

西准噶尔地槽褶皱带中的早二叠世地层

周良仁

(地矿部西安地质矿产研究所)

西准噶尔地槽褶皱带中的早二叠世地层,在该区地壳演变史中占有重要位置。研究它的时代及岩相建造,对确定西准噶尔地槽发展中的主旋回至为关键,因此,对下二叠统新成果的报道,必然引起广大地质工作者重视。

区内的下二叠统,原一般概念都指位于石炭纪海相沉积层之上的一套大陆喷出中酸性火山岩系及红色砂、砾岩层,对其地层命名和时代归属问题,长期存在争议。曾给予“莫老坝组”、“库吉尔台组”、“赤底组”、“卡拉岗组”和“哈尔加乌组”等名称,大都将其时代归属中晚石炭世。对其内火山岩岩性和岩石化学特征等,也未进行系统研究和报道。近年来的研究已取得较重要进展,如新疆地矿局区调队窦亚伟、孙喆华等,通过对萨吾尔山古植物群的深入研究,厘定哈尔加乌组卡拉岗组、的地质时代为早二叠世^[4]。笔者依据西安地矿所四室地质背景组取得新的研究成果和阅读到的新资料,就西准噶尔地槽褶皱带内早二叠世地层的区域分布和划分进行了较系统的对比;在研究火山岩的岩性、岩石化学和稀土分配模式的基础上,初步探讨了火山岩浆源及成岩机制。现整理成文,供参考指正。

一、地层分布及其时代归属

西准噶尔地槽褶皱带的下二叠统,主要分布在北纬 $45^{\circ}20'$ — $47^{\circ}20'$ 之间,地层愈近褶皱带中央部位愈发育,由北而南大体可分为三个区段,即:萨吾尔山北坡及沙尔布尔提山的洪古勒楞地区;巴尔鲁克山至托里盆地区段;达拉布特断裂带。前两个区段的地层大体呈东西方向延伸,属规模、形态不一和坳陷深度不等的山间盆地堆积—喷出一沉积;后一岩相带明显地受断陷盆地控制,其内磨拉石堆积呈线型分布,延展方向与达拉布特断裂(北东—北东东走向)一致。

西准噶尔地槽历经加里东和华力西期的多旋回发展过程,于华力西中期地槽全面褶皱成山,海水从此撤离西准噶尔地区。随着褶皱山系隆起,在张力作用下产生新的坳陷,在早二叠世形成的山间和断陷盆地内,首先是丛山峻岭的岩屑倾注其中,形成初期磨拉石堆积;继而伴有大量火山间歇性的喷发,生成安山—流纹岩建造(或流纹岩建造);随着火山活动的停失以及褶皱山系的上升,山区大量的岩屑又连续不断地搬运到盆地里,形成磨拉石建造。在频繁火山活动和干燥炎热的气候条件下,古植物生长相当稀少,只有局部地段处于温带气候条件下的河湖沼泽相环境,植物生长较为繁盛,并形成煤层,如萨吾尔山。尽管各盆地生成时间、下陷幅度和速度的差异,对地层发育程度有一定影响,然而总体岩相仍可进行区域地层对比,详见表 1。

表 1 西准噶尔地区早二叠世地层划分对比表

分层	西 准 噶 尔	巴尔鲁克山		玛 依 勒 山			萨 吾 尔 山	沙 尔 布 尔 提 山	
	本 文	L—44—XⅣ幅		L—44—XⅣ幅		L—45—XⅣ幅	L—45—Ⅳ	赛亚伟 (1980)	
下 二 叠 统	碎屑岩组, 砂岩、砂砾岩及砾岩, 偶夹安山岩及煤 2700米 <i>Noeggerathiopsis</i> sp. <i>N. theodoui</i> , <i>Cordaites</i> sp., <i>Sphenopteris</i> sp.	上部: 灰、灰褐色粉砂岩、砂岩、凝灰砂岩 >1000米 <i>Noeggerathiopsis</i> sp.	上石炭统库吉尔台组	灰绿、黄褐色、紫红色砂岩、砂砾岩、砾岩、夹安山岩、粉砂岩及煤线 <i>Noeggerathiopsis</i> sp.	下二叠统赤底组	紫红、黄褐色砾岩, 夹灰绿色砂砾岩及砂岩 >897米 <i>Noeggerathiopsis theodoui</i> , <i>Sphenopteris</i> sp., <i>Cordaites</i> sp.	中	卡 拉 岗 组	下
	火山岩组, 安山岩、英安岩、珍珠岩、流纹岩及其凝灰岩和角砾岩、夹砂岩、粉砂岩及煤、底部为砾岩 2500米 <i>Angaropteridium cordiopteroides</i> , <i>Zamipteris</i> cf. <i>glossopteroides</i> , <i>Noeggerathiopsis theodori</i> , <i>N. subangusta</i>	下部: 暗灰紫色流纹斑岩、安山岩及凝灰砂岩。底部为砾岩 >1078米	中石炭统莫老坝组	灰绿、暗灰紫色安山粉岩、珍珠岩、角砾流纹岩、霏细岩夹砂砾岩、砂岩。底部为砾岩 1900米	中石炭统莫老坝组	绿灰、灰紫色英安岩、流纹角砾岩、流纹岩、安山岩及凝灰砂岩、砂砾岩。底部为砾岩。 >570米	石 炭 统 鸟 组	哈 尔 加 鸟 组	二 叠 统
下伏		石	炭	系					

通过对表1中各区段岩相、古植物群的综合分析对比, 本区下二叠统可分为两个岩性组, 它们分属磨拉石建造及安山一流纹岩建造。后者底部普遍存在厚数十米的底砾岩层, 亦属磨拉石建造。

上部碎屑岩组: 以黄褐、紫红色为主, 杂有灰、灰绿色, 砂岩、砂砾岩及砾岩, 偶夹安山岩及煤线。最厚达2700米。产古植物: *Sphenopteris* sp. (楔羊齿), *Noeggerathiopsis* sp. (匙叶), *Noeggerathiopsis theodori* Tschirkova et Zalesky (特氏匙叶), *Cordaites* sp. (科达)。这些植物化石的地质历程为石炭二叠纪。其中以 *Noeggerathiopsis* 分布最广, *Noeggerathiopsis theodori* 见于黑龙江密山县大营下二叠统塔头河组, 也是下伏卡拉岗组古植物群中的重要分子。该古植物群的属种大都见于下伏火山岩组内, 换言之, 它们是其古植物群的延续。

下部火山岩组: 灰紫色, 杂有黑、深灰及灰绿色, 以英安岩、流纹岩及同质火山碎屑岩(凝灰岩、角砾岩)为主, 安山岩及其火山碎屑岩次之, 夹黑曜岩、珍珠岩、砂岩、粉砂岩

及劣质煤，底部为砾岩。最大厚度达2500余米。新疆区调队（1973）将分布在萨吾尔山的该火山岩系划分为上、下两个岩组，分别命名为“卡拉岗组”和“哈尔加乌组”（表1）。这两个岩组不仅构成统一地质体——安山一流纹岩建造，而且两岩组都存在以*Angaropteridium*—*Zamipteris*（淮安加拉—查米羊齿）组合为主要内容的植物化石。如此划分方案，无论从岩相建造和古植物群都无必要，以统归火山岩组为宜。

位于吉木乃县哈尔加乌公社附近的安山一流纹岩建造，其中所获植物化石，经奚亚伟、孙喆华研究有*Angaropteridium cardiopetoides*(Schmalhausen)Zalessky（心羊齿型淮安加拉羊齿），*Angaridium potaninii*（Schmalh.）Zalessky（波氏安加拉叶），*Angaridium mongolicum* Zalessky（蒙古安加拉叶），*Angaridium submongolicum* Neuburg（亚蒙古安加拉叶），*Paragondwanidium aff. sibiricum*（Petunn）Zalessky〔西伯利亚副岗瓦纳羊齿（亲近种）〕，*Cardioneura sibirica* Zalessky（西伯利亚心脉羊齿），*Zamipteris cf. glossopteroides* Schmalhausen〔舌羊齿型查米羊齿（相似种）〕，*Zamipteris cf. tailuganensis* Gorelova〔泰鲁干查米羊齿（相似种）〕*Taeniopteris* sp.（带羊齿），*Sphenophyllum thonii* Marh（托尼楔齿），*Sphenophyllum* sp.（楔叶），*Calamites* sp.（芦木），*Asterophyllites longifolius*（Sternberg）Brongniart（长星叶），*Cordaite gracilentus*（Gorelova）Meyen（纤细科达），*Cordaite cf. schenkii* Halle〔欣克科达（相似种）〕，*Sphenobaiera* sp.（楔拜拉），*Noeggerathiopsis derzavini* Neuburg（德氏匙叶），*Noeggerathiopsis cf. batschatsensis* Radchenko〔巴哈特匙叶（相似种）〕，*Noeggerathiopsis subangusta* Zalessky（较窄匙叶），*Noeggerathiopsis cf. theodori* Tschirkova et Zalessky〔德氏匙叶（相似种）〕，*Noeggerathiopsis* sp.（匙叶），*Ginkgophyllum usevolodii* Zalessky（符氏银杏叶），*Sphenobaiera? spirata* Sze（施楔拜拉），*Dadoxylon* sp.（台木），*Dicranophyllum* sp.（叉叶）。

从上列属种进而归结为淮安加拉—查米羊齿（*Angaropteridium*—*Zamipteris*）植物组合，其地质时代为早二叠世。该植物群的主要特征是：具备了淮安加拉羊齿植物群的基本特征，常见的有心羊齿型淮安加拉羊齿、波氏安加拉叶、蒙古安加拉叶、亚蒙古安加拉叶、西伯利亚副岗瓦纳羊齿（亲近种）、西伯利亚心脉羊齿、较窄匙叶、德氏匙叶（相似种）和符氏银杏叶等。这些古植物是安加拉古陆上石炭统（相当于下巴拉洪群）的重要组成，但其中某些成员已延续到下二叠统（相当于上巴拉洪群），产于库兹涅茨克盆地和符拉迪沃斯克（海参威）和我国东北部。*Zamipteris*一属在安加拉古陆的下二叠统相当广布，见于库兹涅茨克盆地、伯绍拉盆地、东哈萨克斯坦及我国东北小兴安岭^[8]。本区所产舌羊齿型查米羊齿（相似种）、泰鲁干查米羊齿（相似种）为二叠纪特征分子。

德氏匙叶亦是上巴拉洪群的重要特征分子。带羊齿及托尼楔叶于二叠纪或早二叠世最为繁盛。

此外，该地层在东准噶尔地槽褶皱带内也有较广泛的分布，近年来新疆区调队十分队在东准噶尔巴里坤三塘湖地区，证实卡拉岗组被含吐鲁番鳕鱼（*Turfania*）的上二叠统上茱茱槽群不整合覆盖，而又不整合覆于上石炭统海相石钱滩组之上。下二叠统往西断续延入苏联境内，在1:400百万亚洲地质图上标出，苏联境内阿拉湖西北的阿克斗卡—卡腊盖累一带，

下二叠统中酸性火山岩系有广泛分布,火山岩系呈北西向展布。

关于本区早二叠世地层与下伏石炭纪地层的接触关系,不同的地段稍存差异,概括起来有两种接触性质。在巴尔鲁克山至托里盆地,下二叠统普遍以角度不整合覆盖在中下石炭统或泥盆系之上。诸如:托里莫老坝及克泽勒克亚等地,下二叠统与中下石炭统间均呈角度不整合接触关系(图1)。下二叠统为大陆流纹岩建造,底部有厚数十米的砂砾岩及砾岩,砾石成分主要取自下伏海相中下石炭统粉砂岩、砂岩。从克泽勒克亚经莫老坝,下伏中下石炭统沿走向东与卡因特中下石炭统包古图组相连,因卡特产植物化石:*Calamites Suckowii*(苏可芦木),*Calamites undulatus*(波状芦木)。它们在欧洲及国内主要产于中石炭统。在巴尔鲁克山北坡库尔赛煤矿下二叠统亦以角度不整合位于中下石炭统包古图组之上。这里的包古图组由细粒碎屑岩及安山玢岩组成,其中产古植物:*Angaropteridium cardiopteroides*(Schmalhausen) Zalesky(心羊齿型准安加拉羊齿),*Cardioneura sp.*(心脉羊齿),*Mesocalamites cistiformis* Stur(须氏中芦木),*Noeg. gerathiopsis subangusta* Zalesky(较窄匙叶)等,接岩性、层位及古植物群,近似于东准噶尔中石炭统巴塔玛依内山组,属*Angaropteridium—Mesocalamites*植物组合。

在萨吾尔山及沙尔布尔提山地区,据新疆区调队资料及窦亚伟、孙喆华意见,下二叠统与石炭系萨尔布拉克组为假整合关系。

以上资料表明,华力西中期的构造运动,由南西往北东减弱。

二、早二叠世陆相火山岩系的基本特征

(一) 火山岩系产出、分布及岩石组合

西准噶尔地槽封闭后,随着褶皱山系隆起,从二叠纪开始形成一些山间拗陷和断陷盆地。在早二叠世首次发生大陆型火山活动。火山岩系主要发育于褶皱带近中央部位,以中心式和间歇式的火山喷出为主,形成单个火山喷发—沉积盆地。火山岩系是下二叠统的一个重要组成部分,居于磨拉石建造之中,火山岩系底部以粗碎屑岩为主,其上部则主要是红色细粒碎屑岩层。它在各盆地中的厚薄不一,一般由数百米至千余米,最厚可达2000米余。主要由流纹岩、流纹英安岩、英安岩、霏细岩及同质火山碎屑岩(凝灰岩、角砾岩)组成,安山岩及同质火山碎屑岩次之。以出现黑曜岩和珍珠岩夹层为特征。因为这种规模不大、间歇式的大陆喷发,有利于岩浆快速冷却生成珍珠岩、黑曜岩。上述岩石组合表明,火山岩以酸性为主,中性次之,而基性岩则几乎没有,应归属于流纹岩建造。该流纹岩建造夹有红色碎屑沉积层,流纹岩本身也经常呈红、褐等色。在火山岩发育地段,多以熔岩与火山碎屑岩重叠出现。

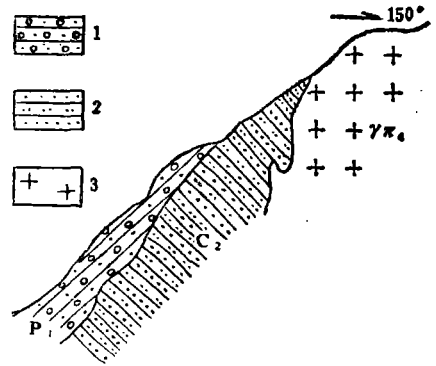


图1 托里克泽勒克亚

P_1 、 C_2 不整合关系

1—砂砾岩, 2—砂岩、粉砂岩互层,

3—石英钠长斑岩

现对几种熔岩类型略述于后:

流纹岩: 褐、浅红色, 致密块状, 流纹状或条纹状构造。斑状结构, 基质呈隐晶结构及玻璃结构。岩石中稀疏的斑晶由钾长石、斜长石和石英组成。钾长石为半自形晶, 均已高岭土化。它形石英颗粒具融蚀现象。基质由隐晶长英质矿物组成, 部分含火山玻璃。

黑曜岩: 黑色, 致密块状, 呈贝壳状断口。由火山玻璃组成, 质轻, 具杏仁状构造, 充填物为柱沸石, 其化学式为: $(\text{Ca}_{0.424} \text{Fe}_{0.181} \text{Mg}_{0.303} \text{Na}_{0.018} \text{K}_{0.024})_{0.98} (\text{Al}_{1.707} \text{Ti}_{0.012})_{1.719} \text{Si}_{6.22} \text{O}_{16} \text{H}_{10.055} \text{O}_5$ 。

珍珠岩: 灰白色, 宏观呈肾状或豆状构造, 镜下具弧形裂开的珍珠构造, 基质为块状, 由火山玻璃组成的流纹岩。

霏细岩: 灰白色, 块状, 具霏细结构, 由隐晶质长英质矿物组成。

英安岩和英安斑岩: 淡灰、淡红色, 致密块状, 斑状结构。斑晶由斜长石和石英组成, 基质是隐晶质长英质矿物。

(二) 火山岩的化学成分

岩石化学成分是火山岩分类的基础, 因此, 熔岩化学成分的研究更为重要。对区内主要火山熔岩类型进行了一些岩石化学分析, 为了对比研究, 选用了东南沿海两个相同类型岩石的化学分析资料, 详见表2。从表2可以看出, 在流纹岩族的岩石化学成分中, 以黑曜岩和珍珠岩富水、富钠质 ($\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$)。表2中岩石化学成分用C.I.P.W法计算其标准矿物分子, 在岩石分类图解上(图2), 投点大部分都落在流纹英安岩和英安岩区, 只个别落入流纹岩区。与福建侏罗纪的流纹岩、英安岩相当。用查瓦里茨基法作岩石化学成分计算并进行图解, 部分属正常系列, 部分属铝过饱和。在查氏图解上与区内花岗岩类极为相似。对上列火山熔岩作 $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 对 SiO_2 变异图(图3), 投影点分布在强碱区—碱质区, 且主要集中分布于两区的邻接部位。

表 2 火 山 岩 化 学 成 分 表

序号	岩 性	时代	氧 化 物 (%)													Sum	
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻		CO ₂
1	流 纹 岩	P	75.07	0.15	11.11	1.05	1.93	0.06	0.11	0.37	6.60	2.28	0.02	0.72	0.02	0.21	99.60
2	英 安 岩		63.52	0.56	15.82	4.21	3.01	0.17	0.86	3.06	3.15	4.48	0.23	1.30	0.08	0.07	100.52
3	流纹英安岩		74.48	0.20	12.29	1.52	0.72	0.06	0.55	0.45	4.85	3.16	0.04	1.08	0.22	0.14	99.76
4	黑 曜 岩		71.40	0.28	11.03	1.08	0.65	0.03	0.23	2.65	1.04	3.08	0.00	7.22	1.56	0.00	100.25
5	珍 珠 岩		75.60	0.05	11.65	1.47	0.93	0.03	0.48	0.33	3.10	4.48	0.03	1.08	0.12	0.08	99.45
6	流纹英安岩		77.70	0.13	9.92	1.12	2.05	0.06	0.66	0.41	3.53	3.38	0.05	1.24	0.04	0.08	100.37
7	流纹英安岩	J	74.88	0.20	13.30	1.02	1.00	0.06	0.22	0.87	4.88	2.77	0.03				
8	英 安 岩		66.84	0.53	15.39	2.40	2.18	0.11	1.12	2.28	3.85	3.85	0.15				

注: 产地: 1、2—象老坝; 3—柳树沟; 4—6—库甫; 7、8—福建。

(三) 火山岩的稀土分配型式及岩浆源的讨论

目前对西畴喀尔陶相火山岩仅作了少数稀土元素分析, 其含量见表3。在标准化模式图上(图4)曲线表现为富集型, 出现明显的Eu负异常。轻稀土含量较重稀土高, 轻稀土变化

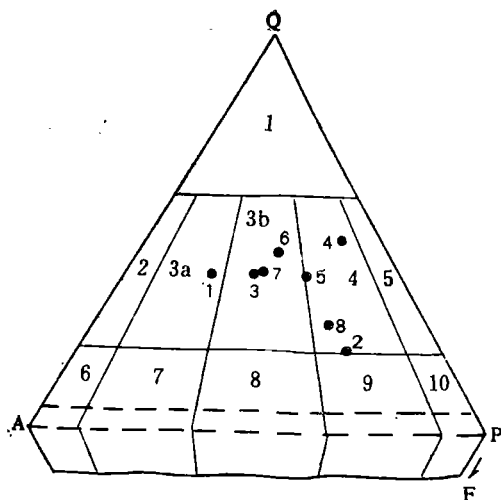


图 2 火山岩成分图解

(据斯特雷凯森)

2—碱性流纹岩; 3a—流纹岩; 3b—流纹英安岩; 4—英安岩; 5—石英英安岩; 6—碱性石英粗面岩; 7—石英粗面岩、粗面岩; 8—石英安粗岩、安粗岩; 9—石英安粗安山岩; 10—石英安山岩、安山岩、拉斑玄武岩

范围较大呈富集型, 重稀土变化范围相对较小呈平滑的曲线型式。

从表3和图4中可以看出, 本区大陆型火山岩与地槽型细碧—角斑岩的稀土含量及总体曲线形态比较, 则具有显著差别, 细碧—角斑岩中的镧、铈含量, 明显地低于陆相流纹岩类。细碧—角斑岩的稀土含量比重稀土稍偏高, 总体曲线势态为缓倾斜线式的平缓变化曲线, 无铕的异常, 表明两者岩浆源无血缘关系。而大陆型流纹岩类的稀土元素含量及模式, 与区内

1—流纹岩; 2—黑曜岩; 3、4、5—花岗岩; 6—细碧—角斑岩出露大面积的二长花岗岩极为相似, 故有理由推测它们同属一个岩浆源。两者曲线势态雷同于科尔曼所列的大陆花岗岩^[2]。据陈德潜对不同成因花岗岩的稀土分配型式特征的研究^[1], 花岗岩化成因的岩石, 其稀土分配型式具明显的轻稀土富集, 无铕的异常, 呈平滑曲线; 而地壳重熔再生花岗岩的稀土分配型式则具有明显的负铕异常; 地幔来源的花岗岩具最大的负铕异常。区内的流纹岩建造及二长花岗岩则属硅铝层重熔生成的熔浆, 是西准噶尔地槽

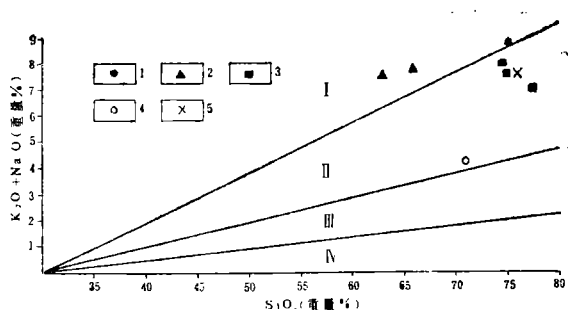


图 3 $(K_2O + Na_2O)$ 对 SiO_2 变异图

(据张雯华)

I—强碱质区; II—碱质区; III—弱碱质区; IV—贫碱质区; 1—流纹岩; 2—英安岩; 3—流纹英安岩; 4—黑曜岩; 5—珍珠岩

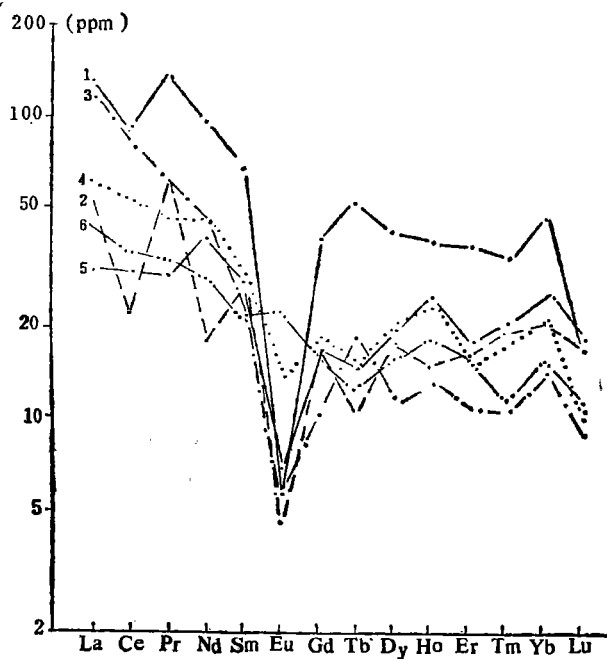


图 4 细碧—角斑岩、流纹岩及花岗岩

REE标准化模式

表 3 花岗岩、陆相及海相火山岩稀土元素含量

序 号	岩 性	R E E (ppm)													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
1	流纹岩	17.05	19.13	7.29	10.71	5.95	0.29	5.47	0.51	5.32	1.11	3.50	0.63	3.60	0.53
2	黑曜岩	40.93	77.34	16.39	53.99	14.49	0.41	12.75	2.55	12.63	2.79	7.87	1.14	7.90	0.53
3	二长花岗岩	33.73	67.93	7.51	24.26	4.80	0.43	3.64	0.45	3.34	0.96	2.28	0.35	2.48	0.28
4	二长花岗岩	17.06	44.13	5.11	23.23	5.99	1.03	6.06	0.72	6.16	1.72	3.17	0.59	3.67	0.30
5	二长花岗岩	9.33	26.81	3.55	17.89	5.12	0.50	5.25	0.73	5.95	1.80	3.63	0.67	4.46	0.54
6	细碧—角斑岩	13.49	30.29	4.12	16.77	4.46	1.67	5.13	0.68	4.72	1.33	3.34	0.36	2.57	0.34

注：产地：1—莫老坝；2—库甫；3—鲸鱼南；4—叶格孜卡拉；5—达拉布特；6—西准格尔西南地区(含量为15个样品的平均值)。

褶皱封闭、地壳厚度迅速增大而使壳下硅铝层大规模熔化的结果。由这样的花岗岩浆生成的流纹岩和花岗岩，必然具有一致的和明显的负异常，其稀土分配型式与南岭花岗岩区的7017岩体的稀土分配型式近似。

西准噶尔地槽褶皱带内的二长花岗岩与陆相流纹岩建造，是同一岩浆源不同相的产物。因此，它们生成的地质背景及成岩时间也相当接近。二长花岗岩呈岩基状和岩株状，是地槽经受华力西中期强烈造山运动全面封闭时、壳下重熔的花岗岩浆大规模上侵的结果。花岗岩不仅赋存于中下石炭统中，并出现303.34—309.52百万年的铀—铅法同位素年龄值组。早二叠世流纹岩建造，是地槽褶皱成山后首次发生大规模的大陆型喷出。

参 考 文 献

- [1] 陈德潜, 1982, 稀土元素地质概况. 地质出版社.
- [2] 罗伯特·G·科尔慢, 1982, 蛇绿岩中火成岩石的地球化学与岩石成因. 国外地质, 第二辑.
- [3] 黄木宏, 1977, 小兴安岭东南二叠纪植物群. 地质出版社.
- [4] 窦亚伟、孙喆华, 1985, 新疆北部哈尔加乌组 and 卡拉岗组的地质时代. 地质论评, 31卷, 6期.

(上接第45页)

- [6] 贵阳地球化学研究所, 1980, 七十年代地质地球化学进展. 贵州人民出版社.
- [7] 涂光炽、陈 丰, 1982, 矿物物理学的研究现状. 矿物物理和矿物材料. 科学出版社.
- [8] 傅平秋、倪集众, 1982, 三十二年来我国矿物学研究进展. 矿物学报, 第1期.
- [9] A.S.Marfunin, 1977, Spectroscopy Luminescence and Radiation Centers in Minerals . Berlin, Heidelberg, New York.
- [10] C.R.Brundle, A.D.Baker, 1977, Electron Spectroscopy theory. Techniques and App→Lications Vol. 1,2,3, London. New York. San Francisco.
- [11] G.A.Segal, 1977, Semipirical Methods of Electronic Structure Calculation, New York and London.
- [12] S.Ghose, S.S.Hafner, 1967, Mg^{2+} — Fe^{2+} Distribution in Metamorphic and Volcanic Orthopyroxenes. Z.Kristallogr 125.
- [13] S.K.Saxena, 1973, Thermodynamics of Rock—Forming Crystalline Solutions, New York.