

工信部电子信息司副司长史惠康：

# 让RISC-V真正成为中国科技创新的强大引擎

本报记者 张心怡

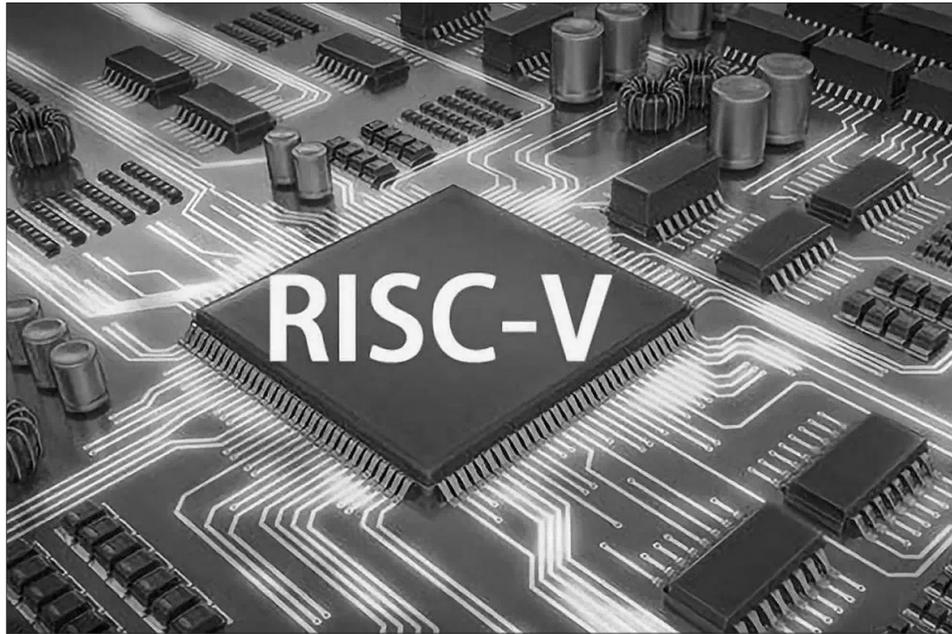
7月17日，第五届RISC-V中国峰会在上海召开。工业和信息化部电子信息司副司长史惠康在致辞中指出，RISC-V是我国首次与全球开发者同步共创核心芯片技术，是提升中国在全球半导体产业中话语权与影响力的宝贵契机。

从单机时代到移动互联网时代再到如今的万物互联时代，计算产业的主流软硬件架构持续更迭。从单机到局域网再到互联网时代，微软Windows操作系统与英特尔CPU组成的“Wintel”体系占据主导地位，使X86成为主流指令集。到了移动互联网时代，谷歌安卓操作系统与基于ARM架构的CPU组成“AA”体系，使ARM成为移动设备、嵌入式领域的主流指令集。

随着全球迈向万物互联时代，操作系统与计算架构将如何演进？“如果说单机是在局域网里，局域网是在互联网里，互联网在移动互联网里，就像上海的内环、中环、外环和环城高速。那么现在进入万物互联时代，面向更广阔的应用领域，什么样的技术架构能成为主导？有不少专家和企业代表认为，很有可能是一个开源指令集做出来的CPU加上开源的操作系统。我个人也非常认同这种想法。”史惠康表示。

开放、灵活、精简正是RISC-V指令集的特点。自2010年问世以来，RISC-V在全球学术界和产业界的共同努力下，从学术领域走向产业化、从嵌入式应用迈向更广泛的计算领域。最新数据显示，RISC-V国际基金会已拥有遍布全球70多个国家和地区的4500家成员。2024年，全球基于RISC-V指令集的芯片出货量达到数百亿颗，展现了RISC-V开放协作模式的强大竞争力。

从全球格局来看，RISC-V的战略重要性日益凸显，各国基于自身的发展和诉求持续加大对



RISC-V的投入。美国在维系“Wintel”和“AA”体系优势的同时，对RISC-V的关注度和投入显著提升；欧洲正在积极利用开源架构重塑其工业竞争力。中国拥有全球最大的应用场景和丰富的落地实践，在RISC-V技术和生态构建上展现蓬勃活力。据统计，2024年中国贡献了RISC-V一半以上的芯片出货量，在高性能计算、人工智能、服务器、汽车电子等领域实现突破。

史惠康指出，RISC-V为中国计算产业提供了良好的发展机遇。一方面，RISC-V是我国掌握处理器核心技术的战略支点，让企业研发人员得以深入参与国际前沿指令集的设计与演进，掌握全流程的技术。另一方面，RISC-V是赋能产业创新的强大引擎，其开源、零授权费、模块化的特性，显著降低了芯片设计的门槛和创新成本，为中国制造提升全球竞争力开辟了新的

赛道。此外，RISC-V也是深化国际科技合作的桥梁，是我国首次与全球开发者同步共创核心芯片技术，是提升中国在全球半导体产业中话语权与影响力的宝贵契机。

对于中国RISC-V产业的发展，史惠康提出三点期许：

一是深化协同，共筑繁荣生态。在工信部电子信息司的指导下，RISC-V工委于2023年8月成立，吸引超过180家会员单位加入，有效凝聚了国内产学研用的核心力量，在标准推进、共性技术攻关、生态建设等方面取得积极进展，希望各方继续用好这一工作平台，在核心指令集扩展、基础工具链、操作系统等关键环节形成合力，对内构建服务平台、对外传递中国声音，共同打造具有国际竞争力的RISC-V生态高地。

二是加速转化，驱动规模应用。技术的价值最终由市场来检验，要大力打通从实验室创新到规

模化应用的最后一公里。一方面持续巩固和扩大RISC-V在物联网、工业控制、边缘计算等相关领域的领先优势和市场渗透率；另一方面要全力推动RISC-V在高性能计算、数据中心服务器、人工智能加速器、智能网联汽车等高价值领域实现规模化商业落地，让RISC-V真正成为中国科技创新的强大引擎。

三是坚定开放，引领全球协作。要以更加积极主动的姿态融入并丰富RISC-V全球生态，鼓励和支持中国企业、科研机构、开源社区深度参与RISC-V国际基金会的相关工作，在基础标准、安全规范、互联互通等全球议题上贡献中国智慧和方案。在坚持自主创新的同时，加强与国际顶尖同行在基础研究、前沿技术探索方面的开放合作，吸引全球的创新资源汇聚中国，做全球RISC-V生态的积极建设者和关键贡献者。

中国科学院计算技术研究所副所长包云岗：

## RISC-V产业落地亟须解决四个问题

本报记者 张心怡

“ARM用得好好地，为什么要换RISC-V？”  
“客户要用的软件都装不上，我怎么推广？”

“在RISC-V芯片上移植和开发软件都是投入，软件开发怎么赚钱？”

虽然基于RISC-V指令集的芯片出货量在2024年达到数百亿颗，但相关企业向下游客户推广RISC-V的过程中，仍然会收到围绕成本、商业模式、兼容性、工具链等维度的种种问题。在7月17日举办的第五届RISC-V中国峰会上，中国科学院计算技术研究所副所长、中国开放指令生态(RISC-V)联盟秘书长、北京开源芯片研究院首席科学家包云岗表示，基于开源的联合开发模式，不仅能结构性降低芯片开发成本，也能够做出高质量设计并加速迭代与验证。

包云岗指出，当前RISC-V产业落地亟须解决四个问题。一是真正有竞争力的产品和解决方案不足，存在“雷声大、雨点小”的问题。二是工具箱不够丰富，要尽快达到“多、快、好、省”的效果。比如OpenEuler(开源欧拉操作系统)中，X86和ARM的软件包达到3万多个，而RISC-V不足3000个。三是芯片设计、验证、解决方案、技术支持等各个层次的人才不足，教学、资料、培训、认证等环节有待加强，需要大批量、多层次人才。四是标杆案例不够全面，比如服务器芯片、AI芯片领域缺乏高端芯片应用案例。

而要解决以上问题，并加速RISC-V的产业落地，需要改变几点认知。

其一，如果RISC-V仅用于原位替代ARM，会埋没其真正的优势，没有将RISC-V开放性和可定制化的优势发挥出来。

其二，RISC-V的开放性使能开源实现和开源工具链，能结构性降低成本，催生新的商业模式。如今的软件领域中，开源软件已经成

为常态，比如基于Linux+RedHat模式的PC集群解决方案等。

其三，RISC-V可定制化，意味着能够做到软硬件的极致优化，结合敏捷开发降低开发门槛，催生新模式。未来，APP开发团队可能仅增加两三个芯片设计人员，就可以根据应用场景快速定制芯片，提供软硬件一体化解决方案。

其四，AI推理的算力需求呈现新特征，RISC-V+AI将成为未来新组合。AI与CPU的紧密协同设计，将对RISC-V提出多样化的需求。

其五，要让软件开发者获利。如今RISC-V产业的盈利能力集中在芯片公司，要找到软件开发者的获利方式。

以RISC-V为代表的开源模式，如何结构性降低芯片开发成本？以研发一款量产10万颗的64核服务器芯片为例，保守估计开发成本约7.5亿元，其中IP授权费用与版权约占35%的成本。基于开源的联合开发模式，可以将单次授权费用降至1000万元以下，将IP成本占比降至2%，为企业节省33%(约2.5亿元)研发费用。这意味着企业可以将更多费用集中到解决方案创新，这是RISC-V带给产业的新机遇。

除了“降本”，RISC-V还能“增效”——基于开源的联合开发，不仅能做出高质量的设计，也能够加速迭代与验证。在过去一年多的时间里，“香山”开源RISC-V处理器项目从单元级测试到集成测试再到系统级测试，形成超过2万个测试用例，其中用户、企业帮助贡献了近1600个测试用例。昆明湖(即第三代“香山”)V2累计完成了1470项BUG发现和1467项BUG修复，其中合作企业参与开源联合开发，累计提交BUG 492项。

包云岗表示，开源软件中，96%的软件代码库包含开源代码，开源代码比例达77%。在未来的芯片中，开源IP比例必将实现零的突破，且开源IP比例会不断提高。这一提升会降低芯片设计产业的成本，从而提升企业的竞争力。

## 到2030年汽车用半导体市场年复合增长率将达12%

**本报讯** 市场研究机构Yole Group发布最新报告《Semiconductor Trends for Automotive 2025》。报告显示，到2030年，84%的乘用车和轻型商用车将配备高级驾驶辅助系统(ADAS)。

Yole Group预测，到2030年，汽车用半导体(包括逻辑器件、传感器器件、存储器以及功率和模拟器件)的市场年复合增长率为12%。其中，计算在汽车领域的收入将增加，从2023年至2029年，该领域的年复合增长率将达到13%，与其他汽车半导体组件的增长率处于同一数量级。

ADAS和安全性需求的演变推动了相关传感器种类和数量的激

增。随着商业化的推进，成本博弈至关重要。以激光雷达为例，其成本已降至甚至低于500美元，预计还将进一步降低至约200美元，这将使更多原始设备制造商(OEM)能够负担。摄像头方面，许多零部件供应商提供的完整摄像头模块价格相比传统OEM更低，中国供应链也更加独立。预计汽车激光雷达和摄像头市场的年复合增长率将分别为27%和77%。

Yole还强调，人车交互方式与驾驶体验也在发生改变。例如，比亚迪的“手掌钥匙”通过微距雷达识别掌静脉，蔚来则使用3D相机识别面部，实现无钥匙启停。(姬晓婷)

## Rapidus启动2nm试产 明年第一季度提供PDK

**本报讯** 记者杨鹏岳报道：近日，日本晶圆代工厂Rapidus宣布启动2nm制程晶圆的测试生产，并计划推动其IIM-1厂区的2nm制程在2027年量产。

据了解，Rapidus的IIM-1厂区已经展开对采用2nm环绕栅极(GAA)晶体管技术的测试晶圆进行原型制作。Rapidus公司表示，早期测试的晶圆已达到预期的电气特性，设备运作正常，制程技术开发进展顺利。

原型制作是半导体生产中的一个重要步骤，旨在验证使用新技术制造的早期测试电路是否可靠、高效并达到性能目标。Rapidus目前正在测量其测试电路的电气特性，包括临界电压、驱动电流、漏电流、次临界斜率、开关速度、功耗和电容等参数。尽管Rapidus未公开具体结果，但测试晶圆已在晶圆厂内流动本身就意义重大。

根据之前披露的信息显示，Rapidus的IIM-1厂区自2023年9月动工，无尘室于2024年完成，截至2025年6月已连接超过200套设备，包括先进的DUV和EUV光刻工具。Rapidus于2024年12月安装了先进的EUV工具，并于2025年4月成功进行了首次曝光。目前，该厂区已足够成熟运行测试晶圆，让Rapidus测量其GAA构架电路的电气特性，以识别潜在的制程问题，并调整工具或制造步骤的设置。

Rapidus特别提到，其IIM-1厂区将对所有前制程步骤采用“单晶圆处理”方法。这是一种半导体制造方法，其中每片晶圆都是单独制造、加工和检查，而非以组合方式进行。为了支持早期客户，Rapidus正在准备于2026年第一季度发表其制程开发套件(PDK)的第一个版本。

## 清华大学团队晶圆级芯片研究取得新进展

**本报讯** 近期，清华大学集成电路学院尹首一、胡杨研究团队在晶圆级芯片领域的三项研究成果在2025年国际计算机体系结构研讨会(ISCA)发表。

自2020年起，尹首一前瞻性地瞄准超高性能大模型训练与推理场景，开展了晶圆级芯片这一前沿技术路线的探索。

晶圆级芯片是一种颠覆传统计算形态与半导体制造模式的前沿技术。芯片的算力与芯片内部能够集成的晶体管数量相关，能够集成的晶体管数目越多则芯片的算力越高，而晶体管数量又由单位面积的晶体管密度和芯片的面积两个关键的因素来协同决定。其中前者主要依赖于集成电路的工艺先进性，然而在我国目前面临着严重的“卡脖子”困境。而后者主要受集成电路光刻技术的制约，在现有工艺条件下只能达到858平方毫米的面积，

这也制约了常规芯片能够达到的总算力上限。

在构建更大算力的系统时，常规芯片传统的封装和互连模式使得多个芯片间的互连往往需要经过中介层、基板、PCB、线缆、光模块、交换机等层层延迟，互连密度也被封装结构大幅稀释，严重制约了其性能表现。因此，在追求极致算力与能效时，我们希望能够构建更大的芯片并设计更加高效的集成方式。

晶圆级芯片是设计和制造一颗晶圆尺寸(约40000平方毫米)的超大面积芯片，实现“One Wafer One Chip”。其典型技术路线是通过在一整片晶圆上制造高密度硅互连基板，再将数十颗算力芯粒集成到硅晶圆基板上，从而构建成一整片晶圆尺寸的算力芯片。可以说，晶圆级芯片是目前为止算力节点集成密度最高的一种形态。目前

国际上已有美国的Cerebras WSE系列和特斯拉Dojo系列两款晶圆级芯片产品。

为此，尹首一团队提出了晶圆级芯片“计算架构”与“集成架构”两大核心设计方法。本次ISCA的三项成果分别面向计算架构问题、集成架构问题与大模型推理任务映射问题开展研究，构建了晶圆级芯片“计算架构-集成架构-编译映射”协同设计优化方法学。

在产出高水平学术研究成果的基础上，团队联合清华系知名芯片企业研发了可重构算力网格芯粒，并联合上海人工智能实验室成功制造出国内首台基于可重构AI芯粒的12寸晶圆级芯片验证样机，验证了在次世代工艺条件下采用晶圆级集成方式赶超先进工艺芯片的理论和工程可行性，为解决国内芯片“卡脖子”难题

提供了兼具引领性和可行性的技术路线。工程成果已经反哺多家产业界头部合作伙伴，实现了产学研用高效闭环。

国际计算机体系结构研讨会(ISCA)创办于1973年，是计算机体系结构领域的顶级会议，被誉为“计算机体系结构创新的风向标”，其收录成果代表了该项研究的国际前沿突破性和全球创新引领性。此次清华大学研究团队的成果入选，不仅是对其研究工作的高度认可，也彰显了我国在芯片领域的科研实力正逐步迈向国际前沿。

随着这三项研究成果的发布，预计将对汽车半导体等相关产业产生积极影响。晶圆级芯片技术的进步有望为汽车的智能化、电动化发展提供更强大的技术支撑，推动汽车半导体市场迎来新的变革与发展机遇。

(玄文)

## 搭载新一代国产C86处理器的多款终端集中亮相

**本报讯** 国产C86生态体系迎来发展新阶段。近日，新一代海光C86处理器移动工作站及工作站首发亮相。值得关注的是，十余家主流整机厂商共同推出数十款C86终端新品，全面覆盖办公、科研、工程、设计等多场景需求。

目前，传统终端产品在国产化的多元场景应用过程中仍面临诸多挑战。比如在移动办公领域，一方面囿于技术和配置，性能受限，难以广泛适用于用户全面需求；另一方面，专业化、高端化应用需求加速涌现，在性能要求基础上，也对终端产品的适配性、安全性提出新的要求。业

内专家指出，综合来看，国产终端用户的核心需求已经从“能用”进阶为“好用”，国产化供给侧亟需在关键产品环节，进一步提升终端落地能力。

此次海光新一代C86终端产品进一步提升了国产终端的综合竞争力。根据测试结果，移动工作站产品相较上一代单核性能提升62%，多核性能水平提升135%以上；工作站产品单核性能提升43%，多核性能提升68%，综合指标达到国际主流专业级芯片水准。而在安全层面，延续了海光自研安全体系的优势，内置密码协处理器CCP等多项安全技术。此外，C86处理器天

然适配主流软件生态，迁移部署无需牺牲效率和性能，可支持各类CAX工程软件、EDA、BIM、3D等专业工具场景需求。

记者了解到，目前，联想开天、紫光计算机、软通东方(清华同方)、中兴等厂商已共计推出数十款C86处理器移动工作站及工作站整机新品，全面覆盖了终端用户从日常办公到专业创作的多样化市场需求。

“国产终端在全行业场景的落地，离不开软硬件生态参与者协同赋能。”海光信息副总裁吴宗友表示，为了进一步释放C86终端产品力，海光将通过更开放的软件一

体化生态模式，紧密联动上下游伙伴推动全场景国产化发展。

数据显示，国产C86生态体系已进入规模化发展阶段，海光产业生态合作组织(光合组织)凝聚了超5000家上下游伙伴，共同开展技术攻关、方案优化、应用创新及市场开拓，形成了“芯片—整机系统—软件生态—应用服务”的完整闭环，相关产品和方案广泛覆盖金融、通信、能源等全行业场景。从兼容国际主流生态到国产化生态协同创新，新一代C86终端正在深入锚定“好用”需求，以国产化办公底座赋能千行百业。

(杨鹏岳)