

课题编号：2016YFB1000501

密 级：公开

国家重点研发计划
课题任务书

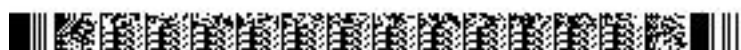
课题名称：	容器虚拟化与新型 ICT 系统结构
所属项目：	面向云计算的网络化操作系统
所属专项：	云计算和大数据
项目牵头承担单位：	清华大学
课题承担单位：	华中科技大学
课题负责人：	吴松
执行期限：	2016 年 07 月 至 2020 年 06 月

中华人民共和国科学技术部制
2016 年 07 月 13 日



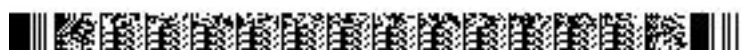
填写说明

- 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。

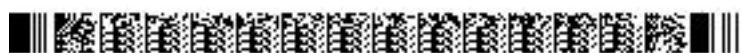


课题基本信息表

课题名称	容器虚拟化与新型 ICT 系统结构					
课题编号	2016YFB1000501					
所属项目	面向云计算的网络化操作系统					
所属专项	云计算和大数据					
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 checked="" type="checkbox"/> 基础前沿 <input 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	信息传输、软件和信息技术服务业					
课题的社会 经济目标	工商业发展 信息与通信技术（ICT）服务业					
经费预算	总预算 868.00 万元，其中中央财政专项经费 868.00 万元					
课题周期节点	起始时间	2016 年 07 月	结束时间	2020 年 06 月		
	实施周期	共 48 个月	预计中期时间点	2018 年 06 月		
课题 承担 单位	单位名称	华中科技大学		单位性质	大专院校	
	单位所在地	湖北省 武汉市 洪山区		组织机构代码	441626842	
	通信地址	湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号		邮政编码	430074	
	银行账号	42001127145050000610-0001		法定代表人 姓名	丁烈云	
	单位开户 名称	华中科技大学				
	开户银行 (全称)	105521000893 中国建设银行股份有限公司武汉喻家山支行				
课题 负责 人	姓 名	吴松	性 别	<input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	出生日期	1975-12-12
	证件类型	身份证	证件号码	420106197512123236		



	所在单位	华中科技大学			
	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	并行与分布式计算研究所所长
	电子邮箱	wusong@hust.edu.cn	移动电话	18971000189	
课题联系人	姓 名	吴松	电子邮箱	wusong@hust.edu.cn	
	固定电话	027-87543529	移动电话	18971000189	
	证件类型	身份证	证件号码	420106197512123236	
课题财务负责人	姓 名	周泽兵	电子邮箱	zhouzb@hust.edu.cn	
	固定电话	027-87543468	移动电话	13971353913	
	证件类型	身份证	证件号码	420400197302143835	
其他参与单位	序号	单位名称		单位性质	组织机构代码
	1	华中科技大学		大专院校	441626842
	2	阿里云计算有限公司		私营企业	673959654
课题参加人数	51 人。其中：		高级职称 <u>3</u> 人，中级职称 <u>1</u> 人，初级职称 <u>1</u> 人，其他 <u>46</u> 人；		
			博士学位 <u>4</u> 人，硕士学位 <u>16</u> 人，学士学位 <u>30</u> 人，其他 <u>1</u> 人。		
课题简介 (限 500 字以内)	<p>伴随着 Docker 的诞生,容器技术无论是在工业界还是学术界都受到了广泛关注。越来越多的互联网公司把容器技术投入到实践中,容器技术变成创建、发布和运行分布式应用的事实标准。与此同时,传统的云计算衍生出 CaaS(Container as a Service)的服务模式,催生出一批提供容器服务的公司。作为一种新型的虚拟化技术,容器通过共享宿主机内核,提供了相对于传统虚拟机的轻量性;但另一方面,共享内核所导致的不彻底隔离,使得容器在隔离性和可靠性等方面还存在较大的技术瓶颈。</p> <p>本课题拟突破包括容器间性能隔离、容器故障隔离和容器在线迁移等一系列容器虚拟化的关键技术瓶颈。基于容器虚拟化技术,本课题拟进一步实现软件定义的边缘 ICT 系统,在资源受限的边缘服务器中同时提供计算服务和通讯服务。</p> <p>本课题最终将以容器云服务的形式集中呈现项目成果,拟在阿里云服务平台上支持 100 万量级公有云容器实例,建成满足高并发请求的大规模镜像仓库,并实现生产环境中秒级的容器在线迁移。</p>				



一、目标及考核指标、评测方式/方法

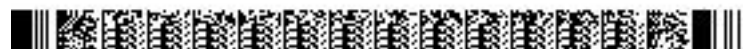
请填写下表。

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	
<p>本课题将以容器云服务的形式集中呈现项目成果，拟在阿里云服务平台上支持 100 万量级公有云容器实例，建成满足高并发请求的大规模镜像仓库，并实现生产环境中秒级的容器在线迁移。</p> <p>目标 1：容器云服务实例数量可达 100 万量级。课题研究内容和成果将集成到公有容器云平台上，该平台的容器实例规模是体现底层支撑技术和容器管理技术重要指标。在保证应用 SLA 的前提下，本课题拟建设可支持 100 万量级并发在线容器实例的公有容器云服务，并在阿里云提供的现有基础上将该大规模容器云服</p>	1：支持 100 万量级公有云容器实例服务	<input type="checkbox"/> 新理论 <input type="checkbox"/> 新原理 <input checked="" type="checkbox"/> 新产品 <input checked="" type="checkbox"/> 新技术 <input type="checkbox"/> 新方法 <input type="checkbox"/> 关键部件 <input type="checkbox"/> 数据库 <input type="checkbox"/> 软件 <input checked="" type="checkbox"/> 应用解决方案 <input checked="" 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 type="checkbox"/> 论文 <input type="checkbox"/> 发明专利 <input type="checkbox"/> 其他	指标 1.1 所能支持的公有云容器并发在线数量	公测阶段	正式投入商用，在保证 SLA 的前提下，并发在线容器实例数量>50 万	在保证 SLA 的前提下，并发在线容器实例数量>100 万	在阿里云平台上，考察并发在线的容器实例数量，同时抽样测试容器实例所能提供的服务质量
			指标 1.2 满足高并发请求的大规模镜像仓库的建设	公测阶段，镜像数量和可满足的并发请求数较小	镜像数量>30 万；并发请求数>0.5 万	镜像数量>50 万；并发请求数>1 万	计算阿里云所提供的镜像仓库中的镜像数量，并对镜像质量进行抽样检验；考察镜像仓库所能满足的并发请求数，并对所响应的并发请求的服务质量进行抽样测试

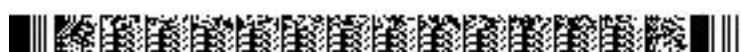


务投入商用。 目标 2：满足高并发请求的大规模镜像仓库的建设。容器镜像仓库的规模和并发服务能力是制约大规模容器云服务的关键，本课题拟建设满足高并发请求的大规模镜像仓库，镜像规模达到 50 万，能同时满足的镜像访问请求数>1 万 目标 3：实现秒级的容器在线迁移。容器的在线迁移能力是实现云平台容器化管理的关键资源调度技术，也是评价容器技术先进性的重要指标之一，本课题拟攻克容器在线迁移面临的一系列技术难题，实现秒级的容器在线迁移，并应用于阿里云的实际生产环境中			指标 1.3 生产环境中容器热迁移技术的实现	未投入商用	攻克技术难题，并通过实验验证	应用于阿里云生产环境，实现秒级的容器在线迁移	测试热迁移之后的容器是否可用，测试其配置环境、文件数据等是否与迁移前完全一致，在迁移过程中，测试服务的不可用时间是否在秒级
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	年度技术进展报告	3	2017~2019 年每年度 6 月份		公开	
	2	最终科技报告	1	2020 年 06 月		公开	
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。） 本课题拟发表论文 12 篇，申请国家发明专利 9 项。							



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。

由于在共享宿主机内核的同时，无法将宿主机上的所有资源进行抽象和隔离，导致容器的虚拟化实现并不彻底。容器性能隔离、容器故障隔离和容器在线迁移等问题，长期以来严重制约着容器的进一步发展。此外，面对新的云计算业务需求，传统的集中式数据中心模式暴露出用户请求响应延迟高、网络带宽不稳定和云端平台资源开销大等不足，亟需提供一种新的云服务模式。

1. 容器性能隔离技术

由于 Linux 内核中尚不能对所有资源进行抽象，以及现有容器技术暂不支持对所有已抽象的资源子系统的支持，在多租户环境下，同一宿主机上多容器之间的性能无法有效隔离。如图 1 所示，所有容器共享宿主机的网络带宽，而现有容器技术暂不支持对容器网络带宽的限制，极有可能出现某一容器过分占用网络资源，严重影响其他容器的正常运行。本课题拟解决现有容器技术中资源限制的不完整性，实现包括磁盘定额和网络带宽在内的更为完善的性能隔离。

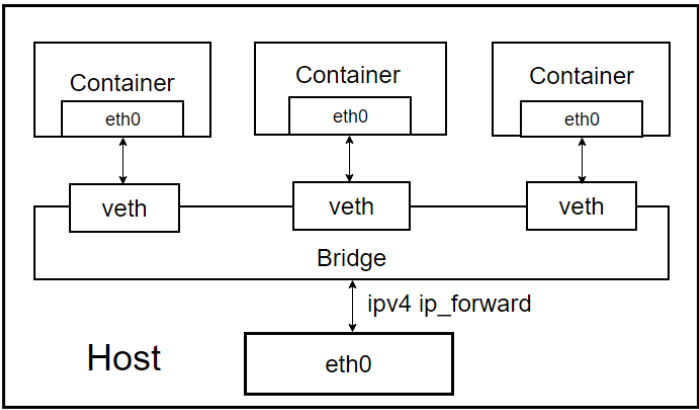


图 1 容器共享网络带宽示意图

2. 容器故障隔离技术

为实现不同容器间的独立和隔离，现有容器技术主要使用 Linux 内核中的 namespace 机制：在同一个 namespace 下的进程可以感知彼此的变化，而对外界进程一无所知。但现有容器技术对包括 /proc、/sys、/dev 等许多信息都未能实现隔离。一旦某一容器的崩溃破坏了未隔离的信息，将可能导致故障的级联，甚至引起



整个宿主机系统的崩溃。本课题拟对未隔离的信息进行严格的访问控制，从而避免单容器故障传播，提高容器系统的可靠性。

3. 容器在线迁移技术

容器的在线迁移能力是实现云平台容器化管理的关键资源调度技术，也是评价容器技术先进性的重要指标。但现有的容器在线迁移技术在迁移前后文件系统和网络一致性等方面仍存在许多亟需解决的技术瓶颈，使得容器的在线迁移仍停留在实验阶段。本课题拟完善容器的在线迁移技术，实现秒级的容器在线迁移。

4. 基于容器的边缘计算技术

在传统的云计算模式下，尤其是在移动云计算模式下，云数据中心在为用户提供服务时往往面临着用户请求响应延迟高、网络环境不稳定和云端平台资源开销大等问题。为改进传统云计算模式的不足，进一步帮助用户更有效的利用云端的丰富资源，拟采用如图 4 所示的移动边缘计算（Mobile Edge Computing, MEC）的模式。在具体实现过程中，将充分采用已有的容器技术研究成果，实现轻量级的基于容器技术的 MEC。

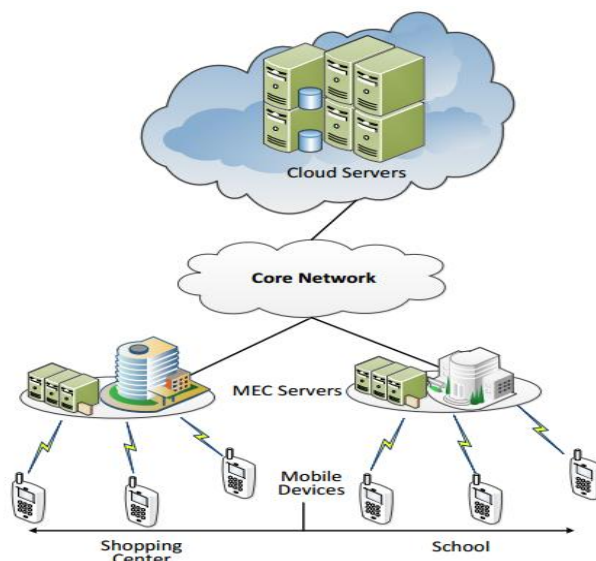
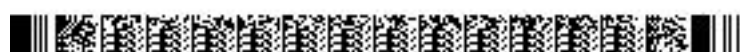


图 2 移动边缘计算示意图

（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。



1、针对项目研究拟解决的问题，拟采用的方法、原理、机理、算法、模型等

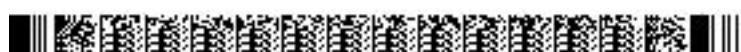
针对以上的研究内容、目标和关键问题，拟采用理论分析和实际工程实现相结合的研究方式，以及实验仿真和真实系统测试相结合的实现方案。初期通过研究现有容器技术中资源隔离和限制的不彻底性，分析在多租户环境下容器系统可能存在的性能隔离和可靠性问题，得出相关猜想后设计实验进行验证；然后针对确实存在的具体问题，进行初步的系统设计和实现，并通过实验验证系统的可行性和有效性；最后，将系统部署到真实生产环境中，测试系统的稳定性和具体性能表现。

以容器系统的 I/O 性能隔离为例。由于现有容器技术中，容器并未使用 cgroups 中的 net_cls 子系统对网络带宽进行限制，猜想在同一宿主机中的多个容器将抢占 I/O 带宽：极有可能出现某一容器过度占用网络带宽，而严重影响其他容器的正常运行。对此，利用 cgroups 中的 net_cls 子系统，通过使用等级标识符标记网络数据包，拟实现细粒度的网络带宽限制。初步在实验环境中对已有系统的网络带宽限制能力进行验证，在验证有效后进一步部署到真实生产环境中进行测试，并针对测试结果对系统进行改进。

2、项目研究方法（技术路线）的可行性、先进性分析

“容器虚拟化与新型 ICT 系统结构”子课题所提出的研究内容目标明确、思路清晰，对应的研究方案层层推进、具体详实，具有较高的可行性。容器作为一种操作系统级别的虚拟化技术，与 Linux 内核存在着千丝万缕的联系，需要研究者在熟悉传统虚拟化技术的同时，对 Linux 内核的相关机制了解深入。在研究容器中资源隔离和限制机制的不足时，拟采取理论分析和实验验证相结合的方式，确保猜想的合理性和真实性。在系统设计中，拟利用 Linux 内核中已实现的相关机制，在实现系统功能的同时，保证系统的稳定性和先进性（Linux 内核严谨优雅的代码实现保证了这种稳定性和先进性）。通过先“实验仿真验证”再“真实系统测试”两步走的方法，进一步降低了研究工作的风险。

此外，本课题申请团队在系统虚拟化领域具有雄厚的研究基础，是国家 973 项目“计算系统虚拟化基础理论与方法研究”（执行期 2007 年-2011 年）的牵头单位，在 I/O 虚拟化机制、虚拟 CPU 调度方法、轻量级虚拟机检查点、虚拟机运行状态保存和一致性维护、虚拟机在线迁移及功耗评价、虚拟机内存压缩机制、基于虚拟机架构的应用软件故障容忍、虚拟集群资源调度机制等一系列方法和技术上进行了大量研究，积累了一批重要研究成果，具有实施本项目研究工作的良好研究基础。

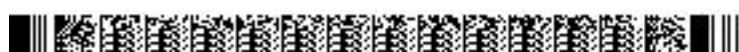


三、主要创新点

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：突破容器虚拟化的技术瓶颈

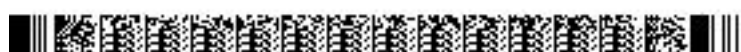
本课题拟解决包括容器性能隔离、故障隔离和在线迁移等容器虚拟化相关的技术难题。1) 针对容器性能隔离问题，拟提出容器系统的 I/O 资源运行时性能隔离方法，在保证隔离性的同时显著提升运行效率。具体而言，提出基于虚拟容器的磁盘定额限制方法，通过限制容器挂载的虚拟文件系统大小间接限制容器可使用的磁盘空间。2) 针对容器故障隔离问题，拟实现包括用户命名空间在内的较完善的命名空间隔离，对无法有效隔离的系统资源，采取强制访问控制机制，对单个容器所能访问的共享资源进行严格限制。3) 针对容器在线迁移问题，拟提出基于文件系统预拷贝的容器在线迁移方法和针对容器在线迁移的网络虚拟化方法。采用预复制方法实现数据迁移，在保证文件系统一致性的同时降低服务不可用时间；对照容器在线迁移的需求，重新定制网络虚拟化功能模块，实现网络标识和活动网络连接在迁移前后的可用性和一致性。



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。

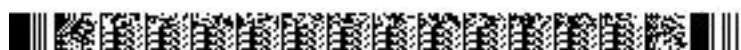
容器作为一种操作系统级的虚拟化技术，其轻量型虚拟化和细粒度资源控制的特点已经在云计算领域掀起了一股狂潮。针对限制容器技术进一步发展的技术瓶颈，我们提出容器系统的 I/O 资源运行时性能隔离方法，在提高隔离性的同时显著提升运行效率；支持容器的在线迁移，解耦基础设施与应用开发关联性；提出基于容器的轻量级资源管理方法，探索软件定义的边缘计算模式。这些关键技术的突破，将大大推进容器在生产领域的应用和普及，在提高服务器资源利用率的基础上降低运营成本。此外，采用移动边缘计算的新型数据中心部署模式，将有效降低用户请求响应延迟、提高网络带宽，从而提供更好的云服务用户体验。将改善的容器技术与移动边缘计算技术相结合，必将改变传统的云计算服务模式，从而创造出新的云服务商机。



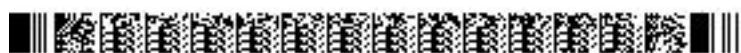
五、课题年度计划

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 07月 2017年 07月	1) 讨论确定总体技术方案，并通过专家评审。采用“理论分析”和“实验验证”相结合的方式，深入研究课题中所需突破的技术瓶颈； 2) 实现阿里云容器服务	1) 制定出专家评审意见书和可行的方案计划 2) 容器服务初步商用，支持并发在线 10 万容器，容器镜像数达到 1 万	1) 专家评审意见书，可行的方案计划 2) 阿里云容器服务
2017年 07月 2018年 07月	1) 具体攻克已明确的各项关键技术瓶颈，形成初步的解决方案，并完成实验验证 2) 完善阿里云容器服务，构建阿里云容器生态	1) 具体突破容器相关的关键技术瓶颈 2) 阿里云容器服务支持并发在线 50 万容器，容器镜像数达到 30 万	1) 实验 demo 演示 2) 阿里云容器服务
2018年 07月 2019年 07月	1) 针对已有的解决方案，设计实现系统原型。并实现系统在实验环境中的初步测试 2) 进一步完善阿里云容器服务，构建阿里云容器生态	1) 实现并测试系统原型 2) 阿里云容器服务支持并发在线 80 万容器，容器镜像数达到 40 万	1) 系统原型 demo 演示 2) 阿里云容器服务
2019年	1) 完成系统在实验环境中的完整测试	1) 系统成功部署，并通过完整测试	1) 成熟的容器云系统



07 月 2020 年 06 月	2) 完善突破的容器技术在阿里云平台上的部署,实现成熟的阿里云容器服务	2) 阿里云容器服务支持并发在线 100 万容器,容器镜像数达到 50 万	2) 成熟的阿里云容器服务
--------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	---------------



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。

课题遵循民主、科学、高效的指导思想，参考现代项目管理的原理和方法，确定本课题的项目管理方式。为保证分工与合作，将课题进一步划分为子课题，具体说明如下：

在课题层面，成立课题管理组、课题总体组和课题顾问委员会。课题管理组聘请专门的项目经理，负责课题日常的组织协调、任务计划和评审组织、任务执行监控、对外合作管理等；课题总体组由课题负责人和子课题负责人共同构成，负责研发过程中各阶段工作进度的掌控和各课题之间的协调和沟通；课题顾问委员会聘请资深专家组成，负责课题研究过程中重大方向性问题的讨论和技术把关，确保技术的先进性和实用性。

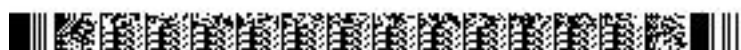
在子课题层面，成立技术协调小组和应用示范小组。技术协调小组针对所在子课题的研究任务，由至少一名骨干成员和若干名其他成员构成，负责课题关键技术的攻关，其中骨干成员担任该子课题负责人和责任人；应用示范小组负责课题成果的应用转化，以来自应用单位的人员为主，部分技术开发人员参与，以确保应用开发和成果转化效率。

课题具体的管理和协调机制包括：1）实行子课题责任人制；2）定期组织召开课题和子课题协调会议；3）建立课题执行情况和成果的共享机制

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。

在课题实施过程中，严格遵守财政部、科技部关于调整国家科技计划和公益性行业科研专项经费管理办法若干固定的通知(财教〔2011〕434号)，制定严密的经费使用计划，严格执行财务制度，厉行节约，管好用好专项经费。本课题将按照相关通知，制定行之有效的绩效奖励管理办法，在对科研工作进行绩效考核的基础上，对那些为课题作出贡献的人给予特别奖励，以提高器工作的积极性。

华中科技大学作为课题负责单位，将在课题实施过程中给予政策和资源支撑方面的全方位保障。华中科技大学计算机学院作为课题具体的实施方，将加强课题的规范乎、科学化管理，建立科学、合理的组织管理体系，建立、健全各项管理制度，以保证项目的顺利完成。具体的措施包括协助课题负责人，成立课题管理组、课题总体组和课题顾问委员会，提供必要的会议、管理以及剋眼任务执行场所，提供必要的开发用服务器和PC机，保证参与课题研发人员的稳定性，协助课题负责人对经费进行管理。

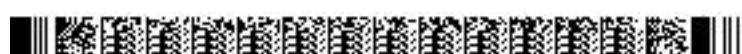


3、对实现项目总目标的支撑作用，及与项目内其他课题的协同机制，限 500 字以内。

本课题，对应于项目申报指南中“研究基于容器的虚拟化方法，在提升效率的同时显著提升容器的隔离性”和“软件定义的新一代 ICT 系统体系结构，重新界定软硬件的功能划分以及面向应用的配置方法与机制”的实现，对于项目总目标中“容器的高效性能隔离”，“形成云 OS 的 API 标准规范及应用生态”等具有重要的支撑作用。

通过突破“多租户环境下容器系统的性能隔离技术”，提供容器的高效性能隔离；通过实现“避免单容器故障传播的容器系统可靠性技术”，提供容器的可靠性保证。二者结合以解决“虚拟容器隔离性与运行效率之间的矛盾”。此外，通过实现“容器的在线迁移技术”，提升资源整合能力与管理效率。

通过设计新型的边缘计算(Edge Computig)框架模式，利用软件定义、网络功能虚拟化和容器虚拟化等技术，实现一种集计算与通讯功能于一体的新型 ICT 结构。通过软件的方法控制边缘服务器启动不同的容器以实现不同的功能，以此达到重新界定软硬件功能划分的目标。



七、知识产权对策、成果管理及合作权益分配

限 500 字以内。

知识产权对策

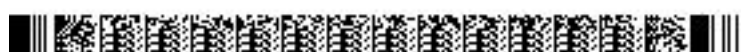
遵循《国家科研项目研究成果知识产权管理的若干规定》、《关于加强国家科技计划知识产权管理工作的规定》及国家有关法律法规,结合课题实际情况,建立知识产权管理制度和保护机制,对于一些容易引起分歧和纠纷的问题,需要做出具体而明确的规定,或者制定详细的解决流程;同时,与相关人员签署知识产权保护契约,强化规则约束。

成果管理

课题组将制订科研成果管理条例和有关的规章制度,并组织实施;组织对科研成果的评价鉴定,对成果的科学价值、经济价值、社会价值、应用可能性等进行审查评议,作出恰当的评价或鉴定意见;组织科研成果的交流,促进推广应用,使应用性的科技成果尽快地发挥作用。

合作权益分配

本着相互合作、公平公正的指导思想,合作权益分配遵循以下原则:责任单位与合作单位在申请本项目之前各自所获得的知识产权及相应权益均归各自所有,不因共同申请本项目而改变;因申请项目的需要,各自向对方提供的未公开的、或在提供之前已告知不能向第三方提供的与本项目相关的技术资料、数据等所有信息,未经提供方同意,不得提供给第三方。



八、需要约定的其他内容

限 500 字以内。

无



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。

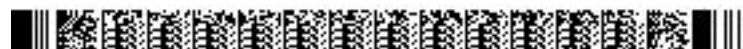
序号	姓名	性别	出生日期	身份证号码 (军官证、护照)	技术 职称	职务	学位	专业	投入本课题的 全时工作时间 (人月)	人员 分类	是否有 工资性 收入	工作单位
1	吴松	男	1975-12-12	420106197512123236	正高级	并行与分布 式计算研究 所所长	博士	计算机科学与技 术	32	课题负责人	是	华中科技大学计算机科学与技术学院
2	王多强	男	1969-08-18	370826196908181672	副高级	无	硕士	计算机软件	24	课题骨干	是	华中科技大学计算机科学与技术学院
3	顾琳	女	1985-12-18	321088198512185761	中级	无	博士	计算机体系结构	24	课题骨干	是	华中科技大学计算机科学与技术学院
4	陈飞	男	1991-05-29	421087199105296511	其他	学生	硕士	计算机体系结构	40	课题骨干	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
5	周放	男	1991-10-04	420683199110040074	其他	学生	硕士	计算机体系结构	40	课题骨干	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
6	樊浩	男	1990-10-04	130402199010043317	其他	学生	硕士	计算机体系结构	40	课题骨干	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
7	刘瑛	男	1984-11-06	420106198411063646	其他	学生	硕士	计算机体系结构	40	课题骨干	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
8	覃韩锋	男	1987-10-25	42108719871025821X	其他	学生	硕士	计算机体系结构	40	课题骨干	否	华中科技大学计算机科学与技术学院



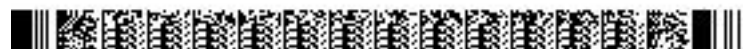
9	易宇声	男	1989-09-08	43090319890908001X	其他	学生	硕士	计算机体系结构	40	课题骨干	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
10	王新猴	男	1990-01-12	432524199001128331	其他	学生	硕士	计算机体系结构	40	课题骨干	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
11	翁启政	男	1982-11-07	420103198211072813	其他	学生	硕士	计算机体系结构	40	课题骨干	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
12	王坤	男	1992-12-10	412829199212101619	其他	学生	硕士	计算机体系结构	40	课题骨干	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
13	汤志敏	男	1986-05-26	320802198605260516	其他	高级专家	学士	信息管理与信息 系统	40	课题骨干	是	阿里云计算有限公司
14	陈萌辉	男	1982-02-03	43102519820203161X	其他	高级专家	硕士	生物医学工程	40	课题骨干	是	阿里云计算有限公司
15	闫长海	男	1977-12-28	42068319771228371X	其他	开发专家	学士	高分子材料与工 程	40	课题骨干	是	阿里云计算有限公司
16	张卓	男	1978-12-22	140102197812222356	其他	资深专家	硕士	计算机应用技术	12	课题骨干	是	阿里云计算有限公司
17	隋秀峰	男	1982-04-05	232301198204050039	副高级	无	博士	计算机体系结构	24	其他研究人员	是	华中科技大学计算机科学与技术学院
18	姚治成	男	1989-10-10	433130198910107337	初级	无	硕士	计算机体系结构	24	其他研究人员	是	华中科技大学计算机科学与技术学院
19	姜继忠	男	1987-10-09	341223198710094314	其他	技术专家	学士	电子信息科学与 技术	40	其他研究人员	是	阿里云计算有限公司
20	李强	男	1984-07-12	352202198407120031	其他	高级开发工程师	学士	计算机网络	40	其他研究人员	是	阿里云计算有限公司
21	谭林华	男	1987-09-05	431022198709053755	其他	研发工程师	硕士	计算机应用技术	40	其他研究人员	是	阿里云计算有限公司



22	王升功	男	1982-08-22	320721198208225411	其他	技术专家	学士	计算机科学与技术	40	其他研究人员	是	阿里云计算有限公司
23	尹书威	女	1980-08-06	230304198008064422	其他	高级专家	其他	计算机应用与维护	40	其他研究人员	是	阿里云计算有限公司
24	田涛涛	男	1982-08-24	410381198208246534	其他	前端开发专家	硕士	计算机网络	40	其他研究人员	是	阿里云计算有限公司
25	梁昊驰	男	1992-06-18	320902199206181036	其他	研发工程师	硕士	通信与信息系统	40	其他研究人员	是	阿里云计算有限公司
26	唐洪	男	1974-12-03	G20162418	其他	Senior Director	博士	Computer Science	12	其他研究人员	是	阿里云计算有限公司
27	孙亦山	男	1983-11-11	310106198311112812	其他	技术专家	学士	计算机	40	其他研究人员	是	阿里云计算有限公司
28	戴伟	男	1991-04-23	320382199104232516	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
29	高翔	男	1991-08-19	360726199108190032	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
30	阮博文	男	1990-02-12	420103199002124933	其他	学生	学士	计算机科学与技术	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
31	李斌吉	男	1990-03-05	140321199003050936	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
32	牛超	男	1991-05-24	410204199105242019	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
33	贾佑闯	男	1987-11-11	372925198711117511	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院



34	戴小海	男	1992-05-25	321281199205257455	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
35	赵伟	男	1991-09-01	340826199109016417	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
36	赵新宇	男	1992-05-12	142234199205122211	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
37	甘清甜	男	1992-03-04	421202199203043574	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
38	王行军	男	1991-11-12	420117199111120833	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
39	罗伟	男	1990-05-09	321281199005096837	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
40	姚寅	男	1991-10-11	500225199110114314	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
41	陈洋	男	1993-09-29	411425199309291035	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
42	熊壮	男	1993-08-10	429006199308105198	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
43	刘志毅	男	1993-04-24	420104199304240418	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
44	柳密	男	1990-10-01	421127199010013290	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
45	胡佳焕	男	1992-03-06	330682199203064413	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术
46	梅超	男	1992-09-01	511124199209011412	其他	学生	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
47	周小明	男	1994-06-20	330881199406204919	其他	无	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
48	宋文峰	男	1994-10-15	360104199410152212	其他	无	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
49	刘卉	女	1995-06-11	360122199506112429	其他	无	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
50	董晓宁	男	1992-02-02	370687199202022317	其他	无	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术



51	王利	男	1987-02-28	120225198702281436	其他	无	学士	计算机体系结构	40	其他研究人员	否	华中科技大学计算机科学与技术学院
		固定研究人员合计							1912	/	/	/
		流动人员或临时聘用人员合计							144	/	/	/
		累计							2056	/	/	/

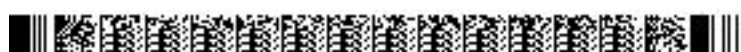


十、经费预算

课题（2016YFB1000501）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		2016YFB1000501		执行周期（月）	48
课题名称		容器虚拟化与新型ICT系统结构			
课题承担单位	单位名称		华中科技大学		
	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		441626842		
	单位法定代表人姓名		丁烈云		
	单位所属地区		湖北省	武汉市	洪山区
	电子邮箱		kfyhbs@hust.edu.cn		
	通信地址		湖北省武汉市洪山区珞喻路1037号		
	邮政编码		430074		
相关责任人	课题负责人	姓名	吴松		
		身份证号码	420106197512123236		
		工作单位	华中科技大学		
		电话号码	027-87543529-8022	手机号码	18971000189
		电子邮箱	wusong@hust.edu.cn	邮政编码	430074
		通信地址	湖北省武汉市洪山区珞喻路1037号华中科技大学东五楼		
	财务部门负责人	姓名	周泽兵		
		电话号码	027-87543468	手机号码	13971353913
		传真号码	027-87557354		
		电子邮箱	zhouzb@hust.edu.cn		
	课题经费预算联系人	姓名	耿聪		
		身份证号码	422301198004161266		
		电话号码	027-87543529-8025	手机号码	18971600351
		电子邮箱	cgeng@hust.edu.cn		



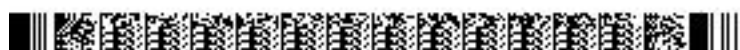
课题预算表

表B2 课题编号： 2016YFB1000501

课题名称： 容器虚拟化与新型ICT系统结构

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	868.00	868.00	
2	(一) 直接费用	750.39	750.39	
3	1、设备费	138.80	138.80	
4	(1) 购置设备费	114.30	114.30	
5	(2) 试制设备费			
6	(3) 设备改造与租赁费	24.50	24.50	
7	2、材料费	18.50	18.50	
8	3、测试化验加工费	17.00	17.00	
9	4、燃料动力费	74.65	74.65	
10	5、差旅费	104.80	104.80	
11	6、会议费	20.48	20.48	
12	7、国际合作与交流费	121.84	121.84	
13	8、出版/文献/信息传播/知识产权事务费	50.00	50.00	
14	9、劳务费	199.20	199.20	
15	10、专家咨询费	5.12	5.12	
16	11、其他支出			
17	(二) 间接费用	117.61	117.61	
18	二、经费来源	868.00	868.00	
19	(一) 申请从专项经费获得的资助	868.00	868.00	/
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： 2016YFB1000501 课题名称： 容器虚拟化与新型ICT系统结构 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							70	114.30	/	/	/	/	/	/	/
单价10万元以下试制设备合计									/	/	/	/	/	/	/
累计							70	114.30	/	/	/	/	/	/	/



测试化验加工费预算明细表

表B4 课题编号：2016YFB1000501

课题名称：容器虚拟化与新型ICT系统结构

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)
量大及价高测试化验费合计								
其他测试化验费合计								17.00
累计								17.00



单位研究经费支出预算明细表

表B5 课题编号： 2016YFB1000501 课题名称： 容器虚拟化与新型ICT系统结构 金额单位： 万元

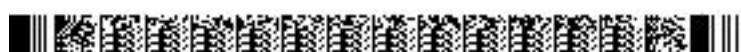
填表说明： 1.单位类型分承担单位、参与单位； 2.组织机构代码指企事业单位国家标准代码，单位若已三证合一请填写单位统一社会信用代码，无组织机构代码的单位填写“000000000”。										
序号	单位名称	组织机构代码-统一社会信用代码		单位类型	任务分工	研究任务负责人	合计	专项经费		自筹经费
								小计	其中：间接费用	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	华中科技大学	单位组织机构代码	441626842	承担单位	主要负责关键技术瓶颈的突破，实现原型系统的设计、开发、测试	吴松	566.00	566.00	81.14	
2	阿里云计算有限公司	单位组织机构代码	673959654	参与单位	贡献和维护开源社区，将容器的研究成果应用至阿里云服务平台，发布稳定高效的公有云容器系统	张卓	302.00	302.00	36.47	
累计							868.00	868.00	117.61	



预算说明

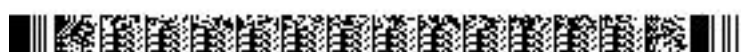
一、对课题承担单位、参与单位前期已形成的工作基础及支撑条件，以及相关部门承诺为本课题研究提供的支撑条件等情况进行详细说明。

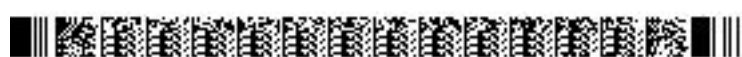
华中科技大学“服务计算技术与系统教育部重点实验室”和“集群与网格计算湖北省重点实验室”隶属于计算机体系结构国家重点学科和计算机软件与理论湖北省重点学科，在并行与分布式处理、虚拟化与云计算、海量存储系统等研究领域具有良好的工作条件。实验室现有教授 7 名、副教授 15 名，在读博士研究生 40 余名、硕士研究生 130 余名，是科技部“并行分布式计算”创新团队、教育部“长江学者和创新团队发展计划”创新团队牵头单位、湖北省自然科学基金创新团队，承建了中国教育科研网格 ChinaGrid 主结点、中国国家网格 CNGrid（武汉）结点、985 科技创新平台，是 973 项目“计算系统虚拟化基础理论与方法研究”的牵头单位，也是教育部重大专项“中国教育科研网格计划 ChinaGrid”的牵头单位，承担了各类国家级重要科研课题 40 余项。该实验室在该研究方向上已先后主持和承担了 973 项目“计算系统虚拟化的基础理论与方法研究”、863 课题“云服务和管理平台共性基础核心软件”和“云端和终端资源自适应协同与调度平台”等、以及国家自然科学基金重点项目“云计算环境下面向复杂工程应用的资源管理调度方法研究”等一批重要研究任务，研究成果发表在 IEEE Transactions 等国际权威期刊和 HPDC、IPDPS、CGO、ICPP 等重要国际学术会议上，技术成果应用于包括腾讯、华为、浪潮等公司的大规模生产性云计算系统和软件产品、以及全国 40 多所高校的数据中心等。该实验室已获得国家科技进步二等奖 2 项、国家技术发明二等奖 1 项、国家自然科学基金四等奖 1 项、省部级一等奖 4 项，已拥有国家发明专利 70 多项，已申请国家发明专利 40 余项，获软件著作权 50 余项，出版专著和教材 10 余本，在国内外权威学术期刊和会议上发表论文 500 篇，其中被 SCI、EI 索引收录论文 300 余篇次。实验室与美国、德国、澳大利亚、日本、英国、法国、加拿大等国家和香港、台湾地区的大学，以及 Intel、惠普、微



软、IBM、AMD、法国电信、曙光、浪潮、华为、中国移动、腾讯、阿里巴巴、天涯在线等国内外知名 IT 企业保持着密切合作，先后建立了华中科技大学-惠普高性能计算联合实验室、华中科技大学-英特尔多核技术联合实验室、华中科技大学-阿里巴巴云计算联合实验室、华中科技大学-腾讯云计算联合实验室等。此外，实验室成功举办了 20 多次具有重要影响的国际/国内学术会议。所在实验室拥有各种大型先进仪器设备价值九千多万元，包括具有通用计算能力 105TFlops、存储能力 514TB 的曙光高性能计算系统，以及计算能力 140TFlops 的曙光 GPU 集群系统；还包括具有大容量 SSD 的华为 ES3000 存储服务器、IBM BladeCenter HS21 集群服务器、IBM System p5-575 SMP 服务器、惠普 RX2600 集群服务器、浪潮 NF560D2/NF295D2 集群服务器等一批实验设备。”

阿里云，2010 年对外开放其在云计算领域的技术服务能力。用户通过阿里云，用互联网的方式即可远程获取海量计算、存储资源和大数据处理能力。截至 2014 年 6 月，阿里云服务的客户数超过 140 万，遍布互联网、移动 APP、音视频、游戏、电商等各个领域。根据 IDC 调研报告，阿里云是国内最大的公共云计算服务提供商。2013 年 8 月，阿里云成为世界上第一个对外提供 5K 云计算服务能力的公司。飞天 5K 单点服务器集群，拥有超过 10 万核计算的能力、100PB 存储空间，可处理 15 万并发任务数，承载亿级别文件数目。2015 SortBenchmark 比赛中，阿里云取得四项世界第一，其中阿里云用时不到 7 分钟（377 秒）完成 100TB 的数据排序，将 Apache Spark 的纪录 23.4 分钟快了三倍。2014 年 7 月，阿里云计算最重要的产品 ODPS，正式开放商用。ODPS 可在 6 小时内处理 100PB 数据。通过 ODPS 在线服务，小型公司花几百元即可分析海量数据。同月，阿里云计算发布搜索产品 OpenSearch，利用 OpenSearch，广大站长和移动开发者不用自己开发，就能在一天内实现站内搜索功能，甚至打造一个专业的搜索引擎网站。大数据时代，云计算成为了经济社会发展的基础设施。截至 2014 年 6 月，阿里云服务的政府、企业客户超过 140 万。涵盖电子商务、数字娱乐、金融服务、医疗健康、气象、政府管理等多个领域。





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。

本课题由华中科技大学和阿里云计算公司共同合作完成，拟申请国拨经费868万元，各单位经费分配简述如下：

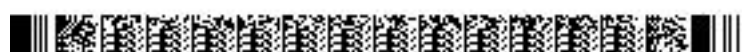
序 号	预算科目名称	预 算		
		华中科技大学	阿 里	合 计
1	一、经费支出	566	302	868
2	（一）、直接费用	484.86	265.53	750.39
3	1、设备费	66.12	72.68	138.8
4	（1）购置设备费	41.62	72.68	114.3
5	（2）租赁费	24.5	0	24.5
6	（3）试制设备费	0	0	0
7	2、材料费	18.5	0	18.5
8	3、测试化验加工费	17	0	17
9	4、燃料动力费	0	74.65	74.65
10	5、差旅费	44.2	60.6	104.8
11	6、会议费	20.48	0	20.48
12	7、国际合作交流费	121.84	0	121.84
13	8、出版/文献/信息传播/知识产权事务费	50	0	50
14	9、劳务费	199.2	57.6	141.6
15	10、专家咨询费	5.12	0	5.12
16	11、其他支出	0	0	0
17	（二）、间接费用	81.14	36.47	117.61
18	二、经费来源			
19	1、申请从专项经费获得的资助	566	302	868
20	2、自筹经费	0.00	0.00	0.00

（一）直接费用

1. 设备费

课题牵头单位应当对仪器设备购置进行重点说明。

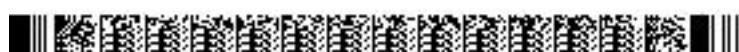
本课题“容器虚拟化与新型 ICT 系统结构”的重要研究目标是攻克容器系统



关键瓶颈技术，需要建设专用的容器系统开发、部署、测试、试运行环境，因此拟购买一批服务器及其配套设备搭建该小规模实验环境；同时，本课题的关键目标是实现实例规模达百万级的公有云容器服务，因此在建设小规模实验环境的同时，还需要将所研发的关键技术在真实公有云环境下进行实验性部署和针对性测试，因此需要租用公有云服务等；此外，本课题需要研究基于边缘计算模式的新型 ICT 系统结构，因此需要采购一批轻量级的边缘服务器，构建边缘计算环境。综上，具体的设备购置以及设备租赁费用如下：

(1) 设备购置费（114.3 万）

设备名称及型号	技术规格	数量	单价（万元）	总价（万元）	用途说明
服务器	产品结构：2U CPU 型号：Xeon E5-2650v2, 8 核*2, 内存类型：DDR3 内存容量：128GB (8*16G), sas 卡 标配硬盘容量：900GB, 支持 SSD/SATA; 支持热插拔; 双千兆网卡	30	3.20	96	10 台用于华中科技大学搭建内部小规模实验测试环境; 20 台用于在阿里公司内部搭建更大规模的研发测试环境。
机柜	体积 mm (高*宽*深) 600mm*1050mm*2000mm	3	0.72	2.16	用于放置服务器, 每个机柜放置 10 台服务器, 华中科技大学 1 台机柜, 阿里 2 台机柜
交换机	上行端口速率: 1000M 下行端口速率: 1000M 线速转发能力: 101MPPS 背板容量: 136G 上行端口数量: 4 口 下行端口数量: 24 口 VLAN: 支持 VLAN MAC: 16K	3	1.02	3.06	内部研发测试用, 每 10 台服务器使用一台交换机, 华中科技大学 1 台交换机, 阿里 2 台交换机
不间断直流电源 (UPS)	系统效率: 95% 过载能力: 125%负载 5min 后转旁路, 150%负	3	2.48	7.44	内部研发测试用, 为服务器提供不



	载 1min 后转旁路 通讯功能： RS485、USB、SNMP、干接 点等				间断电源支持，每 10 台服务器共 用 1 个 UPS，华中 科技大学 1 台，阿里 2 台
小型边缘 服务器	规格要求：体积小于 11CM*11CM*5CM 内存：32G DDR4 固态硬盘：500G CPU：i5 6260u WIFI 无线+蓝牙	10	0.56	5.6	内部研发测 试用，用作 边缘计算环 境得构建

(2) 设备租赁费（24.5 万）

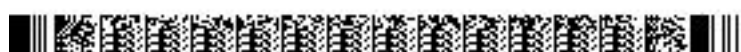
为了在真实公有云环境下进行实验性部署和针对性测试，因此需要租用公有云服务实验测试环境，根据在课题承担单位内部搭建的测试环境规模，拟租赁 70 台阿里云（ECS）服务器（4 核 16G 内存，200G SSD+600G 硬盘，5M 带宽），按小时计费（4.37 元/小时），每台服务器每年租用 200 小时，详情如下：

每台每月租金	台 数	每台小时数/ 年	年 数	总 价（万）
4.37（元/小时）	70	200	4	24.5

2. 材料费

本课题在研发测试环境中服务器需要配备 SSD 硬盘，以加速 I/O 性能。SSD 具有一定使用寿命，尤其是在高强度的测试环境下，设备损耗会比较严重。为保证课题顺利进行，每台服务器配备一块 SSD，以及需要相关通讯设备、传感器、无线开关等材料。详细预算如下表所示：

材料名称	数 量	单 价 （万元）	总 价	用途说明
512GB MLC SSD 硬盘	30	0.37	11.1	服务器每台配置 1 块 SSD 硬盘，弥补 研发过程中设备损 耗，保障课题研究 测试的顺利进行
无线通信模块	10	0.02	0.2	用作边缘服务器间



(WIFI、ZigBee 或蓝牙)				的无线通信模块
传感器及无线开关等控制器	100	0.03	3	为边缘服务器配备一批温度、湿度、压力、红外线等传感器以及无线开关等控制器
FPGA 开发板	3	1.4	4.2	用于为软件定义的新型 ICT 系统结构提供底层可重构的硬件环境
总计： 18.5 万				

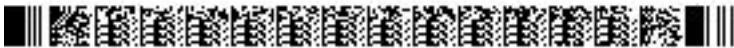
3. 测试化验加工费

本课题研究的容器虚拟化技术和新型 ICT 系统结构属于前沿尖端技术，需要请相关技术人员对课题的关键技术进行分析与测试，根据课题的研究内容，需要对容器性能隔离性、故障隔离、在线迁移以及新型 ICT 结构中边缘服务器与用户请求的自适应协同与调度进行功能测试和性能测试。具体测算如下：

测试内容	测试任务	测试单位	金额（万元）
容器性能隔离性测试	功能测试	第三方权威机构	2
	性能测试	第三方权威机构	2
容器故障隔离性测试	功能测试	第三方权威机构	2
	性能测试	第三方权威机构	2
容器在线迁移技术测试	功能测试	第三方权威机构	2
	性能测试	第三方权威机构	2
边缘服务器与用户请求的自适应协同与调度功能测试	功能测试	第三方权威机构	2.5
	性能测试	第三方权威机构	2.5
共 计： 17（万元）			

4. 燃料动力费

在搭建小规模的研发测试环境中，服务器需要持续运转，这需要维持该环境运行的电费，服务器、交换机、UPS 等设备，运行时间 4 年，一年按 365 天计算，一天 24 小时，电费按 0.8 元/度，电费支出情况如下：

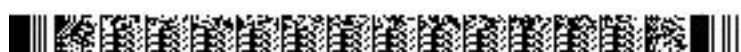


设备名称	额定功率	数量	运行时间
服务器	700W	30	24 小时*360 天*4 年
交换机	650W	3	24 小时*360 天*4 年
UPS	1350W	3	24 小时*360 天*4 年
计算方式：((700W*30+(650W+1350W)*3)*24 小时*360 天*4 年/1000*0.8 元/度) *90%=74.65 万			

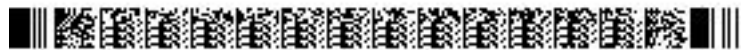
5. 差旅费

(1) 项目不同课题间进度、计划交流会议差旅费

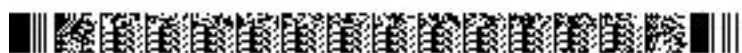
项目内部会议出差说明	往返交通费（元/人）	食宿费（元/人）	人次	天数/次	合计（万元）
项目启动会 Q1（北京）	武汉 1040	500	4	3	1.02
	杭州 1080	500	7	3	1.81
项目总体方案论证会与年中交流 Q2（上海）	武汉 600	500	4	3	0.84
	杭州 200	500	10	3	1.7
项目第一年年底技术交流会 Q4（杭州）	武汉 500	500	4	4	1
	杭州 /	/	/	/	/
项目第二年年中技术交流会 Q6（武汉）	武汉 /	/	/	/	/
	杭州 500	500	8	3	1.6
项目中期评估会 Q8（北京）	武汉 1040	500	4	4	1.02
	杭州 1080	500	7	3	1.81
项目第三年年中技术交流会 Q10（无锡）	武汉 500	500	4	3	0.8
	杭州 300	500	8	3	1.44
项目第三年年底技术交流会 Q12（东莞）	武汉 1080	500	4	4	1.22
	杭州 1000	500	7	3	1.75
项目集成准备会 Q12（杭州）	武汉 500	500	4	4	1
	杭州 /	/	/	/	/
项目总体集成测试 Q14（东莞）	武汉 1080	500	4	4	1.22
	杭州 1000	500	7	4	2.1
项目预验收会 Q14（上海）	武汉 600	500	4	3	0.84
	杭州 200	500	10	3	1.7
项目验收会 Q16（北京）	武汉 1040	500	4	4	1.02
	杭州 1080	500	7	4	2.16



总 计：26 万元					
(2) 课题内部会议差旅费					
课题内部技术交流会	平均往返交通费（元/人）	食宿费（元/天/人）	平均人数	平均会议天数	总额（万元）
总体架构联合设计与功能划分	800	500	10	2	1.8
基于容器的轻量级云平台设计与实现方案研究	800	500	10	2	1.8
基于容器的云平台的调试与优化	800	500	10	2	1.8
容器性能隔离性优化方案研究	800	500	10	2	1.8
容器性能隔离测试与集成	800	500	10	2	1.8
容器故障隔离性优化方案研究	800	500	10	2	1.8
容器故障隔离测试与集成	800	500	10	2	1.8
容器在线迁移技术方案研究	800	500	10	2	1.8
容器在线迁移技术测与集成	800	500	10	2	1.8
基于容器的网络通讯功能实现方案研究	800	500	10	2	1.8
基于容器的网络通讯功能测试与集成	800	500	10	2	1.8
基于容器技术的软件定义边缘服务器设计与实现方案研究	800	500	10	2	1.8
软件定义边缘服务器性能测试与功能测试	800	500	10	2	1.8
边缘服务器部署方案研究	800	500	10	2	1.8
新型 ICT 系统结构性能与功能测试	800	500	10	2	1.8
系统最终调试与优	800	500	10	2	1.8



化						
总计：1.8*16=28.8 万						
(3) 课题研究人员出国交流费用：						
会议名称	往返交通费(元/人)	食宿费(元)	会议注册费(元)	人次	天数/次	合计(万元)
2017 年全国计算机大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2018 年全国计算机大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2019 年全国计算机大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2020 年全国计算机大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2017 年全国软件与应用大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2018 年全国软件与应用大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2019 年全国软件与应用大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2020 年全国软件与应用大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2017 年全国云计算技术大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2018 年全国云计算技术大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2019 年全国云计算技术大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2020 年全国云计算技术大会	1500	530	1000	8	3	3.272
2017 年全国容器技术大会	1500	530	1000	8	1	2.424
2018 年全国容器技术大会	1500	530	1000	8	1	2.424
2019 年全国容器技术大会	1500	530	1000	8	1	2.424
2020 年全国容器技术大会	1500	530	1000	8	1	2.424
总 计：50（万元）						



6. 会议费

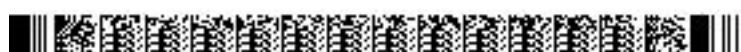
会议场地 租用费 (元/天)	餐饮费 (元/天 人)	其他费 (元/天 人)	参会人数	会议次数	会议天数 (天/次)	金额(万 元)
1200	120	80	20	16	2	20.48

7. 国际合作与交流费

项目实施中发生的会议费、差旅费、国际合作交流费等三项支出之间可以调剂使用，但不能突破三项支出预算总额。

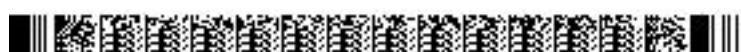
(1) 本课题研究成果达到国际先进水平，主要原因之一在于积极参加国际顶级技术峰会，实时了解相关前沿技术，加强国际合作交流。课题组根据研究进度和论文录用等情况将选择参加云计算和操作系统领域的 10 个重要学术会议，如 OSDI, NSDI, SOSP, EUROSYS, ASPLOS, SOCC, FAST 等知名会议，这些会议都是云计算和操作系统领域的顶级会议，具有国际权威，积极参加这类会议有助于了解国外先进技术方法，帮助课题研究顺利进行。这些会议多数都在欧美等发达国家召开，因此以美国平均值计算。按管理规定，赴美国住宿费标准平均为 120 美元/人/天，伙食费标准为 45 美元/人/天，公杂费标准为 35 美元/人/天，1 人 5 天花费大约 1000 美元，约合人民币 6000 元，往返机票大约 1.2 万，会议注册费 6000 元，签证费 1000 元，单人次合计 2.5 万元。按照 2 家课题承担单位，平均每年从 10 个顶级会议列表中选择参加 5 个会议，每个会议 2 人参加，每次 5-7 天，4 年总共 60 人次参会，总计 180 万元。

序号	交流类别	地区	时间(天)	课题任务相关性
1	参加国际操作系统原理大会(SOSP, 奇数年召开)和国际操作系统设计与实现大会(OSDI, 偶数年召开)	美国	5-7	国际操作系统领域顶级会议，有助于课题成员了解云端软件体系结构的相关最新技术
2	参加网络系统设计与实现大会(NSDI, 每年召开)	美国	5-7	国际网络系统领域顶级会议，有助于课题研究人员了解云元操作系统相关最新技术
3	参加国际面向对象编程语言、系统和应用大会(OOPSLA, 每年)	欧美	5-7	国际系统软件顶级会议，有助于课题研究人员了解软件定义系统相关最新技术



	召开)			
4	参加国际云计算原理大会 (SOCC, 每年召开)	欧美	5-7	国际云计算领域顶级会议, 有助于课题研究人员了解云端平台与容器、虚拟网络相关的最新技术
5	参加国际移动计算应用、服务与系统大会 (Mobisys, 每年召开)	欧美	5-7	国际移动云计算领域顶级会议, 有助于课题研究人员了解终端平台与边缘服务器相关技术
6	参加国际编程语言和操作系统的体系结构支持会议 (ASPLOS, 开会年份比较奇怪, 既不是双年会, 也不是单年会)	欧美	5-7	国际计算机系统结构顶级会议, 有助于课题研究人员了解云平台体系结构设计相关最新技术
7	参加国际文件系统和存储技术大会 (FAST, 每年召开)	欧美	5-7	国际文件系统和存储技术领域顶级会议, 有助于课题研究人员了解云平台和容器中存储最新相关技术
8	参加欧洲计算机系统会议 (EUROSYS, 每年召开)	欧洲	5-7	EUROSYS 专注于操作系统、实时系统、分布式系统等系统的研究与发展, 有助于课题研究人员了解系统设计相关最新技术
9	参加国际通信网络领域的顶级会议 (SIGCOM, 每年召开)	欧美	5-7	国际网络通信领域顶级会议, 有助于课题研究人员了解容器间网络通信相关最新技术
10	参加国际高性能计算与通信大会 (HPCC, 每年召开)	欧美	5-7	高性能计算领域顶级会议, 有助于课题研究人员了解提高云平台性能方面相关最新技术
课题承担单位, 平均每年从 10 个顶级会议列表中选择参加 5 个会议, 每个会议 2 人参加, 每次 5-7 天, 4 年总共 40 人次参会, 总计 100 万元				

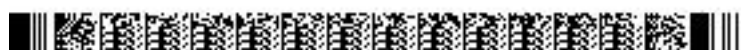
(2) 本课题研究任务属于国际前沿, 计划邀请美国、欧洲、日本在云计算、容器虚拟化、操作系统等领域的顶级专家来华访问进行学术交流和合作研讨, 对相关研究成果提出指导和建议。按照每次来回机票平均 1.2 万, 食宿交通费 800 元/天, 停留 6 天, 单次为 $(1.2+0.08*6)$ 1.68 万元, 具体邀请专家名单如下:



序 号	交流类别	地 区	交流内容
1	邀请科罗拉多大学 Xiaobo Zhou 教授来华	美国	交流云平台资源调度技术
2	邀请科罗拉多大学 Jia Rao 助理教授来华	美国	交流容器资源管理技术
3	邀请罗切斯特大学 Chen Ding 教授来华	美国	交流容器运行时调度技术
4	邀请卡塔尔计算技术研究所 Xiaosong Ma 研究员来华	卡塔尔	交流边缘计算技术
5	邀请弗吉尼亚联邦大学 Xubin He 教授来华	美国	交流容器存储优化技术
6	邀请南丹麦大学 Yongluan Zhou 副教授来华	丹麦	交流软件定义相关技术
7	邀请新加坡国立大学 Bingsheng He 副教授来华	新加坡	交流容器资源管理技术
8	邀请韦恩州立大学 Song Jiang 副教授来华	美国	交流容器存储优化技术
9	邀请美国阿岗国家实验室 Sheng Di 助理研究员来华	美国	交流容器资源调度技术
10	邀请法国 INRIA 国家实验室 Shadi Ibrahim 副研究员来华	法国	交流容器存储管理技术
11	邀请悉尼大学 Bingbing Zhou 副教授来华	澳大利亚	交流容器资源调度技术
12	邀请北卡州立大学 Xiaohui Gu 副教授来华	美国	交流云平台资源管理技术
13	邀请芝加哥大学 Shan Lu 教授来华	美国	交流云平台资源管理技术
预计每年邀请 3-4 名专家来访，一共邀请 13 人次，总计 21.84 万元			

8. 出版/文献/信息传播/知识产权事务费

类 别	单价 (万元)	数量	合计 (万元)	计算依据
国际期刊版面费	1	14	14	本子课题拟发表 14 篇国际期刊文章
文献检索费	2	4	8	课题研究需要跟进国际前沿技术趋势，因此产生文献检索费用，预计每年 2 万，4 年共 8 万
文献购买与订阅	2	4	8	包括国际、国家标准文档，购置、复印和



				国外相关书籍和文集以及订阅专业期刊等，每年 2 万，4 年总共 8 万
国内技术发明专利申请及代理费	1	12	12	本研究子课题拟申请国内专利 12 项
技术报告出版费	2	4	8	每年的课题报告和技术总结报告都需要出版，每年 2 万，4 年总共 8 万
总 计：50（万元）				

9.劳务费

人员类别	人数	月津贴（元）	4 年工作月数（月/人）	总计（万元）
全职实习生（阿里）	3	4000	48	57.6
博士	7	1800	40	50.4
硕士	19	1200	40	91.2
总 计：199.2（万元）				

10.专家咨询费

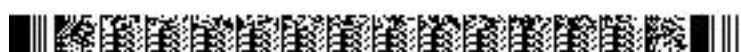
拟邀请专家人数（人/次）	会议次数	会议天数（天/次）	咨询费（元/天人）	总额（万元）
2	16	2	800	5.12

（二）间接费用

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。

间接费用主要用于支付课题组层面的相关科研管理费用、科研环境房屋水电气暖消耗补贴，以及人员激励费用等。

项目直接经费扣除设备购置费用后的金额为：750.39-114.3=636.09（万元），根据 500 万以下部分按 20%核定，500 万-1000 万部分按 13%核定，超过 1000 万部



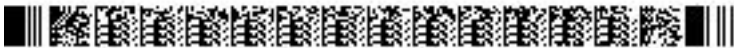
分按 10%核定，本课题间接费用限额为： $500*20\%+136.09*13\%=117.69$ （万元），
因此本课题间接费用 117.61 万符合要求。



预算说明

三、自筹经费来源说明（需说明经费的来源、用途）

无







附件:

“容器虚拟化与新型 ICT 系统结构”课题合作研发协议

根据《国家科技计划项目管理暂行办法》和《合同法》、《专利法》、《著作权法》以及《关于加强国家科技计划知识产权管理工作的规定》(国科发政字[2003]94号)、《关于国家科研计划项目研究成果知识产权管理的若干规定》(国办发[2002]30号)、《关于加强科技有关的知识产权保护和管理工作的若干意见》、《关于改进和加强中央财政科技经费管理的若干意见》(国办发[2006]56号)等相关法规,经协商一致,各方同意就共同承担国家重点研发计划“云计算和大数据”重点专项“面向云计算的网络化操作系统”项目课题“容器虚拟化与新型 ICT 系统结构”达成如下合作研发协议。

第 1 条 课题承担单位组成:

由华中科技大学作为该课题的牵头承担单位,阿里云计算有限公司作为课题的合作单位(以下简称合作方)。

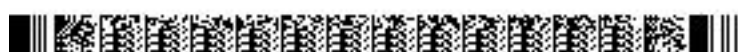
第 2 条 根据课题任务要求,合作方的课题任务分工及考核指标如下:

近年来,容器技术发展迅猛,在对传统虚拟化技术形成补充的同时,因其便捷的应用组装和部署能力,已成为创建、发布和运行分布式应用,实现业务逻辑和物理资源解耦的事实标准,是云计算应用生态的新兴增长点。合作方承担的子课题拟在阿里云平台上提供稳定可用的容器服务,主要任务和指标包括:

- (1) 保证应用 SLA 的前提下,建设可支持 100 万量级并发在线容器实例的公有容器云服务;
- (2) 建设满足高并发请求的大规模镜像仓库,镜像规模达到 50 万,能同时满足的并发镜像访问请求数大于 1 万;
- (3) 实现秒级的容器在线迁移并应用于阿里云的实际生产环境中;
- (4) 对 Docker 开源社区以代码提交的形式作出技术贡献;
- (5) 通过阿里云的公共云服务,为课题牵头承担单位的科研工作提供容器云生产环境,在符合阿里巴巴相关数据披露规定的前提下为其研究任务提供容器服务的相关数据支持。

第 3 条 根据相关科技计划经费管理办法,在本课题的实施过程中,各方应按以下经费预算进行支出;课题合作单位应按约定的时间节点以预算为基础及时向及时课题依托单位提交阶段决算和结题决算。

阿里云计算有限公司经费预算表





XS542016001399

1001746550001

课题经费预算表（包括总经费和国家专项经费的支出与来源预算） 单位：万元			
预算科目名称	合计	专项经费	自筹经费
一、经费支出	302	302	0
（一）直接费用	265.53	265.53	0
1. 设备费	72.68	72.68	0
（1）购置设备费	72.68	72.68	0
（2）试制设备费	0	0	0
（3）设备改造与租赁费	0	0	0
2. 材料费	0	0	0
3. 测试化验加工费	0	0	0
4. 燃料动力费	74.65	74.65	0
5. 差旅费	60.6	60.6	0
6. 会议费	0	0	0
7. 国际合作与交流费	0	0	0
8. 出版/文献/信息传播/知识产权事务费	0	0	0
9. 劳务费	57.6	57.6	0
10. 专家咨询费	0	0	0
11. 其他支出	0	0	0
（二）间接费用	36.47	36.47	0
其中：绩效支出	0	0	0
二、经费来源	/	/	/
1. 专项经费获得的资助	302	302	0
2. 自筹经费来源	/	/	/
（1）其他财政拨款	0	0	0
（2）单位自有货币资金	0	0	0
（3）其他资金	0	0	0





第4条 课题承担单位各方本着相互合作的精神，在课题申请和执行过程中涉及的知识产权按以下方式处理：

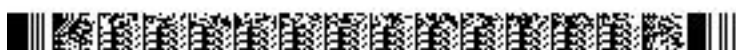
- 4.1 依托单位与合作单位在申请本课题之前各自所获得的知识产权及相应权益均归各自所有，不因共同执行本课题研究任务而改变。
- 4.2 因执行课题的需要，各自向对方提供的未公开的、或在提供之前已告知不能向第三方提供的与本课题相关的技术资料、数据等所有信息，包括但不限于各自所有或合法拥有的任何计算机程序、代码、算法、公式、过程、观念、图表、照片、制图、设计、产品、样品、发明创造（包括发明、实用新型和外观设计，无论是否获得专利）、技术秘密、版权、商标、产品研发计划、预测、策略、规范、实际或潜在商业活动的信息、客户与供应商名单、财务事项、市场营销计划等技术、商务上的信息等。未经提供方同意，不得提供给第三方。不管本课题执行是否完成，该条款长期有效。
- 4.3 因执行本课题的需要，各自向对方提供的相关信息，不构成向对方授予任何关于专利、著作权、商标权等知识产权的许可行为。
- 4.4 在课题执行过程中，各方应对课题执行过程中产生的科技成果按下列方式及时采取知识产权保护措施：
 - 4.4.1 根据课题任务分工（见“第2条”），在各方的工作范围内独立完成的科技成果及其形成的知识产权归各方独自所有。一方转让其专利申请权时，其他各方有以同等条件优先受让的权利。
 - 4.4.2 在课题执行过程中，由各方共同完成的科技成果及其形成的知识产权归各方共有。一方转让其共有的专利申请权的，其他各方有以同等条件优先受让的权利。一方声明放弃其共有的专利申请权的，可以由另一方单独申请或者由其他各方共同申请。合作各方中有一方不同意申请专利的，另一方或其他各方不得申请专利。
 - 4.4.3 由各方共同完成的技术秘密成果，各方均有独自使用的权利。未经其他各方同意，任何一方不得向第三方转让技术秘密。
 - 4.4.4 共同完成的科技成果的精神权利，如身份权、依法取得荣誉称号、奖章、奖励证书和奖金等荣誉权归完成方共有。
 - 4.4.5 各方对共有科技成果实施许可、转让专利技术、非专利技术而获得的经济收益由各方共享。收益共享方式应在行为实施前另行约定。
- 4.5 本协议不在协议各方之间建立任何商业上的代理、合作关系，如双方希望建立任何商业上的代理、合作关系的，应另行签订协议。

第5条 课题执行过程中研制或购置的设备、器材、资料等资产的归属：

- 5.1 利用国拨专项经费研制或购置的设备、器材、资料按国家有关法规处理。
- 5.2 利用配套经费研制或购置的设备、器材、资料，按配套经费提供方与使用方之间的协议处理。
- 5.3 其他研究资料按“4.2”款规定执行。

第6条 违约责任：

- 6.1 按课题任务分工，合作各方因自身原因导致研究开发工作未能按期完成，或者项目成果未能达到课题任务（或合同）书约定的考核指标的，相应合作方应当采取措施尽快完成研究开发工作或者使项目成果达到课题任务（或合





- 同)书要求,并各自承担由此而增加的相应费用。
- 6.2 合作方无正当理由未履行合同时,课题依托单位有权停拨、追缴部分或者全部经费,由此造成的经济损失由合作方承担。
- 6.3 未经知识产权所有权人各方同意,违反合同“第4条”所列方式实施或者转让项目成果的,应当向所有权人支付相当于其实施或者转让项目成果所得收益的违约金。
- 6.4 合作方违反相应课题经费使用办法或经课题依托单位检查确认计划进度不符合课题任务(合同)书约定的,课题依托单位有权减拨或停拨后续经费,由此产生的损失由相应合作方承担;情节严重的,课题依托单位有权申请课题的项目组织单位及科技部调整或终止该课题任务(合同),同时相应合作方应当返还已拨付的课题经费。
- 6.5 任何一方因不可抗力不能履行合同义务时,可以免除违约责任,但应及时通知课题依托单位,并在合理期间内出具因不可抗力导致合同不能履行的证明。课题依托单位在知悉合作方因不可抗力不能履行合同义务后,应及时报课题的项目组织单位及科技部批准。
- 6.6 在出现不可抗力的情况下,各方均采取适当措施减轻损失。任何一方因未采取措施或采取措施不当导致损失扩大的,应当对扩大的损失承担责任。
- 6.7 在履行本合同的过程中,确因在现有水平和条件下难以克服的技术困难,导致研究开发部分或全部失败造成损失的,风险责任由(1、合作方;2、课题承担单位;3、各方另行商定) 3 承担,风险责任确认的方式应为相应各方共同认可。

第7条 验收的标准和方式

按批准的课题任务(合同)书的规定执行。

第8条 补充协议或争议的解决办法:

在课题执行过程中发生争议时,课题承担单位各方应当协商解决,也可以请求主管部门进行调解。各方不愿协商、调解解决或者协商、调解不成的,商定申请由北京市仲裁委员会仲裁。

第9条 有效期:

9.1 本协议一式 14 份,课题牵头承担单位 12 份(其中 8 份用于提交给科技部),课题合作单位贰份,各份具有同等法律效力。

9.2 本协议有效期与批复的课题任务(合同)书执行期相同,课题结题验收后本协议自动终止。

依托单位(公章):

法人签章:

联系人:

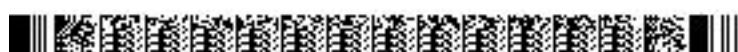
合作单位(公章):

法人签章:

联系人:

2016 年 7 月 11 日

2016 年 7 月 8 日



任务书签署

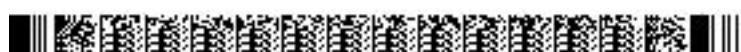
甲乙双方根据《国务院关于改进加强中央财政科研项目和资金管理的若干意见》(国发[2014]11号)、《国务院印发关于深化中央财政科技计划(专项、基金)管理改革方案的通知》(国发[2014]64号)、《科技部财政部关于改革过渡期国家重点研发计划组织管理有关问题的通知》(国科发资[2015]423号)、《科技部财政部关于印发〈中央财政科技计划(专项、基金等)监督工作暂行规定〉的通知》(国科发政[2015]471号)、《财政部科技部关于中央财政科技计划管理改革过渡期资金管理有关问题的通知》(财教[2015]154号)等有关文件规定,以及有关法律、政策和管理要求,依据项目立项通知,签署本任务书。

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

