

一种小型便携式高智能地面散射计系统——LS-X4 陆基雷达散射计

孙波 朱素云

(中国科学院空间科学与应用研究中心 北京 100080)

摘要 本文介绍了一种低平台X波段陆基散射计——LS-X4型雷达散射计。小型化的思想,使本散射计具有轻便灵活、适于野外实验操作的特点。高智能的设计,则使整个数据采集与处理完全智能控制完成,十分方便可靠。通过实验证明,LS-X4型散射计十分适于室内及野外机动作业,其稳定可靠的性能,可为各领域微波遥感测量提供服务。

关键词 小型化,高智能,散射计

1 引言

雷达散射计是一种有源微波遥感器,专门用来测量各种目标的散射特性。它是通过测量目标对雷达波的散射强度,达到测量目标的雷达后向散射系数 σ^0 的目的。

在“六五”及“七五”期间,我们已研制了陆基雷达散射计系列,包括“RS-2”型和“RS-3”型,其中“RS-2”型是高平台大天线散射计,主要用来测量大面积目标,而“RS-3”型虽是为野外测量设计的低平台散射计,但由于架设及安装十分不便,所以难以满足野外作业的需要。另外它们的数据处理都采用Z80芯片,处理速度慢,数据存储记录不便。为此,我们提出了设计适于新的要求与作业特点的小型低平台陆基散射计。

2 近距离测量

低平台散射计设计的前提是采用小尺寸口径天线和宽线性调频范围的VCO。

散射测量要求照射到被测物体的电磁波为平面波,即要满足远场测量条件公式^[1]:

$$R = \frac{D^2}{\lambda} \quad (1)$$

更严格的条件应是:

$$R = 2 \frac{D^2}{\lambda} \quad (2)$$

式中 D 为抛物面天线口径直径。可见,随着天线直径的增加,将使满足远场测量的探测距

1) 郑斌强等。RS-2型雷达散射计系统分析。中国电子学会遥感遥测遥控学会第二届年会论文集,1987.1。

收稿日期:1994年4月8日;收到修改稿日期:1994年8月31日

离 R 增加, 也即要求增加天线架设高度。

调频三角波的频率 f_m 、VCO 的调频范围 Δf 与探测距离 R 有如下关系:

$$f_m = \frac{C \cdot f_i}{4 \cdot \Delta f \cdot R} \quad (3)$$

式中: f_i ——中频频率(Hz); $R = H / \cos \theta$ (m)¹⁾; θ ——入射角; C ——电磁波传播速度。

假设 f_m 与 f_i 保持不变, R 与 Δf 成反比。因此, 低平台散射计系统要求有宽调频范围。“LS-X4”型的调频带宽 Δf 也由“RS-2”型的 300MHz 扩展为 1.2GHz。

我们令: $H = 3.5$ 米, $f_i = 50\text{kHz}$, $\Delta f = 1.2\text{GHz}$ 。

可由式(3)算出, 当 θ 由 0° — 85° 变化时, f_m 对应为 893—78Hz 变化, 这一值由计算机根据实测的 R 值实施计算产生。

3 系统描述

基于上述理论的指导及 RS-2 型散射计的设计经验, 我们完成了 LS-X4 型散射计的设计。

3.1 系统框图

LS-X4 型散射计的系统框图见图 1。

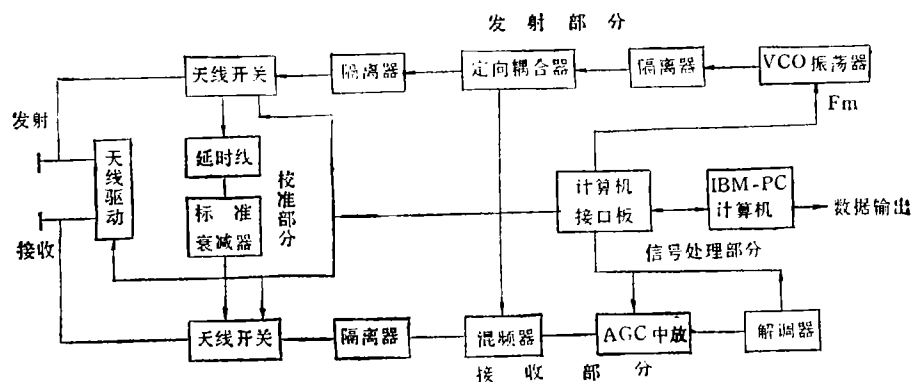


图 1 LS-X4 陆基散射计系统框图

Fig. 1 Structure diagram of LS-X4 ground-based scatterometer system

LS-X4 型陆基雷达散射计¹⁾工作在 X 波段, 采用线性调频连续波体制。在较短作用距离下, 测量与本波段匹配的多种地物的后向散射系数 σ^0 , 如海洋、室内人工造波池、土壤湿度、植被、冰雪等。由于天线足印面积较小, 使系统的分辨率得以提高。

为达到系统小型化的目的, 我们采用了便携式的天线平台, 天线架设简单方便, 便于野外作业。智能控制采用 8031 单片机作为控制接口, 可实时完成测量、计算、数据存贮等一系列功能, 精确可靠。极化转换也由原来的手动控制改为计算机自动控制切换, 十分方便。主要系统性能如下表:

1) 孙波, 朱素云. LS-X4 雷达散射计. 第八届全国遥感技术学术交流会论文集, 1993.

表 1
Table 1

系统体制	FM-CW	平台高度	2—4 米
工作频率	10GHz	极化能力	H, V
调频范围	1.2GHz	系统重量	25kg
中频频率	50kHz	系统功耗	30W
中频带宽	10kHz	测量精度	±1dB

3.2 计算机控制接口

智能控制部分是由 8031 为核心的计算机接口板及控制终端构成,由接口板接收控制终端命令,控制系统的正常工作。同时接口板将数据结果传送给控制终端,以进一步的计算、显示和存档。

智能控制部分的主要结构框图见图 2。

接口部分主要实现以下功能: ① 产生三角波 f_m , 通过控制 VCO 振荡器, 产生测量时所需的线性调频连续波。② 控制天线开关,使系统在探测和内校准两状态间切换。③ 控制天线转动。天线平台由步进电机带动,可在 $0^\circ-120^\circ$ 的方位角和 $0^\circ-90^\circ$ 的俯仰角的范围内以任意步长进行步进测量。同时控制天线极化方式的转换,实现 4 种极化方式的组合。④ 对回波中频电压进行实时采样,获取所需的接收机输出电压值。⑤ 控制 AGC 中放的衰减值,使中频电压工作在解调器线性范围内(本系统选为 1.5V—5V)。

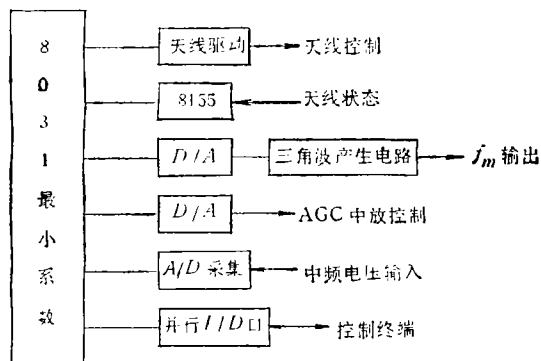


图 2 计算机控制接口方框图

Fig. 2 Structure of interface controlled by program

仰角的范围内以任意步长进行步进测量。同时控制天线极化方式的转换,实现 4 种极化方式的组合。④ 对回波中频电压进行实时采样,获取所需的接收机输出电压值。⑤ 控制 AGC 中放的衰减值,使中频电压工作在解调器线性范围内(本系统选为 1.5V—5V)。

3.3 系统机械结构

本系统天线平台具有如下特点: ① 人字梯形结构,便于操作人员安装天线。易分解拆装,附加一些简单结构,可满足复杂地形架设。② 可由一人操作二级滑轮传动机构升降天线,天线升降高度范围 2—4 米,有防下滑功能,升降重量大于 40 公斤。③ 平台易调水平,天线俯仰角设计有零度识别机构。

上述设计使本系统轻便、灵活,便于野外作业的安装与测量。

3.4 误差分析

σ° 测量的主要误差项包括硬件电气误差、校准误差及绕射误差等。为此,我们采用了标准的定标设备、合理的校准方式方法及软件补偿等来尽量减少误差,使 σ° 的测量精度达到要求。

4 结论

经过低平台小型化设计和技术实现,LS-X4 雷达散射计具有如下性能:

① 架设高度从 2m 到 4m, 调整方便。系统具有轻便、容易装拆、便于运输等特点, 是一台能满足野外流动测量和实验室测量的小型化设备。

② 由于采用宽带线性调频 VCO, 在设计的探测距离内, 调制频率从 900Hz 到 70 Hz 变化。最高调制频率的高次谐波分量的抑制度满足系统要求。

③ 智能控制部分由 8031 为核心的计算机接口板及智能终端构成, 在数据处理速度、控制功能、数据存储记录等方面有了很大的提高。

④ 具有 4 种极化方式: HH、HV、VH、VV。极化转换由计算机控制, 非常方便。

所以, LS-X4 型低平台雷达散射计在小型化、高精度、便于操作使用等方面的设计与研制取得了较好的结果, 它是一部技术较先进的实用化仪器, 通过为 1994 中美联合空间遥感飞行所作的地面配套试验的结果来看, 其机动、稳定、高智能的优势, 将为不同目的的遥感测量研究提供可靠手段。

参 考 文 献

- [1] Ulaby F T et al. MAS8-18/35 scatterometer. NASA 9-15421, 1979.

A Small-Scale High Intelligence Scatterometer System—— LS-X4 Ground-based Scatterometer

Sun Bo Zhu Suyun

(Center for Space Science & Applied Research CAS)

Abstract A small-scale, low platform, X-band ground-based Scatterometer—LS-X4 radar scatterometer is introduced in this paper.

Here we describe the design idea and method for realization of small-scale and high intelligence transmits.

The system transmits linear frequency-modulated continuous waveform, and it has long-term stability of high/low temperature.

The specification of scatterometer is as follows:

Type	FM-CW
Bandwidth of FM	1200MHz
Measuring precision of σ^0	$\pm 1\text{dB}$
Total weight of antenna platform	$\leq 25\text{kg}$
Height of antenna platform	3.5m
Range of height	2—4m
System power dissipation (excluding computer)	30W

Only one person can operate this system, and the rotation of antenna, the adjustment of polarization mode, the processing of measure can be controlled by hand or program.

This high intelligence scatterometer system consists of a microcomputer connected with the antenna platform by a 15—20m cable, a LS-X4 intelligence interface board and system diskette.

When system running, the current window given by the system program guide the user to operate easily. If necessary, the user can expand the functions as desired by himself and perform post-processing to the data. If the measuring process must be completed outside the door, a portable computer may be equipped.

In conclusion, the LS-X4 ground-based scatterometer can be applied in laboratory or outside the door, and provide service in many fields of microwave remote sensing.

Key word small-scale, intelligence, scatterometer