近场光学中的数值模拟

赵礼

摘要

本文主要讨论近场光学中的数值模拟，研究的问题包括衍射光栅以及近场散射问题。

在衍射光栅部分，我们讨论了两种高效的计算方法:有限元方法和边界元方法。运用完美匹配层技术的自适应有限元方法是求解复杂衍射光栅非常有效的方法，可以得到高精度的数值解。采用边界积分方程和周期格林函数的快速算法的边界元方法也是一种高精度的数值方法。为了求解更为复杂的近场模型，我们提出把计算不同入射角入射到衍射光栅的散射波场的数值解作为一个基本的求解过程，采用边界元方法可以快速的反复求解这个问题。

在近场模型研究部分，我们连续分析了真空中的非均匀散射体、分层介质中的非均匀散射体以及周期介质中的非均匀散射体。对于前两种情形，我们运用基于体积分方程的CG-FFT方法作了数值模拟。对于最后一种情形，我们讨论了源的频域展开，分析了两种体积分方程之间的关系，构造了周期介质中的格林函数并给出了其数值算法，最后提出了一种单频展开的共轭梯度法来求解这个问题。该方法是关于格林函数的O(N)算法，数值算例表明了该方法的有效性。

关键词: 近场光学，衍射光栅，分层介质，近场模型，有限元方法，边界元方法，体积分方程，CG-FFT，周期格林函数，周期ý质的格林函数