

华为的三重构

本报记者 刘晶

3月1日，在2022年世界移动通信大会上，华为轮值董事长郭平表示，华为正在努力实现三个重构，包括基础理论重构、架构重构、软件重构，这三个重构将支撑ICT行业长期可持续发展。

郭平说，数字化和碳中和，是当今世界的两大重要课题，对于ICT的未来影响深远。全球数字经济高速发展，有预测称，数字经济今年占GDP的比重将超过50%，数字化需求超出预期。反观供给侧，香农定理和冯诺依曼架构已遇到很大瓶颈。因此，我们需要探索新理论和新架构，支撑数字经济可持续发展。

基础理论重构 尝试超越香农定理极限

郭平说：“联接的密度乘以计算的精度，就是数字经济的强度。但现在我们不只需要强度，还需要长期活力。所以，我们需要多考虑一个维度，即碳减排的力度。为实现这一目标，华为将大幅增加对根技术的战略投入，我们将和伙伴一起努力，努力重构技术底座。”

郭平说：“我们知道，信道容量已经接近天花板。华为持续探索新一代MIMO和无线AI等理论与技术，进一步逼近香农极限，同时研究语义通信等新理论，尝试超越香农极限，为通信打开更为广阔的发展空间。

香农定理认为，一个信道中，也就是在某段频谱资源内，能够传送的数据量是有极限的，从第一代移动通信到第五代移动通信，信道编码的方式换了又换，目的就是提高频谱的利用效率，向香农极限靠近，现在已经十分逼近香农曲线的极限值，产业继续发展面临理论基础的天花板。

因此，华为在软件算法方面研发新一代MIMO技术、无线AI等技术来进一步提升无线设备的收发效率，逼近香农极限。无线AI技术是通过人工智能重构无线网络的物理层设计、信道译码和信号检测、智能调度，提升无线信号的传输效率，应对未来的无线数据浪潮。

要突破香农定理，就要拓展新的理论，比如语义通信。

语义通信通俗一点说，就好像电视剧里特工密码发报一样，发很少的字节，传复杂的内容。通信双方凭借本地的语义知识库，在只传很少的信息基础上，各自分别编解码，来传递复杂庞大的信息。面向未来，进入元宇宙时代以后，会有大量的视频、大量AR、VR，尤其是游戏中的AR、VR，可能一个渲染、一道光刀的画面，原本需要传输大量的信息，但是语义通信可以实现，在传输的一端发送简单的语义信息说需要有一道光，接收端或者解码端根据语义知识库，就可以直接把那道光给渲染并呈现出来了。

(上接第1版)同时可支撑工业互联网、金融交通等行业的业务需求。此外，数据中心的安全保障对操作系统也提出更高要求。

麒麟操作系统已经参与国内云中心或数据中心建设，提供了算力平台的支撑。据了解，麒麟软件旗下拥有银河麒麟和中标麒麟两大操作系统品牌，共同服务政务、金融、能源等多个领域。根据赛迪顾问统计，截至2021年，麒麟软件旗下麒麟操作系统已经连续多年位列中国Linux市场占有率第一名。

“东数西算”意味着数据要素的大规模、跨地域流动，作为数据承载与处理的基石，数据库也将其中发挥重要作用。

从国内数据库市场来看，IDC《2021年上半年中国关系型数据库软件市场跟踪报告》显示，目前厂商份额占比前三的分别为Oracle（26.7%）、华为（14.7%）及微软（7.6%）。而在公有云关系型数据库市场中，阿里巴巴占据了半壁江山。此外，达梦、人大金仓、南大通用、神舟通用、科蓝等本土品牌也在发力，借助开源走向自主研发，实力不断增强。

相较于其他两大基础软件，中间件似乎没那么有名。作为一种独立的系统软件或服务程序，中间件位于客户机服务器的操作系统之上，负责管理计算资源和网络通信。

在中间件领域，IBM、Oracle、微软、Salesforce、AWS等大厂均参与其中。东方通、金蝶天燕、中创中间件是本土厂商最早的一批代表。最近几年，以普元信息、宝兰德、谐云为代表的中间件厂商显露棱角。阿里云、华为云、腾讯云、百度云等云服务厂商也开始与他们同台竞技。

“我国基础软件已经发展到普及阶段，需要通过重大工程的实践，从‘可用’进



可见，语义通信可以极大地减少传统通信信道传送的数据量，但基于语义知识库，解码后的表现力依然丰富。未来，华为可能从语义通信方向去突破和超越香农信息论的框架，向更广阔的空间发展。

架构重构 突破冯诺依曼架构

郭平表示，无线通信依然面临高频、超大带宽、超高速等重大技术挑战。华为积极探索新技术以重构架构，比如引入光电融合技术，解决关键问题，并突破未来芯片面临的工艺瓶颈。

华为在无线和光领域都是世界级技术水平，光技术天然可适用于高频，在无线网络向大带宽、高频段、超高速方向演进中面临的一些技术难题，可以通过无线与光的融合获得突破。

无线网络的频谱越来越高，从2G时期的1GHz频率以下向3G的2GHz频率以下、4G的3GHz频率以下、5G的6GHz频率以下不断提高，在新的演进中，毫米波把频谱提高到了20GHz频率以上。高频带来的益处是大带宽、高速率，这对天线和基站等无线设备的处理能力提出越来越高的要求，而光与电融合处理的技术就能满足这样的要求，超越现有架构带来的限制。

在未来的无线AAU射频部分和BBU基带部分中，大量的芯片都要做复杂的信号处理，普通电芯片难以完成处理。第六代移动通信的频段，专家普遍认为会使用毫米波的高频段，因为在几十赫兹频率以上甚至达到太赫兹，传统射频技术难以支撑，没有办法实现数模转化。而光的频谱本身很高，所以天然地对高频无线信号的处理会有巨大的优势，模拟视频信号可以直接上光。

比如随着无线速率越来越高，传统CPRI接口难以满足要求，ROF(Radio Over Fiber)使用模拟信号直接在光上传输，可以简化基站架构、减少能耗，是支撑CPRI演进的潜力技术，最早实现这种架构方式的突破，可以期待华为。

郭平说，计算架构的当前矛盾是AI、大数据应用蓬勃发展，而传统计算架构仍然是“以CPU为中心”。为了解决这一矛盾，华为正在设计“对等”架构，让GPU、NPU等能够更好支撑全球AI业务的发展。

“以CPU为中心”，正是长期主导CPU微架构设计的冯诺依曼架构，这一架构最重要的特征是计算和存储功能分离。当前大量新应用涌现，AI、大数据是计算的中心，而擅长处理整型、浮点运算的传统

入‘好用’阶段，随着‘东数西算’工程的逐步深入，我国基础软件将迎来更为广阔的应用前景。”中科院软件中心有限公司董事陈鹏表示。

海外厂商也在积极投身“东数西算”工程建设。例如，英特尔作为基础芯片和算力提供方，在数据中心领域参与程度较深，涉及数据计算、存储和网络传输全环节。英特尔专家表示，这将是一个生态系统再次焕新的过程，“东数西算”是以绿色低碳为主题的，如何把ICT融入到新一轮的数据中心建设中，这是非常重要的，需要生态系统合作伙伴的共同努力，赋予“东数西算”真正的含义。

一场华丽的蜕变即将开启？

“十三五”期间，我国软件产业实现了快速健康发展。“可以看到，基础软件产业的整体发展步伐虽已加快，但在操作系统、数据库、开发支撑软件、工业控制软件以及基于开源的基础软件方面，仍然存在断链、弱链、空链情形，主要体现为软件产品技术含量和附加值不高，资源整合度不高，基础软件企业数量少且规模较小，难以参与应用终端产品的原始设计等方面。”陈鹏指出。

“实际上，基础软件的瓶颈在办公和产业安全，集成电路和芯片制造中已经凸显出来，‘东数西算’的定位是国家级工程，随着硬件设备及网络技术、网络协议和网络架构的不断进步，能否实现底层创新、安全可靠、自主可控，是基础软件重大的历史机遇和挑战。”王娟表示。

陈鹏建议：“从数据安全的角度出发，基础软件需构建具有面向复杂业务场景的弹



CPU并不能很好地处理这类应用，而GPU、NPU及新硬件却无法直接访问内存、存储。因此，华为提出的重构计算架构，就是从原来的CPU中心架构升级为对等架构，让更擅长运行AI软件的GPU、NPU等主芯片可以充分发挥效用，支撑大量的AI软件运行。

在传统架构中，计算机有CPU中央处理器，所有任务都由CPU来下达指令任务给各个处理器去执行，而华为正在设计的以AI为中心的“对等”计算架构，可以打破CPU瓶颈，把CPU的中心地位弱化，通过新的架构把内存和硬盘连接起来，充分发挥各处理器的性能潜力。这个架构创新，能够解决大量的AI应用、大数据应用对计算架构带来的巨大压力。

软件重构 实现以AI为中心的全栈软件重构

“面向未来，随着AI的爆发，对算力的需求急剧增加，但是硬件工艺进步放缓。”郭平说，“为此，我们提出了‘软件性能倍增计划’。比如，无线小区数和调度用户等关键指标已通过软件优化提升了一倍；我们将通过鸿蒙、欧拉更有效地发挥多样化硬件的算力潜能；通过Mindspore框架，帮助科学家、工程师提升开发效率。”

当前，AI需求爆发性增长，以AI为中心，结合大数据、HPC等的混合计算，正在成为应用的主流。华为的软件重构则是实现了以AI为中心的全栈软件重构。

在操作系统层面，华为通过欧拉和鸿蒙两个操作系统可以直接连接鲲鹏和昇腾中的多种计算硬件，将各自算力充分发挥出来。通过这两个操作系统，能够快速地做任务分发。华为通过从上的软件重构，可以支撑未来大量的APP，尤其是AI和大数据的大爆发。

在软件工具层，通过计算框架解决大规模异构并行计算，比如AI和大数据并行、AI和HPC并行的问题，让开发者忽略AI、HPC等所采用的多个框架之间的复杂关系，开发AI变得更容易。针对AI的开发，华为的Mindspore目标是为数据科学家和算法工程师提供设计友好、运行高效的开发体验，在整体支持业界主流Pytorch、Tensorflow的基础上，重点提升Mindspore，使开发更加高效。

郭平说，我们知道，只有软硬件充分协同的产品才能真正带来良好的用户体验。在ICT产品开发中，我们也在践行这一理念。比如，基站AHR Turbo算法的精进，使Meta-AAU实现了性能节能双优；全息图光学算法突破后，OXC实现了全光“一跳直达”。而华为持续的根技术投入，将逐渐在产品竞争力上得以体现。

性底座构建能力；同时，要与硬件配合，提供低能耗+高算力+时序数据场景下的系统级优化方案，在保证算力的情况下，降低系统功耗；在相同系统功耗下，提高基础算力。此外，还要提供广泛的应用适配能力，这不仅要求系统软件具备良好的兼容性、可靠性、可移植性，更需要支持上层应用的快速容器化部署。”

“基础软件企业应当树立发展信心，进一步深耕基础软件研发。”郭旭晖表示，首先要加强云计算、大数据等新兴技术相关产品研发；其次要借助“东数西算”工程优势，进一步拓展西部市场，形成全国性的市场布局；最后要重视产业生态构建，加快与产业链上下游产品适配融合，与各厂商协同发展，共同构建产业生态。同时，基础软件对于技术人才要求较高，厂商应建立完善的人才培养体系，保障企业技术实力的不断提升。

“算力迁移的核心是产业布局。”王娟表示，算力西迁将带动整个软硬件服务需求的迁移。随着西部算力中心建设落成，包括自主可控的基础层操作系统、数据库这些传统基础软件，以及中间件、办公软件、云网协同等相关一体化大数据中心等基础软件生态群，将会整体向西部迁移。因此，必须站在统筹全局的宏观角度来进行合理规划。

王娟认为，基础软件是一个生态集群。在一个集群中，不同的行业在同一个底座上协同发展。要实现基础软件的核心突破，必须牢牢抓住“东数西算”带来的战略机遇，构建良好的产业生态，让每一粒“种子”都能在肥沃的土壤中开花结果。

“东数西算”工程正式启动，本土基础软件能否成功开启一场华丽的蜕变，让我们拭目以待。

上海：优化发展环境 “小巨人”迸发大能量

(上接第1版)成立仅仅6年，公司年营收已超过4亿元。

一路走来，是上海政府部门的支持，让公司前行的路更有底气、更富生机、更具活力。“成立之初，纳琳威在研发方面投入极大，同时又要进行产业化布局，但研发产品的市场渠道还未打开。”纳琳威纳米科技(上海)有限公司董事长肖琳向《中国电子报》记者表示，资金周转压力让企业经营变得异常艰难。

危难时刻，纳琳威向政府部门寻求帮助。肖琳说，如实告知困难后，中小企业办牵头为纳琳威组织了多家银行对接会，并为公司在银行做了政府背书，协调解决了资金短缺难题，让公司顺利渡过难关。此后，中小企业办也非常关心纳琳威在融资方面的难题，每年都会组织银行对接会，让银行通过企业考察等方式了解公司，帮助公司融资，解决企业流动资金短缺等问题。

“得益于中小企业办的帮扶，纳琳威才能从2019年开始，销售业绩实现翻倍增长，预计今年的营收增长率将达到110%。”肖琳感慨道。

汽笛长鸣，海浪声声。眼前，自动运行的桥吊从踏浪而来的巨轮上缓缓吊起集装箱，再将集装箱越过船舷，稳稳放置在无人驾驶新能源集卡上。启动、加速、转弯、停靠……无人驾驶运力让码头生产运营的各个环节一气呵成。帮助传统港口领域实现数智化改造升级的“功臣”，正是专精特新“小巨人”企业——上海西井信息科技有限公司。虎年伊始，西井科技宣布，Q-Truck的智能换电版实现量产。升级之后，这款无人驾驶集卡能自主前往换电站，舱内侧换电不到6分钟。

从国内走向国际，西井科技的发展之路同样离不开政府的支持与悉心服务。

西井科技首席运营官(COO)章嵘向《中国电子报》记者表示，2020年年初，公司海外业务发展迅猛，急需多元化的资金渠道来拓展研发和市场推广所需的资金。恰在此时，政府部门陆续出台了多项扶持企业发展的政策措施。得益于政府搭台牵线推动银企合作，西井科技被纳入“稳企业保就业金融重点支持企业名单”，获得数千万元“零抵押、无担保”授信额度，拓宽了融资渠道，为公司积极拓展海外市场提供支撑。

资金“活水”源源不断，强化融资服务是上海培育中小企业的有力举措之一。曹晴晴向《中国电子报》记者表示，上海积极推动金融机构服务“专精特新”和“小巨人”企业。到2021年年底，各商业银行“千家百亿信用融资计划”支持“专精特新”企业信用贷款规模达376.76亿元，覆盖企业2445户。该计划于2017年3月启动，共累计发放“专精特新”中小企业信用贷款和担保贷款6746户1019.22亿元。

灌溉滋润 搭建平台加速企业“生长”

一开始，一家从事石膏艺术产品制造和安装服务的小微企业负责人抱着试试看的心情，向“上海市企业服务云”诉求窗口反映，其与上海市一家外资企业存在工程合同纠纷，涉及金额450万元，希望“上海市企业服务云”为企业做主。在市、区、镇三方企业服务工作人员的积极协调下，矛盾双方面对面交流沟通，最终这家外资企业分两批次支付了合同款项。

在刚刚过去的虎年新春，“上海企业服务云”又先后为上海某建筑技术有限公司两次协调大企业清欠诉求。

沪上一朵服务云，惠泽企业千万家。据了解，“上海企业服务云”由上海市中小企业发展服务中心运营，是上海市政府服务企业的官方平台。上海市中小企业发展服务中心主任卫丙戊对《中国电子报》记者说，面对企业发展的“生命树”，企业服务云通过一扇门式诉求服务、一网式专业服务、一站式政策服务，筑牢企业发展根基，助推企业转型升级，增进政企沟通实效，发挥资源整合平台效应，已成为本市优化营商环境的网络化智能化载体，被喻为“政策的北斗、服务的指南”。

解决中小企业的诉求、为企业提供相应服务，已经成为这朵“云”的特色名片。不过，这朵“云”能做的远不止这些。

2021年年末，一支叫做EDG的英雄联盟战队在朋友圈刷屏，电子竞技的魅力让无数人热血沸腾。在2021“创响中国”长三角联盟站双创生态峰会暨“Innovation+”世界500强创新需求对接会上，罗技公司技术与创新主管赖胜同样关注到了电子竞技的广阔市场前景。

“电子竞技正在火热兴起，而我们现在需要的就是顺势而为，开拓与电竞相关的技术。什么样的产品，能让玩家体验更好？什么样的设备，能让玩家使用更流畅？我们在寻求一个答案。”面对在场的大中小企业，罗技公司提出了电子竞技、视频通话、流媒体与创作等多领域的技术创新需求，等待企业响应与“接单”。

这样的场景只是上海搭建平台、促进供需对接的一个缩影。近年来，“上海市企业服务云”组织开展“Innovation+”大中小企业融通对接活动近30场，帮助600余家中小企业对接大企业创新资源，以“专精特新”和“小巨人”企业为代表的中小企业积极参与对接，融入大企业产业链、创新链和价值链。卫丙戊表示，大中小企业融通，正在以实效提升中小企业创新能力和专业化水平，推进“专精特新”中小企业高质量发展。

目前，“上海市企业服务云”已成为上海企业反映疑难诉求、推动上海大中小企业融通发展的重要渠道。卫丙戊向《中国电子报》记者表示，下一步，上海市中小企业发展服务中心将持续聚焦上海市专精特新企业群体，通过“上海市企业服务云”开展形式多样的创新交流活动。

“借助这朵‘沪上服务云’，上海市中小企业发展服务中心将帮助企业打通创新链、技术链、资金链、市场链、产业链、价值链，促进大中小企业融通和专精特新企业高质量发展。”卫丙戊说。

平台搭建也有助于提升中小企业专业化能力。中国人民大学国家中小企业研究院副院长、教授孙文凯向《中国电子报》记者表示，上海加大政策支持力度，组织中小企业参与产业链供需对接。以龙头企业为引领，发挥平台企业作用，建设10个大中小企业融通发展载体，促进大中小企业在研发创新、创意设计、生产制造、物资采购、市场营销、资金融通等方面全方位合作。

创新驱动 “小巨人”迸发大能量

消防装备“一物一码”，从生产、领用、状态到清洗维护、退役报废等各个环节，全部有“数字档案”。从清洗消防服细分市场切入，上海赞瑞实业有限公司依托互联网技术，自主研发打造“消防装备智能服务云平台”，依靠数字化转型开启“从制造到服务”的新探索。

插上“数字化”翅膀，加强技术创新，赞瑞是上海“小巨人”迸发大能量的真实写照。通过政府搭建的各类平台，一批脱胎于传统制造业的“专精特新”上海中小企业，通过数字化转型破茧成蝶、赢得未来。

在上海多家社区康复中心的门口，有康复需求的居民戴着口罩，各自相隔几米左右的距离，安静地排出了一条松散而蜿蜒的队伍。让这些居民排队等候的，原来是不断忙碌的AI康复机器人。

在上海，人工智能技术正在“为民办实事”，让居民在家门口就可以享受便捷、优质、整合的康复服务。

“机器人利用智能反馈技术，能够让患者有一种治疗师手把手带领他们做标准化康复训练的体验。”傅利叶智能COO郑小星对《中国电子报》记者说，传统人工或简单医疗器械设备已经不能满足患者的康复需求。傅利叶智能以康复机器人技术为核心，推出了“智能康复港”一站式解决方案，目前已在上海多家社区康复中心投入应用，给社区居民提供了智能化的康复治疗服务，大幅提升了康复科室的人效及服务质量。

科技创新让“小巨人”迸发出大能量。傅利叶智能将AI赋能康复治疗产业，已经成为新兴本土康复机器人代表企业之一。这一创新成就的背后，同样是上海政府部门的大力支持。郑小星告诉《中国电子报》记者，针对企业或者行业的创新及研发投入，政府会有相应的专项资金投入，来推动企业及行业的创新发展。

为了不断激发中小企业的内生发展动力，上海政府部门在创新支持方面做了很多工作。孙文凯向《中国电子报》记者举例，上海中小企业开发新技术、新产品、新工艺发生的研发费用，在符合国家税收相关规定的情况下，可以享受研发费用加计扣除优惠；中小企业开展符合规定的技术创新活动，可以向市科技、经济信息化部门申请科技型中小企业技术创新资金和中小企业发展专项资金支持；上海政府对中小企业符合条件的首台(套)高端智能装备、首版次软件产品、首批次新材料，按照合同金额的一定比例给予支持。

“上海政府还推动建设长三角中小企业技术创新服务平台，为长三角中小企业提供技术交易咨询、知识产权运营、产权评估、投融资等专业化、集成化服务等。”孙文凯说。

为者常成，行者常至。为了让中小企业创新源泉充分涌流，让创造活力充分迸发，上海政府将继续做好“添柴加火”和“添砖加瓦”的培育功夫。

“目前，我们正在研究制定《上海市“专精特新”企业培育行动计划》。”曹晴晴向《中国电子报》记者表示，在创新提升方面，上海将支持“专精特新”企业建设各类研发机构，到“十四五”末实现研发机构全覆盖；在数字化转型服务方面，上海将通过服务券、创新券、产业电商“双推”工程等方式，支持“专精特新”企业“上云用数”。