

# 喜马拉雅地质

## II

中法合作喜马拉雅地质考察

1981年成果之一

地质出版社

# 喜马拉雅地质

II

中法合作喜马拉雅地质考察1981年成果之一

喜马拉雅地质文集编辑委员会

地质出版社

## 喜马拉雅地质

### II

中法合作喜马拉雅地质考察1981年成果之一

喜马拉雅地质文集编辑委员会

责任编辑：周伟勤 王思恩

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·全国新华书店经售

开本：787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张：22<sup>1</sup>/<sub>8</sub> 字数：496,000  
1984年4月北京第一版·1984年4月北京第一次印刷

印数：1—2,630册 定价：3.50元

统一书号：15038·新1012

# 前 言

《喜马拉雅地质》将作为一个系列刊物的年度论文和专著形式，总结、介绍中法《喜马拉雅山地质构造和地壳上地幔的形成和演化》合作研究成果。

中法《喜马拉雅山地质构造和地壳上地幔的形成和演化》合作项目是由地质矿产部负责组织，地质矿产部、中国科学院与法国国家科学研究中心合作共同完成的。合作项目从一九八〇年开始至一九八二年已全部完成为期三年的野外工作。每年的研究成果，分别在中法喜马拉雅地质科学讨论会上发表，以论文集的形式汇集这些成果，轮流由中法双方负责编辑出版。

一九八一年野外工作开展的主要课题包括：地质方面：构造微构造、蛇绿岩、地层古生物、变质岩及变质地层、花岗岩类、火山岩类、活动构造及岩石矿物显微包体等方面研究；地球物理方面：人工爆炸地震，藏南普莫错—一定结—佩古错地震追踪剖面和古错—加德满都扇形地震剖面研究，磁大地电流测深完成了洛扎—一曲水—羊八井剖面研究，古地磁研究完成了雅鲁藏布江南北几个中生代剖面的采样工作。

参加一九八一年野外工作的中国地质、地球物理学家有：

肖序常（中国地质科学院地质所）、袁学诚（地质矿产部地球物理勘探所）、常承法（中国科学院地质研究所）、李光岑（中国地质科学院）等。

参加一九八一年野外工作的法国地学家有：

阿莱格尔（巴黎地球物理研究所）、马托埃（蒙彼利埃大学）、库尔第尧（巴黎第七大学）、吉日（巴黎第六大学）、诺贝尔（巴黎地球物理研究所）、伊尔恩（巴黎地球物理研究所）、达包尼埃（巴黎地球物理研究所）等。

感谢中方首席代表李廷栋、法方首席代表奥贝尔为合作项目作出的贡献。由于他们的努力，使得合作项目得以顺利进行。

中法合作地质研究队的范士林、贺家祥、于其礼、于景涛、赵群印等一批行政管理干部和司机的不辞劳苦的工作，保证了野外工作的顺利开展。

感谢西藏自治区人民政府和各级地方人民政府各有关部门，西藏军区各部门的支持和帮助；感谢藏族同胞的支持和帮助。这些科研成果的取得与他们的努力是分不开的。

编 者

1983.9.

## 目 录

1. 西藏雅鲁藏布江缝合带中段高压低温变质带的新认识·····肖序常、高延林 (1)
2. 西藏南部混杂堆积及其地质意义·····陈国铭、李光岑、曲景川 (19)
3. 西藏南部的构造混杂体·····高延林、汤耀庆 (27)
4. 试论藏南活动构造系与地热的关系·····韩同林 (45)
5. 西藏日喀则蛇绿岩成因的地球化学证据·····鲍佩声、王希斌 (59)
6. 藏北东巧—怒江超基性岩带的岩石成因·····邓万明 (83)
7. 藏北湖区蛇绿岩形成环境浅析·····汤耀庆、王方国 (99)
8. 构造解体的藏北湖区蛇绿岩及其地球化学研究·····王希斌、鲍佩声、郑海翔 (115)
9. 藏北蛇绿岩套的堆积岩·····鲍佩声、王希斌 (149)
10. 喜马拉雅和冈底斯中段花岗岩类的微量元素和稀土元素特征·····金成伟等 (167)
11. 西藏拉萨—麻江地区火山岩中熔融包裹体的研究  
·····王碧香、张元奇、周剑雄 (183)
12. 西藏高喜马拉雅变质带与高喜马拉雅隆起·····刘国惠 (205)
13. 西藏拉孜早二叠世晚期修康组菊石·····盛怀斌 (219)
14. 西藏申扎早石炭世床板珊瑚化石·····林宝玉 (249)
15. 西藏古湖蚀微地貌的发现及其意义·····韩同林 (267)
16. 西藏古磁研究的新结果——对拉萨地块运动的初步认识·····周桃秀、库尔提约等 (279)
17. 西藏拉孜地区上白垩统的古地磁研究 ·····邢历生、M.韦斯特费尔等 (299)
18. 中国青藏高原及其边缘地带的地震活动特征·····滕吉文等 (311)

## Contents

1. Some New Observations on the High P/T Metamorphic Belt Along the Southern Boundary of Yarlung Zangbo(Tsangpo) Ophiolite Zone, Xizang(Tibet).....*Xiao Xuchang, Gao Yanlin* (15)
2. The Melanges and their Tectonic Significance in the Southern Xizang (Tibet).....*Chen Guoming, Li Guancen, Qu Jingchuan* (26)
3. Melanges in the Southern Xizang (Tibet)  
.....*Gao Yanlin, Tang Yaoqing* (43)
4. Relationship of the Active Structural System to Geothermal Activity in Southern Xizang(Tibet).....*Han Tonglin* (55)
5. Geochemical Evidence for the Genesis of the Xigaze Ophiolite, Xizang (Tibet) .....*Bao Peisheng, Wang Xibin* (79)
6. Petrogenesis of the Basic-ultrabasic Rock Belt Along Dongqiao-Nu Jiang in Northern Xizang (Tibet).....*Deng Wanming* (97)
7. Primary Analysis of Tectonic Environment of the Ophiolite in Northern Xizang (Tibet) Lake District  
.....*Tang Yaoqing, Wang Fangguo* (113)
8. A Structurally Disrupted Ophiolite in the Lake Area of Northern Xizang (Tibet) and its Geochemistry  
.....*Wang Xibin, Bao Peisheng, Zheng Haixiang* (140)
9. The Cumulate Complex of the Ophiolite Suite in the Northern Xizang (Tibet) .....*Bao Peisheng, Wang Xibin* (162)
10. REE and Trace Element Characteristics of Granitoids in the Middle of the Gangdise and the Himalaya Mountain of Xizang (Tibet) .....*Jin Chengwei et al.* (179)
11. Melt Inclusions in Volcanic Rocks from the Lhasa-Margyang Area, Xizang(Tibet)  
.....*Wang Bixiang, Zhang Yuanqi, Zhou Jianxiong* (193)
12. The Metamorphic Belt of Higher Himalayan Region and the Upheaval of Higher Himalayas in Xizang (Tibet) .....*Liu Guohui* (216)
13. Late Lower Permian Ammonoids from Xiukang Formation, Lhaze District, Xizang (Tibet) .....*Sheng Huaibin* (233)
14. Lower Carboniferous Tabulate Corals from Xianza County, Xizang (Tibet).....*Lin Baoyu* (255)
15. Microgeomorphic Features of Ancient Lake Erosion in Xizang

- (Tibet) and their Significance.....*Han Tonglin* (274)
16. Donnees Paleomagnetiques Nouvelles au Tibet-connaissance Fondamentale Pour le Mouvement du Bloc de Lhasa  
 .....*Zhou Yiaoxiu Lu Lianzhong*  
*Yuan Xiangguo, V. Courtillot J. Achache* (293)
17. Etude Paleomagnetique des Formations du Cretacé Supérieur de la Region de Lazi, Xizang (Tibet)  
 .....*Xing Lisheng, Zhou Yiaoxiu, Chen Xianyao, M. Westphal, J. P. Pozzi* (307)
18. The Characteristics of Seismic Activity in Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau and its Marginal Region of China  
 .....*Teng Jiwen, Sun Kezhang, Wei Siyu, Xue Changshun* (328)

---

**Geological Publishing House**

**Address:** Xisi, Beijing, China

**Chinese Academy of Geological Sciences**

**Address:** Baiwanzhuang Road, Beijing, China

# 西藏雅鲁藏布江缝合带中段高压低温变质带 的新认识

肖序常 高延林<sup>①</sup>

(中国地质科学院地质研究所)

以蓝闪石矿物为代表的高压低温变质作用发生在板块俯冲一侧的特定构造位置和低的地热梯度条件下,它是板块构造演化的一个重要标志。因而,雅鲁藏布江缝合带,是否存在高压低温变质作用及其标志蓝片岩,便成为中外地质学家们所关注的问题。虽然近年我国地质学家已提到高压型的“雅鲁藏布江变质带”,但未报导典型的高压相矿物。

1981—1982年笔者在日喀则蛇绿岩带南部找到含蓝闪石类矿物,黑硬绿泥石、硬柱石、硬绿泥石等矿物组合的高压变质岩<sup>②</sup>。这些新发现的高压矿物,目前数量虽不多,但为进一步探讨青藏高原板块构造的演化,增加了新的论证。

本文根据对上述新发现的高压低温变质矿物的研究,讨论了雅鲁藏布江中段高压低温变质作用,对变质相、变质相系和变质带作了初步划分。

## 一、重点剖面地质特征

雅鲁藏布江中段高压低温变质带出露于蛇绿岩带之南(图1),根据岩石、矿物组合及变质作用特征,可分出:

北带:紧靠蛇绿岩带,为含蓝闪石类矿物和黑硬绿泥石、硬柱石的变质带(暂称为蓝片岩相带),大致西起仲巴、加加、向东经昂仁、拉孜北到日喀则以南一带。

南带:为含硬绿泥石的变质带(或称硬绿泥石绿片岩相带),大致沿加加南—拉孜南—江孜南一线出露,可能还向东延伸。

本文以阐述北带特征为主。

北带变质地层,主要是一套晚侏罗世—白垩纪的杂色硅质岩夹火山岩系和少量晚三叠世变类复理石沉积,走向近东西向,断裂、褶皱发育,褶皱多为轴面北倾向南倒转的同斜褶皱,断裂则多为向北倾的逆冲断层。区域内鲜见中酸性岩浆岩。构造混杂体广布。西部萨嘎北一带在超基性岩体南侧有后期较强的动力变质作用叠加,出现碎裂岩和糜棱岩带<sup>③</sup>。

就目前工作,北带代表剖面以昂仁日吾其公社雀嘎浦沟、萨迦孜松区等剖面较好。

① 地科院地质所刘国惠同志、高原所郑海翔同志参加了部份野外工作。

② 西藏地质局章树民,区测大队夏代祥、马蓉华等同志提供了蓝片岩有价值的线索。

③ 1:100万 西藏日喀则幅地质图说明书(未刊)。



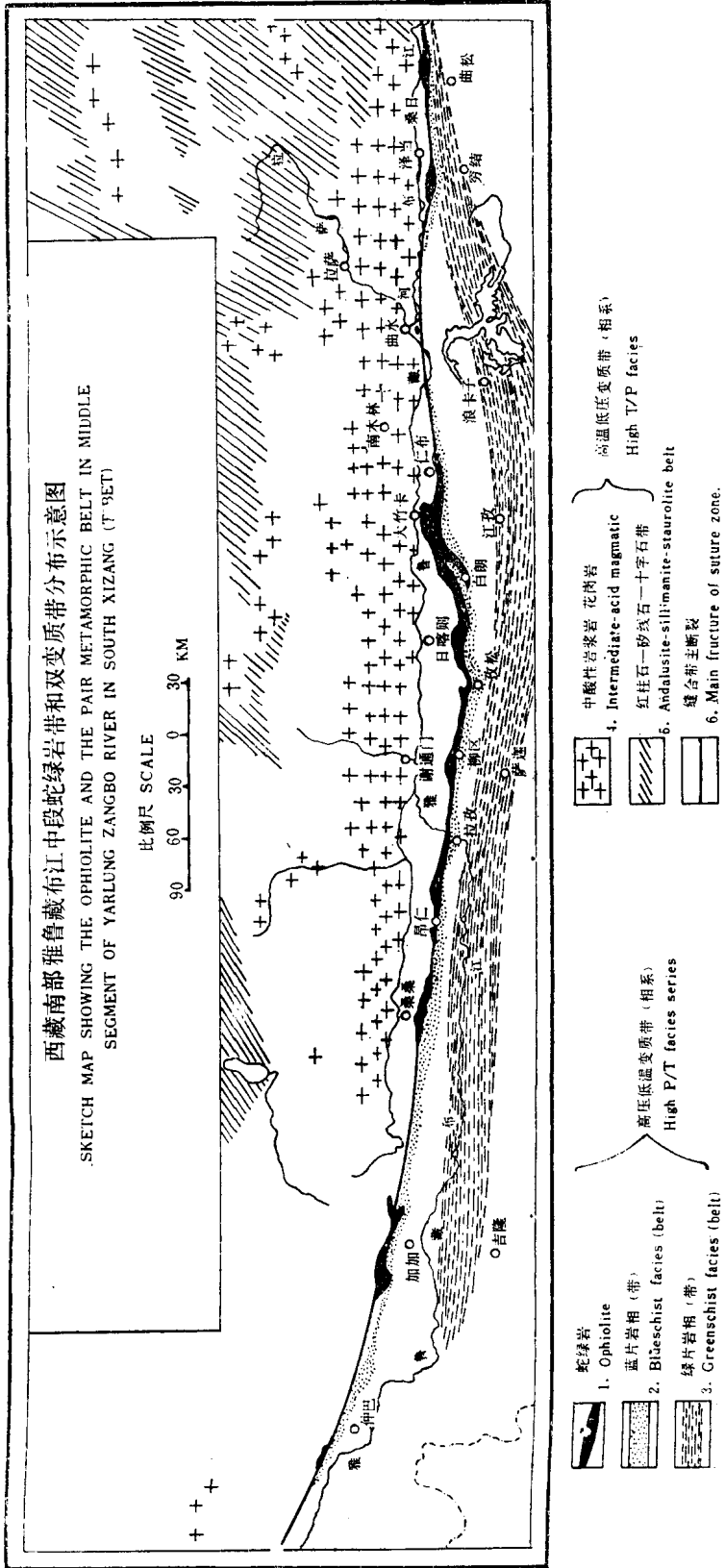


图 1

(一) 昂仁桑桑区日吾其雀嘎浦沟剖面

位于雅鲁藏布江北，桑桑区超基性岩体之南（图2）。该处蛇绿岩剖面南部主要出露两套地层：靠近蛇绿岩者为杂色硅质岩、基性火山岩、绢云母石英片岩、绢云石英绿泥片岩等，片理化强烈，具尖棱揉皱，及两期变形构造特点（图3）。蓝闪石类矿物主要产于此套地层中。再南为具混杂性质的上三叠统（？），主要为绢云母板岩、砂板岩和千枚岩等，与上述地层为断层接触。

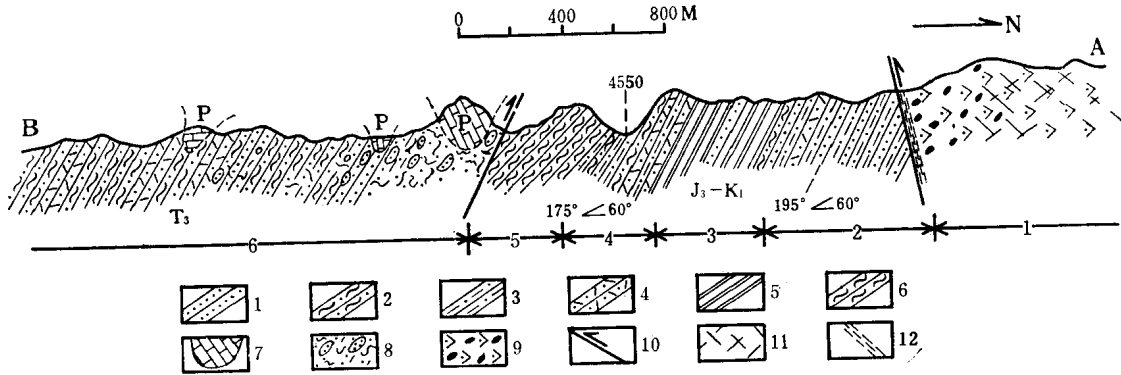


图 2 西藏昂仁县桑桑南蓝片岩地质剖面图

1—薄层状石英片岩；2—千枚岩、绢云母板岩、砂板岩；3—绢云母石英片岩；4—绿泥片岩、绢云母绿泥片岩；5—硅质岩、硅质凝灰质板岩夹紫红色薄层硅质岩；6—蓝闪石片岩、黑硬绿泥石片岩；7—外来岩块；8—泥砂质混杂体；9—蛇纹石化辉橄岩、夹异剥钙榴岩团块；10—断层；11—岩体中剪切节理；12—破碎带

Fig. 2. Geological section showing the blueschist at Sangsaug southwestern Ngamring County Xizang (Tibet)

1—Quartz-schist; 2—Sericite phyllite; 3—Sericite-quartz schist; 4—Greenschist and sericite-chlorite schist; 5—Siliceous rock with tuffaceous slate; 6—Blueschist and stilpnomelaneschist; 7—Exotic block; 8—Melange; 9—Serpentinized harzburgite and rodingite block; 10—Fault; 11—Shear joints; 12—Crushed zone

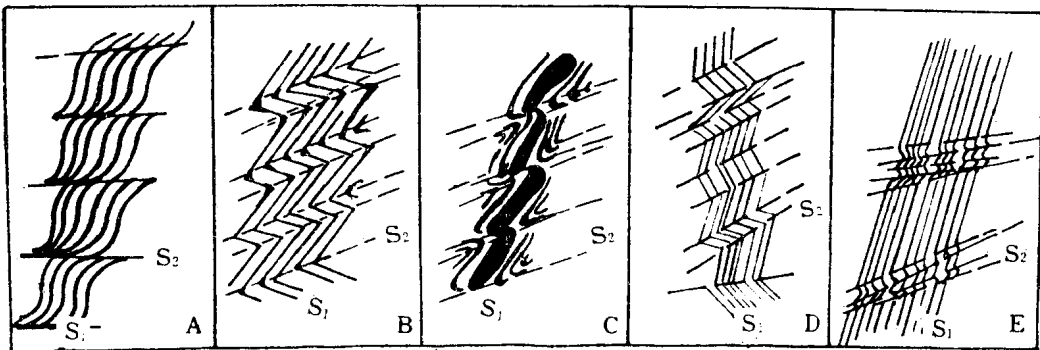


图 3 日吾其公社雀嘎浦沟地层中两期变形的几种特征

Fig. 3. The deformations in strata ( $J_3-K_1$ ) in Riwuqi

上述前套地层中高压变质岩呈暗灰绿色和蓝绿色，具片理化，部分近块状。初步定为含蓝闪石绿泥片岩、含蓝闪石黑硬绿泥石绿泥片岩等。出露厚度约 400—450 米。向东、

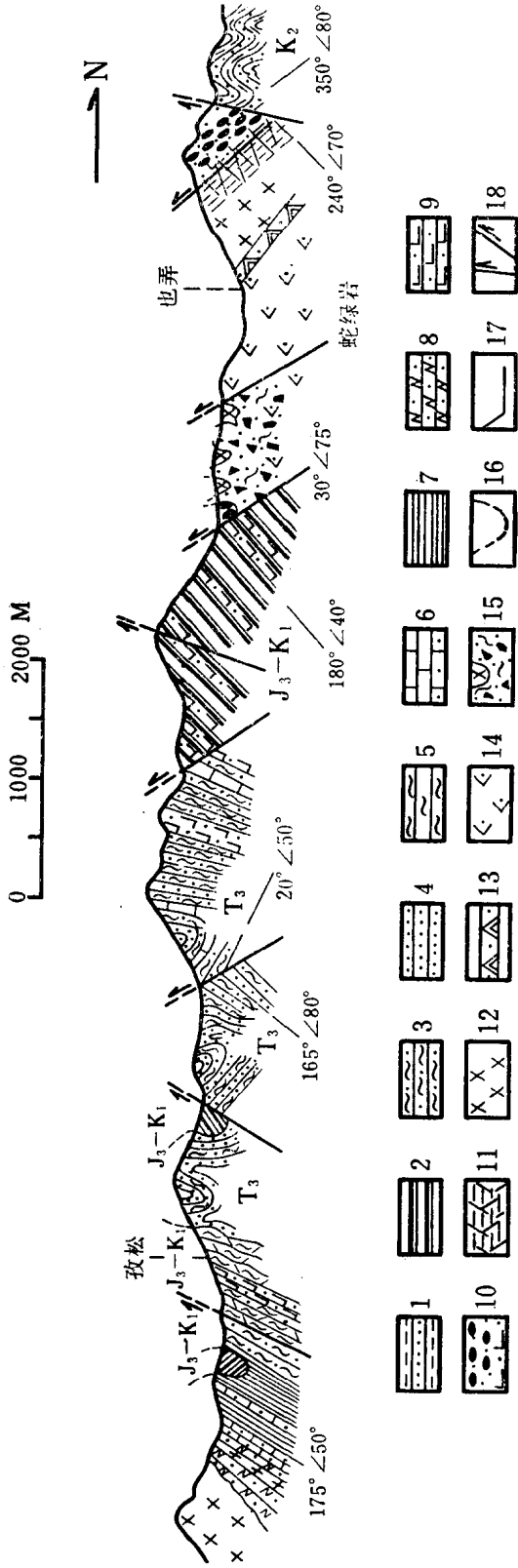


图 4 日喀则西孜松一带地质剖面图

1—昂仁组 (K<sub>2</sub>)，砂、页岩互层；2—紫红色、杂色放射虫硅质岩；3—千枚岩、板岩、绢云母石英片岩；4—砂岩、砂板岩；5—含蓝闪石、黑硬绿泥石变基性火山岩的千枚岩、绢云母石英片岩；6—薄层泥灰岩夹钙质板岩；7—深灰绿色粉砂岩；8—含石榴石硅质板岩；9—凝灰质火山碎屑岩；10—枕状玄武岩；11—席状岩墙(床)群；12—辉长岩、辉绿岩；13—堆积结构橄长岩、辉长岩；14—蛇纹石化斜辉橄 榄岩、蛇纹岩；15—蛇纹质混杂体；16—外来岩块；17—产状；18—断层

Fig. 4. Geological section, around Zisong, western Xigazê, Tibet

1—Nngamring formation (K<sub>2</sub>), mainly sandston alternated with shale and sandy shale; 2—Radiolaran siliceous rock; 3—Phyllite, slate and sericite-quartz schist; 4—Sandston, sandy slate; 5—Phyllite and sericite-quartz schist intercalated with glaucophane stilpnomelane bearing metabasic volcanics; 6—Thin bedded marl intercalated with calcareous slate; 7—Silt; 8—Garnet bearing siliceous slate; 9—Tuffaceous pyroclastic rock; 10—Pillow basalt; 11—Sheeted sills; 12—Gabbro and diabase; 13—Cumulate troctolite and cumulate gabbro; 14—Serpentinized harzburgite and serpentinite; 15—Serpentinization melange; 16—Exotic block; 17—Occurrence; 18—Fault

西延伸, 往东到扎西钟、列定沟等处均有分布, 可能断续向东延。

### (二) 萨迦县孜松区剖面

位于日喀则西约75公里的孜松区吉定蛇绿岩之南(图4)。出露地层与昂仁日吾其相似, 主要为两套地层。北部为紫红色、杂色放射虫硅质岩, 夹火山岩、凝灰岩; 向南出露绢云石英绿泥片岩、千枚岩和砂板岩(晚三叠世?)。二者也是断层接触。高压变质体产于后者的变基性岩(辉绿岩或粗玄岩)扁豆体夹层中。此处基性岩扁豆体厚一般仅1米左右, 长度仅数米, 分布不均匀。含这类扁豆体的千枚岩、绢云石英绿泥片岩厚约300米。

扁豆体岩性初步定为含蓝闪石类黑硬绿泥石绿泥片岩(或称蓝片岩)。蓝闪石类矿物分布不均匀, 黑硬绿泥石集合体很多情况下呈条带状、束状产出。

剖面之南为一变辉长岩, 具较强烈变质作用。值得一提的是, 其中出现了硬柱石, 与之共生矿物(见后)多为低温相矿物, 呈细脉状、小团块状于辉长岩内。这一变辉长岩, 根据空间出露位置与围岩关系等, 可能为早期(侏罗纪—晚三叠世)侵入, 但其后可能受到区域性高压低温变质作用而发生退变质(详后)。

除上述两剖面外, 在加加县西北达吉岭一带超基性岩南侧的晚侏罗世—早白垩世地层中, 初步鉴定也有含蓝闪石类、黑硬绿泥石的绿泥片岩。拉孜区有含黑硬绿泥石阳起石硅质岩<sup>[7]</sup>。

### (三) 南带拉孜县南仁嘎村南含硬绿泥石岩剖面

剖面位于拉孜县南约4公里的仁嘎附近。变质地层为上三叠统, 以砂板岩和千枚岩为主(图5)。含硬绿泥石岩主要有: 白、灰色硬绿泥石白云母片岩、硬绿泥石千枚岩、硬绿泥石变斑晶钙质变质粉砂岩、硬绿泥石白云石千枚岩以及硬绿泥石碳质板岩等, 厚共约40余米。硬绿泥石晶体完整, 大者达3毫米。

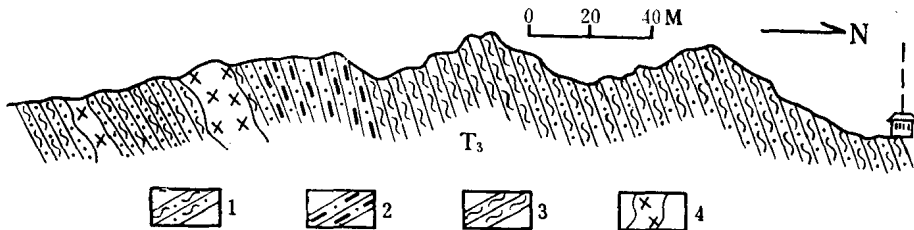


图5 拉孜县南仁嘎村附近硬绿泥石片岩示意剖面图

1—千枚岩、板岩; 2—含硬绿泥石碳质板岩; 3—硬绿泥石片岩、硬绿泥石绢云千枚岩; 4—辉绿岩

Fig. 5. Sketch section of chloritoid schist in south of Lhazê County

1—Phyllite and slate; 2—Chloritoid-bearing slate; 3—Chloritoid schist; 4—Diabase

在加加南戳错龙湖西岸也有发现, 主要为含硬绿泥石绢云母片岩、硬绿泥石石榴石云母片岩等。在萨迦县德沙乡南, 向东至康马北多德乡到南尼乡一带以及更东的乃东县南等处, 前人也有含硬绿泥石碳质板岩、硬绿泥石石榴石板岩、硬绿泥石变砂岩等报导<sup>[7]</sup>。

## 二、主要高压低温变质矿物简述

### (一) 蓝闪石类

蓝闪石类矿物在达吉岭、昂仁和孜松等地区都有发现。镜下多呈微细针状(约为0.1—0.05毫米)和纤状集合体。具多色性:Ng'——淡天蓝色,Np'——淡黄色。干涉色:淡灰、灰紫色。消光角小者, $C \wedge Ng' = 5^\circ - 10^\circ$ ,正延性;消光角大者, $C \wedge Ng' = 15^\circ - 25^\circ$ ,正、负延性均有。少许矿物可见环带,中间为淡天蓝色边,环呈淡灰紫色,可能代表蓝闪石与青铝闪石的固溶共生(图版之图4)。

昂仁日吾其剖面中蓝闪石类矿物经电子探针测试,结果见表1。由于矿物颗粒极小,测试效果差,百分含量仅到90%左右。尽管如此,按国际矿物协会闪石分类的计算标准<sup>[8]</sup>,它们分别属于硷性闪石组的镁钠闪石和钠钙闪石组的冻蓝闪石和蓝透闪石(soda tremolite—glaucophane)。成份中MgO和Na<sub>2</sub>O相对高,以高MgO区别于钠闪石。无疑,矿物成份详细定名和光性特征上的差异还需进一步研究。

### (二) 黑硬绿泥石

在达吉岭、昂仁、拉孜、孜松等区的绿片岩中均有发现。镜下多呈束状、放射状集合体,少数呈小片状、羽毛状。常呈脉状分布于微细裂隙中。具明显多色性:Ng'——红褐色、深褐色,Np'——淡黄红色、浅黄褐色。正中突起。干涉色II级到顶部,薄片呈金黄、暗黄褐、红褐等色。平行消光。正延性(图版之图1)。

孜松区的黑硬绿泥石单矿物成份经电子探针测试,见表1。其测试数据与标准黑硬绿泥石一致,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、FeO、K<sub>2</sub>O含量相对较高。在A'KF图上投于黑硬绿泥石区间(图6)。

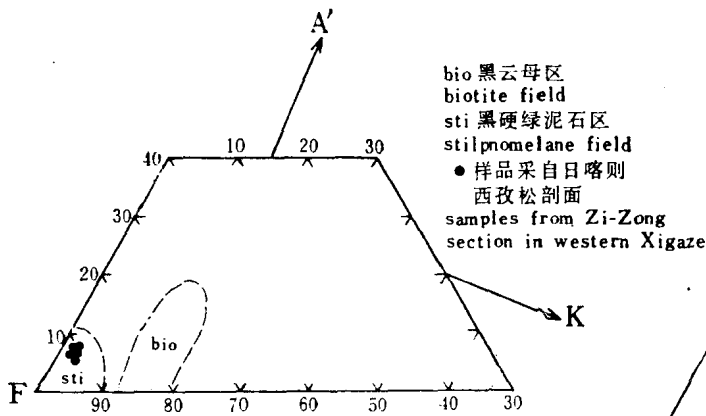


图6 黑硬绿泥石的单矿物A'KF图

Fig. 6. A'KF diagram showing the stilpnomelane and biotite field

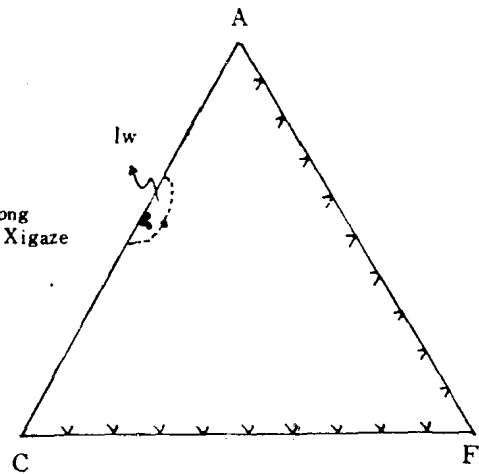


图7 硬柱石单矿物的ACF图

Fig. 7. ACF diagram showing the lawsonite field

表 1  
Table 1  
西藏南部蓝片岩带中标型矿物化学成分表  
Mineral composition of blueschist in southern Tibet

	蓝闪石类: Glaucophane										黑硬绿泥石 Sulpnomelane					硬柱石 Lawsonite			
	49.92	51.50	49.96	52.27	54.16	44.60	44.40	47.78	50.14	40.00	37.83	42.85	42.85	42.85	42.54				
SiO <sub>2</sub>	2.18	0.06	0.34	0.06	0.03	0.02	—	0.01	0.01	0.01	0.04	—	0.01	0.03					
TiO <sub>2</sub>	1.53	4.34	3.04	2.55	1.91	5.65	5.65	5.67	5.25	5.89	26.17	24.31	24.12	24.08					
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0.44	0.12	—	0.01	0.07	0.06	0.03	0.09	—	—	—	—	—					
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.77	21.32	22.03	22.04	18.75	32.37	31.83	31.11	39.82	32.68	1.09	0.32	0.02	0.20					
FeO	8.98	9.88	8.21	11.64	8.73	3.62	3.43	2.79	2.51	2.94	2.09	0.01	—	0.01					
MgO	0.59	0.31	0.32	0.30	0.24	0.45	0.48	0.26	0.37	0.43	0.03	0.03	0.07	0.04					
MnO	1.40	3.44	3.11	2.97	3.77	0.29	0.44	0.40	0.28	0.18	21.00	21.57	21.54	22.23					
CaO	6.50	0.17	0.02	—	0.33	1.01	1.00	0.69	0.87	1.07	0.13	0.09	0.04	0.08					
K <sub>2</sub> O	7.52	3.12	3.58	3.97	3.62	0.29	0.27	0.17	0.27	0.38	0.36	0.14	0.09	0.11					
Na <sub>2</sub> O	95.39	94.58	90.73	95.79	91.55	88.33	87.56	88.91	89.58	87.58	88.74	89.32	88.92	89.32					

据23个氧原子计算化学式 Numbers of ions on the basis of 23(O)		根据分子数计算的A'KF值 The values of A'KF					根据分子数计算的ACF值 The values of ACF							
Na <sub>B</sub>	0.73	0.83	0.71	1.05	A'	6.14	6.77	7.60	6.25	A	52.90	54.60	54.70	53.80
(Na + Ca) <sub>B</sub>	1.31	1.53	1.23	1.31	K	1.89	1.76	2.06	2.65	C	39.80	44.60	45.00	45.60
(Na + K) <sub>A</sub>	1.03	0.22	0.45	0.05	F	91.70	91.47	90.32	91.10	F	7.30	0.80	0.30	0.60

以上电子探针分析由中国地质科学院周剑雄同志完成

Electron probing analysis by Mr. Zhou Jianxiong

## (三) 硬柱石

从光性上较可靠的硬柱石见于孜松区变辉长岩内, 昂仁日吾其的变硬砂岩中也可能存在。镜下为自形、半自形, 柱状、板状、粒状。无色, 微具多色性, 干涉色紫兰色、淡黄褐色, 正突起较高, 负延性(柱状也是负延性, 这可作为与同一薄片内的葡萄石的区别)。单矿物成份经电子探针测试(表1), 其特点是 $Al_2O_3$ 、CaO均高,  $SiO_2$ 低, 含微量Fe、Mg、Na, 成份近似葡萄石。但以相对低CaO与之区别——葡萄石的CaO含量一般为26—28%。

硬绿泥石单矿物X光粉晶分析数据

表 2

The X-analysis of chlortoid

Table 2

1		2		1		2	
硬绿泥石 chlortoid (三斜) triclinic		硬绿泥石 chlortoid (拉致) Lhaze		硬绿泥石 chlortoid (三斜) triclinic		硬绿泥石 chlortoid (拉致) Lhaze	
d(Å)	I	d	I	d	I	d	I
4.75	10			2.21	30	2.199	5
4.64	10			2.14	60	2.137	10
4.50		4.52	11	2.13	20	2.088	2
4.45	100	4.45	100	2.08	10	2.071	3
		4.23	12	2.04	20		
3.81	30	3.78	6	2.02	10		
3.61	10			1.945	10		
		3.51	3	1.905	20		
		3.43	2	1.896	20		
		3.33	43	1.853	20		
3.25	60	3.24	14	1.834	70	1.829	12
		3.19	5			1.817	15
2.97	80	2.969	35	1.782	40	1.780	8
2.92	20	2.921	7	1.727	10		
2.77	40	2.766	15	1.685	10		
2.70	70	2.686	18	1.669	30	1.670	10
2.66	30			1.640	10	1.637	3
2.51	10			1.629	20	1.621	8
2.46	90	2.455	20	1.630	80	1.568	15
		2.421	10	1.566	30	1.561	10
2.40	50	2.393	12	1.558	30	1.540	10
2.37	30	2.363	15			1.481	12
2.32	10					1.411	10
2.30	50	2.288	10			1.393	2
		2.281	13			1.380	3
2.26	30	2.52	2			1.372	10
						1.368	5

① 地质科学院矿床所十室刘金定、王立本同志测试分析。工作条件:  $CuK\alpha$  辐射, Ni 滤波, 30kV, 20mA, 量程  $1 \times 10^3$ 。

② 参考ASTM卡片, 14-344号。

在ACF图中属硬柱石范围(图7, 图版之图3)。

#### (四) 硬绿泥石

在拉孜、康马北—江孜、孜松南、加加南门章巴马拉南、加错拉北等处均有发现。一般颗粒较大, 肉眼可见, 多为暗绿色, 六方板片状, 大者达3毫米。镜下为柱状, 板状变斑晶。具多色性: 淡灰绿、黄绿色。中—高正突起。干涉色多为I级灰。可见穿插双晶和聚片双晶。平行消光—斜消光,  $Ng' \wedge C = 15^\circ$  左右, 负延性, 正光性。见砂钟构造。拉孜南仁噶村硬绿泥石经X光粉晶分析(见表2)证明为三斜晶系硬绿泥石(图版之图2)。

除上述几种已确定的高压矿物外, 还可能有文石、硬玉、红帘石, 由于其含量少, 颗粒小, 未能精确测定, 但值得以后工作中注意。

### 三、高压低温变质带矿物组合和岩石类型

上述的含蓝闪石类、黑硬绿泥石变质带和含硬绿泥石变质带, 它们各具不同的矿物组合、岩石类型和岩石化学特征。

#### (一) 含蓝闪石类、黑硬绿泥石变质带

区域变质程度低、矿物重结晶作用不充分、颗粒极细小。具片状、板状和千枚状构造。多为变余结构, 少数岩石呈纤状变晶结构。

根据已确定的矿物大致可分出: 含黑硬绿泥石绿片岩、含蓝闪石类、黑硬绿泥石绿片岩(昂仁日吾其一带)、含硬柱石变辉长岩(孜松区)。但从总的矿物组合、岩石类型看, 本带不具典型蓝闪石硬柱石片岩相特征, 归入高压低温绿片岩相比较适合。

须提到的是, 上述变辉长岩初步认为是早期顺层侵入体(前述)。与围岩接触处(有少量围岩为钙质砂板岩、薄层结晶灰岩)可见接触变质岩, 但其后又遭受区域性高压低温变质作用, 并发生退变质作用, 这可从接触带保留了帘石化的含石榴石假象的岩石得到证明。我们怀疑硬柱石及其矿物组合(石英、斜长石、葡萄石和少量帘石、碳酸盐矿物)是在后期退变质作用下产生的。但在早期接触变质作用中, 是否也出现硬柱石, 尚需进一步研究。

从下面岩石化学特征, 结合矿物组合、野外产出特征等, 证实含蓝闪石类绿片岩原岩主要是基性火山岩。下面是昂仁和孜松区9个含蓝闪石类绿片岩的岩石化学分析(表3)其中 $SiO_2$ 含量均在44—50%之间,  $Al_2O_3$ 、 $MgO$ 、 $Na_2O$ 含量以及 $FeO/Fe_2O_3$ 比值相对较高(图8); 尼格里值在J. R. 威尔逊(1972)的(al—alk)对C值图中, 集中落在火成岩区间(图9)。在(al+fm)—(c—alk)图上(A. 西蒙纳, 1953), 多数点也落在火山岩区间, 个别于钙质沉积区内, 可能与岩石中含较多方解石杏仁体有关(图10)。

此外, 有部分含黑硬绿泥石绿片岩, 从矿物组份中细微石英增多, 细微绢云母也多看, 原岩可能为泥砂质沉积。

#### (二) 硬绿泥石变质带

岩石类型主要有: 硬绿泥石绿片岩、硬绿泥石云母片岩、硬绿泥石碳质板岩(拉孜、康马、加错拉、戳错龙湖西等区), 石榴石硬绿泥石云母片岩(康马、戳错龙湖西), 硬绿泥石变砂岩、硬绿泥石结晶灰岩(江孜)。以上常见矿物组合主要有: 硬绿泥石、绿泥石



## 西藏变质岩的岩石化学

## Major element analyses Hp-Lt

序号	样品号	岩石名称	化 学						
			SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO
1	M-001	变辉长岩 meta-gabbro	48.97	1.45	12.87	4.12	7.01	0.24	5.00
2	M-010 <sub>(a)</sub>	含蓝闪石黑硬绿泥石绿片岩 glaucophane-silipnomelaen -bearing green schist	47.69	1.95	13.68	2.41	12.38	0.26	4.40
3	82-XG-3	含蓝闪石黑硬绿泥石绿片岩 glaucophane-silipnomelane -bearing green schist	50.93	1.75	13.68	3.27	9.31	0.29	6.10
4	82-XG-5	含蓝闪石黑硬绿泥石绿片岩 glaucophane-silipnomelane -bearing green schist	45.24	2.20	13.75	4.38	10.47	0.29	6.00
5	82-XG-10	含蓝闪石黑硬绿泥石绿片岩 glaucophane-silipnomelane -bearing green schist	50.62	1.67	13.23	3.63	8.49	0.25	5.40
6	M-063	含蓝闪石片岩 glaucophane-bearing green schist	44.29	3.87	11.48	2.85	6.62	0.23	3.30
7	M-066	含蓝闪石片岩 glaucophane-bearing green schist	44.74	4.97	14.49	2.19	1.18	0.23	7.02
8	M-070	含蓝闪石片岩 glaucophane-bearing green schist	46.68	3.75	12.75	3.64	10.14	0.17	7.62
9	M-072	含蓝闪石片岩 glaucophane-bearing green schist	43.71	4.10	12.46	2.44	10.64	0.24	6.20
10	M-24	硬绿泥石千枚岩 chlortiod phyllite	63.43	0.17	18.93	0.11	7.24	0.09	0.60
11	协 <sub>s</sub> -73*	硬绿泥石板岩 chlortiod slate	60.30	0.64	18.78	4.01	1.45	—	1.34
12	协 <sub>s</sub> -99*	硬绿泥石千枚岩 chlortiod phyllite	57.48	0.90	21.23	5.36	3.56	0.10	1.09
13	协 <sub>s</sub> -100*	硬绿泥石千枚岩 chlortiod phyllite	60.18	0.51	19.03	7.93	0.57	0.01	1.14
14	X-34*	硬绿泥石千枚岩 chlortiod phyllite	49.16	0.05	24.23	3.05	7.09	0.19	1.52