

国家自然科学基金“八·五”重大项目

闽西南岩陆褶皱冲断带

侯泉林 李培军 李继亮 著



地质出版社

·北京·

李继亮

闽西南前陆褶皱冲断带

侯泉林 李培军 李继亮 著

地质出版社

·北京·

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

本书运用碰撞造山带大地构造相的基本思想方法,在大量野外和室内工作的基础上,系统研究了闽西南地区晚古生代至早三叠世的大地构造环境、三叠纪碰撞造山带前陆褶皱冲断带的构造样式,以及煤层的变形、变质规律。经研究认为,闽西南地区在晚古生代至早三叠世为一倾向南东东的被动陆缘,大约在早三叠世晚期板块开始碰撞,且碰撞作用一直持续到晚白垩世早期。

本书可供从事沉积大地构造、碰撞造山带以及煤地质等方面的教学、科研和生产人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

闽西南前陆褶皱冲断带 / 侯泉林等著. —北京:地质出版社, 1995.7

ISBN 7-116-01884-0

I. 闽… II. 侯… III. 俯冲带: 断裂带: 褶皱带—中国—福建 IV. P548.257

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 04763 号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑: 白铁 党顺行



河北省地矿局地质印刷厂印刷 新华书店总站科技发行所经销

开本: 787×1092 1/16 印张: 8.44 字数: 205000

1995 年 8 月北京第一版 1995 年 8 月北京第一次印刷

印数: 1-1 000 册 定价: 18.00 元

ISBN 7-116-01884-0

P·1473

前 言

大陆造山带作为近代固体地球科学的重要研究领域,发育和较好地保存着岩石圈构造演化的构造变形形迹。60年代板块构造学说的兴起,导致地球科学家采用活动论的思想方法解释大陆造山带。70年代,Dewey和Burke(1973)提出了碰撞造山作用的大地构造模式,推动了造山带研究的发展。80年代以来,碰撞大地构造学(Collision tectonics)(Coward和Ries, 1986; Carter和Ugda, 1985)的诞生,标志着大陆造山带板块碰撞作用的理论和方法进入了成熟阶段。90年代初,许靖华(1991)提出了大地构造相的概念(tectonic facies),李继亮(1991, 1992)丰富和发展了这一概念。提出了造山作用是均变的、随机的、连续的新构造观,否定了造山作用期次和造山幕的传统观念,从而使海底扩张、大陆漂移、板块俯冲与碰撞造山作用构成了一个有机体系,形成了完整的岩石圈消长运动与演化理论。

中国东南地区地处欧亚大陆东南缘,其特殊的大地构造位置和丰富的矿产资源历来为国内外广大地质学家所瞩目。因此,东南地区的构造研究起步较早,特别是宁镇山脉的中尺度构造研究,享誉数十年,是我国冲断推覆构造研究最早的地区之一。但对其大地构造属性,长期以来争议颇多。例如,对于扬子陆块以南地区,则有江南复背斜、加里东褶皱带(黄汲清等, 1980; 任纪舜等, 1990)、浙闽沿海造山带(张文佑等, 1974)等不同看法。郭令智等(1980, 1986)根据岛弧和海沟的岩石组合提出了华南存在沟、弧、盆演化体系。1980年,许靖华等提出了可以用碰撞造山带模式来解释华南大地构造。近年来,对东南地区的大地构造研究取得了若干可喜的成果(许靖华、孙枢、李继亮, 1987; Hsü et al., 1988, 1989; 李继亮等, 1989; Sun Shu, Li Jiliang et al., 1990; 李继亮, 1992; 李继亮等, 1993; Li Jiliang et al., 1994; 侯泉林等, 1993; Hou Quanlin et al., 1994; 侯泉林等, 1995; Hou Quanlin et al., 1995),论证了东南地区存在碰撞型造山带。

据李继亮(1992)研究,中国东南地区由四个不同时代的造山带组成(图1): (1) 新元古代碰撞造山带,其碰撞时限大致为800Ma,主要证据为皖南和赣东地区的蛇绿混杂带; (2) 早古生代的华南碰撞造山带,主要标志有龙泉-建瓯的混杂带,湘东地区震旦系-志留系海相地层的线形褶皱,这次事件发生在420Ma左右; (3) 三叠纪的碰撞造山带,最明显的证据是浙西前陆褶皱带中最晚的海相地层——下三叠统的青龙群灰岩,闽西南前陆褶皱带中最晚的海相地层为下三叠统溪口组(T_1x)的复理石浊积岩(侯泉林、李继亮, 1993; Hou Quanlin et al., 1994),以及在浙江发现的鹤溪混杂岩;这次碰撞事件发生在早三叠世晚期,大约为242Ma; (4) 白垩纪闽粤沿海碰撞造山带,这次事件大约在150—120Ma之间,其主要证据是莆田长基、泉州桃花山和平潭岛的混杂带,大量的变质年龄集中在90—120Ma,而遭受变质的最年轻的岩石是上侏罗统岩石。总之,东南地区是由若干个不同的陆块通过碰撞作用拼贴在一起的。

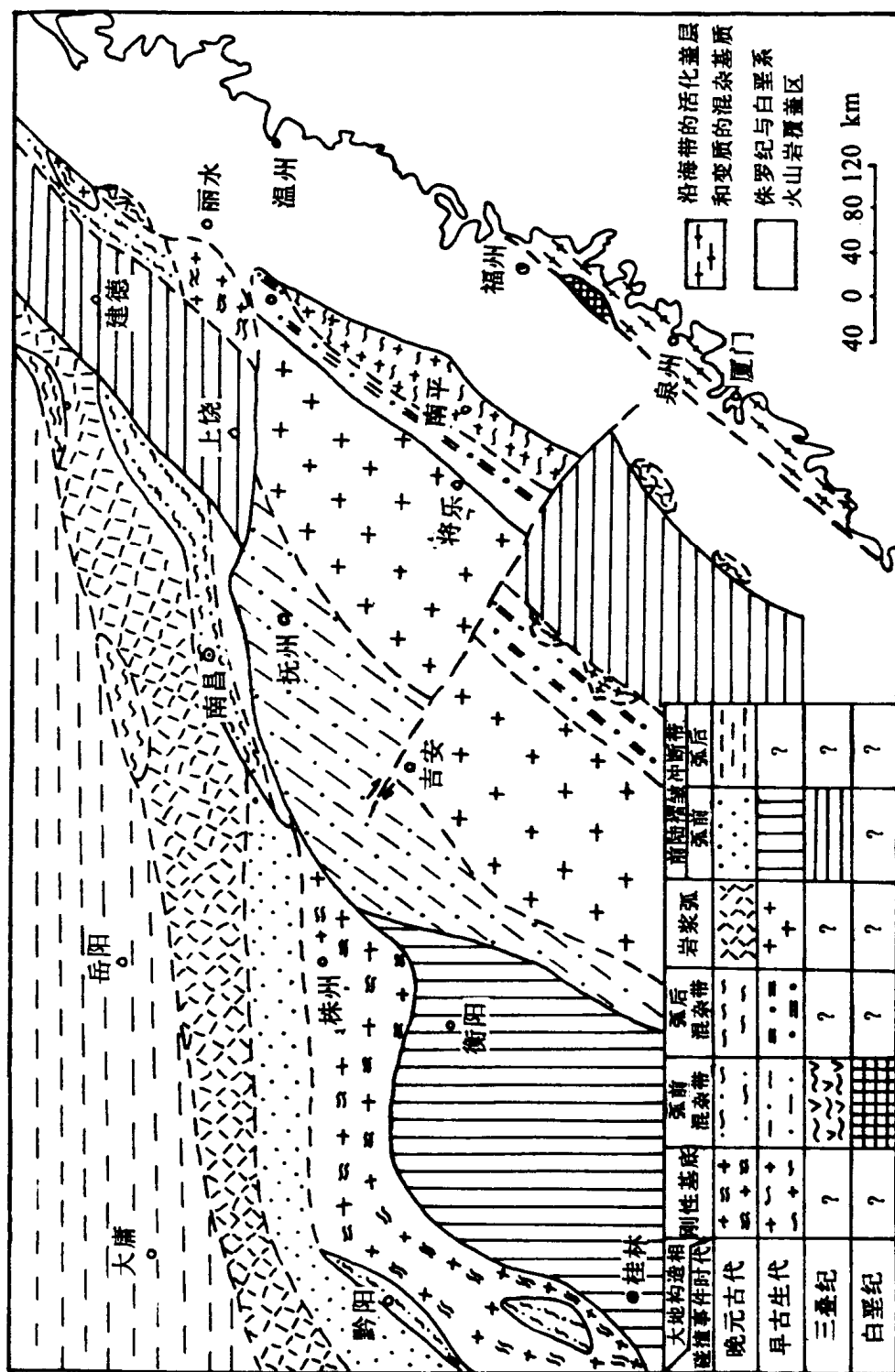


图1 中国东南地区各时代碰撞造山带大地构造相略图(据李维亮,1992修改)

关于闽西南地区的大地构造背景,长期以来各家观点也不尽一致,主要是因为对整个东南地区的大地构造认识不同,以往一直将其划为加里东褶皱系的一部分(黄汲清等, 1980; 任纪舜等, 1990)。福建省地质矿产局(1985)称之为“闽西南坳陷”或“永梅坳陷”,并细分为两个次级隆起带和三个次级拗陷带。这两个隆起带主要指前寒武纪和早古生代地层的出露,认为是三个拗陷带中晚古生代和中生代沉积岩的物源区。本次工作发现,通称的“隆起带”(An $\in$ —Pz₁)实际上是逆冲于上古生界乃至中生界(D₃—K_{2s})之上的外来岩片,而不是古隆起。通过沉积学和地球化学的系统研究发现,自晚泥盆世至早三叠世逐渐由陆相核心磨拉石盆地沉积演化为滨海、浅海、半深海乃至深海相的被动大陆边缘沉积。早三叠世晚期(T_{1xw})至晚白垩世早期(K_{2s})为前陆磨拉石盆地沉积,表明早三叠世晚期板块开始碰撞(距今约 242Ma),且碰撞造山作用一直持续到晚白垩世早期(距今约 90—100Ma),在此期间形成了闽西南前陆褶皱冲断带(foreland fold-thrust belt)。

本书作为国家自然科学基金重大项目“中国东南大陆及邻近海域岩石圈的结构、组成与演化”成果的一部分,同时得到了中国科学院院长基金和中国博士后科学基金的资助。

在撰写过程中给终得到了孙枢研究员(院士)的指导。

在野外工作中,先后得到了林东燕、林增品、林贞培、陶建华、吴岐、黄耀明、周永丰、陈玉辉、郑颖煜、郝杰、柴育成、何海清以及永安矿务局、上京矿务局、龙岩矿务局、福建第八地质大队、福建区调队龙岩分队等单位的同志们的帮助。

在室内工作和成书过程中,先后得到了钟大赉研究员、李康副研究员、陈海泓博士、郝杰博士、柴育成博士、赵中岩博士、王清晨博士、陈晶博士、周新华研究员、金成伟研究员、李思田教授、刘和甫教授、郑亚东教授、刘瑞珣教授、赵靖博士、林传勇研究员、周新民教授、任德贻教授、曹代勇博士、刘顺博士、应汉龙博士等的指导和帮助。

中国科学院高能物理所的杨瑞英副研究员指导并帮助中子活化分析。

此外,刘善印、姜能、郭德勇、肖文交、史丽萍以及张彩霞等同志帮助校对稿件和清绘图件。

在最终成果的评审中,李廷栋研究员(院士)、何国琦教授、吴正文教授、刘和甫教授、潘裕生研究员、刘小汉副研究员等对本成果给予了高度评价,并提出了宝贵意见。

作者对以上各位专家和同志们的指导和帮助表示深切地感谢!

作者

1994年6月30日

第一作者简介

侯泉林, 男, 1963年2月生于河南省武陟县; 1984年毕业于焦作矿业学院地质系(现为焦作工学院资源与环境工程系); 1986.9-1987.7在北京大学构造地质专业进修; 1991年在中国科学院地质研究所获硕士学位(构造地质专业); 1993年在中国科学院地质研究所获博士学位(沉积学专业); 1993年11月到中国科学院高能物理研究所做博士后。1994年6月起任中国科学院地质研究所岩石圈构造演化开放研究实验室副研究员(客座)。近年来主要从事构造地质、大地构造、事件地层以及中子活化分析在地学中的应用等方面的研究工作, 发表论文20余篇。

目 录

前 言	
第 一 章 概述	(1)
第一节 地质概况	(1)
第二节 研究历史与现状	(1)
第三节 大地构造相概念简介	(3)
第 二 章 板块碰撞前(D_3-T_1)的沉积特征及其构造环境	(6)
第一节 上泥盆统的沉积特征和构造环境	(6)
第二节 石炭系的沉积特征和构造环境	(8)
第三节 二叠系的沉积特征和构造环境	(10)
第四节 下三叠统溪口组(T_{1x})的沉积特征和构造环境	(18)
第五节 溪口组(T_{1x})的地球化学特征和构造环境	(26)
第六节 下三叠统溪尾组(T_{1xw})至上白垩统沙县组(K_2s)的 岩性特征和构造环境	(36)
第 三 章 煤层中剪切带的特征及其变形和变质作用	(37)
第一节 煤层的宏观变形几何学	(37)
第二节 构造煤的成因类型及其特征	(44)
第三节 构造煤变形程度的有效指标——镜煤反射率(R)	(48)
第四节 煤的变质作用探讨	(60)
第五节 煤系地层中辉绿岩体的就位机制探讨及其在煤矿生产中的意义	(62)
第 四 章 闽西南前陆褶皱冲断带的构造特征	(64)
第一节 前陆褶皱冲断带的基本构造形式	(64)
第二节 典型地区逆冲推覆构造的剖面特征	(68)
第三节 浅层次微型韧性剪切带的特征及其形成机理讨论	(80)
第四节 闽西南前陆主剪切带探讨	(82)
第五节 闽西南前陆褶皱冲断带的构造式样分析	(91)
第六节 闽西南地区的找煤前景	(94)
第 五 章 平衡剖面及构造演化模式	(96)
第一节 平衡剖面及构造缩短量	(96)
第二节 构造演化模式	(98)
图版说明及图版	(106)

第一章 概 述

福建省(简称“闽”)位于我国东南部,濒邻西太平洋。闽西南地区主要包括龙岩地区和三明地区南部。区内山多林密,地质露头差,加之交通不太方便,给地质工作带来许多困难。但因区内矿产资源丰富,地层发育较全,所以地质工作开展得比较早。本区处于重要的大地构造位置上,构造极为复杂,长期以来,有关本区地质问题的争论较多。现将本区的地质概况和研究现状简述如下。

第一节 地质概况

闽西南地区西邻早古生代造山带的五夷山脉;东邻三叠纪造山带的戴云山脉,北与闽北相连,其间可能被一条走滑断层相隔(图 1),南与广东相接。区内构造主要由北东至北北东向的逆冲断层系和线形褶皱系构成。早古生代之前的地层(含早古生代地层)多以外来岩片(飞来峰)出露。沿清流里田一连城北团一带发育一条走向北北东的大型韧性剪切带(前陆主剪切带,图 4—30)。

区内地层发育比较齐全,除缺失志留系和中下泥盆统外,其它地层基本连续发育(表 1—1)。变质程度最高的地层可能为武平县湘村的麻粒岩(李继亮等, 1993),其时代可能属前震旦纪。震旦系至下古生界为一套连续沉积的海相砂泥岩(福建地矿局, 1985),不整合在前震旦系地层之上。在早古生代造山作用和三叠纪造山作用中,遭受了变形和变质作用,成为一套浅变质岩系。上泥盆统(D_3)是一套在早古生代造山带上形成的陆相核心磨拉石。石炭纪至早三叠世早期的溪口组(T_{1x})地层是一套滨海→浅海→半深海和深海相的沉积岩。它们在三叠纪造山作用中,遭受了较强烈的构造变形和轻微的变质作用。早三叠世晚期的溪尾组(T_{1xw})至晚白垩世早期的沙县组(K_2s)是一套三叠纪造山带的前陆磨拉石盆地沉积。沙县组(K_2s)之后的地层为陆相拉分盆地,覆盖于前陆盆地之上。

第二节 研究历史与现状

对于福建的大地构造性质,早在 20 年代就有论述,葛利普在《中国地质》一文中,曾将福建划为华夏古陆的一部分。黄汲清(1954, 1980)将福建划归为加里东褶皱带。李四光(1950)将福建划为亚洲大陆东部向东南突出的三列边缘弧中闽南弧的一部分。陈国达(1960)将福建划为地洼区。张文佑(1974, 1976)将福建划为华力西褶皱带浙闽沿海造山带。任纪舜等(1980)将福建划为华南褶皱系和东南沿海褶皱系的一部分。郭令智等(1980, 1986)将福建大地构造划为武夷云开加里东期古岛弧褶皱系、政和—大埔加里东俯冲带、闽西南—粤东海西印支期弧间盆地和浙闽粤沿海燕山期火山弧系等构造单元。任纪

表 1—1 闽西南地区综合地层简表

界	系(统)	代 号	厚度(m)	主要岩性	沉积环境或盆地类型
新生界	第四系	Q	0—74		
	第三系	佛 县 群 (Nf <i>t</i>)	126—788	玄武岩、砂砾岩等	
中生界	白垩系 (K)	赤 石 群 (K ₂ <i>ch</i>) 沙 县 组 (K ₂ <i>s</i>) 禾 口 组 (K ₁ <i>h</i>)	72—2016 378—4002 2522	紫红色砂砾岩 砂砾岩至粉砂岩 砂砾岩至粉砂岩	陆相盆地 前陆磨拉石盆地 前陆磨拉石盆地
	侏罗系 (J)	板 头 组 (J ₃ <i>b</i>) 南 园 组 (J ₃ <i>n</i>) 长 林 组 (J ₃ <i>c</i>) 漳 平 组 (J ₂ <i>z</i>) 梨 山 组 (J ₁ <i>l</i>)	—8800 25—1356 > 1043	酸性熔岩、火山碎屑岩、碎屑岩 火山碎屑岩 中细粒砂岩、煤线 石英砂岩、煤线	前陆磨拉石盆地 前陆磨拉石盆地 前陆磨拉石盆地 前陆磨拉石盆地 前陆磨拉石盆地
	三叠系 (T)	文 宾 山 组 (T ₃ <i>w</i>) 大 坑 组 (T ₃ <i>d</i>) 安 仁 组 (T ₂ <i>a</i>) 溪 尾 组 (T ₁ <i>xw</i>) 溪 口 组 (T ₁ <i>x</i>)	276—1207 > 594 1100—1309 318—729 > 1000	砂砾岩、砂岩、煤线 砂岩—粉砂岩 砂岩—粉砂岩 杂砂岩—泥岩 浊积岩、平流岩	前陆磨拉石盆地 前陆磨拉石盆地 前陆磨拉石盆地 前陆磨拉石盆地 半深海—深海
上古生界	二叠系 (P)	大 隆 组 (P ₂ <i>d</i>) 翠 屏 山 组 (P ₂ <i>cp</i>) 童子岩组 (P ₁ <i>t</i>) 文笔山组 (P ₁ <i>w</i>) 栖霞组 (P ₁ <i>q</i>)	15—178 273—647 180—870 149—> 300 156—350	细砂岩、泥岩、灰岩 砂岩—泥岩, 夹煤线 砂岩—泥岩, 煤层 粉砂岩—泥岩 含燧石条带灰岩	浅海 滨—浅海 滨海 滨—浅海 浅海
	石炭系 (C)	船 山 组 (C ₃ <i>c</i>) 黄 龙 组 (C ₂ <i>h</i>) 林 地 组 (C ₁ <i>l</i>)	62—193 75—164 362—500	灰岩夹白云质灰岩 灰岩 石英砂砾岩、砂岩	浅海 滨—浅海 陆相—滨海
	上泥盆统 (D ₃)	桃子坑组 (D ₃ <i>tz</i>) 天瓦岙组 (D ₃ <i>t</i>)	544—2173	石英砂砾岩、石英岩	陆相核心 磨拉石盆地
下古生界	奥陶系 (O)	罗 峰 群 (O ₂₋₃ <i>lf</i>) 魏 坊 群 (O ₁ <i>w</i>)	> 1601 703—867	石英岩、千枚岩 千枚岩、硅质岩	半深海
	寒武系 (Є)	东坑口群 (Є ₂ <i>dn</i>) 林 田 群 (Є ₁ <i>ln</i>)	390—1189 > 2295	石英岩、千枚岩	?
	震旦系 (Z)	黄 连 组 (Z ₂ <i>h</i>) 南 岩 组 (Z ₂ <i>n</i>) 丁屋岭组 (Z ₁ <i>dn</i>) 楼子坝群 (Z ₁ <i>l</i>)	约 9287 > 1531 > 6000	千枚岩、板岩、变粉砂岩, 夹薄层硅质岩 与上类同 变质砂岩夹硅质岩	?
上元古界	Pt ₃	麻 源 群 (Pt ₃ <i>my</i>)	> 5000	片岩、变粒岩、变砂岩	

舜等(1990)将福建划分为江南陆地造山带的一部分。1980年,许靖华依据川东和黔东震旦系到下三叠统的前陆褶皱冲断构造样式,提出华南碰撞造山带。

最近几年,在中国科学院、国家自然科学基金委员会的资助下,许靖华、孙枢、李继亮等经过系统研究,提出了华南属于阿尔卑斯型造山带(许靖华、孙枢、李继亮,1987; Hsü et al., 1988, 1989; 李继亮等, 1989)。李继亮(1992)提出中国东南地区存在四个不同时期的造山带,闽西南地区是三叠纪造山带的前陆褶皱冲断带(图1)。

尽管近年来中国东南地区的大地构造研究取得了卓有成效的进展,但是,由于东南地区碰撞造山作用的多期性和复杂性,到目前为止,还有一些问题没有得到圆满解决(图1)。

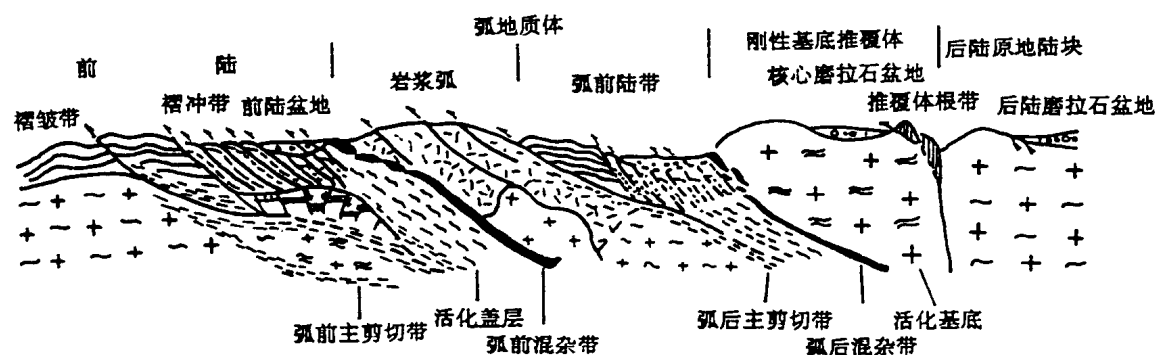


图 1-1 碰撞造山带大地构造相模式图 (据李继亮, 1991)

第三节 大地构造相概念简介

许靖华(1991)提出了碰撞造山带大地构造相的概念(concept of tectonic facies)。李继亮(1991, 1992)丰富和发展了这一概念,并应用于造山带的研究之中。所谓大地构造相,指的是在相似的环境中形成,经历了相似的变形与就位作用,并具有类似的内部构造的岩石构造组合(李继亮, 1991)。大地构造相分析不仅可以解释造山带中能够见到或能观测到的现象,而且能够把已失去的地质记录补充起来。大地构造相不是构造相(structural facies),它的厘定主要是依据地层记录、沉积特点、岩浆活动、古地理和古构造格局、变形样式和变质程度(Hsü, 1991)。

李继亮(1991)在综合分析了世界上不同地区的碰撞造山带模式的基础上,提出了陆-弧-陆碰撞造山模式(图1-1),并且划分了六个大地构造相类,15个大地构造相(表1-2)。

前陆褶皱冲断带相,在碰撞前位于被动大陆边缘;在碰撞过程中,位于俯冲陆块最前缘。由于主要是盖层变形带,岩石以沉积岩为主,主要由碳酸盐岩、浅海碎屑岩和浊积岩组成,有时含少量深海碳酸盐岩、硅质岩或平流岩(contourite)。前陆褶皱冲断带的内部构造以叠瓦状冲断席、冲褶席(duplex)和各种尺度的推覆体为特征。脆性、韧-脆性以及韧性变形均可发育。前陆褶皱冲断带具有指时意义,其最晚的海相沉积指示碰撞事件时间的下限;还具有指向意义,即它的前缘是俯冲盘。因此,在识别造山作用的时代和极性等方面是重要的标志。

表 1—2 碰撞造山带大地构造相类型及特征 (据李继亮, 1991)

大地构造相		特征岩石组合	主要变形特点	就位时代与环境
相类	相			
仰冲基底相类	刚性基底	灰色片麻岩麻粒岩相或角闪岩相的各种变质岩	塑性变形、紧闭褶皱和结晶推覆体	碰撞事件后仰冲就位
	活化基底	进变质或退变质的刚性基底岩石组合	塑性变形叠加脆-韧性变形, 结晶推覆体	碰撞事件后活化变质, 冲断就位
混杂相类	弧前混杂带	蛇绿混杂块、混积岩和深海沉积, 高压变质岩 (蓝片岩、榴辉岩)	脆性或韧性冲断席、杂乱构造	洋壳消减时期板下叠置成增生楔, 碰撞和碰撞后仰冲到前陆带上
	弧后坍塌混杂带	蛇绿岩块、混积岩、碳酸盐块、凝灰岩弧后张裂岩石组合, 可能出现高压变质岩	脆性或韧性冲断席、杂乱构造	弧后盆地闭合前板下叠置成增生楔, 闭合后仰冲就位
前陆褶皱冲断带相类	前陆褶冲带	被动大陆边缘沉积棱柱体组合, 特征岩石为碳酸盐岩和浊积岩	冲断席、冲褶席 (duplex)、冲断推覆体与褶皱推覆体	碰撞前位于被动大陆边缘, 碰撞后冲断、褶皱就位
	前陆褶皱带	被动大陆边缘沉积, 以浅海陆源碎屑岩和碳酸盐岩为主	近连续的褶皱带、呈箱状或梳状褶皱	碰撞后褶皱成山
	活化盖层带	亮片岩、千枚岩、板岩、变质砂岩、大理岩、片麻岩	脆-韧性剪切构造、冲断席以及紧闭褶皱	碰撞后 A 型消减过程中变质, 经过冲断就位于前陆带或其前缘
主剪切相类	前陆主剪切带	千糜岩、糜棱岩、片麻岩、混合岩	C-S 组构、拉伸线理, a 型褶皱	碰撞后约 50—100Ma 在前陆带下呈大规模滑脱带出现
	剪切穹隆带	糜棱岩、各种片麻岩、混合岩大量出现	C-S 组构构成环状与放射状构造, 大型鞘褶皱	碰撞后约 50—100Ma 在核心变质杂岩带就位

续表 1—2

岩浆弧相类	前缘弧	S-I 双花岗岩带、弧火山岩	冲断席、弧翼冲断构造、滑脱构造	消减作用后期形成, 碰撞后就位
	残留弧	花岗质深成岩、大陆基底与盖层岩石、弧翼陆相沉积	结晶冲断席、弧翼冲断构造、滑脱构造	消减作用早期形成, 碰撞后沉积就位
	增生弧	含蛇绿混杂块的弧火山岩或花岗质岩石	杂乱构造, 顶垂构造、冲断构造	消减带逐渐向洋壳发展时形成, 碰撞后冲断就位
磨拉石盆地相类	前陆磨拉石盆地	浅海和陆相砾岩、砂岩、泥岩、少量石灰岩和泥灰岩及蒸发岩	前陆冲断褶皱边缘(后缘多呈超覆关系)	造山作用晚期开始发育, 持续到主剪切带形成之后
	核心磨拉石盆地	陆相砾岩、砂岩、泥岩等	两翼冲断或一翼冲断—翼主张裂构造	碰撞后在结晶推覆体上形成
	后陆磨拉石盆地	陆相砾岩、砂岩、泥岩	引张构造: 地堑半地堑构造	由于刚性基底前缘高速仰冲, 在后陆张裂过程中或剪张过程中形成

前陆主剪切带相, 在俯冲陆块或岛弧的前陆带出露, 向后陆方向缓缓延伸到下地壳或莫霍面的主剪切带, 称为前陆主剪切带相。这种剪切带在地壳浅部由脆性剪切的碎裂岩组成, 在 10—20km 深度形成千糜岩和糜棱岩, 更深部位则形成粗晶的剪切构造岩, 其中包括眼球状和条带状片麻岩。剪切带的扩溶作用会造成壳内低速带, 而剪切热会引起岩石的熔融作用和混合岩化作用。关于主剪切带活动的时间问题, 目前似乎还没有成熟的结论。但就国内外的一些实例(Kelley and Power, 1985; Mc Court and Vearncombe, 1987; 李继亮, 1991)说明, 在造山带中, 剪切作用可能在碰撞前的消减作用时期就可以奏始, 可能贯穿整个造山作用时期, 或者在造山作用结束前便停止活动。在适当的环境和时期还可以不断活动, 且往往在碰撞事件之后 50—100Ma 发育起来。

前陆磨拉石盆地相, 在前陆地区, 由于前陆褶皱冲断带前缘挤压升高, 稍后地区的弹性下弯(elastic down bending)造成的盆地称为前陆磨拉石盆地。前陆磨拉石是在板块碰撞过程中伴随造山作用所形成的一套沉积序列, 其显著特征就是沉积作用与构造(造山)作用密切共生。前陆磨拉石盆地既可以沉积陆相粗碎屑沉积, 也可以沉积海相磨拉石碎屑沉积和少量碳酸盐岩和蒸发岩, 有时含煤系。前陆盆地是典型的挤压盆地, 边缘具有冲断和褶皱构造。最早的前陆磨拉石沉积代表碰撞事件时代的上限, 而最晚的前陆磨拉石沉积则代表碰撞造山作用过程的上限。

核心磨拉石盆地相, 在造山带核心部位沉积了磨拉石碎屑物质的山间盆地, 称为核心磨拉石盆地。这种盆地中主要是陆相粗碎屑沉积, 如砾岩、砂砾岩和砂岩等, 含少量泥岩和粉砂岩。盆地的边界可以是冲断层, 也可能是引张断层。盆地的基底大多为结晶冲断席。

第二章 板块碰撞前(D_3 — T_1)的沉积特征及其构造环境

闽西南地区奥陶纪地层为一套深水复理石浊积岩(朱玉林, 1990)。其后缺失志留纪和中晚泥盆世地层, 晚泥盆世至中生代地层基本连续发育, 表明奥陶纪之后有一次较大的构造事件, 自晚泥盆世开始了一个新的沉积演化。

长期以来, 对闽西南地区晚古生代至早三叠世的沉积环境和岩相古地理研究均是建立在早古生代古陆的基础上。一些基底变质岩系的出露被认为是“古隆起”, 例如把闽西南中部(永安魏坊—洪田一带)的早古生代变质岩认为是晚古生代时期的“水下隆起”, 把龙岩王庄—火德坑一带呈长条状出露的寒武纪变质岩认为是“龙岩山字型构造的脊柱、砥轴”等, 并认为它们控制了东西两侧的晚古生代乃至三叠纪的沉积。把闽西南地区分为东西两个主要沉积凹陷(盆地)(福建地矿局, 1985; 林增品, 1981, 1983)。经野外观察和钻孔验证, 这些所谓“古隆起”、“水下隆起”、“砥轴”等均是外来岩片, 逆冲于晚古生代乃至中生代地层之上(陶建华, 1992; 侯泉林, 李继亮, 1993)。同时, 晚古生代和三叠纪地层也遭受了强烈的构造变形, 厚度发生了较大的变化, 甚至发生了一定的位移(见后面有关章节)。因此, 在原来对晚古生代至三叠纪的沉积环境分析和岩相古地理研究中, 对构造因素考虑不够。

当然, 也正是由于闽西南地区复杂的构造形式, 给晚古生代至三叠纪的沉积环境和岩相古地理研究造成了困难。尽管作者已经认识到应该考虑构造因素, 用活动论的观点重新评价晚古生代以来的沉积环境, 但是, 由于时间等因素限制, 不可能对每个时代的地层都作详细研究。因此, 本章只对晚古生代地层作简单的沉积和构造环境分析, 重点研究早三叠世早期溪口组(T_{1x})的浊积岩和平流岩的沉积特征和构造环境。此外, 简单讨论早三叠世晚期溪尾组(T_{1xw})至晚白垩世早期沙县组(K_2s)的沉积组合和构造环境。

第一节 上泥盆统的沉积特征和构造环境

一、岩性特征

闽西南地区上泥盆统呈北北东向展布, 主要为一套石英砾岩、砂砾岩、砂岩及紫红色粉砂岩, 普遍有轻度变质, 厚度达 2000 多米。按岩石组合和沉积旋回可划分为下部的天瓦砾组(D_{3t})和上部的桃子坑组(D_{3tz})。如图 2—1 为龙岩桃子坑实测剖面, 现简单分述如下:

桃子坑组(D_{3tz}): 厚 760m

39 粉砂岩夹二层石英砾岩 125m

38 灰白色砂砾岩、砂岩与紫红色粉砂岩互层 53m

- 37 灰紫色薄层粉砂岩, 下部夹石英砂岩 40m
 36 浅灰绿、灰白色厚层石英砾岩, 砂砾岩夹粉砂岩 18m
 35 紫红、灰紫色薄层粉砂岩 56m
 34 灰白色厚层石英砾岩、砂砾岩, 中部夹少量紫红色粉砂岩 27m
 33 灰紫色薄层千枚状粉砂岩夹灰紫色细砂岩、白色砂砾岩、砾岩 140m
 32—27 灰白色厚层石英砾岩、砂砾岩夹灰紫色石英砂岩、千枚状粉砂岩 103m
 26 灰紫色千枚状粉砂岩, 中上部夹石英砂岩 71m
 25 灰红、黄白色厚层石英砂砾岩 11m
 24 浅灰厚层石英砂砾岩, 上部夹砂岩、粉砂岩 40m
 23 灰紫色千枚状粉砂岩, 夹灰绿色石英砂砾岩 24m
 22 灰白色石英砂砾岩与砾岩互层 53m

天瓦崂组 (D_3t): 厚 932m

- 21—19 薄层千枚状粉砂岩 215m
 18, 浅灰色中厚层石英砂岩、粉砂岩 24m
 17 浮土覆盖 40m
 16—15 灰紫色薄层粉砂岩, 顶部和底部为厚层石英砂砾岩、砾岩 24m
 14 灰紫薄层千枚状粉砂岩, 底部夹砂砾岩 105m
 13—10 灰紫薄层千枚状粉砂岩夹黄白砂砾岩 92m
 9—7 砂砾岩夹千枚状粉砂岩 110m
 6—5 厚层砂砾岩夹砾岩 63m
 4—2 紫灰色千枚状粉砂岩, 中部夹白色石英砂砾岩、砾岩 53m
 1 灰白色厚层石英砾岩夹砂砾岩 204m

不整合

上寒武统东坑群 (ϵ_3dn): 灰绿色变质粉砂岩

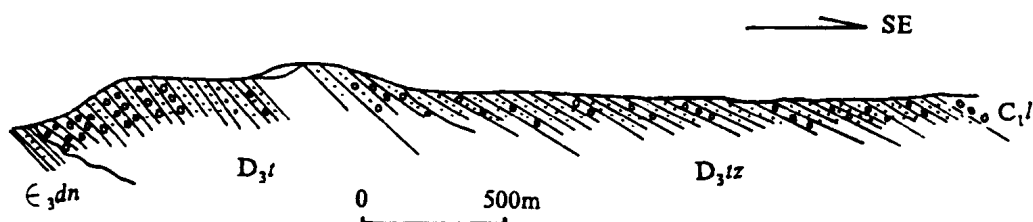


图 2—1 龙岩市桃子坑上泥盆统实测剖面图 (据福建地矿局, 1985)

从上述剖面可以看出, 天瓦崂组、桃子坑组分别构成一个由粗到细的完整旋回, 每个旋回又由若干个沉积韵律组成, 每个韵律大都以砾岩、砂砾岩开始, 以粉砂岩结束。单个韵律厚度自 20 多米至 150m 不等, 从下到上逐渐变小。砾岩的砾石成分主要为白色或稍带紫色的石英和石英岩, 少量为砂岩, 偶夹变质砂岩、千枚岩砾石。砾石滚圆度、分选性良好, 砾径一般 1—4cm, 大者达 10cm 以上, 自下而上砾径变小。产不佳的植物化石。

二、沉积特征和构造环境

上泥盆统以砂岩和砾岩为主, 占 85% 以上, 夹紫红色粉砂岩、灰岩透镜体, 厚度大 (> 2000m), 韵律明显。砾石成分以石英和石英岩为主, 其次为砂岩、粉砂岩、变质岩等, 呈滚圆一次滚圆状, 但分布不均, 具斜层理和透镜状层理。粉砂岩呈紫红色, 仅见少量不佳的植物化石。属氧化浅水环境的陆相河口相沉积(福建省地矿局, 1985)。粒度向上变细, 反映了地势高差减小。

上泥盆统的陆相粗碎屑沉积是在早古生代造山作用晚期, 在造山带基底上发育起来的, 代表了一套陆相磨拉石的沉积组合。板块构造理论认为, 磨拉石代表大陆板块碰撞过程中伴随造山作用所形成的一套沉积序列, 其显著特征就是沉积作用与构造(造山)作用密切共生(陈海泓等, 1992)。它主要出现在碰撞造山带的造山作用晚期盆地中(Gary et al., 1972; Aubouin, 1965), 并且大部分位于碰撞造山带的复理石之上或其旁(方邨森等, 1987)。按照大地构造相概念(李继亮, 1991), 上泥盆统的磨拉石盆地应属早古生代造山带的核心磨拉石盆地。

第二节 石炭系的沉积特征和构造环境

石炭系又分为下、中、上三个统, 分别命名为林地组 (C_1l), 黄龙组 (C_2h) 和船山组 (C_3c)。

一、林地组 (C_1l)

主要分布于闽西南地区, 其岩性在平面上呈带状展布, 走向 NNE。

1. 林地组的岩性特征

(1) 东部地区: 指大田、漳平、龙岩及其以东地区。自下而上岩性层序如下(图 2—2a):

- 6 紫红色粉砂质泥岩夹薄层灰岩透镜体, 产植物化石和少量珊瑚类化石
- 5 灰白、黄白色石英岩, 石英粗砂岩
- 4 灰紫、黄灰色页岩夹黄色透镜状石英砂岩, 产植物化石
- 3 灰白色厚层状石英砂岩
- 2 紫红色页岩, 产植物化石
- 1 白、红黄色厚层砂砾岩和粗砂岩。砾石成分除石英外, 还有紫红色粉砂岩碎屑和团块。

自下而上砾石减少

东部地区岩石以石英砂岩、砂砾岩为主, 占总体岩石的 60% 左右; 自下而上, 组成了由粗变细的旋回, 其中又由若干个由粗变细的韵律组成, 大都由石英粗砂岩, 砂砾岩开始, 到紫红色泥岩结束。全组厚度 300m。除产植物化石外, 上部出现了海相动物化石(珊瑚), 南京大学鉴定为 *Syringopora ramulosa* 和 *Lithostion irregulare* (福建地矿局, 1985)。顶部夹薄层灰岩透镜体。自下而上海水影响不断增强。

(2) 中西部地区: 指永安及龙岩以西。其主要岩性层序如下(图 2—2b):

- 6 灰、紫灰色粉砂岩, 千枚状页岩, 碳质页岩, 局部夹煤线, 产植物化石

- 5 黄白色中厚层状石英砾岩夹少量石英砂岩和灰色粉砂岩
- 4 紫红、紫灰色薄层千枚状粉砂岩、页岩，夹中厚层石英砂岩，产植物化石
- 3 黄白、紫红色厚层石英砾岩夹灰绿色薄层粉砂岩
- 2 灰、深灰色中厚层石英砂岩夹少量薄层粉砂岩
- 1 灰白—紫红色厚层石英砾岩、砂砾岩，底部有灰色石英砾岩

中西部地区砂砾岩含量更高，占 70% 左右，局部夹透镜状无烟煤，化石丰富，以植物为主，厚度 200m 左右，自下而上组成了一个由粗变细的明显旋回，但其中的小韵律不明显，较东部更靠近物源区。

2. 林地组的沉积特征

林地组是在晚泥盆世陆相磨拉石盆地基础上发育起来的一套陆相、滨海相碎屑岩沉积组合。碎屑粒度自下而上变细，粗碎屑自西向东有减少之趋势，且在东部出现含海相珊瑚化石的灰岩薄层，反映自西向东海水影响增强。在中西部地区以陆相、海陆交互相沉积为主，东部地区以滨海相沉积为主（福建省地矿局，1985）。

二、黄龙组(C₂h)

黄龙组主要为碳酸盐岩和深色细碎屑岩，其主要岩性层序特征如下：

- 3 灰色、深灰色厚层状灰岩、钙质粉砂岩、泥岩、透镜状灰岩，夹少量香肠状燧石条带
- 2 灰色厚层状灰岩、白云岩互层，夹角砾状白云岩、生物灰岩、结晶灰岩、硅质团块、燧石条带、白云质灰岩、硅质岩和粉砂岩等
- 1 紫灰色厚层白云岩，暗紫色白云质砂质灰岩，石英细砂岩，黑色泥质石英砂岩等

从上述看出，下部以灰岩、白云岩和细碎屑岩为主，向上变为较单一的含燧石条带灰岩，CaO 含量达 52.09%—55.79%（福建省地矿局，1985），东部出现大理岩。全组富产筳类、有孔虫、牙形刺、珊瑚等海相动物化石，东部地区出现海百合茎、腕足类、腹足类等海相化石。全组厚度达 150 多米，岩层比较稳定。黄龙组是继早石炭世林地组（C₁l）的粗碎屑沉积之后，地形渐变平坦，海水进一步入侵而形成的滨海—浅海相的碳酸盐岩沉积。大致有两种沉积相类型：（1）潮间碳酸盐相：以灰岩、砂屑灰岩和白云岩为主，底部常含硅质岩，普遍含陆源碎屑。生物除大量筳类繁殖外，还伴生有腕足类、瓣鳃类、腹足类以及少量珊瑚类等；（2）泻湖碳酸盐相：以白云岩、白云质灰岩和灰岩为主。生物繁盛，以筳类和珊瑚类为主，还有少量腕足类、瓣鳃类、有孔虫和牙形刺等（福建地矿局，1985）。

三、船山组（C₃c）

船山组为比较单一的碳酸盐岩沉积，以灰岩为主，夹少量白云岩。其主要层序如下：

- 3 灰黑色厚层状灰岩、白云质灰岩
- 2 灰黑色厚层状白云质灰岩、灰岩，含燧石结核和燧石团块
- 1 灰黑色角砾状硅质岩、灰岩

船山组下部为角砾状硅质岩、灰岩，上部主要为厚层状灰岩夹白云岩。灰岩质纯，CaO 含量为 50.00%—51.15%（福建地矿局，1985）。全组岩性单一，厚度稳定，可达 400 余米，富产筳类、有孔虫和珊瑚等海相化石，说明海侵范围扩大。自下而上大致可分