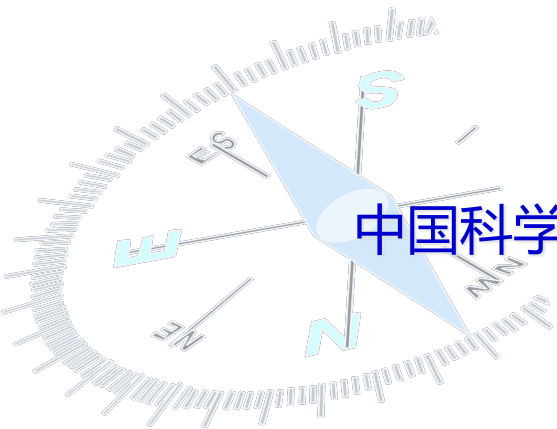




中国新计算产业生态发展战略 及政策研究



中国科学院科技战略咨询研究院产业科技创新研究中心

2020年10月



新计算产业的定义、内涵和特点

我国新计算产业的现状与定位

我国新计算产业生态的发展战略

政策建议

1

新计算产业的定义、内涵和特点



- 新计算产业是传统计算产业的升级与扩展，技术的发展提升了计算能力，而多元化的场景需求将计算能力扩展到云网边端全场景。
- **新计算产业**是在万物互联的时代背景下，为了满足异构计算能力和多元化的算力需求所构建的**多架构共存、多技术融合、多领域协同**和**多行业渗透**的软硬件产业体系。
- 新计算产业与传统产业融合发展，形成专业领域的行业应用和解决方案，便构筑起了**新计算产业生态**。

计算架构



- 从x86架构扩展到异构处理器、人工智能处理器架构
- 根据行业特点，多架构计算并存发展

技术融合



与人工智能，量子计算等技术融合，形成多种形式的运算能力

领域协同

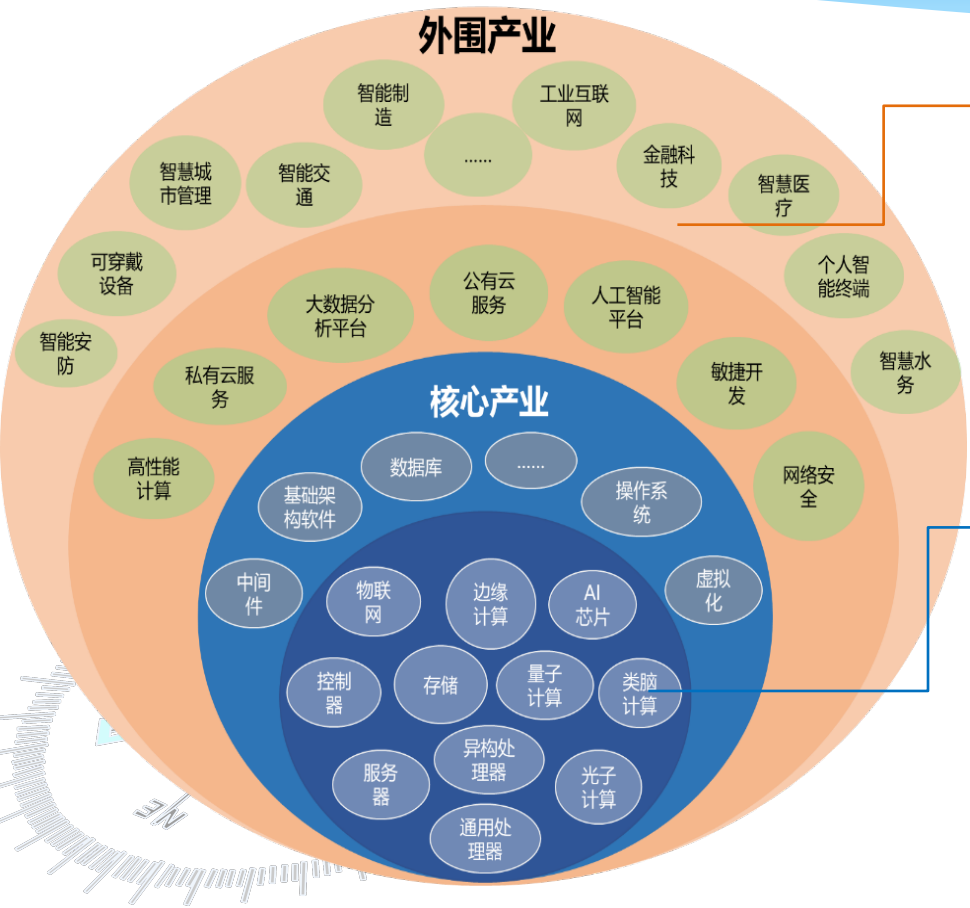


- 计算从云端向物联网、边缘计算普及
- 计算无处不在，不同计算领域相互协同。

行业渗透



超越IT产业本身，成为数字化基础设施，支持多个行业领域的数字化转型



外围产业

- 是新计算产业中核心产业与行业应用相结合所催生出来的满足行业个性化的需求的应用与服务。
- 以服务和解决方案为主要内容。一方面提供满足行业需求的、通用的平台与服务；另一方面实现新计算核心产业与行业应用的深度融合，打造工业互联网、智能交通、智慧城市的等解决方案。

核心产业

- 是新计算产业的基础，属于IT产业，以硬件的方式对外提供计算与服务能力。
- 既包括传统IT产业中的处理器、服务器、操作系统、中间件、数据库和基础软件等应用及相关服务，也包括人工智能芯片、异构处理器、物联网、边缘计算等新兴的硬件。
- 核心产业中基于物联网、边缘计算的架构将是未来新计算产业的重要增长点。

- 新计算是自主创新、可持续发展、开放领先的产业体系，满足面向未来**万物互联、智能世界**的发展需求，具有异构、极致、泛在、协同、绿色、普惠等新特征。为了适应新计算的多元化需求，对应的产品与服务也进行一定的调整与升级，形成了新计算产业不同于传统计算产业的特点。

与行业应用深度融合发展

“数字产业化”的核心目的是推动“产业的数字化”，即行业的数字化转型。

海量数据的实时处理能力

数据具有“体量巨大、结构丰富、分布广泛”的特点，新计算需要满足对海量数据的处理能力

具有多样性的处理器架构

在绿色、高效的计算需求导向下，处理器架构从单一架构向多元化异构架构所转变。

节能绿色推动可持续发展

“绿色计算”已成为应对数据中心能源消耗的潮流，以节能、环保为准绳的新技术，正推动计算产业向“绿色计算”方向转变。

多行业、多主体共同参与

该产业需要多主体参与，政府、产业联盟、新型研发机构、服务中介、知识产权代理、开发社区等不同主体和组织之间相互联动和影响，能够协同解决行业问题。

新计算产业的特点

2

我国新计算产业的现状与定位

- 国际经验
- 发展现状
- 定位



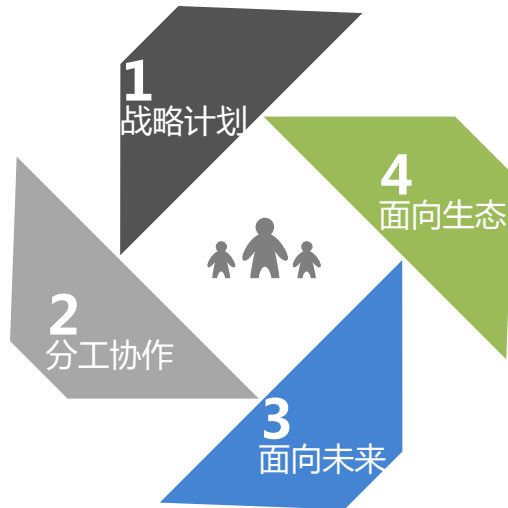
美国

以国家战略推动产业发展

- 经常根据产业发展需要制定相应的战略计划
- 适时组织力量跟踪调整既定战略

以清晰的组织架构落地实施

- 明确不同政府部门、私营部门的角色和职责分工
- 强调各参与方的配合和互补，协同推进产业发展



生态系统建设完整

- 从人才培养到产业布局全方位生态系统建设
- 注重与其它战略计划的协同

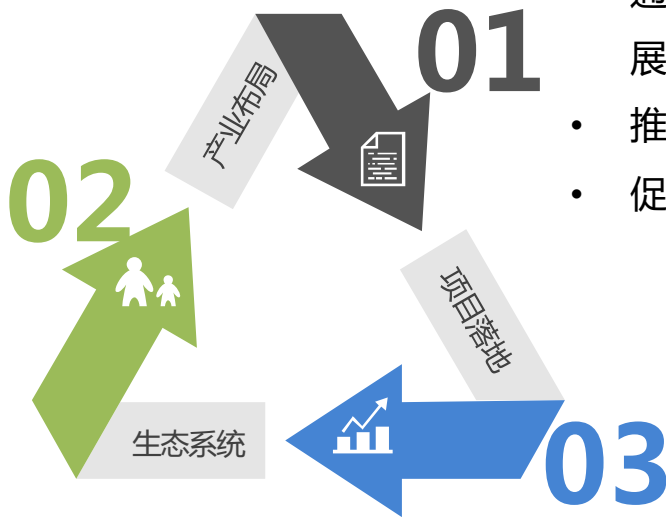
面向未来的前瞻战略布局

- 如“IPv6转换计划”“信息作为战略资源”“数据即战略资产”等都是超前布局的典范
- 直面后摩尔定律时代、非冯·诺依曼结构的重大技术生态变革

欧盟

通过公私合作打造产业生态

- 与欧洲产业界建立合同性公私合作伙伴关系，促进欧洲HPC生态系统中关键机构和项目间的合作
- 制定对产业竞争力、可持续发展、社会和经济效益具有显著影响的研究与创新战略，促进涵盖整个产业链的HPC生态系统建设



借助高性能计算平台提升竞争力

- 通过平台帮助欧盟委员会制定HPC发展计划
- 推动欧洲产业界与欧盟委员会沟通
- 促进欧洲HPC生态发展

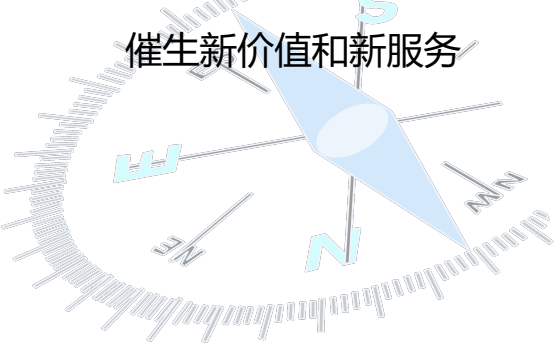
投资高性能计算基础设施，推动超级计算机研制项目

- 投资欧洲高性能计算基础设施建设
- 制定研究和创新方案以支持欧洲超级计算机的发展

日本

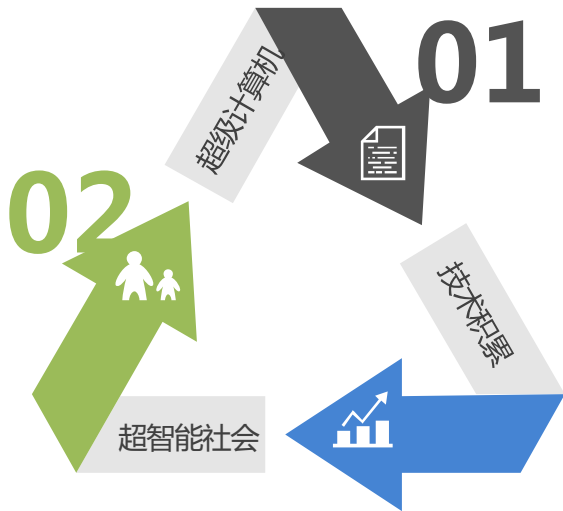
通过超智能社会建设实践推动技术创新和产业升级

- 提出利用新一代信息技术使网络空间和物理世界高度融合，通过数据跨领域应用，催生新价值和新服务



通过超级计算机研发项目推进高性能计算

- 资助百亿亿次超级计算机研发
- 注重高性能计算在重要社会和科学问题中的应用



部分关键领域技术和产业优势构建生态

- 传感器、芯片、显示等具备雄厚的技术基础和产业优势
- 较早布局AI、物联网、大数据等核心领域，形成部分围绕核心技术的生态

我国新计算产业生态体系面临的问题与挑战

➤ 一是我国新计算产业战略布局以**单点专项突破**为主，缺乏面向底层核心软硬件技术攻关与下一代计算技术基础理论的**整体布局**。

- **政策**：我国计算国家政策覆盖面不全，资助项目不成体系，大多以重点专项的方式单点突破；
- **底层技术**：在计算核心算法、关键装备、基础材料与元器件、软件等差距较大；
- **基础理论**：对于面向未来竞争新计算架构的新介质、量子计算、类脑计算等领域的科技攻关项目布局力度不足。

➤ 二是我国计算产业市场主流需求建立在**美国的技术体系**之上，对于国内新计算产业创新应用的带动作用有限。

- **市场**：我国在以金融、制造、能源等与国计民生紧密相关的行业中采用领先国际企业的软硬件；
- **国内**：计算产品缺乏在产业应用中试错提升的机会，性能稳定性无法得到检验，市场竞争力薄弱；
- **软件**：由国外企业主导，缺乏拥有核心竞争力的本土龙头骨干企业。

➤ 三是我国新计算产业底层技术架构与标准由国外企业主导，存在较高**产业安全风险**。

- **安全检测**：信息技术安全监测能力不强，对于进口网络信息技术和产品的监测分析以合规性评测为主，对于计算软硬件漏洞分析评估能力较低，难以发现产品的安全漏洞和“后门”；
- **安全**：以芯片为例，存在较高的授权终止以及数据安全风险。

部分计算相关领域国家战略或政策文件

文件名称	时间	资助计算相关领域解读
《鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》系列	2000年、2011年、2020年	<p>国办发布系列政策文件旨在完善激励措施，明确政策导向，从财税、投融资、研究开发、进出口、人才、知识产权、市场应用等给出支持措施，优化产业发展环境。相关配套政策于2010年到期后，2011年又发布《进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》，财政部、国家税务总局也相继出台若干文件，明确软件产业和集成电路产业的具体税收优惠政策。2020年国办发布《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策》，同时明确前两文件的政策继续实施</p> <p>计算产业重要的系列政策</p>
关于加强信息资源开发利用工作的若干意见	2004年	<p>确立了信息资源产业的概念，首次从国家政策层面对信息资源开发利用工作的战略地位加以明确，将理论认识和主张上升到国家意志，是我国信息政策中具有里程碑意义的文件。</p> <p>标志着我国信息资源开发利用进入了新阶段</p>

部分计算相关领域国家战略或政策文件（续）

文件名称	时间	资助计算相关领域解读
2006—2020年国家信息化发展战略	2006年	提出我国信息化发展六项战略行动（国民信息技能教育培训、电子商务行动、电子政务行动、网络媒体信息资源开发利用、缩小数字鸿沟、关键信息技术自主创新）， 要求 在集成电路（特别是中央处理器芯片）、系统软件、关键应用软件、自主可控关键装备等涉及自主发展能力的关键领域，加大投入，重点突破， 逐步掌握产业发展的主动权
国家集成电路产业发展推进纲要	2014年	充分发挥国内市场优势，使市场在资源配置中起决定性作用，更好发挥政府作用，营造良好发展环境，突出企业主体地位，激发企业活力和创造力，带动产业链协同可持续发展，加快追赶和超越的步伐，努力实现集成电路产业跨越式发展
促进大数据发展行动纲要	2015年	是我国发展大数据产业的战略性指导文件 ，赋予了大数据作为建设数据强国、提升政府治理能力推动经济转型升级的战略地位

部分计算相关领域国家战略或政策文件（续）

文件名称	时间	资助计算相关领域解读
国家信息化发展战略纲要	2016年	要求大力增强信息化发展能力：发展核心技术、夯实基础设施，在集成电路、基础软件、核心元器件等领域实现根本性突破；培育壮大龙头企业、支持中小微企业创新、打造协同发展产业生态
“十三五”国家科技创新规划	2016年	要求大力发展新一代信息技术，如先进计算技术（百亿亿次高性能计算、 异构计算、智能计算 等）、网络与通信技术（融合网络、软件定义网络、无线移动通信、太赫兹通信等）、自然人机交互技术（智能交互、虚拟现实与增强现实等）、微电子和光电子技术（极低功耗芯片、新型传感器、第三代半导体芯片等）， 促进信息技术向各行业广泛渗透与深度融合
新一代人工智能发展规划	2017年	明确新一代人工智能发展的战略目标和重点任务 ，包括开放协同的人工智能科技创新体系和泛在安全高效的智能化基础设施体系构建、智能经济培育和智能社会建设等，针对我国人工智能发展的迫切需求和薄弱环节， 设立新一代人工智能重大科技项目 ，加强智能计算芯片、高可靠性智能传感器器件和芯片等关键共性技术研究

- 处理器是算力的核心。目前，我国通用处理器（CPU）产业正处在新的“七国八制”状态，国内CPU架构相对分散，涵盖了全球所有的指令集。
- **CPU架构的混乱**，投资、市场和客户群碎片化严重，导致产业链各环节难以做大。更为重要的是每一种架构方面的技术研发均难以形成自身的优势，无法形成具有自身优势的产业生态。——**需要进一步引导集中**
- 目前产品技术仍以外资企业所主导，并且随着技术的迭代，差距逐步拉大，并且逐步被淘汰。

我国芯片厂商采用的处理器架构情况统计

架构名称	推出机构	推出时间	主要被授权国内企业
x86	Intel	1978年	兆芯、北大众志、海光
ARM	ARM	1985年	展讯、飞腾、海思、晶晨、全志等
MIPS	美国MIPS公司	1980年代	龙芯、君正、瑞昱、炬力等
SPARC	SUN	1987年	飞腾（后转为ARM）
Power	IBM	1991年	中晟宏芯
Alpha	DEC	1992年	申威
RISC-V（开源）	加州大学伯克利分校	2014年	华为、华米、阿里

数据来源：公开数据，课题组整理

- **新计算产业作为一项兼顾当下与未来长远布局的领域**，对我国在未来全球竞争中抢占战略主动权以及推动传统产业转型升级有着不可替代的作用；
- 当下新计算产业对国民经济的重要性主要体现在**基础性与战略性**两大方面。
- 当前形势下，**所谓基础性产业**，是能够满足人民美好生活需要、支持传统产业转型升级和智能产业快速发展的现代基础产业。它对其他产业能够起到真正的基础支撑作用，推动技术进步和价值增值。



✓ 从国民经济发展来看，新计算产业是各行业数字化转型的核心驱动和赋能型力量。

- 我国当前大力发展数字经济与战略性新兴产业，新计算产业在对传统产业的赋能、产业结构的调整和优化、整个国民经济结构调整所发挥的作用已经充分显现。



✓ 新计算产业所承载的计算能力作为一种核心的基础能力，正在与行业不断融合并赋能行业转型，成为第四次工业革命下强大的新型生产力。

- 正如热力、电力推动了第一、第二次工业革命一样，算力在第三次、第四次工业革命中发挥着至关重要的基础作用；
- 新计算产业 都是围绕算力展开。



➤ 从国际竞争来看，新计算产业，尤其是底层基础技术是未来竞争的战略制高点

- 我国在芯片设计制造、操作系统、数据库等新计算产业的底层基础技术中，一直处于受制于人的状态；
- 美国在我国计算产业底层技术体系与生态系统中占据主导位置，欧洲与日本在传感器、芯片领域各具优势；
- 美国对中兴、华为等企业的技术封锁，已充分展现计算产业的底层基础技术受制于人产业发展的巨大风险。



➤ 从国家安全来看，新计算产业发展是新时代大国安全的重要方面。

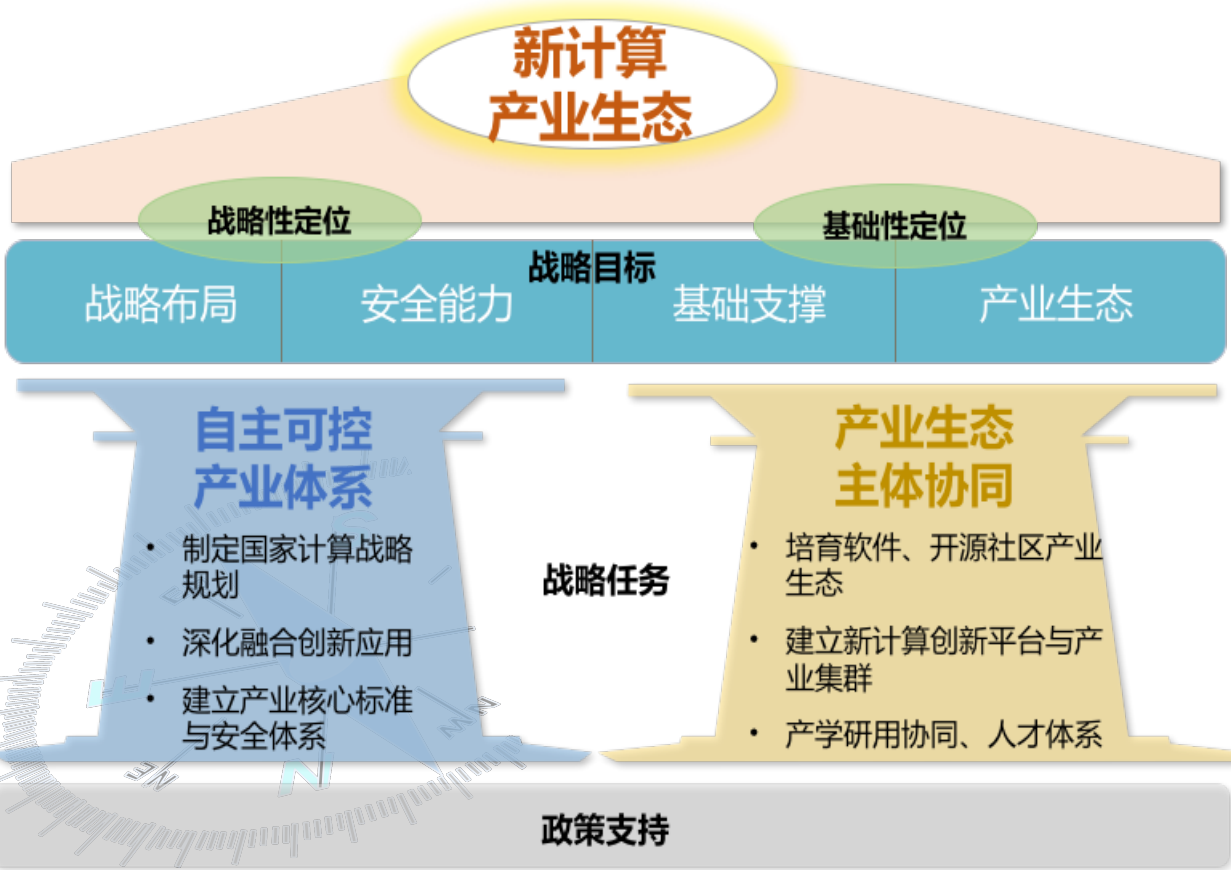
- 新计算产业底层基础技术涉及操作系统、基础架构软件、AI芯片、光子计算、量子计算等，是关切到我国产业安全、科技安全等的核心关键技术，对国家科技安全、产业安全、经济发展与社会稳定具有重大意义；
- 新计算产业生态体系的复杂性要求芯片族的整体发展，需要重点围绕在计算、存储、网络、管理和人工智能芯片领域有全面布局的企业构建生态，才能构筑长期发展的产业优势。

3

我国新计算产业的发展战略

- 战略目标
- 战略任务





战略性定位：

- 核心底层技术自主可控
- 保障国家科技产业安全

基础性定位：

- 赋能产业数字化转型
- 打造创新主体协同联动的产业生态

强化战略布局

以新计算赋能产业结构的调整和优化，抢占下一代国家战略竞争的制高点。

强化基础支撑

发挥新计算在新型基础设施建设与产业数字化转型中的基础支撑作用。



提升安全能力

提升安全设计、数据防护、安全评测等方面计算核心技术底层研发能力，降低对外技术依存度。

构建产业生态

围绕新计算龙头企业构建产学研用协同创新体系，培育“自主、先进、开放”的行业应用新生态。

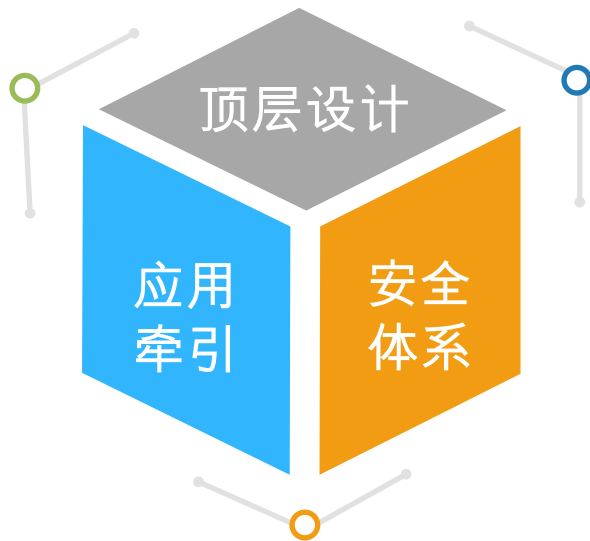
➤ 建立安全可控的新计算产业体系，加强对于数字经济的基础支撑作用

一是制定国家计算产业战略规划，围绕多元化算力与产业应用形成体系化的顶层设计。

- 改变单一部署、实现国家计算战略规划的高度统配；
- 系统性解决共性问题，破解产业发展瓶颈。

二是发挥国内需求的循环牵引作用，加快新计算产业的国产化应用进程。

- 需求为牵引，鼓励采用自主可控新计算技术体系下的软硬件产品。



三是依托安全可控新计算底层基础技术与产品，建立产业核心标准与安全体系。

- 建设标准技术体系和应用标准体系，加速技术标准的国际化进程。；
- 采用安全可信系统架构。

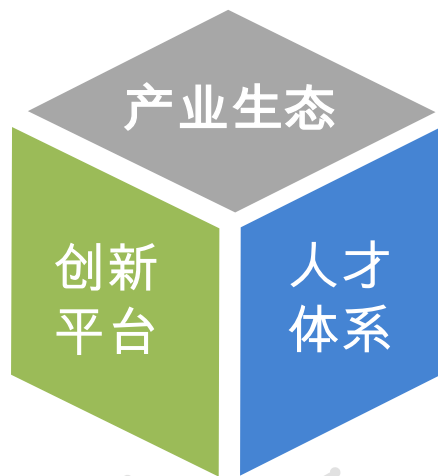
➤ 建立新计算产业生态，构建应用导向的产学研用协同创新体系

一是培育新计算基础软件、应用软件、开源社区产业生态。

- 基础软件方面，重构软件价值体系，培育我国龙头企业；
- 应用软件方面，鼓励行业拥抱新计算，促进行业应用百花齐放；
- 开源社区方面，构建我国原生开源社区，注重国际社区贡献，形成战略均势。

二是建立新计算创新平台与产业集群

- 推动重点行业领域应用示范，形成若干个重点行业计算平台与千亿级产业集群。



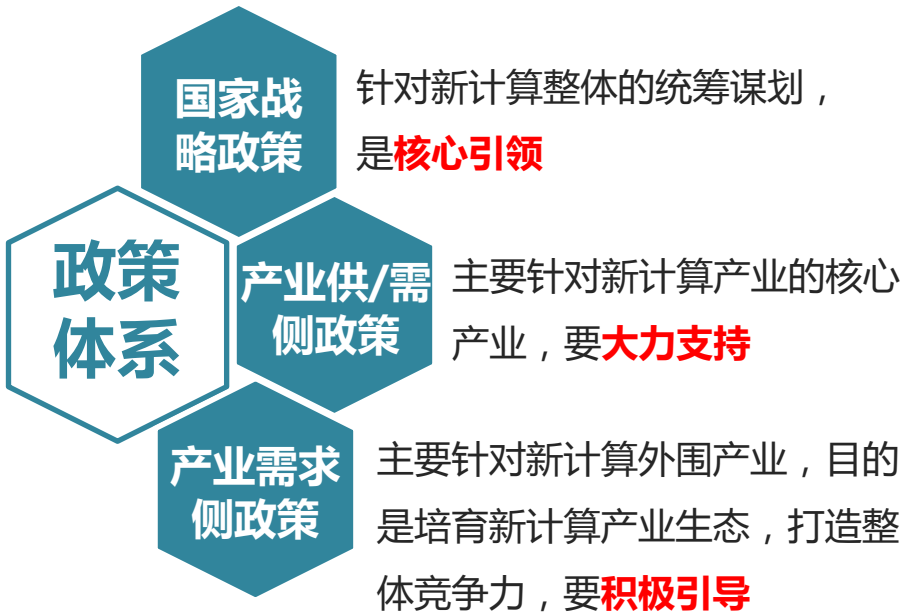
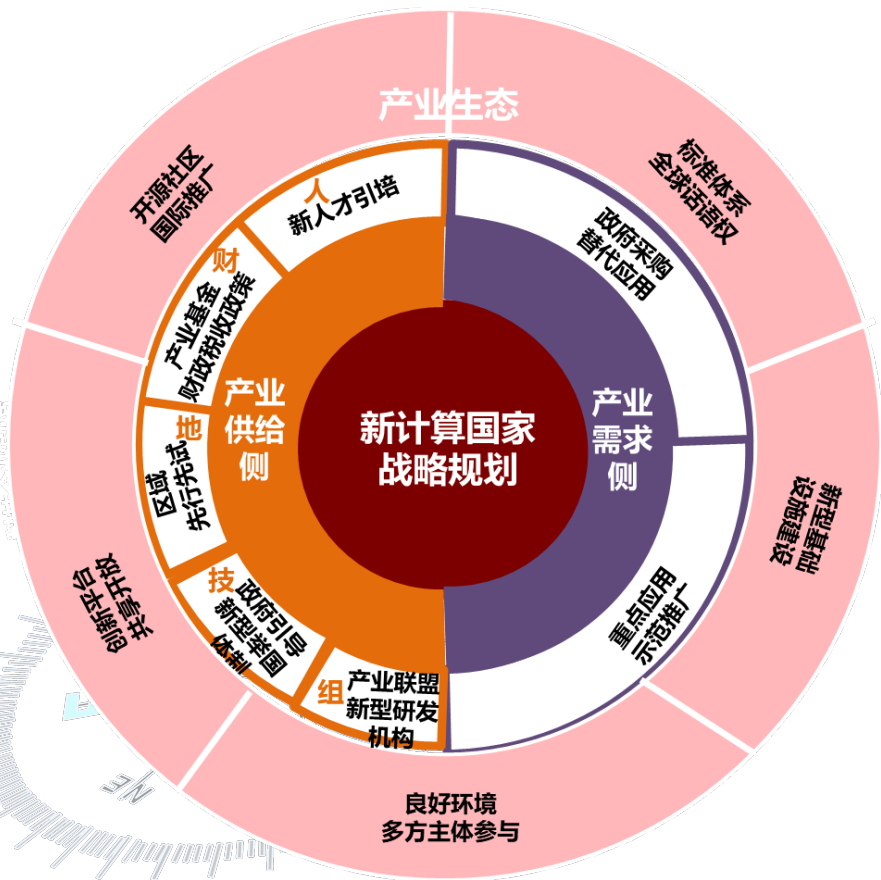
三是建立产学研用协同的创新与人才培养体系

- 围绕我国新计算技术体系进行人才的培养、引进、使用和激励。建立产业实训基地等校企联合培养新模式。

4

政策建议





备注：产业供给侧和需求侧在实际中往往相互交叉和融合，各有侧重。

战略规划

新计算产业
国家战略

战略框架

▪ 以构建全球领先的新计算全栈产业链为目标，打造我国新计算技术和产业体系

--建议纳入“十四五”重点任务

--建议加快推动国家重点部委牵头制定和发布《新计算产业发展国家战略规划》

--建立成立国家新计算产业发展领导小组，加强顶层设计和重大项目统筹

▪ 提升战略布局**体系化**

--建议在各类国家重点研发计划中，从局部重点部署高性能计算向多元计算体系拓展

▪ 提升战略布局**前瞻性**

--建议设置国家新计算技术和产业发展路线图研究专项，整合国家部委、科学界和产业界开展面向未来竞争开展路线图研究

技术——加强政府在新计算产业关键核心技术攻关中的引导作用

- 进一步拓宽核高基重大专项中高端芯片范围（算、存、传、管、智高端全系列）
- 设立集成电路上游材料、装备、EDA等科研专项群
- 培育一批具有全球竞争力的基础软件龙头骨干企业
- 前瞻布局面向未来竞争新计算架构科技攻关项目，并在重大科技专项和重点国家实验室项目中布局自主可控的底层技术。



加强政府在新计算产业关键核心技术攻关中的引导作用



产业联盟、垂直领域应用
联盟和新型研发机构

推进新计算产业环节和重
点在全国差异化聚聚政策

综合运用中央和地方新计算产
业投资基金、税收等金融工具

人才——建立更加开放的人才引培机制，健全计算产业人才体系

- 建议对国际**顶尖**人才和**行业领军**型人才实施“一才一策”引进方案，围绕顶尖和领军人才形成**重点领域团队式**引进模式
- 建议推进**本土高校新计算方向教育体系**建设
- 建议加快探索和推广高校和企业“**校企联合培养**”模式

加强政府在新计算产业关键核心技术攻关中的引导作用

产业联盟、垂直领域应用联盟和新型研发机构

建立更开放的人才引培机制，健全计算产业人才体系



地区——推进新计算产业环节和重点在全国差异化布局政策

- 建议加快探索区域先行先试，快速形成新计算产业集群发展态势
- 建议围绕区域优势领域，科学设置配套企业引进资质、标准和准入规则，建成全国新计算产业优势互补、核心产业链环节均衡、自主可控的新计算产业区域集群态势

资金——综合运用中央和地方新计算产业投资基金、税收等金融工具

- 设立国家计算产业大基金
- 建设具有强支撑力的区域新计算产业投融资基金群
- 对重点领域实施精准的企业优惠政策
- 推动建立新计算产业研发和应用的多渠道资金保障体系

加强政府在新计算产业关键核心技术攻关中的引导作用

组织——产业联盟、垂直领域应用联盟和新型研发机构

- 设立国家层次新计算技术产业创新实体机构，统筹三大部委已建和将建的各类创新机构，拉通产业链关键环节
- 推动成立新计算产业联盟和垂直领域应用联盟
- 完善新型举国体制下新计算产业关键核心技术攻关方式（强化企业创新能力，明确政府的资金投入和协同监管角色）



建立更加开放的人才引培机制，健全计算产业人才体系

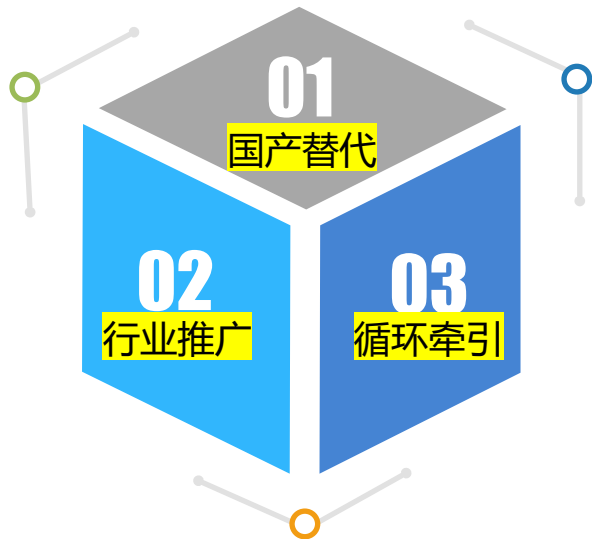
推进新计算产业环节和重点在全国差异化聚聚政策

综合运用中央和地方新计算产业投资基金、税收等金融工具

◆ 国产替代

加强对自主安全可控类行业计算机软硬件的政府采购和国产应用

- 场景选择**：金融、政务、电力等紧系国家安全需求的政策主导场景
- 采购先驱**：“国字头”单位和政府
- 替代保障**：对采用我国自主研发的需求方大力优惠扶持政策；建立创新容错和风险共担机制等



◆ 循环牵引

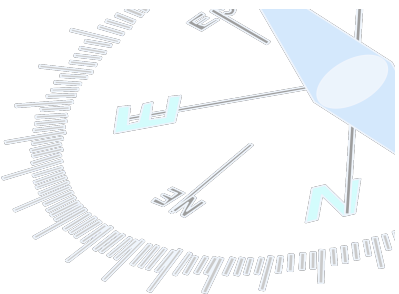
培育大规模市场需求，以产业龙头为依托，推动驱动型新计算产业生态的形成

- 龙头企业**：充分发挥龙头企业在拉通产业链环节、整合优势创新资源、凝聚产业链上下游的核心作用
- 市场驱动**：促进市场驱动型新计算产业生态的形成，尽快建立新计算产业自我输血机制

◆ 行业推广

开展标杆行业典型场景应用试点，构建典型应用展示平台进行推广

- 行业示范**：金融、电信等发展模式成熟、市场主体有实力、计算迁移场景明确清晰的应用场景的落地
- 生态构建**：遴选医疗、智慧城市、能源和交通等作为计算产业商业应用生态构建的试点和突破口，建设行业应用示范工程



◆ 生态环境

各方参与、完善营商和投融资环境以及法律基础体系

◆ 开源社区

加强计算产业国际开放合作，注重国际开源社区贡献，构建我国原生开源社区，形成战略均势

具体举措，如：

- 设立开源基金会；
- 培养开源社区治理人才；
- 国内各大企业的开源组织形成合作联盟
- 建立健全与开源模式相适应的法律体系等

◆ 创新平台

建立共享开放的新计算产业创新综合服务平台
具体举措，如：

- 新计算产业信息、情报、创业服务等综合服务平台
- 软件开发者平台

◆ 标准体系

构建自主开放的新计算产业国际化技术标准体系

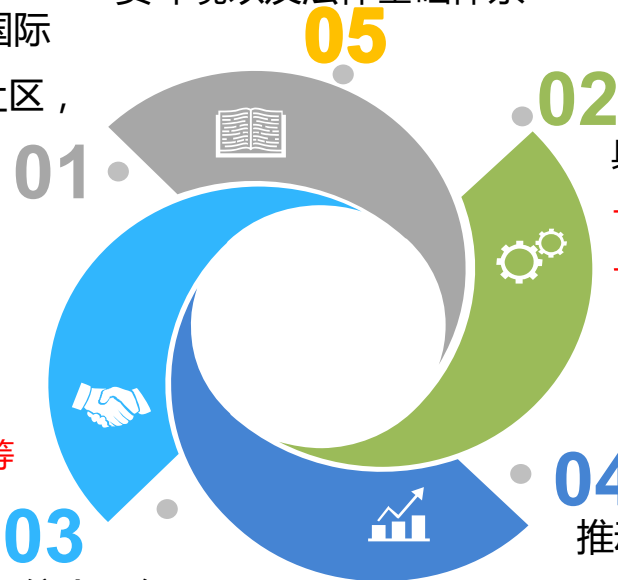
具体举措，如：

- 识别计算产业新兴核心技术环节；
- 构建面向新行业应用领域的场景化标准；
- 加速技术标准的国际化进程等

◆ 新型基建

推动多方力量积极参与新计算产业科技研发与创新应用的基础设施建设
具体举措，如：

- 前瞻规划和部署新计算产业领域的重大科技基础设施建设专项和大科学装置集群



感谢观看！
欢迎指正！

