

编号: 0258-7106(2011)01-0171-05

关于矿床学研究方法的一点看法^{*}

——就“埃达克岩”与成矿的关系问题与张旗先生商榷

王登红

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

摘 要 近年来, 对于埃达克岩与成矿的关系, 有不少论文发表, 张旗等同志在《矿床地质》2010 年第 5 期撰文就埃达克岩与金铜及钨锡成矿关系问题进行了综述, 提出了一系列新认识。本文从埃达克岩的概念、Yb-Sr 图解的适用性和“埃达克岩”这一概念在找矿中的运用等方面提出不同的看法, 认为矿床学研究(尤其是与矿有关的岩石地球化学研究)必须建立在扎实的野外地质与室内综合分析的基础之上, 不能在强调实验和测试的同时又轻视野外与综合分析, 这是矿床学研究的一条基本原则。

关键词 地质学 埃达克岩 花岗岩 成矿

中图分类号: P588; P611

文献标志码: A

Some opinions on the research method of ore deposits: A discussion with Mr. Zhang Qi about the relationship between “adakite” and mineralization

WANG DengHong

(Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract

There are several papers published in recent years about the relationship between “adakite” and mineralization. In a paper published in Vol. 29, No. 5 issue of «Mineral Deposits», Mr. Zhang Qi put forward a series of new ideas concerning the relationship between adakite and Au-Cu/W-Sn mineralization. In this paper, the author has advanced some different views on the definition of adakite, the proper scope for the usage of Yb-Sr diagram and the validity of adakite in prospecting. The research on ore deposits must be built on steady field work and comprehensive analysis. One basic principle of ore deposits research is to combine the field work and comprehensive analysis with experiments and tests.

Key words: geology, adakite, granite, mineralization

《矿床地质》2010 年第 5 期发表了张旗等(2010)的“花岗岩与金铜及钨锡成矿的关系”一文(以下简称“张文”),提出了一系列新颖的观点。实际上,该文早已在网上流行,研究生们曾经下载后向笔者推

荐。笔者先后阅读了两遍,并曾经以此为基础与研究生们粗略地探讨过科学研究(主要是矿床学研究)的方法论问题。这也给我们提供了一个学习与讨论的机会。目前期刊上的文章很多,但争论过少,笔者

^{*} 本文得到中国地质大调查“我国重要矿产和区域成矿规律研究”项目(1212010633903)、“我国西部重要成矿区带矿产资源潜力评估”(编号 1212010535804)、中金集团重点勘探项目(E0804)、中央公益性行业科研专项“西藏甲玛斑岩铜多金属矿科学基地研究”课题(200911007-02)的联合资助

作者简介 王登红,男,1967 年生,研究员,矿床学专业。Email: wangdenghong@sina.com

收稿日期 2010-11-11; 改回日期 2010-12-27。许德焕编辑。

不揣冒昧就矿床学研究的方法问题说几句话,以期活跃一下矿床学界之气氛。关于矿床学的研究方法,也不是一两篇文章所能全部涵盖的,本文仅就“埃达克岩”的问题与张旗先生商榷,也恳请张旗先生及国内外同仁批评指正。

1 什么是埃达克岩?

“什么是埃达克岩?野外怎么鉴别?”这个问题不是笔者提出来的,而是涂光炽先生在“大规模成矿作用与大型矿集区预测”这一“973项目”的中期评估会上提出来的。当时有关人士的回答是“野外无法鉴别”。野外无法鉴别的还叫岩石吗?这是笔者当时的一个疑问。为了解答这一疑问,笔者曾在不同的场合向研究埃达克岩的专家们讨教过,期望得到一块典型的标本或一片标准的埃达克岩薄片来学习,因为有关埃达克岩的论文在国内层出不穷,但照片却寥若晨星,专家则彬彬有礼地请笔者“写信去向×××索要”。笔者想,泱泱中国居然找不到一块标本,而要向外国人索要,岂不是丢中国人的脸?为此2005年3月11日,在涂光炽先生家里,笔者再次与涂先生讨论过这一问题,涂先生说,无论是岩石学还是矿床学研究都要野外与室内相结合。那么,如何结合?此前笔者也曾尝试过分析埃达克岩与成矿的关系,得到的认识是:“埃达克岩与斑岩铜矿具有什么样的成因联系,可能是一个复杂的问题”(王登红等2004)。尽管这一认识不一定正确,但的确给笔者以启发,即传统的岩石学分类与埃达克岩的分类是两个分类体系,前者依据的是矿物组合等肉眼可见的现象,而后者依据的则是个别微量元素,用肉眼无法识别,因此,就有“野外无法鉴别”之说。

既然埃达克岩的识别依据的是微量元素等方面的资料,那么,这样的分类体系是否完整和合理呢?传统的分类在矿物组合与 SiO_2 含量方面有比较好的对应关系,以至于人们沿用至今。如果说需要重新建立新的“基于微量元素地球化学的岩石学”分类体系,而微量元素的种类那么多,组合关系又如此复杂,那么,应该怎么分才合理呢?比如说,正如“张文”所划分的,其依据是Sr和Yb,为什么要选择这两个元素?即使选这两个元素是合理的,把 $w(\text{Sr}) > (300 \times 10^{-6})$ 、 $w(\text{Yb}) < (2.5 \times 10^{-6})$ 的叫作埃达克型花岗岩,那么, $w(\text{Sr}) > (300 \times 10^{-6})$ 、 $w(\text{Yb}) > (2.5 \times 10^{-6})$ 的该怎么叫? $w(\text{Sr}) < (300 \times 10^{-6})$ 而

$w(\text{Yb}) > (2.5 \times 10^{-6})$ 以及 $w(\text{Sr}) < (300 \times 10^{-6})$ 、 $w(\text{Yb}) < (2.5 \times 10^{-6})$ 又分别是什么岩石呢?可见,一个分类体系的合理性,除了基于数据统计之经验外,还需要符合逻辑。

2 Yb-Sr 图解万能吗?

在“张文”中,主要是以Yb和Sr这两个元素的相互关系来讨论问题的,Yb-Sr图解共出现了16次。这样的图解虽然是从“6000多个花岗岩数据”中总结出来的,似乎具有充分的代表性,但是否具有普遍的适用性呢?笔者随机翻开一些专著和论文来试验。比如,“张文”指出“东准的样品大多数落入埃达克型范围”(《矿床地质》2010年第五期第730页倒数第10行,以下直接用页和行指出原文位置)。笔者选择老鸦泉这一东准地区的典型花岗岩类岩体进行检验。根据赵东林等(1997)发表的资料,老鸦泉8个花岗岩样品的 $w(\text{Yb})$ 在 $(3.23 \sim 4.68) \times 10^{-6}$, $w(\text{Sr})$ 在 $(20 \sim 30) \times 10^{-6}$,落在“张文”Yb-Sr图解的“南岭型”区而不是“埃达克型”区域!与其观点自相矛盾。东准的塔克什肯、布尔根、扎西北、恰库尔特、贝勒库都克、萨惹什克、大加山等花岗岩无论是否含矿,Sr平均含量均不超过 50×10^{-6} (王登红等,2002;王中刚等,2006),如何“大多数落入埃达克型范围”?再比如,根据刘英俊等(1986)的统计,华南同熔型花岗岩的 $w(\text{Sr})$ 平均为 313.89×10^{-6} ,已经超过“南岭型花岗岩 $w(\text{Sr}) < 100 \times 10^{-6}$ ”的界线,那么,这些产于华南的花岗岩就不属于“南岭型”?再比如,骑田岭是南岭代表性岩体之一,从第一阶段→第二阶段→第三阶段, $w(\text{Sr})$ 从 $(175 \times 10^{-6}) \rightarrow (121 \times 10^{-6}) \rightarrow (57 \times 10^{-6})$,前两个阶段 $w(\text{Sr}) > 100 \times 10^{-6}$,并不符合“张文”对于“南岭型花岗岩”的定义,说骑田岭岩体从“浙闽型”变成了“南岭型”是否合适呢?南岭地区花岗岩体从早到晚Sr含量降低或者波动的现象是很常见的,包括诸广山复式岩体、贵东复式岩体等等。另一方面,南岭地区有些重要的岩体,如西华山这样著名的岩体,其 $w(\text{Sr})$ 427×10^{-6} (莫柱孙等,1980)远远大于张文界定的“南岭型”花岗岩范围,难道不能算“南岭型”?

实际上,正如“张文”第733页及其图6所显示,蚀变作用可以导致Sr和Yb含量不同程度地降低,那么,蚀变作用是否也可能导致Sr和Yb增加呢?或者Sr增加Yb降低、Sr降低而Yb增加呢?即使

是作为稀土元素的 Yb,在蚀变过程中也可以产生明显的变化。如福建紫金山斑岩铜矿区从地表花岗岩→石英绢云母交代岩→石英明矾石交代岩→石英迪开石交代岩→硅质交代岩, $w(Yb) \times 10^{-6}$ 从 5.20→2.53→1.38→0.70→0.69(张德全等,1992)。不管怎样, Sr 和 Yb 在蚀变过程中不稳定(尤其是 Sr),不稳定的元素又如何能够用来区别岩石类型呢?此外,“6 000 多个样品”具体来自于什么采样地点?有哪些是矿区的,有哪些是非矿区的?哪些是蚀变的,哪些是未蚀变的?蚀变和新鲜不是一回事,蚀变岩也可以是很新鲜的!要知道在矿区采集未蚀变的岩石样品并非易事,即便是仅仅热变质的“角岩化”也可能导致 Sr、Yb 这两个元素含量的明显变化。比如,根据毛景文等(1998)的研究,著名的柿竹园矿区在角岩化过程中,从符山石石榴子石角岩→透辉石角岩→透辉石硅灰石化角岩→硅灰石化大理岩→灰黑色大理岩, $w(Yb) \times 10^{-6}$ 从 2.75→2.71→3.05→2.12→0.627, $w(Sr) \times 10^{-6}$ 从 216→242→178→252→375。这可能说明,热变质过程中也伴随有微量元素的迁移, Sr 是从大理岩中迁出的组分(有没有可能逆向进入到花岗岩?), Yb 则是带入到角岩中(有没有可能从花岗岩中迁出?)。也就是说,蚀变或者角岩化之后,围岩中的 Sr 可能进入到花岗岩中,而 Yb 有可能迁出花岗岩。这样的话,用 Sr 和 Yb 两个元素来区分岩石类型就不能不令人生疑了,至少不适用于围岩出现碳酸盐岩的矿区,因为碳酸盐岩

中 Sr 的含量可高达 0.1%,尤其是当盆地卤水存在时更不可小觑。“张文”在引用王永磊和裴荣富等人的资料讨论个旧花岗岩的问题时,有些样品没有落在“南岭型”区,就“推测可能与蚀变有关”。那么,姑且不论这样的“推测”是否符合实际情况,原作者(王永磊等,2007)已经很清楚地说明:“除样品 ZYS19、ZYS20 发生一定程度蚀变外,其他均为新鲜未蚀变样品”,“蚀变对样品 ZYS19、ZYS20 的稀土元素影响不大”,而“张文”还在“推测”!可见,要使用 Yb-Sr 图解,必须先搞清楚蚀变,至少先进行岩矿鉴定,而不能就粉末说粉末。

有趣的是,“张文”提出了“埃达克型”、“喜马拉雅型”、“浙闽型”和“南岭型”4 个概念,第一个以国外地名命名,后 3 者以国内地名命名。如果以地名命名,为什么不出现“秦岭型”、“阿尔泰型”、“大兴安岭型”等等,那些地区的花岗岩在“张文”的 Yb-Sr 图上又落在哪里呢?笔者再以西秦岭天水一带的花岗岩类来检验,天水北带除了震旦纪花岗岩类 $w(Sr)$ 可达 500×10^{-6} 以上,其他时代的花岗岩类 $w(Sr)$ 普遍 $< 50 \times 10^{-6}$, $w(Yb)$ 普遍 $< 1.5 \times 10^{-6}$ (李永军等,2006),那么震旦纪的花岗岩类就属于埃达克型,而其他属于“喜马拉雅型”,地质上有依据、逻辑上合理吗?

即使对研究程度较高的南岭花岗岩,据地矿部南岭项目花岗岩专题组(1989)的研究资料,南岭地区只有广西境内加里东期的二长花岗岩、海西-印支

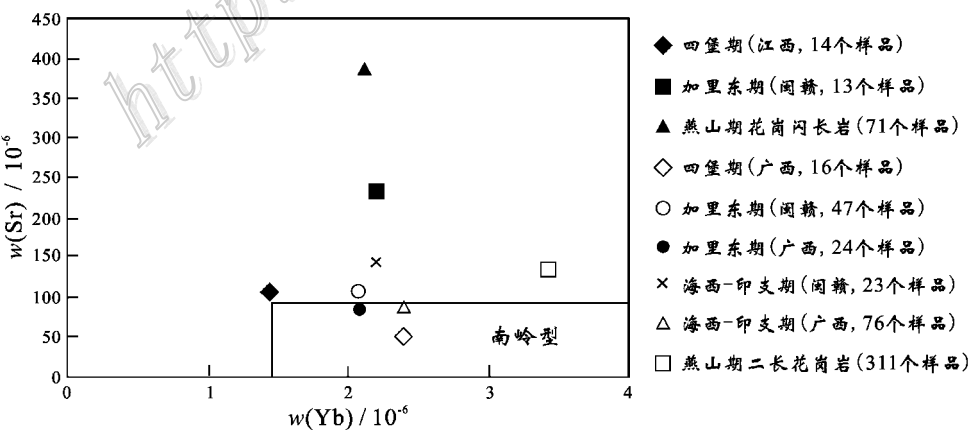


图 1 南岭地区花岗岩类岩石的 Yb-Sr 图解

原始数据据地矿部南岭项目花岗岩专题组(1989);“南岭型”花岗岩的界线据张旗等(2010)

Fig. 1 Yb-Sr diagram of granitoids in Nanling region

Original data from Granitoid Research Group of the Nanling Project, MGMR (1989); boundary of “Nanling type” granite from Zhang Qi et al. (2010)

期的董青石二长花岗岩和四堡期的二长花岗岩才落在 $w(\text{Sr}) < 100 \times 10^{-6}$, $w(\text{Yb}) > 1.5 \times 10^{-6}$ 的“南岭型”花岗岩区(图1),那么,南岭地区其他的花岗岩就不能再叫“南岭型”吗?

3 哪些矿床是通过寻找埃达克岩而找到的?

“张文”指出:“先找埃达克型花岗岩再找矿”(第747页)。既然埃达克岩在野外无法识别,又到哪里去找埃达克型花岗岩?野外如何识别?世界上的哪个矿床又是通过寻找埃达克岩而找到的呢?

利用朱训等人(1983)的资料,在著名的德兴斑岩型铜矿田中,富家坞矿区花岗闪长斑岩的 $w(\text{Sr})$ 为 $(270 \sim 861) \times 10^{-6}$,而铜厂花岗闪长斑岩的 $w(\text{Sr})$ 为 $(24 \sim 67.9) \times 10^{-6}$ (原文无相应的 Yb 资料)相差一个数量级,前者落在“张文”Yb-Sr 图解的“埃达克型”区,而后者落在非埃达克型区,但实际上铜厂不但含矿,而且达 520 万吨铜金属量,相当于富家坞(257 万吨)的 2 倍。根据芮宗瑶等(1984)资料,德兴花岗闪长斑岩 12 件样品平均 $w(\text{Yb}) 1.24 \times 10^{-6}$, $w(\text{Sr}) 14 \times 10^{-6}$,落在“喜马拉雅型”区而不是“埃达克型”区。前文所述西秦岭天水北带的震旦纪花岗岩 $w(\text{Sr}) > 100 \times 10^{-6}$, $w(\text{Yb}) < 1.5 \times 10^{-6}$,属于标准的“埃达克型”,那么,斑岩铜矿又在哪?即便是近年来在“埃达克岩”这一名称提出之后,哪几个矿床是据此而找到的呢?对于岩石化学分析数据的正确运用无疑有助于地质找矿,但先有“埃达克型花岗岩”还是先有矿的问题,则不言而喻。

4 结语——矿床学走向何方?

总之,本文不在于逐字逐句地讨论花岗岩与金铜、钨锡的成矿关系问题,而在于想搞清楚我们以往几十年关于矿床学的知识积累是否是错的,或者说我们的矿床学老师教给我们的(包括知识和方法)都错了,以免以讹传讹地再传授给判断力还不足的学生们。

正如“张文”结语指出:“矿床学研究要更上一层楼,需要在化学和实验研究上下更大的功夫”。既然以前在“化学和实验”研究上下的功夫不够,那么“6 000 个样品”又是从何而来的呢?其中有几个样品是作者采集的,又有几个不是在矿床学研究过程

中采集的?“张文”图 12 中例举的“大厂、芒厂(应该是‘芒场’)、锡田、黄沙坪、王仙岭、大义山、骑田岭、华山、姑婆山、个旧”等等钨锡矿区,哪个矿区“化学和实验”的功夫下得不够?哪个又是通过先找到埃达克岩再找到矿床的呢?

矿床学的研究,既要解决纷繁复杂的科学问题,更要为矿产资源的评价、勘查和利用提供科学依据,只要是有利于学科发展和为国民经济发展提供矿产资源保障,那么,需要下功夫的,何止是“化学和实验”!为了一个“图解”时代的到来,难道连基本的野外调查、逻辑分析甚至于实事求是这一基本路线也可以不必下“功夫”的吗?海量数据的统计与图解,仍然离不开对基本地质现象的观察和分析。总之,矿床学研究(尤其是与矿有关的岩石地球化学研究)必须建立在扎实的野外地质与室内综合分析的基础之上,不能因为强调了实验和测试,而轻视了野外与综合分析(包括逻辑分析),这是矿床学研究的基本原则之一。

志谢及后语 本文实际上并没有写完,因为关于矿床学研究的方法及原则需要大家一起来讨论。写作前后,章雨旭研究员、聂凤军研究员和华仁民教授及其他审稿人提出了非常好的意见和建议,实际上他们的观点本身就是很好的论文。所以,本文没有把他们的建议和意见涵盖进来,期望抛砖引玉,大家一起来讨论。

References

- Li Y J, Hu X L and Zhang X. 2006. Collection and integration of geological information from the granitoids in the Tianshui Region[M]. Xi'an: Shaanxi Science & Technology Press, 76-80 (in Chinese).
- Liu Y J, Zhang J R, Sun C Y, Ma D S, Qiao E G and Chen J. 1984. Geochemical feature of trace elements in granitoids in Huanan[A]. In: Xu K Q and Tu G Z, ed. Relationship between geology of granite and mineralization[M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press. 511-525 (in Chinese).
- Mao J W, Li H Y, Song X X, Rui B, Xu Y Z, Wang D H, Lan X M and Zhang J K. 1998. Geology and geochemistry of the Shizhuyuan W-Sn-Mo-Bi polymetallic deposit, Hunan, China[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 93-94 (in Chinese with English abstract).
- Mo Z S and Ye B Z. 1980. Geology of Nanling granite[M]. Beijing: Geol. Pub. House (in Chinese).
- Rui Z Y, Huang Z H, Qi G M, Xu J and Zhang H T. 1984. Chinese porphyry copper(molybdenum) deposits[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 68-69 (in Chinese).

- The Granitoid Research Group of the Nanling Project, MGMR. 1989. Geology of granitoids of Nanling region and their petrogenesis and mineralization[M]. Beijing: Geol. Pub. House (in Chinese).
- Wang D H, Chen Y C, Xu Z G, Li T D and Fu X J. 2002. Minerogenic series and metallogenic regularity of the Altay metallogenic province, Xinjiang, China[M]. Beijing: Atomic Energy Press. 265-266 (in Chinese).
- Wang D H, Li J K, Liu F and Chen Z Y. 2004. Some problems related to mantle plume and their significance in ore prospecting[J]. Acta Geoscientica Sinica, 25(5): 489-494 (in Chinese with English abstract).
- Wang Z G, Zhu X Q, Bi H, Wang Y L, Wu B Q, Zhou T R, Zhao Z H and Gui X T. 2006. Granite in Xinjiang, China[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 106-107 (in Chinese with English abstract).
- Zhang D H, Li D X, Zhao Y M, Chen J H, Li Z L and Zhang K Y. 1992. Alteration and mineralization zoning in the Zijinshan copper-gold deposit[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 22 (in Chinese).
- Zhang Q, Jin W J, Wang Y, Li C D and Wang Y L. 2010. Relationship between granitic rocks and Au-Cu-W-Sn mineralization[J]. Mineral Deposits, 29(5): 729-759 (in Chinese with English abstract).
- Zhao D L and Hu N G. 1997. Geochemical feature of the Laoyaquan tin-bearing granite rock body in East Junggar of Xinjiang and its tectonic setting[J]. Journal of Xi'an Geological College, 19(4): 7-12 (in Chinese).
- Zhou X M, major editor. 2007. Genesis of Late Mesozoic granite and dynamic evolution of lithosphere in Nanling region[M]. Beijing: Science Press. 199-658 (in Chinese).
- Zhu X, Huang Z K, Rui Z Y, Zhou Y H, Zhu X J, Hu C S and Mei Z K. 1983. Dexing porphyry copper deposit[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 123 (in Chinese).
- 矿作用[M]. 北京: 地质出版社.
- 李永军, 胡晓隆, 张翔. 2006. 天水地区花岗岩类地质信息采集及集成研究[M]. 西安: 陕西科学技术出版社. 76-80.
- 刘英俊, 张景荣, 孙承轅, 马东升, 乔恩光, 陈骏. 1984. 华南花岗岩类中微量元素的地球化学特征[A]. 见: 徐克勤, 涂光炽, 主编. 花岗岩地质和成矿关系[M]. 南京: 江苏科学技术出版社. 511-525.
- 毛景文, 李红艳, 宋学信, 芮柏, 胥友志, 王登红, 蓝晓明, 张景凯. 1998. 湖南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床地质与地球化学[M]. 北京: 地质出版社. 93-94.
- 莫柱孙, 叶伯丹. 1980. 南岭花岗岩地质学[M]. 北京: 地质出版社.
- 芮宗瑶, 黄崇珂, 齐国明, 徐珏, 张洪涛. 1984. 中国斑岩铜(钼)矿床[M]. 北京: 地质出版社. 68-69.
- 王登红, 陈毓川, 徐志刚, 李天德, 傅旭杰. 2002. 阿尔泰成矿省的成矿系列及成矿规律[M]. 北京: 原子能出版社. 265-266.
- 王登红, 李建康, 刘峰, 陈振宇. 2004. 地幔柱研究中几个问题的探讨及其对于找矿的意义[J]. 地球学报, 25(5): 489-494.
- 王中刚, 朱笑青, 毕华, 王元龙, 吴柏青, 邹天人, 赵振华, 桂训唐. 2006. 中国新疆花岗岩[M]. 北京: 地质出版社. 106-107.
- 张德全, 李大新, 赵一鸣, 陈景河, 李子林, 张克尧. 1992. 紫金山铜金矿床蚀变和矿化分带[M]. 北京: 地质出版社. 22.
- 张旗, 金惟俊, 王焰, 李承东, 王元龙. 2010. 花岗岩与金铜及钨锡成矿的关系[J]. 矿床地质, 29(5): 729-759.
- 赵东林, 胡能高. 1997. 新疆东准老鸦泉含锡花岗岩体地球化学特征及其构造环境[J]. 西安地质学院学报, 19(4): 7-12.
- 周新民, 主编. 2007. 南岭地区晚中生代花岗岩成因与岩石圈动力学演化[M]. 北京: 科学出版社. 199-658.
- 朱训, 黄崇珂, 芮宗瑶, 周耀华, 朱贤甲, 胡淙声, 梅占魁. 1983. 德兴斑岩铜矿[M]. 北京: 地质出版社. 123.

附中文参考文献

地矿部南岭项目花岗岩专题组. 1989. 南岭花岗岩地质及其成因和成