

风河 VxWorks Platforms 3.8

目录

VxWorks版本中的平台	2	命令行项目和编译系统	24
VxWorks平台3.8版的新功能	2	Workbench调试器	24
VxWorks平台的特点	3	VxWorks模拟器	24
VxWorks实时操作系统	3	Workbench VxWorks	
兼容性	3	源代码编译配置	25
最先进的内存保护机制	3	VxWorks 6.x内核配置工具	25
VxBus 框架	4	Host Shell	25
核心转储文件生成和分析	4	Kernel Shell	25
消息通道和TIPC	4	运行时间分析工具	26
内存管理	4	System Viewer	
出错管理	5	(系统查看器)	26
处理器抽象层	5	Performance Profiler	
操作系统的伸缩性和性能调整 ..	5	(剖析器)	26
小尺寸配置	6	Memory Analyzer	
文件系统	6	(内存分析器)	26
风河网络堆栈	6	Data Monitor	26
风河PPP (PPP, PPPoE)	9	代码有效区域分析	26
风河USB	9	VxWorks平台的可选附加组件	26
VxWorks 6.8 多进程技术	9	风河Workbench芯片级调试	26
中间件技术	15	IPL Cantata++	26
安全性	15	技术规范	27
管理	18	VxWorks 6.8	27
分布式消息接发和服务	20	架构、主机和板级支持包	27
桥接和路由	21	支持的目标机架构和处理器系列 ..	27
图形和本地接口	21	支持的主机	27
连通性	22	板级支持包	27
无线	22	合作伙伴系统	27
风河Compiler和风河		专业服务	28
GNU Compiler	23	安装和定向服务	29
风河Workbench开发套件	23	培训服务	29
Eclipse	24	公共课程	29
项目系统	24	现场培训	29
构建系统	24	支持服务	29
		北美、南美和亚太地区	30
		日本	30
		欧洲、中东、非洲地区	30

安全、智能连接设备的市场正在不断地扩张，嵌入式设备为了满足市场的需求也变得越来越复杂。互联网的出现使得远程管理的水平达到新的高度，但是同时也对安全提出了更高的要求。

人们正在考虑使用更强大的处理器来提高设备的智能和功能性。由于实时和性能要求必须得到满足，因此制造商在将新的技术应用到已经经过验证的系统时总是很谨慎。要获得成功，公司必须在整个产品生命周期内优化设备软件：从设计到开发、从质检到部署设备远程管理。如何在提高速度、效率、降低成本的需求和可以接受的开发风险间获得平衡是很多设备开发商所面临的挑战。

风河VxWorks平台提供了嵌入式平台解决方案以满足这项挑战。该解决方案包括了业内领先的商业级实时操作系统（RTOS）VxWorks、高级开源设备软件开发套件风河Workbench、以及必不可少的安全、设备管理和连接中间件，包括在网络基础结构中用于连接工厂车间设备、无线外围设备和其他设备的驱动程序和协议。风河公司通过自己在设备软件行业25年的经验、世界一流的支持组织、完善的合作伙伴生态系统以及专业的服务团队为VxWorks平台提供支持。

风河VxWorks平台是经过优化的开发-运行解决方案，可以用于多种设备：从航空及国防（A&D）网络和消费电子设备的应用、机器人技术和工业应用、精密医疗器械、以及汽车导航和远程信息处理技术。该平台为需要在专有知识产权领域进行投资的公司提供了强健的基础。VxWorks平台已经成功地部署到全球数以亿计的设备中。

VxWorks版本中的平台

- **风河通用平台：**可以在这一通用平台上使用的设备包括航空国防、汽车远程信息处理、小型消费电子设备以及工业和网络设备。
- **风河汽车设备平台：**该平台专门用于要求高可靠性、低能耗以及小内存的应用开发，即适用于车辆和安全控制系统（动力系、引擎、ABS、安全气囊传感器、车窗/车门入口），也适用于车内系统（数字仪表盘显示、导航系统、远程信息处理系统、以及娱乐系统）。
- **风河消费电子设备平台：**该平台提供了能够快速启动、小型的实时环境，非常适合内存受到限制的设备。平台适用的对象包括数字视频、移动手持电话、数字成像、以及宽带接入设备。
- **风河工业设备平台：**该平台为工业设备制造商提供了基本的多媒体及连通性实时技术，包括用于车间连接设备、无线外围设备、以及其他网络设备的驱动程序和协议。平台适用的对象包括工业自动化、楼宇自动化、医疗、交通以及测试和测量设备。
- **风河网络设备平台：**该平台使客户能够快速地创建、测试、部署、维护和管理网络基础设施设备。平台提供了用于保护网络数据的多种安全协议套件，非常适合无线网络基础设施、企业网络、核心网络、网络边缘、WiMAX/LTE基础设施以及宽带接入设备。

Development Suite

Wind River Workbench

Software Partners

Ada Support	Advanced Flash Support	Advanced Security
Browsers	CAN	Common Internet File System
Databases	Design Tools	Graphics
High Availability	Java	Others

Additional Middleware*

Wireless Ethernet	Mobile IPv4/IPv6	802.1Q VLAN	Media Library
SSL & SSH	IPsec	NAT/Firewall	IGMP/MLD
RADIUS and Diameter Client	Wireless Security	Crypto Libraries	EAP
SNMP v1/v2/v3	Web Server	CL/MIBway	Learning Bridge
VRRP	Web Svcs-Interop/SEC	DCOM	CAN/OPC
IKE v1/v2	Cavium IPsec	ROHC	SCTP

Base Middleware**

TIPC	Distributed Shared Memory	USB 1.1, 2.0
dosFs	Flash Support (TrueFFS)	Highly Reliable FS
IPv4/IPv6 Network Stack		PPP

Operating Systems

VxWorks/VxWorks Multiprocessing

Hardware Partners

Reference Designs, Semiconductor Architectures

Services

Education Services and Installation	Platform Customization
System Design	Design Services
Hardware/Software Integration	

图 1: VxWorks平台组件

* 包含在VxWorks指定行业平台内

** 包含在所有的VxWorks平台内

VxWorks平台3.8版的新功能

VxWorks平台的最新版本对实时组件以及工业专用中间件技术进行了更新和增强。这些组件也可以和VxWorks对称多处理（SMP）和非对称多处理（AMP）技术一起使用，从而充分利用最新的多核处理器能力。

风河 Workbench 3.2 开发套件包括对

Workbench 核心的增强以及对VxWorks和多处理平台的支持、芯片级调试以及诊断工具的改进。风河的设备管理工具（基于VxWorks平台的附加产品）提供了强大的企业范围基础设施，能够使开发、测试和安装工程团队在设备生命周期的任何阶段收集和汇总数据，从而对运行软件的故障进行诊断和修复。

这一版本还包括风河网络堆栈，利用风河高级网络技术显著地改善了平台网络能力的性能、伸缩性和功能。

VxWorks 3.8平台引进了以下新的特点、功能和增强性能：

- VxWorks 6.8
- 提供对Wind River Hypervisor 1.1的集成支持
- Wind River VxWorks Simulator 6.8
- Wind River Compiler 5.8
- Wind River GNU Compiler 4.1.2
- 用于多核处理通信的Wind River MIPC 2.0
- 广泛、深入的网络功能
 - 支持零复制套接字，或ZBUF套接字功能
 - L2TP
 - FIPS-140
 - Wind River SSL 6.8 升级到 OpenSSL的0.9.8k 版，包括 FIPS 140-2 模式
- SOAP组件的风河Web服务升级到 gSOAP 2.7.13发行版
- Wind River Workbench 3.2
 - 风河系统查看器
 - 风河运行时间分析工具（以前称为ScopeTools）
 - Memory Analyzer
 - Performance Profiler
 - Data Monitor
 - Code Coverage Analyzer

VxWorks平台的特点

VxWorks 实时操作系统

VxWorks是业内领先的商业级设备软件操作系统，具有高度的确定性、高性能、模块化扩展能力和较小的占用空间，全球已经有5亿个设备安装了这一系统，并且运行的更加快速、可靠。VxWorks的下一代版本添加了强大的新功能，注重于多处理、开放性、高性能、可靠性和协同工作能力。

通过VxWorks 6.8，用户可以：

- 通过开放式标准使开发人员生产效率最佳化
- 利用多核芯片的强大功能提供性能更高、容量更大的设备
- 通过基于内存管理单元（MMU）的内存保护增加可靠性

- 通过增强的容错管理功能来显著缩短产品上市时间
- 无缝移植现有基于VxWorks的IP和其它已有软件IP，包括开放源代码
- 依靠VxWorks系统的核心特性进行产品的持续化生产，其核心特性包括高性能、高可靠性、高确定性、低延迟以及高模块可裁剪性

互补性解决方案要素包括：风河 Workbench（基于Eclips 的集成式开发套件）、广泛的中间件、大量的处理器和板级支持包（BSP）、专家级专业服务、众多经验丰富的VxWorks开发人员和众多的合作伙伴生态环境（软硬件、开发工具、中间件和应用程序提供商）。

兼容性

VxWorks 6.x 和 VxWorks SMP 专用于简化从VxWorks 5.5的移植。为此，VxWorks 6.x 的内核完全支持 VxWorks 5.5 内核操作环境。为 VxWorks 5.5所开发或移植的大多数 BSP、驱动程序和内核应用程序可在 VxWorks 6.x内核下运行。默认情况下，

VxWorks 6.x 内核进行构建时与 VxWorks 5.5相同。VxWorks 6.8与之前的所有VxWorks 6系列版本都兼容。除个别情况外，VxWorks SMP 与 VxWorks单处理器版本的API兼容。

VxWorks技术产品文档包括以下信息：

- 将VxWorks 5.5内核应用程序移植到当前的内核和用户模式
- BSP和驱动程序移植
- 将代码移植到VxWorks SMP
- 从VxWorks平台3.4版到本版本之间网络和安全技术的变化。

最先进的内存保护机制

VxWorks 6.x使得制造商可通过基于MMU的内存保护机制来提高其设备可靠性。除了传统的VxWorks内核模式执行之外，VxWorks还推出了基于进程的用户模式应用程序执行，从而使内核免受运行于VxWorks实时进程（RTP）下用户模式应用程序的影响。用户模式相互之间也不受影响。

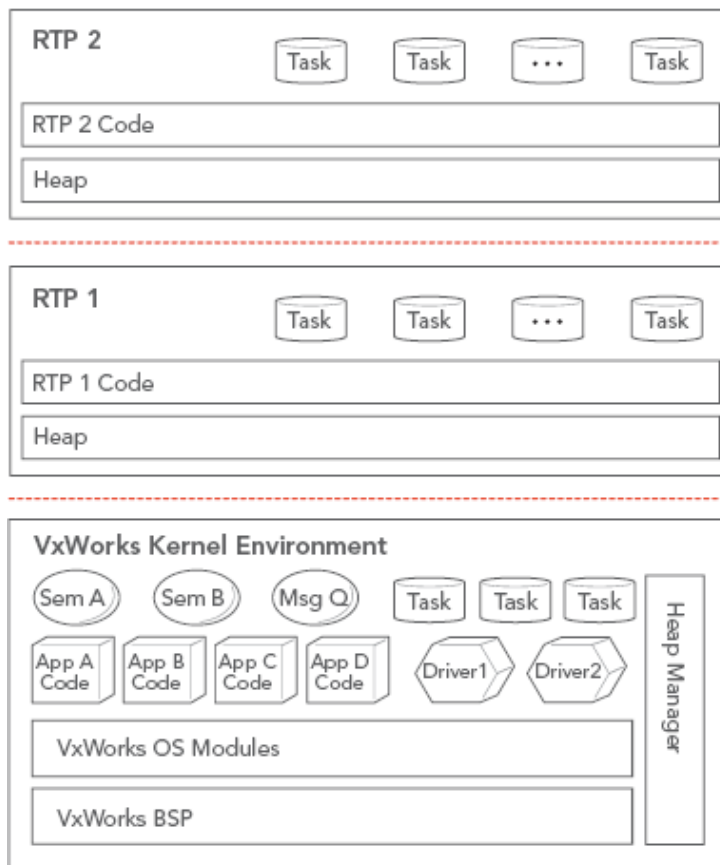


图 2: VxWorks内核环境和两个RTP

内存保护的标志包括如下：

- 基于MMU的内存保护机制将内核与用户模式应用程序分离、将应用程序彼此分离，从而提高了设备可靠性
- 基于进程的标准编程模式简化了应用程序开发
- VxWorks抢占式、基于优先权的全局任务调度器确保了行为更具实时性和确定性
- 在内核和实时进程中创建私有或公共对象的能力使得用户能够更加灵活地使用那些免受误操作或能在内核和进程任务间共享的对象
- 扩展的系统调用接口使得应用程序开发人员能够从用户模式执行来部署已开发的定制内核服务
- 支持实时进程间的共享库，提高了代码效率和再用性，还使得代码开发与调试更为快速

VxBus 框架

VxWorks 6.8包含了VxBus框架，其设备驱动程序插入到并在设备驱动程序、BSP和VxWorks内核间协调设备相关的操作。它提供了设备驱动程序和硬件间的正式接口，还提供了一套统一的API供高级功能使用，例如文件系统、网络堆栈、电源管理框架等。VxBus提供了以下内容：

- 设备发现机制
- 设备、中间件和操作系统间的通用基础架构
- 对不同总线布局的支持

这些功能使设备驱动程序能够从所在的BSP分离，这样驱动程序可以在多种BSP上只做很少的修改或不做修改就可以使用。通过VxBus框架可以简化为VxWorks写入BSP的任务。

核心转储文件生成和分析

核心转储（Core dump）是VxWorks 6.8中的新功能，允许应用程序在遇到异常时生成核心映像、从目标中提取核心映像、并在主机上分析核心文件。核心映像记录运行中的应用程序在异常点发生时的状态。核心文件为开发人员提供了整个系统的映像，可以用于事后分析。核心转储文件生成和分析支持内核应用程序和实时进程（RTP）。

VxWorks 6.8在发生致命系统异常、内核恐慌（kernel panic）、或者内核任务级别的异常时生成核心映像。核心转储文件生成也可以出于这一目的被API调用触发。在核心文件生成过程中，中断被屏蔽，随后系统会重新启动。核心映像被保存在目标设备的永久性存储设备上，并且在目标设备重新启动过程中被转移到主机。核心文件生成组件包括核心文件压缩、用于将内存区从核心映像排除的内存过滤器、以及按需核心生成的API。通过风河Workbench，开发人员可以在各个层次上以只读模式分析核心文件：汇编或C/C++、存储器内容、变量/值对等。目标管理器、调试视图、变量视图、内核对象视图、堆栈跟踪视图、内存视图、寄存器视图以及符号浏览器都完全支持核心文件分析。

消息通道和TIPC

内存保护机制的具备带来了将应用程序分割到受保护内存空间的挑战。消息通道是一种面向连接的双向消息处理机制，它允许任务跨内存边界进行通信，从而对VxWorks中所提供的传统通信机制予以了补充。

位于不同进程或内核中的任务可彼此建立与其位置无关的连接。进行通信的两个任务，能够一个位于进程中而另一个却位于内核中；或者两个任务位于单独的进程中；或者两个任务都位于同一进程中。在VxWorks 6.1以及更高版本中，消息通道用开源源代码、业界标准的TIPC协议将消息处理扩展至多处理器

系统中的各个任务，此多处理器系统为能够运行VxWorks、Linux或其他任何支持TIPC的操作系统。基于VxWorks 6.8的平台支持TIPC 1.7版本。

TIPC 1.7 的特征包括如下：

- 开放式标准TIPC
 - 高速、可靠的消息通过服务
 - 具有逻辑地址和内部地址转换表的位置透明性
 - 面向通信模式的无连接和轻量连接
 - 无消息丢失
 - 无消息副本
 - 连续的消息序列顺序
 - 可靠的多播消息
- 介于VxWorks和Linux之间的操作系统无关性兼互操作性
- 从单一处理器到多核心到节点集群的可裁剪性
- 用于故障转移的可扩展框架
- 适合于执行短暂、实时关键事件处理的系统
- 与传统的风河交互式任务通信方法兼容
- 支持多集群网络拓扑

内存管理

尽管VxWorks 6.x提供了支持MMU的内存保护，但它仍然使用所有早期VxWorks版本中所使用的非重叠地址空间。VxWorks 6.8为RTP引入了重叠虚拟内存模式，使RTP能够共享同样范围的虚拟地址。非重叠模式依然是缺省模式，可以通过配置参数选择重叠模式。

非重叠内存模型促进了对传统VxWorks代码的向后兼容，它提供了下述优点：

- 无需将内存映射入或映射出，也无需清除多余缓存，这就保证了高确定性和低延时
- 地址指针具唯一性，支持现有VxWorks驱动程序和应用程序的重复使用，并简化了新驱动程序和应用程序的开发

重叠虚拟内存功能与UNIX、Linux和Windows等操作系统中用于进程的传统用户虚拟地址空间非常类似。系统中所有的RTP都获得公用范围虚拟地址的专用权。每个RTP都有此公用虚拟内存区域的私有视图。共享数据区域和共享库映射到其他地址。在使用了重叠虚拟内存功能时，RTP可执行文件能够完全链接，从而在加载时不需要进行符号再定位，而这在非重叠模式下是必要的。因此完全链接的RTP可执行文件在加载时比运行于非重叠模式下的RTP快得多。

其他VxWorks 6.x内存管理增强功能包括：

- **资源自动恢复功能：**使内存可用性最大化，并有助于防止内存溢出，从而提高设备稳健性。
- **改进的内存分配采用了“最佳适应”算法：**减少内存碎片，并可达到近于确定的内存分配/释放性能
- **用户模式堆和内存分区支持：**启用了RTP和用户模式执行。
- **开发人员可替换的用户模式堆分配器：**使系统设计灵活性最大化。
- **内核和RTP中用于堆与内存分区的堆测试：**用于通过检测和报告内存错误来帮助诊断常见的内存问题。
- **与容错管理的紧密集成：**使可靠性最高、产品上市时间最短。
- **编译器辅助代码测试：**改进了内存错误的静态代码分析。

出错管理

风河提供了一个容错管理框架，用以帮助客户隔离、诊断和纠正正在开发和测试期间所遇到的错误条件。利用这一框架，客户便可处理故障，这就将为了诊断设备而重现该故障的需要最小化。容错管理框架具备容错检测与报告技术，这为调试即购即用的软件提供了一定的基础，并且还能够进行扩展，以使客户能够设计更可靠的设备。

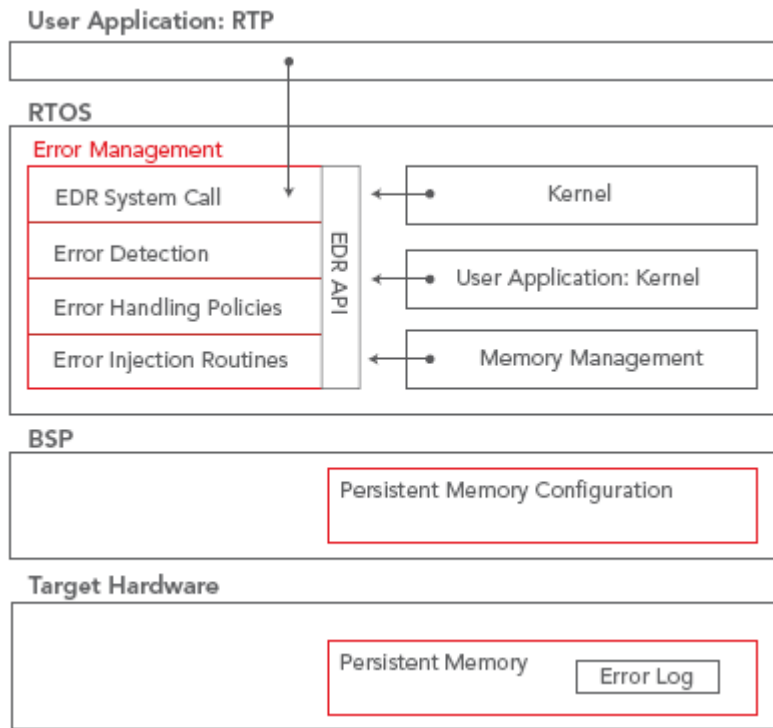


图 3：出错管理

内核和RTP中均具有错误管理能力，包括：

- ISR和任务堆栈溢出检测
- 代码破坏检测
- 空指针使用检测
- 堆块运行过高和过低检测
- 堆使用跟踪与溢出检测
- RTP容错检测
- 针对内核应用程序错误的API支持
- 对用户定义应用程序错误的API支持
- 自定义的容错处理策略
- 全面的错误记录，包括公共头信息、重要的操作系统信息、硬件信息和用户定义的可选字符串
- 用户定义的错误纪录内存存储
- 与风河设备管理工具的集成和协调

处理器抽象层

利用VxWorks 6.x，处理器抽象层（PAL）提供了将操作系统支持扩展至相似架构系列的功能。特定架构的PAL为每个架构系列定义了功能互连，并且在一定程度上抽象了操作系统中硬件特性的功能性。这一点对于应用程序而言是透明的，一个架构系列PAL的出现加速了处理器衍生的快速应用，并显著缩短了VxWorks 6.x客户的产品上市时

间。如果使用的是支持SMP的处理器，处理器抽象层（PAL）还支持VxWorks SMP。

操作系统的伸缩性和性能调整

VxWorks 6.7推出了一种新类型的项目，叫做VxWorks源代码编译（VSB）项目。VSB项目可以从源代码建立VxWorks，通过应用关键选项来优化性能和规模大小。通过风河Workbench中的核心配置器可以针对任何BSP设置VSB项目。

用户可以在自己的VSB项目中选择或取消选择预先定义的VSB创建选项。可以将一套特定的选项组合到一个配置档案中。系统已经定义了一个最大性能配置档案，其中排除了RTP支持、风河系统查看器工具以及一些错误检查。使用这一配置档案可以建立仅带内核的系统，比通过缺省VxWorks映像项目建立的项目提高了20%的内核性能。

通过VxWorks源代码编译和内核组件配置以及适当编写的BSP，可以显著地减小VxWorks映像的尺寸，从而满足内存受限设备的需求。

小尺寸配置

对于需要较小内存而资源受限的设备以及降低能力的实时操作系统（RTOS），VxWorks 6.8引进了小尺寸的配置。这种小尺寸的配置采用了VSB机制，因此生成了至少可以支持多任务、时钟中断、互斥和二进制信号量的VxWorks内核。在TI OMAP L137 BSP上，这种小尺寸配置完全链接的映像仅有75KB大小。此外还可以另外添加组件来满足用户的需求。尺寸缩小的程度是由支持给定处理器和BSP组合所需的组件数量决定的，对于相同的功能水平，不同的BSP可能会需要不同的尺寸。

文件系统

VxWorks带有一个与FAT格式兼容的文件系统，称为dosFs。VxWorks 6.2及更新的版本还包括了基于交易的高可靠文件系统（HRFS），可以增强VxWorks文件系统的功能、性能和可靠性。

文件系统框架的功能包括：

- 完全的电源安全可靠（除了写入操作被中断的情况）
- 支持多个文件系统、移动介质和自动文件系统检测。
- 缓存直写选项用于dosFs，确保将数据安全提交给文件系统，从而提高了可靠性
- 使用“清洁位”来改善dosFs的CheckDisk功能，使文件系统能够跳过CheckDisk检查，从而改善启动性能
- 支持Unicode文件名

- 可配置的委托政策，可以实现对文件系统性能和可靠性的精细控制

在VxWorks 6.8中，HRFS经过优化，以提供更快的写入性能。

风河网络堆栈

风河网络堆栈是具有全部功能的IPv4/IPv6 双重堆栈，专门针对下一代的设备软件应用程序而设计。风河网络堆栈包括风河高级网络技术，提供了IPv4/IPv6 网络、安全性、无线和移动能力，可以实现与多种网络环境的兼容性。它提供了丰富的网络功能，具有高性能、可伸缩的应用和较小的尺寸。它符合相关的工业标准并提供了清晰的代码结构，可以方便地集成并更快地执行。网络堆栈经过全面的第三方测试和外部实验室验证，可以保证高质量、符合标准、以及与其他网络设备的协作性。结果，网络堆栈是业界具有“IPv6 Ready Phase II”徽标的少数几个TCP/IP堆栈之一。

图4显示了风河网络堆栈是如何与其他各种相关网络技术集成的。

IPv4/IPv6双堆栈

网络堆栈提供了更灵活的堆栈配置方式来支持IPv4和/或IPv6。堆栈的建立可以仅针对IPv4、仅针对IPv6、或者可以同时用于两种版本的协议。

多播由互联网分组多播协议（IGMP）和多播收听者发现协议（MLD）*的主机和路由器端支持。

802.1Q VLAN*

网络堆栈可以识别并管理802.1Q VLAN标记以太网帧，支持的帧类型分为非标记（Untagged）、优先标记（Priority Tagged）和VLAN标记。可以根据静态配置的第2层VLAN特性对流量进行过滤、路由并排列优先级。

快速包转发，Cavium OCTEON*

对于Cavium OCTEON 38xx 和 58xx，风河网络堆栈 6.8 可以选择将一个或多个处理器内核专门用于IPv4 或 IPv6 包的快速转发。在500MHz 频率下，单个内核可以转发高达862Mbps的64字节帧长，这超过了千兆以太网的速度。可以使用一个转发内核来处理来自所有千兆以太网接口的包，也可以通过配置多个转发器来一起工作。

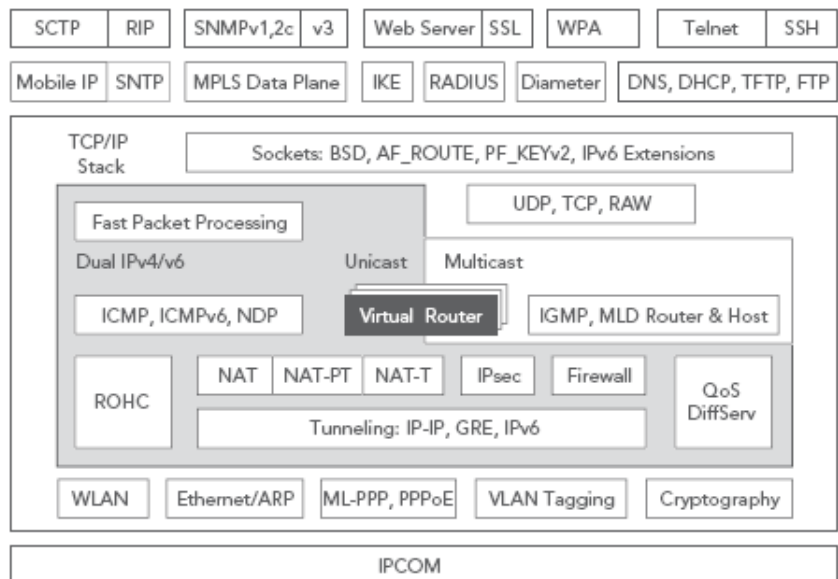


图4：风河网络堆栈和相关组件

*这些组件仅包含在特定行业的平台中。

套接字兼容性

对于使用网络堆栈的应用程序，提供了对AF_INET和AF_INET6系列中套接字的支持。也支持路由和netlink套接字。

流控制传输协议(SCTP)*

风河VxWorks平台包含对RFC 4960中定义的SCTP的支持。此传输协议最初用于PSTN信号传输，并作为TCP协议的替代获得了一定的流行。SCTP采用四次握手（four-way handshake）和多宿主（multihoming），为广泛的应用程序提供了更加健壮的四层协议。

MPLS数据平面支持*

多协议标签转换（MPLS）将第2层的速度带到第3层，它使路由器不必采用基于目的IP地址的复杂查找过程，而是根据简单标签的内容做出转发决定。除了速度的提高外，MPLS还提供了两个关键的优势：支持服务质量（QoS）和虚拟专用网（VPN）。

MPLS数据平面支持提供了以下优点：

- 以太网设备上的MPLS
- 通用MPLS标签
- 通过MPLS的IPv4和IPv6
- 标签堆栈
- 通用标签操作
- 将PDU发送到网络堆栈
- 入口、传输或出口节点

QoS和DiffServ*

区分服务（DiffServ）是一个用来组织不同QoS类别的标准化优先级机制。网络堆栈包含了用于出口流量的DiffServ作为IPv4/IPv6双重模式堆栈的内置功能。它支持以下互联网工程任务小组（IETF）标准：

- **RFC 2474**：定义IPv4和IPv6报头的区分服务字段（DS字段）
- **RFC 2475**：区分服务的架构
- **RFC 2597**：保证的转发PHB组
- **RFC 2598**：加速转发PHD
- **RFC 2698**：双速、三色标记

基于政策的路由

风河网络堆栈采用了基于政策的路由，这样就可以不仅在目的地址的基础上做出路由查找决定。启用基于政策的路由后，每个虚拟路由器（堆栈）都可以在一个或多个转发信息库（FIB）中查找目的地。虚拟路由器在政策数据库中查找包信息，来决定使用哪个FIB。如果没有找到匹配的条目，则使用缺省的FIB。

等代价多播（ECMP）路由

ECMP路由可以使用多个路径到达同一个目的地，从而分担了网络负荷。风河网络堆栈包括了RFC 2991中定义的两组算法。多路经会发布单播和多播的下一个中继点选择，当两个或多个路由具有同样的代价时可以用来进行选择。当某个网络路径不可用时，ECMP路由还可以使包流量快速切换到另一条路径。

虚拟路由器冗余协议（VRRP）*

风河网络堆栈中采用了虚拟路由器冗余协议（VRRP），可以无需在每个终端主机上配置动态路由或路由发现协议就实现可用性更高的缺省路径。用户在配置VRRP时可以定义多个路由器作为缺省网关并分担流量，从而实现冗余性能和负荷分担。目前仅针对IPv4对VRRP支持做出了定义。

GRE和IPIP管道*

- 通用路由封装（GRE）将IPv4或IPv6包通过IPv4管道传送
- 通用管道接口（GIF）将IPv4和/或IPv6包送入两个IPv4主机或IPv6主机间的点对点管道中

健壮报头压缩（ROHC）

ROHC将通过无线终端和基站间无线连接的包报头进行压缩，从而减少了包报头的开销。移动终端先将包报头压缩后再通过无线连接传输，基站接收后再进行解压。反向传输中采用与此类似的流程。风河网络堆栈目前支持非压缩配置文件（配置文件 0x0000）和IP压缩配置文件（配置文件 0x0004）。WiMAX和其他4G及长期演化（LTE）网络均要求ROHC。ROHC与MIP4和MIP6集成。

DHCP

DHCP在很多方面得到了增强，包括：

- DHCP客户端可以就租用过期以及获取IP地址会话的成功与否进行通知。
- 当DHCP的自动配置被禁用时，DHCP客户端将发送一条DHCPRELEASE消息。
- DHCP客户端可以确定其回叫例程中的应答接口。如果系统正同时在两个或多个接口上运行DHCP会话，并从其中一个接口收到了应答，那么回叫例程现在可以确定应答是从哪个接口收到的。
- DHCP客户端指定了发送到DHCP服务器的发现消息中的选项。选项包括12（主机名称）、60（类别ID）、以及124（厂商等级ID）。
- DHCP客户端无需实际配置获取地址的接口就可以运行会话。这一功能允许用户在不删除静态IP地址的情况下从DHCP服务器获取动态地址。
- DHCP客户端可以作为普通BOOTP客户端，此时系统不会向启动序列添加DHCP消息类型，也不管理租用。

*这些组件仅包含在特定行业的平台中。

第 2 层隧道协议(L2TP)

风河采用了第 2 层隧道协议(L2TP)，这使得终端设备可以通过公共网络连接，同时保留私有网络的优势。本版本仅支持 L2TPv3。

信息包缓冲池配置系统变量

风河网络堆栈支持一个用于信息包缓冲池配置的系统变量。用户可以指定供网络堆栈创建信息包缓冲池使用的最大内存，而不必根据预期信息包的数量多少来手工配置信息包缓冲池。这样信息包缓冲池的布置可以动态变化，以适合当前工作负荷。

ifLib 和路由器 API

风河网络堆栈包含了对 ifLib 和 if6Lib 接口配置库的支持。这些库允许使用 6.5 版本之前的网络堆栈中可用的接口配置和路由例程。

IPv6 范围的地址架构

用户可以为一个节点设置 IPv6 地址范围和区域。用户可以为范围分配缺省的区域，例如节点、连接、子网、管理员、站点或组织，也可以将特定接口分配给区域。

无理由 ARP

风河网络堆栈支持无理由 ARP。如果 ARP 被启用，那么系统会向每一个添加到网络接口的新地址发送一个 ARP 请求。发送的 ARP 请求用于确认连接上没有其他节点使用此地址。

密码生成地址

用户可以生成并验证密码生成地址 (CGA) 以及生成 CGA 参数。CGA 是 IPv6 地址，其接口标识符的生成是通过对公开密钥和辅助参数进行密码单向散列函数计算得来。系统可以重新计算散列值并与接口标识符进行比较，从而验证公开密钥和地址间的绑定。

**这些组件仅包含在特定行业的平台中。*

安全邻居发现

风河网络堆栈支持安全邻居发现 (SEND) 协议。此协议用于在 IPv6 网络中应对缺乏物理保护的连接环境（例如无线连接）下对邻居发现协议 (NDP) 造成的威胁。

Netlink

风河网络堆栈支持 netlink 和 RTNETLINK。Netlink 是一个允许内核和用户空间进程之间进行通讯的网络服务。通过 Netlink 双向通讯连接，无论是用户空间进程还是内核模块都可以发起通讯。

RTNETLINK 是 netlink 的一个协议扩展，针对连接、地址、规则、路由和邻居进行管理和信息检索。

MIB-II 支持

风河网络堆栈可以使用 M2 库 m2Lib 支持 MIB-II (RFC 1213)。使用该库开发的应用程序可以允许 SNMP 代理程序访问 MIB 信息，绕过 SNMP 代理程序从设备直接访问 MIB 信息、以及访问硬件统计计数器。

路由引擎

风河网络堆栈包含一个使用高度优化 Radix 树的高性能路由引擎，可以允许静态和动态路由。通过标准的 BSD 路由套接字接口可以使用标准的路由后台程序，也可以使专门的路由设备与 TCP/IP 堆栈共同工作。

虚拟路由

风河网络堆栈通过虚拟路由器中使用的多个独立路由表支持完全的虚拟化。这意味着一个网络堆栈可以作为多个路由器，从而可以大量缩减路由器硬件的使用。虚拟路由支持包括多个 BSD 套接字扩展来管理附加路由表。

IPv4 和 IPv6 自动配置

风河网络堆栈支持 IPv4 和 IPv6 的自动配置。

风河移动 IPv4/IPv6*

移动 IP 提供了高效、可伸缩的机制，使用户能够在无线网络间无缝地漫游。通过移动 IP，当用户跨过网络边界时，网络电话、流媒体、虚拟专用网等应用程序可以在服务不中断的情况下得到支持。

风河移动 IP 产品符合针对 WiMAX 网络移动性的 WiMAX 论坛标准，也符合针对包括 LTE 在内的下一代蜂窝网络的 3GPP2/3GPP 标准。此外，这些产品采用了快速移交 (“中断前建立”) 方法，用以支持 VoIP 和其他实时应用。

风河网络堆栈提供以下支持：

- 移动 IPv4 移动节点
- 移动 IPv4 国内代理
- 移动 IPv4 国外代理
- 移动 IPv4 移动节点
- RADIUS 密钥交换和账目管理
- 移动地址扩展
- MOBIKE (IKEv2)
- NEMO, 将移动 IPv6 节点进行扩展，使其能够注册网络前缀并提供转发功能，并使用上述前缀进行网络实体的漫游。
- 扩展的移动 IPv6 节点，可以将移动节点标识符附加到注册请求上。
- 支持网络访问标识符，可以为移动节点接触的其他移动资源提供连接节点的用户标识符
- 代理移动 IPv6
- 移动 IPv4 国内代理
- 移动 IPv6 移动节点升级
- 移动访问网关代理

风河 PPP (PPP, PPPoE)

风河 PPP 是一个源代码级产品，它用 C 语言编写，具有面向对象的结构。使用风河 PPP，便可为不同的远程访问应用程序执行动态配置的 PPP 堆栈。这些应用程序具有各种网络接口类型、网络堆栈类型、链接速度、控制协议以及组帧技术等。

风河 PPP 的功能包括：

- 完全的 RFC 2516 实现（服务器模式）
- 防止拒绝服务 (DoS) 攻击的 MD5 完整性保护功能
- 高可移植性的函数 API
- Van Jacobsen 报头压缩
- 多重链接性能
- 支持 PPP (RFC 5072) 上的 IPv6

风河 USB

风河 USB 使开发人员能够迅速地将标准 USB 连通性整合到基于 VxWorks 的嵌入式设备及其外围设备中。

风河 USB2.5 支持 2.0 版的 USB 规范，它提供了对通用主机控制器接口 (UHCI) 的支持，通用主机控制器接口是一种开放式的主机控制器接口 (OHCI) 和增强的主机控制器接口 (EHCI)。

从 VxWorks 6.6 版开始，风河 USB 就已经在 VxBus 设备驱动程序框架下被集成。从 VxWorks 的这一版本开始，USB 主机控制器驱动程序与 VxBus 完全集成。

USB 类的驱动器在 VxWorks 6.8 中加以改进，可以自然地与 USB 2.0 主机堆栈一起工作。系统还提供了处理非标准 USB 设备的框架，可以更好地处理兼容性问题。

VxWorks 6.8 多进程技术

标准平台中包含了多进程技术（包括 SMP 和 AMP），提供给所有的 VxWorks 6.8 用户。这并不是一个新的操作系统，

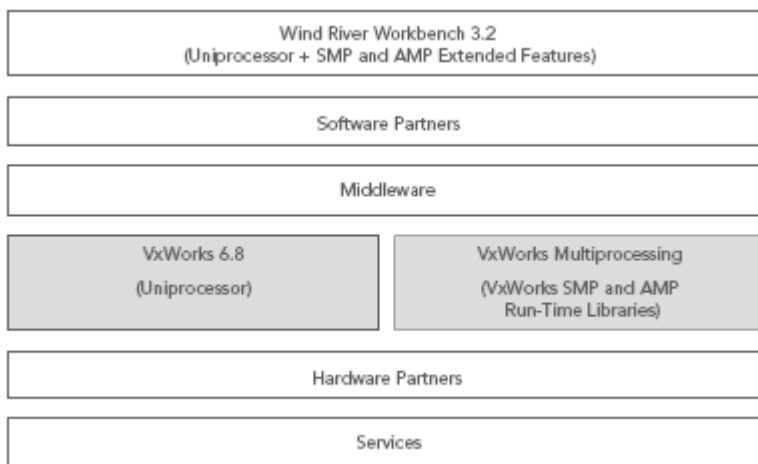


图 5：在 VxWorks 平台上安装 VxWorks 多处理

而是 VxWorks 实时操作系统的演进，可以提供 SMP 和 AMP 能力。VxWorks SMP 利用多核处理器来实现应用程序的真正并发执行，使应用程序能够通过并行操作提高性能。VxWorks AMP 技术使用户能够建立运行多个操作系统的系统，处理不同的任务并在其中进行通讯。用户可以在 VxWorks 单处理器 (UP) 和 SMP 上进行开发，并根据项目需要使用 AMP 技术。

VxWorks 6.8 SMP

多处理系统在一个单独的系统中包含了两个或多个处理器。SMP 是一种操作系统技术，其中操作系统的实例控制系统中的所有处理器，而内存则由系统中的所有处理器共享。SMP 和 AMP 的不同之处在于 AMP 系统在每一个处理器上都具有一个操作系统的单独实例（每个实例可以是也可以不是同样类型的操作系统）。

VxWorks SMP 配置在一个单独的系统中允许操作系统的实例使用多个处理器，同时它也保留了 VxWorks 单处理器配置中的性能、小尺寸、高可靠性和确定性等关键实时操作系统特性。

启用 SMP 的 VxWorks 平台使用户可以：

- 提供更高性能的多核技术产品，同时降低风险和开发投资。

- 使用商业可用、受支持的运行时平台和多进程开发者工具，可以加速产品的上市时间。
- 通过对已有开发工具的 SMP 扩展，可以使用与单处理器开发相同的开发环境和流程，从而增加生产能力。
- 通过风河在多处理领域的专家知识和广泛的技术支持，可以实现灵活的设计方法。

VxWorks SMP 专门针对对称目标硬件而设计，也就是说每个 CPU 都对所有的内存和所有的设备有相等的访问。因此只要处理器提供具有硬件管理缓存一致性的统一内存访问，那么 VxWorks SMP 就可以通过多个单核处理器或多核处理器运行在目标上。

多任务和并发性

SMP 改变了传统上系统中任意给定时间点处于单一状态的 UP 模式（例如任务级 vs 中断级）。VxWorks SMP 还是一个基于优先级的抢占式内核，它允许真正的多任务并发执行，或者处理多个 CPU 上的中断。

调度

和 VxWorks UP 中一样，VxWorks SMP 也提供了基于优先级的抢占式调度程序。不过，VxWorks SMP 是对系统中 N 个最高优先级的任务进行调度，其中 N 是 CPU 的数量。与之对比，VxWorks UP 仅仅对系统中一个最高优先级的任务进行调度。

术语

在计算机文献中，*CPU* 和 *处理器* 这两个术语经常可以交换使用。不过对于支持 SMP 的硬件来说，对这两个术语进行区分是有必要的。在本文档中，尤其是在与 VxWorks SMP 有关的上下文中，术语使用如下：

- **CPU**：能够执行程序指令并处理数据的单独处理实体（也被称为 *内核*，例如在 *多内核* 中）。
- **处理器**：包含一个 CPU 的硅单元。
- **多处理器**：带有两个或多个处理器的单一硬件系统。
- **单处理器 (UP)**：包含单一 CPU 的硅单元。
- **多核处理器**：包含两个或多个 CPU 的硅单元。

例如，一个双核处理器具有两个 CPU。一个四核处理器具有四个 CPU。

单处理器代码不一定能在 SMP 系统中正常执行，即使代码经过修改后能够在 SMP 系统中正常执行，仍然需要针对 SMP 的使用进行优化。以下术语用于阐明与 SMP 有关的代码状态：

- **SMP-ready**：正确运行于 SMP 操作系统，但是可能没有使用一个以上的 CPU（既没有充分利用并发运行的优势来改善性能）。
- **SMP-optimized**：正确运行于 SMP 操作系统，使用一个以上的 CPU，并充分利用了多任务和并发执行的优势来获得比单处理器方式更佳的性能。

在 VxWorks UP 和 VxWorks SMP 中，任务都被调度，而 RTP 则没有。

互斥

SMP 系统允许任务和 ISR 的真正并发执行，因此用于保护关键区域的禁用（屏蔽）中断和暂停任务抢占的 UP 机制对于 SMP 操作系统并不适用，同时在 VxWorks SMP 中也不存在。在所有的 CPU 间强制中断屏蔽或暂停任务抢占会使真正并发执行的优势丧失殆尽，并严重降低性能。

为此，VxWorks SMP 提供了专门的机制，用于任务和中断间的互斥。VxWorks SMP 提供了自旋锁、原子内存操作、以及 CPU 特定的互斥工具来替代 UP 任务和中断锁定例程（例如 `taskLock()` 和 `intLock()`）。

CPU 亲和性

在默认情况下，所有任务都可以在系统中的任意 CPU 上运行（这种方式通常可以提供最佳的负载平衡）。有时候可能需要将特定的任务或中断分配给特定的 CPU，这么做通常是为了调整性能或者保证系统中的关键任务有足够可用的 CPU 资源来完成其处理要求。VxWorks SMP 提供了这种功能，被称为是 CPU 亲和性。例如，将任务 A 的亲和性设置为 CPU 2 后，任务 A 以后就只能在 CPU 2 上运行。其他任务可能也会分享 CPU 2，但是任务 A 将无法在其他 CPU 上运行。

在缺省的 SMP 操作中，任何任务都可以在任何 CPU 上运行，这样通常可以提供最佳的总体负荷平衡。但是有时将一套特定的任务分配给某个特定的 CPU 可能更为有利。例如，如果一个 CPU 专门用于信号处理而不用作其他工作的话，那么其缓存中将充满用于该活动所需的代

码和数据，这样就可以节省移动到另一个 CPU 的费用。这些费用即使在一个硅片内部移动时也会发生，因为一级缓存是限定到单个的 CPU 的，因此当任务移动到不同的 CPU 时一级缓存必须重新被新的文本和数据填充。

另一个例子是通过对某个应用程序的定型，显示出它的某些任务不断对同一个自旋锁争用，而很大一部分执行时间被浪费在了等待自旋锁的可用上。如果对任务进行 CPU 亲和性设置，使所有涉及到自旋锁争用的任务都在同一个 CPU 上运行，整体性能就可以得到改进。这样可以释放其他 CPU 的时间来执行其他任务。

RTP 任务和 CPU 亲和性

在缺省情况下，RTP 任务将继承创建 RTP 的任务的 CPU 亲和性设置。如果父任务没有特定的 CPU 亲和性（即该任务可以在任何可用的 CPU 上执行，并且可以在生命周期内从一个 CPU 迁移到另一个 CPU 上），那么 RTP 的任务也不会有特定的 CPU 亲和性。如果父任务具有某个给定 CPU 的亲和性，那么在缺省情况下 RTP 任务会继承此亲和性，并和父任务一样只能在同样的 CPU 上执行。

CPU 保留

CPU 保留是亲和性的一种增强形式，其中某个任务和 CPU 是专门指派给对方的。我们还是使用上面的例子，如果任务 A 保留了 CPU 2，那么不仅任务 A 将只能运行在 CPU 2 上，而且 CPU 2 也将无法分配给系统中的其他任务任务，即使这些任务已经处于就绪状态。在任务 A 的运行过程中，无论其他任务的优先级如何，都不会与任务 A 进行抢占。发送给 CPU 2 的中断将仍被处理。CPU 保留通常用于精细调节，以及调高系统中关键性、计算密集型、且对系统的性能和吞吐量有重大影响的性能的任务的性能。可以通过 API 调用来保留 CPU 或解除 CPU 的保留。

VxWorks SMP 硬件

VxWorks SMP 要求硬件必须由对称的多处理器组成，可以是多核处理器，也可以是由多个单独 CPU 组成的硬件系统。处理器必须完全一样；所有的内存都必须在 CPU 间共享（不得有针对某个 CPU 的本地内存）；而且所有的 CPU 必须能够平等地访问所有的设备 - 也就是说，VxWorks SMP 的目标必须符合 UMA 架构。

无论 SMP 系统中的 CPU 数量如何（通常为两个、四个或八个），都具有以下重要特性：

- 每个 CPU 都访问完全相同的物理内存子系统；没有针对某个 CPU 的本地内存。这意味着内存与 CPU 的执行代码无关。
- 每个 CPU 都有自己的内存管理单元，允许在不同的虚拟内存上下文中并发执行任务。例如，当 CPU 1 在 RTP 2 中执行一个任务时，CPU 0 可以在 RTP 1 中执行任务。
- 每个 CPU 都可以访问所有的设备。来自这些设备的中断可以通过一个可编程中断控制器转发到任何一个 CPU 上。这意味着在处理中断时由哪个 CPU 执行 ISR 是无关系的。
- 任务和 ISR 可以在 CPU 同步，并通过自旋锁进行强制互斥。
- 总线动态监视逻辑保证了 CPU 间的数据缓存总是一致的。这意味着操作系统通常不需要执行特殊的数据缓存操作来维持缓存的一致性。不过，这也意味着只有允许总线动态监视的内存访问属性才能在系统中使用。

VxWorks SMP 和 AMP 的比较

通过与 VxWorks 在 AMP 中的使用方式进行对比，可以突出 VxWorks SMP 的功能。在这两种情形中我们使用同样的目标硬件进行比较。

在 SMP 配置中（图 6），整个物理内存空间在 CPU 间进行共享。该内存空间用于存储单独的 VxWorks SMP 映像（文

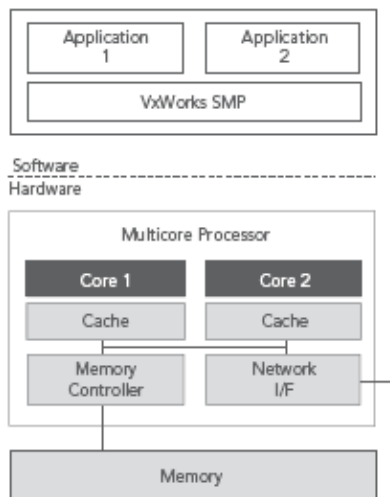


Figure 6

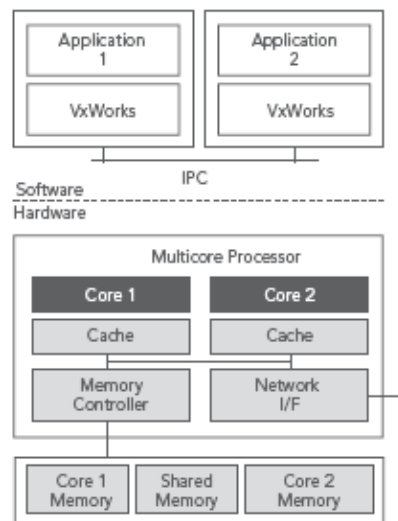


Figure 7

图 6 和 7：SMP 和 AMP 系统中 CPU 和内存使用关系的比较

本、数据、bss、堆），而且还用于存储在系统生命周期创建的任何 RTP。

由于每个 CPU 都可以从任何内存位置进行读取、写入和执行，因此任意内核任务或用户 (RTP) 任务都可以被任何 CPU 执行。

在 AMP 配置中，每个 CPU 在内存中都有 VxWorks 映像的一份副本。每个操作系统映像都只能由其所属的 CPU 进行访问。因此 CPU 1 无法执行驻留在 VxWorks CPU 0 所属内存中的内核任务，反过来也是一样。同样的情景也适用于 RTP。只能由发起 RTP 的 VxWorks 实例对该 RTP 进行访问和执行。

在 AMP 系统中（图 7），一些内存是共享的，但是通常这种共享仅限于数据的读取和写入，例如在 VxWorks 的两个实例间传递消息。硬件资源主要在操作系统的实例间分配，这样只有在访问共享内存时才需要 CPU 间的协调。

SMP 和互斥

使用互斥工具是 UP 和 SMP 编程中的重大不同之一。VxWorks UP 和 VxWorks SMP 中的有些工具是相同的，而有些工具则根据需要有所不同。此外，在 SMP 系统中无法实现对固有同步技术的依赖（例如依赖于任务优先级而不是直接锁定）

与 UP 系统不同，SMP 系统允许真正的并发执行，其中多个任务的执行和多个中断的发送和接收都可以同时进行。在大多数情况下，UP 和 SMP 系统中可以使用信号量和消息队列等相同的机制来实现互斥和任务的协调。

SMP 编程中最基本的不同之处在于在不同 CPU 上任务间的互斥和中断的执行和接收（分别）可用的机制。VxWorks SMP 提供了以下工具来替代 UP 任务和中断锁定例程（例如 taskLock（）和 intLock（））：

- 用于任务和 ISR 的自旋锁
- 针对任务和 ISR 的 CPU 特定互斥
- 原子内存操作
- 内存屏障

与用来保护关键区域和全球不同需求的 UP 机制相同，自旋锁和 CPU 特定互斥工具只有确保在很短时间内有效的情况下才能被使用。这些工具的适当使用对于应用程序能在 SMP 下运行非常重要。

注意自旋锁和信号量都提供了完全的内存屏障（除了内存屏障宏本身外）。

RTP 应用程序

和 VxWorks UP 系统中一样，RTP（用户模式）应用程序具有比内核代码或内核应用程序更多的互斥及同步机制限制集。在 VxWorks SMP 中，RTP 可以使用信号量和原子操作，但是不能使用自旋锁、内存屏障、或者 CPU 特定的互斥机制。

用于互斥和同步的自旋锁

自旋锁提供了在 SMP 系统中进行短期互斥和同步的工具。自旋锁必须被明确地获取和释放。虽然信号量也可以用于互斥和同步，但是自旋锁则专门根据 VxWorks UP 中 taskLock（）和 intLock（）相似的场景而设计。信号量应当按照与 UP 系统中同样的目的在 SMP 系统中使用。（注意自旋锁和信号量都提供了完全的内存屏障）。

自旋锁的类型

- **可供 ISR 调用的自旋锁：**用于处理 ISR 之间或者某个任务和其他任务及 ISR 间的争用。这种自旋锁禁止（屏蔽）本地 CPU 上的中断。当被其他任务调用时，它们也会暂停本地 CPU 上的任务抢占。
- **任务专用的自旋锁：**用于处理任务间（而非 ISR）的争用。它们暂停本地 CPU 上的任务抢占。本地 CPU 是指执行自旋锁调用的那个 CPU。

VxWorks 自旋锁的一个特性是采用了能够保证公平的算法，这样它们在请求和获取之间的时间是确定的，而且尽可能按照先入先出（FIFO）的顺序操作。

注：RTP（用户模式）应用程序无法使用自旋锁。

内存屏障

内存屏障是使 CPU 强制对内存操作进行排序的一类指令。CPU 和编译器经常会重新排序指令，这会造成执行顺序被打乱的情况，而这会在 SMP 系统中造成并发程序和设备驱动程序不可预测的行为。如果代码取决于另一个 CPU 向内存写入的顺序，那么就应当使用内存屏障。注意信号量和自旋锁本身都提供了完全的内存屏障。

原子内存操作

原子操作利用了 CPU 对自动访问内存的支持，它们包括一套（架构特定的）操作，其中单一操作无法被所讨论内存位置中的其他任何操作中断。因此原子操作作为一套简单操作集提供了互斥（例如增、减变量）。对于更新单个数据元素等情况，原子操作可以作为自旋锁的简单替代。例如，用户可以使用原子操作将一个单独连接列表中的 next 指针从 NULL 更新为 non-NULL（没有中断锁定），这样可以允许用户创建无锁的算法。由于原子操作是在调用程序提供的内存位置上执行的，因此用户必须确保该位置具有内存访问属性以及允许原子操作访问的定位，否则将会出现访问异常。如果有任何限制，也都是 CPU 架构特定的。

中断的 CPU 亲和性

SMP 硬件要求可编程的中断控制器。

VxWorks SMP 利用此硬件可以将中断分配给特定的 CPU。在缺省情况下，中断将被发送到引导 CPU（CPU 0）。

中断的 CPU 亲和性对于负荷平衡是很有用的（例如，当一个 CPU 需要处理的全部中断通信量太多时）。亲和性还可以用来帮助将代码从 VxWorks UP 进行移植。在启动时，系统从 BSP 读取中断配置信息，在运行时间将中断分配到特定的 CPU。中断控制器将会收到一个指令，命令将给定的中断发送到特定的 CPU。

用于 SMP 代码调试的开发工具

除非软件应用程序充分利用了多处理技术，否则多处理平台也无法发挥威力。风河 Workbench 开发环境基于 Eclipse 框架，并集成了多种功能。Workbench 开发环境和相关的工具提供了广泛的功能，足以应对多处理设备软件开发中的挑战。

VxWorks 6.8 AMP 技术

VxWorks 6.8 引进了全新的技术，用于在多核硬件上协助 AMP 技术的开发。风河 AMP 技术的终极目标是便于创建包括一种类型以上操作系统的多操作系统。这些技术针对跨操作系统的移植性而设计，在风河 Linux 等其他操作系统使用时仅需很少的移植工作。在 VxWorks 6.8 版中，AMP 技术支持创建包括两个或更多 VxWorks 6.8 实例的 AMP 系统。

术语：节点和 CPU

在本文档中，节点这一术语适用于在一个或多个内核上的操作系统实例，并不一定与 CPU 本身关联。节点是一个独立的单处理器计算机，而只有较大系统的部分才包含一个以上的节点。

最简单的例子就是一个操作系统运行在一个内核上的情况，该内核及其操作系统就被称为 AMP 系统中的一个节点。如果 VxWorks SMP 是运行在四个 CPU 上的（CPU 0 到 CPU 3），那么这四个 CPU 就组成了一个单一的节点。在这种情况下，如果 CPU 4 被用于 AMP，那么就可以将其看作是节点 2。如果多核环境中所有的 CPU 都有单一的 VxWorks 映像而没有 SMP，那么节点和 CPU 就是等同的。

使用 MIPC 实现节点间的通讯

MIPC 是一个高速消息传输协议，用于多核 AMP 系统中的节点间通讯。MIPC 利用共享内存作为运行在不同内核上操作系统间的快速、高效的通讯媒介。在共享内存总线上，节点间传输的消息不需要被复制（即零拷贝）。网络的拓扑结构在配置时被静态定义。在编程方面采用了熟悉的套接字接口，使基于 TCP/IP 或 TIPC 的软件能够方便地移植并以硬件速度运行。VxWorks 和风河 Linux 均支持 MIPC。

VxWorks 6.8 引进了 MIPC 2.0，其中带有大量的 API 扩展、改善了伸缩性和性能、而且健壮性也比 VxWorks 6.7 中引进的 MIPC 1.0 提高了很多。发生故障的节点现在可以可靠地与 MIPC 网络再次结合。新的 API 提供了在重大 MIPC 协议事件上安装回叫功能的便利，例如连接请求和接收到新的消息等情况。消息的吞吐量可以接近 MIPC 1.0 连接的两倍。

共享内存和硬件划分

节点间共享的内存是最常见的媒介，AMP 系统中的节点通过这一媒介可以共

享数据并传输消息。在多核系统中，必须对全体物理内存进行划分，每个节点及其操作系统都有专门的内存区域，而共享内存区域则用于节点间的通讯。系统中可用的设备也必须在控制它们的不同节点间清楚地划分。每个系统的系统级硬件配置都有所不同，并且应当小心配置以避免冲突。

引导 AMP 系统：wrlload 实用程序

AMP 系统需要按照受控的顺序引导节点。控制的方法是采用 wrlload 实用程序。Wrlload 可以按照可配置的顺序加载具有完全链接 ELF 文件格式的引导映像。带有 VxWorks 的主 CPU 首先进行引导，然后使用 wrlload 实用程序来加载并引导其他二级 CPU 上的 VxWorks。引导映像的路径和其他引导选项（例如 VxWorks 引导线）一起被发送给引导映像。可以通过脚本等编程方式调用 wrlload，也可以通过 VxWorks 内核外壳调用 wrlload。对 wrlload 的多重调用可以定义 AMP 系统中节点的引导顺序。

共享设备，虚拟控制台

在使用多核 CPU 的 AMP 系统中，通常物理外围设备的数量要比系统中节点的数量少。比如系统中通常只有一两个控制台串行端口。因此有必要将一个物理控制台端口设置为在多个节点间共享。在资源受限的系统中，这样可以使有限的物理资源被 AMP 系统中的多个节点共享。

MIPC 串行设备

无法访问物理串行端口的节点可以通过使用 MIPC 的虚拟串行端口驱动程序来与能够访问物理串行端口的节点进行通讯，这个被称为 MIPC 串行设备(MSD)。来自节点的输出和一个 MSD 一起被发送到物理周边设备控制台，并且可以加上一个可配置的标签来确定源节点。如果终端支持的话，还可以为消息分配不同的颜色以便识别。

VxWorks 的 tip 实用程序在多核目标系

统上提供了主机和节点间的双向通信。

VxWorks 的 tip 实用程序与 UNIX 的 tip 实用程序和 Linux screen 实用程序类似。通过 VxWorks tip，可以将指令发送到多核系统中的单独节点。MSD 和 tip 也可以用来与运行在 AMP 系统中一个或多个 VxWorks 节点的命令解释程序交互。

MIPC 网络设备

VxWorks 6.8 中引进了 MIPC 网络设备（MND），可以允许 AMP 系统中的节点进行内部通讯，并且通过基于 MIPC 的网络设备抽象与外部通讯。MND 使用 MIPC 总线作为虚拟以太网段，而节点则动态地连接和分离。不同的 MIPC 总线可以作为不同的虚拟多点以太网段来提供流量分离。对于 VxWorks 程序员来说，MND 接口就像一个标准的终端设备一样是可见的，它可以支持 TCP/IP、TIPC、或者其他要求以太网语法的协议堆栈。带有物理以太网设备的节点可以作为通向其他网络的网关。其他的基于 IP 协议的网络服务，例如 Telnet、NFS 等也可以在 MND 接口上无缝地工作。

AMP 自旋锁

VxWorks 6.8 引入自旋锁，可以在 AMP 系统中的 VxWorks 6.8 节点间使用。如同其名字所暗示的那样，这些自旋锁允许两个或多个 AMP 节点同步对两个操作系统均可访问的共享内存区域的互斥访问。

AMP 调试

AMP 系统中的调试是由每个节点上的本地调试代理程序和其中一个节点（通常为多核处理器中的 Core 0）的“代理服务器”代理程序一起将调试指令和信息发送到运行于主机上的调试程序。这样调试程序可以连接到并使用主机目标网络连接来对任何单独的节点或整个系统进行调试。风河 ICE 2 也可以用来调试运行于 AMP 系统中的受支持处理器。单步执行、继续、转到下一步等调试操作本身与单操作系统环境中的相同。

使用 VxMP 的遗留 AMP 系统

VxWorks 6.8 继续支持 VxMP 作为构建 AMP 系统的工具。VxMP 和新的 AMP 技术可以在同一个系统中共存。不过，新的技术对于多核系统更为有效，而且也更为强健。相比之下，VxMP 被设计为在 VMP 总线等共享内存底板上工作，比多核系统中的共享内存效率要低。某个单独的节点故障并不需要整个系统重启，而这是 VxMP 中的情况。因此建议用户在方便的时候尽快采用更新的 AMP 技术。

AMP 系统的编程

AMP 系统的编程基本上和一套单一操作系统的编程没什么区别。每个节点本身都是一个单一操作系统编程环境。除了特别说明外，单一操作系统或 VxWorks SMP 配置中的所有软件工具、功能和限制也都适用于 AMP 系统中的节点。

用户应当注意，在 AMP 系统中还是有不同操作的真正并发执行，虽然并发执行是发生在其他操作系统中的。因此，AMP 程序不应假定其他节点上操作的任何特定执行顺序或时间特性。访问数据项目应当采用无锁算法或接收消息时阻塞来作为同步机制。

风河 Hypervisor 支持

VxWorks 6.8 可以在风河 Hypervisor 1.0 和 1.1 上作为客户操作系统。风河 Hypervisor 可以运行多个“客户”操作系统，从而允许虚拟化的解决方案。VxWorks 和风河 Linux 可以在风河 Hypervisor 上作为客户操作系统得到支持。

虚拟化的多操作系统可以被认为是另一种 AMP 系统，在风河 Hypervisor 的管理下运行客户操作系统。与本地运行的 AMP 系统相比，基于管理程序的 AMP 系统被称为是“受管理的”AMP 系统。

考虑到这些，前面描述的风河 AMP 技术也在基于管理程序的系统中得到支持，而且可以移植到 VxWorks 和风河 Linux。这样 AMP 程序就可以在基于管理程序的“受管理的”AMP 系统和本地运行的 AMP 系统中均可以透明地工作。

要了解有关风河 Hypervisor 的更多信息，请访问：

<http://www.windriver.com/products/hypervisor/>。

开发中的挑战和相应的解决方案

允许多处理的工具

多处理场景要求能够对多个处理器或处理器内核进行物理控制。允许此任务的工具包含在风河 Workbench 开发环境中，该环境包含在平台中，以及风河片上调试工具，这是可选的附加产品。Workbench 在整个开发周期内提供多核能力。（参见图 8）。

风河 Workbench 包含了一个目标管理器来协调多处理器系统。调试程序和开发工具必须能够连接到相关处理器才能起作用。在很多多处理器系统中，可能有些处理器和开发人员的电脑并不在同一个网络中。如果要调试的处理器与开发人员的台式机不在同一个网络中，但是又可以通过一个共享网络的中间处理器通讯，那么 Workbench 调试程序中包含的代理服务器就可以为它们建立连接，甚至还可以在需要时对协议进行转换。

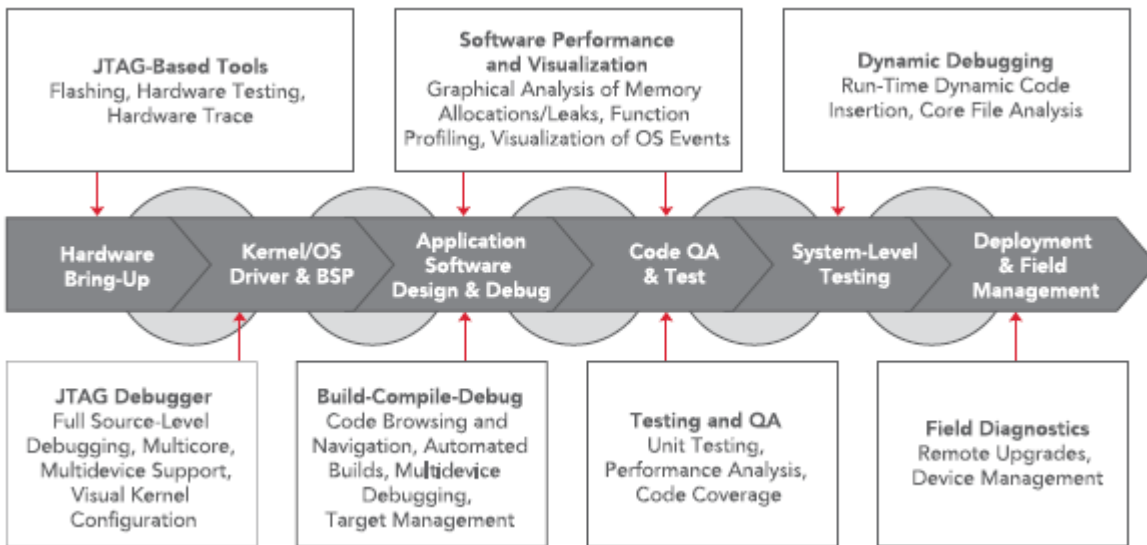


图 8：风河 Workbench 开发环境集成了多种功能

当采用芯片级调试时，一个单独的风河 ICE 可以用来控制多个处理器或处理器内核。而很多其他的芯片级调试解决方案要求每个单独的处理器或内核有分别的调试硬件单元，因此大大增加了成本和复杂性。当得到基本硬件的能力支持时，风河对多处理器芯片级调试的支持还包括跨多个处理器的同步运行控制。

确定过度使用和未充分使用的处理器

风河系统查看器中包含了新的多处理特定增强功能。例如，系统查看器可以显示一段时间内每个处理器内核的使用情况和挂起的任务。对于 SMP 系统，每个处理器内核的数据将会被集成到一个单独的时间相关显示中。此外，VxWorks 的指令还可以用来确定每个任务使用的 CPU 时间、在中断级和内核中花费的时间、以及 CPU 空闲的时间。

确定和诊断竞态状态

风河系统查看器支持用户定义事件的可视化。通过将适当的事件记录到文件中，然后使用脚本或程序对该文件中的数据进行处理，开发人员可以确定代表可能竞态状态的事件序列。

调试多个处理器间的进程交互

Workbench 调试器可以在多个上下文同时工作，为每一个线程分配自己的调试上下文，包括一个源代码/汇编视图、一个寄存器窗口、以及一个堆栈反向跟踪视图。也可以使用线程合格的断点来单独控制每个线程，从而进一步扩展开发人员调试多处理器交互的能力。

不使用断点对多个处理器进行调试

在 AMP 系统中，有可能无法使用断点对某些问题进行调试。停止一个或多个处理器的运行会引起系统故障，或强烈地改变系统的行为，从而掩盖要查找的问题。风河实验室诊断程序允许与正在运行的应用程序进行动态交互 - 添加诊断代码、收集数据、以及修改程序的执行。风河实验室诊断程序在提供这些功能时并不需要停止处理器或重新建立应用程序代码，因此对于 AMP 系统是一个比传统调试程序侵入性小得多的解决方案。

跟踪系统范围内的数据值

要了解多处理器系统的操作，通常需要了解因多个处理器的交互引起的系统状态变化，并且要能够跟踪一段时间内的数据值。风河数据监控器（原来被称为听诊器（StethoScope））可以方便地跟踪 SMP 系统中的关键数据值，或者 AMP 系统中多个处理器间共享数据的值。Workbench 目标代理程序和对具有硬件断点能力的处理器的芯片级调试支持提供了跟踪数据值的另一种方法，就是将断点设置为当在特定地址访问数据时被触发。

确定能够提高速度的最佳函数

要通过应用并行机制改善性能，首先要从程序中最消耗 CPU 周期的部分着手。用于 VxWorks 和 Linux 的风河开发环境提供了收集此信息的若干方法。VxWorks Spy () 能力，以及 Linux 环境中可用的顶级指令，提供了一种可选方法。风河 Performance Profiler（原来被称为 ProfileScope）和 System Viewer（系统查看器）能够方便地确定应用程序中的哪些函数消耗了最多的 CPU 周期。在 SMP 系统中，额外的穿线法有助于提高系统性能。在 AMP 系统中，可以将函数分解或重新分配给具有较轻负荷的处理器来提高性能。

发现共享资源争用

风河系统查看器具有丰富的数据采集功能，可以记录信息，然后可以对这些信息进行分析以发现一系列与资源争用相关的问题。

跟踪处理器间的通信和同步

在多处理器系统中，处理器之间的交互作用至少与单个处理器中的活动具有相等的重要性。自旋锁通常用于在多处理系统中实现同步。VxWorks SMP 中支持自旋锁，并且通过系统查看器的可视化功能可以跟踪自旋锁的活动。系统查看器的 TIPC 消息功能也可以提供处理器交互作用的详细信息。

显示中断到处理器的静态或动态路由安排

将包括中断在内的硬件资源分配给特定的处理器是多处理设计中的一项重要决策。查询 VxWorks 内核对象状态的功能使开发人员能够知道中断是如何分配到处理器的。这将应用到静态和动态分配中。

中间件技术

安全性

风河 IPsec 和 IKE

风河 IPsec 是根据 IETF 的规定 IPsec 的一个可扩展应用，为 IP 层上任何网络流量提供了验证、数据完整性、加密和中继保护功能。无论是对于 IPv4 还是 IPv6 操作，它都是风河网络堆栈的一个紧密集成的软件模块。风河 IPsec 可以和其他 IPsec 应用一起使用，并且符合 IETF 规定的 IPsec RFC。

风河 IPsec 6.8 包含以下功能：

- 支持 RFC 4301
- 支持在 Cavium Networks CN38xx 和 CNN58xx 处理器上使用带有 IPsec 的 IP 转发。

- 支持对 Cavium Networks CN38xx 和 CNN58xx 处理器的 IPsec ESP 加密卸载 (cryptographic offload)。
- 添加了新的命令和参数, 并且对现有的 keyadm 外部命令做了改变。
- 在任何安全关联 (SA) 组合中的管道和传输模式
- 对 AH 和 ESP 模式的支持
- IP 通道中的 IP
- 旁路/申请/丢弃 IP 包过滤, 带有输入和输出选择器
- 对 IPsec 监控 MIB 的支持
- 通过带有 openbsd 扩展的 PF_Key 管理 API v2 的密钥和 SA 管理
- 支持所有必须的验证转换和加密算法
- 通过通用密码接口 (CCI) 进行验证
- IPsec 的扩展序列号 (ESN) 补充
- 与可选安全性处理器的集成和验证, 显著改善了软件处理的性能
- 针对基本和 AES 互操作性的虚拟专用网络联盟 (VPNC) 认证 (针对风河 IPsec 6.7 版本的认证)。
- VPN-A 和 VPN-B 套件
- 流量机密性 (TFC)
- SMP 系统的 IPsec 甩负荷

风河 IKE 是根据 IETF 规定的 IKE 版本 1 和版本 2 的可伸缩应用, 为 IPsec 提供了安全密钥交换。

风河 IKE 6.8 包含以下功能:

- 支持 IKE v1 和 IKE v2
- 支持 IPsec SA 配置中的地址和端口范围 (仅 IKEv2)。
- 支持对任何地址的监听 (IPv4 为 0.0.0.0, IPv6 为 ::)。
- 根据 RFC 4806 的定义, 支持对 IKEv2 的联机认证状态协议 (OCSP)。
- IKEv1 和 IKEv2 的能力, 能够按照有关认证主管机构发布的认证撤销列表验证某个特定认证的有效性。
- 对于给定的 IPsec 流配置, IKE v1 支持在同一个提议中对 ESP 和 AH 谈判的接受, 与 Windows Vista 和 Windows Server 或其他相应系统的交互性需要这一点, 允许这种政策规格。

- ESP 包通过 UDP 的 NAT 遍历
- 与风河网络堆栈集成
- 基于 X.509 认证的验证以及事先共享的秘密 (密码)
- IPsec 连接的被动和主动建立
- 与其他 IPsec 端点的安全、互动性通讯
- 与风河 IPsec 的即插即用集成
- 灵活、强大、基于政策的配置
- 支持通道和传输 IPsec 连接
- IKE v2 互动性的 VPNC 认证
- 对 TEC 的支持
- 对支持高速 IPsec 应用的 ESN 反重放的支持

风河无线安全性

风河无线安全性是风河公司实现的一个安全协议套件, 包括针对 802.1X-2001 标准和 Wi-Fi 保护的设置 (WPS) 的申请人和认证者。无线安全鉴定者集成了风河 RADIUS 和 Diameter、风河学习网桥以及风河无线以太网驱动程序, 可提供典型鉴定者产品 (如无线接入点) 的所有核心功能。可在同一产品中使用申请者 and 鉴定者, 两者提供了巨大的灵活性和大量的应用程序支持。风河无线安全与风河 EAP 一起协作, 支持多种 EAP 类型。采用 802.1X MIB 的接口还包括了风河 SNMP。

在风河无线安全 2.x 版中, EAP 与申请者集成。在风河无线安全 6.8 版中, 申请者与 IPCOM EAP 库一起工作, 而 EAP 则作为一个单独的模块。

风河无线安全性 6.8 包含以下功能:

- 支持对注册者的 WPS、不带注册管理者的 AP、以及带有注册管理者的 AP 等模式。
- 可以包括 802.1X、Wi-Fi 保护的访问 (WPA 和 WPA2)、802.11i、临时密钥完整性协议 (TKIP)、AES、预先共享的密钥。
- EAP 类型和 EAP 类型组合以及使用新的独立 EAP 模块 (IPEAP), 允许其他风河模块使用 EAP

- 完全集成并测试了风河无线以太网驱动程序 (基站和接入点端), 易于移植到其他无线驱动程序解决方案中
- 支持鉴定者和申请者模式
- 支持各种加密和散列算法
- 支持 dot1xPaeConfigGroup 申请者 MIB
- 支持多端口访问实体 (PAE) 实例运行时配置的新命令

风河 EAP

可扩展验证协议 (EAP) 允许客户端和服务端协商确立验证方法, 并建立客户端 (也可以是服务端) 的验证。协议定义了包的结构, 其中包含了验证会话中客户端和服务端使用的命令和属性。验证方法中可以使用多种 EAP 类型和 EAP 类型组合。

EAP 是基于 IPCOM EAP (IPEAP) 的一个单独模块。EAP 原来是与风河无线安全申请者集成的。与风河无线安全 2.4 相关的风河 EAP 不再被支持。风河无线安全申请者使用 EAP 来协议验证方法。

EAP 现在支持 WPS EAP 方法 (EAP-WSC)。EAP-WSC 被用于注册管理员和注册者发现以及用于在 WPS 环境中的信任状建立。

风河 EAP 6.8 支持以下 EAP 类型:

- EAP-AKA
- EAP-GTC
- EAP-LEAP
- EAP-MD5
- EAP-MS-CHAPv2
- EAP-PEAPv0
- EAP-PEAPv1
- EAP-SIM
- EAP-TLS
- EAP-TTLS
- EAP-WSC

风河防火墙和风河 NAT

风河防火墙提供了一种功能强大的筛选引擎, 此引擎允许设备制造商优化其软件, 以提供保护用户重要数据的先进功能。此引擎非常适合各种产品, 包括 SOHO 路由器、宽带接入设备以及小到中等规模的企业设备。

风河防火墙 6.8 的功能包括：

- 通过对 IPv4 或 IPv6 包进行状态检查来实现 IP 过滤
- MAC（介质访问控制）过滤
- 在网络层（L3）和数据链路层（L2）进行记录
- 针对 URL 的 HTTP 内容过滤（可以针对特定 URL 或通过关键字过滤）、代理服务器流量、Java 小程序、ActivX 控件和 cookies
- 防火墙规则的非易失性（NV）存储
- 输入和输出过滤器
- 状态检查
- 速率限制
- 网络接口的过滤器
- 支持用于过滤 IPsec、NAT 和通道包的 `pkthflags` 关键字
- 规则分组
- 从 VxWorks 映像项目中排除风河防火墙的简化程序。

风河 NAT 是一种功能全面的业界标准工具——网络地址转换协议(NATP)，主要用于路由器、防火墙、DSL、线缆调制解调器以及家庭网关中。运行风河 NAT 的设备可通过仅使用一个单一的全球 IP 地址，就能够把整个部门或小型办公室连接到 Internet 上。地址映射有效地对外隐藏了专用网的规模和拓扑，从而提供了一个基本级别的安全保护。

NAT 的主要优势是将专用网络的地址从公共互联网隐藏，从而提供了一定的安全性。而某些 NAT 衍生版本提供的第二种优势是保留了稀缺的 IP 地址资源，从而减少网络管理成本。

风河 NAT 支持两种最常用的 NAT 模式。基本 NAT 所执行的是一对一的专有 IP 地址映射，以预先分配外部 IP 地址块。更常用的是使用 NATP 来映射端口数以及 IP 地址数。NATP 允许在一个单一公用地址上多路复用多个专有地址（至多 64,000 个地址/端口组合），它提供了节约地址和安全性的所有好处。

NAT 通过阻止所有的传入连接请求（不进行映射以识别地址转换）而提供了基本的安全性。

风河 NAT 支持以下功能：

- 基本 NAT
- 网络地址端口转换（NAPT）
- 双向 NAT
- 网络地址转换协议转换（NAT-PT）
- 非军事区（DMZ）主机
- 应用层网关（ALG）
- 端口触发
- 支持会话发起协议（SIP）应用层网关（ALG），允许简单的 SIP UDP 会话通过 NAT 设备

风河密码系统

风河密码系统是标准密码算法的实现，是可以用来开发安全应用程序的支持实用程序。它基于开源项目 OpenSSL 0.9.8k 的密码部分。它还被要求访问密码功能的其他组件所使用。

风河密码系统包含以下功能：

- 密码算法的软件实现。
- 是创建与硬件密码设备接口的 API，可以减轻高计算强度密码算法的负荷。
- 是针对 Freescale SFC 设备的硬件接口实现。
- 是密码卸载引擎的应用，包含在 Cavium OCTEON CN38xx 和 CN58xx 处理器中并得到支持。
- 支持 X.509 证书。

现在风河密码库和风河 SSL 支持 FIPS 140-2 模式。当在 FIPS 140-2 模式下编译时，很多算法，包括 MD5 散列算法都被编译在外，因为它们不是 FIPS 认可的。当在 FIPS 140-2 模式下编译风河密码库时，通过从属性检查可以防止用户将要求 MD5 的 VSB 组件包括在内。客户可以编译一个包含所有组件的非 FIPS 映像和一个包含密码库和 SSL 的

FIPS 映像。为了配置 FIPS 140-2 模式，需要启用 VSB 选项。

算法包括如下：

- AES
- Blowfish
- CAST
- DES
- RC2
- Arcfour
- RC5
- AES key wrap 加密算法
- SHA-1
- MD2
- MD4
- MD5
- RIPEMD-160
- HMAC
- AES CMAC
- Diffie-Hellman
- DSA
- RSA

风河安全库

风河安全库继续被放弃。新的开发应当使用提供了增强功能的风河密码库。

风河安全库包含在内，以便实现与以前版本 VxWorks 的向后兼容。这包括一个密码算法库、其他要求密码功能访问的组件所使用的通用密码接口（CCI）、以及密码提供者接口（CPI），为开发人员提供了添加密码库或基于硬件的密码功能的函数。

风河 SSL 和 SSH

风河 SSL 是一种客户端服务器技术，它可用于对任何采用套接字的更高层协议提供保护。对于电子商务而言，典型的应用程序应是安全的 HTTP 连接（HTTPS）。

安全性由下述特性提供：

- 隐私，使用数据加密
- 身份验证，使用数字证书
- 消息完整性，使用消息摘要

风河 SSL 6.8 的功能包括：

- 支持 FIPS 140-2（由于并不是所有的算法都是 FIPS 认可的，因此当在 FIPS 140-2 模式下运行 SSL 时密码套件有所删减；当运行在 FIPS 140-2 模式下时，客户只能使用采用了 AES、3DES 和 SHA1 的密码套件）。
- SSLv2、SSLv3、TLSv1 和 DTLSv1 支持
- HMAC-SHA-1 和 HMAC-MD5
- DES、3DES 和 AES
- RSA 公钥密码系统
- 执行 OpenSSL API，以便能够轻松地移植现有的应用程序
- 用于 TLS (RFC 3268) 的先进加密标准 (AES) 密码套件
- 数据报传输安全 (RFC 4347)
- 升级到 OpenSSL 的 0.9.8k 版

风河 SSH (Secure Shell) 是 Secure Shell 协议的应用，在不安全的网络上提供了安全的远程登录、文件传输和端口转发。这意味着嵌入式系统可以通过一条加密的连接进行应用层通讯，并提供了数据完整性和重放保护。这有效地消除了偷听、连接绑架、IP 欺骗以及其他网络层攻击的威胁。

此外，嵌入式 SSH 还提供了一些可以用于创建 VPN 的安全通道功能，并且支持多种验证方法。

风河 SSH 6.8 的功能包括：

- SSH 服务器模式
- SFTP 客户端支持
- SSH 1.5 和 2.0 版本
- 根据 RFC 4253 第 9 部分的定义，支持密码交换/重新生成
- 支持 arcfour128 加密算法
- 支持 diffie-hellman-group14-sha1 密钥交换算法
- SSH daemon 的更新，可以使用安全密钥存储
- 针对 SSH 2.0 版支持服务器主机密钥类型 ssh-rsa
- 端口转发
- 终端连接和 SFTP 连接

- 与 RADIUS Client 集成
- 在其 API 中使用 VxWorks 套接字来代替 IPCOM 套接字
- 目录结构改变
- 一些缺省值的改变

风河 RADIUS 和 Diameter

风河 RADIUS 客户端是一种功能全面的业界标准工具——远程身份验证拨入用户协议。风河 RADIUS Client 支持验证、审计和安全的完整功能，并且针对一些商用 RADIUS 服务器进行了验证，确保与大多数应用程序的兼容性。

风河 RADIUS Client 6.8 允许网络确定是否允许用户访问（身份验证）。身份验证还用于确定消息是否在传输过程中被修改或被伪造。身份验证确定了用户可以访问哪一种网络资源，审计功能则提供了一条使用记录。支持 RADIUS 隧道协议和漫游可收费用户身份 (CUI)。

Diameter 验证、授权和审计 (AAA) 协议提供了对互联网上同级 AAA 事务的支持。Diameter 基本协议提供了对 AAA 协议、移动互联网协议第 4 版 (MIPv4) 和远程网络访问应用程序的最低要求。Diameter 运行在一个或多个网络访问点上，向共享 Diameter 服务器发送验证请求。

与以前的 AAA 协议相比，Diameter 协议具有多种优势，在可靠性、安全性、伸缩性和灵活性方面有了改进。风河 Diameter Client 6.8 支持 Diameter Proxy Agent。

Diameter 基础协议提供以下功能：

- 支持 Diameter EAP
- Diameter 基础协议的更新，在 Diameter 基础协议 draft-ietf-dime-rfc3588bis-17.txt 中定义。
- 两个针对开放访问 shell 命令的新命令修改器：tcid (测试命令标识符) 和 rar (重新验证请求)

- 连接和会话管理
- 用户验证和容量协商
- 属性值对 (AVP) 的可靠发送
- 对代理、重定向和中继服务器的代理支持
- 通过添加新的命令和 AVP 实现可扩展性
- 基本审计服务
- 动态同位体发现

管理

风河提供了一个可裁剪、统一和小指印的管理框架，此管理框架使得基于 Web 的创建、基于 CLI 或定制的管理界面能够管理网络元素。如图 9 所示，它包含了一个管理背板，此管理背板能够作为管理界面（客户）和可管理元素（发生器）之间数据处理的管道。可裁剪的框架能够拥有任何类型的客户和任何类型的发生器。

风河管理背板连接有一个 CLI 代理（风河 CLI）、一个嵌入式 Web 服务器（风河 Web 服务器）以及一个 SNMP 工具（简单网络管理协议）。此外，此框架还包含有一个功能全面的、基于 Windows 的开发工具 (GUI) ——风河管理集成工具 (WMIT)。此工具通过将所有的框架组件集合在一起，使管理界面的开发工作变得轻松简单。

作为风河管理集成工具 (WMIT) 的补充，管理配置编辑器 (MCE) 是一个简化的 Eclipse 插件，可以用于基于 CLI 和 Web 的管理界面开发。MCE 与风河 Workbench 集成，可以运行在任意 Workbench 支持的主机上。开发人员可以选择使用 WMIT、MCE、或者是这两者的组合来开发所需的管理界面。

风河 SNMP

SNMP 可以方便网络设备的管理和配置。原始设备制造商 (OEM) 和系统集成商要求采用一个快速、小型的 SNMP 代理程序来实现与 SNMP 标准的兼容，而风河 SNMP 则专门针对这一要求而设计，是一个高度可移植、节省内存、符

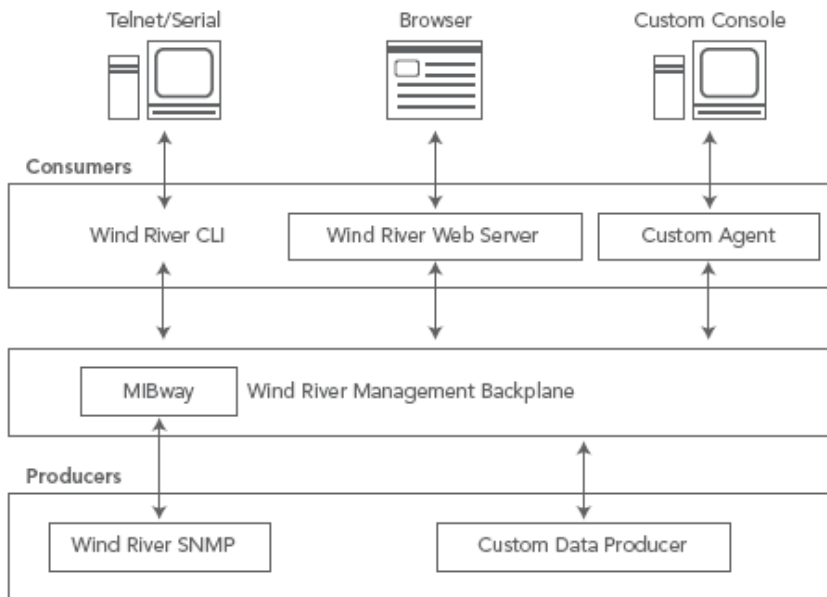


图 9: 风河网络管理架构

合标准的 SNMP 应用。这种集成了 SNMP 设计和工具的全面解决方案包含了一个完善的 MIB 开发平台。它由 SNMP v1/v2c/v3 和 AgentX 组成。

风河 SNMP 10.4 的功能包括:

- 客户可以选择 SNMPv1 和 SNMPv2 的任何组合编译,也可以带有 SNMPv3 选项。
- 按照 RFC 3826 中的规定,支持高级加密标准(AES)密码算法。
- 支持异步
- SNMP 通知
- “目标”和“通知”MIB
- SNMP 代理服务器
- SNMP v1/v2/v3 共存
- AgentX 模块
- MIB 编译器
- 紧凑、可互操作、基于标准的配置
- 与风河网络堆栈集成
- 可移植的设计和应用
- 支持 SNMPv3 INFORM PDU 操作的新 API

风河 Web 服务器

风河 Web 服务器是一种可裁剪、高安全和小指印的商业嵌入式 Web 服务器。除了提供标准的 Web 服务器功能之外,它还提供了快速创建基于浏览器管理界面所需的功能。风河 Web 服务器专为嵌入式系统而设计,它兼容 HTTP 1.0 和 1.1 并具有 SSL 异常指令,以提供安全的事务处理机制。风河管理集成工具是一种图形用户界面(GUI)工具,它加快了创建和配置基于 Web 的自定义管理界面或独立 Web 服务器的过程——可自动生成应用程序所需的 70% 以上的嵌入式代码。基于 Web 的管理界面具有可裁剪的背板,背板可通过风河 MIBway 与 SNMP 交互,或与任何自定义的可管理数据交互。

风河 Web 服务器 4.8 的特征如下:

- 兼容 HTTP 1.0/1.1 Web 服务器
- 双向 CGI 层
- LiveControl
- 可视化集成工具
- GZIP/PKZIP 压缩
- 支持 HTML、DHTML、CSS、JavaScript 和 XML
- 嵌入了对 SNMP 对象的支持

- 捆绑了 SMTP 电子邮件告警
- 用户超时会话
- HTML/查询字符串处理
- 双向网关,用于依赖管理对象的 HTML 页面、电子邮件告警和 JavaScript 库
- 基于文件的上传(RFC1867)
- 服务器端包括(SSSI)
- 安全身份验证(基本 base64 编码和摘要身份验证)
- 带 OpenSSL 的 SSL 异常指令验证
- 通过 MIBway 的风河 SNMP 继承
- 更深入的教程和用于单步调试 API 的使用、开发工具和最佳实践的实例代码
- 可以使用 GET 请求设置 Wind-Mark 值

风河 CLI

风河命令行界面(CLI) 包括了一个功能全面的命令 shell 和各种开发工具,从而使开发人员能够构建标准的“技巧”型界面或自定义界面,以对网络设备进行管理。可通过 RS-232 或 Telnet 连接来在设备上执行 CLI 命令。风河管理集成工具是一种图形用户界面(GUI)工具,它加快了创建和配置基于 Web 的自定义管理界面或独立 Web 服务器的过程——可自动生成应用程序所需的 70% 以上的嵌入式代码。CLI 界面具有一个可裁剪的背板,此背板能够通过 MIBway 与 SNMP 交互,或直接与任何自定义的可管理数据交互。

风河 CLI 4.8 的功能包括:

- 完全的 CLI 管理解决方案
- 高速生成命令树、句柄函数和单独的命令
- 冒码、预制的命令
- Telnet 服务器
- 通过 SSH 进行安全通讯
- 使用 MIBway,在命令行中可立即反映 SNMP MIB
- 与风河 Web 服务器相同的架构
- 命令完成
- 上下文敏感帮助
- 命令的历史记录

- 中间模式处理
- 参数处理、验证和分组
- 否定命令（如恢复到默认值）
- 支持并发的 Telnet 会话和串口
- 通用命令库
- 由对象、命令或会话定义的安全参数
- 完全可重入的 ANSI C 代码
- 更深入的教程和用于单步调试 API 的使用、开发工具和最佳实践的实例代码
- 可以使用 GET 请求设置 Wind-Mark 值

风河 MIBway

风河 MIBway 使开发人员能够在命令行和基于 Web 的管理界面中，自动充分再利用所有的简单网络管理协议（SNMP）对象，而无需额外的工程计划开销。风河 MIBway 提供了一个 SNMP 继承库，以便于访问风河 SNMP 代理已集成的数据对象。这使得能够充分利用开发人员在架构中已投入到编写 MIB 变量和代码所花费的成千上万个工时，从而使将来所需的设备管理更具灵活性和可裁剪性。

风河 MIBway 4.8 的特征如下：

- 立即充分利用所有现有的 SNMP 代码
- 将数月的编码和测试工作缩短至仅数天，从而降低开发成本
- 能够创建强大的、功能丰富的 Web 和命令行界面
- 从界面结构中分离应用程序逻辑
- 从风河管理背板中执行嵌入式代码句柄的 SNMP 特定查询
- 单击鼠标即可集成风河 SNMP
- 更深入的教程和用于单步调试 API 的使用、开发工具和最佳实践的实例代码
- 可以使用 GET 请求设置 Wind-Mark 值

风河管理集成工具

风河管理集成工具是基于 Windows 的 GUI，包含了设置项目选项、配置选项、建立选项、以及资源限制设置和自动代码生成等功能，可以使用户建立基于 Web 或基于 CLI 的管理应用程序。为方便风河 SNMP 用户，它提供了一个 MIB 编译器，此外，作为其他工具，它还提供了一个简单的 HTML 编辑器。

管理配置编辑器

管理配置编辑器（MCE）是一个与风河 Workbench 集成的 Eclipse 插件，可以用来开发管理界面。此工具对于风河管理集成工具是一个补充，开发人员可以在任何支持风河 Workbench 的主机上使用 MCE（而风河管理集成工具仅在 Windows 上支持使用）。与风河管理集成工具相比，MCE 的功能有一定限制。风河管理集成工具和 MCE 将会共存一段时间，直到 MCE 能够提供所有必要的功能，而且客户也完全移植到 MCE 为止。

风河 CLI、Web 和 MIBway 的这一版本向 MCE 添加了功能。MCE 用来作为 WMIT 的替换，而且正在分阶段开发之中。在这一开发和转换阶段，我们仍然将提供 WMIT。目前，MCE 还没有 WMIT 的完整功能。

大多数选项都可以通过 MCE 提供，不过，还是有一些额外的选项只能使用 WMIT 配置。SSH 选项则只能通过 MCE 提供。

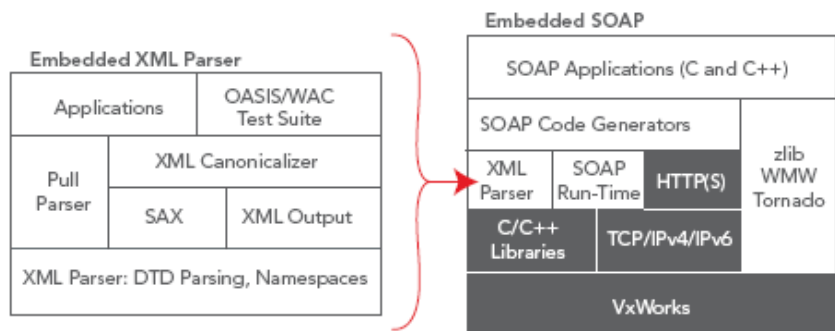


图 10: 风河 Web 服务

风河 HTTP 客户端

风河 HTTP Client 是与 HTTP 服务器进行交互所需的客户端函数库。通过这些提供的函数，开发人员可以通过 URL 语法编写简单的文件传输应用程序（使用 GET 和 POST 方法）。

风河 HTTP Client 的功能包括：

- 符合 HTTP 1.1 规范
- 支持 GET 和 POST 方法
- 支持 cookie
- 支持直接和代理服务器请求
- 通过 HTTPS 实现安全的 HTTP 通讯

分布式消息接发和服务

风河 Web 服务

风河 Web 服务使分布式应用程序能够在多个平台上运行，并以一种符合 Web 服务标准的方式进行无缝通信和互操作。风河 Web 服务通过提供基本的构件块，而使得开发人员能够创建可互操作的 Web 服务应用程序（客户端和服务端），这些程序块包括：XML、SOAP、WSDL 和基于图形用户界面（GUI）的编译器工具（用于 Web 服务中间代码生成和编辑）。风河 Web 服务是兼容标准的，并专为嵌入式系统应用程序进行了调整。

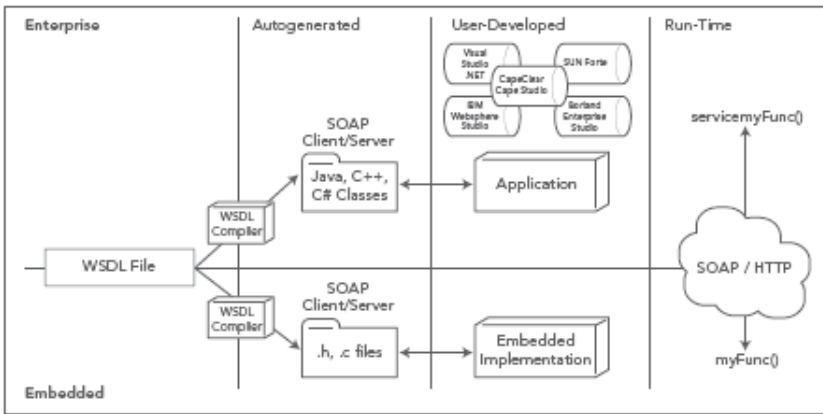


图 11: Web服务软件开发流程

风河 Web Services 1.7 的功能包括：

- 在 Expat 2.01 版中升级到 XML 组件
- 在 gSOAP 2.7.13 发行版中升级到 SOAP 组件
- WS-安全性
- 符合 WS-I Basic Profile 1.0 标准
- 简洁、结构化的代码和文档使配置和维护更为简单
- 标准一致性：XML 1.0、SOAP 1.2
- 通过使用具有各种系统支持 Web 服务（包括 Microsoft .NET 和 Apache Axis）的 SOAP 消息，使通信更简单
- 与风河 Workbench 集成的图形 WSDL 编译器工具

风河 DCOM

风河 DCOM 是在 VxWorks 上应用组件对象模型（COM）和分布式 COM（DCOM）的技术。风河 DCOM 这一名称即可以指这一技术，也可以指风河 DCOM 产品。风河 DCOM 产品是微软 DCOM 的一个应用，专门针对设备软件的开发，为进程控制 OLE（OPC）等管理协议提供了基础。风河 DCOM 支持基于 VxWorks 的设备和非实时设备（如桌面电脑）之间的应用程序分发。允许开发人员将设备软件应用程序与 Windows 应用程序无缝地集成。风河 DCOM 提供了一种专门针对设备的严格要求而提出的高性能紧凑解决方案。

风河 DCOM 2.3.8 的特征如下：

- 小指印
- 同 Win32 SDK COM 和 DCOM API 源代码兼容
- 对象模板库为 DCOM 应用程序开发人员提供了便利方法
- IDL 编译器（将 IDL 文件编码到风河 DCOM 应用程序类中）
- GUI 向导用于生成 DCOM 界面

桥接和路由

风河学习网桥

风河学习网桥是一种透明的 2 层以太网学习网桥基本工具，它通过分析来自所有已连接网络中输入帧的源地址来学习网络拓扑。学习网桥连接 MUX 层后就作为一种 SNARF 网络服务类型，它包括两种镜像 END 驱动程序，这些驱动程序用于桥接前往作为网桥的同一设备上的堆栈。

风河学习网桥 1.3.3 包括站点缓存：这是一个基础数据库，存储了 MAC 地址和端口间的关系，从中它可以看出与这些 MAC 地址相关的帧。转发决定就是基于此缓存决定的。源 MAC 地址和目的 MAC 地址都用于创建缓存数据库，而缓存老化算法会删除不活动的条目。可通过风河无线安全认证器来使用学习网桥。

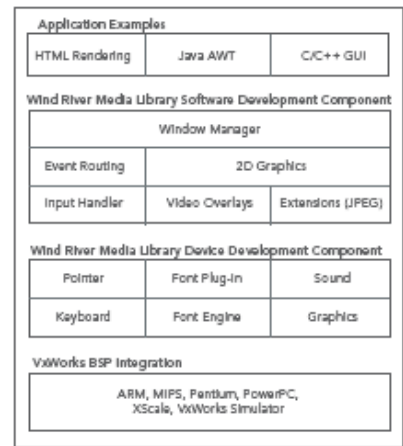


图 12: 风河媒体库

图形和本地接口

风河媒体库

风河媒体库用于开发各种平台上的硬件无关性媒体应用程序。在 2D 图形、窗口管理、区域管理、文本显示、色彩管理、视频覆盖支持、 α 混合以及 JPEG 图像支持等方面，提供了一个全面的 API。2D API 可以用硬件无关的方式使用硬件加速功能。集成窗口管理器和输入事件路由工具可以允许多个应用程序共享一个屏幕。例如，可同时执行基于本地 C/C++ 的应用程序和基于 Java 的应用程序，并共享输入和输出设备。事件服务将处理输入事件，并将事件路由至特定的应用程序并控制指针设备的指针，例如鼠标、触摸屏或遥控器等。

设备开发组件用于执行驱动程序。它直接与应用程序的目标机硬件设备相对接，这些目标机硬件设备包括图形芯片、视频控制器、LCD 显示屏、音频芯片、键盘以及触摸屏，它还提供了一组丰富的参考驱动程序，以用于最常用的硬件配置。该开发组件包含了用于 1、4、8、16 和 32 位色彩模式的普通帧缓冲区，从而使开发人员能够快速引导新驱动程序并能够轻松地支持任何图形设备。图形驱动程序框架提供了本地媒体库接口和 X.org 驱动程序接口，可以针对市场上最新的图形硬件进行开发。媒体库还包括一个集成的 FreeType 字体引擎，支持 FreeType 字体并可以实现

更快的 GUI 应用程序开发。由于驱动程序开发组件是可扩展的，因此可以适应设备的特定硬件功能。

风河媒体库 5.3 的新功能包括：

- 支持 X.org 驱动程序提供的 2D EXA 加速功能。
- 支持 X.org 7.4 版的驱动程序。
- 一个 X.org Vesa 驱动程序，可以在大多数 PCI 图形卡上使用。
- 针对 Freescale ads5121e 的 DIU 图形和音频驱动程序。

风河媒体库的更多功能包括：

- 支持 USB2 键盘和鼠标
- 支持输入设备的轮询
- 新的窗口菜单处理 API
- FreeType 字体引擎 v2.3.2
- 屏幕旋转支持
- VxBus 支持
- 额外的 XFree86 分辨率
- 虚拟输入支持
- 针对内核应用程序的共享数据库（可选）
- 多种显示功能
- 菜单和按钮小配件
- 触摸屏校准支持
- 对本地总线图形设备的 RTP 支持

连通性

风河 CAN

风河 CAN 1.5.5 是针对 VxWorks 嵌入式目标的控制器区域网络 (CAN) 协议的一个应用，为开发人员提供了对一个或多个 CAN 设备的标准接口。此产品支持当前使用的多种流行 CAN 板，例如 ESD PC104 200、ESD PCI 200、MCF5282 FlexCAN、PPC5xx TouCAN 和 MSMCAN PC104。此外，风河 CAN API 与目标机架构无关，并与用于访问 CAN 控制器的 I/O 机制无关。这一标准化接口极大地简化了 CAN 硬件的编程，并能够将应用程序快速地移植到新的目标机架构中，而只需对用户应用程序源代码进行极小量的修改，或者根本就无需进行修改。在这一标准接口之上还集成了一些其他协议，如 CANopen（可从风河合作伙伴 IXAT 处获得）和 DeviceNet。

风河 OPC

风河 OPC 是用于 VxWorks RTOS 的过程控制 OLE (OPC) 技术规范工具。OPC 标准协议通过启用不同厂商的客户端和服务端以相同的标准语言进行沟通，使自动 / 控制应用程序、现场设备和商务 / 办公应用程序之间的互操作性成为可能。OPC 简化了设备接口的开发、提高了定制应用程序之间的连通性和互操作性，并使应用程序能够轻松地访问子系统数据。风河 OPC 工具是专为用于支持具有高性能和小指印需求的设备而设计的。

风河 OPC 3.2 工具包含以下：

- 用于 VxWorks 的示例数据访问客户端
- OPC 数据访问自定义界面标准 2.05a 技术规范
- OPC 告警与事件 1.1 技术规范
- OPC 数据交换 1.0 技术规范
- 交互式示例 OPC 客户端
- 为实时设备进行了优化
- 与开发工具相集成

无线

风河无线以太网驱动程序

风河无线以太网驱动程序为业界标准的 802.11a,b,g 协议和 draft-n 规范提供了接入点和基站端支持。包括用于 Atheros AR500x 和 Broadcom BCM43xx 芯片组的驱动程序。Broadcom 驱动程序支持 802.11 draft-n 和 Wi-Fi 多媒体增强 (WME)。其完全无关的硬件接口层使得用户能够轻松地将其移植到其他无线芯片中。驱动程序可在同一个目标机上支持多个硬件接口，从而可允许更先进的应用程序。并且，可在各种目标机硬件平台上使用风河无线以太网驱动程序。另外，还为用户配置和控制提供了标准的 IOCTL 应用程序界面。它通过预先集成风河无线安全协议而提供了可靠的无线安全性，并支持 802.1X、WPA、WPA2、802.11i 和 WPS 协议等标准。而风河无线以太网驱动程序通过 802.11d 支持有助于不同国家间频谱规章差异的管理。

安全的应用包括使用预先共享的密钥和 TKIP（临时密钥完整性协议）。它还包括一系列的加密和散列算法，从而给开发人员在安全级别和系统性能之间的折衷方案上提供了极大的灵活性。

风河无线以太网驱动程序 3.2 版包括以下功能：

- 支持多种模式：802.11a, b, g, 和 draft-n
- 通过 802.11d 支持国家特定的频谱规章
- 支持 WME，允许基于每个包的服务类型 (TOS) 的包路由优先级确定
- 支持 Wi-Fi 保护访问 (WPA/WPA2)、WPS 和用于安全性的 802.11i
- 支持 Broadcom BCM4328 PCIE 卡
- 提供新的 WLAN VSB 选项：允许 Atheros 无线驱动程序支持 (IPWLAN_ATHEROS)、允许 Broadcom 无线驱动程序支持 (IPWLAN_BROADCOM)，以及选择 Build-Time WLAN Syslog 水平。
- 提供新的 shell 命令，允许查看多播中使用的加密类型。
- 针对 SMP 支持的 BSP 提供 SMP 支持
- 支持多服务设置标识符
- 直接支持 Atheros AR500x 芯片组
- 直接支持 Broadcom BCM43xx 芯片组
- 可以方便地移植到其他芯片组
- 支持访问点和服务端
- 在同一目标机上支持多个硬件实例
- 用户可通过使用 IOCTL 控制来进行配置和控制
- 具有工业标准的应用程序接口格式：ioctl1 (描述符、函数、值)
- 易于扩展，因而能够支持新的功能和满足客户要求
- 直接映射到 802.11MIB 中
- 支持各种调试/记录，并可显示例程
- 通过命令行或风河 Workbench 进行配置
- 与风河无线安全协议的集成：802.1X

风河 Compiler 和风河 GNU Compiler

风河 Compiler 是适合大多数处理器的一种默认的 C/C++ 编译器，用于构建 VxWorks 6.x 内核、库、板级支持包和应用程序。该编译器的优化能力来源于业内领先的 Diab 编译器技术，并且在一定程度上还扩展了这种技术，能生成用于 PowerPC、ARM、ColdFire 和 MIPS 架构的紧凑、高性能的源代码。

风河 Compiler 包括：

- 与 VxWorks 实时操作系统的紧密集成，提供了经过验证的性能。
- 可靠、稳定、成熟的代码生成技术
- 突出的优化技术可生成更快、更紧凑、更高质量的代码
- 与 ANSI、ISO/IEC 和 EABI 等 C/C++ 编译器标准兼容，提供了最大化的工具互用性
- 代码和数据内存分配的完全控制
- 支持位置无关代码（PIC）和位置无关数据（PID）
- 整个程序的优化

风河 GNU Compiler 是用于 Intel 架构的缺省编译器，建立在自由软件基金会（FSF）发布的 GNU 编译器基础上。风河对编译器的通用发行版本进行了修改，以使其能够在 VxWorks 6.x 下使用。主要的修订涉及支持实时进程（RTP）和共享库。

风河 GNU Compiler 主要是用作应用程序编译器。它利用了最新的 GCC 增强功能，并且可以保证方便地将通过 GCC 编译的代码移植到 VxWorks 环境中。

风河 GNU Compiler 包括：

- Cpp: C 预处理程序
- gcc: C 和 C++ 编译器
- ld: 可编程的静态连接器
- as: 可移植的汇编程序
- 二进制实用程序
- 用于编译器和相关开源工具的源代码

作为风河 VxWorks 6.8 平台的一部分，两种编译器都被包含在内并得到支持。

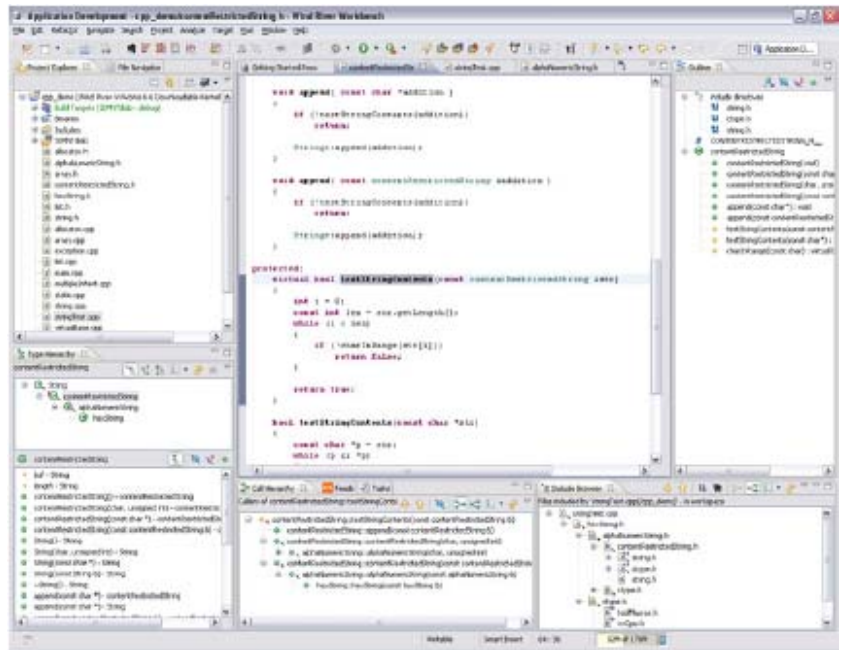


图 13: 风河 Workbench

风河 Workbench 开发套件

风河 Workbench 3.2 是一个基于 Eclipse 的开发套件，可以用来创建和编译项目、建立和管理主机与目标机之间的通信、以及配置、调试和监控 VxWorks 操作系统和运行在模拟器或真实硬件上的 VxWorks 应用程序。通过其性能、集成及实用性的独特组合，Workbench 不仅能使企业在通用环境下的设备软件开发更趋标准化，而且还能够显著提高开发人员、项目团队和公司的工作效率。

Workbench 提供以下功能：

- 在整个设备软件开发周期内向平台开发人员和应用程序开发人员提供第一流的功能
- 支持标准化的广泛实用性，例如：
 - 多目标操作系统支持，包括对 VxWorks 5.5、VxWorks 6.x 与 Linux 的支持
 - 目标处理器支持 PowerPC、Intel、ARM、MIPS 和 ColdFire 架构
 - 插件架构，可添加其它目标操作系统、目标处理器以及目标连接支持

- 基于 Eclipse 的可扩展框架——能够为可裁剪的和用户定制而无缝集成第三方和专用内部插件

VxWorks 平台的当前版本带有 Workbench 3.2，其中包括了大量新功能来提高开发团队的效率：

- Workbench 的一般性增强功能
 - 大大简化了用户体验，有助于改善开发人员实现生产力的时间。
 - 为企业范围的部署提供了增强型的支持。
 - 改善了启动和投放时间。
 - 为启用了管理程序和 SMP 的嵌入式系统提供增强的工具支持，从而加速了多核部署任务。
 - 灵活的许可证管理功能。
 - 与 Eclipse 3.5 和 CDT 6.0 开发框架集成。
 - 扩展的主机操作系统支持
- VxWorks 平台增强功能
 - VxWorks 核心转储分析。
 - 动态 Printf 功能
 - VxWorks Source Build 配置工具增强
 - 针对 DKM 和 RTP 的多目标发起能力
 - VxWorks 模拟器集成到 Workbench 的目标控制台视图中
 - 调试程序提供了在多种上下文中监控表达式的能力

- 芯片级调试增强功能
 - 对 AMP、SMP 和虚拟化系统环境的高级支持
 - 可用性的增强
 - 对 ARM、Intel、MIPS 和 PowerPC 的额外处理器支持
- 企业部署能力
 - 分享开发人员的工作空间内容，例如连接信息、透视图和视图、目标配置、以及首选设置
 - 可以从中心主机提供文件和帮助系统
 - 延期许可证校验，有助于在没有许可证的情况下在 Workbench 中使用开源 Eclipse 或第三方组件
- 设备管理增强功能
 - 与新的风河测试管理系统集成
 - 可下载的代理程序，添加了诊断支持而无需对内核进行重新配置
 - 扩展的处理器支持

Eclipse

由于 Eclipse 的开放性、功能以及强有力的社区支持，因此被用作风河 Workbench 开发套件的框架。Eclipse 3.5 框架提供了将 Workbench 组件按照图形和功能的方式集成的必要架构。Eclipse 框架具有开放性、扩展性、并且得到商业和开源开发者社区的大力支持，为使用 Workbench 的开发人员提供了多种附加的集成功能。

商业开发工具提供商（例如 IBM、Hewlett-Packard 和 Borland）和活跃开发者社区提供了 Eclipse 集成的功能。因此，开发商能够从第三方和企业内部源代码中获得大量的增值插件，这些插件极大地拓展了风河 Workbench 的功能。例如：Eclipse 集成了配置管理(CM)系统与编辑器，从而能够通过标准的 Eclipse 接口将插件集成到风河 Workbench 中。在 Eclipse 网站 www.eclipse.org 的“社区项目和插件”部分，可以获得关于 Eclipse 和可用第三方插件的更多信息。

项目系统

Workbench 项目系统允许开发人员组织和管理设备软件开发项目中的主要组件，包括源文件和目标机系统。可以创建各种类型的 VxWorks 项目来进行 VxWorks 源代码、核心映像和板级支持包的配置和创建，以及基于实时进程或用户开发核心模式的应用程序项目。根据设计，Workbench 能使用户同时管理多个项目。

构建系统

Workbench 构建系统指定了在构建设备软件项目时所使用的工具、选项与参数，你可方便地设置项目级别的构建参数，并且还能够细化到单个文件级别。构建系统允许使用从简单的全局构建设置到针对单个文件的微观构建设置，以及在这两个极端之间的任何级别上的构建设置。

命令行项目和编译系统

除了 Workbench 编译系统外，风河还为偏好命令行环境的开发人员提供了具有全部功能的命令行编译系统。使用 GUN make、TCL 库和 VxWorks 特定工具，开发人员可以配置 VxWorks 源代码并编译 VxWorks 映像以及使用命令行编译工具开发应用程序和库。这些命令行工具通常被集成到定制的编译系统中。

Workbench 调试器

Workbench 调试器可以满足开发人员的各种需求，例如硬件生成、固件/驱动程序/BSP 开发、内核开发以及应用程序开发等等。Workbench 调试器提供了比 GNU 调试器 (GDB) 或其他基本源代码级的调试器更多的功能，包括一些独特、强大的调试功能，例如在调试会话过程中动态地插入 printf 命令。Workbench 调试器不仅能执行 VxWorks 6.x 目标机的完全内核、任务和实时进程 (RTP) 调试，包括 RTP 关联任务的可视性和同步控制，使用风河的芯片级调试解决方案进一步扩展了这些性能。结合这些解

决方案便可提供硬件生成、设备驱动程序/BSP 调试、内核调试和应用程序软件调试所需要的功能。

Workbench 调试器支持单核处理器的 VxWorks 调试，也支持无论是在 SMP 模式还是在 AMP 模式下运行 VxWorks 的处理器。多个上下文调试功能使开发人员可以对同时运行在多个上下文的代码进行调试。多个上下文包括：

- 多内核
- 多任务/进程/线程
- 多 RTPs 或 DKMs
- 多个物理处理器
- 多种处理器类型
- 多板卡
- 多目标机操作系统

Workbench 调试器针对目标平台上的对象提供了大量浏览和检查功能。这种对 VxWorks 对象的了解能力使开发人员可以快速地解决难以诊断的问题，在整个项目进行过程中保证最高水平的生产力。

Workbench 3.2 中新的调试功能包括使用针对 DKM 和 RTP 的单一启动配置进行多上下文的启动支持，以及通过风河 Workbench 芯片级调试中添加的 JTAG 调试功能为基于管理程序的系统的配置和调试提供支持。

VxWorks 模拟器

VxWorks 模拟器 6.8（以前称之为 VxSim）是一种功能完善且适用于 VxWorks 6.x 应用程序的原型和模拟工具。VxWorks 模拟器支持 SMP 系统的模拟，在任何受支持的主机上可以最多有 32 颗 CPU。它还提供了使用 MIPC 的 VxWorks AMP 开发模拟环境。模拟器允许用户在硬件还不可用的开发前期对应用程序的大部分内容进行开发和测试。它还允许基于主机的开发，使开发人员共享少数硬件目标，从而降低开发成本。模拟器可以作为目标连接与风河 Workbench 开发环境完全集成，能够通过标准的接口实现完全的配置和调试配置。

VxWorks 仿真器是一种从 VxWorks 6.x 操作系统移植过来的本土应用程序，它能够精确地实施 VxWorks 6.x 的高级复杂特性，包括 SMP、RTPs、内存保护、文件系统和 Unix 样式组网（TCP/IP、rlogin 等）。仿真器也可提供网络仿真功能以便于开发人员创建复杂网络（由多个 IPv4、IPv6 和其他协议、子网和路由系统所组成）的完善仿真。

模拟器运行在用户选择的主机工作站上，从而减少了开发前期对硬件评估的需求。它还提供了对主机操作系统 API 的便捷访问，用户可以在自己的模拟中使用主机工具和外围设备。例如，最终系统中使用的 PCI 可以安装到主机上然后由模拟器访问。

Workbench VxWorks 源代码编译配置

风河 Workbench 3.2 提供了新的项目类型，允许用户配置并编译定制的 VxWorks 库，并作为 VxWorks 映像项目的基础。新的项目类型支持 VxWorks 源代码编译（VSB）项目的创建和管理。这些项目基于特定的 BSP，允许客户调整编译选项和内容来满足特定的应用。选定的选项用于重新编译 VxWorks 运行时源代码来满足配置。同时，开发人员还可以创建 VSB RTP 项目源代码编译。虽然并不要求客户一定要购买 VxWorks 源代码，但是只有在安装了源代码后才能设置 VSB 项目。

VxWorks 6.x 内核配置工具

VxWorks 6.x 内核配置工具是一种图形化的实用程序，它能够简化并加速对操作系统组件的选择，并将其包含在可引导的 VxWorks 映像中。除了为单核处理配置 VxWorks 映像外，内核配置工具还可以在任何支持的 SMP 或 AMP 目标上创建 SMP 和 AMP 项目。

在创建新的可引导内核映像时，Workbench 将对有效的内核组件、BSP 与编译器选择进行分析。配置工具将显示关键配置数据的摘要信息，例如所选的组件数、数据或文本大小。捆绑式选择器允许用户一次将一组绑定的组件快速地加入或移出内核映像。并且所提供的实例配置包包括了 POSIX 一致性、实时进程开发和容错管理所需的所有组件。

内核组件可单独进行选择，这使得您对 VxWorks 映像有更强、更灵活的控制力。当这些组件是必需的而不是可选的，或者当这些组件彼此互不兼容时，VxWorks 6.x 内核配置工具将对组件依赖和突出的冲突进行分析。AutoScale（自动调整）特性也将对整个 VxWorks 映像进行分析，同时移除未使用的内核组件，这些组件会不必要地增大可引导映像的尺寸。

Host Shell

开发人员可通过 Host Shell（以前我们称之为 WindSh）所提供的命令行界面来下载应用程序模块和调用 VxWorks 6.x 与应用程序模块子程序。此实用程序具有下列功能：

- 通过调用任意 VxWorks 例程和 API 来进行操作系统的交互式探测
- 调试和监控进程
- VxWorks 6.x RTPs 的交互式探测
- 通过调用任意应用程序（RTP）例程来进行交互式开发
- VxWorks 6.x 应用程序（RTP）和内核测试
- 出错管理支持检错转储输出，且具备以每任务或每 RTP 为基础开启/关闭出错管理

- 消息通道（IPC）支持消息流量的文本转储
- 通过动态 printf 插入进行调试
- 在 AMP 多核配置中对 VxWorks 的多个实例进行调试

Host Shell 是在进行开发工作的宿主主机上执行，而不是目标机。但是，它使用户能够调用任务、查看实时进程、读取或写入到目标设备以及实施对目标机的完全控制。Host Shell 可接收用户命令并在主机上本地执行，并就任何有关符号表、目标机驻留程序或数据的动作向目标机服务器分配请求。

由于是在主机系统上执行 shell，因此对目标机资源的干扰就降到最小。与其他 VxWorks 6.x 工具一样，在目标机系统上仅需目标机代理。因此，Host Shell 就总能一直可用，用户可用它来维护产品系统或者在开发期间进行实验和调试。因为用户无须重新构建 VxWorks 6.x 映像，因此 Host Shell 对有着内存限制的目标机就显得极为有用，并且它还允许进行系统模式调试，而这对调试驱动程序则很有帮助。

Kernel Shell

VxWorks 6.x Kernel Shell（先前称之为 Target Shell）运行于 VxWorks 6.x 内核中，通过控制台或网络连接（例如 telnet）便可直接访问 VxWorks 6.x。内核外壳提供的功能与主机外壳类似，经常用于需要在开发环境外部对系统状态进行控制和察看时。内核与 VxWorks SMP 一起工作。任务信息的显示包括运行任务的 CPU/内核。

与 UNIX 中的 tip 实用程序类似，能够在多核 AMP 配置中跨越 VxWorks 的多个实例允许使用内核外壳（Kernel Shell）和主机外壳（Host Shell）。这一功能使其能够在分别主机的同一个控制台上显示一个或多个内核的输出，并远程登录到单独的内核上并在上面执行外壳命令。tip 实用程序使用基于 MIPC 的串行设备来实现内核间的通讯。

Kernel Shell 命令可以在 RTP 以及内核中动态生成任务，这对于调试非常有用。Kernel Shell 还可以动态调用 RTP 中的例程，从而避免了每次动态调用例程时创建和生成任务所需的开销。

运行时间分析工具

Workbench 是专为设备软件应用程序而提供的一组功能强大的动态可视化工具，开发人员可通过它来动态观察整个系统平台：应用程序代码、第三方库以及操作系统。在系统运行期间，用户也能够修改变量、优化性能以及查找内存错误。

System Viewer（系统查看器）

系统查看器可对 VxWorks 6.x 系统事件提供详细的分析和图形化的可视效果，同时还可展示在目标机上执行的应用程序的相关任务、中断和系统对象之间复杂的交互作用。它能够清楚地显示上下文变化以及诸如信号量、消息队列、信号、任务、用户事件和计时器一类的系统事件。通过查看导致此问题的完整事件历史记录（包括来自 VxWorks 6.x 的错误管理事件），软件设备开发人员便能够迅速地对外异常行为进行检测，并弄清其产生的原因和影响。

Performance Profiler（剖析器）

剖析是实时系统的关键。只有用户了解了性能瓶颈所在，才能够轻松地优化应用程序代码。Performance Profiler 是一种动态执行的剖析器，它提供了详细的函数级性能分析，并指出了程序代理中每个函数占用 CPU 资源的多少。用户可反复用 Performance Profiler 来精确定位出执行效率低的代码，修改并观察性能改进结果。

Memory Analyzer（内存分析器）

在设备软件的设计阶段，确保内存的最合理使用是至关重要的。在许多应用程序中，用户并未完全掌握内存的使用情况，而是浪费了大量可用的内存。许多系统由于内存泄漏问题而导致运行几天后便不能继续工作。Memory Analyzer 是一种即时内存分析器，它提供了强大的内存使用情况观察能力。无需任何特殊的编译或测试，用户便能够用它来监控系统的可用内存，检测出由于系统调用或使用第三方库而导致的内存溢出，甚至可以观察内存泄漏的发生。

Data Monitor

这是一款实时图形监控工具，它用于检查您系统中的各种变量、数据结构或内存位置。用户能够查看任何变量集、观察变量的峰值以及可能遗漏的变量越界设置、特定事件的触发收集、在程序运行期间更改变量并将收集到的数据保存到磁盘中等。Data Monitor 提供了用户程序的实时分析，而无需中止或减慢用户程序代码的运行。

Code Coverage Analyzer

Code Coverage Analyzer 允许用户对代码进行分析以确定在测试期间执行了那些代码段。单个语句、决策和条件的可视化使得开发人员能创建更为完善的测试方案以保证开发出更高品质的设备。此外，对那些从未执行过的代码也可轻易识别出来，这就允许开发人员删除这些无用代码以防止出现后期问题，同时还降低了总内存指印大小。

VxWorks 平台的可选附加组件

风河 Workbench 芯片级调试

风河 Workbench 芯片级调试提供了对目标资源出色的可见性和控制，这些资源包括 CPU 和周边设备寄存器、内存、以及高速缓存，从而在开发周期的各个阶段实现高效率的调试。

Workbench 芯片级调试改进了确定和解决系统级问题（例如竞态条件、内存讹误、以及内核、设备和应用程序间其他复杂的交互作用）的时间，从而提高了板的启用、设备驱动程序开发、内核稳定、系统集成过程中的生产力。对于调试端口不可用、或者不希望使用基于代理程序的操作系统探测工具这样的情况，还可以使用 Workbench 芯片级调试代替基于代理程序的调试方法。

风河 Workbench 芯片级调试与 VxWorks 是在同样的面向项目的开发环境中编译的，其目的是与最新版本 VxWorks 无缝地集成，并支持对 VxWorks 内核对象、任务和线程的可见性和调试。通过购买附加软件模块以及具有多核能力的风河 ICE 2 JTAG 调试单元或入门级的风河 Probe JTAG 调试单元，可以方便地扩展 VxWorks 6.8，使其具有风河 Workbench 芯片级调试的全部功能。可以获得关键益处有：

- 使硬件和软件开发人员之间的项目交接变得更加紧密
- 对包括 CPU、周边设备寄存器、内容和高速缓存在内的目标系统的出色控制力
- 对 VxWorks 内核对象、任务和线程的了解
- 通过先进的硬件诊断和快速编程，使开发过程变得简洁流畅
- 实时程序跟踪执行（对于支持的处理器）
- 对 AMP、SMP 和虚拟化系统环境的高级支持

要了解有关风河 Workbench 芯片级调试的更多信息，请访问

www.windriver.com/products/OCD，或者联系您的风河公司销售代表。

IPL Cantata++

IPL Cantata++ 可以用于 VxWorks 5.5 和 VxWorks 6.x 平台。这套工具使开发人员能够在完成单元测试、集成测试、以及测试的代码覆盖分析方面具有更高的效率。Cantata++ 和 Workbench 的集成可以方便地实现这些功能。Cantata++ 在开发生命周期中实现了更好、更快、更加自动化的测试，从而提高了软件的质量、缩短了上市时间、并且降低了支持成本。

技术规范

VxWorks 6.8

- VxWorks 5.5、6.0、6.1、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6 和 6.7 的兼容性
- 使用 VxWorks 源代码编译实现内核伸缩性和性能调整
- 最先进的内存保护机制
- 内存管理
- 出错管理
- 消息通道 IPC，包括对多处理器和使用 TIPC 协议的多操作系统消息处理的支持
- 改进的 POSIX 兼容性，包括对 JTRS SCA AEP 2.2.2 以及 POSIX IEEE Std. 1003.13-2003 PSE52 的完全支持
- 双模式的 IPv4/IPv6 网络堆栈
- 电源管理框架，带有 CPU 电源管理
- TrueFFS (flash 文件系统)
- dosFs (FAT-兼容的文件系统)
- 高可靠文件系统 (HRFS)，带有可配置的提交点
- 带有 PCI 和本地总线支持的高速互联框架
- VxMP 2.3.5
- Wind River TIPC 1.7
- Wind River Network Stack 6.8
- Wind River PPP 6.8
- Wind River USB 2.5
- Wind River IPsec and IKE 6.8
- Wind River Crypto 6.8
- Wind River Security Libraries 1.4
- Wind River SSL 6.8
- Wind River SSH 6.8
- Wind River RADIUS and Diameter 6.8
- Wind River Firewall 6.8
- Wind River NAT 6.8
- Wind River Wireless Ethernet Driver 3.2
- Wind River Wireless Security 6.8
- Wind River EAP 6.8
- Wind River Mobile IP 6.8
- Wind River OPC 3.2
- Wind River DCOM 2.3.8
- Wind River CAN 1.5.5
- Wind River CLI, Web, MIBway 4.8
- Wind River SNMP 10.4
- Wind River Learning Bridge 1.4
- Wind River Media Library 5.3
- Wind River Web Services 1.7

架构、主机和板级支持包

支持的目标架构和处理器系列

- ARM
 - ARM9
 - ARM11
 - ARM11 MPCore
 - ARM Cortex A8
 - ARM Cortex A9
- ColdFire (要求用于 VxWorks 3.3 平台的 Service Pack 1)
 - ColdFire v2
 - ColdFire v3
 - ColdFire v4e
- Intel
 - Pentium family (Pentium, Pentium Pro, Pentium II, Pentium III, Pentium 4, Pentium M)
 - Xeon
 - Xeon LV
 - Core
 - Core 2 Duo
 - Atom
- Intel/Marvell XScale
 - IXP4xx
 - IXP2xxx
- MIPS
 - MIPS 4Kx
 - MIPS 5Kx
 - MIPS 24Kx
 - MIPS 34Kx
 - MIPS 74Kx
 - Toshiba MIPS tx49xx
 - Broadcom SB1 (1250, 1125, 1122, 1121)
 - Broadcom SB1a (1480, 1455, 1280, 1255, 1155)
 - Cavium OCTEON CN3XXX
 - Cavium OCTEON Plus CN5XXX
 - PMC Sierra RM9000GL
 - NEC VR55xx
 - RMI XLR, XLS
- PowerPC
 - PowerPC 40x
 - PowerPC 44x
 - PowerPC 51xx
 - PowerPC 60x
 - PowerPC 7xx
 - PowerPC 8xx
 - PowerPC 52xx
 - PowerPC 74xx
 - PowerPC 82xx
 - PowerPC 83xx
 - PowerPC 85xx, 8572
 - PowerPC 86xx, 8641d
 - PowerPC 970
 - QorIQ P20xx

支持的主机

- 带 SP2 或 3 的 Windows XP Professional
- Windows Vista (商用和企业版), SP2
- Windows 7
- Red Hat Enterprise Linux Workstation 4, Update 6 或 8, x86 (32-bit)
- Red Hat Enterprise Linux Workstation 5, Update 2 或 3, x86 (32-bit/64-bit)
- Red Hat Fedora 9, x86-64
- Red Hat Fedora 11, x86 (32-bit/64-bit)
- Novell SUSE Linux openSUSE 11.0, x86 (32-bit/64-bit)
- Novell SUSE Linux openSUSE 11.1, x86 (32-bit/64-bit)
- Novell SUSE Linux Enterprise Desktop 10.2, x86 (32-bit/64-bit)
- Novell SUSE Linux Enterprise Desktop 11.0, x86 (64-bit)
- Ubuntu Desktop 8.04, Update 4, x86 (64-bit)
- Ubuntu Desktop 9.04, Update 4, x86 (32-bit/64-bit)
- Solaris 10 (with GTK), Update 11/06, SPARC 32-bit

板级支持包

VxWorks 平台支持前面所列目标架构上的多种板级支持包。请访问风河公司网站的板级支持包部分以获取可用 BSP 的完整列表，网址为：www.windriver.com/products/bsp_web/index.html。

合作伙伴系统

风河公司具有世界一流的合作伙系统，能够保证我们的核心技术与选择的主要硬件和软件公司的技术紧密结合以补充我们的解决方案。通过在一些快速移动行业提供即购即用集成和关键技术支持，我们的合作伙伴扩展了风河设备管理软件的功能。我们的团队经过专门培训，能够排除合作伙伴所用技术与风河产品间的任何问题，这使我们的技术支持服务在嵌入式和移动行业中成为最全面、最优秀的合作伙伴系统。

我们的硬件合作伙伴包括：

- Advantech
- ADLink Technology Inc.
- Applied Micro
- Altera
- ARM
- Broadcom
- Cavium
- Continuous Computing
- Curtiss-Wright Controls
- Emerson Network Power
- Eurotech
- Freescale
- GE Intelligent Platforms

- IBM
- Intel Corporation
- Kontron
- LSI Corporation
- Marvell Semiconductor Inc.
- Mindspeed Technologies
- MIPS Technologies
- RadiSys
- RMI Corporation
- Sun Microsystems
- Texas Instruments
- Xilinx Inc.

关于我们的硬件合作伙伴的所有名单，请访问 www.windriver.com。

我们的软件合作伙伴包括：

技术	合作伙伴
Ada development	AdaCore
Bluetooth	Parrot, Stonestreet One
CORBA	Objective Interface Systems (OIS)
Databases	Gracernote
ATM	DCL
CIFS/Samba	Visuality Systems
Modeling tools	IBM Rational
Test tools	IPL, Klocwork, LDRA
DTV technology	Zentek
Fieldbus solutions	HMS, IXXAT, Softing, Woodhead (Appli-com, SST)
File system fail-safe	Datalight
File system: NAND Flash	Datalight
File system: CIFS	Visuality Systems
GPS	Trimble
HTML-based UI and technology (browsers)	Access, Espial, Opera Software, ProSyst, PsiNaptic
IEEE 1394	VividLogic
Industrial Ethernet, CANopen stack	IXXAT
Input methods	Agfa, Bitstream, Zi
IP routing, MPLS	Access (IP Infusion)
Java VM	aicas, Aonix, Aplix, Skelmir
Layer 2/3 switching	Access (IP Infusion)
Layer 2/3/4 with Ethernet	Broadcom (LVL7)
MOST	SMSC
Navigation	Destinator, 3DVU, 3SOFT
NDDS stack	RTI
OS coresidency	KUKA Controls
Security (consumer)	Nagravision
Speech recognition	Asahi Kasei, Conversay, Fonix, Nuance
UPnP	Allegro
Voice Signaling	DCL, Flextronics
QoS,	Data Connection Ltd., IP Infusion

专业服务

作为已获得 CMMI Level 3 认证的机构，风河专业服务小组不仅可使您降低风险，而且还可使您将重点集中于产品开发，以进一步提高附加值和进行差异化设计。作为我们全面解决方案的一部分，风河提供了行业特定的服务，能够帮助客户满足严格的交货时间，同时保持较低的开发成本。我们经验丰富的工作团队提供了设备软件方面的专业技术，能够解决关键性的开发挑战，为客户的成功做出直接贡献。

风河专业服务得到我们的商业级项目方法体系的支持，内容包括：

- 需求的发现和确定
- BSP 和驱动程序优化
- 软件系统和中间件集成
- 应用程序和基础结构开发
- 针对原型或市场就绪系统的硬件和 FPGA 设计

典型的项目包括：启动程序和 BSP 应用，需要两到四个人工星期；硬件设计或对已有软件解决方案的扩展，需要一个人工月到一个人工年；通过设计、创建、以及系统测试和验证将客户的概念变为现实的计划，需要多个人工年。

专业服务在平台设计方面具有广泛的经验，包括安全关键性的系统和导航/信息娱乐系统。专业服务针对嵌入式设备市场提供了硬件和软件解决方案，并继续与标准化组织合作以建立下一代的平台。

安装和定向服务

对 VxWorks 平台正确的安装和定向可以使用户在进行下一个开发项目之前不必因处理一些本来可以轻易避免的问题而花费时间。风河提供的安装和定向服务能够保证客户的项目顺利地按时启动：

- **现场安装：** 在你的硬件与主机平台上的指导安装、示例构建过程、示范以及定制实例
- **实践指导：** 架构、文件系统开发、添加开放源代码软件包、移植驱动程序以及找出设计问题
- **建议：** 充分利用风河的各种支持渠道，风河可提供流程、附加服务、项目评价与咨询服务

安装和定向服务将帮助您确保高生产率的路径畅通，并使您能够高枕无忧，因为我们已消除了常见的用户错误源，并且还可帮助您实现该平台的所有潜在性能。

培训服务

培训基本上与绩效联系在一起，不仅针对个人，而且也与一个项目或整个公司的成功有关。忽视产品的知识将会导致产品开发周期变长、质量变次并且成本偏高。善于学习的能力以及将知识转化为实践（绩效）的能力将为个人、团队和企业创造非凡的价值。为帮助客户的开发团队获得最佳结果，风河公司提供了非常灵活的处理方式以进行产品培训，比如根据客户具体的时间、预算以及技能开发需求来进行定制。

公共课程

风河公司的公共课程根据客户的本地时间进行安排，一般持续 1 到 5 天，采用授课与交互式实验室操作相结合的方式，能够充分利用风河的讲师和其他课程参与者的经验。这些课程提供了一种快速、有效的途径，使学员最终能够充分利用风河技术的优势。

公共课程的益处如下：

- 获得一个面向学生有关主题事件的概念性介绍
- 获得对这些细节的选择性检查，并专注于那些最常用或用户往往最不熟悉的领域
- 接受单独指导和单个工具与课程概念的实践应用
- 有机会掌握设备软件概念以及有关实时设计中的基本问题
- 获得开发设备驱动程序的必需知识，并执行硬件移植或开发应用程序
- 找出与所要解决主题相关的特定问题的答案

关于课程安排和费用，请咨询您当地的风河销售代表处。

现场培训

如果您具有大型项目团队或许多新客户，则您将从定制的培训受益。指导人员将同您进行协商，并根据讨论会系列课程确定应包括和强调哪些主题。此类培训提供了就某个特定项目的需要、技术要求和挑战同指导人员进行逐一讨论的机会，并且这些讨论还可在您自己的办公室中进行。

现场培训具有以下优点：

- 整个团队能够获得共同的知识库
- 现场培训能帮助确保将知识和技术由教室转移至讨论会上
- 在客户驻地进行培训可以减少员工的旅行开支并缩短离岗时间

关于现场培训的更多信息，请与您本地的风河销售代表联系。

支持服务

风河客户支持是一个经过服务能力和效能（SCP）认证的组织，为所有风河 VxWorks 平台提供支持。客户在订购 VxWorks 平台的同时，也包含了全部的维护和支持服务。这些服务由风河的在线支持（OLS）网站和我们的全球技术支持团队提供。订购后，客户还可享受到维护更新和主要的升级服务。

请访问风河在线技术支持网站 www.windriver.com/support 以快速获取产品手册、可下载软件和其他故障排除的相关资源。在线技术支持站点提供了一个全面的知识库，带有强大的搜索功能，可以按照关键字、作者、发布日期、文件类型、语言、以及解决方案分类来搜索产品信息和手册。

其他的支持功能包括针对特定技术平台的主动电子邮件警报，产品补丁以及常见问题的技术提示等。这些功能都向所有预定产品的客户提供。在线技术支持访问者还可访问开发人员社区，共同探讨相关问题和交流经验。

对于修改过或不受支持的配置，支持服务只能以尽力而为的标准提供。风河客户支持部门将会使用支持的配置试图重现问题。如果能够确认问题，风河公司将提供一个在支持配置中经过测试的修补程序。风河专业服务可提供对各种板卡或主板操作系统版本的支持——尽管标准产品并不支持这些板卡或操作系统，并可为源代码或其他非标准包的定制版本提供支持。

拥有有效的支持或订购协议的客户有权免费享有对其平台的所有更新和重要升级。如果客户不能更新到新版本，但需要将更新的关键部分应用到其产品的早期版本上，在这种情况下，风河专业服务还能够基于具体案例的基础上，提供向后兼容所需的功能性。

如果您无法通过在线支持找到自己所需的信息，请与我们的全球支持团队联系，在那里将有业内经验丰富的支持专家为您提供服务。

要获得包括逐步升级和缺陷决定在内的支持流程详细信息，请参考风河的客户支持用户指南（CSUG），下载地址为：
www.windriver.com/support/resources/csug.pdf。

北美、南美和亚太地区

support@windriver.com
免费电话： 800-872-4977
(800-USA-4WRS)
电话： 510-748-4100
传真： 510-749-2164
正常工作时间： 6:00 a.m.–5:00 p.m. (太平洋时间)

日本

support-jp@windriver.com
Tel.: +81 3 5778 6001
Fax: +81 3 5778 6003
Hours: 9:00 a.m.–5:30 p.m. (当地时间)

欧洲、中东、非洲地区

support-ec@windriver.com
免费电话： +800 4977 4977
电话（法国）： +33 1 64 86 66 66
传真（法国）： +33 1 64 86 66 10
电话（德国）： +49 899 624 45 444
传真（德国）： +49 899 624 45 999
电话（意大利）： +39 011 2448 411
传真（意大利）： +39 011 2448 499
电话（中东地区）： +972 9741 9561
传真（中东地区）： +972 9746 0867
电话（北欧）： +46 8 594 611 20
传真（北欧）： +46 8 594 611 49
电话（英国）： +44 1793 831 393
传真（英国）： +44 1793 831 808
正常工作时间： 9:00 a.m.–6:00 p.m. (当地时间)

WIND RIVER

风河公司是全球领先的设备软件优化（DSO）厂商，风河能够帮助企业客户更快、更好、以更低的成本、更为可靠地开发、运行和管理设备软件。www.windriver.com

风河系统有限公司2010版权所有。风河标识是风河系统有限公司的商标，风河和VxWorks是风河系统有限公司的注册商标。本文中使用的其他标记属于其各自的所有者。更多信息请参见www.windriver.com/company/terms/trademark.html。 2010年1月修订