基于通量重构方法的高精度湍流模拟研究

1. 绪论
   1. 研究背景和意义

计算机的发明是上个世纪最重要的科技成果之一。1965年，摩尔提出了以他名字命名的著名定律，即计算机的计算能力每18到24个月就能提升一倍，这一定律至今仍未失效。计算机所带来的计算能力的巨大提升大大拓展了流体力学的研究方向。除了传统的理论分析和实验研究之外，计算流体力学在Lax、Wendroff、Godunov等先驱的努力下得以建立，并在随后的数十年中迅速发展。到上世纪末，基于二阶精度有限体积法的计算流体力学软件已成功应用到包括汽车、航空、航天等工程领域。

进入二十一世纪以来，超级计算机的出现再一次推动了计算流体力学的发展。在硬件上，多核心处理器技术、高速网络技术和计算节点集群的建立是超级计算机的核心；在软件上，进程间通信框架（MPI）、共享内存计算框架（OpenMP）等的出现成为了编写并行计算流体力学程序的基石。通过使用大量的计算核心并行计算，求解流体力学问题的效率得到了成百上千倍的提升。从另一方面来说，对于之前无法进行计算的大规模复杂流动问题，现在也有了可以进行计算的软硬件平台。

硬件技术的发展也对计算流体力学的算法设计提出了新的要求。对于复杂的湍流流动而言，传统的二阶精度有限体积法需要高密度的计算网格，计算代价仍然很大。另一方面，现有的大部分有限体积法软件是基于结构网格的，用于复杂工程流动时需要花费大量的人力成本划分网格。因此，发展基于非结构网格的高精度湍流模拟方法能有效地解决这些问题。

* 1. 研究内容与现状

第二章 通量重构方法