

YUNKAI DIKUAI BEIYUAN BOBAI—CENXI

云开地块北缘博白—岑溪 造山带的形成与演化

ZAOSHANDAI DE XINGCHENG YU YANHUA

覃小锋 李 江 等 著



中国大地出版社

中国地质调查局地质大调查项目(200213000029) 联合资助
广西自然科学基金项目(桂科自 0728089)
广西区域地质调查研究院科技成果

谨以此书向广西区域地质调查研究院院庆 50 周年献礼

云开地块北缘博白—岑溪 造山带的形成与演化

覃小锋 李 江 李容森
周府生 胡贵昂 李广宁 等 著
周开华 谢凌峰 潘艺文

中国大地出版社

• 北 京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

云开地块北缘博白—岑溪造山带的形成与演化/覃小
锋等著. —北京: 中国大地出版社, 2008. 11
ISBN 978 - 7 - 80246 - 147 - 5

I. 云… II. 覃… III. 褶皱带—地质构造—研究—广东
省 IV. P548.265

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 174437 号

责任编辑: 叶 丹 张国秀 高晓峰

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010—82329127 (发行部) 010—82329008 (编辑部)

传 真: 010—82329024

网 址: [www. chinalandpress. com](http://www.chinalandpress.com) 或 www. 中国大地出版社. 中国

印 刷: 北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 9.75

彩 插: 3

字 数: 220 千字

版 次: 2008 年 11 月第 1 版

印 次: 2008 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 1—1000 册

书 号: ISBN 978 - 7 - 80246 - 147 - 5/P · 110

定 价: 40.00 元

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 任务来源	1
第二节 博白—岑溪造山带研究现状	2
第三节 本专题研究目标、研究内容和解决的关键问题	3
第二章 造山带的区域构造格局及其地球物理场特征	6
第一节 构造单元划分	6
第二节 地壳结构及区域地球物理场特征	6
一、地壳速度结构特征	7
二、区域重力场特征	9
三、区域航磁异常特征	9
四、造山带岩石圈结构的基本特征	9
第三章 造山带的地层及沉积特征	12
第一节 造山带的地层组成	12
一、云开造山带的地层组成	12
二、钦州造山带的地层组成	17
第二节 造山带的沉积-构造演化	27
一、前长城纪时期的沉积-构造特征	27
二、长城纪—青白口纪时期的沉积-构造特征	28
三、南华纪—震旦纪时期的沉积-构造特征	29
四、古生代时期的沉积-构造特征	30
五、晚二叠世—新生代时期的沉积-构造特征	35
第四章 造山带的构造岩浆作用	36
第一节 火山作用	36
一、中元古代基性火山岩	36
二、新元古代细碧—角斑岩系	51
三、古生代火山岩	58
四、中生代火山岩	64
第二节 深成岩浆作用	71
一、侵入岩的时空分布规律及其基本特征	71
二、深成岩浆作用与造山过程	79

第五章 造山带的变质作用及其构造背景.....	82
第一节 造山带变质作用特征.....	82
一、天堂山微陆块的变质作用特征.....	82
二、黄陵微陆块与石窝—清水口构造蛇绿混杂岩带的变质作用特征.....	95
三、钦州造山带的变质作用特征.....	104
第二节 造山带主要构造热事件的年代学.....	104
第三节 变质事件序列及其演化.....	113
第六章 造山带的基底属性.....	116
第一节 微量元素地球化学示踪.....	116
第二节 同位素地球化学示踪.....	117
一、Nd、Sr 同位素示踪.....	118
二、Pb 同位素示踪.....	119
第七章 造山带的造山过程及其动力学.....	125
第一节 基底形成期的造山过程及其演化探讨.....	125
一、前长城纪（晚太古代—古元古代）基底的形成.....	125
二、中元古代—新元古代早期的基底演化.....	126
第二节 Rodinia 超级大陆裂解及博白—岑溪多岛海（洋）的形成.....	128
一、Rodinia 超级大陆研究进展.....	128
二、新元古代晚期云开及其相邻地区裂解的地质记录.....	129
三、博白—岑溪多岛海（洋）的形成.....	129
第三节 加里东期碰撞（造山）作用.....	130
一、多岛海（洋）体系板块运动的特点.....	130
二、博白—岑溪多岛海（洋）加里东期碰撞（造山）作用的地质记录.....	131
第四节 特提斯（洋）的产生、发展与闭合过程.....	132
第五节 燕山期陆内叠覆造山过程.....	133
第八章 结 论.....	134
致 谢.....	136
主要参考文献.....	137
附录 项目信息.....	150

第一章 绪 论

第一节 任务来源

新一轮 1:25 万区域地质调查的目的不仅仅是为了单纯地完成填图任务,更重要的是,在对前人地质调查成果进行再次开发的基础上,选择区内重大基础地质问题进行专题研究。根据中国地质调查局下达的由广西地质调查研究院承担的区域地质调查项目任务书(任务书编号:200213000029)要求,1:25 万玉林市幅(F49C002002)区调修测项目“本着图幅带专题的原则,选择区内重大地质问题进行专题研究……确定“云开古陆”在测区内的边界;建立古生代地层序列;阐明测区构造-岩浆事件类型、时空分布及其成因机制;查明各种构造形迹的主要特征,探讨构造活动的序次,构造与沉积作用、岩浆作用、变质作用、成矿作用的关系,进而阐明地质发展史”。根据任务书要求,我们在 2002 年 7 月的设计书上确定专题名称为“广西博白—岑溪断裂带构造特征及其演化”和“天堂山地区变形变质花岗岩的形成时代及其成因”。

2002 年 8 月 6 日,中国地质调查局在黑龙江省组织并主持评审会,对设计书的审查意见为:“该图幅花岗岩面积占一半以上,它是阐明该图幅地质发展史的关键,而且疑难问题较多,专题研究的重点应以花岗岩为主题,建议将专题一《天堂山地区变形变质花岗岩的形成时代及其成因》改为《古生代过铝花岗岩带的构造-岩浆事件序列与构造环境》,通过过铝花岗岩带的研究,解决华夏陆块与南华活动带的界线问题”;而专题二“《广西博白—岑溪断裂带构造特征及其演化》的研究内容、研究方法和技术路线过于简单和一般化,仅仅研究断裂带及其演化难于解决华夏与南华活动带的界线问题……”。经过广西区域地质调查研究院三分院近三年的野外工作和室内研究:①发现了云开地区前寒武纪基底具有双层结构特征,特别是发现了一系列具洋中脊型和岛弧型的中—新元古代变质基性火山岩,从而厘定了云开地块北缘晋宁期(Grenville 期)造山作用形成统一的 Rodinia 超级大陆以前的“多岛洋盆”构造格局。②该构造带的元古代—早古生宙变质岩系已发生强烈的构造混杂作用,空间上形成中深变质岩系和浅变质岩系混杂分布的特征。③上古生界中发育有一系列仰冲性质的冲断带(或韧性断层),致使整套岩系总体上已发生倒转现象,并发育有一系列大型的逆冲推覆构造;在北流市民安镇北至容县十里圩一带的大容山复式岩体南东缘还首次发现了一条宽达数百米至数公里的大型韧性剪切带,初步认为上述推覆构造和韧性剪切带应为海西—印支期造山作用,即南侧的古特提斯向北俯冲消减形成的产物。此外,广东省地调院在图幅东侧 1:25 万阳春幅的地质调查中还发现了一套新元古代裂谷型细碧—角斑岩系(坑坪蛇绿岩)。由此表明,所谓的“博白—岑溪断裂带”实质上是经历了长期构造演化形成的复合型造山带,对它的

研究涉及到当代地球科学许多热点和前沿科学问题,如:云开陆块的结构、组成、大地构造属性、边界及其演化;华南 Grenville 期(晋宁期)造山作用及 Rodinia 超大陆的聚合与裂解;南华裂谷盆地(南华活动带)在广西境内延伸;古特提斯洋东延等等。这些正是解决华夏古陆与南华活动带的界线,揭示华夏古陆的形成演化,重建华南大地构造格局及其演化历史的突破口。

因此,我们提出应集中力量研究这些新发现和新认识。在 2004 年 9 月,中国地质调查局中南办在南宁市组织并主持召开的野外资料验收会上,我们提出应将原设计的专题名称“广西博白—岑溪断裂带构造特征及其演化”修改为“云开地块北缘博白—岑溪造山带的形成与演化”,由于本专题已涉及“古生代过铝花岗岩带的构造-岩浆事件序列与构造环境”专题研究的部分内容,建议后者不再单独编写专题研究报告,其可作为 1:25 万区调报告一个章节论述。经有关领导和专家组审查通过,并报上级主管部门批准,同意我们所作的修改。

第二节 博白—岑溪造山带研究现状

造山带位于华夏古陆与南华活动带的交切部位,前人一般将其称之为云开地块(或云开隆起)和钦防海槽(或钦防残留海槽)。作为华东南少数基底出露区之一,又位于特提斯构造带和环太平洋构造带的交汇处,因此,它是罗丁尼亚超大陆(Rodinia)聚合与裂解以及古特提斯洋东延等国际前沿课题研究的关键地区之一。

关于造山带的大地构造属性问题,前人的认识分歧很大。Grabau(1924)首次提出“华夏古陆”的概念,指在我国东南沿海地区分布的前寒武纪基底变质岩系(包括云开地区)。之后,关于“华夏古陆”是否存在一直存在广泛的争论,李四光(1952)、张文佑(1959)等支持“华夏古陆”或“华夏板块”的观点,而黄汲清(1945, 1954, 1960, 1980)、任纪舜(1960, 1964)和谢家荣(1961)等认为,所谓的“华夏古陆”实质上是一个在冒地槽基础上发展起来的加里东期褶皱带。此后,人们一直认为其属于澄江期—加里东期的华南地槽。黄汲清(1977, 1980)称之为“华南加里东褶皱系”;王鸿祯(1955)将其划分为南海—印支地台;马杏垣(1961)则称之为“东南地槽系”。

20 世纪 70 年代后期,板块构造学说的引入使华南大地构造的研究进入了新的阶段。李春昱(1980)首次在中国板块的扬子—华南构造区划分出了“扬子陆块”和“华南早古生代褶皱带”(云开地区属于“华南早古生代褶皱带”的一部分),并指出“华南早古生代褶皱带”是晚加里东期由华南早古生代地槽沉积区向扬子陆块俯冲而形成的。郭令智等(1980, 1983, 1986, 1987)以板块构造观点系统地论述了华南大地构造的划分和演化历史,提出华南沟—弧—盆构造发展的假说,将云开地区划分为武夷—云开加里东期岛弧褶皱系,之后,兰玉琦等(1988)、孔祥生等(1995)相继认为该古岛弧形成于元古宙而非加里东期,前者还将其与“江南古岛弧”连成一体。许靖华等(1987)、莫柱孙(1989)、张伯友等(1994)则以博白—合浦断裂带为界,将其东侧划分为云开古

生代岛弧型造山带,西侧划分为钦州—云浮—广宁古生代弧间洋盆。

近 10 年来,随着云开、东南沿海等变质基底出露区及其周围地区地质研究的新进展,许多地质学者开始意识到云开地块北缘是确定华夏古陆与扬子板块的南段界线(即华夏古陆与南华活动带的界线)的关键地区,但关于界线的具体位置目前尚存在不同的认识。夏文杰等(1994)认为前震旦纪时期云开地块北缘处于云开岛弧和华南残留盆地交接部位;程裕祺等(1994)认为华夏古陆与南华活动带的界线在绍兴—萍乡—北海一线(在广西境内对应于云开地块北缘的北海—博白—岑溪—梧州断裂带);李曰俊等(1993)、吴浩若等(1997、1999、2001)、殷鸿福等(1999)根据钦州地区存在志留纪—中泥盆世等深流沉积及晚泥盆世—中二叠世深水放射虫硅质岩而认为云开地块西北部的“钦防海槽”是华夏板块与扬子板块的界线(缝合线);而 Pei R. F.等(1995)、洪大卫等(1998, 2002)、陈江峰等(1999)则根据鹰扬关(花山)—武功山—诸广山—杭州一带分布的重要花岗岩类高 ε_{Nd} 低 t_{DM} 带($\text{Sr}_i=0.720$ 等值线)推测华夏板块与扬子板块在新元古代的碰撞对接带在广西博白—岑溪—鹰扬关(花山)—江西武功山—杭州一线;吴浩若等(2001)还认为云开地块的范围可能西起越南红河三角洲,东达珠江三角洲,晚古生代时,它可能为地处南半球低纬度海域的碳酸盐台地,当时云开地块和南沙地块相接,成为一个面积达 50 万 km^2 以上的大块体,此时云开地块与以闽浙为主体的华夏地块是分开的,古南中国海于中晚二叠世开始张开,使云开地块北移,与大明山地体碰撞,形成云开北缘的造山带,云开地块至此才完全成为中国陆块(华夏地块)的一部分。

上述这些不同认识和见解,无疑大大地丰富了云开地区地质构造演化模式。

第三节 本专题研究目标、研究内容和解决的关键问题

本专题研究目标是通过通过对云开地块北缘造山带的岩石组成、结构、大地构造属性、造山作用过程及其动力学的多学科、多方法综合调查研究,从而解决华夏古陆与南华活动带的界线,揭示华夏古陆的形成演化,重建云开地块北缘及其相邻地区的大地构造格局及其演化历史。

围绕本专题的研究目标,其研究内容主要包括:

1. 前寒武纪变质基底的岩石组合

在云开地区选择露头出露较好、地质现象较丰富,并能较好地解决本区存在的地质问题部位,对前寒武纪岩石层进行详细调查,并垂直构造线方向选择地质走廊进行重点解剖,确定云开岩群与下伏结晶基底岩系之间的关系,利用不同方法对不同岩石进行系统同位素年代学有效测定,建立区域性岩石地层层序。

2. 造山带古生代—中生代沉积特征及古地理构造研究

通过对造山带内古生代—中生代不同时期沉积特征的分析,来说明云开地块北缘博白—岑溪造山带不同时期古地理环境特征,进而分析控制它们形成的古构造背景。

3. 造山带构造岩浆与造山作用研究

对各时期岩浆岩进行岩石学系统分类,采集典型岩石类型进行岩石化学和地球化学分析,利用各种大地构造环境判别图解综合研究其形成的大地构造环境。

4. 造山带的大地构造属性、造山作用过程及其动力学研究

通过对造山带内主要构造形迹的基本类型、展布特点、几何学、动力学和运动学特征、叠加关系以及变质作用演化等的系统研究,来探讨造山带的构造演化过程及其动力学机制。

本专题要解决的关键问题是:

1. 云开地块的结构、组成和构造演化问题

云开地区是晚前寒武纪基础地质问题研究最为薄弱的地方之一,在晚前寒武纪地层的划分与对比,形成的时代、构造演化规律认识等方面存在较多问题。云开地区是“古陆”抑或是“褶皱带”一直是争论焦点。近十多年来的区域地质调查中发现,原来的“云开岩群”实质是由变质深成侵入岩和变质表壳岩两部分组成,且变质表壳岩由中深变质和中浅变质的两套变质岩系组成,具典型的双层结构特征。我们在1:25万玉林市幅区调中还在上覆的中浅变质岩系(云开岩群)中识别出一系列具洋中脊型和岛弧型的中—新元古代变质基性火山岩,从而厘定了云开地块北缘晋宁期(Grenville期)造山作用形成统一的Rodinia超级大陆以前的“多岛洋盆”构造格局。由此表明,云开地区存在古老结晶基底,并经历了新元古代的裂解。因此,云开地区古老基底构造属性和变质作用特征及其年代学的调查研究,将进一步揭示格林威尔(Grenville)造山作用和华夏古陆的形成演化特征,再造罗丁尼亚超大陆(Rodinia),对全球构造和前寒武纪地质研究具有重大意义。

2. 南华裂谷盆地(南华活动带)在广西境内延伸问题

由于南华裂谷盆地(南华活动带)在广西境内延伸问题直接关系到华夏古陆与扬子板块的西界问题,其一直是中外地质学者关注的焦点之一,但目前仍有许多重要地质问题尚未得到真正解决,特别是对南华裂谷盆地(南华活动带)的时空分布、构造性质及动力学演化认识上还存在严重分歧,从而制约了南华大地构造格局的构建及其演化历史的推断。我们在1:25万区调过程中,在“云开岩群”中发现的新元古代基性火山岩夹层和细碧角斑岩的资料表明,南华裂谷盆地(南华活动带)是沿着云开地块北缘展布,并往北东一直延续至桂粤交界处的贺县境内而延出省外。因此,“云开岩群”中基性火山岩夹层、中基性侵入岩以及细碧角斑岩系的大地构造属性是确定华南裂谷盆地(南支)是否延伸到云开地区北缘的关键。

3. 云开地块北缘古特提斯的东延及其构造演化问题

根据前人的研究结果,关于古特提斯的东延问题大体有4种认识:①认为它是由小洋盆和微陆岛链组合而成的复杂洋盆,从云南西部南行,在印支半岛分成两支:西支滇缅—马来带,过马来半岛后向东延进入印尼和巴拉望,进而与日本、琉球的中生代洋盆相连;东支从滇越特提斯向东延伸尖灭于钦州地槽(任纪舜等,1990);②对主缝合带的认识与第一种认识相同,但认为其东支可能自红河经琼州海峡东延(刘本培,1986);

③ 认为古特提斯洋的一个东支从两广—赣东北东延至华南腹地（马文璞，1996；张伯友等 1997）；④ 认为古特提斯洋东段的位置应在现今的青藏—滇西三江往南沿碧土、昌宁—孟连、程逸至马来半岛的文冬—劳勿、加里曼丹(古晋)、巴拉望经吕宋-台湾至日本一线，而现今的华南从桂西经桂东南、粤西、赣中至闽浙，也是北特提斯北部裂解大陆边缘，当古特提斯洋开始向北俯冲走向关闭时，它转化为活动大陆边缘（丘元禧等，2000）。由此表明，关于“钦州海槽”在古特提斯期的构造性质及其动力学演化在认识上尚存在严重分歧。因此，对钦州造山带古生代—中生代的构造—沉积特征的研究是揭示本区特提斯构造演化及其动力学机制的关键。

第二章 造山带的区域构造格局 及其地球物理场特征

第一节 构造单元划分

近 20 年来,不同学者对造山带及其邻区已提出过多种不同的构造单元划分方案(表 2-1)。但值得指出的是,由于在研究程度及研究侧重点上的不同,不同学者对本区大地构造的认识仍然存在较大的分歧。我们这次区调工作中取得了一系列突破性的新发现,主要有:①发现了云开地区前寒武纪基底具有双层结构特征,特别是发现了一系列具洋中脊型和岛弧型的中—新元古代变质基性火山岩,从而厘定了云开地块北缘晋宁期(Grenville 期)造山作用形成统一的 Rodinia 超级大陆以前的“多岛洋盆”构造格局;②云开地区北缘的元古宙—早古生代变质岩系已发生强烈的构造混杂作用,空间上形成中深变质岩系和浅变质岩系混杂分布的特征;③上古生界中发育有一系列仰冲性质的冲断带(或韧性断层),致使整套岩系总体上已发生倒转现象,并发育有一系列大型的逆冲推覆构造;在北流市民安镇北至容县十里圩一带的大容山岩体南东缘还首次发现了一条宽达数百米至数千米的大型韧性剪切带,初步认为上述推覆构造和韧性剪切带应为海西—印支期造山作用,即南侧的古特提斯向北俯冲消减形成的产物。此外,广东省地调院(2003)在图幅东侧 1:25 万阳春幅的地质调查中还发现了一套新元古代裂谷型细碧—角斑岩系(坑坪蛇绿岩)。由此表明,过去多认为是相对稳定的“云开地块”,实质上是经历了长期构造演化形成的复合型造山带,前人的构造单元划分方案已很难全面概括本区的地质构造特点。为此,我们根据沉积建造特征、变形变质作用改造历史、岩石化学和地球化学特征、地壳结构及区域地球物理场特征等,对测区提出了新的构造单元划分方案(表 2-1,图 2-1)。

第二节 地壳结构及区域地球物理场特征

从 20 世纪 50 年代后期开始,随着地质矿产调查工作的开展,桂东南及其周边地区的地球物理调查工作也逐渐开展起来。开展的物探工作主要包括航空磁测、天然地震测深、重磁资料反演和人工地震测深等,特别是近十余年来《南岭地区物探、化探、遥感综合解译》、《华南地区物探、化探、遥感编图——广西综合解译成果报告》以及《中国及邻海岩石圈动力学图集》的编制,为探讨桂东南的地壳结构提供了丰富的资料。下面

仅作简要陈述。

表 2-1 造山带的构造单元划分表

广西地质志 (1985)		郭福祥等 (1994)		谢寒克等 (1996)		陶奎元等(1998)		梁约翰等 (1998)		本项目采用方案		
云开台隆	云开台隆	南华造山带	云开岩浆弧褶皱亚带		扬子—特提斯构造域	云开大山变形隆起带	扬子板块	云开隆起	华夏板块云开隆起区	云开隆起	云开造山带	天堂山微陆块
钦州残余地槽	博白拗陷		钦州残余陆缘盆地	博白断陷槽谷	钦州坳断带	钦州断陷带		钦防拗陷		钦州造山带	石窝—清水口构造(蛇绿)混杂岩带	
	六万大山隆起			六万大山盆中隆							黄陵微陆块	
	钦州拗陷			灵山断陷槽谷							博白—岑溪弧后盆地	
											六万山—大容山(岩浆)岛弧	
											钦州前陆盆地	

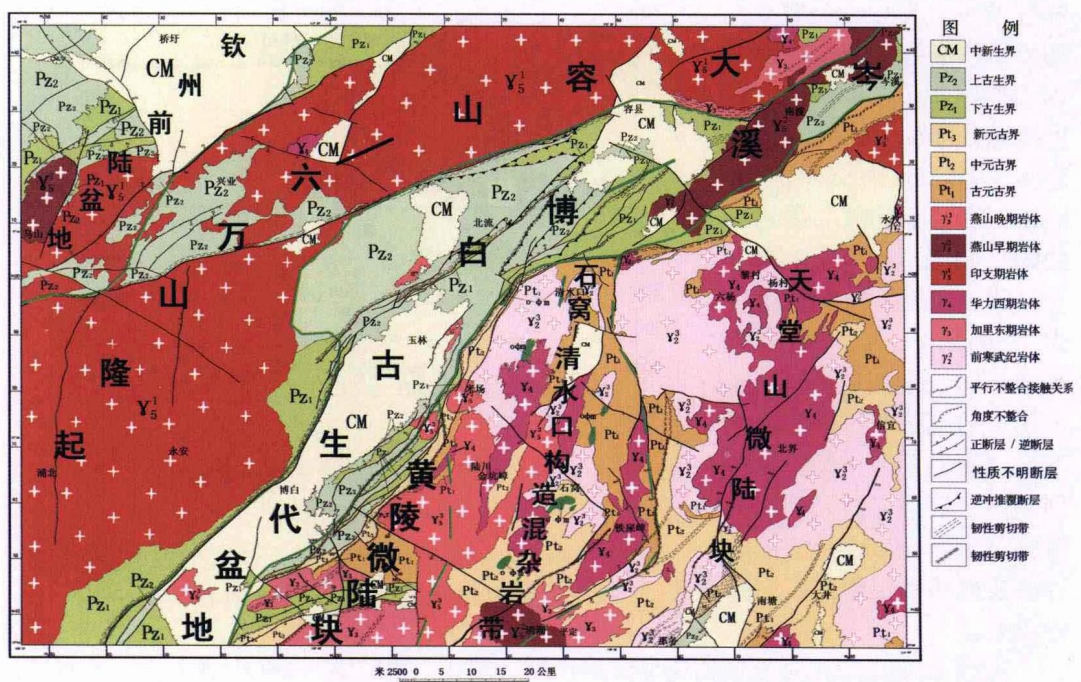


图 2-1 1：25 万玉林市幅地质构造略图

一、地壳速度结构特征

根据柳州太阳村爆破地震资料（1985）和阎全人等（2000）穿越博白—岑溪造山带内钦防—灵山断裂带和合浦—博白—岑溪断裂带进行的天然地震探测结果（剖面位置在

合浦—钦州一带), 获得造山带内深部地壳结构特征如下:

(1) 桂东南地区 25km

深度以上存在一厚 5km 的低速层, 推测其可能是在拉张—碰撞活动中硅镁质下地壳与硅铝质上地壳发生滑脱剥离, 形成其间的韧性剪切带。

(2) 造山带内的地壳结构可明显地划分出 4 个层界面 (图 2-2)。其中 PSC 界面 (即上地壳底界) 在不同方向剖面上的平均深度在 10~12km, P 波速度为 6.01km/s; PSG 界面 (即中地壳底界) 的平均深度为 21km, 此界面以上的层介质 (中地壳) 的 P 波速度为 6.88km/s, S 波速度为 3.93km/s; PSM 界面 (即 Moho 面) 的平均深度在 31~32km, Moho 面以上的层介质 (即下地壳) 的 P 波速度为 7.98km/s, S 波速度为 4.58km/s, 一个明显的特点是下地壳 P 波速度异常高; PSM₁ 界面 (即壳下或上地幔顶部第一转换界面) 的平均深度在 46~48km, 该界面的转换波震相不很稳定, 伸缩性较大。

(3) 在垂直造山带方向的构造测深剖面 (图 2-2 中的 A-A' 和 B-B') 上莫霍面呈台阶状展布, 表现为由云开地块→钦州地块 (合浦→灵山) 倾斜加深, 其中合浦地区 Moho 面在 30km 左右, 而在灵山地区 Moho 面深度增至 34~35km; 但在平行造山带方向的构造测深剖面 (图 2-2 中的 C-C') 上莫霍面基本不变。

(4) 区域性 NE 向钦州—灵山断裂和合浦—博白断裂向深部延深至 20km 左右的中地壳, 属壳断裂性质。

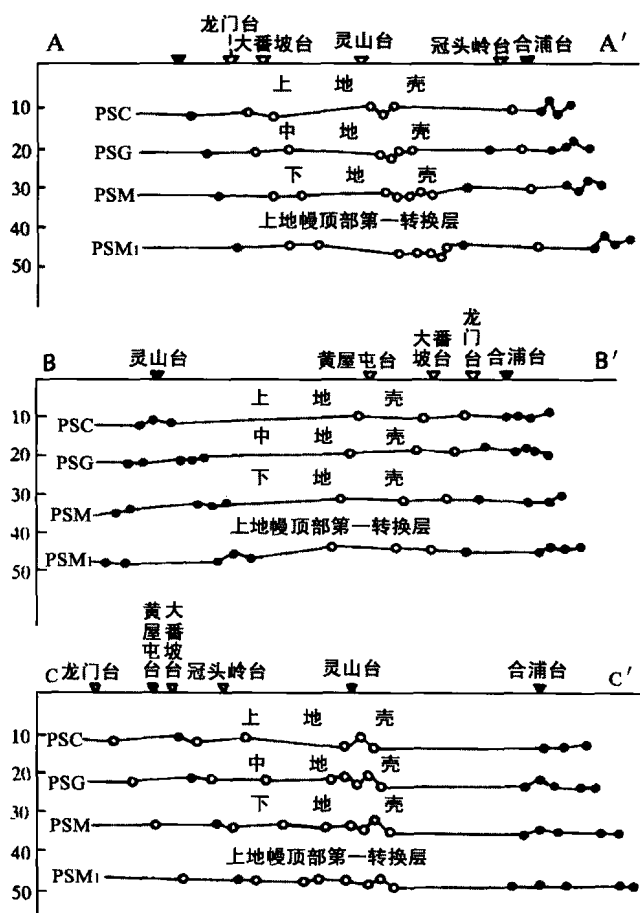


图 2-2 PS 转换波构造测深剖面示意图

据阎全人等, 2000

▽——测线外台站在测线上的投影; ▼——测线上的台站; ●——测线上台站的 PS 波转换点; ○——测线外台站的 PS 波转换点

二、区域重力场特征

从中国 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 平均布格重力异常图和广西 1:400 万布格重力异常图上可以看出,广西区域重力场处于中国东部大兴安岭—武陵山北北东向巨型重力梯度带南段东侧。其中云开地块北缘的布格重力异常强度在 $(-10 \sim -75) \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 之间,等值线总体呈北东向展布,并形成一系列北东向带状分布的重力梯度带,由北西向南东主要有:

(1) 宁明—灵山—大容山(北侧)重力梯度带:分布于造山带北西部浦北县寨圩镇—兴业县北市镇一带,空间上与钦州—灵山深断裂的延伸方向相一致。该重力梯度带区域上长 400km,宽 10~15km,呈北西→南东递降,降幅 $10 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 左右。

(2) 玉林—容县重力梯度带:分布于博白—岑溪弧后盆地北西侧,空间上与大容山岩体南缘韧性剪切带的延伸方向相一致。长 100~120 km,宽 15~20km,降幅 $15 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 左右。

(3) 陆川—岑溪—梧州重力梯度带:分布于陆川—岑溪—梧州一带,空间上与石窝—清水口构造(蛇绿)混杂岩带的延伸方向相一致。该重力梯度带区域上长 220~250km,宽 20~30km,呈北西→南东递降,降幅 $10 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 左右。

三、区域航磁异常特征

据《华南地区物探、化探、遥感编图——广西综合解译成果报告》资料,造山带内可分为两个磁异常区:

(1) 云开复杂剧变磁场区:沿博白—岑溪断裂带和云开隆起区,在 30~50nT 正磁场背景上,出现 290 处局部磁异常,呈北东向带状分布,长达 295km,宽 30~50km。单个异常宽度窄、梯度陡,正负伴生, $\Delta B_{\max}/|\Delta B_{\min}| \approx 1$, ΔB 一般为 100~200nT,最大千余 nT。该区异常小部分为磁铁矿、伴有磁黄铁矿的铜铅锌多金属矿引起,大部分异常则与动热变质和磁性花岗闪长岩、火山岩有关。

(2) 浦北—容县正负磁场区:南西为+10~+30 nT 平静正磁场,北东则为-10~-20nT 负磁场。其北西边缘为钦州—灵山北东向异常带,有 100 余处航磁异常,沿深断裂带展布,局部异常呈长条带或等轴状,强度 100~150 nT。异常主要与动热变质及志留系连滩组含铁砂岩有关。

四、造山带岩石圈结构的基本特征

根据不同的地球物理资料,主要是重力资料以及有关的地震测深资料,对造山带及其两侧莫霍面的起伏已有不同学者编制了不同的莫霍面等深图,但这些图的基本特征还是一致的。从《华南地区物探、化探、遥感编图——广西综合解译成果报告》(1997)及黄启勋等(2000)所编的莫霍面等深图(图 2-3)来看,造山带内的地壳厚度一般在 31~32.5km。以凭祥—南宁—梧州一线为界,北西侧出现一个宽 60km 左右,向南东急剧下降的陡斜坡带,落差 1.5~2km (31.5~33.5km);而南东侧莫霍面总体表现为隆起

状, 局部构造呈 NE 向或 NW 向, 并见局部圈闭隆起。

根据黄启勋等 (2000) 的研究, 以合浦—苍梧断裂带和钦州—藤县断裂带为边界的博白—岑溪碰撞带具有如下地球物理场特征:

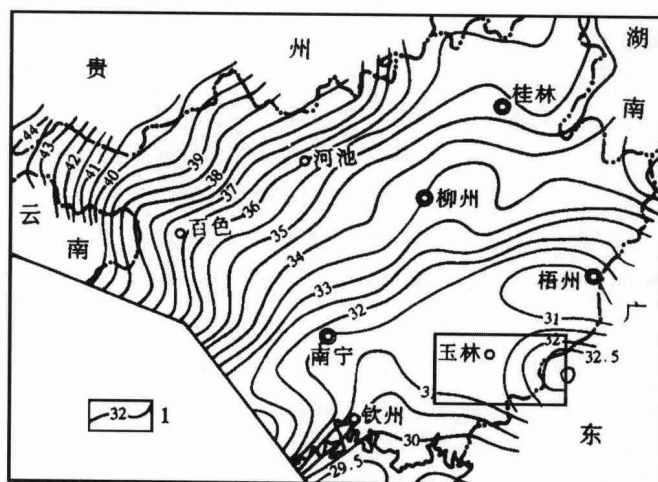


图 2-3 广西地壳厚度等厚线图

据黄启勋, 2000

1. 莫霍面等深线及深长 (km)

(1) 航磁特征为走向 NE 的带状或串珠状磁力高带与磁力低带相间排列。构造带两侧的磁场面貌不同, 北西侧为大片低缓正磁场和负磁场, 南东侧为方向不定的短轴异常群。航磁上延各高度均有显示, 直至上延 100km 仍未消失, 反映为一深断裂带。

(2) 这条构造带是地幔隆起与地幔凹陷的过渡带, 是重力场反映西北侧为重力高带, 南东侧为重力低区。

(3) 地震测深资料表明, 从六万大山—大容山北西侧到云开大山西侧, 存在一组 NE 向切割莫氏面的迭瓦式深断裂, 推断断面向南东缓倾, 北西盘下地壳向南东俯冲, 南东盘向北仰冲, 各断裂两盘落差在 2.5~3km (图 2-4)。

(4) 构造带两侧地壳差异较大, 南东侧硅镁层较薄 (10~13km), 北西侧较厚 (14~18km); 而硅铝层则相反, 南东侧较厚 (约 20km), 北西侧相对较薄 (16~18km)。

综合以上区域地球物理场特征表明, 云开地块北缘应为一规模巨大的复合型俯冲碰撞造山带。

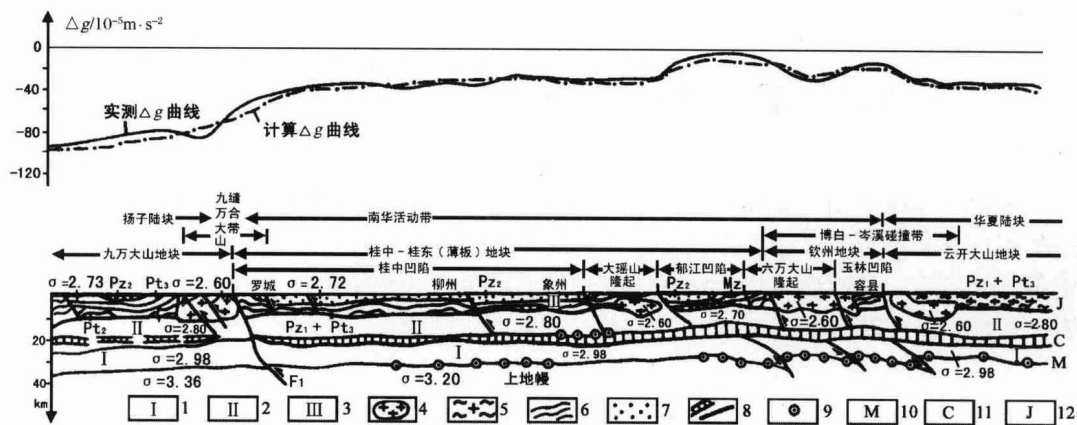


图 2-4 广西九万山—云开大山物探推断地壳构造剖面图

据黄启勋，2000，略加修改

1. 硅镁质层（下壳层）；2. 下硅铝质层（中壳层，结晶基底层）；3. 上硅铝质（上壳层，褶皱基底及沉积盖层）；4. 花岗岩；5. 混合岩；6. 变质岩；7. 沉积岩；8. 低速层（韧性剪切带）；
9. 爆破地震测深界面点；10. 莫氏面；11. 康氏面；12. 结晶基底面

第三章 造山带的地层及沉积特征

博白—岑溪造山带实质上是经历了长期构造演化形成的复合型造山带,由两个造山带组成,南东部为云开造山带,北西部为钦州造山带。带内自元古宙到新生代都有沉积记录,伴随造山带的演化过程发育了各时代不同组合的地层系统。因此,通过对一些代表性地层沉积特征分析,可揭示出造山带某些演化规律。

第一节 造山带的地层组成

前人对本区的地质研究工作始于 20 世纪二三十年代,先后命名了一批岩石地层名称,如“龙山系”(朱廷祐,1928)、天堂山变质岩系(姚文光、乐森璋,1933)等;解放后,老一辈地质学家赵金科、张文佑等先后来区内考察,或进行路线地质调查,命名了“天堂山片麻岩”、“灵山片岩”、“石圭大理岩”等岩石地层单位;著名地质学家穆恩之、董申葆、程裕祺、莫柱荪、丘元禧等也先后对本区的地层做过调研工作。地质工作得到迅猛发展是在 20 世纪 60 年代以后,尤其是 60 年代~70 年代初全面完成了测区 1:20 万区调工作;70~90 年代相继完成了 20.5 个 1:5 万区调图幅,并进行了片区总结;20 世纪 80 年代总结并公开出版了《广西壮族自治区区域地质志》及 1:100 万地质图;2000 年出版了第三代 1:50 万广西数字地质图。此外,20 世纪 80 年代中期以来,广西地矿局、广西冶金局、广东地矿局、中山大学、中国地质大学、中科院广州地化所和中国地科院等单位还在本区相继开展了一系列地质科研工作,使本造山带中地层研究程度有了很大程度的提高。综合前人工作成果和 1:25 万玉林市区调的成果表明,造山带内地层发育比较齐全(表 3-1),分带明显。下面对其进行简要论述。

一、云开造山带的地层组成

云开造山带主要出露前寒武纪地层。

(一) 早前青白口纪地层

主要分布于云开造山带中,往往以不同尺度、不同形态的断块出现。根据我们在北流市南 13km 处和广东省信宜市朱砂镇南 3km 处原定为“云开群”中发现的中—浅变质岩系和中深变质岩系接触关系(图 3-1a、b),并结合微古化石和精确的同位素测年结果,我们将其划分为天堂山岩群(Pt_1T)和云开岩群($Pt_{2-3}Y$)两个填图单位。