

先进计算应用创新白皮书

(2023)

先进计算产业发展联盟

2023 年 12 月

版权声明

本白皮书版权属于先进计算产业发展联盟，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：先进计算产业发展联盟”。违反上述声明者，将追究其相关法律责任。

前言

当前，全球正处于新一轮科技革命和产业变革浪潮之中，以 5G、云计算、人工智能、工业互联网等为代表的数字技术快速发展，深入到社会生活和经济发展的各个领域，赋能全球经济发展活力。先进计算产业扮演着重要角色，既是数字经济规模增长的助推器，又是数字经济发挥赋能作用的技术驱动力。

先进计算技术的应用推动信息和数据处理能力大幅攀升，成为前沿技术加速突破的关键力量和产业数字化转型的重要驱动，行业应用逐步走向深化，计算赋能作用愈加显著，先进计算产业与实体经济深度融合，加速向制造、交通、金融、教育、医疗等传统行业渗透，带动产业数字化转型升级，促进各行各业生产效率提升。

把握新一轮科技革命和产业变革机遇，推动现代化产业体系建设，需要深入推进先进计算产业应用。依托国内大市场加快内循环建设，推动先进计算技术与各行业进行深度融合，提高产品适配能力，推动先进计算应用规模化发展。

编制单位：先进计算产业发展联盟

参编单位：中国信息通信研究院、深圳信息通信研究院、浪潮电子信息产业股份有限公司、中电科申泰信息科技有限公司、湖南大学、曙光云计算集团有限公司、浪潮计算机科技有限公司、深圳鲲云信息科技有限公司、深圳云天励飞技术股份有限公司、上海天数智芯半导体有限公司

参编人员：孙丽明、王昊、王骏成、王翰华、刘立平、傅凯铨、杨心浩、李茹杨、董刚、杨宏斌、杨亮、王亚军、陈果、易敏、杨凯钧、王军平、路延苹、廉继尧、公维锋、祝磊、何天洪、王少军、苍锐 王晓然 杨良、余雪松、胡铭珊

目 录

一、先进计算应用发展态势	1
(一) 先进计算应用催生新的经济增长点	1
(二) 智能计算应用带来变革式发展前景	2
(三) 多国加速推进先进计算应用创新	3
二、我国先进计算应用分析	7
(一) 我国先进计算应用初显成效	7
(二) 应用核心要素取得快速发展	9
(三) 先进计算应用拉动我国经济发展	11
(四) 先进计算应用需围绕场景持续下沉	12
三、先进计算主要应用场景分析	13
(一) 科学研究	13
(二) 工业大脑	15
(三) 城市大脑	16
(四) 其他应用	18
四、应用案例	19
(一) 遥感影像统筹及卫星应用系统——湖南大学	19
(二) 工业精益智能大脑先进计算平台与应用——曙光云计算集团有 限公司	21

(三) 基于一云多芯的政务云平台——浪潮计算机科技有限公司	25
(四) 基于数据流 AI 芯片的生活垃圾全过程分类物联感知系统建设项目——深圳鲲云信息科技有限公司	28
(五) 基于高性能 AI 芯片边缘网关精准采集商圈客流画像与偏好数据——深圳云天励飞技术股份有限公司	30
(六) 基于国产人工智能计算芯片支撑体育教育姿态识别需求——上海天数智芯半导体有限公司	33
五、先进计算应用推进建议	36
(一) 构建国家、行业、地方联动的推进机制	36
(二) 结合技术特点对重点行业分类施策	37
(三) 打造先进计算应用产业生态圈	37

图 目 录

图 1 我国各行业算力应用分布情况.....	15
图 2 工业精益智能大脑先进计算平台整体架构图.....	28
图 3 浪潮超大规模多集群部署架构.....	31
图 4 生活垃圾分类物联感知系统架构.....	35
图 5 智慧商圈整体建设架构图.....	37
图 6 姿态分析应用信息传输流.....	42

一、先进计算应用发展态势

近年来，以人工智能、高端芯片为代表的新一代信息技术快速发展，先进计算面向海量数据、实时响应、多元场景、绿色安全等场景的信息处理需求，通过计算理论、计算器件、计算部件、计算系统等融合性创新和颠覆性重构，形成更高算力、更高能效、更加多样、更加灵活的计算产品，涵盖通用计算、智能计算、高性能计算、前沿计算等计算范畴，在数字政府、工业互联网、智慧医疗、远程教育、金融科技、航空航天、文化传媒等多个领域得到广泛应用。计算从最初的辅助性工具，已经转变为智慧时代发展的核心驱动力，带动技术演进、产业革新和赋能效应跃迁。

（一）先进计算应用催生新的经济增长点

先进计算应用促进新旧动能转换。算力的持续投入和算法模型、软件应用的快速演进为产业的数字化转型提供了强劲动力，通过直接改变生产方式，促进新旧动能加速转换。劳动者由人转变为“人+AI”，且数量成指数增长；劳动对象由工业时代的工业产品向“产品+数据”发展，且越用越多；劳动资料从工业设备向“工业+信息”设备迈进。在算力的加持下，工业数据的价值得以加速释放，智能引擎可以更好地优化生产资源、重构生产流程，提高制造业生产力。随着算力、算法、高速互联的发展，“车路协同”“车网互联”的智能网联汽车正加快发展，“安全、畅通、低碳、高效”的交通网络正在加速构建。基于智能计算、边缘计算、高性能计算等先进计算技术产品实现对数据的实时汇聚、监测、治理和分析，辅助宏观决策指挥，预测预警重

大事件，配置优化公共资源，支撑政府、社会、经济数字化转型。传统产业正在依靠算力实现自身转型升级，带动产业数字化进程快速发展。

先进计算应用推动数字经济发展。在数字经济时代，算力已成为继热力、电力之后新的生产力，先进计算的应用有效带动经济增长，算力本身产生了一些围绕数据产生、存储、调用等场景应用的新兴数字产业，元宇宙、大模型、智能驾驶、人机交互等新型数字化应用层出不穷，带动数字经济保持强劲增长势头。根据《中国算力发展指数白皮书（2023年）》数据显示，2022年全球算力规模增长47%，数字经济规模和名义GDP分别增长5.6%和3.8%。全球各国算力规模与经济发展水平密切相关，经济发展水平越高，算力规模越大。2022年算力规模前20的国家中有17个是全球排名前20的经济体，并且前五名排名一致，美国和中国依然分列前两位，同处于领跑者位置。与2021年相比，意大利、澳大利亚、巴西等国算力排名有所提升。

（二）智能计算应用带来变革式发展前景

垂直领域智能计算需求快速增长。以人工智能为主要推动力的智能计算正在向多元化、巨量化、生态化方向发展。2022年ChatGPT发布以来，业界对通用人工智能和AIGC等新兴人工智能技术和应用场景的关注度持续高涨，国内外各大科技公司纷纷布局并发布类似产品应用。ChatGPT等大语言模型需要的算力较大，例如，Google在2023年5月发布的PaLM-2，业界推测其算力消耗达到了84900 PetaFlop/s-day，是GPT-3的22倍，需要一个10000片GPU卡的AI

计算集群训练 2 个月的时间。同时，智能计算的应用领域也在持续扩大，各行业业务的 AI 赋能需求日趋旺盛，垂直领域对于 AI 大模型训练和应用需求快速增长，AI+自动驾驶、AI+科学计算和 AI+元宇宙也是 2022 年以来的业界产业落地热点。随着 AI 计算进一步向巨量化发展，智算中心和算力服务成为了用户获取算力的新模式。

部分场景智能计算应用开始落地。2022 年以来，人工智能技术与行业融合渗透不断深入，成为智能交通、基础科学研究、元宇宙等领域创新突破的有力抓手，多种智能计算应用场景进入落地期。在智能交通场景，新兴的 BEV+Transformer AI 感知算法成为了自动驾驶感知的主流技术路线，并大大提升了基于摄像头等廉价传感器的感知算法精度，从而为自动驾驶技术的产业化落地应用提供了基础。当前国内小鹏、蔚来、理想等车厂纷纷在量产车型上布局使用 L2+级别的辅助驾驶技术。在基础科学研究领域，AI 算法已经广泛的应用于蛋白质结构预测、分子动力学模拟、流体力学仿真等多个应用场景。在元宇宙场景，基于 AI 算法建模和驱动的数字人已经在手机语音助手、智能客户等多个场景探索落地应用。

（三）多国加速推进先进计算应用创新

1. 美国先进计算发展及应用情况

美国作为全球技术领导者，其先进计算应用广泛涉及多个领域，且均处于顶尖地位。超级计算作为先进算力对美国尖端技术研发和新兴产业培育起到了关键支撑作用。美国拥有多台位列全球前十的超级计算机，为科研、气象预报、生物医学等领域提供强大的计算支持。

全球超算 TOP500 榜单第一名的 Frontier 是美国第一个拥有 1Exaflop/s (百亿亿次浮点运算每秒) 的 HPE Cray EX 系统(百亿亿级超级计算机), 由美国橡树岭国家实验室 (ORNL) 研发, 提供美国能源部使用。美国国立卫生研究院 (NIH) 通过超级计算机在生物工程方面不断突破, 超算已在癌症早期筛查、人群中新冠传播模拟等研究中应用。在人工智能领域, 美国科技巨头如 Google、Facebook 和 Amazon 都在积极开展 AI 研究, 并将其应用于搜索、广告、语音识别等多个场景。谷歌建立神经网络模型, 人工智能逐渐在围棋、阅读理解等领域超越人类, 经过十多年的深耕后支持生成语言并在各行各业应用。OpenAI 将 transformer 与无监督的训练技术相结合的训练 GPT 模型, 2023 年 3 月在经过微调模型之后, 推出的 GPT-4 更具创造性且能接受更长文本输入。2023 年 9 月微软在 Windows 11 中全面接入集成至 PC、可在所有程序和功能中无缝使用的 AI 助手 Microsoft Copilot。

2. 欧洲先进计算发展及应用情况

欧洲通过发布实施欧洲高级计算伙伴关系 (PRACE¹) 计划、量子通信基础设施 (EuroQCI) 计划等在超级计算、量子通信、人工智能领域投入大量资源, 在云计算、物联网、工业 4.0 等领域有广泛的应用, 为各行各业提供了强大的技术支持。在超级计算领域, 欧洲高性能计算联合体拥有两台全球前五的超级计算机, 其中 LUMI 系统是安装在芬兰 CSCEuroHPC 中心的 HPECrayEX 系统, 是性能全球排名第三的系统, 可提供更精确的气候模型, 还能使人工智能更好的应用在

¹ Partnership for Advanced Computing in Europe

自动驾驶汽车、大规模社会科学分析、个体化医学研究等领域。同时，LUMI 容量的五分之一将提供给欧洲工业和中小企业，以支持欧洲企业提高科研和竞争力。另一台是安装在意大利的 Leonardo 的超级计算机系统，系统被应用于数据密集型的 AI 及 HPC 应用，如天气预报、生物工程、材料设计等。在人工智能领域，欧盟委员会 2021 年耗资 300 万欧元资助的 Robotics4EU 项目，计划推动欧洲采用人工智能机器人，确保更广泛地采用可靠的机器人技术，特别是在医疗保健、基础设施检查和维护、农业食品和敏捷生产领域。在云计算领域，2023 年 8 月，谷歌在德国开设了第二个云计算区域，是其到 2030 年在德国数字基础设施投资 18.5 亿美元计划的一部分。新的数据中心被称为柏林-勃兰登堡地区，将与法兰克福云区域一起运营，将提供诸如谷歌计算引擎、谷歌 Kubernetes 引擎、云存储、持久磁盘、CloudSQL、虚拟私有云、密钥管理系统、云身份和秘密管理器等服务。在工业互联网领域，欧盟也有诸多应用，智能电网为其中典型，通过智能电表与电网基础设施建设使可再生资源得到更高效利用。

3. 日本先进计算发展及应用情况

日本在超级计算机、光子计算机、量子通信以及半导体数字技术等方面处于优势领先地位。在超级计算机领域，日本东京工业大学和富士通于 2023 年 5 月宣布，将在 2023 年度内使用全球排名第二的超级计算机 Fugaku “富岳” 开发高级生成式人工智能 AI，共同构建以日语为中心的基础技术，从 2024 年开始向日本国内企业无偿提供。在光子计算机和量子通信领域，日本电报电话公司（NTT）、东京大

学和理化学研究所 2021 年表示已开发出使用光子的新型计算机的核心技术，计划到 2030 年制造出高性能实物机型。2023 年 3 月，三家机构联合开发了一项新技术，将最先进的商业光通信技术应用于光子学领域并在美国科学期刊《Applied Physics Letters》上发表论文，通过实现超越现有驻波量子计算机的行波系统，成功测量了世界上最快的 43 GHz 实时量子信号。此外，日本计划在 2020—2030 年间建成绝对安全保密的高速量子通信网。在半导体数字领域，日本经济产业省 2021 年宣布确立半导体数字产业战略，扩大国内生产能力，加强与海外的合作，联合开发尖端半导体制造技术，促进绿色创新，优化国内半导体产业布局，确保生产能力并加强产业韧性。

4. 韩国先进计算发展及应用情况

韩国通过发布实施《量子信息通信中长期推进战略》、《国家超高性能计算创新战略》、《超大型人工智能竞争力提升计划》等推进计划，在量子通信、高性能计算、人工智能等领域有着深刻广泛的应用。在量子通信领域，韩国 2015 年宣布投资电信运营商 SKT 分阶段建设覆盖全境的量子通信网络，并逐步在政府和商业网络中采用量子加密技术。韩国 SK 宽带公司 2022 年宣布，成功在韩国国家融合网骨干网（中枢网）上使用了量子密码技术，这是世界上的首次尝试，可为国家机密事项和个人信息等提供保护。在高性能计算以及人工智能方面，韩国科学技术信息通信部 2023 年 2 月揭幕一个大型人工智能研究计算数据中心，该中心是一个拥有 35 千兆次浮点运算(PFlops)计算机的计算实验室，可让多达 100 名研究人员同时进行包括超大规模

模深度学习、时空推理和语音合成等项目，并且能够整合地方大学、企业、研究中心的人工智能能力，建立全国人工智能研究网络。

二、我国先进计算应用分析

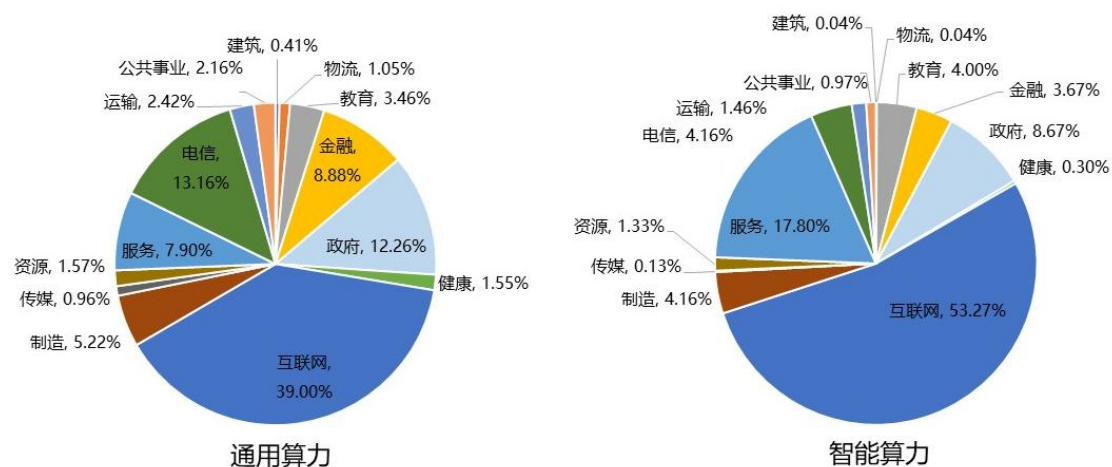
在智能变革的驱使下，我国传统行业纷纷拥抱先进计算，相关领域的技术研究和应用不断提速。一方面先进计算正加速向政务、工业、交通、医疗等各行业各领域渗透，另一方面，围绕“大算力+大数据+大模型”的智能算力成为各行业应用的焦点。总体上我国先进计算应用处于初期阶段，在智慧城市、智慧交通、工业制造、智慧能源等领域已有小范围落地应用，大规模、可复制应用有待时日。

（一）我国先进计算应用初显成效

从基础设施看，我国算力基础设施不断完善，超算中心、智算中心、数据中心同步建设。2022年，京津冀等8个国家算力枢纽建设进入深化实施阶段，新开工数据中心项目超60个，新建数据中心规模超130万标准机架。随着人工智能技术的融合创新发展，智算中心成为新基建的热点，截至目前，全国至少有30座城市已经建成或正在建设智算中心，不包括企业自主建设的智算中心。在这些城市中，既拥有超算中心又拥有智算中心的城市包括天津、太原、济南、西安、长沙、成都、重庆、广州、深圳、无锡、昆山等11座城市。基于算力需求的迅速增长，不少智算中心的建设规划多期，不断扩容其计算能力，如武汉人工智能计算中心先后完成了规划中的两期建设200PFlops目标，但由于算力很快饱和，当前正在加速扩容至400PFlops。据估算，“十四五”期间，对智算中心的投资可带动人

工智能核心产业增长约 2.9~3.4 倍。

从行业应用看，我国先进计算应用正从互联网等 IT 传统领域，逐步向政务、电信、金融、制造、服务、教育等传统行业拓展。在通用算力领域，互联网行业仍是算力需求最大的行业，占通用算力 39% 的份额；电信行业加强算力基础设施投入力度，算力份额首次超过政府行业，位列第二。政府、服务、金融、制造、教育、运输等行业分列三到八位。在智能算力领域，互联网行业对数据处理和模型训练的需求不断提升，是智能算力需求最大的行业，占智能算力 53% 的份额；服务行业快速从传统模式向新兴智慧模式发展，算力份额占比位列第二；政府、电信、制造、教育、金融、运输等行业分列第三到八位。超算/高性能计算领域，算力服务以 56% 的比例占据第一，超算中心占 18% 排名第二，大数据、云计算和教育科研分别以 6%、4% 和 4% 紧随其后。算力应用场景向工业制造、城市治理、智能零售、智能调度等领域延伸，“工业大脑”和“城市大脑”建设初具规模，激发了数据要素驱动的创新活力。



来源：中国信息通信研究院、IDC

图 1 我国各行业算力应用分布情况

从消费终端看，先进计算助推信息消费与智能终端持续升级。移动数据流量消费规模继续扩大，用户数量快速增长。随着 5G 和物联网的规模建设及人工智能的应用普及，算力加速由云端向边侧、端侧的扩散，边端计算能力持续增长，推动高清内容、视频制播、AR 导航、云游戏、智能家居等新兴应用的推广，进而促进移动数据流量的规模扩大和用户数量增长。2022 年我国移动互联网流量实现快速增长，接入流量达 2618 亿 GB，比上年增长 18.1%，蜂窝物联网用户规模持续扩大，三家基础电信企业发展蜂窝物联网用户 18.45 亿户，全年净增 4.47 亿户。智能终端算力提升成为新的增长需求。手机、电脑等终端生成并存储了海量数据，终端侧私有数据和推理计算是终端应用能力的重要方向，可直接运行在手机和电脑等智能终端上的私有化 AI 模型成为“大模型时代”的新需求，对终端的智能算力水平提出了更高的要求，推动终端产品计算方式的迭代升级。

（二）应用核心要素取得快速发展

算力产业加速壮大升级。经过多年发展，我国已形成体系较完整、规模体量庞大、创新活跃的计算产业，在全球产业分工体系中的重要性日益提升。当前，我国计算产业规模约占电子信息制造业的 20% 以上，2022 年我国以计算机为代表的计算产业规模达 2.6 万亿元，计算技术国内有效发明专利数量位列各行业分类第一，产业高质量发展新格局正加快构建。整机市场份额不断攀升，通用计算领域，根据 IDC 数据显示，浪潮、新华三、华为、中兴、宁畅排名我国服务器市场前

五名，国产品牌市场份额合计接近 81%。智能计算领域，浪潮、新华三、宁畅排名我国人工智能服务器市场前三名，国产品牌市场份额达 79%。高性能计算领域，我国超算系统占有量与制造商总装机量均保持全球领先。

算法模型持续创新演进。在算法创新、算力升级等技术因素推动下，人工智能模型产业快速发展，在大模型发展的过程中，伴随着产业结构调整和需求的变化，AI 模型也在不同维度演进。目前，中国和美国研发的大模型数量占全球总数的 80%以上，中国大模型数量排名仅次于美国。我国前期在人工智能领域的各项部署为大模型发展奠定了坚实基础，已经建立起涵盖理论方法和软硬件技术的体系化研发能力，形成了紧跟世界前沿的大模型技术群。数据显示，截止至 2023 年，我国参数规模在 10 亿以上的大模型总数量达 79 个。

数据利用率提升空间大。算法模型从技术理论到应用实践的落地过程依赖于大量的训练数据。训练数据越多、越完整、质量越高，模型推断的结论越可靠。IDC 发布的数据显示，中国数据量规模将从 2022 的 23.88ZB 增长至 2027 年的 76.6ZB，年均增长速度 CAGR 达到 26.3%。其中企业数据量占据 70%，而目前仅有 24%的数据被用于分析或人工智能决策，这意味着企业将有更大的机会和空间来挖掘有价值的信息。随着人工智能、区块链、IoT 等新兴技术的发展，中国乃至全球的基础数据服务规模都高速增长。未来智能制造、元宇宙、生成式 AI 等复杂智能场景的实现，将对人工智能基础数据服务提出更高的要求。

（三）先进计算应用拉动我国经济发展

先进计算应用推进各领域数字化转型。先进计算的应用使得数据的处理和分析变得更加高效、准确，庞大的数据量可以更加高效地被挖掘和利用，为产业数字化提供了强大的基础支持。在算力基础设施的不断完善下，我国的算力已经赋能千行百业，以云服务为主要代表的算力服务不断普及，涵盖应用、软硬件产品和设施等的产业生态不断完善，有力促进了各领域数字化转型。我国产业数字化规模达到41万亿元，同比名义增长10.3%，占数字经济比重为81.7%，占GDP比重为33.9%。依托算力总量的持续增长和算力类型的不断丰富，以制造业为代表的重点行业加快数字化转型步伐，对数字经济的增长起到了关键作用。先进计算应用不断向生产领域渗透，提高传统制造业的产品质量和竞争力，打造数字经济形态下的新产业，推动我国产业体系整体升级。

先进计算应用拉动我国GDP增长。算力规模与经济发展水平呈现出显著的正相关关系，在数字经济时代，先进计算的应用为拉动我国经济增长起到关键作用。统计数据显示，2022年，我国算力规模增长50%，数字经济增长10.3%，GDP名义增长5.3%。与全球相比，我国算力对GDP增长的贡献突出，在2016—2022年期间，我国算力规模平均每年增长46%，数字经济增长14.2%，GDP增长8.4%；全球算力规模平均每年增长36%，数字经济规模增长8%，GDP增长4.7%。同时，先进计算带动产业结构、基础设施、技术创新、人才建设等各项拉动经济发展的因素共同迭代升级，促进数字技术与实体经

济深度融合，形成新的经济增长点，元宇宙、大模型、智能驾驶、人机交互等新型数字化应用层出不穷，新业态新模式拓宽了消费市场的新空间、创造了经济发展的新机遇。

（四）先进计算应用需围绕场景持续下沉

我国先进计算应用市场仍有待挖掘。我国具有全球体量最大、用户最活跃的数据市场和以自动驾驶、物联网、人工智能、智能制造等为代表的庞大的应用市场。从场景应用维度看，智能化场景在行业的落地随着时间的推移，正呈现出更加深入、更加广泛的趋势。先进计算+智能制造利用人工智能技术、机器视觉提升人类对图像信息的处理能力，利用边缘计算、数字孪生等技术精准企业化智能化决策。先进计算+城市大脑通过城市一体化计算平台、城市数据资源平台和人工智能开发服务平台，实现城市运行态势一屏统揽、城市运行体征的全局检测，全面赋能感知型的城市治理中枢。先进计算+自动驾驶搭载先进传感器装置，运用人工智能逐步向智能移动空间和终端应用转变。先进计算+超高清视频实现产业能级跨域式提升，边缘端编解码与云端渲染处理展现内容质量对算力的多样牵引。

先进计算技术与应用仍存在障碍。先进计算的应用推广涉及技术产品本身特性、计算与场景融合效率、商业模式创新等多个环节。当前面临技术赋能尚未完全释放、技术产品缺乏生态适配、商业推广不可持续等问题。一是技术方面，当前先进计算技术对行业赋能作用仍未完全释放，工业、农业等场景仍以边缘低算力应用为主。二是适配方面，先进计算产品仍存在生态适配问题，行业用户使用成本高，未

形成产业生态。三是商业方面，缺乏代表性应用，未起到引领作用，成本敏感行业缺乏投资信心，安全敏感行业存在准入障碍。未来先进计算将在化学反应、材料设计、药物合成、密码破译、大数据分析、机器学习、军事气象、核武器研究等方面起到决定性作用，产生颠覆性影响。尽管先进计算具有极强的产业带动作用，但是随着传统产业的智能化实践逐步深入，单点应用的模式将难以满足用户的智能化预期，先进计算技术需要围绕应用场景需求进一步下沉，通过产业智能化重塑与实体经济深度融合，完成从供给侧的技术驱动导向转向需求侧的场景化应用主导转型。

三、先进计算主要应用场景分析

根据应用场景和技术特点，先进计算应用可分为通用型、专用型和混合型三类。其中，通用型是指能够广泛应用于多个领域的先进计算应用，如人工智能、仿真软件、虚拟现实等。专用型是指针对某一领域或具体问题而开发的先进计算应用，能够为该领域的科学研究和工程开发提供支持，如气象预测、航空模拟、生物医学等。混合型是指将通用型和专用型先进计算应用进行组合和创新，形成一种更为灵活、高效和智能化的计算应用模式，如智慧城市、智能制造等。本次主要围绕科学研究、工业大脑、城市大脑等先进计算典型应用场景展开分析。

（一）科学研究

科学计算是利用计算机再现预测和发现客观世界运动规律和演化特性的全过程，包括建立数学物理模型，研究计算方法，设计并行

算法，研制应用程序，开展模拟计算和分析计算结果等过程。科学计算需要处理的问题是科学研究和工程技术中遇到的数学方程或数据相关的计算，比如天气预测、地震预测、核爆炸破坏强度、飞机设计、汽车设计、水坝设计等问题都可以应用科学计算的方式。

1.气候模拟

气候模拟是一个复杂的过程，涉及大量的物理、化学和流体动力学方程。为了“运行”一个模型，科学家需要将地球划分为一个三维网格，应用基本方程评估结果，这些模型需要考虑大气、海洋、陆地表面和冰层之间的相互作用。在气候模拟中，高性能计算提供了大量的计算能力，使得模型能够迅速地进行运算；大数据处理则确保了所有的气候数据都可以被充分利用；而人工智能技术可以用于优化模型，预测气候变化或者寻找气候数据中的模式。例如，利用光子传输速度极快的优势，基于光子计算分析大规模的气候模型，不仅可以大幅提升计算速度，还能有效降低能耗；利用集成了深度学习加速技术的 AI 可扩展处理器不仅可以提高 AI 工作负载的性能，还为确保模拟的准确性和效率提供了关键的技术支持。

2.能源探测与开采

能源探测与开采涉及大量的地质、地球物理和化学数据的处理和分析，需要高效地处理和分析大量的地震数据、生成准确的三维地下模型、预测油田和矿藏的位置、以及实时监测地下的温度、压力和化学成分。例如，地下三维建模和大规模地质数据存储。采用高性能的图形处理单元（GPU）进行大量的数据处理和地震数据分析已经成为

开采行业的新标准。地震数据处理在石油和矿产勘探中起到了至关重要的作用，它要求极高的计算能力以确保数据的准确性和及时性。利用 GPU 不仅可以显著提高数据处理速度，还能帮助生成准确的三维地下模型，能够更准确地预测油田和矿藏的位置。基于“云存智用”的存储解决方案为大规模的地质和地下数据存储提供了一个革命性的方法。在这种环境中，数据的安全性和访问速度成为了主要的挑战。这种先进的存储方案不仅强化了数据的安全性和可靠性，还为分析工具提供了高速数据访问的能力。高速访问确保了数据可以被高效地处理和应用。

3. 生物医药研究

生物医药领域是一个高度复杂和多变的领域，涉及到基因、蛋白质、细胞和生物分子的研究，研究领域包括大数据分析、基因序列比对、药物分子模拟、药物效果和副作用预测等。由于生物医药数据的复杂性和巨大量，传统的计算方法很难满足实时、高效和准确的需求。因此，先进的计算技术，如光子计算、量子计算和云计算，成为解决神经形态计算、基因组组装、基因序列比对、药物研发和基因测序等挑战的关键。神经形态计算作为先进计算的新兴子领域，模拟人类大脑的学习和处理方式，为生物医药研究提供了全新的视角和方法，这种方法不仅使物理神经网络运行更加高效，而且能够更好地模拟和解释生物现象。

（二）工业大脑

工业大脑是企业全生命周期数据管理的神经中枢，将工业企业的

各种数据进行布局 and 融合，在上层构建工业数据中台，用智能的算法将数据的价值挖掘出来，实现数据采集监控、工业现场管控、设备智能控制、生产管理优化、产品质量检测、柔性化生产、供应链协同、设备预测性维护、备件备品管理、数字仿真、远程运维、安全预警等功能，快速提升工业制造水平。

工业大脑以工业大数据系统的工业数据为基础，依托硬件基础能力和训练、推理运行框架，完成工业数据建模和分析。随着工业数据的快速增长，工业大脑需要处理的数据量也在日益增加，这要求工业大脑具备强大的数据处理能力。现代工业大脑的建设，已经引入了高性能服务器、AI 服务器、工控计算机、工业服务器、计算芯片等先进计算技术产品，以确保数据处理的高效、准确。例如，可以使用高性能的 GPU 进行大规模并行计算，处理海量的工业数据，从而实现实时的数据分析和预测。这对于工业生产的优化调度、设备故障的预测等应用场景具有重要的价值。云端 AI 芯片和边缘 AI 芯片为计算机视觉技术，特别是产品质量检测和自动化装配等应用，提供了强大的计算支持，不仅提供了高效和稳定的计算能力，还具有低功耗的特点，确保生产过程中的连续性和稳定性，为制造业带来了显著的效率提升，同时也为产品的质量和性能提供了有力的保障。

(三) 城市大脑

基于先进计算技术建设的城市大脑已成为赋能城市治理能力与治理体系现代化的重要底座。作为智慧城市中枢系统，城市大脑的诞生促使了基础设施趋于智能化。智能计算中心作为承载智能计算需求

的算力中心，成为技术发展和需求变化的必然趋势。随着人工智能的快速发展，传统面向通用计算负载的 CPU 架构已经无法完全满足海量数据的并行计算需求，可提供异构计算、加速计算、可编程计算等人工智能并行计算需求的智能计算中心为城市大脑提供了更多可能。

城市大脑通过智能计算、边缘计算、高性能计算等先进计算技术产品对城市全域运行数据进行实时汇聚、监测、治理和分析，全面感知城市生命体征，辅助宏观决策指挥，预测预警重大事件，配置优化公共资源，保障城市安全有序运行，支撑政府、社会、经济数字化转型。城市大脑在新型智慧城市建设中的赋能应用，包括数字孪生城市、智能化城市数据分析、环境仿真模拟、智慧交通、数字安防、智慧水务、智能机器人等典型应用场景，推动数据资源、算力、算法和应用场景共享共用。

1.智慧安防

智慧安防是基于智能化的视频监控系统，通过各种有线、无线网络，整合城市各类视频数据，建设一个庞大的城市公共安全防控体系，实现对城市公共区域的全面监测。AI 芯片可以实现高效的图像和视频分析，如人脸识别、行为分析等，从而实现更智能的安全监控。利用云计算技术和大数据分析，对海量的城市视频进行存储与处理，挖掘出犯罪行为的模式和趋势，对潜在的犯罪风险进行预测和预警，实现事前积极预防、事中实时感知和快速响应以及事后的快速调查分析。除此之外，智慧安防还通过智能调度和协同平台，集成各类传感器和监测设备，实时获取地震、火灾、交通事故等突发事件的信息，

并实时分析和预测事件对城市的影响及调度需求，更好地指导各应急部门的行动。

2.智慧交通

智能交通结合物联网、大数据和先进计算技术，捕获和分析大量的交通数据，提供实时的交通流量监控和分析能力，可以精确地预测和指导交通流动，优化路线，有效减轻城市交通拥堵。不仅简化交通管理，还为城市居民提供高效、顺畅和智能的出行体验。GPU可以快速处理大量的视频流数据，实时检测和识别车辆、行人等信息，从而实现实时交通流量监控和预测，提高城市交通管理的效率和精确度。利用AI技术和高峰值算力平台，可以实时分析全城的视频数据流，从中提取关键信息，如路上的车辆数量、行人流量等，实时地分析全城的视频数据流，从中洞察到交通流量的变化趋势和模式，实现对城市交通流量的精确分析。这种实时的数据分析能够清晰地反映城市的实时状况，并预测可能的交通拥堵、安全隐患，从而提高城市的安全性、城市管理的效率和效果。

（四）其他应用

在智慧农业中，物联网和大数据的结合使得实时监测农田环境成为可能，为农作物种植和管理提供了科学的数据支撑。医学领域也通过计算技术得到了巨大的革新，特别是在医学影像分析中，深度计算能够帮助医生更加精确地分析和诊断各类疾病，大大提高了医疗的准确率和效率。同时，自动驾驶汽车已成为交通领域的新热点，通过整合传感器、大数据和人工智能技术，不仅实现了车辆的自动驾驶，还

确保了道路的安全和效率。这些产业应用都在向我们展示，先进计算正在深刻地改变我们的生活和工作方式。

四、应用案例

（一）遥感影像统筹及卫星应用系统——湖南大学

遥感影像统筹及卫星应用系统是遥感影像统筹的业务支撑系统，建有数据、运维、统筹管理和服务、应用四大中心，形成集遥感数据资源的统筹、整合、管理、发布、在线服务、应用搭建和运维保障为一体的多功能复合型城市管理大脑。

1. 实施情况

本系统由湖南大学与湖南省第二测绘院联合研发，依托国家超级计算长沙中心一流的超级计算平台，汇聚多源异构海量航空、航天遥感影像数据。收录了全球 159 颗主流遥感卫星超 2000 万条的元数据、上世纪 60 年代至今的国内外影像数据，实现 2 米级影像月度基本覆盖、1m 级影像季度全覆盖、0.5m 级影像年度全覆盖。本系统在自然资源调查监测、国土空间规划、地质灾害调查监测等业务领域深入应用，为湖南省自然资源、农业、应急等 20 余个厅局行业提供数据和服务资源。目前已向湖南省各单位累计推送原始卫星影像近 76.30 万景、低精度正射影像产品超 53.34 万幅，数据价值约为 122.13 亿元，节约资金超 118.98 亿元。

2. 技术创新与突破

本系统以“研发遥感产品+高性能计算—建设卫星云遥系统—推广应用及管理决策”为主线，主要技术创新与突破如下：

(1) 中心化的卫星数据供应模式。真正打通了一对多的中心化卫星数据链路,通过云端接口实现了国内主要卫星供应商到省卫星中心全天候、无人值守的在线实时数据传输,数据更新 T+0。

(2) 卫星资源的一站式目录检索。系统“全球检索”功能可以零门槛一站式搜索所需的数据目录,快速查询到数据源和卫星源。打破了以往数据查询需要挨个卫星官网查询繁琐的问题,目前系统已入库了超两千万条原始卫星数据。

(3) 全天候自动数据处理和服务。构建了全球网格索引机制,基于国家超级计算长沙中心超级计算算力优势,实现了遥感数据无切片服务发布,使卫星遥感数据实时服务发布成为可能。重点突破了无切片影像快速服务发布技术,实现了卫星影像无数据冗余的服务发布,能够让影像数据发布时间从常规的数十分钟压缩到几分钟以内。发布了湖南省自 1960 年至今所有国产陆地公益卫星的单景快速动态服务产品,能够零门槛服务于各类调查监测各行业业务需求。

(4) 智能化卫星轨道仿真预测,打造行业领先的调度模式。卫星云遥轨道仿真及预测模块是基于 WebGL 开发的 3D 地球展示下的遥感卫星轨道,通过实时同步卫星测控机构获得全球主流 159 颗遥感卫星 TLE 轨道参数,可以实时修正轨道预测准确度,本功能可以选择指定行政区、指定时间段预测所有遥感卫星的过境及覆盖情况。此外还考虑了不同卫星的测摆能力,在国内首次引进气象云图的精准拍摄预测,能够提供 15 天内的气象云图和卫星轨道预测信息,尤其是针对湖南多云多雨的天气,能够有效分析卫星全覆盖概率。

(5) 自动检测和提取的业务应用，打造零门槛 AI 识别入口。我省属于最早将遥感影像自动变化检测和自动提取算法应用于实际业务的省份，打通了技术链提升了自动提取的准确度，显著减少了人工筛查的工作量。

3. 商业和社会经济价值

构建了全省“1+N”卫星监测工作机制，开展违法用地、耕地数量、农民建房等方面监测，实现全面的数据和技术保障；强化执法督察，严格耕地保护和用途管制，坚决制止耕地“非农化”行为。此外还应用于审计、水利、自然资源、国土空间、地质灾害等领域业务多项专题监测，为自然资源、农业、应急等 20 余个厅局行业提供数据和服务资源。2019 年以来，本系统已向湖南省各厅局单位累计推送原始卫星影像近 76.30 万景、低精度正射影像产品超 53.34 万幅，数据价值约为 122.13 亿元，节约政府财政资金超 118.98 亿元。本系统使数据获取的成本更低，数据更新更有保障，为地理空间大数据的发展奠定坚实基础。

(二)工业精益智能大脑先进计算平台与应用——曙光云计算集团有限公司

工业大脑作为工业互联网、大数据和人工智能等新一代信息技术与制造业深度融合的产物，以工业领域的工厂、企业和产业链等不同层次的数据到知识、知识到决策的全链条闭环管控中枢神经智能计算为技术底座，以精益管理为核心，实现工厂生产过程、企业管理过程、产业链资源配置等全场景、全链条、全过程的智能化优化与精准调控。

1. 实施情况

工业精益智能大脑先进计算平台由曙光云计算集团有限公司、中国科学院自动化研究所、北京赛博云睿智能科技有限公司联合搭建。在中国科学院自动化研究所类脑网络组理论与方法指导下，依托中科曙光自主研制自主可控的计算存储一体化软硬件平台（包括高效计算服务器、AI服务器、工控计算机、工业服务器等先进计算技术产品）搭载国产芯片作为工业大脑技术底座，搭建工业大脑的高效环境，适配北京赛博云睿自主研制的工业大脑软件平台，最终形成工业精益智能大脑先进计算平台，贯彻以“精益管理”为核心，从工业资产数字化、业务流程高度自动化、服务智能化和决策科学化等维度，建立工业智能先进计算范式及高效服务模式，取得了缩短产品生产周期、提高设备利用率和生产效率等显著成效。



图 2 工业精益智能大脑先进计算平台整体架构图

2. 技术创新与突破

(1) 云边端高效协同作业一体化管控系统

针对工业大脑核心技术底座自主可控问题，研制出了工业大脑的云边端高效存算一体化作业管控系统，可自动适配中科曙光研制的高效计算服务器、AI服务器、工控计算机、工业服务器等先进计算技术产品，具体功能包括：1) 支持边云算力资源自适应适配系统，可支撑适配国产全栈主流硬件、云操作系统和边缘端轻量化芯片和嵌入式系统，算力资源自适应协同调度，使得达到云端单机32位浮点性能 $\geq 100\text{TFlops}$ 的性能指标；2) 支持云边异构算力的自适应调度与优化系统，构建大规模异构算力可靠稳定运行图谱，建立大规模任务的作业调度、实时监控和优化技术；3) 支持设计基于拓扑分拣定向循环图的多任务工作流自适应分布式并行调度器，实现任务参数服务器与资源管线动态精准匹配，实现多任务弹性管线与异构资源团簇自适应匹配精准管控，任务序列计算容量自动负载均衡、动态交换和故障自动切换等功能。

(2) 多领域亿级产业脑认知图谱系统

针对制造数据质量和可靠性问题，研制出基于“神经+符号”的多领域亿级产业脑认知图谱系统，具体功能包括：1) 支持基于符号逻辑表示的大规模图数据库管理系统，可支撑创建52个细分产业领域知识图谱，数据存储容量超过1亿条；2) 支持基于图神经网络的认知推理计算系统，可支持开展语义标注、实体识别、关系抽取、概念挖掘和属性抽取归一化处理计算，开展工业机理知识认知计算；3)

支持知识全领域开放共享数据交换系统，可支撑不同领域不同行业的企业和政府端产业数据高效采集、有效整合、可信开放共享。

（3）工业机理认知建模、推演及模型验证管理系统

针对工业领域的知识和数据双重驱动的精准建模分析问题，采用人工智能的多元博弈推演基本准则，开展产业大脑认知建模、推演及模型验证管理平台研制，实现功能包括：1）支持复杂动态场景态势智能感知系统，可支撑对 52 个细分产业领域场景多样性运行态势精准感知与编码、阐释经验特征库构建等功能；2）建立工业要素主体运行态势决策评估模型库，可支持对采用认知推演技术，完成产业运行态势预判、推理、评估、创新路线支撑、运行分析、实时监测和全景式可视化呈现等模型库构建、模型评估和场景自适应适配；3）支持构建精益管控机理模型库及开放管理模式，可支撑不同领域不同行业的企业端和政府端，构建工业“强基础、补短板、防风险”等保障体系。

3. 商业和社会经济价值

通过全面打通整个产业链并协调供需，企业可以简化其运营流程，从而降低运营成本，实现效率提升；平台将促进企业之间的协作，推广关键技术共享和协同制造，带来创新和提高产品/服务质量，实现协同转型。平台可以帮助企业改进供应链运营过程，预期提高效率 10%到 20%。通过优化供应链管理和生产过程，企业减少能源使用和碳排放，预期降碳达到 15%至 25%，平台能够减少信息不对称、创新融资模式，预期整体降低贷款利率和其他融资成本 5%到 15%。通过

产业结构调整，资源配置优化，有望释放产业价值 100 亿左右。

(三)基于一云多芯的政务云平台——浪潮科技有限公司

为解决政务平台规划不科学、管理效率和系统性能较低、应用孤岛现象严重和过度依赖国外硬件产品的问题，提出建设“基于一云多芯的政务云平台”的目标，通过科学规划实现“互联网+政务服务”等“城市大脑”关键功能，推进城市治理体系和治理能力现代化；通过政务云平台底层建设全面应用国产基础软硬件，兼容多种创新技术路线，承载各类政务创新技术软硬件应用，实现政务云平台全面改造。

1. 实施情况

项目以浪潮创新技术服务器为算力基座，搭载浪潮云平台结合其他基础软硬件产品。总体上，平台建设采用“分层解耦、异构兼容”的总体架构，基于虚拟化、容器、裸金属等技术综合应用，通过构建物理分散、逻辑一体的一朵云，实现政务基础设施云平台“一云多芯”架构下的 C86(国产 X86)、ARM(Advanced RISC Machine)、LoongArch(自主指令系统—龙架构)等不同技术路线设备的动态扩展、弹性伸缩，确保算力的高效供给。

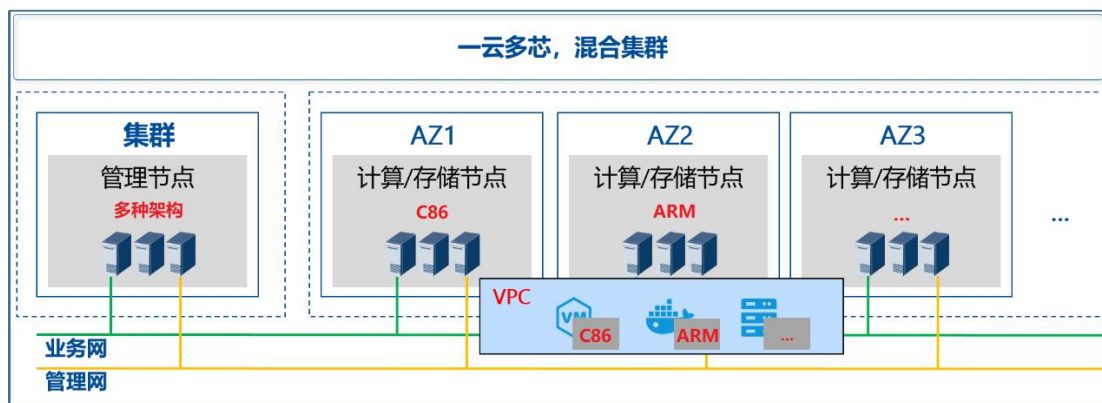


图 3_浪潮超大规模多集群部署架构

其中硬件层面，依托浪潮高性能创新技术服务器搭建构建了算力底座平台。该浪潮服务器采用 HG 7000 系列高性能处理器，以及百敖固件、网迅网卡、浪潮 NVME 硬盘（非易失性存储器）等大量自研元器件，整机关键器件创新程度达大幅提升。

软件层面，浪潮创新技术云平台，可对多技术路线服务器统一管理，实现“一云多芯”。配置浪潮服务器虚拟化系统、分布式存储系统、全局分布式软件 SDN(Software Defined Network) 授权支持 VLAN(Virtual Local Area Network)、VxLAN(Virtual eXtensible Local Area Network)、安全组、虚拟路由器、虚拟防火墙等功能。配置多云管理平台，满足中等规模虚拟化用户和超融合用户的上云需求。通过接入虚拟化管理平台北向接口，实现对多套浪潮服务器虚拟化资源池、浪潮超融资源池及其他三方虚拟化资源池的统一管理。同时，多云管理平台建立了适合云服务模式的多租户、用户分级管理体系，使用户可以通过标准审批流程自助创建云主机等云资源，简化了云数据中心管理员的运维工作，提升了企业信息基础设施的运行效率。

2. 技术创新与突破

(1) 新一代开放架构云

项目建设方案采用了当前云计算领域最主流的虚拟化云技术。采用开源技术架构虚拟化技术使用户具有更大的技术选择权和范围。虚拟化云平台针对自身的南北向对接提供了很好的开放性和兼容性，南向对接服务器硬件平台，虚拟化可直接部署在各类 CPU 路线的服务器之上。

（2）超大规模部署能力

云平台支持单一集群大规模纳管能力，能管理 20000+虚拟机规模、10 万+监控项，多级数据中心管理；支持虚拟机、网络、路由、存储、登录认证用户等 1000+并发规模；支持持续可扩展性，解决多个集群资源不统一管理的问题；在超大规模场景下的产品能力，能提前发现超大规模场景下出现的问题与性能瓶颈并进行解决，提高系统的稳定性和可维护性。

（3）多架构混合云管理

实现对已有 X86 云平台与新架构的虚拟化云进行统一管理，符合从易到难，从非关键到核心的创新需求，保证用户业务使用的平滑过度，简化创新技术实现路径；云管平台具备南北向开放能力，避免绑定，为未来用户公有云、其他三方云操作系统和运维管理系统等接入提供可能。通过结合研发高性能存储，在 I/O 栈进行了全方位的性能优化，简化了从虚拟磁盘到物理磁盘的数据传输通道，刷新两路服务器上虚拟化软件性能测试成绩。

（4）创新技术高端服务器自主设计

浪潮整机服务器突破了多路可控处理器堆叠应用所带来的硬件架构设计、高速信号设计测试、可控芯片电源完整性设计测试、互联性能优化调整设计等技术难点，研制了一套可控的软硬件自修复系统架构，提出多层次内存数据访存技术和异构混合内存技术，解决了内存性能和磁盘性能不匹配的问题，打破国外系统监控固件的垄断局面。服务器的稳定性、可靠性和可用性实现了大幅提升，加速推进了

我国自有服务器进程。

3. 商业和社会经济价值

该项目围绕创新技术高端服务器整机主航道，以解决方案为支撑，行业应用场景为牵引，联合产品、方案、服务类合作伙伴，打造出具备浪潮特色的“全路线、跨平台、多层次”的创新技术产品生态体系。带动零部件、软件和外设等创新产品生态链协同发展，减轻党政和行业客户在电子政务、高性能计算、关键应用处理等关键领域应用顾虑，帮助用户建立起安全可控的信息技术平台管理体系，满足各行业的云计算、大数据、人工智能等场景应用需求。

（四）基于数据流 AI 芯片的生活垃圾全过程分类物联感知系统 建设项目——深圳鲲云信息科技有限公司

鲲云科技针对超一线城市生活垃圾管理存在的量大、分类难、处理难、监管难等问题，联合深圳福田城管局共同落地基于数据流 AI 芯片的生活垃圾全过程分类物联感知系统建设项目，项目通过移动互联网、物联网、5G/4G 通讯、大数据、云计算、人工智能等技术，掌握福田区垃圾分类覆盖率、居民参与率、投放正确率等数据，实现对生活垃圾分类全过程动态智能监管服务，进一步提升福田区生活垃圾分类精细化智能管理水平，实现了提高生活垃圾分类质量、再生资源增量和有害垃圾减量的效果，赋能新型智慧城市精细化管理，保障城市安全有序运行和日常民生需求。

1. 实施情况

项目作为“城市大脑”中定位在社会管理的智慧城管业务，基于

区政务云运行环境为本项目的实施提供了良好的机房，以及网络与安全相关设备。基于 5G 专网、人工智能和物联网等的应用，在基础设施层，即生活垃圾分类前端部署 RFID 读卡器、RFID 标签、摄像机、智能分析盒等设备，采集生活垃圾全过程分类物联感知数据，统一接入区视频联网及智能应用平台、物联感知平台和 AI 中台，通过大数据平台实现数据互通共享，打造集分类垃圾收运预约、前端投放数据采集、中段分类收运监控和末端处理监管于一体的生活垃圾全过程分类物联感知系统。



图 4 生活垃圾分类物联感知系统架构

2. 技术创新与突破

项目采用前端摄像头和云端分析服务的创新模式，采用 5G 专网+AI 集中计算模式，建立事件采集和处置的闭环管理机制，并在其中采用国产自主可控的数据流 AI 芯片 CAISA，其高算力性价比和软硬一体的优势让项目的整体算力投入较其他项目少，效果更优。

本项目中采用的底层 AI 算力芯片 CAISA 基于其可重构数据流技

术，通过数据计算与数据流动重叠，减少计算单元的空闲时间，最大化利用芯片计算资源，最高可实现 95.4% 的芯片利用率。对标于国际同类产品，CAISA 芯片在芯片成本为 1/3 的情况下，可提供最高 4.12 倍的实测性能，实现芯片实测算力上的技术突破，为 AI 应用提供极致性价比算力。

3. 商业和社会经济价值

通过本项目的建设，投放点将建成具有智能识别垃圾不分类投放、垃圾不破袋、垃圾落地、垃圾溢出等垃圾分类不规范行为的 AI 督导功能，系统平台自动生成告警信息，并推送给相应责任人整改，最终形成闭环处理。项目建成后，人工投入及项目运维投入至少缩减 20% 以上。本项目覆盖全区 3000 个投放点，为福田区垃圾分类智能化监管提供支撑，也为全市生活垃圾全过程分类物联感知系统建设提供先进经验，未来将在更多区域、更多的关联词场景助力可复制、可推广的整体智治格局形成。

（五）基于高性能 AI 芯片边缘网关精准采集商圈客流画像与偏好数据——深圳云天励飞技术股份有限公司

云天励飞针对智慧商圈统计客流画像数据不精准、不及时等问题，助力深圳福田工信局（商务局）打造了智慧商圈运营管理平台。该平台通过在各商业中心部署搭载了高性能 AI 芯片及人体结构化算法的边缘网关，接入商业中心内、外部的视频流，在保障不侵犯消费者隐私的情况下，分析商圈客流的年龄、性别、同行关系、游逛轨迹等数据趋势，深入挖掘商圈消费偏好，助力工信局（商务局）建设具

备真实数据基础的智慧商业大脑，支持其更科学地开展商业体系建设、优化商贸流通产业布局 and 结构、指导城市商业网点规划、拟定促进消费的政策措施并组织实施等工作。

1. 实施情况

本项目作为“智慧商圈运营大脑”的组成部分，由各商业中心通过政府补贴的方式采购精准客流系统软、硬件，并开放数据接口给到政务云的商业大数据平台。

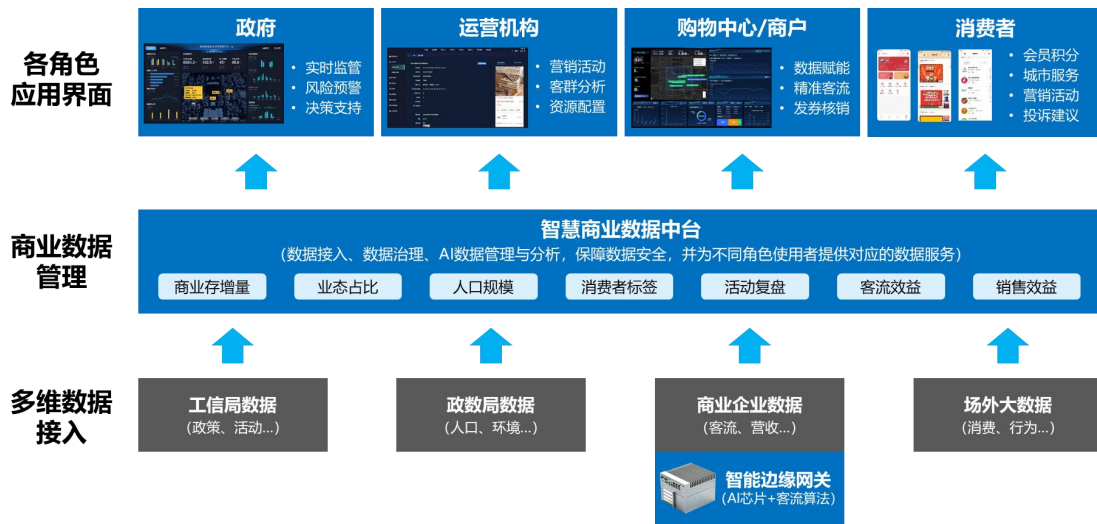


图 5 智慧商圈整体建设架构图

内置高性能 AI 芯片的边缘网关，可将从视频流获取的人体（不含人脸）图像转化为结构化的数据，并基于行人特征识别（Person ReID）技术实现在某一段时间内的跨摄机器、跨区域、跨时间的人体匹配，为商圈的所有消费客群建立行为档案，记录其线下行为，包括：入场时间、离场时间、游逛线路等。并对其行为进行分析，得出游逛客群的游逛频次、游逛时间、游逛深度等分析结果。将这些信息进行聚类分析，得出不同消费者群体的行为特性，为商圈运营、业态

优化、营销活动提供数据赋能。

2. 技术创新与突破

项目采用了智能边缘网关的部署方式，该边缘网关搭载了高集成度、高性能、低功耗的系统级芯片 Edge10。Edge10 系列芯片是国内领先的 AP 级通用 SoC，其中 Edge10 标准板芯片拥有 10 核 CPU 和 12T 算力，Edge10C 拥有 8 核 CPU 和 8T 算力。

Edge10 系列芯片是国内首颗 D2D 高速互联 Chiplet 商用芯片，满足国产 Chiplet UCIE 标准，创新 D2D 高速互联 chiplet 技术，可快速实现通用、专用算力扩展。

3. 商业和社会经济价值

本项目覆盖了福田中心商圈的 5 个主要商业中心，精准洞察了商圈消费者的画像及偏好，实现了面向政府和企业的价值闭环。基于丰富、精准、实时的商圈客流数据，助力政府开展科学的分析与决策，推动从战略发展规划到落地运营验证的闭环可持续优化。并且，商圈整体的客流趋势数据，也共享给企业使用，助力各商业中心深入了解商圈客群，并在政府的统筹下改善竞争格局，促进商圈共同繁荣。同时，将商圈客群上报至商务部、商务厅等平台，助力开展更高维度的对比分析与数据挖掘。

通过本项目的建设，让政府、企业更精准的洞悉了商圈消费偏好，帮助商圈更有序地开展资源诊断与配置、政策发布、IP 营销等工作。基于客观的数据分析，福田中心商圈在 2023 年上半年新引进了 Prada（高端化妆品）全国旗舰店、Karada Factory 全国首店、WE 珠宝广

东首店等首店品牌超 40 家，占全市近 3 成，首店规模和品牌吸引力稳居全市前列。2023 年上半年，福田中心商圈人流量累计达到 6746 万人次，同比增长 48.8%。

（六）基于国产人工智能计算芯片支撑体育教育姿态识别需求——上海天数智芯半导体有限公司

天数智芯与中金育能达成战略合作，在智慧操场、智慧训练、智能辅助诊治等领域建立业务合作伙伴关系，基于人工智能、物联网、大数据云计算等技术手段，融合“量化”的科学管理理念与专业的运动训练及康复技术，实现训、测、评的信息化管理，共同推动合作建设，更好服务于经济社会的发展与转型。

1. 实施情况

AI 训练采用 AI 视觉捕捉人体动作姿态结合算法分析出人体的关节位置信息及运动轨迹，可以对运动训练的人进行实时动作分析识别，对所进行的训练项目提供更智能、高效、实时的训练方案和评价。通过 AI 测评识别，对学生运动进行动态测评反馈并给予针对性的训练指导，让每个学生都可以得到个性化训练方案。通过融合穿戴设备，在课前老师可以了解每个学生的身体状态及运动能力，有针对性备课，做好课堂活动设计；在课中，动态心率监测，实时了解每个学生的运动健康状态，针对预警及时干预，保障运动安全，同时运动强度、运动密度可视，让运动负荷有据可依，系统智能分层，帮助教师分层教学，让学生都能“科学流汗”，提升课堂活动质量。此外，传统体育难量化、难评估的难题也得以解决，通过课堂活动实时生成多维度

报告，及时了解班级共性薄弱点；智能预警波动生，精准定位每个学生薄弱项，为个性化辅导提供支撑。通过这样人机共教的方式，帮助教师更好的注重学生的个体差异，实现体育因材施教。

目前已在姿态分析领域实现应用场景的应用，姿态识别可广泛应用于体育教学、专业训练、艺术培训等场景。利用视觉感知系统，对运动姿态进行多维度评估，帮助学校实现量化管理体育教学过程，实现分层教学。另一方面，姿态识别亦可用于校园安全管理。对危险行为、违规行为进行自动判定，及时锁定人员，维护校园安全。

2. 技术创新与突破

(1) 主要技术创新

该解决方案采用中心化计算部署，通过部署在中央计算服务器内的计算单元，拉取端设备视频流做推理生成特征流，支持多路负载均衡，多卡并行，通过天数方案优化数据传输并实现多路视频与计算卡间动态映射。并支持多种模型，支持包括检测（Yolo）、姿态识别（Alphapose）在内的多个算法模型多实例组合应用，可实现 pipeline 多并发处理。可在姿态识别的基础上叠加人脸识别，实现违规人员自动锁定的功能。

(2) 技术突破内容

高性能自主通用 GPU 芯片架构。芯片采用通用 GPU 技术路线，兼容 CUDA，支持 FP32/FP16/BF16/INT8 等类型的多精度混合计算，实现高通用性；芯片采用 SIMT 并行架构，配置 4000 个类 CUDA 核，实现高算力；设计自主通用 GPU 指令集，支持 500 多条指令，满足

智能应用对算力芯片的自主可控需求。

基于国产工艺的 GPU 芯片设计、制造、封装全流程。通过本项目的实施，打通基于国内先进工艺的通用 GPU 设计、制造、封装全流程，实现计算芯片的自主稳定供给，摆脱对国外工艺的依赖，全面提升我国人工智能、先进计算等产业链、供应链的安全保障能力。

创新自主通用 GPU 软件栈。研发面向智能应用的自主 GPU 指令集、驱动与运行时、编译器与工具链、基础库等国产通用 GPU 系统软件，支持多种国内外主流深度学习框架，实现通用 GPU 系统软件全链条的突破。

通过以上解决方案，可以帮助客户实现高分辨率、高吞吐量的姿态识别、检测、分析的教育应用场景能力，可有效对边端侧部署方案整体成本降低 20%。

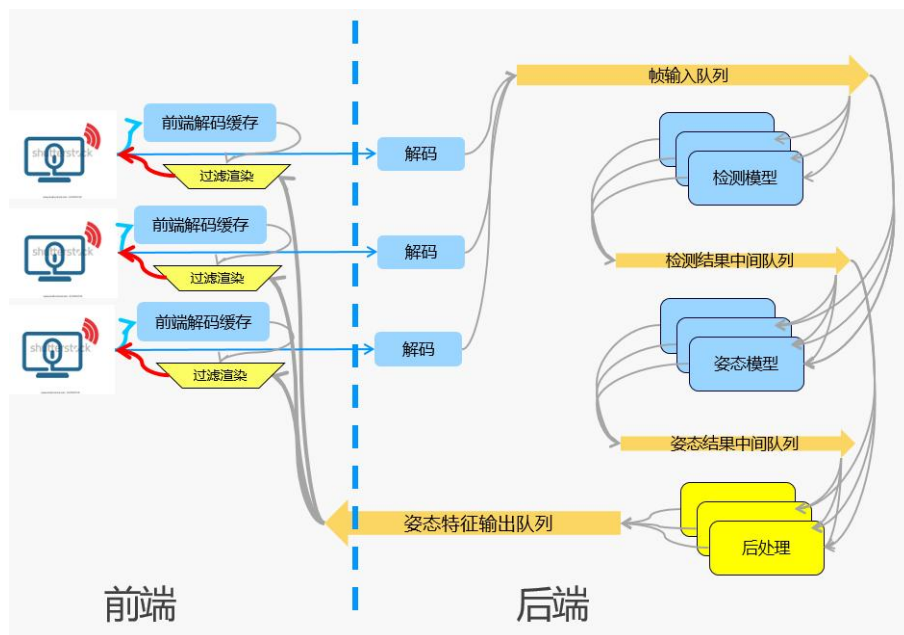


图 6 姿态分析应用信息传输流

3. 商业和社会经济价值

通过本项目的实施，打通基于国内先进工艺的通用 GPU 设计、制造、封装全流程，实现计算芯片的自主稳定供给，摆脱对国外工艺的依赖，全面提升我国人工智能、先进计算等产业链、供应链的安全保障能力。利用人工智能、新材料、5G 与物联网通信、大数据等技术打造“育能智慧操场”，将“计量学”引入体育教学，服务体育教学中的“备、教、学、评、测、管”，提供整体与个体多维度解决方案，提升安全性、科学性与针对性，提高教学效率与学生依存度，最终实现的运动伤害防护与青少年运动健康管理。

五、先进计算应用推进建议

先进计算的应用推广涉及技术产品本身特性、计算与场景融合效率、商业模式创新等多个环节。目前我国先进计算应用整体处于初期阶段，在推进规模化应用的过程中需要考虑技术适配过程、各行业数字化基础及产业化规律，渐进式发展。依托国内大市场加快内循环建设，推动行业打开需求，与各行业进行磨合，以应用牵引实现计算产品成熟度提升，分阶段推进规模化应用。

（一）构建国家、行业、地方联动的推进机制

国家层面，继续完善顶层设计，围绕先进计算应用推广形成国家层面牵头的跨部委工作机制，加强先进计算应用推广政策体系建设，持续推进先进计算应用标准建设。行业层面，通过国家牵引形成跨行业经验交流合作机制，形成共性技术、适配经验的行业传递，全面赋能落实业务。地方层面，加强央地政企联动，推动各地加快落实部署的各项任务，发挥主业优势，因地制宜创造性推动先进计算应用，促

进先进计算应用加快落地，推动行业应用走深走实。

（二）结合技术特点对重点行业分类施策

先进计算应用必须与行业特有的技术、软件、场景紧密结合，各行业需求差异大，必须一个行业接着一个行业推广，久久为功。与行业主管部门合作，创造良好发展环境，探索业务场景和先进计算融合新路径，明确新需求。联合产业各方集中力量进行技术攻关，推动技术和场景适配，推动行业标准建设。抓住城市治理、工业、能源等重点行业，推动异构计算、智能计算、边缘计算等技术在垂直领域的拓展应用，推动重点应用规模复制，逐步向金融、教育、交通、医疗等场景导入，引入成熟技术、解决方案和成功经验。

（三）打造先进计算应用产业生态圈

推动行业解决方案供应商、服务器整机厂商、芯片厂商、软件企业建设基于生态的运营模式，探索开源开放和共性能力平台建设，优化现有合作机制。龙头企业发挥链主带动作用，凝聚产业链上下游多方主体广泛参与，打通技术、标准、产品、方案各环节，研究形成从基础芯片到上层应用贯通的标准规范和建设指南，加速产业链供应链上下游协同适配，共同探索技术创新和商业模式创新，持续推动先进计算应用形成融合发展的产业生态圈。

先进计算产业发展联盟

联系人：孙丽明

地 址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮 编：100191

电 话：010-62302722

邮 箱：sunliming@caict.ac.cn



联盟公众号



入会申请表