

固体地球物理发展的思考

Thoughts on Development of Solid Geophysics

刘光鼎

(中国地球物理学会,中国科学院院士 北京 100081)

地球物理是用物理学的理论、方法、技术来研究地球,具有广泛的社会公益性质。但是地球物理的领域极为辽阔,向上可达平流层、中间层、对流层,乃至太阳;向下则到地壳、地幔和地核。对上、对下都要观测、采集数据,然后作处理和解释。而地球物理资料的解释,即对问题的求解,都不是唯一的,必须用多种方法的综合研究来增加约束条件,同时要求不断地提高观测仪器的动态范围和分辨能力,并努力改善方法技术。面对如此广阔、又十分复杂的问题,我只想对固体地球物理领域的发展谈一些想法。

一、依据与原则

固体地球物理的基本任务是认识地球,并为资源勘查、环境保护和灾害防治服务。前者是基础研究,后三者是应用研究与生产开发。其间关系是相互依存,又相互促进的。

固体地球始终处于发展与变化之中。为了比较深刻地认识地球的规律性,以指导生产实践,解决各种工程建设中涌现的问题,则必须强调地质、地球物理与地球化学的紧密结合,其中包括各分支学科在前沿上的突破,又要求作高层次(尽可能全面)的综合研究。

在考虑地球物理的发展时,既要考虑当前整个世界发展的趋势,又必须根据我国的国情,为国民经济建设服务。

当前,国家的科学技术方针是,经济建设要依靠科学技术,科学技术要为经济建设服务。对于基础研究与应用开发,必须“稳住一头,放开一片”。但是,对基础研究又必须“有所赶,有所不赶”。

在社会主义市场经济体制下,固体地球科学必须适应竞争机制,这既是挑战,又是机遇。为此,应该坚决走开放、流动和联合的道路,在加速新陈代谢的过程中,集中优势力量,解决科学技术发展和经济建设出现的难题,以求生存、谋发展。

当前还有一个突出的问题,就是跨世纪科技人才的培养。这件事应该贯彻到各项工作中去。老科学家的关心、指导,无疑会起重要作用,而年轻同志勇敢地到实践中去锻炼成长,则同样重要。

二、固体地球科学

20 世纪,固体地球科学的发展,基本上经历了大陆漂移、海底扩张和板块大地构造的阶段,其核心内涵是活动论。岩石层板块大地构造被认为是地球科学的一场革命。但是,应该说是还不完整或不彻底的革命,因为岩石层板块的驱动力,特别是地球内部的深层次问题并没有解决。

50 年代末期,地球科学开展了广泛的国际合作。起初是在海陆地区采集地球物理数据,接着是对海底扩张和板块大地构造的验证,进而探索未知的课题。例如,前期用 Glomar Challenger 钻探船执行的深海钻探计划(DSDP),近年使用 Resolution 号开展的大洋钻探计划(ODP)。再如,60 年代的国际地壳上地幔计划、70 年代的地球动力学计划、80 年代的大陆岩石圈计划,以及由此开展的全球地学断面(GGT)计划和大陆超深钻的计划。90 年代国际岩石圈计划决定延期十年,以解决大陆地壳不均匀性、大陆板块构造模式以及大陆岩石层结构和演化。因此,今后一段时间里,固体地球科学的注意力仍会集中在大陆地质。这也就是 1996 年将在北京召开的第 30 届世界地质大会将要讨论的中心内容。

我国地域辽阔广大,960 万平方公里的陆地和近 300 万平方公里的海域,位于欧亚板块东南部,东面和南面分别受到太平洋板块与印度洋板块的包围。中国大陆是一个拼合的大陆,它经历了五幕演化史:前寒武纪陆核形成并向克拉通发展;古生代期间古陆拼合,形成今日中国大陆的雏形;晚印支一早燕山(晚三叠世一早白垩世)时期经受了严重的挤压改造;晚燕山一早喜山(晚白垩世—中渐

新世)时期板缘聚敛和板内拉张,形成了一系列陆相碎屑沉积盆地;晚渐新世以来,太平洋(菲律宾海)板块俯冲于欧亚板块之下,在东海外侧形成沟—弧—盆系,板内发生普遍沉降。

我国地球科学家在我国的大陆和海洋上,进行了长年而又广泛的辛勤工作,对中国大陆的构造运动取得了许多重要认识。朱夏教授借用麻将牌生动地做出总结和概括:开,即开局,块体的分裂或离散;吃,即聚敛或闭合,一个块体俯冲在另一个块体之下而消止;碰,即两个块体在不同运动方向上相碰撞,造成低缓山系;杠,即两个块体相对碰撞,出现陡峭造山带;花,即两个块体相对俯冲,形成为开花馒头那样的花式构造。

为了对世界地球科学做出应有的贡献,深化对岩石板块大地构造的认识,应深入开展以下综合研究:一是青藏高原的形成与演化;二是中国海陆地球物理场与动力学研究,以 10 条 GGT 断面为骨架,探讨大陆地质的基本特征,及其与油气资源和隐伏金属矿床之间的关系。

三、油气地球物理

尽管我国石油和天然气的产量已经达到每年 1.4 亿吨,但要在全国海陆 350 多个沉积盆地中发现更多的油气,增加后备储量,并在已开发的油气田中提高采收比,则始终是中国油气工业中迫切要求解决的问题。考虑到中国地质条件的复杂,中、新生代陆相碎屑岩沉积盆地在东部的张性、西部压性和中部张扭和压扭性的特点,尤其是中、古生代海相碳酸盐地区是与前者叠加在一起的,要想使油气地球物理工作上一个新的台阶,必须“稳住东部,开发西部”,为此,有以下三个层次的课题应予解决。

1. 将沉积盆地作为整体,进行地质地球物理综合研究。这是具有战略意义的,不仅能对盆地的油气资源量进行评价,而且对于勘探的部署还可以起宏观指导作用。为此,首先应将沉积盆地划分成原型,并将它们看成是一个地球动力学系统。其次对盆地内部进行的地质地球物理(重、磁、电、震及其它)和地球化学资料进行高层次的综合研究,阐明其构造史和沉积史,再作盆地原型的沉降史、热史、生烃史和运移史、聚集史的定量动态模拟,为油气评价提供科学依据,使勘探部署纳入科学轨道。

2. 圈闭的研究,包括构造圈闭和隐伏地层圈闭。对于复杂构造的研究,如潜山内幕、倾斜断块等,应进一步提高数据采集质量,加强叠前偏移技术,在工作站上采用人机联作解释;对于隐伏地层或岩性圈闭则应深入应用层序地层学,来开拓研究的新途径。将圈闭研究与烃类直接识别技术结合起来,为钻探提供井位,提高钻井命中率。

3. 储集体的研究,应通过对储油气层的详细描述,为进一步提高油气开发采收比,提供依据。“八五”期间,油储地球物理研究,在岩石物性、地球物理测井、高分辨率地震、多波多分量地震、井间层析成像等方面都取得了很大进展。应在大力开展试验研究的基础上,努力使研究成果实用化。这将是稳住东部,使我国东部油气田继续对国家做出贡献的关键。

四、浅层地球物理工程

当前,世界环境问题受到普遍重视。国内外都提出环境地球物理研究。这对保护和改善我们的生存环境确实十分必要。

我国是一个发展中国家,有大量的环境问题亟待解决。而我国大规模的国民经济建设又出现众多的工程问题,诸如水库、堤坝、桥梁、隧道、港口、码头,以及城市建筑,乃至地下水资源、金属与非金属矿床的勘探与开发等等,同样也需要解决。如果处理不当,会引起新的环境问题。

所有这些问题,都要求固体地球物理学家来关注并解决从地表到地下 200~1 000 米范围内的地层结构与岩石物性,以及各种工程地质条件。概括起来,可以称为浅层地球物理工程。

过去沿用传统的地球物理方法技术来对待浅层,往往难以满足工程与环境的要求。正因为如此,浅层地球物理工程进入国民经济主战场有极其广阔的前景。例如,煤田开发中遇到的陷落柱、老窑水、瓦斯气、采空区,以及小断层等一系列问题,严重影响机械化采煤的进程,甚至造成众多的伤亡事故。金属矿的勘探与开发,现已迫在眉睫,许多紧缺矿产,如金、铜、银、铀等都已经处在“等米下锅”的状态,急需解决“攻深找盲”的技术方法,寻找隐伏的大型、特大型矿床,以及盲矿体。地下水资源问题,不仅在老少边穷地区、沿海岛屿,而且在大、中型工业城市,也都亟待解决。

浅层问题的特点是:成层性与均匀性差,且受地形的严重影响;勘查目标的体积小,而地球物理干扰背景强;各种工程项目要求高精度、高分辨率,还要求提供有关物性参数,并将迅速用钻探加以验证。

因此,浅层地球物理工程必须尽快解决以下应用基础研究问题:

1. 非均匀介质中地震波、电磁波的传播理论;
2. 土壤与岩石的物理、化学性质的测定及其分布规律;
3. 高分辨率、高精度的地球物理工程所用仪器及其数字化、轻便化和处理解释一体化;

(下转第 55 页)

稳定棉花播种面积,提高产量,为国家提供重要生产、生活资料的关键是保护棉农利益,真正调动其种棉的积极性。首先要落实国家为发展棉花生产而制定的各项优惠政策,打击处罚一切损害棉农利益的行为。其次,是制定科学的、动态的保证棉农获得合理经济利益的棉花收购价格。这种价格需经科学测算,包括棉农的物化活劳动投入、合理收益率和风险报酬等综合因素,以确保棉农在正常年景,在棉花产品质量提高的前提下,实际收入逐步增加。再次是国家要在宏观上调控生产和生活资料价格上涨的幅度。如果收购是计划价,而生产、生活资料是市场价,到头来就很难兑现国家的优惠政策。各级政府应责成经销棉花的有关公司或供销社建立必要的农用生产物资储备,确立生产资料最高限价,以保证不误农时,使农民使用上价格合理、质量稳定的农用生产资料。棉花生产投入大,风险大,棉农自身很难承受市场和自然灾害双重风险,国家应要求各级保险公司帮助棉农建立自然灾害保险业务。棉花生产区的地方政府应会同各有关部门建立棉花生产、收购、风险基金。总之,要采取多种行之有效的方法,加大棉农生产经营的保险系数,提高棉农收入,调动其植棉的积极性。

2. 国家要积极推广植棉新技术,攻克棉铃虫灾害,解除棉农的后顾之忧

1994年农业部门注意发挥科技力量,一是推广一批高产、优质、抗病、早熟品种,良种面积扩大;二是“两膜棉”(地膜覆盖,育苗移栽)面积扩大,已占全国棉田面积的75%;三是推广化学控制配方施肥、模式化栽培等实用技术。对棉铃虫的防治工作抓得紧、落得实,发生危害明显比前两年轻。实践证明,棉花生产大发展要依靠科学技术。国家要组织科研、技术推广部门以无偿为主的方式,帮助棉农掌握植棉新技术和使用优良品种,防虫治虫。国家要保证科研部门和技术推广部门的事业费投入,建立健全农村科研所和技术推广站,稳定队伍。国家和有关部门应以行政手段加以必要的财政支持,保障旨在帮助棉农发展生产的科研、技术推广活动的

(上接第26页)

4. 浅层高分辨率地震、电法、电磁波法及层析成像理论与方法(包括软件);综合应用重、磁、电、震、遥感、放射性解决浅层工程的方法与技术。

五、地球物理仪器

地球物理仪器的发展,包括计算机在处理和解释方面的应用,对于地球物理方法和技术的进步有极大的影响。当前,地球物理仪器的轻便化和智能化发展,已有使数据采集、资料处理和解释一体化

有效实施,以解除棉农的后顾之忧。

3. 尽快改革现行棉花购销体制

现行的棉花购销体制是高度计划经济的产物,在新旧体制交替过程中漏洞多、适应性差,难以调动农民种棉积极性。为保证满足国家对棉花的需求而采取的垄断收购方式,仅属权宜之策。从长远看,目前实行的棉花购销政策既不能真正保障棉农利益,也难从根本上满足国民经济发展对棉花日益增长的需求。现行棉花购销体制的最大弊端在于,国家对棉花需求宏观的中、长期愿望与广大棉农微观的眼前经济利益缺乏合理的结合点。棉麻公司或供销社一方面代表国家采用行政手段垄断棉花市场,另一方面又要实现本公司、本单位的经济效益,这在市场经济中是绝对不兼容的,其后果往往是以伤害棉农利益为代价。当然,这绝不是某些棉麻公司或供销社的问题,而是从计划经济向市场经济过渡进程中宏观经济体制改革滞后的一种表现。

建立我国新型棉花购销体制是一项较为复杂、涉及面较广的系统工程,不可能一蹴而就。其基本思路:一是逐步有序地取消国家对棉花购销的垄断行为,采取经济的手段,利用价格杠杆,发挥市场调节的功能,辅以必要行政手段,以诱发、引导农民发展棉花生产,切实提高植棉的比较利益,调动棉农的积极性。二是逐步全面放开棉花市场,建立运行有序的交易市场和期货市场,使棉花市场交易顺应经济规律和价值规律;鼓励国有、集体公司积极参与棉花购销活动,公平竞争,使较多的棉花购销单位在遵守国家法令和执行保护棉花生产的产业政策的前提下,在为广大农民提供良好的产前、产中、产后服务的基础上从事棉花的购销经营。广大农民不仅可以从事棉花生产,也有权将产品自主地卖给任何一家收购者,以保护自己的经济利益。三是建立棉花、棉制品交易超利润返还机制,凡经销棉花的公司都有责任将棉花二次交易过程中获利部分切实返还棉花生产者,使广大棉农不仅可以获得出卖初级产品的报酬,也可以分享棉制品加工和再交易升值后的利润。

(责任编辑 孙立明)

的趋势。

改革开放以来,我国引进了大批地球物理仪器设备,对于我国地球物理研究水平的提高有很大贡献,但其代价是巨大的。因为我国长期不能自己设计并制造地球物理仪器,所以难于针对我国的复杂地质问题,采取最佳的技术手段加以解决。应该针对中国的具体问题和条件,由小到大、由易到难,有计划、有步骤地开展仪器设备的研制。同时要考虑如何通过国际合作并运用市场机制,促进中国地球物理仪器的研制与生产。

(责任编辑 肖庆山)