

藏北若拉岗日结合带中的浅变质地层 及其锆石 SHRIMP U-Pb 年龄测定

杨子江, 李咸阳

YANG Zi-jiang, LI Xian-yang

新疆地质调查院, 新疆 乌鲁木齐 830011

Xinjiang Institute of Geological Survey, Urumqi 830011, Xinjiang, China

摘要:通过对拉竹龙-西金乌兰湖-金沙江结合带西段若拉岗日一带的地层重新解体厘定, 填绘出一套以白云母石英片岩、石英岩、变质石英砂岩为主的绿片岩相浅变质地层。该浅变质地层可与羌塘地块之上的浅变质岩系玛依岗日组对比。对浅变质地层的碎屑锆石进行 U-Pb SHRIMP 年龄测定, 认为所获得的最小年龄值 524 Ma 代表了该套地层沉积时代的下限, 再结合该地区出露未变质的泥盆纪地层这一事实, 将这套浅变质岩系的形成时代置于早古生代。

关键词:藏北; 若拉岗日结合带; 浅变质地层; 锆石 U-Pb SHRIMP 年龄; 早古生代

中图分类号: P534.4; P597+.3

文献标识码: A

文章编号: 1671-2552(2006)01-02-0118-06

Yang Z J, Li X Y. SHRIMP U-Pb dating of zircons from low-grade metamorphic rocks in the Rola Kangri junction zone, northern Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(1-2): 118-123

Abstract: According to the re-disintegration and revision of the strata in the Rola Kangri area in the western segment of the Lazhulong-Xijir Ulan Lake-Jinsha River junction zone, the authors have mapped a suite of low-grade metamorphic rocks consisting mainly of muscovite-quartz schist, quartzite and metamorphosed quartz sandstone. The grade of metamorphism reaches low greenschist facies. This suite of low-grade metamorphic rocks may correlate with the low-grade metamorphic Mayêr Kangri Formation above the Qiangtang block. SHRIMP U-Pb dating of detrital zircons from the low-grade metamorphic rocks suggests that the obtained minimum age of 524 Ma represents the lower limit of the ages of deposition of this suite of rocks. Based on this age, coupled with the fact that unmetamorphosed Devonian strata are exposed in the area, the age of this suite of low-grade metamorphic series is assigned to Early Paleozoic.

Key words: Rola Kangri junction zone; low-grade metamorphic rocks; zircon U-Pb SHRIMP age; Early Paleozoic

若拉岗日结合带位于藏北西金乌兰湖、乌兰乌拉湖以西, 是拉竹龙-西金乌兰湖-金沙江结合带的组成部分, 结合带处于羌塘地块与可可西里-巴颜喀拉地块之间。因该区地处严重缺氧的无人区, 地质研究程度极弱, 近年来的地质研究工作, 尤其是 1:25 万区域地质调查工作, 进一步揭示了该带的物质组成与形成演化历史。

1 区域地质特征

若拉岗日结合带位于拉竹龙-西金乌兰湖-金沙江结合带的中西段, 自西金乌兰湖至羊湖东西向延伸约 500 km, 宽 40~60 km。该带内构造特征以叠瓦断块为基本特征, 发育逆冲推覆构造及韧性剪切带, 带内的物质组成较为复杂(图 1)。

收稿日期: 2005-10-08; 修订日期: 2005-11-21

地调项目: 中国地质调查局《藏北可可西里地区玛尔盖茶卡湖幅、玉帽山幅和岗扎日幅 1:25 万区域地质调查》项目(2003—2005)部分成果。

作者简介: 杨子江(1972-), 男, 工程师, 从事区域地质调查工作。

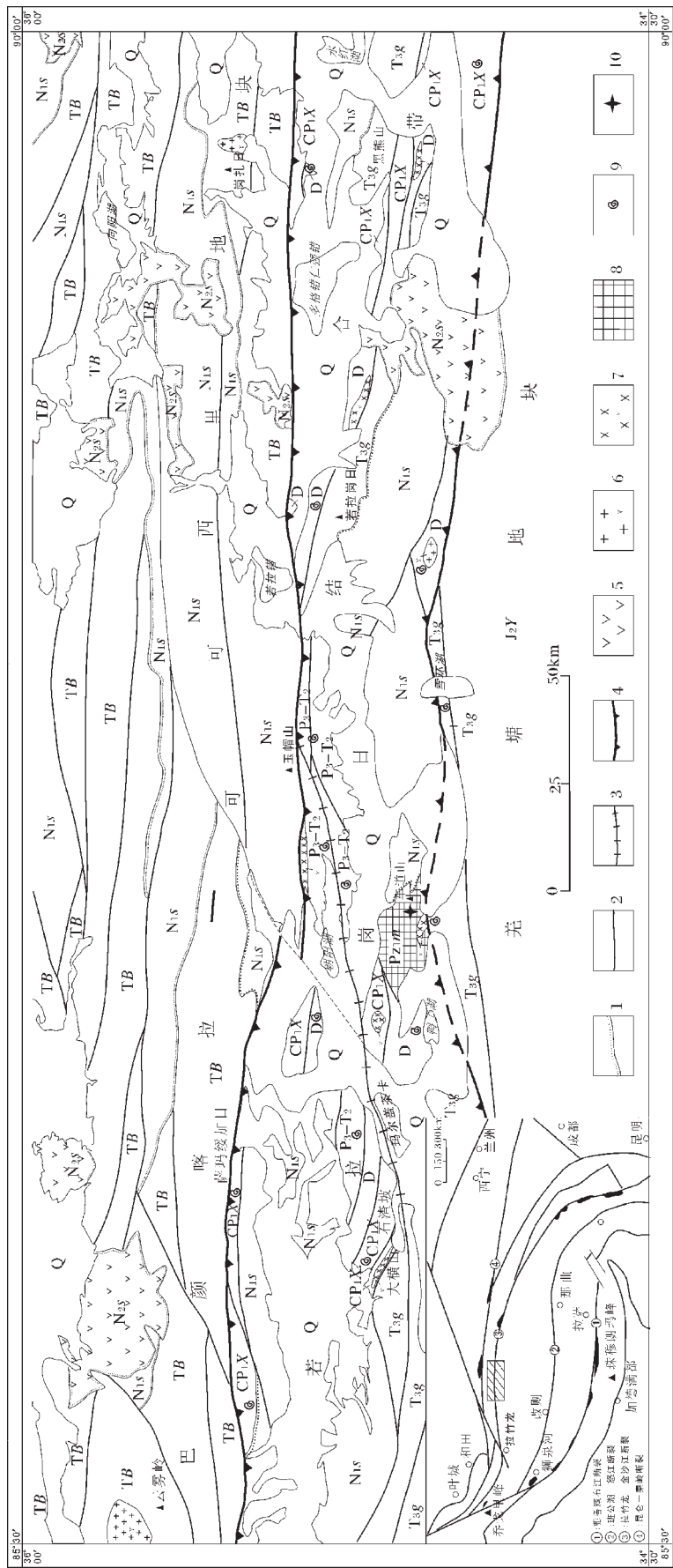


图1 藏北若拉岗日结合带大地构造位置及地质简图(据1:25万玛尔盖茶卡湖幅、玉帽山幅、岗扎日幅区调成果)

Fig.1 Geological sketch map showing the tectonic location of the Rola Kangri junction zone, northern Tibet

1—不整合界线;2—一般断裂;3—现代活动断裂;4—区域构造分界断裂;5—安山岩;6—燕山期花岗岩;7—印支期辉长、辉绿岩;8—浅变质地层;
9—化石产地;10—取样位置;N_{1s}—上新世石坪顶组;N_{1s}—中新世喷呐湖组;J_{2Y}—中侏罗世雁石坪群;T_{3g}X—晚三叠世肖茶卡群;T_{3g}—晚三叠世
荷鲁山克措组;TB—三叠纪巴颜喀拉群;P₃-T₂—上二叠统—中三叠统;CP₁X—石炭纪—早二叠世西金乌兰群;D—泥盆系;P₂m—早古生代玛依岗日组

改则幅1:100万区调中曾将结合带地层的时代笼统地划为中晚三叠世,命名为“若拉岗日群($T_{2-3}rl$)”^[1],并在带内的狮头山、若拉岗日、玛尔盖茶卡等地发现较多的基性、超基性岩,从而认为该带是印支期构造活动带,基性、超基性岩代表当时的洋壳残片。文世宣^[2]、王成善等^[3]和笔者^①在若拉岗日结合带内的地质调查研究工作中,在原命名为中晚三叠世若拉岗日群($T_{2-3}rl$)地层中有了较多的新发现。文世宣等曾在萨玛绥加日发现早二叠世晚期的*Sumatrina cf. annae* Volz 笔石化石,从而解体出一套浅变质砂泥岩夹结晶灰岩、硅质岩和基性火山岩地层,时代归属早二叠世。王成善等^[3]在玛尔盖茶卡一带发现了晚泥盆世和晚石炭世的牙形石化石。笔者在1:25万区域地质调查中又有了较新的发现,现分述如下。

- (1) 在玛尔盖茶卡以东发现了一块出露面积约为200 km²的浅变质地层,以云母石英片岩、石英岩、绢云母千枚岩、变质石英砂岩为主,变质程度为绿片岩相。
- (2) 在多格错仁强错东、若拉岗日北、朝阳湖东、鸭子湖等地,在一套以石英砂岩、灰岩为主的地层中发现了大量中晚泥盆世珊瑚(*Dendroserlla cf. hejingensis* Cai,*Favosites cf. gourdussi* Orbigny,*Multihecopora?* sp.,*Cladopora cf. vermicularifoumis* Dubatolov,*Disphyllum?* sp.,*Dendrostella cf. wangjiajieense* Guo,*Chaetetes cf. magnus* Lecompte等)、层孔石(*Paramphipora cf. angusta* Dong, *Paramphipora cf. mangkamense* Dong,*Stachyodes? Fasciculate* Dong等)、介形虫、孢粉等化石。
- (3) 在黑熊山、玉帽山、玛尔盖茶卡等地的一套碎屑岩夹灰岩、硅质岩地层中发现了晚二叠世—中三叠世的放射虫

(*Trianosphaera minutus*,*Tetraspongodiscus stauracanthus*,*Tetraspongodiscus stauracanthus*,*Paroertlispongus fontainei*,*Albaillella triangularis*,*Paroertlispongus multispinosus*,*Triassocampe* sp.,*Archaeospongoprimum compactum*等)、牙形石(*Neospathodus* sp., *Pachycladina* sp.,*Neospathodus timorensis*,*Neospathodus homeri*等)、孢粉等化石。

这些新发现表明这套地层是多时代地层的组合体,并不限于中晚三叠世。根据化石和岩性组合特征,笔者对结合带三叠纪及以前的地层系统进行了重新厘定(表1)。

2 浅变质地层的特征

在玛尔盖茶卡东约50 km处的车道山一带出露一套浅变质地层,面积约200 km²,呈断块状产出,南倾单斜构造,南部见一中常向斜构造。岩性以白云母石英片岩、石英岩、变质石英砂岩为主,夹绢云母千枚岩、石英绢云片岩、钠长绢云千枚岩。该地层上被新近纪喷呐湖组(N_s)不整合覆盖,与泥盆系呈断层接触。浅变质地层视厚度大于4994.33 m。现将该浅变质地层的剖面自上而下列述如下。

打狼沟—车道山剖面(剖面位置)		视厚度4994.33 m
17.灰色厚层状浅变质粗粒石英砂岩		113.29 m
===== 断 层 =====		
16.灰白色变质含粗粉砂中粒长石石英砂岩夹灰黑色石英云母片岩		462.27 m
15.深灰色变质中粒石英砂岩夹灰白色石英片岩		569.58 m
14.灰色片状含白云母石英岩夹少量灰黑色白云母石英片岩		363.28 m

表1 藏北若拉岗日结合带三叠纪及以前地层划分对比沿革

Table 1 Historical review of the stratigraphic division and correlation of the Triassic and its earlier strata in the Rola Kangri junction zone, northern Tibet

改则幅1:100万 报告(1987)		文世宣(1979)		张以蒴(1994)		王成善(1997)		本 文					
中 上 三 叠 统	若 拉 岗 日 群 ($T_{2-3}rl$)	上三叠统		上三叠统	苟鲁山克错组(T_{3g})	上三叠统	若拉岗日群 (T_{3rl})	上三叠统	苟鲁山克错组 (T_{3g})				
					巴塘组(T_{3b})								
								中三叠统	硬水泉组(T_{2y})				
											下三叠统- 上二叠统	汉台山群 (P_2-T_1ht)	下三叠统
								上二叠统	乌丽群(P_2w)	上二叠统			
		下二叠统	宁黄曲久隆组 (P_1n)	下二叠统- 石炭系	西金乌兰群 ($C-P_{1xj}$)	下二叠统	宁共曲久隆组 (P_1n)	下二叠统 -石炭系	西金乌 兰群 (CP_{1X})	火山岩组 (CP_{1X}^a)			
						上石炭统	石渣坡组(C_{2s})			碎屑岩组 (CP_{1X}^a)			
								上泥盆统	人横山组(D_{3d})	中上 泥盆统	拉竹龙组($D_{2-3}l$)		
													中泥盆统
				下古生界	玛依岗目组(P_{z1m})								

① 新疆地质调查院.藏北可可西里地区玛尔盖茶卡湖幅、玉帽山幅和岗扎日幅1:25万区域地质调查报告.2005.

13.灰色石英片岩与含白云母石英岩互层	293.42 m
12.浅灰色片状含白云母长石石英岩(锆石测年样品取自本层	245.00 m
11.灰黑色含绢-白云母石英岩夹灰白色云母石英片岩	395.47 m
10.灰白色含白云母长石石英岩与灰黑色绢云母千枚岩互层	485.35 m
9.灰白色、浅灰色云母石英片岩与暗灰色绢云母千枚岩互层	287.61 m
8.灰白色石英片岩	186.22 m
7.浅灰色变质石英砂岩与暗灰色钠长绢云母千枚岩互层	356.94 m
6.灰黑色钠长绢云母千枚岩	185.34 m
5.浅灰色云母石英片岩与暗灰色钠长绢云母千枚岩互层	284.72 m
4.灰白色片状含绢-白云母石英岩	290.78 m
3.浅灰色中—厚层状细粒石英岩夹灰黑色钠长绢云千枚岩	375.73 m
2.浅灰色变质中粒长石石英砂岩与灰黑色碎裂弱硅化钠长绢云千枚岩互层(未见底)	179.33 m

浅变质地层的变质矿物组合为石英+白云母+绢云母+钠长石。变质矿物组合中局部还出现了黑云母锥晶,从变质矿物组合来看,为中压相系的绿片岩相区域变质作用的产物,并有从低绿片岩相向高绿片岩相转变的特征。构造面理以透入性片理发育为主,片理面(S_1)与层理面(S_0)平行,除

局部见有原始层理外, S_0 基本被 S_1 取代置换;另见有一组与片理面斜交,交角约为 30° 的间隔劈理(S_2);总体变形较弱,层间挠褶等变形构造不发育,仅在南部见一翼间角约为 110° 的中常褶皱。从浅变质岩的岩性、变形特征来看,其原岩组合应为石英砂岩夹泥岩、粉砂岩,代表相对稳定环境下的沉积产物。

3 碎屑锆石SHRIMP U-Pb定年

3.1 样品采集及实验方法

在这套经绿片岩相区域变质而来、原岩以石英砂岩为主的沉积地层中普遍含有碎屑锆石。笔者在其中第12层浅灰色片状含白云母长石石英岩中取人工重砂样,样品重10 kg,经人工破碎至一定粒级,然后按常规方法分选锆石,在双目镜下挑选包裹体少、裂纹少、粒径大的锆石,共14粒锆石。将待分析的锆石与标准样TEM置于环氧树脂中,然后磨至一半,使锆石内部暴露,用于阴极发光(CL)和SHRIMP U-Pb分析。CL图像研究在中国地质科学院矿产资源研究所电子探针实验室完成,锆石U-Pb分析在北京离子探针中心SHRIMP II上完成,SHRIMP测定原理参考Compston等^[4]和Williams等^[5]的文献,实验流程参考宋彪等^[6]的文献。测试点选择在锆石中无包裹体、无裂纹处,应用标准锆石样TEM(417 Ma)进行元素间的分馏校正(interelement fractionation),年龄计算和数据处理采用Ludwig SQUID1.0和Isoplot/Ex程序。普通Pb根据实测²⁰⁴Pb校正,并将数据点投入Wetheril一致曲线图中(图3),单个数据点的误差均为 1σ 。

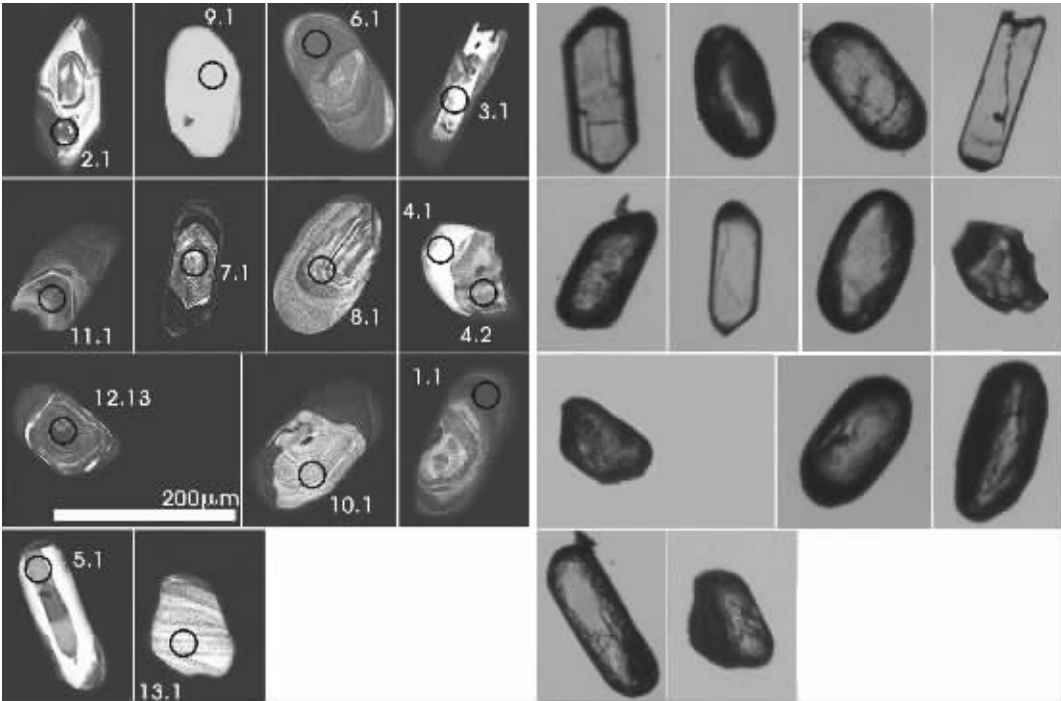


图2 锆石的影像特征(左为阴极发光照片,右为反射光照片)

Fig.2 Images of zircon

3.2 锆石的特征

从锆石形态、颜色上看(图2),以浑圆状、椭圆状为主,少量锆石为柱状,颜色为深棕色或浅棕色。这些锆石显然普遍经过搬运磨圆,是再沉积的锆石。锆石的内部结构(图2阴极发光照片)复杂多样,其中具有规则环带结构的(2.1、6.1、7.1、8.1、11.1等)可能为岩浆成因锆石,具核壳结构者(4.1、4.2、10.1)应该是变质作用的产物,还有少量具均一结构(9.1)或条带状结构(13.1)的锆石,成因不详,变质成因的可能性较大。锆石成因类型的复杂多样性说明其母岩——浅变质地层的沉积物源非常广泛。

3.3 碎屑锆石的SHRIMP U-Pb测年结果

碎屑锆石经北京离子探针中心锆石SHRIMP法测试,得到一组U-Pb测年结果,数据成果见表2。

这些锆石的SHRIMP年龄基本在U-Pb年龄一致曲线上或附近(图3),仅有3个较大年龄(5.1、4.2、13.1)及4.1(锆石后期生长壳)位于一致曲线的下方附近,说明这些锆石有部分的Pb丢失。年龄值中最大的达到了3217 Ma(²⁰⁷Pb/²³⁵U年龄),最小的有524 Ma(²⁰⁶Pb/²³⁸U),年龄数据如此分散,同样说明这些锆石具有广泛的物源和复杂的演化历史。

4 讨论

4.1 浅变质地层的地质对比

从浅变质岩的岩石组合特征、变质程度、原岩组合、构造变形等特征来考虑,研究区内的巴颜喀拉-可可西里地块、若拉岗日结合带和羌塘地块(图1)中并没有与之对应的地层。

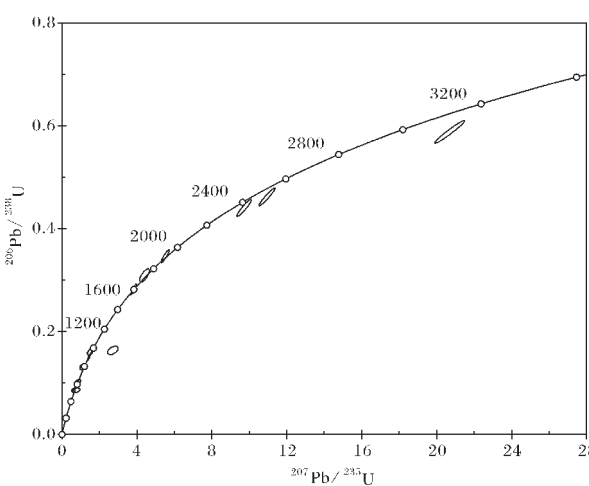


图3 锆石SHRIMP年龄的一致曲线(误差为1σ)
Fig.3 Concordia plot of SHRIMP zircon ages

在研究区周边,巴颜喀拉-可可西里地块中以出露大面积三叠系地层为标志,在阿尼玛卿一带出露该地块上最老的地层石炭系,为一套灰岩、碎屑岩夹少量火山岩地层,石炭系及其之上的地层仅见有极低级的区域变质作用(低绿片岩相绢云母-绿泥石带)或未变质,无论是从岩性还是变质程度的角度考虑,皆与研究区内的绿片岩相浅变质地层存在较大的差异。羌塘地块的变质基底地层由戈木日群组成,其上部为玛依岗日组、中部戈木日组、下部阿木岗组。有的学者^[7]曾将羌

表2 含白云母长石石英岩碎屑锆石U-Pb SHRIMP年龄分析结果

Table 2 Summary of U-Pb SHRIMP ages of detrital zircons from muscovite-feldspar quartzite

测试点	锆石特征 形态 颜色	²⁰⁶ Pb _c	²⁰⁶ Pb*	U	Th	²⁰⁷ Pb*/ ²⁰⁶ Pb*(±%)	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U(±%)	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U(±%)	Err	锆石年龄值/Ma		
		/%	/10 ⁻⁶	/10 ⁻⁶	/10 ⁻⁶				corr	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th
2.1	短柱 棕	1.30	13.5	184	30	0.0550(5.9)	0.642(6.5)	0.084(2.7)	0.414	524±14	413±130	553±84
9.1	次圆 深棕	3.70	3.59	47	29	0.061(20)	0.73(20)	0.086(3.5)	0.174	532±18	653±430	566±88
6.1	椭圆 深棕	0.46	40.9	495	124	0.0579(2.6)	0.765(3.6)	0.095(2.5)	0.703	590±14	525±57	570±29
3.1	长柱 浅棕	2.13	10.7	119	32	0.0619(9.2)	0.874(9.7)	0.102(2.8)	0.294	629±17	669±200	596±110
11.1	椭圆 深棕	1.77	12.9	113	87	0.0602(7.6)	1.087(8.1)	0.131(2.8)	0.346	794±21	609±170	729±45
7.1	短柱 浅棕	0.55	34.6	268	124	0.0697(1.7)	1.435(3.1)	0.149(2.6)	0.841	898±22	919±34	884±32
8.1	次圆 深棕	1.01	21.0	151	165	0.0681(5.5)	1.504(6.1)	0.160(2.7)	0.439	958±24	872±110	931±33
4.1	次圆 深棕	1.83	6.02	42	8	0.1203(6.1)	2.71(6.9)	0.163(3.3)	0.483	975±30	1961±110	1450±290
12.1	次圆 深棕	0.27	96.1	395	603	0.0984(1.0)	3.83(2.7)	0.282(2.5)	0.928	1.60±36	1595±19	1617±43
10.1	椭圆 深棕	0.93	20.8	78	113	0.1034(2.7)	4.40(3.9)	0.309(2.8)	0.725	1.73±43	1685±49	1689±57
1.1	椭圆 深棕	0.13	169	568	182	0.1152(1.0)	5.50(2.7)	0.346(2.5)	0.926	1.91±42	1884±19	1732±54
5.1	长椭 棕	0.21	57.5	152	47	0.1601(0.90)	9.72(2.8)	0.440(2.6)	0.946	2.35±52	2456±15	2277±82
4.2	次圆 深棕	0.08	78.6	198	92	0.1718(0.74)	10.94(2.7)	0.462(2.6)	0.962	2.44±53	2576±12	2410±71
13.1	次圆 深棕	0.06	77.1	152	131	0.2551(0.60)	20.69(2.7)	0.588(2.6)	0.975	2.98±63	3217±9.5	2857±79

注:①误差为1σ,Pb_c和Pb*分别代表普通Pb和放射性成因Pb;②应用²⁰⁴Pb实测值校正普通Pb

塘地块未变质盖层之下的变质基底划分为上部浅变质的“变质软基底”和下部中深变质的“结晶硬基底”,因而认为羌塘地块具有双层结构。戈木日群的上部玛依岗日组岩性主要由片岩组成^[9],有云母片岩、石英片岩、石英岩、变质石英砂岩夹大理岩,其变质程度为绿片岩相,较戈木日群中、下部变质基底地层(一般为角闪岩相)变质程度浅。笔者这次在若拉岗日结合带车道山一带发现的浅变质地层在岩性、岩相、变质程度等特征上与玛依岗日组大致相当,两者极为相似。

综上所述,笔者认为研究区内的绿片岩相浅变质地层与羌塘地块上的变质基底戈木日群上部玛依岗日组可以对比,两者为同一地层单位,浅变质地层是卷入若拉岗日结合带内的南羌塘地块基底断片,若拉岗日结合带的叠瓦断块可能是羌塘地块在向北俯冲过程中不断刮削产生后退式俯冲的产物。

4.2 碎屑锆石的SHRIMP U-Pb测年结果的讨论

首先,浅变质沉积岩中的锆石普遍经搬运磨圆,不具有岩浆锆石或重结晶锆石的特征,有部分变质成因的磨圆锆石,阴极发光照片反映锆石具有内核和后期生长壳(4.1、4.2、10.1),但也是锆石磨圆以前所经历的复杂地质过程的表现,年龄的复杂多样只能代表沉积岩的碎屑物来源十分广泛。其次,该浅变质岩的变质程度为绿片岩相,变质温度范围在350~500℃之间,压力在0.2~1.0 GPa范围内,这样的温度范围远低于锆石的计时体系封闭温度750℃左右。因此,将锆石的SHRIMP年龄值解释为变质作用的时间显然也是缺乏依据的,而将524 Ma这一最晚年龄值作为该套浅变质岩沉积时代的下限较为合理。

研究区车道山周边出露的有化石依据的泥盆纪—三叠纪地层原岩中仅有少量的泥质成分绢云母化、绿泥石化,其变质程度仅为成岩作用或局部极低级的低绿片岩相绢云母—绿泥石带变质,与绿片岩相浅变质地层中出现大量的片岩、千枚岩和石英岩有很大的差别,由此笔者认为浅变质地层的形成时代要早于泥盆纪。

锆石样品来源虽然都是碎屑物,但也从一个侧面反映了羌塘地区的部分地质年代学信息,其中具有条带结构的变质成因锆石(13.1)的年龄值为3217 Ma,说明羌塘地块应有太古

代的陆核存在;而后期多个时代的锆石年龄反映了羌塘地块的多期岩浆事件和变质事件,524 Ma可能代表距浅变质岩搬运沉积时期最近的一期岩浆热事件的时代,由于未经过长时间的磨圆,该锆石还基本保持了岩浆锆石的原有晶形。

5 结 论

(1)区域地质调查工作从若拉岗日结合带中重新厘定出多套地层,其中一套以云母石英片岩、石英岩为主的浅变质地层,变质程度达绿片岩相,可与羌塘地块之上的戈木日群上部玛依岗日组对比,应为同一地层单位。

(2)浅变质沉积地层中取得了一组碎屑锆石SHRIMP U-Pb年龄值,其中的最小年龄值524 Ma应是这套浅变质岩沉积时代的下限。

(3)锆石SHRIMP年龄的复杂多样性反映了一些羌塘地块的地质演化信息,这些信息应能为羌塘基底及深部地质研究提供一些帮助。

参考文献:

- [1]西藏区域地质调查大队.1:100万改则幅地质报告[R].1986.
- [2]文世宣.西藏北部地层新资料[J].地层学杂志,1979,3(2):150~156.
- [3]王成善,伊海生,等.西藏羌塘盆地地质演化与油气远景评价[M].北京:地质出版社,2001.1~15,60~67.
- [4]Compston W, Williams I S, Kirschvink J L, et al. Zircon U-Pb ages of early Cambrian time—scale [J]. J. Geol. Soc., 1992, 149: 171~184.
- [5] Williams I S, Claesson S. Isotopic evidence for the Precambrian provenance and Caledonian metamorphism of high grade paragneisses from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides. II. Ion microprobe zircon U-Th-Pb [J]. Contrib. Mineral. Petrol., 1987, 97: 205~17.
- [6]宋彪,张玉海,万渝生,等.锆石SHRIMP样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论[J].地质论评,2002,48(增刊):26~30.
- [7]黄继钧.藏北羌塘盆地构造特征及演化[J].中国区域地质,2001,20(2):178~186.
- [8]赵政璋,李永铁,叶和飞,等.青藏高原羌塘盆地石油地质[M].北京:科学出版社,2001.13~37.