

利用 GNSS 信噪比数据监测土壤湿度：提出一个半经验 SNR 模型

摘要

土壤湿度 (SMC) 是研究农业和全球水循环的重要参数。近些年来, 随着全球卫星导航系统的发展, K.M. Larson 等提出了一个新的土壤湿度遥感技术, 称为 GNSS 反射与干涉技术 (GNSS-IR)。与传统遥感技术相比, 该技术可以以高时间分辨率进行中尺度土壤湿度反演, 并且其运作与管理更加容易。

GNSS-IR 技术利用导航卫星的直射信号和反射信号之前的干涉效应形成的干涉信号进行土壤湿度测量。这个包含了土壤物理信息的干涉信号, 经过常规测绘接收机的接收处理, 最终以信噪比数据的形式被记录下来。在这一领域中, 一部分研究集中在建立更加准确的 SNR 模型进而从中提取出与土壤湿度有关的参量。本课题组最近提出了一个半经验 SNR 模型, 旨在从 SNR 数据中重建直反射信号并且从 SNR 数据中提取出与土壤湿度有关的频率和相位信息 (如 K.M. Larson 所提)。这个半经验模型被用作为拟合模型, 该模型的建立是在现有 SNR 模型的基础上分别用二阶多项式和四阶多项式分别近似描述直射信号与反射信号。与其他模型相比 (K. M. Larson 等 2008, T. Yang 等 2017), 本模型可以在先验知识较少的情况下改善拟合质量同时可以从重建的直反射信号中提取土壤介电常数。

在本口头报告中, 我们将呈现如何从仿真和实验数据处理两方面进行模型验证。我们用的数据是由先前学者在法国的 Lamasquère 一处农场采集的。主要的结果和发现如下:

首先, 使用本模型拟合质量改善了 40%。其可以在 SNR 存在不规则震荡的情况下依然保持较好的拟合质量。这一优点使得对频率和相位估计精度提高, 但是我们发现对相位估计精度的提高可以忽略。

其次, 可以从重建的信号中反演出土壤湿度。当卫星仰角在 5 度到 15 度之间时反演效果较为满意。计算出来的土壤湿度与实测土壤湿度的相关性提高了 15%。

最后, 在反演过程中我们发现了一些现象, 如反演过程存在模糊的问题, 以及误差敏感性问题。这些问题我们都将在口头报告中阐述与讨论。