

蚀变较强,往往形成一个很大的蚀变带。如2号剖面CK 203孔,V₁₁矿体厚33.09米。又如28号剖面CK 220孔,V₄₄矿体厚10.70米,如象C.C.斯米尔诺夫所指出的“围岩蚀变带往往随含矿体规模的增大而扩大。”蚀变的强弱主要与裂隙活动的频繁程度有关,常呈正比。

四、区域分布的控制 铜钴的区域分布与大地构造位置关系密切,其相对富集的区域,主要在地台与地槽交界地带,而另一部分集中在地槽内部。矿区位于永平中生代凹陷带与澜沧江变质带的接触带上,在这接触带的砂、泥岩中为侏罗系红层,矿化带的范围广泛,断续出露达40公里左右,呈北北西方向分布,寻找铜钴矿床有远景,同时滇西准地槽区是多旋回的地壳运动,矿液沿断裂的多次复活,以及与之多次成矿,故使铜钴矿床不断地富化和复杂化,特别是水泄矿区的铜钴矿床,矿化比厂街范围更大,远景更有希望。如像Г.А.克鲁托夫说的:“矿区的矿化范围越大,矿化的种类越多,则该区的远景也就越大”。

结 语

1.弥勒山大多数的矿体成盲矿体产出,地表出露零星。矿床除V₁₁与V₄₄矿体外,一般矿体

小,厚度不大,但品位富,矿体成群分布,达中型规模,若周围矿点进一步工作,是有可能达到大型规模的。

2.矿床严格受构造、蚀变等因素所控制,有明显的规律可寻,但各种成矿条件在矿床形成过程中是密切联系,相互配合的。对热液矿床而言,矿液是成矿的内因,构造在形成矿床时起主导作用,而蚀变和岩性在成矿过程中也起着重要控制作用。

3.本区除铜、钴具有工业价值外,其他砷、银、硫、铋价值较大,已计算了储量。这些伴生元素呈类质同像赋存于各种铜、钴硫化物,硫砷化物以及黄铁矿中,因此有价值的伴生元素和铜、钴元素均成正相关关系。

1.钴是一个典型分散元素,它在黄铜矿、砷黝铜矿中相对富集,应该引起重视。今后在加强伴生钴勘探的同时,必须进一步研究钴的赋存状态。笔者认为弥勒山及水泄地区伴生的钴矿床,完全有条件提升为主要有用元素的地位,这样就大大提高了矿床的经济价值。

主要参考文献

- [1] Г.А.克鲁托夫,1965,钴矿床,中国工业出版社
- [2] 古季码、克鲁托夫,1954,钴,地质出版社

康滇古陆北段几类金矿特征及成矿机理

四川冶金地质勘探公司605队 庞贵熙

康滇古陆是我国铁、铜、铅、锌、镍、锡等矿产的重要产地之一。近年来,该区先后发现中型金矿床1处,小型2处,矿(化)点35处,金异常数十处。本文着重讨论区内几种成因类型金矿的地质和异常特征,以及成矿控制因素和成矿机理,以供参考。

地质简况

康滇古陆位于我国南北地洼区之川滇地洼系中。区内地层具明显的三元结构:基底地层是元古代会理群粉砂质—泥质夹火山岩、碳酸盐岩建造(地槽产物);盖层由晚元古代至古生代碳酸

盐岩夹碎屑岩、火山岩建造(地台产物),以及中、新生代陆相含煤磨拉式碎屑建造(地洼产物)组成。

本区构造十分复杂:基底构造轴向近于东西,伴有北东、北西向次级构造;盖层构造以南北向为主,高角度的深大断裂纵贯全区(图1)。它们既是区内各种岩浆侵入的通道,也是矿液运移的空间。

区内岩浆岩种类繁多,由超基性、基性、中性到酸性岩,由侵入岩到喷出岩均有分布。晋宁期岩浆岩是典型的地槽产物:早期为基性,晚期为酸性岩浆的大规模侵入和喷出,形成各种基性、

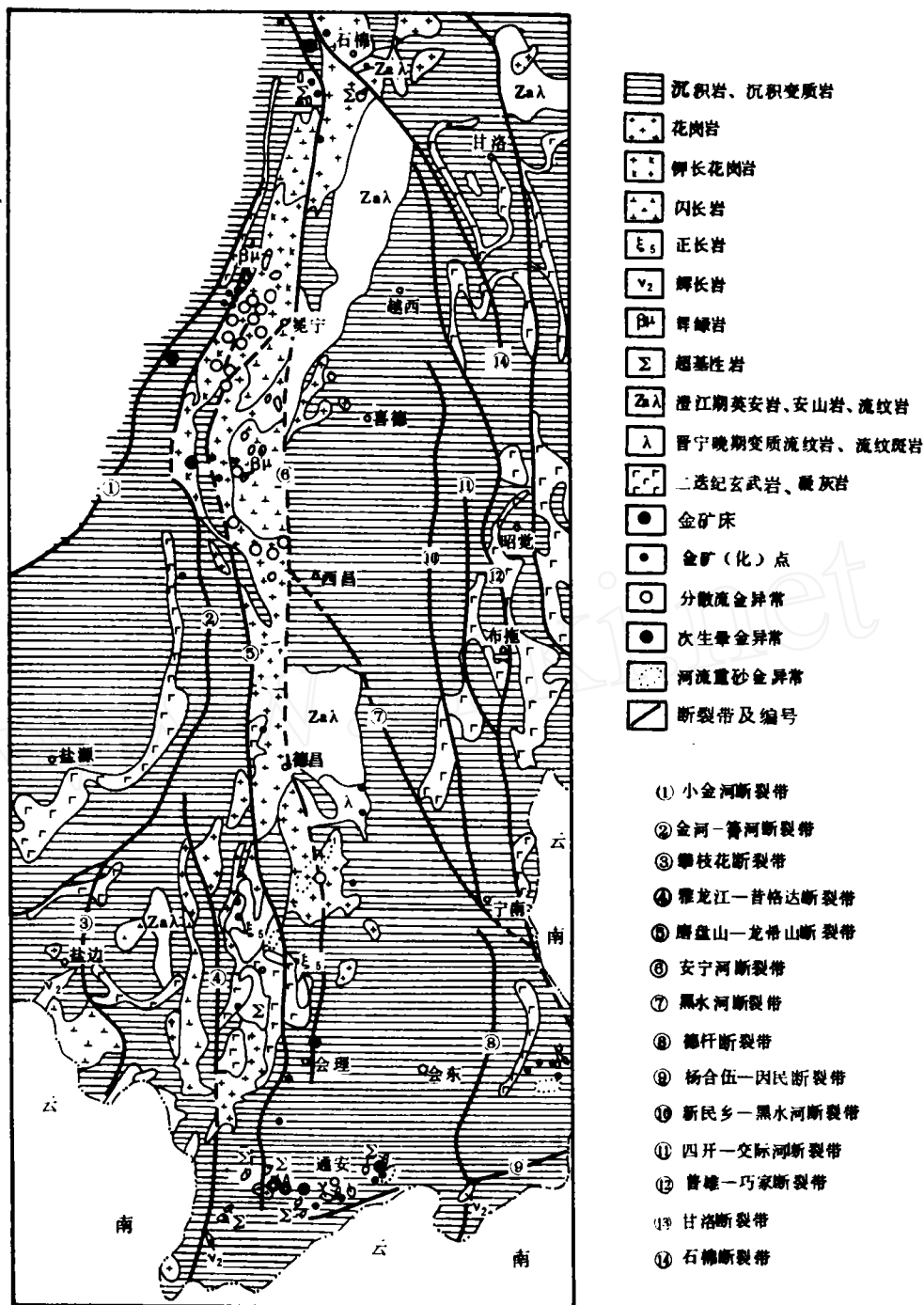


图 1 康滇地轴北段金矿、金异常分布图

中性及酸性侵入岩和喷出岩。地台阶段的岩浆活动,主要在“余动期”(华力西晚期)出现大规模基性岩浆的侵入和喷溢,形成与钒钛磁铁矿、硫化铜镍矿床有关的基性、超基性岩体,以及面积达数千平方公里的玄武岩。地洼阶段(印支期、燕山期)的岩浆活动表现为酸性岩浆的大规模侵

入和同化作用的发生,形成面积较大的花岗岩和闪长岩、石英闪长岩等中性—中酸性杂岩体。

随着构造层、岩浆岩种类的不同,金矿床(化)类型也不同:地槽阶段形成的金矿主要是沉积—热液型,其次是石英脉型;地台阶段金矿化较弱,主要形成硫化矿床中的伴生金矿化;地

洼阶段形成石英脉型和火山岩型金矿床。

金矿床(化)特征

现将上述各类金矿床(化)特征简介如下:

(一) 沉积—热液型金矿 金矿(化)点产于元古代会理群通安组含碳砂泥质板岩、千枚岩中,位于碎屑岩与碳酸盐岩的过渡带上。金矿化与铜矿化带关系密切。金属矿物主要是黄铜矿、黄铁矿,其次是斑铜矿、辉铜矿、自然金等。原生晕金异常含量在0.01~0.1Y/g之间,个别地段可达2.8Y/g。元素组合较简单,主要是Cu, Mn, Au, 其次是As, Ag, Co, Mo, V, Ti 无明显异常出现(图2-a)。

当矿化体附近有岩体侵入时,金产生明显富集,形成工业矿体,含量可达15~23Y/g,高者达50Y/g。围岩产生强烈蚀变:硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化等。矿(化)体上,V, Ti, B 出现清晰的“负”异常。在矿(化)体两侧围岩中,B 出现范围较大的正异常(图2-b)。

(二) 石英脉型金矿 分布最广。具工业意义者,目前仅发现2处:一处产于古生代泥盆系碳酸盐岩中(小型),一处产于燕山期钾长花岗岩(γ_k^2)中(小型)。与金共生的金属矿物除黄铁矿外,通常还有黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等。这类金矿的元素组合较复杂,有Au, Cu, As, Mn, Zn, Mo, B, Ba, Hg, (Pb, Ag, Sb) (括号内为次要元素,下同)等。在金矿(化)体上,V, Ti, B 呈“负”异常出现(图2-c)。

(三) 火山岩型金矿 指产于基性火山岩中的石英脉型金矿,因其围岩特殊,故独归一类。以茶铺子金矿(中型)为例,简介如下:

茶铺子金矿产于三迭纪基性火山岩及碳酸盐岩层中。火山岩大多已变质成绿片岩(由辉石、斜长石、绿泥石、阳起石等组成)。绿片岩中有燕山期花岗岩体分布。金矿体产于北东和北北东向两组断裂的破碎带中。金属矿物有黝铜矿、黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿、方铅矿、自然金等。脉石矿物主要是石英和白云石。围岩蚀变有钠长石化、碳酸盐化、黄铁矿化和绢云母化等。此类金矿,我队未做化探工作,但从下表及共生矿物组

合特征资料判断,其元素组合应有Au, Cu, Ag, Pb, Zn, As, B, Ba, Be, Hg (Co, Ni)等。

茶铺子金矿岩石中微量元素含量表

(据刘作帮)

岩石名称	元素平均含量 (Y/g)										
	Au	Cu	Ag	Pb	Ni	Cr	Co	V	Be	Ba	B
绿片岩	0.08 ~0.26	120	2.0	110	710	1450	70	120	3	<300	20
白云石、 碳酸盐	0.0155	60	2.0	30	900	1500	70	80	3	300	50
黄铁绢 英岩	0.0899	30	11.6	1780	15	40	25	110	11	830	100
酸性岩	0.01	30	1.3	80	8	70	10	30	7	3950	30

(四) 岩浆熔离型金矿化 目前尚未发现成型的金矿床,仅在古生代(华力西期)基性、超基性岩体的硫化铜镍矿床(化)中发现了几处微弱的金矿化。金属矿物有黄铜矿、黄铁矿、镍黄铁矿、磁铁矿等。金的赋存状态尚未查清。元素组合通常为Cu, Ni, Co, Mn, Hg, V, Ti等。值得指出的是,V, Ti 在金矿化体上呈正异常出现,这是该类金矿化的明显特征之一(图2-d)。

金的成矿控制因素

区内金矿主要受层位、构造、岩浆岩控制。

(一) 层位和岩性控制

以沉积—热液型金矿最为明显。这类金矿严格受会理群通安组的含碳硅质板岩、千枚岩层控制。区内50%的金矿(化)点和金异常分布在该层位。火山岩型金矿主要受火山岩及其附近的碳酸盐岩层控制。石英脉型金矿受层位和岩性控制不够明显,就其成型金矿床来看,主要分布在碳酸盐岩和燕山期花岗岩中。

(二) 构造控制

1. 控矿构造: 区内已发现的岩金矿床、矿(化)点以及各类金异常,几乎都分布在安宁河南北向大断裂带的西侧及东西向因民—杨合伍大断裂的北侧。其中,几组断裂复合交接部位,金矿(化)点和金异常尤为密集,如:安宁河和石棉大断裂的复合处,是石棉金矿带;小金河、金河—青河、磨盘山—龙带山三大断裂的尖灭端附近,是冕宁金矿带;磨盘山—龙带山和安宁河大

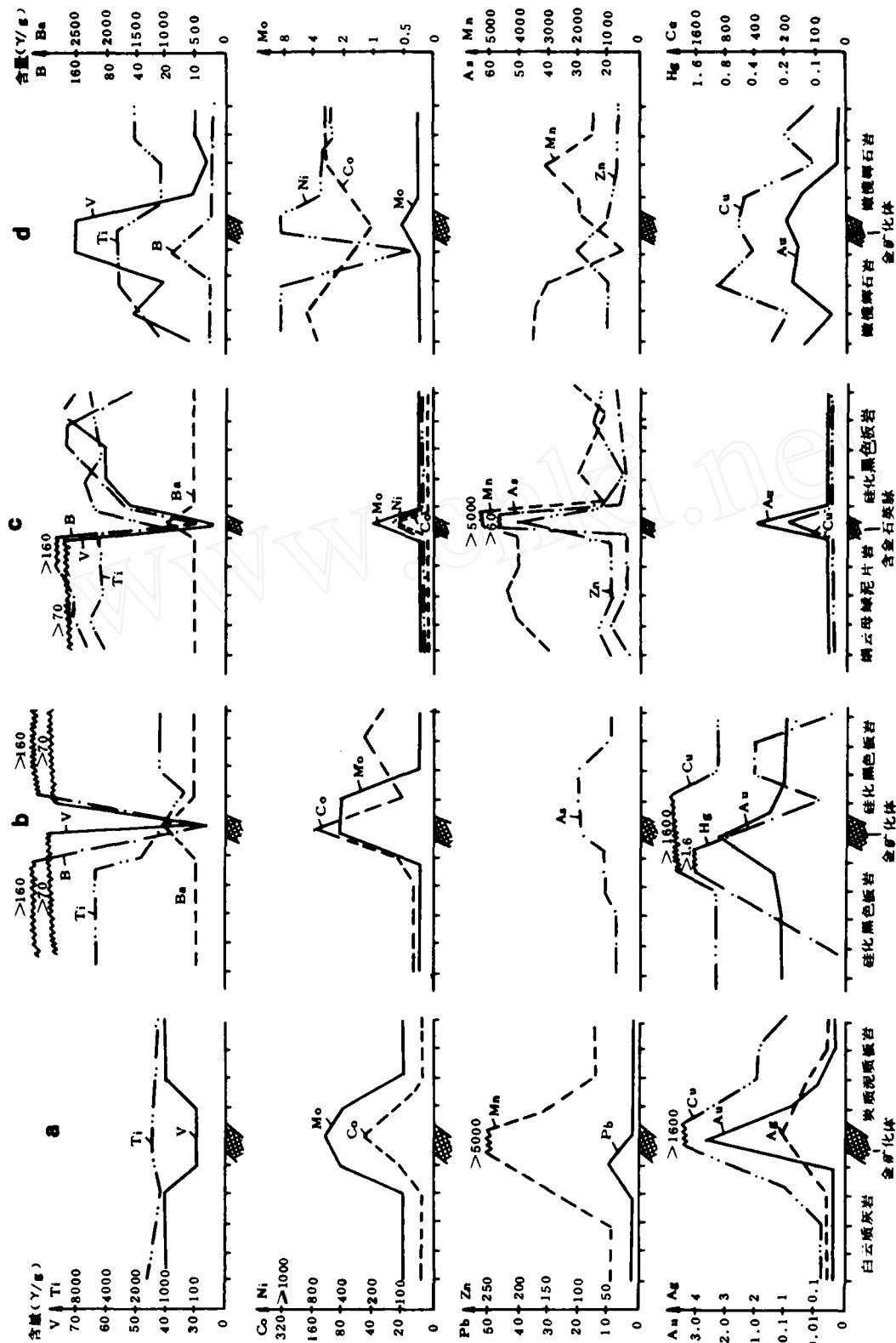


图 2 原生晕曲线图

a - 红旗沟沉积变质型金矿化; b - 小青山沉积-热液型金矿; c - 洪发含金石英脉; d - 新民岩聚熔型金矿化

断裂与因民—杨合伍大断裂的交汇处,是会理金矿带等(见图1)。

2.储矿构造:区内次级褶皱和断裂是金富集成矿的有利部位,尤其是背斜轴部附近,如铜厂顶背斜、小青山背斜、牦牛山背斜等;在其轴部附近,均有金矿(化)点或矿床分布。在各类金矿床(化)中,金矿(化)体主要赋存在各种小断裂和破碎带中。

(三) 岩浆岩控制

如前所述,本区与金矿化有关的岩浆岩主要有晋宁期、华力西期、印支—燕山期。

金矿成矿机理探讨

(一) 沉积—热液型金矿 这类金矿的金质来源,目前公认有二种:一种来源于古陆壳,一种来源于古火山。金矿的形成大致经历二个阶段:矿源层形成阶段及后期改造富集成矿阶段。

元古代早期,康滇古陆处于地槽沉降阶段,从古陆壳随水流带来以及由海底火山喷发、喷气作用带来的金,一部分以自然金微粒形式随碎屑物沉积,一部分呈 $[\text{AuS}_3]^{3-}$ 、 $[\text{AuS}]^-$ 、 $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^-$ 等络合物形式存在于海水中。后者在弱碱性环境中随海水迁移。当pH值发生变化(由弱碱性变为弱酸性环境),有 Fe^{2+} 等还原剂存在时,金便发生还原反应:

$$[\text{AuS}_3]^{3-} + 3\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Au} + 3\text{Fe}^{3+} + 3\text{S}^{2-}$$
析出自然金,或由于碳质、泥质等的吸附,使金发生沉淀,从而形成含金较富的初始矿源层。

矿源层形成后,本区地壳继续沉降,上面堆积了巨厚的沉积物,由于静压力和地热作用,使沉积物逐渐脱水,固结成岩。

在地槽末期造山运动中,由于地槽回返,并伴有大量的岩浆侵入和喷出活动,使区内地层普遍发生褶皱、断裂和变质。在区域变质过程中,岩石中的结构水、裂隙水、孔隙水、吸附水等被释放出来,形成变质热液。这些热液在沿层或穿层流动中,把围岩中的氯化物(海相地层富氯)等分解出来,形成热卤水。当热卤水流经矿源层时,其中的金开始“活化”,形成 $[\text{AuCl}_4]^-$ 、 $[\text{AuCl}_2]^-$ 等氯络合物,并随热卤水迁移,当遇

到碳酸盐岩层时,由于pH值的变化和 Fe^{2+} 等还原剂的作用,使金以自然金形式赋存在黄铁矿等矿物晶体中,形成晶隙金、裂隙金、包裹体金等。构造作用促使金进一步富集,尤其是褶皱轴部附近,由于该处属拉伸带和低压带,使含金热卤水集中,形成复杂的富矿体。岩浆侵入所带来的热源和含金热液,使金进一步富化。

(二) 石英脉型和火山岩型金矿 二类金矿,金质主要来自地台阶段“余动期”形成的基性侵入岩和喷出岩。依据有:

1.二迭纪基性侵入岩分布广泛,其中普遍含少量金;个别岩体的硫化铜镍矿床(化)中有金矿化存在;局部地段基性侵入体附近的碳酸盐岩层中,有石英脉型金矿床产出。

2.茶铺子金矿直接产于基性火山岩中,由基性火山岩变质而成的绿片岩,含金Au达0.08~0.26 g/g。

3.二迭纪玄武岩的铜矿化带内,有成片的弱金异常(含金Au0.01~0.1 g/g)分布。

古生代末期,本区地台开始“活化”。安宁河等深大断裂重新活动,含金较富的基性岩浆沿断裂带上升,形成各种基性、超基性岩体以及大面积的基性喷出岩——二迭纪玄武岩。岩浆中的金,大多以自然金微粒形式分散在造岩矿物——辉石、角闪石的晶体间或裂隙中,少部分以自由离子或络合物等形式,与硫化物一起,形成含金铜镍矿床(化)或含金硫化物矿床(化)。这类矿床(化)一般含金低,不能形成独立金矿床。

中生代时,古陆区进入地洼阶段。酸性岩浆沿安宁河断裂带大规模侵入,形成面积近千平方公里的花岗岩,并同化二迭纪基性侵入岩、喷出岩、碳酸盐岩层等,形成范围较大的中性—中酸性杂岩——闪长岩、石英闪长岩等。由于酸性岩浆在侵入过程中,带来了大量的挥发分和热液,加之岩浆在同化围岩过程中,氯化物及碳酸盐岩层等的分解,更增加挥发分和热液的浓度及酸度,致使金从基性岩及基性火山岩中大量被带出,以含金络合物等形式,沿断裂破碎带向上及两侧迁移。当含金热液迁移到几组断裂相交部位时,由于该处属开放系统,温度、压力大为降低,加之不同

(下转第28页)

使流体中的矿质以一定的空间间隔相对浓集,在流体趋于变成静体时,矿质的分布,保存了原来流体阶段的间隔周期性,在此基础上结晶沉淀,形成当今我们在野外能观察到的以一定间距出现的“砂包”。同一条矿脉,在工业矿化区间内,特别是钨的富矿带中,钨品位的变化总趋势一般与脉幅成正比,可能与湍流的拟序结构有关。脉幅大,说明流场宽广,小涡旋有足够的时间混合成大涡旋。在这个混合的过程中,小涡旋在将其能量传递给大涡旋的同时,也将其矿质不断地传给大涡旋。所以,在同条矿脉中,脉幅较大的区段,一般品位较富,富矿带与脉体最厚带基本吻合。

最后还有必要强调指出,湍流在自然界中普遍存在,可以肯定,它也存在于热液充填型矿床的成矿过程中。湍流理论是研究物质运动状态的科学,把湍流理论应用于研究矿床的物质分布,也必将取得新的进展。不过湍流理论还有许多没有攻克的堡垒,成矿过程的许多问题还不清楚,有待深入研究。

本文在成文过程中,得到许多野外地质工作者提供宝贵资料,冶金部南岭钨矿专题组的同志给予了帮助、指导,在此一并致谢!

主要参考文献

- [1] 冶金部南岭钨矿专题组,地质与勘探,1979,第6期
- [2] 冶金部北京地质研究所,1965,大吉山钨矿床成矿特点及找矿标志(科研专题报告)
- [3] 陈尊达,华东冶金地质,1980,第1期
- [4] 陈国达,1978,成矿构造研究法,地质出版社
- [5] 柳志青,1980,脉状钨矿床成矿预测理论,科学出版社
- [6] 郭文魁,地质学报,1963,43卷,第3期
- [7] 南京大学地质系,1979,地球化学(修订本),科学出版社
- [8] A. Γ. 别捷赫琴,1957,岩浆金属矿床基本问题,陆渺等译,地质出版社
- [9] П. Γ. 洛强斯基,1958,流体与气体力学,林鸿兹等译,人民教育出版社
- [10] R. G. 伯恩斯,1977,晶体场理论的矿物学应用,任觉等译,科学出版社
- [11] J. J. 康纳等,1981,流体流动的有限元法,吴望一译,科学出版社

(上接第22页)

性质的热液在此相遇,促使Au和SiO₂等沉淀,形成石英脉型或火山岩型金矿床。特别当围岩是碳酸盐岩层时,更有利于金交代富集成矿。

几点认识

(一) 区内金的成矿时代,主要是中生代,其次是元古代和古生代。

(二) 沉积—热液型金矿,金质主要来自元古代含碳砂泥质板岩、千枚岩等海相沉积地层——即矿源层。区域变质作用,因变质轻微,对金的富集成矿作用不大。后期岩浆侵入活动,是促使金富集成矿的主要因素之一。

(三) 石英脉型和火山岩型金矿,成矿物质主要来自二叠纪基性侵入岩和喷出岩。

(四) 区内岩金矿的产出,严格受层位(岩性)构造、岩浆岩控制,三者缺一不可。

(五) 可用于寻找上述三种类型金矿的化探指示元素有:

1. 沉积—热液型金矿: Au, Cu, Mn, As, Ag, B, Hg (Co, Mo)。

2. 石英脉型金矿: Au, Cu, Mn, As, B, Ba, Hg (Pb, Zn, Ag, Co, Mo, Sb) 等。

3. 火山岩型金矿: Au, Cu, Ag, As, B, Be, Ba, Pb, Co, Ni, Hg (Zn) 等。

(六) 利用V, Ti原生晕异常特征,大致可判断金矿化成因类型: 金矿(化)体上,若V, Ti无明显正、“负”异常出现,说明是沉积型或沉积变质型金矿化;若出现正异常,是岩浆熔离型金矿化;若出现“负”异常,可能是石英脉型或沉积—热液型等与热液成因有关的金矿床或金矿化。