

重大科技项目中信息化的应用

廖方宇 吴丽辉

中科院 信息化工作领导小组办公室

【摘要】 中科院始终把握信息技术的发展对社会发展全方位的影响，尤其对科技活动的变革意义，致力于科研组织和重大科技项目信息化环境的研究和实践。在一系列战略布局和计划实施中，探讨信息化与科技项目研究和科技项目管理活动的相互促进方式，并逐步发挥信息化在科技工作中的「倍增」作用。本文概要提出了重大科技项目的实施中，在中科院现有信息化设施和环境的基础上，构建重大科技项目的科研信息化和管理信息化环境，初步勾画了信息化环境的总体框架、接口关系和关键要素，阐述信息化环境的建立对重大科技项目实施的促进作用以及对科研模式变革的意义。

【Abstract】 Chinese Academy of Sciences has always had the grasps of the trend of information technology on the full range of social development and in particular the impacts to the science and technology activities. Great efforts have been dedicated to the research and deployment of information environment for scientific researches and the related organizations. In the processes of strategic arrangements and program implementations, the great attentions are paid to the correlativity among the information technology, scientific researches and their managements. As the result, the informationization has been gradually becoming an amplifier of scientific activities. This paper outlines the implementation of informationization environment, based on the existing e-Science infrastructure of Chinese Academy of Sciences, for research and management activities of large scale scientific projects. The overall framework, interfaces and the key elements of e-Science environment are described. The role of informationization in promoting as well as changing of model of the scientific research has been discussed.

【关键词】 信息化、信息技术、科技项目管理

【Keywords】 Informationization、information technology、science and technology
project management

1 引言

科技活动的信息化是国家科技现代化的先导和关键环节，是全社会信息化发展的粘合剂、催化剂和发酵剂。科技信息化就是在科学研究与工程技术活动中系统地应用最先进的信息技术成果，发展新的科技创新手段、创新模式、创新环境，从而实现科学技术新的革命。当代信息技术大大提高了数据和信息的获取和分析处理能力，使科学研究日益成为数据密集型工作。数据规模和复杂度的快速增长给研究工作带来了全新的情景和问题，成为更为精密和深入的科学研究的基础。计算模拟已成为与理论分析、实验观察鼎足而立的第三种科学方法，催生了新的科学领域和研究手段。高速计算机和网络的发展使科技创新活动的生态链日益呈现多形态、跨行业、跨学科、跨地域的全球化特点，传统的科研模式和体制已经不能适应这一技术形态带来的变化，科技信息化的发展将对传统科研模式和体制产生重大影响。

中科院始终把握信息技术的发展对社会发展全方位的影响，尤其对科技活动的变革意义，致力于科研组织和重大科技项目信息化环境的研究和实践。「十五」期间，中科院实施了信息化建设专项，大幅度提升了中科院信息化公共基础设施，推动了中科院信息化应用的发展，为进一步发展奠定了坚实的基础。「十一五」期间，中科院通过信息化的持续发展，进一步完善和提升信息化基础设施，初步建立了 e-Science 资源共享和协同工作环境，大幅度提高科技工作的质量与效率。在一系列战略布局和计划实施中，探讨信息化与科技项目研究和科技项目管理活动的相互促进方式，并逐步发挥信息化在科技工作中的「倍增」作用。

本文概要介绍了中科院「十一五」期间信息化环境的总体部署，以典型案例阐述了信息化环境的建立对重大科技项目实施的促进作用以及对科研模式变革的意义。

2 总体部署

「十一五」期间，中科院信息化的总体部署可以概括为「优化三大环境，构建五大平台，完善三大体系，从而逐步建成互联互通，安全便捷的数字化中科院」。三大环境就是互联网络环境、超级计算环境和数据应用环境，这是构成数字化中科院的三大支柱。以此三大环境为依托，建设包括网络化科学研究平台、网络化运行管理平台、网络化教育培训平台、网络化信息发布平台和网络化科学传播平台在内的五大应用平台。与此同时建设包括信息化安全保障体系、信息化制度规范体系和信息化支撑服务体系在内的三大体系，保证三大环境和五大应用平台的成功建设与运行。当然，中科院信息化建设不应该是一个自闭的系统，而是一个与国内外信息化资源互联互通的开放式系统。这就是信息化中科院的基本架构，如图 1 所示。



图 1 「十一五」期间中科院信息化的总体部署图

目前中科院按地域、学科分布的由总中心、地区分中心、所级中心的三层超级计算环境已初步形成，开始提供网格化的超级计算服务，连入超级计算环境的 CPU 计算能力已达 218T。在中科院 GPU 超算建设及应用方面，单精度 GPU 计算能力达 5P，双精度 GPU 计算能力达 1.3P，建成中科院高效能分布式 GPU 超级计算系统。

在互联网环境建设与服务方面，中科院的网络基础设施不断升级，网络覆盖面和管理水平进一步提高。目前北京至 6 个中科院分院网络带宽均升级到 2.5G，10 个独立研究所升级到 60M，国际互联网总带宽达 1,322M，中美国际互联网升级为 622M，开辟联结新加坡、印度、非洲、欧盟科研网络新通道。开展了 32 项大科学装置和野外台站联网建设。

在数据应用环境方面，已基本建成面向中国科技界共享服务的开放的数据应用环境门户系统，实现中科院科学数据库中数据资源统一展现和集成服务。目前已建成 6PB 存储容量和 200 个数据处理节点，并向中科院全院启动 IPv6 数据传输和存储服务。建成了可共享服务的数据资源达 100TB，整合形成了 350 个左右较优质的科学数据库并全部上线服务。

2009 年 12 月 3 日，「中国科研信息化论坛」在北京隆重召开。会议有力加强信息化的影响力和重视度，推动中国科技信息化建设及应用交流；促进科技信息化宏观政策层面交流，促进科技信息化发展战略及政策研究；推动科技信息化人才队伍建设，为中国科技创新战略提供有力支撑与服务，充分发挥科技信息化在中国信息化建设中的基础和引领作用。

3 典型案例

3.1 案例 1：面向科学应用需求，建设世界水平的数据密集型网格平台

中科院「十一五」提出并启动了 e-Science 示范项目。其中，高能物理研究所等单位承担的数据密集型网格平台示范站点，以学科实际应用的持续需求为牵引，采用成熟先进的网格中间件建立和整合数据网格资源，形成 e-Science 的示范平台，为

大科学与工程、国际合作等科学计算需求提供服务。经过一年的努力，数据密集型网格平台初具规模，已装备了 1,100 个 CPU 内核计算能力、400TB 的磁盘存储能力，建立了到北美（622Mbps）、到欧洲（1Gbps）、到羊八井（155Mbps）等国内外高速网络专线连接，每天进行的数据交换量最高达到 3TB，每天执行来自国内外不同应用的批量作业达到 5,000 个左右。高能物理研究所还协助中科院计算机网络中心、中国科学技术大学、北京大学、山东大学、南京大学等建立了小型网格站点，初步形成国内跨地域的网格平台。

高能物理研究所的数据密集型网格平台还与国际高能物理网格系统相融合，加入了世界上最大的网格系统 WLCG，成为全球 200 多个网格站点中运行水平最好的站点之一。形成一个由高能物理基础设施、网络、超级计算、数据、视频通讯等众多技术协同工作的科研环境，使中国国内科学家能够充分利用国际上数万个 CPU 的计算资源以及数 10PB 的海量数据为中国的科研服务。该站点取得了许多重要成果，发挥了信息化在科技工作中的“倍增”作用。

作为网格系统的重要组成部分，高能物理研究所建立了 CMS 实验远程运行亚洲区域中心（即北京中心），并于 2009 年 8 月 15 日正式投入运行。北京中心利用大型高能物理实验的远程运行控制系统，把 CMS 实验远程运行第一次从欧洲和北美扩展到亚洲区，形成三个时区互补的 24 小时全天候运行值班模式，有效保证了 CMS 实验顺利进行。通过该中心，中国物理学家可以实时检查 CMS 探测器的状态以及数据质量，实施远程控制，并实现网格平台的实时监控、运行以及网格计算任务的管理。这种采用网格技术建立起来的系统首次实现了大型物理实验的分布式运行，形成了分布式的全球化实验室。该网格平台为 LHC 国际合作承担了大量的计算任务，同时也帮助中国科学家使用国际上更大规模的网格计算资源为自己的科研服务。

ATLAS 是 LHC 对撞机上规模最大的实验。ATLAS 中国组利用网格平台进行 10 个物理课题的 Monte Carlo 模拟研究，包括希格斯粒子寻找和性质研究、超对称粒子的寻找、W 和 Z 玻色子特性研究，以及 top 夸克的特性研究等。ATLAS 中国

组向 ATLAS 国际合作组提交了 10 余篇内部研究报告，所提出的物理事例筛选创新方法在国际合作组中占有重要地位。

CMS 是 LHC 上另一大型国际合作实验。CMS 中国组利用网格平台做出了同样突出的成绩。CMS 中国组进行的 Bc 物理研究处于国际领先地位，同时在希格斯物理、 $\mu+\mu-$ 研究、J/ψ、极化测量方法的研究等方面也获得重要成果。相关人员在 CMS 国际合作组大会上作了数 10 篇报告，并提交了多篇内部报告。

除了为高能物理、天体物理提供计算服务外，该网格平台还参与生物医学等领域的合作研究并提供服务。WISDOM 是一个国际合作计划，它利用网格计算进行病毒分子对接和分子筛选。以抗禽流感病毒的研究为例，该计划通过国际网格的合作计算，从数百万种化合物中找出了 123 种候选分子，其中 7 种分子已在实验室的体外试验中被确定为能够抑制禽流感病毒活性的新型分子，筛选成功率高达 6%，而使用传统药物发现方法的典型成功率则仅为约 0.1%。

3.2 案例 2：中国 e-VLBI 科研应用取得重要进展

e-VLBI (e-Very Long Baseline Interferometry) 是近年来随着网络通讯和计算机技术的进步，在甚长基线干涉测量 (Very Long Baseline Interferometry, VLBI) 领域出现的新技术。它将互联网络环境、高性能计算和 VLBI 信息处理技术相结合，采用高速通信网络，将观测数据从距离遥远的观测站直接传送至 VLBI 数据处理中心进行处理，能极大缩短 VLBI 数据信息处理周期。作为一项射电天文新技术，e-VLBI 在保留传统 VLBI 技术高空间分辨率的同时又具有快速时间响应的特点，特别适用于监测突发射电天文事件，高精度测量时变的天文地球动力学参数，能够促进射电天文、天文地球动力学等相关基础学科和深空探测工程应用领域的发展。e-VLBI 不仅是 VLBI 领域的一项技术变革，而且是国际上 VLBI 科学研究的重要发展趋势。

在中科院「十一五」e-Science 示范项目支持下，中科院上海天文台等单位承担了「中国 e-VLBI 网快速天文成图和 Δ UT1 测量研究」工作。本研究利用信息化手段，在中国科技网的协助下，将 4 个国内 VLBI 观测站和数据处理中心实现有机互

连，组成一个最大口径超过 3000 公里，具备宽带观测、快速信息处理和多学科应用能力的综合孔径射电望远镜技术验证系统；开展快速天文成图、快速 Δ UT1 监测服务等用常规 VLBI 技术无法进行的科学实验研究。系统具备与国外观测站进行 e-VLBI 联合组网，构成口径更大、分辨力更高的射电望远镜能力。在国内观测时，该平台具备 3-4 站组网能力，每台站的观测数据传输和数据处理速率为 32-128Mbps；在国际组网观测时，平台内 1-2 个站具备 256-512Mbps 的国际数据传输能力。

至「十一五」本项目完成后，中国天文学家在观测结束后 2-3 小时即可获得射电源图像或 Δ UT1 观测结果，自主开展天体物理和天文地球动力学方面的 e-VLBI 科学研究。研究成果不仅能提高中国在天文学国际合作中的地位，促进有关国际合作，也能够推广到射电天文、天文地球动力学和深空探测等多个学科，实现以往无法进行的科研活动。

3.3 案例 3：服务于生态系统碳收支集成研究的 e-Science 环境建设及应用示范

陆地生态系统碳循环已成为地球系统科学和全球变化科学的前沿问题。碳循环研究一方面可以为中国参与应对全球气候变化国际行动和制定行动方案的谈判提供坚实的科学依据；一方面也可通过对生态系统结构和功能的有效管理，增加陆地碳汇能力，减缓减排和限排压力，保障生态安全、维持国家经济与环境可持续发展。

中科院地理科学与资源研究所等承担的「服务于生态系统碳收支集成研究的 e-Science 环境建设及应用示范」项目依托中国通量观测研究网络（ChinaFLUX），基于中科院高速网络、高性能计算环境和数据应用环境等信息化基础设施，以现有的 8 个野外观测台站为基础，通过一个由「三个工作环境」（数据集成环境，模型模拟环境，可视化协同环境）和「四个层次的应用系统」（典型生态系统、典型区域、中国区域、东亚区域）构成的中国陆地生态系统碳循环科学研究的 e-Science 应用示范体系，以满足中国生态系统碳循环科学和生态信息学科学发展的需求，实现中国/区域/典型生态系统（站点）不同尺度碳收支状况的快速评估，构建生态系统碳循环联网观测和联网实验的数据采集与在线远程传输、数据分析与多源数据管理、模拟分析与可视化表达一体化的信息化环境。该系统的建立，不仅为实现中国

／区域／典型生态系统（站点）不同尺度碳收支状况的快速评估提供了支撑，也为建立基于视频技术的生态要素观测系统奠定了基础，引领和推动了中国生态系统研究网络（CERN）的信息化建设工作，推动了中国生态信息学科的发展。

4 展望

近年来，利用现代信息技术，构建科技活动的信息化环境，从而适应现代科技活动的特点，科技人员经过了一系列的探索和努力，初步建立了信息化基础设施环境，知识服务环境，计算、数据挖掘环境，交流、学习与项目管理环境等四个层次的科研信息化架构，初现了人与人、人与物、物与物高效互通、共享开放的科研信息化生态环境。

在「十二五」期间，中科院信息化将按照「应用牵引、开放前瞻、整合资源、深化应用」的基本原则，坚持科研信息化（e-science）和管理信息化（ARP）两条主线，紧紧围绕信息获取、传输、存储、处理、应用五大环节，着力支撑中科院重大科技创新任务和学科领域布局的建设与发展，促进中科院信息化从硬件到环境、从建设到深化应用、从点到面、从封闭到开放、从条块到整体的进一步转变，为服务创新 2020 提供一流的信息化环境，为建设信息化、智能化中科院打下坚实基础。

展望未来，人类社会信息化进程将进一步加快。宽带无线、智能网络、超级计算、虚拟现实、网络制造与网络增值服务，极大丰富了信息的形式与内容，拓展了信息的传播范围，提升了信息的应用价值。信息化的纵深发展也必将进一步加快全球化的进程，信息化环境的建立对重大科技活动必将发挥更大的促进作用，将有力支持在信息网络环境下更方便快捷地实现科技活动，乃至实现在物理环境下难以实现的科技活动。

参考文献

- [1] 路甬祥，在中国科研信息化论坛的致词，中国科研信息化论坛，2009 年 12 月，北京

- [2] 江绵恒，科学研究的信息化：e-Science，上海第三届亚太城市信息化论坛大会特邀报告，2002年6月，上海
- [3] 江绵恒，把握时代新特征 推进科研信息化，中国科研信息化论坛，2009年12月，北京
- [4] 江绵恒，城市化 工业化 信息化—科技创新的着力点，中科院局级领导培训班报告，2010年6月，上海
- [5] 谭铁牛，提高认识 创新体制 全面推进我院信息化建设—关于我院十一五信息化建设工作部署，2007年9月，北京
- [6] 谭铁牛，当前信息科技发展动态及主要趋势，中科院局级领导培训班报告，2010年6月，上海
- [7] 桂文庄，什么是 e-Science，《科研信息化技术与应用》总第一期，2008年
- [8] 桂文庄，再谈什么是 e-Science，《科研信息化技术与应用》总第五期，2009年
- [9] 中科院信息办，努力探索有中国特色的科研信息化之路—中科院科研信息化实践，中国科研信息化论坛，2009年12月，北京

【作者简介】

廖方宇 男

职 称： 中科院 信息化工作领导小组办公室 研究员

职 务： 中科院 信息化工作领导小组办公室 副主任

研究领域： 信息化应用

个人简介： 毕业于中国科技大学地球和空间科学系、管理学院管理科学与工程专业，分别获得理学士和管理学硕士学位。曾从事空间物理与空间环境研究，项目管理和质量管理。现主要负责科学研究信息化的管理工作，包括科学数据库环境、超级计算环境、网络环境和组织资源规划等，兼任中国 CODATA 委员会委员。

联络电话： 86-010-68597531

联络邮箱： fyliao@cashq.ac.cn