

中国遥感奋进创新二十年 学术论文集

童庆禧 郑立中 主编

内 容 提 要

本书精选了我国对地遥感学术和技术方面的论文 70 篇,较为全面地阐述了我国遥感方面的发展历程和最新研究成果。本书内容丰富,涉及面广,其中包括对遥感的新技术和遥感应用的众多领域的学术问题进行了深入探讨,还有对国际和我国遥感发展前景和方向的深入调研和分析。

本书可供航天、气象、环境、海洋、资源、水利、农业、林业、环保等部门的科研、教育、技术和管理人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国遥感奋进创新二十年学术论文集/童庆禧,郑立中主编. - 北京:气象出版社, 2001. 10
ISBN 7-5029-3261-5

. 中... . 童... 郑... . 卫星遥感-研究-中国-学术会议-文集
. TP72- 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 069952 号

中国遥感奋进创新二十年学术论文集

童庆禧 郑立中主编

责任编辑: 吴晓鹏 林雨晨 终 审: 周诗健

封面设计: 中国国家地理设计工作室 责任技编: 王丽梅 责任校对: 王丽梅

出版发行

(北京海淀中关村南大街 46 号 邮政编码: 100081)

* * *

北京怀柔新华印刷厂印刷

开本: 787× 1092 1/16 印张: 27.00 彩色插页: 16 字数: 717 千字

2001 年 10 月第一版 2001 年 10 月第一次印刷

印数: 1~1600 定价: 100.00 元

目 录

序	
前言	
航天遥感应用的若干新理念——21 世纪畅想	陈述彭(1)
中国卫星遥感与定位技术应用的现状和发展	郑立中 陈秀万(11)
“九五”期间“3S”技术综合应用研究的成果和展望	田国良 王 均 刘纪远 李纪人 方 裕 童庆禧(17)
对地观测系统及应用体系的构建	郭华东(23)
国家资源环境时空数据基础及其在资源环境研究中的应用	刘纪远(29)
农业与可持续发展中地学信息技术的作用与定位	何昌垂(35)
气象卫星及其应用前景	董超华(43)
世界风云纵览:新世纪极轨气象卫星和应用进展.....	张文建(50)
新一代 GIS 软件技术研究	方 裕(59)
21 世纪初我国国家空间信息基础设施发展总体思路	曾 澜(65)
信息化与“数字福建”	王钦敏 池天河 陈崇成(70)
摄影测量与遥感的国际研究动向——国际摄影测量与遥感学会(ISPRS)的 结构与主题	陈 军 蒋 捷(77)
海洋二号(HY-2)卫星用户需求初探	林明森(81)
“中国遥感卫星辐射校正场”建设成果及其应用前景	邱康睦(90)
海洋光学遥感信息应用技术的研究	潘德炉 李炎 李淑菁 朱乾坤(97)
风云三号气象卫星的特点和作用.....	范天锡(101)
中国的海洋航空遥感技术发展及应用.....	刘宇中 张汉德(110)
地基全天空成像辐射仪遥感的科学、技术问题与初步试验	吕达仁 陈 英 霍 娟 吕 曜(114)
农业遥感应用的现状与发展.....	唐华俊 缪建明 李伟方(121)
遥感在新一轮国土资源大调查中的应用.....	刘心季 唐文周(126)
具有特色的 CCD 相机和红外多光谱扫描仪——中国光学型资源卫星遥感 器技术进展.....	焦世举 常宁华(133)
利用 ERDAS MODEL 实现 ERS SAR 影像辐射标定	陈尔学 李增元 车学俭 潭炳香 白黎娜(139)
星载三维成像雷达高度计成像模拟研究.....	张祥坤 许可 刘和光(144)
航空 SAR 图像与 GPS 复合数据的实时卫星地面接收与传输系统研究	乔成斌 李保铨 李茂堂(152)
双向实时数据和图像卫星传输系统.....	李茂堂 李保铨 乔成斌(156)
FY-1C 卫星传感器可见光通道在轨辐射定标	张玉香 胡秀清 戎志国 张立军(162)
小波分析在气象图像压缩中的应用.....	李 玮 王汉杰 周 红(168)

雷达目标特征提取的数学模型与 RELAX 参数估计方法.....	刘 浩	吴 季	(173)
遗传算法在 InSAR 相位解缠中的应用	赵 争	张继贤	张 过(179)
图像压缩对影像匹配精度影响的研究.....	叶 勤	陈 鹰	(183)
高光谱数据的光谱信息特点及面向对象的特征参数选择——以北京顺义区为例	姜小光	唐伶俐	王长耀 王 成(188)
基于坐标逻辑的遥感影像边缘提取	耿则勋	龚志辉	杨晓明(195)
基于梅花采样的遥感图像重建方法研究.....	马 佳	陈秀万	周春平(199)
傅立叶变换在卫星遥感数据云剔除中的应用.....	何延波	高本虎	(204)
地面数字高程模型在机载雷达高度表信号模拟中的应用.....	谢文寒	卢 健	(209)
遥感图像恢复的算术迭代方法研究.....	卢 峰	葛成辉	(214)
矢量数据在多尺度栅格化中的精度损失模型探讨.....	杨存建	张增祥	(219)
基于 workflow 技术的 GIS 与 OA 的集成	黄长青	孟令奎	赵春宇(224)
利用航天遥感影像快速更新 1:25 万地图数据库.....	江刚武	姜 挺	龚志辉(228)
应用 GPS 技术遥感大气参数的研究	方宗义	夏 青	毛节泰(235)
星载散射计的风场反演方法及其中国海域的误差分析.....	林明森	许德伟	(242)
利用微波 118 GHz 通道亮温反演温度廓线的数值模拟研究	陈洪滨	林龙福	(250)
多通道卫星遥测在气候变化的应用研究进展.....	蒋尚城	杨向东	商树荣 顾 雷(255)
多光谱 GMS 卫星图象的三维湿度场反演及其改进	郁 凡	朱 民	刘长盛(263)
夏季青藏高原上中尺度对流系统初生阶段特征.....	单 寅	林 琿	江吉喜 黄 签(268)
OLR 资料处理与分析	朱小祥	刘玉洁	(272)
TOPEX/ POSEIDON 卫星高度计海洋潮波分析	何宜军	赵进平	(279)
南沙群岛珊瑚岛礁水下地形 SAR 测绘技术研究——以美济礁为例	张 杰	杨俊钢	孟俊敏(286)
海洋雷达高度计中高 PRF 技术对测高精度的影响	许 可	姜景山	(292)
浅海水深的星载合成孔径雷达遥感方法研究	黄韦良	傅 斌	周长宝 杨劲松 史爱琴 厉冬玲(295)
赤潮卫星遥感的人工神经网络方法研究.....	楼 林	黄韦良	(301)
遥感与地理信息系统在防洪减灾中的应用.....	李纪人	(307)	
用气象卫星监测巢湖水体富营养化程度的试验研究.....	孔庆欣	胡 雯	荀尚培(312)
震前地表温度异常的遥感机理.....	郭子祺	钱书清	郭自强(317)
地形数据支持下的星载 SAR 图象水体的识别提取	杨存建	王思远	张增祥 魏一鸣 黄诗峰(323)
陆地冰川的遥感研究.....	张世强	卢 健	刘时银(329)
GIS 在湖泊水质监测中的应用	万幼川	秦 昆	吴振斌(334)
基于 RS 与 GIS 方法的金塔绿洲景观动态变化分析	马明国	程国栋	(341)
南麂岛土地覆盖类型的分形描述与分析.....	张华国	黄韦良	周长宝(348)
黑河流域生态环境气象卫星遥感监测研究.....	郭 妮	杨兰芳	(353)
利用卫星遥感资料分析青海东南部地区近 20 年草地生产力动态变化	徐维新	杨英莲	贾生海 李凤霞 胡 玲 殷青军(358)

中巴资源一号卫星在我国西部荒(沙)漠化地区生态建设中的应用示范	孙司衡	龙 晶	王君厚	游先祥(364)		
黄河上游共和盆地土地沙漠化遥感动态监测	曾永年	冯兆东	王卫国	詹志明	曾永年(369)	
资源一号卫星影像预处理方法与软件系统的研究	骆剑承	刘庆生	刘高焕	励惠国	王钦敏(374)	
资源一号卫星数据在黄河三角洲地区的应用潜力初探	刘庆生	骆剑承	刘高焕	励惠国(380)		
城市三维遥感信息的快速获取与数据处理	尤红建	苏 林	刘 彤	刘少创	李树楷	刘建明(383)
西线南水北调虚拟环境研究与环境效益评估的方法论.....						李伯衡(390)
风云二号气象卫星姿态和沿步进方向失配角参数对图像影响的模拟研究			陆 风	许健民		张其松(397)
遥感技术与 AHP-FUZZY 方法在重庆市区域稳定性评价中的应用研究			聂洪峰	刁淑娟	刘纪选	黄 海(403)
基于 GPS 技术的桥梁环境安全监测	过静馨	徐 良	江见鲸	傅永吉		卢建刚(410)

中国遥感奋进创新二十年学术论文集

编委会顾问: 徐冠华 陈述彭 陈为江 马俊如
林 泉 何昌垂 童庆禧 李德仁
刘先林 许健民 李启虎 袁业立
石玉林

编委会主任: 林 泉
编委会副主任: 李 健 刘燕华 邵立勤

主 编: 童庆禧 郑立中
副主编: 刘纪远 郭华东 林宗坚 张文建 田国良

编委会成员(按姓氏笔画排列):

万幼川	方 裕	方宗义	王杰生	石玉林
边馥苓	田国良	田纪伟	冯之光	李 健
李德仁	李启虎	李伟方	李伯衡	李增元
李纪人	李加洪	李英成	刘燕华	刘先林
刘纪远	刘定生	许健民	邵立勤	励惠国
张文建	承继成	陈秀万	郑立中	林宗坚
武国祥	赵继成	赵进平	周成虎	郭华东
郭仕德	钮寅生	徐水辉	童庆禧	唐华俊
秦友奎	聂跃平	殷忠斌	袁业立	曹学军
董超华	楚良才			

执行编辑: 张光武 蔡淑英 周 培

序 言

20世纪70年代初期,中国遥感事业才刚刚起步。我们起步的时间比诞生于60年代的西方国家的遥感事业并不延迟很多,但是我们的经济基础和技术储备却与西方发达国家存在着较大的差距。在一个落后的基础上起步,需要的是什么呢?

首先,是改革开放的宏观背景。在结束了文化大革命那场历史浩劫之后,阶级斗争不再是一切行动的纲,以经济建设为中心成为党和政府基本路线的核心,研究经济发展规律,重视“以人为本”,用先进的科学技术带动生产力的发展,推动国民经济的良性循环,就有了政治路线和思想路线的指导和保证。党的“解放思想,实事求是”的认识路线和邓小平同志的“三步走”战略就是在这样的政治背景下提出和实践的。1978年,那是科学的春天来临的日子,至今我们都还清楚地记得那些被文革重创压抑得太久的广大科技人员,在响应国家遥感发展战略、在初得遥感技术真传时所表现出来的那种热火朝天、摩拳擦掌的感人场面。人们如沐春风,如得春雨,久久干涸的心田被滋润,那心田中压抑的火种被重新燃起,演化成作为改革主体的广大人民群众强大而迫切的内在动力。

其次,是正确的领导超前决策和明确的国家目标的引导。与时俱进,后来居上,这是发展中国家自立于世界民族之林的唯一出路,在经济日益全球化的今天,这一点就显得格外重要。在这里,正确的领导决策和国家目标的有效实施具有十分重要的作用。我还记得在我国遥感事业的起步阶段,我国老一辈领导者就以其特有的政治敏感和战略家的气魄对这一新生事物予以大力支持。1978年实施的腾冲遥感试验就是一个光辉的范例。这是我国独立进行的第一次大规模、多学科、综合性的遥感应用试验,它就像一次奠基礼,对开拓我国遥感领域,培训我国遥感科技队伍都具有开拓性意义。在这次试验中诞生了我们高度凝练的“遥感精神”,这就是顽强拼搏、自强不息的精神,正是这种精神支撑着我们,在短短20年间使我国的遥感事业从无到有,从小到大,从遥感技术的引进、跟踪、吸收到现在的技术和人才输出,实现了跨越式发展,在国际的大舞台上占据了一席之地,发挥着重要的作用。

1981年国务院批准国家遥感中心的成立,是我国遥感事业发展历史上又一个里程碑式的事件。从此,我国遥感事业有了独立的组织协调机构,相继制定遥感科技发展规划,使遥感发展纳入国家宏观发展轨道。从此,各种大型遥感项目被正式列入国家国民经济和社会发展规划之中,得到国家稳定和持续的支持。作为科技部的下属专门机构,它对内行使组织制定遥感科学技术发展规划,协调全国各有关部门组织实施重大科技项目,开展人员培训、资料处理和咨询等技术服务;对外组织推动相关国际交流与合作,并负责我国对联合国外空委员会、亚太经社会 and 全球对地观测委员会等有关机构和国际组织的联络工作。它将跨地区跨部门的12个研究单位按照开放和集成的原则组织起来,形成一个遍布全国的网络体系和科技创新与攻关的有力队伍。中心还设有协调指导委员会、顾问委员会和专家委员会,协同科技部领导共同为我国遥感事业的发展出谋划策。

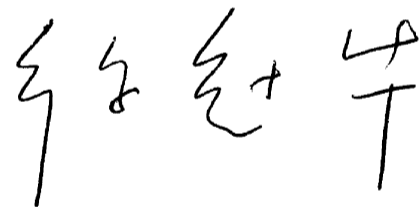
20年来,通过科技攻关计划、高技术研究发展计划和基础研究规划等科技计划的不断支持,国家遥感中心协同有关部门,初步建立了对地观测应用体系,并在国土资源调查、灾害监测、农作物监测与估产、城市规划、海洋监测等领域广泛应用。同时,我们始终把国家宏观调控和企业自主创新紧密地结合起来,坚持走以企业为主体的产、学、研相结合的道路,将“以用立

业、抓应用、促发展、见效益”作为我们发展高新技术产业的指导思想。使我们在推动国产地理信息系统软件开发应用及其产业发展方面取得了显著的成绩。

事业成功的关键是人才的选拔和使用。世界各国都可以通过关税壁垒或者非关税壁垒的手段来限制各要素的流动,来保护自己国家的利益,但是唯一没有办法控制的就是人才。要特别注意选拔和培育尖子人才,使他们在实践中迅速成长,成为关键岗位的领衔之才。

国家遥感中心自成立以来,她整整走过了 20 个春秋,她的经历正是我国遥感事业发展、壮大整个历程的缩影。在迎接国家遥感中心成立 20 周年纪念活动的日子里,国家遥感中心与有关业务部门组织编写了题为“中国遥感奋进创新二十年”系列出版物,目的是让那些从事过和正在从事我国遥感事业的同志们牢记那段艰辛而辉煌的历程,让后人清晰地了解中国遥感事业发展的历史。这些出版物包括《中国遥感奋进创新二十年——成果图集》、《中国遥感奋进创新二十年——大事记》、《中国遥感奋进创新二十年——学术论文集》和《遥望地球 感知大地》科普文集。作为一名中国遥感事业发展的见证人,虽然这些出版物中记述的许多事件我都是亲身经历的,但是,当它们作为史料摆在你面前的时候,它们传递给你的是一种庄严和激动,它们提请你的是回顾与思考,它们赋予你的是正确把握未来的历史责任。我们已经有了第一个辉煌的 20 年。“良好的开端是成功的一半。”我深信,我国广大的遥感科技工作者一定会在这 20 年的坚实基础上,发扬革命传统,创造更加光辉灿烂的未来。

中华人民共和国科学技术部部长
中国科学院院士



二 〇一一年九月二十五日

前 言

中国的遥感已走过了 30 多年的路程。在经历了 70 年代的起步、80 年代的发展和 90 年代的实用化阶段之后已步入了青年时代。青年对于人生是最美好的青春,而对于中国的遥感发展则意味着空前的机遇与严峻的挑战,也意味着光辉的前景与美好的未来。当世界告别充满成就的 20 世纪而进入 21 世纪之时,一个以实用化和业务运行,特别是以理论和技术创新和应用领域开拓为特征的中国遥感已崭露端倪并展现在世人面前。

我国遥感发展之初无异于一个初生婴儿,它不仅在整体上远落后于发达国家,而且与许多发展中国家相比也存在很大差距。但是中国遥感的发展正好与我国的改革开放同步,科学的春天的到来为我国遥感发展提供了难得的机遇和良好的环境。1981 年国家遥感中心的建立是我国遥感发展进程中的一个重要里程碑,她标志着中国遥感的发展在系统结构上有了一个中心和支点。她在我国遥感发展的系统化和综合协调方面发挥了重要作用。

国家遥感中心是我国遥感发展的凝结核。她凝聚着我国一批主要遥感机构和遥感科技工作者,组成了我国遥感的国家队;

国家遥感中心是我国遥感发展的展示窗。她浓缩了我国遥感发展里程中每一步的足迹,是国家遥感成就的集中体现;

国家遥感中心是我国遥感与国际发展接轨的纽带,是我国遥感走向世界的起点,也是国际同行进入我国和开展国际合作的中继;

国家遥感中心是我国遥感发展的指挥部,她成功和有效地指挥、组织和协调着我国遥感发展的重大战役,对我国遥感走向实用化起了重要促进作用;

国家遥感中心是我国遥感发展的智慧库。在这里不断孕育和产生着遥感技术和应用发展的新思想、新思路,并由此确定和调整我国遥感发展的方向、制定相应的政策和措施,使我国遥感产生新的跨越;

国家遥感中心又是一部记录器,它凝聚和记载着我国几代遥感科技工作者和历届领导们为此所付出的心血和奉献。

20 周年的国家遥感中心是值得庆贺的,这是一个历史的纪念,是我国遥感发展中的一件大事。本文集的出版也是对这一纪念活动的奉献,它凝聚了全国遥感科技工作者的心意,是我国遥感发展的历史回顾,是发展足迹的记载,是现阶段发展水平的诏示,也是对我国遥感下阶段发展的展望。

收入本书的论文有我国对地观测卫星技术与应用的表述;有我国在遥感数据传输、信息处理、信息压缩、信息提取和信息融合方面的最新成果;有现代卫星气象学、卫星海洋学、卫星资源学和卫星环境科学研究与应用方面的浓缩与发展;有遥感技术和应用发展方面新思想、新方法、新成果的论述,也有遥感、地理信息系统、全球定位系统,即 3S 与通信、网络等技术集成与融合方面的最新成就。发展遥感的目标在于应用,特别是实用。本文集浓缩了一批我国遥感在农业、林业、水文、地质、气象、海洋、冰川、沙漠、绿洲、草地、自然灾害以及工程稳定性等方面应用的论文。我国遥感在长期的研究中已形成了一批有数据、有理论、有思想、有技术、有模型、有结果并有示范意义和用户集成的重要科研成果。

值得欣慰的是我国遥感界对我国自主对地观测卫星系统及其数据应用的研究水平在提

高,研究成果在加强。遥感与相关技术的结合和融合更为紧密。重要的是我国的遥感技术和应用研究正在愈来愈紧密地与我国的区域和社会可持续发展以及全球变化相结合。遥感正逐步成为与国家经济和社会发展、甚至人民生活密切相关并密不可分的领域。

如此众多的高水平论文汇集于这一文集之中,这可能是本世纪之初我国遥感或空间信息科学技术领域以至于对其它一些渴望了解中国遥感发展的人士的科技饕餮大餐。我们期待它能产生预期的作用,发挥更大的效益。

在本文集编辑出版之际,我们要向对本文集给予大力支持的国家卫星气象中心,即国家遥感中心卫星气象部表示衷心感谢,并对为此付出辛勤劳动,做出主要贡献的蔡淑英、张杰、王尔和、王玉璞、朱博勤、张肫、崔绍春、巢晖、罗世茹、朱志勤、张光武、周培等同志表示敬意和感谢。

《中国遥感奋进创新二十年学术论文集》是一部内容丰富、装璜精美的论著。值此完成编辑和出版之际,却总感到还有许多未了之事和时间的仓促,编辑、校对,甚至分类体系也均有不尽人意之处,错误之处更是难免,还望各方读者多加批评、指正。



二 一年九月二十七日

航天遥感应用的若干新理念

——21 世纪畅想

陈述彭

(中国科学院遥感应用研究所)

摘要: 本文回顾了 20 世纪我国航天遥感的辉煌成就和历史遗憾。阐述作者对 21 世纪航天遥感应用发展趋势的憧憬。提出四种新的理念, 讨论到太空意识、天地一体化、时空尺度转换和定量化综合集成的广阔前景。

关键词: 天地一体化 时空尺度转换 定量化综合集成 数字地球

一、太空意识

宋代的诗词家苏东坡旅游庐山, 描写他的意境说:“横看成岭侧成峰, 远近高低各不同。不识庐山真面目, 只缘身在此山中。”他似乎悟出了艺术中的科学问题, 人类需要有一种“超越”自己的能力, 寻求一个腾飞的平台, 从多种视角, 去重新认识自然的奥秘, 重新审视自己居住的地球, 从而达到另一种境界。诗人的浪漫情结, 经过 300 多年的科学、技术的修炼与进步, 终于成为现实。这不就是卫星遥感的应用么?

四川广汉三星堆古蜀文化遗址, 挖掘出许许多多神像面具, 双目突显, 两耳竖张, 有人解释是千里眼, 可以登高望远, 明察秋毫; 是顺风耳, 可以空谷传声, 万籁俱闻。希冀拟人的神仙具有这种洞察能力, 预示自然界本来存在这种可能性。于是小说家大事渲染, 杜撰出许多传奇故事: 佛家为唐僧取经, 配备火眼金睛的孙悟空, 一个筋斗十万八千里, 为唐僧探路, 去征服高山荒漠、雪域火山等恶魔。道家也为周天子夺取江山, 虚构翻天印、土行孙和三眼杨戩等等角色, 来冲锋陷阵, 扫荡常规武器, 大搞地道战和侦察战。从虚幻的神话故事, 到火箭发射各种卫星、人造飞船, 人类就这样超越时空, 走进了全球化、网络化的 21 世纪信息时代, 何以见得? 请看西部开发的 863-308 项目, 不是叫做“金睛行动”计划么? 我国的载人宇宙飞船, 不是叫做“神舟”么? 中华民族真正地腾飞了, 可上九天揽月, 可下五洋捉鳖, 不再是黄粱、南柯之梦。

1970 年我国成功地发射了第一颗人造地球卫星, 到 2000 年总共发射了 48 颗人造卫星, 其中包括“实践”科学实验卫星系列, “风云”气象卫星, 和“资源”地球卫星系列。近两年来, 二次成功地发射并回收了“神舟”号无人试验飞船, 我国遥感应用事业, 蓬勃发展, 先后建立了国家遥感中心、国家卫星气象中心、中国资源卫星应用中心、卫星海洋应用中心和中国遥感卫星地面接收站。国务院各部委及省市地方纷纷建立了 160 多个遥感应用机构, 广泛地开展气象预报、国土普查、作物估产、森林调查、地质找矿、海洋预报、环境保护、灾害监测、城市规划和地图测绘等遥感业务。并且与全球遥感卫星, 通信卫星和定位导航卫星相配合, 为国家经济建设和社会主义现代化, 提供多方面的信息服务。也为迎接 21 世纪的空间时代和信息社会的挑战, 打下了坚实的基础。

近年来, 我们加强了对国土意识、环境意识、海洋意识的普及教育, 但对太空意识, 还没有引起足够的重视。王希季、闵桂荣、庄逢甘、张履谦四院士为此发出了呼吁。太空又称外层空间。

此为试读, 需要完整 PDF 请访问: www.ertongbook.com

一个现代化强国,必须在太空建设自己的基础设施和安全保障,有能力切实地利用太空资源和应有的生存空间和权益,例如必要的卫星轨道、位置和通信频率等等保障。通过综合信息网络,能将地球观测系统所获取的海、陆、空数据,加以融合、处理和提升,以满足国民经济建设和国家安全的日益增长的需要。太空基础设施与农业、能源、交通、电信、水利等密切相关,同等重要。应该列入国家可持续发展长远规划和建设计划。这是具有长远战略意义的。美国的区域防御计划(NMD),就是公然鼓吹太空霸权主义和对联合国1967年“外层空间为全人类所共有”的公约的侵犯!受到世界爱好和平国家的强烈反对,俄罗斯为此组建“天军”,保卫“天疆”!

我国是世界上成功发射和回收了卫星和飞船的三个国家之一,我们积极投入和平利用。利用卫星和飞船在空间飞行时的微重力、高真空并受宇宙高能粒子辐射的特殊条件,筛选出人类需要的、能优质又高产的生物和材料:1996年返回卫星搭载的黄瓜种子96-1种,亩产3000kg,单果长40~52cm,重1000~1800克;已在北京、四川、江苏、江西扩大种植;当时搭载的20种花卉,花生、水稻、小麦、青椒、番茄、莲子、棉花等8个品种,总计22个省市,搭载了65种作物,370个品种,其变异率达12.5%。出现了提高、不变、降低甚至夭亡三种不同状态。对赤霉素、庆大霉素和头孢菌素等菌种处理、微生物诱变育种和制药的空间试验也是卓有成效的。

在遥感卫星应用领域,我国于1999年召开了“数字地球”国际研讨会,发表了“北京宣言”,呼吁世界所有爱好和平的国家,共建共享,为拥护世界和平和地区可持续发展服务,反对发达国家的技术垄断和霸权主义。呼吁发达国家和技术先进的国家应该支援第三世界国家。国内积极开展了“数字城市”、“数字省区”等地理信息系统建设;努力提高信息化、现代化水平;国际加强共享与合作,迎接加入世界贸易组织(WTO)的机遇与挑战,承诺世界气象组织(WMO)1km×1km格网的数据交换,公开1:100万地形数字模型;积极参加全球制图计划、IGBP、南北极考察、大陆深钻、世界自然与文化遗产保护等等国际合作计划。赢得了全世界的支持,为全球化网络经济作出了积极的贡献。

二、天地一体化

新世纪之初,2000年11月22日,国务院新闻办公室发布了“中国的航天”白皮书。开宗明义,在前言中写道:“人类的活动范围,经历了从陆地到海洋,从海洋到大气层,从大气层到外层空间的逐步拓展过程。20世纪50年代出现的航天技术,开辟了人类探索外层空间活动的时代”。“经过半个世纪的迅速发展,人类航天活动取得了巨大的成就,极大地促进了生产力的发展和社会进步,产生了深远的影响。”

航天白皮书展示了我国21世纪的航天特点:第一,全面发展空间技术、空间科学与空间应用。第二,继续开发新型遥感卫星的同时,强调开发卫星应用。第三,建设卫星发射基地的同时,重视测控系统的上下行指令,与地面接收台站的协调,强化卫星应用系统的建设。这些观点的转换和进步,反映出航天事业面向应用,面向用户,寻求社会效益,面向市场经济的新理念。就是说,航天事业将更加开放,更加接近人民生活和社会需求,力图与国际市场接轨,增强国际竞争能力。具备自立于世界民族之林的气概!

在应用卫星与卫星应用这个领域中,航天白皮书勾绘出21世纪的宏伟蓝图,也是十分令人鼓舞的:2010年前计划发射的应用与科学实验卫星超过15颗,约占发射总数的一半。其中主要包括五个方面:一是对地观测遥感卫星系列,包括资源卫星、气象卫星、海洋卫星和灾害监测卫星。二是通信中继卫星,用于传输图像、电视和转发其他卫星数据,三是双星定位系统及共

建全球定位系统“依星”星座,四是太空环境科学实验卫星,五是载人飞船“神舟号”和其他回收型卫星,提供超级高分辨率的影像和数据。此外,还有许多特定用途的微小卫星,如清华 1 号、中华 1-3 号、奥运 1 号等等,也都能为教学、科研,协助一臂之力。

就遥感卫星平台而论,可以说是初步构成了“天罗地网”,但还不能说是疏而不漏。因为我们与国际遥感卫星相比,还有比较大的差距。应该知己知彼,取长补短。继续积累和利用国际遥感卫星的数据,为我所用。例如甚高分辨率的 IKONOS,中分辨率的 SPOT, Landsat,以及较低分辨率的 EOS/MODIS, NOAA,等等,无论现在或将来,我们都不能忽视(见表 1)。加入 WTO 以后,我国除原来承诺的 WMO 气象卫星 1km 数据还要继续交换;“数字地球”的共建共享更需要加强。我们不能固步自封,划地为牢,我们要密切关注全球化经济的发展和数字地球的和平利用,而必须以高质量、高效率自立于世界民族之林,满怀信心去加入网络化的全球竞争。

表 1 世界各国或组织的传感器、遥感计划

发射时间	传感器、遥感计划	组织、国家	空间分辨率(m)	光谱模式
1983 年	TK-350 相机, Kosmos	RSA & Lambda Technology, 前苏联	10	Pan
1983 年	KVR-1000 相机, Kosmos	RSA & Lambda Technology, 前苏联	2	Pan
1988 年	MK-4 相机, Resours-F2	RSA (Priroda), 前苏联	8	MS(4 波段)
1993 年	EKOS, EKOS	RSA, 前苏联	5- 7	MS(8 波段)
1995 年	Kuban 相机, Kuban	RSA, 前苏联	3 ~ 4. 5, 3 ~ 10	Pan, MS(4 波段)
1995 年	PAN, IRS-1	ISPO, 印度	5. 8	Pan
1996 年	AVNIR, ADEOS	NASDA, 日本	8, 16	Pan, MS(4 波段)
1997 年	HSL, Lewis	NAS & TRW, 美国	5, 30	Pan, MS(2 波段)
1997 年	PAN/ MS, Earlybird	Earthwatch, 美国	3, 15	Pan, MS(3 波段)
1997 年	EROS, EROS	IAI & CSTI, 以色列	1	Pan
1998 年	Orbview -3, Orbview-3	Orbimage, 美国	1, 2, 4	Pan(3 波段), MS(4 波段)
1998 年	PAN/ MS, Earlybird	Earthwatch, 美国	0. 8, 3. 3	Pan, MS(4 波段)
1998 年	HR PAN, IRS-P6	ISPO, 印度	2. 5	Pan
2002 年	AVNIR-2, ALOS	NASDA, 日本	2. 5, 10	Pan, MS(4 波段)

展望 21 世纪的卫星遥感应用系统,必将形成天地一体化的快速的信息流,才可能满足社会高速信息公路的需求。具体体现在:一是航天、航空与地面台站形成多级平台的互连网络系统;二是实现海量数据的全数字流程,图像图形的宽带网络传输;三是地球各圈层的动态监测,从地表植被指数、作物长势、土地覆盖与生态、环境变迁、荒漠化、城市化过程的动态监测;地壳内部的地磁、地热、地震、地气、地球重力场的异常;乃至外层空间的辐射、磁暴、臭氧变化,都是卫星对地观测的新内容。这些数据,对于无线电讯号,导航定位以及卫星寿命、国家安全,都有一定的影响,成为新一代环境遥感卫星的生长点,也是空间科学探索的主题,空间技术的保障。

概而言之,新一代的应用卫星,不仅局限于针对地表的遥感监测;而是对整个地球系统的动态监测(图 1),上至电离层(反射电磁波),下至真震面(反射地震波),大约地表上下各 2000km 的范围内,即人类信息活动的圈层,或称人类圈或智慧圈,由于

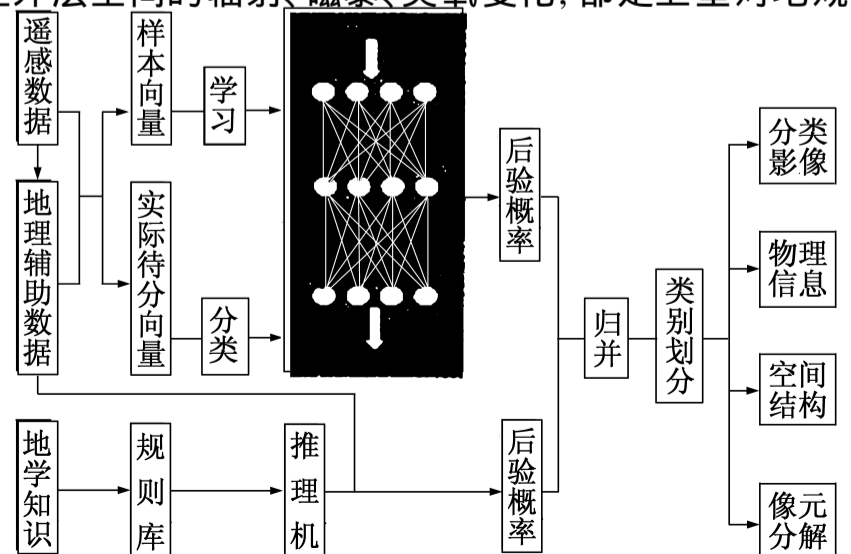


图 1 BPNN 遥感影像分类模型(引自周成虎, 1999)

应用卫星的开发,都成为 21 世纪人类生存、活动的新空间。区域导弹防御体系(NDM),巡航导弹、预警卫星等等,都是在这个空间范围的信息权的争夺!

三、时空尺度转换

遥感技术的巨大成就,首先在于对电磁波谱全波段的不断发掘、充分利用。遥感仪器不断从可见光波段向两端延伸,特别是向远红外和微波波段的拓展,远远超越了人类视觉的极限,看到许多原来看不见的“东西”,发现许多新的时间或空间变化的现象和规律。二次大战期间,在航空摄影时采用了红外波段制成的假彩色片,就保障了诺曼底登陆的胜利。由于前置雷达扫描,就遏制了希特勒对伦敦的疯狂轰炸。后来开发出来多光谱摄影和扫描仪,侧视成像雷达,更广泛地应用于植被、森林、土地覆盖、地质矿产的调查与制图。受到了生产与建设部门的欢迎。1977 年,我考察英国,英国已有遥感应用单位 120 多个,现在,我国从事遥感应用的法人机构也超过了 160 个。进入 21 世纪,被动式的和主动式遥感器的开发,几乎覆盖了整个电磁波段。还增加了激光、超声波和人工地震波等新型对地观测系统。而且高光谱细分达到了纳米级,我国自主开发的高光谱实验型扫描仪已达到 224 级,居世界第二位,商品化达到 36 级。相干三维成像雷达高程精度也达到了厘米级。总之,遥感从应用角度来说,由于国家连续几个五年计划的重点支持,经历了引进、消化、吸收的阶段,我国遥感仪器的研制,基本上进入了国际先进行列,在数十次应用示范实验中取得了丰硕的成果。在风云和资源卫星上作为有效载荷,也经受了考验,获得成功。

20 年前,我主编《遥感大辞典》的时候,曾列举了遥感涉及的 18 种分辨率。其中最受用户关切的是地面分辨率。即影像上可能识别的地面目标物的尺度。特别是军事侦察卫星,为了认识点目标和满足精密制导的需要,半个世纪以来,已经由公里级、米级进入到厘米级。由于城镇化的发展与精准农(牧)场规划管理的需要,这种空间分辨率又提出了由二维进入到三维甚高分辨率的水平。美国的 IKONOS 商用卫星、奋进号飞船的雷达卫星实现了,我国航空实验遥感器也达到了这样高的分辨率。在卫星、飞船也正在缩小这一差距(图 2)。

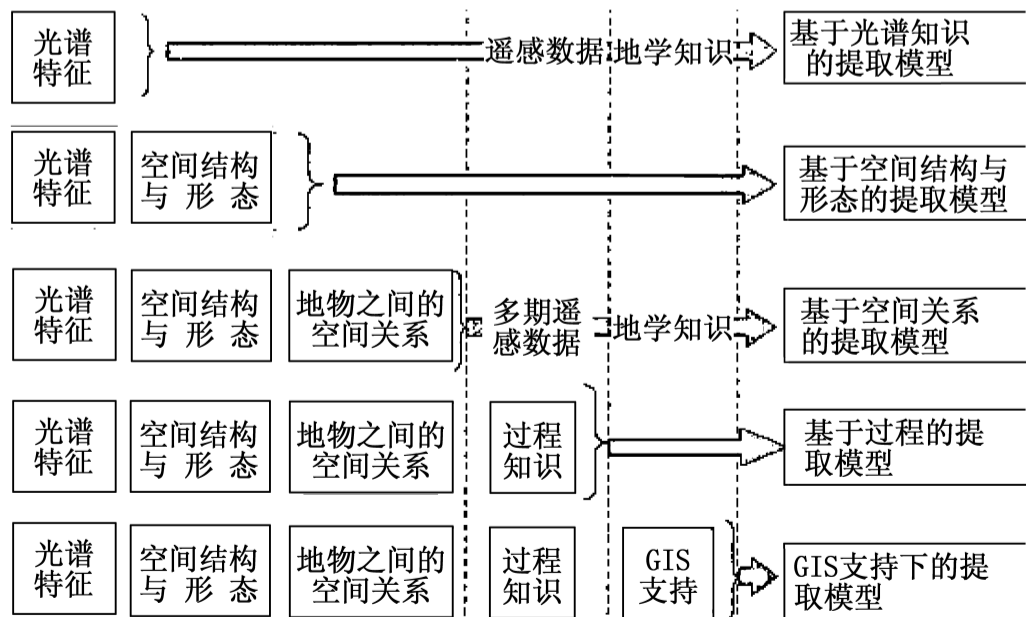


图 2 遥感信息专题提取模型的进展(引自周成虎, 1999)

其次是时间分辨率,受卫星平台的重复周期和卫星寿命的限制,对于同一地面目标的重复观测的时间间隔,长短不一。目前重复观察周期最短的是静止气象卫星、极轨气象卫星和海洋水色卫星,但是它的空间分辨率却很低;超过 1.1km。其他的资源、环境卫星,则由几天或十几天不

等。于是航天专家设计了种种低轨、侧探以及星座等多种针对这一问题的解决方案,但都需要付出沉重的代价——缩短卫星使用寿命或降低精度。只有宇宙飞船和星座比较接近对地动态观测的要求。譬如赤潮和林火虫害、洪涝之类只有几小时的灾害现象,必须扩展到几百平方米的范围(面积),在风云卫星图像上才能被发现。为此,遥感专家必须借助于地理信息系统,利用长期的数据积累进行空间的对比分析,来发现事物变化的动态轨迹,这就是巡航导弹和预警卫星的原理。解读美国的夜间亮点分布图,就可以看出我们在时空转换和系统集成方面还存在差距(图3)。

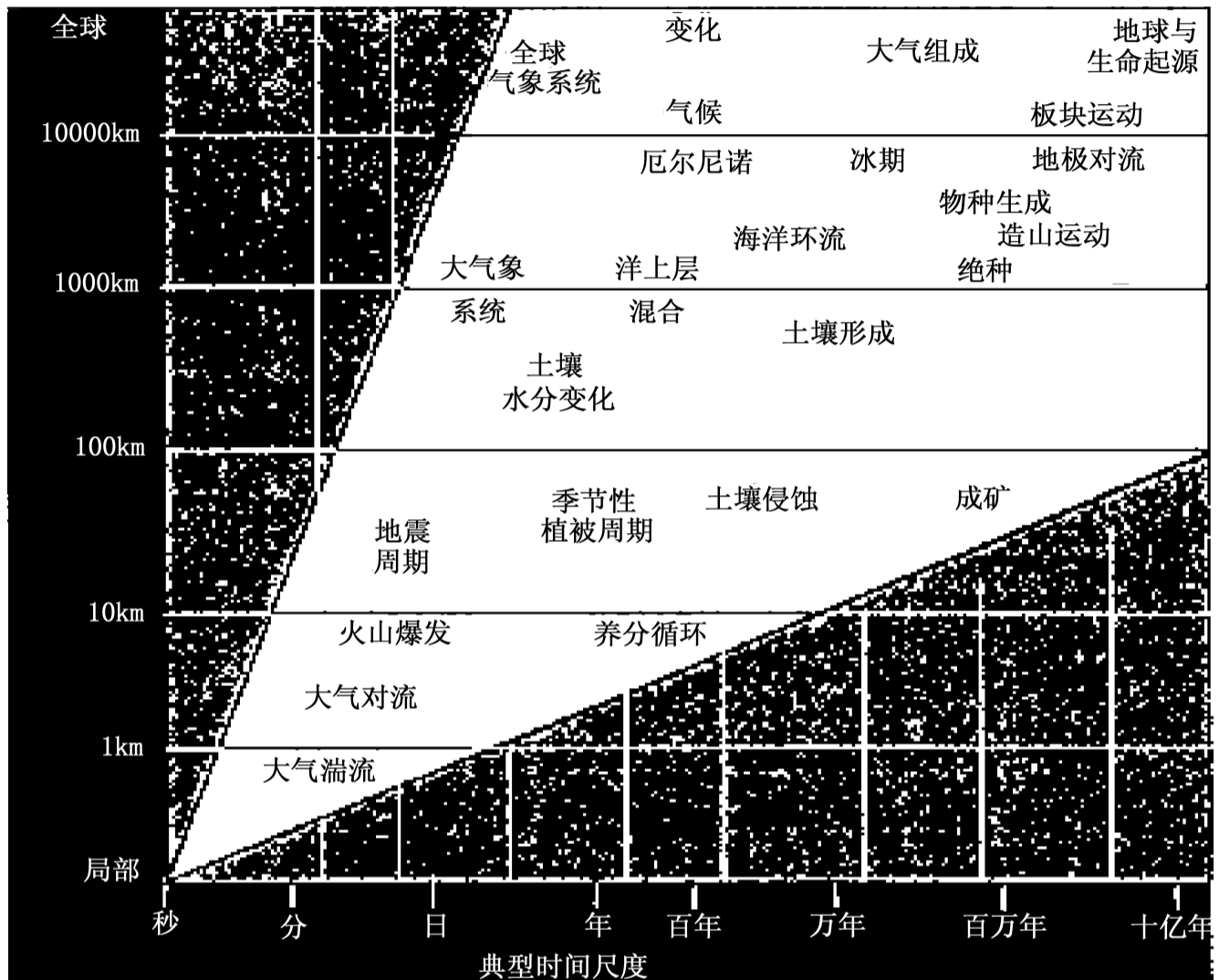


图3 地球系统过程:特征的时空尺度(引自 ESSC, 1988)

由此可见,卫星遥感应用,以单项工程技术而言,20 世纪末,我国已经奠定了相当扎实的基础,达到了相当高的水平,开拓了相当宽阔的应用领域;但是,由于工程系统建设的综合集成程度不高,产业化规模和投入太小,还没有达到可以统一协调光谱分辨率与时、空分辨率之间的矛盾的新阶段。当务之急,加速遥感应用系统工程的高度综合与集成。这是实现天地一体化的前提,也是迎接全球化与网络化挑战的准备。具体地说,首先是要接受以下新的理念:

(1) 树立全球化网络化的开放观念。立足本国,同时放眼世界,遥感应用系统需要与国际接轨。兼容并充分利用国际卫星信息资源。支持“数字地球”的共建共享。

(2) 明确遥感应用现阶段的新目标,由静态识别进入动态监测。加强影像数据库和地理信息系统的建设。实现点目标的侦察与面扫描的普查功能的集成。军用、民用优势互补。

(3) 改变传统作业方式,摒弃从大比例尺地图逐级浓缩到小比例尺地图的旧模式,寻找分布式保存,无级缩放、压缩储存、图像思维等新的技术解决方案,实现功能的飘移。

(4) 简化目前图像处理与分析的复杂过程,提高自动化作业水平,采用并行处理和地学信息图谱等方法,缩短从信息获取到决策的全过程。去赢得预测预报的时间。力图使我国遥感观测的信息反馈,由现在的几天,几小时压缩到几分钟,逐步接近准实时的水平。

美国根据航天飞机所收集的数据,绘制全球高精度的三维地图,将一部分、一部分陆续公布, JPL 项目负责人汤姆·法尔说,第一部分将是科罗拉多州,2002 年 2 月可能给出整个北美,只有得到五角大楼批准的研究人员才能看到清晰度最高的版本。大约只用 2 年的时间,就能把 65 N ~ 50 S 之间,约占地球水陆表面 80% 的面积地图完成。这是美国集中五角大楼、国防部等机构中制图力量的优势兵力,重组国家影像地图局(NIMA, National Imagery Mapping Agency)的结果,其海量信息的处理能力和制图速度都是空前的。就政治、军事而言,毫无疑问这是一个为霸权主义服务的全球垄断计划。但是从科学技术来看,同时也是一个抢占制高点,体现全球化网络经济的高投入、高产出的先进生产方式,也是实现天地一体化的一种有效模式。很值得我们深思!

四、量化综合集成

卫星遥感只是信息社会的一个成员,它不是孤立的,更不是万能的。牡丹虽好,全凭绿叶扶持。一枝独秀不是春。科学技术的进步,本来就是相辅相成的。卫星遥感应用不应再拘泥于技术层次上强调分工,而应该树立多学科交叉的新理念,即由多学科(multidiscipline)走向学科交叉(Interdiscipline);由“3S”加网络和天地一体化,走向量化的综合集成。改变以学科和专业划分职能的观念,转变成为以针对现实问题寻求解决方案的观念。航空与航天,红外与微波,主动与被动遥感方式的比较分析,不仅是为了优选,更重要的是要优势互补、取长补短的问题。

科学分类本来就是人为的。随着科学技术的进步而不断发展的。20 世纪 50—70 年代,学科划分为数、理、化、天、地、生 6 个领域;90 年末,973 规划划分为资源、环境、能源、信息、材料、空间与海洋等领域,就更加综合,更贴近社会需求了,无疑是一种进步(图 4)。

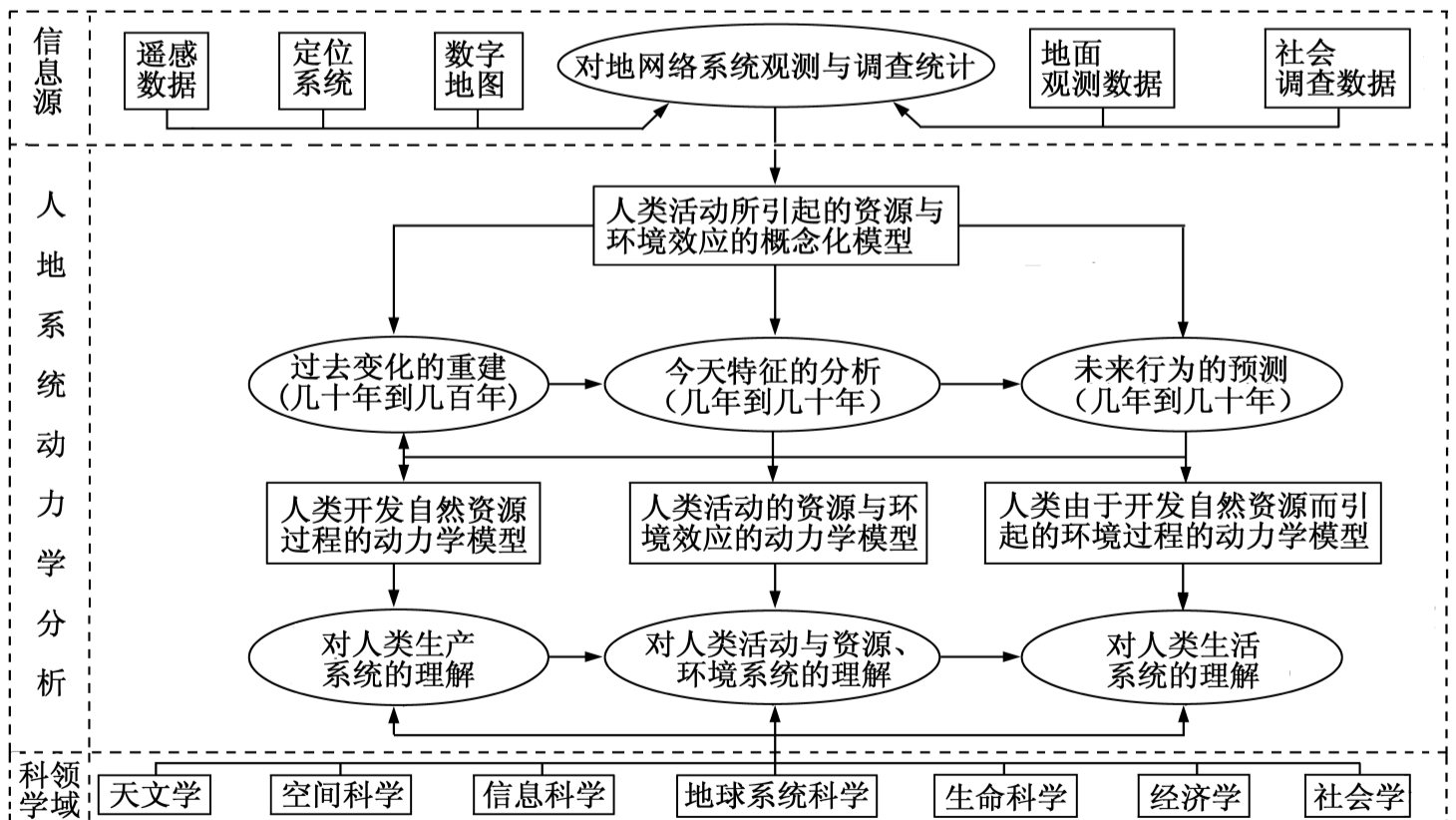


图 4 遥感与其他对地观测数据的人地系统动力学分析(引自宫鹏等, 1996)

20 世纪的遥感应用主要依托空间技术和地球科学,取得了辉煌的业绩;而 21 世纪的卫星遥感应用,在继续深入到空间科学和地球科学的同时,还要紧密依托信息科学;积极开拓与生命科学和生物技术的联系,相互交叉渗透。无论农林、生态、环境与海洋领域的遥感应用,都需要生命

科学与生物技术的介入。例如农业遥感要为林、牧、渔业服务,从生产力的监测评估着手,深入到碳水化合物光合作用与生命元素的代谢过程和生长期季节的变化、作物估产、森林储蓄测算、渔情预报、草场载畜量、精确农业,提出逼近实际的数据和切实可行的解决方案。其中任何一个方面的工作,都涉及大气温湿条件,林草或作物品种及光生长周期、土壤及施肥、灌溉定额等农学及生命科学问题,还要考虑地区差异,解决因时制宜,因地制宜的问题。干旱、洪涝、病虫害的遥感监测,也是农业遥感的重要组成部分,我国遥感已在森林、草场火灾监测累建功勋,但蝗灾遥感就不如英国。1977 年我率团访问英国的飞蝗研究所,当时她已经开展工作 10 多年了。对全世界的蝗虫主要源地,利用陆地卫星监测滋生状况,利用航空雷达追踪飞蝗路径,利用气象卫星确定风向界面,加以围堵歼灭。从印度、巴基斯坦追踪到西非;从澳大利亚追踪到南非。近年我国内蒙、新疆等地蝗灾有所复活,英国的经验是值得借鉴的。此外,疟疾病源的蚊虫滋生地、血吸虫病源的钉螺滋生地,国内外都已有过一些探索性的工作,值得我们注意。防治病虫害和医疗卫生环境的遥感,对我国西部经济开发,东部湿地保护,都是大有作为的应用新领域。

由于我国城镇化的快速发展,城镇化指数由 2000 年的 26.7% 增加到 2015 年 36%。同时,卫星遥感数据的地面分辨率达到米级,航空遥感已实现了三维成像,数字城市蓬勃兴起,高分辨率,多光谱遥感应用于城市,方兴未艾。

遥感在人文、社会经济方面的应用,也逐步提到日程上来了。首先是对土地覆盖与土地利用的调查研究。中科院已经进行了大量工作,建成了全国 1:25 万数据库,解决了更新问题,特别是对城镇化的监测,包括城市扩张,占用耕地,国土资源部组织了近 100 个大中城市的遥感监测,成效显著。在天津、广州、上海、北京、哈尔滨、沈阳、香港、澳门、济南等城市,还对城市热岛、绿地、地价,生态环境、历史文化等不同领域,都作过试验性的城市遥感调查研究工作。

特别值得指出的是遥感在考古领域的开拓,崭露头角。取得了许多很有价值的新发现。镇江邱陵汉墓群(刘树人,1997);宁夏唐宋古长城(郭华东,1998)的发掘成功,对于我国新石器时代的大型城镇遗址的发掘与再现,将是大有帮助的。对于许多城市的旧城改造,文物保护,也是非常成功的。

总之,20 世纪的卫星遥感应用,比较侧重于自然,侧重于无机环境,侧重于资源,侧重于静态观测与识别;而 21 世纪的卫星遥感应用,必将更多地关注人文,关注生态和环境,关注动态监测与评估。在调查研究方法上,也将从单项的侦察、识别,逐步走向量化的综合集成。由单纯的遥感仪器观测数据,逐步走向多种数据源的融合。不问那种方法、哪门学科的贡献多少,但求能够高速、高效地解决实际问题(图 5)。

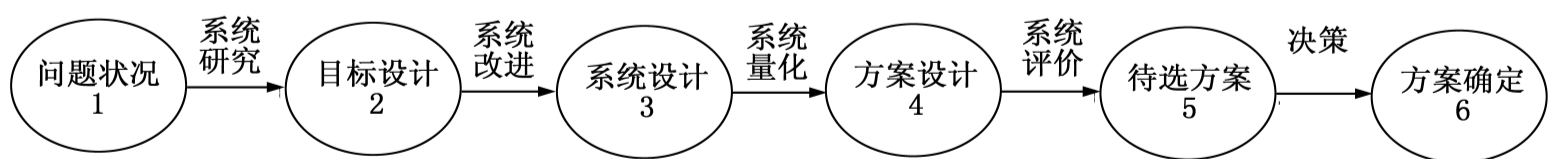


图 5 系统分析的程序(引自万庆,1999)

卫星遥感应用只是“数字地球”战略及其信息工程中的一个组成部分。仅就应用系统而言,要想充分发挥它的作用,一般包括五步曲:

第一步是“数字化”,从多种卫星直接接收的对地观测数据和参数,或者数字化的图像,快速传输,几何纠正,海量存储,建成数据库提供查询、探索服务。

第二步是“信息化,通过数理统计分析,图形图像识别,时空转换动态变化研究,从海量数据中提取有效信息,通称“数据挖掘”(图 6)。