

西藏羌塘香桃湖地区泥盆纪猫耳山岩组的解体及蛇绿混杂岩带的初步厘定

娄昊¹, 董永胜², 张修政², 邓明荣², 张乐², 许王²

LOU Hao¹, DONG Yong-sheng², ZHANG Xiu-zheng², DENG Ming-rong²,
ZHANG Le², XU Wang²

1. 内蒙古第一水文地质工程地质勘察院, 内蒙古 呼和浩特 010020;

2. 吉林大学青藏高原地质研究中心, 吉林 长春 130061

1. *First Hydrogeology and Engineering Geology Exploration Institute of Inner Mongolia, Hohhot 010020, Inner Mongolia, China;*

2. *Research Center for Tibetan Plateau, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China*

摘要:猫耳山岩组分布于龙木错—双湖缝合带西延的关键区域,具有复杂的岩石组合和变质变形特征,是理解缝合带西部构造演化的关键。1:25万查多岗日幅区调认为猫耳山岩组为一套晚泥盆世遭受角闪岩相变质作用改造的碎屑岩、碳酸盐岩夹基性火山岩沉积建造,其中部分变质基性火山岩显示出蛇绿岩的地球化学特征。近期的研究表明,原猫耳山岩组是由形成于不同时代和构造背景,遭受不同程度变质作用改造的岩片构造混杂而成,对其进行必要的解体工作,是认识该区物质组成及构造演化的前提。在大量野外观察和实测剖面的基础上,结合岩石学、地球化学和同位素年代学,将原猫耳山岩组初步解体为晚古生代蛇绿岩、早古生代蛇绿岩、早石炭世咸水河岩组、中三叠世拉顺岩组等不同地质单元,并概述解体依据和不同单元的物质组成、变质特征、形成时代及构造背景,为进一步深入理解缝合带西部物质组成、从整体上认识龙木错—双湖—澜沧江板块缝合带的构造演化提供了新的资料。

关键词:泥盆纪;解体;蛇绿混杂岩;龙木错—双湖—澜沧江缝合带;羌塘中部

中图分类号:P534.44 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2014)09-1391-09

Lou H, Dong Y S, Zhang X Z, Deng M R, Zhang L, Xu W. Disintegration of Early Devonian Maoershan Formation and delineation of ophiolite mélangé in Xiangtaohu area of central Qiangtang, south Tibet. *Geological Bulletin of China*, 2014, 33 (9): 1391-1399

Abstract: Located in the key area in the west of the Longmu Cuo-Shuanghu suture, the Maoershan Formation is characterized by the special rock association, metamorphism and deformation, and hence is the key to understanding the western tectonic evolution of the suture. There exist many questions concerning the composition and formation age due to the lack of sufficient data. The authors hold that the Maoershan Formation, which was influenced by the amphibolite phase metamorphism, is a suite of Devonian clastic rocks and carbonate rocks intercalated with basic volcanic rocks, as evidenced by the 1:250000 Chagdo Kangri Sheet geological investigation, and its metamorphic basic volcanic rocks have the geochemical characteristics of ophiolite. The recent systematic study indicates that the Maoershan Formation is composed of tectonic slices which formed in different ages and different tectonic settings and suffered from various degrees of metamorphism. Disintegrating the Maoershan Formation is the prerequisite for understanding the material composition and tectonic evolution of this area. On the basis of field observation and measured profile, combined with the

收稿日期:2014-06-10;修订日期:2014-07-25

资助项目:国家自然科学基金项目(批准号:41372066)和中国地质调查局项目(编号:1212011121243)

作者简介:娄昊(1968-),男,在读硕士生,高级工程师,从事岩土工程及地质找矿工作。E-mail:huhelouhao@163.com

通讯作者:董永胜(1968-),男,教授,博士生导师,从事岩石学研究。E-mail:dongys@jlu.edu.cn

study of petrology, geochemistry and isotopic geochronology, the authors primarily divided the Maoershan Formation into four geological units: Late Paleozoic ophiolite, Early Paleozoic ophiolite, Early Carboniferous Xianshuihe Formation and Middle Triassic Lashun Formation. The basis for this division and the material composition, metamorphic characteristics, formation ages and tectonic settings of these units were summarized in this paper. This study provides new data for understanding the western material composition of the suture and the overall tectonic evolution of the Longmu Co-Shuanghu-Lancang River suture.

Key words: Devonian; disintegration; ophiolite mélange; Longmu Co-Shuanghu-Lancang River suture; central Qiangtang

对青藏高原特提斯演化及冈瓦纳和欧亚大陆界线的研究一直是地学界关注的热点^[1-3]。李才^[1]提出的龙木错—双湖—澜沧江板块缝合带(图1-a)是冈瓦纳大陆和欧亚大陆界线的观点,一直是争论的焦点^[4-9]。近年来,随着缝合带内典型蛇绿岩的不断发现^[10-13]和低温高压变质带研究的逐步深入^[14-20],这一观点越来越得到学术界的认可。大量的研究资料^[5,12-14,21-22]显示,缝合带延伸至西部地区分为了南北2个混杂岩带分支:南支经冈玛日—桃形湖一线呈近东西向展布,北支则经香桃湖—红脊山一线呈北西—南东向延伸,其间夹持着成因不明的查多岗日地块(图1-b),构成了缝合带西部这一特殊的构造格局。显然,深入理解混杂岩带南北2个分支的物质组成,建立合理的时空演化格架是认识西部地区构造演化的前提。

目前,在南支冈玛日—桃形湖一线已发现了典型的蛇绿岩套和低温高压变质岩系,并积累了较多高质量的地球化学和同位素年代学资料^[12-13,20]。然而北支香桃湖—红脊山一线的资料十分匮乏,目前主要的资料和认识均来自于1:25万查多岗日幅区调工作。这次研究的一个重要进展就是识别出了红脊山低温高压变质带^[21],但从严格意义上来讲并未识别出与之伴生的蛇绿岩套,蛇绿岩存在的地球化学信息^[22]来源于一个特殊的构造地层单元——下泥盆统猫耳山岩组^[23]。

下泥盆统猫耳山组是查多岗日幅区调工作^①新建立的一个构造地层单元,指一套变质碎屑岩夹变质基性火山岩、大理岩和少量硅质岩的沉积建造。泥质变质岩中出现了十字石、蓝晶石、石榴子石等变质矿物,部分变质基性岩兼具洋中脊玄武岩(MORB)和岛弧玄武岩的地球化学特征^[22],其全岩Sm-Nd等时线年龄为 $401\text{Ma} \pm 18\text{Ma}$ ^[23]。综合上述特征,前人^[23]认为猫耳山岩组是泥盆纪或更早地质时期的一次弧后扩张作用的洋壳及沉积记录,且整体遭受低角闪岩相变质作用改造。

猫耳山岩组出露在关键的构造位置,具有复杂

的岩石组合、变质变形特征,同时还暗示了区域内蛇绿岩的存在,但由于前人工作性质及工作精度的限制,很多问题并没有得到很好的解决,如:①既然获得蛇绿岩存在的地球化学信息,那么是否存在相应的岩石单元?蛇绿岩出露面积及各单元相互接触关系如何?②目前在南北羌塘已识别的泥盆纪甚至更古老地层^[24-26],以及区域内蛇绿岩^[10-13]仅遭受低绿片岩相变质作用改造,而猫耳山岩组大面积中级变质地层是否真实存在?③猫耳山岩组时代依据十分薄弱,变质基性岩的Sm-Nd等时线年龄是否能代表整个“岩组”的时代?

以上问题的解决是更好地认识香桃湖—红脊山构造带物质组成,理解缝合带西部构造演化的基础。在中国地质调查局青藏专项项目的支持下,笔者在该区开展了1:5万区域地质调查工作,重点对猫耳山岩组开展了大量的野外实测剖面研究、岩石学、地球化学和同位素定年工作。这些研究表明,原猫耳山岩组是由形成于不同时代和构造背景,遭受不同程度变质作用改造的构造岩片混杂堆积而成(图1-c),具有蛇绿混杂岩带的特征,其原始定义并不能很好地约束其物质组成及构造意义,对其进行解体是十分必要的。鉴于此,本文系统地总结了本次工作取得的主要进展和相关认识,对原猫耳山岩组进行初步解体,详述其物质组成,并初步建立了时空格架,为进一步讨论缝合带西部的构造演化提供重要的基础资料。

1 解体依据

研究表明,作为猫耳山岩组唯一时代依据的变质基性岩并非以夹层状产出,而是以透镜状或断块状产于变质碎屑岩中,两者呈断层接触或韧性剪切带接触。因此,变质基性岩的定年结果并不能作为猫耳山岩组的时代依据。根据详细的野外工作,可将这些变质基性岩细化为不同的蛇绿岩单元,包括蛇纹石化橄榄岩、变质堆晶辉长岩、变质辉绿岩、变质(枕状)玄武岩及大洋斜长花岗岩。进一步的岩

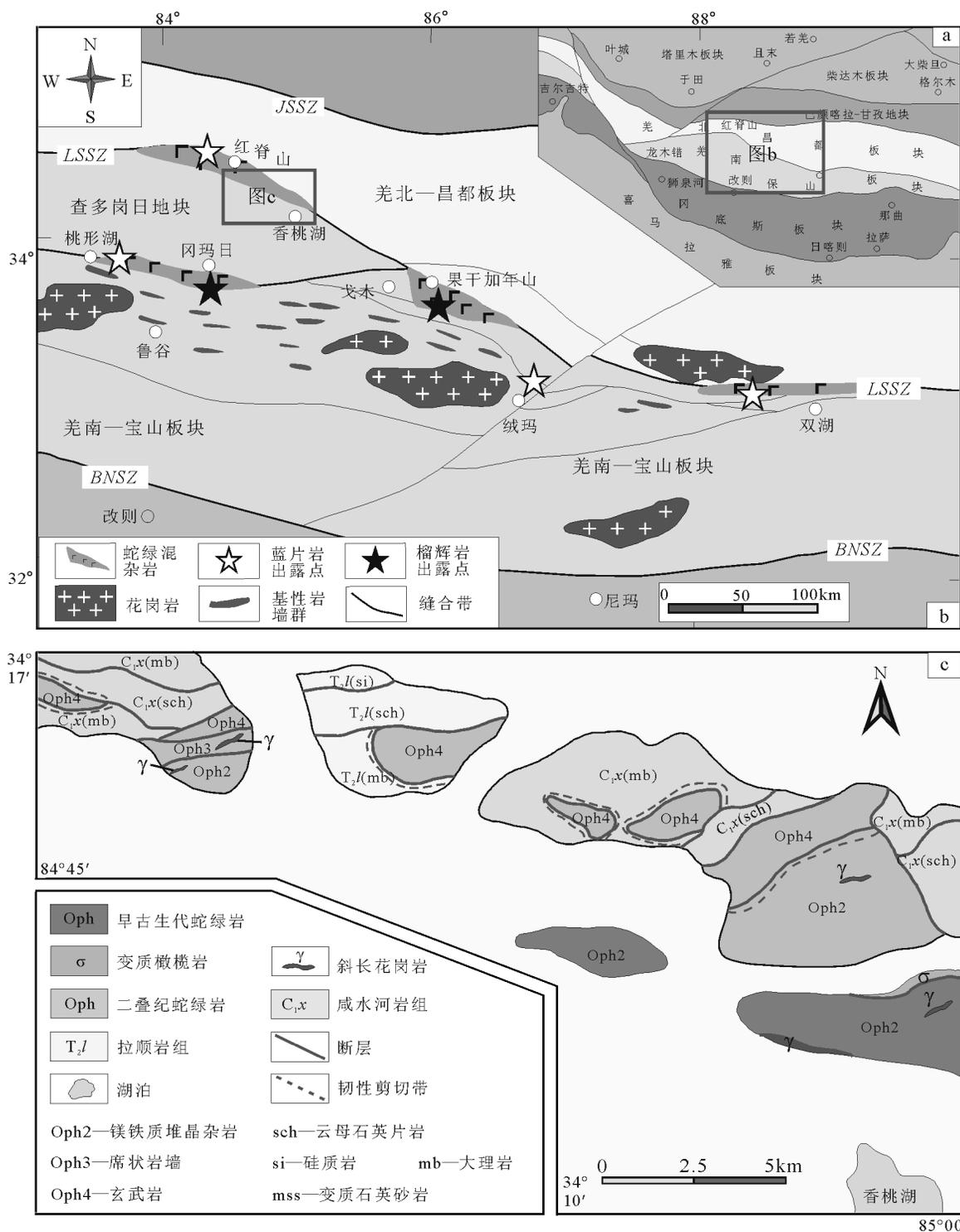


图 1 青藏高原大地构造单元划分简图(a,b)和香桃湖地区区域地质简图(c)

Fig. 1 Tectonic subdivision of the Tibetan Plateau (a,b) and simplified geological map of Xiangtaohu area (c)

a—青藏高原大地构造单元划分简图(据参考文献[4]修改); b—羌塘中西部地区地质简图分布图(底图据参考文献[20]修改); c—研究区地质简图(野外实测)。

JSSZ—金沙江缝合带; LSSZ—龙木错—双湖—澜沧江缝合带; BNSZ—班公湖—怒江缝合带

石学、地球化学及同位素年代学工作可以将其划分为2套形成于不同时代及构造背景的蛇绿岩组合,主体形成时代为早石炭世—晚二叠世,部分形成于早奥陶世(董永胜等,待发表),但未获得晚泥盆世年代学信息,前人^[23]获得的401Ma Sm-Nd等时线年龄可能不具有实际地质意义。

进一步研究表明,与蛇绿岩残块紧密伴生的变质碎屑岩变质程度亦不尽相同,可进一步分为(中压)角闪岩相和高绿片岩相2套组合,前者以石榴子石+蓝晶石+十字石为特征矿物组合,碎屑锆石具有早石炭世年龄峰值;后者的特征矿物组合为石榴子石+黑云母+白云母,具中三叠世碎屑锆石年龄峰值(董永胜,未发表资料)。上述结果表明,这些变质碎屑岩也并非早泥盆世的沉积记录,虽然其变质程度明显比区域内晚石炭世—早二叠世浅变质岩系偏高,但其形成时代却与之相当甚至更晚。

综上所述,早泥盆世猫耳山岩组的原始定义已无法约束其物质组成,将其初步解体为晚古生代蛇绿岩、早古生代蛇绿岩、早石炭世咸水河岩组、中三叠世拉顺岩组4个单元。

2 红脊山—香桃湖混杂岩带的厘定

2.1 晚古生代蛇绿岩

2.1.1 实测剖面(括号中序号为野外原始分层号)

上覆地层:下石炭统咸水河岩组	> 57.6m
灰白色中粗粒大理岩	> 57.6m
————— 断层接触 —————	
晚古生代蛇绿岩 Oph(P ₂)	
14(21).灰白色斜长花岗岩,与咸水河岩组变碎屑岩呈构造接触	21.9m
13(19).黑色、灰褐色蛇纹石化橄榄岩,局部已完全变为蛇纹岩	12.1m
12(17).灰白色斜长花岗岩,与咸水河岩组变碎屑岩呈构造接触	45.4m
11(15).灰黑色变质玄武岩,已转变为钠长阳起片岩	400.6m
10(12).灰黑色变质玄武岩,已转变为钠长阳起片岩	23.8m
9(11).灰黑色变质辉长岩,整体为块状构造,接触带附近变形强烈	65.8m
8(10).灰黑色变质玄武岩,已转变为钠长阳起片岩	152.8m
7(9).灰色、灰黑色变质辉绿岩、辉绿玢岩	51.5m
6(8).灰黑色变质玄武岩,变形十分强烈,大多已转变为钠长岩	

起片岩,片理方向十分混乱,局部仍为块状构造,部分露头甚至可见残余枕状构造	419.9m
5(6).灰黑色变质玄武岩,变形十分强烈,大多已完全转变为钠长阳起片岩	79.3m
4(5).灰白色斜长花岗岩,呈细脉状产出	5.7m
3(4).灰黑色变质玄武岩,变形十分强烈,大多已完全转变为钠长阳起片岩	232.5m
2(3).灰白色斜长花岗岩,呈细脉状侵入变质玄武岩中	6.1m
1(2).灰黑色变质玄武岩,变形十分强烈,整体片理发育,局部可见残余枕状构造	1049.7m
(未见底)	

2.1.2 主体特征

晚古生代蛇绿岩大面积分布于研究区中西部,呈北西—南东向展布,出露面积超过40km²,出露单元齐全,主要单元有不同程度蛇纹石化的超镁铁质杂岩(Oph1)、镁铁质堆晶杂岩(Oph2)、辉绿岩岩墙(Oph3)、(枕状)玄武岩(Oph4)及大洋斜长花岗岩,其中以(枕状)玄武岩和堆晶辉长岩最为发育(图1-c)。各蛇绿岩单元均遭受了低绿片岩相变质作用改造,基性岩大多已变质为钠长阳起片岩、阳起绿泥片岩等,但岩石变余斑状结构、变余辉长结构、变余辉绿结构发育,部分变质玄武岩保留了较好的枕状构造,堆晶岩保留了变余堆晶结构,这些结构和构造指示其原岩类型。地球化学研究表明,这套蛇绿岩中的基性岩总体具有MORB地球化学特征,同时亏损部分高场强元素,兼具岛弧玄武岩部分特征(邓明荣等,另文发表),初步认为其为一套形成于俯冲消减带之上的蛇绿岩(SSZ型)。高精度同位素定年(锆石 SHRIMP 和 LA-ICP-MS)结果表明,这套蛇绿岩形成于晚二叠世,同时亦保留了部分早石炭世蛇绿岩残块(董永胜等,待发表)。晚二叠世蛇绿岩与早石炭世蛇绿岩的变质变形特征一致,在野外难以区分,故暂将其归并为晚古生代蛇绿岩组合。

2.2 早古生代蛇绿岩

2.2.1 实测剖面

上覆地层:古近系牛堡组	> 20.4m
浅红色粉砂岩	> 20.4m
~~~~~ 角度不整合 ~~~~~	
早古生代蛇绿岩 Oph(P ₁ )	
10(50).灰黑色斜长角闪岩,局部可见变余堆晶结构,指示其原岩可能为堆晶灰长岩	31.9m
9(49).黑色、灰褐色蛇纹石化橄榄岩,局部已完全变为蛇纹岩	72.1m





- 12(20).灰白色、灰色大理岩,岩石表面可见大量方解石细脉  
166.8m
- 11(19).灰黑色白云母片岩,岩石局部发生破碎  
74.5m
- 10(15~16、18).灰白色、灰色大理岩,岩石片理化比较明显,  
同时局部破碎成小块  
67.8m
- 9(14).灰白色石榴子石白云母片岩,岩石表面可见少量细粒石  
榴子石  
76.6m
- 8(13).灰色石榴子石二云母片岩,岩石表面可见少量白云母和  
黑云母  
103.3m
- 7(12).灰黑色黑云母片岩,岩石局部发生破碎和片理化  
16.8m
- 6(11).土黄色变质石英砂岩,岩石局部发生破裂,呈大小不  
一的小块  
12.5m
- 5(10).灰白色白云母石英片岩,岩石表面可见少量白云母  
34.2m
- 4(9).灰白色石榴子石黑云母片岩,岩石局部发生破碎和片  
理化。表面可见少量黑云母  
28.1m

- 3(7).灰色石榴子石黑云母石英片岩,受到后期构造的影响,岩  
石发生片理化  
15.3m
  - 2(3).灰白色变质粉砂岩,岩石破碎呈小块,整体呈小椭圆状  
45.0m
  - 1(2).灰白色变质硅质岩,岩石发生变质重结晶,局部发生变形  
57.3m
- (未见底)

2.4.2 主体特征

拉顺岩组同为本次工作新建立的一个非正式构造地层单元,仅在研究区中部有少量出露,出露面积约8km²,与晚古生代蛇绿岩和咸水河岩组均呈断层接触(图1-c)。拉顺岩组主要由变质硅质岩、变质粉砂岩、变质细砂岩、细粒石榴子石二云母片岩和细粒大理岩组成,指示原岩为一套硅质岩—细碎屑岩—碳酸盐岩沉积建造,其中石榴子石+黑云母+白云母特征矿物组合表明原岩遭受了高绿片岩相变质作用改造。碎屑锆石研究表明,拉顺岩组

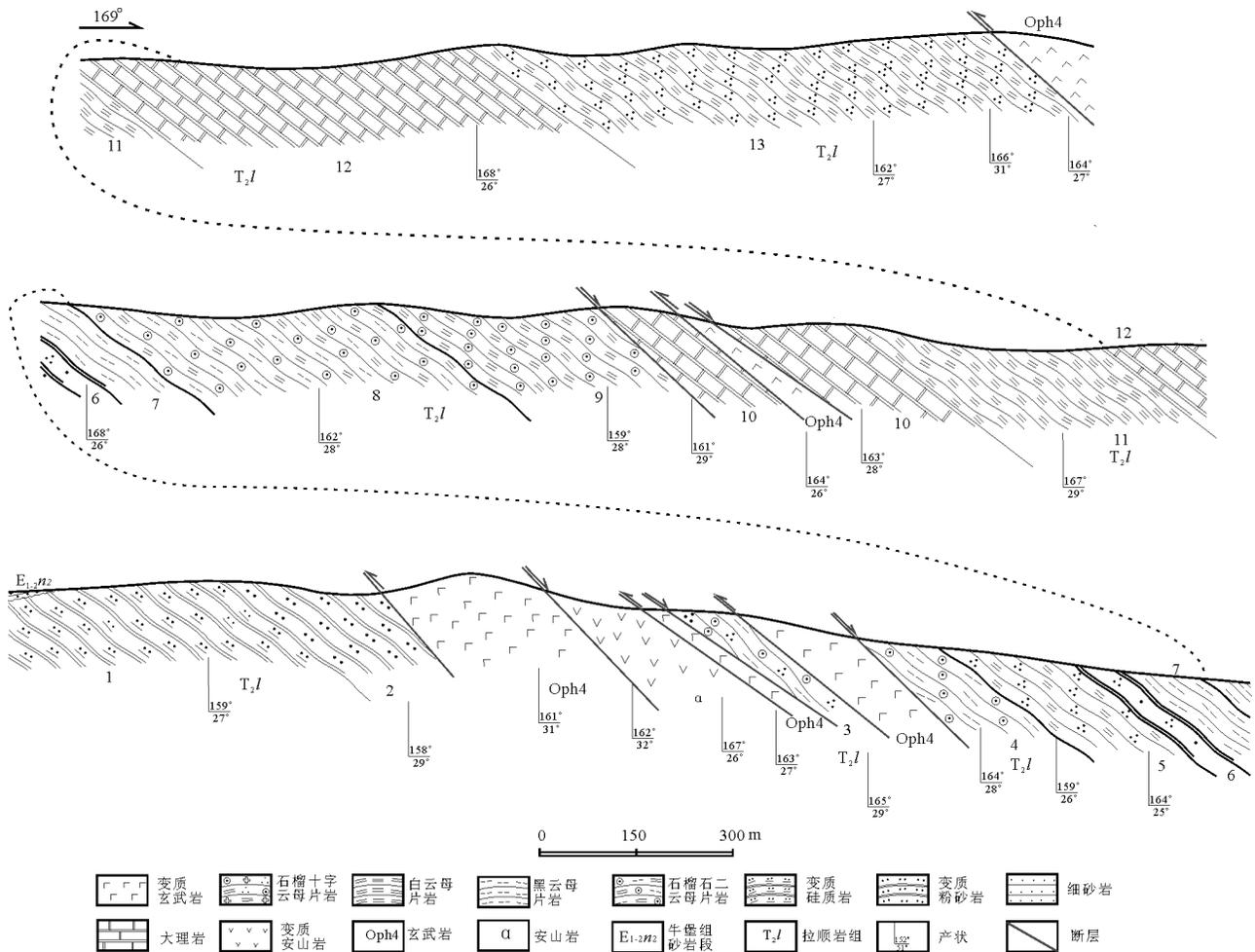


图5 香桃湖地区拉顺岩组实测剖面  
Fig.5 Geologic sections of Lashun Formation in Xiangtaohu area

具有中三叠世的最小年龄,限定了沉积时代的下限。同时,考虑到区域内晚三叠世主体为一套磨拉石建造且均未变质^[28],因此将拉顺岩组时代定为中三叠世。

### 3 初步认识

(1)通过上述分析,认为分布于红脊山高压变质带南侧的原猫耳山岩组实际上由晚古生代蛇绿岩残片、早古生代蛇绿岩残片和早石炭世、中三叠世沉积岩混杂堆积而成,不同单元间以断层或韧性剪切带接触,具有不同的形成时代和构造背景,且变质程度亦不尽相同,连同北部红脊山低温高压变质岩系共同构成了香桃湖—红脊山蛇绿混杂岩带。

(2)龙木错—双湖—澜沧江缝合带西部南北2个混杂岩带分支均出露有典型的低温高压变质岩系和蛇绿岩。目前初步掌握的资料显示,南、北2个分支蛇绿岩组成存在一定差异:北支香桃湖—红脊山混杂岩带中蛇绿岩的时代以二叠纪为主,其岩石组合、变质变形、地球化学特征可以和果干加年山及角木日地区的二叠纪蛇绿岩^[11,13]对比;而南支冈玛错—桃形湖混杂岩带中蛇绿岩的主体形成于早古生代^[13],仅出露少量早石炭世蛇绿岩^[12],目前尚未发现二叠纪蛇绿岩。

### 4 关于香桃湖—红脊山混杂岩带的几点思考

(1)原泥盆纪猫耳山岩组虽然被解体,但该区出露一套中压角闪岩相变质碎屑岩—碳酸盐岩组合,和区域内日湾茶卡组具有相同的物源,暗示了其扬子的亲缘性,其时代可能和日湾茶卡组相当甚至更新,但其变质程度明显比羌塘中部同时代甚至更古老地层高,如何理解这套中级变质岩指示的大地构造背景及形成的动力学过程,可能是进一步认识缝合带整体构造演化的关键。

(2)前人对果干加年山和冈玛日—桃形湖一带蛇绿岩的研究表明,蛇绿岩记录从寒武纪到二叠纪均有不同程度的保留,时代基本连续,且不同时代蛇绿岩的变质程度相近,均为低绿片岩相,是同一期大洋连续演化的产物^[13,29]。香桃湖—红脊山蛇绿岩与这些蛇绿岩相似,即在同一地区出露时代跨度较大的蛇绿岩残片,但香桃湖地区早古生代蛇绿却遭受了角闪岩相变质作用改造,和研究区晚古生代

蛇绿岩及区域内已报道的蛇绿岩变质程度均具有较大差异。如何理解这些差异,至少存在以下2种可能:①香桃湖—红脊山早古生代蛇绿岩与区域内同时期蛇绿岩形成于不同的大地构造背景和动力学过程;②区域内晚期绿片岩相变质叠加作用十分强烈,存在大量早期角闪岩相矿物逐步甚至完全被晚期绿片岩相矿物取代的强退变样品,同时考虑到前人对区域内早古生代蛇绿岩的研究主要集中在地球化学和年代学上,缺少精细的变质岩石学研究,那么区域内其他地区早古生代蛇绿岩的变质程度是否可能被低估?当然,这可能需要大量精细的岩石学研究来证实。做好这些工作对更好地梳理区域内洋壳演化信息、认识区域内构造演化具有重要意义。

**致谢:**吉林大学李青云、黄明亮、保善斌同学参加了野外工作,审稿专家为本文提出建设性的修改意见,在此一并表示感谢。

### 参考文献

- [1]李才.龙木错—双湖—澜沧江板块缝合带与石炭二叠纪冈瓦纳北界[J].长春地质学院报,1987,17(2):155-166.
- [2]潘桂棠,王立全,朱弟成.青藏高原区域地质调查中几个重大科学问题的思考[J].地质通报,2004,23(1):12-19.
- [3]潘桂棠,朱弟成,王立全,等.班公湖—怒江缝合带作为冈瓦纳大陆北界的地质地球物理证据[J].地学前缘,2004,11(4):371-382.
- [4]李才,黄小鹏,翟庆国,等.龙木错—双湖—吉塘板块缝合带与青藏高原冈瓦纳北界[J].地学前缘,2006,13(4):136-147.
- [5]李才,翟庆国,董永胜,等.青藏高原龙木错—双湖板块缝合带与羌塘古特提斯洋演化记录[J].地质通报,2007,26(1):13-21.
- [6]李才.青藏高原龙木错—双湖—澜沧江板块缝合带研究二十年[J].地质论评,2008,54(1):104-119.
- [7]邓万明,尹集祥,冯中平.羌塘茶布—双湖地区基性超基性岩、火山岩研究[J].中国科学(D辑),1996,26(4):296-301.
- [8]Kapp P, An Y, Manning C E, et al. Tectonic evolution of the early Mesozoic blueschist-bearing Qiangtang metamorphic belt, central Tibet[J]. Tectonics, 2003, 22(4): 1043, doi:10.1029.
- [9]Pullen A, Kapp P, Cehrels G E, et al. Triassic continental subduction in central Tibet and Mediterranean-style closure of the Paleo-Tethys Ocean[J]. Geology, 2008, 36:351-354.
- [10]李才,翟庆国,董永胜,等.冈瓦纳大陆北缘早期洋壳信息——来自青藏高原羌塘中部早古生代蛇绿岩依据[J].地质通报,2008,27(10):1602-1612.
- [11]翟庆国,李才,程立人,等.西藏羌塘角木日地区二叠纪蛇绿岩地质特征及构造意义[J].地质通报,2004,23(12):22-24.
- [12]Zhai Q G, Jahn B M, Wang J, et al. The Carboniferous ophiolite in the middle of the Qiangtang terrane, Northern Tibet: SHRIMP U-Pb dating, geochemical and Sr-Nd-Hf isotopic characteristics

- [J]. Lithos, 2013, 168/169: 186-199.
- [13] 吴彦旺. 龙木错—双湖—澜沧江洋历史记录——寒武纪—二叠纪的蛇绿岩[D]. 吉林大学博士学位论文, 2013: 1-216.
- [14] 邓希光, 丁林, 刘小汉, 等. 藏北羌塘中部冈玛日—桃形错蓝片岩的发现[J]. 地质科学, 2000, 35(2): 227-232.
- [15] 鲍佩声, 肖序常, 王军, 等. 西藏中北部双湖地区蓝片岩带及其构造涵义[J]. 地质学报, 1999, 73(4): 302-314.
- [16] 翟庆国, 李才, 董永胜, 等. 西藏羌塘中部荣玛地区蓝片岩岩石学、矿物学和  $^{40}\text{Ar}-^{38}\text{Ar}$  年代学[J]. 岩石学报, 2009, 25(9): 2281-2288.
- [17] 张修政, 董永胜, 李才, 等. 青藏高原羌塘中部不同时代榴辉岩的识别及其意义——来自榴辉岩及其围岩  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  年代学的证据[J]. 地质通报, 2010, 29(12): 1815-1824.
- [18] 张修政, 董永胜, 李才, 等. 青藏高原羌塘中部榴辉岩地球化学特征及其大地构造意义[J]. 地质通报, 2010, 29(12): 1804-1814.
- [19] 董永胜, 李才, 施建荣, 等. 羌塘中部高压变质带的退变质作用及其构造侵位[J]. 岩石学报, 2009, 25(9): 2303-2309.
- [20] Zhai Q G, Zhang R Y, Jahn B M, et al. Triassic eclogites from central Qiangtang, northern Tibet, China: petrology, geochronology and metamorphic P-T path[J]. Lithos, 2011, 125: 173-189.
- [21] 陆济璞, 张能, 黄位鸿, 等. 藏北羌塘中北部红脊山地区蓝闪石—硬柱石变质矿物组合的特征及其意义[J]. 地质通报, 2006, 26(1/2): 70-75.
- [22] 白艳萍, 陆济璞, 唐娟红, 等. 藏北红脊山地区变质玄武岩地球化学及其形成构造环境[J]. 桂林理工大学学报, 2011, 31(4): 495-503.
- [23] 陆济璞, 张能, 唐专红, 等. 藏北红脊山地区角闪岩相变质地层的划分及时代[J]. 华南地质与矿产, 2009, 1: 1-7.
- [24] 伊海生, 林金辉, 赵兵, 等. 藏北羌塘地区地层新资料[J]. 地质论评, 2003, 49(1): 59-65.
- [25] 吴瑞忠. 藏北双湖查桑地区中泥盆统的发现及其地质意义[C]// 青藏高原地质文集(9). 北京: 地质出版社, 1995: 33-40.
- [26] 李才, 程立人, 张以春. 西藏羌塘南部发现奥陶纪—泥盆纪地层[J]. 地质通报, 2004, 23(5/6): 602-604.
- [27] 侯增谦, 莫宣学, 朱勤文, 等. “三江”古特提斯地幔热柱—洋中脊玄武岩证据[J]. 地球学报, 1996, 17(4): 362-375.
- [28] 李才, 翟庆国, 董永胜, 等. 青藏高原羌塘中部果干加年山上三叠统望湖岭组的建立及意义[J]. 地质通报, 2007, 26(8): 1003-1008.
- [29] 李才, 翟刚毅, 王立全, 等. 认识青藏高原的重要窗口—羌塘地区近年来研究进展评述(代序)[J]. 地质通报, 2009, 28(9): 1169-1177.
- ① 广西壮族自治区地质调查研究院. 中华人民共和国区域地质报告 1:25 万查多岗日幅. 2006.

## 《地质通报》第 33 卷第 10 期要目预告

当代地质调查工作发展趋势及其对中国的启示 .....	施俊法等
长岭断陷晚中生代火山岩锆石 SHRIMP 测年、Hf 同位素组成及其地质意义 .....	袁伟等
滇西梁河地区闪长岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄、Hf 同位素特征及地质意义 .....	高永娟等
白乃庙金矿含金石英脉 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年及地质意义 .....	冯晓曦等
重力负载对库车褶皱冲断带盐构造的影响 .....	程海艳等
新疆罗布泊湖盆沉积物剖面粒度与磁学特征及沉积环境 .....	李艳红等
内蒙古黄旗海全新世湖泊沉积物粒度分析及其沉积学意义 .....	董进等
全国主要金属矿产勘查部署区带划分 .....	王全明
全球锂资源供需前景与对策建议 .....	周平等
基于区域价值法的战略选区预测与分析 .....	阴江宁等
福建南平花岗伟晶岩型钽铌矿床地质特征与成因 .....	陈国建
福建紫金山矿床初始成矿流体来源及性质 ——来自稀土和微量元素的证据 .....	赵禹等
基于 GML 的国土规划多源异构数据集成模型 .....	缪谨励等
基于遥感和 GIS 技术的辽河三角洲岸线变迁及成因 .....	马宏伟等
渤海湾西岸全新世沉积速率及对河流供给的响应 .....	陈永胜等
AMS ¹⁴ C 测年揭示的渤海湾沿海低地第 II 海相层年龄 .....	王福等
渤海湾西岸全新世再搬运贝壳驻留时间效应初探 .....	商志文等
黄河三角洲潮滩的侵蚀和再沉积: 示踪砂棒法的应用 .....	周良勇等
江苏南通市四甲镇全新世以来有孔虫动物群的发现及其地质意义 .....	于俊杰等
基于孢粉数据的珠江三角洲 QZK6 孔全新世气候定量重建 .....	赵信文等
现代珠江三角洲地区 GZK4 孔第四纪沉积年代 .....	陈双喜等
珠江三角洲陈村钻孔剖面沉积特征及有机碳同位素古环境意义 .....	赵信文等
天津滨海地区 G2 孔磁性地层年代及其构造指示 .....	肖国强等