

试论西藏南部上三叠统复理石郎杰学群与涅如组

李祥辉¹⁾, 王尹¹⁾, 徐文礼²⁾, 孙勇²⁾, 孔庆友¹⁾, 曾庆高³⁾,
谢饶武³⁾, 毛国政³⁾, 尼玛次仁³⁾, 周勇²⁾, 刘玲¹⁾

- 1) 南京大学地球科学与工程学院内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室, 南京, 210093;
- 2) 成都理工大学沉积地质研究院, 成都, 610059;
- 3) 西藏自治区地质调查院一分院, 拉萨, 850000

内容提要:根据新资料结合前人的研究成果对西藏南部仁布以东上三叠统复理石两套地层郎杰学群和涅如组的岩层特征、化石面貌、碎屑组成、沉积特性、地球化学等方面进行了总结及分析。对比研究结果显示,除亚相、岩层厚度分布、砂岩与板岩比例、重矿物 ZTR 指数变化趋势有一定的差异外,郎杰学群和涅如组的其他十余项特性(颜色、岩性、碎屑组分、重矿物组成、ZTR 指数、沉积构造、微量元素、稀土元素、Hf 同位素、碎屑锆石同位素年谱、变质变形)相似度极高。分析认为,少数特性差异是地层地质记录的正常现象,不应成为郎杰学群和涅如组各自独立的主要依据;另一方面,大量相似度极高的各项特性指示它们具有相同或极其相似的沉积盆地和物源构造背景,既不属于喜马拉雅地体也不属于增生楔,而可能同源於拉萨地体或者其他未知地体,属于与造山带有关的沉积盆地建造。进而建议,将涅如组归并为郎杰学群的一个组,仁布-张达-隆子断裂可能是雅鲁藏布江缝合带俯冲消减的东部主断裂或者早期俯冲的南部边界断裂。

关键词:郎杰学群;涅如组;复理石;上三叠统;西藏南部

西藏南部沿雅鲁藏布江以南、仁布以东大面积出露中低级变质的深海一半深海复理石沉积建造,由郎杰学群和涅如组构成(图 1)。长期以来,这两套岩石地层分别被当作雅鲁藏布江缝合带的增生楔和特提斯喜马拉雅北部广泛应用于各种级别的地质填图、生产实践以及研究工作中(王乃文等,1983;常承发,1984;吴浩若,1984;周详等,1984,1991;Searle et al., 1987;饶荣标等,1987;Dewey et al., 1988;余光明等,1990;Gansser,1991;西藏地质矿产局,1993,1997;Yin et al., 2000;潘桂棠等,2004;许志琴等,2005)。近年来一些新成果正在改变上述认识,如通过对泽当南部地区碎屑组分、古水流、地球化学(李祥辉等,2003a, 2003b, 2004)、钐钕同位素(Dai et al., 2008)、仁布地区重矿物(曾庆高等,2009)、碎屑组分(徐文礼等,2009)、Hf 同位素及碎屑锆石年代学(Li et al., 2010)等方面研究提出了郎杰学群的物质组分可能来自造山带或拉萨地体的新观点,为其构造属性重新定位研

究提供了重要依据。

鉴于郎杰学群和涅如组在地层特征、变形和变质特征颇为相似,外貌上较难区分,定义上(西藏地质矿产局,1993,1997)难以分别,这就使得弄清二者特征及其本质联系十分必要,进而可为确认其构造属性提供依据,为区域地质调查和构造解析服务,而且也可作为雅鲁藏布江缝合带的主断层可能在郎杰学群南侧的观点(劳雄,1995;郝杰等,1995;刘志飞等,2000)甚至更南到涅如组南侧断裂提供重要侧证。为此,根据多年在这一地区填图和研究工作收集的第一手材料,结合对区域地质资料和文献的总结,我们试图从地层特征(颜色、岩性、岩层厚度)、化石群面貌、岩石组成(碎屑组分、重矿物组合)、沉积特性(古水流、岩相)、地球化学、变质变形等多方面来分析、比较二者的异同,以探讨它们是否属于同一个构造分区或同一个地体(板块),为其地层归属和关系提出合理化建议。

注:本文为国家自然科学基金项目(编号 41072075)资助成果。

收稿日期:2011-02-09;改回日期:2011-09-10;责任编辑:周健。

作者简介:李祥辉,男,1964年生。教授,1995年获“沉积学(含:古地理学)”理学博士学位,现于南京大学从事沉积学及相关学科科研与教学工作。Email: seanlee@nju.edu.cn。

DOI:CNKI:11-1951/P. 20110923. 1446. 011 网络出版时间:2011-9-23 14:46

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.1951.P.20110923.1446.011.html>

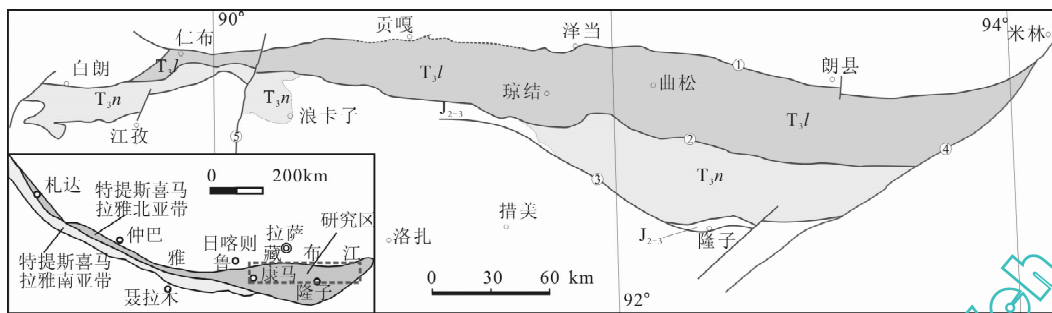


图1 西藏南部上三叠统复理石郎杰学群与涅如组分布地质略图(底图据潘桂棠等,2004)

Fig.1 Geological distribution of the Upper Triassic Langjiexue Group and Nieru Formation in southern Tibet (simplified from Pan et al., 2004)

T_3l —郎杰学群; T_3n —涅如组; J_{2-3} —中—上侏罗统;①—乃东-桑日-加查-朗县断裂;②—郎多江-扎日断裂;

③—仁布-张达-隆子断裂;④—错那-米林断裂;⑤—羊八井-穷堆断裂

T_3l —Langjiexue Group; T_3n —Nieru Formation; J_{2-3} —Middle and Upper Jurassic; ①—Naidong-Sangri-Jiacha-Langxian fault;

②—Qionghuojiang-Zhari fault; ③—Renbu-Zhangda-Longzi fault; ④—Cuona-Milin fault; ⑤—Yangbajing-Qionghuo fault

1 地层沿革

郎杰学群自西藏地质局拉萨地质队1962年^①命名为“郎杰学组”以来,先后进行过多次修订。例如,王乃文等(1983)在研究羊卓雍错地区相当地层时称为“郎杰学组”,下含遮村组和苏诺林组;《拉萨幅》1:100万区调报告(西藏区调队,1979)^②将属于晚三叠世晚期—早侏罗世的一套含碳泥质岩夹砂岩视为郎杰学群;《西藏地层》(中国科学院青藏高原科学考察队,1984)将整个特提斯喜马拉雅北亚带同期类似复理石沉积甚至修康群通归为郎杰学群;西藏地质矿产局(1993,1997)也将郎杰学群与拉轨岗日地区的修康群合并为修康群。鉴于修康群特殊的构造混杂特征及其在物质组成、沉积建造、变形特征、空间分布上的差异,目前基本上摒弃了合并方案,此后的1:25万编图和填图、1:5万填图中均采用了独立的郎杰学群划分方案,并下分宋热组、江雄组、姐得秀组3个组^③。

涅如组起初与珠穆朗玛峰北部地区的三叠系统称为“吉鲁群”(尹集祥等,1974)。后来,西藏区调队1983年^④在开展区域地质调查过程中将康马、萨迦、定日一带的这套浅变质地层划分为下部吕村群和上部涅如群。西藏地质矿产局(1997)在对岩石地层单位清理过程中将涅如群降级称涅如组,涵义与原定义相当,并得到了潘桂棠等(2004)、相关地区的1:5万区域地质调查项目等的响应。本文中的涅如组限于江孜—仁布一线以东地区(图1),以西地区的涅如组暂未做详细研究,故不在本文讨论之列。

2 变质变形

根据观察结合前人研究成果可以发现,藏南上三叠统复理石发生有多种变质作用,但在排除与热源有关的接触、混合岩化变质后,喜马拉雅期的区域和热动力变质作用是主体(姚宗富等,1990)。一般地,这些区域和动力变质级别较低,以绿片岩相为主(肖序常等,1984;姚宗富等,1990),在热源附近可达片岩、角闪岩相。同样,这两套复理石的变形以向南倒转的同斜褶皱为主,发育轴面劈理(常承发,1984),兼有尖棱褶皱、平卧褶皱,其变形的主要时间仍然是第三纪喜马拉雅期(Yin et al., 1999)。这些认识在相关的各种级别地质调查报告中都有体现,表明郎杰学群和涅如组变质变形特征极其相似。

3 岩性与岩层特征

3.1 颜色与岩性

西藏南部地区上三叠统复理石沉积的颜色普遍呈灰色色调,当岩屑居多时颜色加深为深灰色、灰绿色,长石和/或石英居多时变浅为浅灰色,含铁(部分为黄铁矿风化)时可为黄灰色、褐黄色。在变质作用或绢云母增多时总体显现银灰色色调。正因为颜色变化不大,以致于野外较难分辨这两个地层单元。

同样,岩性构成上它们基本相同,主要包括三大类,依次是板岩、砂岩和粉砂岩(图2a),砾岩甚为少见,更谈不上外来岩块。板岩是这两套复理石沉积的主要岩性,多超过或接近50%。在距热源较近的地区如也拉香波倾日变质核杂岩附近可以发现千枚岩、片岩,但这不影响对主体岩性的判别。就砂岩而言—

般所占比例 30%~40%，除石英外主要由长石和各种岩屑组成，因此常见的砂岩类型为岩屑砂岩，次为长石岩屑砂岩、岩屑石英砂岩(参见 5.1 节)，石英砂岩偶可见。砂岩的结构和成分成熟度总体较低。粉砂岩是较为次要的岩石类型，一般比例不超过 10%。

比较这 3 种岩性发现，它们在两套地层中的比例总体上比较接近(图 2a)：砂岩、粉砂岩和板岩在朗杰学群和涅如组的相对比例分别为：30%~48%、约 40%、6%~12%、约 8%，48%~58%、50%~52%。尽管我们无法从近似岩性的相对比例来判断二者是否属于同一地体/板块甚至同一个盆地，亦即是否存在本质联系，但一个有用的信息就是二者在岩性组合上相似。

3.2 岩层厚度

根据对琼结地区 2 条涅如组、3 条郎杰学群剖面的砂岩+粉砂岩地层厚度统计，我们发现差不多所有剖面或相应岩石地层单元的砂岩+粉砂岩地层以中层(10~50 cm)状占优势，一般都超过 40%，而涅如组 2 条剖面均超过 50%(图 2b)；次之是薄层(1~10 cm)和厚层(50~200 cm)，20%~40%不等；块状层(>200 cm)不多见，一般<5%。

但仔细辨别，两个地层单位的地层厚度比例仍然存在一些差别(图 2b)。如涅如组中的中层含量约是薄层、厚层的 1 倍，后两者的含量分别约为 22%和 18%；郎杰学群中的厚层、中层和薄层的相对比例较为接近，大致在 30%~40%间。这种差异可能不说明这两个岩石单元的本质，但从涅如组板岩含量偏高的实际情况来看似乎可以反映涅如组较

郎杰学群搬运距离更远，在海底扇环境中所处位置更靠近远源扇。

4 地层时代与化石面貌

藏南上三叠统复理石郎杰学群和涅如组中的化石产出通常较少，但在各种比例尺的区域地质调查报告中均有报道。根据对相关区调报告化石资料汇总分析发现，这两套复理石沉积中主要产出双壳化石(表 1)，次为菊石和腕足，偶可见海百合、腹足类化石。

这些化石如菊石 *Tropites* sp.、*Parajuvarites decussatus*、*Tibatites rasul*、*Indojuarvites* sp.、*Juvavites* sp.，双壳 *Halobia* 等显示其时代属于晚三叠世无疑，并且可以限定在期一级的卡尼期(Carnian)和诺利期(Norian)，表明二者具有相同的时代背景。

据不完全统计，构成双壳化石动物群的分子超过 16 个属 43 个种，其中又以 *Halobia* 种的分异度最高，达到 16 个(表 1)。尽管该属在古地理上指示了这两个地层单元属于特提斯构造域，但是，单从 *Halobia* 的出现不能说明郎杰学群与涅如组的古地理亲缘关系，因为它同时也出现在藏南浅海相区(邹光富等，2006)和松潘-甘孜褶皱带深海复理石建造中(王红梅等，1997)。比较有意义的是，在双壳动物群的 16 个属中有 8 个属同时出现在郎杰学群与涅如组中(表 1 中带 * 部分)，显示二者在双壳化石属一级上具有 50%的相似度。

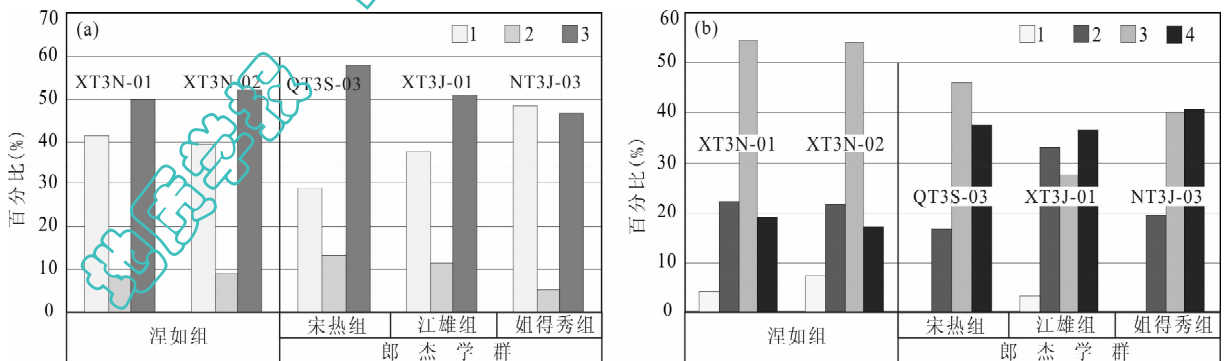


图 2 藏南琼结县琼果地区涅如组和郎杰学群岩性(a)及岩层厚度(b)相对比例直方图

Fig. 2 Relative ratios of lithology and stratigraphic thickness between the Upper Triassic flysch Langjiexue Group and Nieru Formation in Qionguo village, Qiongjie County, southern Tibet

XT3N-01—浦章剖面；XT3N-02—浦章北剖面；QT3S-03—宗穷村剖面；XT3J-01—雪康南侧剖面；NT3J-03—邦日东侧剖面；

(a)：1—砂岩，2—粉砂岩，3—板岩；(b)：1—块状层，2—厚层，3—中层，4—薄层

XT3N-01—Puzhang section; XT3N-02—North Puzhang section; QT3S-03—Zongqiong section; XT3J-01—South Xuekang section;

NT3J-03—East Bangri section; (a)：1—sandstone, 2—siltstone, 3—slate; (b)：1—massive, 2—thickened, 3—medium, 4—thinned

表 1 藏南上三叠统复理石郎杰学群和涅如组中双壳化石群产出列表

Table 1 Genus and species list of the bivalve fauna occurring in the Upper Triassic flysch Langjiexue Group and Nieru Formation from southern Tibet

属(种)名	郎杰学群	涅如组	属(种)名	郎杰学群	涅如组	属(种)名	郎杰学群	涅如组
<i>Burmia lirata</i>	+		<i>H. norica</i>		+	<i>Myophoriocardium tulongense</i>		+
<i>Cassianella nyanangensis</i>	+		<i>H. paracicula</i>		+	<i>Nuculana yunnanensis</i>		+
<i>Chlamys</i> sp.*	+	+	<i>H. plicosa</i> Mojs	+	+	<i>Palaeocardida</i> sp.	+	
<i>Daonella</i> sp.	+		<i>H. pluriradiata</i> Reed	+		<i>Pleuronectires</i> sp.?	+	
<i>Entolium quotidianum</i> *	+	+	<i>H. superbescens</i>	+		<i>Plicatula</i> sp.	+	
<i>Halobia</i> cf. <i>ganziensis</i> Chen	+		<i>H. yandongensis</i> Chen	+	+	<i>Posidonia</i> aff. <i>wengensis</i> Wissmann	+	
<i>H.</i> cf. <i>austriaca</i> Mojs	+	+	<i>H. yunnanensis</i> Reed	+	+	<i>P. guangyuanensis</i>		+
<i>H.</i> cf. <i>comata</i> Bittner*	+		<i>Krumbeckiella</i> sp.?	+		<i>P.</i> sp.*	+	+
<i>H.</i> cf. <i>disperseinsecta</i> Kittl	+	+	<i>Llionites</i> sp.?	+	+	<i>P. wengensis</i> Wissmann	+	
<i>H.</i> cf. <i>styriaca</i> Mojs	+		<i>Monotis digona</i>	+	+	<i>Pteria</i> cf. <i>macchisoni</i> ? Geinitz	+	
<i>H.</i> cf. <i>tyopitum</i> Kittl	+		<i>M. haueri</i>	+	+	<i>Schffaeerella menglingi</i> *	+	+
<i>H. comata</i> Bittner	+	+	<i>M. salinania</i> Broun*	+	+	<i>S. sphaerioides</i>		+
<i>H. convexa</i> Chen	+	+	<i>M. tenuicostata</i>	+	+	<i>Unionitea</i> sp.*	+	+
<i>H. fallax parca</i> Yin et Hsu		+						

注:除少数化石资料据陈金华等(1983,1986)外,其他主要据安徽省地质调查院^①;陕西省地质调查院^②;西藏区调队^③;西藏自治区地质调查院一分院^④;西藏自治区地质调查院一分院^⑤;云南省地质调查院^⑥。

5 碎屑物质组成

5.1 碎屑组分

据琼结地区郎杰学群 21 件、涅如组 8 件(李祥辉等,2004)和仁布地区朗杰学群 31 件、涅如组 18 件(徐文礼等,2009)砂岩样品定量统计结果显示(图 3),无论是郎杰学群还是涅如组,砂岩的碎屑组分以石英为主,相对含量一般为 45%~75%,平均含量约 55%;次为岩屑,多在 25%~40%之间;长石则大致在 15%~30%范围。岩性以岩屑砂岩为主,次为长石/岩屑石英砂岩。

重要的是这些样品碎屑组分统计结果绝大多数投点在再旋回造山区域(图 3),只有极少量郎杰学群样品投点在克拉通区或过渡大陆区。这表明,向它们提供物源的母源区构造背景是一致的,均为造山带,表现了二者较高的相关度。

5.2 重矿物组合

新近对仁布地区的重矿物组合及指数分析结果(曾庆高等,2009)显示:上三叠统复理石重矿物常见的有锆石、磷灰石、金红石、锐钛矿和电气石,重矿物组合指数 ZTR 和 ATi 均高,而 RZi 变化较大(图 4)。

ZTR 是一项反映物源区远近的指数。朗杰学群的平均 ZTR 指数为 79.6%(去掉只有 36.5%的特殊样品后为 85%),涅如组的为 83.6%,二者极相近,因此表明组成它们的碎屑物质搬运距离较远。RZi 指数反映源区中级(片麻岩和片岩)变质源。郎

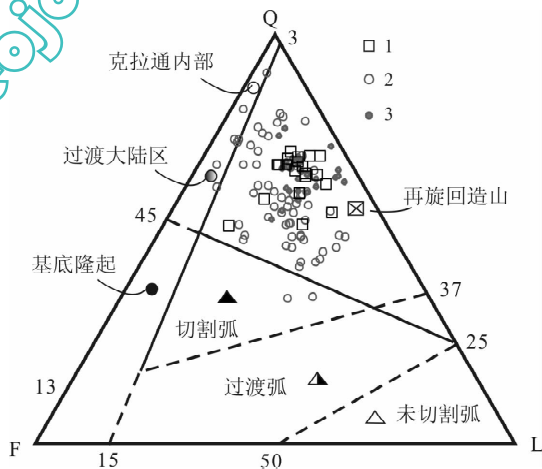


图 3 西藏南部上三叠统郎杰学群和涅如组的碎屑组分 Q-F-L 之 Dickinson(1985)三角图解(据李祥辉等,2004;徐文礼等,2009 综合)

Fig. 3 Q-F-L Dickinson (1985) tri-plot of clastic component of the Upper Triassic flysch Langjiexue Group and Nieru Formation in southern Tibet (composed after Li et al., 2004; Xu et al., 2009)

1—仁布地区涅如组;2—仁布地区郎杰学群;
3—琼结地区郎杰学群

1—Nieru Formation in Renbu; 2—Langjiexue Group in Renbu;
3—Langjiexue Group in Qiongjie

杰学群和涅如组的 RZi 指数显示的结果一致,均随 ZTR 增加而加大(图 4),说明它们都具有相似的中级变质源区。ATi 指数反映中酸性火成源及风化强度。郎杰学群 ATi 指数变化幅度较大并随 ZTR 的

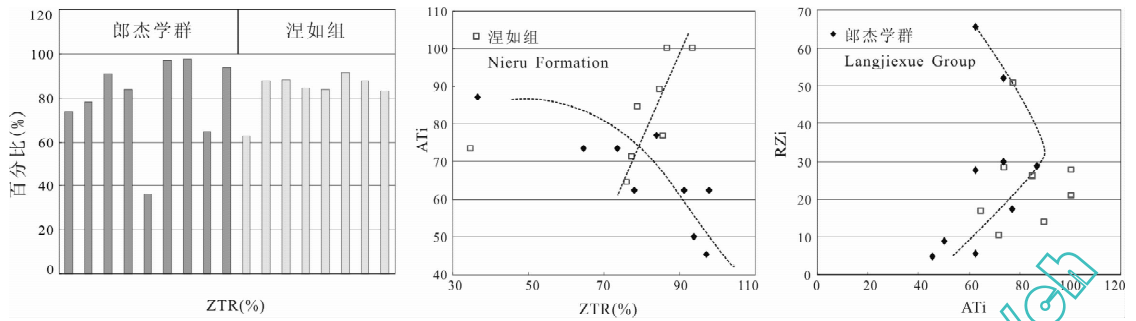


图 4 西藏仁布地区上三叠统郎杰学群和涅如组重矿物指数直方图和散点图(据曾庆高等, 2009 编)

Fig. 4 Heavy mineral indexes from the Upper Triassic flysch Langjiexue Group and Nieru Formation in Renbu area, southern Tibet (edited from Zeng et al., 2009)

增加而减小(图 4), 涅如组的 ATi 指数变化同样较大, 是随 ZTR 增加而增加。这种差异有可能为风化作用较强引起, 但样品量不够代表性也可能是一个原因。

总体看来, 上三叠统复理石的碎屑组分、重矿物组合及其指数特征较为相似, 个别差异有待进一步工作解释。

6 沉积学特性

6.1 沉积构造类型

西藏南部上三叠统复理石的沉积构造类型和样式过去报道不多, 零星见于相关地质调查报告中。李祥辉等(2003a)对琼结南部地区的郎杰学群沉积构造进行了简略总结。通过对更大范围包括仁布地区的观察分析, 笔者认为西藏南部上三叠统复理石的沉积构造基本与李祥辉等(2003a)总结的一致。

层面构造以高流态水流形成的底模槽模构造为主, 其大小和样式不一, 小的长轴不足 1 cm, 大的超过 30 cm, 形状多为舌状、见泡沫状、花椰菜状、长条状等。高流态产物的沟模、跳模构造也较常见, 偶可见流水波痕。重荷模虽然不是牵引流成因的同沉积构造, 但与槽模的出现频率相近, 可以帮助确定岩层顶底。

层理构造也较发育, 但以低流态的砂纹层理、水平层理和过渡流态的平行层理为主, 它们常与浊流形成的粒序层理和块状层理伴生, 并共同构成鲍玛序列。此外, 同生滑移构造偶尔可见。

6.2 古水流方向

古水流方向的判别是查明盆地碎屑物源方向的重要手段。李祥辉等(2003b)首次通过对琼结和贡嘎地区槽模沉积构造显露的古水流测量(37 个古水流点 43 组数据)和模式的建立, 指出古流方向主要

是 SE $140^{\circ}\sim 160^{\circ}$ 和 SW $190^{\circ}\sim 210^{\circ}$ 两个方向, 极少数 NE 方向, 个别 SWW 方向, 论证了其物源非印度大陆而是北部来源的假说。

近期工作(徐文礼等, 2011)在仁布地区测量了较多的槽模构造显示的古水流方向, 结果与李祥辉等(2003b)在琼结和贡嘎地区的相似, 并获得了涅如组的古水流方向(图 5)。仁布地区郎杰学群的古流向总体流向是 SSW($250^{\circ}\sim 270^{\circ}$), 少数为 NWW 方向; 涅如组的古流向总体为 SE($130^{\circ}\sim 150^{\circ}$), 极少数呈 SSW、NEE 方向。朗杰学群和涅如组在仁布地区的主要古流向为由 N 向 S($130^{\circ}\sim 210^{\circ}$)。

上述沉积构造、古流向显示西藏南部上三叠统复理石郎杰学群和涅如组情况相似。

6.3 岩相模式

西藏山南地区琼结南部郎杰学群被认为是一套海底扇组合(李祥辉等 2003a), 其岩相呈现外一中扇砂板岩相向中一内扇砂板岩含砾岩相演化。综合仁布和琼结地区的岩性、岩层厚度、沉积构造、沉积序列、砂体特征等内容, 本文对西藏南部的朗杰学群和

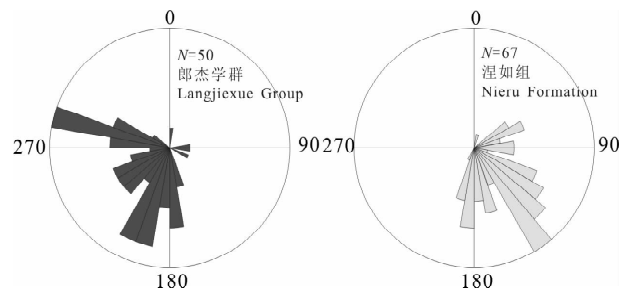


图 5 西藏仁布地区上三叠统郎杰学群和涅如组古水流方向玫瑰花图

Fig. 5 Rose diagram showing the paleocurrent flowing directions of the Upper Triassic flysch Langjiexue Group and Nieru Formation in Renbu area, southern Tibet

涅如组进行了综合岩相解释。

总体来看,无论是郎杰学群还是涅如组其沉积环境主体属于深海海底扇,它们主要由外扇(扇舌占主体)亚相组成,次为中扇亚相,局部见内扇和深海平原相;在相序上表现为:深海平原板岩相→外—中扇砂板岩相→中—内扇砂板岩含砾岩岩相,而在外扇扇舌部分一般呈现下部远源微相→中部中源微相→上部近源微相相序变化。两个地层单元的亚相差别仅仅在于各亚相、相的相对含量的多少,也即涅如组的外扇亚相及深海平原相比例稍高。

由此可见,郎杰学群和涅如组在沉积特性上十分相似。

7 地球化学组成

7.1 元素地球化学

过去已经对琼结地区郎杰学群的板岩和砂岩的稀土元素(REE)和微量元素进行过分析(李祥辉等,2004),近期工作(徐文礼等,2011)进一步对仁布地区的REE和微量元素进行了测量分析,并统一按照Taylor等(1985)的球粒陨石进行了标准化处理。以下对这两个地区的分析结果进行说明。

如图6所示,西藏南部上三叠统郎杰学群和涅如组的REE配分型式十分相近,总体特征表现为LREE>HREE, Eu亏损,配分模式迫近于Bhatia(1985)的经典REE物源区构造背景模式,即具有被动边缘和安第斯型活动边缘配分模式特征。

差别在于,无论是LREE、HREE,还是 Σ REE,以及Eu亏损,板岩总是比砂岩大。这种情况在这两套地层中均存在,正好说明:砂岩蕴涵更多的陆源印记, Σ REE偏少;板岩(原岩为深海—半深海泥质岩)含有更多的沉积盆地及海水成分,使得 Σ REE增加;板岩中Eu亏损降低与原岩泥质岩中的粘土特殊俘

获能力有关。

新近工作(徐文礼等,2011)对仁布地区砂岩和板岩微量元素进行了分析。其中,郎杰学群和涅如组样品各4件,郎杰学群中砂岩和粉砂质板岩各2件,涅如组中的板岩和粉砂质板岩各2件。

微量元素构成总貌上显示郎杰学群与涅如组没有本质差别,标准化后的平均值分别为在1.05和1.1,二者不相上下。稍有差别的是涅如组个别样品(P1-49)的U含量偏高,可能与有机质稍高有关。此外,郎杰学群的Sr值比涅如组普遍偏低(图7),可能的原因是样品岩性差异引起,即郎杰学群样品中以中粒陆源碎屑为主。蜘蛛图(缺少K和P)形态显示两个地层单元大致相似(图7),并与Taylor等(1985)活动大陆边缘/大陆岛弧及变质源区的模型近似。

微量元素的La-Sc-Th、Th-Sc-Zr/10、Th-Co-Zr/10、三角图解和Ti/Zr-La/Sc散点图解(背景模式选自Bhatia等,1986)结果显示,西藏南部上三叠统复理石郎杰学群和涅如组的物源区主体属于大陆岛弧构造背景,部分可能与活动大陆边缘有关(图8),两个地层单元的构造背景没有本质差别,这一结果与前述蜘蛛图解相同。

同样,从La/Sc-Co/Th关系图(图9,背景模型来自Taylor等,1985)可以看出,西藏南部上三叠统郎杰学群和涅如组板岩和砂岩的La/Sc值的变化范围不大,在1.1~3.9之间,而Co/Th值均低于2,其物源区与古生代杂砂岩、酸性火山岩密切相关,并且具有上地壳化学物质组成特点。这一结果同样与前述微量元素的其他图解相似,表明其化学成熟度中等偏低。

上述元素地球化学的结果表明,虽然在REE和微量元素的构造背景上有一定差别,但郎杰学群和

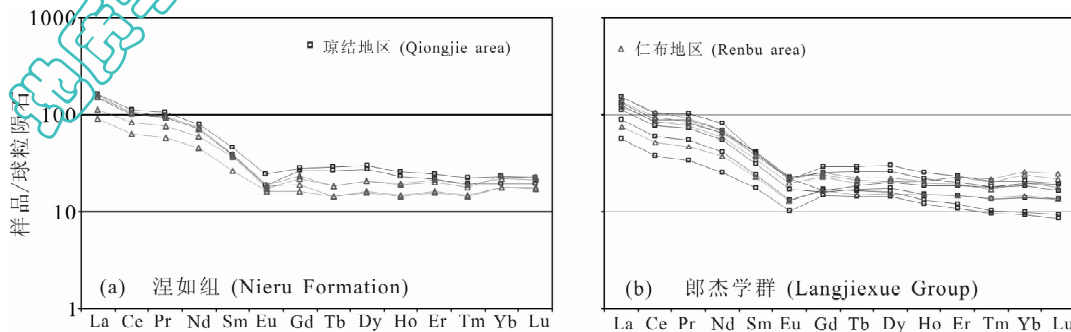


图6 西藏南部上三叠统郎杰学群和涅如组板岩和砂岩的REE配分图(琼结地区据李祥辉等,2004;徐文礼等,2011)

Fig. 6 REE plot of the Upper Triassic flysch Langjiexue Group and Nieru Formation in southern Tibet

(REE in Qiongjie area after from Li et al., 2004; Xu et al., 2011)

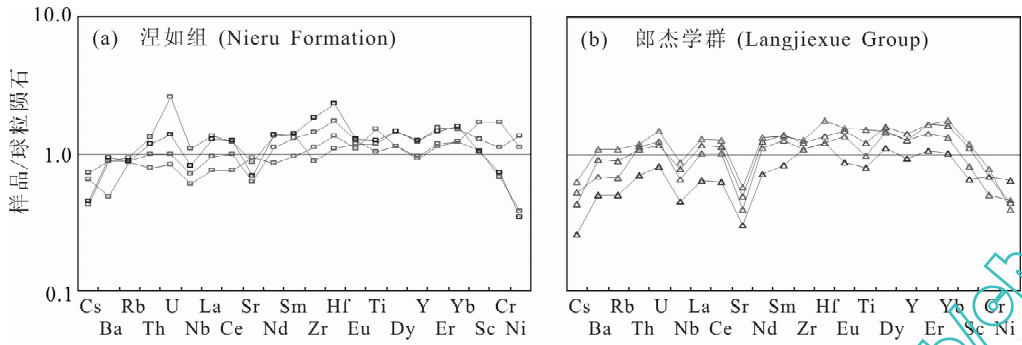


图 7 西藏仁布地区上三叠统郎杰学群和涅如组微量元素蜘蛛图(数据源自徐文礼等, 2011)

Fig. 7 Spider diagram of trace element showing the similarity between the Upper Triassic Langjiexue Group and Nieru Formation in Renbu, southern Tibet (Data from Xu et al., 2011)

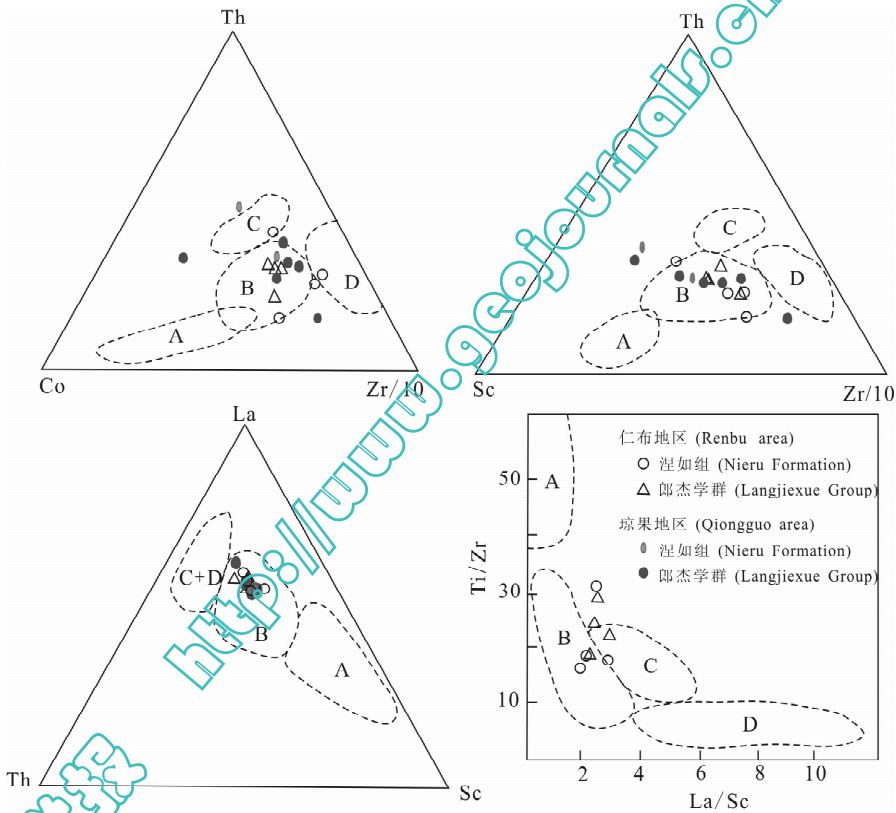


图 8 西藏南部上三叠统郎杰学群和涅如组 La-Sc-Th、Th-Sc-Zr/10、Th-Co-Zr/10、Ti/Zr-La/Sc 构造环境判别图(琼结地区数据引自李祥辉等, 2004)

Fig. 8 Trace element triplot showing tectonic settings of the Upper Triassic Langjiexue Group and Nieru Formation in southern Tibet (data in Qiongguo from Li et al., 2004)

A—大洋岛弧; B—大陆岛弧; C—活动大陆边缘; D—被动大陆边缘

A—Oceanic island arc; B—continental island arc; C—active continental margin; D—passive continental margin

涅如组的总体组成及其构造含义均相似。

7.2 Hf 同位素

最新对仁布地区上三叠统复理石进行碎屑锆石 U-Pb 定年和 Hf 同位素研究成果显示(图 10), 该区的郎杰学群和涅如组具有极其相似的年龄谱和 Hf 同位素组成特征(Li et al., 2010), 并且 Hf 同位素

值 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 集中在 $t_{\text{DMC}} = 1.0 \sim 2.0$ Ga 之间。 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 的其他区间, 如 < 1.0 Ga、 $2.0 \sim 3.0$ Ga、 > 3.0 Ga 的范围内, 这两个地层单元的分布情况也都相似(图 10), 没有例外。由此表明, 研究区的郎杰学群和涅如组物源区岩石组成、构造背景也都基本相同, 即使是在年轻的 266~224 Ma 时间段可能的物源区——拉萨

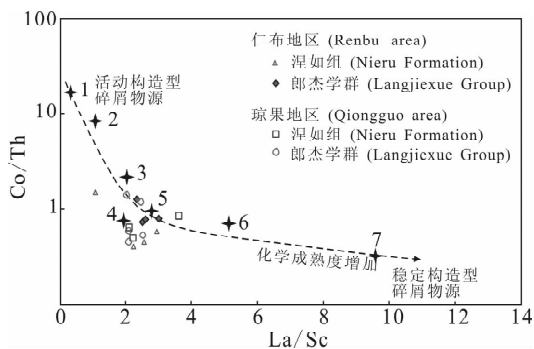


图9 西藏南部上三叠统郎杰学群和涅如组板岩和砂岩 La/Sc-Co/Th 关系图(琼结地区数据引自李祥辉等,2004)

Fig. 9 Trace element La/Sc-Co/Th plot showing the tectonic intensity of the Upper Triassic flysch Langjiexue Group and Nieru Formation in southern Tibet (data in Qiongjie from Li et al., 2004)

1—玄武岩;2—安山岩;3—古生代杂砂岩;4—酸性火山岩;

5—平均上地壳;6—显生宙克拉通砂岩;7—花岗岩

1—Basalt; 2—andesite; 3—Paleozoic graywack; 4—acidic volcanic rock; 5—average Upper Crust; 6—Phanerozoic cratonic sandstone; 7—granite

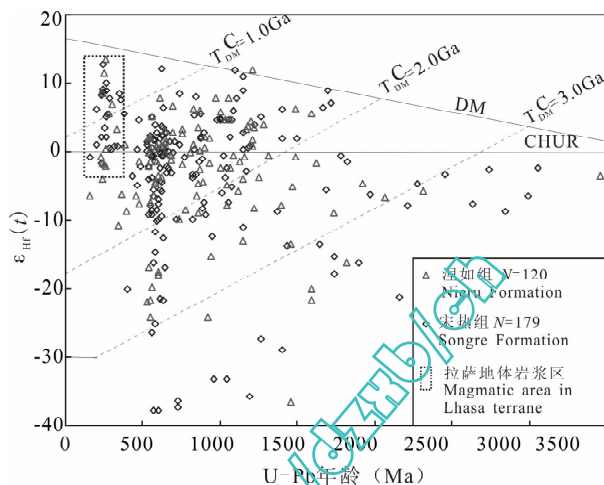


图10 仁布地区上三叠统郎杰学群和涅如组 U-Pb 年龄与 Hf 同位素关系图(资料引自 Li et al., 2010)

Fig. 11 Plot of U-Pb age / $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ of detrital zircons from the Upper Triassic flysch Langjiexue Group and Nieru Formation in Renbu area, southern Tibet (data from Li et al., 2010)

地体岩浆区分布特征也都相似。

7.3 碎屑锆石同位素年龄谱

综合研究区砂岩碎屑锆石 U-Pb 同位素年龄谱(图 11)可以看出,向涅如组和郎杰学群(含宋热组)提供碎屑组分的物源区极其相似,其主要年龄有两个阶段,一是新元古代晚期—早古生代早期范围,时间延时大约 120 Ma(620~500 Ma);二是中二叠世—早三叠世延时大约 60 Ma(290~220 Ma)范围。在中元古代(大约 800~1200 Ma)时间段其概率分布较为分散,但大致也可算是第三个集中年龄段。这种阶段性和整个年龄概率曲线的总貌显示,郎杰学群和涅如组的物源区可能相似,甚至相同。

8 认识讨论

如表 2 所示,郎杰学群和涅如组在 6 个方面的有关参数大多显示了极高的相似性,只有少数几个方面有较大差别,而这些细小差别主要表现在岩层厚度、岩性比例、化石面貌、锆石指数变化趋势、岩相等方面。但是,上述参数差异不应成为郎杰学群和涅如组地层单元分离的主要依据。对于岩相变化而言,仅仅表现在亚相相对含量方面,这在组内、组间实际上是一种正常现象。相应地,岩相变化会引起岩性和岩层厚度方面的变化,并且本次研究对象的岩层厚度、岩性比例、岩相变化所显示的差异并不突出。对于重矿物 ZTR 指数而言其绝对值接近,只是

涅如组显示向 NW 方向增加、郎杰学群向 SW 方向增加趋势(曾庆高等,2009)。这是否意味着涅如组的物源来自南方呢?我们认为不一定。一方面 ZTR-ATi 指数的关系与 ZTR 指数变化趋势存在矛盾或者“悖论”(曾庆高等,2009),即火山物质的搬运特征与碎屑搬运远近不匹配,另一方面涅如组古水流主要指向 SE 方向。然而,这两方面的矛盾可以通过海底扇模式得以解释,因为海底扇的古水流一般呈扇形分布,甚至部分可以垂直主体水流方向。这样,涅如组重矿物 ZTA 指数向北西方向也就不足为奇了。其实,仔细观察原图 ZTR 指数的分布还存在解释偏差问题,部分位置可能是向 W 甚至 SW 的迹象。对于化石面貌而言,“种”一级差别较大的原因在于大部分化石为底栖类型,属于地方种,因此在两个地层中不同属于正常,同时也不排除不同的鉴定者存在鉴定误差、地层识别偏差的可能。

对于绝大部分参数相同或相似的特性来说,本质上体现了二者的沉积盆地性质和物源区相同,从而说明其同源性。早先,提出朗杰学群物源可能来自北部的证据并不充分(郑海翔等,1988),后来业已从古水流方向证据和沉积模式方面予以证实(李祥辉等,2003a,2003b),最近也通过碎屑组分、地球化学、同位素等方面研究提出涅如组和郎杰学群的物源均可能来自拉萨地体或者独立的地块假说(李祥辉等,2004;Dai et al., 2008;徐文礼等,2009;Li et

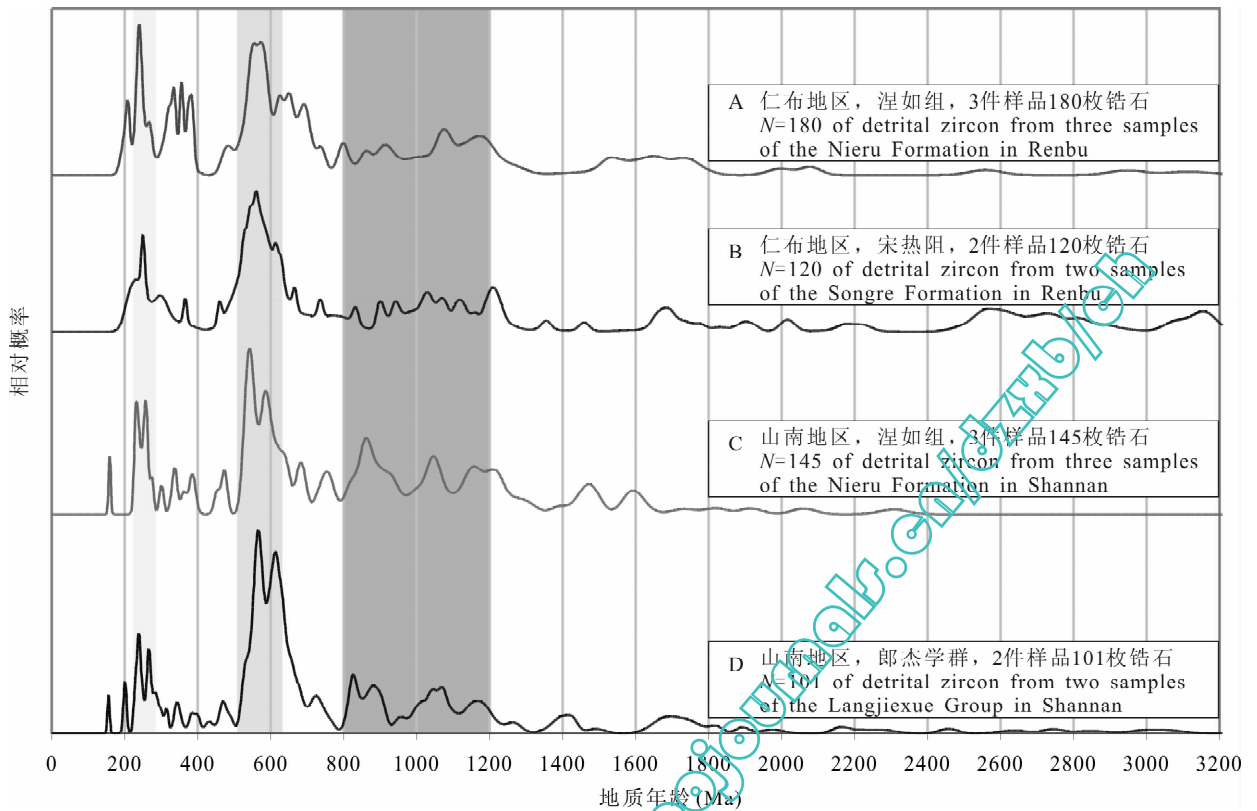


图 11 西藏南部上三叠统郎杰学群和涅如组碎屑锆石 U-Pb 年龄概率分布曲线(A 和 B 资料来自 Li et al., 2010; C 和 D 来自 Aikman et al., 2008)

Fig. 11 U-Pb age concordia and probability plots of detrital zircon from the Upper Triassic flysch Langjiexue Group and Nieru Formation in southern Tibet (data of A and B from Li et al., 2010; C and D from Aikman et al., 2008)

al., 2010), 证明这两个地层单元相同的成因背景。值得说明的是, 虽然之前人们已经认识到郎杰学群不属于喜马拉雅地体, 并将之单独划分为独立的移置地体(周详等, 1984, 1991)或增生楔(潘桂棠等, 2004), 但现在看来, 涅如组既非长期被认为的属于喜马拉雅地体, 郎杰学群也不是缝合带的增生楔组成部分。如前, 新近证据显示郎杰学群和涅如组的物源区属于造山带, 表明其形成构造背景是非稳定的。

以上比较分析结果显示, 涅如组和郎杰学群具有极高的相似性(表 2), 特别是构造背景和沉积盆地性质。有鉴于此, 我们建议将涅如组归并入郎杰学群, 二者不是平等关系, 而是包含关系。这并不需要修改郎杰学群的定义, 因为其岩性和地层特征基本不变, 仅仅是南部边界发生了变化。由此, 本文修订为: 郎杰学群为一套强烈变形、弱变质的上三叠统砂、泥质复理石沉积, 它分布于仁布以东、雅鲁藏布江以南地区, 北部以乃东-桑日-加查-朗县断裂为界, 南部边界为仁布-张达-隆子断裂, 东南为错那-米林 3

条断裂(图 1)。浪卡子幅、泽当幅 1: 20 万区调报告^⑥将郎杰学群下分宋热组、江雄组、姐得秀组, 本文将涅如组也纳入其中。至于这 4 个组的关系, 尽管相关区调报告认为由宋热组、江雄组到姐得秀组为向上层序, 但至今为止没有一个完整的剖面显示这种关系, 其时代与涅如组一样也都笼统确定为卡尼-诺利期, 所以, 这几个组的关系至今仍待查明。此外, 还存在涅如组与吕村组的接触关系问题。虽然前人定义二者为整合接触, 但由于都属深海复理石, 没有准确的化石带控制, 且大量区域地质图中绝大多数表现为断层接触, 由此, 二者不整合或断层接触关系不是不可能。

与此相关的另一个问题是雅鲁藏布江缝合带(俯冲缝合)主断裂位置。从其识别开始基本被置于蛇绿岩南侧, 但近来, 有人根据缝合带中混杂岩的分布(劳雄, 1995; 郝杰等, 1995)、恰布林组古蛇绿岩再造(王成善等, 1999; 刘志飞等, 2000)建议将其主断裂放在增生楔(混杂岩)与特提斯喜马拉雅之间。过去, 因将郎杰学群与修康群一起被认为是混杂增生

表2 西藏南部上三叠统复理石郎杰学群和涅如组特征参数比较

Table 2 Contrasting the Upper Triassic flysch Langjixue Group and Nieru Formation in southern Tibet

参数	郎杰学群	涅如组	相似程度
1) 变质与变形	喜马拉雅雅期的区域和热动力变质作用绿片岩相为主体 向南到转的同斜褶皱为主,发育轴面劈理		+
2) 岩层特征	岩层厚度	中、薄层为主,厚层次之	±
	砂岩板岩比	砂岩 45%~55%,板岩 30%~50%	±
	颜色与岩性	普遍灰色调,与岩性相关,长石/岩屑(变粒)砂岩、杂砂岩为主,成熟度较低	+
3) 化石面貌	双壳化石为主,次见菊石和腕足;双壳属一级相似度 50%,种一级 30%~40%		±
4) 碎屑组成	碎屑组分	Dickinson 三角图解显示物源区均以再旋回造山为主	+
	重矿物组成	锆石、磷灰石、金红石、电气石、锐钛矿 5 种重矿物存在于所有样品中, 其中锆石在大多数样品中占绝对优势。	+
	ZTR 指数	十分接近,平均 60%~90%,但变化趋势有异	±
5) 沉积特性	沉积构造	底模槽模、沟模、跳模构造,粒序层理、砂纹层理、水平层理、平行层理,鲍玛序列等均常见	+
	古水流	120°~210°变化,主体 NE→SW	±
	岩相模式	深海平原→海底扇相序,中扇居多	±
6) 地球化学	微量元素	蜘蛛网图相似,普遍 Cs、Sr、Cr、Ni 等低值,Sr 特别低	+
	微量元素构造显示	物源区大陆岛弧与活动边缘为主,可能综合指示造山带	+
	REE	配分型式相似,LREE 大于 HREE 及其比值相似,Eu 亏损	+
	REE 参数构造指示	物源区构造活动边缘,少量大陆岛弧,可能综合指示造山带	+
	Hf 同位素	$\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 集中在 $t_{\text{DMC}}=1.0\sim 2.0$ Ga 之间	+
	锆石年谱	物源区碎屑锆石年龄集中在新元古代晚期—早古生代早期(620~500 Ma) 和中二叠世—早三叠世(290~220 Ma)两个阶段	+
结论			相似度高

注:±一有差别,有相似之处;+二者相似度高。

楔的一部分,认为介于修康群(含郎杰学群)与南侧涅如组之间的断裂——拉孜-浪卡子断裂是雅鲁藏布江缝合带俯冲增生的主断裂(王成善等,1999;刘志飞等,2000)。如若本文将涅如组归并到郎杰学群正确的话,不论涅如组和郎杰学群是否属于增生楔的组成部分,考虑它们系拉萨与喜马拉雅地体之间的外来地体,那么,更南侧的仁布-张达-隆子断裂有可能是该缝合带俯冲消减的主断裂,或者准确的说是晚侏罗世—早白垩世早期俯冲(王成善等,1999;刘志飞等,2000)的南部边界断裂,至少在仁布以东的缝合带是这样。

9 结论与建议

根据岩层特征、化石面貌、碎屑组成、沉积特性、地球化学等方面的特性对西藏南部仁布以东上三叠统复理石两套地层郎杰学群和涅如组的进行了总结及分析,获得以下认识:

(1)郎杰学群和涅如组各方面特征极其相似,这些特征主要包括颜色、岩性、碎屑组分、重矿物组成、ZTR 指数、沉积构造、微量元素、稀土元素、Hf 同位素、碎屑锆石同位素年谱、变质变形。它们仅仅在亚相、岩层厚度分布、砂岩与板岩比例、重矿物 ZTR 指

数变化趋势有一定的差异。

(2)大量相似度极高的各项沉积特性指示它们具有相同或极其相似的沉积盆地和物源构造背景,表明既不属于喜马拉雅地体也不属于增生楔,而可能同源於拉萨地体或者其他未知地体,属于与造山带有关的沉积盆地建造。

(3)鉴于上述极高的相似特性,建议将涅如组归并为郎杰学群的一个组,至少在仁布以东这种归并是可以成立的。仁布以西是否存在这种可能性,需要深入研究。

(4)考虑郎杰学群和涅如组的相似性,推测仁布-张达-隆子断裂可能是雅鲁藏布江缝合带俯冲消减的东部主断裂或者早期俯冲的南部边界断裂。

致谢:参加野外工作的还有强巴、易建洲、希洛、占堆、王保弟、崔永泉、李君,中国地质大学(北京)王成善教授、西藏地调院第一区调队周详高级工程师在研究过程中予以了建议和讨论,在此一并表示感谢!

注 释

① 西藏地质局拉萨地质队,1962. 拉萨地区路线找煤地质报告。

② 西藏区调队,1979. 中华人民共和国区域地质调查报告,1:100

万(拉萨幅 H-46)。

- ③ 陕西省地质调查院. 1994. 中华人民共和国地质调查报告, 1: 20 万浪卡子幅、泽当幅。
- ④ 西藏区调队. 1983. 中华人民共和国区域地质调查报告, 1: 100 万日喀则幅、亚东幅。
- ⑤ 安徽省地质调查院. 2002. 中华人民共和国地质调查报告, 1: 25 万洛扎县幅。
- ⑥ 西藏自治区地质调查院一分院. 2002. 中华人民共和国地质调查报告, 1: 5 万琼果幅、曲德贡幅。
- ⑦ 西藏自治区地质调查院一分院. 2007. 中华人民共和国地质调查报告, 1: 25 万拉萨市幅、泽当镇幅。
- ⑧ 云南省地质调查院. 2004. 中华人民共和国地质调查报告, 1: 25 万隆子县幅。
- ⑨ 陕西省地质矿产勘查开发局区域地质矿产研究院. 1994. 中华人民共和国地质调查报告(地质部分), 1: 20 万浪卡子幅、泽当幅。

参 考 文 献

- 常承法. 1984. 雅鲁藏布江缝合带地质构造及其演化. 见: 李光岑, 麦尔西叶主编. 中法喜马拉雅考察成果. 北京: 地质出版社, 328~340.
- 陈金华, 杨胜秋. 1983. 西藏康马地区晚三叠世的双壳类. 古生物学报, 22(3): 355~358.
- 陈金华, 巴登珠. 1986. 西藏南部泽当地区海燕蛤 (*Halobia*) 化石——兼论海燕蛤在中国的组合面貌. 古生物学报, 1: 1~7.
- 郝杰, 柴育成, 李继亮. 1995. 关于雅鲁藏布江缝合带(东段)的新认识. 地质科学, 30(4): 423~430.
- 劳雄. 1995. 雅鲁藏布江断裂是印度板块与欧亚板块缝合线的置疑. 中国地质科学院地质力学研究所所刊, (16): 25~35.
- 李祥辉, 曾庆高, 王成善. 2003a. 西藏山南地区琼结南部上三叠统郎杰学群岩石、岩相特征与浊积扇模式. 现代地质, 17(1): 52~58.
- 李祥辉, 曾庆高, 王成善. 2003b. 西藏南部郎杰学群碎屑物质来源的古水流证据. 地质论评, 49(2): 132~137.
- 李祥辉, 曾庆高, 王成善. 等. 2004. 西藏南部上三叠统朗杰学群物源分析. 沉积学报, 22(4): 553~559.
- 刘志飞, 王成善, 李祥辉. 2000. 西藏南部雅鲁藏布江缝合带的沉积—构造演化. 同济大学学报(自然科学版), 28(5): 537~541.
- 潘桂棠, 丁俊, 姚冬生. 等. 2004. 青藏高原及邻区地质图(1: 1500000)及说明书. 成都: 成都地图出版社, 1~133.
- 饶荣标, 徐济凡, 陈永明. 1987. 青藏高原的三叠系. 中华人民共和国地质矿产部地质专报(二, 7). 北京: 地质出版社, 1~239.
- 王成善, 刘志飞, 何政委. 1999. 西藏南部早白垩世雅鲁藏布江古蛇绿岩的识别与讨论. 地质学报, 73(1): 7~14.
- 王红梅, 杨逢清, 谢树成. 等. 1997. 四川松潘地区杂谷脑组发现卡尼期 *Halobia* 化石群及其意义. 科学通报, 42(6): 672~672.
- 王乃文, 刘桂芳, 陈国铭. 1983. 西藏羊卓雍错区域地质研究. 青藏高原地质文集(3). 北京: 地质出版社, 1~20.
- 吴浩若. 1984. 西藏地层—特提斯喜马拉雅北部分区. 北京: 科学出版社, 115~119.
- 西藏地质矿产局. 1993. 西藏自治区区域地质志. 北京: 地质出版社, 1~450.
- 西藏地质矿产局. 1997. 西藏自治区岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 183~184.
- 肖序常, 高延林. 1984. 西藏雅鲁藏布江蛇绿岩带中段高压低温变质带的新认识. 见: 喜马拉雅地质. 北京: 地质出版社, 1~18.
- 徐文礼, 李祥辉, 舒珺. 2009. 西藏仁布县上三叠统朗杰学群物源分析. 四川地质学报, 29(1): 8~10.
- 徐文礼, 李祥辉, 王尹. 等. 2011. 西藏仁布地区上三叠统复理石物源分析. 高校地质学报, 17(2): 220~230.
- 许志琴, 杨经绥, 梁凤华. 等. 2005. 喜马拉雅地体的泛非—早古生代造山事件年龄记录. 岩石学报, 21(1): 1~12.
- 姚宗富, 马冠卿. 1990. 西藏高原区域变质作用基本特征. 西藏地质, 1: 51~63.
- 尹集祥, 王义刚, 张明亮. 等. 1974. 珠穆朗玛峰地区的地层——三叠系, 珠穆朗玛峰地区科学考察报告(1966~1968), 地质. 北京: 科学出版社, 81~126.
- 余光明, 王成善. 1990. 西藏特提斯沉积地质. 中华人民共和国地质矿产部地质专报(三, 12). 北京: 地质出版社, 1~197.
- 曾庆高, 李祥辉, 徐文礼. 等. 2009. 西藏仁布地区上三叠统重矿物组合与物源分析. 地质通报, 28(1): 38~44.
- 郑海翔, 张选阳. 1988. 青藏高原大地构造问题. 青藏高原地质文集(19). 北京: 地质出版社, 73~90.
- 中国科学院青藏高原科学考察队. 1984. 西藏地层. 北京: 科学出版社, 1~184.
- 周详, 曹佑功, 朱明玉. 等. 1984. 西藏板块构造—建造图及说明书. 北京: 地质出版社, 1~47.
- 周详, 曹佑功. 1991. 论西藏特提斯构造演化. 中国西部特提斯构造演化及成矿作用学术讨论会文集. 成都: 电子科技大学出版社, 175~182.
- 邹光富, 毛琼, 陈永明. 等. 2006. 西藏南部珠穆朗玛峰地区三叠纪生物地层研究. 地质论评, 52(3): 386~395.
- Aikman A B, Harrison T M, Ding L. 2008. Evidence for early (> 44 Ma) Himalayan crustal thickening, Tethyan Himalaya, southeastern Tibet. Earth and Planetary Science Letters, 274: 14~23.
- Bhatia M R. 1985. Rare earth element geochemistry of Australian Paleozoic greywacks and mudrock; provenance and tectonic control. Sedimentary Geology, 45: 97~113.
- Bhatia M R, Crook K A W. 1986. Trace element characteristics of graywacks and tectonic discrimination of sedimentary basins. Contrib. Mineral. Petrol., 92: 181~193.
- Dai Jingen, Yin An, Wang Chengshan. 2008. Nd isotopic composition of the Tethyan Himalayan sequence in southeastern Tibet. Science in China (Series D): 51(9): 1306~1316.
- Dewey J, Shackleton R M, Chang C, et al. 1988. Tectonic evolution of the Tibetan Plateau. Phil. Trans. R. Soc. Lond., A327: 379~413.
- Dickinson W R. 1985. Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. In: Zuffa G G, ed. Provenance of Arenites. Dordrecht: Reidel Publishing Co., 333~361.
- Gansser A. 1991. Facts and theories on the Himalayas. Eclogae Geol. Helv., 84: 33~60.
- Li Guangwei, Liu Xiaohan, Pullen A, et al. 2010. In-situ detrital zircon geochronology and Hf isotopic analyses from Upper

- Triassic Tethys sequence strata. *Earth and Planetary Science Letters*, 297: 461~470.
- Searle M P, Windley B F, Coward M P, et al. 1987. The closing of Tethys and the tectonics of the Himalaya. *GSA Bull.*, 98: 678~701.
- Taylor S R, McLennan S M. 1985. The geochemical evolution of the continental crust. *Rev. Geophys.*, 33: 241~265.
- Yin A, Harrison T M, Murphy M A, et al. 1999. Tertiary deformation history of southeastern and southwestern Tibet during the Indo-Asian collision. *GSA Bulletin*, 111(11): 1644~1664.
- Yin A, Harrison T M. 2000. Geologic evolution of the Himalayan-Tibetan orogen. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 28 (1): 211~284.

Contrasting the Upper Triassic Flysch Langjuexue Group and Nieru Formation in Southern Tibet

LI Xianghui¹⁾, WANG Yin¹⁾, XU Wenli²⁾, SUN Yong²⁾, KONG Qingyou¹⁾, ZENG Qinggao³⁾, XIE Yaowu³⁾, MAO Guozheng³⁾, Nima Ciren³⁾, ZHOU Yong²⁾, LIU Ling¹⁾

1) *State Key Laboratory of Mineral Deposit Research, School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing University, Nanjing, 210093;*

2) *Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu, 610059;*

3) *The 1st Geology Survey of Tibet, Lhasa, 850000*

Abstract

Features of the Upper Triassic flysch Langjuexue Group and Nieru Formation in southern Tibet were summarized and analyzed by combination of the former and present works, within which stratigraphic property, fossil association, detritus component, sedimentation, geochemistry and metamorphism as well as deformation were contrasted. Study results show that most of the features are pretty similar between Langjuexue Group and Nieru Formation except for a few indexes such as subfacies, thickness, ratio of sandstone / slate, ZTR tendency. The discrepancy of the four indexes is not suggested as real reasons to separate the two lithostratigraphic units because changes of subfacies, thickness, and ratio of lithology are normal within and among formations. The high similarities of features indicate that they could have been deposited in a same sedimentary basin and tectonic setting, probably in the basin related to orogenism. In other words, they could be formed in neither the passive margin (Himalayan terrane) nor accretionary wedge (Yarlung Zangbo suture). It is proposed that the Nieru Formation is a unit of the Langjuexue Group but not independent. Furthermore, the Renbu-Zhangda-Longzi fault is suggested as either the main fault of the Late Cretaceous oceanic subduction within the Yarlung Zangbo suture zone or a southern boundary fault of the Late Jurassic-Early Cretaceous subduction of the paleo-ophiolite crust.

Key words: Langjuexue Group; Nieru Formation; flysch; Upper Triassic; southern Tibet