



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

中国科学院超级计算 发展指数 2013





参与单位

总中心 (1家)	所级中心 (18家)
中国科学院计算机网络信息中心	中国科学院力学研究所
分中心 (8家)	中国科学院北京基因组研究所
中国科学院合肥物质科学研究院 (合肥)	中国科学院紫金山天文台
中国科学院海洋研究所 (青岛)	中国科学院高能物理研究所
中国科学院昆明植物研究所 (昆明)	中国科学院上海天文台
中国科学院深圳先进技术研究院 (深圳)	中国科学院上海药物研究所
中国科学院寒区旱区环境与工程研究所 (兰州)	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所
中国科学院大连化学物理研究所 (大连)	中国科学院山西煤炭化学研究所
中国科学院金属研究所 (沈阳)	中国科学院福建物质结构研究所
中国科学院水生生物研究所 (武汉)	中国科学院微生物研究所
GPU单位 (6家)	中国科学院新疆生态与地理研究所
中国科学院过程工程研究所	中国科学院数学与系统科学研究院
中国科学院近代物理研究所	中国科学院空间科学与应用研究中心
中国科学院国家天文台	中国科学院青藏高原研究所
中国科学院电工研究所	中国科学院生物物理研究所
中国科学技术大学	中国科学院大气物理研究所
中国科学院地质与地球物理研究所	中国科学院遥感应用研究所
	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
注 目前院超级计算环境中包括总中心、8家分中心、18家所级中心和11家GPU单位。GPU单位除已列出的6家外还包括总中心、2家分中心 (深圳和沈阳) 和2家所级中心 (高能物理所和紫金山天文台)。	

内容提要

- 2013年度, 中国科学院超级计算发展指数 (CAS SCDI) 评价指标数据基于自主开发的“CAS SCDI数据收集系统” Web在线收集, 中国科学院超级计算网格环境用户群体中共计181个课题组提交了超级计算应用成果。
- 2013年度, CAS SCDI为360.38点, 较2012年度增长20.92%, 2006-2013年CAS SCDI年平均增长率为37.12%。2013年度中国科学院超级计算发展指数有一定增长。
- 2013年度, 收入分指数较2012年度大幅上升, 增幅为333.64%, 主要是对收入分指标进行了明确和规范, 8个分中心的收入分指标大幅提升。
- 2013年度, 用户直接科研产出分指数增长很明显, 为28.79%, 今年有181个课题组提交成果, 比去年增加32.6%, 感谢各分中心、所级中心、GPU中心的大力支持。用户直接科研产出分指数与总指数的发展协调度一直是最高的。
- 2013年度, 环境建设分指数对总指数增长的贡献甚微, 仅为0.46%, 主要原因是各中心的基础设施几乎没有更新和升级。
- 2013年度, 环境使用分指数对总指数增长的贡献是负的, 主要原因是设备老化, 故障率增加, 导致环境可用率随之降低。
- 2013年度, 人才培养分指数首次出现负增长, 为-18.40%, 主要原因参加高性能计算培训学员数量锐减。
- 2013年, 首次尝试为分中心提供超级计算发展指数, 并将该指数纳入分中心考核的量化指标。
中国科学院超级计算环境现有计算能力未能满足用户动态的应用需求, 在一定程度上抑制了中国科学院超级计算的发展。
- 在用户作业计算规模提升、服务支撑科研项目以及人才培养等方面, 中国科学院超级计算依然有较大发展空间。

1. 数据收集情况

数据与收集对象

超级计算应用成果数据——中国科学院超级计算环境用户（以课题组为单位）

超级计算环境相关数据——中国科学院超级计算环境总中心和8家分中心系统负责人

Web数据收集平台

系统平台：“CAS SCDI数据收集系统”

访问网址：<http://survey.scgrid.cn>（已关闭）

数据收集用时

2014年2月28日~14日/3月20日~31日，共计19个工作日。

数据具体提交情况

“各中心管理员”类别——中国科学院超级计算总中心和8家分中心提交了超级计算环境相关数据。

“超级计算用户”类别——共计181个课题组提交了2013年度超级计算应用成果数据。为计算分中心的发展指数，首次将用户划分为11个大类，分别是总中心、昆明分中心、深圳分中心、合肥分中心、兰州分中心、青岛分中心、大连分中心、武汉分中心、沈阳分中心、所级/GPU中心和院网格环境。

2. 超级计算环境使用情况概览

基于各中心管理员提交的超级计算环境相关数据，从系统使用率和计算规模两个维度对中国科学院超级计算环境2013年度使用情况进行统计分析。

中国科学院超级计算环境总中心和分中心系统整体使用率（2013年）

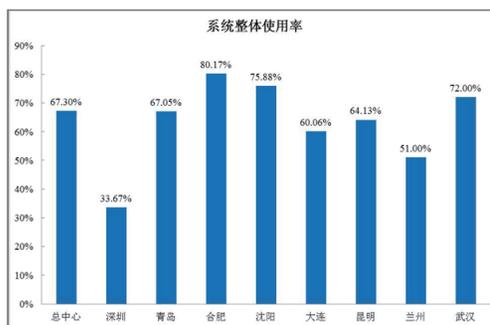


图1. 2013年度总中心和8家分中心系统整体使用率

2013年度中国科学院超级计算环境总中心和8家分中心系统使用率情况如图1所示。统计数据显示，2013年度，总中心和合肥、沈阳、武汉、青岛、昆明、大连分中心系统运行负载较高，系统使用率均超过了60%，其中合肥分中心系统使用率最高，超过了80%。这主要在于这些超级计算中心拥有较大规模的用户群体，超级计算学科应用领域较为广泛，可以考虑进一步增强超级计算能力；兰州和深圳两家分中心系统使用率偏低，可以从加强超级计算人才培养、拓展超级计算应用领域、培育超级计算典型示范应用等方面提高超级计算应用水平。

中国科学院超级计算环境总中心和分中心按计算规模统计的用户作业机时占比情况（2013年）

对于总中心按计算规模统计的用户作业机时占比，2010-2013连续四年的对照情况如图2所示。总中心64~127 CPU核计算规模的作业机时占比连续四年保持最高，2013年度超过40%，主要原因在于百万亿次计算能力带来了用户作业规模的提升，且该规模的用户作业在现有计算能力有限的深腾7000中排队等待时间相对较短；2013年度256~511 CPU核和512~1023 CPU核作业机时占比较2012年度有较大提升，512~4095 CPU核计算规模的用户作业机时占比降幅较大，这主要是由系统负载较高、大规模作业难以被调度执行等因素导致；2~31和128~255 CPU核计算规模作业机时占比基本与2012年度持平，串行计算作业机时占比降幅明显；2013年度总中心“计算规模—用户作业机时占比”变化曲线的波峰与2012年基本接近，这主要与系统高负载直接相关。伴随计算能力的不断提升，“计算规模—用户作业机时占比”变化曲线仍将呈现出“尖峰-厚尾”不对称分布形态，曲线的峰值会逐渐右移且靠近曲线的左侧。这也表明，超级计算能力建设需要合理规划布局、分阶段扩容，才能够满足用户动态的应用需求，形成计算能力与学科领域应用协调、良性发展局面。

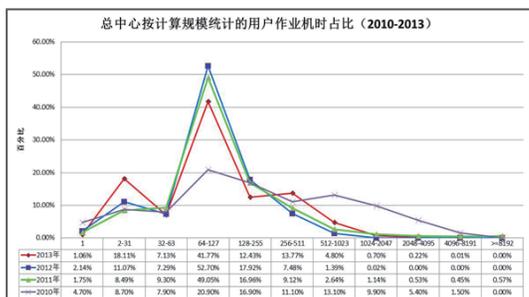


图2. 总中心按计算规模统计的作业机时占比情况对照

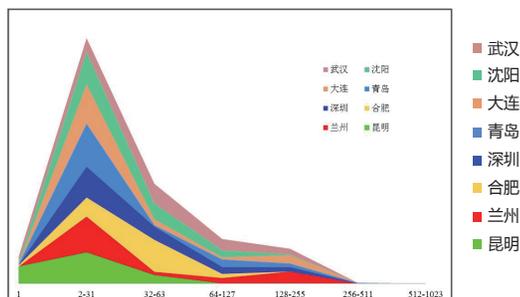


图3. 2013年度分中心按计算规模统计的作业机时占比情况

图3为2013年度各分中心按计算规模统计的作业机时占比情况。分析发现，在分中心万亿次计算系统中，用户作业基本集中在2~127CPU核的计算规模，除兰州、昆明之外的5家分中心该计算规模区间的作业机时占比逾80%，其中合肥在该计算规模区间的作业机时占比超过97%；8家分中心中，兰州分中心128CPU核以上计算规模的作业机时占比最高，超过20%；昆明分中心的串行计算作业机时占比最高且无64CPU核以上计算规模的并行作业，兰州分中心在128-255CPU核并行作业的占比是8家分中心最高的，超过20%，除了深圳分中心和青岛分中心，其它家分中心都没有256CPU核以上计算规模的并行作业。这表明，各分中心在大规模并行计算应用方面具有一定的潜力，在超级计算应用拓展方面具有更大的发展空间。

3. 超级计算用户应用成果概览

基于超级计算用户已提交的2013年度超级计算应用成果数据，对用户科研项目、学术论文和专利情况进行统计分析。
计算支撑科研项目经费来源情况（2013年）

在中国科学院超级计算环境用户群体中，2013年度计算支撑科研项目共计250项，比2012年度增加了63项。经费来源分布情况如图4所示，国家级项目占比超过80%，其中国家自然科学基金项目最多（占总项目的62%），这充分表明中国科学院超级计算环境为国家层面的科学研究项目的开展提供了强有力的计算支撑，对于国家科技创新有着无法替代的服务支撑能力。

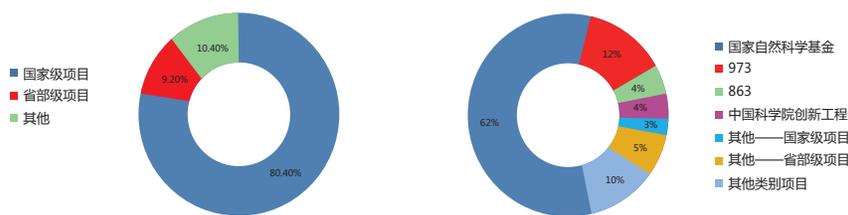


图4. 由计算支撑的用户科研项目经费来源情况

超级计算用户发表论文检索情况（2013年）

超级计算用户2013年度已发表论文共619篇，检索情况如图5所示，其中被SCI和EI检索论文数达到88%。和2012年度相比，2013年度论文数量总数增长率高达36.34%，其中很可喜的是被SCI检索论文增加了35.08%。

分析发现，中国科学院超级计算环境提供的计算服务有力地促进了基础理论研究、科学发现和工程技术创新。

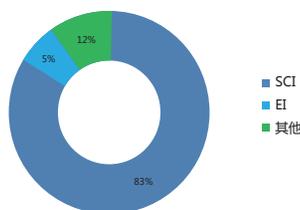


图5. 超级计算用户已发表论文检索情况

超级计算用户专利授权情况 (2013年)

2013年度超级计算用户专利授权共计11项，类别分布情况如图6所示，由超级计算技术支撑所产出的专利集中在“发明”和“实用新型”两个类别，超级计算对于知识创新发挥了一定的促进作用。与2012年度相比，2013年超级计算用户专利授权项减少了15%。

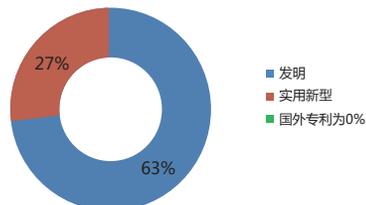


图6. 超级计算用户专利授权情况

4. 2013年度CAS SCDI编制

2013年度CAS SCDI编制说明

中国科学院超级计算发展指数 (CAS SCDI) 编制以超级计算生态环境合理化综合评价为出发点，遵循科学性、目的性、导向性、代表性、可行性、公开性和通用性原则，从环境建设、环境使用、用户直接科研产出、支持用户科研项目、人才培养和收入六个维度构建了评价指标体系，共计17个三级评价指标、6个分指数、1个综合指数。同时，今年首次尝试编制了分中心超级计算发展指数，为分中心发展提供重要参考。

2013年CAS SCDI编制结果及分析

2006-2013年度，中国科学院超级计算发展指数6个分指数走势如图7所示。2013年度，各分指数较2012年度的增长比例及对总指数的贡献如图8所示。

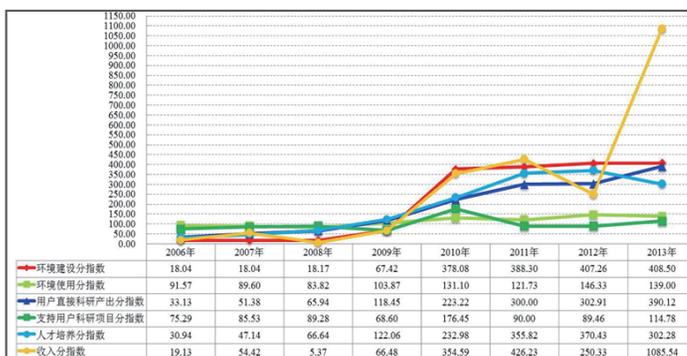


图7. 中国科学院超级计算发展分指数走势 (2006-2013年)

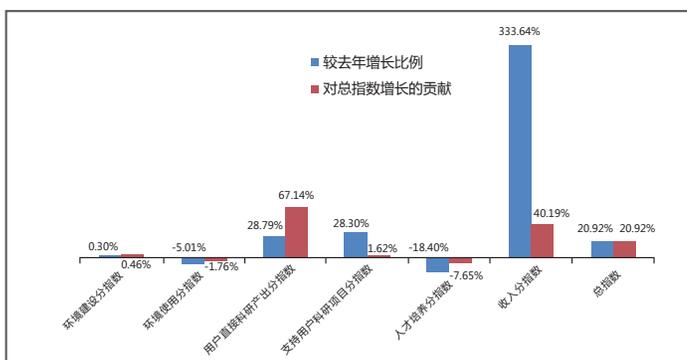


图8. 2013年度各分指数较2012年度增长比例及对总指数增长的贡献

对6个分指数的编制结果的分析表明：

- 2013年度，6个分指数中环境使用分指数和人才培养分指数较2012年度均有所下降，降幅分别约为5.01%和18.4%；其余4个分指数较2012年度均存在一定程度的增长，收入分指数增长最为明显，增幅333.64%，主要是对收入分指标进行了明确和规范，导致8个分中心的收入分指标大幅提升；用户直接科研产出分指数和支持用户科研项目分指数增幅分别是28.79%和28.30%，而环境建设分指数增幅最小，尚不足1%，和2012年度基本持平。

- 2013年度，用户直接科研产出分指数对总指数增长的贡献最高，超过67%，主要原因是提交2013年用户成果的课题组有181个，比2012年增长32.6%；其次是收入分指数对总指数增长的贡献最高，超过40%；再其次是支持用户科研项目分指数；环境建设分指数略微有点贡献。环境使用分指数对总指数增长的贡献是负的（-1.76%），这主要是因为中国科学院超级计算环境的基础设施已基本老化，故障率越来越高，可用资源降低，这是中国科学院超级计算目前发展过程中所存在的薄弱环节，希望在“十二五”期间提升我院超级计算环境能力，更好的支撑服务我院的科学发展
- 2013年度，人才培养分指数首次下降，主要是总中心去年举办高性能计算培训次数有所减少，同时因为总中心设备已使用5年，用户很熟悉这个环境，参加培训人数也随之减少。一直以来，高性能计算培训成效不错，有力地促进了超级计算技术的应用和推广。



图9. 中国科学院超级计算发展指数 (CAS SCDI) 走势 (2006-2013年)

中国科学院超级计算发展指数2006-2012年度走势如图9所示。分析表明：

- 2013年度，CAS SCDI为360.38点，较2012年度增长20.92%，2006-2013年间平均增长率超过37%。这表明，中国科学院超级计算过去六年间保持着强劲的发展态势，中国科学院超级计算环境的建成为中国科学院超级计算的发展注入了强大的动力，加强超级计算软环境建设仍然是中国科学院超级计算今后发展需要着重解决的一个问题。
- 超级计算应用的发展会在一定程度上滞后于计算能力的提升，但计算能力升级的间隔周期过长，致使用户作业规模长期保持在一定的水平，甚至出现一定幅度的下降，这不利于超级计算应用的良性发展，也是阻碍超级计算发展的一个因素。
- 加强超级计算人才培养是超级计算生态环境建设中的关键环节，能够直接推动用户直接科研产出和收入等层面的发展，能够为中国科学院超级计算良性发展提供持续推动力。
- 更正说明：由于在线成果收集系统存在一个漏洞，有一个分中心的数据通过系统管理员和普通用户分别进行了提交而没有去重，导致2011年和2012年的发展指数不正确。在这特别更正，调整前和调整后的指数如下：

	2011年	2012年	备注
调整前的指数	288.08		《中国科学院超级计算发展指数2011》
	288.08	300.11	《中国科学院超级计算发展指数2012》
调整后的指数	292.86	298.03	《中国科学院超级计算发展指数2013》

分中心发展指数

2011-2013年8个分中心的超级计算发展指数趋势如图10所示。数据表明，2013年度合肥分中心、兰州分中心和大连分中心的名列前三。整体来看，分中心发展是稳健向上发展的，但是多家分中心在2012年指数是下降的，这主要是因为“十二五”规划刚开始，项目经费到位偏少有直接关系。

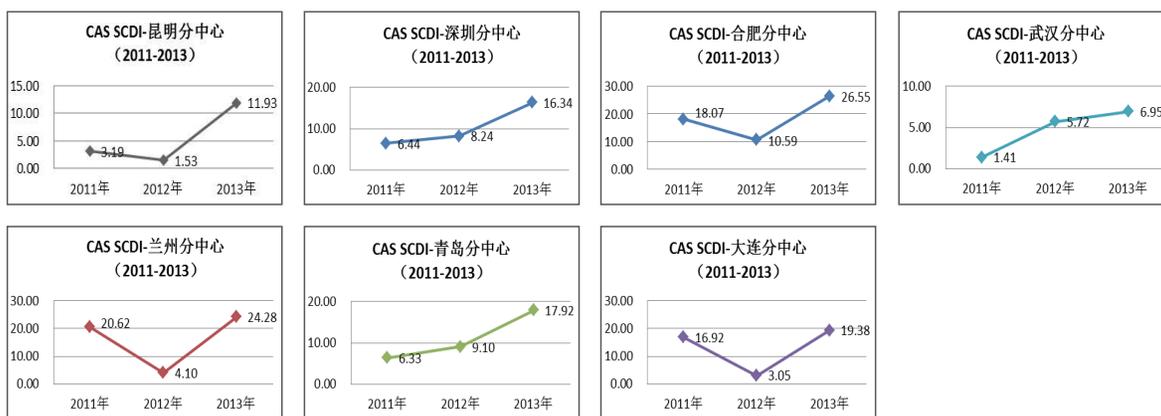


图10. 分中心超级计算发展指数走势 (2011-2013)

分中心指数对总指数的贡献率如图11所示。数据表明，分中心对我院超级计算发展指数起到了重要作用，尤其2013年度总贡献接近40%。

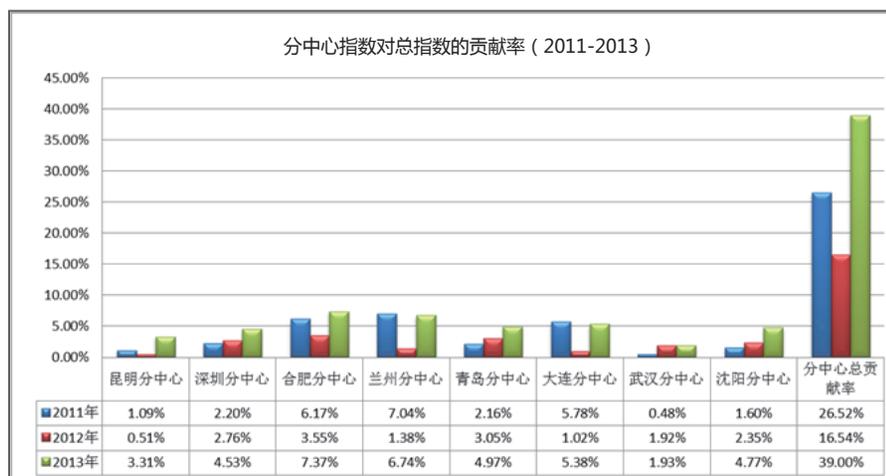


图11. 分中心指数对总指数的贡献率 (2011-2013年)

8家分中心的分指数发展走势如图12所示。很明显，2013年度8个分中心的收入分指数都有大幅提升，主要原因是收入分指标征集范畴进行了规范和明确。



图12. 中国科学院超级计算发展分指数走势 (2011-2013年)

建议

- 有规划、有节奏地持续增强超级计算能力，动态扩展用户应用的计算规模，有效满足用户群体对超级计算的动态需求；
- 积极推动超级计算应用的深度和广度，注重培育超级计算重点示范应用，以点带面，不断提升了我院的超级计算应用水平，更好地帮助科学发现和科技创新；
- 进一步加强超级计算服务支撑团队建设和培养，细分服务支撑内容，设置对用户服务支撑和技术支持的优先级，进一步提高对用户科研项目的计算服务支撑能力，为我院实施创新驱动发展战略贡献力量；
- 复合型、多元化的超级计算应用人才培养是超级计算生态环境建设中的关键环节，建议进一步加强交叉学科研究生培养，为中国科学院超级计算良性发展提供持续动力；
- 为适应超级计算技术的快速发展，中国科学院应结合云计算和大数据发展潮流和趋势，组织力量开展高性能计算技术前瞻性研究，加强技术创新与储备，建立超级计算增值服务体系。

致谢

- 感谢中国科学院各级领导，尤其中国科学院条件保障与财务局信息化工作处对中国科学院超级计算发展指数编制工作的精心指导和大力支持！
- 数据是指数编制的基础，衷心感谢中国科学院超级计算环境的超级计算用户们、各中心管理员耗费宝贵的科研时间积极提供相关数据！您的积极参与，是保持该指数生命力的关键。
- 感谢关心中国科学院超级计算发展的社会各界同仁！中国科学院超级计算发展已经取得的成就，与您们一如既往的支持是分不开的。

反馈

若您对中国科学院超级计算发展指数编制工作有任何疑问、意见或者建议，请及时联系我们，可以反馈至邮箱 survey@sccas.cn 或电话 010-58812199。