

斜长石环带结构成因机理研究

何安明

(西安地质学院, 西安 710054)

关键词 非线性动力学、相干结构、负熵流、环带结构、斜长石

近年来, 国内外一些矿物学家开始应用非线性非平衡态理论来研究矿物的自组织结构成因机理。如斜长石和橄榄石的环带结构、辉长岩的带状结构和球状结构以及李泽岗格环等。这些研究给矿物学界以新的启示。

笔者在前人研究的基础上, 提出一种新的环带发育数理模型, 分别讨论了L的三种不同情况。其中, L是外界能源(熔体中的红外和微波辐射源)供给体系(正处于结晶状态的斜长石晶体的声子体系)的声子流速率。讨论结果如下:

1. 当 $L < 0$ 时, 体系处于非平衡非线性状态: 这时, 在该声子体系所对应的区域内, 温度低于周围的温度, 因而高熔点组分在该区域的边部首先晶出, 固相呈基性, 而核部呈酸性, 从而形成斜长石的反环带结构。

2. 当 $L = 0$ 时, 体系处于近平衡状态: 这时与该体系所对应的区域始终处于平衡结晶状态。早晶出的斜长石晶体有充分时间与熔浆进行反应, 最后形成均匀的、具原始熔体组分的斜长石晶体, 且不发育环带结构。

3. 当 $L > 0$ 时, 体系处于非线性非平衡状态: 这时体系从外部吸收能量, 其满足下列非线性动力学方程:

$$\dot{\langle n \rangle} = 1 - \phi \{ \langle n \rangle \exp(h\nu/KT) - (1 + \langle n \rangle) \} - \chi \Sigma \langle n \rangle (1 + \langle n \rangle) \exp[(h\nu - \mu)/KT] - \langle n \rangle (1 + \langle n \rangle)$$

这时, 若能量供给速率L增大且超过临界阈值时, 便会有大量声子进入振动能级 $h\nu_1$, 该体系进入非线性区, 且处于相空间的封闭轨道或“极限环”上。这时, 熔体内斜长石晶体中将会出现频率为 ν_1 且位相一致的相干振动。环带类型与纵振动有关: (1) 纵光学波: 由外部能源激发而引起。光学支纵振动将引起相邻的不同离子(Al^{3+} 和 SiO_4^{4-})沿相反方向运动, 但重心不移动。因而不同离子聚集在不同的区域(疏部或密部)。伴随着电偶极矩的周期性变化将发生类质同象置换。如四面体上带有同种电荷的两种相邻的离子(Na^+ 和 Ca^{2+})以等量的原子数在每一位置上互相交换。这样, 在压缩和膨胀的不同区域, 相应的水压、密度和组分也有所不同, 呈周期性变化。在压强增加的区域析出的晶体呈基性, 反之则为酸性。这样, 斜长石中就会形成一种宏观时空有规律的结构——韵律型环带。(2) 纵声学波: 声学支纵振动会引起相邻的不同离子沿相同方向运动, 重心发生变化。虽然也可形成疏密相间的环带, 但是组分不发生突变。若核部比边部温度低, 早晶出的高熔点晶体来不及与熔浆进行充分反应, 则核心仍保留基性残余。而核心附近由于压强降低, 使偏酸性成分同轴生长, 形成了斜长石的正环带结构。另外, 环带类型和带

间距不仅取决于该体系隐含的内在结构及一定边界条件的约束,而且也与熔体中钠和钙首先分配给斜长石的次序有关。当内部结构和边界条件不满足相干条件时,则不会形成环带结构。

斜长石的韵律型结构是由平衡结构与耗散结构组成的混合结构——相干结构。它的结晶过程具有一种纵光学驻波相干振动的特征。这种振动产生的附加电场将会降低反应的活化能。从动力学角度来看,整个结晶过程中体系的总熵应该减少。在发生相干振动的过程中,高振动能级上的粒子转移到低的能级上,并把能量差释放到贮库中去。在这个过程中,体系从外界获取负熵流。体系会自发形成时间和空间有规律的结构。可见,矿物中振荡环带仅靠水压等动荡是不行的,而主要应归因于矿物生长过程中外部能量供给的控制。外部能源供给既是温度场变化的动因,同时也是控制矿物生长速率和构型的重要因素。晶体在生长过程中不断与环境(熔体)发生能量和物质交换,于是通过能量耗散过程和内部非线性动力学机制会形成一种宏观时空有规律的结构。

参考文献

- [1] 然崇文,成矿作用与耗散结构,地质学报,1987,4.
- [2] Haase,C.S et al., Oscillatory Zoning in Plagioclase Feldspar, Science, 1980, 209.
- [3] 何安明,斜长石环带结构与相干结构,西安地质学院学报,1989,4.
- [4] 王江海等,非韵律型环带的动力学研究,矿物学报,1992,1.
- [5] 何安明,地幔矿物热传输机制的研究,科学通报,1991,8.

泥质岩氧化物比值与古气候关系探讨

刘文彬

(中国科学院兰州地质研究所,兰州 730000)

关键词 氧化物比值、古气候

岩石地球化学研究表明,各种氧化物在泥质岩中的含量与分布,受化学风化作用强度的影响,在很大程度上受气候条件的控制。

鄂尔多斯盆地地跨陕、甘、宁、晋、蒙五省区,是一个煤、油、气共生的大型沉积盆地,晚古生代—中生代沉积物源主要为花岗岩和变质沉积岩,构造作用平稳,为利用泥质岩氧化物比值丰度,探讨古气候类型提供了良好条件。

1. 氧化物比值及变化 由表1可见,各种氧化物比值具有极其相似的变化规律,存在两个并不雷同的旋回。前5个比值都是随着时代由老而新,自 $C_{2d} \rightarrow P_{1s} \rightarrow P_2^{1-2}$,再由 $T_{3s} \rightarrow J_{2s} \rightarrow J_{2a}$,先后出现两个从低而高的旋回。后两个比值则刚好与前5个比值相反,其数值呈现出由大到小的两个旋回。上述两个早、晚旋回中,各种氧化物比值的数值正好反映出古气候类型的差异与演变。