



视角集

曾宇著

 经济日报出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

视角集 / 曾宇著. -- 北京: 经济日报出版社,
2022. 7

ISBN 978 - 7 - 5196 - 1056 - 2

I. ①视… II. ①曾… III. ①信息经济 - 通俗读物
IV. ①F49 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 027579 号

视角集

作 者	曾 宇
责任编辑	黄芳芳
责任校对	范立君
出版发行	经济日报出版社
地 址	北京市西城区白纸坊东街 2 号 A 座综合楼 710 (邮政编码: 100054)
电 话	010 - 63567684 (总编室) 010 - 63584556 (财经编辑部) 010 - 63567687 (企业与企业家史编辑部) 010 - 63567683 (经济与管理学术编辑部) 010 - 63538621 63567692 (发行部)
网 址	www. edpbook. com. cn
E - mail	edpbook@126. com
经 销	全国新华书店
印 刷	北京九州迅驰传媒文化有限公司
开 本	710 mm × 1000 mm 1/16
印 张	20. 5
字 数	348 千字
版 次	2022 年 7 月第 1 版
印 次	2022 年 7 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5196 - 1056 - 2
定 价	52. 00 元

序

当前，百年大变局叠加全球大疫情，全球进入“逆周期”发展阶段。国际环境日趋错综复杂，民粹主义、单边主义泛滥，全球疫情仍然在持续演变，世界经济复苏进程步履维艰，不确定性依然存在。“后疫情时代”国内外经济形势依然错综复杂，世界一些主要国家经济发展后劲不足，刺激政策负面效应开始显现，经济复苏中的风险在持续积累。

2020年，尽管国内外形势异常复杂，我国采取强有力的举措统筹疫情防控和经济社会发展，坚持以供给侧结构性改革为主线，进一步激发市场主体活力，进一步完善社会主义市场经济机制，国民经济主要发展目标完成好于预期，全年国内生产总值历史上首次突破100万亿，同比增长2.3%^①，取得非常不错的经济增速。2021年，我国经济发展仍面临着结构性、体制性、周期性问题相互叠加、交织所带来的严峻挑战，不稳定、不确定性因素明显增多，这其中既有老问题又有新情况，既有短期问题也有长期问题。个别西方国家对我国产业遏制打压力度加大，呈现体系化、同盟化、制度化等趋势，对我国关键领域核心技术及产业的发展，特别是信息领域核心技术及产业的发展形成严重制约；同时，我国经济发展一些结构性矛盾凸显，如资源要素约束趋紧、成本上升，原材料价格高位震荡、部分地区电力供应紧张、劳动力供给下降，国际贸易环境恶化、出口增长放缓，国际收支不平衡加剧、境外投资风险加大，地方政府隐性债务压力加大，绿色低碳转型难度较大，市场需求特别是内需持续恢复仍受较多制约，民间投资活力需要进一步激发，部分中下游行业和中小微企业生产经营仍然困难，部分领域尚未恢复到疫情前增

① 《中华人民共和国2020年国民经济和社会发展统计公报》，国家统计局

长水平，这一系列问题都影响了我国经济发展的整体水平。面对这些挑战，我国经济要继续稳定增长，就必须寻求新的发展思路。

近 40 年来，互联网对人类社会的影响越来越广泛深入，基于新一代信息技术的智能制造、敏捷制造、绿色制造等技术已经掀起新一轮工业革命，互联网已经渗透和扩散到经济社会方方面面，并加速创新，打破传统行业的发展模式，对社会和经济运行方式和企业形态都产生了巨大冲击。自 1994 年我国全功能接入互联网（标志着我国数字化起步期的开启），我国互联网的发展充分利用和发挥了我国产业门类全、应用场景多、用户规模大的强大市场优势，在推动建设我国数字社会、改造传统制造业、发展数字经济方面发挥了巨大作用。数字化是新一代信息技术驱动下社会生产力的数字化过程，数字经济是以传统要素和数据资源要素为基础，以产业数字化、数字产业化等为目标的重要新经济形态。伴随人口红利不断释放、互联网应用和平台的不断扩展，我国数字经济到 21 世纪初进入成长加速期，13 亿多中国人民见证了数字经济飞速发展，参与了数字红利普惠共享。当前我国数字经济蓬勃发展，大数据、人工智能等新一代信息技术不断渗透扩散到经济社会运行的方方面面，推动数字经济大步迈向数字化转型升级新阶段，智能化正取代信息化，智能红利的大门已向我们敞开。

当前，全球主要发达国家都在积极推动数字经济的发展。欧盟 2021 年 3 月发布《2030 年数字化指南》，提出欧盟 2030 年数字化目标，期望到 2030 年 75% 以上企业使用云计算、大数据、人工智能等技术，90% 以上中小企业要达到数字强国基本水平，前沿领域独角兽企业数量翻倍，达到 250 个。2021 年 6 月，美国国会参议院通过了《2021 美国创新和竞争法案》（美国《无尽前沿法案》），法案包罗了芯片、5G、航空航天、网络安全及人工智能、美国制造等多项议题，助推美国科技创新。我国《国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》也明确指出要迎接数字时代，激活数据要素潜能，推进网络强国建设，加快建设数字经济、数字社会、数字政府，以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革。近些年来，我国数字经济发展增速位居全球前列，对经济增长的贡献率显著提升。数字经济规模从“十三五”初的 11 万亿元增长到 2020 年的 39.2 万亿元，占 GDP 比重达

38.6%^①，位居全球前列。近些年，我国网民规模持续增长，推动我国互联网普及率进一步提升。截至2020年12月，我国网民规模为9.89亿，互联网普及率达70.4%^②，庞大的网民构成了我国蓬勃发展的消费市场，网络购物持续助力消费市场加速发展，也为数字经济发展打下了坚实的用户基础。在数字消费方面，2015年12月至2020年12月，我国网络购物用户规模从4.13亿增长到7.82亿，年复合增长率为17.3%^③，形成了全球最大的网络零售市场和移动支付市场，我国网络零售交易规模自2013年起连续八年全球第一，2020年，全国网络零售额达11.8万亿元，对社会消费品零售总额的贡献率达到24.9%^④，当前，数字消费成为扩大内需的新亮点；在数字贸易方面，“后疫情时代”数字贸易成为推动高水平开放的新动能，跨境电子商务等数字化贸易形态发展迅速，对贸易的贡献程度不断上升，2020年，通过海关跨境电子商务管理平台验放进出口清单24.5亿票，同比增长63.3%^⑤；在拉动就业方面，2018年，我国数字经济领域的就业岗位接近两亿个，同比增长11.5%^⑥，显著高于同期全国总就业规模增速。在当前我国疫情防控常态化下，数字经济在保障消费和就业、推动复工复产方面发挥了重要作用。我国经济增长方式已从依靠要素投入为主转向依靠要素效率和全要素生产率提升来带动经济增长，数字经济对推动我国经济从高速增长转向高质量发展具有重要意义，也是我国经济高质量发展的重要驱动力。

在科技革新推动下，人类正走向第四次产业革命，1765年，蒸汽机的发明带来第一次工业革命，导致了生产的机械化；19世纪60年代，电力的发明和广泛应用带来第二次工业革命，导致了生产的电气化、自动化和工业化社会的形成；20世纪80年代，信息技术带来第三次工业革命，导致人类生产和生活的网络化、数字化和智能化，推动信息社会、智能社会的来临。信息技术的迅猛发展，特别是人工智能、大数据、区块链、5G/6G等新一代信息

① 《中国数字经济发展白皮书 2021》，（中国信息通信研究院，2021年7月）

② 《第47次中国互联网络发展状况统计报告》，（中国互联网络信息中心）

③ 《第47次中国互联网络发展状况统计报告》，（中国互联网络信息中心）

④ 数据来源：商务部

⑤ 数据来源：海关总署

⑥ 数据来源：《中国数字经济发展与就业白皮书(2019年)》，中国信息通信研究院

技术的快速普及与发展，正融合、驱动劳动、资本、土地、数据等要素资源，在生产、分配、交换、消费等环节发挥越来越重要作用，形成新产业、新业务、新模式，快速推动农业、制造业和服务业转型升级和变革。当前，制造业和服务业之间的边界在不断交叉融合，生产和消费无缝对接，基于网络的营销和消费者的购物体验，使得商业模式和服务模式创新已经遍及所有产业领域，并催生了跨境电子商务、电商直播带货等服务业的新兴业态。可以说，信息技术的发展是推动我国数字经济蓬勃发展的基础。

未来几年，新一代信息技术的发展正引发国家间竞争形态新格局，深刻改变人类的生活。随着人工智能技术取得战略性突破，人工智能将极大促进经济的发展和生产力的提高，机器人越来越广泛地应用在生产、生活等各个领域，影响人类社会政治和经济生活；量子网络将颠覆现有网络技术、架构和应用模式；区块链将可能从根本上改变人类社会和全球互联网治理的模式。在此背景下，世界各主要国家都加大了以人工智能、大数据、物联网等为代表的新兴技术研发及产业化力度。自20世纪50年代以来，发达国家依托信息领域技术优势，主动转出低附加值产业，获取超额利润，长期以来，我国在全球信息领域技术、产业链、价值链中居不利的地位。近十几年，我国信息技术、产业的发展已取得长足的进步。目前，我国已经在5G、云计算、人工智能、高性能计算、区块链等方面取得了领先世界的成果，新一代信息技术日益成熟，网络基础设施能力全面提升，互联网应用驱动数字经济蓬勃发展，信息领域新业态、新模式层出不穷。

当前，我国数字经济发展面临良好机遇，但我们依然面临数字经济发展不平衡、网络安全威胁日趋严重、核心技术突破受制约等问题。曾宇同志从核心技术发展、云计算、数字经济等诸多方面基于自身工作经验做了深入研究和思考，值得本行业从业者参考借鉴。

当下世界进入动荡变革期，多极化加速，以我国为代表的新兴国家群体性崛起势不可挡。外部冲击倒逼我们加快了自主创新步伐，我国经济长期向好的基本面没有改变。党的坚强领导，我国社会主义制度能够集中力量办大事的制度优势，是实现我国经济发展稳中求进、行稳致远，社会安定繁荣、人民生活富足美满的根本保证。我国拥有完整的工业体系，是拥有联合国产

业分类中全部工业门类的国家，具有全球超大规模市场优势和内需潜力，同时，长期以来，我国也积累了丰富的物质基础，拥有庞大雄厚的人力资本和人才资源，这些年来我国科技发展也取得了显著成就，一批核心技术攻关项目取得新进展，这些都为我们面对国内国际经济社会发展矛盾变化，抵御罕见的风险挑战，推动我国经济平稳高质量发展提供根本依托。数字经济是“后疫情时代”全球地缘政治冲突对抗下塑造核心竞争优势的主要着力点，也是区域经济增长新动能。我们要更加注重经济增长和结构性改革的关系，更加注重以新一代信息技术提高发展质量和效率，改造提升传统动能，培育发展新动能，更加注重科技创新和促进就业的关系。要统筹推进信息领域新型基础设施建设，大力推进数据要素市场化、价值化，加快推进新一代信息技术在传统产业特别是传统制造业中的应用，进一步以数字化赋能传统产业转型升级，推动我国国民经济持续高质量发展！

刘伟

2021年9月1日于中国人民大学

目 录

CONTENTS

序 / 1

第一章 信息领域核心技术的发展 1

2005 年服务器技术发展趋势 / 2

也谈服务器的零基管理 / 4

从核心芯片技术发展趋势看我国发展机遇 / 7

加强统筹协调，加快未来网络发展 / 16

谈谈 ARM 架构 / 18

2013 年服务器技术与产业分析 / 28

体系化推进我国信息领域核心技术新发展 夯实数字经济发展
根基 / 36

发展 E 级计算（Exascale Computing）的几个观点 / 42

互联网基础资源重要技术发展态势 / 48

中国高性能计算机技术及标准现状分析 / 69

在希望中前行 / 77

高效能计算机技术及标准现状概述 / 80

服务器节能及能效评价技术综述 / 88

第二章 云计算技术与产业发展 95

工业云计算的实践和思考 / 96

云计算，助推产业大发展 / 101

云视角下的工业产业发展 / 105

以公共计算平台推动企业自主创新发展 / 118

统筹建设发展超级计算中心 / 123

工业云计算在中国的发展与趋势 / 128

第三章 互联网基础资源领域技术与产业发展 135

加快互联网基础资源领域核心技术突破 保障我国数字经济
新发展 / 136

回顾过去 展望未来——更好地推动我国互联网基础资源
大发展 / 146

以新型域名解析架构 保障我国数字经济发展 / 153

以新型域名管理技术与体系 保障我国网络空间安全 / 167

基于共治链的共治根新型域名解析架构简介 / 183

5G 时代下标识解析技术面临的挑战 / 194

面向全联网的标识解析 / 200

大力推动我国中文域名发展与应用 / 223

第四章 区域经济与数字经济发展 227

以新一代信息技术驱动我国数字经济发展 / 228

从互联网发展视角看数字经济发展趋势 / 232

统筹推动信息领域新基建健康发展 / 238

防范安全风险 夯实发展根基 / 242

发展我国数据要素市场的建议 / 243

互联网治理取得明显成效数据确权和大数据反垄断
需继续推进 / 248

稳妥推动元宇宙技术与产业发展，助力我国数字经济新增长 / 253

在“一带一路”框架下加强中欧信息技术与产业合作 / 259

加快发展信息产业，促进贵州工业转型升级 / 262

进一步推动贵州铜仁工业经济提速增效 / 270

贵州省大数据产业发展建议 / 274

以信息产业推动贵州经济发展 / 283

附 1 北京建成国内最大工业云计算平台 / 291

附 2 让“云计算”为百姓的衣食住行遮风挡雨 / 294

附 3 也谈中外刀片服务器标准之争 / 298

附 4 写在“北京云”公共计算平台开通前夕的一封信 / 303
跋 / 307

第一章 信息领域核心技术的发展

2005 年服务器技术发展趋势^①

伴随着科技的迅猛发展，新一代服务器技术也不断浮出水面。2005 年国内服务器技术市场将呈现如下八个方面趋势：

趋势一：芯片向多核、多元化方向发展

2005 年服务器芯片技术将进一步通过提高 CPU 主频向多核、多元化方向发展。伴随双核 Opteron 和双核安腾芯片的登场，四核、八核甚至更多内核的服务器芯片将涌现，“一机多芯多核”的形式将是未来服务器发展的主流趋势。

趋势二：64 位计算深入行业应用

随着支持 64 位扩展技术的 Windows 操作系统出台，更多的 Linux 厂商将全力支持 EM64T (Extended Memory 64 Technology, EM64T)。经历过去两年的技术驱动和市场培育发展，更多的行业应用软件将通过升级、移植等方式，平滑升级到 64 位，64 位应用解决方案即将成为行业应用的主流，64 位 IA (Intel Architecture, IA) 架构服务器也将普及。

趋势三：高性能计算走向平民化

2005 年，一方面基于 Cluster 架构的高性能计算机专有部件将基本实现商品化和标准化，另一方面国产 CPU 在主频和性能上将有大幅提升，所有这些都预示基于机群系统的高性能计算机大规模产业化技术基础也趋于成熟。2005 年将成为我国高性能计算机实现平民化的一年。

趋势四：刀片式服务器火热市场

2005 年，IT 基础设施不断简化的趋势将进一步显现。刀片服务器具有比机架式更小的空间占用优势。独立的“刀片”插入系统。使得它在扩展性方面具有优势。同时由于刀片服务器系统中的“刀片”属于单主板结构设计，

① 本文发表在《中国计算机用户》2005 年第 11 期

所以在总体拥有成本方面也具有非常明显的优势。2005 年刀片式服务器在进一步满足高密度、高性能计算的同时，会有更加广阔、更有作为的市场空间。

趋势五：服务器 KVM (Keyboard、Video、Mouse) 监控管理远程化

由于传输信号品质的不断改善，安全性、可管理性和用户友好性不断增强，服务器 KVM 远程监控管理技术，将在中低端服务器市场普及。

趋势六：服务器安全一体化初现端倪

服务器安全整合的目的，是要打造涵盖服务器系统物理安全、系统安全、应用安全等三位一体的安全架构。2005 年，中高端服务器主板中将有有望融合具有入侵检测、入侵防护等功能的安全模块、安全芯片，从而从根本上解决服务器事务处理中的安全问题。

趋势七：iSCSI (Internet Small Computer System Interface, iSCSI) 红火市场

iSCSI 协议的成熟及性能的提高、相关软件厂商的支持，这一切都使得 iSCSI 在 2005 年将逐渐全面取代 DAS (Direct-Attached Storage, DAS) 设备，包括在高端应用领域。2005 年，iSCSI 技术将带给那些 IT 预算有限，但存储数据高速增长的企业更多真正的实惠和方便，并推动这些企业网格化存储应用的步伐。

趋势八：PCI-Express 应用将全面普及

PCI-Express 具有很多先进的特性，如支持服务器每个设备独享带宽，理论上可以达到 10GHz。2005 年，我们将看到服务器系统总线与各设备之间连接方式都将基于 PCI-E 总线 (包括线缆和外设之间、线缆与芯片之间等)。

也谈服务器的零基管理^①

日趋紧张的 IT 预算使许多企业在采购服务器及相关网络设备时开始更多地关注如何降低 TCO (Total Cost of Ownership, TCO)。于是, 管理界的“零基管理”理念逐渐在 IT 界受到重视, 并与服务器监控技术、IDS (Intrusion Detection System, IDS) 相融合, 成为有效降低 TCO 值的捷径。

“零基管理”的概念最初来自 80 年代后期的美国 GE 公司, 其下属的飞机发动机厂实施了一种“零管理层”制度, 指的是一个大中型企业只有厂长和员工两个阶层, 而没有任何中间管理层, 并强调一切不利于经营管理的负效应趋于“零”。现今日趋紧张的 IT 预算使很多大公司在采购服务器及相关网络设备时把更多的注意力集中到如何降低 TCO 上, 于是, 管理界的“零基管理”理念逐渐在 IT 领域受到重视, 并被广大用户和服务器厂商所认可。按 Gartner Group 的模型, TCO 共分四个类别: 资本、技术支持、管理, 以及一般用户的桌面和网络架构。使用基于零基管理理念研发的服务器和网络产品能大幅度减少 TCO 中技术支持和管理这两大成本, 同时由于普通用户的管理工作量非常少, 组织的培训费用也将大大降低, 从而彻底解决用户面临的核心问题——降低 TCO 值和增加投资回报率。

零安装、零配置、零操作

简单来说, 零基管理技术在 IT 领域的发展经历了如下几个阶段: 最初是基于 Windows NT 的无盘工作站, 它虽然能很方便地实施管理, 但并不能方便地对无盘环境下的服务器进行配置和网络应用的构建。随后, Windows 终端的出现使服务器的管理容易起来, 但在其性价比和使用性能方面还不尽人意。接着, 网络计算机 (Network Computer, NC) 的问世, 开始逐渐减轻系统管理员对网络维护的工作强度, 降低企业用户的维护成本, 但难以让用户轻松

^① 本文发表在《互联网周刊》2002 年第 28 期

构建各种网络应用，如 WWW、Proxy、Mail、DNS、NFS、Ftp 等。基于零基管理的服务器管理技术基本解决了减少 TCO 值和轻松构建网络应用的瓶颈，也使用户拥有了全新的控制能力和管理模式，对服务器和网络应用的操控都可以在简洁明了的服务器前面板上进行。

服务器零基管理技术在实施中具体体现在零安装、零配置、零操作三个方面。

在零安装的理念中，服务器的软件安装和升级维护过程是完全自动化的，用户只需把操作系统和上层网络应用程序安装光盘放入光驱，所有的人机对话过程全部可忽略掉，零基管理系统可自动在服务器平台上构建 OS 和上层网络应用服务，安装完毕后，系统可自行启动相应的网络应用服务。

零配置，顾名思义，指没有配置文件，用户由此可摆脱繁重的网络应用配置文件。比如用户在构建 DNS 时，可能至少要配置 5 个文件，包括启动文件、根域名服务器缓存文件、主机域名到 IP 地址映射数据库文件等，稍有不慎，就有可能导致域名解析服务出现故障。在 WWW Server、Cache Server、Mail Server 等其他网络服务的配置上，用户也会面临几十个配置文件和成百上千个配置选项，点滴差错都会给网络带来难以想象的后果。通过零基管理平台，用户可屏蔽掉数目众多且烦琐的配置文件选项，从而轻松构建网络应用环境。

零操作指用户通过服务器前面板就能轻松实现相关服务器配置参数的更改、网络应用服务的配置启动、服务器硬件平台的监测和网络应用服务的监测。同时，还可让用户轻松实现服务器及网络应用报警处理。

零基管理服务器成为潮流

众多服务器厂商均已看到了零基管理技术的强大优势，纷纷将其融入自己的产品中，分别对应于小型网络、中型网络、大型网络且要求大容量存储的用户环境需求。这些平台全面采用零基管理技术，遵循零基管理技术中零安装、零配置、零操作理念，用户只需通过前面板对网络应用做简单的配置就可轻松构建用户自己的局域网网络环境，如 Proxy 服务、DNS 服务、Mail 服务等；采用全新的用户定制技术，通过向用户开放监控接口和协议，来实现用户 DIY 自己的网络应用服务器，服务器前面板 VFD（Vacuum Fluorescent Display，VFD）显示内容、用户需要监控的服务程序、报警机制、系统应答动作等内容均可以自行定制。这样的零基管理平台具有操作简单、易于管理、

配置要求不高、价格适宜等特点，同时也可满足中小企业对服务器价格低廉、操作简便、性能稳定、易于管理的要求。

拓展内涵和外延

作为现代全新的服务器管理与研发理念，零基管理技术一方面将会继续沿着零安装、零配置、零操作这三个框架理念发展下去，同时，网络与计算机技术的持续发展，也会使其拥有全新的内涵与外延。

服务器监控技术与零基管理技术的融合将更为彻底，并会在零基管理技术的基础上，被赋予新的内涵。如基于零基管理平台的故障报警系统能实现在系统发生异常的情况下，向本地和远方用户同时传送报警信息，用户也可在远程读取平台的硬件传感器信息和事件记录等数据；基于零基管理平台的局域网监控代理能通过在网上部署监测代理来全面管理和维护整个网络上服务器系统的运行情况，实现分层监控；基于零基管理平台的服务器故障预报警机制能预发现和处理各种潜在的服务器故障，缩短处理故障的周期，使用户的服务器运行状态得到良好维护。

网络入侵检测技术与零基管理技术的紧密结合对于满足易于部署、方便远程管理等要求都将是必要的。基于零基管理平台的IDS将通过前面板实时动态反映基于主机或网络的入侵检测情况，可探测后门攻击程序、分布式拒绝服务攻击、账号试探性攻击、FTP攻击、Ping攻击、远程服务攻击、远程登录攻击、扫描攻击等黑客攻击，并在探测到攻击后自动实施报警。基于零基管理技术的IDS还可根据入侵检测记录的结果，周期性的进行审计分析，为用户提供全面、详细、丰富的入侵检测分析报告，反映用户在一个周期内受到的攻击类型、严重程度、发生频率、攻击来源、详细数据等诸多信息，帮助用户随时对自己的网络安全状况做出正确的评估，并能自动根据其严重程度，选择切断攻击连接，保护本地主机的安全。

在零基管理技术不断发展完善的同时，基于零基管理平台的服务器将会大大提高企业网络应用的可靠性、可管理性，降低系统维护和升级成本，并可使组织的培训费用大为降低。一切网络应用和维护从“零基管理”开始，这将是网络技术发展的必然结果。

从核心芯片技术发展趋势看我国发展机遇

信息技术作为第三次产业革命的代表性技术之一，极大地推动了信息产业的兴起与发展。当前，全球电子信息产业重点领域竞争格局此消彼长，半导体领域创新风起云涌，半导体工艺技术进步与产品的推陈出新为产业持续发展提供了强有力的支撑。以 Intel X86、ARM 架构为主的芯片及其产业生态的发展，仍然主导着芯片核心技术与产业的竞争格局，神经形态芯片及冯·诺依曼体系架构的研究正在兴起，桌面、移动终端的融合趋势进一步彰显，高效能、类脑化成为未来芯片和计算机发展的主要方向。

一、当前全球核心芯片技术发展态势

从近期来看，核心芯片技术的发展变革步伐进一步加快。2014 年 9 月，IBM 发布 TrueNorth 神经元芯片，该神经元芯片基于一种 IBM 称之为“神经突触内核架构”的“认知计算系统”架构，能够模拟人脑认知和活动能力，并能同时处理大量数据，对来自多个不同渠道的信息做出响应。2015 年 3 月，高通推出全新骁龙（Snapdragon）820 芯片，此款芯片首次搭载神经形态的 Zeroth 认知计算平台和 64 位微架构 Kryo，具备机器学习能力，高通意在扩大安防、环境监测等领域的芯片应用市场，这是继 IBM 在 2014 年 9 月发布 TrueNorth 神经元芯片以来，业界发布的又一款产品化端计算领域神经形态芯片；IBM 发布“CMOS 集成硅纳米光子”技术，通过将电子、光学设备融合在同一块硅片上，实现了芯片间通信从电信号到光脉冲的进化，从而有望研制出比传统芯片更小、更快、能耗更低的芯片，同时，该技术仍面临许多未解难题，包括如何与 3D 叠层芯片封装技术（3D Chip Stacking）融合等。硅光子技术是超级计算长期发展至关重要的研究领域之一。2015 年 5 月，安华高（AVAGO Corp.）以 370 亿美元收购博通，拟通过这一交易来提升其移动芯片