

61-70

数字地球: 知识经济时代的地球信息化载体

——背景、概念、支撑技术、应用述评

冯 筠, 黄新宇

P9 TP79

(中国科学院资源环境科学信息中心 兰州 730000)

摘要: 数字地球是1989~1999年媒体介绍较多和国内知识界、科技界关注较多的一个新概念。在分析文献的基础上,对提出数字地球的政治、科技、经济背景,数字地球的概念,数字地球的支撑技术及其应用进行了综述,并综合了国内专家对发展中国数字地球的必要性、可行性及有关发展战略的意见;最后,提出了发展中国数字地球过程中应注意解决的问题。

关键词: 数字地球; 知识经济; 信息化社会; 地理空间数据; 遥感技术; 虚拟现实; 地理信息系统

中图分类号: P208 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0323(1999)03-0061-10

1 提出“数字地球”的政治、科技、经济背景

1993年和1994年,美国政府先后以总统令的形式提出建立国家信息基础设施(National Information Infrastructure NII)以及“国家空间数据基础设施(National Space Data Infrastructure NSDI), NII的提出和实施,实现了覆盖全美的高速计算机网络(即信息高速公路),而NSDI的实施则进一步实现了在信息高速公路上表示和查询与地理和地球有关的空间信息。上述两项计划是推进美国社会信息化、占领信息产业新的制高点和主动权的重大战略步骤。继美国之后,英、法、德、意、俄等欧盟主要成员国均制定了本国的信息社会发展计划,采取切实可行的方针、政策推动信息社会发展;加拿大、澳大利亚、日本紧追不舍,大力推进本国的信息基础结构建设——实施信息高速公路计划^[1]。发达国家竞相研究、制定、实施各自的信息社会计划及信息技术发展纲领,形成了全球信息化浪潮。

在美国提出NII(信息高速公路)计划5年之后,1998年1月,美国副总统戈尔在一次讲演中提出了“数字地球”的概念^[2],并作了较详尽的描述,戈尔以一个有科学家背景的政治家身份代表美国政府提出“数字地球”的概念,有其深刻的政治、科技、经济背景。

从政治上分析,冷战结束后,世界格局发生了不以某些少数人意志为转移的变化:由美苏两个超级大国在政治、军事上的对峙逐渐走向政治多极化,打破了原有的均衡格局。各国由军事上的竞争转向经济和综合国力的竞争,美国成为全球唯一的超级大国。美国政府为了巩固其世界霸主的地位,在坚持奉行其一贯的全球战略的同时,投入巨额经费,网罗全球人才致力于军事、科技的研究与开发,在世界高科技领域内独拔头筹。从“星球大战”到“信息高

收稿日期:1999-06-12;修订日期:1999-07-29

基金项目:本课题得到中国科学院资源环境科学信息中心1999年主任基金资助。

作者简介:冯筠,(1951)女,副研究员,从事科技信息研究与科技期刊编辑工作。

速公路”直到提出“数字地球”，都是服务于美国国家战略目标的综合性重大计划，“数字地球”更是美国政府为其政治和经济持续发展而推出的“一个国家级的，吸引力很强的，具有挑战性的目标”^[3]，是其全球战略延续和发展的具体体现。

从技术方面分析，美国在实现了信息高速公路(NII)和国家空间数据基础设施(NSDI)两个计划之后已完成了通向“数字地球”的必要技术准备。在与数字地球直接相关的技术领域，如空间对地观测技术，计算机技术、网络技术、通讯技术、遥感技术、地理信息系统、全球定位系统、地学数字技术等方面都发展得很快，居世界领先水平。信息高速公路既然已经铺就，必须解决信息源的问题，提出“数字地球”正是为了解决信息高速公路上的“车”和“货”的问题。“数字地球”由美国首先提出是美国空间技术、信息技术、网络通信技术及其应用发展到一定阶段的产物，是美国基本解决了因特网传输、数据管理标准化、规范化，并在网络带宽、存储、管理等关键技术开发方面取得一系列重大突破后，新一轮的发展计划，美国政府希望以此来保持其科学技术(尤其是高新技术)的世界领先地位。

从经济背景分析，市场经济在全球经济发展中逐步占据主导地位，经济全球化趋势已不可逆转。人类社会的经济形态从农业经济→工业经济→知识经济过渡，不少发达国家已从后工业化国家进入信息化国家，作为人类社会进步标志的最新经济形态——知识经济已初见端倪。知识经济的特点是摆脱或大大减轻了对自然资源的依赖性，以人为本，依托信息资源推动社会经济发展；信息技术、信息产业是知识经济中的主体。20世纪70年代以来，信息技术几乎渗透到所有的工业和服务业，信息作为一种重要的经济资源，越来越受到重视；信息资源的利用促进了产业结构的重组，加速了资金和技术流动，使得商业竞争趋于国际化。每个国家的社会发展和经济持续增长必然对信息资源有空前巨大的需求，与空间位置有关的地理信息在信息总量中的约占80%^[3]，地球系统科学等学科研究、工农业生产、经济活动、军事技术、人民生活都存在着对空间地理信息的巨大需求。这类信息必须有更高的标准(三维、实时、可视化等)才能满足人类的需求；数字地球——即地球的信息载体(模型)的出现，可望从根本上满足这种巨大的信息需求并解决信息化社会所面临的海量数据闲置与信息饥渴同时存在的矛盾。数字地球的提出，可望带动一批相关信息产业，增加就业机会，刺激美国经济的增长。

2 数字地球说及其支撑技术

2.1 关于数字地球概念

有专家指出“数字地球”并非是科学术语，可以将它视为与美国政府提出的“星球大战”计划类似的一个名称，一种叫法。李树楷先生认为数字地球是一个具有名人效应的包含军事、经济、科技等内涵的综合战略性名词。迄今为止，包括首倡者，对数字地球均未给出严格的科学定义。但关于数字地球的概念及其内涵，已有若干种大同小异的认识和表述。

美国副总统戈尔认为数字地球“即一种可以嵌入海量地理数据的多分辨率和三维的地球表示，可以在其上添加许多与我们所处的星球有关的数据”^[4]。在因特网上介绍的美国宇航局和地质调查所等部门联合举行的数字地球研讨会上，其英文概念是这样表述的：The Digital Earth is a virtual representation of our planet that enables a person to experience and use the vast amounts of natural, cultural and historical data being gathered about the earth. The Digital Earth comprises data interfaces and standards enabling access to geo-referenced data

from remote sensing, cartographic, demographic, medical, and other sources, based on the interests of the user^[65]. 中国有学者认为数字地球是对真实地球及其相关现象的统一的数字化的认识,是以因特网为基础、以空间数据为依托,以虚拟现实技术为特征,具有三维界面和多种分辨率浏览器面向公众的开放系统^[67]. 童庆禧院士则从其功能和作用的角度提出“数字地球是一个以地球空间信息为基础(框架),嵌入(融合)地球各种数字信息的一个系统平台,将数据的采集、存储、处理、传输、通信等一体化,通过地球数字的信息化手段,最大限度地利用地球信息,处理和分析整体的地球科学问题,为全球资源、环境保护与利用以至教育提供的先进工具”^①. 李德仁院士指出:“数字地球是一个以信息高速公路为基础,以空间数据基础设施为依托而更加广泛的概念。”^[7]

概括地说:数字地球就是信息化的地球,它包括全部地球资料的数字化、网络化、智能化和可视化的过程在内^[68]. 数字地球的核心思想是用数字化手段整体性地解决地球问题并最大限度地利用信息资源^[69]. 数字地球从数字化、数据构模、系统仿真、决策支持一直到虚拟现实,是一个开放的复杂的巨系统^[65],是一个全球综合信息的数据系统工程。数字地球的特点是空间性、数字性和整体性,它应该有自己的理论体系、技术体系、应用体系、工程体系^[9]. 这是现阶段内中国科学界对数字地球概念的主要认识。

2.2 数字地球的基础设施及其支撑技术

数字地球概念的形成基于目前人类已经掌握或将要拥有的新技术以及多种高新技术的综合集成。如前所述,数字地球的最主要的基础设施建设是信息高速公路(即NII)和国家空间数据基础设施(NSDI)。有专家提出“开放的全球网络和大容量的分布式存储技术是数字地球的基础”^[10]. 构筑数字地球的主要支撑技术有:计算机及网络通信技术、卫星遥感(RS)技术、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、虚拟现实(VR)技术、海量数据的存储处理技术、卫星图像智能处理、大型数据库等等。其中的关键技术有:

2.2.1 全球高速网络与分布式大规模存储

数字地球的海量数据(10^{15} 比特)分布于遍及全球的不同数据库,由不同国家的有关机构构建和管理。只有通过高速网络才能实现全球信息共享。现在的国际广域网——Internet的带宽无法满足数字地球的需求,例如,多媒体实时图像传输、视频点播的广泛应用均要求有较高的网络带宽;美国白宫的NGI计划(Next Generation Internet Initiative)的关键目标之一就是要把Internet网络的传输速率比现在提高100和1000倍,达到100 Mbps和1 Gbps。网络宽带化、业务综合化是信息化社会通讯网络的发展方向,也是实现数字地球构想的必不可少的途径。

数字地球是由分布式大型数据库构成的,存储 10^{15} 比特信息和每天新产生的大量数据,需要具有相应的高密度高速率大规模(海量)空间数据存储、压缩、处理技术,对信息提取和分析技术的智能化程度也有更高要求,这些都是对现有计算机软硬件设计、技术的有力挑战。数据库建设是构筑“数字地球”的基础,数据的采集、处理、使用都要强调规范化、要有统一的数据交换标准,才能真正实现信息共享。

2.2.2 高分辨率卫星影像

数字地球的主要信息来自对地观测。当前,全球已经具备制造和发射卫星能力的各国

① 中国“数字地球”发展战略研究软课题组,中国“数字地球”发展战略简报,1994(4).

在高分辨率遥感卫星的研制与发射方面竞争激烈。现在民用卫星对地观测的最高分辨率可达到1 m,可以满足包括1:1万以上比例尺的测图、农业、资源、环境、交通等多方面的应用,是构成数字地球的最基本的空间数据。高分辨率卫星影像还可以作为其它非空间数据的载体和框架,用于实现数字地球的空间定位。在这方面,我国目前与美国、欧洲诸国存在着较大差距。

2.2.3 虚拟现实技术

虚拟现实(Virtual Reality-VR)是近年来出现的高新技术,它综合集成了计算机图形学、人机交互技术、传感与测量技术、仿真、人工智能、微电子等科学技术。虚拟现实技术被认为是数字地球概念提出的依据和关键技术。

虚拟现实技术通过系统生成虚拟环境,用户通过计算机进入虚拟的三维环境,可以运用视觉、听觉、嗅觉、触觉感官与人的自然技能感受逼真的虚拟环境,身临其境地与虚拟世界进行交互作用,乃至操纵虚拟环境中的对象,完成用户需要的各种虚拟过程。虚拟现实技术主要应用于工程设计、数据可视化、飞行模拟、模拟实验、多媒体远程教育、远程医疗、旅游娱乐等方面。

网络通讯与虚拟现实技术的结合具有诱人的前景和巨大的潜在应用价值,它将在某种程度上改变人类的思维方式和时空观,实现真正意义上的远程交互式教育。虚拟现实技术的发展必须有大量容量的数据存储,快速的数据处理和宽频信息通道的技术支持,只有上述条件具备,才能推动“数字地球”工程项目(如虚拟战争、虚拟旅游、虚拟灾害、虚拟海港以及数字中国等)^[13]。

2.2.4 互操作技术

地理信息互操作技术、空间数据转换标准、转换格式及相关软件的研究也是实现数字地球构想的基础与关键技术。对于使用不同的计算机硬件、操作系统和空间数据管理软件的用户而言,要实现易行而完整无损地将空间数据在系统之间转换,需制定并遵循统一的空间数据转换标准,提供转换机制,保证数据接收者能正确调用所需数据。随着技术的发展,按照互操作规范开发的不同空间数据处理系统将逐步取代空间数据转换格式的中介作用,通过公共接口来实现不同系统之间、不同数据结构、不同数据格式的数据动态调用。目前,国际标准化组织地理信息/地球信息业委员会(FGDC)、开放地理数据协会(OpenGIS 协会)等单位都在致力于互操作技术的研究,寻求解决空间信息共享的方案^[14]。

2.2.5 元数据

元数据(Metadata)是“关于数据的数据”或“关于信息的信息”,被比喻为数字地球的引擎。通过元数据可以对数字地球中所关心的内容进行查询和浏览。元数据在地理空间信息中用于描述地理数据集的内容、质量、表示方式、空间参考、管理公式以及数据集的其它特征,是实现地理空间数据共享的核心标准之一。

目前,国际上研究空间元数据标准内容的组织主要有欧洲标准化委员会(CEN/TC287)、美国联邦地理数据委员会(FGDC)和国际标准化组织地理信息/地球信息技术委员会(ISO/TC 211)。ISO/TC 211 和 OpenGIS 协会等组织已协议,正在制定全球空间数据元数据标准,这一体系将在1999年底出台^[15]。

除上述几方面的技术之外,数字地球的建成和发展还要依靠许多其它技术的支持,有待于科学家们进一步的深入研究才能逐步认识这些技术的重要性。在数字地球这个数据库多

如繁星,网络纵横交错的复杂的开放巨系统中,信息安全技术是必不可少的保障。一个狡猾的“黑客”摧毁一个国家级的信息系统,要比一个恐怖分子炸毁纽约国际贸易中心更容易,以为社会服务为目的的“数字地球”,如何保持自身的安全性,是一个挑战性的问题^[2]。

3 国家信息化与数字地球的应用

国家信息化是我国中长期发展战略目标的重大措施之一。随着以“八纵八横”贯通全国的光缆建设为主体的国家信息基础设施(China NII)正式启动,电话网、有线电视网和国际互联网(Internet)已遍及全国,经济信息网、贸易网、教育网、科研网、气象数据网、水文网、基础地理信息网等专业网已处于运行中;而地理空间数据,包括各种专题地图及遥感影像的网上传输或信息化过程缓慢与国家加快信息化建设的要求不协调,很多部门的数据库没有网络化,不能实现数据共享。有关资源、环境、经济、社会的数据信息分辨率达不到实用要求。总数据量中约占80%的有地理坐标的地球信息,结构复杂、数据量大但实用价值高,意义重大;地球空间信息已是国家信息化的一大障碍,而数字地球的出现可望成为解决这一难题的有效手段。

数字地球的科学目标与我国的国家信息化目标是相一致的。数字地球使我们有可能把有关地球的海量三维数据按其地理坐标定位处理为人类可以理解、利用的地球信息。数字地球可以容纳地理、地质、人文、历史、经济等多种数据,这些数据与减灾防灾、教育、经济等人类活动密切相关,通过数字地球所提供的信息人们可以迅速了解地球上任何地方发生的事件,作出快速反应;数字地球具有极大的潜在应用价值。

3.1 数字地球在可持续发展中的应用

可持续发展概念的形成源于对当代不可持续发展状态的反思。人类的经济活动和社会发展不能超越资源和环境的承载力,必须有限制,没有限制就不能持续。而发展也必须是经济增长与生态环境同步发展,这样才是“既满足当代人的需要,又不损害子孙后代满足其需求能力的发展”。可持续发展研究涉及的主要问题是经济增长与人口、资源、环境问题的矛盾,数字地球的信息源包括了上述方面所有的内容。数字地球不仅储存了几乎全部可持续发展所需要的数据,而且具备极强的数据处理能力,人们从自己的终端机中调出的将是能直接理解的丰富的信息及各种尺度的图像。数字地球的实现可以使人类很方便地获得有关地形、土壤类型、气候、植被、土地利用变化等方面的数据,应用空间分析和虚拟现实技术,模拟人类活动对生产和环境的影响,用宽带高速网络及时调用各种有用信息进行综合分析,进而制定有针对性的可持续发展对策,指导人类的各项生产活动。

数字地球的出现将使目前分散的、局域性的研究更趋于系统性、整体性和协调性,例如将现有的灾害评估系统、耕地监测系统、作物估产系统按地理坐标定位并进行系统整合,将大大提高研究工作的深度、广度、实时性与综合性。利用数字地球可将局部性的资源环境问题(如水灾、沙漠化、耕地减少等)置于更宏观的全方位、大视角来认识和分析,将区域可持续发展问题研究与全球变化,大尺度资源、环境问题研究和全球经济一体化紧密联系起来,真正体现地球系统科学的研究思想。

3.2 数字化定量管理的现代农业——“精细农业”

90年代以来,精细农业(Precision Agriculture, Precision Farming 或 Cyberfarm)成为农业可持续发展的热门领域。所谓精细农业是指将遥感、地理信息系统、全球定位系统、计算机

技术、通讯和网络技术、自动化技术等高科技与地理学、农业、生态学、植物生理学、土壤学等基础学科有机地结合,实现在农业生产全过程中对农作物、土地、土壤从宏观到微观的实时监测,以实现对农作物生长、发育状况、病虫害、水肥状况以及相应的环境进行定期信息获取和动态分析,通过诊断和决策,制定农作实施计划,并在GPS与GIS集成系统支持下进行田间作业的信息化现代农业^[2]。精细农业综合应用了地球空间信息技术,具有新的现代化农业生产模式和技术体系。当前以遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、全球定位系统的集成方式出现的“三S”一体化技术已成功地应用于精细农业,支持精细农业示范应用的主要技术手段已开发出来并趋于成熟,“数字地球”战略的实施,将会以多源、多维、动态、实时、大规模数据量的优势,生成动态空间信息系统,对农业生产中的现象、过程进行模拟和虚拟,达到合理利用农业资源,降低生产成本,改善生态环境,提高农作物产品产量和质量的目的。精细农业是21世纪农业发展的方向,是中国农业的必由之路,同时也是数字地球中的一项重要工程。

3.3 在城市规划、管理中的应用

城市是现代经济中人流、物流、信息流最集中的部分,是区域的政治、经济、文化中心和信息服务中心,也是数字地球应用领域中的焦点问题。

数字地球的海量数据将是政府信息库中最重要的组成部分之一,城市规划所需要的地形、地质、水文、气象遥感影像、各类用地、文物保护、园林绿化、地下管线、公共设施,人文经济资料都可以纳入数字地球。以数字地球作平台,可实现城市智能交通系统、城市灾害综合防治系统、交通导航、环境监测、商业选址、市场调查和仓储管理。因为数字地球拥有丰富且现势性好的地理信息,能够描述城市中某些突发事件周围的自然环境和社会现象,又有宽带的网络互联,使海量数据能够在不同的管理决策部门之间快速交换,为城市中各种突发事件——交通事故、刑事案件、意外灾害的及时处理提供了良好的数据决策平台。

3.4 网上远程教育

面向新世纪的人类,提出了终生教育的目标,对于中国这样一个教育普及程度较低的穷国、大国,优秀人才的培养将是国家和民族的希望所在,教育关乎到国运兴衰。党和政府高度重视教育的发展,包括远程教育在内的多种方式的教育在中国方兴未艾。目前的远程教育存在的不足是不能实现交互式的教学,在未来的基于数字地球的虚拟教育方式实现时,每人个都可在家中通过计算机终端或TV(加辅助装置)接受教育,学生将不再仅仅是现在远程教育方式中的被动受众,而可以向教师提问,交换意见,完成交互式的教学过程。应用数字地球提供的虚拟现实技术,可以让最广大的学习者“接触”一流的教师和实验设备,可以进行身临其境的教学演示或实习,模拟各种实验过程。数字地球将容纳众多的虚拟学校、教学基地和实验室,许许多多的人将通过接受网上远程教育,完成从启蒙教育到成人教育的终生教育过程。

3.5 数字地球的其它应用领域

数字地球的应用潜力是巨大的,几乎涉及到人类生活的各个方面。随着可供访问和可使用的全球空间信息的增长以及遥感、全球定位系统对信息的实时支持,数字地球还将在许多领域得到广泛应用,如借助于数字地球平台所提供的虚拟现实技术可使诸如领土争端、贸易冲突、周边关系等外交领域中的棘手问题通过谈判得以解决^[3];城市居民可通过数字地球参与规划与构建舒适的未来社区;GIS和区域数字地图软件可用于打击犯罪活动^[4]。数字地球还是研究全球变化的理想平台。利用数字地球进行全球变化模拟是这方面的主要研究

内容,包括地表温度场的遥感探测与地—气垂直通量的研究;地表植被覆盖与大气温室气体的动态监测;地—气与海—气相互作用模型研究;区域或全球尺度三维动态大气动力和整体模拟的研究。关注、研究全球变化的机理,将使人类对自己生存环境的未来作出更好的分析和预测。

4 中国发展“数字地球”的必要性、可行性及有关战略措施

4.1 发展中国“数字地球”的必要性与可行性

面对全球信息化浪潮的冲击和知识经济时代的召唤,江泽民主席指出:“当今世界,以信息技术为主要标志的科技日新月异,高技术成果向现实生产力的转化越来越快,初见端倪的知识经济预示着人类的经济社会生活将发生新的巨大变化。世界各国都在抓紧制定面向新世纪的发展战略,争先抢占科技、产业和经济的制高点。面对这个态势,我们必须顺应潮流,乘势而上。”同年在两院院士会上江泽民主席又提出关于中国发展“数字地球”的构想,江主席的上述讲话指明了加快发展中国的信息技术产业,建设国家信息基础设施,规划构建中国的“数字地球”,是我国进入 21 世纪的知识经济时代的发展战略。

中国政府及知识界、科技界从一开始对“数字地球”就给予了充分关注。1998 年以来,国内各种媒体以不同方式发表了许多介绍与评述数字地球的文章,中国科学院地学部曾多次就数字地球问题列出讨论专题召集院士、专家座谈,国家 863 计划信息获取和处理技术主题专家组与国家遥感应用工程技术研究中心联合召开了“数字地球”学术研讨会。今年 5 月 14 日由科技部主持在北京召集有关部门,再次研讨数字地球工作的必要性和有关问题。综合众多院士、专家的观点,可以肯定地认为:构建中国的“数字地球”,是中国可持续发展的需要,是国家安全和经济发展需要;应从国家战略的高度来认识和研究“数字地球”的必要性和紧迫性。构建“数字地球”的最主要目标,是作到地球空间信息资源共享,“数字地球”是全世界共同使用空间信息的平台和载体,它的潜在应用价值是难以想象的,由此可以带动一大批相关的信息产业,可形成许多新的经济增长点,并解决长期以来许多悬而未决或难以解决的问题;实现中国在高科技领域和信息产业中的跨越式发展。

“数字地球”是充分利用我国现有的数据和信息资源的最佳途径,是实现国家可持续发展的重要手段。把发展中国的“数字地球”作为国家战略计划提上日程,是因为它是实施科教兴国和可持续发展战略的一项重大基础设施,是我国迈向知识经济时代的一项重大国家级工程。以国家的需求和科技发展的需求来带动学科的发展,充满了生命力^[15]。

专家们认为:从数字地球的大规模、高投入、跨学科、全球性等特点来看,数字地球的建设需要雄厚的经济基础和技术实力作后盾。但现有的技术基础,特别是发展中国家尚不足以支撑这样一个综合性的技术目标,使得发展中国家处于“发展”与“不发展”两难境地。我国是一个发展中国家,虽然近 20 年来经济得到迅速发展,但在一些高新技术领域还不具备同发达国家争雄的实力。这表现在实现数字地球的一些关键技术,像如何发展新一代高分辨率遥感卫星和高速图形图像宽带网络,海量空间数据存储能力和基于因特网的空间数据互操作;以及虚拟现实技术等方面,还相对落后。

中国的经济和技术实力不允许我们全方位地发展数字地球,而我们又必须应对离我们越来越近的挑战,作出正确的抉择。我们要利用数字地球挑战所带来的机遇,探索适合中国国情的发展方式;既要注意通过学习和引进来尽快占领发展的制高点,又要特别注意发展自

主创新的能力,保持自己在研究、技术、开发应用上的相对独立性^[6]。

“数字地球”的构想虽然不是在中国最早提出,但是这方面的思想、理论和研究工作在中国却已有一定的基础。从技术角度看,我国具备发展数字地球的能力。近20年来我国的空间对地观测能力有了较大的发展,积累了相当数量的卫星和航空遥感数据、资料,我国自己的资源卫星即将上天。一批国家级的地理数据库已经建立,包括国家基础地理信息系统1:100万和1:25万数据库、海洋信息(资源、环境、灾害等)数据库、气候气象数据库、环境信息(监测)数据库、矿产资源数据库、1:50万土地利用数据库、1:10万土地资源数据库等。近几年又铺设了国际海底光缆数字通讯网,并规划建设香港、上海、汕头等信息港和参与气象、资源等遥感卫星和铱系列通信卫星的发射计划。这些基础设施是中国数字地球工程的重要框架和组成部分^[6]。

4.2 关于中国“数字地球”发展战略

中国数字地球应当在国家层次上统一领导,统筹规划,在统一的框架和规划下有步骤地开展各项工作。借鉴发达国家的经验,数字地球是需要政府、科技界、产业界分工合作,携手完成的一项庞大的科学工程,必须有一个国家层次上的权威机构——协调委员会统一领导,统筹规划,并组织项目实施。协调委员会一般是由国家领导人牵头,由所有承担责任的部门组成(图1)。

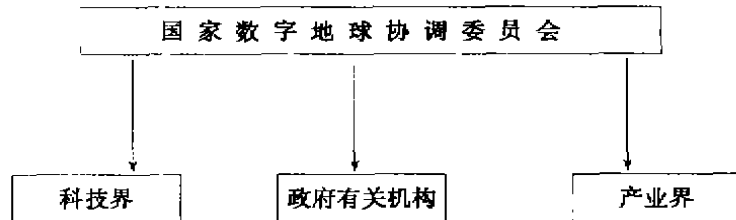


图1 数字地球科学工程组织结构

中国发展数字地球,首先要大力发展国家基础信息设施(NII)和国家空间信息基础设施(NSDI)。中国科学院地学部的院士、专家建议:加快NSDI的建设,包括建立国家地理空间数据库,通过政府行为,以抓应用、促发展的方式普及地理信息系统;尽快推出1:5万比例尺数字地图和专用数字地图;统一地学信息的规范标准等。发展“数字地球”的过程将极大地促进信息科学技术、空间科学技术、环境科学技术和地球科学的发展。数字地球所提供的巨大市场在经济发展中具有重要意义^[15]。

从发展战略上看,专家们建议近期应着重抓好五个方面的工作:①从国家层次上统一制定对地观测卫星的发射规划,建立卫星制造、发射、维护和应用方面的竞争机制,发射小卫星系列,以解决地理空间信息源问题;②尽快建立IP宽带网,要下决心实现通讯系统的“三网合一”;③要加快地理空间数据基础设施的建设,最迫切的任务是要解决数据的标准、规范与共享问题;④要加强地球科学、信息科学和空间科学的基础研究和应用研究,培养自主创新的能力;⑤要大力普及地理信息系统的应用,发展国产软件平台,培育数字地球的用户市场,为远期目标的实现打下坚实的基础——即逐步地将我国960万km²陆地和300万km²的海域管辖范围内的地表、地下和太空的多尺度、多层次的地球信息数字化,建立标准化、规范化的数字化三维动态空间数据,建设覆盖全国的宽带高速图像图形传输网络,发展虚拟环境

的空间分析功能和应用模型^[6]。

1999年4月,在中科院地学部召开的“数字地球”系列研讨会上,与会专家经过广泛深入地研讨,提出将以下方面作为数字地球应用的切入点:①新一轮国土资源调查,②数字长江,③数字城市,④灾害预警,⑤精细农业。科学技术部高新技术司与中国科学院地学部共同组织开展的数字地球专项软科学研究,将提出中国数字地球发展战略(包括短、中、长期目标)并积极争取在国家“十五”计划和S-863计划中立项。

我们认为,在“中国数字地球”规划的制定和实施中,还应注意和解决好以下问题:

①数字地球是政府行为,只有在统一的框架和规划下分工合作,协同配合,分阶段、有步骤地展开各项工作,才能最终实现各行各业地理空间信息的共建共享;②数字地球的规划应确定阶段性目标,解决好发展的层次、步骤,分清轻重缓急,数字地球的建设与应用应当同步发展,在现有的工作基础上稳步推进;③在中国数字地球的建设与应用中,涉及的政策法律问题很多,如数据共享问题(分为很多层次)、网络协议、数据交换标准的制定等,应超前立法、规范,尽量杜绝和减少低水平重复和资源浪费;④数字地球的基础是大型数据库,规划中要确定在一大批有数据基础的单位发展一些具备一流存储、检索手段的专业数据中心,完成分布式大型数据库的建设;⑤高速宽带网的建设可借鉴美国建设信息高速公路的融资运作方式,吸引企业(包括民营科技企业)投资,还可采用设备制造商公司上市等融资方式,根据投资比例确定受益份额。

参考文献:

- [1] 李湘虹,庞景安等. 信息化浪潮[M]. 北京:京华出版社,1998.
- [2] 徐冠华,孙枢,陈运泰等. 迎接数字地球的挑战[J]. 遥感学报,1999,3(2):85~89.
- [3] 宫鹏,史培军,浦瑞良等. 对地观测技术与地球系统科学[M]. 北京:科学出版社,1996.
- [4] Al Gore. The Digital Earth; Understanding Our Planet in the 21st Century. <http://digitalearth.gsfc.nasa.gov/VP19980131.html>.
- [5] 陈强. 数字地球:概念·理论·技术·应用[N]. 科学新闻周刊,1999,(1).
- [6] 陈述彭主编. 数字地球百问[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [7] 李德仁. 信息高速公路、空间数据基础设施与数字地球[J]. 测绘学报,1999,28(1):1~5.
- [8] 承继成,李琦. 国家信息化与数字地球[C]. 空间数据基础设施与数字地球论文集. 国家测绘局国土测绘司编,1999.
- [9] 郭华东,杨崇俊. 建设国家对地观测体系,构筑“数字地球”[J]. 遥感学报,1999,3(2):90~93.
- [10] 陈运迪. “数字地球”将世界放在手掌中[N]. 网络世界,1999年1月4日.
- [11] 崔伟宏,李小娟. “数字地球”科学工程[N]. 科学新闻周刊,1999,(3).
- [12] 李德仁. “三S”技术与农业发展[J]. 卫星应用,1998,1:6~12.
- [13] 李琦,吴少岩编著. 数字地球——人类认识地球的第三次飞跃[M]. 北京:北京大学出版社,1999.
- [14] 赵永平,承继成. 数字地球的研究及其应用[J]. 科技导报,1999(3):45~47.
- [15] 中国科学院地学部. 中国数字地球发展战略[N]. 科学新闻周刊,1999(4).
- [16] <http://www.digitalearth.net.cn>.
- [17] <http://www.acca21.edu.cn>.
- [18] <http://holddeck.gsfc.nasa.gov/digitalearth.html>.
- [19] 吴季松. 21世纪社会的新趋势——知识经济[M]. 北京:北京科学技术出版社,1998.
- [20] 王兴成,卢继传,徐耀宗. 知识经济[M]. 北京:中国经济出版社,1999.

**The Digital Earth: The Informationized Carrier
of the Era of the Knowledge Economy
——Background, Concept, Supporting Technology and
Application Review of the Digital Earth**

FENG Yun, HUANG Xin-yu

*(Scientific Information Centre of Resources and Environment,
The Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)*

Abstract: The digital earth is a new concept which is reported by the media and is concentrated by the fields of intelligence and science in China from 1998 to 1999. Based on summarizing many documents and the ideas of many experts, the paper reviewed the background of the digital earth, connotation of its concept, supporting technology and its application. Moreover, the inevitability, feasibility and the strategy of developing Chinese digital earth are introduced. The paper presented some problems which should be solved during the period of developing Chinese digital earth.

Key words: Digital earth, Knowledge economy, Informationized society, Geospatial data, Remote sensing technology, Virtual reality, Geological information system