



CN0001847

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



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 Institute. 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褶皱, 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 Stratificatinn 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褶皱，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生代断陷盆地发育，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像关系，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：

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

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，因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：

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

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 古纬度	古地磁极坐标		备注	标本产地	地质时代	标本产地 古纬度	古地磁极坐标		备注
			PI	纬度					经度	PI	
		九岭 地体	T	9	59.1			-10.5		闽 西 南 地 体	J
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					
€	12.6		57.5	1.2		O					
Z	-34.2		26.2	-60.2		€	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 _{MZ}	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, 组成第三个具正负峰的异常。

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, 如龙泉一和平断裂由古田、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. 块体转动又有平动。

(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): 利用这种方法可能推断得到多种结果。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 $n\times 1000\text{ (10 a/m)}$ 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：

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

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。

I. 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，它们将取向东北相间分布。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° ~ 30°，东经 114° ~ 120° 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，位於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。

2.3.3 磁场

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;而有明显走向且分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。

(1) 异常群体

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。

平缓负异常群体:异常强度只在 -100 nT左右,梯度平缓,分布面广,一般都有一个以正异常(在 $+100$ nT左右)为主体的核心。位于黄海域内(其西面以郟城—庐江断裂为界)和以四川盆地为核心的异常区(其东北面以武当山,东以雪峰山为界)。

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。

(2) 异常带群体和异常群体带

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。

弧形异常带群体:空间分布为弧带形,正负带相间,弧凸向南,异常强,一般在 ± 500 nT左右,大可达 ± 800 nT以上。梯度大,有明显走向性,以天水—襄樊—武汉—九江—马鞍山—连云港为其轴线,是华北地台和扬子地台间之过渡带,包括秦祁地槽系在内。

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。

区内长波异常单一,和假重力异常一样,以九江—抚州—连城为轴东西对称,西面的零值线在钟祥—益阳—阳朔一线,东面的零值线经常州—杭州—新昌通过。这个异常由北向南延伸到北纬 24° 线仍未封闭,波阳—建宁区段等值线较稀,从整个异常的正等值线分布看形似直立的葫芦,其腰部在光泽—抚州—吉安一带,与赣杭构造带的展布位置基本一致。

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。

2.3.4 华南磁性层视厚度

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:

- A. 磁性层顶、底界面间一般呈镜象关系。所以形成增厚和薄变地带。
- B. 增厚地带顶、底埋深较稳定,薄变地带者多变,特别以底界面埋深的情况更复杂。
- C. 增厚地带对应於稳定的古老基底,如江南、华夏两古陆;而薄变地带则相反,如湘中(第二 R 反常带)过渡带,其底面埋深变化很大,从二十几公里到四十几公里间变化,而且常常是突变的。根据上述规律,全区由西而东可分成四个带:

第一带位于武当山—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。

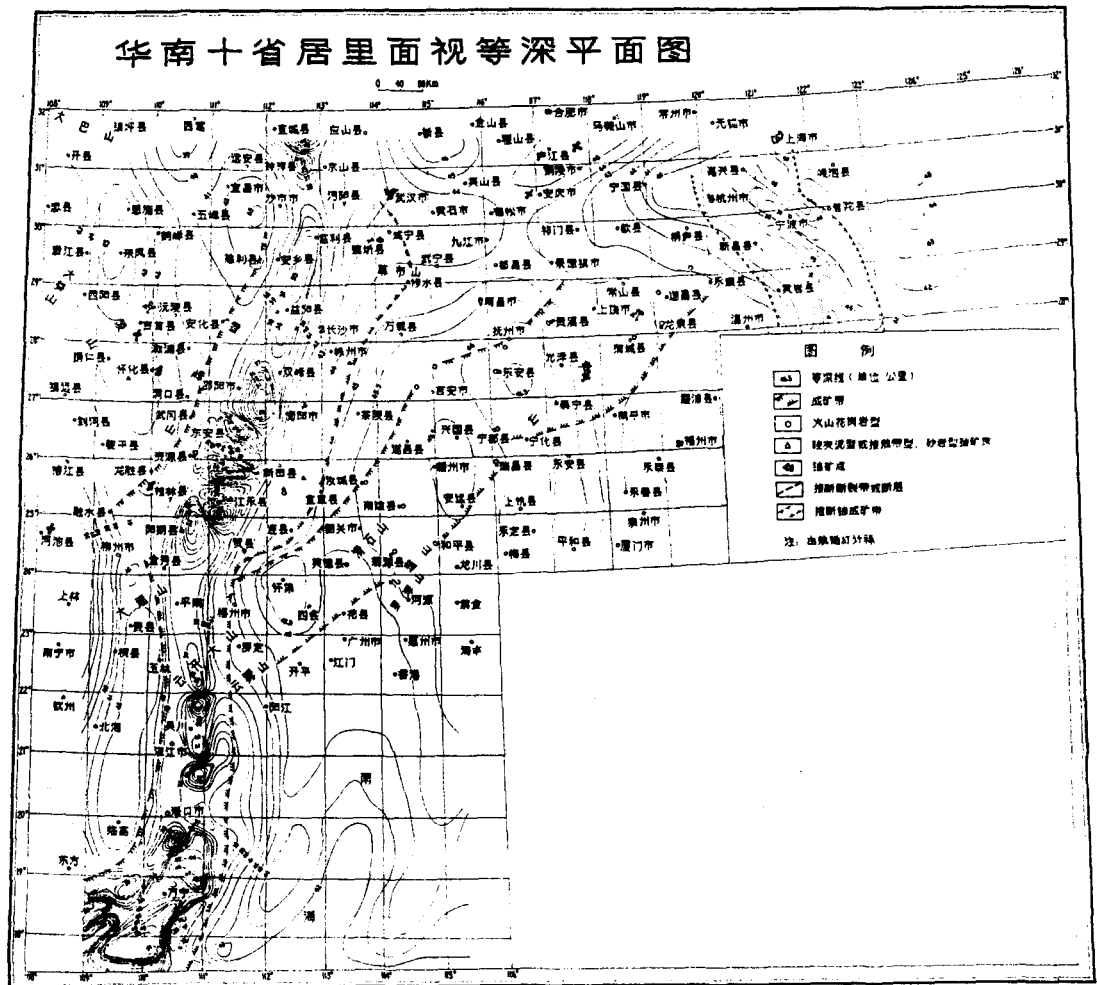


图 1 华南十省居里面视等深平面图

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。

第三带以江南、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）。

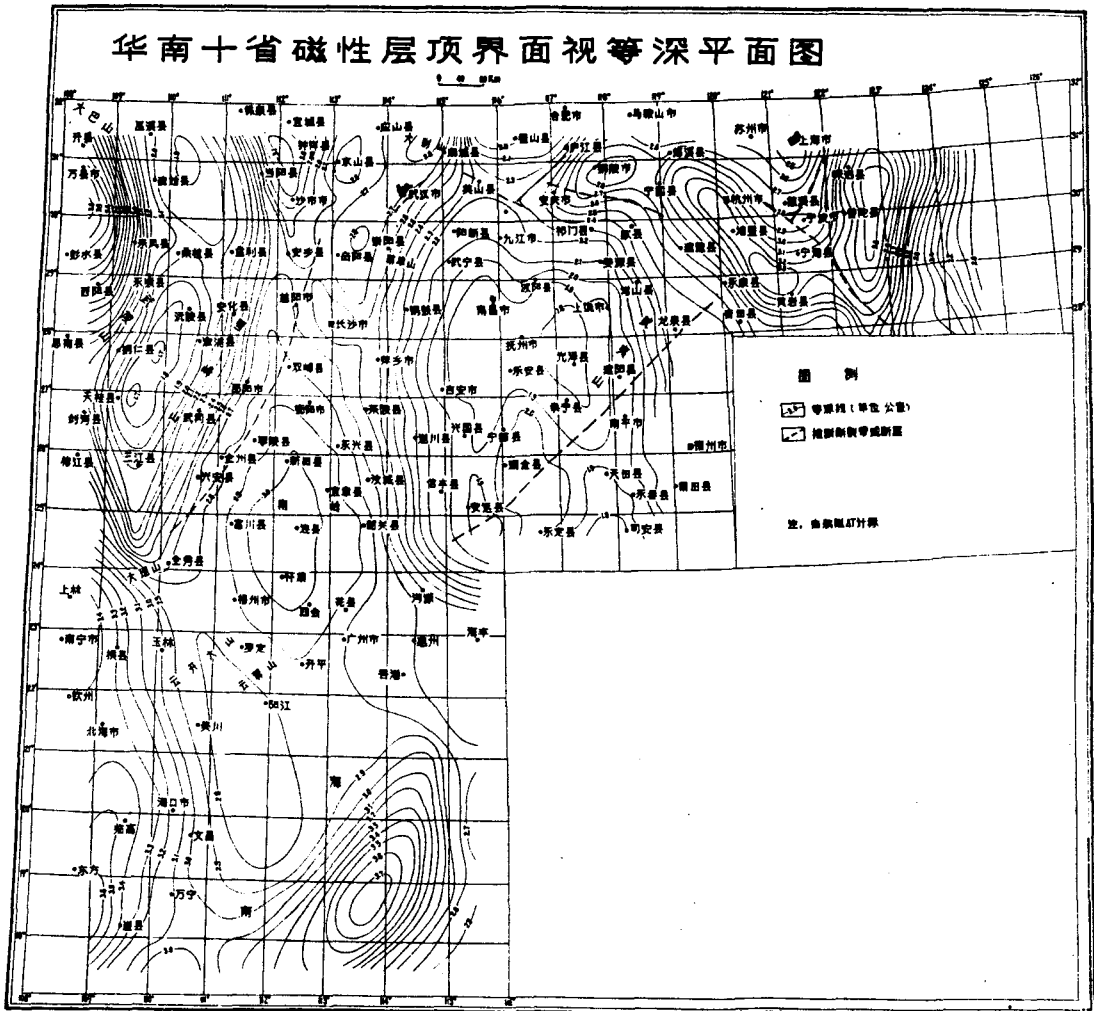


图 2 华南十省磁性层顶界面视等深平面图

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, 异常强度强; 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”, 正与东南的北东向异常群体对应。

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。

3 物性分层与华南深部构造

3.1 地幔皱陷

目前已有资料显示地幔有发生僵化现象。但不同地段僵化程度不同，有些地段僵化程度小，形成软体和僵体混杂存在，而且有成带分布之势，我们称之为地幔混杂带；有些地段则大面积僵化且与古老基底对应。

从有关资料知，华南地幔本身不均匀，软体、硬体并存。长沙—韶关—广州一线以东没有软体或少有软体，雪峰山以东长沙—韶关一线以西为软体分布地带，其中夹有较小的硬体，在某些地段上，如两堑一垒的衡阳—茶陵地垒的位置（地质上称湘赣过渡带），也就是第二 R 反常带和磁性层薄变带的位置上岩石圈发生凹陷；而江南、华夏的古老基底上出现大面积的僵化，与磁性层增厚带对应。如果承认中生代盆地磁异常为正，重力高，居里面埋深比莫氏面者大以及磁性层增厚这些事实，则可以断定地幔僵化及僵化程度起制约区域地球物理场特征之作用。

地壳拉伸引起地幔物质上升并僵化形成僵体，当地壳收缩时这种僵体成为阻挡体，阻挡其两侧的壳层和地幔物质返回而在此发生皱陷，导致岩石圈拗陷，

桂林—邵阳—宜春一线，岩圈凹陷入地幔达 200~300 km，是重力剩余负异常分布之位置。

武夷山南侧重力剩余异常与雪峰山一带的同类异常很相似，因此可能于光泽—崇安—浦城一带的岩石圈也发生过类似的凹陷？沿江绍断裂、黎川—石城—韶关断裂的两侧也许有类似的事件发生。此外，遂川—桂东—汝城及其西延于宁远—连县间地带，幕阜山、大别山以及南城—宁都—兴国—遂川，衢州—鹰潭一线以北和铜鼓—波阳一带亦如是？

3.2 裂谷活动

由于地壳的拉伸、收缩，地壳被拉开和收拢导致裂谷的发生和发展。区内出现了江绍、黎川—石城—韶关为主干的裂谷体系。

我们初步测试得到的数据显示，区内于震旦纪前后地壳开始解体，大致于寒武纪前后有一次收拢，这为裂谷之第一期（？）。由于裂谷的活动，其两侧出现大量加里东期花岗岩；然后地壳于二叠纪前后又开始拉开直到侏罗纪收拢，出现强烈的燕山期花岗岩，此为裂谷第二期（？）。显然，此期之活动比第一期强烈，因此有大量推覆构造出现。江绍断裂是自南东向北西推覆的明显例子。区内受到强烈的挤压作用，于是除地壳表层发生推覆以及块体收缩外，其底部有一定程度地形变上拱或下陷。这种挤压作用，南北（确切地说是北西—南东向）向比东西向者强，同时，这种挤压作用产生东西向张力，因而出现近南北或南北向的后生裂谷系或断裂系。区内中生代盆地的出现与此有关。

3.3 地壳

梁乃杰将浙江上地幔物质分为五层（见表 2），有四个界面，第一层无疑是沉积盖层，它的厚度为 1.43 km；第二、第三层总厚 21.1 km，属花岗质层；第四层厚 10.1 km，属玄武质层；第五层为固体和塑性物质层，此层以下为软流层。目前已经有资料证明，华南地区岩石圈很复杂，根据地震数据，华南地区地壳是三层结构模型，表层西厚东薄，湘中一带为 4 km，赣中为 1.2 km，赣南 0.4 km 左右，其反射波速小于 6 km/s；上地壳厚 21.4 km，波速 6.84 km/s。

表 2 浙江省地壳—上地幔物质层划分 (引自梁乃杰)

地球层圈	物质分层	最大深度	密度	波速	电阻率	磁性	备注
地壳	表层: 以砂岩、泥岩、红层为主	1.43	2.2	4.92	10~30	微磁性	第一物质层
	第一界面						
	上部硅质层: 以火山熔岩、火山碎屑沉积为主, 属花岗岩层	6.5	2.5	50~100	弱磁性	强磁	第二物质层
	第二界面						
	下部硅铝层: 以灰砂页岩和变质岩为主, 属花岗岩质	14.6	2.7	6.13	20~1200	无磁~弱磁	第三物质层
	康氏面		22.5	第三界面			
	硅镁层: 以玄武岩、基性岩、超基性为主, 属玄武岩层	10.1	2.89	6.84		强磁	第四物质层
莫氏面		32.6	第四物质层				
上地幔	顶部岩石层: 由地壳下部和上地幔顶部组成的固体和塑性相物质层		3.23 3.38	8.03			第五物质层
	软流层: 以胶体状态(液体相)存在的物质层		4.64±	11.42			中科院资料(1979)

非磁性层厚度, 其分布大致为: 穿过湘中向北展布, 宽约 200 km 的狭长地带, 为 2.8~3.0 km 左右, 与湘赣过渡带的展布位置一致。武陵山—雪峰山之间至大巴山—武当山之间的狭长地带以及赣中为 1.8~1.9 km 左右。由武陵山向西厚度增加。

区内磁性层底界面埋深一般都比莫氏面埋深大, 大约深了 5~12 km, 说明莫氏面处的温度一般都未达到地壳物质的居里点。磁性层底界面在湘中的狭长带上陡然上凸, 使磁性层变薄。我们认为这是地质过渡带的地球物理一种特征, 也是地幔混杂分布带的反映; 在赣闽一带即华夏古陆则顶面下凸, 顶界面上凸, 使磁性层增厚, 乐安—南丰一带最厚, 达 46 km 以上, 兴国—赣州—安远范围内较薄, 在 45 km 左右。这一地区可能是地热较高之故。永安地幔底劈、宁化热流高以及地幔低速层的存在都说明地壳的温度状况。

区内的中生代盆地如鄱阳、吉泰、修水盆地的重力剩余异常都是被负异常包围的正异常。反映了盆地基底密度较高。这是由于地壳拉伸、收缩、地幔皱陷、挤压致使其基底密度增大或者因为地幔皱陷引起其周围密度较低岩石之陷落或密度较低岩石的生成。因而出现这种特点的异常。

3.4 大地构造

(1) 江南古陆和华夏古陆

航磁 ΔT 处理结果表明, 北东向异常带群体有统一的长波异常, 这一长波异常具等轴形式, 其中部呈现台阶的特点, 是一复合异常, 强度在 $+n \times 10 \text{ nT}$ 以上。这个异常不是表层磁性岩层所引起。为了分析这个异常, 我们设计了一个地质—物理模型, 异常源为南北两个块体组成, 它们中间被东西向无磁性物质带分开。计算结果与航磁数据处理结果一致, 也与假重力异常的分布特征相同。这是江南、华夏两古陆的磁场反映, 江绍断裂应为这条无磁性物质带。

从处理结果推断这两块体西缘为韶关—萍乡一线, 北缘在修水—九江—祁门一线, 东为杭州—温州一线。似乎江南古陆西延在湘中被南北向过渡带接住。所以它的西延问题是值得讨论的。

在华夏古陆上, 出现黎川—石城—韶关断裂, 这条断裂将古陆分成东西两块或者它就是古陆的西界线。这个古陆的磁性层有增厚现象, 由多个增厚块组成。

两古陆周围被磁性层薄变带包围, 地质上可能是一种过渡的性质。

(2) 华南花岗岩类

华南重力剩余负异常与区内花岗岩类的分布空间一致, 都在地幔皱陷带上, 可能它的成因与地幔皱陷有关, 它的活动强弱有密切联系。

(3) 中生代盆地和深断裂交会处及凹陷区

由于区内中生代盆地一般都是些断陷盆地, 受构造控制明显, 其中常沉积有厚度可观的火山碎屑之类物质。因而其磁异常表现为高等值圈闭并且有些地段异常与异常之间还出现水平方向错动的特征。于江西及其邻域内, 这种盆地往往还呈现重力高。这种现象值得研究。

凹陷或深断裂交会处, 因缺失磁性物质或受断裂破坏失去磁性或使磁性变弱(放射性对岩石磁性形成的影响又如何?), 所以异常常呈现低等值圈闭的特征。据此我们推断具盆地形式的有: 黔江—彭水; 开县—万县; 江永—阳朔; 永康—宣城; 修水—鄱阳; 萍乡—浏阳; 吉安—太和; 兴国—会昌; 大田—古田; 祁门—景德镇; 桐庐—建德; 贵溪—光泽—泰宁; 金华—丽水—遂昌; 郎溪—宁国; 六安—霍山; 庐江—安庆; 慈溪—新昌。

在海域中, 北纬 $28^\circ \sim 32^\circ$, 东经 123° 左右也有一些高等值圈闭。对应于低等值圈闭的有: 巫溪—宜昌; 桑植—大庸—沅陵; 监利—通城; 镇远—雷山, 这些为凹陷区。郴州—汝城; 连城—上杭; 乐安—南丰—建宁; 万年—贵溪; 新县—麻城; 嘉兴—绍兴; 嵊泗—岱山; 无锡—苏州; 宁波—象山—宁海—黄岩, 以上为深断裂交会处。

(4) 断裂构造

梯度带(或梯级带)、等值线变形带(包含等值圈闭的水平方向错动而形成的异常链)、低等值圈闭以及于剖面上异常突变的低值段都是断裂构造带的磁场特征。可将这些带或链分为北东、北西、东西(或近东西)及南北(或近南北)等带。

北东向主要有：

A. 郟城—庐江可能止于江西域内，赣江断裂为其南端尾部，再无南延迹象，因为赣江断裂向南逐渐尖灭。这条断裂表现为重力剩余正异常。

B. 江绍断裂，重、磁场都有明显反应(正异常带)。可能是江南、华夏两古陆的分界线。

C. 黎川—石城—韶关断裂，有明显的重、磁异常(正异常)。

D. 无锡—长兴—万年—东乡—宜春。

E. 嘉兴—桐庐—光泽—南丰—汝城。

F. 龙泉—三明—和平，这一断裂东段的重力剩余异常反映不明显，它在会昌与黎川—石城—韶关断裂相会。

G. 嵊泗—宁波—福州—平和。

H. 抚州—乐安—遂川断裂，在遂川处可能被北西向构造接住。

在东海域内有一条斜穿东经 $122^{\circ} \sim 125^{\circ}$ ，这组断裂往往延展长、规模大、切割深，断裂沿线多出露深变质岩、混合岩、火成岩（由基性—超基性到酸性都有），火山活动频繁。从区内构造应力场观点分析，它们具压剪性质。它控制着研究区东南面的磁异常特征。如祁门、贵溪、光泽一带以及区东南部异常条带分布都与这组断裂有关。

北西向主要有：巫溪—沙市 v 通城；新县—宿松—万年；马鞍山—宁波延伸入海；无锡—嵊泗延伸入海；桐庐—临海。

东西或近东西向主要有：忠县—五峰—监利；万年—上饶；瑞金—永春；衡阳—金溪—松溪。前人研究指出，这一组断裂活动强度较弱（相对南北向者）。断裂有较长的发展史，经多次构造运动改造，有继承性质。

南北或近南北向主要有：监利—东安—柳州；高安—宁都—上杭；新县—通城—连县。这组断裂较东西向者活动性强，这可能与区内构造应力场分布特点有关。

3.5 板块构造

以上分析，北纬 $20^{\circ} \sim 36^{\circ}$ ，东经 $102^{\circ} \sim 126^{\circ}$ 范围内，地球物理场结构特征说明重、磁场有同源性。

(1) 重、磁场与板块

根据这些分析，我们认为北纬 $20^{\circ} \sim 36^{\circ}$ ，东经 $102^{\circ} \sim 126^{\circ}$ 范围内，由几个块体拚合组成。而研究区却是这些块体相互作用最集中的作用交会区。这些块体是：研究区西面以四川盆地为中心的四川块体；研究区北部以华北块体为核心的华北块体；研究区北东以黄海为核心的黄海块体；研究区东南角以福建、赣南为核心的东南块体；研究区南面海域为核心的南海块体。

这些体块由于内部结构不同，反映出不同特点的地球物理场。例如：四川块体和黄海块体，由于它们内部结构比较简单，可能只有一个统一的基底核或少数几个核组成，所以其磁异常表现以正值为核部，四周被大片负异常所包围。南海块体（据唐鑫等意见，此区域内有残留陆壳，海盆在扩张），华北块体内部结构显然较为复杂，表现多“碎块”拼组成份（？）。重力布格异常以多中心为特征。

这些块体的相对位置之间存在过渡带。大致可分为弧形异常带群和星散异常群体带。这些异常群体经过处理之后，一般都显示为异常扭变带或异常梯度带。磁性层厚度在这些

位置上有陡变现象。例如四川块体与东南块体的作用带上就是磁性层突然变薄的陡变带，其位于阳朔—益阳—钟祥一线。具这样特征的带也在黄海块体与东南块体的作用带上表现出来（于象山—宁波—慈溪—苏州一线）。

总观全区，四川块体由于受印度块体向亚洲块体俯冲之影响和驱动，以北西向挤压；黄海块体受太平洋板块驱动向南西挤压；华北块体在中朝板块带动下南移（陈焕疆等认为华北地台俯冲到扬子地台之下；从古地磁资料也得到证明——国家地震局地球物理所），而东南块体受太平洋板块扩张之影响向北移。研究区正处于这些块体作用交会中心上，所以，此区是以压缩为主导的压缩区段。有趣的是由华南区域内主要山脉之分布也可能说明压缩区特点。北有大巴山、武当山、大别山（以上为北西向）；南有大娄山、武陵山、雪峰山、幕阜山、武夷山、天目山，再向南横隔东西向的苗岭和南岭之后有云开大山、莲花山等山脉（以上为北东向）。这些山都对称地由西而东呈雁行式排列。P. Tapponnier 和 P. Molnar 等人在利用滑动线场理论解释亚洲大型构造时曾指出板块挤压作用。

(2) 古地磁与板块

如前所述，闽西南地体与九岭地体在地质历史时期有运动形迹。综上分析可以认为，东南块体原为若干小块体拼合而成，加上以后的断裂构造活动、岩浆、火山活动强烈，导致该块体再生再造形成基底结构极为复杂之局面。

(3) 古地磁与裂谷

古地磁资料显示区内震旦纪地壳开始解体，大致于寒武纪前后有一次收拢，以至于裂谷两侧出现大量加里东期花岗岩。此为裂谷之第一期；然后地壳又开始拉开直到侏罗纪前后收拢，出现强烈的燕山期花岗岩，此为裂谷第二期。显然，此期之活动比第一期强烈，因此有大量推覆构造出现。

(4) 反“Y”字形活动带及全球性板块的左旋运动

从全球性范围看，东半球的板块结构格局大致为：中朝地块（欧亚板块的一部份）在北，以楔形向南作用；西南有印度板块、印度洋块；北东为太平洋块。板块与板块之间的作用带上，形成地质构造活动最活跃地带。尤以燕山、喜山期为最活跃、强烈。这种作用带从形式上看，它们构成类似于一个反“Y”字形。这个反“Y”字形的一臂由一些构造山、半岛或群岛之类构成，从欧洲的阿尔卑斯、喜马拉雅山，直到中国南海诸群岛、海盆、印度尼西亚群岛及附近以北西—南东取向的海沟……等组成。另一臂则沿太平洋西岸的岛弧、海沟等组成。显然，两臂的构造力学性质确定了前者作用生成巨大的造山带，而后者则以岛弧、海沟为主。两臂相交于中国南部陆、海域边缘之位置上，致使这些区段地质构造复杂化。本研究区基底的多块体拼合，南海域中海盆扩张、洋陆壳并存就是证明。看来，大板块起了“集结”小块体之作用。华北和华南块体于中生代中后期（侏罗纪，张用夏资料）才固结一体，那么这一时期以前研究区的各块体有过“集结”之过程。

这一反“Y”字形活动带为现代活跃的地震带。

这种反“Y”字形活动带，在中生代前后也可能于秦、祁地槽体系与郯城—庐江体系中出现过？若有过，则说明这种活动体系随地质历史时代之推移而向南移动。根据美洲大陆及其边缘情况，似也有这种活动体系出现。

现在，不妨以上述体系与全球性范围的各体系联系起来进行分析。我们可以看到，这个体系的延展似乎都指向某一个共同中心，而这些中心都位于赤道附近。比如东半球北

纬分布有欧亚板块及反“Y”活动体系；南纬分布有澳大利亚板块，新西兰、俾斯麦群岛、赫布里底群岛、萨摩亚群岛、邦提、安提波德斯、奥克兰诸群岛，新不列颠海沟、维提亚兹海沟、新赫布里底海沟、汤加海沟等等，似都指向班达海。从古地磁资料看，欧亚板块南移，澳大利亚板块北移，似以班达海为旋心，呈左旋运动之势。这种类似现象，在西半球也出现，它们的旋心在东印度群岛位置附近。非洲以维多利亚湖为旋心，也可能有这种左旋运动性质。这种运动究因可能与海底扩张及地球之自转有关。

4 找矿预测

我们分析了研究区重、磁场与地质构造间关系之后，认为区内磁性层陡变带、磁异常低值圈闭以及构造力学性质特殊的地段（北纬 $24^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，东经 $114^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 范围内），成矿远景最为理想。

4.1 磁性层陡变带的找矿意义

沿钟祥—监利—益阳—阳朔成南北方向展布和以象山—嘉兴—苏州为轴线的两个磁性层薄变带；英德—光泽—常山—线（主要以武夷山为轴）的磁性层厚变带。从目前所掌握资料看，除象山—嘉兴—苏州为轴线的磁性层薄变带以外，铀矿特别是铀矿类型的分布与这类陡变带有密切联系。

英德—光泽—常山厚变带所具的特征。也是与铀矿有密切联系的带。

4.2 磁异常低等值圈闭的找矿意义

从上面的分析已指出，研究区是一压缩区，为多块体作用交汇区，北纬 $24^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，东经 $114^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 范围是交会中心。从力学观点看，是张裂性断裂和活动性强、规模很大的压剪性断裂最可能发生的地段，给予成矿创造了最有利的条件。

区内多有磁异常等值圈闭出现，在空间分布上往往以南北向排列为明显。这些圈闭与构造断裂交汇有关，特别是北东向一组与南北（或近南北）或东西（或近东西）走向的断裂组之交会。

北东向断裂是活动性强、延展长、切割深、规模大的一组断裂，属压剪性，而南北向或东西向断裂，属张剪性。这给矿源的运移、沉积、赋存创造了有利的通道空间，是成矿的有利条件。

在此还应指出，研究区内尚有对应着中生代盆地的磁异常高等值圈闭，如信江、祁门、修水等等。其重力布格异常呈重力高的特点。为什么会在盆地内出现这种反常现象呢？是否由于“均衡因素”的影响？如果将区内的这种因素找出并从布格异常中除掉，情况又将如何？这是值得研究的课题。

4.3 R 反常带的找矿意义

由 R 系数反映出来的地壳稳定与不稳定区域，可以判断地壳均衡调整情况。这种调整必然是矿种形成的重要因素。将矿产分布图（略）与 R 等值图（略）对比发现：

A. 铀矿多分布于 R 正常带和反常带分界线上，而金矿和多金属矿种则分布在界线上或 R 反常带内。

B. 铀矿中的花岗岩型和火山岩型多分布在磁性层厚变带上的 R 正、反常带分界线上，其它则分布于磁性层薄变带的 R 正、反常带分界线上。

C. 其它多金属矿

根据所掌握资料，江西境内的多金属矿多成带以北东方向分布于省区中部或武夷山北段的两侧，如南城—鹰潭—贵溪—江山及龙泉—邵武一线，省南面的寻乌—安远—南雄一带，这些地段正是上述第四和第五带的边缘；而江西的金矿大多分布于第四带内。

4.4 裂谷活动与铀矿

裂谷活动区段的分布与铀矿田或铀矿点分布有着空间上的联系，似乎成矿与裂谷活动有关。在地壳拉开时地幔物质沿裂谷两侧活动，很少使地壳有新的物质产生，当裂谷收拢时在裂谷两侧产生岩圈褶皱，因此在这个位置上出现大量的物质交换和新物质的产生。这种现象如果出现在磁性层增厚带上，应特别注意，如黎川—石城—韶关断裂两侧。

4.5 华夏古陆边缘的找矿意义

因板块的相互作用，裂谷的产生、发展，华夏古陆受到拉伸和压缩，其边缘带发生一些与其边缘走向相交的构造。它们或以断裂的形式、或以壳层增厚的形式出现，这些都是有利于成矿的构造带。

世界有名的铀矿区如澳大利亚铀矿就分布在地壳断块的边缘。

Wellman 利用重力异常走向编制的平面图。他根据这些异常走向的分布规律将澳大利亚基底划分为多个块体。在断块的边界上往往分布有元古代的岩性，这些地带正好是铀矿分布带。如高勒地块北东边缘有奥林匹克坝、蒙特·派因特、布罗肯·希尔、镭山；以泰奈特地块为其核部的北面块体，其北东边缘有阿利盖河、玛丽·凯瑟林、拉姆·詹格尔、蒙特·伊萨、南阿利盖特利、惠斯特莫阿兰德和麦克阿瑟河等。从地球物理角度看，华夏古陆西北边缘与澳大利亚的上述情况极其相似，值得注意。

4.6 磁性凹盆与石油矿

沿磁性薄变带（即钟祥—益阳—阳朔—海南岛入海和苏州—嘉兴—慈溪—象山—温州入海）在海域地段两侧，分布多有磁性凹盆，此类凹盆对应于海盆，是找石油的远景区。

5 结 论

综上所述研究，我们得到下列结论：

- (1) 区内区域重力场与区域磁场密切相关，是同源关系。
- (2) 本区为多块体拼合组成，位于欧亚反“Y”字形活动带的叉口上，一起参与以班达海为旋心的东半球左旋运动。是多块体相互作用复杂地段，其作用属压缩作用，容易在区内产生规模巨大的切割深的 NE 向压剪性断裂，以及东西向和南北向张性断裂，给成矿创造了地质构造上的有利条件。
- (3) 区内的东南块体，因其所处位置，使得它具有独特的地质构造特点，多块体组合，在地质历史时期中时分时合，经过多次再生再造形成今天的块体，因而与多金属矿和铀矿密切联系在一起。
- (4) 拉伸和收缩是本区地幔活动的基本形式。它控制着区内地壳构造活动，制约着裂谷的产生、发展，岩浆的活动。江南和华夏两古陆于元古代后的形成是这种活动的结果。
- (5) 上述块体作用集中北纬 $24^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，东经 $114^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 范围。是研究区内地质构造活动最强烈最独特的区段。各组断裂相互交会集中地段，特别是北东向与东西向（或

近东西向)、南北向(或近南北向)等组都在这里交会。上地幔物质与地壳物质交换频繁,因而具有重大找矿意义。

(6) 铀矿(特别是铀矿类型)的分布与磁性层陡变带有密切联系,这些带是构造地质上的活动带,是块体与块体间相互作用相互过渡的地带。地块相互作用,物质相互交换,使地壳再生再造造成 R 反常。

(7) 沿 R 正、反常带的分界线地带是铀成矿的有利地带。

(8) 磁异常高、低等值圈闭与成矿远景区有关联,对之充分地深入研究,于找矿是有意义的。

(9) 裂谷两侧成矿的可能性很大。我们认为如黎川—石城—韶关这样类型的断裂的希望性很大,特别是在磁性层厚变带上。

(10) 在结晶壳的特殊断块结构带上,也就是华夏古陆边缘,成矿是有远景的。

(11) 油矿田与压缩盆地中的一、三类型盆地有密切关系。因为此类盆地容易形成古潜山,是一种良好的储油构造。

(12) 海上分布的磁性凹盆是石油矿田的远景区。

参 考 文 献

- 1 杨楠森,杨巍然主编.中国大地构造学.北京:地质出版社
- 2 李春昱,郭令志,朱夏等著.板块构造基本问题.北京:地震出版社
- 3 梁乃杰.浙江省地壳——上地幔构造轮廓.浙江地质科技情报,1985(3)
- 4 唐鑫.从板块构造观点论南海的成因.地球物理学报,1981,24(4)
- 5 侯重初等.计算磁性体上顶与下底深度的功率谱法.物探与化探计算技术.地矿部北京计算中心,1985,7(4)
- 6 侯重初等.直接计算计算磁性下界面深度的功率谱法.物探与化探计算技术.地矿部北京计算中心,1985,7(3)
- 7 Tapponnier P, Molnar P. 黄秀铭译.滑动线场理论和大型大陆构造部.国外地质,1977(9)
- 8 徐世浙.地磁概论.北京:地震出版社
- 9 江西省矿产局.江西地质志.北京:地质出版社,1984
- 10 秦葆瑚.台湾—四川黑水地学大断面所揭示的湖南深部构造.湖南地质,1991(10)
- 11 石膏云,范秉学主编.勘查地球物理、勘查地球化学文集,第8集,航空物探(构造部分).北京:地质出版社
- 12 长春地质学院情报资料室编.地质科技资料(物探专辑),1978(11)
- 13 Jacobs J A, Russell R D, Tuzs J, et al. Physics and Geology
- 14 国外地质,1978(9)
- 15 谭承泽,郭绍雍主编.磁法勘探教程.北京:地质出版社,1984.130~131

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

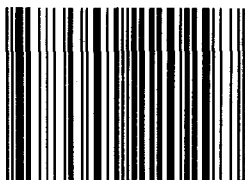
印数: 1—150

定价: 5.00 元

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

This report is subject to copyright. All rights are reserved. Submission of a report for publication implies the transfer of the exclusive publication right from the author(s) to the publisher. No part of this publication, except abstract, may be reproduced, stored in data banks or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher, China Nuclear Information Centre, and/or Atomic Energy Press. Violations fall under the prosecution act of the Copyright Law of China. The China Nuclear Information Centre and Atomic Energy Press do not accept any responsibility for loss or damage arising from the use of information contained in any of its reports or in any communication about its test or investigations.

ISBN 7-5022-2029-1



9 787502 220297 >