四川会理小青山铜(金)矿钠长石英板岩的发现及其意义

王奖臻 陆 彦 肖渊甫 温春齐 孙 燕
(成都理工学院地质系,610059)

内容提要 四川会理小青山铜(金)矿区的钠长石英板岩主要由钠长石及石英组成。钠长石英板岩的化学成分中富 SiO_2、Al_2O_3 及 Na_2O,贫 K_2O、FeO 及 MgO;稀土元素特征为:$\Sigma REE=30.13\sim42.11$,$\Sigma Ce/\Sigma Y=1.80\sim1.98$,$\delta Eu=0.23\sim0.34$,$\delta Ce=0.48\sim0.59$。钠长石英板岩是由绢云母千枚岩及(碳质)板岩等变泥质岩经钠交代作用形成的。部分钠化的岩石中常有原岩的结构、构造及矿物的残留。区内的铜(金)矿床与钠长石英板岩的形成作用密切相关。

关键词 钠长石英板岩 钠交代作用 铜(金)矿床 四川会理

钠长石英板岩作为岩石名称,最早由 Hausmann 于 1847 年引入岩石学,系指主要由钠长石和石英所组成的微细粒岩石;它由泥质岩经钠交代作用所形成,常分布于富钠的基性岩脉两侧的接触带中或深大断裂带内[1]。以往对钠长石英板岩的研究主要限于纯岩石学方面[2~4]。1981 年 Kish 等[5]提出加拿大魁北克 Labrador Trouhgt 地区的铀矿化与钠长石英板岩有关。1997 年 5 月笔者在四川会理县通安区小青山铜(金)矿进行地质调查时也发现了这种岩石,对其进行了初步的研究,并且认为它们与区内的铜(金)矿化密切相关。

1 产出背景

小青山地区位于扬子地台西南缘,东、西两侧分别为小江断裂及安宁河断裂。区内出露一套古、中元古代以(含石榴石)绢云母千枚岩、绢云母石英千枚岩,(碳质)板岩为主的变泥质岩石,称为小青山组。区内有晋宁期辉绿辉长岩及小型辉绿玢岩脉(墙)分布,并有一组 NW 向断裂,断裂带总宽度 500 余米,断续延长 5000 余米。大部分铜(金)矿体呈脉状直接产于断裂带中的钠长石英板岩或相伴的钠长石岩脉中,尚有小部分铜(金)矿体位于钠长石英板岩周围的变泥质岩中。

2 产状及岩石学特征

小青山地区的钠长石英板岩大多数呈脉状产出,但与原岩绢云母千枚岩等呈渐变过渡。一般长数米至十余米,宽数十厘米至数米。脉往往成群出现,构成宽二十余米、长百余米的钠长石英板岩(化)带。脉带受 NW 向断裂控制。钠长石英板岩的核部往往有由热液充填形成的完全由钠长石组成的钠长石岩构成,向两侧依次变为钠长石英板岩、钠长英板岩化绢云母千枚岩或钠长石英板岩化(碳质)板岩,并逐渐过渡为正常的绢云母千枚岩或(碳质)板岩。另外,在小青山沟中有小型辉绿玢岩岩墙出露,其两侧的绢云母千枚岩也部分地转变成钠长英板岩。这种

本文 1997 年 12 月收到,1998 年 6 月改回,刘淑春编辑。

钠长石英板岩主要呈条带状、似层状产于距接触带 0～10 m 范围内的围岩中，向外逐渐过渡为正常的绢云母千枚岩。

上述钠长石英板岩的两种产状可分别与加拿大 Labrador Trouhgt 地区及英国康沃尔 Dinas Head 地区的相对比。

小青山地区的钠长石英板岩呈灰色、灰白色及浅肉红色等，比重为 2.66～2.75，致密坚硬，具块状构造、变余角砾状构造，并且岩石中常有原岩的片理、劈理及微褶皱等构造形迹的残余或假象；主要矿物粒径一般为 0.03～0.2 mm，以 0.05～0.1 mm 为主；具他形粒状变晶结构及交代假象、交代残余等交代结构。与其他交代岩一样，钠长石英板岩的结构构造也具速变性和多样性。钠长石英板岩主要由钠长石(50%～80%)、石英(10%～20%)组成，含少量电气石(0%～7%)、金红石(1%～3%)及钛铁矿(<1%)等。钠长石呈它形粒状，钠长石律双晶发育，负低突起；4 个电子探针分析得出其 An=0.5～0.9。石英呈它形粒状，正低突起。电气石为 0.04 mm 左右的自形柱状，微带绿色，无多色性。金红石呈不规则粒状，红褐色，粒径多为0.03 mm。在交代不彻底的岩石中有少量区域变质成因的矿物如电气石、绢云母的残余。

钠长石英板岩往往受后期热液作用改造，而形成方解石、绿泥石、白云石、黄铁矿、含金黄铜矿等。这些矿物呈脉状穿插于钠长石英板岩中，或呈浸染状交代钠长石。当含金黄铜矿含量较高时即构成铜(金)矿体。

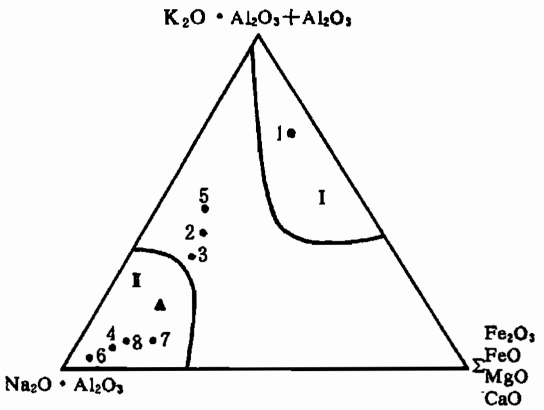

图 1 变泥质岩及钠长石英板岩成分图解(据 Agrell,1939[3])

Fig. 1 Diagram showing the fields of metapelite and adinoles from Xiaoqingshan(after Agrell,1939[3])

Ⅰ—变泥质岩区；Ⅱ—钠长石英板岩区；实心三角是康沃尔 Dinas Head 地区 7 个钠长石英板岩的平均值；样号与表 1 相同

Ⅰ—The field of metapelite; Ⅱ—the field of adinole; The solid triangle is the plot of the average of seven samples from Dinas Head, Cornwall. The numbers are the same as Table 1

3 化学成分特征

小青山地区钠长石英板岩的化学成分以富含 SiO_2(63.20%～69.48%)、Al_2O_3(17.23%～19.10%)及 Na_2O(9.37%～11.45%)为特征(表 1)，这与世界其他地区钠长石英板岩的化学成分相近。在 Agrell[3]提出的钠长石英板岩判别图解中，4 个样品均落入钠长石英板岩区(图 1)。图 1 中顶点 $Na_2O \cdot Al_2O_3$ 是指形成岩石中钠长石所需的 Na_2O 及 Al_2O_3 的和，其中 $Na_2O : Al_2O_3 = 1 : 1$；$K_2O \cdot Al_2O_3 + Al_2O_3$ 为结合到钾长石及绢云母中的 K_2O 及 Al_2O_3 的总和；各组分均以百分含量参与计算。从图 1 中可以看出，同一露头连续采集的样品中，从绢云母千枚岩(1 号样)到钠长石英板岩化绢云母千枚岩(2、3 号样)，再到钠长石英板岩(4 号样)的投影点由变泥质岩区(I)连续向左下方移动，经过渡区进入钠长石英板岩区(Ⅱ)。这说明在钠长石英板岩化过程中随交代程度的增强，Na_2O 连续升高而 K_2O 连续降低。因此钠长石英板岩化实质上是一种钠交代作用。

表 1　小青山地区钠长石英板岩及其原岩的化学成分(%)

Table 1　Chemical compositions(%) of adinoles and their protolith from Xiaoqingshan

序号	样号	岩石名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	烧失	Rb	Ba
1	S7-1	含石榴石绢云母千枚岩	64.04	0.76	18.15	3.16	1.35	0.02	1.56	1.08	0.98	4.94	0.05	3.62	163	291
2	S7-3	钠长石英板岩化绢云母千枚岩	68.26	0.78	17.01	1.99	0.18	0.06	1.00	1.02	5.00	2.92	0.02	1.84	119	311
3	S7-4	钠长石英板岩化绢云母千枚岩	66.16	0.74	18.05	1.86	0.55	0.06	0.95	1.57	6.01	2.42	0.03	1.62	104	177
4	S7-5	钠长石英板岩	69.48	0.78	17.23	0.89	0.06	0.05	0.26	1.33	9.37	0.10	0.02	0.28	6	86
5	S1-3	强钠长石英板岩化绢云母千枚岩	70.28	0.78	16.47	0.96	0.24	0.01	0.87	0.96	4.09	3.25	0.01	1.64	117	494
6	S1-12	钠长石英板岩	66.46	0.49	19.10	0.32	0.08	0.02	0.04	1.56	11.45	0.11	0.00	0.26	7	55
7	PD3-2	钠长石英板岩	63.20	1.02	17.78	0.88	1.12	0.03	1.08	2.71	9.12	0.33	0.05	2.12	7	83
8	PD2020-11	钠长石英板岩	64.86	1.16	18.40	0.15	0.54	0.02	0.56	2.11	9.94	0.14	0.08	1.50	6	94
9		钠长石英板岩	64.50	0.66	17.40	0.91	2.89	0.03	1.28	0.86	8.12	0.22	0.13	2.74	58	28

注：Rb、Ba 含量单位为 $\times10^{-6}$；序号 9 为英国 Dinas Head 地区 7 个样品平均值，1～8 由成都理工学院测试中心周世栋分析；S7-1 及 S7-5 的比重分别为 2.78 和 2.66。

钠长石英板岩的稀土元素含量较低(表 2)，ΣREE 为 30.13～42.11；轻重稀土分馏不明显，ΣCe/ΣY 为 1.80～1.98；具显著的铕负异常，δEu 为 0.23～0.34；并且有明显的铈负异常，δCe＝0.48～0.59。稀土配分曲线为近于平坦型或右倾型(图 2)。

表 2　小青山地区钠长石英板岩及其原岩的稀土元素含量($\times10^{-6}$)

Table 2　REE contents ($\times10^{-6}$) of adinoles and their protolith from Xiaoqingshan

序号	样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	ΣCe/ΣY	δEu	δCe
1	S7-1	48.42	113.43	12.81	49.11	9.41	0.86	5.62	0.93	5.71	1.19	3.08	0.43	2.58	0.38	253.95	11.75	0.34	1.05
2	S7-3	32.64	75.99	8.50	32.29	6.55	0.82	4.97	0.85	5.39	1.16	3.10	0.44	2.77	0.37	175.84	8.23	0.43	1.05
3	S7-4	32.75	70.15	8.29	33.26	6.38	0.59	6.66	0.98	5.35	0.99	2.28	0.28	1.51	0.17	169.63	8.31	0.28	0.98
4	S7-5	4.51	4.37	0.95	7.01	2.23	0.29	3.11	0.51	3.10	0.64	1.64	0.23	1.35	0.20	30.13	1.80	0.34	0.48
5	S1-3	15.57	26.63	2.78	9.55	3.49	0.34	4.64	0.83	5.51	1.24	3.48	0.52	3.40	0.51	79.48	2.95	0.26	0.89
6	S1-12	5.37	7.06	1.45	10.12	3.72	0.26	3.14	0.57	3.83	0.87	2.47	0.37	2.48	0.39	42.11	1.98	0.23	0.59

注：样品由成都理工学院三系中子活化室周榕生分析；岩石名称参见表 1；球粒陨石标准化参数采用 Leedey 球粒陨石÷1.2(据 John，1980)。

与钠长石英板岩相比，其原岩即变泥质岩的稀土含量较高，ΣREE 为 253.95；ΣCe/ΣY 为 11.75；具中等铕负异常，δEu 为 0.34；无铈异常出现。稀土配分曲线为较显著的右倾型。钠长石英板岩化绢云母千枚岩的稀土特征则介于二者之间。

上述钠长石英板岩与变泥质岩的稀土元素特征之间的差别表明，在钠长石英板岩化过程中稀土元素是活动的，随交代作用增强稀土总量特别是轻稀土显著减少，并出现铈负异常。

为了进一步了解钠长石英板岩形成过程中化学成分的变化，利用 Gresens(1967)提出的组分-体积法，计算出由含石榴石绢云母千枚岩(S7-1)变为钠长石英板岩(S7-5)过程中组分的得失：100 (S7-1)＋6.43 SiO_2＋0.67 Al_2O_3＋0.27 CaO＋8.52 Na_2O＋0.003 MnO＋0.03 TiO_2－2.26 Fe_2O_3－1.29 FeO－1.29 MgO－4.84 K_2O－0.0157 Rb－0.0204 Ba－0.0207 ΣLREE－0.00079 ΣHREE→103.4 (S7-5) (式中单位均为 g)。

这进一步说明了在钠长石英板岩化过程中，Na_2O、SiO_2 带入，K_2O、Fe_2O_3、MgO 带出，而 Al_2O_3 基本保持不变；微量元素 Ba、Rb 及稀土元素特别是轻稀土元素有大量带出。

4　结论

(1) 前人认为小青山地区的钠质岩(钠长石＞50%)是区域变质成因的钠长变粒岩或岩浆

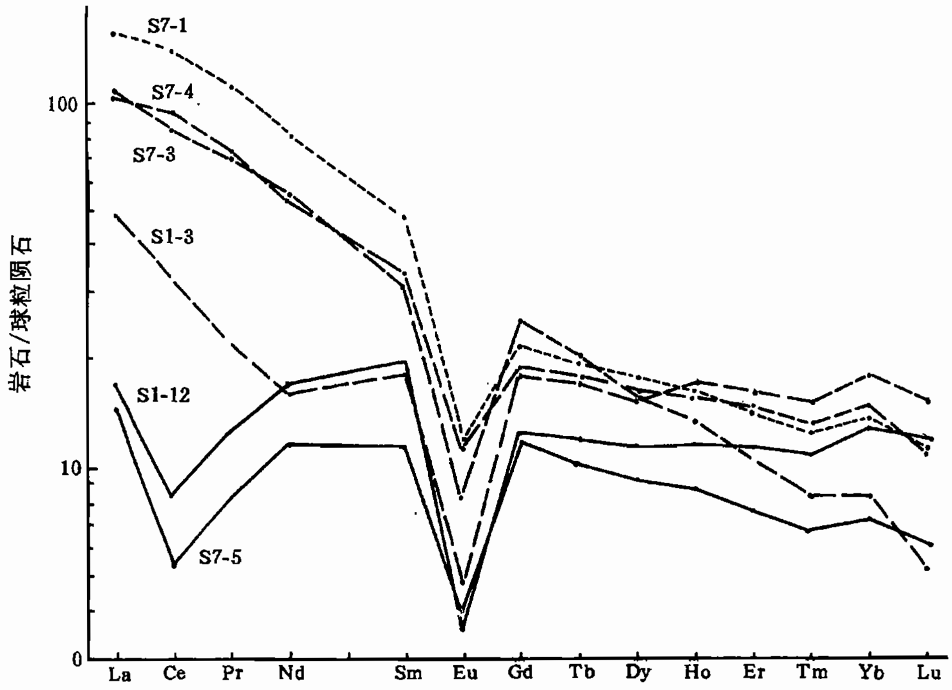

图 2 小青山地区钠长石英板岩及变泥质岩的 Leedey 球粒陨石标准化稀土元素配分模式

Fig. 2 Chondrite normalised REE models for the adinoles and metapelites from Xiaoqingshan

侵入成因的钠长细晶岩,并由此提出小青山铜(金)矿,属沉积—变质成因,后期受到与钠长细晶岩有关的岩浆热液的改造。

由上述可见,这些钠质岩不是钠长变粒岩也不是钠长细晶岩,而是钠长石英板岩及与其相伴的钠长石岩。因此产于其中的铜(金)矿床的成因也应重新认识。初步认为铜矿化是沿断裂上升的深部富 Na 及 Cu 的热液,与变泥质岩石相互作用而形成的。

(2) 小青山地区变泥质岩的钠长石英板岩化过程中,稀土元素总量特别是轻稀土是贫化的。而多数花岗岩的钠长石化过程中稀土元素却是富集的,并最终形成稀土矿床[6]。同样是钠长石化,稀土元素行为却有如此大的差别,其中的原因值得进一步研究。

(3) 本文所报道的钠长石英板岩在我国尚属首例。钠长石英板岩在矿物成分、化学成分方面与热水沉积的石英钠长石岩很相似,二者极易混淆。因此在地质背景相似的地区,如中条山胡-篦型铜矿区,应特别注意鉴别。

(4) 小青山组向东在云南东川一带也有出露,被称为小溜口组,据张学城等[7]报道其中有大量钠质火山岩。经野外实地考查及室内初步研究认为它们也是钠长石英板岩及钠长石岩,而非钠质火山岩。

参 考 文 献

1 吴树人编译．岩石学词典．北京:地质出版社,1990．395．

2 Williams C T, et al. Mobility and fixation of a variety of elements, in particalar boron, during the metasomatic development of adinoles at Dinas Head, Cornwall. Bull. nat. Hist. Mus. Lond. (Geol.), 1993, 49(2): 81～98.

3 Agrell S O. The adinoles of Dines Head, Cornwall. Mineral. Mag. ,1939,(25):305～337.
4 Angus N S, Kanaris Sotririou R. Adinoles revisited: Hydrothermal Na metasomatism of pelite screens adjacent to tholeiitic dykes in the Dublin terrane, Ireland. Mineral Mag. ,1995,396(59):367～382.
5 Kish L, Cuney M. Uraninite-albite Veins from the Mistamisk Valley of the Labrador Trought, Quebec. Mineral. Mag. , 1981,(44):471～483.
6 王中刚,于学元,赵振华. 稀土元素地球化学. 北京:科学出版社,1989. 343～359.
7 张学诚,周国华,马丽华. 东川矿区"小溜口组"的岩石学研究. 云南地质,1993,12(1):12～19.

The Discovery of Adinole in the Xiaoqingshan Copper (Gold) Deposit, Huili County, Sichuan Province

Wang Jiangzhen, Lu Yan, Xiao Yuanpu, Wen Chunqi and Sun Yan
(*Chengdu Institute of Technology*, *Chengdu*, 610059)

Abstract

Na-metasomatic rocks in Xiaoqingshan, Huili County, Sichuan Province, have been recognized as adinoles. The rocks are distributed along major faults or adjacent to small mafic intrusions. The protolith of adinoles is metapelites, such as seriscite phyllite and carbonaceous slate. The adinoles consist of albite, quartz and minor tourmaline and rutile. They are characterized by various kinds of metsomatic textures. Most of the rocks were superposed by late alteration marked by the assemblage of carbonate-chlorite-pyrite-auriferous chalcopyrite. Mass balance calculation indicates that K_2O, MgO, Fe_2O, FeO, Rb, Ba and REE were removed from the metapelites, while Na_2O and SiO_2 were added. In contrast, Al_2O_3 was almost immobile. It is important that Cu (Au) mineralization occurred during the metasomatisms. The authors suggest that alkaline fluids from the deep levels were responsible for the Na and late-stage metasomatism and mineralization during the extension of the crust.

Key words: adinole; Na-metasomatism; copper (gold) deposit; Huili County, Sichuan Province

作 者 简 介

王奖臻,男,1959 年生。1982 年毕业于成都地质学院地质矿产系,1986 年获硕士学位。现为成都理工学院副教授,从事结晶岩岩石学研究与教学工作。通讯地址:610059,成都理工学院地质系。

本刊编辑部启事

(1) 近两年来,本刊在《书刊评介》专栏中精选优秀地质类新书作了扼要介绍,促进了地质专业新书的传播。欢迎著(编)者继续提供新书样本。也热忱欢迎各行专家为《书刊评介》专栏撰稿,评述最新出版的地质学专著。

(2) 近两年来,本刊在《通讯・资料》专栏中以最快速度摘要报道了若干重要的项目研究进展和重大发现,其中许多已很快被他人的论文引用。欢迎继续踊跃投稿。稿件一般限 2000 字以下,可附表,一般不要附图。文责自负,本刊有权删改。同时热忱欢迎作者提供《消息报道》专栏的短稿。

(3) "论"和"评"是本刊的特色,百花齐放、百家争鸣一直是本刊的方针。本刊热忱欢迎探索性强的论文(必须言之有理、有据)。

(4)《书刊评介》、《通讯・资料》和《消息报道》3 个专栏稿件不收版面费,也不付稿费。