



STARFIVE

STARFIVE TECHNOLOGY
IP PRODUCT MANUAL

赛昉科技
IP产品手册

版权声明

本手册版权属于上海赛昉半导体科技有限公司所有，受法律保护。未经许可，任何单位及个人不得以任何方式或理由对手册内容进行使用、复制、修改或与其他产品捆绑使用、销售。

转载、摘编或引用手册内容和观点应注明“来源于广东赛昉科技有限公司《赛昉科技 IP 产品手册》”。

凡侵犯版权等知识产权的，必依法追究其法律责任。

免责声明

本手册仅提供阶段性信息，所含内容可根据产品的实际情况随时更新，恕不另行通知。

如因手册使用不当造成直接或间接损失，本公司不承担任何责任。

CONTENTS

目录

关于赛昉



关于赛昉	01
赛昉科技IP产品矩阵	02

RISC-V CPU IP



昉·天枢-70	03
昉·天枢-80	06
昉·天枢-83	09
昉·天枢-90	12

互联总线IP

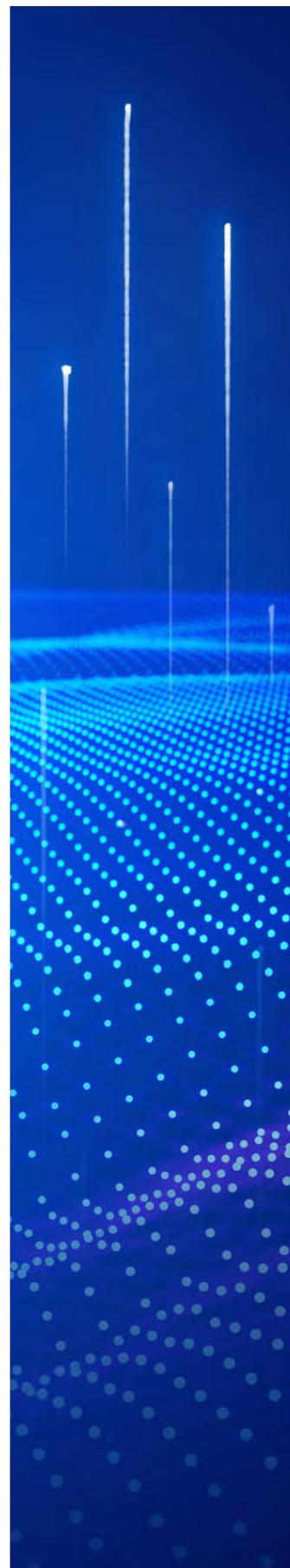


昉·星链-500	15
昉·星链-700	17

RISC-V+NoC IP子系统方案



多核RISC-V IP子系统平台	19
众核RISC-V IP子系统平台	21





关于 RISC-V

RISC-V 指令集架构 (ISA) 于 2010 年在加州大学伯克利分校诞生，并于 2013 年开源，是精简指令集 (RISC) 系列的第五代产品。具有简洁、开放、模块化、可扩展等优势。截至 2024 上半年，RISC-V 国际协会拥有来自 70 个国家 5890 名会员，包括芯片设计厂商、芯片设计服务商、系统集成商、软件服务商、科研机构 and 投资机构等。RISC-V 已在物联网设备中应用广泛，并开始渗透到高端应用场景，如服务器、通信、AI、自动驾驶、VR、办公设备等。根据分析机构 Omdia 最新发布报告，基于 RISC-V 指令集的芯片出货量每年将增长 50%，预计到 2030 年将达到 170 亿颗，占据 25% 的市场份额。

关于赛昉科技

赛昉科技 (StarFive) 成立于 2018 年，是一家具有独立自主知识产权的本土高科技企业，提供全球领先的基于 RISC-V 指令集的 IP、SoC、开发板等系列产品，赛昉科技的 IP 产品包括：

昉·天枢系列 CPU IP

- 可交付性能最高的国产商业级 RISC-V CPU IP——昉·天枢-90 (Dubhe-90)
- 支持 Vector 扩展的高能效商业级 RISC-V CPU IP——昉·天枢-83 (Dubhe-83)
- 高能效商业级 RISC-V CPU IP——昉·天枢-80 (Dubhe-80)
- 极低功耗的乱序商业级 64 位 RISC-V CPU IP——昉·天枢-70 (Dubhe-70)

昉·星链系列互联总线 IP

- 首款国产商业级一致性互联总线 IP——昉·星链-500 (StarNoC-500)
- 首款国产 Mesh 架构一致性互联总线 IP——昉·星链-700 (StarNoC-700)

RISC-V+NoC IP 子系统方案

- 多核 RISC-V IP 子系统平台
- 众核 RISC-V IP 子系统平台

赛昉科技将依托自研 CPU Core IP、Interconnect Fabric IP 等核心产品和技术，不断推出满足不同应用场景的高性能 IP 解决方案，实现 RISC-V 在高性能应用场景的全方位覆盖，为客户创造更多价值。



赛昉科技IP产品矩阵

RISC-V CPU IP

High Performance 系列

昉·天枢-90
(Dubhe-90)

+50% Power Efficiency

SPECint2006 9.4/GHz
5-wide, OoO
Hypervisor, CHI
对标 A76

Server, DPU, PC,
可信计算, 基础设施网络

High Efficiency 系列

昉·天枢-80/83*
(Dubhe-80/83*)

+21% Power Efficiency

SPECint2006 8.5/GHz
3-wide, OoO
Hypervisor, CHI
*RVA23
*RVV1.0, Vector Crypto
对标 A75

应用

昉·天枢-70
(Dubhe-70)

SPECint2006 7.2/GHz
3-wide, OoO
Per-core power gating
对标 A72/A510

工业控制, 存储, AI,
移动终端, 边缘计算, 云终端

一致性片上网络 (NoC) IP

Cache Coherent Interconnect

昉·星链-500
(StarNoC-500)

拓扑结构: Crossbar
CPU Cores: up to 16
Coherent IO 端口: 1-3
高性能, 低延迟

4 ~ 16 核场景

昉·星链-700
(StarNoC-700)

拓扑结构: Mesh
最大节点数: 12*12
CPU Cores: up to 256
高可扩展性, 高带宽, 低功耗

16 ~ 128 核场景

应用



RISC-V CPU IP

昉·天枢-70 CPU IP

昉·天枢-70是一款极低功耗的乱序商业级64位RISC-V CPU IP。



简介

赛昉科技昉·天枢-70 CPU IP采用了9+级流水线、三发射、乱序执行的设计,支持丰富的RISC-V指令集RV64GCBH_Zicond_Zicbom_Zicboz_Zicbop。昉·天枢-70 SPEC2006int分数可达7.2/GHz, 专为高效的计算场景而设,满足移动、桌面、人工智能的需求。

经过预集成与验证,昉·天枢-70简化了SoC开发工作。昉·天枢-70提供具备内存一致性的Cluster内单核、双核及四核的配置选择,具有高度可扩展性。

昉·天枢-70的能效比较同系列的昉·天枢-80高出21%。



Extensions

RV64I	2.1	Debug	0.13
M	2.0	Trace	1.0
A	2.1	Zicond	1.0
F	2.2	Zicbom	1.0
D	2.2	Zicboz	1.0
C	2.0	Zicbop	1.0
B	1.0	Svnapot	1.0
Priv. Spec.	1.12	Svpbmt	1.0
H	1.0	Svinval	1.0

Dubhe-70

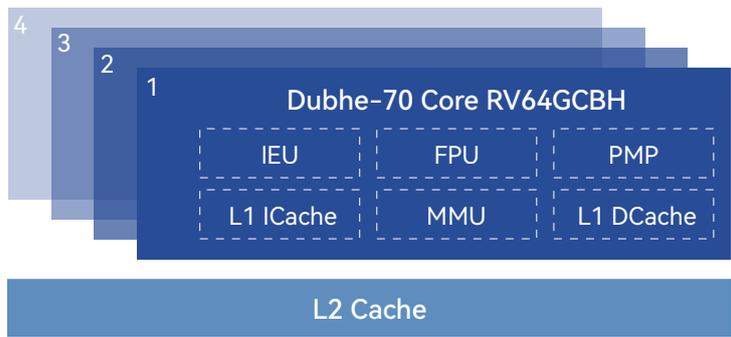
Debug, PLIC & CLINT

Debug Module

PLIC

CLINT

Dubhe-70 Cluster



TileLink/AXI/ACE/CHI



设计规格

- SPECint2006: 7.2/GHz
- Dhrystone: 6.0/MHz (Legal)
- RV64GCBH
- 9+ 级流水线、三发射
- 超标量、深度乱序执行
- 支持多核缓存一致性



移动应用

- 智能手机
- 平板电脑
- 智能穿戴
- 游戏设备



工业控制

- 人机交互
- 工业展示
- 工业检测
- 智能网关



AI

- 机器人
- 计算机视觉
- 智能家居

功能列表 Function list



取指单元 (IFU)

- 采用取指令与分支预测解耦的架构
- 取指宽度: 16 Byte/Cycle
- 针对返回指令的RAS预测器
- 针对间接跳转指令的IJTP预测器
- 针对条件分支指令的TAGE-Style预测器



主干单元 (TKU)

- 3-Way Decode/Rename/Commit
- ROB Entries: 80
- 整数物理寄存器个数: 88
- 浮点物理寄存器个数: 72



整数执行单元 (IEU)

- 3个Full ALU (算术/逻辑) 单元
- 1个MDU (乘/除法) 单元
- 1个BRU (分支/跳转) 单元



浮点处理单元 (FPU)

- 支持符合IEEE 754-2008浮点标准的32位单精度和64位双精度算术
- 1条浮点Pipeline单元



内存管理单元 (MMU)

- 支持RISC-V特权规范定义的Bare、Sv39、Sv48模式
- 16-Entry全相联 (Fully-Associative) L1 ITLB
- 24-Entry全相联L1 DTLB
- 1024-Entry 4路组相联 (Set Associative) STLB
- 可配置奇偶校验



内存子系统

- L1指令缓存
 - 可配置的组相联指令缓存
 - 默认32 KB、4路组相联
 - 可配置奇偶校验
- L1数据缓存
 - 默认32 KB、4路组相联
 - 2个Load/Store流水线
 - 缓存写入策略: 回写 (Write Back)
 - 乱序处理, 非阻塞缓存设计
 - 支持标准CMO1.0指令
 - 可配置的ECC
- L2缓存:
 - 默认128 KB、8路组相联
 - MESI一致性
 - 缓存写入策略: 回写 (Write Back)
 - 由多个核于Cluster级别上共享
 - 可配置的ECC



PMP&PMA

- PMP支持区域的数量可配置为16、32或64个,最小区域大小为4096字节
- 支持预定义PMA和Svpbmt



硬件性能监视器 (HPM)

- 支持符合RISC-V标准的硬件性能监视器
- 协助微架构级别的分析核性能调试



电源管理

- 内核级别的等待 (Wait For Interrupt) 机制
- 内核级别和Cluster级别的时钟门控
- 内核级别和Cluster级别的低功耗状态 (Power ON/OFF/Retention)
- Cluster级别的动态频率调节



平台级中断控制器 (PLIC)

- PLIC中断:最多可以支持1024个可配置中断信号,可与内核子系统外部设备相连
- PLIC特权等级:PLIC支持8个特权等级



处理器核局部中断控制器 (CLINT)

- 最多可支持32组中断目标或Hart



DEBUG

- 符合RISC-V调试规格的标准调试模块



配套软件

- 裸机SDK
 - 编译器与工具链,包括基于GCC与LLVM框架的包
 - GDB调试器与预编译OpenOCD
 - FreeRTOS
 - 36个示例项目
- Linux SDK
 - 基于Yocto的环境
 - Kernel 6.6
 - 主机开发工具
 - OpenSBI
 - KVM
 - Xvisor
- StarFive StarStudio
 - 为客户提供独立且预编译的IDE



TRACE

- 符合RISC-V Trace规格的标准Trace模块接口



RISC-V CPU IP

昉·天枢-80 CPU IP

昉·天枢-80是一款支持丰富的RISC-V扩展，使能高效应用的商业级64位RISC-V CPU IP。



简介

赛昉科技昉·天枢-80 CPU IP采用了9+级流水线、三发射、乱序执行的设计，支持丰富的RV64GCBH_Zicnd_Zicbom_Zicboz_Zicbop RISC-V指令集。昉·天枢-80 SPEC2006int分数可达8.5/GHz，专为高效率的计算场景而设，满足移动、桌面、人工智能的需求。

经过预集成与验证，昉·天枢-80简化了SoC开发工作。昉·天枢-80提供具备内存一致性的Cluster内单核、双核及四核的配置选择，具有高度可扩展性。

2024年，昉·天枢-80全面升级，性能较2023年提升6%，能效比提高50%。



Extensions

RV64I	2.1	Debug	0.13
M	2.0	Trace	1.0
A	2.1	Zicnd	1.0
F	2.2	Zicbom	1.0
D	2.2	Zicboz	1.0
C	2.0	Zicbop	1.0
B	1.0	Svnapot	1.0
Priv. Spec.	1.12	Svpbmt	1.0
H	1.0	Svinval	1.0

Dubhe-80

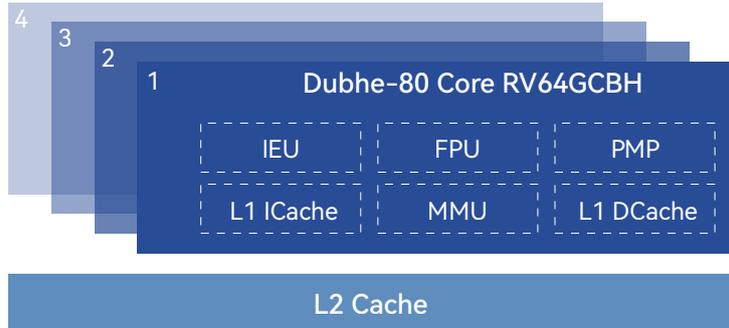
Debug, PLIC & CLINT

Debug Module

PLIC

CLINT

Dubhe-80 Cluster



TileLink/AXI/ACE/CHI



设计规格

- SPECint2006: 8.5/GHz
- Dhrystone: 6.0/MHz (Legal)
- RV64GCBH
- 9+ 级流水线、三发射
- 超标量、深度乱序执行
- 支持多核缓存一致性



移动应用

- 智能手机
- 平板电脑
- 智能穿戴
- 游戏设备



工业控制

- 人机交互
- 工业展示
- 工业检测
- 智能网关



AI

- 机器人
- 计算机视觉
- 智能家居

功能列表 Function list



取指单元 (IFU)

- 采用取指令与分支预测解耦的架构
- 取指宽度: 16 Byte/Cycle
- 针对返回指令的RAS预测器
- 针对间接跳转指令的IJTP预测器
- 针对条件分支指令的TAGE-Style预测器



主干单元 (TKU)

- 3-Way Decode/Rename/Commit
- ROB Entries: 128
- 整数物理寄存器个数: 128
- 浮点物理寄存器个数: 96



整数执行单元 (IEU)

- 3个Full ALU (算术/逻辑) 单元
- 1个MDU (乘/除法) 单元
- 1个BRU (分支/跳转) 单元



浮点处理单元 (FPU)

- 支持符合IEEE 754-2008浮点标准的32位单精度和64位双精度算术
- 2条浮点Pipeline单元



内存管理单元 (MMU)

- 支持RISC-V特权规范定义的Bare、Sv39、Sv48模式
- 32-Entry全相联 (Fully-Associative) L1 ITLB
- 32-Entry全相联L1 DTLB
- 1024-Entry 4路组相联 (Set Associative) STLB
- 可配置奇偶校验



内存子系统

- L1指令缓存
 - 可配置的组相联指令缓存
 - 默认32 KB、4路组相联
 - 可配置奇偶校验
- L1数据缓存
 - 默认32 KB、4路组相联
 - 2个Load/Store流水线
 - 缓存写入策略: 回写 (Write Back)
 - 乱序处理, 非阻塞缓存设计
 - 支持标准CMO1.0指令
 - 可配置的ECC
- L2缓存:
 - 默认256KB、8路组相联
 - MESI一致性
 - 缓存写入策略: 回写 (Write Back)
 - 由多个核于Cluster级别上共享
 - 可配置的ECC



PMP&PMA

- PMP支持区域的数量可配置为16、32或64个，最小区域大小为4096字节
- 支持预定义PMA和Svpbmt



硬件性能监视器 (HPM)

- 支持符合RISC-V标准的硬件性能监视器
- 协助微架构级别的分析核性能调试



电源管理

- 内核级别的等待 (Wait For Interrupt) 机制
- 内核级别和Cluster级别的时钟门控
- 内核级别和Cluster级别的低功耗状态 (Power ON/OFF/Retention)
- Cluster级别的动态频率调节



平台级中断控制器 (PLIC)

- PLIC中断: 最多可以支持1024个可配置中断信号，可与内核子系统外部设备相连
- PLIC特权等级: PLIC支持8个特权等级



处理器核局部中断控制器 (CLINT)

- 最多可支持32组中断目标或Hart



DEBUG

- 符合RISC-V调试规格的标准调试模块



配套软件

- 裸机SDK
 - 编译器与工具链, 包括基于GCC与LLVM框架的包
 - GDB调试器与预编译OpenOCD
 - FreeRTOS
 - 36个示例项目
- Linux SDK
 - 基于Yocto的环境
 - Kernel 6.6
 - 主机开发工具
 - OpenSBI
 - KVM
 - Xvisor
- StarFive StarStudio
 - 为客户提供独立且预编译的IDE



TRACE

- 符合RISC-V Trace规格的标准Trace模块接口



RISC-V CPU IP 昉·天枢-83 CPU IP

昉·天枢-83是一款支持Vector扩展,使能高效应用的商业级64位RISC-V CPU IP。

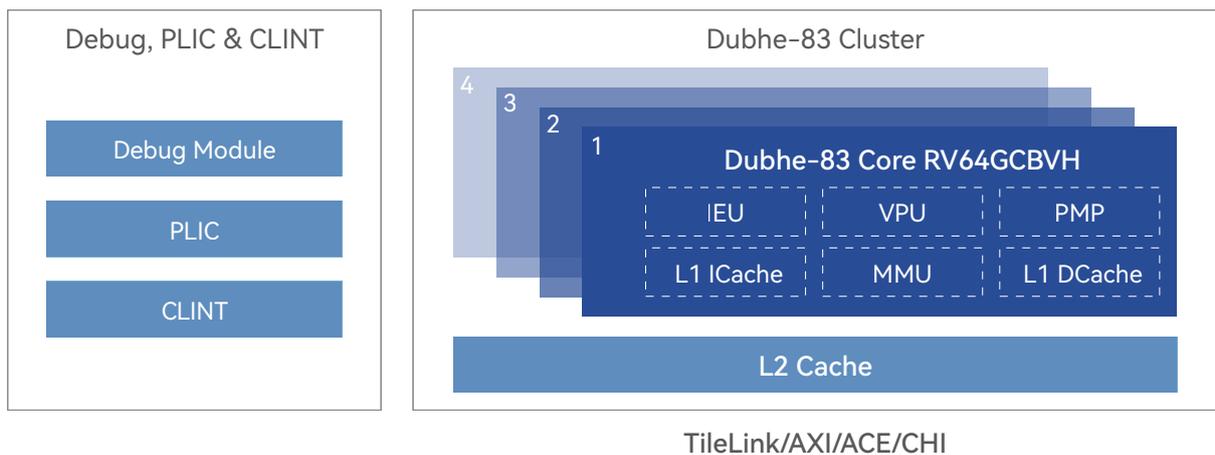


简介

赛昉科技昉·天枢-83 CPU IP采用了10+级流水线、三发射、乱序执行的设计,支持丰富的RISC-V指令集RV64GC-BVH,遵循RVA23 Profile,支持Vector Crypto所有扩展。昉·天枢-83 SPEC2006int分数可达8.5/GHz,专为高效的计算场景而设,满足移动、桌面、人工智能的需求。

经过预集成与验证,昉·天枢-83简化了SoC开发工作。昉·天枢-83提供具备内存一致性的Cluster内单核、双核及四核的配置选择,具有高度可扩展性。

Dubhe-83



设计规格

- SPECint2006: 8.5/GHz
- Dhrystone: 6.0/MHz (Legal)
- ISA: RV64GCBVH
- 10+ 级流水线、三发射
- 超标量、深度乱序执行
- 支持多核缓存一致性



移动应用

- 智能手机
- 平板电脑
- 智能穿戴
- 游戏设备



工业控制

- 人机交互
- 工业展示
- 工业检测
- 智能网关



AI

- 机器人
- 计算机视觉
- 智能家居

功能列表 Function list



取指单元 (IFU)

- 采用取指令与分支预测解耦的架构
- 取指宽度: 16 Byte/Cycle
- 针对返回指令的RAS预测器
- 针对间接跳转指令的IJTP预测器
- 针对条件分支指令的TAGE-Style预测器



主干单元 (TKU)

- 3-Way Decode/Rename/Commit
- ROB Entries: 128
- 整数物理寄存器个数: 128
- 浮点/向量物理寄存器个数: 192



整数执行单元 (IEU)

- 3个Full ALU (算术/逻辑) 单元
- 1个MDU (乘/除法) 单元
- 1个BRU (分支/跳转) 单元



向量处理单元 (VPU)

- 支持8位, 16位, 32位, 64位整数和IEEE754-2008标准16位, 32位, 64位浮点以及BF16浮点运算
- 支持VLEN=DLEN=256
- 2条向量Pipeline单元
- 2条浮点Pipeline单元, 复用VPU



内存管理单元 (MMU)

- 支持RISC-V特权规范定义的Bare、Sv39、Sv48模式
- 32-Entry全相联 (Fully-Associative) L1 ITLB
- 32-Entry全相联L1 DTLB
- 1024-Entry 4路组相联 (Set Associative) STLB
- 可配置奇偶校验



内存子系统

- L1指令缓存
 - 可配置的组相联指令缓存
 - 默认32 KB、4路组相联
 - 支持Way-Prediction
 - 可配置奇偶校验
- L1数据缓存
 - 默认32 KB、4路组相联
 - 2个Load/Store流水线
 - 缓存写入策略: 回写 (Write Back)
 - 乱序处理, 非阻塞缓存设计
 - 支持Way-Prediction
 - 支持标准CMO1.0指令
 - 可配置的ECC
- L2缓存
 - 默认512 KB、8路组相联
 - MESI一致性
 - 硬件数据预取
 - 缓存写入策略: 回写 (Write Back)
 - 由多个核于Cluster级别上共享
 - 可配置的ECC



PMP&PMA

- PMP支持区域的数量可配置为16、32或64个,最小区域大小为4096字节
- 支持预定义PMA和Svpbmt



硬件性能监视器 (HPM)

- 支持符合RISC-V标准的硬件性能监视器
- 协助微架构级别的分析核性能调试



电源管理

- 内核级别的等待 (Wait For Interrupt) 机制
- 内核级别和Cluster级别的时钟门控
- 内核级别和Cluster级别的低功耗状态 (Power ON/OFF/Retention)
- Cluster级别的动态频率调节



平台级中断控制器 (PLIC)

- PLIC中断:最大可以支持1024个可配置中断信号,可与内核子系统外部设备相连
- PLIC特权等级:PLIC支持8个特权等级



处理器核局部中断控制器 (CLINT)

- 最多可支持32组中断目标或Hart



DEBUG

- 符合RISC-V调试规格的标准调试模块



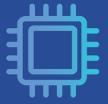
配套软件

- 裸机SDK
 - 编译器与工具链,包括基于GCC与LLVM框架的包
 - GDB调试器与预编译OpenOCD
 - FreeRTOS
 - 36+个示例项目
- Linux SDK
 - 基于Yocto的环境
 - Kernel 6.6
 - 主机开发工具
 - OpenSBI
 - Uboot
 - KVM
 - Xvisor
- StarFive StarStudio
 - 为客户提供独立且预编译的IDE



TRACE

- 符合RISC-V Trace规格的标准Trace模块接口



RISC-V CPU IP

昉·天枢-90 CPU IP

昉·天枢-90 是一款支持丰富的RISC-V扩展, 使能边缘、云计算和高性能计算应用的商业级64位RISC-V CPU IP。



简介

昉·天枢-90 是可交付性能最高的商业级国产 RISC-V CPU Core IP, 采用 11+ 级流水线、五发射、超标量、深度乱序执行等设计, 支持标准 RISC-V RV64GCBH 扩展, 同时还针对性能和频率做了深度的优化, SPECint2006 可达 9.4/GHz。昉·天枢-90 经过预集成及验证, 提供具备内存一致性的集群内单核、双核及四核的配置选择, 简化了SoC 开发工作, 可广泛用于数据中心、PC、移动设备、高性能网络通讯、机器学习等高性能计算场景、设备。



Extensions

RISC-V 64位基本整数指令集	2.1
M (标准整数乘法和除法扩展)	2.0
A (标准原子指令扩展)	2.1
F (标准单精度浮点扩展)	2.2
D (标准双精度浮点扩展)	2.2
C (标准压缩指令扩展)	2.0
B (标准位操作扩展)	1.0
特权规范 (Privilege)	1.12
H (Hypervisor)	0.6.1
Debug	0.13
Trace	1.0

Dubhe-90

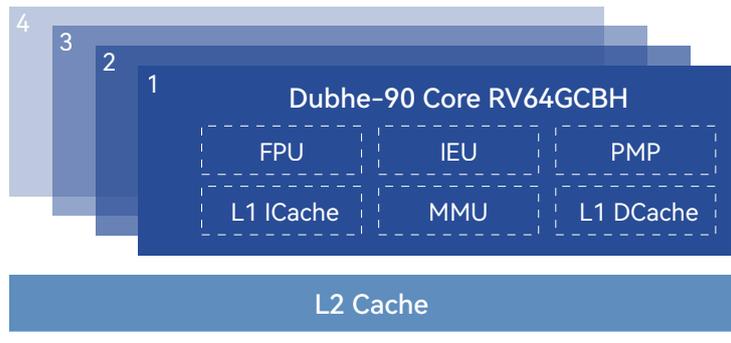
Debug, PLIC & CLINT

Debug Module

PLIC

CLINT

Dubhe-90 Cluster



TileLink/AXI/ACE/CHI



设计规格

- SPECint2006: 9.4/GHz
- Dhrystone: 6.5/MHz (Legal)
- 支持虚拟化 Hypervisor (H) 扩展指令
- 11+ 级流水线、五发射
- 超标量、深度乱序执行
- 支持多核缓存一致性



边缘/云数据中心

- 边缘云计算
- 智能网卡及数据处理单元
- 企业级计算存储
- 基板管理控制器



通信/网络

- 5G架构和基站
- 无线访问接入点
- 企业交换机及防火墙/下一代防火墙
- 车联网 (V2X) 通讯



人工智能/机器学习

- 自动驾驶/高级驾驶
- 车载信息娱乐/HUD
- 机器人/无人机/工业控制
- 计算机视觉/AR/VR/MR

功能列表 Function list



取指单元 (IFU)

- 采用取指令与分支预测解耦的架构
- 取指宽度: 16 Byte/Cycle
- 针对返回指令的RAS预测器
- 针对间接跳转指令的IJTP预测器
- 针对条件分支指令的TAGE-Style预测器



主干单元 (TKU)

- 5-Way Decode/Rename/Commit
- ROB Entries: 160
- 整数物理寄存器个数: 160
- 浮点物理寄存器个数: 160



整数执行单元 (IEU)

- 2条独立的Full ALU单元
- 1条复用MDU资源的Full ALU单元
- 1条独立的分支执行单元



浮点单元 (FPU)

- 支持符合IEEE 754-2008浮点标准的32位单精度和64位双精度算术



内存管理单元 (MMU)

- 支持RISC-V特权规范定义的Bare、Sv39、Sv48模式
- 32-Entry ITLB全相联 (Fully-Associative)
- 48-Entry DTLB全相联
- 1280-Entry 5路组相联 (Set Associative) STLB



内存子系统

- L1指令缓存
 - 可配置的组相联指令缓存
 - 默认64 KB、4路组相联
 - 支持指令预取
 - 可配置奇偶校验
- L1数据缓存
 - 默认64 KB、4路组相联
 - 2个Load/Store流水线
 - 缓存写入策略: 回写 (Write Back)
 - 乱序处理, 非阻塞缓存设计
 - 支持自定义CMO指令
 - 可配置ECC
- L2缓存
 - 默认2 MB、8路组相联
 - 支持L2缓存Prefetch
 - MESI一致性
 - 缓存写入策略: 回写 (Write Back)
 - 由多个核于Cluster级别上共享
 - 可配置ECC



PMP&PMA

- PMP支持区域的数量可配置为16、32或64个, 最小区域大小为4096字节
- 支持固定的PMA



硬件性能监视器 (HPM)

- 支持符合RISC-V标准的硬件性能监视器
- 协助微架构级别的分析核性能调试



电源管理

- 内核级别的等待 (Wait For Interrupt) 机制
- 内核级别和Cluster级别的时钟门控
- 内核级别和Cluster级别的低功耗状态 (Power ON/OFF/Retention)
- Cluster级别的动态频率调节



平台级中断控制器 (PLIC)

- PLIC中断: 最多可以支持1024个可配置中断信号, 可与内核子系统外部设备相连
- PLIC特权等级: PLIC支持8个特权等级



处理器核局部中断控制器 (CLINT)

- 最多可支持32组中断目标或Hart



DEBUG

- 符合RISC-V调试规格的标准调试模块



配套软件

- 裸机SDK
 - 编译器与工具链, 包括基于GCC与LLVM框架的包
 - GDB调试器与预编译OpenOCD
 - FreeRTOS
 - 36个示例项目
- Linux SDK
 - 基于Yocto的环境
 - Kernel 6.6
 - 主机开发工具
 - OpenSBI
 - KVM
 - Xvisor
- StarFive StarStudio
 - 为客户提供独立且预编译的IDE



TRACE

- 符合RISC-V Trace规格的标准Trace模块接口



昉·星链-500 Interconnect Fabric IP

昉·星链-500是赛昉科技首款自研的支持缓存一致性的Interconnect Fabric IP, 支撑构建多核CPU和SoC。

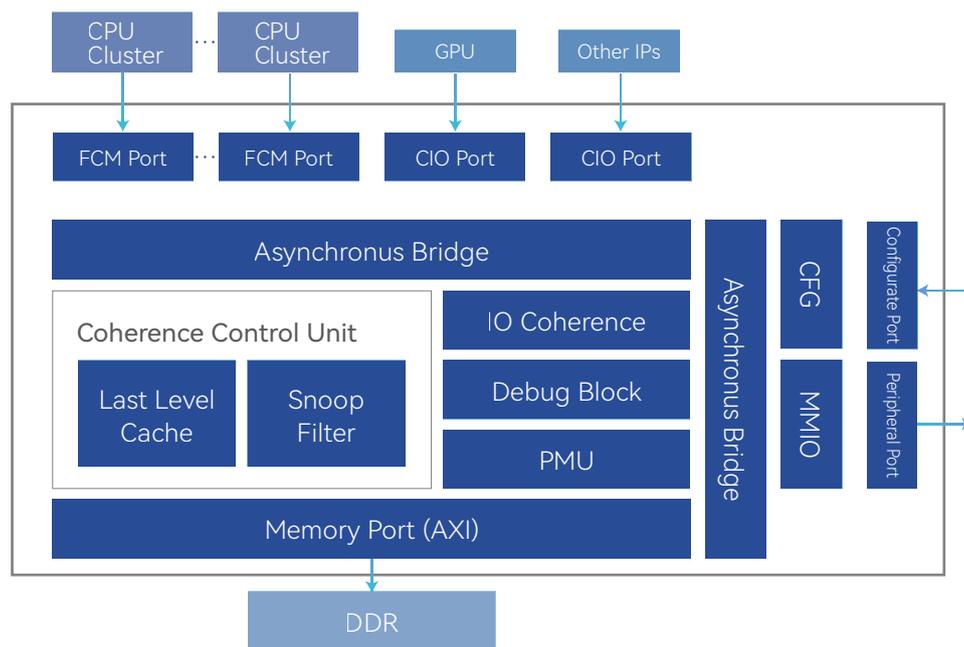


简介

昉·星链-500 是赛昉科技首款自研的支持缓存一致性的 Interconnect Fabric IP, 支撑构建多核 CPU 和 SoC

- 提供缓存一致性 NoC：连接多个 CPU Cluster、IO 设备和 DDR, 并在 SoC 范围内维护缓存的一致性
- 高性能：提供 Last Level Cache (LLC), 提供 Snoop Filter, 提高一致性维护模块效率和 Memory Hierarchy 性能
- 高效的数据交换：支持 CPU 和 IO 设备共享 LLC, 简化 CPU 和 IO 数据交换并提高性能
- 低功耗：支持 LLC Way Shutdown, Cache Retention 等低功耗技术
- 高可靠性：Snoop Filter 和 LLC 支持 SEC-DED (Single Error Correction Double Error Detection)
- 控制接口支持：MMIO - CPU 可配置 IO 设备和读取片上 SRAM；CFG - IO 设备访问和配置一致性片上互联

StarNoC-500



设计规格

- 支持多个 Fully Coherent Master (FCM) Port
- 支持多个 CPU Core/Cluster 配置
- 支持 Component Aggregation Layer (CAL)
- 支持多个 Coherent IO (CIO) Port
- 频率：1.2 GHz @ 12nm (Reference)
- 缓存大小：Typical 4 MB (Customizable)
- 总线宽度：256 Bit (Customizable)
- 高带宽、低功耗、低时延

功能列表 Function list



Coherence Unit

- 支持多CPU Core/Cluster Cache Coherency
- 支持Cache Coherent IO



CIO Port

- 支持并发
- 支持QoS LLC Allocation



LLC

- Cache Inclusion Policy: Exclusive
- 支持Multibank
- 支持CMO
- 支持Atomic



Error Reporting

- 支持Error Reporting



Low Power Design

- 支持低功耗模式
 - Clock Gating
 - Cache Way Shutdown
 - Cache Retention



Debug

- 支持Bus Monitor
- 支持Internal Status Monitor



RAS

- Snoop Filter, LLC支持SEC-DED



Performance Monitor (PMU)

- 支持Performance Monitor



昉·星链-700 Interconnect Fabric IP

昉·星链-700是赛昉科技自研的支持缓存一致性的Interconnect Fabric IP, 支撑构建众核CPU和SoC。



简介

昉·星链-700 是赛昉科技自研的支持缓存一致性的高扩展性、高性能 Interconnect Fabric IP, 支撑构建众核 CPU 和 SoC

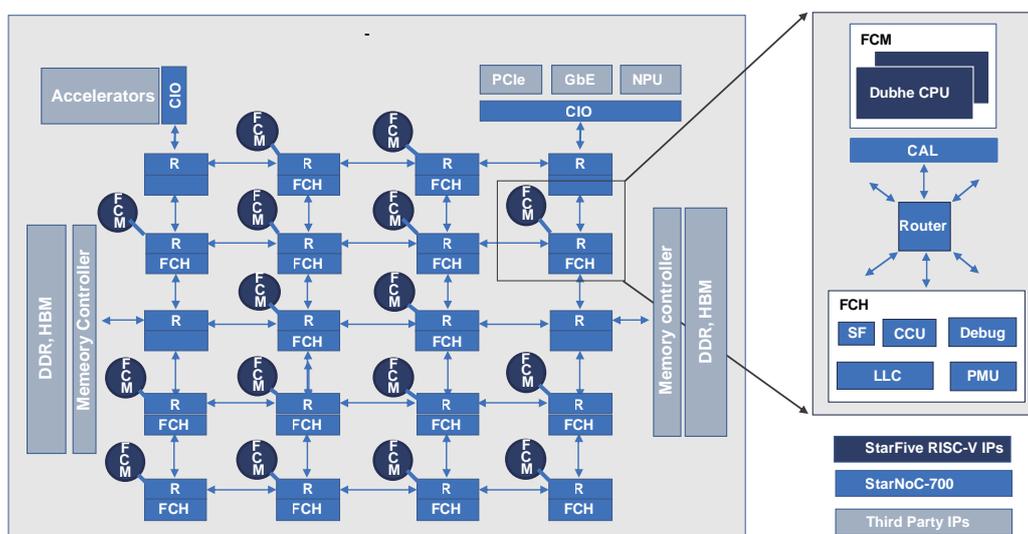
- 提供缓存一致性 NoC: 连接最多 256 CPU Cores、IO 设备和 DDR,并在 SoC 范围内维护缓存的一致性
- 高性能: 提供最大 512 MB Last Level Cache (LLC), 提供 Snoop Filter, 提高一致性维护模块效率和 Memory Hierarchy 性能
- 高扩展性: 采用 Mesh NoC,提高可扩展性;采用专门 Control NoC 支持控制命令传输
- 低时延: 采用 Semi-custom 设计方法,降低 NoC 传输时延
- 高效的数据交换: 支持 CPU 和 IO 设备共享 LLC,简化 CPU 和 IO 数据交换并提高性能
- 低功耗: 支持 LLC Way Shutdown, Architecture Clock Gating 等低功耗技术
- 高可靠性: Snoop Filter 和 LLC 支持 ECC (SEC-DED, Single Error Correction Double Error Detection)



设计规格

- 高扩展性,低功耗,低时延
- 支持 Component Aggregation Layer (CAL)
- 拓扑结构: Mesh
- 支持多个 I/O Coherent Master Node (CIO)
- 最大节点数 12x12
- 单节点支持 3-5 个 Devices
- 可配置的 Data Path Link Width: 128b/256b/512b

基于昉·星链-700的16核系统示意图



- FCH: Fully Coherent Home Node : Home node for a coherent region of memory with a block of SLC and Snoop Filter
- FCM: Fully Coherent Master Node: Typically a CPU core, a CAL with two cores, or a CPU core cluster
- CIO: I/O Coherent Master Node: An I/O-coherent master device

功能列表 Function list



Coherence Unit

- 支持众核CPU Core/Cluster Cache Coherency
- 支持CHI协议
- 支持Snoop Filter
- 支持Cache Coherent IO



CIO Port

- 支持并发



LLC

- 分布式LLC
- Cache Inclusion Policy: Non-inclusive
- 支持CMO
- 支持Atomic



Error Reporting

- 支持Error Reporting



Low Power Design

- 支持低功耗模式
 - Architecture Clock Gating
 - Cache Way Shutdown



Debug

- 支持Debug



RAS

- Snoop Filter, LLC支持SEC-DED



Performance Monitor (PMU)

- 支持Performance Monitor
- 支持独立的Control NoC, 传输控制命令: PMU、CMO、Interrupt等
- 支持Message Signaled Interrupts (MSI)



RISC-V+NoC IP子系统方案

RISC-V多核系统解决方案

基于赛昉科技RISC-V CPU IP和Interconnect Fabric IP，构建高性能、高带宽、低延迟的系统解决方案平台。

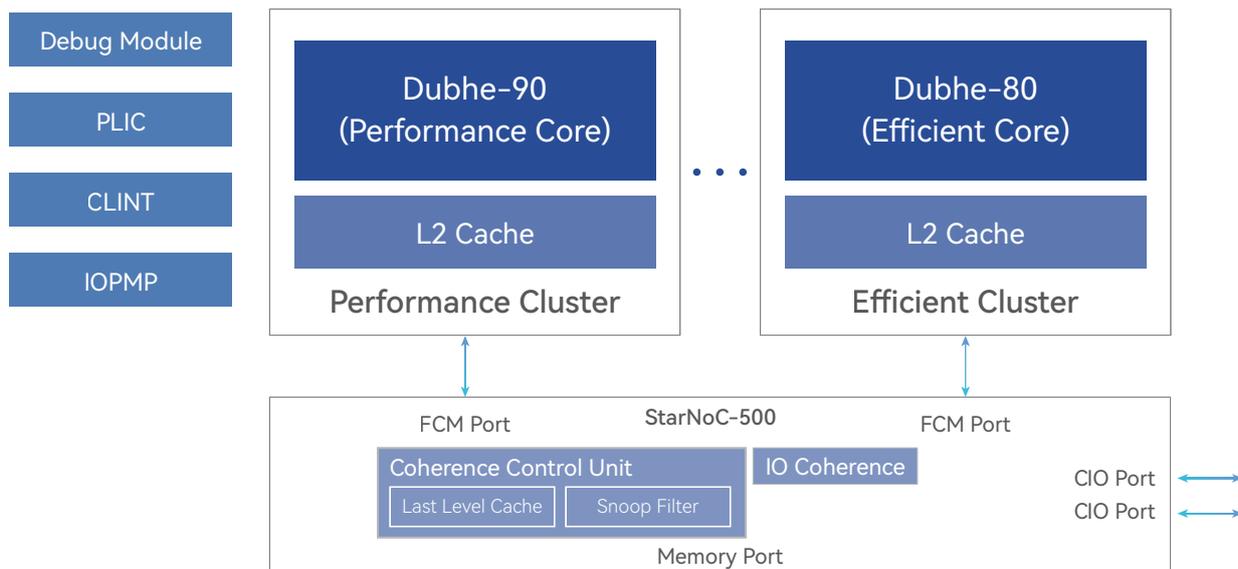


简介

基于赛昉科技 RISC-V CPU IP 和 Interconnect Fabric IP，构建高性能、高带宽、低延迟的 RISC-V 多核系统解决方案平台。解决方案包括：

- RISC-V 高性能内核——昉·天枢-90
- RISC-V 高能效内核——昉·天枢-80
- 高速的支持缓存一致性 Interconnect Fabric IP——昉·星链-500
- RISC-V Debug Module 调试接口
- RISC-V 中断控制器 (PLIC、CLINT)
- 功耗管理、安全性、虚拟化、IO 一致性 (IO Coherency) 和内存子系统

StarFive RISC-V Core and SOC Solutions



边缘/云数据中心

- 边缘/云服务器
- DPU
- 计算存储
- 存储阵列



通信/网络

- 5G内核与接入
- 手机应用
- 路由器
- 交换机



客户端计算/机器学习

- LinuxPC/MiniPC/笔记本
- 工业控制
- 机器人
- KIOS

方案亮点

- 支持所有主要的 RISC-V 标准扩展 (RV64GCBH)
- 支持符合 RISC-V 标准的中断、Debug 和 Trace 规范
- 赛昉科技支持缓存一致性的 NoC 连接 Cluster 与系统组件，实现高速、低功耗、低延迟
- 该解决方案可以轻松将 AMBA 接口和现有 IP 结合利用
- 安全解决方案-RISC-V 可信执行环境 (TEE)、RISC-V 安全启动、安全调试
- CPU Cluster 支持先进的功耗管理：每个内核和每个 Cluster 均支持动态频率调整 (DFS)、电源状态 (ON/OFF/Retention)、温度 / 电压传感器、性能监视器
- 经过电源功耗优化后实现高效和高性能内核

昉·天枢-90

昉·天枢-90 CPU IP 采用了 11+ 级流水线、五发射、超标量、深度乱序执行等设计，支持标准 RISC-V RV64GCBH 扩展。昉·天枢-90 SPECint2006 可达 9.4/GHz，可广泛用于数据中心、PC、移动设备、高性能网络通讯、机器学习等高性能计算场景、设备。

昉·天枢-80

昉·天枢-80 CPU IP 采用了 9+ 级流水线、三发射、乱序执行的设计，支持丰富的 RV64GCBH_Zicnd_Zicbom_Zicboz_Zicbop RISC-V 指令集。昉·天枢-80 SPEC2006int 分数可达 8.5/GHz，专为高能效的计算场景而设，满足移动、桌面、人工智能的需求。

昉·星链-500

昉·星链-500 是赛昉科技首款自研的支持缓存一致性的 Interconnect Fabric IP，提供缓存一致性 NoC、具备高性能、低功耗、高效的数据交换、高可靠性、控制接口支持等特点。



RISC-V+NoC IP子系统方案

RISC-V众核系统解决方案

基于赛昉科技RISC-V CPU IP和Interconnect Fabric IP，构建高性能、高带宽、低延迟的系统解决方案平台。

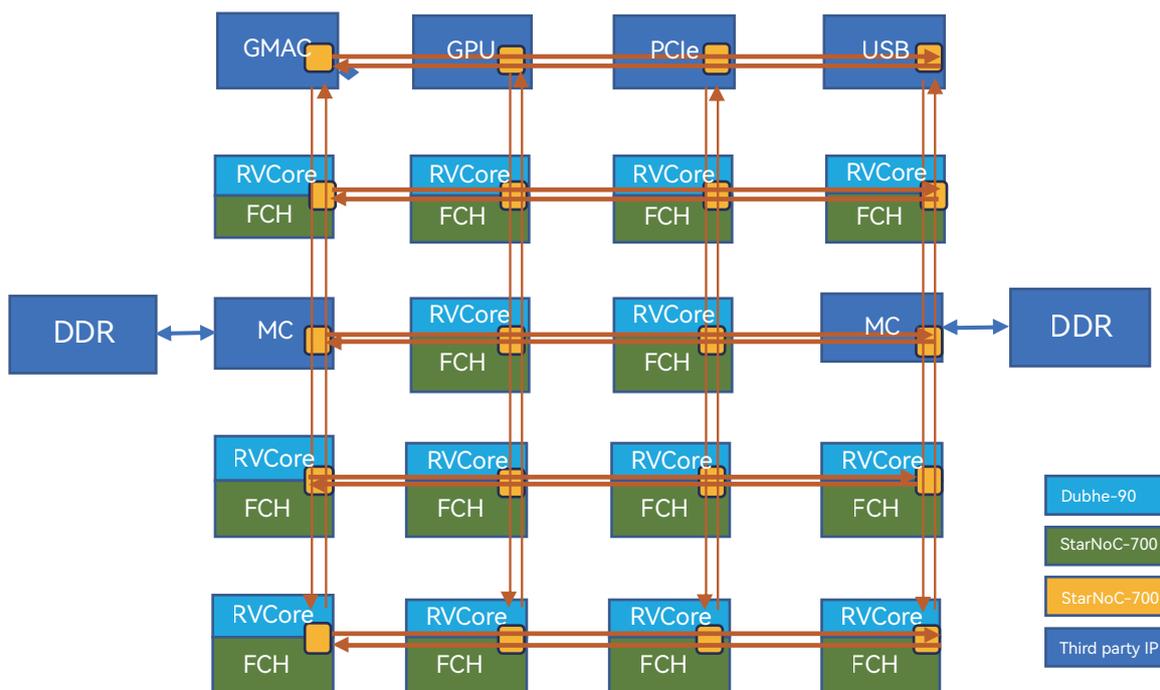


简介

基于赛昉科技 RISC-V CPU IP 和 Interconnect Fabric IP，构建高性能、高带宽、低延迟的 RISC-V 众核系统解决方案平台。解决方案包括：

- RISC-V 高性能内核——昉·天枢-90 (Dubhe-90)
- 高速的支持缓存一致性 Interconnect Fabric IP——昉·星链-700 (StarNoC-700)
- RISC-V Debug Module 调试接口
- RISC-V 中断控制器 (PLIC、CLINT)
- 功耗管理、安全性、虚拟化、IO 一致性 (IO Coherency) 和内存子系统

基于昉·天枢-90及昉·星链-700的众核系统示意图



应用场景

- 云服务器
- DPU
- 计算存储
- 网络通信
- 基站
- AI训练/推理加速器
- PC/笔记本

方案亮点

- 支持所有主要的 RISC-V 标准扩展 (RV64GCBH)
- 支持符合 RISC-V 标准的中断、Debug 和 Trace 规范
- 支持高性能、高扩展性缓存一致性的 NoC 连接 CPU Core 与系统组件，实现高速、低功耗、低延迟，最多可支持 256 核的 SoC 采用独立的数据 NoC 和控制 NoC
- 可轻松将 AMBA 接口和现有 IP 结合利用
- 安全解决方案-RISC-V 可信执行环境 (TEE)、RISC-V 安全启动、安全调试
- CPU Cluster 支持先进的功耗管理：每个内核和每个 Cluster 均支持动态频率调整 (DFS)、电源状态 (ON/OFF/Retention)、
- 温度 / 电压传感器、性能监视器
- 经过电源功耗优化后实现高效和高性能内核

昉·天枢-90

昉·天枢-90 CPU IP 采用了 11+ 级流水线、五发射、超标量、深度乱序执行等设计，支持标准 RISC-V RV64GCBH 扩展。昉·天枢-90 SPECint2006 可达 9.4/GHz，可广泛用于数据中心、PC、移动设备、高性能网络通讯、机器学习等高性能计算场景、设备。

昉·星链-700

昉·星链-700 是赛昉科技自研的支持缓存一致性和众核系统的 Interconnect Fabric IP，Mesh 架构、具备高性能、高扩展性、低功耗、高效的数据交换、高可靠性、支持控制接口等特点。

以RISC-V创新为客户创造价值

Creating value for customers through RISC-V innovation



服务与支持

赛昉科技官网: www.starfivetech.com

RVspace一站式用户体验中心: rvspace.org/zh/home

产品及应用视频主页: space.bilibili.com/1061635252

Github代码仓库: github.com/starfive-tech

市场联系: marketing@starfivetech.com

销售联系: sales@starfivetech.com

技术支持: support@starfivetech.com

赛昉科技

地址: 上海市浦东新区盛夏路61弄张润大厦2号楼502

联系电话: 021-50478300

上海 | 顺德 | 深圳 | 成都 | 北京 | 马来西亚 | 新加坡



微信公众号