地 质 矿 床

1985年 MINERAL DEPOSITS 第4卷 第3期

地球化学位场（以矿床生成场为例）

高 旭 征

（内蒙古冶金地质勘探公司）

一、引言及符号

进行物理作用的空间范围称为场[7]。地球空间中某物质系某相中某组分进行扩散时受到了扩散作用力，呈该性质的地球空间范围称为地球化学位场或扩散作用力场[1]。本文从上述观点出发，以单一组分组成的理想气体为模型，应用了作者建议的光子原理化学热力学方法，阐明了地球化学位场呈地球化学位守恒及地球化学位场场强等基本性质。在此基础上给出了在描述矿床生成场上的应用。应当指出：在物理化学液相论中应用气体或类似固体的模型均收到一定效果[11]。本文中应用了光子原理化学热力学方法中的如下基本物理量❶：

$$M_{px} = \mathring{C} M_{ox} \tag{1}$$

$$V = \frac{c^2}{3\mathring{C}RT} \tag{2}$$

$$C_i = \frac{3\mathring{C}RT}{c^2} \tag{3}$$

$$Nh\nu = 3RT \tag{4}$$

$$v = \frac{c}{\sqrt{M_{px}}} \tag{5}$$

本文中应用的符号如下：ρ 为某物质1克分子密度；M_{px}为某物质的分子量·光或原子量·光；$\mathring{C}$ 为转换数；Mo_x为某物质以氧质量为标准的分子量氧或原子量氧；N 为 Avogardro 数；h为 Planck 常数；c 为光在真空中的速度，据光子原理化学热力学，c 为某物质分子或原子中所含光子的速度；ν 为某物质分子或原子中所含光子的频率；P 为压力或压力能；c_i为浓度；R为气体常数；T为绝对温度；K为 Boltzmann 常数；V 为克分子或克原子容积，v为速度，v_d为扩散速度，v_{dx}、v_{dy}、v_{dz}分别为某物质沿X、Y、Z轴方向的扩散速度或它们在X、Y、Z轴方向上的投影；t 为时间；x 为座标 x 或似速度头；y 为座标 y 或压力头；z 为座标 z 或似位头；F_{ix}、F_{iy}、F_{iz}分别为某物质分子或原子沿X、Y、Z轴方向受到的扩散作用力或它们在 X、Y、Z 轴方向上的投影；S 为距离；W 为功；K为动能；U 为位能；μ 为地球化学位，μ_x，μ_x，μ_y 分别为因座标 X、Y、Z 而引起的地球化学位或因似速度头、似压力头、似位头而引起的地球化学位，μ_K，μ_U，μ_P分别为因动能、位能、压力能而引起的地球化学位；g 为重力加速度；$\boldsymbol{E}$为地球化学位场场强，$E_x\boldsymbol{i}$、$E_y\boldsymbol{j}$、$E_z\boldsymbol{K}$分别为地球化学位场场强在 X、Y、Z 轴方向上的分向量或它们在 X、Y、Z 轴方向上的投影；∇ 为向量因子；

❶ 本文作者1981年"光子原理化学热力学基本物理量"。

$\mathrm{grad}\mu$为地球化学位梯度。

二、扩散作用力

Einstein广义相对论指出质量、空间、时间呈密切联系[9]。设1克分子物质占1单位容积则其质量m即为其密度ρ。据$\frac{\partial\rho}{\partial t}=-\frac{\rho}{t}$❶，$\rho=M_{ox}c_i$[3]，则$\frac{\partial(M_{ox}c_i)}{\partial t}=-\frac{M_{ox}c_i}{t}$，$\frac{\partial c_i}{\partial t}=-\frac{c_i}{t}$，设变数可分离，$\frac{dc_i}{c_i}=-\frac{dt}{t}$。据（3）及后式，并考虑扩散作用在定温条件下进行，于是$\frac{d\mathfrak{C}}{\mathfrak{C}}=-\frac{dt}{t}$。当某组分由高浓度相向低浓度相扩散时，其移动距离$S$与扩散速度$v_d$的关系为$S=-v_dt$，$dS=-v_ddt$，设扩散作用在定温条件下进行，则$\frac{\partial S}{\partial t}=\frac{S}{t}$，设变数可分离，$\frac{dS}{S}=\frac{dt}{t}$。

据以上列举关系，
$$\frac{d\mathfrak{C}}{\mathfrak{C}}=\frac{dc_i}{c_i}=-\frac{dt}{t}=-\frac{dS}{S} \tag{6}$$

作用于某理想气体的分子或原子，使其由该气体的高浓度相向低浓度相运动之力F_i称扩散作用力。设F_i之力各作用于N个分子或1克分子高浓度相理想气体时，则其所作的功的变化为$dW=-NF_idS=NF_iv_ddt$，据$d\mu=\frac{Nh\nu}{3}\frac{d\mathfrak{C}}{\mathfrak{C}}$[1]，则$NF_i$之力对某组分所作的功的变化应等于该组分地球化学位的变化。于是$\frac{Nh\nu}{3}\frac{d\mathfrak{C}}{\mathfrak{C}}=-NF_idS$，设扩散作用在定温条件下进行，则$F_i=-\frac{h\nu}{3\mathfrak{C}}\frac{\partial\mathfrak{C}}{\partial S}$，据（4），$Nh\nu=3RT$，及$NK=R$[10]，则$h\nu=3KT$

于是
$$F_i=-\frac{KT}{\mathfrak{C}}\frac{\partial\mathfrak{C}}{\partial S} \tag{7}$$

因
$$dS=-v_ddt,\quad \text{据} v_d=\frac{2}{3}\frac{c}{\sqrt{M_{px}}} \text{❷}$$

则
$$F_i=\frac{3\sqrt{M_{px}}}{2c}\frac{KT}{\mathfrak{C}}\frac{\partial\mathfrak{C}}{\partial t} \tag{8}$$

因
$$\frac{\partial\mathfrak{C}}{\mathfrak{C}}=\frac{\partial c_i}{c_i},\quad d\mathfrak{C}=\frac{\mathfrak{C}}{c_i}dc_i$$

$$F_i=-\frac{KT}{\mathfrak{C}}\frac{\partial\mathfrak{C}}{\partial S}=-\frac{KT}{\mathfrak{C}}\frac{\mathfrak{C}}{c_i}\frac{\partial c_i}{\partial S}=-\frac{KT}{c_i}\frac{\partial c_i}{\partial S}$$

---

❶ 本文作者1981年"压力、温度、容积的光子原理力学的性质"。
❸ 本文作者1982年"从光子原理化学位观点对扩散作用若干性质的考察"。

据（2）
$$c_i=\frac{3\eth RT}{c^2}，及 NK=R^{[10]}$$

则
$$F_i=-\frac{c^2}{3\eth N}\frac{\partial C_i}{\partial S} \tag{9}$$

及
$$F_i=\frac{3\sqrt{M_{px}}KT}{2c\eth}\frac{\partial\eth}{\partial t}=\frac{3\sqrt{M_{px}}KT}{2c\eth}\frac{\eth}{c_i}\frac{\partial c_i}{\partial t}$$
$$=\frac{3\sqrt{M_{px}}KT}{2cc_i}\ \frac{\partial c_i}{\partial t}=\frac{3\sqrt{M_{px}}KT}{2c\frac{3\eth RT}{c^2}}\frac{\partial c_i}{\partial t}$$

则
$$F_i=\frac{\sqrt{M_{px}}c}{2N\eth}\frac{\partial c_i}{\partial t} \tag{10}$$

三、地球化学位场的基本性质

定 义

设由某组分组成的空间存在浓度差，该组分即由其高浓度相向低浓度相运动。如果从地球空间某一范围（例如成矿空间某一范围）来看，可把某组分1克分子容积或1克原子容积的空间作为1点考虑。设某组分1克分子容积中各分子受到的扩散作用力各为F_i时，则该组分沿X轴方向受到的扩散作用力NF_{ix}所作的功的变化dW_x应等于该组分沿X轴方向地球化学位的变化$d\mu_x$，即$d\mu_x=dW_x$或$d\mu_x=-NF_{ix}dx$，设扩散作用在定温条件下进行，则$-\frac{\partial\mu_x}{\partial x}=NF_{ix}$。同理设某组分沿$Y$、$Z$轴方向受到的扩散作用力分别为$NF_{iy}$，$NF_{iz}$，它们的地球化学位的变化相应为$d\mu_y$，$d\mu_z$时，则$d\mu_y=-NF_{iy}dy$，$-\frac{\partial\mu_y}{\partial y}=NF_{iy}$；$d\mu_z=-NF_{iz}dz$，$-\frac{\partial\mu_z}{\partial z}=NF_{iz}$。

如此，某组分所受到的扩散作用力F_i与该组分的空间坐标（x,y,z）相依赖，呈该性质的地球空间范围称地球化学位场或扩散作用力场。

地球化学位守恒

据地球化学位场观点，地球化学位守恒描述为因地球空间中某物质系某相中某组分的空间坐标（x,y,z）而引起的地球化学位之和为一常数。该关系与因某组分的动能、位能、压力能而引起的地球化学位之和为一常数的关系[2]呈同一性。据（10）$d\mu_x=-NF_{ix}dx=-N\frac{\sqrt{M_{px}}c}{2N\eth}\frac{\partial c_i}{\partial t}dx=-N\frac{\sqrt{M_{px}}c}{2N\eth}\frac{\partial x}{\partial t}dc_i=-\frac{\sqrt{M_{px}}c}{2\eth}(-v_{dx})\frac{d(c_iRT)}{RT}=\frac{\sqrt{M_{pc}}c}{2\eth RT}\frac{2}{3}\frac{c}{\sqrt{M_{px}}}dp^{[3]}=\frac{c^2}{3\eth RT}d\left(\frac{2K}{3V}\right)^{[4]}$。据光子原理化学热力学观点，因设1克分子（克原子）占1单

位容积，则$V=1$❶，于是 $dp=d\left(\frac{2}{3}K\right)=dK'=dK$，$d\mu_x=VdK\,(d\mu_x=dK)$，

或

$$d\mu_x=d\mu_K$$[2]

据（10）

$$d\mu_y=-NF_{iy}dy=-\frac{\sqrt{M_{px}}\,c}{2N\eth}\frac{\partial c_i}{\partial t}dy=-N\frac{\sqrt{M_{px}}\,c}{2N\eth}\frac{\partial y}{\partial t}dc_i$$

$$=-\frac{\sqrt{M_{px}}\,c}{2\eth}(-v_{dy})\frac{d(c_i RT)}{RT}=-\frac{\sqrt{M_{px}}\,c}{2\eth RT}\left(-\frac{2}{3}\frac{c}{\sqrt{M_{px}}}\right)dp$$

$$=\frac{c^2}{3\eth RT}dp=Vdp\,(d\mu_y=d_p),$$

$$d\mu_y=d\mu_p$$[2]

据（10）

$$d\mu_z=-NF_{iz}dz=-\frac{\sqrt{M_{px}}\,c}{2N\eth}\frac{\partial c_i}{\partial t}dz=-\frac{\sqrt{M_{px}}\,c}{2\eth}\left(-\frac{c_i}{t}\right)dz$$

$$=\frac{\sqrt{M_{px}}\,c}{2\eth}\frac{3\eth RT}{c^2 t}dz=RT\frac{dz}{\frac{2}{3}\frac{c}{\sqrt{M_{px}}}t}=RT\frac{dz}{v_{dz}t}=-RT\frac{dz}{z},$$

因　$M_{ox}gz=RT$[2]，$d\mu_z=-M_{ox}gdz=-V\rho gdz=-VdU\;(d\mu_z=-d_U)$，

$$d\mu_z=d\mu_u$$[2]

设

$$d\mu=d\mu_K+d\mu_U+d\mu_P$$

据以上关系

$$d\mu=d\mu_x+d\mu_y+d\mu_z=d\mu_K+d\mu_U+d\mu_P$$

设

$$NF_{ix}=F_x,\quad NF_{iy}=F_y,\quad NF_{iz}=F_z$$

则

$$-NF_{ix}dx-NF_{iy}dy-NF_{iz}dz=-F_xdx-F_ydy-F_zdz$$

$$=-(F_x\boldsymbol{i}+F_y\boldsymbol{j}+F_z\boldsymbol{k})\cdot(d_x\boldsymbol{i}+dy\boldsymbol{j}+d_z\boldsymbol{k})=-\boldsymbol{F}。$$

因扩散作用力所作的功的变化与地球化学位的变化相等，从而　$-\boldsymbol{F}\cdot d\boldsymbol{S}=d\mu$

或

$$-\boldsymbol{F}\cdot d\boldsymbol{S}=d\mu_x+d\mu_y+d\mu_z=d\mu_K+d\mu_U+d\mu_P$$

据（9）

$$F_i=-\frac{c^2}{3\eth N}\frac{\partial c_i}{\partial S}$$

$$NF_i=-\frac{c^2}{3\eth}\left(-\frac{c_i}{S}\right)=\frac{c^2}{3\eth}\frac{\frac{3\eth RT}{c^2}}{S}=\frac{RT}{S}$$

设扩散作用在定温条件下进行，则$FS=RT=$常量或$F_1S_1=F_2S_2$，该式说明了在定温过程下扩散作用力所作的功为一常量，或扩散作用力所作的功第一过程与第二过程相等。定积分 $-\int_1^2\boldsymbol{F}\cdot d\boldsymbol{S}$ 表明了第一过程与第二过程所作的功之差，因此

$$-\int_1^2\boldsymbol{F}\cdot d\boldsymbol{S}=0$$

（或$d\mu=d(\mu_K+\mu_U+\mu_P)=0$[6]，因此$-\int_1^2\boldsymbol{F}\cdot d\boldsymbol{S}=0$

❶ 本文作者1981年“光子原理化学热力学基本物理量”。

则 $$-\int_1^2 \boldsymbol{F}\cdot d\boldsymbol{S}=\int_1^2(d\mu_x+d\mu_y+d\mu_z)=\int_1^2(d\mu_K+d\mu_U+d\mu_P)=0$$

当 $$\int_1^2(d\mu_x+d\mu_y+d\mu_z)=0$$

$$(\mu_{x2}-\mu_{x1})+(\mu_{y2}-\mu_{y1})+(\mu_{z2}-\mu_{z1})=0$$

$$\mu_{x2}+\mu_{y2}+\mu_{z2}=\mu_{z1}+\mu_{y1}+\mu_{z1} \tag{11}$$

或 $$\mu_x+\mu_y+\mu_z=c \tag{12}$$

当 $$\int_1^2(d\mu_K+d\mu_U+d\mu_P)=0$$

$$(\mu_{K2}-\mu_{K1})+(\mu_{U2}-\mu_{U1})+(\mu_{P2}-\mu_{P1})=0$$

$$\mu_{K2}+\mu_{U2}+\mu_{P2}=\mu_{K1}+\mu_{U1}+\mu_{P1} \tag{13}$$

$$\mu_K+\mu_U+\mu_P=c \tag{14}$$

据（12），某组分进行转移时，因其空间坐标（x，y，z）而引起的地球化学位之和为一常数。据（11），某组分进行转移时因其空间坐标而引起的地球化学位呈转化性质，在第一、二两过程中因某组分空间坐标而引起的地球化学位之和相等。以上关系均称地球化学守恒。

Bernoulli 方 程$\frac{v_i^2}{2g}+z'+\frac{p}{\rho g}=z$[10]适用于理想流体流动的描述，理想气体的扩散系其流动的一种形式，因此亦适用。式中$\frac{v_d^2}{2g}$为速度头，z'为位头，$\frac{p}{\rho g}$为压力头，z为全头。物理量纲各为长度。据前述$d\mu_z=d\mu_u=-VdU$，积分，$\mu_z=\mu_0^3-VU$，如此，μ_z与某组分的位能U相连系，μ_z之脚注z的物理量纲为长度，它与位头z'相当，今定义为似位头。同理$d\mu_x=d\mu_K=VdK$，积分，$\mu_x=\mu_0^1+VK$，则μ_x与某组分的动能K相连系，μ_x脚注x的物理量纲为长度，它与速度头$\frac{v_d^2}{2g}$相当，今定义为似速度头。$d\mu_y=d\mu_p=Vdp$，积分，$\mu_y=\mu_0^2+Vp$，则μ_y与某组分的压力能p相联系，μ_y之脚注y的物理量纲为长度，它与压力头$\frac{p}{\rho g}$相当，今定义为似压力头。在上述说明的基础上，（12）描述为在扩散过程中某组分转移时，因其似速度头、似位头、似压力头而引起的地球化学位之和为一常数。（11）描述为某组分转移时，因其似速度头、似位头、似压力头而引起的地球化学位呈转化性质，在第一、二两过程中因某组分的似速度头、似位头、似压力头而引起的地球化学位之和相等。同时可知：$\mu_x+\mu_y+\mu_z=(\mu_0^1+VK)+(\mu_0^2-VU)+(\mu_0^3+Vp)=\mu_K+\mu_u+\mu_p$[2]，及$\mu_x+\mu_y+\mu_z=c$，$\mu_K+\mu_u+\mu_p=c$，这样两式应呈同一性。对（13）（14）两式于另文已作说明[2]，现不重述。

地球化学位场场强

设作用于地球空间中某物质系某相中某组分的扩散作用力的方向由高浓度相向低浓度相，则作用于高浓度相中1克分子（克原子）容积的某组分向其低浓度相运动时的扩散作用力称地球化学位场场强。

如此
$$E=-\mathrm{grad}\mu \tag{15}$$

及
$$\mathrm{grad}\mu=\nabla\mu=\frac{\partial\mu}{\partial x}\boldsymbol{i}+\frac{\partial\mu}{\partial y}\boldsymbol{j}+\frac{\partial\mu}{\partial z}\boldsymbol{K} \tag{16}$$

因
$$\frac{\partial\mu}{\partial x}=\frac{\partial\mu_x}{\partial x}=-NF_{ix}=-\frac{N\sqrt{M_{px}}\,c}{2N\mathcal{D}}\frac{\partial c_i}{\partial t}=-\frac{\sqrt{M_{px}}c}{2\mathcal{D}}\left(-\frac{c_i}{t}\right)$$
$$=\frac{\sqrt{M_{px}}\,c}{2\mathcal{D}}=\frac{\left(\frac{3\mathcal{D}RT}{c^2}\right)}{t}\frac{RT}{\frac{2}{3}\frac{c}{\sqrt{M_{px}}}t}=\frac{RT}{v_{dx}t}$$

则
$$\frac{\partial\mu}{\partial x}=-\frac{RT}{x},\ \text{同理},\ \frac{\partial\mu}{\partial y}=-\frac{RT}{y},\ \frac{\partial\mu}{\partial z}=-\frac{RT}{z}$$

于是
$$E=\frac{RT}{x}\boldsymbol{i}+\frac{RT}{y}\boldsymbol{j}+\frac{RT}{z}\boldsymbol{K} \tag{17}$$

及
$$E=E_x\boldsymbol{i}+E_y\boldsymbol{j}+E_z\boldsymbol{K}$$

据地球化学位场场强定义
$$E=F_x\boldsymbol{i}+Fy\boldsymbol{j}+F_z\boldsymbol{K} \tag{18}$$

及
$$E=E_x\boldsymbol{i}+Ey\boldsymbol{j}+E_z\boldsymbol{K} \tag{19}$$

地球化学位场场强的旋度为　$\mathrm{rot}E=\nabla\times E$

$$=\left(\frac{\partial}{\partial x}\boldsymbol{i}+\frac{\partial}{\partial y}\boldsymbol{j}+\frac{\partial}{\partial z}\boldsymbol{K}\right)\times\left[-\left(\frac{\partial\mu}{\partial x}\boldsymbol{i}+\frac{\partial\mu}{\partial y}\boldsymbol{j}+\frac{\partial\mu}{\partial z}\boldsymbol{K}\right)\right]$$
$$=-\begin{vmatrix}\boldsymbol{i}&\boldsymbol{j}&\boldsymbol{K}\\ \frac{\partial}{\partial x}&\frac{\partial}{\partial y}&\frac{\partial}{\partial z}\\ \frac{\partial\mu}{\partial x}&\frac{\partial\mu}{\partial y}&\frac{\partial\mu}{\partial z}\end{vmatrix}=-\left\{\left[\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial\mu}{\partial z}\right)-\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial\mu}{\partial y}\right)\right]\boldsymbol{i}\right.$$
$$+\left[\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial\mu}{\partial x}\right)-\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial\mu}{\partial z}\right)\right]\boldsymbol{j}$$
$$\left.+\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial\mu}{\partial y}\right)-\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial\mu}{\partial x}\right)\right]\boldsymbol{K}\right\}$$
$$=\left(\frac{\partial^2\mu}{\partial z\partial y}-\frac{\partial^2\mu}{\partial y\partial z}\right)\boldsymbol{i}+\left(\frac{\partial^2\mu}{\partial x\partial z}-\frac{\partial^2\mu}{\partial z\partial x}\right)\boldsymbol{j}$$
$$+\left(\frac{\partial^2\mu}{\partial y\partial x}-\frac{\partial^2\mu}{\partial x\partial y}\right)\boldsymbol{K}=0.$$

则
$$\mathrm{rot}E=\nabla\times E=0 \tag{20}$$

注意，$E=F$，$\nabla\times F=0$，因此，地球化学位场或扩散作用力场呈似保守力场性质[8]。

四、矿床生成场

设某矿液系某相中某含矿组分进行扩散时受到的扩散作用力F_i与其空间坐标（x,y,z）相依赖，今定义呈该性质的成矿空间范围为矿床生成场。这样，矿床生成场是地球化学位场

的一种形式。从这一观点出发，试说明黑钨矿石英脉WO_3品位富集及收缩的成因如下：

黑钨矿石英脉WO_3品位富集的成因

中国南部黑钨矿石英脉矿床发育于古生代及其前期的变质岩系中或发育于侵入于上述岩系的花岗岩体中，在成因上与燕山期花岗岩有密切关系[6]。"脉钨矿床矿脉中部的富矿带往往与矿脉厚度的最厚区相吻合，而以外接触带的矿床最为显著。若是脉带状矿床则与脉带中脉体总厚度的最厚部位相吻合。"❶ 内蒙古自治区太仆寺黑钨矿石英脉矿床发育于沿元古界白云鄂博群云母片岩类片理生成的构造裂隙中，在成因上亦与燕山期花岗岩有密切关系。以2号脉为主脉，主要由脉带构成，表现出WO_3品位与脉带总厚度成正比关系❷。

在所取模型条件下，含钨流体的流动速度$v=\frac{c}{\sqrt{M_{px}}}$❸，扩散速度$v_d=\frac{2}{3}\frac{c}{\sqrt{M_{px}}}$❹，即两者成正比。可以设想在成矿时含钨流体沿构造裂隙由断面积小的流入断面积大的开口空间，当含钨流体的流动速度降低或显著降低时，则其扩散速度应变小或趋近于零，据$\mu_{x2}=\mu'_0+VK_2$，$\mu_{x1}=\mu'_0+VK_1$，于是μ_{x2}与μ_{x1}之值相比降低或显著降低，据地球化学位守恒$\mu_x+\mu_y+\mu_z=c$，如此因含钨流体的坐标z或因其似位头而引起的地球化学μ_z及因含钨流体的坐标y或其似压力头而引起的地球化学位μ_y各相应地增高或显著增高，以两者效应分别与μ_u、μ_p相同，因之增强或显著增强了含钨组分由相中析出的能力[2]，从而增加或显著增加了化学反应机会，因此就易促成黑钨矿的富集或高度富集。

单脉型钨矿床系含钨流体充填于单一构造裂隙发育的开口空间中生成，设含钨流体由断面积为S_1的构造裂隙流入断面积为S_2的同裂隙的开口空间，当$S_2>S_1$，据流体力学，当含钨流体呈连续流动时，则$S_1v_1=S_2v_2$[10]，设$S_2/S_1=n$，于是$v_2=\frac{v_1}{n}$，后式说明S_2与S_1相比相差愈大，含钨流体的流动速度v_2则愈降低，其扩散速度v_{d2}亦呈同样性质。对脉带状钨矿床取含钨流体沿单一构造裂隙流入断面积与之相同的三条构造裂隙的开口空间的模型，当含钨流体呈连续流动时，$S_1v_1=S_1v_2+S_1v_2+S_1v_2$，则$v_2=\frac{v_1}{3}$。在上述条件下，当含钨流体流入$n$条构造裂隙的开口空间时，则$v_2=\frac{v_1}{n}$。因此含钨流体在多条构造裂隙的开口空间中的流动速度v_2应降低或显著降低，其扩散速度v_{d2}亦呈同样性质。据上述及地球化学位守恒则分别地成功解释了黑钨矿石英脉中富矿带往往与脉幅厚度最厚区相吻合及脉带状黑钨矿石英脉中富矿带与脉带总厚度最厚部位相吻合的地质现象。

黑钨矿石英脉WO_3品位收缩的成因[1][6]

中国南部黑钨矿石英脉矿床一般产于矿脉带的中上部[6]。西华山钨矿上部中段经常较下

❶ 陈尊达"脉状钨矿矿质运搬—沉淀过程的讨论"。
❷ 内蒙冶金地质6队1982年地质评价设计。
❸ 本文作者1981年"光子原理化学热力学基本物理量"。
❹ 本文作者1982年"从光子原理化学位观点对扩散作用若干性质的考察"。

部中段富集黑钨矿，钼、锡、铋等呈同样趋势[5]。上萍钨矿在倾斜方向上通过山地坑道及钻孔追索，地表下深300—400米处WO_3品位均降低，如以地表之WO_3品位为100，则1、2、3、4中段分别为100、98、80、50[5]；大吉山钨矿至深部钨品位亦逐渐降低[5]。上述三例有代表性，它们说明黑钨矿石英脉在垂直向方上WO_3品位呈收缩性。由$\boldsymbol{E}=\frac{RT}{x}\boldsymbol{i}=\frac{RT}{y}\boldsymbol{j}+\frac{RT}{z}\boldsymbol{K}$式中$\frac{RT}{2}\boldsymbol{K}$之项可知，在成矿时含钨流体愈流至地表，$\frac{RT}{z}$之值愈增高[1]，因$\frac{RT}{z}=NF_{iz}$[5]，则含钨流体沿$z$轴方向的扩散作用力愈增强，使含钨组分于高浓度相中呈强弱不同的析出能力，由此产生了WO_3品位在垂直方向上呈收缩性的结果。

参 考 文 献

〔1〕 高旭征 1977 地球化学位 地质科学 第2期

〔2〕 高旭征 1978 地球化学位守恒 地质科学 第1期

〔3〕 黄子乡 1956 物理化学 高等教育出版社

〔4〕 居列耶夫著(张志炳译) 1961 物理化学(上册) 高等教育出版社

〔5〕 高旭征 1983 金属矿脉(体)品位收缩的成因 矿床地质 第3期

〔6〕 莫柱荪 李洪谟 康永孚 1958 中国南部钨矿工业类型勘探方法的初步总结 地质出版社

〔7〕 Gray. H. J. and Issacs, A., 1975, A New Dictionary of Physics, Second Edition, Longman Group Limited

〔8〕 Gupta, B. D., 1978, Mathematical Physics, Vikas Publishing House PVT Ltd.

〔9〕 Зисман Г. А., 1961, Курс Общей Физики, Ⅲ, Физматгиз.

〔10〕 Карякин Н. И., Быстров К. Н. и Киреев П. С., 1964, Краткий Справочник по Физике, Издательство «Высшая Школа».

〔11〕 水岛三一郎编 1956 物理化学 液相论(押田勇男执笔) 共立出版株式会社

GEOCHEMICAL POTENTIAL FIELD EXAMPLIFIED BY THE ORE FORMATION FIELD

Gao Xuzheng

(*Geological Exploration Company of Inner Mongol*)

Abstract

Geochemical Potential Field is an area of the earth's space in which certain component in certain phase of certain material system in the earth's space acted by diffusion force depends upon its co-ordinates (X, Y, Z), where the conditions given by $NF_{ix}=-\frac{\partial\mu}{\partial x}$, $NF_{iy}=-\frac{\partial\mu}{\partial y}$, $NF_{iz}=-\frac{\partial\mu}{\partial z}$ are satisfied.

The characters of this field are described as: (1) Summation of geochemical potential relating to the co-ordinates X, Y, Z, or pseudo-velocity head, pseudo-pressure head and pseudo-potential head of certain component in earth's space is constant and it is given by

$$\mu_x + \mu_y + \mu_z = c$$

or

$$\mu_{x2} + \mu_{y2} + \mu_{z2} = \mu_{x1} + \mu_{y1} + \mu_{z1}$$

The relations expressed above are respectively defined as constancy of geochemical potential. Their physical significance is identical with that of the other form of mathemetical expressions of constancy of geochemical potential defined as

$$\mu_k + \mu_u + \mu_p = c$$

or

$$\mu_{k2} + \mu_{u2} + \mu_{p2} = \mu_{k1} + \mu_{u1} + \mu_{p1}$$

(2) Geochemical potential field is a vector field characterized by the strength of geochemical field defined as diffusion force acting on one molecular volume (or one atomic volume) running from its higher concentration phase to lower concentration phase and it is given by

$$\boldsymbol{E} = -\mathrm{grad}\mu$$

$$E = \frac{RT}{x}\boldsymbol{i} + \frac{RT}{y}\boldsymbol{j} + \frac{RT}{z}\boldsymbol{K}$$

Theoretical understanding cited above is applied to interpret the ore formation field examplified by concentration and contraction of WO_3 tenors of wolframite quartz veins in China.

(continued from p.50)

similar in color and anomaly shape to the corresponding typical target districts in the main part of the XGY circular structure; this is the result of making full use of image features of circular structures, investigating the combinatorial relationship between circle and line, and the analysis of the logical correlation.

On the basis of the experience gained by previous workers on processing the remote sensing data, in combination with the special geological and geographical conditions of this region, the author suggests that the colorful ratio image composed of the ratios with blue, green and red coding can suppress the interference of the plant noise and extract small-middle or small circular information as well as the light blue-green anomaly which is related to the mineralizations of tungstun and tin.