

中巴地球资源卫星

陈宜元

(中国空间技术研究院, 北京 100081)

[摘要] 介绍了中巴地球资源卫星概况及与国外同类卫星的比较。描述了五谱段 CCD 相机和四谱段红外扫描仪等有效载荷。扼要介绍了卫星的公用服务平台各分系统和在轨测试性能。在首发星的基础上充分汲取用户意见, 把后继星的工作做好。

[关键词] 中巴地球资源卫星; 有效载荷; 服务舱; 在轨测试

1999年10月14日11时16分, 长征四号乙运载火箭在太原卫星发射中心顺利升空, 将我国和巴西联合研制的第一颗地球资源卫星送入轨道, 卫星顺利地展开太阳电池阵, 建立正确的对地指向和正常的轨道运行工作状态。第二天, 我国地面站接收到良好的地面图像。到2000年6月中旬, 卫星已在空间运行近250天, 环绕地球近3600圈, 中国三个地面站和应用中心获取了资源卫星的3万景遥感数据, 经处理后得到了我国许多地区的各级遥感产品, 供各有关应用部门分析使用。资源卫星的发射成功, 标志着使用我国研制的卫星获取实时遥感数据的开始, 特别是首次直接获取了我国西部边陲地区的遥感图像资料, 为西部大开发做出一定的贡献。

1 中巴地球资源卫星概况及与国外同类卫星的比较

中巴地球资源卫星的国内名称为资源一号卫星(见封面)。早在1987年可行性论证时就按照当时国际先进的地球资源卫星, 即法国 SPOT-3 和美国陆地卫星-5的技术指标为设计依据, 汲取它们的优点, 在遥感谱段设置上与陆地卫星相近, 但空间分辨率比陆地卫星-5高; 在空间分辨率上与

SPOT 相近(全色谱段虽较低, 但谱段比 SPOT 多)。资源卫星设计的另一指导思想是卫星平台的高水平, 卫星的重要部件由国内研制, 改变某些航天关键部件必须进口受制于人的局面。巴西空间研究院在1987年了解到中国空间计划后, 提出希望进行地球资源卫星方面的合作。1988年7月6日两国政府签署联合议定书, 议定书规定: 在中国资源卫星设计方案的基础上, 中国空间技术研究院(CAST)与巴西空间研究院(INPE)联合研制中巴地球资源卫星(CBERS), 中方承担总经费的70%, 巴西承担30%, 卫星发射运行后由两国共同使用。1989年两国技术人员对中国资源卫星方案进行讨论和补充, 形成了现今发射的中巴地球资源卫星的方案。

中巴联合研制地球资源卫星是中国首次在空间技术领域与外方进行的全面国际合作。在合作中遇到许多新问题, 包括两国研制经费困难, 巴西承制卫星项目的 ESCA 公司破产, 以及两国相距太远, 存在技术协调和语言交流等诸多不便, 致使1990~1994年合作处于停顿状态。两国政府先后于1993年、1996年签订补充协议, 重申“中巴地球资源卫星”合作的重要意义, 克服困难, 坚持合作, 两国领导人誉之为“南南高技术领域合作的典

范”。但由于进度推迟，使广大用户受到影响，卫星赶超世界先进水平的步伐亦受到影响。但我国资源卫星没有经过试验星阶段，首发即告成功，并能有效使用。国内外同行专家认为中巴地球资源卫星

的成功，代表中国卫星研制水平上了一个新台阶。中巴地球资源卫星与国外同类卫星主要技术参数的比较见表 1^[1,2]。

表 1 国内外同类卫星主要技术参数比较^[1,2]

Table 1 Comparison of characteristics between CBERS and other countries' satellite

项 目	中 国	美 国	法 国	印 度	
卫星型号	CBERS	LANDSAT-5	LANDSAT-7	SPOT-4	IRS-1C
发射日期	1999-10-14	1985-03-01	1999-04-15	1998-03-24	1995
设计寿命/a	2	5	5	5	3
轨道类型	太阳同步	太阳同步	太阳同步	太阳同步	太阳同步
姿控	三轴稳定	三轴稳定	三轴稳定	三轴稳定	三轴稳定
轨 高度/km	778	705	705	832	817
倾角/(°)	98.5	98.2	98.9	98.7	98.69
降交点地方时	10:30	09:30	10:00 ± 15 min	10:30 ± 15 min	10:30
运行周期/min	100.26	98.9	98.9	101.4	101.35
道 轨道重复周期/d	26	16	16	26	LISS-3:26
	WFI:4~5			VI:1~2	WIFS:5
主要有效载荷配置	CCD 多光谱相机 IRMSS 红外多光谱 扫描仪 巴西 WFI 宽视场 CCD 相机	主题测绘仪(TM) 多波段扫描仪(MSS)	7号改进增强型 ETM+	2台高分辨率可见光 -近红外相机 HRVIR,1台植被仪 VI	LISS-3 四波段 CCD 相机, WIFS 广角遥 感器; PAN 全色相机 (具有 ± 26° 测试能 力, 5天重复周期)
扫描幅宽/km	CCD:113 IRMSS:119.5 WFI:890	185	ETM+ :183	HRVIR:2×60 VI:2250	LISS-3:142/148 WIFS:774 PAN:70
有效扫描视场/(°)	CCD: 8.32 (具有 ± 32°侧视能力) IRMSS:8.8 WFI:60		ETM+ :15	具有 ± 27°侧视能力	LISS-3: ± 5 WIFS:54 PAN: ± 2.5, 可在 ± 27°侧摆
光谱范围/μm与 地面分辨率/m	CCD: 0.45~0.52 20 0.52~0.59 20 0.63~0.69 20 0.77~0.89 20 0.51~0.73 20 IR - MSS: 0.5~0.9 80 1.55~1.75 80 2.08~2.35 80 10.4~12.5 160 WFI: 0.63~0.69 256 0.77~0.89 256	TM : 0.45~0.52 30 0.52~0.60 30 0.63~0.69 30 0.76~0.90 30 1.55~1.75 30 2.08~2.35 30 120 MSS: 0.5~0.6 80 0.6~0.7 80 0.7~0.8 80 0.8~1.1 80 10.4~12.5 240	ETM+ : 0.45~0.52 30 0.52~0.60 30 0.63~0.69 30 0.76~0.90 30 1.55~1.75 30 2.08~2.35 30 另新增 - 15m 分辨 率全色波段 0.50 ~ 0.9 0 μm	HRVIR: 0.5~0.59 20 0.61~0.68 10 0.78~0.89 20 1.58~1.75 20 VI : 0.43~0.47 1 000 0.61~0.68 1 000 0.78~0.8 1 000 1.58~1.75 1 000	LISS-3: 0.52~0.59 23.5 0.62~0.68 23.5 0.77~0.86 23.5 1.55~1.70 70.5 WIFS: 0.62~0.68 188 0.77~0.86 188 PAN: 0.5~0.75 5.8
辐射灵敏度	CCD: NE Δρ = 0.5 % IR - MSS: NE Δρ = 0.5 % ~ 2 % NE ΔT = 1.2 K		ETM+ : NE Δρ = 0.5 % ~ 2.4 % NE ΔT = 0.5 K		LISS-3 与 WIFS 信噪比 > 128; PAN: > 64
数据速率/Mb·s ⁻¹	CCD:两个通道各 53 IRMSS:6.13 WFI:1.1	TM:85 MSS:15	两个 75	50	PAN:84.9 LISS+ WIFS:42.25
星上数据记录器	高密度数字磁记录 器,用于 CCD 相机数 据		378 Gb 固态存储器	2 个 66 Gb 固态 存储器	磁记录器

CBERS 分公用服务平台和载荷舱两个舱段，舱段内分隔成小舱以改善电磁兼容性和热设计。公用服务平台的模块化设计使其可应用于其他太阳同步轨道卫星。平台包括：结构、热控、电源、姿态控制、轨道控制、测控及星上数据管理 7 个分系

统；有效载荷包括：CCD 相机、红外扫描仪、宽视场相机、磁带机、CCD 数传、红外数传、数据收集转发器、空间环境监测 8 个分系统^[3]。中巴地球资源卫星外形示意图见图 1。

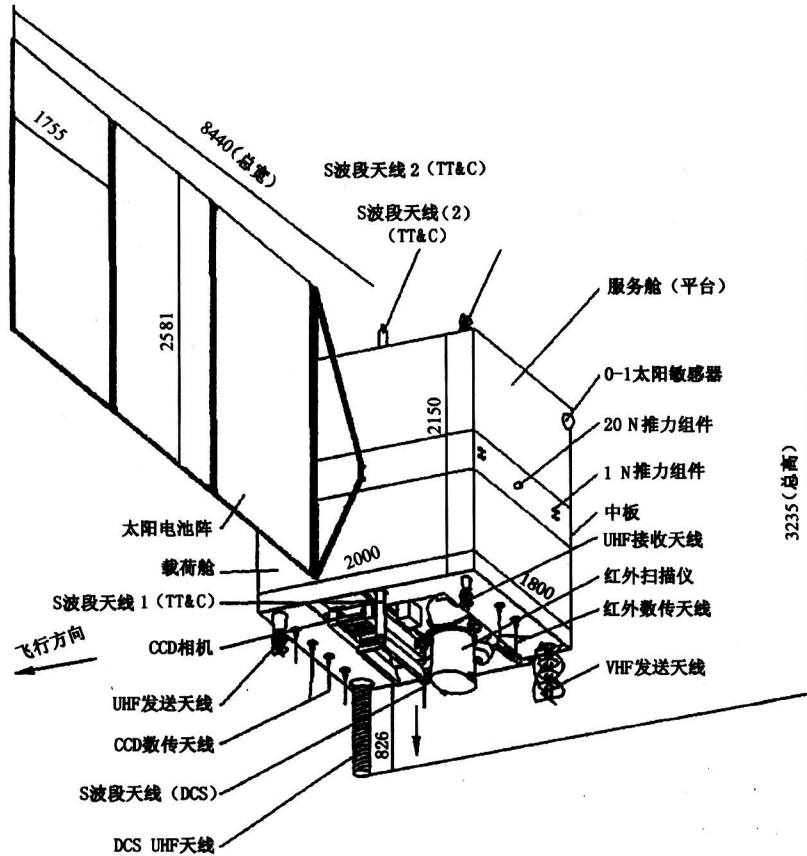


图 1 CBERS 外形示意图

Fig.1 Schematic diagram of CBERS configuration

2 CBERS 有效载荷

卫星三个遥感器具有从可见光到热红外 11 个谱段，以及 20 m、80 m、160 m 和 256 m 四种不同空间分辨率的应用特性。其中五谱段 CCD 相机、四谱段红外扫描仪、高密度磁记录仪、X 波段高码速率数据传输系统等均为国内首次研制，是具有国际水平和技术难度大的设备。

2.1 五谱段推扫式 CCD 相机

CCD 相机由光学、CCD 电路、机械及控制电路、热控等部件组成。CCD 相机示意图见图 2。光学部分采用全折射式透镜组，焦距为 520 mm，相

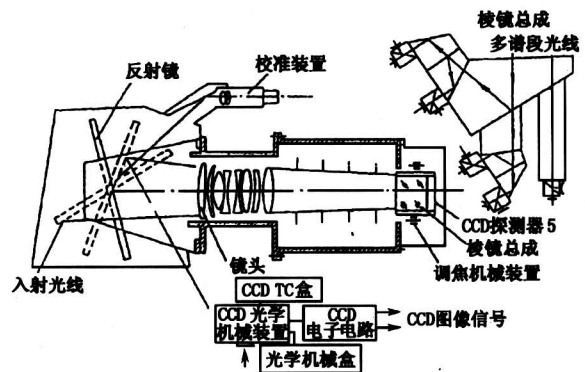


图 2 高分辨率 CCD 相机示意图

Fig.2 Schematic diagram of CCD camera

对光圈 $f/4$ 。5 个谱段中 4 个谱段为多光谱 (B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4)，依靠棱镜及滤光膜分光，每个谱段焦面上为三块 CCD 器件 (每元为 $13 \mu\text{m} \times 13 \mu\text{m}$ ，2 048 元) 拼接而成 6 000 元线阵。全色谱段 (B_5) 则是按视场分割，与其他 4 个谱段分开。5 个谱段共有 15 块 CCD 器件，要保证拼接精度及谱段间的配准和共焦面。

CCD 电路是将每谱段的 CCD 视频信号匹配放大和合成，五谱段 CCD 视频信号分成二组传输即 CCD-1，CCD-2，每一组有四种增益挡传输，由地面指令控制 (见表 2)。

表 2 不同通道的增益调整参数

通道	谱段/ μm	不同增益挡			
		1.3^{-1}	1.3^0	1.3^2	1.3^4
CCD-1	B_2 0.52~0.59	0.59	1	1.69	2.86
	B_3 0.63~0.69				
	B_4 0.77~0.89				
CCD-2	B_1 0.45~0.52	0.59	1	1.69	2.86
	B_3 0.63~0.69				
	B_5 0.51~0.73				

机械及控制电路的功能是使相机可按地面遥控指令调节焦距，也可按地面遥控指令调整侧摆镜，可对星下点作 $\pm 32^\circ$ 的步进调角，可在最短 3 天内对某一地面目标重复观测，侧摆镜可按指令调到定标位置，将校正灯光引入。

热控及其电路保证相机各部分温度维持在设计范围之内。

2.2 四谱段红外扫描仪 (IRMSS)

红外扫描仪由光机主体、辐射致冷器、多路放大器、信息处理控制器、热控及电路等部分组成。红外扫描仪示意图见图 3。

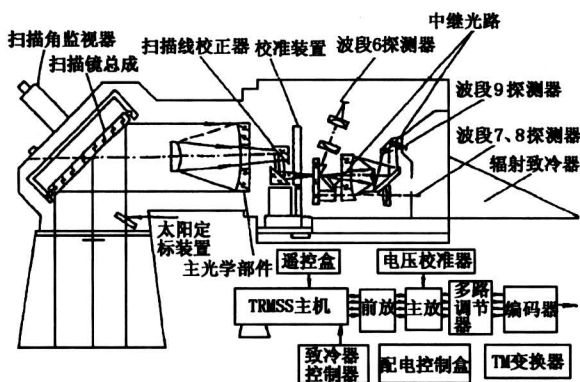


图 3 红外多光谱扫描仪示意图

Fig.3 Schematic diagram of IRMSS

扫描仪采用镀银铍反射镜作摆动扫描，扫描光束相对于卫星星下点作 $\pm 4.4^\circ$ 的扫描。铍镜及其控制电路组成双向摆动扫描系统。此外还有扫描角监控器以及快门和定标控制器。光学系统采用 R-C 双曲面系统，焦距分别为 1 000 mm (B_6 、 B_7 、 B_8) 和 500 mm (B_9)。 B_6 、 B_7 、 B_8 均为 8 元列阵器件， B_9 为 4+4 元列阵器件 (4 元为备份)。

辐射致冷器利用空间冷背景致冷，保证 B_7 、 B_8 探测器温度低于 148 K (-125°C)，保证 B_9 探测器温度低于 105 K (-168°C)。

2.3 二谱段宽视场成像仪 (WFI)

宽视场成像仪由光电单元、信号处理器及调制器组成，光学系统焦距为 39.5 mm、相对口径 $f/d=4$ ，每一谱段用二块 CCD 器件 (每元 $13 \mu\text{m} \times 13 \mu\text{m}$ ，1 728 元) 拼接成 3 400 元线阵。输出采用二路 6 bit DPCM 编码的信道，此二路编码信号对载波形成 QPSK 调制。

2.4 数传分系统 (CCD-DT, IR-DT)

CBERS 有 3 套 X 波段数传系统，其中 2 套用于传送 CCD-1 和 CCD-2 数据，码速率各为 53 Mb/s，以 QPSK 方式调制载波；这 2 套 CCD 数传用 4 个 23 W 行波管放大器 (主 2 备 2)。另一套用于传送红外扫描仪和宽视场成像仪的数据以及信标信号，以多载波方式组成红外数传分系统；红外扫描仪以 BPSK 方式调制载波，码速率为 6.127 Mb/s；宽视场成像仪以 QPSK 方式调制载波，码速率为 1.1 Mb/s。红外数传采用 2 个 4 W 固态放大器 (主 1 备 1)。

2.5 磁带记录器

磁带记录器由运带机构、电子线路盒 (含电源) 两部分组成，记录/重放码速率为 53 Mb/s，记录或重放时间 $>15 \text{ min}$ ，录放比 1:1，数据容量 $>50 \text{ Gb}$ ，采用 R-S 纠错编码和译码技术以消除磁带抖动造成的误码，误码率 $<1 \times 10^{-6}$ 。

2.6 数据收集转发器 (DCS)

地面数据收集平台的上行频率为 401.635 MHz $\pm 30 \text{ kHz}$ ，下行频率有两个，以兼顾中国和巴西两国用户的特点，S 波段下行频率为 2 267 MHz，已在 1992 年巴西发射的小卫星上采用，为适于中国的应用，增加了 462.5 MHz 的下行信道。

2.7 空间环境监测 (SEM)

SEM 包括极光粒子探测器、星内粒子探测器 (含单粒子翻转检测仪)、CMOS 辐射效应测试仪，

以及为上述设备存储和发送数据的存储器。极光粒子探测器用于测量卫星轨道附近空间极光电子和质子的能谱、角分布及其随时间和位置的分布, 这种低能粒子 (0.1~40 keV) 对卫星热控涂层的性能衰退影响最大。

3 卫星公用服务平台

3.1 姿态和轨道控制分系统 (AOCS)

CBERS 对 AOCS 有较严格的指标要求。卫星采用太阳同步、回归、冻结轨道, 轨道调整精度为:

半长轴	$ \Delta a \leq 35 \text{ m}$
偏心率	$ \Delta e \leq 0.000 07$
轨道倾角	$ \Delta i \leq 0.007^\circ$
近地点幅角	$ \Delta \omega \leq 3.5^\circ$

姿态控制主要是保证对地定向。在三轴稳定正常运行时, 控制精度为:

指向精度	$ \varphi, \theta, \psi \leq 0.3^\circ (3\sigma)$
测量精度	$ \varphi, \theta, \psi \leq 0.15^\circ (3\sigma)$
稳定度	$ \varphi, \theta, \psi \leq 0.001^\circ (3\sigma)$
抖动量	$0.000 1^\circ (\sigma)$

AOCS 采用 4 个偏置动量轮组成整星零动量控制系统进行三轴稳定姿控, 采用磁力矩器对动量轮进行卸载。当姿态偏差过大或轨道调整时可用喷气方式: 由 16 个 (8×2) 1 N 单组元肼推力器进行姿态调整, 由 2 个 20 N 单组元肼推力器进行轨道调整。姿态测量部件由两个圆锥扫描红外地球敏感器, 两组 (共 6 个) 正交安装的液浮速率积分陀螺和三种太阳敏感器 (数字式 2 个、模拟式 3 个、0-1 式 2 个) 组成。

3.2 星载数据管理器 (OBDH) 和测控分系统

OBDH 由中央处理单元 (CTU)、远置单元 (RTU)、串行数据总线 (SDB)、遥控单元 (TCU)、命令译码单元 (CDU) 组成, 系统采用双机冷备份。OBDH 具有数据采集、指令发送、星地校时、分系统信息交换和信息存储能力。设计中采取了软硬件防护以及纠错电路、定时刷新数据等措施, 避免了空间高能粒子效应对 OBDH 的影响。

卫星采用 S 波段统一测控以及中国原有的超短波 (VHF/UHF) 测控。两种测控均有跟踪测轨、遥测、遥控能力。超短波遥测还兼作为传输空间环境监测数据之用。

3.3 电源分系统

CBERS 电源分系统是采用降压式充放电调节器和开关式分流调节器的太阳电池阵和蓄电池供电的, 在卫星各种耗电工作状态下, 这两种调节器分别将太阳电池阵、蓄电池组的输出功率调节为稳定的一次电源母线电压 ($28 \pm 0.6 \text{ V}$)。太阳电池方阵分为充电阵和长期阵两部分: 充电阵为两个独立阵, 分别为两组蓄电池充电; 长期阵为 6 个独立阵, 与 6 路分流调节器相联。镍-镉蓄电池分为二组, 每组为两块串联的蓄电池块, 每块由 18 个单体电池串联构成, 每组电池的额定容量为 30 Ah, 设计安全的最大放电深度为 20%。分流调节器采用开关分流方式, 将太阳电池方阵长期阵的输出功率调节至使一次电源母线电压稳定在 $28 \pm 0.6 \text{ V}$ 。蓄电池放电调节器采用开关稳压方式, 在负载出现峰值功率和卫星在阴影区时, 将太阳电池阵和蓄电池的输出功率调节至使一次电源母线电压稳定在 $28 \pm 0.6 \text{ V}$ 。

3.4 热设计

由于 CBERS 所设计的轨道及所使用的遥感器的特点, 使星体表面的外热流分布很不均匀, 且周期性变化剧烈, 卫星内部和外部热流变化大, 但传感器对温度范围要求严格。为此, CBERS 采用优化设计, 以被动热控 (包括采用热管和 OSR 片等) 和主动热控结合的方法, 进行了电池小舱和 AOCS 喷气发动机的热平衡试验, 以及 CCD 相机和 IRMSS 扫描仪的热真空试验; 整星热平衡试验采用了 100 多台程控电源进行自动控制。地面试验结果与设计相符。

4 在轨测试情况

卫星入轨后第二天即开启 CCD 相机和 IRMSS 扫描仪的可见光谱段 (B_6), 地面站接收到良好的图像; 7 天后开启 SEM、WFI、DCS, 工作状态良好; 15 天后开始轨道调整, 共进行 7 次变轨, 高精度地实现了太阳同步、回归、冻结轨道。随后对轨道做定期微调 (约两个月一次), 使卫星在整个运行期内星下点轨迹与标准回归轨道的地面轨迹在东西方向的偏差 $< 10 \text{ km}$ 。卫星入轨 24 天后打开辐射致冷器防护罩, 28 天后停止对辐射致冷器的加热去污, 30 天时 IRMSS 扫描仪的另 3 个谱段 (B_7 、 B_8 、 B_9) 开始工作。地面站白天及夜间 (B_9) 接收到 IRMSS 的图像。在轨测试期间进行了多次磁带机记录以及回放功能试验、CCD 相机

侧视功能试验、CCD相机和IRMSS定标工作以及有效载荷和平台有关参数的测定调整工作。CBERS在轨测试项目共85项，中方负责62项，巴方负责23项，测试结果全部符合或优于指标要求。

4.1 姿态控制分系统在轨运行情况

星上自主故障诊断和系统重构性能在轨测试期间得到了考验，轨道工作状况较好，精度较高，指标如下：

$$\begin{aligned} \text{姿态角误差 (估值)} \quad & \hat{\varphi} \leq 0.1^\circ \\ & \hat{\theta} \leq 0.1^\circ \\ & \hat{\psi} \leq 0.1^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{姿态角稳定度} \quad & \dot{\hat{\varphi}} \approx 5 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-3} (^\circ)/s \\ & \dot{\hat{\theta}} \approx 5 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-3} (^\circ)/s \\ & \dot{\hat{\psi}} \approx 5 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-3} (^\circ)/s \end{aligned}$$

4.2 轨道控制与调整

卫星轨道经调整及数次微调，实际轨道与设计的778 km太阳同步、回归、冻结轨道偏差很小，其值为：

$$\begin{aligned} |\Delta a| & < 10 \text{ m} \\ |\Delta e| & \approx 0.000 01 \\ |\Delta \omega| & \approx 1^\circ \end{aligned}$$

卫星发射前肼推进剂总量为80 kg，卫星作轨道调整包括初次调整及后数次维持量调整，8个月后肼燃料尚有60 kg，约两个月需进行轨道维持微调，每次仅耗肼0.1 kg。

4.3 星载数据管理器工作状况

星载数据管理器及其软件在空间运行的工作状况极为优秀，采取的防护空间高能粒子效应的措施十分有效，星地校时误差 $< 5 \text{ ms}$ （每次集中校时和均匀校时的时间间隔 $> 15 \text{ 天}$ ），正常完成各种遥测、遥控及其信息格式的切换和传输，向CCD相机、IRMSS扫描仪、WFI成像仪传送图像辅助数据。特别是OBDH存贮AOCC（姿轨控计算机）的重要数据，即使在AOCC受到干扰（包括高能粒子冲击）、发生复位，也马上可从OBDH取出重要数据，使姿控系统保持正常工作状况。

4.4 电源系统工作状况

经测试，电源系统参数如下：

母线电压	$28 \pm 0.6 \text{ V}$
充电阵输出功率	732 W
长期阵输出功率	649 W
放电调节器输出电流（阴影区）	15.5 A

蓄电池平均放电深度	10.7 %
蓄电池组温度	3~6℃
蓄电池V-T曲线	第5条V

-T曲线仍为发射前设置的曲线

4.5 遥感器在轨测试及应用情况

CCD相机功能及参数正常，图像分辨率达到20 m，图像几何畸变小，经几何精纠正后能满足1:50 000填图的需要。使用较多的是CCD-1通道数据，即 B_2 、 B_3 、 B_4 谱段已广泛应用于农、林、水利、土地利用和开发以及环境监测等方面。由于拼接方式及CCD器件问题，图像存在的条纹干扰，需经处理予以消除。

IRMSS红外扫描仪功能及参数正常，性能指标达到并超过规范值，图像分辨率达到80 m和160 m的要求，图像几何畸变小。其中 B_6 、 B_9 谱段性能优秀。 B_8 谱段在卫星飞行近1 800圈后其第2元和第5元输出信号降到很小。此缺陷在图像处理时予以内插修补。经处理后仍可获得较满意的多谱段合成图像。由于红外扫描仪图像分辨率比CCD相机低，因此用户较少。

WFI宽视场成像仪功能及参数正常，性能指标达到并超过规范值，图像分辨率达到260 m。虽然分辨率较低，但由于其扫描幅宽，重复周期短至4~5天，仍得到一部分用户使用。

4.6 其他有效载荷在轨测试及应用情况

星上磁带记录器多次记录一些特定地区的图像，并在地面站作用范围内回放（主要是利用夜间过境轨道），获得清晰的图像，中国和巴西均分别利用此磁记录器获取境外图像。

数据收集转发器DCS工作正常，一开通即为巴西的近千个地面数据收集平台向中心站转发数据（巴西发射的两颗小卫星是数据收集卫星，已工作数年）。中国正投入开发应用之中。

空间环境监测系统SEM性能正常，已获取了大量数据，为太阳同步轨道星内外环境积累了资料。

5 为用户研制性能优秀的后继星

中巴地球资源卫星是首发星，在研制过程中，特别是在轨运行和应用中积累了大量的经验，这些宝贵的经验将作为后继星的设计依据，后继星方案设计的指导思想将遵循下列原则：

1) 保持对用户提供遥感数据的连续性，并尽

可能与现有地面站的能力和发 展相适应。

2) 考虑用户对遥感器性能改进的要求和国际上遥感技术的发展趋势, 对现有的星上遥感设备进行改进, 增加新型遥感器。

3) CBERS 已考虑到卫星公用服务平台能适应多种任务要求, 为节省研制周期和经费, 继承和采用原有卫星平台, 只需作必要的改进和完善。

4) 及早立项, 及时研制, 按时发射以保证接替, 不致使用户获取实时遥感数据通道中断。

6 结 论

我国第一次研制地球资源卫星, 星上主要遥感器和姿态控制系统及其关键设备也是第一次研制, 第一次开展整星的国际合作研制, 特别是与第三世界国家的合作研制。应该说: 首发星具有一定的探索、试验、研究的特性, 但首次发射取得成功并具

有较大的应用价值, 无疑是我国空间技术在应用卫星领域的成功, 也是中巴两国高科技合作的胜利。但是也发现一些亟需改进的技术问题。广大用户、领导机关、应用专家组对资源卫星遥感数据应用的关怀, 使我们深感责任重大, 一方面要把已在轨道上的这一颗星保护好、使用好, 使其发挥更有效的作用, 延长其寿命, 另一方面要迅速投入后继星的工作, 使我国的资源卫星在国民经济建设中发挥更大的作用。

参考文献

- [1] Jane's Space Directory[M]. Thirteenth edition', 1997 - 1998
- [2] Kramer H J. Earth Observation Remote Sensing: Survey of Mission and Sensors[M]. Springer - Verlag, 1992
- [3] 陈宜元. 跨上我国空间技术新台阶的资源一号卫星[J]. 国际太空, 1998, (3): 1~11

China - Brazil Earth Resources Satellite

Chen Yiyuan

(Chinese Academy of Space Technology, Beijing 100081, China)

[Abstract] This paper introduces the general situation of China - Brazil Earth Resources Satellite (CBERS), which is developed jointly by China and Brazil. Main characteristics of the satellite are compared with that of foreign same type satellites (Landsat, SPOT, IRS). The payload of some instruments, the service module, and the in orbit testing performance are described briefly. Finally the paper points out the design principle for the successive satellite.

[Key words] China - Brazil Earth Resources Satellite; payload; service module; in orbit test

以生活垃圾制取乙醇

一家名为“日本食粮”的日本公司最近研究出了利用生活垃圾和农业废弃物制取乙醇的方法, 生产的乙醇价格仅为现有同类产品的一半, 而且生产效率比较高。

这家公司采用了日本森林综合研究所开发的臭氧处理法来分解旧报纸、纸制容器、废木材等垃圾以及树皮、稻草等农业废弃物, 并用一种特殊的酶把其中的纤维素转换为葡萄糖, 进而再使用酵母发酵、成熟、蒸馏, 制造乙醇。

这种技术生产效率颇高, 10 t 垃圾可制造 2.5 t 乙醇, 价格比现在市场上销售的工业乙醇要便宜一半; 生产乙醇剩下的渣滓还能够用作园艺材料, 可以说这是一种“零排放”技术。

乙醇是一种清洁燃料, 此外还是医药品、甜作料和有机化学产品的原材料, 用途很广。

(新华社 张可喜)