

献给第30届国际地质大会

云开地块

构造演化及片麻状花岗质岩石的
剪切深熔成因

彭少梅 符力奋 周国强 等著



地质大学出版社

序

云开大山地跨粤西、桂东南，北东与武夷山遥遥相对，南西与大容山—十万大山毗邻，是研究华南大地构造的一个重要窗口，也是华南的重要成矿区之一，以拥有特大型云浮硫铁矿和大型河台金矿而闻名于世。河台金矿是80年代发现的，自此以后，来这里进行地质科研和普查找矿的队伍络绎不绝，并已发表了许多学术论文和专著，提出了许多新的地质资料和见解，大大地提高了云开大山地质研究的程度。但是，还有一些基础地质问题，如①前寒武纪地层的划分及其识别标志，②各种花岗质岩石的时代划分、成因类型和形成机理，特别是各种片麻状花岗质岩石的成因问题，③云开大山地构造的性质及其演化史等，仍然众说纷纭。这种状况，显然影响到在这个地区普查找矿的工作部署。有鉴于此，广东省地质矿产局于1992年起，在云开大山开展了以上述三大问题为重点的科学研究，以阳春—容县作为地质走廊开展较详细的地质调查，由广东省地质科学研究所和广东省佛山地质局承担，历时3年，始告结束。本书就是此项研究的主要成果。

各种片麻状花岗质岩石的成因，是云开地区最使研究人员困扰的一个问题。过去，人们多集中在花岗质岩石的岩石学、地球化学或成矿学的研究，很少注意花岗岩地质学，特别是构造地质学方面的问题，因此，对于花岗岩，特别是片麻状花岗质岩石的成因问题，很难得到较为完满的解答。本书作者通过本区区域构造和变形变质作用与花岗岩形成关系的研究，提出了构造(剪切)-深熔机理；揭示出区域变质作用与花岗岩的形成具有不可分割的成因联系，区域变形变质岩→同构造深熔混合岩→同构造深熔花岗岩→同构造侵入花岗岩四者同属一次深成构造-热事件连续递进发展不同阶段的产物。这对云开地区各种片麻状花岗质岩石的大同小异、反复形成，无疑是一种较好的解释。此项研究成果填补了云开地区花岗岩地质学研究的一个空白；与R.S.D'lemos等人(1992)在法国西部的研究所得的认识十分相似，不谋而合。

在云开大山区域构造研究方面，本书作者运用现代构造地质学多种新方法，开展了多学科交叉的研究，除常规的大比例尺地质填图和地质剖面观察外，还采用了组构测量和分析(包括超显微组构、岩组学、磁组构)、有限应变测量、岩石地球化学和构造地球化学、构造变形同位素测定年龄(这对于一个多期复合变形的地区准确建立变形变质序列至关重要)、同位素地质学、深部地球物理资料分析等方法，在构造筛分的基础上，初步建立了变形变质序列，特别是提出了存在深层次的、与成岩大体同时且具有伸展性质的近水平流变韧性剪切构造。比较全面地解释了本区各种各样片麻状花岗岩的成因。这种多学科互相渗透与引证、互相检验与制约的作法，其综合程度之高，不但在云开地区的地质科研工作中是空前的，就是在国内其他地区乃至国外也属少见。

当然，由于云开大山地质构造十分复杂，本书作者提出的种种新认识，还有待于实践的检验，但他们在研究思路和方法上的创新，则是有益启迪意义的。也正因为作者们在云开地区的研究工作具有开创性，有些研究未了的或新提出的问题：同位素年龄的多解性及解释问题；旧云开群的解体和高州群的建立依据及其接触关系的确定；云开大山腹地的构造形式是背斜还是向斜，以及相关的地层层序问题；有无变质核杂岩和剥离断层；花岗岩体的就位机制；深

熔构造机理的热动力来源；云开大山的构造演化模式等等，都有待于进一步地研究。这是科学发展的需要，也是对后来者的召唤。

莫柱孙 丘元禧

1995年6月于广州

目 录

第一篇 绪 言

第一章 研究工作背景.....	(1)
第一节 目的任务和自然地理概况.....	(1)
第二节 地质研究简史.....	(2)
第三节 研究工作程序及主要工作成果.....	(4)
第二章 云开地区地质构造背景.....	(8)
第一节 区域地质背景.....	(8)
第二节 云开地区的地壳结构模型.....	(9)
第三节 云开地区的地球化学特征	(10)

第二篇 云开地区的地层层序

第三章 岩石地层单位划分	(12)
第一节 元古宙地层	(12)
第二节 早古生代地层	(23)
第三节 晚古生代—新生代地层	(32)
第四章 前寒武纪古生物组合及年代地层划分	(34)
第一节 前震旦纪地层	(34)
第二节 震旦纪地层	(37)
第五章 沉积环境	(39)
第一节 元古宙—早古生代地层的沉积环境	(39)
第二节 泥盆纪—第三纪的沉积环境	(40)

第三篇 云开地区片麻状花岗质岩石的成因与演化

第六章 前加里东期英云闪长质(含斜长花岗质)-花岗闪长质-二长花岗质片麻岩组合	(43)
第一节 岩石学特征	(44)
第二节 岩石地球化学特征	(47)
第三节 原岩恢复与岩石的成因讨论	(55)
第四节 单颗粒结晶锆石的同位素年龄及其地质意义	(60)
第七章 加里东期花岗闪长质-二长花岗质片麻岩组合	(61)
第一节 宏观地质特征	(61)
第二节 岩石学特征	(63)
第三节 地球化学特征	(66)
第四节 副矿物特征	(72)
第五节 片麻状花岗质岩石的成因讨论	(73)

第八章 海西期—印支期黑云斜长花岗岩-黑云二长花岗岩组合	(76)
第一节 宏观地质特征	(76)
第二节 岩石学特征	(77)
第三节 地球化学特征及副矿物组合	(78)
第四节 那莲岩体的形成机理	(80)
第九章 区域变质副片麻岩与混合片麻岩类	(83)
第一节 基本地质特征	(83)
第二节 岩石地球化学特征	(84)
第三节 形成的时代	(85)

第四篇 云开地块及其周边断裂带的变形机制和演化历史

第十章 云开地区不同构造期次的构造形迹和构造样式	(86)
第一节 前海西期的构造形迹及构造样式	(86)
第二节 海西期—印支期的逆冲推覆构造系统	(98)
第三节 周边断裂带的地质特征和构造演化	(104)
第十一章 云开地区构造变形序列及周边断裂带的同位素年龄测定	(106)
第一节 构造变形序列的同位素年代学研究	(106)
第二节 周边断裂带采用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 等时线法测定年龄	(112)
第十二章 云开地区构造演化的显微—超显微组构特征及有限应变分析	(118)
第一节 显微—超显微变形分析	(118)
第二节 岩石组构特征	(122)
第三节 有限应变分析	(128)
第十三章 云开地区的磁组构特征	(134)
第一节 磁组构分析的原理与方法	(134)
第二节 那莲岩体及其围岩的古地磁研究	(136)
第三节 大王山岩体及其围岩构造变形特征的磁组构研究	(141)
第四节 云开地块片麻状花岗质岩石的磁组构研究	(147)

第五篇 云开地块的大地构造属性和形成演化模式

第十四章 云开地区前海西期片麻状花岗质岩石的形成演化模式	(153)
第一节 前晋宁期和晋宁期片麻状花岗质岩石的形成演化模式	(153)
第二节 加里东期片麻状花岗质岩石的成因	(155)
第十五章 云开地块的变形序列和大地构造属性	(157)
第一节 云开地区的构造-热事件序列	(157)
第二节 云开地块的大地构造属性	(159)

主要参考文献	(160)
英文摘要	(164)

附图 1 粤西—桂东南地区地质图

附图 2 粤西—桂东南地区构造纲要图

附图 3 阳春—容县地质构造综合剖面图
图版说明及图版

CONTENTS

Part I Introduction

Chapter 1 Background of Research Work	(1)
1.1 Objective, task and physical geography	(1)
1.2 Brief history of geological research	(2)
1.3 Procedure of research work and main research results	(4)
Chapter 2 Geological Structural Setting of Yunkai Area	(8)
2.1 Regional geological setting	(8)
2.2 Crustal structure model of Yunkai area	(9)
2.3 Geochemical features of Yunkai area	(10)

Part II Stratigraphic Sequence of Yunkai Area

Chapter 3 Division of Lithostratigraphic Units	(12)
3.1 Proterozoic strata	(12)
3.2 Early Palaeozoic strata	(23)
3.3 Late Palaeozoic-Mesozoic strata	(32)
Chapter 4 Pre-Cambrian Fossil Assemblages and Chronostratigraphic Division	(34)
4.1 Pre-Sinian strata	(34)
4.2 Sinian strata	(37)
Chapter 5 Sedimentary Environment	(39)
5.1 Sedimentary environment of Proterozoic-Early Palaeozoic strata	(39)
5.2 Sedimentary environment of Devonian-Tertiary strata	(40)

Part III Origin and Evolution of The Gneissic Granitic Rocks in Yunkai Area

Chapter 6 Pre-Caledonian Tonalitic (Including Plagiogranitic) -Granodioritic-Adamellitic Gneisses Assemblage	(43)
6.1 Petrologic features	(44)
6.2 Petrogeochemical features	(47)
6.3 Protolith restoration and discussion on petrogenesis	(55)
6.4 Isotopic age of single zircon crystal and its geologic implication	(60)
Chapter 7 Granodioritic-Adamellitic Gneisses Assemblage of Caledonian Stage	(61)
7.1 Macroscopic geological features	(61)
7.2 Petrologic features	(63)
7.3 Geochemical features	(66)
7.4 Accessory mineral features	(72)

7.5	Discussion on the origin of the gneissic granitic rocks	(73)
Chapter 8	Biotite Plagiogranite-Biotite Adamellite Assemblage of Hercynian-Indosinian Stage	(76)
8.1	Macroscopic geological features	(76)
8.2	Petrologic features	(77)
8.3	Geochemical features and accessory mineral associations	(78)
8.4	Mechanism of formation of the Napeng rock body	(80)
Chapter 9	Regional Metamorphic Paragneissic and Migmatitic Gneissic Rocks ...	(83)
9.1	Basic geological features	(83)
9.2	Petrogeochemical features	(84)
9.3	Discussion on ages	(85)
 Part IV Deformation Mechanism and Evolution History of The Yunkai Landmass and Peripheral Fracture Zones 		
Chapter 10	Structural Features and Tectonic Styles of Different Stages in Yunkai Area	(86)
10.1	Structural features and structural styles of pre-Sinian stage	(86)
10.2	Overthrust nappe structure system of Hercynian-Indosinian stage in Yunkai area	(98)
10.3	Geologic features and tectonic evolution of peripheral fracture zones of The Yunkai landmass	(104)
Chapter 11	Isotopic Dating on Tectonic Deformation Sequence and Peripheral Fracture Zones of Yunkai Area	(106)
11.1	Isotopic chronologic study on tectonic deformation sequence	(106)
11.2	$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ — $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ isochron dating on peripheral fracture zones ...	(112)
Chapter 12	Micro-Ultramicro Fabric Features and Finite Strain Analysis of Tectonic Evolution in Yunkai Area	(118)
12.1	Micro-ultramicro deformation analysis	(118)
12.2	Rock fabric features	(122)
12.3	Finite strain analysis	(128)
Chapter 13	Magnetic Fabric Features of Yunkai Area	(134)
13.1	Principles and method of magnetic fabric analysis	(134)
13.2	Palaeomagnetic study on Napeng rock body and its country rocks ...	(136)
13.3	Magnetic fabric study on tectonic deformation features of the Dawangshan rock body and its country rocks	(141)
13.4	Magnetic fabric study on gneissic granitic rocks of the Yunkai landmass	(147)

Part V Tectonic Attributes and Formation-Evolution Model of The Yunkai Landmass

Chapter 14 Formation-Evolution Model of Pre-Hercynian Gneissic Granitic Rocks in Yunkai Area	(153)
14.1 Formation-evolution model of pre-Jinningean and Jinningean gneissic granitic rocks	(153)
14.2 Origin of Caledonian gneissic granitic rocks	(155)
Chapter 15 Deformation Sequence and Tectonic Attributes of The Yunkai Landmass	(157)
15.1 Tectonic-heat event sequence of Yunkai area	(157)
15.2 Tectonic attributes of the Yunkai landmass	(159)
Main References	(160)
English Abstract	(164)
Attached Maps 1 Geologic Map of Western Guangdong—Eastern Guangxi Area	
Attached Maps 2 Tectonic Outline Map of Western Guangdong—Eastern Guangxi Area	
Attached Maps 3 Comprehensive Geological-Structural Profile of Yangchun—Rongxian Area	
Plates with Explanation	

“云开大山是华南一个重要的地质单元，是研究华南大地构造的一个关键地区，也是华南一个重要的成矿区，并久以特大型的云浮硫铁矿闻名于世。”

——莫柱孙——

第一篇 绪言

第一章 研究工作背景

第一节 目的任务和自然地理概况

一、目的、任务

1992年3月14日广东省地质矿产局（现改名为广东地质勘查开发局，下同）粤地科字[1992]068号文指出，《阳春—容县地质构造综合大剖面研究》（以下简称《大剖面》）是广东省地质矿产局“八五”重点攻关项目。它的主要任务是：“以剖面研究为基础，采用多兵种多学科联合作战方式，对广东西部长期争论的重大地质问题（前寒武纪乃至前震旦纪地层的厘定、变形花岗质杂岩的成因、韧性剪切变形变质带和推覆构造等）获得突破性进展。在此基础上，进一步延伸认识——是否存在一个云开地体，并着重阐明其边界的性质和发展历史、基底地质构造特征及地体拼贴方式等，据此重新认识矿产分布规律和形成机制”。

本项目由广东省地质矿产局伍广宇总工程师及广东省佛山地质局许益民副总工程师负责，并聘请广东省地质矿产局莫柱孙教授、中山大学丘元禧教授为项目顾问。本项目下设5个二级课题：①粤西—桂东南地区地层研究；②云开地块片麻状花岗质岩石的成因与演化；③云开地块及其周边断裂带变形机制研究；④阳春—容县地质构造综合大剖面古地磁研究；⑤综合（含地球物理、地球化学）研究。各二级课题组成人员见表1-1。

本书是以各分课题研究成果为基础，加上符力奋编写的第一篇第一章、彭少梅编写的第一篇第二章和第五篇第十四、十五章，以及周国强缩编的《粤西—桂东南地区地质图》（附图1）、《粤西—桂东南地区构造纲要图》（附图2）和《阳春—容县地质构造综合剖面图》（附图3）。由彭少梅全面负责统编而成，由伍广宇审核。

二、自然地理概况

《大剖面》横跨广东、广西交界的云开大山地区，东始广东阳春，往西经信宜进入广西的岑溪，止于容县。剖面呈NW-SE向延伸，全长约200km，广东境内长约130km，除横穿阳春、信宜外，尚波及罗定、云浮、德庆、高州等县城；广西境内长约70km，除跨越岑溪、容县外，尚涉及北流、藤县等地域。上述各县之间均有公路相通，县城与乡、镇之间亦多有公路或简易公路相连，交通尚属方便（图1-1）。

表 1-1 项目及各分课题研究成员

项目负责人: 伍广宇、许益民			顾问: 莫柱孙、丘元禧	
姓 名	职务与职称	单 位	分课题 名称	参 加 时 间
周国强	分课题组长 高级工程师	广东省佛山地质局	粤西—桂东南 地区地层研究	1992.4—1994.12
郑有铭 吴安生	高级工程师 工 程 师			
符力奋	分课题组长 高级工程师	广东省地质科学 研 究 所	云开地块片麻 状花岗岩岩石 的成因与演化	1992.12—1994.12
项贤彪	硕 士			1993.8—1994.12
张伯友	博 士 后	中国科学院广州 地球化学研究所		1993.4—1993.12
彭少梅	分课题组长 博 士 后	广东省地质科学 研 究 所	云开地块及其 周边断裂带变 形机制研究	1992.12—1994.12
彭松柏	工 程 师	地矿部宜昌所 ^①		
邵建国	高级工程师	地质矿产部地质力学 研 究 所		
胡联浩	分课题组长 工 程 师	广东省地质科学 研 究 所	阳春—容县地 质构造大剖面 古地磁研究	1992.11—1994.12
李建彪	工 程 师			
何森祥	分课题组长 高级工程师	广东省佛山地质局	综合研究组	1992.11—1994.12
曹汉忠 张汝安	高级工程师 工 程 师			

云开大山山势雄伟、峰峦起伏、河谷深切,属中、低山陡坡地貌类型,总的地势是中间高,四周低,它把广东、广西两省区紧紧地联结在一起。超过1000m的山体近10座,其中广东境内的大田顶海拔1703m,广西境内的天堂顶也海拔1274m。由于山势险峻,逾越条件差,人烟较为稀少。而云开大山的两侧,如广西的玉林、藤县地区和广东的阳春盆地,则地势较为平坦,人口也相对稠密。

本区地处亚热带,高温多雨,年平均气温21℃左右,1月份平均气温15℃左右(高寒地区最低气温可达0℃以下),7月份平均气温28℃左右,全年无霜期300多天,年降雨量1800mm左右。真可谓苍松、翠竹长青,山洪流水不断。

传统经济以农、林业为主。近几年来,工业、采矿业、加工工业也有不同程度的发展,其经济比重逐年上升。

第二节 地质研究简史

云开大山由于地处广东、广西两省区的分界,山势挺拔、险峻,植被发育,人烟稀少,交通不便,加之地质构造复杂,因此,它一直是我省地质研究程度相对较低的地区之一。无论是对地层时代的认识,或是花岗岩岩石的成因,总体构造轮廓,以及该区的大地构造属性等方面,在不同的历史时期,不同的研究者有不同的认识,真可谓“众说纷纭、莫衷一是”,从而成为今天引人注目的地质研究热点地区之一。

^① 地质矿产部宜昌地质矿产研究所

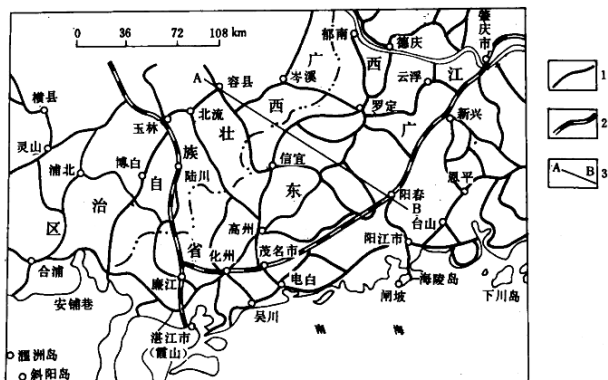


图 1-1 研究区交通位置图

1. 公路; 2. 铁路; 3. 大剖面位置

早在 1932 年, 徐瑞麟、蒋溶在西江两岸进行地质矿产调查时, 即将该区出露的片麻岩划归太古宙; 片岩及石英岩划为原生宙 (现称元古宙)。1933 年, 王镇屏认为变质岩系位于龙山系之下, 二者成不整合接触, 龙山系既为古生代下部产物, 则变质岩系应较老于古生代, 遂据岩性特征将其与五台系对比, 定为元古界 (王镇屏所指的变质岩系中下部为片麻岩, 上部为云母片岩)。1958 年, 赵金科、张文佑等则将天堂山一带 (云开大山一部分) 的片麻岩划为太古宙。1961 年, 广西区调队认为云开大山一带的片麻岩可分 4 个时期: 太古宙第一期花岗岩片麻岩; 太古宙第二期眼球状花岗岩片麻岩; 元古宙浅色花岗岩片麻岩; 加里东期轻变质花岗岩。1969 年, 广东省地质局综合研究大队修编出版 1: 20 万阳春幅时, 一改初衷, 将原划为加里东期侵入岩, 经区域变质而成的花岗岩片麻岩改成了寒武纪的混合岩及混合花岗岩。因寒武系在地质图上着绿色, 故又称“绿色海洋”, 这一认识一直持续到广东省区域地质志的出版、问世。与此相对立的, 陈挺光 (1982) 则提出“褐色海洋”说, 即认为云开地区的变质岩系属泥盆纪 (泥盆系在地质图上着褐色), 沿吴川-四会断裂带展布的花岗质片麻岩是糜棱岩化花岗岩类。若这一论点成立, 则云开地区再也不是长期以来为地质工作者所熟悉的“云开古陆” (或华南加里东褶皱带), 而是“粤西海槽” (晚古生代的海槽) 了。

1987 年, 广东省地质矿产局区域调查队^① 首次在阳春圭岗、秋风坪附近的云开群硅质岩中, 发现古片藻 *Laminavites cf. antiquissimus*, 由于该藻大量出现于三峡地区的下震旦统莲沱组中, 进而认为本区浅变质岩系应为震旦纪的沉积。尔后, 南颐 (1991) 又在信宜丰垌口、陈水坑等地陆续发现前寒武纪的微古植物化石, 其间又有一批 828~1 470Ma 的同位素年龄数据报导 (南颐, 1991, 1993; 张志兰, 1992; 于津生, 1991; 李献华, 1993; 周汉文, 1994; 王鹤年, 1993), 至此, 云开群的时代可能为中、晚元古代的认识已逐渐为地质工作者所接受。

^① 广东省地质矿产局区域调查队, 1987, 1: 5 万合水—思贺幅区域地质调查报告书

在地层工作获得进展的同时,刘公民(1990)、林庆华(1990)、李立源(1987)等,还提出了合水—思贺地区的片麻状花岗质岩石是同构造成因的岩浆侵入花岗岩的认识;自此,一个“红色海洋”的浪潮又悄悄地掀起。广东省地质矿产局区域调查队随后开展并先后完成(1991, 1995)的1:5万阳春—石菴幅、信宜—怀乡幅均把1:50万广东省地质图上的混合岩、混合花岗岩的绝大部分,改成了侵入型花岗岩,地质图上一片红色。但杨树锋(1987)仍认为云开大山的花岗质岩石为板内改造型花岗岩,并据混合岩化程度依次划为:部分混合岩化带、混合岩带、混合花岗岩带。类似观点还见于邓璋(1991)等的论著中。王联魁等(1991)则将云开地区花岗质岩石划分为三种建造类型(混合岩建造、深熔花岗岩建造和岩浆花岗岩建造)。值得指出的是,关于花岗质岩石的成因,除上述交代成因与岩浆成因之争外,尚有断裂变质作用—断裂超变质作用与再生岩浆作用连续演化系列的提法(莫柱孙, 1962、1982; 杨树锋, 1981; 丘元禧, 1990; 符力奋 1982、1989)。

随着地层、岩石方面研究的进展,对云开地区的大地构造属性,也产生了不同的认识。“绿色海洋”与“褐色海洋”之争,本质上也就是云开地区究竟是加里东褶皱带还是华力西海槽之争。80年代,随着现代构造地质学和板块构造学的兴起,王鸿祯(1986)、杨树锋(1987)认为本区是武夷山—云开大山加里东岛弧褶皱带的一部分,郭令智(1984)、丘元禧(1993)则称之为云开变质地体。但黄汲清(1977)所提出的华南加里东褶皱带的理论,对广大地质工作者仍有着深远的影响。

对云开地区的构造样式,亦有不同的认识,80年代以前,普遍认为加里东紧密线形褶皱是本区最古老的构造样式。80年代后期、90年代初,随着云开地块周边多个逆冲推覆构造的发现和厘定(袁正新等, 1988; 彭少梅等, 1990; 张伯友等, 1992; 丘元禧等, 1993),一些学者提出了云开地区存在深层次的推覆构造,并进而认为糜棱岩、混合岩、花岗岩三者存在着成因联系,强调带中混合岩是由糜棱岩改造而成,花岗岩则可能是混合岩化的最终产物(张伯友等, 1992)。汪幼章等(1994)则提出“双变质核杂岩”模式,认为云开隆起部分及其边缘存在着晋宁期的基底剥离断层与海西期的剥离断层。游振东等(1994)^①则提出“双基底模式”,认为云开隆起区内由深层次基底、浅层次基底及盖层组成。深层次基底为早中元古界中深变质岩和不同重熔程度的混合岩和花岗岩;浅层次基底为变质较浅的晚元古界云开群和下古生界;盖层为泥盆系及其以上地层。并认为云开隆起区深层次基底低压麻粒岩相变质作用发生于晋宁期的拉张环境,云开隆起现今所具有的变质核杂岩或穹隆的结构样式,是云开地区地壳隆起和上浮,沿基底与盖层之间,或不同层次基底之间伸展滑脱的结果。

以上所述,虽然仅仅是涉及到前人对云开地区研究成果的一部分,但已足以表明前人资料的丰富和认识上的多样性,这些无疑都为本项目的研究,奠定了良好的基础。

第三节 研究工作程序及主要工作成果

一、研究工作程序

在全面收集、研究、重新整理前人各项地质资料的前提下,选择关键问题,对关键地段进行重点观察与研究。为集中精力各个突破,本项目采用分课题负责制,要求各分课题根据

^① 游振东、钟增球, 1994, 云开隆起区基底岩系地质特征、构造演化及含矿性, 中国地质大学(武汉)

设计书的任务要求,单独完成各项工作,对具有普遍性的关键问题,则由项目组有关人员用联合攻坚的作战方式,进行重点观察与研究,力求有所突破、有所提高。项目研究报告的编写,即以通过最终评审的分课题研究报告为基础,并加以分析综合而成。

各分课题研究工作普遍分3个阶段进行:

(1) 设计阶段 自任务下达开始,经过立项申请与分课题设计,直至完成专题总设计(1992年3—11月);

(2) 研究工作阶段 野外工作与室内整理工作交错进行(1992年11月—1994年10月);

(3) 报告编写阶段 ①分课题报告编写与通过评审后修改(1994年10月—1995年3月);②总报告汇总与提炼(1995年3—5月)。

二、完成的实际工作量

本项目完成的实际工作量见表1-2。

表1-2 各分课题完成主要工作量一览表

项 目 名 称	单位	地层组	岩石组	构造组	古地磁组	综合组
野外调查路线长	(km)	270				
核查和测制剖面长	(km)	11				
路线剖面长	(km)		137	44		
岩石薄片磨制	(片)	90	200	定向160		
岩石薄片鉴定	(片)	90	117			
岩石薄片观察	(片)		200	121	98	
观察点(古地磁采样点)	(个)		86	155	82	
古地磁样品	(个)				715	
硅酸盐全分析	(个)		53			
微量元素分析	(个)		54			
稀土元素分析	(个)		53			
人工重砂金分析	(个)		5			
同位素年龄测定	(个)		14 ^①	8 ^②		
电子探针分析	(点)		33	32		
透射电镜分析	(点)			16(82张)		
能谱分析	(点)			22		
三维有限应变分析	(个)			60		
岩石组构分析	(个)			38		
方解石双晶分析	(个)			4		
微古孢粉样品	(个)	75				
长石变形温度测定	(个)		15			
长石双晶类型统计	(个)		120			
显微照相	(片)		90	113		
地球化学编图	(1:20万)					72
	(1:50万)					25
粤西—桂东南地区地质图	(1:50万)	1				
粤西—桂东南地区构造纲要图	(1:50万)			1		

①其中2个样品与广东省地质矿产局区域调查队合作;3个样品与本项目构造组合作。

②其中3个样品与本项目岩石组合作。

三、主要工作成果

(1) 系统地归纳和研究了粤西—桂东南地区出露的自中元古代—第三纪的岩石地层序列, 提出了该地区可能有比云开群更老的“高州岩群”, 并认为甚至有太古宙岩石基底存在的可能性。

(2) 较详细地对各岩石地层单位进行了描述, 列出了详细的古生物组合, 并讨论了新近的年代学资料及地层的归属问题。

(3) 新建了大绀山组 and 活道组作为粤西震旦纪地层的代表, 并与我国南方震旦系进行了对比。

(4) 证实了奥陶系罗洪组的砾岩层属底砾岩性质, 与下伏地层为不整合关系, 代表了郁南运动的构造界面。

(5) 厘定了广西岑溪樟木—广东云浮岭下一带泥盆系与下伏地层之间的接触关系为平行不整合—角度不整合, 从而提出了“钦防海槽”在广西玉林—北流一带关闭而并未进入广东境内的新认识。

(6) 根据地质、岩石、变质、变形、同位素年龄和地球化学资料, 在云开地区划分出: ①白云石英闪长质-花岗闪长质-二长花岗质岩石组合; ②含水花岗闪长质-二长花岗质岩石组合; ③那蓬黑云母斜长花岗岩-二长花岗质岩石组合等 3 个系列岩石, 尤其是前加里东期白石岩组合的分出, 具有重要的理论意义。

(7) 建立了云开地区花岗质片麻岩形成时序: ①最早为麻粒岩相基底变质时代, 年龄为 2300Ma; ②片麻岩-混合片麻岩为四堡期, 年龄为 1400Ma; ③白石岩石组合为晋宁早期, 年龄为 1200~1300Ma; ④大斑状黑云母二长花岗质片麻岩为晋宁晚期, 年龄为 800~900Ma; ⑤含水岩石组合为加里东期, 年龄为 500~600Ma; ⑥那蓬岩石组合为海西期—印支期, 年龄为 200~300Ma。

(8) 利用单颗粒锆石 Pb-Pb 同位素年龄, 获得云开地区目前最古老基底变质时代为 2300Ma, 并确定了本区最古老的深熔花岗岩片麻岩时代为 1231Ma。

(9) 认为云开地区有两种成因类型片麻岩, 即重熔或深熔岩浆片麻岩和断裂变质片麻岩。前者, 如前加里东期白石片麻岩组合是大陆拉伸、深层次基底剪切滑脱背景下过渡地壳深熔岩浆产物; 加里东期含水片麻岩组合为陆陆碰撞, 近 SN 向深层次韧性剪切推覆引起地壳深熔岩浆产物, 而海西期—印支期那蓬岩石组合则为云开地体与桂东南地体碰撞、滑脱导致的深熔岩浆强力侵位的产物。后者的断裂变质片麻岩, 则以沿断裂带(如吴川-四会断裂带)展布的片麻状花岗质岩石为代表。

(10) 建立了区域变形变质-同构造混合岩化-同构造花岗岩的连续演化模式, 较好地解释了本区花岗岩变质杂岩体的特征及成因。

(11) 通过对云开地块主体的磁组构研究, 表明晋宁期片麻状花岗质岩石与其围岩为渐变过渡关系, 而加里东期片麻状花岗质岩石与其围岩为侵入接触关系。

(12) 根据各种变形变质岩石的磁化率各向异性参数的变化规律和特征, 将其 $f-l$ 图归纳为 7 种类型, 并以此为依据, 结合地质体的成岩时代, 后期变形的年代及其他地质资料, 得出大王山岩体及其围岩先后经历了 4 期构造变形, 探讨了各期构造变形的方式、运动方向和发生变形的时代, 为查明大王山岩体及其围岩复杂的变形、变质历史, 各类变质作用的先后顺序及其相互关系等问题, 提供了可靠的基础数据。

(13) 本文所提出的岩石磁组构各向异性主方向统计分析方法,在国际同类研究中尚属新的尝试,在长期磁组构的识别与筛分,并将其应用于长期构造叠加地区的构造分析上,和有关花岗岩变质杂岩的成因研究上,均取得了明显的效果。

(14) 对云开地区的构造变形期次进行了系统的筛分,首次确定了6期构造变形期,并对其中的前海西期的每期变形进行分解,划分出次一级的变形变质带,建立了完整的构造变形序列。利用构造变形期、带编制构造图亦是一种新的尝试,它不仅有助于揭示本区的形变特征,同时有助于在本区建立正确的地层层序。

(15) 对云开地块及其周边断裂带进行了系统的岩石组构测量、显微—超显微观测和三维有限应变分析,从而阐明了云开地区不同变形期构造运动的方向、层位、环境和变形、变质机理;通过系统地进行断裂带 Ar-Ar 同位素测年龄,从而比较准确地厘定了各种构造的活动时期。

(16) 系统地阐明了云开地块周边断裂带的构造演化史,认为这3条周边断裂带可能均在加里东期以同生沉积断裂形式开始出现,尔后经历了海西期—印支期的初-脆性逆冲推覆、燕山早期的韧性右旋平移剪切和燕山晚期—喜马拉雅期的脆性左旋平移剪切。

1995年6月7日,广东地质勘查开发局聘请专家,在广州组织召开了《阳春—容县地质构造综合大剖面研究》研究报告科学技术成果鉴定会,评审委员会由李兆麟教授、王联魁研究员等12位专家组成。会议一致通过了《阳春—容县地质构造综合大剖面研究》研究报告科学技术成果鉴定书,认为该研究成果整体达到国内领先水平,部分成果已达国际先进水平,建议补充修改后尽快公开出版,提供各界使用。本书即是基于上述研究成果进行补充修改而成。

项目工作开展以来,一直得到广东省地质矿产局、广东省地质科学研究所、广东省佛山地质局的大力支持;以及地质矿产部宜昌地质矿产研究所、地质力学研究所、中国科学院广州地球化学研究所、南海海洋研究所和粤西各市、县政府的通力协作。广东省地质矿产局刘文豹局长、地质科学技术处秦永树处长、范成瑜副处长、地质科学所周润权所长、卢炳总工程师、佛山地质局潘洪彪局长一直关心和过问。同时,还得到孙大中院士、吴学益研究员、周永章博士、李献华博士、刘公民高级工程师、刘师先高级工程师、倪巧珍高级工程师、宋冬梅女士、王国灿讲师、周汉文博士、黄宇辉副总工程师、庄文明工程师等的大力帮助。项目技术路线由顾问莫柱孙、丘元禧教授把关;测试工作由中国地质大学(武汉)测试中心、武汉工业大学测试中心、中国科学院地球化学研究所、中国科学院地球物理研究所、地质矿产部宜昌地质矿产研究所、地质矿产部同位素地质研究实验室、地质科学院地质研究所及广东省地质矿产局测试中心完成。在此,谨向上述单位和个人表示衷心感谢!

诚然,正如莫柱孙教授和丘元禧教授在为本书作序时所指出的那样,本项目中有些研究未了的或新提出的问题:高州岩群的建立依据及其确切地质年代;云开地区是否存在前加里东期的TGG片麻岩;有无变质核杂岩和剥离断层;等等,都有待进一步研究。目前,由广东省地质科学研究所正在组织开展的基础地质研究项目“粤西高州岩群的地质特征及金银多金属成矿关系研究”,将对这些问题作深入探讨,并将会有新的突破。

由于水平所限,缺点、疏漏在所难免,敬请广大读者批评指正。

第二章 云开地区地质构造背景

《大剖面》的工作范围是“以阳春—容县一线为中线，向东西两侧各扩展5km作为重点研究区段，并视作地质走廊”，即横跨华南重要的地质单元——云开地块，由此势必涉及到整个云开地块的形成和演化等重大基础地质问题；因此，实际工作过程中将本项目的工作范围扩大至整个云开地块及其相邻地区。

第一节 区域地质背景

云开地块地理位置处于粤西及桂东南一带，其范围一般以吴川—四会断裂带为东界，博白—岑溪断裂带为西界，北至罗定—广宁断裂带，南至吴川—遂溪断裂带，总面积约25 000km²（图2-1）。云开地块的相邻地区指粤中和桂东南地区。另外，本书中出现的“云开地区”、“云开大山”两词含义相近，是云开地块及其周边断裂带的统称。

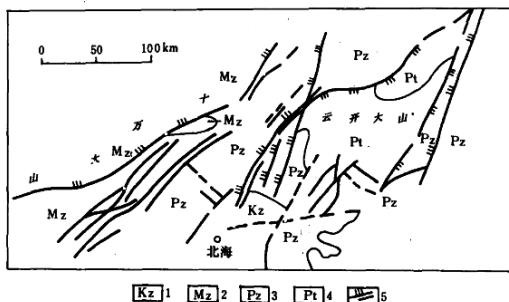


图 2-1 云开地块构造位置示意图

（据丘元禧、陈焕疆，1993 修编）

1. 新生界；2. 中生界；3. 古生界；4. 元古宇；5. 深断裂及断裂

关于云开地块的大地构造属性，不同研究者有不同的认识。黄汲清等（1977）认为属于华南加里东褶皱系，杨树锋（1987）认为属于武夷山—云开大山加里东岛弧褶皱带，丘元禧、陈焕疆（1993）则认为云开地块是华南加里东期近大陆板内一侧的弧后盆地或近岛弧的板内裂陷槽中的一个微陆块。笔者根据本项目的最新研究成果，认为云开地块在晋宁期是近大陆板内一侧弧后盆地中的一个微陆起，在加里东期则属于华南褶皱造山带的一部分。