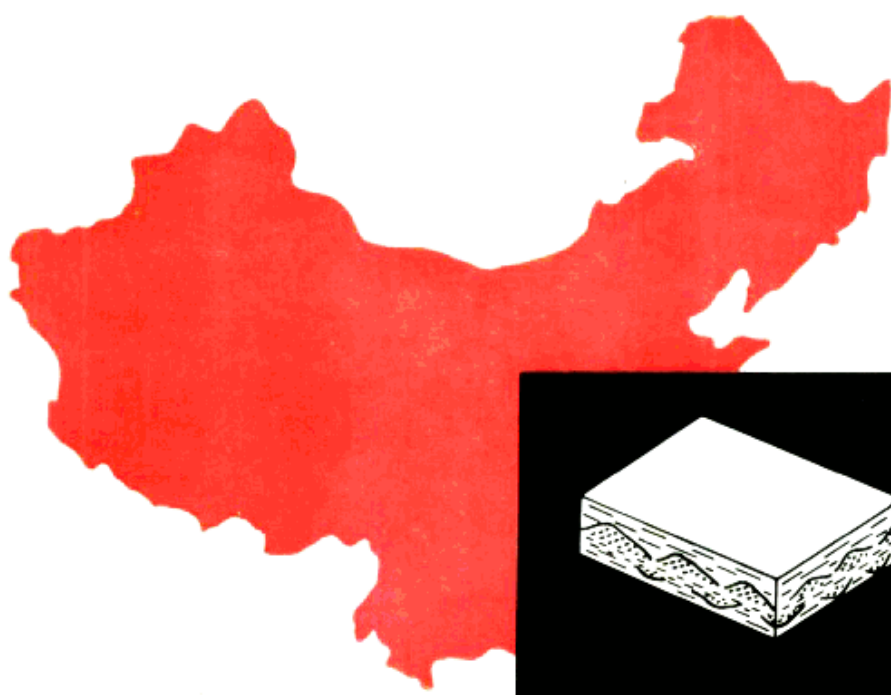


岩石圈构造演化丛书

东南大陆岩石圈结构与地质演化

李继亮 主编



冶金工业出版社

序 言

“中国东南大陆及相邻海域岩石圈结构,组成与演化”作为国家自然科学基金委员会的重大项目,于1991年初开始正式投入研究。经过一年多的时间在地球物理探测、海洋探测、地质和地球化学诸方面都取得了重要进展。为了及时将取得的成果进行交流,特别是把地球物理测深结果等成果提供有关人士参考引用,我们把一年来取得的研究进展,汇集成卷,公诸于世,以饗同志。

本卷的文稿自1992年后半年就已开始收集。《岩石学报》编辑部主任周云生先生满怀热情,要为东南岩石圈项目出一卷以“岩石圈构造演化的岩石学与地球化学证据”为主题的增刊。周先生为收到的稿件审阅、修改,花费了大量心血。由于出版增刊要向出版社申请,等候“批准”,申请递上,静候了近一年的时间才批下来。一年来,情况有了新的变化。地球物理的测深资料处理已臻完成,提出了若干新的见解。这是本卷亟须补入的内容,然而这些学科又与岩石学报的岩石学主题相去甚远。另外,我国知识界颇有一些令人费解的“规定”:科学成果付梓刊物,则“得分”(可用于提职、评奖、评议科研集体等等)寥寥,如果编成“专著”,则身价剧增,得分可以数十倍地升高。权衡“利弊”,还是编辑成为“专著”为宜。于是,稿件又转回我的手中。申请到的《岩石学报》增刊,移刊其他文章。尽管周云生教授没有把这些成果最后印在他的刊物之中,他对本卷所付出的劳动和贡献是不可埋没的。在这里我代表我的项目组和本卷的所有作者向他表示衷心的感谢。

本卷的内容有三个最为明显的特点。其一是浙西南地区,投入了大量人力,取得了许多新进展;其二是温州-屯溪剖面和相关地区地球物理场和岩石圈结构的综合研究,取得了一批相互配合,互相关连的成果,为浙皖地区岩石圈深部结构研究填补了空白,提供了大量信息。其三是扬子和华南地幔分区研究成果,是积累了许多年的数据资料,得出的新的研究成果,肯定了南大陆型地幔在本区的存在,为我国地幔地球化学分区的详细研究提供了一个范例。对于本区其他地方的研究,虽然文章较少,但工作都在开展,或因室内分析数据未能取得,或者别的原因,可能将在下一本专集中与读者见面。尽管如此,这为数不多的文章却报导了许多新的发现和见解,例如赣南古生代增生楔与增生弧联合体的发现、闽西韧性剪切带熔融花岗岩的研究和闽西南三叠纪平流岩和生物碎屑碳酸盐重力流沉积的发现等等。

纵观本卷诸文,可以看出我国东南地区的确是地质历史十分复杂的地区,本卷的研究为追寻这一复杂的历史过程提供了若干重要的线索。然而,要精确地复原这个历史过程,仅仅依靠这些线索是不够的,必须做出更可靠更详细的证明。我们的进一步的研究工作就是为了完善这样的证据线索做出努力。

应该说明的一点是,由于海洋地球物理探测资料尚未处理、解释完毕,所以本卷中没有包含近二年来海洋地球物理方面的文章。相信这些资料在不久的将来可与读者见面。

本书出版过程中,得到桂文立、沈晓东、史丽萍和孟叶的帮助,谨此一并致谢。

李继亮

1993年8月

目 录

序言

第一编 构造格局与碰撞大地构造学研究.....	1
1.1 赣南混杂带与增生弧联合体:图尔基型碰撞造山带的缝合带 李继亮 郝杰 柴育成 杨美芳 何海清	2
1.2 闽台微大陆的组成与碰撞史 卢华复 贾 东 郭令智 施央中 张庆龙 王志洪.....	12
1.3 闽西南前陆褶皱冲断带初步研究 侯泉林 李继亮	27
1.4 浙西南韧性剪切带构造岩石学研究 刘德良 郭方道 李曙光 葛宁洁 苏永军 胡雄健 张健康	34
1.5 残余弧后盆地的形成模式——中国南海与爱琴海、黑海和塔里木盆地的 对比研究 单家增 许靖华	44
1.6 东南地区磨拉石地层及其大地构造意义 郝 杰 杨美芳	55
第二编 地幔与地壳演化的同位素制约	59
2.1 浙闽地幔地球化学与华南 扬子地幔边界划分讨论 朱炳泉 王慧芬 邹丽萍 刘海臣 彭建华 易 文.....	60
2.2 东南陆壳超多阶段构造演化同位素年代学制约 周新华 胡世玲 任胜利 李继亮.....	69
2.3 皖南-浙西地区沉积岩系岩石源区省初步研究 周新华 S. L. Goldstein 郝 杰 程 海	78
第三编 江南元古代造山带的岩石、矿物与地球化学证据.....	85
3.1 中国东南部晚元古代碰撞造山带与地缝合带的岩石学证据 周新民 朱云鹤 ...	87
3.2 浙西南八都群汤源变火山岩系痕量元素地球化学:一个可能的早元古代绿岩带 及其构造意义 李曙光 聂永红 葛宁洁 刘德良 胡雄健.....	98
3.3 浙西南前寒武纪变质杂岩的 P-T 演化及其构造意义 王凯怡 李继亮 柴育诚 王日臣	118
3.4 浙西南庆元张村石榴斜长角闪岩的成因及其地质意义 葛宁洁 李曙光 李晓林 刘德良 胡雄健	122
3.5 华南晚元古代碰撞型造山带的两个蛇绿岩套的研究 邹海波 周国庆 周新民.....	130
3.6 安徽歙县基青石花岗岩和江西德兴钠长花岗岩中白云母和青铝闪石的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄及其地质意义 胡世玲 邹海波 周新民	141
3.7 江西广丰“田里片岩” $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄及有关问题的讨论 胡世玲 郝 杰	145
3.8 浙江龙泉含磁铁矿石岩的成因、铅等时线及构造环境 陈先沛 陈多福 董维全	149
3.9 浙江景宁鹤溪群中的元古宙地层及其地质意义 陈多福 董维全 陈先沛	158
3.10 华南前寒武纪镁铁-超镁铁杂岩的岩石大地构造格架 张福勤 谢鸿森 许祖鸣.....	162

3.11 浙东南景宁地区早元古代花岗片麻岩的发现及意义 童朝旭 胡雄健 金乾泰 李春忠	173
第四编 显生宙岩石与构造的某些研究	177
4.1 闽西南-粤东北晚古生代的火山作用 王尔康 刘 聪	178
4.2 浙西南加里东花岗岩及其地质意义 王一先 赵振华	187
4.3 闽西南里田推覆构造带的特征与围埔花岗岩的成因联系 汪屹华 卢华复 贾 东 吴运高	190
4.4 福建沿海中生代蛇绿混杂带的构造特点 李继亮 何海清 杨美芳 王振民 林东燕	199
第五编 某些特征岩石与矿物组合的新发现与新研究进展	207
5.1 浙江松阳北园八都群(Pt_1)中首次发现宇宙尘 董维全 陈先沛 潘晶铭 陈多福 彭先芝	208
5.2 闽西南地区下三叠统中平流岩和碳酸盐重力流沉积的发现 杨美芳 李继亮 郝 杰 侯泉林 何海清	213
5.3 福建武平湘村麻粒岩的初步确认 李继亮 郝 杰 柴育成 侯泉林 李培军 林东燕	219
5.4 浙江松阳北园八都群中榴辉岩的残留体及其地质意义 董维全 陈先沛 陈多福 潘晶铭 彭先芝	224
第六编 屯溪-温州地区岩石圈结构的综合地球物理研究	233
6.1 屯溪-温州地区的重力场特征和岩石圈结构与构造 王谦身、江为为、 周文虎、刘洪臣、郑建昌、杨新社	234
6.2 东南大陆岩石圈的地磁区域场特征与地壳结构的关系 闵雅芬、任国泰、 郑双良	238
6.3 屯溪-温州廊区的航磁分析 朱 连、刘惠洁	242
6.4 屯溪-温州剖面岩石圈电性结构 孔祥儒、张 丽、白登海、李宗舜、马晓冰、 张 革	245
6.5 屯溪-温州地带的岩石圈结构与速度分布 熊绍柏、赖明惠、刘宏宾、 于桂生等	250
6.6 浙江省大地热流及地温场特征 胡圣标、邱楠生、熊亮萍、汪集暘、阮万才、 钟朝阳、金国灿、刘梦才、蒋根和	257

第 一 编

构造格局与碰撞大地构造学研究

在这一编中,收入了六篇文章。它们都与碰撞造山作用研究有关。第一篇《赣南混杂带与增生弧联合体:图尔基型碰撞造山带的缝合带》,指出闽赣地区的武夷山早古生代碰撞造山带既非阿尔卑斯类型的也非喜马拉雅类型的,而是属于增生弧-增生楔联合体与湘中南陆块相碰撞,依据 Sengor(1992)最新命名,称为图尔基型碰撞造山带。这一模式不仅能解释赣南广泛分布的蛇绿混杂带,而且对赣南分布广泛的早古生代花岗岩的分布格局和成因类型可以作出满意的解释。《闽台微大陆的组成与碰撞史》一文对闽粤沿海、台湾海峡、台湾岛和吕宋弧地区的中、新生代大地构造提出了一种新的见解,特别是库拉板块的西向俯冲作用的提出,在解释东南沿海构造发展史中还是首次。此文还对泉州蛇绿岩提供了系统的分析数据。

《闽西南前陆褶皱冲断带初步研究》一文,指出晚古生代至早三叠世时期闽西南的被动大陆边缘沉积组合和溪口期之后的褶皱冲断变形作用。这为早三叠世的碰撞事件和其后的碰撞造山作用提供了重要证据。《浙西南韧性剪切带构造岩石学研究》对于浙西南某些韧性剪切带的运动学和动力学问题进行了研究。《残余弧后盆地的形成模式——中国南海与爱琴海、黑海和塔里木盆地的对比研究》是一篇介于比较大地构造学和比较古海洋学之间的文章,该文认为现今的中国南海是与爱琴海及黑海相似的残留弧后盆地,它进一步淡化则会被沉积物填满,成为陆上的弧后残留盆地。

本编最后一篇文章《东南地区磨拉石地层及其大地构造意义》论述了东南地区与元古代和早古生代造山作用相关的磨拉石岩系发育的地区和地层的层位,强调了磨拉石作为碰撞造山带的一个重要的大地构造相。

1.1 赣南混杂带与增生弧联合体:图尔基型 碰撞造山带的缝合带

李继亮 郝杰 柴育成 杨美芳 何海清

(中国科学院地质研究所,100029)

符鹤琴

(江西省地质科学研究所,330201)

一、引言

80年代以来,碰撞大地构造学的发展(Coward and Ries, 1986; Carter and Uyeda, 1985)促使碰撞造山带的研究不断深入。碰撞造山带的构造几何学和运动学研究,表明世界各地不同时代的碰撞造山带是多种多样的,不能用Dewey与Bird(1970)的单一的碰撞造山带模式来表达与解释。最近,Sengor(1992)在详细研究了欧亚范围内的特提斯域的碰撞造山带之后,指出在这一构造域内有三种类型的碰撞造山带(图1.1.1)。第一类称为阿尔卑斯型造山带,这种类型的碰撞造山带以仰冲的陆块仰叠(Overriding)在俯冲陆块上为特征(图1.1.1(a))。第二类称为喜马拉雅型造山带,是一种无仰叠的碰撞造山带(图1.1.1(b))。第三类称为阿尔泰式(Altaid style)或图尔基型(Turkic Type)造山带(图1.1.1(c))。这种碰撞造山带以海沟不断向大洋方向退却,弧岩浆作用不断向增生杂岩(accretion complex)推进为特点。含有弧深成岩和火山岩的增生杂岩最后因大洋或海路闭合而冲断到另一侧陆块的被动边缘上。这种图尔基型造山带在中亚和东亚有重要的意义。Sengor(1992)认为松潘-甘孜带是一个典型的图尔基型造山带,因而解释了龙门山以西含有蛇绿岩块的出露范围十分宽阔的西康群的大地构造环境。

在数万平方公里的赣南地区,广泛地分布着震旦纪、寒武纪和奥陶纪时代的复理石,还有星散的镁铁-超镁铁质岩块散布其中。迄今对这些岩石就位的大地构造环境还没有明确的解释。本文将由这些岩石的特征和伴生岩石以及构造特点来分析它们就位的大地构造环境及其对东南地区大地构造格局和演化历史的意义,并借此对图尔基型造山带给予更深入的分析 and 研究。

二、地质概况

本文所研究的赣南地区位于萍乡—广丰断裂带以南的江西南部地区,也包括了相邻的湖南东南部边缘和福建西部边缘地区(图1.1.2)。

本区最老的地层被称为“神山群”,过去将它看作是一套千枚岩组成的连续地层(江西地质矿产局,1984)。通过野外观察,得知这套岩石大部分是脆-韧性过渡带受到剪切的千糜岩,一小部分是韧性剪切的糜棱岩。因此,这是一套经过了剪切位移和紧闭褶皱的构造岩。这些构造岩中还含有镁铁和超镁铁质的岩石块体和构造岩片。它们一起组成了受了剪切和变质的混杂带。这些剪切变质杂岩,在赣南地区可以划分为四个推覆体:武功山推覆体、玉华山推覆体、大王山推覆体和会仙峰推覆体(图1.1.2)。

在这四个推覆体以南的地区,由复理石砂岩与板岩组成,有些地区含硅质岩,个别地段

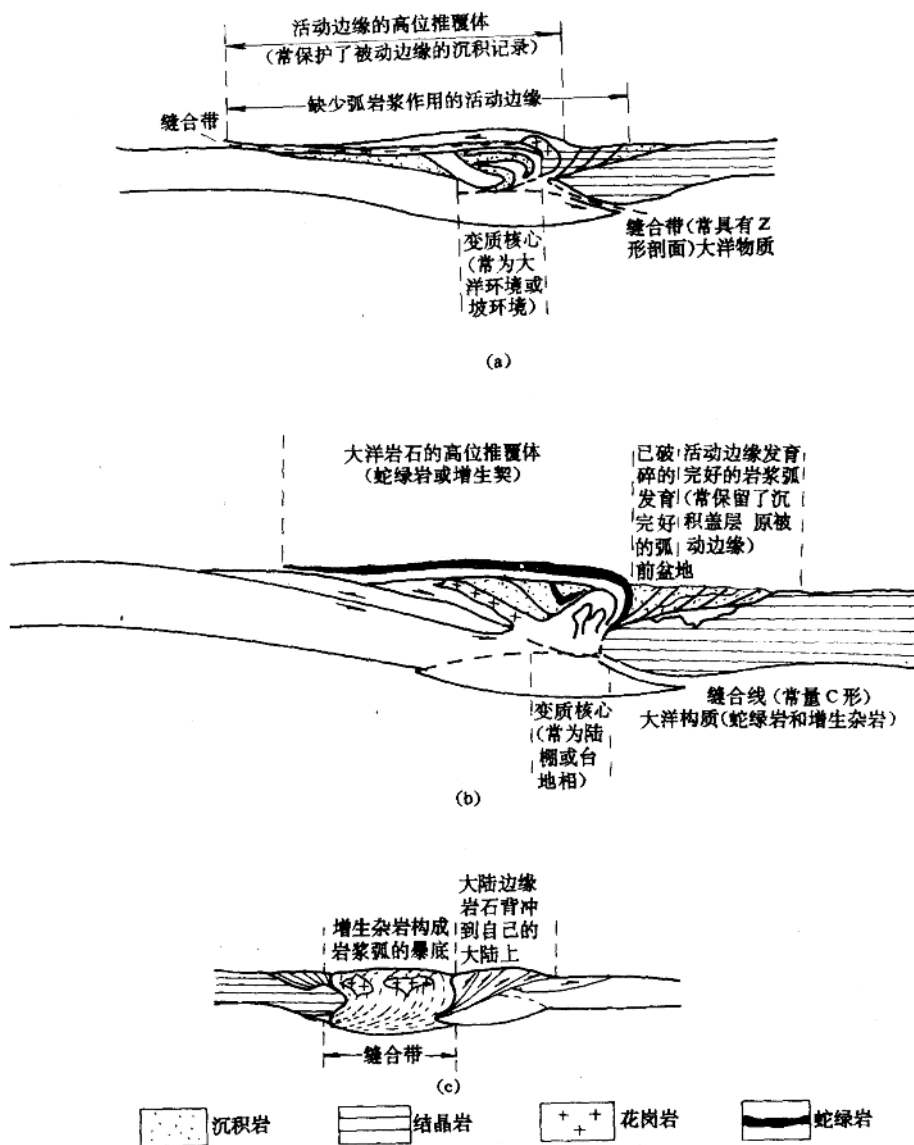


图 1.1.1 三种碰撞造山带的模式图

(a)理想的阿尔卑斯型造山带示意图。(b)喜马拉雅型造山带的理想示意图。(c)图尔基型造山带的理想示意图(据 Sengor, 1992, 略加修改)

受到韧性或韧脆性剪切。这些复理石和寒武系及奥陶系的复理石相伴生,并与一些镁铁-超镁铁岩块相混杂(图 1.1.3)。这类混杂带呈推覆体出现,可以从江西的西部边界分布到闽赣边界。在区内可以划分出彭坊推覆体、井冈山推覆体、上犹推覆体、信丰推覆体、寻乌推覆体和鸡公岭推覆体。

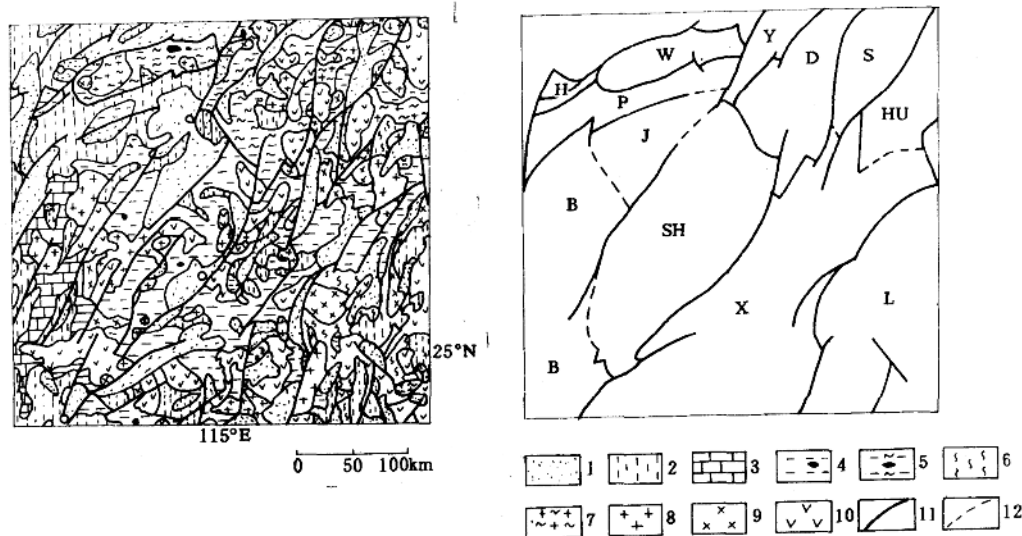


图 1.1.2 研究地区简化地质图和构造单元划分图

B—八面山前陆推覆体；D—大王山变质混杂推覆体；H—何家冲变质混杂推覆体；HU—会仙峰变质混杂推覆体；J—井岗山混杂推覆体；L—姜子坝韧性剪切带；P—彭坊变质混杂推覆体；S—石峡变质混杂推覆体；SH—上犹混杂推覆体；W—武功山变质混杂推覆体；X—信丰混杂推覆体；Y—玉华山变质混杂推覆体

图例：1—中三叠世以来沉积；2—泥盆系-下三叠统；3—被动大陆边缘的震旦系至志留系沉积；4—以震旦系-奥陶系复理石为基质的混杂带；5—变质的混杂带；6—韧性剪切带；7—混合花岗岩；8—早古生代花岗岩；9—晚古生代花岗岩；10—中生代花岗岩；11—断层；12—推断的推覆体边界

相邻的湘东南地区，震旦系是一套浅海到半深海的碳酸盐岩、长石砂岩、石英砂岩、浊积杂砂岩和硅质岩并含有冰碛杂砾岩。是一套被动大陆边缘沉积。这一层系与寒武纪和奥陶纪的大陆架至大陆坡的被动边缘沉积受到古生代造山作用，发生冲断与褶皱变形，形成了前陆褶皱冲断带。在本区出露有湖南的八面山推覆体和热水推覆体以及广东北边缘的武水河推覆体和韶北推覆体(图 1.1.2 和图 1.1.3)。

在震旦系和早古生界之上，不整合地覆盖了泥盆系的粗碎屑磨拉石岩系，然后沉积了石炭系、二叠系和下三叠统的浅海沉积。这些沉积岩系也受到了褶皱与冲断作用，这可能与福建境内发生的早三叠世碰撞造山作用有关。区内出露的中、晚三叠统、侏罗系主要是红层沉积，是早三叠世造山作用后的磨拉石盆地沉积(T_2-K_1)和初始引张盆地的沉积(K_2)。

区内除了混杂带中的镁铁-超镁铁岩块之外，有大量的花岗岩类深成活动(图 1.1.2)，其中包括早古生代的混合岩和花岗岩类、少数晚古生代到早中生代的花岗岩类和早中生代的大量花岗岩。早古生代的花岗岩自武夷山到罗霄山有大量岩体分布，它们对说明早古生代的构造格局有重要意义。

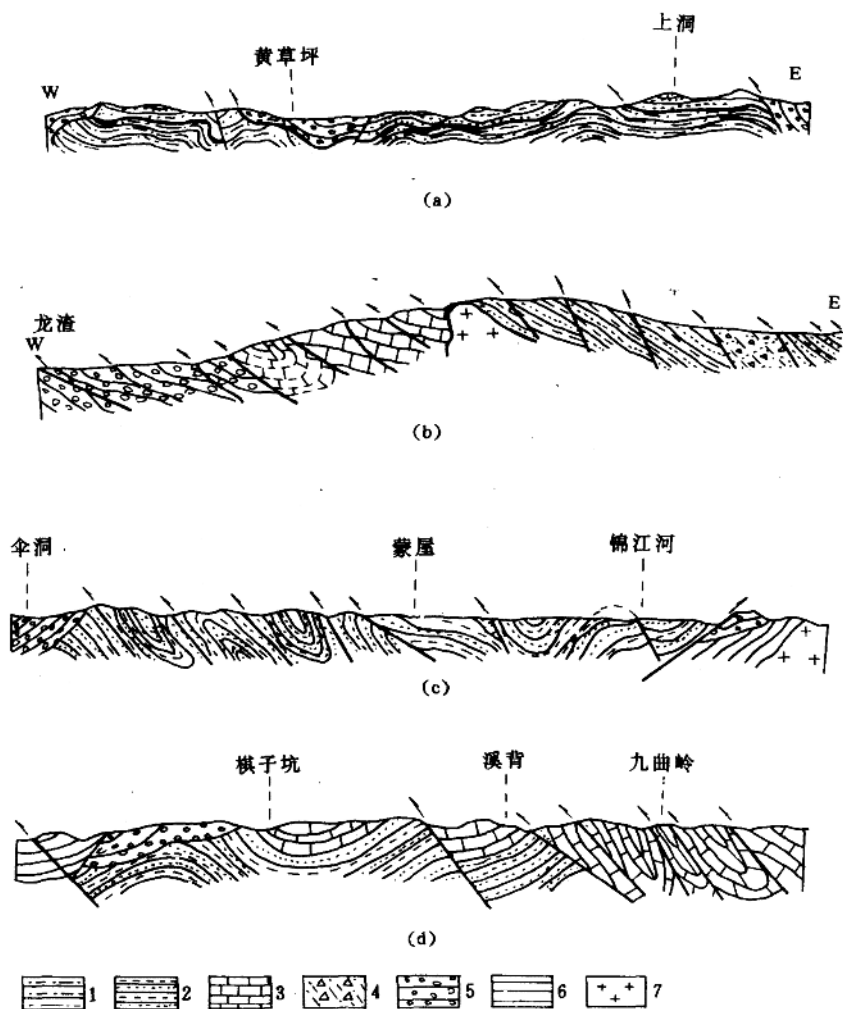


图 1.1.3 湘东南-粤北早古生代前陆褶皱冲断带岩性构造剖面
(a)八面山推覆体西部的构造剖面;(b)八面山推覆体东部构造剖面;(c)
武水河推覆体构造剖面;(d)韶北推覆体构造剖面。图例:1—震旦系;2—
寒武系;3—奥陶系;4—断层碎裂岩;5—泥盆系;6—石炭系;
7—中生代花岗岩

三、湘东南前陆褶皱冲断带

早古生代碰撞造山带的前陆褶皱冲断带分布在湘东南和相邻的粤北韶关地区(李继亮, 1992)。在这些前陆褶皱带的推覆体中,主要发育了震旦系、寒武系和奥陶系的被动大陆边缘沉积,其上不整合地覆盖了泥盆纪前陆盆地的磨拉石。推覆体的部分地区上覆着石炭系和二叠系浅海沉积。

湘东南的八面山推覆体(图 1.1.3(a)、(b))的西边界为桐车湾-布田-曹田冲断层,东界

为井岗山-大峰仙-延寿冲断层。推覆体中震旦系下部为石英砂岩夹板岩。中部与下部岩性相似,但夹有硅质岩或含铁硅质岩。上部主要为硅质岩,夹硅质板岩或粘土质板岩。寒武系下部为石英砂岩夹板岩、碳质板岩,底部有薄层硅质岩和石煤层;中部为石英砂岩夹板岩、泥灰岩和灰岩,向东逐渐出现复理石,反映了沉积环境由大陆架向大陆坡的变化;上部为黑色、深灰色石英砂岩夹板岩及碳质板岩,向东变为复理石岩系。在东西向剖面上,八面山推覆体的构造样式有所变化。在西部,以资兴县黄草坪剖面为例,主要是近于对称的连续褶皱,只有个别地段发育小的冲断层。这种构造类似于阿尔卑斯造山带的侏罗山式构造。在东部,以桂东县龙渣剖面(图 1.1.3(b))为例,主要构造为向西仰冲的冲断构造。其冲断席中,有些地方出现平卧或倒转褶皱,但主要形式是叠瓦状冲断席,构成了类似苏格兰莫因冲断带的几何样式。

广东韶北推覆体中没有震旦系出露,也缺失奥陶系。出露的下古生界地层为寒武系,主要岩性为灰绿色长石英砂岩、石英砂岩夹板岩和碳质板岩。泥盆系的砾岩、砂砾岩、粗砂岩不整合地覆盖在寒武系之上。在锦江河剖面上,东部为叠瓦状冲断系,西部则主要是褶皱的冲断席,冲断席中寒武系以背形和向形出现(图 1.1.3(c))。

武水河推覆体西边以罗坝-长溪冲断层为界,东边以大坝-乳源断层为界。推覆体中出露了震旦系、寒武系和奥陶系,不整合地上覆了泥盆系磨拉石。震旦系主要为长石英砂岩夹板岩,顶部出现硅质岩。寒武系岩性与韶北推覆体相似。奥陶系主要为石英砂岩夹板岩,中上部夹有数十米石灰岩。灰岩局部受到重结晶作用。在棋子坑-九曲岭剖面上,东部表现为密集的冲褶席,西部则为宽缓的褶皱,这种构造样式包括了前陆带从赫尔威特到侏罗山式的构造。

从以上阐述可以看出,这些推覆体都表现出被动大陆边缘沉积的特点,而且显现出由西向东被动边缘的水体逐渐由大陆架变到大陆坡。在变形构造上,可以见到西部呈侏罗山式褶皱构造,东部为冲褶席或叠瓦状冲断席。所以无论从沉积背景还是变形环境,这些推覆体在大地构造相划分上都属于前陆褶皱冲断相类(李继亮,1992)。

四、赣南混杂带

依据基质的变质程度,赣南的混杂带可以分为两类:1. 变质的混杂带,包括武功山推覆体、玉华山推覆体、大王山推覆体和会仙峰推覆体;2. 基质未变质的混杂带,包括何家冲推覆体、彭坊推覆体、井岗山推覆体、上犹推覆体、信丰推覆体。

变质的混杂带推覆体可由武功山推覆体(图 1.1.4(a))作为实例予以阐述。武功山推覆体的北界是断续出露的冲断层,北面来自萍乐凹陷的上古生界岩层呈冲断席仰冲在武功山推覆体之上。南界或为泥盆系不整合覆盖,或为泥盆系组成的冲断席仰叠。继续向南则与未变质的彭坊混杂推覆体相邻。

武功山推覆体内部由一系列叠瓦状冲断席和冲褶席(duplex)组成,主要冲断方向是向北仰冲。北部主要由受到脆-韧性剪切的千糜岩和千糜状砂岩构成混杂带基质,所含混杂块主要岩性为辉石橄榄岩、橄榄辉石岩、辉石岩、角闪辉石岩,细碧岩、石英角斑岩和变砂岩,此外也有少量辉长岩块。推覆体南部块体和基质主要受到韧性变形,形成各种 α 褶皱、拉伸线理、核幔结构、 σ 和 δ 结构、变晶旋转构造等变形组构(也见汤加富、许温复,1987)。岩石的变质程度也相应增高,达到绿帘石角闪岩相。南部的混杂块主要是含铁硅质岩和硅质岩,也见

到少量变质成为斜长角闪岩的基性火山岩块。

武功山推覆体的中部发育有大量混合岩。其变质年龄为 403Ma(江西省地质矿产局,

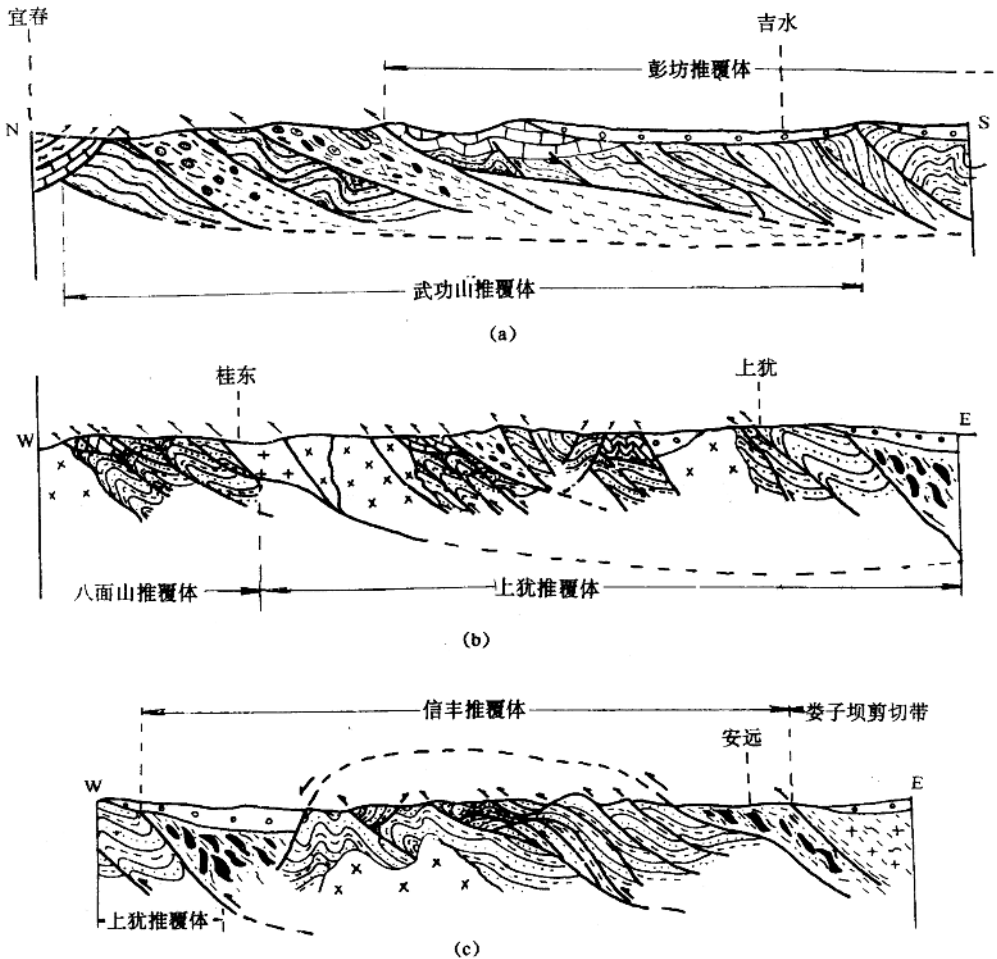


图 1.1.4 混杂带推覆体的构造剖面示意图

(a)武功山和彭坊变质混杂推覆体;(b)上犹混杂推覆体;(c)信丰混杂推覆体(图例说明见图 1.1.5)

1984),反映了碰撞事件之后剪切熔融作用,导致了混合岩的形成。

未变质的混杂带推覆体可由上犹推覆体(图 1.1.4(b))和信丰推覆体(图 1.1.4(c))作为实例。

上犹推覆体的西界与前陆褶皱冲断带的八面山推覆体相邻。在图 1.1.4b 上,上犹推覆体以早古生代桂东花岗岩(赵懿英等,1990)为冲断前缘,仰叠在八面山推覆体之上。推覆体东界为大余—赣州断裂,俯冲到信丰推覆体之下。推覆体内部主要是震旦系、寒武系和奥陶系的复理石,它们作为混杂带基质冲断席或含有混杂块的冲断席。在遂川县大汾乡的东坑

坳、石湖坪和唐 可以见到辉石橄榄岩混杂在寒武系的砂岩和炭质页岩中。在南康县内潮乡的广埠村和左坑村一带可以见到枕状熔岩、辉长岩和硅质岩块分布在韧性剪切带蓝晶石金云母片岩和电气石石英片岩中。在大余县的塘下村可以见到辉石岩混杂块。在崇义的龙头下村,辉长岩块混杂在寒武系复理石中。大尺度的混杂块内部也有冲断层发育。上犹推覆体中的混杂堆包括了从变质橄榄岩到硅质岩的各种类型,只是没有见到辉绿岩墙。

信丰推覆体西与上犹推覆体相邻,东边为娄子坝剪切带。在图 1.1.4(c)的剖面上可以看到,全南大庄乡到龙南程龙乡的富含蛇纹岩化辉橄岩和堆晶岩混杂块的冲断席与安远鹤子乡的相似的冲断席有亲缘关系。两者原来可能是一个推覆体,后来中间部分被剥蚀,而出露了由震旦系和寒武系复理石和少量硅质岩构成的一系列冲褶席(duplex)。信丰推覆体中的混杂块大部分为辉橄岩,包括变质橄榄岩和堆晶的辉橄岩,另外也有相当含量的堆晶辉长岩,混杂基质多呈褶冲席。这反映了这些混杂体是在较深部位由板下叠置(underplating)作用侵位的。

娄子坝韧性剪切带具有巨大的规模,沿闽赣边界呈 NNE 方向由寻乌县以东和武平县以西延伸到金溪县和光泽县之间。受到剪切的岩石主要是震旦系的沉积岩和早古生代的花岗岩类。在福建省武平县的湘江,出露有麻粒岩的剪切刚性块体。这种麻粒岩的来源深度应在 25 公里以下。因此,这一剪切带可能原来处于具有大陆型过渡地壳的前缘部分,可能代表了增生弧的东部起始地带。此带以西是增生弧在增生楔上发育的地区,限于本文的讨论范围,我们不再讨论娄子坝剪切带以东的问题。

五、增生弧的岩浆作用

岩浆弧向增生楔不断前进,主要表现为新生弧的火山作用和花岗岩类的侵入作用。

在震旦纪时期,可能岩浆弧有强烈的火山喷发。在当时的深海沟和弧前的增生楔中,都接受了火山碎屑沉积,包括玄武质和英安质的凝灰岩和角砾岩,在韧性剪切带中则变质成为斜长角闪岩或角闪斜长片麻岩(江西省地质矿产局,1984)。

赣南混杂带的各推覆体中,寒武系复理石岩系中火山岩和火山碎屑岩的夹层,只有少量凝灰质板岩和砂岩以及来自大洋壳的混杂块。这可能是因为寒武纪时期,消减带俯角变缓,海沟向大洋方向退却,增生楔远离岩浆弧,而岩浆弧火山活动较弱,影响不到增生楔地段。

中晚奥陶纪时期,强烈的火山活动又影响增生楔。不仅在各个混杂带推覆体中都含有中-上奥陶统的凝灰质砂岩和凝灰质板岩,而且在上犹推覆体中见到暗色火山角砾岩(安山质?)和流纹岩熔岩层(位于崇义县思顺乡西山界村)。这反映了岩浆弧不断向增生楔地带推进。

研究地区内,花岗岩类广泛出露。震旦纪到早古生代花岗岩类,从武夷山到诸广山和万洋山,震旦纪到早古生代花岗岩类出露在混杂带的各个推覆体中。这些花岗岩的成因和大地构造背景,曾经得到广泛的研究(郭令智等,1984;江博明等,1987;王联魁等,1987;黄萱等,1989;沈渭洲等,1989;John et al, 1989;孙明志与徐克勤,1990;赵懿英等,1990)。

本区属于震旦纪到早古生代的花岗岩类有两种:一类为混合花岗岩,如武功山混合花岗岩(变质年龄 403Ma)、慈竹混合花岗岩(变质年龄 480Ma)和会昌混合花岗岩(锆石 U-Pb 年龄 548Ma);另一类是没有混合岩化的花岗岩类,例如乐安二长花岗岩、金溪花岗岩、上清花岗岩、黎川花岗闪长岩、中和花岗岩、下坝花岗正长岩、沙心花岗岩、龙回花岗二长岩、大江圩

花岗二长岩、定南花岗二长岩、梨树二长花岗岩、上犹花岗岩、内潮花岗闪长岩、汤湖花岗闪长岩、上造富斜花岗岩、草林花岗二长岩、南风面花岗岩、宁冈花岗岩、上古石二长花岗岩、上堡花岗岩和桂东花岗岩等岩体(江西地质矿产局,1984;孙明志、徐克勤,1990;赵懿英等,1990)。孙明志与徐克勤(1990)以岩石化学、Sr 和 Nd 同位素等证据,证明了乐安、上犹和诸广山一带的花岗岩与岩浆弧花岗岩的密切相似性。周新华(1993,待刊)也提供了弧下地幔楔向增生楔下的延伸证据。

岩浆弧向增生楔的发展取得了以上的岩石学和地球化学证据。宁冈花岗岩的锆石年龄(463~423Ma)和汤湖花岗闪长岩的 Rb-Sr 等时线年龄(427 ± 7.9 Ma)反映了弧的增长一直持续到碰撞事件发生的时期(约为 420Ma 左右,据孙明志、徐克勤,1990);而桂东花岗岩(412Ma)可能是同碰撞时期的花岗岩。

六、讨 论

依据上述的地质、构造与岩石学分析,可以看出研究区域是在赣南增生楔上逐渐前进的闽赣增生弧与湘中南陆块相碰撞的图尔基型碰撞造山带。依据湖南前陆褶皱冲断带地区被动边缘沉积的发育情况,最晚的被动大陆边缘沉积为中志留统中下部周家溪群上段的大陆坡沉积(湖南地质矿产局,1988)。叠覆在前陆褶皱冲断带之上前陆盆地的最早的磨拉石沉积,属泥盆统源口组砾岩、砂岩沉积。因此,可以推断,碰撞事件发生在中志留世至早泥盆世之间,很可能在晚志留世期间。

从湘东前陆褶皱冲断带到赣南增生弧的区域地质构造可以由图 1.1.5 中的剖面概略地

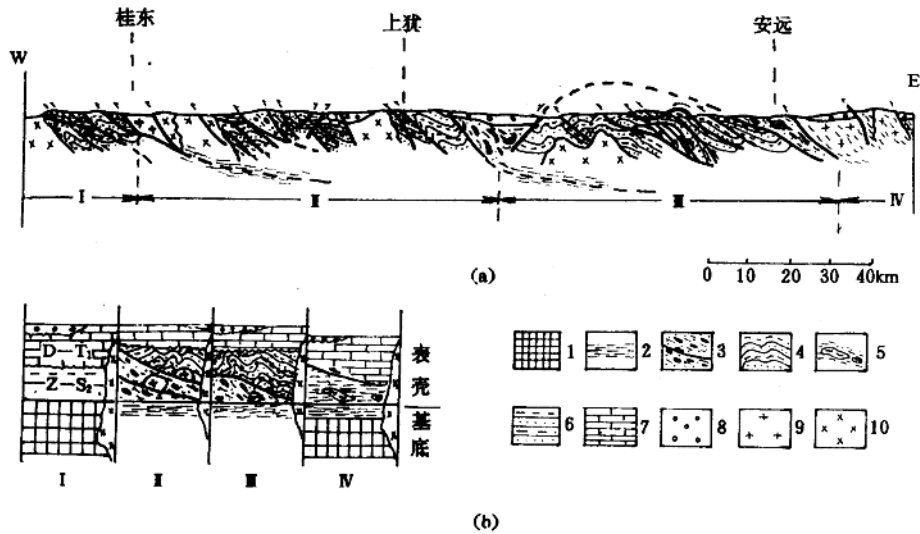


图 1.1.5 横贯八面山、上犹、信阳推覆体和婁子坝剪切带的综合构造剖面(a)和各推覆体及剪切带中的岩石组合系列(b)

1—结晶基底;2—韧性剪切带;3—蛇绿混杂带;4—震旦系-下古生界复理石推覆体;5—婁子坝韧性剪切带中的麻粒岩块体;6—被动大陆边缘震旦纪-志留纪沉积棱柱体;7—泥盆纪-早三叠世沉积;8—中三叠世至白垩纪沉积;9—早古生代花岗岩;10—中生代花岗岩

表示。图中也表示了各推覆体内古生代和震旦纪时期的地层发育情况。依据剖面中的地质构造概况,可以推断赣南古生代阿尔泰型造山带的大地构造演化历史(图 1.1.6)。

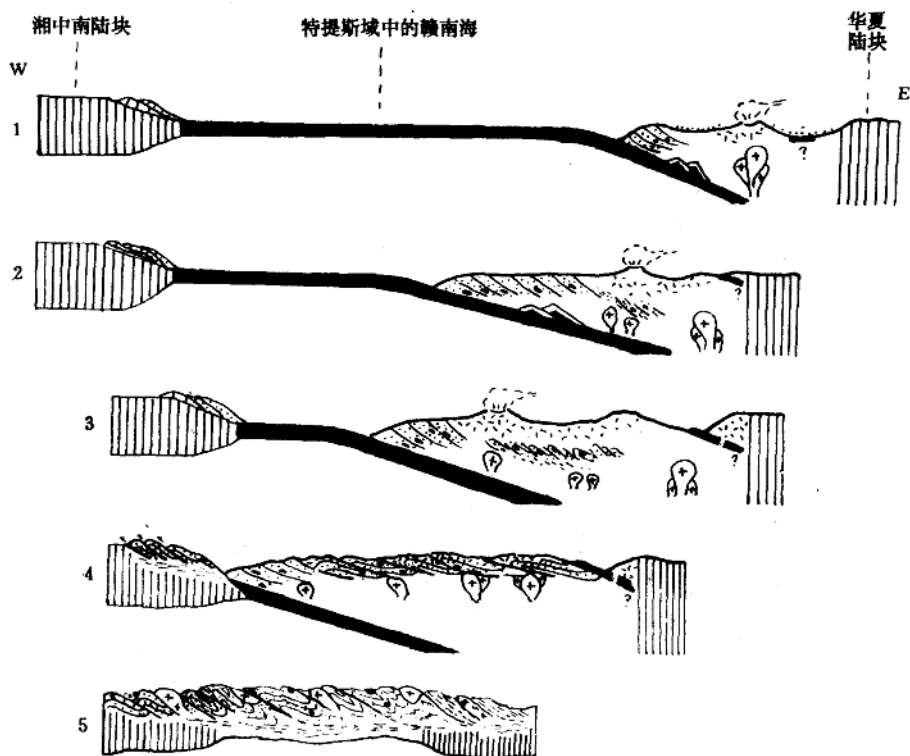


图 1.1.6 赣南图尔基型碰撞造山带的大地构造演化历史示意剖面图

1—震旦纪;2—寒武纪;3—奥陶纪;4—晚志留世;5—早泥盆世(解释见正文内)

1. 在震旦纪时期,特提斯域内的赣南海已经向华夏陆块的活动大陆边缘下消减,形成东武夷弧和可能的弧后盆地。此时在湘中南陆块的被动大陆边缘发育起沉积棱柱体。

2. 寒武纪时期,海沟向赣南海方向迅速退却,消减带倾角减小,弧岩浆作用向海的前进速度较慢,跟不上海沟跃退的速度。因此,增生楔中缺少寒武纪弧的火山组份,花岗岩也较少。此时,弧后盆地可能也因消减了盆底洋壳而闭合,关于这一点证据尚不充分。

3. 奥陶纪到早-中志留世,赣南海消减带变陡,海沟和岩浆弧运移速度大体相当,可能岩浆弧增生速度还略大于海沟跃退速度。这使得增生楔中出现岩浆弧来源的火山碎屑岩、火山角砾岩和熔岩。同时,大量花岗质岩浆侵入增生楔的混杂带中。新的火山活动带把一部份混杂带埋入地下,使其受到了韧性剪切变形和变质作用。在这一过程中,由于剪切热的作用,使混杂带中的表壳岩部份熔融,形成重熔型混合花岗岩。

4. 晚志留世时期,赣南海闭合,增生楔上发展起来的增生弧与湘中南陆块碰撞。湘中南陆块的被动边缘沉积发生冲断与褶皱变形,形成前陆褶皱冲断带。增生弧也同时受到冲断与冲褶(duplexing)作用,形成了各推覆体和冲褶席。

5. 早泥盆世时期,进一步的挤压和缩短,使增生弧部分地仰叠在前陆褶皱冲断带之上,华夏陆块也仰冲到增生弧之上。前陆褶皱冲断带形成最早的前陆盆地,沉积了下泥盆统源口

组磨拉石砾岩和砂岩。由于冲断折返(exhumation)作用,诸如娄子坝等韧性剪切带返回地表,使剪切带中的混合花岗岩也在地表出露。

这一碰撞造山作用还继续发展,使前陆盆地、核心盆地和后陆盆地沉积了中-上泥盆统磨拉石岩系。并由于隆升使某些地区缺失了下石炭统地层。大致在中石炭世时期,造山作用终止,形成了新的被动大陆边缘。

工作过程中得到符鹤琴、张建强、林东燕、胡世玲和周新华等同志的帮助,这里一并致以谢意。

参 考 文 献

- [1]王联魁等,(1987),国际花岗岩成岩成矿作用学术讨论会论文摘要,211~212,未发表著作。
- [2]江西省地质矿产局,江西省区域地质志,地质出版社,1984。
- [3]江博明等,(1987),国际花岗岩成矿作用学术讨论会摘要,未发表著作。
- [4]孙明志、徐克勤,南京大学学报(地球科学),(1990),No. 4, 10~21。
- [5]李继亮,现代地质学研究论文集(上),南京大学出版社,1992,第9~22页。
- [6]李继亮,中国东南陆区与邻近海域岩石圈结构与演化研究,中国科学技术出版社,1992,第1~15页。
- [7]沈渭洲等,南京大学学报(地球科学)(1989),No. 3, 82~91。
- [8]汤加富、许温复,变质岩构造形迹图册,地质出版社,1987,第201页。
- [9]赵懿英等,南京大学学报(地球科学),(1990),No. 4, 56~65。
- [10]郭令智等,花岗岩地质和成矿关系(国际学术会议论文集),江苏科学技术出版社,1984,第38~48页。
- [11]黄萱,DePaolo, D. J., 岩石学报,(1989),No. 1, 28~36。
- [12]湖南省地质矿产局,湖南省区域地质志,地质出版社,1988。
- [13]Carter, N. L. and Uyeda, S., 1985, Collision Tectonics, Deformation of Continental Lithosphere. Tectonophysics, Vol. 119, 449pp.
- [14]Coward, M. P. and Ries, A. C. (eds), 1986, Collision Tectonics. Geol Soc, Spec. Pub., No. 19, 431pp.
- [15]Dewey, J. F. and Bird, J. M., 1970, Mountain belts and the new global tectonics. J. Geophys. Res., Vol. 75, 2625~2647.
- [16]Jahn, B. M., Zhou Xinhua and Li Jiliang, 1990, Formation and tectonic evolution of Southeast China and Taiwan. Isotopic and geochemical constraints. Tectonophysics. Vol. 183, 145~160.
- [17]Sengör, A. M. C., 1992, The Palaeo-Tethys Suture, A line of demarcation between two fundamentally different architectural styles in the structure of Asia. The Island Arc, Vol. 1, 78~91.

1.2 闽台微大陆的组成与碰撞史

卢华复 贾东 郭令智 施央中 张庆龙 王志洪

(南京大学地球科学系, 210008)

一、前言

自从70年代孙乃(1975)发现福建沿海变质带以来,对于它的岩石学、同位素地质学研究有了相当的积累,对于它的构造属性提出过多种见解,有动力变质带(谢宴克等,1989)、俯冲带上盘反向断裂带(俞鸿年等,1982)、东山地体(郭令智等,1984;1991)、平潭-东山地体(高天钧,1991)、古南海混杂岩或泉州飞来峰(Hsü, K. J., 1989)等提法,为研究这一变质带的地壳演化开辟了多方面路径。作者认为研究福建沿海地质是我国东南部构造格架研究中十分关键的一个环节,它的构造属性与巨大的闽浙火山岩带和台湾山脉的构造有着密切的关系。本文依据福建沿海的工作和借鉴台湾地质资料的基础上,提出闽台微大陆与闽浙火山弧的碰撞模式,以此较合理地解释闽台地区各个大地构造相的时空分布。

二、福建沿海变质带的岩石组成

长乐-南澳断裂带走向 $N45^{\circ}E$, 长度超过400km, 西南和东北两端均没入海域。断层带在东北段受到南日断裂错断。晚侏罗-早白垩世的火山岩系限于长乐-南澳断裂带的西北侧。断裂带上视右行分布着一系列基性-超基性岩体(如莆田-泉州基性超基性岩), 和大量燕山期花岗岩。断裂带的东南分布着一个片麻岩-片岩带, 由花岗片麻岩、角闪岩、角闪片岩、云母片岩等组成(图1.2.1), 它们的主要岩石学特征如下:

1. 活动基底的岩石学特征

(1) 花岗片麻岩: 由斜长石、石英、黑云母等组成, 含少量角闪石和微斜长石, 发育有蠕英结构、蚕蚀结构、包含结构等多种交代结构。斜长石斑晶中常含有原变质岩中的斜长石和黑云母细晶。花岗片麻岩中发育有 S-C 组构, 在石狮围头和惠安等广大地区 C 面方向均为 NWW, S 面为 NW, 这显示出 C 面的左行剪切运动。片麻岩中含有黑云斜长角闪片岩的菱形残留体, 它们时常成群出现, 小者如竹片, 大者截面可达数平方米。福建地质学家称之为鱼群构造或鬼影构造, 事实上它们是 C 面和 S 面所围限的残留体。

(2) 黑云角闪斜长变粒岩由角闪石、黑云母和斜长石构成, 含少量石英。黑云斜长变粒岩由黑云母、斜长石、钾长石和石英组成, 由安山岩、角斑岩等变质而来(福建地矿局, 1985)。

(3) 二长浅粒岩, 钾长浅粒岩: 均含少量黑云母, 原岩为酸性火山岩。

以上三种岩石广泛分布于莆田、惠安、晋江一带, 它们构成了福建沿海碰撞造山带活动基底的主体。在莆田忠门和晋江半岛黑云角闪变粒岩的 Sm-Nd 年龄为 $643 \pm 15\text{Ma}$, $509 \pm 20\text{Ma}$ (黄辉等, 1989)。福清沙埔黑云角闪斜长变粒岩 Rb-Sr 等时线年龄为 $483 \pm 21\text{Ma}$ (杨泰铭, 1985)。莆田忠门片麻状混合岩锆石 U-Pb 等时线年龄为 593.3Ma (许景伟, 1988)。

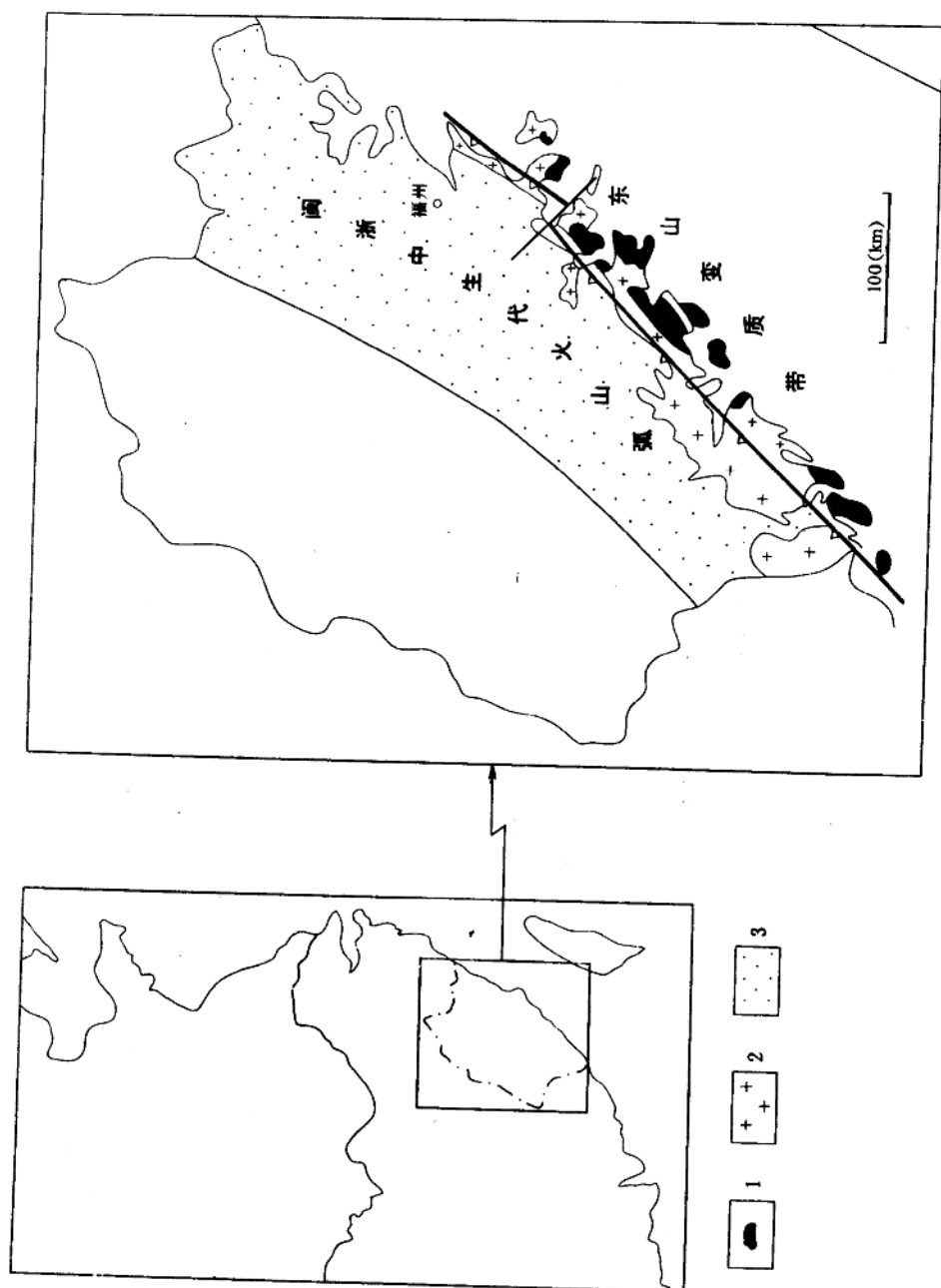


图 1.2.1 福建沿海变质带地质简图
1—变质岩; 2—花岗岩; 3—火山岩