

# 南海海盆磁异常理论剖面的计算和 磁条带的初步分析\*

王述功 高 仰

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

收稿日期 1990年1月8日

关键词 理论剖面, 磁条带, 海底扩张

**提要** 本文根据中法1985年2—3月在南中国海中部进行的地质、地球物理调查所计算的磁异常理论剖面与南海条带状磁异常进行了对比和分析, 确定了南海海盆的扩张年龄, 这对于进一步探讨南海海盆的形成和演化有着十分重要的意义。

在南海海盆的中部, 正、负磁异常象波浪一样交替出现, 它们在扩张轴两侧平行对称展布, 人

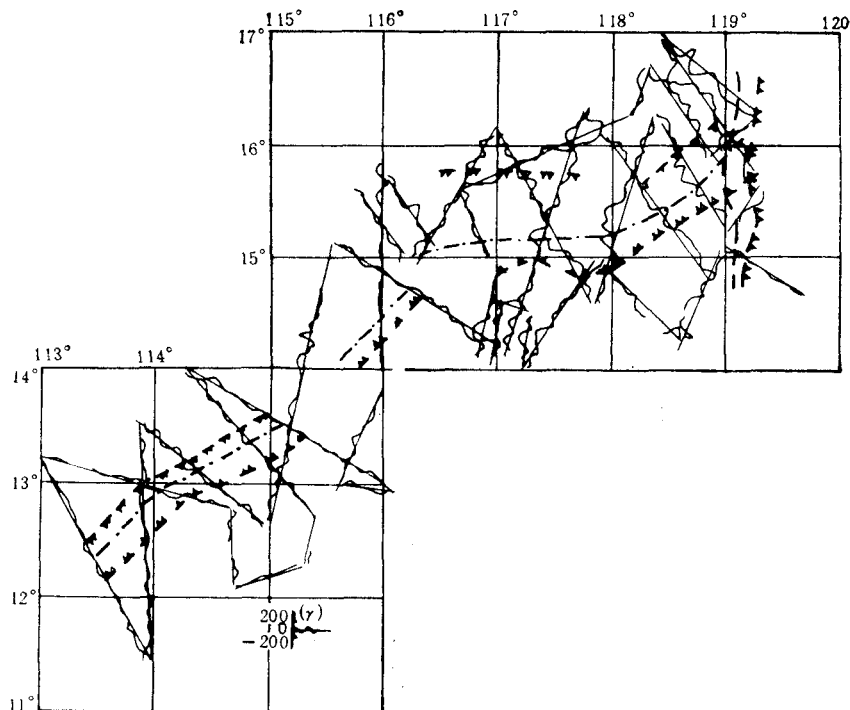


图1 测线的位置和磁异常

Fig. 1 Position of measured lines and magnetic anomalies

\* 本文在计算和分析过程中, 承国家海洋局第一海洋研究所副研究员吴金龙给予了全面的指导, 在此深表感谢。

们称这些磁异常为磁条带,它们是由海底扩张形成的(图1)。我们按照拉蒙特等(1977)的国际地磁年表,并使用 Mckenzie 和 Sclate (1971) 提出的二维板状组合体理论公式,分别计算了 EW 向和 NE 向两组走向的理论磁异常剖面。为了确定该海盆的海底扩张年龄,我们将在该海盆获得的磁异常剖面与理论剖面进行了对比和分析。

## I. 计算方法

### I.1. 计算公式

在正、反向磁化的情况下,均匀斜磁化的矩形条板组合体引起的磁异常其公式如下:

$$H_x = \sum_{n=1}^N (J_i + J_r) \left\{ \cos I_0 \cos C_0 [\Theta_{21}(n) + \Theta_{12}(n) - \Theta_{11}(n) - \Theta_{22}(n)] \right. \\ \left. + \sin I_0 \left[ \ln \frac{R_{21}(n)}{R_{11}(n)} - \ln \frac{R_{22}(n)}{R_{12}(n)} \right] \right\}$$

$$Z = \sum_{n=1}^N 2(J_i + J_r) \left\{ \cos I_0 \cos C_0 \left[ \ln \frac{R_{12}(n)}{R_{11}(n)} - \ln \frac{R_{22}(n)}{R_{21}(n)} \right] \right. \\ \left. + \sin I_0 [\Theta_{11}(n) + \Theta_{22}(n) - \Theta_{12}(n) - \Theta_{21}(n)] \right\}$$

$$\Delta T = H_x \cos I_0 \cos C_0 + Z \sin I_0$$

式中,  $H_x$  和  $Z$  分别是水平分量和垂直分量;  $\Delta T$  为磁异常总量;  $J_i$  和  $J_r$  分别为感应磁化强度和剩余磁化强度。

因为大洋中玄武岩的  $Q$  值 ( $Q = J_r/J_i$ ) 的平均值大于 40, 所以在计算中  $J_i$  的影响忽略不计。

当  $J_r$  的方向与目前地磁场的方向相同时取正,反之取负。

$$\Theta_{11}(n) = \tan^{-1} \frac{Z_1(n)}{X_1(n)}, \quad \Theta_{12}(n) = \tan^{-1} \frac{Z_2(n)}{X_1(n)}$$

$$\Theta_{22}(n) = \tan^{-1} \frac{Z_2(n)}{X_2(n)}, \quad \Theta_{21}(n) = \tan^{-1} \frac{Z_1(n)}{X_2(n)}$$

$$R_{11}(n) = [X_1(n)^2 + Z_1(n)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$R_{12}(n) = [X_1(n)^2 + Z_2(n)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$R_{22}(n) = [X_2(n)^2 + Z_2(n)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$R_{21}(n) = [X_2(n)^2 + Z_1(n)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$Z_1(n) = H(n), \quad Z_2(n) = H(n) + b$$

式中,  $H(n)$  为矩形体顶面的深度,  $b$  为矩形厚度,  $I_0$  为地磁倾角,  $C_0$  为测线与磁北之间的夹角。单个矩形板状体及其参数含义和多个矩形条板状体的组合分别表示在图 2 和图 3 中。

### I.2. 参数的确定

#### I.2.1. EW 走向的磁条带

根据拉蒙特等人的国际地磁极性年表,我们选取了 5D-11 (32—17m · a · B. P.) 磁异常序列,对 94 块正、反向磁化矩形条板组合体进行了正演计算,其中:

地磁倾角  $I_0$  取  $160^\circ$ ,  $C_0$  为  $0^\circ$ 。

$$J_r = 2200 \times 10^{-6} \text{CGSM}$$

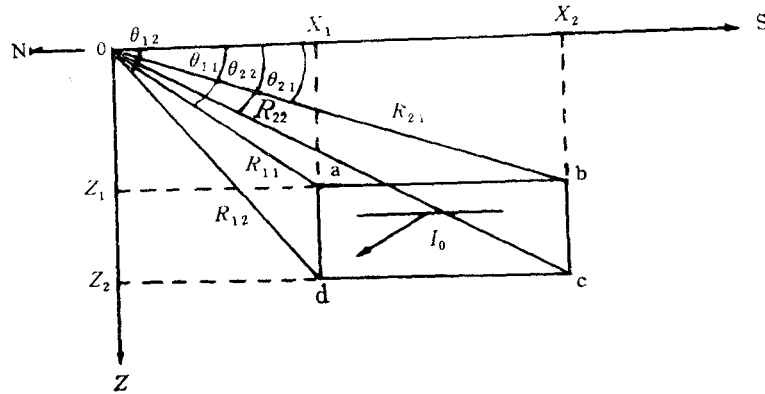


图2 单个矩形板状体及其参数

Fig. 2 Alone rectangular body and its parameter

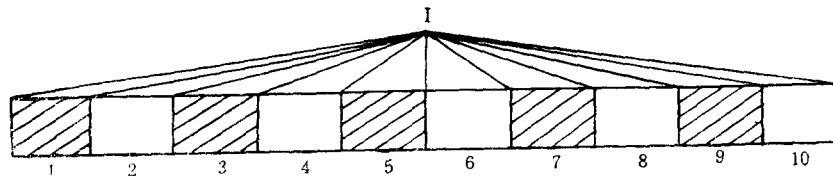


图3 多个矩形板状体的组合

Fig. 3 Combination of multi-rectangular bodies

$$H(n) = 5\text{km}, b = 0.5\text{km}$$

半扩张速率  $V$  为  $2.5\text{cm/a}$ ,  $J_i$  忽略不计。

### 1.2.2. NE 走向的磁条带

按水平矩形条板组合体模型,选取拉蒙特等的地磁极性年表为 5C-6 (20—17.24m · a · B.P.) 之间的 14 块正、反向磁化矩形条板状体进行了正演计算,其中,

$$I_0 = 165^\circ, C_0 = 35^\circ, J_r = 2\,200 \times 10^{-6}\text{CGSM},$$

$$H(n) = 5\text{km}, b = 0.5\text{km}, V = 2.5\text{cm/a}, J_i \text{ 忽略不计。}$$

## II. 南海海盆条带状磁异常的初步分析

在西北太平洋诸多的海盆中,有的呈现出与大洋中磁条带相似的磁场特征,有的表现为杂乱无章的磁场背景,南海海盆则属于前一种情况。它的磁异常幅度大、延伸长、与扩张中心成对称排列,异常的总体面貌展现了与大洋扩张脊两侧磁条带状异常相类似的特征。我们通过对观测剖面与理论模式的反复对比,并参考了国内外有关在南海海盆的调查研究成果,对南海海盆条带状磁异常作了如下初步分析。

### II.1. EW 走向的磁条带

EW 走向的磁条带,人们通常认为与晚渐新世—早中新世的磁异常序列 11-5D 相一致,即扩张期发生在  $32-17 \times 10^6\text{a}$  之间。由于此次测量范围所限,EW 走向的磁条带只能识别出 5D, 5E, 6 和 6A 号磁异常序列(图 4)。它的残余扩张中心位于  $15^\circ\text{N}$  线附近的海山链之上。扩张轴

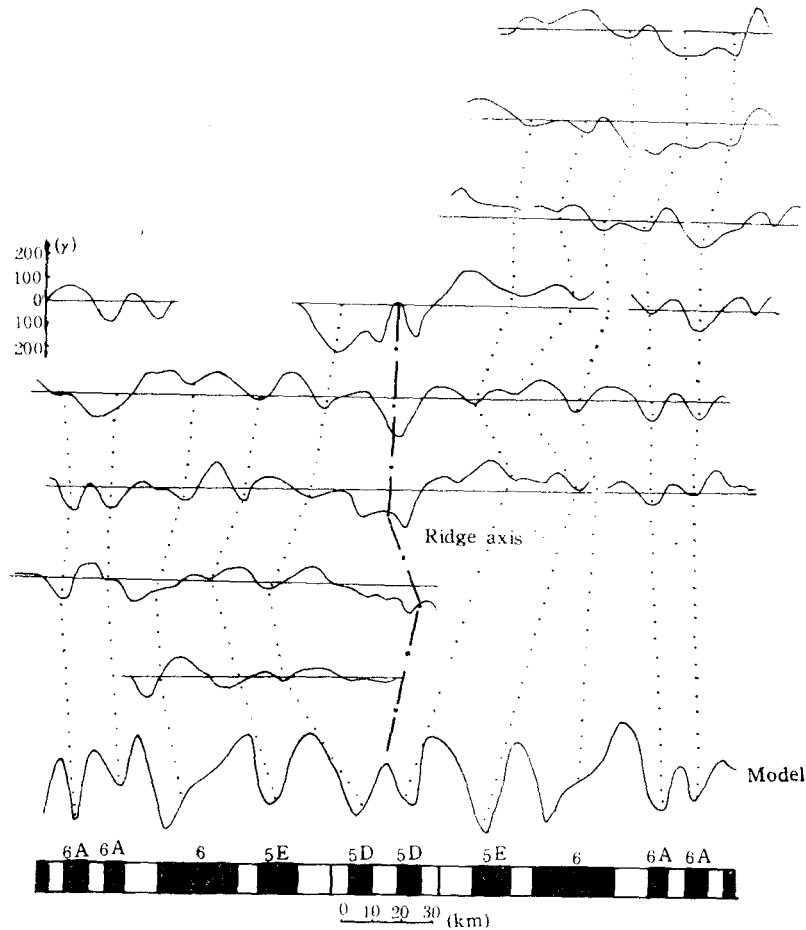


图4 理论模式与 EW 向磁条带的对比

Fig. 4 The theoretic model compared with the magnetic lineations of the east-trending

的走向为近 EW，扩张的方向近 SN。磁线性条带在扩张中心两侧呈近 EW 向展布，相互平行排列。条带异常展布的方向、位置与 Taylor (1980) 在该海区划出的磁异常吻合的很好。早于 6A 的磁异常，由于已超出本次的测区范围，故无法进行对比。

南海的海山星罗棋布，在该区中部 EW 向的海山链十分发育，它可能是由海底火山喷发堆积而成。象海山这样的地形，无疑会对地磁异常产生直接的影响。正是由于这个原因，使靠近海山链的磁异常模式变得十分复杂。对于较年轻的 5D，5E 号异常，识别起来就显得比较困难，其部分原因，或许是由于与海山链有关的磁异常掩盖了或者说干扰了由海底扩张引起的磁异常。相比之下，在远离海山链的 6A 号异常，在扩张中心的两边对称性却较好。

## II. 2. NE 走向的磁条带

NE 走向的磁条带，分布在两个地区，一组位于南海的西南部，另一组位于  $118^{\circ}\text{E}$  以东地区，对于这个走向的磁条带，人们目前尚没有统一的看法。根据我们对比和分析的结果，初步认为属于 5C，5D 和 6 号磁异常序列(图 5 和图 6)。

这两组 NE 走向的磁条带异常，虽然被 EW 走向的磁条带所隔开，但我们初步认为它们是

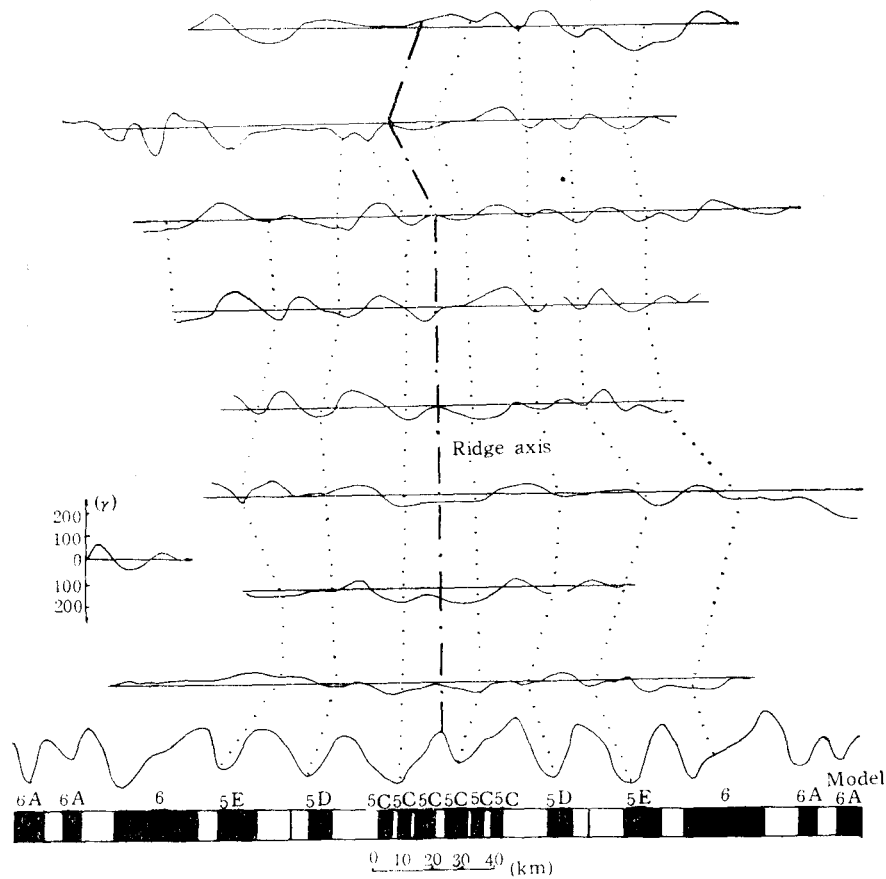


图5 理论模式与 NE 向磁条带的比较(南海海盆西南区)

Fig.5 The theoretic model compared with the magnetic lineations of the north-east trend (in the southwestern area of the South China Sea Basin)

在同一时代形成的。由于西南区较靠近赤道,所以,其异常的幅度、规模、梯度的变化比  $118^{\circ}\text{E}$  以东的地区要小,但两个区条带异常的形态、特征却十分相似,都在各自扩张轴的两侧呈 NE 方向平行对称展布。它们扩张轴的方向为 NE,扩张的方向为 NW—SE,半扩张速率为  $2.5\text{ cm/a}$ 。两地区的地壳性质同属大洋性地壳,南海海盆中最年轻的地壳 ( $16 \times 10^6\text{ a}$ ) 分别位于这两个地区中。当然,这两个地区属同一时代形成的更多的证据,还有待于在今后进一步的调查研究工作中去探讨。

另外,EW 向的磁条带和 NE 向的磁条带在它们的邻接处形成了 4 个相交的三角区(图 1),值得注意的是,条带异常的走向与我们据西比姆确定的海底断崖的走向完全一致。

### III. 结论

综上所述,南海海盆 SN 方向的海底扩张发生在  $32-17 \times 10^6\text{ a}$  之间(晚渐新世到早中新世),而 NW—SE 方向的海底扩张则发生在  $20-16 \times 10^6\text{ a}$  之间,两个方向共同扩张期为  $20-17 \times 10^6\text{ a}$  之间。也就是说,南海的扩张首先从 EW 向的脊上开始,当 SN 向的海底扩张活动进行了大约  $12 \times 10^6\text{ a}$  后,NE 向脊上的 NW—SE 向海底扩张活动也随之开始,这时,它们

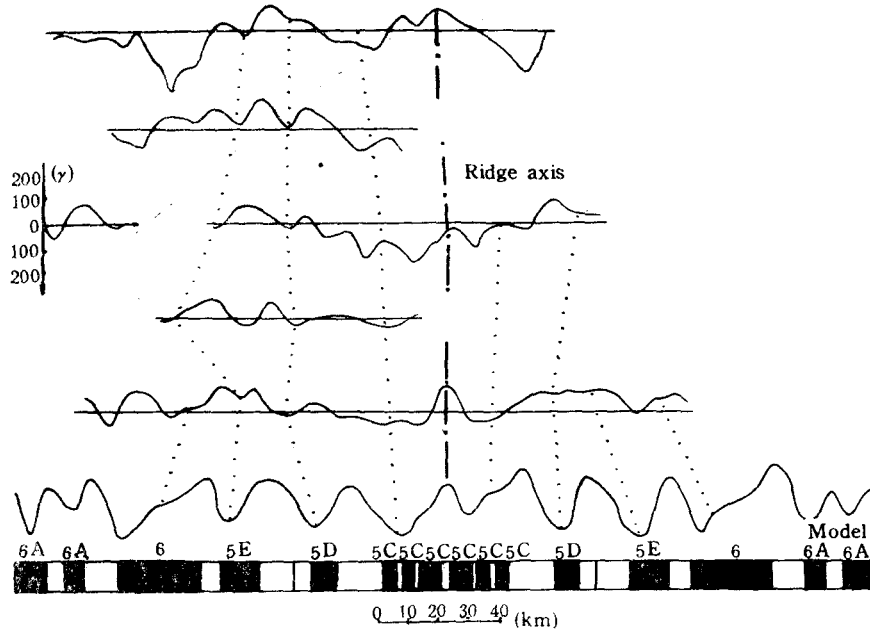


图6 理论模式与 NE 向磁条带的比较 (118°E 以东)

Fig.6 The theoretic model compared with the magnetic lineations of the north-east trend (to the east of the 118E)

沿着各自的扩张方向同时进行着海底扩张活动。当在  $17 \times 10^6$ a SN 向的海底扩张活动停止时, NW—SE 向的海底扩张活动又进行了  $1 \times 10^6$ a, 至此, 整个南海海盆的海底扩张活动便告结束。这一结果与在海盆  $14^\circ\text{N}$ — $16^\circ\text{N}$  之间的平均热流值  $107 \pm 4 \text{mWm}^{-2}$  和西南区  $114 \pm 20 \text{mWm}^{-2}$ , 是相符合的。两个方向的扩张速率也基本相当(半扩张速率为  $2.5 \text{cm/a}$ )。

南海海盆的张开使得北巴拉望岛、礼乐滩等从亚洲大陆脱离出来。南海海盆地处欧亚、太平洋以及印度—澳大利亚三个巨型岩石圈板块的交叉点上, 它的扩张、生成和演化或许与上述三大板块的碰撞、挤压有着密切的关系。

#### 参考文献

- [1] 渡部暉彦等 1972。海洋地球物理。科学出版社, 132—144 页。  
 [2] 梁元博, 1983。海底构造。科学出版社, 82—88 页。

---

**CALCULATION ON THEORETICAL PROFILES OF MAGNETIC  
ANOMALIES AND PRELIMINARY ANALYSES ON MAGNETIC  
LINEATION IN SOUTH CHINA SEA BASIN**

Wang Shugong and Gao Yang

*(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao)*

**Received:** Jan. 8, 1990

**Key Words:** Theoretic profiles, Magnetic lineations, Seafloor spreading

**Abstract**

The South China Sea Basin belongs to the ceased active marginal basin in the most of the western pacific Ocean, which was formed by sea-floor spreading. A successful investigation on geology and geophysics was made by both scientists of China and France in South China Sea in February-March, 1985. In this paper, the sea-floor spreading age of this basin can be determined on the basis of contrast and analyses for the theoretical profiles of magnetic anomalies calculated and the anomalies of magnetic lineations obtained. This is of importance to approach the formation and evolution of the South China Basin.

---