

大地图

测绘地理信息大数据理论与实践

Application and Practice of Big Data for Surveying, Mapping and Geographic

孙世友 谢涛 姚新 刘锐 张林◎主编

张外借

中国环境出版社
China Environment Press

大地图： 测绘地理信息大数据理论与实践

孙世友 谢涛 姚新 刘锐 张林 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

大地图：测绘地理信息大数据理论与实践/孙世友等
主编. —北京：中国环境出版社，2017.8

ISBN 978-7-5111-3260-4

I. ①大… II. ①孙… III. ①测绘—地理信息系
统一研究 IV. ①208

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 159668 号

审图号：GS (2017) 2635 号

出 版 人 王新程
责任编辑 曹 玮
责任校对 尹 芳
封面设计 彭 杉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京盛通印刷股份有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2017 年 9 月第 1 版
印 次 2017 年 9 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 31.25
字 数 640 千字
定 价 139.00 元

【版权所有。未经许可，请勿翻印、转载，违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

作者简介



孙世友

教授级高级工程师，北京师范大学特聘兼职教授，国家测绘标准化工作委员会委员，中国测绘地理信息学会地图大数据创新工委会主任，中国地理信息产业协会无人机遥感工委会副主任，中科宇图科技股份有限公司副总裁，是智慧城市、智慧环保、智慧水利等领域资深专家。先后主持和参与国家科技重大专项、电子发展基金、国家科技支撑计划、水利部部级项目、国家文物局和多项各省级项目等 30 余项。拥有专利 20 余项，发表论文 30 余篇。



谢 涛

中科宇图科技股份有限公司资源环境科学研究院副院长，环境治理产业群总裁，北京师范大学环境科学博士，北京化工大学博士后，致力于环境信息化领域的研究。先后主持和参与科技部国际科技合作项目、“863”计划项目和国家水体污染控制与治理科技重大专项等多项研究和开发工作。在国内外学术期刊发表论文 40 余篇，获得专利 10 余项。



姚 新

教授级高级工程师，中科宇图科技股份有限公司董事长兼总裁，致力于智慧地图、智慧环保、公众服务等领域。先后参与了“863”计划、国家水体污染控制与治理科技重大专项、国家科技支撑计划等 20 余项。获专利 16 项、出版专著 5 部、行业标准 2 项、发表论文百余篇，被中国工程院授予“光滑工程科技奖”。



刘 锐

北京师范大学教授，中科宇图资源环境科学研究院院长，美国纽约州立大学资源管理硕士和地理信息科学博士。曾任美国保护国际地理信息系统及遥感应用中心主任、弗吉尼亚大学环境科学系兼职教授。主要研究领域为地理信息系统与卫星遥感技术、环境大数据分析、智慧环保、环境监测等。先后主持及参与 40 多项国家级科技项目、主持 14 项专利技术研发，发表科研论著 100 余篇，出版专著 5 部，被北京市政府授予“中关村高端领军人才”。



张 林

中关村大数据产业联盟大地图专委会秘书长，中科宇图科技股份有限公司公众服务群总裁，北京大地图科技有限公司总经理，毕业于中国地质大学。曾主持三大运营商、国家电网、南方电网、公安部、农业部等近 100 项国家或省市级地图项目，获得中国测绘科技进步奖和中国地理信息产业优秀工程金奖。作为北京大地图科技有限公司的发起人，践行“地图大数据连接行业时空大数据”的理念，携“大地图”与大数据产业同仁，探讨“大地图+”在行业应用领域内的合作模式共赢发展。

编委会

顾问 王家耀

主编 孙世友 谢涛 姚新 刘锐 张林

副主编 姚勇 杜明义 赵国栋 刘艳民 杨献 许新宜

曹晓斌 周大良 郭站君 侯立涛 刘玉璋 汪玉峰

刘俊 顾伟伟 李淼泉 刘国庆 付小强 毛奎重

编委 (按拼音排序)

白雨川 曹世凯 陈静 陈玲玲 陈志涛 程丽雅

丁翔 段武宏 房明 郭小兵 胡佳 郇杰

李斌 李超迪 李红华 李兴斌 李月华 刘王勇

孟磊 盛琳 宋双科 沈小华 孙忱霞 孙东玲

田恬 王宝刚 王枫 王景志 王宪风 许杰

姚振海 岳渭爽 张博 张海婴 张平 郑新莲

序

一个时期以来，人们都在谈论“大数据”，甚至认为全球信息化已迈入“大数据”时代，“大数据”正在为人类社会创造巨大价值，一切靠数据说话，凭数据决策，已经成为人们必须面对的问题。

大数据的发展是大势所趋，是建设智慧城市的客观需要，是开启智慧时代的必然要求，从“大数据”的本质特征来看，每个行业、每个领域都可以建立专属的“大数据”。测绘地理信息是国民经济和社会发展的一个重要行业和领域，建立测绘地理信息“大数据”有着强烈的现实要求。在即将来临的“智慧中国”时代，拥有大数据量级别、高信息含量的地理信息数据是推进测绘信息服务走向智能化、智慧化并由此转型升级的必经之路。

目前我国测绘地理信息相关部门和从事地理信息数据生产与服务的企业已经积累了大量的地理信息数据，这些丰富的地理信息数据是测绘地理信息工作服务大局、服务社会、服务民生的宝贵财富，近年来已在政府决策、公共应急救援、规划管理、重大基础设施建设、土地资源动态监测与调查管理、水资源和水利工程调查与监测、生态环境监测与管理、森林资源调查和森林灾害监测、地质矿产石油煤炭资源调查与监测、轨道交通规划设计、新农村建设、电力、航空航天、通信、地震、军事、气象、提高百姓生活质量等多个方面、多个领域发挥了重要作用。但是也应该客观看看到，地理信息数据量和数据类型还有巨大的扩展潜力，现有地理信息数据的价值并未充分发挥出来，很多数据应用离智慧发展的要求还存在很大的差距，需要密切结合实际

发展需要，充分挖掘地理信息数据的使用价值，更好地服务智慧中国的建设与发展。

近年来，在全世界范围内已逐渐形成一种共识：地球上人类活动中 80% 以上的信息都与地理位置有关。这既体现地理信息与其他信息之间强大的黏合度，也间接表明地理信息在信息容量方面的巨大扩展空间，可进一步去挖掘和提取与地理位置相关的各类数据和信息。《大地图：测绘地理信息大数据理论与实践》一书从数据角度将“大地图”界定为具有空间位置属性或者与空间位置信息相关联的数据集合，并将其广义的定义为面向特定的分析应用需求，以时空多维测绘地理信息数据资源为基础，综合采用空间分析、数据挖掘和模型分析等技术，形成的地理信息知识化应用的技术体系和服务业态。从这个定义出发，全书的内容涉及测绘地理信息科学、技术、工程、系统、产业等多个方面，内容全面，富有时代感。

本书是中科宇图科技股份有限公司组织测绘地理信息领域行业专家编写的一本系统阐述测绘地理信息大数据理论与实践的专著，起点高、理念新，同时视野宽阔、内容丰富，既可作为专业性的参考读物，也适用于普通大众读者了解大地图的应用。

王家耀

2017 年 5 月

推荐信（一）

在大数据技术飞速发展的今天，地理信息已经成为众多行业和业务职能领域不可缺少的业务应用数据支撑，也是重要的生产要素。由中科宇图科技股份有限公司组织测绘地理信息领域行业专家编写的《大地图：测绘地理信息大数据理论与实践》一书，从大数据与测绘地理信息先进技术融合发展的理念出发，面向各行业特定的分析应用需求，以时空多维测绘地理信息数据资源为基础，综合采用空间分析、数据挖掘和模型分析等技术，构建形成了地理信息知识化应用和服务业态的理论框架和技术体系。本书可为指导我国测绘地理信息大数据建设与应用工作提供有益参考，全书展现了“大地图”建设的全貌，是作者们长期从事测绘地理信息工作在理论、实践和经验的分享，有利于广大测绘地理信息工作者的进一步探索和开辟视野。

作为一本系统阐述测绘地理信息大数据理论与实践的专著，本书内容丰富、理念新颖、案例翔实、配图精美，可作为新时代地理科学专业领域的重要参考读物，也可为公众普及相关知识及应用。

特此推荐本书申请国家出版基金！



2017年7月

推荐信（二）

测绘地理信息产业作为国民经济和社会发展的重要行业领域，对引入“大数据”技术有着强烈的现实需求。在即将来临的“智慧中国”时代，拥有大数据量级别、高附加值的地理信息数据，是推进测绘信息服务走向智能化、智慧化并由此转型升级的必经之路。“大数据”技术与测绘地理信息产业深度融合，迸发的商业价值将不可估量。

《大地图：测绘地理信息大数据理论与实践》作为国内首例系统阐述“大地图”概念的图书，正契合我国当前测绘地理信息发展的需求，对推动我国测绘地理信息信息化建设有着十分重要的参考价值。全书从“大数据”角度出发，借助数据融合、数据挖掘等先进技术手段，结合在政府决策、公共应急救援、规划管理、重大基础设施建设、水资源和水利工程调查与监测、生态环境监测与管理、轨道交通规划设计、新农村建设、社区服务等重点领域的经典案例，为读者勾勒出“大数据”时代测绘地理信息的崭新面貌。全书内容全面，兼具技术性和时代感，是一本系统阐述测绘地理信息大数据理论与实践的专著。

特此推荐！



2017年7月

前 言

早在原始社会，我们的祖先就开始以简单的图画或符号记载周围的地理环境，用于军事和城市建设等活动，发展至今已经有几千年的历史。在此过程中，地图的理论、方法和内涵也随着人类对空间信息的认识、加工、利用水平的提高及科学技术的整体进步而发生了深刻变革。早期很长一段时间，受技术及认识水平的限制，地图被认为是地球表面的缩影，表现形式就是根据一些数学规则、运用一些符合语言，经过取舍、概括将地球上的现象表示在平面图上。因此，当时人们主要是从生产和技术观点研究地图生产过程，即只研究如何将客观的世界转变为地图，忽略了制图者和用图者的思维活动，从而形成以传统地图学为代表的一系列地图制图理论、方法和技术。

到了近代，伴随着计算机技术的发展，传统地图学受到挑战，人们开始思索地图本质。同时随着信息论、控制论、系统论等理论，以及电子技术和航天技术的介入，地图的内涵得到扩展，地图的功能从最初的信息获取逐步拓展出信息存储、信息分类、分级检索等功能，并逐步向分析、模拟、预测的功能发展，地图学由此进入现代地图学时代，即以地学传输与可视化为基础，以区域综合制图与地图概括为核心，以科学认知与分析应用为目的，研究地图理论实质，地图的制作技术和使用方法进入了一个综合性的科学时代。地理信息的智能化加工和使用服务成为研究重点领域，近代计算机、GIS、GPS、RS等一系列技术的进步与应用为地图的发展起到重大推动作用，地图在空间信息获取、可视化、数据管理与分析等方面取得了较大成效，同时也

为我们开启了计算机制图、电子地图、数字地图的时代。

随着“智慧地球”概念的提出和“智慧城市”的发展，传统的空间信息显示与简单的数据存储和管理已不能满足我们对空间认知的需求，地图服务模式如何从传统地图的静态表达转化为终端用户“按需索取”，从静态地图转化为动态地图，如何使得地图更加智慧化为人类服务，成为当前地图行业，特别是电子地图行业的需求热点。

目前，我国互联网、移动互联网用户规模居全球第一，拥有丰富的数据资源和应用市场优势，大数据部分关键技术研发不断突破，涌现出一批互联网创新企业和创新应用，一些地方政府已启动大数据相关工作。物联网、云计算、大数据等技术的兴起所引爆的第三代信息革命为现代地图学的发展带来了新的契机。

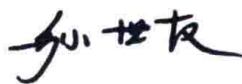
在此背景下，以现代测绘和地理信息系统、遥感、卫星导航定位等技术为基础，以地理信息开发利用为核心，从事地理信息获取、处理、应用的高科技服务业——地理信息产业得到飞速发展。如今，这一战略性新兴产业在我国经济社会发展中的作用已经日益显现，发展地理信息产业是加快转变经济发展方式的重要手段。地理信息产业的不断发展将促进物联网、智慧城市以及关联服务业的发展，完善“网格化”社会管理，支撑重大项目科学决策，带动创业就业，对转变经济发展方式起到“助推器”的作用。此外，发展地理信息产业是保障和改善民生的重要内容，地理信息已成为人民群众日常生活中不可或缺的关键信息，在旅游出行、医疗卫生、扶老助残等方面应用广泛。加快地理信息产业发展，有利于人民群众更多更好地分享改革开放的成果。

2008年，中国遥感地学之父、我国遥感应用和地理信息系统科学的创建者和奠基人陈述彭院士亲笔题词“大地图”，提出了地图整合理念，指出地图行业发展的未来走向。随后，我国著名遥感学家、地理学家李小文院士发博文提出“大数据时代的大地图：遥感可以先行”，强调大地图向综合性更强的方向发展。两位院士都指出了地图的发展与行业应用融合的重要性，而大地图的核心是打造空间数据的“智”与“慧”问题。强调智在“智管地图”，管

采集模式、管传输过程、管服务共享；强调“慧在应用”要让空间数据应用模型（科学评价模型、预测模型、协同决策模型等）真正用在地图中。随着IT（Information Technology）向DT（Data Technology）发展，如何利用大数据思维来挖掘空间数据的现象本质，发掘海量空间地理信息的数据价值，成为所有从事空间信息技术的工作者关心的问题。遗憾的是，那个衣着朴素却有关“仙风道骨”的“布鞋院士”李小文于2015年1月驾鹤西去，其时尚未能推动大地图领域的研究工作开展，本书的编制是对陈述彭院士的“大地图”理念的阐释与拓展，也是完成李小文院士的遗愿之一。

本人亲历了李小文院士生前对推动大数据时代的大地图研究遗愿的嘱托，由衷希望《大地图：测绘地理信息大数据理论与实践》能发挥好宣传和交流平台的作用，积极推动测绘地理信息行业的热点问题研究，在促进测绘地理信息科技进步中发挥出更大的作用。

本书由中科宇图科技股份有限公司主编，汇集了中科宇图科技股份有限公司、北京师范大学、中关村大数据产业联盟等多家单位多年来在地图大数据领域的研究和实践成果。在此，对编著和出版本书作出贡献以及关心本书的所有人员致以衷心的感谢！由于“大地图”、测绘地理信息涉及的专业知识较广，编著工作时间仓促，难免有谬误与不足之处，敬请广大读者批评指正。



2017年5月

目 录

第一章 大地图概述	1
第一节 大地图的缘起	2
第二节 大地图与大数据	10
第三节 大地图的定义及内涵	13
第四节 发展大地图的意义	15
主要参考文献	16
第二章 大地图的体系构成与关键技术	17
第一节 大地图的总体框架	17
第二节 大地图的基本构成	20
第三节 发展大地图的关键技术	24
主要参考文献	25
第三章 大地图的多元信息采集与处理技术	27
第一节 基础地理信息采集与共享技术	28
第二节 典型行业空间数据采集与提取	63
第三节 POI 信息采集与提取	75
第四节 其他信息采集	83
主要参考文献	90
第四章 大地图多元多维数据分析技术	91
第一节 大数据分析数据挖掘技术	92

第二节 空间数据挖掘体系及应用	100
第三节 大数据的可视化分析	118
第四节 地图大数据的可视化	126
主要参考文献	142
第五章 大地图的服务模式	143
第一节 概 述	144
第二节 大地图服务模式	149
第三节 数据服务	154
第四节 数据交易	168
主要参考文献	186
第六章 大地图平台构建方法	188
第一节 概 述	189
第二节 大地图平台建设方法	191
第三节 大地图平台开发模式	197
第四节 大地图资源池建设方法	202
第五节 应用模式	208
主要参考文献	220
第七章 “大地图+环保”应用	221
第一节 应用需求与目的分析	222
第二节 “大地图+环保”应用案例	229
第三节 “大地图+环保应用”展望	282
主要参考文献	286
第八章 “大地图+水利”应用	287
第一节 应用需求与目的分析	288
第二节 水利信息数据资源整合	293
第三节 大地图数据分析技术	299
第四节 “大地图+水利”应用案例	317
主要参考文献	331

第九章 “大地图+公安”应用	332
第一节 应用需求与分析目的	333
第二节 总体框架	335
第三节 警用地理信息数据资源整合	342
第四节 大地图数据分析技术	349
第十章 “大地图+保险”应用	360
第一节 保险 GIS 共享发布平台介绍	361
第二节 总体框架	374
第三节 测绘地理信息数据资源整合	376
第四节 大地图数据分析技术与结果的可视化表达	379
主要参考文献	390
第十一章 “大地图+社区服务”应用	391
第一节 应用需求与分析目的	391
第二节 总体框架	393
第三节 社区服务信息资源整合	396
第十二章 “大地图+通信”应用	403
第一节 应用需求与目的分析	403
第二节 大地图通信行业信息数据整合	404
第三节 “大地图+通信”应用案例	408
第十三章 大地图平台安全保障体系建设	417
第一节 大地图平台面临的安全问题	417
第二节 大地图平台建设的信息安全对策	419
第三节 大地图平台安全保障体系	420
主要参考文献	448
第十四章 大地图平台的运行维护	449
第一节 大地图平台 IT 基础运行维护	450
第二节 空间数据更新运维	456
主要参考文献	469

第十五章 大地图产业生态构建与发展.....470

第一节 产业生态概述..... 470

第二节 大地图产业生态概述..... 477

第三节 大地图产业展望..... 481

主要参考文献..... 482