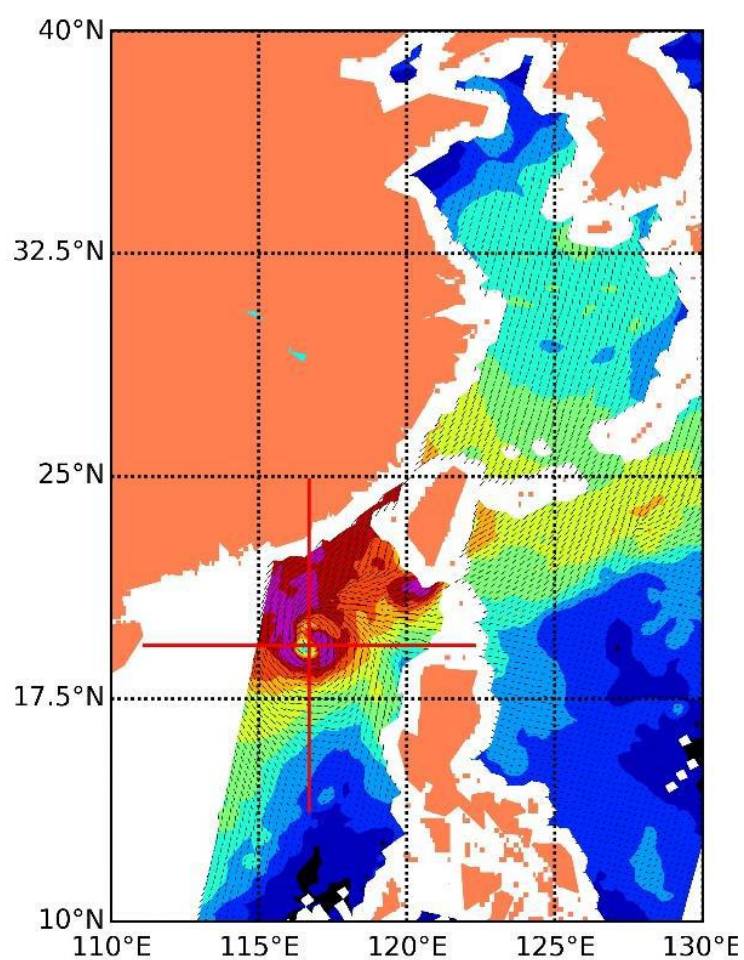


HY-2B 散射计风场产品用户手册



国家卫星海洋应用中心 (NSOAS)

2019 年 1 月 30 日

目录

| | | |
|-------|----------------------------|----|
| 1 | 概述..... | 3 |
| 2 | HY-2B 卫星微波散射计 | 3 |
| 3 | 风场反演处理 | 4 |
| 4 | 风场产品介绍 | 6 |
| 4.1 | 风场定义 | 6 |
| 4.2 | 文件命名 | 7 |
| 4.3 | 文件格式 | 7 |
| 4.3.1 | 头文件 | 8 |
| 4.3.2 | 数据 | 10 |

1 概述

HY-2B 卫星于 2018 年 10 月 25 日在太原卫星发射中心成功发射。HY-2B 卫星是 HY-2A 卫星的后续星，也是海洋动力环境卫星系列的第一颗业务星。HY-2B 卫星搭载了一台 Ku 波段微波散射计（HSCAT-B），主要用于全球海面风场测量。HY-2B 卫星地面数据处理系统由国家卫星海洋应用中心（NSOAS）负责建设和管理。HY-2B 卫星微波散射计的 25km 沿轨网格风场产品（L2B 级数据）面向全球用户分发。

欢迎广大数据用户能够及时反馈遇到的问题，以便于国家卫星海洋应用中心进一步提高数据产品质量和服务。同时，国家卫星海洋应用中心要求数据用户在公开发表物中致谢，并希望能收到使用该数据制作的公开发表物复印件。

2 HY-2B 卫星微波散射计

HY-2B 卫星采用太阳同步轨道，轨道高度 980km，轨道倾角 99.3°。HY-2B 卫星的轨道参数如下表所示。

表 1 HY-2B 卫星轨道参数

| | |
|------|--------|
| 轨道类型 | 太阳同步轨道 |
| 轨道倾角 | 99.3° |
| 轨道周期 | 14 天 |
| 轨道高度 | 980km |

| | |
|--------|---------|
| 升交点时间 | 18:00PM |
| 刈幅宽度 | 1800km |
| 每天全球覆盖 | >90% |
| 设计寿命 | 5 年 |

HY-2B 卫星微波散射计采用笔形波束圆锥扫描体制，具有内/外两个波束，内波束为 HH 极化，入射角 41.4°，外波束为 VV 极化，入射角 48.5°。内/外波束共用一个抛物面，天线转速为 95rpm，天线足印约为 25km×32km。通常情况下，一个风单元有内波束前视、内波束后视、外波束前视和外波束后视四次观测。

3 风场反演处理

HY-2B 卫星微波散射计风场反演的处理流程如下图所示。首先，根据星下点轨迹进行风单元划分，风单元大小为 25km×25km。然后，将微波散射计的后向散射系数数据分别按照内波束和外波束的视向进行平均，并进行风单元匹配(Zhang et al., 2018)。风场反演中采用 NSCAT-4 模型作为地球物理模式函数。

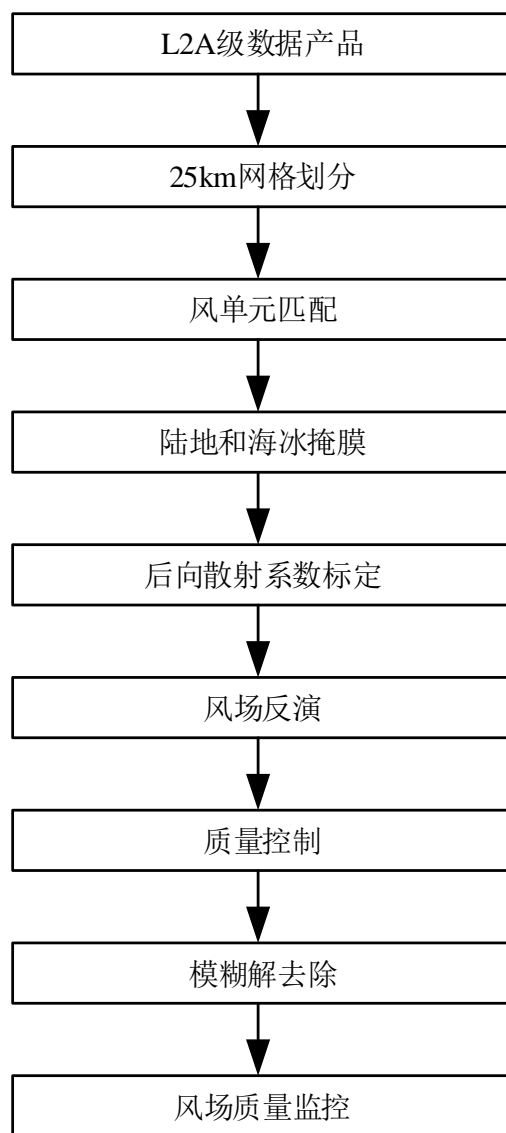


图 1 风场反演流程图

国家卫星海洋应用中心从欧洲中期天气预报中心（ECMWF）获得的数值天气预报(NWP)数据的预报时次为每天 2 次(00 和 12UTC), 预报时效间隔 3 小时（+3h, +6h, +9h, +12h 等）。风单元的模型风场数据是通过对 NWP 数据进行时间维的二次方插值和空间维的双线性插值得到。

在海面风场反演之前，首先需要进行陆地和海冰掩膜。海冰掩膜使用欧洲气象卫星组织（EUMETSAT）的海洋和海冰卫星应用机构

(Ocean and Sea Ice Satellite Application Facility) 生产的每日海冰边缘线再分析数据(OSI SAF, www.osi-saf.org)。

为了得到高质量的风场反演结果, 必须在风场反演之前进行后向散射系数的标定。基于数值天气预报的海洋目标法定标可以有效降低微波散射计反演风速和数值天气预报风速之间的偏差(Verspeket al., 2012)。海洋目标法定标是通过对比测量后向散射系数和模型后向散射系数, 从而得到内/外波束的后向散射系数定标系数。模型后向散射系数是通过 NSCAT-4 地球物理模式函数、数值天气预报风场、HY-2B 卫星微波散射计观测几何计算得到。除了海洋目标法定标法之外, 现场定标试验的结果也考虑其中(Peng et al., 2014)。

基于多解组合(MSS)和二维变分(2DVAR)的风场反演方法在模糊解去除和质量控制方面被证明就有很好的表现(Portabella and Stoffelen, 2004; Wang et al., 2015)。质量控制方法可以参考林文明在 2015 年和 2016 年发表的论文(Lin et al., 2015b; Lin et al., 2016)。

4 风场产品介绍

4.1 风场定义

微波散射计测量的后向散射系数与海面重力毛细波尺度的粗糙度直接相关。微波散射计反演的风场表示海平面 10 米高度处的等应力风(De Kloe et al., 2017)。更多关于等应力风, 等效中性风和实际风的介绍可参考 De Kloe 等在 2017 年发表的论文。

风速单位为 m/s，风速范围 0~50m/s。在 HDF5 产品中，风向定义采用海洋学惯例，即 0°表示风吹向正北方向，并且风向沿着顺时针方向增加。

4.2 文件命名

L2B 级 HDF5 产品的命名规则为：

H2B_TYPE_SCA_L2B_OR_YYYYMMDDTHHMMSS_YYYYMMDDTHHMMSS_NNNNN_pwp_250_VV_owv.h5

- H2B 表示 HY-2B 卫星
- SCA 表示微波散射计
- L2B 表示 L2B 级数据产品
- OR 表示轨道产品
- TYPE 表示处理方式，OPER 为业务处理，REXX 为重处理
- YYYYMMDD 表示文件中数据的开始或者结束日期
- HHMMSS 表示文件中数据的开始或者结束时间
- NNNNN 表示轨道号
- VV 表示版本号

4.3 文件格式

HY-2B 卫星微波散射计风场产品使用 HDF5 格式。一种 HDF5 文件浏览和编辑的可视化工具 HDFView 可由以下链接获得：

<https://support.hdfgroup.org/HDF5/>。

4.3.1 头文件

L2B 级数据产品的元数据以 HDF 全集属性的方式存储。HDF 头文件数据涵盖了 L2B 文件的全部内容。L2B 数据产品的全局属性定义如下表所示。

| 元素名 Element Name | 取值示例 Value | 存储类型 Datatype | 最大 长度 |
|----------------------------|---|------------------|----------|
| Long_Name | HY-2BSCAT Level 2B Ocean Wind Vectors in 25.0 km Swath Grid | String | 100 |
| Short_Name | HY-2B-SCAT-L2B-25km | String | 32 |
| Producer_Agency | CNSC | String | 32 |
| Producer_Institution | NSOAS | String | 32 |
| Instrument_ShortName | HSCAT-B | String | 32 |
| Platform_LongName | Haiyang 2B Ocean Observing Satellite | String | 100 |
| Platform_ShortName | HY-2B | String | 32 |
| Platform_Type | spacecraft | String | 32 |
| Ephemeris_Type | GPS Data | String | 8 |
| Orbit_Inclination | The angle between the plane of the spacecraft's orbital path and the earth's equatorial plane | Float32 | 1 |
| Rev_Orbit_Period | The time between two consecutive ascending node crossing in the spacecraft orbit path | Float32 | 1 |
| Orbit_Number | The orbit counting number | String | 5 |
| Equator_Crossing_Longitude | The interpolated longitude of the equator crossing of the spacecraft nadir track in the ascending direction | Float32 | 1 |
| Equator_Crossing_Time | The interpolated time of the equator crossing of the spacecraft nadir track in the ascending direction. The time format is YYYYMMDDTHH:MM:SS.ss | String | 21 |
| Input_L2A_Filename | The Input L2A filename | String | 256 |
| Output_L2B_Filename | The Output L2B filename | String | 256 |
| HDF_Version_Id | The version of HDF software which was used to generate this data file. It is HDF5-1.8.16 | String | 32 |
| Ancillary_Data_Descriptor | A list of filenames, which specifies a | String | 256 |

| | | | |
|--------------------------|---|--------|-----|
| | ll of the ancillary data that were used to generate the output product | | |
| L2B_Algorithm_Descriptor | Wind retrieval processing uses the multiple solution scheme (MSS) for wind inversion with the NSCAT-4 GMF, and the two-dimensional variational analysis method (2DVAR) for ambiguity removal in which the ECMWF forecast data are used as background winds. | String | 256 |
| Sigma0_Granularity | whole pulse | String | 32 |
| L2B_Processor_Name | The short name of the wind data processor that is used to generate this data file. | String | 64 |
| L2B_Processor_Version | The version of the wind data processor that was used to generate this data file. The version format is "Vnn.nn" | String | 8 |
| L2B_Data_Version | Vnn | String | 8 |
| L2B_Processing_Type | OPER/REXX | String | 8 |
| L2A_Inputdata_Version | The version of input L2A data file | String | 8 |
| L2B_Actual_WVC_Rows | Number of data rows which contain valid data | Int32 | 1 |
| L2B_Expected_WVC_Rows | The number of wind vector cell rows along track in one complete orbit product. For 25-km wind products, the expected number is 1624. | Int32 | 1 |
| L2B_Number_WVC_Cells | The number of wind vector cell cross-track (ie., in one row). For 25-km wind products, the expected number is 76. | Int32 | 1 |
| WVC_Size | The projected size of one wind vector cell. For 25-km wind products, it is 25.0km*25.0km | String | 8 |
| Production_Date_Time | System time when this data file was created. The time format is YYYYMMDDTHH:MM:SS | String | 21 |
| Range_Beginning_Time | The average observing time for the first row which contains valid data in this file. The time format is YYYYMMDDTHH:MM:SS | String | 21 |
| Range_Ending_Time | The average observing time for the last row which contains valid data in this file. The time format is YYYYMMDDTHH:MM:SS | String | 21 |

4.3.2 数据

L2B 级数据产品中包含的变量（参数）如下表所示。

| 元素名 Name | 存储类型 Data_Type | 有效值范围 Valid_Range | 无效值 Fill_Value | 比例 Scale | 维数 Dimensions |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------|------------------|
| wvc_row_time | String | / | ' '*21 | N/A | [1624] |
| wvc_lat | Float32 | [-90.00, 90.00] | 1.7E38 | 1.0 | [1624,76] |
| wvc_lon | Float32 | [0.0, 359.99] | 1.7E38 | 1.0 | [1624,76] |
| wvc_quality_flag | Int32 | [0, 2147483647] | -2147483648 | 1.0 | [1624,76] |
| model_speed | Int16 | [0, 5000] | -32767 | 0.01 | [1624,76] |
| model_dir | Int16 | [0, 3599] | -32767 | 0.1 | [1624,76] |
| num_ambigs | Int8 | [1, 4] | 0 | 1.0 | [1624,76] |
| wind_speed | Int16 | [0, 5000] | -32767 | 0.01 | [1624,76,4] |
| wind_dir | Int16 | [0, 3599] | -32767 | 0.1 | [1624,76,4] |
| max_likelihood_est | Int16 | [0, 32767] | -32767 | 0.01 | [1624,76,4] |
| wvc_selection | Int8 | [1, 4] | 0 | 1.0 | [1624,76] |
| wind_speed_selection | Int16 | [0, 5000] | -32767 | 0.01 | [1624,76] |
| wind_dir_selection | Int16 | [0, 3599] | -32767 | 0.1 | [1624,76] |
| num_in_fore | Int8 | [1, 127] | 0 | 1.0 | [1624,76] |
| num_in_aft | Int8 | [1, 127] | 0 | 1.0 | [1624,76] |
| num_out_fore | Int8 | [1, 127] | 0 | 1.0 | [1624,76] |
| num_out_aft | Int8 | [1, 127] | 0 | 1.0 | [1624,76] |

wvc_row_time: 该参数表示数据的典型时间值，数据长度与风单元行数相等。需要注意的是，由于微波散射计的天线采用圆锥扫描体制，因此该时间并不精确等于该行风单元数据获取时间。该行风单元的观测时间在 wvc_row_time 的前几分钟或者后几分钟内。wvc_row_time 的字符串表示形式为 YYYYMMDDTHH:MM:SS。

wvc_lat/wvc_lon: 该参数表示风单元中心在大地测量学中的纬度和经

度。风单元中心根据风场反演中使用的后向散射系数位置计算得到。

mode_speed/model_dir: 该参数表示每个风单元匹配的数值天气预报风速和风向。该风向也是采用海洋学惯例，详见 4.1。

num_ambigus/wind_speed/wind_dir/wvc_selection: HY-2B 卫星微波散射计风场产品最多包含四个模糊解。每个风单元的模糊解个数保存到“num_ambigs”数据集中。如果风单元模糊解个数为 0，则表示该风单元没有可用的风场。模糊解保存在三维数据“wind_speed”和“wind_dir”中。每个风单元模糊解中的最优解索引值保存在“wvc_selection”数据集中。

max_likelihood_est: 该参数表示风场反演残差。该参数储存在和风单元模糊解对应一个三维变量中。

wind_speed_selection 和 wind_dir_selection: 该参数为每个风单元模糊解经过模糊解去除处理后，选择出的最优风速和风向。

num_in_fore 和 num_in_aft: 该参数表示在内波束刈幅范围内（[11,16]号风单元），风场反演过程中用到的内波束前视/后视的后向散射系数测量个数。

num_out_fore 和 num_out_aft: 该参数表示在风场反演过程中用到的外波束前视/后视的后向散射系数测量个数。

wvc_quality_flag: 该参数表示风单元的质量标识，定义如下：

| 位 Bit | 名称 Name | 定义 Definition |
|----------|---------------|------------------|
| 31 | missing_value | 该质量标记无效 |
| 30 | Reserved | 默认值：0 |
| 29 | Reserved | 默认值：0 |

| | | |
|----|---------------|----------------------------|
| 28 | Reserved | 默认值：0 |
| 27 | Reserved | 默认值：0 |
| 26 | Reserved | 默认值：0 |
| 25 | Reserved | 默认值：0 |
| 24 | smr_rain_fail | HY-2B/SMR 数据不可用 |
| 23 | smr_rain_flag | 基于 H2B 微波辐射计产品，该风单元受到降雨影响 |
| 22 | qual_sigma0 | 没有充足的质量好的 sigma0 测量值用于风场反演 |
| 21 | azimuth | 方位角多样性差 |
| 20 | kp | 某个波束的信噪比超过阈值 |
| 19 | monflag | 产品监测不可用 |
| 18 | monvalue | 产品监测标识 |
| 17 | knmi_qc | KNMI 质量控制数据剔除标识 |
| 16 | Var_qc | 风场变率检测到异常 |
| 15 | land | 该风单元受到陆地影响 |
| 14 | ice | 该风单元受到海冰影响 |
| 13 | inversion | 风矢量反演不成功 |
| 12 | large | 反演风速大于 30 米/秒 |
| 11 | small | 反演风速小于或等于 3 米/秒 |
| 10 | Reserved | 默认值：0 |
| 9 | rain_detect | 风矢量反演过程中判定该风单元受到降雨影响 |
| 8 | no_backgroun | 该风单元无背景风场 |
| 7 | Reserved | 默认值：0 |
| 6 | gmf_distance | 风矢量反演残差值大于阈值 |
| 5 | four_beams | 风矢量反演过程中不足 4 次观测 |
| 4 | morethan_2 | 风矢量反演过程中使用 2 次以上 VV 极化测量 |
| 3 | Reserved | 默认值：0 |
| 2 | Reserved | 默认值：0 |
| 1 | Reserved | 默认值：0 |
| 0 | Reserved | 默认值：0 |