

国产服务器操作系统发展报告

(2025)



出品单位：中国智能计算产业联盟

版权声明

本报告版权属于中国智能计算产业联盟，并受到法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国智能计算产业联盟”。违反上述声明者，联盟将追究其相关法律责任。



编写组

主编

袁国兴 张云泉

编写组成员

袁良 贾海鹏 安静 程大宁 陈学斌 方娟 于红

以上排名不分先后

序

在数字经济浪潮席卷全球的当下，服务器操作系统作为信息技术的核心底座，不仅是支撑云计算、人工智能、大数据等前沿技术落地的关键载体，更是国家信息安全与产业自主可控的战略基石。近年来，国际局势风云变幻，技术壁垒与供应链风险日益凸显，加速构建安全、高效、自主的国产服务器操作系统生态，已成为我国突破“卡脖子”难题、实现科技自立自强的必由之路。

纵观发展历程，国产服务器操作系统经历了从技术追随到自主创新、从试点探索到规模落地的跨越式蜕变。早期，国内服务器操作系统市场长期被海外厂商主导，核心技术受制于人，生态碎片化问题突出。随着国家“信息技术应用创新”战略的深入推进，国产服务器操作系统在政策引导、技术攻坚与产业协同的多重驱动下，逐步打破技术壁垒，实现了从“可用”向“好用”的质变。在部分关键行业领域，国产服务器操作系统已深度嵌入核心业务系统，装机量和市场渗透率持续攀升，展现出强劲的技术生命力，逐步形成“硬软协同、多元融合”的产业格局。

当前，全球技术竞争格局加速重构。一方面，云计算与人工智能的深度融合正重塑操作系统的技术范式，智能调度、弹性扩展、安全可信成为新一代系统的核心诉求；另一方面，RISC-V 等开源硬件架构的崛起，为国产服务器操作系统突破传统技术路径、构建差异化优势提供了历史性机遇。与此同时，数据安全威胁、生态碎片化挑战、核心技术短板等问题仍亟待破解。如何在全球开源协作与自主创新之间找到平衡点，如何在技术迭代中筑牢供应链安全防线，如何实现从“单点突破”到“生态繁荣”的跃迁，成为国产服务器操作系统迈向高质量发展的关键命题。

本报告立足全球视野，聚焦本土实践，系统梳理国产服务器操作系统的发展脉络与创新成果，结合调研数据与行业案例，提出具有前瞻性与实操性的发展建议。

目录

一、发展现状

(一) 国际方面

1. 海外厂商仍具备先发优势	06
2. 全球市场格局多元化发展	06
3. 构建了完善的开源产业生态	07

(二) 国内方面

1. 国产服务器操作系统市场份额不断提升	07
2. 国产服务器操作系统技术能力不断增强	07
3. 国产服务器操作系统产业生态加速形成	08
4. 上游开源贡献与技术影响力不断增强	09

二、发展趋势

(一) 开源开放成为重要生产方式

1. 广泛汇聚全球智慧，助力快速迭代升级	10
2. 降低产品研发成本，提升综合效益	10
3. 吸引各界合作伙伴，共同推动生态建设	11
4. 软硬件一体化发展，开源开放生态潜力巨大	12

(二) “云+AI” 赋能成为核心创新驱动力

1. “云+AI” 正重塑服务器操作系统发展轨迹	12
2. 服务器操作系统为“云+AI” 蓬勃发展提供核心支撑	13

(三) 技术整合成为产业发展关键路径

1. 政策环境不断优化	15
2. 技术整合塑造发展新优势	15
3. 软件供应链安全能力成为持续发展的基础保障	16

三、发展建议

(一) 面临的问题

1. 核心技术仍需突破	17
(1) 内核关键性能优化	
(2) 大规模智算并发能力	
(3) 云原生分布式架构挑战	
2. 数据安全仍需提升	18
(1) 安全隐私保护	
(2) 可靠性和容错性挑战	
3. 产业生态仍需完善	19
(1) 异构硬件兼容	
(2) 软硬件兼容	
(3) 开源社区生态体系建设	

(二) 对策建议

1. 政策与市场双轮驱动	22
2. 技术与应用统筹推进	23
3. 国产和开放协同发展	23

一、发展现状

(一) 国际方面

1. 海外厂商仍具备先发优势

在全球服务器操作系统市场中，海外厂商由于长期的技术积累与成熟的生态布局，具备明显的先发优势。以 Linux 内核为基础的操作系统在国际范围内取得了广泛应用，其中 Red Hat、Ubuntu、Debian、SUSE 等分发版深耕多年，形成了完善的社区协作与商业支持体系。与此同时，微软 Windows Server 凭借庞大的企业用户基础，在商业服务器领域占据重要地位。在关键技术创新方面，国际厂商依托云计算、大数据与 AI 的快速发展，通过容器化、虚拟化、微服务化以及自动化运维等手段，不断提升操作系统的敏捷性、安全性和可扩展性。例如，Red Hat 在 Kubernetes 与 OpenShift 生态层面持续发力，微软 Azure 则着力强化 Windows Server 对混合云环境的支持，进一步加深了云端与本地的联动。部分新兴厂商如 Google、Amazon 也在 Fuchsia OS、Bottlerocket 等系统上投入大量资源，凭借强大的研发实力与全球化协作网络，拓展服务器操作系统在多种应用场景下的适配能力。同时，海外大厂与英特尔、AMD、ARM 等芯片厂商建立了紧密协同关系，共同优化内核与驱动接口，形成了完整的软硬件融合方案，为高性能计算、边缘计算以及云端应用等领域提供了有力支撑。这种领先地位的积累不仅体现在产品成熟度和社区影响力上，也表现为对新技术趋势的快速响应及引领，为全球服务器操作系统的发展奠定了坚实基础。

2. 全球市场格局多元化发展

全球服务器操作系统在应用层面呈现出多元化发展的格局。一方面，欧美等发达市场由于信息化建设起步较早，Red Hat Enterprise Linux、SUSE Linux Enterprise 及 Windows Server 一直占据主导地位，为企业级用户提供长期支持与成熟的安全服务；另一方面，云计算的普及让 AWS、Microsoft Azure、Google Cloud 等云厂商成为重要的操作系统“分发渠道”，其深度定制的 Linux 版本与 Serverless、容器服务深度融合，使得用户能够便捷地在云端部署和扩展应用。在亚太等新兴市场，随着各国数字化转型的推进，当地厂商也开始基于开源社区或者自主研发方向进行探索，形成了相对独立的应用生态。

同时，AI 和大数据技术的兴起进一步推动了服务器操作系统的细分化与专业化。高性能计算集群、分布式存储及机器学习平台对于操作系统在稳定性、并行处理能力、I/O 性能和硬件适配等方面提出了更高要求。海外厂商通过与硬件厂商合作，推出了针对 GPU、FPGA 等加速硬件优化的系统组件，确保了深度学习模型训练与推理的高效运行。此外，在边缘计算和物联网场景下，轻量化、可裁剪的操作系统正加速普及，满足资源受限设备的实时处理需求。全球市场正逐渐由传统的“服务器+操作系统”模式，向“云+边缘+多场景协同”演进，呈现出供应商多元、应用领域丰富、技术迭代速度快的综合特征。

3. 构建了完善的开源产业生态

国际上，开源产业生态日趋成熟。Linux 基金会、Apache 基金会等持续推进全球开源项目合作，增强企业级操作系统的技术创新能力。开源社区通过统一的技术标准和丰富的协作机制，推动企业级应用在服务器操作系统层面的创新与落地。部分国际社区与基金会提供了孵化、培训、认证等多种资源，帮助企业快速融入开源生态，为操作系统引入更多面向应用场景的功能模块。借助完善的开源治理体系，厂商间形成良性竞争与合作，共同打造了涵盖内核开发、容器运行时、云原生工具链、AI 框架等全栈技术的生态体系。如 Red Hat OpenShift 和 Ubuntu Pro，均依托开源社区构建企业级服务能力，形成完整的商业生态。通过这样的产业生态，服务器操作系统的演进速度进一步加快，产品形态更趋多样化，为全球用户提供了更为灵活的选择空间。

(二) 国内方面

1. 国产服务器操作系统市场份额不断提升

受到 CentOS 停止维护等事件驱动，以及金融、电信、能源、交通等关键行业对国产化、自主可控解决方案需求的持续加深，国产服务器操作系统在核心业务系统中的装机量和市场占比逐年提升，国产服务器操作系统的持续规模化扩张已成为必然趋势。

调研结果显示，在用户企业当前使用的服务器操作系统中，阿里云服务器操作系统占比最高，达 24.5%，其次龙蜥操作系统占比为 18.1%，值得注意的是 CentOS 仍有 9.8% 使用比例，其后依次是麒麟服务器操作系统，欧拉操作系统，统信服务器操作系统等国产服务器操作系统，其中涉及龙蜥生态相关社区版和商业版的占比近 50%。在国产服务器操作系统迁移意愿方面，龙蜥操作系统的吸引力最高，占比第一，其后依次是阿里云服务器操作系统、麒麟服务器操作系统、欧拉操作系统、中兴新支点服务器操作系统等，其中，用户意愿迁移至龙蜥生态社区版和商业版的比例为 54.25%。调研体现出操作系统国产化已成为重要趋势，超 35% 企业计划 100% 全部采用国产服务器 OS，近半数计划国产+国外产品搭配使用，国产比例大于国外的占据多数。“云+AI”正在重塑和加速服务器操作系统的发展，未来三年，预计国产服务器操作系统相关市场规模将突破 300 亿元，国产化率从 35% 提升至 65%，实现从细分领域到通用市场、从能用到好用的跨越式发展。从调研用户反馈中也注意到，龙蜥操作系统在稳定安全、性能优化、云原生支持上都给用户留下深刻印象，特别是其坚持走“云+AI”创新发展路线为广大用户带来对国产服务器更强的信心，2025 年龙蜥社区宣布龙蜥操作系统装机量已突破 1000 万，可预测未来在增量市场中龙蜥操作系统份额占比将很快超过 50%。（如图1）



图 1 用户意愿迁移的服务器操作系统

2. 国产服务器操作系统技术能力不断增强

异构算力与操作系统的高性能优化。在异构算力场景中，服务器操作系统对处理器架构和硬件加速单元的深度适配尤为重要。海光公司与国内领先云服务商的战略合作，聚焦于海光 C86/DCU 处理器与操作系统、云平台的全链路优化，并在智慧城市、大数据分析、高性能计算等应用场景中实际落地。调研结果显示，当前企业服务器部署环境中，海光 C86 虚拟机/物理机占比达 30.51%，显著高于非 x86 架构（24.36%）、公共云（22.67%）及私有云（19.7%）。海光 C86 处理器在混合算力及异构兼容性上具备优势，合作各方通过技术创新和方案构建，不断推动服务器操作系统在高性能与多场景应用领域的发展。

服务器操作系统与 AI 场景的深度融合。近年来，服务器操作系统在云计算与人工智能的结合上不断取得技术突破，特别是针对容器化 AI 环境的深度适配。阿里云提供了面向 AI 场景的容器镜像 Alibaba Cloud AI Containers (AC2)，内置 CUDA AI 库和主流 AI 框架 PyTorch，并结合阿里云基础设施进行性能优化与兼容性强化，有效提升了全容器化 AI 场景的使用体验。龙蜥社区与阿里云联合发起的 Alinux 伙伴招募计划，也基于 AC2 持续拓展生态，目前已与蚂蚁等公司合作输出面向海内外客户的 AI 解决方案。随着 AI 应用的快速增长，服务器硬件将面临通用计算与 AI 计算并行发展的趋势，GPU、CPU、DPU、AI 加速芯片以及高速互连总线、存储和网络加速技术正高速迭代。Anolis OS（龙蜥操作系统）在多芯异构算力的支持上逐步延伸至 AI 场景，并已与国内外主流 AI 硬件生态实现全面兼容，为未来 AI 计算的持续演进奠定了坚实技术基础。阿里云服务器操作系统历经十余年发展，产品于 2014 年实现了对阿里云数据中心 HostOS 的 100% 覆盖，在阿里数据中心内自用服务器操作系统场景实现 CentOS 全面替代，在全球范围内累计服务超过数十万用户，于 2022 年底成为云上装机量占比第一的服务器操作系统，阿里云服务器操作系统产品支撑阿里云达到全球第三、亚太第一的市场规模，并依托云计算产业发展得到广泛应用，在全球范围内累计服务超 90 万用户，部署规模累计超 200 万台物理机和数亿台虚拟机，位居国内操作系统领域第一梯队。

国产服务器在关键行业的深入应用与安全强化。在电信、电力、金融、政务等关键行业，服务器操作系统的安全与可用性要求极高。中兴通讯新支点服务器操作系统已广泛应用于 4G/5G 核心网、大数据、VoiceMsg 等电信业务，为运营商提供安全稳定的核心网络支持；在电力行业，系统通过国家电网电科院入网检测，应用于继电保护、功率预测、场站监控、智能变电站等多个细分领域，年均发货量超过万套。在政务领域，该系统于 2024 年通过安全测评后，与国产数据库和服务器协同构建了安全可信的整体解决方案，已在广西、湖南等地成功落地。其在关键业务场景的规模化部署以及持续的技术演进，为国产服务器操作系统在自主可控与深度应用上提供了有力支撑，并赢得了行业的广泛认可。

3. 国产服务器操作系统产业生态加速形成

在龙蜥、欧拉、OpenCloudOS 等社区的推动下，国产服务器操作系统生态加速形成。社区成熟度与活跃度为国产服务器操作系统奠定坚实的开源基础。开发者、企业、研究机构紧密协作，从内核优化、安全架构到功能特性升级，快速测试与迭代，形成高效“研发—测试—反馈—再优化”循环，缩短新技术落地周期并提升系统可靠性与安全性。海光信息已实现与 Anolis8/Anolis23、openEuler2403 LTS SP1/opencloudOS 9 等的深度适配，涵盖 CPU 兼容、虚拟化整合与安全优化。新一代 CPU 研发阶段更与龙蜥社区联合开发，

通过对编译器、数据库及云平台的全链路优化，提高 Anolis OS 的计算性能与调度效率，在大数据分析等场景取得效能突破。商业厂商在此基础上推出经国测认证的商用发行版，为各行业提供高可用、高适配性方案，构建“开源+商业”并行发展模式，强化国产服务器操作系统的市场竞争力。

同时，硬件企业不断强化对操作系统的适配优化，国内 CPU 厂商（如海光、鲲鹏、飞腾、龙芯、兆芯等）提前与系统团队协同测试，确保硬件指令集、驱动程序与性能优化同步甚至超前主流路线。“硬软一体化”加速新一代服务器产品商用落地。面向 RISC-V 架构，国内厂商也在探索其服务器潜力，并视其为技术突破与产业升级的重要机遇。RISC-V 的开源属性与社区模式高度吻合，国产系统厂商正围绕编译工具链、内核适配等展开研究，一旦形成商用方案，将进一步丰富服务器生态的多样性与灵活性。

在“开源+商业”模式与硬件厂商协同的推动下，国产服务器操作系统生态日趋完善。以龙蜥、欧拉、OpenCloudOS 等社区为核心，通过开放技术路线与企业级发行版的市场化运作，已形成多方参与、协同创新的产业网络。未来，随着 RISC-V 与云计算、AI、大数据、边缘计算等融合加深，国产服务器操作系统产业将展现更强多元化与创新活力，为中国乃至全球数字经济发展提供坚实的底层支撑。

4. 上游开源贡献与技术影响力不断增强

深度嵌入国际开源治理，提升规则制定能力。中国科技企业通过系统性参与国际开源组织，逐步从代码贡献者升级为规则制定者。阿里、腾讯、华为等头部企业以董事会成员身份深度介入 Kubernetes、CNCF、Apache 等基金会治理。以阿里云为例，有132位工程师为 Linux 内核做出了贡献，累计内核补丁贡献超过 3956 个，在 6.x 内核贡献排名全球前 20，其维护的 EROFS 文件系统已被 Debian、Ubuntu、CentOS Stream、RHEL 等主流操作系统集成，其开发的 SMC 内核技术通过龙蜥社区开源后，使 Redis 网络性能提升 57%，成为云原生基础设施标配，阿里云在 OpenJDK 上游贡献连续两年（2024/2025）国内第一，有 Java JCP 最高执行委员会唯一中国代表 1 人。中兴通讯作为 LFN、LF AI & Data 基金会创始成员，其在 OpenStack 基金会 Train 版本提交超 5000 次代码（全球第六），Ussuri 版本贡献 45 万行代码（全球第四）；在 Ceph 基金会 K~M 版本中贡献量稳居全球前三，中国第一。

聚焦底层技术突破，构建开源创新策源地。国内企业正从“技术适配”转向“原生创新”，在关键领域实现技术突破。海光公司两年内向开源社区贡献数十万行代码，其机密计算框架填补国产 CPU/DCU 在隐私保护领域的技术空白。



二、发展趋势

(一) 开源开放成为重要生产方式

1. 广泛汇聚全球智慧，助力快速迭代升级

在服务器操作系统领域，开源社区的繁荣成为快速迭代与创新的核心动力。当前，国家层面和地方政府出台多项激励政策，鼓励企业、高校、科研机构共同参与开源项目，为服务器操作系统的研发提供更加开放、包容的环境。这种由“社区-企业-政府”三方协作所构建的技术生态，能快速汇聚全球智慧，针对底层内核、安全机制、虚拟化、容器化、分布式存储等关键环节开展高频次迭代，让新特性和补丁能够以“周”或“天”为单位完成整合和发布。以国内开源社区为例，龙蜥社区广泛汇聚全球智慧，致力于技术创新与快速迭代升级，已成功支持国产信创 CPU 的六大技术路线，并在此基础上针对不同架构的处理器进行了深入而全面的优化。其中，以海光 C86-4G 处理器为重点，龙蜥社区取得了丰硕的成果，不仅提升了系统性能与稳定性，还为商业操作系统的开发与优化提供了宝贵的参考与借鉴，极大地推动了国产服务器操作系统技术的快速发展与应用普及。

全球化协作模式得以高效运转，离不开社区的代码贡献、代码审查和持续集成机制。社区内部借助自动化测试平台能够快速检测新功能与旧版本间的冲突，及时发现漏洞和性能瓶颈；多语种文档的同步更新，也方便全球开发者参与到问题反馈、功能完善与最佳实践分享的过程中。这种“全球研发、快速迭代”大大降低了服务器操作系统在新场景落地时的试错成本，一旦有适配需求或紧急安全事件出现，社区即可动员遍布全球的开发者网络，用最短时间完成修复与验证。

RISC-V 等新型架构在国内外的崛起，更是让“全球智慧”这一理念凸显其重要意义。基于开源开放 RISC-V 指令集架构的处理器在 IoT 领域中已经取得了长足的发展，如今 RISC-V 正在向高性能计算领域迈进，相应的硬件规范、处理器实现到通用软件生态都处于快速发展成熟的阶段。2024 年 10 月发布的 RVA23 规范包含了针对数学密集型工作负载的矢量扩展以及云场景所需要的虚拟化扩展，同时 RISC-V 服务器 SoC 规范也预计将于 2025 年上半年发布。国内 RISC-V 芯片厂家预计两年内陆续发布服务器高性能 RISC-V 处理器，2025 年将开始迎来 RISC-V 服务器场景计算需求的爆发，为服务器操作系统的发展带来新的机遇，这包括全新开源硬件架构的支持，以及融合 AI 算力等更新场景的探索。

2. 降低产品研发成本，提升综合成本效益

开源模式在服务器操作系统领域的普及，不仅意味着更高的创新效率，也为企大幅降低了研发和运维成本。对于底层通用软件而言，很多核心功能模块（如内核驱动、文件系统、安全机制等）都已经在社区中反复打磨、验证，并积累了完善的测试用例。企业在此基础上进行二次开发或功能定制，能节省大量人力、时间与硬件资源，将更多精力集中在差异化创新与行业方案优化之上。这种模式在国内已成为众多操作系统厂商和相关软件企业的普遍选择，也正逐渐向更广泛的场景和行业渗透。

在硬件适配层面，国内部分 x86 兼容芯片（如海光 C86）率先与社区达成深度合作，在产品发布前便完成与操作系统驱动程序、编译环境、安全组件的适配与优化。这意味着商业操作系统发行版能在硬件上市后第一时间打包相应的镜像或升级补丁，帮助企业客户更快完成硬件迁移与业务上云。对于用户而言，不仅显著缩短了采购、测试、评估的流程，也减少了部署过程中的重复劳动。同时，社区化的支持体系可在后期提供自动化的故障诊断、漏洞修复和版本回滚，降低人工介入的成本与风险。对供应链而言，这种“硬件–软件–社区”三方联动机制，也让存量市场与增量市场彼此融合，为国产服务器在高并发、高可用、分布式应用等领域的快速导入提供了更多可能性。

在后期运营阶段，企业也能借助社区力量获得更完善的技术支持。开源社区往往拥有持续集成（CI）与持续交付（CD）系统，以及自动化测试平台，对于大规模集群管理、容器调度、网络配置等复杂性问题有深入研究。即便遇到跨场景或跨版本的兼容挑战，社区中往往也有相应的最佳实践与快速排错文档，形成更加高效、安全、可拓展的生产环境。

3. 吸引各界合作伙伴，共同推动生态建设

在开源生态构建领域，阿里云展现出深厚的技术积淀与生态整合能力。作为 2017 年唯一跻身全球开源影响力 TOP10 的中国企业，其技术影响力持续至今，建立了覆盖操作系统全栈的开源技术体系。通过在云原生、编程语言编译器、安全等核心领域的持续投入，形成了“开源代码贡献”、“开源社区技术决策能力”、“上游技术标准和治理话语权”三方面的技术优势。尤为关键的是构建了龙蜥根社区这一本土化操作系统开源协同平台，通过汇聚 24 家理事单位及超千家生态伙伴，形成了覆盖主流处理器架构的操作系统生态体系。目前龙蜥社区已孵化 14 个衍生版本，装机量突破 1000 万套，完成近 4800 项软硬件兼容认证，构建起从技术研发到产业落地的完整链条。

在开源生态协同发展层面，龙蜥社区通过与浪潮信息共建联合实验室、成立 Serverless SIG 等实践，推动近百项兼容适配项目落地。目前实验室已与近百家上下游伙伴完成兼容适配，形成具备稳定可靠、高效协同、全天候运维、安全可信特性的生态体系，持续推动操作系统技术创新与生态繁荣。

在 AI 开源生态方面，浪潮信息联合龙蜥社区、阿里云、中科方德等理事单位、沐曦等国内外十余家芯片厂商，清华大学、上海交大等高校、FlagOS 社区等组织共同成立龙蜥社区智算基础设施联盟（简称：智算联盟），智算联盟以“打造 AI 原生操作系统、形成开放兼容的 AI 生态体系、增强 AI 产业链竞争力”为目标，现阶段通过统一维护并更新龙蜥操作系统主线 KABI 白名单，建立兼容测试基准及性能优化方法，开源 AI 框架贡献等举措，提升 AI 基础设施稳定性和龙蜥操作系统“云+AI”能力。其中浪潮信息牵头联盟智算场景 RAS 工作组，制定了 RAS 软硬件协同、故障隔离/恢复、故障信息转储等方案，推动建立覆盖推理全流程的性能分析方法，优化提升异构算力场景下推理性能表现，确保 AI 基础设施对大模型具有稳定高效的支持能力。

此外，在“开源生态发展合作倡议”框架下，OpenAnolis、openEuler 等五大社区携手推进 Linux 6.6 基线内核统一，针对操作系统关键共性技术达成 1600 余项接口共识。这一突破性进展已被纳入 Anolis OS 23.1、openEuler 24.03 等主流版本，不仅解决了长期存在的生态碎片化问题，更开创了跨社区联合技术攻关的新范式。该倡议通过建立统一技术标准、共享研发成果，构建起开放协同的产业创新体系，其技术成果已覆盖服务器、云计算等多元场景，为国产服务器操作系统注入可持续发展动能。

4. 软硬件一体化发展，开源开放生态潜力巨大

随着 RISC-V 在国内外不断积累人气，基于 RISC-V 的软硬件协同也开始逐渐走向规模化。操作系统厂商在社区中可获取 RISC-V 指令集的实时更新与开发者反馈，为编译器、内核调度、安全策略的适配奠定更坚实的基础；硬件团队则能根据操作系统的需求来定制 CPU 核心功能或优化缓存、总线结构等关键部件，从而在性能和能耗之间找到最佳平衡点。相比传统的封闭式研发流程，这种开源协同方式不仅能共享技术红利，更能让各参与方的投入精准地汇聚到最需要攻关的技术环节，大幅减少重复开发造成的浪费。

基于开源开放 RISC-V 指令集架构的处理器在 IoT 领域中已经取得了长足的发展，如今 RISC-V 正在向高性能计算领域迈进，相应的硬件规范、处理器实现到通用软件生态都处于快速发展成熟的阶段。2024 年 10 月发布的 RVA23 规范包含了针对数学密集型工作负载的矢量扩展以及云场景所需要的虚拟化扩展，同时 RISC-V 服务器 SoC 规范也预计将于 2025 年上半年发布。国内 RISC-V 芯片厂家预计两年内陆续发布服务器高性能 RISC-V 处理器，2025 年将开始迎来 RISC-V 服务器场景计算需求的爆发，为服务器操作系统的发展带来新的机遇，这包括全新开源硬件架构的支持，以及融合 AI 算力等更新场景的探索。

软硬件一体化和开源开放生态将继续推动服务器操作系统向更加智能化、高效化的方向发展。软硬件深度结合的趋势将进一步加强开源生态的成长，而开源技术的不断进步也将为软硬件一体化提供更加丰富的技术支持。在双重驱动下，服务器操作系统产业将展现出巨大的发展潜力，并为全球信息技术产业带来更多创新与发展机遇。

（二）“云+AI”赋能成为核心创新驱动

在云计算和人工智能技术快速发展的背景下，服务器操作系统的设计和实现正逐步向高效、智能和开放方向演进。云计算的普及使得服务器操作系统更加云原生化，云平台的自动化运维、弹性伸缩、智能监控等功能已经成为服务器操作系统的重要特性。调研结果显示，超 1/3 的企业将超过 50% 的 OS 部署在云环境；存量物理机以及未来三年新采购服务器 OS 拟上云 50% 以上的用户企业占比均占 40% 左右；随着 AI 技术的广泛应用，服务器操作系统不仅需要支持大规模并发计算，还需要在算力调度、数据存储优化和高效计算框架等方面提供创新解决方案。

1. “云+AI”正重塑服务器操作系统发展轨迹

随着云计算和人工智能（AI）的深度融合，服务器操作系统的架构和应用模式正在发生根本性变化。调研结果显示，AI 在数据分析与预测（24.81%）、智能调优工具（28.2%）、系统智能运维（24.06%）、以及智能问答助手（21.24%）等场景下集中赋能服务器操作系统。这一变革正在推动操作系统向智能化、弹性化发展，并显著提升了算力的使用效率与资源的自动化管理。尤其是在云原生架构与 AI 技术的紧密结合下，传统的操作系统面临着前所未有的挑战，需要具备更加灵活和智能的资源调度能力，以应对日益增长的计算需求。

“云+AI”技术推动服务器操作系统底层架构与应用模式创新。面对AI算力需求爆发，英特尔以第六代至强(Xeon)可扩展处理器为核心，结合OneAPI跨架构工具包，推动操作系统向智能化、弹性化演进。例如，英特尔通过集成AI加速指令集(如AMX、DL Boost)，优化TensorFlow、PyTorch等框架在Linux系统的调度效率，使AI模型训练性能提升达2.3倍。其与红帽合作开发的OpenShift AI平台，依托第六代至强处理器的实时监控与预测性分析能力，可动态调整容器资源分配，将运维成本降低40%。为应对云原生与AI的深度融合，英特尔主导的CXL(Compute Express Link)互联协议正在重构操作系统资源池化能力。通过支持内存解耦与异构算力共享，操作系统可突破物理服务器边界，实现GPU、FPGA等加速器的跨节点灵活调用。

AI技术创新服务器操作系统，提升运维与资源优化能力。阿里云推出以AI为核心的操作系统服务平台，旨在为客户提供便捷易用、高效、专业的操作系统生命周期管理的能力，致力于提供卓越的操作系统能力，提升操作系统的使用效率，并为用户带来全新的操作系统体验。围绕操作系统服务平台，阿里云OS Copilot作为Linux操作系统的创新交互引擎以及用户界面，能够结合云计算环境，实现智能运维、自动调优和资源优化。阿里云Keentune作为调优功能引擎，通过AI算法结合专家知识库，实现操作系统的智能调优，提高计算资源的利用率。此外，阿里云的SysOM作为智能运维诊断平台，能够自动识别系统异常，通过“AI Agent”+“AI Profiling”双引擎，能力提升服务器操作系统的稳定性和安全性。

海光信息携手国内外领先操作系统厂商，在智算与AI PC领域开展深度合作，推动技术普惠化发展。在智算领域，双方针对大数据处理、高性能计算等场景联合优化操作系统内核，显著提升资源管理效率与任务调度能力。通过自主研发的libhjemalloc高性能内存库，攻克大内存高频访问性能瓶颈；开发的HML数学函数库突破矩阵运算、稀疏矩阵计算等关键技术，为科研机构及企业提供高效算力支持，将新药研发、气候模拟等复杂问题的计算效率提升数倍。在AI PC领域，海光与操作系统厂商合作推出专用操作系统版本，集成主流深度学习框架与模型优化工具。通过精简AI应用开发流程，使个人用户可在常规PC上便捷开展图像识别、自然语言处理等AI实验。典型合作案例中，某知名厂商搭载该系统的设备显著降低AI技术应用门槛，支持开发者在本地完成从模型训练到部署的全流程操作，有效促进人工智能技术的场景化应用创新。

2. 服务器操作系统为“云+AI”蓬勃发展提供核心支撑

作为“云+AI”生态的核心，服务器操作系统不仅需要适应复杂的计算环境，还需要为大规模云计算任务提供稳定的支撑，并在AI计算方面实现更高效的算力管理。调研结果显示，用户企业服务器OS支撑赋能AI场景中，应用最广泛的为AI容器镜像(36.3%)，其次为面向AI基础设施稳定性与性能提升(34.13%)、AI机密计算(25.72%)（如图2）。

用户企业服务器OS支撑赋能AI的场景

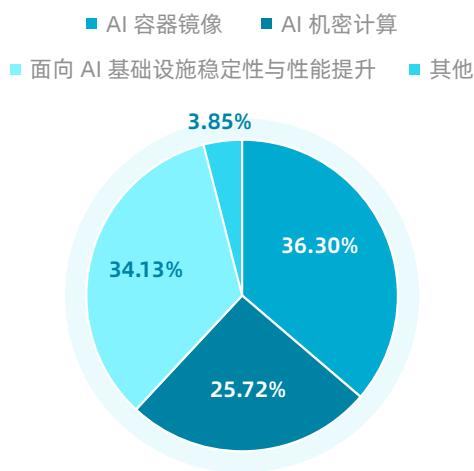


图2 用户企业服务器OS支撑赋能AI的场景

2013 年，Docker 的出现推动了容器的广泛应用，成为当前主流的业务部署模式。在云原生环境中，业务被直接部署到容器中，容器镜像包含所有运行时依赖，逐渐使传统操作系统与云原生脱节，带来了系统臃肿、启动缓慢、运维难度大的问题。此外，传统的运维方式也容易导致大规模集群中节点状态不一致。为应对这一挑战，2023 年 CNCF TAG Runtime 提议成立特殊用途操作系统工作组（wg-sp-os），专注于跨编排器（如 Kubernetes）在操作系统上运行云原生工作负载的最佳实践和指导。该工作组重点关注容器操作系统的云原生实践，包括生命周期管理、资源利用、升级方案、长期支持以及与容器编排的兼容性。目前，业界已发布多种针对容器场景的操作系统，如龙蜥社区的 LifseaOS、AWS 的 Bottlerocket 和 Redhat 的 Fedora CoreOS 等。

英特尔通过其 oneAPI 解决方案，提供了跨架构、跨语言的开发环境，使开发者能够在不同的计算环境下灵活编写和优化 AI 任务。该平台支持多种编程语言，包括 C++、Python、Fortran 等，使得 AI 模型的训练和推理能够在不同计算架构上高效执行。英特尔还推出了 OpenVINO 这一开源 AI 优化工具，为云端和边缘计算环境中的 AI 推理任务提供优化方案，进一步降低 AI 部署的计算成本，提高 AI 模型的执行效率。

阿里云在操作系统层面加强了对 AI 计算的支持，推出了一系列 System for AI 方案，包括操作系统内核技术的演进、AI 容器镜像的优化以及 Confidential AI 机密计算方案。AI 容器镜像提供了一种全新的交付形态，使得 AI 应用能够更加便捷地在服务器环境中运行，同时支持多种异构计算架构，增强 AI 任务的执行效率。阿里云还通过 Confidential AI 结合机密计算技术，实现端到端的密态计算、密态传输和密态存储能力，保证 AI 模型和数据的安全性。海光在人工智能应用场景中，积极推动 RPA（机器人流程自动化）、OCR（光学字符识别）和多模态计算的应用，通过软硬件协同优化，使得国产服务器操作系统能够更好地支持这些智能化计算任务。

海光 CPU 与 DCU 作为核心硬件支撑，为服务器操作系统在“云+AI”领域的蓬勃发展注入了强大动力。在 RPA（机器人流程自动化）、OCR（光学字符识别）以及多模态场景等前沿应用中，海光处理器凭借其卓越的计算性能与高效的数据处理能力，确保了系统的高并发、低延迟运行，为 AI 算法的高效执行与复杂场景的智能解析提供了坚实基础，有力推动了“云+AI”技术生态的繁荣与发展。

浪潮信息全面升级云峦 KeyarchOS 智算能力，面向大规模 AI 训练与推理，打造安全、稳定、高效的 AI 算力底座。系统内置 GPU 黑匣子机制，通过 BMC 带外通道在宕机瞬间捕获 GPU 内部调试日志，完整保存故障现场，显著提升故障定位效率；依托 CXL 内存扩展与 CPU-GPU 动态调度，实现存算协同，KVCache 卸载后首 Token 延迟降低 40%，系统吞吐量提升 26.8%；从千余项系统参数中精选十余项关键配置，形成系统参数优化包，部署后 GPU 间通信带宽可提升 50%。携手龙蜥智算基础设施联盟十余家 GPU 厂商完成主流型号原生适配，累计建立超 800 个内核硬件 KABI 接口并发布 AI 容器参考规范，持续推动国内 AI 生态建设。

未来，服务器操作系统的发展将进一步围绕“云+AI”技术进行创新，强化智能计算、优化算力调度，并提升计算资源的安全性和可管理性。

（三）技术整合成为产业发展关键路径

在全球计算架构快速演进的背景下，服务器操作系统的发展不仅需要突破核心技术，还需要在政策、市场、技术、安全等多个层面实现深度整合。随着国家信息技术创新（信创）政策的推进，国产服务器操作系统的技术整合成为产业发展的关键路径。操作系统作为计算产业链的基础设施，必须在政策推动、技术协同、市场导向等方面形成合力，以实现长期可持续发展。

1. 政策环境不断优化

信创政策体系加速成型，明确自主可控路径。近年来，我国将信息技术应用创新（信创）提升至国家战略高度，通过“信创名单”制度构建系统性政策框架。2020 年启动的信创工程以“2+8+N”行业（党政、金融等八大关键行业及全产业延伸）为突破口，逐步形成涵盖芯片、操作系统、数据库等全链条的自主可控体系。在政策强力驱动下，国产服务器操作系统市场迎来高速增长。根据民生证券数据，2021 年我国新增服务器操作系统市场规模超 200 亿元，存量替代空间巨大；政务、金融行业国产化渗透率已分别达 40% 和 30%，标志着核心行业完成从试点到规模替代的跨越。

2. 技术整合塑造发展新优势

软硬件的深度整合为国产服务器操作系统提供了显著的性能优势。国产服务器操作系统与自主研发的硬件平台之间的紧密配合，能够在系统级别实现更高效的资源调度和性能优化。以国产 CPU 和国产操作系统的联合优化为例，国产服务器操作系统能够针对特定硬件架构进行定制化优化，如内存管理、CPU 调度等。这种软硬结合的方式，能够最大化地释放硬件性能，避免了不同厂商软硬件之间的兼容问题，同时也提升了系统的稳定性和安全性。通过在操作系统层面对硬件性能的深度挖掘，国产服务器操作系统能够在高负载和高并发的场景中表现出色，满足云计算、大数据和人工智能等应用的需求。

虚拟化技术的应用大大增强了国产服务器操作系统的资源利用率和扩展能力。随着数据中心和云计算环境的迅速发展，服务器的资源分配和管理成为关键挑战。虚拟化技术通过将物理服务器的计算、存储和网络资源划分为多个虚拟机，实现了资源的灵活调配与优化利用。国产服务器操作系统通过集成虚拟化功能，能够高效管理和调度虚拟资源，提升系统的弹性和可扩展性。例如，国产服务器操作系统在支持容器技术和微服务架构的基础上，优化了资源池的管理，使得系统能够在动态变化的负载下自动扩展，极大地提高了业务的处理能力和响应速度。此外，虚拟化技术的引入，还使得资源的灵活调度能够满足不同场景和业务需求，提供了更高的工作效率和更加稳定的服务。

数据处理和人工智能技术的深度融合为国产服务器操作系统开辟了新的发展空间。随着 AI 和大数据技术的普及，传统的服务器操作系统已经无法满足新型应用对计算性能和处理能力的要求。国产服务器操作系统结合大数据技术和人工智能，能够在操作系统层面进行深度优化，提升对大数据存储、数据分析、AI 训练和推理任务的支持。例如，在云计算和边缘计算环境中，国产服务器操作系统不仅能支持容器化和虚拟化，还能根据实际需求提供专门的 AI 计算框架和优化算法，为智能化应用提供坚实的技术基础。这种技术的融合，不仅提升了国产服务器操作系统的计算能力，还推动了操作系统在智能制造、自动驾驶、智慧城市等领域的广泛应用，提升了其在行业中的竞争力。

3. 软件供应链安全能力成为持续发展的基础保障

随着全球数字化转型的推进，软件供应链安全已成为保障服务器操作系统持续发展的核心要素。操作系统作为数字化基础设施的关键组成部分，其稳定性和安全性直接关系到企业与政府信息系统的正常运行。尤其在开源技术和全球化协作日益深入的今天，操作系统的供应链安全面临前所未有的挑战。恶意攻击、漏洞利用、代码篡改等威胁不断增加，尤其是在开源软件和跨国合作环境下，每个环节的漏洞都可能成为潜在的攻击入口。因此，增强软件供应链的安全性不仅是技术问题，更是保障国家信息安全和数字经济稳定的基础。国产操作系统厂商已经意识到这一挑战，正在加大投入，提升整体供应链的安全能力。

为了有效应对供应链中的安全隐患，国产操作系统厂商积极加强安全管理体系和技术保障。GB/T 43698-2024《网络安全技术软件供应链安全要求》是2024年11月1实施的国家标准，涵盖软件产品供应链安全组织管理和软件产品供应活动2个能力域12个能力项内容，该国标能力评估分为三个等级，三级认证为最高等级认证，共计86项评估指标。国家中兴通讯股份有限公司的“新支点服务器操作系统[简称：NewStart CGSL] V6”软件在供应链安全保障过程中涉及的组织管理、供应活动管理2个能力域符合CCID-JF-07020-2023《软件供应链安全能力测评规范》3级（优化级）要求，具备较成熟的供应链安全保障体系，通过了软件供应链安全能力3级（优化级）评估。

开源软件的广泛应用为供应链安全带来了新的挑战。开源操作系统的代码公开性和多方贡献，使得恶意代码、漏洞和后门成为潜在风险。虽然开源社区提供了丰富的技术资源，但这些资源同时也面临着被滥用的风险。因此，加强对开源代码的管理成为保障操作系统供应链安全的重要环节。国产操作系统厂商需要严格控制开源代码的来源，实施完善的代码审查和漏洞修复机制。例如，通过建立专门的安全审查团队，实时对开源代码进行安全检测，并及时修复潜在漏洞，从源头上防范恶意软件的渗透。此外，随着RISC-V等新型开源硬件架构的崛起，国产操作系统厂商可以通过硬件和操作系统的深度定制化，进一步提升整体系统的安全性。RISC-V架构的开源特性使得硬件与操作系统的紧密结合成为可能，提供了新的安全机会。

在提升操作系统供应链安全能力的同时，国产厂商还在推动内生安全（built-in security）架构的设计。内生安全是在操作系统设计初期就嵌入多层次安全防护机制，如访问控制、数据加密、身份验证和实时监控等。这些机制不仅有效提高了系统的抗攻击能力，也能在遭遇安全威胁时提供快速响应。例如，通过内生安全架构，操作系统能够及时发现并应对恶意入侵，确保数据和信息的安全性。此外，内生安全的理念不仅局限于操作系统层面，还扩展到硬件层面。在硬件设计中，厂商将安全模块嵌入到芯片中，与操作系统协同工作，从而实现硬件、操作系统和应用软件的全方位安全防护。这种“硬软一体化”的安全策略，有效减少了单一层次安全防护的漏洞，增强了系统的综合防护能力。

随着网络安全威胁的不断演化，操作系统的安全性不仅关乎技术竞争力，也关系到国家信息安全的稳定。国产操作系统厂商必须进一步加强技术整合，推动全产业链的安全协同。通过跨领域合作，操作系统能够更好地满足金融、电信、医疗等高安全需求行业的特殊要求，为特定行业提供定制化的安全解决方案。通过与行业合作伙伴共同努力，国产操作系统厂商能够提升整个产业链的安全水平，为全球用户提供更加安全、稳定的技术支持。随着全球安全标准和最佳实践的不断发展，国产操作系统在提升自我防护能力的同时，也不断加强与国际安全标准的对接，为全球网络安全的稳定与发展贡献力量。

三、发展建议

(一) 面临的问题

1. 核心技术仍需突破

在国产操作系统的发展过程中，核心技术的突破仍是面临的重大挑战。尤其是在内核、智能计算和分布式架构等领域，技术上的限制直接影响操作系统的性能和适应性。因此，推动这些核心技术的突破，成为确保国产操作系统竞争力和可持续发展的关键。

(1) 内核关键性能优化

操作系统的内核是其最基础的部分，承担着管理硬件资源、提供系统服务和实现多任务调度等重要职责。内核的性能直接决定了操作系统的响应速度、稳定性和资源管理能力。当前，国产服务器操作系统在内核优化方面仍存在一定的瓶颈，尤其是在多核处理器的支持、高效的调度算法以及系统调用的优化等方面，尚未能够与国际主流操作系统的性能水平完全对接。内核的关键性能优化，要求对多线程和多进程调度机制进行深入研究，提升内核对硬件资源的利用效率。此外，操作系统内核还需要在处理器架构和内存管理方面做出相应优化，以便能够更好地适应日益复杂的硬件环境。为此，国产操作系统厂商应加强与硬件厂商的深度合作，推动内核与硬件的深度适配，从而解决性能瓶颈问题，提升系统的响应速度和稳定性。

(2) 大规模智算并发能力

随着大数据、人工智能和机器学习等技术的飞速发展，操作系统在支持大规模并发计算、智能计算和复杂算法时面临更高的要求。尤其是在云计算、人工智能训练等领域，操作系统需要具备强大的并发计算能力，以支撑大量数据的实时处理和分析。当前，国产操作系统在智算并发能力方面仍存在一些不足，特别是在高效调度、负载均衡、资源分配等方面，无法满足大规模并发计算的需求。为了突破这一瓶颈，国产服务器操作系统需要在内核和调度机制上进行深入优化，采用更加智能的算法来提高资源的利用效率。此外，还需要通过分布式计算、容器化技术等手段，实现对大规模并发任务的高效管理。这要求操作系统不仅具备高效的硬件资源管理能力，还要能够在动态变化的负载下实现弹性伸缩，从而确保系统在高并发环境下仍能保持高效稳定运行。加强大规模智算并发能力的提升，将是未来国产操作系统能够与国际竞争对手抗衡的关键技术。

(3) 云原生分布式架构挑战

云原生技术的兴起给操作系统带来了新的挑战。云原生架构要求操作系统具备更强的灵活性、可扩展性和容错能力，能够支持大规模分布式应用和微服务的部署与管理。当前，国产服务器操作系统在支持云原生应用方面的技术还处于起步阶段，尤其是在分布式架构、容器化技术、自动化运维等领域，仍面临较大的技术挑战。要实现云原生架构的完全支持，国产服务器操作系统需要具备强大的资源调度、负载均衡和服务发现能力，

同时还需要能够与主流的容器管理平台（如 Kubernetes）兼容，提供高效的微服务管理和编排功能。此外，云原生架构对操作系统的安全性和稳定性提出了更高的要求，操作系统需要具备强大的容器隔离、数据保护和故障恢复能力，以保障云环境下应用的安全性和可靠性。国产操作系统在云原生支持方面的技术提升，不仅要求操作系统具备灵活的架构设计能力，还需要在基础设施的管理、服务的编排以及自动化的部署方面取得重大突破，从而实现对云原生技术的全面适配。

核心技术的突破是推动国产操作系统发展的基础，而内核优化、大规模智算并发能力和云原生分布式架构的挑战，构成了当前技术突破的关键领域。只有通过持续的技术创新和深入的研发，国产操作系统才能突破这些技术瓶颈，提升性能与竞争力，为数字化转型和产业升级提供强有力的支撑。

2. 数据安全仍需提升

随着信息技术的飞速发展，数据安全已成为当今数字化社会的关键问题之一。特别是在操作系统和云计算环境中，如何确保数据的机密性、完整性以及系统的可靠性是保持网络安全、保护用户隐私和企业核心资产的基础。当前，数据安全在国产操作系统的发展过程中仍面临诸多挑战，尤其是在安全隐私保护、可靠性和容错性等方面。为应对这一挑战，机密计算技术作为一种新兴的解决方案，正逐步被引入到国产操作系统中，提供更强的安全保障。

（1）安全隐私保护

国产服务器操作系统的安全隐私保护能力在机密计算技术的推动下取得了显著进展，但技术碎片化与生态协同不足仍是核心挑战。近年来，国产处理器厂商通过硬件级机密计算的集成，逐步构建了覆盖数据全生命周期的安全防护体系。例如，海光机密计算 CSV 以及相关内置芯片级国密算法加速引擎，在金融交易场景中实现了数据库透明加密，性能较传统方案提升 3 倍以上；华为鲲鹏处理器则通过开源生态与云原生工具链的深度融合，支持边缘计算场景下 AI 模型训练数据的全程加密。这些技术突破使得敏感数据在传输、存储和计算过程中始终处于硬件隔离的保护之下，尤其在医疗数据共享、跨机构联合风控等场景中，实现了“数据不出域，模型可协作”的隐私保护目标。

与此同时，国产操作系统如银河麒麟、统信 UOS 开始支持联邦学习与多方安全计算（MPC），结合机密计算技术进一步扩展了隐私计算的适用性。例如，某政务平台通过 TEE 环境下的联邦学习，完成了跨部门人口数据分析，原始数据全程加密且不离开本地节点，显著降低了数据泄露风险。

然而，中国机密计算技术的标准化与兼容性问题仍制约其大规模应用。不同处理器厂商（如海光、鲲鹏、龙芯）的机密计算实现方案存在接口差异，导致跨平台数据交互需额外适配。此外，国际主流技术生态的兼容性短板也限制了国产方案的推广，开发者需投入大量资源进行二次开发。同时，侧信道攻击的防御能力方面仍较薄弱，操作系统层也缺乏对 TEE 环境内异常内存访问或密钥调用的实时检测机制。

Intel 在龙蜥社区（OpenAnolis）主要提供了 SGX（Software Guard Extensions）和 TDX（Trust Domain Extensions）支持，并在此之上构建运行时虚拟机与容器等一系列机密计算应用；通过机密计算 SIG，进一步推广了 SGX/TDX 的可用性和通用性。SGX 基于硬件指令级加密，为用户态或内核态划分出私有飞地（Enclave），防止高权限进程或恶意代码窥探；TDX 则为虚拟机提供系统级的可信执行环境，在隔离租户工作负载的同时，强化了数据主权与完整性保护。

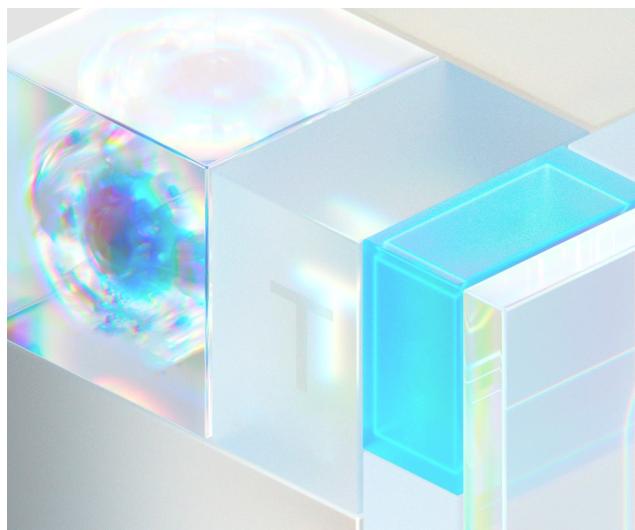
（2）可靠性和容错性挑战

在可靠性方面，国产服务器操作系统通过硬件冗余设计与软件容错机制的协同优化，已在高可用性场景中接近国际水平。例如，海光 C86 芯片的 RAS（可靠性、可用性、可维护性）特性支持内存 ECC 纠错与 PCIe 链路冗余，结合银河麒麟 V10 的双活存储与分布式锁机制，可在硬件故障时 30 秒内完成备用节点切换，保障电力调度、金融交易等关键业务的连续性。机密计算技术的引入进一步强化了系统的可靠性，其硬件隔离可将软件层故障的影响范围缩小 80%，有金融系统在 TEE 容器中运行核心交易服务后，单点故障引发的业务中断率显著下降。

但机密计算也带来了新的复杂性，尤其在异构计算与高负载场景中暴露了性能瓶颈。国产芯片在极端负载下的稳定性仍存隐患，测试表明，某国产操作系统在同时运行 1000 个 TEE 容器时，因 CPU 调度策略未优化，业务延迟增加 50%。TEE 环境的内存加密和密钥管理通常会占用 5%-15% 的硬件资源，在分布式 AI 训练等场景中可能引发系统性性能衰减。同时，对于 Intel TDX 而言，大规模部署多个 TD（Trust Domain）实例时会对 CPU 调度和内存资源提出更高要求；异构计算组件如 GPU 若在 TEE 环境内发生故障，尚缺乏可自动隔离并迁移任务的成熟机制，需人工干预而导致业务中断时间延长。分布式存储系统的兼容性问题同样突出，国产分布式存储（如 Ceph）在快照备份时与 TEE 加密数据的协同不足，容易触发二次加密错误，增加了运维复杂度。

3. 产业生态仍需完善

在国产服务器操作系统的发展过程中，产业生态的完善仍是亟待解决的关键问题。当前，国产服务器操作系统虽取得了一定进展，但要与国际主流操作系统竞争，还面临着异构硬件兼容、软硬件兼容性以及开源社区的繁荣等方面挑战。调研结果显示，近 60% 的用户企业认为聚焦 2-4 个品牌的多路线兼容适配更有利于生态健康发展，这为技术路线的多元化与兼容性平衡提供了明确方向。只有在这三个方面取得突破，国产服务器操作系统才能够构建起强大的产业生态，进一步推动国产服务器操作系统的普及与应用。



(1) 异构硬件兼容

随着技术的不断发展，硬件平台的多样性不断增加，异构硬件的应用场景日益增多。调研结果显示，39.62% 的用户企业因新旧业务并存而采用多款操作系统，31.37% 考虑不被单一厂商绑定的战略需求，27.36% 的企业出于特定芯片兼容需求选择多系统部署，这直接倒逼操作系统厂商提升跨平台适配能力。异构硬件是指不同类型、不同架构的硬件设备（如 GPU、FPGA、NPU 等）在同一系统中的共存。操作系统需要具备强大的异构硬件兼容能力，才能在不同硬件平台上高效运行，充分发挥硬件资源的优势。然而，当前国产操作系统在异构硬件兼容性方面仍存在较大差距。由于不同硬件平台的架构、接口以及驱动要求各异，操作系统需要进行深度定制，以支持这些硬件的高效运行。尤其在人工智能、大数据分析、机器学习等应用中，GPU 和 NPU 等硬件的加速能力至关重要。因此，国产操作系统厂商需要加强与硬件厂商的合作，推动操作系统对异构硬件的深度适配，确保在多样化硬件平台上的兼容性和稳定性。此外，还需建立更加完善的硬件驱动体系，提升操作系统的硬件适配能力，从而打破当前的硬件壁垒，推动国产操作系统在更多领域的应用。

(2) 软硬件兼容

软硬件兼容性是操作系统产业生态完善的另一大难题。操作系统需要在各种硬件平台上实现无缝运行，而硬件的多样性要求操作系统具备强大的兼容能力。当前，国产操作系统在软硬件兼容性方面仍面临较大挑战。调研结果显示（如图3），用户企业对于操作系统与国产数据库、中间件、主流开源应用兼容性问题最为关注，占比 33.7%，其次是安全更新（27.72%）、再次是稳定性（12.91%）。操作系统与国产数据库、中间件、主流开源应用兼容性问题使得不同操作系统之间的协作和技术整合变得更加复杂，影响了生态系统的快速发展。

用户企业对操作系统最关注的方面

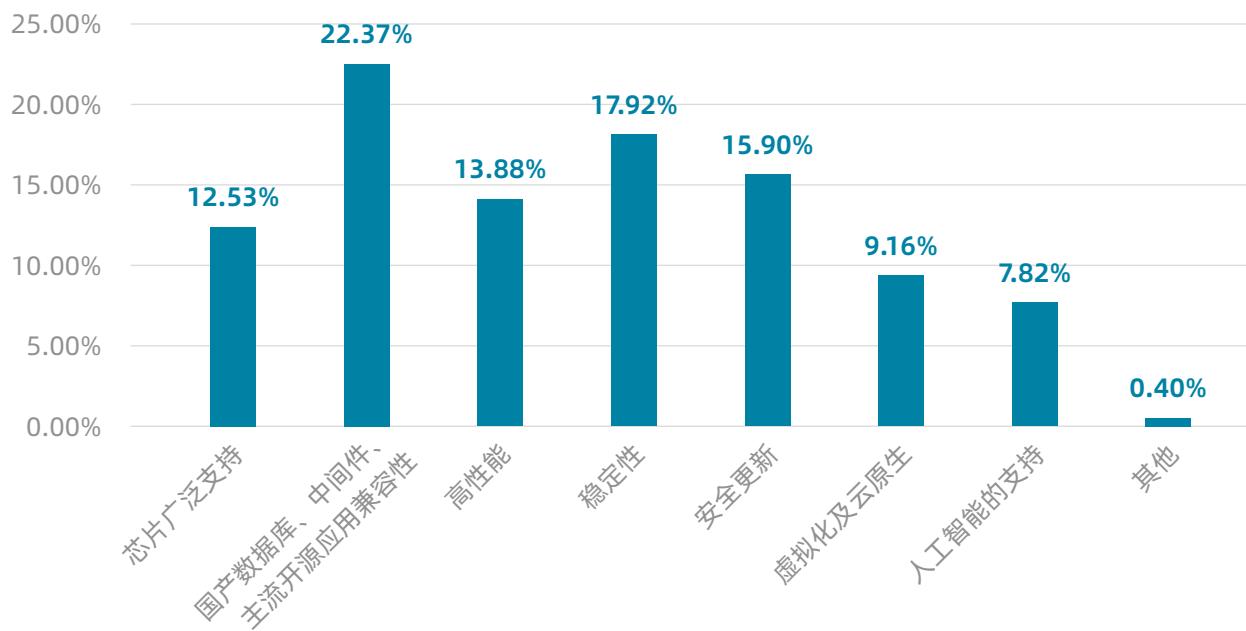


图 3 用户企业对操作系统最关注的方面

由于操作系统在开发初期通常会优先针对特定硬件平台进行优化，导致在跨平台适配时，可能出现硬件驱动不兼容、性能瓶颈等问题。尤其是在国产操作系统与国际主流硬件的兼容性上，仍然存在较大的差距。要解决这一问题，国产操作系统厂商需要加强与硬件制造商的合作，确保操作系统在不同硬件上的适配性。此外，随着硬件技术的快速更新换代，操作系统也需要能够及时更新，以支持新型硬件设备的接入。为了提高软硬件兼容性，国产操作系统需要在设计时考虑更多的硬件平台，采用标准化的硬件抽象层（HAL）技术，并通过开源社区的力量推动软硬件的适配与优化工作。这将有助于促进国产操作系统的广泛应用，推动软硬件协同发展，提升系统的整体性能和稳定性。

(3) 开源社区生态体系建设

开源社区的繁荣对于操作系统的发展至关重要。开源不仅能够加速技术创新，还能够通过全球开发者的协作，提升操作系统的安全性、稳定性和功能性。当前，国产操作系统虽然在某些领域有所突破，但其开源生态体系仍显薄弱。相比之下，国际主流操作系统（如 Linux）已经形成了成熟的开源社区，拥有大量的开发者和技术贡献者，这为其快速发展提供了强有力的支持。国产操作系统要实现与国际竞争对手的接轨，就必须依赖于开源社区的力量。要推动开源社区的繁荣，国产操作系统厂商应加大开源力度，鼓励更多的开发者参与到操作系统的开发和优化过程中。此外，还需积极推动开源协议的标准化，确保在共享技术成果的同时，保障知识产权的安全性。通过构建更加开放的开发平台和生态环境，国产操作系统能够吸引全球开发者的参与，提高系统的技术水平与创新能力。同时，中国操作系统厂商还应加强与全球开源社区的合作，推动国产操作系统在国际开源领域的认知度和影响力。通过构建健康、繁荣的开源社区，国产操作系统可以在全球范围内获得更多的支持与贡献，为其持续发展提供源源不断的动力。

产业生态的完善是国产操作系统面临的重大挑战，尤其在异构硬件兼容、软硬件兼容性以及开源社区的繁荣等方面，仍需进一步加强。在这些领域取得突破，不仅有助于提升国产操作系统的技术水平和市场竞争力，更能够推动整个国产操作系统生态的健康发展，最终实现与国际主流操作系统的平行竞争与发展。

为了促进生态的健康发展，必须加强操作系统技术的标准化建设，通过行业联盟、测评机制、技术社区等方式，推动技术标准的统一，并促进厂商之间的协同创新，形成开放、互通、互利的生态系统。构建一个活跃、开放、互通的产业生态体系，对于中国操作系统的长期发展至关重要。操作系统厂商应加大与硬件厂商、应用软件厂商、行业联盟的合作力度，推动产业链上下游的深度协作。只有通过产业链协同创新，推动技术标准的统一和市场需求的共识，国产操作系统才能实现可持续的规模化发展，满足更广泛市场的需求。

(二) 对策建议

1. 政策与市场双轮驱动

要加快国产服务器操作系统的发展，必须实现政策与市场的双重发力。首先，在政策引导方面，应进一步完善信创相关政策，加大科研经费投入、产业激励、标准监管、市场推广等层面的扶持力度，确保国产操作系统在核心技术研发上拥有持续动力。政府可通过制定针对关键行业的专项方案、支持地方示范工程、加强标准化建设等方式，夯实国产操作系统在金融、电力、能源、电信运营商等领域的应用基础，并将真实落地案例与成功经验进行大力宣传，从而树立行业标杆，带动更广泛的市场认可与参与。调研结果显示，当前用户企业认为服务器 OS 市场主要缺少的标准或监管要求有安全技术规范、运维管理规范、应用场景技术和规范、解决方案规范性描述、服务协议规范等（如图4）。

与此同时，市场需求端也应为国产操作系统提供试验与成长的空间。企业可在关键业务中进行先行先试，通过实地部署与技术验证，为系统优化提供真实的运行数据和改进建议。随着更多标杆案例的积累和成功经验的推广，市场对国产操作系统的信心将不断增强，形成“政策扶持+市场检验”的良性循环。这种双轮驱动模式不仅能帮助国产操作系统迅速融入各行业的生产实践，也能让技术创新在不断的应用反馈中持续迭代，为构建完善的国产操作系统生态打下坚实根基。

用户企业认为目前服务器 OS 市场主要缺少的标准或监管要求

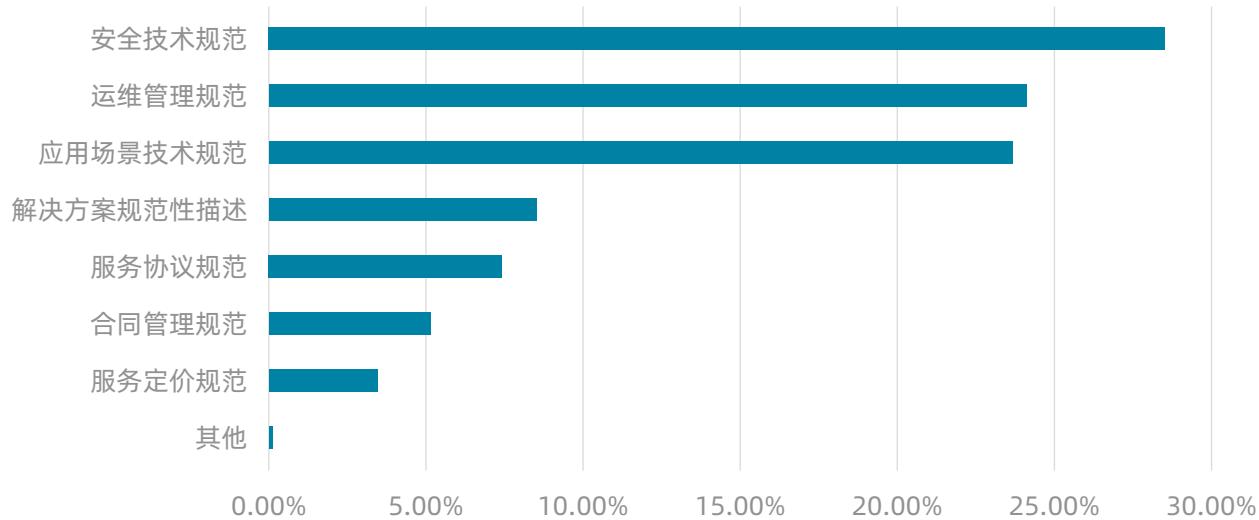


图 4 用户企业认为目前服务器 OS 市场主要缺少的标准或监管要求

与此同时，市场需求端也应为中国操作系统提供试验与成长的空间。企业可在关键业务中进行先行先试，通过实地部署与技术验证，为系统优化提供真实的运行数据和改进建议。随着更多标杆案例的积累和成功经验的推广，市场对中国操作系统的信心将不断增强，形成“政策扶持+市场检验”的良性循环。这种双轮驱动模式不仅能帮助中国操作系统迅速融入各行业的生产实践，也能让技术创新在不断的应用反馈中持续迭代，为构建完善的中国操作系统生态打下坚实根基。

2. 技术与应用统筹推进

要在全球竞争中取得突破，技术创新与行业应用的统筹推进至关重要。国产操作系统厂商必须在核心技术领域持续投入，尤其要聚焦高性能内核优化、多场景 AI 调度、云原生增强等关键方向，以适应新兴应用对大规模计算和快速响应的需求。高效的内核调度算法、完善的容器化支持和精准的资源管理能力能显著提升系统整体性能，为 5G、人工智能、边缘计算等复杂场景提供更灵活的底层支撑。此外，厂商应与硬件企业、数据库厂商、整机厂商及 ISV（独立软件开发商）深度合作，围绕软硬一体化的理念打造定制化解决方案，以充分发挥系统在不同业务场景下的优势。例如，针对 AI 训练和推理负载的高并发要求，通过调度算法改进、对 GPU/FPGA 等硬件加速单元的优化，能够在分布式计算和智能运维方面获得显著提升。对于云原生架构，操作系统需原生支持容器与虚拟化融合，既保证高可用性，又能最大限度利用硬件资源，提高企业在云端部署与运维方面的效率。只有将技术创新扎根于具体行业需求，国产操作系统才能在不断的迭代中体现出高附加值，并逐步形成满足不同行业特性的产品和服务矩阵，从而在规模化应用中确立可持续的竞争优势。

3. 国产和开放协同发展

在全球化的技术背景下，国产服务器操作系统要想实现快速崛起，离不开对开源技术的积极运用与深度创新。一方面，厂商需持续与国际开源社区保持紧密联系，通过贡献代码、参与社区治理和协同制定技术标准等方式提升话语权与影响力。如此不仅能充分汲取全球先进的技术成果，也能将国内的实际需求融入到国际化技术讨论当中，为后续的产品迭代和功能完善奠定基础。另一方面，国产操作系统还须在国内积极推动开源项目的繁荣，让更多开发者、中小企业乃至高校和科研机构共同参与到系统研发与应用实践之中。在此过程中，“拿来”与“自主”并行是关键，既要善于借鉴和整合国际领先的开源技术成果，又要根据国内产业特点与需求进行本土化改进与安全防护增强，形成独具特色的解决方案。多层次、多领域的共同建设将逐步打造一个生机勃勃的开源生态，为国产操作系统源源不断地注入创新活力。唯有如此，国产操作系统才能兼具国际先进性与国内适用性，在保障系统安全与性能的同时，让更多行业与用户在数字化转型中享受到“自研+开源”的双重红利，实现从技术跟随到自主创新的跨越，为全球信息技术生态贡献更具竞争力的中国方案。

致 谢

《国产服务器操作系统发展报告（2025）》对国内外服务器操作系统发展情况进行了大量调研和分析，衷心感谢以下业界人士在编写过程中给予的大力支持：马涛（阿里云计算有限公司）、郑臣明（海光信息技术股份有限公司）、徐立峰（中兴通讯股份有限公司）、苏志远（浪潮电子信息产业股份有限公司）、史元春（清华大学）、邓志东（清华大学）、刘澎（中国开源软件推进联盟）、霍太稳（极客邦科技）、InfoQ 研究中心。

特此感谢

出品单位：中国智能计算产业联盟

