

在金伯利岩中新发现的几种矿物 及其意义*

赵磊

(中国地质大学, 北京 100083)

路凤香 任迎新 郑建平

(中国地质大学, 武汉 430074)

张宏福

(西北大学, 西安)

主题词: 金伯利岩 地幔流体 软流层交代矿物

提 要: 新近发现华北地台金伯利岩中存在自然铁、自然铜、自然锡、硅铁石、二硅铁矿、未命名的Si、Fe、Ti互化物及含铬黑镁铁钛矿等前人未曾报导过的矿物。据初步研究,它们与处于强还原环境的地幔深层流体有关。这些矿物的发现,首次为软流层中的流体交代作用提供了实物证据。

与其它火成岩的矿物相比,金伯利岩矿物不仅来源深、成分复杂,而且具有多源特征:除了岩浆自身结晶的原生矿物以外,还有来自地幔的捕虏晶、高压条件下结晶的巨晶与地幔不同深度流体有关的交代矿物等几类。

近年来,笔者在山东、辽宁等华北地台金伯利岩中发现了一批前人未曾报导过的矿物^[1-3]。本文主要涉及自然铁、自然铜、自然锡等自然元素、硅铁石、二硅铁矿、未命名的由Si、Fe和Ti构成的元素互化物和黑镁铁钛矿的新变种——富铬黑镁铁钛矿。

硅、铁互化物及其中富钛物相的电子探针分析结果见表1。在蒙阴及复县金伯利岩中均存在硅铁石及赋存于其中的富钛物相, Ti含量为12.16 wt%—29.97wt%,主要取代硅铁石中的铁,而硅的含量相对于硅铁石基本不变,这种富钛物相尚未在自然界中发现过,由于诸因素所限,尚未能确定其结构类型及晶体化学式。

根据Si-Fe二元相图(图1),蒙阴硅铁石形成于约1400℃;复县硅铁石形成于1340℃左右,二硅铁矿生成于1212℃—1200℃;铁岭二硅铁矿大约形成于1220℃,其中自然硅系1410℃左右的产物。复县自然铁的结晶温度约1528℃。该系列矿物均系由强亲氧元素Si、Fe构成的单质或元素互化物,表明其为强还原环境中的产物,其氧逸度远低于常见地幔氧缓冲剂所指示的范围,可能是来源于地幔深层的物质。

富铬黑镁铁钛矿是黑镁铁钛矿(Kennedyite)的富铬新变种^[4],呈黑色,金属光泽,反射率(589nm时)10%左右,透射光下茶绿色,颗粒边缘较薄处为灰白色,由多个彼此交错、具弧状弯曲界面的亚晶粒组成,波状消光或不均匀消光,表明其曾经历了变质变形作用,其

* 国家自然科学基金项目(49133090)资助
本文于1993年4月14日收到,5月9日改回。

表 1 华北地台金伯利岩中的富 Si、Fe 矿物的化学成分 (wt%)
Table 1 Chemical composition of Si-, Fe-rich minerals
in kimberlites from the North China platform

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
化学成分	二硅铁矿	自然硅	硅铁石	富钛物相		硅铁石	富钛物相	二硅铁矿	自然铁
Si	54.34	97.26	29.34	29.90	30.72	27.38	32.94	53.30	0.45
Ti	—	—	0.10	12.16	29.97	0.25	28.13	—	Mg 0.67
Mn	0.21	—	—	—	—	0.09	0.14	—	Co 0.06
Fe	44.66	0.27	69.83	57.76	39.01	67.65	37.20	46.98	97.01
Cu	—	Sn 0.016	—	—	—	0.62	0.15	0.14	0.04
Ca	0.16	—	—	—	—	4.36	0.32	—	—
Ni	—	—	—	—	—	—	0.07	—	—
S	—	—	—	—	—	0.08	0.46	—	—
Zn	—	—	—	—	—	0.16	—	0.03	—
Zr	—	—	—	—	—	—	0.89	—	0.17
P	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mo	—	—	—	—	—	—	—	—	0.68
Cr	0.09	—	—	—	—	—	—	—	—
Σ	99.46	97.55	99.27	99.82	99.70	100.59	100.30	100.45	99.08

注：1—2产于铁岭金伯利岩；3—5产于蒙阴金伯利岩；6—9产于复县金伯利岩
测试者：中国地质大学（北京）电子探针室陈进等

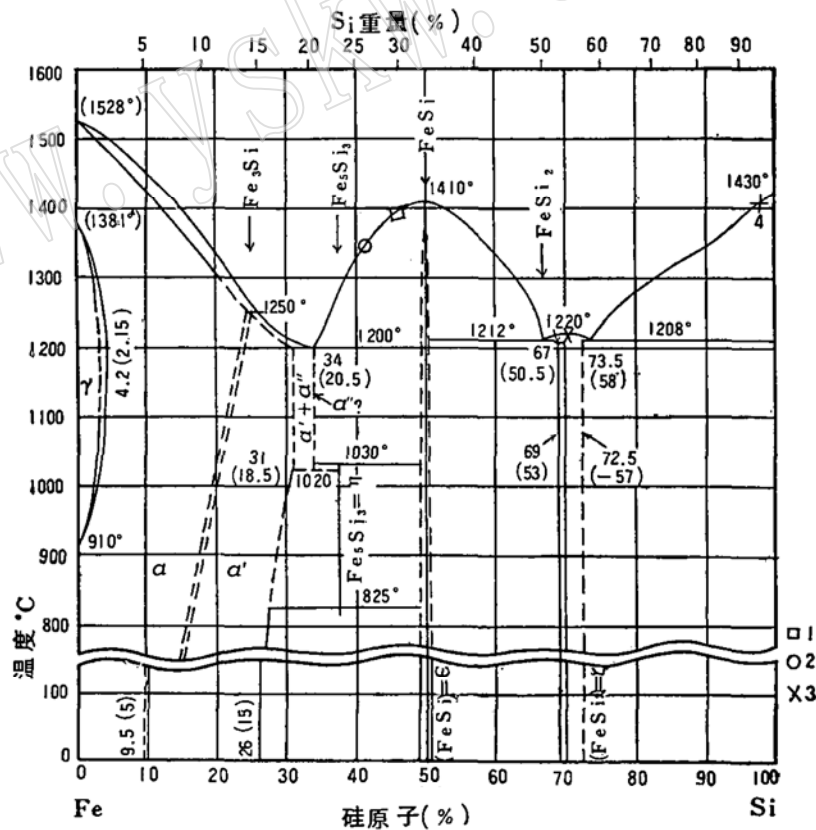


图 1 Si-Fe二元相图

(Hansen M., 1958)

1—蒙阴；2—复县；3—铁岭

Fig. 1 Si-Fe binary diagram

成分以富 TiO_2 和 Cr_2O_3 为特征(表2),与地幔流体富 TiO_2 的事实相吻合,富 Cr_2O_3 表明其相对于黑镁铁钛矿形成于高压环境^[5]。

表2 铬黑镁铁钛矿的化学成分(wt%)

Table 2 Chemical composition of chromian kenedyite

化学成分	蒙 阴		复 县		化学成分	蒙 阴		复 县	
TiO_2	43.65	49.74	45.52	49.72	Ca	0.005	0.005	0.002	0.008
Al_2O_3	1.39	0.75	0.32	0.11	Ti	2.418	2.714	2.599	2.765
Cr_2O_3	8.77	2.63	5.10	3.60	Al	0.121	0.064	0.029	0.010
Fe_2O_3	31.38	31.01	—	—	Cr	0.511	0.152	0.306	0.210
FeO^*	—	—	34.47	33.08	Fe^{3+}	1.750	1.693	1.970	1.841
MnO	0.26	0.15	0.25	0.27	Mn	0.016	0.009	0.016	0.017
MgO	14.24	15.50	11.72	12.29	Mg	1.563	1.676	1.327	1.355
CaO	0.06	0.06	0.02	0.10					
总和	99.95	99.90	99.04	100.26					

测试者:中国地质大学(北京)电子探针室邵道乾

在华北地台金伯利岩中尚有自然元素产出,尤其是蒙阴金伯利岩中存在多种自然元素(表3)。人造金刚石需用“触媒”以降低合成温度和压力。元素周期表第Ⅷ族元素中的Ni、Fe、Co等及Ⅵ族的Cr均可做“触媒”,这些元素在金伯利岩中含量较高。表3中自然金属元素不能单独做“触媒”,但Ti、Zr、Hf、V、Nb、Mo、W等d电子不满的过渡元素可吸收d电子全满的Cu、Ag等元素中的d电子,使后者变为与单独“触媒”元素相同的作用^[6],因此,这些自然元素的存在,扩大了金刚石稳定的温度和压力范围,对金刚石的保存起到了良好的作用。

表3 自然金属元素化学成分

Table 3 Chemical composition of native metal elements

名称 W _B %	自然铜		自然银			自然锡
Ag	—	—	99.80	99.70	99.90	—
Cr	—	—	0.10	0.01	—	—
Sn	—	—	—	—	—	99.50
Cu	99.90	99.90	—	—	—	—
总和	99.90	99.90	99.90	99.71	99.90	99.50

测试者:中国地质大学(北京)电子探针室陈进等

人们近年在金刚石中发现了自然铁包裹体,而在华北地台金伯利岩中也发现了自然铁(表1),这暗示着它与金刚石有同生关系,同时说明,它是还原条件或称缺氧环境中的产物。此外,在蒙阴金伯利岩中还发现有碳化钨(WC)产出^[7],若C-W二元相图完全适用于金伯利岩中的碳化钨^[8],则其晶出温度应为2765℃。依据各类实验资料所做的温度估算均表明金伯

利岩岩浆的形成温度远低于此值^[1];反之,倘若金伯利岩岩浆确实形成于此温度条件下,那么,金刚石将会燃烧殆尽,因此,该碳化钨的最可能的来源只能是地球较深部的还原环境。

杜乐天的幔汁(HACONS)流体假说中^[9],将H代表Hydrogen(氢)、Halogens(卤素)和Heat(热),A表示碱金属族,C为碳,S表示硫族,将此种成分的流体简称为幔汁。他将幔汁的性质自地核—地幔—地壳分为氢型幔汁、碱型幔汁和氧型幔汁。氢型幔汁以氢为主要成分,不存在自由氧,压力为 3×10^{10} Pa— 1.5×10^{10} Pa,温度为3000℃—2000℃,有强烈的反应交代能力,它可以在地幔中发生广泛的交代作用。氢型幔汁继续向上,进入上地幔软流层就演变为碱型幔汁,该幔汁中的CO₂是形成一系列富碱岩浆的不可少的催化组份,这种幔汁仍属缺氧幔汁,但还原能力不及H型幔汁。据此推测,碳化钨可能与氢型幔汁有关。硅、铁、钛元素互化物及自然元素则可能是在相当于碱型幔汁的作用下形成的,并且自富铬黑镁铁钛矿—自然锡、自然铜、自然银—自然铁—硅铁石、二硅铁矿—自然硅,还原程度渐次增强,其中,相对还原程度最低的富铬黑镁铁钛矿具有软流层中所特有的变质变形特征,因此,推测这些矿物均属碱型幔汁在软流层中活动的产物。这些矿物的发现,首次为软流层中的幔汁或流体交代作用提供了实物证据,并且,碳化钨的发现也可能是提供了H型幔汁交代作用的实物证据。

参 考 文 献

- 1 Mitchell R H. Kimberlites, Mineralogy, Geochemistry and Petrology, Plenum Press, New York. 1986.
- 2 Nixon P H. Mantle Xenoliths, Wiley, Chichester. 1987.
- 3 Dawson J B. Kimberlites and their xenoliths, Springer Verlag, New York. 1980.
- 4 赵磊,中国东部金伯利岩中富钛矿物及矿物新变种——富铬黑镁铁钛矿,地质科技情报,1991, V. 10增刊,71—76.
- 5 Soblev N V. Deep Seated Inclusions in Kimberlites and the Problem of the Composition of the Upper Mantle (英文版1977). 1974.
- 6 吉林大学固体物理教研室高压合成组. 人造金刚石,北京:科学出版社,1978.
- 7 张建洪,杨国杰.在我国发现的自然碳化钨,矿物学报,1986, 6(4): 344—349.
- 8 Hansen M., Constitution of Binary Alloys, 3rd, New York, McGraw-Hill. 1964.
- 9 杜乐天. 幔汁(HACONS)流体的重大意义,大地构造与成矿学,1989, 13(1): 91—99.

The Recent Discovery of Several Minerals in Kimberlites of the North China Platform and Its Significance

Zhao Lei

(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Lu Fengxiang, Ren Yingxin and Zheng Jianping

(China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Zhang Hongfu

(Department of Geology, Northwest University,)

Key words: kimberlite; mantle fluid; metasomatic mineral in asthenosphere

Abstract

Some minerals which were not reported in kimberlites have recently been found in kimberlites of the North China platform. They are native iron, native

copper, native tin, fersilicite, ferdisilicite, unnamed mineral consisting of Si, Fe and Ti, and chromian kennedyite. A preliminary study shows that they are related to deep fluids of the mantle in a strong reduction environment. The discovery of these minerals provides evidence for fluid metasomatism in asthenosphere.

www.yskw.ac.cn