

# 粤北钨矿成矿元素分带研究\*

林小明<sup>1</sup>, 陈国能<sup>2</sup>

(1 广东省地质调查院, 广东 广州 510080; 2 中山大学地球科学系, 广东 广州 510275)

**摘要** 通过对粤北典型钨矿, 尤其是棉土窝钨矿矿脉各中段成矿元素全面系统的含量统计分析, 得出其主要矿脉成矿元素的空间分布规律从下至上依次为 Mo-W-Cu (Sn) -Pb、Zn-Ag, Mo 主要在矿脉的下部富集; 而 W 的含量自上而下有下降的趋势; Cu 的主要富集部位显然是在矿脉的上部; Pb、Zn、Ag 则多已剥蚀殆尽, 仅在地表残积土中少量富集。棉土窝钨矿矿脉各中段 Mo 随着矿脉深度的增加富集程度也随之增加。

**关键词** 地质学; 钨矿; 成矿元素分带; 原地重熔; 地球化学场

## Studies on mineral zoning in Tungsten deposits of north Guangdong

LIN XiaoMing<sup>1</sup> and CHEN GuoNeng<sup>2</sup>

(1 Guangdong Geological Survey, Guangzhou 510080, Guangdong, China; 2 Department of Geosciences, Sun Yatsen University, Guangzhou 510275, China)

### Abstract

Based on the evidence from the tungsten deposits including the time-space relationship between the ore veins and their country rock strata, ore-forming element assay value of different altitude, the main findings show that the ore forming elements in an ore-bearing quartz vein usually displays zoning characteristics, that is, element Mo used to deposit first, then W, then Cu, and finally Pb/Zn/Ag from the bottom of ore vein upwards, in good agreement with that clarified by the Geochemical Field of Elements (GFE).

**Keywords:** geology, tungsten deposits, ore-forming elements zoning, in-situ melting, Geochemical Field of Elements (GFE)

热液成矿过程中的元素分带规律是热液矿床成因研究的重要内容。热液型钨矿是热液成矿过程的高温端元, 故研究含钨石英脉内部的成矿元素分带规律, 对于了解热液离开源区后, 其内成矿元素最初的析出顺序及热液流体内部物理化学条件的变化具有重要意义。本区棉土窝、石人嶂、梅子窝等典型钨矿(图1), 尤其是棉土窝钨矿在矿床勘探阶段和长期的矿山开采阶段, 积累了大量的化学分析资料, 为本项研究提供了有利条件。

## 1 棉土窝钨矿

南雄棉土窝钨矿床为一中型规模的钨、钼、铋、铜、锡、铅综合性矿床。该成矿元素以钨为主, 伴生

\* 第一作者简介 林小明, 男, 博士, 从事区域地质、构造地质、矿床地质学研究。

Mo、Cu、Pb、Zn 等多种元素，其中以 Mo、Cu 为主，Pb、Zn、Ag 含量较低，Zn 和 Ag 主要分布在矿脉的顶部。本文选择了 Mo、W、Cu 等 3 种元素作为重点研究对象。

棉土窝钨矿的含钨石英脉主要产于中细粒花岗岩体中，部分穿插到斑状黑云母花岗岩及寒武纪的变质沉积岩系（图 2）。表明钨矿的形成主要与中细粒黑云母花岗岩有关。

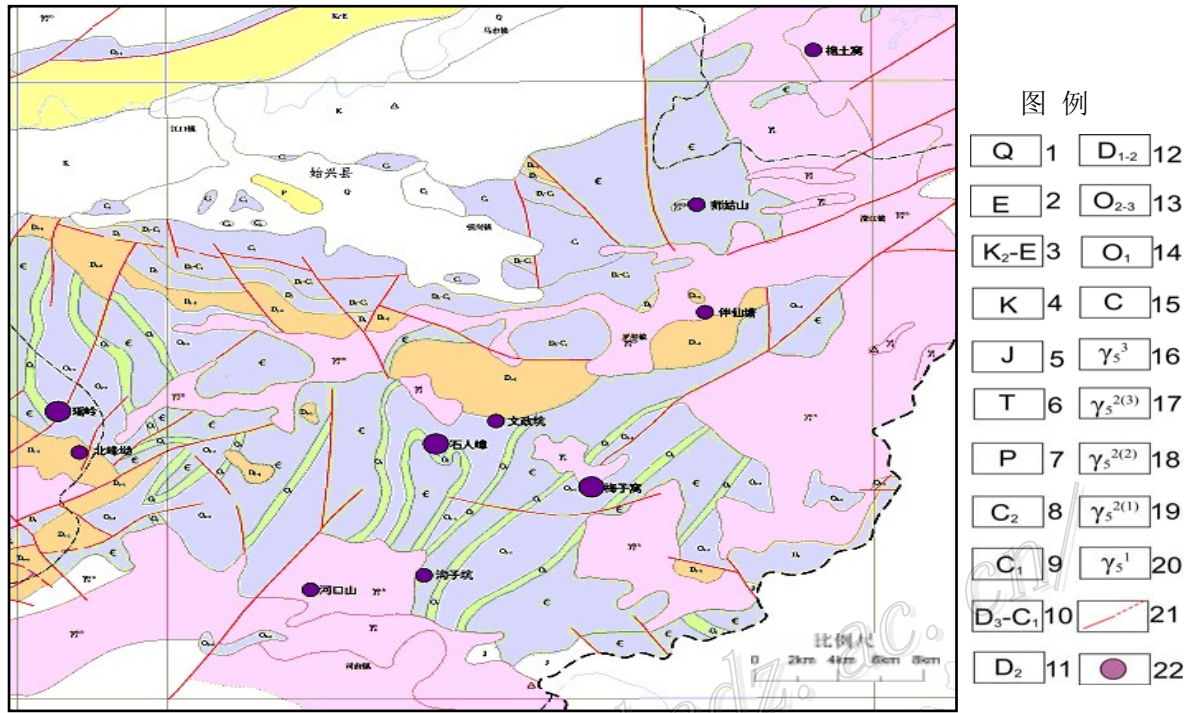


图 1 工作区地质矿产图

Fig.1 Mineral deposits map of work area

1—第四系；2—第三系；3—上白垩统一第三系；4—白垩系；5—侏罗系；6—三叠系；7—二叠系；8—上石炭统；9—下石炭统；10—上泥盆—下石炭统；11—中泥盆统；12—中-下泥盆统；13—中-上奥陶统；14—下奥陶统；15—寒武系；16—白垩纪花岗岩；17—晚侏罗世花岗岩；18—中侏罗世花岗岩；19—早侏罗世花岗岩；20—三叠纪花岗岩；21—实测推测断裂；22—钨矿

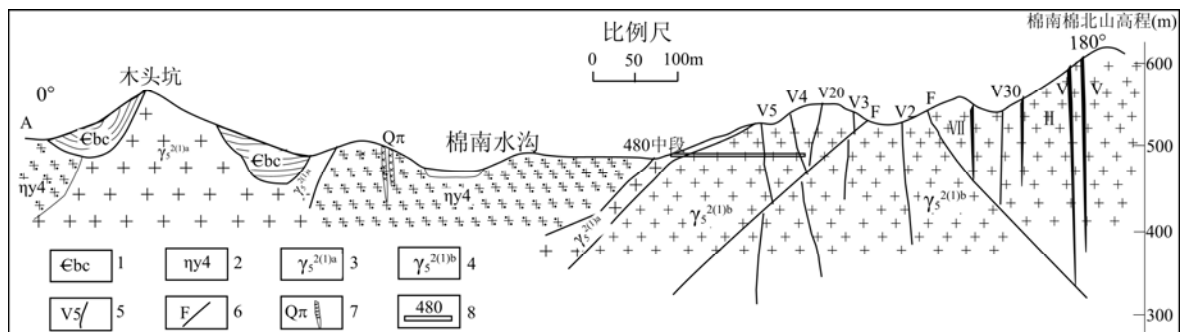


图 2 棉土窝钨矿矿区断面图

Fig.2 Ore district section map of Miantuwo tungsten deposit

(矿脉主要分布于晚期中细粒花岗岩中，部分插入早期斑状黑云母花岗岩中；矿脉总体走向北东，倾向南东，倾角在 80° 以上)

1—寒武系浅变质砂岩、板岩互层；2—混合花岗岩；3—燕山一期第一阶段；4—燕山一期第二阶段；5—石英脉；6—断层；

7—石英斑岩脉；8—中段及标高

对 V5 号脉、V28 号脉、V2 号脉、V4 号脉等 4 条主要矿脉进行野外研究和采样分析, 观察矿脉从上至下岩石和矿物的变化特征, 综合矿山开采分析以及实验室的测试结果, 得出各中段成矿元素平均品位表及品位图 (表 1, 图 3)。根据图表中所显示的信息并结合观察和开采的实际情况, 可以得到如下的规律:

(1) 棉土窝钨矿的成矿元素主要有 Mo、W、Bi、Cu、Sn、Pb、Zn 等, 而且都是可以综合利用的有益元素;

(2) 棉土窝钨矿主要矿脉的成矿元素的空间分布规律从下至上依次为 Mo→W→Cu (Sn) →Pb、Zn、Mo 主要是在矿脉的下部逐渐富集, 而 W 的含量自上而下则有下降的趋势, Cu 的主要富集部位在矿脉的上部。其中 Mo 随矿脉深度增加富集程度越来越明显。

表 1 棉土窝钨矿各中段成矿元素平均品位表

**Table 1 Ore-forming element average grade statement of each middle piece in Miantuwo tungsten deposit**

中段/m	V5 号矿脉品位/%			V28 号矿脉品位/%			V2 号矿脉品位/%			V4 号矿脉品位/%		
	WO <sub>3</sub>	Cu	Mo×10	WO <sub>3</sub>	Cu	Mo×10	WO <sub>3</sub>	Cu	Mo×10	WO <sub>3</sub>	Cu	Mo×10
628	0.508	2.882										
579	0.629	1.883										
525	1.057	1.365										
480	0.864	0.804					0.483	1.09	0.1	0.711	1.094	0.12
435	0.943	0.169	0.05	0.79	0.636	0.19	0.346	0.276	0.22	0.803	0.555	0.15
390	0.933	0.083	0.31	0.834	0.667	0.19	0.842	0.84	0.38	0.544	0.407	0.31
350	1.375	0.148	0.61	0.688	0.797	0.18	0.612	0.33	0.37	0.715	0.135	0.5
310	1.638	0.09	0.7	0.712	0.271	0.35	0.894	0.131	0.78	0.761	0.07	0.65
275	1.49	0.05	1.14	0.895	0.039	0.96	0.625	0.097	0.86	0.542	0.081	0.33
230	1.012		3.24	0.653		3.11				0.581		0.55

## 2 石人嶂钨矿

石人嶂是典型的“五层楼”石英脉型钨矿床, 主要矿脉均赋存于花岗岩体与上部寒武系、奥陶系的接触带附近。石人嶂钨矿的成矿元素主要为钨, 其它有用元素包括 Mo、Ta、Nb、Cu、Pb、Zn、Ag 等, 含量甚低。表 2 是地表矿脉及 915、872 中段中的黑钨矿单晶部分成矿元素光谱半定量分析的结果。尽管伴生元素含量甚微, 但仍反映了一定的变化趋势 (林小明, 2005)。

对石人嶂钨矿 17 号脉从 818~410 m 不同中段矿石的 W、Cu 含量的统计和研究表明 (图 4), 17 号矿脉的 W 品位自底部向上逐渐升高。640 m 中段以下, Cu 含量极微, 640 m 中段以上, Cu 含量逐渐升高。两者的变化与棉土窝矿脉反映的变化趋势是一致的。Cu 含量低和 W 的含量在地表接近最大的现象, 是由于矿脉已暴露地表, 矿脉上段及其上盖层已被剥蚀殆尽的缘故。

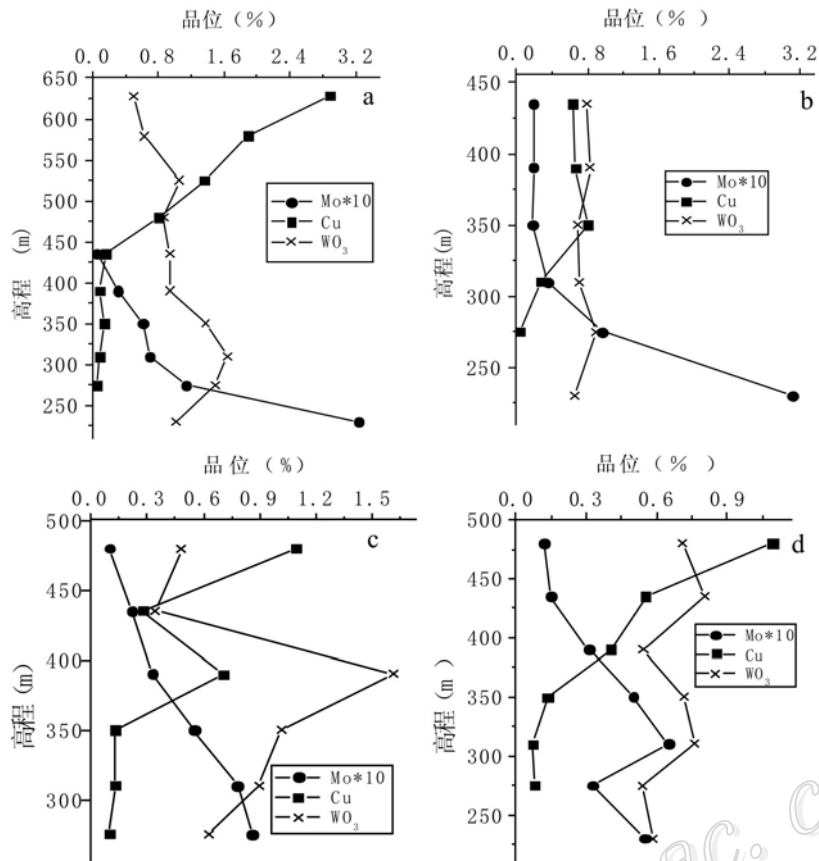


图3 棉土窝钨矿主要矿脉不同中段成矿元素品位图

Fig.3 Ore-forming element average grade bitmap of each middle piece in main veins of Miantuwo tungsten deposit

a.V5号脉; b.V28号脉; c.V2号脉; d.V4号脉

表2 石人嶂黑钨矿单晶体部分元素光谱半定量分析结果表

Table 2 Semiquantitative spectrometric analysis result of wolframite single-crystal in Shirenzhang tungsten deposit

元素名称	w <sub>B</sub> /%					
	地表6号样	地表5号样	915中段4号样	915中段3号样	872中段2号样	872中段1号样
Cu	0.001	≤1	0.03	0.05	≤0.03	0.05
Zn	—	≤0.05	—	—	—	—
Ag	0.001	0.001	—	—	—	≤0.001
Pb	—	0.003	0.003	—	0.03	0.003
Nb	0.01	—	—	0.05	0.02	0.02
W	≥3	0.5-1	≥5~10	≥2	≥1	≥1
Sn	0.03	0.05	≥1	≥0.3	0.03	0.1

据黎日新等, 1979。

### 3 梅子窝钨矿

梅子窝钨矿的含钨石英脉赋存于经受强烈褶皱的浅变质岩及花岗闪长岩体的隆起峰脊带上, 受北西向断裂脆弱带控制, 形成半隐伏状矿床。梅子窝钨矿矿石矿物以黑钨矿为主, 次为锡石、黄铜矿、辉钼矿、

辉铋矿、黄铁矿、毒砂等。矿石平均品位,  $WO_3$ : 1.1%, Sn: 0.0527%, Cu: 0.0606%, 其中黄铜矿主要在矿体的上部产出, 在矿脉下部相对较少(表 3)。辉钼矿则主要在下部矿脉中产出, 但品位较低, 不具有工业价值(林小明, 2005)。

图 5 是谢金鹏(1987)给出的梅子窝钨矿 V2 号脉不同中段钨含量变化的研究结果, 可以见到自矿脉底部向上, 钨含量逐渐上升, 在 850~900 m 标高区间达到极值, 此后又逐渐降低。

本次研究未能搜集到梅子窝钨矿各矿脉矿石成分的系统分析资料。表 3 是矿山对该矿床 59 和 2 号脉 924 m、840 m、760 m 中段黑钨矿粗精矿化学成分分析结果。从中可见, 钨的品位总体从下(大脉带)往上(细脉带)降低, 铜则在中部的薄脉带含量最高。

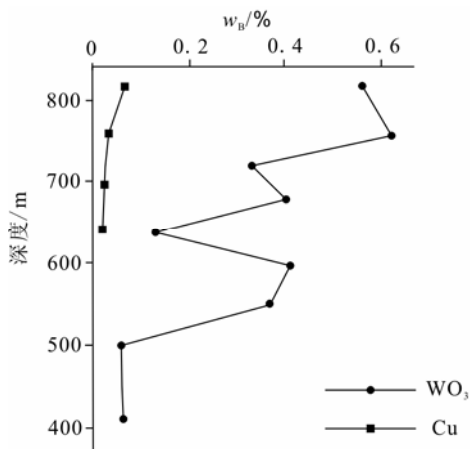


图 4 石人嶂 17 号脉各中段矿石平均品位图

Fig. 4 Ore average grade bitmap of each middle piece in Shirenzhang 17 veins

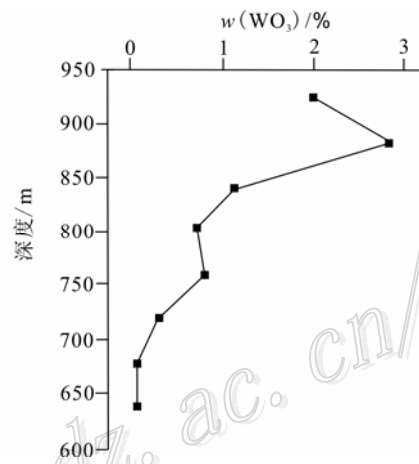


图 5 梅子窝 2 号脉各中段钨矿石品位图

(据谢金鹏, 1987)

Fig. 5 Ore average grade bitmap of each middle piece in Meiziwo 2 veins

表 3 梅子窝钨矿床矿脉各中段黑钨粗精矿部分元素化学分析结果 ( $w_B$ /%)

Table 3 Chemical analysis result wolframite rough concentrate of each middle piece in Meiziwo

分析项目	V59 脉			分析项目	V2 脉		
	924 (细薄脉)	840 (薄脉)	760 (大脉)		924 (细薄脉)	840 (薄脉)	760 (大脉)
$WO_3$	62.77	60.42	64.28	$WO_3$	60.1	63.66	64.85
Sn	0.15	0.133	0.182	Sn	0.147	0.038	0.083
Bi	0.049	0.01	0.25	Bi	0.044	0.2	微量
Mo	0.007	0.004	0.04	Mo	0.02	0.061	0.004
Cu	0.066	0.74	0.052	Cu	0.134	0.52	0.259
Pb	0.125	0.131	0.088	Pb	0.081	0.117	0.062
Zn	0.024	0.14	0.13	Zn	0.028	0.14	0.039

据石人嶂等, 钨矿开采分析资料。

## 4 结 论

综上所述,在本区几个主要钨矿中, W、Mo、Cu 几个元素在矿脉中的沉淀析出顺序,与不少已知矿床的元素分带顺序是一样的,即 Mo 的最大丰度区一般位于矿脉的最下方, W 的最大丰度区位于 Mo 的最大丰度区之上,而 Cu 的最大丰度区又位于 W 的最大丰度区之上。Pb、Zn、Ag 则多已剥蚀殆尽,仅在地表残积土中少量富集。图 6 是湖南龙王排钨钼矿床原生晕综合剖面图。从中可见,从花岗岩体往上,成矿元素同样依次为 Mo→W→Cu。

陈国能(1996; 2003)在“原地重熔说”的基础上提出了“元素地球化学场理论”(图 7)。该理论认为, W、Mo 是热液成矿过程的高温端元,且两者密切共生。热液型钨矿的产出部位,一般是在岩体与围岩的接触带附近。在含钨、钼的石英脉, W 的最大丰度带通常位于脉体的中上部,而 Mo 的最大丰度带则位于脉体的中下部。W、Mo 的最大丰度带上部通常 Cu 逐渐富集,而随着 W、Mo 的富集, Cu 的含量逐渐减少,这与它们的成矿温度、离子半径(林小明, 2002)等均有关系。

粤北钨矿中成矿元素的分带规律与“原地重熔说”(陈国能, 1996; 2002; 2003)成矿理论中成矿元素的分带规律一致。据此规律,棉土窝钨矿脉的下部应以钼矿的富集为主,这已为开采实践所证实。同时,上述成矿元素分带规律,对于判别矿体的剥蚀深度,指导本类型矿床的找矿和勘探,也具有重要借鉴意义。

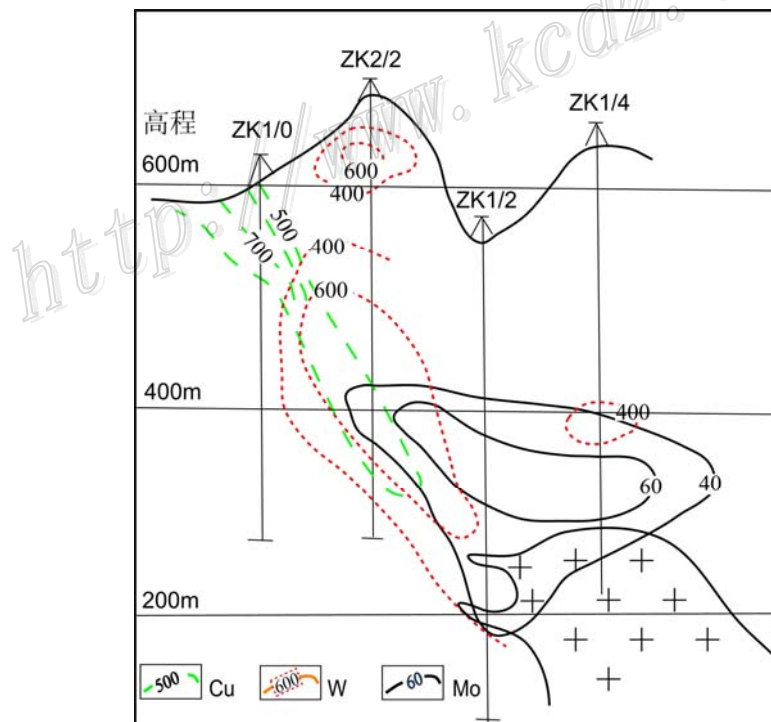


图 6 湖南龙王排钨钼矿原生晕综合剖面图(据王钟等, 1996 修改)

Fig. 6 Primary halo integrated profile of Longwangpai tungsten-molybdenum deposit in Hunan Province

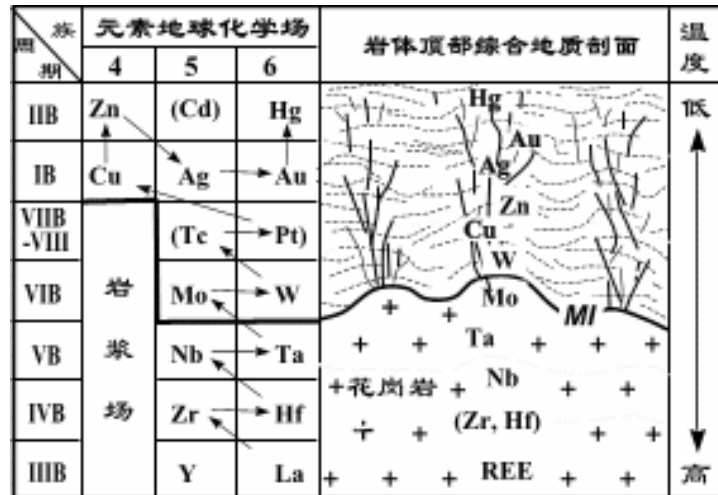


图 7 重熔界面上下成矿元素分带及其与元素地球化学场的关系 (据陈国能等, 1999 修改)

Fig.7 Comparison between mineralisation zonation above and below the MI of a granite layer and positions of aqueous ore-forming elements in the geochemical field of the elements (after Chen et al., 1999)

参 考 文 献

陈国能, 曹建劲, 张珂. 1996. 原地重熔与元素地球化学场——论花岗岩的成因与成矿及大陆内生过程的物质旋回. 地质出版社. 1-92.

陈国能. 1990. 关于花岗岩成因研究的若干问题. 大地构造与成矿学, 14(2).

林小明, 陈国能. 2002. 从离子半径变化看元素地球化学场中的成矿分带. 中山大学学报(自然科学版), 41(5): 91-94.

林小明. 2005. 高温热液矿床成矿机理研究——以粤北主要石英脉型钨矿为例(研究生论文). 广州: 中山大学.

王钟, 邵孟林, 肖树建. 1996. 隐伏有色金属矿床综合找矿模型. 地质出版社.

Chen G N. 1999. Geochemical field of elements and its geo-implications. Journal of Geosciences of China, 1(1): 1-7.

Chen G N, et al. 2003. Insitu melting model of granite formation: Geological evidence from SE China. International Geology Review, 45: 611-822.

