

南海中部海山性质研究*

杨金玉¹ 张训华¹ 王修田²

(¹ 国土资源部海洋地质研究所 青岛 266071)

(² 青岛海洋大学 266003)

摘要 南海海底的海山和海丘是南海形成过程中的产物, 如何理解它们的性质, 直接关系到如何构建南海的形成演化机制。通过重力异常场的计算、地质剖面模型拟合的方法分析指出南海海山有年轻的大洋玄武岩海山, 也有包含了大陆玄武岩的“双性”海山。

关键词 南海海山, 重力场计算, 剖面模型拟合, 海山性质

南海是西太平洋最大的边缘海, 形似菱形, 海域辽阔。南海海盆可分为中央、西南和西北 3 个次海盆。广阔的深海平原上星罗棋布地展布着许多的海山和海丘, 它们和海底的沟谷一起形成了海底壮观而复杂的地貌形态。这些海山无论在走向上, 山体高度上都有所不同。它们是如何形成的? 海山处的地壳结构是怎样的? 学术界对这些问题的认识并不一致, 或者说还存在着本质上的区别。这些海山和海丘是南海形成演化过程中的产物, 如何认识海底海山的性质, 直接关系到如何构造南海的形成演化模式。目前最流行的海底扩张说认为: 南海是通过大西洋式的对称海底扩张形成的^[1,6], 玄武岩浆沿扩张中心向两侧溢流, 冷却形成海底, 因此海盆中的海山是在此过程中形成的年轻的大洋玄武岩海山。但邹和平等人 1993 年通过多种化学方法, 分析南海的 3 个拖网所获得的海山玄武岩样品, 并将其与南海北部陆坡、华南、海南及礼乐滩等地的玄武岩对比, 结合太平洋与菲律宾海的大洋玄武岩情况得出了这些玄武岩与其说是大洋玄武岩不如说是大陆玄武岩的结论, 从而对南海形成的海底扩张说提出质疑。本文通过地球物理计算的方法来讨论一下海山的性质。

1 南海中部海山概况

选取南海海盆中部 13°~18°N, 113°~118°E 的范围作为研究区(图 1)。这里是南海 3 个次海盆的交汇处, 是研究南海形成演化的关键场所。此处海山分布较多, 3 个海山岩石的拖网点也分布在这里。研究区最北端是西北海盆的一部分, 中南海山以西是西南海盆的一部分, 以东是中央海盆的一部分。研究区中有 5 条雄伟的东西向链状海山分布, 即珍珠贝-黄岩链状

海山、涨中链状海山、完南链状海山、完北链状海山、玳瑁链状海山, 其形态要素如表 1 所示。黄岩海山以南, 南北向的中南海山以西的海域是西南海盆的一

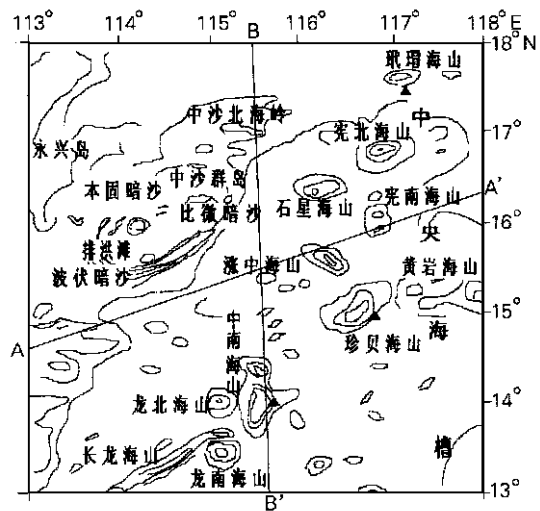


图 1 南海中部海山及剖面位置(引自文献 5, 有改动)

Fig. 1 The sea mounts in the middle of the South China Sea and the location of the two profiles

▲: 海山拖网点 A, A': 综合解释剖面

* 中国科学院广州南海海洋研究所边缘海地质与古环境开放实验室基金项目 BYH99A03 号; 原地矿部百名跨世纪科技人才项目资助。

收稿日期: 2000-06-20; 修回日期: 2000-07-07

部分,中南海山以东是中央海盆的一部分,它又可以珍珠-黄岩海山为界分为南北两部分。黄岩海山链是东西向海山链的一个代表,它由黄岩海山,珍珠海山等组成的长条状宏伟的东西向链状海山。长度可达40~60 km,相对高差4 000 m,这些高耸的山体与周围平坦的海底地形形成绚丽多姿的地貌景观。在海山链

的西延线上有一些规模较小的海山与海丘呈东西向展布,高差在2 000~500 m左右^[2,5]。

南北向的海山中以中南海山最典型,它的地理位置十分独特,是南海西南与中央两个次海盆的分界线,这代表它在南海的形成演化中有着独特的作用。

2 南海中部的重力场特征

表1 南海中部海山特征数值表(引自文献4,有改动)

Tab. 1 The character parameters of the seamounts in the middle of South China Sea

海山名称	位置		相对高度 m	山体延伸 方向
	N	E		
珍珠-黄岩海山链	14°59'~15°22'	114°50'~118°19'	197~3 879	E-W
涨中链状海山	15°15'~15°41'	115°30'~118°06'	808~3 872	E-W
黄岩南链状海丘	14°24'~14°43'	115°46'~117°28'	3 644~4 092	E-W
玳瑁链状海山	17°33'~17°49'	117°10'~118°08'	2 800~3 749	E-W
宪北链状海山	16°27'~16°36'	116°42'~118°40'	218~3 786	E-W
宪南链状海山	15°49'~16°07'	116°44'~118°23'	2 542~3 755	E-W
中南海山东链状山丘	13°55'~14°12'	115°47'~117°47'	3 818~4 093	E-W
中南海山	14°00'	115°20'	3 500	S-N

空间重力异常是地形与海底起伏及岩石圈内部物质不均一的反映,它主要反映了物质在横向上的差异。图2是南海中部空间重力异常平面等值线图。与深海平原平坦区的低值正异常

相比,可以看到海山处表现为孤立的大幅正异常圈闭。异常值高达 $0 \sim 60 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,并随着海山高度的增加而增加。中南海山处表现为多个等轴状无明显走向的重力异常。以它为界,东西两侧异常有所不同,西侧异常走向主要呈NE向,而以东部分除珍珠-黄岩海山处的重力异常大致为EW向外,其他无总体规律。

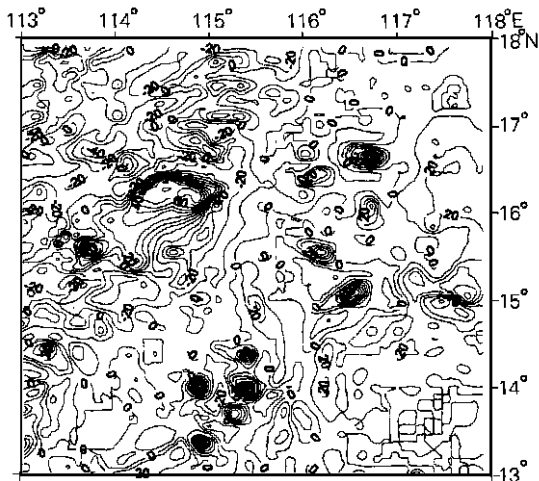


图2 空间重力异常平面等值线

Fig. 2 The plane map of gravity abnormality

注:“+”(图中未标出)、“-”分别为正负异常,数值如10代表 $10 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ (图3,4同此)

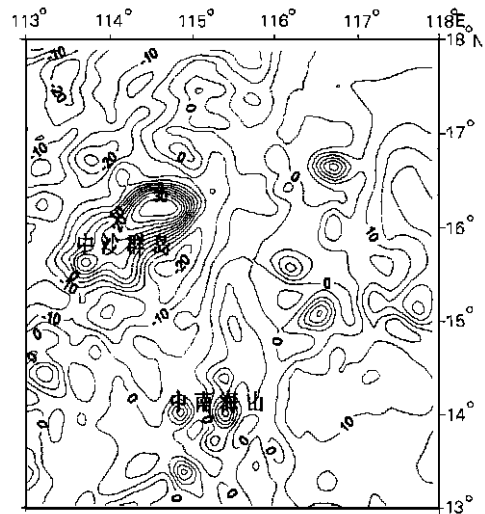


图3 向上延拓10 km后空间重力异常

Fig. 3 The gravity abnormality by 10 km upcontinued

为了减小叠加异常中浅、小异常体的影响,从而突出深部大尺度地质体的影响,对重力异常做向上延拓处理,根据地壳厚度和地质体深度,选择延拓量10,20,30,40 km分别进行计算。从本文选用的上延10 km(图3)和30 km(图4)后的异常图看,随着延拓量的增加,异常值不断衰减,等值线也趋于弯曲,更有些地壳厚度小的部位的等值线破碎。可见,海山处的地壳厚度明显高于海盆中其他部位。延拓过程中发现不同

海山重力异常值的衰减幅度是不同的。这种不一致性应该不仅反映了山体高度上的差别,也与海山的密度组成有关,联系前人研究的拖网岩石结果。当延拓量达到 30 km 时,海山处的重力高几乎看不到了,只有中沙群岛的一个高值重力圈闭,说明海山处的地壳性质不同于已被证实为陆壳的中沙群岛。

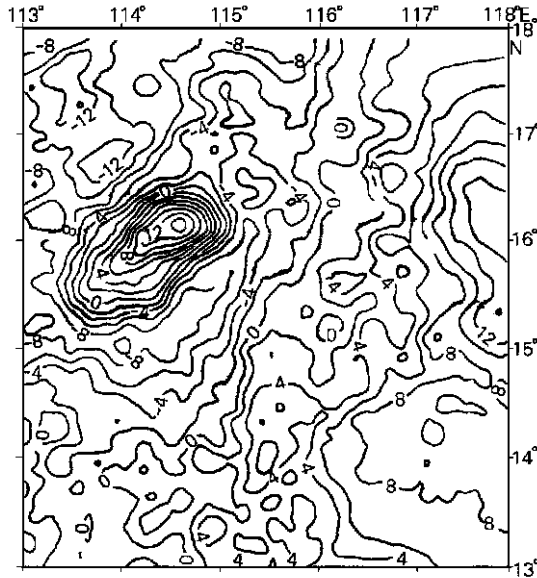


图 4 向上延拓 30 km 后空间重力异常
Fig.4 The gravity anomaly by 30 km upcontinued

3 综合解释剖面

重力异常的延拓计算只能给出一个定性的结果,为了进一步揭示海山的性质,海山处的地壳结构特征,参照前人解释成果——M面深度图、沉积等厚图、地壳厚度图及各个测深点处的值^[3,4],选取了两条分别穿过涨中、完南及中南海山的剖面(剖面位置见图 1)来模拟地壳结构和 M 面形态。此项工作主要借助于中国地质科学院矿床所开发的人机交互系统 IGGM,1987 年为使模型更接近地质体的产状,采用了两度半模型模拟的方法进行了重力场的正反演拟合计算。解释时采用点、线、面相结合,地质与地球物理相结合,正演与反演相结合的原则,以求得较为圆满的地质解释。假设空间重力异常主要由海底、沉积基底和 M 不连续面上、下密度差引起。根据几个声纳浮标点地壳结构的控制,参照前人所做的地学断面的综合地质、地球物理解释及前人的各种调研成果^[1,3,5],建立了初始物理模型。根据经验和有关地质资料,有关

参数假设如下:水层密度 1.03 g/cm³、沉积层密度为 2.3 g/cm³、过渡壳平均密度 2.75 g/cm³、洋壳平均密度 2.9 g/cm³、山根密度 2.6 g/cm³、上地幔平均密度 3.3 g/cm³、软流圈物质平均密度为 3.2 g/cm³。经软件自动正演计算出剖面上的重力异常,再与实测异常对比,不吻合处经过修改模型,反复拟合,并结合面上的地质解释得到与实际情况相近的地质剖面(见图 5、6)。

拟合过程中发现,必须往海山之下充填低密度的物质,否则计算出的重力异常值要比实测值高出很多,这表明海山之下有山根的存在,相应的 M 面深度可达 20~30 km,向下深入地幔。拟合而得的山根大小要比前人^[3,5]的解释的大,M 面的形态也更尖。海山所在处的重力异常值难以拟合。这是因为海山处的地壳结构、各界面的起伏形态比海盆其他部位要复杂的缘故。

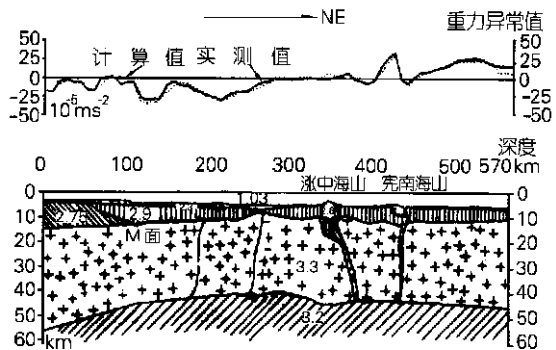


图 5 综合解释剖面 A,A'
(剖面位置见图 1 A,A')

Fig.5 The synthetic interpretation profile of A,A' in Fig.1

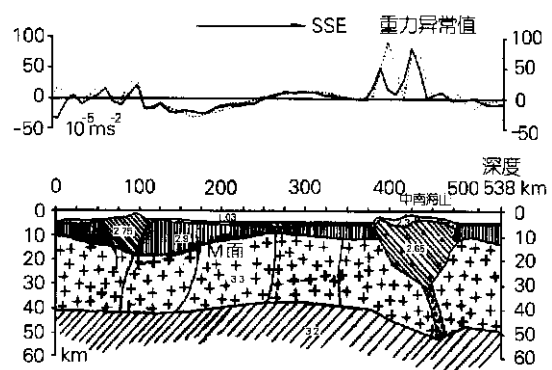


图 6 综合解释剖面 B,B'
(剖面位置见图 1 B,B')

Fig.6 The synthetic interpretation profile of B,B' in Fig.1

另外,不同的海山其重力异常拟合难度也不同,

如剖面 A, A' 的涨中海山和宪南海山就比较好拟合, 山根处充填密度相当于大洋玄武岩成分的物质达到较好的拟合效果, 因此这两个海山应是年轻的大洋玄武岩海山。剖面 B, B' 的中南海山的拟合难度就很大, 山根处要填充的物质密度稍大于大洋玄武岩的密度, 但很难达到如剖面 A, A' 的拟合效果。故中南海山的物质组成是不均一的, 密度分布也是不均一的。联系地质资料解释, 中南海山应是在陆壳残余的基础上经岩浆捕获, 洋化而成为包含大陆玄武岩和大洋玄武岩这两种不同物质成分的“双性”海山。洋化的程度和部位的不均一造成密度分布不均, 从而造成了拟合上的难度。这表明海盆中海山的地壳结构复杂, 各海山的结构性质不同, 各个海山形成过程也不尽相同。从表 1 中可也看到, 除中南海山为南北走向以外, 其他各海山均为东西走向, 根据以往研究成果我们知道中南海山附近即东经 115° 附近有一条南北走向的走滑断层, 它分开了南海的中央和西南两个次海盆, 具有十分重要的构造意义。从这个意义上讲, 处在如此特殊位置上的中南海山的形成机制似乎应该有别于其他海山。

4 结语

(1) 南海在中新生代地壳拉张减薄的背景下, 地壳裂隙, 地幔热柱的岩浆物质沿拉张减薄或断裂分布处等脆弱部位侵入或喷发, 岩浆大规模地喷发, 大面积地覆盖海底冷却形成洋壳, 洋壳的产生依赖于地壳裂隙的时间、位置和程度。在局部拉张区, 存在岩浆侵入将陆壳逐渐洋化为洋壳的方式。所以南海海盆中的

海山, 有的是岩浆喷发形成的年轻的大洋玄武岩海山, 有的则是还包含陆壳成分的“双性”海山。

(2) 中南海山可能原来就是从大陆裂解下来的小块陆壳残余, 它在南海形成过程中象不稳定地台一样活化了, 产生了一条南北走向的大断裂, 从此东西两边演化着各自的历史, 造就了现在的西南和中央两个次海盆。而中南海山也就由原来的大陆性结构被玄武岩浆洋化为“双性”海山了。海盆中的某些海山可能有着和中南海山相似的形成过程。海盆中尚存陆壳的残余, 它们的年龄肯定老于新生的洋壳。

参考文献

- 1 何廉声, 陈邦彦. 南海地质地球物理图集 (1: 2 000 000), 广州: 广东地图出版社, 1987. 3~12
- 2 鲍才旺. 南海主要海山海槽的地形地貌特征, 广州: 广东地图出版社, 1990. 1~68
- 3 刘光鼎. 中国海区及邻域地质地球物理图集, 北京: 科学出版社, 1992. 14~30, 85~91
- 4 姚伯初, 曾维军, D.E. Hayes 等. 中美合作调研南海地质专报 CMSCS, 武汉: 中国地质大学出版社, 1994.
- 5 许东禹, 刘锡清等主编. 中国近海地质, 北京: 地质出版社, 1997. 239~260
- 6 Taylor B. and Hayes D.E.. Origin and history of the South China Sea Basin, The tectonic and geologic evolution of southeast Asia sea and islands, Geophysical Monography American Geophysical Union, Washington, D.C., 1983, 2: 27 223~27 256

SOME DISCUSSION ABOUT THE CHARACTER OF THE SEAMOUNTS IN SOUTH CHINA SEA

YANG Jir-yu¹ ZHANG Xun-hua¹ WANG Xiur-tian²

(¹ Institute of Mine Geology, MLNR, Qingdao 266071)

(² Ocean University of Qingdao 266003)

Received: June, 20, 2000

Key Words: Sea mount in South China Sea, Gravity field calculation, Section modeling, Character of sea mount

Abstract

The sea mounts at the bottom of the South China Sea (SCS) Basin are the results of the evolution of SCS. How to understand the sea mounts' character is a key point of constructing SCS evolution mechanism. Through the geophysic and geology section modeling calculation, the article points out in the SCS Basin that there are young basaltic sea mounts, and "twofold" sea mounts which comprise both continental basaltic and oceanic basaltic components. (本文编辑: 李本川)