

风云三号（03 批）气象卫星地面应用系统工程
G 星降水测量雷达

L1 产品使用说明
(V1.0)

编写： 尹红刚
校对： 郭杨、徐寒列
审核： 商建
批准： 谷松岩

国家卫星气象中心

2023 年 10 月

文档修改记录

| 版本号 | 日期 | 修改者 | 修 改 描 述 |
|--------|------------|------------|--------------------|
| V0.0.0 | 2023年3月13日 | 尹红刚、 湛亚 | 初始版本，数据格式确认，产品要素确认 |
| V1.0.0 | 2023年6月24日 | 尹红刚 | 数据格式确认，产品要素确认 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

目 录

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 1 | 引言 | 1 |
| 1.1 | 文档概述 | 1 |
| 1.2 | 依据文件 | 1 |
| 2 | 仪器介绍 | 1 |
| 3 | L1 产品处理简介 | 3 |
| 3.1 | 概述 | 3 |
| 3.2 | 产品处理 | 3 |
| 4 | 数据简介 | 4 |
| 4.1 | L1 数据产品文件 | 4 |
| 4.2 | 数据维数介绍 | 5 |
| 4.3 | 数据集介绍 | 5 |
| 5 | 数据服务 | 15 |

1 引言

1.1 文档概述

FY-3G 降水测量雷达 (Precipitation Measurement Radar, PMR) 是双频、单极化的一维相控阵列雷达, 利用微波信号获得无衰减校正的雷达反射率因子和地表后向散射截面。能够提供台风、暴雨、暴雪等降水的三维结构, 反演得到精确的降水强度和降水类型等信息, 可以提高天基降水测量能力, 加深理解风暴结构、云微物理和中尺度天气系统动力, 提高降水等气象预报预测准确率。

本文档为 FY-3G/PMR 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 G 星降水测量雷达 L1 数据产品特性卡, 国家卫星气象中心, 2022.04。
- 2) 风云三号 G 星降水测量雷达仪器定标 L1 处理算法理论文档 (ATBD), 国家卫星气象中心, 2022.05。
- 3) FY-3 (07 星) 降水测量雷达正样设计报告, 航天九院 704 所, 2021.03。
- 4) 风云三号 03 批气象卫星工程地面应用系统初步设计 (数据预处理系统)
- 5) 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

PMR 采用跨轨一维相位扫描体制, 进行正常降水测量时的观测几何如图 1 所示。卫星轨道高度为 h_s , X 、 Y 和 Z 轴分别为卫星飞行方向 (顺轨方向)、交轨方向和天底点方向。雷达采用 Ku 和 Ka 双波段同时工作, 收发均为水平极化测量方式。

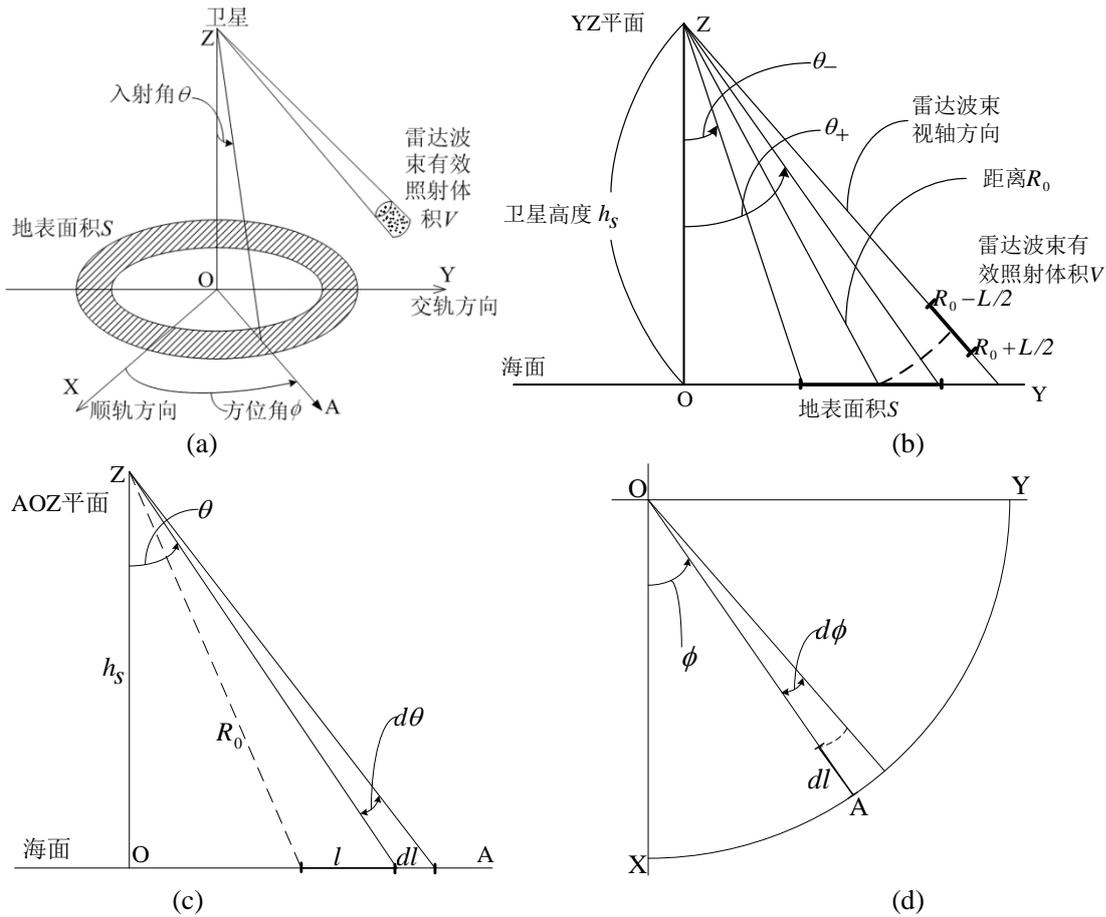


图 1 降水测量雷达正常降水测量时的观测几何模型

降水测量雷达的主要性能指标见表 1、表 2 和表 3。

表 1 降水测量雷达通道频谱指标

| 参 数 | 指 标 | |
|----------|---------------------|--------------------------|
| 工作中心频率 | 13.35±0.01 GHz (Ku) | 35.55±0.01 GHz (Ka) |
| 极化 | HH | HH |
| 脉冲体制 | 短脉冲 | 短脉冲/脉冲压缩 ^[注1] |
| 6dB距离分辨率 | ≤ 250m | |

注 1: 脉冲压缩作为试验的脉冲体制, 用于验证脉冲旁瓣压缩性能;

表 2 降水测量雷达观测几何指标

| 参 数 | 指 标 |
|-----------|--|
| 单程3dB波束宽度 | 0.7° ± 0.02° (对应星下点分辨率5km) |
| 扫描角度范围 | 正常观测模式: ± 20.3° 外定标模式: ± 3° ^[注2] |
| 扫描方式 | 交轨方向一维扫描 |
| 扫描间隔 | 正常扫描模式: 0.7°(交轨) × 0.7°(顺轨) 外定标模式 : 0.1°(交轨) × 0.1°(顺轨) |
| 波束指向精度 | 正常扫描模式: ± 0.05°; 外定标模式: ± 0.025° |

| | |
|--------------------------|--------------|
| 距离方向观测范围 | 18~-5 km ASL |
| 距离方向采样间隔 ^[注3] | 50 m |
| 波束匹配精度 | ≤0.1° |
| 独立样本数 | ≥ 64 |

注 2：外定标模式的扫描角度范围以雷达和地面主动雷达定标器的连线为中心，至少覆盖±3°的区间；

注 3：指下传的原始数据的距离方向采样间隔；

表 3 降水测量雷达辐射指标

| 参 数 | 指 标 | |
|---------------------------|------------------|------------------|
| | Ku | Ka |
| 双程天线峰值旁瓣 ^[注4] | ≤ -60dB | ≤ -60dB |
| 最小可检测降水强度 ^[注5] | 0.5 mm/h (18dBZ) | 0.2 mm/h (12dBZ) |
| 测量动态范围 | ≥ 70 dB | |
| 辐射精度 | ≤ ±1 dB (3σ) | |

注 4：须在± 20.3°的扫描角范围内都满足天线峰值旁瓣的要求；

注 5：定义为在不考虑衰减的情况下雷达在天底点所能测得的最小降水信号（对应有有效信噪比大于 3dB），等效雷达反射率因子由 $Z_e = 200R^{1.6}$ 确定。

3 L1 产品处理简介

3.1 概述

PMR L1 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、拆并分流、地理定位、辐射定标、排除杂波干扰、降水判识处理等过程得到无衰减校正的雷达反射率因子和地表散射截面，并利用地表参考技术方法给出有降水时观测路径上的降水积分衰减，以使用户进行反演和后续同化等应用。

3.2 产品处理

降水测量雷达预处理算法包括实时链路和离线链路两个部分。实时链路处理流程为：

(1) L1A 处理：完成降水测量雷达预处理辅助数据和 L0 产品等的的数据汇集，对输入数据进行质量检验并输出质量检验数据集，完成输入数据的拆并和分配形成不同数据流。

(2) L1B 处理：在降水测量雷达辐射模型的基础上完成雷达测量电压计数值到接收功率和噪声功率的转换，同时完成这些测量位置的地理定位处理。此外，PR L1B 处理子系统还为每个波束扫描位置（即扫描角单元）判断是否存在降水回波，并评估地表杂波的影响。

(3) L1C 处理：使用前序处理得到的接收功率和噪声功率计算包含降水衰减的雷达反射率因子和地表归一化雷达反射截面。对无降水的地表散射截面进行统计，生成地面参考数据集。对有降水的波束使用地表参考技术估计降水引起的积分路径衰减。

算法的离线（外定标）链路处理流程如下：

(1) 外定标发射模式数据处理：降水测量雷达发射脉冲信号，ARC 工作在接收模式，主要分析 ARC 接收数据，配合使用降水测量雷达数据。目的是标定雷达 EIRP，即 $P_{t_PMR} \cdot G_{t_PMR}$ ，包括雷达发射功率和发射天线增益，计算沿轨方向的发射天线方向图、波束宽度和副瓣情况。

(2) 外定标接收模式数据处理：ARC 工作在发射模式，降水雷达工作在接收模式，主要分析降水雷达数据，配合 ARC 的参数。目的是标定雷达接收增益 $G_{r_PMR} \cdot G$ ，包括接收天线增益和接收链路增益，计算沿轨方向的接收天线方向图、波束宽度和副瓣情况。

(3) 外定标转发模式数据处理：ARC 工作在转发模式，主要分析降水雷达数据，配合使用 ARC 参数。目的是标定雷达收发增益 $P_{t_PMR} \cdot G_{t_PMR} \cdot G_{r_PMR} \cdot G$ ，包括雷达发射功率、发射天线增益、接收天线增益和接收链路增益，计算沿轨方向的收发双程天线方向图、波束宽度。

(4) 偏航外定标发射模式数据处理：除卫星处于 90°偏航外，其它与外定标发射模式数据处理相同。

(5) 偏航外定标接收模式数据处理：除卫星处于 90°偏航外，其它与外定标接收模式数据处理相同。

(6) 偏航外定标转发模式数据处理：除卫星处于 90°偏航外，其它与外定标转发模式数据处理相同。

4 数据简介

4.1 L1 数据产品文件

PMR L1 产品单个文件为半轨数据，每天生成 32 个文件。PMR L1 产品以 HDF5 文件格式存储，文件命名为：

FY3G_PMR--_ORBA/D_L1_YYYYMMDD_HHmm_5000M_Vn.HDF

其中，FY3G 代表卫星名称，PMR--代表仪器名称，ORBA/D 代表数据区域类型（A 代表

升轨，D 代表降轨），L1 代表数据级别，YYYYMMDD 为观测起始日期，HHmm 为观测起始时间，5000M 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。

表 4 FY-3G/PMR L1 数据产品

| 产品名称 | 产品格式 | 周期 | 产品描述 | 关键词 |
|-----------|------|-------|-----------------|-------------------|
| PMR L1 产品 | HDF5 | 47 分钟 | FY3G 降水测量雷达一级产品 | 时间、地理定位、辐射定标、质量标识 |

4.2 数据维数介绍

PMR 一级产品文件中很多数据集为多维数组，其维数说明和数值如表 5 所示。

表 5 FY-3G/PMR L1 数据维数说明

| 名称 | 数值 | 说明 |
|----------|-----|--------------|
| nscan | 可变量 | 扫描行数 |
| nray | 59 | 每条扫描行中的角度单元数 |
| nbin | 500 | 每个扫描角的距离单元数 |
| nsdew | 3 | 有效标准差个数 |
| nfreq | 2 | 频率个数 |
| nearFar | 2 | 近、远参考 |
| foreBack | 2 | 前向，后向 |

4.3 数据集介绍

PMR 一级产品文件的科学数据集包括地理定位 (Geolocation) 数据集、预处理 (PRE) 数据集、SRT 数据集和质量标识 (FLG) 数据集，其中每个数据集都是按照 Ku、Ka 两个频段分组记录的。此外，SRT 数据集除 Ku、Ka 两个频段还有一个双频 (DF) 频段的分组数据。

表 6 Y-3G/PMRL1 数据 (5000m) 科学数据集

| 科学数据集 | | | | | |
|-------------|----|-------|-----------|--------------------|-----------|
| 分组名称 | | 科学数据集 | | 科学数据集名 (英文) | 科学数据集中文描述 |
| Geolocation | Ku | SDS1 | Latitude | Latitude in WGS84 | 纬度 |
| | | SDS2 | Longitude | Longitude in WGS84 | 经度 |

科学数据集

| 科学数据集 | | | | | | |
|-------|-------|------|--------------------|---|--|---|
| 分组名称 | 科学数据集 | | 科学数据集名(英文) | 科学数据集中文描述 | | |
| | | SDS3 | dayCount | Scan Line Time (day count) | 扫描线对地观测起始时刻天计数 | |
| | | SDS4 | msCount | Scan Line Time (milliseconds count) | 扫描线对地观测起始时刻毫秒计数 | |
| | | SDS5 | elevation | Elevation of the measurement point. | 测量点的地形高程 | |
| | | SDS6 | landSurfaceType | Land surface type | 地表类型 | |
| | | SDS7 | localZenithAngle | Local zenith angle of each ray. | 每个波束的本地天顶角 | |
| | | SDS8 | height | Height | 每个距离单元海拔高度 | |
| | | SDS9 | ellipsoidBinOffset | Distance between the ellipsoid and a center range bin of binEllipsoid. | 地球椭球表面到距离单元binEllipsoid中心的距离 | |
| | | Ka | SDS10 | Latitude | Latitude in WGS84 | 纬度 |
| | | | SDS11 | Longitude | Longitude in WGS84 | 经度 |
| | SDS12 | | dayCount | Scan Line Time (day count) | 扫描线对地观测起始时刻天计数 | |
| | SDS13 | | msCount | Scan Line Time (milliseconds count) | 扫描线对地观测起始时刻毫秒计数 | |
| | SDS14 | | elevation | Elevation of the measurement point. | 测量点的地形高程 | |
| | SDS15 | | landSurfaceType | Land surface type | 地表类型 | |
| | SDS16 | | localZenithAngle | Local zenith angle of each ray. | 每个波束的本地天顶角 | |
| | SDS17 | | height | Height | 每个距离单元海拔高度 | |
| | SDS18 | | ellipsoidBinOffset | Distance between the ellipsoid and a center range bin of binEllipsoid. | 地球椭球表面到距离单元binEllipsoid中心的距离 | |
| | PRE | Ku | SDS19 | flagPrecip | Precipitation flag | 降水标志 |
| | | | SDS20 | flagSigmaZeroSaturation | A flag to show whether echoPower is under a saturated level or not at a range bin with a calculation of sigmaZeroMeasured. | sigmaZeroMeasured所计算的范围内判断回波功率是否处于饱和状态的标志 |
| SDS21 | | | BinFirstLatlon | Range bin number for the first value of the Latitude and Longitude values in each angle bin | 经纬度中每个扫描角单元第一个值对应的距离单元号 | |
| SDS22 | | | binRealSurface | Range bin number for real surface | 实际地表的距离单元号 | |

科学数据集

| 分组名称 | 科学数据集 | 科学数据集名(英文) | 科学数据集中文描述 | |
|------|-------|-------------------------|--|---|
| Ka | SDS23 | binStormTop | Range bin number for the storm top | 风暴顶部的距离单元号 |
| | SDS24 | heightStormTop | Height of storm top | 风暴顶部的海拔高度 |
| | SDS25 | binClutterFreeBottom | Range bin number for clutter free bottom | 不受杂波干扰的距离单元底部单元号 |
| | SDS26 | sigmaZeroMeasured | Surface backscattering cross section without attenuation correction (as measured) | 无衰减校正的地表后向散射截面(测量值) |
| | SDS27 | zFactorMeasured | Vertical profile of reflectivity factor without attenuation correction (as measured). | 无衰减校正的反射率因子垂直剖面(测量值) |
| | SDS28 | snRatioAtRealSurface | Signal/Noise ratio at real surface range bin | 实际表面距离单元的信噪比 |
| | SDS29 | snowIceCover | Indicate the areas that covered with land surface snow or sea ice | 陆表积雪或海冰覆盖标识 |
| | SDS30 | flagPrecip | Precipitation flag | 降水标志 |
| | SDS31 | flagSigmaZeroSaturation | A flag to show whether echoPower is under a saturated level or not at a range bin with a calculation of sigmaZeroMeasured. | sigmaZeroMeasured所计算的距离单元内判断回波功率是否处于饱和状态的标志 |
| | SDS32 | BinFirstLatlon | Range bin number for the first value of the Latitude and Longitude values in each angle bin | 经纬度中每个扫描角单元第一个值对应的距离单元号 |
| | SDS33 | binRealSurface | Range bin number for real surface | 实际地表的距离单元号 |
| | SDS34 | binStormTop | Range bin number for the storm top | 风暴顶部的距离单元号 |
| | SDS35 | heightStormTop | Height of storm top | 风暴顶部的海拔高程 |
| | SDS36 | binClutterFreeBottom | Range bin number for clutter free bottom | 不受杂波干扰的距离单元底部单元号 |
| | SDS37 | sigmaZeroMeasured | Surface backscattering cross section without attenuation correction (as measured) | 无衰减校正的地表后向散射截面(测量值) |
| | SDS38 | zFactorMeasured | Vertical profile of reflectivity factor without attenuation correction (as measured). | 无衰减校正的反射率因子垂直剖面(测量值) |
| | SDS39 | snRatioAtRealSurface | Signal/Noise ratio at real surface range bin | 实际表面距离单元信噪比 |

科学数据集

| 科学数据集 | | | | | |
|-------|----|-------|--------------|--|----------------------------------|
| 分组名称 | | 科学数据集 | 科学数据集名(英文) | 科学数据集中文描述 | |
| | | SDS40 | snowIceCover | Indicate the areas that covered with land surface snow or sea ice | 陆表积雪或海冰覆盖标识 |
| SRT | Ku | SDS41 | pathAtten | The effective 2-way path integrated attenuation. | 有效的双程路径积分衰减 (PIA) |
| | | SDS42 | PIAalt | The two-way path integrated attenuation (PIA) at from the each method estimate. | SRT不同方法估计的PIA |
| | | SDS43 | PIAweight | The weights of the individual PIA estimates used in deriving the effective path attenuation estimate, pathAtten | 用于推导pathAtten的各个PIA估计的加权系数 |
| | | SDS44 | refScanID | The number of scan lines between the current scan and the beginning (or end) of the along-track reference data at each angle bin | 每个角度单元从当前扫描到顺轨方向参考数据之间的扫描行数 |
| | | SDS45 | reliabFactor | Reliability Factor for the effective PIA estimate, pathAtten. | pathAtten估计的可信度因子 |
| | | SDS46 | RFactorAlt | The reliability factors associated with the individual PIA estimates corresponding to PIAalt | PIAalt中各个PIA估计对应的可靠性因子 |
| | | SDS47 | reliabFlag | The reliability flag for the effective PIA estimate (pathAtten) based on the reliability factor (Rel eff) in reliabFactor | 基于reliabFactor给出的pathAtten的可靠性标志 |
| | | SDS48 | stddevEff | The effective standard deviation of PIA-SRT computed 3 ways. | 3种方法计算的PIA-SRT的有效标准差 |
| | Ka | SDS49 | pathAtten | The effective 2-way path integrated attenuation. | 有效的双向路径积分衰减(PIA) |
| | | SDS50 | PIAalt | The two-way path integrated attenuation (PIA) at from the each method estimate. | SRT不同方法估计的PIA |
| | | SDS51 | PIAweight | The weights of the individual PIA Ku estimates used in deriving the effective path attenuation estimate, pathAtten | 用于推导pathAtten的各个PIA估计的加权叙述 |
| | | SDS52 | refScanID | The number of scan lines between the current scan and the beginning (or end) of the | 每个角度单元从当前扫描到顺轨方向参考数据之间的扫描行数 |

科学数据集

| 分组名称 | 科学数据集 | 科学数据集名(英文) | 科学数据集中文描述 |
|------|-------|--|--|
| | | along-track reference data at each angle bin | |
| | SDS53 | reliabFactor | Reliability Factor for the effective PIA estimate, pathAtten. |
| | SDS54 | RFactorAlt | The reliability factors associated with the individual PIA estimates corresponding to PIAalt |
| | SDS55 | reliabFlag | The reliability flag for the effective PIA estimate (pathAtten) based on the reliability factor (Rel eff) in reliabFactor |
| | SDS56 | stddevEff | The effective standard deviation of PIA-SRT computed 3 ways. |
| DF | SDS57 | pathAtten | The effective 2-way path integrated attenuation. |
| | SDS58 | PIAalt | The two-way path integrated attenuation (PIA) at from the each method estimate. |
| | SDS59 | PIAweight | The weights of the individual PIA Ku estimates used in deriving the effective path attenuation estimate, pathAtten |
| | SDS60 | refScanID | The number of scan lines between the current scan and the beginning (or end) of the along-track reference data at each angle bin |
| | SDS61 | reliabFactor | Reliability Factor for the effective PIA estimate, pathAtten. |
| | SDS62 | RFactorAlt | The reliability factors associated with the individual PIA estimates corresponding to PIAalt |
| | SDS63 | reliabFlag | The reliability flag for the effective PIA estimate (pathAtten) based on the reliability factor (Rel eff) in reliabFactor |
| | SDS64 | stddevEff | The effective standard deviation |

| 科学数据集 | | | | | |
|-------|-------|-------|-----------------------------|--|----------------------|
| 分组名称 | 科学数据集 | | 科学数据集名(英文) | 科学数据集中文描述 | |
| | | | of PIA-SRT computed 3 ways. | 的有效标准差 | |
| | | SDS65 | referencedFrequencyFlag | The referenced FrequencyFlag | 参考的频率标志 |
| FLG | Ku | SDS66 | dataQuality | A summary of input data quality in the scan. | 扫描中输入数据的质量 |
| | | SDS67 | SatFlag | Flag of satellite flight maneuvering status. | 卫星平台飞行机动状态标识 |
| | | SDS68 | modeStatus | A summary of status modes. | 卫星及雷达状态标识 |
| | | SDS69 | qualityData | Flag of L1 data quality | L1数据的质量标识 |
| | | SDS70 | flagEcho | Flag of precipitation and main/side lobe clutter information of each range bin | 每个距离单元的降水和主/旁瓣杂波信息标志 |
| | Ka | SDS71 | dataQuality | A summary of input data quality in the scan. | 扫描中输入数据的质量 |
| | | SDS72 | SatFlag | Flag of satellite flight maneuvering status. | 卫星平台飞行机动状态标识 |
| | | SDS73 | modeStatus | A summary of status modes. | 卫星及雷达状态标识 |
| | | SDS74 | qualityData | Flag of L1 data quality | L1数据的质量标识 |
| | | SDS75 | flagEcho | Flag of precipitation and main/side lobe clutter information of each range bin | 每个距离单元的降水和主/旁瓣杂波信息标志 |

4.3.1 地理定位数据集

地理定位数据集按照 Ku、Ka 两个频段分组记录，每组中的科学数据相同。

4.3.1.1 纬度 (Latitude, float32, 维数: nscan×nray×2)

瞬时视场中心的地球纬度。为每个波束分别计算了地球椭球表面（第一维）和地球椭球之上约 18km 高度（第二维）两个位置的纬度。纬度为南负北正。有效值范围是-90 到 90 度。特殊值定义有：-9999.9（填充值）。

4.3.1.2 经度 (Longitude, float32, 维数: nscan×nray×2)

瞬时视场中心的地球经度。为每个波束分别计算了地球椭球表面（第一维）和地球椭球之上约 18km 高度（第二维）两个位置的经度。经度为西负东正。有效值范围是-180 到 180 度。特殊值定义有：-9999.9（填充值）。

4.3.1.3 天计数 (dayCount, int16, 维数: nscan)

扫描线对地观测中心时刻天计数。分别计算了每个扫描行对地观测中心时刻天计数。天计数以 2000-01-01 12: 00 为起始。有效值范围是 7670 到 32766。特殊值定义有: -9999 (填充值)。

4.3.1.4 毫秒计数 (msCount, int32, 维数: nscan)

扫描线对地观测中心时刻毫秒计数。分别计算了每个扫描行对地观测起始时刻毫秒计数。毫秒计数与天计数搭配使用。有效值范围是 0 到 86400000。特殊值定义有: -9999 (填充值)。

4.3.1.5 地形高程 (elevation, float32, 维数: nscan×nray)

测量点的地形高程。为每个波束分别计算了测量点的地形高程。有效值范围是-500 到 9000 米。特殊值定义有: -9999.9 (填充值)。

4.3.1.6 地表类型 (LandSurfaceType, int16, 维数: nscan×nray)

测量点的地表类型。为每个波束分别计算了测量点的地表类型。有效值范围是 1 到 5。各个值代表意义: 0 海洋; 1 陆地; 2 水陆边界; 3 内陆水体; -99 填充值。

4.3.1.7 本地天顶角 (localZenithAngle, float32, 维数: nscan×nray)

每个波束的本地天顶角。为每个波束分别计算了本地天顶角。有效值范围是 0 到 180 度。特殊值定义有: -9999.9 (填充值)。

4.3.1.8 海拔高度 (height, float32, 维数: nscan×nray×nbin)

每个距离单元的海拔高度。为每个距离单元中心分别计算了海拔高度。有效值范围是-5000 到 20000 米。特殊值定义有: -9999.9 (填充值)。

4.3.1.9 地球椭球表面到距离单元 binEllipsoid 中心的距离 (ellipsoidBinOffset, float32, 维数: nscan×nray)

地球椭球表面到距离单元 binEllipsoid 中心的距离。为每个波束分别计算了地球椭球表面到距离单元 binEllipsoid 中心的距离。有效值范围是-25 到 25 米。特殊值定义有: -9999.9 (填充值)。

4.3.2 预处理 (PRE) 数据集

预处理数据集按照 Ku、Ka 两个频段分组记录, 每组中的科学数据相同。

4.3.2.1 降水标志 (**flagPrecip, int8, 维数: nscan×nray**)

降水标志。为每个波束分别计算了降水标志。各个值代表意义：0 无降水；1 有降水；2 可能有降水；-99 填充值。

4.3.2.2 回波功率饱和标志 (**flagSigmaZeroSaturation, int8, 维数: nscan×nray**)

在 **sigmaZeroMeasured** 所计算的距离单元内判断回波功率是否处于饱和状态的标志。为每个波束分别计算了 **sigmaZeroMeasured** 所计算的距离单元内判断回波功率是否处于饱和状态的标志。各个值代表意义：0 未饱和；1 可能饱和；2 饱和；-99 填充值。

4.3.2.3 经纬度中每个扫描角单元第二个值对应的距离单元号 (**binFirstLatlon, int16, 维数: nscan×nray**)

经纬度中每个扫描角单元第二个值（18km 高度处）对应的距离单元号。为每个波束分别计算了经纬度中每个扫描角单元第二个值对应的距离单元号。有效值范围是 1 到 500。特殊值定义有：-9999（填充值）。

4.3.2.4 实际地表的距离单元号 (**binRealSurface, int16, 维数: nscan×nray**)

实际地表的距离单元号。为每个波束分别计算了实际地表的距离单元号。有效值范围是 1 到 500。特殊值定义有：-9999（填充值）。

4.3.2.5 风暴顶部的距离单元号 (**binStormTop, int16, 维数: nscan×nray**)

风暴顶部的距离单元号。为每个波束分别计算了风暴顶部的距离单元号。有效值范围是 1 到 500。特殊值定义有：-9999（填充值）。

4.3.2.6 风暴顶部的海拔高度 (**heightStormTop, float32, 维数: nscan×nray**)

风暴顶部的海拔高度。为每个波束分别计算了风暴顶部的海拔高度。有效值范围是 0 到 20000 米。特殊值定义有：-9999.9（填充值）。

4.3.2.7 不受杂波干扰的距离单元底部单元号 (**binClutterFreeBottom, int16, 维数: nscan×nray**)

不受杂波干扰的距离单元底部单元号。为每个波束分别计算了不受杂波干扰的距离单元底部单元号。有效值范围是 1 到 500。特殊值定义有：-9999（填充值）。

4.3.2.8 无衰减校正的地表后向散射截面 (**sigmaZeroMeasured, float32, 维数: nscan×nray**)

无衰减校正的地表后向散射截面。为每个波束分别计算了无衰减校正的地表后向散射截面。有效值范围是-50 到 50dB。特殊值定义有：-9999.9（填充值）。

4.3.2.9 无衰减校正的反射率因子垂直剖面 (zFactorMeasured, float32, 维数: nscan × nray × nbin)

无衰减校正的反射率因子垂直剖面。为每个波束的距离单元分别计算了无衰减校正的反射率因子垂直剖面。有效值范围是 0 到 100dBZ。特殊值定义有: -9999.9 (填充值)。

4.3.2.10 实际表面距离单元的信噪比(snRatioAtRealSurface, float32, 维数: nscan × nray)

实际表面距离单元的信噪比。为每个波束分别计算了实际表面距离单元的信噪比。有效值范围是-50 到 50dB。特殊值定义有: -9999.9 (填充值)。

4.3.2.11 陆表积雪或海冰覆盖标识 (snowIceCover, int8, 维数: nscan × nray)

陆表积雪或海冰覆盖标识。为每个波束分别计算了陆表积雪或海冰覆盖标识。各个值代表意义: 0 水体; 1 陆地; 2 陆地雪; 3 海冰; -99 填充值。

4.3.3 地表参考技术 (SRT) 数据集

SRT 数据集按照 Ku、Ka、DF (双频) 三个频段分组记录, 除 DF 中多了一个 referencedFrequencyFlag 数据之外每组中的科学数据相同。

4.3.3.1 有效的双程路径积分衰减 (PIA) (pathAtten, float32, 维数: nscan × nray × nfreq)

有效的双程路径积分衰减 (PIA)。为每个波束分别计算了有效的双程路径积分衰减 (PIA)。有效值范围是-10 到 170dB。特殊值定义有: -9999.9 (填充值)。

4.3.3.2 SRT 不同方法估计的 PIA (PIAalt, float32, 维数: nscan × nray × 5 × nfreq)

SRT 不同方法估计的 PIA。为每个波束分别计算了 SRT 不同方法估计的 PIA。有效值范围是-10 到 170dB。特殊值定义有: -9999.9 (填充值)。

4.3.3.3 用于推导 pathAtten 的各个 PIA 估计的加权系数 (PIAweight, float32, 维数: nscan × nray × 5)

用于推导 pathAtten 的各个 PIA 估计的加权系数。为每个波束分别计算了用于推导 pathAtten 的各个 PIA 估计的加权系数。有效值范围是 0 到 1。特殊值定义有: -9999.9 (填充值)。

4.3.3.4 每个角度单元从当前扫描到顺轨方向参考数据之间的扫描行数 (refScanID, int16, 维数: nearFar × forBack × nscan × nray)

每个角度单元从当前扫描到顺轨方向参考数据之间的扫描行数。为每个波束分别计

算了每个角度单元从当前扫描到顺轨方向参考数据之间的扫描行数。有效值范围是-10 到 10。特殊值定义有：-9999（填充值）。

4.3.3.5 pathAtten 估计的可信度因子 (reliabFactor, float32, 维数: nscan×nray)

pathAtten 估计的可信度因子。为每个波束分别计算了 pathAtten 估计的可信度因子有效值范围是-100 到 100。特殊值定义有：-9999.9（填充值）。

4.3.3.6 PIAalt 中各个 PIA 估计对应的可靠性因子 (RFactorAlt, float32, 维数: nscan×nray×5)

PIAalt 中各个 PIA 估计对应的可靠性因子。为每个波束分别计算了 PIAalt 中各个 PIA 估计对应的可靠性因子。有效值范围是-100 到 9000。特殊值定义有：-9999.9（填充值）。

4.3.3.7 基于 reliabFactor 给出的 pathAtten 的可靠性标志 (reliaFlag, int16, 维数: nscan×nray)

基于 reliabFactor 给出的 pathAtten 的可靠性标志。为每个波束分别计算了基于 reliabFactor 给出的 pathAtten 的可靠性标志。有效值范围是 1 到 9。特殊值定义有：-9999.9（填充值）。

4.3.3.8 3种方法计算的PIA-SRT的有效标准差(stddevEff, float32, 维数: nsdew×nscan×nray×nfreq)

3 种方法计算的 PIA-SRT 的有效标准差。为每个波束分别计算了 3 种方法计算的 PIA-SRT 的有效标准差。有效值范围是 0 到 90。特殊值定义有：-9999.9（填充值）。

4.3.3.9 参考的频率标志 (referencedFrequencyFlag, string, 维数: 1)

参考的频率标志。使用双频 SRT 方法时，扫描行参考的频段标识。各个值代表意义：10 参考 Ku 频段且正常；11 参考 Ku 频段且异常；20 参考 Ka 频段且正常；21 参考 Ka 频段且异常。

4.3.4 质量标识 (FLG) 数据集

FLG 数据集按照 Ku、Ka 两个频段分组记录，每组中的科学数据相同。

4.3.4.1 输入数据的质量 (dataQuality, uint8, 维数: nscan×nray)

输入数据的质量。为每个波束分别计算了输入数据的质量。当不等于 0 时，表示测量数据不进行后续的产品处理。二进制数据位含义（该位等于 1）：0 位，数据不完整；1 位，modeStatus 非 0；2 位，雷达单机异常；3 位，遥感数据质量异常。

4.3.4.2 卫星平台飞行机动状态标识 (SatFlag, int8, 维数: nscan)

卫星平台飞行机动状态标识。为每个扫描行分别记录了卫星平台飞行机动状态标识。各个值代表意义：0 卫星正飞；1 卫星正飞下自动偏航中；2 卫星正飞下横滚机动中；3 卫星正飞下俯仰机动中；4 卫星正飞下偏航 90° 机动中；5 卫星正飞下机动返回中；6 卫星正飞下轨控中；7 卫星正飞下滚动机动到位；8 卫星正飞下俯仰机动到位；9 卫星正飞下偏航 90° 机动到位；10 卫星正飞下未知机动状态；20 卫星倒飞；21 卫星倒飞下自动偏航中；22 卫星倒飞下横滚机动中；23 卫星倒飞下俯仰机动中；24 卫星倒飞下偏航 90° 机动中；25 卫星倒飞下机动返回中；26 卫星倒飞下轨控中；27 卫星倒飞下滚动机动到位；28 卫星倒飞下俯仰机动到位；29 卫星倒飞下偏航 90° 机动到位；30 卫星倒飞下未知机动状态；-88 卫星俯仰角或偏航角超出阈值；-99 填充值。

4.3.4.3 卫星及雷达状态标识 (modeStatus, int8, 维数: nscan×nray)

卫星及雷达状态标识。当不等于 0 时，表示卫星及雷达状态异常。二进制数据位含义（该位等于 1）：0 位，非正常的卫星方位；1 位，卫星机动过程中；2 位，非降水观测模式；3 位，雷达波束指向异常。

4.3.4.4 L1 数据的质量标识 (qualityData, int16, 维数: nscan×nray)

L1 数据的质量标识。为每个波束分别计算了 L1 数据处理的质量标识。有效值范围是 0 到 32766。二进制数据位含义：0~1 位，1A 处理质量标识；2~3 位，1B 处理质量；4~5 位，定位处理质量；6~7 位，预处理质量；8~9 位，SRT 处理质量。特殊值定义有：-9999（填充值）。

4.3.4.5 每个距离单元的降水和主/旁瓣杂波信息标志 (flagEcho, int8, 维数: nscan×nray×nbin)

每个距离单元的降水和主/旁瓣杂波信息标志。为每个波束的每个距离单元分别计算了降水和主/旁瓣杂波信息标志。各个值代表意义：0 噪声；1 降水；10 主瓣杂波；20 旁瓣杂波；-99 填充值。

5 数据服务

PMR 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/>

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：尹红刚

电话：010-58993312

邮箱：yinhg@cma.gov.cn