

中国巴西地球资源卫星 影像图集

中国资源卫星应用中心



中国巴西地球资源卫星 影像图集

中国资源卫星应用中心

科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

中国巴西地球资源卫星影像图集 / 中国资源卫星应用中心 编制.
—北京: 科学出版社, 2005

ISBN 7-03-015003-1

I. 中... II. 中... III. 地球资源卫星—卫星像片—图集
IV. N128.15—64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第011094号

责任编辑: 彭胜潮 姚岁寒 / 责任印制: 钱玉芬
设计制版: 北京美光制版有限公司

审图号: GS (2005) 198 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中华商务安全印务股份有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 5 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/8

2005 年 5 月第一次印刷 印张: 31

印数: 1~3000

定价: 860.00 元

《中国巴西地球资源卫星影像图集》

编委会

顾问组

孙来燕 张庆伟 甘子玉 谢 光 刘纪原 栾恩杰
孙家栋 陈述彭 庄逢甘 王礼恒 童庆禧 李小文

编辑委员会

主 任	刘 江
副 主 任	马兴瑞
委 员	(以姓氏笔画为序)
	于 晋 马世俊 王杰生 叶雁琳 艾长春 任志武 刘纪远
	刘绍安 刘晓北 孙维钢 庄国京 朱启疆 吴伟仁 吴美蓉
	张建国 李 莉 李开民 李本正 李纪人 李国平 杜详明
	杨邦杰 杨维垣 沐华平 沙崇漠 肖 晶 闵祥军 陆素娟
	陈 军 陈宜元 陈宣庆 陈钦楠 陈常松 承继成 罗 格
	姜家持 胡 浩 胡如忠 赵文波 顾行发 唐文周 郭宝柱
	郭建宁 寇文正 傅肃性 彭胜潮 蒋兴伟 廖小罕 綦成元
	戴国良 吉尔贝托·卡马拉 (巴西) 莱昂内尔·庇隆迪 (巴西)

编辑部

主 编	郭建宁
副 主 编	沙崇漠 闵祥军
编 辑	王宜礼 杨雪梅 金应春 邹明木
责 任 编 辑	彭胜潮 姚岁寒
计算机制图	张红洁 李丽萍 赵 宾 杜全亮
文 字 审 校	李炳元 姚岁寒 武振华 陆书宁
美 术 设 计	陈 棉

序

1988年7月6日,中国和巴西两国政府签署了合作研制地球资源卫星的协议。卫星研制由中国空间技术研究院(CAST)和巴西国家空间研究院(INPE)负责。1999年10月14日和2003年10月21日,中巴地球资源卫星01星和02星相继在中国太原卫星发射中心发射成功,旋即交付中国资源卫星应用中心投入正式业务运行,为广大用户提供信息服务。中巴地球资源卫星的成功研制与运行被誉为国际高科技领域“南南合作”的成功范例。2003年11月,中国资源卫星应用中心向巴西国家空间研究院代表团介绍了影像图集的设计编制进展,巴方欣然同意中方的提议,并将巴西处理和解译的图像选辑到图集中来(合作备忘录第三款)。本图集的编辑出版,是中巴地球资源卫星研制与应用全面合作成功的历史见证。

在国家综合部门和航天科技集团公司的领导、关怀下,中巴地球资源系列卫星01星和02星工程完成了研制、发射和应用的全过程,转入业务运行的新阶段。各级领导和广大科技人员精心设计、高效施工、呕心沥血、开拓创新,保障了01、02星的顺利运行,超期服役,体现了天地一体化的科学管理。这本图集简明扼要地记录了他们排除万难、争取胜利的丰硕成果,体现了他们精益求精的敬业精神和一丝不苟的科学态度。

目前,在太空运行的对地观测卫星大家族中,在中等分辨率的资源卫星系列中,中巴地球资源卫星虽然起步较晚,但具有系统性、综合性强的特点。中巴地球资源卫星拥有中国研制的推扫式CCD相机、红外多光谱扫描仪(IRMSS),以及巴西研制的宽视场成像仪(WFI)。中巴双方建立了数据接收、预处理、存储、分发等全新的系统和数据模拟、应用评价、示范等合作关系。中国和巴西的成功合作,跻身世界应用卫星的先进行列,为促进信息共享、缩小“数字鸿沟”作贡献。

中巴地球资源卫星作为“南南合作”的成功范例,从01星开始,就实现了从实验卫星到业务卫星的设计、研制与发射顺利成功、超常寿命、超期服役。随后已发射的02星、将要发射的03/04等后续星以及正在规划中的在全球范围内建设地面接收网等,将确保中巴地球资源系列卫星连续、稳定运行,有利于在全球范围内直接提供信息服务。

中巴地球资源卫星属于一种中分辨率的业务卫星,所提供的CCD相机多光谱图像数据主要反映19.5米×19.5米像元之内的景观混合信息及其对比关系。宽视场成像仪(WFI)地面分辨率约258米,覆盖每平方公里约有4×4像元。相对而言,WFI影像数据虽然比较粗放,但却更加概括,适用于对地区的动态变化进行宏观监测与综合评估;区域资源重组分配与合理开发;城镇体系整体规划与环境生态保护;比较快速地更新数据和进行时空动态分析。本图集首先展示了一批读者熟悉的中国城市卫星影像,其次是丰富多彩、引人入胜的典型地理景观影像,然后选择了少量的经数据挖掘和深入分析的影像数据应用案例,举一反三,引发思考。巴西国家空间研究院的专家为本图集推荐了一些便于进行全球对比的图像。

位于地球对跖点的中国和巴西的合作,迈出了历史性的第一步。随着新的地面接收站网的建设 and 资源卫星数据在国际上的分发与应用,中巴地球资源卫星对“数字地球”和平利用与对区域可持续发展的贡献,必将与日俱增。把中国与巴西在中巴地球资源卫星研制及应用方面的合作经验和初步成果,以图集形式公之于众,其意义十分深远。

陳述彭

中国科学院院士
2004年12月25日

FOREWORD

On July 6, 1988, an agreement between China and Brazil on earth resources satellite development was jointly signed by the two governments. Chinese Academy of Space Technology (CAST) and Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) are responsible for this development work. The CBERS-01 and CBERS-02 satellites (China-Brazil Earth Resources Satellites) were successfully launched on October 14, 1999 and October 21, 2003, respectively. After being lofted into orbit, both satellites were relegated to China Center for Resources Satellite Data and Application (CRESDA) and switched to application and routine operation stage so as to provide information service for users. The successful launch and operation of the CBERS-01 and CBERS-02 satellites have gained great fame and a very good reputation for South-South cooperation in the high-tech field. In November, 2003, China made an introduction of design and development process of image atlas to the INPE delegation. The Brazilian side was happily agreeable to this proposal and provided the images processed and interpreted by INPE for the selection (The Third Clause in Memorandum of Cooperation). The publication of this atlas is a historic witness to the successful cooperation of development and application of the China-Brazil Earth Resources Satellites in an all-round way.

Led and solicited by the government departments concerned and China Aerospace Science and Technology Corporation, CBERS-01 and CBERS-02 have completed the process of development, launching and application and entered the routine operation stage. During the course of this engineering, a great number of scientific and technological talents were meticulous in design and efficient in construction as well as leaders at all levels. They endeavored to achieve perfection and with the spirit of pioneering and creation. All these efforts ensured that the CBERS-01 and CBERS-02 satellites extended service in smooth operation, and embodied scientific management with heaven and earth integrity. To be concise and to the point, this atlas records the great success and fruits after the engineering and technical personnel overcame all difficulties and strived for victory, and reflects their professional ethics of constantly perfected skills and their scientific attitude of conscientious work with meticulous attention.

At present, in the series of medium-resolution resources satellites among the grand earth-observing family, the China-Brazil Earth Resources Satellites are characterized by strong systematization and comprehensiveness in spite of later development. The China-Brazil Earth Resources Satellites have Charge-Coupled Device (CCD) camera and Infra-Red Multi-Spectral Scanner (IRMSS) developed in China and Wide Field Imager (WFI) developed in Brazil. The two countries have established an entirely new system of data receiving, pre-processing, storage and distribution, as well as cooperative relation with data simulation, application, evaluation and demonstration. The successful cooperation between China and Brazil enabling their application satellites to rank the world's most advanced made a contribution to the promotion of information sharing and narrowing of digital wide chasm.

As a good example of South-South cooperation, from the beginning, the CBERS-01 satellite achieved the goal of design from an experimental satellite to a professional one, and the objective of smooth and successful development and launching with supernormal life and extended service. The follow-up CBERS-02 satellite and to-be-launched CBERS-03 and CBERS-04 satellites as well as a global ground receiving network which is being planned will guarantee that the China-Brazil Earth Resources Satellite series can be in smooth and consecutive operation in order to provide information service on a global scale.

The China-Brazil Earth Resources Satellite is a kind of medium-resolution service satellite. The multi-spectral image data obtained from the CCD camera show mixed landscape information and contrast relationship within a pixel of 19.5 meters $\times$ 19.5 meters. The ground resolution of WFI is 258 meters, covering per square kilometer with about 4 pixels $\times$ 4 pixels. Comparatively speaking, WFI image data are extensive, but brief and advantageous to macro-monitoring for regional dynamic changes; resources restructuring, allocation and reasonable exploitation; overall plan for urban system and ecological protection of environment, as well as timely data renovation and spatio-temporal dynamic analysis. In this atlas, firstly some intimate satellite images of Chinese cities are shown, followed by typical, colorful and attractive geographic landscapes. Then, a few application cases of image data are selected through data processing and in-depth analysis so that readers can draw inferences and inspiration from these cases. The experts from INPE recommended to this atlas some images favorable for global comparison.

The cooperation between China and Brazil on the opposite sides of the earth has taken a historic step. Along with the construction of a new ground receiving station and the distribution and application of resources satellite data on a global scale, the China-Brazil Earth Resources Satellites will make an increasing contribution to peaceful uses of "Digital Earth" and regional sustainable development. It is of profound significance to the publication of cooperation experiences and preliminary fruits in the development and application of the China-Brazil Earth Resources Satellites in the form of image atlas.

Chen Shupeng

Academician of Chinese Academy of Sciences

December 25, 2004

前言

20世纪是人类征服太空的世纪。伴随着人造地球卫星、宇宙飞船、航天飞机遨游太空,人类在浩瀚宇宙的活动能力得到了大大提高,对地球的认识也达到了前所未有的水平。自上个世纪70年代地球遥感卫星诞生至今,卫星遥感技术已经成为人们监测生态环境,勘察陆地和海洋资源,服务经济社会发展,造福公众生产、生活的最强有力的高科技手段之一。

1988年7月,中国与巴西签署联合研制地球资源卫星的协议。中巴地球资源卫星(CBERS)01、02星先后于1999年10月14日和2003年10月21日在中国太原卫星发射中心成功发射升空。资源卫星数据产品在农业、林业、水利、国土资源、城市规划、环境保护、灾害监测等众多领域得到广泛应用,取得了丰硕成果。CBERS卫星的成功发射和应用运行,不仅结束了中巴两国对遥感卫星数据长期依赖国外遥感卫星的历史,而且表明中巴两国有能力依靠自己的力量发展卫星遥感事业。中巴地球资源卫星是中国和巴西两国人民友谊和智慧的结晶,是发展中国家在空间高科技领域合作的成功典范,开创了中国和巴西两国遥感卫星研制和应用的新局面。

2004年11月,国家主席胡锦涛访问巴西期间,中巴两国签署了《中巴关于合作研制地球资源卫星02B星的补充议定书》和《中巴地球资源卫星应用系统合作的补充议定书》,为共同进军国际资源卫星数据市场创造了有利条件。

党中央、国务院高瞻远瞩,确定了坚持以人为本,全面、协调、可持续的发展观。胡锦涛总书记特别强调指出:要建立资源节约型国民经济体系和资源节约型社会,依靠科技进步推进资源利用方式的根本转变。我国是资源大国,又是人口众多、人均资源占有量相对贫乏的国家之一。自然资源供给短缺是制约经济社会发展的“瓶颈”。应用高科技手段解决经济社会发展面临的资源与环境问题,是国家实施可持续发展战略的重要措施。中巴地球资源卫星在这方面大有用武之地。

中巴地球资源卫星01星和02星有CCD相机、红外多光谱扫描仪(IRMSS)和宽视场成像仪(WFI)三种遥感器,共11个波段,覆盖了从可见光、近红外、短波红外到热红外的光谱范围,这些波段的遥感数据可用于农业、林业、水利、国土资源、城市规划、环境保护、灾害监测等诸多领域;空间分辨率包括19.5米、78米、156米和258米;扫描幅宽为113公里、119.5公里和890公里。

编制《中国巴西地球资源卫星影像图集》,主要目的是向国内外广大用户宣传资源卫星、遥感影像及应用成果,推动资源卫星数据在众多领域得到更好的应用。

本图集共选取了近300幅中巴地球资源卫星影像,这些图像主要代表了我国陆地自然环境状况,从世界最高峰——珠穆朗玛峰到我国最低点的艾丁湖,从东海之滨到帕米尔高原,从黑龙江到南沙群岛,从阿尔泰山到钓鱼岛,不仅包括了山地、丘陵、平原,还有黄土、岩溶、火山、冰川等地貌状况;还包含了从赤道雨林、热带季雨林到寒温带针叶林、高寒荒漠地带的多样景观,并展示了部分应用成果。本图集力求使读者在体验卫星遥感高技术神奇的同时,感受大自然的鬼斧神工和造化的伟力,得到美的享受。

要着重说明的是,本图集是从事卫星研制、地面接收、数据处理的广大科技人员和众多应用领域专家心血和智慧的结晶。从事资源卫星研制及应用的许多专家,对本图集的总体设计与编辑工作提出了建设性的意见和建议,并提供了许多重要的参考资料。没有他们的辛勤工作,本图集是不可能问世的。在此,对这些单位、领导、专家以及在图集编辑过程中给予指导和帮助的有关同志致以衷心的感谢。

本图集虽历时数载,精心磨砺,但在付梓之际,仍难免有不足之处。恳请大家批评指正,我们将不胜感激。

《中国巴西地球资源卫星影像图集》编委会

2004年12月

PREFACE

The 20th century is an epoch that humans conquered the space. Along with man-made earth satellites, spaceships and shuttlecrafts going into the outer space, human beings heightened activity ability in the vast universe and their recognition to the earth reached an unprecedented level. Since the earth remote sensing satellites came into the world in the 1970s, satellite remote sensing technology has been one of the powerful high-tech means to monitor ecological environment, to survey terrestrial and marine resources, to serve economic and social development, and to benefit people's production and living.

In July, 1988, China and Brazil signed an agreement on joint development of earth resource satellites. The CBERS-01 and CBERS-02 satellites (China-Brazil Earth Resources Satellites) were successfully sent into the space at the Taiyuan Satellite Launch Center on October 14, 1999 and October 21, 2003, respectively. Data products obtained from the resources satellites scored great successes in a wide range of fields such as agriculture, forestry, water conservancy, land and resources, urban planning, environmental protection and disaster monitoring. The successful launch and application operation of the CBERS-01 and CBERS-02 satellites not only have put an end to the times when China and Brazil depended on overseas remote sensing satellites over a long period of time, but also have indicated that the two countries have the capability of developing satellite remote sensing through their own efforts. The China-Brazil Earth Resources Satellites are the crystallization of friendship and wisdom of the people of the two countries, a successful example for the cooperation in the field of space high technology between developing countries, and have created a new situation in development and application of remote sensing satellites between China and Brazil.

In November, 2004, the Chinese president Hu Jintao paid a visit to Brazil. During this visit, China and Brazil signed *The Additional Protocol on Joint Development of the China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS-02B)* between China and Brazil and *The Additional Protocol on Cooperation in the Application System of the China-Brazil Earth Resources Satellites*. This created a favorable climate for the two sides to take concerted action to enter international market of resources satellite data.

The Central Committee of the Chinese Communist Party and the State Council showed great foresight and identified basic principle of concentrating on acute problems concerning the vital interests of the people and promoting all-round, balanced and sustainable development of the economy and society. The CPC General Secretary Hu Jintao emphasized that China should establish a resources-saving national economic system and a resources-saving society and promote radical transparency of natural resource use based on progress in science and technology. China is rich in natural resources, but it is most populous and among those countries with less per capita amount. The supply shortage of natural resources is the bottleneck constraining economic and social development. It is important for China to resolve problems concerning resources and environment through high-tech means in the implementation of the strategy of sustainable development. There are plenty of opportunities for the China-Brazil Earth Resources Satellites in these aspects.

The CBERS-01 and CBERS-02 satellites have three payloads of Charge-Coupled Device (CCD) camera, Infra-Red Multi-Spectral Scanner (IRMSS) and Wide Field Imager (WFI) and eleven wavebands, covering wide spectra of visible light, near infra-red light, short wave infra-red light to thermal infra-red light. The data in these wavebands can be used in various fields of agriculture, forestry, water conservancy, land and resources, urban planning, environmental protection and disaster monitoring. Their spatial resolutions are 19.5 meters, 78 meters, 156 meters and 258 meters and scan swaths are 113 kilometers, 119.5 kilometers and 890 kilometers.

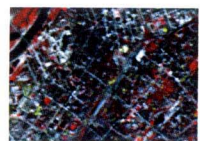
The compilation of *Atlas of the China-Brazil Earth Resources Satellites Images* aims to publicize resources satellites, remote sensing images, and application results to the users and promote extensive uses of resources satellites data in wide-range fields.

This atlas is a selection of nearly 300 scenes from the China-Brazil Earth Resources Satellites, which are characterized by various natural environments of China, from the Mount Qomolangma—the highest peak of the world to Aydingkol Lake—the lowest place of China, from seashore of the East China Sea to the Pamir Plateau, from Heilongjiang to the Nansha Islands, and from the Altay Mountains to Diaoyu Island, including terrains of mountains, hills and plains, landforms of loess, karst, volcanoes and glaciers as well as varied landscapes from equatorial rainforests, tropical seasonal rainforests to cold-temperate coniferous forests and high-frigid deserts. Some of the application results are also shown in this atlas. Readers can seek enjoyment from the secret workings of nature while observing miraculous high technology of satellite remote sensing.

What should be emphasized is that this atlas is the crystallization of painstaking labor and great intelligence of many technicians and experts engaged in the fields of satellite development, ground receiving and data handling. A great number of professional talents occupied in development and application of resources satellites put forward constructive suggestions and valuable reference materials to the overall plan and compilation of this selection. That is to say, the images have no chance to be published without their hard work. Sincere thanks should be granted to those who have offered guidance and help during the process of atlas compilation.

It is hard to avoid defects at the time of printing in spite of several years of meticulous polishing. We shall be deeply grateful for your valuable comments.

图 例



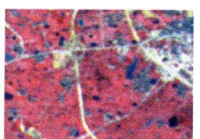
城市、农村
居民地



河流、河滩地



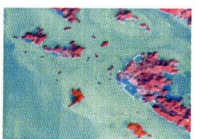
水库、湖泊



道 路



机场、码头



岛屿、海滨



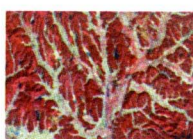
海滨盐田
内陆盐池



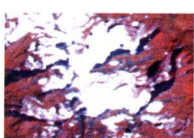
平原农地
喷灌农地



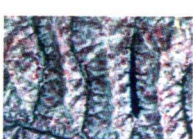
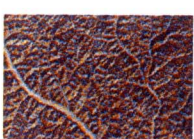
草原、草场



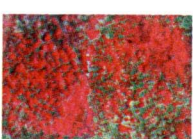
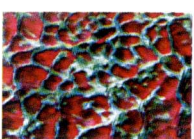
山地、林地



雪山、冰川



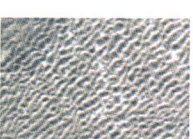
黄土地貌



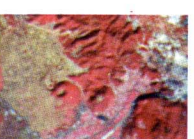
岩溶地貌



戈壁滩、绿洲



沙 漠



火 山

本图集所选的中巴地球资源卫星影像大多为 CCD 相机数据，采用 4R、3G、2B 标准假彩色合成方案生成的、经过系统几何校正和相对辐射校正的预处理后影像。其他合成方案的影像在其说明中另有标注。4R、3G、2B 标准假彩色合成图像的一般特征是：植被为红色调，水体为蓝色调，居民地为蓝灰色调，云、雪为白色调。

本图集中图像下方所注为该图像的比例尺和成像日期。

本图集中有关中国国界是依据中国地图出版社 1989 年出版的 1:400 万《中华人民共和国地形图》绘制。

本图集中有关世界自然、文化遗产地区的实景照片摘自中国地图出版社 2004 年 6 月出版的《Atlas of World Heritage · CHINA》(英文版《世界遗产地图集·中国篇》)。

目 录

第一部分 中巴地球资源卫星及其地面应用系统

中巴地球资源卫星轨道和姿态参数	2
中巴地球资源卫星系统主要技术参数	3
中巴地球资源卫星地面应用系统	4
中巴地球资源卫星地面站接收范围和主要产品	5
CCD相机图像产品	6
红外多光谱扫描仪(IRMSS)图像产品	7
宽视场成像仪(WFI)图像产品	8
样图示例——东营卫星影像图	9~10
CCD相机三波段不同合成方案的影像	11
24种彩色合成方案影像	12~13
24种合成方案的样图——江阴靖江地区影像	14

第二部分 中国城市景观

北京	16~17
天津	18
石家庄	19
太原	20
呼和浩特	21
沈阳 大连	22
长春	23
哈尔滨	24
上海	25
南京	26
扬州 镇江	27
杭州	28
义乌 东阳	29
合肥 福州	30
厦门	31
南昌	32
济南 青岛	33
郑州	34
武汉 长沙	35
广州 深圳	36

南宁 桂林	37
海口 三亚	38
成都 阿坝	39
重庆 贵阳	40
昆明	41
拉萨 日喀则	42
西安	43
兰州 酒泉	44
西宁 银川	45
乌鲁木齐	46
和田 墨玉	47
喀什 克拉玛依 吐鲁番	48
香港	49
澳门	50
台北 台中 台南	51
城市郊区农村居民地示例	52

第三部分 中国地理景观

渤海	54
上海 江苏海岸带	55
江苏大丰淤泥质滩涂	56
莱州湾	57
上海南汇海涂	58
舟山群岛	59
湛江港	60
广西多岬湾海岸	61
火山岛与珊瑚礁裙	62
南沙群岛部分岛礁	63
台湾西海岸(中部)	64
海面浮冰 层积云	65
台湾岛	66
三江冲积平原河漫滩	67
东北大平原(局部)	68
黑龙江中下游平原(局部)	69

大庆油田	70	云南高原(局部)	112
后套平原 银川平原(北部)	71	云南三江并流区	113
华北平原(局部)	72	高山峡谷	114
“北京猿人”遗址	73	四川雅砻江大峡谷	115
关中盆地	74	澜沧江上游	116
淮河中下游平原	75	九寨沟 黄龙	117
合肥—南京地区宽视场成像仪影像	76~77	云南苍山洱海	118
里下河平原	78	丽江古城 玉龙雪山	119
沅江 资水中下游平原	79	高原明珠泸沽湖	120
汉水下游平原	80	安宁河中游	121
赣江三角洲	81	艾丁湖	122
洞庭湖 长江交汇地区的湿地	82	塔克拉玛干沙漠边缘的绿洲	123
洪湖	83	火焰山	124
太湖(东部)	84	喷灌农地	125
丹江口水库	85	新疆轮台干旱地带	126
新安江水库	86	格尔木冲积洪积扇	127
牯牛河树枝状水系	87	塔里木河 察尔汗盐池	128
山西中条山 甘肃石羊河	88	柴达木盆地干涸湖泊	129
黄山 黄河	89	罗布泊	130
长江三峡	90	乌伦古河两岸的风成地貌	131
广东兴宁盆地	91	古尔班通古特沙漠(局部)	132
怀玉山地区	92	塔克拉玛干沙漠(局部)	133
井冈山	93	毛乌素沙地(局部)	134
黑龙江大兴安岭林区	94	巴丹吉林沙漠(局部)	135
阳明山林地	95	宁夏固原黄土高原	136
龙泉林地	96	葫芦河地区的黄土梁	137
大兴安岭西部牧场	97	黄河积石峡	138
中蒙边境火灾迹地	98	宁夏及其周边地区	139
张家界 庐山	99	广西峰丛峰林	140
武夷山 赤水	100	毕节地区地质地貌	141
珠穆朗玛峰	101	新疆阿什库勒火山群	142
西藏山南地区	102	长白山天池	143
西藏羊卓雍错	103	腾冲火山群	144
青藏高原中部湖群	104		
西藏那曲地区	105		
尼玛县地区(IRMSS影像)	106		
寒冻高山	107		
通天河高山峡谷深切曲流	108		
冰斗遗迹	109		
喀喇昆仑山冰川	110		
阿尔泰山	111		

第四部分 资源环境调查监测

新疆棉花种植面积遥感监测	146
作物识别与长势监测	147
贵溪市优质农作物布局区划	148
西藏林芝地区森林资源调查	149
贵阳市森林资源调查	150
矿泉水资源保护区划研究	151

南水北调中线引水线路示意影像图	152
新疆阿克苏—新和地区地下水资源调查评价	153
西南天山找矿预测	154
长、株、潭城市扩展监测	155
长、株、潭城市污染调查	156
辽东地区环境调查	157
广西山口红树林调查	158
崇明岛土地利用调查	159
甘肃古浪与金塔荒漠化监测	160
新疆阜康沙漠绿洲荒漠化监测	161
新疆阿克苏生态耗水研究	162
新疆玛纳斯湖演变分析	163
太湖水环境监测	164
黄河三角洲可持续发展研究	165~166
西藏易贡滑坡监测	167
西藏玛尼地震灾害评估	168
黄河凌汛灾情监测	169
宁夏地下煤层自燃监测	170
渤海环境污染监测	171
河北矿区环境污染	172
重庆市巫山县立体影像图	173
重庆市卫星影像地图	174~175
贵阳市影像地图	176~177
陕西“一线两带”工程区遥感调查	178

第五部分 巴西及其他地区影像

巴西首都巴西利亚	180
库亚巴(巴西)	181
里约热内卢(巴西)	182
帕特罗西尼奥(巴西)	183
里贝拉河口(巴西)	184
卡纳斯特拉高原(巴西)	185
索尔里索(巴西)	186
帕尔马斯湖(巴西)	187
博尔托·阿雷格里(巴西)	188
种植大豆的旱地(巴西)	189
热带雨林地区(巴西)	190
米纳斯吉拉斯(巴西)	191
巴西东北海岸	192
弗洛里亚诺波利斯(巴西)	193
巴西东南地区	194
韦阿德罗斯高原(巴西)	195

沙丘覆盖的海岸(巴西)	196
贝洛奥里藏特(巴西)	197
帕多河地区(巴西)	198
巴拉圭河(巴西)	199
圣保罗州海岸(巴西)	200
伊泰普湖(巴西 巴拉圭)	201
智利首都圣地亚哥	202
盐碱地(智利 玻利维亚)	203
南美洲东部	204
朝鲜首都平壤	205
韩国首都汉城	206
蒙古国首都乌兰巴托	207
日本首都东京	208
老挝首都万象	209
柬埔寨首都金边	210
缅甸首都仰光	211
伊洛瓦底江河口(缅甸)	212
泰国首都曼谷	213
泰国普吉岛地震海啸前后影像	214
巴基斯坦首都伊斯兰堡	215
哈萨克斯坦首都阿斯塔纳	216
阿拉木图(哈萨克斯坦)	217
乌兹别克斯坦首都塔什干	218
吉尔吉斯斯坦首都比什凯克	219
纳伦河(吉尔吉斯斯坦)	220
塔吉克斯坦首都杜尚别	221
霍尔木兹海峡	222
新西伯利亚(俄罗斯)	223
罗纳河下游地区(法国)	224
巴伦西亚(西班牙)	225
纳米比亚首都温得和克	226
旧金山(美国)	227
灌溉农地(美国)	228

附录 中巴地球资源卫星及其地面应用 系统的组成与功能

卫星技术特性	230
卫星系统组成	231
电荷耦合器件相机——CCD 遥感器	231
红外多光谱扫描仪——IRMSS 遥感器	232
宽视场成像仪——WFI 遥感器	233
01 和 02 卫星地面应用系统	234

第一部分

中巴地球资源卫星及其地面应用系统

中巴地球资源卫星(China-Brazil Earth Resources Satellite, 简称CBERS)是多传感器卫星, 星上有电荷耦合器件(Charge-Coupled Device, 简称CCD)相机、红外多光谱扫描仪(Infra-Red Muti-Spectral Scanner, 简称IRMSS)和宽视场成像仪(Wide Field Imager, 简称WFI)三种传感器, 能满足中、小比例尺遥感调查监测专题制图的要求, 可在自然资源、环境调查与监测中发挥作用。

中巴地球资源卫星的成功发射并投入应用, 结束了中国和巴西两国在对陆地观测方面长期依赖国外卫星的状况, 证明发展中国家有能力研制自己的对陆地观测遥感卫星, 它是中巴两国人民高科技合作的结晶, 被誉为“南南合作”的成功典范。中巴地球资源卫星的成功发射和运行, 实现了我国形成气象、海洋、资源、环境与灾害系列卫星应用规划的一次飞跃, 完成了我国遥感卫星由低空间分辨率向中、高空间分辨率的过渡。

中国资源卫星应用中心(China Center for Resources Satellite Data and Application, 简称CRESDA)和巴西国家空间研究院(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 简称INPE)分别负责两国地面应用系统的建设与卫星数据接收、处理、分发和应用等工作, 向用户提供的大量资料已经在资源、环境调查监测中发挥了重要作用, 取得了显著的社会效益和经济效益。

本部分主要介绍中巴地球资源卫星及其有效载荷、地面应用系统的主要特性与组成。■



中巴地球资源卫星轨道和姿态参数

轨道类型：太阳同步回归冻结轨道
平均高度：778 km
倾角：98.5°
降交点地方时：10:30 AM
覆盖全球周期：26 天
运行周期：100.26 分钟
每天圈数：14+9/26 圈
覆盖全球周期内的总圈数：373 圈

相邻轨迹观测间隔时间：3 天（向东漂移）
相邻轨迹间距：赤道 107.4 km
北纬 20° 101.0 km
三轴指向精度：0.3°(3σ)
三轴姿态稳定度：0.001°/s (3σ)
轴姿态测量精度：0.15°(3σ)
卫星质量：1523 kg
卫星设计寿命：2 年

中巴地球资源卫星外形图见图 1。

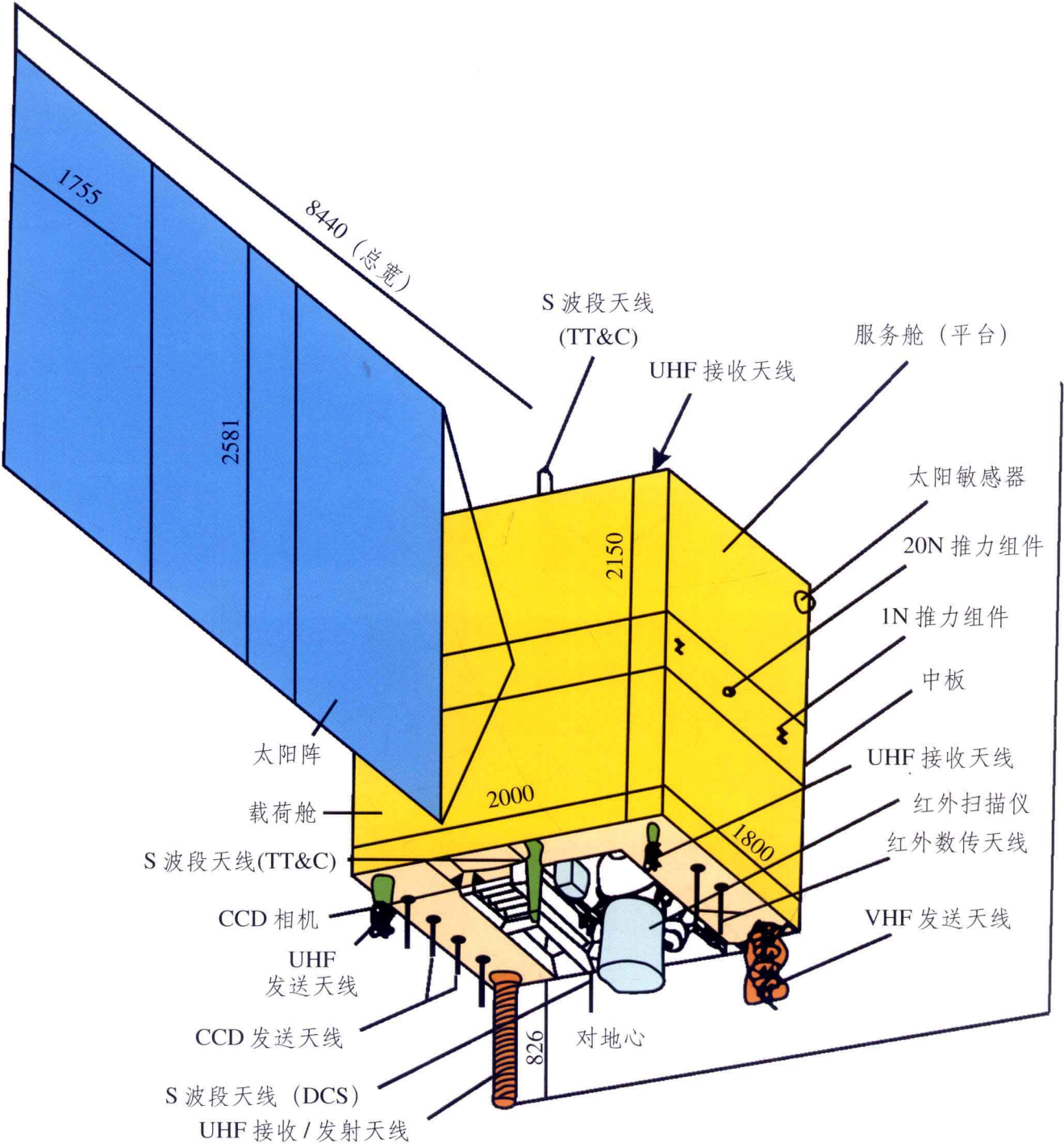


图 1 中巴地球资源卫星外形图（飞行状态图，图中数据单位：mm）

中巴地球资源卫星系统主要技术参数

1. 中巴地球资源卫星有效载荷

卫星上用于获取对地观测数据的有效载荷包括三台遥感器和一台高密度数字磁记录仪。

- (1) CCD 相机 CCD 相机在星下点的空间分辨率为 19.5m，扫描幅宽为 113km，CCD 线阵推扫方式成像。它在可见光、近红外光谱范围内有 4 个多光谱波段和 1 个全色波段。具有侧视功能，侧视范围在 $\pm 32^{\circ}$ 。相机带有内定标系统。
- (2) 红外多光谱扫描仪(IRMSS) 红外多光谱扫描仪有 1 个全色波段、2 个短波红外波段和 1 个热红外波段，扫描幅宽为 119.5km，摆镜振荡摆扫方式成像。可见光、短波红外波段的空间分辨率为 78m，热红外波段的空间分辨率为 156m。IRMSS 带有内定标系统和太阳定标系统。
- (3) 宽视场成像仪(WFI) 宽视场成像仪有 1 个可见光波段、1 个近红外波段，星下点的空间分辨率为 258m，扫描幅宽为 890km。由于这种传感器具有较宽的扫描能力，因此，它可以有效地缩短对地观测重复周期。WFI 星上定标系统包括一个漫反射窗口，可进行相对辐射定标。表 1 给出了这三种遥感器的一些基本特征参数。
- (4) 高密度数字磁记录仪 高密度数字磁记录仪用以记录接收站范围以外所需地区的 CCD 相机观测数据，待卫星进入地面站接收范围内，再将记录数据进行回放，并由地面站接收。星上高密度数字磁记录仪的主要技术指标：记录/重放码速率为 53Mb/s；误码为 $\leq 1 \times 10^{-6}$ ；记录/重放时间均不小于 15 分钟。

表 1 中巴地球资源卫星三种遥感器的基本参数

传感器名称	CCD 相机	红外多光谱扫描仪 (IRMSS)	宽视场成像仪 (WFI)
传感器类型	推扫式	振荡扫描式 (前向和反向)	推扫式 (分立相机)
波段范围	1: 0.45 ~ 0.52 μm	6: 0.50 ~ 0.90 μm	10: 0.63 ~ 0.69 μm
	2: 0.52 ~ 0.59 μm	7: 1.55 ~ 1.75 μm	11: 0.77 ~ 0.89 μm
	3: 0.63 ~ 0.69 μm	8: 2.08 ~ 2.35 μm	
	4: 0.77 ~ 0.89 μm	9: 10.4 ~ 12.5 μm	
	5: 0.5 ~ 0.73 μm		
辐射量化	8bits	8bits	8bits
扫描带宽	113km	119.5km	890km
扫描行像元数	5812 像元	波段 6、7、8:1536 像元 波段 9:768 像元	3456 像元
空间分辨率 (星下点)	19.5m	波段 6、7、8:78m 波段 9:156m	258m
侧视功能	有($\pm 32^{\circ}$)	无	无
视场角	8.32 $^{\circ}$	8.8 $^{\circ}$	59.6 $^{\circ}$

2. 中巴地球资源卫星地面轨迹和覆盖周期

由于各遥感器对地成像的覆盖宽度不同，所以各个遥感器覆盖周期和地面轨迹间的重叠情况也是不同的。CCD 相机和 IRMSS 扫描仪每 26 天覆盖全球表面一次，WFI 每 5 天覆盖全球表面一次。利用 CCD 相机的侧摆功能($\pm 32^{\circ}$)，可对同一地区每隔 3 天进行重复监测。每条轨迹的 WFI 图像与左右相邻 8 条轨迹的图像发生重叠。CCD 相机每条轨迹图像只与左右相邻轨迹图像发生重叠(见图 2)，重叠率见表 2。卫星轨道的地面轨迹相对于时间的分布见图 3。图 3 中只显示一个轨道周期内两次过降交点经度范围内的轨迹分布，其他地区的情况类似。

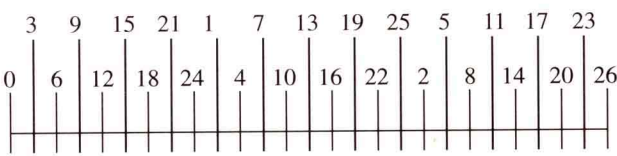


图 2 地面轨迹分布示意图
(图中的数字为一个周期内的第几天)

表 2 相邻轨迹 CCD 相机图像重叠率表

纬度 / ($^{\circ}$)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
重叠率 / %	4.9	6.4	10.7	17.7	28.2	38.9	52.5	67.5	83.5

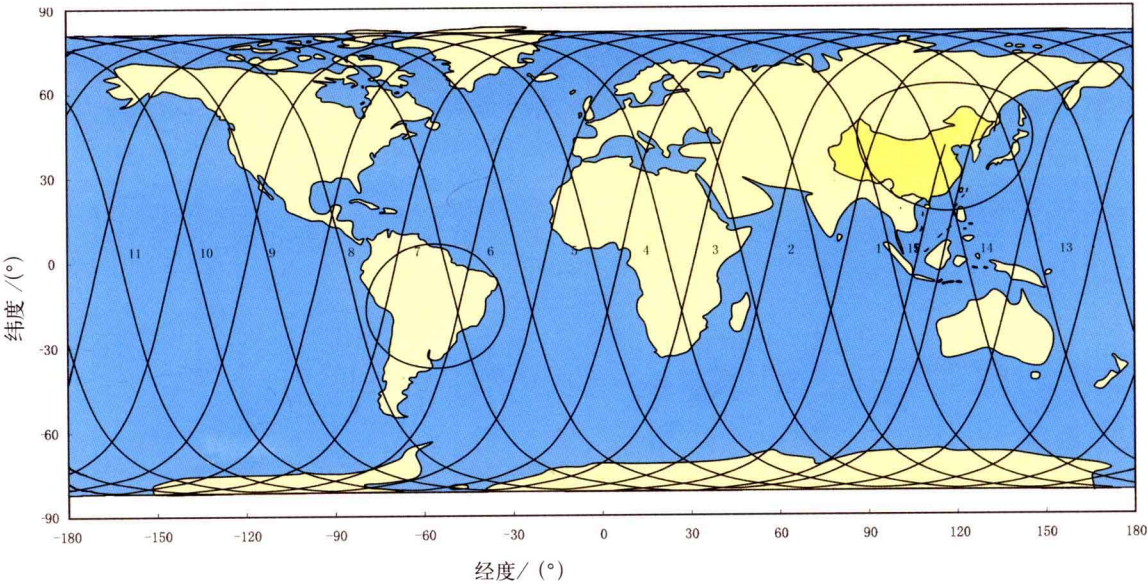
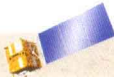


图 3 通过北京以后 1 天内的
卫星地面轨迹



中巴地球资源卫星地面应用系统

中巴地球资源卫星 (CBERS) 地面应用系统主要负责编排并向星上注入卫星有效载荷的工作指令; 跟踪、接收并记录卫星下传的遥感数据; 处理、生产并为用户提供资源卫星的遥感数据产品、光学图像产品和数据查询、检索、预览、订购、采集等服务。由中国资源卫星应用中心建设的 CBERS 卫星 01 星和 02 星地面应用系统包括数据接收、数据预处理、数据分发与用户服务、运行管理、卫星有效载荷业务测控、应用示范及分析模型、数据模拟和应用评价七个分系统(见图 4)。

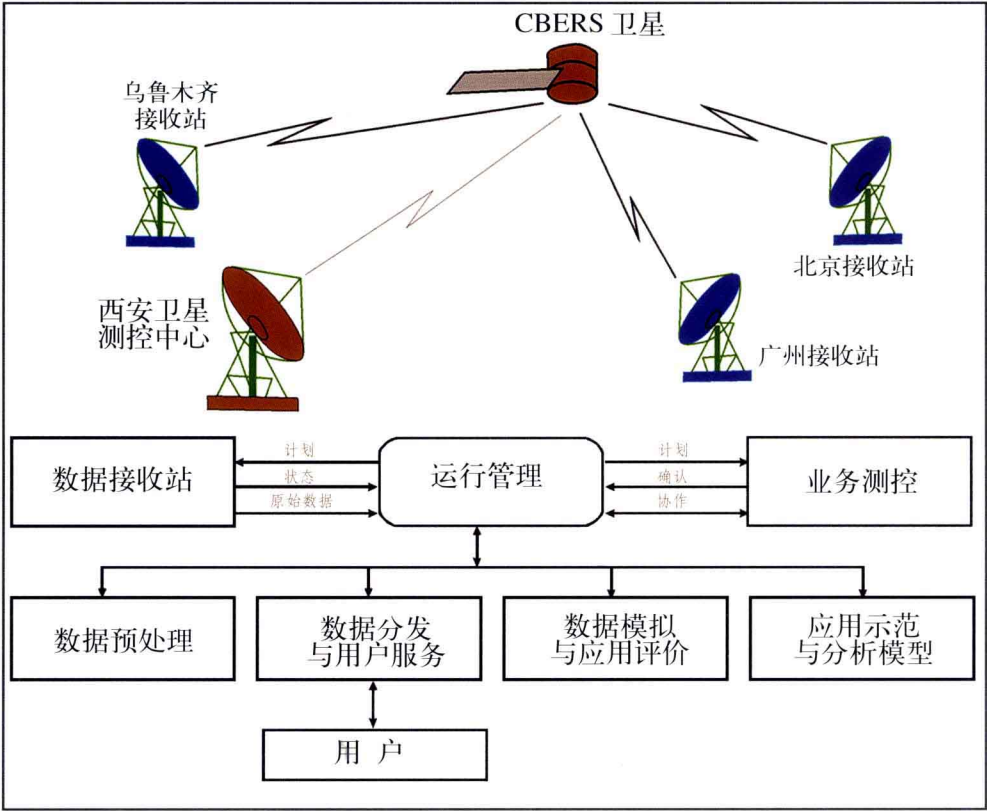


图 4 CBERS 卫星地面应用系统组成及功能示意图

1. 数据接收分系统

数据接收分系统根据卫星运行管理部门下达的接收计划, 捕获、跟踪卫星并接收卫星下传的遥感数据、星上定标数据, 经变频、放大、解调后, 将数据记录在数字磁介质载体上, 提交给地面应用系统进行处理。

2. 数据预处理分系统

数据预处理分系统负责对卫星下传的原始数据进行录入, 经过处理后生成用于归档的数据, 并长期归档保存。根据需要, 从归档保存的数据中读取所需要的数据, 进行产品生产, 生成需要的遥感图像数据产品。

3. 数据分发与用户服务分系统

数据分发与用户服务分系统主要任务是为用户查询、检索、订购产品服务。根据用户需要, 安排数据采集计划, 监视用户所需产品的生产状态, 管理订货产品的发送; 为用户提供技术支持和培训, 并负责光学图像产品的生产。

4. 应用示范及分析模型分系统

围绕资源与环境问题, 以 CBERS 卫星数据为主要信息源, 扩大用户合作, 开展多方位、系列性示范应用工程, 提高图像质量研究开发, 图像在资源环境应用的方法、技术和软件, 为推广应用提供服务。

5. 数据模拟和应用评价分系统

对中巴地球资源卫星遥感数据进行绝对辐射校正和真实性检验, 对卫星遥感数据进行应用领域、应用方法和应用效果的评价与研究。

6. 运行管理分系统

管理、监测并调整整个系统的运行状态, 安排、调度各项任务的执行。

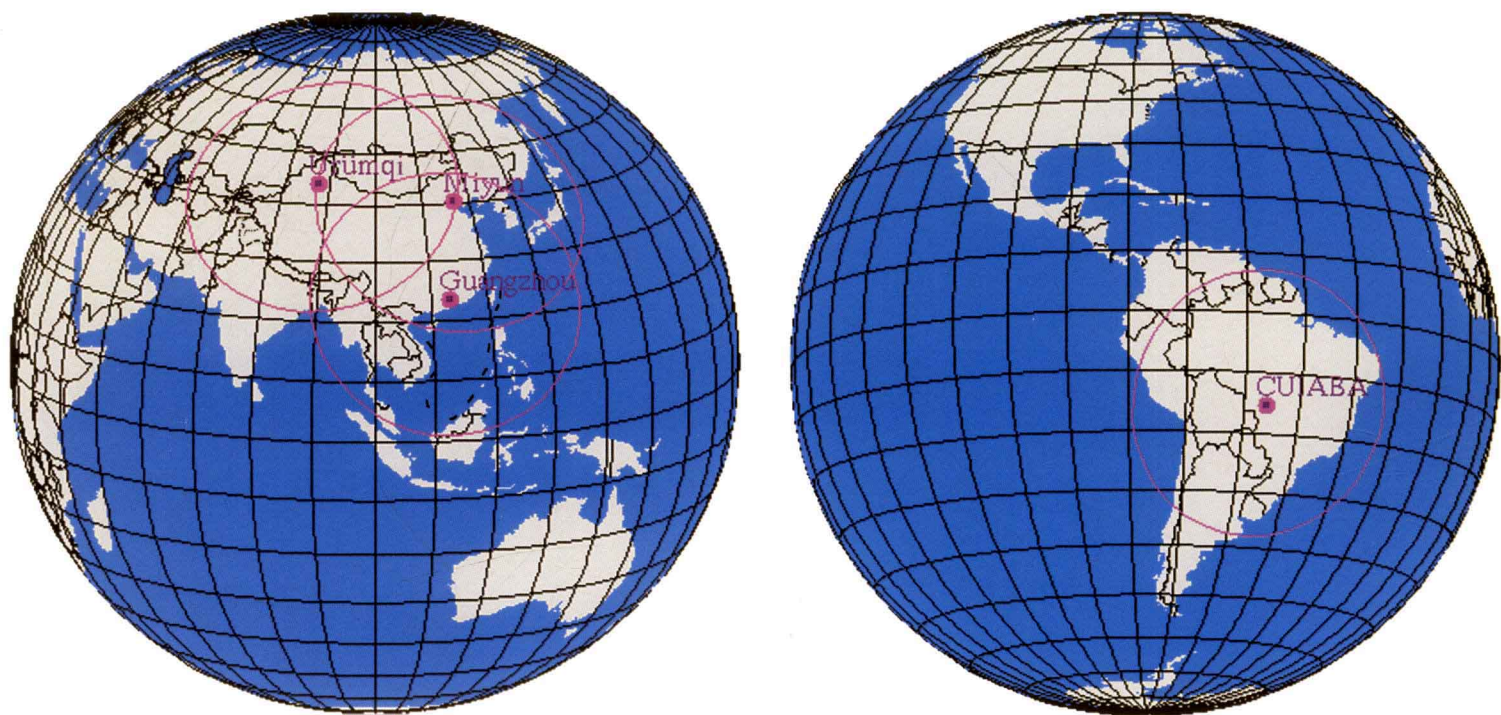
7. 卫星有效载荷业务测控分系统

管理有效载荷的运行, 编排有效载荷的运行计划, 保证所需图像数据的采集。

中巴地球资源卫星地面站接收范围和主要产品

1. 地面站接收范围

中巴地球资源卫星的数据接收分系统有四个地面接收站，分别是中国境内的北京密云地面站、广东广州地面站、新疆乌鲁木齐地面站和巴西的库亚巴地面站。中国三个地面站的接收范围覆盖中国全境及包括东南亚、中亚和南亚的大部分地区，巴西库亚巴地面站覆盖了南美洲绝大部分地区(见图 5)。



Ürümqi——乌鲁木齐站（中国） Miyun——密云站（中国） Guangzhou——广州站（中国） CUIABA——库亚巴（巴西）

图 5 CBERS 卫星的四个地面接收站

2. 中巴地球资源卫星主要产品

根据中巴地球资源卫星地面应用系统的数据处理流程，卫星的数据图像产品分成1~5级，供用户选购与应用（见表 3）。卫星的光学图像产品主要类型及其规格、质量见表 4。

表 3 中巴地球资源卫星数字图像产品级别定义

产品级别	产品级别说明	介 质
1 级	进行相对辐射校正处理，未进行几何校正	光盘 4mm 磁带 8mm 磁带
2 级	相对辐射校正与 1 级相同，进行了系统几何校正	
3 级	相对辐射校正与 1 级相同，进行了系统几何校正，并以一系列地面控制点为基础进行了二维几何精校正	
4 级	在 3 级产品基础上，利用地面高程模型（DEM）进行了三维几何校正	
5 级	深加工的遥感专题制图和影像图	

表 4 中巴地球资源卫星光学图像产品主要类型及其规格、质量

图像种类	图像规格	图像质量
彩色影像片 黑白影像片 彩色胶片 黑白胶片	成像比例尺可分为： 1:100 万、1:50 万、1:25 万、1:10 万、1:5 万等， 可根据用户需求进行制作	相纸和胶片图像的灰雾、感光度、反差系数和曝光宽容度等符合相关质量标准