

滦河流域土壤水分遥感试验

(Soil Moisture Experiment in the Luan River)



多频多角度地基微波辐射计与雷达主被动协同 观测数据集 (草地, 2018 年)

说明文档

遥感科学国家重点实验室
中国科学院空天信息研究院

2021 年 7 月

1. 摘要

本数据集来源于滦河流域土壤水分遥感试验中的多频多角度地基微波辐射计与雷达主被动协同观测试验。试验地点位于内蒙古自治区正蓝旗听元牧场(115.93 E, 42.04 N)，数据获取于 2018 年夏季。数据集包含四个部分：即亮温数据、后向散射数据、土壤数据和植被数据。微波亮温数据由 RPG-6CH-DP 车载微波辐射计观测得到，包含三个微波波段 (L, C 和 X) 的水平 and 垂直极化亮温，观测入射角变化范围为 $30\text{--}65^\circ$ (2.5° 间隔)，数据测量时间间隔为 0.5 小时。主动微波数据由地基雷达(GBSAR)观测得到，包含了 L 和 C 波段四种极化(VV, VH, HH, HV)下的后向散射系数，观测入射角变化范围为 $30\text{--}65^\circ$ (2.5° 间隔)。土壤数据包含地表粗糙度和 6 层土壤水分和土壤温度 (1 cm, 3 cm, 5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm)，采样间隔为 10 分钟；植被数据为草地的植被含水量。

试验观测时间从 2018 年 8 月 18 日持续到 9 月 25 日，数据涵盖的草地多频多角度微波亮温、后向散射系数以及土壤和植被等相关配套数据为陆表微波辐射散射建模与验证、主被动微波亮温降尺度、土壤水分反演算法发展和验证提供了重要资料。



图 1 草地试验地概况

2. 仪器介绍

2.1 车载微波辐射计(RPG-6CH-DP)

微波亮度温度数据由车载微波辐射计采集，车载微波辐射计包含三个波段，分别为 L (1.41 GHz)、C (6.925 GHz) 和 X (10.65 GHz) 波段。L 波段使用阵列天线，C 和 X 波段共用一个抛物面天线。三个波段可以同时工作，通过调整俯仰角度可以获取多频率、多角度的双极化微波亮度温度。

车载微波辐射计 RPG-6CH-DP 的详细指标见表格 1。

表 1 RPG-6CH-DP 辐射计配置信息

	参数	L 波段	C 波段	X 波段
	中心频率	1.41 GHz	6.93 GHz	10.65 GHz
	带宽	20 MHz	400 MHz	400 MHz
	天线	平面阵列	抛物面	
	半功率波束宽度	11°	6.85°	6.11°
	旁瓣电平	< -30 dB	< -30 dB	< -35 dB
	辐射分辨率	1 秒积分时间内< 0.2 K		

辐射计定标通常在天空无云时定期进行。C 和 X 波段采用天空扫描的方式进行标定，即观测几组不同入射角下的天空亮温，进行辐射计测量的非线性校正。而 L 波段使用两点校准方法进行校准，即采用内部的热源和外部的冷源进行标定，外部冷源选取为天球北极的天空观测 (约 6.6 K)。有关车载微波辐射计详细定标原理可参考李尚楠等(2018)。

2.2 地基雷达(GBSAR)

GBSAR 主要由控制平台、矢量网络分析仪、控制机箱和电脑三部分组成，其中控制平台包括液压升降平台、合成孔径导轨（3.5m）。试验中主要获取了草地 L 波段(中心频率：1.26 GHz)和 C 波段(中心频率：5 GHz)的后向散射系数，包括四种极化方式，即 VV,VH, HH, HV，原始观测入射角变化范围为 20-70°，后续通过数据平滑处理并提取 30-65° (2.5° 间隔) 范围内数据。GBSAR 每次观测前都会做一次定标，L 波段采用金属大圆盘进行标定，C 波段则采用金属材质的角反射器进行标定。



图 2 GBSAR 观测视场图

2.3 土壤温湿度传感器

试验观测过程中，在草地埋设一套 5TM 传感器，该传感器使用电容/频域技术通过测量土壤的介电常数来确定土壤体积含水量。此外，5TM 传感器配备了一个板载热敏电阻，可准确测量土壤温度。有关 5TM 传感器的详细技术规格，读者可参考网站：<https://metos.at/portfolio/decagon-5tm-soil-moisture-sensor/>。

3. 数据细节

3.1 微波亮温数据

试验区是一个开放的天然牧场，覆盖面积约 4 平方公里。辐射计被升高到离地 6.35 米的最高高度，以满足远场条件的观测要求。辐射计主要观测模式如图 3，其中观测地表入射角按照 30-65°变化，且设置了在四个方位向上进行重复观测。辐射计被设置为顺时针旋转方向进行观测，如图 3，从左往右依次对应数据列表中方位向 20°，0°，340°，320°。

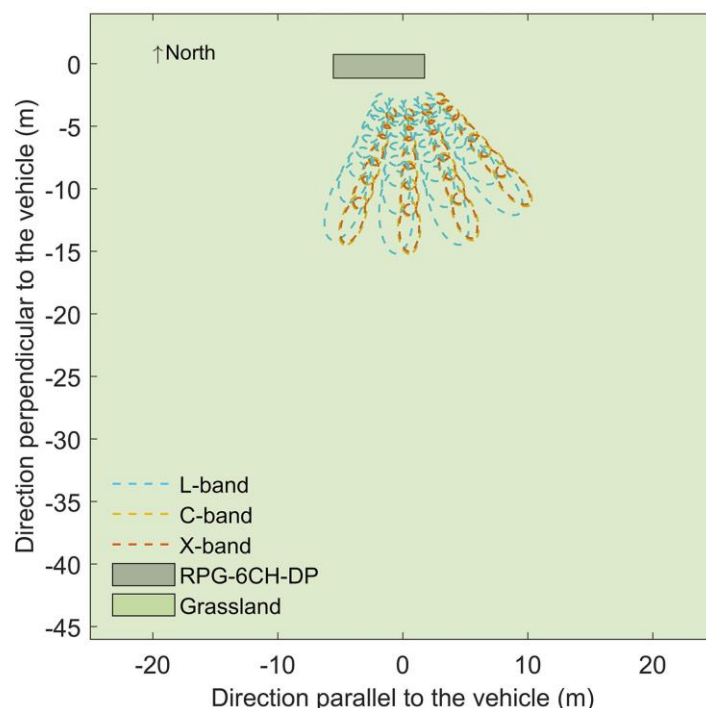


图 3 车载微波辐射计观测模式

3.2 微波后向散射数据

地基雷达原始观测角度范围约为 20-70°，为了与微波辐射计的观测匹配，提取了 30-65° (2.5°间隔) 范围内的后向散射系数。每次观测包含四种极化模式，即 VV, VH, HH, HV。

3.3 土壤水分和温度

土壤水分和温度数据由 Decagon 5TM 传感器观测获得，按照 1 cm, 3 cm, 5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm 六种深度分层铺设。5TM 传感器按照水平方向插入土壤，数据采集间隔为 10 分钟。1 cm 测量结果可能受空气影响。

3.4 地表粗糙度

地表粗糙度参数通过使用 1m 长度的针式粗糙度板观测得到, 数据采样间隔为一周左右。具体操作细节为: 在草地上随机选取观测点, 在每个样点上按照南北和东西方向各观测三次, 并且拍照记录, 以保证可以获取 3m 长度的土壤剖面高度。后期通过对照片的数字化, 提取出土壤剖面高度变化图, 并计算得到相应的均方根高度和自相关长度。

3.5 植被含水量

草地植被含水量, 按照 1m × 1m 面积随机取样三次, 通过欧文烘干法测定得到。数据文件中提供了每次测量的平均值及其标准偏差。

4. 数据引用

赵天杰, 胡路, 耿德源, 施建成. (2021). 多频多角度地基微波辐射计与雷达主被动协同观测数据集(草地, 2018 年). 国家青藏高原科学数据中心.

5. 参考文献

- [1]. Zhao, T.J., Shi, J.C., Lv, L.Q., Xu, H.X., Chen, D.Q., Cui, Q., Jackson, T.J., Yan, G.J., Jia, L., Chen, L.F., Zhao, K., Zheng, X.M., Zhao, L.M., Zheng, C.L., Ji, D.B., Xiong, C., Wang, T.X., Li, R., Pan, J.M., Wen, J.G., Yu, C., Zheng, Y.M., Jiang, L.M., Chai, L.N., Lu, H., Yao, P.P., Ma, J.W., Lv, H.S., Wu, J.J., Zhao, W., Yang, N., Guo, P., Li, Y.X., Hu, L., Geng, D.Y., & Zhang, Z.Q. (2020). Soil moisture experiment in the Luan River supporting new satellite mission opportunities. *Remote Sensing of Environment*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111680>.
- [2]. Zhao, T.J., Shi, J.C., Entekhabi, D., Jackson, T.J., Hu, L., Peng, Z.Q., Yao, P.P., Li, S.N., & Kang, C.S. (2021). Retrievals of soil moisture and vegetation optical depth using a multi-channel collaborative algorithm. *Remote Sensing of Environment*, 257, 112321.
- [3]. 赵天杰, 施建成, 徐红新, 孙彦龙, 陈德清, 崔倩, 贾立, 黄硕, 牛升达, 李秀伟, 阎广建, 陈良富, 柳钦火, 赵凯, 郑兴明, 赵利民, 郑超磊, 姬大彬, 熊川, 王天星, 李睿, 潘金梅, 闻建光, 穆西晗, 余超, 郑姚闽, 蒋玲梅, 柴琳娜, 卢麾, 姚盼盼, 马建威, 吕海深, 武建军, 赵伟, 杨娜, 郭鹏, 李玉霞, 胡路, 耿德源, 张子谦, 胡建峰, 杜爱萍. (2021). 闪电河流域水循环和能量平衡遥感综合试验. *遥感学报*, 25(4), 871-887.
- [4]. 耿德源, 赵天杰, 施建成, 胡路, 徐红新, 胡建峰. (2021). 地基雷达的微波面散射模型对比与土壤水分反演. *遥感学报*, 25(4), 929-940.
- [5]. 李尚楠, 赵天杰, 施建成, 肖青, 胡路, 王平凯, 赵瑞, 陈德清, 崔倩, 薛淑琴, 胡建峰. (2018). 基于车载微波辐射计的地面观测试验方法. *上海航天*, 35(02), 81-90.
- [6]. 阎广建, 赵天杰, 穆西晗, 闻建光, 庞勇, 贾立, 张永光, 陈德清, 姚崇斌, 曹志宇, 雷永荟, 姬大彬, 陈良富, 柳钦火, 吕利清, 陈镜明, 施建成. (2021). 滦河流域碳、水循环和能量平衡遥感综合试验总体设计. *遥感学报*, 25(4), 856-870.

6. 数据声明

本数据由“碳、水循环和能量平衡遥感综合试验”框架下的“滦河流域土壤水分遥感试验”产生，用户在使用数据时请在正文中明确声明数据的来源，并在参考文献部分引用本数据提供的引用方式。

数据提供者对因使用（或无法使用）这些数据而造成的任何直接、间接、特殊、偶然或结果性损失不承担任何责任。

观测数据集仅供用户用于学术研究目的，禁止用于商业用途等其他目的。不得将数据转让给任何第三方，由此产生的一切后果均由数据使用者承担。

7. 联系人

- **姓名：** 赵天杰
- **单位：** 中国科学院空天信息创新研究院
- **通讯地址：** 北京市朝阳区大屯路甲 20 号北
- **邮编：** 100101
- **电子邮件：** zhaotj@aircas.ac.cn