

热液矿床成矿作用的沉淀地球化学障^{*}

——以鄂东南铜铁金矿床为例

郭学全

(湖北省鄂东南地质大队·大冶)

以鄂东南铜铁金矿床为例,通过矿田、矿床构造地球化学研究,构造应力变形和岩石物理性质的讨论,阐述热液矿床成矿作用中物理条件变化对成矿热液迁移扩散和沉淀富集的影响,利用沉淀地球化学障的观点,尝试解决一个地区金属矿床产出,各种成因类型均受同一沉积建造控制,矿床规模与地球化学异常发育程度不对应等问题。

关键词:热液矿床;沉淀地球化学障;原生地球化学异常

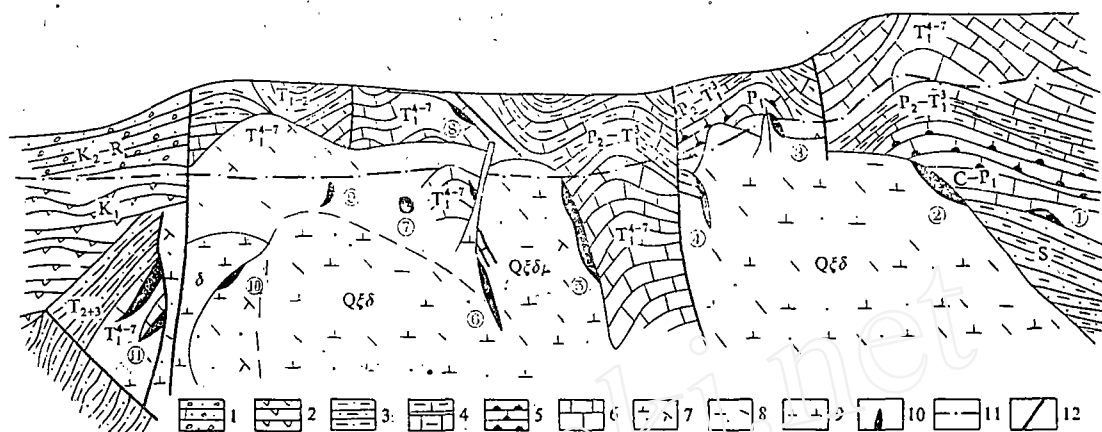
在一个地区一系列热液矿床的产出,不同成因类型,往往都受同一沉积建造控制。如鄂东南地区产出的矿床,成因多种多样,有夕卡岩型、斑岩型、热液充填型、斑岩—夕卡岩复合型、沉积叠加改造型等,绝大部分与碳酸盐岩沉积建造有关。就矿床内单个矿体而论,常见矿体大,品位富,原生地球化学异常不发育;而矿体小,品位低,原生地球化学异常非常发育,且强度高,范围大,如铜绿山、桃花嘴、新疆阿舍勒等;或出现大面积有用元素高含量地段,未见工业矿体,如铜绿山矿区外围蚌壳地—刘家湾一带铜钼富集区。针对上述现象,本文通过对鄂东南地区矿田、矿床构造地球化学研究,构造应力变形和岩石物理性质的讨论,着重阐述矿床成矿作用中物理条件变化对成矿热液迁移扩散和沉淀富集的影响,利用沉淀地球化学障的观点,尝试解决上述矿床成矿地球化学问题。

区域矿田成矿作用的 沉淀地球化学障

以鄂东南地区阳新岩体西北段铜铁金矿田为例,据其成矿地质构造环境和矿床地质地球化学特征,建立了成矿构造环境—地球化学模式(图1),表明区内产出的以铜为主的多金属矿床,虽然各个矿床在成矿构造环境、成矿围岩、成矿母岩、矿床成因类型、矿石矿物、矿种及元素组合等方面有所差别,但所有的矿床都产在区内主要两套碳酸盐岩沉积建造中,一套是中石炭统黄龙群和下二叠统茅口组、栖霞组碳酸盐岩沉积建造,另一套是下三叠统大冶群碳酸盐岩沉积建造(其中黄龙群、茅口组、栖霞组和大冶群第4至第7岩性段为成矿有利层位)。这两套碳酸盐岩沉积建造上覆构造盖层均为一套泥砂岩沉积建造,厚度都达1000m以上;前者上覆构造盖层为中、上二叠统含煤砂页岩沉积建造和下三叠统第1至第3岩性段薄层泥质灰岩与页岩互层的沉积建造;后

^{*}地质行业基金资助项目“湖北阳新岩体西北段构造地球化学研究”成果之一,参加本职工作的还有熊继传、李辉文、邱永进、张祖送等。

本文1992年7月收到,1992年10月改回。



序号	矿床类型	成矿构造	成矿围岩	成矿母岩	矿床成因类型	矿物共生组合	构造地球化学元素组合
①	宝山式	层间破碎带和不整合面	C-S		沉积改造型	方铅矿—闪锌矿—黄铁矿	Pb、Zn、S、Cu、Bi
②	叶花香式	主接触带与断裂构造复合	C-P	Q $\xi\delta$	夕卡岩接触交代型	斑铜矿—辉铜矿—黄铜矿	Cu、As、Au、Bi、Pb、Zn、W、Mo、Sn
③	冯家山式	顶盖式倒转背斜接触带	P	Q $\xi\delta$	夕卡岩接触交代型	黄铜矿—斑铜矿—辉铜矿—磁铁矿	Cu、Au、As、Zn、Sb
④	下四房式	半岛状大理岩背斜、断裂与接触带复合	T $_{1-7}$	Q $\xi\delta$	夕卡岩接触交代型	黄铜矿—斑铜矿—辉铜矿—磁铁矿	Cu、Pb、Ba、As、Sb、Co
⑤	石头嘴式	S型主接触带与断裂构造复合	T $_{1-7}$	Q $\xi\delta\mu$	夕卡岩接触交代型	黄铜矿—斑铜矿—磁铁矿	Cu、Au、Ag、As、Mo、Co
⑥	铜绿山式	半岛状大理岩背斜轴部断裂与接触带复合	T $_{1-7}$	Q $\xi\delta\mu$	夕卡岩接触交代型	黄铜矿—斑铜矿—磁铁矿	Cu、Au、Ag、As、F、Bi、Mo、Zn、Sb、Co
⑦	黄牛山式	接触带与断裂构造复合(古岩溶)	T $_{1-7}$	Q $\xi\delta\mu$	夕卡岩与矿浆型	磁铁矿—赤铁矿	Ag、Pb、Cu、Au、Bi、Co
⑧	柯秀黄斑式	层间破碎带	T $_{1-5}$		沉积改造型	方铅矿—闪锌矿—黄铁矿—自然金	Au、As、Ag、Sb、Zn、Cu、Mo
⑨	大青山式	断裂裂隙带		Q $\xi\delta\mu$	热液型	赤铁矿—褐铁矿—石英	As、Sb、Au、Ag、Cu、Mo、Co
⑩	猴头山式	断裂裂隙带		Q $\xi\delta\mu$	热液型	黄铜矿—辉钼矿—石英—钾长石	As、Sb、Au、Ag、W、Cu、Mo
⑪	鸡冠嘴式	断裂破碎带、接触带、捕虏体层间	T $_{1-7}$	Q $\xi\delta\mu$	夕卡岩接触交代型	自然金—黄铜矿—黄铁矿	Au、As、Cu、Ag、I、F、Bi、Pb、Sb、Mo

图1 阳新岩体西北段矿床成矿构造环境—地球化学模式图

1—砂砾岩；2—火山喷发沉积岩；3—砂页岩；4—钙质页岩和泥质灰岩；5—含燧石结核灰岩；6—灰岩；7—石英正长闪长岩；8—石英正长闪长岩；9—闪长岩；10—矿体；11—现代地表；12—断层

者为中、上三叠统和侏罗系砂页岩沉积建造(鄂东南地区铁山、铜山口、丰山洞等地和长江下游安徽、江西一带以铜为主的多金属矿床产出，都与上述两套碳酸盐岩沉积建造有关)。总之，区内整个沉积岩层基本上呈硬性岩层和软性岩层互层形式产出。

在区内成矿期——燕山期岩浆侵入，北北东向构造应力变形过程中，岩石变形如图

2所示，硬性岩层——碳酸盐岩(成矿赋矿层位)，在构造应力作用下易脆性变形，致使岩石破碎，岩石孔隙度和构造裂隙增加，形成开阔构造空间，加之碳酸盐岩自身化学性质活泼，有利于岩浆岩与碳酸盐岩广泛接触交代作用的发生和成矿热液生成，如区内最有利的成矿层位，下三叠统大冶群第4至第7岩性段，为一套含膏盐碳酸盐岩，除构

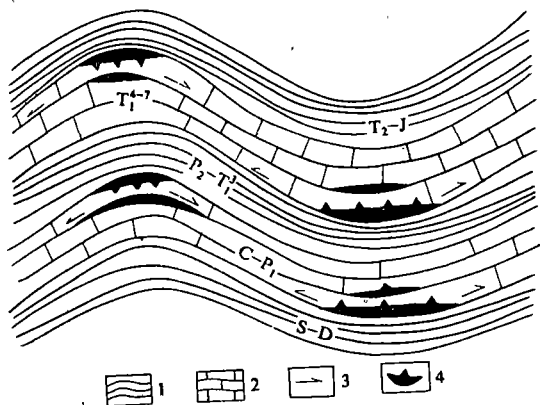


图2 阳新岩体西北段岩层组合及燕山期褶皱作用结果

(据张国胜资料修改)

T_2-J —中上三叠统一侏罗系砂页岩; T_1^{4-7} —下三叠统大冶群第4~7岩性段碳质砂岩; $P_2-T_1^3$ —上二叠统含煤系砂页岩—下三叠统第3岩性段泥质页岩与钙质页岩互层; $C-P_1$ —石炭系下二叠统灰岩、含燧石结核灰岩; $S-D$ —志留系—泥盆系砂页岩; 1—软性构造层; 2—硬性构造层; 3—构造应力作用方向; 4—构造滑脱部位

造应力脆性变形外, 自身的膏溶崩塌也能形

成一定的构造空间, 并能提供充足的硫源, 故形成的矿床规模大, 品位富, 如铁山、铜绿山、丰山洞、铜山口等。而软性岩层——砂页岩, 在构造应力变形过程中, 为塑性变形, 不易为成矿作用提供有利的构造空间, 加之砂页岩化学性质稳定, 不易与成矿岩体发生交代作用, 只是呈“锅盖状”盖在硬性岩层之上, 起着阻挡层的作用, 致使成矿岩体自身分异作用和与碳酸盐岩交代作用生成的成矿热液处在一个封闭的体系中, 在其下部硬性岩层形成的有利构造空间内沉淀富集, 形成工业矿体。

矿床成矿作用的沉淀地球化学障

通过单个矿床系统的构造地球化学和钻孔原生晕研究, 以鄂东南地区桃花嘴夕卡岩型铜铁(金)矿床为例, 矿体的形成与成矿断裂构造岩和构造岩密切相关。成矿断裂构造岩以夕卡岩为主, 如从该区主矿体控制孔1002、002和602孔可见, 残留于成矿岩体内的碳酸盐岩捕虏体发育, 由于构造应力

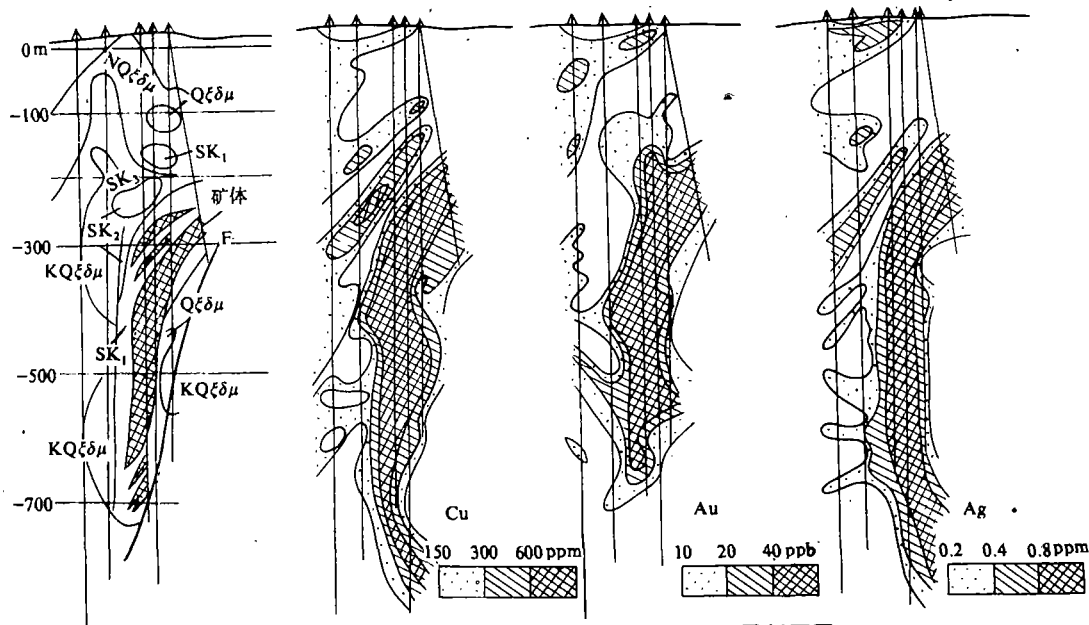


图3 湖北大冶桃花嘴铜铁矿床6线钻孔原生晕剖面图

$Q\xi\delta\mu$ —石英正长闪长玢岩; $NQ\xi\delta\mu$ —钠化石英正长闪长玢岩; $KQ\xi\delta\mu$ —钾化石英正长闪长玢岩; SK_1 —透辉石夕卡岩; SK_2 —石榴石夕卡岩; SK_3 —方柱石夕卡岩

变形的影响,岩石较为破碎,构造裂隙增多,孔隙度增大,与成矿岩体发生强烈的接触交代作用,在成矿控矿断裂构造及其周围形成大量的夕卡岩,并形成大量的成矿热液;由于夕卡岩密度较大,韧性较强,不易脆性变形,对于沿构造通道迁移的成矿热液起着隔挡层作用——沉淀地球化学障,致使成矿热液处在一个较封闭体系中,不易扩散,在夕卡岩中沉淀富集成工业矿体,并形成高品位的矿石。在该类型矿床中,形成的夕卡岩厚度愈大,矿体也愈大,成矿热液向矿体外侧围岩扩散距离小,形成的矿床原生晕窄,且强度高。该矿床主矿体分布范围的6线钻孔原生晕更清晰地反映了这一特点(图3)。矿体原生地球化学异常范围约为矿体的2倍,呈窄带状沿成矿控矿构造形迹展布,主要成矿元素铜、金、银等的异常内、中、外带呈突变,且内带异常非常发育,而中、外带异常范围很窄,夕卡岩体略大于矿体。

如果成矿控矿断裂构造围岩及构造岩以岩浆岩为主,残留于岩体内部的碳酸盐岩捕虏体不发育,成矿岩体与碳酸盐岩接触交代作用不十分强烈,只形成少量的夕卡岩,其成矿控矿断裂的构造岩及围岩以岩浆岩为主;由于岩浆岩密度相对较小,韧性差,在构造应力作用下,在主断裂构造两侧形成一系列的派生构造裂隙,组成一个构造破碎带,不易形成沉淀地球化学障,致使沿构造通道迁移的成矿热液处在一个较开放的体系,易于元素分散,形成一系列小矿体和分散矿化,矿石品位较贫,而形成的原生地球化学异常非常发育,即规模较小的矿体沿主断裂构造成群产出,其原生地球化学异常大大超过矿体范围,主要成矿元素铜、银等异常中、外带发育,可扩散到300m以上的地表,自内带至外带呈递变关系,其异常也较规则,不过是呈宽带状沿成矿控矿构造展布(图4)。

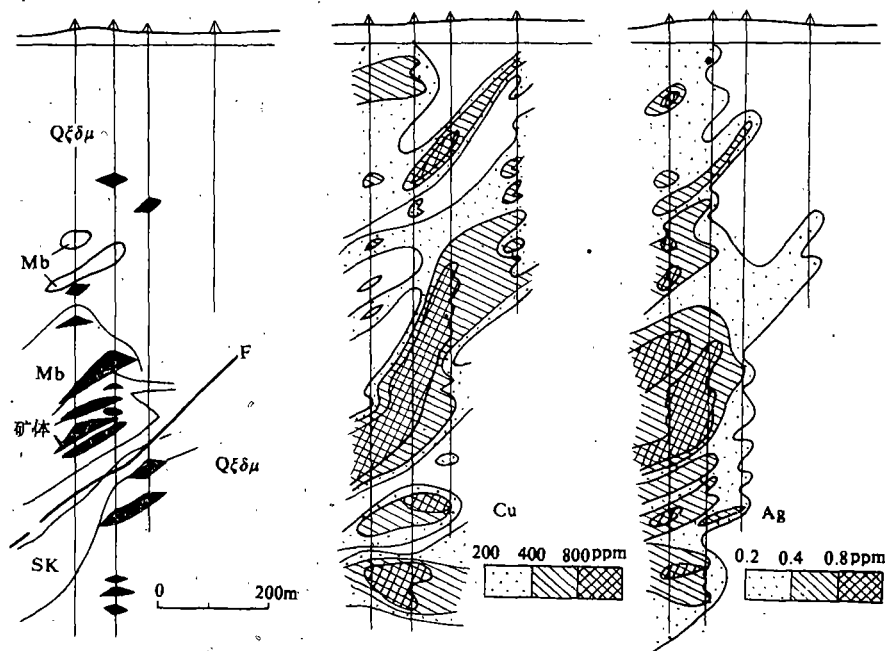


图4 湖北大冶桃花嘴铜铁矿床3线钻孔原生晕剖面图

Qξδμ—石英正长闪长玢岩; SK—夕卡岩; Mb—大理岩

沉淀地球化学障 与岩石物理性质的关系

热液矿床成矿作用沉淀地球化学障的形成与岩石物理性质有关系,特别是与岩石的密度、脆性、韧性和孔隙度有关。区内产出的岩石类型主要有岩浆岩、夕卡岩、碳酸盐岩和砂页岩4大类。就密度而言,碳酸盐岩最大,夕卡岩次之,岩浆岩和砂页岩更次之。岩浆岩和碳酸盐岩在构造应力作用下易脆性变形,形成一定的构造空间;而砂页岩和夕卡岩只产生塑性变形,基本不形成构造裂隙。下面将分述4种岩石物理性质对成矿作用沉淀地球化学障形成的影响。

1. 岩浆岩

由于岩浆岩在构造应力作用下产生脆性变形,其密度较小,加之矿床周围岩浆岩多发生强蚀变,按文献[7]的岩石孔隙度分类属高孔隙度岩石(3%~10%),不易形成沉淀地球化学障;成矿作用过程中,成矿热液处在一个开放体系中,自由度大,有用元素易于分散。如产在岩体中的斑岩铜钼矿床,矿石品位低,规模大,原生地球化学异常非常发育,并伴有强烈的蚀变现象;又如鄂东南地区阳新岩体西北段刘家湾—蚌壳地一带,在岩体中心近10km²范围内有铜、钼异常显示,但只发现沿岩体内构造裂隙产出的不成形的低品位小脉状矿体。

2. 碳酸盐岩

对于碳酸盐岩有两种情况。一是在构造应力作用下,产生脆性变形,裂隙发育,呈多孔状碳酸盐岩,按文献[7]的岩石孔隙度分类属高孔隙度岩石(>10%),加之化学性质活泼,与成矿岩体广泛接触交代,成矿热液在其构造裂隙中沿夕卡岩沉淀富集成矿,并且矿体周围碳酸盐岩中构造裂隙也可见矿化和好的原生地球化学异常,这时不形成沉淀地球化学障;二是碳酸盐岩密度大,岩石致密,为孔隙度极低的岩石(<1%),在没

有构造应力作用,不产生脆性变形的前提下,累加接触面积小,不易与成矿岩体发生交代作用和矿液的迁移,自身也具有沉淀地球化学障作用。如矿区外围没有构造裂隙的碳酸盐岩中,原生地球化学异常不发育,甚至在非常有利的构造环境,没有受构造应力变形影响的碳酸盐岩不成矿,接触交代作用也不强烈。图5左侧具一定规模的柱状碳酸盐岩捕虏体不成矿,只在与成矿岩体接触面有较弱夕卡岩化和矿化;在成矿岩体附近,热液充填至碳酸盐岩层间破碎带形成的层状、块状硫化物矿体,如铁山、江西武山等矿床的一些富矿体与两侧碳酸盐岩有明显的界线,且矿体两侧的碳酸盐岩原生地球化学异常不发育,蚀变现象不明显,但沿层间破碎带构造地球化学异常发育,呈带状展布。

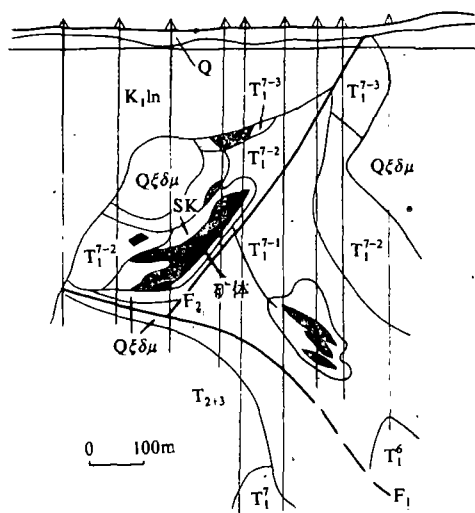


图5 湖北大冶鸡冠嘴铜金矿床026线剖面

Q—第四系; K₁ln—下白垩统灵乡群砂砾岩、凝灰岩; T₂₊₃—中上三叠统砂页岩; T₃—下三叠统大冶群大理岩; Qξδμ—石英正长闪长岩; SK—夕卡岩

3. 砂页岩

砂页岩主要成分为泥质,韧性好,岩石结构均匀,不易产生构造裂隙,亦属孔隙度极低的岩石(<1%),在区内起着个盖层的作用。即单纯的沉淀地球化学障,致使成

矿热液在下部硬性岩层中有利的构造环境富集,区内许多矿床的矿体产在硬性岩层与软性岩层的界面上,中上三叠统砂页岩与下统的碳酸盐岩界面上就有矿体产出(图5)。由于砂页岩密度小,在近矿体上方砂页岩中也可见较好的地球化学异常。

4. 夕卡岩

夕卡岩较特殊,是岩浆岩与碳酸盐岩接触交代作用的产物,只产在接触带构造上。由于其组成大多为塑性或强塑性矿物,韧性好,不易产生脆性变形,加之岩石密度大,易形成沉淀地球化学障使元素沉淀富集,夕卡岩接触交代作用又是区内主要成矿作用,故夕卡岩往往与矿体一起产出,并包裹着矿体。一般夕卡岩厚度愈大,矿体愈大,品位富,而原生地球化学异常不发育;夕卡岩体愈薄,矿体愈小,品位相对较贫,其原生地球化学异常发育。

综上所述,热液矿床成矿作用的沉淀地球化学障的形成与构造运动、岩石物理性质

密切相关,反映了成矿过程中物理条件变化对矿体形成和产出的控制,是成矿作用的重要控制因素之一。利用沉淀地球化学障的观点,可为区域成矿规律的总结,矿床(体)的形成和产出物理化学环境分析,矿床成矿成晕机理的讨论提供理论依据;对指示找矿勘探方向,原生地球化学异常评价,勘探钻孔布置有一定指导作用。

参考文献

- [1] 阮天健、朱有光,《地球化学找矿》,地质出版社,1985。
- [2] 孙作为等,《物理化学》,地质出版社,1979。
- [3] 郭学全、熊继传等,物探与化探,1991,第3期。
- [4] 成都地质学院,《沉积岩石学》,地质出版社,1985。
- [5] 陈国达,《成矿构造研究法》,地质出版社,1985。
- [6] 单文琅等,《构造形迹分析理论方法和实践》,中国地质大学出版社,1991。
- [7] П.А.Шехтман,В.А.Королев,Н.А.Никифоров и др.,《Детальные структурно-прогнозные карты гидротермальных месторождений》,1979。

Geochemical Precipitation Barrier of Minerogenesis of Hydrothermal Deposits—Exemplified by Cu—Fe—Au Deposits in South—Eastern Hubei

Guo Xuequan

Through studies of tectonic geochemistry, tectonic stress deformation and physical properties of rocks of ore fields and mineral deposits, the effect of variation of physical conditions in the metallogenic process of hydrothermal deposits on the migration-diffusion and precipitation-enrichment of metallizing hydrothermal solution are expounded in this paper by taking the Cu—Fe—Au deposits in south-eastern Hubei as examples. From the point of view of geochemical precipitation barrier, an attempt has been made to give explanation for problems on how an ore deposit is formed in a district, whether deposits of different genetic types are all controlled by a same sedimentary formation and why the extension of an ore deposit and the degree of development of a geochemical anomaly are not in correspondence with each other.