



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

中国科学院超级计算发展指数2011



参与单位

总中心（1家）

中国科学院计算机网络信息中心

分中心（8家）

中国科学院合肥物质科学研究院（合肥）

中国科学院海洋研究所（青岛）

中国科学院昆明植物研究所（昆明）

中国科学院深圳先进技术研究院（深圳）

中国科学院寒区旱区环境与工程研究所（兰州）

中国科学院大连化学物理研究所（大连）

中国科学院金属研究所（沈阳）

中国科学院水生生物研究所（武汉）

GPU单位（6家）

中国科学院过程工程研究所

中国科学院近代物理研究所

中国科学院国家天文台

中国科学院电工研究所

中国科学技术大学

中国科学院地质与地球物理研究所

所级中心（17家）

中国科学院力学研究所

中国科学院北京基因组研究所

中国科学院紫金山天文台

中国科学院高能物理研究所

中国科学院上海天文台

中国科学院上海药物研究所

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

中国科学院山西煤炭化学研究所

中国科学院福建物质结构研究所

中国科学院微生物研究所

中国科学院新疆生态与地理研究所

中国科学院数学与系统科学研究院

中国科学院空间科学与应用研究中心

中国科学院青藏高原研究所

中国科学院生物物理研究所

中国科学院大气物理研究所

中国科学院遥感应用研究所

注：目前院超级计算环境中包括总中心、8家分中心、17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

- 2011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环境用户群体中共计122个课题组提交了超级计算应用成果。
- 2011年度，CAS SCDI为288.08点，较2010年度248.13点（修正值）增长16.10%，2006-2011年间CAS SCDI年平均增长率为48.74%。2011年度中国科学院超级计算发展指数增长趋缓。
- 2011年度，用户直接科研产出分指数、人才培养分指数和收入分指数增幅明显，其中人才培养分指数增幅逾50%，表明各单位对高性能计算交叉学科人才培养越来越重视，也说明高性能计算培训成效较为显著。
- 2011年度，环境建设分指数与2010年度基本持平，主要原因是2011年度中国科学院超级计算环境基本未建设新的环境或升级计算能力。
- 2011年度，环境使用分指数较2010年度有所回落，主要原因是用户计算需求增加而计算资源相对不足，造成大规模并行计算作业机时占比的下降。2006-2011年间，此项分指数的年平均增长率尚不足6%，其对CAS SCDI的贡献相对较低。
- 2011年度，支持用户科研项目分指数降幅接近50%，直接原因在于用户“十一五”期间承担的科研项目大批量结题，而新项目申请周期相对较长。
- 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

2012年6月8日～21日 / 7月2日～10日，共计16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——中国科学院超级计算总中心深腾7000和网格用户中，76个课题组提交了2011年度超级计算应用成果数据；中国科学院超级计算分中心和所级中心用户中，有46个课题组提交应用成果数据；共计122个课题组提交了2011年度超级计算应用成果数据（注：2011年初，共计171个课题组提交了2006-2010年超级计算应用成果，其中总中心用户群体中有91个课题组反馈了应用成果调查表）。

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2011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（2011年）

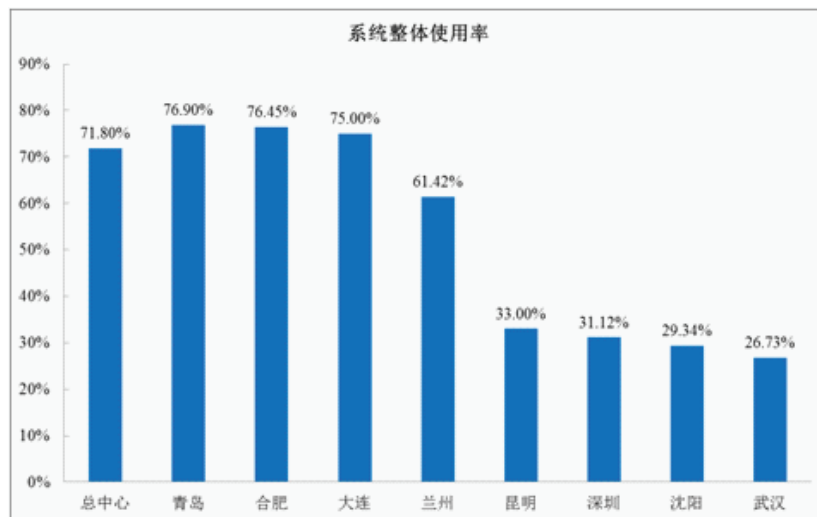


图1. 2011年度总中心和8家分中心系统整体使用率

2011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，2011年度，总中心和青岛、合肥、大连三家分中心系统运行负载较高，系统使用率均超过了70%，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；昆明、深圳、沈阳和武汉四家分中心系统使用率在30%左右，处在相对低位，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；而兰州分中心尚有一定程度富余的计算能力，可以进一步应用和发挥。

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（2011年）

对于总中心按计算规模统计的用户作业机时占比，2011年和2010年对照情况如图2所示。总中心64~127 CPU核计算规模的作业机时占比连续两年保持最高，且2011年度接近50%，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；2011年度256CPU核以上大规模作业机时占比均较2010年度有所降低，512~4095CPU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128~255CPU核计算规模作业机时占比基本与2010年度持平，串行计算作业机时占比降幅明显；2011年度总中心“计算规模—用户作业机时占比”变化曲线的波峰较2010年度少，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。

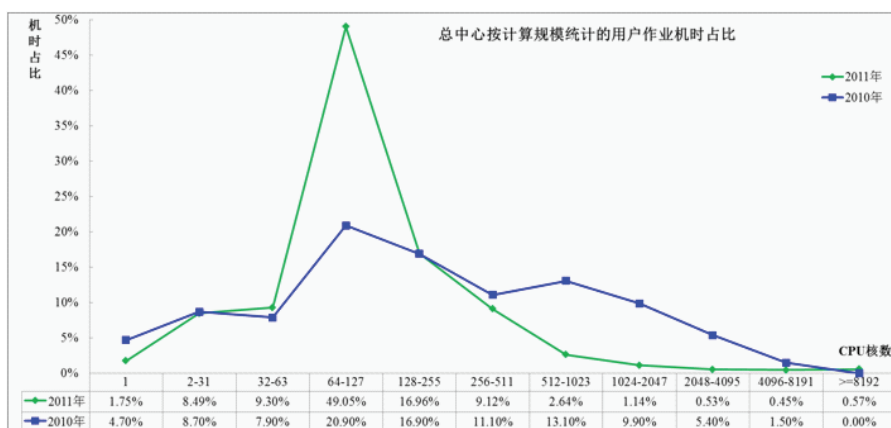


图2. 总中心按计算规模统计的作业机时占比情况对照

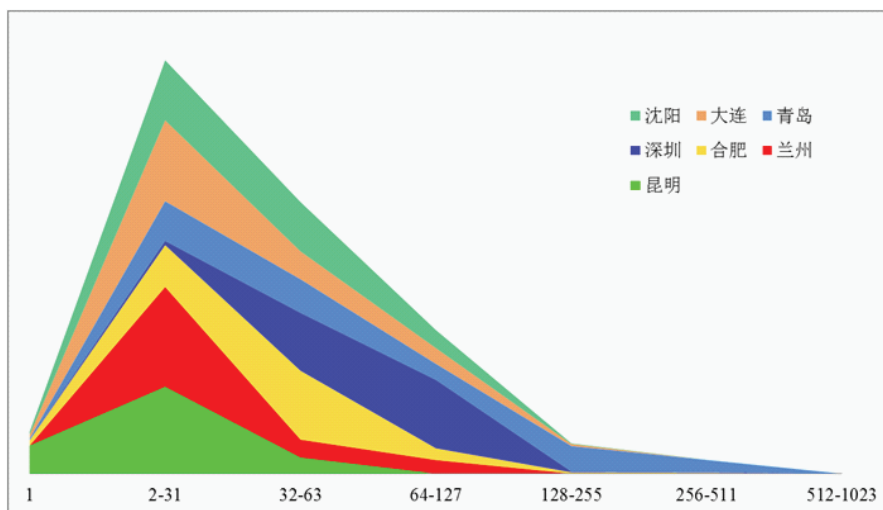


图3. 2011年度分中心按计算规模统计的作业机时占比情况

注：武汉分中心按计算规模统计的用户作业机时占比情况暂无。

图3为2011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，除青岛和昆明之外的5家分中心该计算规模区间的作业机时占比逾90%；7家分中心中，青岛分中心128CPU核以上计算规模的作业机时占比最高，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，兰州分中心无128CPU核以上计算规模的并行作业，大连分中心则无256CPU核以上计算规模的并行作业。这表明，青岛、合肥、深圳和沈阳4家分中心在大规模并行计算应用方面具有一定的潜力，而其他几家分中心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2011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（2011年）

在中国科学院超级计算环境用户群体中，2011年度计算支撑科研项目共计192项，经费来源分布情况如图4所示，国家级项目占比超过三分之二，其中国家自然科学基金项目最多（占总项目的55%），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。

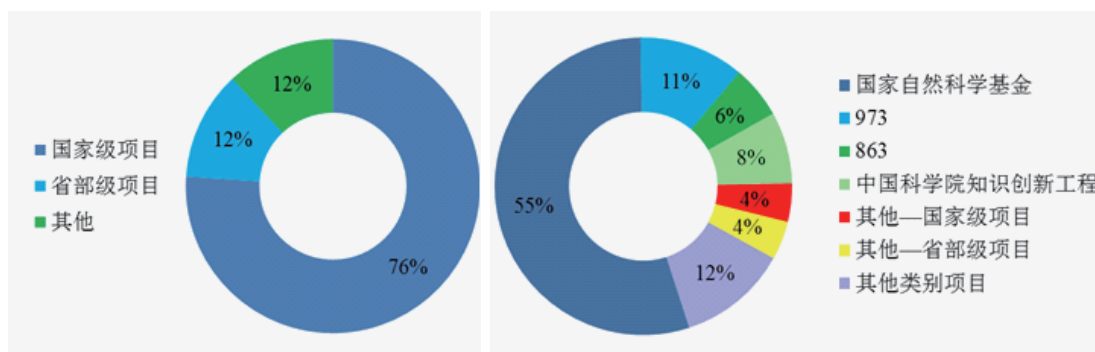


图4. 由计算支撑的用户科研项目经费来源情况

超级计算用户发表论文检索情况（2011年）

超级计算用户2011年度已发表论文共419篇，检索情况如图5所示，其中被SCI和EI检索论文数达到85%。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。

超级计算用户专利授权情况（2011年）

2011年度超级计算用户专利授权共计22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主要集中在“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。

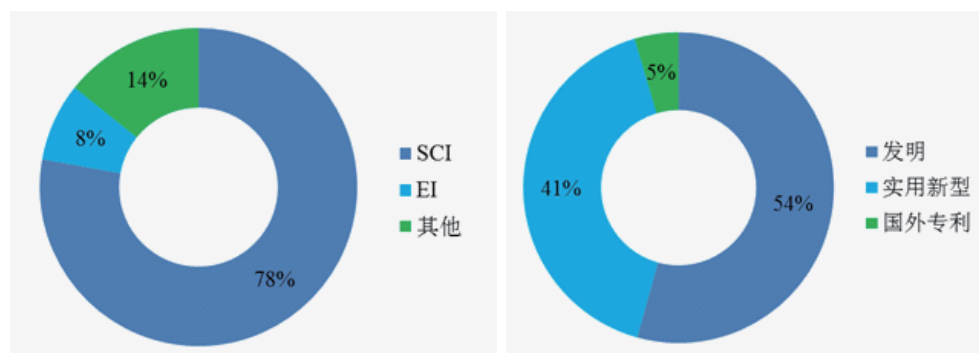


图5. 超级计算用户已发表论文检索情况

图6. 超级计算用户专利授权情况

4. 2011年度CAS SCDI编制

2011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量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。

CAS SCDI编制基期选择为2006-2010年期间, 基期值为100.00点, 各评价指标的基期值为基期内的平均值。由于此前发布的2006-2010年度收入分指数变化幅度过大, 为保持数据的平稳性, 编制组修正了收入分指数各评价指标的基期值, 进而对2006-2010年度收入分指数和总指数在数值上进行了修正。以下对指数编制结果的分析均基于指数的修正值进行。

2011年CAS SCDI编制结果及分析

2006-2011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。2011年度, 各分指数较2010年度的增长比例及对总指数的贡献如图8所示。

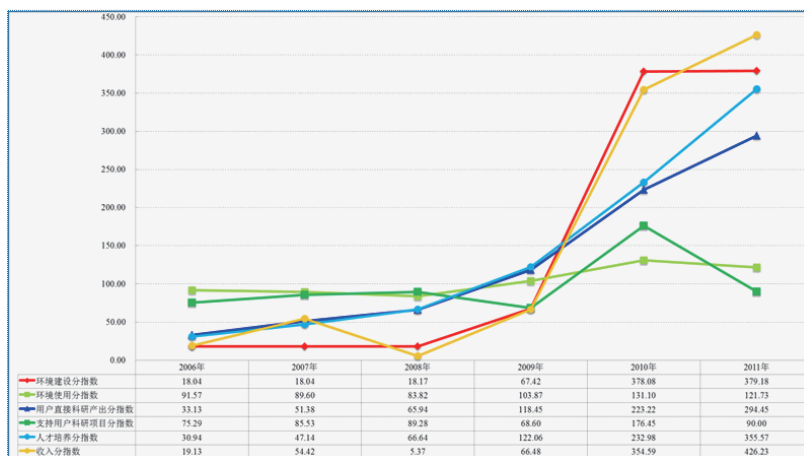


图7. 中国科学院超级计算发展分指数走势（2006-2011年）

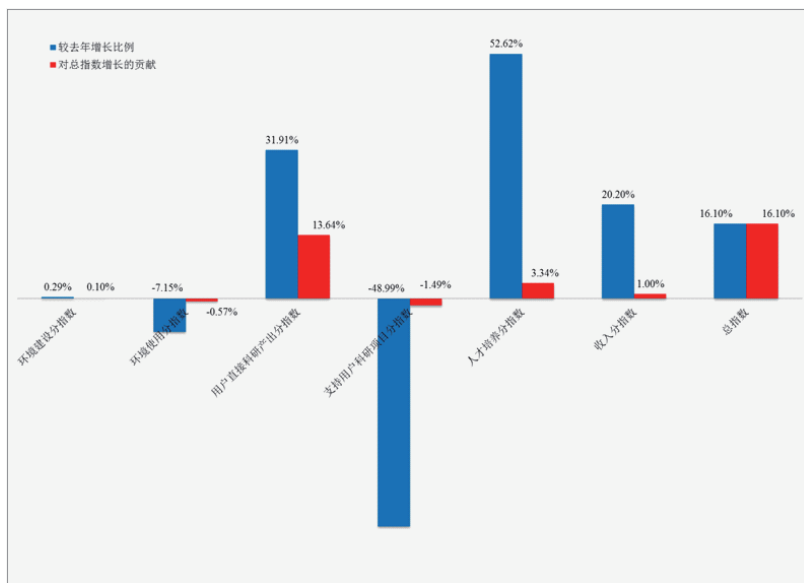


图8. 2011年度各分指数较2010年度增长比例及对总指数增长的贡献

对6个分指数的编制结果的分析表明：

(1) 2011年度，6个分指数中环境使用分指数和支持用户科研项目分指数较2010年度均有所下降，降幅分别约为7%和49%；其余4个分指数较2010年度均存在一定程度的增长，人才培养分指数增长最为明显，增幅高达50%，用户直接科研产出分指数和收入分指数增幅也分别高达30%和20%，而环境建设分指数增幅最小，尚不足1%，和2010年度基本持平。

(2) 2011年度，大规模并行计算作业机时占比的下降直接导致了环境使用分指数的回落；“十一五”期间计算支撑科研项目的大批量结题与验收是支持用户科研项目分指数下降的直接原因；人才培养与用户直接科研产出具有显著的正相关关系，高性能计算培训成效显著，有力地促进了超级计算技术的应用和推广；在没有增强计算能力的情况下，仅靠增加公用的应用软件数量几乎很难带来环境建设分指数的明显增长。

(3) 2006-2011年间，环境建设分指数和收入分指数的年平均增长率都在85%左右，相对其余4个分指数为最高；其次是用户直接科研产出分指数和人才培养分指数，年平均增长率在60%左右；而环境使用分指数和支持用户科研项目分指数的年平均增长率则相对最低，尚不足6%。这表明，中国科学院超级计算过去六年间的发展主要由环境建设驱动，计算能力的显著提升带来了用户直接科研产出和人才培养等层面的发展，而环境使用和计算支撑科研项目层面的发展则存在一定程度的滞后，并且由于计算能力阶段性提升所带来的局限使得后续发展动力匮乏，尚未形成环境建设与应用良性发展的态势。

(4) 2011年度，用户直接科研产出分指数对总指数增长的贡献最高，接近15%，其次是人才培养分指数，再其次是收入分指数。环境建设分指数对总指数增长的贡献基本为零。而支持用户科研项目分指数和环境使用分指数的回落使得其在一定程度上抑制了总指数的增长。这表明院超级计算今后应加强在环境使用和用户科研项目支持维度的协调发展，实现各分指数对总指数增长的正向促进。



图9. 中国科学院超级计算发展指数 (CAS SCDI) 走势 (2006-2011年)

中国科学院超级计算发展指数2006-2011年度走势如图9所示。分析表明：

（1）2011年度，CAS SCDI为288.08点，较2010年度增长逾16%，2006-2011年间平均增长率接近50%。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。

（2）环境使用分指数和支持用户科研项目分指数对CAS SCDI的贡献相对偏低，其增长趋势也较为平缓，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，需要在今后的发展过程中予以突破。

（3）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。

（4）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。

5. 建议

（1）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。

（2）不断挖掘承担计算支撑科研项目的用户，进一步增强对用户科研项目的服务支撑能力。

（3）加强复合型、多元化的超级计算人才培养，为中国科学院超级计算发展提供持续动力。

（4）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，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，尤其中国科学院办公厅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！您们的积极参与，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。

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。



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

