苏州医工所提出高均匀度多层Halbach磁体设计理论

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20948.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

苏州医工所提出高均匀度多层Halbach磁体设计理论

。Halbach阵列磁体是由多个不同磁化方向磁块按规律组装而成的永磁体构型。得益于磁材利用率高、均匀性高、逸散场小的优势，Halbach阵列磁体在一些对于体积要求紧凑、可移动、可实时和原位检测的场景中得到广泛应用。近年来，因高均匀度多层Halbach磁体的研究和发展，便携型核磁共振系统成为低场磁共振系统的研究热点。然而，由于设计理论不完善，现磁体设计方法多采用近似计算或有限元仿真，存在计算精度不高、仿真优化费时费力等问题。磁体几何参数如何影响磁场强度及均匀度，以及磁块自身误差如何影响均匀度等核心科学问题尚待阐释。因此，亟需为多层Halbach磁体设计提供较为普遍适用的设计理论方法。

中国科学院苏州生物医学工程技术研究所研究员杨晓冬团队桌面磁共振波谱组构建了多层Halabch磁体优化理论，证明了多层Halbach阵列磁体中沿z轴的不均匀性最大；基于单层Halbach磁体磁场分布方程推导证明，建立多层Halbach磁体设计和优化模型。同时，该研究简化了多层Halbach阵列磁体的设计，仿真验证了基于不同半径、每层Halbach阵列长度和各层磁体间距的优化结果。该工作设计了由三层Halbach磁体组成的1T-Halbach阵列磁体验证理论结果。在调整磁体中可移动磁块位置后，在5mm标准核磁共振管内实现了220ppm的均匀性。

该研究为设计多层Halbach阵列磁体奠定了理论基础，以最大化均匀性并最小化磁体材料的使用，提高磁体制作效率、降低磁体加工制作成本，推动高均匀性Halbach磁体在桌面波谱仪以及小型磁共振设备的研究和应用。

科研团队基于这一设计理论，设计制作了0.5T、1T等多套Halbach磁体。该团队为华中科技大学、华东师范大学等提供了基于多层Halbach的紧凑型永磁桌面波谱系统，磁体重量在6kg以内，被动匀场后场均匀度在20ppm以内；在另一套0.5T磁体系统上实施主动匀场，场均匀度可达0.5ppm。后续，有望基于该理论设计制作高达2T的高均匀性Halbach磁体，为研制高性能桌面核磁共振波谱仪、桌面核磁共振成像仪奠定基础。

相关研究成果以*Theoretical foundation for designing multilayer Halbach array magnets for benchtop NMR and MRI*，发表在*Journal of Magnetic Reaonance*上。研究工作得到国家自然科学基金、山东省自然科学基金等的支持。

论文链接

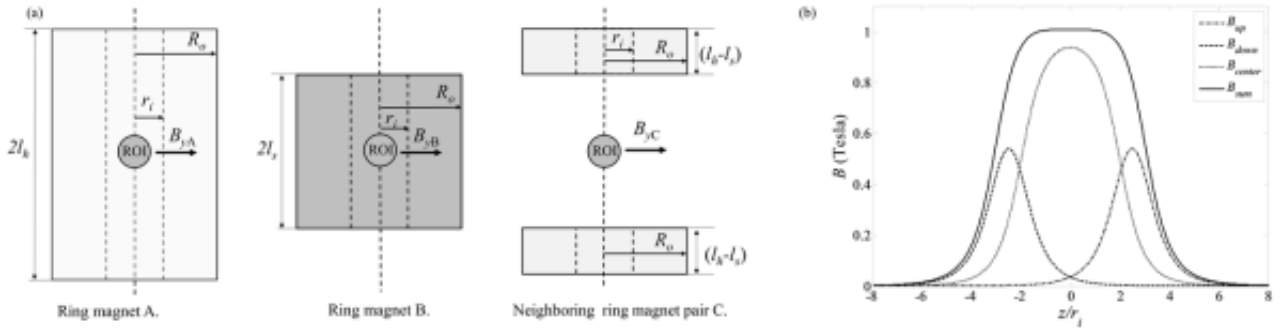


图1.研究提出的多层Halbach阵列磁体理论模型(a)及磁场均匀性补偿模型(b)

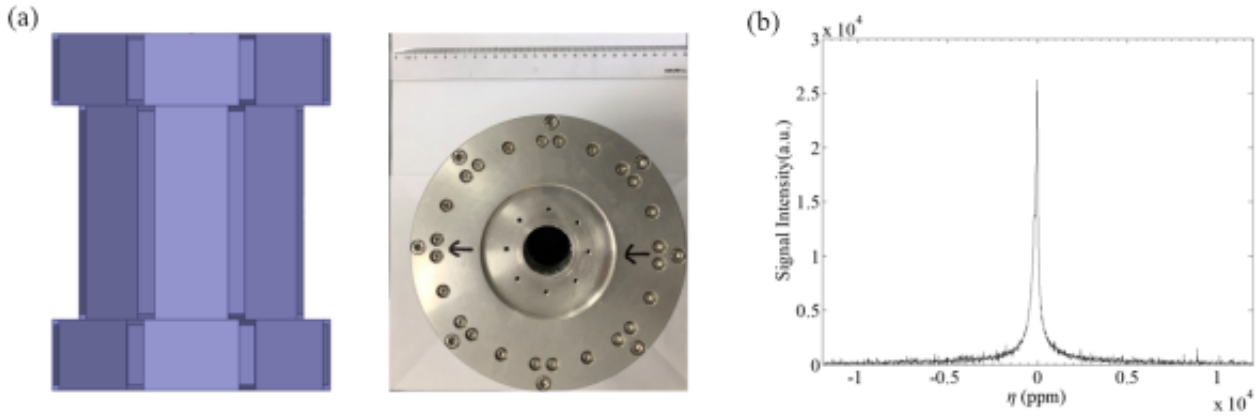


图2.基于该理论设计的磁体(a)及基于该磁体采集到的谱线(b)



图3.桌面0.5T核磁共振磁体系统

研究团队单位：苏州生物医学工程技术研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发