

建设国家对地观测体系, 构筑“数字地球”

郭华东 杨崇俊

(中国科学院遥感应用研究所 北京 100101)

摘要 论述了“数字地球”的特征与重要意义, 指出对地观测是“数字地球”的核心内容之一。建议中国不失时机地组织建设国家对地观测体系。该体系可在信息获取、处理与应用3个层面上构建, 并提出近期中国对地观测应优先发展的领域, 以持续地为“数字地球”发展作贡献。

关键词 对地观测体系, 数字地球

1 引言

“数字地球”创意自1998年1月提出以来, 引起了各界特别是科技教育界的高度重视。世界各国的许多专业刊物和互联网站分别转载了戈尔关于“数字地球”讲演稿^[1]。美国宇航局(NASA)等有关美国机构已经先后举行了4次“数字地球”专题研讨会。1998年10月, NASA局长D. Goldin先生专门就“数字地球”给戈尔写信, 并于1998年12月在美国地球物理联合会上的讲演中指出: “数字地球”创意为NASA指明了方向。

“数字地球”也引起了中国领导人和专家学者极大的关注^[2,3]。据不完全统计, 至1999年1月底, 中国已经举行了6次“数字地球”专题研讨会, 先后有数百位专家学者就“数字地球”发表了见解^[4]。“数字地球”正以不寻常的速度与广度在中国迅速发展。

2 “数字地球”意义重大

“数字地球”之所以一经问世, 便迅猛发展, 是因为它对人类认识、理解、开发下个世纪我们居住的星球太重要了。仅以下几点, 就可看出它的重要性。

2.1 “数字地球”是知识经济社会中信息资源的主体核心

在以知识经济为特征的即将到来的信息社会中, 信息是知识经济社会的主要经济资源, 而信息技术是知识经济的主要生产力, 数字化信息是知识经济的物质形式。“数字地球”可以包容80%以上的

所有的人类信息资源, 因此, 以数字形式处理一切与空间位置相关的空间数据和与此相关的所有的文本数据为特征的“数字地球”则是未来信息资源的主体核心, 并必将对形成一个广泛而又重要的产业产生决定性的影响。

在知识经济社会中, 拥有信息资源的重要性远胜于在工业经济社会中拥有自然资源的重要性。拥有“数字地球”等于占领了知识经济社会的一个重要的战略制高点。

2.2 “数字地球”在经济建设中有重要作用

“数字地球”是实施国家可持续发展战略的重要手段。在国家、省、市、县不同层次上, 它既在当前的经济建设中又在未来的知识经济社会中具有重大的作用。它所提供的数据和信息还将在农业、全球变化、环境、资源、人口、灾害(水灾、旱灾、火灾)、城市建设、教育以及军事等领域产生广泛的社会和经济效益。

2.3 “数字地球”是充分利用中国现有的数据和信息资源的最佳途径

中国经过近20年的努力, 已经积累了大量的原始数字化数据和相应的资料, 建立了1100多个大、中型数据库以及难以数计的各类数字化地理基础图、专题图、城市地籍图等。但是, 目前大量的数据所有权混乱, 标准不一致, 兼容性、可比性差, 利用率低。这样, 就形成了多少象以自然资源为主的经济社会中浪费自然资源一样, 在以信息资源为主的知识经济中浪费了大量的信息资源。“数字地球”能够从技术上根本改变这种现象。

2.4 “数字地球”是“信息高速公路”的孪生兄弟

近几年,在中国政府的领导和组织下,信息高速公路的基础建设取得了长足的进展。当前信息高速公路上的一个大问题就是缺乏信息资源。建设好“数字地球”同时是充分利用信息高速公路的措施,“数字地球”成了“信息高速公路”的孪生兄弟。

3 “数字地球”特征

我们认为,“数字地球”是对真实地球及其相关现象的统一性的数字化重现与认识;“数字地球”的特点是空间性、数字性和整体性;从学科方面来看,它应该有理论体系、技术体系、应用体系和工程体系。

通俗地说,“数字地球”就是把地球搬进实验室和计算机。“数字地球”也是指信息化的地球,是地球的虚拟对照体。

初步分析“数字地球”具有以下一些特点:

(1) “数字地球”的数据具有无边无缝的分布式数据层结构,包括多源多比例尺多分辨率的、历史和现时的、矢量和栅格格式的数据;

(2) “数字地球”具有一种可以迅速充实、联网的地理数据库,以及多种可以融合并显示多源数据的机制;

(3) “数字地球”以图像、图形图表、文本报告这3种形式分别提供免费或收费的全球范围的数据、信息、知识方面的服务;

(4) “数字地球”中的数据和信息同时也是按普通、限制、保密等不同保密等级组织起来的,不同的用户对不同的数据和信息具有不同的使用权限;

(5) 用户可以以多种方式从“数字地球”中获取信息,任何一个用户都可以实时调用,无论生产者是谁,也无论数据来自何方,国际互联网上的用户可以根据自己的权限查询“数字地球”中的信息,运用具有传感器功能的特制数据手套,还可以对“数字地球”进行各类可视化操作。

4 对地观测与“数字地球”

4.1 “数字地球”关键理论技术

“数字地球”至少涉及到以下一些新的相关理论和技术:获得地球表面或浅表面的原始数字化数据的新技术、数据标准、互操作技术、海量数据存贮和

压缩、网络技术、分布式对象技术、分布式空间数据资料库(digital geolibrary)、空间数据仓库(Spatial Data Warehouse)、虚拟现象、KDI(Knowledge & Distributed Intelligence)、图形浏览器(Graphic Search Engine)、WebGIS和各类应用模型等。

非常重要,对地观测信息将是“数字地球”的核心信息源之一。戈尔在演讲中也着重数次提出“陆地卫星”,“高分辨率卫星图像”,一直到下一步应发展1m分辨率对地观测卫星技术。可以看出,对地观测技术在“数字地球”中占据着不可或缺的地位^[5]。

4.2 对地观测技术的作用与发展

科学技术发展到现在,事实上只有空间对地观测技术才能提供全球性、重复性、连续的地球表面数据。这类数据可用于对地球系统作为一个整体理解^[6]。地球作为一个综合系统包含地学各学科所涉及的所有领域,立体对地观测技术及复杂的计算机模拟在研究地球系统时将发挥不可替代的作用^[7],是建设“数字地球”的关键技术。

30多年来,对地观测技术已得到了长足发展。60年代以来,国际上不仅陆续推出了系列机载对地观测系统,更先后成功发射了气象卫星、陆地卫星、海洋卫星、载人飞船、航天飞机,并正在实施综合性系列卫星对地观测计划;所携带的传感器工作波段覆盖了自可见光、红外到微波的全波段范围;对地观测信息处理包括星上数据定时处理技术,海量高光谱数据处理技术,雷达数字成像处理技术等关键技术,取得突破^[5]。特别是卫星对地观测近年来发展迅速。美国、法国、日本、印度等国已研制出若干民用及商业卫星系统并投入使用,可见光波段的分辨率也从30m提高到6m,如Landsat, SPOT, ADEOS和IRS-1C;具有3m及1m分辨率的商用系统正陆续发射上天。100—500kg重的小卫星迅速崛起,以后还会有更多的民用及商用对地观测小卫星在巴西、以色列、意大利、韩国、泰国及美国投入使用;Seastar的上天也将使商用海洋彩色图像成为可能。在微波波段,加拿大的Radarsat上天,带动了一个持续到2007年的国际合作计划顺利投入运行。美国EOS计划的实施,更会把对地观测推动到空前发展的程度。

随着星载对地观测硬件系统的发展,人们对数据处理、分析和压缩技术的要求越来越高,一些软硬件也相应发展起来,如图形用户界面(GUI)、数据处理软件、地球信息系统(GIS)、图像压缩存贮工具、图

像浏览软件以及计算机硬件的更新等等。

5 构建中国国家地对地观测体系

发展“数字地球”，离不开营造“数字中国”，“数字中国”的前提之一，离不开对地观测信息，“数字地球”已向中国的对地观测发出了呼唤。

5.1 中国应发展国家对地观测体系

经过 20 余年的发展，中国的对地观测已取得显著成就。先后发射了返回式遥感卫星及极轨气象卫星，引进并建立了遥感卫星地面接收站，研制出多种遥感器，形成机载遥感系统。发展了数据处理技术，开展了多层次、多领域的应用，取得公认的效益，并正在向新的方向发展^[5]。

但中国的对地观测还有许多的薄弱环节。在技术层面上，缺少长期稳定运行的星、机载对地观测信息获取手段，极少具有自主知识产权的遥感信息处理软件等；在规划层面上，尚未形成国家级的中长期的有序的对地观测计划等。

中国的人口、资源、环境问题，中国的可持续发展向对地观测提出了很高的需求；中国遥感经过 70 年代以来的发展，已拥有了雄厚的科学技术积累。时机已趋近成熟，应发展中国的国家对地观测体系。

5.2 建设国家对地观测体系

5.2.1 国家对地观测体系框架内容

国家对地观测体系应由信息获取、信息处理及信息应用 3 部分组成。

信息获取 发展用以陆地、海洋、气象探测的资源卫星，海洋卫星，气象卫星及有特殊作用的雷达卫星，高光谱卫星和小卫星群；进一步提高接收国际先进对地观测卫星数据的能力；发展由高光谱分辨率、高空间分辨率光学传感器及成像雷达组成的机载对地观测系统，发展车载等地面信息获取与测量技术和系统。形成立体探测体系。

信息处理 具有快速处理中国机、星载和国际先进对地观测数据的能力，实现遥感、地理信息系统和全球定位系统一体化处理技术和全数字化技术、建立可以处理海量数据，能进行快速网络传递的空间信息基础设施。

信息应用 以服务可持续发展战略和人口资源、环境国策为目标，强调综合应用，信息共享。发展应用技术，具备自动化识别和智能化分析能力，形

成产业化能力。

5.2.2 发展国家对地观测体系的思考

构建这一体系的主要目的之一是服务“数字地球”战略，其目标是建成业务性运行系统，科研是手段、过程而不是目的^[7]。

该体系的观测对象首先是中国国土，重要的是解决中国自己的问题。同时，需有全球观。脱离全球的研究而孤立研究中国得出的结论是不客观的，中国应对全球研究作出应有的贡献。

建立开放式的体系，注重国际合作。空间对地观测没有国界，技术上亦不应搞封闭的系统，应按照国家惯例，不仅有自己独立的对地观测体系，而且成为国际对地观测体系中的重要一员。

5.3 建议优先发展的几项技术

体系建设应循序渐进，除已有规划外，近年内建议优先发展：

(1) 对地观测小卫星

现代小卫星采用全新的设计概念和设计思想以及大量的高新技术，既能作为常规卫星的补充或替代，又能完成常规卫星难以胜任的任务，获取信息经济、快速、有效，已成为近年来国际上空间对地观测的主要发展方向之一。建议首先考虑发展两类对地观测小卫星。

(A) 光学小卫星。可设计有两种空间分辨率，一种分辨率 5—10m，满足详细调查的需要；另一种 50—100m，以适应快速监测需求。

(B) 雷达小卫星。主要满足光学遥感器不能实现的信息获取问题。第一颗星可采用单波段、单极化；可选 C 波段，HH 极化。对一些关键技术，诸如 SAR 系统模块化、小型化、原始数据记录和数据传输系统及卫星平台技术等，尽快开展预研究。

(2) 运行性机载对地观测系统

建立两种类型的机载对地观测系统，重要的是，无论何种系统，运行能力是前提。

(A) 分布式机载系统。以执行单项任务为目标，以中小型飞机作为运载平台，有效载荷为单个传感器。凸显灵活、快速的特点。

(B) 大型机载系统。能适应国家级大规模调查的需要。在一架中、大型飞机上装载有机配套的综合传感器，在一些方面具有与卫星竞争市场的能力。

(3) 国家对地观测数据网络与信息系统

这同时也是“数字地球”要解决的问题。整合全

国历年获取的数据与新的数据, 包括中国用自己的观测手段获取的数据和国际对地观测技术获取的覆盖中国的数据。建立对地观测数据网络, 发展对地观测数据信息系统, 将对地观测数据作为中国空间信息基础设施有机组成部分管理, 实现信息共享。

(4) 先进对地观测传感器

着眼于未来的发展, 为“数字地球”提供更多更有效的信息, 在现有基础上, 建议组织研制^[7]:

高分辨率复合成像光谱系统; 高分辨率干涉成像光谱系统; 高光谱分辨率红外探测技术; 随机调谐 CCD 成像技术; 随机偏振探测技术; 数字多光谱相机系统; 激光荧光/红外扫描技术; 激光雷达技术; 图像成像多波段多极化雷达系统; 干涉雷达系统; 全极化雷达系统。

6 结束语

“数字地球”是地球科学与信息科学、空间科学等现代科学技术交融的前沿。“数字地球”的发展将为居住在地球的人类带来不可估量的影响, 而“数字地球”的成功很大程度上取决于对地观测技术的贡

献。我们应努力建设中国国家观测体系, 构筑“数字地球”, 迎接“数字地球”时代的早日到来。

参 考 文 献 (References)

- 1 <http://www.regis.berkeley.edu/rhomb/whatsnew/gore-digearth.html>
- 2 <http://202.99.23.239/199808/11/col-980811001001-jryw.html>
- 3 <http://www.digitalearth.net.cn/Digitalearth/DEnews/c-DEnews-index.htm>
- 4 <http://www.digitalearth.net.cn/Digitalearth/C-index.htm>
- 5 Guo Huadong. Remote Sensing in China: An Overview and Future Development. *Space Forum*, 1998, 2: 105-116.
- 6 Asrar, G., J. Dozier. EOS Science Strategy for the Earth Observing System. NASA, AIP Press, 1994, 1-119.
- 7 Guo Huadong. Earth Observation and Digital Earth. Beijing, Sciences Press, 1999. (In Chinese) [郭华东. 对地观测与数字地球. 北京, 科学出版社, 1999.]

作 者 简 介

郭华东, 男, 生于 1950 年 10 月, 1981 年毕业于中国科学院研究生院。现为中国科学院遥感应用研究所研究员, 博士生导师。20 多年来从事遥感信息科学研究, 出版专著 6 本, 发表论文 100 余篇。

Developing National Earth Observing System for “Digital Earth”

GUO Hua-Dong Yang Chong-Jun

(Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101)

Abstract This paper describes the concept and the important significance of the “Digital Earth”. It is pointed out that the earth observing technology is the key issue of the “Digital Earth”. It has been suggested that China should develop the national earth observing system. The system should consist of three parts, i.e., information acquisition, information processing and information application. The development of earth observation technology, in the first priority, have been discussed in the article. The national earth observing system could have a great contribution for the Digital Earth.

Key words National earth observing system, Digital Earth