PML 方法在间断波数散射问题中的理论及应用

梁 超

摘要

完全匹配层 PML 是求解时谐散射问题的一种重要方法，它的基本思想是在求解区域外添加一层有限厚度的特殊吸收层，从而将无界区域上的求解问题转化为有界区域上的计算问题。本文主要内容包括下面两部分：前一部分主要研究间断波数时谐声波散射问题的 PML 方法收敛性；后一部分主要考虑时谐声波散射问题的各向异性 PML 方法。

在第一部分内容中，我们研究了三维情形下两层介质时谐声波散射问题 PML 方法的收敛性。散射体外的区域被无穷平面分割为两个半空间，在不同的半空间中波数是不同的。我们用 PML 层把计算区域围住，并在 PML 层的最外侧使用齐次边界条件。利用不同的证明技巧，当 PML 介质参数或者 PML 层的厚度趋于无穷时，我们证明了 UPML 方法和圆形 PML 方法的指数收敛性。

在第二部分内容中，我们介绍了在各向异性完全匹配层 APML 方法上取得的进展。各向异性完全匹配层方法在矩形区域外定义了一个连续型向量场，这样可以让我们沿着向量场方向做复坐标延拓。基于最短距离的想法，我们提出了一种新的构造连续型向量场的方法。基于此构造方法，在不需要对 PML 层厚度做任何假设的情况下就能够证明延拓后 Green 函数的指数衰减性，且该方法更适用于间断波数的散射问题。进一步，利用反射原理技巧，我们证明了 PML 问题在 PML 层中的稳定性和 PML 方法的指数收敛性。最后我们给出了数值算例来验证新方法的有效性。

关键词：时谐散射问题，指数收敛，各向异性完全匹配层方法(APML)，
单轴完全匹配层方法(UPML)，圆形完全匹配层方法，两层介质