

徐建平 许健民

(国家卫星气象中心, 北京 100081)

提 要

叙述了 GMS-5 卫星资料的变化, 特别是展宽数字资料信息格式的变化, 以及新获得的红外和水汽图象的应用。

关键词: 卫星 展宽资料 格式

日本已于 1995 年 3 月 18 日发射 GMS-5 卫星并将于 1995 年 5 月开始播发新的展宽数字资料, 除了提供可见光和红外图象外, 还增加了另一个红外和水汽图象, 以改进 GMS 卫星获取云和地表定量参数的能力, 并得到对流层中上层水汽分布的信息。GMS-5 展宽数字资料的信息格式比起 GMS-4 略有改变, 本文对此作一详细介绍(读者可同时参阅参考文献[1], 以便比较)。

1 GMS-5 卫星资料的主要变化

1.1 扫描辐射计的通道从 2 个增加到 4 个, 如图 1 所示: 可见光通道(VIS)波长从 0.5—0.75 μm 变为 0.55—0.9 μm ; 红外通道的 10.5—12.5 μm 分裂成 10.5—11.5 μm (IR1) 和 11.5—12.5 μm (IR2) 两个通道; 新增了

6.5—7.0 μm 水汽通道(IR3, 或称 WV)。

1.2 展宽数字资料格式只略有变化, 其原因是新增加的信息都是放在原来备用字位置, 因此整体上不影响原来信息格式的“大局”。同时红外定标表也从固定不变改为动态刷新。

1.3 播发的低分辨率云图 WEFAX 定位精度有所改进。GMS-WEFAX 网格地图都以 140°E 为准, 但卫星实际位置每天是以“8”字形变化的, 因此网格地图有一定误差, 而 GMS-5 WEFAX 则以卫星实际位置为准, 因此定位精度提高了。

2 GMS-5 展宽数字资料接收

GMS-5 展宽数字资料信号传输特性没有任何变化, 因此用户天线接收系统不需作任何改变便可接收。

3 GMS-5 展宽数字资料格式变化及处理

GMS-5 展宽数字资料信息格式如图 2 所示。与 GMS-4 相比“大局”不变, 因此处理软件变化不太多, 主要是要把 IR2 和 IR3 资料提取出来。GMS-4 展宽资料红外数据中 IR2 和 IR3 区段填以逻辑零, 现则填上 IR2

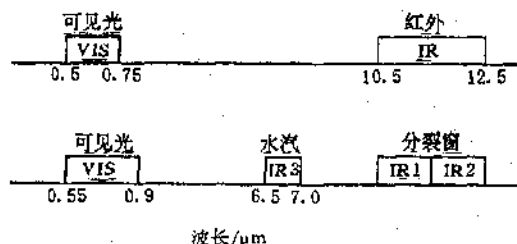


图 1 GMS-5 扫描辐射计通道变化

和 IR3 探测器数据。格式中变化主要是文件码部分增加了些新内容:轨道及姿态数据块经过补充,原文件码中将部分备用字作为定标信息块,现详述这些变化。

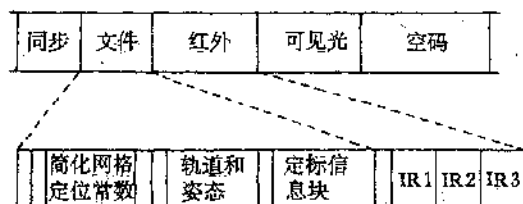


图2 GMS-5 展宽数字资料格式

3.1 定标信息块

定标信息块由定标表和定标系数组成。定标表给出灰度值与可见光反照率或红外亮度温度之间对应关系,红外定标表在每次观测时都更新,而可见光定标表则是不变的。由定标系数可以计算出红外辐射率。定标信息块放在文件码原备用字(1459 字)中前 256 个字,如图 3 所示。与轨道姿态数据块及卫星运行时间表一样,定标信息块也是分成 25 组,每组重复 8 次。因此定标信息块总共字数为 256 字×25 组=6400 字。这 6400 字的安排如图 4 所示,其具体内容:

识别文件	卫星状态	网格定位常数	分组识别	网格定位参数	轨道和姿态	卫星运行时间表	定标信息块	备用
2	126	64	4	100	128	410	256	1203

834 字
1459 字

图3 定标信息块在文件码中位置

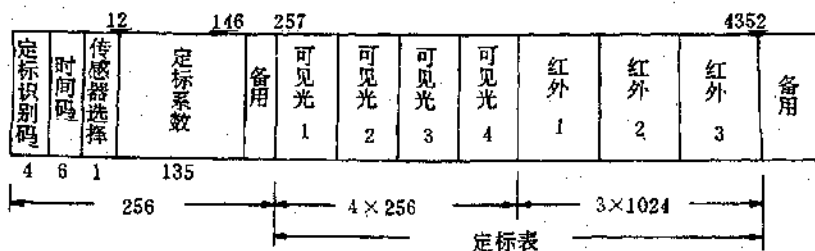


图4 定标信息块

第 12—56 字, IR1 定标系数 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, G, V_0, C_0$ 等;

第 57—101 字, IR2 定标系数;

第 102—146 字, IR3 定标系数;

第 257—512 字, 可见光 1 灰度值与反照率变换表(即定标表);

第 513—768 字, 可见光 2 定标表;

第 769—1024 字, 可见光 3 定标表;

第 1025—1280 字, 可见光 4 定标表;

第 1281—2304 字, IR1 灰度值与亮度温度变换表(即定标表);

第 2305—3328 字, IR2 定标表;

第 3329—4352 字, IR3 定标表。

从接收到的 GMS-5 展宽数字资料各个红外通道灰度值利用相应通道动态的定标表可找出一一对应的亮度温度,用这样的方法求得的亮温精度较高。当然,用户也可以不用每次观测给出的动态的定标表来求亮温,而利用以书面文件形式早已提供的固定不变的定标表从灰度值来找出对应的亮温,只是误差较大。例如在 300°K 时日误差及年误差为

$\pm 0.5^\circ\text{K}$,而在星蚀时期甚至可达 2°K 。

由定标系数计算红外辐射率的过程为:

$$C = 255 - C' + C_0 \quad (1)$$

式中, C' 为实际收到的灰度值, C 为黑白颠倒的灰度值, C_0 为常数。由式(1)求出 C 后,再利用下式求出电压值 V :

$$C = \sum_{i=0}^n (\beta_i - V^i) \\ = \beta_0 + \beta_1 V + \dots + \beta_n V^n \quad (2)$$

则辐射率 R (单位: $\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{sr}$) 由下式求出:

$$R = (V - V_0)/G \quad (3)$$

式中, V_0 为常数。

以上公式中的 $n, \beta_0, \beta_1, G, V_0, C_0$ 都在定标系数数据块第 12—56 字、57—101 字、101—146 字中。

3.2 简化网格定位常数

参考文献[1]已介绍网格定位计算的两种方法,这里不再详述。GMS-5 简化网格定位参数数据块(即 Simplified mapping block 1)的格式与 GMS-4 的比较没有什么变化,由这个定位参数利用简化定位方程可求出经纬度 φ, λ 与 IR1 图象像素的扫描线数 L_{IR1} 与像素数 P_{IR1} 之间的关系。

GMS-5 简化网格定位常数数据块(即 Simplified mapping block 2)则有所变化,这常数共 64 个字,由第 37—40 字(x_1)、第 41—44 字(y_1)利用方程

$$\begin{cases} L_{VIS} = (L_{IR1} - 1) \times 4 + 2.5 + (x_1) \\ P_{VIS} = (P_{IR1} - 1) \times 4 + 2.5 + (y_1) \end{cases}$$

可求出可见光图象的 L_{VIS} 和 P_{VIS} 。原格式中第 45—64 字为备用,现在则把备用字利用起来,第 45—48 字放(x_2),第 49—52 字放(y_2),第 53—56 字放(x_3),第 57—60 字放(y_3)。由

$$\begin{cases} L_{IR2} = L_{IR1} + (x_2) \\ P_{IR2} = P_{IR1} + (y_2) \end{cases}$$

求出 IR2 图象像素的位置,而由

$$\begin{cases} L_{IR3} = L_{IR1} + (x_3) \\ P_{IR3} = P_{IR1} + (y_3) \end{cases}$$

求出 IR3 图象像素的位置。

如果不作这样的修正,近似地把 IR2 和 IR3 的图象扫描线数和像素数与经纬度关系看作和 IR1 完全一样,则误差估计大约为一条线或一个像素。

我国台站处理系统多是微机系统,简化网格定位常数数据块是有用的。

3.3 轨道和姿态数据块

前已叙述,IR1 网格定位(即经纬度 φ, λ 与 IR1 的 P_{IR1} 及 L_{IR1} 之间坐标变换)可以由卫星的轨道根数和姿态参数利用卫星动力学计算,而 IR2 及 IR3 的网格定位可由给出的 IR2 和 IR3 图象中心点扫描线数和像素数来求出,这些数据分别存在轨道和姿态数据块第 111—126 字中,而在 GMS-4 格式中第 111—126 字为备用。

用这样的方法进行定位计算比较复杂,台站微机处理系统大都不用此方法。

4 红外分裂窗和水汽资料的应用

GMS 卫星的红外通道由 $10.5-12.5\mu\text{m}$ 分裂成 $10.5-11.5\mu\text{m}$ 和 $11.5-12.5\mu\text{m}$ 两个通道,增强了卫星获取地表和云定量参数的能力。我们知道,虽然 $10.5-12.5\mu\text{m}$ 的红外观测通道位于地物红外热辐射峰值附近的窗区,大气中的水汽对这个波段的辐射仍有弱的吸收。当我们利用这个宽窗区的红外辐射来推导海表水温时,由于我们无法确切地知道位于辐射路径上大气中的水汽吸收了多少从海面向上辐射的能量,因此推导出的海表水温有较大的误差。将 $10.5-12.5\mu\text{m}$ 红外通道分裂成两个通道以后,其中一个通道被水汽吸收较少,另一个通道被水汽吸收较多,那么对分裂窗通道的数据进行比较就得到了由于大气吸收辐射削弱了多少的信息。在两个通道的观测数据比较一致的地方,大气削弱较少,只需对辐射量进行较少的订正就可推出海表向上的辐射量;在两个通道观测数据相差较大的地方大气削弱较多,应对卫星观测到的辐射进行较多的订正才可推出

海表向上的辐射,利用这个算法,海表水温的推导精度大大提高了,可以达到 0.7°C 左右。

分裂窗通道还给出了对流层上部极薄的卷云信息,在热带地区深对流层下风方向的 $100\text{--}200\text{km}$ 范围内,存在很薄的卷云,这种卷云由冰晶组成,是被环境风吹过来的,由于它们很薄,在可见光和宽窗区红外通道上往往不易被识别,但是薄卷云中冰晶的存在可以使分裂窗两个通道的观测数据出现很大的差别,以此为依据可以识别这种卷云的存在。

GMS 卫星 $6.5\text{--}7.0\mu\text{m}$ 水汽通道位于大气中水汽吸收带的边缘,与可见光及红外窗区通道不同,水汽通道不能透过大气“看到”下面的云和地表,它是一个半透明的通

道,其透明的程度取决于卫星俯视地球的光学路径上水汽存在的量、厚度和水汽层所在的位置,该通道的半透明性质使得对水汽图象的解释比窗区可见光和红外通道复杂,但是这个通道毕竟获得了对流层上中部水汽存在和大气运动状况的十分有用的信息,因此在天气分析和预报中是十分有用的。有兴趣进一步了解这方面知识的读者请参阅参考文献[2]。

参考文献

- 1 徐建平. GMS 卫星展宽数字资料信息格式及其应用. 气象, 1991, 17(12): 43--47.
- 2 罗格. B. 威尔顿, 苏珊. J. 哈里斯. 水汽图象在天气分析和天气预报中的解释与应用. 北京: 气象出版社, 1994.

The Modification and Application of GMS-5 Satellite Data

Xu Jianping Xu Jianmin

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

The modification of GMS-5 satellite data, especially the data format of S-VISSR, as well as the application of new infrared and water vapour images are described.

Key Words: satellite S-VISSR data data format