

## 实验四 自动增益实验

### 一、 实验目的：

- 1、了解磁共振成像中自动增益的重要性。
- 2、了解自动增益调整在信号采集过程中的位置。
- 3、掌握自动增益的调整方法。

### 二、 实验器材：

约 10mm 高的大豆油试管样品；NMI20 台式磁共振成像仪。

### 三、具体名词解释：

相敏检波：相敏检波电路是具有鉴别调制信号相位和选频能力的检波电路。

### 四、 实验原理：

#### 1、自动增益调整

对于实际的核磁共振系统来说，通常所产生的磁共振信号都非常微弱，并伴有噪声，因此，对接收到的磁共振信号都要进行一系列的处理。在这些处理当中，除了对信号的前置放大和二次放大外，还需要对信号进行自动增益处理。在该核磁共振实验系统中，前置放大器的放大能力一般是固定的，但也可以通过软件进行分级调整的。二级放大单元的放大能力是可以通过可调电位器进行连续调整的。需要进行自动增益调整的原因有二个：一、在信号幅值较小时，可以放大信号，提高信噪比。但是信号幅值也不是越大越好，这是因为磁共振信号最后经过相敏检波后需要被 AD 转换器采集成数字信号才能送到 K 空间进行存储。而每个 ADC 都有一个转换范围，即能够转换的最高幅值，超过该幅值的信号会被截止掉。

#### 2、自动增益调整的方法

NMI20 台式磁共振成像仪采用了两种增益方式，一种是通过软件设置实现对采集后的 MR 信号进行前放增益的调整，本实验装置可以进行四档增益调设置；另外一种是通过仪器面板上的增益调节旋钮，直接改变二级放大器件的增益。

## 五、 实验步骤:

### (一) 方法 1



- 1、启动计算机，运行 NMIMRI20 软件进入到软件操作界面。(参见实验一)
- 2、将装有 10mm 高大豆油的样品管小心放置入磁体柜上方样品孔内。
- 3、开启射频单元及梯度放大器的电源（如下两图）。



NM2010 射频单元面板



NM2011 梯度单元面板

- 4、单击工具栏上的  Demo 按钮，进入脉冲序列选择对话框。选择硬脉冲 FID 序列，并设置采集的射频频率为中心频率附近的一个合适值，再使用  GS 按钮进行连续单次采集，观察 FID 信号如图 1 所示(此步骤参照本实验教程第二节步骤 4)。

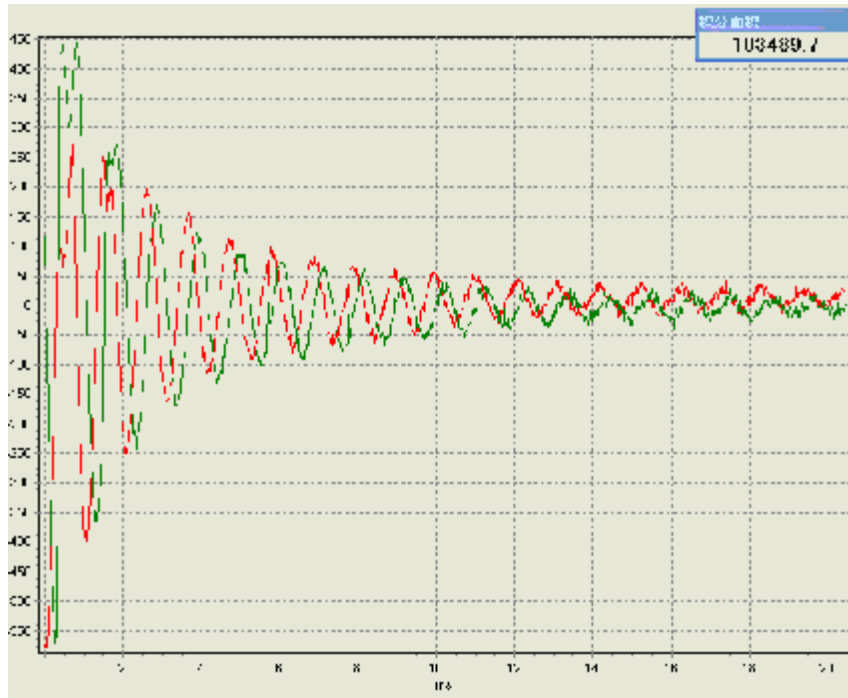


图 1

5、在采集面板下调节增益等级  $RG$ ，其它参数不变。分别设定  $RG=1$ 、2、3、4 时，观察采集信号的变化情况。在此基础上总结出  $RG$  对信号放大倍数的规律。如图 2、图 3 分别为  $RG=4$  和  $RG=1$  时的效果图。(此步骤参照本实验教程第三节步骤 4)



图 2  $RG=4$  时的效果图

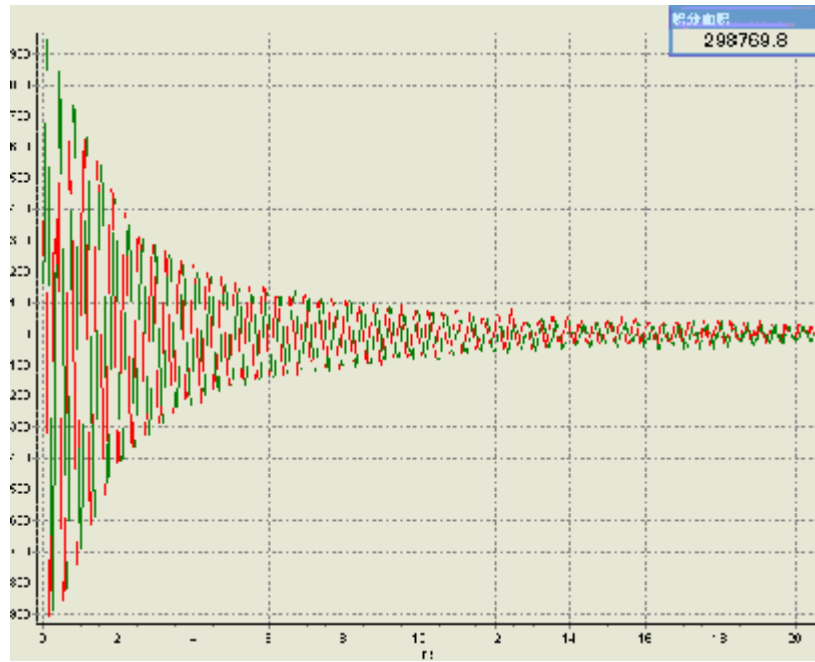


图3 RG=1时的效果图

6、观察图 3，发现信号有些失真，原因是增益过大。此时可以调节射频单元的增益调节旋钮，来减小增益，以消除失真，调节后信号如图 5 所示。

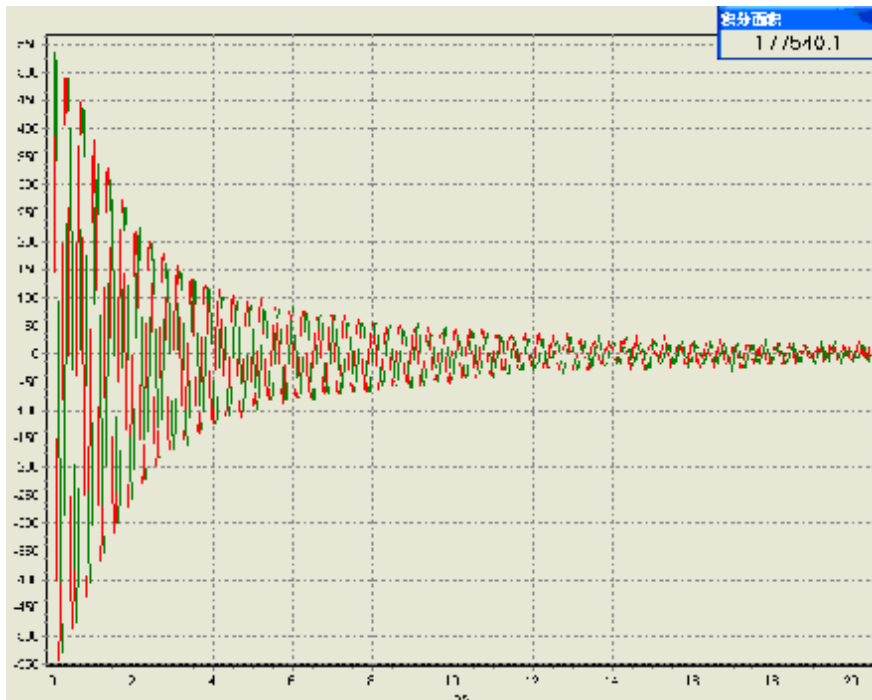


图 5

7、改变 P1 时间，分别为 10、20、30、40、50，观察信号的改变情况。总结出 P1 对信号失真的规律。通过调整 P1 时间，使得信号幅值达到最大而不会出现失真情形。

## (二) 方法 2

- 1、先将硬件面板上的增益旋钮打到最大值；
- 2、再用菜单命令打开文件DemoSPFid.fid，设置好共振频率，将参数RFA0设置前放增益RFA0为1（最大），然后采集FID 信号，将其FT，测量谱线的强度，记录为A1；
- 3、再将RFA0 改为2，重新采集FID 信号，将其FT，测量谱线强度，记录为A2；
- 4、若  $A1 \neq 2 \cdot A2$ ，则可减小仪器面板上旋钮的数值。重复上面的步骤 2、3，直到条件满足为止。

## 五、实验结果

- 1、RG 对信号放大的规律是：\_\_\_\_\_；
- 2、P1 对信号出现失真的规律是：\_\_\_\_\_；

## 六、结果讨论与思考题

- 1、有哪几种方式可以实现增益调节？
- 2、为什么需要增益调整？MR 信号非常微弱，因此需要很好的信号放大能力，因此放大倍数越高越好。
- 3、软件和硬件对自动增益的调整有什么区别？