



杰出青年人才发展专项计划年度进展报告书

(2012 年度)

姓名	杨超	课题名称	数十万核可扩展并行数值 PDE 解法器应用研究
资助金额	160 万元	课题起止时间	2012 年 1 月至 2015 年 12 月
资助类别	应用基础研究类	所在部门	并行软件与计算科学实验室
研究工作主要进展和阶段性成果（含论文、研究生培养等）			
<p>一、研究工作</p> <ol style="list-style-type: none">与清华大学、国防科技大学合作，全面开展了适应于 CPU-GPU 大型异构系统的高性能并行算法的研究。在前期研究的基础上，对全球大气浅水波模式进行了全面的算法重构和程序优化，主要工作包括：(1) 提出内外层可调的 CPU-GPU 子区域划分方案，充分发挥 CPU 和 GPU 的计算能力；(2) 提出 cubed-sphere 网格上的水管流通讯模式，最大程度实现计算-通讯的相互重叠；(3) 全面的 CPU、GPU 程序优化方案。最终，在天河 1A 系统上最大使用 3750 个计算节点(45000CPU 核+52500GPU 核)，程序的双精度性能达到 0.8Pflops (是峰值性能的 32.8%)，并实现了接近最优的强、弱可扩展性。这一工作比 2011 年获得 Gordon Bell 奖的工作（日本 TSUBAME2.0 系统，1.6 万 CPU 核+5.6 万 GPU 核，双精度 0.26Pflops）高出一倍以上，并已经被并行软件领域的顶级国际会议 PPoPP’ 13 接收。进一步开展了相场问题的高可扩展算法研究，研究了耦合 Cahn-Hilliard/Allen-Cahn 方程和 PFC 晶体方程，取得了一系列结果，并投稿 DD21 和 IPDPS 国际会议。进一步开展了基于 Euler 方程的大气模拟的研究，取得了一些新计算结果。开展了格子 Boltzmann 方程的全隐式方法的研究，并取得了一些初步结果。于 2012 年 6 月至 12 月访问美国科罗拉多大学蔡小川教授。			

二、论文发表

共 3 篇：包括国际顶级会议 1 篇，SCI 检索 1 篇，均为第一作者。

1. Chao Yang, Wei Xue, Haohuan Fu, Lin Gan, Linfeng Li, Yangtong Xu, Yutong Lu, Jiachang Sun, Guangwen Yang and Weimin Zheng, A Peta-scalable CPU-GPU Algorithm for Global Atmospheric Simulations, to appear in: proceedings of 18th ACM SIGPLAN Symposium on Principles and Practice of Parallel Programming (PPoPP' 13), February 23-27, 2013, Shenzhen, China.
2. Chao Yang, Jiachang Sun, New six-node and seven-node hexagonal finite elements, Appl. Math. Comput., Vol. 218, No. 24 (2012), pp. 11763–11774.
3. Chao Yang and Xiao-Chuan Cai, A fully implicit compressible Euler solver for atmospheric flows, in: proceedings of the 20th Intl. Conf. on Domain Decomposition Methods (DD' 20).

三、科研项目

目前在研项目包括：主持国家自然科学基金项目 2 项，主持国家重点实验室专项基金资助项目 1 项，主持横向合作项目 1 项，主持院项目 1 项，参加国家 973、863 项目各 1 项。

四、研究生培养

目前作为第二导师，指导的学生包括：硕士生尹亮（与国科大马石庄研究员合作）、和硕士徐阳彤（与清华大学薛巍副教授合作）和硕博生甘霖（与清华大学付昊桓副教授合作）。

五、获奖

2012 年度中国科学院卢嘉锡青年人才奖

下一年度工作计划，包括国内外合作与交流计划

一、研究工作

1. 进一步全面开展异构众核平台上的可扩展算法研究，推进在国产大型计算机上的优化工作，在顶级国际会议上发表 1-2 篇论文。
2. 推进推进大气全隐式数值模拟的相关工作，针对大气 Euler 方程，全面开展隐式方法和相关解法器、预条件子的工作，着重进行全三维问题的相关工作，发表 1-2 篇高水平国际期刊论文。
3. 进一步开展相场问题、MHD 模拟、材料科学模拟等应用领域的相关工作，发表 1-2 篇论文。

二、国内学术交流与合作

进一步与国防科技大学、清华大学等单位开展更紧密的学术合作，取得更多更好的合作成果；积极参加国内的学术会议并与同行交流。

三、国际交流与合作

有选择地参加并行计算领域的顶级国际学术会议和一些有代表性的国际学术会议，积极在会议上做报告并与国际同行交流；与一些境外高水平科研机构进一步开展短期互访。

年度经费使用情况概要	
本年度经费使用合理，基本按照预算执行。	
存在的问题、建议及其他需要说明的情况	
无。	

备注：1.杰出青年人才入选者应实事求是地填写此报告，禁止弄虚作假；
2.此报告作为专项计划跟踪、管理的主要依据，每年报送人力资源处；
3.此报告将在所网站对外发布。