

# 遥测遥控遥感技术在我国的应用与发展

李邦复 王玉璞  
(北京遥测研究所)

## 摘 要

本文综述了我国遥测、遥控和遥感技术的现状及发展趋势, 以及其科研成就和应用。遥测、遥控和遥感是信息系统的一个分支, 其学科内容包括信息的敏感、采集、传送、加工与处理。由于应用的目的性不同, 系统的实际构成差异很大。本文特别强调实际应用中已经提出或可能提出的问题及解决途径。

**关键词:** 遥测, 遥控, 遥感。

## 一、前 言

我国遥测、遥控、遥感技术发展源于五十年代。遥测、遥控技术开始用于探空气球与气象火箭, 并随着航空航天技术与国民经济的发展而发展起来。遥感技术开始用于航空摄影, 七十年代以后, 在发射成功回收式遥感卫星的推动下, 在广泛的领域开展了遥感技术的研究与应用。遥测、遥控、遥感是信息系统的一个分支, 其学科内容包括信息的敏感、采集、传送、加工与处理等。由于遥测、遥控、遥感技术是应用性很强的技术, 因而系统的构成随应用场合的不同而有很大差异。尽管如此, 信息科学仍然是遥测、遥控、遥感技术的理论基础。与信息科学有关的成就以及信息工程的进展直接推动遥测、遥控、遥感技术的发展, 特别是半导体集成电路工艺、计算机系统与网络、通信的理论与技术、雷达与控制技术、微波与光电子技术等, 使遥测、遥控、遥感技术成为综合性很强的新兴技术。总的来看, 传感器技术、通信技术、计算机与信息处理技术可以看作是遥测、遥控、遥感的基本要素。

遥测、遥控主要用于人们不易接近的对象, 如危险区域、高速运转的物体、高空或地下(水下)目标、分散的群体等, 例如核工业、航天航空、油库管理、工厂生产过程监控、水文气象探测、环境监测、运动员生理监视等。因此遥测、遥控技术在国民经济及社会发展部门以及军事与科学研究部门均得到广泛的应用, 对于提高生产和管理的自动化水平、提高劳动生产率、改善劳动条件、促进四化建设有重大的作用。

遥感技术最初用于地形地物勘测。随着各种传感器和遥感平台的出现与发展, 遥感技术的研究与应用领域日益广泛。在我国, 遥感技术已广泛用于国土普查、资源调查、环境监测、灾情监视、气象预报以及军事侦察。研究工作也极为活跃, 特别是传感器的研



制、物体辐射特性的研究、数据传输与处理方法的研究等方面取得了不少成果,航空遥感飞机以及卫星遥感地面站的建设也已初具规模。

## 二、遥测遥控技术

我国遥测遥控技术基本上在两个应用领域发展起来,一是以航空航天为主导的军用及空间领域,另一则是面向国民经济和社会发展。军用及空间领域的应用特点是数据容量大,通信距离远,但测控对象一般比较单一,无例外的采用无线电传输作为信息传输的手段;而用于工业生产或医务系统的遥测遥控系统一般说数据量略少,但测控对象一般较多而分散,通信手段则根据实际环境可使用有线、无线或光通信,多址技术及网络技术应用比较普遍。

### 1. 传感器

传感器是定量地感受或检测待测参数的信息敏感与交换器件。传感器技术是一门多学科综合技术,其工作机理涉及到物理、化学与生物现象,它的制造又涉及到许多新材料、新工艺和各种独特的测试计量仪器。我国已研制出许多传感器,用于遥测遥控系统的传感器多达数百种,包括各种机械的、力学的、热量的、电磁的、气候的传感器。在七十年代以前,传感器以结构型为主。敏感元件中,电阻、电容、电感式元件一直占主导地位。进入八十年代以来,国内外对传感器技术的重要性有了更深的认识。由于计算机技术及通信技术的飞速发展,以及许多新技术的出现,如人工智能、机器人等,相形之下,传感器显得落后。这种状态自然降低了信息系统中的信息获取能力,从而降低整个信息系统的效能。为此,国内外均把传感器的开发列为新技术革命中的一个重要课题。传感器的开发主要着眼于小型化、高可靠性、长寿命、高精度以及环境适应性。主要技术途径有:

1) 优先发展物性型固态传感器。物性型固态传感器是利用材料本身的功能实现信息转换的传感器,具有小型化、高可靠的特点。要发展物性传感器,则要利用和发展薄膜工艺、厚膜工艺、场效应工艺、集成电路工艺、陶瓷工艺以及光导纤维工艺等。在此基础上,进一步开发智能传感器、完善和改进已有的结构型传感器,大力开展非接触式传感器的研制。

2) 传感器的发展除了原理性研究之外,工艺是关键。因而必须加强工艺研究,研制工艺设备以及相配套的监测手段。此外,应充分利用已有的微电子工艺来研制各种物性传感器。

3) 建立必须的标准,开展产品的系列化生产,使传感器能与各种信息系统兼容,提高使用价值和经济效益。

### 2. 数据传输

在我国航空航天领域,数据传输几乎全部使用无线电技术,在其它领域无线有线均有,主要成就有:

1) 研制成功全数字化的、测量参数达千路以上的可编程序遥测系统以及全数字化遥控系统。有代表性的是遥测-计算机系统,码率达 2 M bit/s;



- 2) 研制出具有中国特色的新颖的沃尔什遥测系统;
- 3) 分布式全总线高码率的数据采集系统已进入实用阶段;
- 4) 开辟了 P·S·C 多种测控频段;
- 5) 建立了多功能的车载、船载、固定式微波统一测控系统与超短波统一测控系统;
- 6) 信源编码、信道编码、保密码技术得到广泛应用,特别是卷积编码-维特比译码技术;
- 7) 与计算机结合的网络技术,在能源、工业、交通系统中得到广泛的应用;
- 8) 扩谱与码分多址技术研究和应用取得了明显的进展;
- 9) 微电子技术与微组装工艺的发展使采集设备微小化取得比较大的进展,微处理器控制的数据采集器已用于卫星遥测;
- 10) 有些新奇的应用系统,如石油测井实时系统,也取得了进展。

在航空航天应用中,我国遥测遥控系统以极高的可靠性和精度完成了多次飞行测控任务,特别是卫星返回地面,精确控制地球静止轨道,使通信卫星进入定点位置上,遥测遥控系统起了重大作用。在其它领域,如城市供热供水系统,油库、仓库、煤气厂系统,地震监测,铁路调度系统,油田及输油管道监控系统,水文气象监测系统,医疗监护系统,矿井监测系统,遥测遥控技术得到了广泛的应用。

未来在遥测遥控信息传输中主要趋势大致有以下几方面:

1) 在空间应用方面,随着跟踪与数据中继卫星系统(TDRSS)以及导航星全球定位系统(GPS)的出现,测控系统以地球站(网)为基础的时代将被天-地一体的空间测控网取代,利用2—3颗静止轨道卫星与极少地球站即可代替原先由几十个地球台站组成的网,从根本上解决全球覆盖的实时通信问题,并取得明显的技术经济效果;

2) 数据传输向综合业务数字系统方向发展,遥测、遥控、定时、定位、遥感、语音、电视,甚至导航信息,均可沿统一的数据线路传送,这对于节省信道和减少设备有很大作用;但随之而来的是码率高(可高达数十至数百 M bit/s,信息种类多,用户多,传输随机性大,因而数据管理、数据格式标准、合路分路技术、网络技术等方面的研究在加紧进行;

3) 民用遥测、遥控系统更加接近于计算机网络。计算机网络是计算机网点与通信技术的结合,以便共享资源。由于计算机网的标准化水平高,更适合于广泛使用。由于微型计算机与微处理器嵌入遥测遥控设备,因而使分布式的遥测遥控系统与计算机网相差无几。但由于遥测遥控系统使用上的特殊性,并且经常碰到诸如在强干扰背景下的弱信号接收检测等问题,因此在利用计算机网络技术和标准时必须着重解决这些特殊课题;

4) 编码技术、调制解调技术、多路与多址技术仍是基本课题,目的是节省信道资源(功率和带宽),有效地对抗自然和人为干扰。特别是通用数据压缩技术,卷积编码-RS 码级联编译码技术,扩谱技术等;

5) 数据传输系统的计算机仿真技术正在推广应用,仿真技术用于通信线路的设计、性能评估、参数选择、设计评审、系统签定等。仿真技术对于系统优化、加速研制过程和节省经费有重大意义;

6) 采用自适应控制,使系统和设备能根据环境变化自动改变参数,如数据率、环路带宽等,使系统始终工作在最佳状态。



### 3. 数据处理

遥测数据处理的研究工作包括处理的数学方法、处理设备和软件,核心问题是实时数据处理。我国从六十年代起就利用晶体管化通用计算机和专用计算机进行实时处理。八十年代微机迅速推广应用,遥测、遥控、微机一体化设计获得成功,计算机不仅用于数据处理,而且用于全系统的状态设置、通道选择以及系统诊断。由于计算机嵌入遥测遥控系统和设备,加速了系统的更新换代。当前在数据处理方面的发展趋势主要还是更深入更广泛地将计算机技术与科学的成果用于测控系统,具体体现在:

1) 研制各种数据压缩和预处理设备,提高数据处理的速度和效率,减轻主计算机的负荷。由于遥测数据类型多,采集点连续不断,数据的冗余度较大,采用数据压缩和预处理可以成数量级地减少数据流量。通常采用的压缩算法可按多项式预测编码或按工程的实际需要来编程。此外,用阵列处理器对随机振动信号进行 FFT 变换也是很有利的;

2) 采用数据流驱动的分布式并行处理系统。由于遥测数据量大,参数之间相对独立性强,按数据流(操作数有效)驱动比按常用的事件驱动,如“帧同步码”驱动或“缓冲区满”驱动方式实时性更强,采用分布式并行处理可以廉价的方式大大提高处理速度;

3) 将人工智能用于人工处理。在数据量激增,又要求被测控对象作出迅速判断和决策时,人工反应速度和承受能力是远远不够的,因而要求测控系统具有自主性能。这种情况在飞机或载人空间飞行试验中更为突出。实际上,数据处理可以按层次安排。首先进行数据采集与非专业性规范化处理,以减少数据量,并对数据标定,然后进行专业化处理,以确定实际出现的情况;最后通过人工智能,如专家系统分析判断出可能要出现或已经出现的事件及应采取的对策。当然,还可以通过学习或增长知识库,不断提高系统性能。

前面已经提到,测控系统是应用目的很强的系统,因而其系统的构成与应用紧密相关,不同的应用场合可能出现完全不同的系统结构。因而从人-机-环境工程的观点出发,以提高效能、节省经费和便于使用管理为目标,使系统优化是系统设计的一个重要课题。尽管如此,从总体上看,遥测遥控的发展趋势是设备微小型化,便于安装使用;码率要提高,信息处理速度加快;通信距离越来越远;系统网络化,以适应多目标监控和多用户的场合。

## 三、遥感技术

遥感技术在我国的发展包括设备研制、地物波谱研究、数据处理以及应用等方面,面向应用也是遥感技术发展的基本特征。

### 1. 遥感技术在我国的发展

遥感技术是对地球进行观察、监测的多层空间、多波段和多时相的探测系统,用来探测和研究地球的大气圈、生物圈、岩石圈和水圈等,指导人类生活和生产活动。遥感技术将成为人类认识世界、改造世界的一种有利的工具。

我国对遥感技术是非常重视的,已经不是引进学习阶段了,而是独立的在吸收国外先进技术的基础上发展起来的,具有我国特点的,从设备到应用的遥感系统。

近十年来,我国有关单位研制了从可见光到近红外光谱,波段覆盖从 0.4 到 1.1 微米



的近百种光学遥感器件。其中碲镉汞、铋化铟红外探测器已达到国际先进水平,并研制成多光谱扫描仪、多波段像机。高分辨率 CCD 扫描仪也在研制中,还研制成功 0.8、1.25、3 和 10 厘米微波辐射计。科学院电子所制成微波侧视雷达,获得良好的微波遥感图象,分辨率达 15 米,在国际上也受到重视。

在地物波谱测量方面,建立了一些地面同步接收站。为了深入地物波谱研究,科学院长春分院建立了太阳模拟实验室,可对一吨重的自然样品进行七波段或连续扫描的反射光谱测定,可在不同高度、不同太阳高度角和方位角条件下测量光谱数据,并进行计算机处理;还展开了远红外和微波波谱特性研究和野外地物谱研究。目前全国正筹建地物波谱数据库(如水体、植被、岩石等)及地理信息库。

遥感图象处理方法和种类很多,有光学的、光电的、光化学的等,计算机图象处理占有重要位置。我国目前研制的典型的图象处理系统具有 5 至 9 个  $512 \times 512 \times 8$  通道,三条速度为 1 千万次的流水线处理器和反馈功能,以实现多波段图象数据的各种运算和变换,并具有滚动、旋转、汉字注释和真假彩色实时显示功能,有较完善的软件包。同国外大量进口的图象处理系统相比较,大体相当,有些功能还优于国外设备。

我国研制的以微处理机为主机的 4 通道图象处理设备已小批生产,以国产的 BCM-3 为主机的气象卫星图象处理系统已交付使用,它具有数字图象输入、几何纠正、添加经纬网络、空间滤波等功能。图象系统的输入-输出设备研制也卓有成效。输入设备有红外摄影机、飞点扫描仪、CCT 摄影仪。输出设备有光机扫描输出机、彩色喷墨机等。我国同美国 Optronics 公司合作生产的 C-4500 彩色扫描仪,已在遥感系统中得到很好的应用。

## 2. 遥感技术在我国的应用

资源调查和环境保护促使了遥感技术的飞速发展,应用领域越来越扩大,现已进入生产性运用阶段。每天的海气预报和云图提醒了亿万人,遥感技术已进入了日常生活。我国各部委、中科院、高校相继建立了遥感部门 180 多个,我国经常使用的遥感飞机已达 40 架,并安装了各种焦距的多种航空相机、国产和外国产的红外扫描仪、多光谱扫描仪、真实孔径和合成孔径侧视雷达、各种波谱仪等。同时,还从国外引进了 70 多套中、小型数字图象处理系统。中国遥感地面站已于 1986 年 12 月 25 日开业,可提供 Landsat 的 MSS 和 TM 数据,不久将可接收 SPOT 卫星数据。

### 1) 城市环境监测

城市环境越来越显得重要,遥感是有力手段。北京市同地矿部对北京的城市建设、生态环境、农业、林业和水利、古建筑、地矿、影象地图系列等,经过三年努力,取得了巨大成功。它能快速准确地为城市规划提供基础性资料和图片,及时、准确地监测城市发展动态,为城市管理提供有效手段。

### 2) 农业、林业的应用和国土调查

农、林是遥感应用的重要领域之一,主要用于作物长势分析与估产、森林覆盖制图、积材量的估算,土地盐碱化和沙化、水土流失调查等。水电部用遥感数据编制范围 1:50 万土壤侵蚀图。林业部用航天和航空遥感资料建立了林业资源动态监测系统。对 1987 年 5 月 7 日—6 月 3 日大兴安岭森林火灾发生、发展的全过程提供了及时的信息。



国土调查在八十年代初期国家测绘局等单位就利用 560 幅 MSS 图象对全国分省做过 1/25 万土地利用现状图,分类 15 种,并较精确的计算了面积。1987 年在京津唐对约 5.5 万平方公里地区,由计委国土局、地矿部、航天部合作,利用我国的卫星资料和 TM 资料及部分航空照片,重新进行 1/25 万国土调查,将土地利用情况分八类、二十三亚类,解释正确率高于 90%,面积误差也少于国家规定的 1/400,提供各种数据 32 万个,统计表 17 种共 76 张并存入数据库。现已在广州、苏州、上海、南京、天津等十几个城市开始应用,并准备建立数据库,今后每隔五年左右进行一次定期遥感综合调查。用遥感手段进行国土调查是一种多、快、好、省的办法。

### 3) 遥感在救灾中的作用

由于遥感能及时地获得信息,所以在各种灾害抢险中有特殊的作用。如 1985 年 6 月 12 日三峡地区新滩发生滑坡,3 千万立方米沙石滑入长江,利用遥感、彩色红外摄影和红外扫描,与滑坡前同类资料对比,对滑坡规模、滑动规律作出分析和滑坡体各部分运动矢量图,对研究滑坡的产生机制和运动规律提供了有价值资料。

水电部用遥感资料对 1981 年东北三江挠力河的洪水淹没情况、1984 年安徽洪水、1985 年辽宁辽河下游洪水、1986 年辽宁三江口决口情况的调查和分析,都为救灾起了一定作用。如 1985 年辽河下游洪水,用合成孔径侧视雷达 SAR 在 22 小时内调查了 11000 平方公里,并做了水陆分类和水体边缘提取,绘制了 1/25000 的假彩色灾情影象图。对洪水淹没范围、居民点、耕地、大堤水闸、决口位置、道路和桥梁作出解释,为指挥抢救起了重大作用。

1987 年我国大兴安岭特大森林火灾,红外扫描成象资料及时地向指挥部提供火情,用遥感飞机在 17 天 24 架次工作中,探测火区 14000 平方公里,及时地纠正了其它资料提供的火场范围、火线位置和火头发展方向的某些错误,使扑火工作进展较快,受到有关领导和机关的高度评价。

### 4) 在地质找矿中遥感起了重要作用

遥感在石油普查中,1984 年在塔里木盆地,根据 MSS 资料找到了丰富的油气。煤炭部在用遥感资料对煤田进行预测,在大兴安岭西坡 7 万平方公里内圈出 18 个含煤盆地,其中新发现的 4 个有煤储量达 540 亿吨。在地面通行困难的四川江原-若尔盖草原和东北三江平原的泥炭调查,也圈出产地 200 余处,储量 51 亿吨。

在安徽某老铜矿附近,用航空彩色红外图象,发现了含金丰富的黄铁矿,从而救活了面临关闭的老矿山。有色金属公司在云南根据遥感资料、结合化探资料找出 2 个找矿靶区,设计了 6 个钻孔,结果每孔都见到富铜矿。

## 3. 空间遥感技术的发展

中国的航天技术已走向世界,这说明我国的航天遥感技术也发展到了一定水平。我国发射的国土普查卫星在国民经济建设中起了重要作用,还将发展我们的气象卫星和资源卫星。从世界范围看,在未来十年中,空间遥感技术将朝着实用化、商业化、国际化过渡。新一代卫星,将考虑到系统的兼容性、技术的互补性及数据的连续性,并具有高空间分辨率、高光谱分辨率的特点。传感器将采用 CCD 和微波成象技术作为基础,而谱象合一的成象光谱技术,智能化传感器将受到重视和发展。

我国在遥感技术方面已逐步地从静态到动态,从定性到定量,从普查到监测,从通用到深化的过程。在应用方面在多领域取得了显著的社会和经济效益。

今后将进一步完善信息获取、信息处理、预报和决策全过程。遥感信息的开发从地球表面的物质结构、组成和空间分布规律,进一步向追踪物质迁移和能量转换的动态规律方向发展。同时要加强国际合作研究全球性的问题,如地圈和生物圈计划等。为此,我国在热红外和微波将有较大发展,在波段细分、由相对波谱图象向绝对波谱图象转变、提高航天遥感的几何分辨率、发展多角度成象器件和传感器的固体化等方面将会得到重视和发展。

### 参 考 文 献

- [1] Yuen, J. H., *Deep Space Telecommunication System Engineering*, Plenum Press, New York, 1983.
- [2] Strock, O. J., *Trends in Telemetry, ITC85'*.
- [3] 李邦复等,遥测系统,宇航出版社(1987年)。
- [4] 陈述彭,我国遥感信息的开发与应用,遥感技术动态,4(1987),1—8.
- [5] Bao Chengzhi, *Remote Sensing Activities in China*, Proceeding of the Ninth Asian Conference on Remote Sensing, Nov. 23—29, 1988, Bangkok, Thailand.

## THE STATUS, APPLICATION AND DEVELOPMENT OF TELEMETRY, TELECONTROL AND REMOTE SENSING IN CHINA

LI BANGFU    WANG YUPU

(*Beijing Research Institute of Telemetry*)

### ABSTRACT

This paper describes the application and development of telemetry, telecontrol and remote sensing we have conducted in recent years. The area of telemetry, telecontrol and remote sensing is one of the branches of information system. Its scientific contents include sensing, acquisition, transmission, handling and processing, etc.

As an actual system is quite different from an ideal system, so the paper mainly stresses on some problems and their solutions in engineering.

**Key words** —— Telemetry; telecontrol; remote sensing.