

风云一号气象卫星

——我国第一颗试验试用型气象卫星

王守慧

(卫星气象中心)

提 要

本文简要介绍了我国首次发射的气象卫星(FY-1)的星体概貌,星载遥感探测器的类型及功能,以及该卫星提供的探测资料的种类和传输方式。

前 言

1988年9月7日,我国自行研制、发射和运行的第一颗试验试用型气象卫星——风云一号(FY-1)气象卫星,由我国自制的长征四号火箭运载腾空而起,直奔苍穹。用我国自己的气象卫星进行气象探测的美好愿望终于实现了。FY-1气象卫星的面貌特征如何?遥感探测器的功能怎样,它能为我们提供哪些气象情报?本文就这些问题作一简要介绍。

星体概貌

FY-1气象卫星本体为正六面体,4个侧面的面积相等,都是 $1.4\text{m} \times 1.2\text{m}$,顶面和底面的面积略大于4个侧面,它们是 $1.4\text{m} \times 1.4\text{m}$ 。这样,可使对地遥感器和对地通讯天线都互不干扰地安装在底部平台的对地一面。星体的两个外侧各安装3块 $1200 \times 955\text{mm}$ 的可伸展折叠式太阳能电池帆板,总面积为 6.876m^2 ,其上贴有上万块硅太阳能电池片。卫星发射时,帆板折叠收缩在星体两侧,当卫星入轨并建立初始姿态后,由星载计算机控制引爆介锁,两个太阳能电池帆板伸展开来。图1(见封三)是太阳能电池帆板伸展后的整星照片。

为使卫星能够观测到比较满意的资料,我国首颗气象卫星就选用了技术难度很高的近极地太阳同步轨道。太阳同步是指卫星的轨道平面与太阳取向保持不变,这就意味着卫星每次都在相同的地方时经过地球上任一地区的赤道上空,以利于气象资料的接收和使用。卫星一旦成功入轨,就会按照设计轨

道,在 900km 高空绕地球运行,轨道周期为 102.86min ,一天之内绕地球飞行14个整圈。

采用长寿命的三轴稳定对地定向的姿控系统,这是FY-1气象卫星的又一个显著特点。三轴稳定使卫星总是垂直向下正视地球,各轴指向精度均控制在 1° 左右。

卫星的工作能源是伸展在卫星两侧的太阳电池帆板。FY-1气象卫星采用简单、可靠并易于实施的固定式可伸展的太阳电池帆板,利用太阳同步轨道的特点,把帆板安装在与轨道面同一个平面上,采用对日不定向跟踪方案。卫星在日照区运行时,太阳电池阵对负载供电,并对镍-镉蓄电池充电。当卫星运行至阴影区时,太阳电池阵不工作,转由蓄电池供给电能。

星载遥感仪器

根据气象业务的需求,FY-1气象卫星携带的主要遥感仪器是两台甚高分辨率扫描辐射仪,这两台仪器在轨道上可以通过遥控指令切换工作互为备份。辐射仪共使用了5个光谱通道。第1通道是 $0.58-0.68\mu\text{m}$ 的可见光区,可以观测白天云图和地表图象;第2通道是 $0.725-1.10\mu\text{m}$ 的近红外区,适用于探测白天云图、水体边界及冰雪融化情况等;第3通道波长是 $0.48-0.53\mu\text{m}$,第4通道是 $0.53-0.58\mu\text{m}$ 的可见光区,这两个通道主要用于海洋观测;第5通道是 $10.5-12.5\mu\text{m}$ 的红外区,可获得昼夜云图和表面温度。

扫描辐射仪随同卫星在地球上空运行时,仪器扫描镜以 360 转/分的速率对地球

大气进行探测，并一行行地构成连续图象。图2表示卫星扫描辐射仪成像的工作方式。

卫星自南向北（或自北向南）运行，俯视一条3235km宽的地面带。仪器扫描镜安装于卫星对地的背阳一面，随着卫星行进，扫描镜自西向东逐行扫过这条地面带。来自地气系统发射和反射的热辐射，被扫描镜以固定的瞬时视场接收，然后经光学系统会聚分光，形成5个光束，并经滤光片限定波长后，投射到5个探测器上。这5个探测器具有不同的感光表面，可见光和近红外波段都采用硅探测器，红外波段采用铊镉汞探测器。每个探测器都把感应到的光信号转换成电信

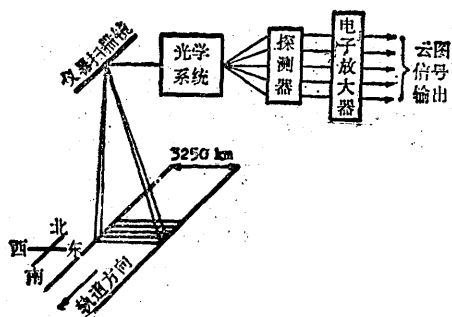


图2 FY-1卫星扫描辐射仪成像方式示意图

号，再经适当的电子装置处理后，可以瞬间实时传送至地面。同时还将另一些地区的资料记录在卫星磁带上，通过卫星程控或按特定的地面指令发回地球。

图象分辨率是遥感仪器的一个重要属性，在卫星高度一定的前提下，分辨率取决于仪器的瞬时视场。在风云一号气象卫星上，5个探测波段的瞬时视场都是1.2毫弧度，于900km的卫星高度上，对应的星下点地面分辨率为1.1km。在分辨率为1km左右的卫星云图上，不仅可以一目了然地看到台风眼区、暴雨云团、积雪覆盖、天气系统分布等等，甚至森林火灾初起时几处分散孤立的明火点都能清晰可辨。

除了提供甚高分辨率云图资料之外，FY-1气象卫星还能从大范围图像资料中提取出更多的定量信息，从而使卫星的效益大大提高。为此，在扫描辐射仪头部装有一个经过地面红外辐射定标的参考黑体，供飞行

中红外观测通道的辐射校正。同时在卫星发射前，还标定了可见光和近红外观测通道的辐射响应率。这样，扫描辐射仪不仅能够获得5个光谱波段的云图信息，还能定量测量目标辐射强度，结合大气模式反演洋面温度，并可探测海洋泥沙、叶绿素含量等要素。

信息流程

图3是FY-1气象卫星云图信息流程示意图。

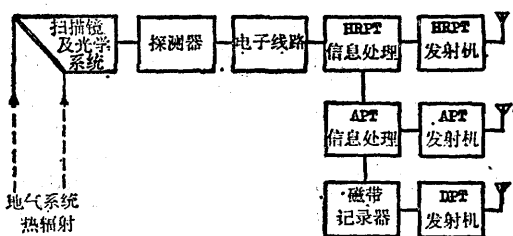


图3 FY-1卫星云图信息流程示意图

FY-1卫星云图信息是以实时发送和延时回放两种方式被送回地面。其中实时发送图象又分甚高分辨率图象传输（HRPT）和高分辨率图象传输（APT）两种。延时回放云图是指当卫星飞经其它地区上空时，除了边扫描边发送实时云图之外，还同时把一部分地区的资料记录存储贮在卫星磁带上，待卫星飞经我国上空时，磁带机自动快速回放，将资料发回地面，专供卫星气象中心特定的3个气象卫星地面站接收。这种资料传输方式我们称其为DPT。

下面结合图3，分别对3种云图信息传输特征作一简要介绍。

1. HRPT传输

如上所述，遥感仪器的扫描镜和光学系统，把接收地气系统的热辐射投射到探测器之后，由探测器把光信号转换成电信号，这些信号被输出至HRPT信息处理机。在信息处理机中首先经A/D转换，把模拟信号转换成数字量，再经相应的处理电路，按照规定的信息格式，把时间码、姿态角等其它数据与扫描地球的数据编排成一路，形成每字10比特的分相码时分串行数据流，码速率为0.6654Mbps，由HRPT发射机发回地面。

附表 各类云图传输信道特征表

信道名称	传输资料的分辨率	发射机载频频率(MHz)	码速率 (或付载频)	摄取资料范围	资料发送和接收方式
HRPT	星下点1.1km	1695.5或 1704.5	0.6654Mbps	全 球	实时发送 全球HRPT设备可收
APT	4km	137.035或 137.795	2.4kHz	全 球	实时发送 全球APT设备可收
DPT	4km	465	9kHz (记) 36kHz (放)	在全球范围内 区域任选	延时回放 本系统接收站收

2. APT 信息传输

APT 信息处理机根据地面遥控指令,从 1、2、5 光谱通道中选择两个通道的数字信息,按时分进行组合,并在时序电路控制下,对组合信息进行扫描图象几何畸变的线性校正。校正后,整幅图片的几何分辨率基本一致,大约都在 4km 左右。几何校正后的数字量再经 D/A 转换成模拟信号,并按规定格式插入同步信号,空间电平和姿态角,形成 2 线/秒的 APT 图象信息,由 APT 发射机发回地面。

3. DPT 图象传输

当卫星运行国外某些地区上空时,经 APT 信息处理机形成的 2 线/秒的模拟信号,除送 APT 发射机实时发送外,还同时送至卫星磁带机记录下来,待卫星飞至我国上空,由星载计算机程控使磁带记录器自动快速回放,经 DPT 发射机向地面发送,专供我国北京、广州、乌鲁木齐 3 个特定的气象卫星地面站接收,以获取国外地区的气象

观测资料。

为了消除磁带抖动对记录云图的影响,在磁带记录器的第二个磁道上,记了一路与 DPT 云图相伴随的标准频率信号,我们称它为校正信号。该信号亦同时经 DPT 发射机发回地面,各地面站可利用它,对由于磁带记录器抖动造成的幅度和时基偏差进行纠正。

附表为上述 3 种资料传输信道的主要特征参数。

结束语

FY-1 气象卫星是我国第一颗试验型气象卫星,经过一段时间的试验之后,将提供业务试用。它的成功发射,显示了我国航天事业的力量,是我国气象现代化建设的一个重要里程碑。通过试验和业务试用,它能使我国气象卫星的功能和效益得到逐步改进和提高。而卫星每天发送回来的大量气象情报,必能大大促进我国气象事业的发展,从而为国际气象合作做出我们应有的贡献。

FY-1 Meteorological Satellite, the first test and operational meteorological satellite in China

Wang Shouhui

(Satellite Meteorological Centre)

Abstract

Here is the general picture of FY-1 which is the first meteorological satellite launched by China. The types and capabilities of the satellite-borne remote sensing instruments as well as the varieties and transmission modes of its data are briefly described.