中国超算产业的发展现状与展望*

文 / 历军
曙光信息产业股份有限公司 北京 100049

【摘 要】文章分析了国内外超级计算机研发的现状，介绍了曙光系列高性能计算机的产业化历程，总结了我国超算产业发展的成功经验，提出了进一步发展超算技术和产业的策略建议，并对我国超算产业的未来进行了展望。

【关键词】超级计算，高性能计算机，超算产业

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2015.01.003

超级计算的发展水平是国家综合国力的重要体现，是国家创新体系的重要组成部分，已成为世界各国特别是发达国家竞相争夺的战略制高点。发展超级计算不但可以带动计算技术本身向更高水平发展，更重要的是可以解决在经济建设、社会发展、科技创新、产业升级、国家安全等方面的一系列挑战性问题。《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》将超级计算（也称高性能计算）列为国家重点发展的技术方向和重点培育的信息产业群，并指出需加强具有自主知识产权的应用软件的研发，确保与超级计算机系统协调、平衡发展。

1 国际超级计算领域的发展情况

超级计算机指当前时代运算速度最快的大容量大型计算机，是计算机领域的“珠穆朗玛峰”，世界上多数国家均积极部署了超级计算机发展规划。2014年11月世界超级计算机500强（TOP500）排行榜，我国国防科技大学研制的“天河二号”超级计算机再次位居榜首，获得世界超算“四连冠”。前5名分别为中国“天河二号”（运算速度为每秒33.86千万亿次）、美国能源部下属橡树岭国家实验室的“泰坦”（每秒17.59千万亿次）、美国劳伦斯－利弗莫尔国家实验室的“红杉”（每秒17.17千万亿次）、日本理化研究所的“京”（每秒10.51千万亿次）、美国阿贡国家实验室的“米拉”（每秒8.59千万亿次）。前10名中，中国、日本、瑞士和德国各占一席，美国占据其余6席。美国能源部还公布了“珊瑚（CORAL）”计划，将投资3.25亿美元建造两台超级计算机，其运算速度将达到“天河二号”的3—5倍。

2 我国超级计算领域的发展情况

近年来，在国家“863”等多个科技计划的持续支持下，我国在超级计算领域取得了长足发展：从

* 修改稿收到日期：2014年12月29日

技术上看，以“曙光星云”、“天河”等为代表的超级计算机的性能在TOP500排行榜中处于世界领先位置；从市场上看，曙光系列高性能计算机已经连续6年在中国TOP100排行榜中超越IBM，占据最大市场份额，国产平台的市场份额在2013年首次超越了国外平台，2014年国产平台市场份额更是超过85%。

（1）目前整机研制达到世界领先水平。“十一五”期间，在国家“863”计划“高效能计算机及网格服务环境”重大项目的支持下，我国先后研制成功若干台百万亿次和千万亿次超级计算机系统。2008年，联想公司和曙光公司分别研制成功“深腾7000”和“曙光5000”百万亿次计算机；2009年，国防科技大学研制成功“天河一号”千万亿次计算机，使我国成为继美国之后世界上第二个研制成功千万亿次计算机的国家；2010年6月，曙光公司研制成功“星云”千万亿次计算机，性能列世界TOP500第二位；2010年11月，升级后的“天河-1A”系统创造了超级计算机全球排名第一的最好成绩。基于自主CPU芯片研制超级计算机也取得了重大突破，“神威蓝光”于2010年底成为第一个全部采用国产CPU的千万亿次超级计算机。

进入“十二五”以来，我国超级计算机研制持续发展，“天河二号”连续4次位居TOP500第一名。预计到“十二五”末，我国还将推出2套峰值性能超过10亿亿次（100PFLOPS）的超级计算机系统，有望继续在TOP500排行榜中名列前茅。

（2）自主核心技术有所突破。我国在超级计算机系统相关的基础性支撑技术方面也有了很大进步。在处理器方面，国内自主研制的“龙芯”、“申威”、“飞腾”等系列的多核处理器已有重要突破，相关的生态环境正在逐步完善，新的更高性能的多核和众核处理器研究工作也在“核高基”项目的支持下顺利推进。在互联技术方面，国防科大在“天河”系统中研制了定制的高性能互联网络，自主设计的精简通信协议和网络接口芯片及交换芯片、系统带宽和延迟均达到国际先进水平。在结点设计方面，曙光TC4600刀片实现了业界最高密度的计算结点。在异构协同与并行优化方面，中科院北京基因组所、中科院生物物理所、中国石油天然气集团东方地球物理勘探有限责任公司（BGP）等研究机构合作开展CPU/GPU混合结构的应用研究，在生命科学领域的基因比对和电子断层三维重构、石油勘探领域的叠前时间偏移等应用方面取得突破。在系统软件及环境方面，以曙光系列高性能计算机为代表，我国在大规模异构系统的管理和监控、大规模系统的快速部署以及高效系统虚拟化等关键技术上也取得了很大进展。

（3）应用开发持续推进。国家“863”计划等相关重大项目先后支持了化学、天文、气象、生物医药、流体、激光聚变、大飞机、石油勘探和地震成像等领域的超级计算应用，形成了若干可利用数千以上的处理器核进行并行计算模拟的应用实例。预计到“十二五”末，可利用到万核乃至十万核进行并行计算的应用数量会进一步增加。

3 曙光高性能计算机的产业化

我国高性能计算机的产业化以曙光为代表。现将曙光高性能计算机的发展历程简要地回顾如下：

1991—2001年，是曙光高性能计算机的起步和探索阶段，开展了技术探索和产业化探索。在国家的指导和支持下，先后成功研制了“曙光一号”全对称共享存储多处理机系统、“曙光1000”大规模并行计算机系统、“曙光2000-I”大规模并行计算机系统、“曙

光2000-II”大规模并行计算机系统、曙光3000超级计算机。在一系列技术突破的同时，开始探索高性能计算机产业化的道路。

2001—2005年，“曙光4000”系列高性能计算机的技术研发和产业化工作取得重要进展。“曙光4000A”于2001年启动预研，2003年完成系统设计，2004年6月研制成功。在2004年6月第23届全球高性能计算机TOP500排行榜中，“曙光4000A”位列第十，成为当时国内速度最快的商用高性能计算机系统，中国超级计算机首次进入TOP500排行榜前十名。

2006—2010年，“曙光5000”和“曙光6000”高性能计算机的技术研发和产业化工作取得重要进展。“曙光5000A”于2006年9月启动研制，2008年研制成功。在2008年11月发布的第32届全球高性能计算机TOP500排行榜上，“曙光5000A”位列第十，成为当时除美国以外世界上运算速度最快的高性能计算机。

“曙光6000”于2009年1月启动研制，2010年12月研制成功，它是一款拥有自主知识产权的超千万亿次超级计算机，是中国首台实测性能超千万亿次的超级计算机，其每秒系统峰值达3 000万亿次（3PFlops），每秒实测Linpack值达1 271万亿次，在世界TOP500榜中排名第二，超越欧洲和日本的同类产品。同时以每瓦能耗实测性能4.98亿次的成绩在当年的全球高性能计算机能效比排行榜（Green500）中排名第四，成为中国最绿色的超级计算机。“曙光6000”具有“四高两低”的特点：高性能、高效能、高可靠、高密度、低功耗、低成本。

2011至今，曙光高性能计算机的技术研发和产业化工作不断深化。以曙光高性能计算机为依托，成立了国家高性能计算工程中心、国家智能计算机研发中心、国家级企业技术中心等，致力于高性能领域的研发和产业化。由曙光发起，国内30多家单位参与，成立了中国高性能计算标准委员会，占据了高性能计算领域的制高点。

曙光系列高性能计算机多次获得国家科技进步奖一等奖、二等奖和国家十大科技进展等重要成果，已服务于航天、航空、能源、电力、气象、生物、金融、国防等众多领域。曙光高性能计算机，担负了“神舟五号”、“神舟六号”、“神舟七号”载人飞船从发射到回收的全过程的目标轨道计算、空间碎片定轨计算、控制飞船入轨、发射气象气候监测、飞船发射窗口分析等任务。2013年12月15日，“嫦娥三号”在月面成功软着陆，曙光高性能计算机对其轨道设计、实时计算以及快速、毫秒必争的预报起到重要保障作用。2008年8月8日，“曙光5000A”助力创意厂商水晶石公司，圆满完成北京奥运会开幕式实时的“卷轴”渲染及大量数字媒体效果。2004年，刚刚研发成功的“曙光4000”用于SARS的药物研制；在曙光高性能计算机上，华大基因在全球率先完成了水稻基因测序工作，并被美国*Science*封面报道。

4 我国发展超级计算的成功经验

我国超级计算技术取得重大突破，首先要归功于国家政策的有力支持。近年来，党中央、国务院对科技工作的重视程度达到前所未有的高度，地方政府和社会各界支持科技创新的热情空前高涨，走中国特色自主创新道路已经成为全社会的共识。超级计算作为一项战略技术，可以充分发挥社会主义国家集中力量办大事的体制优势。同时，超级计算对相关信息技术的辐射力，也有助于我们探索市场经济条件下新的举国体制。

超级计算作为国家实力的重要体现，是一个国家最尖端的信息技术综合体，涉及到从处理器芯片、结点设计、互联通信、整机制造、系统软件、编程环境、并行算法到应用软件的全过程，集成了信息技术和相关领域的核心技术。由于超级计算具有探索性、引领性、超前性以及投资大等特征，单纯依靠市场化机制难于保证其可持续发展。超级计算只有在国家的支持下才能获得长期的可持续发展，这已成为世界强国政府的普遍共识。美、日、欧等发达国家的政府普遍将发展超级计算作为国家战略，给予高度重视并进行持续投入。我国国家科技计划对超级计算关键技术研发和整机

系统研制的长期持续投入，是我国超级计算水平急剧提高的重要保障之一。

我国科技人员发挥自主创新的精神，不盲目跟踪国外技术，而是立足中国的战略需求，敢为天下先，这是我国超级计算技术取得跨越式发展的重要原因之一。当前，我国正在推进国家创新体系建设，积极探索，大胆尝试，坚持脚踏实地与志存高远相结合，既着眼当前、解决经济发展中的瓶颈制约；又放眼未来、超前部署抢占未来制高点的重点领域，是我国超级计算技术进一步发展的关键。

超大规模的超级计算系统研制难度大、需要突破大量关键技术，但市场容量相对较小。若开发过程中取得的相关技术不能为衍生产品所利用，则巨大的投入难以获得回报，长此以往，不能持续发展。因此，需要把高精尖的大系统技术下移到中、小规模系统，从而形成高性价比、具备强市场竞争力的批量产品。国家科研项目如何与企业产品开发相协调、相统一，是决定我国超级计算技术走向何处的重要因素之一。曙光公司的经验是：在关键核心技术向产品转化过程中，以市场为导向，以企业为主体，产学研用相结合。

既要面向国家需求，也要面向市场需求。从宏观上看，国家需求也是一种市场需求。坚持科学发展，既要面向国际大环境，也要面向我国国情，要坚持与国情相适应。我国在建设和谐社会，积极应对资源短缺、城市化进程等过程中出现了许多新情况和新挑战，信息技术在应对这类挑战方面，有其独特的优势。曙光公司基于超级计算技术，积极从事城市云计算技术的应用和服务工作，在信息安全、公共安全、城市管理等方面，探索了一条新的道路。这也充分证明，坚持遵循市场规律办事，面向产业和用户的需求，可以充分发挥科技对经济社会发展的支撑作用。

5 存在的问题和相关启示

进入21世纪后的一系列成绩，意味着中国超级计算机的整机硬件研制水平已经从国际先进行列步入世界领先水平。但这些辉煌成就的取得，并不意味着我国的超级计算技术总体上已经领先欧美，跃居世界第一。事实上，我国在超级计算机的核心技术、超级计算的应用水平等方面与美国、日本等发达国家相比仍有较大差距。

(1)核心关键技术积累不足。研制仍然主要依靠国外处理器和关键器件，在核心关键技术例如高性能处理器、高速互连、存储器件、并行系统软件、大规模并行算法等方面的基础性研究积累不足，与世界先进水平相比仍然落后。

(2)超算中心缺乏可持续发展的机制。由于缺乏稳定的运行经费，超级计算机大都开工不足，导致超算资源不能充分利用，难以实现超算资源的共享。

(3)超级计算应用水平差距大。应用水平和普及程度与美国、欧盟、日本等相比差距很大。大型计算软件基本依赖进口，进口的并行应用软件不仅价格高，而且在并行规模上受到限制，制约了我国高性能计算应用水平的提高。

(4)跨学科高素质人才不足。超级计算是学科交叉的典型领域，但我国学科交叉协作尚未形成风气，缺乏鼓励学科交叉合作的具体机制和组织保障。高水平人才，特别是既懂信息技术，又掌握领域专门知识的人才的缺乏，成为我国高性能计算发展的瓶颈。

总之，从核心技术上看，还有很多技术方面需要完善，如研发新型使能技术和体系结构、降低能耗、优化系统软件、加大对应用

中国科学院

软件的支持力度等。从整个超级计算大环境看，以“曙光”、“天河”等为代表的超级计算机系统只是超级计算生态环境中的重要一环，还需领域物理模型、大型应用软件、交叉人才培养等其他环节的同步发展，才能保持我国超级计算生态环境的健康有序发展。

超级计算，归根到底，是一个应用导向的项目，所有的超级计算机，都应该是为了解决应用问题才研发的，所以应用最为关键。中国的超级计算机研制，也应该以应用为导向、以解决应用问题为目标（而不是以冲击TOP500榜首为目标）。当今我国的经济、产业和国家安全都面临诸多重大挑战性问题，它们的解决都离不开超级计算的强力支撑。深入研究并理解国家许多重要行业和关键领域对超级计算提出的巨大需求，是今后发展超级计算技术的重中之重。

6 未来发展的建议

面向国家经济与社会重大挑战性应用需求，以自主技术为主，突破超级计算机和大规模并行计算应用的关键技术，形成自主可控的技术体系和产品体系，保持和发展国际领先的超级计算机研制能力，大力推进高性能计算应用，为解决国家发展面临的重大战略性应用问题、提高我国的综合国力和科技竞争力提供支撑，是我国未来发展超级计算的主要目标。

6.1 政策建议

（1）制订我国超级计算机及应用的长期发展规划。加强该领域的发展战略研究，认真吸取美国、日本、欧盟等世界发达国家的先进经验，制订我国超级计算机及应用领域10—20年的长期发展规划。明确各个阶段的目标、任务、技术路线以及实现长远目标的具体步骤，并扎实推进。

（2）保证国家对超级计算技术的持续投入。鉴于超级计算对于国家发展和安全的战略重要性，国家应对该领域持续投入，使我国保持在该领域的优势地位。建议根据国家中长期科技发展规划和国家重大应用需求，通过国家科技计划，引导产学研用密切合作，形成合力，推动高性能计算机和高性能计算应用的不断进步。

（3）落实促进超级计算的长效发展机制。超级计算的可持续发展不仅需要中央政府的长期投入，还需应用部门、研发部门和地方政府的积极性。必须解决体制、政策和机制上的问题，落实超级计算的长效发展机制，通过合理有效的机制，鼓励各方投入。例如，设立高性能计算基金，基金主要用于超算中心的运行经费，以免费机时的形式资助迫切需要使用高性能计算的项目。在保证政府投入的同时，鼓励高性能计算服务的提供者探索商业运营机制，通过提供有偿的高质量服务，获得除政府经费之外的辅助资金来源，以保证高性能计算基础设施有充足的运行经费，形成自我发展的良性循环。

（4）加大对高性能计算应用软件研发的支持力度。要切实加大对高性能计算应用软件研发的支持力度，选择重要的应用领域，建立长期的高性能计算应用软件发展计划。不仅在超级计算机研发过程中同步开展应用软件的开发，更要在机器使用的全生命周期内持续开发应用软件，逐步改变我国大型并行应用软件依赖国外的被动局面。高性能计算应用软件的研发要突出多学科的协作，提高大规模并行软件的技术水平。

（5）加强高素质跨学科人才的培养。建议我国高校加强对高性能计算人才的培养。有条件的高校应设立高性能计算本科学科方向和研究生培养方向，理工科本科生应把计算作为基础课程，加强计算建模方法、并行算法设计、算法实现与优化等方面的知识学习和技能训练，使学生具备用计算解决实际问题的基本能力。

（6）对高性能计算相关产业给予优惠政策。包括所得税减免、降低关键器件进口关税、高水平人才引进政策等，鼓励企业在技术攻关、新产品研发等方面增加投入。对于提供高性能计算资源服务和应用解决方案的新兴的高性能计算服务产

业，特别加以扶持，加快其成长壮大，促进高性能计算应用的普及。

（7）促进形成超级计算的良好生态环境。所有计算机产品都是在技术推动和应用拉动下形成的，超级计算也不例外。着力发展应用算法和软件产品；超大型系统主要由应用部门投资、按需定制：普通系统走市场化自由竞争的发展道路。要重视大型系统相关技术在中小型系统中的下移、普及和产品化。努力用好已经建成的超算中心。将租用机器的费用列入经常预算科目。自然科学和许多工程领域的基础研究是超级计算的重要用户，应允许相应科研项目中列支的设备购置费用于设备租用费（或计算费），从而扩大研究投入的计算效益。

（8）建立超级计算的标准化体系。超级计算是一个异常复杂的研究与应用领域，数十年来积累了大量的技术和软件产品，研究人员仍在不断探索更方便的使用模式。为了便于应用软件在更多硬件平台和新一代硬件平台上的移植，有效利用历史上在软件开发方面的大量投入，迫切需要建立关于超级计算的标准化体系，涉及硬件接口、硬件与软件接口、通信协议、编程模型、程序开发和调优环境、调试和排错工具、可靠性与可用性模型等诸多方面，从而使不同研制单位、厂家、用户的产品或模块可以互连、互通，保持硬件、软件系统的兼容性和互操作性，从而使超级计算机真正成为解决挑战性问题的重要手段。

6.2 企业应承担的责任

（1）坚持自主创新，发展与应用自主可控的核心技术。曙光公司长期从事高性能计算机研发和应用的过程，是一个不断创新、不断跨越的过程。近年来，曙光每年申请发明专利300余项，为产品的技术竞争力提供了充分的保障。对我国自主发展的自主可控核心产品，曙光也敢为天下先，勇当第一个吃螃蟹者。例如，“曙光6000”采用了大量基于“龙芯3号”CPU芯片的计算结点，为推广“龙芯”CPU和拓展其应用面做出了贡献。

（2）设计与制造一流品质的产品。高性能计算机的规模庞大，包含大量的计算结点和存储结点，产品质量成为其成功应用的先决条件。集群技术刚刚出现的时候，许多高校和应用单位纷纷基于商用硬件和开源软件组装DIY形式的高性能计算机，但现在几乎没有人这么做了，原因就是品质难以保证。随着结点数量的增加，保障系统的可靠性就成为一个重要的挑战，即使是简单地上一次电、开一次机，也包含了很多的诀窍。工程化、测试验证、质量管理，这些都是企业更擅长的工作。

（3）通过应用落地，发挥高性能计算机为社会服务的作用。在各类计算机应用中，超算应用有其明显的特殊性。成功的超算应用，往往需要研制单位和应用单位的密切配合。考虑到应用部门的专家关注的主要是本领域的技术问题，因此研制单位除了开发产品，还需为应用领域定制成套的解决方案，通过“扶上马，送一程”的方式，使应用专家潜心于本领域的创新，以真正发挥超级计算机在解决挑战性问题中的作用。

（4）与高校联合培养高素质的跨学科人才。企业可参与高校高性能计算本科学科方向和研究生培养工作，积极组织在校学生到企业实践锻炼、在企业建立高性能计算博士后工作站、开设实践应用类课程以及在政府扶持下与高校建立人才培养基金等形式，为我国高性能计算人才输出中坚力量。例如：中科大与包括中科院计算技术所、中科院软件所和曙光公司在内的众多企业，在HPC系统和应用的教育和科研方面已经有

中国科学院

近20年合作的良好基础，通过产学研紧密合作为我国超算人才培养添砖加瓦。

7 中国超算产业的发展展望

每秒运算百亿亿次的E级超算的最大技术挑战是功耗问题。虽然业界一直在探索性能更高、能耗更低的新材料、新工艺和新方法，但它们在未来几年都很难付诸实用。目前看，解决功耗问题的最主要方式仍是继续扩大各个层次的并行性，包括CPU内部的并行性和CPU之间的并行性。通过并行性的提高，用较低的电路工作频率，实现更高的性能，而又不增加功耗。但这又引出了互连技术、编程技术等多方面的问题。在互连方面，光电混合会成为一种主流的模式；在编程方面，需要解决面向领域的编程模型、新型大规模并行编程语言和环境、高性能并行算法设计等核心问题。由于这一系列的关键问题尚无很好的解决方案，所以近年来美国等发达国家推迟了研制E级计算机的时间表。当然，这些问题的逐步突破，对未来高性能计算机产品和应用的发展，也会带来重要的影响。

当前超级计算机的性能功耗比大约在每瓦50亿次浮点运算的水平，而E级超算要求把性能功耗比提到每瓦500—750亿次浮点运算的水平。如果这个目标实现了，那么，即使是很小规模的系统（如冰箱尺寸），也能达到极高的性能。这对高性能计算机的普及会产生深远的影响。曙光在几年前就开始研发个人普及型的高性能计算机，并推出了面向科学家所在课题组的个人高性能计算机（如曙光PHPC300）。

功耗问题也给冷却技术带来了挑战。为了减少冷却工作本身消耗的能量，液冷技术受到超级计算机的青睐。曙光自2010年开始研究高性能计算机的液冷技术，在许多技术方面做出了创新，形成了新的技术体系。同时，液冷技术与前述个人高性能计算机相结合，可大大降低传统风冷带来的巨大噪音，在进一步缩小机器尺寸的同时，使高性能计算机可以安静地在办公环境中工作。

超级计算机的应用也在向更深、更广的领域发展。传统应用将走向深化：从卖机器、配应用，变成提供一体化的应用解决方案。曙光最近推出了气象预测一体机、雾霾监测一体机等产品，可大大降低应用单位在使用高性能计算机方面的难度。这种一体化超算解决方案的出现，也扩大了传统高性能计算的应用面，使超算从科研走向民生，从尖端走向普及，从中央走到地方。

另一方面，超算的应用也在向众多的新兴领域扩展。“大数据”、“深度学习”都以大规模的高性能计算机作为支撑。云计算与高性能计算的结合，也是未来的一个重要方向，这里既包括以云服务的方式提供高性能计算服务，也包括把高性能计算机转化为云计算平台，提供各种云计算服务。曙光公司近年来基于在高性能计算领域的技术实力，已开启了城市云计算中心的成功实践，已在全国自建并独立运营了7个云计算中心，承建及协助建设的城市级云计算中心达20余个，积累了一定的经验。

“随风潜入夜，润物细无声”。超级计算既是一种关系国家安全的战略技术，又潜入了人们的日常生活。相信在未来，超算的应用将更为广泛，中国超算产业大有可为！

（相关图片请见彩插二）

Status and Perspectives of Chinese Supercomputing Industry

Li Jun

（Sugon Information Industry Co., Ltd., Beijing 100049, China）

Abstract The development of supercomputing is an important reflection of the comprehensive national strength, also the most important part of the national innovation system. It has become a competing strategic highland in the world, especially in developed countries. Now, all countries have increased their research and development investments in supercomputer. This paper analyzes the development status of China and other countries' supercomputer industry, particularly the development of Chinese supercomputers. The breakthrough of Chinese supercomputing technology should be mainly attributed to the strong support of national policies. For the supercomputing is characterized by exploration, leading, advance and huge investment, it is quite difficult to ensure its sustainable development through only the market mechanism. Only with the support of the government, could supercomputing achieve a long-term sustainable development, this opinion has been widely recognized by powerful countries in the world. The long-term continuous investment of China in R&D of core supercomputing technologies and the host systems is an important guarantee for the rapid development of Chinese supercomputing industry. While based on actual national conditions, Chinese scientific and technical professionals designate to independent innovations, do not blindly follow foreign techniques, which is another important reason for Chinese leap forward development in supercomputing technology. During the last two decades, Chinese supercomputers have made significant achievements in the perspectives of both independent core technology breakthroughs and the application developments. At present, China has reached a world leading level in supercomputer developments. This paper also introduces the industrialization process of supercomputer product lines of Sugon as a representative enterprise in Chinese supercomputer field. The coordination and consistence between the national scientific research projects and the enterprise products have become an important factor affecting the future trends of China in this field. In this regard, Sugon has successfully set up an excellent example and has drawn the following experiences: the conversion from core techniques to products must be oriented to the market, the enterprise shall play the key role, perfectly combine industry, university, research and application. At this stage, Sugon supercomputers have won many important achievements, such as the first prize and the second prize of the National Science and Technology Progress Award, the country's top ten scientific and technological progress, etc. Sugon products have been widely applied in aerospace, aviation, energy, electricity, meteorology, biology, finance, defense, and many other fields. The paper summarizes the valuable experiences of China in supercomputing industry, it also analyzes the problems existing in the current development of supercomputers from the following 4 dimensions: lacking of core technology accumulation, lacking of mechanism of sustainable development of supercomputing center, large gap of supercomputing applications, and the shortage of interdisciplinary talent. The paper also offers strategic recommendations on the further development of Chinese supercomputing technology and industry, looks forward into its bright future. From the aspect of government, it is to formulate a long-term development planning for the supercomputer and applications, ensure the continuous investment of the state in supercomputing technology,

（转至 15 页）