

56.562  
~~56.5672~~

# 中國區域地質

REGIONAL GEOLOGY OF CHINA

2  
6

地 質 出 版 社

Geological Publishing House

5

# 中国区域地质

REGIONAL GEOLOGY OF CHINA

5

地质出版社

Geological Publishing House

## 中国区域地质

\*

《中国区域地质》编辑部编辑

责任编辑：魏书章

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：787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>。印张：9<sup>3</sup>/<sub>4</sub>。插页：2个。字数：225,000

1983年9月北京第一版·1983年9月北京第一次印刷

印数：1—4,300册 定价：1.30元

统一书号：15038·新970

# 中国区域地质 5

## 目 录

- 论断裂变质作用..... 莫柱荪 (1)
- 广西横县六景早泥盆世遗迹化石及其古生态学意义..... 杨式溥 (11)
- 区调成果 •
- 江西省区域成矿基本特征..... 高秉璋 (23)
- 大兴安岭的大陆火山岩及其矿化作用..... 徐公愉 (39)
- 广西火山岩岩石化学特征及其与地质构造的关系..... 黄家骏 (51)
- 皖中地区茅口晚期地层的划分与对比..... 赵永泉、徐家聪、黄国成 (65)
- 北祁连山早志留世的笔石带..... 何永鲸 (77)
- 湖南泥盆纪四射珊瑚化石组合带及中、上泥盆统界线划分..... 姜水根 (82)
- 专题研究 •
- 论区域航磁异常与我国东部深部地质构造的关系——地质解释之一  
..... 吴功建、高锐 (97)
- 五台山区五台群层序及构造的新认识..... 雍永源、沈亦为 (112)
- 酸性熔岩的塑性流变..... 万汉钟 (123)
- 遥感技术 •
- 通过遥感象片判读广西某些地区的地层不整合..... 麦显 (129)
- 区调新知 •
- 川西高原发现桉属 (*Eucalyptus*) 植物化石群及其地质意义..... 郑裕民等 (133)
- 内蒙古石龙湾地区蓝闪片岩的发现..... 郭联川、田栓牛 (134)
- 桂东南首次发现早古生代细碧-角斑岩..... 董宝林 (135)
- 江西省弋阳县曹溪船山组中发现玄武岩..... 李国祥 (137)
- 对粤北震旦系乐昌峡群的新认识..... 周国强、周振林 (138)
- 学术交流 •
- 边缘盆地、海相火山地质现象及海相火山岩区地质制图方法..... 潘国强、张之进 (143)

# REGIONAL GEOLOGY OF CHINA

No.5

## CONTENTS

- On fracture metamorphism .....*Mo Zhusun* ( 1 )  
Early Devonian trace fossils from Liuqing, Hengxian, Guangxi, and  
their paleoecological significance.....*Yang Shihpu* ( 11 )

### ACHIEVEMENTS IN REGIONAL SURVEYS

- Basic characteristics of regional ore mineralization in Jiangxi prov-  
ince.....*Gao Binzhang* ( 23 )  
Continental volcanic rocks in the Greater Khingan Mountains and  
their mineralization.....*Xu Gongyu* ( 39 )  
Petrochemical characteristics of volcanic rocks in Guangxi and their  
relation to geological structure .....*Huang Jiajun* ( 51 )  
The division and correlation of the late Maokou-aged strata in cen-  
tral Anhui—the establishment of the Yinping Formation and its  
significance.....*Zhao Yongquan, Xu Jiachong and Huang Goucheng* ( 65 )  
Early Silurian graptolite zones in the Northern Qilian Mountains  
.....*He Yongjing* ( 77 )  
A discussion of the Devonian tetracoral fossil assemblage zones and  
the determination of the boundary between the Middle and Upper  
Devonian..... *Jiang Shuigen* ( 82 )

### THEMATIC RESEARCH

- On the relationships between regional aeromagnetic anomalies and  
deep geological structures in eastern China  
.....*Wu Gongjian and Gao Rui* ( 97 )  
New recognition on the stratigraphic sequence and structure of the  
Wutai Group in the Wutai Mountains area  
..... *Yong Yongyuan and Shen Yiwei* ( 112 )  
Plastic flowage deformation of acid lavas..... *Wan Hanzhong* ( 123 )

### REMOTE SENSING TECHNOLOGY

- The application of remote-sensing images in the study of stratigraph-

ic unconformities in a certain area of Guangxi .....*Mai Xian* (129)

### NEW KNOWLEDGE OF REGIONAL SURVEYS

- The discovery of the eucalyptus fossil assemblage on the western Sichuan plateau and its geological significance.....*Zheng Yumin et al.* (133)
- The discovery of glaucophane schist in the Longwan area, Nei Mongol (Inner Mongolia).....*Guo Lianchuan and Tian Shuanniu* (134)
- Early Paleozoic spilite-keratophyre discovered for the first time in southeastern Guangxi .....*Dong Baolin* (135)
- The discovery of basalt in the Caoxichuanshan Formation in Geyang county, Jiangxi province.....*Li Guoxiang* (137)
- New recognition on the Sinian Lechangxia Formation in northern Guangdong..... *Zhou Guoqiang and Zhou Zhenlin* (138)

### ACADEMIC EXCHANGE

- Marine volcanic geological phenomena in marginal basins and the geological mapping method for marine volcanic terranes .....*Pan Guoqiang and Zhang Zhijin* (143)

# 论断裂变质作用

莫柱荪

(广东省地质局)

## 一、引言

首先,让我们简略地复习一下变质作用的分类和命名。以地质背景为基础,变质作用一般可以分为两大类:一类是局部变质作用;另一类是区域变质作用。根据变质作用的主要因素,局部变质作用又可分为:(1)接触变质作用,是在岩浆侵入体边缘地带发生的变质作用;其主要因素是热力;其所形成的岩石的主要特征是没有片理构造。(2)压碎变质作用(cataclastic metamorphism),是限于在断层和逆冲断层及其附近发生的变质作用;其主要因素是压力,所以又常常被称为动力变质作用;其所形成的岩石的主要特征是具有破碎、压碎、角砾化、糜棱化等构造。区域变质作用又可分为:(1)区域热动力变质作用(regional dynamothermal metamorphism),其成因与造山带的活动有关;其所形成的岩石的主要特征是有片理构造;其高级阶段常有混合岩化、花岗岩化作用相伴生。

(2)区域埋藏变质作用(regional burial metamorphism),与造山运动或岩浆侵入体均无成因关系,是拗陷带(地槽)沉积物随着逐步下沉而发生的一种变质作用;岩石的原始组构大部分都保存下来;变质作用所产生的变化肉眼不易辨认,只有在镜下才能识别。

六十年代初,笔者等<sup>①</sup>根据粤西地区几幅1:20万地质图的资料,结合几条路线踏勘观察,曾提出了“断裂变质作用”一词,用以表示两广地区某些断裂带中有混合岩化、花岗岩化作用相伴生的变质作用。这种变质作用和上述任一种变质作用,都显然有所不同。总的来说,它和区域热动力变质作用倒十分相似。但它和造山带没有关系,而且分布范围只限于断裂带;如果把它也列为区域变质作用,就无法表达出它是受断裂作用控制的特征。因此,当时给它起了一个“断裂变质作用”的新名,以供进一步研究的参考和讨论。但是,由于当时没有做更多的岩矿鉴定测试工作,对于断裂带中一些片麻状花岗岩或花岗片麻岩的交代成因,尚有疑问。近年来,由于许多单位陆续对吴川—四会和罗定—云浮两个断裂变质带做了一些研究工作,特别是闽粤沿海南澳—长乐断裂变质带的发现,更进一步证实断裂带中混合岩化、花岗岩化作用在时间和空间分布上的普遍性,它无疑代表一种在独特的大地构造条件下的变质作用,应该从上述各类变质作用区别出来,名之为“断裂变质作用”(fracture metamorphism)是合适的。这里试根据已看到的一些资料,对这个问题再作一次简要的回顾和论述。

<sup>①</sup> 1. 粤西几个断裂变质带的初步观察,载于广东地质通讯第9期,1962。2. 试论两广地区中生代断裂变质带,载于中国地质学会第32届学术年会论文集,1964。

## 二、几个断裂变质带简介

### (一) 吴川—四会断裂变质带

吴川—四会断裂变质带位于粤西云开大山后加里东隆起带的东部边缘。其中混合岩和混合花岗岩分布甚广,仅自阳春三甲至云浮石牛一段,较大的片麻状花岗岩体就有三甲、三甲北(暂名)、大王山、圭冈、镇安、石牛等六个(图1)。关于这些片麻状花岗岩的成因,过去根据以下三点,曾指出它可能是花岗岩化的产物。第一,它的长石和黑云母斑晶,常常含有各种各样的包体,而且为量很多。第二,它的副矿物锆石是浑圆形的。第三,在廉江西北,约相当于两广地区另一条断裂变质带(合浦—北流断裂变质带)的西南部分,这种片麻状花岗岩沿走向一变而为含长石斑晶的云母片岩,再变而为云母片岩。至于它的压碎、破碎、以至于糜棱化构造,则是断裂带后来反复活动的结果。

最近,中山大学地质系陆人雄等<sup>①</sup>对大王山片麻状花岗岩体初步研究的结果,也认为它是混合岩化、花岗岩化的产物。其依据有下列几点:(1)岩体由条痕状混合岩、眼球状混合岩和混合花岗岩组成(图2)。(2)岩体的产状和片麻状构造的走向均与区域构造的走向一致。(3)岩体与围岩一下古生界变质砂页岩和云母石英片岩—呈渐变过渡关系。(4)岩体中有大量围岩的残影体(skialith)和残留体,尤以岩体中心部分为多,常成群出现,多呈狭长条带参差状延伸、尖灭。其走向与周围地层一致。(5)岩石的矿物含量和分布不均匀,粒度大小不一,特别是黑云母,有时呈团簇状产出。黑云母含量偏高,一般为10—15%,最高达20%。(6)岩石的交代结构发育,主要有缝合线结构,蠕英石结构,斜长石的净边结构。(7)岩石的 $K_2O/Na_2O$ 比值偏高, $Fe_2O_3/Fe_2O_3+FeO$ 比值偏低。据7个岩石化学分析结果,前者为1.464—2.064,平均为1.695;后者为0.146—0.392,平均为0.264。(8)将7个岩石化学分析结果分别投影在P. R. Bowes的标准矿物Q—Or—Ab和Or—Ab—An三角图上,结果都落在图的中稍偏左地区,即准原地花岗岩区。

关于这些片麻状花岗岩的时代,第一,在河邦、富霖一带,可以见到它与下石炭统灰岩呈穿插关系(此点还有争议);第二,在河邦以北石人坑一带,它与泥盆系呈穿插关系,又为下侏罗统煤系不整合覆盖;第三,原中南地质矿产研究所在大王山岩体北端测得一锆石U—Pb年龄为246百万年;根据这三点,可以初步定为海西—印支期。

### (二) 罗定—云浮断裂变质带

罗定—云浮断裂变质带位于粤西云开大山后加里东隆起带的西北部。其中混合岩化、花岗岩化作用,可以那蓬混合花岗岩体为代表,加以说明(图1)。

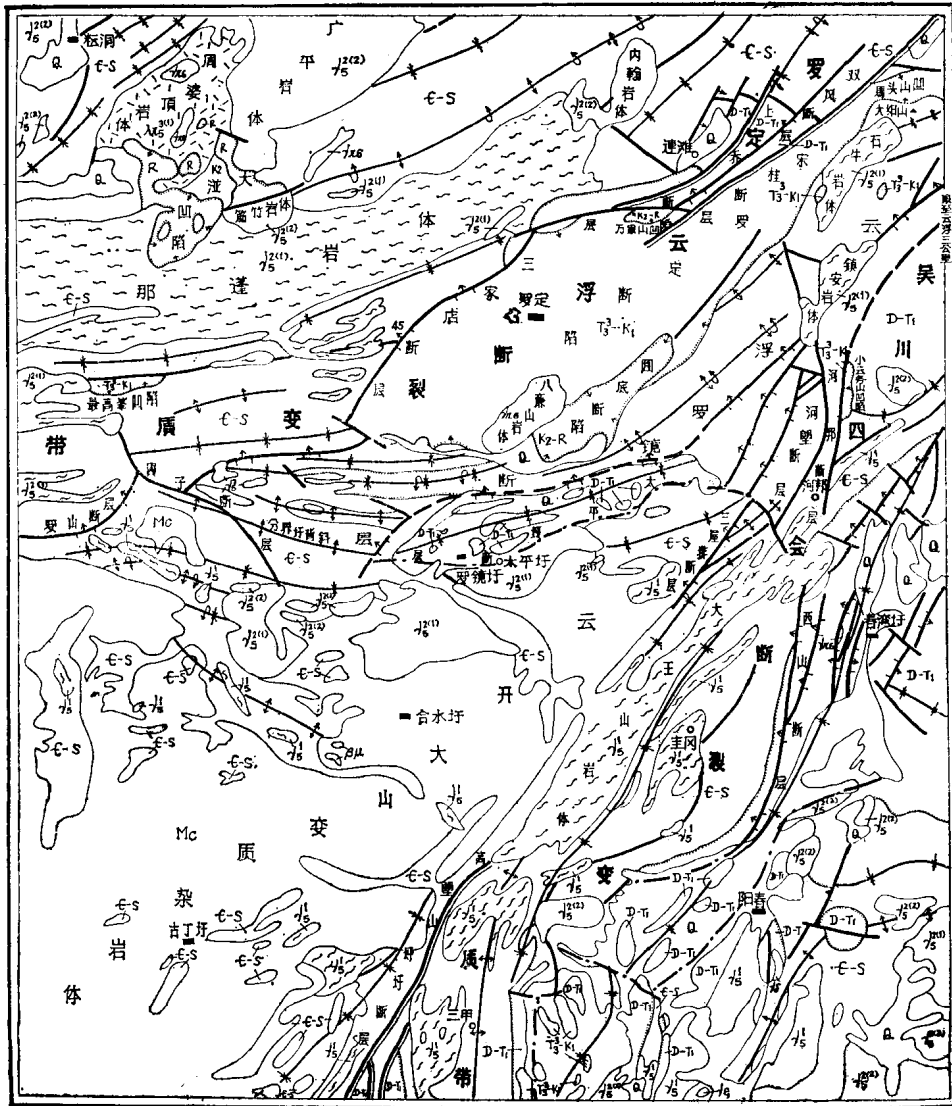
那蓬混合花岗岩体位于罗定—云浮断裂带的北部。它沿着一组南西—北东向的断裂生成。由于混合岩化、花岗岩化作用基本上是沿着下古生界(主要是寒武系)砂页岩复理石建造的层理进行的,因此,混合岩和片麻状混合花岗岩的片麻理与围岩的层理基本一致。它们之间的接触界线,也往往模糊不清,多呈渐变过渡关系(图3、图4)。根据围岩混合岩化程度的深浅,岩石基本上可以分为两类:片麻状混合花岗岩和混合花岗岩。其主要特

<sup>①</sup> 陆人雄等,阳春大王山岩体的成因特征,1981,中山大学地质系。



图 粤西罗定云浮阳春一带地质构造图

比例尺 0 5 10 15公里



- 图 1 Q 2 K<sub>2</sub>-R 3 T<sub>2</sub>K<sub>1</sub> 4 D-T<sub>1</sub> 5 C-S 6 γ<sub>α</sub> 7 γ<sub>β</sub> 8 γ<sub>β</sub>(2) 9 γ<sub>β</sub>(1) 10 γ<sub>β</sub> 11 Mc 12 γ<sub>δ</sub> 13 γ<sub>ε</sub>  
 例 14 β<sub>μ</sub> 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

1—第四纪沉积物；2—喜山构造层；3—燕山构造层；4—印支构造层；5—加里东构造层；6—喜山期花岗斑岩；7—燕山期石英斑岩；9—燕山期第一次花岗岩或花岗片麻岩；10—印支期(?)花岗片麻岩或花岗岩；11—加里东期混合片麻岩；12—花岗闪长岩(时代未定)；13—花岗正长岩(时代未定)；14—辉绿岩(时代未定)；15—构造层界线；16—背斜；17—向斜；19—倒转背斜；20—正断层；21—逆断层；22—性质不明断层；23—推测断层；24—第四纪覆盖中的推测断层；25—复活断层

说明：本图根据763队罗定幅和云浮幅的构造纲要图改编而成。目的在于说明罗定—云浮断裂变质带和吴川—四会断裂变质带(阳春段)的产状和分布情况。其中关于地层时代的划分和火成岩的时代对比，尚存在问题，仅供参考

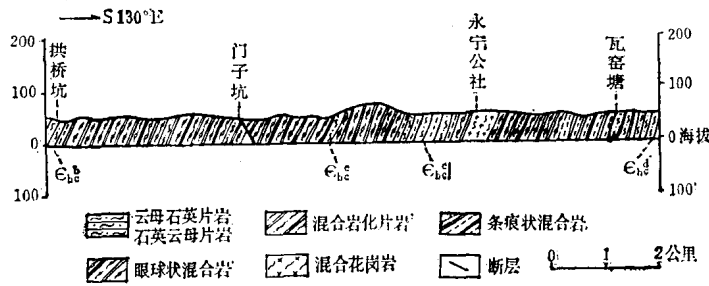


图 2 永宁瓦窑塘—拱桥坑地质剖面图  
(根据陆人雄等)

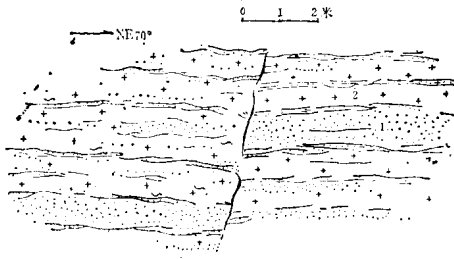


图 3 郁南长洞坑附近素描图  
(763队一分队)  
1—云母石英砂岩, 2—中—细粒黑  
云母花岗片麻岩

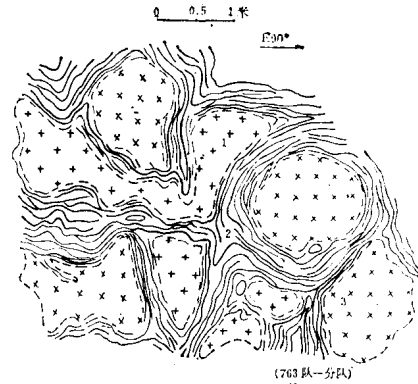


图 4 云浮石牛中军村东约400米山沟瀑布处岩石素描图 (763队一分队)  
1—含石英的暗色闪长岩, 2—轻微变余碎裂的  
不等粒黑云母斜长花岗岩, 3—含石榴石的二  
云母斜长片麻岩

征可以归纳为以下12点：(1)主要矿物的含量变化范围很大，从5%到40%。(2)变质矿物种类较多，有堇青石、石榴石、红柱石、硅线石、兰晶石、十字石等；其含量也相当高，例如堇青石的含量可达10%。(3)长英矿物多为不规则粒状；石英多呈浑圆形；有的长石也呈卵形或浑圆形。(4)副矿物如锆石、独居石、磷灰石等也呈卵形或浑圆形。(5)矿物之间的交代现象非常普遍：如钠长石交代微斜长石，石英交代斜长石、微斜长石、黑云母，长石、石英、白云母、堇青石交代黑云母等；结果形成各种交代结构如残留、蚕食、净边、斑状、穿孔、蠕英等。(6)矿物互相包裹的现象常见，如红柱石包裹硅线石、石英，堇青石包裹黑云母、石英、硅线石，微斜长石包裹石英、黑云母等。(7)矿物粒度大小相差很大，由0.5至5毫米。(8)片麻状混合花岗岩和混合花岗岩与围岩的接触关系是渐变过渡的。(9)岩体内有大量残影体(图5)，其构造与岩体的构造完全一致。(10)片麻状混合花岗岩中常保存有沉积岩的结构痕迹。(11)硅质、碱质交代作用强烈。(12)岩体边缘有压碎和糜棱化现象。由此可见，那蓬岩体是典型的混合岩化、花岗岩化作用的产物。

最近，南京大学地质系杨树锋对罗定—云浮断裂变质带进一步做了较详细的野外和

室内工作。根据大量岩矿资料，他指出罗定—云浮断裂变质带的形成过程大致是这样：首先，在早古生代郁南运动之时，寒武系砂页岩复理石建造发生了绿片岩相区域变质作用，形成了绢云母和黑云母两个变质带，组成岩石主要有板岩、千枚岩、变质砂岩、云母石英片岩、石英云母片岩等。其次，在晚古生代—三叠纪海西—印支运动期间，又经历了角闪岩相断裂变质作用，形成了十字石和硅线石两个变质带，组成岩石主要为含有十字石、铁铝榴石、硅线石、兰晶石等特征矿物的云母石英片岩、石英云母片岩和斜长角闪岩等。第三，角闪岩相变质岩形成之后，又遭受了混合岩化、花岗岩化作用，形成了各种混合岩和混合花岗岩。

关于那蓬岩体的交代成因，杨树锋提出的论据，大部分和上述12点相同，但有两点新的补充：(1) 混合花岗岩的石英内部气液包裹体的均一温度不高，多在320—550℃的范围。(2) 在Q—Or—Ab 和 Ca—Na—K 的三角图解上，本岩体的投影点绝大多数都落在交代花岗岩区。

关于那蓬岩体的生成时代<sup>①</sup>：混合花岗岩的黑云母 K—Ar 年龄共有5个，分别为218、222、201、215、215 百万年；锆石 U—Pb 年龄1个，为269百万年；全岩年龄 2个，分别为201、236百万年。又在罗定—云浮断裂带替滨附近分布的中泥盆统东岗岭组灰岩，发生了程度不同的大理岩化，可见断裂变质作用应发生在泥盆纪之后。根据上述资料，那蓬岩体的生成时代应为海西—印支期。

### (三) 南澳—长乐断裂变质带

据福建区测队的报导<sup>②</sup>，该带自广东南澳岛起，向北东经福建东山岛、厦门—金门、泉州—晋江、福清—平潭以至长乐—马祖，长达700公里以上。宽38—58公里(图6)。变质岩的原岩绝大部分是中生代火山岩和火山沉积碎屑岩。其断裂变质作用的过程和上述罗定—云浮断裂变质带基本相同，也经历了绿片岩相变质作用、角闪岩相变质作用和混合岩化、花岗岩化作用三个阶段。由于原岩岩性的不同，经变质作用和混合岩化、花岗岩化作用后所产生的岩石组合也有差异，大致可以分为三个变质演化系列。

#### 1. 黑云角闪斜长变粒岩→混合质黑云斜长变粒岩→暗色片麻状混合岩

在福清沙浦、莆用田厝、东潘等处出露较明显。原岩是一套中—中酸性火山岩或火山碎屑岩，时代属晚侏罗世。岩石首先变质为黑云角闪斜长变粒岩，随后又受不同程度的混合岩化，分别形成混合质黑云角闪斜长变粒岩、暗色片麻状混合岩和片麻—眼球状混合岩。常含有较多的原岩残留体，呈“鱼群状”、不规则状分布于混合岩中，形成鬼影构造(ghost structure)和似层状构造。

#### 2. 黑云斜长(二长)变粒岩→混合质黑云斜长(二长)变粒岩→条痕状混合岩

出露范围十分广泛，在平潭上楼、晋江石刀山、东山岛赤坑山等地均有分布。原岩是

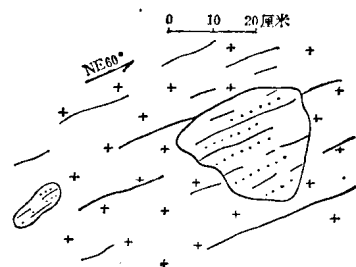
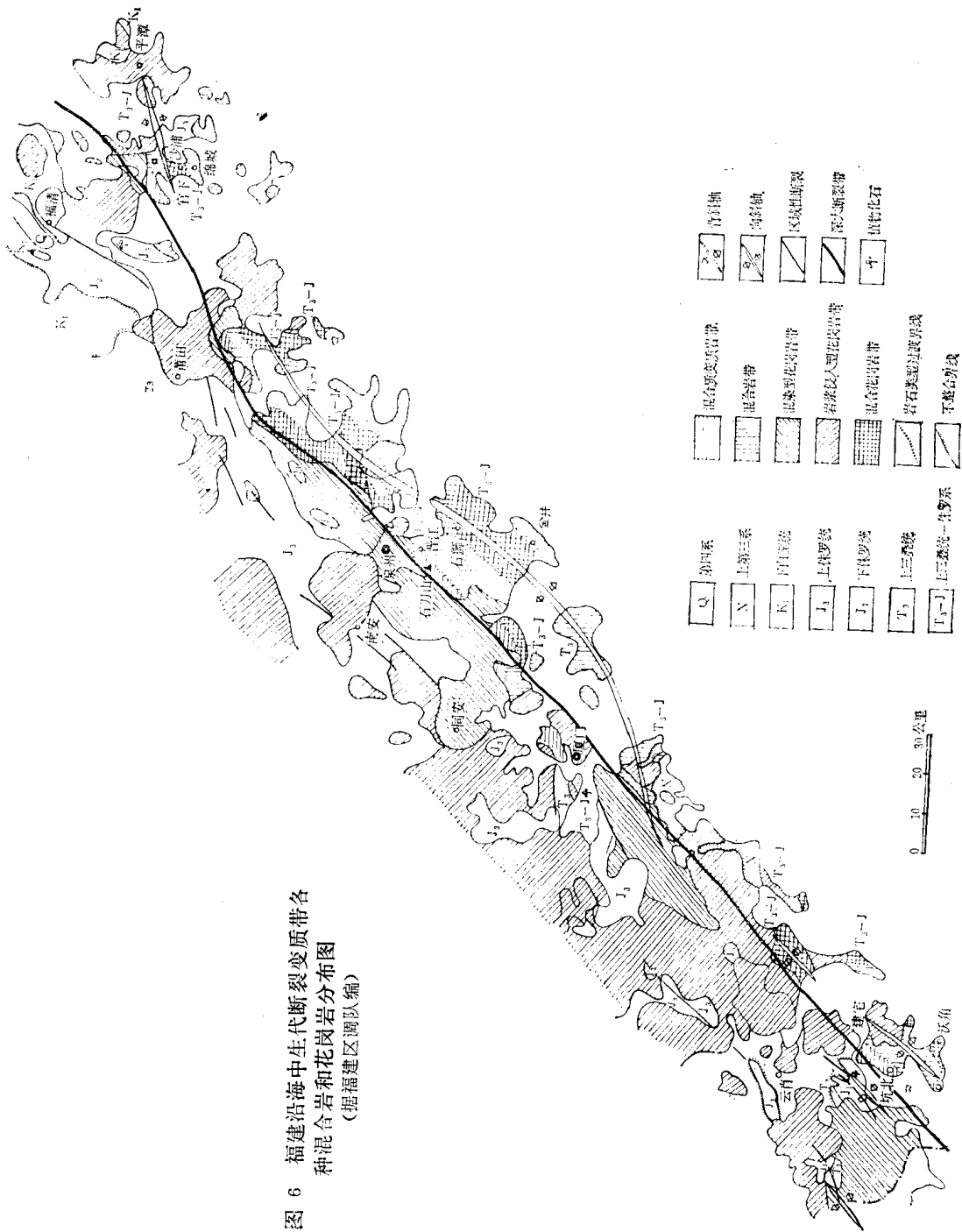


图 5 归义新圩河倪水花岗岩片麻岩中的砂岩残留体

① 杨树锋，云开大山罗定地区变质作用、混合岩化、花岗岩化作用与构造关系的研究，1981年，南京大学地质系。  
 ② 1. 福建沿海中生代变质带的初步研究，1981。2. 福建东南沿海热动力变质带的基本特征及成因探讨，1980。



英安岩、英安质凝灰熔岩、流纹英安质晶屑凝灰熔岩和斜长流纹岩，夹凝灰岩和砂岩、页岩。时代属晚侏罗世。岩石首先变质为黑云斜长（二长）变粒岩类，再经混合岩化作用形成混合质黑云斜长（二长）变粒岩类和条痕、条纹状混合岩、片麻状混合岩及均质混合岩类。在混合岩化过程中，矿物粒度逐渐增大，由变粒岩的0.2—0.4mm到混合岩的1—2mm；岩石结构由镶嵌状结构到交代蠕英状、交代包含状、交代斑状等多种交代结构；岩石构造由细条痕状到条纹状、片麻状、眼球状，局部似流动构造。

### 3. 浅粒岩→混合质浅粒岩→似文象揉皱状混合岩

原岩是流纹岩、流纹斑岩、流纹质晶屑凝灰熔岩夹砂岩、页岩。时代属晚侏罗世。常与第2系列伴生，互相过渡，构成有规律的互层状构造。产状、厚度变化大。在泉州后渚、晋江灵秀山、福清五侯山等地出露较广。原岩首先变质为浅粒岩类，再经混合岩化作用逐渐被改造为“似文象”状混合质浅粒岩、似文象揉皱状混合岩。在混合岩化过程中，矿物粒度由0.02—0.04→0.1—0.5→0.5—1—2（个别）mm；岩石结构由粒状、镶嵌、变晶→交代净边、交代穿孔→交代蠕英、复晶；岩石构造由韵律→似文象→似文象揉皱。在泉州后渚沿岸，有许多条纹状混合岩的条纹产状，酷似流纹构造，推测原岩就是流纹质岩石。

本变质带的基本特征，可以归纳为下列几点：（1）变质带呈狭长带状，与海岸线平行，大致与南澳—长乐深大断裂相一致。（2）变质作用的强度，自内陆向沿海逐渐增高，表现出大陆边缘活动带的特征，形成一套高温低压型的红柱石、硅线石变质岩。变质带中除这些变质岩和上述混合岩及混合花岗岩外，还有超基性和基性岩的分布。（3）如上所述，总的来说，变质作用越靠近海岸越强。但具体到各个地段，变质作用的强度是不均一的。有些地段较强，有些较弱。例如，混合花岗岩的分布，就显示着多中心现象（图6）；甚至在一个露头上，也有这种现象（图7）。（4）岩石的交代作用强烈而普遍，各种交代结构十分发育。据镜下观察，已鉴定出十多种交代结构：蠕英结构、孤岛状结构、交代条纹长石结构、反条纹长石结构、交代环带及嵌晶结构、补片结构、棋盘格子结构、净边结构、缝合线结构、穿孔结构、包含或残余包含结构、聚粒变晶结构、交代斑状结构。（5）交代作用的种类因地制宜。有的以钠质交代为主，硅、钾质交代次之。有的以钾、钠质交代为主，硅质交代次之。（6）岩石反复受应力的强烈作用，压碎、破碎现象普遍；矿物的定向排列、错断、位移、变形、双晶纹弯曲、机械双晶的形成、波状消光和揉褶等现象常见。根据矿物的结晶作用和变形作用的关系，一般可分出三种情况：第一，结晶前的变形作用：岩石的原始矿物如石英、长石、锆石的波状消光、折断、错位、挤成透镜体等。第二，结晶期间的变形作用：如黑云母、白云母、红柱石、硅线石等变晶矿物平行片理分布，斜长石变晶与揉褶同时形成，旋转石榴石的形成，微斜长石变晶具雁行状或弧形裂隙等。第三，结晶后的变形作用：如钾长石变晶的竹节状断裂，斜长石变晶折断、错位、重叠，石英被压碎，黑云母弯曲，钾长石、石英波状消光等。（7）混合岩化岩石中常保存有原岩的结

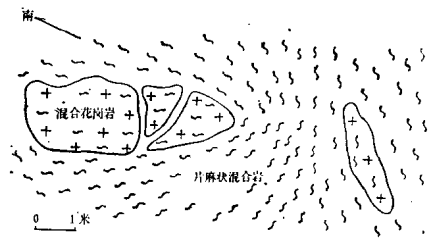


图7 南沙岗村南东海边一个露头素描图（福建区测队）

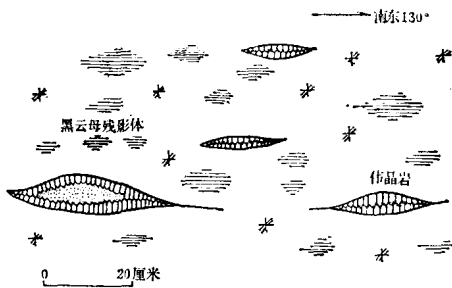


图8 宝盖山南东400米混合二长花岗岩中黑云母残影体及伟晶岩透镜体 (福建区测队)

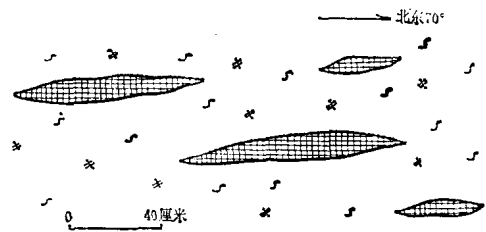


图9 混合斑状二长花岗岩中变粒岩残留体 (福建区测队)

构、构造，如沉积层理、沉积韵律等构造；变余砂状、变余斑状、变余火山等结构（图8、图9）。

关于变质作用的年代，根据（1）变质作用所影响的地层为晚侏罗世火山岩和火山沉积岩，早白垩世地层未受影响，（2）变质岩和混合岩被早白垩世肉红色中细粒黑云母花岗岩侵入，而后者并无变质现象，（3）13个同位素年龄<sup>①</sup>的数值大多数为95—100百万年，因此，可定为晚侏罗世之后，早白垩世之前。

### 三、断裂变质作用的基本特征

综合上述3个断裂变质带的特征，断裂变质作用的基本特征，可以归纳为下列几点：

（一）断裂变质作用包括混合岩化、花岗岩化作用，均沿断裂构造带发生，受断裂作用控制。离开了断裂构造带，变质作用即减弱以至消失。

（二）根据场树锋的研究，在罗定—云浮断裂变质带中，角闪岩相变质作用、混合岩化、花岗岩化作用的等变线明显地交切地层界线和褶皱构造，而与断裂构造平行。这说明变质作用和混合岩化、花岗岩化作用不是受拗陷的深度控制而是受断裂作用的强度控制。

（三）高温低压矿物和红柱石、硅线石等普遍出现。

（四）在不同的地段，由于断裂作用的强弱有所不同，因此，变质作用和混合岩化、花岗岩化作用的强弱也有所不同，形成了多中心现象。例如，吴川—四会断裂变质带自阳春三甲至云浮石牛一段，就断续地分布着三甲、三甲北（暂名）、大王山、圭冈、镇安、石牛等7个较大的混合花岗岩体。每一个岩体都可以认为是一个混合岩化、花岗岩化的中心（图1）。南澳—长乐断裂变质带也有同样的现象（图6、图7）。

（五）混合岩化作用的不均一性，还表现在同一地段内，高级混合岩和低级混合岩甚至未混合岩化的变质岩的直接接触。例如，南澳—长乐断裂变质带晋江石刀山剖面，变质岩、条痕状混合岩和眼球状混合岩呈互层状出露。

（六）混合岩的分带现象不明显，根本没有同心分带现象。例如南澳—长乐断裂变质

① 其中全岩7个，黑云母5个，白云母1个，原文未说明用何法测定。

带，有的地段以条纹状混合岩占优势，如泉州后渚；有的以条带状混合岩占优势，如同安石井；有的以条痕混合岩占优势，如东山岛冬古；有的以眼球状混合岩占优势，如厦门港尾。当然，混合岩的岩石类型，往往与原岩的性质有密切关系，但也取决于断裂作用的强度。

(七) 交代结晶作用和变形作用的关系一般可以分出结晶前、结晶期间和结晶后的变形作用三种情况。但由于断裂作用的多次反复活动，两者间的关系实际上十分复杂。一般都表现为岩石的压碎、破碎、角砾化、糜棱化、千糜化等现象十分普遍和强烈。肉眼看来，变形作用占压倒优势。多次结晶作用反而被模糊了。只有通过系统而细致的镜下观察，多次结晶作用和多次变形作用的复杂关系，才能一一识别。

#### 四、断裂变质作用的成因问题

关于断裂带中能不能发生混合岩化、花岗岩化作用的问题，过去由于受几种传统观念的束缚，一般是持否定的态度的。这几种传统观念是：(1) 断裂带中的变质作用是动力变质作用或错位变质作用 (dislocation metamorphism)，总而言之是压碎变质作用，其结果只能是矿物岩石的压碎、破碎、角砾化、糜棱化以至千糜化，换句话说，只能是旧矿物岩石的破坏和变形，不会有新矿物岩石的形成。(2) 混合岩化、花岗岩化作用是一种超变质作用，属于区域变质作用的范畴，而区域变质作用是拗陷带（地槽）褶皱上升的产物，是受造山运动控制的。(3) 花岗岩是造山运动的产物。没有造山运动就没有花岗岩的活动。由于受这些观念的影响，所以面对着断裂带中的混合岩化、花岗岩化现象，既不能否定它，又不愿承认它，只好抱着犹豫观望的态度。现在，通过各方面的研究，已进一步证实断裂带中的混合岩化、花岗岩化作用是一种无法否认的事实。而这种事实又显然不能单单用动力变质作用来解释。因为，混合岩化、花岗岩化作用的发生，单单动力是不够的，还必须有热力。因此，断裂带中的混合岩化、花岗岩化作用，也是一种热动力变质作用，和本文开头所介绍的区域热动力变质作用有点相同。这样一来，如果断裂带中的热动力变质作用，也被称为区域变质作用，那就会和真正的区域变质作用相混淆，也无法反映它是受断裂作用控制的本质。正是为了这个缘故，笔者等在六十年代初才建议名之曰“断裂变质作用”，借以和区域变质作用相区别。关于断裂带是否具备发生混合岩化、花岗岩化作用的条件问题，最近也有一些颇为合理的解释。其大意是<sup>[3]</sup>：

混合岩化、花岗岩化往往和高级区域变质作用（相当于本文开头所说的区域热动力变质作用——引者）出现在同一地区。区域变质作用是一种热现象，主要发生在地热异常区和强应力地区。地热异常区的热流往往以高值为特征。变质岩、混合岩和花岗岩的组合，代表同一热流发展的不同阶段，并不完全受深度控制，而是由压力—温度梯度 ( $^{\circ}\text{C}/\text{Kb}$ )，亦即地热梯度 ( $^{\circ}\text{C}/\text{Km}$ ) 控制。这就是说，区域变质作用的程度，不单单取决于深度，而取决于地热梯度。例如，对于个别变质相系建立的地热梯度如达到  $600^{\circ}\text{C}$ ，则深度范围可以从 5 公里一直到达大于 20 公里。因此，高级变质作用不一定是深度大的标志。混合岩化和花岗岩化发生的深度范围，可以从 5 公里到大于 20 公里。根据这种认识，上述几个断裂变质带的混合岩化、花岗岩化作用，就不是不可理解的了。因为，正如南澳—长乐断裂

变质带所显示的一样，这几个断裂变质带都是热异常和强应力地带。这就给混合岩化、花岗岩化提供了必要的条件。

### 参 考 文 献

- [1] Winkler, Helmut G. F. 1976, Petrogenesis of metamorphic rocks.
- [2] 湖北省地质科学研究所同位素地质研究室, 1976, 南岭地区晚古生代花岗岩及同位素地质年代学研究。地球化学, 第1期。
- [3] 莫柱孙、叶伯丹等, 1980, 南岭花岗岩地质学。地质出版社。

## ON FRACTURE METAMORPHISM

Mo Zhusun

(Geological Bureau of Guangdong)

### Abstract

The term "fracture metamorphism" is proposed for the kind of metamorphism that occurs in association with migmatization and granitization of country rocks in some fracture zones in southern China. It is different not only from the cataclastic metamorphism or dynamic metamorphism in that the country rocks within fracture zones have been subject to migmatization and granitization, but also from the regional thermodynamic metamorphism in that it does not occur in orogenic belts but in fracture zones. In this paper, the author describes three fracture metamorphic belts which have been studied with a relatively high level, summarizes their general characteristics, and finally discusses their origin.



# 广西横县六景早泥盆世遗迹化石及其古生态学意义

杨式溥

(武汉地院北京研究生部)

本文研究的遗迹化石系作者1980年,同王治平及研究生胡昌铭、孙特,1981年同王成文在广西横县六景车站以北下泥盆统莲花山组至那高岭组下部所采集。该段地层以碎屑岩为主,主要为砾岩、砂岩、粉砂岩和泥质岩,顶部偶夹泥质灰岩透镜体。那高岭组之下的莲花山组以往所知保存的实体化石比较贫乏,其中一些层位产古老的鱼类化石(无颌类及胴甲鱼等)骨片,上部偶见个别的双壳类、舌形贝及介形类化石。在这段实体化石比较贫乏的地层中却发现丰富的遗迹化石。文内共计描述遗迹化石9个遗迹种,分属于8个遗迹属。遗迹化石的发现,对于该区早泥盆世早期(莲花山期至那高岭早期)的沉积环境和古生物群落特征,可以提供一些有意义的证据。作者对共同收集化石的上述同志们表示感谢。

## 一、莲花山组遗迹化石产出的层位

广西六景的莲花山组自下而上划分为三个岩段,即伶俐段、横县段和六坎口段,总厚约340米—1000米(王钰、俞昌明,1974,侯鸿飞、鲜思远等,1975)。下部伶俐段为紫红色粗砂岩及砾岩,超覆于寒武系地层之上,其中未发现化石。中部横县段为紫红色厚层砂岩及粉砂岩,在其下部泥质粉砂岩内见有大量垂直层面的潜穴管石针迹(*Skolithos*),系滤食性动物曾经居住过的潜穴管群。由于层位稳定,个体数量多,可称为莲花山石针迹群落。上部六坎口段主要岩性为紫红色细砂岩及泥质粉砂岩,有些层面见有波痕(图版II—7)及交错层;靠近顶部发现下列5种遗迹化石,基本上是觅食潜穴构造为主:

1. 六景克鲁斯迹 *Cruziana liujingensis* n.ichnosp.系三叶虫类的爬行觅食潜穴。
2. 广西蚓形迹 *Lumbricaria kwangsiensis* n.ichnosp.可能为无脊椎动物的粪化石。
3. 丛藻迹第一种 *Chondrites* sp.1,蠕虫类觅食潜穴系统。
4. 动藻迹未定种 *Zoophycos* sp.可能为多毛类蠕虫(?)水平觅食构造。
5. 弯曲古藻迹(?) *Palaeophycus curvatus* n.ichnosp.

其中以三叶虫类内肢挖掘形成的克鲁斯迹(二叶石)为主,故称其为六景克鲁斯迹群落。

## 二、莲花山组的沉积环境分析

莲花山早期(伶俐段)为粗粒紫红色砂岩夹砾岩,其中未采到任何实体或遗迹化石。