

## 实验八 硬脉冲 CPMG 序列测量 T2

### 一、 实验目的：

- 1、掌握 CPMG 序列的特点；
- 2、掌握用 CPMG 序列测量 T2 时间的原理和方法；
- 3、了解采集参数对于回波链的影响；

### 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、实验原理：

#### 1、硬脉冲 CPMG 序列

硬脉冲 CPMG 序列是在自旋回波脉冲序列基础上，多次施加 180 度脉冲，从而得到多个回波信号的回波脉冲序列，其序列结构和回波情况如图 1 所示。

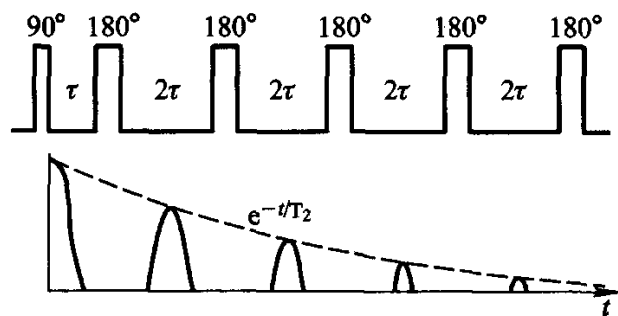


图 1 CPMG 序列示意图

在 90° 脉冲之后，经过时间  $t$  的散相之后，再加上 180° 的重聚脉冲，在  $t = 2t$  时刻得到第一个回波信号，之后又开始散相运动，在  $t = 3t$  时，再施加第二个 180° 的重聚焦脉冲，同样会在  $t = 4t$  时，横向磁化矢量又会汇聚而形成第二个回波信号，如此重复，可产生多个回波信号，不过回波信号的幅度在逐步减小。

#### 2、应用 CPMG 进行组织 T2 时间的测量

硬脉冲 CPMG 可以用来测量物质的 T2 值，因为在 90° 脉冲之后，分别在  $t = t, 3t, 5t, \dots, (2n-1)t$  时在 Y 轴上施加 180° RF 脉冲，就会分别在

$t = 2t, 4t, 6t, \dots, 2nt$  时得到相应的回波信号，从而得到一个回波波列，由每个回波峰值  $|M_y(t)| = M_0 e^{-2nt/T_2}$ ，形成的指数衰减曲线就是  $T_2$  衰减曲线，因此可以利用这个峰值衰减规律来测得样品的  $T_2$  值。

#### 四、实验步骤：



- 1、启动计算机，点击桌面图标  进入到如图 2 界面。再点击  按钮进入 WinMRIXP 操作界面，如图 3



图 2 核磁共振成像技术实验仪软件界面

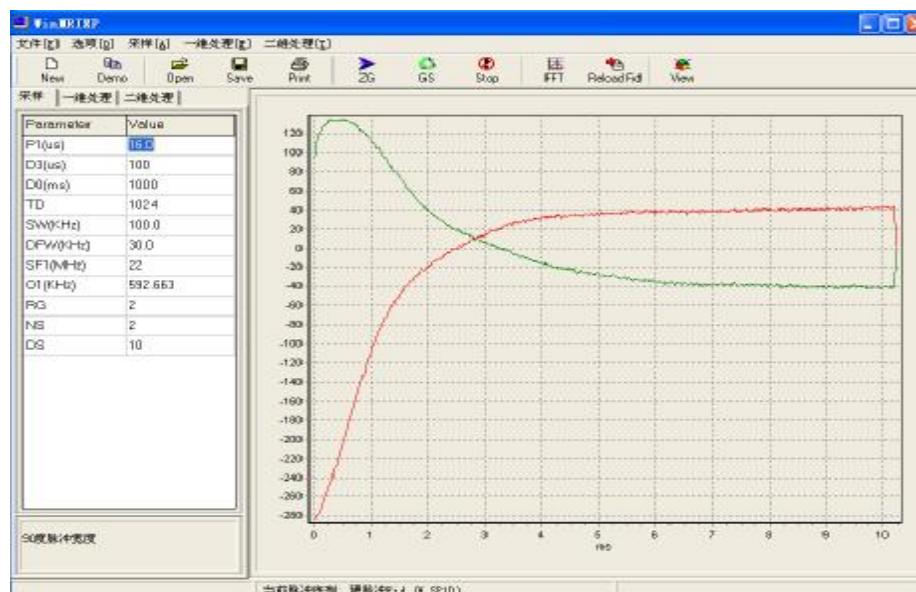


图 3 WinMRIXP 操作界面


- 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、重复实验一和实验二的内容，使系统处于磁共振实验状态。
- 5、选择  Demo 下的硬脉冲 FID 序列（参照实验二步骤 4），根据实验三的内容调节 P1 值使信号幅值达到最大值，记录下来此时的 P1 值，此时的射频脉冲即为 90 射频。

- 6、点击  Demo 按钮，选择硬脉冲 CPMG(H\_CPMG1D)序列，点击  OK 按钮。其序列图如图 2 所示，主要由一个 90 度射频脉冲和多个 180 度射频脉冲，及其各自的回波信号组成。

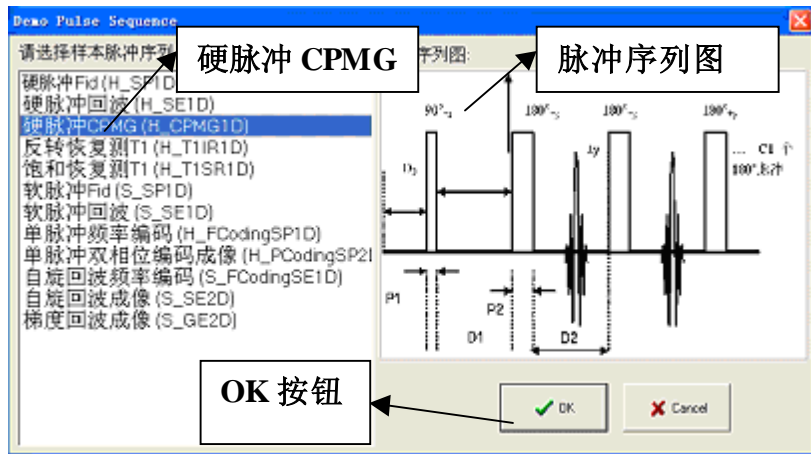



图 2

7、设置好中心频率（参照实验二步骤 4），D1 开始可设置为 4000，D2 的值设置为  $D2=2D1$ ；将 P1 值设置为第 2 步找到的值，P2 的值一般设置为  $P2=2P1$ ；TD 的设置 8192，在硬脉冲 CPMG 序列中最主要的一个参数就是回波个数 C1 的设置，改变 C1 的值，就能改变在窗口中观察到的回波个数，C1 设置为 4 个(具体参数见图 3)。

Parameter	Value
P1(us)	16.0
P2(us)	32.0
D1(us)	4000
D2(us)	8000
D0(ms)	1000
TD	8192
SW(KHz)	200.0
DFW(KHz)	30.0
SF1(MHz)	22
O1(KHz)	584.800
RG	2
NS	8
C1	4
DS	10

图 3 硬脉冲 CPMG 参数栏

8、单击使用工具栏里的单次采集  工具，逐步仔细调节 P1 和 P2 的值，以及 D1 和 D2 参数，使最终效果接近于图 4 的效果。

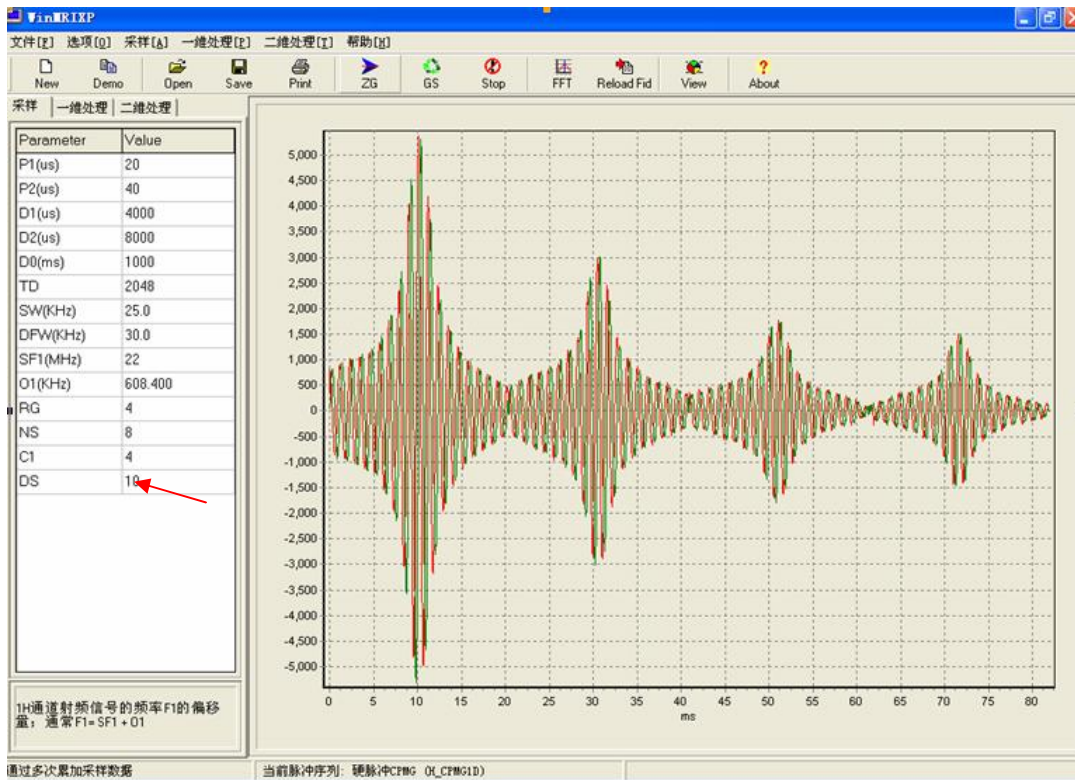


图 4

9、其它条件不变，将回波个数 C1 分别设置为 2、4、6、8、10，并再次调节上述各参数，分别观察回波信号的变化情况。如图 4 所示为 C1 为 8 时的参考波形。

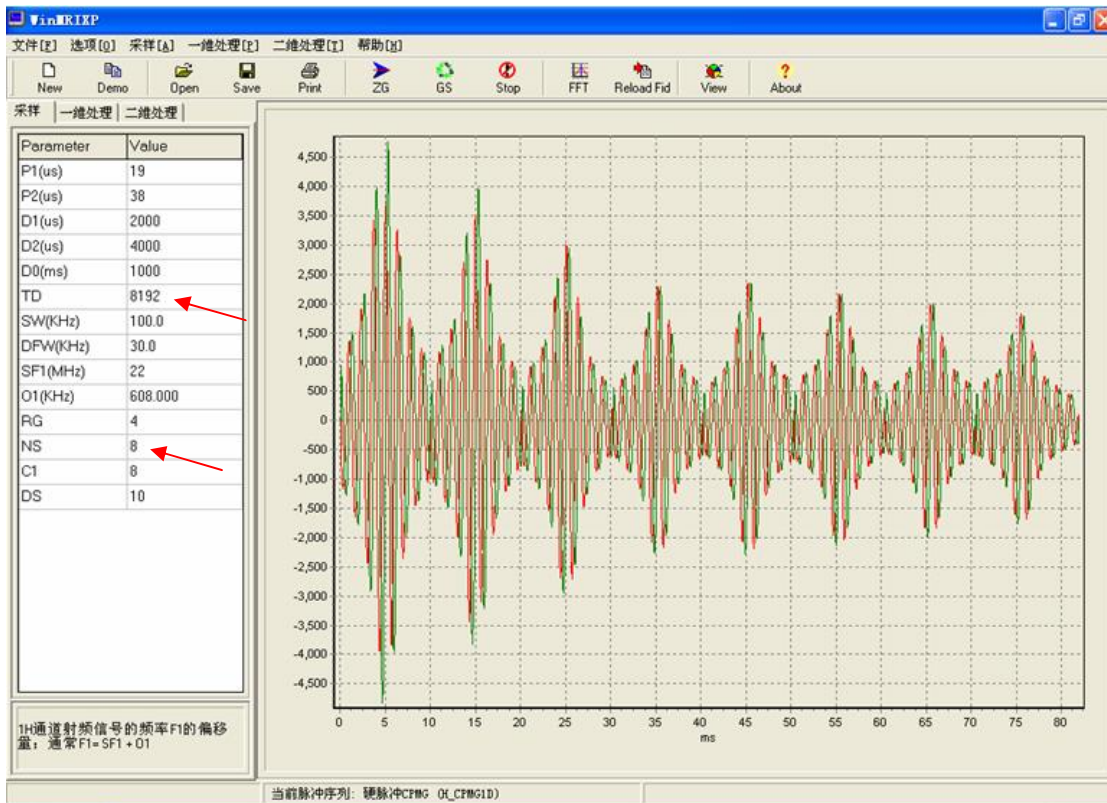


图 4 C1 为 8 时的 CPMG 参考回波序列

10、其它参数不变，分别改变采样点数 TD 为 4096、6154、8192、10240，观察回波信号的波形变化，并总结规律。

11、其它参数不变，分别改变 SW 为 50、100、150、200，观察回波信号的波形变化，并总结规律。

12、根据 7、8 步骤总结出来的规律，设定 C1 为 10，调节 TD 和 SW 的值，使得窗口中完全显示出 10 个回波链。

13、在 9 步骤的基础上，分别测量 10 个回波的幅值，并记录在下表中。

14、单击工具栏中的 T1T2 拟合按钮，输入 11 步骤测量的数据，完成 T2 的计算。

## 五、实验结果

### 1、测量数据表

回波编号	时间	幅值	回波编号	时间	幅值
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

2、最后计算得到的 T2=\_\_\_\_\_；

## 六、结果讨论与思考题

- 1、单个回波的幅值按照何种规律衰减？
- 2、回波链长度是否可以无限？