

龙芯芯片产品技术白皮书

V2.0

2014年9月

自主决定命运, 创新成就未来

北京市海淀区温泉镇中关村环保科技示范园龙芯产业园2号楼 100095
Loongson Industrial Park, building 2, Zhongguancun environmental protection park
Haidian District, Beijing



www.loongson.cn

文档更新记录		文档编号:		
		文档名:		龙芯芯片产品技术白皮书
		版本号:		V2.0
		创建人:		研发中心
		创建日期:		2014-09-22
更新历史				
序号.	更新日期	版本号	更新人	更新内容
1	2012-02-23	V1.0	研发中心	初稿完成, 正确性修正
2	2012-09-03	V1.1	研发中心	添加龙芯 3 测试程序
3	2012-09-10	V1.2	研发中心	修改操作系统部分说明
4	2014-09-22	V2.0	芯片研发部	全面更新龙芯芯片产品的介绍, 删除龙芯平台软件的介绍章节; 增加龙芯处理器 IP 系列产品的介绍章节; 增加近期研发计划章节。增加 1C、2H、3B1500 等芯片的性能评测及开发板系统信息等, 更新相应系列芯片的介绍。
5				
6				

阅读指南

本文档重点介绍了龙芯芯片及处理器核 IP 产品技术特性。文档以大、中、小三个系列处理器为主线, 介绍了各款芯片的功能、规格及其开发板系统, 同时还介绍了龙芯各款处理器核 IP 产品。

目 录

一、概述.....	4
1.1 龙芯三大系列微处理器芯片.....	4
1.2 龙芯处理器核 IP.....	5
二、龙芯 1 号系列.....	8
2.1 龙芯 1 号系列功能及技术特点.....	8
2.2 龙芯 1 号系列性能评测.....	13
2.3 龙芯 1 号系列硬件开发板系统.....	15
三、龙芯 2 号系列.....	18
3.1 龙芯 2 号系列功能及技术特点.....	18
3.2 龙芯 2 号系列性能评测.....	20
3.3 龙芯 2 号系列硬件开发板系统.....	22
四、龙芯 3 号系列.....	25
4.1 龙芯 3 号系列功能及技术特点.....	25
4.2 龙芯 3 号系列性能评测.....	28
4.3 龙芯 3 号系列硬件开发板系统.....	33
五、龙芯处理器 IP 系列.....	39
5.1 龙芯处理器系列 IP 功能及技术特点.....	39
5.2 龙芯处理器系列 IP 性能实现数据.....	42
六、近期研发计划.....	43
6.1 龙芯 3A1500 处理器.....	43

一、概述

1.1 龙芯三大系列微处理器芯片

龙芯系列处理器芯片是龙芯中科技术有限公司研发的具有自主知识产权的处理器芯片，产品以 32 位和 64 位单核及多核 CPU/SOC 为主，主要面向国家安全、高端嵌入式、个人电脑、服务器和高性能机等应用。产品线包括龙芯 1 号小 CPU、龙芯 2 号中 CPU 和龙芯 3 号大 CPU 三个系列。

龙芯 1 号小 CPU（后文简称“龙芯 1 号”）系列 32 位处理器，采用 GS132 或 GS232 处理器核，集成各种外围接口，形成面向特定应用的单片解决方案，主要应用于云终端、工业控制、数据采集、手持终端、网络安全、消费电子等领域。2011 年推出的龙芯 1A 和龙芯 1B CPU 具有接口功能丰富、功耗低、性价比高、应用面广等特点。龙芯 1A 还可以作为 PCI 南桥使用。2013 年和 2014 年相继推出的龙芯 1C 和龙芯 1D 分别针对指纹生物识别和超声波计量领域定制，具有成本低、功耗低、功能丰富、性能突出的特点。

龙芯 2 号中 CPU（后文简称“龙芯 2 号”）系列处理器，采用 GS464 或 GS264 高性能处理器核，集成各种外围接口，形成面向嵌入式计算机、工业控制、移动信息终端、汽车电子等的 64 位高性能低功耗 SoC 芯片。2008 年推出的龙芯 2F 经过近几年的产业化推广，目前已经实现规模应用。集成度更高的龙芯 2H 于 2013 年推出，可作为独立 SoC 芯片，也可作为龙芯 3 号的桥片使用。

龙芯 3 号大 CPU（后文简称“龙芯 3 号”）系列处理器，片内集成多个 GS464 或 GS464E 高性能处理器核以及必要的存储和 IO 接口，面向高端嵌入式计算机、桌面计算机、服务器、高性能计算机等应用。2009 年底推出四核龙芯 3A，2011 年推出 65nm 的八核龙芯

3B1000，2012 推出了采用 32nm 工艺设计的性能更高的八核龙芯 3B1500，其最高主频可达 1.5GHz，支持向量运算加速，最高峰值计算能力达到 192GFLOPS。目前正在进行新一代龙芯 3A 芯片的研制，在不增加功耗的情况下，性能提升 2-4 倍。

龙芯系列芯片产品线如下图所示。

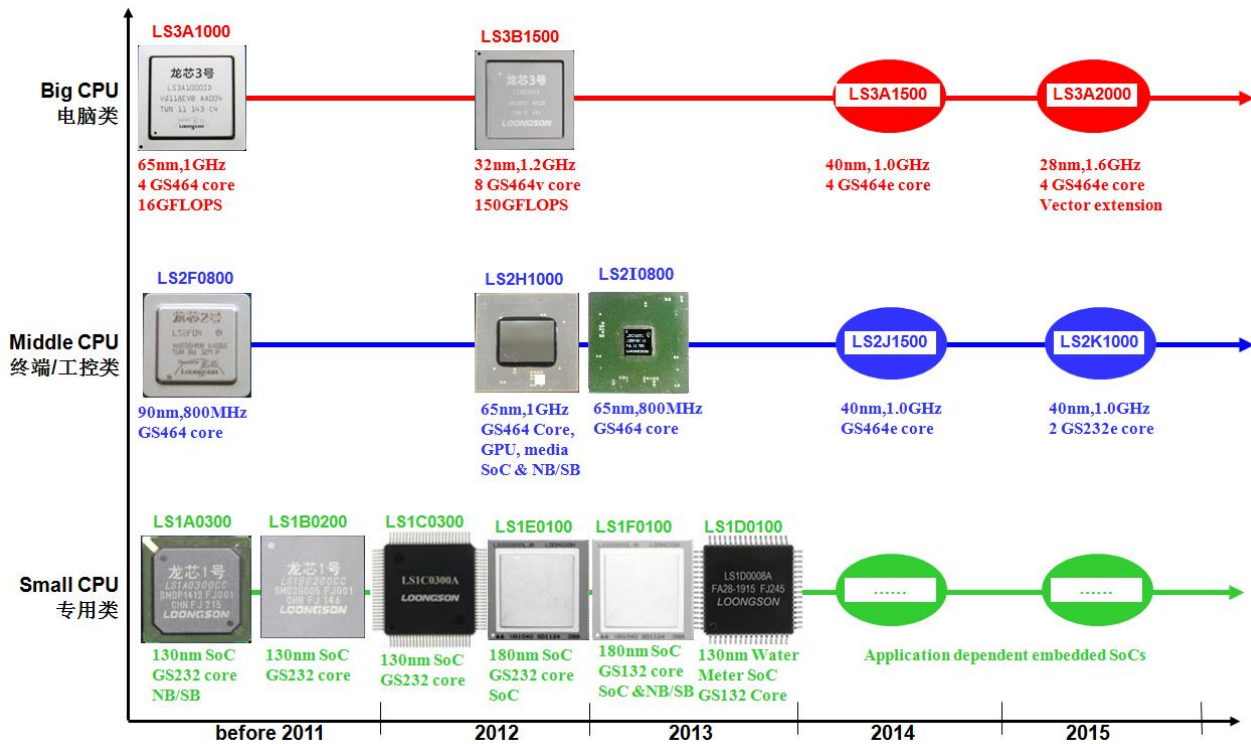


图 1 龙芯系列芯片产品线

1.2 龙芯处理器核 IP

龙芯CPU IP是龙芯CPU技术平台的核心。龙芯CPU的核心IP包括 32位单发射的GS132系列、32位双发射的GS232系列、64位双发射的GS264系列和64位四发射的GS464系列。

GS132是一个单发射32位的低功耗CPU IP。其指令系统兼容MIPS32定点部分。GS132采用三级简单静态流水结构，无TLB和Cache。性能、功耗、面积等主要指标可比ARM7 IP。

GS232是一个双发射32位的高性能低功耗CPU IP。其指令系统与MIPS32兼容，并增加了SIMD型多媒体指令及DSP指令。GS232采用短

流水、多发射、乱序执行结构来提高流水线效率，使其可以在低主频下达到高性能，从而降低功耗。其性能、功耗相当于ARM9及ARM11处理器核的水平。GS232可以用于各种需要中等性能和低功耗的SoC设计。

GS264是一个双发射64位的高性能低功耗CPU IP，并可以配置成32位版本GS232e。其指令系统与MIPS64兼容，并增加了X86及ARM二进制翻译指令。GS264采用超流水、多发射、乱序执行结构来提高流水线效率。GS264单核性能相当于A9及A15水平。GS264可以用于各种需要高性能的SoC设计。

GS464（及其改进型GS464e）是四发射64位的高性能低功耗CPU IP。其指令系统与MIPS64兼容，并增加了X86二进制翻译指令及SIMD型向量扩展指令。GS464采用超流水、多发射、乱序执行结构来提高流水线效率。GS464的性能达到世界先进水平。GS464可以用于各种需要高性能的SoC及多核处理器设计。

龙芯处理器核 IP 的产品线如下图所示：

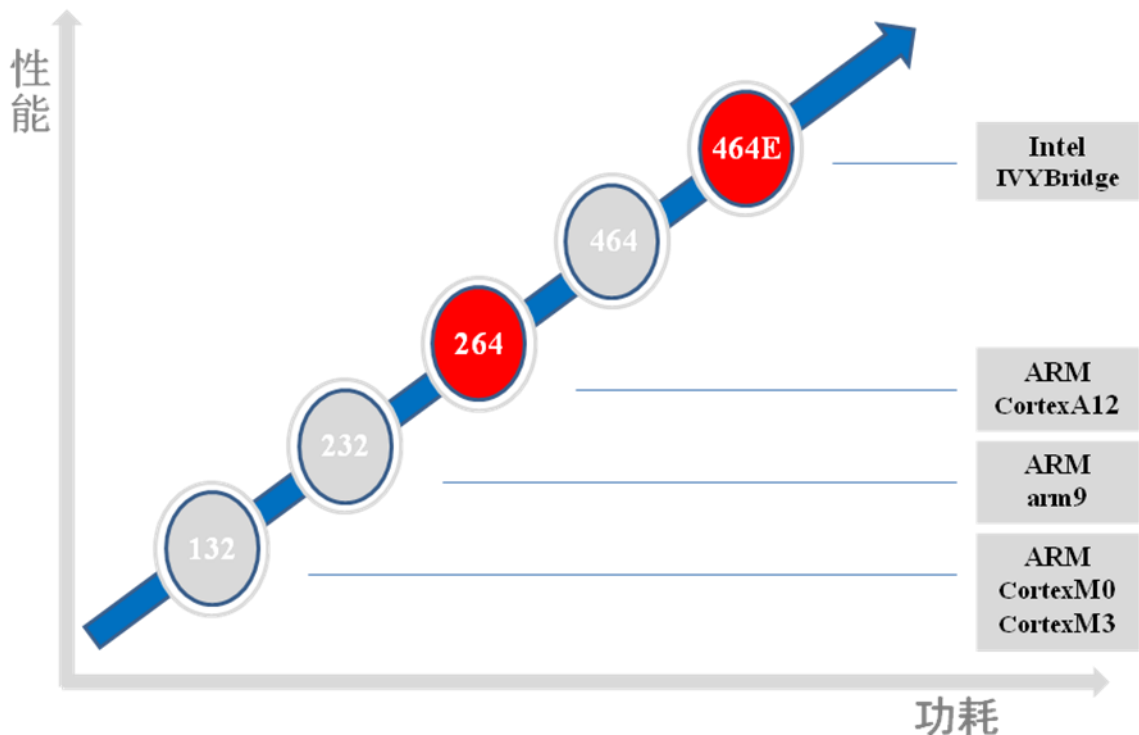


图 2 龙芯处理核 IP 产品线（红色为即将推出的产品）

二、龙芯 1 号系列

2.1 龙芯 1 号系列功能及技术特点

龙芯 1 号系列芯片集成 32 位处理器核，专为嵌入式领域设计，具备低功耗、高集成度及高性价比等特点。目前龙芯 1 号产品包括龙芯 1A、1B、1C 和 1D 四款芯片。

龙芯 1A 除集成 LS232 处理器核和 2D GPU 外，还集成了 16/32 位 DDR2 控制器、高清显示、PCI、USB、GMAC、AC97、SATA、NAND、CAN、ACPI、SPI、88 路 GPIO 等接口。龙芯 1A 的高集成度使得 1A 适用于云终端、工业控制、数据采集、网络设备等领域，同时 1A 还可以被配置为具有 PCI 接口的全功能南桥芯片。

龙芯 1B 是一款轻量级的 32 位芯片，片内除集成 LS232 处理器核外，还集成了 16/32 位 DDR2 控制器、高清显示、NAND、SPI、62 路 GPIO、USB、CAN、UART 等接口。能够满足超低价位云终端、数据采集、网络设备等领域需求。

龙芯 1C 针对生物识别领域设计，片内集成 LS232 处理器核、浮点协处理器、16/8 位 SDRAM/SRAM、CAMERA、ADC、SDIO、I2S、USB、OTG、MAC、NAND、SPI、UART 等接口，具有高性价比的特点。

龙芯 1D 片内集成 LS132 处理器核、单精浮点协处理器、超声时差测量单元、温度测量单元、片上 RAM 和 Flash、电源管理模块，此外还提供 SPI、UART、I2C、段式 LCD、ADC 等接口，可以实现超声波流量计量单芯片解决方案，具有使用方便、功耗低、功耗丰富的特点。

• 龙芯 1A 芯片规格

主频	300MHz
处理器核	32 位超标量处理器核： MIPS 32 指令集兼容； 5 级超标量流水线； 双发射乱序执行； 2 个定点单元、1 个浮点单元和 1 个访存单元
高速缓存	16KB 一级指令缓存； 16KB 一级数据缓存
内存控制器	1 个 16/32 位 DDR2-333
音频接口	1 个 AC97 音频控制器（标准 CODEC 接口）
显示输出	1 个 1920*1080/60fps 的 LCD 接口； 1 个 1920*1080/60fps 的 VGA 接口
其它接口	4 个 USB2.0/1.1 接口； 2 个 SATA2.0 接口； 2 个 GMAC 接口； 4 个 UART 接口； 1 个 PCI Host/Device 接口； 1 个 LPC、1 个 SPI、1 个 NAND 接口（3 个接口均支持启动）； 1 个 SPI（不支持启动）； 2 个 PS2、3 个 I2C、2 个 CAN、1 个 RTC、4 个 PWM、88 个 GPIO 接口
制造工艺	130nm CMOS 工艺
封装	23mm*23mm BGA 封装，448 个引脚
功耗	<1W； ACPI 动态电源管理

• **龙芯 1B 芯片规格**

主频	200MHz
处理器核	集成 32 位超标量处理器核，该处理器核具有如下特点： 支持 MIPS 32 指令集； 5 级流水线结构； 双发射乱序执行结构； 2 个定点单元和 1 个访存单元；
高速缓存	8KB 一级指令缓存； 8KB 一级数据缓存
内存控制器	1 个 32 /16 位 DDR2-266 控制器
音频接口	1 个 AC97 音频控制器（标准 CODEC 接口）
显示输出	1 个 1920*1080/60fps 的 LCD 接口
其它接口	1 个 USB2.0/1.1 接口； 2 个 GMAC 接口； 12 个 UART 接口； 2 个 SPI（SPI0 支持启动）； 1 个 NAND 接口； 3 个 I2C、2 个 CAN、1 个 RTC、4 个 PWM、61 个 GPIO 接口
制造工艺	130nm CMOS 工艺
封装	17mm*17mm BGA 封装，256 个引脚
功耗	<0.5W

• 龙芯 1C 芯片规格

主频	300MHz
处理器核	32 位超标量处理器核： MIPS 32 指令集兼容； 5 级超标量流水线； 双发射乱序执行； 2 个定点单元、1 个浮点单元和 1 个访存单元
高速缓存	16KB 一级指令缓存； 16KB 一级数据缓存
内存控制器	1 个 16/8 位 SDRAM-133 或 16/8 位 SRAM
音频接口	1 个 I2S 音频控制器
显示输出	1 个 LCD 接口
其它接口	1 个 CAMERA 接口； 1 个 4 通道 ADC 接口； 1 个 USB2.0/1.1 接口； 1 个 OTG 接口； 1 个 MAC 接口； 12 个 UART 接口； 1 个 SDIO、2 个 SPI、1 个 NAND 接口（均支持启动）； 3 个 I2C、2 个 CAN、1 个 RTC、4 个 PWM、105 个 GPIO 接口
制造工艺	130nm CMOS 工艺
封装	20mm*20mm QFP176
功耗	<0.5W

• 龙芯 1D 芯片规格

主频	8MHz
处理器核	32 位处理器核： MIPS 32 指令集兼容； 3 级流水线； 单发射按序执行； 1 个定点单元、1 个单精浮点单元和 1 个访存单元
片上存储	4KB+1KB SRAM 64KB Flash
测量部件	1 个超声脉冲发生器； 1 个模拟比较器； 1 个时间数字转换器
其它接口	1 个双通道 ADC； 1 个 SPI（支持启动）； 1 个 96 段 SLCD 接口 2 个 UART； 1 个 I2C； 2 个脉冲发生器； 26 个 GPIO 接口
制造工艺	130nm EFlash 工艺
封装	12mm*12mm QFP80
功耗	100uW

2.2 龙芯 1 号系列性能评测

龙芯 1A 处理器稳定工作在 266~300MHz；龙芯 1B 处理器稳定工作在 200MHz。

- **龙芯 1A 芯片 EEMBC 测试数据：**

芯片主频 266MHz，内存 240MB，频率 166MHz，编译器 GCC-4.3

Consumer		22.28
DEN	MPEG-decode	164.79
	MPEG-encode	157.53
	Crypto	198.63
	Image	215.78
Office		321.72
Telecom		4.49
Network	TCP-mark	36.43
	IP-mark	44.17

- **龙芯 1B 芯片 EEMBC 测试数据：**

芯片主频 200MHz，内存 240MB，频率 100MHz，编译器 GCC-4.3

Consumer		15.14
DEN	MPEG-decode	87.00
	MPEG-encode	76.56
	Crypto	127.71
	Image	138.59
Office		56.52
Telecom		3.76
Network	TCP-mark	14.32
	IP-mark	44.17

• 龙芯 1C 芯片 EEMBC 测试数据:

芯片主频 240MHz，内存 64MB，频率 120MHz，编译器
GCC-4.3

Consumer		19.29
DEN	MPEG-decode	131.97
	MPEG-encode	121.97
	Image	183.45
Office		257.82
Telecom		4.62
Network	TCP-mark	23.81
	IP-mark	34.99

3.3 龙芯 1 号系列硬件开发板系统

龙芯 1 号系列开发板面向嵌入式、工控领域，提供高可靠低成本的解决方案。现有的龙芯 1 号系列开发系统有龙芯 1A 开发板和龙芯 1B 低成本开发板

- 龙芯 1A 开发系统硬件规格

功能	描述
CPU	Loongson 1A, 主频 266MHz
内存	2 片 DDR2 内存颗粒, 256MB, 频率 133MHz
BIOS	1 个 SPI BIOS
网络	1 个 10/100 兆网口
显示	1 个 VGA 接口, 1 个集成触摸功能的 LCD 接口
音频	SK, HP, MIC 接口各 1 个
CAN 接口	2 个
存储	2 个 SATA2.0, 板载 1Gb NAND Flash
USB 接口	4 个 USB 2.0 接口
PS2	1 个键盘鼠标接口
串口	全功能串口 1 个, 4 线串口 1 个, 两线串口 2 个
尺寸	12.1cm×11cm
电源	DC 5V 2A

• 龙芯 1B 开发系统硬件规格

功能	描述
CPU	Loongson 1B, 主频 200MHz
内存	2 片 DDR2 内存颗粒, 256MB, 频率 133MHz
网络	1 个 10/100 兆网口
显示	1 个集成触摸功能的 LCD 接口
音频	SK, HP, MIC 接口各 1 个
CAN 接口	1 个
存储	板载 1Gb NAND Flash
USB 接口	4 个 USB 2.0 接口
SD 卡	1 个 SD 卡插槽
7816	1 个 7816 智能卡插槽
AD	4 路 12 位 AD 输入
SPI	1 个插针形式 SPI 接口
串口	全功能串口 3 个, RS422、RS485 插针形式串口各一个, 串口转 usb 调试接口 1 个
尺寸 (核心板)	6.4cm×5cm
电源	DC 5V 2A

• 龙芯 1C 开发系统硬件规格

功能	描述
CPU	Loongson 1C, 主频 240MHz
内存	2 片 DDR2 内存颗粒, 256MB, 频率 133MHz
网络	1 个 10/100 兆网口
显示	1 个集成触摸功能的 LCD 接口
音频	I ² S 接口 1 个
CAN 接口	2 个
存储	板载 1Gb NAND Flash; 2 片 8 位 SDRAM, 共 64MB, 运行频率 120MHz
USB 接口	1 个 USB 2.0 接口
摄像头接口	1 个
SD 卡	1 个 SD 卡插槽
串口	全功能串口 2 个
尺寸	核心板: 6.8cm×5.4cm 底板: 18cm×13cm
电源	DC 5V 2A

三、龙芯 2 号系列

3.1 龙芯 2 号系列功能及技术特点

龙芯 2 号系列芯片集成 64 位处理器核，可应用于高端嵌入式和通用桌面等领域，在满足性能要求的同时兼顾功耗、价格以及应用的平衡。目前龙芯 2 号产品包括龙芯 2F 和 2H 两款芯片。

龙芯 2F 是龙芯处理器的第一款产品，集成了 DDR2 内存控制器和 PCI 接口。辅以适当的 PCI 外设，2F 可用于个人计算机、行业终端、工业控制、数据采集、网络安全等领域。从 2008 年开始经过多年的商业化推广，龙芯 2F 的稳定性已得到充分的验证。

龙芯 2H 是一款高集成度系统芯片，片内集成 64 位处理器核、3D GPU、VGA 和 LCD 显示接口、媒体加速以及芯片组功能。此外，龙芯 2H 还实现了高级电源管理功能，支持多种电源级别和唤醒方式。龙芯 2H 能够满足安全适用计算机、云终端、网络设备、消费类电子等领域需求，同时可作为 HyperTransport (HT) 或者 PCIE 接口的全功能套片使用。

• 龙芯 2F 芯片规格

主频	800MHz-1GHz
微体系结构	64 位超标量处理器核： MIPS III 指令集兼容； 9 级超流水线结构； 四发射乱序执行结构； 2 个定点单元、2 个浮点单元和 1 个访存单元
高速缓存	64KB 一级指令缓存； 64KB 一级数据缓存； 512KB 二级缓存（数据/指令共享）
内存控制器	1 个 64/32 位 DDR1/2-667 控制器，支持 ECC 校验
其它接口	1 个 32 位 PCI 接口；

	1 个 Local I/O 接口; 4 个 GPIO
制造工艺	90nm CMOS 工艺
封装	27mm*27mm BGA 封装, 452 个引脚
功耗	<5W@800MHz; 支持动态降频

• **龙芯 2H 芯片规格**

主频	900MHz-1GHz
处理器核	64 位超标量处理器核: MIPS64 指令集及 LISA64 指令集兼容; 9 级超标量流水线; 四发射乱序执行; 2 个定点单元、2 个浮点单元和 1 个访存单元
高速缓存	64KB 一级指令缓存 64KB 一级数据缓存; 512KB 二级缓存 (数据/指令共享)
内存控制器	1 个 64/32 位 DDR2/3-800
显示接口	1 个 1920x1080 LCD 接口; 1 个 1920x1080 VGA 接口
音频接口	1 个 HDA 接口; 1 个 AC97 接口
媒体支持	AVS 高清解码
高速 I/O	1 个 8 位 HyperTransport 控制器; 1 个 PCIE 控制器, 可配置为 1x4 或 4x1
其它 I/O	2 个 SATA 接口; 2 个 GMAC 接口; 6 个 USB Host 接口, 其中 1 个可配置为 OTG; 1 个 LPC、1 个 SPI、1 个 NAND 接口 (支持启动); 4 个 UART、2 个 I2C、4 个 PWM、16 个 GPIO 接口
制造工艺	65nm CMOS 工艺
封装	31mm*31mm BGA 封装, 741 个引脚

功耗管理	支持动态降频降压、支持电源门控； 支持 ACPI 电源管理
典型功耗	<7W@1GHz；

3.2 龙芯 2 号系列性能评测

龙芯 2F 上 SPEC CPU2000 的 RATIO 分值见下表（Loongson2F：800MHz；266MHz DDR2；Page Size：16KB；编译器：Loongcc）。

程序类型	程序名称	分值
INT	164. gzip	298
	175. vpr	313
	176. gcc	391
	181. mcf	304
	186. crafty	499
	197. parser	280
	252. eon	601
	253. perlbnk	354
	254. gap	327
	255. vortex	449
	256. bzip2	309
	300. twolf	365
	平均	375
	FP	168. wupwise
171. swim		548
172. mgrid		239
173. applu		575
177. mesa		493
178. galgel		970
179. art		2386
183. earthquake		593
187. facerec		507
188. ammp		292

	189. lucas	471
	191. fma3d	328
	200. sixtrack	255
	301. apsi	306
	平均	619

龙芯 2H 上 SPEC CPU2000 的 RATIO 分值见下表（Loongson2H
： 800MHz； 300MHz DDR2； Page Size： 16KB； 编译器： GCC）。

程序类型	程序名称	分值
INT	164. gzip	220
	175. vpr	227
	176. gcc	277
	181. mcf	201
	186. crafty	410
	197. parser	156
	252. eon	554
	253. perlbnk	331
	254. gap	230
	255. vortex	260
	256. bzip2	212
	300. twolf	289
	平均	265
FP	168. wupwise	312
	171. swim	224
	172. mgrid	155
	173. applu	191
	177. mesa	384
	178. galgel	244
	179. art	385
	183. quake	238
	187. facerec	151
	188. ammp	242

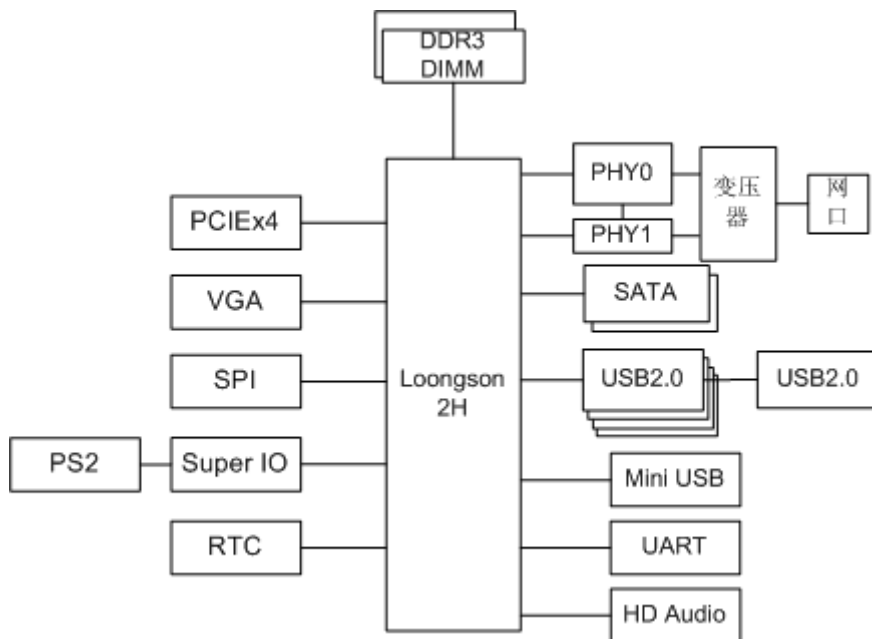
	189. lucas	266
	191. fma3d	130
	200. sixtrack	140
	301. apsi	180
	平均	219

3.3 龙芯 2 号系列硬件开发板系统

龙芯 2 号系列开发板面向手持终端、云计算、工控及网络安全等领域。现有的龙芯 2 号系列开发系统有龙芯 2H SoC 开发系统和龙芯 2F+1A 开发系统。

龙芯 2 号系列开发系统规格如下：

- 龙芯 2H SoC 开发系统硬件结构图

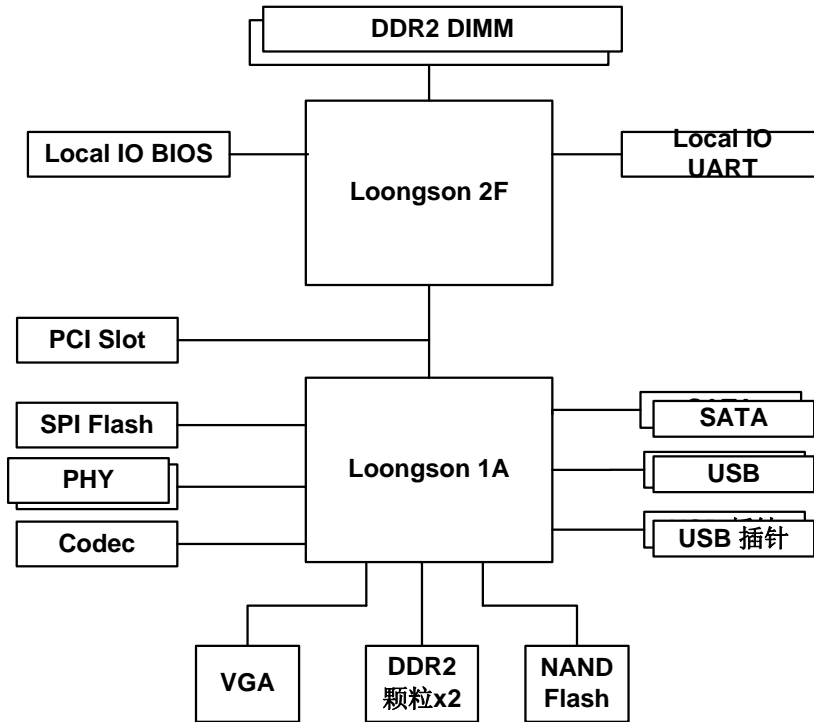


- 龙芯 2H SoC 开发系统硬件规格

功能	描述
CPU	Loongson 2H
内存	支持一个通道 2 个 DDR3 DIMM 插槽
BIOS	1 个 SPI BIOS
网络	2 个千兆网口

显示	1 个 VGA 接口
音频	1 个 7.1 声道音频接口
PCI-E×4	1 个
存储	2 个 SATA2.0
USB 接口	4 个 USB 接口, 1 个 USB 插针, 1 个 mini USB 接口
PS2	1 个键盘鼠标接口
串口	1 个
尺寸	Mini-ITX 主板尺寸 19cm×18cm
电源	标准 ATX 电源

• 龙芯 2F+1A 开发系统硬件结构图



• 龙芯 2F+1A 开发系统硬件规格

功能	描述
处理器	1 片龙芯 2F
内存	2 个 DDR2 DIMM 插槽, 最大支持 4GB 内存
南北桥	1 片龙芯 1A 南桥芯片

显示	1 个 VGA 接口，最大分辨率 1920 x 1080; 1 个 LCD 显示屏接口，最大分辨率 1920 x 1080
音频	1 个 2.1 声道音频接口 (MIC、Line In、Line Out); 使用 AC97 音频解码器
网络	1 个千兆网接口，采用龙芯 1A 内部集成网络控制器 (GMAC)
外设接口	2 个 SATA 接口; 1 个 IDE 接口; 4 个 USB2.0 接口; 1 个 PS/2 键盘鼠标接口; 1 个 RS232 串行接口
扩展接口	1 个 PCI 插槽，32-bit/32MHz
尺寸	Mini-ITX (17cm × 19cm)
电源	标准 ATX 电源

四、龙芯 3 号系列

4.1 龙芯 3 号系列功能及技术特点

龙芯 3 号系列处理器集成多个 64 位处理器核，可满足高端嵌入式计算机、桌面计算机、服务器、高性能计算机等应用，具有高带宽，高性能，低功耗的特征。目前龙芯 3 号系列产品包括龙芯 3A、3B1500 两款芯片。两款芯片采用相同的封装设计，信号引脚定义基本兼容，电源设计有较小差异。

龙芯 3 号系列采用 HT 总线作为其 IO 总线，并使用带宽与之相匹配的 DDR2/3 SDRAM 作为存储总线。

龙芯 3 号系列使用的 HT 接口支持 IO DMA 的数据一致性，当使用 HT 接口上的设备进行 DMA 操作时，处理器自动地维护 DMA 数据与处理器缓存中数据的一致性，不需要软件再对缓存数据进行同步处理，大大提高了设备访问性能。

此外，龙芯 3 号系列处理器支持通过 HT 互连构建多处理器系统。全系统统一编址，自动维护各处理器间的数据一致性。该多处理器系统运行一个 NUMA 操作系统，直接扩展系统计算能力和接口带宽。

• 龙芯 3A 芯片规格

主频	1GHz
核心个数	4
处理器核	64 位超标量处理器核 GS464; 支持 MIPS64 指令集; 支持 LISA64 指令集; 9 级超标量流水线; 四发射乱序执行; 2 个定点单元、2 个浮点单元和 1 个访存单元
高速缓存	每个处理器核包含 64KB 私有二级指令缓存和 64KB 私有二级数据缓存; 所有处理器核共享 4MB 二级缓存
内存控制器	2 个 64 位 DDR2/3-800 控制器; 支持 ECC 校验
高速 I/O	2 个 HyperTransport 1.0 控制器; 支持多处理器数据一致性互连 (CC-NUMA)
其它 I/O	1 个 PCI 接口; 1 个 LPC、1 个 SPI、2 个 UART、16 个 GPIO 接口
制造工艺	65nm CMOS 工艺
封装	40mm*40mm BGA 封装, 1121 个引脚
功耗管理	支持主要模块 (CPU、DDR、HT) 时钟动态关闭; 支持处理器核动态降频
典型功耗	<15W@1GHz

• 龙芯 3B1500 芯片规格

主频	1.2GHz
核心个数	8
处理器核	64 位超标量处理器核 GS464v; 支持 MIPS64 指令集; 支持 LISA64 指令集; 支持 LISA64v 指令集; 9 级超流水线结构; 四发射乱序执行结构; 2 个定点单元、2 个向量单元和 1 个访存单元
高速缓存	每个处理器核包含 64KB 私有指令缓存和 64KB 私有数据缓存; 每个处理器核包含 128KB 非包含 (exclusive) 二级缓存; 所有处理器核共享 8MB 三级缓存;
内存控制器	2 个 64 位 DDR2/3-1333 控制器; 支持 ECC 校验
高速 I/O	2 个 HyperTransport 2.0 控制器; 支持两个处理器数据一致性互连 (CC-NUMA)
其它 I/O	1 个 PCI 接口; 1 个 LPC、1 个 SPI、2 个 UART、16 个 GPIO 接口
制造工艺	28nm CMOS 工艺
封装	40mm*40mm BGA 封装, 1121 个引脚, 与龙芯 3A 信号引脚兼容
功耗管理	支持主要模块 (CPU、DDR、HT) 时钟动态关闭; 支持处理器核动态降频
典型功耗	~30W@1.2GHz

4.2 龙芯 3 号系列性能评测

下面分别列出各种基准性能测试程序 SPEC CPU2000 在龙芯 3 号系列上的测试结果。

- **龙芯 3A SPEC CPU2000 (LCC 编译)**

测试结果见下表：

系统配置	3A 芯片 主频 1.0GHz 内存规格 2G×2 DDR3 500MHz 页大小 16KB		3A 芯片 主频 1.2GHz 内存规格 2G×2 DDR3 500MHz 页大小 16KB	
编译器和选项	LCC -O3		LCC -O3	
测试集	Rate (4 线程)	Ratio	Rate (4 线程)	Ratio
164.gzip	15.0	332	17.7	395
175.vpr	20.2	534	23.1	635
176.gcc	22.9	543	27.0	648
181.mcf	20.1	742	22.1	890
186.crafty	29.5	643	35.3	771
197.parser	17.6	450	20.2	532
252.eon	37.1	800	44.5	959
253.perlbmk	19.8	442	23.6	529
254.gap	14.6	341	16.5	392
255.vortex	28.3	661	33.3	786
256.bzip2	18.1	477	20.8	565
300.twolf	23.9	649	29.0	779
INT	21.4	532	25.0	632
168.wupwise	30.0	824	32.4	925
171.swim	17.1	1035	17.7	1121
172.mgrid	11.2	478	11.5	526
173.applu	343	824	38.7	965
177.mesa	23.7	534	27.8	630
178.galgel	49.1	1809	54.1	2145
179.art	161	5692	188	6827
183.equake	26.0	778	27.9	882
187.facerec	21.8	705	24.2	829
188.ammpp	17.3	468	20.0	558
189.lucas	14.7	461	15.5	510

191.fma3d	14.8	389	16.1	441
200.sixtrack	16.0	356	19.1	427
301.apsi	17.8	405	20.5	471
FP	24.1	730	26.8	842

• 龙芯 3A SPEC CPU2000 (GCC 编译)

测试结果见下表:

系统配置	3A 芯片 主频 900MHz 内存规格 2G×2 DDR3 330MHz 页大小 16KB	
编译器和选项	GCC -O3	
测试集	Rate (4 线程)	Ratio
164.zip	10.48	245
175.vpr	10.90	302
176.gcc	14.45	402
181.mcf	6.34	335
186.crafty	21.09	461
197.parser	8.53	235
252.eon	27.60	595
253.perlbmk	15.69	354
254.gap	7.40	236
255.vortex	12.65	286
256.bzip2	8.76	270
300.twolf	16.3	543
INT	12.2	338
168.wupwise	8.20	331
171.swim	3.03	195
172.mgrid	2.84	169
173.applu	2.96	172
177.mesa	17.4	417
178.galgel	9.24	511
179.art	11.3	1321
183.quake	3.97	244
187.facerec	6.01	194
188.ammmp	11.0	357
189.lucas	4.13	222

191.fma3d	4.17	135
200.sixtrack	9.08	203
301.apsi	7.32	198
FP	6.16	270

• **UnixBench5.1.3**

测试结果见下表:

系统配置	3A 芯片 主频 900MHz 内存规格 2G×2 DDR3 330MHz 页大小 16KB		3B1500 芯片 主频 1GHz 内存规格 8G×2 DDR3 533MHz 页大小 16KB	
测试内容	running 1 parallel copy of tests	running 4 parallel copies of tests	running 1 parallel copy of tests	running 8 parallel copies of tests
Index Score	217.6	551.0	203	793

• **龙芯 3B1500 SPEC CPU2000 (LCC 编译)**

测试结果见下表:

系统配置	3B1500 芯片 主频 1.1GHz 内存规格 8G×2 DDR3 533MHz 页大小 16KB	3B1500 芯片 主频 1.2GHz 内存规格 8G×2 DDR3 533MHz 页大小 16KB
编译器和选项	LCC -O3	LCC -O3
测试集	Ratio	Ratio
164.gzip	374	408
175.vpr	448	489
176.gcc	556	607
181.mcf	427	466
186.crafty	731	797
197.parser	436	476
252.eon	683	745
253.perlbmk	467	509
254.gap	267	291
255.vortex	605	660
256.bzip2	417	455
300.twolf	654	713
INT	487	531
168.wupwise	475	518

171.swim	402	438
172.mgrid	272	297
173.applu	590	644
177.mesa	462	504
178.galgel	1337	1459
179.art	4298	4689
183.quake	440	480
187.facerec	532	580
188.amp	413	450
189.lucas	280	305
191.fma3d	284	310
200.sixtrack	315	344
301.apsi	269	293
FP	495	540

• **龙芯 3B1500 SPEC CPU2000 (GCC 编译)**

测试结果见下表：

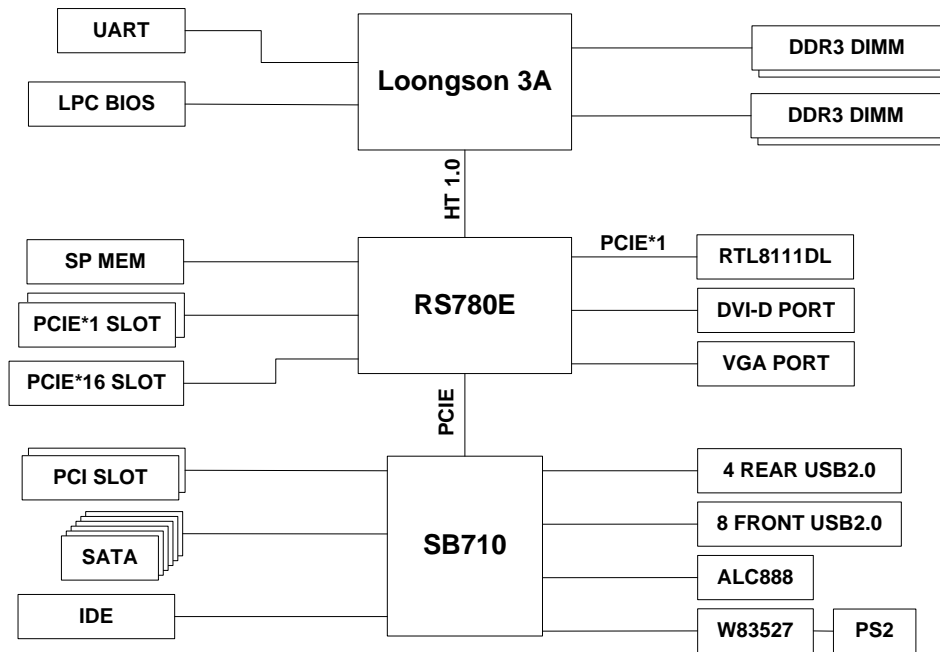
系统配置	3B1500 芯片 主频 1.1GHz 内存规格 8G×2 DDR3 533MHz 页大小 16KB	
编译器和选项	GCC -O3	
测试集	Rate (8 线程)	Ratio
164.gzip	26.8	326
175.vpr	24.8	349
176.gcc	35.5	498
181.mcf	14.6	358
186.crafty	53.3	593
197.parser	17.9	233
252.eon	51.6	558
253.perlbmk	42.8	485
254.gap	20.9	277
255.vortex	31.9	371
256.bzip2	23.4	333
300.twolf	37.7	602
INT	29	398
168.wupwise	24.9	313
171.swim	15.9	240

172.mgrid	11.6	169
173.applu	12.7	189
177.mesa	38.2	445
178.galgel	23.7	406
179.art	19.3	1090
183.equake	16.3	235
187.facerec	15.6	222
188.ampp	23.8	337
189.lucas	18.8	268
191.fma3d	12.9	156
200.sixtrack	14.8	165
301.apsi	17.2	199
FP	18	271

4.3 龙芯 3 号系列硬件开发板系统

现有的龙芯 3 号系列开发系统有龙芯 3A+RS780E 单路开发系统、龙芯 3A+2H 单路开发系统、龙芯 3A 双路开发系统、龙芯 3B05 单路开发系统。规格说明如下：

- 龙芯 3A+RS780E 单路开发系统结构图

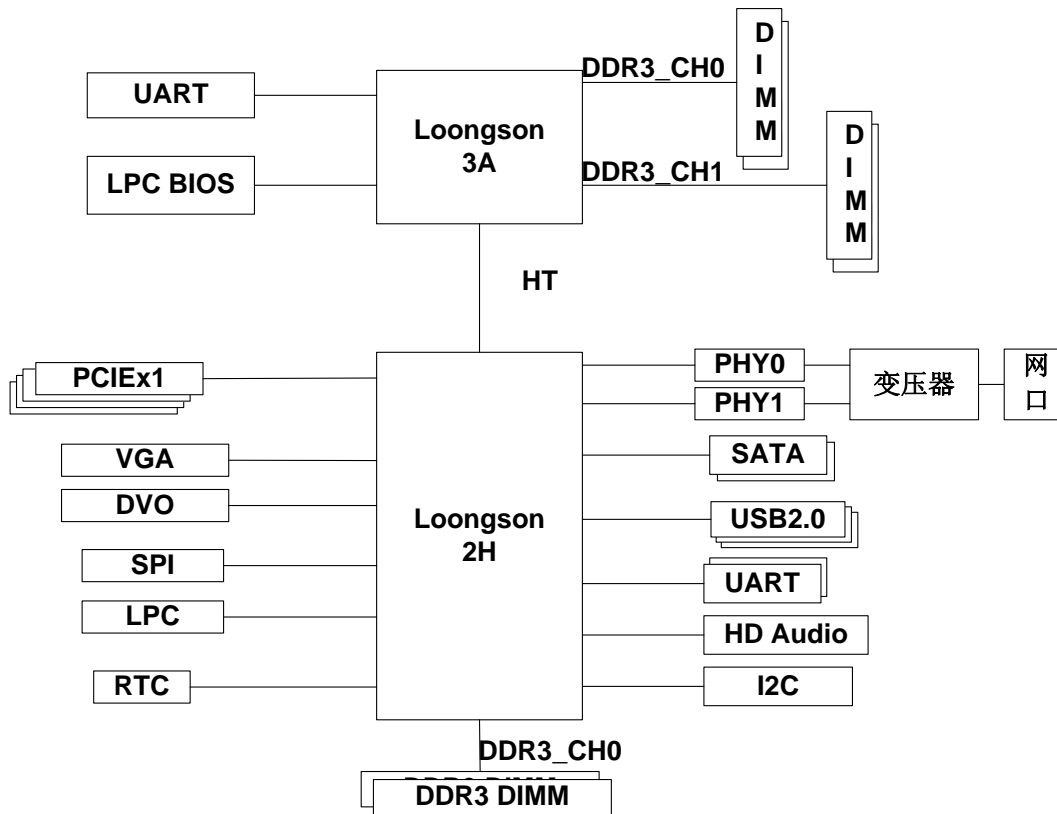


- 龙芯 3A+RS780E 单路开发系统硬件规格

功能	描述
处理器	1 片龙芯 3A
内存	4 个 DDR3 800MHz DIMM 插槽，最大支持 8GB 内存
南北桥	1 片 AMD RS780E 北桥； 1 片 AMD SB710 南桥
显示	1 个 VGA 接口； 1 个 DVI-I 接口； 集成 ATI M72-based 显示控制器，支持双屏显示
音频	1 个 7.1 声道音频接口，使用 ALC888S，8 声道 HD Audio 音频解码器
网络	1 个 RJ45 千兆网络接口； 使用 RTL8111DL 网络控制器，支持远程唤醒功能

外设接口	1 个 IDE 接口; 6 个 SATA 接口; 12 个 USB2.0 接口 (其中有 8 个接口以插针形式引出); 1 个 PS/2 键盘鼠标接口; 2 个 RS232 串行接口
扩展接口	2 个 PCI 33bit 33MHz 插槽; 1 个 PCIE x 16 插槽; 2 个 PCIE x 1 插槽
尺寸	30.5cm × 24.4cm
电源	标准 ATX 电源

• 龙芯 3A+2H 单路开发系统结构图

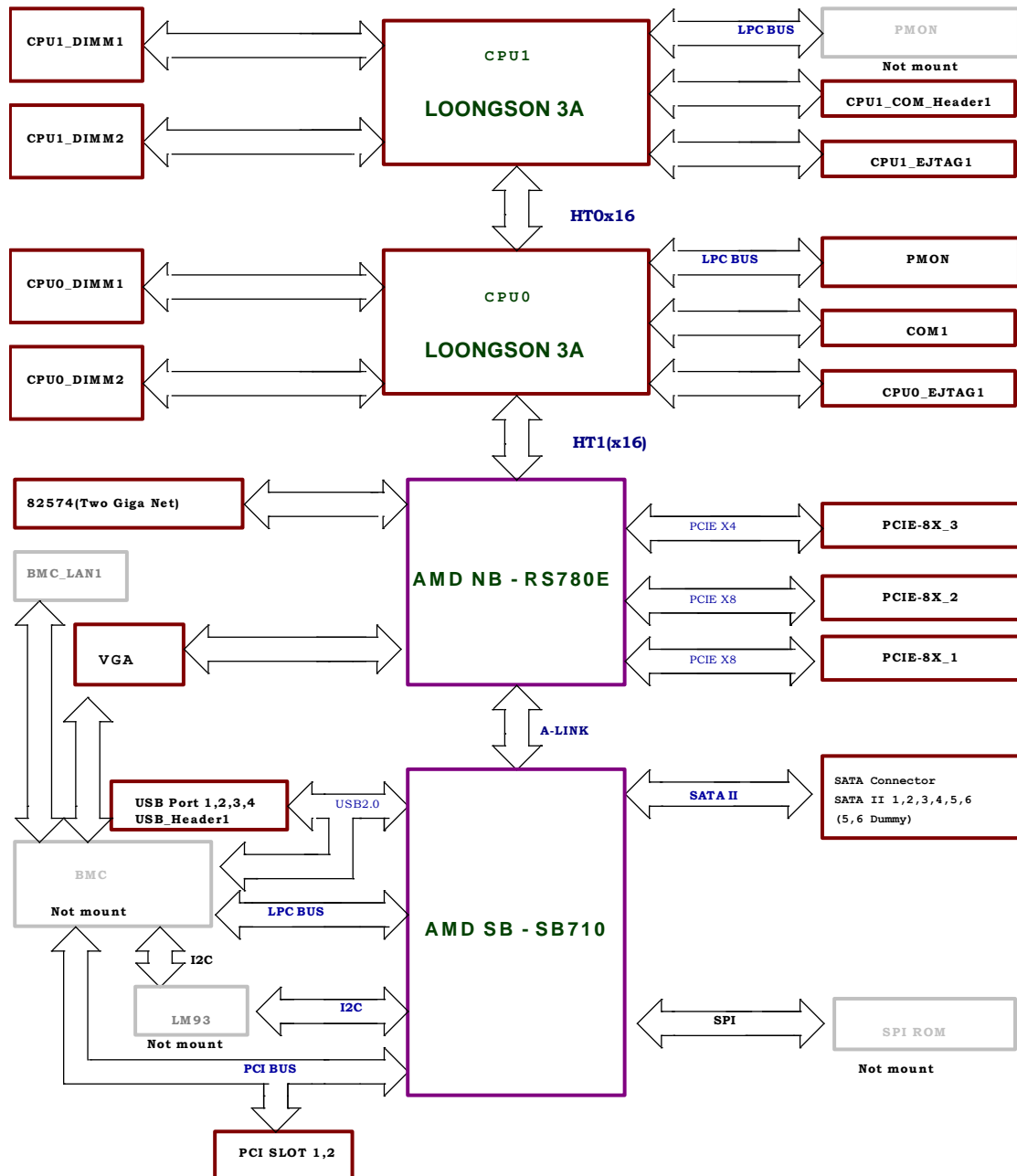


• 龙芯 3A+2H 开发系统硬件规格

功能	描述
CPU	1 片龙芯 3A
内存	3A 支持双通道, 每个通道 2 个 DDR3 DIMM 插槽; 2H 支持一个通道 2 个 DDR3 DIMM 插槽
桥片	1 片龙芯 2H

BIOS	1 个 LPC BIOS, 1 个 SPI BIOS
网络	2 个千兆网口
显示	1 个 VGA 接口 1 个 DVI 接口, 分辨率可达 1920*1080
音频	1 个 7.1 声道音频接口
PCI-E×1	4 个
存储	2 个 SATA2.0
USB 接口	4 个 USB 接口, 2 个 USB 插针
PS2	1 个键盘鼠标接口
串口	2 个 (插针)
尺寸	30.5cm × 24.4cm
电源	标准 ATX 电源

- 龙芯 3A 双路开发系统结构图

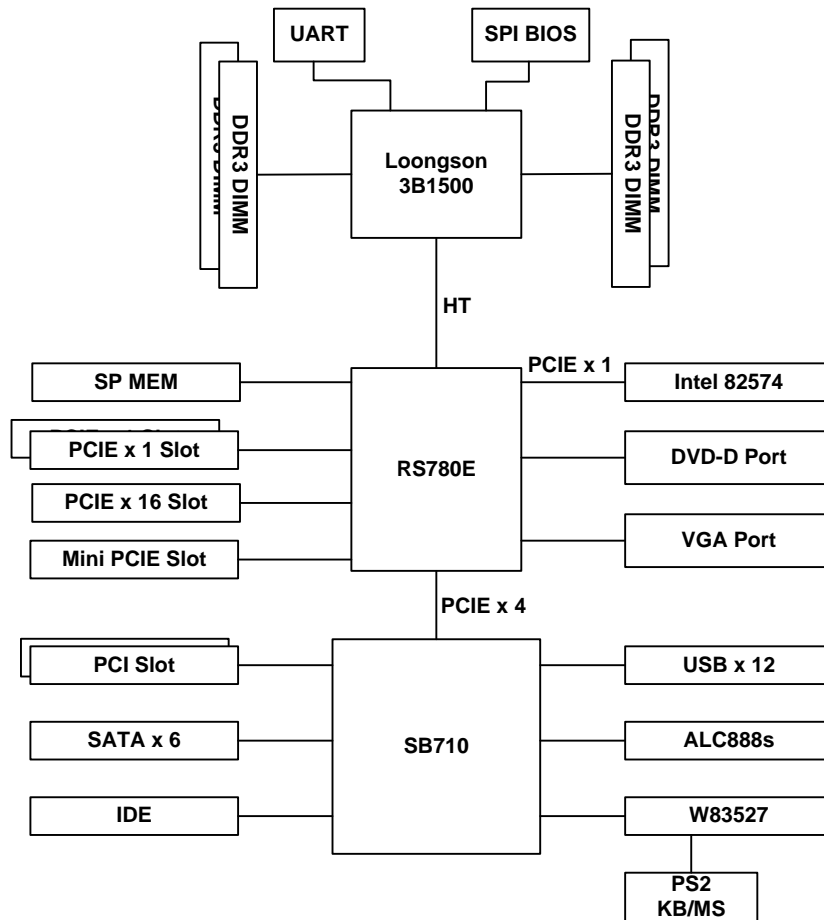


• 龙芯 3A 双路开发系统硬件规格

功能	描述
CPU	2 片 3A
内存	4 个 DDR3 DIMM 插槽，支持华芯 HXMSH2GP03E2F1C-13H 2GB 内存
桥片	AMD RS780E+SB710
BIOS	1 个 LPC BIOS
网络	2 个千兆网口

显示	1 个 VGA 接口
PCI-E	2 个 PCIEx8 插槽,1 个 PCIEx4 插槽
PCI	2 个 PCI 插槽
存储	6 个 SATA2.0
USB 接口	6 个 USB 接口, 4 个在后面板, 2 个插针 (前面板)
PS2	1 个键盘鼠标接口
串口	1 个标准 RS232 接口
其它	1 个 BMC 网络监控芯片, 可完成对服务器远程监控功能
尺寸	标准的 E-ATX 尺寸, 30.5cm×33cm

• 龙芯 3B05 单路开发系统结构图



• 龙芯 3B05 单路开发系统硬件规格

功能	描述
----	----

CPU	一片 3B05
内存	支持两个通道 4 个 DDR3 DIMM 插槽，最高支持 32GB 内存
桥片	AMD RS780E+SB710
BIOS	1 个 SPI BIOS
网络	1 个千兆网口
显示	1 个 VGA 接口，1 个 DVI 接口
音频	1 个 7.1 声道音频接口
PCI-E	1 个 PCIe x16 插槽, 2 个 PCIe x1 插槽
PCI	2 个 PCI 插槽
存储	6 个 SATA2.0、1 个 IDE
USB 接口	12 个 USB 接口，4 个在后面板，8 个插针
PS2	1 个键盘鼠标接口
串口	2 个串口插针
尺寸	标准 ATX 板尺寸 30.5cm×24.4cm

五、龙芯处理器 IP 系列

5.1 龙芯处理器系列 IP 功能及技术特点

通过十余年多款芯片的研制、生产，龙芯积累了丰富的处理器 IP 资源，分为面向个人电脑、服务器等领域的通用处理器 IP 和面向工业控制/数据采集、消费类电子等领域的通用嵌入式处理器 IP 的两个大类。其中龙芯通用处理器 IP 包括 GS464 和 GS464e 两个系列，前者已成功应用于龙芯 2F、2H、3A、3B1500 系列芯片中，后者应用于近期研制的 3A1500 芯片。GS464 和 GS464e 处理器 IP 结构复杂、性能高、需采用半定制物理设计流程，因此并不作为独立的 IP 产品向客户提供。龙芯通用嵌入式处理器 IP 包括 GS132、GS232、GS232e/GS264 三个系列，形成低、中、高档，以适用不同细分市场的需求。

• GS132 处理器 IP 规格

应用领域	低端微控制器(MCU)和终端应用
指令架构	MIPS32 release1
多核	否-仅单核
流水线	单发射、3 级流水、静态执行； 哈佛结构，指令和数据总线彼此独立
功能部件	单周期/双周期/串行 32 位乘法部件可配置； 硬件除法单元； 可配置浮点部件，支持 IEEE-754 单精度浮点运算。
内存管理	32 位寻址空间； 直接地址映射； 基于地址段的存储空间保护机制
中断	不可屏蔽中断(NMI) + 1 到 6 个物理中断
总线接口	32/64/128 位宽可配置 AXI 总线接口
调试	EJTAG 标准兼容调试接口。最多 2 个指令断点。

• GS232 处理器 IP 规格

应用领域	工业控制/数据采集、网络设备、消费类电子等领域
指令架构	MIPS32 release1; MIPS32 DSP ASE (可配置)。
多核	否-仅单核
流水线	双发射、5级流水; 寄存器重命名、动态调度、两级转移预测等乱序执行技术; 哈佛结构,指令和数据一级缓存彼此独立; 路预测指令 Cache,容量 4KB/8KB/16KB 可配置; 非阻塞数据 Cache,容量 4KB/8KB/16KB 可配置; 数据写合并收集技术。
功能部件	两个定点运算部件; 全流水 32 位乘法部件; 硬件除法单元; 可配置浮点部件,支持 IEEE-754 单、双精度浮点运算。
内存管理	32 位寻址空间; 全功能 MMU,基于 TLB 的地址映射; 提供基于页表的硬件防攻击安全保护机制
中断	不可屏蔽中断(NMI) + 1 到 6 个物理中断; 支持向量中断模式
总线接口	32/64/128 位宽可配置 AXI 总线接口; 32 位 AHB 总线接口。
调试	EJTAG 标准兼容调试接口。2 个指令断点和 2 个数据断点。

• GS264/GS232e 处理器 IP 规格

GS264/GS232e 属同一处理器 IP 系列,包含 64 位 (GS264) 和 32 位 (GS232e) 两个子系列。

应用领域	高端智能手机、平板电脑、家庭数字媒体中心以及高端工业控制等应用
指令架构	LISA64 ¹ release1 (对应于 GS264 子系列),

¹ LISA64 (LoongISA64TM 是一套兼容 MIPS64 release3 并在访存、媒体、虚拟机、二进制翻译方面予以大

	MIPS32 release3（对应于 GS232e 子系列）。
多核	支持多核，可配置为 1/2/4 个处理器核。
流水线	<p>双取指、四发射、9 级流水；</p> <p>寄存器重命名、动态调度、组合转移预测等乱序执行技术；</p> <p>哈佛结构，指令和数据一级缓存彼此独立；</p> <p>非阻塞一级指令 Cache，容量 16KB/32KB/64KB 可配置；</p> <p>非阻塞一级数据 Cache，容量 16KB/32KB/64KB 可配置；</p> <p>数据预取技术；</p> <p>数据写合并收集技术；</p> <p>指令 Cache 支持奇偶校验，数据 Cache 支持 ECC 校验。</p>
功能部件	<p>两个定点运算部件；</p> <p>全流水 32 位乘法部件；</p> <p>硬件除法单元；</p> <p>一个可配置浮点部件，支持 IEEE-754 单、双精度浮点运算。</p>
共享缓存	<p>多核共享；</p> <p>容量 256KB/512KB/1024KB/2048KB/4096KB 可配置；</p> <p>数据预取技术；</p> <p>支持 ECC 校验。</p>
内存管理	<p>64 位（GS264）或 32 位（GS232e）寻址空间；</p> <p>全功能 MMU，基于 TLB 的地址映射；</p> <p>提供基于页表的硬件防攻击安全保护机制</p>
中断	<p>不可屏蔽中断(NMI) + 1 到 6 个物理中断；</p> <p>支持向量中断模式</p>
IODMA	支持硬解维护 IODMA 和处理器间的 Cache 一致性。
总线接口	128 位宽 AXI 总线接口
调试	EJTAG 标准兼容调试接口。每个处理器核 4 个指令断点和 2 个数据断点。

量指令扩展的龙芯自定义指令集。)

5.2 龙芯处理器系列 IP 性能实现数据

- **GS132 处理器 IP 性能实现数据**

Dhrystone 性能	0.8 DMIPS/MHz	
	SMIC130G	HHNEC130
最高主频	50MHz (w/o Float) 15 MHz (w/ Float)	20MHz (w/o Float) 8MHz (w/ Float)
面积 (综合)	-	0.47 mm ²

- **GS232 处理器 IP 性能实现数据**

Dhrystone 性能	1.4 DMIPS/MHz	
	SMIC130G	40nm
最高主频	300MHz	500MHz
面积 (综合)	4.4mm ²	0.78mm ²

- **GS264/GS232e 处理器 IP 性能实现数据**

Dhrystone 性能	2.0 DMIPS/MHz	
	SMIC130G	40nm
最高主频	400MHz	1.0GHz
面积 (综合)	10.9mm ²	2.6 mm ²

六、近期研发计划

6.1 龙芯 3A1500 处理器

龙芯 3A1500 处理器是目前龙芯 3A1000 处理器（简称龙芯 3A）处理器的全新升级版本。龙芯 3A1500 处理器集成 4 个 64 位处理器核，可满足服务器和高端桌面应用，具有高带宽，高性能，低功耗的特征。龙芯 3A1500 处理器塑封版本与龙芯 3A1000 处理器引脚完全兼容，内部集成的各个部分进行了全新的升级。与龙芯 3A1000 处理器相比，在降低功耗的基础上实现性能 3-4 倍的提升。

龙芯 3A1500 处理器将会有全新的陶封版本，满足各种工业级应用。

该芯片预计 2015 年年初完成样片系统验证工作，并于 2015 年末进行量产。

与龙芯 3A1500 处理器相比，该芯片的处理器核性能大幅度提升，并重点优化了访存性能，加强了虚拟机支持及多种二进制翻译支持；内存接口由 DDR3-800 升级至 DDR3-1333；HT 接口由 HT1.0 升级至 HT3.0；增加了 SPI 启动功能。总体来说，在实现引脚兼容的基础上对处理器性能进行了大幅度的提升。

• 龙芯 3A1500 芯片规格

主频	800MHz
核心个数	4
处理器核	64 位超标量处理器核 GS464e； 支持 MIPS64 指令集； 支持 LISA64 指令集； 12 级超标量流水线； 四发射乱序执行； 2 个定点单元、2 个浮点单元和 1 个访存单元

高速缓存	每个处理器核包含 64KB 私有级指令缓存和 64KB 私有级数据缓存； 每个处理器包含 256KB 私有二级缓存； 所有处理器核共享 4MB 三级缓存
内存控制器	2 个 64 位 DDR2/3-1333 控制器； 支持 ECC 校验
高速 I/O	2 个 HyperTransport 3.0 控制器； 支持多处理器数据一致性互连（CC-NUMA）
其它 I/O	1 个 PCI 接口； 1 个 LPC、1 个 SPI、2 个 UART、16 个 GPIO 接口
制造工艺	40nm CMOS 工艺
封装	40mm*40mm BGA 封装，1121 个引脚
功耗管理	支持主要模块（CPU、DDR、HT）时钟动态关闭； 支持处理器核动态降频
典型功耗	<12W@800MHz

版权声明

本文为龙芯中科技术有限公司版权所有。

LOONGSON、、**LoongISA**是龙芯中科技术有限公司的注册商标。本文中所涉及的其他商标或产品名称均为各自拥有者的商标或产品名称。

本文中的信息若有更改，恕不另行通知。虽然已尽力确保本文的完整性和准确性，但龙芯中科技术有限公司对本文的内容不作任何保证。龙芯中科技术有限公司对本文中包含的错误或遗漏，或者因使用本文引发的任何损失概不负责。

未经龙芯中科技术有限公司许可，任何个人和组织均不得以任何手段与形式对本文进行复制或传播。

龙芯中科技术有限公司

2014年9月

龙芯中科技术有限公司

地址：北京市海淀区中关村环保科技示范园龙芯产业园2号楼

邮编：100095

电话：010-62546668

传真：010-62600826

客户服务邮箱：service@loongson.cn

网址：<http://www.loongson.cn>