



PHYTIUM 飞腾

# 基于飞腾平台的 嵌入式行业解决方案白皮书

2020/08 V1.0

飞腾信息技术有限公司  
[www.phytium.com.cn](http://www.phytium.com.cn)

联系方式：

嵌入式销售经理：石重基

邮箱：shizhongji@phytium.com.cn

嵌入式软件总监：李宗军

邮箱：lizongjun@phytium.com.cn

嵌入式解决方案总监：申友志

邮箱：shenyouzhi@phytium.com.cn

本白皮书版权属于天津飞腾信息技术有限公司所有，本文档包含受版权保护的内容，非经天津飞腾信息技术有限公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，不得以任何形式传播。

# PHYTIUM 飞腾

## CONTENT

### 目录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 背景和目的 .....           | 4  |
| 2. 飞腾产品介绍及规划 .....       | 6  |
| 3. 飞腾嵌入式全栈解决方案 .....     | 9  |
| 3.1. 嵌入式设备在端边云中的定位 ..... | 9  |
| 3.2. 嵌入式全栈架构 .....       | 10 |
| 3.3. 嵌入式硬件 .....         | 12 |
| 3.4. 嵌入式操作系统 .....       | 12 |
| 3.5. 板级支持包 (BSP) .....   | 13 |
| 3.6. 嵌入式图形解决方案 .....     | 14 |
| 3.6.1. 2D 图形解决方案 .....   | 14 |
| 3.6.2. 3D 图形解决方案 .....   | 16 |
| 3.7. 视频编解码器和显示接口 .....   | 19 |
| 3.8. 数学库 .....           | 20 |
| 4. 飞腾嵌入式生态图谱 .....       | 24 |
| 5. 典型解决方案 .....          | 27 |
| 5.1. 网安行业 .....          | 27 |
| 5.2. 视讯会议 .....          | 29 |





|                            |    |
|----------------------------|----|
| 5.3. 轨交行业 .....            | 32 |
| 5.4. 能源行业 .....            | 35 |
| 5.4.1 电厂分布式控制系统 .....      | 35 |
| 5.4.2. 电力行业网安设备 .....      | 37 |
| 5.5. 金融行业 .....            | 41 |
| 5.6.AI 场景 .....            | 43 |
| 5.7. 航空领域 .....            | 44 |
| 6. 飞腾的支持内容 .....           | 48 |
| 6.1. 市场及生态支持 .....         | 48 |
| 6.2. 行业解决方案专家支持 .....      | 49 |
| 6.2.1. 行业解决方案专家服务 .....    | 49 |
| 6.2.2. 用户赋能 .....          | 49 |
| 6.2.3. 适配和交付服务 .....       | 49 |
| 6.3. 现场技术专家支持 .....        | 49 |
| 6.3.1. 客户产品全流程的服务体系 .....  | 49 |
| 6.3.2. 技术文档支持 .....        | 50 |
| 6.3.3 飞腾平台软硬件设备兼容性互认证..... | 50 |
| 6.3.4. 飞腾认证集成商 PCS .....   | 51 |
| 7. 飞腾的愿景和准备 .....          | 53 |
| 致谢 .....                   | 54 |
| 附录一：缩略语 .....              | 55 |



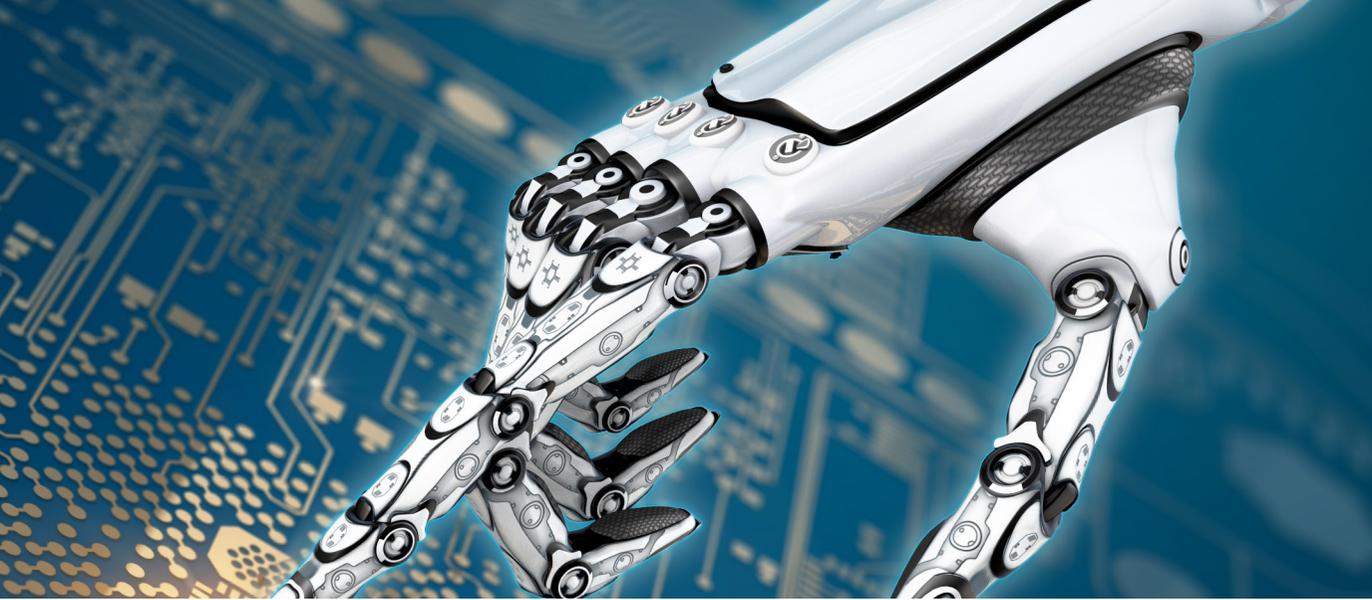
# 1. 背景和目的

嵌入式产品线一直是飞腾重点发展的方向，飞腾通过 20 多年的技术积累，除了在通用终端和服务器芯片的设计领域和行业应用方面不断突破之外，在嵌入式方向的行业应用也不断拓展，有力支撑着国家信息安全和产业发展。

新的时代是万物互联的时代，IT 通用基础设施的国产化转型升级不断推进的同时，对于嵌入式设备的需求也非常旺盛。5G、AI、区块链、边缘计算技术的飞速发展也促进了各型嵌入式设备的技术迭代升级。嵌入式的特点是能够根据不同行业应用场景的要求软硬件可裁剪，因此对嵌入式处理器的功能、接口、安全性、可靠性、成本、体积和功耗等方面往往有特殊的要求。例如，金融行业的金融机具，电信行业的 BBU、AAU 设备，能源行业的控制终端、智能终端，交通行业的核心列车控制系统，牵引传动控制系统，工业互联网领域的数据采集和边缘计算分析系统等等。

本白皮书首先给出基于飞腾平台的嵌入式全栈架构，全面系统地介绍了飞腾嵌入式生态，梳理总结了包括嵌入式操作系统、板级支持包、嵌入式图形、视频编解码、数学加速库等解决方案，给出了生态图谱。其次，总结了飞腾在网安、视讯、轨交、能源、金融等行业和领域的成功案例以及参考设计，最后介绍飞腾在市场拓展方面与生态伙伴进行广泛合作的规划，以及针对最终用户和生态伙伴在方案咨询、板卡设计、认证服务等方面的支持策略和服务方式。

飞腾希望通过嵌入式白皮书的发布，打通基于飞腾平台的嵌入式产品全栈生态，链接和赋能更广泛的行业客户，为打造万物互联的世界提供基于飞腾平台的解决方案，实现与广大生态伙伴的“共赢”。



## 2. 飞腾产品介绍及规划

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，涵盖高端嵌入式 CPU、高效能桌面 CPU 和高性能服务器 CPU。



图 1 飞腾产品路线图

飞腾主打的终端嵌入式产品有 FT-2000A/2、FT-2000/4 和 FT-1500A/4。

FT-2000A/2，40nm 工艺，工作频率 1.0GHz。集成 2 个飞腾计算核心 FTC661，1 个 DDR3 控制器，1 个 PCIE x8 PCIE2.0 接口，集成两个千兆以太网接口。双核典型功耗 8W，亦可支持单核运行模式，单核典型功耗 5W。

## 2. 飞腾产品介绍及规划

FT-1500A/4, 28nm 工艺, 工作频率 1.5GHz。集成 4 个飞腾计算核心 FTC660, 2 个 DDR3 控制器, 2 个 PCIE x16 PCIE3.0 接口, 每个 x16 可拆分为两个 x8 并独立控制, 集成 1 个千兆以太网接口。最大功耗 15W。

以上产品主要应用于列车控制、分布式控制系统、继电保护、工业互联网等工业控制领域。

FT-2000/4 是最新发布四核产品, 比上一代产品在性能及功耗方面都做了很大的提升, 扩展了产品的应用场景。在能源、轨交、电信、工控、特殊领域的应用在逐步落地。为了适应各行业的需求 FT-2000/4 产品系列分 2 种级别 8 个子版本。

### 商业级：

1) 标准版典型功耗 14W, 主频 2.6GHz, 0°C -85°C; 2) 标准双核版典型功耗 8W, 主频 2.2GHz, 工作温度 0°C -85°C; 3) 移动版典型功耗 10W, 主频 2.2GHz, 工作温度 0°C -85°C; 4) 标准网安版功耗 14W, 主频 2.6GHz, 工作温度 0°C -85°C;

### 工业级：

- 1) 工业级版典型功耗 10W, 主频 2.2GHz, 工作温度 -40°C -105°C
- 2) 工业级双核版典型功耗 8W, 主频 2.2GHz, 工作温度 -40°C -105°C
- 3) 工业级单核版典型功耗 6W, 主频 2.2GHz, 工作温度 -40°C -105°C
- 4) 工业级网安版典型功耗 10W, 主频 2.2GHz, 工作温度 -40°C -105°C

FT2000/4 全系列产品具体参数如图 2 所示。

|                    |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 产品型号               | FT-2000/4<br>标准版              | FT-2000/4<br>工业级版             | FT-2000/4<br>标准双核版            | FT-2000/4<br>工业级双核版           | FT-2000/4<br>工业级单核版           | FT-2000/4<br>移动版              | FT-2000/4<br>标准网安版            | FT-2000/4<br>工业级网安版           |
| Marking            | FT-2000/4<br>B1144-EN         | FT-2000/4<br>B1144-EN4-I      | FT-2000/4<br>B1144-ULP2-C     | FT-2000/4<br>B1144-ULP2-I     | FT-2000/4<br>B1144-ULP1-I     | FT-2000/4<br>B1144-ULP4-C     | FT-2000/4<br>B1144-S4-C       | FT-2000/4<br>B1144-S4-I       |
| 订货号                | FT_2000_4_<br>0400_C          | FT_2000_4_<br>0401_I          | FT_2000_4_<br>0200_C          | FT_2000_4_<br>0201_I          | FT_2000_4_<br>0100_I          | FT_2000_4_<br>0402_C          | FT_2000_4_<br>0403_C          | FT_2000_4_<br>0404_I          |
| 主频                 | 2.6GHz                        | 2.2GHz                        | 2.2GHz                        | 2.2GHz                        | 2.2GHz                        | 2.2GHz                        | 2.6GHz                        | 2.2GHz                        |
| 核数                 | 4                             | 4                             | 2                             | 2                             | 1                             | 4                             | 4                             | 4                             |
| Cache              | L2:4MB<br>L3:4MB              | L2:4MB<br>L3:4MB              | L2:4MB<br>L3:4MB              | L2:4MB<br>L3:4MB              | L2:2MB<br>L3:4MB              | L2:4MB<br>L3:4MB              | L2:4MB<br>L3:4MB              | L2:4MB<br>L3:4MB              |
| 接口                 | 34lane PCIe3.0<br>2×DDR4/2667 | 34lane PCIe3.0<br>2×DDR4/2400 | 34lane PCIe3.0<br>2×DDR4/2667 | 34lane PCIe3.0<br>2×DDR4/2667 |
| 典型功耗               | 14W                           | 10W                           | 8W                            | 8W                            | 6W                            | 10W                           | 14W                           | 10W                           |
| TDP <sup>[1]</sup> | 30W                           | 25W                           | 18W                           | 20W                           | 16W                           | 23W                           | 30W                           | 25W                           |
| 内核电压               | 0.88V                         | 0.8 V                         | 0.88 V                        | 0.8 V                         |
| 封装                 | 35mm*35mm<br>FCLBGA 封装        | 35mm*35mm<br>FCLBGA 封装        | 35mm*35mm<br>FCLBGA 封装        | 35mm*35mm<br>FCLBGA 封装        | 35mm*35mm<br>FCLBGA 封装        | 35mm*35mm<br>FCBGA 封装         | 35mm*35mm<br>FCLBGA 封装        | 35mm*35mm<br>FCLBGA 封装        |
| 厚度                 | 3.172mm                       | 3.172mm                       | 3.172mm                       | 3.172mm                       | 3.172mm                       | 2.441mm                       | 3.172mm                       | 3.172mm                       |
| 质量等级               | 商业级                           | 工业级                           | 商业级                           | 工业级                           | 工业级                           | 商业级                           | 商业级                           | 工业级                           |
| MSL                | ≤4                            | ≤3                            | ≤4                            | ≤3                            | ≤3                            | ≤4                            | ≤4                            | ≤3                            |
| ESD                | ≥1000V                        |
| 环保                 | ROHS2.0                       |
| 工作温度(Tj)           | 0~85°C                        | -40~105°C                     | 0~85°C                        | -40~105°C                     | -40~105°C                     | 0~85°C                        | 0~85°C                        | -40~105°C                     |

图 2 FT-2000/4 产品型号

飞腾未来会推出 FT-100 系列嵌入式芯片，定位低功耗场景，功耗 0.8w-10w，可以覆盖工业物联网、电力、轨交、汽车电子等行业的嵌入式全场景。

此外，FT-2000+/64 和 FT-1500A/16 也可以应用于边缘计算及高性能计算的嵌入式产品，例如在网安、信号处理行业里面的应用。同时飞腾新一代多路互联高性能计算产品可以支持 2-8 路多路互联，2020 年 6 月会正式发布。



# 3. 飞腾嵌入式全栈解决方案

## 3.1. 嵌入式设备在端边云中的定位

在介绍嵌入式全栈架构之前，我们首先分析嵌入式设备在整个系统中的定位，这有助于对嵌入式设备全栈架构功能的梳理和理解。随着云计算和边缘计算的发展，嵌入式设备、边缘计算设备和云计算基础设施形成了一种典型的“端 - 边 - 云协同”架构。如图 3 所示，嵌入式设备更多出现在端和边缘与云端进行端边云协同。而云计算适用于非实时、大规模并行业务处理场景，边缘计算与嵌入式终端则可以卸载数据中心负载，实现更快速的、“现场”的数据采集、分析和响应。现在工业互联网，智能交通，智慧电网，智慧社区，智慧医疗等越来越多的行业都需要云端边的协同作业。

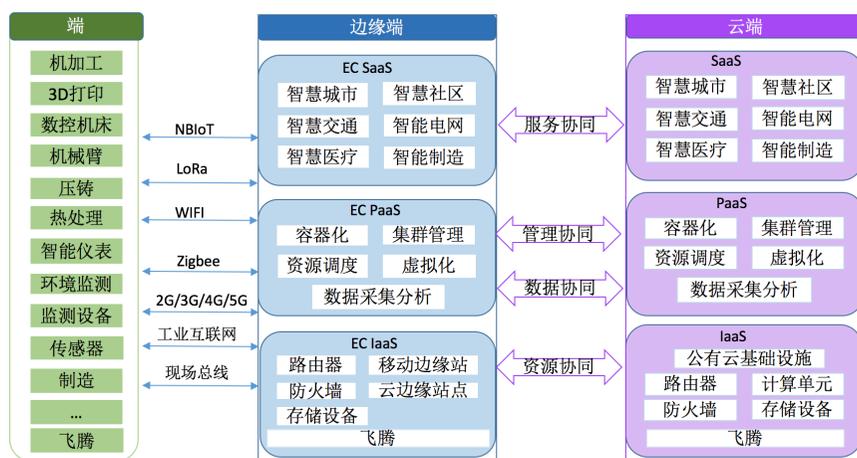


图 3 端边云协同方案

### 3.2. 嵌入式全栈架构

图 4 给出了基于飞腾平台的嵌入式全栈架构，嵌入式产品不是侧重于密集计算而是侧重于控制及小规模计算，所以飞腾嵌入式方案主要应用于边缘场景以及端场景。

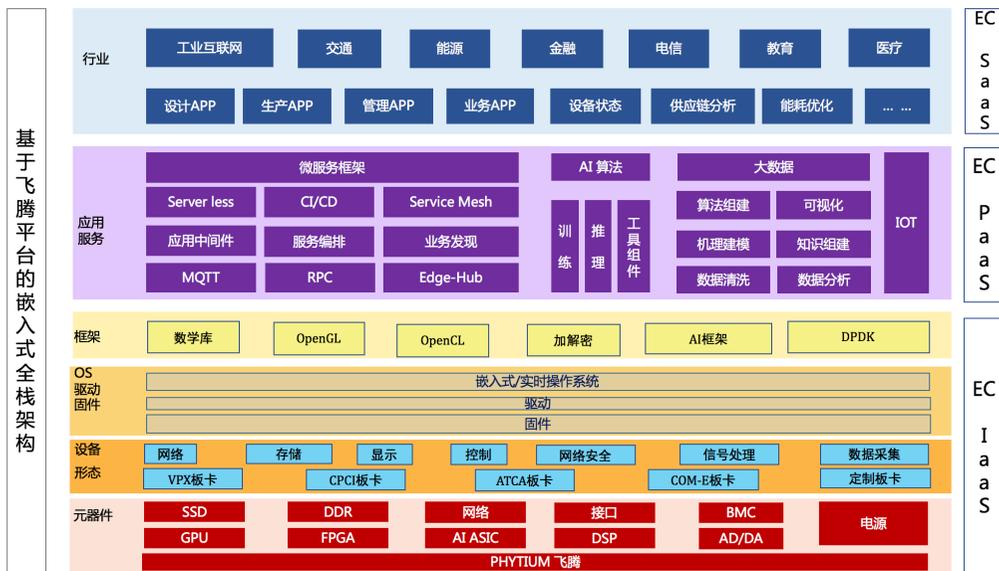


图 4 基于飞腾平台的嵌入式架构

嵌入式全栈架构包括元器件层，如飞腾 CPU 及 DDR、FGPA、AI ASIC、DSP 等外围芯片，为各场景提供完善的基础硬件环境。设备层，分设备、板卡两种形态，有网络设备，存储设备等常用设备形态，也有板卡级设备形态，用户可以根据需求灵活定制板卡及整机的功能。基础软

件层，包括固件、驱动、嵌入式操作系统、数学库、AI 框架、OpenGL、OpenCL、加 / 解密、DPDK，主要为各行业场景提供基础软件架构及算法框架。应用服务层，包括微服务框架、AI 算法、大数据。行业应用层，包括工业互联网、交通、能源、电信等各行业的应用，涵盖各行业的设计、生产、管理、业务及检测等软件。

其中嵌入式全栈架构又包括了终端和边缘侧两种场景：

#### (1) 终端侧嵌入式场景：

终端主要侧重于现场的实时控制、数据采集、数据处理等场景。在电力、轨交、电子产业和金融等行业的终端设备中有大量的应用。终端侧的产品主要形态是使用飞腾的嵌入式芯片，结合外围元器件厂商芯片针对特定场景及特定功能进行定制化开发。

#### (2) 边缘侧嵌入式场景：

有两类场景会用到边缘计算，一类场景是部分应用与服务部署在边缘侧，部分部署在云端，边缘协同云共同为客户提供一站式应用与服务，如实时控制类应用部署在边缘侧，非实时控制类应用部署在云侧；另一类场景是同一应用与服务，部分模块部署在边缘侧，其他模块部署在云侧，边缘协同云共同为客户提供某一整体的应用与服务。边缘平台需要具备计算、存储、网络、各类加速器（如 AI 加速器），以及虚拟化能力；同时，考虑到边缘设备便于部署以及后续业务的扩展，在一些场景采用了容器化部署及编排。

下面，将针对用户应用和生态伙伴设计开发过程中关注较多的嵌入式硬件、嵌入式操作系统、板级支持包、嵌入式图形解决方案、视频编解码器和数据库等 6 个重点方面进行详细说明。

### 3.3. 嵌入式硬件

飞腾在嵌入式硬件设计方面的定位是帮助行业客户进行嵌入式产品的规划设计，帮助嵌入式板卡厂商基于用户需求进行嵌入式产品开发，期间飞腾可以为生态伙伴提供全流程技术支持。飞腾主要为生态伙伴提供基于飞腾嵌入式处理器的硬件参考板设计，后续会联合生态伙伴推出“飞腾派”开发板，更好服务用户对于基于飞腾嵌入式平台的学习和开发。

除了板级设计外，在器件级，飞腾一直关注主流外围器件的发展情况包括 DSP、FPGA、AI ASIC、网络、SSD、Power、AD/DA、BMC、GPU 等。同时，对国内外主流的外设芯片进行测试及互认证，给用户和生态伙伴提供更多的选择空间。

### 3.4. 嵌入式操作系统

飞腾针对国产嵌入式操作系统 都做了适配及优化工作，目前支持的嵌入式操作系统及移动操作系统有天脉、JARI、道、Reworks、翼辉、VxWorks、技德、初心使命、Linux、Android 和元心等。基于飞腾平台的多款嵌入式操作系统已经在轨道交通、能源电力等领域落地使用。

表 1 嵌入式操作系统适配情况

| 操作系统          | CPU      |           |         |
|---------------|----------|-----------|---------|
|               | FT2000/4 | FT2000AHK | FT1500A |
| vxWorks 6.9.4 | ✓        | ✓         | ✓       |
| vxWorks7.0    | ✓        | x         | x       |
| 翼辉            | ✓        | ✓         | ✓       |
| 锐华            | 适配中      | ✓         | ✓       |
| 道             | ✓        | ✓         | ✓       |
| 天脉            | ✓        | ✓         | ✓       |
| 天熠            | 适配中      | x         | x       |
| Jariworks     | ✓        | ✓         | ✓       |
| 飞腾嵌入式 Linux   | ✓        | x         | x       |
| TTOS (618S)   | x        | 开发中       | x       |
| 领睿嵌入式实时操作系统   | ✓        | ✓         | ✓       |
| 骊山九天 LSeRTOS  | 开发中      | x         | x       |

### 3.5. 板级支持包 (BSP)

在嵌入式实时应用领域中，VxWorks 和 Linux 操作系统在行业用户中占有绝大多数的市场。嵌入式系统的外设种类繁多，不同行业的外设种类也不尽相同。

针对嵌入式行业的特点，飞腾会分别对 VxWorks 和 Linux 操作系统等进行定制开发。针对 Linux 系统，会成立飞腾专属的嵌入式 Linux 社区，基于飞腾的平台制作嵌入式操作系统的 BSP 开发包，其他操作系统厂家

或者用户可以参考社区的 BSP 开发自己的发行版。针对 VxWorks 系统，飞腾会发布 VxWorks 6.9 系列、VxWorks 7.0 系列针对飞腾开发板的 BSP 包，让用户能够迅速方便地将 VxWorks 系统移植到飞腾板卡上，从而快速的进行开发工作，其他实时嵌入式操作系统厂家可以参考 VxWorks 的 BSP 进行开发。

## 3.6. 嵌入式图形解决方案

嵌入式系统的图形解决方案与上层应用及其运行平台息息相关，上层应用一般不会直接与图形库 API 对接，常常是基于行业相关的某个中间件或图形引擎，如 QT、VAPS 等，调用显示设备提供的图形库及其驱动来实现 2D/3D 图形渲染。

凌久、景嘉微等 GPU 芯片，已形成复杂算法设计加速、大规模并行处理架构、海量众核高速应用、全自主软件生态研制能力，为 2D/3D 图像处理、视景等应用处理的实现奠定了坚实基础，为客户的商用领域智能化发展提供了有效支撑。

### 3.6.1. 2D 图形解决方案

2D 图形支持是利用 GPU 绘制出二维平面图形，可实时显示位置，用户索引、导航，和用户 UI 界面等，如二维地图运行用于显示飞行区域二维地图信息，当前位置坐标信息，飞机导航信息，雷达信息等。

VxWorks 解决方案：针对飞腾平台，提供昆仑等 UEFI 和 Uboot 固件；提供类 VxWorks 国产操作系统为主的 BSP 开发包、WindML 等标准 2D 图形库以及 2D 显卡驱动模块等软硬件系统解决方案，支持图形中间件 QT，支持凌久 GP101、景嘉微 7200 等显卡设备，可应用于各类嵌入式二维图形系统。

### 3. 飞腾嵌入式全栈解决方案

Linux 解决方案：针对飞腾平台，提供昆仑、百敖等 UEFI 和 Uboot 固件、内核支持包，提供 X11、DirectFB 等标准 2D 图形库以及 2D 显卡驱动模块等软硬件系统解决方案，支持图形中间件 QT，支持凌久 GP101、景嘉微 7200，AMD/ATI，ASPEED 等显卡设备，可应用于各类嵌入式二维图形系统。

基于飞腾平台的 2D 图形解决方案架构图如图 5 所示。最上层是 QT 中间件，QT 中间件的图形渲染后端有多种图形库接口供选择。1) Xlib 是 Linux 操作系统的图形架构，2D 图形硬件加速通过 X 协议扩展 EXA 模块来实现。这种客户端到服务器的系统架构比较复杂、软件栈层次多，但 2D 图形处理相对简单，数据量不大，是类 Linux 嵌入式操作系统常常采用的方式；2) Framebuffer 即为纯软件的图形绘制系统后端，没有显卡硬件加速支持；3) DirectFB 是一个轻量级的提供硬件图形加速、输入设备处理和抽象的图形库，可以以很小的系统资源占用来提供图形硬件加速功能，专为嵌入式系统而设计；4) “WindML” 是传统 VxWorks 下的图形架构。

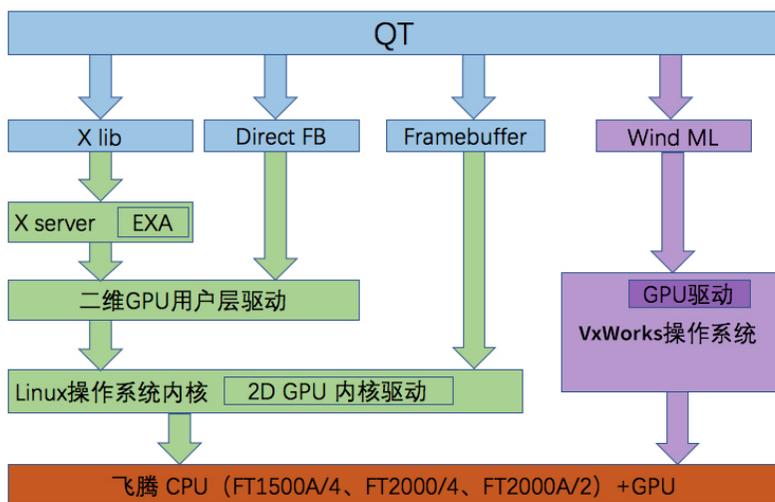


图 5 基于飞腾平台的 2D 图形架构图

主要国产 GPU 2D 参数如下：

GP101（凌久）：

- 支持 DirectFB、GDI、DirectDraw
- 支持 BitBLT、Stretch BLT、Pattern BLT
- 支持矩形填充
- 支持 ROP2/ROP3/ROP4 光栅操作
- 支持 Alpha 混合和透明
- 支持 90/180/270 度旋转
- 支持 OpenVG1.1，满足 2D 矢量图形加速操作需求
- 支持 Windows、Linux、VxWorks、DOS、麒麟、道、深度、ReWorks

JM7200/ JM5400（景嘉微）：

- 提供基于国产 CPU 和操作系统的 OpenGL1.5 和 2D 桌面驱动 (JM7200)
- VxWorks、ReWorks、道、天脉等嵌入式操作系统下的 OpenGL1.5 和 2D 驱动 (JM7200)
- 驱动支持 OpenGL1.3 (JM5400)
- 支持 Windows、Linux、麒麟等桌面操作系统

#### 3.6.2. 3D 图形解决方案

3D 图形支持中主要包含三维地图、视景、合成叠加等目前较主流应用，这两类场景的主要用于显示类应用对于 GPU 三维图形处理的功能、性能

需求。3D 图形支持通过精确的位置、方位或背景等图像数据信息，以数学库为基础，使用 GPU 硬件和图形生成模块形成实时图像，在显示器上显示出来。

VxWorks 解决方案：针对飞腾硬件平台，提供 UEFI 固件、以 VxWorks 操作系统为主的 BSP 开发包、OpenGL 等标准 3D 图形库以及 3D 显卡驱动模块等软硬件系统解决方案，支持 QT、VAPS 等中间件，支持景嘉微 7200、凌久 GP101 等显卡设备，可应用于各类嵌入式三维图形系统。

Linux 解决方案：针对飞腾硬件平台，提供昆仑、百敖等 UEFI 固件，Linux 内核支持包，OpenGL 等标准 3D 图形库以及 3D 显卡驱动模块等软硬件系统解决方案，支持 QT 等中间件，支持凌久 GP101，景嘉微 7200，AMD/ATI，ASPEED 等显卡设备，可应用于各类嵌入式三维图形系统。

基于飞腾平台的 3D 图形架构如图 6 所示。最上层的是 QT 和 VAPS 中间件，其后端有多种图形库接口供选择。EGL 是 OpenGL/ES 在嵌入式 Linux 图形系统中进行窗口资源管理、上下文管理的组件，它与 OpenGL/ES 一起作为 QT、VAPS 图形中间件的渲染后端，为此用户无需关心渲染后端的工作，直接使用 QT 开发界面进行三维图形应用的开发即可。在 VxWorks 平台上，凌久 GP101 显卡进行了 OpenGL/ES 图形库的移植，以三维硬件驱动包的形式，保持对 QT、VAPS 等用户的透明，使得三维图形应用程序与平台无关。

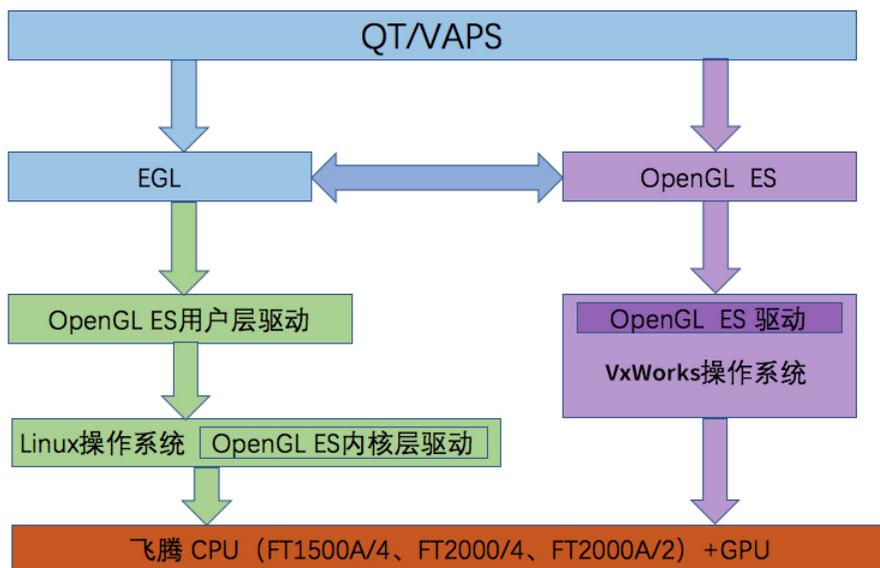


图 6 基于飞腾平台的 3D 图形架构图

主要国产 GPU 3D 参数如下：

GP101（凌久）：

- 支持 OpenGL2.0、OpenVG1.1、OpenGL ES 2.0 等标准
- 支持双屏 4K（3840×2160）分辨率显示输出（向下兼容），最大可支持 8K×8K 纹理

- 支持 Alpha 混合，支持 4×MSAA、16×FSAA
- 像素填充率达 2.4G Pixel/s，纹理填充率达 2.4G Texel/s
- 支持 DirectFB/DirectDraw

JM7200（景嘉微）：

- 提供基于国产 CPU 和操作系统的 OpenGL1.5 3D 桌面驱动
- VxWorks、ReWorks、道、天脉等嵌入式操作系统下的 OpenGL1.5 3D 驱动

- 支持 4 条渲染流水线，1300MHz 时，像素生成率为 5.2G pixels/s，纹理填充率 10.4GT/s

#### 3.7. 视频编解码器和显示接口

飞腾平台上实现了对凌久 GP101、景嘉微 7200、AMD/ATI、ASPEED 等系列显卡的硬件编解码器的驱动支持，可以通过硬件解码单元实现 H.264、MPEG-4、VC-1 等各类高清媒体格式的播放。

国产 GPU 编解码器参数如下：

GP101（凌久）：

- 支持 H.264、MPEG-4、H.263、VC-1、MPEG-2、DivX/XviD、RV、AVS、MJPEG
  - 最高可支持全高清 1920×1080 分辨率的视频解码，FPS 不低于 30
  - 支持 YUV 到 RGB 的色彩格式转换
  - 支持 2 路 DVI/VGA/HDMI2.0/3.3V LVCMOS 接口输出
- JM7200（景嘉微）：
- 解码视频可做纹理显示
  - 解码格式：H.264、MPEG-4、MPEG-2、MPEG-1、VP6.0、VP6.1、VP6.2、VP7、VP8、DivX DivX3, DivX4, DivX5, DivX6
  - 最高分辨率：4096×2160
  - 支持 4K 超高清显示、4 路独立图形显示、十屏同时输出（4 路 HDMI1.4 或 DVI，2 路 VGA，2 路 LVDS，2 路 DVO）和高清解码功能、

MPEG、MPEG2、VP8 等)

## 3.8 数学库

为了满足信号处理、图像处理、机器学习等方面的需求，飞腾做了很多基础数学库的移植工作，表 1 列出了飞腾平台支持的数学库。

### 飞腾架构支持的数学库 1

在传统 x86 平台上有很多成熟的数学库，它们向应用软件提供了运算接口，并利用 CPU 架构进行了性能优化，比如 intel 的 DAAL 库（加速了机器学习和大数据分析）、IPP 库（面向若干操作系统和平台，提供图像、信号、解压缩和解密函数）、MKL 库（面向 Intel 系统，提供了高度优化、线程安全的数学函数库）、MPI 库（面向 Intel 架构，优化集群的 MPI 应用）、TBB 库（共享存储的并行编程和异构计算的 C++ 库）等。在飞腾平台上也已经支持众多主流数学库和软件框架，基本可以提供相应功能的国产化。

### 利用飞腾向量指令进一步加速

NEON 是指适用于 ARM 架构处理器的一种高级 SIMD（单指令多数据）扩展指令集。NEON 技术可加速多媒体和信号处理算法（如视频编码 / 解码、2D/3D 图形、游戏、音频和语音处理、图像处理技术、电话和声音合成）。其功能相当于 X86 上的 SSE，MIPS 上的 MXU 和 PowerPC 上的 AltiVec，可以利用 NEON 加速提升运算速度。FT-2000/4、FT-2000+/64 兼容 ARMv8 指令集，支持 ARM 架构的 NEON 指令扩展，每时钟节拍可以处理一个 128-bit 的数据，比如 2 个双精度乘加运算，或 4 个单精度乘加运算。

### 表 2 飞腾平台支持的数学库

### 3. 飞腾嵌入式全栈解决方案

| 库名称       | 功能   |
|-----------|--|
| FFTW      | 基于 C 语言的 FFT 开源库，最新版支持 ARM Neon 指令集。   |
| FFTS      | 针对 ARM64 进行了部分优化工作。  |
| Gfortran  | GNU Fortran 用于数值计算的、开源 Fortran 编译器前端和运行时库。                                     |
| Openblas  | 一个开源的矩阵计算库，包含了诸多的精度和形式的矩阵计算算法。   |
| BLAS      | 基础线性代数子程序库，里面拥有大量已经编写好的关于线性代数运算的程序。  |
| BLIS      | BLIS 是一个便携式软件框架，用于实例化类似于 BLAS 的高性能稠密线性代数库。                                     |
| LAPACK    | 提供了用于求解联立线性方程组，方程组线性系统的最小二乘解，特征值问题和奇异值问题的例程。还提供了相关的矩阵分解，以及相关的计算方法，用在很多高性能计算机上。 |
| Libm      | 各种基础数学函数合集。  |
| Sleef     | 评估基本功能的 SIMD 库，以双精度实现三角函数，反三角函数，指数函数和对数函数，无需查找表，同时还包含一些用于单精度评估的函数。             |
| OpenFORM  | 领先的计算流体动力学（CFD）软件。   |
| Saturne   | 解决计算流体动力学（CFD）的应用软件，针对 2D，2D 轴对称和 3D 流动求解 Navier-Stokes 方程。                    |
| Hypre     | 提供了一套全面的可扩展求解器套件，用于大规模科学仿真，具有针对结构化和非结构化网格问题的并行多网格方法。                           |
| Petsc     | 一组数据结构和例程，用于通过偏微分方程建模的科学应用的可伸缩解决方案。  |
| Hyperscan | 高性能的正则表达式匹配库。  |
| VSIPL     | 一组标准化的功能和一个开放应用程序编程接口（API），可为信号和图像处理应用程序提供便携式计算中间件。                            |

### 3. 飞腾嵌入式全栈解决方案

|          |  |
|----------|--|
| ARM ACL  | 利用 NEON 和 SVE 实现了部分 blas 功能。   |
| Ne10     | 一个 ARM 的开源项目，提供数学运算、图像处理、FFT 函数。   |
| Libya    | 一个包含 YUV 数据的转换和扩展功能的开源库。   |
| Sika     | 一个开源的 2D 图形库，用作谷歌 Chrome 和 Chrome OS、Android、Mozilla Firefox 和 Firefox OS 以及其他许多产品的图形引擎。 |
| Ffmpeg   | 用来记录、转换数字音频、视频，并能将其转化为流的开源计算机程序。   |
| Eigen3   | 一个高层次的 C++ 库，有效支持线性代数，矩阵和矢量运算，数值分析及其相关的算法。   |
| Pixman   | 2D 图形库。  |
| x264     | 开源的 H.264/MPEG-4 AVC 视频编码函数库。  |
| OpenCV   | 跨平台计算机视觉库。   |
| ITK, VTK | 医学图像处理软件包，包含影像分析扩展软件工具。  |
| OpenSSL  | 用于传输层安全性（TLS）和安全套接字层（SSL）协议的功能强大的，商业级且功能齐全的工具包，是一个通用密码库。                                 |

### 3. 飞腾嵌入式全栈解决方案

# 4. 飞腾嵌入式生态图谱



图 7 基于飞腾平



国家电网公司 STATE GRID CORPORATION OF CHINA  
 SCIYON 科远智慧  
 CRSC 中国通号  
 TCT 交控科技  
 中软万维  
 中国移动 China Mobile  
 NARI 国网南京南瑞科技股份有限公司  
 CARS 中车时代电气股份有限公司  
 上海富欣  
 卡斯柯 CASCO  
 SRIE  
 Bai Cells  
 中国南方电网  
 北京广利核系统工程有限公司  
 中国中车 CRRC  
 东风汽车集团有限公司

DOP  
 APACHE SPARK  
 KAFKA  
 APACHE HBASE  
 APACHE STORM  
 HIVE  
 TensorFlow  
 Caffe

融达计算机  
 旋极科技  
 国基科技  
 恒为科技  
 华电众信  
 SiNEAD  
 顶星科技  
 青山科技  
 NEXSEC  
 Estor 鲸鲨  
 GEMOTECH 集智达智能  
 byzoro  
 凌昊智能  
 CASWELL Complete Your Solutions  
 乐研科技  
 艾博唯科技  
 莱振特  
 宝镜  
 HexMeet  
 鹏骐科技  
 华北工控 NORCO  
 航信安泰科技(北京)有限公司  
 CZC 创智成  
 研祥智能股份  
 研控科技  
 铨泰克  
 国芯网安  
 COSIC 中国航天科工二院七〇六所

SylxOS embedded  
 ACoreOS Embedded Operating System  
 初心使命  
 Android  
 Linux

BYOSOFT 百放软件  
 u-boot

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
| 紫光同创<br>FUJIAN MICRO<br>LOGIC<br>GOWIN<br>SSMCC | NET<br>NETSWIFT 网讯科技                      | DDR<br>SSMCC<br>CXMT |
| SAGE<br>AXD<br>国术微<br>Maxio<br>WCH 沁恒微电子        | POWER<br>SSMCC<br>SILERGY<br>中国·振华<br>长工微 |                      |

台终端生态图谱

## 4. 飞腾嵌入式生态图谱

表 3 飞腾嵌入式生态列表

| 应用类型     | 公司名称   |   |   |
|----------|--|---|---|
| 用户 / 集成商 | <ul style="list-style-type: none"> <li>中国大唐</li> <li>国家能投集团</li> <li>国电智深</li> <li>国家电投集团</li> <li>国核自仪</li> <li>南瑞继保</li> <li>南瑞集成</li> <li>南瑞信通</li> <li>许继电气</li> <li>南方电网</li> <li>南网科研院</li> <li>上海富欣</li> <li>大连牵引</li> <li>铁科院</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>华能集团</li> <li>西安热工院</li> <li>中广核集团</li> <li>广利核</li> <li>中核集团</li> <li>中核控制</li> <li>三峡集团</li> <li>南瑞科技</li> <li>南网数研院</li> <li>南网能研院</li> <li>交控科技</li> <li>株洲所</li> <li>纵横机电</li> <li>卡斯特</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>华电集团</li> <li>国电南自</li> <li>南京唯美德</li> <li>南京自动化</li> <li>南自水电</li> <li>国家电网</li> <li>国网电科院</li> <li>国网信产集团</li> <li>智芯微</li> <li>南瑞集团</li> <li>铁科院</li> <li>四方所</li> <li>中国通号</li> <li>和利时</li> <li>中软万维</li> </ul>                                   |
| 大数据 / AI | <ul style="list-style-type: none"> <li>星环科技</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>中软 CS&amp;S</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>四方伟业</li> </ul>  |
| 板卡和整机厂家  | <ul style="list-style-type: none"> <li>上海柏飞</li> <li>广东汉为</li> <li>深圳市中网信</li> <li>西安睿控创合</li> <li>北京艾博唯</li> <li>北京鲸鲨软件</li> <li>铍泰克(北京)科技</li> <li>北京工蜂电子</li> <li>福建创实讯联</li> <li>成都旋极历通</li> <li>航信安泰科技</li> <li>北京研控科技</li> <li>北京思创利得</li> <li>天津鸪骐</li> <li>宝德网络安全系统</li> <li>北京云涌科技</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>北京世宁达</li> <li>北京蓝玛世邦</li> <li>深圳市融达</li> <li>深圳市创智成</li> <li>深圳华北工控</li> <li>北京乐研科技</li> <li>北京集智达</li> <li>深圳市亿威尔</li> <li>研华科技</li> <li>北京瑞琪电通</li> <li>北京元大兴业</li> <li>长沙湘计海盾</li> <li>北京理工雷科</li> <li>北京中创视讯</li> <li>山西支点科技科技</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>创能达电子</li> <li>成都天琦兴</li> <li>恒为科技</li> <li>深圳市顶星科技</li> <li>鲲鹏凌昊智能</li> <li>深圳市亿威尔信息</li> <li>深圳市蓝炬致远</li> <li>北京华电众信</li> <li>成都实时技术</li> <li>凌华科技</li> <li>北京兴汉网际</li> <li>蓝炬兴业(赤壁)科技有限公司</li> <li>天津莱振特</li> <li>北京百卓网络</li> <li>北京国基科技</li> </ul> |
| 嵌入式操作系统  | <ul style="list-style-type: none"> <li>华元创信</li> <li>翼辉</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>中船重工 716 所</li> <li>初心使命</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>科银京城</li> </ul>  |
| 固件       | <ul style="list-style-type: none"> <li>昆仑</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>百敖</li> </ul>  |   |
| 接口       | <ul style="list-style-type: none"> <li>兆易创新</li> <li>国芯同创</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>深圳国微电子</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>成都振芯</li> </ul>  |
| SSD      | <ul style="list-style-type: none"> <li>国科微</li> <li>安信达</li> <li>长江存储</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>华澜微</li> <li>亿恒创源</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>SCS 华芯</li> <li>联芸科技</li> </ul>  |
| POWER    | <ul style="list-style-type: none"> <li>矽力杰</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>深圳国微电子</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>长工微电子</li> <li>深圳振华微电子</li> </ul>  |
| DRAM     | <ul style="list-style-type: none"> <li>深圳国微电子</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>长鑫存储</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>紫光国芯</li> </ul>  |
| AI       | <ul style="list-style-type: none"> <li>百度</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>比特大陆</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>天数智芯</li> </ul>  |
| FPGA     | <ul style="list-style-type: none"> <li>复旦微电子</li> <li>上海安路</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>深圳国微电子</li> <li>紫光同创</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>高云半导体</li> </ul>   |
| 网络       | <ul style="list-style-type: none"> <li>华元创信</li> <li>物芯科技</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>网讯</li> <li>盛科</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>沁恒</li> </ul>  |
| GPU      | <ul style="list-style-type: none"> <li>景嘉微</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>凌久</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>716 所</li> </ul>   |



## 5. 典型解决方案

### 5.1. 网安行业

#### 行业背景：

“十三五”时期，我国大力实施网络强国战略，要求网络与信息安全的保障手段和能力，通过切实推进技术升级，政策化培养和市场化发展双向结合，网络安全市场化脚步逐步加快，网安产品不断涌现。

目前，在传统的 IT 领域网络安全中，较为广泛的网络安全应用系统包含防火墙、网络入侵检测系统（IDS）、入侵防御系统（IPS）。以下介绍基于飞腾平台在工业领域的网络防火墙应用。

#### 应用场景描述：

网络安全领域的信息化设备根据具体应用场景不同，形成的设备组合与系统拓扑略有差异，随着信息安全管理的高速发展，目前的网安领域都是采用硬件平台 + 软件管理的方式去应对各种安全领域需求。根据飞腾 CPU 的性能特点，国内厂商大多将其应用在网络防火墙、安全隔离网闸、入侵检测、运维安全管理、安全审计、反垃圾邮件管理等应用中。

计算部分主板架构图：

基于 FT-2000/4 的网安设备逻辑图如图 8 所示。

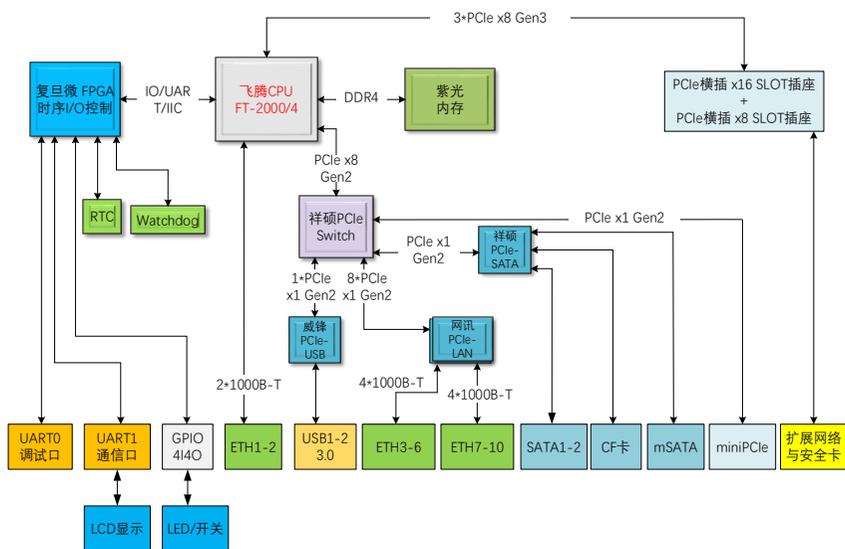


图 8 网安设备硬件逻辑图

基于飞腾 FT-2000/4 的网安设备主板实物图如图 9 所示，可以支持更多的可扩展模块，包括加密卡、隔离卡、显卡等。此外，也可以基于飞腾 FT-1500A/16、FT-2000+/64、FT-1500A/4 等 CPU 构建不同性能和形态的设备。



图 9 网安设备实物图

### 实施效果：

通过各大安全厂商的实际测试，以飞腾 CPU 为核心的网安硬件平台在网络测试中取得了很好的实测结果，达到国家标准，并在实际应用场合中得到了长期运行验证（以下数据均已取整处理，各厂商设备根据实际配置不同，结果会有所差异）。

- 整机网络层吞吐量（双向）：IPv4：60800Mbps；IPv6：59824Mbps；
- 整机应用层吞吐量（单向）：IPv4：13007Mbps；IPv6：13090Mbps；
- 整机 TCP 新建：IPv4：35 万 / 秒；IPv6：33 万 / 秒；
- 整机 TCP 并发：IPv4：1200 万；IPv6：1200 万。

该方案由广东汉为信息技术有限公司提供。

## 5.2. 视讯会议

### 行业背景：

视频会议行业经历了传统硬件视频会议和传统软件视频会议，以及云视频会议三个阶段。在第一阶段，市场和技术国产把控性不强，产品和解决方案十分昂贵，且个性化、本地化不足；第二阶段，依然是国际厂商主导，但部分国产厂商开始起步且发展迅速。第三阶段，则是国产厂商凭借灵活、个性的解决方案，高性价比，逐步在市场上占据绝对优势，技术上也有很多突破。飞腾作为芯片厂商帮助整机厂商，实现了从端到云视讯会议的整体解决方案。

视频会议及语音通讯在政府、央企办公场景及特殊领域指挥系统中

保密性要求很高。基于飞腾的产品有包含视讯会议的终端及 MCU 的整体解决方案。

### 应用场景描述：

云视讯平台系统，采用云计算 / 边缘计算技术、音视频编解码技术，配合创新设计的全场景终端，融合专网、互联网、4G/5G 网络、卫星网络，为政府、金融和企业客户提供简易高效的视频会议、可视会商、协同办公、指挥调度、党建培训等应用。

该平台系统是大规模、智能化的云计算平台，通过服务集群的虚拟化部署、智能化调度，提供高可用的海量视频应用支撑。其中云视讯平台基于飞腾 CPU 和麒麟操作系统，率先支持飞腾 CPU、麒麟 OS 和达梦数据库，实现从处理器、操作系统、数据库到业务平台的全面安全保障。视讯平台方案架构如图 10 所示。



图 10 视讯方案架构图

### 应用场景的实施架构：

云视讯平台可基于互联网部署，分布于不同地点的各类全场景终端，包括移动终端 / 软终端、会议室终端、监控设备、传统 H.323 设备通过互联网接入平台，移动终端 / 软终端预约发起或者临时邀请终端加入会议，会议室终端入会后可以进行视频会控、语音通话、内容分享、白板协助、录制播放、视频直播等；还能根据业务需要对监控视频及传统 H.323 设备进行调度和控制。

云视讯平台使用飞腾 FT-2000+/64 处理器。其方案架构如图 11 所示。



图 11 视讯方案架构图

### 计算部分主板架构图：

视讯方案硬件逻辑图如图 12 所示。



联系，带动相互间的经济发展。

中国高速铁路建设进入高速发展期，“四纵四横”高铁网将中国东部、中部、中西部地区大多数城市圈入其中，随着几大客运专线的全线贯通，区域经济发展将迎来“高铁时代”。

为了出行便利同时降低人工成本，高铁地铁的站点都需要自动售检票机，并逐步跟 AI 结合提高检票效率，对 CPU 的性能及生态提出的更高的要求。

### 应用场景描述：

自助售检设备（AFC 系统）是城市轨道交通为社会提供服务的窗口，是运营收益核算的信息源点，该系统建设的主要目的：提供自动售票、检票的方式；提供更为灵活的收费方式和票务管理手段；支持多家运营商路网运营；实现路网内票务管理，收益管理等功能；企业经营成本降低；提升服务品质等方面得到巨大的提高。

### 应用场景的实施架构：

自助售检设备终端是由一台工控电脑作为控制的核心，此工控电脑有多达 14 个串口（包含 RS232、RS485）、6 个以上 USB、30 路左右 GPIO 等接口的特点。通过 USB 口和串口（包含 RS233、RS485）连接各种外设，通过网口与后端的数据中心通讯。通常前端通过 USB/ 串口接口连接触摸屏 / 密码键盘 / 读卡器等输入设备；通过 USB 或者串口连接发卡器 / 纸币处理模块 / 硬币处理模块 / 银行卡读卡器 / 凭条打印机等模块来进行现金购票流程的处理；通过 USB 或者串口 GPIO 连接闸机以及其他的一些输出外设，达到控制外设的 IO 动作的目的；带触摸功能的彩色液晶屏主操作屏及液晶广告屏。

自助售检设备终端是通过外设来实现现金或者互联网购票过程的自助化，整个过程离不开网络与后端数据中心的通讯，以便保证前后端的数据

## 5. 典型解决方案

的同步，后端对数据的储存，为后端的大数据处理提供数据的来源。自助售检票服务设备如图 13 所示。



图 13 自助售检票服务设备

计算部分主板架构图：

自助售检设备硬件逻辑图如图 14 所示。

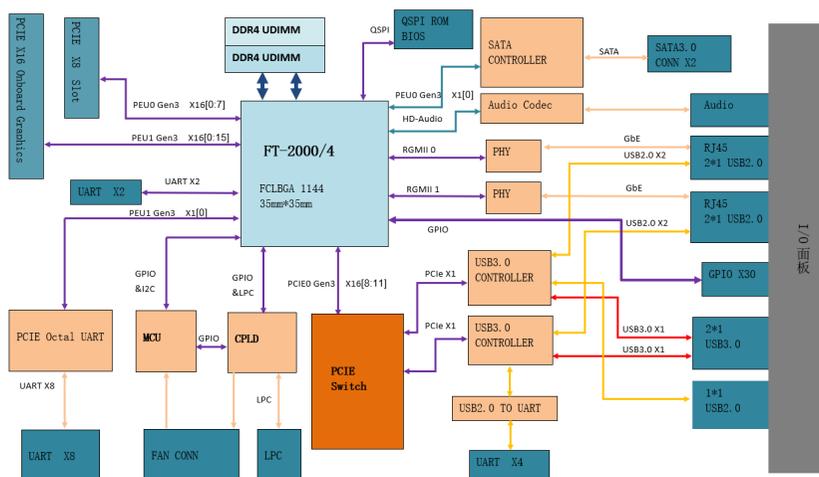


图 14 自助售检票设备硬件逻辑图

### 实施效果：

依托飞腾 CPU 的优异性能以及高可靠性、高安全性等特点。使自助售检设备有了一个可靠的控制核心，为安全运营提供了有力的技术保障。从实际测试效果看，飞腾 CPU 从性能、可靠性、功耗等方面都具有优势。

该方案由深圳市研赛科技有限公司提供。

## 5.4. 能源行业

### 5.4.1 电厂分布式控制系统

#### 行业背景：

在火电的发展过程中，随着社会对电力资源需求越来越高，以往较为粗放式的发电模式已转变为更精细化的发电模式，以达到资源的最大利用率。而这种控制都需要靠自动化技术来实现，单纯的人工是达不到这种效果的。作为国家基础建设的重中之重，电力系统必须尽可能选用可靠的控制系统，来提高安全性。基于飞腾平台的分布式控制系统，可以实现 I/O 数据采集、加工、控制计算和指令输出，满足火电行业控制系统要求，实现发电系统精细化管理。

#### 应用场景描述：

本项目是电厂 DCS 系统，如图 15 所示，每个 DCS 系统包含两个 DPU 模块每个 DPU 有三个 COMe 板卡，一个背板。

DPU 分为三块 COMe 板。板卡一：FT-1500A 作为中央处理器，负责事务级处理；板卡二：FPGA 作为网络处理器，负责网络数据处理，MCU 作为协处理器，负责底层 I/O 与基础事件记录事务；板卡三：为专用的扫描 I/O 的多串口网关，负责高速多串口事件服务。

### DPU 总体功能图：

在 DCS 系统中，需要在—块底板上安装两块 DPU，组成—对冗余的 DPU。

DPU 有标准 SD 卡接口，Micro USB、VGA、及百兆网口、千兆网口等如图 16 所示。

模式选择接口采用旋转开关，可选择设置 0-F 共 16 种模式，接入 A 板的 MCU。

SD 卡接口模块通过 USB 芯片（USB2244）扩展实现，SD 卡容量：2Gbytes；

四个百兆以太网扩展模块通过 PCIE 总线和 FPGA 芯片（Altera）接口实现网络 MAC 功能，FPGA 芯片和 KSZ8995MA 芯片（实现 PHY 功能）接口，并做了串模、共模以及静电放电设计。

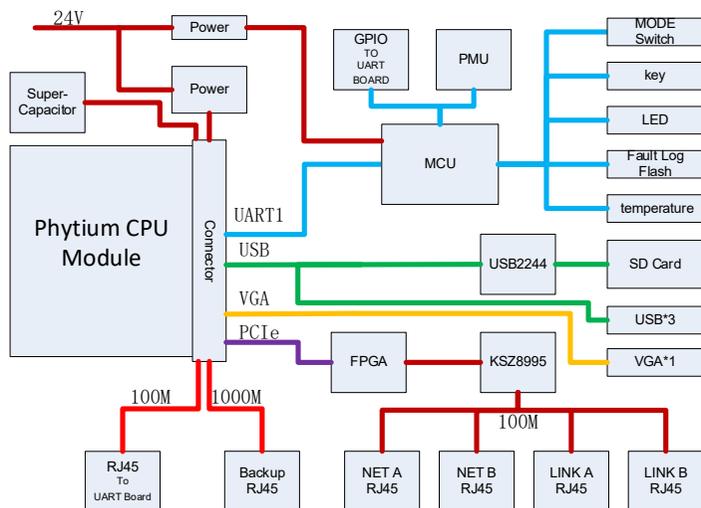


图 15 DPU 硬件逻辑图

### 实施效果：

飞腾处理器针对工控行业做了实时性的增强，可以做到稳定的访问时

间。对片上网络做了实时性的优化，可以支持实时任务的快速调度。提高中断的处理速度，包括对访存接口也做了实时性的优化。

电力 DCS 系统采用飞腾国产化方案，从芯片层面保证了电力行业的安全可信，保证了电厂的安全运营。

该方案由国电南京自动化有限公司提供。

### 5.4.2. 电力行业网安设备

#### 应用场景一描述：

大型制造工厂采用了大量的 IT 和 OT 技术，这些技术不仅可以提高生产效率，还可以实现全天候实时监测和管理制造环境。OT 技术和 ICS 的广泛连接使得制造基础设施暴露于潜在的网络攻击下。从最近发生的多起网络攻击事件中可以看出，这些通用 IT 解决方案缺乏专用保护机制来保护这些连接设备。因此，ICS 和 OT 技术需要一个集成的，专门构建的解决方案，以确保这些设备和仪器的安全访问。

#### 应用场景的实施架构：

由于 IT 安全技术与 OT 端存在根本的区别，基于 IT 的保护缺乏通过 OT 协议检测恶意入侵的能力。因此，制造站点需要一个特定的、专用的防火墙来保护对关键的、连接的设备或仪器（如 PLCs）的访问。所搭配的工业防火墙网关应能够检测 OT 协议上的任何异常，同时提供 7\*24 的远程监控。

工业防火墙必须通过多个通信接口连接各种与制造相关的设备和仪器，包括 RJ45 网口、光纤端口、RS232/485 隔离串口等。同时，为适应工业现场安装与应用的要求，工业防火墙必须具备 -40°C ~70°C 宽温工作范围，EMC3 级或以上的电磁兼容性能，LAN BYPASS 网络旁路功能，工业协议的深度包检测功能，以及异常活动和异常数据的检测功能。电力防火墙实施架构如图 16 所示。

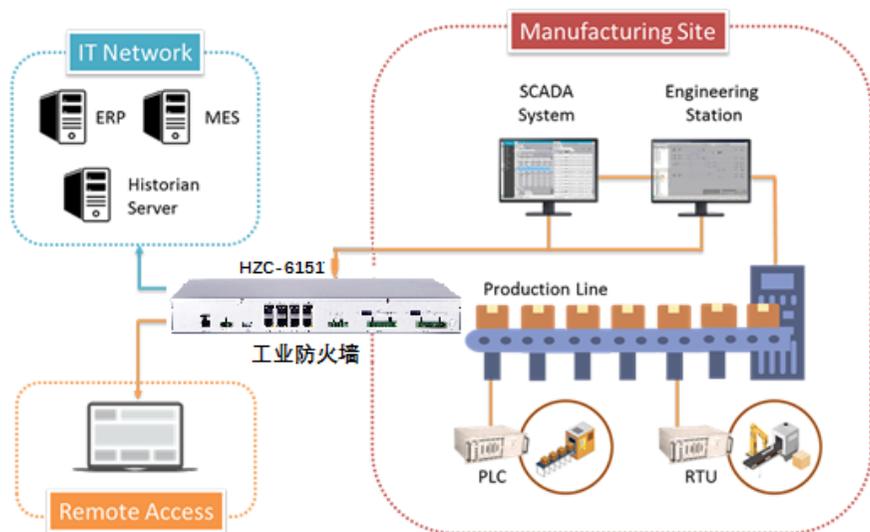


图 16 电力防火墙实施架构图

这是华电众信提供的工业防火墙硬件平台解决方案，它基于 FT-1500A /4 处理器，板载 8 路千兆 RJ45 以太网口，支持 3 组 bypass 功能，支持 PCIe 扩展，整机无风扇设计，EMC4 级检测，双路冗余电源 110/220V AC/DC 自适应输入，支持网口和串口的扩展功能。

### 应用场景二描述：

随着物联网（IoT）应用的发展，全球能源行业成为蓄意恶意软件的主要攻击目标，因为有计划攻击会给可靠性、可服务性和公众信任带来极大的破坏。最著名的事件之一是 2015 年乌克兰圣诞节期间停电，随后当地能源公司遭受到一系列网络攻击，该区域大部分地区随后都处于停电状态。类似事件表明，电力系统网络是关系到国计民生的最重要的基础设施，因此电力系统网络安全应用就尤为重要。

电力系统网络安全应用领域，涵盖电力生产的“发、输、变、配、用、调”各个环节，产品应用包括电网侧的电力专用正反向隔离装置、电力防火墙、单向认证加密装置、安全监测装置、态势感知装置、安全接入装置等，发电侧包括工业防火墙、入侵异常检测、主机加固、日志审计等。

### 应用场景的实施架构：

电力系统网络安全系统采用独立组网的形式进行部署，分为加密装置、隔离装置和平台运行装置三大类，平台运行装置按照硬件功能划分为安全监测装置、网关机、应用服务器、人机工作站四类。网络安全监测装置部署于业务系统网络内部及厂站网络边界，主要实现对调度自动化系统及直调厂站监控系统的数据采集；网关机置于网络安全管理平台内外网边界，主要为安全数据采集汇总、平台间数据交换等功能提供支撑；应用服务器置于网络安全管理平台内网，主要为数据存储、平台支撑、安全应用等功能提供支撑。电力系统网安装置实施架构如图 17 所示。

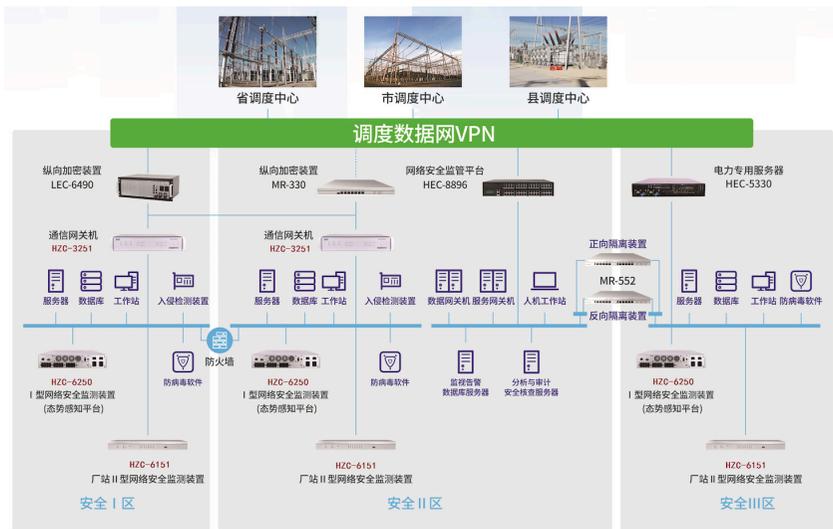


图 17 电力系统网安装置实施架构图

图 17 为华电众信提供的网络安全平台，它采用飞腾 FT-1500A/ 4 核平台实现，采用板载网口加扩展的设计理念，板载 8 路千兆以太网口，同时内部支持 PCIe 扩展，可以扩展网口，串口或者客户功能卡，最大限度满足通信网关、隔离装置、防火墙和的应用需求。



图 18 网安设备实物图

### 实施效果：

使用飞腾处理器的国产网络安全平台，为国家电力系统，轨道交通，特种安全行业等基础设施行业提供网络安全保护，有力地提升了国家基础设施的网络安全等级，提升对关键基础设施的防护水平。

该方案由北京华电众信技术有限公司。

## 5.5. 金融行业

### 行业背景：

金融机具行业以往主要使用传统的工控机为核心。我国工控虽然起步较晚，但是进步很快。国产工控市场份额从 2009 年的不到 25% 左右增长到 2017 年的接近 35%，未来我国工控行业稳定增长市场巨大，国产方案进程开始加速。市场上已经有多款基于飞腾 CPU 平台上的工控类产品。

### 应用场景描述：

金融自助设备是保有量较大的一类自助终端设备，以自动取款机

## 5. 典型解决方案

(ATM)、存取款一体机(CRS)、自助发卡机、自助发KEY机、远程虚拟柜员机及超级柜台、多媒体自助终端等为典型设备。金融自助服务设备不但服务于金融行业，在运营商、电力、医疗等涉及到金融交易(缴费、查询)等场景也在大量使用。

金融自助设备是银行业一直在努力发展的一个重要方向，即能减少银行网点的工作人员，提高办事效率。仅非现金的金融自助设备目前就有110多万台在各大银行的网点使用。目前，随着金融自助服务设备高可靠性的要求，在未来的3-5年将有上千万台的市场容量。

### 应用场景的实施架构：

金融自助服务终端是由一台工控电脑作为控制的核心，这个工控电脑有多达10个串口和14个USB接口的特点。通过USB口和串口连接各种外设，通过网口和后端的数据中心通讯。通常前端通过USB接口连接摄像头来作为监控和人脸识别；通过USB或者串口连接身份证读卡器/指纹仪来做人证的对比；通过USB或者串口连接磁条读写器/IC银行卡/凭条打印机/发卡器/发KEY器/密码键盘/现金模块等；带触摸功能的彩色液晶屏主操作屏(带电磁签字笔)及液晶广告屏。

自助服务终端是通过外设达到人证卡的核验，操作过程的监控，凭条、新卡、UKEY、现金等的输出/输入等完成金融交易(整个过程离不开网络和后端数据中心的通讯)。如图19是金融自助设备实物图。



图 19 金融自助服务设备

计算部分主板架构图

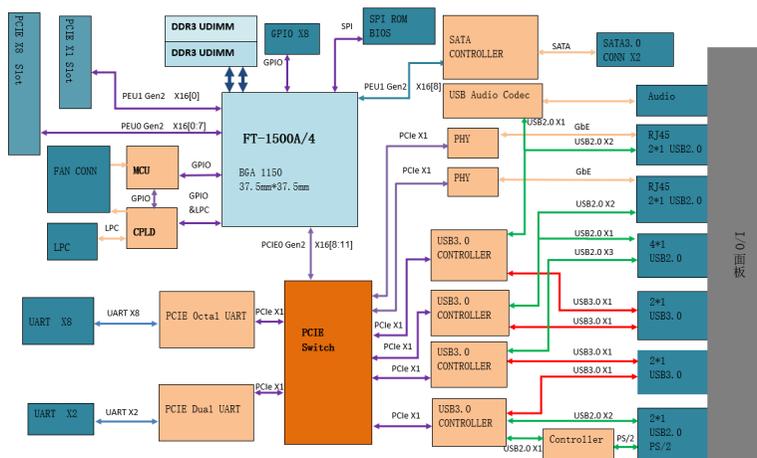


图 20 金融自助服务设备硬件逻辑图

### 实施效果：

金融自助服务终端可以完全升级原有的产品，实现产品的升级改造。可以 24 小时对客户进行自助服务。提高银行的效率及降低人工成本。

该方案由深圳市研赛科技有限公司提供。

## 5.6. AI 场景

### 行业背景：

以深度学习为代表的人工智能技术目前逐步成熟，计算机视觉与图像识别、语音识别、自然语言处理、文本分析、搜索引擎等人工智能技术手段越来越广泛地应用于安防、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。在当前的技术革新与演进的背景下，以传统 CPU 为计算核心的架构已无法满足深度神经网络训练与推理的超大算力需求。需要领域专用架构的专用芯片，来处理 AI 加速计算的需求。

### 应用场景：

算丰 AI 计算模组 SM5：比特大陆算丰 SM5 是一款算力超强的 AI 计算模组，它定位于边缘计算的强算力场景。它搭载一颗比特大陆自主研发第三代 TPU 芯片 BM1684，INT8 算力 17.6TOPS，解码可达 38 路 1080P@25fps 高清硬解码，可同时处理全实时智能分析超过 16 路高清视频。它体积仅为信用卡大小，具备丰富 IO 接口，易集成入各类边缘或嵌入式设备。

另外，SM5 使用方法灵活，支持 PCIE 从设备模式和 SOC 主设备模式，也支持 FP32 高精度和 INT8 低精度两种精度的计算。同时 SM5 工具链完备易用度高，算法迁移代价小，全面支持 AI 业界主流框架 Caffe, Tensorflow, Pytorch, MXnet 以及国内 Paddle Paddle。

FT-2000/4 处理器和比特大陆算丰 AI 计算模组 SM5 组成的嵌入式工控机产品，具备高计算性能、高品质超高清视频编解码能力、接口丰富、扩展性强、稳定性高等特点，可广泛应用于智能电力、智慧安防、智能制造、机器人开发等领域和场景。

### 实施效果：

在国产化大背景下，飞腾、比特大陆算丰芯片、国产 OS 以及国产 AI 框架可以构建全国产化的 AI 计算体系，摆脱对供应链的依赖。同时 FT-2000/4 处理器 +AI 计算模组 SM5 组成的工控机产品具有强悍的通用计算能力，和 AI 计算性能。并且经过完善的测试，具备良好的系统兼容性、稳定性，可以满足电力、工厂、安防、轨道交通等各种行业的场景需求，以此推动边缘计算服务器、工控机产品的智能化、数字化、信息化升级，加速产业服务模式的改变，提升行业的智能化水平，该方案由比特大陆提供。

### 5.7. 航空领域

#### 行业背景：

随着航空电子系统的发展，核心处理器已成为航空电子系统发展的关键。从上世纪 90 年代中后期开始，PowerPC 在航空领域大量应用，机载设备中使用的 PowerPC 处理器存在安全和可靠性隐患。且采用通用处理器，部分功能冗余，且其在嵌入式领域特别有功能缺失，只能通过板级增加额外电路实现，导致系统集成度低，功能、性能及功耗比难以均衡，无法满足信息化设备小、低、轻需求。

飞腾以航空高可靠需求为牵引，以统一的标准指导处理器需求获取、自主定义、设计、评测、应用，构建具有航空特色的多层次处理器产品谱系，实现机载信息处理统型、小、低、轻发展；面向航空电子应用，高安全、高可靠、可信、可用的系列处理器产品，可有效支撑航空领域产品研发和发展。

#### 应用场景：

嵌入式处理器在航空领域中的尤为重要，FT-2000A/2 处理器的选择和应用使行业发展不再受外部环境影响，极大的支撑了航空领域国产化。

航空计算机通用计算平台实现对进口硬件平台和软件操作系统的国产化，项目分为硬件设计和软件设计两部分组成，整个项目功能为运行文件系统、网络协议栈、I2C 和串口等功能，为机载计算机系统提供稳定可靠的文件储存和网络通信支持，并提供 PCIe 高速总线接口功能，方便进行功能扩展。

目前国内较先进的航空电子硬件计算平台采用 MPC8640D 处理器，下表为 FT-2000A/2 和 MPC8640D 的主要性能对比。

## 5. 典型解决方案

表 4: FT-2000A/2 和 MPC8640D 的主要参数对比

| 项目      | FT-2000A/2  | PPC8640D   |
|---------|---|--|
| 处理器内核   | ARM V8*2 主频 1GHz  | E600*2, 主频更高 1.25GHz   |
| DDR 控制器 | DDR3  | DDR1/2   |
| PCIe    | 1 路 /2 路可配置的 PCIe 接口<br>配置为 1 路时支持 x8、x4、x2、x1 链路<br>配置为 2 路时支持 x4、x2 和 x1 链路 | 1 路 PCIe 接口, 支持 x4、x2 和 x1 链路                                  |
| 以太网     | 2 路 10/100/1000Mbps 自适应以太网接口  | 4 路 10/100/1000Mbps 自适应以太网接口                                   |
| 可编程控制器  | 可编程中断控制器  | 可编程中断控制器   |
| 局部总线    | 32 位, 100MHz; 8 片选  | 32 位, 125MHz; 8 片选   |
| DMA     | 4 通道  | 4 通道   |
| I2C 接口  | 两路, 可工作在主 / 从模式下  | 两路; 可工作在主 / 从模式下;  |
| DUART   | 两路  | 两路   |
| JTAG    | IEEE 1149.1   | IEEE 1149.1  |
| 存储温度    | 要求达到 -60°C ~150°C   | 达到 -55°C ~150°C  |
| 工作温度    | 要求达到 -55°C ~125°C   | 达到 -40°C ~105°C  |
| 功耗      | 双核 3W   | 1250MHz: 核电压 1.05V; 65 度 21.7W<br>1250MHz: 核电压 1.05V; 65 度 31W |

综合考虑产品的性能、功能、外形尺寸等方面，尤其是功耗、散热和可靠性方面，确定 FT-2000A/2 处理器的可完全满足航空领域航电系统通用计算平台模块的相关国产化工作。

### 应用场景的实施架构：

FT-2000A/2 航空领域通用计算平台采用国产化嵌入式实时操作系统适配，形成关键软硬件国产化产品，用以升级原 MPC8640D 国外处理器通用计算模块，并保证其在航空领域航电系统整机及系统环境中的功能、性能及环境适应性。原有硬件采用硬件采用 FT-2000A/2 主处理器搭配外围功能电路部分组成，从而可以满足系统大量逻辑控制、网络、储存和一般嵌入式应用需求；整个系统包括 2 个千兆网口，2 个串口，2 个 I2C 接口，2 个 PCI-e 2.0 的 x4 接口，通过外扩的存储电路，为系统提供了较大空间的文件系统储存介质；软件采用国产化实时操作系统运行系统任务、通信、存储功能接口和文件系统接口，实现数据的实时收发和实时存储任务，采用纯国产化软件 + 硬件平台也是本应用场景的一大亮点。

FT-2000A/2 处理器模块如图 21 所示，配置 1GB 的 DDR3 SDRAM，128MB Flash 以及温控芯片等外设。FT-2000A/2 处理器模块提供的 NOR FLASH，1000/100/10MHz 以太网、GPIO、RS 232、PCIe 总线等对外接口。选用国产系列的 FPGA 实现中断管理、复位管理、看门狗以及 LBC 总线地址译码等任务。

## 5. 典型解决方案

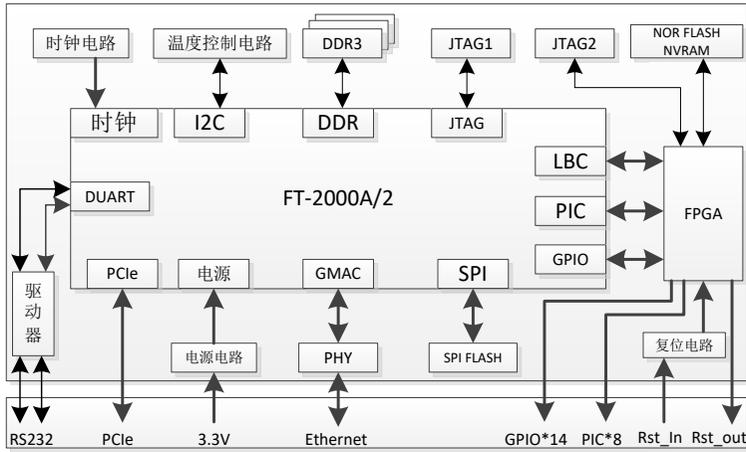


图 21 FT-2000A/2 航空领域通用计算平台框图



## 6. 飞腾的支持内容

### 6.1. 市场及生态支持

飞腾会联合生态伙伴共同策划和组织相关市场活动，包括不限于公众号，行业展会以及广告投放生态合作伙伴的公司和产品展示，后续也会陆续发布针对各行业嵌入式方向解决方案白皮书。

飞腾会积极与各行业标准制定单位积极接触并适配，从源头上真正参与国产技术和产品储备，为嵌入式行业内的后续推广奠定最坚实基础。

飞腾会针对已有基于飞腾 CPU 的整机和板卡产品的生态合作伙伴，贡献海量商机信息，跟生态伙伴配合服务最终客户。

飞腾会提供 CPU 常备库存，从而帮助生态合作伙伴省却备货成本，针对各行业内的头部整机厂商及解决方案提供商，飞腾也可以建立联合实验室，提供行业内最方便的测试实验演示环境。

积极发展全国和区域内的代理商，扩大飞腾产品在用户端的覆盖和渗透。与行业内最领先的央、国企合作定制嵌入式部分行业的专属芯片，从

源头上协助行业生态合作伙伴推广以及应用。

### 6.2. 行业解决方案专家支持

#### 6.2.1. 行业解决方案专家服务

基于飞腾在交通，能源，电信，金融，政府办公等行业的落地经验，针对行业客户，飞腾可以为行业客户提供资深行业解决方案专家支持，可及时响应和分析客户需求及应用场景，配合客户进行嵌入式解决方案设计和咨询。

#### 6.2.2. 用户赋能

飞腾将对全国信息系统使用总体、技术总体客户及全国集成商、整机厂商、嵌入式厂商进行赋能培训和技术支持，帮助生态伙伴完成最终产品的落地。

#### 6.2.3. 适配和交付服务

飞腾将针对全国的项目提供方案交付与测试交付服务。帮助用户制定整体解决方案并优化，完成 POC、适配及优化等支持服务。

### 6.3. 现场技术专家支持

#### 6.3.1. 客户产品全流程的服务体系

针对具体的板卡设计项目，飞腾为客户提供 FAE 和 TME 团队支持，提供嵌入式、终端、服务器等全谱系产品。支持内容包含固件、嵌入式 OS、硬件设计、调测试等服务。FAE 负责前期项目评估、导入、客户问

题协调等工作，TME 团队负责导入项目的 EVT、DVT、PVT 各个阶段的具体技术支持工作。



图 22 FAE 的服务流程

### 6.3.2. 技术文档支持

飞腾针对合作伙伴在调研、研发和生产阶段的都将给予充分的技术咨询及现场服务。所有的资料如数据手册、用户手册、应用指南、仿真模型，设计源文件，周边器件选型都免费提供给用户。在前期验证阶段提供测试样机，帮助搭建验证环境。

### 6.3.3 飞腾平台软硬件设备兼容性互认证

飞腾持续高效的提供软硬件设备的兼容性互认证服务接口，推动关键元器件与关键软件兼容性认证，打造良好的飞腾软硬件生态。

## 6. 飞腾支持内容



图 23 飞腾兼容性互认证流程

### 6.3.4. 飞腾认证集成商 PCS

近年来，自主信息产业生态快速发展。作为国内领先的自主 CPU 芯片提供商，飞腾公司面向千余家软硬件生态伙伴积极开展飞腾 CPU 平台的各类兼容认证服务。

基于日渐庞大的合作伙伴生态圈，飞腾公司正逐步建立优质厂商资源库，其中，集成商作为一个重要类型，成为资源库中首个开展认证的版块。在此，飞腾宣布开启“飞腾 PCS 认证集成商”计划，打造飞腾优质集成商认证平台，赋能集成商伙伴，强化合作纽带，共同开启飞腾生态服务能力新篇章。

“飞腾认证集成商”英文全称为 Phytium Certified S.I.（简称 PCS），指在国家认定的集成商范围内，认可飞腾品牌，并愿意和飞腾共建技术生态及服务体系的优质战略伙伴。飞腾将向这些伙伴颁发“飞腾 PCS 认证集成商”证书，作为深度战略合作关系的可靠凭证。如图 24 为飞腾认证集成商证书。



图 24 飞腾 PCS 认证集成商



## 7. 飞腾的愿景和准备

飞腾从使命、愿景和发展理念几个方面做了定位。飞腾使命是聚焦信息系统核心芯片，支撑国家信息安全和产业发展。飞腾愿景是成为世界一流芯片企业，用中国芯服务社会。飞腾理念是坚持核心技术自主创新，产业生态开放联合。

飞腾自 2020 年做了五年总体规划，如下：

第一、持续投入资金 150 亿以上用于新品研发、生态建设和区域客户保障，开展企业混改和股份制改革，打通资本市场股权融资渠道。

第二、团队规模扩大到 3000 人以上，建立市场化激励机制，打造更具国际视野的研发团队，以及高效的技术支持团队和专业的市场团队。

第三、以国际领先水平为标杆加快关键技术创新；以行业特色应用为牵引，建立按需定制流程；以生态伙伴需求为导向，推动技术产品迭代；以百万规模供货为目标，提高产品交付能力。

第四、在生态方面我们坚持开放、合作、共赢的理念。致力于 CPU 芯片的发展，其余产品以广泛联合方式交给生态合作伙伴去开发，共同打造安全繁荣的生态体系。

第五、巩固政务、行业办公市场，稳步提升市场占有率。开拓金融、通信、能源、交通等行业业务市场，推动产业转型升级。拓展“一带一路”国际市场，到 2024 年实现营收超过 100 亿元。

第六、为了更好的支持地方的信息化改造，公司总部设置在天津，在北京，长沙、上海、广州、西安、南京、武汉、沈阳、成都、杭州和海南省等地建立分支机构。



## 致谢

本白皮书直接或间接引用了一些生态伙伴的案例和数据，编制组对此表示感谢。飞腾将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，共同推动行业信息化转型升级的历史进程。

## 附录一：缩略语

| 英文缩写 | 英文全称                                    | 中文全称     |
|------|---|----------|
| AAU  | Active Antenna Unit                     | 有源天线单元   |
| AI   | Artificial Intelligence                 | 人工智能     |
| ASIC | Application Specific Integrated Circuit | 专用集成电路   |
| BBU  | Building Baseband Unit                  | 室内基带处理单元 |
| BMC  | Baseboard Management Controller         | 底板管理控制器  |
| BSP  | Board Support Package                   | 板级支持包    |
| CPU  | central processing unit                 | 中央处理器    |
| DCS  | Distributed Control System              | 分布式控制系统  |
| DSP  | Digital Signal Processing               | 数字信号处理   |
| FAE  | Field Application Engineer              | 现场支持工程师  |
| FPGA | Field-Programmable Gate Array           | 现场可编程门阵列 |
| GPIO | General-purpose input/output            | 通用输入输出   |
| GPU  | Graphic Processing Unit                 | 图形处理器    |
| IaaS | Infrastructure as a Service             | 基础设施即服务层 |
| ICS  | Industrial control system               | 工业控制系统   |
| IDS  | Intrusion Detection Systems             | 入侵检测系统   |
| IOT  | Internet of things                      | 物联网      |
| IPS  | Information Protection System           | 入侵防御系统   |
| MAC  | Media Access Control                    | 媒体访问控制   |
| MCU  | Micro Control Unit                      | 微控制单元    |



|        |                                  |         |
|--------|----------------------------------|---------|
| NB IoT | Narrow Band Internet of Things   | 窄带物联网   |
| NLP    | Natural Language Processing      | 自然语言处理  |
| ODM    | Original Design Manufacturer     | 原始设计制造商 |
| OEM    | Original Equipment Manufacturer  | 原始设备制造商 |
| OT     | Operation technology             | 操作技术    |
| PaaS   | Platform as a Service            | 平台即服务层  |
| SaaS   | Software as a Service            | 软件即服务层  |
| SIMD   | Single Instruction Multiple Data | 单指令多数据  |
| SSD    | solid state disk                 | 固态硬盘    |
| TME    | Technical Marketing Engineer     | 技术营销工程师 |



# PHYTIUM 飞腾



电话： (+86) 010 62001812

传真： (+86) 010 62001862

地址：北京市海淀区知春路 27 号量  
子芯座 8 层

电话： (+86) 022 59080100

传真： (+86) 022 59080199

地址：天津市滨海新区海缘中路 1 号  
信安创业广场 5 号楼

电话： (+86) 020 39337889

传真： (+86) 020 37579491

地址：广州市黄埔区护林路中国软  
件 CBD 广州飞腾

## 声明

本文档所述内容为飞腾公司与合作伙伴联合整理，版权归属飞腾公司与对应厂商共有。本文档提及的所有商标或注册商标，由各自所有人拥有。本文档所述内容作为用户实施信息化建设时的参考，具体方案设计请与飞腾或对应厂商联系。