地幔的地球化学特征,以便确定其与区域矿产分布间的关系。目前,尚无较确定的研究途径可循,以研究上地幔的化学成分。根据韩吟文、张本仁等提出的研究方法,即以元古代-早古生代的基性和超基性侵入岩为研究对象,通过它们来了解及比较浙东和浙西的区域上地幔地球化学特征的异同性。选用形成时代较早的基性和超基性岩体,可以使岩体就位时可能发生的壳质混染影响减弱。

(1) 浙西基性-超基性岩 与中国超基性岩值相比, SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 P_2O_5 等含量均高,其中 TiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 K_2O 等差一个数量级; MnO 相当,前者为0.21%,后者为0.20%;但是, MgO 却表现出相对较低的特征,仅为8.83%。

与A.E. Ringwood值(1976)相比, TiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 P_2O_5 等含量均高,其中 Fe_2O_3 达一个数量级; SiO_2 、 FeO 、 MnO 等几乎相当; MgO 相差较远,后者为37.40%。

综上所述,浙西基性-超基性岩具高钛、富钾、低镁、铝钙过饱和类型的地球化学特征,其成矿专属性表现为包括铁、钛、铬、铜、金、铂等矿产的成生。

(2) 浙东超基性岩 与中国超基性岩相比, SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 K_2O 、 P_2O_5 等偏高,其中 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 相差一个数量级; FeO 、 MnO 两者相当;而 MgO 、 Na_2O 相对较低。

与A.E. Ringwood值(1976)相比, Fe_2O_3 、 P_2O_5 相对偏高,其中 Fe_2O_3 为一个数量级,达5.10%; TiO_2 、 Al_2O_3 、 MnO 、 K_2O 等几乎相差不多;而 SiO_2 、 FeO 、 MgO 、 Na_2O 等显然偏低。

综上所述,浙东超基性岩具铝钙过饱和类型,高铁、低镁、贫钠的地球化学特征,导致其成矿专属性表现为铁、铜、铂等矿产的成生。

(3) 浙东和浙西基性-超基性岩的相异性 二者相比,浙东的 SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 P_2O_5 等明显低于浙西,尤其是 Al_2O_3 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 P_2O_5 等均相差一倍以上; Fe_2O_3 、 MgO 则反之, MgO 相差甚远,达3倍。可见,浙西以铝钙过饱和类型及富碱质、低镁为特征而有别于浙东,自然决定了因二者不同的地质-地球化学背景所酿就的不同成矿专属性。

Ringwood等在上地幔成分研究方面作了较为系统的工作,总结和提出了多种地幔岩成分模型。Ringwood地幔模型指的是由3份橄辉岩和1份玄武岩组合获得的模型。不同学者已提出的上地幔成分数据有一定差异,但 SiO_2 、 MnO 、 Na_2O 的含量值基本一致,反映上述组分在原始地幔中的含量较为均匀。

以上地幔为物源的浙东和浙西基性-超基性岩之间的化学成分相异性,可能反映了:

①局部上地幔熔融程度不一;②麻粒岩相乃至角闪岩相的化学成分不一。

可能属于中地壳(角闪岩相)的浙西双溪坞群底部(与太古代崆岭群^{①②}相当)和浙东汤源组底部(与太古代-早元古代麻源群^{③④}相当),物质组分差异较大。前者以中性、中酸性火山岩为主,或以细碧岩、角斑岩为主;后者以片岩、变粒岩和斜长角闪岩为主。这种地质-地球化学相异性,揭示了中地壳化学成分的不一乃至上地幔化学成分的有别。

2. 上地壳地球化学特征 对于大陆上地壳的组成物质及其化学成分,人们了解得较为充分。因此,不同研究者提供的化学成分数值彼此接近,相差无几。这里,选用了目前广泛使用的 S.R.Taylor 和 S.M.McLennan (1985)最新发表的大陆上地壳成分值作对比值。浙东和浙西上地壳成分值采用了浙江物化勘查院的区域岩石化学计算值。

(1) 浙东上地壳 与 Taylor 和 McLennan 值相比, SiO_2 、 TiO_2 、Cr、Ba、La、Ce 等较高, MgO 、 K_2O 、 MnO 、Ni、Co、V、Li、Ga、Cu、Pb、Zn、Y、Th 等相当,而 Al_2O_3 、 $\sum \text{Fe}$ 、CaO、 Na_2O 、Sr、Be、Au 等偏低。

(2) 浙西上地壳 与 Taylor 和 McLennan 值相比, CaO、 TiO_2 、Cr、Li、La 等偏高, $\sum \text{Fe}$ 、 MgO 、 MnO 、Ni、Co、V、Ba、Ga、Cu、Pb、Zn、Y、Ce、Th 等相当,而 SiO_2 、 Al_2O_3 、 K_2O 、 Na_2O 、Sr、Be、Au 等则较低。

(3) 浙东和浙西上地壳相异性 二者相比,浙东的 SiO_2 、 Al_2O_3 、 K_2O 、 MnO 、Ba、La (Na_2O 、Ni、Cr、Ga、Nb、W、Pb、Zn、F、Y、Ce、Th、Rb) 等较浙西为高, V、Sr、Zr、Sn、Bi、Be、Au、Ag、Hg、U 等相当,浙西的 CaO、Li、P、As、B ($\sum \text{Fe}$ 、 MgO 、Co、Mo、Cu、Sb) 等高于浙东。上述特征,反映了二者地质演化历史和地球化学演化程度的不一致性,即浙东上地壳比较偏于酸偏碱性,而浙西上地壳则相对偏于基性。这种地质-地球化学背景就制约了浙东和浙西不同的成矿专属性,即前者生成铅锌、多金属、金、银、黄铁矿、萤石、高岭土、明矾石、叫腊石,以及钨、锡、铍、钼、铁、铜等矿产,后者则生代钨铍锡、铁铜金、钼锑硼、多金属等矿产。

三、深部地质构造与元素的区域分布和垂向分带

现在的矿产与异常的分布格局,是地史演化过程中形成的区域岩石圈和地壳地球化学特征,以及某些地质-地球化学作用浓集成矿成晕元素的能力和条件的结果。

业已证明,由于上地幔物质成分的不均一,导致由下伏上地幔派生形成的区域地壳地球化学成分的相异,后者必然继承其上地幔固有的地球化学特征。因此,区域地球化学场的展布特征和成矿规律也直接或间接受上地幔的地质-地球化学特征控制。近年来的研究成果表明,现代陆壳的地球化学特征继承了前寒武纪陆壳的特征,古陆壳形成时所反映的上地幔特征在现代陆壳上继续得到反映。换言之,可以认为显生宙以来的沉积物是对古陆壳物质的再循环,变质作用、花岗岩化及局部重熔是对古陆壳物质的改造。

①江西省地质矿产局 江西省区域地质志 1984.

②韩吟文 张本仁等 秦岭区域上地幔地球化学的初步研究 1990.

③胡 健 许金坤等 浙西南前寒武纪地质 1991.

④李根坤 福建基底构造格局及其特征,1991.

戚建中认为^①，中国东南沿海火山带不同岩浆岩组合具有不同成因，可起源于上地幔到上地壳的宽阔区间。由此，伴随岩浆作用进而富集的成矿成晕元素，最初可来自地壳不同的层圈。受一定地球动力学环境制约的岩石系列、岩石组合、岩类和金属、非金属矿床类型，在时空上形成有机的联系。浙江构造-岩浆活动带上，成矿成晕元素在岩浆体系演化过程中的分异、迁移和富集，主要取决于各自的离子半径、价态、分配系数等因素。矿产和地球化学异常的时间演化和空间展布。地球化学体系经历这种地球化学过程的结果。

区域化变量的空间分布具有结构性和随机性双重性质。经因子分析，可以提取与成矿作用有关的因子为：Bi、W、Sn、W、Mo、Bi、Bi、W、Be、F、CaO、Cu、Pb、Zn、Ag、Cd、Hg、P、Sn、Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Mn、Cd、Ag、As、Sb等。这些元素组合的异常在空间上的分布，受地质构造和地球化学环境控制。在浙东，燕山旋回火山岩的富铁族元素、高钾及稀土元素为其地球化学特征。在区域地球化学勘查数据中，可以提取以铁族元素组合为特征的第一因子，及以碱（土）元素组合和稀土元素组合为特征的专属性因子，表征其地球化学成矿环境。受之控制，浙东分布有W、Bi、Mo、Cu、Pb、Zn、Mn、Cd、Ag、Hg、Sn、P、F、CaO、Au、Ag、As、Sb等因子为特征的元素组合异常。在浙西，区域地球化学勘查数据中，可以提取铁族元素组合和元素系列因子，以及混合型碱族、稀土和放射性元素组合的元素系列因子，表征其地球化学成矿环境。受之控制，浙西分布有Bi、W、Sn、Bi、W、Be、F、CaO、Cu、Pb、Zn、Ag、Cd、Hg、P、Sn、As、Sb等因子为特征的元素组合异常。

成矿成晕元素在空间上具有垂向分带性和区域分布性。中乔、璜山、治岭头和八宝山等金矿床的元素垂向分带序列（自头晕至尾晕）综合模型为：Hg-As-Sb-Ag-Pb-Zn-Au-Cu-Sn-Mo-Bi-Be。这一模式与依据软硬酸碱理论确定的各元素络合物稳定程度的顺序相一致。

治岭头金矿不同标高矿体元素的分带特征为：

标高(m)	主要元素
> 600	Pb、Ag
450-550	Au、Ag、Pb、Zn、(Cu)、(Sn)
400-450	Cu、Pb、Zn、Ag
< 400	Cu、Mo、Zn、Sn

这种 Sn-Mo-Cu-Au-Zn-Ag-Pb 的垂向元素变化模式，表现出由低标高向高标高，逐渐由高温元素组合向中低温组合过渡的特征。紫金山金-铜矿床的发现证实了这种元素垂向分带性。铜岩山工作的进展，似乎也表明元素具有这种垂向变化模式。

至于相应矿床的赋存部位，除了与地质构造因素和矿质供应水平有关以外，在很大程度上还取决于矿床的物理化学属性和环境的物理化学条件。例如治岭头金矿位于地层（变质岩与火山岩）不整合面酸性和基性环境突变处，紫金山铜矿则位于潜水面氧化-还原环境突变处。

^①戚建中，环太平洋陆缘成矿带区每对比及中国东南找矿思路，1991。

上述不同标高的矿体元素分布特征, 同样表现在区域标高差异造成的地球化学异常空间分布上。在遂昌-龙泉高标高区段(即上地幔拗陷区), 显示 Ag、Au (Cu)、Pb、Zn 等异常; 在绍兴-诸暨低标高区段(即上地幔隆起区), 则为 Au、Cu、Pb、Zn、Ag、Sn、Mo 等异常。自上地幔拗陷区(庆元)向上地幔隆起区(绍兴), 矿产的空间分布表现为: 银、铅锌、多金属-金、银、多金属-金、铜、铅锌、多金属。

在浙西, 由上地幔拗陷区向隆起区, 同样也具有这种元素的地球化学分布和矿产空间分布的过渡特征。

元素的异常强度, 除与岩体的侵入时间有关外, 还与侵入空间有关。在上地幔拗陷区, W、Sn、Be、Mo 量偏高; 在上地幔隆地区, Cu、Mo 量偏高。

与成矿作用有关的三级火山构造所处的区域空间部位, 决定了成矿成晕元素异常强度的专属性: 上地幔拗陷区, Pb、Zn、Ag 偏高; 上地幔隆起区, Cu、Au 偏高。

对于深断裂两侧与侵入岩和三级火山构造有关的成矿成晕元素异常, 这种特征更为明显。

四、成矿构造地球化学特征

当地球化学体系远离平衡时, 由于未受约束组分(元素组合或矿物组合)通过体系边界的质量迁移(与相伴的成矿成晕能量输运), 所引起的密度涨落使体系变为局部空间的不均匀, 导致局域化耗散结构的产生。使耗散结构局域化的自然边界自发形成最终的成矿地球化学分区。于崇文认为^①, 自然边界接近平衡状态, 对应于“热力学分枝”, 构成了某种“屏障”, 起着阻尼环境干扰的“缓冲带”的作用, 保证和促进局域化耗散结构的产生并增强其稳定性; 自然边界的形成促进和加强体系内种种不可逆过程的发生和进行, 使化学活动组分(元素)在局域的有限空间内发生浓集, 从而造成局域内外化学组分(元素)的浓度差。

就成矿作用的时-空结构而言, 岩浆的多期次侵入活动和火山岩浆活动, 均属宏观均一的地球化学体系中所发生的“自组织过程”和因此形成的时-空有序结构和动态演变是地球化学系统的两个基本属性。侵入岩体和三级火山构造是地球化学体系时-空有序结构的地质内涵。元素的地球化学分布, 则是地球化学系统的物质的“耗散结构”的表征。

1. 侵入岩构造 南岭地区花岗岩类侵入体成矿作用地球化学研究成果表明, 成矿作用的热力学和动力学涉及了体系的各种地球化学作用和地球化学过程。比如花岗岩浆结晶作用具有周期性化学振荡的特征, 其出现, 标志着岩浆处于一种远离平衡的状态, 在一定边界条件的约束下, 固相矿物与其周围的岩浆之间发生持续的非线性正向反馈过程; 任何一种成矿作用, 质量迁移往往伴随有能量的输运和动量的传递, 通过花岗岩浆侵位后的热传导研究, 了解岩体热学状态的演化趋势是否达非平衡定态及其稳定性和与岩体含矿性的关系。

(1) 上地幔隆起区 总体上说, 由于同处上地幔隆起区, 不同构造单元的侵入岩构造地球化学特征具有共性, 在成矿作用上表现出专属性; 当然, 受不同构造单元的影响, 同

^①于崇文等 成矿作用与时空结构 国际交流地质学术论文集 1985.

处于上地幔隆起区的侵入岩构造地球化学特征仍保留其“胎记”。

例如江山-绍兴断裂以西的诸暨地区, 据剩余布格重力异常推断, 该处为一隐伏、半隐伏侵入岩体。地表上仅出露花岗岩体和花岗闪长岩体等。在地球化学异常图上, 岩体出露部位, 分布有 Bi、Mo、W、Be 类异常; 在周边上, Pb、Zn、Ag、Cd 类异常, Au、Ag 类异常, Cu、Pb、Zn、Ag 类异常和 Hg、As、Sb、F、B 类异常呈环状分布。区内分布有铁、铁铜、多金属、铅锌等矿床、矿点多个; 最外围, 还分布有萤石等非金属矿产。其中, 铁、铜、铜锌大多为岩体外接触带之矽卡岩型矿床。外接触变质带主要为角岩化、矽卡岩化、绿泥石化、大理岩化及硅化。

江山-绍兴断裂东缘三门地区的岩体周围, Pb、Zn、Cd 类异常和 Bi、Mo 类异常呈环状分布。属负环状异常分布模式。区内分布铁、铅锌、多金属、锰、铜、钼、黄铁矿床、矿(化)点近 30 处。围岩蚀变岩矽卡岩化、绿泥石化、绿帘石化、硅化、碳酸盐化等。岩石地球化学资料表明, 岩体微量元素 Cu、Pb、Zn、Mo 含量较高, 与铅锌、多金属成矿作用关系较为密切。

(2) 上地幔拗陷区 就成矿地球化学作用而言, 浙西上地幔拗陷区侵入岩表现出更具有与上地幔隆起区侵入岩不同的成矿专属性。

例如在地球化学异常图上, 马金-双林断裂西侧昌南地区岩体分布处展现出这样的分布模式: 周边分布有 Cu、Pb、Zn、Mn 类异常, As、Sb、F、Hg 类异常和 Ag 类异常; 在岩体出露部位, 分布有 W、Bi、Sn、Be、Mo 类异常。具有一定的空间分带性。岩石地球化学资料表明, 其 Nb、W、Sn、Be 量较高, 拥有较强的成矿潜在能量。区内分布有钨、锡钼、多金属、铁、铜等矿床十余处。围岩除已普遍角岩化外, 局部有矽卡岩化、云英岩化、硅化等。

又如昌西地区侵入岩构造地球化学特征为异常的空间分布具一定的分带性: 岩体两翼内接触带上, 分布有 Be、Bi、W 类异常和 W、Sn、Mo、Bi、Be-Cu、Zn、Cd 类异常; 外围, 则分布有 As、Sb、F、Ag、Pb、Zn 类异常。岩石地球化学资料表明, 其 W、Be、Sn 量较高, 为本区内生矿产的主要成矿母岩。由岩体内部至外接触带产有钨、铍、钼、铜、铜锌等矿产 50 余处。不同矿产的围岩蚀变不一。

2、三级火山构造 地质内涵表征为与成矿作用有关的三级火山构造的地球化学体系, 是一种受多种因素制约的较为复杂的系统, 经历着火山强烈活动(爆发、喷发、喷溢)和潜火山活动, 通常也发育有与火山活动有关的岩浆侵入活动。火山活动晚期或更晚期的潜火山活动和岩浆侵入活动过程中, 成矿作用的热力学和动力学同样涉及了体系的各种地球化学作用和地球化学过程。在反应扩散体系内, 由于各种作用过程的反应速率和扩散速率不尽相同, 因此程度不同地影响到不同化学元素的迁移速率, 造成了元素空间分布的分带性。这种局域化耗散结构, 使化学元素的空间分布出现两种类型, 即若干元素的空间分布高度重合和不同元素的空间分布具有明显的分带性。这种有序结构也表明, 区域内地球化学体系处于远离平衡态, 并与热力学分支的进一步分支相对应(于崇文, 1985)。

(1) 上地幔隆起区 上地幔隆起区, 分布有与成矿作用有关的三级火山构造类型主要为: 火山穹隆、破火山口、构造火山盆地和火山洼地等。虽然其形成和演化各具特点, 但在地球化学异常的空间分布上有其共性。

在地球化学异常分布图上, 上述三级火山构造部位展现出 Pb、Zn、Ag、Cd 类异

常, Au、Ag 类异常和 F、Hg、B、As、Sb 类异常呈环状分布于外围的特征, 局部可能分布有 W、Bi、Mo 类异常。异常的空间分布格局, 属负环状异常分布模式。

区内分布有铁铜、铅锌、多金属矿产和非金属矿产。不同矿产的围岩矿化蚀变有异。

(2) 上地幔拗陷区 浙东上地幔拗陷区, 分布有与成矿作用有关的三级火山构造类型主要为火山穹隆和破火山口等。受基底构造制约, 浙西上地幔拗陷区未见有这些类型的三级火山构造。由于形成机制的差异性, 元素的地球化学空间分布虽有其共性, 仍存在着不同之处。

在地球化学异常分布图上, 火山穹隆和破火山口构造部位外围, 展现出 Pb、Zn、Cd 类异常, Au、Ag 类异常和 Hg、As、Sb、F、B 类异常呈环状分布的特征。异常的空间分布格局, 属负环状异常分布模式。至于 W、Sn、Mo、Bi、Be、类异常, 或分布于外围(破火山口), 或分布于核部(火山穹隆)。

火山构造的外围, 分布有铅锌、银、多金属矿产。围岩蚀变以硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、叶腊石化为主。火山穹隆核部形成以钨钼矿为主的矿化。围岩蚀变以云英岩化为主, 还有矽卡岩化、碳酸盐化等。

参考文献

- [1] 浙江省物探大队 浙江省1:50万物化探成果初步总结与成矿远景区划 1983.
- [2] 于崇文等 南岭地区区域地球化学 地质出版社 1987.
- [3] 张本仁等 秦巴区域地球化学文集 中国地质大学出版社 1990.