

四、数据处理与误差分析

微波频率测量

微波信号源频率 (GHz)	9.000	9.200	9.400
功率 (mV)	14.3	13.8	16.4

驻波比测量

微波信号频率 (GHz)		9.000		\bar{S}		9.200		\bar{S}		9.400		\bar{S}
$U_{\max}(\mu V)$	92.1	91.0	91.5		85.0	85.1	85.1		83.1	83.6	83.5	
$U_{\min}(\mu V)$	75.0	75.1	76.1		70.0	70.2	70.1		63.0	64.0	63.2	
$S = \sqrt{U_{\max}/U_{\min}}$	1.11	1.10	1.10	1.100	1.10	1.10	1.10	1.100	1.15	1.14	1.15	1.147

测量驻波比实验中，微波信号频率为 9.000 GHz 和 9.200 GHz 时驻波比基本稳定在 1.10 附近，但 9.400 GHz 频率时测得驻波比为 1.147，与 1.10 有一定偏差。可能由以下几方面误差引起：

可能由以下几方面误差引起：

电压表精度有限： 本实验所用电压表的最小刻度为 0.01 μV ，对于驻波比接近 1.1 的情况， U_{\max} 与 U_{\min} 仅相差十几微伏，微小误差会被驻波比放大。

频率源不稳定： 微波源频率在微小波动时，会影响驻波的干涉条纹，导致最大/最小点位置发生偏移。

探针定位不精确： 在寻找 U_{\max} 与 U_{\min} 时，滑轨精度及操作者主观判断可能造成误判。

电磁干扰： 实验环境可能存在手机等电子设备工作，干扰微波信号，造成测得信号不稳定。

改进建议

提高电压测量精度，选用更高分辨率仪器；多次重复测量并取平均，排除偶然误差；校准频率源，确保其输出稳定。

波长表测频率

微波信号名义频率(GHz)	9.000	9.200	9.400
波长表读数(mm)	6.220	4.759	3.385
对应频率 (GHz)	9.163	9.348	9.549

利用波长表测频率实验中，波长表用于间接测定微波频率。通过读取波长值，再从波长表中找到对应的微波信号频率。通过波长表测得的微波信号频率与名义频率存在一定偏差，造成误差的主要因素可能包括：

波长表读数误差： 波长表的刻度读数精度有限，直接影响频率计算结果；

仪器系统误差： 如滑轨松动、波导不清洁等可能影响测量准确性。

改进建议

使用高精度波长表，减小机械误差；多次测量同一频点波长值，取平均减小偶然误差；检查波导连接与设备状态，确保系统稳定。

间接法测频率

名义频率 (GHz)	l_1 (mm)	l_2 (mm)	D_1 (mm)	l_3 (mm)	l_4 (mm)	D_2 (mm)	λ_g (mm)	λ (mm)	f (GHz)
9.400	102.8	107.9	105.35	124.6	129.7	127.15	43.6	31.55	9.508
9.200	118.9	114.0	116.45	96.3	91.4	93.85	45.2	32.14	9.333
9.000	101.9	106.8	104.35	125.8	130.5	128.15	47.6	32.97	9.098

在 9.000 GHz 名义频率点，间接法测得的频率与名义频率偏差较小，在 9.200 GHz 和 9.400 GHz 频率点，间接法测得的频率与名义频率偏差较大。误差可能来源于：

测量误差：使用游标卡尺测量驻波腹间距 l_1, l_2 以及各差值 D_1, D_2 时，存在人为读数误差和仪器分辨率限制；

波导系统误差：波导内可能存在不均匀性、接头接触不良等问题，这些都会导致驻波分布不稳定，影响腹点位置判断；

环境误差：温度变化可能引起波导膨胀，进而影响波长的测量。

改进建议

增加重复测量，取平均值以减小系统误差；使用更高精度的测量仪器；做实验前让实验仪器预热足够长的时间。

五、思考题

如何用这套实验装置测量光速？

先由直接法测出微波频率 ν ，再由间接法测波导波长 λ_g ，最后根据公式 $\nu = c\sqrt{(1/\lambda_g)^2 + (1/\lambda_c)^2} \implies c = \nu / \sqrt{(1/\lambda_g)^2 + (1/\lambda_c)^2}$ 测得光速 c .