

北京市 RISC-V 产业生态发展研究

一、RISC-V 概述

（一）RISC-V 的产生和开源

RISC-V(发音为“risk-five”)是一个基于精简指令集(RISC)原则的开源指令集架构 (ISA)。

2010 年, 加州大学伯克利分校一个研究团队的新项目需要采用一种处理器指令集。在分析了 ARM、MIPS、SPARC、X86 等多个成熟指令集后, 研究团队发现它们不仅设计复杂, 还存在知识产权问题, 于是决定从零开始设计一套全新的指令集, 并将其目标设定为能满足从微控制器到超级计算机等各种尺寸的处理器、能支持从 FPGA 到 ASIC 到未来器件等各种实现、能高效地实现各种微结构、能支持大量的定制与加速功能、以及能和现有软件栈与编程语言很好的适配。同时, 设定该指令集最重要的特征就是要稳定——不会改变和消失。

2011 年 5 月, 第一版 RISC-V 正式发布。遵循其设计宗旨, 该指令集设计非常简单, 采用了基础指令集与扩展指令集分离的方式。基础指令集包含指令数量不足 50 条, 但已完全可以用于实现一个具备定点运算和特权模式等基本功能的处理器; 扩展指令集提供了一些常用的原子操作指令、浮点运算指令等, 用户也可根据需求进行自定义。这种设计方式使该指令集既保留了“简单”的特性, 又赋予了用户充分的灵活性。

研究团队认为，指令集 ISA 作为软硬件接口的一种说明和描述规范，不应像 ARM、PowerPC、X86 等指令集一样需要付费授权才能使用，而应该开放（Open）和免费（Free），因此决定对其开源，并选择了对商业集成非常友好的 BSD 开源协议。

于是，一套全新的开放指令集 RISC-V 就此诞生——全世界任何公司、大学、研究机构与个人都可以开发兼容 RISC-V 指令集的处理器并融入到基于 RISC-V 构建的软硬件生态系统，而无需为指令集支付任何费用。研究团队对 RISC-V 寄予厚望，希望它能被应用到各种场合，从微控制器到超级计算机；也希望它能像 Linux 通过开源成为全世界操作系统的事实标准之一那样，最终成为全世界处理器指令集的事实标准，为下一个 50 年计算机系统设计与创新做出奠基性贡献。

（二）RISC-V 基金会

第一版 RISC-V 发布后并未引起广泛关注，也未取得预期反响，反而备受多方质疑。一方面，很多学术界人士认为 RISC-V 指令集毫无技术创新，使之难以取得学术界的认可；另一方面，工业界对于这种由学术界推出的新指令集持观望态度，主要原因在于，处理器的性能与选择哪种指令集关系不大，开放指令集并不具有性能优势。

2011 年以来，研究团队设计并实现了一个基于 RISC-V 指令集的顺序执行的 64 位处理器核心（代号为 Rocket），并前后基于 45nm 与 28nm 工艺进行了 12 次流片。Rocket 芯片实测数据表

明 RISC-V Rocket 处理器核已具有良好的竞争力。

为了凝聚全世界的力量共同构建开放、合作的软硬件社区，打造 RISC-V 生态系统，研究团队在 2015 年成立了非盈利组织 RISC-V 基金会（RISC-V Foundation）。至今为止，已有三百多家单位加入了 RISC-V 基金会，包括谷歌、华为、阿里巴巴、IBM、镁光、英伟达、高通、三星、西部数据等国际领军企业以及加州大学伯克利分校、麻省理工学院、普林斯顿大学、ETH Zurich、印度理工学院、洛伦兹国家实验室、新加坡南洋理工大学以及中科院计算所等学术机构。这些企业与研究机构均可通过 RISC-V 基金会这个平台参与指令集规范的演进以及软硬件生态系统的发展。

2019 年以来，中美贸易争端愈演愈烈，即使开源组织也难以保不会受到政治力量的干预。为了确保美国之外的大学、政府及公司可不受政治影响而正常使用 RISC-V，2020 年 RISC-V 基金会正式将总部搬迁到了瑞士。

二、北京市 RISC-V 应用现状

在当前我国大力提倡尖端技术自主可控的背景之下，RISC-V 的出现和发展对我国打破芯片市场垄断、实现芯片自主可控和增强芯片业创新能力所体现的重要意义将越来越明显。RISC-V 指令集因其设计简单的特性和开源大大降低了集成电路设计企业的进入门槛，促使我国大量科研机构 and 集成电路企业投身 RISC-V 产业生态中，纷纷采用该指令集进行集成电路设计，并加快了产

品落地的脚步，这对于我国本土 IC 供应链，特别是 IC 设计这一环节，提供了难得的发展机遇。有数据显示，中国大约有 300 家以上的公司都在关注或以 RISC-V 指令集进行开发，其中不少企业已经基于 RISC-V 指令集构建了开源芯片关键技术，并推出了相关产品。

北京市是我国集成电路产业较为发达的地区之一，市内 IC 设计企业众多，除了早期成立的企业使用 MIPS、X86 以及 ARM 等成熟指令集外，多数新成立的企业在集成电路设计操作中采用了 RISC-V 指令集。主要原因在于，近年来 AIoT 领域的崛起促使北京市 IC 设计企业拥抱 RISC-V。一方面，智能音箱、智能家居等需要边缘计算能力支撑的 AI 硬件对架构的灵活性要求更高，需要不断根据市场和技术的变化来进行调整，而 RISC-V 的特性正好可以满足不断添加新指令的诉求。另一方面，AIoT 厂商对于成本更为敏感，RISC-V 免除了昂贵的指令集授权费用，可以激活更多不具备自主设计 SoC 能力的企业加入生态建设的行列中来，开发多样化的 RISC-V 设备，以充分的创新来激活整个开发生态圈。

实际上，北京市企业推出的 RISC-V 构架芯片，如华米科技的 AI 芯片黄山、中关村芯园 SAR-T6 以及兆易创新 GD32VF103 等系列芯片，都瞄准的是物联网这个大市场。虽则如此，还是有科研机构和企业投身 RISC-V 构架通用芯片的研发，不断扩展着北京市 IC 设计产业使用 RISC-V 指令集的广度和深度，下文择其代

代表性企业进行一一介绍。

（一）通用计算芯片 CPU

1、北京君正

目前正在展开对 RISC-V CPU 内核的研发。

2、中科院计算所

2021 年 6 月 23 日，中科院大学教授、中科院计算所研究员包云岗发布了国产开源高性能 RISC-V 处理器核心——香山。香山是一款开源 RISC-V 处理器核，它的架构代号以湖命名，第一版命名为雁栖湖，它的频率为 1.3ghz，使用 28nm 工艺流片，而对第二版的频率构想是 2ghz，使用 14nm 工艺。

（二）人工智能芯片

1、希姆计算

北京希姆计算科技有限公司（Stream Computing Inc.）成立于 2019 年 4 月，是一家异构计算（Heterogenous Computing）芯片设计公司。希姆计算自主研发的 NeuralScale NPC 核心架构是以 RISC-V 指令集为基础进行扩展、面向神经网络领域的专用计算核心，具有世界领先水平的能效比（Power Efficiency）和极致的可编程性，能够满足云端多样化的人工智能算法与应用的需求。

（三）区块链芯片

1、比特大陆

比特大陆是最早采用 RISC-V 指令集设计区块链芯片的企业

之一，其 2018 年发布的产品即已采用 7nm 工艺进行生产。

（四）物联网芯片 MCU

1、兆易创新

兆易创新于 2005 年创立于北京，产品包括各类存储器、控制器及周边产品，是国内规模较大的非易失性存储器 (NVM) 制造商之一。2019 年 8 月 22 日，兆易创新正式发布了基于 RISC-V 开源架构内核的 32 位通用 MCU 产品——GD32VF103 系列。该款 MCU 将可被应用在工业控制、消费性电子、物联网 (IoT)、边缘运算及人工智能等市场。

2、中关村芯园

中关村芯园（北京）有限公司（以下简称“芯园公司”）由中关村发展集团作为控股股东组建，为北京地区集成电路设计企业提供公共技术服务的平台公司。其 SAR-T6 系列产品，性能对标 ARM Cortex-M4，主要面向：AIoT 终端、传感器、医疗、通讯、工控、机电 MCU、轻量级智能以及众核智能应用等。

3、华米科技

华米科技创立于 2013 年，是一家智能穿戴技术公司。2018 年 9 月，华米科技发布了全球可穿戴领域第一颗人工智能芯片“黄山 1 号”。这颗芯片基于 RISC-V 指令集架构开发，240MHz 主频、55nm 制程，并且集成了 AON (Always On) 模块控制器和神经网络加速模块。

4、核芯互联科技有限公司

核芯互联是一家成立于 2017 年的 RISC-V 架构创企，如今已正式发布基于 32 位 RISC-V 内核的嵌入式 MCU，主打性能功能比以及稳定性，适用于家电、工控领域以及物联网等场景。

（五）数字信号处理器 DSP

1、中科昊芯

中科昊芯是一家数字信号处理器专业供应商，基于开源指令集架构 RISC-V，打造了多个系列数字信号处理器产品，并构建了完善的处理器产品生态系统，产品可广泛应用于图形图像处理、数字信号处理、工业控制及电机驱动、数字电源、运动控制等领域。

三、问题与建议

（一）面临的问题

1、北京市尚无明确而广泛的 RISC-V 支持政策

RISC-V 在芯片设计产业中所体现的价值已经得到了国内一些城市政府部门的密切关注。2018 年 7 月，上海市经济信息委发布了《上海市经济信息化委关于开展 2018 年度第二批上海市软件和集成电路产业发展专项资金(集成电路和电子信息制造领域)项目申报工作的通知》，其中有一项内容便是将从事 RISC-V 相关设计和开发的公司作为扶持对象。而后，中国 RISC-V 产业联盟于 2018 年 9 月在上海成立。但截至目前，北京市仅在 2011 年发布的《北京市“十四五”时期高精尖产业发展规划》中，提出建设基于 RISC-V 的区块链专用芯片、模组、硬件，支持范围

并未涉及 RISC-V 其它应用领域。

2、RISC-V 生态仍然比较弱小

虽然 RISC-V 在全球范围内有着强劲的发展力度，但不可否认其产业生态仍然比较弱小。RISC-V 生态相比 ARM 和 x86 依然不够完整，目前主要应用在相对中低端的产品上，在高性能服务器 CPU、GPU 上，没有出现应用范围广的案例。这一方面是源自于基于 RISC-V 芯片的相应软件、工具链还有待完善。一方面是开放原始码不是拿来就能用的，指令集开源并不意味着 CPU 核心也同时授权。这就导致 RISC-V 所应用的产品范围仍然偏窄，同时对芯片公司提出了更高的设计和研发要求。

3、北京市在 RISC-V 生态中的话语权偏弱

一方面，北京市几乎没有能够在 RISC-V 开源社区中发挥重大影响的贡献者，大部分生态参与者还是以应用 RISC-V 为主，从而无法在社区与生态发展中拥有足够的话语权。另一方面，市内学术界基于 RISC-V 开展的前沿研究依然偏少。与此同时，北京市加入 RISC-V 基金会的企业数量非常少，尤其是高级会员更为稀少。

(二) 发展建议

1、加强政策支持

RISC-V 产业已经成长为全球集成电路生态中的重点环节，而且随着时间的推移，其地位会越来越重要。在当前我国在国家层面对集成电路产业大力支持的背景之下，北京市在制定集成电

路产业政策之时，应当充分考虑政策实施的有效性和精准性。那么在 RISC-V 产业重要性愈益提升的当下，在集成电路产业政策中设置针对 RISC-V 的内容，有着较高的必要性。

2、合理应用开源资源，与各方合作建设生态

全球所有 RISC-V 生态参与者都有责任确保整个生态不过于分散，碎片化的生态将不利于整个产业。无论学术界，亦或是产业界中的供应商、第三方成员还是用户，都应确保整体化，这样才能让所有产业生态参与者都有所受益。因此，北京市 RISC-V 产业生态参与者首先应合理使用 RISC-V 开源资源，设计方案不做过多额外设计，且最好能通过 RISC-V 基金会的认证；同时，北京市学术界、产业界应与全球 RISC-V 生态参与者通力协作，积极参与建设 RISC-V 产业生态，最终扩大 RISC-V 在全球集成电路产业中的份额。

3、提升社区贡献，争取更大话语权

全球 RISC-V 生态系统已经初步建成，北京市 RISC-V 生态参与者需要在生态系统中做出更多的贡献，树立起威信才能争取到更多话语权，从而促进北京市 RISC-V 产业的发展和繁荣。