

Preliminary



# Arora V 系列 FPGA 产品 数据手册

DS981-1.0, 2022-09-26

版权所有 © 2022 广东高云半导体科技股份有限公司

**GOWIN**高云、Gowin、晨熙、高云均为广东高云半导体科技股份有限公司注册商标，本手册中提到的其他任何商标，其所有权利属其拥有者所有。未经本公司书面许可，任何单位和个人都不得擅自摘抄、复制、翻译本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

## 免责声明

本文档并未授予任何知识产权的许可，并未以明示或暗示，或以禁止发言或其它方式授予任何知识产权许可。除高云半导体在其产品的销售条款和条件中声明的责任之外，高云半导体概不承担任何法律或非法律责任。高云半导体对高云半导体产品的销售和 / 或使用不作任何明示或暗示的担保，包括对产品的特定用途适用性、适销性或对任何专利权、版权或其它知识产权的侵权责任等，均不作担保。高云半导体对文档中包含的文字、图片及其它内容的准确性和完整性不承担任何法律或非法律责任，高云半导体保留修改文档中任何内容的权利，恕不另行通知。高云半导体不承诺对这些文档进行适时的更新。

# Preliminary

## 版本信息

日期	版本	说明
2022/09/26	1.0	初始版本。

# 目录

目录 .....	<b>i</b>
图目录 .....	<b>iv</b>
表目录 .....	<b>v</b>
<b>1 关于本手册 .....</b>	<b>1</b>
1.1 手册内容 .....	1
1.2 相关文档 .....	1
1.3 术语、缩略语 .....	1
1.4 技术支持与反馈 .....	3
<b>2 产品概述 .....</b>	<b>4</b>
2.1 特性概述 .....	4
2.2 产品信息列表 .....	6
<b>3 结构介绍 .....</b>	<b>8</b>
3.1 结构框图 .....	8
3.2 可配置功能单元 .....	9
3.3 输入输出模块 .....	10
3.3.1 I/O 电平标准 .....	11
3.3.2 I/O 逻辑 .....	16
3.3.3 I/O 逻辑工作模式 .....	19
3.4 块状静态随机存储器模块 .....	19
3.4.1 简介 .....	19
3.4.2 存储器配置模式 .....	20
3.4.3 存储器数据宽度配置 .....	21
3.4.4 ECC (GW5A(T)-138) .....	22
3.4.5 字节使能功能配置 .....	23
3.4.6 同步操作 .....	23
3.4.7 上电情况 .....	23
3.4.8 BSRAM 操作模式 .....	23
3.4.9 时钟模式 .....	24

3.5 数字信号处理模块 .....	26
3.5.1 前加器 .....	26
3.5.2 乘法器 .....	27
3.5.3 算术逻辑单元 .....	27
3.5.4 操作模式.....	27
3.6 Gigabit Transceivers(GW5AT-138).....	27
3.7 PCIe Controller(GW5AT-138).....	29
3.8 MIPI D-PHY .....	30
3.8.1 MIPI D-PHY RX(GW5A(T)-138) .....	30
3.8.2 MIPI D-PHY RX/TX(GW5A-25) .....	30
3.9 ADC .....	31
3.10 时钟.....	32
3.10.1 全局时钟.....	32
3.10.2 高速时钟.....	32
3.10.3 锁相环 .....	33
3.10.4 DDR 存储器接口时钟管理 DQS.....	34
3.11 长线 .....	34
3.12 全局复置位 .....	34
3.13 编程配置.....	34
3.14 片内时钟振荡器.....	35
<b>4 电气特性 .....</b>	<b>37</b>
4.1 工作条件.....	37
4.1.1 绝对最大范围 .....	37
4.1.2 推荐工作范围 .....	38
4.1.3 电源上升斜率 .....	38
4.1.4 热插拔特性.....	38
4.1.5 POR 特性.....	39
4.2 ESD 性能 .....	39
4.3 DC 电气特性 .....	39
4.3.1 推荐工作范围的 DC 电气特性 .....	39
4.3.2 静态电流.....	40
4.3.3 I/O 推荐工作条件 .....	40
4.3.4 单端 I/O DC 电气特性 .....	41
4.3.5 差分 I/O DC 电气特性 .....	43
4.4 AC 开关特性.....	43
4.4.1 CFU 开关特性.....	43
4.4.2 BSRAM 开关特性.....	44

---

4.4.3 DSP 开关特性 .....	44
4.4.4 时钟和 I/O 开关特性 .....	44
4.4.5 片内时钟振荡器开关特性 .....	44
4.4.6 PLL 开关特性 .....	45
4.5 编程接口时序标准 .....	45
<b>5 器件订货信息 .....</b>	<b>46</b>
5.1 器件命名 .....	46
5.2 器件封装标识示例 .....	47

# 图目录

图 3-1 结构概念示意图 (GW5AT-138) .....	8
图 3-2 CFU 结构示意图 .....	10
图 3-3 IOB 结构示意图 .....	11
图 3-4 GW5AT-138 的 GPIO Bank 分布示意图 .....	12
图 3-5 GW5A-138 的 GPIO Bank 分布示意图 .....	12
图 3-6 GW5A-25 的 GPIO Bank 分布示意图 .....	12
图 3-7 I/O 逻辑输出示意图 .....	16
图 3-8 I/O 逻辑输入示意图 .....	16
图 3-9 IODELAY 示意图 .....	17
图 3-10 Arora V 的 I/O 寄存器示意图 .....	18
图 3-11 单端口、伪双端口及双端口模式下的流水线模式 .....	23
图 3-12 独立时钟模式 .....	25
图 3-13 读写时钟模式 .....	25
图 3-14 单端口时钟模式 .....	26
图 3-15 Gigabit Transceiver 结构示意图 .....	28
图 3-16 Arora V 系列时钟资源 .....	32
图 3-17 GW5AT HCLK 示意图 .....	33
图 5-1 器件命名方法示例-ES .....	46
图 5-2 器件命名方法示例-Production .....	46
图 5-3 器件封装标识示例 .....	47

# 表目录

表 1-1 术语、缩略语 .....	1
表 2-1 产品信息列表 .....	6
表 2-2 Arora V 系列 FPGA 产品封装和最大用户 I/O 信息 .....	7
表 3-1 Arora V 系列 FPGA 产品支持的输出 I/O 类型及部分可选配置 .....	13
表 3-2 Arora V 支持的输入 I/O 类型及部分可选配置 .....	14
表 3-3 端口介绍 .....	17
表 3-4 Arora V 系列 FPGA 产品支持的串行/解串比例模式 .....	19
表 3-5 存储器配置列表 .....	20
表 3-6 双端口模式读写数据宽度配置列表 .....	21
表 3-7 伪双端口模式读写数据宽度配置列表 .....	22
表 3-7 带 ECC 功能的伪双端口模式数据宽度配置列表 .....	22
表 3-8 时钟模式配置列表 .....	24
表 3-9 片内时钟振荡器的输出频率选项 .....	36
表 4-1 绝对最大范围 .....	37
表 4-2 推荐工作范围 .....	38
表 4-3 电源上升斜率 .....	38
表 4-4 热插拔特性 .....	38
表 4-5 POR 电压参数 .....	39
表 4-6 GW5AT ESD - HBM .....	39
表 4-7 GW5AT ESD - CDM .....	39
表 4-8 推荐工作范围内的 DC 电气特性 .....	39
表 4-9 静态电流 .....	40
表 4-10 I/O 推荐工作条件 .....	40
表 4-11 单端 I/O DC 电气特性 .....	41
表 4-12 差分 I/O DC 电气特性 .....	43
表 4-13 CFU 时序参数 .....	43
表 4-14 BSRAM 时序参数 .....	44
表 4-15 DSP 时序参数 .....	44
表 4-16 外部开关特性 .....	44

表 4-17 片内时钟振荡器开关特性.....	44
表 4-18 PLL 开关特性.....	45

# 1 关于本手册

## 1.1 手册内容

Arora V 系列 FPGA 产品数据手册主要包括高云半导体 Arora V 系列 FPGA 产品特性概述、产品资源信息、内部结构介绍、电气特性以及器件订货信息，帮助用户快速了解高云半导体 Arora V 系列 FPGA 产品特性，有助于器件选型及使用。

## 1.2 相关文档

通过登录高云半导体网站 [www.gowinsemi.com.cn](http://www.gowinsemi.com.cn) 可以下载、查看以下相关文档：

- [UG704, Arora V 系列 FPGA 产品编程配置手册](#)
- [UG983, Arora V 系列 FPGA 产品封装与管脚手册](#)
- [UG982, GW5AT-138 器件 Pinout 手册](#)

## 1.3 术语、缩略语

表 1-1 中列出了本手册中出现的相关术语、缩略语及相关释义。

表 1-1 术语、缩略语

术语、缩略语	全称	含义
FPGA	Field Programmable Gate Array	现场可编程门阵列
CFU	Configurable Function Unit	可配置功能单元
CLS	Configurable Logic Section	可配置功能块
CRU	Configurable Routing Unit	可编程布线单元
LUT	Look-up Table	查找表
FF	FlipFlop	触发器
REG	Register	寄存器
ALU	Arithmetic Logic Unit	算术逻辑单元

术语、缩略语	全称	含义
IOB	Input/Output Block	输入输出模块
SSRAM	Shadow Static Random Access Memory	分布式静态随机存储器
BSRAM	Block Static Random Access Memory	块状静态随机存储器
SP	Single Port 16K BSRAM	16K 单端口 BSRAM
SDP	Semi Dual Port 16K BSRAM	16K 伪双端口 BSRAM
DP	True Dual Port 16K BSRAM	16K 双端口 BSRAM
DSP	Digital Signal Processing	数字信号处理
TDM	Time Division Multiplexing	时分复用
DCS	Dynamic Clock Selector	动态时钟选择器
PLL	Phase-locked Loop	锁相环
HCLK	High Speed Clock	高速时钟
GCLK	Global Clock	全局时钟
GPIO	Gowin Programmable IO	Gowin 可编程通用管脚
ECC	Error Correcting code	纠错码
PMA	Physical Medium Attachment Sublayer	物理媒介附加子层
PCS	Physical Coding Sublayer	物理编码子层
CTLE	Continuous Time Linear Equalizer	连续时间线性均衡器
CDR	Clock Data Recovery	时钟数据恢复
ECC	Error Correction Code	纠错码
OTP	One Time Programmable	一次性可编程
DNA	Device Identifier	设备标识符
CTC	Clock Tolerance Compensation	时钟容差补偿
FIFO	First In First Out	先进先出
PCIe	Peripheral Component Interface Express	总线和接口标准
AER	Advanced Error Reporting	高级错误报告
ECRC	End-to-End Cyclic Redundancy Check	端到端循环冗余校验
MIPI	Mobile Industry Processor Interface	移动行业处理器接口
DSI	Display Serial Interface	串行显示接口
CSI	Camera Serial Interface	串行摄像头接口
ADC	Analog to Digital Converter	模拟数字转换器
FPG	FCPBGA	FCPBGA 封装

## 1.4 技术支持与反馈

高云半导体提供全方位技术支持，在使用过程中如有任何疑问或建议，可直接与公司联系：

网址：[www.gowinsemi.com.cn](http://www.gowinsemi.com.cn)

E-mail: [support@gowinsemi.com](mailto:support@gowinsemi.com)

Tel: +86 755 8262 0391

# 2 产品概述

高云半导体 Arora V 系列 FPGA 产品是高云半导体晨熙®家族第五代产品，内部资源丰富，具有全新构架且支持 AI 运算的高性能 DSP，高速 LVDS 接口以及丰富的 BSRAM 存储器资源，同时集成自主研发的 DDR3、支持多种协议的 12.5Gbps SERDES(GW5AT-138 支持)，提供多种管脚封装形式，适用于低功耗、高性能及兼容性设计等应用场合。

高云半导体同时提供面向市场自主研发的新一代 FPGA 硬件开发环境，支持 Arora V 系列 FPGA 产品，能够完成 FPGA 综合、布局、布线、产生数据流文件及下载等一站式工作。

## 2.1 特性概述

- 低功耗
  - 22nm SRAM 工艺
  - 核电压：0.9V/1.0V
  - 支持时钟动态打开/关闭
- 丰富的基本逻辑单元
  - GW5A(T)-138 具有多达 138K 4 输入 LUT(LUT4)
  - GW5A-25 具有 23K 4 输入 LUT(LUT4)
  - 支持分布式存储器
- 支持多种模式的静态随机存储器
  - 支持双端口、单端口以及伪双端口模式
  - 支持字节写使能
  - 支持 ECC 检测及纠错
- 支持 270 Mbps 到 12.5G bps SERDES 自定义协议（仅 GW5AT-138 支持），以及 10G 以太网等多种传输协议
- 支持 PCIe 2.0 硬核(GW5AT-138)

- 支持 x1, x2, x4, x8 通道
- 支持 Root Complex 和 End Point 双模式
- 支持 MIPI D-PHY RX 硬核(GW5A(T)-138)
  - 支持 MIPI DSI 和 MIPI CSI-2 RX 器件接口
  - MIPI 传输速率单通道可达 2.5Gbps
  - 支持最多八个数据通道和两个时钟通道，传输速率最高可达 20Gbps
- 支持 MIPI D-PHY RX/TX 硬核(GW5A-25)
  - 支持 MIPI DSI 和 MIPI CSI-2 RX/TX 器件接口
  - MIPI 传输速率单通道可达 2.5Gbps(RX/TX)
  - 支持最多 4 个数据通道和 1 个时钟通道
- GPIO 支持 MIPI D-PHY RX(GW5A(T)-138)
  - GPIO 可配置为 MIPI DSI 和 MIPI CSI-2 RX 器件接口
  - MIPI 传输速率单通道可达 1.5Gbps
- GPIO 支持 MIPI C-PHY RX/TX 和 D-PHY RX/TX(GW5A-25)
  - GPIO 可配置为 MIPI DSI 和 MIPI CSI-2 RX/TX 器件接口
  - MIPI 传输速率单通道可达 1.2Gbps
- 全新架构高性能 DSP 模块
  - 高性能数字信号处理能力
  - 支持 27 x 18、12 x 12 及 27 x 36 位的乘法运算和 48 位累加器
  - 支持多个乘法器级联
  - 支持寄存器流水线和旁路功能
  - 前加运算实现滤波器功能
  - 支持桶形移位寄存器
- 集成全新灵活的多通道过采样 ADC，精度高、不需要外部提供电压源
  - 60dB SNR
  - 1kHz Signal Bandwidth
- 支持多种 SDRAM 接口，最高支持 DDR3 1333 Mbps(GW5A(T)-138) 或 1066 Mbps(GW2A-25)
- 支持多种 I/O 电平标准
  - 提供输入信号去迟滞选项
  - 支持 4mA、8mA、12mA、16mA、24mA 等驱动能力
  - 提供输出信号 Slew Rate 选项

- 对每个 I/O 提供独立的 Bus Keeper、上拉/下拉电阻及 Open Drain 输出选项
- 支持热插拔
- 32 个全局时钟、6/12 个高性能 PLL、16/24 个高速时钟
- 编程配置特性
  - 支持 JTAG 配置模式
  - 支持 4 种 GowinConfig 配置模式：SSPI、MSPI、CPU、SERIAL
  - 支持 JTAG、SSPI 模式直接编程 SPI Flash，其他模式可以通过 IP 的方式编程 SPI Flash
  - 支持背景升级
  - 支持比特流文件加密和安全位设置
  - 支持 SEU 检测及纠错
  - 支持 OTP，每个器件有唯一的 64 位 DNA 标识

## 2.2 产品信息列表

表 2-1 产品信息列表

器件	GW5A-25	GW5AT-60	GW5A-138	GW5AT-138
逻辑单元(LUT4)	23040	57600	138240	138240
寄存器(REG)	23040	57600	138240	138240
分布式静态随机存储器 SSRAM(Kb)	180	450	1080	1080
块状静态随机存储器 BSRAM(Kb)	1008	2322	6120	6120
块状静态随机存储器数目 BSRAM(个)	56	129	340	340
DSP	28	120	298	298
最多锁相环 <sup>[1]</sup> (PLLs)	6	10	12	12
全局时钟	32	32	32	32
高速时钟	16	20	24	24
Transceivers	0	4	0	8
Transceivers 速率	N/A	270Mbps- 12.5Gbps	N/A	270Mbps- 12.5Gbps
PCIe 2.0 硬核	0	1, x1, x2, x4 PCIe 2.0	0	1, x1, x2, x4, x8 PCIe 2.0
LVDS Gbps	1.25	1.25	1.25	1.25
DDR3 Mbps	1066	1333	1333	1333
MIPI DPHY 硬核	2.5G(Rx/Tx), 4 数据通道 1 时钟通道	2.5G(Rx/Tx), 8 数据通道, 2 时钟通道	2.5G(Rx) 8 数据通道, 2 时钟通道	2.5G(Rx) 8 数据通道, 2 时钟通道
ADC	1	1	2	2

器件	GW5A-25	GW5AT-60	GW5A-138	GW5AT-138
GPIO Bank 数	9 <sup>[2]</sup>	5	6	6
最大 I/O 数	236	250	376	376
核电压	0.9V/1.0V	0.9V/1.0V	0.9V/1.0V	0.9V/1.0V

注！

[1]不同封装支持的锁相环数量不同，此处为最大值。

[2]其中一个 Bank 是 JTAG Bank，具有 4 个 IO。

**表 2-2 Arora V 系列 FPGA 产品封装和最大用户 I/O 信息**

封装	间距(mm)	尺寸(mm)	E-pad 尺寸 (mm)	GW5AT-138	GW5A-138	GW5AT-60	GW5A-25
FPG676A	1.0	27 x 27	TBD	312 (150)	TBD	TBD	TBD

注！

文档中 Arora V 系列 FPGA 产品封装命名采用缩写的方式，请参考 5.1 器件命名。

# 3 结构介绍

## 3.1 结构框图

图 3-1 结构概念示意图 (GW5AT-138)

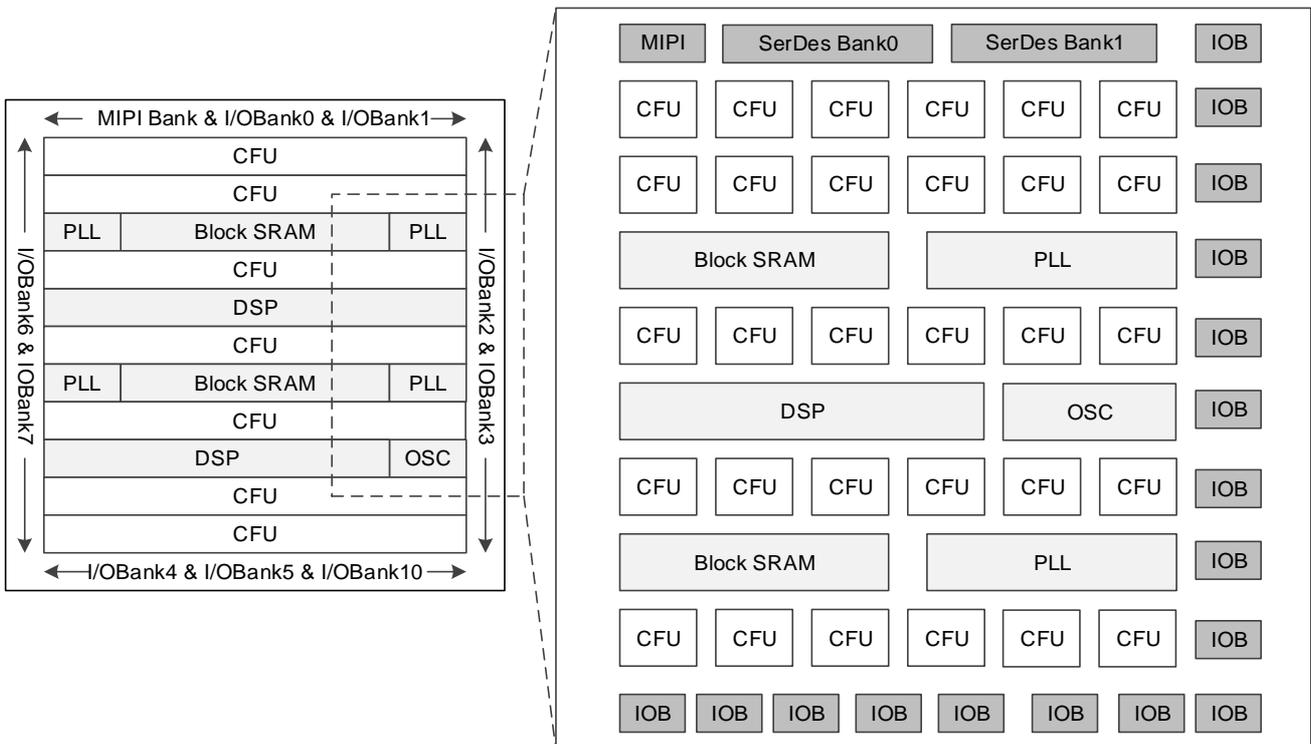


图 3-1 为 Arora V 系列 FPGA 产品 (GW5AT-138) 结构示意图, GW5AT-138 器件内部资源数量详细资料请参考表 2-1。器件内部是一个逻辑单元阵列, 外围是输入输出模块(IOB), 器件内嵌了静态随机存储器 (BSRAM) 模块、数字信号处理模块 DSP、Gigabit Transceiver、MIPI D-PHY、ADC、PLL 资源和片内时钟振荡器。

Arora V 系列 FPGA 产品基本的组成部分为可配置功能单元(CFU, Configurable Logic Unit)。在器件内部按照行、列式矩阵排列, 不同容量的器件行数和列数不同。可配置功能单元 (CFU) 可以配置成查找表

(LUT4) 模式、算术逻辑模式和存储器模式。详细资料请参考 [3.2 可配置功能单元](#)。

Arora V 系列 FPGA 产品的 I/O 资源分布在器件外围，以 Bank 为单位划分。I/O 资源支持多种电平标准，支持普通工作模式、SDR 工作模式、通用 DDR 模式和 DDR\_MEM 模式。详细资料请参考 [3.3 输入输出模块](#)。

Arora V 系列 FPGA 产品的块状静态随机存储器 (BSRAM) 在器件内部按照行排列。一个 BSRAM 的容量大小为 18Kbits，支持多种配置模式和操作模式。详细资料请参考 [3.4 块状静态随机存储器模块](#)。

Arora V 系列 FPGA 产品中内嵌了全新的数字信号处理模块 DSP，可满足用户的高性能数字信号处理需求，详细资料请参考 [3.5 数字信号处理模块](#)。

Gowin Arora V 系列 FPGA 产品 (GW5AT-138) 包含两个 Gigabit Transceiver Quad，每个 Quad 支持最多 4 个收发器，详细资料请参考 [3.6 Gigabit Transceiver](#)。

Arora V 系列器件包含硬核 MIPI D-PHY，支持标准《MIPI Alliance Standard for D-PHY Specification》，版本 1.2，详细资料请参考 [3.8 MIPI D-PHY](#)。

Gowin Arora V 系列 FPGA 产品集成了一个全新灵活的过采样 ADC，详细资料请参考 [3.9 ADC](#)。

Arora V 系列 FPGA 产品内嵌了锁相环 PLL 资源。高云半导体 PLL 模块能够提供可以综合的时钟频率，通过配置不同的参数可以进行时钟的频率调整(倍频和分频)、相位调整、占空比调整等功能。同时产品内嵌可编程片内时钟振荡器，支持 2.5MHz 到 105MHz 的时钟频率范围，为 MSPI 编程配置模式提供时钟。片内时钟振荡器提供可编程的用户时钟，详细资料请参考 [3.14 片内时钟振荡器](#)。

此外，FPGA 器件内置了丰富的可编程布线单元(CRU, Configurable Routing Unit)，为 FPGA 内部的所有资源提供连接关系。可配置功能单元 (CFU) 和 IOB 内部都分布着布线资源，连通了 CFU 内部资源和 IOB 内部的逻辑资源。布线资源可通过高云半导体 FPGA 软件自动生成。此外，Arora V 系列 FPGA 产品还提供了丰富的专用时钟网络资源，长线资源，全局置复位，以及编程选项等。详细资料行参考 [3.11 长线](#)、[3.12 全局复置位](#)、[3.13 编程配置](#)。

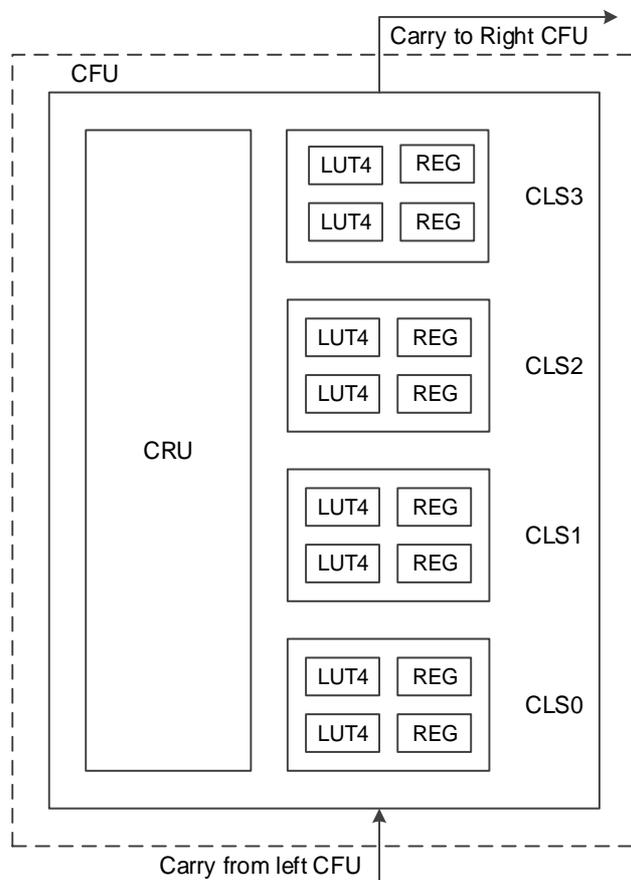
## 3.2 可配置功能单元

可配置功能单元(CFU)是构成高云半导体 FPGA 产品内核的基本单元，每个基本单元可由四个可配置逻辑块(CLS)以及相应的可配置布线单元 (CRU)组成，其中每个可配置逻辑块各包含两个四输入查找表(LUT)和两个寄存器(REG)，如图 3-2 所示。

CFU 中的可配置逻辑块可根据应用场景配置成基本查找表、算术逻辑单元、静态随机存储器和只读存储器四种工作模式。

关于 CFU 的更多详细信息，请参考 [UG303, Arora V 系列可配置功能单元\(CFU\)用户指南](#)。

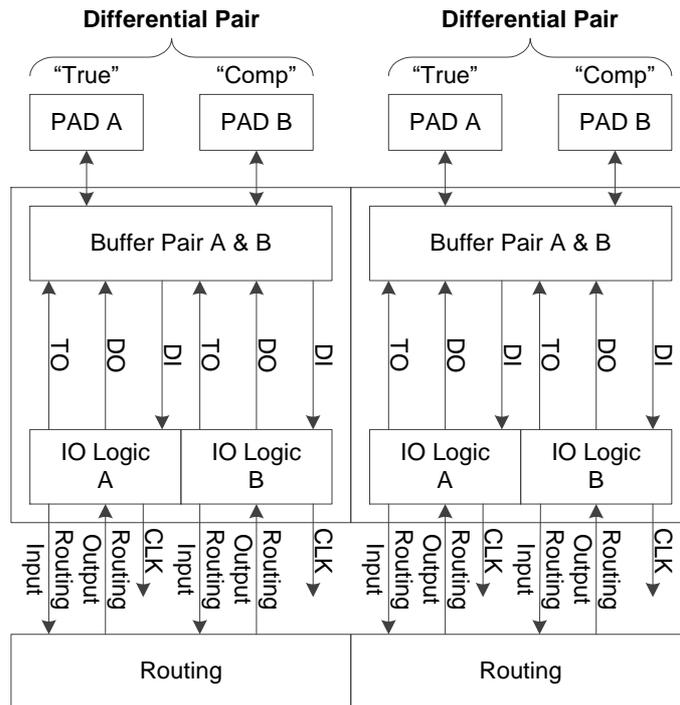
图 3-2 CFU 结构示意图



### 3.3 输入输出模块

Arora V 系列 FPGA 产品的 IOB 主要包括 I/O Buffer、I/O 逻辑以及相应的布线资源单元三个部分。如图 3-3 所示，每个 IOB 单元包括了两个 I/O 管脚(标记为 A 和 B)，它们可以配置成一组差分信号对，也可以作为单端信号分别配置。

图 3-3 IOB 结构示意图



Arora V 系列 FPGA 产品中 IOB 的功能特点：

- 基于 Bank 的 Vcco 机制；
- 所有 Bank 均支持真差分输入；
- 支持 LVCMOS、PCI、LVTTTL、SSTL、HSTL、LVDS、Mini\_LVDS、RSDS、PPDS、BLVDS 等多种电平标准；
- 提供输入信号去迟滞选项；
- 提供输出信号驱动电流选项；
- 提供输出信号 Slew Rate 选项；
- 对每个 I/O 提供独立的 Bus Keeper、上拉/下拉电阻及 Open Drain 输出选项；
- 支持热插拔；
- I/O 逻辑支持普通模式、SDR 模式以及 DDR 等多种模式。

### 3.3.1 I/O 电平标准

Arora V 系列中，GW5AT138 的 I/O 包括 6 个 GPIO Bank (Bank2~7)，两个 SERDES Bank 以及一个配置用 Bank (Bank 10)，Bank 10 也可以复用为 I/O Bank，如图 3-4 所示。

GW5A-138 的 I/O 包括 6 个 GPIO Bank (Bank2~7) 及一个配置用 Bank (Bank 10)，Bank 10 也可以复用为 I/O Bank，如图 3-5 所示。

图 3-4 GW5AT-138 的 GPIO Bank 分布示意图

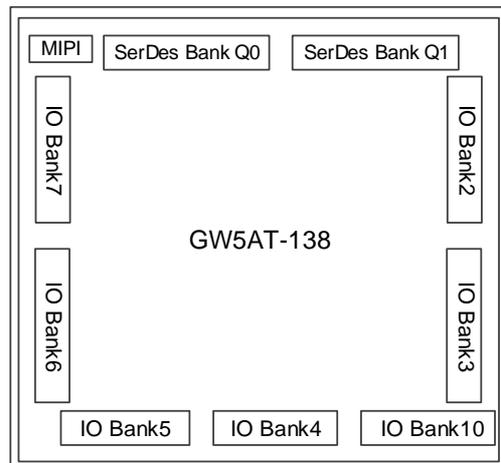
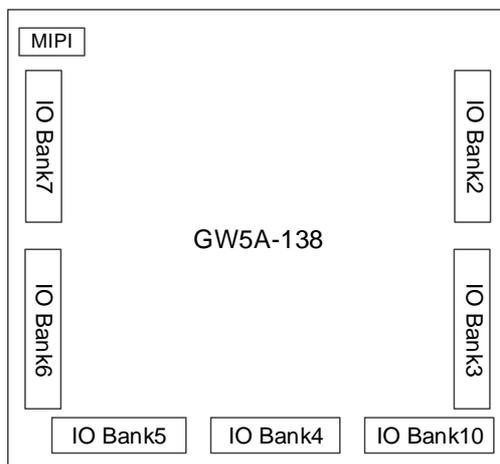
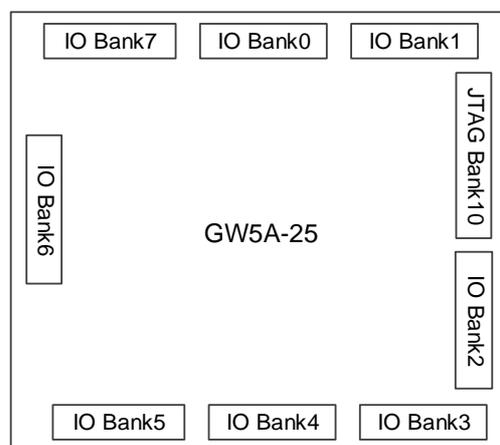


图 3-5 GW5A-138 的 GPIO Bank 分布示意图



GW5A-25 的 I/O 包括 9 个 I/O Bank，其中一个为 JTAG Bank，有 4 个 IO，如图 3-6 所示。

图 3-6 GW5A-25 的 GPIO Bank 分布示意图



每个 Bank 有独立的 I/O 电源 VCCO。VCCO 可以设置为 3.3V、2.5V、1.8V、1.5V、1.35V、1.2V 或 1V。

注!

为支持 SSTL, HSTL 等 I/O 输入标准, 每个 Bank 还提供一个独立的参考电压( $V_{REF}$ ), 用户可以选择使用 IOB 内置的  $V_{REF}$  源(0.6V、0.675V、0.75V、0.9V, 以及基于 VCCO 的比例电压(33%,42%,50%,58%)), 也可选择外部的  $V_{REF}$  输入(使用 Bank 中任意一个 I/O 管脚作为外部  $V_{REF}$  输入)。

辅助电压 VCCX 供电电压仅支持 1.8V。

Arora V 系列 FPGA 产品不同的 Bank 支持不同的片上电阻设置, 包括单端电阻和差分电阻两种。单端电阻设置用于 SSTL/HSTL 输入输出。差分电阻设置用于 LVDS/PPDS/ RSDS 输入。详细资料请参考 [UG304, Arora V 系列可编程通用管脚 \(GPIO\) 用户指南](#)。

注!

可编程通用管脚 (GPIO) 默认状态是三态输入弱上拉。

不同的 I/O 输出及输入标准对 VCCO 的要求, 如表 3-1 及表 3-2 所示。

**表 3-1 Arora V 系列 FPGA 产品支持的输出 I/O 类型及部分可选配置**

I/O 输出标准	单端/差分	Bank VCCO(V)	输出驱动能力(mA)	应用
LVDS25	差分(TLVDS)	2.5/3.3	3.5/2.5/4.5/6	点对点高速数据传输
BLVDS25		2.5/3.3	3.5/2.5/4.5/6	多点高速数据传输
RSDS		2.5/3.3	3.5/2.5/4.5/6	点对点高速数据传输
MINILVDS		2.5/3.3	3.5/2.5/4.5/6	LCD 时序驱动与列驱动器接口
PPLVDS		2.5/3.3	3.5/2.5/4.5/6	LCD 行/列驱动
LVDS25E	差分	2.5	8/4/12/16/24	点对点高速数据传输
BLVDS25E		2.5	8/4/12/16/24	多点高速数据传输
MLVDS25E		2.5	8/4/12/16/24	LCD 时序驱动与列驱动器接口
RSDS25E		2.5	8/4/12/16/24	点对点高速数据传输
LVPECL33E		3.3	8/4/12/16/24	通用接口
HSUL12D		1.2	8/4/12	LPDDR2
HSUL12D_I		1.2	8/4/12	LPDDR2
HSTL15D_I		1.5	8/4/12/16	存储接口
HSTL15D_II		1.5	8/4/12/16	存储接口
HSTL18D_I		1.8	8/4/12/16	存储接口
HSTL18D_II		1.8	8/4/12/16	存储接口
SSTL135D		1.35	8/4/12	存储接口
SSTL15D		1.5	8/4/12/16	存储接口
SSTL18D_I		1.8	8/4/12/16/24	存储接口
SSTL18D_II		1.8	8/4/12/16/24	存储接口
LVC MOS10D		1.0	4	通用接口

I/O 输出标准	单端/差分	Bank V <sub>cco</sub> (V)	输出驱动能力(mA)	应用
LVC MOS12D		1.2	8/4/12	通用接口
LVC MOS15D		1.5	8/4/12/16	通用接口
LVC MOS18D		1.8	8/4/12/24 <sup>[1]</sup>	通用接口
LVC MOS25D		2.5	8/4/12/24 <sup>[1]</sup>	通用接口
LVC MOS33D		3.3	8/4/12/24 <sup>[1]</sup>	通用接口
HSUL12	单端	1.2	8/4/12	存储接口
HSTL12_I		1.2	8/4/12	存储接口
HSTL15_I		1.5	8/4/12/16	存储接口
HSTL15_II		1.5	8/4/12/16	存储接口
HSTL18_I		1.8	8/4/12/16/24	存储接口
HSTL18_II		1.8	8/4/12/16/24	存储接口
SSTL135		1.35	8/4/12	存储接口
SSTL15		1.5	8/4/12/16	存储接口
SSTL18_I		1.8	8/4/12/16/24	存储接口
SSTL18_II		1.8	8/4/12/16/24	存储接口
LVC MOS10		1.0	4	通用接口
LVC MOS12		1.2	8/4/12	通用接口
LVC MOS15		1.5	8/4/12/16	通用接口
LVC MOS18		1.8	8/4/12/16/24 <sup>[1]</sup>	通用接口
LVC MOS25		2.5	8/4/12/16/24 <sup>[1]</sup>	通用接口
LVC MOS33/LVTTL33		3.3	8/4/12/16/24 <sup>[1]</sup>	通用接口
LPDDR		1.8	8/4/12/16/24 <sup>[1]</sup>	LPDDR 及 Mobile DDR
PCI33		3.3	8/4/12/16/24 <sup>[1]</sup>	PC 和嵌入式系统

注!

GW5A-25 不支持 24mA LVC MOS。

表 3-2 Arora V 支持的输入 I/O 类型及部分可选配置

I/O 输入标准	单端/差分	Bank V <sub>cco</sub> (V)	支持去迟滞选项	是否需要 V <sub>REF</sub>
MIPI	差分	1.2	否	否
LVDS25		2.5/1.0/1.2/1.5/1.8/3.3	否	否
RSDS		2.5/1.0/1.2/1.5/1.8/3.3	否	否
MINILVDS		2.5/1.0/1.2/1.5/1.8/3.3	否	否
PPLVDS		2.5/1.0/1.2/1.5/1.8/3.3	否	否
HSUL12D		1.2/1.0/1.5/1.8/2.5/3.3	否	否
HSTL12D_I		1.2/1.0/1.5/1.8/2.5/3.3	否	否
HSTL15D_I		1.5/1.0/1.2/1.8/2.5/3.3	否	否
HSTL15D_II		1.5/1.0/1.2/1.8/2.5/3.3	否	否
HSTL18D_I		1.8/1.0/1.2/1.5/2.5/3.3	否	否

I/O 输入标准	单端/差分	Bank V <sub>cco</sub> (V)	支持去迟滞选项	是否需要 V <sub>REF</sub>
HSTL18D_II		1.8/1.0/1.2/1.5/2.5/3.3	否	否
SSTL135D		1.35/1.0/1.2/1.5/1.8/2.5/3.3	否	否
SSTL15D		1.5/1.0/1.2/1.8/2.5/3.3	否	否
SSTL18D_I		1.8/1.0/1.2/1.5/2.5/3.3	否	否
SSTL18D_II		1.8/1.0/1.2/1.5/2.5/3.3	否	否
LPDDR		1.8/1.0/1.2/1.5/2.5/3.3	否	否
LVC MOS10D		1.0/1.2/1.5/1.8/2.5/3.3	否	否
LVC MOS12D		1.2/1.0/1.5/1.8/2.5/3.3	否	否
LVC MOS15D		1.5/1.0/1.2/1.8/2.5/3.3	否	否
LVC MOS18D		1.8/1.0/1.2/1.5/2.5/3.3	否	否
HSUL12		单端	1.2	是
HSTL12_I	1.2		是	否
HSTL15_I	1.5		是	否
HSTL15_II	1.5		是	否
HSTL18_I	1.8		是	否
HSTL18_II	1.8		是	否
SSTL135	1.35		是	否
SSTL15	1.5		是	否
SSTL18_I	1.8		是	否
SSTL18_II	1.8		是	否
LVC MOS10	1.0		是	否
LVC MOS10UD12	1.2		是	否
LVC MOS10UD15	1.5		是	否
LVC MOS10UD18	1.8		是	否
LVC MOS10UD25	2.5		是	否
LVC MOS10UD33	3.3		是	否
LVC MOS12	1.2		是	否
LVC MOS15	1.5		是	否
LVC MOS15OD10	1.0		是	否
LVC MOS15OD12	1.2		是	否
LVC MOS15UD18	1.8		是	否
LVC MOS15UD25	2.5		是	否
LVC MOS15UD33	3.3		是	否
LVC MOS18	1.8		是	否
LVC MOS18OD10	1.0		是	否
LVC MOS18OD12	1.2		是	否
LVC MOS18OD15	1.5		是	否
LVC MOS18UD25	2.5		是	否
LVC MOS18UD33	3.3	是	否	

I/O 输入标准	单端/差分	Bank V <sub>cco</sub> (V)	支持去迟滞选项	是否需要 V <sub>REF</sub>
LVC MOS25		2.5	是	否
LVC MOS25UD33		3.3	是	否
LVC MOS33/ LV TTL33		3.3	是	否
LVC MOS33OD25		2.5	是	否
LPDDR		1.8	是	否
PCI33		3.3	是	否
VREF1_DRIVER		1.8/1.2/1.35/1.5	否	是

### 3.3.2 I/O 逻辑

图 3-7 为 Arora V 系列 FPGA 产品的 I/O 逻辑的输出部分。

图 3-7 I/O 逻辑输出示意图

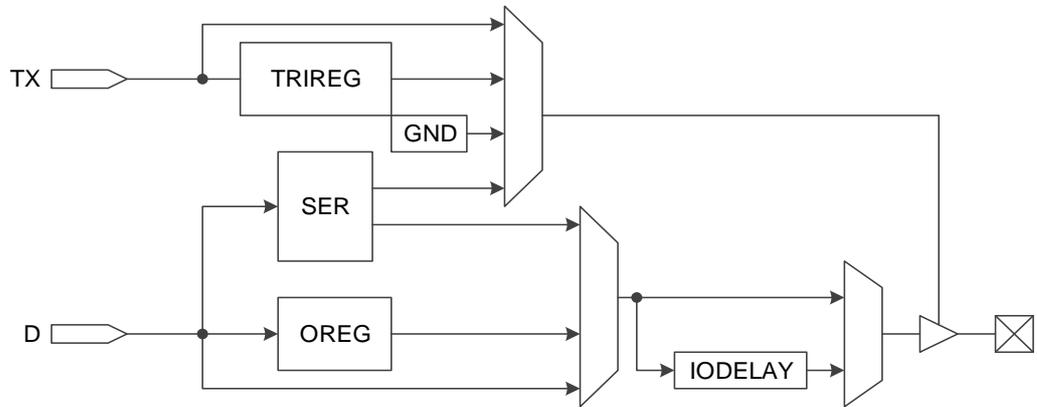


图 3-8 为 Arora V 系列 FPGA 产品的 I/O 逻辑的输入部分。

图 3-8 I/O 逻辑输入示意图

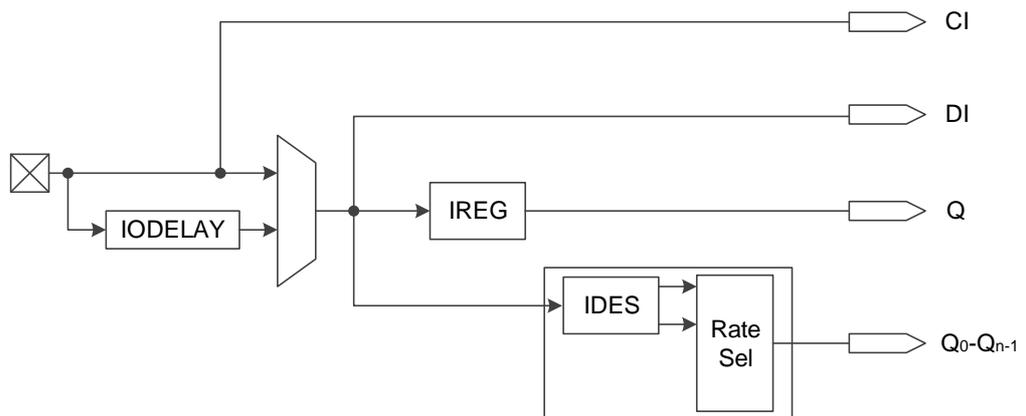


表 3-3 端口介绍

端口名	I/O	描述
CI <sup>[1]</sup>	Input	GCLK 输入信号。 GCLK 输入信号的数量请参考 <a href="#">UG982</a> 、 <a href="#">GW5AT-138 器件 Pinout 手册</a> 。
DI	Input	IO 口低速输入信号，直接输入到 Fabric。
Q	Output	SDR 模块中 IREG 输出信号。
Q0-Q <sub>n-1</sub>	Output	DDR 模块中 IDES 输出信号。

注！

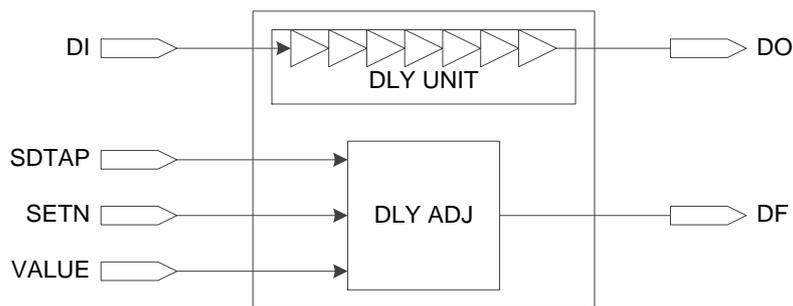
[1] 当 CI 作为 GCLK 输入使用时，DI、Q 及 Q<sub>0</sub>-Q<sub>n-1</sub> 不能作为 IO 输入输出使用。

Arora V 系列 FPGA 产品的 I/O 逻辑的组成模块说明如下：

### 延迟模块

图 3-9 为延迟模块 IODELAY。Arora V 系列 FPGA 产品的每个 I/O 都包含 IODELAY 模块，总共提供 128(0~127)步的延迟，一步的延迟时间约为 18ps。

图 3-9 IODELAY 示意图



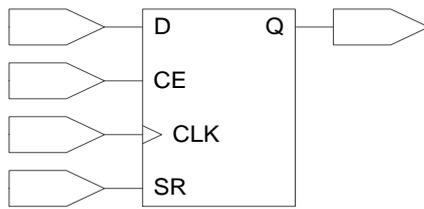
有三种控制延迟的方式：

- 静态控制。
- 动态控制，可配合综合逻辑功能电路来实现动态调节数据延时。
- 自适应控制。

### I/O 寄存器

图 3-10 为 Arora V 系列 FPGA 产品的 I/O 寄存器模块。Arora V 系列 FPGA 产品的每个 I/O 都提供可编程输入寄存器 IREG、输出寄存器 OREG 和高阻控制寄存器 TREG。

图 3-10 Arora V 的 I/O 寄存器示意图



注！

- CE 可以编程为低电平有效(0: enable)或高电平有效(1: enable)。
- CLK 可以编程为上升沿触发或下降沿触发。
- SR 可以编程为同步/异步的 SET/RESET 或无效(disable)。
- 寄存器可以编程为寄存器(DFF)或锁存器(Latch)。

### 解串器 DES 及跨时钟域转换模块

每个输入的 I/O 逻辑提供了简单的解串器 DES，丰富了 I/O 资源应用方式。DES 里面的输入时钟的跨时钟域转换(Clock domain transfer)模块提供了安全转换外部取样时钟(strobe)到内部的持续运转时钟的能力。有多个寄存器(registers)用来进行数据采样。

跨时钟域转换模块有如下功能：

- 用内部连续时钟代替不连续的 DQS 来进行数据采样。此功能应用于 DDR 存储器接口。
- 对于 DDR3 存储器接口标准，在读 DQS 电平 (read-leveling) 后对数据排列整理 (align)。
- 在通用 DDR 模式，当 DQS.RCLK 用于采样时，跨时钟域转换模块也需要使用。

每个 DQS 模块将 WADDR 及 RADDR 信号提供给同一个群的跨时钟域转换模块。

### 串化器 SER 模块

每个输出的 I/O 逻辑提供了简单的串化器 SER 模块，丰富了 I/O 资源应用方式。

### IDES and OSER

Arora V 系列 FPGA 产品支持多种比例模式的串行化和解串功能，具体如下表所示：

表 3-4 Arora V 系列 FPGA 产品支持的串行/解串比例模式

IOL 类型	支持的比例模式
IOL single	IDES: SDR/ 1:2/ 1:4/ 1:7/ 1:8/ 1:10/ 1:14/1:16 OSER: SDR/2:1/4:1/7:1/8:1
IOL pair	IDES: 1:32 OSER: 10:1/16:1/14:1 <sup>[1]</sup>

注!

仅 GW5A-25 支持 14:1 OSER。

### 3.3.3 I/O 逻辑工作模式

Arora V 系列 FPGA 产品的 I/O 逻辑支持多种工作模式。每一种工作模式下, I/O(或 I/O 差分信号对)又可以配置成输出信号、输入信号、INOUT 信号及三态输出信号(带三态控制的输出信号)。

关于 I/O 逻辑工作模式的详细信息, 请参考 [UG304, Arora V 系列可编程通用管脚\(GPIO\)用户指南](#)。

## 3.4 块状静态随机存储器模块

### 3.4.1 简介

Arora V 系列 FPGA 产品提供了丰富的块状静态随机存储器资源。这些存储器资源按照模块排列, 以行的形式, 分布在整个 FPGA 阵列中。因此称为块状静态随机存储器 (BSRAM)。每个 BSRAM 可配置最高 36Kbits。提供 5 种操作模式: 单端口模式 (Single Port), 双端口模式 (Dual Port), 伪双端口模式 (Semi Dual Port), 带 ECC 功能的伪双端口模式 (Semi Dual Port with ECC function) 及只读模式 (ROM)。

丰富的块状静态随机存储器资源为用户的高性能设计提供了保障。以下是 BSRAM 提供的各种功能:

- 1 个模块最大容量为 36Kbits
- 时钟频率达到 380MHz(在 Read-before-write 模式下 230MHz)
- 支持单端口模式
- 支持双端口模式
- 支持伪双端口模式
- 提供 ECC 检测及纠错功能
- 支持只读存储器模式
- 数据宽度最大支持 72 bits
- 双端口模式和伪双端口模式支持读写时钟独立、数据位宽独立
- 读模式支持寄存器输出或旁路输出

- 写模式支持 Normal 模式、read-before-write 模式和 write-through 模式

### 3.4.2 存储器配置模式

Arora V 系列 FPGA 产品的块状静态随机存储器可支持多种的数据宽度，如表 3-5 所示。

表 3-5 存储器配置列表

存储容量	单端口模式	双端口模式	伪双端口模式	带 ECC 功能的伪双端口模式	只读模式
16Kbits	16K x 1	16K x 1	16K x 1	-	16K x 1
	8K x 2	8K x 2	8K x 2	-	8K x 2
	4K x 4	4K x 4	4K x 4	-	4K x 4
	2K x 8	2K x 8	2K x 8	-	2K x 8
	1K x 16	1K x 16	1K x 16	-	1K x 16
	512 x 32	-	512 x 32	-	512 x 32
18Kbits	2K x 9	2K x 9	2K x 9	-	2K x 9
	1K x 18	1K x 18	1K x 18	-	1K x 18
	512 x 36	-	512 x 36	-	512 x 36
36Kbits	-	-	-	1K x 36	-
	-	-	-	512 x 72	-

#### 单端口模式

在单端口模式，BSRAM 可以在一个时钟沿对 BSRAM 进行读或写操作。支持正常读写模式(Normal-Write Mode)和通写模式(Write-through Mode)。正常读写模式时，写入数据将会存储在内部记忆阵列中。通写模式时，数据不但会储存在内部记忆阵列中，而且会被写到 BSRAM 的输出。当输出寄存器旁路(Bypass)时，新数据出现在同一个时钟的上升沿。

关于单端口模式的端口框图及相关描述请参考 [UG300, Arora V 系列存储器\(BSRAM & SSRAM\)用户指南](#)。

#### 双端口模式

BSRAM 支持双端口模式，可对两个端口做如下操作：

- 两个端口同时读操作，读取任意指定地址上的数据。
- 两个端口同时写操作，将数据写入不同的任意地址。
- 任何一个端口的读和写。

注！

- 双端口可以同时同一地址进行读操作，读空或者重复读不会对存储模块造成损坏。
- 当双端口同时对同一地址空间进行写操作时，双端口写操作同时失败。
- 当一端口为读操作，一端口为写操作，且访问同一地址空间时，写端口可以正常写入数据，读端口操作失败，输出数据未知。BSRAM 内容为写端口写入值。

双端口模式写时钟和读时钟独立，支持读/写操作数据位宽独立。相关

详细信息及双端口模式的端口示意图等描述请参考 [UG300, Arora V 系列存储器\(BSRAM & SSRAM\)用户指南](#)。

### 伪双端口模式

伪双端口支持 A 端口只写，B 端口只读，两个端口可以进行独立的读/写操作，并且只支持“正常写模式”。当双端口同时访问同一地址空间时，写端口可以正常写入数据，读端口操作失败，输出数据未知。BSRAM 内容为写端口写入值。

伪双端口模式写时钟和读时钟独立，支持读/写操作数据位宽独立。相关详细信息及伪双端口模式的端口示意图等描述请参考 [UG300, Arora V 系列存储器\(BSRAM & SSRAM\)用户指南](#)。

### 带 ECC 功能的伪双端口模式

带 ECC 功能的伪双端口模式支持 A 端口只写，B 端口只读，两个端口可以进行独立的读/写操作，支持读/写操作数据位宽独立，同时支持 ECC 功能，相关详细信息及端口示意图等描述请参考 [UG300, Arora V 系列存储器\(BSRAM & SSRAM\)用户指南](#)。

### 只读模式

BSRAM 可配置成只读存储器模式。用户可通过存储器初始化文件，通过编程端口来初始化只读存储器。用户需要提供 ROM 中的内容，编入初始化文件中。在器件上电编程时来完成初始化操作。

每个 BSRAM 可配置成一个 16Kbits ROM。关于只读模式的端口示意图及详细描述请参考 [UG300, Arora V 系列存储器\(BSRAM & SSRAM\)用户指南](#)。

## 3.4.3 存储器数据宽度配置

Arora V 系列 FPGA 产品的块状静态随机存储器模块支持读/写操作数据位宽独立。。在双端口模式模式、伪双端口模式以及带 ECC 功能的伪双端口模式下，读和写的数据宽度可以不同，A 端口和 B 端口支持的数据位宽如表 3-6、表 3-7 以及表 3-8 所示。

表 3-6 双端口模式读写数据宽度配置列表

存储容量	B 端口	A 端口						
		16K x 1	8K x 2	4K x 4	2K x 8	1K x 16	2K x 9	1K x 18
16Kbits	16K x 1	*	*	*	*	*	N/A	N/A
	8K x 2	*	*	*	*	*	N/A	N/A
	4K x 4	*	*	*	*	*	N/A	N/A
	2K x 8	*	*	*	*	*	N/A	N/A
	1K x 16	*	*	*	*	*	N/A	N/A
18Kbits	2K x 9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	*	*
	1K x 18	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	*	*

表 3-7 伪双端口模式读写数据宽度配置列表

存储容量	B 端口	A 端口										
		16K x 1	8K x 2	4K x 4	2K x 8	1K x 16	512x 32	2K x 9	1K x 18	512 x 36	1K x 36	512 x 72
16Kbits	16K x 1	*	*	*	*	*	*	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	8K x 2	*	*	*	*	*	*	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	4K x 4	*	*	*	*	*	*	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	2K x 8	*	*	*	*	*	*	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	1K x 16	*	*	*	*	*	*	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	512 x 32	*	*	*	*	*	*	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18Kbits	2K x 9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	*	*	*	N/A	N/A
	1K x 18	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	*	*	*	N/A	N/A

表 3-8 带 ECC 功能的伪双端口模式数据宽度配置列表

存储容量	B 端口	A 端口	
		1K x 36	512 x 72
36Kbits	1K x 36	*	N/A
	512 x 72	N/A	*

注！

标注为“\*”的表示支持的模式。

### 3.4.4 ECC (GW5A(T)-138)

Arora V 系列 GW5A(T)-138 FPGA 产品的块状静态随机存储器模块 BSRAM 内置 ECC 硬核模块，主要用于数据传输及存储过程中进行数据检测及纠正。具有如下特性：

- 仅在 SDP 512 x 64 和 SDP 1024 x 36 模式下支持 ECC 错误检测及纠正
- 支持 64-bit SRAM 数据中 1 bit 错误纠正，2 bits 错误报警
- 72-bit ECC 模块中包含 64-bit 数据位和 8-bit parity bits(校验位)
- 第 31 位和第 63 位支持 1 bit 及 2 bits 错误注入

### 3.4.5 字节使能功能配置

BSRAM 支持字节使能 (byte-enables) 功能。可以遮蔽输入数据, 只让被选择到的字节写入。字节使能功能只用于写入, 在位宽为 16/18、32/36 时可用。而被遮蔽的数据能继续保留。读/写使能信号(WREA, WREB), 及 byte-enable 参数选项用于控制 BSRAM 的写操作。

### 3.4.6 同步操作

- 所有的块状静态随机存储器模块的输入寄存器支持同步写入。
- 输出寄存器可用作流水线寄存器提高用户的设计性能。
- 输出寄存器可旁路 bypass-able。

### 3.4.7 上电情况

BSRAM 支持上电时静态随机存储器初始化。在上电过程中, BSRAM 处于待机状态, 所有数据输出为 0。此状态也适用于只读存储器模式 ROM。

### 3.4.8 BSRAM 操作模式

BSRAM 支持 5 种操作模式, 包括 2 种读操作模式(旁路模式 Bypass Mode, 流水线读模式 PipelineRead Mode)和 3 种写操作模式(正常写模式: Normal-Write Mode, 通写模式: Write-through Mode, 先读后写模式: Read-before-write Mode)。

#### 读操作模式

通过输出寄存器或不通过输出寄存器从 BSRAM 读出数据。

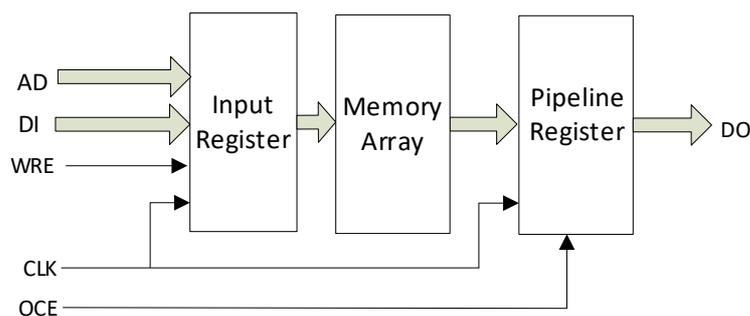
#### 流水线模式

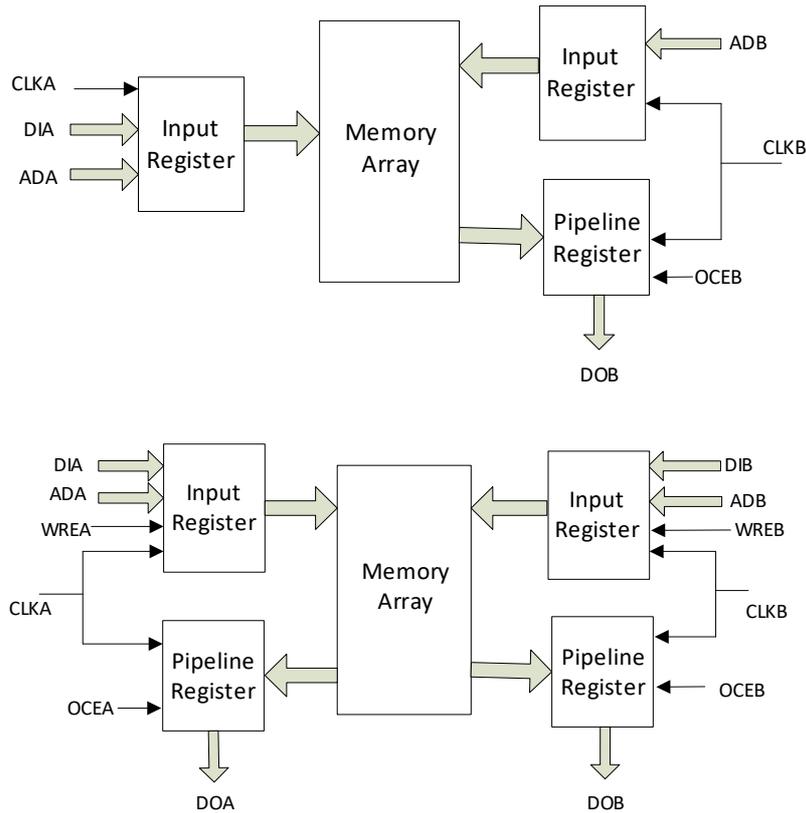
读出数据时, 数据通过输出寄存器根据时钟节拍同步读出。此模式可支持数据宽度最大 72 位。

#### 旁路模式

不使用输出寄存器, 读出数据时, 直接送到输出端口。

图 3-11 单端口、伪双端口及双端口模式下的流水线模式





**写操作模式**

**正常写模式**

对一个端口进行正常写操作，此端口的输出数据不变。写入数据不会出现在读端口。

**通写模式**

在此模式下，对一个端口进行写操作时，写入数据会出现在此端口的输出。

**先读后写模式**

在此模式下，对一个端口进行写操作时，原来的数据会出现在此端口的输出，写入数据会存入相应单元。

**3.4.9 时钟模式**

表 3-9 中列出了不同 BSRAM 模式下可使用的时钟模式：

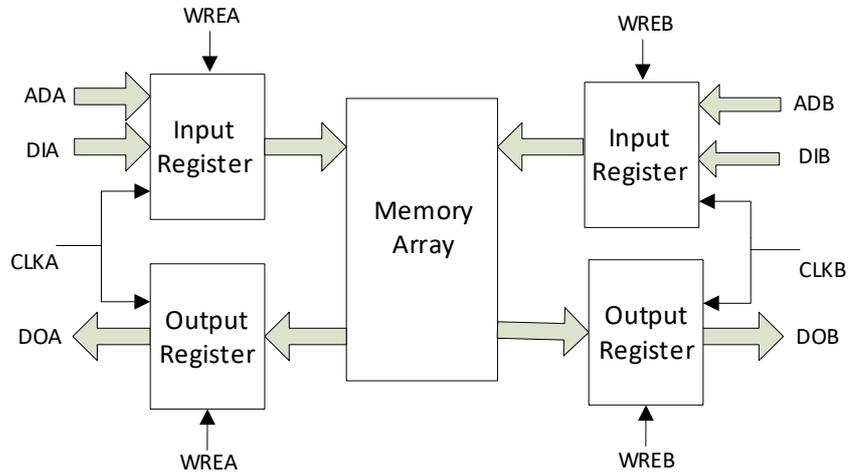
**表 3-9 时钟模式配置列表**

时钟模式	BSRAM 模式		
	双端口模式	伪双端口模式	单端口模式
独立时钟模式	Yes	No	No
读/写时钟模式	Yes	Yes	No
单端口时钟模式	No	No	Yes

### 独立时钟模式

图 3-12 显示了在双端口模式下的独立时钟使用模式，每个端口各有一个独立时钟。CLKA 信号控制了端口 A 的所有寄存器，CLKB 信号控制了端口 B 的所有寄存器。

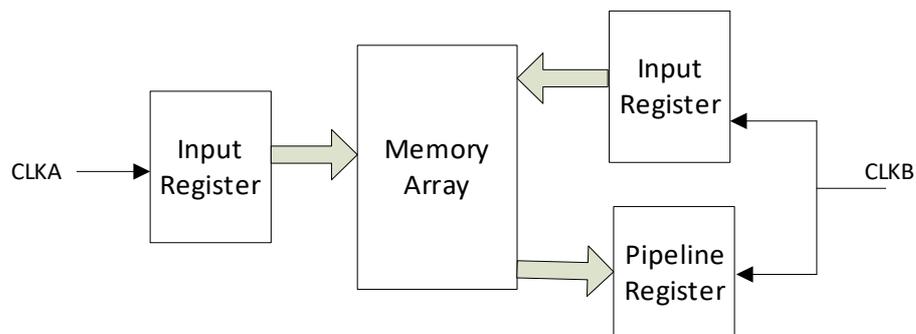
图 3-12 独立时钟模式



### 读写时钟模式

图 3-13 显示了在伪双端口模式下的读写时钟使用模式。每个端口各有一个时钟。写时钟(CLKA)信号控制了端口 A 的写入数据、写地址和读/写使能信号。读时钟(CLKB)信号控制了端口 B 的读出数据、读地址和读使能信号。

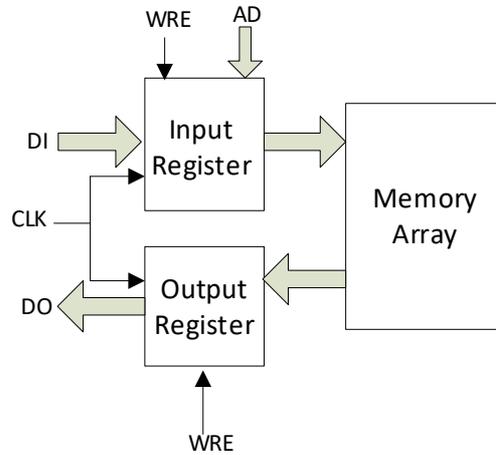
图 3-13 读写时钟模式



### 单端口时钟模式

图 3-14 显示了单端口时钟模式。

图 3-14 单端口时钟模式



## 3.5 数字信号处理模块

Arora V 系列 FPGA 产品中集成全新的 DSP 模块资源，该 DSP 解决方案可满足用户的高性能数字信号处理需求，如 FIR，FFT 设计等。DSP 具有时序性能稳定、资源利用率高、功耗低等优点。

DSP 特性如下：

- 可以配置为 12 x 12、27 x 18 及 27 x 36 带符号乘法器
- 48-bit 的算术/逻辑运算单元
- 多个乘法器可级联以增加数据宽度
- 桶形移位器(Barrel shifter)
- 通过反馈信号做自适应滤波(Adaptive filtering through signal feedback)
- 支持寄存器输出和旁路输出
- 数据是有符号操作

每个 DSP 主要由三部分组成：

- 输入数据选择器、输入寄存器；
- 一个前加器、两个乘法器、流水线寄存器；
- 算术/逻辑运算单元(ALU)、输出数据选择器、输出寄存器。

### 3.5.1 前加器

每个 DSP 包含一个前加器，实现预加、预减和移位功能。

前加器位于 DSP 的最前端，有两个输入端：

- 26-bit 输入 C;
  - 并行 26-bit 输入 A 或 SIA。
- 每个输入端都支持寄存器模式和旁路模式。

### 3.5.2 乘法器

每个 DSP 包含一个 27 x 18 的乘法器 M0(multipliers)和一个 12 x 12 的乘法器 M1(multipliers)，乘法器(multipliers)位于前加器之后，用来实现乘法运算，输入端和输出端都支持寄存器模式和旁路模式。

乘法器 M0 支持的配置模式包括：

- 一个 27 x 18 乘法器
- 一个 12 x 12 乘法器
- 两个 DSP 可以配置成一个 27 x 36 乘法器

乘法器 M1 仅支持配置为一个 12 x 12 乘法器。

当乘法器 M0 和乘法器 M1 同时配置为 12 x 12 乘法器，且 ALU 使能时，可以实现 12 x 12 SUM 模式。

### 3.5.3 算术逻辑单元

每个 DSP 包含一个四输入的 48 位 ALU，是对乘法器功能的进一步加强，输入端和输出端均支持寄存器模式和旁路模式，支持乘法器 M0 输出、乘法器 M1 输出（或 48bit 操作数 D）、ALU 级联输入及 ALU 输出反馈或静态 PRE\_LOAD 值的加法/减法运算。

### 3.5.4 操作模式

通过控制信号可实现 DSP 多种操作模式。操作模式如下：

- 乘法器(multiplier)模式
- 乘法累加器(accumulator)模式
- 乘法求和累加器模式

关于数字信号处理模块更多详细信息，请参考 [UG305, Arora V 系列数字信号处理器\(DSP\)用户指南](#)。

## 3.6 Gigabit Transceivers(GW5AT-138)

Gowin Arora V 系列 FPGA 产品（GW5AT-138）包含两个 Transceiver Quad，每个 Quad 支持最多 4 个收发器，每个收发器均包含一个发射器(TX)和一个接收器(RX)，支持从 270Mbps 到 12.5Gbps 的数据速率，支持可配置的 PMA 和 PCS。结构示意图如图 3-15 所示。支持的协议如下所示：

- PCI Express, V2.0 (2.5 Gbps /5.0 Gbps)

- 10 Gigabit Attachment Unit Interface (XAUI) (3.125Gbps)
- RXAUI (Reduced XAUI) (6.25Gbps)
- CEI-6G-SR (6.375Gbps)
- SATA Rev3.2 (6Gbps/3Gbps/1.5Gbps) (need soft IP support)
- Serial GMII(SGMII) (1.25Gbps)
- CPRI (need soft IP support; soft IP available)
- JESD204B (need soft IP support; soft IP available)
- Rapid-IO (need soft IP support; soft IP available)
- 1000Base-X (need soft IP support; soft IP available)
- 10G-Base-R (need soft IP support; soft IP available)
- SDI-Tx/Rx (need soft IP support; soft IP available)
- SLVS-EC(Rx) (need soft IP support; soft IP available)

图 3-15 Gigabit Transceiver 结构示意图

Bank 0					Bank 1				
CH0 PMA TX + RX	CH1 PMA TX + RX	Quad 0 Common Logic	CH2 PMA TX + RX	CH3 PMA TX + RX	CH0 PMA TX + RX	CH1 PMA TX + RX	Quad 1 Common Logic	CH2 PMA TX + RX	CH3 PMA TX + RX
CH0 PCS PCIe PCS + Flexible PCS	CH1 PCS PCIe PCS + Flexible PCS		CH2 PCS PCIe PCS + Flexible PCS	CH3 PCS PCIe PCS + Flexible PCS	CH0 PCS PCIe PCS + Flexible PCS	CH1 PCS PCIe PCS + Flexible PCS		CH2 PCS PCIe PCS + Flexible PCS	CH3 PCS PCIe PCS + Flexible PCS
FPGA Fabric									

### PMA

- 每个 Quad 共享两个 PLL（一个为 LC PLL，另一个为环振 PLL）
- 发送端支持具有 SSC 的参考时钟（Transmitter through tracking of spread reference clock）
- 发送端支持可编程均衡器，支持进行 1 tap pre-cursor 及 1 tap post-cursor 调整，提高信号完整性 (Lane driver with programmable transmitter equalization with 1 tap pre-cursor and 1 tap post-cursor to improve signal integrity)
- 支持电压模式、电流模式、交流耦合模式、直流耦合模式(Voltage mode/current mode lane driver with board AC coupling.)
- 支持自适应可编程连续线性均衡器(CTLE)
- 接收端集成时钟和数据恢复电路(CDR)，频差+/- 5000ppm
- PCI Express Beacon 信号产生及检测

## PCS

- 专用硬核 PCIe PCS
- 灵活的 PCS，支持 PCS 自定义
- 8b/10b 编码器/解码器
- 支持 TX 通道绑定
- 支持 RX 通道绑定和 CTC
- 利用 IF FIFO 简化用户系统设计
- 支持灵活并行的 8/10/16/20/32/40/64/80 位数据宽度

关于 Gowin Gigabit Transceiver 更多详细信息，请参考 [UG299, Arora V 系列 Gigabit Transceiver 用户指南](#)。

## 3.7 PCIe Controller(GW5AT-138)

Gowin Arora V 系列 GW5AT-138 FPGA 产品包括 PCIe 集成接口块，通过 PCIe 协议可实现 FPGAs 之间的自定义通信，并将 ASSP 端点设备连接到 FPGA，如以太网控制器或光纤通道主机总线适配器（Host Bus Adapter, HBA）。

PCIe 集成接口块特性如下：

- 专用硬核 IP，符合 PCIe 2.0 基本规范
- 支持 x1, x2, x4, x8 通道
- 支持 Root Complex 和 End Point 双模式
- 支持 Gen1（2.5Gb/s）、Gen2（5Gb/s）。
- 支持最多六个 BAR (Basic Address Register)，可调节 BAR 容量
- 支持 Lane 翻转
- 接收端支持 PN 翻转
- 支持 CrossLink 连接模式
- 支持 Multicast
- 支持 ARI(Alternative Routing-ID Interpretation)格式
- 支持 IDO (ID-based Ordering)模型
- 支持 Retimer (扩展设备)存在性检测
- 支持 TPH (TLP Processing Hints)
- 支持 ACS (Access Control Services)
- 支持 DPC (Downstream Port Containment)
- 支持 PTM (Precision Time Measurement)
- 支持自动链接速度/宽度改变

- 支持高级配置选项、高级错误报告（Advanced Error Reporting, AER）和点到点循环冗余校验（End-to-End Cyclic Redundancy Check, ECRC）。
- 支持可配置的参数：通道宽度、最大有效载荷大小、FPGA 逻辑接口速度、参考时钟频率以及基址寄存器的解码和过滤等。

关于 PCIe Controller 更多详细信息，请参考 [UG298, Arora V 系列 Hardened PCIe Controller 用户指南](#)。

## 3.8 MIPI D-PHY

### 3.8.1 MIPI D-PHY RX(GW5A(T)-138)

GW5A(T)-138 器件内嵌硬核 MIPI D-PHY RX，支持标准《MIPI Alliance Standard for D-PHY Specification》，版本 1.2。该 D-PHY 适用于串行显示接口（Display Serial Interface, DSI）和串行摄像头接口（Camera Serial Interface, CSI-2）。主要特性如下：

- 支持单向高速(HS, High-speed)模式，传输速率最高可达 20 Gbps (八个数据通道)。
- 一个 Bank 支持最多四个数据通道和一个时钟通道，最多支持两个 Bank。
- 支持双向低功耗(LP, Low-power)操作模式，数据传输速率为 10Mbps。
- 支持高速同步、位和通道对齐
- 支持 MIPI D-PHY RX 1:8 模式与 1:16 模式。
- 支持 MIPI DSI 和 MIPI CSI-2 链路层。

关于 Gowin MIPI D-PHY RX/TX 更多详细信息，请参考 [UG296, Arora V 系列 Hardened MIPI D-PHY RX TX 用户指南](#)。

### 3.8.2 MIPI D-PHY RX/TX(GW5A-25)

GW5A-25 器件内嵌硬核 MIPI D-PHY RX/TX，支持标准《MIPI Alliance Standard for D-PHY Specification》，版本 1.2。该 D-PHY 适用于串行显示接口（Display Serial Interface, DSI）和串行摄像头接口（Camera Serial Interface, CSI-2）。主要特性如下：

- 支持单向高速(HS, High-speed)模式，RX/TX 传输速率最高可达 10 Gbps (4 个数据通道)。
- 支持最多四个数据通道和一个时钟通道。
- 支持双向低功耗(LP, Low-power)操作模式，数据传输速率为 10Mbps。
- 支持高速同步、位和通道对齐。

- 支持 MIPI D-PHY RX/TX 1:8 模式与 1:16 模式。
- 支持 MIPI DSI 和 MIPI CSI-2 链路层。

关于 Gowin MIPI D-PHY RX/TX 更多详细信息，请参考 [UG296, Arora V 系列 Hardened MIPI D-PHY RX TX 用户指南](#)。

## 3.9 ADC

Gowin Arora V 系列 FPGA 产品集成了一个全新的、灵活的模拟接口作为温度和电源传感器。结合 FPGA 的可编程逻辑能力，该传感器可以满足温度和电源监测的数据采集要求和监测要求。

传感器架构的显著优点在于：

- 片上参考，不需要片外基准电压源
- 60dB SNR
- 10-bit oversampling @ 2MHz
- 1kHz Signal Bandwidth
- 2 路专用模拟通道，同时可以检测来自 GPIO 的输入信号
- 片上温度（最大误差 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ）和电源（最大误差 $\pm 1\%$ ）传感器
- 连续访问 ADC 测试

该传感器可选择性地使用片上参考电路（ $\pm 1\%$ ），不需要任何外部有源元件来进行温度和电源环境的基本片上监测。

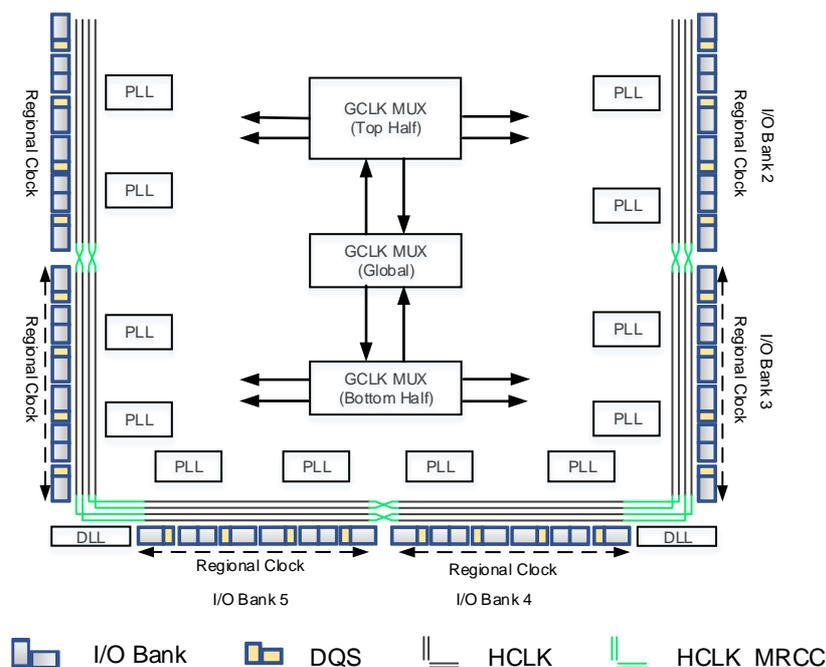
最新的测量结果（连同最大和最小读数）存储在专门的寄存器中，可随时通过用户界面进行存取。

关于 ADC 更多详细信息请参考 [UG299, Arora V 系列 ADC 用户指南](#)。

## 3.10 时钟

时钟资源及布线对 FPGA 高性能的应用至关重要。Arora V 系列 FPGA 产品提供了专用全局时钟网络(GCLK)，直接连接到器件的所有资源。除了 GCLK 资源，还提供了锁相环 (PLL)、高速时钟 HCLK 和 DDR 存储器接口数据脉冲时钟 DQS 等时钟资源。

图 3-16 Arora V 系列时钟资源



3.10.1 ~ 3.10.4 给出简要描述，关于全局时钟、高速时钟、锁相环及 DDR 存储器接口数据脉冲时钟 DQS 等更多详细信息请参考 [UG306, Arora V 系列时钟资源\(Clock\)用户指南](#)。

### 3.10.1 全局时钟

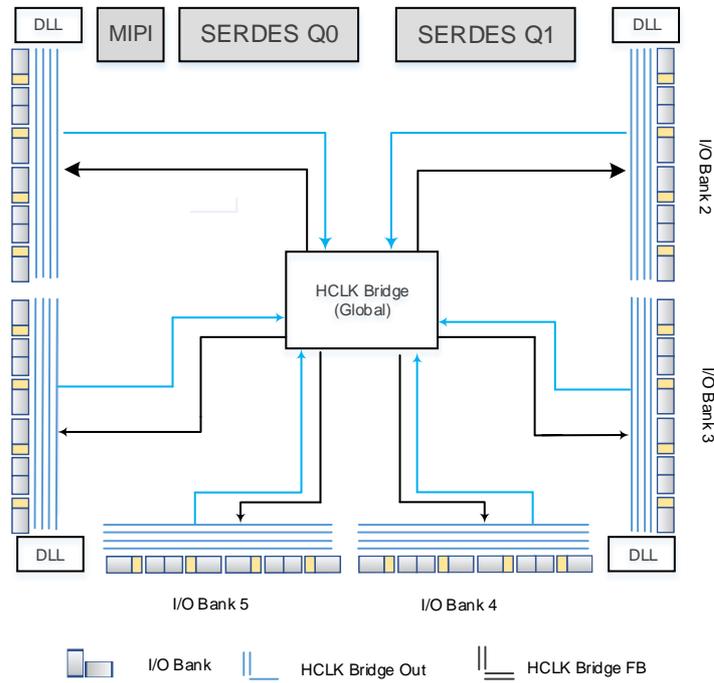
GCLK 在 Arora V 系列 FPGA 产品中按时钟域分布，分为 8 个时钟域，每个时钟域可以提供 16 个 GCLK 网络。GCLK 的时钟源来自专用时钟管脚、PLL 的输出、SERDES 时钟、HCLK 的输出以及普通绕线资源，使用专用的时钟输入管脚具有更好的时钟性能。

### 3.10.2 高速时钟

Arora V 系列 FPGA 产品的高速时钟 HCLK 可以支持 I/O 完成高性能数据传输，是专门针对源时钟同步的数据传输接口而设计的，如图 3-17 所

示。

图 3-17 GW5AT HCLK 示意图



由图 3-17 可以看到，通过器件中心的全局高速时钟 HCLK bridge MUX 模块，可将 HCLK 时钟信号送到任何一个 Bank 中。此外，HCLK 时钟信号从 IO Bank 进入后还可跨到相邻 IO Bank 的时钟树（上图未示出）。以上特性使得 HCLK 的使用更加灵活。

GCLK/HCLK 可以提供给用户使用的功能模块如下所示：

- 动态的高速时钟使能模块，可动态地打开/关闭高速时钟信号。
- 高速时钟分频模块，生成和输入时钟相位一致的分频时钟，用于 IO 逻辑工作模式中。
- 动态的高速时钟选择器。
- 动态延迟调整模块，用于专用时钟管脚输入的时钟信号。

### 3.10.3 锁相环

锁相环路是一种反馈控制电路，简称锁相环（PLL, Phase-Locked Loop）。利用外部输入的参考时钟信号控制环路内部振荡信号的频率和相位。

Arora V 系列 FPGA 产品的 PLL 模块能够提供可以综合的时钟频率，通过配置不同的参数可以进行时钟的频率调整(倍频和分频)、相位调整、占空比调整等功能。

Arora V 系列 FPGA 产品的 PLL 模块特性如下：

- 支持 7 路时钟输出

- 整数 PLL，第 1 路和反馈时钟输出同时支持 1/8 小数分频
- 支持相移和占空比调整
- 频率锁定检测
- 支持扩频时钟产生
- VCO 工作频率范围：800 MHz ~ 2000 MHz
- CLKIN 频率范围：10 MHz ~400 MHz

### 3.10.4 DDR 存储器接口时钟管理 DQS

Arora V 系列 FPGA 产品的 DQS 模块提供了如下的功能来支持 DDR 存储器接口的时钟需求：

- 接收 DQS 输入，整理波形并移动 1/4 相位
- 为输入缓存提供读/写指针
- 为内部逻辑提供数据有效信号
- 提供 DDR 输出时钟信号
- 支持 DDR3 写电压控制

DQS 模块支持多种工作模式，用来满足不同的 IO 接口的需求。

## 3.11 长线

作为对 CRU 的有效补充，Arora V 系列 FPGA 产品提供了灵活丰富的长线资源，适用于时钟、时钟使能、置复位或其它高扇出的信号。

## 3.12 全局复置位

Arora V 系列 FPGA 产品中包含一个专用的全局复置位网络，直接连接到器件的内部逻辑，可用作异步复位或异步置位，CFU 和 I/O 中的寄存器均可以独立配置。

## 3.13 编程配置

Arora V 系列 FPGA 产品支持 SRAM 编程，因此，每次上电后需要重新下载配置数据文件到器件中。当然，用户可以根据自身需求将配置数据文件保存在外部 Flash 中。上电后，Arora V 器件从外部 Flash 中读取配置数据到 SRAM 中。

Arora V 系列 FPGA 产品除了支持业界通用的 JTAG 配置模式外，还支持高云半导体特有的 GowinCONFIG 配置模式：SSPI、MSPI、CPU、SERIAL。同时支持背景升级、支持数据流文件加密和安全位设置、支持 SEU 检测及纠错、支持 OTP，详细资料请参考 [UG704, Arora V 系列 FPGA 产品编程配置手册](#)。

## 背景升级

Arora V 系列 FPGA 支持通过 JTAG/SSPI/QSSPI 或者 Fabric 的方式进行背景升级，即器件支持在不影响现有工作状态的情况下编程内嵌 Flash 或外部 Flash 的操作，编程过程中器件可以按照原有的配置正常工作，编程完成后，低电平触发 RECONFIG\_N 即可完成在线升级。此特性适合应用于在线时间长但又需要不定期升级的场所。

## 比特流文件加密和安全位设置

Arora V 系列 FPGA 产品支持比特流数据加密，采用 128 bits 的 AES 加密算法。同时，高云半导体为保障配置数据的安全准确传输，在 FPGA 产品的比特流文件中默认加入了 CRC 校验算法并设置了安全位。数据配置过程中实时校验输入数据是否出错，错误的配置数据无法唤醒器件。设置了安全位的比特流数据完成配置后，任何用户无法进行回读操作。

## SEU 检测及纠错

Arora V 系列 FPGA 产品的配置 SRAM 支持 ECC 及 CRC，主要用于对 FPGA 的配置数据进行数据检测及纠正，默认关闭。具有如下特性：

- 支持 ECC 及 CRC 错误检测及纠正，芯片 wakeup 后根据用户配置开启自动开启模式或者通过用户设计逻辑控制开启/关闭错误检测及纠正
- 支持每 64-bit SRAM 数据中 1 bit 错误位置报告以及错误纠正，2 bits 错误报警
- CRC 支持多 bits 错误报警
- 支持 1-bit 任意位置错误注入
- 用户打开 SSRAM 存储功能时自动关闭该存储区域 SRAM 的检测及纠错功能

## OTP

Arora V 系列 FPGA 提供 128 Bit 的 OTP 空间，支持一次性编程。其中 Bit0~Bit31 为用户区，系统制造商可以使用此空间存储安全性和其他重要信息。Bit32~Bit95 为 DNA 区，存储器件 64 位唯一标识信息。

## 3.14 片内时钟振荡器

Arora V 系列 FPGA 产品内嵌了一个片内时钟振荡器，编程过程中为 MSPI 编程模式提供时钟源。片内时钟振荡器还可以为用户设计提供时钟源，通过配置工作参数，可以获得多达 64 种时钟频率。输出频率数据如表 3-10 所示。输出时钟频率可以通过如下公式计算得到：

$$f_{out}=210\text{MHz}/\text{Param}。$$

注！

其中除数 Param 为配置参数，范围为 3 和 2~126 之间的偶数。

表 3-10 片内时钟振荡器的输出频率选项

频率 (MHz)	频率 (MHz)	频率 (MHz)
1.67	2.56	5.53
1.69	2.63	5.83
1.72	2.69	6.18
1.75	2.76	6.56
1.78	2.84	7.00
1.81	2.92	7.50
1.84	3.00	8.08
1.88	3.09	8.75
1.91	3.18	9.55
1.94	3.28	10.50
1.98	3.39	11.67
2.02	3.50	13.13
2.06	3.62	15.00
2.10	3.75	17.50
2.14	3.89	21.00
2.19	4.04	26.25
2.23	4.20	35.00
2.28	4.38	52.50
2.33	4.57	70
2.39	4.77	105.00
2.44	5.00	-
2.50 <sup>[1]</sup>	5.25	-

注！

[1]片内时钟振荡器默认输出频率为 2.5MHz。

# 4 电气特性

注！

建议在推荐的工作条件及工作范围内使用高云器件，超出工作条件及工作范围的数据仅供参考，高云半导体不保证所有器件都能在超出工作条件及工作范围的情况下正常工作。

## 4.1 工作条件

### 4.1.1 绝对最大范围

表 4-1 绝对最大范围

名称	描述	最小值	最大值
FPGA Logic			
V <sub>CC</sub>	核电压	-0.5V	1.05V
V <sub>CCO</sub>	I/O Bank 电压	-0.5V	3.75V
V <sub>CCX</sub>	辅助电压	-0.5V	1.98V
V <sub>REF</sub>	输入参考电压	-0.5V	2V
V <sub>IN</sub>	单端输入	-0.4V	3.75V
	差分输入	-0.4V	2.625V
Gigabit Transceiver			
V <sub>ddha</sub>	模拟高电压 Analog high power supply	-0.5V	1.98V
V <sub>dda</sub>	模拟核电压 Analog core power supply	-0.5V	1.05V
V <sub>dd_in0~4</sub>	发射器电压 Tx power supply	-0.5V	1.05V
MIPI			
V <sub>dda</sub>	模拟核电压 Analog core power supply	-0.5V	1.05V
V <sub>ddx_dphy</sub>	模拟高电压 Analog high voltage power supply	-0.5V	1.98V
温度			
Storage Temperature	储存温度	-65℃	+150℃
Junction Temperature	结温	-40℃	+125℃

## 4.1.2 推荐工作范围

表 4-2 推荐工作范围

名称	描述	最小值	最大值
V <sub>CC</sub>	核电压	0.87V	1.0V
V <sub>CCO</sub>	I/O Bank 电压	1V	3.465V
V <sub>CCX</sub>	辅助电压	1.71V	1.89V
V <sub>IN</sub>	单端输入	-0.2V	V <sub>CCO</sub> +0.2V
	差分输入	-0.2V	1.98V
<b>Gigabit Transceiver</b>			
V <sub>ddha</sub>	模拟高电压 analog high power supply	1.71V	1.89V
V <sub>dda</sub>	模拟核电压 Analog core power supply	0.87V	1.0V
V <sub>ddt</sub>	发射器电压 Tx power supply	0.87V	1.0V
<b>MIPI</b>			
V <sub>dda</sub>	模拟核电压 Analog core power supply	0.87V	1.0V
V <sub>ddx_dphy</sub>	模拟高电压 Analog high voltage power supply	1.71V	1.89V
<b>温度</b>			
T <sub>JCOM</sub>	结温(商业级) Junction temperature Commercial operation	0°C	+85°C
T <sub>JIND</sub>	结温(工业级) Junction temperature Industrial operation	-40°C	+100°C
T <sub>JAUT</sub>	结温(车规级) Junction temperature Automotive operation	-40°C	+105°C

注!

不同封装的器件供电电压信息请参考 [UG982, GW5AT-138 器件 Pinout 手册](#)。

## 4.1.3 电源上升斜率

表 4-3 电源上升斜率

名称	描述	最小值	典型值	最大值
T <sub>TRAMP</sub>	电源电压上升斜率	0.02mV/μs	TBD	50mV/μs

## 4.1.4 热插拔特性

表 4-4 热插拔特性

名称	描述	条件	I/O 类型	最大值
I <sub>HS</sub>	输入漏电流 (Input or I/O leakage current)	0<V <sub>IN</sub> <V <sub>IH</sub> (MAX)	I/O	TBD
I <sub>HS</sub>	输入漏电流 (Input or I/O leakage current)	0<V <sub>IN</sub> <V <sub>IH</sub> (MAX)	TDI, TDO, TMS, TCK	TBD

## 4.1.5 POR 特性

表 4-5 POR 电压参数

名称	描述	名称	最小值	最大值
POR 电压值	上电复位触发电平 Power on reset voltage of Vcc	V <sub>CC</sub>	TBD	TBD
		V <sub>CCX</sub>	TBD	TBD
		V <sub>CCIO</sub>	TBD	TBD

## 4.2 ESD 性能

表 4-6 GW5AT ESD - HBM

器件	GW5AT-138
TBD	TBD
TBD	TBD

表 4-7 GW5AT ESD - CDM

器件	GW5AT-138
TBD	TBD
TBD	TBD

## 4.3 DC 电气特性

### 4.3.1 推荐工作范围的 DC 电气特性

表 4-8 推荐工作范围内的 DC 电气特性

名称	描述	条件	最小值	典型值	最大值
I <sub>IL</sub> , I <sub>IH</sub>	I/O 输入漏电流(Input or I/O leakage)	V <sub>CC0</sub> <V <sub>IN</sub> <V <sub>IH</sub> (MAX)	-	TBD	TBD
		0V<V <sub>IN</sub> <V <sub>CC0</sub>	-	TBD	TBD
I <sub>PU</sub>	I/O 上拉电流 (I/O Active Pull-up Current)	0<V <sub>IN</sub> <0.7V <sub>CC0</sub>	-	TBD	TBD
I <sub>PD</sub>	I/O 下拉电流 (I/O Active Pull-down Current)	V <sub>IL</sub> (MAX)<V <sub>IN</sub> <V <sub>CC0</sub>	-	TBD	TBD
C1	I/O 电容 (I/O Capacitance)	TBD		TBD	TBD
V <sub>HYST</sub>	输入迟滞(Hysteresis for Schmitt Trigge inputs)	V <sub>CC0</sub> =3.3V, Hysteresis=L2H	-	250	TBD
		V <sub>CC0</sub> =2.5V, Hysteresis=L2H	-	90	TBD
		V <sub>CC0</sub> =1.8V, Hysteresis=L2H	-	50	TBD
		V <sub>CC0</sub> =1.5V, Hysteresis=L2H	-	40	TBD
		V <sub>CC0</sub> =1.2V, Hysteresis=L2H		40mV	TBD
		V <sub>CC0</sub> =3.3V, Hysteresis=H2L	-	310	TBD

名称	描述	条件	最小值	典型值	最大值
		V <sub>CC0</sub> =2.5V, Hysteresis=H2L	-	130	TBD
		V <sub>CC0</sub> =1.8V, Hysteresis=H2L	-	50	TBD
		V <sub>CC0</sub> =1.5V, Hysteresis=H2L	-	30	TBD
		V <sub>CC0</sub> =1.2V, Hysteresis=H2L		30mV	TBD
		V <sub>CC0</sub> =3.3V, Hysteresis=High	-	560	TBD
		V <sub>CC0</sub> =2.5V, Hysteresis=High	-	220	TBD
		V <sub>CC0</sub> =1.8V, Hysteresis=High	-	100	TBD
		V <sub>CC0</sub> =1.5V, Hysteresis=High	-	70	TBD
		V <sub>CC0</sub> =1.2V, Hysteresis=High		70mV	TBD

### 4.3.2 静态电流

表 4-9 静态电流

名称	描述	器件类型	器件	典型值
I <sub>CC</sub>	Core 电源电流	LV 版本	TBD	TBD
			TBD	TBD
I <sub>CCX</sub>	V <sub>CCX</sub> 电源电流	LV 版本	TBD	TBD
I <sub>CC0</sub>	I/O Bank 电源电流(V <sub>CC0</sub> =2.5V)	LV 版本	TBD	TBD

### 4.3.3 I/O 推荐工作条件

表 4-10 I/O 推荐工作条件

名称	输出对应的 V <sub>CC0</sub> (V)			输入对应的 V <sub>REF</sub> (V)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
LVTTTL33	3.135	3.3	3.465	-	-	-
LVC MOS33	3.135	3.3	3.465	-	-	-
LVC MOS25	2.375	2.5	2.625	-	-	-
LVC MOS18	1.71	1.8	1.89	-	-	-
LVC MOS15	1.425	1.5	1.575	-	-	-
LVC MOS12	1.14	1.2	1.26	-	-	-
SSTL15	1.425	1.5	1.575	0.68	0.75	0.9
SSTL18_I	1.71	1.8	1.89	0.833	0.9	0.969
SSTL18_II	1.71	1.8	1.89	0.833	0.9	0.969
SSTL25_I	2.375	2.5	2.645	1.15	1.25	1.35
SSTL25_II	2.375	2.5	2.645	1.15	1.25	1.35
SSTL33_I	3.135	3.3	3.465	1.3	1.5	1.7
SSTL33_II	3.135	3.3	3.465	1.3	1.5	1.7
HSTL18_I	1.71	1.8	1.89	0.816	0.9	1.08
HSTL18_II	1.71	1.8	1.89	0.816	0.9	1.08

名称	输出对应的 V <sub>CCO</sub> (V)			输入对应的 V <sub>REF</sub> (V)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
HSTL15	1.425	1.5	1.575	0.68	0.75	0.9
PCI33	3.135	3.3	3.465	-	-	-
LVPECL33E	3.135	3.3	3.465	-	-	-
MLVDS25E	2.375	2.5	2.625	-	-	-
BLVDS25E	2.375	2.5	2.625	-	-	-
RSDS25E	2.375	2.5	2.625	-	-	-
LVDS25E <sup>1</sup>	2.375	2.5	2.625	-	-	-
SSTL15D	1.425	1.5	1.575	-	-	-
SSTL18D_I	1.71	1.8	1.89	-	-	-
SSTL18D_II	1.71	1.8	1.89	-	-	-
SSTL25D_I	2.375	2.5	2.625	-	-	-
SSTL25D_II	2.375	2.5	2.625	-	-	-
SSTL33D_I	3.135	3.3	3.465	-	-	-
SSTL33D_II	3.135	3.3	3.465	-	-	-
HSTL15D	1.425	1.575	1.89	-	-	-
HSTL18D_I	1.71	1.8	1.89	-	-	-
HSTL18D_II	1.71	1.8	1.89	-	-	-

注!

使用 True LVDS 的 Bank VCCO 建议设置为 2.5V。

### 4.3.4 单端 I/O DC 电气特性

表 4-11 单端 I/O DC 电气特性

名称	V <sub>IL</sub>		V <sub>IH</sub>		V <sub>OL</sub> (Max)	V <sub>OH</sub> (Min)	I <sub>OL</sub> <sup>[1]</sup> (mA)	I <sub>OH</sub> <sup>[1]</sup> (mA)
	Min	Max	Min	Max				
LVCMOS33 LVTTL33	-0.3V	0.8V	2.0V	3.45 V	0.4V	V <sub>CCO</sub> -0.4V	4	-4
							8	-8
							12	-12
							16	-16
					24	-24		
0.2V	V <sub>CCO</sub> -0.2V	0.1	-0.1					
LVCMOS25	-0.3V	0.7V	1.7V	3.45 V	0.4V	V <sub>CCO</sub> -0.4V	4	-4
							8	-8
							12	-12
							16	-16
					0.2V	V <sub>CCO</sub> -0.2V	0.1	-0.1
LVCMOS18	-0.3V	0.35 x V <sub>CCO</sub>	0.65 x V <sub>CCO</sub>	3.45 V	0.4V	V <sub>CCO</sub> -0.4V	4	-4
							8	-8

名称	V <sub>IL</sub>		V <sub>IH</sub>		V <sub>OL</sub> (Max)	V <sub>OH</sub> (Min)	I <sub>OL</sub> <sup>[1]</sup> (mA)	I <sub>OH</sub> <sup>[1]</sup> (mA)
	Min	Max	Min	Max				
							12	-12
					0.2V	V <sub>CCO</sub> -0.2V	0.1	-0.1
LVCMOS15	-0.3V	0.35 x V <sub>CCO</sub>	0.65 x V <sub>CCO</sub>	3.45 V	0.4V	V <sub>CCO</sub> -0.4V	4	-4
							8	-8
					0.2V	V <sub>CCO</sub> -0.2V	0.1	-0.1
LVCMOS12	-0.3V	0.35 x V <sub>CCO</sub>	0.65 x V <sub>CCO</sub>	3.45 V	0.4V	V <sub>CCO</sub> -0.4V	2	-2
							4	-4
					0.2V	V <sub>CCO</sub> -0.2V	0.1	-0.1
LVCMOS10	-0.3	0.35 x V <sub>CCO</sub>	0.65 x V <sub>CCO</sub>	1.1V	0.4V	V <sub>CCO</sub> -0.4V	4	-4
PCI33	-0.3V	0.3 x V <sub>CCO</sub>	0.5 x V <sub>CCO</sub>	3.6V	0.1 V <sub>CCO</sub> x	0.9 x V <sub>CCO</sub>	1.5	-0.5
SSTL18_II	-0.3V	V <sub>REF</sub> -0.125V	V <sub>REF</sub> +0.125V	V <sub>CCIO</sub> +0.3	0.4V	V <sub>CCO</sub> -0.4V	NA	NA
SSTL18_I	-0.3V	V <sub>REF</sub> -0.125V	V <sub>REF</sub> +0.125V	V <sub>CCIO</sub> +0.3	0.40V	V <sub>CCO</sub> -0.40V	8	-8
SSTL15	-0.3V	V <sub>REF</sub> -0.1V	V <sub>REF</sub> + 0.1V	V <sub>CCIO</sub> +0.3	0.40V	V <sub>CCO</sub> -0.40V	8	-8
SSTL135	-0.3	V <sub>REF</sub> -0.09V	V <sub>REF</sub> +0.09V	V <sub>CCIO</sub> +0.3	0.40V	V <sub>CCO</sub> -0.40V	8	-8
HSTL18_I	-0.3V	V <sub>REF</sub> -0.1V	V <sub>REF</sub> + 0.1V	V <sub>CCIO</sub> +0.3	0.40V	V <sub>CCO</sub> -0.40V	8	-8
HSTL18_II	-0.3V	V <sub>REF</sub> -0.1V	V <sub>REF</sub> + 0.1V	V <sub>CCIO</sub> +0.3	0.40V	V <sub>CCO</sub> -0.40V	NA	NA
HSTL15_I	-0.3V	V <sub>REF</sub> -0.1V	V <sub>REF</sub> + 0.1V	V <sub>CCIO</sub> +0.3	0.40V	V <sub>CCO</sub> -0.40V	8	-8
HSTL15_II	-0.3V	V <sub>REF</sub> -0.1V	V <sub>REF</sub> + 0.1V	V <sub>CCIO</sub> +0.3	0.40V	V <sub>CCO</sub> -0.40V	NA	NA
HSUL12	-0.3	V <sub>REF</sub> -0.13V	V <sub>REF</sub> + 0.13V	V <sub>CCIO</sub> +0.3	0.40	V <sub>CCO</sub> -0.40V	0.1	-0.1

注!

- [1]同一个 Bank 所有 IO 的总的 DC 电流限制(包括 source 和 sink): 同一个 Bank 所有 IO 的总电流不能大于 n\*8mA, n 表示该 Bank 被引出的 IO 数量。

### 4.3.5 差分 I/O DC 电气特性

表 4-12 差分 I/O DC 电气特性

名称	描述	测试条件	最小	典型	最大	单位
$V_{INA}, V_{INB}$	输入电压 (Input Voltage)	TBD	-0.4		2.625	V
$V_{CM}$	共模输入电压 (Input Common Mode Voltage)	Half the Sum of the Two Inputs	0.3	1.2	1.5	V
$V_{THD}$	差分输入门限(Differential Input Threshold)	Difference Between the Two Inputs	$\pm 70$	$\pm 200$	$\pm 300$	mV
$I_{IN}$	输入电流(Input Current)	Power On or Power Off	TBD	TBD	TBD	$\mu A$
$V_{OH}$	输出高电平 (Output High Voltage for VOP or VOM)	$R_T = 100\Omega$	TBD	TBD	1.675	V
$V_{OL}$	输出低电平(Output Low Voltage for VOP or VOM)	$R_T = 100\Omega$	0.7	TBD	TBD	V
$V_{OD}$	差模输出电压 (Output Voltage Differential)	$(V_{OP} - V_{OM}), R_T = 100\Omega$	250	350	600	mV
$\Delta V_{OD}$	差模输出电压的变化范围 (Change in VOD Between High and Low)	TBD	TBD	TBD	50	mV
$V_{OS}$	输出零漂 (Output Voltage Offset)	$(V_{OP} + V_{OM})/2, R_T = 100\Omega$	1.000	1.250	1.425	V
$\Delta V_{OS}$	输出零漂变化(Change in VOS Between High and Low)	TBD	TBD	TBD	TBD	mV
$I_S$	短路电流	$V_{OD} = 0V$ 两路输出短接	TBD	TBD	TBD	mA

## 4.4 AC 开关特性

### 4.4.1 CFU 开关特性

表 4-13 CFU 时序参数

名称	描述	速度等级		单位
		Min	Max	
$t_{LUT4\_CFU}$	LUT4 延迟(LUT4 delay)	-	-	ns
$t_{SR\_CFU}$	置位/复位到寄存器输出时间(Set/Reset to Register output)	-	-	ns
$t_{CO\_CFU}$	时钟到寄存器输出时间(Clock to Register output)	-	-	ns

## 4.4.2 BSRAM 开关特性

表 4-14 BSRAM 时序参数

名称	描述	速度等级		单位
		Min	Max	
t <sub>COAD_BSRAM</sub>	时钟到读地址/数据输出时间(Clock to output from read address/data)	-	-	ns
t <sub>COOR_BSRAM</sub>	时钟到寄存器输出时间(Clock to output from output register)	-	-	ns

## 4.4.3 DSP 开关特性

表 4-15 DSP 时序参数

名称	描述	速度等级		单位
		Min	Max	
t <sub>COIR_DSP</sub>	时钟到输入寄存器的时间(Clock to output from input register)	-	-	ns
t <sub>COPR_DSP</sub>	时钟到流水寄存器的时间(Clock to output from pipeline register)	-	-	ns
t <sub>COOR_DSP</sub>	时钟到输出寄存器的时间(Clock to output from output register)	-	-	ns

## 4.4.4 时钟和 I/O 开关特性

表 4-16 外部开关特性

名称	说明	器件	-8		-7		单位
			Min	Max	Min	Max	
Pin-LUT-Pin Delay <sup>(1)</sup>	Pin(IOxA) to Pin(IOxB) delay	GW5AT-138	-	-	-	-	ns
T <sub>HCLKdly</sub>	HCLK tree delay	GW5AT-138	-	-	-	-	ns
T <sub>GCLKdly</sub>	GCLK tree delay	GW5AT-138	-	-	-	-	ns

## 4.4.5 片内时钟振荡器开关特性

表 4-17 片内时钟振荡器开关特性

名称	说明	最小值	典型值	最大值
f <sub>MAX</sub>	时钟振荡器输出频率(0 to+ 85°C)	TBD	TBD	TBD
	时钟振荡器输出频率(-40 to +100°C)	TBD	TBD	TBD
t <sub>DT</sub>	输出时钟 Duty Cycle	TBD	TBD	TBD
t <sub>OPJIT</sub>	输出时钟 Period Jitter	TBD	TBD	TBD

## 4.4.6 PLL 开关特性

表 4-18 PLL 开关特性

器件	速度等级	名称	最小值	最大值
GW5AT-138		CLKIN	TBD	TBD
		PFD	TBD	TBD
		VCO	TBD	TBD
		CLKOUT	TBD	TBD
		CLKIN	TBD	TBD
		PFD	TBD	TBD
		VCO	TBD	TBD
		CLKOUT	TBD	TBD

## 4.5 编程接口时序标准

Arora V 系列 FPGA 产品支持多种 GowinCONFIG 配置模式：SSPI、MSPI、CPU、SERIAL，详细资料请参考 [UG704, Arora V 系列 FPGA 产品编程配置手册](#)。

# 5 器件订货信息

## 5.1 器件命名

图 5-1 器件命名方法示例-ES

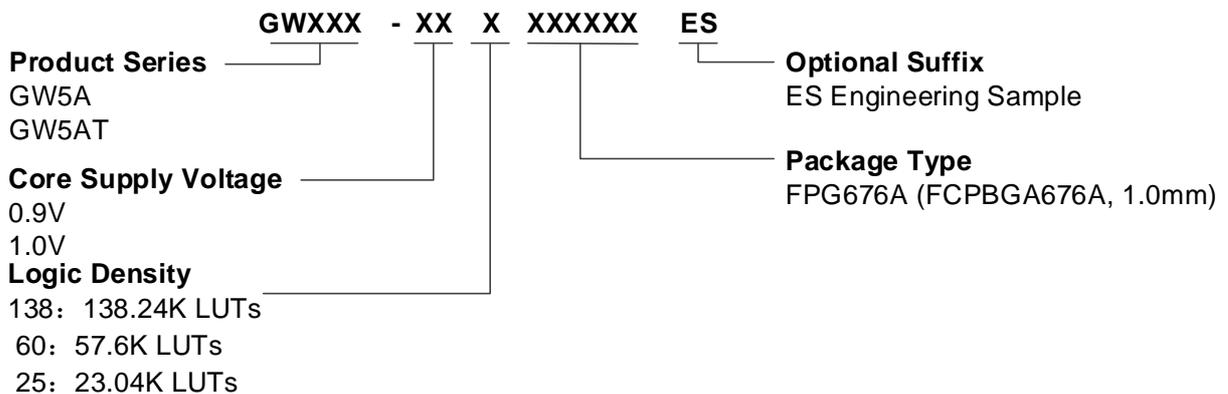
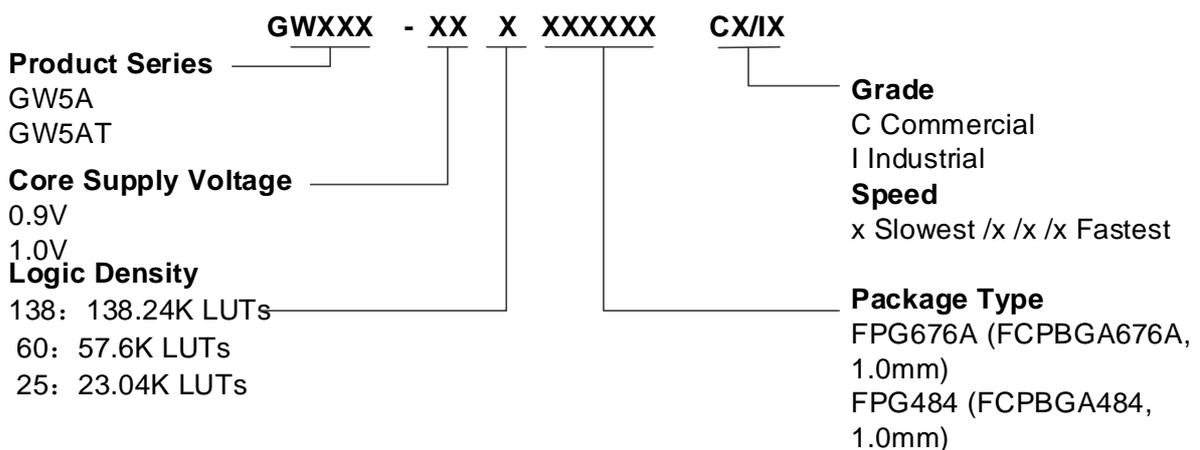


图 5-2 器件命名方法示例-Production



注!

- 关于详细的封装类型及管脚数量请参考 2.2 产品信息列表。
- 相同速度等级的小蜜蜂®(LittleBee®)家族器件和晨熙®家族器件速度不同。

- 高云器件速度等级采用双标标识，如 C8/I7，C6/I5 等。芯片筛选采用的是工业级标准，所以同一芯片可以同时满足工业应用(I)和商业应用(C)。工业级最高温度 100℃，商业级最高温度 85℃，所以同一芯片如在商业级应用中满足速度等级 8，在工业级应用中速度等级则为 7。

## 5.2 器件封装标识示例

高云半导体产品在芯片表面印制了器件信息，示例如图 5-3 所示。

图 5-3 器件封装标识示例



注！

[1]上图右图中第一行与第二行均为“Part Number”。

Preliminary

