

国家高技术研究发展计划（863 计划）信息技术领域 “海量存储系统关键技术”重大项目 课题申请指南

一、指南说明

“十一五”期间，依据《国家中长期科学和技术发展规划纲要》、《国家“十一五”科学技术发展规划》和《863 计划“十一五”发展纲要》，863 计划信息技术领域围绕关系到国计民生和国家战略安全的高端关键应用领域的迫切需求，设立了“海量存储系统关键技术”重大项目。

“海量存储系统关键技术”重大项目总体目标为研制成功具有 2008 年初国际先进水平的规模达到 4000 并发访问、50GB/s 聚合带宽、1PB 存储容量的高可用、高性能海量网络存储系统，并在国家重点部门完成示范应用，实现我国存储产业由技术依赖向自主创新的历史性跨越。

本次发布的是信息技术领域重大项目“海量存储系统关键技术”启动课题的申请指南，实施年限为 2008-2010 年，课题支持年限原则上不超过 2 年。拟对“海量存储系统总体研究”、“海量存储系统研制”、“存储系统测试评价技术”等课题进行支持。在重大项目实施过程中，鼓励产、学、研、用等单位联合承担课题。应用示范工程要求必须采用本项目研制的存储设备、大型存储系统、存储管理软件、系统平台软件以及系统测试等技术成果，开展重要行业的典型示范应用。

本项目总经费为 45000 万元，其中 863 计划支持经费为 20000 万元，配套经费为 25000 万元。

二、指南内容

课题 1. 海量存储系统总体研究

【课题研究目标】

根据项目总体目标，进行市场调研和关键行业应用需求调研、技术发展趋势调研、技术战略研讨、产业战略研讨、应用推广战略研讨，提出相应政策建议。研究存储技术标准，规划存储技术专利布局，对整体项目实施提供技术指导。项目整体计划制定与任务分解、课题检查管理，保证项目按期完成，推动目标产品的应用推广。与项目相关的专利合作事务与专利谈判。国际技术交流、国际技术合作、国际标准组织合作。

【课题主要研究内容】

海量存储系统的市场和技术发展趋势调研；进行技术、产业、应用推广战略研讨，提出相应政策建议；研究存储技术标准，包括网络存储设备及系统相关技术标准，规划存储技术专利布局，对具体海量存储系统的研制和实施提出统一的参考依据；进行项目和课题管理；与项目相关的专利合作事务与专利谈判；国际技术交流、国际技术合作、国际标准组织合作。

【课题主要考核指标】

海量存储系统发展趋势与发展战略年度研究报告；完成本项目研究目标、研究内容、技术路线和整体实施方案；完成海量存储系统研制方案、测试、应用推广方案的审核报告；相关课题年

度工作检查报告；研究制定海量存储系统标准草案；推动实质性的国内外知识产权合作；推动实现实质性的国际合作，参与国际标准制定或国际标准组织。

【课题支持年限】

2008 年 12 月-2010 年 12 月。

【课题经费来源及构成】

本课题 863 计划支持经费为 300 万元。

【课题申请单位的条件及要求】

申请单位具备该领域的总体设计经验和基础。

课题 2 - 3. PB 级高性能海量存储系统的研制和应用示范

【课题研究目标】

研制面向 PB 级高性能、易扩展、高可用、易管理的海量存储系统，支持规模达到 4000 并发访问、50GB/s 聚合带宽、1PB 存储容量（可扩展至 10PB）的高可用、高性能海量网络存储系统，并在国家重点部门完成示范应用，实现我国存储产业由技术依赖向自主创新的跨越。

【课题主要研究内容】

课题研究内容包括海量存储组织与访问核心系统、高端磁盘阵列、存储交换设备、新型存储器件技术、存储核心软件以及应用示范系统。

（1）海量信息组织和访问核心系统

研究 PB 级海量存储体系结构、高性能高可扩展的存储虚拟化管理软件、高聚合带宽技术、高扩展并行文件系统、动态数据分布和资源调度、高可用技术等，研制面向 PB 级高可用、高性能海量网络存储系统的海量信息组织和访问核心系统，提供大规模、高性能、易扩展、高可用、易管理的文件存储系统。

（2）高端磁盘阵列

研制大容量、高性能和高可靠的高端磁盘阵列，研究多控制器的体系结构，高速互联背板技术，多控 I/O 协调调度技术，CACHE 一致性技术，控制器主板间高速同步技术，以及多协议接口技术。

（3）网络存储交换设备及适配器

研制面向海量存储系统数据密集型应用需求的支持 IB 协议及高可用性的高性能存储交换机。研究 FC/IB 协议转换技术，高性能存储网络的网络结构、路由算法和网络管理技术，高频数据传输技术，高速交换背板技术，网络容错技术，高性能数据存储通信协议。

（4）新型存储器件

研制新型非易失存储技术，研究高性能、低功耗、高集成度、大容量、长寿命的新型非易失存储器件技术，研究新型存储机理及纳米尺度存储实现技术，并研究其相关应用及验证技术。主要针对以下方向研究 1~2 项技术。

（4.1）高速、低功耗相变随机存储器技术

研究相变存储器模拟与设计软件，相变存储器芯片的集成电路设计及器件设计技术，纳米加工工艺，单元阵列与 CMOS 电路的集成技术，芯片封装及测试技术，高速化技术，低功耗技术，相变存储卡技术。

(4.2) 超高密度 STT-MRAM 及阵列级存储系统管理芯片

研究 STT-MRAM 存储单元的关键工艺流程以及 STT-MRAM 芯片的成套集成工艺；研究纳米尺度 MTJ 中 CIMS 效应的物理机制以及降低临界电流密度的方案和器件结构；研究驱动电路设计及多芯片系统集成技术、数据冗余及纠错管理技术以及高吞吐率数据传输及接口电路；研制 STT-MRAM 单元及芯片，实现阵列级存储系统管理芯片设计及试制。

(4.3) 新一代高密度半导体非挥发电阻型随机存储器的关键技术

研究符合半导体 CMOS 工艺集成兼容性要求的高密度 RRAM 存储单元结构、配套电路及其测试方法；研究 RRAM 电路功能模块的设计、仿真、验证技术以及 RRAM 存储器集成技术；研究 RRAM 半导体芯片测试与可测性设计技术以及芯片封装技术。

(5) 海量存储系统软件和关键技术

研究面向海量存储管理的存储虚拟化软件技术，分级存储及数据管理关键技术，数据备份及数据保护技术，存储访问安全关键技术，存储设备安全预警和数据主动迁移技术。

(6) 海量存储系统关键行业应用示范

在攻克关键技术，形成有自主知识产权的存储设备、存储系统、存储软件等系列成果的基础上，针对重要行业典型应用研制 1-2 套 PB 级高性能示范存储系统。

【课题主要考核指标】

课题中新型存储器件部分要求在本项目研制的存储系统或应用中验证,其它各个部分要求在本项目的应用示范系统中实际应用。各部分具体指标要求如下。

(1) 海量信息组织和访问核心系统

- 支持访问容量达到 1PB 存储容量（可扩展至 10PB），50GB/s 聚合带宽，支持 4000 个并发访问
- 支持异构存储设备且规模可达 128 台
- 支持 FC/iSCSI/IB 等主流传输协议
- 支持文件总数达到十亿量级（10⁹），支持单个目录下文件数量达到百万（10⁶）以上，每秒 104 到 105 个操作的元数据处理吞吐率
- 支持随着资源的增加系统性能指标拟线性的增长
- 支持本项目所研制的高中端磁盘阵列

(2) 高端磁盘阵列

- 对国外同类产品具有兼容性和可替代性
- 支持 4 控 4 活，容忍任 1 控制器故障
- 每个控制器支持以太网或 FC 或 IB 网络接口类型，支持 16Gbps 以上的网络带宽
- 每个控制器支持至少 4GB 的 Cache，系统支持最大扩展到 32GB Cache
- 支持 RAID0、1、5、6、1+0

- 可靠性达到 99.999%
- 主机端接口支持 FCP、SCSI、SAS、iSCSI、iSER 等标准协议，单个主机端口峰值性能达到目前协议支持最高峰值性能
- 磁盘设备端接口支持 FCP、SCSI、SAS、SATA 等标准协议，单个磁盘端口峰值性能达到目前协议支持最高峰值性能
- 具有完全自主知识产权的硬件、软件和组装结构
- 磁盘阵列的容量具有可扩展性，单台磁盘阵列可管理 200TB 以上磁盘总容量
- 峰值 IOPS \geq 800, 000
- 数据传输率：3200MB/s（峰值）
- 具有高效的热设计和冗余容错技术，能够实现部件的热交换；
- 具有高效的系统管理功能，能够实现控制器间的快照、镜像等功能，方便远程容灾应用
- 支持本项目所研制的海量信息组织和访问核心系统

（3）网络存储交换设备及适配器

- 对国外同类产品具有兼容性和可替代性
- 研制出高性能基于 IB 的网络存储交换设备，IB 交换设备至少具备 192 个端口，无阻塞、全连通、全交换。每端口全双工速率 80Gbps
- 支持部件的热拔插
- 提供高效的网络管理和系统管理功能
- 研制出全双工速率 80Gbps IB 适配器
- 支持 FC/IB 协议转换
- 支持本项目所研制的海量信息组织和访问核心系统、高中端磁盘阵列

（4）新型存储器件

研制下列 1~2 种新型存储器件，达到以下指标，并在本项目研制的存储系统或应用中验证。

（4.1）高速、低功耗相变随机存储器技术

- 研究出与标准 CMOS 工艺兼容的相变随机存储器芯片成套加工工艺
- 研制出高速、低功耗相变存储器存储单元器件，其写入时间 \leq 5ns，操作电流 \leq 0.3mA，读、擦、写次数 \geq 109 次，数据动态范围 \geq 10；数据保存时间 \geq 10 年
- 设计出 1Gb 相变随机存储器芯片，研制出高速、低功耗兆位级相变存储器测试芯片，其 CMOS 电路在国内半导体企业 0.18 微米或更先进的集成电路生产线上流片
- 研制出器件应用验证所需的支撑部件

（4.2）超高密度 STT-MRAM 及阵列级存储系统管理芯片

- 研发出可集成的 STT-MRAM 存储单元的加工工艺
- 研制出 STT-MRAM 的存储单元器件：临界电流密度 \leq 5 \times 105A/cm²；磁阻 \geq 100%；写电流 \leq 100 μ A；读写时间 \leq 20ns；可擦写次数 \geq 1014；存储单元面积 \leq 12F²
- 研发出与 CMOS 工艺兼容的 STT-MRAM 芯片的成套集成工艺
- 研制出 4Kbit 的纳米尺度 MTJ 结构的 STT-MRAM 芯片
- 研制出高速高可靠阵列级数据存储系统管理芯片，具备多芯片管理、冗余纠错及接口功能，单端口数据吞吐率 \geq 8MBps 以上，纠错能力达到 4bit/2MB
- 研制出器件应用验证所需的支撑部件

(4.3) 新一代高密度半导体非挥发电阻型随机存储器的关键技术

- 在国内半导体企业的 0.13 微米或 0.18 微米八英寸线上实现存储材料与标准 CMOS 工艺的集成，附加的掩膜版 ≤ 2 块
- 数据保持时间 ≥ 10 年@85℃；读取时间 ≤ 60 ns；单元的置位时间 ≤ 500 ns；擦写电压 ≤ 3.3 V
- 突破采用新型电阻随机存储器存储材料的 1Mb 存储器原型测试芯片关键技术
- 研制出器件应用验证所需的支撑部件

(5) 海量存储系统软件和关键技术

(5.1) 面向海量存储管理的存储虚拟化软件技术

- 支持主流的操作系统和多种文件系统
- 支持对 FC、iSCSI、IB 存储设备的资源虚拟化
- 支持虚拟化存储空间达到 PB 级，支持存储卷在线扩展，存储资源按需分配
- 支持跨存储设备的卷和 RAID 组织方式

(5.2) 分级存储与数据管理关键技术

- 实现基于访问频度和存储设备性能的分级存储技术
- 支持高速存储设备、中速存储设备、慢速存储设备的三级存储结构，并可根据存储需求扩展到更多设备级别的存储结构
- 分级存储管理能与存储虚拟化软件协调工作，优化资源利用
- 基于智能管理策略实现数据的迁移、复制、压缩、删除等数据管理功能
- 具有数据的统一监控管理与智能策略定制

(5.3) 数据备份软件及数据保护技术

- 支持多应用节点、多介质节点的网络海量数据备份
- 支持在线备份、并发备份功能
- 支持主流数据库的在线备份
- 支持多级别数据恢复功能
- 提供适合备份传输、存储和恢复的数据压缩算法和数据组织方法
- 研制面向网络存储的连续数据保护软件，提供不同等级的数据恢复能力，支持典型应用的持续保护
- 支持 128 个数据单元的连续保护，每个被保护数据单元支持 8 个以上检查点

(5.4) 存储访问安全关键技术

- 提供统一用户权限管理
- 提供独立的文件加密模块及数据随机加密技术
- 实现用户数据的完整性保护

(5.5) 存储设备安全预警和数据主动迁移技术

- 提供针对存储资源潜在故障的监测和获取技术
- 提出存储设备潜在故障预警检测的接口与规范
- 具有统一的管理界面，提供多层次设备健康状态信息监测及数据迁移管理
- 支持基于安全预警的主动数据迁移功能

(6) 海量存储系统关键行业应用示范

基于所研制各种存储技术，针对重要行业典型应用研制 1-2 套示范系统，并达到以下指标。

- 存储一体化管理系统，支持多种异构存储设备、存储子系统

- 针对典型应用的数据共享结构、存储系统性能优化策略
- 高并行共享 PB 级文件系统，PB 级存储系统

【课题支持年限】

2008 年 12 月-2010 年 12 月。

【课题经费来源及构成】

本课题 863 计划支持经费 9450 万元，单位配套 12400 万元。

【课题申请单位的条件及要求】

以企业牵头，与研究机构（高校、研究所）、用户联合申请。

牵头企业应是国内存储系统领域的知名企业，企业战略上重视存储产业的发展；应具有存储系统的研发经验，具有稳定的研发队伍、相应规模的实验、验证环境和工程技术基础条件，具有稳定的技术支持队伍和售后服务保障能力，具有存储系统和设备推广能力，并具有经费匹配能力。

示范用户单位应是国内具有影响力的大企业或关键部门，有较大的存储系统需求和直接购买能力，有应用系统开发、移植、优化能力，应承诺支持课题成果的应用，具有经费匹配能力。

项目团队要具备存储系统结构研究与存储软硬件设计和研制能力及相关经验。

课题 4. 存储系统测试评价技术和平台

【课题研究目标】

面对大容量存储设备和存储系统，以及多种应用需求，研究相关的存储分析技术；针对海量存储系统的应用级性能、易用性、可用性、大规模存储系统的能耗问题，研究网络存储系统评测体系。

【课题主要研究内容】

研究网络存储设备与海量网络存储系统的评测指标体系，包括性能、功能、可用性、可管理性和功耗等指标；

研究基于故障插入的可用性测试技术。研究如何采用故障注入的方式模拟系统中的暂时错误（奇偶校验错）和永久错误（硬盘失效），测试系统在出现错误后检测错误、处理错误、继续应用服务的能力，并尝试给出系统故障概率和故障破坏度的预测和评价；

研究基于管理事件注入的可管理性测试技术。研究如何采用管理事件注入的方式模拟系统中的管理事件（如进行分区，系统扩容等），并测试系统在处理管理事件的同时应用服务质量的变化；

研究网络存储设备与海量网络存储系统的功耗测试方法；

开发面向事务处理、互联网信息服务以及科学与工程计算等应用领域的存储系统基准测试程序；

研究和开发可动态插入的轻量级 I/O Trace 采集工具与时间尺度可调的 I/O Trace 重放工具，有效提取和再现应用存取行为，支持应用存储系统测试与分析。

【课题主要考核指标】

- 提出海量网络存储系统及网络存储设备的评测指标体系
- 从性能、功能、功耗、应用性能以及可管理性等多个维度建立完善的网络存储系统测试

平台

- 提供面向不同应用领域的存储系统基准测试程序
- 支持本项目所研制的海量信息组织和访问核心系统、高中端磁盘阵列，提供本项目研发的网络存储产品的测试服务

【课题支持年限】

2008 年 11 月-2010 年 12 月。

【课题经费来源及构成】

本课题 863 计划支持经费 800 万元，单位配套 200 万元。

【课题申请单位的条件及要求】

申请单位具有评测存储系统和设备的经验，具有稳定的研究与评测队伍、相应规模的实验、验证环境和工程技术基础条件，且申请该课题的单位不能承担本项目课题 2-3 的研制任务

三、注意事项

1、课题申请者应根据申请指南提出的课题名称、研究目标、主要研究内容、主要考核指标等要求，编写《国家高技术研究发展计划（863 计划）项目课题申请书》。

2、课题必须由法人（单位）提出申请，法人是当然的课题依托单位，且必须指定一名自然人担任课题申请负责人。每个课题申请只能有一个课题申请负责人和一个依托单位，课题的协作单位不能超过 5 家。

3、课题依托单位应符合的基本条件：在中华人民共和国境内登记注册一年以上、过去两年内在申请和承担国家科技计划项目中没有不良信用记录的企事业单位，包括：大学、科研机构等事业法人；中方控股的企业法人。如果联合申请，申请单位与协作单位之间的分工应明确。

4、课题负责人应符合的基本条件：

- （1）具有中华人民共和国国籍；
- （2）年龄在 55 岁（含）以下（按指南发布之日计算）；
- （3）具有高级职称或已获得博士学位；
- （4）每年（含跨年度连续）离职或出国的时间不超过 6 个月；
- （5）过去三年内在申请和承担国家科技计划项目中没有不良信用记录。

5、具备以下条件的港澳台和海外华人科技人员具备以下条件的可作为课题负责人：

对于港澳台的科技人员，在满足上述（第 4 条）2~5 项条件的情况下，只要有正式的合作协议或受聘于课题依托单位，合作期或聘任期覆盖课题的执行期，且每年在课题依托单位工作时间不少于 6 个月的，并由课题依托单位出具相关证明材料。

对于海外华人科技人员，包括取得外国国籍和永久居留权的，在满足上述（第 4 条）2~5 项条件的情况下，只要正式受聘于课题依托单位，且聘任期覆盖课题的执行期，每年在课题依托单位工作时间不少于 6 个月的，并由课题依托单位出具相关证明材料。

6、课题负责人及主要参加人员不得违反以下限项申请的规定：

为保证科研人员能够高质量地开展研究工作，国家科技计划实行限制申请及承担课题数量规定。每人同期只能主持不超过二项国家主要科技计划（包括 863 计划、973 计划、支撑计划）课题。申请者应按照上述要求进行申请，且在同一批发布的申请指南中只能申请一项课题或项目。

7、申请者提出的国拨经费申请不得高于申请指南规定的国拨经费控制额，并应按照申请指南的要求提供相应的配套经费，否则不予受理。

8、申请者要遵守科学道德，以严谨的科学作风和实事求是的科学精神填写项目课题申请书，保证项目课题申请书的真实性，避免出现夸大和不准确的内容。同时，不得将研究内容相同或者近似的项目进行重复申请。863 计划对申请者在申报过程中进行信用记录，对于故意在课题申请中提供虚假资料、信息的，一经查实，记入信用档案，并对单位在两年内取消其申报 863 计划资格、对个人在三年内取消其申报 863 计划资格。

9、申请程序和要求：项目申请采取网上集中申报。申报通过“国家科技计划项目申报中心”进行，网址为program.most.gov.cn，有关申请的程序、要求和其他注意事项详见《“十一五”国家高技术研究发展计划（863 计划）申请指南》。

10、课题申请受理的截止日期为 2009 年 2 月 4 日 17 时。

11、咨询联系人及联系方式

联系人：科技部高技术研究发展中心 贾燕红、嵇智源

电话：010-68338861、010-88364080

电子邮件：jyh@htrdc.com、jzy@htrdc.com

科技部 863 计划信息技术领域办公室

二〇〇八年十二月二十三日