

论数字地球与地图

左 伟

周慧珍

李 硕

(南京师大地科院 南京 210097) (中国科学院南京土壤研究所) (南京师大地科院)

摘 要 论述了数字地球的基础理论和数字地球的概念、内容、应用领域;讨论了基于数字地球平台的地图生产自动化和基于数字地球技术的地图产品种类。

关键词 数字地球;地球信息科学;地图生产自动化;地图产品种类

1 数字地球的由来及内容

在我们的时代,科学技术成就空前积累,而人类面临的全球性问题、可持续发展问题矛盾又空前尖锐;人类拥有了海量的关于人地系统的数据积累,而难以获得足够数量的关于人地协调发展的可用信息;低精度的粗劣数据泛滥有余,而高精度的实用数据难以获取。因此,当人类社会与地球环境协调发展问题的一揽子解决方案——数字地球一经提出时,即得到了科学家们和政治家们的热情响应。人类看到了地球信息共享和人地关系问题有效应对的曙光。

1.1 数字地球的基础理论——地球信息科学

地球信息科学(Geo-Information Science)是 90 年代新兴起的地球科学研究的前沿领域,是卫星遥感、全球定位系统、地理信息系统、数字地球、数字传输网络等一系列现代信息技术的高度集成,并在地球系统科学与信息科学交叉的基础上形成的科学技术体系。上述科学技术的发展和集成导致了地球信息科学的产生和发展,而地球信息科学又为上述科学技术提供理论指导和技术方向的支持。

地球信息科学的科学体系如图 1 所示^[1](据陈述彭等.地理信息系统导论.有修订):

1.2 数字地球是最高级层次的地理信息系统

地理信息系统是对地理空间数据进行采集、存贮、组织、模拟、处理、分析、应用、显示的计算机技术系统。

表 1 给出地理信息系统与数字地球的比较。

可以认为,数字地球是一个以分布式、多尺度、多维的以地理信息系统为核心的整合科学技术系统,是最高层次的地理信息系统。

1.3 数字地球的概念

美国副总统戈尔^[2]于 1998 年 1 月 31 日发表了题为“数字地球:21 世纪认识地球的方式(The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st century)”的讲演,提出了“数字地球”概念。戈尔指出:我们需要一个数字地球,一个可以嵌入海量地理数据的、多分辨率的、真实地球的三维表示。他还认为数字地球所需的技术涉及以下几个方面:以模拟仿真和建模为特征的数学计算、海量数据存储技术(数字地球每天将产生 10^{15} 字节的信息)、高分辨率的卫星图像技术(美国政府已授权商业卫星系统在 1998 年早些时候提供 1 米分辨率的图

像,这为地图制图提供了足够的精度,达到了先前用航空影像才能实现的精度)、高速的宽带网络、互操作规范、Metadata(元数据)标准、遥感数据自动解译、多源数据融合及智能化等等。戈尔设想了对数字地球进行不同时空虚拟游览的例子,提到了数字地球可作为科学家们探索人类与地球关系的超级实验室,认为数字地球潜在的应用会远远超过我们的想象力。

表1 地理信息系统与数字地球比较

	地理信息系统	数字地球
数据维数	2-2.5 维	多维(4维以上)
数据范围	以地理数据为主	包括地理数据、地质数据、大气、海洋的全球数据
数据采集	普通采集及 RS、GPS 采集	以资源卫星数据为主的智能化自动采集
数据组织、存储	空间数据库和属性数据库	国家空间数据基础设施及全球空间数据基础设施
数据处理、计算	计算机	新一代高性能计算机或分布式计算
数据通信	很少	由新一代 Internet 承担
信息共享特性	信息孤岛,几无共享	信息海洋,全球共享
信息显示	以平面图形、文本为主	多维显示、虚拟显示等
应用范围	小区域范围,少要素项目的地理问题	可应用于大范围、大工程系统的全国性问题和全球性问题
硬件系统	计算机系统	由新一代计算机系统、网络通信系统、地球观测系统等构成的巨系统
理论基础	地理信息科学	地球信息科学

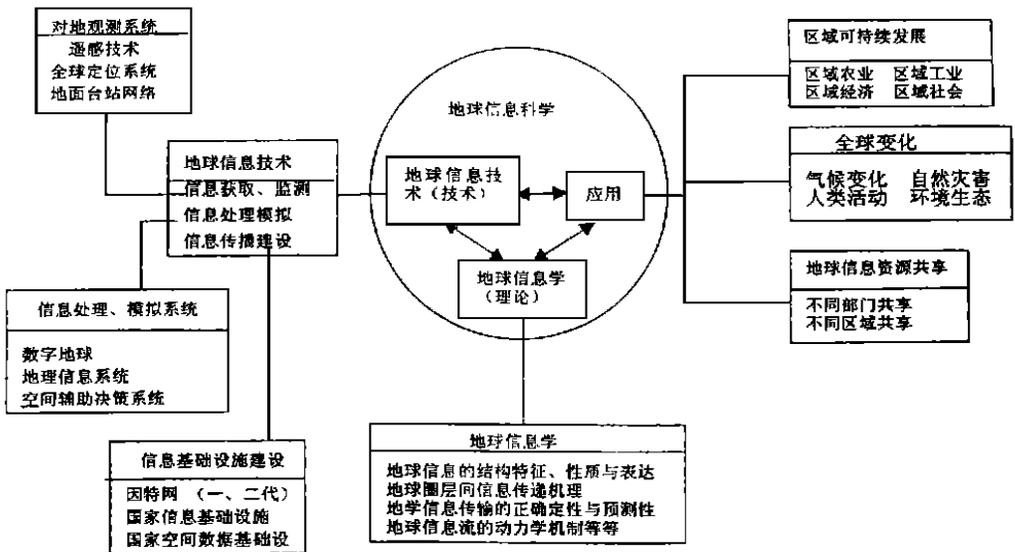


图1 地球信息科学的科学体系

我国学者对数字地球也有热烈的讨论和精辟的见解。陈述彭院士认为^[3]:“从科学的角度讲,数字地球通俗易懂,是一个面向社会的号召,实质地说,数字地球就是要求地球上的信息全部实行信息化。”李德仁院士指出^[4]:“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并且更加广泛的概念。”

我们认为,数字地球是指数字化的地球,即指以地球为对象、以地球坐标为依据,具有多分辨率、海量及多种数据融合的,并可用多媒体和虚拟技术进行多维(立体和动态的)表达的,具有空间化、数字化、网络化、智能化和可视化特征的技术系统。数字地球的基本概念,可归纳为以下3个方面:

(1)数字地球是一个技术系统。即数字地球是数字化的多维显示的虚拟地球,是包括数字化、网络化、智能化与可视化的地球技术系统。

(2)数字地球是一个计划。实施数字地球计划是社会行为,需要全社会来关心和支持。实施数字地球计划,需要政府、企业和学术界共同协力参加,也需要国际间的合作。

(3)数字地球是信息革命的一个新阶梯。数字地球是一次新的信息技术革命,将改变人类的生产和生活方式,进一步促进科学技术的发展和推动社会经济的进步。

1.4 数字地球技术系统的内容

数字地球技术系统的内容^[3]如下:

基础设施:国家信息基础设施(NII)——信息高速公路;国家空间信息基础设施(NS-DI)——地学信息高速公路;对地观测系统(EOS);全球观测信息网络(GOIN); Metadata; 标准与规范、法规;系统安全。

核心技术:空间数据智能获取;海量数据的存取技术;网络数据库、信息系统及分布式计算技术;数据仓库、交换中心及知识挖掘;多种数据融合及立体表达;仿真及虚拟技术;虚拟地球系统模型; Open GIS 标准与互操作技术。

前沿技术:数字地球的数字神经系统;数字地球的网络生活方式;数字地球的进化机制与地学智能体;多维信息网络空间 Cyberspace;地球信息圈层 Infosphere; Modeling Earth。

1.5 数字地球的应用领域

数字地球技术系统的应用领域,既可以应用于局部地域、国家地区及全球范围,也可以应用于不同行业与专业。

按地域范围分:数字海南;数字长江流域;数字北京;数字中国;中国数字地球等等。

按行业、专业分:数字化地图生产;数字农业;数字交通;数字治安;虚拟学校;虚拟战争;虚拟外交;数字土壤等等。

2 数字地球与地图

地图作为记录地理信息的一种图形语言形式,极为古老,久负盛誉。从历史发展看,地理信息系统脱胎于地图,而数字地球是地理信息系统的最高级层次,可见数字地球与地图关系密切,本文论述基于数字地球平台的地图生产自动化和基于数字地球技术的地图产品种类。

2.1 基于数字地图平台的地图生产自动化

历史地看,地图生产经历了传统手工作坊式地图生产、计算机辅助制图的地图生产、基于地图数据库地理信息系统平台的地图生产、基于空间数据基础设施和数字地球平台的地图生产4个阶段。基于空间数据基础设施和数字地球平台纸基地图生产的主要内容有:

2.1.1 地图资料收集

通过新一代的高速通信网络,进入各有关国家的数字图书馆、空间信息基础设施网站,选取制图区域满足精度要求和现势要求的普通地图数据和专题地图数据,甚至现成的数字地图,下载到本地计算机上,供编辑地图使用。数字地球上各种地图数据极为丰富,甚至具有1m分辨率的世界数字地图。这些资源供制图者共享,既大大提高生产效率、降低生产成本,也保证了成图精度。

2.1.2 自动制图综合

自动制图综合即无级比例尺技术^[5],是数字地球数据处理的尖端难题之一,目前尚未能得到明显突破。现阶段做不同比例尺地图的解决方案是,建立不同尺度的空间数据基础设施。其不足之处是明显的,如采集数据的重复劳动,易导致数据的不一致,加重网络通讯的负担。

无级比例尺技术是以一个大比例尺(例如:1:1000)数据库为基础数据源,在一定区域内空间对象的信息量随比例尺的变化而自动增减,从而使得地理空间信息的压缩与复现与比例尺自适应的一种处理技术。无级比例尺技术的突破,将使自动地图制图综合成为可能。

2.1.3 地图重版与地图资料快速更新

数字地球具有智能化的数据自动采集更新功能,这一技术用到地图重版生产中,达到资料更新快速、精确,极大地提高了地图重版的生产效率。

2.1.4 地图自动生产制印一体化^[6]

基于数字地球技术编制的地图只是数字地图。数字地图到纸质本册地图的制印一体化解决方案如下流程所示。

数字地图→排版、组版(QuarkXPress 或 Page Maker)→光栅图像处理(RIP 化)→加网→分色→出胶片(如反阳片)→翻 PS 版→上机印刷→装订、裁切成书。从数字地图到出胶片的阶段为印前流程。

2.2 基于数字地球技术的地图产品种类

基于数字地球技术的数字地图可分为如下种类:

2.2.1 电子地图^[7]

经符号化处理的数字地图,成为能快速显示、并使人们阅读使用的有序数据集即为电子地图。与纸质地图比较,其优点为:(1)工艺先进、低成本、高效益。(2)数字化存储、信息量大、便于携带。(3)保存时间长、不易损坏和变形、图形精度高。(4)数字信息便于修改和更新。(5)使用方便、功能多样。

2.2.2 网络地图

网络地图也叫 Web 地图。包括通过高速通信网络进行地图形成、地图浏览、地图下载的过程。具体过程为:(1)用户从浏览器端发出请求。(2)请求从高速 Internet 送到服务器端。(3)服务器提取数据,进行成图运算处理(此步骤为可选择的)。(4)处理结果返回客户端。(5)处理结果在 Web 浏览器中显示出来或下载到本地机上。

2.2.3 立体地图和多维地图

立体地图即三维空间地图。它既可以是由 DEM(数字地面模型)与影像地图数据融合而成,也可以是由三维空间数据模型的地图数据可视化而成。

多维地图的维包括了时间维和属性维等在内。包括时间维的地图称为 T-M ap, 可作地图信息的历史运算,并具备演替的特征。

2.2.4 多媒体地图

是包括地图、属性表、文字说明、声音、图像、动画等媒体在内的地图。可在数学地图和少儿地图中广泛采用。

2.2.5 虚拟地图

可以认为,整个数字地球是一个幅最大的虚拟地图。正如戈尔所描绘的那样:“她戴上显示头盔时,便可以看到与从太空中看到的一样的地球,然后,通过数据手套她便可以对所看到的影像进行放大,这样通过越来越高的分辨率,她便可以看到各大洲以及不同的地区、国家、城市等内容,甚至最后还可以看到具体的房屋、树木以及其他自然或人造的对象。当她发现这个地球上感兴趣的地区时,她便可以通过三维地形显示的方式拿起这一地区进行研究。虚拟地图最大特点是读者可通过各种虚拟设备把自己融入地图场景之中。

2.2.6 无比例尺地图

10 Maathuis F J M and Sanders D. *Planta*, 1993, 191 :302~307

11 White P J. *Planta*, 1993, 191 :541~551

12 黄建国, 杨邦俊, 袁铃. 小麦不同品种吸收钾离子的动力学研究. *植物营养与肥料学报*, 1995, 1(1) :38~42

13 Läuchli A and Epstein E. *Plant Physiol.*, 1970, 45 :639~641

14 Quintero M R and Hanson J B. *Plant Physiol.*, 1984, 76 :379~386

15 栾升, 倪晋山. Ca^{2+} 促进大麦根 K^+ 吸收的过程分析. *植物生理学报*, 1986, 12(3) :281~290

16 Siddiqi M Y and Glass A D M. *Plant Physiol.*, 1986, 81 :1~7

17 谢少平, 倪晋山. 水稻(威优49)幼苗根系 K^+ ($^{86}Rb^+$) 吸收的调节. *植物生理学报*, 1990, 16(1) :63~69

18 谢少平. 高等植物钾离子吸收的调节. *植物生理学通讯*, 1989, (4) :1~7

19 Epstein E and Jefferies R L. *Ann Rev. Plant Physiol.*, 1964, 15 :169~184

20 Siddiqi M Y and Glass A D M. *Plant Physiol.*, 1982, 69 :283~285

21 刘国栋, 刘更另. 水稻耐低钾基因型筛选方法的研究. *土壤学报*, 1996, 33(2) :113~120

22 , , . , 1996, 2(3) :193~199

23 , , . , 1999, 13(5) :305~311

24 , . K^+ . , 1986, 12(2) :187~193

25 , . K^+ ($^{86}Rb^+$) . , 1987, 13(4) :410~417

26 , , . : , 1989, pp 367

27 Behl R and Jeschke W D. *Physiologia Plantarum*, 1981, 53 :95~100

28 Rygielwicz P T and Bledsoe C S. *Plant Physiol.*, 1984, 76 :918~923

29 Memon A R, Saccomani M and Glass A D M. *J. Exp. Bot.*, 1985, 36 :1860~1867

30 , . Ca^{2+} . , 1997, 23(3) :233~238

31 Bell C I, Cram W J and Clarkson D J. *J. Exp. Bot.*, 1994, 45 :879

32 Wang M Y, Siddiqi M Y, Ruth T J et. al. *Plant Physiol.*, 1993, 103 :1249

33 Thain J F. *J. Exp. Bot.*, 1984, 35(152) :444~453



(239 页)

(1 :1000)

1 . . : , 2000 236

2 AL Gore. Digital Earth: Understanding our planet in 21st century. Given at the California Science Centre, Los Angeles, California, on January 31, 1998. www. digitalearth. net. cn

3 . . : , 2000 60

4 . . : , 1999 99

5 . WebGis 无级比例尺信息综合技术研究. (A 辑), 1994, 4

6 (). . : , 1997

7 . . : , 1996