

绝对弹性地形变的X射线测量与地震

安 欧

(国家地震局地震地质大队)

摘 要

本文提出了在地形变测量中专门测量现今弹性地形变成份和两种古构造残余弹性地形变在地震预报中的重要意义,介绍了用X射线法来测量这几种弹性地形变的原理和技术;并分析了在迁西地区的测量结果及其能量在地震形成和预报上的影响量级。

一、在地震预报中测量绝对弹性地形变的意义

在现今地壳构造运动中,岩体发生的总构造形变为弹性形变与塑性形变之和。

由弹性理论知,岩体发生弹性变形时,单位体积所储存的弹性势能

$$\varepsilon = \frac{1}{2}(\sigma_1 e_1 + \sigma_2 e_2 + \sigma_3 e_3)$$

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, e_1, e_2, e_3$ 为岩体中的主应力和主应变。由于

$$\sigma_1 = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} e + \frac{E}{1+\nu} e_1$$

$$\sigma_2 = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} e + \frac{E}{1+\nu} e_2$$

$$\sigma_3 = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} e + \frac{E}{1+\nu} e_3$$

其中, E 为岩体弹性模量, ν 为其泊松比, 体积应变

$$e = e_1 + e_2 + e_3。$$

则得

$$\varepsilon = \frac{E\nu}{2(1+\nu)(1-2\nu)} (e_1 + e_2 + e_3)^2 + \frac{E}{2(1+\nu)} (e_1^2 + e_2^2 + e_3^2) \quad (1)$$

因之, 只有测到岩体中的主应变 e_1, e_2, e_3 , 方能算得岩体中单位体积的弹性势能 ε 。

上式中的主应变具有两个基本性质: 第一、是弹性应变。而常规地形变测量所测到的是

弹性与塑性形变之和,由其求得的地应变也是弹性与塑性应变之和,现在还无法从所测的总构造地形变中分出弹性形变成份,但只有弹性应变能满足计算弹性势能的需要;第二是绝对应变。而常规地形变测量所测的只是从某一时刻开始到另一时刻的地形变相对变化量,测不出从零开始的绝对地形变值。

弹性地形变所造成的地壳岩体中弹性势能的储存和回放,将贡献给地震孕育和发生的需要;是地震的主要能源。因之,测量绝对弹性地形变,不仅是求得地壳岩体中所储存的弹性势能的重要手段,而且它对研究地震的成因和预报将会有重要价值。

岩体中,整体进行塑性变形时,局部尚处于弹性形变阶段的小区域和晶粒,由于被进行着不恢复的塑性变形的围岩或晶粒所包围,于是其中被包围的这些正进行着弹性变形的部分局部地被封闭住而保留了下来,为古构造残余弹性形变。在一定区域内残留的为区域残余弹性形变,在一些晶粒体积内残留的为嵌银残余弹性形变。区域残余弹性形变在岩体单位体积中所储存的弹性势能 $\bar{\epsilon}_1$ 的表示式,与现今弹性势能 ϵ 的表示式(1)相同。嵌银残余弹性地形变是张性压性均有的,同时存在,故计算时需取偏离正常值的综合正负范围。于是其综合平均值

$$\bar{\epsilon}_1 = 2 \left(\frac{\Delta d}{d} \right)_{\text{平均}}$$

Δd 为岩体中有嵌银残余弹性形变矿物晶体内某特征长度 d 的改变量。由之得岩体单位体积内嵌银残余弹性势能

$$\bar{\epsilon}_2 = \frac{1}{2} \bar{\sigma}_1 \bar{\epsilon}_1$$

由于嵌银残余应力

$$\bar{\sigma}_1 = E \bar{\epsilon}_1$$

则

$$\bar{\epsilon}_2 = \frac{1}{2} E \bar{\epsilon}_1^2 = 2 E \left(\frac{\Delta d}{d} \right)_{\text{平均}}^2 \quad (2)$$

古构造残余弹性地形变所储存的弹性势能 $\bar{\epsilon}_1$ 、 $\bar{\epsilon}_2$ 一般不回放,只有当岩体体积膨胀或储能体的围岩破裂时才回放,在各地的分布也不同。这对全面估计地震能量是有实际意义的。这个能量释放项的补充,说明了为什么在地应力不高和不高的震源应力降下,震源体会释放较大地震能量的原因。由于这种储存的能量分布在整个震源体中,因之又说明估计地震能量不能单是由发震断裂来计算,而必须考虑发震断裂周围的整个震源体才充分。又由于这种能量是古构造运动残存下来的,与现今构造应力场无关,因之只是根据现今各种物理场的变化,至少在研究地震能量和预报震级上,是不充分的。因为忽略了储存在岩体中的这项残存能量,它在岩体的地震破坏时将要释放出来,而补充到现今应力场所造成的地震能量释放过程中去。

可见,现今绝对弹性地形变和两种古构造残余弹性地形变的测量,对研究现今和以前所储存在岩体中的弹性势能的分布及其在地面和地下建筑设计、矿山开采和地震预报的应用上,都有重要的实际意义。

二、用X射线测量绝对弹性地形变的原理

用X射线测量绝对弹性地形变,是直接测量岩体中矿物晶面间距的变化。矿物晶体的塑性变形是由晶面滑移、晶界滑移、晶界破碎和晶粒碎裂四种机制来完成的,因之并不改变晶面间距,而弹性变形则改变晶面间距,故此法所测到的只是弹性形变,测不到塑性形变。这是用X射线测量地形变的第一个特点。其次,将所选测矿物退火,使其中的各种弹性形变全都消失,得到不受任何应力作用的正常晶体结构,则可测得其无应力作用时的晶面间距 d_0 。将所测地点的有弹性形变的同种矿物同一晶面系的晶面间距 d 与 d_0 比较,可得绝对弹性形变

$$\Delta d = d - d_0$$

由此可算得绝对弹性应变

$$e = \frac{\Delta d}{d_0} = \frac{d - d_0}{d_0}$$

这是用X射线测量形变的第二个特点。由于X射线是波长极短、能量很高的电磁波,对岩体有很强的穿透能力,因此是直接射入岩体中测量矿物晶体内的弹性形变,而不需再用其它测量探头等物体与岩体表面接触,这将减少了由于接触和测量探头的刚度所带来的影响。这是用X射线测量地形变的第三个特点。测量是用X射线衍射性能,所用X射线波长精度为 10^{-6} 〔埃〕,衍射结果的精度同样可达这个数量级,即测量地形变的精度为 10^{-12} 〔米〕。这样的精度在目前地形变测量上居首位。这是用X射线测量地形变的第四个特点。

测量现今绝对弹性地形变,如在地表进行,可将基岩水平表面磨光,用X射线测量基岩测点所选测矿物选测晶面系的铅直晶面间距 d_{90° 和与基岩水平表面倾斜 45° 角的 \overline{OA} 方向的同种矿物同一晶面系的晶面间距 d_{45° (图1),

算得相应的弹性应变

$$\left. \begin{aligned} e_{90^\circ} &= \frac{d_{90^\circ} - d_0}{d_0} = e_3 \\ e_{45^\circ} &= \frac{d_{45^\circ} - d_0}{d_0} \end{aligned} \right\}$$

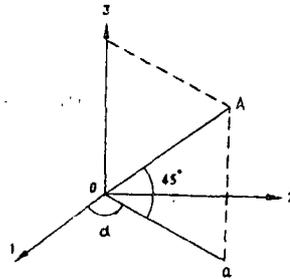


图1 在铅直面上二测量方向示意图

Fig. 1 Sketch diagram of two measuring directions in plumb plane.

由于算得的是弹性应变,故由弹性理论知,与水平面成 45° 角方向的正应变

$$\begin{aligned} e_{45^\circ} &= e_1(\cos 45^\circ \cos \alpha)^2 \\ &\quad + e_2(\cos 45^\circ \sin \alpha)^2 + e_3 \sin^2 45^\circ \\ &= \frac{1}{2}(e_1 \cos^2 \alpha + e_2 \sin^2 \alpha + e_3) \end{aligned}$$

又由于在基岩水平表面上,由 $O3A$ 平面与基岩水平面交线 oa 方向的正应变

$$e_a = e_1 \cos^2 \alpha + e_2 \sin^2 \alpha$$

代入前式,得

$$e_{45^\circ} = \frac{1}{2}(e_a + e_3)$$

e_{45° 的趾标 a ，表示在水平面上投影为 \overline{oa} 方向的与水平面交角成 45° 的正应变。于是，

$$e_a = 2e_{45^\circ} - e_3 = \frac{2d_{45^\circ} - d_{90^\circ} - d_0}{d_0} \quad (3)$$

如此，在同一测点基岩水平面上相间 60° 的三个方向 \overline{oa} 、 \overline{ob} 、 \overline{oc} (图2)，均测算得相应的 e_a 、 e_b 、 e_c 后，代入等角应变删公式

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= \frac{1}{3}(e_a + e_b + e_c) + \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(e_a - e_b)^2 + (e_b - e_c)^2 + (e_c - e_a)^2} \\ e_2 &= \frac{1}{3}(e_a + e_b + e_c) - \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(e_a - e_b)^2 + (e_b - e_c)^2 + (e_c - e_a)^2} \\ \tan 2\alpha &= \frac{\sqrt{3}(e_b - e_c)}{2e_a - e_b - e_c} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

可求得测点水平二弹性主应变 e_1 、 e_2 和 e_a 与主轴 1 的交角 α ，此角从主轴 1 到 \overline{oa} 以逆时针方向为正，并可求得测点水平最大弹性剪应变

$$\tau = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

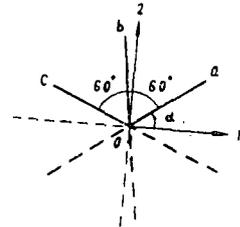


图2 水平面上三个测量方位示意图
Fig. 2 Sketch diagram of three measuring positions in horizontal plane.

$$\sqrt{(e_a - e_b)^2 + (e_b - e_c)^2 + (e_c - e_a)^2}$$

如在铅直钻孔、竖井和平巷中测量， e_3 可在孔、井和巷底面上量得，也可在铅直的孔、井和巷壁上量得。算得垂直壁面的平面上与壁面倾斜 45° 方向的正应变 e_{45° 铅直 和 同一测点垂直壁面的正应变 $e_{\text{垂直壁面}}$ ，则

$$e_3 = 2e_{45^\circ \text{ 铅直}} - e_{\text{垂直壁面}}$$

将 e_1 、 e_2 、 e_3 代入单位体积弹性势能公式 (1)，可求得测点岩体中单位体积所含的弹性势能。E， ν 为所选测矿物中垂直所选测晶面系方向的力学参量。通过固定台站加流动测点所组成的台网的多点测量，可求得岩体中弹性势能的时空分布。

测量岩体中区域残余弹性形变时，将测点岩石定向地采下来，并将预测表面磨光。若岩体中有区域残余弹性形变，其表现是采下的标本中所含矿物晶面间距发生了改变。因为这是此种矿物局部被封闭住的结果，其广大围岩则发生了塑性变形，因而采下的标本中仍保留着残余弹性形变。在定向标本预测的磨光面上标出方向后，测算此面上的区域残余弹性主应变，计算弹性势能。方法与现今绝对弹性应变及其能量的测算法相同，区别只在于此时是将被测点的基岩体采下磨成测样，在实验室内用X射线测量。

测量岩体中嵌银残余弹性形变时，也是将测点岩石采下磨光，在实验室内用X射线测量。

由上可见，X射线绝对弹性地形变测量，是一种具有特殊效能的，可用于定点长期连续观测或流动测量的，物理基础较为牢靠，并可在多种条件下使用的，因而也是较为有前途的

一种新方法。

三、测量绝对弹性地形变的X射线技术

岩石是由一种或多种矿物晶粒按各种取向构成的多晶体,用波长为 λ 的单色X射线束,以对磨光的基岩表面成高倾角 θ 方向射到含有无数所选测矿物晶粒的基岩表面上,并在对过此入射点表面垂直线 $\overline{O3}$ 对称的方向接收反射线(图3)。由于选测的是基岩中某一种矿物晶粒的固定晶面系,则可以从背反射法的掠射角 θ 测算得近平行基岩表面的此晶面系的晶面间距

$$d = \frac{n\lambda}{2 \sin \theta} \quad (5)$$

n 为正整数。由于每次的X射线波长不变,故由测得的 θ 即可算得 d 值,其单位也用埃表示。反射线的方向,是用计数器衍射仪的计数管接收后,在记录纸上自动记录下来,故可将记录纸上标度角 θ 的移动坐标取为 d ,于是可立即直接从记录纸上量得 d 值。若选测矿物的晶面系发生了铅直弹性形变,则所测得的晶面间距即为 d_{90° 。

再将入射线沿与基岩表面成 $(45^\circ + \theta')$ 角的方向入射到基岩表面上的同一测量范围(图4),在对过入射点与基岩表面成 45° 角的 \overline{OA} 对称而与基岩表面成 $(45^\circ - \theta')$ 方向接收反射线,则又可得无数所选测矿物晶粒中法线近于 \overline{OA} 方向的此晶面系的晶面间距 d_{45° 。

将所测得的 d_{90° , d_{45° 和此选测矿物在退火后无弹性形变的此晶面系的晶面间距 d_0 ,一起代入(3)式,得基岩表面上 \overline{oa} 方向的正应变 e_a 。

同样,测算得基岩表面上与 \overline{oa} 反时针相间 60° 、 120° 的 \overline{ob} 、 \overline{oc} 方向的正应变 e_b 、 e_c 。再一起代入(4)式,可求得基岩表面上的主应变 e_1 、 e_2 和 α 角。如钻孔、竖井和平巷中测量,可再测得 e_3 ,便可得三维应变状态。

把 e_1 、 e_2 、 e_3 代入(1)式,可得岩体中单位体积的弹性势能 e 。

测量时,要选测基岩表面上未经风化的部位;为使反射线强度分布规则,要选测基岩表面上含所测矿物晶粒较多的部位;晶粒尺度以 $10^{-6} \sim 1$ 毫米为宜;定点前,要用X射线组构测角器检测一下所选测矿物选测晶面系在预测方向上分布的多少,以利测量;为提高测量精确度,用退火的金、银、钨等标准物质粉末涂在基岩表面上的测量部位,同时记录其反射线,以作掠射角 θ 的校正之用; d_0 须是在测量点附近采取的所选测矿物经退火后在与观测点同样温度条件下与所选测相同晶面系的面间距,可用X射线粉末法测得;流动观测时,每次

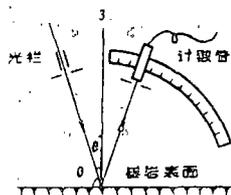


图3 测 d_{90° 的方法示意图
Fig. 3 Sketch diagram of method to measure d_{90° .

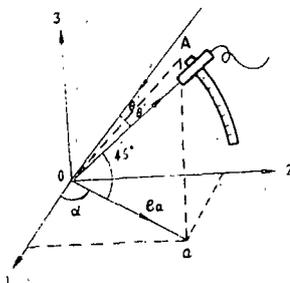


图4 测 d_{45° 的方法示意图
Fig. 4 Sketch diagram of method to measure d_{45° .

均要测基岩表面上选好的固定部位和范围，以便比较。

岩体中有区域残余弹性形变时，晶面间距的改变也将引起掠射角的改变。故测量反映此种形变的晶面间距 d_{00} 和 d_{45} 的方法，与测量现今绝对弹性形变的相同，亦可用对高角反射线分辨本领较高的对称背反射聚焦X射线衍射仪或照相机(图5)。为避免磨光的测样表面会释放一部分残余弹性形变对测量所造成的影响，可在一块标本上切取二互相垂直的测样，以一个测量样表面作(1, 2)面，而在另一与其垂直的测样上测 e_s 。在一个观测点多采几块标本作同样测量，将测值平均后作为一点的观测值。观测区中各观测点布置成网状，可得区域残余弹性形变的分布情况。

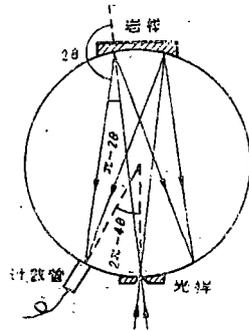


图5 X射线对称背反射聚焦测量法
 Fig. 5 Symmetrical back reflection focusing method for X-ray.

岩体中若有嵌镶残余弹性形变，将使所含矿物晶粒中结晶点阵的原子排列规律被局部破坏，而造成晶面歪扭和弯曲，因之同种矿物不同晶粒中同一晶面系的反射线，由于掠射角 θ 不同程度的偏歧而变得宽散。其使矿物一定晶面系的晶面间距变化范围为 $d \pm \Delta d$ ，则相应掠射角的变化范围为 $\theta \pm \Delta \theta$ 。用对称背反射聚焦法(图5)，高角反射线对 θ 的变化反应很敏感。所用某 $K\alpha$ 双线的衍射线所在的角度和强度，可从衍射仪记录纸上直接量得。取有嵌镶残余弹性形变时和无此形变时的 $K\alpha_1$ 衍射线强度峰值之半处的曲线宽度所对应的角度为 θ' ， θ_0 (图6)。

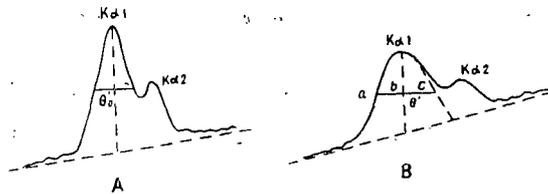


图6 衍射线强度记录曲线

A—无嵌镶残余形变，B—有嵌镶残余形变

Fig. 6 The recording curves of intensity of diffracted X-ray;

A—There is not mosaic residual deformation;

B—There is mosaic residual deformation.

在图6 B中，过 $K\alpha_1$ 衍射线峰值半高处，作此高度线的垂直线，其被强度曲线和高度线所限定的长度为 ab ，将其延伸至C，使 bc 的长度等于 ab ，则

$$\Delta \theta = \frac{1}{2} (\theta' - \theta_0)$$

将方程(5)微分，得

$$\frac{\Delta d}{d} = -\Delta \theta \cot \theta$$

由于岩石中不同体积内的嵌银残余弹性形变的大小不等，並可以从一些晶粒到另一些晶粒急剧变化，因之量度此种应变须取其在某体积内的平均值。由上二式知，晶面间距的平均相对变化

$$\left(\frac{\Delta d}{d}\right)_{\text{平均}} = -\frac{1}{2}(\theta' - \theta_0)\cot\theta. \quad (6)$$

此式说明，嵌银残余弹性形变为压缩的时，衍射线的强度曲线向 θ 的高角方向变宽；嵌银残余弹性形变为张伸的时，衍射线的强度曲线向 θ 的低角方向变宽。将此式代入(2)，得岩体单位体积内嵌银残余弹性形变所保留下来的弹性势能

$$\bar{\varepsilon}_2 = \frac{1}{2}E(\theta' - \theta_0)^2 \cot^2\theta$$

用此式计算嵌银残余弹性势能时，若选测不同的矿物，须用不同的E值。

除了岩石中有嵌银残余弹性形变外，晶粒细碎也可使X射线的衍射线强度曲线宽散，其所引起的宽散度 $(\theta' - \theta_0)$ 与 $\cos\theta$ 成反比，与所用X射线波长 λ 成正比，但嵌银残余弹性形变所引起的强度曲线宽散度，由(6)知，与 $\cot\theta$ 成反比，而与 λ 无关。因之，当用不同波长的X射线测量同一标本，若强度曲线宽散度随 λ 改变则反应的是晶粒细碎，若强度曲线宽散度不变则反应的是嵌银残余弹性形变。

四、迁西山字型构造带上的残余弹性形变测量

1962年，用X射线法，在迁西地区，垂直迁西山字型构造的前弧和垂直与平行其脊柱，作了十一个剖面 and 东西翼两个网状采样小区的残余弹性形变测量。每个剖面上均测算了区域残余弹性应变的主方向，並在除了VI以外的十个剖面上都测量了嵌银残余弹性形变，计算了相应的各应变值。

各剖面上的区域残余弹性应变都是压性的，它们的主方向均约与山字型构造带的走向垂直，而在前弧两翼略向北偏转(图7)。这种主压应变方向与山字型形成时的构造应力场的主压应力线方向是一致的。

十个剖面上的嵌银残余弹性应变的分布特点(图8)，是在构造带上较高，而向构造带的两侧减小，基本上反映了构造带的位置和水平分布形态。大小从 $2 \times 10^{-6} \sim 2.6 \times 10^{-5}$ 。

山字型西翼中段两条断裂附近成网状的122个测点的嵌银残余弹性应变大小的水平分布等值线，在过断裂处发生了顺时针错动，说明此二断裂有顺时针水平错动(图9A)。在东翼北段两条断裂附近作了106个测点的同样测量，其嵌银残余弹性应变水平分布等值线在过断裂处发生了反时针错动，说明此二断裂有反时针水平错动(图9B)。这些现象同时又说明了，此种嵌银残余弹性应变，至少在这些断裂发生的最后顺时针和反时针水平错动之前，已经存在了。因而，是古构造残余弹性应变。

从此区的残余弹性形变测量结果可见，其分布与古构造运动有密切关系，反映了古构造运动的方式和运动强度的分布，而不是现今的，但其能量的回放却可参加到现今地震活动中来。

所选测岩石中的矿物为石英，其弹性模量范围为 $(6 \sim 108) \times 10^{10}$ [达因/厘米²]，平均取为 50×10^{10} [达因/厘米²]， $\nu = 0.3$ 。测得的区域残余弹性应变为 $(0.5 \sim 2) \times 10^{-4}$ ，

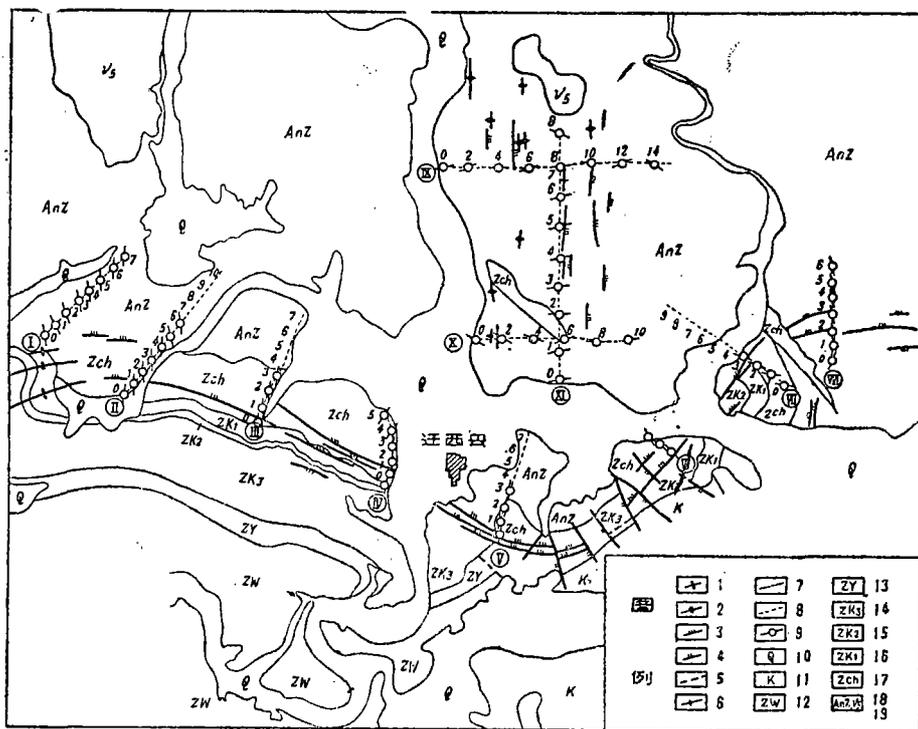


图7 迁西山字型构造体系中古构造残余弹性形变测量剖面上的区域残余主压应变方向分布图

- 1.背斜轴 2.向斜轴 3.压性断裂 4.张性断裂 5.推测断裂 6.挤压带 7.山字型构造线 8.古构造残余应变测量采样剖面 9.古构造区域残余主压应变方向 10.第四纪沉积 11.白砾岩 12.雾迷山灰岩 13.杨庄页岩 14.高峪庄灰岩 15.高峪庄含锰页岩 16.高峪乡透石灰岩 17.长城石英岩 18.前震旦纪片麻岩 19.花岗岩

Fig. 7 The distribution map of the directions of areal residual compressed principal strain in measuring sections in Qianxi e structure type.

得平均 $\epsilon_1 = 2.97 \times 10^4$ 〔尔格〕。山字型构造前弧长 $x = 45$ 〔公里〕，宽 $y = 4 \sim 6$ 〔公里〕，平均取为 5 〔公里〕。脊柱长 $x' = 18$ 〔公里〕，宽 $y' = 5 \sim 8$ 〔公里〕，平均取为 6.5 〔公里〕。整个山字型构造东西所占范围约 35 〔公里〕，足可波及 10 〔公里〕深，因向下逐渐变弱，故取平均深度 $2 = 5$ 〔公里〕。如此，整个山字型的构造带所占的体积 $V = 171 \times 10^{16}$ 〔厘米³〕。则得山字型构造带中所含的区域残余弹性势能 $W_1 = 5.08 \times 10^{22}$ 〔尔格〕，可供两个7级多地震所释放地震波的能量。嵌银残余弹性应变在垂直前弧构造带剖面上的水平分布，由图8可取为如下分布函数

$$\bar{e}_x = (5 + 12.5y - 2.5y^2) \times 10^{-6},$$

在垂直脊柱剖面上的水平分布函数可取为

$$\bar{e}'_x = (4 + 10y - 2y^2) \times 10^{-6}.$$

则得山字型构造带中所含嵌银残余弹性势能

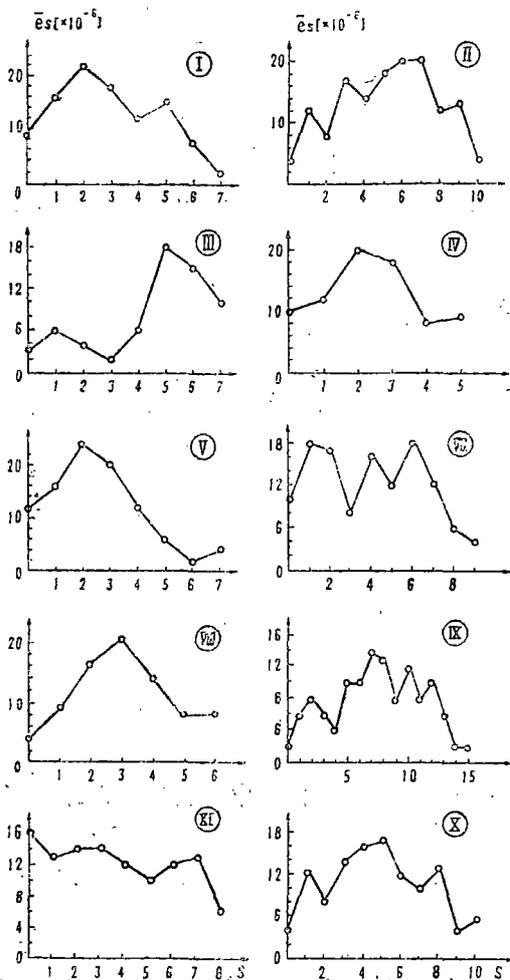


图8 各剖面上的嵌镶残余弹性应变分布曲线

Fig. 8 Distribution curves of mosaic residual elastic strain in each measuring sections.

$$\begin{aligned}
 W_2 &= \int_V \bar{\epsilon}_2 dv \\
 &= \frac{E}{2} \times 10^{-12} \int_0^1 \left\{ \int_0^1 \left[\int_0^1 (5 + 12.5y - 2.5y^2) dx \right] dx \right\} dz + \frac{E}{2} \times 10^{-12} \\
 &\quad \int_0^1 \left\{ \int_0^1 \left[\int_0^1 (4 + 10y - 2y^2) dy \right] dx \right\} dz \\
 &= 1.09 \times 10^{20} \text{ [尔格]},
 \end{aligned}$$

可供一个5.5级地震所释放地震波的能量。从此看来，这种古构造残余弹性势能，对现今地震的发生是有不可忽视的影响的，也就是说现今地震的发生不完全取决于现今应力场和形变场。因而，在研究地震的成因和预报上，除观测现今有关物理场外，还必须测量岩体中古构造残余弹性形变，研究其能量在空间上的分布及其在地震的发生和预报上的作用。这将会成

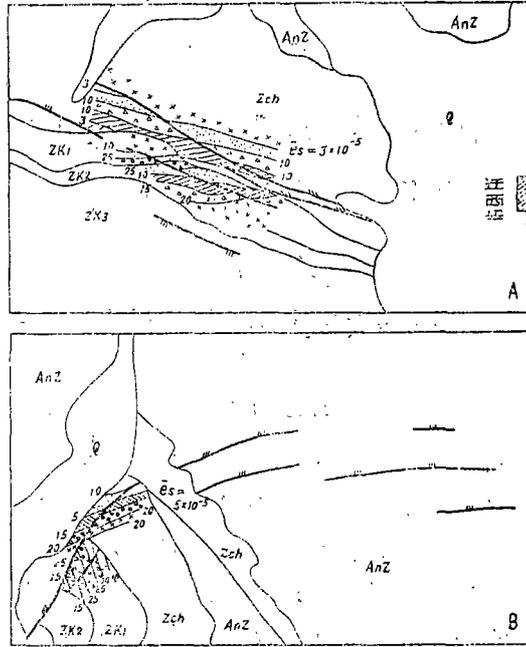


图9 迁西山字型构造两翼的两个小区内古构造嵌嵌残余弹性应变等值线分布图
 Fig. 9 The distribution maps of contour line of palaeotectonic mosaic residual elastic strain in two measuring areas in structural zone of two flanks of Qianxi structure type.

为一个很有实际意义的新的研究领域。

参 考 文 献

- [1] Friedman M., Measurement of the state of residual elastic strain in rocks by X-ray diffractometry, Trans. Am. Geophys. Union, T. 28, Vol. 47, No. 1, 1966.
- [2] 安 欧, X射线地应力测量原理和方法, 地震研究, Vol. 2, No. 3, 1979.
- [3] 安 欧, 迁西地区构造体系的X射线鉴定, 地质科学, No. 1, 1982.

**ABSOLUTE ELASTIC SURFACE DEFORMATION MEASUREMENT
BY X-RAY AND ITS APPLICATION IN EARTHQUAKES**

An Ou

(Seismogeological Brigade, State Seismological Bureau, Beijing China)

Abstract

This paper advanced the important significance to measure nowadays elastic ground deformation and two kinds of palaeotectonic residual elastic ground deformation in earthquake prediction, introduced the principle and technic to measure these elastic ground deformation by X-ray diffraction and analysed the measurement results in Chiansi region as well as the effect order of magnitude of palaeotectonic residual elastic strain energy for earthquake process and earthquake prediction.