

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及地表参量 观测数据集 (农田, 2017 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 6 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观测试验，试验地点位于内蒙古自治区多伦县 (42.18°N, 116.47°E)，数据获取于 2017 年。数据集共包含三个部分，即亮温数据、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，涵盖三种农作物 (玉米、苜蓿和荞麦)，包括三个微波波段 (L, C 和 X) 的水平极化和垂直极化亮温，观测入射角变化范围为 30-65° (2.5° 间隔)，时间分辨率为 0.5 小时。土壤数据包含了三种农作物土壤的 5 层土壤水分和土壤温度 (2.5 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, 50 cm)，采样间隔为 10 分钟；土壤数据还包括地表粗糙度、降雨量、灌溉标记和土壤质地。植被数据包括叶面积指数、植株高度、植被含水量等。

试验观测时间从 2017 年 7 月 19 日持续到 8 月 30 日，其所涵盖的不同农作物的多频多角度微波亮温及土壤和植被等相关配套数据为陆表微波辐射建模与验证、土壤水分反演算法发展和验证提供了重要资料。



图 1 农田试验地概况

2. 仪器介绍

2.1 车载微波辐射计(RPG-6CH-DP)

微波亮温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 土壤温湿度传感器

试验观测过程中，不同农用地各自分别埋设了一套 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 亮度温度数据集

试验场地约覆盖 50 m × 50 m 范围。试验地内围绕微波辐射计分别种植了三种作物 (玉米、苜蓿和荞麦)。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。试验过程中设计了两种测量模式：Daytime-scan 模式和 Nighttime-scan 模式。Daytime-scan 模式为每天 10:00 到 20:59 时间段，进行多个方位角但固定入射角为 55° 的观测；Nighttime-scan 模式为每天的 21:00 至次日的 09:59，固定方位角并采用多入射角的方式观测 (从 30° 到 65°，每 2.5° 间隔)。两种测量模式均间隔 30 分钟触发一次。本数据集提供的亮温数据均在 Nighttime-scan 模式下获取，如图 2 展示了车载微波辐射计在该模式下的观测示意图及地面视场范围随入射角的变化。

三种作物于 2017 年 6 月底发芽，微波辐射计于 2017 年 7 月 19 日开始正常观测，试验持续到 2017 年 8 月 30 日。期间由于辐射计存储故障，8 月 11 至 8 月 17 日之间存在数据缺失。

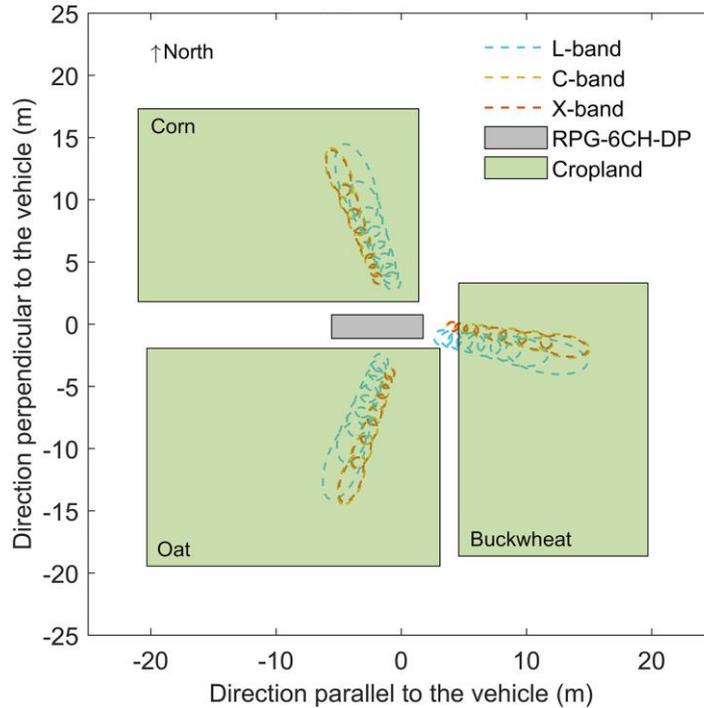


图 2 车载微波辐射计地基观测模式

3.2 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，其中每种农用地各自分别埋设了一套，按照 2.5cm, 10cm, 20cm, 30cm, 50cm 五层深度分层铺设。5TM 传感器按照水平方向插入土壤，数据采样间隔为 10 分钟。

3.3 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：在每种农用地上随机选取观测点，在每个样点上对垂直和沿着田垄方向各观测三次，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。数据文件中提供了地表粗糙度参数(均方根高度和自相关长度)的平均值和标准误差值。

3.4 降雨量和灌溉

试验中降雨量由人工雨量计测得，按照每 6 小时读取一次数据，也即在本本地 2:00, 8:00, 14:00, 20:00 时刻记录数据。此外，本次试验中由于农作物生长过程对水分的需求，每种作物地都会定期进行灌溉。是否灌溉主要依据土壤水分干湿情况，因灌溉量难以估测，试验中只记录灌溉时间。

3.5 植被参数观测

农作物生长过程中，其自身的微波辐射贡献也越来越重要，本次试验重点考虑了植被含水量(vegetation water content, VWC)、叶面积指数(leaf area index, LAI) 和植株高度这些参数。这三个参数均在选定日期手工进行测得。植被含水量采用破坏性取样法(鲜重和干重)测定，按照叶片和茎干两部分分别测定。叶面积指数采用数字化照片的方法获得，植株高度采用皮尺量得。试验中，由于

荞麦在 2017 年 8 月 11 日遭受冰雹损坏并且随后逐渐枯萎，荞麦地后期采样观测数据受到严重影响。由于本次试验中植被参数是通过破坏性取样法测定的，为了匹配亮温数据和土壤温湿度数据的时间分辨率，数据文件中还提供了针对玉米和苜蓿分步回归的逐日估计值，有关分步回归方法的具体介绍可参照 Zhao et al. (2021)。

4. 数据引用

赵天杰, 胡路, 李尚楠, 樊东, 王平凯, 耿德源, 施建成. (2021). 多频多角度地基微波辐射计及地表参量观测数据集(农田, 2017 年). 国家青藏高原科学数据中心, [Zhao, T., Hu, L., Li, S., Fan, D., Wang, P., Geng, D., Shi, J. (2021). Multi-frequency and multi-angular ground-based microwave radiometer and surface parameters experimental data for cropland in 2017. National Tibetan Plateau Data Center.]

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., Hu, L., Shi, J.C., Lü H.S., Li, S.N., Fan, D., Wang, P.K., Geng, D.Y., Kang, C.S., & Zhang, Z.Q. (2020). Soil moisture retrievals using L-band radiometry from variable angular ground-based and airborne observations. *Remote Sensing of Environment*, 248, 111958.
- [3]. 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.
- [4]. 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.
- [5]. 胡路, 赵天杰, 施建成, 李尚楠, 樊东, 王平凯, 耿德源, 肖青, 崔倩, 陈德清. (2020). 基于地基微波辐射观测的土壤水分反演算法评估. *遥感技术与应用*, 35(01), 74-84.
- [6]. 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.

[7]. 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

- **姓名:** 胡路
- **单位:** 南京大学国际地球系统科学研究所
- **通讯地址:** 南京市栖霞区仙林大道 163 号
- **邮编:** 210023
- **电子邮件:** luhu2018@gmail.com