

# 数字地球与数字水利

③  
14-16

李纪人

P208  
TV1-39

(中国水利水电科学研究院遥感技术应用中心,北京 100044)

**摘要:**介绍数字地球的战略意义、基本概念、涉及的新理论和新技术.就数字地球的基础,即信息的获取、处理和应用作了较详细的介绍.结合水利行业发展和应用遥感、地理信息系统和全球定位系统的现状,阐述建设数字水利的可行性和重要性以及实现这一目标所要跨出的第一步.

**关键词:**数字地球;数字水利;信息技术;地理信息系统;全球定位系统;遥感技术

**关键词:**P208;TV1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1006-7647(2000)01-0014-03

1998年1月31日,美国副总统戈尔在题为“数字地球:对21世纪人类星球的认识”的讲演中提出了“数字地球”的概念.由政治家而不是科学家提出的这一概念,是带有整体性和导向性的国家战略目标,是为了刺激经济发展,保持美国在高新技术领域的领先地位.它与美国以前提出的星球大战计划和信息高速公路一样,都是为美国的战略目标服务的,因此受到世界各国普遍的关注,在以美国为首的北约对南联盟狂轰滥炸之后尤为如此.中国国家主席江泽民有一次在接见两院院士时提到了“数字地球”,很早就注意到了它的战略意义.我国科学界对此也高度重视,举办了许多专题讨论会和座谈会,准备抓住机遇,迎接“数字地球”的挑战.

## 1 数字地球

“数字地球”是指信息化的地球,或者说是地球的虚拟对照体.“数字地球”包括信息的获取、处理和应用.即采用空间、高空、低空、地面、遥感、测绘、地球化学或地球物理等各种手段获得海量的地球数据,并用计算机将它们和与之相关的其他数据以及应用模型结合起来,在网络系统中重现真实的地球.它的核心思想是用数字化手段统一处理地球问题,同时又最大限度地利用信息资源.“数字地球”是当代科学技术与社会经济发展需求紧密结合的必然结果.“数字地球”涉及许多新的相关理论和技术,例如:获取地球表面(或浅层)数据的技术、数据标准、数据存储和传输、网络技术、分布式空间数据库、数据挖掘、互操作技术、分布式对象技术、虚拟技术知识和分布式智能技术、开放式地理信息系统、网络地

理信息系统,以及适用于各个生产部门的各类应用模型.在知识经济社会中,信息资源的重要性要比在工业经济社会中的自然资源更加重要.“数字地球”则是未来信息资源的主体.因为人类信息资源的80%与空间位置有关,可以纳入数字地球之中.信息时代的来临,改变了人类的生存和发展方式,未来利益的分配和冲突(包括经济和军事冲突)将会在很大程度上依赖对“数字地球”的控制.“数字地球”可以在自然灾害监测和预测、发展精细农业、水资源和土地资源的监测与保护、城市规划和建设、环境监测与保护、全球变化、海洋资源开发和保护、远程教育和军事等领域发挥重大的作用.

## 2 数字地球的基础——信息的获取、处理和应用

卫星、航天飞机、宇宙飞船、飞机、热气球携带的各种波段的各类传感器构成了对地观测的主体,提供了全球连续和重复的表面数据,使之有条件将地球系统作为一个整体来认识.

近年来,星载对地观测发展十分迅速.许多国家,包括一些第三世界国家和小国家都研制和发射了卫星.分辨率高达1~3m的商用系统相继上天,100~500kg重的小卫星打破了空间技术的神秘感.因此目前对地观测是获取地球表面信息的主要手段.某些原来必须通过地面观测才能获取的信息,现在也可以通过对地观测获取.对地观测与“数字地球”有十分密切的关系,在目前和在将来都是最基本的技术手段.

随着数据获取手段的不断增强,对数据处理、传

输、分辨和压缩技术的要求也越来越高。

“数字地球”主要的基础设施建设是“信息高速公路”和“国家空间数据基础设施”。信息高速公路就是高速信息电子网络,由通信网络、计算机、数据库等组成的网络体系,能随时给用户提供大量信息。宽带通信业务的通信速率高于 2 Mbps,宽带综合业务数字网(简称宽带网)是一种全数字化、高速、宽带、具有综合业务能力的智能化通信网。它可集当今世界上所有的通信业务于一个通信网络中,传输速度也比现在的因特网快得多。带宽是实现高速传输的关键。为了在信息高速公路上表示和查询与地理有关的空间信息,美国在 1994 年又提出建立国家空间数据基础设施(NSDI)。它主要包括地球空间数据框架,空间数据协调、管理与分发体系,空间数据交换网络,以及空间数据转换标准。我国也正在加快“国家地理空间信息基础设施”的建设。

地理信息系统(GIS)是通过计算机技术,对各种与地理位置有关的信息进行采集、存储、检索、显示和分析。通过任何途径(遥感、测绘、调查、测量、统计等)得到的信息都可以通过 GIS 建成一个数据库。随着网络技术的日益成熟,同一地区的不同信息系统之间以及不同地区的同类信息系统之间开始连通和兼容。近五年来,地理信息系统和万维网结合,发展成了基于网络的地理信息系统,即 WebGIS。

随着信息量的飞速增长,信息技术的迅速发展和用户需求的增加,传统的空间数据库已不能满足需求,信息系统要从管理向决策处理发展。要满足这种新需求,空间数据仓库这种空间信息的集成方案就应运而生了。它在较高层次上对数据进行了综合、归类,并加以抽象地分析和利用,是面向主题组织的。为了消除源数据中的不一致性和能对数据进行综合计算,所有入库数据须先经过统一和综合。数据仓库中的数据可随时间变化,去旧迎新,但其特点是对数据按时段进行综合,随时更新的数据是数据库中的数据,而不是经集成输入到空间数据仓库中的数据。

投入极大的力量建设“数字地球”,解决了数据采集,海量数据的存储、处理、传输,其目的就是要让更多的人充分应用这些数据,也就是要实现数据共享,减少重复劳动和投资,让更多的专业技术人员把精力集中于数据应用上。要实现数据共享,必须建立统一的数据格式和交换标准。除了技术问题外,还要在管理上制定相应的法规,规定使用权限和费用,保护数据版权,共建共享,规定使用权限的层次,签订数据使用协议等都是实现数据共享中可以考虑的方式。

在取得各种来源的数据后,要充分应用它们,必

然会遇到多源信息的融合问题,这是各种数据在一定准则下进行分析、综合,从而完成决策或评估等而进行的自动信息处理过程。这种过程往往在表示不同级别的几个层次上完成对多源信息的处理,其结果也有层次的高低之分。处理方式有相关、互联、估计以及组合等等。

信息的应用是建设“数字地球”的最根本的目的。各个部门和地区应用信息的能力和积极性是建设“数字地球”的原动力。“数字地球”是国家目标,决定了必然是政府行为,也必定要有广泛的应用基础。

### 3 发展数字水利

绝大多数的水利工程都是在地球表面及表层修建的。水利包括的水资源、水环境、防洪抗旱、水土保持、农田水利、河道整治、水利工程等无不与空间地理有密切关系。水利行业自 80 年代初开始应用遥感(RS)技术,即通过对地观测获取信息。对 GIS 的使用则始于 80 年代后期,在经历了认识了解和初步应用这两个阶段后,现已步入深入应用的阶段,且很快就与生产实际紧密地结合起来。全球定位系统(GPS)在水利行业的应用始于 90 年代初,但发展非常迅速,在地面及水下地形测绘中使用已很普遍。

尽管作为“数字地球”技术基础的 3S(RS, GIS, GPS)技术在水利行业的应用还远远没有发挥它们的潜力,但已经发挥了重大作用。利用 RS 和 GIS 技术,快速准确地为决策部门提供了以下有关灾害、资源、水利规划与管理方面的调查统计数据。

a. 灾情评估。洪涝灾害淹没耕地及居民地面积、受灾人口和受淹房屋间数;旱情;大面积水体污染和赤潮的影响范围;大面积泥石流、滑坡等山地灾害的影响范围。

b. 水资源水环境调查。应用遥感资料进行下垫面属性分类,计算其分类面积,选取经验参数及入渗系数。根据多年平均降水量,计算出多年平均地表径流深、入渗补给量,两者之和扣去重复计算的基流量即为多年平均水量,对国内某些流域进行估算的相对误差小于 7%,尤其适用于无水文资料地区。此外,根据遥感资料提供的积雪分布(三维)、积雪量、雪面湿度,用融雪径流流域模型估算融雪水资源和流域出流过程的相对误差在 10% 左右。如有精度较高的数字高程模型(DEM, 1:10 000 以上),湖泊面积及容量调查也有较高精度。目前已可以对混浊度、pH 值、含盐度、BOD 和 COD 等要素做定量监测,对污染带的位置作定性监测。

c. 土地资源调查。包括:监测水蚀、风蚀等多种类型的土壤侵蚀区的侵蚀面积、数量和强度发展的

动态变化;盐碱地、沼泽地、风沙地、山地侵蚀地等劣质土退化地的面积调查与动态监测;土地利用现状调查、耕地面积和滩涂面积调查。

d. 工程规划与管理.大型水库淹没区实物量估算、库区移民安置环境容量调查,灌溉区实际灌溉面积和有效灌溉面积的调查,水库淤积测量。

除了提供调查、监测和统计数据外,3S技术作为一种新的技术手段,与传统手段相结合,还在防灾减灾、水资源开发利用以及水利工程规划、建设和管理等方面发挥了重要作用。

a. 防洪减灾及业务运行.包括:星载和机载侧视合成孔径雷达(SAR)实时监测特大洪水造成的灾情,将信息迅速传送到指挥决策机构;对易发洪灾区和重点防洪地区建立防洪信息系统;旱灾的实时监测;在全球气候变暖、海平面上升以及地下水超采造成地面沉降等情况下,对可能造成的海水入侵的范围作出预估和进行对策研究。

b. 水资源开发利用研究.包括:利用遥感资料和GIS建立与大气模型耦合的大尺度水文模型,计算出在全球未来气候变化情况下区域水资源的增减;采用细分光谱卫星资料、主动式微波传感器与地球物理、地球化学等多种信息源相结合,以信息系统为支持,分析研究地下储水结构。

c. 大型水利水电工程及跨流域调水工程对生态环境影响的监测与综合评价.包括:大型水利水电枢纽工程地质条件的遥感调查、技术经济评价及动态监测、流域综合规划;灌区规划;水库上游水土流失调查及对水库淤积的趋势预测,河口泥沙监测和综合治理;河道演变监测;河道、水库、湖泊等水体水质污染遥感动态监测;流域治理效益调查;海岸带综合治理;对施工过程中的坝址进行1:2000的大比例尺遥感制图,包括坝肩多光谱近景摄影,以研究坝肩裂隙和节理的分布变化情况。

目前,正在启动的国家防汛指挥系统工程将在

数据传输方面采用通信卫星和安全的网络技术;用遥感技术监测洪涝灾害;在七大江河流域建立以GIS技术为支撑的包括社会经济、水体、水利工程、地形、土地利用、行政边界、交通、通信、生命线工程等数据层的分布式防洪基础背景数据库或数据仓库;完善水文及灾害预报这些以空间数据为基础的虚拟地球的技术;可以进行异地会商和远程教育.在上述技术的基础上,可以在灾前作洪水预报及对未来各种降雨情况下的水情进行模拟;可以针对洪水预报作出多个调度预案,进行后效与损失比较,为决策提供依据;可根据决策,优化分洪区居民撤离,抢险物资及救灾物资的输运路线;可对灾情的发展作出空间与时间上的预测;可对灾后重新进行规划.总而言之,将在真正意义上做到防洪减灾,把损失减少到最小.这是“数字水利”在防洪方面的一个雏形,有统一的数据定义、格式和交换标准。

从上述已有的工作基础和即将进行的工作可以看出建设“数字水利”的可行性和重要性,从而也从一个小小的侧面反映了建设“数字国家”乃至“数字地球”的战略意义.对于“数字水利”而言,要跨出的第一步是提高对信息化的认识,计算机技术的普及,实现现有多源信息的数字化、空间结构化、网络化和标准化,大力推进信息资源的共享,把已有的数据充分开发利用起来。

“数字地球”是人类认识地球的第三次飞跃,是重大技术的突破口,是国家可持续发展的要求,是宏伟的国家战略目标.水利工作者要敏锐地抓住这一机遇,迎接这一挑战,抓应用、促发展,引导水利科学、信息科学和水利产业的发展。

#### 参考文献:

- [1] 徐冠华,孙枢,陈运泰,吴忠良.迎接“数字地球”的挑战[J].遥感学报,1999,3(2):85~89.

(收稿日期:1999-06-25 编辑:马敏峰)

#### ·简讯·

### 南阳市被列为全国节水型井灌区建设示范市

1999年12月16日,水利部将河南省南阳市列为全国节水型井灌区建设示范市,要求该市进一步加大井灌区建设力度,积极推行规范化管理,切实发挥出全国井灌区节水建设管理示范作用。

按照水利部的要求,南阳市在井灌区节水建设上,要贯彻以水定井、统一规划、合理开发、严格管理的原则,在认真核查地下水资源情况的基础上,制定切实可行的节水型井灌区发展规划和年度实施计划,搞好工程建设.并在建设井灌区的同时,科学地选择节水灌溉模式,积极推广喷灌、滴灌、管理输水等先进的节水灌溉技术与方法,将井灌发展与节水工程建设有机结合起来,建设高标准节水型井灌区,达到节水增产的目的.水利部还指出,省、市、县水利部门还要加强对示范工程建设的技术指导和服务,从规划、设计、施工和物资供应等方面提供一条龙服务.对已建工程要加强管理,制定措施,加快小型水利设施建设与管理体制改革和水费改革步伐,建立良性运行新机制,充分发挥典型示范引导作用。

(杨文磊供稿)