

计算力学自主软件基金资助情况通报及研讨会¹⁾

宁建国^{*,2)} 马天宝^{*} 詹世革[†] 张攀峰[†]

^{*}(北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室, 北京 100081)

[†](国家自然科学基金委员会数理科学部, 北京 100085)

2012 年 11 月 10~11 日,“全国计算力学自主软件学术研讨会”在湖南长沙召开. 本次会议由国家自然科学基金委员会数理科学部主办,北京理工大学承办.

2007 年 1 月 23~24 日,国家自然科学基金委员会数理科学部主办了“力学自主软件发展研讨会”. 与会专家从如何看待力学软件研究、怎样选题和评价、力学软件如何发挥作用、今后如何发展、基金委如何推动、基金项目如何资助等方面进行了深入细致的讨论,认为我国自主计算力学软件资助的总体思路应该是“需求做牵引、科学做支撑、市场为辅助、工程化为目标”,贯彻“确切定位、基础做起、量力而行、稳步推进”的指导方针,在不影响现有资助状况下,增加对急需与薄弱方向的支持,重点资助自主开发与集成开发软件的算法与平台,着力支持发展专用与急需软件,为力学软件走向商业化与工程化积蓄能量. 研讨会后,数理科学部将“计算力学软件集成与标准化”列入宏观调控方向,并在力学科学处的面上项目中专列“计算力学软件”项目予以倾斜资助.

本次“全国计算力学自主软件学术研讨会”是在 2007 年“力学自主软件发展研讨会”基础上的延续与发展,会议邀请了国内计算力学领域知名学者和国家自然科学基金“计算力学软件”资助项目负责人 30 余人参加.

会议开幕式由基金委员会数理科学部力学科学处处长詹世革研究员主持. 基金委员会数理科学部常务副主任汲培文研究员在开幕式上作了重要讲话,他希望通过这次会议,深入交流和探讨计算力学软件的最新进展、发展趋势及面临的挑战,促进国内同行间的深入合作以及计算力学软件的交叉和融合,总结和探讨计算力学软件资助模式,提出今后

资助的主要方向、重点领域与资助策略,以进一步推动计算力学学科与国家重大工程研究的结合.

为了使参会专家和代表更全面地了解国内外计算力学软件的发展现状及发展趋势,国家自然科学基金委员会数理科学部组织相关专家起草了“计算力学软件相关研究进展报告”,并委托北京理工大学宁建国教授执笔完成. 会上,宁建国教授代表专家组宣读了该报告. 报告从计算力学软件国内外发展现状与趋势、我国自主计算力学软件面临的挑战与对策、国家自然科学基金“计算力学软件”资助情况及相关问题探讨等方面进行了深入细致的分析,获得了与会专家和代表的一致认可和好评.

本次会议特别邀请了国防科技大学邓小刚研究员和大连理工大学陈飙松研究员分别就本单位在计算力学自主软件开发方面的研究成果分别作了题为“高精度数值模拟方法应用研究”和“自主计算力学软件平台 SiPESC 研发进展”的大会报告.

项目负责人报告由基金委员会数理科学部力学科学处项目主任张攀峰教授主持. 国家自然科学基金“计算力学软件”资助项目负责人代表北京大学刘剑飞教授、郑州大学曹伟教授、北京理工大学马天宝副教授以及上海大学董力耘副教授分别做了题为“六面体网格质量改善研究及软件开发”,“基于黏弹性的微注射成型三维流动模拟及软件开发”,“二维爆炸与冲击问题仿真软件集成与开发”,“基于元胞自动机模型的行人流模拟软件开发”的报告,汇报了研究工作进展以及对基金资助的意见,其他未作报告项目负责人也踊跃发言并展开讨论.

为了更深入地探讨国家自然科学基金对自主计算力学软件的资助模式,本次会议特别安排半天的时间就“计算力学软件”项目资助的主要方向及重点领域、项目验收与评价、软件开放与推广等问题开展

本文于 2013-01-04 收到.

1) 国家自然科学基金资助项目 (11242002).

2) E-mail: jgning@bit.edu.cn

了专题研讨. 会议邀请专家清华大学刘彬教授、大连理工大学胡平教授、西北工业大学邓子辰教授、湖南大学韩旭教授、国防科技大学卢芳云教授、南京航空航天大学赵宁教授和中国科学院力学研究所杨国伟研究员等分别就自己的科研经历对自主计算力学软件的发展方向、基金资助和验收的模式等方面提出了非常具有建设性的意见.

会议期间, 与会专家和项目负责人还特别对 2008~2012 年度国家自然科学基金委员会数理科学部资助的 28 项“计算力学软件”项目进行了分析, 并将这些获资助的项目大致分为 3 类:

(1) 针对解决科学问题的相关算法及软件

这一类“计算力学软件”资助项目属于针对某一类科学问题开展的相关算法研究及软件开发工作,

如“开放式面向对象结构有限元分析软件的设计与开发”项目针对有限元系统开放性体系结构设计方面开展了研究, 包括有限元数据库、有限元分析系统类库与框架设计、有限元分析系统的开放接口等, 研发了开放式结构有限元系统; “六面体网格质量改善研究及软件开发”项目针对六面体网格生成技术中所遇到的网格质量差或出现非法单元等关键基础问题, 提出了小多面体重连方法, 并开发出专门的六面体质量改善软件, 相关工作还获得了国家自然科学基金的二次资助; “基于图分裂的自动多重子结构模态综合方法以及结构-噪声耦合振动的研究”项目针对模态分析这一有限元分析中的基础问题, 开展了基于图分裂的自动多重子结构方法研究工作, 以适应超大规模工程有限元分析中大量模态的求解.

	批准号	项目名称	负责人	依托单位	项目执行情况
1	10872042	开放式面向对象结构有限元分析软件的设计与开发	陈飙松	大连理工大学	已结题
2	10872041	基于多重多级子结构的多尺度并行有限元软件开发	张盛	大连理工大学	已结题
3	10972005	基于图分裂的自动多重子结构模态综合方法以及结构-噪声耦合振动的研究	陈璞	北京大学	执行中
4	10972006	六面体网格质量改善研究及软件开发	刘剑飞	北京大学	执行中
5	11072039	复杂工程预测方法的若干问题与数值软件集成	王瑞利	北京应用物理与计算数学研究所	执行中
6	11072050	开放式计算力学软件平台的集成化技术研发	李云鹏	大连理工大学	执行中
7	11172005	六面体网格自动生成研究和软件开发	刘剑飞	北京大学	二次资助项目
8	11172267	面向大规模可动边界流场计算的并行非结构网格生成软件研制	陈建军	浙江大学	二次资助项目
9	11272011	面向工程设计的有限元软件系统架构研究	陈璞	北京大学	二次资助项目
10	11272285	基于特征的大规模非定常流场可视分析方法研究及软件研制	解利军	浙江大学	2013 年起执行
11	11272013	计算力学基本计算及可视化工具程序包的开发与集成	蔡庆东	北京大学	2013 年起执行
12	11272312	基于 GPU 的离散模拟统一计算软件框架研究	王小伟	中国科学院过程工程研究所	2013 年起执行

(2) 密切结合国家需求, 针对解决特殊问题的工程软件

这一类“计算力学软件”资助项目均属于针对解决特殊问题的工程软件, 如“注塑模 CAE 软件 Z-MOLD 的集成化研究”项目针对制造业领域广泛应用的注塑成型技术, 基于自主研发的注塑模 CAE

软件 Z-MOLD 开展了进一步的集成化研究, 包括成型模拟 - 微观结构演化 - 残余应力 - 翘曲变形的集成分析, 以及成型模拟与模具优化设计、工艺条件优化的集成等; “二维爆炸与冲击问题仿真软件集成与开发”针对国防领域高效毁伤战斗部的仿真设计, 基于自主开发的 EXPLOSION-2D 软件平

台,开发了质点类算法模块并在前后处理系统中有效地进行了集成,解决了 Euler 方法难于模拟侵彻过程中弹靶损伤破坏的难题;“基于混合网格的粘性流动计算平台软件的研究和实现”项目以超燃冲

压发动机和飞行器外流场数值模拟为应用背景,基于自主开发的高端数字样机 (HEDP) 软件,在前处理系统功能方面形成了一套非结构性混合网格生成平台软件.

批准号	项目名称	负责人	依托单位	项目执行情况
1 10872185	基于黏弹性的微注射成型三维流动模拟及软件开发	曹伟	郑州大学	已结题
2 10872186	注塑模 CAE 软件 Z-MOLD 的集成化研究	刘春太	郑州大学	已结题
3 10872034	二维爆炸与冲击问题仿真软件集成与开发	马天宝	北京理工大学	已结题
4 10872182	基于混合网格的粘性流动计算平台软件的研究和实现	陈建军	浙江大学	已结题
5 10972041	爆炸流场特征提取及其可视化软件开发	张文耀	北京理工大学	执行中
6 10972197	质子交换膜燃料电池中两相流动现象的计算模拟和软件开发	孟华	浙江大学	执行中
7 11172048	基于离散元法的新型优化设计软件研究	付宏	吉林大学	执行中
8 11172092	藕合复杂转子系统的随机参数动力学问题研究及软件开发	刘保国	河南工业大学	执行中
9 11172041	三维爆炸与冲击问题差分格式的网格生成算法及软件开发	马天宝	北京理工大学	二次资助项目
10 11272339	新型结构/非结构耦合求解 CFD 软件研究与开发	赫新	中国空气动力研究与发展中心	2013 年起执行
11 11272330	裂隙岩体三维并行自适应扩展有限元模拟与验证	张友良	中国科学院武汉岩土力学研究所	2013 年起执行
12 11272340	复合材料层合结构分层仿真的有限元分析新模式及其软件开发	傅向荣	中国农业大学	2013 年起执行
13 11272066	复杂爆炸场数值模拟物理特征可视化高性能计算与提取软件开发	余文	北京邮电大学	2013 年起执行

(3) 基于开放软件平台或商业软件的二次开发与软件集成

这一类软件基于或部分借助已有的开放软件平台或商业软件,加入新的算法和程序模块,或开展集成研究,如“基于 MATLAB 的交通流元胞自动机仿真平台”项目就是借助于 MATLAB 软件将所研究的交通流分析方法软件化.与会学者讨论认为,这一类

的软件解决工程实际问题的成效更快,也应该成为未来国家自然科学基金“计算力学软件”项目鼓励申请的主要方向之一.

通过国家自然科学基金“计算力学软件”项目的资助,使得一批有着一定积累和研究基础的计算力学软件得以发展壮大,对推动我国自主计算力学软件的发展起到了很大的推动作用.

批准号	项目名称	负责人	依托单位	项目执行情况
1 10972135	基于 MATLAB 的交通流元胞自动机仿真平台	董力耘	上海大学	执行中
2 11072022	口腔正畸个性化有限元建模与分析软件的关键技术研究	蒲放	北京航空航天大学	执行中
3 11172098	直接基于三维 CAD 模型的复杂结构高精度应力分析软件开发	张见明	湖南大学	执行中

近 5 年来, 国家自然科学基金委不但在面上项目中对“计算力学软件”项目开展了持续的资助, 对一些有着深厚研究基础和重大应用前景的课题, 还在重点项目中进行了资助, 以解决其中的关键基础问题, 加强解决工程实际问题的能力和水平. 如大连理工大学胡平教授的“高强度钢板热成形关键力学问题研究”项目和北京理工大学宁建国教授的“三维爆炸与冲击问题模型理论、高性能数值方法及软件开发”项目分别于 2009 年和 2010 年获得了国家自然科学基金重点项目的资助, 大连理工大学张洪武教授的“含液多孔介质力学分析的多层级建模与计算方法研究”项目以及湖南大学韩旭教授的“基于客户驱动的汽车碰撞安全性设计关键理论与技术”项目也于今年获得国家自然科学基金重点项目的资助.

经过与会专家与代表的热烈讨论, 达成如下共识, 认为根据当前我国计算力学软件的发展趋势和研究状况, 为了加速推进计算力学自主软件跨越式发展, 在前五年资助的基础上, 应重点资助结合国家重大需求的计算力学自主软件项目以及与此相关的商业化软件二次开发和集成的软件项目, 并建议国家自然科学基金委数理科学部“计算力学软件”资助项目中设置如下主要资助方向:

- (1) 高性能计算力学软件的核心算法;
- (2) 新型高效计算力学建模与网格离散化方法;
- (3) 面向计算力学的可视计算与数据挖掘技术;
- (4) 计算力学软件体系结构技术与软件标准研究;
- (5) 大型计算力学软件的集成与应用技术;
- (6) 计算力学软件的鲁棒性和可信性验证;
- (7) 计算力学软件工程化的测试、验证与标准化研究.

此外, 针对大型工业装备和国防特种装备数字化设计乃至数字化制造的发展趋势对自主计算力学软件的迫切需求, 建议基金委员会根据条件的成熟度, 有选择地论证并资助一些重点、重大项目, 集合国内优势单位, 在大型工业装备结构分析与优化软件, 工业产品设计制造仿真优化软件, 高超声速气动力学软件, 爆炸与冲击大规模数值模拟软件等方向进行攻关, 以切实提高我国国防特种装备和大型工业装备的数字化设计乃至数字化制造水平.

对于计算力学软件成果形式, 可归结成以下几种:

- (1) 专利形式呈现的核心算法以及理论发现;

- (2) 软件著作权登记;
- (3) 软件的鉴定、验收与获奖;
- (4) 软件的工程化、商业应用状况及经济效益;
- (5) 软件的同行应用与评价;
- (6) 论文形式呈现的理论成果.

对于“计算力学软件”项目的结题验收与评价, 由于软件项目的特殊性, 建议成立具有丰富软件开发经验的验收专家委员会对软件项目进行结题验收, 包括以下两部分内容: 第一部分是理论方面的结题与验收, 包括结题报告、发表的论文及专利、计算机软件著作权等等. 第二部分是软件的结题与验收, 应该包括以下项目:

- (1) 完整的软件系统;
- (2) 详细的软件开发文档及使用操作手册;
- (3) 软件测试报告及其结论 (由专家委员会成员对软件进行测试, 并给出相应的测试报告及结论);
- (4) 软件系统的实际应用情况 (应包括同行应用与评价, 在工程应用中所产生的经济效益等).

对软件项目成果的管理, 原则上由国家自然科学基金“计算力学软件”项目资助的软件, 应免费对用户发布开放, 鼓励软件项目成果在科研教学范围内共享, 在工程应用领域产品化、商业化. 建议项目结题验收后, 将软件及相关文档放在国家自然科学基金委数理科学部的网站上免费下载使用.

在闭幕式上, 基金委员会数理科学部汲培文主任对会议进行了总结. 汲主任首先回顾了 2007 年“力学自主软件发展研讨会”所提出的发展思路、目标和资助方针: 整体发展思路是“需求做牵引、科学做支撑、市场化为辅助、工程化为目标”, 发展目标是“加强原创, 注重继承, 聚集队伍, 构筑基地”, 资助方针是“确切定位, 基础做起, 量力而行, 稳步推进”. 他认为从目前来看, 上述发展思路、目标和资助方针还是非常正确的, 希望继续执行下去. 通过本次会议, 达到了“理思路, 明分类, 定方向, 促发展”的目的. 最后汲主任对各位计算力学工作者提出了殷切的期望, 希望大家充分发挥自己的能力和创造性, 打造出市场上有影响的软件, 为我国计算力学软件的发展做出“引导性、旗帜性、铺垫性、维持性”的贡献.

本次研讨会全面探讨了国内计算力学自主软件的发展现状、面临的挑战及对策, 基金委员会“计算力学软件”项目资助情况、主要资助方向及重点领域等问题, 达到了预期目的. 会议讨论达成的共识将对国家自然科学基金委员会数理科学部

“计算力学软件”项目的资助方针策略以及国内计算力学自主软件的发展起到重要的指导和推动作用. 希望通过全国计算力学工作者的共同努力, 不

断打造出具有影响力的计算力学自主软件, 为我国现代工业和高新技术的发展与国家安全做出新的贡献.

DOI: 10.6052/0459-1879-13-009

BULLETIN OF THE SUPPORT BY NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION OF CHINA AND SYMPOSIUM OF INDEPENDENT COMPUTATIONAL MECHANICS SOFTWARES ¹⁾

Ning Jianguo^{*,2)} Ma Tianbao^{*} Zhan Shige[†] Zhang Panfeng[†]

^{}(State Key Laboratory of Explosion Science and Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)*

[†](Department of Mathematical and Physical Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China)

Received 4 January 2013.

1) The project was supported by the National Natural Science Foundation of China (11242002).

2) E-mail: jgning@bit.edu.cn