

建议我国近期也制定大陆科学深钻井的长远规划

SUGGESTION ABOUT THE DEEP DRILLING PROGRAMME

顾功叙

探索研究地球固体部分的科学称为地球科学(Geoscience),主要包括地质学、地球物理学和地球化学。这门科学虽起步不晚,但却远远不如空间和海洋科学发展迅速,特别是空间科学。笔者认为其主要原因在于人们对地球固体内部的探测缺乏直接有效的方法和取样手段。为此,当代地球科学工作者都在设想和试探如何利用新的探测和采样手段来使地球科学出现新的突破。本文首先回顾探测地下科学技术的历史发展过程,然后就我国制定大陆科学深和超深钻井规划提出建议。

探测地下的历史回顾

地球——人类所居住的星体,其内部究竟是怎样构成的,直到现在人们知之甚少。这是由于对地球内部不象对空间和海洋那样,人们具有很多手段可用以直接探测和采样。目前,探测地下不仅还没有任何直接的科学技术可利用,间接的方法都很少。可以说,现代科学技术对弄清地球本身的内部结构尚无能为力。

间接的探测方法,最早是以观测地表分布着的岩体岩层及其构造形态和物质组成为依据来推测地下的情况,这就是地质学的方法。后来,地球物理学企图根据物理学原理,从观测地面上的地球物理场(例如重力场、地磁场)的分布而推测地下,当然这仍是间接的、被动的方法。由于地球物理场的分布是自然存在的,是人所不能控制的,因此对探测地下,其所能发挥的作用仍很有限。

为此,人们试图寻找较为主动的,即可控制的科学技术来探测地下,但是可资利用的原理极少,只有地壳内地震时产生的地震波的传布过程及其理论有可能被用来主动地探测地下岩体岩层的结构形态,即将地面上进行的人工爆炸作为地震源,再根据地震波在地下一些岩体岩层的分界面上由于其两侧物质弹性的差异而引起折射波和反射波的现象,来探测这种分界面的存在及其状态。这种方法在石油构造勘探中已发挥了较好的作用,特别是反射波方法,对详细探明隐伏地质构造取得了相当有效的结果。至于折射波方法,由于缺乏探测地质构造细节的效能,只能提供其形态的轮廓,于30年代初期在石油勘探方面就已完全被反射波法所替代。除地震反射波探测法之外,还有其他一些具有物理学依据的地球物理探测方法。有的是利用岩体岩层电阻率的差异,送电流入地,进行地下电阻率的测量。虽然电流的强度和频率是可以控制的,是有主动性的,但对于探明地下地质构造形态,却是不单一的、轮廓性的。还有的是利用由地球外空电磁场的变化引起地下的感应电流来探测地球物理场;但这仍是被动的的方法,所给出的结果也是不单一的、轮廓性的。至于电磁波,虽在空间的传布是最为畅通无阻的,但在地下传布不远就被吸收,目前还不可能用以探测地下。

以上所论述的是迄今为止探测和研究地下的科学技术发展的历史过程。从中不难看出,目前探测地下的科学方法中唯有地震反射波法的效果较有说服力,在勘探地面以下几公里深度内的石

顾功叙 (Gu Gongxu) 国家地震局地球物理研究所名誉所长。

油地质构造方面,它所起的作用是很重要的。

至于探测更深处的地质构造(例如深度为10公里以上),人们会想到直接采用用于石油勘探的地震反射波法,在技术和方法上无须作多少改变,只是由于反射面离地面较远,反射波传布到达地面接收器的时间有所推迟,只须延长记录反射波的时间就能满足探测深反射面的要求。十余年来,深地震反射波探测工作在全世界不少国家开始进行,在验证地质理论问题方面所发挥的作用是相当明显的。当然这是一项基础研究工作,具有一定的探索性,因此必须循序渐进。操之过急,企图在短期内取得突破性的成果,是不太可能的。

人们可以理解,探测地球深部结构可资利用的方法和技术,从大约本世纪初期开始演变至今,还只能寄希望于深地震反射波法,因为它能反映地下反射面的局部几何形态,具有较高的分辨率,并且观测资料的地质解释比较单一,多解性较低。不过此法仍是一种间接的方法,尚有其局限性,用以探测地下浅部或深部的构造,还不能完全满足研究地球科学的要求,它所能提供的地质结论,在一定程度上仍然是不够确定的,含糊不清的。

因此,对于如何进一步探测和研究地壳深部的问题,再次被提到日程上来。特别是60年代以来,在海洋上,经过海底地质调查与海上地球物理测量,并依据来自古地磁和地震学等方面的观测和理论,提出了全球板块构造的论说,使人们对地球表层大约数百公里厚度范围内的结构,至少在全球海洋区域得出了相当有说服力的理论,可用以解释许多实际观测到的现象。这是具有突破意义的。然而大陆地区地壳深部的情况远比海洋上更复杂,板块构造理论尚无法直接应用。

在大陆上利用深地震反射波探测,可以弄清一些问题,验证一部分地质学上所争论的观点。但是,由于深部反射面只代表不同岩性的分界,其两侧岩性可以有差异,也可以没有或只有极微小的差异,并且相当复杂而不均匀,深地震反射波探测仅仅是依靠其分辨率高的优点来显示岩石弹性的差异,其他性质则一无所示,所以深地震反射波探测的实际效果,受到很大限制。

关于深和超深钻井规划

科学的发展是没有止境的,现在人们对地壳深部渴望知道的有这样一些方面:1. 构造形态;2. 物质组成;3. 地壳演变的历史过程。深地震反射波探测只能对第一方面提供一定的启示,而对后

两个方面则是无能为力的。

但是地球科学要前进,要创新,如何突破现状是当前摆在全世界地球科学工作者面前的严峻挑战。依靠地表的地质、地球物理或地球化学观测的结果来推测地下的实际效果,已不能满足地球科学迅速发展的要求。

当今世界上各国地球科学工作者都在思考的是,在地球表面某些关键地点打深(数公里)或超深(10公里以上)钻井的可能性。这种方法可使人们从井中直接取得地球深部实物,并可观测自地面到井底之间的一切地质现象,这也就有可能打开地球科学前进的道路。

然而这是一项较大的勘探工程,出现的问题将是不少的,其中主要有:1. 打深或超深钻井耗资多和时间长;2. 深或超深钻井只能在分散的个别地点上钻进,只能取得这些点上的深部实际情况,而在地球表层数十公里的厚度范围内,水平方向的变化是很大的,因此探测到的情况不能代表较大区域内的深部情况。

不过使人们下不了决心实施这一工程的最大理由是,目前深钻井主要只有科学意义,其实用价值还不清楚。因此,本世纪以来,尽管人们不断建议打科学深钻井,但始终不能见诸实施。因此,对地壳深部的许多认识问题总是停留在理论分析阶段,得不到验证,更谈不上用来指导实践,使地球科学缺乏前进的动力。

然而全世界的地球科学工作者不能因此而无所事事,听其停滞不前。近年来,在国际岩石圈计划下已成立了大陆钻井联络委员会(Coordinating Committee on Continental Drilling, CCCD),印发了国际大陆科学钻井简报(ICSD),以报道各国大陆科学钻井的进展情况,并鼓励各国科学家们合作。从简报中可看到苏联在这方面的进展是走在前面的。根据苏联地质部部长科兹洛夫斯基的报告,目前苏联已在本国境内波罗的地盾的科拉半岛上盛产铜镍矿地区打成了深度为12公里的超深钻井;第二个超深钻井也已在泛高加索地区的古林斯卡亚盆地中的萨特雷位置上动工钻进,其目的是试探该地区的深部油气蕴藏远景。下一步的计划将增加深和超深钻井的数量,以探索有关找矿的科学问题。在地台区准备再打四个超深钻井,以研究深部沉积层中的含油气的情况。另外,还将打一批深与超深钻井以研究内生矿床的聚集带,同时研究改进超深钻进技术及井中测试设备。

在联邦德国,打超深钻井的计划得到了政府部门的支持。过去三年中,曾进行了关于深度为14公里超深钻井的可行性探讨,并为选定井位进

行了约1 000公里的深地震反射波剖面的探测;曾论证了黑森林地区及波希米亚地块的西部边缘地区二处井位,并选定后一地区钻进。据最新消息,这个井已动工。

至于美国,能源部、地质调查所和科学基金委员会已达成协议,成立了美国的国家大陆科学钻井委员会,许多大学已联合起来为科学基金委员会编制大陆科学钻井的长远规划。目前,已在一些地热能地区打了一批不深的科学钻井,深和超深钻井的计划尚在酝酿之中。根据美国境内已进行的较多深地震反射波探测的结果来看,初步认为有可能先在美国东海岸的阿巴拉契亚山脉南部选择超深钻井的井位。

在打深或超深钻井方面,其他国家的地球科学工作也有所规划,有些国家已开始进行选择井位前的工作,如深地震反射波探测及先打一些不深的科学钻井,以取得经验。

关于我国制定大陆科学 深钻井长远规划的建议

至于我国,首先应从思想上加深对打深钻井的重要性的必要性的认识,要有科学远见。打深及超深钻井是一项基础研究工作,目前只能以科学目的为主,一时尚不会有重大的实用价值,特别是经济效益。应该实事求是,不宜过分强调打科学深钻井要对发现矿产和地震预报起直接作用,过早地肯定目前还未看到的成就是很不恰当的。既是基础研究,就应由国家或国家自然科学基金委员会提供资金,并由全国地球科学专家组成学

术指导委员会统一规划这一工作。深钻井是一项较大工程,现场施工要求有较庞大的队伍和复杂的设备,这可由地质勘探部门承担。

我国幅员广大,目前还没有开始进行深地震反射波的探测,在选择深钻井位置之前,这是必不可少的,要有计划地妥善部署这一工作。钻井位置的选择决定于钻井的目的。目的可以是很多的,事先必须有充分事实依据加以严格论证,避免盲目性。目的有主有次,应十分明确,对于所要达到的最基本的目的也必须作出充分的估计。

虽然进行大陆科学深钻井耗资很多,但与有国防意义的空间探测或其他国家重大经济建设项目所需要的投资相比,却少得多。只要精打细算,杜绝浪费,把资金用到刀刃上,经费问题可能不是主要困难。对国家来说,如果能在整个地球科学工作中,包括生产性的和科学研究性的,以及其他方面节约一些资金,例如把有些只根据行政决定而未经严格的必要性和可行性论证的项目以及在同一低水平上重复的项目停下来,就有可能集中相当可观的财力和物力,用于科学深钻井这一重要工作。

至于与深钻井有关的工程技术,利用目前国内用于石油普查勘探的设备就能打深度为7~8公里的钻井;至于更深的井还应进行必要的试验,估计困难是不大的。

现在首先要研究制定我国大陆科学深钻井的规划。不要急于求成,按部就班才能达到科学深钻井为我国地球科学发展作出应有贡献的预期目标。

封面、彩页说明

一百年前,美国一位历史学家,公众领导人小查尔斯·弗兰西斯·亚当斯(Charles Francis Adams Jr.)曾指出,技术是社会变革中威力最巨大、影响最深远的动力。

本期封面和彩页刊登的彩色照片是19世纪和20世纪初美国发明的一些机械和电气产品。用现代的眼光看,这些早期的机械电气制品显然显得简陋和粗糙,性能当然也远不如现代的同类产品。但它们代表了当时科学技术的新水平,反映了人类向机械化、电气化进军的新思想。这种新的思想开创了科学技术现代化的先声。现在,数据处理机、汽车、缝纫机、电话、洗衣机、电烤炉、吸

尘器能在全世界普及,甚至进入每个家庭,不能不归功于那些早期的发明家。

从这些照片,我们不难得到一些启示:许多新的发明创造,一开始可能会很简陋、粗糙和不完备,外观也可能不那么典雅,甚至丑陋。但其中蕴藏的新思想则具有永久的活力,它将激励人们向更高、更新的境界前进。

美国的这些历史上的发明创造,都陈列在首都华盛顿史密逊博物院,它既在纪念那些创造发明的先驱者,也在激励后人的创造热情。

(全部图片选自美国驻华大使馆新闻文化处《交流》杂志)