

国家重点基础研究发展规划（973）项目  
面向复杂应用环境的数据存储系统理论与技术基础研究  
项目编号：2011CB302300

# 简 报

[2012] 02 号 总第 7 期

项目办公室 编

2012 年 10 月 30 日

---

## 项目顺利通过中期总结与评估

2012 年 8 月 3-5 日国家重点基础研究发展计划项目(973 计划项目)“面向复杂应用环境的数据存储系统理论与技术基础研究”（项目编号：2011CB302300）的中期总结与评估会议在华中科技大学武汉光电国家实验室举行。

会议由项目首席科学家、华中科技大学冯丹教授主持。由项目专家组专家沈绪榜院士、叶朝辉院士、强文义教授、钱华林研究员、戴国忠研究员、施鹏飞教授、方粮教授、李战怀教授、孟令奎教授以及项目依托管理部门的教育部科技司基础处的张安平女士和科技部基础研究中心的王公仆博士共同组成评估小组，在认真听取了项目各课题负责人汇报两年来的研究进展情况和取得的创新性成果的基础上，对项目实施情况进行了评估。

在项目的前两年执行过程中，围绕研究内容和研究目标，从理论、方法、关键技术和系统构成等多个层面完成了计划任务要求。构建了异构融合分布式存储系统平台；完成了原型系统与数字城市应用的初步联调。搭建试验平台聚合带宽为 60GB/s，完成了多个课题成果联调及集成，以便于进一步面向复杂应用环境开展大规模存储系统及服务的理论与方法的研究。相关研究成果发表在国际权威期刊 IEEE Transactions on Computers

(TC)、IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS)、ACM Transactions on Storage (TOS)等、以及国际学术会议 USENIX ATC 2011、ICS 2011、MSST 2011&2012、IPDPS 2011&2012、NAS 2011&2012 等，被国际同行多次引用和积极评价。项目成果获湖北省技术发明一等奖，培养了一批优秀的年轻教师以及博士硕士研究生等。

研究工作取得了一定的创新性进展。(1)、在存储系统基础架构方面，提出一种**面向大数据的多级融合智能存储系统结构**，并研究高性能、高可靠性、高可用性和智能化的系统组建方法。该结构包括三个层次，即存储器件间的融合、存储区域内存储节点间的协作以及存储区域间的融合协作。也就是，由传统的磁盘存储器件和新型非易失性半导体存储器件进行融合，形成自治的融合存储节点，实现节点内的存储资源调度与自动适配；在一个存储区域内部，多个自治的融合存储节点间通过高速互联通道互联，实现存储节点间的协作；在多个存储区域间，通过互联网络，实现区域间融合协作，从而构建大规模可扩展的安全、可靠、高性能的存储系统。(2)、在泛在存储服务方面，面向复杂应用环境，提出了一种**基于协作的混合云存储服务架构**。其主要思想是：将中心存储技术和 P2P 技术相结合，提出一种新的“以用户服务用户”的理论和协作模型，将云存储服务的提供商和用户融合到统一的应用环境中，相互协作。该机制通过“融合”和“分离”机制，在副本维护、数据传输、资源调度等方面发挥作用，有效发挥数据中心和用户协作层的作用，进一步提高云服务质量。(3)、重点围绕异构融合和混合云存储服务进行研究，初步形成多级融合存储体系结构、海量数据组织与资源共享方法、高效能存储系统组建方法、基于协作的混合云存储服务、存储服务质量保障等方面的理论、方法与关键技术，采用上述部分研究成果进行成果转化，已形成了一些面向重要部门和单位的存储体系结构及应用。

前两年研究工作，在理论和系统实现两个层面取得较大进展。理论成果将促进核心技术突破，进一步形成异构融合存储体系和泛在存储服务的系统理论，形成建设国家需求的重大存储系统的设计理论和方法。这些都为深入开展后期研究工作打下了较好的基础和开端。

在课题中期评估过程中，各课题组进行了深入交流讨论，并聆听专家的指导意见。各位专家在充分肯定前期工作成果的基础上，十分中肯地指出目前工作中仍然存在的一些问题和开展后三年的建设性意见，主要为：一要加强理论研究的力度，在实践中不断提炼总结关键科学问题。二是各课题间更进一步加强交流合作，集中围绕关键科学问题进行深入研究，力争出高水平的突出研究成果。

而在研究中我们也发现，有关面向大数据的多级融合智能存储系统结构和方法、基于协作的混合云存储服务理论与方法等还比较粗浅，需进一步深入研究，才能面向国家重大存储系统应用需求和当前大数据发展趋势，形成完整的面向复杂应用环境的大规模存储系统组建理论体系。在研究过程中也还发现一些新的问题有待解决，如大规模存储系统中，数据的高效管理、大数据规约、以及虚拟机环境下存储按需服务模型等已成为非常突出的问题，需重点研究相应方法。

根据专家的指正和提出的建议，以及研究过程中发现的各种问题，在后续研究工作中我们将在确保原有计划完成的基础上，加强相关理论研究的深度，围绕拟解决的关键科学问题：“面向服务的异构融合智能存储体系”和“复杂应用环境下泛在存储服务支撑架构”，从研究复杂环境下存储需求表达与特征抽取模型、服务适配与按需服务机制入手，研究按需提供服务的存储感知、自治、协同等智能化方法。研究异构存储器件、节点、子系统、区域等融合方法，形成高效能存储系统组建方法；研究混合云存储服务，个性化服务定制方法，以及服务质量保障机制和方法，提供高效、安全、可靠和低能耗的存储服务。力争形成面向大数据的异构融合与泛在服务的存储系统理论。

各课题也将在这一理论体系框架下继续深入研究其不同方面的关键技术、方法，从多角度、多层次来丰富完善异构融合与泛在服务的存储系统理论体系。同时，后续研究中将调整思路，进行有组织创新，除理论和方法创新外，重点围绕国家重大需求，形成高效节能的大规模存储系统组建方法，并部署服务和加大推广应用，力争形成有影响力的重大成果。