

# 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。

为了降低潜在的技术出口法律限制风险，减轻来自地缘政治的潜在破坏，同时为了确保基金会更加中立、开放和包容，2018 年 12 月 RISC-V 基金会首次宣布将注册地迁移至瑞士，此举受到全球 RISC-V 爱好者的广泛好评。随后中国企业界和学术界加速了参与和融入 RISC-V 基金会的进程。RISC-V 基金会的日常运营由董事会负责，董事会由四名常务理事和十六名理事构成，其中的中方理事有九名，占比达到 45%。

## **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 400 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。虽然如此，还是有科研机构和企业投身 RISC-V 构架通用芯片的研发，如中科院计算所发布的“香山”就是一款开源高性能 RISC-V 处理器核，这些成果不断扩展着北京市 IC 设计产业使用 RISC-V 指令集的广度和深度，下文择其代表性企业进行一一介绍。

## （一）通用计算芯片 CPU

### 1、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，已于 2021 年 7 月正式流片；而对第二版的频率构想是 2ghz，使用 14nm 工艺。

### 2、北京君正

目前正在展开对 RISC-V CPU 内核的研发。

## （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。

#### 2、北京微芯区块链与边缘计算研究院

北京微芯区块链与边缘计算研究院在 2021 年 6 月 10 日举办的长安链重大成果发布会上，发布了全球首款 96 核区块链专用加速芯片，该芯片基于 RISC-V 开放指令集定制设计专用处理器内核，保障了核心技术自主可控。

### （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)、边缘运算及人工智慧等市场。

#### 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、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、北京集成电路产业发展增速放缓

“十三五”时期北京集成电路产业总量和增长率经历了先涨后跌的动荡发展局面，但整体规模依然从 2015 年的 606.4 亿元增加到 2020 年超过 900 亿元，年均复合增长率为 8.4%。如果不考虑设备、材料等支撑业，北京集成电路产业年均复合增长率为 5.7%。对比全国集成电路产业的同期数据，从总量上看，北京集成

电路产业“十三五”时期占全国的比重从16%下降到8%，从增速上看，北京增速5.7%不到全国增速19.4%的三分之一。北京集成电路产业发展增速放缓，一定程度上影响了北京RISC-V企业的创新发展，与北京国际创新中心的定位和长期以来国内领先的集成电路产业地位极不相符。

表 1. 2015-2020 年北京与全国集成电路产业复合增长率对比  
(数据来源：中国半导体行业协会)

区域	行业范围	年均复合增速
北京	全行业	8.4%
	全行业(不含设备材料业)	5.7%
全国	全行业(不含设备材料业)	19.4%

## 2、集成电路设计领域下滑严重，产业政策尚待完善

集成电路设计领域一直是北京集成电路产业的支柱环节，长期以来在全行业的占比超过50%，但是2020年，北京在国内集成电路设计领域的规模占有率从32%下降到13%，北京和深圳、上海在国内集成电路设计领域三分天下的格局也被打破。其中设计领域快速下滑的原因之一是紫光展锐、豪威科技两家规模超百亿的头部企业总部由北京迁到上海。同时，紫光展锐还是RISC-V基金会的核心成员，其副总裁夏小飞是RISC-V基金会的20名董事会理事之一。而RISC-V在集成电路设计领域中所体现的价值已经得到了国内其他城市政府部门的密切关注。2018年7月，上海经信委出台了国内首个支持RISC-V的政策，将从事RISC-V相关设计和开发的公司作为扶持对象，随后中国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2021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。

表 2. 2015 年和 2020 年北京集成电路产业链各环节占全国比重对比  
(数据来源: 中国半导体行业协会)

集成电路产业重点领域	2015 年	2020 年
设计领域占全国比重	32%	13%
智造领域占全国比重	6%	7%
封测领域占全国比重	6%	3%

### 3、尚未形成 RISC-V 产学研合作机制

北京在 RISC-V 领域有着雄厚的科研实力，中科院计算所、中科院软件所都是 RISC-V 基金会核心成员，中国科学院计算技术研究所副所长包云岗还是 RISC-V 基金会的 20 名董事会理事之一。但是北京的相关科研院校和集成电路头部企业未能形成合力，诸多共性技术未能有序布局、合作攻关，重复投入导致资源浪费严重，产学研合作机制有待完善。

### 4、北京市在 RISC-V 基金会中的话语权偏弱

在 RISC-V 基金会中，日常运营由董事会负责，董事会由四名常委和十六名理事构成，其中的中方理事占比达到 45%（中方理事 9 名，其中上海 4 名、深圳 2 名，北京 1 名）。在 RISC-V 基金会的 19 个核心成员中中方成员有 11 个，其中企业成员有上海的紫光展锐、杭州的阿里、深圳的华为中兴等产业头部企业，但是北京只有希姆计算一家企业，还非产业头部企业，北京在 RISC-V 基金会的话语权相对上海、深圳仍需加强。

## (二) 发展建议

### 1、加强政策支持，优化营商环境

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 RISC-V 产业支持政策之时，要对标上海、深圳等城市的相关政策，围绕科研项目、金融服务、人才引进、应用场景等多方面考虑政策的有效性和精准性，通过政策引导扶持北京 RISC-V 产业的发展。积极发挥行业协会、产业联盟等行业组织作用，聚焦产业发展的痛点、堵点、关键点开展服务，提升产业服务的便利性、标准性，为产业发展创造良好的产业环境，增强企业获得感和满意度，通过持续优化营商环境，达到留住企业、留住人才的目的。

### 2、建立基于 RISC-V 的创新联合体，加速生态建设

建议在北京联合有关科研院所、企业、社会组织、开源社区等机构共同建立一个基于 RISC-V 的创新联合体，汇集北京资源，共同开发 RISC-V 共性基础技术，围绕原始创新、技术转移与专利共享、人才培养等方面开展工作，推进科研院所和企业之间的成果对接，形成 RISC-V 领域的产学研合作机制，加速基于 RISC-V 的开源芯片生态建设。

### 3、提升 RISC-V 开源贡献，争取更大话语权

RISC-V 架构目前还在发展阶段，RISC-V 生态体系也将面临长期的建设，RISC-V 产业的发展离不开全球各方的大量投入，北京要抓住 RISC-V 发展机遇，充分发挥北京的人才优势、产业

优势、科研优势，鼓励引导北京的科研院所和企业聚焦 RISC-V 关键领域，确立技术路线，推动相关开源社区和开源人才，提升 RISC-V 开源贡献，加强与 RISC-V 基金会的合作，争取更大的话语权。