

海南岛北部第四纪早中更新世多文组的建立

龙文国, 林义华, 朱耀河, 石 春, 周进波, 吕嫦艳

LONG Wen-guo, LIN Yi-hua, ZHU Yao-he,
SHI Chun, ZHOU Jin-bo, LÜ Chang-yan

海南省地质调查院, 海南 海口 570226

Hainan Institute of Geological Survey, Haikou 570226, Hainan, China

摘要:在1:25万琼海县幅区域地质调查中,对海南岛北部地区出露的一套早、中更新世形成的基性火山岩进行了详细研究,新创建多文组,并进一步划分为上、下段,分别代表早更新世晚期—中更新世早期、中更新世中晚期形成的基性火山熔岩、火山碎屑岩。其层位比道堂组、石山组低,且岩性组合存在差异。对该组的分布范围、岩性、岩相、形成时代、地球化学特征进行了总结,并讨论了其形成的构造环境。

关键词:多文组;火山岩;更新世;海南岛

中图分类号:P534.63⁺¹ **文献标识码:**A **文章编号:**1671-2552(2006)03-0408-07

Long W G, Lin Y H, Zhu Y H, Shi C, Zhou J B, Lü C Y. Establishment of the early-mid Pleistocene Duowen Formation on northern Hainan Island, China. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(3):408-414

Abstract: During the 1:250000 geological survey of the Qionghai County Sheet, a suite of early-mid basic volcanic rocks exposed on northern Hainan Island was studied intensively and the Duowen Formation was established. This formation is divided into the upper and lower members, which represent basic lavas and pyroclastic rocks formed from the late part of the early Pleistocene to the early part of the middle Pleistocene and in the mid-late part of the middle Pleistocene. It is distinguished from the Daotang and Shishan formations by its lower stratigraphic position and lithologic association. This paper summarizes the distribution, lithology, lithofacies, age and geochemistry of the formation and discusses its tectonic environment.

Key words: Duowen Formation; volcanic rock; Pleistocene; Hainan Island

1 多文组建组理由

海南岛北部新生代火山活动活跃,尤以第四纪火山活动为甚。第四纪火山岩主要分布于王五—文教断裂以北地区(图1),在地表形成大面积的玄武岩被和众多的火山锥。许多单位和学者曾对该地区火山岩的时代和分期进行过研究,但由于缺少精确的同位素年龄,对火山岩上下地层的时代认识不一,导致对火山活动的分期有不同的划分方案。笔者等在进行海南省1:25万琼海县幅、乐东县幅区调过程中,综合以往火山岩的测年数据、火山岩风化壳的发育程度、火山机构保存的完整程度、火山岩的相对新老关系、火山岩与上下地层的

关系、地层的年代学数据等资料,结合最近几年来火山岩中的测年数据,将琼北第四纪火山活动从早到晚划分为5期:秀英期(早更新世)、多文岭期(早—中更新世)、东英期(中更新世)、长流期(晚更新世)、雷虎岭期(全新世)(琼北地区新生代火山活动分期详细资料另文发表)。

前人对研究区火山岩的研究多集中在岩石学、地球化学和年代学方面,对火山岩地层学的研究则较为薄弱。海南地质大队(1989)在海口地区进行1:5万区域地质调查时创建道堂组、石山组,分别代表晚更新世(长流期)、全新世(雷虎岭期)的一套基性火山熔岩、火山碎屑岩、沉火山碎屑岩。陈哲培等^[1]对这套火山岩进行了详细的介绍,但未对更新世多文

收稿日期:2004-04-21;修订日期:2005-12-21

基金项目:中国地质调查局1:25万区域地质调查项目(200113000041)和海南省自然科学基金(40401)联合资助。

作者简介:龙文国(1967-),男,副研究员,从事地层学与岩石学研究工作。Longwg2005@126.com

岭期、东英期火山岩进行地层学方面的研究。海南省地矿局在进行全岛岩石地层清理时^[2],沿用了上述火山岩地层系统划分方案,但也未对更新世多文岭期、东英期火山岩进行地层学方面的研究。笔者等在海南岛北部进行1:25万琼海县幅区调(海南省地质调查院,2004)过程中,对更新世多文岭期、东英期火山岩进行了详细的研究,结果发现2期火山岩均覆盖于早—中更新世河流相沉积北海组之上,而被晚更新世海相沉积八所组覆盖。东英期火山岩的形成时代稍晚于多文期火山岩。这2期火山岩的岩性组合特征与琼北地区火山岩地层单位道堂组、石山组的岩性组合特征存在一定差异,且区域上可见道堂组、石山组均喷发不整合于多文岭期、东英期火山岩之上。道堂组、石山组与多文组(多文岭期、东英期火山岩)之间存在喷发(沉积)间断。道堂组、石山组的层位高于多文组。

遵循《中国地层指南及中国地层指南说明书》(2000)和《国际地层指南》(1976)关于岩石地层单位的含义和建立标准,以及对火山岩地层进行岩石学和地层学双重研究的原则,把此次新建的多文组进一步划分为上、下段,分别代表早更新世晚期—中更新世早期多文岭期、中更新世中晚期东英

期形成的基性火山岩地层。多文组的建立填补了琼北地区早、中更新世火山岩地层研究的空白,可进一步完善海南岛中北部地区第四纪的岩石地层序列。

2 多文组层型剖面

(1)高山岭剖面:系控制多文组上段的层型剖面,剖面起点位于1:5万临高县幅南朝村旁,高山岭(190.7 m)正南方约5500 m处,起点坐标东经109°38'27"、北纬19°52'47"。剖面总长度15170 m。剖面自上而下共划分7层,现将剖面简述如下(图2)。

- 上覆地层:晚更新世八所组(Qp³bs)
- 7.含砾泥质粉细砂;浅灰白色,粒径一般小于5 mm,其中2~5 mm的砾石含量约10% >2 m
- 平行不整合 -----
- 早、中更新世多文组上段(Qp¹⁻²d²) 160.9 m
- 6.熔渣状辉石橄辉玄武岩 16.5 m
- 5.橄辉辉石玄武岩 49.9 m
- 4.橄辉玄武岩 44.7 m
- 3.辉石玄武岩 49.8 m

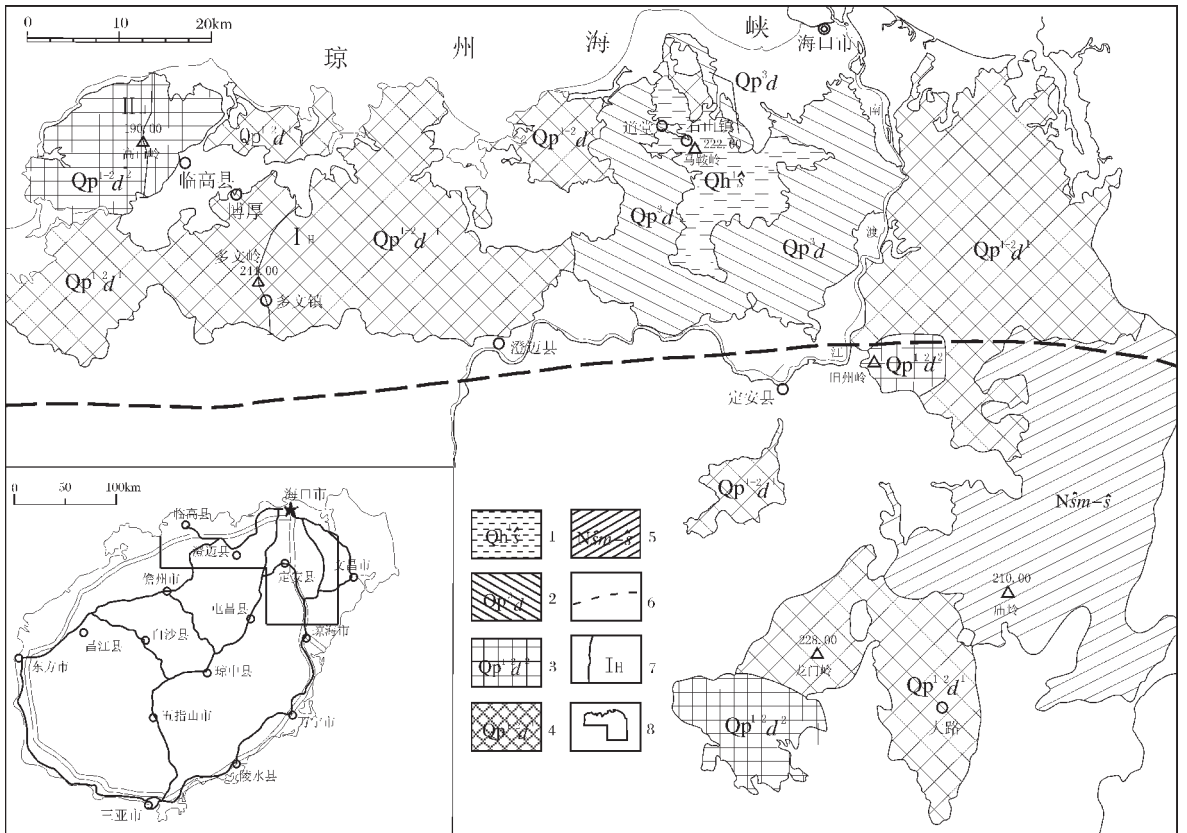


图1 琼北地区区域地质略图

Fig.1 Sketch map showing the regional geology on northern Hainan Island

1—全新世石山组;2—晚更新世道堂组;3—早、中更新世多文组上段;4—早、中更新世多文组下段;
5—新近纪石马村—石门沟村组;6—王五—文教断裂;7—剖面位置;8—研究区范围

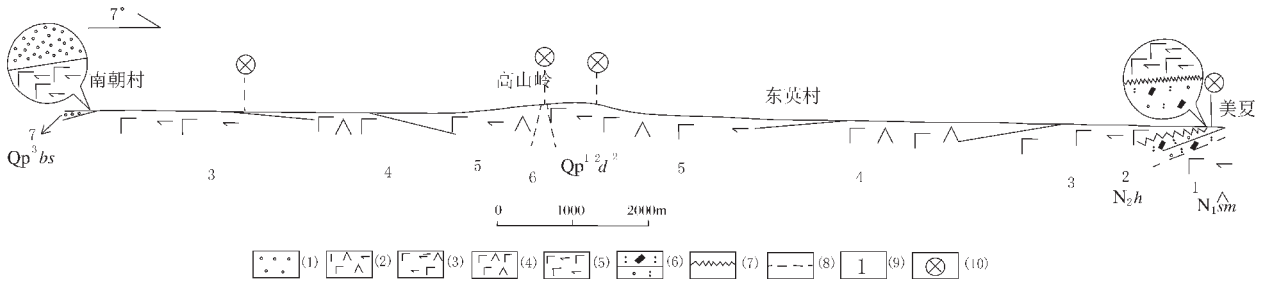


图2 早、中更新世多文组上段实测剖面

Fig.2 Stratigraphic section of the Upper Member of the early-mid Pleistocene Duowen Formation

Qp³bs—晚更新世八所组; Qp¹²d²—早、中更新世多文组上段; N₂h—上新世海口组; N₁sm—中新世石马村组;
 (1)晚更新世八所组含砾砂土; (2)辉石橄榄玄武岩; (3)橄榄辉石玄武岩; (4)橄榄玄武岩; (5)辉石玄武岩;
 (6)沉凝灰岩; (7)火山喷发不整合; (8)平行不整合; (9)室内分层; (10)采样位置

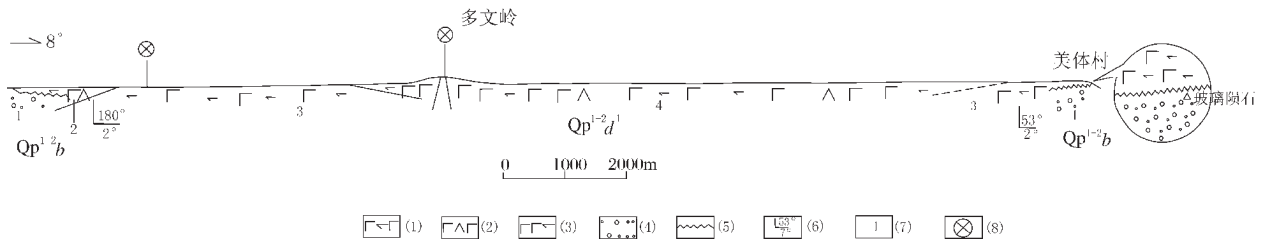


图3 早、中更新世多文组下段实测剖面

Fig.3 Stratigraphic section of the Lower Member of the early-mid Pleistocene Duowen Formation

Qp¹²d¹—早、中更新世多文组上段; Qp¹²b—早、中更新世北海组; (1)辉石玄武岩; (2)辉石橄榄玄武岩;
 (3)橄榄辉石玄武岩; (4)砂砾土; (5)火山喷发不整合; (6)产状; (7)室内分层; (8)采样位置

~~~~~ 喷发不整合 ~~~~~

下伏地层: 上新世海口组(N₂h)

2. 沉晶屑凝灰岩 3.5 m

----- 平行不整合 -----

中新世石马村组(N₁sm)

1. 辉石玄武岩, 顶部见厚约0.5 m的红土层。此层中部获K-Ar年龄8.09 Ma±0.98 Ma >5 m

(2)多文岭剖面: 该剖面系控制多文组下段的层型剖面, 剖面起点位于1:5万多文市幅南兴村北东50°方向约1300 m处。起点坐标东经109°46'56"、北纬19°44'18"。剖面总长度约16706 m, 现将剖面简述如下(图3)。

上覆地层: 晚更新世八所组(Qp³bs)

早、中更新世多文组下段(Qp¹²d¹) 121.7 m

4. 橄榄辉石玄武岩 28.7 m

3. 粗玄武岩(辉石玄武岩) 54.9 m

2. 辉石橄榄玄武岩 38.1 m

~~~~~ 喷发不整合 ~~~~~

下伏地层: 早、中更新世北海组(Qp¹²b)

1. 灰白色, 不等厚砂砾层, 含玻璃陨石

上述剖面资料表明, 多文组上、下段的岩性组合均为一

套基性火山岩。

3 多文组的定义及特征

剖面测量及区域地质填图资料表明, 多文岭期、东英期火山岩的岩性组合均为一套基性火山岩。部分火山口附近见火山碎屑岩(火山集块岩、火山角砾岩、凝灰岩)分布, 2期火山岩均喷发不整合于北海组及更老的地层之上(图2、图3、图

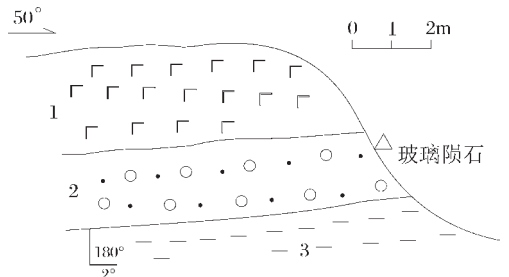


图4 临高县新盈东英期火山岩与北海组接触关系素描

Fig.4 Contact relationships between Dongyingian volcanic rocks and Beihai Formation, Xinying, Lingao County

Xinying, Lingao County

1—东英期玄武岩; 2—北海组砂砾岩; 3—秀英组粘土

4), 而被晚更新统八所组及更新的地层所覆盖。显然多文岭期、东英期火山岩不能归入琼北地区已建立的岩石地层单位道堂组、石山组^[1,2]中, 道堂组、石山组分别代表晚更新世(长流期)、全新世(雷虎岭期)的一套基性火山熔岩、火山碎屑岩、沉火山碎屑岩, 其岩石组合特征及红土化程度均与多文岭期、东英期火山岩有别, 且均喷发不整合于多文岭期、东英期火山岩之上。

按照《中国地层指南及中国地层指南说明书》(2000)和《国际地层指南》(1976)关于岩石地层单位的含义和建立标准, 以及对火山岩地层进行岩石学和地层学双重研究的原则, 新建多文组的含义为整体上稍晚喷发不整合于早—中更新统北海组之上, 被晚更新世八所组所覆盖的一套基性火山熔岩, 局部夹火山碎屑岩(火山集块岩、火山角砾岩、凝灰岩), 代表一套裂隙—中心式喷发的火山岩系。多文岭组可进一步划分为上、下段, 下段岩性单一, 主要是石英拉斑玄武岩和橄榄拉斑玄武岩, 火山喷发的晚期, 部分火山口附近出现偏碱性—碱性的橄榄玄武岩和碱性橄榄玄武岩, 局部(火山口附近)夹火山碎屑岩(火山集块岩、火山角砾岩、凝灰岩); 上段岩性亦以石英拉斑玄武岩和橄榄拉斑玄武岩为主, 局部(火山锥附近)夹橄榄玄武岩、碱性橄榄玄武岩和火山碎屑岩(火山集块岩、火山角砾岩、凝灰岩)。

多文组上、下段之间的岩性组合特征差别不大, 但二者的层位不同。多文岭期、东英期火山岩之间存在喷发间断(图 5)。二者风化壳的发育程度和火山机构保存的完整程度存在一定差异, 上段风化程度弱, 红土化程度不高, 风化层一般厚 0.5~2 m, 风化色多呈浅褐黑色、浅褐黄色, 火山机构保存较完整; 下段风化程度强, 普遍见红土化现象, 红土化层一般厚 2~10 m 不等。在大体相似的自然条件下, 根据风化程度和火山机构保存的完整程度, 可以判别火山岩喷出时代的新老。张仲英等^[3]通过风化系数定量研究表明, 多文岭期火山岩的平均风化系数为 1.387, 东英期火山岩的平均风化系数为 1.030。

区域地质调查结果表明, 多文组下段主要分布于临高新盈农场、福山、武郎、澄迈马袅、福山、皇桐、多文、琼海大路、定安黄竹、海口云龙、土桥、三门坡、甲子、三江和文昌东路。多文组上段主要分布于定安龙塘、旧州岭、澄迈白莲、临高东英、儋州木棠和公堂。区域上多文组伏于琼北地区火山岩地层单位中晚更新统道堂组和全新统石山组之下(表 1), 彼此间呈不整合接触关系。

4 多文组时代讨论

多文组是与早、中更新世河湖相沉积的北海组层位大致相当的火山岩地层。多文组上、下段火山岩喷发不整合于北海组不同层位沉积层之上, 被晚更新世八所组覆盖。因此, 多文组的形成时代应稍晚于北海组, 早于八所组。

北海组中部砂砾层中普遍含玻璃陨石(雷公墨), 严正等^[4]

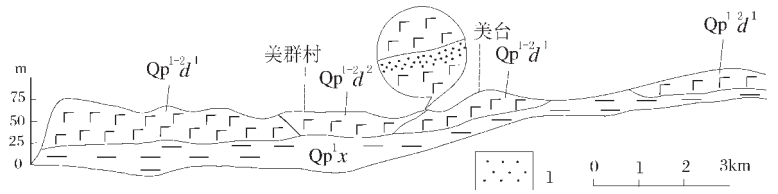


图 5 临高县美群—美台一带东英期火山岩与多文岭期火山岩的接触关系(据路线剖面与钻孔资料综合绘制)

Fig.5 Contact relationships between the Dongyingian volcanic rocks and Duowenlingian volcanic rocks in the Meiqun—Meitai area, Lingao County

Qp^{1x}—早更新世秀英组粘土; Qp^{1-2d¹}—多文岭期玄武岩;
Qp^{1-2d²}—东英期玄武岩; 1—多文岭期火山岩风化壳

表 1 琼北地区第四纪岩石地层单位序列
Table 1 Quaternary lithostratigraphic sequences on northern Hainan Island

| 纪 世 | | 华南地层大区 | |
|-------|---------|---------|--------|
| | | 东南地层区 | |
| | | 五指山地层分区 | 雷琼地层分区 |
| | | | 海口地层小区 |
| 全新世 | | 烟墩组 | |
| | | 琼山组 | |
| | | 万宁组 | 石山组 |
| 第 四 纪 | 晚 更 新 世 | 八所组 | 道堂组 |
| | | | |
| | 中 更 新 世 | 北海组 | 多文组 |
| | 早 更 新 世 | 秀英组 | |

对全岛 13 个不同地点北海组中的玻璃陨石进行了裂变径迹测年, 获年龄为 (52.7±5.8)~(76.5±4.3) 万年。自 20 世纪 90 年代以来, 印度洋^[5]、苏禄海^[6]、苏拉威西海^[6]和南海^[7,8]的深海柱状样高分辨率研究, 也揭示了微玻璃陨石层发生在布容/松山(B/M)界线之下, 其年龄要早于磁性倒转事件约 12 ka, 若以 B/M 转变的年龄 790 ka 为准^[9], 则澳大利亚—亚洲地区更新世撞击事件发生的年代约在距今 800~802 ka 期间^[8]。考虑到玻璃陨石赋存于北海组中部, 那么北海组的形成时代应为早更新世晚期—中更新世早期(早、晚更新世分界采用 730 ka)。八所组的形成年龄经前人综合研究后认为属晚更新世^[2]。

多文组的岩性为一套基性火山岩, 目前对年轻的基性岩类测年多选用 K-Ar 法。20 世纪 80—90 年代, 部分学者^[10-13]已于研究区新生代更新世(多文岭期、东英期)火山岩中获得大量同位素数据, 宜昌地质矿产研究所、海南省地矿局^[14]综合研究认为, 多文岭期火山岩的 K-Ar 年龄集中在 0.77~2.11 Ma

之间,喷发时代属早更新世中晚期,东英期火山岩K-Ar年龄集中在0.21~0.67 Ma之间,喷发时代属中更新世中晚期。樊祺诚等^[15]认为多文岭期火山岩形成年龄介于2.11~0.77 Ma之间,东英期火山岩形成年龄介于0.73~0.21 Ma之间。早期K-Ar法测年技术及仪器设备的精度存在局限,因而所获年龄数据可信度相对较低。近年来,由于K-Ar测年方法的改进及测试仪器的更新,Ho Kungsuan等^[16]和庄文星^[17]于测区相当于多文组下段、上段的火山岩中获得了一些K-Ar测年结果(表2);Ho Kungsuan等^[16]还于海口三江、定安龙门多文组下段、上段火山岩中采样(HK28、HK25),分别获得全岩Ar-Ar坪年龄为1.12 Ma±0.02 Ma、0.45 Ma±0.01 Ma。

此次笔者也于测区多文组下段的火山岩中获得了K-

Ar测年结果(由北京大学地质学系同位素地球化学研究实验室苗国均、黄宝玲测试)。综合上述近年来获得的最新测试结果,结合多文组上、下地层形成时代研究的进展,笔者认为,多文组下段的形成年龄介于1.20~0.56 Ma之间,相当于早更新世晚期—中更新世早期;多文组上段的形成时代晚于下段,形成时代介于0.45~0.21 Ma之间,相当于中更新世中晚期。

5 多文组火山岩的形成环境

多文组火山岩的岩石化学分析结果、CIPW标准矿物含量及岩石化学特征值见表3。火山岩的岩石化学成分分析(表3)显示,其里特曼指数为1.08~6.33,固结指数(SI)为29.0~

表2 琼北更新统玄武岩K-Ar年龄测定结果

Table 2 K-Ar dating of Pleistocene basaltic rocks of northern Hainan Island

| 采样地点 | 层位 | 岩性 | 样品重量/g | K ₂ O/wt% | ⁴⁰ Ar/ ¹⁰ mol·g ⁻¹ | 年龄/Ma | 资料来源 |
|------|------|----|--------|----------------------|---|-----------|---------------------------|
| 定安龙门 | 东英期 | OT | 0.3366 | 1.34 | 0.0830 | 0.43±0.03 | Ho, et al ^[16] |
| 临高博厚 | 多文岭期 | OT | 4.5213 | 1.25 | 0.2176 | 1.20±0.02 | 庄文星等 ^[17] |
| 临高多文 | 多文岭期 | OB | 0.1414 | 1.44 | 0.2808 | 1.16±0.40 | 本文 |
| 琼海大路 | 多文岭期 | OB | 0.0489 | 1.14 | | 0.56±0.48 | 本文 |

注:OT—橄榄拉斑玄武岩;OB—橄榄玄武岩

表3 多文组火山岩岩石化学成分、CIPW标准矿物含量及岩石化学特征值

Table 3 Petrochemical composition, CIPW norm and geochemical characteristic values of volcanic rocks of the Duowen Formation

| 序号 | 岩性 | 样号 | CIPW标准矿物/% | | | | | | | | | | | 常用参数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|---------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|------|-------------------|------------------|------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------|----|-----|----|---|----|----|----|----|----|----|-----------------|----|------------------|-----|------|---|---|--|--|--|--|--|
| | | | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | MnO | P ₂ O ₅ | CO ₂ | H ₂ O ⁺ | 总量 | Ap | Ilm | Mt | Q | Or | Ab | An | Di | Hy | Ol | Mg [#] | SI | FeO [#] | Alk | Na/K | δ | τ | | | | | |
| 1 | 橄榄辉石玄武岩 | IIH10-2 | 49.63 | 2.22 | 13.31 | 3.30 | 8.17 | 8.96 | 8.29 | 3.06 | 1.53 | 0.15 | 0.48 | 0.02 | 0.56 | 99.68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 橄榄辉石玄武岩 | IIH4-3 | 50.11 | 2.19 | 13.30 | 3.13 | 8.15 | 8.63 | 8.40 | 3.07 | 1.85 | 0.15 | 0.47 | 0.02 | 0.59 | 99.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 橄榄玄武岩 | IIH3-1 | 48.71 | 2.62 | 13.57 | 2.27 | 9.40 | 8.80 | 8.26 | 2.83 | 1.85 | 0.16 | 0.58 | 0.02 | 0.66 | 99.73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 橄榄玄武岩 | YD1761 | 50.15 | 2.25 | 13.42 | 2.96 | 8.06 | 8.13 | 8.51 | 3.37 | 1.48 | 0.16 | 0.46 | 0.07 | 0.72 | 99.74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 玄武岩(粗玄武岩) | IIH14-2 | 52.73 | 1.66 | 14.89 | 2.89 | 8.23 | 6.13 | 8.54 | 2.77 | 0.47 | 0.15 | 0.19 | 0.02 | 0.85 | 99.52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 橄榄玄武岩 | D1830 | 46.87 | 3.38 | 13.62 | 4.81 | 7.45 | 7.71 | 8.28 | 3.95 | 1.00 | 0.16 | 1.09 | 0.06 | 1.30 | 99.63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 橄榄辉石玄武岩 | I H4-2 | 48.77 | 3.08 | 13.93 | 2.46 | 9.12 | 7.34 | 8.35 | 3.24 | 1.91 | 0.16 | 0.72 | 0.08 | 0.56 | 99.72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 玄武岩(粗玄武岩) | I H3-3 | 53.59 | 1.63 | 14.51 | 1.53 | 9.50 | 5.92 | 8.66 | 2.91 | 0.52 | 0.14 | 0.19 | 0.06 | 0.46 | 99.62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 玄武岩(粗玄武岩) | D1828 | 53.72 | 1.83 | 14.04 | 3.86 | 7.10 | 6.20 | 8.07 | 2.63 | 0.90 | 0.14 | 0.25 | 0.19 | 0.88 | 99.79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 玄武岩(粗玄武岩) | D1837 | 52.33 | 1.89 | 13.87 | 0.58 | 10.10 | 7.54 | 8.09 | 2.66 | 1.25 | 0.15 | 0.23 | 0.28 | 0.22 | 99.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 平均 | | 50.66 | 2.28 | 13.85 | 2.78 | 8.53 | 7.54 | 8.35 | 3.05 | 1.25 | 0.15 | 0.47 | 0.08 | 0.68 | 99.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注:样品由武汉综合岩矿测试中心测试;Mg[#]=100Mg/(Mg+Fe), Na/K=Na₂O-2/K₂O;氧化物含量%

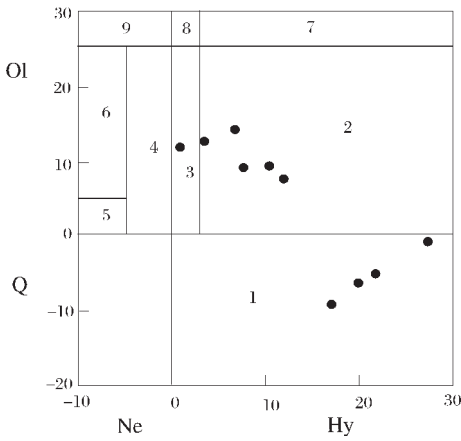


图6 多文组玄武岩的Ne-Ol-Hy-Q命名图

Fig.6 Ne-Ol-Hy-Q diagram of basalts

- 1—石英拉斑玄武岩;2—橄榄拉斑玄武岩;3—橄榄玄武岩;
- 4—碱性橄榄玄武岩;5—碱玄武岩;6—碧玄武岩;7—苦橄拉斑玄武岩;8—苦橄玄武岩;9—碱性苦橄玄武岩

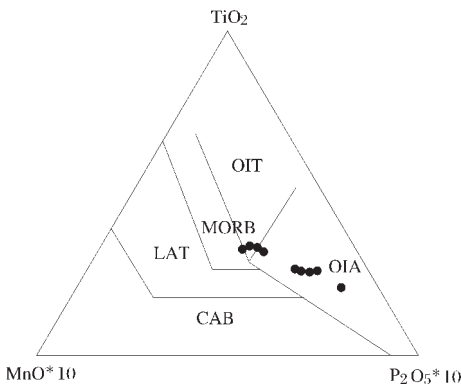


图7 多文组火山岩TiO₂-MnO-P₂O₅图(据Mullen,1983)

Fig.7 TiO₂-MnO-P₂O₅ diagram of volcanic rocks

- CAB—钙碱性玄武岩;IAT—岛弧拉斑玄武岩;OIT—洋岛拉斑玄武岩;OIA—洋岛碱性玄武岩;MORB—洋中脊玄武岩

35.8,可见固结指数略偏低,说明原始玄武岩浆已发生分离结晶作用。岩石的Mg[#]值不高,一般在49.2~58.9之间,平均为54.7,并随着层位的变高而增大。CIPW标准矿物表明,岩石的矿物成分以长石和辉石为主,其次为橄榄石和石英,不含霞石,大致划分为2类,第一类不含石英,含有橄榄石,紫苏辉石(Hy)含量减少,第二类不含橄榄石,紫苏辉石(Hy)含量多,主要岩石类型有橄榄玄武岩、橄榄拉斑玄武岩和石英拉斑玄武岩3个基本种属(图6)。

10个样品在Mullen^[18](1983)的TiO₂-MnO-P₂O₅判别图(图7)中主要落入洋岛区;在FeOt-MgO-Al₂O₃图解^[19](图8)中,有2个样落入大陆块内部区,其他8个样主要落入大洋岛弧区内,但也比较偏向大陆块内部区;在K₂O-TiO₂-P₂O₅图

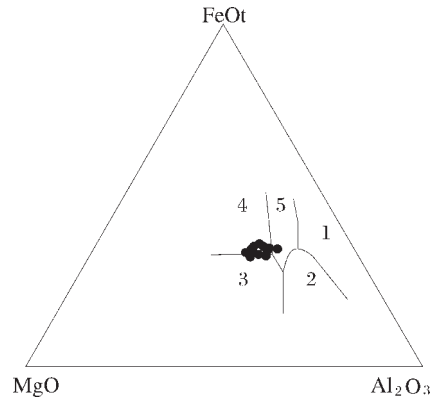


图8 多文组火山岩FeOt-MgO-Al₂O₃图

(据Pearce et al,1971)

Fig.8 FeOt-MgO-Al₂O₃ diagram of volcanic rocks

- 1—扩张中心岛屿;2—造山带;3—洋中脊和洋底;
- 4—大洋岛弧;5—大陆块内部

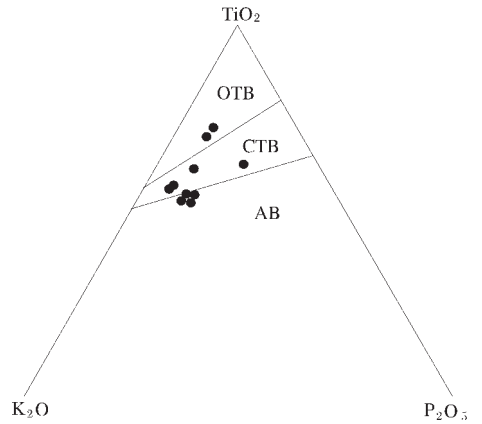


图9 多文组火山岩K₂O-TiO₂-P₂O₅图(据Pearce,1975)

Fig.9 K₂O-TiO₂-P₂O₅ diagram of volcanic rocks

- OTB—大洋拉斑玄武岩;CTB—大陆拉斑玄武岩;
- AB—碱性玄武岩

中主要落入大陆拉斑玄武岩区(图9);在里特曼-戈蒂里图解^[20,21](图10)中,4个石英拉斑玄武岩样点落入A区与B区的界线附近,6个橄榄拉斑玄武岩样点均落入A区中。由此可见,多文组火山岩的形成环境为比较稳定的板内构造环境。

6 结论

(1)通过近年来的1:25万区调工作,笔者将琼北地区早、中更新世形成的基性火山岩新建为多文组,进一步划分为上、下段,分别代表早更新世晚期—中更新世早期、中更新世中晚期形成的一套基性火山熔岩、火山碎屑岩。多文组的建立填补了琼北地区早、中更新世火山岩地层研究的空白,为琼北地区第四纪火山岩地层系统及新生代地层格架的完善

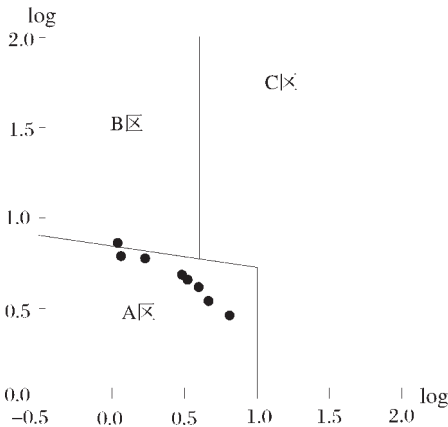


图10 多文组火山岩 $\log\delta$ - $\log\tau$ 图解(据Rittmann,1970)

Fig.10 $\log\delta$ - $\log\tau$ diagram of volcanic rocks

A区—板内稳定火山岩;B区—消减带火山岩;
C区—A、B区演化的碱性火山岩

(表1)奠定了基础。

(2)多文组与下伏早中更新世北海组呈喷发不整合接触,被晚更新世八所组不整合覆盖。多文组上段岩性为辉石橄榄玄武岩、橄榄辉石玄武岩、橄榄玄武岩;下段为橄榄辉石玄武岩、粗玄武岩(辉石玄武岩)、辉石橄榄玄武岩。局部(火山口附近)夹火山碎屑岩(火山集块岩、火山角砾岩、凝灰岩)。该组火山岩是在比较稳定的板内构造环境下形成的。

致谢:参加该项目野外工作的还有陈沐龙、李孙雄、谢盛周、莫位任等同志,在成文过程中得到海南省地矿局丁武江博士、陈哲培教授的指教,在此一并致谢。

参考文献:

- [1]陈哲培,钟盛中.海南省海口地区第四纪火山岩盆地沉积特征[J].中国区域地质,1991,(4):313-322.
- [2]海南省地质矿产勘查开发局.海南省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.96-101.
- [3]张仲英,刘瑞华.海南岛第四纪火山岩的分期[J].地质科学,1989,(1):69-76.
- [4]严正,袁宝印,叶莲芳.海南岛玻璃陨石(雷公墨)裂变径迹年龄的测定[J].地质科学,1979,(1):37-42.
- [5]Smit J, van Eijden A J M, Troelstra S R. Analysis of the Australasian microtektite event, the Toba event, and the Cretaceous/Paleogene boundary, eastern Indian Ocean[J]. Proc. ODP Sci. Res., 1991, 121:489-503.
- [6]Schneider D A, Kent D V, Mello G A. A detailed chronology

- of the Australasian impact event, the Brunhes-Matuyama geomagnetic polarity reversal and global climate change[J]. Earth and Planetary Science Letter, 1992, 111:395-405.
- [7]赵泉鸿,翦知潜,李保华,等.南沙深海沉积中的中更新世微玻陨石[J].中国科学(D辑),1999,29(1):45-49.
- [8]王吉良,赵泉鸿,成鑫荣,等.南海中更新世微玻陨石事件的年龄估算:海陆对比复杂性的一个例证[J].科学通报,2000,45(23):2558-2562.
- [9]Berger W H, Bickert T, Wefer G, et al. Brunhes-Matuyama boundary:790 k.y. date consistent with ODP Leg 130 oxygen isotope records based on fit to Milankovitch[J]. Geophysical Research Letters, 1995, 22(12): 1525-1528.
- [10]Zhou X H, Zhu B Q, Liu R X, et al. Cenozoic basaltic rocks in eastern China[A]. In: Macdougall J D ed. Continental flood basalts[M]. Amsterdam: Kluwer Academic Pub., 1988. 311-330.
- [11]葛同明,陈文寄,徐行,等.雷琼地区第四纪地磁极性年表——火山岩钾氩年龄及古地磁学证据[J].地球物理学报,1989,32(5): 550-557.
- [12]孙嘉诗.南海北部及广东沿海新生代火山活动[J].海洋地质与第四纪地质,1991,11(3):45-65.
- [13]朱炳泉,王慧芬.雷琼地区MORB-OIB过渡型地幔源火山作用的Nd-Sr-Pb的同位素证据[J].地球化学,1989,3:193-201.
- [14]宜昌地质矿产研究所,海南省地矿局.海南岛地质(二)岩浆岩[M].北京:地质出版社,1992.230-310.
- [15]樊祺诚,孙谦,李霓,等.琼北火山活动分期与全新世岩浆演化[J].岩石学报,2004,20(3):533-544.
- [16]Ho K S, Chen J C, Juang W S. Geochronology and geochemical of late Cenozoic basalts from the Leiqiong area, southern China[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2000,18: 307-324.
- [17]庄文星,何恭算.弧后盆地和大陆裂谷环境火山岩的地球化学特征[A].见:中国地质学会年会摘要[C].1996.113-117.
- [18]Mullen E D. MnO/TiO₂/P₂O₅: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis[J].Earth Planet. Sci. Lett., 1983,62:53-62.
- [19]Pearce T H, Gorman B E, Birkett T C. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks[J]. Earth and Planetary Science Letters, 1977,36:121-132.
- [20]Rittmann A. Not to contribution V. Gottine on the "Serial character of the volcanic rocks of pantelleria"[J]. Bull. Volcanol., 1970,33:979-981.
- [21]邱家骥.岩浆岩岩石学[M].北京:地质出版社,1985.