

图 2-6 真实运动(双重进动的合成)通过以螺旋状从半球的北极端降低到赤道区(此时纵向分量消失,横向分量出现)的向量 M 的顶端轨迹来描述。如果运动继续进行,向量顶端会沿着第2个螺旋转到南极(纵向分量的反转)

图 2-7 当置身于相对于固定坐标系 xOy(A)以角速度  $\omega_0$  旋转的参照系 (x'Oy') 中时,消除了围绕  $\vec{B}_0$  (Oz)轴的进动  $(\omega_0)$ : 90°射频脉冲的结果是磁矩  $\vec{M}$  围绕  $\vec{B}_1$  (B)的简单翻转或旋转,同时磁性(从起始时的  $\vec{M}z_0$  到结束时的  $\vec{M}xy_m$ )的纵向分量  $\vec{M}z$  (ML,L指纵向)减少而横向分量  $\vec{M}xy(\vec{M}T,T$  指横向)增加

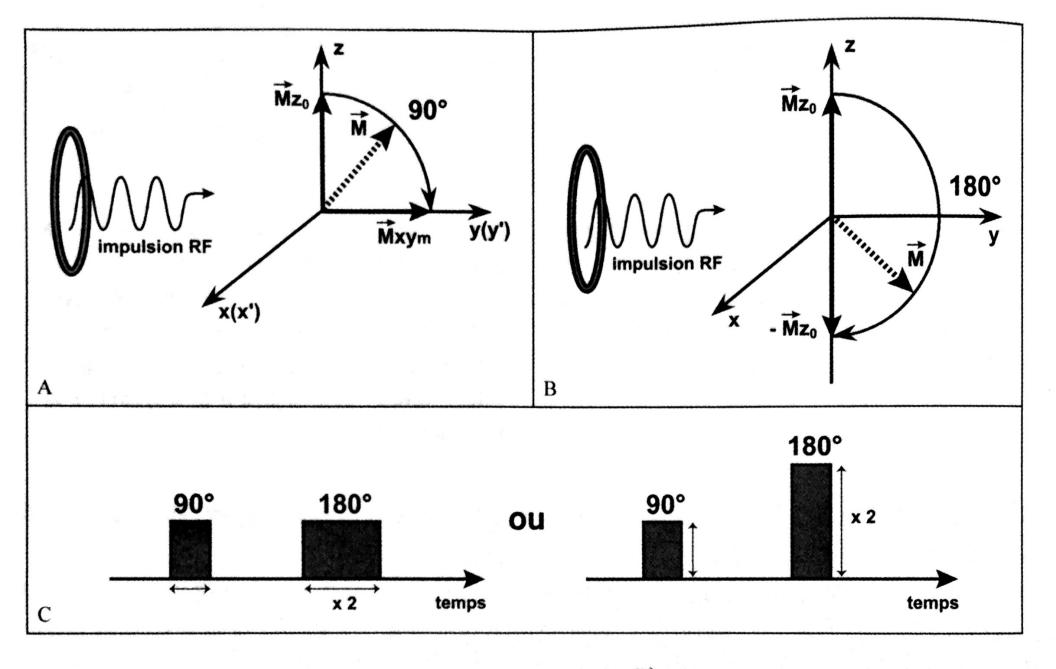


图 2-8 射频脉冲对宏观磁向量 M 的影响

90°脉冲:使得 M 向平面 xOy 偏转(A);180°脉冲使得 M 反向(B)。

为了得到 180°脉冲,可以施加 2 倍时间的射频脉冲或者 2 倍强度的脉冲。因此,当在时序图上描述射频脉冲时,可以将 180°脉冲表示成 90°脉冲的 2 倍长,或者 2 倍高(C)

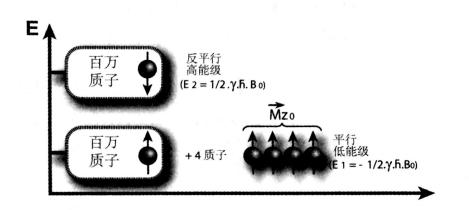


图 2-9 当处于磁场  $\vec{B}_0$  中时,质子只能取两个方向,并且取值量子化:平行(上状态, $E_1 = -\gamma h B_0/2$ )和反平行(下状态, $E_2 = +\gamma h B_0/2$ )

如果所处理的切片中包含2 000 004个质子,在  $\vec{B}_0$  作用下,这些质子将被分配成两组:100 万个反平行质子(高能级  $E_2$ )和 100 万十4 个平行质子(低能级  $E_1$ )。这 4 个多出的平行质子导致了宏观磁向量  $\vec{M}$  的出现,即平衡态时的  $\vec{M}_{Z_0}$ 

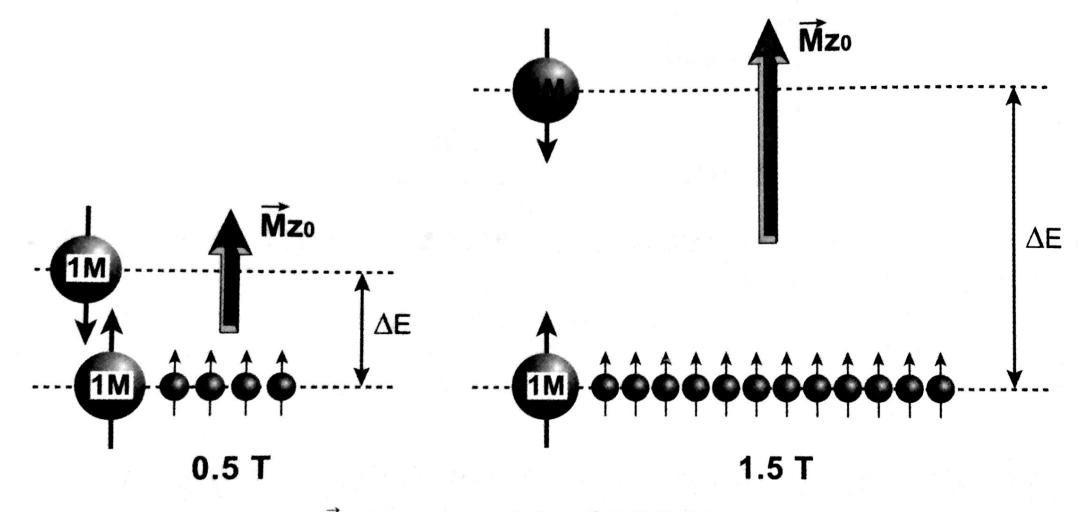
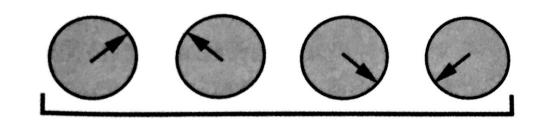


图 2-11 剩余质子数量与 $\vec{B}$ 。成正比(1.5T下多余平行质子的数量是 0.5T下的 3 倍),这将引发 $\vec{M}$ z。的相应变化



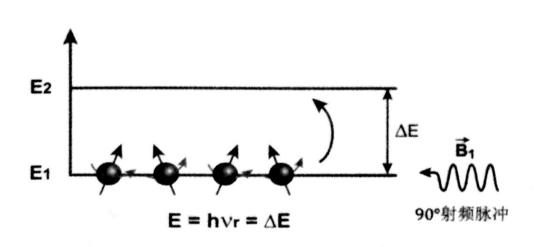
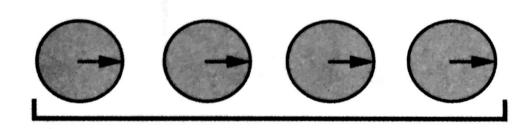
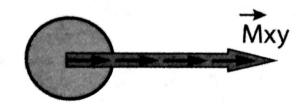


图 2-12 射频脉冲的能量  $E=hv_r=\Delta E$ (共振)引起了从低能级  $E_1$  到高能级  $E_2$  的跃迁



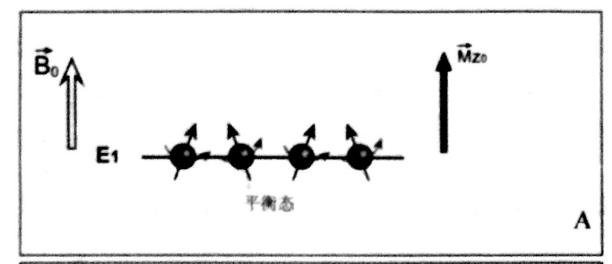
相散: 和 μxy=0

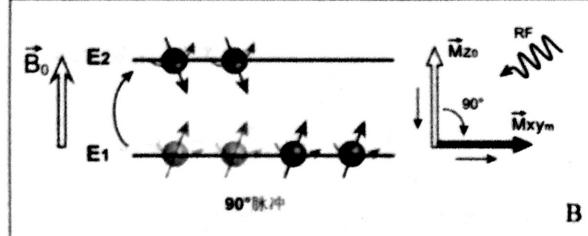


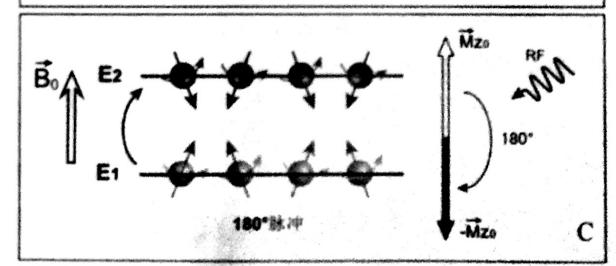


同相: 和 → 0 = Mxy

图 2-13 每个质子相对于其他质子的相位叠合产生了磁性的横向分量,称之为自旋或质子的相重聚或者相位相干







## 

A. 在施加射频脉冲之前,有 4 个多余平行质 子,它们是沿  $\vec{B}$ 。排列的宏观磁向量  $\vec{M}$  出现的原因. 因为质子的相散,此时并没有横向分量的存在:M 沿 Oz 轴排列, $\vec{M} = \vec{M}z_0$ ,  $\vec{M}xy = 0$ ; B. 射频脉冲引发 了从低能级 E1 到高能级 E2 的跃迁(平行到反平行) 以及质子的相重聚(Mz减小而 Mxy增加); 当有两 个剩余质子从能级 E1 跳到能级 E2 时,两能级上就 有着相同数量的质子: M 的纵向分量将不复存在 (Mz=0), Mxy 达到最大值(Mxym):此时脉冲为90° 脉冲; C. 当 4 个剩余质子都从能级 E1 跳到能级 E2 时,能级上的质子(多余部分)发生了反向排列,从而 使 M 的纵向分量也发生逆转,即一Mzo:此时脉冲是 180°脉冲