

中国地球科学^①

摘要:地球科学作为一门古老而年轻的、正处在蓬勃发展之中的现代科学,是一项具有明显的社会效益,且对国家利益和国家安全具有关键性的重要意义的历史性的事业。中国的地球科学,已经并且正在为中国的可持续发展做出重要的贡献,跨世纪的中国地球科学任重而道远。

1 地球科学的发展

近代科学的地球科学发展,按照在人类社会生活中的作用的不同,经历了三个不同的历史阶段,这三个历史阶段具有不同的起始,但其结尾部分却是相互重叠的:

第一个阶段是“地理—地质阶段”,这一阶段以地理大发现起始,以最终建立全球地质和地理的基本图象,并开始征服极地为止。这一阶段的基本特征是直接面对地球表层上的未知疆域,包括地理、岩石、矿物、古生物等几个不同的方面,这一阶段所取得的成果,标志着地球科学的第一次辉煌,也标志着人类社会发展的一次辉煌,它将人类对地球上的未知疆域和未知事物的认识与征服在科学上进行了一次前所未有的系统化。而至此形成的一个最基本的概念,就是地球本身。

第二个阶段是“物理—化学阶段”,这一阶段以人们开始使用仪器对地球上的各种现象进行观测和实验起始,至今仍在继续之中。在这一阶段中,人们初步认识了地球上的种种物理—化学现象:地球的磁场、地球的重力场、地震波的传播、大气的运动、水的运动、地球内部的流体、电离层,等等,几乎每一个观测和实验技术上的重要进步都会导致重要的发现。这是地球科学的第二次辉煌,也是地球科学对社会的第二幕重要的贡献。这一阶段使人们开始用观测和实验的方法来研究那些人类无法直接感知的自然现象:地球中的波、地球的场、地球内部的能量交换,它使得地球的概念由一个二维的球面变成一个四维的时空过程。至少部分地以这些发现为基础,整个人类社会的技术和经济都出现了飞跃式的发展。

第三个阶段是“人类阶段”。这一阶段以环境、资源和自然灾害问题引起人们的高度重视开始,目前方兴未艾。这一阶段的突出特点是:不仅要回答地球上的现象是“怎么样”的问题,更要从动力学的角度回答“为什么”的问题;不仅要回答地球的过去和现在是什么样的问题,更要回答地球的将来是什么样的问题。在这一阶段中,人类不再象过去那样,只能被动地接受地球上的现实,人类活动已经成为在研究地球上的各种变化的过程中必须考虑的一个重要的因素——这个因素已强大到有可能导致人类本身毁灭的程度。

因此,地球科学的重要性,随着现代经济社会的迅速发展而变得愈加迫切。地球科学所要回答的问题,也随着现代社会的发展而变得越来越严峻。如果说,在“地理—地质时

^① 《本文根据中国科学院地学部《21世纪中国地球科学发展战略》研究组《跨世纪的中国地球科学》1997年7月《征求意见稿》命录,大小标题略有删除。)

代”,地球科学所要回答的主要问题是在我们生活的小天地之外,在未知的大地上还有些什么有趣的东西;在“物理—化学时代”,地球科学所要回答的主要问题是在我们这个地球上,怎样才能生活得更好一些;那么在“人类时代”,地球科学所要回答的主要问题,则是人类作为自然过程的一部分,究竟还能不能继续生存下去。

2 地球科学的社会经济效益

地球科学是一门基础科学,同时又是一项具有明显的社会效益的公益事业。

2.1 资源供给

现代地球科学所要解决的基本问题之一,就是保证充足的资源供给。这里的资源主要包括两个方面,一个是矿产资源(包括油气资源),一个是水资源。而在这些方面的直接的经济效益,从原则上说是无法用具体的数字去计算的。例如,我们还记得60年代以前中国一度处于“贫油”的状态。大庆油田的发现和此后其他一系列大型油气田的发现,从根本上改变了我国“贫油”的状态。在这里我们无法计算在这些油气田所取得的巨大的经济效益中,地球科学究竟占有多大份额的贡献,也无法计算由这些油气田的发现和开采所引起的“连锁反应”,究竟给我国带来了多少实际的经济效益。但有一点是可以肯定的,就是如果没有地球科学研究的成果作为基础,在找油的工作中要做出“从西到东”的大规模的战略转移,从而找到大庆油田是不可能的;没有地球科学研究的成果作为基础,要把大庆油田的产量维持这样长的时间也同样是是不可能的。

目前,世界上工业制成品的原料有70%来自矿产资源,能源有90%来自矿产资源。到目前为止,我国的矿产勘察已经发现160多种矿产,探明煤炭储量约万亿吨,石油储量约百亿吨,天然气约万亿立方米。目前全国共有320多个油田进行采油,原油产量突破1.5亿吨,100多个气田进行采气,天然气产量百亿立方米。而不计地球科学的其他分支,仅考虑没有反射地震勘探技术,那么石油和天然气的成本就将是现在的10至20倍。

2.2 灾害防治

现代地球科学所关注的另一个基本问题是灾害问题。这里的灾害主要包括气象灾害(旱灾、洪涝灾害、台风等)和地质灾害(地震、火山、滑坡等)。这两类自然灾害是对经济和可持续发展的最大的威胁。

无论是气象灾害还是地质灾害,其给社会带来的经济损失都是巨大的。以我国为例,按1990年不变价格计算,我国自然灾害的年均直接经济损失,50年代为476亿元,60年代为564亿元,70年代为635亿元,80年代为760亿元。减轻这种经济损失是地球科学的目标之一。从这个意义上说,地球科学的间接经济效益,是无法用直接经济效益的尺度去估量的。

地球科学通过减轻灾害来实现经济效益的方式决不仅仅是灾害的预测。比如公众所理解的那种类于天气预报的地震预测,至今仍未实现。但是地震科学对于地震及其灾害的规律性的认识,已经通过抗震设防、震后快速反应、地震立法、以及概率性的地震危险性评估,实现了明显的减轻灾害的效益。事实上,很难测算,假如没有地球科学,灾害造成的经济损失的情况将是怎样。但是只要比较一下20世纪80年代以来的任何一次火山喷发

和历史上毁灭了庞贝古城的火山喷发,就会发现地球科学在减轻灾害损失中的作用是无可置疑的。

3 地球科学与中国现代化

3.1 地球科学是中华民族独立自强的基础

我国 960 万平方公里的陆地和近 300 万平方公里的管辖海域,是中华民族的自下而上空间。地球科学则是对这一自下而上空间的认识、利用、开发和保护的基础。20 世纪以前乃至 20 世纪上半叶的相当长的一段时间内,对中国的地球科学问题的调查和研究,主要是由外国人进行的。这种情况既是当时中国半殖民地性质的直接结果,也是加重中国殖民地化的一个重要的因素。当时中国的许多有识之士致力于“以地质报国”,正是出于这种严酷的现实,而一些著名的中国地球科学家最终成为伟大的爱国者,也与地球科学的这种独特的性质有着直接的关系:只有真正了解了中华民族世代自下而上的这块国土,才能有效地保护她、建设她,开发她所提供的资源,才能在这块土地上得到应有的民族尊严。

3.2 地球科学在新中国的发展和现代化进程中发挥的重要作用

新中国成立后,如何尽快地摆脱旧中国遗留下来的贫穷落后的状态,把中国建设成一个现代化的国家,是摆在每一个中国人面前的紧迫的问题。在中国经济和社会的发展和现代化的过程中,地球科学发挥了重要的作用,例如:

① 以固体地球科学的研究成果为基础,许多大型矿产资源、大型油气田的发现,为中国工业的现代化奠定了坚实的基础;

② 气象灾害的研究、预测和控制为中国这个农业大国的立国之本提供了必要的保证;

③ 对我国的表层国土、深部构造、管辖海域和领空的了解和研究,成为维护国家主权的重要内容;

④ 中国地球科学家在相当短的时间内把国外的地球科学研究系统地引入中国,迅速地缩短了中国地球科学与国际先进水平之间的差距;充分地利用我国数千年的历史传统和独特的地域优势,我国地球科学家在许多方面取得令世界瞩目的成果。

3.3 地球科学的历史使命

在目前中国经济社会的可持续发展中,我们正面临着四个方面的挑战:资源储量不足、环境恶化、自然灾害的威胁、科技发展与世界先进水平的距离拉大的危险。

资源问题,不仅仅是一个经济问题,综观 20 世纪的两次世界大战和战后的历次局部战争和社会动乱,资源问题一直是国际政治中的一个核心问题。在外界对中国严加封锁的时代,资源曾经是中华民族稳固地屹立于世界民族之林的根本;在中国对国际开放的时代,资源同样是中华民族发展的根本。只有拥有自己独立的资源开发体系和资源探查体系,才能在资源开发的独立性和开放性中保持足够的主动。而独立的资源开发体系的资源探查体系的建设,是以地球科学研究为基础的。

本世纪中叶以来,随着人类活动能力的不断提高,环境问题日益成为威胁经济社会的可持续发展的一个不容忽视的因素,如果说社会公众目前所关心的环境问题(主要是污染问题)直接关系到千百万人的切身利益,那么地球科学所关注的环境问题——主要是长周

期、大尺度、全球性的环境问题——则关系到全人类的利益和子孙后代的利益。值得注意的是，冷战以后，环境问题成为南北矛盾的焦点之一。而从某种意义上说，谁拥有了这方面的研究优势，谁就拥有了这场“战争”的主动权。

20 世纪以来，随着经济和社会的发展，由自然灾害所造成的损失呈现出与日俱增的态势，对自然灾害的研究成为地球科学义不容辞的责任。中国是一个多地震国家，在中国历史上，毁灭城市的地震的记载决不是罕见的特例；中国是一个农业大国，气象灾害是对农业发展的最大的威胁之一。从这个意义上说，地球科学在中国的可持续发展中具有不可取代的作用。

在目前科技发展日新月异的时代，科学事业具有明显的“逆水行舟，不进则退”的特点，这种竞争不但是国力的竞争，而且是民族荣誉的竞争。对中国科学技术的挑战，始终伴随着科技发展的整个过程，地球科学则处在这种挑战的焦点上。在中国科学技术的总体结构中，地球科学的地位多少有些与众不同。如果说，对地球之外的天体的研究，其优先权是否属于炎黄子孙并不特别重要的话，那么对我们自己的大地和领海领空的研究，假如其优先权竟落他人之手，则将是对中华民族的自尊心的极大的损害。

4 中国地球科学的世界地位

现代地球科学，是在本世纪初才从西方传入中国的。中国地球科学较大的发展，仅仅是在新中国成立以后。目前中国是一个发展中国家，中国的地球科学全面赶上和超过世界先进水平，还有相当长的一段路程。清醒地认识到这一点，无论是对于我国地球科学的发展，还是对于我国国民经济和社会的发展，都是非常必要的。但是另一方面，我们也没有理由因此而妄自菲薄。事实上，尽管中国地球科学的发展比较晚，中国地球科学在很多方面都还处于比较落后的状态，但在全球地球科学的参考系中，中国地球科学仍然具有重要的地位。

4.1 地域优势的发挥

中国疆域辽阔，在全球地球过程中具有举足轻重的地位。作为世界第三极的青藏高原，在固体地球科学方面提供了大陆动力学研究的最典型的研究对象，在全球变化研究方面则提供了研究影响全球变化的固体地球过程的最好的样本。中国是世界上地震最多、地震灾害最重的国家之一，中国的大陆地震占全球大陆地震的三分之一，对中国的大陆地震的研究在减轻地震灾害的研究和应用中具有决定性的意义。中国的黄土，在全球第四纪地质的研究中是一个引人注目的课题；中国的沙漠，在全球沙漠的研究中是一个不可忽视的方面；中国是一个古生物大国，中国古生物和古气候的研究，对理解地质历史上的全球变化具有不可忽视的重要性。中国拥有至少 5000 年的文明史，中国丰富翔实的历史文献为地球科学研究的各个分支都提供了宝贵的资料，这种资料在世界上几乎是独一无二的。这些优势使中国在全球地球科学的研究中成为一个不可缺少的重要的方面。

4.2 世界上的重要贡献

尽管中国地球科学的起步相对较晚，中国地球科学的发展也不是一帆风顺的，中国地球科学家还是以自己的敬业精神和研究实力，做出了有价值的工作，这些工作即使在全世

界地球科学的参考系中看,也是一流的。例如:

北京人的发现;
大气适应过程的研究;
稻田甲烷排放的研究;
地震波理论的研究;
东亚季风的研究;
寒武纪生命演化“大爆炸”的发现;
青藏高原地质与环境的研究;
用历史资料研究全球环境变化;
中国黄土研究;
中国恐龙研究;
.....

这个表列显然远不是完备的。但是从这个远未完备的表列中,仍可对中国地球科学家的贡献略见一斑。这里限于篇幅,我们还没有提到在香港、澳门、台湾等地区的中国学者的贡献,还没有提到旅居海外的华侨和华人的贡献。我们说,中国地球科学在世界上的地位是不可忽略的,中国地球科学家达到和超过世界先进水平的能力是毋庸置疑的,这种说法决不是溢美之词。

4.3 共同迎接地球科学难题的挑战

目前世界上还有很多尚待解决的地球科学难题。经济社会的迅速发展和在这种发展中所遇到的资源、环境、自然灾害、地学信息方面的挑战,又向地球科学提出更多的新的研究课题。在这些重要的科学难题的研究中,中国与其他国家站在同一条起跑线上。比如,地震预测是一个至今仍未得到解决的世界性的科学难题。中国在经验性地震预测研究方面独树一帜,1975年中国海城地震的成功预报是人类历史上第一次对强烈地震做出的有公认的科学意义和明显的社会效益的地震预报,而迄今为止类似的成功预报还寥若晨星。中国地球科学家在很多问题的研究中都提出了自己独到的见解,在很多方面都已具备攀登这些科学高峰的条件。可以预料,未来世纪的中国地球科学,必将在世界地球科学的发展中发挥更重要的作用。中国地球科学家有条件对人类做出较大的贡献。

4.4 对发展中国家的启示

从更宽广的视野来看,中国地球科学的发展,其意义决不仅限于中国本身。如前所述,由于地球科学对于经济发展、社会稳定,以及维护国家利益、捍卫国家主权的重要性,一个国家的地球科学的发展,成为一项带有“基本国策”性质的战略任务。发展中国家的地球科学如何尽快地实现现代化,这是一个世界性的问题。在这方面,中国地球科学的发展,对于发展中国家的地球科学的发展具有重要的示范作用。中国地球科学现代化的进程本身,实际上也是在探索一条适合发展中国家国情的发展道路。事实上,20世纪下半叶以来,特别是改革开放以来,越来越多的发展中国家,特别是中国周边国家,非常注意向中国学习发展地球科学的经验,中国地球科学家通过帮助这些国家的科学发展、与这些国家的地球科学家开展合作研究,不仅使中国地球科学受益匪浅,而且也在客观上扩大中国地球科学在世界上的影响,提高中国地球科学的地位。