

# TOVS 卫星反演信息采集处理

## 功能和技术

陈必云 冯民学 周曾奎

(江苏省气象台,南京 210008)

### 提 要

TOVS 卫星反演信息采集处理功能和技术,主要包括省台自动接收、分解、处理来自 NOAA 极轨气象探测卫星的多通道探测信息的反演资料 and 通过气象电路获取的由中国气象局卫星气象中心接收、处理后的 TOVS 反演资料;并研制、设计了 TOVS 资料的预处理技术和软件,以利于业务应用,这对全国省、市台接收、处理、应用高分辨的 TOVS 资料有实用价值。

**关键词:** TOVS 信息采集 技术处理

### 引 言

泰勒斯大气垂直探测器(TOVS)的反演资料目前已由中国气象局卫星气象中心接收处理后通过气象电路供省级台调用,但也可以由省台直接接收 NOAA 卫星多通道探测信息,经定位、修正后获得实时性很高的反演资料,为此江苏省气象台为能使 TOVS 反演资料投入日常预报应用,建立了 TOVS 接收→处理→应用的业务系统。该系统运行稳定,实现了接收、处理、产品输出的全自动化。

### 1 TOVS 卫星反演资料接收采集处理系统的功能

江苏省气象台研制建立的 TOVS 卫星反演资料接收、采集、处理系统包括自行接收部分和从气象电路调入部分。

#### 1.1 使用 WT-7 接收机接收 TOVS 卫星反演资料

江苏省气象台为充分发挥现有设备的应用效率与江苏省农业气象中心共同使用一套 WT-7 极轨卫星接收设备。农气中心的卫星

遥感探测信息和省台的卫星 TOVS 信息可同时接收。接收机安装在农气中心,距省气象台预报大厅约 100m 左右,我们对从卫星接收、采集的讯号设计成二端输出,一端进入农气中心处理终端,另一端对输出信号进行长线驱动,将接收信号输入省台 TOVS 处理终端。其工作流程如图 1。

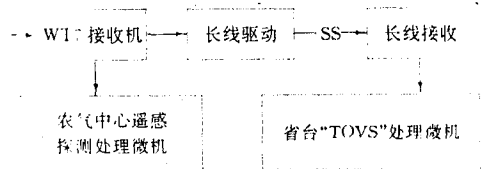


图 1 省台接收 TOVS 资料工作流程

1.1.1 省台主要接收处理 NOAA-12 的 TOVS 卫星反演资料,接收时间考虑到与常规高空报 08 时、20 时相匹配,选择了上午 05:00~09:00(匹配 08 时常规资料),可接收到 2~3 条轨道信息,下午 16:00~21:00(匹

配 20 时常规资料),也可接收到 2~3 条轨道的信息。其接收、处理流程如图 2 所示。

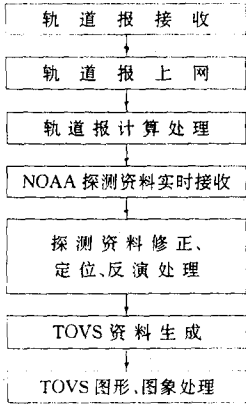


图 2 省台接收、处理 NOAA-12 的 TOVS 资料流程

该系统软件由国家卫星中心提供,其中微机版 TOVS 图形图象处理系统于 1995 年在省台调试成功并在本台进行业务运行,性能稳定。该系统主要环境要求、数据采集及其功能如下:

1.1.2 该系统主要环境要求:① TVGA 512K 使用 800×600×256 方式;② MOUSE 及驱动[可选];③ 协处理器。

1.1.3 省台 TOVS 资料业务应用处理功能和流程如图 3 所示。

1.2 由气象电路获取 TOVS 反演资料的处理功能

由国家气象局卫星气象中心接收处理后的 TOVS 资料,经气象电路输送到华东区域中心,省台通过设置的上海区域中心 VAX 终端直接调用,卫星中心生成的 TOVS 资料,一般为每天下午处理生成,约在次日上午 7:30 左右上网,供省台接收应用。目前卫星

中心的 TOVS 资料每天上、下午各有 3~4 条轨道,生成 3~4 个文件。由于卫星中心 TOVS 资料的数据是由大型计算机处理,又通过多种类型计算机网络中转,最终接收到的数据类型排列与供微机处理的数据类型不同,必须进行转换。如长整型数据的 4 字节前后次序与最终微机处理时的排列次序不同,必须首先要查询处理,将该整数 4 个字节排列次序调整为微机适用次序。

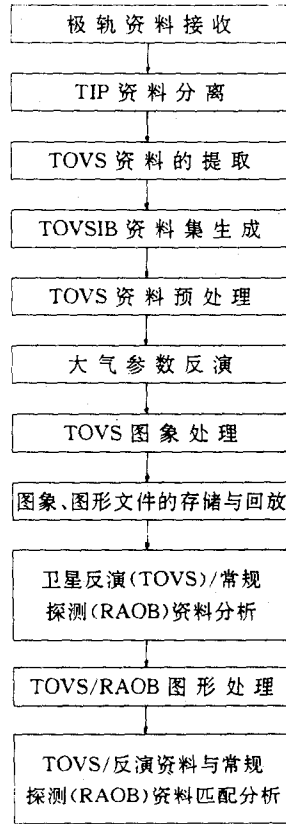


图 3 省台 TOVS 资料业务应用处理功能和流程

举例:

微机长整形 4 字节排列次序应从低到高。例如,对某一长整形数据“X”,4 个字节分别为:  $A_0, A_1, A_2, A_3$ , 则  $X = A_0 + A_1 \times$

$256 + A_2 \times 256 \times 256 + A_3 \times 256 \times 256 \times 256$ , 而从电路上传来的长整形 4 字节排列次序从高到低, 上述  $X = A_0 \times 256 \times 256 \times 256 + A_1 \times 256 \times 256 + A_2 \times 256 + A_3$ , 因此, 如  $X = 950522$ 。

微机排列应为:  $A_0, A_1, A_2, A_3$   
 $FA \quad 80 \quad OE \quad 00$

电路来报排列为:  $00 \quad OE \quad 80 \quad FA$

所以, 上述电路来报如不经查询判别将  $X = 950522$  的数值误读为:  $X = 4202696192$

## 2 TOVS 资料真实性检验预处理的设计

### 2.1 常规探空站和相应范围的 TOVS 资料匹配对比分析的设计

为了对 TOVS 资料的精度和可靠性进行必要的检验, 我们从常规探测资料中挑选 38 个具有代表性的实况资料来校验 TOVS 资料。由于极轨卫星的观测时间、观测范围每天都不相同, 随机性很大。为保证检验精度, 我们所取的 TOVS 观测时间与常规测站的探测时间前后不超过  $\pm 2$  小时, 即常规测站的探测时间为 20:00 时, 我们所取的 TOVS 资料的探测时间范围为 18~22 时。为保证精度, 我们分别对常规站选定  $0.5 \times 0.5$  经纬距作为常规测站摄取 TOVS 反演资料的有效范围, 分别提取了 850、700、500hPa 层次的高度、温度、湿度要素, 经插值获得表征该测站相对应的 TOVS 资料, 以便与该测站的实况资料对比分析。

### 2.2 RAOB 和 TOVS 匹配资料摄取的结果

用以测站为中心  $0.5 \times 0.5$  经纬距为有效范围搜索的 TOVS 反演资料, 38 个常规测站的 TOVS 资料经常绝大部分能获得, 且测站样本内的有效 TOVS 反演值一般都有 5~9 个, 经对照检验, 结果比较理想(见附表)。

## 3 TOVS 资料的预处理技术

研究和业务应用副高的主要范围为  $10 \sim 45^\circ N, 100 \sim 150^\circ E$  的区域, 而 TOVS 资料

受卫星观测轨道影响, 观测点和观测时间有较大随机性。为便于分析处理, 需将各随机测点插值到各网络上, 根据 TOVS 观测点情况和研究、业务应用需要, 取网格点为  $2.5 \times 2.5$  经纬距, 主要需解决以下 3 个问题。

① 极轨卫星探测轨道为带状区域, 探测区域随机性很大, 2 条轨道中间存在一定的空隙, 不重合。

② 轨道边缘区域有空缺。

③ 几条轨道探测、接收时间不连续(2 条轨道探测、接收时间一般为 2 小时左右)。

图 4 为 3 条探测轨道采集区域简图。

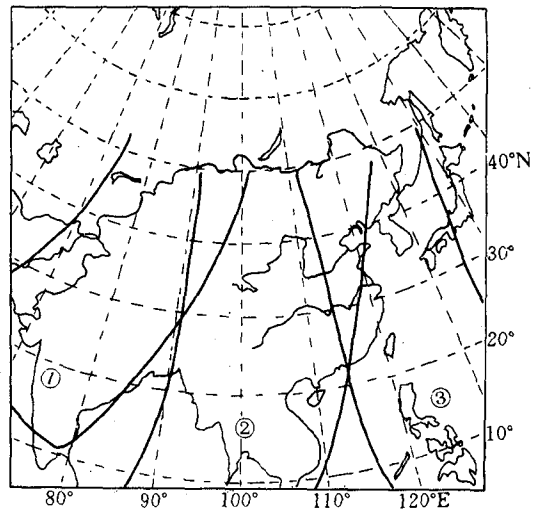


图 4 3 条探测轨道采集区域图

由上所述, 为了能获取到连续分布的 TOVS 反演资料, 必须对直接接收到的 TOVS 反演值进行预处理。

### 3.1 TOVS 反演资料的网格点插值计算

以网格点为中心点, 以  $2.5 \times 2.5$  经纬距为有效区域进行插值, 插值公式如下:

$$X_i = 111 \times (e_i - E) \times \cos(N \times 3.14/180)$$

$$Y_i = 111 \times (n_i - N)$$

$$Y_i = \sqrt{X_i^2 - Y_i^2}$$

附表 38个测站 RAOB 与 TOVS 资料匹配对照表(部分测站)

探空 TOVS 误差	测站 序号	测站 区、 站号	纬度	经度	850hPa			700hPa			500hPa		
					高度	温度	露点	高度	温度	露点	高度	温度	露点
ttaa	4	47646	3350	13550	1496	22	16.0	3132	10	6.1	5860	-5	-15.0
tovs	4	47646	3350	13550	1506	17	4.0	3117	9	1.0	5788	-4	-32.0
diff	4	47646	3350	13550	-27	5	12.0	15	1	5.1	72	-1	17.0
ttaa	13	54662	3100	12160	1511	19	16.8	3163	11	7.4	5910	-4	-6.8
tovs	13	54662	3100	12160	1469	20	11.0	3123	12	-6.0	5864	-1	-13.0
diff	13	54662	3100	12160	42	-1	5.8	40	1	13.4	46	3	6.2
ttaa	14	58362	2850	12200	1500	22	8.0	3163	13	-2.0	5910	-1	-15.0
tovs	14	58362	2850	12200	1468	19	12.0	3120	12	-4.0	5854	-2	-9.0
diff	14	58362	2850	12200	32	3	-4.0	43	1	2.0	56	1	-6.0
ttaa	16	58968	1800	12060	1486	21	15.0	3142	12	-11.0	5870	-3	-21.0
tovs	16	58968	1800	12060	1461	16	13.0	3103	9	5.0	5824	-3	-9.0
diff	16	58968	1800	12060	25	5	2.0	39	3	-16.0	46	0	-12.0
ttaa	21	54823	3950	11650	1488	22	17.2	3149	11	8.0	5890	-3	-7.0
tovs	21	54823	3950	11650	1436	19	7.0	3057	10	9.0	5738	-4	-9.0
diff	21	54823	3950	11650	52	3	10.2	92	1	-1.0	152	1	2.0
ttaa	22	54511	3250	11600	1500	17	15.9	3144	10	9.0	5880	-3	-4.7
tovs	22	54511	3250	11600	1458	23	18.0	3113	13	10.0	5857	0	-4.0
diff	22	54511	3250	11600	42	-6	-2.1	31	-3	-1.0	23	-3	-0.7
ttaa	32	59785	3400	10850	1459	21	17.2	3125	13	9.3	5880	-4	-7.1
tovs	32	59785	3400	10850	1439	24	20.0	3092	13	11.0	5850	0	-3.0
diff	32	59785	3400	10850	20	-3	-2.8	33	0	-1.7	30	-4	-4.1
ttaa	34	59431	2700	10650	1458	20	17.0	3117	12	8.3	5880	-2	-11.0
tovs	34	59431	2700	10650	1474	24	17.0	3112	16	6.0	5852	-3	-4.0
diff	34	59431	2700	10650	-16	-4	0.0	5	-4	2.3	28	1	-7.0

注:资料获取时间为1996年8月4日12时36分36秒

$$R = \sqrt{(111 \times 1.8)^2 + [111 \times 1.8 \times \cos(N \times 3.14/180)]^2}$$

$$C = \sum \frac{(R - r_i)^2}{\sum (R - r_i)^2} \times C_i$$

上式中,  $E$  为网格点经度,  $N$  为网格点纬度,  $e_i$  为 TOVS 观测点经度,  $n_i$  为 TOVS 观测点纬度,  $C_i$  为观测点观测值,  $C$  为网格点值。

### 3.2 轨道空隙区域, 格点的插值

由于 2 条探测点之间有空缺, 上述插值后有的网格点缺资料, 为便于分析处理, 需把空缺的网格值填上, 方法如下:

例: 如网格点  $a_{11} \sim a_{15}, a_{11} \sim a_{31}$  范围如下排列:

$a_{11} \quad a_{12} \quad a_{13} \quad a_{14} \quad a_{15}$   
 $a_{21} \quad a_{22} \quad \quad \quad a_{25}$   
 $a_{31} \quad \quad \quad \quad \quad a_{35}$

其中缺:  $a_{23}, a_{24}, a_{32}, a_{33}, a_{34}$  其值采用下列插值计算补上。

$$a_{23} = (a_{13} + a_{22})/2$$

$$a_{24} = (a_{23} + a_{14} + a_{25})/3$$

$$a_{32} = (a_{31} + a_{22})/2$$

$$a_{33} = (a_{32} + a_{24})/2$$

$$a_{34} = (a_{33} + a_{24} + a_{35})/3$$

通过以上方法使轨道中间的空缺点及边缘空缺点,通过数次膨胀插值方法完成。即若某一网点无数据,则以周围网格数据取加权平均值插入(以后该插入也可为其它空缺点插值)。经这样的技术处理可以获得某一范围内的 TOVS 反演资料连续分布的完整的网格值,供业务应用。

### 3.3 对获取多条轨道产生时差的考虑

根据经验,2条轨道观测值以2小时以

内有较好的相关性,2小时以外则稍差,如有4条轨道,则第1条轨道与第4条轨道将有3~6小时时差,在通常情况下经常要采集3条轨道,则产生最大时差为2~4小时。从理论上讲时差太大影响适时资料获取的正确性,但鉴于在业务应用中,由于应用范围内轨道间的空缺格点采用插值法充填,因而资料的精度已受影响,有时为弥补应用范围边界处的格点值与其用插值法,还不如采集间隔时效较长的另一条轨道的探测资料其效果会更好,对这个问题可以经大量的业务应用后再设法改进。

## The Technique of TOVS Satellite Retrieval Information Collecting and Processing

Chen Biyun Feng Minxue Zhou Zengkui

(Jiangsu Meteorological Observatory, Nanjing 210008)

### Abstract

The technique of TOVS satellite retrieval information collecting and processing, mainly included the retrieval data from NOAA polar orbiting satellite's multipath sounding information, which was auto-received, resolved and processed by Jiangsu Meteorological Observatory, and the TOVS retrieval data received, processed by National Satellite Meteorological Center. The pretreatment technique and soft ware of TOVS data were developed to put into operational practice. It has practical value to each meteorological observatory in our country for receiving, processing and using the TOVS data with high resolution.

**Key Words:** atmospheric vertical sounding TOVS information collecting and processing technique