

遥感用于地震预报的途径

邓明德 崔承禹²⁾ 耿乃光³⁾ 张鹤

(国家地震局综合观测队)

摘要

本文提出了遥感用于地震预报的思路、途径及步骤,并从理论上进行了阐述。

一、前言

遥感这一先进科学技术已广泛地用于军事及国民经济的众多部门,获得了很大的成功,取得了巨大的经济效益和社会效益。遥感技术用于地学方面,在大面积地质构造、构造运动及矿产资源调查等方面取得了瞩目的成果。在地震预报中,地震学家们已提出将遥感先进技术用于地震预报的问题。然而遥感如何用于地震预报,具体的途径是什么,还是一个没有仔细研究的问题。本文就遥感如何用于地震预报,用于地震预报的途径、意义和前景等从理论上进行了探讨。

二、遥感用于地震预报的思路

由于自然界中大多数物质具有各自的波谱特性,并且是互不相同的,在一定的条件下又不随时间变化的,所以,用遥感能探测到它们并把它们识别出来。例如军事侦察、探测地球资源等就是利用物质的这一物理特性。农作物的波谱特性是随时间的变化而变化的,正是由于农作物具有这种物理特性,所以,用遥感可对农作物的长势、田间管理、估产等提供动态遥感信息。

遥感用于地震预报是应用地表或地下一定深度处物质的电磁波反射、辐射特性,地下介质所处的条件或状态不发生改变时,它的波谱特性是不变化的。若地下介质所处的条件或状态发生了改变,如在孕震的过程中,一旦介质的物性发生了变化,其波谱特性有可能发生变化。因此,遥感用于地震预报首先要研究地下介质受力后,介质反射、辐射电磁波的波谱特征及能量随作用力的变化规律及特征。研究这种变化的微观机理,这是遥感能否成为一种全新的地震前兆观测方法并且有成效地用于地震预报的关键所在。

• 地震科学联合基金资助项目(课题号: 91006)

1) 中国科学院遥感应用研究所
2) 国家地震局地球物理研究所

在地震孕育过程中,在发震前的若干时间内,震源体及其周围介质受力的状况将从逐渐发生变化到发生巨大变化,当这种力增大到一定程度时,即介质获得了足够的能量,将引起构成介质的原子、分子的排列及热运动发生变化,以及引起原子、分子中的外层电子发生能级跃迁,另外还可以引起具有压电、压磁效应的岩石、矿物的电磁场发生变化及介质的物性发生变化,于是引起介质对电磁波的反射、辐射、吸收规律发生变化,这就造成介质的波谱特性发生变化及反射、辐射电磁波的能量发生变化。这个变化必然要反映到地下某一深度或地表,因此,通过遥感可能观测到这种变化。遥感感测到的物理量是电磁波的能量和频谱,通过所感测到的能量可以反演出地下介质受力的大小及分布,两次遥感的变化量是介质反射、辐射电磁波能量的变化,通过能量的变化可以反演出介质受力的变化量及其变化的空间分布特征。

自七十年代中期,地震学家们对大地震前出现的电磁辐射现象给予了注意,试图通过对大地震前出现的电磁波的观测进行临震预报,于是对这一现象开始了观测并进行实验和理论的研究。在实验室进行岩石破裂实验中,观测到了岩石破裂前的电磁辐射、光辐射和电子发射,这一结果在国内外的实验中都得到了证实^[1,2,4]。这些实验结果证明了当岩石受到足够大的力后,构成岩石的原子、分子的运动状态发生了变化,原子、分子中的外层电子发生了能级跃迁。这在很大程度上预示岩石受力后,岩石的波谱特性将发生变化,反射、辐射电磁波的能量将发生变化,预示遥感作为一种崭新的地震前兆观测方法用于地震预报将成为可能。

三、遥感用于地震预报的途径

遥感用于其它领域的途径是首先采集被遥感探测的物质、物体的样品,在实验室进行电磁波反射、辐射特性的系统测量或是在地面建立的试验场进行这种测量,并进行系统的分析与研究,寻找遥感的最佳波段等,为研制遥感器及遥感资料的判读与解释提供实验和理论依据。

遥感用于地震预报比用于其它领域要困难得多。这个困难首先表现在没有反映孕育地震的地下介质的样品可采集,在现阶段还无法准确地找到孕震区,因此,也就不能在地面建立试验场;同时人们也还不知道作用力与地下介质的波谱特性存在着什么样的关系;另外,也还不知道选用或研制什么种类什么波段的遥感探测器等等。这些是遥感用于地震预报的首要困难问题,若这些困难解决不了,就谈不到遥感在地震预报中的应用。经过我们的研究,提出了解决这些困难问题的具体途径:

第一步,采集各类岩性的不同成分的岩石标本在实验室进行下列内容的试验、测试和研究:

1. 在不同压力下直至破裂,测量岩石标本从紫外到红外全波段的电磁波反射、辐射特性,研究不同岩石的波谱特性随压力变化的关系及特征
2. 在不同压力下直至破裂,测量岩石标本从紫外到红外全波段电磁波反射、辐射的频谱和能谱,研究频谱和能谱随压力变化的规律及特征。
3. 测量岩石标本发射电子的密度和能谱,研究发射电子密度和能谱随压力变化的关

系。

4. 在不同压力下测量不同覆盖土的波谱特性以及反射、辐射电磁波的频谱和能谱, 研究覆盖土的波谱特性、频谱和能谱随压力变化的关系及特征。

5. 研究不同化学成分的岩石、覆盖土反射、辐射电磁波谱特性与化学成分的关系。

第二步, 在实验的基础上, 对遥感用于地震预报的机理进行理论的研究。

这些实验、测试与机理研究是今后地震遥感资料的判读与解释, 异常的识别, 选用与研制用于地震预报的遥感器系统等的重要依据。因此, 这一步骤的研究至关重要。

第三步, 在上述试验与机理研究的基础上, 研制用于地震预报的遥感器系统, 信息传输、接收以及信息处理等系统。最后进行机载或星载的地震遥感实用观测。

以上就是遥感用于地震预报的途径和步骤。

这里有一个问题需要讨论, 在实验室对小尺度的标本进行实验, 得出的规律和结果用于宏观大尺度是否适用? 回答是肯定的。这是因为:

1. 遥感接收的是地面或地下一定深度处的物质、物体反射、辐射电磁波的能量, 物质反射、辐射电磁波能量的规律是由物质本身的微观结构和成分所决定, 与物质的宏观结构及宏观尺度无关, 宏观尺度大只是反射、辐射的总能量增加, 而单位面积反射、辐射的能量是相当的。

2. 介质受力后, 引起介质波谱特性的变化, 是由于构成介质原子、分子的排列发生了变化, 原子、分子的运动状态发生了变化, 发生了能级跃迁所引起, 是介质的微观变化, 不是由介质的宏观变化引起, 所以与介质的宏观性质及宏观尺度无关, 只是与介质受到力的大小有关。因此, 从实验室得到的规律和结果, 用于宏观大尺度是适用的。在已有领域的遥感的应用中, 被遥感探测物质的波谱特性都是从小尺度标本通过实验测出, 在实际中应用非常成功, 这就是证明。

四、遥感用于地震预报的意义和前景

遥感这一先进科学技术一旦成为一种新的前兆方法用于地震预报, 所起的作用、意义和前景将是很大的。

第一, 现有的所有前兆观测方法、手段都是在一个点(固定台站, 定期复测点)上进行观测, 点与点之间的距离小则几十公里, 大则到百公里甚至数百公里, 所观测到的变化(异常)是这个点的变化, 在空间分布上是不连续的, 所以往往很难准确判断所观测到的变化是地震前兆异常或是别的什么原因引起, 但又不可能把观测点到处布得很密, 这是当前前兆观测的第一个困难。第二个困难是未来的震源孕育区到底在哪里? 在现阶段对这个问题还作不出肯定的回答, 所以前兆观测网就很难恰好布设在未来的震源孕育区。这两个困难是当前的前兆观测方法无法克服的, 用遥感的方法就能够完全克服这两个困难。这是因为: (1) 遥感探测的范围很大, 大至全国乃至全球, 而且不易受地面条件的限制, 遥感能在很大范围主动搜寻发现异常区。(2) 遥感观测到的变化在空间分布上是连续的, 因此能准确地确定出异常的范围、空间分布的形态及特征以及异常的梯度和中心。(3) 通过遥感发现了异常区, 可集中人力对异常区进行综合的密集的前兆强化观测。(4) 通过遥感提

供的信息,分析预报人员能从整体把握遥感发现的异常区,再结合地质构造及其它方面的信息,就可能准确地确定出震源孕育区和未来大震的位置。再通过多次遥感,异常的发展、演变过程可以清楚地表现出来,就有可能较为准确地判断出未来地震震级的大小及发震时间。

第二、遥感方法本身可以使用多种遥感探测手段从不同的角度去探测、发现异常,以获得更多更准确的异常信息。遥感获得的信息量大,并且具有高速度、高效率,是任何地面观测无法比拟的。

第三、遥感探测到的变化是地下介质受力的变化及物性的变化,通过介质的微观变化反映出来,进而从微观世界、物质的本质去了解、认识地震的孕育和发生,将推动地震预报科学向对微观世界的探测与研究方向发展,将为进一步研究震源及孕震过程开创一条新途径。这种观测与研究更深刻更接近事物的本质,对地震预报可能产生某种程度的突破,尤其对短临预报。

综上所述,遥感用于地震预报有着坚实的物理基础和理论依据,是一种很有希望很有前景的新方法,应着手进行研究。

参考文献

- [1] 孙正江等, 岩石标本破裂时的电磁辐射和光发射, 地球物理学报, Vol. 29, No. 5, 1986.
- [2] 郭自强等, 岩石破裂中的光声效应, 地球物理学报, Vol. 31, No. 1, 1988.
- [3] 郭自强等, 岩石破裂中的电子发射, 地球物理学报, Vol. 31, No. 9, 1988.
- [4] B. T. Brady and G. A. Rowell, Laboratory investigation of the electrodynamic of rock fracture, Nature, No. 321, 1986.
- [5] G. Martelli, P. N. Smith, Light, radio frequency emission and ionization effects associated with rock fracture, Geophys. J. Int., Vol. 98, 1989.
- [6] 马蕴乃, 遥感概论, 科学出版社, 1984.
- [7] 卢国铭等, 遥感技术基础, 科学出版社, 1984.

THE COURSE TO APPLY REMOTE SENSING IN EARTHQUAKE PREDICTION

Deng Mingde, Cui Chengyu¹⁾, Geng Naiguang²⁾, Zhang He

(Comprehensive Observation Brigade, SSB, Beijing, China)

Abstract

In this paper, the scientific thought, the course and the measures of applying remote sensing in earthquake prediction have been proposed and treated in the theory.

1) Institute of Remote Sensing Application, Academia Sinica

2) Institute of Geophysics, SSB, Beijing, China