

遥感时空信息集成技术及其应用

李树楷 著



科学出版社
www.sciencep.com

遥感空信息集成技术及其应用

——



遥感时空信息集成技术 及其应用

李树楷 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者在多年从事遥感对地观测领域研究的基础上编写而成。全书共分六章二十七节,通过遥感技术发展特征、遥感应用现状分析、遥感学科集成理论、观测目标特征及遥感信息特征、时空信息获取与处理技术分析、GPS在集成系统中的应用成果、激光三维遥感集成系统及应用成果等部分,阐述了时空信息集成是遥感发展的方向并介绍了其发展现状。鉴于“动态监测”已形成共识,本书提出了以“四个一体化”为设计依据的高效对地观测集成技术的框架及其实现途径。

本书可供从事遥感对地观测、空间信息技术研究与应用等新兴交叉学科领域的学者与科技管理人员参考,并可作为大专院校相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

遥感时空信息集成技术及其应用/李树楷著. —北京:科学出版社,2003

ISBN 7-03-010983-X

I. 遥… II. 李… III. 遥感技术 IV. TP7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 096280 号

责任编辑:彭胜潮 杨红 / 责任校对:钟洋

责任印制:刘秀平 / 封面设计:王浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003年1月第一次印刷 印张:12 插页:2

印数:1—3 000

字数:300 000

定价:30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈杨中〉)

序

继 2000 年《高效三维遥感集成技术系统》出版之后,刚刚两年多的时间,李树楷研究员的又一部新作《遥感时空信息集成技术及其应用》问世了。这是李树楷研究员及其科研群体科研实践的结晶!

坚持繁忙的科研工作而不忘认真总结,不忘潜心思考,集腋成裘,笔耕不辍——其作为难能可贵!钦佩之余,笔者也深深为李树楷先生的不断求索、辛勤奉献的精神所感动。

当前,我们已经步入了科技引领社会发展潮流的时代。以信息技术革命为标志的当代科技革命,正牵引时代的列车驶向信息社会。

遥感,作为一项综合性的对地观测技术,随着空间技术和计算机技术的发展,不断持续进步。遥感信息科学不仅为地学提供了全新的研究手段,导致了地学研究范围、内容和方法的重要变化,而且标志着地学信息获取和分析处理方法的一场革命及一门新兴前沿、交叉学科的兴起。实践表明,遥感信息科学的理论、技术和方法在资源、环境、灾害的调查、监测、评估以及在地理信息系统支持下的分析预测等方面有着广泛的应用前景。遥感所能获得的资源、环境等信息是国家的重要战略资源。为此,国家一直予以高度重视,几个“五年计划”给予大力支持。自然,遥感界各行同仁也同心协力,每五年就走上一个新的台阶,为国家发展作出了积极的贡献。

江泽民主席最近指出,坚持解放思想、实事求是的思想路线,弘扬与时俱进的精神,是党在长期执政条件下保持先进性和创造力的决定因素。我们党能否始终做到这一点,决定着中国的发展前途和命运。

学习领会上述极其重要的论断,我们要落实在方方面面。我想,遥感信息科学如何开拓创新、与时俱进、持续发展,无疑也是一个值得广大遥感界重视、思考的非常重要的命题。

《遥感时空信息集成技术及其应用》的作者根据多年从事遥感对地观测领域工作的经验体会,以专著的形式,在深入浅出、有序地传播遥感信息集成技术及其应用知识的同时,解读国家战略目标,从构建数字地球和全球变化研究对遥感的需求出发,对遥感的定义、遥感技术的发展等提出了独到的见解;在详尽分析的基础上提出了“遥感信息系统工程”的概念。

尤为可贵的是,作者所主持完成的国家“863”高技术项目“三维成像仪”及其数据处理系统的研制,已遵循“优势互补”的原则,与相关单位(中国科学院上海技术物理研究所等)进行技术合作,由单项技术走向了集成;成果业已得

到专利授予,更是值得称道的事。我想,所有这些对保持遥感“与时俱进”,实现持续发展都是非常有意义的。

祈望李树楷先生这种勤于思考、拼搏进取的精神蔚然成风!

徐志华

2002年6月

科学勇士的呐喊

(代序)

“江山如此多娇,引无数英雄竞折腰”!我国西部大开发的宏伟蓝图吸引着国内外的企业家踊跃解囊,竞相投资;邀请到许多社会名流、学者慷慨陈词,论坛演说。在这充满激情的豪言壮语的时刻,我不由自主地肃然起敬,想起那些长期在西部地区进行科学考察的青年勇士们。他们前仆后继,默默奉献;为了测绘一幅高山地形图,为了采集一组冰芯、土壤和植物的标本,历尽千难万险,甚至付出生命的代价。他们的呐喊声永远回荡在浩荡无垠的祖国的上空!

在与我一起工作的团队里有一大批年过半百的科学家,当时他们刚刚大学毕业,跨进中国科学院的大门,就背负起开发西北的重任,带着沉重的帐篷、水壶和立体摄影经纬仪,去攀登四川西部锦屏山区的悬崖峭壁,勘测雅砻江的落差与水电资源。本书著者李树楷教授就是其中的一员。当时他胃病发作,生命垂危,但他仍以顽强的生命力,奇迹般地活了下来。不久,他们又奔赴新疆,测绘海拔近 7000m 的汗腾格里峰的高山冰川地图,为祖国填补了地图上的空白;查明了绿洲的水源,也锻炼了顽强拼搏的意志和为祖国科学事业的奉献精神。他们带回来部队颁发的奖章和锦旗,为我们树立了光辉的榜样。

他回到北京,又全身心地走进实验室,孜孜不倦地去攀登科学技术的另一座高峰。掌握国际动态,突破语言障碍,虚心向国外专家学习,结合国情,在高新技术领域开拓创新,自主开发、研制了激光三维遥感等技术系统。这项技术获得了国家专利,打破了国际技术垄断和封锁,为科技兴国作出了扎扎实实的贡献。

《遥感时空信息集成技术及其应用》的著者——中国科学院遥感应用研究所研究员、学术委员李树楷教授,就是这样一批先进科学工作者的代表之一。

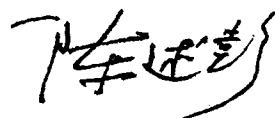
李树楷教授博学多才,造诣深厚。他曾师从王之卓教授,又曾与东京大学村井俊治教授合作研究,通过近 30 年来从事遥感应用的科学实践,融会贯通,著作丰硕,最近完成的这部近 30 万字的力作,既是他学术思想和实践经验的高度概括,又是他对遥感科学理论与方法的创新见解。特别欣慰的是,本书从遥感技术的发展阶段着眼,通过长期的实验和应用实践,剖析了遥感应用现状及其存在的问题,推导出对遥感学科集成的战略思想,阐述了他对对地观测技术高效集成的主张,即定性、定位、定量的一体化,星、机、地一体化,技术流程一体化和应用基础、技术发展、应用实验一体化。这是高瞻远瞩的真知灼见,

又是切中时弊的科学箴言,也是符合知识与信息社会的时代要求的合理建议。

这部专著给予我们的启迪,不仅仅是先进的科学知识和技术,更宝贵的是一种执著、务实、求真的科学精神。李树楷教授曾经勇敢地超越了自然的生理极限,又成功地突破了科学技术的垄断,无愧为科学界的一位勇士。这种专著代表着科学勇士的呼声、战斗前线的呐喊;对于从事遥感科技工作的同志们,是可以振聋发聩、振奋精神、鼓舞士气的。

李树楷教授最近住院,嘱咐我为他这部专著写序,引起了我的许多回忆和遐想,因而以“科学勇士的呐喊”为题,写了我的学习心得、体会,聊以代序。

祝李树楷教授早日康复,继续呐喊和战斗!



2001年国庆前夕

前言

“地球系统”、“地球系统科学”、“数字地球”等概念的出现标志着人类对自然的认识上升到了一个新高度。这些概念的具体化并付诸实施,则是一项以政府行为为主的巨型工程,是科技界负责科学技术的保证。

遥感作为一项宏观观测技术,是上述概念出现的基础,也是这项巨型工程中取得“地球系统”相关信息的主要技术支撑。十几年来提出的“地球系统”、近几年提出的“数字地球”概念,尽管世界各国科技界分别作出了不同的努力,但至今依然进展缓慢;而几乎同期提出与此有关的“信息高速公路”却得到长足的发展,迅速蔓延到世界各国。“利益驱动”也是各国政府优先考虑的问题。在“国家”存在的当今世界里,国家利益仍处于各国政府行为排序的优先地位。联合世界各国共同推进上述概念的具体化是一种努力方向,就遥感这项宏观观测技术而言,认真地做些实在的工作,促使其政府行为化,是科技界任重而道远的目标。

遥感是一项实现国家战略目标的重要技术支撑,也是现代战争的重要“武器”,包括国内国际的经济战略、安全战略、政治战略。国家级自主的遥感技术体系是国际科技竞争的需要,更是维护国家利益、实现国家战略目标的需要,纳入政府行为是构建国家级自主的遥感技术体系的可行途径。

科学技术是无国界的,脱离现实社会需求的所谓纯科学是不存在的。一项应用背景极强的科学技术,其应用目标大多因国而异,实现其应用目标是一种“不辞劳苦地在崎岖小道上努力攀登”的过程。实现上述国家战略目标时,中国的高新技术应与国际上的高新技术相结合,产生一种适合中国国情的高新技术。

遥感是一项应用背景极强的科学技术,应用成效的高低是遥感技术体系的“整体”效应;遥感是一项系统工程型的信息技术,流程一体化是关键。信息化社会的重要特点之一是高效率,相应地高效遥感对地观测集成技术体系是适应社会需求的必然发展方向。根据中国国情,实现定性、定位、定量一体化,星、机、地一体化,信息获取、处理、应用、产品网络流程一体化,应用基础、技术发展、应用研究、产品开发一体化是构建高效技术体系的可行途径。

遥感的观测对象是自然界的目標,目标本身具有反射、辐射波谱的特征信息;观测目标的反射、辐射波谱特征信息又受观测目标之间及所处环境的影响;观测目标信息到遥感器的传输过程中会受到大气影响;引起人们高度重视的多种专业因子变化的动态监测及趋势预测等等,这些均是一种时空变化的

过程。因此,到达遥感器的观测目标反射、辐射波谱特征本身是一种时空变化函数影响下的复合值,形成的遥感信息是一种包含有时空多维信息的复合体。通过遥感再现自然界现状的技术体系应适应观测目标波谱特征的时空变化规律,相应地要有一种时空信息集成技术及动态监测技术,方能适应这种再现自然界现状的闭环逆过程。

遥感与其他自然科学一样,必须与社会科学结合。遥感领域中有大量科学技术问题需要突破,遥感领域的主流观念的合理性比上述科技问题更重要,合理的主流观念变成政府行为则是事业发达的关键。合理的观念来源于对国内外情况的了解,是通过自然科学和社会科学相结合的方法综合分析的结果。

本书是作者对多年来从事遥感对地观测领域研究成果的总结。全书共分六章。第一章,概述;第二章,观测目标特征及遥感信息特征;第三章,时空信息获取与处理技术分析;第四章,全球定位系统技术及其应用;第五章,激光三维遥感集成系统及其应用;第六章,高效对地观测集成技术。全书系统地介绍了从遥感观测目标波谱特征的多种因素影响至形成遥感图像时的内电磁波模型,描述了遥感的各种处理与应用技术实现认识自然的这一闭环逆过程中的各种影响因素及技术环节,从系统工程角度阐述了各相关技术的发展阶段及亟待发展的问题,介绍了遥感图像定位自动化的关键技术——全球定位系统技术及应用成果,并对激光三维遥感集成技术作为高效集成型技术系统的实例及其应用成果作了概述,重点阐述了构建高效对地观测集成技术系统的途径——四个“一体化”的内涵及作为实例的高效对地观测技术体系的方案、技术结构。书中图版由刘彤完成,计算机输入由严容春完成。全书中的应用成果是作者负责的课题组多年集体努力的成果,反映了遥感发展的学术思想和见解。以一孔之见,抛砖引玉,作为投向遥感事业“大海”中的一粒石子,能产生一些涟漪足以欣慰。

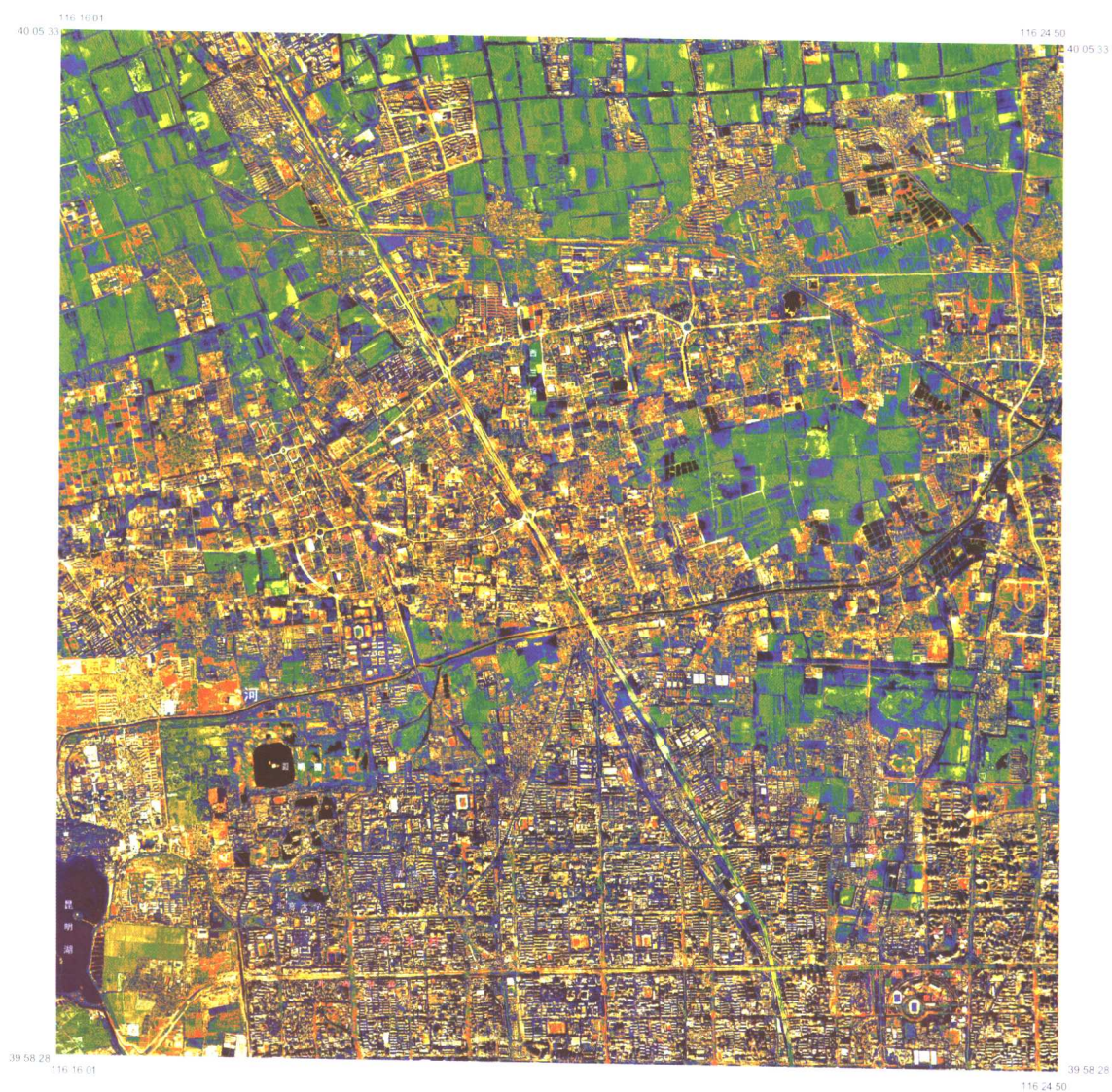
在本书出版之际,对著名科学家王大珩、陈述彭、徐冠华、陈芳允、王之卓、匡定波、孙鸿烈、胡启恒、李德仁、童庆禧、陈俊勇、刘先林、薛永祺、龚惠兴、姜景山、王任享等院士的支持和鼓励致以诚挚的谢意。同时对中国科学院遥感应用研究所、中国科学院上海技术物理研究所、上海仙通信息技术研究所为本课题组创造了良好的支撑和管理环境及课题组全体成员的敬业精神、创造性劳动表示感谢!书中不当之处在所难免,诚望读者指正。



彩图 1 圆扫描激光三维遥感集成系统的遥感器

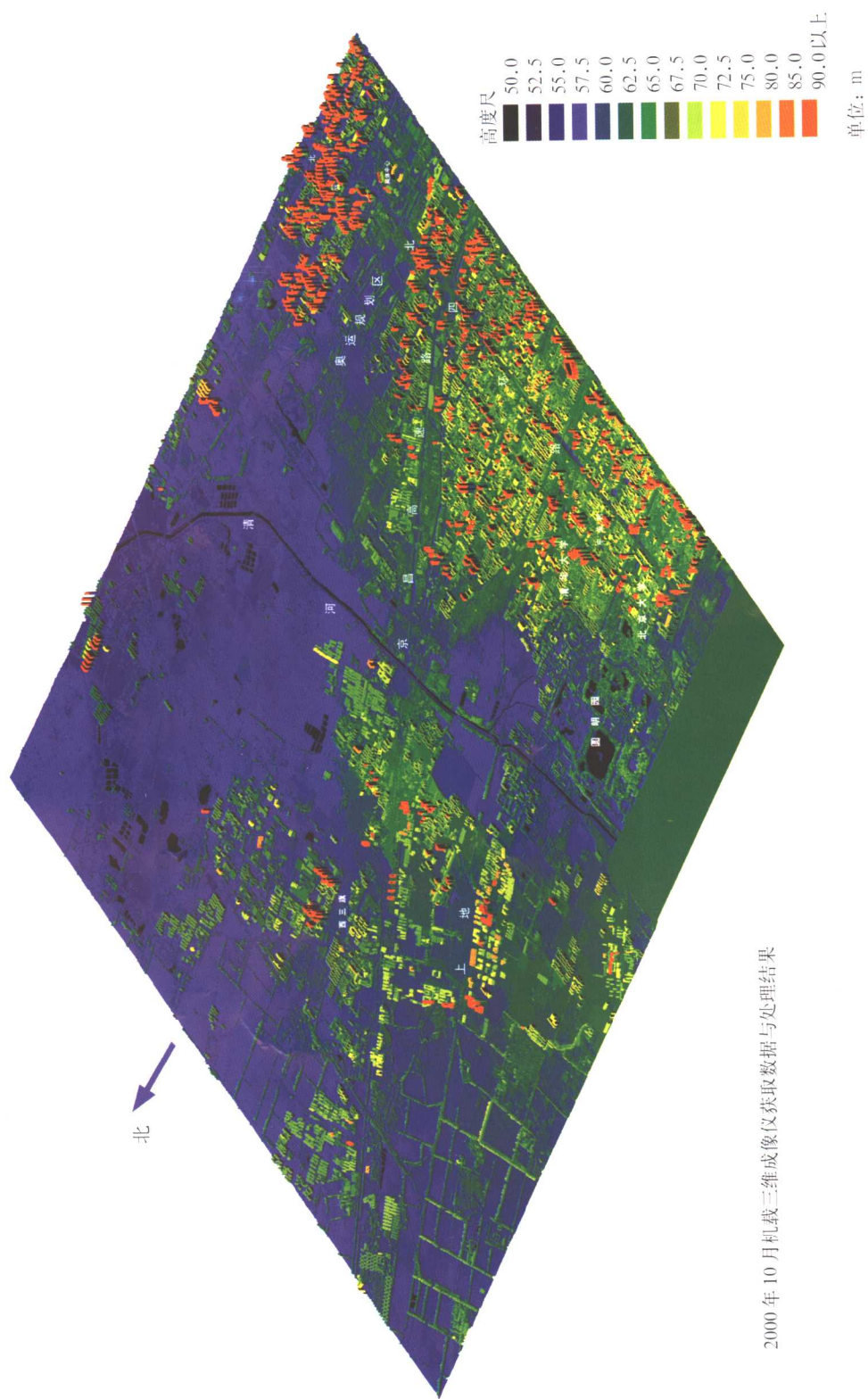


彩图 2 线扫描、八波段激光三维遥感集成系统的遥感器

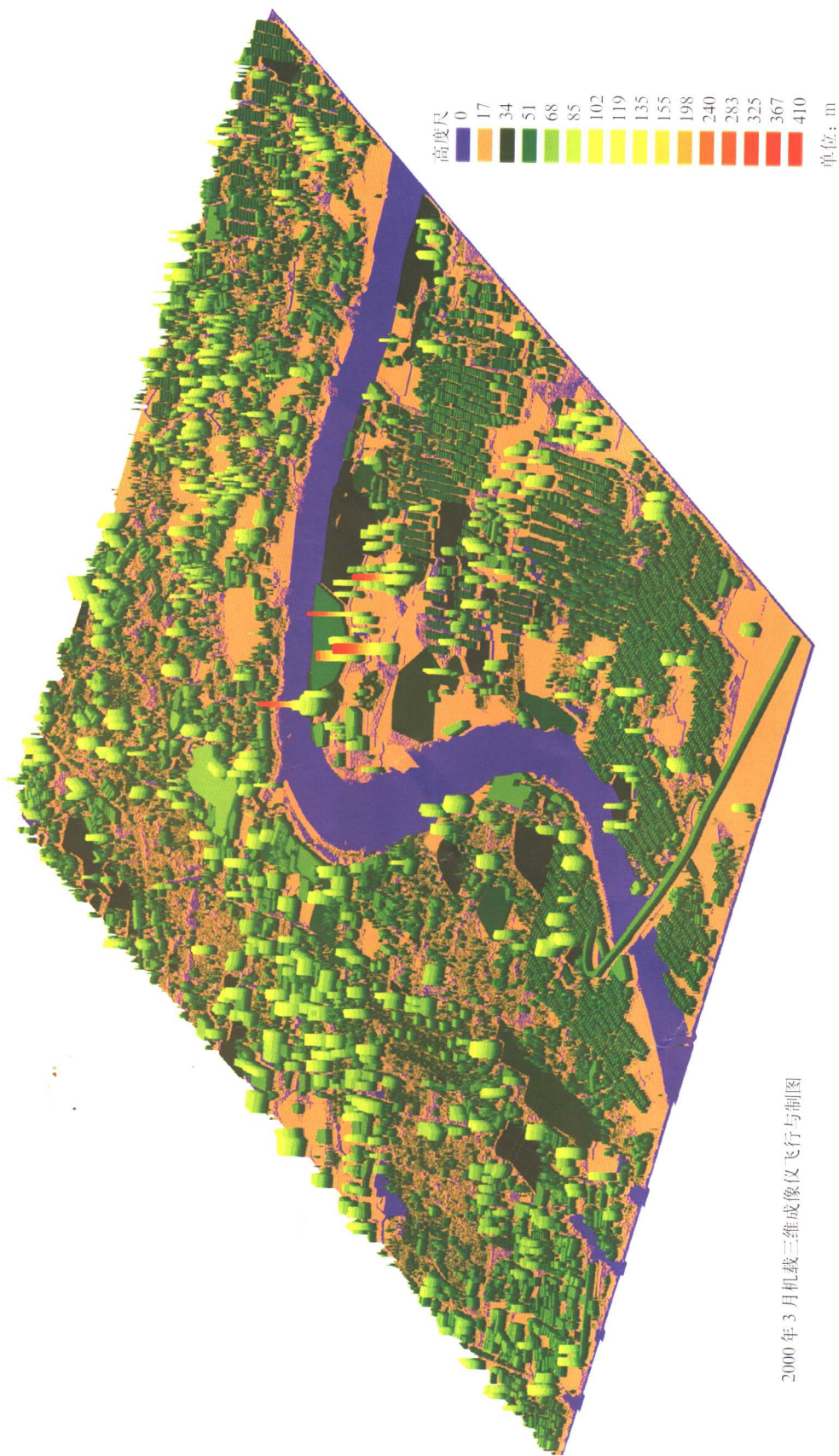


2000 年 10 月机载三维成像仪获取数据与处理结果

彩图 3 中关村科技园区地学编码影像图



彩图 4 中关村科技园三维透视图



2000年3月机载三维成像仪飞行与制图

彩图 5 上海浦东三维鸟瞰图



2000 年 10 月机载三维成像仪获取数据与处理结果

彩图 3 中关村科技园区地学编码影像图

目 录

序

科学勇士的呐喊(代序)

前 言

第一章 概 述	(1)
第一节 遥感信息技术及高效遥感信息系统工程	(1)
一、遥感信息技术	(1)
二、遥感信息系统工程	(2)
三、高效遥感信息系统工程	(3)
第二节 应用领域的需求及遥感应具备的能力	(3)
一、在变化周期内获取信息、在时限内取得结果	(4)
二、提供准确的适应系列精度要求的数据成果	(4)
三、时限内取得全球范围或区域范围的信息	(4)
四、连续提供观测信息	(5)
第三节 遥感技术各阶段发展特征	(5)
一、获取光谱信息为主的单台遥感器阶段	(5)
二、立体观测方式为主的单台遥感器阶段	(6)
三、高光谱分辨率、超多波段特点的单台遥感器阶段	(8)
四、集成型遥感器的初级阶段	(10)
第四节 遥感应用的现状分析	(10)
一、遥感信息源现状分析	(10)
二、“时效性”能力分析	(12)
三、“适用精度”能力分析	(15)
四、遥感综合应用能力分析	(17)
五、系统集成的概念	(18)
第五节 遥感学科的集成理论	(20)
一、遥感集成理论的发展	(20)
二、目标识别的要素及复合判断	(21)
三、目标的电磁波特征谱	(21)
四、信息传输与成像理论模型	(21)
五、空间信息定位理论	(22)
第二章 观测目标特征及遥感信息特征	(23)
第一节 遥感是基于人类的仿生过程	(23)
第二节 遥感观测目标特征	(25)
一、观测对象具有四维时空分布特征	(25)

二、观测对象之间相互制约、相互依存的特征	(27)
三、大气传输介质影响的不均衡特征	(29)
第三节 遥感信息特征	(30)
一、遥感器的波谱域限制	(31)
二、波段宽度和波段数	(31)
三、内几何模型和电磁波模型	(33)
第四节 遥感信息的综合特征及时空信息集成技术的概念	(38)
一、遥感信息的综合特征	(38)
二、时空信息集成技术的概念	(39)
第五节 定量化遥感的概念	(41)
一、定量化遥感的定义	(41)
二、定量化遥感的应用基础研究	(42)
三、定量化遥感的技术支持	(43)
四、高空间分辨率、高光谱分辨率、高时间分辨率的贡献	(43)
第三章 时空信息获取与处理技术分析	(45)
第一节 遥感器分类	(45)
一、遥感器分类	(45)
二、光学遥感器及其数据获取方式	(47)
三、微波遥感器及其数据获取方式	(50)
第二节 光学遥感图像定位的数学模型	(54)
一、框幅式相机图像的定位问题	(54)
二、光机扫描图像的定位模型	(57)
第三节 微波遥感图像定位的数学模型	(64)
一、波束扫描图像定位的数学模型	(64)
二、干涉 SAR 的地形测量数学模型	(67)
第四节 遥感图像的目标识别模式	(69)
一、目标识别前的技术处理方法	(69)
二、目标识别的数学模型	(71)
三、遥感图像分类处理中存在的问题	(76)
第四章 全球定位系统技术及其应用	(78)
第一节 全球定位系统	(78)
一、GPS 系统的组成	(78)
二、GPS 定位原理与方法	(80)
第二节 差分定位及种类	(82)
一、差分原理	(83)
二、单站差分 GPS 系统	(84)
三、多站差分 GPS 系统	(84)
四、广域差分 GPS 系统	(85)
五、利用现有广播台站网络的差分 GPS 系统	(85)