

by a volcanic-sedimentary-metamorphic series of the spilite-keretophyre formation type, belonging to the low-temperature portion of medium-high pressure greenschist facies. Its U-Pb zircon apparent ages used average 969 m. y. and the Pb-Pb isochron age is 852 m. y., so it is inferred that the age of the Yingshan Group might corresponds to the Qingbaikouan period of the late Middle Proterozoic.

福建沿海中生代变质带的变质作用特征

李根坤 李昌泽 宋彩珍 林文生 郭烈光^①

(福建省地质局区域地质调查队)

福建沿海中生代变质带位于太平洋西岸,呈北东向狭长带状濒海展布。其范围,北起马祖,向南经晋江、东山,延入广东南澳,蜿蜒400公里,宽38—58公里。

对此变质带,地质界看法颇多,以前一般认为是古老的变质基底。1972年开始的福建沿海1:20万区调,初步查明其为一中生代变质带。在此基础上,我队变质岩专题组又对之作了调研,肯定并深化了以前的认识。本文是由专题报告有关部分汇集而成的,主要对变质作用本身的特征作一介绍。篇幅所限,与之有关的原岩恢复和混合岩化等问题只引用专题报告结论,未予详加论述。水平低,错误之处,请批评指正。工作期间,得到长春地质学院、南京大学地质系的协助,董申葆教授、孙鼎教授、沈其韩研究员和贺同兴副教授等亲临指导,使我们获益良多,在此谨致谢忱。

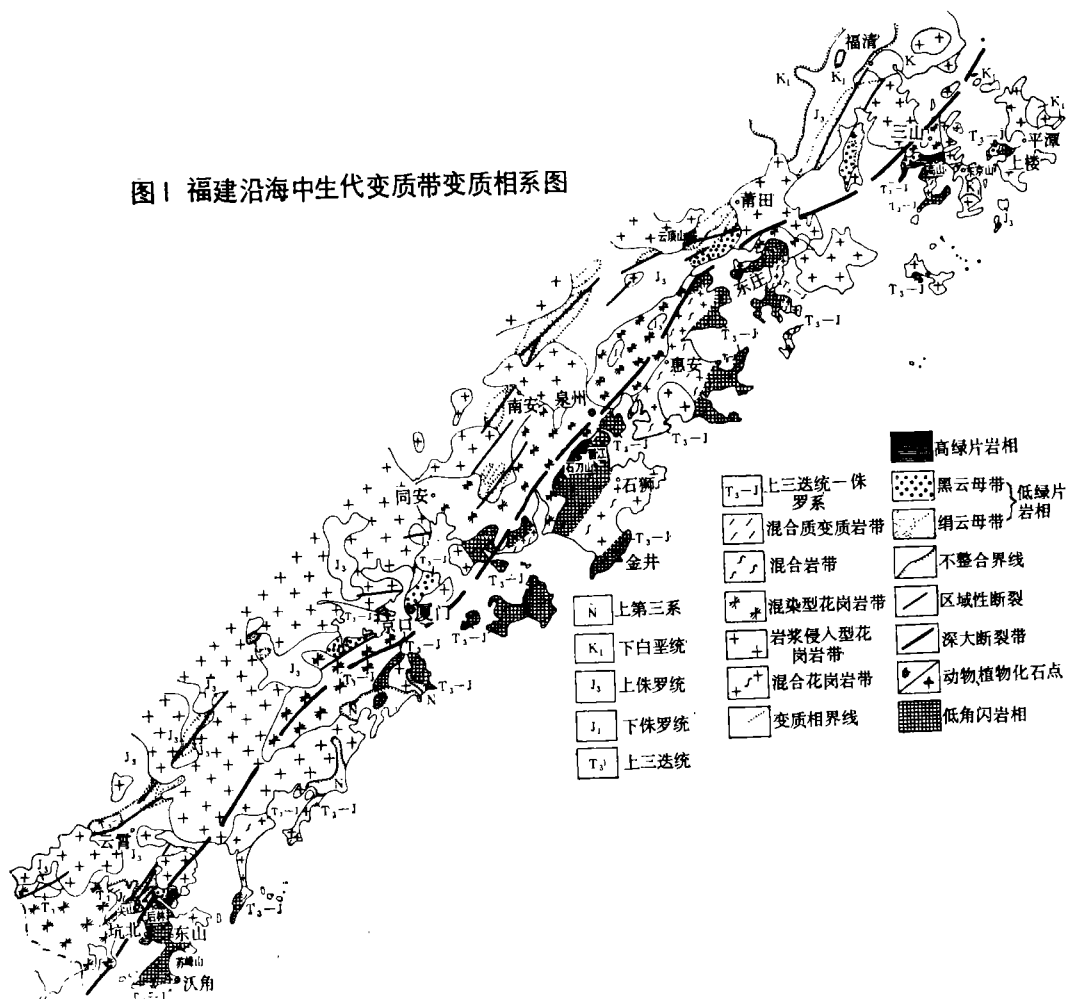
一、变质地层与原岩建造特征

变质带由上三叠—上侏罗统组成。根据变质岩石的自然组合、上下层序、化石和同位素年龄资料,并经恢复原岩后与同时代未变质地层进行对比,可将变质地层划分为如表1所示的七个地层单位。以长乐—南澳深大断裂带出露的主要位置为界,变质带西部与东部在原岩建造和变质程度等方面都存在明显差异,并有一定的变化规律。

变质带西部的上三叠—下侏罗统分布局限,仅见于云肖尖山和厦门京口。岩石组合特征及化石种属表明(表1),其应属陆相砂泥质建造,是上古生代隆起基础上所形成的断陷盆地沉积产物。上侏罗统是著名的闽浙火山岩带的一部分,具有从中性→酸性→中酸性的演化规律,属陆相中酸性火山岩建造。总体而言,西部地区岩石重结晶不强烈,原岩面貌基本可辨。泥质原岩只出现绢云母、石英等新生变晶,部分见黑云母雏晶。火山原岩一般亦

^① 先后参加本专题工作的尚有严炳铨、郑铁藩、陈铭泉、章金海、曹开芳、林训较和徐华等。

图1 福建沿海中生代变质带变质相系图



仅显示弱片理构造, 保留有完好的变余斑晶或晶屑。

变质带东部, 总体构成以梨山组下段为核部的复式背斜, 东山地区隆起较高, 核部为文宾山组上段。变质程度比西部明显加深, 以在云英片岩中出现红柱石、矽线石等矿物为特征。根据地质产状、岩石残余组构、化学成分和副矿物特征等方面资料综合分析, 上三叠一下侏罗统为一套沉积—火山沉积岩, 上侏罗统主要为火山沉积岩。就上侏罗统而言, 亦与西部一样, 显示出中→酸→中酸性的岩浆演化规律。地层厚度与西部相比明显增大, 总厚达9234米。岩相稳定, 呈带状与长乐—南澳深大断裂带平行展布。各种变质岩, 一方面具清晰的层状构造以及由不同粒度矿物所组成的韵律层理, 受混合岩化作用之后常呈“鱼群状”残留体产出, 形成特征的“鬼影”地层; 另一方面, 也保留着许多原岩的残余晶屑, 副矿物亦具结晶细小、晶面发育不等和形态多样的歪晶等火山岩型特征。上述岩性岩相方面的特点表明, 这是一套具有火山物质来源和沉积成因, 代表着急剧下沉、频繁振荡环境的陆缘拗陷火山复理石建造。

表 1 福建沿海中生代变质带地层划分对比表

系	统	组	段	代号	岩石组合	
					变质带西部	变质带东部
侏罗系	上统	南园组	c段	J _{3nc}	片理化英安岩、英安质晶屑凝灰熔岩和斜长流纹岩。厚度：1828米	黑云斜长（二长）变粒岩、含角闪浅粒岩、黑云浅粒岩，夹透辉二长变粒岩、红柱石英岩。可见变质火山岩残留体。混合岩化后成为条痕状混合岩，混合岩Rb-Sr 全岩同位素等时线年龄为 158.5 百万年。厚度：1900米
			b段	J _{3nb}	片理化流纹岩、流纹质晶屑凝灰熔岩夹凝灰岩厚度：2873米	钾长浅粒岩、二长浅粒岩和斜长浅粒岩、夹砂线石英片岩、含砂线绢云石英片岩，变质红柱黑云石英砂岩，并见片理化晶屑凝灰熔岩残留体。混合岩化后成为似文象混合岩。混合岩 Rb-Sr 全岩同位素等时线年龄为158.5±14.4百万年。厚度3100米
			a段	J _{3na}	片理化安山岩、英安岩和英安质晶屑凝灰熔岩，夹流纹质晶屑凝灰熔岩。厚度>310米	角闪斜长变粒岩、黑云角闪斜长变粒岩，黑云斜长变粒岩夹二长浅粒岩。混合岩化后成为片麻状混合岩。厚度：1078米
	下统	梨山组	长林组	J _{3c}	变质石英砂岩、粉砂岩互层、夹片理化凝灰岩。粉砂岩中采获叶肢介化石。厚度>255米	黑云斜长变粒岩、角闪斜长变粒岩、黑云二长变粒岩、含砂线绢云石英片岩、夹变质晶屑凝灰岩残留体。厚度>1250米
			上段	J _{1b}	变质细砂岩，粉砂岩和泥岩。厚度>83米	红柱砂线二云石英片岩、二云片岩、夹石墨二云石英片岩、二长浅粒岩厚度：554米
			下段	J _{1d}	变质石英砂岩、细砂岩、夹千枚岩和变质粉砂岩。千枚岩中采有 <i>Cladophlebis cf. fukjenensis</i> (福建枝脉蕨相似种)， <i>Podocarpites lanceolatus</i> (披针苏铁杉) 厚度：215米	黑云角闪斜长变粒岩、黑云二长变粒岩、钾长变粒岩、二长浅粒岩夹砂线二云石英片岩、砂线二云片岩。混合岩 Rb-Se 全岩同位素等时线年龄为175.4—198 百万年。厚度：1108米
三叠系	上统	文安山组	上段	T _{3wb}	千枚状泥岩和千枚岩，夹变质石英细砂岩及凝灰质细砂岩。变质泥岩中采有： <i>Nilssonina orientalis</i> , <i>Sagenopteris</i> sp. 厚度：392米	(砂线)二云片岩、(砂线)二云石英片岩、夹石墨二云片岩、黑斜长变粒岩和石英岩。石墨二云片岩中含： <i>Cyathidites minor</i> (小砂楔孢)。Rb-Sr 全岩同位素等时线年龄为202±21百万年。厚度：>499米

将南园组火山岩自东向西分为中级变质岩（变质带东部）、低级变质岩（变质带西部）和未变质岩石，分别进行K₂O+Na₂O、CaO对SiO₂投影，其钙碱指数都显示了大陆边缘火山岩的岩石化学特征，并有依上述次序，碱度渐次增加的趋势（图2）。

综上所述，变质带西部的原岩建造为陆相盆地砂泥质建造和中酸性火山岩建造，东部为大陆边缘拗陷火山复理石建造。这一分布特征表明，变质带在其起始阶段所处的地质构造环境，可能代表了中生代早中期的海陆过渡地带。长乐—南澳深大断裂带的主要位置三山—惠安—诏安一带可能相当于这一地质时期的海陆边界。有些研究者认为，我国东部中生代具有安第斯型大陆边缘的性质^[4]，这与福建的地质事实是相符的。需予着重指出，这种地质构造环境对于变质带的形成，无疑具有重要的决定意义。

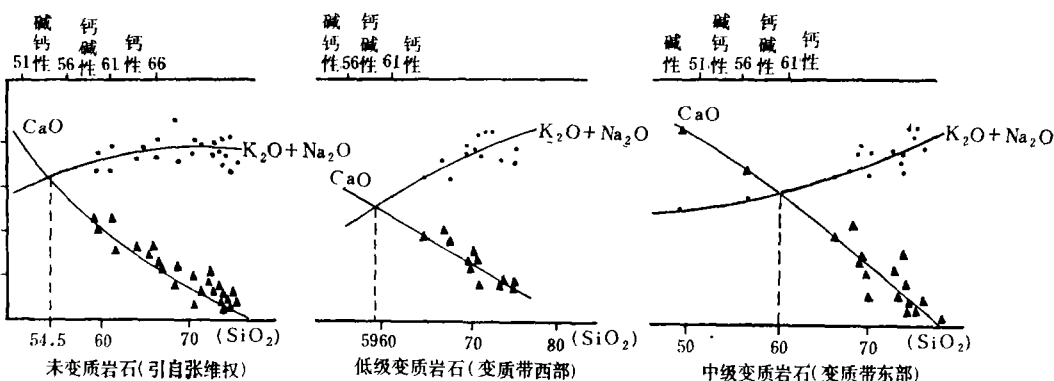


图2 上侏罗统南园组火山岩钙碱指数图

二、变质相的划分及其特征

变质相的划分是变质作用研究的重要环节，因为它形象地显示了变质地区热流分布的状况。根据中基性原岩和泥质原岩的矿物共生组合及其变化，并以本区大面积出露的中酸性原岩的变化特点作为参考，我们将本带划分为低绿片岩相、高绿片岩相和低角闪岩相等三个变质相（图3），它们均作北东向狭长带状平行展布，并依上述次序由西北向东南排列，显示出变质作用强度由陆至海加剧的变化趋势。

1. 低绿片岩相

见于变质带西部，沿福清、诏安一线的区域性断裂带断续分布，向西过渡为未变质岩石。岩石类型包括：千枚岩、变质砂岩以及片理化火山岩，以后者为主。千枚岩和片理化安山岩中出现有如下的矿物组合：

- (1) 绢云母 + 石英
- (2) 绢云母 + 石英 + 黑云母（雏晶）
- (3) 绿帘石 + 绿泥石 + 斜长石 + 石英

根据泥质原岩（千枚岩）中绢云母和雏晶黑云母的出现次序，本相尚可进一步划分为相应的两个矿物带，即绢云母带和雏晶黑云母带，它们各自具有不同的矿物组合（上述组合1和组合2）。同时，片理化酸性火山岩碎屑岩和熔岩的基质部分，重结晶后也有与泥质原岩相似的矿物组合出现，并在空间上具一致的变化规律。绢云母带分布于最西部，雏晶黑云母带在其东侧，二者或以未变质岩石相隔，或为连续过渡而呈清楚的前进矿物分带。

2. 高绿片岩相

分布于变质带东部向斜构造部位。在福清高山、东山后林两地与西侧的低绿片岩相相接。以宽度小、延伸短为特征。岩性包括角闪黑云斜长变粒岩、黑云浅粒岩和角闪浅粒

变质相	低绿片岩相	高绿片岩相	低角闪岩相
变质带	绢云母带	黑云母带	岩相
变质泥质岩	绢云母		
	黑云母	(雏晶)	
	白云母		
	红柱石		
	硅线石		
	铁铝榴石		
	斜长石		
	钾长石		
	石英		
变质中基性岩	绿帘石		
	绿帘石		
	黑云母		
	角闪石		
	铁铝榴石		
	透辉石		
	斜长石		
	钾长石		
	钙铝榴石		
	石英		

图3 福建沿海变质带矿物共生组合图

岩, 偶见绿帘绿泥角闪片岩, 原岩多为中—酸性火山沉积岩, 少数为基性岩, 未见泥质岩产出。本相以中基性原岩出现蓝绿色普通角闪石为标志, 绿帘石和绿泥石仍为稳定矿物。

主要组合有:

- (1) 普通角闪石 + 绿帘石 + 黑云母 + 斜长石 + 石英
- (2) 普通角闪石 + 绿帘石 + 斜长石 + 绿泥石 + 石英
- (3) 普通角闪石 + 绿帘石 + 斜长石 + 石英

3. 低角闪岩相

紧邻高绿片岩相东侧分布, 位置与复式背斜相当。从北而南连续展布, 是本带的主要变质相。岩石类型繁多, 包括: (黑云) 角闪斜长变粒岩、黑云斜长变粒岩、透辉二长变粒岩、钾长浅粒岩以及二云石英片岩、红柱(矽线)二云石英片岩等。矿物组合亦较前两个相变得丰富多彩, 主要有:

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

上述矿物组合及其相互关系可表示为 SiO_2 、 K_2O 过剩的ACF、 $\text{A}'\text{KF}$ 图解(图4)。

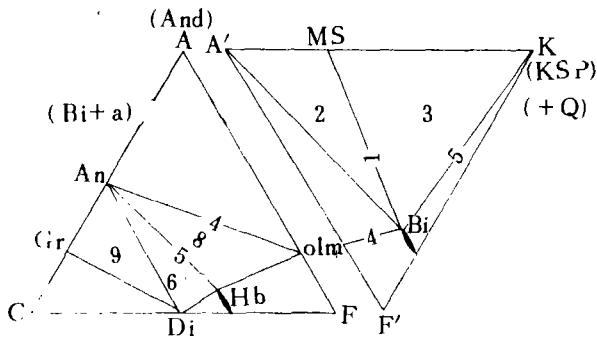


图4 福建沿海中生代变质带低角闪岩相 SiO_2 过剩的ACF、 $\text{A}'\text{KF}$ 图解

本相以中性原岩绿帘石的消失、透辉石的出现为标志。泥质原岩以红柱石的出现为标志, 它可能代表了本相的低温部分。泥质原岩中的黑云母, 折光率介于1.6413—1.6483之间, 以1.6463左右为主, 与日本领家带盐尻—高远地区的角闪岩相相近^[1]。本相中的矽线石, 主要产于二云石英片岩中, 呈淡褐色集合体, 有黑云母残余, 排列与片理一致。

一般而言, 矽线石的出现代表了

高角闪岩相的开始。但从上述矽线石的共生矿物看, 白云母仍然稳定, 同时未见正长石出现, 因而它显然不是白云母 + 石英 = 矽线石 + 正长石 + H_2O 的典型反应所形成, 而可能是由于介质条件的影响, 由黑云母转变而来。钦纳尔(Chinner)也曾指出, 黑云母晶体中形成矽线石是由于成核作用容易之故^[1]。基于上述, 我们认为, 这种矽线石虽然也是区域变质作用所形成的, 但温度并不一定达到高角闪岩相, 故在本区暂将之置于低角闪岩相, 其

P-T条件有待进一步探讨。

由于变质带从其孕育到形成的全过程中曾有多种地质作用相继发生,导致某些矿物具有多世代、多成因的特点,因而,利用这些矿物组合所划分的变质相是否正确反映本区全貌,尚需稍加说明。

首先是红柱石问题。此矿物除广泛产于低角闪岩相的泥质原岩中外,在低绿片岩相的片理化酸性火山岩中也是常见矿物,呈撕裂状,裂理与片理一致。共生矿物为白云母、绢云母和石英,以及少量金红石、电气石、明矾石和水铝石等。从产状和矿物组合可以看出,这种红柱石是火山喷发后的次生石英岩化作用所形成的,其后又经受了区域变质,故不能作为划分变质相的依据。

矽线石的成因更为复杂。除上所述,尚有三种类型。其一,产出于原岩为次生石英岩化火山岩的白云石英片岩中,与白云母、绢云母、叶腊石、石英及少量金红石共生,呈雏晶分布于绢云母和叶腊石集合体中。它是在温度压力不太高的条件下由后者转变而成的。其二,呈疙瘩状集合体产于钾长变粒岩或红柱石片岩中,基本保留红柱石外形。这种矽线石可能是在混合岩化过程中由红柱石变成的。其三,白云石英片岩中出现一种粗大柱状矽线石,与石英、白云母和少量黑云母共生,并横穿后者及另一种毛发状矽线石而过。在野外,白云石英片岩周围有大片混合花岗岩出露,故推测这种矽线石与混合花岗岩可能具有成因上的联系。由上可知,这三种成因的矽线石都不是区域变质作用阶段产物,在划分变质相均未予考虑,它们从低绿片岩相到低角闪岩相地区皆可出现。

三、变质相系和变质作用类型

一定的变质相系或变质作用类型,是由变质作用发生时的地质构造环境、原岩建造特征、变质相的组合和分布、特征矿物的种类以及岩浆活动的性质等方面的标志所共同决定的。其中,地质构造环境和原岩建造特征是所有标志的基础。在这些方面,本带具有如下特点:

1. 已如前述,本带孕育于安第斯型大陆边缘,是在活动的地质构造环境中形成的。其原岩,西部为陆相砂泥质建造和中酸性火山岩建造,东部则为陆缘拗陷火山复理石建造。

2. 变质相从低绿片岩相、高绿片岩相、到低角闪岩相连续变化,并呈带状展布,方向与大陆边缘一致;横向狭窄,显示出急剧的热流变化特点,据剖面上各个等变度距离及所代表的温度粗略估算,可达 $50^{\circ}/\text{KM}$ 。

3. 泥质原岩中,低压型矿物红柱石和矽线石广泛产出。

4. 混合岩发育,与变质岩具明显的继承关系,是区域变质作用后期热流进一步变化的结果。混合岩化强度常亦具长度大、宽度小的特征。

5. 花岗质岩石和钙碱性火山岩广布,与变质岩密切共生。花岗质岩石随时间变新、由海至陆成带分布(图1),依次为:混合花岗岩带、混染形花岗岩带和岩浆侵入型花岗岩带。

上述特点,共同表明本带具有较高的地热梯度,属低压型(红柱石—矽线石型)区域变质带,变质相组成了低压相系,其温度大致介于 400° — 600°C 之间,压力介于 2.2 —

5.2Kb之间(图5)。

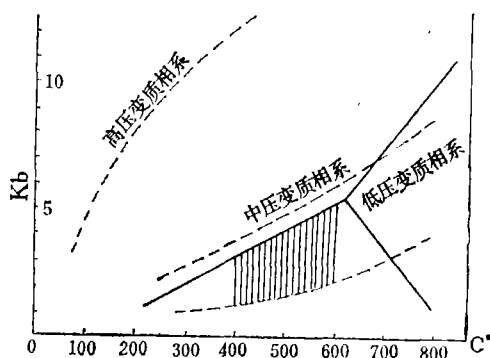


图 5 变质相系图

四、变质带的形成与构造活动的联系

本带是我国东部一个具有独特面貌的地质体。其沉积岩相、变质相和混合岩化强度带,与各种构造形迹之间(包括褶皱、断裂以及变质岩本身的线理面理),无不存在着和谐的空间关系,总体以北东向展布为特征,表明了变质带在其发生、发展和形成过程中是处在统一的热力场和应力场之中的。下面从这两种物理场的变化特点出发,探讨变质带的形成和构造活动所存在的密切联系。

从变质带本身构造看,可分为两个不同性质的构造区(图1、6)。变质带西部,为陆相盆地沉积和火山喷发;褶皱开阔平缓,往往以短轴褶皱形式沿走向相缀展布;断裂较为发育,形成从福清到云肖的区域性断裂带。变质带东部,为大陆边缘拗陷火山沉积;褶皱紧密,线状复式背斜伸驰不辍,产状东翼陡西翼缓,间或发生倒转;断裂密集,在背斜两翼也分别形成两个区域性断裂带。中间部分,是长乐—南澳深大断裂带出露的主要位置,混染型花岗岩侵入其中,构成巨大的同构造岩带。由此可见,变质带出露范围同时也是以长乐—南澳深大断裂带为中心的构造活动带,西部以断裂活动为主,东部则为强烈的褶断带。构造活动西弱东强。

变质作用与构造活动强度,具正消长关系。变质带西部,岩石仅遭受到低绿片岩相变质(仙游云顶山为低角闪岩相,成因后述),未见混合岩化作用发生。东部,变质强度达高绿片岩相和低角闪岩相,并出现混合岩化。其中,向斜核部为高绿片岩相,混合岩化也较弱;沿线状复式背斜为低角闪岩相,两翼叠加了两个混合岩带,混合花岗岩则沿核部展布而纵贯全带。这种分布格局表明,变质作用显然受到东、西两部分的地质构造背景所制约,而呈现出西弱东强的总面貌。就东部而言,优与褶皱作用密切相关,挤压最强烈的背斜核部成为本带的热轴。

断裂作用对变质作用也有明显影响。在西部,往往沿断裂带两侧出现结晶片理,成为长条状或透镜状变质岩块体,而后这些块体又以尖灭再现形式构成线状展布的低绿片岩相带;同时,变质作用不受层位控制,常见片理切过层理而与断裂带产状一致。东部地区由

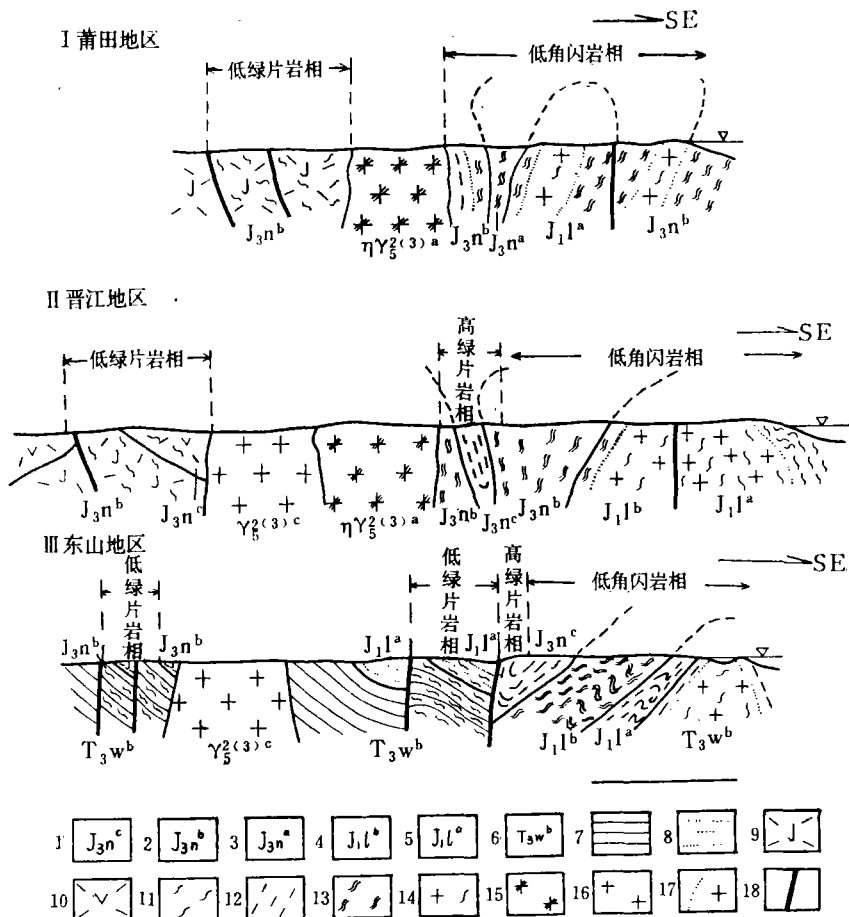


图6 变质带构造剖面图

1—上侏罗统商园组C段；2—上侏罗统商园组b段；3—上侏罗统商园组a段；4—下侏罗统梨山组上段；5—下侏罗统梨山组下段；6—上三叠统文宾山组上段；7—泥岩；8—砂岩；9—流纹质火山岩；10—英安质火山岩；11—片理、千枚理；12—混合质变质岩；13—混合岩；14—混合花岗岩；15—岩浆混染型二长花岗岩；16—岩浆侵入型花岗岩；17—岩相界线；18—断层

于变质深，以柔性变形为主，断裂的影响表现在：(1)混合岩与变质岩常呈间层状产出，沿断裂混合岩化加深，片麻理与断裂产状一致；(2)变质强度不同的岩石共生，过渡带窄、突变性大；(3)变质不均一，甚至在混合花岗岩的残留体也可见原岩的残余晶屑。由此可见，本区的变质作用并非在面积内达到一定的温度压力而发生，当深部热流向上运移之时，密集的断裂带曾为之提供了有利的通道，从而形成了这种间层、突变和不均一的特征。

在构造交汇部位，变质作用明显增强。变质带西部仙游云顶山，位于北东向与东西向构造交汇部位，片理自北向南，由北东向转为北东东向直至东西向，呈弧形弯曲（图7），变质强度也由低绿片岩相骤增为低角闪岩相。由此更加可见，应力集中地段，同时也是变质作用的“热点”位置。

综上所述,变质带的形成与构造活动的联系是密切的,热力和应力的变化具有平行一

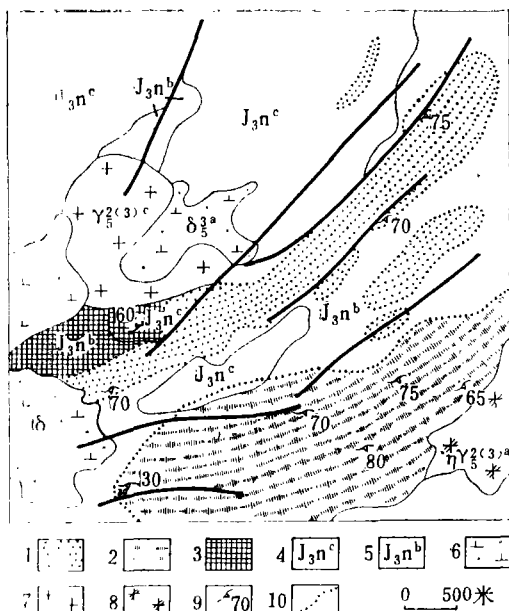


图7 仙游云顶山东西向与北东向构造交汇部位片理弧形弯曲变质强度加深平面示意图

- 1—低绿片岩相绢云母带; 2—低绿片岩相黑云母带;
3—低角闪岩相; 4—上侏罗统南园组第三段; 5—上侏罗统南园组第二段; 6—燕山晚期石英闪长岩; 7—燕山早期黑云母花岗岩; 8—燕山早期二长花岗岩;
9—片理产状; 10—变质相界

致、相伴发展的特点,应力集中地带,往往就是受到强烈变质的场所。而这两方面的关系,又受到本区的深部构造所制约。从重力场上看,本区为一重力梯度带,反映出一条明显的北东向地壳厚度变异带,地壳厚度西厚东薄;相应地,也反映出本区的莫霍面起伏状态,其西为闽中上地幔拗陷,其东为台湾海峡上地幔隆起。这种壳、幔结构的不均一性是本区成为强烈热力和应力作用带的深部原因。许多地质学家业已指出,中生代太平洋板块曾对亚洲大陆产生过强烈的作用^[1,4]。本带所显示的若干特征,将支持这一看法。当太平洋板块向西扩张,可能沿着壳、幔结构不均一的大陆边缘外侧向下倾没。巨大的剪压作用伴生了宏伟的长乐—南澳深大断裂带,而俯冲板块在地幔中的消亡,也促使深部的热流不断向上运移。这样,整个大陆边缘遂成了强烈的构造活动带和地热异常区,热力和应力在这里交织变化,使巨厚的沉积物产生变质和变形,最终成为呈现于我们眼前的这一低压型区域变质带。

因而,我们认为,本带是太平洋板块扩张作用的产物,在其形成的全过程中,显示出如前所述的、与构造活动平行一致,相伴发展的密切联系。

五、变质作用时期

前已述及,本带的变质地层时代属晚三叠—晚侏罗世,其最上部层位为上侏罗统南园组C段,Rb-Sr全岩同位素等时线年龄 158.5 ± 14.4 百万年。同时,根据南园组混合花岗岩被未变质的下白垩统石帽山群灰黑色集块熔岩喷发不整合复盖这一事实,可以推断变质作用(广义的)主要时期应发生于晚侏罗世末,早白垩世之前。

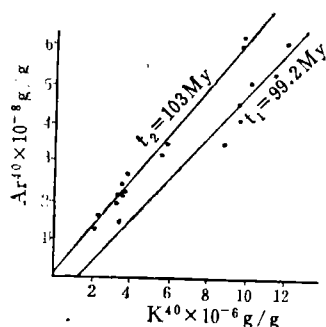
目前所获得的同位素年龄资料(表2),按其地质意义可分为两组。其一,为Rb-Sr全岩同位素等时线年龄,数值介于 158.5 ± 14.4 — 202 ± 21 百万年之间。基于 Sr^{87} 在全岩中的迁移可能还是属于封闭系统这一认识,我们认为上述年龄反映了原岩的形成时代,故前文已将之作为地层划分的依据之一而加以引述(见表1)。其二,包括K-Ar年龄和Rb-Sr矿物等时线年龄,前者经计算作图获得两条等时线(图8): $t_1 = 99.2$ 百万年, $t_2 = 103$ 百万年;关于后者,表2所列的一个样品为 97 ± 2 百万年,而Bor Ming Jahn等所提供的金

表 2 同位素地质年龄数据表

测试方法	序号	原 号	采样地点	岩 石 名 称	测 定 对 象	年 龄 值 (百万年)	备 注
钾	1	4003 ⁻⁹⁻¹	东山冬古	条带状混合岩的基体	黑云母	62.2	等时线年龄 $t_1 = 99.2$ 百万年
	2	13409 ⁻⁵	莆田五侯山	似文象状混合岩	长 石	71	
	3	31408 ⁻¹	莆田东庄	混 合 岩	黑云母	17.7	
	4	9027 ⁻²	晋江榕霞	混 合 岩	黑云母	82	
	5	32048 ⁻¹	福清高山	混 合 岩	长 石	84	
	6	9031 ⁻⁵	晋江金井	混 合 岩	黑云母	80	
	7	18544 ⁻¹	厦门太武山	混合岩中的残影体	黑云母	90	
	8	9026 ⁻⁷	晋江方劳山	混 合 岩	黑云母	94	
铷	9	30398 ⁻¹	莆田双告山	角闪黑云斜长变粒岩(残留体)	全 岩	119.1	等时线年龄 $t_2 = 103$ 百万年
	10	32053 ⁻⁴	福清官下	混合花岗岩闪长岩	黑云母	121.4	
	11	266 ⁻³	晋江方劳山	混合石英闪长岩	全 岩	121.4 ± 3	
	12	201 ⁻⁴	晋江灵秀山	混合石英闪长岩	全 岩	106.5 ± 3	
	13	241 ⁻⁵	晋江唐公山	条痕状混合岩	全 岩	103.2 ± 3	
	14	257 ⁻²	晋江方劳山	混合花岗岩闪长岩	全 岩	123.1 ± 4	
	15	262 ⁻⁴	晋江宝盖山	混合花岗岩闪长岩	全 岩	110.2 ± 3.3	
	16	265 ⁻²	晋江灵秀山	混合花岗岩闪长岩	全 岩	99 ± 2.5	
	17	154 ⁻¹	东 山	均质混合岩	全 岩	110 ± 3.5	
	18	258 ⁻²	晋江方劳山	变斑混合二长花岗岩	全 岩	104.5 ± 3	
	19	182 ⁻³	晋 江 狗 山	似文象状混合岩残影体	黑云母	102	
	20	狮 ⁻⁴	晋江方劳山	变斑混合二长花岗岩残影体	黑云母	97	
钾 铯 法	21	241 ⁻⁵	晋江唐公山	片麻状混合岩	黑云母 长石 全 岩	97 ± 2	
	22		晋江灵秀山	混 合 岩	全 岩	158.5 ± 14.4	
	23		晋 江 金 井	混 合 岩	全 岩	175.4	
	24		晋 江 金 井	混 合 岩	全 岩	198	
	25		东山苏峰山	片 岩	全 岩	202 ± 21	

注：11—20为南京大学地质系曹佳宏同志提供

门、马祖 9 个片麻岩类(即混合岩或混合花岗岩)的年龄也介于 92.6 ± 2 — 109.2 ± 7.0 百万年之间^[3]。在变质岩区,这两种年龄一般都被为是热事件的记录。但上述年龄与地质依据所提供的变质时期相比,却略为偏新。事实表明,在遭受强烈变质的地区,岩石处于高温环境,矿物的冷却是需要延续一定时间的,而同位素“时钟”只有在矿物冷却时才开

图8 K^{40} - Ar^{40} 数据等时线图

始启动^①。这样,就造成了同位素年龄和实际地质时代的偏差。因此,我们认为上述的变质年龄,完全可以作为地质依据的佐证,其偏差数值可能也就是热事件所持续时间的反映。对于太平洋地区中生代热事件的年龄时限,都城秋穗曾指出日本群岛存在240—160百万年和120—105百万年两期^[1],苏普(Suppe)也认为北美加利福尼亚海岸山脉有150百万年以前和127—104百万年两期。本带的两个阶段(建造阶段和变质阶段),显然与之大致吻合。可见,太平洋板块活动所引起的变质事件,在整个太平洋地区的时空表现是比较一致的。

结 语

综上所述,福建沿海中生代变质带由上三叠—上侏罗统组成,变质作用发生于晚侏罗世末,早白垩世之前,是一条年轻的变质带。同时,它孕育于中生代大陆边缘,变质相狭长,红柱石和矽线石广泛产出,混合岩和花岗质岩石大量发育,因而也是一条低压型区域变质带。变质作用与构造活动具有平行一致、相伴发展的特点,其发生、发展与太平洋板块的活动有关。对变质带开展深入的研究,对于了解我国东部地质构造发展史,以及探索中生代板块活动规律,具有重大的理论意义。

主要参考文献

- [1] 都城秋穗著,周云生译(1979):变质作用与变质带,地质出版社。
- [2] 温克勒著,张旗等译(1980):变质岩成因,科学出版社。
- [3] Bor Ming Jahn等(1976):中国东南部花岗岩Rb-Sr年龄及其大地构造意义,国外地质,1980年第6期。
- [4] 任纪舜等(1980):中国大地构造及其演化,科学出版社。

METAMORPHIC FEATURES OF THE MESOZOIC METAMORPHIC ZONE ALONG THE COAST OF FUJIAN

Group of Metamorphic Rocks Regional Geological Survey Brigade,
Geological Bureau of Fujian Province

Abstract

The metamorphic zone under discussion is situated on the west coast of

① 沈其韩:同位素年龄数据的地质解释和应用。

the Pacific Ocean, along the southeast coast of China. It is elongated in a northeast direction, parallel to the coastline. This zone is composed of the Upper Triassic—Upper Jurassic strata. There are a variety of metamorphic rock types. With the main exposed location of the Changle-Nan'ao deep fracture belt as the boundary, low-grade metamorphic rocks such as schistose volcanic rocks, phyllite and metamorphic sandstone occur in the west, while medium-grade metamorphic rocks such as schists and granulite occur in the east. In this paper, it is suggested through a brief introduction of original rock formations that the metamorphic zone formed in the active zone of the continental margins. Its sedimentary environments grade from west to east from continental sedimentation and volcanic eruption to epicontinental depression volcanic sedimentation. The authors discriminate three progressive metamorphic facies, the lower greenschist facies, the higher greenschist facies and the lower amphibolite facies. They are distributed successively from west to east, with a narrow range of lateral changes. Besides, according to the wide occurrence of andalusite and sillimanite in the low amphibolite facies and the development of granitic rocks in different evolutionary stages, the authors have determined this zone to be a typical low-pressure regional metamorphic zone, whose formation is quite closely related to tectonic activity. As the Pacific plate is subducted towards the Eurasian plate, the continental margins have become a strong active tectonic zone and a geothermal anomaly zone, thus giving rise to a striking Mesozoic metamorphic zone along the coast of Fujian.