

流域可视化多分辨率大场景模型 技术研究

李小根 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

流域可视化多分辨率大场景模型 技术研究

李小根 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书针对流域原始 DEM 地形海量数据进行精简,并对流域的遥感影像进行融合处理,达到流域信息系统实时交互运行的目的。其中对流域 DEM 地形应用实时动态分层精简的方法进行分层细化处理,达到精简 DEM 网格的目的。同时,对流域遥感影像进行融合处理,达到增强遥感影像信息的目的。并对流域三维大场景模型的实时交互问题进行了深入研究和分析,应用了内存影射文件技术和缓存技术,为流域大场景建模和实时交互运行提供了有效的方法。

本书适合水利水电工程技术人员阅读,以及高等院校有关师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

流域可视化多分辨率大场景模型技术研究 / 李小根
著. —北京:中国水利水电出版社,2013.8
ISBN 978-7-5170-0997-9

I. ①流… II. ①李… III. ①流域模型-研究 IV.
①P344

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 145863 号

书 名	流域可视化多分辨率大场景模型技术研究
作 者	李小根 著
出版发行	中国水利水电出版社(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub. com. cn E-mail: sales @ waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京金奥都科技发展中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 9.75印张 231千字
版 次	2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	30.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

水利工程三维景观模型的构建理论与处理技术是当前该领域重点关注的问题。本书针对原始地形海量数据进行分层细化处理,对流域三维大场景模型的实时交互绘制问题,进行了深入研究和分析。应用实时动态格网层次处理技术对原始 DEM (Digital Elevation Model) 地形数据进行实时动态分层精简。同时,应用基于边缘信息检测的 IHS [Intensity (亮度)、Hue (色度)、Saturation (饱和度)] 变换融合方法对原始遥感影像进行融合处理,将改进的方法应用在水利地理信息系统平台研究中,取得了令人满意的运行效果。

1. 实现了原始地形数据实时动态分层处理

应用实时动态格网层次处理技术对 DEM 重要区域进行了高分辨率精简,对次要区域进行了低分辨率精简,形成了多分辨率多层次的 DEM 数据结构,克服了计算机在绘制海量数据时,出现的停顿、闪烁等不良现象。在保证 DEM 重要区域精度的条件下,加快了计算机绘制三维景观模型的速度,满足了三维可视化实时交互的需求。

2. 得到了信息丰富的遥感图像

应用基于边缘信息检测的 IHS 变换融合方法对原始的 SPOT (地球观测系统) 影像和 Landsat TM (陆地资源卫星) 影像进行处理过程中,应用罗伯特算子对亮度分量 I 和 SPOT 影像进行检测计算,产生新的亮度分量 I', 将分量 I' 和色度 H、饱和度 S 进行反变换计算,得到了信息丰富的遥感图像,避免了传统遥感影像融合方法受波段数目限制和信息丢失等因素的影响,满足了信息管理的需要。

3. 实现了模型的实时交互绘制

将多分辨率的地形模型和处理后的遥感影像模型应用在实际生产中,实现了三维景观模型的实时交互绘制,并及时消除了冗余数据,加快了计算机的运行速度,为流域大场景的复杂建模提供了有效的方法。

技术在不断进步,用户的要求在不断提高,社会上各个应用领域对地理信息系统的需求也在不断提出新的标准,但在实际应用中还有诸多的困难需要解决。本书的研究工作仅仅是一个基础性研究,还有许多新的技术问题需要探索解决的方法。

本书在编写过程中广泛参阅了国内外该领域的有关会议论文集和有关论著、学术报告等(在参考文献中未能一一列举)。在此,对各方面的大力支持一并表示衷心的感谢!

由于作者水平所限和时间仓促,书中难免有错讹,不足之处敬请读者批评指正。

作者

2013 年 4 月

目 录

前言

第一章 数字地球	(1)
第一节 数字化概念	(1)
第二节 数字地球的技术基础	(13)
第三节 数字地球中的“3S”技术	(16)
第四节 数字地球的应用	(17)
第二章 地理信息系统	(22)
第一节 引言	(22)
第二节 GIS 的发展历程	(22)
第三节 组件式地理信息系统(ComGIS)	(32)
第三章 流域信息管理系统研究与应用现状	(43)
第一节 数字水利	(43)
第二节 流域大场景模型国内外研究现状	(72)
第四章 构建流域大场景地形模型	(78)
第一节 引言	(78)
第二节 地形模型空间信息表达	(78)
第三节 确定大场景格网数据处理方案	(88)
第四节 实时动态格网层次处理技术	(94)
第五节 实验	(96)
第六节 构建大场景地形模型	(98)
第七节 小结	(99)
第五章 流域遥感影像融合处理	(100)
第一节 遥感影像融合的基本概念	(100)
第二节 遥感影像基本融合技术	(100)
第三节 遥感影像配准原理	(102)
第四节 遥感影像融合基本算法	(104)
第五节 影响遥感影像融合的因素	(110)
第六节 遥感影像融合存在的主要问题	(111)

第七节 遥感图像融合质量客观评价 (111)

第八节 实验与分析 (113)

第九节 确定遥感影像融合方案 (115)

第十节 小结 (119)

第六章 多分辨率大场景模型实时交互技术 (120)

第一节 内存影射文件技术 (120)

第二节 缓存技术 (123)

第三节 多分辨率洪水演进模型 (127)

第七章 实际应用 (133)

第一节 研究流域概况 (133)

第二节 水利地理信息系统框架 (134)

第三节 水利地理信息系统设计与实现 (136)

第四节 实验 (141)

第五节 小结 (144)

参考文献 (145)

第一章 数字地球

第一节 数字化概念

数字地球是一个以地球坐标为依据的、具有多分辨率的海量数据和多维显示的地球虚拟系统。数字地球被看成是“对地球的三维多分辨率表示、它能够放入大量的地理数据”，是关于整个地球、全方位的地理信息系统（Geographical Information System, GIS）与虚拟现实技术（Virtual Reality, VR）、网络技术（Network）相结合的产物。

数字地球，是美国前副总统戈尔于1998年1月在加利福尼亚科学中心开幕典礼上发表的题为“数字地球：认识21世纪我们所居住的星球”演说时，提出的一个与地理信息系统、网络、虚拟现实等高新技术密切相关的概念。在演讲报告中，他将数字地球看成是“对地球的三维多分辨率表示、它能够放入大量的地理数据”。戈尔的数字地球是关于整个地球、全方位的地理信息系统与虚拟现实技术、网络技术相结合的产物。显然，面对如此一个浩大的工程，任何一个政府组织、企业或学术机构，都是无法独立完成的，它需要成千上万的个人、公司、研究机构和政府组织的共同努力。数字地球要解决的技术问题，包括计算机科学、海量数据存储、卫星遥感技术、宽带网络、互操作性、元数据等。可以预见，随着地球空间信息学的发展而建立起的数字地球，必将促进测绘事业的现代化，为测绘事业与整个国民经济的发展建立更加紧密的联系，作出更大的贡献，在未来的知识经济社会中产生巨大的经济效益和社会效益。

1998年江泽民总书记在接见两院院士代表时的讲话中指出：“当今世界，以信息技术为主要标志的科技进步日新月异，高科技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人类的经济社会生活将发生新的巨大变化”。以理解对真实地球及其相关现象统一的数字化重现和认识，其核心思想是用数字化的手段来处理整个地球的自然和社会活动诸方面的问题，最大限度地利用资源，并使普通百姓能够通过一定方式方便地获得他们所想了解的有关地球的信息，其特点是嵌入海量地理数据，实现多分辨率、三维对地球的描述，即“虚拟地球”。通俗地讲，就是用数字的方法将地球、地球上的活动及整个地球环境的时空变化装入电脑中，实现在网络上的流通，并使之最大限度地人类的生存、可持续发展和日常的工作、学习、生活、娱乐服务。严格地讲，数字地球是以计算机技术、多媒体技术和大规模存储技术为基础，以宽带网络为纽带运用海量地球信息对地球进行多分辨率、多尺度、多时空和多种类的三维描述，并利用它作为工具来支持和改善人类活动和生活质量。

美国副总统戈尔于1998年1月21日提出了数字地球的概念之后，中国学者特别是地学界的专家认识到“数字地球”战略将是推动我国信息化建设和社会经济、资源环境可持续发展的重要武器，于1999年11月29日至12月2日在北京召开了“首届国际‘数字

地球’大会”。从此之后，与数字相关相似的概念层出不穷。“数字中国”、“数字省”、“数字城市”、“数字化行业”、“数字化社区”等名词不断出现，成了当时最热门的话题之一。许多省、市把它作为“十五”经济技术发展的一个重要战略来抓。

“数字城市”是以计算机技术、多媒体技术和大规模存储技术为基础，以宽带网络为纽带，运用遥感（Remote Sensing, RS）、全球定位系统（Global Positioning System, GPS）、地理信息系统、遥测、虚拟现实等技术，对城市进行多分辨率、多尺度、多时空和多种类的三维描述，即利用信息技术手段把城市的过去、现状和未来的全部内容在网络上进行数字化虚拟实现。

“数字城市”是“数字中国”的重要组成部分。数字中国地理空间框架是国民经济和社会信息化的基础平台，数字城市地理空间框架是“数字中国”地理空间框架的重要组成部分和优先建设任务，加快数字城市建设是转变基础测绘服务方式、提升基础测绘服务能力的重要举措。为贯彻落实党中央、国务院的重要指示精神，加快推进信息化建设，促进信息资源的共享整合与高效开发利用，切实履行测绘部门政府职能，国家测绘地理信息局明确把构建数字中国地理空间框架作为当前和今后一个时期测绘工作的重要任务，从立法、规划、政策与技术标准制定等方面入手，以数字城市地理空间框架建设为抓手，全面展开了数字中国地理空间框架建设。

一、数字城市地理空间框架建设的重要意义

城市是经济社会发展最活跃、发展最快速、信息最丰富、资本最集中的区域，也是对地理信息需求最旺盛、更新要求最快、分辨率要求最高的区域。加快推进数字城市地理空间框架建设对于测绘服务于城市信息化建设、城市管理科学化、方便百姓生活等方面具有积极的促进作用。

（1）加快推进数字城市地理空间框架建设是加快经济社会信息化的迫切需要。大力推进经济社会信息化，是我国现代化建设的战略性举措。人类社会的各类信息绝大部分都与地理空间位置相关，加快经济社会信息化建设，促进信息资源的广泛共享和互联互通，需要统一、标准、权威的地理空间载体提供支撑。加快推进数字地理空间框架建设，对于集成、整合和共享自然、社会、经济、人文、环境等各类信息，避免数字孤岛，促进信息资源开发利用，避免重复建设都具有十分重要的作用。相对其他地区而言，城市地区经济活跃、发展快速、信息丰富、资本集中。加快推进数字城市地理空间框架建设，是健全数字地理空间框架、推进城市信息化加快发展的迫切需要，是推进国民经济和社会信息化的重要内容和基础保障。

（2）加快推进数字城市地理空间框架建设是促进城市管理科学化的客观要求。数字城市地理空间框架为认识物质城市打开了新的视野，在地理信息基础上叠加专业信息，可以实现对经济、社会和人文信息的空间统计分析和决策支持，使城市管理和空间化、精细化、动态化、可视化，将管理和决策立足于具有综合集成能力的现实的观测信息，提高管理的科学性、时效性和准确性。在数字城市地理空间框架的支持下，城市管理工作能够在每个地方、每个时段准确覆盖，实现由部件管理到事件管理、由粗放管理到精细管理、由多头管理到统一管理、由被动管理到主动管理转变，以实现精确、快速、高效的城市管

理,有利于整合政府资源,节约行政成本,克服过去管理不到位的弊端,不仅可以推动管理手段的现代化,而且能够确保管理决策的科学化,从而大大提高城市管理效率和水平。

(3) 加快推进数字城市地理空间框架建设是服务民生的重要举措。基于城市地理信息公共平台的电子政务服务系统,加强了政务服务提供者 and 使用者之间的沟通和互动,为城市相关部门通过网络为广大市民和企业服务提供了新途径,带来信息化生活的新体验。通过数字城市地理空间框架建设形成权威、标准、统一的城市地理信息公共平台,人们可以从不同角度、全方位地了解城市社会经济发展和建设情况,可以方便及时查找到与日常生活密切相关的衣、食、住、行等方面信息,极大地提高人们生活质量,是构建社会主义和谐社会的客观需要和重要途径,是服务民生的重大举措。

二、数字城市地理空间框架建设的主要任务

建设数字城市地理空间框架,利用现代地理信息技术整合城市信息资源,促进城市地理信息资源的统筹开发与利用,为城市科学管理与决策提供支撑,对于提升城市软实力、推进经济结构调整、增强可持续发展后劲将产生积极的推动作用。“十一五”期间,国家测绘地理信息局启动了数字城市建设工作,“十二五”将进一步加大数字城市的建设力度,全面推广数字城市建设,力争“十二五”末基本完成全国地级市数字城市建设工作,形成互联互通的数字城市地理空间框架网络,为城市经济社会发展和信息化建设以及市民生活提供可靠、适用、及时的地理信息服务,并逐步实现与省、国家的上下贯通,相邻区域的横向互联,伴随着互联网的发展走向智能化,最终实现全国“一张图、一个网、一个平台”。其主要任务包括:

(1) 丰富城市基础地理信息资源。建立测绘部门和各经济建设部门尤其是掌握地理信息资源的部门之间有效的基础地理信息共建共享机制,逐步建成包括大地测量控制、地形、地貌、地名、交通、水系、境界、地籍、城市综合管网、门牌地址、房产、规划、地理编码等基本要素信息的城市基础地理信息数据库。开发高效的时空数据库引擎,支持多类型、海量的时空数据管理与分析,实现历史数据和现势数据的关联,形成完善的城市基础地理信息数据库体系。建立分工明确、相互配合的基础地理信息数据获取方式,不断提高基础地理信息的现势性。

(2) 建设城市地理信息公共平台。针对基础地理信息在线服务的需求,推动测绘部门同相关部门的合作,在城市基础地理信息数据库的基础上,建成统一的、权威的、标准的地理信息公共平台,提供二维地图、三维地图、地理编码和数据应用分析等基本服务;提供标准服务接口,供有关部门叠加专业信息,实现地理信息与城市其他经济社会、自然资源和人文信息的互联互通与整合集成应用。依托国家网络通信基础设施,建立覆盖全国的基础地理信息数据交换体系和信息安全监测系统,逐步推进各城市地理信息公共平台、城市基础地理信息数据交换中心与同级政府数据交换中心互联互通,各有关部门和测绘部门要实现信息交换与共享的城市基础地理信息数字交换中心。

(3) 推动数字城市地理空间框架广泛应用。确立和强化数字城市地理空间框架的权威性和唯一性,从机制和政策上保证政府各部门建设的以地理信息为基础的信息系统,全部采用符合国家标准的基础地理信息数据,全部采用测绘部门提供的基础地理信息公共平

台，避免重复投入，杜绝随意建设，确保地理信息公共平台在政府相关部门充分利用。在数字城市地理空间框架建设中，要着力开发并维护各类服务于党政领导机关和相关部门的辅助决策系统。针对各种基本需求，开发公益性地理信息服务网站，为市民出行、购物、旅游、商务等各种活动等提供专业、及时、贴心的地理信息服务，使之成为市民日常生活不可缺少的助手。在妥善处理基础地理信息利用与保密关系基础上，鼓励对数字城市地理空间框架进行增值开发和提供商业化服务，更好地满足社会的多样化需求。

三、数字城市地理空间框架建设的工作进展

“十一五”以来国家测绘局组织开展了数字城市地理空间框架建设工作，得到了省级测绘主管部门和许多城市人民政府的积极响应，在各级政府的大力支持和各级测绘部门的通力合作下，数字城市地理空间框架建设工作取得重大进展，已在城市管理、政府决策和服务民生等方面发挥重要作用，为城市发展低碳经济、提高信息化水平和社会管理水平、方便人民生活提供了有力的支撑。

（一）数字城市地理空间框架建设的整体进展情况

2005年，国家测绘局提出了数字城市地理空间框架建设工作。2006年，在财政部的大力支持下，国家测绘局启动了“数字区域地理空间框架建设示范”基础测绘项目。几年来，已分批在全国34个省、自治区、直辖市遴选了112个直辖市的区、地级城市和个别县级市开展了数字城市地理空间框架建设。同时，建立了国家、省和城市人民政府三级基础地理信息共建共享机制。国家测绘局在政策、标准、总体设计、航空摄影、公共平台建设、国家基础测绘成果使用及系统集成等方面予以支持；负责组织项目竣工验收。省级测绘行政主管部门指导项目建设工作；负责项目进度与质量的管理和监督；在基础资料提供、技术设计以及项目组织协调等方面给予了支持。城市人民政府负责项目的组织实施和项目主要经费的落实；负责项目建设和成果的推广应用；负责建立地理信息公共平台的长效运行机制，对平台的管理、维护与更新提供了相应的保障。

目前，山西省太原市、湖北省潜江市、浙江省嘉兴市、黑龙江省齐齐哈尔市4个试点城市已经通过了国家测绘地理信息局组织的验收。山东省临沂市、聊城市、烟台市，广东省佛山市、惠州市，陕西省西安市，四川省德阳市近20个城市已经通过了省级测绘行政主管部门组织的预验收，且已基本达到了验收条件。北京市西城区、河南省平顶山市、湖南省郴州市、甘肃省白银市、青海省西宁市、内蒙古自治区包头市、福建省莆田市近30个城市已经完成了地理信息公共平台的建设。

（二）数字城市地理空间框架建设工作的成效

在国家测绘局统一组织领导下，数字城市地理空间框架建设所在省级测绘行政主管部门与城市人民政府密切配合，各项工作稳步推进，亮点频出。在完成地理空间框架建设的基础上，开展了包括规划、国土、城管、公安等15个领域总计约300多个应用专业部门示范，在城市科学决策、精细管理、服务民生和调整结构等方面真正发挥了“强决策、兴产业和惠民生”的重要作用，为推动城市信息化建设做出了贡献，实现了夯实基础、巩固地位、强化职责、锻炼队伍、强化监管的目的。数字城市建设工作得到省级测绘行政

主管部门和许多城市人民政府的积极响应由点到面，逐渐铺开，为相关城市政府的科学决策和管理提供了有力的支撑，实现了城市地理信息资源的统筹开发与利用，发挥了测绘工作为扩大内需、促进经济增长的保障服务作用，为加快信息化建设，加快现代化建设起到了积极作用。数字城市地理空间框架建设工作成效显著，主要表现在：

(1) 对促进城市的科学决策和发展起到了重要的支撑作用。据相关城市的政府部门反映，使用基于地理信息公共平台的应用系统，使有关业务工作的效率普遍提高3倍以上，大大提高了政府部门决策的科学性，是常规工作手段难以比拟和做到的。

(2) 在扩大内需、促进经济增长方面带动作用明显。据不完全统计，通过实施项目，已带动各地在基础地理信息数据生产、高新技术设备配置及应用系统建设等方面投入约12亿元。

(3) 夯实了城市信息化基础，促进了地理信息资源的统筹开发利用。目前，数字城市建设工作获取了建设城市的高分辨率航空摄影和卫星影像，极大地丰富了城市地理信息资源，建设并完善了城市基础地理信息数据库。从根本上解决了这些城市地理信息资源匮乏的问题，夯实了城市信息化的基础。

(4) 改变了测绘服务模式，提高了测绘保障服务水平。城市地理信息公共平台的建设和运行，改变了测绘部门以往只提供资料数据的粗放型服务模式，拉近了测绘工作服务于地方政府、服务于城市经济建设的距离。

(5) 建立了国家、省、市三级政府部门共建共享模式。试点工作开创了国家测绘地理信息局、省级测绘主管部门、城市人民政府合作共建、成果共享、各有侧重的项目管理实施模式，充分发挥了各方的技术优势、资源优势和管理优势。

(6) 形成了较为完善的标准、技术和软件体系。制定完善了《数字城市地理空间框架建设规范》和《数字城市地理空间框架应用规范》等纲领性技术文件；形成了《数字城市地理空间信息公共平台技术规范》等20余项国家标准和10余项行业标准，用于数字城市建设应用的系列软件已形成产品。

(7) 培养了一批高层次人才队伍。通过数字城市建设的实践，一批技术人才和管理人才得到了锻炼、增长了才干，形成了一批数字城市、数字中国建设技术骨干。

(三) 数字城市地理空间框架建设的下步工作重点

经过多方共同努力，数字城市地理空间框架建设工作渐入佳境，进入了跨越式发展阶段，大范围、大规模在全国进行推广的条件已经成熟。国家测绘地理信息局党组果断决定，乘势而上，全面加快数字城市地理空间框架建设，将数字城市地理空间框架建设工作整体上从试点全面转入推广，推广工作重点向省级测绘行政主管部门转移。全面推进数字城市地理空间框架建设与应用，促进城市地理信息资源的统筹开发与利用，进一步提升测绘为经济建设主战场服务的能力，成为测绘部门推动事业科学发展的又一项重要战略举措。

国家测绘地理信息局明确将数字城市地理空间框架建设当作推动测绘事业加快发展的“牛鼻子”工程来抓，确定了工作思路和建设目标。基本思路是：坚持“政府主导、统筹规划，需求牵引、科技推动，统一标准、资源共享，注重应用、平衡发展”的原则，完善建设与管理的政策机制，加快数字城市地理空间框架建设，加大推广应用工作力度，为

城市信息化建设和又好又快发展提供权威、标准的地理信息公共平台。建设目标是：形成完善的数字城市地理空间框架建设、管理与应用服务机制；建立科学、适用的技术和标准体系；培养建设国家、省、城市各有侧重、专长的技术人才队伍。到“十一五”末，在建设方面，完成或基本完成120个左右城市的数字地理空间框架建设，建立城市权威统一的地理信息公共平台；“十二五”末完成全国地级市和有条件县级市的数字地理空间框架的建设。在应用方面，已完成数字地理空间框架建设的城市，必须建立公众服务系统，政府部门以公共平台为基础，广泛建立业务管理应用系统。开展数字省区试点。在已经出台的“数字省区地理空间框架建设技术大纲”基础上，启动数字省区建设试点，加快推进国家、省区、市（县）的互联互通，力争“十二五”末基本建成数字中国地理空间框架。

国家测绘地理信息局将继续对建设城市在政策标准、航空摄影、公共平台建设、国家基础测绘成果使用等方面予以支持，全面免费配发平台软件；进一步扩大试点范围，对已建城市在影像数据获取方面给予长期支持，优先考虑配套无人机航摄系统装备。加大宣传力度，深入开展数字城市建设系统性专题宣传活动，营造良好的社会氛围和发展环境，不断提升测绘工作的社会影响力。

从以上资料综合来看，国家各个层面力量已经全面投入到“数字中国”、“数字城市”工作中，而数字中国是中国信息化的制高点，构建数字中国，是推动国民经济和社会信息化进程，促进经济又好又快发展的战略选择。数字城市是数字中国的重要组成部分和优先建设内容，建设数字城市可为建设数字中国奠定基础、积累经验。近年来，国家测绘地理信息局高擎构建数字中国的大旗，以数字城市地理空间建设为抓手，全面推进数字中国地理空间框架建设。自2006年启动数字城市地理空间框架试点工作以来，国家测绘地理信息局已在全国遴选出的近120个城市中开展了数字城市试点和推广工作，形成了我国数字城市建设欣欣向荣、遍地开花的大好局面。特别是数字城市建设的社会化应用成果丰硕，在国民经济和社会发展的各个领域生根开花，为推动经济社会又好又快发展、促进社会和谐稳定发挥出重要的作用。

构建数字中国地理空间框架抢占中国信息化建设制高点，数字中国从酝酿提出到热潮涌动，已走过10余年的历程。早在1998年下半年，国家测绘地理信息局就开始组织有关专家学者对数字中国建设进行研究。2003年，胡锦涛总书记在中央人口资源环境工作座谈会上对测绘工作作出的重要批示中，第一次明确提出推进“数字中国地理空间框架建设”，为测绘工作指明了努力方向。

为贯彻中央的重要指示，给数字中国建设营造一个良好的发展环境，国家测绘地理信息局和国务院信息化办公室于2006年联合印发了《关于加强数字中国地理空间框架建设与应用服务的指导意见》，要求加快数字中国地理空间框架建设，促进地理信息资源开发、整合、共享和应用，更好地为国民经济和社会信息化服务。

国家测绘地理信息局在以往工作成果的基础上，加大人力、财力和物力投入，加快构建数字中国地理空间框架的步伐。建设和更新了国家测绘基准体系，建成了由约4.8万个控制点组成的国家平面控制网，由约22万km水准路线组成的国家高程控制网，由2500余个控制点组成的国家高精度卫星定位控制网，由259个重力点组成的国家重力基本网。经国务院批准，自2008年3月起采用2000国家大地坐标系。获取了覆盖全部陆地国土的

卫星影像和超过 80% 陆地国土的航空影像。测绘和更新了国家基本比例尺地形图，其中 1:100 万、1:50 万、1:25 万、1:10 万地形图已覆盖全部陆地国土；1:5 万和 1:1 万地形图分别覆盖陆地国土约 84% 和 47%；1:5000、1:2000 或更大比例尺地形图基本覆盖了全国城镇地区。建成了一批基础地理信息数据库，其中全国 1:400 万、1:100 万、1:25 万、1:5 万基础地理信息数据库和国家大地测量数据库已经建成，并开展了数据库更新工作。这些国家重要的基础地理信息，为政府管理决策、加强宏观调控、重大工程论证规划等提供了丰富的基础地理信息数据。

与此同时，作为数字中国的基础和重要组成部分的数字省区建设取得重要进展，全国大部分省（自治区、直辖市）明确了数字省区建设的总体目标和任务。数字省区建设由政府主导，相当一部分省（自治区、直辖市）政府领导同志担任领导小组组长，各地测绘部门在数字省区实施中发挥了重要作用。各地政府不断加大投入力度，一批 1:1 万和大比例尺基础地理信息数据库已经建成，并进行了适时更新，为省（自治区、直辖市）发展规划制订、重大工程实施、生态环境保护、防灾减灾等提供了有力支撑。

数字城市建设需求迫切，在国家测绘地理信息局的统一部署下迅速展开，成为数字中国建设重要的组成部分和优先任务。

数字城市建设试点逐渐铺开渐入佳境，2005 年，国家测绘地理信息局提出了开展数字城市地理空间框架建设的构想。2006 年，在财政部的大力支持下，国家测绘地理信息局启动了数字区域地理空间框架建设示范基础测绘项目。当年开展了第一批试点，四川省德阳等 7 个城市成为第一批试点城市，2007 年开展了第二批试点，郑州、佳木斯等 23 个城市成为第二批试点城市。各试点城市热情高涨，积极投入资金，大力加强城市地理信息资源建设。

国家测绘地理信息局高度重视数字城市建设，多次专门开会研究部署。要求测绘部门要高度重视数字城市建设工作，务必当作“牛鼻子”工程来抓，要用最快的速度、最有效的方式建设数字城市，边建设边完善，边应用边提高，加快构建数字中国的步伐。在国家测绘地理信息局统一组织领导、大力推动下，相关省级测绘行政主管部门与城市人民政府密切配合，数字城市建设由点到面，逐渐铺开，稳步推进，亮点频出，成果颇丰。建成了一批城市的基础地理信息数据库，初步扭转了城市管理与信息化建设中地理信息资源匮乏的局面；建成了一批城市地理信息公共服务平台，实现了地理信息与城市其他经济社会、自然资源和人文信息的互联互通与整合集成应用，促进了信息共享和开发利用；建成了一批城市交通管理、市政服务、地下管网、公安消防、人口管理、旧城改造、土地管理、应急联动等方面的基于地理空间位置的管理信息系统，促进了城市科学决策管理，方便了人民群众生活。数字城市建设成果广泛应用，并在推动地理信息产业发展、提供公众服务等方面进行了有益尝试，在促进科学决策、精细管理、高效服务、节能低碳等方面发挥了积极作用，提高了城市的信息化水平和社会管理水平，方便了人民群众的工作生活。

为了充分发挥科技创新的支撑和引领作用，数字城市建设开展了联合技术攻关，在城市基础地理信息三维数据采集与建模、公共平台数据整合与服务等关键技术上，实现了突破和创新，几个重要软件系统相继开发完成，为试点城市地理空间框架建设和公共平台的稳定运行，提供了可靠的技术保障。为了确保建设成果的标准化和权威性，国家测绘地理

信息局陆续发布了《数字城市地理空间信息公共平台技术规范》、《地理空间框架基本规定》、《地理信息公共平台基本规定》、《基础地理信息数据库基本规定》、《关于加强数字中国地理空间框架建设与应用服务的指导意见》、《数字省区地理空间框架建设技术大纲》、《数字城市地理空间框架建设试点技术大纲》、《国家地理信息公共服务平台技术设计指南》等一系列技术标准和技术大纲，基本形成了数字城市地理空间框架建设的标准体系。

5年过去了，在国家测绘地理信息局、各省级测绘行政主管部门和相关城市政府的大力支持下，我国数字城市建设蓬勃健康发展，形势十分喜人，数字城市已从星星之火到遍地开花。国家测绘地理信息局已分批在全国34个省、自治区、直辖市中遴选出的近120个城市，开展数字城市地理空间框架建设，超过了我国地级市数量的三分之一。其中，黑龙江省齐齐哈尔市，四川省德阳市，陕西省西安市，山东省聊城市、烟台市、威海市，甘肃省白银市，河南省平顶山市，湖南省郴州市，广东省惠州市、佛山市，福建省莆田市，青海省西宁市，内蒙古自治区包头市等近30个城市已基本完成了数字城市建设。山西省太原市、湖北省潜江市、浙江省嘉兴市、黑龙江省齐齐哈尔市、山东省临沂市5个城市已经通过了国家测绘局组织的验收，成为全国数字城市建设示范市。5个省政府、市政府都组织召开了现场推广会，明确要求在全省、全市范围内全面推广。

数字城市建设取得的显著成效，可概括为7个第一次。一是第一次将测绘项目上升为“市长工程”，显著提升了测绘工作的地位。各地市政府纷纷向省级测绘主管部门申请成为建设试点城市，市长出面签署国家、省、市三家共建共享协议，要求在全市广泛推广地理信息公共平台应用。二是第一次通过项目带动了市（县）测绘机构建设，临沂市成立了测绘与地理信息局，郑州、潜江、太原、嘉兴、烟台、温州、鄂州、聊城等30多个城市分别成立了测绘管理局或市地理信息中心。三是第一次打破了数据尺度上的分割，促进了地理信息共享，在航空摄影方面，国家、省级测绘行政主管部门和地方政府联动，实现了一次数据获取、三方共享的机制，避免了重复建设，节约了政府财政资金，形成的最终测绘成果三方共享，打破了人为的基础地理信息数据尺度上的分割，促进了数据资源的广泛共享和充分利用。四是第一次在数字城市领域大幅度扩大了测绘部门的影响，测绘部门的主导地位得到了社会各界的认可。五是第一次实现由党委、政府主要领导自己动手在线使用地理信息辅助决策，公共平台通过政务网直接联通到书记、市长办公室，通过门户可以便捷使用，为党委、政府精准掌握市情提供了科学的工具，可以更好地在空间上精打细算，集成了多种专题信息，支撑了政府在重大项目审批、选址、方案优选等方面的科学决策。六是第一次在数字城市领域全方位、多层次培养人才队伍。通过参加数字城市实践和举办培训班、开设专题研究生班等形式，为数字城市、数字中国建设培养了一批技术骨干。七是第一次直接拉动内需、吸引投资约12亿元，且以测绘部门为主承担。

乘势而上，全面启动和实施国家推广计划。自2006年开始数字城市建设试点以来，在经过两年的探索和多方共同努力，数字城市地理空间框架建设渐入佳境，取得了阶段性成果，作用和效益日益显著，大范围、大规模在全国全面推广试点经验和成果，加快框架建设进程，促进地理信息公共平台在更大范围和更深层次上应用的条件已经成熟。国家测绘地理信息局决定，乘势而上，全面加快数字城市地理空间框架建设，将数字城市地理空

间框架建设工作整体上从试点全面转入推广，推广工作重点向省级测绘行政主管部门转移。

2008年4月，国家测绘地理信息局在浙江省嘉兴市召开了全国数字城市地理空间框架建设工作会议，总结交流试点工作经验，展示试点工作成果，明确推广工作的思路和目标，部署下一阶段工作，明确提出了今后的任务是：全面启动和实施国家推广计划，加快框架建设进程，促进地理信息公共平台在更大范围和更深层次上应用。

针对推广工作的部署和要求，国家测绘地理信息局起草了《关于加快数字城市地理空间框架建设推广的意见（讨论稿）》。全面推进数字城市地理空间框架建设与应用，促进城市地理信息资源的统筹开发与利用，进一步提升测绘为经济建设主战场服务的能力，成为测绘部门推动事业科学发展的又一项重要战略举措。

当前，国家测绘地理信息局正紧紧抓住数字城市建设这个“牛鼻子”工程，在全国范围全面推开数字城市建设。国家测绘地理信息局将继续对试点城市和推广城市在政策标准、航空摄影、公共平台建设、国家基础测绘成果使用等方面予以支持，全面免费配发平台软件；进一步扩大试点范围，对已建城市在影像数据获取方面给予长期支持，优先考虑配套无人机航摄系统装备。同时，加大宣传力度，深入开展数字城市建设系统性专题宣传活动，营造良好的社会氛围和发展环境，不断提升测绘工作的社会影响力。

下一步，国家测绘地理信息局将全力推进以数字中国为总目标的数字城市建设，每年遴选30~50个城市，纳入推广项目计划，力争用5年左右的时间，基本建成全国所有城市的数字城市。到“十二五”末完成全国地级市和有条件县级市的数字城市建设；已经完成数字城市建设的城市，要强化应用推广，建立起公众服务系统，服务百姓生活。同时，要广泛建立业务应用系统，促进部门间信息共享和政府科学管理决策。与此同时，国家测绘地理信息局将加快推进国家、省区、市（县）的基础地理信息资源互联互通和共建共享，力争到“十二五”末建成较为完备的数字中国，大幅提高测绘保障服务能力，为推动经济社会全面协调可持续发展作出新的更大贡献。

国家测绘地理信息局高度重视数字城市建设工作，明确要求务必要当作加快推进数字中国建设的牛鼻子工程来抓，全力予以推进，全面加快数字城市建设，实现城市地理信息资源的统筹开发与利用，切实提高测绘保障能力和服务水平，为加快信息化建设，促进科学决策、精细管理、高效服务、低碳生活等方面发挥出积极的保障服务作用。

从国际大环境来看，数字地理空间框架建设业已成为全球信息化发展的必然。当前，欧、美等发达国家和地区在推进数字地理空间框架建设方面，已经开展了大量的工作，推动了信息资源的广泛共享和充分利用，促进了经济社会发展，成效十分显著。这些成功的经验启示我们，数字地理空间框架建设是经济社会发展的必然要求，对于像我国这样一个发展中国家，要实现又好又快发展，必须加快推进数字地理空间框架建设，为科学发展提供基础性的数据支撑和保障。

从国内形势来看，经济社会发展与国民经济信息化迫切需要数字地理空间框架。国家对此高度重视。在《国务院关于加强测绘工作的意见》、《国家测绘局主要职责内设机构和人员编制规定》、《全国基础测绘中长期规划纲要》中，进一步明确了建设数字中国地理空间框架是国家测绘局的一项重要职责，是组织实施基础测绘的一项重大工程。

总而言之，构建数字中国地理空间框架是全球信息化建设的必然趋势，是切实贯彻落实国家关于加强测绘工作指示精神的具体行动，是测绘部门履行政府职能的具体体现，是全面提高测绘保障服务的综合反映。

（四）数字城市实例

在国家政策的大力推动下，由国家测绘地理信息局、河南省测绘局及河南省济源市三方共同投资建设的数字济源地理空间框架建设示范项目签字仪式，2010年2月6日在济源市举行。济源市是被正式列入国家测绘局2009年数字城市地理空间框架建设推广计划的六个城市之一，也是河南省数字平顶山、数字郑州试点之后，继数字漯河的又一个推广城市，推广城市工作由国家测绘地理信息局、省测绘局和市人民政府共同合作，按照“需求牵引、设计统一、共同投资、资源共享”的原则组织实施。预计本项目从2010年1月起至2012年6月底完成。

数字中国地理空间框架建设是一个全国统一的系统工程，数字济源地理空间框架是数字河南、数字中国地理空间框架的有机组成部分。在此项工程中，国家测绘局将“数字济源地理空间框架建设”纳入数字区域地理空间框架建设推广计划，在总体设计、航空摄影、公共平台建设、国家基础测绘成果使用及系统集成等方面予以配套支持，负责组织项目竣工验收。河南省测绘局指导项目建设工作，负责项目进度与质量的管理和监督，在各市域的1:1万比例尺数字化地形图基础资料提供、技术设计以及项目组织协调等方面给予支持，提供配套项目资金。济源市人民政府负责项目的组织实施和落实项目主要经费，从政策上确保所建公共平台是济源市权威的、共用的、唯一的地理信息公共平台；负责在政府各部门推广使用该地理信息公共平台；负责建立地理信息公共平台的长效运行机制，对该地理信息公共平台的管理、维护与更新，提供相应的保障。该项目建设单位为济源市国土资源局，技术支持单位为河南省遥感测绘院。

建设数字济源地理空间框架将为信息化建设奠定基础，形成济源市权威的、唯一的和统一的地理信息公共平台，实现地理信息资源的开发利用与共建共享，促进济源市的信息化建设，提高城市公共管理、公共服务的能力和水平。项目建设成果“数字济源地理信息公共平台”，用于济源市政府各部门管理、决策与公共服务。同时，作为数字中国、数字河南地理空间框架的组成部分，纳入国家级、省级基础地理信息系统，用于政府宏观决策，实现项目成果国家、省、地方共享。资源、环境、人口、电力、电信、农林、水利、交通等各类专题信息尽可往平台上叠加，使之成为各部门、各行业的专题应用系统，从而实现空间信息的共享以及技术和标准的统一，避免各专业部门的重复建设，有效节约人力、物力和财力。

在2012年2月8日济源市人民政府颁布的《“数字济源”地理空间框架建设使用管理办法（试行）》，为加强市政府各部门及应用服务主体之间的地理信息资源共享与利用，提高地理信息资源的共享程度和网络化服务水平，避免重复建设，根据《中华人民共和国测绘法》、《中华人民共和国保守国家秘密法》、《基础测绘条例》、《中华人民共和国测绘成果管理条例》、《公开地图内容表示若干规定》和其他相关法律法规，结合济源实际，制定了执行办法。

“数字济源”地理空间框架是地理信息数据及其采集、加工、交换、服务所涉及的政

策、法规、标准、技术、设施、机制等的总称，由地理信息数据集、地理信息公共平台、政策法规与标准体系和组织运行体系等构成；“数字济源”地理空间框架由市政府统一组织建设，政府各部门、企事业单位和社会公众根据权限共享使用；“数字济源”地理空间框架的建设、管理、维护与应用服务，适用本办法。

经过各级政府部门的大力配合和所有参加人员的不懈努力，经过近两年的辛勤工作，2012年8月1日，“数字济源”地理空间框架建设项目通过验收，并举行成果发布与项目推广会。国家测绘地理信息局、河南省测绘局、济源市市委、市政府、济源市国土资源局、中国科学院、武汉大学、河南理工大学等领导专家参加了项目验收会和成果发布推广会，河南省测绘局有关处室和单位负责人、济源市政府有关局委、各县（市）测绘主管领导、济源市国土资源系统人员及测绘单位负责人等共计100余人参加了项目成果发布与推广会。

专家组在听取了项目汇报后指出，“数字济源”地理空间框架建设示范项目于2010年2月6日由原国家测绘局、河南省测绘局、济源市人民政府三方在济源签字启动至今，完成了覆盖济源全市域1931km²测绘基准D级GPS三维大地控制网建设，1:10000 DLG、DOM、DEM以及1:50000DLG数据，重点区域138km²1:1000的DLG、DOM、DEM，1:2000、1:5000DLG数据和建成区50km²的地名/地址等数据建设，建立了覆盖全市域的多尺度、多类型的基础地理信息数据库，数据成果符合国家规范和项目设计要求。建立了数字济源地理信息公共平台，分别在政府专网和互联网上以在线方式为政府部门和社会公众提供地理信息服务，实现了在线调用、标准服务、二次开发和运维管理等多领域、跨平台功能和应用模式，促进了济源市信息资源充分共享和利用。项目基于地理信息公共平台，完成了国土资源管理、森林防火应急指挥、大地基准管理、120应急指挥、公众服务等行业应用和公众服务等领域的共计5项应用示范系统，运行稳定、高效、可靠，效果显著。该项目在机载激光测量技术应用于数字城市建设、地图万片动态缓存、多源异构的服务聚合等方面富有技术创新，在数据更新和平台推广模式的管理体系方面进行了成功的探索。并建立了地理信息公共平台管理、维护与服务的长效机制。该项目的建设、应用及运营模式对促进地理信息产业发展和数字城市地理空间框架建设具有推广价值，一致同意通过验收。

“数字济源”地理空间框架项目的建成为济源市信息化建设奠定基础，形成济源市权威的、唯一的和统一的地理信息公共平台，实现了地理信息资源的开发利用与共建共享，促进济源市的信息化建设，提高了城市公共管理、公共服务的能力和水平。项目建设成果“数字济源地理信息公共平台”，已经用于济源市政府各部门管理、决策与公共服务。同时，作为数字中国、数字河南地理空间框架的组成部分，纳入国家级、省级基础地理信息系统，用于政府宏观决策，实现项目成果国家、省、地方共享。

为了贯彻国家和济源市的“数字济源”政策，以及环境保护方针、政策、法律、法规，实施可持续发展战略，推进清洁生产，拟定和制定环境保护规划和计划，改善区域环境质量；依法对辖区内单位和个人履行环保法律、法规、执行环境保护各项政策、制度和标准的情况实施环境监察；按照审批权限，对新建、改建、扩建项目执行环境影响评价制度；受理各类环境污染的投诉，紧急处理重大环境污染事故；对辖区内污染源实施管理，