第47卷 第4期
2014年(总194期)

西 北 地 质
NORTHWESTERN GEOLOGY

Vol. 47 No. 4
2014(Sum194)

对西昆仑赛力亚克达坂胜利桥岩体再认识

陈琳[1,2],汤鸿伟[1,2],任清军[1],张杰[1,2],史俊波[1,2]

(1. 成都理工大学 沉积地质研究院,四川 成都 610059; 2. 四川省核工业地质局二八二大队,四川 德阳 618000)

摘 要:胜利桥岩体是西昆仑库地—麻扎地区出露的面积较大的"浆混"花岗岩,岩性复杂,岩石类型较多。岩石地球化学特征显示,该岩体 SiO_2 含量较高,主要属酸性岩类;里特曼指数 $\sigma=2.13\sim2.89$;强不相容元素 K、U、Ba、Rb、Th 具有明显的富集特征,高场 Nb、Ta、P、Ti 元素明显亏损,Nb-Ta 呈槽状,Sr 元素亏损明显;稀土元素总量较低,属轻稀土富集、重稀土亏损型。根据锆石 U-Pb 法同位素测年,2 个 U-Pb 年龄平均值分别为(229.7 ±1.4)Ma 与(204.65±0.59)Ma,时代确定为晚三叠世。综合分析,认为胜利桥岩体属于过铝高钾钙碱性花岗岩类,属 I 型花岗岩类,其物质来源主要来自地幔,并有一定地壳物质的加入,是壳幔共同作用的结果。胜利桥单元为陆内俯冲作用的产物,其呈现的火山弧花岗岩特征主要受地壳物质物源影响所致。

关键词:岩石化学;岩石成因;构造环境;胜利桥岩体;西昆仑

中图分类号:P584 **文献标识码**:A **文章编号**:1009-6248(2014)04-0061-12

The Recognition of Shengliqiao Rock Mass of Saliyakedaban, West Kunlun

CHEN Lin[1,2], TANG Hong-wei[1,2], REN Qing-jun[1], ZHANG Jie[1,2], SHI Jun-bo[1,2]

(1. *Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu* 610059, *China*; 2. *No.* 282 *Geological Party, Sichuan Bureau of Geology for Nuclear Industry, Deyang* 618000, *China*)

Abstract: With complex lithology and rock types, Shengliqiao rock mass is a large outcrop of mixed granite in Kudi-Mazha area of West Kunlun. Geochemical characteristics of high SiO_2 content indicates that the rock mass is mainly acid rock. The value of Rittmann index (σ) is between 2.13 and 2.89; strong incompatible elements including K, U, Ba, Rb, Th have obvious enrichment features; high field elements such as Nb, Ta, P, Ti are apparently depleted; the distribution of Nb-Ta is in a groove shape, and Sr element is also in an obvious deficit; the total of rare earth element is fairly low, with LREE enriched while HREE depleted. According to the zircon U-Pb isotopic dating analysis, the average ages are (229.7±1.4) Ma and (204.65±0.59) Ma, indicating that Shengliqiao rock mass occurred in the Late Triassic age. In summary, the rock is I-type granite of high aluminum potassium calcium alkaline, a result of interaction between crust and mantle. The material resource came mainly from the mantle with a certain amount of crustal material. Combined with the features of regional tectonic position and magmatic evolution of the analysis, it is concluded that Shengliqiao rock unit is a product of intracontinental subduction. The displayed feature of island arc granite is induced by the influence of crustal material re-

收稿日期: 2014-06-18;**修回日期**: 2014-10-22

基金项目:中国地质调查局"新疆 1∶5万 J43E022021 等 5 幅区调"(1212011120539)

作者简介:陈琳(1985-),男,四川仪陇人,地质工程师,工学学士,主要从事大比例尺区域地质调查及矿产资源勘查。E-mail:chenl808185@126.com

sources.

Key words: petrochemistry; petrogenesis; tectonic environment; Shengliqiao rock mass; West Kunlun

胜利桥岩体($\delta\sigma$-$\eta\gamma T_3$)为1∶25万麻扎幅、神仙湾幅对"阿卡阿孜山岩体"解体后的一部分,区域大地构造上属昆仑微陆块之中昆仑早古生代复合岩浆弧带,前人针对阿卡阿孜山岩体做了大量工作,汪玉珍(1987)根据2个年龄值K-Ar,将其划为晚古生代晚期,但承认"亦有印支期花岗岩侵入,只是图上未圈出";袁超(1999)通过对在不孜完沟铁矿周围采取的二长花岗岩进行单颗粒锆石U-Pb及Sm/Nd同位素分析,认为"其真实年龄应为215 Ma,以前的"K-Ar数据"未能真实的反映该岩体的年龄,或者该大岩基本身就包含了不同时代侵入体。其物质来源来自消减洋壳的可能性不大。"

对于其成岩构造背景资料的研究,许荣华等(1990)认为其"形成于活动大陆边缘,代表另一次碰撞事件的产物";姜耀辉(1999)认为其"形成于造山晚期相对拉张环境";张玉泉(1990)将其划分为西昆仑南带花岗岩带,认为其化学成分偏酸性,分异程度低,具有十分相似的火山弧或碰撞后花岗岩主元素和微量元素地球化学特征,说明本区形成于大陆板块边缘活动带的花岗岩类物质来源的一致性,与不同时代的俯冲作用有关,其物质来源于洋壳的部分熔融";袁超(2003)认为岩体中不存在华力西期岩浆活动的可能性,而是形成于同一次构造岩浆活动,其源区为包含长英质组分和基性、超基性组分的南昆仑增生杂岩,产生于与碰撞有关的环境。

有关阿卡阿孜山岩体物质来源的讨论,谌宏伟等(2005)认为其"源岩为古老的下地壳物质,即西昆仑昆南地体的变质基底,壳幔岩浆混合作用发生在下地壳底部。"在麻扎、神仙湾幅1∶25万区域地质调查报告(陕西省地质调查院,2004)中,对"阿卡阿孜山岩体"进行了解体,认为"新解体出的胜利桥花岗岩是一个浆混作用形成的复式岩体,并同时认为胜利桥岩体属于钙碱性岩系,为同熔型的I型花岗岩类。它们可能是由于洋壳物质俯冲、消减,来源于深源的壳幔混合源而形成于微陆块岛弧的上部地壳中"。

纵观前人研究,对阿卡阿孜山岩体"解体前"的研究颇有成果,对该岩体作为一个整体的成岩时代、构造背景、物质来源均有较系统的阐述,但作为一个西昆仑造山带中面积最大的岩浆混合成因的复式杂岩体来说,对阿卡阿孜山岩体"解体后"各部分的认识尚浅。笔者通过对胜利桥岩体的展布特征、岩石化学等方面的研究结合锆石U-Pb定年结果,对该岩体形成时代、成因及构造环境进行了分析讨论。

1 地质特征

胜利桥岩体出露于新藏公路胜利桥一带(图1),平面上呈不规则长条状,长轴方向为北西—南东向,岩体出露面积约100 km^2。该岩体南界与三叠纪火山岩断层接触,向东、北侵入早期黑云母二长花岗岩和提热艾力组岩屑砂岩、粉砂岩、页岩中;提热

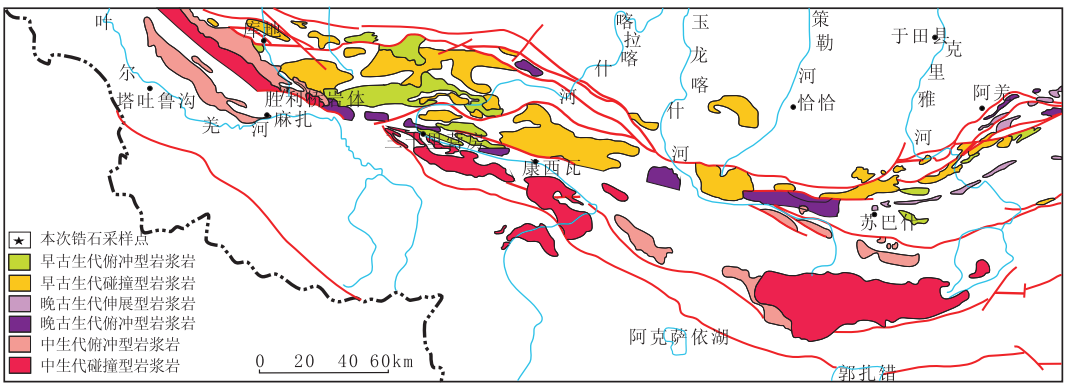


图1 胜利桥岩体分布简图

Fig. 1 The Shengliqiao rock mass distribution diagram

艾力组砂岩发生较强的角岩化。

由于胜利桥浆混花岗岩岩性复杂,界线混乱不清,花岗岩类之间多呈涌动接触关系。

浆混花岗岩中脉体主要有钾长花岗岩、辉绿岩脉;辉绿岩脉体走向近东西向,脉体产状近直立,长约 0.5～1.3 km,宽约 3～5 m;其次为闪长玢岩脉、闪长岩脉,脉宽一般为 0.5～2 m,延伸数米至数十米不等,但此类脉岩较为常见,脉体多呈北西向展布,岩脉之间未见穿切关系,其形成顺序不明;岩石中发育较多的暗色包体,包体呈棱角状、长条状、椭圆状和不规则状,包体大小不等,直径为几厘米至几十厘米,个别包体可达 1 至几米,包体边界清楚,包体周围常见蚀变现象。从野外观察看,包体局部成群出现,亦可零星分布。侵入体北部具有较多的岩屑砂岩、粉砂岩等俘虏体;俘虏体发生明显变质,俘虏体大小不等,直径多为几厘米至几十厘米,个别可达数米。

2　岩石学特征

胜利桥岩体岩石类型较多,主要有中-细粒花岗岩、中细粒黑云母花岗岩、细粒花岗闪长岩、花岗斑岩、中粒石英闪长岩、二长花岗岩和钾长花岗岩等。

中-细粒花岗岩:岩石呈灰白色,花岗结构,块状构造;主要造岩矿物为中酸性斜长石、钾长石、石英、黑云母;钾长石为主要为条纹长石,钾长石、斜长石边缘具有钠长石化,中酸性斜长石具有卡纳连晶的环带构造,部分黑云母绿泥石化,岩石中局部石英富集,局部可见角闪石;副矿物主要为锆石。

中细粒黑云母花岗岩:岩石呈浅灰色,具有中细粒花岗结构,块状构造;主要造岩矿物为中酸性斜长石、钾长石、石英、黑云母、角闪石;岩石中具有环带构造的中性斜长石,钾长石主要为条纹长石,具有强烈的波状消光,偶见角闪石,局部可见角闪石;副矿物主要为锆石。

花岗斑岩:岩石呈灰白色,具斑状结构,块状构造;岩石主要由斑晶和基质组成,斑晶成分有石英、中酸性长石、酸性斜长石、钾长石等,主要造岩矿物为中酸性斜长石、钾长石、石英、白云母,岩石中具有中酸性斜长石、文象长石、卡氏双晶的正长石斑晶,岩石中见碳酸盐化。

细粒花岗闪长岩:岩石呈浅灰色,具半自形粒状结构,块状构造;主要造岩矿物为斜长石、角闪石、石英;中性斜长石具有环带构造,暗色矿物以角闪石为主,角闪石自形晶部分绿泥石化,偶见绿帘石,副矿物为锆石、磷灰石、榍石。

中粒石英闪长岩:岩石呈灰色,半自形粒状结构、块状构造;主要造岩矿物为斜长石、角闪石、石英、绿帘石,岩石中具有环带构造的中性斜长石,暗色矿物以角闪石为主,角闪石自形晶部分绿泥石化,少量他形粒状石英分布在斜长石之间及斜长石与角闪石之间。

二长花岗岩:岩石呈桔黄色,具中粗粒粒状结构,块状构造;主要造岩矿物为斜长石、钾长石、石英、角闪石和少量黑云母;副矿物为磁铁矿、榍石、锆石等。其中斜长石呈自形-半自形粒状,钠长石净边发育,聚片双晶及环带构造发育;钾长石为不规则形状;石英为他形粒状,波状消光;角闪石为半自形粒状,双晶发育。

钾长花岗岩:岩石呈浅肉红色、浅灰红色,细粒花岗结构,局部不等粒花岗结构,块状构造;主要造岩矿物为钾长石、石英、酸性斜长石、云母,粒度≤1.5 mm,岩石具弱绢云母化、弱黏土化。

3　岩石化学特征

胜利桥花岗岩类岩石主量元素含量及 CIPW 标准矿物参数见表 1,SiO_2 含量为 65.47%～74.87%,变化较大,主要属酸性岩类,Al_2O_3 含量为 12.84%～16.14%;Na_2O、K_2O、MnO 含量与世界火成岩平均值同类花岗岩相比均较高,Fe_2O_3、FeO、MgO、CaO 变化较大;Na_2O 含量为 3.46%～4.4%,总体上小于 K_2O 含量;里特曼指数 σ=2.13～2.89,小于 3.3,为钙碱性岩;在 SiO_2-K_2O 图中(图 2),样品全部落于高钾钙碱性岩系列;岩石固结指数 SI=3.65～9.76,变化较大,分异指数 DI=78.44～91.55,变化较大,其分异程度中等。

在 CIPW 标准矿物组成方面,表现为 or+ab+an+c+hy+Il+mt+ap+q 组合。AR 为 2.48～3.88;部分标准矿物分子出现刚玉,且刚玉含量均为 0.25%～3.33%。在 A/NK-A/CNK 判别图中,样品主要投影于属于准铝-过铝质界线附近,样品属过铝质花岗岩类(图 3),A/CNK 值为 0.811～1.006,小于 1.1,岩石属过铝高钾钙碱性花岗岩类。

表 1 胜利桥岩体主量元素(w_B%)分析结果表

Tab. 1 Major element analyses of the Shengliqiao rock mass

序号	岩性	样品编号	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2
1	$\varepsilon\gamma$	D105-Hx1	69.66	13.6	2.12	0.87	0.46	1.44	4.098	4.146	0.3132
2	$\eta\gamma$	D106-Hx1	71.38	13.99	0.57	1.79	0.4	1.52	3.941	4.249	0.24
3	γ	9022-WL1	72.06	13.4	0.566	1.8	0.501	1.18	4.4	3.64	0.276
4	$\eta\gamma$	D534/1*	74.87	12.82	0.89	0.99	0.64	1.1	3.46	4.76	0.14
5	$\eta\gamma$	D535/1*	71.15	14.04	0.84	1.64	0.67	3.3	4.13	4.17	0.23
6	$\gamma\delta$	D536/1*	65.47	16.14	/	3.39	1.24	2.87	3.82	4.26	0.64

序号	岩性	样品编号	MnO	P_2O_5	LOSS	Total	Q	An	Ab	Or	C	*Di*
1	$\varepsilon\gamma$	D105-Hx1	0.0738	0.0913	2.57	99.44	26.6	6.68	35.82	25.31	0	0.21
2	$\eta\gamma$	D106-Hx1	0.0548	0.0757	1.24	99.45	27.78	7.41	33.95	25.56	0.25	0
3	γ	9022-WL1	0.057	0.068	1.78	99.73	30.33	1.73	37.77	21.82	1.62	0
4	$\eta\gamma$	D534/1*	0.04	0.04	0.92	99.33	35.69	0	27.92	27.94	2.19	0
5	$\eta\gamma$	D535/1*	0.07	0.07	0.29	100.6	24.22	7.42	34.8	24.54	0	6.5
6	$\gamma\delta$	D536/1*	0.07	0.19	2.12	100.4	20.54	5.32	32.55	25.35	3.33	0

序号	岩性	样品编号	*Hy*	*Il*	*Mt*	*Ap*	*DI*	*SI*	*AR*	σ43	A/CNK
1	$\varepsilon\gamma$	D105-Hx1	2.57	0.61	1.97	0.22	87.73	3.96	3.43	2.5	0.982
2	$\eta\gamma$	D106-Hx1	3.57	0.46	0.85	0.18	87.29	3.65	3.24	2.34	1.01
3	γ	9022-WL1	3.79	0.53	0.83	0.16	89.92	4.59	3.46	2.21	1.006
4	$\eta\gamma$	D534/1*	2.56	0.26	1.25	0.09	91.55	5.96	3.88	2.13	0.998
5	$\eta\gamma$	D535/1*	0.48	0.44	1.21	0.16	83.56	5.85	2.84	2.45	0.811
6	$\gamma\delta$	D536/1*	8.45	1.22	0	0.44	78.44	9.76	2.48	2.89	1.002

注：*引用 1∶25 万区调数据。

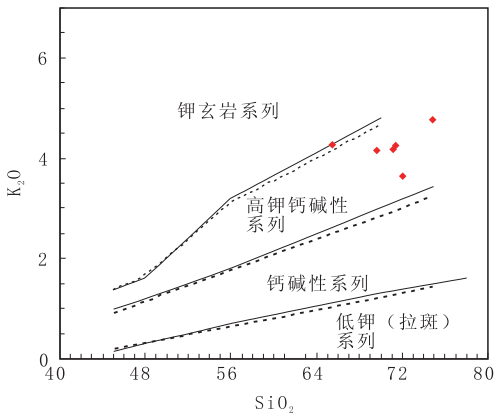


图 2 胜利桥岩体 SiO_2-K_2O 图

Fig. 2 SiO_2-K_2O figure of the Shengliqiao rock mass

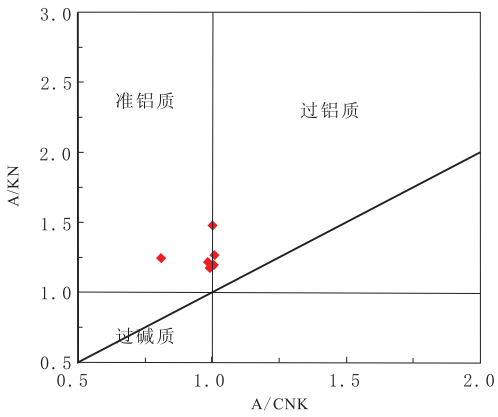


图 3 胜利桥岩体 A/NK-A/CNK 判别图

Fig. 3 A/NK-A/CNK Discriminant figure of the Shengliqiao rock mass

4　地球化学特征

4.1　微量元素特征

岩石微量元素测试成果见表 2,与维氏克拉克值(1962)相比,Ba、Hf、Li 元素富集, Rb、Sr 值变化较大,Zr、Cs 元素较为接近,其余元素相对贫化。原始地幔标准化微量元素比值蛛网图经(Sun et al.,1989)(图 4)曲线左高右低,向右倾斜,呈明显锯齿状。据图可以看出,强不相容元素 K、U、Ba、Rb、Th 具有明显的富集特征,高场 Nb、Ta、P、Ti 元素明显亏损,Nb-Ta 呈槽状,Sr 元素亏损明显;岩石具岛弧岩浆岩特征,指示岩浆主要来源于地幔,同时有一定陆壳物质的加入,是壳幔共同作用的结果。

表 2　胜利桥岩体岩石微量元素分析结果表

Tab. 2　Trace element analyses of the Shengliqiao rock mass

岩性	样品号	微量元素含量($\times10^{-6}$)								
		Rb	Sr	Ba	Th	U	Nb	Ta	Zr	Hf
$\varepsilon\gamma$	D105-Hx1	188.8	138.4	618.84	25.42	6.841	12.86	1.426	135.41	4.47
$\eta\gamma$	D106-Hx1	180	214.4	806.89	13.65	1.688	19.73	1.18	168.89	5
γ	9022-WL1	95.6	147	776.80	12.8	2.01	9.52	0.88	167	4.58
$\gamma\delta$	9021-wl1	95.8	533	661.83	9.25	1.91	11.2	0.94	136	4.22
$\gamma\beta$	9027-wl1	111	204	821.79	13.6	1.38	10.8	0.93	176	5.1
$\gamma\beta$	9054-wl1	130	181	658.83	14.5	3.2	19.4	1.49	184	5.48
克拉克值(维 1962)		150	340	650	×	×	20	2.5	170	1

岩性	样品号	微量元素含量($\times10^{-6}$)								
		Co	Ni	Cr	V	Li	Cs	W	Sn	Mo
$\varepsilon\gamma$	D105-Hx1	5.906	1.298	8.07	28.02	22.16	21.57	1.17	2.437	1.159
$\eta\gamma$	D106-Hx1	4.665	0.8837	5.93	11.67	24.66	4.073	0.56	1.655	0.636
γ	9022-WL1	3.39	1.72	16.2	17.7	21	2.9	0.56	2.55	0.46
$\gamma\delta$	9021-wl1	15.8	8.78	32.6	166	36.4	5.98	1.74	5.08	0.85
$\gamma\beta$	9027-wl1	2.99	1.9	12	15.4	14.2	2.88	1.01	1.8	0.8
$\gamma\beta$	9054-wl1	2.99	2.52	9.26	11.3	25.8	4.33	0.52	2.1	0.29
克拉克值(维 1962)		18	58	83	×	20	3	1.3	2.3	1.2

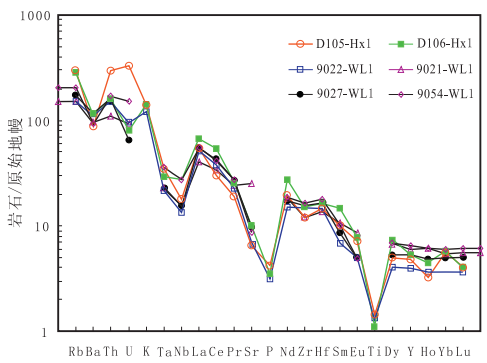


图 4　胜利桥岩体微量元素标准化型式图

Fig. 4　Diagram of the trace elements patterns in the Shengliqiao rock mass

4.2　稀土元素

胜利桥浆混花岗岩稀土元素含量及特征参数值见表 3。从表中可见,花岗岩类岩石的稀土元素总量 $\sum REE=143.35\times10^{-6}\sim212.25\times10^{-6}$,较维氏花岗岩中稀土总量($\sum REE=292\times10^{-6}$)低。轻稀土含量 $LREE=125.66\times10^{-6}\sim192.35\times10^{-6}$,重稀土含量 $HREE=11.26\times10^{-6}\sim19.90\times10^{-6}$,稀土元素中 $\sum LREE/\sum HREE=7.10\sim11.74$,属轻稀土富集、重稀土亏损型。$(La/Yb)_N=7.44\sim14.19$,大于 1。其稀土配分模式为右倾型(图 5),岩石中轻稀土分馏中等,$\delta Ce=0.81\sim1.16$,变化较大,$\delta Eu=0.56\sim0.94$,Eu 具有负异常,为 Eu 亏损型,分配曲线在 Eu 处呈谷状。

表 3 胜利桥岩体稀土元素分析结果表

Tab. 3 REE analyses of the Shengliqiao rock mass

岩性	样品号	元素含量($\times10^{-6}$)						
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd
εγ	D105-Hx1	37.714	52.944	5.262	26.536	4.431	1.207	4.391
ηγ	D106-Hx1	45.874	94.882	7.004	36.728	6.56	1.298	6.411
γ	9022-WL1	35.6	66	6.34	20.4	3.06	0.84	2.98
γδ	9021-wl1	28	59.9	6.67	24.9	4.75	1.44	4.42
γβ	9027-wl1	38.6	74.2	7.17	23.3	3.8	0.82	3.55
γβ	9054-wl1	37.7	73.8	7.52	25.4	4.49	0.81	4.3

岩性	样品号	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
εγ	D105-Hx1	0.47	3.722	0.534	2.47	0.266	2.715	0.3	21.99
ηγ	D106-Hx1	0.677	5.389	0.733	3.214	0.304	2.868	0.304	24.13
γ	9022-WL1	0.47	2.98	0.6	1.86	0.3	1.8	0.27	17.8
γδ	9021-wl1	0.76	5.02	1.01	2.92	0.45	2.7	0.41	27.5
γβ	9027-wl1	0.6	3.89	0.79	2.49	0.4	2.42	0.37	24
γβ	9054-wl1	0.74	5.04	1.01	3.02	0.48	2.98	0.45	29.5

岩性	样品号	特征参数值						
		ΣREE	LREE	HREE	LREE/HREE	La_N/Yb_N	δEu	δCe
εγ	D105-Hx1	142.96	128.09	14.87	8.62	9.96	0.83	0.81
ηγ	D106-Hx1	212.25	192.35	19.90	9.67	11.47	0.60	1.16
γ	9022-WL1	143.50	132.24	11.26	11.74	14.19	0.84	0.99
γδ	9021-wl1	143.35	125.66	17.69	7.10	7.44	0.94	1.04
γβ	9027-wl1	162.40	147.89	14.51	10.19	11.44	0.67	1.02
γβ	9054-wl1	167.74	149.72	18.02	8.31	9.07	0.56	1.01

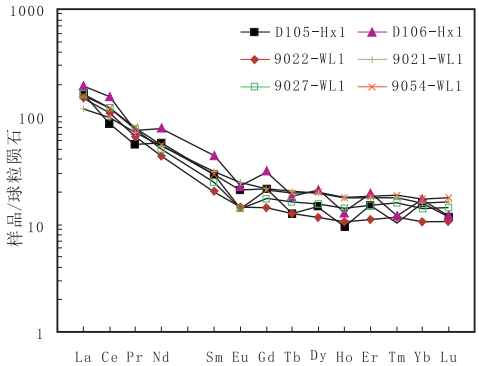


图 5 胜利桥岩体稀土元素球粒陨石标准化型式图

Fig. 5 Chondrite normalized REE patterns of the Shengliqiao rock mass

5 时代

本次工作在胜利桥岩体采取花岗闪长岩(样品号:D50-AGE)和花岗岩(样品号:D9022-JD1)2 件样品进行年龄测试(图 1),采用锆石 U-Pb 法同位素测年进行年龄测试分析。

5.1 样品的制备及分析方法

岩样首先经过机械破碎,后经淘洗、磁选和重液分选后,在双目镜下挑选提纯,每个样品分选出的锆石颗粒为 500 至数千颗粒不等。后在双目镜下对锆石进行精选,尽可能选择晶形完好、透明度高、无包体、无裂痕的锆石颗粒进行制靶。并进行透射光、反射光、阴极发光照相。通过对阴极发光图像分析,选

择吸收程度均匀的区域进行分析。

锆石定年工作中主要采用仪器为美国 Agilient 公司生产的 Agilient7500a 型激光剥蚀电感藕合等离子质谱仪(ICP-MS),激光剥蚀系统为德国 Miro-Las 公司生产的 GeoLas 200M。锆石年龄测定采用国际标准锆石 91500 作为外标,元素含量测定采用 NIST 610 作为外标,^{29}Si 作为内标。锆石的透射光、反射光及阴极发光照相和 LA-ICP-MS 分析测试均在中国地质科学院矿产资源研究所完成。样品的同位素比值及元素含量计算采用 GLITTER (ver. 4.0)程序完成,年龄计算及谐和图的绘制采用 Isoplot(ver. 3.0)完成(Ludwig 2003)。对< 1 000 Ma 的样品,由于可用于测量的放射成因 Pb 含量低和普通 Pb 校正的不准确性,采用^{206}Pb/^{238}U 表面年龄。

5.2　分析结果

本次花岗闪长岩样品(D50-AGE)U-Pb 年龄平均值为(229.7 ±1.4)Ma,其同位素测试参数特征见表 4。1～10 号^{206}Pb/^{238}U 点表面加权年龄平均值为(229.7 ±1.4)Ma(图 6)。样品锆石的大小一般为0.03～0.3 mm,锆石自形程度较好,锆石呈无色至浅灰色,多以自形粒状为主,部分呈短柱、不规则状、长条状,CL 图像中部分锆石具震荡环带,个别具边-核内部结构(图 8)。

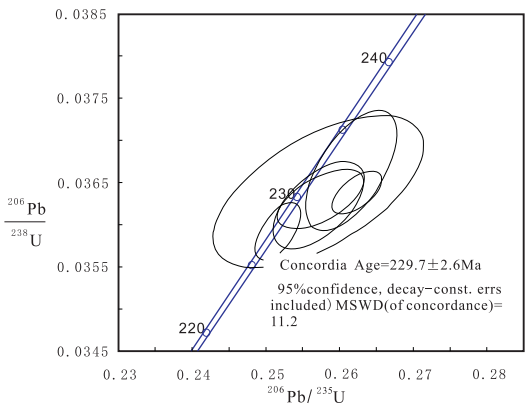


图 6　胜利桥岩体花岗闪长岩锆石 U-Pb 谐和年龄图(据 D50-AGE1)

Fig. 6　U-Pb Concordia diagram of zircons from the Shengliqiao rock mass granodiorite (According to D50-AGE)

花岗岩样品(D9022-JD1)U-Pb 年龄平均值为(204.65±0.59)Ma,其同位素测试参数特征见表 5。1～20 号点^{206}Pb/^{238}U 表面加权年龄平均值为(204.65±0.59)Ma(图 7)。样品锆石的大小一般为 0.05～0.2 mm,多数为 0.05～0.2 mm;锆石自形程度较好,锆石呈无色至浅灰色,多以自形粒状、椭圆状为主,部分呈短柱、不规则状、长条状,CL 图像中短柱状/长条状者多具清晰的震荡环带,部分具边-核内部结构(图 9)。

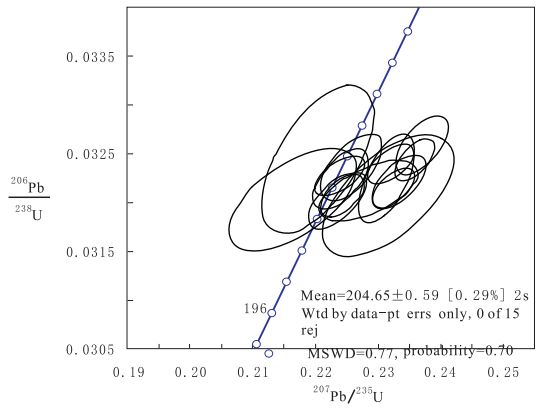


图 7　胜利桥花岗岩锆石 U-Pb 谐和年龄图(据 D9022-JD1)

Fig. 7　U-Pb Concordia diagram of zircons from the Shengliqiao rock mass granite (According to D9022-JD1)

6　岩石成因及构造环境讨论

6.1　岩石成因

岩石的稀土元素球粒陨石标准化图式中,曲线为右倾型,δEu=0.56～0.94,部分大于幔源型花岗岩的 δEu 值显示具有壳幔源特征;岩石的 A/CNK 值主要为 0.811～1.006,小于 1.1,具 I 型花岗岩的特点,里特曼指数 σ=2.13～2.89,小于 3.3,岩石为过铝钙碱性岩类;在 SiO_2-Zr 图解中,样品均投影于 I 型花岗岩中(图 10);在 SiO_2-Y 图解中样品均投影于 I 型花岗岩中(图 11),综合分析认为,岩石成因类型为 I 型,岩浆主要来源于地幔,并有一定地壳物质的加入。

6.2　成岩温度及压力

该侵入岩体与围岩侵入接触关系明显,侵入界线清楚;部分围岩发生明显角岩化蚀变。

该侵入体岩石样品在 Q-Ab-Or-H_2O 相图投影(图 12)结果表明,岩石形成的温度为 650～750 ℃,大多数形成时压力为 1×10^8～4×10^8 Pa。

6.3　构造环境讨论

在 Yb-Ta 图解中(图 13),样品投影点全部落在

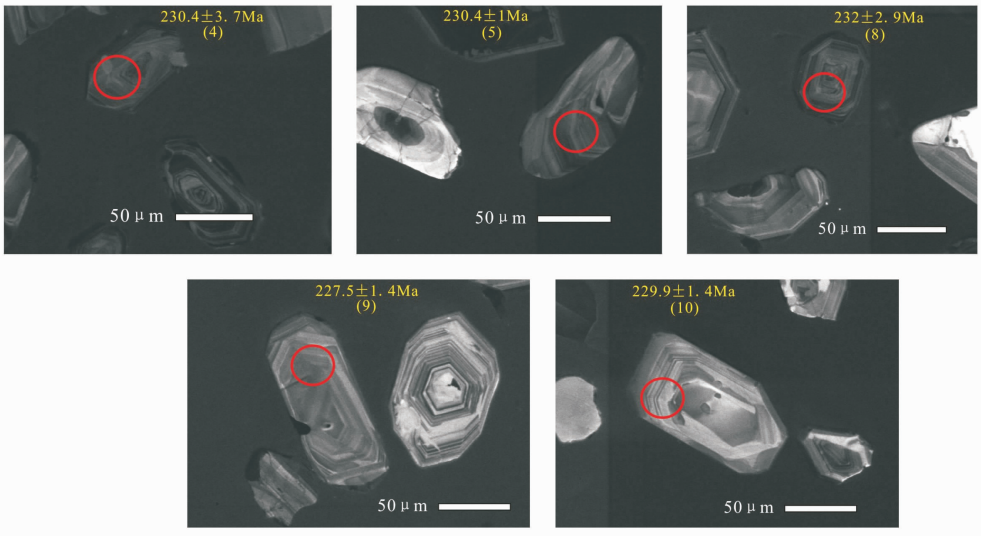


图 8 胜利桥岩体花岗闪长岩锆石 CL 图像(据 D50-AGE)

Fig. 8 Representative CL images for zircons from the Shengliqiao rock mass granodiorite(According to D50-AGE)

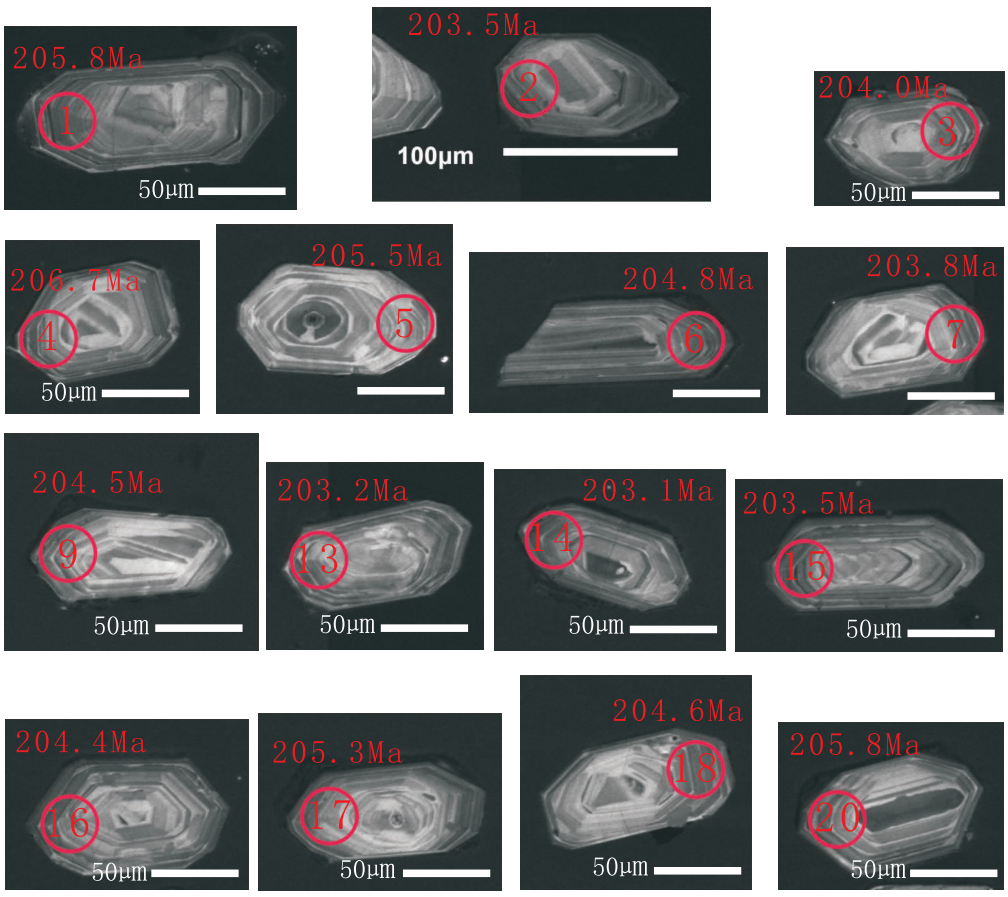


图 9 胜利桥岩体花岗岩锆石 CL 图像(据 D9022-JD1)

Fig. 9 Representative CL images for zircons from the Shengliqiao rock mass granite (According to D9022-JD1)

表 4　D50-AGE1 同位素测试参数特征表

Tab. 4　Isotope test parameters data of D50-AGE1

分析号	Pb	Th	U	$^{207}Pb/^{206}Pb$		$^{207}Pb/^{235}U$	
	Total	232	238	Ratio	1sigma	Ratio	1sigma
D50-2	116.184 179	817.071 349	787.879 704	0.048 660	0.000 452	0.123 266	0.001 147
D50-3	103.179 875	343.687 024	546.385 639	0.067 569	0.000 864	0.305 364	0.003 473
D50-4	63.083 513	249.501 514	415.074 402	0.051 166	0.001 063	0.257 133	0.009 429
D50-5	125.034 131	345.499 065	531.208 185	0.052 237	0.000 375	0.262 376	0.002 213
D50-6	101.473 276	312.715 010	609.131 793	0.050 785	0.000 382	0.244 157	0.001 806
D50-7	35.960 753	1 051.985 690	1 254.810 088	0.047 198	0.000 933	0.017 188	0.000 338
D50-8	122.194 306	369.069 401	500.405 228	0.051 702	0.000 409	0.261 590	0.004 097
D50-9	47.123 356	113.262 530	259.374 928	0.050 840	0.000 365	0.251 636	0.002 038
D50-10	54.765 428	147.008 609	171.452 306	0.051 398	0.000 734	0.257 402	0.003 887

分析号	$^{206}Pb/^{238}U$		$^{208}Pb/^{232}Th$		$^{207}Pb/^{206}Pb$		$^{207}Pb/^{235}U$		$^{206}Pb/^{238}U$	
	Ratio	1sigma	Ratio	1sigma	Age (Ma)	1sigma	Age (Ma)	1sigma	Age (Ma)	1sigma
D50-2	0.018 369	0.000 095	0.001 443	0.000 076	131.57	22.22	118.028 543	1.036 399	117.342 488	0.600 089
D50-3	0.032 876	0.000 195	0.002 880	0.000 154	855.24	27.777 5	270.581 337	2.701 819	208.520 881	1.213 975
D50-4	0.036 393	0.000 596	0.002 024	0.000 523	255.62	48.137 5	232.353 560	7.615 926	230.434 241	3.707 543
D50-5	0.036 381	0.000 166	0.002 773	0.000 119	294.505	21.295	236.579 665	1.779 945	230.358 994	1.035 492
D50-6	0.034 890	0.000 182	0.002 288	0.000 120	231.55	21.292 5	221.818 775	1.473 729	221.083 086	1.134 294
D50-7	0.002 643	0.000 023	0.000 316	0.000 031	57.5	46.292 5	17.303 857	0.337 005	17.016 000	0.145 633
D50-8	0.036 644	0.000 471	0.002 144	0.000 135	272.285	23.145	235.947 474	3.297 568	231.996 844	2.931 838
D50-9	0.035 920	0.000 225	0.003 268	0.000 233	235.25	16.662 5	227.904 459	1.653 218	227.495 357	1.401 267
D50-10	0.036 303	0.000 232	0.003 015	0.000 313	257.47	33.33	232.570 750	3.138 841	229.877 691	1.442 151

表 5 D9022-JD1 同位素测试参数特征表

Tab. 5 Isotope test parameters data of D9022-JD1

分析号	Pb	Th	U	$^{207}Pb/^{206}Pb$		$^{207}Pb/^{235}U$		$^{206}Pb/^{238}U$		$^{208}Pb/^{232}Th$		$^{207}Pb/^{206}Pb$		$^{207}Pb/^{235}U$		$^{206}Pb/^{238}U$	
	Total	232	238	Ratio	1sigma	Ratio	1sigma	Ratio	1sigma	Ratio	1sigma	Age (Ma)	1sigma	Age (Ma)	1sigma	Age (Ma)	1sigma
9022-JD1-1	56.346 092	94.573 050	130.555 537	0.052 796	0.000 462	0.235 832	0.002 058	0.032 437	0.000 141	0.002 403	0.000 339	320.43	20.367 5	215.001 702	1.690 490	205.782 424	0.878 440
9022-JD1-2	37.039 576	68.247 381	95.079 764	0.050 790	0.000 535	0.224 458	0.002 436	0.032 075	0.000 150	0.002 592	0.000 359	231.55	24.07	205.613 733	2.020 398	203.521 873	0.935 821
9022-JD1-3	52.623 210	62.110 436	96.425 660	0.052 467	0.000 481	0.232 399	0.002 178	0.032 149	0.000 134	0.003 552	0.000 425	305.615	22.22	212.177 560	1.794 591	203.985 247	0.834 711
9022-JD1-4	134.011 439	182.165 052	256.832 910	0.052 727	0.000 495	0.236 933	0.002 735	0.032 583	0.000 198	0.002 120	0.000 279	316.725	22.22	215.905 752	2.245 123	206.696 125	1.238 119
9022-JD1-5	95.488 774	109.012 167	136.828 622	0.051 969	0.000 547	0.231 947	0.002 433	0.032 394	0.000 135	0.002 717	0.000 293	283.395	24.072 5	211.804 309	2.005 105	205.514 222	0.840 938
9022-JD1-6	38.310 743	57.673 476	75.607 308	0.050 411	0.000 635	0.223 821	0.002 654	0.032 273	0.000 134	0.003 842	0.000 412	213.035	29.622 5	205.084 857	2.202 210	204.759 596	0.835 648
9022-JD1-7	73.208 634	56.642 051	81.357 236	0.051 592	0.001 150	0.228 400	0.005 175	0.032 118	0.000 204	0.004 594	0.000 647	333.39	49.992 5	208.876 661	4.277 965	203.788 599	1.275 670
9022-JD1-8	170.003 517	146.044 054	178.769 773	0.054 748	0.001 100	0.247 272	0.005 315	0.032 743	0.000 156	0.003 140	0.000 303	466.71	44.44	224.358 113	4.326 535	207.693 745	0.971 713
9022-JD1-9	96.559 576	80.858 214	92.586 558	0.050 427	0.000 638	0.223 972	0.002 915	0.032 236	0.000 206	0.004 116	0.000 490	213.035	29.622 5	205.209 961	2.417 970	204.527 680	1.285 705
9022-JD1-10	87.085 869	65.141 803	106.841 090	0.053 140	0.000 553	0.241 943	0.002 895	0.033 019	0.000 201	0.003 864	0.000 499	344.5	28.7	220.009 859	2.366 537	209.415 763	1.253 744
9022-JD1-11	51.907 337	37.275 429	63.719 790	0.053 135	0.000 847	0.249 079	0.004 369	0.033 995	0.000 264	0.006 397	0.000 955	344.5	35.18	225.827 724	3.551 961	215.500 660	1.647 571
9022-JD1-12	61.806 098	50.434 923	72.791 523	0.053 042	0.000 942	0.241 843	0.004 639	0.033 061	0.000 215	0.005 290	0.000 711	331.54	34.255	219.928 637	3.793 108	209.676 820	1.344 209
9022-JD1-13	57.279 002	44.232 185	71.359 463	0.048 978	0.001 401	0.216 377	0.006 736	0.032 028	0.000 346	0.005 644	0.001 354	146.38	66.657 5	198.889 822	5.623 166	203.231 097	2.159 452
9022-JD1-14	115.776 977	113.777 470	112.479 702	0.050 571	0.000 557	0.223 316	0.002 899	0.032 013	0.000 187	0.002 862	0.000 358	220.44	30.547 5	204.666 198	2.406 370	203.135 754	1.166 544
9022-JD1-15	5.846 028	40.437 700	67.893 086	0.052 343	0.001 302	0.231 526	0.006 882	0.032 072	0.000 413	0.003 205	0.001 137	301.91	62.03	211.457 261	5.673 992	203.501 919	2.577 585
9022-JD1-16	50.069 212	46.239 163	76.504 389	0.052 545	0.000 603	0.233 261	0.002 780	0.032 211	0.000 179	0.004 991	0.000 680	309.32	30.552 5	212.887 082	2.289 271	204.369 514	1.117 499
9022-JD1-17	50.194 260	38.340 936	63.386 728	0.050 659	0.000 808	0.225 697	0.003 274	0.032 362	0.000 224	0.005 817	0.000 938	233.4	37.027 5	206.640 441	2.712 371	205.313 981	1.400 298
9022-JD1-18	58.824 550	75.932 437	121.642 086	0.052 024	0.000 455	0.231 306	0.002 971	0.032 241	0.000 300	0.003 220	0.000 413	287.1	20.367 5	211.276 291	2.450 338	204.556 922	1.871 397
9022-JD1-19	60.182 825	65.258 947	69.006 074	0.086 134	0.001 654	0.400 973	0.008 490	0.033 805	0.000 394	0.004 370	0.000 679	1 342.59	42.75	342.353 320	6.153 283	214.320 005	2.456 610
9022-JD1-20	21.169 517	40.868 380	69.388 633	0.049 141	0.000 874	0.220 333	0.005 871	0.032 442	0.000 502	0.004 657	0.001 115	153.79	36.107 5	202.187 093	4.885 367	205.815 941	3.134 650

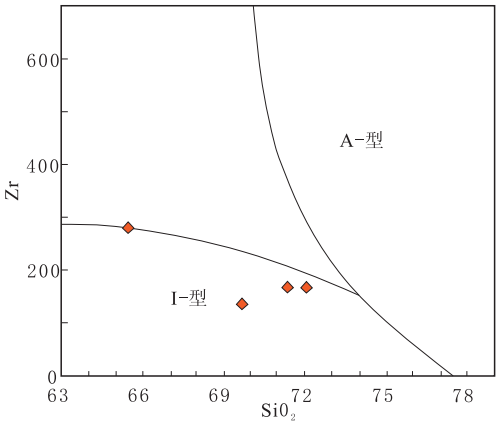


图 10　SiO_2-Zr 关系图(据 Collis 等,1982)

Fig. 10　SiO_2-Zr diagram

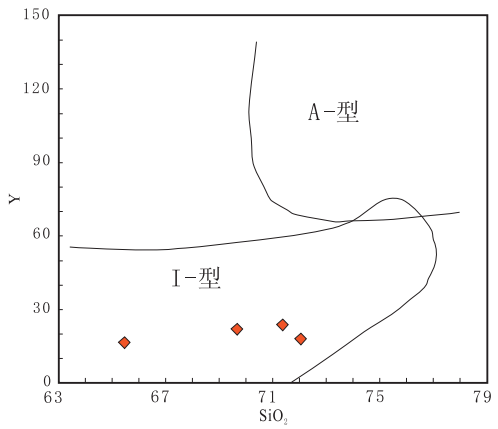


图 11　SiO_2-Y 关系图(据 Collis 等,1982)

Fig. 11　SiO_2-Y diagram

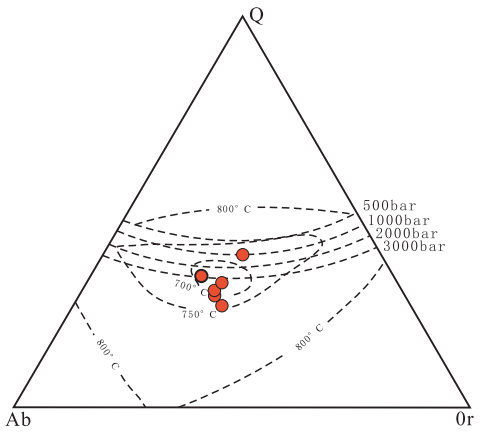


图 12　Q-Ab-Or-PH2O 相图

Fig. 12　Q-Ab-Or-PH2O diagram

火山弧花岗岩区(VAG),在 Y-Nb 图解中(图 14),样品投影点均落在火山弧-同碰撞花岗岩(VAG+syn-COLG)范围内;Yb+Ta-Rb 图解中(图 15),样品投影点全部落在火山弧花岗岩中(VAG),一个样品靠近同碰撞花岗岩(yn-COLG);在 Y+Nb-Rb 图解中(图 16),样品投影点全部落在火山弧花岗岩区(VAG)范围内。

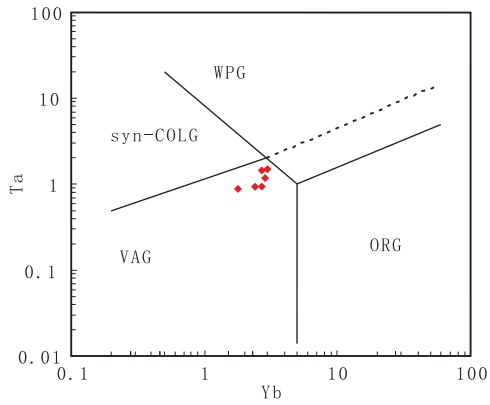


图 13　胜利桥岩体 Yb-Ta 图解(据 Pearce 等,1984)

Fig. 13　Yb-Ta diagram of the Shengliqiao rock mass diagram

WPG. 板内花岗岩;VAG. 火山弧花岗岩;
ORG. 大洋脊花岗岩;syn-COLG. 同碰撞花岗岩

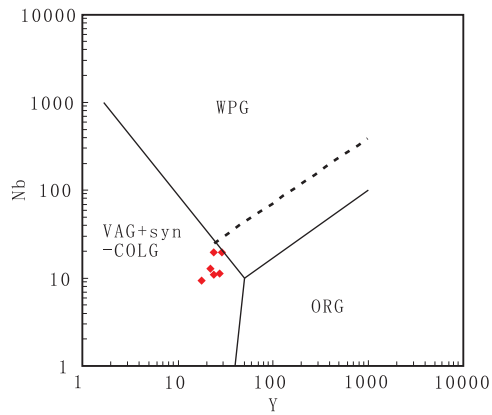


图 14　胜利桥岩体 Y-Nb 图解(据 Pearce 等,1984)

Fig. 14　Yb-Nb diagram of the Shengliqiao rock mass diagram

(图例说明同图 13)

胜利桥岩体虽然呈现出岛弧花岗岩的特征,但本次锆石测年工作表明,该岩体形成于晚三叠世,其时古特提斯洋已经闭合,区域构造背景已经转化为碰撞有关的环境,故胜利桥单元应为陆内俯冲碰撞作用的产物,其呈现的火山弧花岗岩特征应为地壳

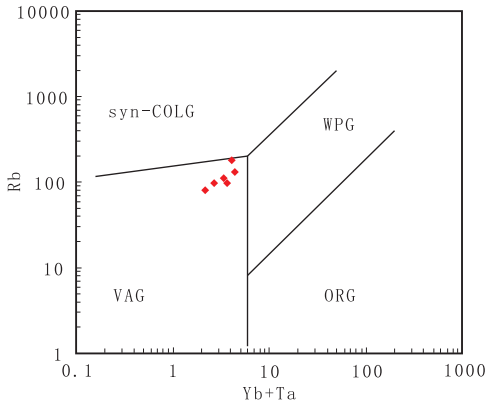


图 15 胜利桥岩体 Yb+Ta-Rb 图解(据 Pearce 等,1984)

Fig. 15 Yb+Ta-Rb diagram of the Shengliqiao rock mass diagram

(图例说明同图 13)

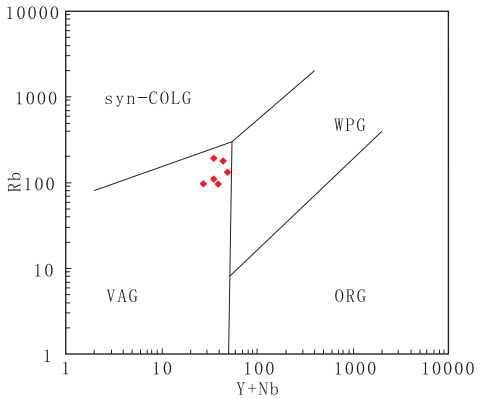


图 16 胜利桥岩体 Y+Nb-Rb 图解(据 Pearce 等,1984)

Fig. 16 Y+Nb-Rb diagram of the Shengliqiao rock mass diagram

(图例说明同图 13)

物质物源影响所致。

参考文献(References):

陕西省地质调查院. 中华人民共和国区域地质报告[R],1:25 万《麻扎幅》. 2004

李荣社,计文化,杨永成,等. 昆仑山及邻区地质[M]. 北京:地质出版社,2008.

Li Rongshe,JI Wenhua, Yang Yongcheng, et al. Geology of Kunlun mountains and adjacent regions. Geological Publishing House. [M]. 2008.

徐夕生,邱检生. 火成岩石学[M]. 北京:科学出版社,2010.

XU Xisheng, Qiu Jiansheng. Igneous Petrology[M]. Science press, Beijing, 2010.

潘裕生. 喀喇昆仑山—昆仑山地区地质演化[M]. 北京:科学出版社,2000.

Pan Yusheng. Geological evolution of the Karakorum-Kunlun mountains [M]. SciencesPress,Beijing,2000.

袁超,孙敏,周辉,等. 西昆仑阿卡阿孜山岩体的年代、源区和构造意义[J]. 新疆地质,2003,21(1):37-45.

Yuan Chao,Sun Min,Zhou Hui, et al. Arkarz Shan Intrusive Complex, Western Kunlun: Age, Source and Tectonic Implications [J]. Xinjiang Geology,2003,21(1):37-45.

许荣华,张玉泉. 同位素地球化学[A]. 喀喇昆仑山—昆仑山地区地质演化[C]. 北京:科学出版社,2000,324-392.

Xu Ronghua,Zhang Yuquan. Isotope geochemistry[A]. Geological evolution of the Karakorum-Kunlun moun-tains [C]. SciencesPress,Beijing,2000:324-392.

张玉泉,谢应雯. 花岗岩类地球化学[A]. 喀喇昆仑山—昆仑山地区地质演化[C]. 北京:科学出版社,2000:209-258.

Zhang Yuquan, Xie Yingwen. Granitic rock geochemistry [A]. Geological evolution of the Karakorum-Kunlun mountains [C]. SciencesPress,Beijing,2000: 209-258.

谌宏伟,罗照华,莫宣学,等. 西昆仑阿卡阿孜山杂岩体的特征和成因[J]. 现代地质,2005,19(2):189-197.

Chen Hongwei,Luo Zhaohua, Mo Xuanxue, et al. Characteristics and Origin of the Akaraz Shan Complex in the Western Kunlun Mountains [J] Geoscience, 2005, 19(2):189-197.

姜耀辉,芮行健,郭坤一,等. 西昆仑造山带花岗岩形成的构造环境[J]. 地球学报,2000,21(1):23-25.

Jiang Yaohui, Rui Xinjiang, Guo Kunyi, et al. Tectonic Environments of Granitoids in the West Kunlun Orogenic Belt[J]. Acta Geoscientla Sinica, 2000,21(1):23-25.

李昌年. 火成岩微量元素岩石学[M]. 北京:中国地质大学出版社,1992.

LI Changnian. Igneous Petrology of Trace Element[M]. China University of Geosciences Press,Beijing,1992.

袁超,孙敏,李继亮,等. 西昆仑中带两个花岗岩的年龄和可能的源区[J]. 科学通报,1999,44(5):534-537.

Yuan Chao, Sun ming, Li Jiliang. The age and possible source area of two granites In the west kunlun belt [J]. Chinese science bulletin,1999,44(5):534-537.

汪玉珍,方锡廉. 西昆仑山、喀喇昆仑山花岗岩类时空分布规律的初步探讨[J]. 新疆地质,1987,5(1):9-24.

Wang Yuzhen,Fan Xilian. Priliminary Study on Granite Distribution of time and space in West Kunlun-Karakorun Mountains[J]. Xinjiang Geology, 1987,5(1):9-24.

郑玉壮,杨维文,王腾,等. 新疆西昆仑早古生代侵入岩地球化学特征及地质意义[J]. 西北地质,2013,46(4):57-65.

Zheng Yuzhuang, Yang Weiwen, Wang Teng, et al. Geochemistry and Geological Significance of Intrusive Rocks of Early Paleozoic in Western Kunlun. Xinjiang [J]. Northwestern Geology, 2013,46(4):57-65.