

文章编号: 1007-4619 (2005)02-0113-04

# 从地质遥感迈向国土资源普查\*

陈述彭

(中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101; 中国科学院 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101)

**摘要:** 概略回顾了中国 20 世纪遥感地质的辉煌成就, 列举 4 项重大突破: 极块构造的论证与线性形迹分析, 数字地质与找矿、第四纪地质与地貌学的新发现、工程地质选线与选址。指出 21 世纪面对国土普查的新任务, 需要加强遥感信息机理研究, 信息融合与共享, 学科交叉, 社会经济统计空间分析的能力, 关注探月计划与遥感制图。

**关键词:** 遥感地质; 国土资源普查

**中图分类号:** TP79      **文献标识码:** A

## 1 地质遥感是中国遥感应用的火车头

原地质矿产部的老领导和老专家非常重视和支持遥感地质事业的发展。为中国创造了空前的条件, 打下了良好的基础。

地矿部老部长孙大光、周训在中国引进遥感技术的初期, 给予很大的支持。在地矿部门率先装备了航空遥感飞机、红外传感器。曾昭铭、陈荫祥等老一辈遥感地质科学家, 策划组织了北京市 8301 工程, 为中国遥感应用综合实验, 作出了示范。在地质调查规范中, 率先认可遥感技术, 列入作业规程。最近地震预报与地质灾害预报也是中国媒体上贴近大众生活, 率先与公众见面的地学节目, 与气象科学相结合, 深受欢迎的节目。

## 2 20 世纪遥感地质的重大突破与科学亮点

回顾 20 世纪最后的 30 年, 在我个人的心目中, 中国地质遥感最重大的、突破性的成就与科学亮点, 可以概括为以下四大方面:

### 2.1 板块构造的论证与线性形迹的分析

丁国瑜院士主编的“中国地质活动断裂卫星影

像地图集”<sup>[1]</sup> 和马宗晋院士最新出版的“中国自然灾害地图集”<sup>[2]</sup>, 是动力地质学遥感应用的代表作。

陈荫祥、何钟琦等深入地研究了前苏联地质学界对环形构造分析的经验。英国帝国理工大学 Morgin 教授也曾向我介绍我国南方环形构造与成矿带的关系。我国地质学家, 对环形构造方面作了大量工作, 对隐伏构造信息传输与线状构造形迹作了不少统计分析<sup>[3]</sup>; 对唐山、邯郸地震背景、任丘油田的隐伏构造、北京城市规划作出了重大的贡献。

最近, 许厚泽院士进行东北亚次大陆板块的研究, 对日本、韩国、华北与贝加尔湖板块的边缘活动, 提出了新见解<sup>[4]</sup>。

### 2.2 数字地质与找矿

首先是全数字化的中国地质图和地质图集。完成了 1: 50 万与 1: 100 万全国地质图。吴信才教授的 MAPGIS 软件的开发, 也体现了赵鹏大院士的“数字地质”方法的实现。

赵鹏大院士, 中国地质大学(武汉)的老校长, 率先应用格网统计计量分析方法, 对湖北省的成矿远景作出了规律性的论证和筛选。后来地质学家又在云南三江并流的横断山区, 采用类似的分析, 对锡矿成因与远景区的研究获得成功<sup>[6]</sup>。

谢学锦院士对 30 多种矿物元素的矿物晕, 综合全国 600 多个测点数据加以统计分析, 成为国际地

收稿日期: 2004-10-28; 修订日期: 2004-12-15

\* 2004 年 10 月 10 日在中国地质大学(武汉)召开的全国国土资源与环境遥感技术应用交流会议上的发言提纲。

**作者简介:** 陈述彭(1920—), 男, 中国科学院院士, 遥感应用研究所名誉所长, 著有《地学的探索》6 卷, 主编《地球信息科学》与《遥感信息》两种期刊。

球化学填图的规范。中国在海南岛石碌富铁找矿和新疆黄金找矿的实践中,也证明矿物晕的扩散是很有意义的<sup>[7]</sup>。

徐瑞松在广东鼎湖山探讨了生物地球化学与植被光谱之间的关系,对热带季雨林的指示植物与找矿的关系作出了很有意义的探索<sup>[8]</sup>。

### 2.3 第四纪地质与地貌学的发现

刘东生院士的黄土研究,获得了国家重大科学奖(2003)。在腾冲、昆仑山、五大莲池和长白山,从假彩色红外摄影区分新生代火山的喷发期,可达 5 期以上,远远超出野外观测的水平。曾昭铭(1983)和郭华东(1998)等,先后对北京郊区和宁夏境内的长城遗址,作出了深入的分析,扩展了旅游资源。后者受到了《国际遥感手册》的表彰,被誉为 20 世纪 90 年代遥感三大发现之一<sup>[9]</sup>。华北平原、江汉平原、罗布泊、玛纳斯湖区的古河道和古湖泊的变化,遥感都作出了精辟的论证,破解了一些历史之谜,对全球变化作出贡献。

黄河、长江、珠江三角洲的发育,黄河中下游河槽和中泓线的摆动韵律,长江中下游“鹅头洲”的发育,为两岸岸线资源的开发,防洪险工和隐蔽堤防工程建设,作出了切实的贡献。也对科里阿里氏定律,提供了大量新的论据<sup>[10,11]</sup>。

中国地质大学(北京地区)对南海珊瑚礁的卫星影像解释,厦门海洋三所对红树林的图像分解与合成处理,都为遥感应用提供了崭新的技术手段。

### 2.4 工程地质选线与选址

地质遥感为中国大型工程作出巨大的努力和贡献,不胜枚举。南水北调工程,无论对中线 and 东线,都曾用遥感进行前期论证工作。西线的遥感地质分析尚在继续进行中。

三峡水利工程,无论移民工程或环境评估、文物保护,遥感地质工作者都曾作了大量的前期工作。120 万人的移民方案,由前期的“就近后撤”转变到“分批外迁”的政策;城镇改造与迁建选址,滑坡泥石流流的监测,文物古迹的迁建与复原,遥感地质的工作量都是很大的,社会效益也是非常显著的<sup>[12]</sup>。

此外,中国铁路和公路建设,纵横交错,逢山开路,遇水搭桥。穿透秦岭、南岭、燕山的干线,遥感地质都曾为防止喷水含沙,保证工期,缩短里程,节约工本,作出过重大贡献。遥感地质专家被评选为国

家设计大师,全国劳动模范,不乏其人<sup>[13]</sup>。

个人知识局限性很大。以上标志性的成果,挂一漏万,敬请原谅。概而言之,由于国家经济建设的需求,中国遥感地质,已经组建相当强大的应用体系。在地质找矿的有关各个部门,如石油、煤炭、核工业、有色金属、地下水等领域,都拥有相当强大的专业队伍。国家大力支持资源与环境卫星计划,接收国内外对地观测信息资源,发展卫星与航空二类遥感平台,包括超高分辨率( $>0.5\text{m}$ )、高光谱、多极化的雷达图像数据,极大丰富,扩大了视野。在中长期规划中,提出了建设科学技术的共享平台与信息共享机制,创造新的宽松的环境,将使遥感应用,更加大有可为。

## 3 新世纪的国土普查新任务

进入 21 世纪,上述地质遥感的辉煌业绩和成就,还将继续熠熠生辉。遥感工作者,将像登山运动健儿们一样,继续去征服一座又一座高山。进入 21 世纪,又提出了国土普查的任务,要求遥感工作者再接再厉,不再满足于“会当临绝顶,一览众山小”的感觉,而是不仅有点的突破,还要有面的扫描;不仅有深度,还要有广度。既要发现地下矿产资源,解决国家能源、紧缺矿产的急需;还要普查再生资源、土地资源、生物资源,包括陆地系统的氮、碳循环、初级生产力,涉及地表地下水循环。因此,遥感工作者们不仅需要地球科学知识,还要有生命科学、循环经济的基础知识,才能进一步发挥信息、计算技术、数字统计方法的潜力。特别需要提高遥感信息应用中的数据挖掘、知识创新的潜力,强调以下几方面的知识结构和技术创新。

### 3.1 加强遥感信息机理的研究

对于遥感信息,需要知其然,而且知其所以然。例如高光谱与岩石光谱的对应关系与内在联系是什么? 36/180 个细分光谱的传感器已经生产了,但用途并不全部清楚。成像雷达空间分辨率已达到 0.5m,它的多极化技术精校正还不过关。大地构造宏观构造与岩石节理、矿物晶体之间的应力场的关系,尚不清楚。

遥感本来只获取了自然界的部分信息,但却要反演自然规律的全貌,本来就有局限性。如何简约、概括、抓准特征,必需加深对自然及其演化过程的理解,才能做到。

### 3.2 加强信息融合与共享

对地观测,正在努力实现“天地一体化”。克服“铁路警察,各管一段”的老毛病。努力实现信息获取、存储、管理、应用“一条龙”。

遥感信息与物、化探数据的相互验证是很有前途的。多波束数据和物探数据,为编绘海底地形图开拓了新途径。激光雷达(LIDAR)测高,获取地表 $\pm 5\text{cm}$ 的高差,精密地计算地表起伏的变化,加上粗糙度,反映地表沉积物,生成 MASTER MAP,取代了传统的地形图,很受环保部门、城建部门和房地产厂商的青睐。

科技部指出了建设科学技术共享平台的中长期规划,纠正了重复建设的 MODIES 卫星接收站,倾斜投资,网上免费下载,迈出了先行一步的成功试点。

### 3.3 加强学科交叉

遥感应用的大户是地学,这是历史的必然;然而遥感应用的新领域将是生命科学,特别是生物地球化学。

国土普查,需要了解土地利用/土地覆盖,需要评估初级生产力,制订《绿色 GDP》,考虑循环经济工业流程,不能忽视景观地球化学和生态学的先验知识。

前几天到西双版纳季风热带雨林去考察,在乔、灌、草立体结构的深山老林里,我们目前遥感可以粗略地划分土地利用和土地覆盖类型,但还没有办法识别重要的树种,只有把握植物的生命周期,利用它不同的花期,才能提取有效信息,例如神象树的花期是3月中旬,攀枝花的花期是冬季等等。

国土普查遥感工作者,不仅要有地质学、地貌学、沉积学的知识,还要有地植物学、生态学、地球生物化学的知识。

### 3.4 加强社会经济统计学空间分析的能力

我们正在进行一项实验,设计一些模型,根据按行政区划的人口统计,考虑人口分布的影响因子,模拟人口密度的地理分布,已经通过我国五次人口普查的统计,完成了初步实验,又在继续对秦、汉和唐、宋、元、明、清的人口统计,进行反演。从1930年胡焕庸的人口密度图来对照,是比较吻合的。

陈军教授2004年在土耳其国际摄影测量与遥感会议上,争取2008年由中国举办年会,它的主题是“影像信息的丝绸之路”(Silk Road for Information

from Image),这是遥感应用的很有意义的主题。今天的丝绸之路,已经是钢铁建成的物流、人流、信息流的通道。不仅是发怀古之幽情,而且是双轨铁路,高速公路,输油管道,光缆通讯网织成的“金腰带,银走廊”,构建中国西部开发的大动脉。在社会可持续发展战略经济统计空间分析中的深远意义,是不同寻常的<sup>[14]</sup>。

### 3.5 地质遥感支持探月计划

中国绕月、探月计划已列入2007年日程。遥感地质工作者责无旁贷,前期要解决在地球上进行模拟实验,在沙漠里和玄武岩区进行传感器和探测器的取样实验;其次,要考验观测仪器,月球正反面昼夜温差很大条件下,如何进行环境适应。这样的试验,美国曾经要求在中国新疆鄯善沙漠区作实验。日本的月球探测也是事先在海滩上进行的。

首先要利用地球遥感制图的经验技术来绘制月球的普通地质图和地形图,在对地观测中使用过的,遥感地质的十八般武艺,都将用到月球上去。不仅要“陨石”、“月岩”进行矿物学的物理化学分析,与地球作对比;还要绘制月球正反面的氦、氖等稀有元素的分布图。

中国遥感地质工作者正以与时俱进,开拓进取的精神,不断开拓遥感应用的新领域,由遥感地质扩展到国土普查;由地球延伸到月球!

### 参考文献(References)

- [1] Ding G Y. China Earthquakes and Active Faults Satellite Image Atlas, Science Press[C]. 1990 [丁国瑜. 中国地震活动断裂卫星影像图集[C]. 科学出版社,1990.]
- [2] Ma Z J. China natural hazards atlas, Science Press, 2004. [马宗晋. 中国自然灾害地图集,科学出版社,2004.]
- [3] Chen S P, et al. China Geo-analysis of Landsat image atlas, Science Press[C]. 1984 [陈述彭等. 陆地卫星影像中国地学分析图集[C]. 科学出版社,1984.]
- [4] Xu H Z et al. Research on plate tectonics of Northeast Asia[C]. 2004. [许厚泽等. 东北亚大地块构造的研究[C]. 2004.]
- [5] Ma L F. China geology atlas, Geology press [C]. 2002 [马丽芳主编. 中国地质图集,地质出版社[C]. 2002.]
- [6] Geological Structure and Remote Sensing Ore Prospecting in Sanjiang catchments in Yunnan[C]. [2003 云南三江流域地质构造与遥感找矿[C]. 2003.]
- [7] Xie X J. Geochemistry Mapping, Proceedings of Xie Xuejin Academician, Geology press, 2003. [谢学锦. 地球化学填图,谢学锦院士论文集,地质出版社[C]. 2003.]
- [8] Xu R S, Ma Y L, He Z C. Biogeochemistry of Remote Sensing, Guangdong Technology Press, 2003 [徐瑞松,马跃良,何在成.

- 遥感生物地球化学, 广东科技出版社, 2003. ]
- [ 9 ] Guo Huadong, China Radar Image analysis of Remote Sensing, Science Press[ C ]. 1999. [ 郭华东主编. 中国雷达遥感图像分析, 科学出版社[ C ]. 1999. ]
- [ 10 ] Ministry of Water Resource Changjiang committee, Changjiang Flood Control Atlas, Science Press, 2001. [ 水利部长江水利委员会编, 长江防洪地图集, 科学出版社, 2001. ]
- [ 11 ] Changjiang Important Dike Shelter Engineer Atlas, Science Press, 2004. [ 长江重要堤防隐蔽工程地图集, 科学出版社, 2004 年. ]
- [ 12 ] Beijing Land Resource Remote Sensing Company. Changjiang Three Gorge Reservoir migration engineer dynamic monitoring of Remote Sensing Atlas[ C ]. 2001 [ 北京国土资源遥感公司编印, 长江三峡库区(奉节 - 巴东段)移民工程遥感动态监测图集[ C ]. 2001. ]
- [ 13 ] Zhuo Baoxi, Remote Sensing Interpretation and application on Engineering geology, China Railroad Press[ C ]. 2002. [ 卓宝熙著. 工程地质遥感判释与应用, 中国铁道出版社[ C ]. 2002. ]
- [ 14 ] China Center for Resource Satellite Data and Applications. The Proceedings of China Brazil Earth Resources Satellite (CBERS) Application[ C ]. 2003 [ 中国资源卫星应用中心编印. 中巴地球资源卫星——应用论文集[ C ]. 2003. ]

## From Geological Remote Sensing to Land Resources Investigation

CHEN Shu-peng

(*Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;*  
*State Key Lab of Resources and Environmental Information System, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*)

**Abstract:** This paper briefly reviewed the significant achievements on geological remote sensing in China in the 20th century, and illustrated four momentous breakthroughs: plate tectonic demonstration and linear style analysis, digital geology and ore prospecting, the discovery of quaternary geology and geomorphology, routes selection and sites selection of engineering geology. The paper indicated the new tasks of land resources investigation in the 21st century. There are urgently needs for intensifying the research on remote sensing information mechanism, information fusion and sharing, interdisciplinary, capabilities of socio-economic statistical and spatial analysis, and attention on moon-probing plan and remote sensing mapping.

**Key words:** geological remote sensing; land resources investigation