

Abstract

通过COMSOL 内置的AC/DC模块可以模拟铁磁材料在磁场下的行为，如磁滞回线等。该方法通过求解麦克斯韦方程组来对材料的宏观磁性性质进行刻画。然而若要仿真磁性材料内微观或介观层面上磁矩的动力学行为，则需要使用到微磁学模型（micromagnetics），即求解Landau-Lifshitz-Gilbert方程（LLG方程）。微磁学模型假设磁性材料的磁性由若干个模长守恒的等效磁矩构成，由于交换相互作用、磁偶极相互作用、磁晶各向异性等各种相互作用的存在，我们可以仿真磁性材料内的微观磁结构，如磁畴壁、磁涡旋以及具有拓扑性质的磁斯格明子等。除此之外我们也可以仿真磁矩的集体运动——自旋波。由于可以在绝缘体中传播，自旋波（在量子尺度上也被成为磁振子）有望取代传统的电子成为下一代信息技术架构的信息载流子。在本报告中我们将介绍使用COMSOL的数学模块自定义求解上述LLG方程。我们将仿真磁性材料内自旋波的激发、磁结构的性质、自旋波与磁结构之间的相互作用等物理现象。进一步地，我们设计了若干个基于自旋波的信息处理器件，为下一代自旋波计算机的构建打下基础。在最后我们将介绍将微磁学与COMSOL内置的其它物理场进行耦合，如磁矩与电磁场的耦合、磁矩运动与固体形变之间的耦合和有限温下的磁矩动力学行为等。

Figures used in the abstract

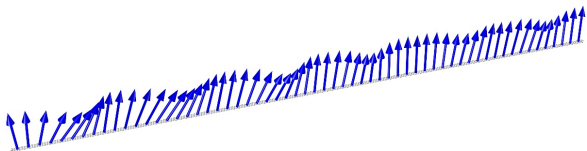


Figure 1: 准一维情形下的磁矩的分布，在初始状态下磁矩均朝竖直方向稳定排布，当使用局域外磁场激发时磁矩的进动会随着空间时间传播，即为自旋波。