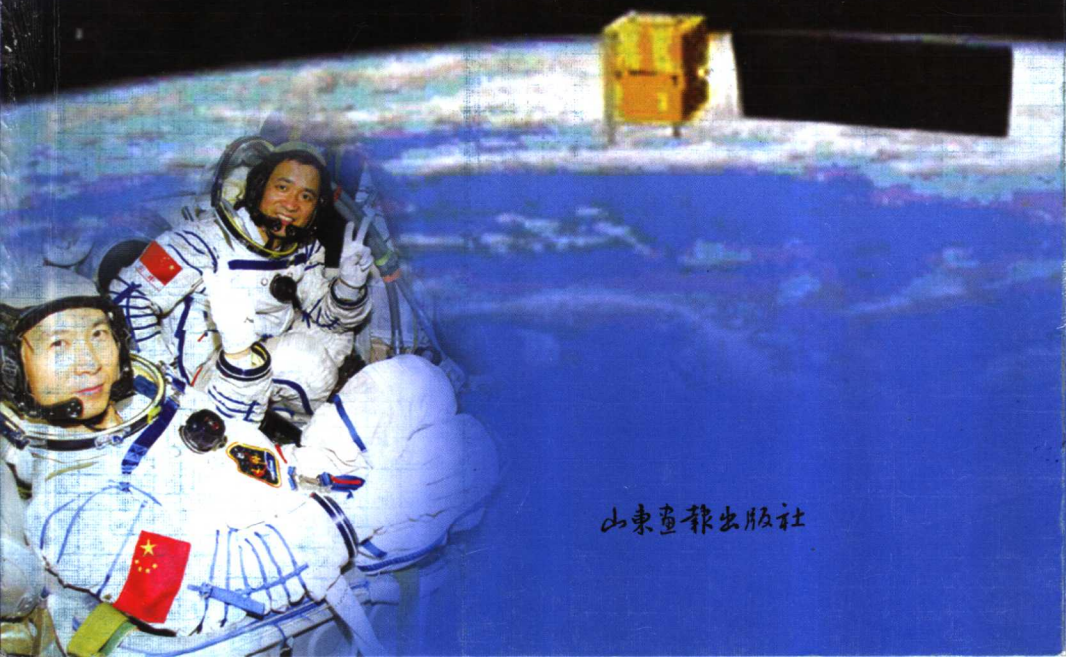


航天遥感

——从太空看地球，
从地球看太空

梁泽环 编著



山东画报出版社

航天遥感

——从太空看地球，
从地球看太空

梁泽环 编著

山东出版出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

航天遥感: 从太空看地球, 从地球看太空 / 梁泽环编
著. — 济南: 山东画报出版社, 2006.5

ISBN 7-80713-274-4

I. 航... II. 梁... III. 航天遥感 IV. TP72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 157421 号

- 责任编辑 于建成
装帧设计 王 芳
出版发行 山东画报出版社
社 址 济南市经九路胜利大街 39 号 邮编 250001
电 话 总编室 (0531)82098470
市场部 (0531)82098042(传真) 82098047
网 址 <http://www.sdpress.com.cn>
电子信箱 hccb@sdpress.com.cn
印 刷 山东新华印刷厂临沂厂
规 格 143 × 210 毫米
5.25 印张 160 幅图 55 千字
版 次 2006 年 5 月第 1 版
印 次 2006 年 5 月第 1 次印刷
印 数 1-6000
定 价 20.00 元

如有印装质量问题, 请与出版社资料室联系调换。

序 1

这是一本深入浅出、雅俗共赏的科普读物。作者是中国科学院中国遥感卫星地面站梁泽环教授。该科普书的组织策划者是中国科学院科普宣教团团长、中国科学院遥感应用研究所翁祖平高级工程师,这是他们通力合作出版的第一本精品,无论是对于青少年朋友,还是对于航天、遥感感兴趣的专家们,提高太空意识,了解祖国航天科学技术进展,都是开卷有益的。

该团曾组织科普讲座三百多场次,为北大附中开设科技选修课达三年。本书的课题也是其中之一,它们久经锤炼,深受欢迎。

本书融合大量科技专著,内容丰富,图文并茂,精炼简约,文字不过五万,而彩色图片一百六十余幅。本书案例生动,引人入胜,赏心悦目,趣味盎然,令人爱不释手。

尤其难能可贵的是,本书既从太空看地球,更从地球看太空。登高远望,与时俱进,展示航天事业的美好未来。我国正在大力开发载人航天事业与空间站建设,积极准备嫦娥探月计划。香港中文大学创建了太空地球信息科学研究所,贵州正在策划超大型射电望远镜的建设。为此,激发青少年的太空意识和热情,呼唤全社会对航天事业的关注与支持是非常及时的,非常必要的。山东画报出版社组织该书的出版,意义深远,谨致祝贺!

陳述彭

中国科学院院士

中国科学院遥感应用研究所终身名誉所长

2005年10月9日

序 2

人类科学活动的历史就是一部探索自然秘密的历史。居住在陆地上的人们，不仅渴望了解广阔的地球表面，还对太空有着极大的兴趣。脱离地面，飞向太空，探索宇宙，鸟瞰地球，是人类祖先的梦想。进入 20 世纪以来，特别是 50 年代以后，航空、航天遥感的发展开始了人类飞天梦的伟大实践。最初是航空遥感，由飞机装载遥感器，从一千米以下至上万米的空中对地观测，获得地面的照片和资料，收到了很好的效果。50 年代末科学家把高倍照相机装载到人造卫星上，从几百公里的高空为地球拍照，再把拍好的底片送回地面，从此有了航天遥感照片，实现了从航空遥感到航天（卫星）遥感的飞跃。1959 年，人类得到了第一张由卫星拍摄的地球相片。20 世纪 80 年代至 90 年代，随着信息时代的到来，电子和计算机产业的发展带来了遥感探测器分辨率、数据传输和存储速度的大大提高，使卫星遥感技术获得史无前例的大发展。卫星对地观测实现了数字化成像，并能实时地把卫星获取的信息数据传输回地面。大多极轨卫星上装有记录器，可以记录地球表面任一地区的信息，当卫星飞过本国地面上空时，能迅速把信息回放传输给地面站。因此，卫星遥感已成为全球尺度上对陆地、海洋和大气观测的重要手段，在社会经济发展和军事上得到非常广泛的应用。

1972 年美国发射了民用第一颗陆地卫星（Landsat），对地球资源进行观测。世界各国纷纷建立了自己国家的卫星遥感地面站，为自己国家的国民经济服务。在邓小平同志亲自关怀下，我国也于 1986 年建成了中国科学院中国遥感卫星地面站，使遥感应应用有了自己的对地观测数据源。在这以后近二十年的发展过程中，卫星遥感事业在中国迅速发展，在土地和资源调查、农业与林业调查、测绘地图修编、环境与灾害监测、气象与海洋

观测等方面，取得了重要的应用成果。

到20世纪90年代末21世纪初，由于科学技术进一步的发展，带来了遥感探测器类型的增多，高空间分辨率、高光谱分辨率、微波等遥感器性能的不提高与实用化，使卫星遥感迅速发展。同时，运载工具和飞船的能力提高与最新成就，使科学家的视野开始关注到地球以外的星体。2003年美国探测火星的成就引起世界各国探测太空的热潮。可以说，人类梦想的航天遥感新时代正在到来。这一时代以利用飞船作为遥感平台为主要特征。利用飞船平台使遥感距离延伸到数千万公里，实现了航天遥感新的飞跃。它的探测对象是太阳系的行星和行星的卫星，当然也包括地球和月球。我国在航天遥感方面的发展虽然起步较晚，但发展的速度很快。如今我国不但有了自己的对地观测卫星、气象卫星、海洋卫星，还成功地发射了“神舟”载人飞船；我们不但能接收和处理本国遥感卫星的数据和图像，还能接收和处理国外主要的遥感卫星数据和图像；目前我国探测月球工程已经启动，不久的将来中国人也要亲眼看看“嫦娥”和“玉兔”。人类的科学活动永远不会停止，航天遥感也不是止境，下一个目标也许是“航宇遥感”，飞出太阳系，探测宇宙空间。这不会是太遥远的将来。



中国科学院中国遥感卫星地面站站长

2005年10月11日

前言

正当本书即将发稿的时刻，传来了“神舟6号”发射成功和平安返回激动和振奋人心的消息，尽管本书来不及收集整理有关材

料以补充其内容，但也想增加下列四张照片，以给本书增添光彩。图01是于2005年10月12日上午9时在我国酒泉发射中心正在发



图01：我国“神舟6号”于2005年10月12日发射成功。

射的“神舟6号”的照片。图02是宇航员费俊龙、聂海胜在“神舟6号”返回舱里的照片。图03是他们在“神舟6号”上拍摄并传回的地球照片，当时飞船正在飞入我国上空，他们传回的话说：“在太空看到的地球和祖国大地非常美丽。”图04是他们拍摄到的太空的照片，当时太阳正在降落，只剩下一道霞光，而飞船上的太阳能帆板清晰可见。

2003年是“航天遥感”发展不平凡的一年，2003年秋天中国人民圆了飞天梦，载人飞船“神舟5号”成功升空并安全返回。首位进入太空的中国宇航员杨利伟（图05）在一次接受采访时对记者说：“在太空看到的地球非常美丽……”2005年春节期间，正在国际空间站上工作的指挥员美籍华裔焦立中（图06）发来了他在空间站拍摄的四幅照片，向祖国



图02：“神舟6号”上的宇航员费俊龙、聂海胜。

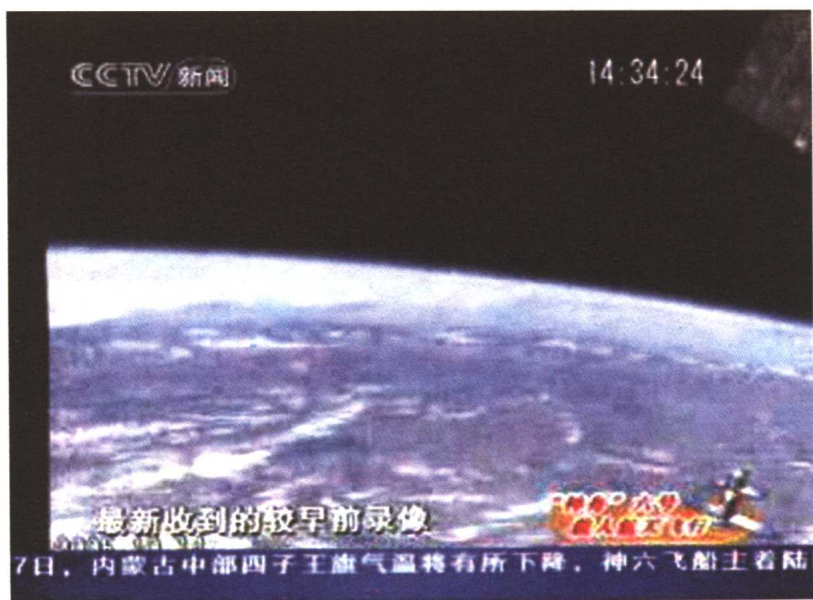


图 03：在“神舟6号”上看地球。

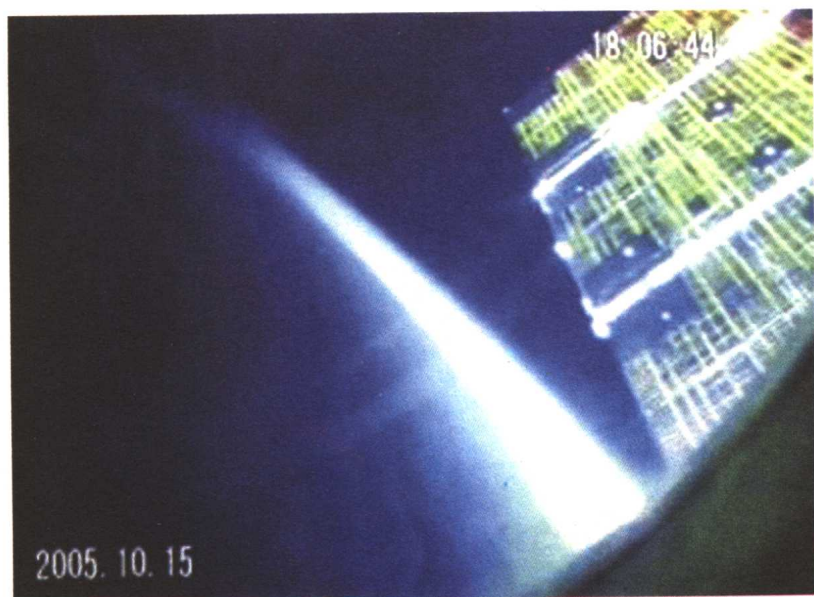


图 04：在“神舟6号”上看太空。



图 05: 我国首位宇航员杨利伟在“神舟 5 号”上正在与地面联络。



图 06: 国际空间站华裔指挥员焦立中。

人民拜年和问候。这是他用镜头直径为400毫米的照相机拍摄到的“北京”和他的家乡“山东半岛”和“青岛市”等四幅照片(参见图07至图10),照片非常清晰。“从太空观测地球”使人们的视野一下子就扩展到地球的广大地区,看清了该区域的特征,特别是人们在地面上进行自然环境调查时所达不到的地区,例

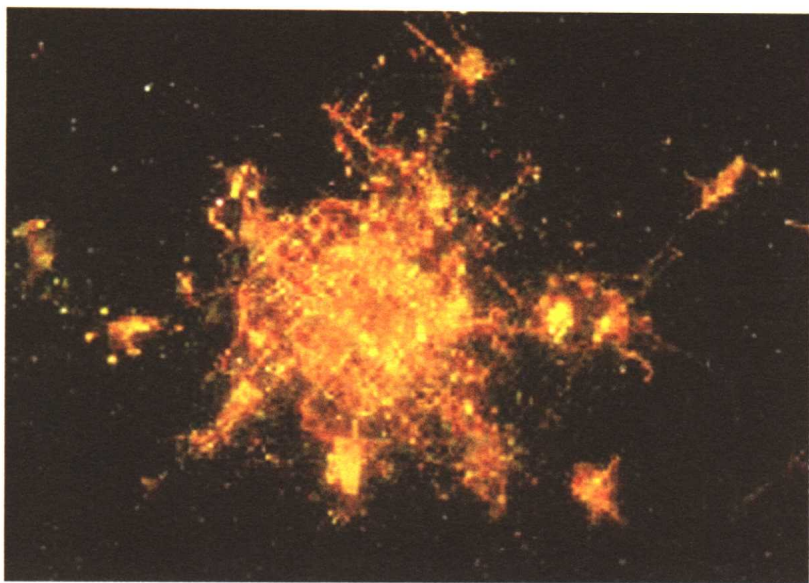


图 07: 焦立中在国际空间站工作时拍摄到的“灯火通明的北京城区夜间”鸟瞰图照片。

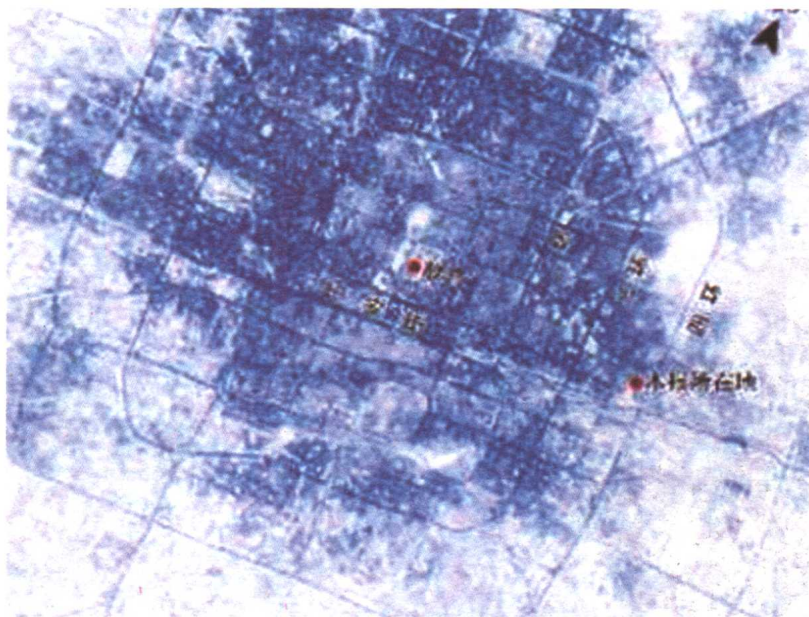


图 08: 焦立中在国际空间站工作时拍摄到的“干道清晰可见的北京城白天鸟瞰图”照片。

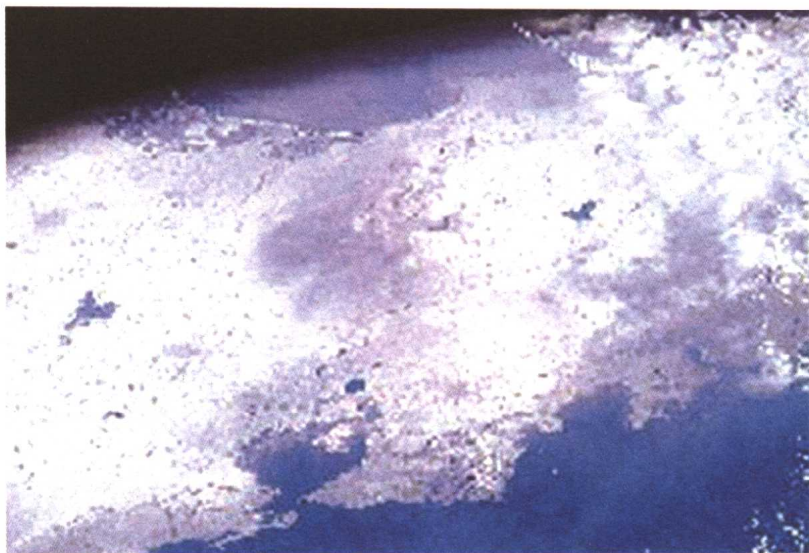


图 09: 焦立中在国际空间站工作时拍摄的“山东半岛鸟瞰图”照片。



图 10: 焦立中在国际空间站工作时拍摄的“青岛市鸟瞰图”照片。

如绵延的高山山脉、大片沙漠、海洋、长长的河流和峡谷等。因此，据统计它在军事上和国民经济上，例如气象、海洋、农业、林业、牧业、渔业、水利、地质、土地利用、铁路建设、洪涝灾害、环境保护等等，有四十多个方面获得了广泛的应用，世界各国对此技术都非常重视，从而在20世纪80年代至90年代期间获得了飞速的发展。这就是本书介绍的内容“从太空看地球”——航天遥感技术的一个方面。

另一方面，也是在2003年年中期间，正是火星离地球的距离5万年来最接近的时刻，世界人民都在抓住这个“大冲”的大好时机对火星进行观测。美国和欧洲都发射了“火星探测器”，直接登陆火星进行实地考察，获得了人类对火星探测空前辉煌的成果，从而掀起了“对太空星体观测”的热潮。各发达国家，甚至一些发展中国家也纷纷制订出了“探测月球”的计划。美国提出于2015年“重返月球”的计划，将来要在月球和火星上建立“永久基地”。我国“嫦娥工程”也在落实

了14亿元经费的情况下正式启动，将于2007年发射“嫦娥1号”探月卫星。这就是本书所介绍的内容“从地球看太空”——航天遥感技术的另一个方面。

世界范围的“航天遥感”高潮已经到来，人们在从太空对地球观测的基础上延伸到对地球以外的太阳系其他星球的观测。人类走出地球探测太空不仅仅是为了探索人类的生命起源，更是为了人类生存寻找出路。众所周知，地球资源和能源的短缺对人类的生存构成了威胁。月球与地球邻近又有丰富的矿产资源，它是地球天然的资源贮存站。1984年联合国就通过一个“月球协议”，说明月球的资源为全世界人类所共有。在这一高潮中，作为“遥感”领域前头兵的中国科学院中国遥感卫星地面站和遥感应用研究所负有义不容辞的责任和千载难逢的机遇，这也是作者编写本书的动力。

正当中科院中国遥感卫星地面站建成并运行20周年之际，作者谨以本书向地面站献礼祝贺。

目 录

序 1 1

序 2 3

前言 1

第一章 遥感的基本知识 1

什么是航天遥感? 1

什么是多波段照相? 3

遥感卫星 7

- 什么是航天器的三个宇宙速度? 7

- 侦察卫星 9

- 资源卫星 12

- 气象卫星 18

- 海洋卫星 21



第二章 遥感图像数据的获取、 传输、接收与处理 23



什么是数字图像? 23

卫星是如何对地面拍照的? 25

图像数据是如何传输的? 31

地面站是如何接收的? 32

什么是图像处理? 为什么要处理? 36

- “预处理系统”及其产品 37

- “精处理系统”及其产品 40

- 应用处理 41

第三章 从太空看地球 43



从太空看到的中华大地 43

从太空看到的北京 44

从太空看到的宝岛——台湾 53

从太空看到的东方明珠——香港 56

从太空看到的长城 57

从太空看到的世界全貌 65

从太空看到的世界各地 66

对地监察在国民经济中的应用示例 71



- 在农业土地改良方面的应用 71
- 南京市热岛效应的应用 72
- 在林业和森林火灾监察方面的应用 73
- 在水利工程方面的应用 76
- 黄河流入渤海口的改道变迁 78
- 1998年长江中下游和哈尔滨特大洪涝灾害的监察 78
- 对2001年美国“911”突发事件的监察 84
- 对2004年年底印度洋海啸的监察 84

第四章 从地球看太空 91

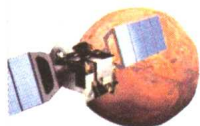


探测月球 91

- 为什么要探测月球? 91
- 探月历史和已取得的成果 91
- 最近的一次探测月球 97
- 我国的探测月球计划 99
- 在月球上建立永久基地 101

探测火星 103

- 为什么要探测火星? 103



● 探测火星的历史和已取得的成果	104
● 2003年又一次火星探测高潮	107
探测土星	121
● 探测土星的历史和已取得的成果	121
● 最近的一次土星探测	121
探测木星	132
● 探测木星的历史和已取得的成果	132
● 最近的一次木星探测	133
飞出太阳系外探测宇宙空间	146
后序	149
参考书目	150

第一章 遥感的基本知识

什么是航天遥感？

简单地说，航天遥感就是在航天器（例如卫星、飞船、空间站、星球登陆车等）的平台上，利用遥感仪器对地球和太空星球进行观测的一门应用科学。顾名思义，航天遥感包括“航天”和“遥感”两大技术。航天技术早已为人所知道了，早在1957年，前苏联发射了世界上第一颗人造地球卫星，紧接着，1958年美国连续发射了两颗卫星，从而掀开了“航天”技术的新篇章，开辟了人类从“航空”到“航天”飞跃的新时代。可是当时在这些卫星上什么仪器也没有，前苏联的卫星仅有一台电台发出电波，好让地面上的人们跟踪观看。而美国的卫星连电台也没有，纯粹是个铁疙瘩，像个篮球那么大。但是，它们的意义却很伟大，毕竟，在人

类文明的历史舞台上，它是人类走出地球的第一步。如今，成千上万颗人造地球卫星在太空中运转，至少还有500颗以上的卫星仍然在工作和服务于人类。还有无人或载人飞船、航天飞机、空间站等，这就为人类对地球观测和对太空星体的观测提供了可靠的平台。

“遥感”是从英文“Remote Sensing”翻译过来的，直译的意思就是“远距离的感知”。尽管这一技术在20世纪50年代已经在飞机上得到了一些应用，但到了1962年在美国召开关于“环境”的一次世界性会议上，人们才第一次正式提出并确立了“遥感”这个技术专用名词，但以后的很长时间内人们对它仍然是很陌生的，它主要应用在气象卫星和航空遥感方面。直到二三十年以后，由于电子信息时代的到来，集成线路和计算机产业的迅速发展，提高