

课题编号：2016YFB0200902

密 级：公开

国家重点研发计划
课题任务书

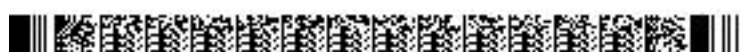
课题名称：	面向 E 级计算机的大型流体机械并行计算软件研制
所属项目：	面向 E 级计算机的大型流体机械并行计算软件系统及示范
所属专项：	高性能计算
项目牵头承担单位：	西安交通大学
课题承担单位：	西安交通大学
课题负责人：	张兴军
执行期限：	2016 年 07 月 至 2020 年 12 月

中华人民共和国科学技术部制
2016 年 07 月 10 日



填写说明

- 一、任务书甲方即项目牵头承担单位，乙方即课题承担单位。
- 二、任务书通过“国家科技计划管理信息系统公共服务平台”，按照系统提示在线填写。
- 三、任务书中的单位名称，请按规范全称填写，并与单位公章一致。
- 四、任务书要求提供乙方与所有参加单位的合作协议，需对原件进行扫描后在线提交。
- 五、任务书中文字须用宋体小四号字填写。
- 六、凡不填写内容的栏目，请用“无”表示。
- 七、乙方完成任务书的在线填写，提交甲方审核确认后，用 A4 纸在线打印、装订、签章。一式八份报项目牵头承担单位签章，其中课题承担单位一份，课题负责人一份，作为项目任务书附件六份。
- 八、如项目下仅设一个课题，课题任务书只需填报课题预算部分。
- 九、涉密课题请在“国家科技计划管理信息系统公共服务平台”下载任务书的电子版模板，按保密要求离线填写、报送。
- 十、《项目申报书》和《项目任务书》是本任务书填报的重要依据，任务书填报不得降低考核指标，不得自行对主要研究内容作大的调整。《项目申报书》、《项目任务书》和本任务书将共同作为课题过程管理、验收和监督评估的重要依据。



课题基本信息表

课题名称	面向 E 级计算机的大型流体机械并行计算软件研制					
课题编号	2016YFB0200902					
所属项目	面向 E 级计算机的大型流体机械并行计算软件系统及示范					
所属专项	高性能计算					
密级	<input checked="" type="checkbox"/> 公开 <input type="checkbox"/> 秘密 <input type="checkbox"/> 机密		单位总数	2		
课题类型	<input type="checkbox"/> 基础前沿 <input checked="" type="checkbox"/> 重大共性关键技术 <input type="checkbox"/> 应用示范研究 <input type="checkbox"/> 其他					
课题活动类型	<input type="checkbox"/> 基础前沿 <input checked="" type="checkbox"/> 应用研究 <input type="checkbox"/> 试验发展					
课题研究 所属学科	计算机科学技术 计算机系统结构					
课题成果应用的主要国民经济行业	制造业					
课题的社会经济目标	工商业发展 机械制造业（不包括电子设备、仪器仪表及办公机械）					
经费预算	总预算 270.00 万元，其中中央财政专项经费 270.00 万元					
课题周期节点	起始时间	2016 年 07 月		结束时间	2020 年 12 月	
	实施周期	共 54 个月		预计中期时间点	2018 年 12 月	
课题承担单位	单位名称	西安交通大学			单位性质	大专院校
	单位所在地	陕西省 西安市 碑林区			组织机构代码	435230200
	通信地址	咸宁西路 28 号			邮政编码	710049
	银行账号	3700023509088100314			法定代表人姓名	王树国
	单位开户名称	西安交通大学				
	开户银行（全称）	102791000162 中国工商银行西安互助路支行				
课题负责人	姓 名	张兴军	性 别	<input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	出生日期	1969-08-07
	证件类型	身份证	证件号码	610113196908071633		



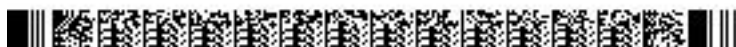
	所在单位	西安交通大学			
	最高学位	<input checked="" type="checkbox"/> 博士 <input type="checkbox"/> 硕士 <input type="checkbox"/> 学士 <input type="checkbox"/> 其他			
	职 称	<input checked="" type="checkbox"/> 正高级 <input type="checkbox"/> 副高级 <input type="checkbox"/> 中级 <input type="checkbox"/> 初级 <input type="checkbox"/> 其他		职务	系副主任
	电子邮箱	xjzhang@mail.xjtu.edu.cn		移动电话	13669181529
课题联系人	姓 名	陈衡	电子邮箱	hengchen@xjtu.edu.cn	
	固定电话	029-82667860	移动电话	13201617699	
	证件类型	身份证	证件号码	142724197904174139	
课题财务负责人	姓 名	朱臻	电子邮箱	cwkyglzx@mail.xjtu.edu.cn	
	固定电话	029-82664498	移动电话	13992832786	
	证件类型	身份证	证件号码	610103196608242442	
其他参与单位	序号	单位名称		单位性质	组织机构代码
	1	西安交通大学		大专院校	435230200
	2	中山大学		大专院校	455863144
课题参加人数	9 人。其中：		高级职称 7 人，中级职称 2 人，初级职称 0 人，其他 0 人；		
			博士学位 7 人，硕士学位 2 人，学士学位 0 人，其他 0 人。		
课题简介 (限 500 字以内)	本课题围绕高性能计算重点专项项目“面向 E 级计算机的大型流体机械并行计算软件系统及示范”中设置的关键问题“大型流体机械并行计算软件的高可扩展技术及应用示范”，针对大型流体机械 节能优化设计 和 精确性能预测 对 E 级并行计算软件的需求，联合计算机科学、流体机械及工程、流体力学等学科的研究力量，重点突破面向 E 级系统大规模并行可扩展 分层弹性映射 及大规模并行 多层次协同通信优化机制 。通过课题的实施，构建面向 E 级计算机的多层次异构并行软件框架；面向 E 级计算机，提出适合于大型流体机械并行计算模型的弹性映射方案，及其层间 自聚类通信模型 和层内 自感知资源分配 方法；通过分析大型流体机械不同计算模型的数据特性，验证并行软件框架的高可扩展性；开发基于向量化、层次化的 缓存数据分块、计算与通信重叠、数据复用 等优化技术，实现并行软件的高效能；定义该并行软件各模块间接口规范，实现松耦合、高内聚的模块集成，研制具有完全自主知识产权的大型流体机械 E 级并行计算软件。课题工作为大型流体机械高精度数值模拟和优化设计的应用示范提供并行计算软件支撑。发表学术论文 13 篇，申请发明专利 2 项、软件著作权 2 项，培养研究生 11 名。				



一、目标及考核指标、评测方式/方法

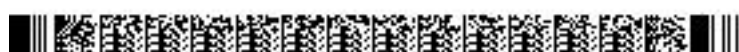
课题目标、成果与考核指标表

课题目标 ¹	成果名称	成果类型	考核指标 ²				考核方式(方法)及评价手段 ⁴
			指标名称	立项时已有指标值/状态	中期指标值/状态 ³	完成时指标值/状态	
针对大型流体机械节能优化设计和精确性能预测对E级并行计算软件的需求,重点突破面向E级系统大规模并行可扩展分层弹性映射及多层次协同通信优化机制。构建面向 E 级计算机的多层次异构并行软件框架;提出适合于大型流体机械并行计算模型的弹性映射方案,及其层间自聚类通信模型和层内自感知资源分配方法;利用多种优化技术,实现并行软件的高效能;研制具有完全自主知识产权的大型流体机械E级并行计算软件,为大型流体机械高精度数值模拟和优化设计提供并行计算软件支撑。	大型流体机械并行计算软件及其E级高可扩展技术	<input type="checkbox"/> 新理论 <input type="checkbox"/> 新原理 <input type="checkbox"/> 新产品 <input checked="" type="checkbox"/> 新技术 <input checked="" type="checkbox"/> 新方法 <input type="checkbox"/> 关键部件 <input type="checkbox"/> 数据库 <input checked="" type="checkbox"/> 软件 <input type="checkbox"/> 应用解决方案 <input type="checkbox"/> 实验装置/系统 <input type="checkbox"/> 临床指南/规范 <input type="checkbox"/> 工程工艺 <input type="checkbox"/> 标准 <input checked="" type="checkbox"/> 发明专利 <input checked="" type="checkbox"/> 论文 <input type="checkbox"/> 其他	软件架构	求解器	+前处理	+后处理	超算中心出具
			处理器核数	1 万	10 万	60 万	超算中心出具
			并行效率	/	/	30%	专业机构出具 依据国际通用并行效率计算方法
			SCI 论文	/	3	8	首页及致谢页
			发明专利	/	1	2	授权证书或实审书
			软件著作权	/	1	2	登记证书
			研究生	/	4	11	首页及致谢页
科技报告考核指标	序号	报告类型 ⁵	数量	提交时间		公开类别及时限 ⁶	
	1	最终科技报告	1	2020. 12		延期公开 2 年	
	2	年度技术进展报告	2	2017. 12, 2019. 12		延期公开 3 年	
	3	中期检查进展报告	1	2018. 12		延期公开 3 年	
	4	专题科技报告(并行效率测试报告)	1	2020. 12		延期公开 2 年	
其他目标与考核指标(对于难以采取上述表格细化的课题目标及其考核指标,可在此细化填写,限 1000 字以内。)							



备注：

1. **“课题目标”**，应从以下方面明确描述：（1）研发主要针对什么问题和需求；（2）将要解决哪些科学问题、突破哪些核心/共性/关键技术；（3）预期成果；（4）成果将以何种方式应用在哪些领域/行业/重大工程等，并拟在科技、经济、社会、环境或国防安全等方面发挥何种的作用和影响。
2. **“考核指标”**，指相应成果的数量指标、技术指标、质量指标、应用指标和产业化指标等，其中，数量指标可以为论文、专利、产品等的数量；技术指标可以为关键技术、产品的性能参数等；质量指标可以为产品的耐震动、高低温、无故障运行时间等；应用指标可以为成果应用的对象、范围和效果等；产业化指标可以为成果产业化的数量、经济效益等。同时，对各项考核指标需填写立项时已有的指标值/状态以及课题完成时要到达的指标值/状态。同时，考核指标也应包括支撑和服务其他重大科研、经济、社会发展、生态环境、科学普及需求等方面的直接和间接效益。如对国家重大工程、社会民生发展等提供了关键技术支撑，成果转让并带动了环境改善、实现了销售收入等。若某项成果属于开创性的成果，立项时已有指标值/状态可填写“无”，若某项成果在立项时已有指标值/状态难以界定，则可填写“/”。
3. **“中期指标”**，各专项根据管理特点，确定是否填写，鼓励阶段目标明确的项目课题填写中期指标。
4. **“考核方式方法”**，应提出符合相关研究成果与指标的具体考核技术方法、测算方法等。
5. **“科技报告类型”**，包括项目验收前撰写的全面描述研究过程和技术内容的最终科技报告、项目年度或中期检查时撰写的描述本年度研究过程和进展的年度技术进展报告以及在项目实施过程中撰写的包含科研活动细节及基础数据的专题科技报告（如实验报告、试验报告、调研报告、技术考察报告、设计报告、测试报告等）。其中，每个项目在验收前应撰写一份最终科技报告；研究期限超过2年（含2年）的项目，应根据管理要求，每年撰写一份年度技术进展报告；每个项目可根据研究内容、期限和经费强度，撰写数量不等的专题科技报告。科技报告应按国家标准规定的格式撰写。
6. **“公开类别及时限”**，公开项目科技报告分为公开或延期公开，内容需要发表论文、申请专利、出版专著或涉及技术诀窍的，可标注为“延期公开”。需要发表论文的，延期公开时限原则上在2年（含2年）以内；需要申请专利、出版专著的，延期公开时限原则上在3年（含3年）以内；涉及技术诀窍的，延期公开时限原则上在5年（含5年）以内。涉密项目科技报告按照有关规定管理。



二、课题研究内容、研究方法及技术路线

（一）课题的主要研究内容

拟解决的关键科学问题、关键技术问题，针对这些问题拟开展的主要研究内容，限 1000 字以内。

1、拟解决的关键问题

- （1）面向 E 级系统大规模并行可扩展分层弹性映射机制
- （2）面向 E 级系统大规模并行多层次协同通信优化机制
- （3）面向 E 级系统大规模并行可扩展的负载均衡机制

2、主要研究内容

- （1）面向 E 级计算机系统的多层次可扩展异构并行软件框架

为提高大型流体机械 E 级并行软件的可扩展性，研究面向 E 级系统，能够表达大型流体机械真实流动精细模型及其高效高精度可扩展并行算法的并行性、数据局部性，能够支持动态细粒度并行性、支持自动计算资源感知、分层弹性映射、多层次协同通信、综合能效优化的多层次可扩展异构并行计算软件框架。

- （2）面向 E 级计算机系统的分层弹性映射机制

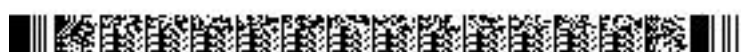
为了从任务划分及任务到计算单元的映射层面为实现大规模并行软件可扩展性提供支撑，研究能自适应于计算任务并行粒度、能深度开发应用任务和数据级并行性、能充分利用 E 级计算机系统节点间、节点内处理核之间、处理核和加速核之间多级计算资源的分层弹性可扩展映射方案。研究计算节点内不同层次存储架构的粗细粒度分块并行任务的有效映射机制。

- （3）面向 E 级系统大型流体机械真实流动应用特点的动态能效优化机制

为了能够支持动态细粒度并行性，能够充分利用 E 级系统不同层次异构计算资源，研究支持不同层次计算单元间低交互、优化数据传输、并移除全局同步、高效异构协同的不同计算节点及不同处理核之间多层次的高效通信机制；研究面向 E 级系统大型流体机械并行应用软件的综合能效优化机制，从负载均衡、访存、通信、能源管理等方面进行系统优化，实现计算性能最大化并降低能耗。

- （4）基于大型流体机械真实流动精细模型的并行算法库

为了提高大型流体机械 E 级并行程序开发效率，提高核心计算任务的性能，研究大型流体机械真实流动精细模型中具有不同应用特点的典型核心算法及数值代数等共性



问题的抽取方法，针对核心算法及数值代数的不同特点进行针对性的优化和并行化，并将其封装成完整的核心函数库，开发接口规范、易于扩展、性能良好的算法库。

（5）大型流体机械高可扩展并行计算软件前后处理

为了提升大型流体机械高可扩展并行计算软件的易用性，提升针对大型流体机械并行计算处理流程，设计用于复杂几何建模、区域分解、大规模网格生成的前处理模块，及用于数值模拟的数据集分析及可视化的后处理模块，实现各模块松耦合、高内聚集成，定制应用软件的前后处理用户界面。

（二）课题采取的研究方法

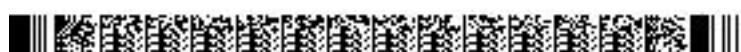
针对课题研究拟解决的问题，拟采用的方法、原理、机理、算法、模型等
限 1000 字以内。

课题针对大型流体机械高可扩展并行计算软件的研制及优化问题，为提高并行软件的可扩展性，研究面向 E 级计算机的多层次异构并行大型流体机械并行计算软件。主要采用以下研究方法：

（1）以大型流体机械真实流动高保真模拟方法、流体机械真实流道的高质量网格生成方法及其高效高精度可扩展并行算法特点为基础，结合 E 级计算机系统典型特征，研究面向 E 级系统能够表达大型流体机械真实流动精细模型及其高效高精度可扩展并行算法的并行性、数据局部性，能够支持动态细粒度并行性、支持自动计算资源感知、分层弹性映射、多层次协调通信、综合能效优化的多层次可扩展异构并行计算软件框架。

（2）通过结合 MPI、OpenMP 和专用加速设备编程方法的混合编程模型，研究能自适应计算任务并行粒度、能深度开发应用任务和数据级并行性、能充分利用 E 级计算机系统节点间、节点内处理核间、处理核和加速核间多级计算资源的分层弹性可扩展映射方案。研究并行程序中嵌套循环结构的多级分块与高性能计算机节点的层次存储系统的映射关系，挖掘多级访存架构的性能优势；针对不同层次存储资源映射的任务提取合适的并行粒度，提高多级循环分块的访存效率和并行性能。

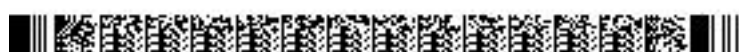
（3）研究支持动态细粒度并行性，充分利用 E 级系统不同层次异构计算资源，支持不同层次计算单元间低交互、优化数据传输、高效异构协同的不同计算节点及不同处理核间多层次高效通信机制，降低系统内数据传输及通信开销；研究基于向量化、层次化缓存数据分块、计算与通信重叠、多级循环分块、数据复用等优化技术，保证并行软件的高计算效能；研究面向 E 级系统大型流体机械并行应用软件的综合能效优化机制，



通过局部性感知，从负载均衡、访存、通信、能源管理等方面进行系统优化，提升系统整体计算效能。

（4）研究大型流体机械真实流动精细模型中具有不同应用特点的典型核心算法及数值代数等共性问题，针对核心算法及数值代数的不同特点进行针对性的优化和并行化，并将其封装成完整的核心函数库。开发接口规范、易于扩展、性能良好的算法库，以提高程序开发效率并保证核心计算任务的性能。

（5）针对大型流体机械并行处理流程，设计用于复杂几何建模、区域分解、大规模网格生成的前处理模块，用于数值模拟的数据集分析及可视化的后处理模块。通过定制并行软件各模块间接口规范，实现应用软件求解模块与前后处理模块的无缝对接，实现各模块松耦合、高内聚集成，定制应用软件前后处理用户界面，提升软件的易用性。



三、主要创新点

围绕基础前沿、共性关键技术或应用示范等层面，简述课题的主要创新点。具体内容应包括该项创新的基本形态及其前沿性、时效性等，并说明是否具备方法、理论和知识产权特征。每项创新点的描述限 500 字以内。

1、创新点 1：面向 E 级系统大规模并行可扩展分层弹性映射机制

针对大型流体机械“多层并行、混合异构”并行模型，结合 MPI、OpenMP 和专用加速设备编程方法的混合编程模型，利用节点间、节点内处理核之间、处理核内计算核之间多级并行，挖掘应用任务和数据级并行性；整合分层任务管理机制与计算任务划分方法，设计合理的任务划分机制，提出面向 E 级系统大规模并行可扩展分层弹性映射机制，有效解决大型流体机械并行模型及算法在 E 级计算机上的可扩展弹性映射问题。

2、创新点 2：面向 E 级系统大规模并行多层次协同通信优化方法

为解决大型流体机械真实流动大规模并行时的通信瓶颈问题，结合适用于 E 级计算机的分层弹性映射机制，利用应用的动态细粒度并行性，实现不同层次计算资源间的低交互，建立一种分布式数据传输的层间协调通信机制，利用计算和通信的重叠优化技术，有效控制层间数据传输的时间和数量，缓解大规模并行时的通信瓶颈问题，确保大型流体机械并行软件在 E 级计算机上的可扩展性。

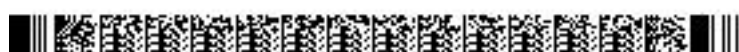


四、预期经济社会效益

课题的科学、技术、产业预期指标及科学价值、社会、经济、生态效益。限 500 字以内。

课题研究面向 E 级计算机的大型流体机械并行计算软件，对深刻认识流体机械内部复杂流动现象具有重要的科学意义。目前，制约我国大型流体机械自主化水平大幅度提高的关键因素是缺乏可靠的模型数据及大规模流动分析软件，产品节能减排与安全可靠运行水平与国外先进技术还存在差距，甚至在一些重要领域的大型流体机械还高度依赖于进口。以超大型空分装置为例，国产 10 万等级空分设备尚无实际运行业绩，我国“十三五”期间需要 8-10 万等级超大型空分装置 100 多套，总投资额 200 多亿元。项目成果对自主研发大型流体机械装置、促进行业技术自主创新具有重要的行业带动作用。

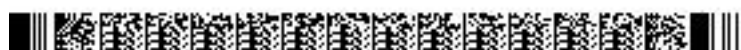
基于高精度大规模并行模拟结果的现代优化设计技术将打破国外对大型流体机械核心技术的垄断局面，使新研制产品的流动效率普遍提高 3%，具有重要推广价值。按每年在 200 套大型流体机械（平均功率 6000kW）的应用，每年可节省 3 亿度电力。对保障能源技术重大装备自主化、推动节能减排的顺利实施具有重要的经济效益与社会作用。此外，研究成果对高性能计算软件编程与性能优化技术基础理论问题的解决，对整个计算机行业及应用领域都有技术参考价值。



五、课题年度计划

按年度制定完成课题的计划进度，应将课题的考核指标分解落实到年度计划中。

年度	任务	考核指标	成果形式
2016 年 7 月 2016 年 12 月	① 研究大型流体机械真实流动模拟算法的并行性、数据局部性； ② 研究 E 级计算机系统的多层次嵌套和异构加速的特性；	① 提出多层次可扩展异构并行软件框架；	论文
2017 年 1 月 2017 年 12 月	① 研究大型流体机械真实流动应用的并行粒度特性； ② 研究 E 级计算机计算资源映射方案； ③ 研究不同计算单元的计算、访存、通信特点及各种性能优化方法； ④ 研究不同层次各计算单元间低交互和高效数据传输机制； ⑤ 研究不同层次间高效协同通信机制；	① 提出适用于 E 级计算机的弹性映射方法； ② 提出 E 级计算机层间协同通信机制； ③ 发表论文 2 篇，申请发明专利 1 项；	论文 专利 年度进展报告
2018 年 1 月 2018 年 12 月	① 研究异构节点间的计算和全局同步优化技术； ② 研究综合能效优化机制； ③ 实现复杂几何建模、区域分解、大规模网格生成的前处理模块；	① 提出层内计算单元的综合能效优化方法； ② 实现前处理模块； ③ 处理器核数规模达 10 万核规模； ④ 发表论文 3 篇，申请软件著作权 1 项； ⑤ 培养研究生 4 名；	论文 软件著作权 中期进展报告



2019 年 1 月 2019 年 12 月	① 抽取多个典型核心算法及数值代数等共性问题； ② 研究针对核心算法及数值代数的并行化及优化方法； ③ 研究模块间的接口定义规范； ④ 实现核心算法的模块化封装；	① 提出核心算法的并行及优化方法； ② 提出核心算法的模块化封装方法； ③ 实现专用软件算法库； ④ 发表论文 3 篇，申请发明专利 1 项；	论文 专利 年度进展报告
2020 年 1 月 2020 年 12 月	① 实现用于数值模拟的数据集分析及可视化的后处理模块； ② 实现各个模块的集成； ③ 实现应用软件的用户界面；	① 实现后处理模块； ② 实现面向 E 级计算机的大型流体机械并行计算软件； ③ 处理器核数规模达 60 万核规模，并行效率 30%； ④ 发表论文 5 篇，申请软件著作权 1 项； ⑤ 培养研究生 7 名；	论文 软件著作权 专题科技报告 技术验收报告



六、课题组织实施机制及保障措施

1、课题的内部组织管理方式、协调机制等，限 500 字以内。

1) 组织管理方式

课题设负责人一人，作为行政和技术负责人，其主要职责如下：

(1) 按照课题任务书和国家有关规定要求，组织课题的研发任务工作，确保课题研发顺利实施；

(2) 按照课题任务书和国家有关规定要求，组织课题的财务管理工作，确保财务支出满足规范；

(3) 组织课题各参与单位编制年度研发计划和目标；

(4) 组织课题各参与单位编制课题进展季报、年报工作报告；

(5) 定期参加由项目负责人每半年组织召开的项目协调会议；

(6) 提前向项目负责人汇报重要实验测量、重要技术论证等重要技术安排，以及主要内容变更调整等重要问题。

2) 协调机制

(1) 课题负责人根据研发任务要求及研发流程制定课题工作分解结构，并依此实施计划进度、成本及技术的协调管理。

(2) 课题负责人每年 12 月底前确定并下达下一年度的课题工作计划，包括主要工作内容、目标节点、成果形式、经费安排等，各子任务负责人在 1 月底前完成任务的年度工作计划，并提交课题负责人。

(3) 各子任务实行进展情况季报，课题负责人组织每季度对计划和进度的执行情况进行监督检查。

(4) 由课题牵头单位组织财务人员进行课题资金的内部审计，确保经费专款专用。

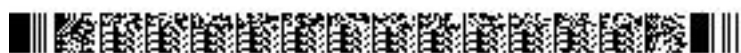
2、课题实施的相关政策，已有的组织、技术基础，支撑保障条件，限 500 字以内。

1) 相关政策

国务院印发的《中国制造 2025》，明确要求“提高国家制造业创新能力，推进信息化与工业化深度融合”，将高性能计算技术与大型流体机械制造业深度融合，符合装备制造业技术创新和行业升级的国家发展规划，是本课题实施的政策性保障和支持。

2) 已有的组织、技术基础，支撑保障条件

(1) 已有的相关研究成果，如 JASMIN 框架、Uintah 软件计算框架和可扩展编程框



架 Zippy 等，为课题软件框架的实现提供了参考和借鉴。

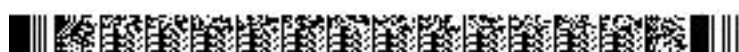
(2) 课题组参与完成的“十一五”高效能计算机及网格服务环境项目“面向千万亿次高效能计算机的大型流体机械整机非定常流动并行计算软件的研发及应用”，提出的异构多核的可扩展性优化技术，完成了流体机械非定常雷诺平均 Navier-Stokes 模型的万核级并行计算；开发的异构众核系统层次化计算模型 HmPlogP、面向 GPU 异构并行系统的多任务流编程模型及对应的运行时支持系统原型 GMMP、面向 MIC 异构众核系统的线程映射及性能优化技术，为实现本课题奠定了坚实理论和技术基础。

(3) 课题组多年来一直紧密跟踪高性能计算技术发展特点，充分了解相关课题中的应用模式和各自特点，对国内外相关研究和技术发展有比较扎实的掌握，这为本课题研究方法的可行性和先进性提供了必要的保证。

3、对实现项目总目标的支撑作用，及与项目内其他课题的协同机制，限 500 字以内。

(1) 本课题围绕项目中设置的关键问题“大型流体机械并行计算软件的高可扩展技术及应用示范”，提出适合于 E 级计算机系统的大规模并行可扩展分层弹性映射及大规模并行多层次协同通信优化机制，优化各级计算资源单元，集成并行算法库模块、前处理和后处理等模块，实现了大型流体机械并行软件。

(2) 本课题是项目中的课题 2，研究内容属于项目关键技术开发与应用示范链的中间层范畴，可扩展并行软件框架与模块实现和集成并重。基于课题 1“大型流体机械复杂流动的精细建模及高可扩展并行算法”的基础并行算法，提出适合于 E 级计算机的多层次异构并行软件框架及优化技术，研发大型流体机械大规模并行计算软件，为开展课题 3 的并行软件应用示范提供计算工具。通过课题 3 完成大型流体机械高精度数值模拟和优化设计的应用示范，展示 E 级计算机对大型流体机械及能源技术装备核心技术自主化的支撑能力。



七、知识产权对策、成果管理及合作权益分配

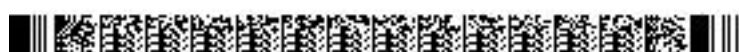
限 500 字以内。

本着优势互补、平等互利、共同发展的原则，由课题牵头单位与各参加单位共同协商，就课题知识产权对策、成果管理及合作权益分配达成如下约定：

（1）课题研究过程中所涉及各方已有的知识产权归原产权持有方所有，合作方有责任对任何其他方保密。知识产权包括依法享有的专利权、著作权、商标权、计算机软件的版权、技术秘密、商业秘密等。

（2）课题研究过程中新产生的知识产权按各方贡献大小分配，即各方独立完成研究工作所形成的知识产权归各方独立所有；双方共同完成研究工作所形成的知识产权归各参与方共同所有，任何一方未经合作方同意不得擅自向其他方公开。

（3）未尽事宜由各方友好协商解决。

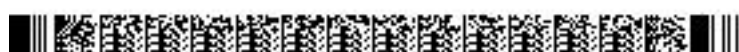


八、需要约定的其他内容

限 500 字以内。

无

非正式上报材料



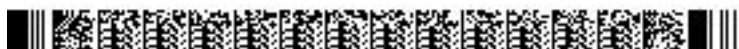
九、课题参加人员基本情况表

填表说明： 1、职称分类：A、正高级 B、副高级 C、中级 D、初级 E、其他；
2、投入本课题的全时工作时间（人月）是指在课题实施期间该人总共为课题工作的满月度工作量；累计是指课题组所有人员投入人月之和。
3、课题固定研究人员需填写人员明细；
4、是否有工资性收入：Y、是 N、否；
5、人员分类代码：A、课题负责人 B、课题骨干 C、其他研究人员；
6、工作单位：填写单位全称，其中高校要具体填写到所在院系。

序号	姓名	性别	出生日期	身份证号码 (军官证、护照)	技术 职称	职务	学位	专业	投入本课题的 全时工作时间 (人月)	人员 分类	是否有 工资性 收入	工作单位
1	张兴军	男	1969-08-07	610113196908071633	正高级	系副主任	博士	计算机科学与技术	30	课题负责人	是	西安交通大学电子与信息工程学院计算机科学与技术系
2	相明	男	1965-10-04	610103196510043672	副高级	无	博士	计算机科学与技术	40	课题骨干	是	西安交通大学电子与信息工程学院计算机科学与技术系
3	刘海湖	男	1980-12-04	340826198012042614	正高级	省工程技术 中心主任	博士	流体力学	30	课题骨干	是	西安交通大学能源与动力工程学院流体机械及工程系
4	魏恒义	男	1958-12-30	610103195812302452	副高级	无	硕士	计算机科学与技术	40	课题骨干	是	西安交通大学电子与信息工程学院计算机科学与技术系
5	孙中国	男	1981-02-09	420502198102091332	副高级	无	博士	流体机械	30	课题骨干	是	西安交通大学能源与动力工程学院流体机械及工程系



6	张曦	男	1985-02-24	130102198502240615	中级	无	博士	计算机科学与技术	40	课题骨干	是	中山大学国家超级计算广州中心
7	吴贺俊	男	1974-06-25	130203197406250618	副高级	无	博士	计算机科学与技术	40	课题骨干	是	中山大学国家超级计算广州中心
8	吴维刚	男	1976-12-02	370911197612022010	正高级	无	博士	计算机科学与技术	24	其他研究人员	是	中山大学国家超级计算广州中心
9	钟英	女	1989-04-09	432503198904090382	中级	无	硕士	计算机科学与技术	40	其他研究人员	是	中山大学国家超级计算广州中心
		固定研究人员合计							314	/	/	/
		流动人员或临时聘用人员合计							430	/	/	/
		累计							744	/	/	/



十、经费预算

课题（2016YFB0200902）承担单位基本情况表

表B1

填表说明：1. 组织机构代码指企事业单位国家标准代码，单位若已三证合一请填写单位社会信用代码，无组织机构代码的单位填写“000000000”； 2. 单位公章名称必须与单位名称一致。					
课题编号		2016YFB0200902		执行周期（月）	54
课题名称		面向E级计算机的大型流体机械并行计算软件研制			
课题承担单位	单位名称		西安交通大学		
	单位性质		大专院校		
	单位主管部门		教育部	隶属关系	中央
	单位组织机构代码		435230200		
	单位法定代表人姓名		王树国		
	单位所属地区		陕西省	西安市	碑林区
	电子邮箱		yyang0131@mail.xjtu.edu.cn		
	通信地址		咸宁西路28号		
	邮政编码		710049		
相关责任人	课题负责人	姓名	张兴军		
		身份证号码	610113196908071633		
		工作单位	西安交通大学		
		电话号码	029-82668478	手机号码	13669181529
		电子邮箱	xjzhang@mail.xjtu.edu.cn	邮政编码	710049
		通信地址	陕西省西安市碑林区咸宁西路28号西安交通大学		
	财务部门负责人	姓名	朱臻		
		电话号码	029-82664498	手机号码	13992832786
		传真号码	029-82664498		
		电子邮箱	cwkyglzx@mail.xjtu.edu.cn		
	课题经费预算联系人	姓名	梁宁静		
		身份证号码	610524198905271621		
		电话号码	029-82668478	手机号码	18591987531
		电子邮箱	l_ningjing@163.com		



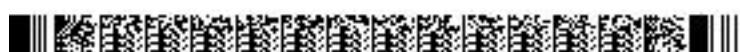
课题预算表

表B2 课题编号: 2016YFB0200902

课题名称: 面向E级计算机的大型流体机械并行
计算软件研制

金额单位: 万元

序号	预算科目名称	合计	专项经费	自筹经费
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	一、经费支出	270.00	270.00	
2	(一) 直接费用	228.25	228.25	
3	1、设备费	19.46	19.46	
4	(1) 购置设备费	19.46	19.46	
5	(2) 试制设备费			
6	(3) 设备改造与租赁费			
7	2、材料费	25.41	25.41	
8	3、测试化验加工费	46.00	46.00	
9	4、燃料动力费			
10	5、差旅费	41.50	41.50	
11	6、会议费	9.90	9.90	
12	7、国际合作与交流费	9.84	9.84	
13	8、出版/文献/信息传播/知识产权事务费	20.72	20.72	
14	9、劳务费	51.74	51.74	
15	10、专家咨询费	3.68	3.68	
16	11、其他支出			
17	(二) 间接费用	41.75	41.75	
18	二、经费来源	270.00	270.00	
19	(一) 申请从专项经费获得的资助	270.00	270.00	/
20	(二) 自筹经费来源		/	
21	1、地方财政拨款		/	
22	2、单位自有货币资金		/	
23	3、其他资金		/	



设备费——购置/试制设备预算明细表

表B3 课题编号： 2016YFB0200902 课题名称： 面向E级计算机的大型流体机械并行计算软件研制 金额单位： 万元

填表说明：

1.设备分类：购置、试制；

2.购置设备类型：通用、专用；

3.经费来源：专项、自筹；

4.试制设备不需填列本表（10）列、（11）列、（12）列、（13）列；

5.设备单价的单位为万元/台套，设备数量的单位为台套；

6.10万元以下的设备不用填写明细。

序号	设备名称			设备分类	功能和技术指标	单价	数量	金额	经费来源	购置或试制单位	安置单位	购置设备类型	主要生产厂及国别	规格型号	拟开放共享范围
	（1）			（2）	（3）	（4）	（5）	（6）	（7）	（8）	（9）	（10）	（11）	（12）	（13）
单价10万元以上购置设备合计									/	/	/	/	/	/	/
单价10万元以上试制设备合计									/	/	/	/	/	/	/
单价10万元以下购置设备合计							5	19.46	/	/	/	/	/	/	/
单价10万元以下试制设备合计									/	/	/	/	/	/	/
累计							5	19.46	/	/	/	/	/	/	/



测试化验加工费预算明细表

表B4 课题编号： 2016YFB0200902 课题名称： 面向E级计算机的大型流体机械并行计算软件研制 金额单位： 万元

填表说明：量大及价高测试化验，是指课题研究过程中需测试化验加工的数量过多或单位价格较高、总费用在5万元及以上的测试化验加工，需填写明细。						
序号	测试化验加工的内容	测试化验加工单位	计量单位	单价(元/单位数量)	数量	金额
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	软件并行度20万核测算	广州、上海、天津及济南超算中心	10核数*小时	1.00	60000	6.00
2	软件并行度40万核测算	广州、上海、天津及济南超算中心	10核数*小时	1.00	160000	16.00
3	软件并行度60万核测算	广州、上海、天津及济南超算中心	10核数*小时	1.00	240000	24.00
量大及价高测试化验费合计						46.00
其他测试化验费合计						
累计						46.00



单位研究经费支出预算明细表

表B5 课题编号： 2016YFB0200902 课题名称： 面向E级计算机的大型流体机械并行计算软件研制 金额单位： 万元

填表说明： 1.单位类型分承担单位、参与单位； 2.组织机构代码指企事业单位国家标准代码，单位若已三证合一请填写单位统一社会信用代码，无组织机构代码的单位填写“000000000”。										
序号	单位名称	组织机构代码-统一社会信用代码		单位类型	任务分工	研究任务负责人	合计	专项经费		自筹经费
								小计	其中：间接费用	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	西安交通大学	单位组织机构代码	435230200	承担单位	并行软件框架：分层弹性映射与协同通信机制；并行软件框架的高可扩展性验证；并行软件研制与优化。	张兴军	203.33	203.33	31.44	
2	中山大学	单位组织机构代码	455863144	参与单位	并行软件各模块松耦合、高内聚集成；专用并行算法库封装；前后处理软件研发。	张曦	66.67	66.67	10.31	
累计							270.00	270.00	41.75	



预算说明

一、对课题承担单位、参与单位前期已形成的工作基础及支撑条件，以及相关
部门承诺为本课题研究提供的支撑条件等情况进行详细说明。

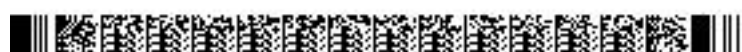
（一）西安交通大学前期已形成的工作基础及支撑条件

1. 西安交通大学已形成的工作基础

西安交通大学是教育部直属重点大学，是“七五”、“八五”国家首批重点建设大学，是“211”和“985”工程建设的国家首批大学。拥有5个国家重点实验室，4个国家专业或专项实验室，4个国家工程研究中心，1个国家高性能计算中心（西安），64个省部级重点科研机构；从2000年至今，作为首席科学家主持国家“973计划”项目21项，国家“863”计划项目200余项，国家科技支撑计划项目60余项，获国家科学技术三大奖21项，纵向项目数和国家科技奖励在全国高校位居前列。课题组集中了西安交通大学在计算机和流体机械等方向上的优势力量，在各自学科方向及交叉学科方向上取得了重要研究基础。

1) 西安交通大学计算机科学系：其前身是学校西迁后首批新建的计算机专业，2003年获一级学科博士授权点。建有国家高性能计算中心（西安），配备有曙光4000L、浪潮TS30000、浪潮TS10000、IA64集群、IBM RS6000集群、MIC集群等系统；主要从事高性能计算机体系结构、并行计算理论等方面的研究；先后完成国家科技攻关、国家973、国家863、国家自然科学基金等纵向科研项目130余项，获国家和省部级科技进步奖26项。在高性能计算机及其核心软件方面开展了大量的理论研究和实际开发工作，对高性能计算的国内外研究和应用特点有深刻认识，具有丰富的经验和积累，有助于本课题的顺利完成。

2) 西安交通大学流体机械及工程系：其是学校传统优势学科，1988年入选国家首批重点学科（全校首批八个之一），在历次全国重点学科评估中都名列同类二级学科第一名。建有国家工程研究中心1个，国家专业实验室1个，省部级重点科研机构2个；累计主持完成国家科技攻关、973、863、科技支撑计划课题18项，获得国家级及省部级科技奖励22项。主持完成的“十一五”高效能计算机及网格服务环境项目“面向千万亿次高效能计算机的大型流体机械整机非定常流动并行计算软件的研发及应用”课题于2012年7月通过验收，提出了非



结构化网格上全速度流动并行有限体积法的基础并行算法和针对异构多核的可扩展性优化技术，完成了流体机械内部 URANS 模型的万核级并行计算，为本课题的顺利实施奠定了坚实的研究基础。

2. 西安交通大学相关科研条件支撑状况

西安交通大学建有 3 个与流体机械密切相关的国家级科研基地、1 个国家级高性能计算中心：

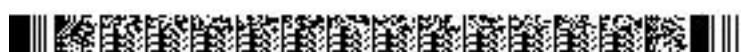
- 1) 流体机械及压缩机国家工程研究中心；
- 2) 流体机械国家专业实验室；
- 3) 机械结构强度与振动国家重点实验室；
- 4) 国家高性能计算中心（西安）。

拥有与流体机械密切相关的高水平实验台位、加工中心和先进测量系统包括：

- 1) 功率 315kW、转速 8 万 rpm 高速离心压缩机实验台；
- 2) 功率 185kW 离心压缩机非定常流动实验台；
- 3) 功率 50kW 高速电机-电磁轴承-离心压缩机技术验证系统；
- 4) 功率 215kW、转速 18000rpm 国内高校唯一的实际气体离心压缩机闭式实验台；
- 5) 功率 800kW、转速 25000rpm 两级离心压缩机综合性能测试台位（与沈鼓共建）；
- 6) 1.2 米五坐标数控加工中心；
- 7) LDV、PIV、遥测系统、三维激光扫描仪。

建成的并行计算资源包括：

- 1) 曙光 4000L 集群、浪潮天梭 TS20000 集群等大型计算设备，聚合计算能力和独立存储容量分别为 25 万亿次浮点运算/秒和 180TB 的高性能计算平台；
- 2) CPU+GPU 架构：2×Xeon E5-2670+2×Nvidia Kepler II GPU 加速卡服务器 4 台；
- 3) CPU+MIC 架构：2×Xeon E5-2670+2×Xeon Phi Knights Corner MIC 协处理器加速卡服务器 4 台；
- 4) 开源通用标准 Benchmark 测试集如 Rodinia 和 Ploybench；



5) 大型流体机械 URANS 万核级并行计算软件。

(二) 中山大学前期已形成的工作基础及支撑条件

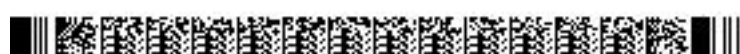
1. 中山大学已形成的工作基础

中山大学国家超级计算广州中心的天河二号超级计算机及其系统已经基本建成, 并实现了一定程度上的升级。“天河二号”系统采用大规模并行处理系统结构, 通过采用 Intel Xeon E5-2692 高性能处理器, 以及定制高速互连网络, 实现自主高效能计算。其硬件系统由 HPC 计算服务阵列、云计算服务阵列、存储子系统、互连通信子系统、监控诊断子系统等五大部分组成。

目前六大云超算平台已完成阶段性搭建, 基于 OpenStack 的云环境及基于 Docker 的轻量级高性能环境虚拟化也已初步调通。六大云超算平台包括: 材料科学与工程计算平台、生物计算与个性化医疗平台、装备的全数字设计与制造平台、能源及相关技术数字化设计平台、天文、地球科学与环境工程平台、智慧城市大数据和云计算平台。

2. 中山大学相关科研条件支撑状况

中山大学国家超级计算广州中心拥有连续六年蝉联全球超级计算机 500 强第一名的“天河二号”超级计算机。“天河二号”拥有约 17920 个计算节点, 每个节点配备两颗 Xeon E5 系列 12 核心的中央处理器、三个 Xeon Phi 57 核心的协处理器(运算加速卡), 总内存容量约 1.4PB, 全局存储总容量约 12.4PB。“天河二号”超级计算机(峰值计算速度每秒 5.49 亿亿次, 持续计算速度每秒 3.39 亿亿次)。“天河二号”超级计算机为本课题开展大型流体机械并行计算软件研制、优化和示范应用提供了坚实的硬件保障。



预算说明

二、对本课题各科目支出主要用途、与课题研究的相关性、必要性及测算方法、测算依据进行详细说明；按照课题进行说明，不需要按照参与单位分别说明；如同一科目同时编列专项经费和自筹经费的，请分别说明。

(一) 直接费用

1. 设备费

设备费 19.46 万，由国拨专项经费支出 19.46 万元。

序号	名称	单价（元）	数量	累计（万元）
1	验证服务器	41000	4	16.40
2	Infiniband 交换机	30600	1	3.06
累计				19.46

1) 验证服务器

主要用途：在课题研究阶段搭建一个基于异构加速的小型集群开发测试环境，用于网格划分映射、可扩展性并行编程方法、并行优化等方面的实验，为此需要采购机架式服务器，以搭建此测试系统。

课题相关性：基于所搭建环境开展的实验与课题核心研究内容紧密相关。

测算方法：需要购置 4 台该类型设备，41000 元/台×4 台=16.40 万元。

(设备配置：4U 机架服务器，2 颗 Intel XeonE7-4809v2 (6 核，1.9Ghz，12MB) (最多支持 4 颗)，8GB RDIMM DDR3 内存)。

该产品的报价为：

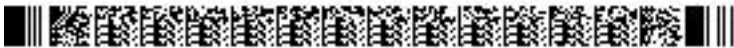
设备名称	报价（元/台）	报价单位	联系人	联系方式
浪潮 NF8480M4	41000	浪潮集团有限公司	张菲菲	13389201951

2) Infiniband 交换机

主要用途：实现测试环境中服务器间的高速互联。

测算方法：购置 1 台 8 口 Infiniband 交换机连接 4 台服务器，共计 30600 元/台×1 台=3.06 万元。

该产品的报价为：



设备名称	报价（元/台）	报价单位	联系人	联系方式
Mellanox IS5022	30600	戴尔公司	王冬梅	18113017125

2. 材料费

材料费 25.41 万元，由国拨专项经费支出 25.41 万元。

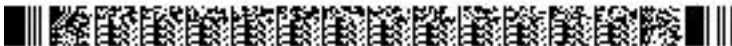
序号	设备名称	单价（元）	数量	累计（万元）
1	异构众核加速器	25680	6	15.41
2	服务器专用扩容器件	2843	20	5.69
3	资料共享与海量实验数据保存专用存储器件	426	17	0.72
4	服务器专用连接器件	3987	9	3.59
累计				25.41

1) 异构众核加速器

主要用途：拟搭建的小型服务器集群只有 CPU 单一多核设备，需要额外购置高性能 GPU 加速器和 Intel MIC 众核协处理器，以构建多层次的异构、并行、众核计算资源。结合项目实际预算，购置 6 个高性能众核协处理器。拟搭建的小型服务器集群有 4 台服务器，其中 2 台服务器均配置一个高性能 GPU 加速器和一个 Intel MIC 众核协处理器，组成“CPU+GPU+MIC”多层次异构计算资源，1 台服务器配置一个高性能 GPU 加速器，组成“CPU+GPU”异构计算资源，1 台服务器配置一个 Intel MIC 众核协处理器，组成“CPU+MIC”异构计算资源，面向以上三种不同异构计算资源进行软件框架、分层弹性映射、动态能效优化、并行算法库等的研究。在大规模并行计算软件测试过程中，根据实际需求灵活配置高性能 GPU 加速器和 Intel MIC 众核协处理器，以进行软件在不同架构下的多项测试任务。

测算方法：

序号	设备名称	单价(元)	数量	累计（万元）
1	Tesla K40 GPU	24500	3	7.35
2	Intel® Xeon Phi™ Coprocessor 7120P (Intel MIC 众核协处理器)	26860	3	8.06
/		25680	6	15.41



该产品报价为：

序号	设备名称	报价(元/个)	单位	联系人	联系方式
1	Tesla K40 GPU	24500	西安承翔电子	张逸	18629671851
2	Intel® Xeon Phi™ Coprocessor 7120P	26860	西安承翔电子	张逸	18629671851

2) 服务器专用扩容器件

主要用途：购置的专用服务器默认配置 2 颗 CPU 和 1 根 8GB 内存条，2 颗 CPU 不能满足实验所需要的并行、众核计算资源，1 根 8GB 内存条不能满足大规模并发实验的数据存储要求，需要额外为每个服务器配置 1 颗 CPU、2 根内存条以及 2 个 SAS 硬盘，增强服务器集群的计算能力和存储能力。

测算方法：

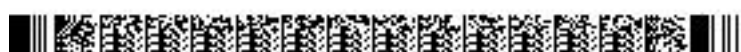
序号	设备名称	单价(元)	数量	累计（万元）
1	专用 CPU (Intel XeonE7-4809v2 CPU)	9000	4	3.60
2	专用 8GB RDIMM DDR3 内存	908	8	0.73
3	专用 600GB SAS 硬盘	1700	8	1.36
/		2843	20	5.69

该产品报价为：

序号	设备名称	报价(元/个)	单位	联系人	联系方式
1	Intel XeonE7-4809v2 CPU	9000	西安承翔电子	张逸	18629671851
2	专用 8GB RDIMM DDR3	908	西安承翔电子	张逸	18629671851
3	专用 600GB SAS 硬盘	1700	西安承翔电子	张逸	18629671851

3) 资料共享与海量实验数据保存专用存储器件

主要用途：课题研究过程中，需要 8GB U 盘与各协作单位进行电子资料共享，以及大容量移动硬盘保存在各超算中心测试的海量实验数据。



测算方法：

序号	设备名称	单价(元)	数量	累计（万元）
1	西部数据 My Passport Studio 专业版 2TB 移动硬盘	1550	4	0.62
2	Netac（朗科）U903 8GB U 盘	80	13	0.10
/		426	17	0.72

该产品报价为：

序号	设备名称	报价(元/个)	单位	联系人	联系方式
1	西部数据 My Passport Studio 专业版 2TB 移 动硬盘	1550	西安承翔电子	张逸	18629671851
2	Netac（朗科） U903 8GB U 盘	80	西安承翔电子	张逸	18629671851

4) 服务器专用连接器件

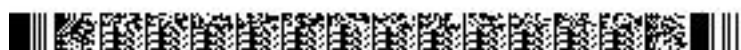
主要用途：每台服务器与交换机相连，需要使用 1 个 IB 卡与一个 IB 线缆，服务器集群（4 个服务器）共需要 IB 卡和 IB 线缆各 4 个，另需 1 个 IB 线缆作为备份。

测算方法：

序号	设备名称	单价(元)	数量	累计（万元）
1	IB 卡	8220	4	3.29
2	IB 线缆	600	5	0.30
/		3987	9	3.59

该产品报价为：

序号	设备名称	报价 (元/个)	单位	联系人	联系方式
1	IB 卡	8220	北京迪天嘉业信息科 技有限责任公司	张秋萍	18516861079
2	IB 线缆	600	北京迪天嘉业信息科 技有限责任公司	张秋萍	18516861079



3. 测试化验加工费

测试化验加工费 46.00 万元，由国拨专项经费支出 46.00 万元。

主要用途：在课题研发的各个阶段，需要多次前往位于上海、济南、天津及广州的超算中心进行软件调试，目前超算中心的收费标准是：0.10 元/每核·每小时。

测算方法：整个课题研究过程中测试分为三个阶段，第一个阶段从课题研发的第 18 个月至第 24 个月，软件并行度可达 20 万核，课题二负担 3 小时 20 万核满负荷测试费用， $200000 \text{ 核} \times 0.10 \text{ 元/核} \cdot \text{小时} \times 3 \text{ 小时} = 6.00 \text{ 万}$ ；第二个阶段从课题研发的第 30 个月至第 36 个月，软件并行度可达 40 万核，课题二负担 4 小时 40 万核满负荷测试费， $400000 \text{ 核} \times 0.10 \text{ 元/核} \cdot \text{小时} \times 4 \text{ 小时} = 16.00 \text{ 万}$ ；第三个阶段从课题研发的第 40 个月至第 48 个月，软件并行度可达 60 万核，课题二负担 4 小时 60 万核满负荷测试费， $600000 \text{ 核} \times 0.10 \text{ 元/核} \cdot \text{小时} \times 4 \text{ 小时} = 24.00 \text{ 万}$ 。

测算方法：

序号	测试内容	计量单位	核数	时长	单价 (元/ 单位)	金额 (万元)	项目执行阶段
1	软件并行度 20 万核测算	核数·小时	200000	3	0.10	6.00	第 18-24 个月
2	软件并行度 40 万核测算	核数·小时	400000	4	0.10	16.00	第 30-36 个月
3	软件并行度 60 万核测算	核数·小时	600000	4	0.10	24.00	第 40-48 个月
累计						46.00	/

超算中心联系方式：

上海超算中心，电话：021-61872222；济南超算中心，电话：086-531-66680199；

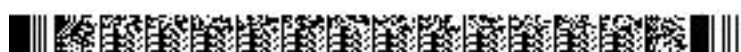
天津超算中心，电话：022-65375500；广州超算中心，电话：020-37106021。

4. 燃料动力费

无

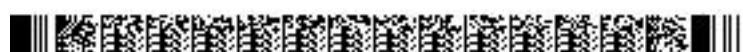
5. 差旅费

差旅费 41.50 万元，由国拨专项经费支出 41.50 万元。



根据《中央和国家机关差旅费管理办法》（财行[2015]531号）和《中央和国家机关工作人员赴地方差旅住宿费标准明细表》（财行[2016]71号）文件的有关精神，结合本课题的预算实际，本课题差旅费用以课题研究中参加国内学术会议、与课题协作单位间相互交流、高性能计算机现场调试、超算中心现场测试等差旅费用，测算依据详见下表。

序号	与课题任务关系	地点	每次平均出差人数	次数	每次出差平均天数	差旅补助（元/天）	每次往返交通费（元/人）	会议注册费（元/人·次）	金额（万元）
高级职称人员出差预算									
1	参加全国高性能计算学术会议	待定	1	4	2	586.00	1422.00	2800.00	2.16
2	参加全国计算机体系结构学术会议	待定	1	4	2	586.00	1422.00	3000.00	2.24
3	参加国内举办的国际高性能计算学术会议	待定	2	3	2	586.00	1422.00	4500.00	4.26
4	与课题协作单位交流	北京、沈阳、广州、兰州、镇江	2	5	2	586.00	1422.00	/	2.59
5	超算中心现场测试	广州、上海、天津、济南	2	3	4	608.00	1134.00	/	2.14
6	流体机械用户现场调研与测试	沈阳	3	2	3	530.00	3560.00	/	3.09



一般人员出差预算									
7	参加全国高性能计算学术会议	待定	2	4	2	586.00	1422.00	2800.00	4.32
8	参加全国计算机体系结构学术会议	待定	2	4	2	586.00	1422.00	3000.00	4.48
9	参加国内举办的国际高性能计算学术会议	待定	2	3	2	586.00	1422.00	4500.00	4.26
10	与课题协作单位交流	北京、沈阳、广州、兰州、镇江	3	5	2	586.00	1422.00	/	3.89
11	超算中心现场测试	广州、上海、天津、济南	3	3	4	608.00	1134.00	/	3.21
12	流体机械用户现场调研与测试	沈阳	4	2	3	530.00	3560.00	/	4.12
其它出差费用预算									
13	市内交通费	/	/	/	/	/	/	/	0.74
累计									41.50

差旅费主要用途及与课题的相关性:

1) 参加全国高性能计算学术会议

课题2的任务是研发大型流体机械大规模并行计算软件,研究领域属于高性能计算,高性能计算学术会议由中国计算机学会主办,每年举办一次的全国性学术会议,会议时间为2天,是国内高性能计算领域最具影响力的学术会议。在课题执行期内,课题组每年派出1名高级职称人员参加学术交流,并对课题任务进



展向大会进行汇报。

2) 参加全国计算机体系结构学术会议

课题 2 的任务是研发大型流体机械大规模并行计算软件，研究领域属于计算机体系结构，计算机体系结构学术会议由中国计算机学会主办，每年举办一次的全国性学术会议，会议时间为 2 天，是国内体系结构领域最具权威的学术盛会。在课题执行期内，课题组每年派出 1 名高级职称人员参加学术交流，并对课题任务进展向大会进行汇报。

3) 参加国内举办的国际高性能计算学术会议

为了在国际高性能计算领域展示本课题的研究成果，在课题执行期内，课题组根据课题研发进度，每次派出 2 名高级职称人员参加学术交流，共派出 3 次。

4) 与课题协作单位交流

本课题承担单位为西安交通大学（西安）、参与单位为中山大学（广州），需要与中山大学进行与自己任务相关的技术交流讨论会共计 5 次，讨论会主题包括并行编程模型、并行优化、E 级计算机架构、大规模并行软件开发等，并邀请协作单位参加，每次包括 2 名高级职称人员，协作单位包括江苏大学（镇江）、兰州理工大学（兰州）、中科院工程热物理研究所（北京）、沈阳透平机械股份有限公司（沈阳）。

5) 超算中心现场测试

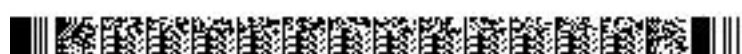
本课题需前往广州、上海、天津、济南超算中心现场，对软件并行度进行 20 万核、40 万核以及 60 万核测算。本课题由 2 名高级职称人员带队前往超算中心对软件并行度进行测算 3 次，平均每次 4 天。

6) 流体机械用户现场调研与测试

本课题研发过程，需到流体机械用户现场进行调研与测试，每次派出 3 名高级职称人员，平均每次 3 天，共进行 2 次。

7) 参加全国高性能计算学术会议

课题 2 的任务是研发大型流体机械大规模并行计算软件，研究领域属于高性能计算，高性能计算学术会议由中国计算机学会主办，每年举办一次的全国性学术会议，是国内高性能计算领域最具影响力的学术会议。在课题执行期内，课题组每年派出 2 名一般职称人员参加学术交流。



8) 参加全国计算机体系结构学术会议

课题 2 的任务是研发大型流体机械大规模并行计算软件,研究领域属于计算机体系结构,计算机体系结构学术会议由中国计算机学会主办,每年举办一次的全国性学术会议,是国内体系结构领域最具权威的学术盛会。在课题执行期内,课题组每年派出 2 名一般职称人员参加学术交流,并对课题任务进展向大会进行汇报。

9) 参加国内举办的国际高性能计算学术会议

为了在国际高性能计算领域展示本课题的研究成果,在课题执行期内,课题组根据课题研发进度,每次派出 2 名一般职称人员参加学术交流,共派出 3 次。

10) 与课题协作单位交流

本课题承担单位为西安交通大学(西安)、参与单位为中山大学(广州),需要与中山大学进行与自己任务相关的技术交流讨论会共计 5 次,并邀请协作单位参加,每次包括 3 名一般职称人员,协作单位包括江苏大学(镇江)、兰州理工大学(兰州)、中科院工程热物理研究所(北京)、沈阳透平机械股份有限公司(沈阳);

11) 超算中心现场测试

本课题需根据实际情况前往广州超算中心现场,对软件并行度进行 20 万核、40 万核以及 60 万核测算。本课题由 3 名一般职称人员前往超算中心对软件并行度进行测算 3 次,平均每次 4 天。

12) 流体机械用户现场调研与测试

本课题研发过程,需到流体机械用户现场进行调研与测试,每次派出 4 名一般职称人员,平均每次 3 天,共进行 2 次。

13) 市内交通费

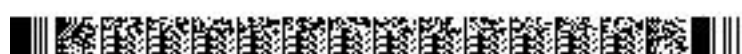
为完成本课题而实际产生的市内交通费,4 年共计 0.74 万元。

差旅费测算方法:

高级职称人员

1) 参加全国高性能计算学术会议

高性能计算学术会议注册费平均为 2800 元/人,由于参会城市待定,这里按照 4 (与课题协作单位交流) 的计算标准,每人每次往返交通费 (711 元/单程·



人×2程)、差旅补助(586元/天×2天)以及注册费用(2800元/人)合计5394元/人;每次参加会议1人,共参加会议4次,总计5394元/次·人×1人×4次=2.16万元。

2) 参加全国计算机体系结构学术会议

计算机体系结构学术会议注册费平均为3000元/人,由于参会城市待定,这里按照4(与课题协作单位交流)的计算标准,每人每次往返交通费(711元/单程·人×2程)、差旅补助(586元/天×2天)以及注册费用(3000元/人)合计5594元/人;每次参加会议1人,共参加会议4次,总计5594元/次·人×1人×4次=2.24万元。

3) 参加国内举办的国际高性能计算学术会议

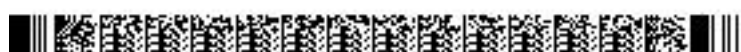
国内举办的国际高性能计算学术会议注册费平均为4500元/人,由于参会城市待定,这里按照4(与课题协作单位交流)的计算标准,每人每次往返交通费(711元/单程·人×2程)、差旅补助(586元/天×2天)以及注册费用(4500元/人)合计7094元/人;每次参加会议2人,共参加会议3次,总计7094元/次·人×2人×3次=4.26万元。

4) 与课题协作单位交流

西安—北京、广州、沈阳普通列车车程较长,根据实际情况分别乘坐高铁二等座、高铁二等座、飞机经济舱,西安—兰州、镇江均乘坐普通列车硬卧。出发地为西安到协作单位交通费用平均为711元/人·次,差旅补助平均为586元/人·天。去课题协作单位交流的总人次为10人次,城市间交通费用和差旅补助取平均值计算,与课题协作单位交流每人每次平均费用(往返交通费+2天差旅补助)为:711元/单程·人×2程+586元/天·人×2天=2594元/人;每次出差2人,共出差5次,总计2594元/次·人×2人×5次=2.59万元。

5) 超算中心现场测试

西安—广州、上海普通列车车程较长,根据实际情况分别乘坐高铁二等座、全列软席列车软卧,西安—济南、天津均乘坐普通列车硬卧。出发地为西安到超算中心现场交通费用平均为567元/人·次,差旅补助平均为608元/人·天。去超算中心现场的总人次为6人次,城市间交通费用和差旅补助取平均值计算,去超算中心现场每人每次平均费用(往返交通费+4天差旅补助)为:567元/单程·



人 \times 2 程+608 元/天 \cdot 人 \times 4 天=3566 元/人；每次出差 2 人，共出差 3 次，总计 3566 元/次 \cdot 人 \times 2 人 \times 3 次=2.14 万元。

6) 流体机械用户现场调研与测试

西安—沈阳根据实际情况选择飞机经济舱，交通费用为 1780 元/单程；沈阳差旅补助（包含住宿费、伙食和交通补助）为 530 元/天 \cdot 人，流体机械用户现场调研与测试每人每次平均费用（往返交通费+3 天差旅补助）为：1780 元/单程 \times 2 程+530 元/天 \cdot 人 \times 3 天=5150 元/人；每次出差 3 人，共出差 2 次，总计 5150 元/次 \cdot 人 \times 3 人 \times 2 次=3.09 万元。

一般人员

7) 参加全国高性能计算学术会议

高性能计算学术会议注册费平均为 2800 元/人，由于参会城市待定，这里按照 4（与课题协作单位交流）的计算标准，每人每次往返交通费（711 元/单程 \cdot 人 \times 2 程）、差旅补助（586 元/天 \times 2 天）以及注册费用（2800 元/人）合计 5394 元/人；每次参加会议 2 人，共参加会议 4 次，总计 5394 元/次 \cdot 人 \times 2 人 \times 4 次=4.32 万元。

8) 参加全国计算机体系结构学术会议

计算机体系结构学术会议注册费平均为 3000 元/人，由于参会城市待定，这里按照 4（与课题协作单位交流）的计算标准，每人每次往返交通费（711 元/单程 \cdot 人 \times 2 程）、差旅补助（586 元/天 \times 2 天）以及注册费用（3000 元/人）合计 5594 元/人；每次参加会议 2 人，共参加会议 4 次，总计 5594 元/次 \cdot 人 \times 2 人 \times 4 次=4.48 万元。

9) 参加国内举办的国际高性能计算学术会议

国内举办的国际高性能计算学术会议注册费平均为 4500 元/人，由于参会城市待定，这里按照 4（与课题协作单位交流）的计算标准，每人每次往返交通费（711 元/单程 \cdot 人 \times 2 程）、差旅补助（586 元/天 \times 2 天）以及注册费用（4500 元/人）合计 7094 元/人；每次参加会议 2 人，共参加会议 3 次，总计 7094 元/次 \cdot 人 \times 2 人 \times 3 次=4.26 万元。

10) 与课题协作单位交流

西安—北京、广州、沈阳普通列车车程较长，根据实际情况分别乘坐高铁二

等座、高铁二等座、飞机经济舱，西安—兰州、镇江均乘坐普通列车硬卧。出发地为西安到协作单位交通费用平均为 711 元/人·次，差旅补助平均为 586 元/人·天。去课题协作单位交流的总人次为 15 人次，城市间交通费用和差旅补助取平均值计算，与课题协作单位交流每人每次平均费用（往返交通费+2 天差旅补助）为：711 元/单程·人×2 程+586 元/天·人×2 天=2594 元/人；每次出差 3 人，共出差 5 次，总计 2594 元/次·人×3 人×5 次=3.89 万元。

11) 超算中心现场测试

西安—广州、上海普通列车车程较长，根据实际情况分别乘坐高铁二等座、全列软席列车软卧，西安—济南、天津均乘坐普通列车硬卧。出发地为西安到超算中心现场交通费用平均为 567 元/人·次，差旅补助平均为 608 元/人·天。去超算中心现场的总人次为 9 人次，城市间交通费用和差旅补助取平均值计算，去超算中心现场每人每次平均费用（往返交通费+4 天差旅补助）为：567 元/单程·人×2 程+608 元/天·人×4 天=3566 元/人；每次出差 3 人，共出差 3 次，总计 3566 元/次·人×3 人×3 次=3.21 万元。

12) 流体机械用户现场调研与测试

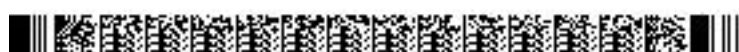
西安—沈阳根据实际情况选择飞机经济舱，交通费用为 1780 元/单程；沈阳差旅补助（包含住宿费、伙食和交通补助）为 530 元/天·人，流体机械用户现场调研与测试每人每次平均费用（往返交通费+3 天差旅补助）为：1780 元/单程×2 程+530 元/天·人×3 天=5150 元/人；每次出差 4 人，共出差 2 次，总计 5150 元/次·人×4 人×2 次=4.12 万元。

6. 会议费

会议费 9.90 万元，由国拨专项经费支出 9.90 万元。

根据《中央和国家机关会议费管理办法》（财行[2013]286 号）文的有关精神，结合本课题的预算实际，本课题会议费用以课题实施期间举办技术研讨会以及课题进度检查、课题验收准备会议费用等。测算依据详见下表。

序号	会议名称	人数	天数	次数	人均日标准（元）	金额（万元）
1	并行编程模型研讨会	18	2	1	450.00	1.62
2	并行优化研讨会	18	2	1	450.00	1.62
3	E 级计算机架构研讨会	18	2	1	450.00	1.62



4	大规模并行软件开发研讨会	18	2	1	450.00	1.62
5	课题进度检查会议	18	2	1	450.00	1.62
6	课题验收准备会议	20	2	1	450.00	1.80
累计						9.90

7. 国际合作与交流费

国际合作与交流费 9.84 万元，由国拨专项经费支出 9.84 万元。

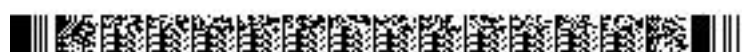
根据《因公临时出国经费管理办法》（财行[2013]516号）文件的有关精神，结合本课题的预算实际，课题组成员参加高性能计算、网络、存储和分析（SC）国际学术会议（美国）1人次，参加并行算法和体系结构（SPAA）国际学术会议（加拿大）1人次，参加并行处理会议（ICPP）国际学术会议（法国）2人次。测算依据如下表。

国家	总人次	住宿费 等（元/ 人·天，5 天）	伙食费（元 /人·天）及 公杂费（元 /人·天）	每次往返 国际机票 （价格 / 人）	会议注 册费	其他费 用（元/ 人）	金额 （万元）
美国	1	5940.00	561.00	11164.00	4500.00	590.00	2.50
加拿大	1	5940.00	561.00	11164.00	4500.00	590.00	2.50
法国	2	5625.00	675.00	10090.00	4500.00	590.00	4.84
累计							9.84

测算方法：（按照美元与人民币汇率为 6.6，欧元与人民币汇率为 7.5 计算）

去美国的会议学术交流：美国城市平均的住宿标准 180 美元/人·天，5 天每人住宿费为：5 天×180 美元/人·天=900 美元/人；伙食费和公杂费标准 85 美元/人·天，5 天每人伙食费和公杂费为：5 天×85 美元/人·天=425 美元/人；往返美国经济舱机票为 11164 元/人；国际会议注册费平均 4500 元/人，签证、交通费等其他费用平均 590 元/人；1 人总费用为：（900+425）×6.6 元/人+11164 元/人+590 元/人+4500 元/人=24999 元/人，共计 1 人×24999 元/人=2.50 万元。

去加拿大的会议学术交流：加拿大城市平均的住宿标准 180 美元/人·天，5 天每人住宿费为：5 天×180 美元/人·天=900 美元/人；伙食费和公杂费标准 85 美元/人·天，5 天每人伙食费和公杂费为：5 天×85 美元/人·天=425 美元/人；



往返加拿大经济舱机票为 11164 元/人；国际会议注册费平均 4500 元/人，签证、交通费等其他费用平均 590 元/人；1 人总费用为： $(900+425) \times 6.6$ 元/人+11164 元/人+590 元/人+4500 元/人=24999 元/人，共计 1 人 \times 24999 元/人=2.50 万元。

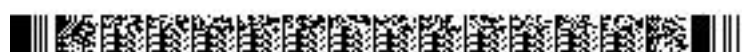
去法国的会议学术交流：法国城市平均的住宿标准 150 欧元/人·天，5 天每人住宿费为：5 天 \times 150 欧元/人·天=750 欧元/人；伙食费和公杂费标准 90 欧元/人·天，5 天每人伙食费和公杂费为：5 天 \times 90 欧元/人·天=450 欧元/人；往返法国经济舱机票为 10090 元/人；国际会议注册费平均 4500 元/人，签证、交通费等其他费用平均 590 元/人；1 人总费用为： $(750+450) \times 7.5$ 元/人+10090 元/人+590 元/人+4500 元/人=24180 元/人，共计 2 人 \times 24180 元/人=4.84 万元。

8. 出版/文献/信息传播/知识产权事务费

出版/文献/信息传播/知识产权事务费 20.72 万元，由国拨专项经费支出 20.72 万元。

根据《关于中央财政科技计划管理改革过渡期资金管理有关问题的通知》（财教[2015]154 号）文件的有关精神，结合本课题的预算实际，出版/文献/信息传播/知识产权费用于在课题研究过程中，需要支付的出版费、资料费、专用软件购买费、专利申请、软件著作权申请费用，测算依据详见下表。

序号	项目	数量	平均单价 (元)	金额 (万元)	说明
1	论文发表 (国内)	7	3000.00	2.10	在国内高性能计算、并行计算、优化设计领域的期刊上发表论文 7 篇。
2	论文发表 (国外)	6	6500.00	3.90	在国外高性能计算、并行计算、优化设计领域的期刊发表论文 6 篇。
3	专利申请	2	5500.00	1.10	在并行计算模型、并行编程方法、并行优化技术等方面申请专利 2 项。
4	文献检索	4	4800.00	1.92	课题进行过程中的各个技术点研究需要的文献检索等。
5	资料印刷	4	2000.00	0.80	课题进行过程中的资料印刷，例如操作手册、软件说明等印刷、装订，课题进行过程中的相关资料打印所需硒鼓、墨盒、复印纸等。



6	软件著作权申请	2	5500.00	1.10	在流体机械并行计算软件方面申请软件著作权2项。
7	Intel VTune 性能分析器软件	2	29500.00	5.90	性能分析器也可以在程序运行的系统平台上自动收集性能数据，并将所获得的性能数据在各个不同的层次进行不同粒度的交互式可视化，以帮助查找软件中可能的性能瓶颈。
8	Intel Parallel Studio XE for Linux 软件	1	39000.00	3.90	C++编译器、错误检查与性能调试工具，扩展了多线程库和多线程编程建议功能，帮助软件开发更轻松地提高串行和并行应用的性能和可靠性，以便充分利用最新的多核处理器。
累计				20.72	/

9. 劳务费

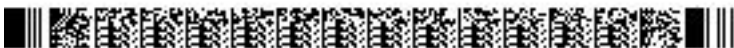
劳务费 51.74 万元，由国拨专项经费支出 51.74 万元。

根据《关于中央财政科技计划管理改革过渡期资金管理有关问题的通知》（财教[2015]154 号）文件的有关精神，结合本课题的预算实际，劳务费主要用于在课题研究过程中支付给项目组成员中没有工资性收入的在校博士生、硕士生、博士后和临时聘用人员的劳务费支出，以及临时聘用人员的社会保险补助。劳务费计算标准：在读博士生 1500.00 元/人月；在读硕士生 1000.00 元/人月；临时聘用人员 2100.00 元/人月。劳务费明细如下表。

序号	人员类别	人数	累计工作时间（月）	劳务费（元/人·月）	金额（万元）
1	博士生	3	144	1500.00	21.60
2	硕士生	8	272	1000.00	27.20
3	临时聘用人员	1	14	2100.00	2.94
累计					51.74

测算方法：

（1）博士生劳务费 21.60 万元：3 名博士生主要承担的课题研究任务为：其中 1 名承担面向 E 级计算机的多层次异构并行软件框架设计，1 名承担大型流体机械并行计算模型的弹性映射方案，1 名承担大型流体机械并行计算模型层间自聚类通信模型、层内自感知资源分配方法。平均每人参加 48 月，劳务费 21.60 万元，计算公式为：3 人×48 月/人×1500.00 元/人·月=21.60 万元。



(2) 硕士生劳务费 27.20 万元：8 名硕士生分别参与课题研究任务中的验证并行软件框架的高可扩展性，基于向量化、层次化缓存数据分块、计算与通信重叠、数据复用等优化技术研究，大型流体机械并行软件各模块间接口规范研究。平均每人参加 34 月，劳务费 27.20 万元，计算公式为：8 人×34 月/人×1000.00 元/人·月=27.20 万元。

(3) 临时聘用技工劳务费 2.94 万元：本课题拟聘用 1 名临时技工负责本课题在搭建验证实验系统中需要搬运、装配大量实验设备，同时维护实验设备、保证实验设备长时间运行。课题拟聘用设备维修工 1 名，工作 14 月，劳务费为 2.94 万元，计算公式为：1 人×14 月/人×2100 元/人·月=2.94 万元。

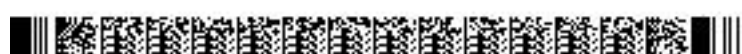
10. 专家咨询费

专家咨询费 3.68 万元，由国拨专项经费支出 3.68 万元。

根据《科技部科技计划管理费管理暂行办法》（国科发财字〔2005〕484 号）文件的有关精神，结合本课题的预算实际，课题实施过程中，拟邀请高级职称专家对并行编程模型、并行优化、E 级计算机架构、大规模并行软件开发以及课题进度检查和课题验收准备方面进行专家咨询。专家咨询费按 800 元/人天计算。测算依据详见下表。

序号	咨询内容	人数	天数	次数	人均日标准（元）	金额（万元）
1	并行编程模型研讨会	3	2	1	800.00	0.48
2	并行优化研讨会	3	2	1	800.00	0.48
3	E 级计算机架构研讨会	4	2	1	800.00	0.64
4	大规模并行软件开发研讨会	4	2	1	800.00	0.64
5	课题进度检查会议	4	2	1	800.00	0.64
6	课题验收准备会议	5	2	1	800.00	0.80
累计						3.68

并行编程模型研讨会请专家 3 名，指导并行编程模型相关技术；并行优化研讨会请专家 3 名，指导并行优化相关技术；E 级计算机架构研讨会请专家 4 名，指导 E 级计算机架构相关技术；大规模并行软件开发研讨会请专家 4 名，指导大规模并行软件开发相关技术；课题进度检查会议请专家 4 名，对课题进度提出中肯意见，以促进课题的顺利、及时完成；课题验收准备会议请专家 5 名对课题结果进行评估。



11. 其他支出

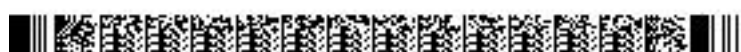
无

(二) 间接费用

本课题拟定间接费用 41.75 万元，由国拨专项经费支出。

(承担单位应当建立健全间接费用的内部管理办法，合规合理使用间接费用，结合一线科研人员实际贡献公开公正安排绩效支出，体现科研人员价值，充分发挥绩效支出的激励作用。承担单位不得在核定的间接费用或管理费用以外再以任何名义在项目资金中重复提取、列支相关费用。)

非正式上报材料



预算说明

三、自筹经费来源说明（需说明经费的来源、用途）

无

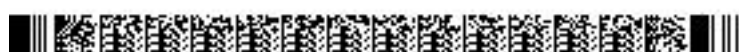
非正式上报材料



十一、相关附件

1. 乙方与参加单位有关协议（须加盖乙方与参加单位公章、法人签字签章；协议文件须扫描上传。如无参加单位，则不填）；

非正式上报材料



国家重点研发计划专项“面向 E 级计算机的大型流体机械并行计算 软件研制（2016YFB0200902）”课题合作协议

甲方：西安交通大学

乙方：中山大学

甲乙双方联合申报国家重点研发计划“高性能计算”重点专项项目“面向 E 级计算机的大型流体机械并行计算软件系统及示范”中课题 2“面向 E 级计算机的大型流体机械并行计算软件研制（2016YFB0200902）”，共同承担该课题的研发工作。本着优势互补、平等互利、共同发展的原则，经双方共同协商，就共同承担课题的有关事宜，达成如下协议：

（一）甲方是课题牵头单位，乙方为课题参加单位。

（二）本协议所称知识产权，包括依法享有的专利权、著作权、商标权、计算机软件的版权、技术秘密、商业秘密等知识产权。

（三）课题研究过程中所涉及各方已有的知识产权归原产权持有方所有，合作方有责任对任何其他方保密。

（四）课题研究过程中新产生的知识产权按各方贡献大小分配，即各方独立完成研究工作所形成的知识产权归各方独立所有；双方共同完成研究工作所形成的知识产权归各参与方共同所有，任何一方未经合作方同意不得擅自向其他方公开。

（五）本课题下设 5 个研究任务，承担国拨经费 270 万元。甲方负责课题任务 1、2、3 和 4，参与乙方负责的任务 5；乙方负责任务 5，参与甲方的任务 1、2、3 和 4。甲方承担国拨经费 203.33 万元，乙方承担国拨经费 66.67 万元。

（六）本协议未尽事宜，由双方友好协商解决；协议履行过程中，如发生纠纷，由双方协商解决，协商未果时向甲方所在地的人民法院起诉。

（七）本协议经双方盖章后生效。

（八）本协议一式 8 份，双方各执 1 份，6 份用于课题任务书附件，具有同等法律效力。

甲方：西安交通大学（盖章）

乙方：中山大学（盖章）

法定代表人：

法定代表人：

课题负责人：

子课题负责人：

2016 年 7 月 12 日

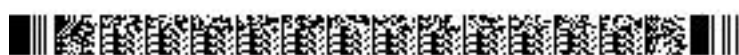
2016 年 7 月 11 日



2. 申报指南规定的其他附件。

无

非正式上报材料



任务书签署

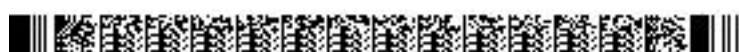
甲乙双方根据《国务院关于改进加强中央财政科研项目和资金管理的若干意见》(国发[2014]11号)、《国务院印发关于深化中央财政科技计划(专项、基金)管理改革方案的通知》(国发[2014]64号)、《科技部财政部关于改革过渡期国家重点研发计划组织管理有关问题的通知》(国科发资[2015]423号)、《科技部财政部关于印发〈中央财政科技计划(专项、基金等)监督工作暂行规定〉的通知》(国科发政[2015]471号)、《财政部科技部关于中央财政科技计划管理改革过渡期资金管理有关问题的通知》(财教[2015]154号)等有关文件规定,以及有关法律、政策和管理要求,依据项目立项通知,签署本任务书。

项目牵头承担单位(甲方):

法定代表人签字(签章):

(公章)

年 月 日



项目负责人签字（签章）：

年 月 日

课题承担单位（乙方）：

法定代表人签字（签章）：

（公章）

年 月 日

课题负责人签字（签章）：

年 月 日

