

7296

海南岛北部地震研究文集

海南岛北部地震研究文集

丁原章 李 坪 时振梁 林纪曾 朱振宇 编

地震出版社



56.083

海南岛北部地震研究文集

丁原章 李 坪

时振梁 林纪曾 朱振宇 编

地震出版社

1988

内 容 提 要

本文集是1984—1986年在海南岛北部进行地震烈度复核时开展专题地震研究的成果汇编。全书包括36篇文章,主要涉及地震地质、深部构造、地震活动性、1605年琼山地震和地震区划等方面的研究内容。书中汇集了近年来在海南岛北部从事地震研究工作所取得的大量实际资料,同时也阐述了目前地震工作者对该区地震危险性的认识,具有较大的实用价值。

本文集可供地震、地质、地球物理和工程抗震等专业的科技人员及有关大专院校师生参考。

海南岛北部地震研究文集

丁原章 李珏 时振梁 林纪曾 朱振宇 编

责任编辑:蒋浩旋

地 震 出 版 社 出 版

北京复兴路63号

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

787×1092 1/16 印张 19.25 插页 2 493 千字

1988年4月第一版 1988年4月第一次印刷

印数0001—1000

ISBN 7-5028-0048-4/P·32

(444) 定价: 5.10 元

前 言

海南岛是我国南海的一颗明珠，有着得天独厚的自然环境和绚丽多彩的热带风光，蕴藏着大量宝贵的矿藏。党中央已经作出加速开发海南岛的决定，一系列经济建设事业正在逐步展开。可是，本岛历史上曾经发生过7级以上强震。在地震构造上，它位于北东走向的东南沿海地震带的西南端，又处在北西走向的滇、黔、桂构造带的南延位置，具有发生强烈地震的地质构造背景。在70年代编制的地震烈度区划图上，本岛范围内有2100平方公里的Ⅸ度区和6200平方公里的Ⅷ度区，而且都集中在海南岛的北部。多年来，该区始终受到地震部门的关注，建成了以琼中基准地震台为骨干的地震台网，陆续开展了地震地质、精密水准测量、流动重力和流动地磁复测、历史地震调查等项研究，积累了一批宝贵的基础资料。

1984年初，海南岛西北部的洋浦港被确定为建设海南岛第一座大型深水港的候选地址，工程项目即将着手设计。鉴于建设规模巨大，又位于高地震烈度区内，有关部门要求尽快重新复核当地的地震烈度。按照国家地震局的部署，广东省地震局的科技人员即赴海南岛，认真考察了洋浦港现场及有关地区，重新评定和复核了洋浦港地区的地震烈度。1984年4月国家地震局烈度评定委员会审查批准了这项研究成果，并正式提交给建设部门使用。洋浦港的烈度复核为经济合理地建设深水港码头和加速开发建设海南岛提供了有利的条件，同时也表明琼北地区的地震烈度有必要重新校核。1984年夏，海南行政区人民政府向地震部门提出全面复核琼北地区地震烈度的要求。为了贯彻加速开发建设海南岛的方针，国家地震局于1984年10月决定，在海南岛北部即北纬 $19^{\circ}30'$ 以北地区约13400平方公里范围内，开展地震烈度复核工作，要求在两年内完成该项任务。

近年来，地震部门曾先后在不少地区进行过地震烈度复核，但都局限于一项工程或一个城市，在一万多平方公里范围内开展烈度复核，琼北尚属首次。而且，过去的烈度复核都是按照70年代编制全国地震区划图的技术途径和工作方法，在补充搜集和校核订正资料的基础上进行的。琼北地震烈度复核工作则与上述情况有所不同，一方面吸取了编制70年代地震区划图的有益经验，另一方面还考虑到地震发生的随机因素，采用了目前国际上流行的在概率含义上进行区划的方法。这种地震区划图能反映出给定年限内超过某一定概率的地震的参数，它所提供的成果既符合当前对地震发生规律的认识水平，又有利于不同的建设部门按照工程使用年限和工程的重要性选取相应的抗震设计参数。为了适应今后在海南岛地区开展的大量一般工程抗震设计的需要，琼北地震区划图采用的地震动参数仍然以烈度为主，同时给出基岩场地的水平加速度峰值区划。故此，在完成琼北地震烈度复核的同时，还对地震区划方法进行了探索。

琼北地震烈度复核工作要求对本区及相邻地区的地震活动、地震地质和地球物理场等诸方面有准确的详尽的认识。本区于1605年（明万历三十三年）曾发生琼山 $7\frac{1}{2}$ 级地震，具有发生强震的地质条件，但琼北及其邻近地区的历史地震和近年地震仪记录的地震不论频度或强度又都比较低。琼北地区地面上有广泛分布的第四纪松散沉积物及基性熔岩，以致长期以

来尽管不少部门在这个地区进行了一系列地学工作,但是至今对深部地质构造的了解仍很差,地震地质研究程度较低。为此,尽可能深入地了解本区地震地质条件和地震活动特征,将是全面正确地判断未来地震危险性的基础。基于这些认识,琼北地震烈度复核包含了33项专题研究工作,它们分别归属五个方面,即地震地质、深部构造、地震活动性、1605年琼山地震和地震区划。

在地震地质方面,主要进行了下列研究:航空照片、卫星影象和侧视雷达的判读解释;中生代和新生代地质构造背景分析;第四纪地层年代学和新生代火山活动研究;主要断层的最新活动性分析研究;垂直形变场特征的分析;南海北缘地震构造带6级以上地震构造标志的探讨;在已给定的活动构造格架上,通过计算不同部位贮存的构造应变能,求取地震危险点和未来地震的震级;用图象识别方法,进行潜在震源位置的判定等。

在深部构造方面,为了了解和分析第四纪玄武岩和其他年轻地层覆盖区的基底构造和地壳深部地质构造,在琼北地区进行了7条人工地震剖面探测,重点探测1605年琼山地震极震区和琼西北地区(包括洋浦港在内)的深部构造。同时为了探讨莫霍面附近的构造,还布设了一条横跨琼北、琼州海峡和雷州半岛的长剖面。人工地震探测测线总长一千多公里,其中纵测线长达450公里。此外,为了了解琼北及其周围海域的深部构造,还对布格重力异常图(比例尺为1:100万)进行了延拓计算和均衡异常计算,对航磁异常图(比例尺为1:100万)进行了延拓计算与居里面计算。

在地震活动性方面,考虑到海南岛的地震活动起伏强弱变化与东南沿海地震带的发展过程密切相关,既深入研究了本岛地震活动的特征,又全面分析了东南沿海地震带的地震活动规律。故此重新审订了东南沿海地区的地震目录,搜集编辑了越南地震目录,考证校核了本区存疑的历史地震,利用短期(几个月)加密布设的三台流动磁带地震仪加强了对微震的观测,分析研究了东南沿海地区和琼北地震活动的特征,并确定了琼北地震活动的有关参数。

在1605年琼山地震研究方面,鉴于它是本岛唯一有记载的 $7\frac{1}{2}$ 级地震,过去的研究工作又对这次大震的强度存在着不同的意见,故在前人研究的基础之上,进一步搜集和校核了有关这次地震的史料,重新评定了琼山地震的影响场和宏观参数,分析研究了极震区的地质构造条件,探讨了这次地震的形成机制。

在地震区划方面,首先针对本区的客观实际情况,对地震区划的方法做了探索研究,然后在上述几个方面研究的基础上,综合评定了琼北及其邻区的潜在震源和各区地震活动性参数,对地震衰减关系和概率分析模型做了分析研究,最后编制了琼北地区地震区划图,给出了50年10%超越概率的地震烈度和基岩地震水平峰加速度两类参数。

从1984年12月开始,各专题的科技人员陆续进入现场,开展研究工作,1985年底完成专题研究。琼北地震烈度复核的技术工作由丁原章、李坪和时振梁负责。各项专题研究主要由广东省地震局、国家地震局地球物理研究所和地质研究所承担。此外,国家地震局地震研究所、地壳应力研究所、江苏省地震局、山东省地震局、福建省地震局和天津市地震局等单位也参加了部分研究工作。海南行政区地震局参与了组织管理和后勤工作,海南岛的地震台站和地方地震机构也分别提供了有关资料,给予了大力支持。总之,这是一项大型的多学科协作的科研项目。在两年时间内,直接到海南岛现场工作的科技人员超过300人,其中包括8位高级科研人员和88位中级研究人员。

本书是上述各专题研究成果的汇编。对于各专题作者所提供的文章，李坪（地震地质方面）、朱振宇（深部构造方面）、林纪曾（地震活动性方面）、丁原章（1605年琼山地震方面）和时振梁（地震区划方面）分别进行了编辑整理，最后由丁原章，李坪和时振梁编辑汇总。参与编辑工作的还有任镇寰、郭钦华。

为了尽快提交成果，按规定期限完成琼北地震烈度复核，满足海南岛建设的急需，各专题研究工作不得不同时铺开，几乎是分头同时进行的。因此，它们之间造成了部分内容重复，名词不协调，甚至观点和认识都难免有彼此分歧或相互矛盾之处。这些问题在提交琼北地震烈度复核的最终成果时已进行了必要的处理。但是，为了保持各专题研究的系统性，并尊重文章作者的学术观点，在汇编本文集时，仍然尽量维持原作的本来面貌。应该看到，本文集是300多位地震工作者辛勤劳动的结晶，但由于文集篇幅的限制以及编辑工作的疏漏，有可能或多或少影响了各专题研究成果的丰彩，对此深表歉意。

值得指出，琼北地震烈度复核和有关各专题研究始终得到国家地震局和海南行政区人民政府的关怀和重视，受到国家地震局科技监测司的及时指导和具体帮助，同时还承蒙许多地震学家给予鼓励和指点，在此一并致谢。

丁原章

1986年12月

目 录

应用遥感技术对琼北地区断裂构造的分析	张世良等 (1)
琼北地区地震构造的遥感信息	谢广林 (10)
琼北地区第四纪地层年代学研究	孙建中等 (17)
琼北地区第四纪火山活动的研究	孙建中等 (26)
琼北地区中、新生代地质构造背景	张虎男等 (34)
琼北地区活动性断裂的研究	李 珏等 (41)
干冲-木棠断裂活动性的初步研究	汪一鹏等 (53)
琼北地区第四纪火山活动与断裂活动关系的探讨	杨美娥等 (63)
琼北地区地壳垂直形变场	朱运海等 (72)
南海北缘地震构造带地震构造标志的研究	任镇寰等 (78)
琼北地区构造变形特征与震级上限的分析	马 瑾等 (88)
海南岛及广东、广西大陆沿海地区 6 级以上潜在震源区的图象识别研究	叶 洪等 (98)
东寨港地区构造活动性的探讨	吴泽龙 (106)
琼东北地区人工地震测深研究	章林云等 (112)
琼西北地区人工地震测深研究	章惠芳等 (117)
雷琼地区地壳结构研究的初步结果	林中洋等 (127)
雷琼地区重力场特征及其地壳均衡调整状态	殷秀华等 (140)
雷琼地区断裂构造的磁场分析	郝书俭等 (147)
琼北地区及其周围海域重、磁场特征的研究	黄泳茵等 (152)
琼北地区及其周围海域基底构造和深部构造的研究	黄泳茵等 (163)
东南沿海地区地震活动特征的研究	林纪曾等 (173)
东南沿海地区地震活动期的估计与趋势分析	黄玮琼等 (185)
东南沿海地区地震序列的数值分析	林纪曾等 (194)
东南沿海地区地震带的划分及地震活动性参数的确定	黄玮琼等 (200)
东南沿海地区几次历史地震的考证	姚梅尹等 (211)
海南岛及其邻区地震活动特征的研究	胡瑞贺等 (217)
海南岛及其邻区的小震应力降和介质 Q 值	朱传镇等 (227)
琼北及其邻区震源应力场的研究	赵 毅等 (235)
琼北地区的微震观测	腾台鸿等 (242)
1605 年琼山地震的历史记载	杨玉林等 (246)
1605 年琼山地震的烈度问题	郭钦华等 (249)
1605 年琼山地震大小的估算	武焕英等 (259)

琼山地震的构造条件和发震机制	丁原章等 (265)
琼东北地区构造应力场的反演	丁原章等 (273)
华南地区地震动参数的衰减关系	汪素云等 (284)
琼北地震危险性分析模型的探讨	高孟潭 (294)

应用遥感技术对琼北地区断裂构造的分析¹⁾

张世良

张瑞禾

(国家地震局地质研究所) (广东省地震局)

一、前言

琼北地区是指海南岛北部近东西走向的王五-文教断裂以北的陆域部分。在琼北地区,新生代基性火山岩几乎覆盖全区,风化程度深,第四纪松散沉积物发育,给调查研究本区的断裂构造带来了较多的困难。因此,系统研究并弄清本区的断裂构造,尤其是活动断裂和隐伏断裂的展布,将对探讨本区的构造格架及断裂的活动性质,深入了解本区的地震地质标志有着十分重要的意义。

航空、航天遥感技术的应用与发展,近年来在我国各个领域内均取得了明显的效果,特别是为地质科学领域开辟了一条新的途径。1981年中国科学院遥感应用研究所曾在本区应用航空影象进行了综合利用和专题制图研究。在此之前,一些单位在本区还进行了地质判读²⁾,为本区的遥感技术应用迈出了第一步。

选用何种遥感影象信息能对本区断裂构造的研究取得较理想的分析效果,这是工作中首先需要关注的问题。鉴于不同电磁波具有不同的性能,对研究本区地质构造所提供的影象信息和使用效果各有差异,我们同时选用航空影象、卫星影象和侧视雷达影象对本区的断裂构造进行了分析研究。所应用的航空影象是在可见光范围内拍摄的大幅黑白影象,具有比例尺大、分辨率高、影象清晰以及借助于立体镜可观察影象立体效应的特点;航天影象选用了陆地卫星从可见光到近红外波段的单波段黑白扫描影象和多波段假彩色合成影象(照片1—2),它视域广,色调丰富,信息量大;侧视雷达影象属于微波遥感,波长3厘米,它不受气候影响,影象几何失真小,比例尺适中,影象具有立体感。针对这些特点,我们在工作中采用了航空遥感和航天遥感相结合,目视判读和光学处理(照片3—6)、计算机处理(照片7—8)以及专题信息提取相结合等工作方法,对本区的断裂构造,特别是活动断裂构造进行了研究,由此获得了一些初步认识。

二、断裂构造的影象判读标志

琼北地区几乎全被新生代玄武岩和第四纪松散沉积物覆盖,难于从影象上识别断裂构造的直接判读标志,而只能通过地貌特征、水系格局差异、玄武岩熔岩的流向和色调差异等间

1) 参加本项工作的还有国家地震局地质研究所的杨结、吕志毅、陈国光、李望洲、周晏、唐汉军和广东省地震局的黄坤荣、黄日恒、陈华云。

2) 中国科学院地理研究所、广东省地质局海南地质队、广东省地质局区域地质测量队、中山大学地理系、海南岛航空相片解译地质图及其说明书(1:20万), 1978。

接标志来揭示断裂的存在及其性质。

断裂构造是一种线性构造，它在航空影象、侧视雷达影象和卫星影象上的判读标志基本相同，主要有如下几种：

(1) 地层、山体、岩体被错断，例如，在定安县雷鸣盆地发育于白垩纪地层的北北东走向的垅状岩脉，为后期北西向断裂沿顺时针方向错开，显示有右旋活动特征。

(2) 地貌界面呈线性展布。主要表现特征为两个不同构造地貌单元间的界面呈直线或弧形展布，界面两侧的地貌形态或影纹结构完全不同，如高地与平坦的松散沉积物或冲积平原截然相接，呈直线状线性影象控制的不同期、次的玄武岩边界等。

(3) 水系受断裂控制或影响呈异常展布。主要表现为由断裂控制的河流呈直线状展布，多条水系沿断裂同步拐弯呈断错水系，湖、沼群体呈线性展布等。

(4) 海岸线、峡湾、岬角、溺谷等呈直线或折线状展布。

(5) 第四纪火山口呈直线状排列，以及火山岩流呈线状展布。

总的来讲，航空影象和侧视雷达影象上断裂构造的判读标志以形态特征为主，色调特征次之；卫星影象上断裂构造的判读标志则是以色调特征为主，形态特征为辅。例如：白色、灰白或黑色的线性色调，在卫星影象上有粗细、深浅、长短、隐显之分，它是区分断裂规模大小、断裂深浅以及断裂活动性的重要标志。一般讲，线性色调显露清晰、醒目，多数反映断裂的活动性较强，而隐晦的线性色调则多为活动性弱的断裂或基底断裂的地面显示。两个不同色调影象区的线性边界，在正常情况下，深色调的一侧多代表断裂的相对下降盘，浅色调的一侧则多代表断裂的相对上升盘。

在航空影象、侧视雷达影象和卫星影象上，断裂构造的活动性是依据断裂影象的清晰程度、连续性的好坏、对现代地貌及第四纪地层的控制和影响的程度，以及对水系河流的控制改造的强弱等标志加以综合分析确定的，断裂的力学性质是根据线性影象的总体形态特征，如呈舒缓波状、直线状、雁列状及拐折追踪等初步确定的，而断裂的生成顺序则是根据影象上断裂的交接关系初步确定的。

三、主要断裂构造的展布及其活动性

琼北地区在大地构造上属于雷琼拗陷的一部分，南以近东西向的王五-文教断裂为界。自早第三纪末期以来，本区在铺前-清澜断裂以东长期隆起，缺失上第三系，第四系亦很薄；而在该断裂以西则发生大幅度陷落，沉积了巨厚的新生代地层。区内火山活动十分强烈、频繁，有着多期、多次的喷发活动，一直延续到全新世。本区大部分为第四纪玄武岩流覆盖。区内新构造运动强烈，断裂构造十分发育，从而使区内断块构造进一步复杂化，次一级的新隆起、新凹陷发育。王五-文教断裂以南地区为断块隆起区，在广泛出露的加里东期混合花岗岩的背景上，分布着古生代、中生代地层以及燕山期花岗岩，表明该区是一具有古老基底的长期隆起区。

根据断裂构造的影象判读标志，我们编制了航空影象、侧视雷达影象和卫星影象断裂构造判读图(图1—3)。由于摄影(扫描)比例尺和电磁波谱段的不同，三张图上的判读结果略有差异，有的断裂在这种影象上显示清楚，但在另一种影象上不甚明显。这除受上述因素影响外，可能还与摄影(扫描)的季节、气候条件，大气状况等综合因素的影响有关。尽管

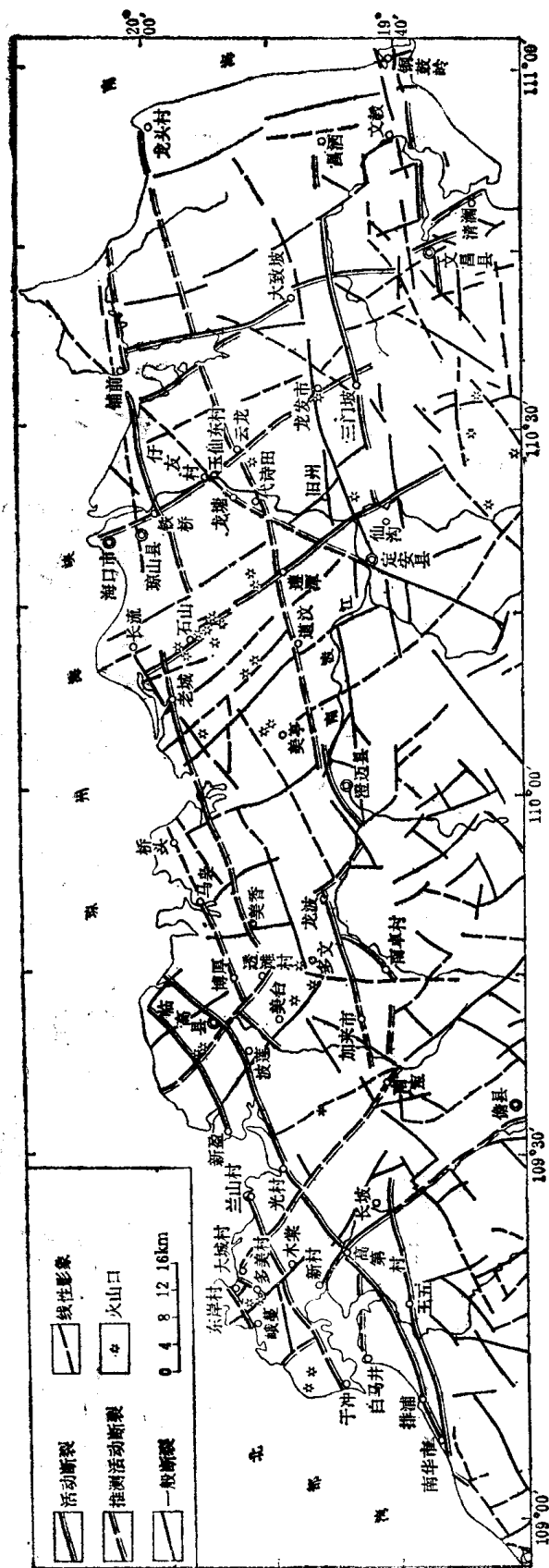


图1 琼北地区断裂构造航空影像判读图

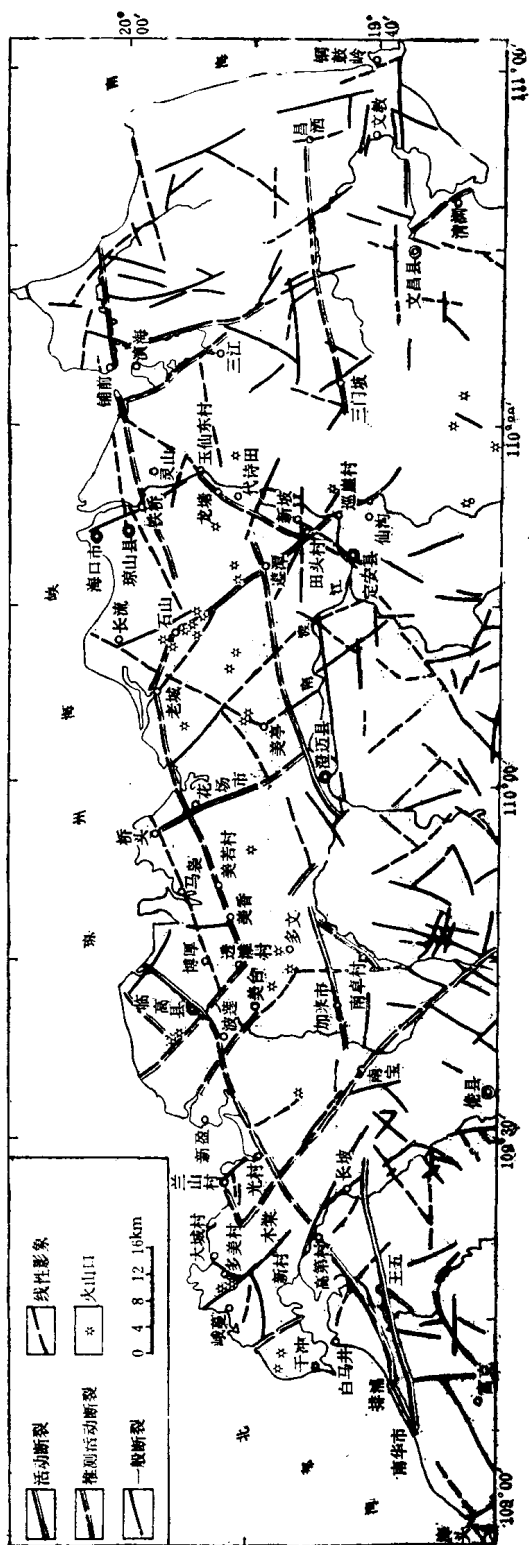


图2 琼北地区断裂构造侧视雷达影像判读图

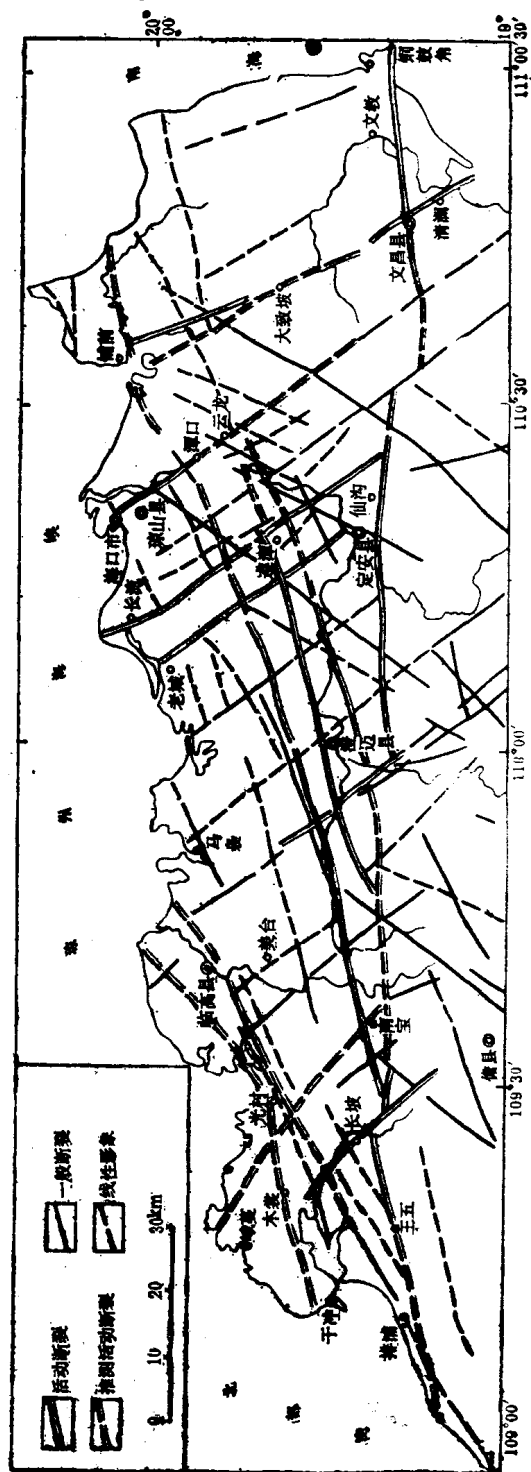


图3 琼北地区断裂构造卫星影像判读图

如此，它们所反映的总的断裂构造格架还是基本一致的。

本文将以断裂判读为主，重点介绍活动断裂和推测活动断裂的影象特征。需要指出的是，关于影象上活动断裂的概念，目前在学术界认识不尽统一，本文所指的活动断裂是指第四纪有过活动的断裂。经研究发现，琼北地区的活动断裂构造主要可分为以下几组：

(一) 北东向活动断裂

影象上所见的北东向活动断裂主要发育在本区西部，其断裂的影象特征较为清晰，活动性也较为明显。这组断裂在区内自西向东主要有：

1. 峨蔓-东岸村断裂

该断裂走向北 60° 东，长约8公里，线性影象特征明显。断裂的西南段呈现为明显的色调界面和地貌界面，其南东侧为浅色调的笔架山火山及其玄武岩台地，界面呈直线状展布，与断裂北西侧深色调低平的地形有明显差异。断裂的东北段控制了现代水系，呈直线状沟谷地貌延伸至黄沙港东岸村北。推测该断裂具有一定的活动性。

2. 多美断裂

该断裂走向北 35° 东，长约5公里，在影象上呈明显的地貌界面和色调界面。断裂南东侧为北东向展布的带状玄武岩台地，断裂北西侧为低而平坦的开阔地形，界面呈刀切状直线形展布，地形高差达10余米。推测该断裂也具有一定的活动性。

3. 干冲-木棠断裂

该断裂在航空影象上各段表现不尽一致。在干冲—木棠段，影象比较隐晦，主要表现为断续的线性影象，可见到断裂控制了水系的走向，如在黄村附近水系于断裂处作直角转弯，并沿断裂展布。在木棠—兰山村段，断裂的线性特征及活动性表现十分清楚，断裂控制了条带状展布的第四纪玄武岩台地，两侧地形高差达10余米，同时断裂也控制了水系的流向，使之沿断裂呈直线状展布。该断裂过后水湾海域延至依古村以东，在新盈一带表现为控制地形边界的界面。断裂的东北段主要为直线状沟谷地貌，并切割了临高县境内的中更新世火山岩。如高山岭火山是由数个呈北西向排列的第四纪火山锥及其玄武岩流组成的高地，总体走向北西，断裂以直线状沟谷横截火山锥及其玄武岩高地。该断裂虽在卫星影象上隐晦不清，但在航空影象上尚算清晰，它可能反映在第四纪期间曾有过活动。

4. 南华-临高断裂

该断裂是区内规模最大的北东向活动断裂，断裂总体走向北 50° 东，长约80公里，线性影象清晰，活动性也较明显。该断裂的活动迹象有：

(1) 断裂的西南段，即南华—高第村段在影象上呈明显的直线状沟谷地貌，并控制了春江河谷西北侧边界，使春江由原来的近南北流向在断裂处转为北东流向。

(2) 断裂在高第村—光村段表现为十分明显的地貌界面。断裂南东侧的蚂蟥岭是由第四系北海组(Q_2)组成的隆起，它在影象上为一北西走向浑圆的穹窿状台地，海拔高度为160余米。断裂控制了该隆起的北侧边界，界面平直，连续性好，两侧地形高差达100余米。断裂还控制了光村河及其交流的流向，使之在断裂处作直角转弯，由北西流向转为北东流向，呈直线状河道沿断裂展布。大水江在断裂处亦明显扭曲变形。

(3) 在光村东北，断裂控制了第四纪玄武岩台地的北界，形成高达50余米的陡坎，在影象上十分醒目。在波莲附近，该断裂控制了波莲—临高洼地北西侧边界，呈明显的色调界面与地貌界面，其南东侧为深色调的大面积平整的稻田，北西侧为波状起伏的玄武岩地形，

两者界面呈直线状。

(4) 在临高县以东, 断裂控制了文栏河的流向, 使之由原来的北西流向在断裂处作直角转弯, 呈北东流向, 并沿断裂作直线状展布。

据上述影象特征分析, 南华-临高断裂为一具有左旋性质的活动断裂。

该断裂走向北45°东，长约11公里。该断裂的线性影象特征十分明显，其西南段呈典型的直线状沟谷地貌，并使河流呈直线状沿断裂展布，而在断裂的东北段，南渡江支流河谷与北西侧波状起伏的玄武岩高地界面呈直线状展布，两者之间的地形高差达10余米，显示了该断裂的活动性。

该断裂呈北东向延伸，长约20公里。南渡江在定安巡崖村由东西流向沿断裂折向东北，一直流至龙塘玉仙东村，长达22公里。在潭口电厂和龙塘一段河流呈直线，中段为晚更新世玄武岩（断裂北西侧）和第四系（断裂南东侧）的分界面。沿断裂发育有串珠状洼地。从该断裂两侧岩性以及定安附近南渡江被错动扭曲来看，应属具有左旋性质的平移正断层。

(二) 北西向 (包括北北西向) 活动断裂

1. 三都断裂

2. 新村-长坡断裂

3. 大域-南宝断裂

该断裂总体走向北40°西,线性影象十分明显。断裂的东南段控制了由第四系北海组组成的蚂蟥岭隆起的北东侧边界,在影象上呈一直线状展布的沟谷地貌景观,同时它还控制了新盈第四纪玄武岩的边界。断裂的西北段则以断续的线性影象延伸到大域村,区内玄武岩覆盖区唯一的老地层——白垩系组成的松林岭高地的边界受此断裂控制。该断裂为一条推测的活动断裂。

4. 头洋-透滩断裂

该断裂总体走向北40°西。它控制了第四纪高山岭火山的展布,使火山锥及其玄武岩流均呈北西向排列,同时断裂也控制了文拦河的流向,使原来北东流向的文拦河在断裂处陡然转为北西流向,呈“之”字形展布。由此可见,该断裂为有着较新活动的右旋平移性质的断裂。

5. 长流-仙沟断裂

该断裂走向北35°西,在琼北地区长约75公里。断裂影象特征清晰,沿断裂小水塘呈北西向串珠状排列,水系相当发育。断裂南西侧完整地保留了全新世玄武岩熔岩地貌,熔岩流向北西。该断裂的主要特点是沿断裂火山锥密集地呈北西向线性排列,火山口保存完整,特别是在石山、永兴一带,全新世喷发的火山口多达30多个,为琼北地区全新世火山活动的集中地带。断裂南段控制了熔岩流向,使南渡江呈肘状直角转弯。上述诸影象特征均显示了该断裂的活动性。

6. 海口-云龙断裂

该断裂分布于海口、云龙一线,呈北西向延伸,长50余公里。该活动断裂的影象标志较清晰。例如南渡江在潭口玉仙东村附近呈肘状弯曲,由北东流向转为北西流向,平行断裂入海。在美合河至潭口电厂一带,这一北西向断裂为中、晚更新世玄武岩的分界线,其北东侧为中更新世橄榄玄武岩,南西侧为晚更新世气孔状橄榄玄武岩。位于断裂南端有龙发岭和脚岭火山口。该断裂为具有右旋平移性质的活动断裂。

7. 铺前-清澜断裂

该断裂位于铺前港、大致坡、清澜港一线,由东、西两条断裂组成,总体呈北西走向,南北两端均延入海域,全长约65公里。北端的东寨港从铺前港至三江呈北西向长条形展布,长达18公里;南端的八门湾从清澜港呈北西向伸入到城郊附近,长达12公里。可见,该断裂控制了南北两海港的发育,使东寨港的东部海岸和清澜港的西部海岸基本平直,并使东寨港东岸附近的小岛屿呈北西向排列。此外,它还为东部中生代第二期混合花岗岩与西部中更新世橄榄玄武岩的接触带。该断裂为具右旋平移性质的活动断裂。

综上所述,北西向活动断裂是区内最为发育的断裂,其走向大都为北40°西左右,总体形态特征呈直线状。该组断裂不仅切割了其他方向的活动断裂,而且贯穿了坳陷区与隆起区两个不同的构造单元,表明这一组活动断裂为继承性断裂,而且多数属于右旋扭性断裂。这组断裂不仅控制了现代地貌水系,而且也控制了第四纪隆起的边界与第四纪火山的分布。显然,这些次一级隆起的活动和第四纪火山活动是与北西向断裂的最新活动密切相关的。

(三) 近东西向活动断裂

近东西向活动断裂在本区不太发育,其中以王五-文教断裂显示最清晰。王五-文教断裂横贯海南岛北部,西起南华寺,东达铜鼓岭,两端可能延入海域,全长200余公里,总体呈

东西走向，倾向北。它由数条规模不等、大致相互平行的断裂组成，断裂带宽约10公里。在影象上，该主干断裂呈现隐晦与清晰相间的浅灰色条带，并在隐晦与清晰段交接处往往可见到北西向直线状色带（断裂）发生右旋扭错。该断裂在影象上的活动标志有：

（1）在长坡以西及山口至长昌煤矿两个地段，该断裂在不同影象上均显示得很清晰，且连续性好。断裂北侧为由第四纪松散沉积物组成的条带状槽地，海拔高程在50米以下，南侧为由变质岩、花岗岩、红色砂砾岩组成的中低山、丘陵，发育着100、200—300、600米三级夷平面，两者界线平直、明显。

（2）春江支流、南渡江及其支流、文昌河及其支流的拐流点连线恰好在该断裂上。

（3）位于澄迈一定安段，在断裂的边界线上往往发育东西向陡坎或三角面。

（4）在文昌一大坡段，沿该断裂发育有东西方向的串珠状湖泊。

（5）断裂东端的八门湾呈东西向展布，岸线平直。铜鼓岭岬角亦呈东西向伸入南海。

但是，1974年广州地震大队地震地质队在对横跨断裂的春江阶地测量时，发现断裂两侧阶地地面的相对高度无明显变化，反映阶地形成以后断裂的活动性不强。

根据上述可以认为，王五-文教断裂是早期形成的有着多次活动的断裂带。它对本区地壳运动起着控制作用，但现代活动不显著。

（四）北东东向活动断裂

北东东向活动断裂主要分布在本区东部，其走向大多为北60—75°东。

1. 博厚-马袅断裂

该断裂走向为北70°东，长约15公里。在航空影象上主要显示为明显的地貌界面。在博厚一带，断裂控制了玄武岩台地的边界，使之呈直线状展布，断裂南侧为波状起伏的玄武岩台地，北侧则为平坦农田，地貌差异明显。此外，在断裂东段还构成了一直线状展布的洼地，数条河流在断裂处呈直角转弯。由此推测，该断裂具有一定的活动性。在卫星影象上它仅显示为不太清晰的影象区分界线。

2. 美香-铺前断裂

该断裂位于美香、老城、铺前一带，呈北东东方向断续延至海边，全长约100公里。在经过光学处理的卫星影象上可见，该断裂东端延至海域中，呈色调不同的直线状界面。该断裂两侧为花岗岩组成的丘陵，野外调查时沿河谷一带有的村庄井水有咸化现象，咸化点大致呈北东东向。位于断裂中段，北侧为全新世冲积平原，南侧为中、晚更新世玄武岩台地，可能反映断裂南盘抬升，北盘下降。野外工作中在这一带见有一连串洼地，总的走向亦为北东东。在老城附近，见有北东东向的直线形陡坎，地层走向有明显变化，断裂以北地形破碎，以南为地形完整的台地。在老城糖厂附近，见有十多米高的跌水，玄武岩柱状节理发育，节理走向北70°东。在美香村附近，见到两条北北西走向的河流流经断裂同步扭曲，呈错断水系的影象特征，显示该断裂为具有左旋平移正断层性质的活动断裂。该断裂在卫星影象上多为短的线性体，大致呈雁列状，与航空影象上显示的方位有较大的差异。

3. 澄迈-冯坡断裂

断裂总体走向北65°东，长约80公里。在卫星影象上，位于遵潭以西断裂影象清晰，为白色条带或不同影象区界面，呈直线状展布，而在遵潭至云龙段影象较隐晦，但仍隐约见有黑色线性体，过云龙后似向锦山方向延伸。在航空影象上，澄迈以北见有北东东向陡坎。在道汶至代诗田一段，断裂切割了全新世玄武岩熔流，断裂两侧为深色调，中间为浅色调。在

云龙至东寨港一带,水系沿断裂同步转弯。此外,断裂东端还控制了地貌形态,北面为高程20米以下的平原,南面为丘陵台地。由此推测,该断裂亦为一条活动断裂。

4. 仙沟-昌洒断裂

该断裂分布在仙沟、潭文、昌洒一带,它控制、改造了水系,使之呈北东东流向。在仙沟至潭文一段,断裂北侧为第四纪平原,南侧为高程40米以上的台地。在三门坡至昌洒一带,水系明显受控。推测该断裂为具有活动性的正断层。

综上所述,北东东向活动断裂控制了第四纪玄武岩的边界,以及第四纪槽地的发育,南渡江及其支流的某些段落受到这一组断裂的制约,显示出较强的活动性,并多数具有左旋平移断裂的性质。

四、讨 论

通过航空影象(包括侧视雷达影象)和卫星影象的目视判读,我们可以比较准确地了解地表的断裂构造格架,从而更客观地去分析不同地质结构的空间关系和它们的有机联系,增加了地质资料的连续性。

研究认为,近东西向的王五-文教断裂为本区主要构造线,它构成了区内两大构造单元——雷琼拗陷和五指山隆起的构造分界,同时也是新、老地层的分界线。其形成时代较早,并有多次活动。晚第三纪以来,它使南北两侧的两大构造单元强烈差异升降,这种对雷琼地区地壳运动的控制作用一直延续到地质近期。因此,它应是区内的一级构造线。但从影象特征来看,该断裂完整性显示较差,反映现代活动性不显著。在琼北地区,更值得注意的是北东、北东东和北西向三组活动断裂。它们构成了琼北的主要构造格架。但是,由于各组断裂有着不同程度的活动性,从而使区内的断块构造进一步复杂化,形成一些次一级的凸起和凹陷。其中,北西向断裂的活动性尤为明显,有的不仅切割了其他方向的断裂,而且控制了区内新生代次级断块的发生和发展,以及第四纪火山的喷溢。显然,该组断裂是一组继承性活动断裂,并多数具有右旋平移性质。北东和北东东向断裂的活动性虽也较明显,但都弱于北西向断裂,并多数具有左旋平移性质。根据对上述各组断裂的构造形迹特征及其力学性质的分析,我们推测,控制本区新构造运动的区域应力场主压应力方向为近南北向。

此外,根据诸影象判读结果分析,琼北地区东、西两部分的构造活动强度也有所不同。东部断裂影象清晰,活动性明显,地表水系受断裂控制作用十分显著,琼北地区活动性强的北西和北东东向断裂也主要集中在东部地区。