

气象卫星低分辨率资料传输的数字化

徐建平 施进明

(中国气象局国家卫星气象中心, 北京 100081)

摘要 气象卫星低分辨率模拟资料传输 WEFAX 即将数字化为 LRIT, 阐述了 LRIT(低分辨率信息传输)内容、LRIT 数据传输模式和系统结构以及各卫星运行国 LRIT 传输比较。

关键词 气象卫星 资料传输 数字化

引言

气象卫星传输分发的资料一般有高分辨率资料和低分辨率资料两种。高分辨率资料(例如极轨气象卫星的 HRPT 资料、静止气象卫星的 S-VISSR 展宽数字资料)早已是数字化资料;而低分辨率资料(例如极轨气象卫星的 APT 资料和静止气象卫星的 WEFAX 资料)一直都是模拟传输。

由气象卫星运行国家和组织组成的气象卫星协调组织(CGMS)经过多年的讨论和协商达成了共识,要将低分辨率模拟资料数字化:将极轨气象卫星的 APT 传输改成 LRPT(即低分辨率图像传输),将静止气象卫星的 WEFAX(低分辨率模拟云图,或称天气图)改成 LRIT(Low Resolution Information Transmission, 低分辨率信息传输),传输内容将不仅限于数字化云图,还有其它数字气象信息。

美国 GOES 卫星、欧洲 MSG 卫星将于近一二年开始播发 LRIT。中国计划在今后两年发射的 FY-2C 静止气象卫星上播发 LRIT。日本也计划在新一代多用途卫星 MTSAT 发射后播发 LRIT。各卫星运行国目前正紧锣密鼓地进行 LRIT 播发的准备工作。随着 LRIT 的播发,全球原有的数千个 WEFAX 接收站都将更新,这将是一个繁重的工作。

1 LRIT 传输内容

从数据传输的观点看 LRIT 信道只是气象卫星提供的一个通信信道,一个传输媒介,供数据传输分

发用,至于传输什么内容则取决于用户的需求和信道的能力。LRIT 传输内容主要为气象卫星云图和各种气象资料。

以日本 MTSAT 为例,LRIT 播发卫星云图有归一化、带网格地图的全圆盘图和区域极射赤面投影图。全圆盘图 2200 线×2200 像素,分成 10 段,每段 220 线×2200 像素,相应的空间分辨率为 5km,区域极射赤面投影图有东亚地区(800 线×800 像素,6.4km 分辨率)、日本东北方(2.4km 分辨率)和日本西南方(2.4km 分辨率)三种。播发的气象资料有目前通过 GTS 交换的观测数据(每小时 1~2 次)、日本气象厅生成的数值天气预报产品(格点数据,一生成就分发)和台风指导报(一旦收到立即分发)。当然,其他气象资料例如数据收集平台(DCP)及气象卫星产品也都可以通过 LRIT 传输分发,将视需求而定。

2 LRIT 数据传输模式和系统结构

LRIT 数据传输标准符合国际标准化组织(ISO)的开放系统互连参考模型(Open Systems Interconnect Reference Model, OSI-RM)把复杂的协议分解成一系列相对独立而又有内在联系的功能层,采用了 7 层模型,如图 1。每一层都利用其下一层提供的服务实现本层的协议功能,又为上层提供本层的服务。

在发送端:应用层生成各种应用数据。例如图像数据、气象数据和服务信息。

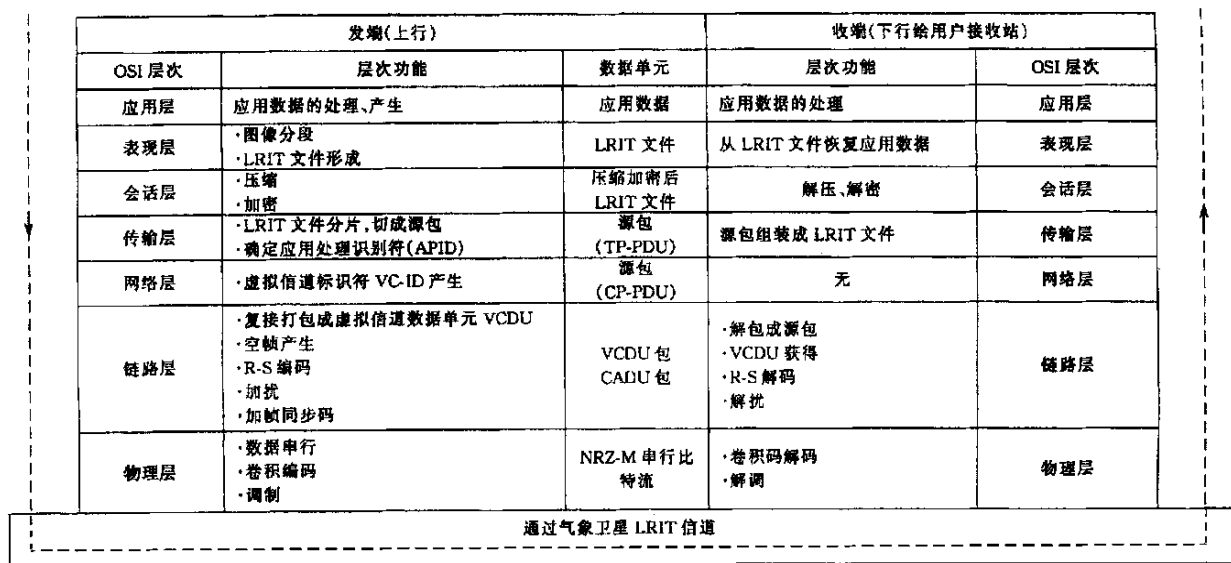


图1 LRIT 的 ISO/OSI 7 层模式

表现层将应用层来的应用数据变成一个或几个 LRIT 文件,每个 LRIT 文件包含一个或更多的头记录和一个数据区。为了方便管理将全圆盘图分成 10 个 LRIT 文件,即 2200 线×2200 像素的圆盘图分成 10 段,每段 1 个文件,为 220 行×2200 像素,区域图不分段。

会话层进行数据压缩和加密,图像数据一般采用 JPEG 压缩。

传输层将 LRIT 文件切片形成源包,源包有源包头,源包应用数据区最长 8190 字节,并伴有 2 字

节的 CRC 差错校验。

网络层惟一作用是产生虚拟信道标识符 VC-ID。

数据链路层将源包复接打包成虚拟信道数据单元 VCDU,进行 R-S 编码、数据随机化和加上帧同步标志,最后生成了信道存取数据单元 CADU,长度为 1024 字节。

物理层完成串行数据流的卷积编码和调制,将高频 NRZ-M 串行码上星发射出去。发送端的系统方框如图 2 所示。

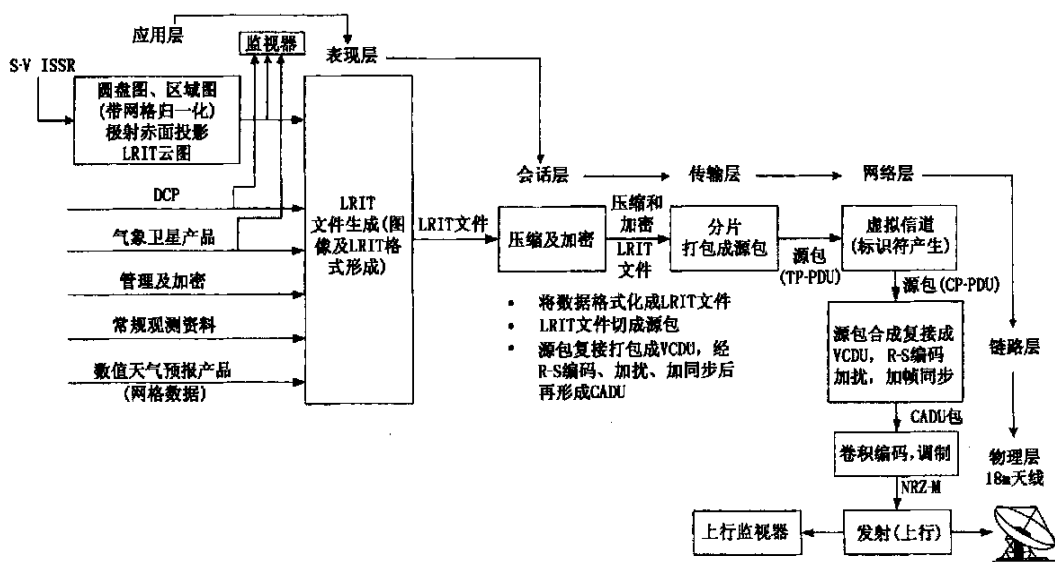


图2 LRIT 发送端方框图

用户接收端数据处理过程与发送端相反,接收到的高频 NRZ-M 串行码经解调、卷积解码后进行解扰和 R-S 解码。将虚拟信道数据单元解包恢复成数据源包。数据源包经解压、解密,再拼合成为 LRIT 文件。最后 LRIT 文件拼接成应用数据。用户接收端系统方框如图 3 所示。

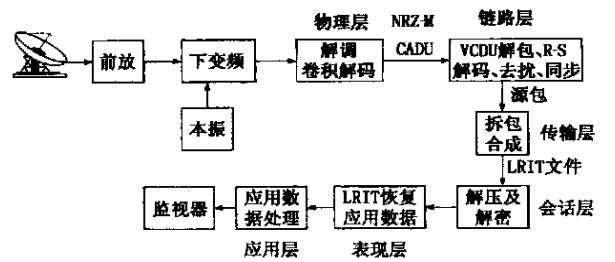


图 3 用户接收端系统方框

数据传输关心的一个问题是收发两端之间的协议问题,7 层模式解决了这个问题。现代空间系统数据传输关心的另一个问题是一个物理信道如何传输来自不同的各种各样数据源(例如卫星的不同探测仪器或卫星不同分系统,又如 LRIT 的卫星图像、

观测数据、数值天气预报产品等)的数据。国际空间数据系统咨询委员会(CCSDS)建议的高级在轨系统(AOS)数据传输规范就是要解决这个问题。在发端,多个数据源产生各自的应用数据,应用数据(分段或不分段)加上头记录生成 LRIT 文件,LRIT 文件在分片加上主导头切成源包,各种源包再复接打包成虚拟信道数据单元 VCDU。卫星不同分系统(或不同探测器)不同速率数据源复接综合成为一个数据单元,从一个物理信道传输而不是独成一套各自传输。

3 LRIT 各国传输比较

各卫星运行国对 LRIT 传输在 CGMS 会议进行了讨论、协调,并达成共识。CGMS 公布了全球 LRIT 技术规格书^[1],确定了 LRIT 的框架。欧洲卫星气象组织(EUMETSAT)和日本气象厅(JMA)也各自制定了符合此框架的更详细的技术规格^[2,3],它们和 CGMS 全球 LRIT 技术规格书大同小异,但各有自己一些技术参数,见表 1。

表 1 各国气象卫星 LRIT 传输比较

		GOES	MTSAT	MSG	FY-2
频率/ MHz		1691	1961	1691	1691
EIRP/ dBm		48.2	55	34	57.5
极化			线极化(垂直于轨道平面)南北极方向	线极化(水平极化垂直于旋转轴)	与自旋轴平行线极化(因此与 MTSAT 一致)
带宽		能接收 293 kb/s	250 kHz	660 kHz	260 kHz
物理层	卷积编码	卷积码(1/2 速率, K=7)	卷积码(1/2 速率, K=7)	卷积码(1/2 速率, K=7)	
	调制	PCM/ NRZ-M/ BPSK	PCM/ NRZ-M/ BPSK	PCM/ NRZ-L/ BPSK	
	码速率	64 kb/s(IOC)(1 m 天线) 128 kb/s(FOC)(1.8 m 天线)	打包后 75 kb/s 总码速率 150 kb/s	打包后 128 kb/s 总码速率 290 kb/s	
	小站 G/T	-0.3 dB/K(IOC) —(1 m 天线) 3.2 dB/K(FOC) —(1.8 m 天线)	3 dB/K(天线增益 30 dB)	5.0 dB/K(需 1.8 m 天线) G=27.7 dB	
链路层	纠错	RS(255,223) 间隔 I=4	RS(255,223) 间隔 I=4	RS(255,223) 间隔 I=4	
	扰码	扰码多项式 $x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + 1$	扰码多项式 $x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + 1$	扰码多项式 $x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + 1$	
	帧同步码	IACFFCID	IACFFCID	IACFFCID	
网络层	加 VC-ID	加虚拟信道标识符	加虚拟信道标识符	加虚拟信道标识符	
传输层	CRC 校验	CRC 多项式 $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$	CRC 多项式 $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$	CRC 多项式 $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$	
	加密	不加密	图像不加密,其它加密	加密	
会话层	压缩	JPEG 压缩,多项式待定,只有图像数据是压缩的,其他不压缩	JPEG 图像压缩,其他不压缩	• Wavelet Transform 无损压缩 • JPEG 有损压缩 • JPEG 无损压缩 • T.4 压缩(其中图像是有损 JPEG 压缩,其他待定)	
实施时间		2002 年	2004 年	2002 年	2003 年

从表 1 可见,GOES、MTSAT、MSG 卫星传输特性的参数例如传输频率等相同,但极化方向、码速率、速宽和调制等不一样,因此对接收站的要求也不完全相同。链路层(纠错、加扰、同步)、传输层(CRC 校验)则完全相同。至于会话层中数据加密则取决于各国的资料政策:EUMETSAT 对图像和气象信息都加密;日本对图像不加密,对气象信息可能加密;美国则都不加密。

由于中、日两国静止气象卫星有 2/3 共同覆盖区域,从卫星应急备份观点、从国际用户利益角度和

从我国大量接收站的布局和建设经济方便来看,FY-2 卫星和日本 MTSAR 卫星采用兼容的 LRIT 是上策。

参考文献

1 Coordination Group of Meteorological Satellites. LRIT/HRPT Global Specification. CGMS Secretariat, 9 July 1999
2 MSG. Ground Segment LRIT/HRPT Mission Specification Implementation, EUMETSAT, 9 March 2001
3 JMA. LRIT Mission Specification Implementation, Japan Meteorological Agency, 1 December 2000

Digitized Transmission of Low Resolution Meteorological Satellite Data

Xu Jianping Shi Jinmin

(Satellite Meteorological Center, CMA, Beijing 100081, China)

Abstract: The low-resolution analogue data transmission of geostationary meteorological satellites will be changed to digital data transmission, i.e., Low Resolution Information Transmission (LRIT). The LRIT transmission contents, transmission modes and system layout and the LRIT comparison of satellite operators in the world are described.

Key words: meteorological satellite, data transmission, digitization