

鲲鹏计算产业发展白皮书

White Paper on Kunpeng Computing Industry Development



arm CHINA



序言



梅宏

绿色计算产业联盟 理事长
中国科学院 院士

万物互联的时代正在开启，将带来数据的爆炸式增长，海量存储和密集计算将成为常态化需求。由于摩尔定律快速放缓和登纳德缩放定律接近终结，现有计算架构发展空间受到严重制约。市场对高效率、低成本、低能耗的绿色计算需求越来越强烈，也给绿色计算产业带来前所未有的发展机会。

当一个新的发展机遇到来，通常会出现各种不同声音和走何种技术路线的争论。在科学技术研究上我们倡导“百花齐放、百家争鸣”，在产业发展上我们则更加希望汇聚产业链各环节、各方的力量，通过协同形成合力，加快构建具有竞争力的新兴计算产业生态体系。目前，绿色计算产业联盟汇聚了多方力量，逐步形成了以国内外多家知名IT公司为代表的相对完善的技术和商业基础，加速推动了产业链的整合与升级，形成了面向全球市场的产业竞争力。

绿色计算产业联盟自2016年成立以来，在创新、绿色、开放、共享发展理念指引下，一直致力于推动绿色计算产业生态体系的构建，建设开放共享的产业交流与合作平台。其中，“PK体系”、“鲲鹏计算”等都是绿色计算产业生态建设的有益尝试。为了更好地厘清当前鲲鹏计算产业的定义和定位，进一步明确在新技术形势下的关键应用、发展蓝图及发展举措，绿色计算产业联盟协同华为技术有限公司、中国电子技术标准化研究院、Arm中国、IDC等会员及相关单位，根据学术界和工业界的最新实践，共同开展并完成了《鲲鹏计算产业发展白皮书》的编制工作。作为联盟理事长，我非常高兴看到这一成果的面世，遂欣然作序。

希望白皮书的发布能够进一步助推绿色计算产业生态的形成和发展。

A handwritten signature in black ink, followed by a square red seal with stylized Chinese characters.

目 录

1 鲲鹏计算产业定位和前景展望	01
1.1 数字经济推动计算平台创新	01
1.1.1 智能创新对计算平台提出新挑战	02
1.1.2 用新技术、新架构迎接新挑战	03
1.2 超万亿规模的计算产业空间	05
1.3 抓住计算架构创新的机遇，开创鲲鹏计算产业	07
1.3.1 鲲鹏计算产业的定义	07
1.3.2 发展鲲鹏计算产业的基础	08
1.3.3 Kunpeng处理器支持鲲鹏计算产业长期演进	09
2 鲲鹏计算产业应用分析	10
2.1 鲲鹏计算产业的优势	10
2.2 鲲鹏计算产业的典型应用	11
2.3 鲲鹏计算产业的未来展望	13
3 鲲鹏计算产业发展规划	14
3.1 鲲鹏计算产业发展蓝图	14
3.2 发展鲲鹏计算产业的关键挑战	16
3.3 发展鲲鹏计算产业的关键举措	17
3.3.1 硬件领域	17
3.3.2 基础软件	18
3.3.3 行业应用	19
3.3.4 产业政策	19
3.3.5 开源社区	20
3.3.6 开发者体系	22
3.3.7 标准体系	23
3.4 鲲鹏计算产业首批厂家	25
A 附录	27
A.1 缩略语表	27



1 鲲鹏计算产业定位和前景展望

1.1 数字经济推动计算平台创新

数字化浪潮正重塑世界经济格局，数字经济正在成为全球可持续发展的引擎。IDC预测，到2023年数字经济产值将占到全球GDP的62%，全球进入数字经济时代。科技发展水平决定了一个国家的数字化程度和全球市场地位，世界上主要经济体通过国家战略来抢占未来数字经济产业链的制高点，加快数字化发展，建设数字国家已经成为全球共识。美国的《美国国家网络战略》、欧盟的《地平线欧洲》、德国的《高技术战略2025》、日本的《日本制造业白皮书》以及俄罗斯的《2024年前俄联邦发展国家目标和战略任务》总统令，均制定了数字经济发展的战略框架，将研究和创新内容与国家繁荣发展目标相结合，提出利用数字化技术强化和提升生产力。

中国政府相继出台《国家信息化发展战略纲要》、《“十三五”国家信息化规划》、《中国制造2025》等重大战略纲领，明确“数字中国”建设发展的路线图和时间表，全面推进国民经济各行各业的数字化和智能化。IDC预测，到2023年数字经济产值将占到中国GDP的67%，超过全球平均水平。

宏观政策和科技进步双轮驱动数字经济迅猛发展，人与人、人与物、物与物的互联互通将成为常态。IDC预测，到2023年全球物联网终端数量达352亿个，海量连接产生的数据量达175ZB。

数字化进程的飞速发展和近十年互联网产业的发展均清晰地验证了一个事实，不同的产业阶段对IT基础架构和计算能力提出不同的挑战和要求。新应用、新技术、新架构是未来数字化转型的关键，计算平台创新是数字化转型的基础。

1.1.1 智能创新对计算平台提出新挑战

基于IDC提出的第三平台概念，当前已经发展到以智能、云计算、大数据、移动和社交网络为核心特征的倍增创新阶段，正快速迈向智能创新阶段。智能创新将推动生产、管理和营销模式变革，重塑产业链、供应链和价值链，升级传统生产力，使之焕发新的生机与活力，最终加速数字经济的发展。



图 1-1 倍增创新

IDC预测在智能创新阶段，数字化普及率上升到新的高度，应用规模将从百万级上升到千万级，连接数上升到百亿级，人工智能将成为基础能力。

应用创新速度加快，应用种类和数量繁多，端边云协同成为主流

(1) 随着自动驾驶、云游戏、VR/AR等应用的兴起，以及物联网、移动应用、短视频、个人娱乐、人工智能的爆炸式增长，应用越来越场景化和多样化，用户对应用体验的追求不断提高。传统单一架构难以满足要求，对计算平台提出了新的挑战，驱动计算架构向多样性发展。

(2) 边缘计算兴起，未来超过70%的数据和应用将在边缘产生和处理。边缘和移动端设备受场景约束，处理能力和性能的提升受到限制，需要与云协同。随着5G的规模部署，网络传输时延、带宽、连接密度均得到数量级的提升，给端-边-云协同提供了基础保障。目前三者的计算架构、开发模式存在较大差异，应用必须多次开发和部署，需要新的计算架构创新提升效率。

(3) 企业为寻求更加敏捷、灵活和高效的应用开发模式，以加速应用的创新和快速上市，如容器、微服务和DevOps。这些应用开发模式拉近了业务和计算平台之间的联系，应用开发团队将定义基础设施的性能、可用性和规模，直接推动计算平台架构的变革和创新。

百亿联接，带来数据爆炸式增长，智能和实时处理成为普遍诉求

(1) 5G的商用将驱动行业物联网的应用与落地，工业机器人、工业互联网、智能电表、水表、路灯、车联网等快速普及。

(2) 智能无所不及，人工智能技术将渗透到人们的生活和企业的业务中，智能驾驶、智能安防、智能制造、智慧城市等全面兴起。

(3) IDC预测，2023年全球物联网市场空间1.12万亿美元。海量的应用、百亿级联接、无处不在的智能，将产生海量的数据，带动海量数据分析处理，并围绕数据创造价值。新计算平台必须具备海量数据处理分析能力，各种应用场景下人工智能训练和推理能力，以及边缘计算、物联网大规模联接场景下的安全和实时处理等能力。

1.1.2 用新技术、新架构迎接新挑战

面对新兴应用对计算平台提出的端-边-云协同、海量多样化数据智能处理、实时分析等需求，IT基础设施在计算体系架构、芯片架构、业务部署架构等诸多方面进行创新来适配该需求，从而找到最优解决方案。

支持多种计算平台的计算架构创新

场景的多样性，带来数据的多样性（如语音、文本、图片、视频等），没有一种计算架构可以高效满足所有业务诉求。计算密集型应用需要计算平台执行逻辑复杂的调度任务，而数据密集型应用则需要高效率地完成海量数据并发处理，这使得单一计算平台难以适应业务要求，计算多样性成为必然。

以Arm为代表的RISC通用架构处理器、以及具备特定定制化加速功能的ASIC和FPGA芯片等在场景多样化计算时代具备明显的优势。例如在分布式数据库、大数据、Web前端等高并发应用场景，单芯片核数更多的Arm架构处理器相比传统处理器拥有更好的并发处理效率。而随着TPU、NPU等人工智能处理芯片在智能摄像头、无人驾驶等领域的广泛部署，使得通用处理器加上深度学习加速芯片成为典型的边缘计算架构。

IDC预测，未来计算产业发展方向必然是多种计算架构共存，云服务的普及将会加速这一进程。云管理平台通过对数据中心内部异构和多样化的计算资源进行统一调度，结合上层应用的负载特征等业务诉求，调配处理效率最优的底层计算资源，让最合适的计算资源来处理对应的业务，从而实现算力资源的最优匹配，利用率最大化。

围绕超大内存带宽技术的芯片级创新

内存是数据搬移的中转站，内存访问的性能在一定程度上决定了整个系统的应用处理效率，以科学研究、深度学习、内存数据库为代表的数据库密集型应用的基本特征是在处理过程中需要对数据进行频繁的搬移和读写，对内存访问带宽的依赖性更加明显，如果内存访问带宽低于CPU的带宽，则会导致CPU需要花费大量的时间等待数据，这会导致系统性能的大幅度下降。

万物互联使得数据量激增，海量数据处理成为未来数据中心的主要负载，计算平台开始向大内存带宽方向发展，通过在处理器采用高主频、宽总线、多通道的内存接口技术来提高内存访问性能，满足数据库密集型应用的业务诉求。

面向移动应用的云化部署架构创新

移动终端正在快速取代传统PC在终端市场中的地位，IDC数据显示，智能手机和平板电脑等移动终端在全球终端（包括个人电脑、平板电脑和智能手机）出货量所占的比例已经由2010年的44.7%上升到了2018年的77.6%，预计到2023年将超过80%。绝大多数移动终端采用Arm架构的处理器，移动应用主要基于Arm指令集进行开发、测试和运行。云游戏、移动办公、云手机、终端仿真测试等应用模式的兴起，也预示着移动应用将逐步向云上迁移。为了降低应用开发者在异构环境下进行二次开发所造成的性能损失和潜在漏洞风险，以及随着这些海量移动应用向云上迁移，端云协同成为主流，移动端的计算平台架构和云端计算架构相互影响渗透，并将逐步走向趋同。

1.2 超万亿规模的计算产业空间

新应用、新技术、新计算架构，百亿级联接、爆炸式数据增长将重塑ICT产业新格局，催生新的计算产业链条，涌现出新的厂家和新的生态体系：

（1）硬件：服务器及部件、企业存储设备

（2）软件：操作系统和虚拟化软件、数据库、中间件、大数据平台、企业应用软件

（3）云服务、数据中心管理服务

新的计算产业链将推动全球计算产业快速发展，带动全球数字经济走向繁荣。IDC预测，到2023年，全球计算产业投资空间1.14万亿美元。中国计算产业投资空间1043亿美元，接近全球的10%，是全球计算产业发展的主要推动力和增长引擎。

2023年全球计算产业投资额(美元)



图 1-2 2023年全球计算产业投资额

中国作为全球第二大经济体，近年来云计算、人工智能、物联网、边缘计算和5G方面的技术创新都已经接近甚至领先全球。IDC预测，在数字化浪潮的推动下，基于新一代计算平台，中国的服务器、存储、操作系统、数据库等IT企业将迎来巨大的发展机遇。

硬件：重塑硬件价值分配体系，提升整机厂商盈利水平

服务器及部件：服务器是计算产业的基础产品，为全球计算产业提供强大的算力支持，是推动企业数字化转型以及云计算、人工智能、物联网、边缘计算等新兴技术发展的重要载体。到2023年，全球服务器市场空间1121.3亿美元，5年复合增长率3.7%。中国服务器市场空间339.7亿美元，5年复合增长率12.4%，占比超过全球市场的30%。快速增长的市场需求，驱动新计算架构服务器快速兴起，为不同行业和应用场景提供最优解决方案。

企业存储设备：2023年，全球企业存储设备市场311.0亿美元，5年复合增长率1.0%。中国外置存储市场空间60亿美元，5年复合增长率6.9%。新的计算平台将给存储供应商提供更多的选择，新的生态系统也有助于存储软件供应商以及开发人员构建更丰富的产品和解决方案。

软件：新计算平台的出现，将改变新兴市场长期以来重硬件轻软件的局面，帮助客户更好的认识到软件的价值，重塑软件价值体系，让软件回归到应有的重要地位

基础软件市场：到2023年，全球系统基础架构软件市场空间1524.7亿美元，5年复合增长率5.3%，中国基础软件市场拥有更大的活力和增长潜力。在操作系统软件、虚拟化软件等市场，新计算平台的出现，为厂商带来了更大的发展空间。

数据库软件市场：到2023年，全球数据库市场空间568.6亿美元，5年复合增长率7.5%。中国数据库市场空间39.8亿美元，5年复合增长率26.9%。云化、非关系型、多模、时序、图等新型数据库技术的快速发展，给数据库市场带来新的挑战 and 机会。

中间件市场：到2023年，全球中间件市场空间434亿美元，5年复合增长率10.3%。中国中间件市场空间13.6亿美元，5年复合增长率15.7%。用户对于基于云的分布式应用服务、消息队列等中间件工具的需求不断增长，将会促进中间件市场的快速发展。

大数据平台软件市场：到2023年，全球大数据平台软件市场空间410亿美元，5年复合增长率15.6%。中国大数据平台软件市场空间26.6亿美元，5年复合增长率44.7%。短视频、自媒体、VR/AR、IoT、安防等业务快速兴起，数据分析、数据治理，数据挖掘成为企业业务增长的引擎，数据成为企业的核心资产和新的增长动力。政府、企业纷纷设立专职机构规划和发展数据业务，给大数据软件厂家带来现实的市场机会。

企业应用软件市场：到2023年，全球企业应用软件市场空间4020.2亿美元，5年复合增长率8.2%，中国企业应用软件市场空间155.8亿美元，5年复合增长率11.7%。企业软件存在厂家多且分散，区域属性和行业属性强，定制化程度高等情况。随着新计算平台的出现，相关的开发环境、操作系统等平台都能达到高度的兼容，会建立一系列行业标准和模式，将促使企业应用软件走向一定程度的集中，现有格局必然被打破，出现新的行业领先者。

云服务：多元算力需求给云服务厂商带来新的市场机会

到2023年，全球公有云服务市场空间1409.9亿美元，5年复合增长率31.4%，中国公有云IaaS市场空间295.7亿美元，5年复合增长率44.8%。云服务是新计算产业最重要的市场和变现方式，大数据和AI等新型服务兴起是云服务市场最重要的发展动力和创新机遇，成本和体验是云服务发展的核心竞争力。新计算产业天然具备满足移动类、数据类业务发展的优势，加速云服务厂商从单一计算架构向多元化计算架构转变。5G和物联网技术结合所产生的乘数效应，端-边-云的有效协同和生态构建，也会推动整个云计算产业的迭代升级。

1.3 抓住计算架构创新的机遇，开创鲲鹏计算产业

1.3.1 鲲鹏计算产业的定义

绿色计算产业联盟于2016年4月成立以来，在创新、绿色、开放、共享的发展理念的指引下，一直致力于不断汇聚全球产业链优势资源，持续推动了绿色计算产业的发展。

鲲鹏计算满足高性能、低功耗、低延时的绿色计算要求，有巨大的市场空间，同时又有中国电子技术标准化研究院、Arm中国、华为等行业翘楚支持，发展鲲鹏计算产业已经具备了技术和商业基础。

鲲鹏计算产业是基于Kunpeng处理器构建的全栈IT基础设施、行业应用及服务，包括PC、服务器、存储、操作系统、中间件、虚拟化、数据库、云服务、行业应用以及咨询管理服务等。

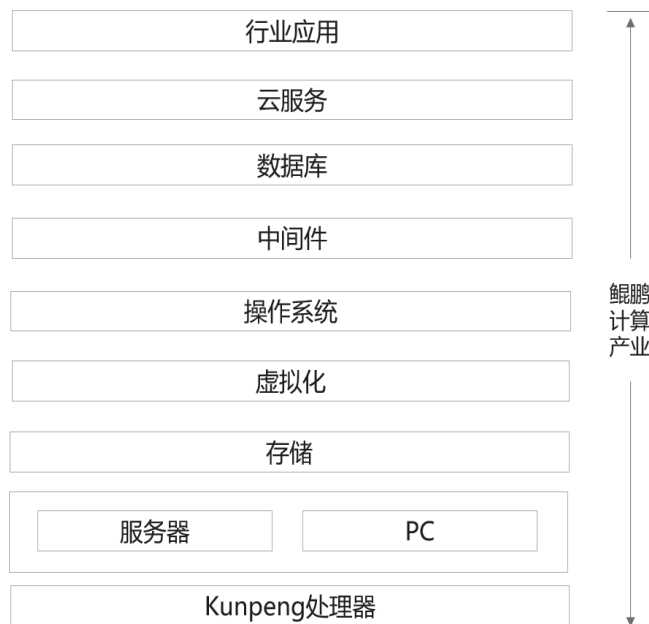


图 1-3 鲲鹏计算产业定义

华为作为鲲鹏计算产业的成员，聚焦于发展Kunpeng处理器的核心能力，通过战略性、长周期的研发投入，吸纳全球计算产业的优秀人才和先进技术，构筑Kunpeng处理器的业界领先地位，为产业提供绿色节能、安全可靠、极致性能的算力底座。上下游厂商基于Kunpeng处理器发展自有品牌的产品和解决方案，和系统软件及行业应用厂商一起打造有竞争力的差异化解决方案。面向千行百业的应用发展牵引ICT技术的持续创新，各领域涌现出的新行业领先者将聚拢产业力量、主导行业发展方向，最终形成具有全球竞争力计算产业集群。

1.3.2 发展鲲鹏计算产业的基础

在全球鲲鹏计算厂商的共同努力下，已经构筑了相对完整的基础软件生态，在政务等重点行业的生态也初步成型。业界主流的Linux操作系统、虚拟化软件、数据库、中间件等基础软件均全面支持Kunpeng处理器；在政府、金融、电信和互联网等行业的主要场景已经规模商用。

随着鲲鹏计算产业向纵深发展，将逐步实现全行业、全场景覆盖，基于Kunpeng处理器的算力将会像水像电一样无所不及，为政府、运营商、金融、互联网、能源、交通、教育、医疗等各个行业带来产业变革的新机遇。

1.3.3 Kunpeng处理器支持鲲鹏计算产业长期演进

芯片是构建各类计算产品、使能上层软件和应用的基础，也是全产业链可持续创新和发展的驱动力。作为鲲鹏计算产业底座的Kunpeng处理器，华为将持续保持重点投入，秉承量产一代、研发一代、规划一代的演进节奏，落实“长期投入、全面布局，后向兼容和持续演进”的基础战略，通过对产业界提供以Kunpeng系列处理器为核心的芯片族和相应的产品，高效满足市场对新算力的需求。

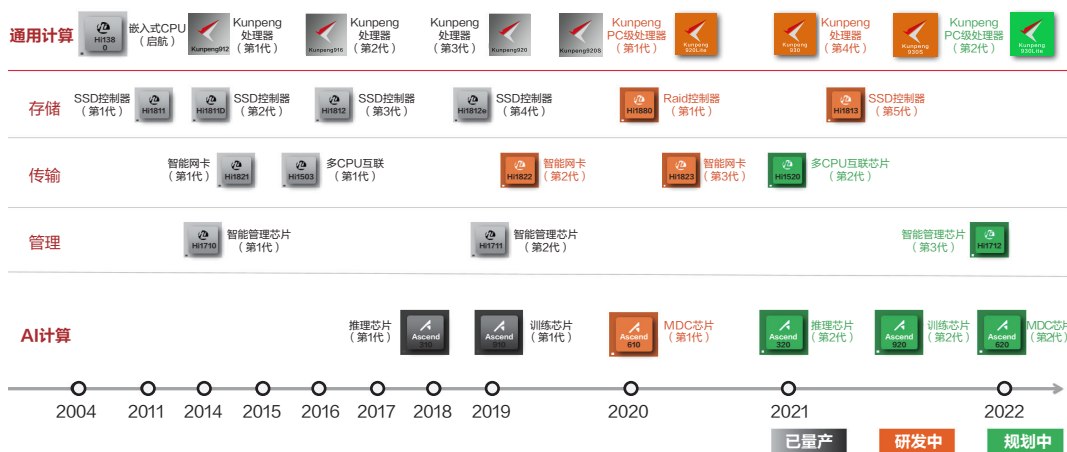


图 1-4 Kunpeng芯片族的“量产一代、研发一代、规划一代”策略

长期投入，全面布局：为满足新算力需求，围绕Kunpeng处理器打造了“算、存、传、管、智”五个子系统的芯片族。历经10多年，目前已累计投入超过2万名工程师。在鲲鹏生态建设上，与海内外生态厂家合作，重点投入了操作系统、编译器、工具链、算法优化库等的开发和维护，同时针对数据中心大数据、分布式存储、云原生应用等场景，开发基于Kunpeng处理器的解决方案产品和参考设计。

后向兼容、持续演进：为了保证鲲鹏计算产业的可持续演进，Kunpeng处理器从指令集和微架构两方面进行兼容性设计，确保既可以适应未来的应用和技术发展演进的需求，又能后向兼容保护用户已有投资。

与Arm共享全球生态：Kunpeng处理器基于Armv8架构永久授权，处理器核、微架构和芯片均由华为自主研发设计，鲲鹏计算产业兼容全球Arm生态，二者共享生态资源，互相促进、共同发展。



2 鲲鹏计算产业应用分析

2.1 鲲鹏计算产业的优势

和Arm共享优势生态，协同加速发展

随着移动互联网的迅猛发展，用户接入互联网的方式发生了根本性的变化，从以PC为主的固定接入终端转变为以智能手机为主的移动接入终端，2018年全球智能手机发货量约有15亿部。随着云计算在各行各业的普及，移动终端通过云数据中心接入应用和享用服务已经成为主要的模式。

而在移动设备领域，Arm架构有着压倒性的市场和技术优势：据Arm公司2019年第一季度的财报显示,Arm约占90%的移动和IoT市场，发货量为1500亿。基于海量的市场空间，目前芯片领域的新工艺、新制程和新材料都率先在Arm架构上得以实现。可以预见未来Arm架构的CPU在并发性能、功耗、集成度等方面都会长期保持领先优势。与此同时，随着业务云化进程的推进，在数据中心部署Arm架构服务器成为自然而然的事情，首先大量基于Arm架构的终端业务与数据中心维持同构，可以实现应用开发、部署和运行的无缝协同，大幅度降低

开发者的难度；其次，新架构可以带来面向负载的最佳性价比的基础设施，比如亚马逊发布基于Arm CPU的云服务，微软公有云在大数据、云存储和搜索场景采用Arm服务器等等。

华为作为鲲鹏计算产业的一员，已经完全掌握Arm64处理器核、微架构及芯片设计的关键技术，拥有Armv8永久架构授权，并在此基础上发展了Kunpeng系列处理器。同时华为在芯片领域上的长期投入和持续创新，面向计算、存储、传输、管理和AI打造了全面的具有差异化竞争力的芯片体系，有能力提供支持鲲鹏计算产业持续发展的算力底座需求。

在鲲鹏计算产业的框架之下，产业链上下游的厂商可以基于鲲鹏和Arm已有生态，开发出具有差异化优势的产品和解决方案。

以中国市场孵化和完善行业应用，与全球产业形成良性循环

中国已经成为全球的创新中心之一，具备强劲的发展潜力，当前正在经历全世界最大规模的数字经济转型升级，市场空间巨大，新应用、新需求层出不穷，其中有大量的计算架构创新的需求和空间。同时，中国已经形成了相对完善的产业基础，这为中国计算产业的创新提供良好的产业土壤。

鲲鹏计算产业首要任务是基于各行业用户的需求，孵化和完善面向行业的应用，打开产业空间，为所有厂家找到与之相匹配的生产要素和市场机会，通过商业成功促进产业链各环节的持续创新，形成螺旋式上升的发展路径。随着鲲鹏计算产业在中国市场的发展壮大，吸纳更多的海内外企业加入，最终成为具有持续创新能力和全球领先优势的计算产业。

2.2 鲲鹏计算产业的典型应用

数字化和行业的结合正在向纵深发展：制造业从大规模传统制造走向大规模智能制造；服务业（如金融、电信、医疗）从简单服务走向综合服务；公共事业从被动服务走向主动服务（如政府、交通）。行业从端到端打通各种数据，实现行业自身服务升级的同时，提升效率、降低运营成本和快速迭代成为各行各业对IT技术、计算产业的基础诉求。

作为鲲鹏计算产业底座的Kunpeng处理器，具有多核高并发的技术优势，可以有效解决行业数字化升级中海量数据高并发、数据中心能耗高，以及随着人工智能和5G而爆发的边缘计算芯片功耗、响应时间、体积等问题，为行业数字化提供最优解决方案。以大数据应用为例，据华为实验室测试数据显示，相比于传统处理

器，Kunpeng处理器的综合性能提升30%，并在同等性能条件下，功耗降低20%。

Kunpeng处理器提供的端云同构、绿色节能和高并发性能的强劲算力底座，将在各行业数字化转型过程中发挥重要作用。

	端-云同构	绿色节能	高并发
互联网	✓	✓	✓
电信	✓	✓	✓
政府	✓	✓	✓
制造业	✓	✓	✓
交通	✓	✓	✓
金融	✓	✓	✓
医疗		✓	✓

表 2-1 鲲鹏计算典型应用

互联网：移动互联网的海量APP大多基于Arm开发，各种第三方库也是Arm版本，驱动云端数据中心服务器走向同构，移动应用将受益于架构和指令集的兼容，实现端云平滑迁移；同时，互联网数据海量、瞬时的特性，产生了对数据中心的高并发和分布式的需求。

电信：全球5G发展已经驶上快车道，5G网络提供低延时、高带宽和高连接密度的管道，打破了数据中心与边缘、终端之间的界限，由此产生了边缘计算、NFV、云游戏、云VR等新兴业务的需求。

政府：各国政府都在致力于打破数据孤岛，共享城市资源，以提供更好的服务和安全保障。在政府转型升级过程中，需要海量数据管理与分析、海量数据联接和海量城市终端感知。

制造业：工业互联网作为新一代信息技术与制造业深度融合的产物，不仅为制造业乃至整个实体经济数字化、网络化、智能化升级提供了新型ICT基础设施平台支撑，而且催生了网络化协同、个性化定制、服务型制造等新模式新业态。需要大量的绿色低功耗芯片嵌入各种机器、设备设施，并通过传感器、嵌入式控制器和应用系统与网络连接，构建形成基于“端-云”的新型复杂体系架构，并与AI相结合，实现制造业的集中化和智能化。

交通：面对未来全新的出行交通场景，需要构建端-边-云的全网协同的智能解决方案：在端侧，需要全景全量感知周边态势和环境信息，并及时执行扣费；在边缘侧，需要及时准确的提供智能的决策信息；云端需要提供可持续迭代演进的大脑，赋能边缘和端侧。

金融：金融科技正在以迅猛态势重塑金融行业生态，“无科技不金融”成为行业共识：渠道与实时交易类场景从集中式烟囱到全分布式转型，需要更高算力能效比；经营分析场景在未来几年将完成一体机向开放架构的切换，需要高分布式并发能力；智慧金融新业务是未来增长最为迅速的场景，需要兼顾高并发和移动端的协同；传统业务场景正在向云化改造，需要低功耗降成本。

医疗：大数据和AI技术将驱动医疗转型，实现疾病预测、个性化精准医疗、个性化药物、医疗图谱、医学影像分析等的智慧医疗。而医疗行业呈现数据多样性（如语音、文本、医疗影像等）以及海量（如高质量的数据训练）的特点，需要满足绿色低碳和大算力的多样性计算需求。

2.3 鲲鹏计算产业的未来展望

随着云计算、物联网、人工智能、5G等新技术的不断普及，将加速“万物感知、万物互联、万物智能”为特征的智能社会的来临。实现智能社会首先要经历全面的数字化进程，而计算产业是数字化的核心驱动力。拥有了计算能力的基站、路由器、智能手机、音箱、电视机、家居、摄像头、电梯、水表、电表、生产设备传感器、VR/AR头盔等，将变成“会说话，会思考”的机器，和无处不在的云计算相结合，又将不断拓展行业服务的深度和广度，释放巨大的计算需求。与传统的计算能力集中在数据中心的部署模式相比，智能社会、数字化转型促使算力开始出现转移，从数据中心走向边缘，从单一架构走向多种架构并存，计算产业的创新需求和意愿空前高涨，造就了计算产业创新的黄金时期，这是产业齐心协力，共同携手发展鲲鹏计算的历史机遇。



3 鲲鹏计算产业发展规划

3.1 鲲鹏计算产业发展蓝图

鲲鹏计算产业发展的目标是在未来建立完善的开发者和产业人才体系，使产业链上下游均能分享红利，实现从开发者、厂商、用户到科研院所等多方共赢，使鲲鹏生态成为开发者和用户的首选。

开放、共享的生态体系是鲲鹏计算产业成功的基础，要构建全行业、全场景鲲鹏计算产业体系，完成鲲鹏计算产业从关键行业试点到全行业、全场景产业链建设目标，总体上来讲，计划分为三个阶段来实现：

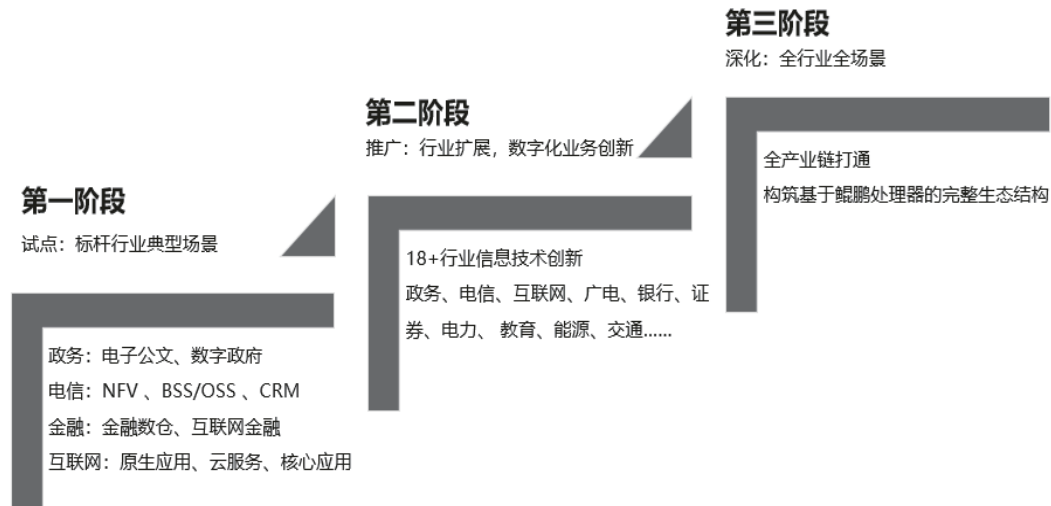


图 3-1 鲲鹏计算产业发展阶段

试点阶段：通过在政务、电信、金融和互联网等行业选取典型场景进行产业使能、孵化和试点，通过试点建立产业界上下游厂家和用户的信心。

推广阶段：面向政务、电信、互联网、广电、金融证券、电力、能源、交通等行业全面打通产业体系，为行业数字化业务创新提供基础。

深化阶段：面向全行业、全场景，打通产业链，构筑基于Kunpeng处理器的产业体系。

为了达成上述目标，需要按计划从四个方面进行鲲鹏计算产业的建设：

以行业聚合应用：与政务、电信、互联网、广电、金融证券、电力、能源等行业一道打造完整的产业生态链和具有竞争力的解决方案，实现全行业全场景的覆盖。

以区域整合产业：根据区域的优势产业、软件生态基础等产业环境，建设区域鲲鹏生态创新中心，聚拢区域产业力量，发展软件生态，做大产业空间，培养产业人才，后续将逐步辐射到全球。

以联盟孵化标准：通过产业联盟构建开放的标准体系，以及面向新应用领域的场景化标准，促进鲲鹏计算产业的健康和可持续发展。

以社区发展开发者：将鲲鹏开发者社区打造成计算产业的主流社区，通过开源操作系统、开放针对芯片优化的底层代码与软件工具，并通过主板和部件的方式开放Kunpeng处理器的基础能力，赋能开发者。

3.2 发展鲲鹏计算产业的关键挑战

计算产业是一个充分开放的体系，构建一个新的计算产业，需要产业链上成千上万的上下游企业、上千万的开发者以及千行百业的用户共同努力和相向而行才能成功。中国每年近千万高校毕业生的人才基础，以及众多软硬件和服务提供商，充分具备发展鲲鹏计算产业生态的基本要素，但仍存在生态碎片化、条块化的挑战，各个领域都需要产业领先者来聚合产业资源、引领产业发展方向。

（1）硬件领域

- a) 整机厂商（服务器、PC等）行业整体利润率低。
- b) 整机厂商硬件设计（包含BIOS、BMC芯片）能力参差不齐。
- c) 配套部件（内存、硬盘、网卡、显卡等）可获得性、兼容性存在短板。

（2）基础软件领域

- a) OS厂商适配多种CPU架构导致版本多，OS与应用适配工作量大。
- b) 基础软件厂商（数据库、中间件、大数据、云平台）对鲲鹏计算平台的适配仍处于起步阶段，缺少核心系统应用。

（3）行业应用领域

- a) 行业广、应用多、堆栈深、区域属性强，软件组件依赖关系复杂（只要其中一个环节不支持，将导致应用不可用）。
- b) 用基于传统计算架构的行业标准来评估新计算架构，制约行业应用往新计算架构迁移。比如HPC行业应用普遍采用衡量双精度浮点计算能力的HPL（High-Performance Linpack）标准来评估系统性能，但这并不符合内存密集型等应用的业务实际需求。
- c) 应用软件迁移到新计算平台带来的额外成本与带来的市场收入不成比例。

产业政策、人才、开源和标准是计算产业的关键要素。其中，产业政策是计算产业发展的助推器，人才是计算产业发展的根本，开源是计算产业的应用孵化器，标准是计算产业长期发展的基石。

（4）产业政策

缺乏产业共识和成熟的运作机制，导致产业界各方难以有效协同，从0到1的突破阻力大成本高。

（5）开发者体系

a) 缺工具：必备的工具链缺失，加速库不完善，不能高效支撑开发者进行代码迁移和系统性能优化。

b) 缺人才：缺少赋能和职业成长体系，开发人才稀缺。

c) 缺参考设计：多数开源社区缺少对Kunpeng等新计算架构的代码开发优化，影响实际业务场景下的运行表现。

d) 缺环境：前期提供的Kunpeng开发环境数量有限，难以全面满足广大开发者做开发测试的环境需求。

（6）标准体系

面向场景化的标准发展缓慢，无法满足新应用领域（比如绿色计算）快速发展的诉求。

3.3 发展鲲鹏计算产业的关键举措

3.3.1 硬件领域

开放服务器主板和PC主板

为帮助厂商快速开发基于Kunpeng处理器的服务器和PC等计算产品，降低系统设计和开发难度。华为作为鲲鹏计算产业的一员，将把在计算领域多年积累的硬件工程能力通过主板、系统参考设计指南等方式开放出来。

为确保整机的兼容性，华为发布相应的主板接口规范和设备管理规范。从2019年Q4开始，逐步开放基于标准规范的服务器主板和PC主板，厂商基于主板开发自有品牌的整机产品，产品上市周期可大幅缩短。

联合整机厂商、BIOS厂商、部件厂商、OS厂家共建开放的IO总线和管理接口标准，使能IBV（独立的BIOS供应商）发展BIOS生态，使整机厂商具备总线上的定制能力，从而发展各品牌的差异化整机能力。同时基于开放的IO总线和管理接口，各相关企业可以开发各种部件（SSD卡、网卡、RAID卡、显卡）、内存、硬盘等，从而丰富和完善整机上下游产业链。

为保证OS、部件与整机的兼容性，将基于华为的硬件兼容性实验室，对操作系统、内存、硬盘、网卡等进行统一的兼容性认证测试，并定期发布兼容性清单。

优先支持广大整机厂商发展自有品牌服务器和PC

鲲鹏计算产业在整机领域的发展目标是形成多厂家的格局，优先支持有意愿有能力的厂家发展基于Kunpeng处理器主板的自有品牌整机。

华为开发TaiShan服务器的根本目的是立标杆，使能产业链。条件成熟时，华为可逐步停止TaiShan服务器销售业务，转为以主板和部件等方式全面支持和服务更多整机厂商共同发展。

为Kunpeng处理器立标杆：TaiShan服务器是华为在计算技术和整机工程方面长期积累的结晶。充分运用了散热液冷、高速互联、可靠性设计与质量品控等工程工艺技术，为Kunpeng处理器应用在数据中心服务器领域树立了一个行业标杆。

使能产业链：通过TaiShan服务器使能整个鲲鹏计算产业链，从关键器件（电源芯片/CPLD）、核心部件(SSD)、基础软件到上层行业应用，构筑完整的产业生态，让鲲鹏生态能够满足更多客户与应用场景的需要，扩大产业空间。

通过上述两方面的努力，确保提供给整机厂商的不仅仅是主板硬件与技术本身，而是通过基于Kunpeng处理器的主板构建了完整的生态并分享市场机会，使能整机厂商获得商业成功。

3.3.2 基础软件

基础软件平台是服务行业客户以及做大计算产业的“黑土地”，产业链上下游厂商共同构建一个开放、合作、共赢的鲲鹏计算产业基础软件生态至关重要。

操作系统是所有软件的基础，统一的技术路线和演进节奏有助于避免生态分裂，形成合力，做大鲲鹏计算产业。

针对鲲鹏计算产业，通过建立openeuler.org社区，开源OS源代码，并贡献经过调优的Kunpeng处理器驱动代码，开放编译器、JDK、软件库等基础工具等方式，统一代码来源，缩短厂家构建基于openEuler的发行版OS的开发周期。

鲲鹏计算产业将催生成千上万的应用软件厂商，它们必然选择基于openEuler的OS以及配套的数据库、中间件等平台软件，为基础软件厂家的发展提供良好的商业土壤和环境，助力基础软件厂家成为各自领域比肩国际产业巨头的企业。

3.3.3 行业应用

鲲鹏计算产业将以行业聚合应用，通过平台和生态双轮驱动，加速ICT行业数字化转型。通过产业联盟、开源社区、OpenLab、行业标准组织一起完善产业链，打通行业全栈，帮助行业简单高效地迁移到鲲鹏计算平台，做深做透行业市场，持续发展壮大。

提供分析扫描工具、代码迁移工具、性能优化工具和编译器等开发套件，协助行业应用厂家以及应用软件开发把应用快速迁移到鲲鹏计算平台。

通过解决方案实验室、Openlab和公有云等线下线上平台，提供开发、测试、验证环境，支撑整个行业应用完成鲲鹏计算平台的验证和规模商用。

基于区域鲲鹏产业生态创新中心，聚合行业ISV，孵化新产业，培育行业开发者。

以社区和论坛为平台，华为与产业联盟，开源社区一起给业界共享行业应用方案，经验和最佳实践。

联合行业逐个打通行业全栈解决方案，2020年Q1完成重点行业标杆项目建设，可满足20%业务场景迁移至鲲鹏计算平台，形成重点行业重点业务的技术架构部署参考设计。

建设鲲鹏生态行业标准，同步推进鲲鹏生态体系建设，分期分批聚集重点行业，打造鲲鹏生态测评认证体系和服务支撑体系；将各行业成功建设模式、方案、流程方法形成标准，逐步在全行业场、全场景复制，使能行业ISV做强解决方案，做大市场规模。

成立鲲鹏计算产业发展专项基金，支持行业ISV发展鲲鹏计算产业生态，以及平台软件开发商的迁移。

3.3.4 产业政策

计划通过鲲鹏生态创新中心、行业联盟、产业联盟等运作机制，有效协同产业界各方制定相应的发展策略，达成产业共识。

(1) 建立鲲鹏生态创新中心，充分发挥区域的产业特点和行业优势，结合区域政策，重点发展软件生态，激活区域市场，培养产业人才、孵化标准、做大产业空间。

发展软件产业生态，激活区域市场：基于本地优势产业，发展基于Kunpeng处理器的软件生态，包括云、数据、计算，通过在优势行业建立应用示范。

人才培养：通过与区域的高校、科研院所以及培训机构的合作，培养鲲鹏计算产业人才，吸引行业领军人物。

孵化标准：与行业管理部门、测试机构、标准机构、科研院所、行业协会等机构进行产业标准、行业标准和最佳实践方面的合作。

做大产业空间：聚合区域的生态，形成多方共赢的利益分享机制，结合区域政策支持，使鲲鹏计算产业成为该区域用户、开发者和ISV的首选。

（2）以使能行业应用为目标，通过行业联盟聚拢厂家、ISV和用户，达成共识，建立标杆。

选择典型行业成立以厂商、ISV以及用户为核心的行业联盟，以端到端产业生态需求为牵引，打造行业应用样板，实现鲲鹏计算产业生态的深度融合。通过样板树立品牌，建立用户信心，推动鲲鹏计算产业在该行业的批量部署，构建健康可持续发展的生态体系，实现商业成功。

（3）依托产业协会，发展基础生态，建立开放标准。

通过绿色计算产业联盟建立和边缘计算产业联盟、欧洲OEHI（Open Edge+HPC Initiative）联盟等的合作关系，聚集行业专家和意见领袖，通过定期组织生态大会、产业论坛，发布鲲鹏计算产业发展战略、技术路线、产业发展白皮书。构建开放的标准体系，促进鲲鹏计算产业的健康和可持续发展。

3.3.5 开源社区

计算产业发展过程中产生了一系列庞大而成熟的开源生态圈，如Linux kernel、GNU、OpenStack、MySQL、Hadoop，Nginx社区等。这些社区构成了整个计算产业开源软件的基石。

鲲鹏计算产业的发展，同样需要社区的支持，为了让开发者和用户快速获得针对Kunpeng处理器优化的开源软件堆栈，计划从三个方面来构建开源生态：

（1）开源操作系统，与上下游厂家、开发者和用户共同打造openEuler开源社区，构建跨平台、统一和开源的操作系统，建立鲲鹏计算产业生态可长期发展的基础。

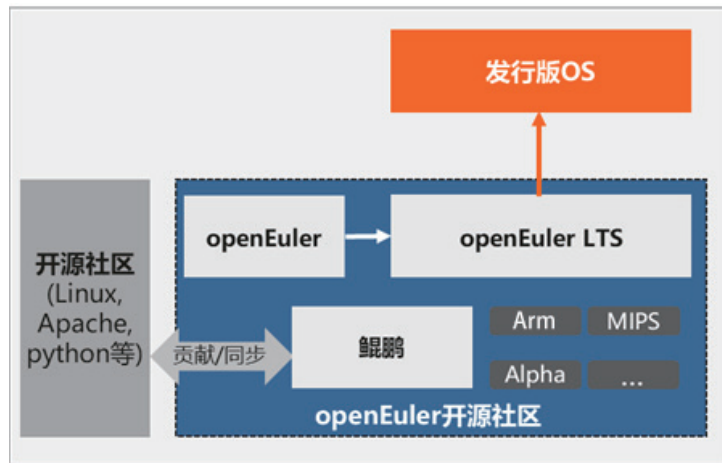


图 3-2 OpenEuler 开源社区

openEuler开源社区以Linux kernel、GNU等为上游社区，定期同步上游社区创新成果，并针对Kunpeng处理器进行深度优化，提供完整OS开发环境和上下游生态验证环境，使能开发者和用户高效开展需求适配、生态集成和测试认证。在此基础上，社区定期发布稳定的openEuler LTS（长期支持版本），提供对应的社区支持（文档、补丁、维护等），使能OS厂家基于openEuler LTS进一步开发商业发行版，同时支持互联网等用户基于openEuler LTS自行定制OS。

openEuler开源社区通过社区理事会、技术委员会、用户委员会、营销委员会等组织，形成可持续发展的社区治理架构，对社区进行开放治理。

（2）借助华为在社区的影响力，将最佳实践贡献到主流开源社区，固化鲲鹏计算的优势。

截止目前，华为在Linux、CNCf、Apache、OpenStack、OPNFV等超过15个主流开源社区具有领导者地位，在OpenStack社区连续多年全球贡献排名第二，在CNCf社区全球贡献排名第四，在Linux kernel社区全球贡献排名第五。同时华为还贡献了OpenStack社区的Cyborg，大数据社区的CarbonData、云原生社区的KubeEdge、存储领域的OpenSDS和微服务领域的ServiceComb等多个开源项目。

鼓励开发者基于最佳实践，将相关的软件调优特性和创新成果持续贡献给开源社区，让全球开发者和用户可以直接从社区获取到最佳开源软件。

（3）与业界主流的CI 提供商、开源基金会以及华为云合作，向主流开源社区贡献CI环境，包括硬件资源、OS、基础库和工具链，让社区支持软件编译、验证和发布。

3.3.6 开发者体系

开发者是鲲鹏计算产业发展壮大最重要的力量，需要开放基础工具链，赋能并服务开发者，通过高校、科研院所、培训机构合作培养鲲鹏计算产业人才，通过职业认证体系打开开发者的职业上升通道。

（1）软件工具链

完备的软件工具链可以提高应用软件的开发效率，使开发者聚焦软件开发，快速响应业务需求。

华为将通过开发者社区开放代码移植工具、性能分析调优工具、编译器、JDK和加速库，帮助开发者掌握软件迁移、编译构建和系统优化的能力。

a) 分析扫描工具和代码迁移工具：高效辅助开发者完成传统软件(C/C++/汇编语言)的迁移，降低开发门槛，缩短开发周期。

b) 性能优化工具：支持CPU、内存、NUMA、线程、锁等系统性能全景分析，使能开发者借助工具深度调优系统，提高系统性能。

c) 编译器：结合Kunpeng处理器的架构特征和优势，提供深度优化的C/C++/Fortran编译器，支撑开发者编译构建出性能更优的软件。

d) JDK：结合Kunpeng处理器的架构特征和优势，提供深度优化的JDK，帮助JAVA应用无缝迁移，实现应用的最佳性能。

e) 加速库：加速库涵盖了glibc基础库、数学库、通信库、压缩加速、加密加速、网络加速、存储加速等软件库和SDK，基于Kunpeng处理器的多核架构、NEON指令和加速引擎，构建鲲鹏生态加速库体系，支撑开发者对加速库的高效集成应用，充分发挥性能优势。

（2）人才培养

计算产业的发展壮大，离不开数量庞大的个人开发者、商业软件开发者以及相应的硬件设计、维护、方案咨询和设计等各专业领域的工程师。

为了构建鲲鹏计算产业的人才基石，计划利用5年的时间，与超过千所高等院校和培训机构合作，培养百万鲲鹏计算产业后备人才。并通过建立培训体系和职业认证体系，赋能广大的企业在职软硬件工程师。

在高校人才培养方面，2019~2020年，聚焦中国的985和211高校，与超过30所重点学校建立产学战略合作，建立实训平台和高校课程学分体系，通过打造高校人才培养样板点和教学示范基地，来带动更多的学校开展相关的教育。与此同时将积极参与教育部的新工科建设计划，推动产教融合，通过产学育人项目支持教师开展教材、课程以及学分体系的建设，最终实现全国千余所高校的全覆盖，实现百万鲲鹏计算产业应用型人才培养的目标。

与科技协会合作，开展相关的科研课题研究、创新实验室等活动，完成研究型人才的引进和培养，为鲲鹏计算产业的长期演进进行人才储备。

面向企业在职工程师，将与中国计算机学会、软件协会等学会，以及泰克、新大陆等培训机构合作，开展开发者职业培训和竞赛活动，鼓励广大开发者开发、移植和优化应用，丰富软件生态。同时将建立职业认证体系，让开发者积累的技术经验和能力在职业生涯中得到升值。

“沃土计划”是华为面向开发者的使能计划，目标为加速以Kunpeng处理器为底座的开发者生态能力建设，通过云服务为开发者提供学习、认证、开发和支持的全方位服务；通过实物、资金、云服务资源、企业对接等商业扶持，加速人才培养、产品上市，并通过云社区连接开发者与华为全球市场机会。

3.3.7 标准体系

标准体系是指引产业方向、推动产业各方达成产业共识、促进商用进程的重要力量。现代数据中心各类新业务规模和效能要求的持续提升，标准首先应根据业务的诉求，满足数据中心应用（例如人工智能、大数据分析、高性能计算、移动应用上云、容器等）对软硬件基础设施不断提升的需求。

（1）硬件方面，在CPU接口、主板、整机架构等各层级的标准，都应基于应用对算力、能耗、可靠性等方面的要求不断提升、创新。

（2）固件方面，应推动、构建系统兼容性、开箱一致性方面的标准，促进软硬件兼容，给用户一致的开箱体验。

（3）软件方面，应基于标准的硬件和固件，推动基础软件和平台软件，促进上层应用更好的向鲲鹏计算平台迁移。

（4）测试标准方面，应建立标准符合性测试平台，制定相应的测试规范、测试流程，开展标准符合度的测评认证。并针对用户的应用场景需求，制定测试标准，基于场景定量分析和评估IT基础设施，供用户设计选型和集成参考。

鲲鹏计算产业需要开放的标准，才能顺应市场和用户的诉求不断发展。例如CPU与外设的接口标准（例如内存接口、I/O接口等）一直遵循业界主流标准。为了满足业务场景对计算架构提出的更高要求（异构计算、内存计算等），现有标准体系需要更加开放，才能聚合各方力量、避免产业分裂，推动软硬件技术不断创新。

构建开放、统一的标准体系是建设鲲鹏计算产业生态、满足广泛的应用场景需求重要且必经的步骤。联盟和标准协会是聚拢各方力量，建立和完善标准的重要组织形式，目前绿色计算产业联盟GCC、边缘计算产业联盟ECC、金融开放联盟、欧洲OEHI（Open Edge+HPC Initiative）等联盟和组织都在积极推动产业上下游共同制定开放的鲲鹏计算产业标准。

3.4 鲲鹏计算产业首批厂家

鲲鹏计算产业目前已经有超过150家厂家参与（排名不分先后）。





A 附录

A.1 缩略语表

英文缩写	英文全称	中文全称
ASIC	application-specific integrated circuit	专用集成电路
BMC	baseboard management controller	主板管理控制器
BIOS	basic input and output system	基本输入输出系统
CI	continuous integration	持续集成
FPGA	field-programmable gate array	现场可编程门阵列
HPC	high-performance computing	高性能计算
ISV	independent software vendor	独立软件供应商
MCM	multi-chip model	多芯片模块封装
NFV	network function virtualization	网络功能虚拟化
NPU	neural-network processing unit	神经网络处理单元
OS	operating system	操作系统
RISC	reduced instruction set computer	精简指令集电脑
TPU	tensor processing unit	张量处理器

表 A-1 缩略语表

