

地球科学要走向现场做实验

顾 功 叙

(学部委员, 国家地震局地球物理研究所)

凡提出一种科学论点必须有实验证据, 证实其论点并固定下来, 才能使科学有所前进, 否则就会长期停留在推想和争议的状态。但是, 地球(指固体部分)这样庞大的实体, 是无法搬进实验室内来改变和控制其所处的条件进行实验的。这就使地球科学工作一直是以被动观测和推论为主, 不能主动地进行实验来验证任何论点, 因而大大限制了学科本身的进展。

如何对地球的现场做实验, 并揭露其所包藏着的奥秘是一种难以设想的构思。不过人类的科学技术已发展到今天的地步, 不论为了研究地球的自然规律或是为了人类本身谋求福利, 都很有必要采取主动, 力求打开一点通向地球深部的窗口。本文企图就此问题提出一些个人的思考。

一、几个很现实的课题需要开展现场实验

它们是: 1. 大地构造的深部; 2. 地震发生的震源结构和机制; 3. 矿产资源在地下的蕴藏和分布。应该说三者的探索研究在理论上和实用上都很有意义。分别叙述如下:

1. 大地构造的观测研究一直是依靠观测地表岩层性质及其时代的分布, 然后按照一定的地质理论加以推测。这样只是根据地面上的“边界条件”推测地下内情, 必然会引起多解性, 各家有其各自的论点, 争论就成为经常的、不可避免的。

地面地质现象是地下直至深部的地质结构和物质组成的反映, 不弄明深部, 就无从判断地表所显示现象的实质, 因此必须对地面以下及深部主动做实验来论证一些推测。

2. 地震在地壳深部是怎样发生的? 这是地震学研究的基本问题。当前已提出要在地震发生之前作出预报, 但是如果不懂得地震发生的原因, 不研究地面上出现的各种所谓的“地震前兆”与地震发生之间的内在关系, 又怎样准确预报地震呢?

首先应查明震源周围的深部环境及其结构, 然后对发震的物理力学过程进行探讨, 并研究其与地面上观测到的“前兆现象”之间的直接联系。因此必须对地壳深部主动做实验来论证一些推测。

3. 矿产是人类向地球索取的重要物质资源, 种类繁多, 其在地下的蕴藏情况, 又极为复杂多变, 怎样发现它们呢? 仅凭地表调查和推测然后从这样巨大的体积中去寻找, 机会是极少的, 因此, 除了根据地质理论之外, 也必须对地下主动做实验来发现它们。

二、怎样做地球的实验

它的含义是指一定的科学思路以及采取一些实验措施, 以迫使地球显示其奥秘, 答复人们

所期待解决的地球科学问题。这就要求精心设计实验的过程和细节,力求获得地球给予最确切的信息。

当然设计这样的实验完全不同于做室内实验,可利用的手段是极少的,科学思路也是不易多得的。人们先应树立实验的意识,尽一切可能进行设计。为此目的,观测仍是主要的途径。不过这里的观测是遵循一定的科学思路和实验步骤,并针对某一科学问题而观测的,不只是为了积累资料而观测。现在可以提到的有如下几方面:

(一) 利用地震波的实验

这是一种对地球主动做实验最有可能取得实效的实验设计。其主动性表现为人们可以针对要研究的课题,在地面上一点发放人工地震波(爆炸或其它震源),并在其它点上接收其从地下传布上来的反射波和折射波,从中提取深处反射面或折射面的信息。它主要是为了探明地球深处的地质结构。这种实验长期以来对石油构造的探明曾发挥了重要作用。

此外,利用地震波还可以对大地构造的地质理论问题进行实验,也可能取得实效。例如,在我国地质学家根据地表地质观测提出了许多“深大断裂”的设想,这些断裂在地下究竟如何伸展,多深、多大以及其它情况,地震波实验也有可能提供一些线索。因为在勘探石油构造方面利用地震反射波的技术,已经得到高度发展,就是深达数十公里的地壳结构,现在也有可能探明。

至于研究地壳深处的地震震源的结构,用地震反射波进行实验,并查明结构的细节也是可能的。地震波能入地较深,而反射波实验的分辨率又较高,是研究震源必不可少的途径。当然这只是研究地震发生原因的第一步,至于对发震的物理过程,还必须设计其它的实验来提供论据。

总之,以目前来说,利用地震波对地下进行探测是发挥最好效果的实验手段。

(二) 针对来自地球本身自然现象的实验

从地球内部自发的并达到地面的现象,如何设计实验来研究弄明这种现象所含蓄着的信息,这与前面所讨论的人工地震波实验是不相同的。这种现象如地震、火山喷发、地面升降位移等等,除了被动观测之外,也有必要设计并进行现场实验以弄清其原因。

以地震来说,长期以来人们只是每当一次地震发生后,作出记录和报道,对之似乎无所作为。震后也就被遗忘了。不过地球既然从其内部给人们发出了信号,就想方设法不放弃机会,主动开展实验来弄清这种信号的实质。

问题仍在于如何设计这种实验。笔者提出一种想法,正在起步做,完全是尝试性的现场观测工作。这就是当一项大、中型强度的地震发生之后,立即到震中区去观测各种“前兆现象”的变化。由于这时深部震源区处于震后的恢复阶段,只要这种变化确能引起例如重力、地磁、地面形变等“前兆现象”,其影响又可到达数十公里以上的地面而被观测到,这倒是来自震源区的现象,其显示应较为直接可信。因此为了弄清某些现象与地震发生之间的内在本质联系,这样的实验可以成为一种可取的设计,观测机会也就可大大增多。例如在我国境内,每年大、中型强度的地震可发生不少次,从而可积累大批的观测资料,从而为研究地震前兆提取证据。这就说明要对一次地震震区抓住不放开展带着问题的观测和研究,有可能取得真实的科学成果。

要知道为了实现地震预报，最迫切需要解决的问题是在几十种“前兆现象”中究竟那一种或几种是真的地震前兆，因为在中国 20 余年来所观测的任何一种前兆是真是假，至今也未能作出肯定的判断。

不过情况是十分复杂的，还必须考虑：（1）震后震源区的变化不一定引起任何当前人们经常作为地震前兆的变化现象，即使可能引起，其影响能不能到达地面，也还是问题。（2）各次地震的发展条件和机制不一定相同，致使某次地震可以显示某种前兆，而另一次则又观测不到。

此外，地震发生后其余震常常在震中区来回发生，其间究竟是什么构造关系，也可利用地震波来实验。诸如此类的实验性工作还可设计，并应坚持在震中区的现场，开展以地震及其前兆为对象的基础性探索研究。

（三）诉诸于钻机

作为一种实验手段，钻机仍是验证地下问题最能发挥确凿作用的工具，不应由于耗费较大，且只能揭示点上的深部情况，而放弃使用它来作为对地球大自然做现场实验的组成部分。当然在使用钻机之前，必须经过精心设计，以使耗费最小，成效最多。

本文只能说明地球科学工作目前正面临从被动观测向主动实验转变的观点，以期达到活跃学术空气的目的。至于做现场实验的目的和手段可以千变万化。总之要弄清科学问题，地球科学工作要走向现场。只依靠在室内翻阅分析现成资料，加以思索臆断或用计算机模拟，那是非常不够的，不能从根本上弄清问题。