

风云三号（02 批）气象卫星地面应用系统工程
D 星微波温度计数据使用指南
(V1.0)

编写：安大伟

校对：

审核：

会签：

批准：

国家卫星气象中心

2019/2/20

一 引言

风云三号 (FY-3) 气象卫星是我国第二代极轨气象卫星，目标是实现对全球大气和地球物理要素的全天候、多光谱、三维观测，主要向中期数值天气预报提供卫星观测数据，监测生态环境和大范围自然灾害；同时为全球环境变化、全球气候变化研究以及海洋、农业、林业、航空和军事等部门提供卫星气象信息。

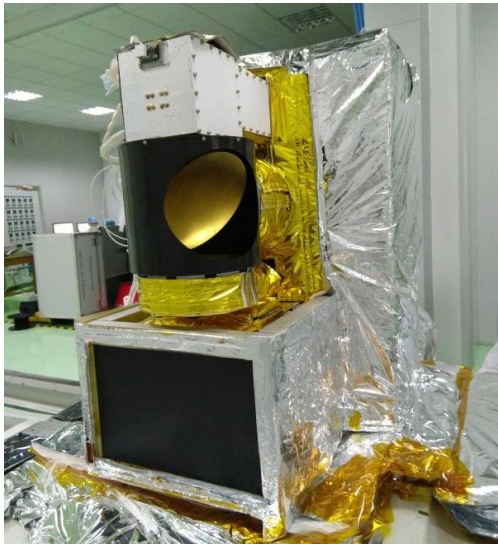
微波温度计是 FY-3 气象卫星的主要有效载荷，是我国气象和灾害监测的重要遥感手段之一，它可以全天时、全天候观测大气垂直温度分布等其它全球性空间气象资料，从而实现中、长期数值天气预报，提高天气预报的准确性。仪器灵敏度达到 $0.3\sim 2.1\text{K}$ ，定标精度达到 1.2K ，为 13 个通道，灵敏度和定标精度有较大提升。仪器健康使用寿命为 5 年。

本文档主要介绍风云三号 D 星 MWTS 的 L1 级数据使用方法、光谱参数及相关物理量转换方法。

二 仪器和通道性能介绍

通道性能介绍：

通道	中心频率 (GHz)	3dB 带宽 (MHz)	用途
1	23.8	270	水汽总量
2	31.4	180	窗区，水汽总量
3	50.3	180	温度廓线
4	51.76	400	温度廓线
5	52.8	400	温度廓线
6	53.246 ± 0.08	2*140	温度廓线
7	53.596 ± 0.115	2*170	温度廓线
8	53.948 ± 0.081	2*142	温度廓线
9	54.40	400	温度廓线
10	54.94	400	温度廓线
11	55.50	330	温度廓线
12	$57.290344(f_0)$	330	温度廓线
13	$f_0 \pm 0.217$	2*78	温度廓线
14	$f_0 \pm 0.3222 \pm 0.048$	4*36	温度廓线
15	$f_0 \pm 0.3222 \pm 0.022$	4*16	温度廓线
16	$f_0 \pm 0.3222 \pm 0.010$	4*8	温度廓线
17	$f_0 \pm 0.3222 \pm 0.0045$	4*3	温度廓线



仪器封装图

技术指标

微波温度计仪器参数和通道参数主要技术指标具体见表。

表 仪器参数

参数	指标要求
对地扫描张角	$\pm 49.5^{\circ} \pm 0.2^{\circ}$
对地观测点数	90
波束宽度	2.2°
星上校正黑体	2 个(暖黑体、外层冷空间)
频率稳定度	优于 10^{-5}
每条扫描线扫描时间	5245 毫秒 $\pm$ 40ms
量化等级	13 比特

表 通道参数技术指标

通道	中心频率 (GHz)	3dB 带宽 (MHz)	灵敏度	主波束效率	动态范围	定标精度
1	50.3	180	1.2	>90%	3~340	1.5K
2	51.76	400	0.75	>90%	3~340	1.5K
3	52.8	400	0.75	>90%	3~340	1.5K
4	53.596	400	0.75	>90%	3~340	1.5K
5	54.40	400	0.75	>90%	3~340	1.5K
6	54.94	400	0.75	>90%	3~340	1.5K
7	55.50	330	0.75	>90%	3~340	1.5K
8	57.290344(fo)	330	0.75	>90%	3~340	1.5K
9	fo $\pm$ 0.217	78	1.2	>90%	3~340	1.5K
10	fo $\pm$ 0.3222 $\pm$ 0.048	36	1.2	>90%	3~340	1.5K
11	fo $\pm$ 0.3222 $\pm$ 0.022	16	1.7	>90%	3~340	1.5K
12	fo $\pm$ 0.3222 $\pm$ 0.010	8	2.4	>90%	3~340	1.5K
13	fo $\pm$ 0.3222 $\pm$ 0.0045	3	3.6	>90%	3~340	1.5K

3 L1 数据产品文件和数据集介绍

L1 数据产品文件

产品名称：FY-3D 微波温度计 II 型 L1 数据		
文件名约定： FY3D_MWTSX_GBAL_L1_YYYYMMDD_HHmm_033KM_MS.HDF		
栏目	值	备注
卫星名	FY3D	
仪器名称	MWTS II	
数据区域类型	ORBT	
数据级别	L1	
分辨率	33KM	
数据格式名称	HDF	
更新频率	14个/天	
更新频率单位	Day	
分块方式	整圈	
单个文件数据量	12	约 12MB/ 个 × 14 个 / 天 =168MB/天
数据量单位	MB	

全局文件属性				
私有文件属性				
科学数据集				
分组名称	科学数据集名		科学数据集英文描述	科学数据集中文描述
Geolocation Fields	SDS1	Latitude	Latitude	逐像元纬度
	SDS2	Longitude	Longitude	逐像元经度
	SDS6	SolarAzimuth	Solar Azimuth	太阳方位角
	SDS7	SolarZenith	Solar Zenith	太阳天顶角
	SDS8	SensorAzimuth	Sensor Azimuth	仪器方位角
	SDS9	SensorZenith	Sensor Zenith	仪器天顶角
	SDS11	Scnlin_daycnt	Scan Line Time (day count)	扫描线天计数
	SDS12	Scnlin_mscnt	Scan Line Time (milliseconds count)	扫描线毫秒计数
	SDS14	Earth_Obs_Angle	Earth Obs Angle	对地观测起始终止角

	SDS3	DEM	Digital Elevation Model	数字地表高程
	SDS4	LandSeaMask	Land Sea Mask	海陆掩码
	SDS5	LandCover	Land Cover	陆地覆盖类型
Data Fields	SDS13	Earth_Obs_BT	Earth Observation Brightness Temperature	对地观测亮温
	SDS17	Time	Scan Line Time (yy:mm:dd hh:mm:ss)	每条扫描线时间(年月日时分秒)
QA Fields	SDS15	Quality_Flag_Scmlin	QA Flag for Scanline	扫描线预处理质量标识
	SDS16	Quality_Flag_Channels	QA Flag for Channel Data Integrity	通道数据完整性质量标识
	SDS10	ScmlinNumber	Scmlin Number	扫描线序号

4. 定标

定标系数计算

FY-3 微波温度计在轨定标算法考虑了由不完善的平方律检波器产生的非线性贡献，将场景计数值转换为辐射 R_s ：

$$R_s = R_w + (R_w - R_c) \left(\frac{C_s - \overline{C_w}}{\overline{C_w} - \overline{C_c}} \right) + Q \quad \frac{mW}{m^2 \cdot sr \cdot cm^{-1}}$$

其中 R_w 和 R_c 分别是用黑体 PRT 温度 T_w 和冷目标 PRT 温度 T_c 代入 Planck 函数计算得到的辐射值。 C_s 是地球场景目标辐射计数值。黑体和冷空计数值 $\overline{C_w}$ 和 $\overline{C_c}$ 。 Q 表示非线性贡献，定义为：

$$Q = u(R_w - R_c)^2 \frac{(C_s - \overline{C_w})(C_s - \overline{C_c})}{(\overline{C_w} - \overline{C_c})^2} \quad \frac{mW}{m^2 \cdot sr \cdot cm^{-1}}$$

其中 u 是一个自由参数，它在三个仪器温度（低、中、高）上都有值。仪器发射后， u 根据实际在轨仪器温度内插得到。

R_s 值为每个通道的场景辐射。如果二次项可以忽略的话，方程中的前两项构成了一个线性的两点定标方程。以 R_{SL} 表示线性场景辐射，则：

$$R_{SL} = R_w + (R_w - R_c) \left(\frac{C_s - \overline{C_w}}{\overline{C_w} - \overline{C_c}} \right) \quad \frac{mW}{m^2 \cdot sr \cdot cm^{-1}}$$

简单起见，方程可以写为

$$R_S = a_0 + a_1 C_S + a_2 C_S^2$$

其中

$$a_0 = R_w - \frac{\overline{C_w}}{G} + u \frac{\overline{C_w} \overline{C_c}}{G^2}$$

$$a_1 = \frac{1}{G} - u \frac{\overline{C_w} + \overline{C_c}}{G^2}$$

$$a_2 = u \frac{1}{G^2}$$

其中通道增益 G 定义为

$$G = \frac{\overline{C_w} - \overline{C_c}}{R_w - R_c} \quad \frac{\text{Count} \cdot (m^2 \cdot sr \cdot cm^{-1})}{mW}$$

一般来说， G 值随仪器温度（射频温度）变化而变化；对某给定仪器温度， G 几乎为一常数。

微波温度计采取辐亮度的两点定标方式，系数 a 为二次非线性订正方程系数。