

# 摄影测量与遥感的现状及发展趋势

李德仁

(武汉测绘科技大学校长办公室,武汉市珞喻路 129 号,430079)

**摘 要** 简要介绍了当前摄影测量与遥感的现状,并就摄影测量与遥感的发展趋势谈一谈个人的观点。

**关键词** 摄影测量;遥感;发展趋势

**分类号** P23

伴随着各种新兴的科学技术特别是计算机技术、空间技术和信息技术的迅猛发展,人类社会已经步入信息时代。信息高速公路(NII)的架设、地球空间信息学(geo-spatial information science——geomatics)的产生和形成、“数字地球”(digital earth)概念的提出,为摄影测量与遥感学科的发展提供了坚实的基础、不可多得的机遇和明确的方向,同时也向该学科的进一步发展提出了一系列的挑战。

美国副总统戈尔在 1998 年 1 月 31 日明确提出“数字地球”的概念时指出,要实现这个巨系统,至少需要 6 大关键技术的支持,即计算机科学、大规模存储、高分辨率卫星图像、宽带网络、互用性和元数据<sup>[1]</sup>。其中,高分辨率卫星图像技术可以认为是为该系统提供最基本空间数据框架的各种技术手段的总称,摄影测量与遥感正好满足这一要求,这不能不引起我国摄影测量与遥感工作者的关注和深思。

摄影测量从产生到现在,已经经历了模拟摄影测量、解析摄影测量和数字摄影测量三个阶段。随着数字摄影测量的发展,由影像扫描仪、计算机、数字摄影测量软件及相关输出设备构成的数字摄影测量系统(DPS)必将取代传统的光机型测量仪器,摄影测量软硬件系统的变化也预示着摄影测量产业以及与之相关的产业的变化。遥感(RS)技术的发展,揭开了人类从外层空间观测地球、探测更为广阔的外层空间的序幕。前苏联 1957 年 10 月 4 日发射了世界上第一颗人造地球卫星,1959 年利用自动星际站探测月球背面,1961 年发射“东方”号飞船,1972 年,美国发射陆

地卫星,获得了 79m 分辨率的多光谱(MSS)图像,标志着遥感已经从航空遥感进入空间遥感时代。在短短不到 40 年的时间里,航天遥感事业已经取得了令人瞩目的成就。从遥感平台到传感器、从遥感的基础研究和应用基础研究到遥感应用,无不发生了翻天覆地的变化。

如果有人 90 年代以前还执意要在摄影测量和遥感之间找出差别,认为前者主要使用光机仪器,研究被测物体的几何属性;后者主要使用计算机,研究物体的物理属性的话,人们也许不会质疑什么。但是,随着计算机技术、空间技术的迅猛发展,摄影测量步入全数字阶段,遥感进入 1m 高分辨率和立体观测后,情况发生了根本的变化,两者之间的距离越来越小。实际上,“摄影测量(包括像片判读)”与“遥感”这两个不同的名称指的是一个相同的学科而存在于两个不同的时期,遥感就是摄影测量学的发展和扩充<sup>[4]</sup>。同时,随着全球定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS)技术的发展,它们之间的关系愈来愈密不可分。于是,一门综合的新兴科技技术——地球空间信息学应运而生。地球空间信息学是指以 GPS、GIS、RS 等空间信息技术为主要内容,并以计算机技术和通讯技术为主要技术支撑,用于采集、量测、分析、存储、管理、显示、传播和应用与地球及空间分布有关的数据的一门综合、集成的信息科学和技术。它是地球科学的一个前沿领域,以“3S”为代表,包括通讯技术、计算机技术等新兴学科,是地球信息科学的重要组成部分,是数字地球的基础<sup>[2]</sup>。这无疑为摄影测量和遥感学科了很好的定位,即地球空间信息学是数字地球的数学基础,是数字

地球的空间信息框架,为数字地球提供技术支撑<sup>[2]</sup>,而摄影测量和遥感学科作为“地球空间信息学”的有机组成部分,是为数字地球提供实时、动态、全球、廉价和其他方法难以取代的空间框架图像数据及从中导出语义与非语义信息的惟一技术手段。在实现数字地球的过程中,摄影测量和遥感学科必将得到更大的发展。

## 1 国内外摄影测量与遥感的现状

### 1.1 摄影测量的现状

从19世纪中叶到20世纪六七十年代,模拟摄影测量经历了漫长的发展过程,摄影测量技术的发展可以说基本围绕着十分昂贵的立体测图仪进行的。随着模数转换技术、计算机技术和自动

控制技术的发展,Helava于1957年提出了“用数字投影代替物理投影”的概念后,意大利的OMI公司与美国的Bendix公司合作,于1961年制造出世界上第一台解析测图仪AP-1。之后,到七八十年代,由于微电子技术的进步,使电子计算机体积变小、性能增强、价格低廉,解析测图仪逐步成为摄影测量的主要测图仪器。然而,摄影测量工作者并没有就此满足,1978年,武汉测绘科技大学王之卓教授提出了发展全数字自动化测图系统的设想与方案,并于1985年完成了全数字自动测图软件系统WUDAMS。进入90年代,数字摄影测量工作站获得迅速发展并步入实用化阶段。当前国内外比较著名的全数字型数字摄影测量系统见表1(1996年统计)<sup>[5,6]</sup>。

表1 著名的全数字型数字摄影测量系统

Tab.1 Famous All Digital Photogrammetry System

厂商	产品	计算机	功能	年代	影像类型
Leica \ Helava	DPW670 DPW770	SNU	OR DAT,DTM, OP SCA,DM	1994	框幅、全景 卫星影像
Intergraph	InterMap 6887 ImageSt	Intergraph workstation	OP DAT,DTM, OP SCA,DM	1989	框幅 卫星影像
Zeiss	PHODIS AT,ST	SGI	OR DAT,DTM, OP SCA,DM	1993	框幅
Vision Int'l	Softplotter	SGI	OR AT,DTM, OP SCA,DM	1994	框幅 SPOT
VirtuoZo	VirtuoZo	SGI	OR DTM,OP, DM(DAT)	1994	框幅 SPOT
Inpho DAT/EM	Match-T,AT Digitus	SGI Various	OR DTM,DAT,GPS OR AT,OP,DM	1993 1993	框幅 框幅 框幅
ERDAS/ Intermatic	Orthomax	SUN SGI	AT,DM,DTM, OP,OR,JP,RS	1992	框幅 SPOT

1996年后,全数字摄影测量工作站又在功能和服务作了重大的改进。以我国的系统为例,VirtuoZo依托由武汉测绘科技大学、国际数据集团(IDG,USA)和Inter公司合资的适普公司,开发出了适合我国国情的微机版软件。同时,利用在美国、日本、澳大利亚、香港特别行政区等国家和地区的子公司,积极参与国际竞争,取得巨大成功;中国测绘科学研究所所属的中国四维测绘技术北京公司在最近几年陆续研制开发了数字化测图系列产品,包括JX-4A全数字摄影测量工作站、JSH6080激光扫描绘图仪、HX-23影像数字化仪、MapED地图编辑工作站和自动数字空中三角测量软件等,这些产品也出口到日本、巴基斯坦等国;郑州测缓学院和西安测绘研究所也在研制类似的简易型数字摄影测量系统<sup>[7,8]</sup>。

由于科学技术的进步,摄影测量中以节省外业控制、缩短成图周期为目的的GPS辅助空中三角测量技术,在90年代已在我国获得生产性推广应用。我国自行研制的DDKIN和WuCAPS软件已用于海南中澳合作项目和中越边界测图,在北京、东北、天津等测区也得到应用。将GPS/INS激光断面扫描仪、CCD扫描仪总集成的航空自动数据采集系统也列入国家“863”计划进行紧张的研制和试验。进入数字化时代,数字摄影测量学变为摄影测量学与计算机科学的交叉学科,而摄影测量工具也由计算机及其相关的输入输出设备逐步取代了昂贵的光机设备,科研工作者不再受专用设备制造商的控制和摆布,系统制造主要变为“软件解算”<sup>[10]</sup>。这种革命性的变革,为广大摄影测量科研工作者提供了更为广阔的发展空间。在短短的几

年时间里取得了较为丰硕的研究成果,在数字摄影测量的非语义信息提取、语义信息提取、影像识别、影像分析、DTM( DEM )的生成、影像特征提取、影像的自动匹配和 4D 产品的生产等方面均取得了相当大的理论和应用成就<sup>[11]</sup>。

中国国家测绘局已陆续在全国推广数字摄影测量的应用,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;武汉测绘科技大学利用自行研制的 VirtuoZo、GeoStar、WuCAPS<sub>GPS</sub> 等软件系统形成了可实用的从影像到空间数据框架的一条龙生产线,并已在我国生产单位推广应用,实现了全数字化摄影测量及其与 GPS 和 GIS 的有机集成,整个集成系统已在广东省国土厅投入生产,用于建立广东省省级地球空间数据基础设施<sup>[12]</sup>。

## 1.2 遥感技术现状

从 1960 年 4 月 1 日 TIROS-1 气象卫星发射至今不到 40 年的时间里,遥感技术已经发生了根本的变化,主要表现在遥感平台、传感器、遥感的基础研究和应用领域等方面。我国从 70 年代起开始从事空间遥感与应用研究,遥感技术发展状况具体表现在以下几方面。

1) 航天遥感平台方面。我国先后发射了 10 多颗返回式遥感卫星、2 颗国土普查卫星、3 颗极轨气象卫星和 1 颗静止气象卫星。1988 年 9 月 7 日、1990 年 9 月 3 日分别成功发射了我国第一代极轨气象卫星 FY-1A 和 FY-1B;1997 年 6 月 10 日发射了我国第一颗静止气象卫星 FY-2,并将在气象卫星领域采用双星制;1999 年 5 月 10 日又成功发射了极轨气象卫星 FY-1C,并于 8 月份成功通过在轨测试移交应用部门使用;在 1999 年 10 月我国又成功发射中巴资源卫星,我国的第一颗海洋卫星——“海洋一号”(HY-1)卫星于 1997 年 6 月由国防科工委批准立项研制,预计 2001 年 4 月搭载风云一号 02 批第二颗卫星发射。我国下一步将在中巴资源卫星的基础上发展以星载合成孔径雷达为主要载荷的雷达卫星。在小卫星方面,我国已经发射了几颗小卫星(如 SJ-4、SJ-5 等);计划发射的小卫星包括 HY-1、863-2 小卫星、中科院小卫星和清华 10 号等;建议中的小卫星计划有 COSMO/SKYMED(与意大利合作)、ZHJ-1 小卫星(灾害及环境监测小卫星群)、固态小卫星和测绘小卫星群(由 10 颗小卫星组成,其中包括 3~5 颗光学型、2 颗雷达型和 2 颗高几何分辨率卫星)等。

2) 航天传感器方面。我国自行或合作研制了多种传感器,如中巴资源卫星上搭载的 CCD 相机

(与 SPOT-HRV 相似)、红外多光谱扫描仪(IRMSS)和宽视场成像仪(WFI)<sup>[13]</sup>;星载太阳辐射度监测仪(STIM)<sup>[14]</sup>;FY-2 气象卫星上的多通道扫描辐射计(MCSR);FY-1A 和 FY-1B 气象卫星上的甚高分辨率扫描辐射计;FY-1C 气象卫星上的 10 波段可见红外扫描辐射计<sup>[15]</sup>。正在开展星载海洋雷达高度计、空间载中分辨率成像光谱仪、偏振仪、10 波段海洋水色水温扫描仪、遥感用静止型傅立叶变换成像光谱仪、中视场地球辐射收支仪和星载微波辐射计等各种新型传感器的研制和设计。

3) 航空遥感方面。我国正在开展先进的机载对地观测系统的研制,该系统由 5 个传感器组成,工作波段覆盖了可见光、红外和微波整个系列;平台采用高、中、低空飞机构成面向应用目标的分布式系统。这 5 个传感器包括:实用型模块化成像光谱仪(OMIS)、宽视场面阵 CCD 超光谱成像仪、高分辨率 CCD 面阵数字航测相机、机载三维成像仪和机载 L-SAR<sup>[16]</sup>。我国同时也在开展无人机遥感系统的研制,中国的军用无人机系统的研制已取得较好的成果。民用方面,中国测绘科学研究院在国家“863”计划的资助下开展了 UAVRS-I 型无人机海监遥感系统的研制<sup>[17]</sup>。

4) 遥感应用方面。在日常的天气、海洋、环境预报及灾害监测、资源调查、土地利用、城市规划、作物估产、国土普查、铁路选线、水库及港口选址、荒漠化监测、环境保护、气候变化及国防等方面均取得了显著的社会效益和经济效益。

5) 基础研究方面。我国开展了目标辐射特性、大气传输模型、反演方法和辐射定标等领域的研究。同时,在 INSAR 和 D-INSAR 方法<sup>[18]</sup>、成像光谱仪数据处理<sup>[19]</sup>、遥感中的空间推理<sup>[20]</sup>、专家系统和数据挖掘(data mining)<sup>[21]</sup>、多源遥感数据融合<sup>[22-23]</sup>等前沿技术方面也开展了卓有成效的研究。

在国际遥感方面,美国从全球性的角度提出了行星地球计划(MTPE)。MTPE 被认为是对美国全球变化研究计划(USGCRP)的一大贡献,其中对地观测系统(EOS)是该计划的核心。EOS 主要由以下几个方面组成:地球观测系统的上午系列(EOS-AM 系列)、地球观测系统的彩色卫星(EOS-COLOR)、地球观测系统的气溶胶计划(EOS-AM 系列)、地球观测系统的下午系列(EOS-PM 系列)、地球观测系统的测高计划(EOS-ALT 系列)、地球观测系统的化学计划(EOS-CHEM 系列)、气象卫星系列(NOAA 系列)和资源卫星系列(LandSat 系

列等。其中,NOAA-15和LANDSAT-7均已发射成功,EOS-AM卫星将在近期发射。同时,美国的商用小卫星计划在几年前就已经出台,以地球观测公司、空间成像公司和轨道科学公司为主的商用小卫星公司正在或已经建立为接收、处理及分发高分辨率成像卫星资料的国际性战略组织,他们也尝试发射了高空间分辨率的小卫星,虽然失败了,但是这种趋势将不可避免。欧洲空间局(ESA)已经发射和将要发射的遥感卫星有:遥感卫星一号(ERS-1)和二号(ERS-2)、静止气象卫星(METEOSAT)、环境卫星(ENVISAT)和极轨气象卫星(METOP)等;日本国家空间发展局(NASDA)在遥感领域主要发射了日本地球资源卫星1号(JERS-1)、静止气象卫星(GMS)、先进的地球观测卫星(ADEOS)等;日美还联合实施了热带雨林测量计划(TRMM),日本作为EOS计划的参加者还为该计划设计各种传感器,并计划自行发射带有2.5m分辨率的3行CCD和10m分辨率的SAR等传感器的ALOS卫星,法国的资源卫星系列(SPOT系列)家喻户晓,至今已经发射了4颗,其后续的SPOT5将带有3个CCD相机,分辨率为2.5m,并将于2001年上天,加拿大的雷达卫星(RADARSAT)也取得了很大的成功,印度的资源卫星系列(IRS系列)在空间分辨率上已达到5.8m;其实,俄罗斯通过和平号、联盟号空间站长期拍摄地球表面影像,使用了1m和3m主距摄影机,已获得大量的2m和0.5m分辨率航天像片,开始在全球出售。随着各种遥感卫星的不断升空,成千上万的不同性质和用途的传感器也在几百km到几万km的高空夜以继日地监测着我们的地球,为世界各地的科学工作者提供各式各样的数据。这些传感器在光谱方面涵盖了几乎所有的大气窗口,正沿着单一波段—多光谱—高光谱—超光谱—成像光谱的方向发展;在时间方面,可以从几十d到甚至几十min重复观测同一地区;在空间分辨率方面,可为我们提供从几十km到甚至m级的地面观测;在光谱分辨率方面,5~6nm的成像光谱仪将能同时获得384~540波段的高光谱图像,为自动识别和分类提供必要的数据。预计在下世纪初,每天发向地球的对地观测数据将超过1TB,它们能为我们提供所需的用于大气科学、海洋科学和陆地科学等与地球及空间环境息息相关的信息。

## 2 我国摄影测量与遥感的发展展望

我认为在新的形势下,对我国的摄影测量与遥

感工作者来说,是机遇与挑战并存。

1999年8月23日,中共中央、国务院召开了全国技术创新大会,这无疑是对我国的广大科技工作者的巨大鼓舞。国家越来越注重科学技术,特别是高科技的发展,提出并开始全面实施科教兴国战略,强调“跨越、创新、改革”,这为摄影测量与遥感学科的发展营造了极好的社会环境。20世纪特别是近几十年知识不断创新,科技突飞猛进,又为摄影测量与遥感学科的发展提供了强有力的科学与技术支持。

虽然摄影测量与遥感学科时逢不可多得的发展机遇,但是我们必须清楚地认识到我们将要面临的巨大挑战。

1)从摄影测量的作业过程而言,地貌的测绘、DEM的建立尚有很多问题没有解决,人工地物的提取,特别是全自动化提取还有很大的差距<sup>[1]</sup>;虽然我们在影像匹配、自动定向算法、特征提取、影像分割与分类、影像的分析与理解、目标重建和自动化空中三角测量等方面取得了一定的成绩,并涉及和应用了一些新的理论,但是研究仍然处于较低级的阶段,有些距离实用化还相去甚远,特别是在语义信息的自动化提取方面。

2)尽管在航天遥感领域已经发射了无数的遥感卫星和遥感器,然而我们的遥感仍然处在定性遥感阶段,还难以满足不同用户的需求;我们在大气辐射传输、地物反射与发射特性等基础研究方面还有诸多不尽人意的地方,遥感数据越来越多,用户正在逐渐被图像和数字的资料所淹没,许多资料从一开始就被束之高阁,如何有效地存储、管理和使用它们,足以让世界各国的科技工作者头痛;遥感数据的融合、遥感数据的压缩、遥感信息的挖掘、遥感信息的应用仍然是未来遥感面临的重要问题,遥感是应产业化、私营化还是集中化以及遥感的国际合作等等政策性问题,还有待我们进一步探索。

3)作为空间信息科学的重要组成部分,摄影测量与遥感学科如何更好地与GPS和GIS集成,更好地发挥各自的优势,我们仍有许多工作要做。为实现数字中国和数字地球,摄影测量与遥感责无旁贷,但是要真正达到这个目标,我们还有很长的路要走。

总之,我认为,全数字化摄影测量及其与GPS和GIS集成的道路是摄影测量发展的必由之路<sup>[3]</sup>。高分辨率(高空间分辨率、高时间分辨率、高光谱分辨率)传感器、专业型小卫星群、遥感定量化和商业化是未来遥感发展的必然趋势。下一个世纪,影像将是空间信息的最主要载体,社会对摄

影测量与遥感的人才需求将成倍增长。摄影测量与遥感技术将进入普及化和商业化阶段,机载 GPS/INS、激光扫描仪和 CCD 成像技术将实现实时测图,高空间分辨率用于解决平面问题;干涉雷达技术用于解决高程问题,高光谱技术用于解决自动分类问题是大势所趋。数据融合、数据挖掘、信息融合、系统集成影像、图形、DEM 三库一体化和可视化虚拟现实技术将成为关键技术热点。我深信,摄影测量与遥感必将在下世纪数字地球时代扮演十分重要的角色,中国的摄影测量与遥感必将成为世界舞台的一支生力军。

### 参 考 文 献

- 1 Al Gore. The Digital Earth :Understanding Our Planet in the 21st Century. California :Los Angeles ,1998
- 2 李德仁,李清泉.地球空间信息与数字地球.第 11 届全国遥感技术学术交流会,海口,1999
- 3 李德仁,袁修孝,张剑清,等.从影像到数字地球的全数字摄影测量方法.第 11 届全国遥感技术学术交流会,海口,1999
- 4 王之卓.从测绘学到 Geomatics.武汉测绘科技大学学报,1998(23)4:294~296
- 5 张祖勋,张剑清.数字摄影测量学.武汉:武汉测绘科技大学出版社,1996
- 6 张祖勋,张剑清.数字摄影测量学的发展及应用.第 10 届全国遥感技术学术交流会,青岛,1997
- 7 吴云东,钱曾波,张永生,等.数字空中三角测量系统(DiAAT)的实现与应用.见:空间信息学及其应用——RS、GPS、GIS 及其集成.武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998
- 8 胡文颂,常本义.SPS-2 软拷贝摄影测量系统.见:空间信息学及其应用——RS、GPS、GIS 及其集成.武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998
- 9 张祖勋.王之卓先生的教诲与摄影测量的全数字化道路.见:空间信息学及其应用——RS、GPS、GIS 及其集成.武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998
- 10 Gruen A. Digital Photogrammetric Station Revisited. Inter '1 Archives of Photogrammetry and Remote Sensing , 1996 3(B2)
- 11 李德仁,周月琴,胡孝沁,等.1992~1996 年中国摄影测量与遥感的发展(国家报告).第 10 届全国遥感技术学术交流会,青岛,1997
- 12 李德仁,袁修孝,张剑清,等.从影像到地球空间数据框架——武汉测绘科技大学的全数字化摄影测量及其与 GPS 和 GIS 的集成之路.见:空间信息学及其应用——RS、GPS、GIS 及其集成.武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998
- 13 王怀义,马文坡.中巴地球资源卫星上的红外多光谱扫描仪.第 11 届全国遥感技术学术交流会,海口,1999
- 14 方伟,禹秉熙,姚海顺,等.星载太阳辐照度监测仪(STIM).第 11 届全国遥感技术学术交流会,青岛,1997
- 15 龚惠兴.中国的极轨和静止气象卫星遥感仪器.第 10 届全国遥感技术学术交流会,青岛,1997
- 16 郭华东,许健民,倪国强,等.先进机载对地观测系统.第 11 届全国遥感技术学术交流会,海口,1999
- 17 李紫薇,曹红杰,刘煜彤,等.无人机遥感系统技术发展现状与应用前景.第 11 届全国遥感技术学术交流会,海口,1999
- 18 周月琴,李德仁. Differential SAR Interferometry for Monitoring Land Subsidence :A Case Study in China. In : Proceedings of the 2nd International Symposium on Operationalization of Remote Sensing. The netherlands : ITC ,1999
- 19 张良培,李德仁. Study of the Spectral Mixture Model of Soil and Vegetation in Poyang Lake Area. INT. J. Remote Sensing ,1998(19)
- 20 李德仁,关泽群.将 GIS 数据直接纳入图像处理.武汉测绘科技大学学报,1999,24(1):1~5
- 21 邱凯昌,李德仁,李德毅.空间数据挖掘和知识发现的框架.武汉测绘科技大学学报,1997,22(4):328~332
- 22 贾永红,李德仁,孙家柄,等.多源遥感影像数据融合.第 11 届全国遥感技术学术交流会,海口,1999
- 23 李军.用高分辨率航空影像改善航天遥感影像的空间分辨率.见:空间信息学及其应用——RS、GPS、GIS 及其集成.武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998

李德仁,男,60岁,教授,博士生导师,中国科学院院士,中国工程院院士,欧亚科学院院士。现主要从事以遥感、全球定位系统和地理信息系统为代表的空间信息科学与技术的科研和教学工作。代表成果:高精度摄影测量定位理论与方法;GPS辅助空中三角测量;SPOT卫星像片解析处理;数学形态学及其在测量数据库中的应用;面向对象的GIS理论与技术;影像理解及像片自动解译以及多媒体通信等。已发表论文220余篇。

E-mail:ldli@wtusm.edu.cn

## Towards Photogrammetry and Remote Sensing : Status and Future Development

*LI Deren*

( Presidential Secretariat ,WTUSM ,129 Luoyu Road ,Wuhan ,China 430079 )

**Abstract** With the rapid development of new sciences and technologies ,especially computer technology ,space technology and information technology ,the mankind has entered into the information era. The construction of NII ,the advancement of geo-spatial information science——Geomatics ,and the concept of digital earth ,have made available a solid foundation ,a rare opportunity and a clear objective for the development of the discipline of photogrammetry and remote sensing. Meanwhile ,challenges to the subject area are also in existence. This paper presents a brief and succinct description of the status quo of photogrammetry and remote sensing ,as well as some personal views about the development trends of the discipline.

**Key words** photogrammetry ; remote sensing ; development trends

作者: [李德仁, LI Deren](#)  
作者单位: [武汉测绘科技大学校长办公室, 武汉市珞喻路129号, 430079](#)  
刊名: [武汉测绘科技大学学报](#) ISTIC EI PKU  
英文刊名: [JOURNAL OF WUHAN TECHNICAL UNIVERSITY OF SURVEYING AND MAPPING](#)  
年, 卷(期): 2000, 25(1)  
被引用次数: 76次

## 参考文献(23条)

1. [Al Gore The Digital Earth:Understanding Our Planet in the 21st Century](#) 1998
2. [李德仁;李清泉 地球空间信息学与数字地球](#)[会议论文] 1999
3. [李德仁;袁修孝;张剑清 从影像到数字地球的全数字摄影测量方法](#)[会议论文] 1999
4. [王之卓 从测绘学到Geomatics](#) 1998(23)
5. [张祖勋;张剑清 数字摄影测量学](#) 1996
6. [张祖勋;张剑清 数字摄影测量学的发展及应用](#) 1997
7. [吴云东;钱曾波;张永生 数字空中三角测量系统\(DiAAT\)的实现与应用](#) 1998
8. [胡文颂;常本义 SPS-2软拷贝摄影测量系统](#) 1998
9. [张祖勋 王之卓先生的教诲与摄影测量的全数字化道路](#) 1998
10. [Gruen A Digital Photogrammetric Station Revisited](#) 1996(B2)
11. [李德仁;周月琴;胡孝沁 1992-1996年中国摄影测量与遥感的发展\(国家报告\)](#) 1997
12. [李德仁;袁修孝;张剑清 从影像到地球空间数据框架-武汉测绘科技大学的全数字化摄影测量及其与GPS和GIS的集成之路](#) 1998
13. [王怀义;马文坡 中巴地球资源卫星上的红外多光谱扫描仪](#)[会议论文] 1999
14. [方伟;禹秉熙;姚海顺 星载太阳辐照度监测仪\(STIM\)](#)[会议论文] 1997
15. [龚惠兴 中国的极轨和静止气象卫星遥感仪器](#) 1997
16. [郭华东;许健民;倪国强 先进机载对地观测系统](#)[会议论文] 1999
17. [李紫薇;曹红杰;刘煜彤 无人机遥感系统技术发展现状与应用前景](#)[会议论文] 1999
18. [周月琴;李德仁 Differential SAR Interferometry for Monitoring Land Subsidence:A Case Study in China](#) 1999
19. [张良培;李德仁 Study of the Spectral Mixture Model of Soil and Vegetation in Poyang Lake Area](#) 1998(19)
20. [李德仁;关泽群 将GIS数据直接纳入图像处理](#)[期刊论文]-[武汉测绘科技大学学报](#) 1999(01)
21. [邱凯昌;李德仁;李德毅 空间数据发掘和知识发现的框架](#) 1997(04)
22. [贾永红;李德仁;孙家桢 多源遥感影像数据融合](#)[会议论文] 1999
23. [李军 用高分辨率航空影像改善航天遥感影像的空间分辨率](#) 1998

## 本文读者也读过(6条)

1. [杜海涛;魏国辉.王强 摄影测量的发展趋势与现状](#)[会议论文]-2006
2. [李德仁.刘良明.胡晓沁 1996-2000年中国摄影测量与遥感进展](#)[期刊论文]-[测绘学报](#)2001, 30(2)
3. [张祖勋.张剑清.张力.ZHANG Zuxun.ZHANG Jianqing.ZHANG Li 数字摄影测量发展的机遇与挑战](#)[期刊论文]-[武汉测绘科技大学学报](#)2000, 25(1)
4. [万幼川.刘良明.张永军.WAN You-chuan.LIU Liang-ming.ZHANG Yong-jun 我国摄影测量与遥感发展探讨](#)[期刊论文]-[测绘通报](#)2007(1)

5. [克里斯蒂安·海普克](#), [唐粮](#), [Christian Heipke](#), [TANG Liang](#) [摄影测量与遥感之发展趋势和展望](#)[期刊论文]-[地理信息世界](#)2011, 09(2)
6. [冯建华](#) [浅谈数字摄影测量的发展](#)[期刊论文]-[大科技·科技天地](#)2010(4)

#### 引证文献(76条)

1. [黄道明](#) [摄影测量中基于二维稳健DLT的普通数码相机检校方法](#)[期刊论文]-[湖南水利水电](#) 2010(6)
2. [孙洁芳](#), [孙伟](#), [宣洁](#), [吕从](#) [数字航摄影仪与传统航摄影仪测量方式的比较](#)[期刊论文]-[地理空间信息](#) 2009(4)
3. [张和生](#), [薛光武](#), [刘艳华](#), [刘鸿福](#) [机载激光扫描测距\(LIDAR\)系统的应用试验](#)[期刊论文]-[测绘科学](#) 2009(5)
4. [刘杰](#) [空间信息技术在土地利用规划中的应用](#)[期刊论文]-[测绘与空间地理信息](#) 2008(2)
5. [李京忠](#) [遥感图像拼接算法的研究](#)[期刊论文]-[许昌学院学报](#) 2008(2)
6. [刘鲁军](#), [黄道伟](#), [任启萍](#) [“3S”技术在土地利用总体规划中的应用](#)[期刊论文]-[河北农业科学](#) 2008(10)
7. [杨博](#), [刘义](#) [农业遥感影像目视解译技术要点](#)[期刊论文]-[现代化农业](#) 2008(4)
8. [庞新华](#), [潘耀忠](#), [朱文泉](#), [顾晓鹤](#), [杨伟](#) [一种基于SVR的简易融合算法](#)[期刊论文]-[遥感信息](#) 2008(3)
9. [沈小乐](#) [数字摄影测量产品的几何精度分析](#)[期刊论文]-[湖北民族学院学报\(自然科学版\)](#) 2007(1)
10. [王广军](#), [武文波](#) [多源遥感数据融合方法探讨](#)[期刊论文]-[辽宁工程技术大学学报\(自然科学版\)](#) 2004(3)
11. [胡兴树](#), [龚健雅](#), [潘建平](#) [当代遥感技术的现状和发展趋势](#)[期刊论文]-[武汉大学学报\(工学版\)](#) 2003(z1)
12. [胡翔云](#), [张祖勋](#), [张剑清](#) [航空影像上线状地物的半自动提取](#)[期刊论文]-[中国图象图形学报A辑](#) 2002(2)
13. [张祖勋](#), [张剑清](#), [胡翔云](#) [基于物方空间几何约束最小二乘匹配的建筑物半自动提取方法](#)[期刊论文]-[武汉大学学报\(信息科学版\)](#) 2001(4)
14. [周万坚](#) [机载激光雷达测绘技术浅析](#)[期刊论文]-[科技致富向导](#) 2013(19)
15. [马国庆](#) [数字摄影测量发展现状和趋势](#)[期刊论文]-[中国科技纵横](#) 2013(20)
16. [赵永艳](#), [张金良](#) [机载激光雷达测绘技术初探](#)[期刊论文]-[中国石油和化工标准与质量](#) 2011(4)
17. [吴连喜](#), [王建强](#) [比值法保全多光谱图像颜色的研究](#)[期刊论文]-[东华理工大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(2)
18. [刘玲](#), [陈佑德](#) [人机交互技术在土地利用更新调查中的应用](#)[期刊论文]-[山西建筑](#) 2008(2)
19. [陈松尧](#), [程新文](#) [机载LIDAR系统原理及应用综述](#)[期刊论文]-[测绘工程](#) 2007(1)
20. [宁黎平](#) [遥感技术在青海省生态环境建设中的应用](#)[期刊论文]-[青海环境](#) 2004(3)
21. [郑德华](#), [杨林](#) [数字近景摄影测量辅助三维激光影像扫描的建筑物表面数据采集系统](#)[期刊论文]-[建筑科学](#) 2004(4)
22. [刘经南](#), [张小红](#) [激光扫描测高技术的发展与现状](#)[期刊论文]-[武汉大学学报\(信息科学版\)](#) 2003(2)
23. [安如](#), [王慧麟](#), [冯学智](#) [江苏省1:5万基础地理信息更新集成技术特点探析](#)[期刊论文]-[武汉大学学报\(信息科学版\)](#) 2002(2)
24. [唐延林](#), [黄敬峰](#) [农业高光谱遥感研究的现状与发展趋势](#)[期刊论文]-[遥感技术与应用](#) 2001(4)
25. [沈磊](#), [方臻明](#), [祝勇军](#) [基于可视化的地理信息系统公路安全评估方法](#)[期刊论文]-[山西建筑](#) 2013(33)
26. [蒙继华](#), [吴炳方](#), [杜鑫](#), [张飞飞](#), [张森](#), [董泰峰](#) [遥感在精准农业中的应用进展及展望](#)[期刊论文]-[国土资源遥感](#) 2011(3)
27. [马军](#) [铁路航测生产的现状浅析](#)[期刊论文]-[山西建筑](#) 2009(16)
28. [吴军](#) [“摄影测量”教学中学生实践能力与创新能力的培养](#)[期刊论文]-[桂林电子科技大学学报](#) 2007(5)
29. [马军](#), [张玉世](#) [铁路数字化测图的现状与发展](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2006(z1)
30. [林宗坚](#), [刘政荣](#) [从遥感影像提取道路信息的方法评述](#)[期刊论文]-[武汉大学学报\(信息科学版\)](#) 2003(1)
31. [邓安健](#), [陈志超](#), [杨磊库](#) [测绘工程专业摄影测量学教学改革与实践](#)[期刊论文]-[地理空间信息](#) 2011(1)
32. [王潇女](#), [王日辉](#) [浅谈数字摄影测量的发展](#)[期刊论文]-[中国科技博览](#) 2011(18)



33. 冯建华 [浅谈数字摄影测量的发展](#)[期刊论文]-[大科技·科技天地](#) 2010(4)
34. 曾涛, 杨武年, 余代俊, 秦岩宾, 高雅萍 [新时期测绘工程专业《摄影测量学》课程教学改革实践](#)[期刊论文]-[测绘科学](#) 2009(3)
35. 刘文荣 [集成Google Earth的高程提取程序开发及在环评中的应用](#)[期刊论文]-[煤炭工程](#) 2011(5)
36. 张晓浩, 娄全胜, 张春雨 [基于机载激光雷达的海岸带三维景观仿真模拟](#)[期刊论文]-[热带海洋学报](#) 2010(5)
37. [浅谈当代摄影测量的发展与应用](#)[期刊论文]-[地矿测绘](#) 2005(3)
38. 董明 [基于遥感影像的地图路网数据的变化检测](#)[学位论文] 硕士 2005
39. 吴连喜, 王茂新 [一种光谱保持型的图像融合方法](#)[期刊论文]-[遥感学报](#) 2004(4)
40. 惠凤鸣 [复杂地表下ASTER遥感数据的DEM构建与精度评价](#)[学位论文] 硕士 2004
41. 张宏伟 [矢量与遥感影像的自动配准](#)[学位论文] 博士 2004
42. 国巧真, 李富平 [遥感技术的发展及其在矿业中的应用](#)[期刊论文]-[矿业快报](#) 2003(5)
43. 吴连喜, 饶月辉, 高宇 [颜色保真的遥感图像融合方法的研究](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2011(5)
44. 吴炳方, 蒙继华, 李强子 [国外农情遥感监测系统现状与启示](#)[期刊论文]-[地球科学进展](#) 2010(10)
45. 吴连喜, 饶月辉 [比值法减少图像融合中光谱的扭曲](#)[期刊论文]-[测绘科学技术学报](#) 2008(5)
46. 彭士纯, 柳健 [基于高通滤波的多光谱图像融合方法](#)[期刊论文]-[计算机应用研究](#) 2007(8)
47. 管海燕 [基于序列影像的工业钣金件三维检测系统的误差分析](#)[学位论文] 硕士 2005
48. 吴连喜 [一种改进的遥感图像融合方法:LFF](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2004(11)
49. 王继周, 李成名, 林宗坚 [城市三维数据获取技术发展探讨](#)[期刊论文]-[测绘科学](#) 2004(4)
50. 吴连喜 [一种保持光谱特征的图像融合方法—高通滤波融合法](#)[期刊论文]-[国土资源遥感](#) 2003(4)
51. 章传银, 高永泉 [浅论现代测绘科学基本问题与科学思维](#)[期刊论文]-[测绘科学](#) 2002(1)
52. 谢酬 [基于已知影像的航摄影像定向方法与实践](#)[学位论文] 硕士 2005
53. 唐延林, 王人潮 [遥感技术在精准农业中的应用](#)[期刊论文]-[现代化农业](#) 2002(2)
54. 沈小乐, 王璇, 刘倩 [遥感技术在生态省建设中的应用](#)[期刊论文]-[湖北民族学院学报\(自然科学版\)](#) 2007(2)
55. 吴连喜, 王茂新 [一种基于IHS变换的改进型图像融合的算法](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2003(6)
56. 洪志刚, 戴尔阜, 储美华 [我国西部1:5万地形图空白区地物解译研究—以西藏那曲其香错地区为例](#)[期刊论文]-[测绘科学](#) 2005(6)
57. 朱瑞芳 [基于遥感影像的城市绿地信息提取方法研究](#)[学位论文] 硕士 2005
58. 杨文, 徐新, 孙洪 [合成孔径雷达图像解译技术探讨](#)[期刊论文]-[空间电子技术](#) 2004(1)
59. 吴连喜 [一种改进的RS图像融合方法用于土地利用调查](#)[期刊论文]-[土壤通报](#) 2004(5)
60. 吴连喜, 余水根, 刘晓梅, 苏小霞 [土地利用动态监测的LFF图像融合改进应用](#)[期刊论文]-[地球信息科学](#) 2004(3)
61. 王文龙 [古建筑三维重建方法的研究](#)[学位论文] 硕士 2005
62. 陆宏伟 [基于卫星编队遥感图像的对地定位算法研究](#)[学位论文] 博士 2004
63. 刘亚文 [利用数码像机进行房产测量与建筑物的精细三维重建](#)[学位论文] 博士 2004
64. 翁永玲, 田庆久 [数字摄影测量技术与数字地球空间数据框架的建设](#)[期刊论文]-[遥感技术与应用](#) 2003(1)
65. 唐桂文 [基于1:1万DEM生产的质量控制和检查](#)[学位论文] 硕士 2004
66. 谢文寒 [基于多像灭点进行相机标定的方法研究](#)[学位论文] 博士 2004
67. 段汕 [形态学及其在遥感影像处理中的应用研究](#)[学位论文] 博士 2004
68. 王天鹏 [遥感影像中道路的半自动提取研究](#)[学位论文] 硕士 2004

69. [程莹](#) [基于结构光的纹理贫乏目标三维重建方法](#)[学位论文]硕士 2005
70. [陈楚江](#) [基于地球空间信息技术的新型公路勘察设计中的关键问题研究——以西藏墨脱公路勘察设计为例](#)  
[学位论文]博士 2004
71. [智长贵](#) [基于航片的正射影像林相图制作及森林测量研究](#)[学位论文]博士 2005
72. [唐骐](#) [城市基础地理信息系统的数据维护与更新](#)[学位论文]硕士 2005
73. [邵振峰](#) [基于航空立体影像对的人工目标三维提取与重建](#)[学位论文]博士 2004
74. [李浩](#) [水电工程近景数字影像技术的研究及应用](#)[学位论文]博士 2005
75. [赵杰](#) [数字地形模拟-地形数据获取与数字地形分析研究](#)[学位论文]博士 2004
76. [苏国中](#) [基于光电经纬仪影像的飞机姿态测量方法研究](#)[学位论文]博士 2005

引用本文格式：[李德仁](#). [LI Deren](#) [摄影测量与遥感的现状及发展趋势](#)[期刊论文]-[武汉测绘科技大学学报](#)  
2000(1)