

1992~1996 年中国摄影测量与遥感的 发展 (国家报告)*

李德仁 周月琴 胡孝沁

(武汉测绘科技大学信息工程学院, 武汉市珞喻路 39 号, 430070)

摘要 本文对 1992~1996 年间中国在摄影测量、遥感、GIS 领域中取得的成就进行了综述,总结了在数字测图、数字摄影测量、遥感、GIS 以及 3S(GPS RS GIS)的集成等方面发生的巨大变化。

关键词 数字摄影测量;遥感;地理信息系统

分类号 P23; TP7

从 1992 年华盛顿第 17 届 ISPRS 大会到 1996 年维也纳第 18 届 ISPRS 大会,正好位于中国第 8 个五年计划期间。在这期间,中国测绘科技事业蓬勃发展。国家测绘局先后组织科研、教学、生产单位进行了 15 项测绘科技重点项目和 64 项测绘科技一般项目的研究工作,取得了显著的成效。传统的测绘生产开始向地理信息产业过渡,这主要表现在:

——在建立数字化测绘科技体系方面,国家测绘局投资 1.3 亿元开展了此项工作,建立了 7 个数字化测绘生产示范基地,初步建成了由地面测量、航空摄影测量、地图数字化进行数字数据采集的计算机数字化测图系统,在数字测图和建立地形数据库方面已形成了一定的生产能力。

——在国家基础地理信息系统建设方面,已建成 1:100 万基础 GIS,正在建立全国 1:25 万基础 GIS,并在此基础上结合资源调查、防灾减灾、宏观管理决策等实际应用项目,建立了综合国情 GIS 和防洪快速灾情分析系统

——在空间定位技术及其应用方面,制定了我国第一部 GPS 测量规范及 GPS 测量仪器检定规程,建立了我国第一个 GPS 仪器检定场,布测了全国的 GPS A 级网和 B 级网,开展了永久性 GPS 跟踪站的研究

——在航空航天遥感及应用方面,已在国际市场上推出了数字摄影测量工作站(DPW)系统 VirtuoZo,开展了动态 GPS 辅助空中三角测量的多次试验,并已成功用于实际生产。

——在 GIS 研究与应用方面,一方面积极研制中国版权的 GIS 基础软件,另一方面用现有的

商业软件开发了一系列不同用途的 GIS 系统,用于城市规划、土地管理、资源调查和环境监测

——在南极、北极、珠穆朗玛峰地球三极科学考察方面,开展了南极地区利用遥感图像提取高程和地貌信息的研究以及冰山及海岸变化监测方法的研究

——在海洋测绘方面,开展了利用卫星遥感资料测制礁滩水下地形图的研究

1 摄影测量的发展

1.1 影像数据获取

对于光学框幅式相机,研究了环境压力对相机内方位元素的影响,得出了检定主距将随环境压力的变化而变化的结论 [蒋文松等, 1993];提出了航摄底片密度指标的质量评价标准 [李紫薇等, 1992];研究了小像幅航空摄影资料用于大面积大比例尺地形图测绘的可能性和实施中的技术要求 [宣家斌等, 1994]

对于 CCD 相机,研制了一套在解析测图仪上对 CCD 摄像机面阵几何进行自动检校的软件 [葛仁彦, 1993];提出了同时顾及光、电误差的二维检校方法 [陶闯等, 1993]和用于测定摄像系统内部参数尺度因子的稳健算法 [陶闯等, 1995];设计了一种采用了增强型 CCD 电视摄像技术并在可见光与近红外波段内成像的多光谱遥感成像系统,以求为农业生产提供更多的光谱图像信息 [周建勋等, 1994]

1992~1996 年期间,国家测绘局完成航空摄影 253 万 km^2 ,开展了 1:5 万经济版地形图和 1

收稿日期: 1996-10-31. 李德仁,男,57 岁,教授,博士生导师,中国科学院院士,中国工程院院士,现从事 3S 技术及其集成的研究

* 本文的英文稿为作者提交第 18 届 ISPRS 大会 (1996 年 7 月 9~19 日,维也纳)的中国国家报告。

: 1万地形图的更新工作,测制各种比例尺地形图 23万余幅。

1.2 空中三角测量

在过去的几年中,中国积极开展 GPS辅助光束法区域网平差的试验研究工作,以求能大量节省航空摄影测量工作所需的野外控制点和缩短成图周期。现已研制成功用以测求摄站点瞬时空间坐标的 GPS相位差分处理软件 DDKIN和用以实现 GPS辅助空中三角测量的联合平差软件 WuCAPS,其结果能满足 1: 1 000至 1: 10万比例尺地形图的精度要求 [李德仁等, 1995] 同时还提出了测定机载 GPS天线与航摄机之间偏心的方法,并探讨了两种测定 GPS辅助航摄仪内方位元素的方法 [朱宜萱等, 1995]

GPS辅助空中三角测量已于 1996年用于海南岛航空摄影,以制作 1: 1万 DEM和正射影像数据库,该项目属于澳援项目的一部分。而且,该成果在北京、哈尔滨及中越边界航空测量中也获得应用。

此外,还用模拟数据推导了 CCD推扫方式下星载 GPS定位精度对估求地面点坐标的影响 [李德仁等, 1994]

1.3 数字摄影测量

过去的 4年中,解析测图仪仍是中国摄影测量生产中的主要仪器,国产 JX-3和 APS-2型解析测图仪每年大约售出 50多套,并向巴基斯坦等国出口,B8S和 Topocart B等模拟仪器也都改造为机控摄影测量系统

与此同时,测绘生产部门购进了 117套全站型速测仪,44台图形工作站,1369台 PC机,建立了四川、陕西、黑龙江、北京、上海、广东和湖北等 7个数字化测绘生产示范基地,从而为中国的数字摄影测量用于生产提供了条件。

武汉测绘科技大学经过 15年的研究,已研制成功全数字化测图软件系统 WuDAMS,并与澳大利亚公司合作,以 VirtuoZo商品名在全球销售,已开辟一定市场。该系统可实现自动内定向、自动相对定向、空中三角测量自动转点、自动影像匹配和生成数字正射影像 [Zhang, et al., 1994],为此研究并提出了精确测定数字影像中直线和角点的高精度定位算子 [张剑清等, 1994]和基于松弛法的影像边缘提取方法 [仇彤等, 1994]以及多点最小二乘匹配的可变权阵阵列松弛算法 [张祖勋等, 1994]

此外,在数字摄影测量非语义信息提取方面还取得了其它研究成果,包括提出了基于正射影

像对和立体正射影像对的数字影像匹配质量自诊断方法 [李德仁等, 1994] SPOT影像匹配中动态筛选参数的最小二乘匹配 (LSM)算法 [陶闯, 1993] 基于动态规划的整体影像匹配方法 [仇彤, 1994]和影像特征匹配的动态规划方法 [郑肇葆, 1992] 等。

在数字摄影测量语义信息提取方面的研究较为活跃,包括以下几个方面的成果:提出了基于霍夫变换的影像分割新方法 [张祖勋等, 1992]和基于 Active Contour Model的航空影像分割的 Snake方法 [刘少创等, 1995],并研究了选用合适的结构元进行形态学变换的方法,可望有效地提取边缘特征和消除棒状噪声的影响 [郑肇葆等, 1992],在此基础上可利用动态规划方法识别二维物体 [郑肇葆等, 1992]

在影像模式识别中,提出了用小波变换来检测影像边缘 [Li and Shao, 1994]的方法,并利用小波的多分辨率分析方法和模式识别中信息融合思想,提出了从航空像片上自动识别房屋的方法 [李德仁等, 1994],另外还提出了一种具有抗弱边缘能力的航空影像房屋自动提取方法 [陶闯等, 1994] 为了克服目前实现全自动化的困难,提出了在人机协同的交互环境下进行半自动化特征提取的思想 [Tao and Lin, 1994] 但是,这些研究成果要成为实用系统尚需花很大力气。

过去 4年中,中国学者对影像的纹理分析进行了相当多的研究,提出了马尔柯夫随机场 (MRF)参数估计的算法以及基于 MRF参数的影像纹理分类方法 [郑肇葆等, 1995]及基于 Gibbs分布的纹理图像分割算法 [朱述龙, 1995],并对空间灰度相关、模糊聚类分析和分形几何在影像纹理分类中应用的可能性进行了研究 [黄桂兰等, 1995a, b, c],提出了基于多尺度分形分析和基于纹理质地子特征的影像纹理分析方法 [张继贤等, 1995a, b]

2 数字高程模型 (DEM)的发展

DEM的建立、存贮、应用和可视化始终是中国学者关心的问题。在 1992~ 1996年期间,除了 WuDAMS软件中利用 SGI工作站研制出较成熟的 DEM软件包外,也在 PC机上开发了顾及地形特征线的数字高程模型软件包 [袁修孝等, 1995] 此外还探讨了在顾及等高线的数字特征和几何特征前提下由等高线生成 DEM的方法 [邱卫宁, 1994] 利用数学形态学由等高线地图自动建立

DEM的方法 [李德仁等, 1994] DEM不规则三角形格网的规则化压缩存储算法 [陈晓勇, 1992] 和利用分形内插与 Delaunay三角网相结合的三维地形可视化数据模型 [陶闯等, 1995]

3 数字近景摄影测量的发展

近景摄影测量与计算机视觉已经日益结合,但由于在中国这两方面研究人员的结合与交流只是在最近几年才开始,所以这里不可能列出很多研究和应用成果。在中国近景摄影测量的最近发展中,总的趋势是向数字化和实时化方向发展。在 WuDAMS软件系统中已具有处理近景像片对的功能。由多台 CCD相机构成的微机自动长度测量系统已用来在切割线上测定钢板的长度。

在新方法的研究方面,提出了基于 CAD的线特征摄影测量量测和重建工业物体零件的新方法 [Li and Zhou, 1994 和基于光度立体的物体三维表面重建方法 [李德仁等, 1995];导出了鱼眼全景像片与中心投影的平面像片间像点坐标关系,进而实现鱼眼全景像片的光束法整体平差解法 [刘兴库等, 1993] 此外还推演了立体视觉系统检校中引入制约条件的公式 [冯文灏, 1994]以及提出了基于激光经纬仪的结构光摄影测量原理 [冯文灏等, 1995]

在近景摄影测量应用方面,除了一直在做的文物、古建筑、考古、工程摄影测量外,在过去几年中还进行了光成截面摄影测量的应用试验 [冯文灏等, 1992]和穆瓦条纹测量的应用试验 [冯文灏等, 1994]

4 遥感的发展

卫星遥感技术的发展主要表现为中国自行研制了各种新型传感器和发射相应的地球资源遥感卫星。在过去 10年中,中国已研制成功航天相机、全景扫描仪、CCD相机、气象用多光谱红外扫描仪等。其中 CCD线阵的空间分辨率可达到 4~5m。在过去 4年中,中国的航空相机进行了多次回收式航空摄影,用于 1:10万地形图测制、目标解译和地图修测。

中国的航空成像光谱仪可达到 96波段、10~20nm分辨率,并成功地承接了澳大利亚的勘测任务,L波段 SAR硬件正在研制之中。但至今中国的遥感卫星尚未形成长期服务的系统。

直至今日我国的航天遥感仍主要利用国外的

卫星影像资料,如 Landsat MSS和 TM, SPOT, NOAA-AVHRR, ERS-1/2, JERS-1等。过去 4年中利用它们进行了中国的土地调查、资源与环境分析研究、自然灾害监测与防治、气象预报、地质调查、农作物估产和城市居住学研究等工作,共发表有关论文 60余篇(不完全统计)。

在遥感应用方面,有影响的应用项目有重大自然灾害的监测与评价系统和重点产粮区主要农作物估产信息系统(包括松辽平原、黄淮海平原、江汉平原和太湖流域的玉米、小麦和水稻的估产)。

由机载成像雷达和实时数据传输构成的洪水监测实时系统已投入使用。中国还参加了加拿大 Globe SAR在中国广东的试验(肇庆测区)和美国航天飞机 SIR-C/X 等项研究,并已取得了成果。

在遥感机理、图像处理技术与方法上也有一定的研究成果,发表在《环境遥感》等杂志上的文章超过 30篇。

5 地理信息系统(GIS)的发展

进入 90年代以来,中国在 GIS的应用、理论研究和软件开发等方面都有较大的发展。除了在上文中所提到的大中型 GIS或 GIS与 RS的集成系统外,城市信息系统技术在中国沿海和开放城市,如上海、深圳、广州、北海、海口、三亚、烟台、青岛、厦门等得到了广泛的应用。

中国 GIS软件市场上目前主要流行的是外国的软件,如 ARC/INFO, INTERGRAPH, MGE, SICAD-OPEN, GENAMAR, MAPINFO 等。最近几年,中国版权的 GIS软件开始研制。

1996年 3月 1日至 10日,由 CAGIS和 CPGIS两个境内外华人 GIS学术团体在北京组织了由 20多家报名的 GIS基础软件及外围软件的测评,初步显示了中国 GIS软件生产的力量。

GIS的理论研究涉及空间数据结构、数据模型、面向对象方法 [Li, et al., 1994; 龚健雅等, 1995; Li and Gong, 1995] 时空一体化数据的 GIS设计 [陈晋等, 1995; 郭达志等, 1993]和从 GIS数据库中发现知识 [李德仁等, 1994]等方面。

6 出版物

在 1992~ 1996年间中国出版的与摄影测量、遥感和 GIS有关的书籍有:

- 基础摄影测量学,李德仁等编著,331页,测绘出版社,1995年,北京。
- 解析摄影测量学,李德仁、郑肇葆编著,449页,测绘出版社,1992年,北京。
- 摄影测量与遥感在铁道工程中的应用,陈绍光等编著,277页,测绘出版社,1992年,北京。
- 遥感图像目视解译原理与方法,濮静娟编著,中国科学技术出版社,1992年,北京。
- 遥感物理,李绍新编著,336页,武汉测绘科技大学出版社,1994年,武汉。
- 小波理论、影像分析与目标识别,邵巨良著,162页,武汉测绘科技大学出版社,1993年,武汉。
- 资源遥感纲要,郑威、陈述彭主编,458页,中国科学技术出版社,1995年,北京。
- 遥感科学分析进展,中科院遥感所编,346页,科学出版社,1995年,北京。
- 矿产信息的遥感地面模式,刘燕君编著,地质出版社,1993年,北京。
- 遥感信息地物理解模型及其应用,刘兴华主编,202页,煤炭工业出版社,1993年,北京。
- RS GIS GPS的集成与应用,杜道生等主编,242页,测绘出版社,1995年,北京。
- 信息论基础及其在地学中的应用,张仁霖编著,西安地图出版社,1993年,西安。
- 地理信息系统导论,李德仁等编著,131页,测绘出版社,1993年,北京。
- 整体GIS的数据组织与处理方法,龚健雅著,189页,武汉测绘科技大学出版社,1993年,武汉。
- 空间数据结构研究,崔伟宏编著,225页,中国科学技术出版社,1995年,北京。
- GIS空间数据误差分析和处理,黄幼才等编著,216页,中国地质大学出版社,1995年,武汉。
- 地理信息系统技术及其在煤矿水害预测中的应用,张大维等编著,211页,中国矿业大学出版社,1994年,徐州。
- 数学规划在测绘学中应用,郑肇葆著,232页,测绘出版社,1993年,北京。
- 与摄影测量和遥感有关的刊物有:测绘学报,测绘通报,武汉测绘科技大学学报(中文版,英文版),武测科技(测绘信息与工程),环境遥感,模式识别与人工智能,中国图象图形学报,地理信息世界,中国测绘。

在中国召开的有关国际学术会议论文集有:

- Facing the Chance and Challenge, Proceedings of Comm. VII of ISPRS, Oct. 10~ 13, 1994, Beijing.
- Photogrammetry, Remote Sensing and GIS, Proceedings of the 1st International Colloquium of LIESMARS, May, 1992, Wuhan.
- Advances in Urban Spatial Information and Analysis, Proceedings of the 2nd International Colloquium of LIESMARS, Oct., 1993, Wuhan.
- Integration, Automation and Intelligence in Photogrammetry, RS and GIS, Proceedings of the 3rd International Colloquium of LIESMARS, Oct., 1994, Wuhan.
- Towards Three Dimensional, Temporal and Dynamic Spatial Data Modeling and Analysis, Proceedings of the 4th International Colloquium of LIESMARS, Oct., 1995, Wuhan.

参 考 文 献

- 1 蒋文松等.环境压力对相机内方位元素的影响.测绘学报,1993,22(1)
- 2 李紫薇等.关于航摄底片密度指标的质量评价标准.测绘学报,1992,21(2)
- 3 宣家斌等.小像幅航空摄影中若干技术要求的研究.武汉测绘科技大学学报,1994,19(2)
- 4 葛仁彦.CCD摄影机面阵几何检校的自动化方法.武汉测绘科技大学学报,1993,18(2)
- 5 陶 闯等.CCD相机二维几何检校.武汉测绘科技大学学报,1993,18(4)
- 6 陶 闯等.摄像系统标定中尺度因子的鲁棒测定.模式识别与人工智能,1995,8(3)
- 7 周建勋等.多光谱遥感电视系统.环境遥感,1994,9(3)
- 8 李德仁,袁修孝.GPS辅助光束法区域网平差.测绘学报,1995,24(2)
- 9 朱宜萱等.机载GPS天线与摄影机偏心测定方法及精度讨论.武汉测绘科技大学学报,1995,20(2)
- 10 李德仁,王树根.CCD推扫成像方式星载GPS对地定位的模拟实验研究.武汉测绘科技大学学报,1994,19(3)
- 11 Zhang J, et al. Photogrammetric Workstation from WTUSM. Munich: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 1994(30)
- 12 张剑清等.数字影像中角点与直线的高精度定位算子.测绘学报,1994,23(2)
- 13 仇 彤,张祖勋.基于松弛法的影像边缘提取.武汉

- 测绘科技大学学报, 1994, 19(4)
- 14 张祖勋, 吴晓良. 多点最小二乘匹配的可变权阵阵列松弛算法. 测绘学报, 1994, 23(3)
- 15 李德仁, 王树根. 数字影像匹配质量的一种自诊断方法. 武汉测绘科技大学学报, 1995, 20(1)
- 16 陶 闯. 一种 SPO T 影像参数动态筛选的最小二乘匹配方法. 武汉测绘科技大学学报, 1993, 18(2)
- 17 仇 彤. 基于动态规划的整体影像匹配. 测绘学报, 1994, 23(4)
- 18 郑肇葆. 影像特征匹配的动态规划方法. 测绘学报, 1992, 21(4)
- 19 张祖勋, 闵宜仁. 基于 Hough 变换的影像分割. 测绘学报, 1992, 21(3)
- 20 刘少创, 林宗坚. 航空影像分割的 Snake 方法. 武汉测绘科技大学学报, 1995, 20(1)
- 21 郑肇葆, 周月琴. 形态算子在图像特征提取中的作用. 测绘学报, 1992, 21(2)
- 22 郑肇葆, 李捍东. 用动态规划的二维物体识别的方法. 测绘学报, 1994, 23(1)
- 23 Li D, Shao J. The Wavelet and Its Application in Image Edge Detection. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 1994, 49(3)
- 24 李德仁, 邵巨良. 集多分辨率分析与影像融合的航空影像中房屋的自动识别. 模式识别与人工智能, 1994, 7(3)
- 25 陶 闯, 林宗坚. 一种具有抗弱边缘能力的航空影像房屋自动提取方法. 武汉测绘科技大学学报, 1994, 19(2)
- 26 Tao C, Lin Z. A New Approach to the Design of a System for Feature Extraction Based on Human-Computer Collaborative Tactic. Munich International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 1994(30)
- 27 郑肇葆, 周月琴. 马尔柯夫随机场的参数估计与影像纹理分类. 测绘学报, 1995, 24(1)
- 28 朱述龙. 纹理图像统计模型与纹理图像分割. 测绘学报, 1995, 24(2)
- 29 黄桂兰, 郑肇葆. 空间灰度相关在影像纹理分类中的应用及分析. 武汉测绘科技大学学报, 1995, 20(4)
- 30 黄桂兰, 郑肇葆. 模糊聚类分析用于基于分形的影像纹理分类. 武汉测绘科技大学学报, 1995, 20(2)
- 31 黄桂兰, 郑肇葆. 分形几何在影像纹理分类中的应用. 测绘学报, 1995, 24(4)
- 32 张继贤, 李德仁. 影像纹理的多尺度分析方法. 武汉测绘科技大学学报, 1995, 20(2)
- 33 张继贤, 李德仁. 基于纹理质地子特征的影像纹理分形分析. 测绘学报, 1995, 24(4)
- 34 袁修孝, 龚健雅. 顾及地形特征线的数字高程模型软件包. 武汉测绘科技大学学报, 1995, 20(增刊)
- 35 邱卫宁. 根据等高线建立数字高程模型. 武汉测绘科技大学学报, 1994, 19(3)
- 36 Li D, et al. Application of Mathematical Morphology in Automatic Cartography and GIS. Part 4. USA, 1994
- 37 陈晓勇. DTM 不规则三角形格网的规则化压缩存储. 测绘学报, 1992, 21(3)
- 38 陶 闯. 分形内插与 DELAUNAY 三角网结合的三维地形可视化数据模型. 环境遥感, 1995, 10(3)
- 39 Li D, Zhou G. CAD-Based Line Photogrammetry for Automatic Measurement and Reconstruction of Industrial Objects. In International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS, 1994(30)
- 40 李德仁等. 基于光度立体的物体三维表面重建. 测绘学报, 1995, 24(3)
- 41 刘兴库等. 鱼眼全景像片光束法整体平差解法. 测绘学报, 1993, 22(3)
- 42 冯文灏. 立体视觉系统检校中引入约束条件的推演. 武汉测绘科技大学学报, 1994, 19(2)
- 43 冯文灏等. 基于激光经纬仪的结构光摄影测量原理探讨. 测绘学报, 1995, 24(1)
- 44 冯文灏等. 光成截面摄影测量及其试验与应用. 武汉测绘科技大学学报, 1992, 17(4)
- 45 冯文灏等. 穆瓦条纹测量的应用试验. 测绘学报, 1994, 23(4)
- 46 Li D, et al. Object-oriented and Integrated Data Model for GIS. In Proceedings/Actes of the Canadian Conference on GIS. Ottawa, 1994
- 47 龚健雅, 李德仁. GIS 软件的发展趋势与 GeoStar 的总体设计思想. 武汉测绘科技大学学报, 1995, 20(增刊)
- 48 Li D, Gong J. Data Model and Software Structure of GeoStar. In Proceedings of Geoinformatics 95. Hong Kong, 1995
- 49 陈 晋等. 时空一体化数据的 TGIS 设计的初步探讨. 环境遥感, 1995, 10(2)
- 50 郭达志等. 矿山地理信息系统中的空间和时间四维数据模型. 测绘学报, 1993, 22(1)
- 51 李德仁, 程 涛. 从 GIS 数据库中发现知识. 测绘学报, 1995, 24(1)

The Development of Photogrammetry, Remote Sensing and GIS in China from 1992 to 1996(National Report of China)

Li Deren Zhou Yueqin Hu Xiaojin

(School of Information Engineering, W TUSM, 39 Luoyu Road, Wuhan, China 430070)

Abstract The national report of China submitted by the Chinese society of geodesy, photogrammetry and cartography(CSGPC) summarizes all major activities and achievements in photogrammetry, remote sensing and GIS, including applications, technologies and researches in China in the period of 1992 to 1996. The largest changes have taken place in digital mapping, DPS, RS and GIS, as well as the integration of GPS, RS and GIS. In these four years, the national bureau of surveying and mapping of China(NBSM) has organized a lot of important research projects which have facilitated the transition from the traditional surveying and mapping work to the geoinformatics industry. The main events include

— Seven pilot bases for digital mapping production and GIS data acquisition have been set up;

— 1: 1 000 000 scale basic GISs have been set up and 1: 250 000 scale national fundamental GIS is also being set up now;

— The order A and B network for GPS have been accomplished throughout the country and the research on the W ADGPS has also started;

— Digital photogrammetric system and GPS photogrammetry have been used into practical projects;

— Active work has been going on in the research and development of GIS software of Chinese copyright.

The development of photogrammetry, digital elevation models, close range photogrammetry, remote sensing, and GIS in China is reported in this paper briefly. The main Chinese publications in photogrammetry, remote sensing and GIS are also listed.

Key words digital photogrammetry; remote sensing; geographic information system

* * * * *

测绘遥感信息工程国家重点实验室 1996年度开放基金一览表

项 目 名 称	负 责 人	所 在 单 位	经 费 万 元
流域水土流失过程动态模拟研究	黄杏元	南京大学城市与资源学系	2
三维 GIS数据模型及其在地质矿山中的应用	程朋根	华东地质学院测量系	2
应用 JAVA的 GIS研究	李伟生	武汉测绘科技大学信息学院	2
基于整数规划的解算 GPS载波相位整周模糊度的广义方法	王新洲 陈小明	武汉测绘科技大学地测学院	4
基于知识的遥感影像地质异常解释专家系统	刘吉平	中国地质大学(武汉)数地遥感研究所	2
成像光谱仪信息分析及提取方法研究	马吉平 倪玲	武汉测绘科技大学信息学院	4
基于分形几何的演化式图像压缩算法的研究	康立山	武汉大学软件工程国家重点实验室	2