

序

随着万物互联时代的到来和我国新基建事业的加速展开，各行各业都面临着信息系统换代升级乃至数字化转型发展，都需要提供强劲、安全、绿色和开放的算力支撑。在这个重要历史时期，天津飞腾信息技术有限公司推出《从端到云 – 基于飞腾平台的全栈解决方案白皮书暨飞腾生态图谱 2.0》（以下简称“从端到云白皮书”），阐述了飞腾平台解决方案和成功案例，这无疑将给行业新基建的发展提供新的动能，对行业信息化转型升级提供重要的路径选择和技术支撑。



“从端到云白皮书”为 2019 年版的升级版本，重点介绍了飞腾通用终端和服务器芯片产品及规划路线图，进一步丰富了解决方案的内涵和外延。除了夯实传统云计算和边缘计算领域解决方案之外，还增加了对于 5G、AI、安全可信领域的规划设计和解决方案，系统全面介绍了飞腾在政府、金融、电信、电力、轨交、智慧园区等行业领域的成功案例，并通过生态图谱，展现了健康而强大的飞腾生态。

通过该白皮书的发布，让我们看到了以飞腾为代表的绿色计算产业联盟核心成员，在推动绿色计算生态体系构建方面的开放和包容，团结和协作；看到了他们为推进国家新基建进程所做出的不懈努力和取得的巨大进步。作为绿色计算产业联盟理事长，我亦深感欣慰，遂欣然作序。

祝贺飞腾！祝绿色计算产业生态与日繁荣！

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes.

梅宏

中国科学院院士

绿色计算产业联盟理事长

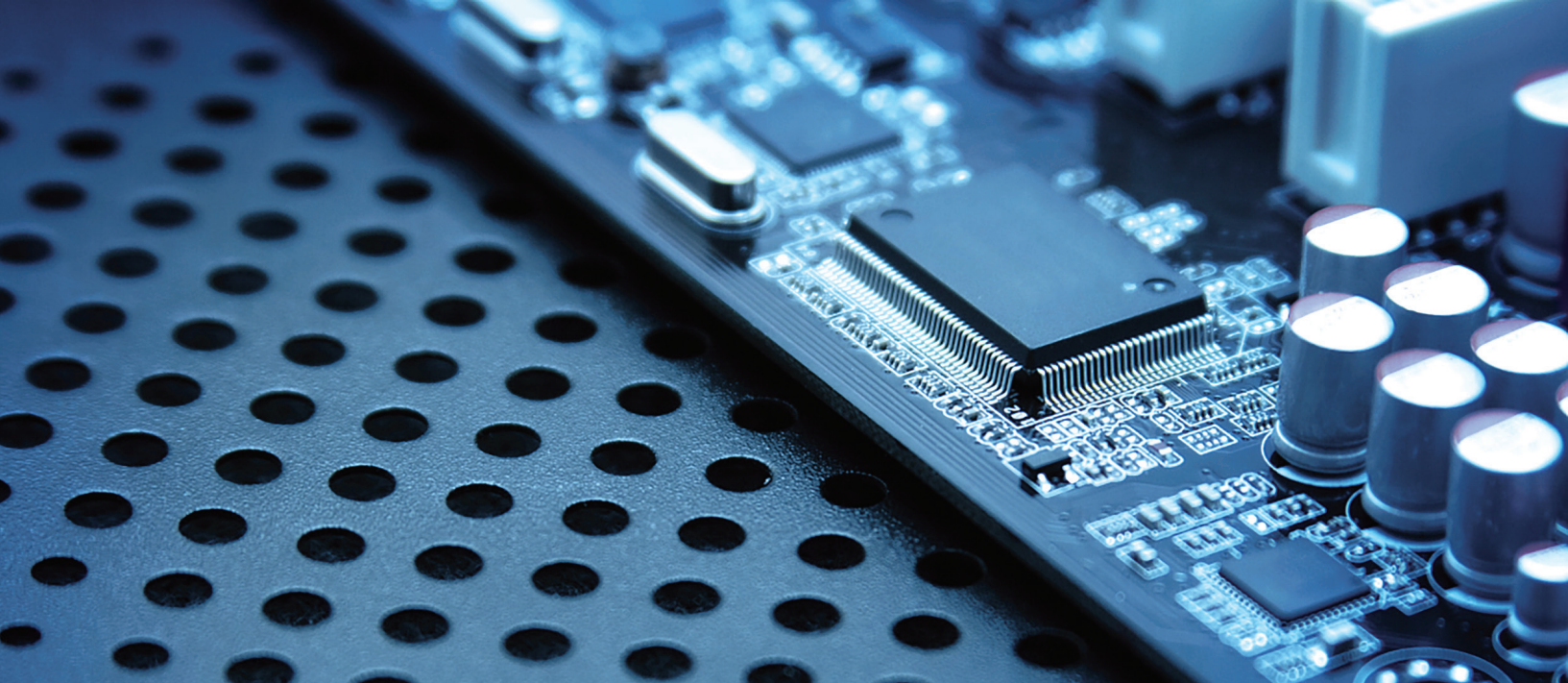
中国计算机学会理事长

2020 年仲秋

目 录

1. 背景和目的	01
2. 飞腾产品线	03
3. 终端设备对芯片需求	05
3.1. 更高性能、更低功耗、更好体验	05
3.2. 融合移动生态	06
3.3. 更高安全可信机制	07
4. 云及边缘计算对芯片需求	08
4.1. 云计算对芯片的需求	08
4.1.1. 高性能、强单位功耗算力	08
4.1.2. 多核支持能力	09
4.1.3. 硬件辅助虚拟化支持能力	09
4.1.4. 容器化能力	10
4.1.5. 活跃的体系架构生态	11
4.2. 边缘计算对芯片的需求	12
5. 终端全栈解决方案	13
5.1. 全栈架构	13
5.1.1. 硬件层	13
5.1.2. 固件、操作系统及外设	14
5.1.3. 应用层	14
5.2. 终端产品生态图谱	14
6. 云及边缘计算全栈解决方案	22
6.1. 全栈架构	22
6.1.1. 基础设施层	23
6.1.2. IaaS 层	25
6.1.3. PaaS 层	26
6.1.4. SaaS 层	28
6.2. 云及边缘计算生态图谱	28
7. 5G 解决方案	35
7.1. 总体技术架构	35
7.2. 接入网解决方案	36
7.3. 核心网解决方案	37
7.4. MEC 移动边缘计算解决方案	38
7.5. 安全解决方案	39
8. AI 解决方案	41
8.1. AI 服务器	41

8.2.AI 云	43
8.3.AI 边缘盒子	43
8.4.AI 端边云联动	44
9. 安全可信解决方案	45
9.1. 终端全栈架构	45
9.1.1.TPCM 方案	45
9.1.2.TPM2.0 方案	47
9.2. 可信云全栈架构	48
10. 集成模式和建议	50
10.1. 架构选型	50
10.2. 云化技术路线选型	50
10.3. 系统建设.....	50
10.4. 程序移植和优化	51
10.5.5G 系统建设思路	53
10.6.AI 平台建设思路	54
11. 典型案例及应用场景解析	55
11.1. 政务办公案例	55
11.2. 金融行业案例	56
11.2.1. 金融行业办公信息化案例	56
11.2.2. 金融行业业务系统案例	57
11.2.3. 金融行业中的 AI 应用案例	57
11.2.4. 金融机具案例	58
11.3. 大型集团案例	59
11.4. 轨道交通行业案例	60
11.5. 专用数据中心案例	62
11.6. 电信行业应用场景	62
11.7. 电力行业应用场景	63
11.7.1. 电力电网中的 5G 应用	64
11.7.2. 电力行业的 AI 应用	64
11.7.3. 电力行业的安全可信应用	66
11.8. 智慧园区应用场景	68
11.8.1. 园区安防中的 AI 应用	68
11.8.2. 工业园区中的 5G 应用	70
12. 飞腾的愿景和准备	71
致谢	73
附录 – 缩略语	74



1、背景和目的

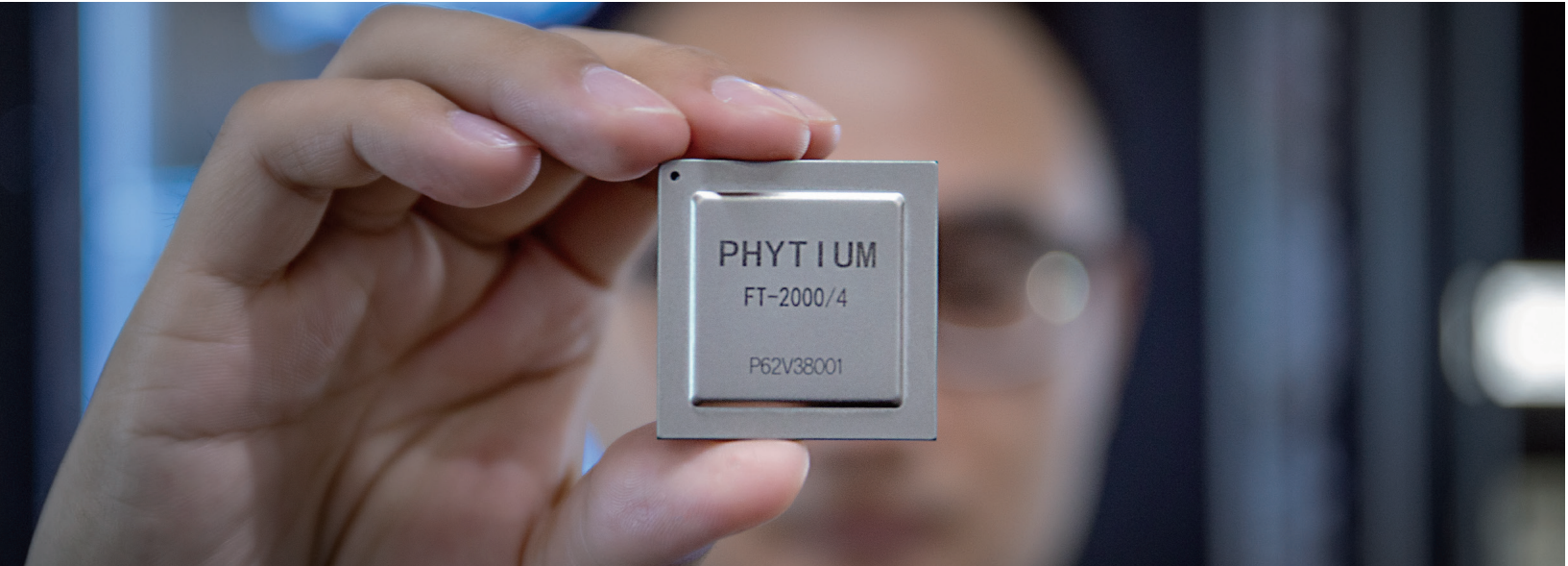
2020 年，我国为适应经济社会发展和国际形势新的变化，正式推出了新型基础设施建设行动，包括 5G 基建、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网七大领域。虽然这些领域的建设工作涉及诸多不同的产业链，但需要有强劲、安全、绿色和开放的算力提供支撑是共同的诉求。

随着新基建的逐步推进，万物互联时代将真正来临，在终端设备方面，无论是单独部署的个人桌面电脑、笔记本电脑、接入云平台的瘦客户端，还是其他通过有线和无线接入的多样化设备，用户都期待终端设备具有更高的性能、更好的用户体验和更广泛的接入能力。

同时，随着云计算技术的发展，政府、金融、电信、教育等各行业都在进行信息化持续转型，已经开始从传统信息系统“烟囱式”的建设方式，向云计算环境进行迁移。云计算的核心是利用以虚拟化为代表的技术，对计算、存储、网络等资源提供细粒度优化配置管理和弹性扩展能力，从而提高信息基础设施的利用率，降低系统的 TCO（Total Cost of Ownership，总拥有成本）。与此同时，容器、大数据、5G、人工智能和安全可信等新技术迅速发展和融合又进一步把云计算推向新的时代。容器技术的出现不仅提供了另一种虚拟化的方式，也使微服务软件架构设计模式更容易实现，从而使应用程序可以持续集成、众创开发、快速迭代和灰度部署；大数据技术利用云计算平台的分布式处理和弹性扩展特性，可以对信息系统获取的数据进行离线和在线的高效清洗和处理；5G 将为网络信息体系提供海量的终端接入能力、超低的网络延时和超高的网络速率，从而使万物互联、海量数据传输、端边云高效协同成为可能；人工智能技术如机器学习、深度学习则可以充分挖掘这些结构化、非结构化数据

的潜在价值，支撑用户决策分析，帮助用户获取更高收益。安全可信技术则与 CPU 层面上可信计算标准相结合，实现了计算机系统自底向上的本质安全，可有效防范信息系统建设过程中的安全漏洞，从而夯实新基建安全基础，为基础设施建设保驾护航。

从端到云，各种设备、软件及其部署模式，构成了一个庞大的“生态系统”。飞腾作为底层的芯片供应商，为终端、服务器、网络、存储和安全等各类设备提供核心算力支撑，目前，飞腾已联合千余家国内软硬件厂商，支撑了 900 余款飞腾平台设备上市，已经和正在适配的软件和外设超过 2400 种，兼容百万级移动 APP 应用，构建起了国内最完善、最庞大的从端到云的信息化建设全栈生态体系。与此同时，飞腾也在一直思考什么样的芯片和生态才能满足用户对于终端多样化的需求，什么样的芯片和生态才能满足云计算和大数据时代各行业的需求。飞腾希望站在用户的角度，希望从传统意义上的芯片设计厂商，逐步转变为可为行业客户提供系统级解决方案并且可以高度信赖的新基建信息化建设咨询“专家”。本白皮书正是从信息系统整体规划与建设角度出发，为集成商和最终用户梳理飞腾生态图谱，并面向各行业需求提供一套从端到云的全栈解决方案，给出集成模式和建议，提供已被验证、有说服力的实际案例，去分析目前技术架构收敛趋势，协助国家新基建进程中，各行业信息化建设逐步向国产自主创新，以及更先进、更安全、更可靠的部署模式转变。



2、飞腾产品线

飞腾 CPU 研发团队通过 20 余年技术积累，已形成完善的研发体系和产品线，一直有力地服务于国家各行业信息化工程。目前的产品主要包括高性能服务器 CPU、高效能桌面 CPU 和高端嵌入式 CPU 三大系列，为从端到云的各型设备提供核心算力支撑。

2020 年以来，飞腾对高性能服务器 CPU、高效能桌面 CPU、高端嵌入式 CPU 三条产品线进行了全面的品牌升级，凝聚核心价值、打造全新体验。高性能服务器 CPU 产品线将统一以飞腾腾云 S 系列进行命名，腾云驾数，乘风破浪，为服务器和数据中心应用提供强算力、高并发的计算能力。高效能桌面 CPU 产品线将统一以飞腾腾锐 D 系列进行命名，腾锐披坚，追风逐电，打造高性能、高安全的单用户极致体验。高端嵌入式 CPU 产品线将统一以飞腾腾珑 E 系列进行命名，腾珑灵动，烈风迅雷，提供定制化的、契合各行各业嵌入式应用的解决方案。飞腾将继续坚持核心技术自主创新，腾云、腾锐、腾珑并驾齐驱，三线齐飞。

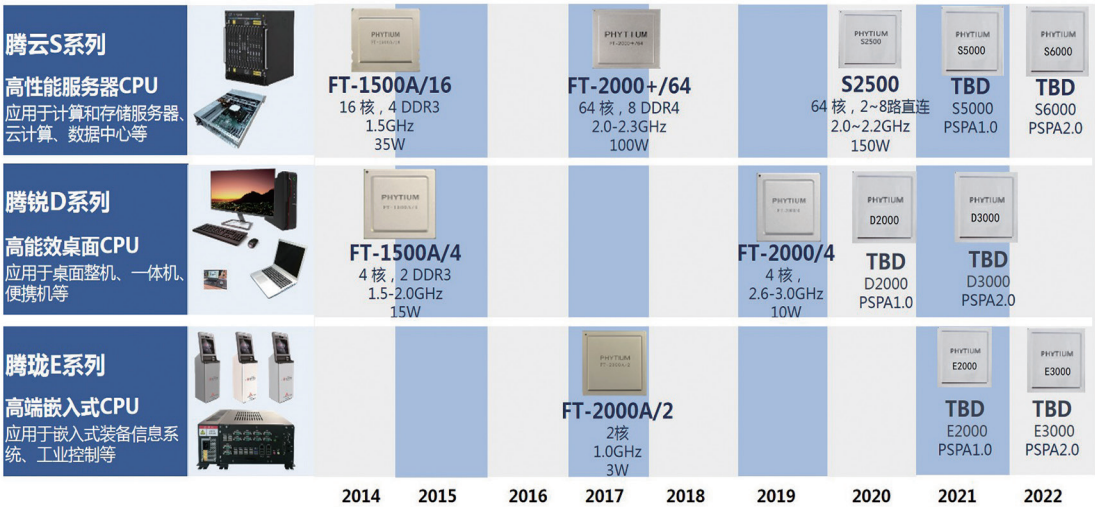


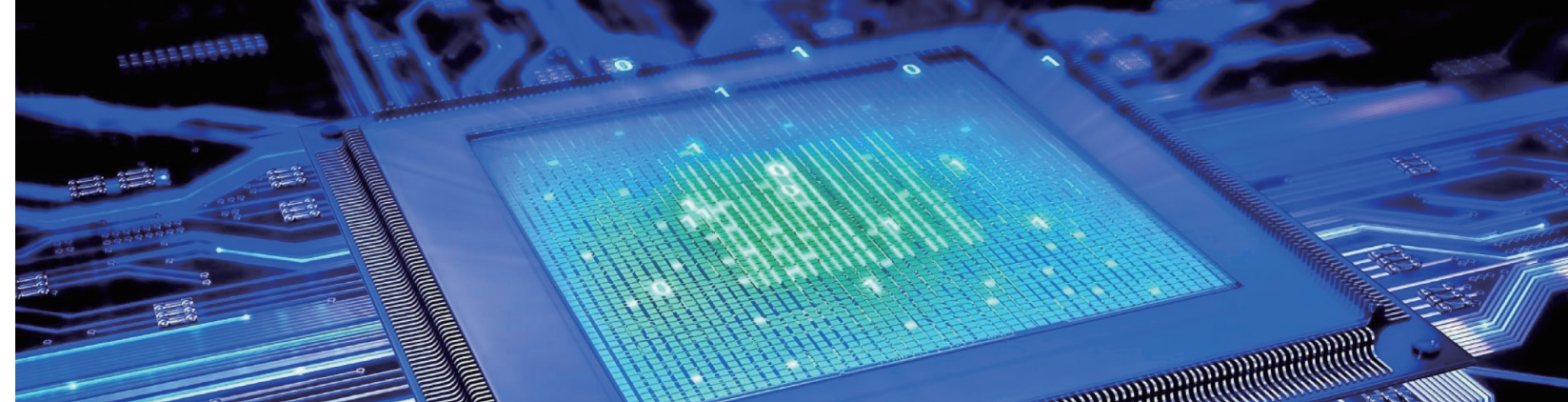
图 1 飞腾产品路线图

飞腾高性能服务器 CPU 最新产品是 2020 年量产的腾云 S2500，集成 64 个飞腾自研 FTC-663 核，主频 2.0-2.2GHz，单芯片典型功耗 150W，支持 2-8 路直连，依托该芯片，可以形成 128 核 -512 核的计算机系统，在大规模集群计算、高性能数据中心等应用场景下表现优异，性能与 Intel Xeon Gold 5118 系列芯片相当。此外，2017 年量产的 FT-2000+/64，集成 64 个飞腾自研 FTC-662 核，主频 2.0-2.3GHz，典型功耗 100W，峰值性能 588.8Gflops，可以胜任科学计算、云数据中心应用，性能与 Intel Xeon E5-2695V3 系列芯片相当。2014 年量产的 FT-1500A/16，集成 16 个飞腾自研 FTC-660 核，主频 1.5GHz，典型功耗 35W，应用于办公业务系统服务器、云计算中低端服务器，能够胜任事务处理、WEB 服务、数据中心存储等业务，性能与 Intel Xeon E3 系列芯片相当。

飞腾高效能桌面 CPU 最新产品是 2019 年量产的 FT-2000/4，集成 4 个飞腾自研 FTC-663 核，主频 2.6-3.0GHz，提供了丰富的接口和安全机制，支持待机和休眠，典型功耗仅 10W，且可以通过“减核”、“降频”等方式应用于嵌入式系统，整体性能与 Intel Core i5 系列芯片相当。2014 年量产的 FT-1500A/4，集成 4 个飞腾自研 FTC-660 核，主频 1.5-2.0GHz，典型功耗 15W，主要应用于办公业务系统桌面终端，可以胜任日常办公、图形图像处理、音视频处理等业务，性能和体验与 Intel Core i3 系列芯片相当。

飞腾高端嵌入式 CPU 产品是 FT-2000A/2，集成 2 个飞腾自研 FTC-661 核，主频 1.0GHz，典型功耗 3W，主要应用于嵌入式工业控制领域，也可用于瘦客户机等设备。性能显著优于 PowerPC 8640 等国际主流嵌入式 CPU。

在未来的产品规划方面，腾云、腾锐、腾珑三个系列的产品线都有相应的布局。腾云 S 系列有两款核心产品，腾云 S5000 和腾云 S6000。腾锐 D 系列有两款核心产品，腾锐 D2000 和腾锐 D3000。腾珑 E 系列也有两款核心产品，腾珑 E2000 和腾珑 E3000。在这一次新基建大潮中，飞腾将坚持“算力为王、自主创新、安全可信”，以更开放的心态与合作伙伴联合推进国产 CPU 的技术和产品演进，以更开放的心态赋能生态伙伴，共同拥抱新基建红利，共同启动经济发展的新引擎，共赢未来。



3、终端设备对芯片需求

3.1 更高性能、更低功耗、更好体验

在终端方面，芯片的性能直接决定了应用程序的运行效率，芯片的功耗直接决定了终端产品形态。例如笔记本是否可以做到无风扇和超薄设计，而芯片是否支持动态功耗管理使得笔记本可待机和休眠，则决定终端是否可以拥有更长的待机时间，这都直接影响着用户的体验。

近年来，随着飞腾加大对研发的投入，飞腾芯片在性能上逐步提升，飞腾高效能桌面主打产品 FT-2000/4 较上一代 FT-1500A/4 在计算性能提升了 1 倍，而功耗方面降低 33%。FT-2000/4 支持 ACPI (Advanced Configuration and Power Management Interface，高级配置和电源管理接口)，众多厂商正开展基于 FT-2000/4 设计开发无风扇超薄笔记本、一体机、加固机等各类型终端和板卡。需说明的是，FT-2000/4 还可以通过“降频”、“减核”等方式，在能源、交通、化工、金融等关键行业实现嵌入式低功耗终端应用。

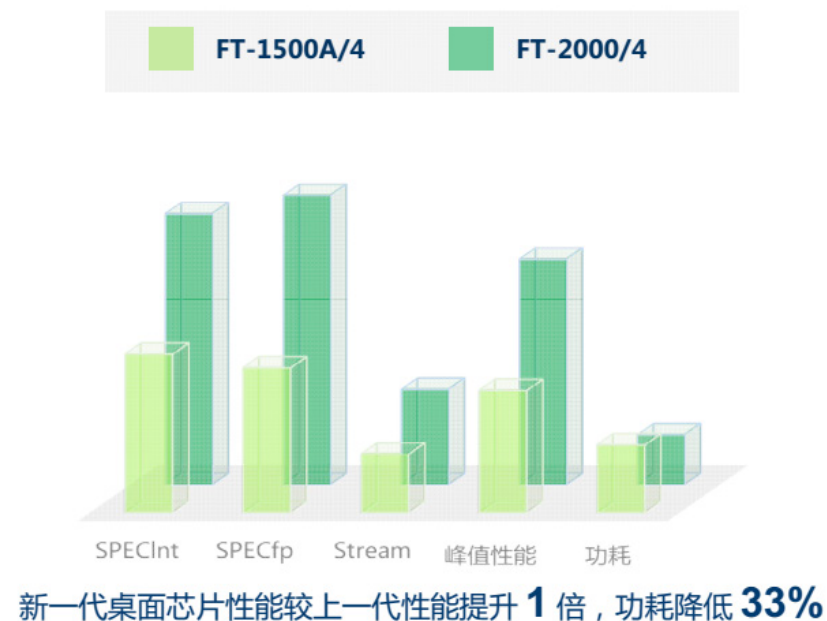


图 2 FT-1500A/4 与 FT-2000/4 性能对比



图 3 飞腾终端设备形态

目前，飞腾正与国内外数百家软硬件厂商联合打造基于飞腾平台生态，目前已涵盖笔记本、台式机、一体机、瘦客户机、移动平板、电子白板等终端形态。应用场景已从传统的电子政务办公，不断向性能要求更高的金融、教育、娱乐甚至电子竞技等场景进行拓展，对办公软件、安全软件、浏览器、多媒体、通讯软件、游戏软件、行业应用软件、插件、外设的要求越来越高，这些变化趋势，对芯片应用级性能及其生态建设提出了更高要求。

性能上，用户不仅要求飞腾芯片本身算力强大，对应用级 2D 图形、3D 图形、系统综合性能要求也越来越高。第三方数据分析显示，飞腾上一代桌面芯片 FT-1500A/4 一直在应用级测试中领先同期同类型桌面芯片，在系统综合性能（Unixbench）测试中表现优秀。而主打产品 FT-2000/4 的计算和应用性能又比上一代成倍提升，带来了超越以往的用户体验。

3.2 融合移动生态

全球信息技术发展已从桌面互联网时代进入了移动互联网时代，并正在向万物互联时代演进。在这个时代背景下，传统桌面终端市场逐渐饱和，适应移动场景成为大势所趋。因此芯片生态是否能拥抱移动互联网趋势将成为未来能否赢得用户和市场的关键。飞腾终端在满足传统办公和业务应用的前提下，与生态伙伴进行合作，对传统 Linux 操作系统生态进行扩展，打通了 Linux 与移动操作系统的应用交互运行能力，使得数百万级安卓应用能够运行于基于飞腾芯片的 Linux 终端设备上，极大扩展了飞腾的软硬件生态。用户可以像使用手机一样使用个人电脑，用户体验得到极大提升。该技术支撑了 2018 年、2019 年两届“国际女子电子竞技锦标赛”，证明了飞腾芯片在严苛用户体验要求下的性能，也加速了飞腾芯片支持更多行业与领域的进程。



图 4 飞腾对移动生态支持情况

3.3 更高安全可信机制

飞腾内置可信技术将我国自主创新的可信计算 3.0（一种主动免疫的可信计算标准）与飞腾 CPU 多核架构相结合，可将部分通用计算 CPU 核设置为物理隔离的可信计算核，并在芯片内置可信根，对计算机实施全方位的主动可信验证，保障完成计算任务和逻辑不被篡改或破坏，构建主动免疫的双体系运行架构，相当于为飞腾计算机植入“免疫和反腐败系统”，实现了 CPU 内置式主动防御机制，能够识别和抵御病毒、木马以及利用漏洞所进行的攻击活动。

具体地说，飞腾 CPU 具有可信密码模块，支持国密算法的硬件加速；CPU 内设计有物理隔离的可信资源，计算环境不可访问可信环境；系统启动时，通过 CPU 内置的可信机制，逐级校验启动过程，确保了各个模块安全可信；系统运行过程中，通过可信计算双体系架构，对计算环境应用的运行实施动态度量，对系统安全进行实时监控。

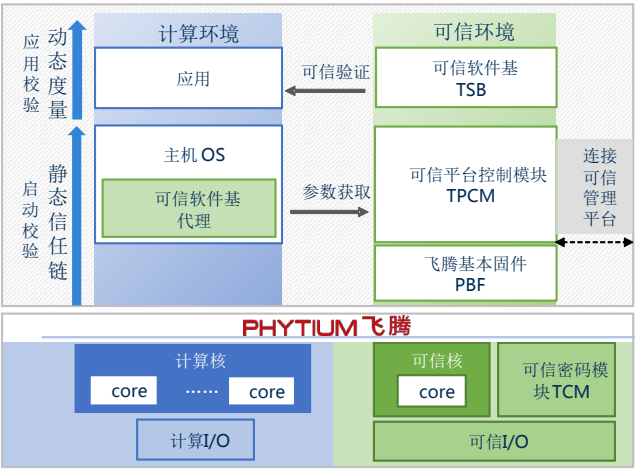


图 5 飞腾终端可信机制示意图



4、云及边缘计算对芯片需求

4.1 云计算对芯片的需求

4.1.1 高性能、强单位功耗算力

随着各行业信息系统建设模式逐步向云环境迁移，信息系统重心由传统办公向核心业务迁移，对云端服务器、存储、网络、安全等设备的性能提出了更高要求。在计算性能上，FT-2000+/64 较上一代 FT-1500A/16 计算性能提升 5.5 倍，而 S2500 进一步提升了云端算力水平，可以满足各行业核心应用对性能的更高需求。相比于目前广泛应用于各行业的 FT-2000+/64 单路服务器产品，基于腾云 S2500 的多路服务器可以实现 2 至 6 倍的算力提升，双路服务器 SPEC2006 整型分值超过 1000 分，四路服务器分值超过 1800 分，八路服务器分值则更高；此外，根据各行业对服务器性能、接口和配套外围器件的多样化要求，可以构建双路 2U，四路 2U，四路 4U，八路 6U 的服务器产品，为行业新基建提供了更高算力、更高密度、更多配置、更低成本的多样化解决方案。

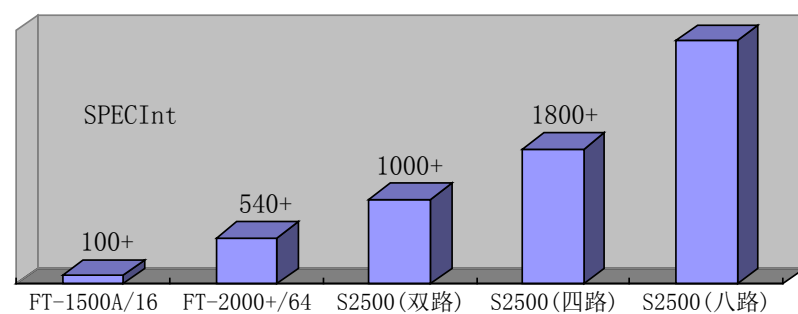


图 6 FT-1500A/16、FT-2000+/64 及 S2500 SPECInt 性能对比

与此同时，芯片单位功耗算力要求不断提升。飞腾主流服务器芯片 FT-2000+/64 较上一代 FT-1500A/16 单位功耗算力提升近 2 倍，是更加高效更加绿色的芯片，新一代产品腾云 S2500 通过多路互联，

将进一步提升能效比。

随着芯片性能的持续提升，服务器产品形态也不断扩展。不仅有基于飞腾平台的均衡型服务器，还有支持 PB 级存储扩展的存储服务器、超高密度计算型服务器、支持多种加速卡的 AI 服务器、集成动环监控的机柜级数据中心和便于快速部署的模块化数据中心等等。



图 7 服务器产品形态

4.1.2 多核支持能力

在行业应用中，办公的桌面虚拟化需求、云手机及云游戏需求，都需要芯片更好支持硬件辅助虚拟化和容器虚拟化，并且 CPU 应提供尽可能多的物理处理器核。对于 KVM 虚拟化来说，一个虚拟机至少分配 1 ~ 2 个物理处理器核，那么在一个计算节点上要支持多虚拟机并行运行，实现高虚拟机密度，CPU 必须要有较多的物理处理器核。对于容器虚拟化，可以将处理器核和单个容器绑定，因此多核结构可以支持更多容器的并行高效运行。

4.1.3 硬件辅助虚拟化支持能力

虚拟化技术是云计算技术的基础，在虚拟化环境中，多个 VM (Virtual Machine, 虚拟机) 运行在同一台服务器上，因此可以更加高效地共享资源，降低成本。虚拟化技术可分为半虚拟化和全虚拟化技术。在半虚拟化技术中，需要修改 VM 上安装的 OS，使特权命令发出时就被修改，可直接运行在宿主机 OS 上，对系统开销影响不明显，但针对半虚拟化做定制的 OS 非常有限。更多地，则采用全虚拟化技术，VM 发出的内存管理、IO 操作等特权指令都是在宿主操作系统进行一次更改，从而使命令可以在宿主机上运行，这个过程增加了系统开销，这就需要通过必要的硬件来辅助虚拟化处理功能。服务器芯片必须在芯片设计之初就考虑支持硬件辅助虚拟化功能，否则后期必须通过软件翻译的方式去实现硬件辅助虚拟化功能，虚拟化效率就会大打折扣，并直接影响云计算性能。飞腾服务器芯片在 CPU、IO、内存、中断、定时器等方面对虚拟化进行了全面的硬件支持，保证了虚拟化效率。在国产 CPU 领域，飞腾服务器芯片提供了较好的硬件辅助虚拟化支持。例如基于 FT-2000+/64 服务器，对比

虚拟机双核（采用 KVM 虚拟化）和宿主机双核在基准测试中的比值，虚拟化效率平均可达 97.5% 左右，这为基于 KVM 虚拟化的云平台提供了强有力的性能支撑。

CPU 为 Hypervisor 提供了独立的执行环境 EL2	<table><tr><th colspan="2">性能测试项（均为双核）</th><th>实测值（宿主机）</th><th>实测值（虚拟机）</th><th>比率</th></tr><tr><td rowspan="3">Stream Traid (MB/s)</td><td>单线程数据带宽</td><td>6862.5</td><td>6782.9</td><td>98.8%</td></tr><tr><td>openmp多线程数据带宽</td><td>7270.3</td><td>7111.1</td><td>97.8%</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td rowspan="2">Unixbench</td><td>单进程模式分值</td><td>888.6</td><td>883.9</td><td>99%</td></tr><tr><td>2进程模式分值</td><td>1516.5</td><td>1495.4</td><td>98%</td></tr><tr><td rowspan="4">LMBench</td><td>一级缓存延迟（ns）</td><td>1.819</td><td>1.824</td><td>99%</td></tr><tr><td>二级缓存延迟（ns）</td><td>4.602</td><td>4.64</td><td>99%</td></tr><tr><td>主存储器延迟（ns）</td><td>16.4</td><td>16.6</td><td>98%</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>内核编译</td><td>时间：秒</td><td>683</td><td>735</td><td>92.5%</td></tr><tr><td>iperf</td><td>Mb/s</td><td>945</td><td>943</td><td>99.7%</td></tr><tr><td>scp</td><td>MB/s</td><td>52.2</td><td>48.8</td><td>93.4%</td></tr></table>				性能测试项（均为双核）		实测值（宿主机）	实测值（虚拟机）	比率	Stream Traid (MB/s)	单线程数据带宽	6862.5	6782.9	98.8%	openmp多线程数据带宽	7270.3	7111.1	97.8%					Unixbench	单进程模式分值	888.6	883.9	99%	2进程模式分值	1516.5	1495.4	98%	LMBench	一级缓存延迟（ns）	1.819	1.824	99%	二级缓存延迟（ns）	4.602	4.64	99%	主存储器延迟（ns）	16.4	16.6	98%					内核编译	时间：秒	683	735	92.5%	iperf	Mb/s	945	943	99.7%	scp	MB/s	52.2	48.8	93.4%
性能测试项（均为双核）		实测值（宿主机）	实测值（虚拟机）	比率																																																											
Stream Traid (MB/s)	单线程数据带宽	6862.5	6782.9	98.8%																																																											
	openmp多线程数据带宽	7270.3	7111.1	97.8%																																																											
Unixbench	单进程模式分值	888.6	883.9	99%																																																											
	2进程模式分值	1516.5	1495.4	98%																																																											
LMBench	一级缓存延迟（ns）	1.819	1.824	99%																																																											
	二级缓存延迟（ns）	4.602	4.64	99%																																																											
	主存储器延迟（ns）	16.4	16.6	98%																																																											
内核编译	时间：秒	683	735	92.5%																																																											
iperf	Mb/s	945	943	99.7%																																																											
scp	MB/s	52.2	48.8	93.4%																																																											
定时器 增加对虚拟定时器的硬件支持																																																															
内存 MMU 支持两级页表转换（VA -> GPA -> PA）																																																															
中断 高效的虚拟中断注入机制																																																															
IO 集成 IOMMU，支持设备直接分配和用户态访访																																																															

✓ 虚拟机实测性能：计算和访存损失 3% 左右，IO 性能损失 7% 左右。

图 8 飞腾 FT-2000+/64 平台 KVM 硬件辅助虚拟化效率

S2500 提供了更强的硬件辅助虚拟化支持，经过测试，8 核虚拟机与物理机比较，虚拟化效率高 98%。

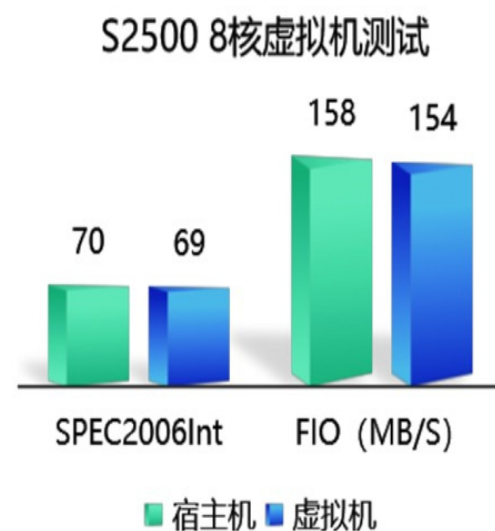


图 9 飞腾 S2500 双路服务器硬件辅助虚拟化效率

4.1.4 容器化能力

越来越多信息系统建设采用容器技术，这是一种轻量级的“操作系统虚拟化”方案，它不仅提供了一种操作系统级虚拟化的方式，而且也使微服务、DevOps (Development & Operations, 开发运维)

以及持续集成 / 部署技术和理念更加容易实现。基于容器技术，开源软件堆栈可进行容器化，其中应用程序的每个部分都打包在自己的容器中，动态编排，以便每个部分都被主动调度和管理，以优化资源利用率，提高应用程序的整体灵活性和可维护性，这与“云原生”概念相符。CPU 架构平台需要对容器及其不同的组件拥有良好的生态支持，需要支持容器平台，包括开源软件、商业软件；支持容器编排软件；支持基于容器平台的各类开发环境；支持基于容器平台的代码管理、部署管理、运维、监控等软件。

4.1.5 活跃的体系架构生态

目前服务器芯片主要有以下几种架构，包括 Alpha 架构、ARM 架构、MIPS 架构、x86 架构、PowerPC 架构等，其中飞腾 CPU 发展上坚持“核心技术自主创新，产业生态开放联合”的发展道路，基于 ARMv8 架构永久授权进行自主设计，具有活跃、成熟的生态。

目前服务器操作系统基本是采用基于 Linux 内核的发行版。表 1 罗列了目前主流服务器操作系统对体系架构（CPU 指令集架构）的支持情况。可以看到，操作系统发行版目前主要支持 ARM、x86 及 PowerPC 架构，对于一些不太活跃的 CPU 架构，发行版就慢慢减少支持，甚至有不再支持的风险，由此会给软件开发、移植部署等带来诸多困难。下图给出了 Linux 内核对于几种 CPU 架构的维护活跃程度（选取较新的稳定版 5.3.7 内核，分别对比了六种 CPU 架构相关代码维护活跃程度），代码维护活跃度，由高到底依次为 ARM64（1468 次）、x86（1329 次）、PowerPC（879 次）、MIPS（310 次）、SPARC（114 次）和 ALPHA（64 次）。

表 1 芯片体系架构活跃度对比

	x86	ARM	PowerPC	SPARC	ALPHA	MIPS
Debian	✓	✓	✓	Debian 8 以后不支持	×	✓
Ubuntu	✓	✓	✓	×	×	×
Fedora	✓	✓	✓	×	×	Fedora24 以后不支持
CentOS	✓	✓	✓	×	CentOS4.9 以后不支持	×

Commits per author per quarter (path 'arch/arm64')					
Author	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Total
Jerome Brunet	19	36	0	0	55
Fabrizio Castro	35	14	1	0	50
Neil Armstrong	10	36	2	1	49
Dave Martin	26	15	5	0	46
Will Deacon	10	27	6	1	44
Biju Das	11	23	0	0	34
Bjorn Andersson	13	18	0	1	32
Julien Thierry	23	7	1	0	31
Thierry Reding	6	25	0	0	31
Amit Kucheria	2	26	0	0	28
Others (292)	459	538	59	12	1068
Total	614	765	74	15	1468

Commits per author per quarter (path 'arch/x86')					
Author	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Total
Sean Christopherson	71	70	5	3	149
Thomas Gleixner	12	114	13	3	142
Paolo Bonzini	6	22	23	0	51
Peter Zijlstra	4	38	7	1	50
Kan Liang	7	28	2	0	37
Borislav Petkov	19	13	1	0	33
Sebastian Andrzej Siewior	0	25	3	0	28
Wanpeng Li	0	9	13	2	24
Andy Lutomirski	1	16	3	0	20
Josh Poimboeuf	1	7	12	0	20
Others (254)	249	394	119	13	775
Total	370	736	201	22	1329

Commits per author per quarter (path 'arch/powerpc')					
Author	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Total
Christophe Leroy	67	114	23	9	213
Nicholas Pigginn	10	11	46	3	70
Aneesh Kumar K.V	9	18	19	4	50
Christoph Hellwig	32	3	11	0	46
Michael Ellerman	20	13	6	1	40
Thomas Gleixner	0	39	0	0	39
Cédric Le Goater	0	22	1	2	25
Alexey Kardashevskiy	8	8	5	2	23
Paul Mackerras	6	11	0	6	23
Masahiro Yamada	10	5	4	0	19
Others (146)	120	145	54	12	331
Total	282	389	169	39	879

Commits per author per quarter (path 'arch/mips')					
Author	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Total
Paul Burton	34	12	2	1	49
Thomas Gleixner	0	31	0	0	31
Thomas Bogendoerfer	9	3	1	0	13
Arnd Bergmann	9	2	1	0	12
Christoph Hellwig	3	5	4	0	12
Masahiro Yamada	6	6	0	0	12
Serge Semin	0	12	0	0	12
Aaro Koskinen	9	0	0	0	9
Jiaxun Yang	5	0	0	2	7
Petr Cvek	0	7	0	0	7
Others (78)	65	60	14	7	146
Total	140	138	22	10	310

Commits per author per quarter (path 'arch/sparc')					
Author	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Total
Christoph Hellwig	3	11	4	0	18
Arnd Bergmann	9	2	1	0	12
Thomas Gleixner	0	12	0	0	12
Masahiro Yamada	5	2	2	0	9
Deepa Dinamani	7	0	0	0	7
Mike Rapoport	4	2	1	0	7
Alexandre Ghiti	0	3	0	0	3
Eric W. Biederman	0	3	0	0	3
Linus Torvalds	3	0	0	0	3
Peter Zijlstra	0	3	0	0	3
Others (33)	8	24	5	0	37
Total	39	62	13	0	114

Commits per author per quarter (path 'arch/alpha')					
Author	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Total
Arnd Bergmann	8	2	0	0	10
Thomas Gleixner	0	7	0	0	7
Deepa Dinamani	6	0	0	0	6
Masahiro Yamada	4	2	0	0	6
Linus Torvalds	4	0	0	0	4
Mike Rapoport	2	1	1	0	4
Christian Brauner	0	1	1	0	2
Christoph Hellwig	0	2	0	0	2
Eric W. Biederman	0	2	0	0	2
Waiman Long	0	2	0	0	2
Others (18)	9	9	1	0	19
Total	33	28	3	0	64

图 10 对芯片架构相关 Linux 内核维护活跃度对比

4.2 边缘计算对芯片的需求

边缘计算是对云计算的扩展和补充，为用户提供就近的服务和快速的响应。一般地，边缘服务器和边缘设备对性能、空间和能耗均有较高要求，例如，在 5G 边缘侧要求边缘服务器具有高能效，满足 OTII 边缘服务器标准。工业互联网等边缘的 AI 服务器场景则需要具备通过扩展 AI 卡，形成对例如多路视频流的高效处理能力，飞腾 CPU 是采用 ARM 架构设计的处理器，采用精简指令集，具有较低的功耗和较高的能耗比，符合绿色边缘计算的发展趋势，能很好地满足边缘计算场景下对功耗和空间的苛刻要求。



5、终端全栈解决方案

5.1 全栈架构

在万物互联的时代，用户要求终端产品有更高的性能、更丰富的应用、更精美的工业设计。在行业信息化领域，终端包括台式机、一体机、笔记本、专用终端，也包括云桌面瘦终端等设备。终端的性能直接影响用户体验，关系业务处理和办公效率，决定生产力。终端软件生态和外设支持，是用户能否顺利使用的关键。飞腾通过性能强大、低功耗的桌面 CPU，不断构建并完善终端全栈生态。

终端全栈架构包括硬件层、固件、操作系统及驱动层和应用层。



图 11 终端全栈架构图

5.1.1 硬件层

硬件层包含 FT-1500A/4、FT-2000/4 和 FT-2000A/2 CPU 及外围硬件模块构成的整机终端产品。终端设备支持连接高清显示设备，有音频输出能力，有线、无线网络连接能力，支持鼠标、键盘、手写板等输入设备，以及摄像头、麦克风等音视频采集支持能力，同时支持串口、USB 接口连接更多外设，

具有内存、PCIe、SATA 接口扩展能力。专用终端支持国密 TCM 模块，硬盘数据加密，支持移动存储介质和端口管控。

特别地，飞腾 FT-2000/4 芯片典型功耗只有 10W，可以实现无风扇散热设计。同时芯片具有优秀的电源管理能力，支持待机和休眠。基于 FT-2000/4 平台可设计笔记本和超薄本方案，可支持 Wi-Fi、Bluetooth 无线连接和 5G 模组，支持 USB3.0 和 USB Type-C，集成高清摄像头，通过 HDMI 接口外接高清扩展显示。

5.1.2 固件、操作系统及外设

飞腾终端 CPU 支持国产固件和开源固件，支持国产桌面操作系统，也支持主流开源 Linux 桌面操作系统。基于飞腾平台的产品具有良好的兼容性和易用性，具有丰富的应用生态并且支持丰富的外设驱动，涵盖主要的办公类设备，如打印机、扫描仪、鼠标键盘、摄像头、麦克风；以及行业应用外设，如高拍仪、读卡器、扫描枪等；身份认证类设备，如 USBKey、指纹仪等。飞腾平台还对安卓及国产类安卓操作系统支持，可以将百万级安卓生态引入到国产终端上。同时，支持专用机运行特有安全操作系统，结合飞腾 CPU 的可信安全设计，实现系统级的计算安全。

5.1.3 应用层

飞腾平台已与众多软件厂商进行了应用适配。包括流式、版式文档工具，签章应用，输入法，安全浏览器，安全邮件客户端，图文编辑，多媒体播放，微信 QQ 等通信软件。同时支持防火墙、杀毒、安全审计、数据保护等安全软件，以及 OA 和各行业业务软件。

飞腾平台对移动生态支持良好，可以在桌面操作系统中同时支持安卓虚拟机，运行百万级安卓应用。使用时不用区分两类应用，用户可通过应用商店下载和升级应用，在开始菜单或桌面快捷键启动应用，在任务栏中进行应用窗口切换。通过对安卓生态的支持，极大地扩展了国产桌面电脑的应用场景，给用户提供了丰富的应用选择、休闲娱乐和移动互联网服务。

5.2 终端产品生态图谱¹

流式软件				
版式软件				

¹ 生态伙伴不限于图中厂家，且无排名关系，未包括嵌入式厂家，如有遗漏请联系 solutions@phytium.com.cn。

办公 OA				
电子签章				

邮件系统	 The Email System Expert	 邮件安全	 国信冠群	 亿邮
	 彩讯股份	 敏讯科技	 论客	
办公安全	 天融信	 网御星云	 奇安信	 绿盟科技
	 瑞星	 北信源VRV	 腾讯	 深信服科技
	 北京计算机技术及应用研究所	 安恒信息	 恒基伟业	 海加
	 火星高科	 海泰	 赢达信	 可信华泰
	 高鸿信安	 华工安鼎	 中孚信息	 安天
	 普世科技	 时代亿信	 中安星云	 杰思安全
	 格尔软件	 启迪国信	 钛安科技	 辰信领创
	 科网世纪	 天盾卫士	 经纬信安	 敏捷科技
	 观安	 中铁信盟工程集团	 联软科技	 信安世纪

GIS	 超图软件	 KQ GEO TECHNOLOGIES	 GeoStar	 飞利信
	 中地数码	 GTTECH	 GEOWAY	
视讯	 中兴	 好视鱼	 KEDACOM	 视觉动力
	 随锐	 捷视飞通	 云间视达	 华夏易联
	 HexMeet	 小鱼易连		
设计开发	 Edraw	 华大九天	 ZWSOFT	 合迅科技
	 Huaru	 泛联新安	 恒银金融	
打印扫描	 奔图打印	 立思辰	 得实集团	 中鑫集团
	 宜联	 RISO	 南天信	 安普锐
	 RICOH	 EPSON	 紫光	 爱普生
	 VIISAN	 紫光图文	 Centerm	 哲林软件
	 天津光电集团有限公司			

应用 软件				

操作系统				
台式机 一体机 笔记本 加固机				
核心 芯片				

图 12 终端生态图谱

表 1 终端软件生态列表²

应用类型	软件名称			
办公软件	金山 WPSOffice 永中 Office 泰山 office 办公软件 中标普华办公套件 数科 OFD 福昕 OFD 中科数字通 OFD 华文字库 印品字库 中威版式软件 方正 CEB 版式文档阅读器系统 蓝凌企业知识化平台软件 方正电子签章系统 方正电子公文交换系统 时代亿信 e 密戳电子文件密级标志管理系统软件 北京采识会议报名签到管理系统 国信冠群 Cwindow 云视窗安全增强电子邮件系统 海泰方圆电子签章系统 北京安证通电子签章认证系统 北 京 世 纪 龙 脉 电 子 签 章 - mTokenGM3000 北京国脉信安 SFT1806-G 电子签章系统 书生电子签章系统 金格电子签章系统	点聚信息 OFD 公文处理软件 点聚电子签章系统 点聚手写签名系统 点聚 AIP 版式文件系统 欣诚信息 OFD 阅读器 永中 DCS 文档在线预览软件 中天千阅 OA 福建南威安全可信协同办公系统 TRS 内容协作平台 TRS 海云集约化智能门户平台 TRS 统一政务信息资源库平台 京华政府办公管理软件 京华智慧工作台管理软件 浪潮党政机关电子公文处理系统 太极党政机关电子公文处理系统 神州数码党政机关电子公文处理系统 中软党政机关电子公文处理系统 北京华宇智慧政务协同（自主安全版）系统 北京艾卡威特全能看版式阅读编辑器 中软 GOA 智能协同办公平台 华青协同办公管理平台 双杨国产化协同办公软件 拓维智慧协同系统	致远 G6-N 政务协同管理软件 安宁 NGS 安全增强邮件系统 安宁邮件（安全）系统软件 北京美络克思科技政企微信平台 美络克思 WebOffice 协同政务平台 北京万户国产化协同办公系统软件 上海泛微协同商务软件 上海泛微电子政务平台软件 北京神州航天党政机关电子公文处理系统 重庆航信党政机关信息化集约式办公平台 福建长威党政机关电子公文处理系统 湖南科创信息党政电子公文系统 虔领智慧党建管理平台 亿邮安全增强电子邮件系统 亿邮邮件客户端系统 敏讯 EQMail 电子邮件系统 时代亿信安全增强电子邮件系统软件 ETAS-SM	
	用友 A++Cloud 人大预算联网监督系统 北京仁和诚信 IT 综合监控运维管理系统 微创终端资源智能管控平台 海加集中文印控制系统 讯飞智元智慧档案业务管理系统	北京普世时代集中安全管控系统 北京普世时代科云主机管控系统 华宇电子政务运维服务支撑平台 华宇公文智能排版与校对系统 华宇统一身份认证管理平台 华宇数据传输交换支撑系统 北京远桥运维监控平台	海加管控系统 汉邦京泰管理系统 中电兴发视频综合管理平台 TRS 媒资管理系统 时代科技统一身份认证软件 天目神盾打印刻录扫描和文件交换监控与审计系统	
应用软件	亿图 Edraw Project 亿图图示 亿图思维导图 MindMaster VVoE 视联网协议驱动 帆软 FineReport 用友网络 U8 cloud 用友网络 NC Cloud 杭州席媒科技无纸化会议系统 浪潮智能终端驱动平台 EzDriver 中科同向备份软件 深圳市乐鼎讯智力游戏 卫宁健康医院业务管理软件 武 汉 百 利 孚 biReader-V3.1、biform-V3.1 长城计算机数据可视化软件 成者图像处理软件	苍穹地理信息平台 庚图地理与态势信息系统超图云 GIS 应用服务器平台 超图云 GIS 应用服务器平台 超图跨平台桌面 GIS 软件 武大 吉 奥 地 理 信 息 服 务 平 台 软 件 GeoGlobe 厦门哲林多功能信息采集系统 厦门哲林成册扫描影像系统 泛联新安麒麟益码代码质量与安全管理平台 泛联新安 iUnit 智能单元测试平台 航天智云数据分析工具软件 航天智云数据可视化工具软件 奇安信安全浏览器	中望麒麟 CAD 华大九天 Skipper EDA 设计工具 有道词典 金山词霸 星际快译 安人股份全国 12315 平台系统软件 中软 Easyweb 业务基础快速开发平台软件 双杨信息智慧干训软件 双核国产快速开发云框架 DreamOne TRS 全文数据库系统 TRS 文本挖掘软件 TRS 数据整合软件	
	金蝶 EAS 金蝶天燕政府数字新财软件 金蝶云·苍穹 恒银金融 CashwayLinux Platform	用友 A++Cloud 政府财务云 用友 NC Cloud 用友 A++Cloud 人大预算联网监督系统	用友 A++ 政府采购管理系统 用友 A++ 数字财政一体化系统 浪潮 GSP Cloud	

² 终端软件生态列表为截止 2019 年 9 月完成适配的主要应用。更多应用还在适配中，列表将不断扩充中。请关注飞腾软件生态认证信息发布，如有遗漏请联系 solutions@phytium.com.cn。

中间件	金蝶 Apusic 数据集成软件（AETL） 金蝶 Apusic 应用服务器软件（AAS 虚拟化版） 东方通应用服务器软件 TongWeb 东方通通用文件传输平台软件 TongGTP 东方通消息中间件软件 TongLINK/Q 北京华如可扩展仿真平台（XSimStudio） 四川安桥云科技安桥平台软件	金蝶 Apusic 消息中间件软件（AMQ） 金蝶 Apusic 企业服务总线软件（AESB 标准版） 意达四维通用动态应急数据采集平台 南京臻融数据分发服务 DDS 系统软件 北京宝兰德 BES 应用服务器软件 金航数码业务基础平台	中科合讯 LightingBUS 分布式服务框架软件 中科合讯中科智灵一体化智能开发平台 中创统一监管平台软件 InforGuard UMP 成都文武信息 HunghuMPP DB 成都文武信息 Hunghu DB 厦门市威特计算机零壹桥平台 北京华宇信息 TAS 应用中间件
云桌面	和信下一代云桌面系统 优炫 UXCloud 云平台 福建升腾威讯云桌面系统 电科云安全云桌面	朋创安全云桌面 深信服桌面云系统 aDesk 易迅通云平台系统 金航数码安全桌面虚拟化系统	卓朗昆仑云云桌面 联想 LVC 智能云桌面系统 云宏 CNware 虚拟化平台
网络工具	信源豆豆即时通讯软件 安信通软件 安信华源安密通飞腾麒麟客户端软件 微信 QQ QQ 蓝信 科达视讯统一管理软件 科达天行软件终端 科达安全浏览器 好视通云会议麒麟客户端软件 好视通视讯 MCU 管理软件 EPS-D 北京华夏易联 e-Link 多平台即时通讯系统	速龙安全浏览器 suloong-browser 红莲花安全浏览器 QQ 浏览器 海泰方圆红莲花浏览器 红芯企业浏览器 赢达速龙浏览器 奇安信浏览器 视联动力 XMCU 会议对接服务系统 视联动力 VVoE 视联网协议驱动 视联动力 Pamir 会议调度软件 视联动力视联网 OMC 网管系统 随锐会见高清视频通信系统	华宇即时消息协作系统 随锐会见通信云软件 腾讯政务微信 360 安全浏览器 火狐浏览器 京东商城网络购物软件 淘宝 向日葵远程控制 北京云间视达 ICS 音视频融合调度平台 北京讯讯 RX V100 系列会议电视软件终端 北京中创视讯远见
安全软件	景云网络防病毒系统 腾讯御点 - 国产专版 金山 v8+ 终端安全系统 瑞星网络版防病毒软件 天融信终端安全登录系统 天融信防病毒系统 天融信服务器审计系统 天融信打印刻录安全监控与审计系统 北京天融信防火墙系统 天融信 Web 应用安全防护系统 天融信入侵防御系统 天融信入侵检测系统 天融信运维安全管理系统 天融信安全隔离与信息交换系统 天融信数据库审计系统 天融信网络审计系统 天融信主机监控与审计系统 天融信脆弱性扫描与管理系统 天融信数据脱敏系统 360 网神终端安全管理系统 奇安信 360 天擎终端安全管理系统 中安星云国产数据库监控扫描软件 中安星云国产数据库安全防护网关系统 中安星云国产数据库审计及防护系统 安恒信息明御运维安全管理系统 安恒信息明御 WEB 应用防火墙 安恒信息明御综合日志审计平台 安恒信息明御主机安全及管理系统 安恒信息明御安全网关 安恒信息明御入侵防御系统 北京安天智甲终端防御系统	360 杀毒 360 安全云盘 360 安全卫士 北信源电子文档安全管理系统 北信源打印刻录监控与审计系统 北信源终端安全登录系统 北信源主机监控与审计系统 中宏立达一体化办公安全管理平台 安天智甲防御系统 中科博华网龙防火墙 中安工控安全监测与审计系统软件 中安工控安全管理平台 北京神州慧安工控监测分析预警平台 北京神州慧安工控漏洞扫描系统 北京神州慧安工控入侵检测系统 北京神州慧安工控数据库审计系统 北京神州慧安工控运维审计系统 北京神州慧安工业安全隔离交换系统 北京神州慧安工业防火墙 北京长御数据安全保护系统 敏捷科技数据安全卫士系统软件 时代亿信外网安全增强电子邮件系统 四通信服易备数据安全管理软件 天目神盾打印复印扫描和文件交换光盘刻录监控与审计系统 芯盾时代企业持续自适应安全平台 芯盾时代身份管理与访问控制产品 敏讯 Spammark 邮件信息安全网关系统	鼎普互联网接入入口监测平台 安司密信桌面客户端软件 湖南省数字认证服务中心桌面安全守护软件 极光计算机终端保密检查系统 深信服 VPN 网关 VPN 时代科技统一身份认证软件 钛安日志审计与攻击溯源系统 绿盟网络入侵防护系统 绿盟威胁情报平台 绿盟日志审计系统 绿盟远程安全评估系统 绿盟 NF 防火墙系统 绿盟智能安全运营平台 绿盟抗拒绝服务系统 ADS 绿盟安全审计系统 绿盟 WEB 应用防护系统 绿盟运维安全管理系统 汉邦主机监控与审计系统 汉邦打印刻录安全监控与审计系统 汉邦计算机及移动存储介质保密管理系统 四通信服易备数据安全管理软件 天目神盾打印复印扫描和文件交换光盘刻录监控与审计系统 火星舱数据保护系统 北京国保金泰安全文件传输客户端 北京冠群电子文档安全管理系统 联软主机监控与审计系统
系统软件	REDS 鲸鲨统一存储管理系统 爱数备份 AnyBackup	360 压缩 航天壹进制一键还原软件	华宇拼音输入法 Linux 版 搜狗拼音、五笔输入法 极点五笔银河麒麟版
影音娱乐	360 万能播放器	美图秀秀	腾讯视频
人工智能	深圳爱莫人脸识别系统	算丰科技人工智能软件开发包	深圳云天励飞 PK - 深目人像智能平台
数据库	上海麦杰 openPlant 实时数据库软件 瀚高基础软件 HighGo Database System	人大金仓数据库管理系统 KingbaseES 人大金仓 annoDB 分布式数据库管理系统	北京华宇 ArteryBase 数据库管理系统



6、云及边缘计算全栈解决方案

6.1 全栈架构

云计算、边缘计算整体架构可分为：基础设施层，如整机、网络设备、存储设备、其他安全设备及这些设备的组网和部署等；IaaS（Infrastructure as a Service，基础设施即服务）层，包括操作系统和云管理平台等；PaaS（Platform as a Service，平台即服务）层，主要是通过使用容器环境对应用软件进行微服务化封装，使用 DevOps 理念对应用进行 CI/CD（Continuous Integration，持续集成；Continuous Deployment，持续部署）实现符合云原生的部署和集成，使用 Kubernetes、Swarm 等容器编排管理工具对容器进行统一集群管理，可提供中间件、大数据、人工智能等服务接口；SaaS（Software as a Service，软件即服务）层，包括电子政务、金融、电信、医疗健康等各行业业务软件。同时，还包括整个平台的安全管理、运维管理及相应标准的制定。

边缘计算（Edge Computing）是指在靠近物或数据源头的一侧，采用网络、计算、存储、应用核心能力为一体的开放平台，就近提供最近端服务。其应用程序在边缘侧发起，产生更快的网络服务响应，满足行业在实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的基本需求。海量的终端将产生海量的数据，未来将有 50% 以上的数据需要在边缘侧分析、处理和存储，以提高数据处理的效率，因此边缘云应运而生。相比集中部署的云计算服务，边缘云将很容易解决时延过长、汇聚流量过大等问题，能为实时性和带宽密集型服务提供良好支持。边缘端通过对数据进行采集及初步处理分析并将处理结果及数据上传云端，云端负责数据的处理。边缘云将云的能力无缝延伸到边缘，以便在本地操作其生成的数据，边缘节点管理、应用管理、大数据分析、持久存储均由云端统一提供，边缘和云端的数据与服务统一联动。基于飞腾芯片的边缘云产品能满足高带宽、低时延、本地化处理的业务需求，为企业提供完整的 E2E（Edge to Edge）解决方案。



图 13 基于飞腾平台的云计算和边缘计算全栈架构图

6.1.1 基础设施层

基础设施层包括基于飞腾主控芯片的、用于支撑云及边缘计算环境的服务器设备、专用存储、交换、安全管理等硬件基础设施。服务器设备方面，根据不同应用场景（如数据库应用、事务处理、数据存储、云计算、边缘计算、虚拟化、分布式存储等），服务器所配置的内存、网卡、硬盘（SSD、SAS、SATA 硬盘）的类型与容量都会有所不同，另外也会配置专用智能融合网卡、异构加速卡（GPU/FPGA）等智能加速设备。国内近 30 家主流的 OEM、ODM 厂商已推出基于 FT-1500A/16、FT-2000+/64 和 S2500 芯片的服务器整机，其中基于飞腾 FT-2000+/64 芯片的服务器产品群已于 2019 年 5 月在福州数字中国峰会上发布，基于 S2500 的两路、四路服务器整机产品也将于 2020 年底前正式量产，将为云及边缘计算提供更高算力密度的选择。针对边缘计算，基于飞腾平台的多个主流服务器供应商均可提供相应配置的边缘服务器供最终客户选择。



图 14 基于 FT-2000+/64 芯片整机发布活动

专用存储设备方面，各存储厂家基于飞腾主控芯片进行板卡开发，并设计各自独特的存储核心 I/O 堆栈和存储管理系统，打造各类存储产品。一般来说，专用存储产品具有双控制器、支持存储虚拟化、多重可用性保护、一站式智能管理等特性。结合飞腾 CPU 多核特性及体系结构特点，可以通过多核编程技术，以及设置 CPU 亲和、使用大页等方式对性能进行更深度优化。通过与生态伙伴的长期合作，目前，FT-1500A/16 主控芯片的专用存储设备完全可用于传统中低端产品的企业级应用。而随着 FT-2000+/64 及腾云 S2500 芯片的发布，飞腾芯片性能显著增强，PCIe 扩展能力不断增加，以及全闪存等存储技术的应用，基于飞腾主控芯片的专用存储设备可以实现更高的性能，可应用于实时分析、人工智能、高密度事务处理、科学计算、数据仓库等高端应用。



图 15 飞腾平台存储设备产品代表

网络设备方面，基于飞腾主控芯片 FT-1500A/4 与 FT-1500A/16 以及生态伙伴的交换芯片，已形成涵盖接入、汇聚和核心交换机以及路由器在内的完整网络产品序列。相关产品完全可满足当前云计算数据中心的网络交换需求。例如，万兆交换机产品支持设备虚拟化、网络功能虚拟化，可实现 SDN，满足针对网络的汇聚、数据中心的服务器接入等场景应用，提供从芯片到硬件再到软件的全方位安全、稳定、可靠、灵活的高性能 L2/L3 交换服务。



图 16 飞腾平台网络设备产品代表

安全设备方面，越来越多生态伙伴采用基于 FT-1500A/4、FT-2000/4 和 FT-1500A/16 等主控芯

片构建安全设备，飞腾平台安全设备产品已覆盖从小型网点到大中型企事业等用户业务场景。相关产品包括物理防火墙、应用级防火墙、单向导入、入侵检测、运维安全管理、安全审计、数据库审计、反垃圾邮件等。

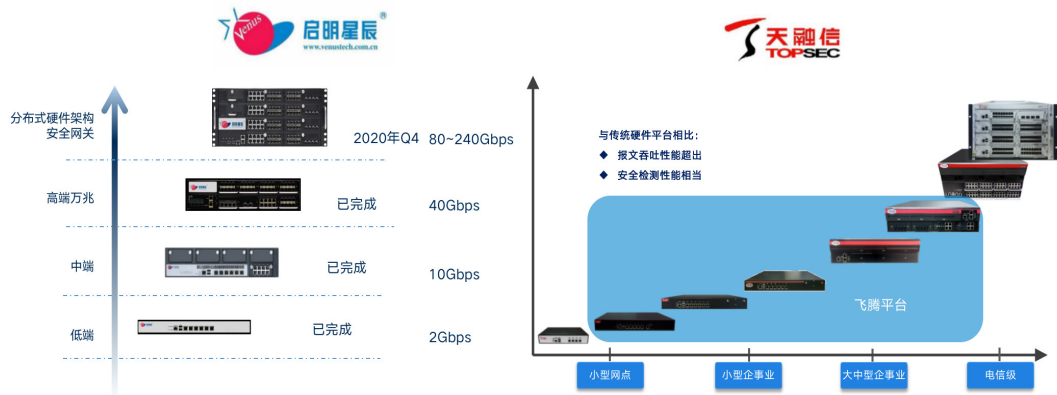


图 17 飞腾平台安全设备产品代表

6.1.2 IaaS 层

基础设施即服务（IaaS）是提供用户能配置和使用计算、存储、网络等基础设施资源类型的一种云服务类别。IaaS 通过虚拟化技术将传统物理设备进行资源池化处理，构建统一硬件资源池，屏蔽底层硬件的异构性和组网的复杂性，为各类应用平台提供稳定可靠、安全隔离、按需获取、优化配置的资源。而实现 IaaS 层功能的管理软件称为云管理平台，其功能主要包括不局限于以下方面：

- （1）提供对以 KVM 为代表的硬件级辅助虚拟化或操作系统级虚拟化的管理，支持虚拟机的快速部署、高可用、在线迁移、在线扩展、镜像服务等。
- （2）提供云平台资源标准化管理，支持跨平台的计算资源、网络资源、存储资源（对象存储、文件存储、块存储）管理等。
- （3）提供云平台的安全性管理，主要包括用户安全（身份鉴别、访问控制、系统审计等）；安全产品管理（软件安全、设备安全等）；服务安全（业务安全、运营安全等）。
- （4）提供云平台运维管理（资源监控、运维模型等）等。

飞腾平台服务器上的云和虚拟化基本软件架构如下：在飞腾平台服务器上直接运行云平台的支撑层，包括内核、基础库等通用基础组件，KVM、Qemu 等硬件级虚拟机所需基本组件，以及 Cgroup、Namespace、LXC 等容器技术所需组件。每个虚拟机里面可以运行各自的操作系统；应用容器可以直接运行在云平台框架之上，也可以运行在 KVM 虚拟机的操作系统之上。

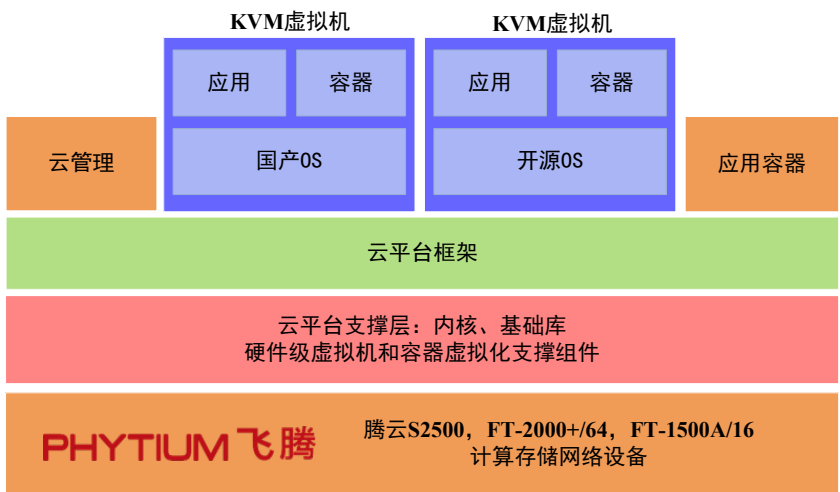


图 18 飞腾平台虚拟化支持示意图

目前，国内主流的 30 多家云平台厂商包括麒麟云、中国电子云、腾讯云、阿里云、紫光云、易捷行云、中兴云、浪潮云、金山云、同方有云、Ucloud 等云厂商均已与飞腾平台进行适配，并已有非常多的成功案例。

6.1.3 PaaS 层

PaaS（平台即服务）是一种云计算服务，主要提供软件的部署平台，其抽象掉了硬件和操作系统细节，可以无缝地进行扩展。用户无需管理与控制云端基础设施（包含网络、服务器、操作系统或存储），但需要控制上层的应用程序部署与应用托管的环境，包括各类应用程序所需要的数据库环境、计算能力及中间件环境等基础功能服务。

PaaS 的核心是容器技术，通过对软件进行容器化改造、封装，使应用变成基于容器的云原生应用，PaaS 平台主要提供对容器应用进行批量部署分发、软件升级、弹性伸缩、统一管理等功能。容器技术向应用提供了一套使之运行的语言环境，使之被封装起来，对应用进行持续 CI/CD 等流程管理，其中 CI 是指在应用微服务改造过程中对代码的一种管理方式，主要包括代码合并、代码构建、代码测试。CD 是指部署到生产环境。通过对容器进行 DevOps 流程化管理，进而提高信息工程项目开发效率，降低维护难度。

另外，通过容器对应用进行微服务化改造升级，可以将单个应用程序分解成一组小型应用服务进行开发，每个服务都运行在自己的容器进程中，再通过一定的协调机制进行通信，这些服务不需要集中式管理，也可以用不同的编程语言进行编写，也可以使用不同的数据存储技术。PaaS 平台主要提供

的服务是对应用及其运行环境进行管理，所以根据以上技术特点，基于飞腾 CPU 的 PaaS 平台一般要具备以下几点功能：

（1）支持对应用进行微服务改造、持续集成和持续部署、应用商店集中化管理、应用编排、镜像管理、应用及生命周期管理、应用发布等。

（2）提供中间件支持，包括应用服务类中间件（包括对象请求代理中间件、事务监控交易中间件、Java 应用服务器中间件）、应用集成类中间件（包括消息中间件、企业服务总线）、业务架构类中间件（业务流程、业务管理和业务交互）。

（3）提供数据库服务，包括关系型数据库、分布式关系型数据库、分布式内存数据库、全文数据库、分析型数据库、分布式列数据库等。

（4）提供大数据服务，包括商业和开源大数据软件框架，大数据流式计算、图计算、离线计算等。

（5）提供各类运行环境和开发环境，如 Java、C/C++、Ruby、Python、Go、PHP 等。

飞腾平台已经在 PaaS 层广泛支持国产和开源的主流中间件、数据库和大数据产品。

2019 年，在飞腾与国产航天天域分布式数据库测试中，进行了 1000 仓 TPC-C 测试，采用 21 台 FT-2000+/64 服务器，可以达到 1118 万 tpmc，这已经跨过电信行业 800 万 tpmc 和金融行业 500 万 tpmc 性能门槛。同样的测试在 2017 年，达到相同的性能用了 140 台 FT-1500A/16 服务器。

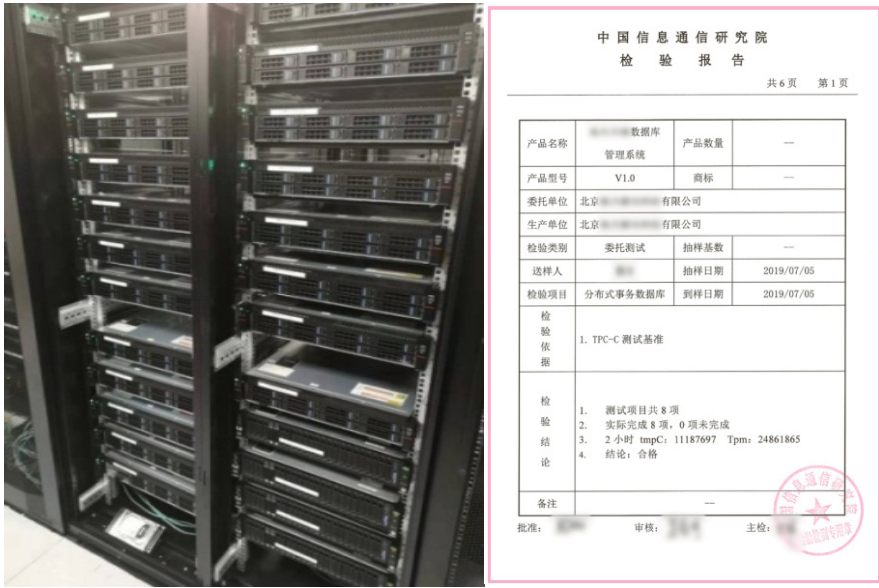


图 19 飞腾平台数据库测试情况

2019 年，在某项目中，4 台 FT-2000+/64 单路服务器和 4 台 E5-2650V4 双路服务器在大数据方面进行比较测试。经过优化，流式计算 Storm 测试中，各项测试均相当或占优（速度越高越好）；离

线计算 Spark 测试中，得益于飞腾多核处理能力，性能占优（时间越短越好），消息队列 Kafka 测试，性能基本相当，而功耗方面仅仅为其约 50%。这体现了飞腾平台对大数据组件，尤其对离线计算的良好支持，也体现了飞腾平台功耗方面的优势。

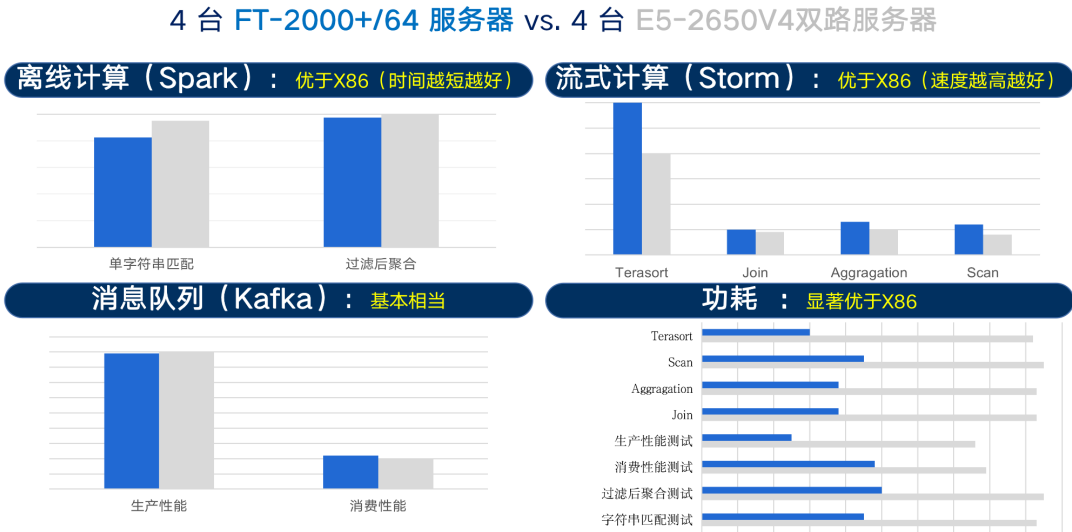


图 20 飞腾平台大数据测试情况

6.1.4 SaaS 层

SaaS（软件即服务），是指平台供应商将应用软件统一部署在云平台上，客户可以根据工作实际需求，通过应用商店向厂商订购所需的应用软件服务。不同行业，如政务、金融、教育、医疗、轨道交通领域所需的 SaaS 层应用软件各有不同。目前广泛关心的电子政务云 SaaS 应用包括：公共服务类、业务类、基础支撑类、管理类等应用系统。公共服务类应用主要包括信息门户、公共服务平台、综合信息平台等应用系统；管理类应用主要包括投资管理平台、考核平台、资产管理平台、纪检管理平台、科技管理平台、人力资源管理平台等应用系统；业务类应用主要包括审计系统、办公平台等应用系统；基础支撑类应用主要包括信息报送平台、资源整合平台、全文检索平台等应用系统。

目前，飞腾已针对轨交电力、政务、金融以及电信等行业特有 SaaS 应用，广泛推动相关适配、改造、迁移和开发工作，并形成了众多的行业成功案例。

6.2 云及边缘计算生态图谱³

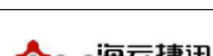
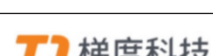
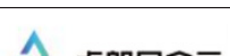
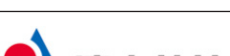
信创	CEC 中国电子	inspur 浪潮	紫光恒越	神州软件
集成商 ⁴			网信安全捍卫者	中国航天

³ 生态伙伴不限于图中厂家，且无排名关系，未包括嵌入式厂家，如有遗漏请联系 solutions@phytium.com.cn。

⁴ 由于篇幅所限，与飞腾合作的集成商还包括全国 1000+ 以上的集成商。

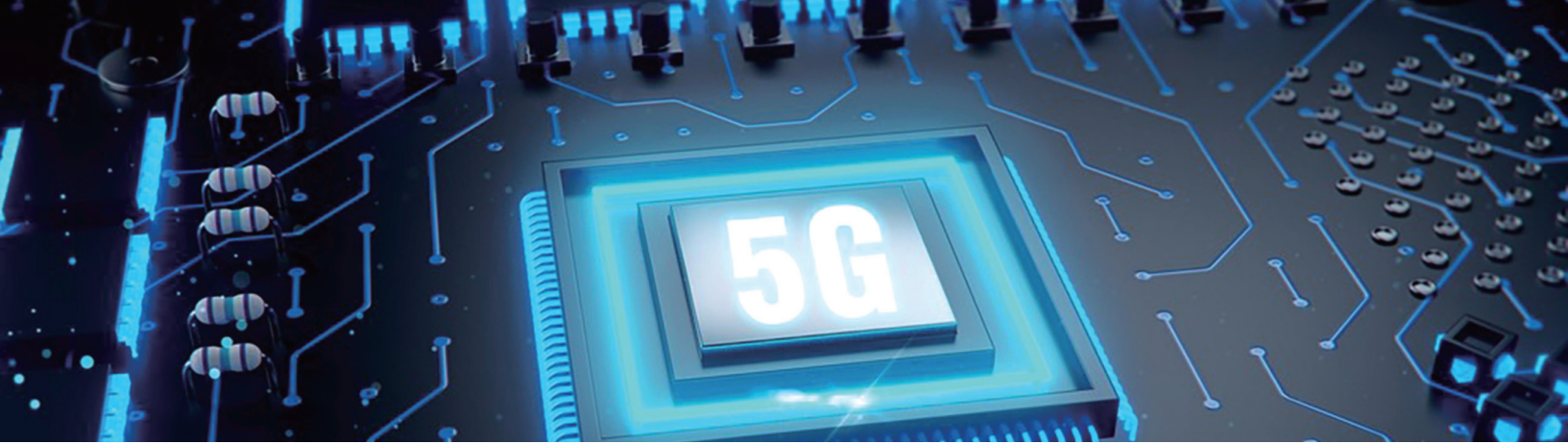
信创	CEC 中国电科	神州数码 Digital China	DHC 东华软件	THUNISOFT 华宇
集成商	万达信息	Neusoft 东软	华迪计算机集团有限公司 Huadi Computer Group Co., Ltd.	全国 1000+ 集成商
5G 集成商	ZTE 中兴	Lenovo 联想	SUNSEA ADT 日海智能	Baicells
合作组织	arm 中国	Linaro	OpenGCC	O-RAN ALLIANCE
	开放数据中心委员会 Open Data Center Committee			
数据库	达梦数据库	航天云网 CASI Cloud	人大金仓 Kingbase	GBASE 南大通用
	神州通用	高工高工 HIGH GO	尚融 SHANG RONG	ZTE 中兴
	虚谷伟业 xugu	优炫软件 UXSINO	柏睿数据 BorayData	金山云
	inspur 浪潮	阿里云	TRANSWARP 星环科技	腾讯云
	中科曙光 Sugon	THUNISOFT 华宇	WwIT 驱动数据 成就未来	Sefonsoft 四方伟业
	AsiaInfo 亚信科技	CBI 中蓝信息	SequoiaDB 巨杉数据库	SIN 锐格
	oushu 偶数	H2 Technology 恒辉信达	易鲸捷	麦杰科技 MAGUS Technology
	云图数据 ATLAS DATA	沃趣 WOQUTECH	ingwow	海量数据 VAST DATA
	万里开源 GreatOpenSource	MariaDB	MySQL	mongoDB
区块链	鸿雁区块链	兆物信连 Hunan Trillion Trust Info Tech Co., Ltd.	纸贵科技	牛津海南 区块链研究院
AI	飞桨 PaddlePaddle	TensorFlow	Caffe	PyTorch
	Keras	Baidu 百度	intellifusion	比特大陆 BITMAIN 算丰 SOPHON

AI	 爱莫人工智能开放平台	 天数智芯 Engine for intelligence		
5G 协议栈			 ASTRI Hong Kong Applied Science and Technology Research Institute 香港应用科技研究院	
				
视频				
				 让世界零距离
	 捷视飞通	 视觉动力		
中间件				 文思海辉
				
				
				
大数据				
			 创造数据的无穷价值	
				
				
				
	 A distributed streaming platform			
				

Guest OS				
				
嵌入式 OS				
				
移动 OS				
云计算				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				

云计算				
				
				
				
云桌面 服务				
				
				
				
宿主 OS				
				
				
安全				
				
				
				
				
				

安全				
				
				
				
				
				
				
				
网络 设备				
				
				
存储				
				
				
				
				
				



7、5G 解决方案

5G 是国家新基建战略之首，5G 结合大数据、云计算、人工智能、物联网等新兴技术将造就产业互联网的黄金 10 年，将极大赋能未来智慧城市、能源、交通、工业制造等各领域，实现更高层次的产业数字化转型升级。

5G 时代下，新一轮的科技革命带来的是更加激烈的科技竞争，国际环境的巨大变化告诉我们，自主创新是重中之重。5G 通信全产业链包括接入网基站系统、承载网和核心网，其中所用处理器芯片、光器件、射频器件、操作系统、应用软件等众多领域是否能自主创新成为 5G 建设能否行稳致远的关键。

处理器芯片作为信息系统的核心，只有坚持自主创新才会有持续发展的能力和动力。飞腾也在针对 5G 领域做芯片定义，同时也在多方面布局，与领域内的软硬件合作伙伴共同努力，打造基于飞腾平台的 5G 解决方案。

7.1 总体技术架构

在 5G 接入网基站侧，由于 5G 相对于 3G 和 4G 通信频率更高，单个基站的覆盖面积小，5G 基站的建设密度比之前更高；另外，当前 5G 基站设备造价高、能耗大，使得运营商在 5G 建设时面临较大压力。因此，运营商纷纷致力于白盒化基站探索，通过白盒化将货架通用服务器用于基础设施，使得软硬件解耦和硬件通用化，不仅有利于运营商降低 5G 网络建设成本，更重要的是使得网络变得更加智能，能够快速灵活响应业务需求。在 5G 核心网侧，5G 是第一个云原生的移动通信网络技术，从标准制定之初，5G 就是基于云和服务化的理念进行架构设计和协议设计，同时包含服务化架构、网络切片、边缘计算等关键特征。通过结合 NFV/SDN（网络功能虚拟化 / 软件定义网络）等技术，以通用服务器作为通信基础设施的方式成为 5G 核心网的主要建设方式。

飞腾高性能通用处理器已在云计算、大数据等 IT 行业应用中成为主要国产平台并已得到行业验证。在通信设备白盒化的趋势下，基于飞腾服务器和终端处理器的计算平台也必将在 CT 通信基础设施中得到广泛应用。

存储				
服务器				
固件				
核心芯片				

图 21 云及边缘计算全栈生态图谱

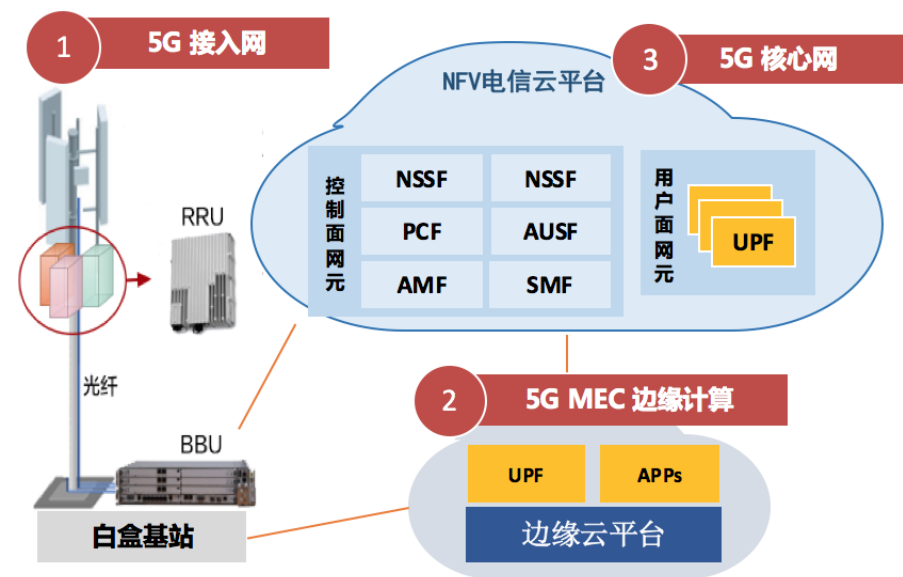


图 22 5G 网络拓扑结构图

具体的，在 5G 接入网中，基于飞腾服务器搭载 DU/CU 软件和专用加速卡可以实现白盒基站。在 5G 核心网中，基于飞腾服务器构建核心网，搭载 NFV 云平台，实现 UPF 用户面网元以及其它控制面网元功能。在 5G 边缘平台，基于飞腾服务器搭载边缘云平台，将 UPF 网元下沉，实现用户就近服务，可支撑 5G MEC（Mobile Edge Computing，移动边缘计算）的建设。此外，在 5G 安全方面，可以结合飞腾平台安全可信基因，构建安全可信的 5G 整体解决方案。

7.2 接入网解决方案

5G 基站承担终端与核心网之间的通信。基站设备按功能可分为基带处理单元 BBU（Building Baseband Unit，基带处理单元）、射频拉远单元（Radio Remote Unit）、天馈单元等几个主要模块，各模块间通过外部接口或内部接口互连。5G 基站的白盒化是业界的发展趋势，2018 年 10 月成立的 O-RAN 联盟得到了产业界的广泛关注和认可。O-RAN 核心技术特征是将无线系统设备切分为标准子系统组件进行独立研发，最终达到硬件加速器、通用硬件平台和 RRU 子系统的硬件独立解耦，向着“智能、开放、开源”的“白盒化”方向迈进。

5G 白盒化主要指其 BBU 的白盒化即打破传统通信设备厂商专有硬件技术壁垒，建设一套通用服务器 + 开放软件生态的软硬件体系，实现在通用设备上 5G 空口物理层、MAC 层、RLC 层等在内的用户面和控制面相关协议处理以及接口功能，包括 BBU 与 5GC 之间的回传接口、BBU 与 RRU 之间的前传接口、同步接口等。

预计 2025 年底前，5G 宏站数量超过 350 万台，小站超过 600 万台，且应用场景也从室外转向室内，如：密集住宅、密集街区、校园、大型集会、体育场、地铁等，“白盒”小基站将成为主战场，因此 5G 将会给室内覆盖的小基站提供了发展的新机遇。

飞腾“白盒”小基站 BBU 基于 O-RAN 开放架构，搭载 FT-2000+/64 单路或 S2500 多路芯片的通用处理器，使用 FPGA 芯片加速卡进行物理层加速，部署 5G RAN 的 O-CU（Open Centralized Unit）和 O-DU（Open Distributed Unit）软件，并提供标准的 NG 接口与核心网及边缘云平台对接，其组成图如下图所示。飞腾团队提供核心的加速卡适配、Linux 系统级调优、DPDK 网络处理能力优化、中断功能实现、加解密优化、整机支持等核心技术内容，并联合 5G 产业链上下游共同打造国产“白盒”基站。目前构建的“白盒”基站形态上是基于 FT-2000+/64 或 S2500 处理器，配备 FPGA 基带加速器，处理能力将达到 2 个 100MHz 4T4R 小区，或 4 个 100MHz 2T2R 小区。系统应支持单小区最大连接用户数不少于 384 个，最大激活用户数不少于 128 个。

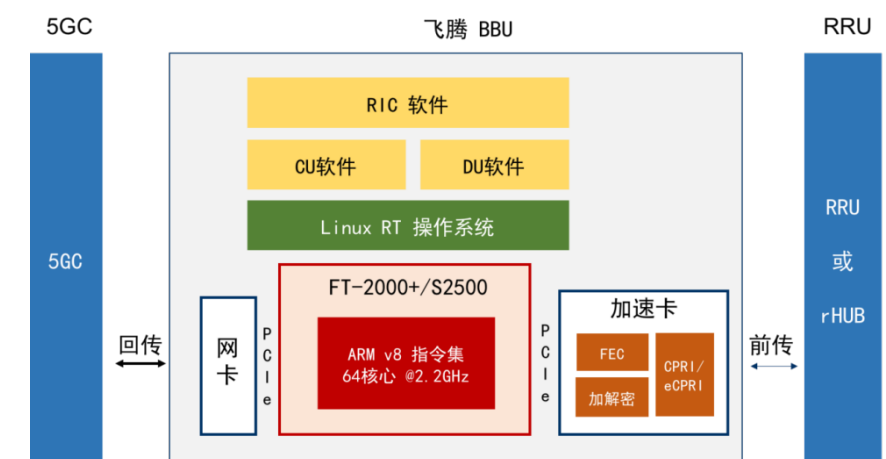


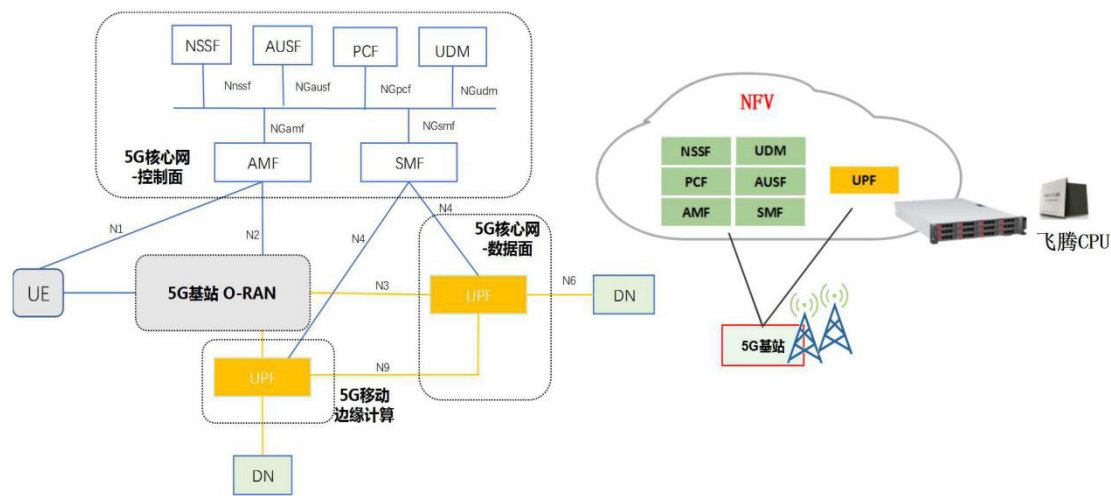
图 23 飞腾“白盒”小基站 BBU 组成图

7.3 核心网解决方案

5G 核心网基于 NFV/SDN 技术，采用通用硬件，实现网络功能软件化和基于差异化业务的资源编排。

飞腾与 IT 厂商已联合推出了全国产 5G 核心网解决方案，该方案基于飞腾服务器，依托电信级 NFV 平台实现 5G 核心网网元硬件、操作系统、接口等标准化，构建了安全可控的 5G 核心网。软件层面可以实现控制面与用户面分离，控制面支持标准微服务（SBA）架构。5GC 网元可以实现弹性部署，也可与基站、MEC 等共平台部署。本方案 5G 核心网最小化能力集包括：AMF（接入及移动性管理功能）、SMF（会话管理功能）、UPF（用户面功能）、PCF（策略控制功能）、AUSF（鉴权服务器功能）、

NSSF（网络切片选择功能）、UDM（统一数据管理）、UDR（统一数据存储）。

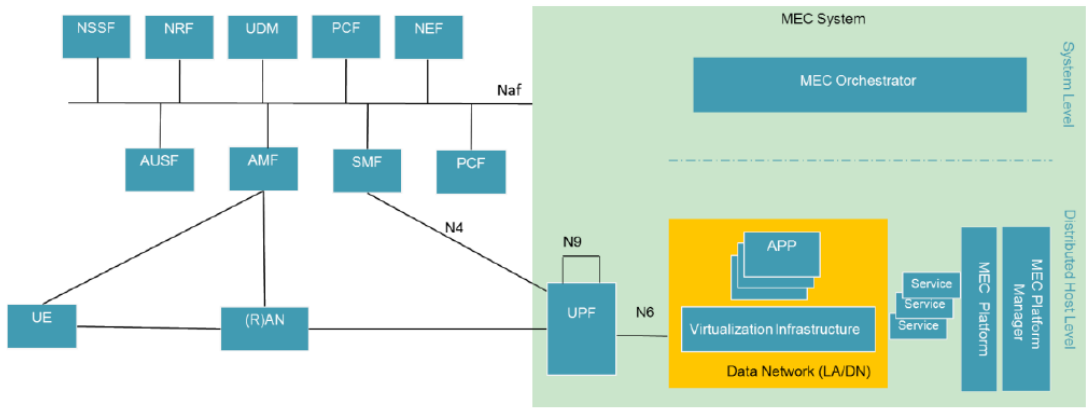


从 FT-2000+/64 单路服务器到 S2500 多路服务器，飞腾联合业内厂家积极推动国产 CPU 芯片平台服务器在 5G 核心网的应用，不断提升算力、虚拟化能力、I/O 能力以及网络转发能力，满足 5G 核心网对通用服务器的高性能需求。

7.4 MEC 移动边缘计算解决方案

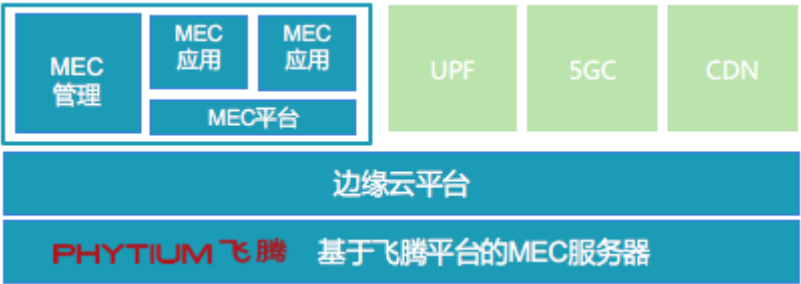
移动边缘计算 MEC 是指在距离用户或数据源较近的网络边缘侧，部署 IT 服务环境和算力，并面向用户提供底层通信服务的调用接口，其设计初衷是为了满足特定低时延场景下的业务体验需求。部分运营商和设备商在 4G 时代就已经开启了 MEC 的研究和初步部署。5G 高带宽、低时延、海量连接的典型特性为 MEC 的大规模商用创造了绝佳的通信环境和良好条件。目前在全球范围内，MEC 已成为业界的关注和研究热点，在技术标准化、运营商 5G 规划以及厂商 5G 设备产品研发各环节中，均将移动边缘计算作为 5G 网络重要的、不可分割的组成部分。

经过多年的研究及标准化工作，目前业界对于 5G 网络边缘计算的架构和具体实现已经有较清晰的定义：5G 服务化网络架构与 MEC 服务的融合方式。MEC 可以作为应用功能（AF）与 5G 核心网的网络开放功能（NEF）进行交互，通过策略控制功能（PCF），向会话管理功能（SMF）下发本地流量路由策略，从而使用户的业务流量流向本地用户面功能（UPF），再到 MEC 提供的本地数据网络。



MEC 系统由 MEC 平台、MEC 管理和 MEC 应用这三部分组成，统一部署在 MEC 服务器上。搭载 FT-2000+/64 单路或 S2500 多路 CPU 芯片的 MEC 服务器可为多种边缘计算场景及环境提供高算力、高吞吐、低功耗的 MEC 系统，帮助提升 MEC 的处理能力和用户体验。

同时，采用飞腾芯片的 MEC 服务器在部分场景可采用 MEC 系统和 5G NFV 网元或 CDN 共平台部署的形式，提高了资源利用率和部署的灵活性。



7.5 安全解决方案

随着 5G 技术的发展，越来越多行业应用都会承载于 5G 基础设施和 5G 网络上，网络安全将成为事关国家和社会稳定发展的大事。由于 5G 网络不再是原有的用户和运营商的二元服务关系，其网络中的对象已扩展到大规模物联网和包括车联网的各类终端设备，同时网络建设扩展出移动边缘计算平台，采用的软硬件架构也开始开放化、虚拟化，这一系列特点都使得基础设施系统变得越来越复杂，需要在安全设计上进行整体化、多层次的考虑。

（1）在终端接入安全上，由于将有大量新设备与大量应用一起接入到网络，因此需要从身份验证

机制等方面加强设备的接入控制。

(2) 在 MEC 场景中，网元部分功能下沉至近用户位置的网络边缘进行部署，部署位置脱离了运营商控制区域，增加了核心设备遭受攻击的风险，因此需要通过设计更有效的隔离机制，让承载每个网络功能实体无法突破虚拟机 / 容器管理的范围。

(3) 在网络数据链路中，无线数据有窃听风险，数据在网络回传中也有数据拦截的风险，需要从空口到核心网或 MEC 进行端到端全链路数据加密。

(4) 为了使安全防护系统更加有效，还需要保证各个计算、网络和边界设备其自身是可信的。

飞腾 CPU 具有安全可信基因，内置国密算法引擎，满足 PSPA 安全设计，可为 5G 基础设施提供可信安全环境，可满足对端到端全链路数据安全有较高要求的专网用户。

下面是一个基于飞腾平台的园区专网安全解决方案：

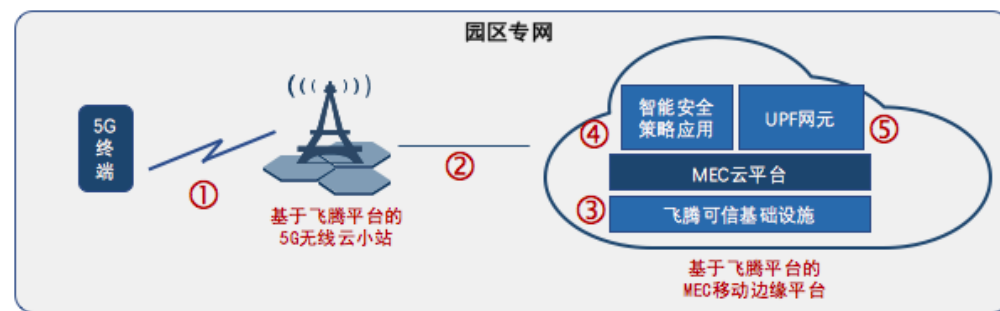


图 27 基于飞腾平台的专网园区 5G 安全解决方案示意图

(1) 基于飞腾的 5G 无线云小站，支持空口数据加密，保障无线空口传输数据安全且可靠，避免数据通过无线信号窃听而被窃取。

(2) 基于飞腾的 5G 无线云小站和 MEC 平台可进行关键数据链路加密保护，通过飞腾芯片内置国密算法加密引擎，可在基站侧和边缘计算 MEC 平台上进行加解密。

(3) 飞腾芯片内置可信模块，支持安全启动和密钥管理等功能，在基础设施上植入硬件可信根，从而可以构建从计算环境、基础软件到应用及服务的信任链，并依逐级完整性检查来实现网络功能实体的软硬件环境的完整性保护。

(4) 飞腾平台 MEC 加载 AI 智能算法，可以实现对终端设备状态和行为进行监控和管理。

(5) 通过网络功能虚拟化功能，对网络做按需切片，灵活数据分流，为不同切片需求方提供安全隔离、高度自控的专用逻辑网络。



8、AI 解决方案

人工智能是新基建的核心驱动力量，将推动数万亿数字经济产业转型升级。随着国产处理器性能和国产 AI 芯片性能的不断提高，打造全国产 AI 计算引擎已经成为趋势。飞腾也非常重视人工智能的产业规划和落地，我们已与国内主流的 AI 加速卡如百度昆仑、比特大陆、云天励飞等完成适配，同时我们和国内外通用高端 GPU 显卡的适配已展开。支持 PaddlePaddle、Tensorflow、Caffe 等主流学习框架，支持训练和推理的应用；已有多家生态伙伴的 AI 服务器量产并完成规模化的落地应用。依托腾云 S2500 的多路扩展能力，飞腾平台的 AI 服务器将具备更强的异构扩展能力，可以更好的支撑数据中心、电力、交通、金融、医疗等行业。

飞腾紧跟人工智能行业方向，积极与人工智能引擎相关软硬件厂家开展深度合作，根据用户需求和行业需求，定制了 AI 服务器、AI 云、AI 边缘盒子以及边云联动的全套 AI 解决方案。

8.1 AI 服务器

下图是全国产 AI 服务器解决方案的系统架构，自底向上分为四层：

(1) 系统层：基于搭载飞腾 FT-2000+/64 芯片和异构加速卡、安装麒麟操作系统的基于飞腾的自主 AI 服务器，前期已进行了深度的驱动适配工作。飞腾新一代多路服务器的适配也已经完成。

(2) SDK 层：异构加速的核心库，包含了一套神经网络算子库、Linux 驱动、运行时程序库和神经网络图引擎框架等。这套核心库对用户提供了灵活的可编程接口，使得异构加速卡能方便地应用于

灵活多变的应用场景中。

（3）深度学习框架和模型应用：这一层包含了业界常用的深度学习框架和深度学习模型，按照应用场景划分，目前业界应用基本聚焦于 CV（图像分类、目标检测）、NLP（语义分析、机器翻译、情感分析、语言模型）和语音（语音识别、语音合成）等领域。在实际应用中，通常还需要跟 AI 平台结合起来，实现资源虚拟化、集群管理、任务调度、多机多卡联合训练等功能。

（4）行业解决方案：在这一层主要面向垂直行业，解决客户的实际问题，通常需要整合多个深度学习应用场景，提供的是一整套完整的软硬件解决方案。目前针对智慧金融、智能电力、智慧能源、智能制造、智慧政务、智能交通等行业都可基于该 AI 服务器系统构建 联合解决方案。

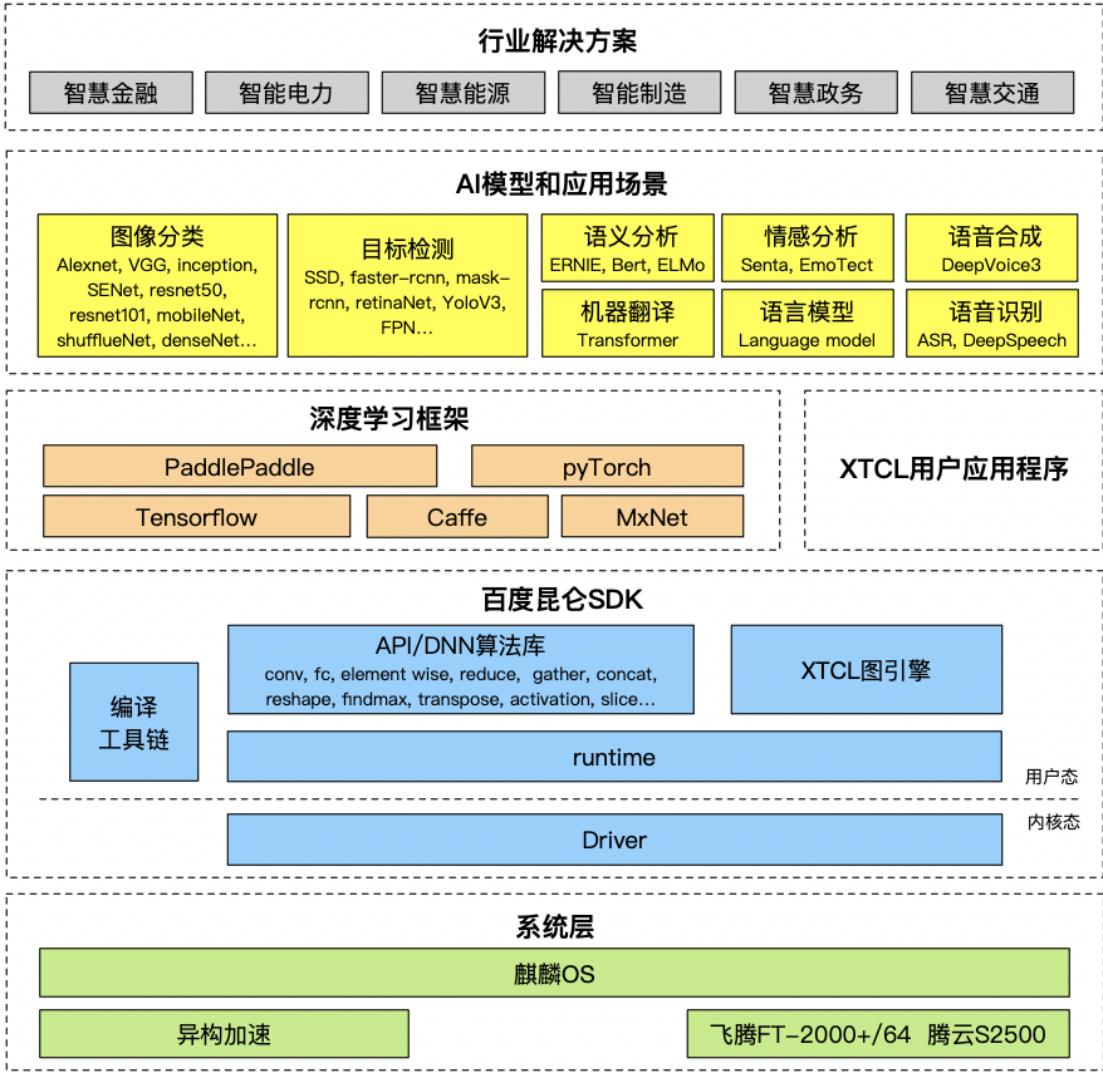


图 28 飞腾 AI 服务器垂直全栈技术架构图

8.2 AI 云

在完善 AI 服务器生态的基础上，飞腾将努力赋能生态伙伴，使其具备更好地为广大行业用户提供 AI 云服务的能力，例如建设弹性人工智能教育平台、公共医疗人工智能平台等。飞腾致力于帮助不同类型企业（如服务器厂商、AI 芯片厂商、算法厂商、大数据云厂商等）完成功能连通和适配，让最终用户简单、快速地根据自己的需求找到所需的整体解决方案。方案基于国产飞腾系列通用或专用 AI 服务器和 GPU、FPGA、ASIC 等 AI 加速设备、主流操作系统和云平台软件构建 AI 云 IaaS 平台，对外提供多型号国产加速设备的接入，支持多种算法仓库、训练模型、训练数据、测试数据、结果统计和应用 Demo，并提供可视化排版工具对 AI 云平台服务和资源进行管理和调度，进一步通过 AI 云服务组件集成和标准化接口开发。

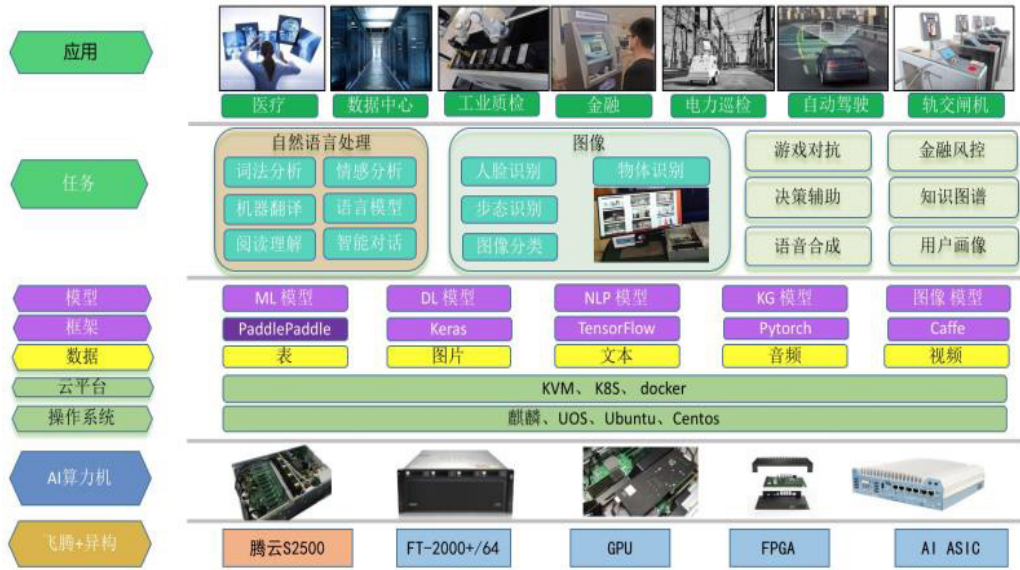


图 29 飞腾 AI 云全栈架构图

8.3 AI 边缘盒子

行业预测边缘计算会继续保持高速增长，即使在冠状病毒在全球肆虐的背景下，边缘计算也将出现显著增长。预计到 2027 年，边缘计算解决方案的市场规模将从现在 35 亿美元增长到 434 亿美元，市场对于边缘计算的需求可见一斑。

边缘 AI 算力盒子就是边缘计算产品的代表之一。满足边缘计算场景的多样化算力需求。边缘 AI 算力盒子可以解决应用场景中的 5 大痛点需求：

（1）时延问题：边缘算力盒子靠近数据接收源头，能够实时获取边缘侧数据并分析处理，可将处理后的数据实时反馈到控制系统中或者及时传到云端。

（2）带宽问题：在边缘节点进行一部分数据处理，提取价值信息之后再传输，降低带宽压力，减轻云端服务器的消耗。

（3）安全问题：满足数据安全管理要求，实现数据的本地隐私保护，避免敏感数据上传到云端，降低数据泄露的风险。

（4）可靠问题：规避端和云间链接的不可靠隐患。

（5）环境问题：针对高低温、空间有限等恶劣环境或特殊场景，传统设备很难满足功耗、体积、重量要求，AI 边缘盒子以体积小、重量轻、功耗低、环境适应性强、可定制等特点，广泛适用于边缘应用场景。

飞腾与多家厂商已经展开合作，通过飞腾主控 CPU+AI ASIC、FPGA、NPU 等专用算法设备推出联合解决方案，支持 PaddlePaddle、Keras、TensorFlow、Pytorch、Caffe 等主流深度学习框架，可对图片、视频、文本、表格、音频等数据进行输入推理，具备了边缘 AI 算力盒子的各项指标。

8.4 AI 端边云联动

人工智能技术中的深度学习技术分为训练（training）和推理（inference）应用两个部分，要训练出一个能解决现实问题的深度学习神经网络，需要消耗大量的资源，包括计算、电力和设备成本。而在推理部分使用已经训练好的神经网络模型只需要很少的算力就可以完成。对于这种操作模式，采用端边云的方式处理是最佳解决方案，云端进行训练，边缘侧对输入数据进行推理。

AI 计算引擎边 - 云联动方案，能够实现算力、功耗、成本等的最佳配置。

场景一：云端训练模型，分发模型到边缘侧进行推理。飞腾处理器包括服务器 CPU、桌面终端 CPU 以及嵌入式 CPU，可以很好地为边缘侧（各边缘计算、网络、存储等设备，用于对端侧采集的数据进行分析处理）、云侧（公有云、行业云等）提供超强的 AI 算力引擎，借助网络实现边、云联动的整体解决方案。

场景二：边缘侧对数据进行预处理，提取特征值等关键信息，把少量数据上传到云端，在云端进行对比匹配工作。该设计作为一种分布式网络基础设施部署模式，使数据能够在更接近其来源的地方进行处理和分析。这对物联网、工业互联网和大数据分析等领域都有着巨大的价值。



9、安全可信解决方案

当前，各类信息系统拓扑结构上，基本采用了“端 - 网 / 边 - 云”的整体架构，形成了一套完整闭环系统。安全可信技术需要覆盖从终端到云端各个环节，才能使整个系统达到安全可信状态。为此，飞腾基于处理器安全平台架构（Phytium Security Platform Architecture，PSPA），联合相关生态伙伴，分别针对终端（包括用户终端、网络设备和边界设备）和云计算构建了全栈的技术解决方案。

9.1 终端全栈架构

对于安全可信终端，目前主流的解决方案有两种，即遵循国内 TPCM（Trusted Platform Control Module，可信平台控制模块）路线的方案（以下简称“TPCM 方案”）和遵循国际 TCG 组织（Trust Computing Group，可信计算工作组）TPM2.0（Trusted Platform Module，可信平台模块）标准的方案（以下简称“TPM2.0 方案”），两者最大的区别在于前者采用了可信计算双体系架构（分为防护部件和计算部件），且防护部件能够主动完成对计算部件的监控和管理，而后者的可信计算相关功能是被动为用户计算环境提供安全服务。下面对两种方案分别进行说明。

9.1.1 TPCM 方案

基于网安版 FT-2000/4（简称“安四核”）构建的 TPCM 可信计算终端的主要系统组成如下图所示。其中，上电后由安四核中的 PBR（Phytium Boot ROM，飞腾启动 ROM）先启动，然后通过逐级验签后，完成系统的安全启动。在运行过程中通过 TPCM 和 TSB（Trusted Software Base，可信软件基）软件等模块，完成对系统运行过程的动态度量，实现主动控制和主动免疫等功能。

TPCM 可信计算终端的系统架构如下图所示（图中黑色为用户组件，红色为可信组件，蓝色为二者均有），同样设计为硬件层、固件层、操作系统层、服务支撑层和应用层五层架构。



图 30 TPCM 可信计算终端系统架构图

（1）可信版 BIOS：主要指第三方固件，配合 PBF（Phytium Base Firmware，飞腾基础固件）对第三方固件进行可信校验，并对操作系统进行启动校验。

（2）TPCM 交互接口及可信功能接口：TPCM 方案提供的交互接口包括策略管理类接口、密码访问类接口、系统管理类接口，同时结合与宿主基础软件交互接口以及与可信安全管理平台交互接口，以功能服务的形式封装为可信功能接口，供 TSB 和安全软件调用。

（3）可信软件基（TSB）：实现对用户侧软件的信息收集、行为动态度量和主动控制。由基本信任基、控制机制、度量机制、判定机制、可信基准库、支撑机制、协作与协调机制组成。

（4）度量代理软件（TSB 代理）：其主要功能是配合 TSB 进行用户行为数据的收集，以及执行 TSB 的控制策略。其实现形式可以是以单独模块的方式或者是通过修改 UEFI/BIOS/OS Loader 代码的方式，具体实现形式可根据需求情况确定。利用 TPCM 能够访问用户系统运行内存的特性，可以简化度量代理软件的功能实现。

（5）可信功能接口及可信应用开发框架：应用软件及安全应用通过可信功能接口调用封装好的功能服务，并利用可信应用开发框架完成可信计算相关应用的开发。

在安全可信终端运行过程中，因用户对安全性要求比较高，因此对于两类执行环境，建议 TEE（Trusted Execution Environment，可信执行环境）采用一个单独固定的计算核心运行安全可信相关的系统和软件，其余 3 个计算核心分配给 REE（Rich Execution Environment，富 / 用户执行环境）运行用户操作系统和应用，二者通过软中断和共享内存的方式进行通信，同时在内存、IO、非易失性存储等方面也进行资源隔离。TEE 中的 TPCM 相关安全可信软件主动对 REE 中运行的用户系统和应用进行动态度量，并根据策略设置，对异常情况进行报警或控制。

9.1.2 TPM2.0 方案

基于安四核构建的 TPM2.0 可信计算终端的系统组成如下图所示。上电后安四核中的 PBR（Phytium Boot ROM，飞腾启动 ROM）先启动，然后通过逐级验签后，完成系统的安全启动。在运行过程中通过可信安全管理套件和运行态保护平台等安全可信平台软件，完成对系统运行过程的度量。其中，可信报告根和可信存储根均存储在主板上 CPU 外的非易失性存储器内，且以加密存储的方式存放。



TPM2.0 可信计算终端的系统架构如下图所示，包括硬件层、固件层、操作系统层、服务支撑层和应用层五层架构。

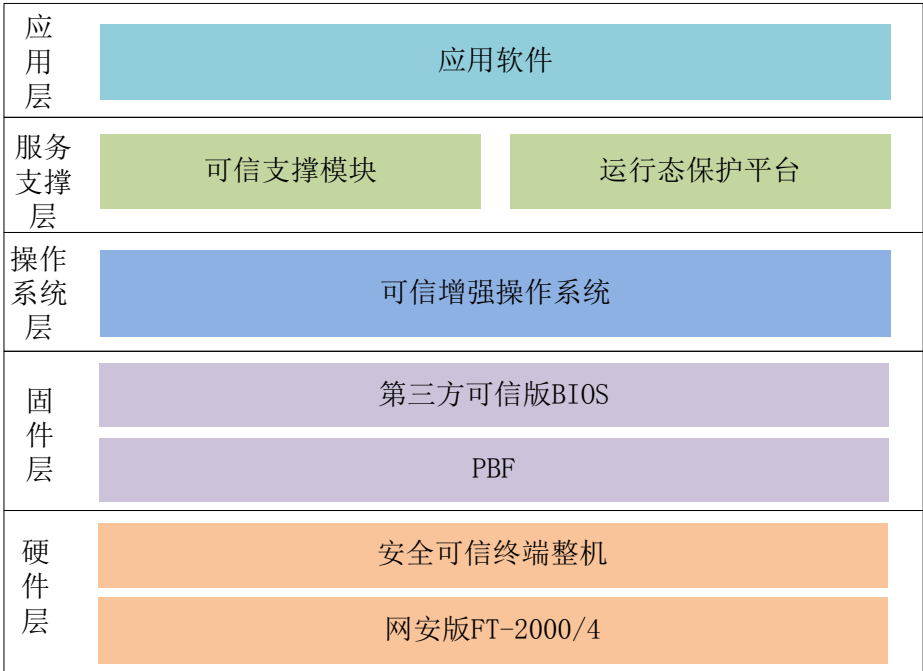


图 31 TPM2.0 可信计算终端系统架构图

（1）可信版 BIOS：主要指第三方固件，配合 PBF 对第三方固件进行可信校验，并支持安全启动的逐级校验流程。

（2）可信增强操作系统：在普通操作系统增加可信增强组件，可提供多种安装部署方式，既支持直接安装部署，也支持以模块或补丁形式对 Linux 等主流操作系统（麒麟、UOS 和 CentOS 等）进行可信安全增强，可信增强操作系统为用户业务应用提供安全可信的运行环境，主动应对各种新型病毒、木马和 0Day 漏洞的攻击，有效保障系统平台和应用程序的持续安全。

（3）可信支撑模块：支持多种形态的可信根，支持中国商用密码算法 SM2/9、SM3、SM4，为实现可信计算功能提供基础的驱动程序、可信服务模块和安全启动模块，为上层应用提供接口和服务，为可信设备实现各种可信计算功能提供基础支撑。其中安全启动功能，能够在系统启动阶段依次对系统引导程序和系统程序进行可信验证，根据验证结果并结合可信策略阻止系统的启动，确保系统的安全可控。

（4）运行态保护平台：以可信计算技术及 TEE 技术等为基础，为应用程序提供安全可信的运行环境，有效保护应用程序运行阶段代码和数据的安全。

在安全可信终端运行过程中，因用户对性能较为敏感，因此对于两类执行环境，可以在 REE 和 TEE 之间采用切换的方式进行，即 REE 需要进行安全操作时，通过 SMC 指令切换到 TEE 模式进行处理，处理完成后再切换回 REE。

9.2 可信云全栈架构

当前，国产的可信计算技术及产品主要集中在终端、网络、边界和服务器设备上，但针对目前云计算环境的可信计算解决方案却相对较少。基于飞腾多种高性能芯片，飞腾联合各层生态伙伴打造了可信云解决方案，以支撑安全可信技术贯穿端、网、云，形成完整的信息系统可信计算解决方案。基于飞腾平台的可信云全栈架构如下图所示。

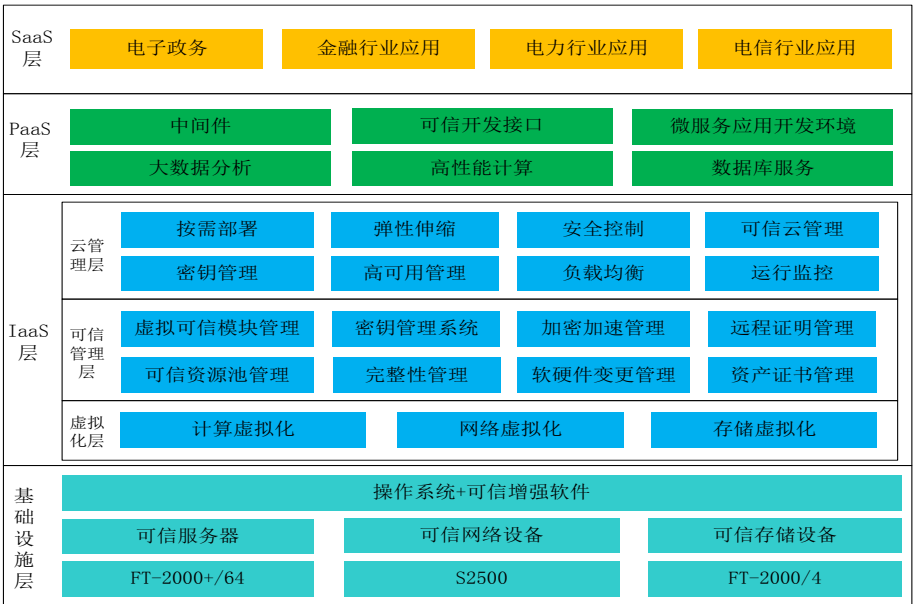


图 32 基于飞腾平台的可信云全栈架构图

（1）基础设施层：基于飞腾的 FT-2000+/64、腾云 S2500 和 FT-2000/4 芯片，构建可信的服务器、网络设备和存储设备，运行经过可信增强的操作系统，形成可信的基础软硬件环境，实现安全启动、白名单保护、可信连接、硬件漏洞免疫等功能，提供了可信云运行的基础。

（2）IaaS 层：包括虚拟化、可信管理和云管理层等 3 个子层，提供了可信云的核心功能。

1）虚拟化层：提供高效的计算、网络和存储等基础设施的虚拟化功能。

2）可信管理层：提供通用的可信资源池管理、虚拟可信模块管理、虚拟可信根管理、密钥管理、加密加速管理、完整性管理、远程证明等，以及虚拟机运行过程中可信链条完整性管理等。

3）云管理层：对虚拟化资源和可信资源的统一管理，以服务形式提供给 PaaS 层或 SaaS 层使用。提供包括负载均衡、运行监控、弹性伸缩、按需部署、完整性管理和密钥管理等。

（3）PaaS 层：主要常见的大数据分析、微服务开发环境、数据库服务器等，以及可信云环境中专门针对上层应用的可信开发接口。

（4）SaaS 层：云原生服务，包括针对各行业的可信云服务的软件系统，特别是高安全可信需求的金融和电力行业的相关业务应用。

基于飞腾平台的可信云解决方案，在保证云计算灵活性和扩展性同时，为应用和数据提供紧贴式的安全保护，从整体上将云计算系统安全性提升到一个新的高度和水平，保障用户信息系统高分通过等保 2.0 等安全测评。



10、集成模式和建议

本章，我们帮助读者了解在行业新基建转型升级和信息系统集成建设过程中所面临的一些问题，给出相关的解决方案。包括芯片架构如何科学选型、云化技术路线的选择、信息系统建设、程序如何移植优化、5G 和 AI 技术如何与信息系统建设融合等诸多开放性问题。

10.1 架构选型

从信息系统建设角度分析，芯片架构选型要选择系统性能优异、单位功耗算力强、芯片迭代迅速、产品稳定可靠、产品稳定供货、生态健全开放的架构和芯片，同时芯片架构对云计算、大数据要有非常良好的支持。飞腾平台对比同类型产品，在系统性能、应用性能、功耗上有较大优势，同时支持移动生态，非常完善地支持硬件辅助虚拟化且拥有极高虚拟化效率⁴。

基于飞腾平台，众多生态合作伙伴在终端和云计算全栈各层次都提供了丰富的产品。对于用户、集成商都是一种双赢的方案。最终用户可以根据自身应用场景和具体需求，在各层次选择适配较好的产品，从而给用户更大的选择空间和程序移植便利；同时对于有实力的集成商，可以基于飞腾平台在全栈上设计自己的产品组合；对于一些中小集成商则可以灵活选择组合方案，提高系统性能且降低成本。

10.2 云化技术路线选型

当前主流的业务上云技术路线，一般通过使用云管平台和 IaaS 层管理功能实现对新旧硬件设备、异构硬件设备的统一管理，逐步实现新设备的替换。在 PaaS 层利用集成的数据库、中间件、大数据服务实现对传统业务和数据的编排、统管、交互、复用和进一步分析。在 SaaS 层，用户应用程序则采取迁移一部分、新建一部分的方式，同步进行业务流程优化整合，逐步将应用程序纳入统一平台管理。

⁴ 关于详细对比数据 / 移植和优化可联系 solutions@phytium.com.cn 获得更详细咨询支持

这里芯片性能和云平台性能的选择至关重要，不仅要考虑芯片性能，还要考虑云平台和芯片的适配情况及云平台的功能是否健全，包括对异构资源的管理、多云的管理能力等。

10.3 系统建设

系统建设包括土建、机房设施建设、基础网络建设和系统软件平台建设等。符合国家相应的标准要求和安全等级要求的同时，要考虑安全可信。硬件设备应根据应用场景，选用进入相关名录的且有稳定可靠供货能力的产品。用户软件的建设，应秉承先易后难，先通用办公，再专用业务，最后核心应用来进行。在向虚拟机环境迁移和容器环境迁移的过程中，要保证数据迁移平滑，核心业务不间断，整个迁移过程主要需要考虑业务离线时间要求、历史数据迁移、迁移回退方案等。

10.4 程序移植和优化

飞腾平台上主流操作系统是类 Linux 操作系统，虽然随着生态的完善，超过 2000 多种应用软件已经可以在飞腾平台上运行，但不可避免的会遇到原来在 x86 或其他平台上开发的应用程序。一般来说，对于没有大量外部依赖的程序，移植基本上比较容易，需要考虑多线程编程模型，以提高程序运行效率。操作系统层面的移植最大的难点在于跨平台的应用移植，在应用移植和迁移实践中，大致可以分为三类工作，分别是解释型语言开发的应用程序迁移、编译型语言开发的应用程序以及微软体系下开发的应用程序迁移，下面将分别对不同类型语言的迁移进行分析。

（1）解释型语言应用程序移植

解释型语言的程序不需要编译，在运行程序的时候才进行翻译，比如解释性 Java 语言，专门有一个解释器直接解析执行 Java 程序，常见的解释型语言如 Java、Python 等。

1) Java 应用移植

Java 是一种可以撰写跨平台应用软件的面向对象的程序设计语言，具有卓越的通用性、高效性、平台移植性和安全性，对于 Java 编译好的程序是平台无关的字节码，由虚拟机解释执行，虚拟机完成平台差异的屏蔽，与 CPU 架构是不相关的。将这类应用程序移植到飞腾平台，无需修改和重新编译，按照与 x86 一致的方式部署和运行应用程序即可。但是，Java 应用程序如果依赖基于 C/C++ 语言开发的 so 库文件，这类 so 库需要移植编译。总的来看，基于 Java 语言开发的应用软件，由于其具有良好的平台移植性，所以无需修改（或少量修改代码）就可以直接运行在基于飞腾 CPU 的国产操作系统之上。

2) Python 应用移植

Python 是一种跨平台的计算机程序设计语言。 是一个高层次的结合了解释性、编译性、互动性和面向对象的脚本语言。最初被设计用于编写自动化脚本 (shell)，随着版本的不断更新和语言新功能的添加，越多的被用于独立的、大型项目开发。目前被大量应用在 Web 和 Internet 开发、科学计算和统计、人工智能、桌面界面开发、软件开发、后端开发、网络爬虫等领域。

Python 可以跨平台运行，即 Python 程序的核心语言和标准库可以在 Linux、Windows 及其他带有 Python 解释器的平台上无差别的运行，所以无需修改（或少量修改代码）就可以直接运行在基于飞腾 CPU 的国产操作系统之上。

3) PHP 应用移植

PHP 是一种通用开源脚本语言。PHP 是在服务器端执行的脚本语言，是常用的网站编程语言。PHP 独特的语法混合了 C、Java、Perl 以及 PHP 自创的语法。利于学习，使用广泛，主要适用于 Web 开发领域，PHP 语言作为网站开发的通用语言，简单易行，可移植性好。

PHP 作为服务器端的脚本语言，其跨平台性以及丰富的函数库成为网站开发的主流语言，所以无需修改（或少量修改代码）就可以直接运行在基于飞腾 CPU 的国产操作系统之上。

除了以上提到的几种语言之外，还有其他跨平台开发语言，比如 JS、Perl、Ruby、MATLAB 等，这些跨平台开发语言开发的应用软件，可以平滑编译移植到基于飞腾 CPU 的国产操作系统之上。

(2) .Net 应用移植

.Net 框架（.Net Framework）是由微软开发的，一个致力于敏捷软件开发、快速应用开发、平台无关性和网络透明化的软件开发平台。

近期，微软拥抱开源和 Linux，在 2019 年 9 月发布了 .NET Core 3.0，它是一个可以用来构建现代、可伸缩和高性能的跨平台软件应用程序的通用开发框架。可用于为 Windows、Linux 和 MacOS 构建软件应用程序，并且支持 ARM64。与其他软件框架不同，.NET Core 是通用的框架，可用于构建各种软件，包括 Web 应用程序、移动应用程序、桌面应用程序、云服务、微服务、API、游戏和物联网应用程序。与其他框架不同，.NET Core 并不局限于单一的编程语言，它支持 C#、VB.NET、F# 和 TypeScript。

.NET Core 3.0 对操作系统的支持包括 Debian、Fedora、RHEL、Ubuntu 主流开源 Linux 操作系统以及类 UNIX 操作系统。同时 .NET Core 3.0 对于 ARM32、ARM64 架构芯片提供相关支持。目前通过 .NET Core 3.0 将应用软件从微软平台迁移至基于飞腾 CPU 的类 Linux 操作系统平台将可以实现。

(3) 编译型语言应用移植

1) C/C++ 应用移植

C 语言是一种通用的、过程式的编程语言，广泛用于底层系统与应用软件的开发。具有高效、灵活、功能丰富、表达力强和较高的可移植性等特点。 C++ 是在 C 语言的基础上开发的一种面向对象编程语言，也广泛应用于系统与应用软件的开发。C++ 擅长面向对象程序设计的同时，还可以进行基于过程的程序设计。

对于 C/C++/Go 编译好的程序是机器指令，由操作系统加载到存储器（一般为内存）后由 CPU 直接执行。编译型语言编译后得到的可执行程序执行时依赖的指令是 CPU 架构相关的。因此，基于 x86 架构编译的 C/C++/Go 语言应用程序，无法在飞腾平台直接运行，需要进行移植编译，由于 C/C++ 较高的可移植性，基于 C/C++ 开发的应用软件，程序移植主要包括源代码修改主要是指对支持指令集类型、编译宏、应用程序 64 位的支持等。进行少量的修改源代码可以平滑编译移植到基于飞腾 CPU 的国产操作系统之上。

2) Go 应用移植

Go 是 Google 开发的一种静态强类型、编译型、并发型，并具有垃圾回收功能的编程语言。Go 语言更适合应用于服务器编程，例如处理日志、数据打包、虚拟机处理、文件系统、分布式系统，数据库代理、网络编程、内存数据库以及云平台等领域。Go 可移植性较高，基于 Go 开发的应用软件，可以少量的修改源代码，平滑编译移植到基于飞腾 CPU 的国产操作系统之上。

(4) 应用程序的优化

应用程序优化途径通常有两类，一种是保持应用不变，通过系统剪裁进行优化，另一种是结合优化目标，主动进行重构进行优化。第一种情况，常用的剪裁包括内核裁剪、系统服务裁剪、图形应用裁剪、开机启动裁剪等，对应用的服务能力的性能提升微乎其微，更多的提升体现在减少资源消耗，提升启动速度、稳定性、安全性上。第二种情况，应用需要根据新的技术、目标系统的特点、业务需求对应用进行调整，对于在目标系统上可以良好运行的应用，可以选择更新的开发库、开发框架，从而获得更好的开发便利性和性能提升；对于在目标系统上由于单核性能、整机容量不足而导致的运行存在问题的应用，可以通过并行化、微服务化来获得足够的性能。

10.5 5G 系统建设思路

如前所述，飞腾将围绕新基建的主流应用场景，与合作伙伴打造基于飞腾的 5G 的新基建方案，飞腾作为重要的国产 CPU 芯片厂商，将全面参与国家 5G 系统的建设。

公网方面的 5G 系统建设主要由运营商主导，飞腾芯片作为 5G 核心网和 5G 接入网网元的重要部件，与各整机厂商通力合作，助力各伙伴参加运营商集采，深度支持运营商高性能低功耗公网 5G 系统建设。

专网方面，借助 5G 高带宽、低时延、高可靠、海量物联的典型特性，5G 网络的主要使用者将会是 B 端的垂直行业用户，5G+MEC 是 5G 专网系统建设的主要模式，5G 网络为就近部署的 MEC 应用提供高速、可靠、海量连接的传输通道，进而提升企业用户的 MEC 业务性能和使用体验。

5G 专网系统的建设思路有四种模式：其一是复用运营商公网 5G 核心网和 5G 基站，企业用户自建 MEC，运营商可采用网络切片技术为企业用户的 5G 场景赋能；其二是企业用户可选择自建下沉到本地的用户面网元 UPF，充分对接 MEC 做到流量的本地卸载，降低业务时延；其三，企业用户可自建专网 5G 基站，增强本地无线覆盖，提升业务体验；其四，针对有些企业对安全可控的更高要求，企业可自建整套 5G 核心网、5G 基站和 MEC 平台及应用，此选项面临投入成本较多以及后期更多的自主运维挑战。与此同时，需与运营商协调频率使用等政策问题。

飞腾在专网 5G 系统建设中，为 5G 核心网云化设备、5G 基站 BBU、MEC 平台设备及 MEC 应用服务器提供高算力、高性能、低功耗的芯片，与业界多家厂商紧密合作，已推出多个 5G 联合解决方案，助力国家 5G 建设和企业客户的转型升级。

10.6 AI 平台建设思路

随着人工智能应用场景的快速发展，各领域对算力的需求大幅增加，随着国产处理器性能和国产 AI 芯片性能的不断提高，打造全国产 AI 计算引擎已经成为趋势。建设全国产 AI 智能业务平台，首先，在项目规划阶段，需要对国产芯片的 AI 服务器进行选型，目前飞腾已经和国内多个主流的 GPU 和 AI 加速卡厂商进行了适配，基于飞腾 CPU 的多款 AI 服务器已经上市；其次，在资源管理方面，一般采用 IaaS 或者 PaaS 平台对 AI 服务器进行资源管理，基于飞腾 CPU 的 AI 服务器目前支持开源云平台软件栈以及多个商业云平台，可以通过私有或者公有云的方式进行部署，也可以通过物理机方式进行部署。在 AI 计算框架方面的选型，根据用户的场景选择并采用相关开源框架，在开源框架支持方面，飞腾平台开源框架如 Tensorflow、Caffe、PaddlePaddle、Pytorch、Keras 等，同时基于飞腾 CPU 的国产 AI 服务器已经和多个算法模型完成了适配和验证，支持 CV、ASR、OCR、NLP、Rec、Speech 等应用场景，未来在基于飞腾 CPU 的 AI 服务器上将承载更多政务、数据中心、高性能计算中心、电力、交通、医疗应用，也将真正意义上改变我们的居民生活以及社会生产活动。



11、典型案例及应用场景解析⁵

11.1 政务办公案例

某单位电子政务办公系统为实现信息系统转型升级，实现了电子公文、内网门户、邮件系统、办公日程等几十个子系统的新建和改造，完成了分保环境下系统建设，构建了一体化综合办公平台。从端到云，主要基础设施全部采用飞腾平台产品，云端采用近千台 FT-2000+/64 服务器作为云计算基础设施硬件，采用了“飞腾平台 + 麒麟 OS+ 腾讯云”架构，为所有业务向云环境迁移提供底层硬件支持；在端的方面，全部采用飞腾终端，支持实体大厅 PC 终端、移动终端、自主服务终端和呼叫热线等服务。在应用效果方面，新的系统实现了所有业务迁移并上云，实现了大数据高效采集、统一存储、集中处理、政务信息和社会大数据关联分析等应用，为智慧决策提供统一和高效的大数据支撑能力。该案例是未来电子政务办公系统建设的典型建设模式，即应用向云环境迁移，应用的微服务化，基于大数据平台的数据挖掘和分析，提供对移动终端和移动操作系统的支持等最新技术和理念，为政务办公信息化建设进行转型升级，向更先进的部署模式迈进指明了技术发展方向和收敛方向。



图 33 某政府电子政务系统解决方案

⁵ 更详细的针对各行业的联合解决方案请参阅飞腾官网《飞腾解决方案手册》

11.2 金融行业案例

11.2.1 金融行业办公信息化案例

随着我国金融系统业务不断拓展、影响力逐步增强，分支机构也不断增多，原有办公系统已无法满足高并发量访问、快速部署等需求。因此，为实现快速业务开通，降低数据中心的 TCO，提高 IT 资源利用率，某大型银行前期进行了办公系统云化改造。采用“飞腾平台 + 麒麟云平台 + 云桌面”架构，部署规模覆盖千余家分支机构，数千个终端设备，服务器全部采用飞腾 FT-1500A/16 产品，终端采用 FT-1500A/4 产品，软件采用了飞腾生态的几十项技术产品，涉及几十家厂商，采用多项安全技术，达到了 99.9% 的可靠性要求。其中数据中心为各部门、各直属机构及各级分支机构提供办公应用服务；终端部署模式分两种，一种是利用现有办公商用终端，通过云桌面方式访问办公网；另一种是新增飞腾办公终端 / 瘦客户机，直接访问办公网。各机构之间依托现有办公网实现互联。在应用程序上，采用基于容器的微服务架构，支持应用程序的灰度发布、快速迭代和升级。

该试点是金融行业首个大型办公信息化建设转型升级试点，为分支机构多、业务更新快、涵盖普通办公到核心应用的行业单位提供了典型案例支撑。



图 34 某大型银行信息系统解决方案

11.2.2 金融行业业务系统案例

伴随着 IT 技术的高速发展，金融行业也在进行传统业务流的重塑，同时也在加速信息化转型升级，基于飞腾平台的金融机具、金融 IaaS 和 PaaS 平台逐渐成型。基于 FT-2000+/64 平台与国产数据库、中间件的组合已逐步具备构建金融核心系统的能力。前期，飞腾通过与众多生态伙伴合作，形成了一套完整的方案，完成了银行核心系统、CRM 客户管理系统、柜面系统、卡系统、金融 PaaS 平台的适配工作。腾云 S2500 多路服务器可以为金融行业提供性能更强大的基础设施，满足基本的金融行业服务器采购模型的同时，把前期的适配应用成果扩展到更大范围。

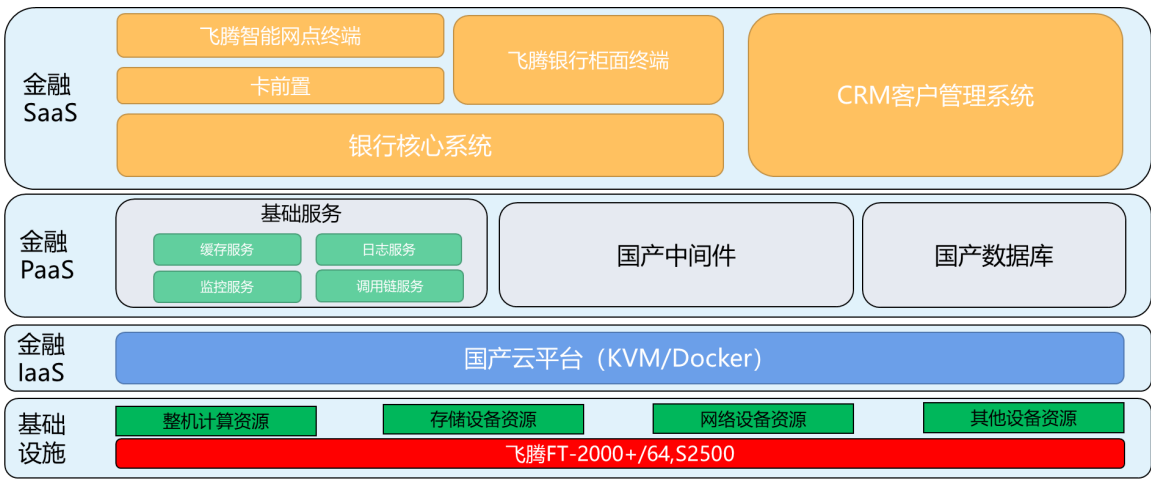


图 35 基于 FT-2000+/64 与 S2500 的银行系统架构图

11.2.3 金融行业中的 AI 应用案例

近年来，以深度学习为代表的人工智能技术，包括计算机视觉与图像识别、语音识别、自然语言处理、文本分析、搜索引擎、智能语音助手等技术手段越来越广泛地应用于金融、安防、互联网、教育、医疗、零售、工业制造等诸多行业领域，推动着人类社会的生产与生活逐步向智能化时代演进。

随着经济全球化不断扩展，金融创新的广度和深度不断扩展，面对泛金融竞争的加剧，客户行为习惯的改变，监管的日趋严厉，所有金融机构正大力加速智慧化金融的转型，通过诸如“人脸识别验签”、“智能金融助手”等技术来提升客户体验、降本增效、加强风控，推动业务的不断创新，构建更开放的金融服务平台和生态来应对挑战，实现无边界的智慧金融服务。构建嵌入生活、融于场景的智能无边界金融服务，是金融智慧化转型的核心目标，金融机构通过“智慧金融”服务于生活场景，持续进行业务创新，并通过数据进行更智能精准的业务决策。

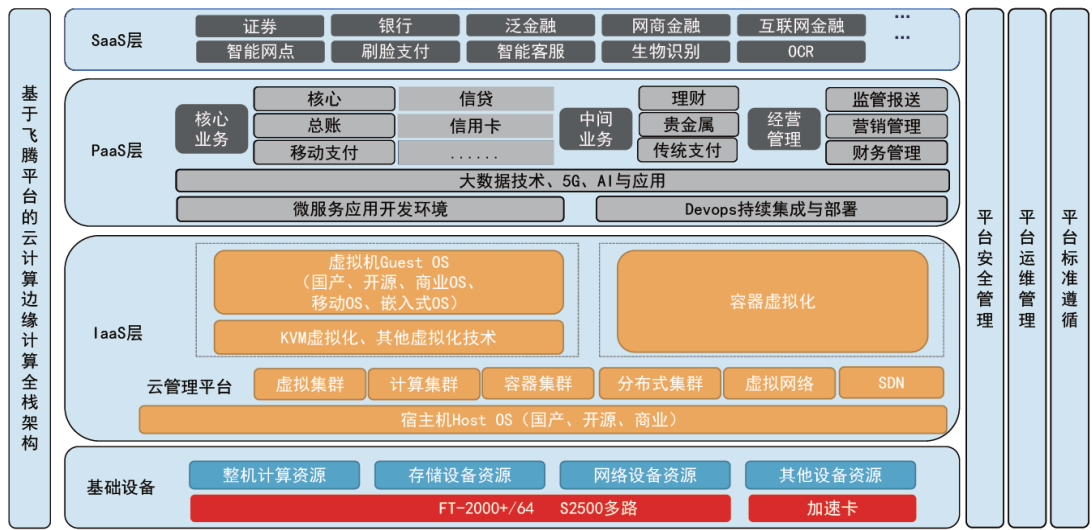


图 36 飞腾金融云 +AI 智慧金融解决方案架构

基于飞腾服务器平台的金融云 +AI 智慧金融解决方案，从端到云集成国产 AI 加速卡、操作系统、数据库和应用中间件，打造全国产自主创新的金融全栈解决方案。

目前，飞腾已经和众多国产 AI 厂商和大型金融机构建立了战略合作关系，合作的内容覆盖了从产品定制、架构融合到联合解决方案的开发和创新设计。飞腾坚持以“智慧服务”为核心理念，以全栈开放的云架构为基础，帮助金融机构实现智慧金融的落地和实践。飞腾联合多家合作伙伴，以“云 + 边缘计算”的技术路线结合 AI，致力于服务“智慧金融”，通过人脸属性分析、人像检索、数据挖掘等应用，为各类金融机构的业务场景提供智慧服务。

11.2.4 金融机具案例

作为金融行业端侧的重要设备，飞腾与金融行业生态伙伴打造了金融机具解决方案，方案架构下图所示。

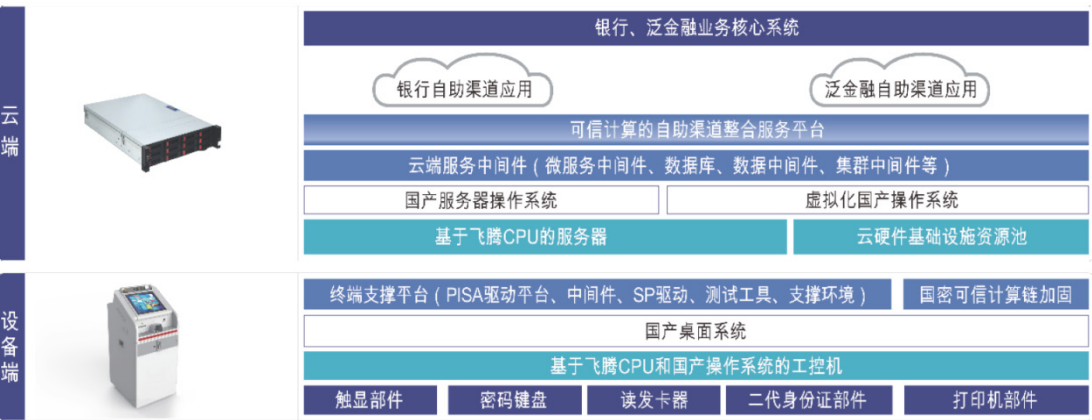


图 37 金融机具全栈解决方案架构图

金融机具设备端组成如下图所示。

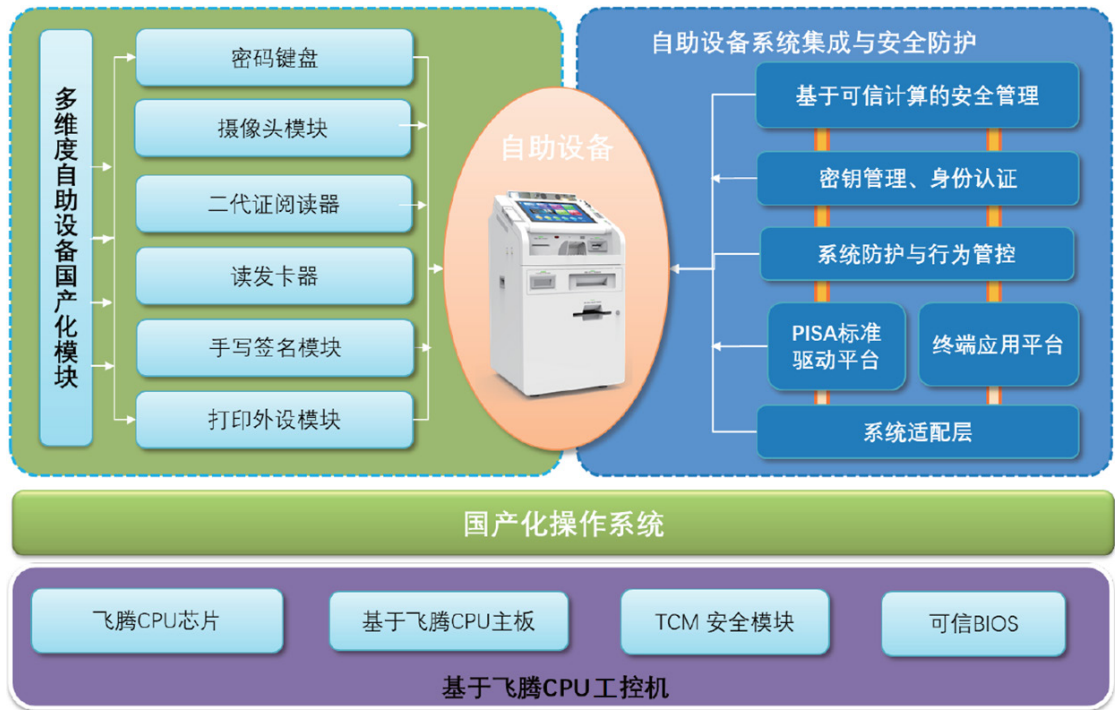


图 38 金融机具设备端组成图

基于飞腾 FT-2000/4 处理器和国产操作系统的金融工控系统实现了金融机具从芯片、操作系统、基础软件到应用的全面技术创新；实现了金融机具应用的云部署，形成了端到云整体架构的一致性。相较于当前主流平台，业务办理效率明显提升，打造了基于国密算法和可信计算的全链路安全升级路线。

目前，与部分国有银行联合研发的基于飞腾 CPU 平台的智能柜员机产品和驱动平台，已接入总行应用，各业务测试正常，设备运行状态良好。与某城商行联合研发的基于飞腾 CPU 平台的全栈解决方案已经完成适配并开始试点。

11.3 大型集团案例

某企业集团在 2016 年就进行了集团商密网的改造建设项目，系统地验证了基于飞腾平台和软硬件生态进行信息化转型升级建设的技术可行性。项目采用了基于飞腾平台的 11 类产品，涉及 30 多个生态厂家，共 10000 多台套飞腾设备。采用传统 IT 基础架构和云平台融合架构设计思路，系统跨多个区域和下属企业，涵盖 29 个应用系统的改造和新建，应用系统逐步云化建设。建设方案包括基于飞腾 FT-1500A 的 NSS6600 万兆核心交换机、网闸、链路负载均衡设备、双控存储。首次实现了移动终端与系统的安全接入，提供多种接入模式和人机交互模式。

表 2 某集团商密网全栈设备 / 软件列表

服务器	长城	终端	长城
存储	鲸鲨	主机安全	瑞星、中孚
备份	鼎甲	应用安全	天融信、启明星辰
交换	迈普、盛科	应用系统	中软、金航数码、用友、久其
网安产品		网神、天融信、蓝盾、启明星辰、冠群金辰	
基础软件		天津麒麟、达梦、东方通、金蝶、金山、数科、金格等	

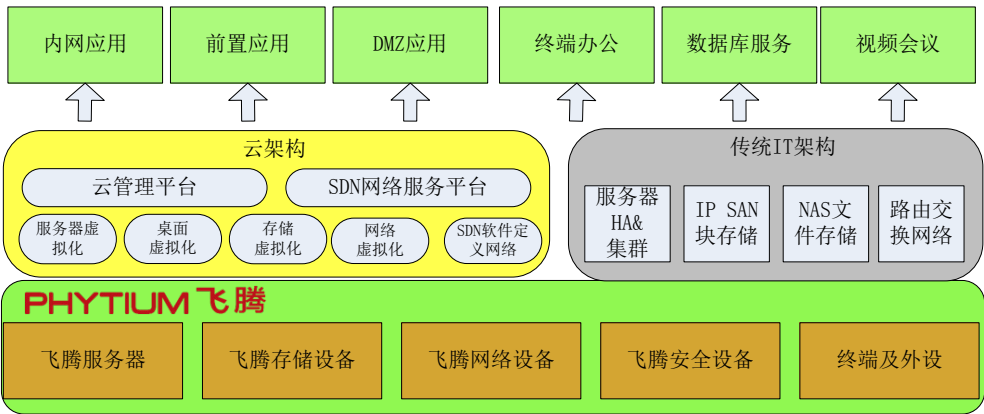


图 39 某集团商密网建设模式

这项工作转型升级工程早期进行的要素最全面、最系统的案例，完整验证了基于飞腾平台及其生态系统的技术可行性，积累了丰富的系统适配和应用迁移经验。

11.4 轨道交通案例

目前，我国城市轨道交通业务正从传统“交通基础设施建设”向“交通效能提升建设”进行重大转型，IT 基础设施架构也从传统的烟囱式架构向云环境迁移。飞腾全系列芯片产品正为交通新架构谋划蓝图。在设备端，FT-2000/4 芯片在牵引传动、列控、地铁闸机、监控等场景已有项目落地，凸显了高性能、低功耗、高实时、高安全的优势，在云端，包括 S2500 在内的腾云系列处理器将可以在轨交行业的云平台中部署，提供高性能算力支撑。

飞腾在轨道交通行业采取总体规划、分步实施思路，以信息技术为主导，以计算机通信网络和核心列车控制与管理为基础，初步建成集通用处理器平台与嵌入式处理器技术应用为一体的轨道交通生态环境，产品适合于多种轨交型号，具有高效快捷的数据采集处理能力，助力轨道交通实现现代化、运行数据数字化、信息网络化。

轨道交通行业案例包括：列车信息管理系统、列车数据通信系统、列车数据采集系统等子系统，可实现对信息的快速处理和事件快速响应。案例核心部分包括：

（1）前端采集设备：前端数据采集部分基于飞腾 FT-2000A/2 处理器本地总线或扩展接口，利用高性能的感知处理技术，实现平台对车辆通行信息、运行信息、通信信息、视频信息、GPS 实时位置信息等的采集。

（2）网络传输系统：网络系统采用 FT-2000/4 处理器，其具备 2 个 10/100/1000Mbps 自适应以太网接口，可实现包括嵌入式网络终端设备、网络节点设备等，实现前端采集子系统与中心管理系统之间的数据和控制信息传输。

（3）列车信息管理系统：该系统为高性能、高吞吐率的车载服务器，采用 FT-2000+/64 服务器处理器，主要由设备接入、数据存储、集中管理和用户应用四大部分组成。主要实现前端数据的接收与存储、前端设备的管理、数据的应用等功能，从系统的可用性和可扩展性上考虑，整个系统采用“服务器 + 数据库 + 客户端”模式，提高了数据的可操作性。

（4）案例依托列车网络（TCN）和铁路线路数据管理系统为轨交系统提供基础业务数据源，经过网络传输系统传至数据中心完成整个铁路网络的业务功能。



图 40 轨道交通行业案例组成

11.5 专用数据中心案例

一些专用数据中心也在向云环境迁移，以满足未来数据中心“体系结构开放、物理资源共用、功能灵活配置、系统鲁棒健壮”等特点。飞腾提出了应对这种需求的解决方案，例如采用“飞腾平台 + 麒麟 OS+ 阿里专有云 / 麒麟云 / 腾讯云架构”。

由于历史原因，在专用数据中心中，各种应用软件对操作系统实时性、开发环境和运行时环境的要求都不一样。因此平台解决方案应支持 KVM 虚拟化，这样就可以虚拟出原有的非实时或实时操作系统作为 Guest 操作系统使用，从而加速原有软件的迁移进程。基于飞腾平台 KVM 硬件辅助虚拟化，可高效支持对实时操作系统包括：道、JariWorks、ReWorks 以及国外商用 VxWorks 的支持；还可支持任务操作系统包括：国产操作系统、开源操作系统、商业操作系统和 Solaris 等 Unix 类操作系统。

专用数据中心根据不同应用场景，可以设置为固定式或移动式，计算、存储、交换节点的形态多为 CPCI、ATCA 等板卡，对集成度和算力要求高、对功耗要求苛刻。基于 FT-2000+/64 单芯片或腾云 S2500 多路芯片将会是非常好的选择。对比同类芯片，飞腾芯片能提供较高算力的同时，功耗维持在相对低的水平。这对具有环境苛刻，节能高效需求专用数据中心是非常好的选择。

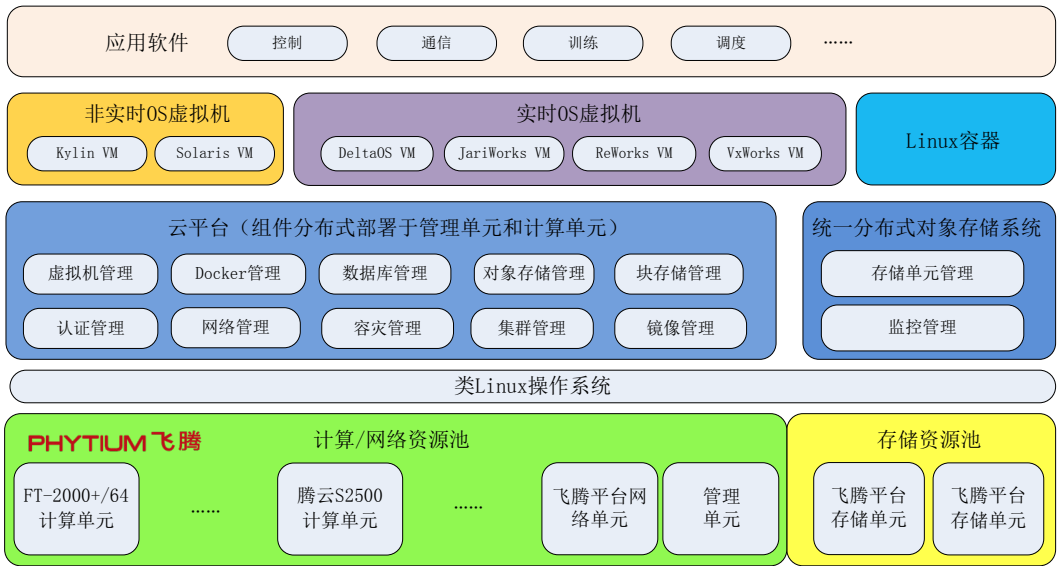


图 41 某专用数据中心解决方案

11.6 电信行业应用场景

5G 等通信网络已被国家列为新基建重点方向。在 5G 接入网侧，运营商出于经济性、先进性和可控性等方面考虑，正改变以往通信设备软硬件一体化、紧耦合的产品模式，向着“智能、开放、开源”

的“白盒化”模式迈进，因此通用服务器也可成为商业通讯基站的重要数据处理能力和控制平台。在 5G 边缘侧，由于 5G 终端“低时延、高带宽”的需求，采用通用服务器进行边缘计算，可以卸载数据中心压力，提供低延迟的“就近”服务。在 5G 核心网方面，基于通用服务器构建 5G 核心网基础设施，通过 NFV 技术在通用服务器硬件上实现网元功能，从而实现电信业务灵活部署和共享可控。面对 5G 接入网、边缘侧、核心网等方面的技术变革，飞腾始终站在国产 CPU 创新的前沿，努力与合作伙伴共同打造基于飞腾平台的 5G 解决方案，为国家新基建提供完善的解决方案，绘制未来的蓝图。

目前已经覆盖了 5G 三个主要应用场景：

5G 无线接入场景。飞腾作为 O-RAN 成员单位，基于 O-RAN 参考架构，携手合作伙伴基于飞腾芯片 FT-2000+/64 或多路芯片腾云 S2500 的服务器，并搭配 FPGA 芯片加速卡进行物理层加速，部署了 O-CU（Open Centralized Unit）和 O-DU（Open Distributed Unit）软件，并提供标准的 NG 接口与核心网及边缘云平台对接。O-DU 通过 CPRI/eCPRI 接口与 O-RU 进行连接，形成端到端的国产自主创新 5G 无线接入网方案。适用于为党政及关键领域核心园区提供安全可控的 5G 网络及边缘计算的能力。

5G 核心网场景。采用基于飞腾 FT-2000+/64 或腾云 S2500 的服务器，配合 NFV 平台实现硬件、操作系统、接口等标准化。软件层面可以实现控制面与用户面分离，控制面支持标准微服务（SBA）架构。5G 核心网网元可以实现弹性部署，也可与基站、MEC（Mobile Edge Computing，移动边缘计算）等共平台部署。

5G 边缘计算场景。采用基于飞腾芯片 FT-2000+/64 或腾云 S2500 的服务器，联合合作伙伴共同打造拥有自主知识产权、自主研发、安全的系统飞腾边缘云平台，该平台具有云边协同、应用编排等针对边缘云场景的能力，可提供虚拟机和容器的统一管理和调度，可根据实际需求支持弹性伸缩，支持实时管控，支持第三方平台的开放接口，并采用领先的安全防护技术，能够帮助客户快速构建和部署边缘应用。

同时，飞腾作为中国最大的开源硬件组织 ODCC（开放数据中心委员会）的正式成员，正与整机合作伙伴联合推出符合 OTII 规范的服务器，积极参与面向边缘的硬件基础设施的建设与推广。

11.7 电力行业应用场景

电力行业作为国家重大的能源支撑体系，要求智能化和高安全性。飞腾为电力行业提供了从端到云的解决方案，涵盖发电、输电、变电、配电全流程及相应的电力电网大数据平台。基于 FT-2000A/2

和 FT-2000/4 的分布式控制系统、继电保护、生产监控等场景逐步落地。另外特别指出，FT-2000/4 不仅支持端侧与 AI 卡的适配，支持图像识别等 AI 应用，同时自带安全可信机制硬件支持环境，保证了终端设备的安全高效运行。S2500 借助飞腾良好的云计算生态和大数据生态，可以为电力行业信息化和电力电网大数据平台提供更强和更安全的算力支撑。

11.7.1 电力电网中的 5G 应用

5G 网络的超高带宽、超低时延以及超大规模连接将改变垂直行业核心业务的运营方式和作业模式，全面提升传统垂直行业的运营效率和决策智能化水平，以电网为代表的垂直行业将在 5G 时代完成数字化转型。作为全新一代的无线通信技术，5G 在设计时就充分考虑了物 - 物、人 - 物通信的需求场景，1ms 超低时延、100 万连接 / 平方公里海量接入的特性可以很好地匹配电网工控类业务需求；5G 网络首创的网络切片使能技术可以达到与电力无线专网同等级别的安全和可隔离性；5G 边缘计算技术通过网关分布式下沉部署，实现本地流量处理和逻辑运算，进一步满足电网工控类业务的超低时延需求。

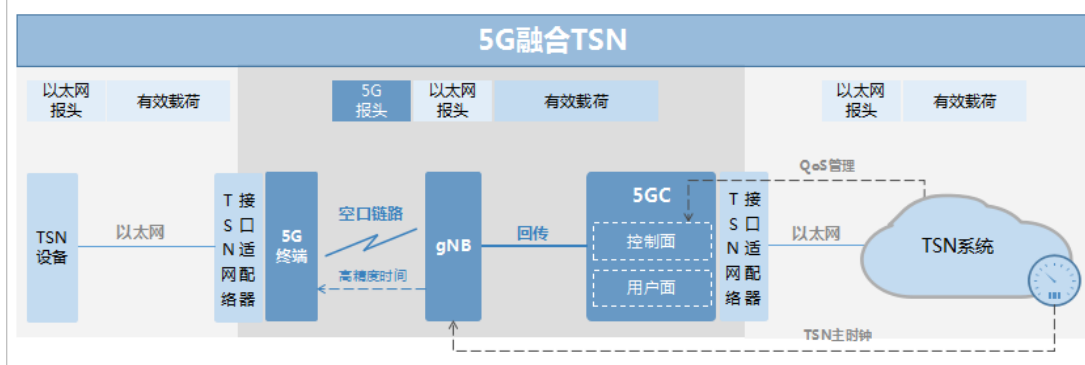


图 42 电网 +5G 解决方案

飞腾联合业内合作伙伴推出“电网 +5G”解决方案，通过飞腾 FT-2000/4 处理器适配国产 AI 计算模组搭建智能边缘网关，提供全链路可信保障的 AI 智能巡检、视频处理、语义理解、文字识别、工单分析等功能，通过边缘侧下业务，包括高清视频监控在内的 AI 应用直接在边缘网关完成无需绕远到核心网，可广泛应用于变电、输电、营业厅等电力场景；工业 TSN 网络（时间敏感网络）结合方向，基于 5G 对 TSN 工业以太网标准的增强适配机制，设计基于飞腾处理器平台 + 国产实时操作系统的 5G 与 TSN 融合应用，将电网设备以 5G 无线方式连接到 TSN 网络，满足电力行业高实时性、高精度业务场景需求。

11.7.2 电力行业的 AI 应用

利用 5G，智能电网可提供毫秒级超低时延以及高带宽、高隔离、高可靠等特性，边缘侧可承载更

多业务，包括高清视频监控在内的应用无需传输到核心网，直接在边缘网关即可完成处理。以支持可信计算的国产飞腾 CPU 为核心，适配国产 AI 计算模组，可构建电力系统自主创新 AI 边缘网关，实现高安全高性能的电力场景 AI 应用。

针对电力系统 AI 应用的数据和模型的机密性、完整性及计算可信性需求，飞腾 CPU 通过硬件资源隔离、异构安全启动、安全通信支撑，全方位实现安全增强。将 AI 芯片的安全架构和 CPU 的安全架构有机融合，形成整体的平台化安全解决方案，支撑构建异构的一体化的安全可信 AI 计算平台。

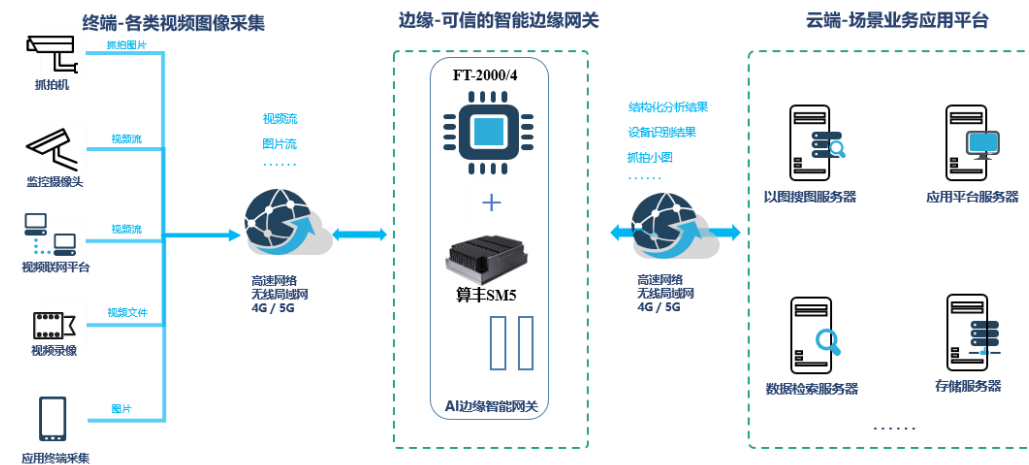


图 43 安全可信国产 AI 边缘网关解决方案

由飞腾 FT-2000/4 处理器通过高速 PCIe3.0 连接 1 到多个 AI 计算模组，构建的 AI 边缘网关，可以提供 AI 智能巡检、视频处理、语义理解、文字识别、工单分析等功能，可广泛应用于变电、输电、营业厅等电力场景。

以输电巡检场景为例，包括对通道环境巡检和杆塔本体巡检，目前主要采用人工巡检为主，定时拍照，然后后台进行识别，实现隐患预警，这种模式存在巡视效率低，周期长、算力受限等诸多缺点。



图 44 输电巡检场景分析

飞腾面向输电巡检场景，提供端、边、云联动的 AI 智能巡检解决方案，可有效提高效率、降低成本，具体方案架构如下图所示。



图 45 输电巡检场景的 AI 解决方案架构

11.7.3 电力行业的安全可信应用

电力是关系到国计民生的关键基础设施行业，为新基建各个领域提供基础支撑。电力行业安全责任重于泰山，各级领导机构不断完善政策引导和要求。国家能源局在 2015 年 2 月 4 日印发了《电力监控系统安全防护总体方案》（俗称“36 号文”），规定火力发电厂以机组大小进行等保定级工作。随后《中华人民共和国网络安全法》于 2017 年 6 月 1 日正式执行，要求对于火力发电机组等国家关键基础设施，在等级保护的基础上实行重点保护。

DCS（Distributed Control System，分布式控制系统）在电力行业应用广泛，是自动化最关键、最重要的系统，也是电力行业生产系统的神经中枢，对安全生产起决定性作用。DCS 典型结构如下图所示，其中的工作站、操作站和管理计算机是 DCS 典型结构中的关键和核心节点，也成为了信息安全的薄弱环节点。

分布控制系统典型结构

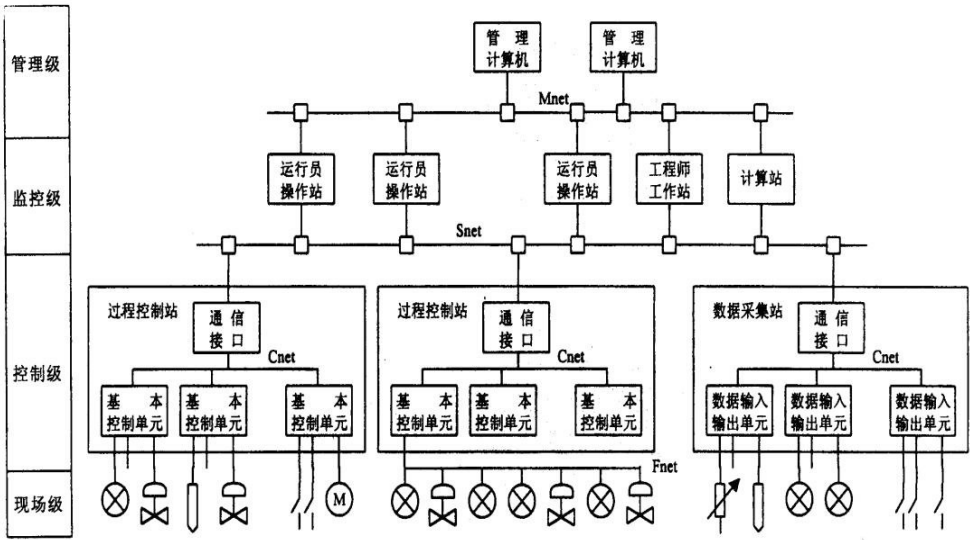


图 46 DCS 典型结构图

飞腾联合生态合作伙伴，基于网安版 FT-2000/4 系列 CPU 芯片，提供全国产工作站、操作站和管理计算机解决方案，并在上述节点实现了安全启动等 PSPA 相关功能。安全启动过程如下图所示，在计算节点启动过程中对 CPU 芯片内置的飞腾启动 ROM（Phytium Boot ROM，PBR）、飞腾基础固件（Phytium Base Firmware，PBF）和第三方固件逐级进行验签，确保上述计算节点的 CPU 在启动过程中，所有被执行的代码、被引入的数据都经过度量认证，从基础硬件角度提升了系统安全能力，满足更高网络安全等级要求。



图 47 安全启动示意图

未来，飞腾还将联合更多合作伙伴，提供电网可信大数据、可信云、可信传输等一系列解决方案，基于国产 CPU，将安全可信落实到电力行业云、管、端的方方面面。

11.8 智慧园区应用场景

11.8.1 园区安防中的 AI 应用

随着以深度学习(Deep Learning)为代表的 AI 技术近几年在算法、模型与算力等各方面取得突破，特别是卷积神经网络在目标检测、图像识别、语义分割等方面的优异表现，使得计算机视觉应用在诸多领域爆发。以“人脸识别”为代表的 AI 应用广泛落地在安防、交通、教育、社区、楼宇、工地以及零售等场景中。但在实际项目运用中业界也广泛存在着人脸数据采集、传输、存储与使用的安全性问题，无法很好保障被采集人的个人隐私信息安全，另外，在落地过程中方案设计往往缺乏全栈式系统规划，因此也带来了集成难度大、可扩展性与可维护性弱、实施效果差、用户体验不佳和数据价值难以发挥等问题。

基于飞腾平台的智慧泛安防全栈解决方案，充分发挥飞腾在嵌入式、桌面与服务器通用处理器三方面的产品优势，结合与 AI 算法、框架、加速卡等厂商的广泛适配，以及在落地场景中的不断探索，打造了从数据采集终端、边缘计算盒到推理服务器等一系列 AI 硬件基础设施，构建了一个完整的泛安防生态。用户选择使用以飞腾平台为基础的 AI 泛安防解决方案，不仅可以从芯片最底层保障数据安全，也在项目建设中能够保证数据在跨设备、跨平台的一致性；同时平台引入成熟算法资源以标准微服务形式提供 PaaS 能力，让用户能够根据场景需要快速搭建应用，破解平台建设最后一公里难题。

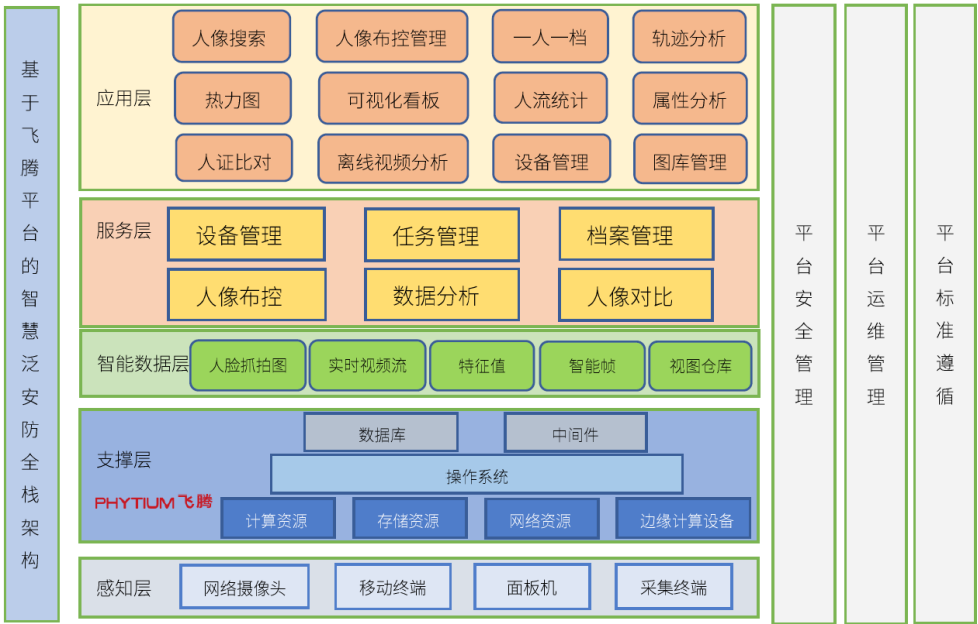


图 48 基于飞腾平台的智慧泛安防全栈架构

该方案落地空间广阔。例如，在 K12 教育领域，中小学生的安全问题一直是广大家长、社会

关注的焦点。作为智慧校园建设中的重要一环，结合《教育信息化 2.0 行动计划》要求，校园安防平台亟待从传统的以事后查实为手段的视频监控平台向以预防为主的智慧化、网络化、数字化平台迈进。飞腾智慧泛安防全栈解决方案不仅可以提供一致性的硬件环境，还可以从端到云全链路传输过程中保障敏感数据的安全性。具体的，在出入卡口、宿舍门口布置人脸识别闸机、面板机用于身份鉴别与考勤签到；在主要通道口设置具备大规模人脸抓拍能力的网络摄像机用于无感化考勤、流量热力分析、陌生人报警以及黑名单等应用；在校园边界、敏感地区设置周界预警；在事故多发处部署典型的行为分析边缘设备预防打架、追逐等群体性事件发生；也可以将人脸身份与教学融合，支撑部分省市的“走班排课”试点工作。在系统规划和平台一致性保证的前提下，可保证端到云算法的一致性，前端数据采集设备可只提取特征值等结构化数据，并通过加密和安全链路方式在可靠的网络资源中传递，支持服务器私有化部署，确保敏感数据不外流。平台也提供 API 服务能力输出，可将人脸比对结果、人像属性等信息提供给云平台应用，如在授权情况下将学生签到信息、校园轨迹信息推送给家长。

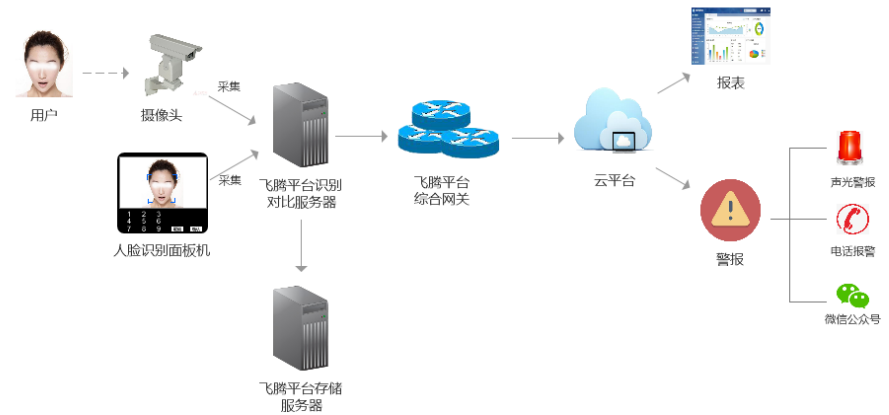


图 49 校园安防智慧化的典型系统结构

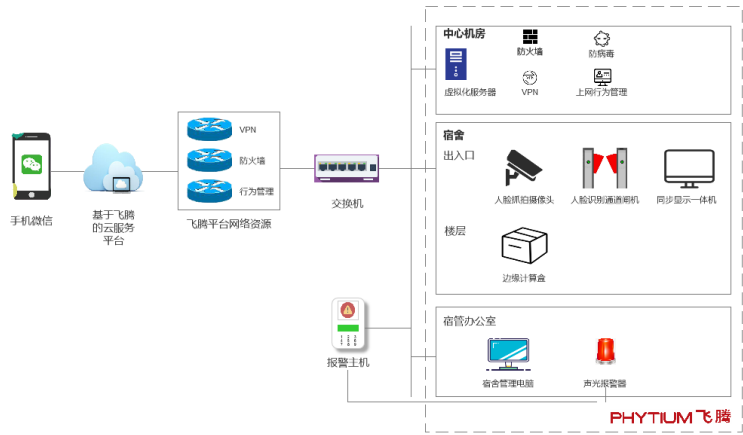


图 50 校园安防智慧化的典型网络结构（宿管）

11.8.2 工业园区中的 5G 应用

随着智能制造的发展，在工业领域内部署的智能设备和传感器越来越多，而当前的无线通信技术，已经越来越不能满足工业领域大量部署的有高带宽、低时延需求的无线网络通讯。5G 技术将在工业 AR、机器视觉、自动化控制、运营优化、预测维护、工业机器人、物料跟踪等场景首先得以应用。另外，工业领域对网络安全也提出了新的要求。目前，5G 技术在机械加工、钢铁厂、炼油厂和港口等已有一些成功的落地案例。

飞腾的 5G 工业园区解决方案，包括基于飞腾芯片研发的 5G 无线产品、边缘计算产品，以及基于飞腾 PSPA 安全架构的应用，该方案能满足工业园区和 5G 产业融合在安全方面的要求。该园区方案架构图如下。

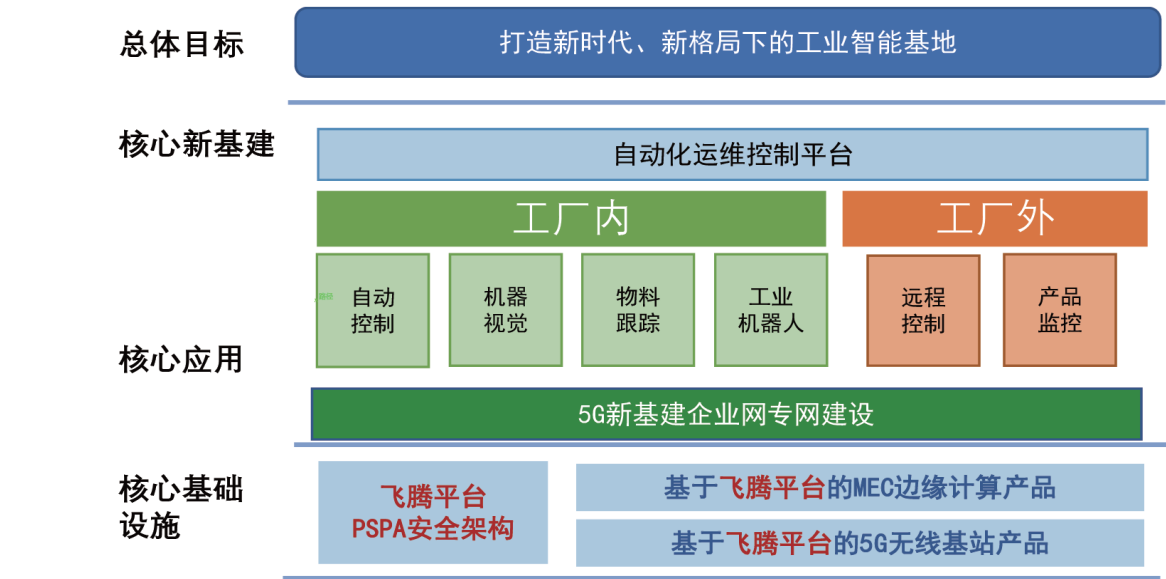


图 51 5G 工业园区解决方案

本方案在遵从工信部下发的 5G 核心新基建网络规范基础上，实现了技术突破，并形成了安国产安全的 5G 无线产品和边缘计算产品，可赋能工厂园区内和园区外核心行业应用 5G 转型升级。在产业全球化逆周期的当下，坚持 5G 产业链国产自主创新以及产业格局再平衡措施，保障在 5G 技术积累、设备制造、芯片制造以及操作系统、技术标准等方面取得优势，才能在层层重压下保证 5G 产业链的安全，赢得 5G 产业正常、稳定发展的环境。



12、飞腾的愿景和准备

面对新基建和各行业信息化建设转型升级的历史需求，飞腾将在以下几个方面进行准备和规划。

第一、在资金和人力投入方面。在公司内部管理方面，进行企业混改和股份制改革，打通资本市场的融资渠道；在研发方面，未来 4~5 年将投入超过 150 亿元用于新品研发、生态建设和区域客户保障；人力方面，计划 2024 年团队规模扩大到 3000 人以上。

第二、在技术和产品创新方面。一是继续以国际领先水平为标杆，加快技术创新；二是以行业特色为牵引建立按需定制的流程；三是以生态伙伴需求为导向，推动技术产品迭代；四是以百万、千万供货为目标提升产品交付能力，服务好我们的客户。

第三、在生态建设方面。我们致力于建立一个开放、合作、共赢的生态体系。打造规模化的软硬件生态团队，形成高效互认证机制。启动飞腾平台的软件开发者社区建设，通过各类激励手段，引导更多开发者在飞腾平台上开展各类软件的开发和适配工作。

第四、在市场开拓方面。首先，巩固政务、行业办公市场，稳步提高我们在这个市场的占有率；其次，积极开拓在金融、电信、能源、交通等更广泛行业市场，推动产业的转型升级。再次，拓展“一带一路”国际市场，目标到 2024 年实现年营收超过 100 亿元。

第五、在全国布局方面。在前期成立天津、长沙、北京、广州、成都公司（子公司），并在其他二十几个主要城市设立办事处的基础上，已形成全国布局并会逐步深化发展。

第六、在解决方案推广方面。根据客户需求持续拉动生态伙伴进行 PoC，支撑政务、金融、电信、能源、交通、教育、医疗等行业项目的落地；与包括系统集成商在内的生态伙伴持续推进行业联合解决方案推广计划，并利用飞腾庞大的客户资源网推送到飞腾最终用户手中，使行业联合解决方案成为

行业信息化建设有力依据和参考；建设飞腾 5G、AI、安全可信联合实验室，参加金融、能源、交通等行业联合实验室工作，为新基建用户提供创新的、优化的解决方案，支撑各地新基建项目快速落地应用。

第七、在服务保障方面。我们将建设飞腾新基建服务保障平台，形成“飞腾新基建服务保障联盟”，覆盖全国主要信创保障中心、集成商、整机厂商、适配中心、联合实验室以及全栈层面的软、硬件厂商，协助生态伙伴支撑好项目的咨询、建设、调优、保障工作，保证项目顺利地完成建设工作，为最终用户提供极致的用户体验。

最后，我们将继续以“聚焦信息系统核心芯片，支撑国家信息安全和产业发展”为使命，秉承“核心技术自主创新，产业生态开发联合”的发展理念，努力实现“成为世界一流芯片企业，用中国芯服务社会”的目标愿景。我们希望与所有用户和生态合作伙伴齐心协力，携手开创中国未来计算新时代，携手助力新基建事业的腾飞！

致 谢

我们衷心感谢飞腾海量用户对飞腾长期以来的关心、包容、支持与鼓励！感谢海量的生态伙伴长期以来与飞腾携手同心、无间配合！编制组在编写过程中，直接或间接地引用了一些生态伙伴的案例和数据，编制组对此表示由衷感谢，本白皮书未来还会通过持续的迭代不断完善飞腾从端到云的行业解决方案体系。我们期待与广大合作伙伴在产业链的各方面进行持续的、更加深入的合作，携手推动行业信息化转型升级的历史进程。

附录 – 缩略语

英文缩写	英文全称	中文全称
2T2R	2 Transmit 2 Receive	两发两收
5GC	5G Core	5G 核心网
ACPI	Advanced Configuration and Power Management Interface	高级配置和电源管理接口
AF	Application Function	应用功能
AMF	Access and Mobility Management Function	接入和移动性管理功能
API	Application Programming Interface	应用程序接口
ATCA	Advanced Telecom Computing Architecture	高级通讯计算机架构
AUSF	Authentication Server Function	认证服务器功能
BBU	Building Baseband Unit	基带处理单元
BIOS	Base Input/Output System	基本输入输出系统
CD	Continuous Deployment	持续部署
CI	Continuous Integration	持续集成
CPCI	Compact Peripheral Component Interconnect	紧凑型 PCI
DCS	Distributed Control System	分布式控制系统
DevOps	Development & Operations	开发运维、持续集成
DPDK	Data Plane Development Kit	数据平面开发套件
FLOPS	Floating-Point Operations Per Second	每秒所执行的浮点运算次数
FPGA	Field Programmable Gate Array	现场可编程逻辑门阵列
IaaS	Infrastructure as a Service	基础设施即服务
IoT	Internet of Things	物联网
KVM	Kernel-based Virtual Machine	基于 Linux 内核的虚拟机
MAC	Media Access Control	媒体访问控制
MEC	Multi-Access Edge Computing	边缘计算
NB-IoT	Narrow Band Internet of Things	窄带物联网
NEF	Network Exposure Function	网络开放功能
NFV	Network Functions Virtualization	网络功能虚拟化
NG	Next Generation	下一代
NSSF	Network Slice Selection Function	网络切片选择功能
O-CU	Open Centralized Unit	开放集中单元

O-DU	Open Distributed Unit	开放分布单元
O-RAN	Open Radio Access Network	开放无线接入网
OS	Operating System	操作系统
OSLoader	Operating System Loader	操作系统加载器
PaaS	Platform as a Service	平台即服务
PBF	Phytium Base Firmware	飞腾基础固件
PBR	Phytium Boot ROM	飞腾启动 ROM
PCF	Policy Control Function	策略控制功能
PoC	Proof of Concept	验证性测试
PSPA	Phytium Security Platform Architecture	飞腾安全平台架构标准
RAN	Radio Access Network	无线接入网
REE	Rich Execution Environment	富执行环境 / 用户执行环境
RLC	Radio Link Control	无线链路控制
RRU	Radio Remote Unit	射频拉远单元
RTOS	Real Time Operating System	实时操作系统
SaaS	Software as a Service	软件即服务
SBA	Service-Based Architecture	服务化架构
SDN	Software Defined Network	软件定义网络
SMF	Session Management Function	会话管理功能
TCG	Trust Computing Group	可信计算组
TCO	Total Cost of Ownership	总拥有成本
TEE	Trusted Execution Environment	可信执行环境
TPCM	Trusted Platform Control Module	可信平台控制模块
TPM	Trusted Platform Module	可信平台模块
TSB	Trusted Software Base	可信软件基
TSN	Time Sensible Network	时间敏感网络
UDM	Unified Data Management	统一数据管理
UDR	Unified Data Repository	统一数据仓储
UEFI	Unified Extensible Firmware Interface	统一可扩展固件接口
UPF	User Plane Function	用户面功能
VM	Virtual Machine	虚拟机

本白皮书在飞腾 FT-2000/4 台式机和笔记本上完成编辑。

关于飞腾

天津飞腾信息技术有限公司(以下简称“飞腾公司”)是国内领先的自主核心芯片提供商,致力于“飞腾”系列国产高性能、低功耗通用计算微处理器的设计研发和产业化推广,同时联合众多国产软硬件生态厂商,提供基于国际主流技术标准、中国自主先进的全国产信息系统整体解决方案,支撑国家信息安全和重要工业安全。目前飞腾公司的总部设在天津,在北京设有分公司,在长沙、成都、广州拥有子公司,在深圳、南京、西安、银川、沈阳、海口等地设有办事处。

飞腾公司始终坚持“核心技术自主创新,产业生态开放联合”的发展理念,以“聚焦信息系统核心芯片,支撑国家信息安全和产业发展”为使命,努力成为世界一流芯片企业,用中国芯服务社会。2019年新年伊始,习近平主席在天津考察时对飞腾公司的工作给予充分肯定,并殷切嘱托大家心无旁骛、勇担重任。

“飞腾”品牌名称源自著名爱国主义诗人屈原《楚辞·离骚》中的名句——“路漫漫其修远兮,吾将上下而求索。吾令凤鸟飞腾兮,继之以日夜。”自第一颗飞腾处理器研制成功开始,飞腾的技术演进已走过20余年的历史。

飞腾CPU产品具有谱系全、性能高、生态完善、自主化程度高等特点,目前主要包括高性能服务器CPU(腾云S系列)、高效能桌面CPU(腾锐D系列)和高端嵌入式CPU(腾珑E系列)三大系列,为从端到云的各型设备提供核心算力支撑。

目前,飞腾公司已经联合起千余家国内生态伙伴,优化移植了千余种软件。基于飞腾CPU的产品覆盖多种类型的终端(台式机、一体机、便携机、瘦客户机等)、服务器和工业控制嵌入式装备等,在国内政务办公、装备制造、云计算、大数据以及金融、能源和轨道交通等行业信息系统领域已实现批量应用。同时,飞腾与国内伙伴单位展开合作,形成了基于飞腾平台的云计算全栈、边缘计算全栈、终端全栈、嵌入式全栈生态,为广大集成商和客户提供更丰富的选择空间。

自成立以来,飞腾公司及核心产品、团队已荣获国家科学技术进步一等奖、“中国芯”年度重大创新突破产品奖、中国电子信息博览会金奖、2020年中国IC设计成就奖之五大中国潜力IC设计公司、中国青年五四奖章集体等众多荣誉奖项。