

磁共振成像系统梯度线圈的优化设计

潘辉¹, 郭煜晨¹, 谢军¹, 韩海涛¹, 史航¹, 王强龙¹, 刘震宇¹

¹中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

Abstract

随着磁共振成像在细胞显微成像等领域的广泛应用，磁共振成像系统的微型化成为现在研究的热点之一。梯度线圈作为磁共振成像系统的核心部件，其尺寸、磁场梯度值和电感等性能将直接影响磁共振成像系统的尺寸、成像分辨率和成像时间等参数。因此，在微尺度下高性能的梯度线圈设计是磁共振成像系统微型化面临的重要挑战之一。而传统的梯度线圈设计方法如目标场法、流函数法需要通过多圈线圈近似，线圈的圈数会直接影响到该方法的计算精度，圈数越多近似的精度越高。在实践中，为了使所有路径中的相等电流流动，必须引入电流回路。这些回路中的电流产生磁场没有增强梯度磁场，反而会抵消一部分有用磁场削弱梯度线圈的效率，并且导致载流表面的更长的几何形状和更高的电感。同时也导致梯度线圈更加复杂，增加了制造用于微尺度MRI的梯度线圈的难度。本文针对微尺度梯度线圈提出了以电压驱动的方式结合拓扑优化方法展开设计。通过COMSOL实现了磁场的积分计算，并结合敏感度模块计算其敏感度实现迭代优化。如图1c所示，为该方法设计出的横向梯度线圈构型，其简化了线型，提高了线圈计算的准确性，避免了在设计中需要通过离散近似引起的误差。该方法为梯度线圈性能的提升提供了更多的可能性。

Figures used in the abstract

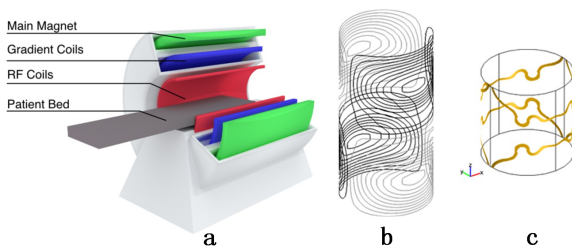


Figure 1: 图1 (a) 磁共振系统构成示意图[1] (b) 传统横向梯度线圈 (由流函数方法设计[2]) (c) 横向梯度线圈拓扑构型