

## 利用区域重力数据处理分析湖北省深部地质构造

曹绪宏 陈耀坤 张益民 徐柏安

(中南冶金地质研究所)



利用本所和冶金部自动化所合编的物探数据处理系统(GP DPS),对湖北省及其邻区1:50万重力资料进行了处理,并结合地质、航磁、卫片和深地震测深结果,分析了湖北省区域重力场的基本特征、莫霍面深度变化轮廓和结晶基底形态,归纳出确定岩

石圈断裂的标志,划分了7条岩石圈断裂和18条基底断裂。在此基础上,总结出深部构造与矿产分布的一些规律,提出了寻找金属矿产的远景区。

### 区域重力场的基本特征

上延32公里的布伽重力异常图(图1),清晰地反映了结晶基底以下深源重力场的特征。本文

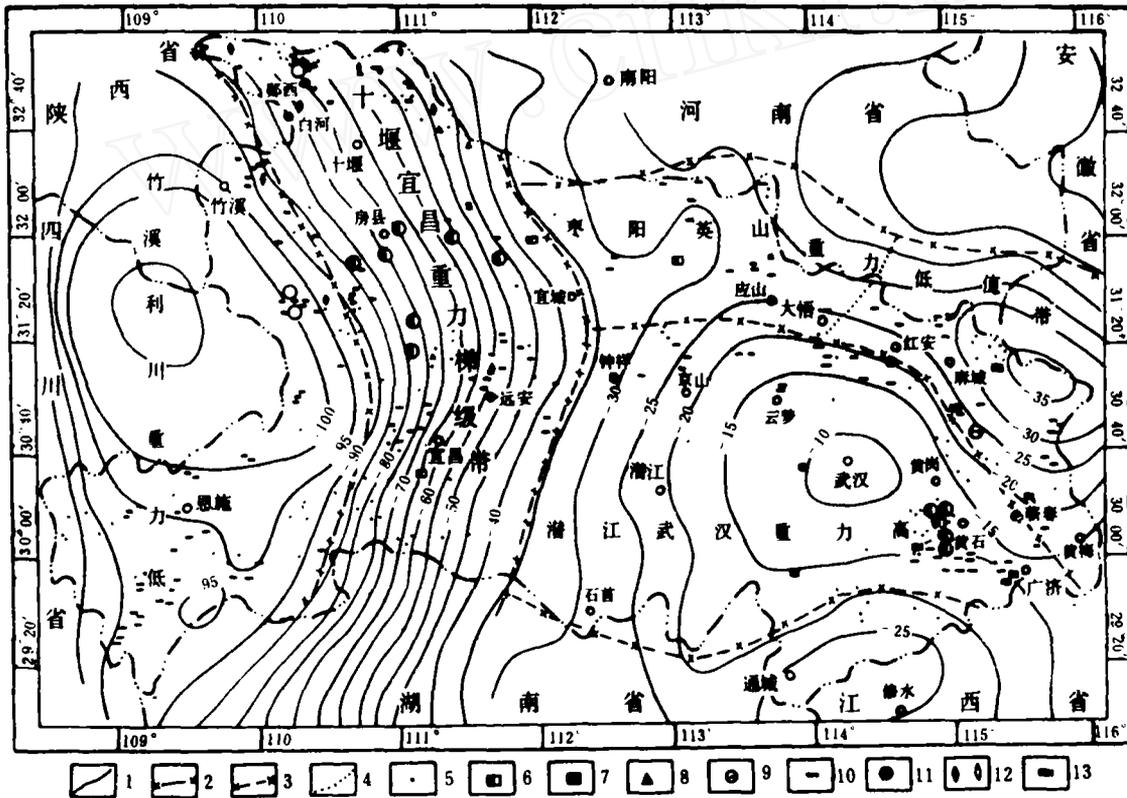


图1 湖北省区域布伽重力异常图

1—重力异常等值线(毫伽); 2—一级异常界线; 3—二级异常界线; 4—三级异常界线; 矿床和矿点: 5—铁; 6—锰; 7—铬; 8—金; 9—铁铜; 10—铜; 11—铅锌; 12—铋、汞; 13—铜钼

采用该图分析了湖北省区域重力场的基本特征。这些特征是：十堰—宜昌重力异常梯级带把全省分成东西重力异常迥然不同的两部分。东部重力场变化较大，变化范围在-10~-35毫伽，从南往北有通城—修水重力低，潜江—武汉重力高和枣阳—英山重力低值带，呈近东西向展布。西部重力场变化平缓而单调，主要表现为竹溪—利川近南北向的重力低值异常带。而十堰—宜昌重力梯级带由南向北贯穿鄂西，呈弧形向东突出，等值线均匀扭曲，形态规则，约占全省面积的四

分之一。

### 莫霍面深度变化特征

地壳及上地幔是由不同密度的物质层组成，它们具有不同的弹性波速度。因而可以利用重力和地震测量来研究地壳的结构。

把地壳看作一个均匀的层状模型，从此概念出发，按密度差异，湖北省地壳及上地幔自上而下大致可分为新生界疏松覆盖层、沉积岩层、花岗岩层、玄武岩层和上地幔表层（图2）。

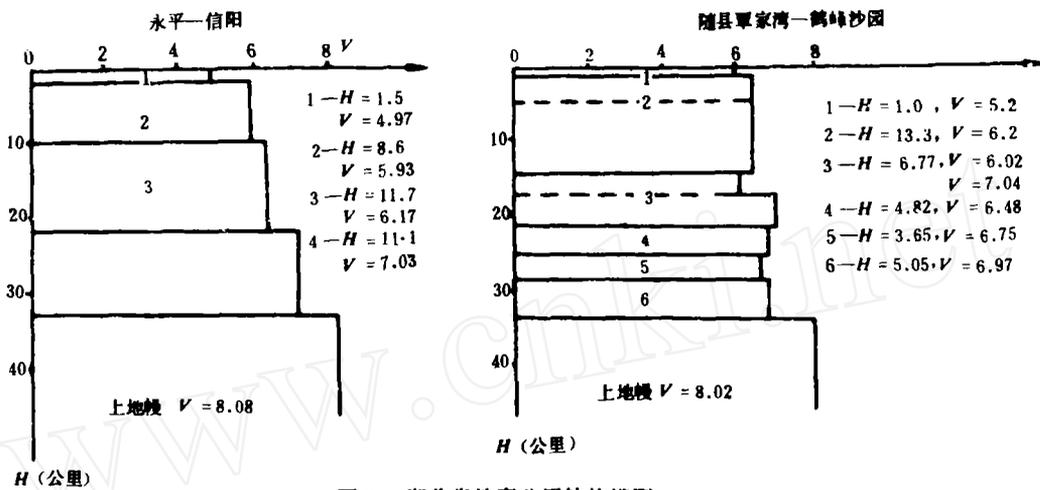


图2 湖北省地壳分层结构模型

实验证明，沉积岩层与结晶壳（包括花岗岩层与玄武岩层）之间的界面，以及地壳与上地幔之间的界面（即莫霍面），在地震和重力测量结果中均有明显的反映。

区域重力异常主要是由莫霍面的起伏引起，这已经在理论和实践中得到证实。基于地壳均衡理论中的“爱黎假说”，区域布伽重力异常与莫霍面的埋深之间在小区范围内存在一种线性相关关

系。这种线性关系为：

$$H_m = A + B\Delta g \quad (1)$$

式中， $H_m$ 为莫霍面深度（公里）； $\Delta g$ 为对应点的区域布伽重力异常值（毫伽）； $A$ 和 $B$ 是常系数。

利用  $n$  个地震测定的莫霍面深度值  $H_m$  和相应点的区域布伽重力异常值  $\Delta g$ ，应用最小二乘法可确定常系数  $A$  和  $B$ ，

$$B = \frac{n \sum H_m \Delta g - \sum H_m \sum \Delta g}{n \sum \Delta g^2 - (\sum \Delta g)^2}, \quad A = \frac{\sum H_m - B \sum \Delta g}{n} \quad (2)$$

利用（2）式对随县贾家湾至鹤峰沙园剖面的深地震测深计算的51个莫霍面深度值，和相应点的区域布伽重力异常值进行计算，获得了湖北省莫霍面深度计算公式：

$$H_m = 25.05 - 0.1877\Delta g \quad (3)$$

利用（3）式计算并编制了湖北省莫霍面深度图（图3）。

从图3可以看出，湖北省莫霍面的基本轮廓是：（1）自东向西，以台阶形式逐渐加深，襄沙黄幔隆区可视为上级台阶，通过十堰—宜昌幔陡坡带，降到竹溪—咸丰幔拗区下级台阶；（2）从南到北，湖北省东部以拗、隆、拗顺序排列，即幕阜山幔陷，潜江幔坡带和武汉幔隆，桐柏幔陷、大悟幔槽和大别山幔陷。

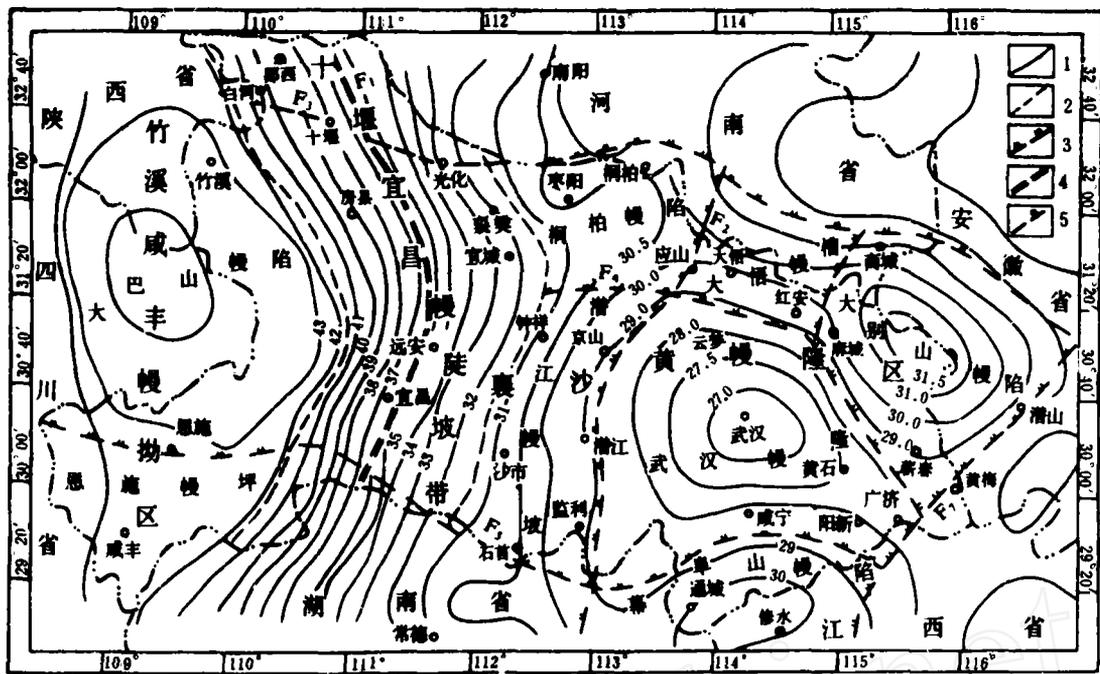


图3 湖北省莫霍面深度及构造分区图

1—莫霍面等深线(公里); 2—一级构造分界线; 3—二级构造分界线; 4—岩石圈断裂带; 5—岩石圈断裂

### 岩石圈断裂的分析

根据地球内部分层模型,我们把切穿上地幔而未进入软流层的断裂称为岩石圈断裂,切穿上地幔又进入软流层的断裂称为超岩石圈断裂;切穿硅铝层或切穿硅镁层的断裂称为壳断裂;切穿下元古—太古界的断裂称为基底断裂;切穿沉积岩层的断裂称为盖层断裂。

#### (一) 判别岩石圈断裂的标志

##### 1. 图中莫霍面深度的判别标志

(1) 地幔坡度带 等深线在图中平行排列,呈线性或断续延伸,是上地幔上升区和下降区的过渡带,一般就是断裂所在的位置。

(2) 幔脊与幔槽的过渡带 指地幔脊状隆起与地幔槽状凹陷相交的边界,这两种不同地幔构造带的线性过渡带通常是断裂的反映。

(3) 幔隆与幔陷的线性转换带 指长轴状幔隆与幔陷近于平行的线性接触转换带,它往往是断裂存在的显示。

(4) 幔坡带局部扭曲 指地幔坡度带的等深线发生局部同形扭曲,这往往是幔坡带在受到

另一角度方向的应力和断裂的影响发生形变所引起,是确定另一条断裂或断裂带的标志。

(5) 地幔等深线收敛 指幔隆或幔陷等深线向同一方向呈锐角收敛,往往是两条岩石圈断裂的相交部位。

(6) 幔槽延伸方向与幔陷的接触带。

(7) 幔隆与幔坡带的线性过渡带。

##### 2. 区域布伽重力异常图上的判别标志

(1) 线性梯度带,(2) 重力高与重力低之间的线性过渡带,(3) 狭长异常带,(4) 异常突然错动的界线,(5) 异常等值线规律性弯曲,(6) 异常宽度突变带,(7) 等值线疏密突变带,(8) 两侧异常特别明显不同的分界线。

区域航磁图、地质图、卫片以及地震震中分布图的标志,也可用来判别岩石圈断裂。

判别岩石圈、超岩石圈断裂的标志很多,有的断裂用一条或数条标志即可准确判定,但并不是每一条断裂都具有以上全部标志。

#### (二) 湖北省内的岩石圈断裂

根据上述判别标志,推断出有下述7条岩石圈断裂(图3)。

### 1. 白河—光化岩石圈断裂

沿白河、光化方向延伸，推断的依据是：位于十堰—宜昌幔陡坡带中的局部扭曲部位，也是在十堰—宜昌重力梯级带的同形弯曲位置，卫片上显示一条具舒缓波状、色调分明的北西向断裂构造，两侧有大量基性和超基性岩体分布。

### 2. 宣城—广济岩石圈断裂

沿宣城、大悟、红安、广济分布，长达380公里，位于武汉幔隆与桐柏幔陷、大悟幔槽和大别山幔陷的线性转换带上，在潜江—武汉重力高与枣阳—英山重力低值带的线性过渡带中。在区域航磁图上表现为磁力高与磁力低的分界线，该断裂在卫片中线性影象直观能见。沿断裂两侧，岩浆活动强烈，有基性超基性岩产出。该断裂可作为南北深部不同地质、构造的分界线。

地质上确定的襄樊—广济断裂是经过宣城、云梦、黄石到广济，而我们推断的要北移20~60公里。这是因为我们推断的是深部断裂，地质上确定的是浅部断裂，所以，我们认为襄樊广济断裂断面的主要部分向北北东或北东向倾斜。

### 3. 恩施—阳新岩石圈断裂

该断裂始于建南，经恩施，石首直至阳新，近东西走向，长约600公里。推断的依据是：西段为恩施幔坪与大巴山幔陷的分界；在与十堰—宜昌幔陡坡带的相交处，等深线突然向北西方向扭曲，且坡度变陡；中段为潜江幔坡带的延伸方向与常德幔隆的接触带；东段是武汉幔隆与幕阜山幔陷的线性转换带中，东段是地质构造单元的分界线，北为江汉平原，南为幕阜山区，出露元古界浅变质岩系；在石首、幕阜山区和阳新，有中酸性岩、玄武岩带出露。东段有丰富的铁、铜、金、钨等内生金属矿产。

### 4. 十堰—宜昌岩石圈断裂带

断裂带从郧西起，经十堰、保康、远安、宜昌，直至长阳，是一条长380公里、走向近南北的弧形断裂带。推断的依据是：它处于十堰—宜昌地幔陡坡带、重力梯级带的位置，是我国大兴安岭—太行山—武陵山岩石圈断裂带南部的一段。从航磁化极并上延40公里的异常图中看出，该带处在东西两种不同特征磁场区的分界线上。

宜昌以南地段，卫片影象清晰。两郧、均县、武当山和黄陵背斜等地区，岩浆活动强烈。基性超基性岩体沿带分布。铁、铜、金、铅、锌等30多个内生矿床和矿点分布其中。

### 5. 应山—监利岩石圈断裂

断裂长290公里，走向北北东，推断的依据是：北段为大悟幔槽延伸方向与桐柏幔陷的接触带；南段为武汉幔隆与潜江幔坡带的线性过渡带。在重力、航磁、卫片图上也有显示。在北段有基性岩出露，南段监利一带有花岗岩出露，京山一带有金伯利岩体分布。

### 6. 麻城—商城岩石圈断裂

沿麻城、商城分布着一条北北东向的岩石圈断裂。它处于大悟幔槽延伸方向与大别山幔陷的接触带，沿线两侧有基性超基性岩出露，卫片有显示，且分布有许多铁、铜等内生金属矿点。

### 7. 广济—潜山岩石圈断裂

呈北东向分布于广济、黄梅、潜山一带，为大别山幔陷与望江幔隆的线性转换带。有许多内生金属矿床矿点沿线产出，它也是郟城—庐江断裂带南延的一段。

## 结晶基底及基底断裂

重力法所研究的结晶基底是指下元古界前震旦系—太古界的结晶变质岩系。根据对《中南地区区域地层表》的统计，我们认为湖北省结晶基底深度变化范围为0~20公里，一般为10公里。这与湖北省地质局物探队计算的磁性基底埋深在0~14公里之间的结论相差不大。

布伽重力异常上延32公里的二导异常，主要突出了8~16公里处结晶基底的特征。一般来说，异常的升高反映了结晶基底的上升隆起，异常的降低反映了结晶基底的下降拗陷，异常的零值线大致可定为结晶基底的起伏界线。结晶基底区域性升高区和下降区的交界一般都是基底断裂的显示。据此，我们把湖北省结晶基底划分为3个升降带，7个升降区和41个局部隆拗（图4）。

## 深部构造与矿产的关系

### （一）区域重力异常、地幔形态及岩石圈断

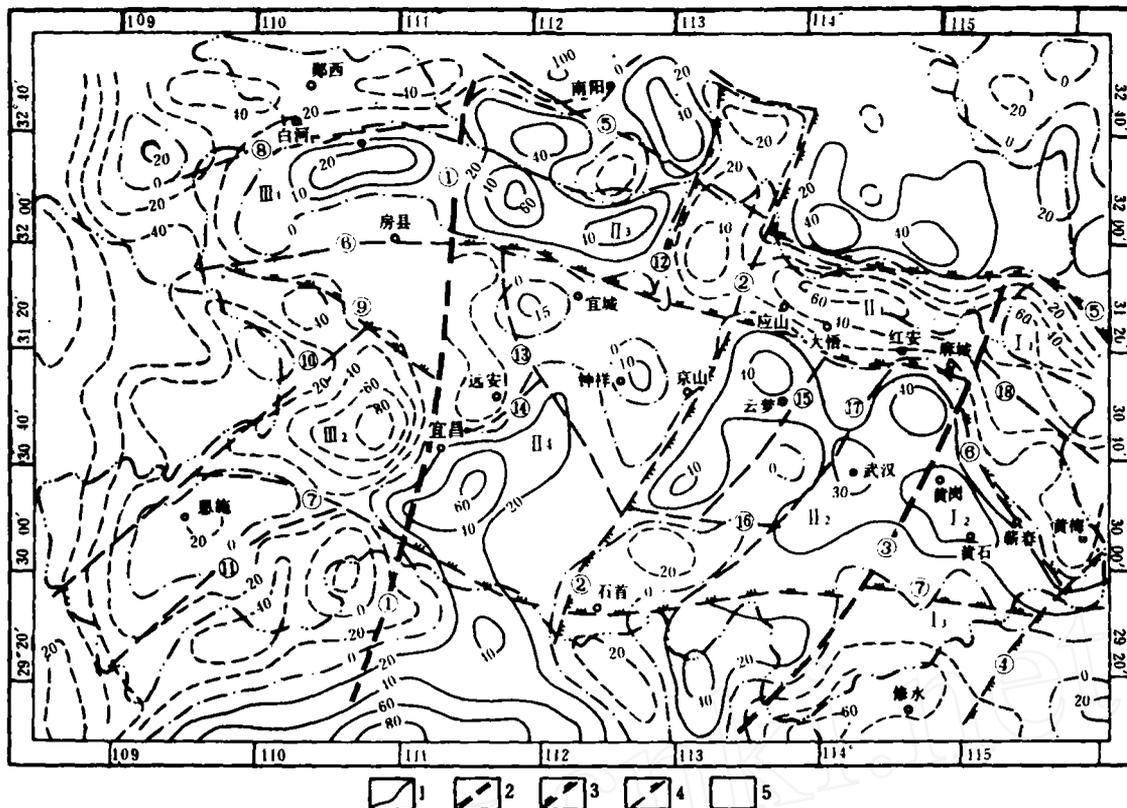


图4 湖北省布伽重力异常上延32公里的、二级异常图及结晶基底构造分区图

1—重力异常等值线(单位 $2 \times 10^{11}$  C.G.S.); 2—一级构造分界线; 3—二级构造分界线; 4—基底断裂; 5—升降区编号: 东部下降带: I—商城—黄梅下降区; I<sub>1</sub>—黄冈—阳新上升区; I<sub>2</sub>—通山—修水下降区; 中部隆起带: II—唐镇—宣化下降区; II<sub>1</sub>—潜江—武昌—花园上升区; II<sub>2</sub>—邓县—枣阳上升区; II<sub>3</sub>—宜城—江陵—石门上升区; 西部下降带: III—鄖西—房县上升区; III<sub>1</sub>—兴山—咸丰下降区

### 裂与矿产的关系

湖北省内生的铁、铜、铅、锌、铂、金、银、铬及伴生的钨、钴、镓、铼、钼、硒、碲、硫等矿床和矿点, 绝大多数都产在岩石圈断裂两侧; 各种类型的侵入岩和火山岩体也同样散布在岩石圈断裂近旁。这说明切穿地幔的岩石圈断裂, 是岩浆和矿液的良好通道, 而莫霍面深度图和区域布伽重力异常图又是反映岩石圈断裂的直观图件, 所以, 重力异常、莫霍面深度变化与内生金属矿床(点)的分布必然存在着规律, 找出这种规律, 用来指导成矿预测, 是当前扩大物探应用范围的一种新尝试。分析湖北省重力异常、莫霍面深度变化及内生金属矿床(点)的分布(图1、图3), 可以看出如下明显的关系:

1. 铁、铜、金、铬、金刚石及某些有色金属

沿着布伽重力梯级带、地幔陡坡带和岩石圈断裂带分布。例如十堰—宜昌布伽重力梯级带(也是地幔陡坡带和岩石圈断裂带)上, 分布着大中小铁矿17个, 铜矿14个, 伴生镍钴的铬矿1个。在该带向北延的太行山重力梯级带上, 分布有26个大中型铁矿。贵州马坪和河南鹤壁的原生金刚石矿也分布在十堰—宜昌梯级带南北延伸的部位上。

2. 岩石圈断裂的交叉复合部位, 是铁、铜及其他金属矿产富集的地方。如我国著名的铁铜矿产基地之一, 就在宜城—广济、恩施—阳新和广济—潜山岩石圈断裂交叉复合的鄂东南地区。

3. 区域布伽重力高与重力低的线性过渡带, 和幔隆与幔陷(或幔槽)的线性转换带及其附近, 往往是铁铜等金属矿的产出部位。例如在潜江—

武汉重力高与英山重力低的线性过渡带,即武汉幔隆与大别山幔陷的线性转换带上,分布有20多个铁、铜等金属矿床和矿点

1.区域重力低值区和幔陷区,岩浆活动强烈,矿产也比较集中。如英山重力低,即大别山幔陷区,铁、铜、铅、锌、铬等金属矿床(点)遍布全区,仅在湖北省境内就有10多个

5.莫霍面隆起区及其边界附近,往往分布多种矿产。如武汉幔隆及其边界附近,盛产石油(潜江)、岩盐(应城)、煤(黄石)和占全省四分之一的铁、铜、锰等金属矿床(点)

### (二) 结晶基底形态、断裂与矿产的关系

结晶基底一方面继承了莫霍面、康纳德面的形态,另一方面又有自己的特点,进而影响沉积盖层的分布。同样,基底断裂有些是岩石圈断裂所派生,同时也控制着地表断裂的分布。结晶基底和基底断裂对岩浆和矿液的运移、富集和储存,有直接关系和明显的规律:

1.基底下降带中的上升区,是铁、铜、金等矿产富集的地方。如东部下降带中的黄冈—阳新上升区,是我国铁铜矿产基地之一;西部下降带中的郧西—房县上升区,分布着铁铜等矿床(点)约44个。

2.基底下降区,铁铜等金属矿产分布比较集中。如商城—黄梅下降区、通城—修水下降区、唐镇—宣化下降区。

3.基底上升区与下降区分界处的基底断裂附近,往往分布有许多铁、铜等金属矿床(点)。如唐镇—宣化下降区与邓县—枣阳上升区分界处的泌阳—清潭断裂附近,有5个小型铜矿。

### (三) 找矿方向

划分成矿远景区,进行成矿预测,是较有意义的综合基础地质理论研究工作。我们这次仅利

用小比例尺的区域重力资料,探讨了莫霍面的起伏,基岩形态及深部地质构造,并结合已知矿床(点)的分布规律,概略地预测一些找矿区域:

1.鄂西北成矿区是寻找Cu、Au、V、Fe、Ag、Hg、Pb、Zn、Sb、Mo、Ni等矿产的有利地区。

2.鄂东南成矿区是寻找Fe、Cu、Au、Mn、W、Ag、Pb、Zn、Mo等矿产的有利地区。

3.大别山地区成矿区是寻找Fe、Cu、Au、稀土、Cr、Pb、Zn等矿产的有利地区。

4.枣阳—红安成矿区是寻找Cu、Au、稀土、Mn、Pb、Zn、Ni、Cr、Mo等矿产的有利地区。

5.通城—通山成矿区,应注意Fe、V、Au、Sb、Hg、Pb等矿产的找矿工作。

6.黄陵背斜成矿区是寻找Cu、Au、Cr、Pb、Zn、Ni、Co、Fe等矿产的有利地区。

7.神农架成矿区是寻找Cu、Pb、Sb、Fe等金属矿的有利地区。

8.石首—监利成矿区,应注意寻找Cu、Fe。

9.岩石圈断裂带及岩石圈断裂的交叉结点,是寻找金刚石的有利部位。预测湖北省寻找金刚石的有利地区是:十堰—郧县、宜城—钟祥、大悟—京山、红安—麻城、圻春—阳新、石首—监利等地。

对区域重力数据进行处理,用以分析湖北省深部地质构造,探讨深部构造与矿产的关系,进行成矿预测,只是初次尝试,还缺乏经验,不当之处,恳请指正。

### 参 考 文 献

- [1] 王懋基等:物探与化探,1981,第1期
- [2] 郭常政等:地质与勘探,1983,第7期
- [3] 陈耀坤等:地质与勘探,1985,第6期