

地球信息机理研究——跨学科研究的优先领域

Geo-Informatics——A Priority of Interdisciplinary Research

陈述彭

(国家自然科学基金委员会,中国科学院院士 北京 100083)

何建邦 励惠国

(中国科学院地理研究所,研究员 北京 100101)

20 世纪 50 年代,揭开了人类进入空间时代和信息社会的序幕。人造卫星和计算机的飞速进步,为研究复杂的地球系统提供了快速覆盖全球的准同步的丰富信息资源以及跨越时空局限的分析模拟与预测预报的信息处理手段。在地球科学、生命科学、空间科学与信息科学之间,逐步构成一个跨学科的新兴领域或新的生长点。及时抓住这个机遇,因势利导,不仅对地球科学的现代化有所促进,而且有助于促进“信息高速公路”、“卫星应用与应用卫星”等高新技术产业的发展,使其取得切实的社会、经济效益和生态效益,为社会经济的可持续发展提供宏观调控与生态工程设计的信息保证。

全球高速信息网络的机遇

《全球高速信息网络计划》的热潮正席卷世界各国。美国将 Internet 发展为“高速信息公路”的全球战略计划标志着信息共享的需求开始由科学领域走向政府部门,走向社会。克林顿企图使网络从强化政府宏观调控功能扩延到跨越国界、面向世界

的“天罗地网”。美国设想以此为契机,扭转国内经济萧条的危机,增加就业机会,并对南北美洲实现一体化的光缆干线建设,然后延伸到欧洲与非洲,并与亚洲、太平洋区域接轨。美国这一战略举措引起了世界各国,特别是经济迅猛增长的亚太区域的深切关注,提出了形形色色的方案,作出了多种多样的反映:既不愿错失机遇,又不甘寄人篱下,于是多层次的次区域网络计划纷纷出笼。这些方案与计划与世界经济、政治的区域重新组合嫣然合拍,各具浓厚的地域和国家特色。英国设想以运河河网为依托,建设本国独立的网络。非洲各国设想以沿海岸为闭环。德国考虑以国内大城市为闭环,提高效率,减少故障,进一步构成欧洲与非洲的洲际联网。在亚洲各国中,日本、韩国、泰国、新加坡、马来西亚采取分阶段建设、稳步前进的策略,首先着眼于本国信息工程建设的现代化,然后考虑国际联网,以避免在国际冲击面前本国信息网络的瓦解与失控。总之,在这场信息领域的全球大战中,任何国家均不敢掉以轻心,唯恐坐失良机,都在研究积极而又慎重的对策,竭力维护国家的信息产权,同时保持

的建设而不是多少区域应硬性规范在一起。在市场一体化的前提下,持续发展的资源存量要素流动是不受区界、国界限制的。硬性的区划意义不大,相反弹性区划(或持续发展协调功能区划)可能更有意义。这种区划的边界很可能是不确定的,受区域间持续发展的内在需求影响,呈现出弹性变化。这就要求我们革新区域地理科学研究理论与方法,重构符合区域持续发展机制需求的新的区域地理科学理论与方法论体系。

3. 地理学家不能只在持续发展的理论岸线上游弋,要投身于持续发展的伟大实践

持续发展是一种过程机制,不去体验过程运作

机制的实践,很难把握过程动态演变的规律。区域持续发展的外部环境处于动态变化之中,区域持续发展的内涵也日益丰富,区域之间相互依存,开放的世界有时把区域承载力、发展力扩大到我们难以估量的程度。这些都需要我们从持续发展的过程实践中去把握,去探索。为此,社会要为地理学开展持续发展研究提供更好的参与条件与更多的参与机会;地理学家要主动参与区域持续发展的重大软、硬工程项目的论证与区域持续发展政策的制订,通过自身卓有成效的工作推进区域持续发展的进程。

(责任编辑 冷远猷)

其在全球网络中的一席之地。

如果“信息高速公路”建设的作用和意义果真如美国总统克林顿所声称,“将从根本上改变美国人民的生产、生活乃至社会交往的方式”,那么它就不仅是一个通信技术与工程领域的问题,而是涉及社会、经济、法律诸多学科的社会参与,深刻影响到人口、资源与环境这些人类共同关心的、与可持续发展有关的信息资源开发利用的问题。具体地说,高速信息网络的建设,不仅是政府行为,还需要社会的理解和支持以及多学科的综合研究与合作。例如信息源的开发与利用,初期可能局限于金融商贸流通领域的“金卡”、“金关”,逐步将扩展到交通、物资部门的“VSAT”、“INMARSAT”系统;初期局限于统计、勘测、调查设计部门的数据库,逐步将延伸到以资源与环境卫星、地面台站网络为主体的自然资源与社会经济环境信息流的大联网。全球高速通信网络的雏形和实验,首先是在大专院校和科研部门的计算机通信与联网中实现的,美国也是由国内的Internet逐步伸展到欧洲和日本的250万用户的。英国、日本和德国等发达国家都准备从科技界和企业界着手,然后延伸到电视与通信、教育、娱乐的一体化,最终进入千家万户。其中轻重缓急,主要取决于信息源的储备。目前我国卫星通信、微波通信和光纤光缆、移动电话的发展十分迅速,办公室自动化与多媒体技术日新月异,起点高,建设速度快,有可能进一步实现技术上的超越与跃进。信息源的开发与利用,已引起通信工程专家们的深切关注。特别是资源与环境数据库建设中的标准化、国际化问题,卫星通信与光缆的区域布局问题,用户接口和服务器的成本与用户承受能力问题,都是涉及高速信息网络建设的社会效益的关键科学技术。必须未雨绸缪,统筹规划。信息社会的进步为地球信息科学的发展创造了非常有利的工作环境,也提出了非常迫切的社会需求。

卫星应用的深化

我国已经基本建成对地观测的综合技术系统,在资源勘探、环境监测与生态工程多方面发挥着日益重要的作用。90年代以前曾经成功地发射和回收了近30颗科学实验卫星,获取了极其宝贵的信息资源。2000年以前又计划发射30颗国内外通信及资源、气象等卫星。90年代,更将是国际上群星璀璨,对地观测信息极大丰富的时代。日本1997年将发射第三代改进型遥感卫星(ADOES),预期2010年前发射的各种卫星将超过30颗。日本国家空间开发厅(NASDA)提出了雄心勃勃的WEDOS计划,为全球环境监测提供卫星信息,建立服务网络。美国NASA重新推出CEOS计划,网罗各国科学家参

加地面实况验证和开拓应用领域的工作,免费提供卫星影像和数据资料。NASA、ESA(欧洲空间局)和NASDA之间,形成遍布全球的卫星地面接收台站网络,不惜巨额投资,急剧争夺亚洲,特别是东南亚的信息阵地,使东南亚地面卫星站的密度远远超过了其它各洲甚至世界最发达的地区,彼此重迭覆盖,浪费极大。例如,日本除已支持泰国建设外,最近又打算在菲律宾、印尼、蒙古和中国西部合作建站;加拿大则支持在西里伯斯、新加坡建站;加上南亚地区印度、巴基斯坦、孟加拉、伊朗等国的卫星地面站以及中国已建和筹建中的若干地面站,可以预见21世纪初,亚洲地区的卫星信息源的采集能力是很大的。关键在于开发应用的广度和深度,这是空间技术发展向应用部门提出的时代召唤和挑战。

90年代第三代卫星与遥感技术的进步将从根本上改变人类长期以来观测地球由点到线、由线到面的推导模式,顺应从全球监测到局部监测、从宏观到微观这一人类认知过程。传统的地图测绘和野外考察的大部分工作,将逐步为卫星定位系统、卫星通信系统与卫星对地观测体系,即GPS+RS+GIS的一体化工程流程所替代,这种新的流程已充分显示出它的先进性,成本降低2/3,工时缩短1/2,而且形成对陈旧工艺过程具有极强竞争力的新兴信息产业,从而从根本上改变从事地球系统科学实验研究人员知识结构和工作方式。新一代的地球科学家正在进行成像光谱仪的设计和应用实验,可以达到71~224波段的细分光谱的性质;所获取的大量数据,需要用超大型计算机来存储、处理和加工,用以研究物质分子结构中的光谱特性。他们研制的多极化合成孔径雷达已成为90年代遥感卫星的主流,需要采用分形分析(Fractal Analysis)、模糊数学等现代方法来提取其中的纹理规律,研究地质构造或海洋波浪等物质运动的信息。不久的将来,海洋声纳和人工地震波与上述电磁波探测信息,在地球物理场与生物地球化学场的动力学研究中进行信息复合与集成分析,形成多波段、长周期、全天候的多源信息流与多维时空动态分析,更是研究地球系统科学的新兴领域,方兴未艾,未可限量。“八五”期间,国家自然科学基金委员会信息科学部与地球科学部高瞻远瞩,联合立项,开展“遥感信息传输机理与成像规律”的重大基金课题,已经有了良好的开端。它对更充分地利用国内外的卫星信息资源,推进我国应用卫星与卫星应用的发展,提高社会效益,意义十分深远。技术科学,特别是空间科学和信息科学,为地球信息科学的发展,提供了空前的机遇和挑战。

地学信息系统的集成与飞跃

90年代地理信息系统蓬勃发展,蔚然成为信息

产业的重要一环。其应用广度与科学内涵远远超过 70 年代以制图自动化与图形分析为主体的初期水平,逐步形成跨学科的多层次、多功能的区域综合与空间分析工具。这一质的飞跃,主要是由于近年来地球系统科学的理论复兴。现代地球系统科学,以系统论、信息论和控制论为基础,十分重视地球圈层的相互作用与影响,以及各圈层之间的物质流、能量流与信息流的过程和时空变化规律。地理信息系统的研究领域已不仅是研究物质流与能量流的信息载体,而且包括研究地学信息流程的地球动力学机理与时空特性,研究地学信息传输机理的不确定性(多解)与可预见性(多维),从而制定对地观测与数字模拟的特定技术手段与分析研究方法。地面定位台站网络长时间序列观测与卫星同步监测空间分异的互补性,耗散结构与边界条件的分形分维分析和模糊数学处理方法,自然过程的预测、预报模型和地学工程干预下的社会、经济与生态效益的评估等,都须以地理信息系统作为信息载体进行综合研究。这些崭新的研究领域,正在由定性向定量集成的智能化方向发展。地球圈层之间的信息传输机理及其增益与衰减规律正在进一步被揭露,地学信息的复合、模拟、仿真与动态再现近年来取得了开拓性的进展。地球动力学模型与分析软件的开发和知识库的建立,由于地球科学各分支学科发展阶段有所不同,进展的幅度也就各不相同。例如,大气动力学模型、洪水演进模型、地震波传导模型、海洋波浪模型等起步较早,研究相当深入,已初步应用于有关业务预报和灾情预警评估系统,为社会提供信息服务。但更多的地球科学领域涉及流变学的范畴,下垫面影响极其复杂,边界条件模糊不清,其知识规则,甚至分类体系尚难以用数学公式和定量指标加以表达,物理或数学模拟又受到时间与空间尺度的限制,暂时还难以严格按照合理比例来实现。如果观测或采样的时序密度不足或时序空间代表性不强,则单纯利用数理统计分析所得到的结论未必都具有确切的物理含义,以反映地学本身的规律。这些学科领域的模拟仿真与预测预报目前就显得格外困难,难免出现较大的离散性和较大的误差。

《21 世纪议程》强调社会经济可持续发展,因而环境科学与全球变化研究必须相应地跨上一个新的台阶。环境科学研究将由仅着眼于污染问题而更加讲求生态效益,更加强调在节约资源、净化能源、保护环境的前提下,寻求区域社会、经济的可持续发展和社会、经济与生态效益的统一。全球变化研究也将由研究单一气候因子变化的影响,更加强调它的区域分异和时空变化的规律,及其对区域社会经济可持续发展的作用和意义。这就对地球系统科学和信息科学提出了更高层次的综合集成的要求,

不仅涉及自然资源与环境,而且包括社会、经济,即人与自然的相互作用和影响。可以清楚地看到,地球系统科学由于现代工程技术科学的参与和支持,将出现一场新的技术革命,产生新的概念、理论和方法;而空间技术、电脑技术等信息工程,也将从地球科学、生命科学的大自然资源宝库中获得巨大的社会、经济和生态效益。这种更高层的综合集成,将是历史的必然。地理信息系统必将再次获得新的生命力而跃上一个新的台阶,更加辉煌。

空间时代与信息社会的需求

地球只有一个。人类认识自己居住的星球,花费了很长的时间,付出了惊人的代价。所获得的信息量非常局限,然而十分宝贵;人类驾驭自然的能力与大自然的能量和时空尺度相比是渺小的,然而又是不可忽视的。信息将是认识地球系统、控制人口膨胀、减少资源浪费、净化能源、保护环境的前提。人类将从信息赢得预测、预报时间,获得调控人流、物流与能流的科学依据。开展地球信息系统机理研究作为基础研究的优先领域,加强资源与环境信息系统的基础建设,意义十分深远。

地球信息机理研究列为我国 21 世纪初基础研究优先研究领域,机不可失,时不再来。综上所述,面临全球信息网络的机遇与挑战,考虑到卫星技术、电脑技术的发展和进步,我们如果不抓住机遇,坚持开放,就有可能成为信息社会的落伍者,甚至成为某些国家全球战略的牺牲品。根据上述对我国信息网络建设、卫星应用能力与地学信息系统的现状分析,可以认为这一优先领域的抉择完全符合“有所赶,有所不赶”的精神:一是已有相当可观的科学积累;二是相对来说社会已有巨大的投资;三是加强基础研究,一旦突破,将可以带动新的产业革命。

重视信息资源已逐步成为科技界的共识。1994 年 6 月,苏肇冰、郝柏林等 27 位中国科学院院士在第七次院士大会上提出“关于‘九五’期间建设全国教育和科研计算机网络的建议”。中关村 29 个研究所的示范网即将建成。中国科学院地学部部分院士和有关科学家 1994 年先后提出了“关于制订和实施中国地球资源与环境信息工程计划的建议”和“关于进一步做好我国地球科学、资源与环境科学研究基础资料与数据共享的建议”,异曲同工,呼吁政府在大力开展“中速信息国道”与“卫星应用计划”的同时,必须不失时机地在“九五”期间大力加强地球信息机理的研究,促进资源与环境信息网络的逐步完善和健全发展,以适应 21 世纪空间时代与信息社会的需求。(责任编辑 蔡德诚)