

# 云南麻栗坡南秧田白钨矿床层控 似矽卡岩成因探讨

石洪召 张林奎 任光明 刘书生 张 彬 戴 婕 陈敏华

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081)

**摘要:**南秧田白钨矿床是中国滇东南地区一个罕见的似层状白钨矿床,矿体赋存在元古界南秧田岩组层状似矽卡岩中。最新的勘查资料表明,该矿床已达超大型矿床规模。笔者通过详细的矿区实地考察,结合室内岩、矿石地球化学分析及国内外典型矿床对比研究,对该矿床似矽卡岩的原岩进行了恢复,得出南秧田白钨矿床似矽卡岩的原岩为海底火山喷发沉积(或热水沉积岩)夹杂部分的陆源碎屑沉积岩,对南秧田层控白钨矿床似矽卡岩进行了成因探讨,认为南秧田白钨矿床似矽卡岩为沉积变质成因矽卡岩,属类矽卡岩系列。

**关 键 字:**南秧田;层状似矽卡岩;成因;沉积变质

**中图分类号:**P618.6      **文献标志码:**A      **文章编号:**1000-3657(2011)03-0673-08

## 1 引 言

中国矽卡岩矿床成矿地质条件多样,类型也较多,但国外文献上报道的有些较为特殊的矽卡岩矿床类型,如古老变质岩系中的层状白钨矿矿床、日光榴石-磁铁矿矿床、铀-硫化物矿床以及独立的矽卡岩铋矿床和钴矿床等,在中国目前大部分尚未找到,或仅有少量线索,因此值得进一步研究与探索。以前寒武纪片麻岩、混合岩化片麻岩、花岗质混合岩与大理岩接触带的层状钙矽卡岩白钨矿矿床为例,这类矿床在巴西北部、挪威宾得尔地区以及美国科罗拉多州等地均有较多分布,矿石品位较高,而且很有远景。中国地质环境复杂多样,成矿地质条件齐全,寻找该型矿床具有广阔的空间。

云南麻栗坡南秧田白钨矿床位于中国南岭钨锡成矿带的西延地段,地处滨太平洋与特提斯—喜马拉雅两大构造域的构造复合部位,地处云南省文山州麻栗坡县,紧邻中越边境。1978—1984年,中国有色金属工业总公司西南地质勘探公司 317 队对南秧

田进行了较为详细的地质勘查,探获  $WO_3$  储量 50122.6 t,该矿床达到大型矿床规模;2007 年至今,紫金矿业集团西南矿业公司对麻栗坡县矿权进行了整合,认为南秧田深部及外围找矿潜力巨大,并相继开展了大量的勘查工程,进一步扩大了区内资源储量,该矿床达到了超大型矿床规模;由于历史及地理位置等原因,虽然该矿床近两年勘查程度不断加深,探获储量不断加大,但至今仍不为世人熟知,以往对该矿床研究较少,曾志刚<sup>[1-2]</sup>对该矿床进行了地球化学研究,认为该矿床层状矽卡岩为印支期区域变质作用形成的。笔者在前人研究的基础上,对矿区地质特征及岩矿石的地球化学特征进行初步探讨,认为该矽卡岩为海底火山喷发(喷流)沉积与陆源碎屑岩变质成因矽卡岩,属于类矽卡岩,是由不纯碳酸盐岩(如泥灰岩、钙质页岩、钙质凝灰岩等)变质而成的,在成分上与矽卡岩相类似的岩石。它们同矽卡岩的区别在于它们的多矿物性,可能有三种或三种以上矿物同时存在,并不具有规律的交代分带(柯尔仁斯基,1955)。这些岩石也被称为钙-硅酸盐角岩<sup>[3]</sup>。

收稿日期:2010-10-15;改回日期:2010-12-22

基金项目:地质调查“云南麻栗坡地区矿产远景调查”项目(1212010880402)资助。

作者简介:石洪召,女,1983年生,硕士,主要从事矿产地质调查工作;E-mail:shihongzhao@126.com。

### 2 区域地质背景

研究区位于扬子陆块东南部被动边缘褶皱带的西南端,属文山—富宁—大新断隆带,西邻金沙江—哀牢山—马江结合带,紧邻中越边境。区内地层发育不全,从老到新依次出露元古界、寒武系、奥陶系、泥盆系、石炭系、三叠系以及第四系。除第四系外,其他地层均遭受不同程度变质作用改造;该区主要经历了三期变质作用改造,最强的一次变质作用发生在前寒武纪,变质作用达到低角闪岩相,其后的变质作用都比较微弱,仅是在原有变质作用基础上进行的轻微改造。区内岩浆岩发育,以酸性侵入岩为主,基性岩、喷出岩次之。本区最显著的构造是老君山穹隆构造。呈椭圆状隆起为核心,围绕岩体有一系列断裂和褶皱,其中西翼构造轴以北东向为主,东翼以北西向为主。北西向断裂以文山—麻栗坡断裂、南温河断裂为代表;北东向断裂以马关—都龙断裂为代表,对成矿区地质构造的发展和矿产分布,具有明显的控制作用(图1)。

### 3 层状似矽卡岩的分布特征

南秧田白钨矿床层状似矽卡岩主要分布在中新元古界南秧田岩组(Pt<sub>2-3n</sub>)中段,以稳定的两层产出,局部地段可呈现三层稳定的层状似矽卡岩(图2~3)。“矽卡岩”层在矿区之西、南边较薄,在东、北边相对较厚。矿体主要呈层状、似层状赋存在层状似矽卡岩中,矿体沿走向、倾向均呈稳定的层状产出,局部地段可呈现出无矿天窗(图3)。与南秧田岩组直接接触的南温河岩体(时代不详)中大面积分布有南秧田岩组,局部还残留有似矽卡岩层夹层,部分似矽卡岩构成工业矿体(图3),矿体位态与片麻理一致,受岩浆热动力构造明显,指示了层状似矽卡岩及矿体早于花岗岩体。

矿区主要近围岩蚀变为矽卡岩化,钻孔控制似矽卡岩层长1500m,厚10~18m。组成似矽卡岩的主要矿物为透辉石、石榴石、透闪石、斜黝帘石、符山石、斜长石等,无明显分带现象。矿层中常见条带状和层纹状构造。

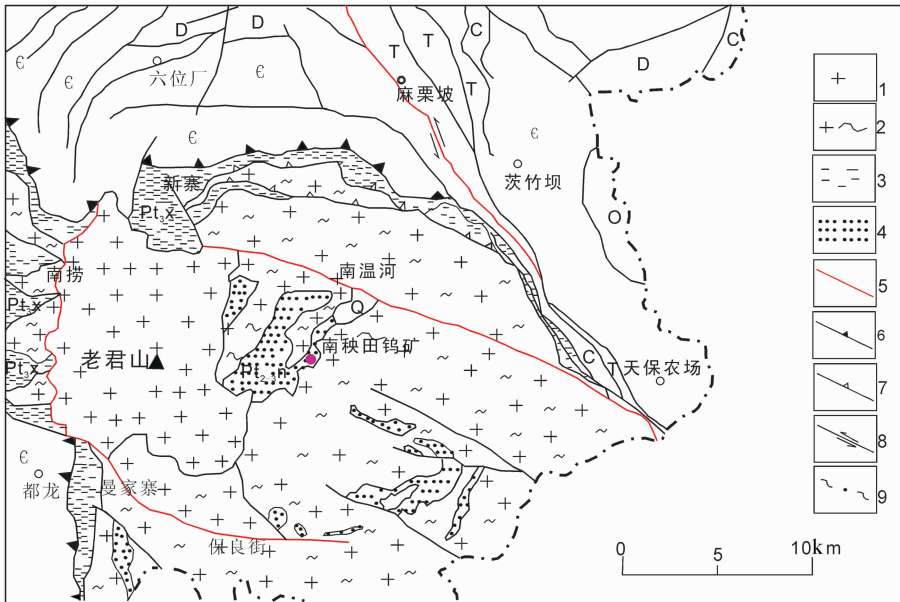


图1 麻栗坡地区地质构造简图

- 1—南捞花岗岩; 2—晚志留纪花岗岩; 3—新寨岩组; 4—南秧田岩组; 5—断层; 6—基底剥离断层;
- 7—韧性剥离断层; 8—走滑断层; 9—国界

(资料来源:云南麻栗坡矿产远景调查项目中期成果,2009)

Fig.1 Simplified geological map of Malipo area

- 1-Nanlao granite; 2-Late Silurian granite; 3-Xinzhai Formation; 4-Nanyangtian Formation; 5-Fault;
- 6-Basement detachment fault; 7-Ductile detament fault; 8-Strike-slip fault; 9-National boundaries

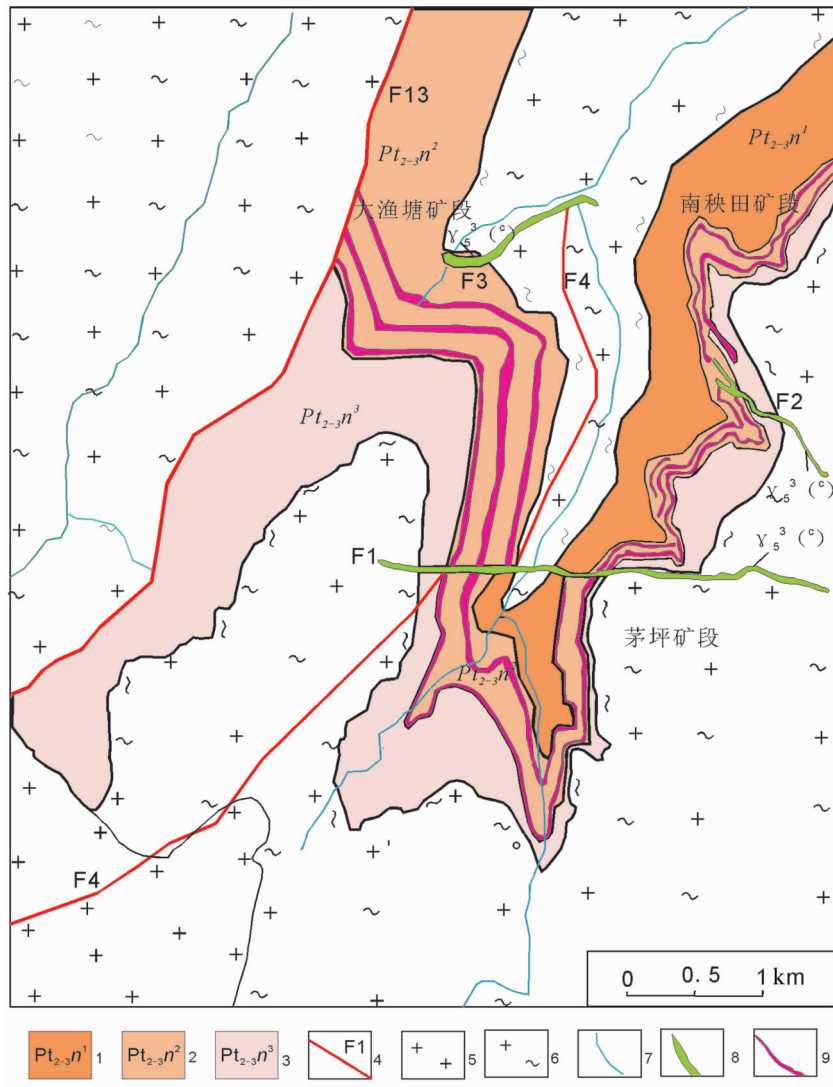


图 2 南秧田白钨矿床地质构造简图

1—南秧田岩组下段;2—南秧田岩组中段;3—南秧田岩组上段;4—断层;5—燕山期花岗岩;6—南温河岩体;7—河流;8—花岗斑岩脉;9—似“矽卡岩”层

Fig.2 Geological-structural map of the Nanyangtian scheelite deposit

1—Lower Member of Nanyangtian Formation; 2—Middle Member of Nanyangtian Formation; 3—Upper Member of Nanyangtian Formation; 4—Fault and its serial number; 5—Yanshanian granite; 6—Nanwenhe granite; 7—River; 8—Granite porphyry vein; 9—“Skarnoid” bed

矿石结构构造主要为顺层条带状构造、条纹状构造、揉皱构造、韵律层构造,局部伴随有火山碎屑岩,证明了这些矿床的海底火山喷发(流)沉积成因。据徐克勤先生指出,这些早期火山喷发(流)沉积成因的矿石或矿胚,往往受到后期岩浆热液叠加和改造,并使成矿物质发生活化转移和富集<sup>[4]</sup>。

矿物组合特征:南秧田白钨矿床矿物组合较为复杂,多为 3 种矿物同时存在;常见矿物组合为:绿帘石-透闪石-石榴石、斜长石-黝帘石-透辉石、透

闪石-绿帘石-斜黝帘石、透闪石-透辉石-长石、透闪石-透辉石-斜黝帘石、绿帘石-透辉石-斜黝帘石等。

### 4 岩石地球化学

#### 4.1 岩矿石地球化学组成特征

由表 1 可见,南秧田白钨矿床似矽卡岩及相关岩矿石的化学成分具有如下特点:样品 Zk49-4B31、D2117YQ1、Pd1232B9 中 SiO<sub>2</sub> 的含量在 70%

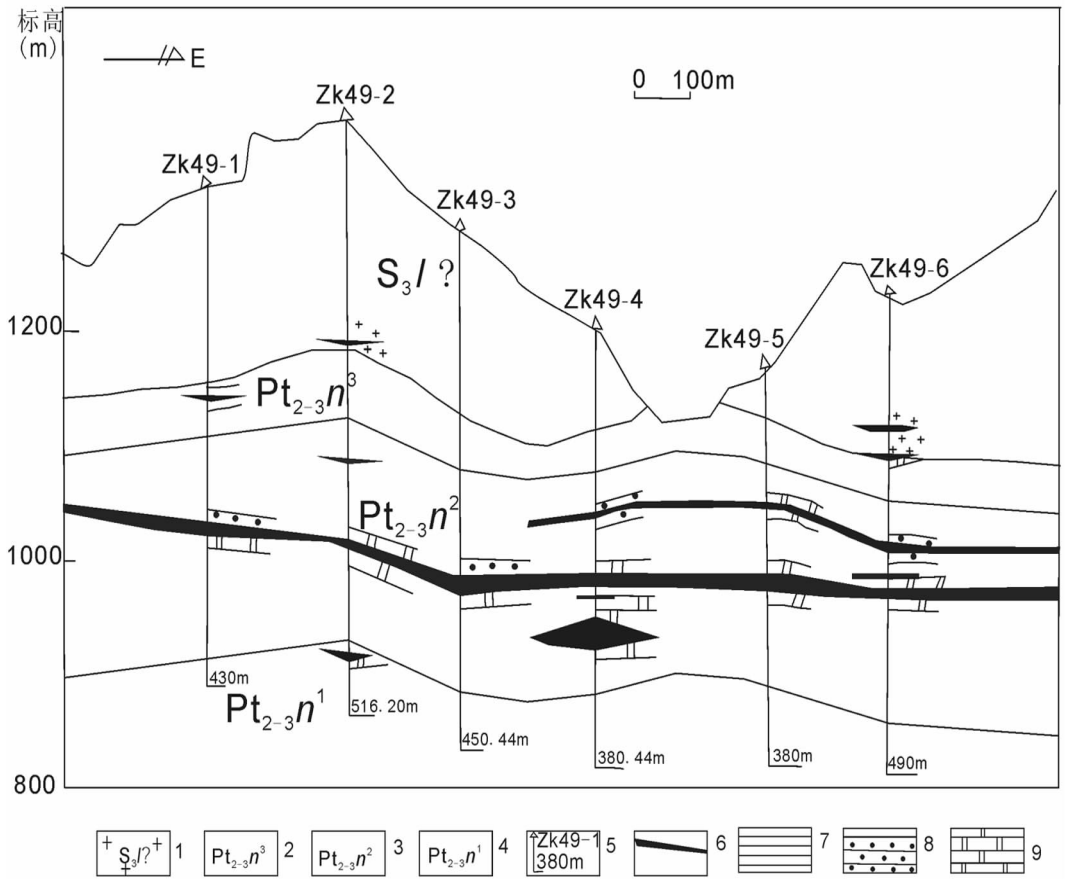


图3 南秧田白钨矿床钻孔 49-4 勘探线剖面图 (据紫金矿业文山地质部资料修改)  
 1—南温河岩体;2—南秧田岩组上段;3—南秧田岩组中段;4—南秧田岩组下段;5—钻孔编号及井深;  
 6—矿体,7—片岩;8—变粒岩;9—似“矽卡岩”

Fig.3 Geological section along No. 49-4 exploration line of the Nanyangtian scheelite deposit (modified after Zijin Tungsten Company of Wenshan)

1—Nanwenhe granite;2—Upper Member of Nanyangtian Formation;3—Middle Member of Nanyangtian Formation;4—Lower Member of Nanyangtian Formation;5—Serial number and depth of drill hole;6—Ore body;7—Schist;8—Granulite;9—Skarn

表 1 南秧田白钨矿床层状“矽卡岩”岩石化学组成 (%)

Table 1 Petrochemical composition of skarns from Nanyangtian scheelite

编号	岩性	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	灼失
Zk49-4B9	矽卡岩	63.81	19.71	1.44	0.52	2.18	0.53	0.89	9.53	0.33	0.26	0.035	0.66
Zk49-4B16	矽卡岩	49.41	22.37	2.99	4.19	1.31	4.84	4.83	2.99	1.08	0.051	0.064	3.15
Zk49-4B31	矽卡岩	71.89	7.88	2.17	2.51	3.68	0.56	1.85	1.01	1.76	0.37	0.077	2.30
D2117YQ1	矽卡岩	70.66	14.40	0.87	1.94	2.13	1.24	3.79	3.60	0.37	0.13	0.058	0.51
D2117YQ2	矽卡岩	67.46	17.40	0.85	1.23	2.25	0.88	1.30	7.48	0.23	0.31	0.033	0.40
Pd1232B9	矽卡岩	72.49	12.33	1.28	2.02	2.66	1.22	1.24	3.27	0.31	0.19	0.054	1.48
Pd1232B13	矽卡岩	52.72	7.32	1.11	6.94	11.29	14.10	0.91	1.43	0.24	0.25	0.30	1.31
Zk49-4B11	片岩	68.41	15.58	0.6	2.81	2.65	1.55	1.84	4.36	0.5	0.13	0.062	1.19
Zk49-4B14	片岩	55.08	20.23	1.64	4.35	1.55	2.78	3.77	5.83	0.88	0.079	0.095	2.43
Zk49-4B21	片岩	64.86	15.45	2.08	4.55	0.75	2.26	3.41	0.74	0.93	0.13	0.14	2.94
Zk49-4B26	片岩	63.61	17.72	0.76	4.97	1.15	2.78	3.36	0.89	0.77	0.13	0.32	2.71

注:由成都地质矿产研究所分析测试中心分析。

左右,根据它们  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MgO}$  值较低, $\text{Al}_2\text{O}_3$  值较高,推测其原岩可能为泥质(砂)岩。样品 Zk49-4B9、D2117YQ2 中的  $\text{Na}_2\text{O}$  含量异常高,而  $\text{K}_2\text{O}$  又特别的低,且其  $\text{SiO}_2$  也在 60% 以上,属于中酸性岩浆岩成分这种特点,只能归属于海相火山岩之细碧角斑岩类,完全符合角斑岩的岩石化学特征(高碱、高钠低钾低铁镁成分),而需要注意的是这两个样品又有  $\text{Al}_2\text{O}_3$  异常高的特点,因此他们不属于火山熔岩,而应是海底火山喷发的角斑岩岩浆特点的凝灰物质与沉积陆源泥质物质混杂而成的沉(层)凝灰岩,在后期经受变质作用后形成现今所见的层状矽卡岩;且薄片可见绿帘石呈细粒状和脉状、条带状集合体产出,应为斜长石绿帘石化的产物;Zk49-4B16 样品显示了低  $\text{SiO}_2$ ,较高的  $\text{Fe}+\text{Mg}$  值,应该属于基性岩成分,又因  $\text{Al}_2\text{O}_3$  较高,据此推断其原岩属于基性火山沉(层)凝灰质岩类;Pd1232B13 样品以高  $\text{Fe}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Mg}$  为特征,可能是基性火山(凝灰)岩,或有与碳酸盐类物质混合成岩。而片岩样品则代表了陆源碎屑岩,可能部分样品为陆源碎屑岩与少量的海底火山喷发物质混合成岩。

郭利果等<sup>[9]</sup>在滇东南老君山变质核杂岩地球化学和年代学初步研究中对南秧田白钨矿床赋矿岩系进行了原岩恢复,认为猛硐岩群片岩类原岩为杂砂岩、粉砂岩,非片岩类样品原岩属于一系列酸-中-基性火山岩,结合前人的研究结果,笔者认为南秧田岩组原岩是一套夹基性火山岩夹海底喷流岩的陆源碎屑混合沉积岩。火山喷发(流)沉积作用,是华南金属矿床形成的一种重要机制,具有十分重要的经济价值<sup>[9]</sup>。

岩石结构构造特征:南秧田白钨矿床矿石仍较好地保留了岩石的层状沉积特征(图 4-G、H),局部并可见岩石的流动层纹状构造(图 4-G),体现了原岩的沉积特征,可见矽卡岩矿物发生了变质变形特征;薄片可见透闪石发生了变质变形(图 4-A),做为喷流岩成因的电气石岩(未发表)发生了强烈的碎粒化以及筛状结构(图 4-B、C),这些矿物特征均表明了似矽卡岩的形成与变质作用有关。

#### 4.2 A-C-F 图解

南秧田白钨矿床部分片岩及似矽卡岩样品的 A-C-F 图解(图 5)显示:大部分样品落入了 2 区(粘土和页岩)、3 区(泥灰岩)和 4 区(杂砂岩)内,很好地反映了原岩中含钙硅酸质组分的含量。大部分似矽卡岩样品落入了 3 区(泥灰岩范围),推断其原

岩所含的钙硅酸质成分最高,结合矿区及镜下岩石特征,推断落入泥灰岩区的岩石其原岩可能为含钙硅酸质成分较高的凝灰岩、泥灰岩;少数似矽卡岩样品及部分片岩落入 2 区,推测其原岩钙硅酸质成分稍低,可能为陆源碎屑岩夹泥页岩及少许凝灰岩;而落入 4 区的岩石,原岩可能为纯的碎屑岩(杂砂岩)。该 A-C-F 图解是 Winkler<sup>[6]</sup>在研究不同变质条件下各种变质岩原岩类型和变质矿物共生组合之间的关系时提出来的。其主要优点是能大致划分几种主要的火成岩和沉积岩,并能和变质矿物共生组合进行对比研究。缺点是图解中标出的岩石类型不完全,如图 5 中部分点落入的区域没有对应的原岩类型的解释。

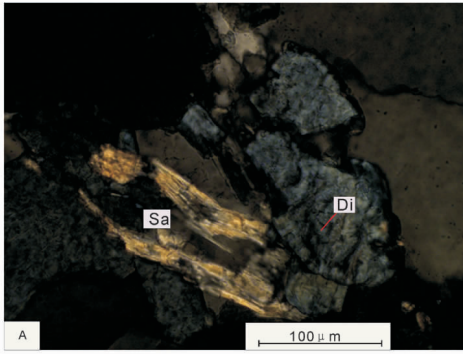
## 5 南秧田似矽卡岩成因探讨

目前,关于矽卡岩的成因主要有以下几种观点:①传统意义上的接触交代成因矽卡岩;②变质成因矽卡岩;③喷流-沉积(热水沉积)成因矽卡岩(目前存在争议较大);④岩浆成因矽卡岩。不同成因矽卡岩具有不同的地球化学特征,这是因为其控制因素和成岩物质来源不同。

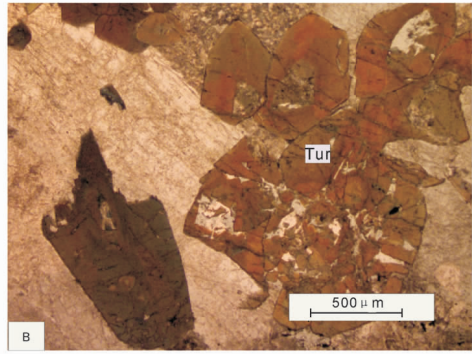
接触交代成因矽卡岩矿床无论金属矿化发生在高中温或是中低温条件下,总是伴随着强烈的多种多样的围岩蚀变作用发生,这是接触交代矽卡岩矿床的鲜明特征。南秧田白钨矿床主要的围岩蚀变为矽卡岩化,未显示出其他的蚀变现象。岩浆成因矽卡岩矿物分带性明显,南秧田白钨矿床似矽卡岩没有显示矿物分带特征。喷流沉积成因矽卡岩一般粒度较细,而变质成因矽卡岩在变质作用条件下,矿物发生变质重结晶,从而矿物粒度比喷流沉积成因矽卡岩的粒度要粗。南秧田白钨矿床似矽卡岩矿物-透闪石、透辉石、石榴石等粒度较粗(图 4-A-E),不同于喷流沉积成因矽卡岩的矿物特征,与变质成因矽卡岩相似。

南秧田白钨矿床层状似矽卡岩局部被花岗岩体错断,表明其形成晚于矽卡岩层。且该矿床的层状似矽卡岩明显受地层控制,并随地层波状起伏,排除了接触交代成因矽卡岩的可能;而岩浆成因矽卡岩大多为不规则形状,所以也排除了岩浆成因矽卡岩。

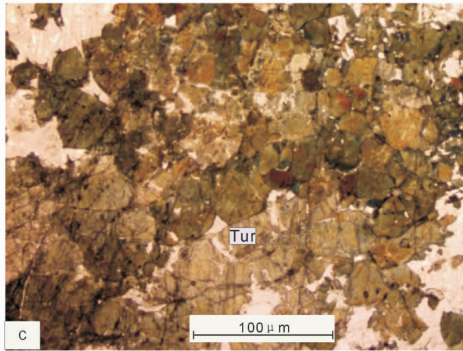
南秧田白钨矿床矿物组合较为复杂,多为 3 种矿物同时存在;通过对矿区部分矽卡岩进行原岩恢复表明,矽卡岩类原岩为钙质含量较高的火山凝灰



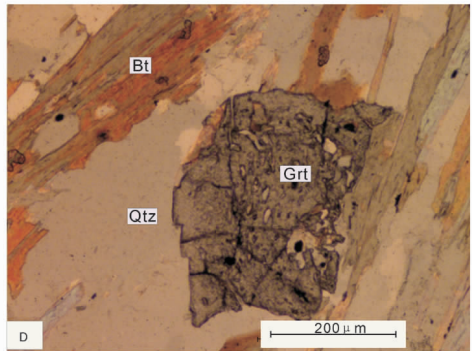
Zk41-1B13 透闪石弯曲变形



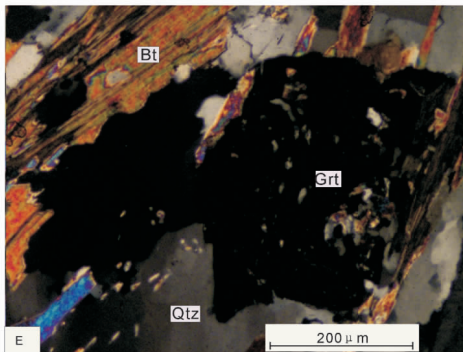
D1621B4 电气石岩的筛状结构



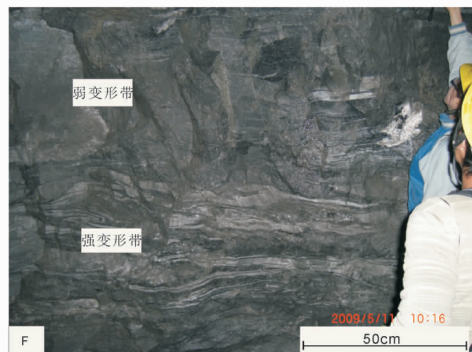
Zk49-4B4 电气石的碎粒结构



Zk49-4B26 二云母石英片岩中石榴石



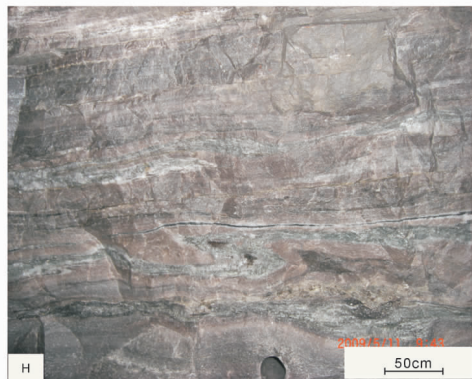
Zk49-4B26 二云母石英片岩中石榴石



强变形带与弱变形带



沉积层理的流动构造



类复理石建造

Sa-透闪石 Tur-电气石 Grt-石榴石 Qtz-石英 Bt-黑云母 Di-透辉石

图4 南秧田白钨矿床岩矿石结构构造特征

Fig.4 Characteristics of texture and structure of the Nanyangtian scheelite deposit

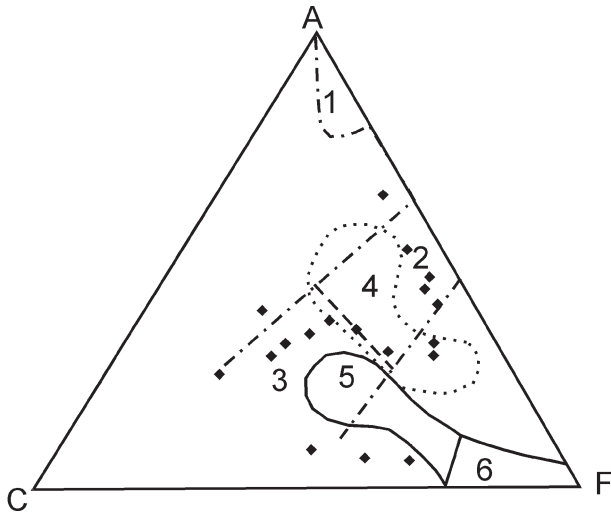


图 5 南秧田白钨矿床岩矿石 A-C-F 图解<sup>[6]</sup>

1—富铝粘土和页岩;2—粘土和页岩(含碳酸盐 0~35%);3—泥灰岩(含碳酸盐 35%~65%);4—杂砂岩(点线之内);5—玄武质岩和安山岩(实线之内);6—超镁铁岩

Fig.5 A-C-F diagram of rocks from the Nanyangtian scheelite deposit

1-Al-rich clay and shale; 2-Clay and shale (containing 0-35% carbonate); 3-Marlite (containing 35%-65% carbonate); 4-Greywacke (within the dotted lines); 5-Basaltic and andesite (within the solid lines); 6-Ultramafic rocks

物质、陆源含碳酸质成分的泥灰岩、泥页岩,与柯尔仁斯基(1955)提出的不纯碳酸盐经变质作用形成的类矽卡岩特征相似。

本文通过对南秧田白钨矿床层状矽卡岩的地球化学特征分析,结合区域地质构造演化特征,认为本区“矽卡岩”为海底火山(喷流)沉积夹陆源碎屑沉积-变质成因“矽卡岩”,与韩国的 Sangdong、奥地利的 Felbertal 以及挪威南部的 Orsdalen 层控矽卡岩型矿床特征相似,这种层控矽卡岩 Eskola 称为反应矽卡岩。这种反应矽卡岩的形成不仅取决于变质作用和交代作用的程度,而且取决于原岩中 Ca 的含量,只有相对富 Ca 的岩石才会被交代成矽卡岩<sup>[7]</sup>。

## 6 结 论

1)南秧田白钨矿床似矽卡岩呈层状产出,是该地区白钨矿床主要的赋矿岩石。

2)本文通过对南秧田白钨矿床岩矿石的地球化学分析,得出层状似矽卡岩的原岩为海底火山喷发(喷流)沉积(层)凝灰岩与陆源碎屑岩两部分组成。

3)南秧田白钨矿床似矽卡岩为海底火山喷发(喷流)沉积夹陆源碎屑沉积-变质成因,属于类矽卡岩系列。

## 参考文献 (References):

[1] 曾志刚,李朝阳,刘玉平,等.滇东南南秧田两种不同成因类型白钨矿的稀土元素地球化学特征[J].地质地球化学,1998,26(2):34-37.  
Zeng Zhigang, Li Zhaoyang, Liu Yuping, et al. REE geochemistry of scheelite of two genetic types from Nanyangtian, Southeastern Yunnan[J]. Geology-geochemistry, 1998, 26(2):34-37(in Chinese with English abstract).

[2] 曾志刚,李朝阳,刘玉平,等.老君山成矿区变质成因矽卡岩的地质地球化学特征[J].矿物学报,1999,19(1):48-55.  
Zeng Zhigang, Li Zhaoyang, Liu Yuping, et al. Geology and geochemistry of metamorphogenic skarn from Laojunshan metallogenic province[J]. Acta Mineralogica Sinica, 1999, 19(1):48-55(in Chinese with English abstract).

[3] 赵一鸣,林文蔚,等.中国矽卡岩矿床[M].北京:地质出版社,1990:1-354.  
Zhao Yiming, Lin Wenwei, et al. Skarn Deposit in China [M]. Beijing: Geological Publishing House,1990:1-354(in Chinese).

[4] 朱金初.华南海相火山喷流沉积矿床成因研究简述-兼述徐克勤教授在该领域的重大贡献[J].高校地质学报,2003,9(4):536-544.  
Zhu Jinchu. A brief review for the study on genesis of the submarine volcanic exhalative sedimentary deposits in South China [J]. Geological Journal of China Universities, 2003, 9(4):536-544(in Chinese with English abstract).

[5] 郭利果.滇东南老君山变质核杂岩地球化学和年代学初步研究[D].中国科学院研究生院硕士论文.2006.  
Guo Ligu. Primary Research on Geochemistry and geochronology of the Laojunshan Metamorphic Core Complex, Southeastern Yunnan[D]. Master's Thesis of Chinese Academy of Sciences, 2006.

[6] Helmut G F. Winkler. Abolition of metamorphic facies, introduction of the four divisions of metamorphic stages, and of a classification based on isograds in common rocks [J]. Neues Jahrbuch fuer mineralogy.Monasshefte, 1970, 5:189-248.

[7] Peter skaarup. Copenhagen, Denmark. Strata-Bound scheelite mineralization in skarns and gneisses from the bindal area, Northern Norway[J]. Mineral Deposita, 1974, 3(4):299-308.

## The genesis of skarnoid from the Nanyangtian stratabound scheelite deposit in Malipo, Yunnan Province

SHI Hong-zhao, ZHANG Lin-kui, Ren Guang-ming,  
LIU Shu-sheng, ZHANG Bin, DAI Jie, CHEN Min-hua

*(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China)*

**Abstract:** The Nanyangtian scheelite ore deposit is a rarely-seen layered scheelite deposit in southeastern Yunnan, whose ore body is hosted in the layered skarnoid of Proterozoic Nanyangtian Rock Group. Based on detailed field work in combination with indoor rock geochemical analysis as well as a comparison with typical ore deposits both in China and abroad, the authors carried out restoration of original rock of skarn, found that the original rock of the skarn seems to be submarine volcanic eruption (or hot water) sediments combined with terrigenous clastic rocks, and reached the conclusion that the skarn was metasedimentary skarn belonging to skarnoid.

**Key words:** Nanyangtian; layered skarnoid; genesis; metasediment

---

**About the first author:** SHI Hong-zhao, female, born in 1983, master, engages in survey of mineral resources and geology; E-mail: shihongzhao@126.com.