

解决方案：曙光航空航天高性能计算方案 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/207/2021_2022__E8_A7_A3_E5_86_B3_E6_96_B9_E6_c40_207188.htm 摘要

CFD-FASTRAN 软件是由CFDRC公司与美国NASA联合开发的专门用于航空航天领域空气动力学计算的CFD软件，该软件可广泛应用于飞行器的亚、跨、超和高超音速的气动力学计算和一些特殊气体动力学问题如直升机旋翼、导弹发射、座舱弹射、投弹、机动和气动弹性等。本文针对航空航天高性能计算提出了一套完整的集群解决方案，并在此平台上对FASTRAN并行性能进行了详细的测试。测试结果表明，FASTRAN软件可以方便的部署和运行于曙光集群系统，并能够获得令人满意的加速比。 关键字 CFD，FASTRAN，并行，航空航天

1.FASTRAN介绍 CFD-FASTRAN是CFDRC公司与美国NASA联合开发的专门用于航空航天领域空气动力学计算的CFD软件，在当前所有为航空航天设计的计算流体力学软件中位于前列，被广泛应用于飞行器的亚、跨、超和高超音速的气动力学计算和一些特殊气体动力学问题如直升机旋翼、导弹发射、座舱弹射、投弹、机动和气动弹性等。CFD-FASTRAN具有挑战性的功能是将基于密度的可压缩欧拉方程和N-S方程同多体运动力学、有限反应率化学和非平衡传热学耦合起来，解决一系列极为复杂的航空航天问题。CFD-FASTRAN具有强大的技术优势，它体现在：@多年同美国国家航空和宇宙航行局（NASA），美国能源部（DOE），美国国家科学基金会（NSF）等机构的合作，使CFD-FASTRAN不断得到完善和发展。 @CFD-FASTRAN专门针对航空航天设计，可以计

算包括超高速流动，移动体，气动热化学和气弹等复杂艰辛的课题。@CFD-FASTRAN充分考虑了行业的需要，开发出航空航天工程师所需要的前处理、后处理程序。正是基于上述原因，使得FASTRAN在全球拥有巨大的用户数量并获得了广泛的认可。在美国军方，CFD-FASTRAN软件一直用于先进战斗机的设计，其中著名的应用案例包括F-16战斗机翼身气动弹性分析、Martin Baker MK16座椅弹射设计、F/A18杰达姆投弹模拟设计以及X34机高超音速激波模拟设计等，如下图所示。此外，近期NASA采用CFD-FASTRAN模拟了在9500英尺高空高速飞行（7倍声速）状态下的飞行器分离情况。高速分离现象一直是CFD软件很难模拟的领域，但如下图所示

，FASTRAN很好的模拟了飞行器分离过程中整个流场的速度和温度分布。随着中国航天航空事业的快速发展，尤其是载人航天技术的巨大成功，我国科技人员对空气动力学的数值模拟研究提出了越来越多的需求，常规的计算能力远远无法满足复杂的大型飞行器设计所带来的巨大需求。因此，采用大规模集群技术成为最佳选择。FASTRAN支持大规模并行计算集群系统，它可以采用两种并行计算环境，一种为我们熟知的MPI，适用于非结构化网格；一种为自行开发的MDICE，适用于结构化网格。由于FASTRAN的大多数湍流模型仅针对结构化网格，因此本文仅对MDICE并行环境下的FASTRAN性能进行了测试，并根据测试结果提供了一套完整的集群解决方案。

2.曙光航空航天高性能计算解决方案

曙光高性能集群由若干台高性能节点机、高速计算网络连接到一起组成，并通过监控系统 and 一组集群管理软件对其进行有序管理。曙光集群的基本体系结构如下图1所示，主要包括节点、网络、

存储、监管和软件等几个部分。根据用户对计算规模需求的不同，可以对节点、网络 and 存储等进行量身定制。

2.1. 节点机

节点机主要包括三类节点：计算节点、管理/登入节点和IO节点。

2.1.1. 计算节点

计算节点主要用于完成FASTRAN的计算任务，因此要求：

- @有很强的计算能力，对CFD而言特别是浮点运算能力。
- @有适量的内存以使前处理和求解时数据能完全驻留在物理内存中。经验表明，一般每个CPU至少分配1GB内存。
- @支持高速、低延迟的通讯网络

针对以上要求，我们推荐计算节点采用两路的曙光天阔R210A（可升级到双核）或者4路的曙光天阔R4280A。R210A支持两颗200 Series的Opteron处理器，同时根据需要可以轻松扩展到双核；R4280A则支持4颗Opteron 800 Series单核或者双核处理器，这两种服务器都具有极高的性能，非常适合用于构建高性能集群系统。体现在：

- @Opteron系列处理器较Xeon架构的处理器具有更高的性能。AMD的Opteron系列处理器采用创新的直连架构，通过在处理器内部集成内存控制器而大幅降低内存延迟，提高数据访问速度。由于消除了Intel固有的共享带宽瓶颈，使得AMD平台的内存带宽随着处理器数量的增加而成倍的增加，例如4路的R4280A配合双通道DDR400内存可以提供最高达4*6.4GB/s的理论内存带宽，这尤其适合浮点密集型和内存密集型的CFD应用程序。此外，Opteron处理器在提供强大的计算能力的同时具有业内出名的低功耗，用户通过选用基于Opteron平台的处理器能够大幅降低在供电与散热系统上的开销，可以最大限度的降低TCO。
- @采用四路的曙光天阔R4280A可以获得极高的性能。AMD的超传输技术将4颗CPU直接连接在一起，两颗CPU之间可以提供高达6.4GB/s

的通讯带宽和纳秒级的延迟，这使得1个四路的SMP系统比采用任何高速网络互联的2个两路系统的性能都要高。此外，在CPU数量需求一定的情况下，采用4路的R4280A可以大幅减少网络设备（网卡、交换机、网络监控卡）从而降低系统成本。采用升级到双核的曙光天阔R210A作为计算节点可以在获得高性能的同时降低系统成本。采用一颗AMD的双核处理器可以获得50-70%左右的性能提升（参见AMD官方网站测试数据），这使得其具有几乎相当于两路单核处理器的性能。同时，采用Opteron的DP产品较MP产品的成本更低。用户通过选用双核R210A可以获得性能与价格的平衡。

2.1.2. IO节点

IO节点由存储设备、NFS文件系统等组成。IO节点作为NFS文件系统主节点，外挂磁盘阵列或者连接其它存储设备，负责文件的I/O操作。其它节点包括计算节点和管理登入节点访问存储设备的请求都要通过I/O节点完成。由于IO节点和存储系统密切相关，所以IO节点将在后面存储系统中详细讨论。

2.1.3. 管理/登陆节点

管理/登入节点是外部设备和集群系统之间连接的桥梁，任何用户和系统的管理员都只能通过管理/登入节点才可能登陆到节点机子系统上，事实上，管理/登入节点是一个多种身份于一身的节点，它具有登入、管理和作业提交等功能。但总的来说，系统对管理/登入节点要求不高，只要采用相对经济的配置就可以了，但必需保持和计算节点、IO节点同构。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com