



# 望获实时 Linux 系统

——高可靠嵌入式实时操作系统——

## 产品白皮书

(v1.5)

北京国科环宇科技股份有限公司

2022 年 08 月 01 日

## 目录

<b>1</b>	<b>产品概述</b> .....	<b>1</b>
1.1	国科环宇 .....	1
1.2	望获实时 LINUX 系统 .....	1
<b>2</b>	<b>产品特性</b> .....	<b>1</b>
2.1	硬实时 .....	1
2.2	高可靠 .....	2
2.3	兼容性 .....	3
2.4	安全可信 .....	3
2.5	便捷维护 .....	4
<b>3</b>	<b>技术参数</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>应用场景</b> .....	<b>5</b>
4.1	智能装备 .....	5
4.2	飞行器 .....	5
4.3	通信设备 .....	6
4.4	显控设备 .....	6
4.5	工业控制 .....	6

## 1 产品概述

### 1.1 国科环宇

北京国科环宇科技股份有限公司成立于 2004 年，是隶属于中国科学院的高新技术企业，为航空航天和军用等各领域用户提供关键电子系统产品及解决方案。公司具有完备的军工资质，承担了载人航天工程、北斗卫星导航系统、高分专项工程等多个国家重大专项的研制任务，为用户提供高质量、高性能、高可靠的产品，广泛应用于空间站、卫星、导弹、无人机、船舶、雷达、高铁等领域。

国科环宇始终以服务国家战略和国防建设为己任，经过多年的励精图治，建立了完善的高可靠电子产品和测试系统研制生产体系，整体水平处于国内领先地位，为我国装备现代化建设做出了突出贡献。

### 1.2 望获实时 Linux 系统

望获实时 Linux 系统是一款国产嵌入式操作系统，是国科环宇重点研发的一款产品，具备硬实时和高可靠的能力，同时兼容 Linux 操作系统丰富的生态环境。不同于传统的微内核实时操作系统，本系统更容易实现复杂业务架构，丰富稳定的组件和工具，能够让系统实现高速计算和复杂逻辑。面对系统复杂化、应用智能化和硬件高速化的问题，在军工、航天、车船、工业控制等多个领域中，都具有广阔的应用前景。

## 2 产品特性

### 2.1 硬实时

望获实时 Linux 系统，采用基于 PREEMPT\_RT 进行深度开发的实时 Linux 内核提供硬实时解决方案。

#### (1) 内核态可抢占

只要具备更高的优先级，用户态应用也可以抢占内核态，充分提高应用的实时性。

#### (2) 中断线程化

中断回调函数，可以作为一个内核线程进行处理，对线程赋予不同的优先级，减少了中断屏蔽的时间。线程化的中断响应，和实时应用处在同一个调度域，让实时系统设计更自由和简洁。

### (3) 高精度时钟

提供纳秒级的定时精度，以及微秒级的唤醒延迟，实现更精确的实时调度和硬件控制。

### (4) 实时调度策略

支持 FIFO（先入先出）、RR（时间片轮转）、Deadline（最早截止时间优先）等多种实时调度策略。

### (5) 低延时的网络模块

集成在内核中的深度包检测模块，能够提供内核态的基于内容的策略路由和 QoS 服务，对优先级别高的通讯进行及时优先保障，降低网络通信的延迟。

## 2.2 高可靠

望获实时 Linux 系统，将大量内核态功能的支持移植到用户态，降低了内核崩溃的风险。用户以开发应用的方式实现驱动、中断、内存等自定义功能，充分降低了开发的难度和强度。

### (1) 用户态驱动

基于 UIO 进行二次定义，提供更方便易用的接口，让用户自由定制开发特定硬件，实现同一个操作系统兼容更多的硬件设备。

### (2) 用户态中断处理

应用层中实现中断处理函数，并且具备和内核态中断相同的实时高效。同时提供应用层的中断管理功能，

### (3) 冗余内存管理

高效的内存分配器，支持内存池功能。关键变量支持底层冗余存储，具备抗单粒子翻转的能力。

### (4) 快速恢复

可靠且高效的系统分区设计，1 秒实现系统版本回退，5 秒实现系统重启。

### (5) 健康管理

系统监控模块，对内核态和用户态异常进行监视，对系统状态进行多机同步，对异常进行屏蔽处理，同时提供自定义接口。

## 2.3 兼容性

望获实时 Linux 系统对 Linux 的深度定制开发，始终坚持对主线 Linux 内核和主流 Linux 系统发行版的完整兼容性，并且进行了额外补充。

### (1) 完整的Linux兼容性

基于 yocto 进行开发，保留完整的 Linux 功能和接口，Linux 下的软硬件平台，无需移植修改，可以直接使用。

### (2) 完整的POSIX接口

提供符合 Posix1003.13-2003 规范的线程、线程调度、互斥信号量、计数信号量、消息队列、时钟 API 等接口，补充了大量 Linux 系统本身不具备的接口和功能。

### (3) 国内接口标准支持

提供符合 GJB7714-2012《军用嵌入式操作系统应用编程接口》要求的编程接口，相关应用可以直接编译运行，无需修改代码。

## 2.4 安全可靠

望获实时 Linux 系统具备内核态的网络安全模块，同时支持完整的可信链功能，防止软硬件的非法篡改。

### (1) 深度数据包检测

深度包检测能够提供内核态的关键信息收集功能，对特定类型的通讯主体和通讯内容深度归并和记录，以便于信息分析和数据挖掘工作的开展。

### (2) 完整的可信链

从 SOC 片内的 BootROM 开始，通过 uboot、kernel、关键应用、所有应用形成完整的可信验证链条，实现软件定义的防篡改体系。

### (3) 动态安全可靠

支持架构自带的动态可信功能，如 ARM 架构的 TrustZone 和 x86 平台的 TXT 技术等。

## 2.5 便捷维护

为了方便嵌入式设备的批量升级、集群监控等场景，望获实时Linux系统提供了一整套集群管理的方案，部署方便且可以自定义功能。

### (1) 工厂量产工具

提供自动化生产解决方案，实现一键检测、自动老化测试、扫码入库、一键初始化系统等功能。

### (2) 多种升级方式

支持不同的升级介质，包括U盘、光盘、SD卡、OTG、移动网络等，支持kickstart安装，支持静默、命令行、图形界面等不同交互方式。

### (3) 网络监视系统

实时采集CPU、内存、硬盘等系统状态，上传至指定的服务器。可以通过网页在线查看设备状态信息。

**注：**此功能需要用户主动添加和配置，望获实时Linux系统不会主动采集任何信息。

### (4) 集群控制

用户可以通过B/S或C/S的方式，对所有设备进行批量处理，如升级、重启、重置等，并且可以自定义相关操作。

## 3 技术参数

### ■ 实时性

✓ 系统延时： $\leq 3\mu\text{s}$

**注：**基于飞腾 FT2000/4 CPU 平台，负载压力下千万次测试结果。

### ■ 可靠性

✓ 平均无故障时间 MTBF： $> 1$  百万小时

### ■ 最低配置

✓ CPU 主频： $\geq 200\text{MHz}$

✓ 内存大小： $\geq 8\text{MB}$

- ✓ Flash/硬盘：≥8MB
- 支持指令集架构
  - x86 32/64bit
  - ARM 32/64bit
- 支持处理器平台
  - 飞腾： FT-2000 系列
  - 瑞芯微： RK33 系列
  - Xilinx： Zynq UltraScale+系列
  - 兆芯： ZX-C 系列， KX6000 系列
- 生态环境
  - ✓ Linux 内核版本： v3.10 及以上

## 4 应用场景

### 4.1 智能装备

- 无人机
- 无人艇
- 无人车

望获实时 Linux 系统可以直接使用 TensorFlow、Caffe、CUDA 等 AI 算法库，人工智能相关的开发更为便捷。系统可以直接安装 TensorFlow、Caffe、CUDA 等 AI 算法库，人工智能相关的开发更为便捷。使无人设备从简单的遥控转发变成具有自决策能力、图像处理能力和自组织能力的智能化系统，进而提高无人设备的生存能力和攻击能力。

### 4.2 飞行器

- 航天在轨飞行器
- 小卫星
- 火箭飞行控制系统

小卫星为代表的新兴航天领域，越来越强调低成本和短周期。相

比传统的微内核实时系统，望获实时 Linux 系统的丰富生态环境和完整的兼容性，可以直接使用 Linux 系统支持的软硬件，能够大大降低研发的成本和周期。

### 4.3 通信设备

- 卫星通信设备
- 雷达复接设备
- 激光制导系统

通信设备需要高性能、大流量的转发和复接，对设备的计算能力要求较高。望获实时 Linux 系统支持飞腾 2000 等高性能多核 CPU 以及国产万兆网卡，可以使用 DPDK 框架进行加速，充分保证处理能力和实时性。望获实时 Linux 系统支持虚拟化，能够让不同业务实现安全隔离，进一步提高系统可靠性。

### 4.4 显控设备

- 舰船显控设备
- 车载中控平台
- 地面仿真系统

车船控制中心、地面仿真系统等，需要复杂的人机交互、三维图形等。望获实时 Linux 系统支持 OpenCV、OpenGL 等图形处理库，以及 LabVIEW、QT 等图形化编程工具，可实现丰富多彩的人机交互功能。

### 4.5 工业控制

- 工控计算机
- 工业互联网边缘计算
- 工业机器人

工业控制计算机使用望获实时 Linux 系统，既能保留 Linux 系统自带的人机交互界面，又具备了对机械设备的实时操控性能，实现了一机多用，避免了上位机加下位机的复杂架构。