

地下水氡与地震预报

高能所地震监测小组

近年来利用地下水中氡气含量的变化预报地震的工作,取得了较好的进展。观测表明,有些井的地下水氡气含量在地震之前会有明显的变化,这种变化包括震前的长趋势异常和临震的突发性异常。

氡的原子序数为 86,化学符号是 Rn。它有三种同位素: Rn^{222} 、 Rn^{220} 、及 Rn^{219} ,从地下水中测得的氡主要是 Rn^{222} 。

氡是一种惰性气体,无色无味,它是放射性元素铀、钍衰变的中间产物。由于铀、钍散布在各类岩石中,含有铀、钍的岩石会不断地向周围介质放出在其中形成的一部分氡气。当地下水流过这些岩石时,由于氡气能溶于水,所以地下水就会带走一部分氡气,因此,氡气总是以不同的含量广泛地分布于地下水中。

地震与地质构造活动密切相关。地震多发生于活动性断裂带上,它是地壳内岩层应力集中和构造运动的一种反映。利用地下物质运动特性的变化来预报地震,其关键就在于这种变化,必须起因于地震前地下应力的作用,而不是其它因素。利用地下水中含氡预报地震有如下几个特点:

1. 氡气来自地下,来源单一,因而能反映地下的变化情况。
2. 氡是惰性气体,不参与化学变化,因此能反映出溶解于水中的真实含量。
3. 氡的运动服从气体分压定律。它在水中的浓度与它在相应的空气内的分压成正比,与水中杂质的化学成分无关。因此,氡含量的变化比较灵敏地反映着地下应力的变化。
4. 氡在水中的溶解度与温度关系密切,温度增高,溶解度降低。因此,当地下热出现异常时,便可导致氡从地下水中脱出,形成氡的异常。这样,氡含量的变化也反映了地下热流的变化。

由于地下水中含氡有上述特点,因此它在地震预报方面有广泛的应用。当然也存在一些问题。例如浅层地下水中氡气含量受气象和人为因素的干扰较多,预报效果会受到影响。

为什么地下水中氡含量的变化能够成为地震的前兆呢?对于这个问题目前还没有成熟的结论。一般认为地震的孕育过程是地壳内部应力积累的过程。随着地下应力不断积聚,岩石中镭、钍等放射性物质的物态平衡发生变化,导致地下水氡含量发生变化。另一方面,

地壳岩层内应力的增强,将使岩石的孔隙和裂隙发生变化,从而引起氡的逸出量的增加。再者地下岩层受力,在某些情况下可能使含水层形变,加速地下水的运动,增强氡的扩散效应,从而引起氡含量的增加。此外,地下压力的加大,将提高氡在水中的溶解度,因而造成地下水中氡含量的升高。上述这些仅是从地应力的观点出发,对氡与地震关系所作的初步解释,氡和地震两者之间的内在联系还有待进一步探讨。

从发震地区某些观测井的氡的日平均值的变化以及氡的日变化来看,有的井的地下水氡含量在地震前有长趋势的异常现象,也有的井在临震前有突发性的异常现象。这些数据对于预报地震都是很有意义的。

地下水氡含量的变化对于地震三要素的预测可以作出大致的判断:

1. 震中的估计:一般认为距震中越近,氡含量变化就越大。当然也有些震例在震中附近氡含量变化很小或无变化。在这里,观测井的选择是很重要的。选井时既要考虑水文地质特征,更要结合地质构造。有些观测井通过构造与发生地震的断裂有联系,这些观测井即便离发震区域较远,地下水的氡含量也往往有明显的前兆异常现象;反之,有些井与断裂没有联系,虽离发震区域较近,却也可以无反应。此外,利用单井预报地震的困难较多一些,不易排除偶然因素的干扰。利用井网,对各观测井进行综合分析,预报效果较好。
2. 震级的估计:一般说来,震级越大,氡异常的幅度就越大,异常持续的时间也越长,出现异常的范围也越广越远,因此地震的震级可根据异常幅度、持续时间及异常分布范围来估计。不过,在进行震级预报时,要考虑到震中距、震源深度及地质构造等因素,这些因素对氡的异常是有明显影响的。

3. 发震时间的估计:发震时间通常是按氡异常发展的情况来判断的。根据氡含量的长趋势异常,可大致估计发震的时间,根据突发性异常,可捕捉较准确的发震时间。

用氡含量变化预报地震三要素是一个比较复杂的问题。每次地震的发生与以往的震例相比虽有共性,但也往往具有各自的特性。这些特性势必会影响到氡值异常的幅度、持续的时间、分布的范围以及异常发展的情况等。因此,如何根据震前氡值出现的异常情况正确地判断地震三要素,还需要进行更深入的研究。