

风云三号（03 批）气象卫星地面应用系统工程

E 星中分辨率光谱成像仪

射出长波辐射产品使用说明

（V1.0.0）

编写：_____张婉春_____

校对：_____

审核：_____

会签：_____

批准：_____

国家卫星气象中心

2022 年 3 月

文档修订记录

版本号	日期	修订内容	修订人	注 记
V1.0.0	2022-03-09	新建	张婉春	

目 录

1	产品定义	1
2	产品规格	1
3	产品算法原理	1
4	产品处理流程	2
4.1	输入文件	2
4.2	输出文件	2
4.3	处理流程	2
5	产品示例	3
5.1	日 OLR 产品示例	3
5.2	旬 OLR 产品示例	4
5.3	月 OLR 产品示例	5
6	产品精度	6
7	产品格式	6
8	产品使用说明	7
8.1	产品读取使用说明	7
8.1.1	日 OLR 产品的读取	7
8.1.2	旬 OLR 产品的读取	8
8.1.3	月 OLR 产品的读取	8
8.2	产品使用说明	9
8.3	应用限制条件	9
8.4	建议引用文献	9
9	产品制作及技术支持	10
9.1	产品技术责任人	10
9.2	文档编撰者	10

表目录

表 2-1 MERSI OLR 产品列表	1
表 4-1 MERSI 射出长波辐射产品输入文件列表	2
表 4-2 MERSI 射出长波辐射产品输出文件列表	2
表 9-1 产品技术责任人列表	10
表 9-2 文档撰写人列表	10

1 产品定义

射出长波辐射（OLR）是地球大气系统向外空辐射出去的电磁波通量密度，大小由地球下垫面的温度决定，因此又称热辐射，它的时空分布反映了地球上不同地区、不同季节的天气、气候特征，是地球能量平衡系统的参量之一，也是气候研究的重要参数。

2 产品规格

FY-3E MERSI 仪器的 OLR 产品，有日、旬、月三种产品，HDF5 格式的日产品包括卫星过境时刻的升轨降轨 2 个 OLR 格点场科学数据集，HDF5 格式的旬、月产品各包含 1 个旬、月平均 OLR 格点场科学数据集，数据集大小为：3600*7200*2 字节，覆盖的范围为全球 90°N-90°S、180°W-180°E，数据分辨率为 0.05°*0.05°lat/lon。

表 2-1 MERSI OLR 产品列表

产品名称	投影方式	覆盖范围	空间分辨率	更新频率
OLR 日产品	等经纬度投影	90°N-90°S、180°W-180°E	0.05°*0.05°lat/lon	1 次/日
旬平均 OLR	等经纬度投影	90°N-90°S、180°W-180°E	0.05°*0.05°lat/lon	1 次/旬
月平均 OLR	等经纬度投影	90°N-90°S、180°W-180°E	0.05°*0.05°lat/lon	1 次/月

3 产品算法原理

由下式模拟通道辐射率

$$I_{\nu_0}(\theta) = \frac{\int_{\nu_1}^{\nu_2} I_{\nu}(z_t, \theta) f(\nu) d\nu}{\int_{\nu_1}^{\nu_2} f(\nu) d\nu} \tag{10}$$

式中： ν_0 是通道 4,5,6,7 中心波数， $f(\nu)$ 是 FY3E MERSI 通道 4,5,6,7 光谱响应函数， ν_1 、 ν_2 是通道起始波数， $I_{\nu_0}(\theta)$ 是通道 4,5,6,7 辐射率。

将 2521 条大气廓线的通道 4,5,6,7 辐射率及 OLR 输入到多元线性回归软件中，得到 OLR 反演模式及系数，型如：

$$\begin{aligned}
 OLR = & a_0(\theta) + a_1(\theta)R_4(\theta) + a_2(\theta)R_5(\theta) + a_3(\theta)R_6(\theta) + a_4(\theta)R_7(\theta) + b_1(\theta)R_4^{0.5}(\theta) \\
 & + b_2(\theta)R_5^{0.5}(\theta) + b_3(\theta)R_6^2(\theta) + b_4(\theta)R_7^2(\theta)
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

式中：R₄,R₅,R₆,R₇ 是 MERSI 通道 4,5,6,7 辐射率， $a_0,a_1,a_2,a_3,a_4,b_1,b_2,b_3,b_4$ 为统计回归系数， θ 是卫星天顶角。

4 产品处理流程

4.1 输入文件

表 4-1 MERSI 射出长波辐射产品输入文件列表

序号	名称	文件格式	周期	数据来源	描述
1.	MERSI L1 数据	Hdf	5 分钟	CNS-COSS	包含定位定标信息的 FY3 MERSI L1 数据

4.2 输出文件

表 4-2 MERSI 射出长波辐射产品输出文件列表

序号	产品名称	产品格式	周期	产品去向	产品描述
	OLR 轨道产品	HDF	5 分钟	短期存档服务器	原始分辨率的 5 分钟段 OLR 产品
2.	OLR 日产品	HDF	日	存档系统	包含升轨降轨 2 个 OLR 格点场科学数据集的数据文件
3.	OLR 旬产品	HDF	旬	存档系统	包含 1 个旬平均 OLR 格点场科学数据集的数据文件
4.	OLR 月产品	HDF	月	存档系统	包含 1 个月平均 OLR 格点场科学数据集的数据文件

4.3 处理流程

射出长波辐射产品处理以 5 分钟段的 MERSI L1 级数据做为输入，经过一系列数学回归公式（即新旧 OLR 反演模式）计算出 OLR 值，输出 5 分钟段的 OLR 产品文件；再通过调用公共服务分系统的空间投影功能，生成分辨率为

0.05°*0.05°经纬度的全球白天/夜间 OLR 格点场，大小为 3600*7200*2 字节，在此基础上作内插处理，生成卫星观测时刻的全球升轨、降轨 OLR 格点场数据组；在此基础上做候、旬、月平均 OLR 计算，生成全球旬、月平均 OLR 格点场数据产品。具体生成流程如下图。

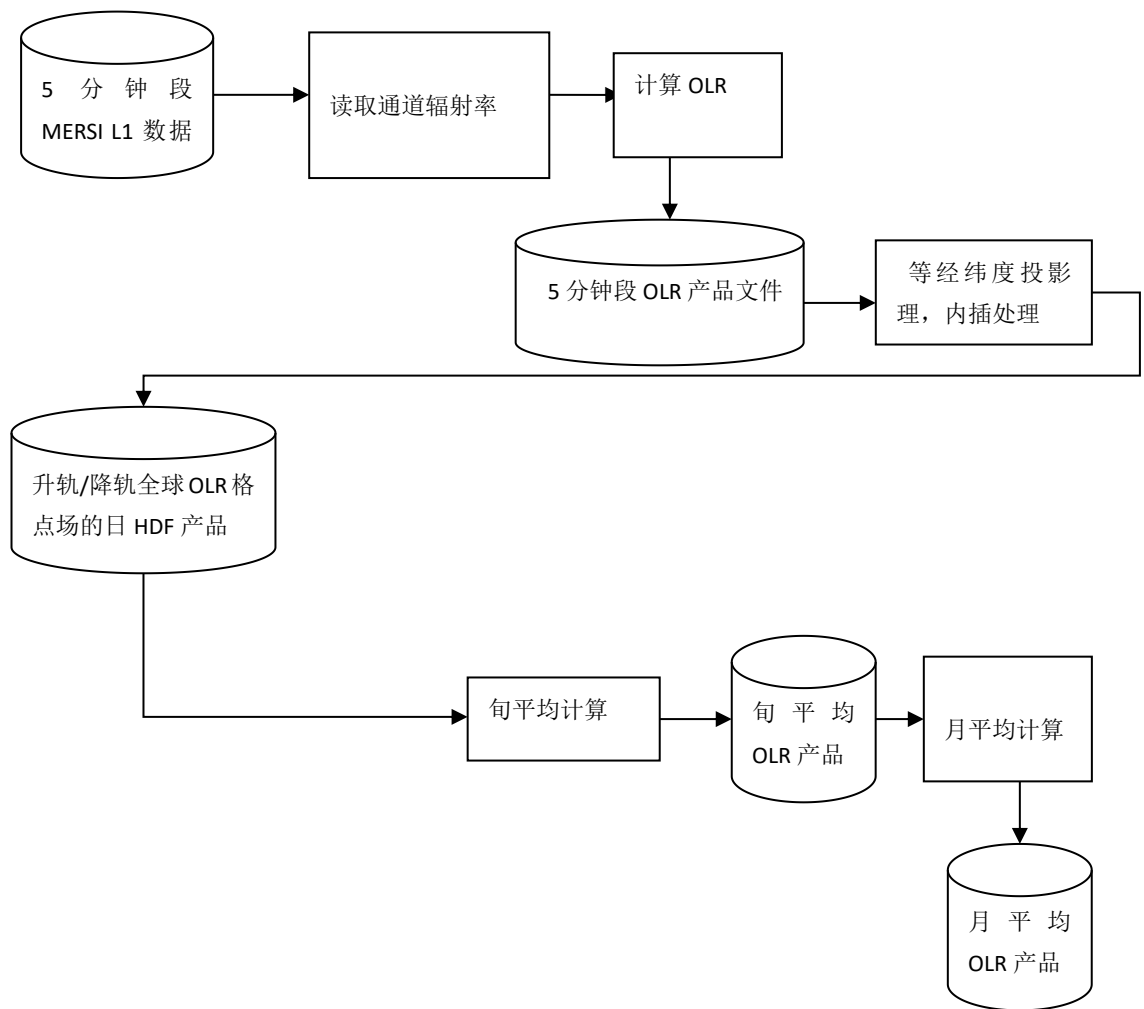


图 4-1 MERSI 射出长波辐射产品处理流程图

5 产品示例

5.1 日 OLR 产品示例

日 OLR 产品包含 2 个卫星观测时刻升轨、降轨 OLR 格点场，为等经纬度投影，覆盖地理范围：90°N-90°S、180°W-180°E，数据分辨率：0.05°*0.05°lat/lon，格点场大小为：3600*7200。下图是 2021 年 11 月 21 日的日 OLR 产品空间分布

图（包括升轨、降轨 2 个卫星观测时刻的 OLR 格点场）。

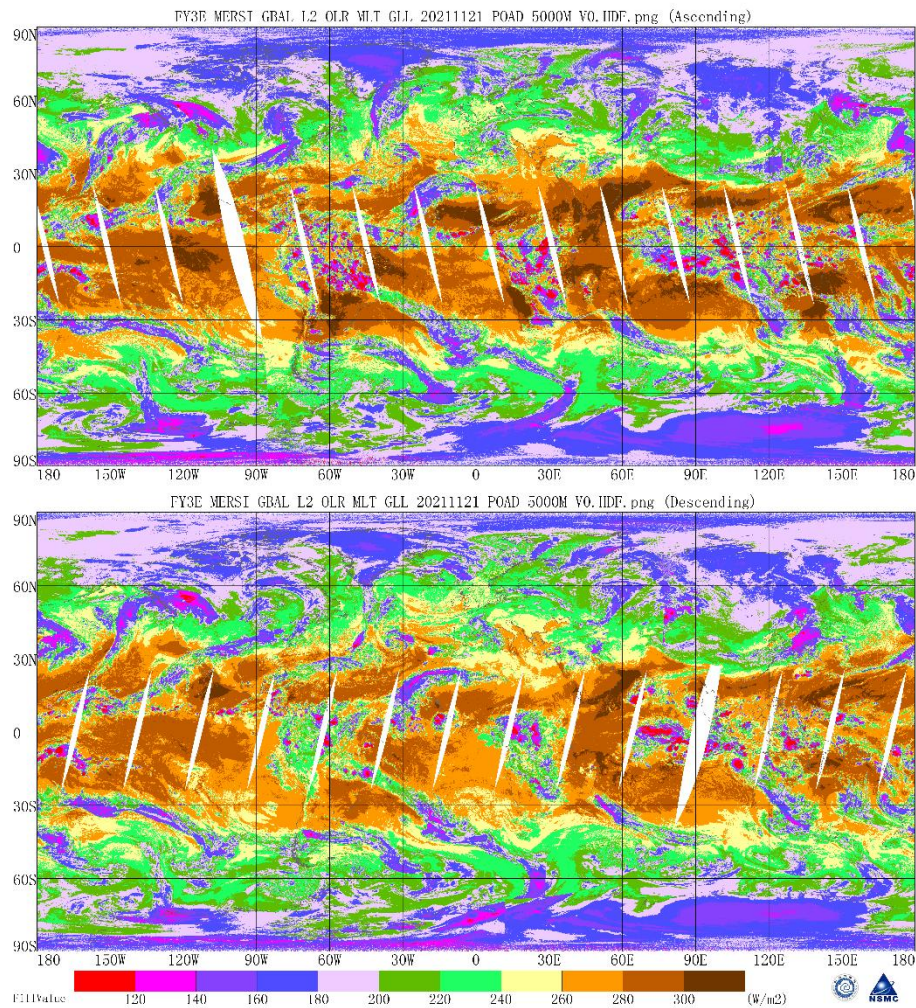


图 5-1：2021 年 11 月 21 日 MERIS 升轨,降轨 OLR 格点场空间分布图

5.2 旬 OLR 产品示例

旬 OLR 产品包含 1 个旬平均 OLR 格点场（新旧算法），为等经纬度投影，覆盖地理范围：90°N-90°S、180°W-180°E，数据分辨率：0.05°*0.05°lat/lon，格点场大小为：3600*7200。下图是 2021 年 11 月 10-20 日的旬平均 OLR 产品（新算法）空间分布图。

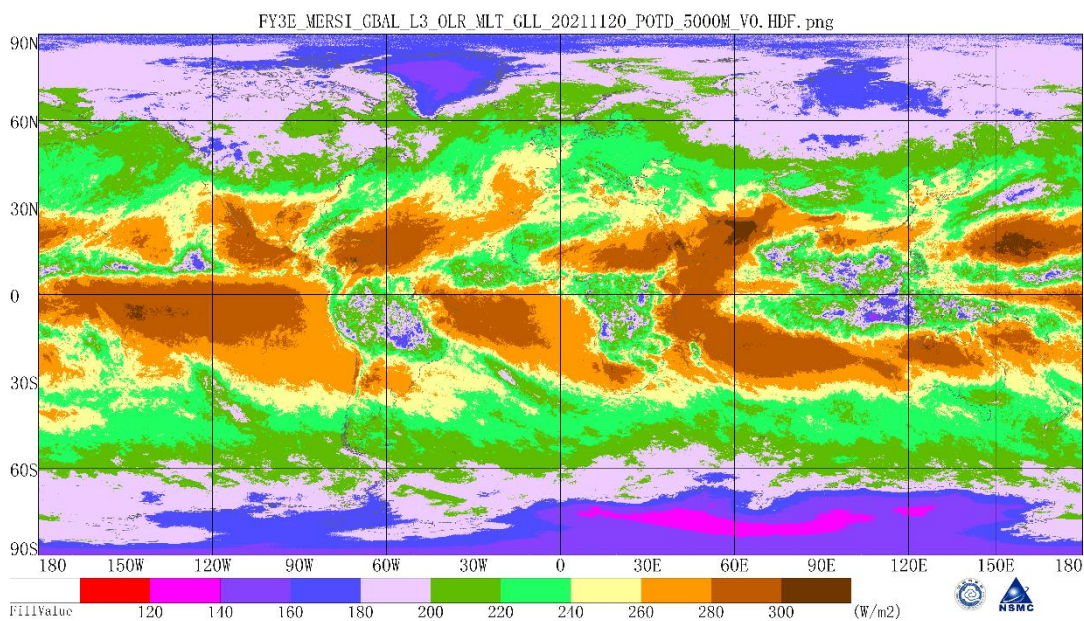


图 5-2 MERSI 射出长波辐射旬平均 OLR 格点场（新算法）灰度图（2021 年 11 月 10-20 日）

5.3 月 OLR 产品示例

月 OLR 产品包含 1 个月平均 OLR 格点场, 为等经纬度投影, 覆盖地理范围: 90°N-90°S、180°W-180°E, 数据分辨率: 0.05°*0.05°lat/lon, 格点场大小为: 3600*7200。下图是 2021 年 11 月的月平均 OLR 产品空间分布图。

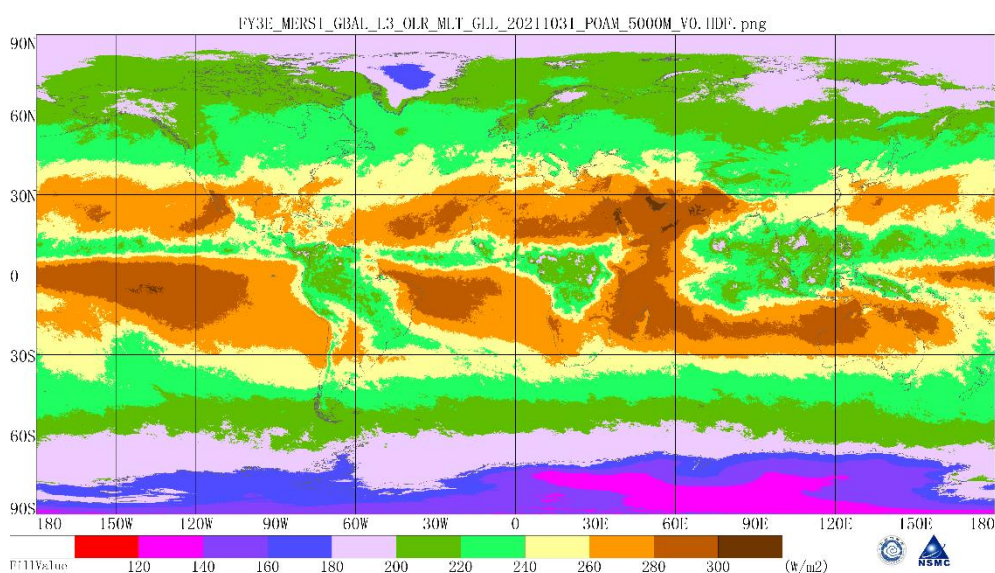


图 5-3 MERSI 射出长波辐射月平均 OLR 格点场空间分布图（2021 年 11 月）

6 产品精度

对 2022 年 2 月 14 日的 FY3E/MERSI 瞬时 OLR 与 TERRA/CERES 的瞬时 OLR 进行了对比,误差统计结果为:对于 90N-90S、0E-180E 范围、时差 50 分钟、数据分辨率为 0.5°LAT/LON 的瞬时 OLR 格点场,均方根误差 RMSE=11W/M2, 相关系数 R=0.95, Bias=10 W/M2 (北半球),均方根误差 RMSE=5W/M2, 相关系数 R=0.98, Bias=-5 W/M2 (南半球)。

对 2022 年 2 月 1 日-2022 年 2 月 28 日逐日的 MERSI 日平均 OLR 格点场与 NOAA CDR 的日均 OLR 产品进行了统计对比,误差统计结果为:全球格点场系统均方根误差 RMS=10 W/M2, 相关系数 R=0.97, Bias=1-2W/M2;对 2022 年 2 月的 MERSI 旬平均 OLR 格点场与 NOAA CDR 的旬均 OLR 产品进行了统计对比,误差统计结果为:全球格点场系统均方根误差 RMS=5-6 W/M2, 相关系数 R=0.99, Bias=0-1W/M2;对 2022 年 2 月的 MERSI 月平均 OLR 格点场与 NOAA CDR 的月均 OLR 产品进行了统计对比,误差统计结果为:全球格点场系统均方根误差 RMS=4-5 W/M2, 相关系数 R=0.99, Bias=0-1W/M2;MERSI 日、旬月平均 OLR 与 NOAA CDR 相比,存在约 1W/M2 的正偏差,而 NOAA CDR 的 OLR 产品相比于 CERES 偏低 1-2W/M2。

7 产品格式

FY-3E MERSI 仪器的 OLR 产品,包括全球日产品和旬、月平均产品,产品格式为 HDF5,日产品有 2 个科学数据集,分别为升轨和降轨卫星过境时刻的 OLR 数据集,图 6-1 是日产品数据集存储示例,其中包含昼夜信息,观测计数信息,质量控制码(质量码与观测数据获取,反演及参与统计样本量相关,详见数据特性卡)和卫星观测角信息,OLR_A 为升轨数据集,OLR_D 为降轨数据集;旬、月产品的 HDF5 文件各包含 1 个旬、月平均 OLR 格点场数据集,图 6-2,6-3 是旬月产品数据集存储示例,其中包括 OLR 值及质量码(质量码与参与计数的样本量相关,详见数据特性卡)。所有数据集的大小为:3600*7200*2 字节。



图 6-1 日产品数据集存储示例

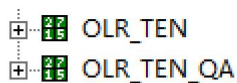


图 6-2 旬产品数据集存储示例

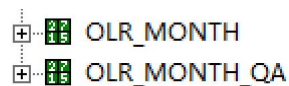


图 6-3 月产品数据集存储示例

8 产品使用说明

8.1 产品读取使用说明

可通过如下 FORTRAN 程序读取 MERSI 的 OLR 产品，由于程序中调用了 HDF5 库函数，不同的软件环境读取程序可能有所不同。

8.1.1 日 OLR 产品的读取

日 OLR 产品在 LINUX 服务器上的读取程序如下。

```
#### for readout the FY3E/MERSI daily OLR product
import h5py
import numpy as np
# h5file is OLR file name
# eg.
h5file='/FY3E_MERSI_GBAL_L2_OLR_MLT_GLL_20220306_POAD_5000M_V0.
```

```

HDF'

#

f = h5py.File(h5file, 'r')

dataset1 = f['OLR_A']

data_speed = np.array(dataset1)

dataset2 = f['OLR_D']

data_dir = np.array(dataset2)

f.close()

```

8.1.2 旬 OLR 产品的读取

旬 OLR 产品在 LIUNIX 服务器上的读取程序如下。

```

### for readout the FY3E/MERSI ten-day average OLR product

import h5py

import numpy as np

# h5file is OLR file name

# eg.

h5file='/FY3E_MERSI_GBAL_L3_OLR_MLT_GLL_20220305_POTD_5000M_V0.

HDF'

#

f = h5py.File(h5file, 'r')

dataset1 = f['OLR_TEN']

data_speed = np.array(dataset1)

dataset2 = f['OLR_TEN_QA']

data_dir = np.array(dataset2)

f.close()

```

8.1.3 月 OLR 产品的读取

月 OLR 产品在 LIUNIX 服务器上的读取程序如下。

```

#### for readout the FY3E/MERSI monthly average OLR product

import h5py

import numpy as np

# h5file is OLR file name

# eg.
h5file='/FY3E_MERSI_GBAL_L3_OLR_MLT_GLL_20220305_POAM_5000M_V0.
HDF'

#

f = h5py.File(h5file, 'r')

dataset1 = f['OLR_MONTH']

data_speed = np.array(dataset1)

dataset2 = f['OLR_MONTH_QA']

data_dir = np.array(dataset2)

f.close()

```

8.2 产品使用说明

上述程序可在 linux 和 window 下运行，产品文件为 HDF 格式，根据实际文件全路径，修改 h5file 文件名，根据所要读取的数据集，修改数据集名称，用户可参照程序中的定义编制适应于自己计算机的读取程序。

8.3 应用限制条件

无

8.4 建议引用文献

- [1] 吴晓, 鄢俊洁. 从 FY-3B 极轨气象卫星 VIRR 仪器通道 5 遥测数据计算射出长波辐射. 科学通报, 2011, 56 (31): 2604-2608
- [2] 吴晓, 白文广, 张婉春. (2018). 改进的 FY-3B/VIRR OLR 反演模式及其应用效果. 气象, 44(6): 844-849.

[3] 张婉春, 吴晓, 白文广, 曹广真, 孙凌, 张鹏. (2020). 应用改进模式从 FY2H 卫星数据估算 OLR. 气象与环境科学, 43(3): 1-8).

9 产品制作及技术支持

9.1 产品技术责任人

表 9-1 产品技术责任人列表

序号	姓名	单位	联系电话	电子邮箱
1.	张婉春	国家卫星气象中心	010-68407237	zhangwc@cma.gov.cn
2.	韩爽爽	华云星地通	010-68400244	530095911@qq.com

9.2 文档编撰者

表 9-2 文档撰写人列表

序号	姓名	单位	联系电话	电子邮箱
1.	张婉春	国家卫星气象中心	010-68407237	zhangwc@cma.gov.cn