

## 科学家论坛

## 地理科学的信息化与现代化

陈述彭<sup>\*</sup>

(地理科学与资源研究所 北京 100101)

关键词 地球系统科学, 全球化, 网络, 知识经济

20 世纪我国地理学的成就是空前辉煌的: 初步奠定了现代化的科学基础, 开拓了宽阔的应用领域, 带动或推进了众多分支学科的发展。地理学家活跃在社会经济建设和政府决策、领导部门, 工作在科学技术或工程部门的重要岗位。高等院校中有 8 个地理学博士点、9 个自然地理博士点, 人文地理、区域经济、地图和地图信息系统各 3 个博士点, 92 个硕士点。每年培养出来的青年地理专家, 很可能超过 50 年代以前中国地理人才的总和。人才的储备和素质的提高, 是实施科教兴国和可持续发展战略的最基本的保证。

## 1 全球化与地球系统科学

20 世纪后期, 我国地理界的人力、物力主要集中于解决国家内部经济建设问题, 现在则面临着全球化资源再分配、区域重组、经济管辖区争端等新的挑战, 面临加入世界贸易组织和组建跨国公司等新的问题。地理学界要加强全球问题的调查研究, 掌握世界动态信息。例如, “数字地球” 战略, 不仅关系到国家安全、全球变化和自然灾害, 也与城市化和西部开发、扩大内需密切相关。现在应转变观念, 把全球研究 (Global Study) 提到日程上来, 积极投入到地球系统科学中去。地球表层的范畴上自电离层, 下至莫霍面, 也就是信息传输最活跃的圈层, 或称智慧圈、人类圈, 都是地理学家需要积极参与进行综合研究的范畴。

地理科学既是以综合研究地球表层为己任, 我们就应为近百年来众多分支学科的繁荣而欢呼。我曾比喻地理科学像一棵榕树, 丛生的气根多, 就会得到丰富的营养和水分, 长得更高大, 更有利于支撑扎根原不很深的大树, 增强抵抗飓风袭击的能力。认为分支学科的发展分散了地理科学的凝聚力, 这种担心是多余的, 至少是保守的。地球系统科学的体系框架在世纪之交已基本形成。它从研究碳与水的循环及其在太阳能作用下的新陈代谢作用开始, 扩展到氮、磷、钾等营养元素和硫、砷、汞等制约元素的迁移, 成为当代资源与环境问题的热点。它们影响到叶绿素含量、植被指数及初级生产力的时、空分布, 从而影响到森林蓄积量、草场载畜量、海洋渔获量与农作物产量。这条主线贯穿着气圈、水圈和岩石圈之间的内外物质与能量的循环。不必画地为牢, 割裂陆地与海洋生态系统之间的联系。而纲举目张有助于争取更多学科的融汇与交叉, 赢得地学、生命科学乃至社会科学的广泛支持。

对地观测技术系统的进步和时、空分辨率的提高, 已使全球准同步动态监测成为现实。几乎可以说, 有了卫星遥感, 才涌现全球环境变化的研究浪潮。由于卫星遥感、全球定位系统与地理信息系统的进步, 地理科学的综合集成就有了量化的科学基础与先进技术手段的保证, 不再只是概念的描述和哲学理念的思维。纳米级高光谱的遥感数据, 用

<sup>\*</sup> 中国科学院院士

收稿日期: 2001 年 5 月 15 日

于测定地球化学元素的本底和变异,国内外已经初露锋芒;米级空间分辨率的卫星雷达图像,在水稻田作物识别、湿地水生植物分类、黄金矿藏的远景勘探方面,我国科学家都有所突破。而遥感三维成像,适用于城市化监测与数据库的更新,我国也有了专利新产品。

2000 年 2 月升空的美国“奋进号”宇宙飞船,一次获取除南北极地区以外 75% 以上地球表层的三维数字图像,总数据量达 9.8 万亿字节,相当于 1.5 万张光盘,分析与制图约需 2 年时间。今天开展全球研究,信息资源是极其丰富的,体制创新也是至关重要的。

## 2 网络化对地理科学的影响

网络世界正在改变人类生活中的时空观念。中国宽带高速互联网(CNCnet)发展迅速,第一期工程已于 2000 年 10 月底开通,线长 8 490 公里,106 个中继站,17 个节点,贯通了东南部的 17 个大城市,总传输带宽高达 40 000 兆(40Gbps)。作为全国性的高速、宽带 IP 骨干网络,组成安全的闭环,将承包语言、数据、视频、多媒体等综合业务及增值服务,实现各种业务网络之间的无缝连接。

教育部计划用 5—10 年时间,使全国 90% 中小学能够上网或与中国教育卫星宽带网联通。

我国固定和移动电话总数 2000 年突破 2 亿,跃居世界第二位。

“十五”期间,我国信息产业将以 3 倍于国民经济的速度发展,2005 年市场总规模将居世界第一位,出口创汇将比 2000 年翻一番。信息产业将成为带动国家经济增长、结构升级的先导性支柱产业和增加综合国力的战略性产业。从应用平台着手,大力发展各类应用软件和系统,特别是基于因特网应用的各类电子服务系统。积极发展中文信息处理、信息检索、电子商务、远程教育、远程医疗等应用软件和系统,推动政府部门、企事业单位、社区、学校和家庭上网。

正如承继成、杨开宗教授在《信息社会与地理学》一文中所指出的,网络信息社会对地理学创新的影响主要有三方面:(1)“地球信息科学”与“数字地球”战略研究。美国有关研究机构在 20 世纪

中期就提出了“数字世界”的概念,建议开展高级地理信息学的研究,并提出地理科学的三个战略领域(地理空间认知模型,地理概念的计算机实现,信息社会的地理学)及地理信息科学的优先领域(分布式计算,地理信息的认知,地理信息的互操作,尺度效应,空间信息基础的未来,地理信息系统与社会,地理信息系统环境下的空间分析,空间数据的获取与集成,地理数据的不确定性)。(2)开拓地理科学知识创新的新领域。时间与空间概念的转换,引出“地球村”的概念,加速了全球化。全球化准同步观测的实现,信息共享与预报能力的提高,对区位理论提出了挑战。④城市化聚集与扩散的新模式,第五代大城市与小城镇体系、社区化、郊区化的发展趋势。假日经济与休闲产业的兴起,数字港、信息港的需求。④对生态环境与资源的再认识,知识经济与水土资源的重新评价。退耕还林还草与绿化,科技园区与工业园区的诞生。农作物的转基因与克隆,改变了地域的限制条件。(3)增强地理科学技术系统与工程能力。对地观测系统无微不至。高分辨率卫星遥感全球覆盖,海量存储、快速处理、全天候作业。保障优先于自然过程,及时提供高质量的预测、预报。④全球定位观测系统,保证几何高精度及移动定位快速反应。④宽带互联万维网保证数字及图像快速传输。数值模拟仿真实现环境虚拟可视化。

## 3 地理科学的主流与优势

“十五”规划强调,首先要求解决“定位”问题。地理科学是解决人口、资源与环境问题必不可少的一种知识财富或信息资源,但不可能包罗万象。黄秉维先生早就指出,地理科学要在深入分析的基础上高度综合,在综合思维的指导下深入分析。钱学森先生则将其概括为定量与定性的综合集成。地理科学应该是新陈代谢能力很强、吐故纳新很快、善于综合利用诸多相关学科和分支学科的先进成果、制造出深加工“精品”的大学问。只有掌握从复杂的、甚至不确定的巨大系统中获得的有限的、取样观测的大量数据,从数据库中及时提取有表征性的有效信息,升华为最有价值的原始创新知识,对全球、国家、地区、城市乃至小区等不同尺度的区域

进行空间分析、模拟与诊断,才能提出切实可行的总体战略方案或工程规划设计。

地理科学没有必要与行业部门争地盘,与分支领域搞低级重复。地理科学要有独特的综合性的教材,要有独特的原始创新研究项目,要完善地理科学的现代理论、方法和技术系统,特别是要培养和造就一批批高层次的综合型战略决策与工程设计人才,切实地解决当今亟需的人口、资源与环境问题,为可持续发展做出贡献。

地理科学的当务之急是如何充分利用日新月异的对地观测数据,加强数据挖掘,掌握地理过程的时空转换规律,为未来趋势做出中长期预测与预报。没有再现历史过程和预测未来趋势的科学能力,地理科学就很难屹立于现代科学之林,得到社会和科学界的认可。

蛋糕还没有做大的时候,过早地讨论分配方案是多余的。地理科学内部谁唱主角,哪个分支重要,哪些领域应该优先,不必急于讨个说法。首先是整个地理科学还不够强大。如何群策群力,互相取长补短,团结协作,发挥地理科学的整体和传统优势,使地理科学在知识创新的竞赛中大有可为,才是大家应共同关心和亟待解决的核心问题。

地理科学整体的传统优势有三:(1)地理科学从来就是取法自然、又以人为本的综合性学科。19世纪和20世纪专业专门化的发展,并不是地理科学的支解,而是地理科学的繁衍生息,是铺垫更广泛的基础,为21世纪建造更高大的金字塔创造条件。冰川、湖泊、滑坡、荒漠、高原、山地的研究取得了举世公认的辉煌成就;土地资源、土地利用、城市、环境、人口、工业、农业的调查研究,为国家经济建设做出了不可磨灭的贡献。地理科学中任何一门学科的教材和科研成果,都考虑到中国自然资源与环境的特点和中国社会与经济的国情,只不过各有侧重,重点不同而已。这些理念的共识和信息源的共享,对21世纪地理科学的综合教育、科研和生产奠定了重要的思想和物质基础。(2)地理科学从来就很注重探索时间与空间分布规律,研究时间与空间相互转换的学问。地理坐标系的确定,是以地球自转、公转为依据的。古代曾经用天文与时间定

位来测定地球的经纬度,有时又反过来利用这些大地测量成果研究地球椭球率、地图投影和地壳形变。地质、地貌学家用现代过程再现自然历史过程,建立动力学模型,预测未来的全球变化。当年计量地理学也许太早熟了,超前于对地观测全数字化的科学技术支撑的能力,而今重整旗鼓,很有可能通过区位理论、空间分析,为网络时代重新认识城市发展、生态经济问题,为资源再分配与区域重组问题,提出新的解决方案。(3)21世纪地球信息资源极大丰富。卫星遥感、全天候、不分昼夜对地观测;生态网络台站、海洋浮标、冰岩芯、地壳深钻、地震台站的自动化程度日新月异,在地球表层构成的天罗地网,为地理科学提供了多维动态监测与虚拟现实的依据。特别是地理信息系统,不仅为地理科学提供了综合集成的全数字化的工作平台,而且一方面与管理科学联手,构造新的管理-地理信息系统,颇受国际贸易、电子商务等社会经济学界的青睐,另一方面又与工程自动化设计相衔接,(GIS+CAD)成为工程设计崭新的分支,广泛应用于城市规划,用于智能小区的设计和管理。这对于地理科学的理论研究、教学改革、人才培养和产业化,都是前所未有的大喜讯。

抓住网络信息时代的机遇,一方面发展和壮大地球信息科学,把它当作地理科学的一个组成部分,作为沟通地理科学与相关科学的桥梁,另一方面,以信息化推动地理科学本身的现代化和结构性调整,构建信息时代的新兴的地理科学。地图学、气象学和地理信息系统,曾经被列入20世纪地理学的十大创新思想之列。通过全球化、网络化和智能化,21世纪的地理科学必将焕然一新。对自然演化过程和社会经济发展过程的捕捉、监测、描述和表达能力的迅速提高,可能大大促进反演、显示和虚拟方法的发展,把调查研究和数据分析处理过程压缩在自然(或社会)演变过程的时间之内,赢得预测预报的时间。由于对多尺度、多维时间与空间的分析能力,即对地球科学规律的抽象、概括能力将会空前提高,构建崭新的地理科学的系统理论与方法也将随之得以实现。