

论地球信息科学

张 超

(华东师范大学地理系)

1 地球信息科学发展的机遇和挑战

地球信息科学是研究地球系统的有关现象及其运行规律的科学,研究对象是行星地球。具体来说,它是一门以全球变化与未来 21 世纪可持续发展的信息为对象,研究利用机器来检测、变换、传输和控制地球系统信息的基本理论和技术,研究实现这些功能所需的设备和系统的原理,目标在扩展人类信息功能(尤其是智力)为可持续发展服务。

地球信息科学是全球化和区域化的产物,全球变化及其区域响应,作为一个巨大的推动力激励着人们去探索有关地球的知识。通过人类经济和技术活动,人们正在对地球上重要的全球变化做出贡献,已经成为地球系统的一个组成部分和影响地球变化的因素之一。正是这些因素促使着环境发生变化,而这些变化对我们的子孙后代却有着潜在的严重后果,因此全球变化和可持续发展成为地球信息科学产生的重要因素。

为此,我们提出一个新的目标:通过地球信息科学,描绘地球系统各部分及其相互作用的演化、运行,以及所有时间尺度范围内将会怎样继续演化等,这些演化的区域响应及其可持续发展的关系。

同时,我们面临一个新的直接挑战是:发展地球信息科学,探索预报十年到百年内将发生的、由自然和人类活动引起的全球变化及区域响应的能力。

地球信息科学是属于地球科学、信息科学、系统科学和非线性科学之间的交叉学科(见图 1)。

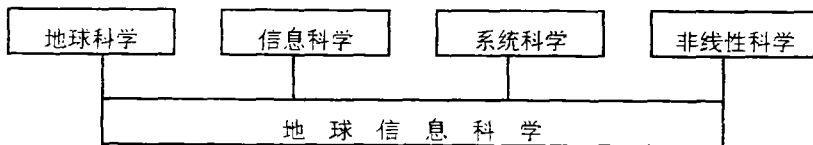


图 1 地球信息科学 (陈述彭: 1997)

地球信息科学是地球系统,包括:大气圈、水圈、岩石圈、生物圈、人类社会系统及各子系统之间的界面的形成及变化为研究对象的一门学科,属于应用基础理论学科。人类从各类信息中赢得预测、预报时间,获得调控人流、物流和能流的科学依据,地球信息机

理研究, 作为基础研究的优先领域, 对于加强资源、环境、土地利用等地理信息系统的基础建设, 具有十分重要的意义。

综上所述, 地球信息科学, 是以地球为对象, 以人地关系为主题, 以服务全球变化与区域可持续发展为目标, 以卫星应用、遥感技术、地理信息系统、电脑辅助设计与制图、多媒体与虚拟技术、互联信息网络为主体的高速全息、数字化集成的科学体系, 形成能对人流、物流、能流进行时空分析与宏观调控的战略技术系统。

2 地球信息科学的理论与实践

地球信息科学的研究范围, 可用图 2 表示。也就是说地球信息科学研究的是地球系统信息的本质、表达、度量、识别、提取、变换、传递、存贮、检索、处理、分析、决策、显示、检测、辨识、控制及整个信息系统的优化等等。所谓研究地球系统信息的运动规律, 是指上述内容子过程的运动规律及系统过程作为整体的运动规律。

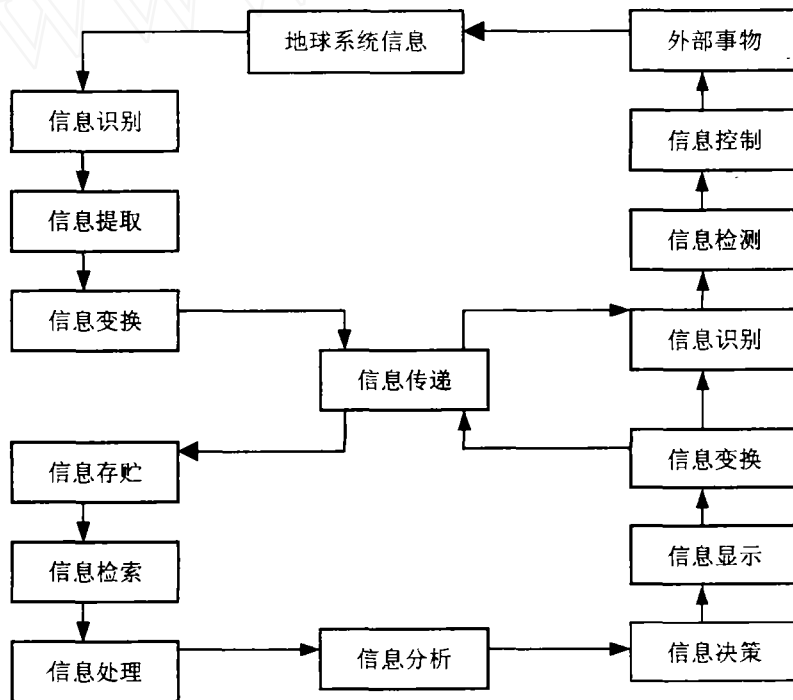


图 2 地球信息科学研究范围

这些研究内容分别属于信息论、控制论、系统论以及人工智能的范畴, 其构成了地球信息科学的基本理论体系。其目标是扩展和延伸人对地球系统信息的处理功能, 特别是智力和思维能力。

地球信息科学的方法论体系, 包括地球系统信息综合集成方法和地球系统的行为功能模拟和系统整体优化的准则。信息综合集成, 是指在分析和认识自然系统和社会系统时, 从

信息、物质、能量的观点出发,分析信息的联系方式和特点,运用信息科学的原理和方法,建立合理的通讯过程(自然系统、社会系统、人工系统),从而实现地球信息系统的工作目标。

陈述彭教授等在地理信息系统的基础研究——地球信息科学一文中指出,地球信息科学研究内容主要包括以下几个方面:

- (1) 地球信息科学的基础理论研究;
- (2) 地球信息获取和处理技术;
- (3) 地球信息数字集成技术系统研究;
- (4) 地球科学信息共享研究;
- (5) 应用技术系统研究;
- (6) 具有中国特色的地球科学信息资源与处理技术的研究;
- (7) 地球信息科学技术的产业化政策的研究。

这就对地球信息科学的研究内容作了全面、深刻地阐明。

3 地球信息科学观测计划的设计

要使地球信息科学得到长足的发展,需要有一个综合的观测计划。因此观测设计要考虑到如下一些矛盾:

- (1) 全球变量与过程研究;
- (2) 空间与现场观测方法;
- (3) 硬件合成与软件合成;
- (4) 经验数据与模式模拟数据等存在的差异。

这四项因素中每一项的不平衡都会对总体信息流通和地球信息科学中信息系统的结构产生重要影响。

全球变量的测量和过程研究所需要的观测,对平台的选择、仪器设计和运行、数据管理和分析方法可能有极不相同的标准。对于全球测量,常是近全球的覆盖和严格规定的分析程序,并且是接近准业务的方式。而过程研究常强调取得一切有关信息,并采用特定的分析把这些资料组合起来,进行抽象或概括,并为大尺度模拟改进关键状态变量的各种公式和算法。

从空间观测地球的无可比拟的好处在于它独特的整体观测能力。这样的系统能把数据融合到大尺度的测量中,例如大气层之上,建立一个持久的平台观测太阳辐射,无疑是很重要的。但是在大多数情况下,真正有效的是空间遥感和现场观测相结合的方法。例如利用卫星的红外通道估算海面温度,就需要与海面浮标上直接测量的结果相比较。又如对“臭氧洞”的观测,也是空间观测和地面太阳吸收站网的结果相比较。当然像大气中的 CO_2 由于生命周期很长,全球范围内的混合比较均匀,所以进行一些地面测量,就可以为适宜的全球分析提供基础。

随着遥感技术日趋复杂,如何将不同仪器取得的数据组合起来,以改进对单个变量的确定,或是促进几种不同变量的结合是非常有意义的。这就一方面需要硬件集成(不同仪

器组合到一个平台上去),同时,为协调数据流中不同来源的数据,最好还是用软件来实现,通过修改程序重新计算,从而得到高质量的结果。

在数据模式的发展和试验中,以及最终将模式应用到全球变化中,重要的是将所有不同类型的全球变量包括到模式中去,一般的方法是用某些所谓外部变量的测量值引出一个特定的模式。然后用其它内部变量相关的模拟结果与观测值相比较,其符合与分歧的程度就可以作为模式的置信度。

在大气的模拟模式中也有类似的模式综合问题。由于全球天气状况存在逐日变化,而现场测量中又有空白区,因此不同大气变量的数据不是分开来分析,而是融合到数值模式中,按分析预报的周期来运行。当然定量模式用作测量系统设计的一个组成部分,还需做大量研究工作。

4 地球信息科学的信息系统

地球信息科学的推动力受制于数据采集和信息管理的支持。地理信息系统,作为一个强有力的工具有自然资源管理、环境监测和可持续发展规划中的应用,使地球信息科学的发展更加迅速。

因此,我们认为地球系统和全球变化战略的重要组成部分是要在最广泛的意义上致力于数据和管理的信息。现在已经认识到,发展超级计算设备、为科学家提供大面积的网络以交流数据和管理信息。国家级的优先权应当放在提供数据资源上,以便对发生在地球上过程的过去、现在和未来的数据流,进行管理和作用。

适合于地球信息科学信息系统的主要方面如图3所示。

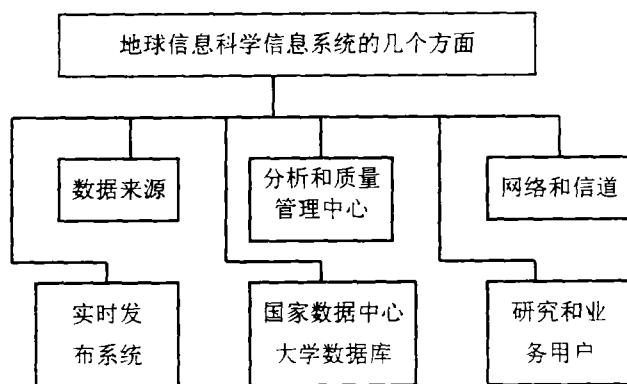


图3 地球信息科学信息系统的几个方面

发展这样的信息系统必须遵循的主要准则是:

(1) 系统应当是赞助性和支持性的,使用户可以从本地对任何一个地球信息科学数据进行存取,它必须提供目录、检索功能、传感器设计和标定记录、仪器使用历史和数据处理顺序,包括质量控制程序和所用的算法。

(2) 系统应当是人机对话式的使研究人员可以获得对数据的显示、组合、集成和更高层次的数据处理等整套实用程序。

(3) 系统应是成体系的, 对高质量全球分析结果和过程研究中的记录集, 应收集到数据库中, 并可以取用。

(4) 系统应及时将可靠数据分发和传递给用户。

(5) 系统还必须与其它国家的信息系统和数据库有适当的联系。

这样信息系统的建立显然是一项艰巨的任务, 但舍此就没有地球信息科学, 因此该信息系统必须设计得适合地球本身的多变性和复杂性, 因为它是在地球成为不可逆转的大灾难之前探测和研究全球变化的唯一希望, 成功的信息系统的内涵和它产生的功能将是地球信息科学开创精神的真正代表。

5 行动的时机

陈述彭教授指出: 在过去的十多年中运用遥感、地理信息系统和全球变化系统等信息技术对地球科学研究, 包括资源调查、环境监测、灾害预报、城市规划、区域研究和生产管理等方面, 做过大量的工作, 而且也取得一定成效。因此我们说科学知识的成熟、新技术的出现和高度世界性的政治意识和利益的形成, 现在是我们采取行动, 建立和发展地球信息科学的时候了。地球信息科技界有一个坚强的信念就是在面向应用和市场驱动下发展地球信息科学, 把基于公共数据集, 共同合作及知识共享的空间信息技术网络化作为主要的发展方向, 进一步发展高分辨率卫星技术、多目标卫星定位以及依托于信息高速公路上的“智能化”网络 GIS 服务等领域。推动国家信息化建设, 为可持续发展的宏观调控做出积极的贡献。

参考文献

- [1] 陈述彭、何建邦、承继成, 地理信息系统的基础研究——地球信息系统, 地球信息, 1997.3。
- [2] 承继成, 地球信息科学基础理论纲要, 地球信息, 1997.3。
- [3] 何昌垂, 区域化与全球化——21 世纪地球信息科学发展的机遇和挑战, 遥感信息, 1997.3。
- [4] 美国国家航空和宇航管理局地球信息科学委员会, 地球系统科学, 地震出版社, 1992。
- [5] 张超等, 地理信息系统, 高等教育出版社, 1995。
- [6] Star, J. Estes, J. Geographic Information System on Introduction. Prentice-Hall, New Jersey, 1990。