

地质矿产部青藏高原地质文集编委会

56.5626
03725



青藏高原地质文集

13



地质出版社

5626

25

青藏高原地质文集

(13)

“三江”岩石

“三江”专著编辑委员会编

地质出版社

青藏高原地质文集

(13)

“三江”岩石

“三江”专著编辑委员会编

责任编辑：周自隆

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·各地新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₁₆印张：13³/₄字数：328,000

1983年3月北京第一版·1983年3月北京第一次印刷

印数：1-2,500册 定价：2.70元

统一书号：15038·新932

目 录

1. 临沧混合杂岩的基本特征与成因探讨·····	熊家镛 林尧明 章胜荣 (1)
2. 澜沧江南段双变质带的初步确定·····	彭兴阶 罗万林 (21)
3. 滇西某地区的花岗质混合伟晶岩及其含矿性·····	苏文宁 彭原斋 于树升 (31)
4. 川西某地花岗伟晶岩田及伟晶岩矿床构造的初步分析·····	韩同林 (41)
5. 云南腾冲新生代火山岩系的岩石特征·····	李兴林 (55)
6. 藏东川西地区岩浆活动的主要特征及其与板块构造、内生矿产的关系 ·····	侯立伟 付德明 戴丙春 肖 一 (69)
7. 藏东川西三叠系沉积相及其构造意义 ·····	胡世华 罗代锡 李开元 (107)
8. 玉树囊欠地区喜山期火山岩及火山活动分析 ·····	樊 华 吕惠庆 (129)
9. 下拉秀火山杂岩体的岩石学特征及火山构造初步分析 ·····	李上达 (141)
10. 云南西部澜沧江沿岸火山岩系地层层序及地质时代·····	林敏基 (151)
11. 西藏玉龙斑岩铜(钼)矿带含矿斑岩与非含矿斑岩的鉴别标志 ·····	芮宗瑶 黄崇珂 徐 珏 齐国明 (159)
12. 西藏丁青地区蛇绿岩——混杂岩的发现·····	郑一义 (177)
13. 怒江构造带超基性岩新知——一个完整的蛇绿岩套的确定 ·····	郑海翔 潘桂棠 徐跃荣 王培生 (191)
14. 西藏加多岭地区与铁矿床有关的火山岩及玢岩岩石特征初析 ·····	杜心范 文洪安 (201)

CONTRIBUTION TO THE GEOLOGY OF THE QINGHAI-XIZANG (TIBET) PLATEAU

Contents

1. A Preliminary Study on the Genesis and the Basic Characteristics of the
Lincang Migmatic Complex.....Xiong Jiayong, Lin Yaoming, Qin Shengrong (18)
2. A Preliminary Identification of the paired Metamorphic Zones in the Southern
Segment of Lancang Jiang..... Peng Xingjie, Luo Wanlin (30)
3. Granitic Mixed Pegmatite and its Mineralization in an Area of West Yunnan
.....Su Wenning, Peng Houzhai, Yu Shusheng (39)
4. Primary Analysis of the Structures of Grano-pegmatite Field and Pegmatite
Deposits in an area of West Sichuan..... Han Tonglin (52)
5. The Petrological Characteristics of Cenozoic Volcanic Rocks Series in
Tengchong Area, Yunnan province..... Li Xinglin (65)
6. The Principal Characteristics of Magmatic Activity in Eastern Xizang and
Western Sichuan and their Relationship with Plate Tectonics and Endogenic
Ore Deposits.....Hou Liwei, Fu Deming, Dai Bingchun, Xiao Yi (104)
7. Triassic Sedimentary Facies in East Xizang-West Sichuan and their Tectonic
Significance..... Hu Shihua, Luo Daixi, Li Kaiyuan (128)
8. A Preliminary Analysis of Himalayan Volcanic Rock Series and its Activity,
Nangqen District, Yushu County.....Fan Hua, Lu Huiqing (140)
9. The Structural Character and Mineralization of the Volcanic Rock Complex
in Xialaxiu District, Qinghai Province..... Li Shangda (148)
10. The Volcanic Rock Sequence and its Geolodical Age Along the Bank of
Lancang Jiang, West Yunnan.....Lin Minji (158)
11. On Some Criteria for the Discrimination between Ore-bearing Porphyries
and Barren Porphyries.....Rui Zongyao, Huang Chongke, Xu Jue, Qi Guoming (172)
12. Discovery of an Ophiolite-Melang Association in Denqen Area, Xizang
(Tibet)..... Zhang Yiyi (187)
13. Some New Information about the Ultramafics along Nu Jiang Tectonic Belt
.....A Complete Ophiolite Suite
.....Zheng Haixiang, Pan Guitang, Xu Yaorong, Wang Peisheng (197)
14. A Preliminary Analysis of Characteristic Features Iron Ores of Volcanics
and Porphyrites Associated with Jiaduoling Area, Xizang
.....Du Xifan, Wen Hongan (213)

临沧混合杂岩的基本特征与成因探讨

熊家镛 林尧明 覃胜荣

(云南省地质局区域地质调查队)

一、前言

临沧混合杂岩系指出露于澜沧江深断裂西侧的一套花岗质岩石。它呈近南北向长条状展布,北起云县,向南经临沧止于勐海,长370公里,宽一般18—36公里,分布面积达11,000平方公里。对这一套花岗质岩石,长期以来一直认为是一个酸性侵入岩基。1966年起笔者在参加1:20万区调工作中,通过野外调查与室内综合研究,并分析利用前人资料,所获得的成果表明:这一套花岗质岩石是受深断裂控制的强烈混合岩化所形成的由混合花岗岩、混合岩和区域变质岩所组成的混合杂岩带。为了说明这一问题,本文将以此混合杂岩带中段的资料为主,重点讨论它的基本特征与成因。

二、基本特征

(一) 空间分布

临沧混合杂岩的空间分布(图1),明显受澜沧江深断裂的控制,杂岩带只出露于该断裂之西侧,呈狭长带状展布。根据混合岩化程度的差异所形成的岩石组合,可划分为四个岩带:即区域变质岩带、条带状混合岩带、花岗质混合岩带、混合花岗岩带。后两带是该混合杂岩的主体,前人所称“临沧岩体”或“临沧花岗岩”即指这两部分岩石。从图1中可以看出,上述四个岩带在平面上的分布有着明显的规律性:在大部分地区,都是以混合花岗岩为中心,向两侧依次出现花岗质混合岩带、条带状混合岩带和区域变质岩带。只有杂岩带西侧的局部地段,条带状混合岩带发育不好,花岗质混合岩带的岩石直接与区域变质岩相接触。各岩带多呈长条状,总的展布方向与区域构造线一致。

杂岩带中部的实测剖面(图2),该剖面上混合花岗岩两次出现,明显是两个混合岩化中心,向两侧依次排布着花岗质混合岩带、条带状混合岩带和区域变质岩带。各带之间均为渐变过渡关系。从区域变质岩到混合花岗岩,岩石的变化表现为浅色矿物逐渐增多,暗色矿物逐渐减少。各带在空间上的展布规律反映了混合岩化程度由浅到深的渐进发展过程。在混合花岗岩与花岗质混合岩中,特别是后者中,常见明显的片麻状构造,这些定向构造显示了原岩的构造特征,说明这些花岗质岩石是原地通过局部重熔交代作用形成的。

(二) 岩石特征

组成临沧混合杂岩的岩石类型甚多,变化复杂。现按混合岩化程度及岩石组合特征所划分的四个岩带,将岩石特征叙述于后。

1.区域变质岩带 本带由一套未经受混合岩化作用的区域变质岩组成,分布于杂岩带的边部及中部的局部地段。主要岩石类型为黑云变粒岩、角闪变粒岩、角闪岩、黑云片岩、二云片岩、黑云斜长片麻岩等,以变粒岩最为常见。各类岩石一般色暗,呈灰至深灰色,细至中粒状,粒径1~3毫米。普遍具鳞片花岗变晶结构,鳞片变晶结构,变余砂状、粉砂状结构,柱状花岗变晶结构。片麻状、片状等定向构造发育。常见变质矿物为黑云母、斜长石、角闪石,局部出现石榴石、堇青石、十字石、矽线石。黑云母均呈细小鳞片集合体出现,并大致定向分布。多色性为Ng红棕色、Np浅黄色。斜长石在各岩石中的含量普遍较高,一般达30—40%。为基性更长石或中长石。环带不发育,多呈等轴粒状或砂屑状出现。

2.条带状混合岩带 本带是区域变质岩与花岗质混合岩之间的过渡性岩石带。在空间上出现于两者之间(图1、2)。主要见于杂岩带的边缘,其它地段局部亦有存在。一般宽2—4公里。由局部混合岩化区域变质岩、条带状混合岩及少量角砾状混合岩组成。与区域变质岩带之间,以出现浅色脉体而划分。岩石的混合岩化现象表现为数量不一、厚薄不等、形状各异的浅色脉的出现,基体中可见较明显的钾钠交代现象。这些浅色脉体多呈细脉状、断续条带、豆荚状顺片麻理大致平引分布(图版I—1),脉宽一般为4—12厘米,少数达0.5—1米。沿走向可出现分叉、增厚、变窄或尖灭等现象。少量浅色脉体呈云朵状、团块状或其它不规则形态

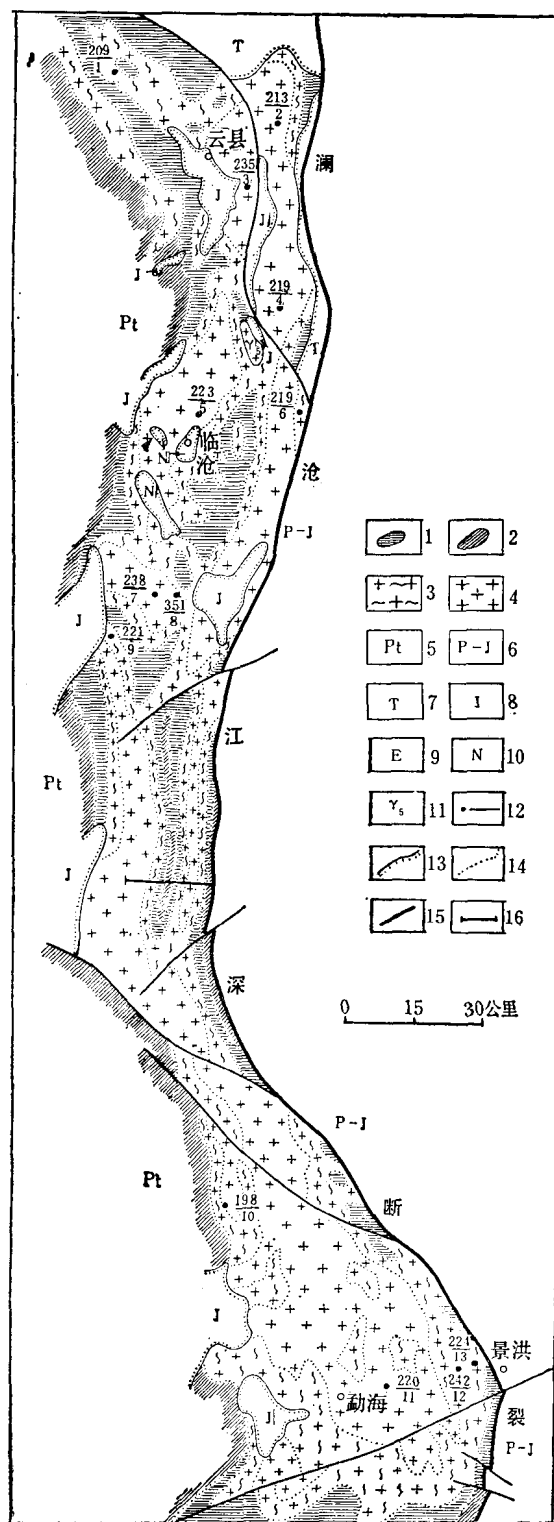


图1 临沧混合杂岩分布图

1—区域变质带; 2—条带状混合岩; 3—花岗质混合岩带; 4—混合花岗岩带; 5—元古界变质岩; 6—二叠—侏罗系; 7—三叠系; 8—侏罗系; 9—下第三系; 10—上第三系; 11—燕山期花岗岩; 12—同位素年龄样品采集地(年龄值/编号); 13—不整合界线; 14—渐变界线; 15—断层; 16—剖面位置

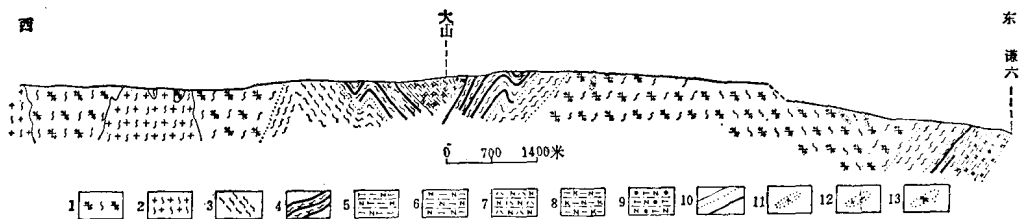


图 2 澜沧大山—谦六混合杂岩剖面
(位置见图 1)

1—中粗粒混合花岗岩；2—细粒半原地混合花岗岩；3—花岗质混合岩带；4—条带状混合岩带；5—堇青石黑云斜长变粒岩；6—黑云斜长变粒岩；7—角闪石变粒岩；8—黑云二长变粒岩；9—石榴石堇青石变粒岩；10—地质界线、断层；11—变质砂岩残留体；12—花岗岩长质包体；13—黑云斜长花岗质包体

出现。与基体界线一般清晰，接触边缘为锯齿状，少数为渐变关系。脉体占岩石的比例从 5—40% 不等，多构成条带状混合岩或局部混合岩化区域变质岩。局部地段脉体沿岩石之节理、裂隙不规则分布，构成角砾状混合岩。

浅色脉体的岩石特征如表 1。脉体中之黑云母，仍为细小鳞片集合体，呈小团块或断续线痕定向分布。其定向方位与两侧基体中之片麻理一致，明显是基体被交代的残留。较大脉体中，有时可见小块片麻岩、变粒岩之残留体。整个脉体中交代结构发育，说明脉体的形成主要是重熔交代、分异作用的结果。至于少量角砾状混合岩中的脉体，注入成因可能是主要的。

浅色脉体岩石特征表

表 1

脉体名称	主要矿物成分及含量(体积%)				变质结构构造	交代结构构造
	斜长石	钾长石	黑云母	石英		
花岗质混合岩	30—35 (中长石多)	25—30	5—10 (少量白云母)	25—30	花岗变晶结构，鳞片花岗变晶结构，局部变余砂状结构	斜长石斑块状构造，交代蚕蚀结构，蠕英结构
片麻状混合岩	≥50 (基更—中长石)	15—30	<10	20	鳞片花岗变晶结构，片麻状构造	斜长石斑块状构造，熔蚀交代结构、净边结构
二长花岗质混合岩	30—35 (更长石)	30	5—10	30	鳞片花岗变晶结构，局部变余砂状结构，条痕—片麻状结构	斜长石斑块状构造，蠕英结构，交代熔蚀结构，穿孔结构，反条纹结构

3. 花岗质混合岩带 本带岩石均经受了较强烈的混合岩化作用，脉体与基体已难以区分。该带出现于条带状混合岩带的内缘，是临沧混合杂岩带内分布较广泛的岩带。常见岩石类型有均质混合岩、阴影混合岩、花岗质混合岩、条痕状混合岩等。局部出现变斑状花岗质混合岩。各类岩石的基本特征如表 2。表中所列各类岩石在该带内分布的共同特征是：岩石向均化方向发展，脉体与基体的界线已基本消失，暗色组分减少，颜色变浅，一般均为浅灰色。但岩石结构仍不均匀，粒度较细，一般为 1—3 毫米，少数达 5 毫米。常可见鳞片花岗变晶结构、花岗变晶结构与变余砂状结构在薄片的同时出现(图版 I—2)。岩石中可见大小不一，各种成分的区域变质岩(片麻岩、浅粒岩、角闪岩等)残留体(图版 I—3)，残留体中的定向构造与混合岩中的定向构造明显一致。在临沧那招公社花岗质

混合岩中有较大的石英岩残留体，其清晰之层理与区域构造线相一致。部分地段，花岗质混合岩亦显示清晰的层状构造。

花岗质混合岩带各类岩石特征表

表 2

岩石类型	主要矿物成分及含量(体积%)				变质结构构造	交代结构构造
	斜长石	钾长石	黑云母	石英		
阴影混合岩	35—50 (更中长石)	10—20	5—10	35	鳞片花岗变晶结构，花岗变晶结构，条痕—线痕状构造	交代蚕蚀结构、净边结构
条痕状混合岩	35—40 (更中长石)	35—40	5—7	20—25	鳞片花岗变晶结构，不等粒变晶结构，细条痕构造	斜长石斑块状构造，交代蚕蚀结构
均质混合岩	25—52 (更中长石)	5—35	5—15	25—30	花岗变晶结构，细粒花岗结构，线痕状、片麻状构造	交代蚕蚀结构、反条纹结构
花岗质混合岩	25—60 (更中长石)	10—45	5—15	20—30	鳞片花岗变晶结构，向半自形结构过渡，块状构造局部条痕状构造	斜长石斑块状构造、交代蚕蚀结构、蠕英结构、反条纹结构

岩石中的黑云母亦为细鳞片状集合体，多色性一般为 Ng 红棕色、 Np 浅黄色，部分 Ng 深褐色， Np 浅棕色。往往呈残影状、条痕状或线痕状构造定向分布，使岩石显片麻状构造、条痕状构造（图版 I—4）、线痕状构造或阴影状构造。部分地段黑云母线痕的规则分布，显示出原岩的斜层理（图版 I—5）。这些定向构造在较大范围内连续一致，说明这些岩石是在原地被改造而形成。

岩石中的斜长石为更中长石（ An_{20-40} ），可见连续环带、重复环带和不连续环带。钠长石双晶发育。核部中长石与其外侧更长石环带之间，蚀变程度不一、消光方位不同，以及更长石交代核部中长石等现象，说明它们是两个世代的产物。核部中长石是基体中被交代的残留，更长石为混合岩化过程中所新生。

岩石中钾、钠交代现象显著，普遍可见交代蚕蚀结构、穿孔交代结构、反条纹结构、交代斑状结构、净边结构及蠕英结构等。

除上述黑云母、斜长石等交代残留矿物外，局部还可见基青石、石榴石、矽线石、十字石等典型区域变质矿物的残留。

4. 混合花岗岩带 本带组成岩石是混合岩化作用最高阶段的产物，均趋于匀化，而具有一般花岗岩的基本特征，从外貌上不易与岩浆结晶的花岗岩相区分。按其产状特征可将其划分为原地型混合花岗岩与半原地型混合花岗岩两类。

（1）原地型混合花岗岩分布广泛，是该岩带的主体，也是临沧混合杂岩的主要组成部分。从花岗质混合岩带，通过岩石均匀化程度的增高、粒度变粗、钾长石变斑晶的普遍出现，过渡为本带。常见岩石类型有中粒—中粗粒斑状黑云二长混合花岗岩、混合花岗闪长岩、混合斜长花岗岩、混合花岗岩，以斑状黑云二长混合花岗岩最为常见。岩石特征如表 3。这些岩石呈浅灰色，中粒至中粗粒，粒径 $> 2-5$ 毫米，变斑状构造发育，总的成

分接近二长花岗岩。由于岩石匀化程度较高、粒度比较均匀，从外貌上与岩浆凝结的花岗岩极为相似。但岩石中钾长石和斜长石含量因地而异，变化甚大，且无规律可循，划分不出岩相带。结构构造变化亦较复杂，普遍为向半自形粒状过渡的鳞片花岗变晶结构，局部仍可见小范围的变余砂状结构，在有些地段，可见小块的斜长片麻岩、石英岩、变质石英砂岩的残留体，其长轴方向与岩石的定向构造相一致，局部还有堇青石（图版Ⅰ—6）、石榴石、矽线石等区域变质矿物的残留，整个岩石中钾钠交代现象发育，普遍可见交代蚕蚀、交代穿孔、反条纹、交代蠕英、净边、硅质反应边等结构。

混合花岗岩带各类岩石特征表 表 3

岩石类型	主要矿物成分及含量(体积%)				变质结构构造	交代结构构造
	斜长石	钾长石	黑云母	石英		
混合斜长花岗岩	50—60 (更中长石)	0—10	10—20 (白云母化)	20—25	鳞片粒状变晶向半自形结构过渡，局部条痕状构造	斜长石斑块状构造
混合花岗闪长岩	44—55 (更中长石)	10—15	10—15 (少量白云母)	20—30	鳞片粒状变晶向半自形结构过渡，局部变余砂状结构、花岗结构、局部似斑状结构，条痕状构造、块状构造	斜长石斑块状构造，蚕蚀交代结构、蠕英结构、反条纹结构
混合花岗岩	30—35 (更中长石)	30—35	7—15	25—30	鳞片粒状变晶向半自形结构过渡、中粒花岗结构、块状构造	斜长石斑块状构造，熔蚀交代、穿孔交代结构
中粒—中粗粒 (斑状)黑云二长 混合花岗岩	35—45 (更中长石)	15—25 (包括钾长石斑晶在内)	10	25—30	似斑状结构、鳞片粒状变晶向半自形结构过渡、半自形柱粒状结构、局部变余砂状结构、块状构造	斜长石斑块状构造，蚕蚀交代结构、蠕英结构、净边结构、穿孔结构、反条纹结构

岩石中的黑云母含量一般为10%。仍呈鳞片变晶集合体以胶结物状出现，并往往可见黑云母聚集成斑点，断续条痕不均匀分布。多色性多为Ng；红棕色，Np；淡黄—浅棕色，部分为Ng；棕褐色，Np；浅棕色。前者与区域变质岩中黑云母的多色性一致。

钾长石均为微斜长石，具格子双晶。部分呈长板状、椭圆状变斑晶出现，并包裹有较多的黑云母、斜长石、石英。包裹物被交代改造明显（图版Ⅱ—1、2）。

斜长石为更中长石(An15—40)，多呈不规则外形，并可见交代残留及交代穿孔结构。具连续环带或重复环带。核部为中长石(An37—40)，环带由更长石(An15—30)组成（图版Ⅱ—3）。内核部分明显受环带部分熔蚀交代（图版Ⅱ—4），且两者消光方位不一，说明岩石中的斜长石存在着两个世代。

上述特征说明，在形成这些花岗质岩石的过程中，并未达到物质均一化，致使有较多的基体矿物的残留。结合该带岩石在空间分布上与区域构造线相一致、与花岗质混合岩呈渐变过渡关系、无热力变质带等特征的综合分析，这些岩石无疑应是临沧混合杂岩的一部分。

(2) 半原地混合花岗岩 系指出露于原地型混合花岗岩中的一些细粒黑云母混合花

美 1 1 1

表 4

是

(三) 岩石化学特征

根据1:20万区域地质调查在临沧混合杂岩带内所获得的大量岩石全分析资料,我们将该杂岩带分北段、中段、南段分别进行了总结,在每段内按前述四个岩带分别计算了岩石化学成分的平均值,同时计算了尼格里参数值。其数值见表5。从表5可见,由于原岩成分和混合岩化程度的不同,各带岩石化学特征都存在着一定的差异,但这种变化有着明显的规律。即由区域变质岩带一条带状混合岩带—花岗质混合岩带—混合花岗岩带,岩石中碱质组分逐渐增加,基性组分逐渐降低。不管是杂岩带北段,还是中段、南段都是如此。这种变化在化学成分上表现为 SiO_2 、 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含量增加, $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ 、 MgO 含量渐次减少;在参数值上表现为 Si 、 $\text{alk}(\text{K}+\text{Na})$ 值逐渐变大, fm 值逐渐变小。这种变化在参数曲线图上(图3)反映得更为清楚,即 Si 、 $\text{alk}(\text{K}+\text{Na})$ 曲线逐渐上升, fm 、 Ca 曲线逐渐下降。这充分说明混合岩化作用由弱—强的过程,是一个碱性组分带入、基性组分带出的过程。从表5、图3中还可以看出:碱质含量随硅质组分的变化而变化,两者成正比关系,钙铝组分随硅质组分的增加而减少,两者成反比关系。碱质组分中,从区域变质岩带一条带状混合岩带,钠质明显增加,钾质增加甚微;而由条带状混合岩带—花岗质混合岩带—混合花岗岩带,则钾质明显增加,钠质增加甚微,甚至有减少的趋势。说明混合岩化的初期阶段以钠化为主,而后期则逐渐转变为以钾化为主。

上述这些特征,说明临沧混合岩杂岩的四个岩带在化学特征上既有差别又有着密切的联系,它们是一个不可分割的整体。

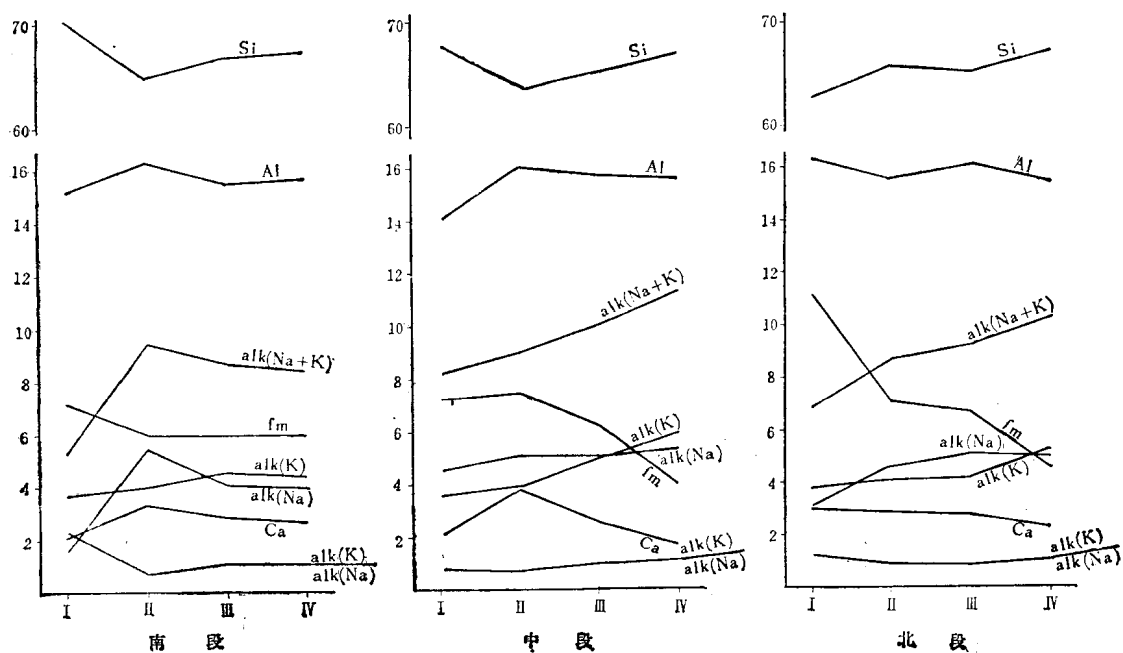


图3 临沧杂岩带各带化学成分主要参数变化曲线

I—区域变质岩带, II—一条带状混合岩带, III—花岗质混合岩带, IV—混合花岗岩带

(四) 副矿物特征

临沧混合杂岩各岩带的副矿物组合及平均含量见表6。区域变质岩带中共见副矿物24种,平均为16种。大多属石榴石—磷灰石型,常见且含量较多的副矿物有石榴石、磷灰

临沧混合杂岩各岩带化学成分平均值及尼格里参数

表 5

岩带	样品数	氧 化 物 成 分 含 量 (%)											参 数									
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼失	总量	alk (K)	alk (Na)	alk(K) + alk(Na)	alk(K) /alk(Na)	Si	Al	fm	Ca
北 段	混合花岗岩带	29	70.53	0.31	13.87	0.77	2.84	0.05	1.21	2.21	2.71	4.62	0.12	0.55	100.15	5.3	5.0	1.06	67.3	15.5	4.6	2.3
	花岗岩质混合岩带	7	68.23	0.48	14.36	1.03	3.9	0.06	2.04	2.78	2.75	3.53	0.13	0.90	100.15	4.2	5.1	0.82	65.1	16.1	6.7	2.8
	条带状混合岩带	7	68.11	0.51	14.11	1.14	4.02	0.03	2.08	2.75	2.51	3.41	0.20	0.85	99.69	4.1	4.6	0.89	65.7	15.6	7.1	2.9
	区域变质岩带	3	64.23	0.77	14.42	1.78	5.76	0.13	3.56	2.93	1.71	3.06	0.12	1.15	99.62	3.8	3.1	1.23	62.6	16.3	11.2	3.0
中 段	混合花岗岩带	7	70.0	0.41	14.12	0.88	2.27	0.04	1.04	1.70	2.87	4.85	0.08	1.39	99.67	6.0	5.4	1.11	67.2	15.7	4.0	1.7
	花岗岩质混合岩带	2	68.68	0.58	14.36	0.53	3.79	0.05	2.07	2.55	2.8	4.03	0.1	1.25	100.73	5.0	5.1	0.98	65.2	15.8	6.3	2.6
	条带状混合岩带	2	65.7	0.75	14.33	1.00	4.73	0.05	2.07	3.63	2.68	3.22	0.16	1.14	99.51	3.9	5.1	0.76	63.6	16.1	7.5	3.8
	区域变质岩带	1	70.46	0.5	12.43	1.09	4.54	0.09	1.91	2.09	2.51	2.90	0.18	1.93	100.63	3.6	4.6	0.78	68.3	14.1	7.2	2.2
南 段	混合花岗岩带	12	69.63	0.27	13.85	1.09	3.38	0.07	1.66	2.58	2.18	3.64	0.13	1.02	99.47	4.4	4.0	1.1	67.2	15.7	6.0	2.7
	花岗岩质混合岩带	4	69.04	0.52	13.70	0.92	3.72	0.08	1.64	2.80	2.24	3.76	0.22	0.85	99.51	4.6	4.1	1.12	66.9	15.5	6.0	2.9
	条带状混合岩带	1	67.87	0.50	14.60	0.37	4.19	0	1.85	3.34	3.03	3.34	0.09			4.0	5.5	0.73	64.8	16.3	6.0	3.4
	区域变质岩带	1	69.32	0.20	12.93	2.28	4.24	0.15	1.22	1.89	0.84	2.92	0.40	2.64	99.03	3.7	1.6	5.3	70.2	15.2	7.2	2.1

说明：北段资料据1/20万景谷幅，中段资料据1/20万思茅幅，南段资料据1/20万景洪幅及1/20万勐海幅拟编。

石、黄铁矿、锆石、赤铁矿、褐铁矿、磷钇矿，仅在个别样品中含较多的绿帘石、磁黄铁矿、磁铁矿。单个样品中副矿物含量为0.15~12.53克/10公斤，本岩带副矿物平均总含量4.85克/10公斤。

临沧混合杂岩各带副矿物组合及平均含量表

表 6

副矿物名称	区域变质岩带	混合岩带	混合花岗岩带	副矿物名称	区域变质岩带	混合岩带	混合花岗岩带
磁铁矿	0.11	0.02	++	辉钼矿	+	+	++
赤褐铁矿	0.25	0.44	0.46	黄铜矿	(+)	+	+
钛铁矿	0.01	0.14	0.59	方铅矿	(++)	(+)	(+)
金红石	+	+	+	电气石	+	0.06	0.01
锐钛矿	+	+	+	硬锰矿	++	0.02	0.03
白钛矿	+	+	0.03	白钨矿	+	0.02	+
榍石		+++	(+++)	锡石		(+)	+
绿帘石	0.75	0.14	0.22	品质铀矿	(+++)	++	++
石榴石	1.24	+++	0.06	钽石	(+)	++	++
褐帘石	0.03	0.74	0.12	刚玉		(+)	(+)
独居石	0.04	0.14	0.28	菱铁矿		(+)	(+)
磷钇矿	0.14		0.01	泡铋矿			(+)
锆石	0.25	0.94	0.88	孔雀石			(+)
磷灰石	1.17	1.87	4.06	样品数	6	10	15
磁黄铁矿	0.33	1.07	0.31	各岩带副矿物种数	24	27	30
黄铁矿	0.53	0.56	0.68	平均种数	16	17.7	17.1
毒砂	(+++)	0.75	0.18	各岩带副矿物平均含量	4.85	6.91	7.92

单位：克/10公斤 +++ <0.1克—101颗 ++ 100颗—11颗 + 10颗—1颗 () 个别样品中含有。

混合岩带（包括条带状混合岩带及花岗质混合岩带），共见 27 种副矿物，平均 17.7 种。多属磷灰石—锆石型，常见且含量较多的副矿物有磷灰石、锆石、褐帘石、黄铁矿、赤铁矿、褐铁矿、钛铁矿、独居石，仅在个别样品中含较多的磁黄铁矿、毒砂、绿帘石。单个样品中副矿物含量为0.68~21.17克/10公斤，平均含量 6.91克/10 公斤。与区域变质岩带中副矿物比较：①副矿物种类增加了三种，其中锡石、刚玉、榍石及菱铁矿为新出现的副矿物，而磷钇矿消失。②平均含量从4.85克/10公斤增加到6.91克/10公斤。增加较多的有钛铁矿、褐帘石、锆石、赤铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿、独居石、毒砂、电气石、白钨矿。③铁钛矿物中磁铁矿减少，钛铁矿却增加14倍，说明钛铁矿多形成于混合岩化阶段；榍石为新出现的副矿物。④锆石含量增加了近三倍，说明在混合岩化过程中有较多的新生锆石生成。⑤钨锡钼矿物含量都有所增加，白钨矿增加倍数较多，而锡石为新出现的，但含量极微。⑥多金属硫化物矿物的含量都有所增加。⑦挥发分矿物中的电气石增加。⑧含磷矿物中的磷灰石、独居石含量增加，而磷钇矿消失。

混合花岗岩带中共见30种副矿物，平均17.1种，多属磷灰石—锆石型。常见且含量较多的副矿物有磷灰石、锆石、黄铁矿、钛铁矿、赤铁矿、褐铁矿、独居石，仅在个别样品中含较多的磁黄铁矿、绿帘石、褐帘石。单个样品中副矿物含量从 0.8~34.67克/10 公斤，平均含量 7.92 克/10 公斤。与混合带比较：①副矿物种类增加了三种。②平均含量从6.91克/10公斤增加到7.92克/10公斤。③铁钛矿物中的磁铁矿继续降低，钛铁矿继续增加，少数样品中钛铁矿含量很高，形成钛铁矿—磷灰石—锆石型。④钨锡钼矿物中的辉钼

矿、锡石略有增加；而白钨矿减少。⑤挥发分矿物的电气石减少。⑥从区域变质岩带至混合花岗岩带，随着混合岩化程度的加强，磁铁矿含量递减；而钛铁矿、硬锰矿、独居石、磷灰石、锡石、褐铁矿递增。⑦随着混合岩化程度的加强，副矿物种类，平均含量递增。

需要提及的是，在同一岩带内所采的不同样品，其副矿物成分变化较大，这与原岩成分、交代方式及强烈程度等有关。

对各岩带中的主要副矿物锆石、磷灰石、电气石、独居石作了较详细的研究，其特征如下：

锆石 是各岩带中普遍出现且含量较多的一种副矿物，单个样品中含量从0.02~2.92克/10公斤，并随着混合岩化作用的开始，其含量有明显的增加。经分析鉴定，可将锆石

三期锆石特征对比表

表 7

主要特征		继承锆石	主 期 锆 石	后 期 锆 石
颜 色		浅紫色 浅紫玫瑰色 浅棕褐色	浅玫瑰色、浅黄褐—浅棕褐—浅褐棕色(用HCl煮后变为浅玫瑰色，少数为浅棕色)	浅棕褐—浅褐棕—棕色(其中褐色调均因铁染引起，用HCl煮后可消除)
透 明 度		透明—半透明	透 明	半透明—微透明
光 泽		毛玻璃状光泽	金刚光泽	弱金刚光泽—脂肪光泽
主 要 晶 形		见图4：1、2	见图4：3、4、5、6、7、8、9，不同岩石中锆石的主要晶形不同，随着Q,AR值递增由{110}发育过渡到{100}发育的聚形晶	见图4：10、11、12(多数样品主要晶形)、13、14、15、16(少数样品主要晶形)
粒 度	平均长 ($\bar{x}$)mm	同主期锆石或略小	0.12—0.21	较同一样品中的主期锆石大一些，且常被破碎，故难以测定
	平均宽 ($\bar{y}$)mm		0.05—0.10	
	平 均 长/宽 $\bar{x}/\bar{y}$		2.00—2.70	
萤 光 性 及 灯 下 发 光 性 量	矿 物 发 光 性		脏黄色萤光	微弱脏黄色—不发萤光
	NaF球 珠发 光 性		亮白色—稍带绿黄色的亮白色萤光	中—强绿黄色萤光
	含 铪 量		低	高
含 及 次 生 包 裹 体 情 况 变 化		滚圆麻粒状	(1)常见含浑圆状—细柱状—细针状早世代锆石色体及气、液和黑云母色体 (2)一般样品中仅见到几颗至百余颗，锆石具蚀痕，个别样品达 $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ 以上 (3)偶见再生现象及平行连晶	由于透明度较差，含色体情况不易观察，此种锆石往往具较多裂纹，常见次生似晶体化薄膜，偶见再生现象
含 量 (克/10公斤)		一般样品中只见到几颗，个别样品稍多或缺失	0.02—2.92	一般样品中只见到几十颗至百余颗，少数样品中占锆石总量的10—20%

分为继承锆石、主期锆石、后期锆石等三期，各期锆石的特征见表7。各期锆石的含量随混合岩化程度的加强而呈规律性的增减。继承锆石，系指岩石中存在的毛玻璃状滚圆锆石，一般认为是原岩（沉积岩）保留下来的，其含量随着混合岩化程度的加强而减少。一般样品中只见到几颗，区域变质岩样品中稍多，而混合花岗岩带样品中较少或消失，这种继承锆石在各岩带中保留及偶见有以它为核心的再生重结晶现象（图版Ⅱ—5），也为本区岩石成因提供了一点依据。主期锆石在各岩带的锆石中都占主要地位，它的晶形特征，同生成时介质的物理—化学环境有着密切关系。总的来说，随着介质的酸碱度的增高，锆



图4 三期锆石主要晶形素描

1~2—继承锆石；3~9—主期锆石；10~16—后期锆石

石晶体的柱面由{110}发育为主，逐渐过渡到以{100}发育为主，复正方双锥面{311}，由发育至中等发育，至发育差，直至消失。后期锆石在一般样品中只见到几十颗至几百余颗，但混合花岗岩中少数样品的后期锆石可占

锆石总量的10~20%。此外，锆石晶形统计结果表明，该混合杂岩中各种锆石晶形频率值相对较同种岩浆岩分散、晶形复杂多样。

磷灰石 也是各岩带中普遍出现而含量较多的一种副矿物，其含量随混合岩化程度的加强而增加。多呈无色至白色，或因不均匀铁染而呈浅黄至浅黄褐色。透明，玻璃光泽，呈六方柱状、棱状或浑圆粒状，各岩带样品中磷灰石晶面常具蚀痕或晶棱浑圆。

电气石 虽在各岩带中普遍出现，但含量一般都极少。尽管如此，通常还可以分为烟灰褐色、烟灰黑色具自形至半自形、透明至半透明的电气石及毛玻璃状滚圆电气石。前者是区域变质或混合岩化不同阶段的产物，而后者则是原岩（沉积岩）中特有的继承电气石（图版Ⅱ—6）。

独居石 普遍出现于各岩带中，虽含量较低，但随着混合岩化程度的加强而递增。它呈浅绿黄色，常因不均匀铁染而呈红褐至褐红色，透明至半透明至微透明，毛玻璃至油脂光泽，透明的晶面呈玻璃光泽，矿物呈板柱状或米粒状，个别样品中见有少量鼓状麻粒状独居石。

三、成因探讨

这一套花岗质岩石的成因，本文认为是变质成因的混合杂岩。依据是：

1. 和谐的空间关系。无论在整个杂岩带的范围内，或在一条路线剖面上，都可以见到区域变质岩、混合岩、混合花岗岩三者都随着混合岩化程度的加深而有规律地出现。它们的分布明显受区域构造的控制，并与区域构造相一致。

2. 各岩带之间成明显的过渡关系。从矿物成分到结构、构造的变化，既表现出对原岩特征一定的继承性，又有明显的新生性。这种变化是一个逐渐变化的过程，因而在野外和室内都无法准确确定各带之间分界的具体位置。

3. 从区域变质岩—混合花岗岩带，岩石化学特征的变化，表现为碱质组分的逐渐升高，铁镁组分的逐渐降低。这种变化与混合岩化作用的强度相呼应，也是一个逐渐变化的

过程。

4. 副矿物组合简单, 含量甚低, 以普遍含有较丰富的钛铁矿、磷灰石、锆石、独居石、磷钇矿、黄铁矿为特征。锆石明显有三个世代, 清楚地反映了岩石形成过程中随着混合岩化作用强度的变化而出现的对原岩的继承与新环境下的新生。

5. 花岗质混合岩带与混合花岗岩带的组成岩石, 虽然匀化程度甚高, 但仍可见一定数量的区域变质岩特征的残留:

①可见数量不一, 大小不等的区域变质岩的残留体, 它们在岩石中不显示经过位移的特征;

②岩石中的黑云母仍为细粒鳞片集合体, 并往往呈胶结物状态出现。多色性与区域变质岩中的黑云母一致, 分布不均匀, 并出现黑云母斑点、条痕、线痕与阴影, 有的显示原岩的斜层理;

③鳞片花岗变晶结构与变余砂状结构的存在;

④比较典型的区域变质生成的矿物如堇青石、石榴石、矽线石等的残留;

6. 花岗质混合岩与混合花岗岩带的组成岩石, 结构不均匀, 矿物成分变化大, 无法进行相带划分。无热力变质作用带出现。

7. 岩石中碱长石的三斜度与三斜有序度反映出多为低正微长石—中正微长石, 少量为低微斜长石。碱长石中钠长石含量多在15%以内, 说明其较低的形成温度; 用巴尔特法得出的杂岩形成温度为425~550°C。

8. 范承均等的资料(1981), 在杂岩带南段景洪至勐海一线所采七个全岩同位素样品的Rb、Sr测定结果, 其铷、锶内部等时线皆可获得相同的年龄数值。但 $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 和 $\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 值在坐标图中无线性关系, 呈散点分布; 内部等时线所获得的 $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初始值为0.7211~0.7277。

9. 条带状混合岩带—混合花岗岩带的岩石交代结构发育, 普遍可见交代蚕蚀、交代穿孔、反条纹、交代斑状、净边、蠕英结构等。

上述特征所反映的事实是: 这些岩石的形成, 并未达到成岩物质的均一化, 更未形成重熔岩浆。而是在区域变质作用的基础上, 地壳内部热流继续升高, 造成局部重熔的环境, 促使原岩中低熔组分发生重熔, 并出现变晶生长、碱质交代, 使原岩受到不同程度的改造。由于温度、压力条件的差异, 重熔与交代程度的不同, 新形成的岩石成分极不均匀, 结构则多种多样。这些变化是在原岩的固体状态或局部熔融状态下的结晶与交代, 因而新形成岩石的结构、构造、矿物成分等都或多或少地保留着原岩的某些特征。这些变化是在原地进行的, 因而这些岩石的构造显示出与区域构造的一致性。在这种环境下形成的岩石, 不受岩浆物理化学平衡条件的制约, 所以出现了不少典型区域变质矿物, 特别是各带岩石在空间上的规律分布, 矿物成分、化学成分、副矿物成分及结构、构造上的有规律变化及紧密联系, 碱质交代的普遍发育, 低温微斜长石的广泛存在等, 都是混合岩化成因的有力证据, 也是用岩浆凝结成因所难以解释的。这就是我们认为这一套花岗质岩石是变质成因的混合杂岩的主要理由。临沧混合杂岩的出现, 明显受澜沧江深断裂的制约, 是一个比较典型的带状混合杂岩。