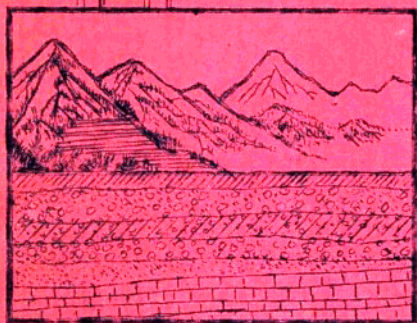


閩贛兩省區域重力場特征
及其深部構造輪廓

〔附方法報告〕

—— 黃 海

364



福建省地震局地震綜合隊

一九七八年元月

摘

要

为了克服二度体所带来的误差，本文介绍一种三度体向上半空间解折延拓法和三度体反映单一界面——莫霍面的方法。作者用该方法计算和绘制了闽赣两省区域重力场和地壳厚度图，详细论述了它们的特征，阐明组成该地区深部构造的主要骨架是北东向构造和东西向构造，其次才是南北向构造和北西向构造。并且详细讨论它们之间的相互关系。最后从它们现今活动性和聚集能量的条件，对本区有可能发生的破坏性地震确立了四个危险区，它们按照可能发生地震的震级及其频度大小依次是：

- (1) 漳州——南浔地区；
- (2) 莆田——平潭岛地区；
- (3) 玉山——上饶地区；
- (4) 宜黄——南丰地区。

前 言

闽赣两省深部构造研究工作以前做得很少，作者着重从区域重力场的特点和地壳厚度的变化来讨论深部构造。首先作以下几点说明：

1. 区域重力异常是通过数学方法——向上半空间解析延拓法，从布格重力异常分离出来的，它是反映地壳深部物质密度分佈状况，而这种分佈状况往往能用来直接说明深部构造轮廓。

2. 随着延拓高度的增加，所反映的不同深度块体分佈愈深。为了便于了解不同深度的构造特点，这次一共延拓了四个高度：十、十五、廿、廿五公里。

3. 布格重力异常资料来自国家测绘总局一九六七年绘制的1:100万的全国布格重力异常图其中的福州幅、香港幅及武汉幅的部分地区，即以北纬的 31° 至 23° ，东经 115° 至 120°

台湾海峡的重力资料来自中国科学技术情报研究所一九七二年十二月出版的“台湾的地震活动性及一些有关问题”一书中的附图，它和大陆沿海重叠部分的重力数据以国测局为准，并对台湾海峡进行系统校正。

4. 闽赣两省地壳厚度图是通过如下假设换算获得的：

将延拓高度为廿五公里的重力区域异常的变化近似认为是由地下一个密度分界面——莫霍面引起的。地壳的平均密度取为 2.84 克/立方厘米。上地幔取 3.27 克/立方厘米，则地壳与上地幔的密度差为 -0.43 克/立方厘米。

起标点定为江西永丰，其莫霍面的深度是通过一九七五年

九月江西永平地震爆破资料获得的，定为 38 公里

5. 关于分离重力异常和演释地壳厚度的方法请详见方法报告。

6. 考虑到单从区域重力场特征和由它所演释的地壳厚度来讨论深部构造轮廓显然是不够的，因此作者尽量力求结合地面地质和其它物探资料。

下面分几部分讨论：

1. 闽赣两省区域重力场的特征。
2. 闽赣两省深部构造主要轮廓。
3. 地震危险区的确定。
4. 结束语。

1. 区域重力场的特征

这次一共计算并绘制了延拓高度分别为十、十五、廿、廿五公里的1:3百万的区域重力异常图。随着延拓高度的增加，反映地壳密度分佈愈深，重力场的形态就愈简单。为了方便叙述，下面将以延拓高度十五公里的区域重力异常图作为重点解剖描述

在所讨论的闽赣地区范围内，可以把重力场概略划分为五个主要单元，由东南向西北相继成北东轴向分佈的有：东南沿海梯级带，浦城——永安负重力场，上饶——万安梯级带，和鄱阳湖正重力场。在南部即闽赣南部及广东省北部分佈有东西轴向的南岭负重力场。

除此之外，位于浙江南部的北东 \wedge 轴向的开化重力高，跨越安徽和浙江两省的东西轴向的绩溪重力低，位于安徽西南部的北东轴向的安庆重力高，湖北、江西西北部的修水——武宁负重力场以及它们之间的过渡形式，尽管不是讨论的范围，但它们和闽赣两省北部重力场有着紧密的联系，因此本文在叙述闽赣重力场的规律时，将会涉及到它们。

当我们站在武夷山顶往两旁俯视，就会发现对重力场所划分的各个单元和它们各自所在的地貌成反相——对应，走向一致。即浦城——永安负重力场对应戴云山和武夷山，鄱阳湖正重力场对应鄱阳湖平原，南岭山脉对应南岭负重力场，东南沿海对应东南沿海梯级带，武夷山北段西缘和蜈蚣山西缘对应上饶——万安梯级带。这种地貌和重力场的对应关系不是一种巧合，而是反映了该区重力场与地质构造尤其是与晚期的地质构造活动有着紧密的联系。

该区重力场的另一个特点是，在北部和中部各个单元的重力场总的轴向大都趋于北东向，而当往西南方向延伸时，由於受到来自东西轴向重力场的阻挡就逐渐地复合为北东 \wedge 轴向，最后汇

拢或收敛于南岭负重力场

下面对各个单元将逐一进行描述。

一、东南沿海梯级带

该带基本上沿着我国沿海成北东方向条状展布。南起广东的南沃和福建的龙岩，北至浙江的温州，贯穿整个福建沿海全长近六百公里。它东临台湾海峡，西和戴云山毗连，即以福安、闽清、永春、华安为西界。宽度约为 50 至 90 公里。整个条带以永泰、福清、平坛为界分为南北两段。北段轴向为 $N 32^{\circ} E$ 即北东向，梯度值为 0.46 毫伽/公里，其指向为 $S 58^{\circ} E$ ，宽度约为 50 至 60 公里。再往北即福安、罗源以东整个带条又有转向 NEE 趋势，而南段则轴向拐为 $N 46^{\circ} E$ 即北东向，梯度和宽度都比北段大，梯度值约为 0.5 毫伽/公里，宽度约为 80 至 90 公里。在南北两段之间拐弯的内侧即永泰附近重力线有突然向 $N 52^{\circ} W$ 方向扭曲，以负的 25 毫伽等值线最为显著，其扭曲幅度达 25 公里。而在南北两段之间拐弯的外侧，即兴化湾、福清、平坛岛附近重力线有向 NE 方向突然疏张，构成该梯级带梯度值突然变化的主要场所。

当南段往南延至南靖和南沃时，整个条带突然向西方向疏张，并归拢为南岭负重力场。在拐弯处重力线有统一受到南北方向的挤压，并在华安和漳州一带有 NNW 向扭曲，扭曲幅度和宽度将顺着九龙江由下游往上游方向逐渐加大，而轴向则以 NNW 向逐渐过渡到 SN 向。

比较延拓四个高度的重力图，这条带的梯度值、轴向、宽度等性质变化不大，这说明它基本上反映了地壳深部即莫霍面的挠曲产状，东部莫霍面浅，西部莫霍面深，由近海向内陆下倾。从地壳厚度图看，这个条带厚度的变化范围在 38.60 至 36.60 公里

二、浦城——永安负重力场。

该场几乎充填福建全省，北东轴向，东北部延至浙江龙泉一带，而西南则伸至江西的东南和广东的北部。东至戴云山朱练，西至武夷山和蜈蚣山。在重力场所处位置表现为东西分别为东南沿海梯级带和上饶——万安梯级带所环绕，而南面则汇合于南岭负重力场。

该场是闽赣两省地壳厚度最大地区，其厚度变化范围在 38.40 到 39 公里，平均厚度为 38.70 公里，该场内部分异明显，重力场的中心偏于南部，即永安、连城一带。根据它们特点又可分为三个次一级单元，由北至南分别为龙泉重力低、建瓯重力高、永安重力低。

(1) 永安重力低

位于该场的中南部，即在南平、将乐、沙县、尤溪一线以南，它是该场重力值负值最大的场所。其中心永安、连城附近重力值达负 40 毫伽，地壳厚度达 39 公里。从轴向看，这里反映了多种方向的重力场在不同的地质时期所留下的痕迹，即有北西向的，又有南北向的；既有北东向的，又有东西向的。而这几种重力场又互相穿插、叠合、复合致使重力线分佈非常复杂。

下面仍然从轴向来讨论这个重力场的特点。

(1) 广昌——大田北西向重力低

该场位于黎川——龙溪和宁都——寻平之间，西北部穿过上饶——乐安梯级带的崇江、东平一带，东南则顶到东南沿海梯级带的南平岛、晋江一线。

该重力场两端的北西向重力线分佈较为清楚，而它的中间由于受到后期南北向和北东向的穿插，而致使重力场不连续。

但从两端重力线分佈看，它们原先应连成一个整体。这在延拓高度为十公里的图上表现最为清楚。尤其是大田的负40毫伽的北西向局部异常可能是它的一个局部反映。当延拓高度达廿公里时，大田的局部异常虽然已经消失了，但北西向的轮廓仍然可见。

(2) 泰宁——龙岩南北向重力低

西以宁化、上杭为界，东至三明，漳平；北从建宁、将乐，南至永定以南。它是闽赣两省规模最大的南北向重力场，形迹清晰，只是在南部两侧被北东向重力场明显地向SSW和NEE方向拉伸。在它的中心部位即将乐、龙岩一线有点偏NNE轴向，这可能是受到后期北东向重力场的影响。这个南北向重力场对东南沿海梯级带的南部与南岭纬向重力场起着不可忽视的推挤作用。

随着延拓高度的增加，重力场的南北轴向仍然保留十分清晰，这里反映南北向密度异常体卷入地壳较深。

(3) 大田——安远北东向重力低

其轴向为 $N76^{\circ}E$ ，它实质上反映了东西向重力场和北东向重力场复合作用的结果。它是永安重力低的主体，轴长达500公里。这个轴向在西南端表现最为明显，即在会昌、武平、安远明显地把整个重力场向西南方向拉伸，最后完全收敛于南岭负重力场。

在延拓十公里的图上，这个重力场在大田附近并没有清楚地表现为NEE向，而主要是北西向，这显然是受到广昌——大田北西向重力场的影响。当延拓高度达25公里时，北东向的轮廓就显得不容置疑了。

(4) 广昌——于都北东向重力异常平缓区

范围北起南丰，南至赣州；东起石城、会昌，西至乐安、

兴国附近，它是永安重力低向上饶——万安梯级带过渡的地区，重力值变化平缓，地壳厚度平均约38.40公里，轴向北东向。在石城、长汀和宁都、瑞金附近负30毫伽和负25毫伽的等值线分别在这里向东方向拐弯，形成轴向北东向，说明北东向重力场在这里开始受到东西向重力场的复合。

(2) 建瓯重力高

位于光泽、政和一线以南、南平、将乐、沙县、尤溪一线以北，两侧分别以东南沿海梯级带和上饶——万安梯级带相接，从重力场的轴向把它划分为：

① 建瓯——南平南北向重力高

范围东起玉山，西至邵武，北起永安，南至沙县，北宽南窄，近呈梨状，轴向近南北，重力值最高达负21毫伽，北永安重力低最负值高19毫伽。地壳厚度最薄达38公里，平均厚度约38.20公里。它是浦城——永安重力场重力值最高，厚度最薄的场所。它和周围重力低相比，体现了明显的密度差异。说明该地区是由高密度组成的地块。在延拓十公里的图上，它的北部即邵武、建瓯附近，负30毫伽等值线有明显的北西方向延伸。

② 屏南——古田北东向重力低

北起政和，南至闽清，介于建瓯——南平重力高和东南沿海梯级带之间，呈北东向。重力值负值最大达负30毫伽，地壳厚度达38.70公里。

(3) 龙泉重力低

位于浙江南部及其福建交界地方，西起浦城，东至南雁山东缘，北起尤泉北，南至福建泰宁。西部和北部为上饶——万安梯级带所环绕，东部和东南沿海梯级带相连，南部和建瓯重力高的分界线近呈东西向。

整个重力场轴向近呈东西，重力值负值最大达负39毫伽。

平均厚度达 38.80 公里，最厚达 38.90 公里，仅次于永安负重力场。

从延拓十公里的重力图上，负 40 毫伽的等值线从走向分佈看，在寿宁、云和以西，走向是北西向的，而当延拓高度升至 25 公里时，则轴向基本上体现出东西向。

三、上饶——万安梯级带

位于武夷山北段和蜈蚣山西缘，分佈在浙江的遂昌，以西的上饶、金溪、乐安、万安一线，呈北东轴向。其南北两头都超出本图的讨论范围。南部估计从江西的万安往西南方向延伸一段，最后汇拢于南岭负重力场，北部估计从浙江的丽水往东延伸，最后与东南沿海梯级带合并。

这条梯级带的宽度总的来说比东南沿海梯级带窄，但无论从梯度值、轴向、宽度在不同的部位变化较大。在中间，即上饶、南城之间，宽度最窄，梯度值最大达 0.5 毫伽/公里，而南北两端，则梯级带往两侧疏张，宽度变大，梯度值明显减小。即上饶以东，重力线向东方向展开。而在乐安以南，则重力线向西南方向疏张，当伸至万安时，重力线有转向南西的趋势。

从轴向看，这条梯级带虽然总的呈北东向，但由于在不同部位受到原有不同轴向重力场的干扰、迁就、利用、复合，致使形成各自的特点，基本上可分为南、中、北三段。

北段在上饶以东，基本上是利用迁就了东西向重力场，而呈东西向。中段在上饶、乐安之间部分地利用，迁就东西向重力场而呈北东向。南段在乐安、万安之间则主要反映了北东向重力场而呈北东向。

在中段与北段之间，即在广丰附近以阶梯形式过渡。在阶梯拐弯处，重力线有明显地向北西方向扭曲，简称玉山扭曲。以等值线负 15 毫伽为例，其扭曲幅度达 65 公里，宽度达 45

公里，这里反映了有北西向的负密度异常体。

它的龙泉重力低其中的北西向密度体以前很可能是一个整体，后被上饶——万安梯级带所切断。

在中段与南段之间，即在崇江、宜黄、南丰也明显地呈阶梯形式接触，重力线在这里有明显地挠曲，形成这个阶梯的原因是在这里遭到广昌——大田北西向重力场的阻挡，使得这条梯级带的南段向北西方向推移了25公里，阶梯的拐弯处，即南城，南丰附近重力线有明显向南方向拉伸，估计这里存在有南北向的负密度异常体。

从地壳厚度图看，这条梯级带是闽赣两省地壳厚度变化最大的条带，由东南向西北往上挠曲，东南莫霍面深，西北莫霍面浅，厚度变化范围大约在38.40公里到37.40公里。

四、鄱阳湖正重力场。

范围东起乐平，西至永修，南起丰城，东乡，北至墨子。地表上包括整个鄱阳湖平原。轴向呈北 50° 东，最大重力值达正9毫伽，平均地壳厚度为37.60公里，最薄处36.80公里。

在重力场上，它的西面以紧密的重力条带和修水——武宁重力低相连，东部和东北部则以北西向的景德镇——德兴梯级带和积庆重力低，开化重力高相接，北部和安徽南面的安庆重力高毗连，南部直接为上饶——万安梯级带所围统。

该重力场本身异常线分佈较为简单，但与周围的接触关系较为复杂，尤其是东西两翼。

五、南岭负重力场。

位于闽赣两省南部，广东省北部，呈东西轴向。它向西还延至云南南部和广西北部，是闽赣地区两条重力梯级带和浦城——永安负重力场向南延伸的总屏障。这个重力场的影响范围实际上还向北延至 $26^{\circ}30'$ 左右。因此，对其它重力场单元的

南部均起了重要的控制作用。

在潮安、梅县附近，重力线有大范围的平缓的北西方向弯曲。这里似乎隐含着北西向的高密度体。从延拓十公里到十五公里的重力图上都有清楚的反映，该重力场的地壳平均厚度约为37.30公里。

根据以上所述，闽赣两省的重力场可以总结如下几个特征。

①从总的轮廓来看，闽赣两省重力场主要受北东向重力场的控制，其次是东西向重力场。东南沿海梯级带，浦城——永安负重力场，上饶——万安梯级带是北东向重力场的主体，南岭负重力场是东西向重力场的主体。

②北东向重力场大约在北纬 $26^{\circ}30'$ 左右以南统一受到南岭负重力场的影响，开始整个轴向被复合为北东 \wedge 向，最后汇拢于南岭负重力场，轴向开始由北东向转为北东 \wedge 向的具体位置是上饶——万安梯级带的万安附近，浦城——永安负重力场的大田——安远重力低，东南沿海梯级带的南段。

③北东向重力场由西往东轴向有由北东 \wedge 转向北 \wedge 东趋势，首先从鄱阳湖正重力场的 $N50^{\circ}E$ ，往东依次是上饶——万安梯级带的 $N48^{\circ}E$ ，浦城——永安负重力场的 $N35^{\circ}E$ ，东南沿海梯级带北段的 $N32^{\circ}E$ ，这种变化的趋势可以追踪到台湾岛的近南北向负重力场。

④在主要重力场单元里发育有多种轴向的次一级重力场，它们之间的关系往往是以穿插复合迁就为主，而以联合为辅。

北西向重力场主要分布的位置是，由南至北有梅县——南澳重力高，广昌——大田重力低，建阳——建瓯重力高，以及被上饶——万安梯级带所切断的玉山——龙泉重力低。它的普遍特点是由于被后期形成的重力场切割破坏较厉害而显得零星，轮廓不是很清晰，在延拓高度为十公里的重力图上表现较为清

楚，且具有近等间隔排列。随着延拓高度的增加，消失较快，以至于在延拓高度为廿五公里的重力图上，其形态就模糊不清了。

南北向重力场主要分佈在泰宁——龙岩重力低和建阳——南平重力高，在福建省内佔据了很大的面积。在延拓高度为廿五公里的重力图上，形态仍然十分清楚。说明南北向密度异常体潜入地壳很深。

东西向重力场除了南岭负重力场外，在北面则表现比较局部、零星，如龙泉重力低，开化——浦江重力高，绩溪重力低。

从它们相互接触关系，可以粗略判断形成这些不同轴向的密度异常体的时间顺序可能是最早为东西向和北南向，其次是南北向，最晚可能是北东向。

2. 闽赣两省深部构造主要轮廓

闽赣两省起主导作用的北东向重力场和东西向重力场直接反映了北东向构造和东西向构造。这两大构造体系规模最大，潜入地壳最深，是组成两省深部构造的主要骨架。

下面仍然以轴向分别讨论。

(一) 北东向构造：

在重力场上，上饶——万安梯级带和东南沿海梯级带实质上是反映了两条深部的巨大断裂带。这两条断裂带以及它们所包拢的浦城——永安隆起带是北东向构造的主体。

上饶——万安断裂带长期以来东南为下降盘，而西北为上升盘。断层的倾角比较陡，落差大，且在不同的地质时期，其活动具有一定的继承性。正是这些特点才能构成这条断裂带在重力场上具有明显的梯级带和较大的梯度。在闽赣两省构造

体系图中，这条断裂带既不明显，位置也不准确，这是由它较近地质时期活动性明显地减弱，并在其上断断续续地复盖了新生代的沉积，使得它的形迹时隐时伏。

东南沿海断裂带在地面上留下了清晰的痕迹，它是由几条同性质的断层组成的，东南盘上升，西北盘下降，具有明显的继承性。在重力图上表现为一条很长的、较宽的、稳定的清晰条带。根据地面地质资料，这条断裂带应包括长乐——诏安新华夏系断裂和福安——南靖新华夏系断裂，这条断裂带一直到较近地质时期还在强烈的活动。

浦城——永安重力场在地质构造位置上应位于我国东部新华夏系第二隆起折带的东南部分，从重力场的特征看，它的形成发育应直接受到上饶——万安断裂带和东南沿海断裂带的控制。至少是从古生代起到中生代，这里除了个别地区外一直是沉降而接受沉积。因此广泛发育有古生代、中生代地层，尤其以永安、连城附近，沉积地层最全，厚度达8千米。

在两条断裂带的外侧从古生代起到中生代则一直处于隆起剥蚀状态，使得在鄱阳湖平原缺失了古生代和绝大部分中生代沉积，台湾海峡虽然尚未资料证实，但从重力场所反映的数值来看，它比鄱阳湖平原的重力值高，地壳厚度薄。因此可以推断它可能也缺失古生代和中生代的沉积。但目前也有人认为它可能是海洋型的地壳，重力场所反映的特征不排除这种看法。

由上述分析，可以认为，闽赣两省的北东向构造骨架在前震旦系就开始形成，而发育、活跃的时间主要在古生代和中生代。在这段时期内，由万安——上饶断裂带和东南沿海断裂带所控制的浦城——永安隆起区是下降而接受沉积，而其两侧的鄱阳湖平原和台湾海峡大陆架则处于相对隆起剥蚀。只是在燕

山运动以后，浦城——永安隆起区才发生了大规模的隆起，形成现在的戴云山和武夷山。而它的两侧则下降成岳阳湖平地和东南沿海大陆架，接受新生代的沉积。

政和——海丰断裂、河源——邵武断裂是发育在浦城——永安隆起带上的次一级的北东向构造。它无论是从规模上还是影响上远不能和东南沿海断裂带和上饶——万年断裂带相提并论。它们在延拓的重力图上表现不太清楚。

政和——海丰断裂在重力图上表现为浦城——永安负重力场里次一级异常的分界线。在北部清楚，即在政和与尤溪一段表现为建瓯——南平重力高和屏南——古田重力低的密度分界线。北东向的屏南——古田向斜构造显然受到这条断裂的控制，但南部，即尤溪——莘平一段则重力场反映不清。从地面地质看，这条断裂留下了清晰的痕迹，它是控制燕山期火山岩分布的明显分界线。

邵武——河源断裂尽管在地表留下了清晰的痕迹，断距大破碎带宽，较近地质时期仍有强烈活动，但在延拓的重力图上反映不明显，只是在布格重力异常图上表现为断裂的东西两侧异常线分带有明显的差异，即东部异常线分带简单，平缓，而西部则小异常体明显繁多。

综合上述，造成这两条断裂在重力场上反映不清的原因是他们形成的时间比较晚，可能是在加里东运动末期，这样断层两边的密度差异积累时间较短，而且这种密度差异主要表现在浅层的缘故。

北东向构造，根据它们形成的时间和轴向，地质力学又把它划分为华夏系（包括华夏式构造）构造和新华夏系构造。重力场则主要从轴向上补充说明它们的分带规律。

①在地面上明显地表现为北东向的新华夏系构造（如东南

沿海断裂带)和它在重力场所反映的轴向角度不大一致,总是略为往北东向偏转,这里说明了新华夏系构造一般来说是在北东向的华夏系构造基础上发育起来的。

②由西往东,北东向重力场的轴向由北东东转向北东来的趋势,说明新华夏系构造往东渐增强。

③在闽赣两省南部,即北纬 $26^{\circ}30'$ 以南,北东向重力场多表现为北东向,这里说明华夏系构造,新华夏系构造与南岭纬向构造,既有复合作用又有联合作用的结果。

(2) 东西向构造,

主要表现在闽赣两省南部,即南岭纬向构造向东延伸到该区的位置。从重力线轴向的变化可以判断它的作用范围可能是在北纬 $26^{\circ}30'$ 以南,它明显地表现几个特点:

①由北往南,南岭纬向构造逐渐加强,在重力场上主要表现为由北往南,轴向从北东向逐渐过渡到东西向

②它与北东向构造的关系是既有复合关系,又有联合关系,其中以北东向的大田——安远向斜构造为代表。这里的永安——连城附近的沉降中心实质上是受这两大构造体系共同控制的。

③近期活动性强。表现在东西向的断裂近期仍有强烈的活动,受其控制的温泉有百分之九十分布在该地区。从人造卫星拍摄的地质照片来看,东西向构造,断裂在该区的分布是一目了然、清晰可见,就其规模大小来看仅次于北东向的构造。

此外在北部即龙泉、积庆,开化也有分布东西向构造,但它们与南部相比,分布是局部的,近期的活动性差。与北东向构造的关系可能主要表现为复合关系

(3) 南北向构造,

主要分布在福建省境内,在重力场上表现为泰宁——龙岩南北向重力低和建瓯——南平南北向重力高。泰宁——龙岩南