第21卷 第1期 桂 林 工 学 院 学 报 Vol.21 No.1
2001年1月 JOURNAL OF GUILIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY Jan. 2001

文章编号：1006－544X(2001)01－0052－06

混合岩建造的大地构造类型及其对比

尹意求

（桂林矿产地质研究院，广西桂林 541004）

摘 要：混合岩建造按其形成的不同大地构造环境，可划分为2个大地构造类型：地洼型混合岩建造和地台型混合岩建造。地洼型混合岩建造具有独特的大地构造属性，明显不同于地槽型混合岩建造，这主要表现在：(1) 产出于后地台块断造山带的大地构造环境，限于规模较大的线性断裂带之内；(2) 具有独特的由变质岩－混合岩－花岗岩呈三位一体的组合建造系列，在混合岩中存在高温低压相系的矿物组合。

关键词：混合岩建造；地洼型混合岩建造；地槽型混合岩建造；鉴别标志

中图分类号：P588.36；P547 文献标识码：A①

混合岩建造是指在一定大地构造环境中，以一定的原岩建造为物质基础，通过多种混合岩化作用机制形成的混合岩类的自然共生组合。在有关地洼区各种地质建造的研究和论述中，地洼型混合岩建造是一个尚未作过深入、系统研究的新领域。前人大量研究成果已证实：在华南地区发育有与早古生代地槽褶皱造山带无成因联系的混合岩建造，它们出现于中生代后地台发展阶段，严格受控于断裂构造，呈线性展布。莫柱荪最早注意到这种混合岩建造产出的特殊地质构造条件，并提出了“断裂变质作用”的概念[1,2]；著名的变质岩石学家程裕琪将这类混合岩的形成划分为断裂带混合岩化作用，以区别于区域性混合岩化作用和边缘混合岩化作用[3,4]；陈国达则根据它们形成于后地台活化区的大地构造特殊背景，列为地洼型变质作用的产物[5]。

1 混合岩建造的大地构造类型划分

由于受传统的大地构造理论（地槽－地台说，地台－地槽说，多轮回说等）的束缚，人们普遍认为地槽区是唯一的活动区，地台区是唯一的“稳定”区，因此，混合岩化作用和花岗岩化作用仅与地槽褶皱造山运动有必然的成因联系，并将其成因与地槽沉积物的拗陷深度联系起来，这样混合岩建造只存在一种大地构造类型，即地槽型混合岩建造。这种理论的优点在于把区域变质作用、混合岩化作用和花岗岩化作用与地壳构造运动结合起来，并合理地解释了在地槽区中混合岩建造的空间分布规律及其与地槽演化的关系。但是这种观点很难解释出现在后地台活化阶段（即地洼区）严格受断裂控制的变质作用、混合岩化作用和花岗岩化作用。其一，在地洼发展阶段，地壳以总体强烈差异抬升运动为构造背景，已上升为陆地，根本没有地槽沉积物，因而也不存在地槽褶皱造山作用；其二，在地洼发展阶段，变质作用和混合岩化作用形成深度较浅。众所周知，地洼学说的创立冲破了长期以来认为地壳构造单元只有地槽区和地台区的传统观念，从而阐明了地壳的动“定”转化递进说。从历史大地构造学的角度，地洼学说认为活动区和“稳定”区是多种类型的，前者有地盆区、地槽区、地洼区等，后者有原始构造区、地原区、地台区等。所以，

① 收稿日期：2000－10－09
基金项目：国家重点黄金地质科技攻关项目（90051－05(01)－06）资助
作者简介：尹意求（1963－），男，湖南新化人，教授级高级工程师，理学博士，大地构造与岩石学专业。

根据混合岩建造与地壳“动”定转化、递进发展的演化关系，混合岩建造的大地构造类型不可能是唯一的，而是多种多样的，混合岩建造的演化历史也不可能是地槽型混合岩建造的简单重复，而必然是不断向前发展的递进演化过程[6]。由此可见，混合岩建造至少可划分为 2 个大地构造类型：地洼型混合岩建造和地槽型混合岩建造。此外，还存在前地槽型混合岩建造，但由于其大地构造属性的类型划分尚待研究，因此，暂不考虑。地洼型混合岩建造是指在地洼发展阶段中，由于地洼块断造山运动导致的断裂带混合岩化作用所形成的混合岩建造；地槽型混合岩建造是指在地槽发展阶段，由于地槽褶皱造山运动导致的区域性混合岩化作用所形成的混合岩建造。

2　实例分析

2．1　地槽型混合岩建造研究实例

桂东南天堂山－隆盛加里东期地槽型混合岩建造位于博白－岑溪断裂之东侧，罗定－广宁断裂以南，呈面型穹隆状，分布面积约 3 000 km^2，受褶皱构造控制，褶皱构造轴向为北东向（图 1）。变质作用和混合岩化作用与褶皱构造变形基本同步，混合岩和混合花岗岩是在区域变质岩的基础上，经过区域性混合岩化作用进一步改造形成的。

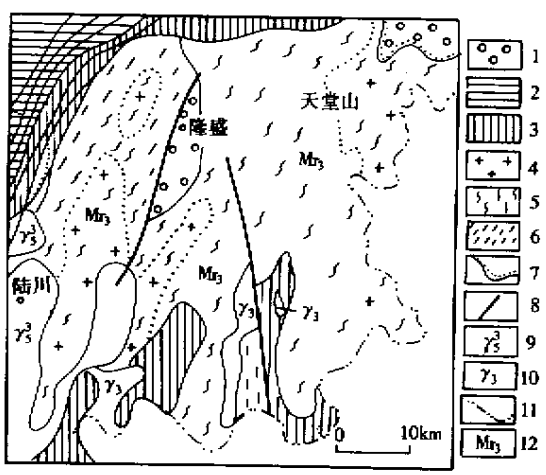


图 1　桂东南天堂山－隆盛加里东期地槽型混合岩建造地质图

Fig．1　Geologic sketch map of the Caledonian geosyncline type migmatite formation in the Tiantangshan－Longsheng，the east－south of Guangxi

1—地洼构造层；2—地台构造层；3—地槽构造层；4—地槽混合花岗岩；5—地槽混合岩；6—地槽变质岩；7—不整合界面；8—断层；9—燕山期地洼花岗岩；10—加里东期地槽花岗岩；11—省界；12—加里东期地槽型混合岩建造

地层越老，其变质程度和混合岩化程度一般较深。混合花岗岩常沿复背斜构造的核部展布，混合岩的分布面积较大，变质岩则分布于向斜构造部位，或呈残留体产于混合岩中。混合岩的片麻理一般发生强烈的塑性（或粘性）褶皱变形。

变质岩类型主要有板岩、千枚岩、片岩、片麻岩和变粒岩等，变质岩沿走向变化较小，矿物共生组合比较稳定，可划分为 2 个变质相：绿片岩相和角闪岩相，前者可分为白云母带和黑云母带，后者可划分为蓝晶石带和硅线石带，其主要的矿物共生组合类型有（图 2）：

(1) 白云母（或绢云母）＋石英＋钠长石
(2) 白云母＋钾长石＋石英＋斜长石
(3) 白云母＋黑云母＋钾长石＋石英
(4) 白云母＋蓝晶石＋石英＋斜长石
(5) 白云母＋蓝晶石＋黑云母＋石英
(6) 十字石＋白云母＋黑云母＋石英＋斜长石
(7) 铁铝榴石＋白云母＋黑云母＋石英＋斜长石
(8) 普通角闪石＋白云母＋黑云母＋石英＋斜长石
(9) 钙铝榴石＋阳起石＋石英＋斜长石
(10) 硅线石＋白云母＋黑云母＋石英
(11) 硅线石＋斜长石＋白云母＋黑云母＋石英
(12) 硅线石＋堇青石＋斜长石＋白云母＋黑云母＋石英

由此可知，天堂山—隆盛地区的变质岩矿物组合类型与苏格兰高地的巴罗式中压型相似，具有中压型变质相系特征。

相同原岩的混合岩化程度主要受控于原岩所处的构造部位，由背斜轴部往两翼混合岩化程度逐渐递减，总体上依次出现均质混合岩、阴影状混合岩、眼球状混合岩、条痕状混合岩、条纹、条带状混合岩和混合岩化变质岩等。

2．2　地洼型混合岩建造研究实例

闽东南长乐－南澳（简称长澳）燕山期地洼型混合岩建造位于闽浙地洼系福州地穹列与海峡地洼列的过渡带，沿长乐－南澳断裂带呈北东向线性分布，其空间分布范围北起马祖，向南经晋江、东山，延入广东南澳，长约 400 km，宽约 38～58 km（图 3）。它产于地洼构造层中，其原岩建造为陆相地洼型中酸性火山岩沉积建造[7～9]，含中生代植物化石，火山岩的同位素年龄为 165～177.7 Ma，混合岩的同位素年龄为 95.0～109.2

Ma[10,11]，因此，长澳地洼型混合岩建造形成于地洼发展阶段的激烈期。

对其大地构造属性，虽然各家的命名有所不同，但其实质是认为与地槽造山期后发展，特别是断裂活动有关，王德滋称之为断裂（块断造山）区域变质类型，以区别于地槽型混合岩建造[12]。笔者根据陈国达的论述[13]，认为它形成于地洼构造环境，属于地洼型混合岩建造，其主要依据是：①在地槽发展阶段之后，该区经历了相当长时间的地台发展阶段，断块造山发生在后地台阶段，与地槽造山带无必然的联系，是后地台造山运动的产物；②其原岩建造为上三叠统—侏罗纪地洼型中酸性陆相火山岩建造，这种发生于后地台的陆相火山喷发，与地槽沉降阶段发生的中基性海相火山喷发有显著的差异；③在区域上，相同层位的地洼火山沉积岩大部分没有发生变质作用，这与地槽褶皱造山的区域变质作用也明显不同；④中生代以来的火山喷发、岩浆活动、变质作用以及新构造运动等都明显受断裂构造控制。

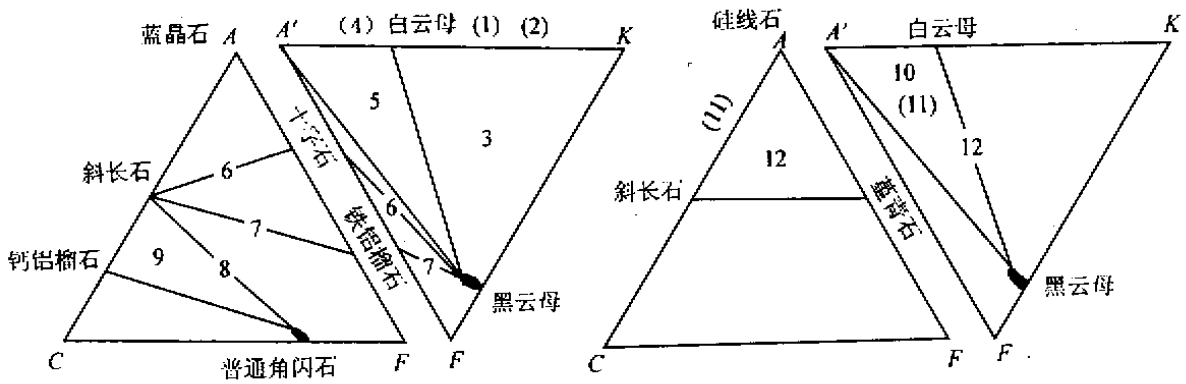


图 2 桂东南天堂山－隆盛加里东期地槽型变质岩带的 *ACF* 和 *A′KF* 图解

Fig. 2 *ACF* and *A′KF* map of the Caledonian geosyncline type metamorphic rock belt in the Tiantangshan – Longsheng, the east – south of Guangxi

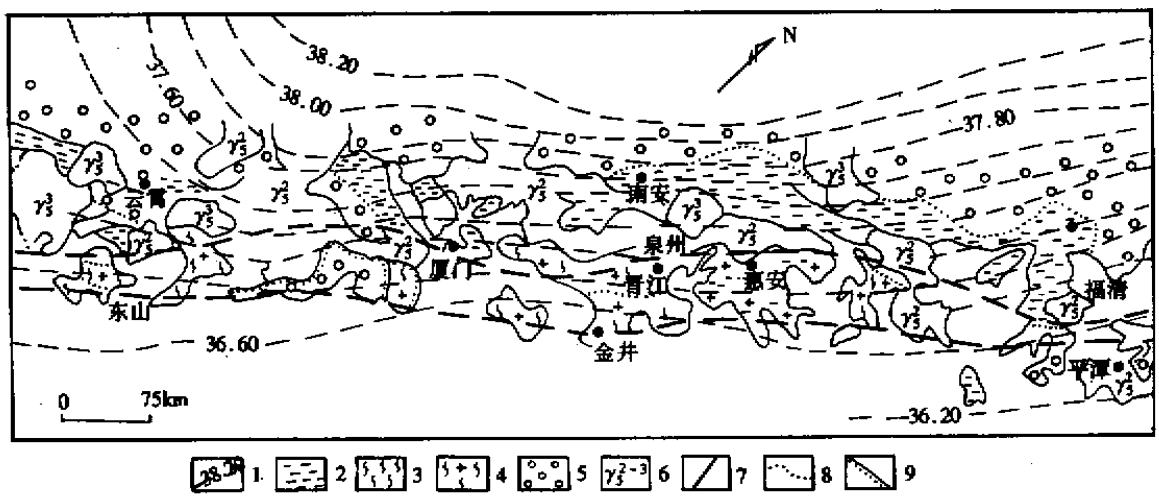


图 3 闽东南沿海长乐—南澳中生代地洼型混合岩建造的空间分布图

Fig. 3 Sketch map showing distribution of the Mesozoic Diwa type migmatite formation in the Changle – Nanao, the east – south of Fujian

1—地壳等厚线；2—片理化地洼变质火山岩；3—地洼混合岩；4—地洼混合花岗岩；5—未变质地洼构造层；6—燕山期地洼花岗岩；7—断裂构造；8—岩性分界面；9—不整合面

主要的变质岩类型有片理化流纹岩、凝灰岩、英安岩、变质砂岩、粉砂岩及变质页岩、千枚岩、云母片岩、云母石英片岩、变粒岩及浅粒岩等。该地洼型混合岩建造的西北侧变质程度较浅，原岩面貌基本可辨，而其东南侧变质程度较深，出现了红柱石、硅线石等低压型特征变质矿物[14]，并大体上可划分出绿片岩相和角闪岩相，其主要的矿物共生组合有（图 4）：

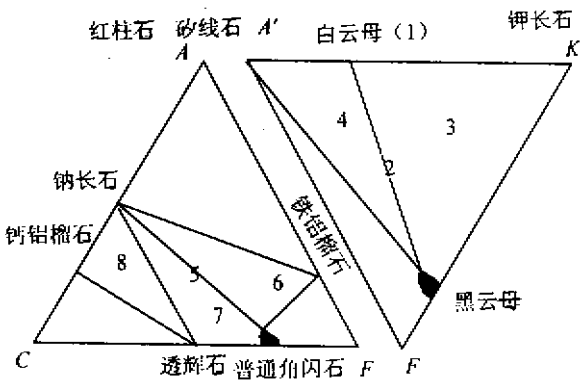


图 4　闽东南沿海中生代地洼型变质岩带的 *ACF* 和 *A′KF* 图解

Fig. 4　*ACF* and *A′KF* map of the Mesozoic Diwa type metamorphic rock belt in the east – south of Fujian

(1) 绢云母 + 石英
(2) 黑云母 + 白云母 + 石英
(3) 白云母 + 黑云母 + 钾长石 + 石英 + 斜长石
(4) 白云母 + 黑云母 + 红柱石 + 石英 + （硅线石）
(5) 普通角闪石 + 绿帘石 + 斜长石 + 黑云母 + 石英
(6) 普通角闪石 + 铁铝榴石 + 斜长石 + 石英
(7) 普通角闪石 + 斜长石 + 透辉石 + 钾长石 + 石英
(8) 透辉石 + 斜长石 + 钙铝榴石 + 石英

地洼块断造山变质作用不受地层层位控制，常见变质岩片理切过层理而与断裂带产状一致，从绿片岩相到角闪岩相带的变质相带横向变化较窄，突变性较大，显示出急剧的地热变化特点，据剖面上各个等变质距离及所代表的温度粗略估算，可达 50 ℃/km[15]，属低压型变质相系[16]。

地洼型混合岩建造的混合岩化程度主要受断裂构造控制，其条纹状、条痕状及片麻状构造与断裂带方向大体一致，沿断裂带走向混合岩化程度变化不大，而在垂直断裂带剖面上混合岩化程度突变明显，从外至内总体上依次出现混合岩化黑云角闪斜长变粒岩类、混合岩化黑云斜长变粒岩类、混合岩化二长浅粒岩类、混合岩化钾长浅粒岩类、条纹状条痕状混合岩、片麻状黑云斜长混合岩、片麻状黑云二长混合岩、片麻状浅色二长混合岩、片麻状细粒混合岩及变斑状二长混合花岗岩等。

3　地洼型混合岩建造的鉴别标志

地洼型混合岩建造的主要特征及其直接鉴别标志可初步总结为：①受断裂构造控制，呈线性分布；②原岩建造类型多样，除地槽沉积变质建造之外，还有地台沉积建造、地洼沉积建造以及地槽混合岩建造等；③混合岩与狭窄的中高级变质岩带呈渐变过渡关系，其等变线与断裂构造平行，有时混合岩直接与绿片岩相变质岩接触；④混合岩及其共生地质体的同位素年龄值与区域地洼发展阶段相对应；⑤混合岩的造岩矿物普遍具有较强的构造变形现象，其中片麻状定向构造发育，片麻理方向与断裂构造一致，并发育有各种断裂构造岩，一般从早期的糜棱岩类向晚期的碎裂岩和构造角砾岩演化；⑥混合岩中广泛出现红柱石、堇青石、硅线石等高温低压变质矿物。

此外还存在 5 个间接鉴别标志：①控制混合岩建造的断裂构造切割地洼构造层或地台构造层，并发生了断裂变质现象；②在混合岩建造附近的地洼沉积物中，出现花岗岩岩脉、硅化蚀变等现象；③控制混合岩建造的断裂构造，同时也控制了区域上的地洼沉积建造、地洼岩浆建造以及地洼火山建造等；④控制地洼型混合岩建造的断裂构造带，其新构造运动表现明显；⑤地洼型混合岩建造的分布范围与现代大地热流异常区、重力异常梯级带等相对应。

在表 1 中归纳了地洼型混合岩建造的基本特征及其与地槽型混合岩建造的区别。

4　结论

(1) 地洼型混合岩建造具有一系列独有的地质特征，明显不同于地槽型混合岩建造，这些差异反映了二者不同的大地构造环境及其形成的物理化学条件，有着重要的大地构造意义。

(2) 地洼型混合岩建造主要受块断造山带的边缘断裂构造控制，形成于沿岩石圈高渗透断裂

表 1 地洼型混合岩建造的基本特征及其与地槽型混合岩建造的对比表（以东南地洼区为例）

Table 1 Synthetic contrast between the Diwa type migmatite formation and the geosyncline migmatite formation

	地洼型混合岩建造	地槽型混合岩建造
大地构造环境	形成于后地台（地洼）阶段，为块断造山活动的产物	形成于地槽发展阶段，为地槽褶皱造山运动的产物
混合岩化作用类型	断裂带混合岩化作用	区域性混合岩化作用
产出地质特征	呈带状线性分布，与低压型变质岩和岩浆高侵位分异型或交代重熔型花岗岩共生	呈面状穹隆分布，与高级中压型变质岩和交代或岩浆型花岗岩共生
构造特征	受断裂构造控制，与脆－韧性剪切带伴生，剪切应变发育，以简单剪切变形为主，片麻理延伸较平直，并与断裂构造方向一致	受褶皱构造（复背斜）控制，粘性褶皱发育，以纯剪切变形为主，片麻理弯曲褶皱强烈，且无固定的延伸方向
岩石学特征	常见红柱石、堇青石、硅线石等低压相系变质矿物，交代结构、压碎结构及应变现象发育，一般可见部分混合岩、眼球片麻状混合岩等	常见蓝晶石、十字石、硅线石等中压相系变质矿物，交代结构发育，一般为部分混合岩、条带状混合岩、条纹状混合岩、阴影状混合岩等
岩石化学特征	原岩建造类型多样，混合岩与混合流动体的岩石地球化学差异变化较大	原岩建造类型单一，混合岩与混合流动体的岩石地球化学具亲缘关系
物理化学环境	形成深度较浅，为相对开放系统，有深部物质混入，以垂向物质迁移为主	形成深度较大，为相对开放系统，以侧向物质迁移为主
与沉积建造关系	与地洼沉积建造为同生关系，可以发育于地槽构造层、地台构造层以及地洼构造层中	与地槽沉积建造为同生关系，只发育于前地槽构造层和地槽构造层中，而与地台构造层和地洼构造层必为沉积不整合接触关系
含矿性	含矿性相对较好，特别是金、银、铜矿产，此外还有铅、锌、钨、锡、钼、锑等矿产，主要为多因复成矿床	含矿性相对较差，有小规模的铁、铜、铅、锌、金、稀土矿、滑石矿等矿产，大多为沉积变质型矿床

构造带，局部性带状热流汇聚增大的相对开放的地质环境，有深部物质（部分为上地幔物质）混入，物质迁移方向具有垂向性和单向性，即从深部向浅部沿断裂构造迁移，而侧向物质迁移不明显。因此，它与区域变质岩无关，且不同于在区域性热流增大的相对封闭环境下形成的地槽型混合岩建造。

（3）地洼型混合岩建造通常存在低压型变质相系的变质矿物组合，造岩矿物应变现象普遍，断裂构造岩发育，并从早期的糜棱岩类（韧性变形）向晚期的碎裂岩、构造角砾岩（脆性变形）演化，反映了形成于深度较浅的高热流异常带和高应变异常带、且地壳总体强烈差异抬升的地洼构造背景。

本文为博士论文的一部分，是在导师陈国达教授和袁奎荣教授精心指导下完成的，在研究过程中得到了杨心宜研究员的帮助和鼓励，在此一并致谢。

参考文献：

[1] 莫柱荪．试论两广地区中生代断裂变质带［A］．中国地质学会第二十二届学术年会论文集［C］．北京：中国地质学会，1963．

[2] 莫柱荪．论断裂变质作用［J］．中国区域地质，1982，(5)

[3] 程裕琪．关于混合岩和混合岩化作用的一些问题——对半个世纪以来某些基本认识回顾［J］．中国地质科学院院报，1987，(16)：5～19．

[4] Cheng Y C．The geology of China［M］．Oxford：Oxford Univ．Press，1986．210～233．

[5] 陈国达．中国大地构造概要［M］．北京：地震出版社，1977

[6] 尹意求．混合岩建造递进演化的自然辩证法问题［J］．地学探索，1991，(4)：77～80

[7] 俞鸿年，牟维熹，马瑞士，等．福建东南沿海断裂（块断造山）区域变质带岩石学特征及其构造控制［J］．南京大学学报（自然科学），1982，(2)：461～477．

[8] 孙鼐，王德滋，曾佳宏，等．中国东南沿海中生代火山岩的混合岩化、花岗岩化作用的研究（以福建省晋江、东山地区为例）［A］．徐克勤．南京大学：花岗岩地质与成矿关系（国际学术会议论文集）［C］．南京：江苏科技出版社，1983．204～214．

[9] 李根坤，林文生，李昌泽，等．福建沿海中生代变质岩

带的混合岩化作用特征［J］. 中国区域地质，1987，(1)：15～25.

[10] Jahn B M. Mesozoic thermal events in south－east China［J］. Nature，1974，248：481～483.

[11] Jahn B M. Rb－Sr ages of granitic rocks in south－eastern China and their tectonic significance［J］. Bull. Geol. Soc. Am. 1976，87：763～776.

[12] 王德滋，马瑞士，王赐银，等. 断裂区域变质作用与混合岩化作用、花岗岩化作用研究［J］. 南京大学学报（自然科学），1985，21（3）：537～544.

[13] 陈国达. 中国地台“活化区”的实例并着重讨论华夏古陆问题［J］. 地质学报，1956，36（3）：239～271.

[14] 林文生. 福建沿海中生代区域变质岩中红柱石、硅线石的形成及其地质意义［J］. 岩矿测试，1982，1（4）52～56.

[15] 李根坤，李昌泽. 福建沿海中生代变质带的变质作用特征［J］. 中国区域地质. 1983，(3)：78～89.

[16] 都城秋穗. 变质作用与变质带［M］. 北京：地质出版社，1972.

The tectonic types of migmatite formation and their contrast

YIN Yi-qiu

(*Guilin Reseach Institute of Geology for Mineral Resources*，*Guilin* 541004，*China*)

Abstract：The migmatite formations are devided into the geosyncline type migmatite formation and the Diwa type migmatite formation from the tectonic setting. The Diwa type migmatite formation posesses an independent tectonic property. It is obviously different in the two aspects from the geosyncline type migmatite formatin. (1) It was formed in the tectonic setting of the Diwa block－faulting orogenic belt after platform，and restricted to the big linear fault zone. (2) There is a distinctive association formation series that was three in one formed by the metamorphic rock，the migmatite and the granite，and there is a mineral association of the facies series of the high temperature and the low pressure in the migmatite.

Key words：migmatite formation；Diwa type migmatite formation；geosyncline type migmatite formation；distinguishing marks