

CNIC-01377
GIEC-0006

中国核科技报告

CHINA NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY REPORT

扬子地块东段重、磁场的研究——
地壳物性分层、分带与深部构造

RESEARCH ON GRAVITY AND MAGNETIC FIELD
IN EAST PART OF YANGZI LAND MASS——
THE RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL
STRATIFICATION ZONING OF THE CRUST AND
THE DEEP-SEATED STRUCTURE

(In Chinese)



中国核情报中心
原子能出版社

China Nuclear Information Centre
Atomic Energy Press

图书在版编目 (CIP) 数据

中国核科技报告 CNIC-01377, GIEC-0006: 扬子地块东
段重、磁场的研究——地壳物性分层、分带与深部构造/
黎春华等著. —北京: 原子能出版社, 1999. 8

ISBN 7-5022-2029-1

I. 中... II. 黎... III. 核技术-研究报告-中国 IV. TL-2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第14894号

©原子能出版社, 1999

原子能出版社出版发行

责任编辑: 郭向阳

社址: 北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码: 100037

中国核科技报告编辑部排版

核科学技术情报研究所印刷

开本 787×1092 mm 1/16 印张1 字数33千字

1999 年8月北京第一版 1999 年8月北京第一次印刷

印数: 1—150

定价: 5.00 元



黎春华：副教授职称。1960年毕业于长春地质学院，1980年以来一直在华东地质学院从事教学工作。

LI Chunhua: Assistant Professor. Graduated from Changchun Geological Insititute. As a teacher in East China Geological Institute since 1980.

扬子地块东段重、磁场的研究—— 地壳物性分层、分带与深部构造

黎春华 黄临平

(华东地质学院, 江西临川, 344000)

摘 要

研究区范围为北纬 24° 到 32° , 东经 108° 到 126° , 以扬子地台为主体(扬子地台东段), 包含华南地槽系(东南部分), 秦祁地槽系东段和华北地台南场部分。通过综合分析、处理研究区内地球物理资料, 解释了研究区内的重大地质构造事件, 主要得到如下认识:

(1) 该区在地质历史时期内发生过大规模的岩石圈皱陷, 断裂构造发育, 岩泉活动强烈, 各类火成岩(特别是花岗岩)分布广泛且多样化;(2) 该区呈多块体相互作用的拉伸、压缩区段, 裂谷活动强烈。在这样的区内, 是地壳、地幔物质交换的理想场所, 给成矿物质运移和赋存提供有利的空间条件, 是各类矿藏成矿有利地段;

(3) 认为华夏、江南两古陆是由裂谷发展所引起的: 裂谷制约了区内花岗岩及火成岩的分布;(4) 提出物性纵向分层和横向分带的尝试。结果得出磁性层的深度分布, 分出磁性层薄变带和厚变带, 在横向上将该区划分出五个“不稳定带”, 进一步推断它们与成矿的关系。

**Research on Gravity and Magnetic Field
in East Part of Yangzi Land Mass——
The Relationship between Physical Stratification Zoning
of the Crust and the Deep-seated Structure
(In Chinese)**

LI Chunhua HUANG Linping
(East China Geological Institute, Linchuan, Jiangxi, 344000)

ABSTRACT

The research area ranges mainly in Yangzi platform (the east part of Yangzi platform) north latitude from 24° to 32° and east longitude from 108° to 126° including South China geosynclinal area (south east parts), east part of Qingqi geosynclinal area and southern parts of North China platform. The research results show that: (1) There has once been happened a large-scale lithosphere fold in this area during geological history period. The developed fault structure, the intensity of the magmatic activity and all kinds of igneous rocks (especially granite) are widely and variedly distributed. (2) There had been occurred the stretches and compression belt of multi-mass interaction in this area with some strong rift activities. Therefore it could be an ideal place to exchange positions of the crust and mantle physics and to offer some advantageous space condition for mineral physics transportation and occurrence, in which various kinds of ore deposits could be mineralized. (3) Jiangnan and Huaxia ancient continent were developed due to rift activities and the distribution of granite rocks and all kind of igneous rocks were resulted from rift activities. (4) The physics vertical layering and horizontal layering are attemptably presented, which resulted in the depth distribution of magnetic layer, and the dividing of the thin varied zone of the magnetic layer and the thick varied zone of the magnetic layer were arisen. In horizontal direction five "unstable zones" were divided, which further inferred its relationship with mineralization.

前言

研究区范围为北纬 $24^{\circ}\sim 32^{\circ}$ ，东经 $108^{\circ}\sim 126^{\circ}$ 。以扬子地台为主体（扬子地台东段），包含华南地槽系（东南部分）秦岭地槽系东段和华北地台南凸部分。此区在地质历史时期内发生过大规模的岩石圈皱陷，断裂构造发育，强烈的岩浆活动，各类火成岩（特别是花岗岩类）分布广泛且多样化。

根据所掌握的资料，经综合分析，认为本区是多块体相互作用的拉伸压缩作用区段，裂谷活动强烈。在这样的区内是地壳、地幔物质交换的理想场所，给成矿物质运移和赋存提供有利的空间条件，是各类矿藏成因的有利地段。

江南古陆与华夏古陆是否存在？原是独立的两块还是一块？它们的关系如何？尚是地质界有争论的问题。自板块理论提出后，碰撞之说出现，问题也并未解决。

前人对本区作过不少的研究（包括地质和物探），但对其深部地质问题却没有得到足够的重视。我们期望能在这方面做些工作。可以通过地球物理场的信息探求并解决深部构造某些问题吗？能不能将地球物理异常变成直观的地质对象？比如地壳物性层面埋深等等。为此，提出物性纵向分层和横向分带的尝试。

1 问题的提出与措施

1.1 问题的提出

华南的地质构造大略如下：

(1) 深大断裂

区内有一组北东向深大断裂，属压剪性质，很发育，它们是：长乐—厦门；丽水—海丰；恩平—龙泉；吴川—四会—肖山；宿松—灵山。它们中有的与江西境内（研究区中心地段）发育的深大断裂有关，如：古市（修水）—德安；萍乡—广丰；宜丰—景德镇；丰城—婺源；遂川—德兴；大余—南城；安远—鹰潭；邵武—寻乌—瑞金—河源；新干—湖口；油墩（波阳）—东至（皖南）等，有的是北东向压剪性断裂于江西境内的部分。

总之，上述断裂以长期发展，多次活动及混合岩带为其特点。

(2) 断陷盆地

研究区内有各种性质的盆地。如燕山—喜马拉雅运动期，块断形变形成一系列规模不等的断裂隆起带和断陷盆地或断陷带。这些盆地之展布受基底构造控制，常沿深大断裂延展方向分布，它们大都以深大断裂或其它断裂为其边界。盆地多堆积巨厚的陆相红色、杂色碎屑建造，一般在千米以上。盆地多呈断陷单斜型或箕状型，其沉积中心常表现为单向迁移（向盆地的深大断裂或起主导作用的断裂所在一侧迁移）；盆地内部褶皱平缓。

(3) 基底

区内两块稳定基底之一的华北地台形成于太古代；扬子地台形成于元古代，有人引证古地磁资料认为在侏罗纪时期扬子地台、华北地台两基底固结。华夏地块（或称古陆）上出现侵入岩、火山岩及变质岩分带。福建、广东近海一带，由西北向东南呈现四个变质带，这类岩带，由内地向沿海逐次渐新（由加里东→海西、印支→燕山）；火山岩和花岗

岩的物质来源由内地向沿海为浅源向深源,沿海分布幔源型花岗岩,活动力逐渐增强。

扬子地台的湘赣过渡带,浙西一带所分布的属于二级大地构造单元的拗陷,都是地台的地质构造活跃地带。

(4) 盖层

各大地构造单元之沉积盖层(将地壳最表层称为沉积盖层,其含意有别于地质含意),华北地台的沉积总厚由 1~10 km 左右,厚度变化不大,较为稳定。扬子地台沉积盖层厚度为西大东小,根据地震资料,区内地壳盖层在湘中为 4 km 左右,(相对于古老的古陆说,湘中属湘赣过渡带,各次一级的大地构造单元都较复杂,规模较小而多变)。而赣中地带只 1.2 km 左右或更小,相对华北说,其厚度就不大稳定。华南、秦岭地槽系沉积盖层由于构造运动复杂,不同的地质时期,不同的地区,沉积盖层的岩性、厚度变化都很大。其厚度由几百米到 10 km 不等。如华南地槽系之上中新世断陷盆地发育,因而增加了沉积盖层结构之复杂性。所以,上述构造单元之间的基底及盖层的岩性、厚度、地质构造活动性上都有差别,造成研究区地质构造的复杂化,这就决定了它们的地球物理场特征的差异性。

1.2 解决问题的措施

地球物理场数据内包含有很多与地质有关的信息,用适当的数据处理方法将它显示出来,对场的地质解释是很有用的。在这一工作中,针对具体问题选择处理方法非常重要。

1.2.1 布格重力异常与地表高程的相关分析

不管是地壳重力均衡的艾里模型假设还是普拉特模型,只要均衡调节补偿得完善,布格异常都与地壳表面的高程呈镜象关系,只是对艾里模型来说反映的是均衡面的起伏,而对普拉特模型反映的是地壳物质横向的变化。因此,布格重力异常与地形的相关性是与地壳的物质变化有联系的。

实际上,地壳的活动,均衡的调节是复杂的,其原因有多种多样,而且是综合性的过程。均衡失态、恢复是因时而异,因具体条件出现而变。但地壳的均衡失态、调节、恢复,总是离不开上述因素,这就是布格重力异常与地壳表面地形相关性的实际意义,这种相关性越好,说明地壳均衡越正常,越趋稳定。

地壳布格重力异常与地形的负相关性好坏反映在其相关系数 R 上。因此,地壳“稳定”,其数值趋于-1(负向),反之“不稳定”, R 向+1(正向)方向变化。

地壳的地质构造活动引起地壳物质的重新调整、组合和各种矿产的生成,有可能破坏各种模型均衡的假设条件,会影响区域布格重力异常与地形的负相关关系。根据某一区域的分布规律划分区带,进而对这些区带作地质解释,对区域性找矿是有用的。

一个区域的异常可视为由若干垂直柱的异常的组合,它们的异常与地形的相关是等效的,因此对一个数域用开窗口移动的方法计算每个窗口的相关系数,可以得到全区的相关系数,然后分析其分布规律划分区内的“稳定”与“非稳定”带。

(1) 计算

下面是利用一元回归分析开窗口移动方法计算 R ,得出全区的 R 值的分布。公式为:

$$\hat{y} = a + bx \quad (1)$$

相关系数:

$$R = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y - \bar{y}_i)}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y}_i)}} \quad (2)$$

在计算过程中, 作 R 与窗口大小相关性试验, 选择合适的窗口, 是必要的。

(2) R 的数段划分

只有将 R 数段合适地划分, 才能较合理地按区内 R 的变化规律划分区带。根据理论, R 应在 $(0 \sim -1)$ 范围内变化, 但实际计算, 其变化范围在 $(-1 \sim 1)$ 间。我们将它划分为 $(-1 \sim -0.5)$ 和 $(-0.5 \sim 1)$ 两段, 分别称之为正常和不正常段。将 R 与地壳均衡程度联系起来。

1.2.2 利用地球物理场对地壳分层的计算

根据密度、磁性可以建立地壳分层模型。在计算深度时, 我们首先注意的是深度的变化规律, 其次才是具体的数值大小。利用频率域进行计算。

(1) 重力

引起布格重力异常的源一般认为有局部性的, 区域性的异常的叠加。即

$$\Delta g = f(h) + f(H) \quad (3)$$

式中 $f(h)$ 为埋深 h 的浅部区域性异常, $f(H)$ 为埋深 H 的深部区域性异常。在频率域内, 此类异常对频率的响应是不同的, 根据匹配滤波理论, 可以将它们分离出来并求取它们的埋深, 从而达到将地壳分层的目的。

数学依据:

根据频率域内有限延深棱柱体的重力异常公式:

$$\Delta F_g(s, h) \approx \frac{\delta}{\delta h} F_g(s, h) \Delta h = 8\pi G \rho a b \Delta h e^{-sh} \quad (h_1 < h < h_2) \quad (4)$$

h 为 h_1 和 h_2 间的一个数值, $\Delta h = h_2 - h_1$ 。令

$$m = 4ab\Delta h\rho \quad (5)$$

为柱的质量, 于是式(4)可写为:

$$\Delta F_g(s, h) = 2\pi G m e^{-sh} \quad (6)$$

式(6)等效于以埋深为 h 的物质面的异常表达式, 如果一个断面有 n 层, 根据异常叠加原理, 有:

$$\Delta F_g(s, h) = \sum_{i=1}^n 2\pi G m_i e^{-sh} \quad (7)$$

式中 m_i 表示第 i 个物质面的剩余质量。

计算剩余“质量”和剩余“密度”:

利用某些变换求出 A 和 B , 然后求出柱剩余“质量”: $m = V\rho$

$$m = \frac{F_g(0, 0)}{2\pi G} \quad (8)$$

至于计算剩余“密度”, 必须求出 a , b , 算出 V 再利用

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{F_g(0, 0)}{2\pi G} \quad (9)$$

求得。

(2) 磁场

对磁场的计算要比对重力场的计算复杂些。因为磁化强度方向的影响必须考虑。

区域场的提取一般采用滤波方法,也可用增量法。

关于磁性层的计算,可以利用类似上述方法进行。我们将计算结果称视深度,以有别于真深度。

计算得出的数值,其变化规律与其它物探数据的变化规律和地质构造的分布情况能够相互说明,只是其数值的大小,是否真的大于莫氏面埋深的数值,一时难于定论。不过,已有别的作者提到 40 km 以下仍有磁性,而且所指的是浙江地域。所以,我们对自己的数据很感兴趣。有关这类问题特别是计算值与真深度值近似程度如何,值得重视。

1.2.3 地质野外工作

北东向断裂构造具体位置,磁异常带群体与岩性有关? ΔT 异常的可靠性如何? 为回答这些问题,有必要于地面进行少量的小比例尺路线实测工作,一方面对航磁资料的可靠性加以验证,一方面对资料的地质解释加深认识。为此布置了由福州至九江的野外地面 ΔZ 实测剖面。与此同时于这条剖面上还采集了一些岩石磁性标本。以便初步了解区内的岩石磁性情况及古地磁特点(见表 1)。在由福州—九江线上, ΔT 曲线的特点大致为:

表 1 各地质时期古地磁极平均位置

标本产地	地质时代	标本产地 占纬度	古地磁极坐标		备注	标本产地	地质时代	标本产地 占纬度	古地磁极坐标		备注
		Pl	纬度	经度				Pl	纬度	经度	
九岭地体	T	9	59.1	-10.5		闽西南地体	J	13	48.4	-143.8	
	P	1.2	39.5	-150.5			T	-9	34.1	-4.6	
	C	-1.6	56.9	-86.9			P	-16.7	47.9	-76.8	
	D						C	-3.6	31.5	-131.3	
	O						S				
	E	12.6	57.5	1.2			O				
	Z	-34.2	26.2	-60.2			E	2.4	66.5	-70.1	
	Pt	9	69.1	-77.7			Z	8.3	70.2	-93.7	
闽西北地体	K						Pt	-4.3	48.3	-112.4	
	J	29.5	62.1	-176.2							
	Z	-27.2	-32.2	139.2							
	A ₉₂	14	45.4	-32							

A. 福州—古田段靠福州附近有一负正峰值跳跃的异常,然后曲线靠近零线发生微弱的正波动直至建瓯曲线变为负值。

B. 于建瓯曲线变为负值,直至建阳抬升为正值,经邵武至光泽出现正峰值,形成又一个具正负峰值的异常。

C. 于光泽曲线变为负值后,又于零线附近平稳地微弱波动(负值波动),从南昌附近起才慢慢地变为正值,接近九江抬起成为另一正峰值,到九江突然降为负值,组成第二个具正负峰值的异常。

野外工作结果,剖面曲线也可分成三段:

A. 福州—建瓯:具正负峰值的异常,曲线较匀滑,幅度大,异常强,对应于中酸性火山岩。

B. 建瓯—抚州:第二个具正负峰值的异常,曲线跳动大,异常也强,它对应的岩性较杂,主要为花岗岩,前震旦石英岩和白垩—第三纪红盆和中基性火山岩。

C. 抚州—九江:第三个具正负峰值的异常,曲线跳动小,较匀滑,异常强度仍较强,它对应的岩性有大片且较厚的白垩—第三纪红盆、火山熔岩和花岗岩。

这些异常特征与 ΔT 异常一样,它们一一对应。总的来说,上述异常段与段之间以断裂构造分界,异常负值的出现就是断裂产出之位置,如龙泉—和平断裂由古田、建瓯间通过,黎川—石城—韶关断裂出于光泽、南城之间紧靠光泽一带。

实测剖面证实了航磁资料的可靠性,两者异常曲线的特点基本一样,只是 ΔT 显得平稳而 ΔZ 则相反,表现为较大的跳动。不难理解,这种特点符合异常随高度变化的规律,之所以不完全相同,是因为 ΔT 和 ΔZ 属磁异常的两个不同参量,自然还各具不同的特点。

这条剖面给我们设计东南块体模型,用以计算磁异常提供了有用的实际材料依据。根据计算结果,对这一异常带群体提出了自己的地质解释。

1.2.4 古纬圈法分析古地磁资料

(1) 判断一个块体在不同地质时期相对位置的方法

在任一地质时期内,地球只有一对地磁极,此时要确定某块体的相对运动情况,可能有以下情况:

- A. 块体仅沿古经度方向平移;
- B. 块体沿古经、纬度方向平移;
- C. 块体原地转动;
- D. 块体转动又有平移。

(2) 判断两个块体在不同地质时期相对位置的方法

两块体古纬圈大致有下面几种关系:

- A. 同一时代不同块体的两条古纬圈相离很远,不相交;
- B. 同一时代不同块体的两条古纬圈相交;
- C. 不同时代不同块体的古纬圈相交;
- D. 同一块体不同时代的两条或多条古纬圈相交。

经过这样的处理,对华夏、扬子两块体进行分析得到如图示(略):利用这种方法可以推断得到多种结果。结合地质、古气候、古地理和其它资料以及最小运动原则进行判断以决定选取哪一种结果。在进行判断时参照现代极地的位置也很重要。

2 华南地壳物性分层分带及其地质意义

2.1 岩石物性参数

(1) 岩石密度、磁性和速度参数

由我们所掌握的岩石密度方面：沉积岩 $2.0 \sim 2.5 \text{ g/cm}^3$ ，其他岩类一般为 $2.6 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$ ；磁性方面：沉积岩 $(n \times 10^{-3}) \text{ a/m}$ ，而其他岩类则在 $n \times 1000 (10 \text{ a/m})$ 以上。这些数据说明结晶基底与其盖层具有明显的物性差异。为我们建立物理—地质模型及推断解释提供了依据。

(2) 岩石速度参数

由地震资料给出华南及江西的地壳模型是一个三层模型，第一层平均速度（纵波）为 $(4.92 \pm 0.02) \text{ km/s}$ ，层厚 1.4 km 为盖层；第二层平均波速 $(6.13 \pm 0.10) \text{ km/s}$ ，层厚 20 km （硅铝层）；第三层平均速度 $(6.83 \pm 0.10) \text{ km/s}$ ，层厚 11.10 km （硅镁层）。上地幔顶部波速约 $(8.03 \pm 0.06) \text{ km/s}$ 。第二和第三层间之界面为康氏面，第三层与上地幔间为莫氏面。

2.2 古陆磁异常(ΔT)模型解释

根据江南、华夏两古陆的长波异常特点及参考沿北纬 28° 作出的磁性层顶、底界面及莫氏面剖面的埋深数据，我们设计了十种物理—地质模型，根据模拟计算结果选取。

我们选用计算公式：

$$\Delta T = -M \left\| \arctan \frac{(\eta - y)(\xi - x)}{h[(x - \xi)^2 + (y - \eta) + h^2]^{1/2}} \right\|_{-b}^b \left|_{-L}^L \right|_{h+\Delta h}^h \quad (10)$$

式中： M ——磁化强度； b ——磁性体半宽度； L ——沿走向延伸长度； Δh ——厚度； h ——顶界面埋深。计算结果如图（略）。

参考沿北纬 28° 作出的磁性层顶、底界面和莫氏面剖面埋深剖面上的数据，我们设计了十种物理—地质模型，并经演算对比，根据模拟计算结果选取。

2.3 华南地球物理场与物性分层

我们试图对地壳进行物性分层，了解这些物性层的空间展布情况，例如层的厚薄，层界面埋深等等，把层的空间展布量值化，与地质构造直接联系起来，以利于解释。

2.3.1 重力

本研究区的地球物理场最大特点是区带性明显，在东经 $102^\circ \sim 126^\circ$ ，北纬 $20^\circ \sim 36^\circ$ 范围内。

在 $1:400$ 万布格重力等值图上有一条 -250 g.u. 的等值线，此线基本上于东经 114° 线两侧摆动，由北向南延展，包络大别山、幕阜山以及赣南、福建和浙西部份地区，呈三个“半岛”，它们分别称为大别山、幕阜山、武夷山“半岛”。

如果以此等值线为界，可将华南陆区的布格重力异常分为东西两部份，东半区异常一般不超过 -500 g.u. ，西半区者则相反，常常超过 -1000 g.u. ，甚至达 -1800 g.u. 以上。

幕阜山“半岛”与雪峰山之间夹着一以近南北延展，其值不超过 -250 g.u. 的布格异常带，而武汉—九江一带则是布格异常零等值圈闭的分布带。自九江以东布格异常零等值圈闭出现分叉分布，一条由合肥—徐州向北，一条由苏州—上海向东，还有一条从南京—

射阳指向东北。

以内江—重庆为中心形成范围很大的等值圈闭，其等值线分布较稀；以黄海域为中心，从总体看是一个等值线分布稀疏的异常体系，零等值圈闭绕其周围分布。

对上述布格异常开窗口匀滑平均后，在武陵山、武当山一带一直向北，异常呈一南北向的梯级带。沿上述-250 g. u.等值线所在位置，不同程度上也表现为梯级带的异常形式。而圈闭异常的总体特点更加明显。

根据地科院矿床地质研究所的计算，莫氏面等深线在武陵山一带陡变，呈南北走向的陡坡，将该研究区分为东西两区，东区浅西区深。武灵山“半岛”上，不论是匀滑平均布格异常还是莫氏面等深线都呈两个等值圈闭，其一以连城—宁化为中心，另一个则以龙泉—正和为中心。黄海沿岸，连云港一带也有类似的等值圈闭。

利用回归分析方法分离异常得到的区域场，其特点大致为：

- A. 大别山“半岛”为重力低。
- B. 幕阜山“半岛”由桂东、幕阜山两个重力低组成。
- C. 武夷（福建）“半岛”由永安、南平、龙泉—政和（两地连线之东面）等两个重力低和一个重力高（南平）组成。
- D. 雪峰山南端的资源为重力低。
- E. 研究区的北西面的恩施重力高。
- F. 大别山、幕阜山两“半岛”之间的以武汉为中心重力高。
- G. 洞庭湖和益阳间重力高。
- H. 天目山重力低。

1. 幕阜山—大别山与天目山—武夷山间有铜陵、鄱阳湖两个重力高，如果分别将这些重力高和重力低组合平面排列，它们将取向北东相间分布。铜陵、鄱阳湖为一重力高链，武汉、洞庭湖—益阳为另一重力高链；重力高与重力低之间往往形成明显的重力梯级带。

江西域内布格重力异常分布的特点大致为南北向分带，中带高而东西边带低，从其区域异常可以看出，由北至南各以波阳、吉安—泰和及赣州为中心的重力高，呈楔形由北向南楔进；东西两侧为重力低，构成一弧凸向西的重力高弧带。此带西边缘分布有以武宁—铜鼓间、宜春—永新间、井冈山—崇义间及全南为中心的诸重力低；东边缘有婺源—上饶间、永平、乐安—广昌间及安远—寻乌为中心的诸重力低。

北纬 $24^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，东经 $114^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 范围内重力剩余异常（称增量异常更合适）分布奇特，出现很多两侧为负的线形“正异常”带，这些“正异常”往往与深大断裂所展布的位置一致，如麻城—广济、郟城—庐江、江绍断裂所展布位置都出现这种异常。从黎川、石城到韶关向西南也展现有这样特征的异常。以吉安为中心的近似于等轴状的剩余异常，被江绍“正异常”带从北面和黎川—石城—韶关“正异常”带从东南面所夹持。这类“正异常”带一般是在重力梯级带上出现的。

剩余异常是由这类“正异常”带和分布广泛的负异常组成，最明显的有：

A. 九江—安庆—庐江“正异常”带，位于铜陵重力高与大别山重力低之间，与郟城—庐江断裂位置一致。

B. 麻城—广济“正异常”带，是大别山重力低与武汉重力高的分界线，其位置复合于麻城—广济断裂。

C. 绍兴—江山—鹰潭—抚州—宜春—萍乡“正异常”带，将鄱阳湖重力高与武夷“半岛”之重力低分开。

D. 黎川—南城—赣州—南雄—韶关—连县“正异常”带。

E. 茶陵—宁远—富川“正异常”带。

F. 衡阳—桂林“正异常”带。

后三条两边没有明显的重力高、重力低对应。此外，尚有：

A. 景德镇—南昌—宜春，位于鄱阳湖重力高与幕阜山重力低之间。

B. 乐安—遂川“正异常”带。

C. 经过南平，近南北向呈反“S”形的“正异常”带。

D. 永安—大田向南，呈反“S”形的“正异常”带。

这类“正异常”条带与地质构造密切，具体说与花岗岩、断裂构造及一些中生代盆地的展布有关。

在“正异常”条带的两侧，分布有各个地质时代的侵入岩（特别是花岗岩），火山岩。目前的资料证明，这些带两侧的一些地段还发生过岩石圈拗陷，如衡阳与邵阳间，雪峰山和安福与宜春间都存在规模很大的拗陷带，岩石圈陷入地幔深达 200~300 km，衬托正异常带的负异常与这些地质构造一一对应。由此推测，这些异常带的其它地段，也可能发生过这种拗陷，如莲花—桂东—汝城为轴（西侧通过宁远、连县间）、大别山、武夷山两侧、幕阜山，南城—宁都—兴国一线等等。此外，热流异常点如邵阳、宁都、宁化异常点以及地幔底劈（永安）的位置分布都在“正异常”带的两侧。

另外，江西剩余布格重力异常的重力高一般都与中生代盆地对应，如修水盆地呈现两个以北东向排列的重力高，高安、鄱阳、抚州、信江、南城—广昌和吉安—泰和、崇仁—永丰等也都是由几个以北东向排列的重力高组成；清江盆地的布格重力异常则由多个重力高组成，其中于段潭—张巷一线（北北东向）两个，清江—新余一线（北东向）两个，相互错开构成较为复杂的异常；赣州、南康、信丰的重力高排列成一弧凸向西的弧形；安义、寻乌兴国和会昌诸盆地则是单一的重力高组成。

当重力观测值换算为“质量”或“密度”值，除安义、兴国、会昌和寻乌盆地外，这些盆地与异常的对应关系更加明显，能清晰地反映出盆地的范围、走向和沉积中心。

2.3.2 华南“稳定”带与“非稳定”带划分

对小比例尺布格重力异常与高程进行了相关分析。根据相关系数 R ，按其分段原则，区内 $R \geq -0.5$ 有八个区带组成下面五个带：

A. 第一带就是第一区，以武当山—恩施为其轴线。此带 R 最大可达 1 左右。

B. 第二带由第 2、3 区组合，其轴线为钟祥—益阳—阳朔。武汉附近 R 大达 0.5 以上。

C. 由湘鄂中部穿过。

D. 第三带就是第 4、5 区，轴线为铜陵—端昌—莲花—韶关。于湘赣接壤处。

E. 第四带由第 6、7 区组合，建德—祁门—鄱阳—峡江—南雄为轴。在江西境内。

F. 第五带包含第 8 区和龙泉—政和区，以龙泉—政和—南平—三明—永安作为轴线。在福建境内。

上述五个带称地壳反常带或“非稳定”带。

在研究区范围内,航磁 ΔT 异常的强度、梯度、空间分布特点在不同地段差别很大,根据它们的这些特点可分为几个异常群体。其中没有明显走向者称之为异常群体;而有明显走向且带性强者称异常带群体;个体异常无明显走向,但其群体有明显走向呈带状分布者称异常群体带。

这一类型的异常群体表现为大面积平缓的负异常群或正负异常面积几乎均等的平缓异常群。

正异常群体：表现为大片正异常，梯度小，正异常间夹较平缓的负异常。幅值在 300 nT 间变化。总体上以正异常为主。无走向性分布。华北地台区（群体边界与台边界一致）和南海海盆及其邻域（其北面边界沿海岸线）内分布的就是此类异常。

北东向异常带群体：有明显走向性，取向北东，正负带相间，走向一致，梯度大，异常在 $\pm(n \times 100)$ nT 间变化，最大达 ± 800 nT。分布以广东东北部、福建、江西南部、浙江西南部地区，对应于江南、华夏古陆之位置上。

星散异常群体带：于雪峰山东侧，阳朔—益阳—监利—钟祥一线分布，强度很小（一般不大于 ± 100 nT），个体异常呈等轴状或无明显走向的星散低异常群体。此群体总体取向北北东，近南北向，与湘中过渡带相对应。

江西省域内, 航磁 ΔT 上延 20 km 的异常明显地与中生代盆地的分布一致。

沿北纬 28° 线的顶底板埋深和相应的莫氏面埋深的剖面, 其特征为:

- 第一帶位于武当山—雪峰山一线以西。

第二带以钟祥—益阳—阳朔为轴，宽度为 200 km 左右绵延于北北东方向沿湘赣过渡带直至海南岛入南海，其北段完全复合于第二 R 反常带。

这个带由阳朔向南入海一段，自云开大山开始带变宽，形成几个凹盆链和隆起链平行排列，链的走向基本沿北向南。

围绕以钟祥—益阳—阳朔为轴线，由研究区自西向东顺序出现：

A. 万县—南宁—东方为轴的由三个无磁性凹盆组成的凹盆链。其中心分别位于万县—彭水、南宁、东方。分布于研究区之西边缘上。

B. 建始—沅陵—阳江为轴的无磁性隆起链。此链由三个隆起组成，其各自的中心之一在建始，一个在沅陵和三江间，一个在阳江附近，北纬 21° ，东经 112° 。

C. 沙市—连县—海南岛东面以北纬 19° ，东经 114° 为中心的轴线上。是三个凹盆组成的凹盆链。盆的各自中心分别为沙市、连县和北纬 19° ，东经 114° 的位置。此链北端大别山—岳阳凹盆链及应山—京山凹盆链与之相交于岳阳—长沙一带，而其南端在广州—海丰一带出现一向南东方向分叉的凹盆链，使此链在益阳—长沙一带出现狭窄的蜂腰。

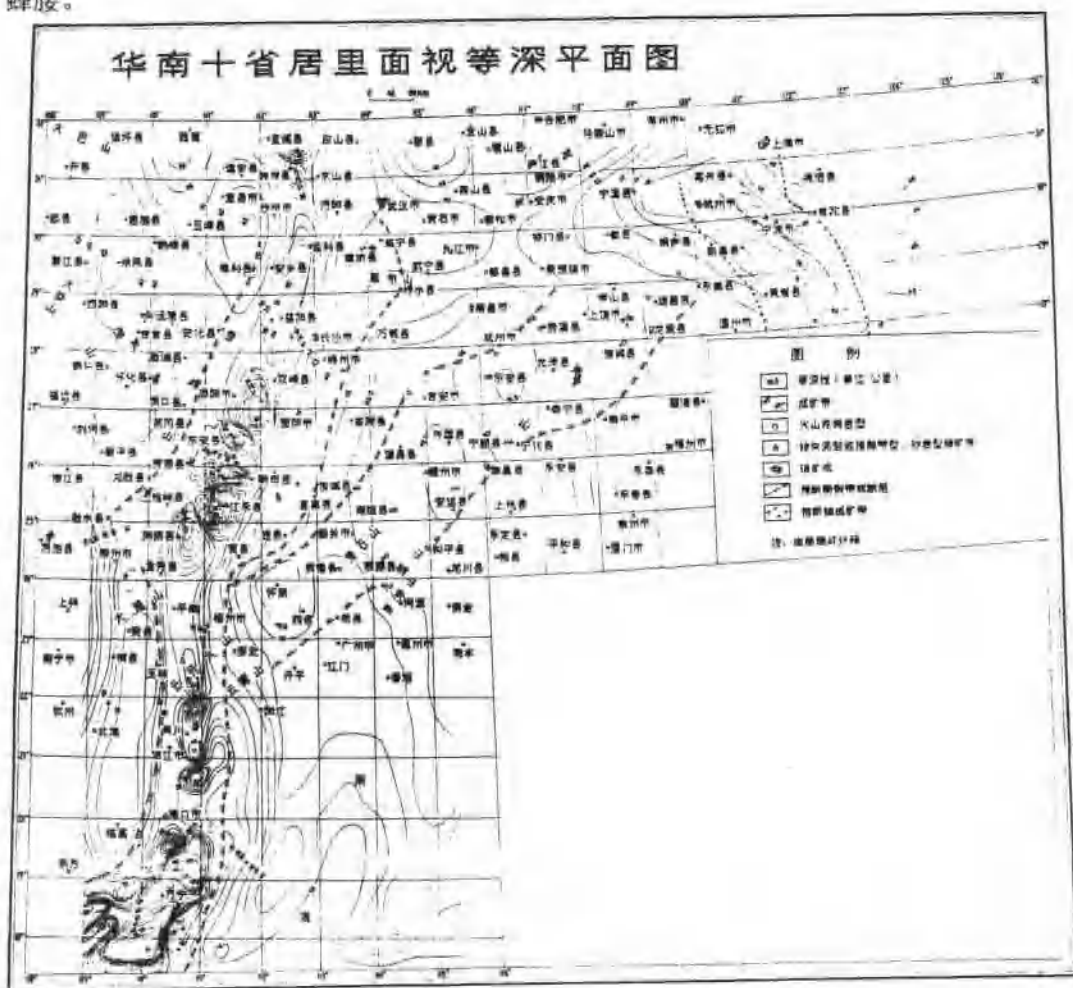


图1 华南十省居里面视等深平面图

D. 越过江南、华夏古陆向东有一向南东延展的凹盆链。它分别由铜陵—诸暨—黄岩和北纬 32° ，东经 123° 为中心的凹盆组成。

第二带以江南、华夏两古陆为主体。位于第二带的东面。顶界面凸起，金溪—贵溪—光泽范围凸起最高，另外尚有安远—会昌—梅县范围、华安—永安—大田—永春范围凸起，这些范围内顶界面埋深在 $1.8 \sim 1.9$ km 左右。其底面则以安远—信丰—赣州—泰和—兴国—会昌范围、乐安—南丰一带最深，其值在 $45.5 \sim 46.5$ km，为磁性层增厚带。其中以怀集—南雄—乐安—上饶为轴，宽度在 150 km 的地带表现最突出。此增厚带向西南延至云开大山与薄变带会合。

第四带滨临东海，以苏州—嘉兴—慈溪—象山为轴，与第二带性质相似，但比第二带的情况要复杂，没有明显的总体变薄的磁性层，但可以看出它是一条层厚变化强烈的带，如果以凹陷盆的分布为标志，它应位于郎溪—诸暨—黄岩一带，而其底界面则于嘉兴—无锡—宁波一线，两者分布走向一致，但位置并不重叠，假设这个带是两个块体的接缝处，则其面以陡倾角向海域一侧倾斜（见图 1, 2）。

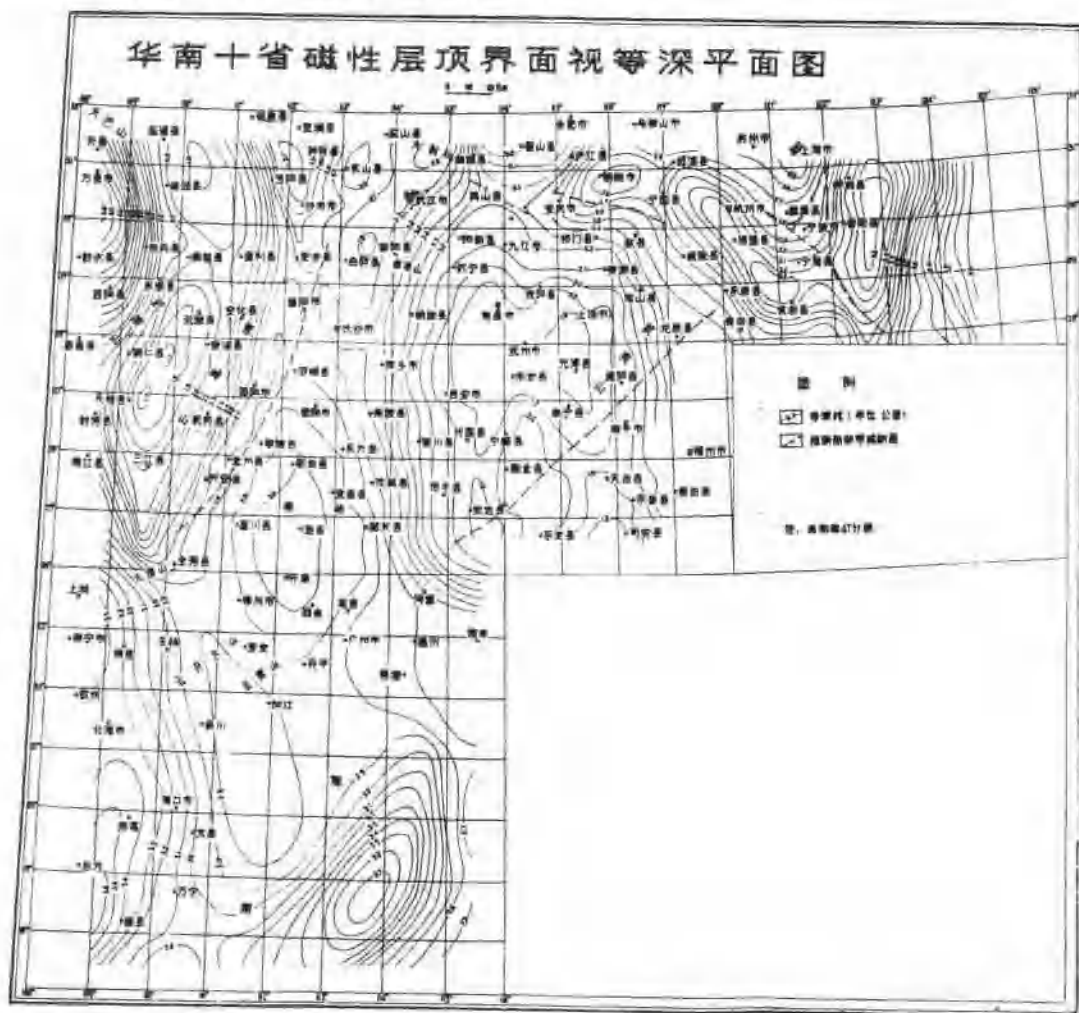


图 2 华南十省磁性层顶界面视等深平面图

2.3.5 磁、重力场分布特征的相关性

将航磁 ΔT 等值与重力布格等值图对比, 可以看出它们之间有如下规律:

A. 从航磁 ΔT 等值图可见, 大略以武汉—萍乡—韶关为线(大略于东经 114° 附近), 可将航磁异常分为东西两区, 东区以正异常为主, 其梯度较大, 方向性分布较强, 异常强度高; 西区则以负异常为主, 强度不大的平缓异常。这种分布特点与重力布格异常是相似的, 空间分布相同。

B. 磁异常带群体边缘的分布位置与重力布格异常零等值圈闭分布带或梯级带的分布位置吻合。

C. 磁性层陡变带(变薄带)基本上落于莫氏面斜坡上(上斜或下斜), 且两者走向平行。沿北纬 28° 的剖面, 从萍乡到龙泉区段内, 居里面和莫氏面的深度变化平稳, 变化值只在 $1\sim 2$ km 范围内摆动, 但于剖面两端的湘中地区和温州向东入海附近突然上凸; 莫氏面于湘中向西变深, 温州向东入海变浅。

D. 布格异常或莫氏面等深线圈闭与具正值核、被负值包围的磁异常群体对应, 如四川和黄海等异常群体。

E. -250 g.u. 的布格异常等值线所包络的“半岛”与航磁 ΔT 正异常对应, 特别是以福建为核心的“半岛”, 正与东南的东北向异常群体对应。

F. 如果将航磁 ΔT 换算为假重力或上延异常(我们称之为长波异常), 其异常特点更能清晰地看出区内重、磁场关系之密切。

总体上看, 本研究区的航磁 ΔT 异常与重力布格异常有同源关系。它们是区内区域地质构造在不同地球物理场上的反映。个别地方两种异常不一致, 是由于基底局部物质结构和分布不均所致, 例如幕阜山没有出现明显的区域性航磁异常, 可能是由于非磁性或弱磁性岩体存在的原故。

2.3.6 古地磁

利用古纬度法对所掌握数据进行分析, 推断华夏、扬子两地块的运动形迹。它们可能原为一体, 于元古代或元古代以前出现于东经 160° 南纬 8° 左右, 震旦纪九岭地体于东经 160° 南纬 32° , 闽西南地体于西经 160° 北纬 28° , 于元古代开始两体分离直到寒武纪。寒武纪两地体又合而为一, 出现于东经 142° 北纬 30° 。寒武纪以后到石炭纪这一段时期两体运动形迹如何? 我们没有掌握资料, 无法判断它们的离合, 石炭纪它们是一体并一起移动到东经 130° 北纬 16° 附近, 然后分开, 于二叠纪九岭地体到达东经 116° 北纬 43° , 而闽西南地体在东经 106° 南纬 3° , 三叠纪以后开始趋于聚合并渐渐移动到现在的位置上。

总的看来, 两块相对分开的距离随着地质年代越新则越近, 到寒武纪、石炭纪它们几乎没有分开, 只是到二叠纪有稍大分离外, 此后便趋于聚合。

上述只是两地块相对运动形式中的一种可能。但根据最小运动原则, 这种情况的可能性最大(结合地质、古地理、古气候综合研究)。

根据表 1 的数据, 利用余纬圈法和最小运动原则可以推断地质历史时期闽西北和闽西南地体的相对运动情况。