

用重力异常资料研究山西地震震中的分布规律及特点

山西地堑由于其特殊的地理位置及构造运动的特点,成为我国一条重要的地震活动带,因而,引起了国内外地质学家的注目。本文基于此点,利用最新的重力测量资料,反演计算了山西地区莫霍面形态特征,试图揭示山西地区深部构造与地震震中分布的关系。

1. 方法及原理

在三维空间里,任一起伏的均质密度界面产生的重力异常为^[1]

$$\Delta g_i(\vec{r}_0) = F^{-1} \left[2\pi G e^{-|\vec{K}|Z_0} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{|\vec{K}|^{n+1}}{n!} F[\Delta \rho h^n(\vec{r})] \right] \quad (1)$$

式中 G 为万有引力常数; $\Delta g_i(\vec{r}_0)$ 为第 i 个密度界面产生的重力异常; $\Delta \rho$ 为界面密度差; $h(\vec{r})$ 为界面深度值; F 、 F^{-1} 分别为付氏正、反变换; $\vec{r}_0$ 为从坐标原点到观测点的位置矢量; $\vec{r}$ 为从坐标原点到场源的位置矢量; K 为二维波数场。

莫霍面以上的 N 个任意起伏的密度界面产生的重力异常为

$$\Delta g^*(\vec{r}_0) = \sum_{i=1}^N \Delta g_i(\vec{r}_0) \quad (2)$$

如果从观测重力异常 $\Delta g(\vec{r}_0)$ 中消除 $\Delta g^*(\vec{r}_0)$, 则得到剩余异常。并且,一般认为该剩余异常主要是由莫霍面变化产生的。莫霍面深度的反演迭代公式为

$$h_{i+1}(\vec{r}) = F^{-1} \left[\frac{F[\Delta g(\vec{r}_0)]}{2\pi G \Delta \rho} e^{|\vec{K}|Z_0} - \sum_{n=2}^{\infty} \frac{|\vec{K}|^{n+1}}{n!} F[h_i^n(\vec{r})] \right] \quad (3)$$

式中 $\Delta \rho$ 为莫霍面密度差,其值为 0.53g/cm^3 ; $h_{i+1}(\vec{r})$ 、 $h_i(\vec{r})$ 分别为第 $i+1$ 次、第 i 次迭代的界面深度值; Z_0 为莫霍面平均深度,取为 40km 。

将迭代出的 $h_{i+1}(\vec{r})$ 值,代入(1)式得到 $\Delta g_M(\vec{r}_0)$ 。如果 $\Delta g_M(\vec{r}_0)$ 与 $\Delta g(\vec{r}_0)$ 拟合均方差小于一个预先给定的控制收敛精度的参数,则输出界面深度值为 $h_{i+1}(\vec{r})$,否则,继续迭代。

在计算中重力异常数值 $\Delta g(\vec{r}_0)$ 取自山西省地矿局物探队1988年编制的布伽重力异常图(图1)。所用密度资料是在收集了前人资料和山西物探队实测资料基础上,由笔者经过统计、分析研究得到的。山西地区第四系地层岩性主要为粘土、亚粘土、松散堆积物,其密度为 2.10g/cm^3 ; 第三系地层岩性主要为泥质岩、砂砾岩和粘土,密度为 2.35g/cm^3 ; 上古生代地层(石炭系、二迭系)岩性主要为砂质岩和煤系地层,密度为 2.60g/cm^3 ; 奥陶系地层的岩性主要为灰岩,密度为 2.72g/cm^3 ; 前震旦变质岩系地层的密度为 2.72g/cm^3 。

在反演之前,从观测值 $\Delta g(\vec{r}_0)$ 中消除第四系、第三系和上古生界3个密度界面的影响。然后,用剩余异常反演出莫霍面形态(图2)。

2. 山西地区地震分布的规律及特点

山西地堑由大同、忻定、太原、临汾和运城5个断陷盆地组成。地堑西侧从北向南有洪涛山、云中山、吕梁山和龙门山;东侧有恒山、五台山、系舟山、太岳山和中条山。山西历

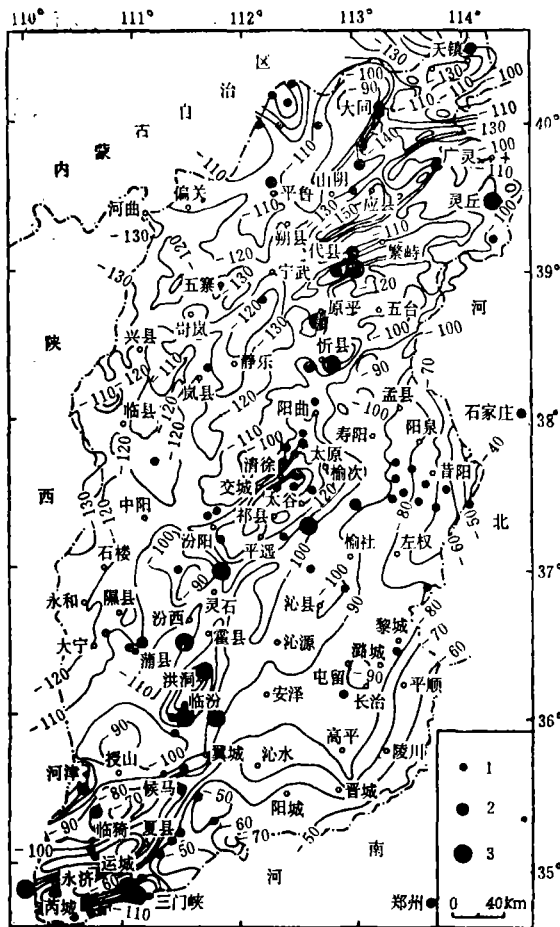


图1 山西省布伽重力异常平面图

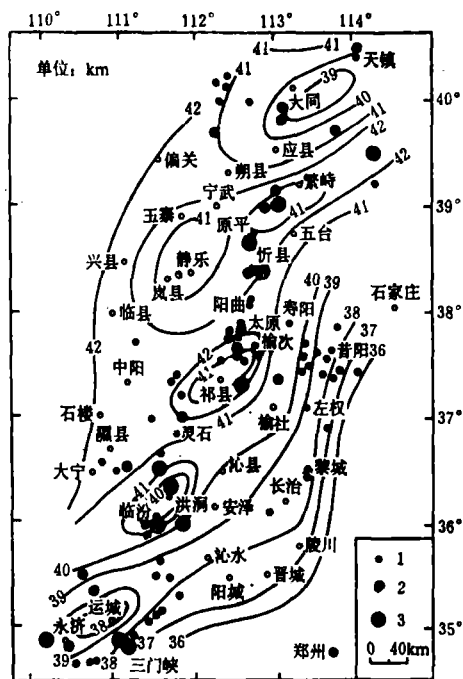
1. $M \leq 6.0$ 2. $M = 6-6.9$ 3. $M \geq 7$ 

图2 山西莫霍面深度图

1. $M \leq 6.0$ 2. $M = 6-6.9$ 3. $M \geq 7.0$

史上所发生的大地震震中几乎都集中在地堑的5个盆地内¹⁾。

山西地区的重力异常(图1)总体上显示为一个从东南部重力高(-50 mgL)向西北部重力低(-130 mgL)过渡的梯级带。

叠加到这个梯级带上的重力异常显示出该地区的次一级构造。其中一条最明显的总体走向为北北东的重力梯级带,显示出地堑断陷盆地的分布。

南端的运城盆地走向北东东,盆地沉积中心重力值最低为 -110 mgL 。盆地内中条山南北两侧为重力梯级带,7级以上大地震震中和一些中、小地震震中都分布在这两条重力梯级带上。

临汾盆地走向北北东。盆地沉积中心的重力值为 -140 mgL 。历史上的几次7级以上大地震震中及一些小地震震中都分布在盆地两侧重力梯级带上。

太原盆地走向北东向,沉积中心重力值达 -150 mgL 。盆地两侧为梯级带。清徐至汾阳重力梯级带较陡,历史上发生的7级以上的大地震震中及中、小地震震中大部份分布在这条带上。

忻定盆地沉积中心重力值为 -130 mgL ,盆地两侧为重力梯级带,最大值为 -110 mgL ,呈北东走向。历史上几次7级大地震震中都分布在盆地边缘。

大同盆地走向北东。盆地沉积较厚的地方有朔县、应县及大同。大同沉积中心重力值为

1) 山西地质科学研究所, 山西省构造体系与地震分布规律图说明书, PP18-24, 1979。

-140mgL。其左侧的重力梯级带最大值为-90mgL,历史上的几次大地震震中都分布在该带上。

除了上述5个盆地外,昔阳、灵丘、浦县等地也有一些地震分布,其特点是它们都分布在重力梯级带上,说明地震的发生与断裂有关。

山西地堑深部是一条走向北北东的莫霍面隆起带(图2)。其叠加在莫霍面由东南向西北倾斜的斜坡上。山西地堑东侧莫霍面埋深最浅,为36km,对应着太行山隆起;西侧较深为42km,对应着鄂尔多斯凹陷;南部莫霍面埋深为38km,对应秦岭褶皱系的边缘;北部较深为41km,对应内蒙地轴的边缘。

在这条北北东向莫霍面隆起带上,5个盆地的中心均与莫霍面隆起相对应,莫霍面埋深分别为:运城盆地:78km;临汾盆地:40km;太原盆地:41km;忻定盆地:41km;大同盆地:39km。地震震中分布在隆起轴线的两侧。综上所述,该莫霍面隆起带对地震活动有重要的控制作用。而且,地震震中分布在盆地边缘断层上,因而,这种断层性质还有待于进一步研究。

(本文1989年5月15日收到)

(西北石油地质研究所 王西文)

参 考 文 献

- [1]冯锐等,三维位场的快速反演方法及程序设计,地质学报, Vol. 60, No. 4, 1986.

STUDY ON THE LAW AND CHARACTERISTICS OF THE EARTHQUAKE DISTRIBUTION IN SHANXI PROVINCE FROM GRAVITY DATA

Wang Xiwen

(Northwestern Petroleum Geology Institute, Lanzhou, China)