

噪声测量程序使用说明

Zhou Huibin(周慧斌)¹, Jian Wei(危健)²

北京大学物理学院量子材料科学中心

(Dated: June 18, 2015)

噪声测量程序分为以下几个模块：数据存储模块、参数设置模块、显示模块。显示模块显示了采集到的时域数据、经过傅里叶变换后的频域数据、数据收敛情况等其他信息。

A. 数据存储模块

数据存储模块见图 1。“File path”为数据存储路径；“Description in txt file”为文件中的开始信息，可以根据实验条件进行编辑，记录实验名称、实验条件、采样数、采样率等信息；“Record”按钮可以选择是否记录数据：点击按钮显示为绿色时记录数据，再次点击变为灰色则不记录数据；数据存储模块将采集到的数据以及程序处理后的数据保存为三个.dat 文件，分别记录了时域数据、频域数据以及对于特定频段谱密度的均值数据。由此可以实现对数据的二次处理。

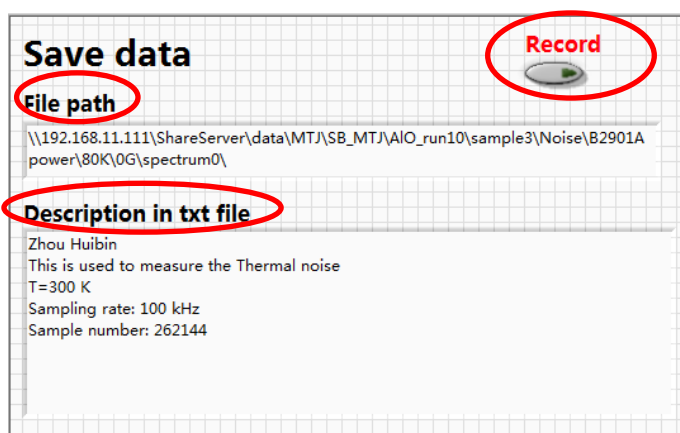


图 1 数据存储模块

B. 参数设置模块

参数设置模块见图 2。参数设置模块可以设置采样以及数据处理过程的基本参数，一般参数选择默认即可，比较常用的参数有以下几个：

Remove power line peaks（编号 1）：去除 50Hz 及其倍频附近的几次采样（图示为 5 次,去除的频率范围为 5 乘以 df(见图 2 中编号 6，df 为 0.3815Hz)，即 50Hz 及其倍频附近 2Hz 的采样）；

Channel clock rate (编号 2): 设置采样率, 最大采样率由相应的采集卡所限制, 本实验中的 PCI-4474 采集卡的最大采样率为 100 kS/s, 一般情况选择采集卡的最大采样率即可。

Number of samples/scans to read (编号 3): 设置采样数, 为了保证可以进行傅里叶变换, 采样数应为 2^n , 采样数除以采样率可以得到采样时间, 应该选择合适的采样数使计算机有足够的时间对采集到的数据进行处理。

Number of spectrums to average(min1) (编号 4): 设置平均次数, 最小为 1;

Start f (Hz) (编号 5): 设置研究频段的初始频率; f range (Hz): 设置研究频段的宽度;

df (编号 6): 根据采样率和采样数自动计算出的频率分辨率, 即 $df = \frac{\text{Channel clock rate}}{\text{Number of samples/scans to read}}$;

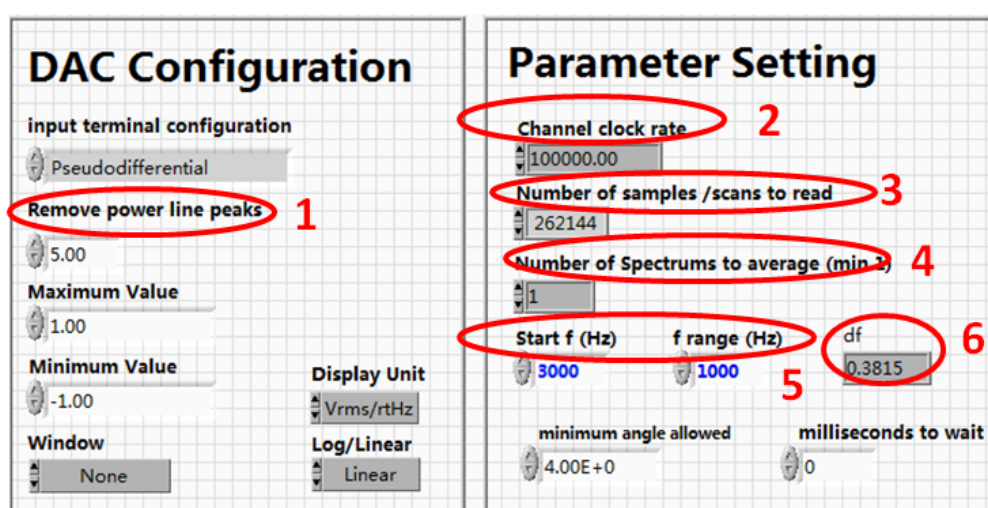


图 2 参数设置模块

C.信号显示模块

信号显示模块见图 3。Time trace 显示了两个通道分别采集到的时域信号; Noise Spectra 显示了对应于采集到信号的频域信息, 其中蓝色对应 CH1 的谱密度, 红色对应 CH2 的谱密度, 绿色对应的是经过 Cross-correlation 算法处理之后的交互谱密度, 黄色对应的是交互谱密度的实部。从图中显示的频谱可以明显看到低频噪声、power line 及其倍频、以及对应电阻的热噪声谱。频谱显示可以帮助我们避开 $1/f$ 噪声以及 powerline 等额外噪声, 选取合适频段进行研究。Stop loop 按钮可以选择是否终止程序循环: 点击一次显示为绿色表示终止循环, 再次点击显示为灰色表示继续循环。Loop i 表示现在正在进行第 i 次循环。

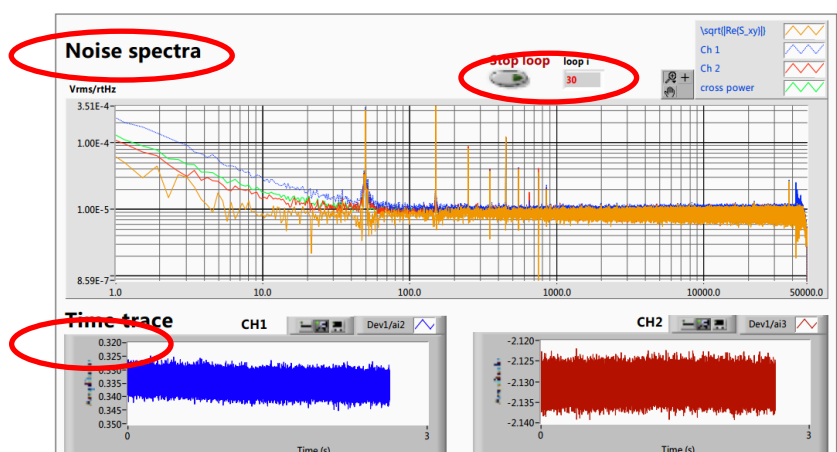


图 3 信号显示模块

D.数据收敛显示模块

数据收敛显示模块见图 4。其中黄色点线表示 Cross-Correlation 算法处理之后的交互谱密度取模后在所选相应频段的算术平均; 蓝色点线为 Cross-Correlation 算法处理之后的交互谱密度数据在相应频段做算术平均后取实部的绝对值; 黑色点线为 Cross-Correlation 算法处理之后交互谱密度的标准差。正常情况下, 当数据逐渐收敛时, 谱密度的虚部将逐渐趋于零, 因此黄色点线将随着收敛次数的增加趋向于蓝色点线, 而 Cross Spectral 的标准差将逐渐减小趋向于 0。

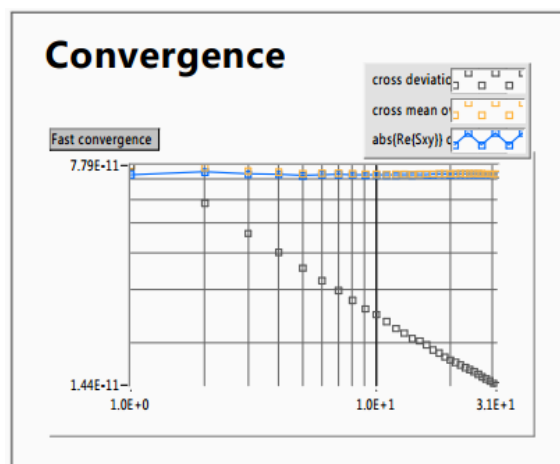


图 4 数据收敛显示模块

E.数据显示模块

数据显示模块见图 5。从数据显示模块我们可以直接读取两个通道在所取频段做平均之后的 Power Spectrum Density (PSD)数据 (averaged psd,编号 1 和 4), 以及经过 Cross-Correlation 算法处理之后的 PSD 数据(averaged cross psd, 编号 7), sqrtCH1、sqrt CH2 为 PSD 开方后的值, 单位为 V/\sqrt{Hz} (编号 2 和 5)。Standard deviation/chl

1、Standard deviation/chl 2、cross Standard deviation 分别显示了 CH1、CH2 以及 cross-correlation 算法处理之后的信号的标准差（编号 3,6 和 8）。Ave S_{xy} Over f and t 表示同时对时域以及频域做平均得到的功率谱密度（编号 10），abs sqrt 表示编号 10 中数字开根号之后的值（编号 11）。

Amplitude ave correlation ratio（编号 9）的定义为： $\frac{[10]}{\sqrt{[1] \times [4]}}$

Correlation ratio（编号 12）的定义为： $\frac{[7]}{\sqrt{[1] \times [4]}}$

中括号中的数字代表图 5 中相应编号项的数值。

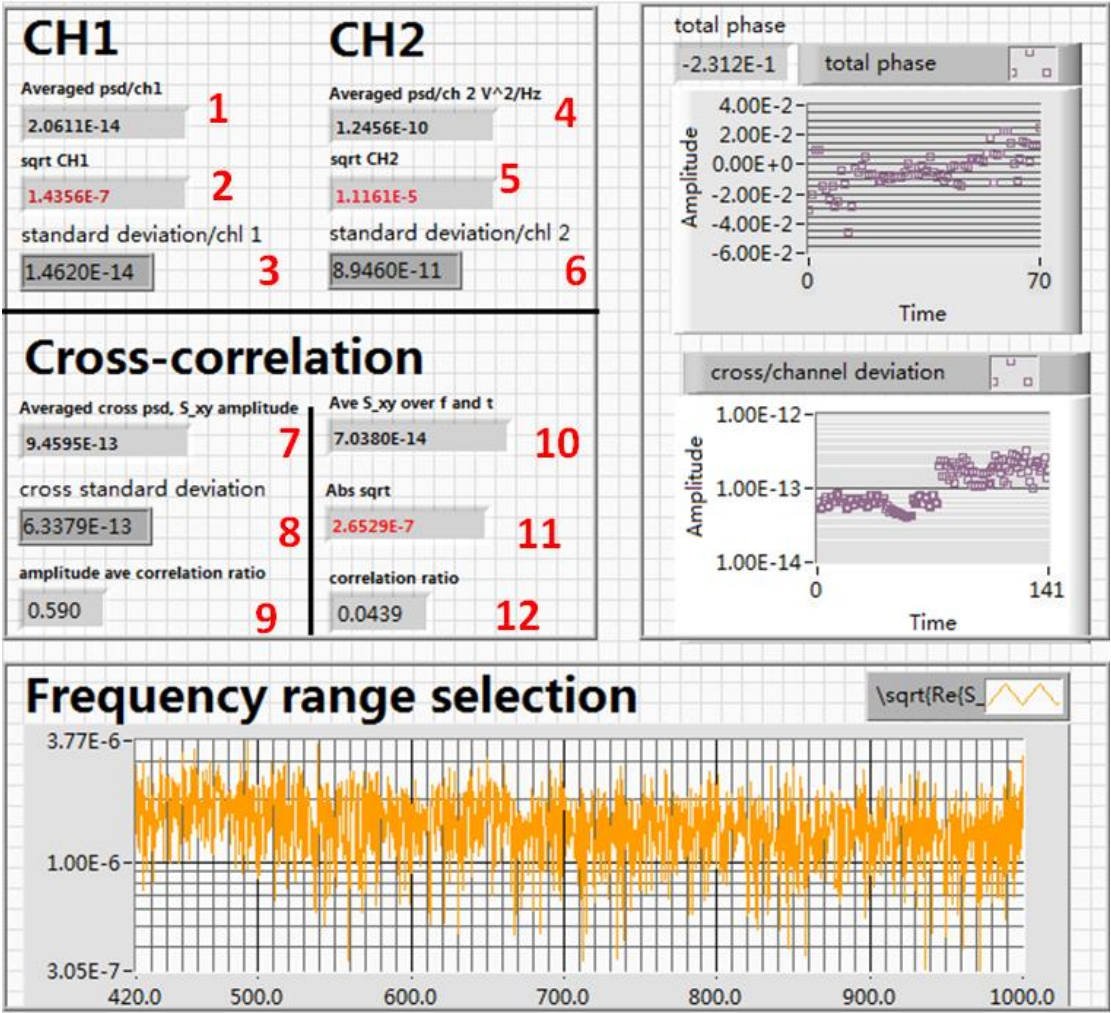


图 5 数据显示模块

为了检验频谱选择的有效性，我们可以在 Frequency range selection 部分对所取频段进行放大观察，以避免噪声峰，选取频谱较为平坦的一部分进行研究。

为了观察两个通道的相位相关性, 我们可以看 **total phase** 的值, 若接近 0 或 3.14 (180°), 则表明两个通道具有较强的相位相关性。

-
1. 18810634590@163.com
 2. weijian6791@pku.edu.cn