

RS.GIS.GPS 的集成与应用

杜道生 陈 军 李征航 主编

RS
GIS
GPS

测绘出版社

RS、GIS、GPS 的集成与应用

杜道生 陈军 李征航 主编

测绘出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

RS、GIS、GPS 的集成与应用/杜道生等主编.-北京:
测绘出版社, 1995.9

ISBN 7-5030-0815-6

I. R… II. 杜… III. 遥感信息系统: 地理信息系统: 全
球定位系统-文集 IV. P91-53

中国版本图书馆 CIP 数据核定 (95) 第 15319 号

测绘出版社出版发行

(100045 北京市复外三里河路 50 号)

河北地质六队美术胶印厂印刷·新华书店总店北京发行所经销

1995 年 9 月第 1 版·1995 年 9 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16·印张: 15.75

字数: 380 千字·印数: 0001-2500 册

定价: 20.00 元

序 言

本世纪 50 年代以来,一场信息革命浪潮席卷全世界,以电子计算的发明为标志的第一次信息革命和以微电子技术、空间技术、信息技术和现代通讯技术相结合为特征的第二次信息革命,是一场深远的产业革命,目前,世界信息产业的产值已成为跃居传统产业(包括工业和农业等)之上的最大产业。

在这场信息革命过程中,地理信息学作为测绘学、摄影测量与遥感学、地图学、地理科学、计算机科学、卫星定位技术、专家系统技术与现代通讯技术等有机集成与综合,应运而生。所谓地理信息学(英文 Geomatics 或 Geoinformatics),指的是用各种现代化方法来采集、量测、分析、存贮、管理、显示、传播和应用与地理和空间分布有关数据的一门综合和集成的计算机信息科学、技术和产业实体。

地理信息来自多种数据源,如地球轨道资源卫星、空间定位卫星、机载、车载和舰载传感器以及地面测量和调查结果。

地理信息系统(GIS)是以上多学科集成的基础平台,用作搜集、存贮、管理和分析空间信息和数据。卫星定位、摄影测量与遥感是快速获取和更新地理信息的主要技术手段,目前正走向全数字化道路。地图学与图像图形学既用作地理信息的分析和处理,也用于地理信息成果的显示与表达。专家系统的引入将力求使数据采集、更新、分析和应用更加自动化和智能化。现代通讯技术,尤其是正在兴建的信息高速公路(Inrormation Superhighway)将为地理信息在各部门的传播和应用提供保证。因此,地理信息学的形成和发展是整个信息科学和技术发展的一个重要组成部分,将会给相关学科的发展带来机遇和挑战。

地理信息学与信息高速公路有着相互依存、相互促进、共同发展的十分密切的关系。

首先信息高速公路的建设为地理信息科学和地理信息产业的发展铺设了通行无阻的金光大道。由于地理信息和大量的空间数据,都是以文字、数字、图形和影像方式表示的,将它们数字化,送入电子计算机,便可方便、快速和及时地将地理信息传送到需要的地方去,以发挥地理信息在国民经济建设、国防建设和在文化教育等各行各业中的应用价值。

其次,信息高速公路为空间定位系统(如 GPS)、数字摄影测量系统(DPS)、遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和专家系统(ES)的集成提供了必要的通讯和数据传输的保证。差分 GPS 依赖远程通讯而成为实时的高精度定位和导航方法;遥感利用卫星通讯获得源源不断的对地观测数据;而地理信息系统的空间数据库则通过信息高速公路实现全国以至全球的数据交换和数据共享,并促成了 3S(或 5S)的集成。3S 的集成,使得测绘、遥感、制图、地理、管理和决策科学相互融合,成为快速而实时的空间信息分析和决策支持工具。例如利用 GIS 中的电子地图和 GPS 接收机的实时差分定位技术,可以组成各种电子导航系统,用于交通、公安侦破、车船自动驾驶,大田农作物因地施肥、科学耕种和海上捕鱼等。利用 GPS、GIS 和 CCD 摄像机加 DPS 进行自动影像获取和处理的集成系统,可以用作高速

公路、铁路的线路状况自动监测, GIS 的实时更新, 以及作战时的现场侦察和自动指挥系统等。

另一方面看, 地理信息学对信息高速公路的建设和运行也有着十分重要的贡献。地理信息系统的硬软件就是行驶在信息高速公路的重要列车 (其值在 1994 年已达到 34 亿美元), 空间数据库中的数据 and 由之而得到的信息就是信息高速公路上运送的货物。由于 GIS 存贮的是描述地球表层, 即大气圈、生物圈、水圈和岩石圈的空间及其相互关系的信息, 它不是一般的“货物”, 而是关于人们赖以生存的地球的昨天、今天和明天的重要信息, 对社会持续发展起着重要的作用。由于地理信息是有时空的变化和多尺度特点, 将构成信息高速公路上川流不息的繁忙景象。

地理信息要想在信息公路上川流不息, 在技术上对我们的挑战是要建立一个自动化、智能化和实时的对地观测数据处理系统, 实现 GPS、DPS、RS、GIS 和 ES 的整体结合。

这样的系统, 应满足下列基本要求: (1) 必须实现从原始数据获取、预处理、信息自动提取和分析, 到决策应用的一条龙实时运行系统; (2) 能同时处理国内外资源卫星、气象卫星、海洋卫星、定位卫星与航空、地面观测、物理化学勘探数据; (3) 实现图像数据、影像数据和属性数据一体化的、面向目标的数据库管理; (4) 能自动地由数字影像或数字图形中提取语义和非语义信息; (5) 建立一个基于 GIS 和 RS 的知识工程和知识发现系统, 以提高整个系统的智能化水平; (6) 建立一个兼容性好, 面向用户、与用户友好、易于学习和掌握的“傻瓜式”用户界面。显而易见, 建立这样的对地观测数据处理系统, 不论对我国还是对外国, 均是一个具有极高难度的系统工程。它涉及到系统组织、基金投入、技术攻关、系统实施等方面的一系列问题。从技术角度看, 至少应解决下列关键技术问题: (1) 星载 GPS 和微波测高技术相结合的遥感对地定位方法; (2) 利用影像数据压缩技术的数据快速传输技术 (达到 100—100Mb/s 的数据传输速度); (3) 立体影像数据匹配的快速、稳健算法和多时相、不同分辨率影像的几何配准方法; (4) 高水平影像理解和自动像片判读的专家系统研究; (5) 基于图形、影像和属性数据的一体化数据结构和面向对象的模型; (6) 图形、影像和文字数据的自动更新问题; (7) 不同分辨率、不同精度、不同时间的多种数据的复合和多尺度 GIS 中的数据综合; (8) 基于专家系统的地学对象的空间快速查询、分析和决策咨询系统的研制; (9) 各种不同数据的质量模型和数据不确定性的处理方法; (10) 从 GIS 和遥感影像中发现知识的知识工程系统; (11) 自动化和智能化对地观测数据处理系统中的人机协同等。

显然, 要解决这些关键技术问题, 需要有一批能胜任这种跨世纪学科进步的高级研究和教学人材。为此, 国家教委委托“测绘遥感信息工程”国家重点实验室和“摄影测量与遥感”国家重点学科于 1994 年 10 月 11 日—11 月 5 日在武汉举办了《遥感 (RS)、地理信息系统 (GIS)、全球定位系统 (GPS) 集成的理论、方法与应用系统》高级研讨班。

我们十分高兴的是, 一批在国内外享有盛名的学者、专家都积极地前来讲课, 而一大批中青年高校骨干教师和在第一线从事 3S 集成工作的工程技术骨干踊跃前来参加研讨班学习, 从而使这次高级研讨班办得很有生气。通过教与学、讲课与讨论、参观与实习, 使大家对 3S 自身的理论, 以及它们之间的如何集成, 有深刻的了解和明确的认识。国家教委希望我们在 1995 年再办一期这种高级研讨班。

为了总结 3S 集成高级研讨班的教学和推动我国地理信息产业的形成和发展, 我们将在

研讨班上主要讲座的内容汇编成这本集子，期望它能起到抛砖引玉的作用。

让我们高举信息革命旗帜，跨入新的 21 世纪！

李德仁于珞珈山下

1995 年 4 月 25 日

前 言

为培养学术骨干和学科带头人，顺利实现高校教师和高科技人员的新老交替，武汉测绘科技大学受国家教育委员会委托，于1994年9—10月举办了“遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)(简称3S)集成的理论与应用系统”高级研讨班。

为使高级研讨班具有“高水平、高层次和高效益”的特点，特邀请测绘遥感领域内的中科院院士、博士生导师和知名专家教授进行系统讲授、专题报告，组织学员参观有关实验室与科研成果展览，列席参加由测绘遥感信息工程国家重点实验室举办的“摄影测量遥感和地理信息系统的集成化、自动化和智能化”国际会议，学员结合自己的研究成果和学习体会作为学术研讨交流。

本书是根据专家教授讲稿、专题报告和学员学习心得体会整理的文章编辑而成，其内容涉及：3S的新理论、新技术和发展方向；3S基本概念、理论方法与关键技术；3S集成的数据结构、处理算法、分析模型与知识表达；以及3S集成的应用系统与应用工程。本书的内容力求跟踪世界学科前沿，既具有理论深度，又具有实用价值。由于编者的学术水平有限，错误和不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

1995年6月

目 录

遥感、地理信息系统和全球定位系统的发展过程及其集成	王之卓 (1)
资源环境问题与系统信息工程	陈述彭 (9)
全球变化与对地观测系统	陈俊勇 (20)
当前国际 GIS 的研究和应用现状	李德仁 (24)
我国 GIS 发展的回顾及其在第七、八个五年计划科技攻关中的技术进步··	何建邦 (44)
GIS 空间数据模型的概念与问题	陈 军 (51)
GIS 中空间数据质量与空间数据标准	杜道生 (63)
面向对象数据模型与面向对象的地理信息系统	龚健雅 (74)
地理系统与区域持续发展	邓先瑞 (95)
遥感影像信息提取的自动化与智能化问题研究	林宗坚 (108)
影像匹配的理论与实践	张祖勋 (117)
遥感影像几何信息提取基础	张剑清 (142)
GPS 定位中的几个基本概念	李征航 (154)
GPS 动态载波相位测量定位	刘基余 (162)
差分 GPS 原理及方法	李征航 (176)
GPS 全球定位系统在航空遥感精确定位中的应用	李德仁 (187)
新型传感器与 3S 集成	舒 宁 (195)
论 GPS、DPS、RS、GIS 和 ES 的结合	李德仁 (200)
3S 集成系统及其应用	孙家柄 (210)
基于 GIS 的城市空间综合环境质量评价模型设计	钱乐祥* (214)
对矿区 LIS 若干基本问题的研究	石金峰* (223)
信息化与 GIS	王树声* (229)
论 3S 技术及其集成与现代地理学发展的关系	郑建闽* (238)

* 作者为高研班学员

遥感、地理信息系统及全球定位系统的发展过程及其集成

王之卓

(武汉测绘科技大学, 430070)

摘 要

本文共分五节,其目的在于介绍由遥感、地理信息系统及全球定位系统这三门学科各自独立的、平行的发展过程,从而讨论其集成化的必要性和合理性等问题。五个小节为:一、学科发展走向综合的普遍趋势;二、由摄影测量发展到遥感学科;三、空间信息系统是许多学科不可分割的一部分;四、全球定位系统使传统的测绘观念发生了革命性的转变;五、遥感、地理信息系统及全球定位系统一体化的必要性及其应用。以上的讨论有些是个人的看法,仅供参考。

一、学科发展走向综合的普遍趋势

遥感、地理信息系统及全球定位系统这三门学科都有着各自独立的、平行的发展,逐渐走向综合,以提高其在生产实践中的效益。综合又可以叫做一体化或集成。由于这三门学科的英文名称即 RS、GIS 及 GPS 中都有一个字母 S,所以有些人为了方便,简称之为 3S。关于名称问题放在后面再讨论。

当前学科发展走向综合是一个普遍的趋势。例如数学、物理、化学、生物等学科原来都是独立发展的,后来有了例如物理化学、生物化学、热声学、光声学等学科,都是两种或多种学科走向其边缘,综合到一起成为某种边缘学科,或者叫做交叉学科或跨学科。凡是边缘学科往往是最生动最有活力的学科。有的人称这种现象为边缘效应。边缘效应在事物多方面都可以体现,例如沿着海岸线是水陆的边缘。因此就容易繁荣发展。森林林种交界处野生动植物在那些地带就生成得更加活跃一些。

现在再谈谈有关测绘学科的发展。因为测绘学科的发展与今天讨论的三个学科,都有很密切的关系。测绘学科实际上是测量与地图制图两门学科。其中测量学科又可分为大地测与摄影测量两个子学科。当然,另外还有工程测量、矿山测量、海洋测量等等属于测量应用性的学科,也都有各自独特的发展。科学的演化导致了学科分化的发展,因此对个人而言,胜任与测绘有关的所有领域内工作,已经不再可能。测量学科中的大地测量和摄影测量就是这样。大地测量和摄影测量都早已分别成为独立的学科,而且还有更加细分的趋势。单纯讲“测绘”已经不能够表示一个人的专业方向了。例如在 1956 年武汉测绘科技大学成立的时候,学校的名称叫做“武汉测量与制图学院”,但是英文名称使用的是 Wuhan College of Geodesy, Photogrammetry and Cartography,中国测绘学会的英文名称也叫做 The Chinese Society of Geodesy, Photogrammetry and Cartography。宁可使用很长的很不方便的长名字,也必须把测绘学科各分学科都说出来。总觉得如用测绘两字(英文为 Surveying and

Mapping)代表不了学科发展后的内容。那时期,50年代学科发展总趋势正是学科分化时期,学科越分越细。现在学科发展的趋势是学科的综合,这种综合有不同的形式,但却不是学科分化的简单还原。武汉测绘科技大学近期成立了一个国家重点开放型实验室,名称叫做“测绘遥感信息工程国家重点实验室”(Key Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing),也是很长的名字,但是与五十年代那种长名字的性质完全不同。以前所用的长名词是在说明测量学科正在分裂成为大地测量和摄影测量学科;而现在所用的长名词,说明这些学科,即测绘、遥感、信息工程将要综合成为一个上一级学科,只是还缺乏一个新学科的名称。这种综合几乎就等同于我们今天所讨论的综合。另外,学校原来的大地测量系现在改称为地球科学与测量工程学院。以大地测量为主的系,改组为学院,而大地测量名称却没有了。在该院下设的系出现了两个大地测量系,但是它们的实质却反映在如下括弧内的内容,即大地测量系1(卫星导航定位及应用)及大地测量系2(空间测量技术与地球动力学),这些也都可以算是综合的另一种吧。至于摄影测量专业则已经改为“摄影测量与遥感”,还很少有人说明在这个名词里面两门学科的关系。可能这里的“与”字却不见得是反映某种综合。我个人的看法是作为一门学科或专业,“摄影测量学”的发展就是“遥感”关于这一点大家看法不一定一致。下一节对此将作进一步的讨论。

二、由摄影测量发展到遥感学科

摄影测量学有一二百年的历史了。在那历史的初期还没有发明摄影学(摄影发明在1837年),所以不叫做摄影测量学,而叫做“图像量测学”(Iconometry 或译作量影术)。后来摄影学发明了之后,改称为摄影测量学。再以后航空技术发达之后也可叫做航空测量学。用“摄影”或“航空”等当时的技术水平作为一门学科的名称,终会受到以后技术发展的突破。例如“摄影”发展到兼用“扫描”,航空发展到兼用“航天”;而“测量”这个词则限制着航空测量中像片判读方面应有的发展了,遥感两字则是本世纪60年代初期出现的名称,从事遥感研究与应用的学者们,除是原来的摄影测量工作者而外,更多的是原来从事地理、地质、林业、城市建设、电子、电子计算机和自动化等各种专业的学者们,取得了很好的成果,推动着遥感学科和事业的前进。但对于遥感学科的发展史却很少有人提到。有人说“遥感”的发展史就是“摄影学”的发展史。恐怕更准确一些应该说:“摄影测量学”的发展史就是“遥感”的发展史,因为这两门学科的目的相同,只是各自所处的科技发展历史时期不同。实际上摄影测量学发展到数字摄影测量时期就是遥感,只是在学科名称的选用上有待进一步研究。

摄影测量学是利用摄影技术摄取(主要是航空摄影也可以是地面摄影)物体的影像,从而识别此物体并测求其形状及位置。

遥感的定义按陈述彭同志主编的遥感大辞典为:

广义的定义:泛指各种非接触的、远距离的探测技术,根据物体对电磁波的反射和辐射特性。

狭义的定义:指从远距离、高空以至外层空间的平台上,利用可见光、红外、微波等探测仪器,通过摄影或扫描,信息感应、传输和处理,从而识别地面物质的性质和运动状态的现代化技术系统。

我们如果把这些遥感的定义与摄影测量技术对照起来,可见遥感的广义定义可以完全

用于摄影测量,而遥感的狭义定义是在人卫上天时代(1957 以后)和多光谱时代(1962 年红外技术和微波技术才由美军解密以付民用)的摄影测量学,这时候“摄影测量”这个名词已经有必要改了。由于名词的改动,出现了遥感的名词,以至成为一门高新技术或学科,即遥感学科。

遥感这个名词的提出是在本世纪 60 年代初,美国有一位地理学工作者 Pruitt(女),在她向美国海军研究所(ONR)地理组编写的有关航空像片判读方面的报告时,由于那时空间时代的改变以及红外光微波等多光谱的引入,把那时候使用的航空像片和摄影等名词改称为遥感,是遥远感知的意思。1962 年在美国地理学会开的环境遥感学术讨论会中正式公开使用。1972 年美国陆地卫星(那时候叫地球资源卫星)里的多光谱扫描传感器(MSS)获取影像,经济效益特高,名声大振,得到美国宇航局(NASA)和一些国际组织的支持,成为遥感技术的全盛时代。

自从 1957 年卫星上天以后,航空摄影测量工作者就考虑“航天测量”问题。终于由于那时候航天摄影的像片比例尺过小,地面分辨力不足,对地面测图的用途不大。但对其他星体的测绘工作而言航天测量则是唯一的办法。1971 年美国 Apollo 宇宙飞船成功地对月球进行测绘,其分辨率为 30 米;使用了地形摄影机、全景摄影机、恒星摄影机,提出了“卫星摄影测量”的名称。同年美国水手号(Mariner)对火星进行测绘,成图比例尺为 1:25 万及 1:100 万,平面精度达 10 公里。这种工作现在人们也可称之为航天遥感。

遥感技术在数据获取方面的发展是在不断研制新型的传感器。现在除了框幅式可见光黑白摄影、彩色摄影、彩红外摄影外,还有全景摄影机、红外描扫仪、多谱段扫描仪、CCD 线阵列扫描和矩阵摄影机、合成孔径雷达等传感器获取的影像。其地面分辨力由粗到精有美国 NOAA AVHRR 的 1.1km, LANDSAT MSS 的 80 米, LANDSAT TM 的 30 米, 欧洲 MOM-01 的 20 米, 日本 JERS-1 的 18m, 法国 SPOT-1,2 的 10m/20m, MOM-02 与将来的 SPOT-3,4 的 5 米等,许多国家近期都在计划发射高分辨率的资源卫星,早在 70 年代前苏联就发展了一种军用侦察的卫星摄影系统 KWR-1000,地面分辨率为 0.75 米,现在有美国 Itek 公司研制的 Eyeglass 卫星,分辨率为 1 米,用 $f=5.6$ 米的摄影机并与其他两公司联合经营 Eyeglass 地球成像系统。因此航天摄影也可用于相应比例尺的地面测图。

1960 年美国摄影测量学会(ASP)出版了《像片判读手册》一厚本,其中有这么一段话:

“……传统形式的像片判读,在其延续和日益扩展的使用中并没有构成对于这项重要领域的全部未来。一系列不同于摄影乳剂的传感器已经很完善了。红外传感器雷达和电视摄像机将无疑地会引起今后像片判读者的关切。我们正处在一个快速发展的空间时代之中,自然这个新的时代将会引导到像片判读的某些新的和重要的应用”。

“某些新的和重要的应用”就是以后的遥感。写这段话时遥感这个名词还未提出,这是因为美军早在第二次世界大战时期(三四十年代)还把红外技术和微波技术作为机密研究,那时候还没有解密。

1962 年国际摄影测量学会(ISP)成立了第七委员会(像片判读委员会)并在荷兰国际航测训练中心(ITC 现在称为国际航测与地学学院)召开首届学术讨论会。所谓像片判读是利用摄影,算求目标(地物)的形状大小,识别目标是什么,也是摄影测量学的一部分内容。讨论会中两篇文章,即 TIROS(泰罗斯)气象卫星所获取的电视摄影机和红外辐射计影像的早期应用,并强调用半自动影像判释系统中的计算机应用。听众感到极大兴趣。这些内容,后来

都会称为遥感的,所以这时候的摄影测量已经进入其后兴起的遥感技术了。终于,国际摄影测量学会在 1980 年改称为“国际摄影测量与遥感”学会。

当前发展新一代传感器,有两方面的倾向。一是增加更多谱段的遥感数据,叫做成像光谱仪器,即在窄的连续的光谱波段内同时获得图像,因此在对地观测中可以提高识别地物光谱反射特征的能力。这与现有的多光谱不同。多光谱 LANDSAT MSS 只有 7 个光谱段,而成像光谱仪谱段的数目往往是几十个甚至几百个相邻接的光谱波段。例如美国 EDS 地球观测系统空间站计划了一个 192 个波段的高分辨率成像光谱仪(HIRIS)等。中国科学院上海技术物理研究所在 80 年代已研制成航空成像光谱(MAIS)分为 30 个波段,已广泛应用于生产。现在中国已能细分到 71 个波段。

另一种倾向是合成孔径雷达(SAR 即 Synthetic Aperture Radar)的应用。1978 年美国 NASA 首次发射了载有 SAR 的海洋卫星(Seasat-A),用以探测全球海洋表面状况,监测海洋动态;其后美国航天飞机上又装备了合成孔径雷达 SIR-A, SIR-B 和 SIR-C。90 年代已经发射的欧州的 ERS-1 和日本的 JERS-1 以及将要发射的加拿大 Radarsat 都装有 SAR。这是因为 SAR 具有全天候、全日时、高分辨率等性能,且具有一定的穿透能力。将来发射的雷达将具有多频段、多极化、多俯角等特点。它们对地质探矿、土壤水分、海洋大气和海水监测以及林下植物的生物量测定等都表现出了显著的应用价值和应用潜力。

今后由于遥感对地观测信息数量的日益增大,对影像处理速度的需求也日益迫切,人们在研究建立自动化和智能化数据处理系统的可能性。这由当前计算机技术数字图像处理,全球定位系统,数字摄影测量,专家系统技术以及 GIS 的进步和这些学科部分的综合利用是可能的。

遥感技术的应用主要在资源勘探与环境监测两个方面。近期又着重提出社会经济持续发展问题,需要在发展与环保问题中找到平衡,协调人和自然的矛盾。1992 年联合国在里约热内卢召开了环境与发展会议,把会议的决议叫做“21 世纪议程”。这实际上是由国际社会共同确认的,解决下一世纪的环境退化和人类发展等紧迫问题的议程,在世界上已经产生了很大的影响。我国国家计委也正式表态,把 21 世纪议程的发展项目,纳入到国民经济和社会发展的长远计划中。而这个 21 世纪议程中共有一百多个项目,其中有近一半是与遥感技术和 GIS 有关的。

社会发展可以针对一个城市,一个省份或一个地区例如三峡地区,珠江三角洲,亚太地区之类而言,也可以是针对全地球,于是产生了地球的全球性观测问题。当前,在世界范围内研究地球的全球性变化,已经成为热门话题。人们感到人类赖以生存的地球环境,一方面由于不停的物质和能量交流(如大气环流、气象变迁、地壳变动、沙漠演化、海浪海流等等),另一方面由于人类的活动和过度的开发,导致了当前人类面临的重大而紧迫的全球性环境和资源问题。例如人口的增长、粮食生产、都市的扩展、工业化活动产生的温室效应、酸雨的形成、森林的砍伐以及土地荒漠化、臭氧洞的产生,淡水资源短缺,生物物种灭绝等现象。这些全球性环境问题涉及到许多变量,有关的科学家们纷纷提出认为只有经过长期持续的全球性观测,才能够对地球包括其各个组成部分得到一个全面的了解。这就需要遥感技术的大量投入。

我国的遥感事业发展是很快的,连续在我国“六·五”、“七·五”、“八·五”三个五年计划中都列为国家重大项目。重大的项目例如有三北防护林遥感综合调查,黄河环境变化的遥

感调查,黄土高原,以及自然灾害监测和估计等等。还有在油气资源、煤炭资源以及水产资源等等方面做了大量工作。我国目前已有几百个遥感机构,几万人的遥感队伍,在推动我国遥感学科进步及在我国国民经济建设中发挥越来越大的作用。

三、空间信息系统是许多学科不可分割的一部分

所谓空间信息(Spatial Information)指的是那种信息除具有属性特征而外,还具有空间特征(空间位置),起初叫地球参考信息(Georeferenced Information),地理信息系统(GIS)是空间信息系统(SIS)的一种。属于空间信息系统的还有土地信息系统(LIS)、国土基础信息系统和各种专门信息系统如森林信息系统、城市信息系统等。用空间信息系统这个名词可以代表一般。1991年在荷兰 ITC 举行的国家测绘组织行政首脑会议时就用了 SIS 名词,称之为 NSIS(National SIS)。但由于人们已经习惯于使用地理信息系统这个名词,所以以后就用 GIS 作为一般的代表了。

与空间信息系统不同的是不带空间信息的信息系统,如企业管理信息系统,金融信息系统等属于统计型或文档型等社会科学的信息系统。

不论是什么样的信息系统,其基础都有一个或多个数据库,有管理查询检索的功能。所以一个地理信息系统是包括有存储空间信息及其属性(Attribute)的数据库和作空间操作和分析的软件,后者供作数据的统计、预测和辅助决策之用。

地理信息系统是 1960 年首先由加拿大人 Tomlinson 博士提出的,他认为地图可以变成数字形式,便于分析资源之用,第一台地理信息系统是由加拿大政府测绘机构完成的。

在 1970 年及 1972 年,国际地理联合会分别召开第一和第二次 GIS 学术研讨会,还出版了“地理数据处理”专集。美国有几十所大学的地理系设有 GIS 课程,发展十分迅速。

在技术方面地理信息系统是由机助设计(CAD—Computer Aided Design)基础发展起来的。机助设计是美国 Autodesk 公司的产品,用以在人的参与下,利用计算机系统对设计对象进行最佳设计,其中包括资料检索、计算,确定结构形状,自动绘图等,本来是用于机械、建筑工程、产品设计的制造等方面。

把 CAD 用于测制地形图,D 字就代表了 Drafting,具有丰富的绘图命令,强大的图形编辑功能。80 年代末 CAD 技术改进成 Auto CAD,具有更灵活的人机对话功能。在这个基础之上发展成为 GIS,GIS 则需要大量的数据存储,信息结构复杂,数据之间有着密切的联系,可以通过地理模型和分析方法综合处理各类空间信息。

GIS 发展的另一方面是在地籍测量方面。为土地管理和利用所进行的测量工作称为地籍测量,亦即土地测量。在欧洲,测量学是从地籍测量在 90 年代初开始,历史悠久。起初地籍测量及管理的目的在于税收,地籍这一词来源于拉丁字 Catastrum,意为“人头税的登记”,后来用于确定土地的产权。到了本世纪 30 年代发展成为多用途地籍,那就是存储的信息,除去土地的几何位置而外,还不同程度地加了一些有关土地利用,建筑设施以至于自然资源,这样地籍测量和管理日趋复杂。

早在 1956 年奥地利土地测绘部门首先由穿孔卡片地籍着手,研究用计算机技术实现地籍管理自动化问题,这是土地信息系统 LIS (Land Information System)的开始,与地理信息系统的差别仅只是在其中应用软件的侧重上。

目前世界上出售的商用 GIS 软件系统多达 300 多种,例如有 ARC/INFO, GENAMAP, SICAD—OPEN, MICRO—STATION, SYSTEM 9 等,评价一个 GIS 软件的优劣,主要看其软件的功能和系统的效率,而功能和效率与 GIS 中所采用的数据模型(层次模型、网络模型、关系模型、面向目标模型等)、数据结构(矢量、栅格、四叉树等)及处理方法有关。GIS 软件的进一步发展还在于提高 GIS 的集成度,使能够混合处理多种传感器、多波谱、多级分辨力、多时相的信息以及多种仪表数据的系统,例如当前倡导的 GIS、RS 与 GPS 集成化系统的研制等,并且力求对用户友好,减少培训和学习使用的时间。

GIS 现在的应用范围十分广泛,包括有测绘部门、政府机构、房地产公司,建筑部门、土木工程部门,自然资源调查、管理与开发部门,环保部门、农业部门、城乡规划、灾害监测、地籍管理以及基础运输行业如许多航线、铁路、卡车、公共汽车等。投入使用的 GIS 系统每 2~3 年翻一翻。

目前我国测绘部门研制的国土基础 GIS 1:100 万数据库早已经建成,卓有成效地提供国家和社会各方面使用,并正在着手建设 1:25 万国土基础信息数据库。还有研制的国务院综合国情 GIS,现已完成其第一期工程,即有关电子地图部分。有关部门利用 RS 和 GIS 手段开展了一系列的资源调查,环境与灾害监测和辅助规划设计等应用工程,取得了显著的社会效益和经济效益。目前我国已经建成十多个较大规模的信息系统,其中包括国土基础信息系统,黄河下游洪水险情预警与灾情对策信息系统,三北防护林资源与环境动态监测信息系统,上海市城市建设信息系统等等。我国已先后在中科院地理所建立了资源与环境信息系统国家重点实验,在武汉测绘科技大学建立了测绘遥感信息工程国家重点实验室。中国测绘科学研究院新近组建了地图与地理信息系统研究所。一些高等院校和科研院所近年来培养出一批 GIS 方面的专门人才。国家测绘局牵头组建了中国地理信息系统协会。

四、GPS 使传统的测绘观念发生了革命性的转变

GPS(Global Positioning System)全球定位系统是以卫星为基础的无线电导航系统,可为航空、航天、陆地、海洋等用户提供三维的导航、定位和定时,GPS 是美国国防部在本世纪 80 年代推出的,是由其 60 年代研制的海军航海卫星 NNSS 具有厘米级 Doppler 定位系统发展起来的。GPS 空间星座由 24 颗卫星组成,分布在六个等间隔的轨道面上,卫星同时发射两种信号叫做 C/A 码(粗码)及 P 码(精码),保证在任何地方任何时刻都能够观测到四颗至九颗高度角大于 10° 的 GPS 卫星,这就是说随时随地都可以测得地面上或地面上空点位的三维坐标。

GPS 定位测量的观测方法可概分为伪距法和载波相位差分法两大类。使用于静态对地定位时,定位精度可达毫米级,用于大地测量、板块运动监测等。使用于动态对地定位时,精度可由分米至米级不等,视所用观测方法和归算方法而不同,应用于卫星、火箭、导弹、飞机、汽车等导航、定位之用。

尽管 GPS 在科学研究、民用等领域有着极大的价值,但美国军方从军事目的出发,严密控制着 GPS 的使用,实施 SA(Selection Availability 选择可用性)和 AS(Anti Spoofing 反电子诱骗)技术;前者是在卫星信号中人为地加入误差,后者是使民用用户不能使用高精度的 P 码。目前使用相位观测法可以绕过其实施 SA 的影响,但美国的这种政策必然会影

的应用和发展。目前各国都投入力量研究针对美国 GPS 政策的对策,独立编算 GPS 精密星历,以期摆脱美国军方的严格控制。

GPS 定位系统由于其定位的高度灵活性和常规测量技术无法比拟的高精度,成为测量学科中革命性的变化。因为测量点位不象经典三角测量那样有等级之分,不存在误差的累积,测点可以在真正需要的地方进行。无需过渡点,点间不需要有造标、通视等问题的考虑。而且观测点位又与重力场发生关系,避免了复杂的归算。这种办法可以把平面及高程同时求出,不需要平高分开的布网方式。

五、RS、GIS、GPS 集成的意义及名称问题

集成的意思也可以说是综合或一体化。把这三门学科综合到一起的最基本的部分是把 RS 和 GIS 综合到一起。亚太经社会(Economic and Social Commission for Asia and Pacific)于 1992 年 4 月在北京召开的第 48 次会议指出:

“会议认为 RS 与 GIS 技术已经成为环境监测、减轻自然灾害、管理自然资源和使其持续发展方面必不可少的工具,并成为跨学科的应用技术”。

RS 与 GIS 的综合在多数情况之下可以说是必然的了。这是因为 GIS 需要 RS 资料不断地更新其数据库中的数据。对 GIS 讲,应用 RS 作为新数据的来源,在初期有数据精度不够的问题。现在由于遥感传感器分辨率的不断提高,这个问题可以逐渐解决,只需要考虑这种不同来源不同精度的资料放在一起如何统一管理 and 应用的问题。同时,对于 RS 的影像识别往往也需要在 GIS 支持下改善其精度并在数学模型中得到应用。因为 RS 影像的识别或分类,主要的依据地物的光谱特征,因此要用多波段影像来进行。每一种地物在多光谱摄影中获得不同的影像灰度值,这是由于某一物体反射回到传感装置的各种不同波长的能量大小不同。表达波长与反射能量关系的曲线称之为谱形。在理论上,每一种物体都有其独特的谱形,可借以作为区分物体类别的主要依据。但是这种理论还受其他因素或噪单的干扰。其后人们为了提高其分析和识别的精度,还需要考虑其相邻像素类属的相关性以及其结构特征,处理差异,上下文的关系等要素和其它辅助信息,如果具备了对应的 GIS 系统时用以支持遥感处理系统乃是改善遥感数据分类精度的一个有效途径。

以上是说明了 RS 与 GIS 两者集成的意义。在美国摄影测量 1992 年年会上对摄影测量、遥感与 GIS 的结合十分重视。理解了摄影测量和遥感的关系之后,可以也算在这个范畴之内。现在又加入了 GPS,那是因为 RS 与 GIS 的综合系统中所处理的是空间数据,须具备其空间坐标。如果再把 GPS 的成果综合在系统之内可以随时随地提供,必然会进一步改进了 RS 对地观测的质量,扩大了 RS 数据分析和管理的的能力。

RS、GIS 与 GPS 三者综合利用,构成为整体的实时的和动态的对地观测、分析和应用的运行系统,提高了 RS 和 GIS 应用的工效。具体的应用例子,在中国和外国都有一些报导。例如在中国有“城市 RS 动态监测系统”,“GPS 城市灾害快速反映系统”等,美国 Ohio 大学与公路管理部门合作制有测绘车,把 GPS 接收机结合一台立体视觉系统载于车上,在公路上行驶以取得公路及其两旁的环境数据并立即自动整理存储在 GIS 中。那测绘车上面装的立体视觉系统包括有两个 CCD 摄像机。在测绘车快速行进时,每秒曝光一次,获取及存储一对影像,并作实时自动处理。在美国使用的类似的设备还用于自动搜集野外数据如地质、土

壤等项。以上所举的例子是那些强调自动引用 GPS 数据在 RS 与 GIS 系统之中的例子,至于 RS 与 GIS 两者相结合的应用例子,那就不胜枚举了。

RS、GIS、GPS 综合的方式可以在不同技术水平上实现。最简单的办法是三种仪器分开而由用户综合使用,进一步是三者有共同的界面,做到表面上无缝的综合,数据传输则在内部通过特征码(识别符)相结合。最好的办法是整体的综合,成为统一的系统。这里面势必还须借助于专家系统之类的技术,需要研究的是如何设计这种综合系统的数据模型、数据结构、数据管理、模型分析等问题,使能有效地处理各种不同来源,不同精度的空间数据,国内外都有一些尝试,例如面向对象数据模型(Object-Oriented Data Model)的引用,认为可很好地支持各种不同格式的数据,也有人使用超图数据结构(HBDS—Hyper graph-Based Data Structure),认为是建立一体化数据结构的重要理论基础。但很有效地用于生产实践,还有待于进行大量的研究工作。

下面再谈谈有关名称的问题。

RS、GIS、GPS 集成为一整体,有时候为了方便表达简单称为 3S。这对一般的叙述来说,未尚不可。但是严格一点有些不够妥当。因为这三者一体化的主干是 RS 与 GIS,那就是 2S,另一方面,如果软件里面包括的还有专家系统(ES—Expert System)是否又可称为 4S 了?另外用“S”这个字母代表一门学科,要看一看 S 在不同学科中所代表的原文,一对照就会觉得有些欠妥了。实际上这种综合是比较灵活的,在现有文献中看到的还有 RS+GIS, Digital Photogrammetry+GIS, GPS+GIS, ES+GIS 以及 GPS+CCD 等等。

所以在学科分类中我们需要把如摄影测量、RS、GIS 等学科所服务目的相同的或其科技内容是互相依存联系的,可以概括为如下定义的一门属于上一级的综合学科,即:

定义:通过非接触性的传感器系统,对物体及其环境所获取的影像信息进行记录、存储、量测处理、解释、分析、显示和利用的一门学科。

为此,世界上当前有的大学,例如加拿大的 Laval 大学和 Calgary 大学,荷兰的 ITC(国际航测与地学学院),奥地利的 Graz 大学和中国的武汉测绘科技大学等,把它们的相关摄影测量专业或系,分别改组称为 Geomatics, Geo-Informatics 或 Information Engineering 等学科或专业。加拿大自然资源部(Ministry of Natural Resources)把该部所属的 Surveying, Mapping and Remote Sensing Sector, 今年改名为 Geomatics Canada。所有这些名词里都有或隐含有 Informatics 这个字(matics 这个字根现理解为 Informatics 的简称)。表示摄影测量与遥感等都属于信息方面的学科。但信息学科是一个内容十分广泛的学科,对于我们所从事的学科来讲,在信息学科这个字的前面应该加上一个限定词,例如上面所用的 Geo 字,但 Geo 字指明了属于地球科学。而我们所从事的信息学科里面还包括有近景摄影和计算机视觉等方面的内容,与 Geo 字不太适应,似以用图像(Iconic)较宜,叫做图像信息学(Iconic Informatics)。因为我们在这门学科所接触到的信息都是通过图(包括数字的)或像的。这一学科里包括的子学科有例如 RS, GIS, 摄影测量, 制图学, 计算机视觉, 数字图像处理, 模式识别等等,但是很重要的,有时候不可分割的,例如 GPS, 计算机学, ES 等却不是这门学科的子学科。这些问题当然是需待大家讨论的问题。

资源环境问题与系统信息工程

陈述彭

(中国科学院、国家计划委员会地理研究所,100101)

校领导给我参加这次高级研修班的机会,非常感谢!我是带着问题来学习的,向大家汇报一个自己考虑很久,依然很不成熟的问题。披头散发、登门求教。我很钦佩,很羡慕:武汉地区学术空气这样活跃,前不久几个大学已经联合起来,交流信息,交互选课,让大家自我完善,能有更多的帮助和机遇,十分难能可贵!

在市场经济法则的影响下,科学技术体制面临着新的转变:过去是“技术导向”,是个卖方市场;现在基本上转变为“用户导向”和买方市场。我们搞科学技术的人要立项论证,必须首先向政府部门回答你立这个项要干什么,能解决什么问题,能解决到什么程度。换句话说,不是我们做什么,你用;而是倒过来你需要什么,我做!例如,美国的加速器关闭了不少,从科技引导来讲,当然还要继续发展的;但从用户来讲它不支持了。又如,美国现在裁并了一些传统的地理系,但另外由美国的(NOAA)出资10个亿支持22个新机构从事地球系统科学的研究。我们也将面临着类似的问题,就是在科学研究单位只是提供一些“资源型”的“半成品”呢?还是要提供一些深加工成品?用行话说,就是“面向目标”的问题。特别是当一门新兴科学还处于初级阶段,我们向社会答辩或向政府申报项目,是很难让人满意的。最近30多位院士提出了关于“地球信息共享”的建议,国家科委已接受申请,原则上同意支持朝这个方面努力。但我们怎么去执行、操作、找突破口,现正在酝酿。

下面我就围绕资源环境问题与系统信息工程的关系,谈几点粗浅的认识,供讨论,请指教。

第一,当前的资源环境问题的难点在哪里?第二,目前正在考虑的资源环境问题的目标是什么——即可持续发展。第三,资源环境问题的核心是什么?个人认为是宏观调控。第四,我们要解决的资源环境问题的战略技术是什么?我认为就是系统信息工程。最后,谈谈我们的机遇,我们发展系统信息工程有着空前的契机。

一、资源与环境问题的难点

中国是个人口众多,自然资源相对缺乏,经济基础还十分薄弱的发展中国家。当前我们正面临着努力发展经济,尽快消除贫困,提高人民生活水平的繁重任务。全国人大环境与资源委员会主任曲格平(原国家环保局局长),他总结了我国环境与资源方面存在十大矛盾:

1) 经济高速发展与经济效益低下;

* 本文由阮剑根据陈述彭院士在国家教委委托武汉测绘科技大学举办的高级研讨班上所作的发言提纲及录音记录整理,并经作者审阅。