风云三号 E 星微波温度计-III 型

L1 产品使用说明

(V2.2)

国家卫星气象中心

2022 年 04 月

文档编写：胡菊昉

文档校对：武胜利

文档审核：孙 凌

文档批准：陆其峰

两总审批：胡秀清 张鹏

文档修订记录

版本号	日期	修订内容	修订人	注记
V1.0	2021.04.6	初始版本	胡菊昉	
V1.1	2021.05.25	修订版本	胡菊昉	按照统一模板修订
V1.2	2021.06.28	修订版本	胡菊昉	增加批准、审批
V2.2	2022.04.07	修订版本	胡菊昉	增加极化信息

目 录

1. 引言.....	5
1.1 文档概述.....	5
1.2 依据文件.....	5
2. 仪器介绍.....	5
3. L1 产品处理简介.....	7
3.1 概述.....	7
3.2 产品处理.....	7
4. 数据简介.....	7
4.1 文件基本信息.....	7
4.2 核心科学数据集.....	9
4.2.1 辐射数据集.....	9
4.2.2 地理定位数据集.....	9
4.2.3 L1 产品质量码数据集.....	11
4.2.3.1 扫描线质量标识.....	11
4.2.3.2 处理过程质量码.....	12
4.2.3.3 质量评分.....	12
5. 数据服务.....	13

1. 引言

1.1 文档概述

FY-3E/MWTS-III 仪器可以全天时、全天候观测大气垂直温度分布及其他全球气象资料，从而实现中、长期数值天气预报，提高天气预报的准确性。III 型是在 II 型微波温度计的基础上，提高了微波温度计的探测能力和性能指标。从原有 50~60GHz 频带上设置的 13 个通道增加到了 17 个通道，包括增加 23.8GHz 水汽柱总量测量通道，增加 31.4GHz 窗区通道，以及增加对流层 4km 和 6km 高度的温度探测的 $53.246 \pm 0.08\text{GHz}$ 和 $53.948 \pm 0.081\text{GHz}$ 通道。

本文档为 FY-3E/MWTS-III 仪器地面处理生成的 L1 数据的用户指南文档，主要描述一级产品数据集，以辅助数据用户应用。

1.2 依据文件

本文档的主要依据文件如下：

- 1) 风云三号（03 批）气象卫星地面应用系统工程 E 星微波温度计 L1 数据产品特性卡，国家卫星气象中心，2021.01。
- 2) 风云三号 E 星 MWTS-III 仪器定标 L1 处理算法理论文档（ATBD），国家卫星气象中心，2021.01。
- 3) FY-3（05 星）微波温度计 III 型正样设计报告，中国航天科技集团公司五院西安分院，2021.03。
- 4) 风云三号 03 批气象卫星使用要求，中国气象局，2015.07。

2. 仪器介绍

MWTS-III 为被动式高灵敏度的噪声接收机，其仪器性能指标见表 1，每条扫描线观测时间为 8/3 秒，共有 98 个扫描点。表 2 显示了微波温度计的通道设置，共包含 17 个通道，其中通道 1-3 是地表通道，通道 4-17 是氧气吸收通道，可用于探测大气温度廓线。

表 1 FY-3E/MWTS-III 微波温度计技术指标

参 数	指 标
对地扫描张角	±53.35°
波束宽度	2.2° (@53.596GHz) (其余频率按相同口径天线理论推算)
星上校正黑体	2 个(暖黑体、外层冷空间)
每条扫描线扫描时间	5236ms
扫描点数	98 个
量化等级	14 比特
天线星下点指向偏差 ¹	± 5% (@波束宽度)

表 2 FY-3E/MWTS-III 微波温度计主要应用目的和通道特性参数

通道	中心频率 (GHz)	3dB 带宽 (MHz)	极化方向	灵敏度 最低/期 望 (K)	主波束 效率	动态 范围 (K)	主要用途
1	23.8	270	QH	0.4/0.3	≥95%	3~340	表面 比辐射率
2	31.4	180	QH	0.45/0.35	≥95%	3~340	
3	50.3	180	QV	0.45/0.35	≥95%	3~340	
4	51.76	400	QV	0.3/0.3	≥95%	3~340	
5	52.8	400	QV	0.3/0.3	≥95%	3~340	大 气 温 度
6	53.246±0.08	2*140	QV	0.35/0.35	≥95%	3~340	
7	53.596±0.115	2*170	QV	0.3/0.3	≥95%	3~340	
8	53.948±0.081	2*142	QV	0.35/0.35	≥95%	3~340	
9	54.40	400	QV	0.3/0.3	≥95%	3~340	
10	54.94	400	QV	0.3/0.3	≥95%	3~340	
11	55.50	330	QV	0.3/0.3	≥95%	3~340	
12	57.290344(fo)	330	QV	0.7/0.6	≥95%	3~340	
13	fo±0.217	2*78	QV	0.9/0.7	≥95%	3~340	
14	fo±0.3222±0.048	4*36	QV	0.9/0.8	≥95%	3~340	
15	fo±0.3222±0.022	4*16	QV	1.3/1.0	≥95%	3~340	
16	fo±0.3222±0.010	4*8	QV	1.6/1.2	≥95%	3~340	
17	fo±0.3222±0.0045	4*3	QV	2.8/2.1	≥95%	3~340	

微波温度计天线绕飞行轨迹进行 360° 圆周扫描，热源定标观测范围设计为 4.4°，观测角度从 177.8° 到 182.2°；冷空观测范围设计为 4.4°，观测角度从 282.4° 到 286.8°；对地观测的范围设计为 107.8°，观测角度从 306.1° 到 53.9°。扫描机构从 53.9° 开始逆时针完成 98 个对地观测扫描，4 个对黑体的观测以及 4

个对冷空的观测。整个周期匀速观测，扫描周期为 5236ms。

3. L1 产品处理简介

3.1 概述

MWTS-III 产品是基于 L0 原始数据以及预处理静态参数，经过解码、质量检查、地理定位、定标系数计算、辐射定标、定标后天线亮温计算、定标质量标识等处理过程之后生成的辐射数据，并提供给用户进行同化、反演等应用。

3.2 产品处理

(1) 数据解码和检验：获取 MWTS-III 预处理辅助数据和 L0 产品。完成定位基础数据、定标基础数据和仪器状态参数等数据的质量检验和质量控制，并对数据质量进行标识，完成预处理数据准备。

(2) 地理定位：获取 L1A 文件、平台遥测数据、轨道根数、定位静态数据等，计算每个观测像元的地理位置、相应的太阳/卫星天顶角和方位角、仪器坐标系下的月亮矢量，以及质量标识等，输出定位相关文件。

(3) 辐射定标：在轨实时计算定标系数，完成对地观测目标亮温计算，生成 L1 产品中通道亮温等科学数据集。对数据质量进行标识。

(4) L1 产品生成：生成标准格式的 MWTS-III L1 产品和快视图。

4. 数据简介

4.1 文件基本信息

MWTS-III 产品单个为轨道数据，每天生成 14 轨。MWTS-III L1 产品以 HDF5 文件格式存储，时效一般为 1-2 小时，文件命名为：FY3E_MWTS-ORBT_L1_YYYYMMDD_HHmm_033KM_Vn.HDF，FY3E 代表卫星名称，MWTS 代表仪器名称，ORBT 代表数据区域类型，L1 代表数据级别，

YYYYMMDD 为观测起始日期，HHmm 为观测起始时间，033KM 代表空间分辨率，Vn 为数据版本信息，n 用 0-9 数字标识版本号。

自 2022 年 2 月 17 日起，数据分升降轨存储，文件命名为：FY3E_MWTS-ORBx_L1_YYYYMMDD_HHmm_033KM_Vn.HDF，ORBx 在升轨和降轨时分别是 ORBA 和 ORBD。

MWTS-III L1 产品的核心数据集结构如表 3 所示。

表 3 FY-3E/ MWTS-III 的核心科学数据集

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
	SDS3	Altitude	Altitude of each pixel on earth topography with terrain correction	地形校正后的大地高度
	SDS4	LandSeaMask	Land Sea Mask	海陆掩码
	SDS5	LandCover	Land Cover	陆地覆盖类型
	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
	SDS10	Scnlin_daycnt	Scan Line Time (day count)	扫描线天计数
	SDS11	Scnlin_mscnt	Scan Line Time (milliseconds count)	扫描线毫秒计数
Data Fields	SDS12	Earth_Obs_BT	Earth Observation Brightness Temperature	对地观测亮温
QA Fields	SDS13	Quality_Flag_Scnlin	QA Flag for Scanline	扫描线预处理质量标识
	SDS14	QA_Flag_Process		处理过程质量标志
	SDS15	QA_Score	Earth Observation Brightness Temperature Quality Score	观测亮温质量评分

MWTS 输入输出文件很多数据集为多维数组，其维数说明和数值如下表 4 所示。

表 4 FY-3E MWTS-III L1 数据维数说明

名称	数值	说明
nscan	-	扫描线数
nch	17	通道数
nfov	98	每条扫描线对地观测点数

4.2 核心科学数据集

4.2.1 辐射数据集

基于辐射产品进行遥感开发应用的用户主要使用辐射数据，以及数据质量标识、地理定位、时间等辅助信息。

4.2.1.1 对地观测亮温

对地观测亮温（Earth_Obs_BT）数据集，包含了利用星上观测的冷空和黑体辐射两点定标，经过非线性订正、天线订正等修正后的各通道亮温值，单位为 K。数据集维度为 $nch*nscan*98$ ，即对每个通道，每条扫描线，每个扫描点有一个定标后亮温值。该数据集尺度因子为 0.01，需要在应用之前进行尺度转换。

4.2.2 地理定位数据集

定位结果包括时间信息和每个视场的经纬度位置及天顶角、方位角等。

4.2.2.1 FOV 经纬度

经纬度数据集名称分别为 Latitude, Longitude，维数为 $nscan*98$ ，nscan 指一个 5 分钟块的扫描行数，98 为对地扫描的 FOV 数目，也即对地观测的驻留步数。单位为度。

4.2.2.2 扫描时间

时间包括天计数和毫秒计数两个数据集，天计数数据集名称为 `Scnlin_daycnt`，FY-3 系列卫星数据时间都是以 2000 年 1 月 1 日 12 时（世界时）为起始时间，天计数为相对于该起始时间的累加天数，毫秒计数数据集名称为 `Scnlin_mscent`，是指一天中的毫秒计数，以 12 时清零。这两个数据集维数均为 `nscan×1`，每条扫描线一个扫描起始时刻计数值。

4.2.2.3 FOV 仪器天顶角和方位角

卫星天顶角数据集名称为 `SensorZenith`，定义的是地球表面观测像元中心与卫星的直线，与像元中心垂直于天顶方向直线的夹角，单位为度，有效值范围为 0° 到 180° 。仪器方位角数据集名称为 `SensorAzimuth`，定义的是卫星在地平面投影地点与探元中心直线与参考方向（北方）之间的夹角，单位为度，有效值范围为 0 到 360。这两个数据集数值的尺度因子均为 0.01，需要在应用之前进行尺度转换。维数均为 `nscan×98`，与经纬度维数意义一致。

4.2.2.4 FOV 太阳天顶角和方位角

太阳天顶角数据集名称为 `SolarZenith`，定义的是地球表面观测像元中心与太阳的直线，与像元中心垂直于天顶方向直线的夹角，单位为度，有效值范围为 0° 到 180° ， 90° 表示太阳位于地平线以下。太阳方位角数据集名称为 `SolarAzimuth`，定义的是定义的是太阳在地平面投影地点与探元中心直线与参考方向（北方）之间的夹角，单位为度，有效值范围为 0 到 360。这两个数据集数值的尺度因子均为 0.01，需要在应用之前进行尺度转换。维数均为 `nscan×98`，与经纬度维数意义一致。

4.2.2.5 高程、陆海标识及陆地类型

高程数据集名称为 `Height`，目前均填为 0，WGS-84 坐标系下的位置坐标为（经度，纬度，高度），即（`longitude`，`latitude`，`height`）。`height=0`，标识该点经纬度为该像元在 WGS-84 标准地球椭球面上的位置描述，即不考虑该点的实际地表高程。陆海标识数据集名称为 `LandSeaMask`，数据类型为单字节整型变量，有效值范围为 1 到 5。1 表示陆地，2 表示陆地水面，3 为海面，5 为水陆边界。陆地类型数据集名称为 `LandCover`，数据类型为单字节整型变量，有效值范围为 0 到 16，其陆地类型说明如下表 5 所示。三个数据集维数均为 `nscan×98`，与经纬度维数意义一致。

表 5 陆地类型对应说明

陆地类型值	陆地类型
0	Water
1	Evergreen Needleleaf Forest
2	Evergreen Broadleaf Forest
3	Deciduous Needleleaf Forest
4	Deciduous Broadleaf Forest
5	Mixed Forests
6	Closed Shrublands
7	Open Shrublands
8	Woody Savannas
9	Savannas
10	Grasslands
11	Permanent Wetlands
12	Croplands
13	Urban and Built-Up
14	Cropland/Natural Vegetation Mosaic
15	Snow and Ice
16	Barren or Sparsely Vegetated
17	IGBP Water Bodies
254	Unclassified
255	Fill Value

4.2.3 L1 产品质量码数据集

L1 产品质量码包含三个数据集，分别为扫描线预处理质量标识，处理过程质量码以及质量评分。

4.2.3.1 扫描线质量标识

扫描线质量码数据集名称为 Quality_Flag_Scmlin，维数为 nscan×1，每条扫描线上有一个扫描线质量码，扫描线质量码意义如下表 6 所示。

表 7 扫描线质量码描述

A: 扫描线总体预处理质量	=0, 成功完成预处理(定标定位均成功); =1, 未能成功完成预处理;
B: 扫描线定标质量	=0, 所有通道成功完成定标; =1, 部分通道定标失败;

	=2, 所有通道定标失败
C: 冷空观测数据污染情况	= 0 没有受污染; =1 受到污染
DE: 扫描线定位质量	=00 定位成功, GPS 定位处理 =01 定位成功, IOE 定位处理 =02 定位成功, TLE 定位处理 =11 时间码错误导致定位失败 =12 三种定位技术均定位失败 =13 其他因素导致定位失败

4.2.3.2 处理过程质量码

处理过程质量码数据集名称为 QA_flag_Process, 维数为 17×nscan×98, 每条扫描线上每个波段上每个 FOV 均有一个质量码, 处理过程质量码意义如下表 7 所示。

表 8 处理过程质量码描述

Bit0	= 1 DN 值缺失或异常; = 0 DN 值完整; 输入数据获取;
Bit1	= 1 冷空计数值异常; = 0 冷空计数值正常;
Bit2	= 1 黑体计数值异常; = 0 黑体计数值正常;
Bit3-4	=1 存在月亮污染 =0 无月亮污染
Bit5-6	=1, 黑体温度异常; =0, 黑体温度正常;
Bit7	=1, 仪器温度>最高参考温度+5K, 或<最低参考温度-5K; =0, 仪器温度在参考温度范围内;
Bit8	=1, 定标亮温异常; =0, 定标亮温在有效范围;
Bit9	=1, 天线亮温异常; =0, 天线亮温在有效范围

4.2.3.3 质量评分

质量评分数据集名称为 QA_Score, 维数为 17×nscan×98, 每条扫描线上每个波段上每个 FOV 均有一个质量评分, 评分码为 0 代表不可用数据, 评分码为 100 代表满足质量要求数据。

5. 数据服务

MWTS-III L1 数据可从风云卫星遥感数据服务网获取：

<http://satellite.nsmc.org.cn/>

数据特性卡和 ATBD 文档在如下地址获取：

<http://data.nsmc.org.cn>，文档栏目

L1 数据产品查看可以采用 HDFView 软件，官网下载地址：

<https://www.hdfgroup.org/downloads/hdfview/>

此外，后端用户应用中可能用到的光谱响应函数、灵敏度、定标精度等文件，以及 L1 产品读取代码（C++，python），将随产品使用指南一起提供。

若用户在 L1 产品使用过程中有任何问题需要咨询，可联系 L1 产品负责人：

姓名：胡菊旻

电话：010-68400025

邮箱：hujy@cma.gov.cn