



# 数字信号处理实验

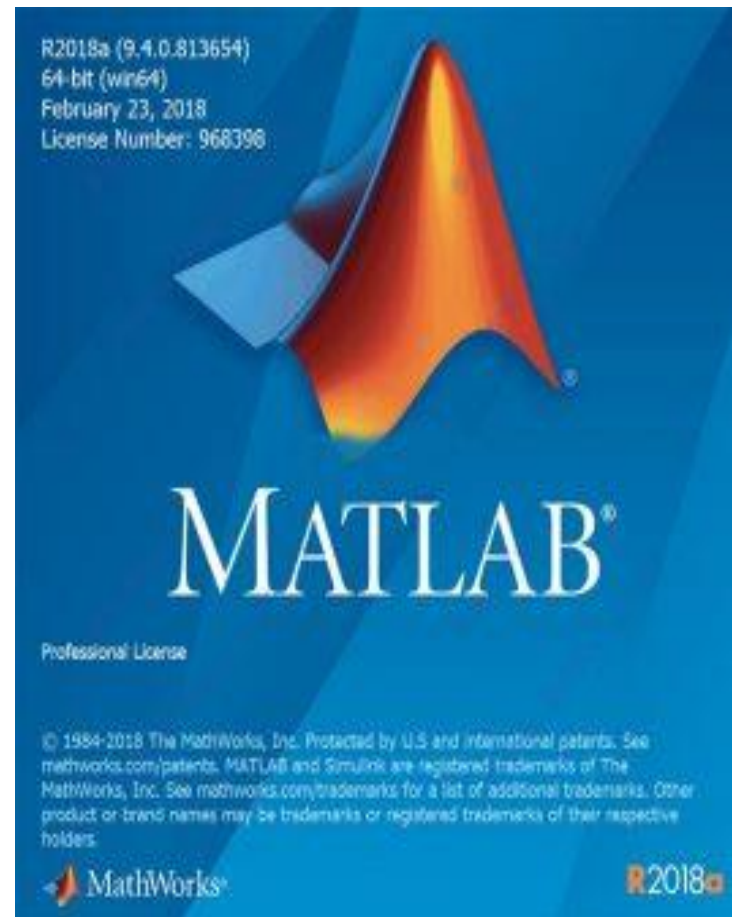
## 实验六：利用DFT分析模拟信号频谱





# 目录

- 实验概述
- 实验原理
- 实验内容及要求
  - 内容1：读取断铅声发射信号
  - 内容2：利用DFT分析断铅声发射信号
  - 内容3：利用FFT分析断铅声发射信号
  - 内容4：根据DFT结果计算断铅声发射信号的实际频率
- 实验报告及要求





# 实验概述

## ●实验概述

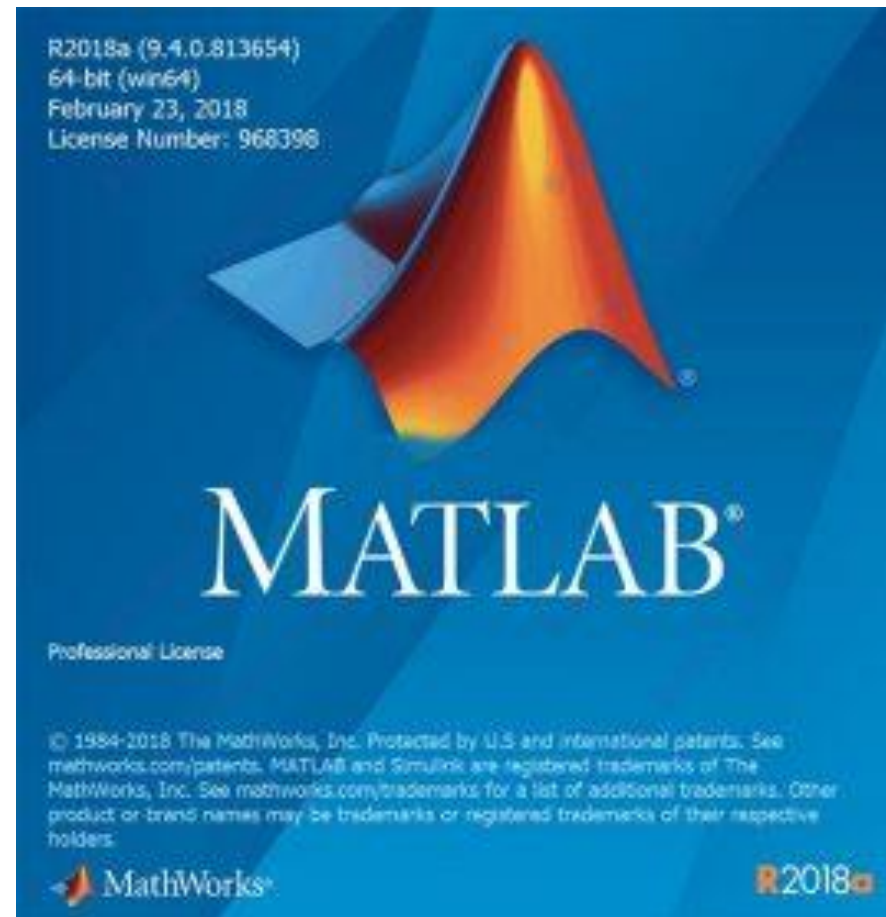
- 本次实验共4学时
- 覆盖教材的第3、4章

## ●软件平台

- MATLAB软件—2017A以上版本

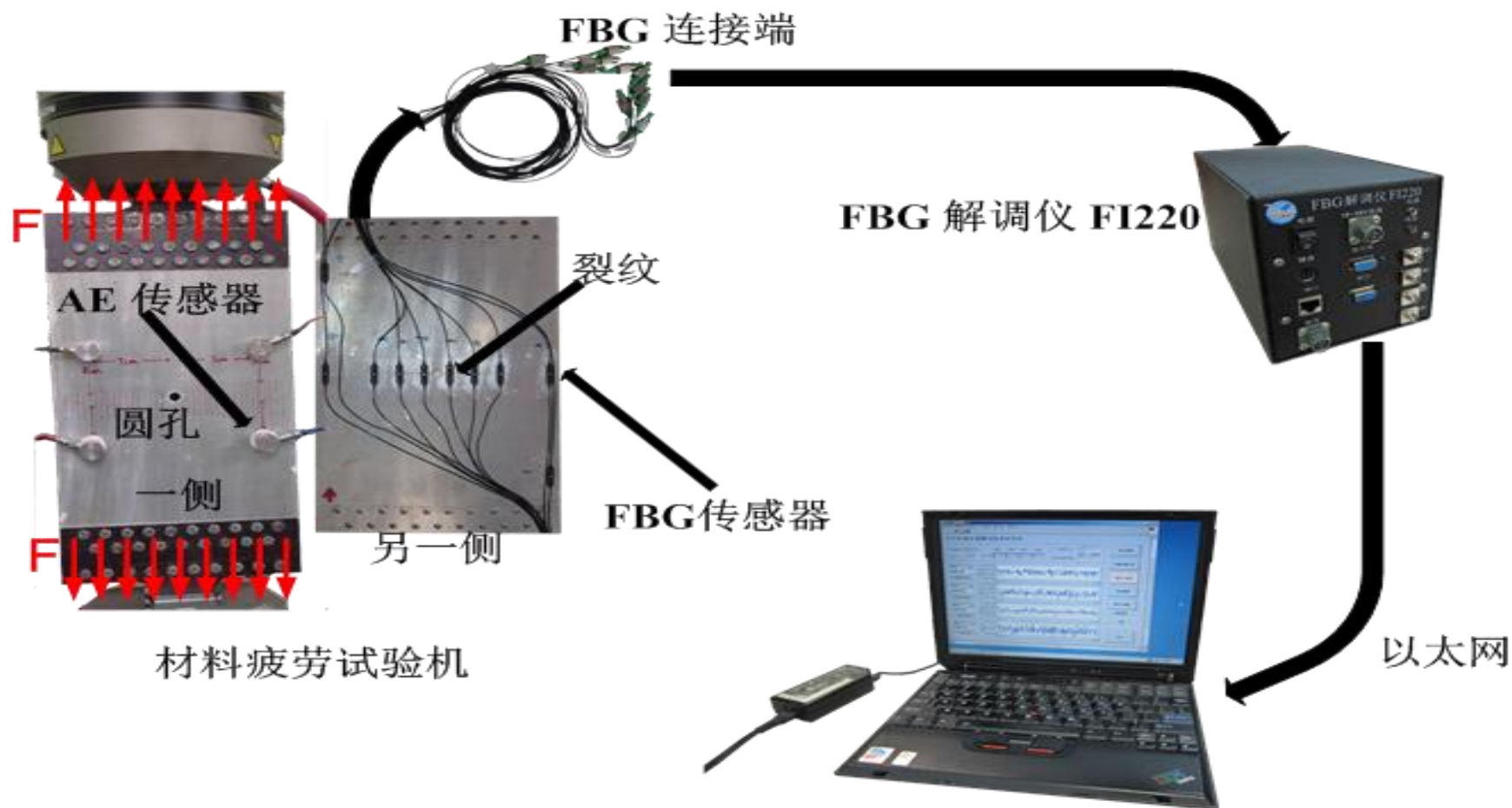
## ●实验目的

- (1) 掌握利用DFT分析实际信号的方法；
- (2) 掌握从文本文件中读取数据的方法；
- (3) 掌握DFT频率与模拟频率的区别及转换关系。





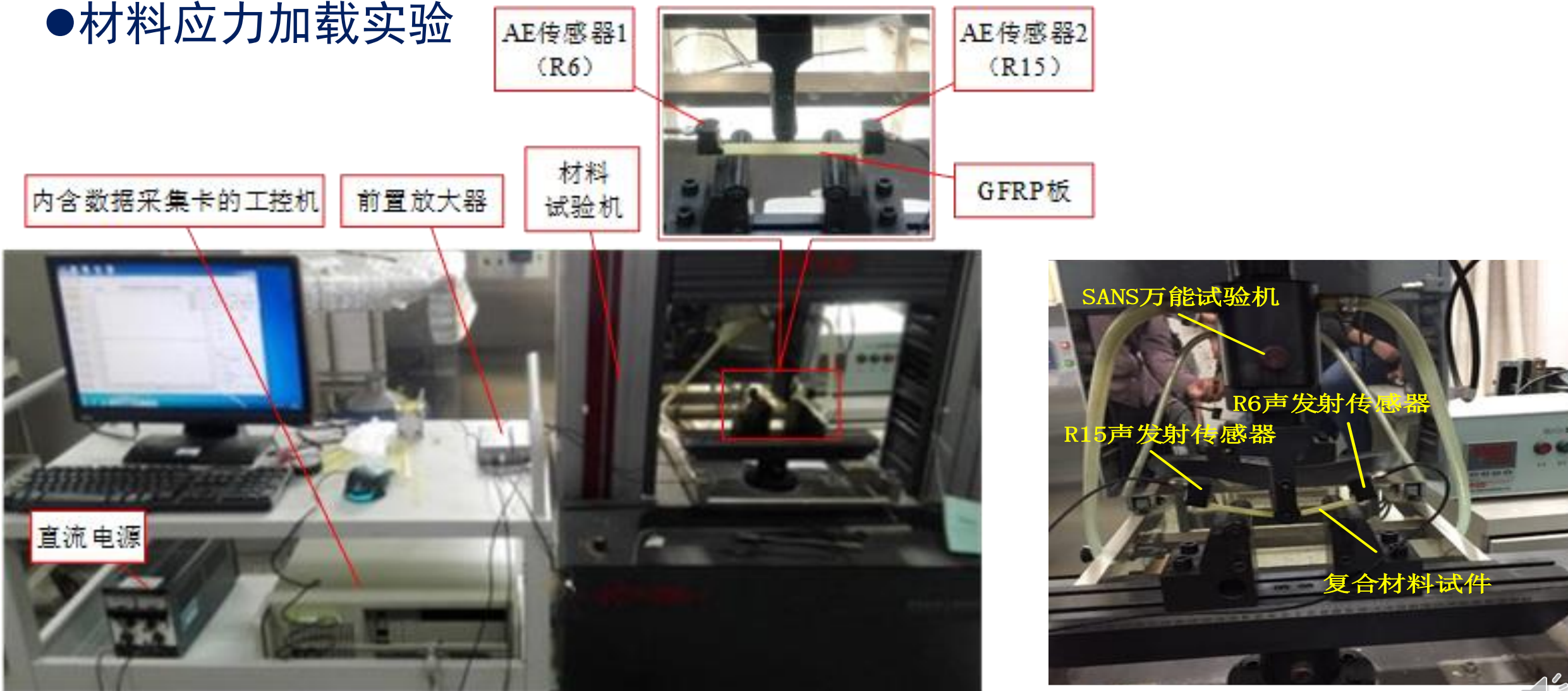
## ●材料损伤时发生的声发射信号





# 实验原理

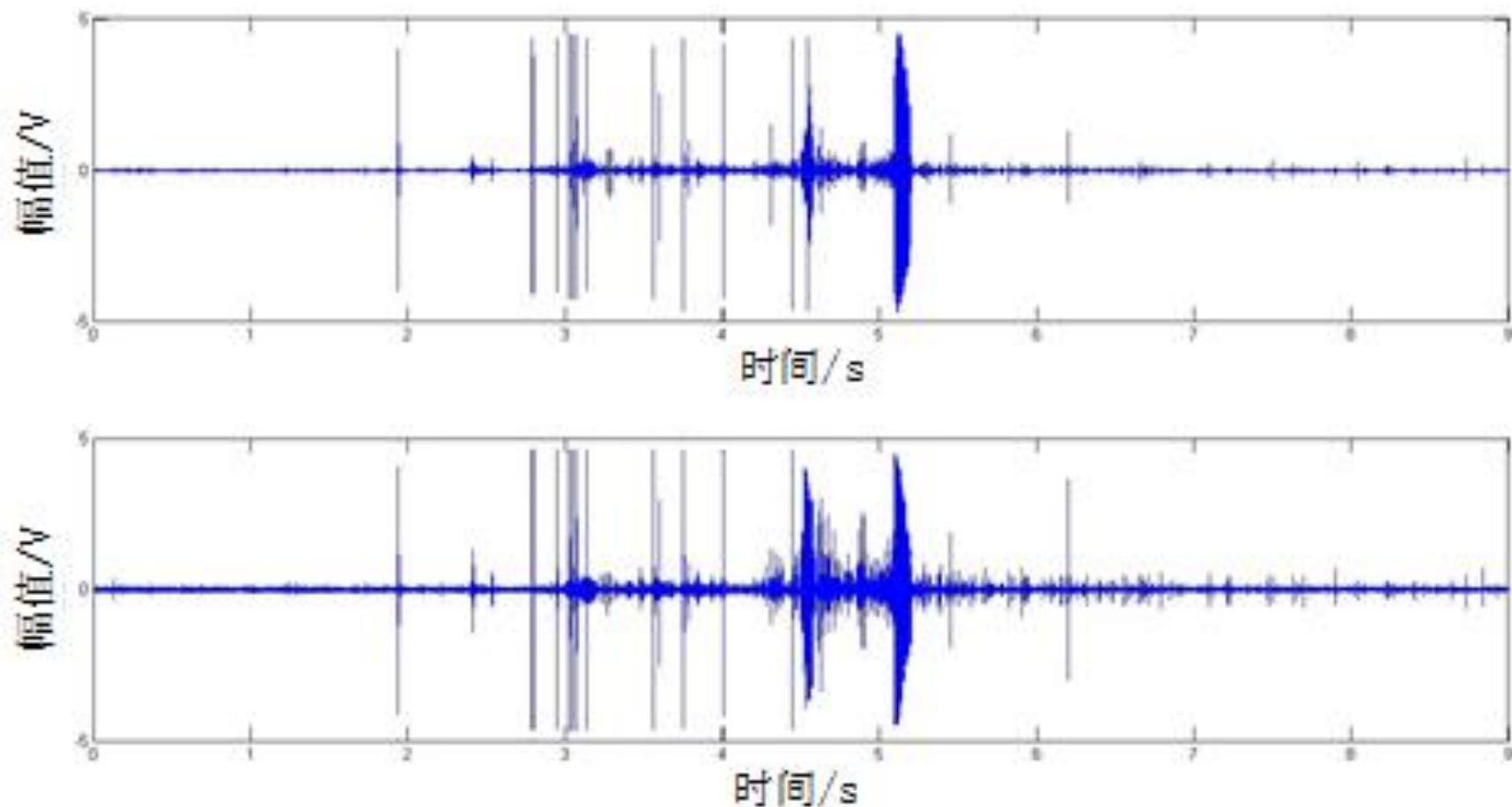
## ●材料应力加载实验





# 实验原理

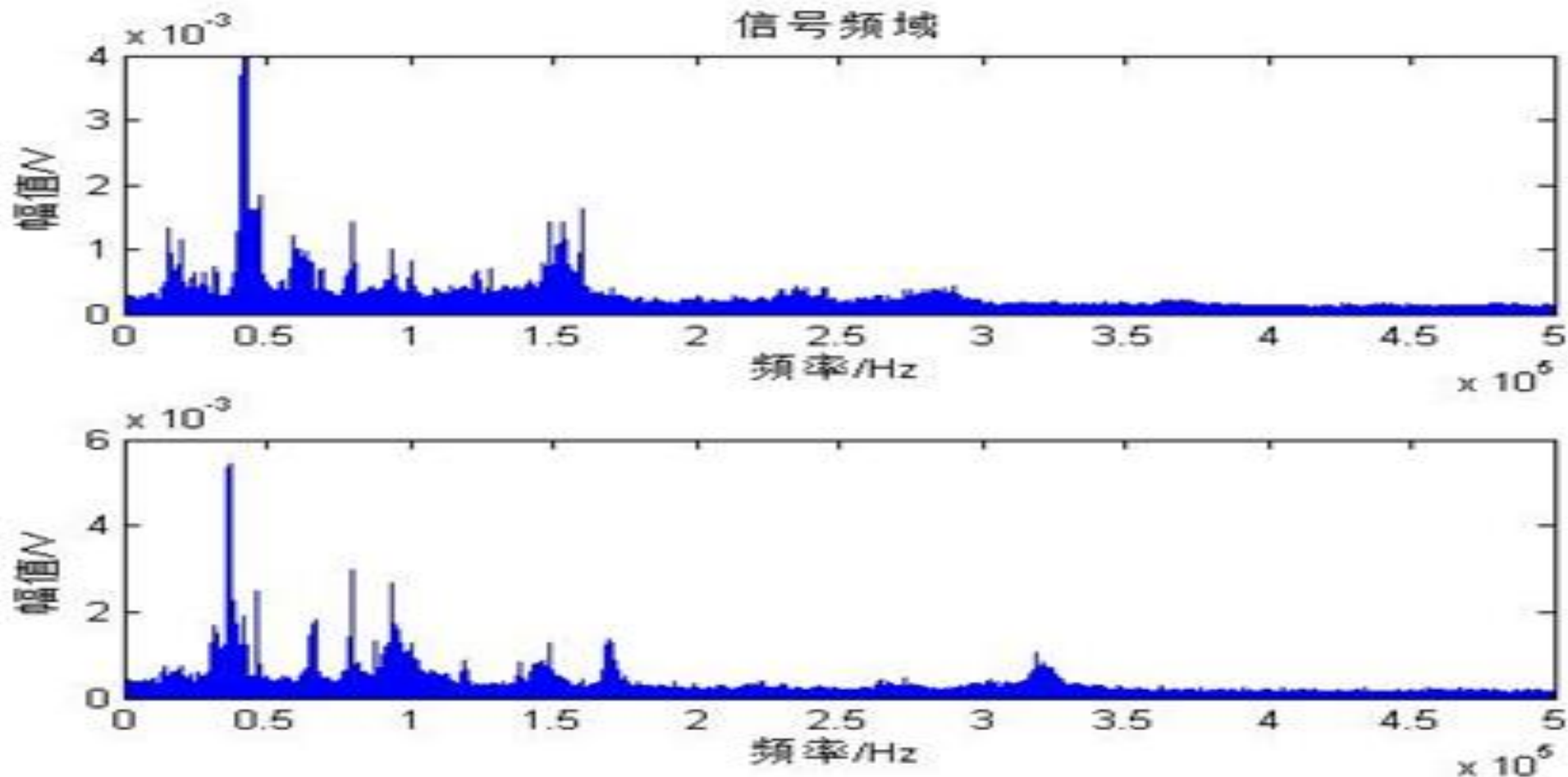
## ●GFRP复合材料声发射信号时域波形（两个传感器）



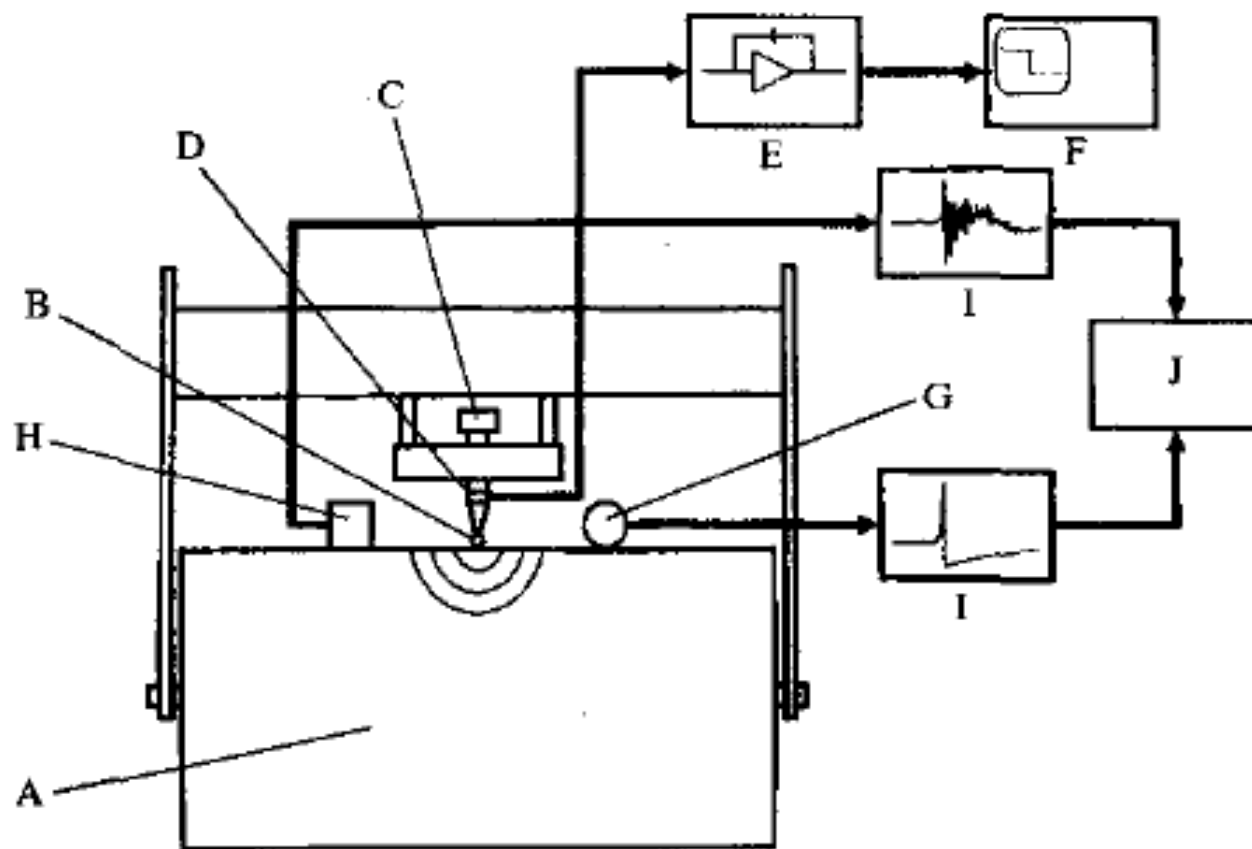


# 实验原理

## ●GFRP复合材料声发射信号频域波形（两个传感器）



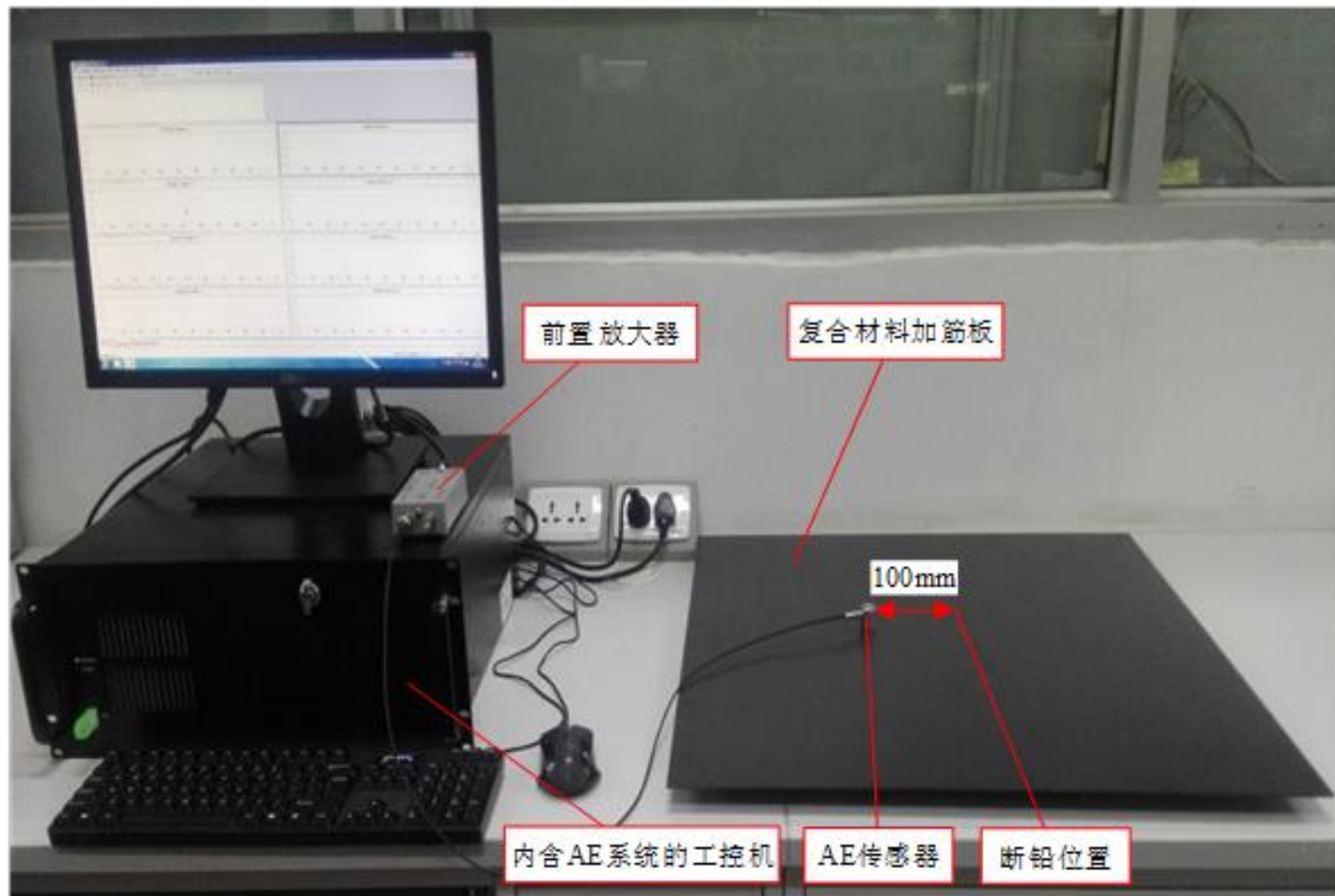
## ●声发射传感器的校准



- A——钢质转换试块；
- B——玻璃毛细管；
- C——加载螺杆；
- D——PZT 晶片；
- E——电荷放大器；
- F——存储示波器；
- G——标准换能器；
- H——待检换能器；
- I——瞬态记录器；
- J——计算机。



## ●声发射信号定位实验平台——用断铅模拟的声发射信号



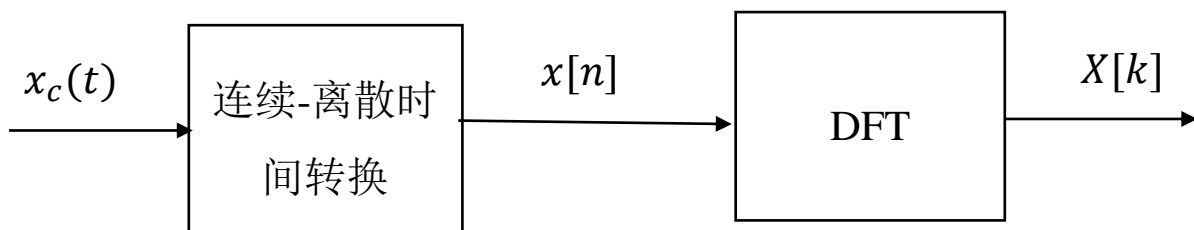
数据文件LeadBK.txt是数据采集系统获取的铅笔芯在复合材料板上断裂时产生的信号，用于声发射信号的模拟（仿真）。采集的是电压信号，单位为V。采样频率为1MHz、采样时间为2 ms。

（特别注明：该信号全称应该叫用断铅模拟的声发射信号，简称断铅声发射信号、或断铅信号）



# 实验原理

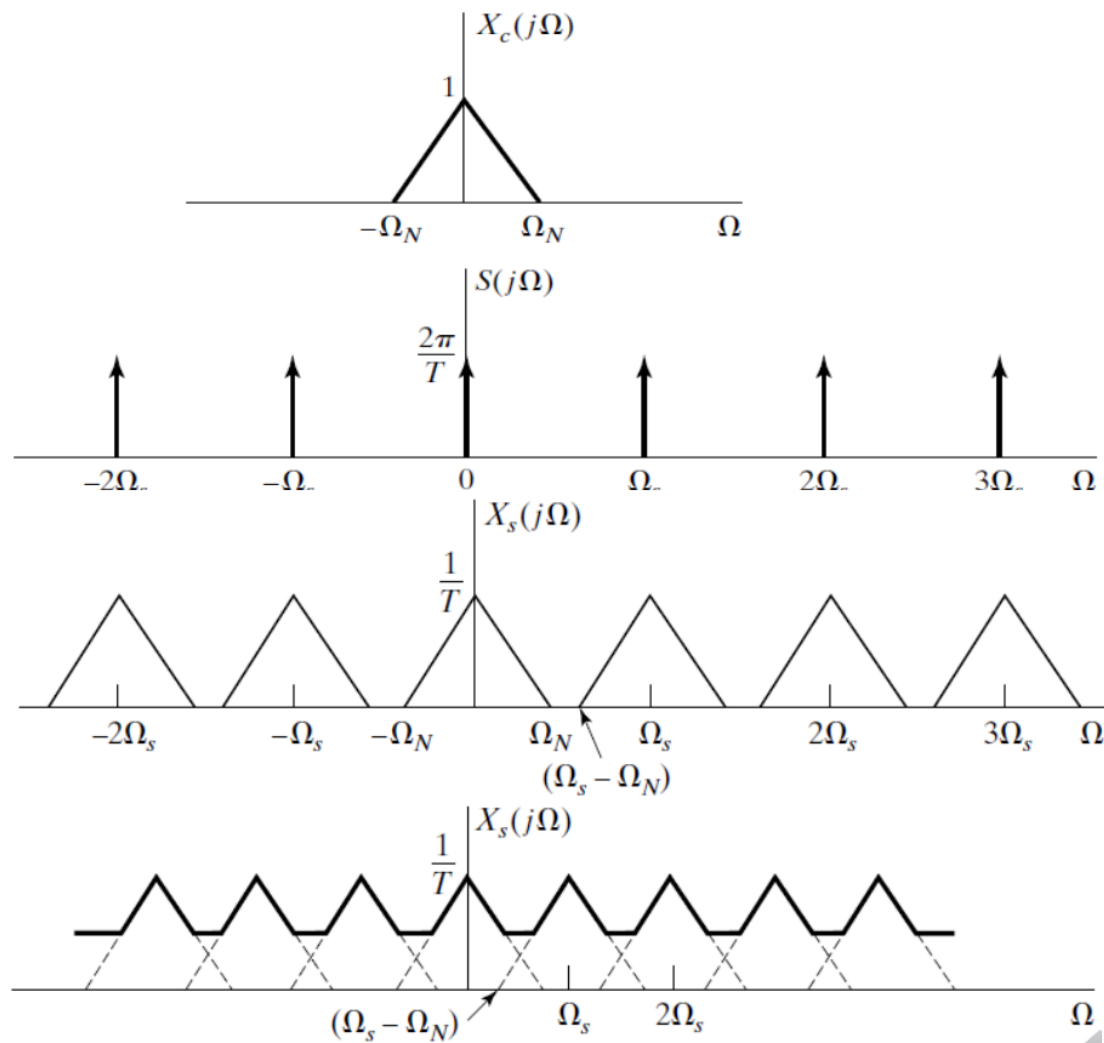
## ●模拟信号的DFT分析



## ●时域采样定理

$$\Omega_s = 2\pi F_s, \quad \Omega_N = 2\pi F_N$$

$$\Omega_s \geq 2\Omega_N, \quad F_s \geq 2F_N$$





# 实验原理

## ●模拟频率与数字频率间的关系

$$f_k = \frac{\Omega_k}{2\pi} = \frac{k}{NT} = \frac{F_s}{N} k, \quad F_s = \frac{1}{T}$$

## ●幅度特性的分贝（dB）形式表示

$$20\log|X[k]| \text{ 或 } 20\log|X[f]|$$



# 实验内容1：读取断铅声发射信号

## 第（1）部分：读取断铅声发射信号

使用MATLAB中的文件读取函数读取声发射信号文件LeadBK.txt，生成的序列名为  $x[n]$  。

**实验要求：** 编写读取声发射信号程序，并提供源代码。





# 实验内容1：读取断铅声发射信号

## 第（2）部分：绘制断铅声发射信号波形

绘制声发射信号 $x[n]$ ，横坐标为采样点；根据采样频率大小进行序列下标与采样时间的换算，绘制声发射信号 $x(t)$ ，横坐标为采样时间，单位（ms）；纵坐标均为电压，单位（V）。

**实验要求：**将断铅声发射信号时域波形的两种表示形式绘制在1张图中。对实验结果进行不少于50字的相关讨论或分析。（具体要求详见《实验六指导书》）



# 实验内容2：利用DFT分析断铅声发射信号

## 第（1）部分：断铅声发射信号的DFT分析

利用实验五中本人编写的DFT函数，分析断铅声发射信号，获得程序运行时间，并绘制得到的DFT的幅度特性。

## 第（2）部分：定位断铅声发射信号的幅度特性峰值

利用function语句自己编写峰值搜索函数，获得上述幅度特性上的最大峰值，同时确定其对应的下标值。



# 实验内容2：利用DFT分析断铅声发射信号

## 第（3）部分：断铅声发射信号的频谱幅度转换

为方便观察幅度谱细节信息，将上面步骤（1）中得到的频谱幅度转换为以分贝（dB）表示的形式。

**实验要求：**①将两种形式表示的幅度特性曲线及实验内容1中采样得到的未补零的序列绘制在同1张图中，并将频谱峰值及下标标注在幅度特性图中；②提交峰值搜索函数的源代码；③提交程序运行时间。（具体要求详见《实验六指导书》）



# 实验内容3：利用FFT分析断铅声发射信号

## 第（1）部分：断铅声发射信号的补零

对信号进行补零操作，使补零后的信号长度为与原长度最为接近的、2的整数次幂。

## 第（2）部分：断铅声发射信号的FFT分析

利用fft分析补零后的断铅声发射信号，绘制FFT幅度特性，并获得程序运行时间。





# 实验内容3：利用FFT分析断铅声发射信号

## 第（3）部分：定位断铅声发射信号的幅度特性峰值

利用本人编写的峰值搜索函数获得幅度谱上的最大峰值及其对应的下标值。并与实验内容2中得到的下标值进行对比分析。

## 第（4）部分：断铅声发射信号的频谱幅度转换

为方便观察幅度谱细节信息，将上面步骤（2）中得到的频谱幅度转换为以分贝（dB）表示的形式。



# 实验内容3：利用FFT分析断铅声发射信号

## 实验要求：

- ①将补零后的信号与两种形式表示的幅度特性曲线绘制在同1张图中，并将频谱峰值及下标值标注在幅度特性图中；
- ②提交程序运行时间；
- ③对比DFT和FFT的分析结果以及程序运行时间，并进行不少于100字的相关讨论或分析。（具体要求详见《实验六指导书》）



## 实验内容4：根据DFT结果计算断铅声发射信号的实际频率

### 第（1）部分：根据DFT结果计算模拟频率

将断铅声发射信号的DFT频谱转换为具有实际物理意义的模拟频谱，并绘制幅度特性（包括原始频谱和以分贝db表示的频谱）。

### 第（2）部分：DFT频谱与模拟频谱的关系分析

比较DFT频谱与模拟频谱，分析两者之间的关系。



## 实验内容4：根据DFT结果计算断铅声发射信号的实际频率

### 实验要求：

- ①将用两种形式表示的、具有实际物理意义的模拟频谱绘制在同1张图中；
- ②分析DFT频谱与模拟频谱的关系，并进行不少于100字的相关讨论或分析。（具体要求详见《实验六指导书》）





# 实验报告

## ●内容要求：

- 实验目的
- 实验过程与实验结果，包含程序源代码
- 结果分析与实验结论
- 实验收获、体会及建议

## ●时间要求：

- 本次实验**结束后一周内**，将Word版实验报告提交到教务处实验系统。



# 谢谢大家！

王秋生： [wangqiusheng@buaa.edu.cn](mailto:wangqiusheng@buaa.edu.cn)

袁 梅： [yuanm@buaa.edu.cn](mailto:yuanm@buaa.edu.cn)

崔 勇： [cuiyong@buaa.edu.cn](mailto:cuiyong@buaa.edu.cn)

张军香： [zhangjunxiang@buaa.edu.cn](mailto:zhangjunxiang@buaa.edu.cn)

董韶鹏： [dspsx@buaa.edu.cn](mailto:dspsx@buaa.edu.cn)

