MR

进行MRI时，受检者躺在机械化平台上，平台被移入大型管状扫描仪的狭小内部之中，该扫描仪可产生强磁场。正常情况下，组织内质子（原子带正电荷部分）排列并无特别。但是，当质子处于强磁场内（如在MRI扫描仪内），则呈线性排列。然后，扫描仪发射无线电波脉冲，瞬间使所有质子不在一条线上。当质子再次于磁场内呈线性排列时，他们释放能量（称为信号）。信号强度随组织不同而不同。MRI扫描仪记录这些信号。通过计算机分析信号并生成图像。

通过调节电脉冲、磁场强度和方向以及其他因素，检查者能改变各种组织信号表现。例如，对于一种类型扫描而言，脂肪组织显示为暗黑，而另一种扫描，则显明亮。不同扫描提供互补信息，远多于一种扫描所得。

可将含有钆的造影剂（顺磁性造影剂）注入静脉或关节。这可以改变磁场，使图像更加清晰。

检查前，需要除去衣物，穿着不带纽扣、按扣、拉链或其他金属的外衣。所有金属物体（如钥匙、珠宝和手机）和可能会受磁场影响的其他物体（如信用卡和手表）均应留在MRI扫描室外面。检查时，人们必须静躺，有时必须屏气。因为扫描仪噪音大，受检者需要戴上耳机或耳塞。扫描时间可能需要20～60分钟。检查结束后，可以立即恢复日常活动。

PREAMP (前置放大器 / Pre-Amplifier) - 关键：低噪声放大

位置：紧接在射频接收线圈之后，通常是集成在线圈内部或非常靠近线圈的位置。

核心功能：

低噪声放大 (Low-Noise Amplification, LNA)。这是它最重要的任务。MR信号极其微弱（微伏级，μV）。在传输过程中极易被系统自身的电子噪声淹没。PREAMP 的第一个作用就是在信号离开线圈的瞬间，将其进行初步放大，使信号电平远高于后续电缆传输和电子电路引入的噪声。

保护信号完整性：通过在源头放大，减少了长电缆传输过程中的信号衰减和噪声干扰。

阻抗匹配：优化线圈与后续接收链路之间的阻抗匹配，确保信号高效传输。

关键特性：

极低的噪声系数 (Noise Figure)。这是首要指标。任何在PREAMP阶段引入的噪声都会被后续放大器级联放大，严重影响图像信噪比。SNR。

高增益：提供足够的初始放大倍数（如20-40 dB）。

靠近线圈：物理位置至关重要，通常集成在表面线圈或容积线圈的外壳内。

类比：就像在黑暗中用望远镜观察一颗极其微弱的星星。PREAMP 就像是一个超灵敏的光电放大器，在光子进入望远镜的第一时间就将其放大，避免被背景光（噪声）淹没。

MIXER 在 MRI 中的核心功能：下变频（Down-conversion）

- **问题**：人体发出的磁共振（MR）信号是一个**高频射频信号**（RF Signal）。其频率与主磁场强度（B0）直接相关。
  - 例如，在1.5T MRI中，氢质子的共振频率约为 **63.87 MHz**。
  - 在3.0T MRI中，约为 **127.74 MHz**。
  - 这个频率非常高，直接对其进行**模数转换**（ADC）需要极高速、高成本的ADC芯片，且信号处理难度大。

- **解决方案 - MIXER**
  - MIXER 的任务是将这个**高频的MR信号**（如63.87 MHz）与一个**本地振荡器**（Local Oscillator, LO）产生的**参考频率信号**（通常非常接近MR信号频率）进行**混频**（相乘）。
  - 通过混频，产生两个新的频率分量：**和频**（RF + LO）与 **差频**（|RF - LO|）。
  - 系统通过**滤波器**滤除高频的**和频**分量，只保留低频的**差频**信号。
  - 这个**差频信号**的频率很低（通常在kHz到几MHz范围），被称为**中频**（IF）或更常见的是**基带信号**（Baseband Signal）。具体是**I/Q信号**。
- **结果**：将**MHz级的高频信号**转换成了**kHz级的低频信号**，使得后续的**模数转换**（ADC）和**数字信号处理**（DSP）变得可行、高效且成本可控。

MIXER 的工作原理（数学与物理）

混频本质上是**非线性过程**，利用了三角函数的积化和差公式：

cos(A) * cos(B) = [cos(A+B) + cos(A-B)] / 2

From:
https://sujj.wiki/ - **落月思君归**

Permanent link:
https://sujj.wiki/doku.php?id=%E5%9F%BA%E7%A1%80:mr

Last update: **2025/08/25 20:48**