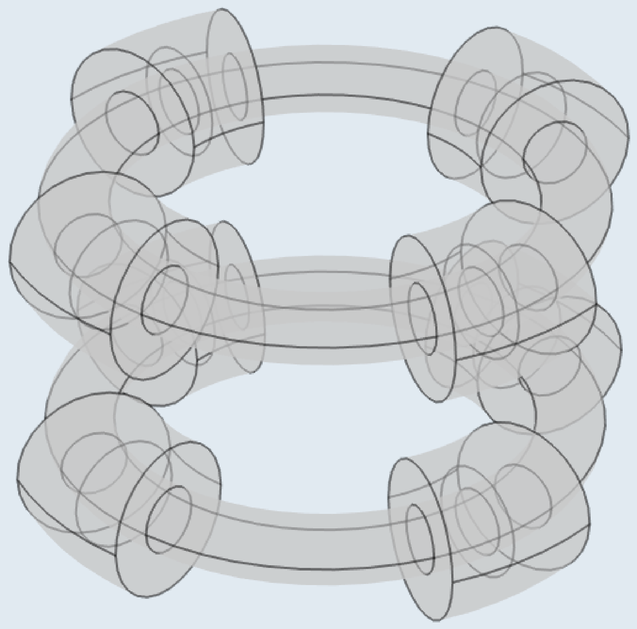
电子束磁偏转器

南方科技大学 李若寒

磁偏转器作为扫描电镜及电子束曝光机等设备的核心组件，承担电子束对中与扫描偏转等关键功能。本研究分别以低磁导率铝和高磁导率铁为线圈芯材料，基于COMSOL Multiphysics 的磁场模块与带电粒子追踪模块，仿真计算了线圈平面内的磁场分布，以及 100 keV 电子束通过偏转器后的偏转角度。

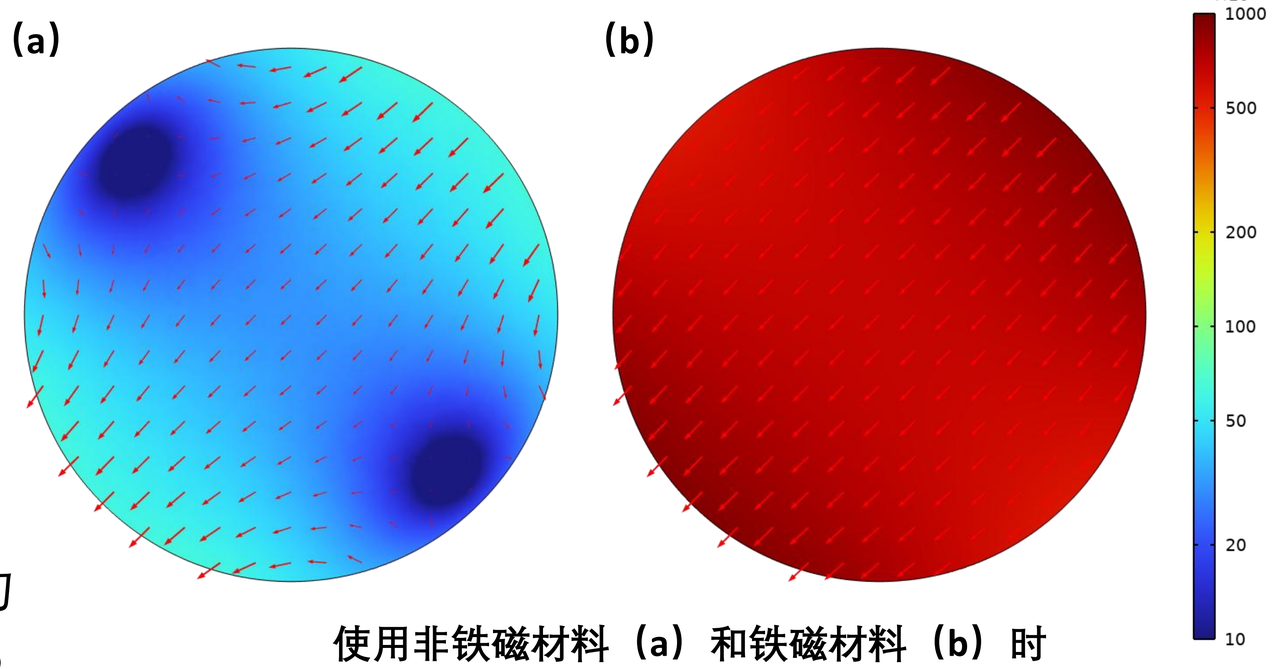


磁偏转器的磁场分析

磁偏转器的环形磁芯分别使用非铁磁材料与铁磁材料，且对第一层线圈全通电时，通过 COMSOL Multiphysics 的磁场模块仿真得到线圈产生磁场分布，并观察其横向切面磁通密度。

通过傅里叶分析将仿真获得的磁通密度展开为多级场。并以六级场系数与二极场系数之比 β 作为均匀性评价指标进一步分析。

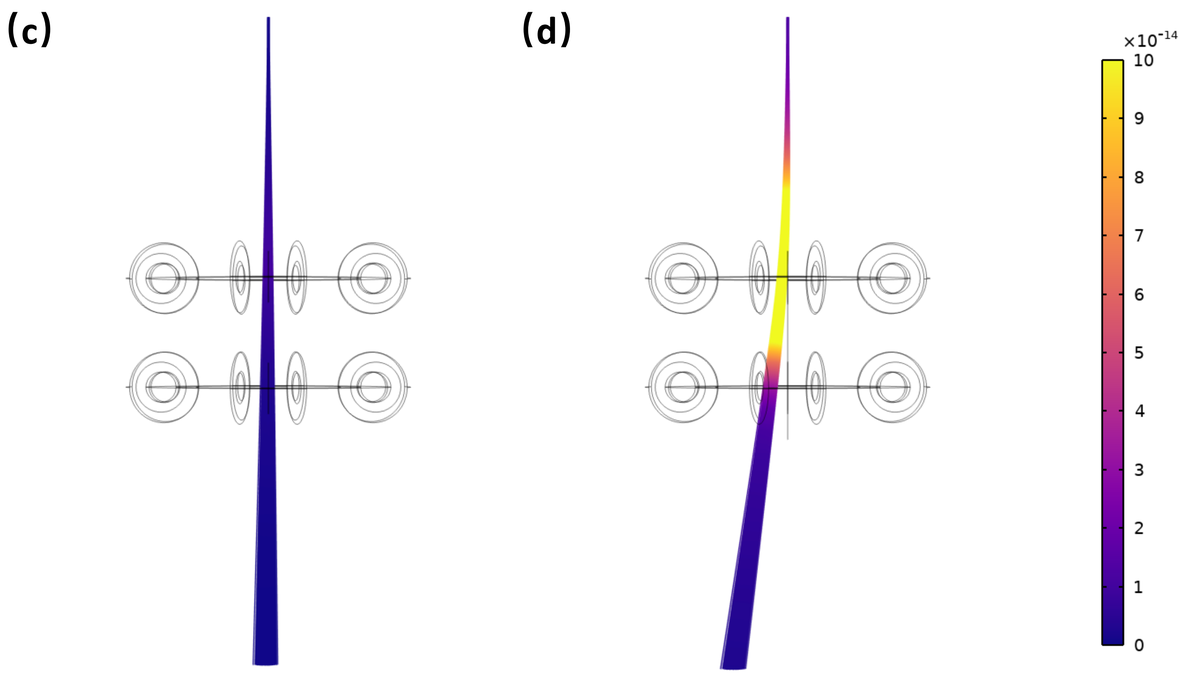
· 采用铁磁材料环芯可显著增强磁场强度。
· 采用铁磁材料环芯可显著增加线圈中心横向切面的磁场均匀性



使用非铁磁材料（a）和铁磁材料（b）时
磁偏转器第一层中心横向切面磁通密度

	非铁磁材料	铁磁材料
均匀场大小(*10^-3 mT)	0.310	6.708
均匀场指标β（*10^3 /m^2)	7.323	1.258

磁偏转器第一层中心横向切面均匀场大小与均匀性



使用非铁磁材料（c）和铁磁材料（d）时
100keV电子束偏转情况

经过磁偏转器的电子束分析

以上述磁场仿真为基础，使用带电粒子追踪模块，在磁偏转器轴心处添加 100keV 电子束，仿真得到经过磁偏转器后的粒子轨迹。在其他条件一致的前提下，电子束非铁磁材料与铁磁材料磁芯的磁偏转器后，电子束偏转角度分别为0.613°与10.737°，表明采用铁磁材料环芯可显著提高电子束最大偏转能力。

综上，在其余条件不变且以提升磁偏转器的偏转角度与磁场均匀性为目标时，高磁导率铁磁材料环芯相较低磁导率非铁磁材料环芯具有明显优势。