

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

海南岛几个重大基础地质问题的探讨

张业明 徐安武 付建明 赵子杰 吴桂捷 曾波夫

(中国地质科学院宜昌地质矿产研究所, 443003)

内容提要 海南岛有无泥盆纪地层? 有无加里东运动? 有无加里东期花岗岩? 历来是大家关注和争论的焦点问题。在1:5万昌江县幅和邦溪幅地质调查研究中, 笔者对上述问题进行了探讨, 并取得了一些重要进展: 首次在海南岛发现珊瑚化石 *Cystophrentis kalaohoensis* Yu, 结合旋回地层学研究认为, 在昌江县鸡心—鸡实一带南好组(C_1n)中下部可能存在中晚泥盆世地层; 首次发现并圈定了加里东期花岗岩体, 时代为369~410 Ma, 并认为属加里东岩浆旋回较晚期的产物; 根据区域不整合关系, 变质和变形构造特征, 进一步确定了加里东运动是海南岛地壳演化历程中一次极其重要的造山事件, 区域上与华南地区晚加里东运动进行对比。

关键词 泥盆系 加里东运动 加里东期花岗岩 海南岛

海南岛因其独特的大地构造位置一直成为国内外地学界研究和关注的热点地区。自60年代以来, 广东省地质局、海南地质矿产局、宜昌地质矿产研究所、桂林冶金地质学院、中南矿冶学院、南京大学和长沙大地构造研究所等勘查、科研单位和地质院校, 在该区进行了大量基础地质研究和找矿工作, 取得了一大批研究成果^[1~6], 特别是前寒武纪地层序列的厘定^{[7]①}, 为海南岛与华南大陆地壳对比研究提供了依据。但由于岩浆活动和变形、变质改造作用强烈, 加之植被广泛覆盖, 岛内仍有许多重大基础地质问题尚未得到最终解决, 其中以: ①有无泥盆纪地层; ②有无加里东期花岗岩; ③有无加里东运动等问题尤为突出。解决这些遗留地质问题, 不仅直接关系到对海南岛早古生代地壳演化历史的正确推断, 而且对科学认识我国东南大陆地壳的发展、演变也具有重要价值。在1:5万昌江县幅和邦溪幅地质调查研究的基础上, 参照现有地质资料, 笔者试图对上述争议问题作初步的探讨。

1 海南岛泥盆系问题

海南岛有无泥盆纪沉积历来是众家关注的焦点问题之一。迄今为止, 岛内尚无确切的泥盆纪生物化石报道。通过对昌江地区系统的生物地层和岩石地层研究, 笔者认为现划归早石炭世的南好组中下部, 很有可能属于中晚泥盆世沉积。

南好组(C_1n)系海南地质大队1976年所建, 建组剖面位于保亭县南好地区, 岩性为绢云母粉砂岩、石英砂岩、粉砂质板岩, 底部为含砾石英砂岩或硅质砾岩, 厚度218 m, 属于岩关期(C_1)沉积。后经陈哲培等(1985, 1987)研究, 认为其最大厚度为1525 m。海南地质矿产局(1994)在地层清理时, 把原大塘阶青天峡组(C_1q)(广东区调队, 1964)下部的一套杂色板岩和石英砂岩也划归南好组, 时代定为早石炭世。目前, 笔者将鸡心—鸡实一带的南好组分为4个

① 马大铨等. 海南岛东方县二甲—不磨金矿带板群时代, 层序及含金性研究报告. 1993.

本文1997年4月收到, 1998年7月改回, 王毅编辑。

岩性段,厚度在 2400 m 以上(图 1)。

在区调过程中,冯少南等于鸡实村南南好组上部第四段灰岩中采获了丰富的珊瑚、有孔虫和牙形石等化石,珊瑚化石:*Cystophrentis kalaohoensis* Yu, *Kueichowpora baijinensis* Yang, *Syringopora paralella* (Fischer), *S. gracilis* (Keyerling), *S. serenei* Fontain, *Kueichowpora panxia-*

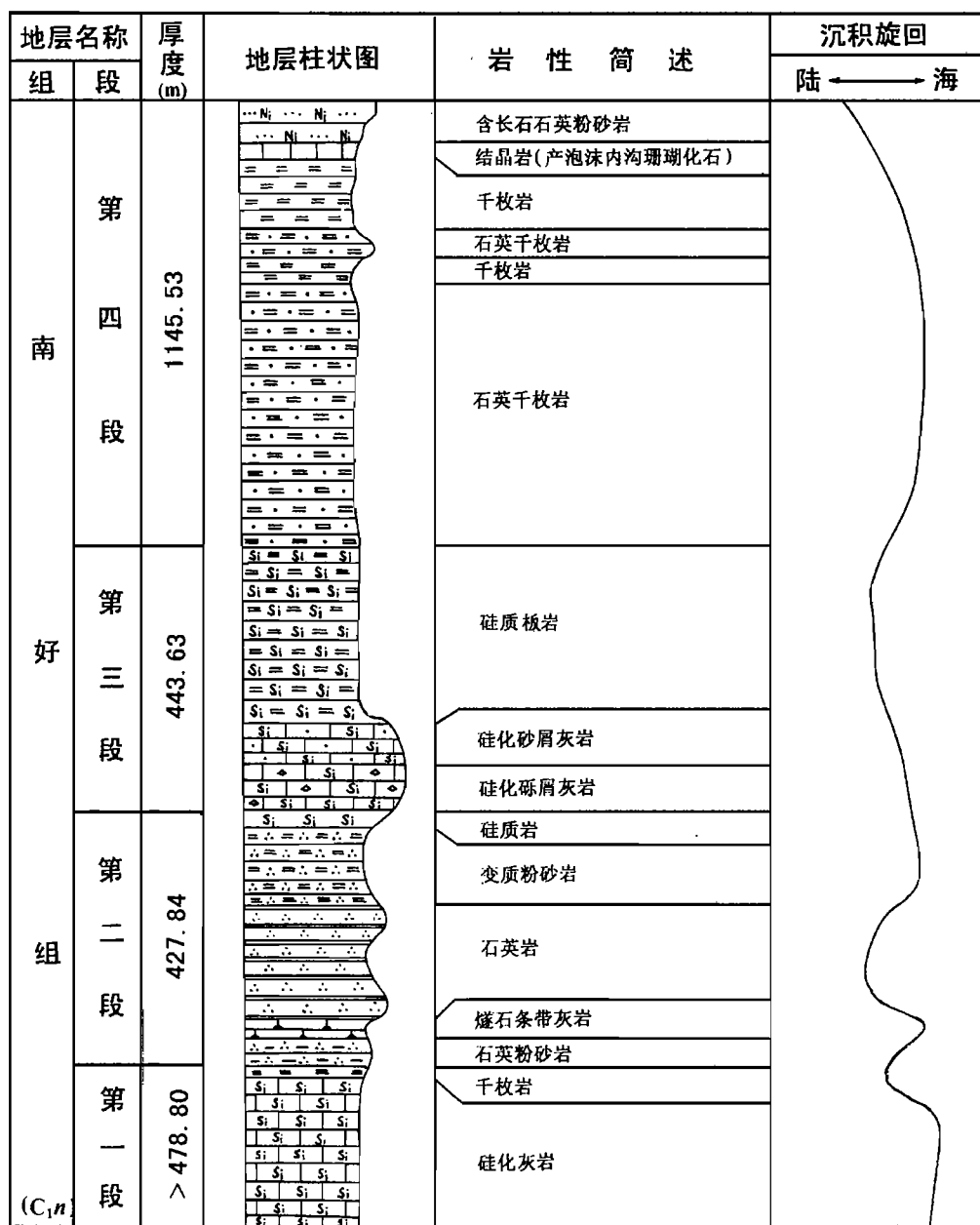


图 1 海南岛鸡心—鸡实一带南好组(C_{1n})岩性及沉积旋回图

Fig. 1 Sketch showing the columnar section and sedimentary characteristics of Nanhao Formation (C_{1n}) in Jixin—Jishi region, Hainan Island

nensis Yang, *Kueichowpora* aff. *baijinensis* Yang, *Zophrentites* sp., *Neolithostrotion*? sp. indet, *N.* spp. indet, *N.*? sp. indet 和 *Pseudouralinia irregularis* Yu; 有孔虫: *Septabrunciina* sp., *S. krainica* (Lipina), *Septatournayella rauserae* Lipina; 牙形石: *Siphonodella isosticha* (Cooper)。 *Cystophrentis kalaohoensis* Yu 在海南岛尚属首次发现。从上述化石看, 南好组第四段产珊瑚等化石的层位属岩关阶无疑^[8], 其中下部以 *Cystophrentis kalaohoensis* Yu 为代表的珊瑚化石组合, 是我国华南岩关阶中下部的标准化石带, 层位可与贵州的革老河组、湘粤的孟公坳组对比; 上部以 *Pseudouralinia irregularis* Yu 为代表的珊瑚化石组合是岩关阶上部的重要化石, 层位可与贵州汤耙沟组、湘粤的刘家塘组和鄂西的金陵组对比。但在第四段之下, 除第三段中采到? *Nodosaria* sp. 外, 第一段和第二段尚未发现化石踪迹。特别强调的是, 产 *Cystophrentis kalaohoensis* Yu 化石层位以下, 尚有 >2100 m 厚的地层, 将其统置于岩关阶显然很不合理, 其中极有可能存在晚泥盆世或中晚泥盆世地层。

南好组变质作用极其微弱, 基本保留了原始沉积构造特征。据沉积旋回分析(图1), 南好组上部产 *Cystophrentis kalaohoensis* Yu 化石的海侵旋回之下, 至少尚有3个三级旋回。上述沉积旋回与华南泥盆纪一早石炭世地层沉积特点^[9] 颇为类似。因此, 从旋回地层学角度, 也可推测第一段至第三段有属于中晚泥盆世之可能。

2 海南岛加里东运动问题

海南岛存在加里东运动的认识最早由广东省地质局区测队(1964)提出^①。70年代末, 夏邦栋^[10] 对此持有不同的见解, 认为海南岛是一个从早古生代开始并延续到海西期的长期继承发展的地槽区。近些年来, 随着岛内科研工作的不断深入和新一轮1:5万区调工作的相继展开, 越来越多的研究者对存在加里东运动趋于肯定的看法^[4]。笔者认为发生于志留纪末—泥盆纪初的加里东运动, 是海南岛地质演化历史中一次重要的造山事件, 它不仅造成早古生代及其以前的地层强烈褶皱, 而且伴随区域变质作用和花岗质岩浆活动。

2.1 加里东运动的不整合关系

加里东运动不整合界面在海南岛中北部的五指山地区^[2] 均有出露, 南好组高角度覆盖于前泥盆纪地层之上(图2)。不整合面上广泛发育以脉石英砾石为主且常见下伏地层成分的典型底砾岩。这套底砾岩在琼西昌江—邦溪一带含金量较高, 局部富集形成小型金矿床或矿点(如河叉岭金矿)。

该不整合面分割的上、下两套地层在沉积特征、构造变形和变质作用等差异较大, 具体表现有: ①上古生界以浅海相沉积为主, 碳酸盐岩相对发育; 下古生界主要为一套细碎屑岩, 灰

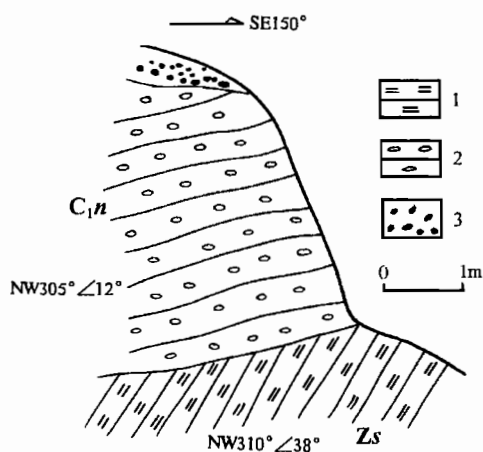


图2 海南岛鸡心河南好组(C_{1n})与石灰顶组(Z_s)不整合关系素描

Fig. 2 Diagram showing the angular unconformity between Nanhao Formation (C_{1n}) and Shihuiding Formation (Z_s) in Jixinhe region, Hainan Island

1—石英千枚岩; 2—变质砾岩; 3—浮土
1—Quartz phyllite; 2—conglomerate; 3—soil

① 广东省地质大队. 海南岛1:20万区域地质测量报告. 1964.

岩极为少见,复理式韵律构造非常明显。②上古生界主要表现出伸展体制下的顺层固态流变构造特点^[11],而下古生界变形构造则相对复杂(后述)。③下古生界变质程度较上古生界稍深,前者属绿片岩相,后者为低绿片岩相。需要说明的是,在构造变形异常强烈的石碌铁矿地区,该不整合面往往成为滑脱构造的理想运动面,从而使得南好组与下伏震旦纪石灰顶组(Zs)和青白口纪石碌群(Qns)之间,常常表现为断层接触关系,不整合面上的底砾岩也因构造滑动大都缺失。

2.2 加里东期的构造变形

加里东期的构造变形使早古生代和新元古代地层均遭受强烈的变形改造。研究表明,这一时期的构造变形先后经历了早期伸展、晚期收缩两个变形演化阶段。

早期伸展变形幕 在伸展体制下,岛内早古生代地层广泛发育顺层剪切变形构造。通过顺层剪切置换,一方面原始沉积层状构造为新生面理所取代,随着置换程度由弱到强,露头常见从同斜紧闭褶皱到钩状褶皱再到顺层剪切面理的规律变化^①;另一方面地层的矿物组分也随构造置换的不断发展而发生变化,新生的变质矿物如黑云母、绢云母、绿泥石、石英等呈增加趋势,并平行定向沿褶皱轴面片理和剪切面理分布。这期变形事件对海南岛早古生代地层的改造极其深刻,它不仅表现为新生层状构造的形成,使地层具有整体有序而局部无序特征,而且还促使原始地层组分发生重新调整,形成一套低级变质的层状变质岩系。

晚期收缩变形幕 这期变形在海南岛表现十分强烈,区域近EW向褶皱构造正是加里东运动的生动体现。在邦溪地区,主要发育早古生代(可能还有前寒武纪)地层^[12],自北而南,依次展布大岭农场背斜、大岭农场向斜和大岭十队背斜等,轴迹在295~325°之间,彼此共同组成了加里东期近EW向褶皱束^①。往东至龙滚一带,早古生代地层中发育的大型褶皱,由于受后期构造影响,轴迹偏转为ENE向^②。在石碌地区,青白口纪石碌群和震旦纪石灰顶组,同样遭受了加里东期褶皱作用,形成了著名的近EW向石碌复式向斜构造(图3),并控制了石碌铁矿矿体的展布。

加里东期褶皱带的形成,基本奠定了海南岛近EW向构造格架,对海西期大规模发育的花岗岩体的展布起着明显的控制作用。

2.3 加里东期变质作用

通过对下古生界变质泥质岩石的研究,确定了以下几种典型矿物共生组合:①黑云母-石英;②石英-绢云母-白云母-绿泥石;③白云母-黑云母(针状)-石英;④黑云母-白云母-石英-石墨等,据此推测加里东期变质程度属绿片岩相。根据共生的白云母和绿泥石成分测定结果(表1),并利用白云母-绿泥石共生矿物对,估算变质温度为400~450℃±。

上述变质矿物主

表1 矿物成分测定结果(%)

要沿早期顺层剪切面理或同斜紧闭褶皱之轴面片理定向产出,但在区域近EW向褶皱轴部,部分也见

Table 1 Chemical compositions(%) of minerals in Caledonian period metamorphic rocks

矿物名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	Na ₂ O	MgO	TiO ₂	MnO	Cr ₂ O ₃	FeO
白云母	49.364	23.442	6.602	0.002	0.421	0.888	0.089	0.001	0.003	21.407
绿泥石	27.999	24.322	0.041	0.027	0.052	17.851	0.323	0.749	0.022	29.185

① 宜昌地质矿产研究所. 1:5万昌江幅、邦溪幅区域地质调查报告. 1995.

② 宜昌地质矿产研究所. 1:5万中原市幅、和乐幅、博鳌港幅区域地质调查报告. 1996.

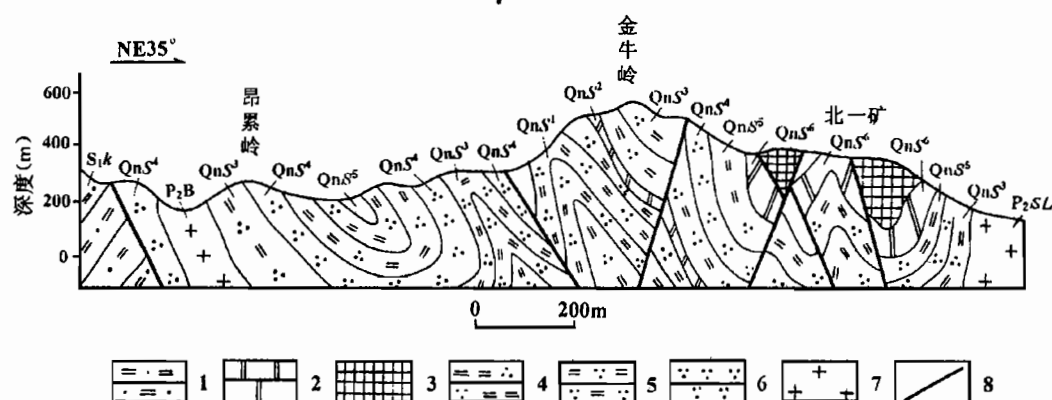


图 3 石碌近东西向复向斜构造剖面

Fig. 3 Structural profile of near EW-strike Shilu syncline

Qns¹—石碌群第一层; Qns²—石碌群第二层; Qns³—石碌群第三层; Qns⁴—石碌群第四层; Qns⁵—石碌群第五层; Qns⁶—石碌群第六层; S_{1k}—空列村组; P_{2sl}—石碌单元; P_{2b}—邦溪单元; 1—石英千枚岩; 2—透闪石透辉石岩; 3—铁矿; 4—石英云母片岩; 5—云母石英片岩; 6—石英岩; 7—花岗岩; 8—断层

Qns¹—The first bed of Shilu Group; Qns²—the second bed of Shilu Group; Qns³—the third bed of Shilu Group; Qns⁴—the fourth bed of Shilu Group; Qns⁵—the fifth bed of Shilu Group; Qns⁶—the sixth bed of Shilu Group; S_{1k}—Konglicun Formation; P_{2sl}—Shilu granite element; P_{2b}—Bangxi granite element; 1—quartz phyllite; 2—tremolite diopsidite; 3—iron ore; 4—quartz mica schist; 5—mica quartz schist; 6—quartzite; 7—granite; 8—fault

于轴面片理化带之中。从而可以看出,加里东期变质作用延续时间较长,变质热流活动贯穿了加里东运动早、晚两幕变形的全过程。

2.4 加里东运动时限探讨

在九所—陵水近 EW 向断裂带以北的海南岛地区,陀烈组(S_{1t})和岳岭群(S_{1-2y})为下古生界最新层位,时代属早中志留世,而晚志留世地层普遍缺失^[2],结合前面对该区可能存在中晚泥盆世地层的论证,认为海南岛加里东运动发生于志留纪末—早中泥盆世,与我国华南地区晚加里东造山运动时间基本吻合。

3 海南岛加里东期花岗岩问题

在很长一段时间里,由于受混合岩化观点的影响,不少研究者将琼西地区具片麻状、眼球状等构造的花岗质岩石厘定为加里东期的混合花岗岩^[13]。但目前普遍将其归属岩浆的活动产物,时代为元古宙^[6,14,16]。那么,海南岛有无加里东期岩浆活动?真正的加里东期岩体产于何处?在1:5万昌江县幅、邦溪幅地质调查中,笔者首次发现并圈出了加里东期的花岗岩体,称之为保梅岭单元。

保梅岭单元分布在昌江县城北保梅岭北坡,出露面积约 24 km²。岩体呈不规则状,周围为海西期—燕山期(287~137 Ma)花岗岩侵入和蚕食。岩石类型为中粗粒黑云钾长花岗岩,主要由钾长石(38.76%~50.29%)、斜长石(15%~23.29%)、石英(22%~39.05%)和黑云母(0.51%~3%)组成,常见锆石、磁铁矿和褐帘石等副矿物,显弱片麻状构造。在该岩体中基本见不到闪长质暗色包体,局部见及直径约 60 m 的白云质大理岩(石碌群第六层)围岩捕虏体。

保梅岭单元岩石化学成分见表2。从其富硅碱而贫镁的特点分析,可能隶属一个岩浆旋回晚期结晶的产物。据此推测,保梅岭单元应是古老花岗岩类超单元中残留下来的较晚期的岩石单元。

保梅岭单元的稀土总量低于世界酸性岩的平均值, $\Sigma\text{REE}=176.8 \times 10^{-6}$; $\text{LREE}/\text{HREE} = 1.59$, $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}}=2.94$,表明其轻重稀土分异程度低。稀土元素的标准化曲线(图4)属轻稀土富集型。

为了获得保梅岭单元的形成时间,首先进行锆石 U-Pb 法测年,但所得结果(156.2 Ma)与地质事实不符,然后又采用单颗粒锆石逐层熔融蒸发法测定 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 同位素年龄,结果列于表3。其中锆石核心部位11个数据年龄变化为343~410 Ma,平均年龄值 369 ± 2.9 Ma,据此可以认为,保梅岭岩体形成时间不会晚于369 Ma,应在369~410 Ma之间,为加里东期。

表3 保梅岭岩体单颗粒锆石 Pb/Pb 年龄测定结果

Table 3 Pb/Pb data of zircon from Baomeiling granite element

样号	TW205	数据组	32	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_{\text{r}}$	0.0528848 ± 0.09773	
No	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
1	0.0510909	0.0514893	0.051561	0.0516196	0.0516325	0.516629
7	0.0517061	0.0521074	0.0523266	0.0523488	0.0523814	0.0524256
13	0.052527	0.0526243	0.0526358	0.0527089	0.0528553	0.0529508
19	0.0529917	0.0530307	0.0531105	0.0533381	0.0533472	0.0535788
25	0.0536793	0.0537599	0.0538719	0.0540292	0.0541224	0.543293
31	0.0543495	0.0549565				

注:样品号 26-1 烧失量为 0.12, 205 烧失量为 0.18。

4 结论和讨论

(1) 海南岛鸡心—鸡实一带南好组上部产 *Cystophrensis kalaohoensis* Yu 层位之下,可能存在中晚泥盆世地层。

(2) 昌江北部的保梅岭黑云母钾长花岗岩是加里东旋回的产物,形成于369~410 Ma 之间。

(3) 加里东运动是海南岛地壳演化历程中的一次极其重要的造山事件,发生时间可能为志留期末—早中泥盆世。它不仅使早古生代—青白口纪地层强烈褶皱,形成了区域近 EW 向褶皱带,而且伴随绿片岩相变质作用和保梅岭钾长花岗质岩体的侵入。

表2 保梅岭单元岩石化学成分分析结果(%)

Table 2 Chemical compositions(%) of Baomeiling

granite element								
样号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
26-1	77.23	0.05	12.36	0.30	1.17	0.02	0.03	0.53
205	75.71	0.04	62.40	0.00	2.10	0.02	0.09	0.46
样号	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	F	Cl	H ₂ O ⁺	总和
26-1	3.71	4.92	0.01	0.22	0.03	0.01	0.20	100.90
205	2.97	6.08	0.02	0.16	0.01	0.03	0.32	100.50

注:样品号 26-1 烧失量为 0.12, 205 烧失量为 0.18。

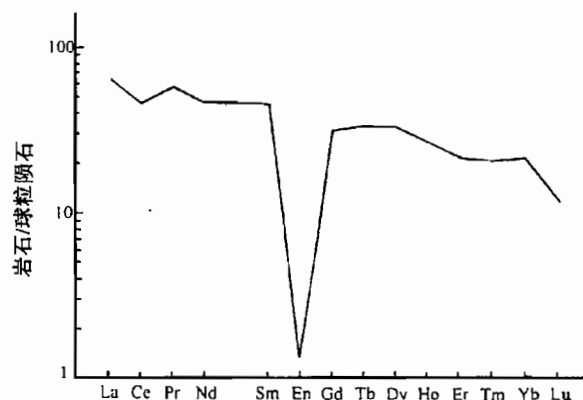


图4 保梅岭单元稀土元素球粒陨石标准化图

Fig. 4 The chondrite normalized REE patterns of Baomeiling granite element, Hainan Island

(4) 区域上,海南岛可能成为华南加里东褶皱带的有机组成部分,早古生代期间,二者具有相同的地壳演化特征:早古生代,扬子陆块和华夏陆块之间为华南古海盆所分隔^[16],海南岛则是华夏陆块的边缘拗陷带或陆内拗拉槽;志留纪末的加里东运动,华夏陆块向扬子陆块之下俯冲,华南早古生代海盆基本封闭^[16],海南岛也因此褶皱造山,表现出强烈的构造活动特征。

本文是 1:5 万昌江县幅、邦溪幅区域地质调查主要成果的总结。文中论述的几个问题都是海南岛长期以来悬而未决的基础地质难题,因此,本文对此进行的研究只能是初步的,所取得的认识也有待于进一步探讨和深化。在工作过程中,得到宜昌地质矿产研究所战明国、熊成云,海南地质大队丁式江,海南地质矿产局黄香定、林起玉、陈哲培和黄茂昌等的支持和帮助,在此一并感谢。

参 考 文 献

- 1 中国科学院富铁矿科学研究队.海南岛地质与石碌铁矿地球化学.北京:科学出版社,1986.21~52页.
- 2 汪啸风,马大铨,蒋大海主编.海南岛地质(一)地层古生物.北京:地质出版社,1992.21~43页.
- 3 汪啸风,马大铨,蒋大海主编.海南岛地质(二)岩浆岩.北京:地质出版社,1992.140~156页.
- 4 汪啸风,马大铨,蒋大海主编.海南岛地质(三)构造地质.北京:地质出版社,1992.30~36页.
- 5 侯威,陈惠芳,梁新权,王可伏.海南岛前寒武纪地层的确定及其大地构造演化.长春地质学院学报,1992,22(2):136~143.
- 6 梁新权.海南岛前寒武纪花岗岩-绿岩系 Sm-Nd 同位素年龄及其地质意义.岩石学报,1995,11(1):72~76.
- 7 张仁杰,马国干,蒋大海,冯少南,陈明是.海南岛前寒武纪地质.武汉:中国地质大学出版社,1990.
- 8 王增吉等著.中国的石炭系.北京:地质出版社,1990.312~323页.
- 9 徐安武,胡宁,曾波夫.中扬子泥盆纪岩相古地理及有关矿产.岩相古地理文集,北京:地质出版社,1991.127~172页.
- 10 夏邦栋.海南岛海西地槽的基本特征.南京大学学报,地质学专刊(一),1979,57~73.
- 11 张业明,付建明,吴桂捷,赵子杰,徐安武,曾波夫.海南昌江-邦溪地区海西构造层的变形构造特征及动力学成因.华南地质与矿产,1997,(2):43~49.
- 12 张业明,付建明,赵子杰,徐安武,吴桂捷,曾波夫.海南岛西部变基性火山岩的岩石特征及 Sm-Nd 同位素测年.矿物岩石,1998,18(1):79~84.
- 13 王赐银,季寿元,刘家旺.海南岛东方县抱板混合岩体的岩石学特征及其成因、时代探讨.南京大学学报,地质学专刊(一),1979,23~42.
- 14 张业明,张仁杰,姚华舟,马国干.海南岛前寒武纪地壳构造演化.地球科学,1997,22(3):395~400.
- 15 俞爱,夏泽,邓铁股等.海南岛抱板地区中元古代花岗岩副矿物锆石的特征及 U-Pb 同位素年龄测定.地球化学,1992,(3):213~219.
- 16 杨明桂,梅勇文.钦-杭古板块结合带与成矿带的主要特征.华南地质与矿产,1997,(3):52~59.

Some Important Fundamental Geological Problems in Hainan Island

Zhang Yeming, Xu Anwu, Fu Jianming, Zhao Zijie,

Wu Guijie and Zeng Bofu

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, CAGS, Yichang, Hubei, 443003)

Abstract

There are three key problems in Hainan Island, i. e. Devonian sediments, Caledonian movement and Caledonian granite. In the process of 1:50,000 regional geological surveys of the Changjiang Sheet and Bangxi Sheet, some important advances have been made in these problems. (1) According to the first discovery of the coral *Cystophrentis kalaohoensis* Yu and the study of cyclic stratigraphy, it is suggested that the middle and lower parts of the Nanhao Formation

might belong to Middle-Late Devonian sediments in the Jixing—Jishi area, Changjiang County. (2) The Caledonian granite has been first outlined in the Baomeiling area, which is 369~410 Ma in age. (3) According to the regional angular unconformity and metamorphic and deformational characteristics, the Caledonian movement has been determined to be an important tectonic event in the crustal evolution of Hainan Island and may be compared with the Late Caledonian movement of South China.

Key words: Devonian; Caledonian movement; Caledonian granite; Hainan Island

作者简介

张业明,男,1964年12月生。1989年毕业于长春地质学院地质系并获构造地质学硕士学位。现为中国地质科学院宜昌地质矿产研究所副研究员,主要从事前寒武纪地质和造山带构造等研究。通讯地址:443003,湖北省宜昌市港窑路37号502信箱。
