

文章编号: 1009-3850(2004)04-0021-10

甘孜-理塘结合带中段非史密斯地层的 划分及组分特征

魏永峰, 罗森林

(四川省地质调查院 区域地质调查所, 四川 成都 610213)

摘要: 甘孜-理塘结合带内各种构造岩片(块)均遭受不同程度的变质变形,属于整体无序、局部有序的非史密斯地层,通过查明各类岩片(块)的岩石组合、来源、时代、变形变质及裂解、运移、拼合、定位历程,重新定义了“理塘蛇绿岩群”的含义,并新命名为“理塘蛇绿混杂岩群”。按结合带内岩块的不同组分、不同来源、不同时代、不同变形变质程度的不同,对各类岩块进行四维裂解拼合复原后划分为两个岩组(卡尔蛇绿岩组、瓦能蛇绿岩组)及碎屑岩、大理岩等组成的5类外来岩块。这对于进一步研究甘孜-理塘结合带的造山机制及构造演化历程有着十分重要的意义。

关键词: 非史密斯地层; 甘孜-理塘结合带; 四川

中图分类号: P534

文献标识码: A

呈北西-南东向反“S”型延伸的甘孜-理塘结合带为一中温高压带^[1],由于其在地学上的特殊地位,历来是人们关注的焦点。其“代表(义敦)岛弧和陆块(扬子板块)最终缝合线的位置”(郝子文等, 1983)^[2],带内不但有各类基性岩、超基性岩、基性熔岩,还有大量的深海复理石沉积,均属于同期的典型的拉张活动型建造。变橄榄岩、变基性岩墙、变玄武岩、结晶片岩、构造片岩、结晶灰岩、变质砂岩、板岩及硅质岩等各类岩石,由于受多期构造活动的变形改造及后期的碰撞造山,岩片(块)的侧向与垂向迁移、错位拼贴的现象十分普遍,在走向上差异较大,多呈混杂产出。

1 结合带非史密斯地层的划分

非史密斯地层是指那些经历过不同程度混杂,并经历了变位、变形、变质,全部无序或部分无序的(岩)层,主要指造山带地层中的无序部分,也包含稳定地区的基底(古)老造山带。基本特征主要

有:全部无序和部分无序,混杂,不服从史密斯地层学基本定律(叠覆律、侧向连续律、瓦尔特相律、化石层序律)^[3]。

依据非史密斯地层混杂方式、无序状态、褶皱强弱和构造层次的不同,可将造山带非史密斯地层划分为基本混杂类型与复合混杂类型两大类。基本混杂类型可进一步划分为沉积混杂类、构造混杂类、形变混杂类;复合混杂类型可进一步划分为沉积-形变混杂类、沉积-构造混杂类、构造-形变混杂类、沉积-构造-形变混杂类。

区域上占有重要位置的甘孜-理塘结合带中段呈北西-近南北向的狭长带状展布,处于区域上的最狭窄处,最窄处宽仅2km。结合带内除少量热鲁组、昌台组及第四系沉积外,主体为一套晚二叠世—晚三叠世的活动型沉积,具有裂谷玄武岩建造与深水复理石建造呈旋回性相间的特点;其建造特征与玄武岩的岩石学、岩石化学及地球化学特征反映出一种高度起伏不平的陆间裂谷——初始洋盆属性。

收稿日期: 2002-09-01

第一作者简介: 魏永峰, 1974年生, 助理工程师, 从事区域地质调查工作。

资助项目: 1:5万《理塘县幅》、《濯桑幅》区域地质调查(200013000101)。

同时,其内的地层岩石具有十分特殊的构造混杂之特点,如各种基性岩岩块、超基性岩块、基性熔岩岩块、深海浊积岩块、大理岩块呈大小混杂的构造镶嵌(特别是基性岩、超基性岩、基性熔岩组分的岩块),含古生代化石的生物碎屑灰岩岩块崩塌沉积混杂于熔岩、碎屑岩地层中等(1:20万理塘、稻城、贡岭幅,1984)^[4,5]。但这种混杂作用多表现为纯构造块体的相互混杂,在岩块间缺乏应有的韧(塑)性变形(流变)基质。虽然部分岩块的内部成层有序,其岩性、岩相、时代依据亦较为充分,但就其整个结合带而言,因强烈变形改造,属于典型的混杂无序状态,多数岩块(特别是哪些小的岩块)时代是难以分辨的。而《四川省岩石地层》对理塘结合带范围内的地层体,仅建立了一个反映大洋蛇绿岩建造特征的特殊岩石地层单位——理塘蛇绿岩群(包含卡尔、瓦能两个蛇绿岩组)。这种粗线条的单位对深入研究结合带的造山机制及构造演化历程而言,是远远不够的。

实际上,甘孜-理塘结合带早期玄武岩的岩石学、岩石化学及地球化学特征均表明其与蛇绿岩有着本质的区别,其形成于陆间裂谷环境而非大洋中脊环境。对此,在深入研究了研究区结合带内的非史密斯地层中的各种岩块的岩石特征、变形特征,岩块间相互关系后,在尊重客观事实和充分考虑《四川省岩石地层》所划分的特殊岩石地层——理塘蛇绿岩群的含义的基础上,对其作了必要的修正。

根据上述原则,现将《四川省岩石地层》的“理塘

蛇绿岩群”的含义扩大为:泛指理塘结合带内在拉张和闭合时期所沉积的地层岩石(含构造侵位的基性—超基性岩、可能存在的离散陆缘岩块等),因后期的俯冲-碰撞作用而导致其呈各种大小相差悬殊、变形程度各异的岩块以构造镶嵌、无序混杂所组成的地质体,并修订其名称为“理塘蛇绿混杂岩群”。具体按结合带内岩块的不同组分、不同来源、不同时代、不同变形变质程度的不同,对各类岩块进行四维裂解拼合复原后划分为两个岩组(卡尔蛇绿岩组、瓦能蛇绿岩组)及碎屑、大理岩等组成的5类外来岩块(图1,表1)。

2 结合带内非史密斯地层岩块(组)组分特征

2.1 卡尔蛇绿岩组(P_3T_1k)

该组仅分布于马安山四周,主要为一套灰色、绿灰、深灰色碎裂蚀变块状玄武岩、蚀变枕状玄武岩。玄武岩在纵向上有较大的变化,即枕状玄武岩(枕大)→枕状玄武岩(枕小)→块状玄武岩。顶部为杂色含放射虫硅泥质岩(1:20万理塘、稻城、贡岭幅)^[2],硅质岩中产放射虫化石 *Stylosphaera* sp., *Triassospongosphaera* sp., *Triassocampe* sp., *Pseudoalbilrella* sp., *Cenosphaera* spp., *Cenellipsis* spp., *Sphaerozoum* spp., *Cenosphaera bahongana* Rust. 玄武岩中常含较多的古生代生物碎屑灰岩崩塌岩块。沿大小断层带上,基性火山岩常蚀变为绿泥钠长片岩、阳起绿帘钠长片岩。底部被断层断失,

表 1 理塘结合带内非史密斯地层单元特征

Table 1 Lithologic features of the non-Smithian stratigraphic units in the Garze-Litang suture zone

岩 群	岩组或岩块	代 号	岩 性 特 征
理塘蛇绿混杂岩群	瓦能蛇绿岩组	T_3w	以绿灰、灰绿色蚀变块状玄武岩、蚀变气孔状玄武岩为主。北部有较多的斜方辉石橄榄岩、角闪辉石橄榄岩、辉长-辉绿岩及含放射虫硅质泥质岩等构造嵌入块体,岩石变形强烈,碎裂、劈(片)理发育;南部马鞍山一带含外来的古生代生物碎屑灰岩崩塌掉块
	卡尔蛇绿岩组	P_3T_1k	灰绿色蚀变枕状玄武岩、蚀变块状玄武岩夹片理化基性凝灰岩,富含大小不等的外来的古生代生物碎屑灰岩崩塌掉块
	岩屑石英杂砂岩块	Wds	深灰色薄中层变质岩屑石英杂砂岩、粗粉砂岩与粉砂质板岩、绢云母板岩互层
	长石石英杂砂岩块	Wss	上部灰色、浅灰、灰白色、绿灰、黄灰色薄层—中厚层—块层变质长石石英杂砂岩变质长石石英砂岩夹粉砂质板岩;下部深灰黑色绢云母板岩夹灰绿色薄层变质岩屑石英杂砂岩、粉砂岩。岩块内普遍出现不稳定的基性火山岩、放射虫硅质岩透镜体
	大理岩块	Wmb	浅灰、灰白、浅黄白色巨厚层—巨块状大理岩、白云质大理岩、灰质白云质角砾状大理岩
	结晶灰岩块	Wls	灰色、浅灰色薄层劈理化结晶灰岩、砂泥质结晶灰岩与钙质绢云母板岩互层
	白云母石英片岩块	$Wsch$	灰色、浅灰、灰白色白云母石英片岩,夹白云母钠长石英片岩、二云母钠长石英片岩、石英岩及钠长白云母片岩

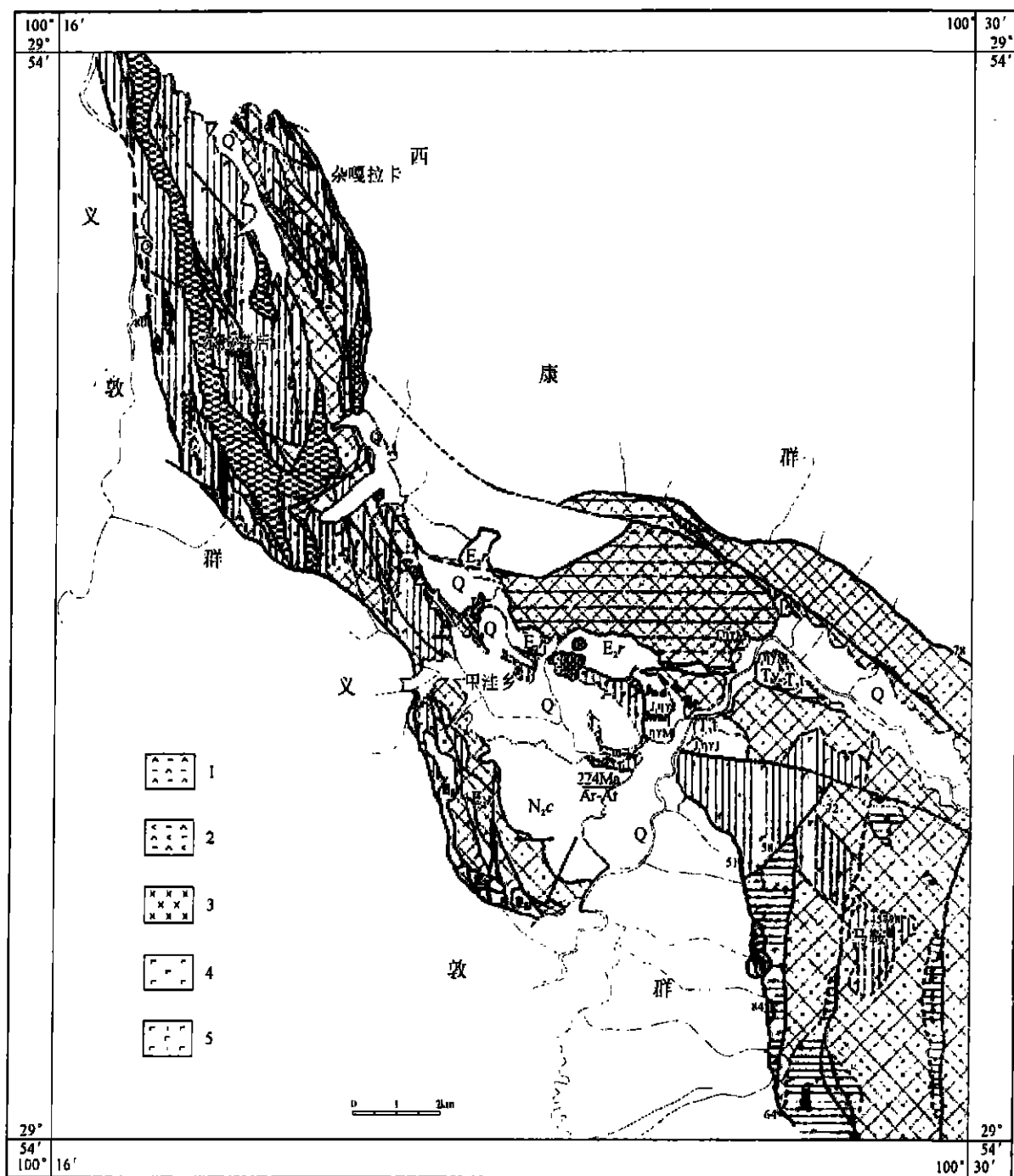


图1 甘孜-理塘结合带中段非史密斯地层划分单元图

Q. 第四系; N_{2c} . 上新统昌台组; E_{2r} . 始新统热鲁组; 理塘蛇绿混杂岩群($T_3w-Wsch$); T_3w . 瓦能蛇绿岩组; P_3T_1k . 卡尔蛇绿岩组; Wds. 岩屑石英杂砂岩块; Wss. 长石石英杂砂岩块; Wmb. 大理岩块; Wls. 结晶灰岩块; Wsch. 白云母石英片岩块; T_3t . 上三叠统图姆沟组; Tv. 三叠纪辉长岩; J_{17J} . 江达单元; J_{17M} . 蒙邦单元。1. 斜方辉石橄榄岩; 2. 角闪辉石橄榄岩; 3. 辉长岩; 4. 蚀变玄武岩; 5. 蚀变基性凝灰岩

Fig. 1 Division of the non-Smithian stratigraphic units in the middle part of the Garze-Litang suture zone

Q= Quaternary; N_{2c} = Upper Pliocene Chom ta Formation; E_{2r} = Eocene Relu Formation; Litang Ophiolitic Melange Group ($T_3w-Wsch$); T_3w = Waneng Ophiolite Formation; P_3T_1k = Kar Ophiolite Formation; Wds= lithic quartz greywacke block; Wss= arkosic greywacke block; Wmb= marble block; Wls= crystalline limestone block; Wsch= muscovite quartz schist block; T_3t = Upper Triassic Tumugou Formation; Tv= Triassic gabbro; J_{17J} = Jomda terrace; J_{17M} = Mengbang terrace. 1= enstatite peridotite; 2= amphibole pyroxene peridotite; 3= gabbro; 4= altered basalt; 5= altered basic tuff

厚度大于165m。

该组玄武岩的岩石学、岩石化学、地球化学特征分别见表 2—表 4 及图 2—图 6。从岩石化学及地球化学特征上看,玄武岩属碱性玄武岩系列,形成于大陆裂谷环境。

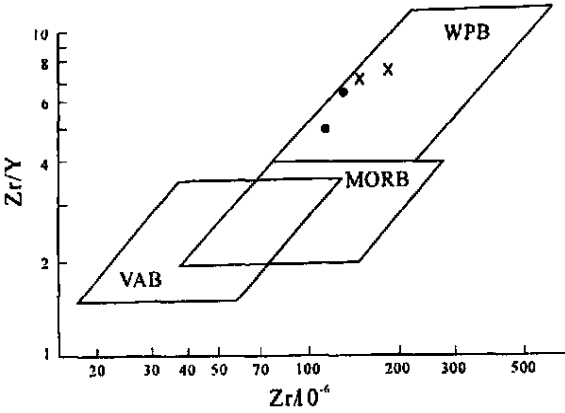


图 2 不同构造环境下的 Zr/Y-Zr 图

MORB. 洋中脊玄武岩; WPB. 板内玄武岩; VAB. 火山弧玄武岩。
× 卡尔蛇绿岩组中的玄武岩; ● 瓦能蛇绿岩组中的玄武岩
Fig. 2 Zr/Y-Zr diagram for distinctive tectonic settings
MORB= mid-oceanic ridge basalt; WPB= within plate basalt; VAB= volcanic arc basalt. ×= basalts from the Kar Ophiolite Formation; ● = basalts from the Waneng Ophiolite Formation

在蚀变块状玄武岩中有 K-Ar 法测得 242. 05Ma、425. 75Ma、438. 0Ma 三个年龄值,后两个年龄值为 1 :20 万理塘、稻城、贡岭幅成果,年龄值偏大,分析样品可能取于火山活动运移过程中所夹带而来的原火山岩块体,且考虑到 K-Ar 法测年自身的特点,认为早期蛇绿岩形成时代应略早于 242. 05Ma。结合上部硅质岩中取得放射虫化石时代,其时代为晚二叠世—早三叠世。经综合研究及区域对比,将该套蛇绿岩归入晚二叠世—早三叠世。

2.2 瓦能蛇绿岩组(T₃w)

瓦能蛇绿岩组在研究区广泛出露。典型的岩石组合面貌以灰色、绿灰色、灰绿色块状碎裂蚀变玄武岩、气孔状玄武岩为主,含较多大小不等的斜方辉石橄榄岩、角闪辉石橄榄岩、辉长-辉绿岩及少量放射虫硅质岩等构造块体。

由于强烈的构造变形改造,构成蛇绿岩组合的各种岩块常与非蛇绿成分的碎屑岩块呈复杂的构造混杂相间,这些相互混杂的岩块,大者具有可填图的尺度,小者仅具露头尺度或手标本尺度。尤其在一些较大的断层通过的地带更是如此。岩石的变形亦

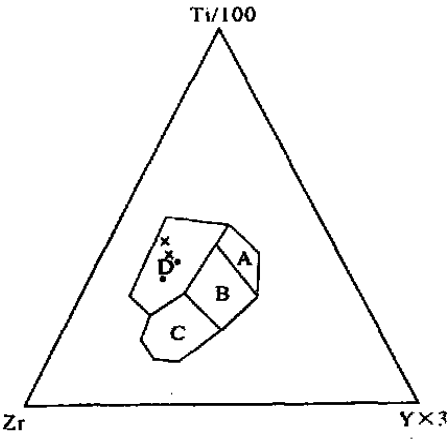


图 3 玄武岩的 Ti/100-Zr-Y × 3 判别图(据 J. A. Pearce, 1973)

A 和 B. 岛弧拉斑玄武岩; B 和 C. 岛弧钙碱性玄武岩; B. 洋脊拉斑玄武岩; D. 板内玄武岩。× 卡尔蛇绿拉斑玄武岩; ● 瓦能蛇绿岩组中的玄武岩

Fig. 3 Ti/100-Zr-Y × 3 discriminant diagram for basalts (after Pearce, 1973)

A and B= Island-arc tholeiite; B and C= Island-arc calc-alkaline basalts; B = oceanic-ridge tholeiite; D = within plate basalts. ×=basalts from the Kar Ophiolite Formation; ● = basalts from the Waneng Ophiolite Formation

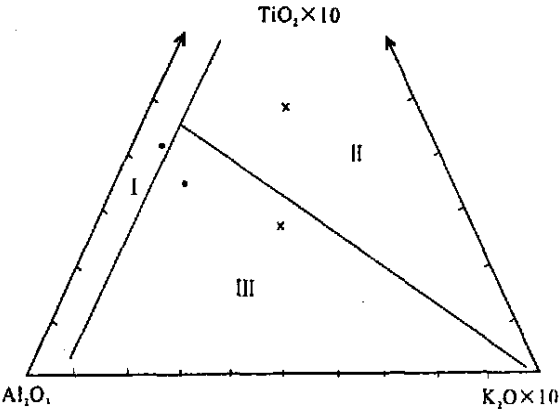


图 4 结合带火山岩 ATK 图(仿赵崇贺, 1991)

I. 大洋玄武岩; II. 大陆玄武岩、安山岩区; III. 岛弧、造山带玄武岩、安山岩区。× 卡尔蛇绿岩组中的玄武岩; ● 瓦能蛇绿岩组中的玄武岩

Fig. 4 ATK diagram for the volcanic rocks in the Garze-Litang suture zone (modified from Zhao Chonghe, 1991)

I = oceanic basalt field; II = continental basalt and andesite field; III= island-arc and orogenic basalt and andesite field. ×= basalts from the Kar Ophiolite Formation; ● = basalts from the Waneng Ophiolite Formation

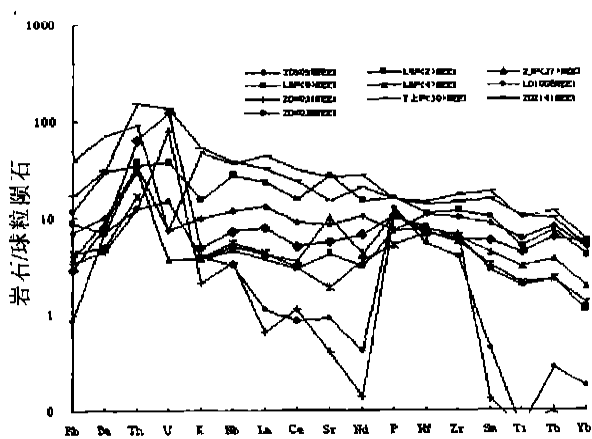


图 5 稀土元素配分模式图

Fig. 5 Chondrite-normalized REE distribution patterns

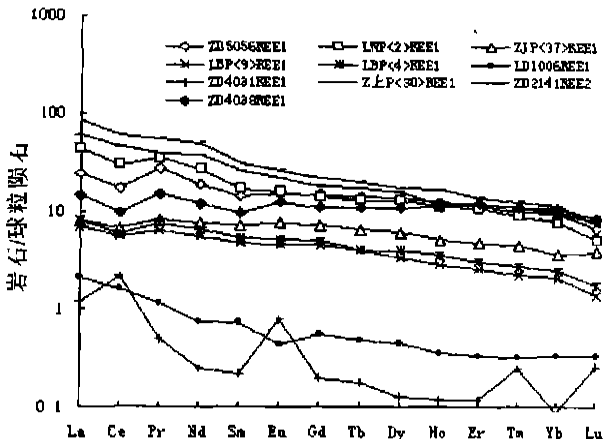


图 6 微量元素蛛网图

Fig. 6 Trace element patterns

表 2 主要岩石学特征表

Table 2 Lithology of the basalts in the study area

层位	岩石名称		结构构造	主要矿物成分及含量($w_B/\%$)	副矿物	蚀变作用
卡尔蛇绿岩组	基性熔岩	蚀变枕状玄武岩	间隐结构、枕状构造	基性斜长石 27、玄武玻璃 70、绿泥石 2	钛铁矿	强烈, 钠黝帘石化、绿泥石化
		蚀变块状玄武岩	变余拉斑玄武结构、块状构造	基性斜长石 48—55、普通辉石 20—25、透辉石 3—5、玄武玻璃 20—22	钛铁矿	强烈, 钠黝帘石化、绿泥石化
		蚀变橄榄玄武岩	变余间隐结构	钠长石 48、绿泥石 10、橄榄石 5、方解石 30	钛铁矿	强烈, 蛇纹石化、绿泥石化
	基性杂岩	绿泥钠长片岩	呈鳞片变晶结构, 片状构造	钠长石 55、绿泥石 25、绢云母 5、钛铁矿 4	钛铁矿	强烈, 碳酸岩化、绿泥石化
瓦能蛇绿岩组	基性熔岩	蚀变块状玄武岩	变余拉斑玄武结构、块状构造	基性斜长石 53、普通辉石 39、玄武玻璃 5	钛铁矿	较强, 钠黝帘石化、次闪石化、绿泥石化
		蚀变斑状橄榄玄武岩	变余斑状结构、气孔状构造	斑晶: 基性斜长石 1.5、橄榄石+普通辉石 3.5; 基质: 橄榄石+普通辉石 50、基性斜长石 42	钛铁矿	强烈, 钠黝帘石化、蛇纹石化、次闪石化、绿泥石化
		蚀变杏仁状玄武岩	间粒结构、杏仁状构造	钠长石 25、普通辉石 37、绿泥石 10、绿帘石 3、杏仁 20	钛铁矿	强烈, 钠黝帘石化、绿泥石化
	岩墙	蚀变辉绿岩	含长结构、辉绿结构	基性斜长石 55、普通辉石 30、普通角闪石 3、绿泥石 5	钛铁矿	强烈, 钠黝帘石化、弱的次闪石化、绿泥石化
	堆晶杂岩	蚀变含长角闪辉石橄榄岩	自形、半自形粒状结构、填隙结构	橄榄石 65、钛普通辉石 12、棕闪石 3、绿泥石 6~7、基性斜长石 10	铬尖晶石、磁铁矿	强烈, 蛇纹石化、绿泥石化
	地幔岩	白云石化蛇纹石化斜方辉橄榄岩	网格结构、假斑结构	橄榄石 78~90、斜方辉石 8~10、蚀变白云石 10	铬尖晶石、磁铁矿	强烈, 白云石化、蛇纹石化、绢石化

极为强烈, 劈理、片理构造十分发育。

同时, 该组内的斜方辉石橄榄岩, 在俯冲变形的过程中, 常沿一些主要的滑动面上生成有特殊的变形、蚀变岩石——滑石白云石片岩、石榴角闪石片岩、含硅镁石榴角闪片岩, 具有十分典型的中温高压^[1] 变形属性。

该组橄榄岩、基性岩、玄武岩的岩石学、岩石化

学、地球化学特征分别见表 2—表 4 及图 2—图 7, 从岩石化学及地球化学特征上看, 橄榄岩为残留型地幔岩; 基性岩为镁质基性岩; 玄武岩属 Mg-拉斑玄武岩^[7~10], 形成于洋岛—洋中脊环境。

通过对块状蚀变玄武岩的辉石单矿物进行了³⁹Ar-⁴⁰Ar 法测年, 获等时线年龄 224±120Ma; 分析认为, 该样品虽无坪年龄, 但从温段的³⁹Ar 析出量

表3 蛇绿岩组岩石化学特征($w_p\%$)及特征参数表
Table 3 Petrochemical compositions ($w_p\%$) and characteristic parameters for the ophiolite formations in the study area

层位	样品编号	样 品 名 称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO _T	FeO _T	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	H ₂ O	CO ₂	烧失	AR	σ	τ	SI	Mg	M	Na ₂ O/K ₂ O	系列
瓦能蛇	ZD5056GSI	蚀变杏仁状玄武岩	46.4	1.35	16.5	3.89	7.3	0.45	7.27	8.71	3.81	0.28	0.14	4.06	0.16	1.16		1.39	3.16	9.4	40.92	71.35	53.99	13.61	Tf
	LWP(2)GSI	勒布纳长阳起石岩	46.64	1.15	16.23	3.41	7.39	0.61	7.1	11.29	2.6	0.44	0.3	3.1	0.04	1.46		1.25	1.58	11.85	43.92	72.32	55.02	5.91	Tf
	ZJP(37)GSI	蚀变辉绿岩	46.98	0.65	16.55	2.15	5.88	0.37	9.39	12.33	2.46	0.11	0.2	3.2	0.64	0.87		1.2	1.24	21.68	57.86	83.13	69.52	22.36	
绿岩	LBP(9)GSI	蚀变含长角闪辉石橄辉岩	38.22	0.35	8.26	5.21	5.21	0.49	25.02	6.35	0.3	0.11	0.14	6.2	0.26	1.75		1.06	-0.05	22.74	77.6	88.66	79.1	2.73	
	LBP(4)GSI	蚀变角闪辉石橄辉岩	38.74	0.4	5.9	5.81	5.78	0.52	27.48	4.71	0.2	0.11	0.1	9.92	0.04	7.57		1.06	-0.04	14.25	77.66	88.52	78.86	1.82	
	LD1006GSI	蚀变斜方辉石橄辉岩	39.32	0	1.28	4.7	2.62	0.04	35.34	2.59	0.18	0.12	0.25	0.19	0.5	5.4		1.17	-0.03		86.24	93.23	87.17	1.5	
地幔岩	ZD4031GSI	蚀变斜方辉石橄辉岩	42.52	0.12	1.52	5.56	1.92	0.17	31.26	2	0.14	0.06	0.2	0.6	1.06	12.37		1.12	0.02	11.5	83.77	91.65	84.54	2.33	
	ZLP(30)GSI	绿色片理化基性火山岩	47.6	2.65	14.31	5.49	7.89	0.5	5.24	9.76	3.38	1.38	0.3	2.42	0.16	0.44		1.49	4.06	4.12	28.91	58.3	40	2.45	A _{Na}
	ZD2141GS2	蚀变玄武岩	46.82	1.15	15.68	3.75	7.69	0.05	5.66	11.05	2.52	1.53	0.3	3.3	0.11		4.14	1.36	3.21	11.44	35.03	65.96	47.62	1.65	A _{Na}
杂岩	ZD4038GSI	绿帘辉长片岩	46.28	0.60	14.86	3.00	6.01	0.04	7.1	11.53	2.8	0.14	0.2	6.56	0.14		7.71	1.25	1.6	20.1	46.89	75.44	59.05	20	

注: Tf为拉斑玄武岩系列, CA为钙碱性玄武岩系列, A_{Na}为钠质碱性玄武岩系列, A_{Ca}为钙碱性玄武岩系列, AR为特碱性岩, σ 为特碱性度率, τ 为蒂型指数

表4 蛇绿岩组稀土元素、微量元素($w_p/10^4$)及相关参数值
Table 4 REE and trace element contents ($w_p/10^4$) and relevant parameters for the ophiolite formations in the study area

样品号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	Pb	Li	Rb	Cs	Au	Ag	Sr	Ba	V	Nb	Ta	Zr	Hf	U	Th	Ti	Sc	ΣREE	δEu	(Ce/Yb) _N	(La/Yb) _N
ZD5056REE1	9.2	16.9	3.79	13.4	3.31	1.3	4.63	0.8	5.33	1.08	2.95	0.4	2.34	0.26	21.9	1	5.6	5.93	1.67	0.1	0.02	1.90	75	300	7.3	0.98	1.10	3.7	0.2	3.2	0.93	61	87.59	1.02	1.87	2.65
LWP(2)REE1	16.3	29.1	4.77	19.3	3.88	1.37	4.37	0.74	5.03	0.97	2.76	0.36	1.91	0.2	20.3	6	18.6	10	1.87	2.9	0.06	620	225	315	17	1.6	130	3.8	1	3.3	0.77	59	111.36	1.01	3.94	5.75
ZJP(37)REE1	3.03	6.55	1.14	5.48	1.66	0.66	2.24	0.37	2.37	0.45	1.23	0.18	0.91	0.15	9.67	3	29.4	3.33	1.37	1.9	0.03	230	66	240	3	1.6	71	2.7	0.1	2.9	0.48	51	36.09	1.05	1.86	2.24
LBP(9)REE1	2.67	5.5	0.88	4.02	1.1	0.4	1.41	0.23	1.32	0.25	0.66	0.09	0.52	0.055	5.42	0	12.7	7.53	4.97	9	0.11	98	51	130	2.8	2.4	70	2.7	0	3.6	0.3	26	24.53	0.98	2.74	3.46
LBP(4)REE1	3.1	5.76	1.04	4.64	1.23	0.45	1.56	0.23	1.58	0.31	0.79	0.11	0.62	0.069	6.05	0	8.4	3.73	3.57	1	0.04	43	37	130	3.4	1.4	63	2.4	0	1.6	0.32	25	27.54	0.99	2.4	3.37
LD1006REE1	0.79	1.6	0.16	0.54	0.17	0.038	0.17	0.028	0.18	0.031	0.086	0.013	0.085	0.013	0.83	102	1.1	0.73	1.07	24.4	0.07	21	52	33	2	0.76	43	1.9	0.4	1.2	0.01	9.8	4.73	0.68	4.87	6.27
ZD4031REE1	0.46	2.15	0.069	0.18	0.05	0.069	0.061	0.01	0.051	0.01	0.03	<0.01	0.023	<0.01	0.33	4	49.7	2.93	1.27	0.6	0.01	9.2	34	23	2	1.1	74	2.3	2.1	1.2	0.01	7.8	3.49	3.82	24.18	13.48
ZD4038REE1	3.1	5.79	7.53	35.1	7.04	2.25	6.87	1.14	6.87	1.44	3.56	0.5	2.8	0.29	25.1	0	19.2	33.2	2.12	0.9	0.06	610	520	260	22	2	190	5.1	0.2	8.6	1.5	4.8	189.49	0.98	5.35	7.49
ZD2141REE2	22.5	44.6	5.32	26.4	5.95	1.87	5.6	0.97	6.25	1.02	3.03	0.44	2.4	0.31	22.3	7	33.9	14.4	2.9	8.7	0.14	340	230	390	23	1.1	160	4.8	3.6	14.4	1.6	4.2	148.96	0.98	4.81	6.32
ZD4038REE1	5.52	9.47	2.09	8.6	2.22	1.07	3.43	0.62	4.29	0.98	3.09	0.44	2.61	0.33	21.1	90	36.2	2.5	2.6	6.8	0.41	130	60	240	4.4	<0.5	65	2.4	3.3	6	0.66	49	65.86	1.18	0.94	1.43

注: $w(\text{Au}) \cdot 10^4$; $w(\text{Ti})\%$

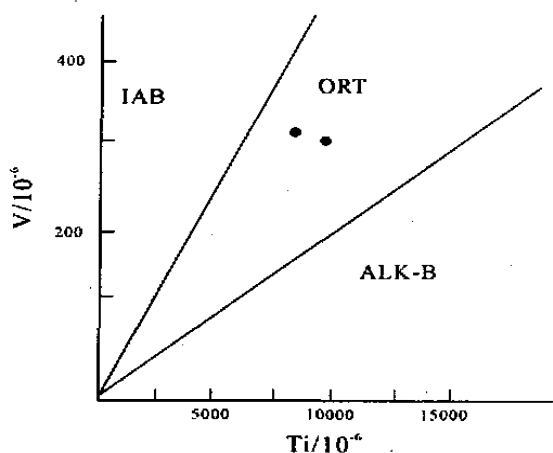


图7 瓦能蛇绿岩组的 Ti-V 图(仿莫宣学等, 1998)

IAB. 岛弧玄武岩; ORT. 洋底玄武岩; ALK-B. 碱性玄武岩

Fig. 7 Ti-V diagram for the Waneng Ophiolite Formation (modified from Mo Xuanxue et al., 1998)

IAB = island-arc basalts; ORT = oceanic-floor basalts;

ALK-B = alkaline basalts

看, 其年龄值应大于220Ma。这一结论与《四川省岩石地层》所厘定的理塘蛇绿岩群瓦能蛇绿岩组的地质时代近于一致, 为晚三叠世卡尼期。

2.3 岩屑石英杂砂岩块 (Wds)

在理塘甲洼乡擦若赫、层苟赫一带, 出露有一套具活动性沉积特点的变质砂板岩地层, 其上被古近系红层所不整合覆盖、四周为断层所围限, 从碎屑物的组成和地层结构、沉积序列、及其变质-变形特征看, 它与东侧西康群截然不同, 有属于结合带闭合时期残留盆地沉积的可能。从区域建造演化时限上看, 大致可与图姆沟组的沉积时限相当。但因其与结合带内其它地层单元间的沉积关系不明, 未获古生物化石及时代依据, 故暂以外来岩块的形式表示。

其岩石组合为灰色—深灰色中薄层(局部厚层—块状)变质中砂质细粒(粉砂)岩屑杂砂岩、变质中砂质细粒岩屑石英杂砂岩与绢云母板岩、粉砂绢云母板岩呈韵律式互层或成段间互, 厚度大于853m。

砂岩发育块状层理构造, 底层面上的槽模、重荷模较为常见, 顶部与板岩连续过度, 构成鲍玛序列中的 ae 结构类型, 形成典型的深水浊积岩系; 结合岩石中钙镁胶结物的广泛发育, 反映了沉积基准面位于 CCD 面以上的深水环境。碎屑成分中缺乏长石组份, 具氧化边的白云岩、板岩碎屑极为丰富, 反映了一种近源快速堆积、沉积物来自于气候炎热的造山带再旋回物源区。由韵律层厚度向上变大所构成的旋回特征看, 反映了海平面的相对下降、堆积物向

海推进, 盆地可容空间缩小。总的来看, 揭示出该岩块沉积时期的结合带具有闭合上隆的构造背景, 属于一种非稳定的杂陆屑磨拉石建造, 代表着甘孜-理塘结合带闭合时期的沉积。

2.4 长石石英杂砂岩块 (Wss)

在理塘结合带内广泛分布有一套灰色复理石岩系, 生物化石匮乏, 仅于个别地点前人采获有双壳与放射虫化石。常呈大小不等的岩块, 与蛇绿岩组合间多为断层接触或被掩盖。该套复理石岩系, 《四川省区域地质志》将其作为卡尔蛇绿岩组的上部岩石, 《四川省岩石地层》将其剔除后未给予明确的地层单位归属。现暂将其作为一外来构造岩块处置。

该套地层可分为上下两部分。下部主要出露于甲洼—濯桑一线以东地区, 其岩石组合以灰绿色方解石绢云板岩、深灰色绢云板岩为主, 夹灰色—深灰色薄—中层变质岩屑石英粉砂岩、灰色—绿灰色薄层状变质岩屑石英—细粒杂砂岩、浅紫—紫色放射虫硅质绢云板岩, 局部地段出现不稳定的灰、绿灰色、灰黑色薄—中层状含火山角砾岩屑凝灰岩、深灰色蚀变玄武岩和深灰色、灰黑色蚀变中基性岩屑凝灰岩夹层。最大控制厚约263m。

1:20 万理塘幅区调工作时, 在马鞍山一带的该层位中获得双壳化石 *Claraia* sp., *Claraia* cf. *painkhandana*, *Promyalina* cf. *putiatinensis*, *Pteria* *ussurica*; 放射虫化石 *Cenosphaera* spp., *Cenellipsis* spp., *Sphaerzoum* spp., *Cenosphaera* *bahongana*。

上部在结合带内广泛分布, 其典型岩石组合为变质中砂质粉砂岩—细粒长石石英杂砂岩、变质不等粒长石石英砂岩、(粉砂质) 绢云母板岩夹少量变基性火山岩、变基性火山凝灰岩和砂泥质结晶灰岩、钙质绢云母板岩。与下部泥质岩组合间的关系, 在达合与马鞍山一带见其为整合的连续过渡, 最大控制厚度约1290m。

横向上其岩性、岩相均有较大的变化。马鞍山一带分可为两段, 上段为浅灰、灰白色中—厚层状变质中—细粒长石石英杂砂岩夹绿灰、灰黑色粉砂质板岩; 下段为绿灰色、黄灰色薄—中层变质细—中粒长石石英砂岩、变质中—细粒含白云质长石岩屑砂岩、岩屑石英砂岩夹灰黑色粉砂质板岩, 局部地段出现灰色、浅灰白色薄层状放射虫泥质硅质岩; 达合一带为灰色—深灰色浊积砂板岩夹硅质岩、硅质灰岩, 易玖一带为一套深灰、黑灰色的砂板岩组合; 格沙达一带有两种岩石组合类型: 一种为灰—深灰色浊积

砂板岩组合, 常见紫红、绿灰、黄绿色粉砂岩夹层; 另一种为浊积砂板岩、放射虫硅质岩、基性火山岩组合, 局部夹砂泥质结晶灰岩; 奔戈乡南侧为浊积砂板岩夹基性火山岩组合。

2.5 白云母石英片岩块 (Wsch)

沿尔拉寺后山一带的理塘结合带范围内, 常有一套中浅变质强变形的石英质片岩地层零星孤立出露。目前尚无确切的生物与时代依据。

其岩性组合为一套灰色—灰白色白云母石英片岩。岩石多为浅灰—深灰色, 具有明显的层状外观, 宏观上层的延伸在岩块内部相对稳定, 常表现为厚层—块状, 中厚层状。岩石的片理构造在微观及宏观两个方面均十分清晰, 从片理的结晶规模上看, 表现为两种样式, 一种结晶粗大, 垂直片理的断口粗糙, 一种结晶偏细。从镜下看, 岩石的片理主要与变晶矿物石英、钠长石的定向拉长形成长粒状的缝合粒状镶嵌有密切的关系, 而沿片理面定向分布的片状矿物(普遍少于20%)使之更加清晰突出。部分岩石中的钠长石变晶的旋转, 石英斑晶的晶格错位与波状消光, 均表明了此类岩石的形成与较深层次的顺层剪切作用有关。常见岩石类型为白云母石英片岩、二云钠长石英片岩、白云母钠长石英片岩、石英岩(表5)。

经原岩恢复为富泥质的石英砂岩, 具陆源单陆屑建造特征, 应属结合带内的古离散岩块。结合区域资料, 该套浅水陆棚环境陆源单陆屑建造可能归属于蚕多组^[5,11]。

2.6 大理岩及结晶灰岩块 (Wmb/Wls)

沿理乡公路的扎嘎神山至甲洼乡东珠、卡娘一线, 呈近南北向—东西向的弧形带状断续出露有众

多的大理岩块。岩块主要由浅灰、灰色、浅灰白色厚层、块状大理岩、白云质大理岩、灰质白云质角砾状大理岩组成。岩石多巨块无层, 显示出礁相灰岩、礁前塌积角砾岩的特点, 可能形成于外陆棚与斜坡的坡折线一带。因未获古生物化石, 岩块的形成时代尚不明确。从岩石特征和与基性火山岩的密切依存关系看, 有属上二叠统冈达概组^[2,7,13]的可能。

宏观上, 岩块长轴近南北向, 内部次级断层、节理发育, 切割岩石呈更细小的透镜状碎块; 岩块间为强烈劈理泥化的基性火山物质(变形基质)所包绕, 劈(片)理延伸方向与岩块长轴的延伸方向一致。

此外, 在尔拉寺后山山脊上, 出露有一孤立的砂泥质结晶灰岩块, 呈一规模巨大的构造凸镜体, 夹持于尔拉寺后山断层带内, 近南北向展布。

构成岩块的岩石组合为浅灰—深灰色薄层、中层劈理化结晶灰岩、含粉砂泥质结晶灰岩与钙质绢云板岩、钠长方解片岩(靠近断层处)互层。岩石具粉晶—细晶结构, 层状构造清晰完好、延伸稳定; 劈理构造具明显的强弱分带性相间出现。

3 结合带的造山机制及构造演化历程

由结合带的沉积建造、岩浆、变形变质作用, 可将结合带初步划分为5个地质发展阶段(表6)。

1. 裂谷→洋壳演化阶段 (P₃—T₃)

二叠纪末开始的峨眉地裂运动在上扬子地台西南部形成了松潘—甘孜边缘海, 随着扬子被动大陆边缘进一步张裂, 形成包含测区在内的甘孜—理塘裂谷的雏形。由于地幔活动加剧, 大量玄武岩浆沿断层通道上涌, 形成了卡尔蛇绿岩组 (P₃T_{1k}); 随后进入相对稳定的沉积时期, 沉积了以长石石英杂砂岩块

表 5 岩石矿物特征表
Table 5 Mineralogy of the rocks in the study area

岩石名称	结构构造	矿物成分及含量 (w _B / %)	矿物粒度 / mm	原岩恢复
白云母石英片岩	鳞片粒状变晶结构、片状构造、S-C 组构	石英 80~85、白云母 5~20、锆石、磷灰石、电气石、榍石(少)	0.1~0.5	石英砂岩
白云母钠长石英片岩	鳞片粒状变晶结构、片状构造	石英 60-68、白云母 10-15、钠长石 10-20 锆石、电气石 0.3	0.1~0.3	长石石英砂岩
二云钠长石英片岩	鳞片粒状变晶结构、残缕结构、片状构造	石英 50~65、钠长石 15~27、白云母 10~15、黑云母 4~5、榍石 0.5、锆石、磷灰石 0.3	0.1~0.6	长石石英砂岩 中酸性凝灰岩
钠长白云母片岩	粒状鳞片变晶结构、片状构造	钠长石 30、白云母 60、绿泥石 7、金属矿物 3	0.1~0.4	中基性凝灰岩
石英岩	粒状变晶结构	石英 90、中长石 10		石英砂岩

表 6 甘孜-理塘结合带构造事件表

Table 6 Tectonic events recognized in the Garze-Litang suture zone

构造阶段	时代	地层	岩性特征	沉积建造	岩浆事件	变质事件	变形事件
高原隆升阶段	Q	Q _{P1j}	砾、砂、粘土、漂砾、泥岩、砾岩	湖沼含煤建造		热水蚀变	脆性平移断层、多级阶地、正滑断层
	N ₂	N ₂ c	粉砂岩、泥岩、砾岩				
陆内改造阶段	N ₁					动力变质	脆性平移断层
	E ₃						逆冲推覆构造
	E ₂	E ₂ r	砾岩、粉砂岩、泥岩	红色磨拉石建造			断陷盆地
碰撞造山阶段	J ₂ —K ₁					接触变质	平卧、斜歪褶皱逆冲断层构造
	T ₃ ³ —J ₁	J ₁ γJ、J ₁ γM	二长花岗岩		酸性岩浆侵入		
裂谷→洋壳演化阶段	T ₃	T ₃ z—T ₃ y T ₃ t—T ₃ lm	变质砂岩、板岩、安山岩	复理石、中酸性火山岩建造	中酸性岩浆喷溢	区域低温动力变质	俯冲、消减
		T ₃ w、Wds	玄武岩	大洋玄武岩建造、类复理石建造	基性岩浆		拉张、裂隙
	T ₁ —2	Wss	变质砂岩、板岩	复理石建造			
	P ₃ —T ₁	P ₃ T ₁ k	枕状玄武岩、绿片岩/放射虫硅质岩	裂谷玄武岩建造	基性岩浆溢流		拉张、裂隙

(W_{ss}) 为代表的灰色复理石建造; 晚三叠世沿早期裂谷的进一步发展扩张, 已达到初始洋壳的程度, 大量的地幔基性岩浆喷发、溢流、侵位形成测区, 乃至区域上广布的瓦能蛇绿岩组(T₃w); 在裂谷形成与扩张的同时, 测区北侧、东侧接受了巨厚的西康群复理石沉积。晚三叠世中期开始, 随着上扬子陆块、昆仑地体、羌塘-昌都陆块的汇聚、挤压, 甘孜-理塘裂谷→洋盆随之向西俯冲闭合, 导致在测区的结合带上沉积了以岩屑石英杂砂岩块(Wds) 为代表的类复理石—磨拉石建造。

同时在结合带形成的同时有巨多的外来岩块掉入, 如蚕多组的浅水陆棚环境陆源单陆屑建造, 其代表晚二叠世以前, 位于稳定的扬子准地台边缘, 在过渡型地壳的基底之上接受大陆边缘冒地槽型沉积。

2. 碰撞造山阶段(T₃³—K₁)

晚三叠世末—早侏罗世的印支运动使该地区不断上升, 海相沉积结束, 洋盆关闭并隆升成陆, 进入陆内造山阶段。由于区域上扬子、羌塘-昌都、昆仑三大块体的继续作用, 使结合带内发生了强烈的挤压变形、变质作用, 形成褶皱和区域变质岩; 研究区西侧的同构造岩浆沿早期断层带主动就位, 并在后期的构造运动中挤出、推移到测区结合带上; 与此岩浆活动相关的地质事件, 在测区多以各种酸性脉岩和岩浆力热接触变质的面貌出现。

3. 陆内改造阶段(K₂—N₂¹)

始新世, 地壳受北东东-南西西向挤压, 发生脆

性破裂变形, 产生了区内北西向左行走滑断层, 并沿北西向断层带形成山间断陷盆地, 沉积了以热鲁组为代表的红色磨拉石建造, 上新世沉积了以昌台组为代表的沼湖相含煤建造, 继后地壳处于相对稳定时期, 以外营力侵蚀夷平为主导, 至上新世中晚期, 形成了青藏高原统一夷平面。

4. 高原隆升阶段(N₂²—现今)

上新世晚期以来, 在欧亚和印度两大板块的强烈汇聚作用下, 统一夷平面逐渐解体, 开始了气势磅礴的高原大幅度隆升过程。与高原隆升同步的北西向走滑断层系, 控制着第四系盆地的分布, 雕刻着第四纪地貌的基本轮廓。随着高原不断隆升及气候变迁, 第四系出现了四次冰期与间冰期的更替, 形成以冰碛、冰水沉积、沼湖相沉积、河流冲积、湖相堆积为主要特色的第四系沉积, 并在强烈的阶段性构造抬升, 块段差异运动和强烈剥蚀的相互影响下, 形成了如今的高原地貌景观。

5 结 论

(1) 非史密斯地层概念的引用、应用, 解决甘孜-理塘结合带内部有序地层单位无法使用的难题。

(2) 通过查明甘孜-理塘结合带中岩块(组) 级组分特征, 重新厘定了结合带内的原地层单位“理塘蛇绿岩群”的含义: 泛指理塘结合带内在拉张和闭合时期所沉积的地层岩石(含构造侵位的基性—超基性岩、可能存在的离散陆缘岩块等), 因后期的俯冲-碰

撞作用而导致其呈各种大小相差悬殊、变形程度各异的岩块以构造镶嵌、无序混杂所组成的地质体,并修订其名称为“理塘蛇绿混杂岩群”。并划分为两个岩组(卡尔蛇绿岩组、瓦能蛇绿岩组)及碎屑、大理岩等组成的5类外来岩块。通过测年及区域地层对比,对各岩块(组)时代或地层单元进行了初步探讨。

(3)通过对结合带内的各类岩块(组)的三维复合揭示结合带的形成机制及大地构造演化历程:在晚二叠世—早三叠世,随着扬子被动大陆边缘张裂,甘孜-理塘边缘裂谷系应运而生。由于地幔热胀隆活动加剧,大量玄武岩浆沿着断裂通道上涌,形成以碱性玄武岩为主的卡尔蛇绿岩组合,其后上面被早三叠世—中三叠世的一套砂板岩组合覆盖。晚三叠世,在原有裂谷的基础上再地次被拉张,直至近洋中脊环境,超基性、基性岩浆侵出定位,后褶皱造山铸就现有的地质、地貌形态。结合带从形成到铸就如今的高原地貌景观,共经历了4个地质发展阶段。

参考文献:

- [1] 魏永峰,罗森林,等.甘孜-理塘结合带中段蛇绿岩中石榴硅镁石角闪片岩首次发现及地质意义[J].四川地质学报,2004,24(1):1-3.
- [2] 张能德,等.四川甘孜-理塘裂谷带地质与成矿[M].北京:地质出版社,1998.
- [3] 殷鸿福,张克信,王国灿,等.非威尔逊旋回与非史密斯方法——中国造山带研究的理论与方法[J].中国区域地质,1998,(增刊):1-9.
- [4] 莫宣学,等.三江特提斯火山作用与成矿[M].北京:地质出版社,1993.
- [5] 四川省地质矿产局.四川省区域地质志[M].北京:地质出版社,1991.
- [6] 刘朝基,刁志忠,等.川西理塘村戈晚三叠世火山岩系及其形成环境[A].特提斯地质(第18号)[C].北京:地质出版社,1994,104-112.
- [7] 陈炳蔚,等.三江地区主要大地构造问题及其与成矿的关系[M].北京:地质大学出版社,1991.
- [8] 李昌年.火成岩微量元素岩石学[M].武汉:中国地质大学出版社,1992.
- [9] 邱家骧.岩浆岩石学[M].北京:地质出版社,1985.
- [10] 靳是琴,等.成因矿物学概论[M].吉林:吉林大学出版社,1985.
- [11] 辜学达,刘啸虎,等.四川省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.

Division and composition of the non-Smithian strata in the middle part of the Garze-Litang suture zone, western Sichuan

WEI Yong-feng, LUO Sen-lin

(Sichuan Institute of Geological Survey, Chengdu 610213, Sichuan, China)

Abstract: The tectonic slices (blocks) within the Garze-Litang suture zone, western Sichuan have been subjected to metamorphism and deformation, and may be assigned to generally ordered and locally disordered non-Smithian strata. In the light of rock association, origin, age, deformation and metamorphism, disintegration and collage, migration and displacement, the “Litang Ophiolite Group” is redefined as the “Litang Ophiolitic Melange Group”, which may be redivided into two formation complexes, i.e. the Kar Ophiolite Formation and Waneng Ophiolite Formation and five types of exotic blocks composed of clastics and marbles. The result of research in this study is believed to be significant for the future study of orogenic mechanisms and tectonic history of the Garze-Litang suture zone, western Sichuan

Key words: non-Smithian strata; Garze-Litang suture zone; Sichuan