

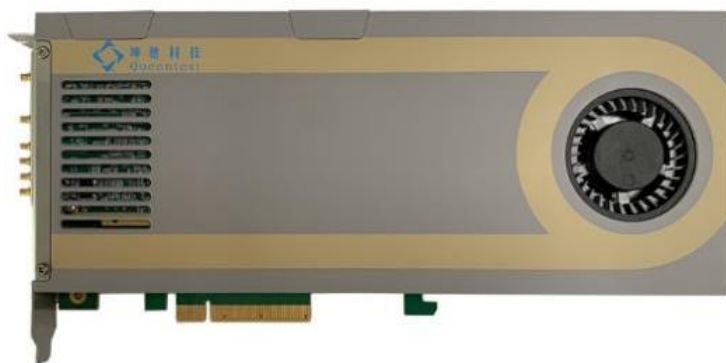
QUEENTEST QT12131

PCIe宽带中频采集板卡

3GS/s 14bit 2通道

PCI Express Gen3 x8

Data Sheet



简介

坤驰科技自主研发的QT12131是一款高分辨率、高采样率的高速数据采集卡。它提供2路14位 3.0GS/s A/D通道，全功率模拟输入带宽（-3dB）可达9GHz。板载FPGA具备实时信号处理能力，板载DDR4内存容量达8GB，可以进行大数据量的实时信号处理，这些特性使QT12131成为超宽带信号采集、雷达、复杂电磁环境及无线频谱应用领域进行信号采集和分析的理想工具。

QT12131搭配坤驰科技的上位机可视化软件，通过上位机软件实现对板卡的操作，可通过上位机软件的频域图和瀑布图动态进行频谱分析，对于有二次开发需求的用户，提供多种语言的二次开发接口及板卡控制参考例程。

特性

- 2通道采集
- 3GS/s采样率
- 14bit垂直分辨率
- 模拟输入带宽（-3 dB）： 9GHz
- 输入阻抗： 50 Ohm
- AC交流耦合
- 全量程输入电压： 1.13Vpp ~2.04Vpp，默认值1.7Vpp
- 连接器：SSMC
- 多颗兼容FPGA 芯片（KU085），可根据需要灵活选择
- 预留JTAG 和测试接口
- 1 个QSFP+光纤接口

- 2 组64Bit DDR4 SDRAM，单组容量4GB
- 支持利用SPI X8 模式配置程序
- 支持利用EEPROM 存储数据
- 电源时序控制和总功耗监控
- 板载温度传感器
- 支持PCIe 3.0 x8 接口，支持与PC 的高速数据交互功能
- 支持单独12V 供电（脱离PC 机）
- 支持FPGA定制开发

应用领域

- 超宽带信号采集
- 电子战
- 卫星通信
- 射频采样软件无线电
- 雷达

客户价值

- 通过快速PCIe总线实时传输采集数据
- 高动态范围
- 灵活的配置方案
- 大容量板载存储器
- 缩短开发时间，加快上市速度
- 可定制开发的高级触发功能

- 可集成满足OEM领域应用的实时信号处理模块：数字下变频、实时FFT等
- 等

系统框图

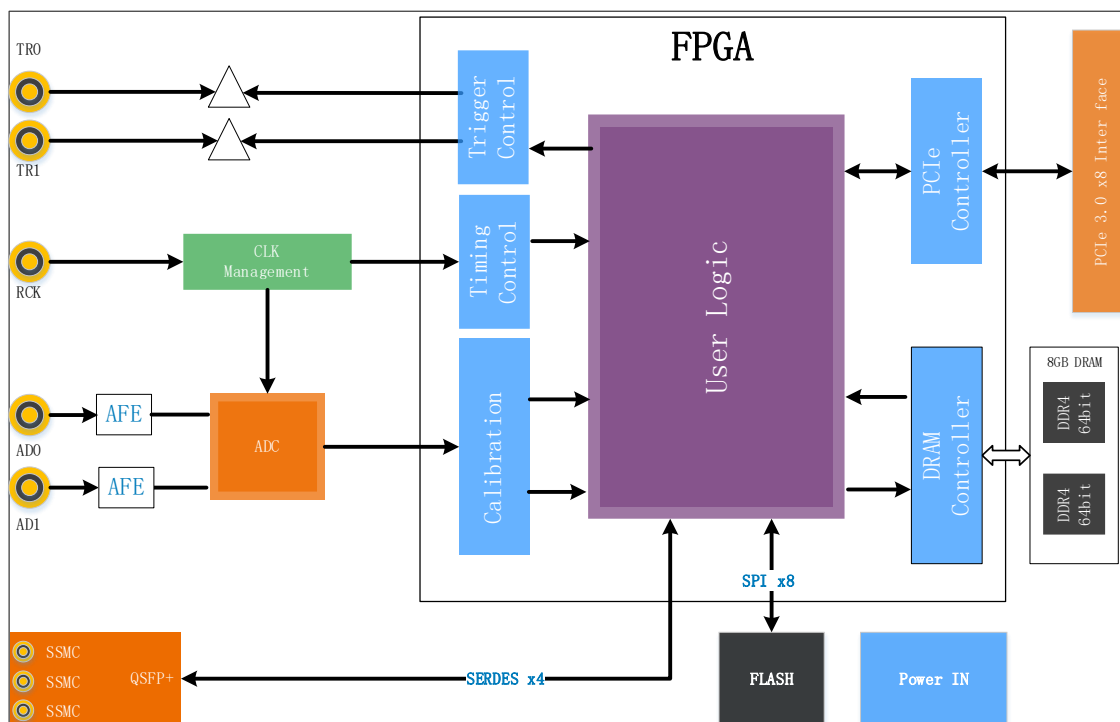


图 1 系统框图



图 2 侧视图



图 3 前视图



图 4 后侧视图

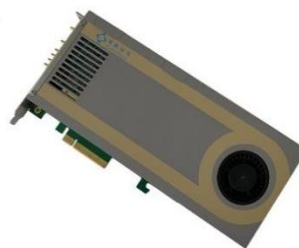


图 5 前侧视图

硬件功能以及选项介绍

硬件整体描述

QT12131是一款高分辨率、高采样率数字化仪模块。它提供2路14位3.0GS/s的ADC通道，全功率模拟输入带宽（-3dB）可达9GHz。采用交流耦合方式，输入阻抗50 欧姆。模拟前端支持高倍放大电路，支持微弱信号采集采用PCIe Gen3 x8通信接口，两组DDR4，每组4GB，每组位宽64bit，共8GB数据缓存空间，配合上位机硬件以及软件，可以支持单次及多次触发采集，不间断采集流盘模式，可定制数字下变频、快速傅立叶变换、数字滤波等算法模块完成不同的数据采集处理需求。以下章节将详细描述各部分功能。

PCI Express Gen3 x8总线

QT12131 通过PCI Express 8-lane 总线连接到计算机主机，QT12131采集卡采用PCI Express Gen3 8-lane金手指的接触机械结构，兼容PCI Express 16-lane插槽。QT12131使用PCIe Gen3 x8传输协议时，连续数据传输速度为4GB/s。

板载采集存储器

QT12131标配2组64Bit DDR4 SDRAM，单组容量4GB。64位宽的DDR4存储器用于缓存采集数据。DDR4工作频率为2400MHz，能为用户提供最大150Gbps的数据吞吐率，支持各种采集模式下的数据并发读写。

采集时钟发生器

采集时钟的随机抖动会劣化采集系统的信噪比，而且随着输入信号频率的增加，采集时钟的抖动对信噪比的影响会越来越明显。因此QT12131采用超低抖动时钟信号产生模块配合高稳定、低相位噪声时钟参考源来保证采集时钟的性能。

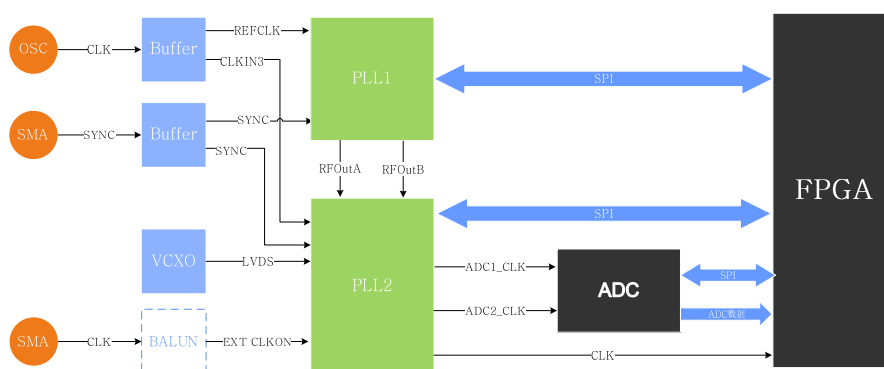
QT12131具备2种时钟模式：

● 内部参考输入

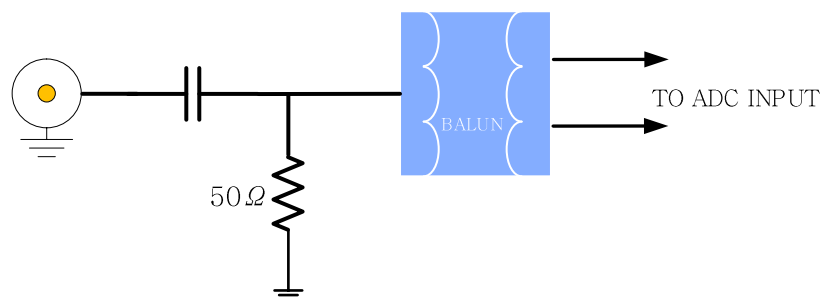
使用板载10MHz TCXO作为时钟模块的参考时钟，可以使板卡进行独立的采集工作。

● 外参考输入

采用外部输入的参考时钟作为时钟模块的参考时钟，可以使ADC的采样时钟同参考时钟系统同步。



交流（AC）耦合



- 采用差分放大器交流耦合单端输入
- 输入阻抗 $50\ \Omega$ ，默认输入范围 $460\text{mVpp}\sim 1940\text{mVpp}$ 可编程，默认值 1700mV
- 模拟输入带宽： 9GHz (-3dB)

触发输入

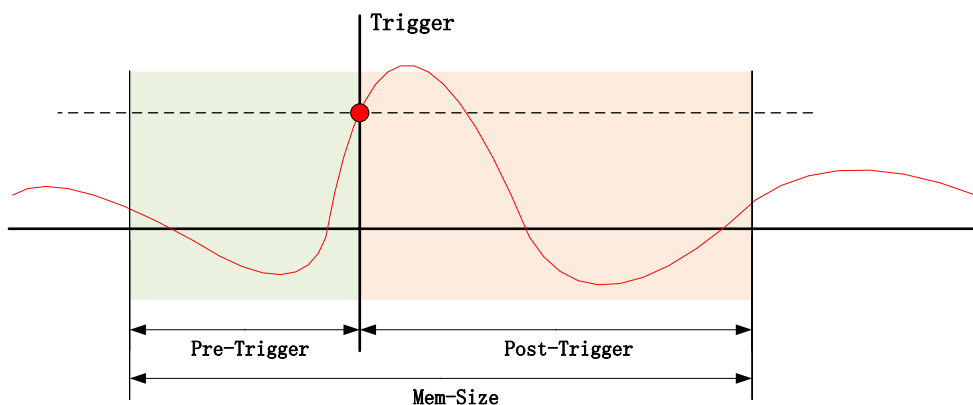
QT12131支持LVTTTL/LVCMOS 电平方式触发输入，采用SSMC信号连接器，触发信号经过SMMS后通过电平匹配芯片（SN74LVC1T45DCKR）进行转换后，将电平信号发送至FPGA作为外触发信号。

触发功能

QT12131支持多种触发模式，通过软件选择：

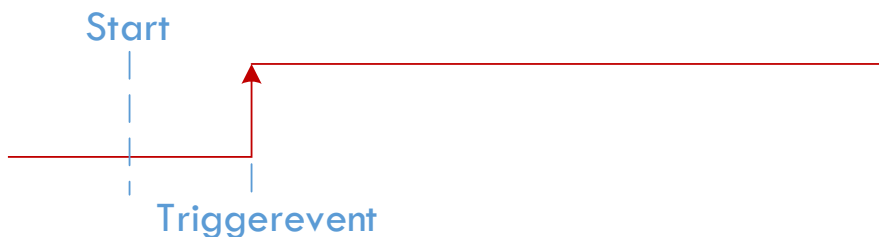
- 软件触发，当板卡进入等待触发的状态后，用户可根据需要随时发出触发事件命令。
- 内部脉冲触发，用户可根据需要设定内部脉冲周期、脉冲宽度、脉冲个数。触发方式为内部脉冲的上升沿。
- 通道触发，任意模拟通道均能设置为触发源，触发方式有上升沿、下降沿、高电平、低电平触发。
- 外触发，前面板触发输入管脚均可被设置为外触发输入。可设置外触发的上升沿、下降沿。
- 支持预触发模式

在触发采集过程中，用户可以自由设置触发前采集数据长度和触发后采集数据长度，这两个长度之和为一次采集数据总长度。预触发功能也同时支持有限点单次触发和多次触发模式。



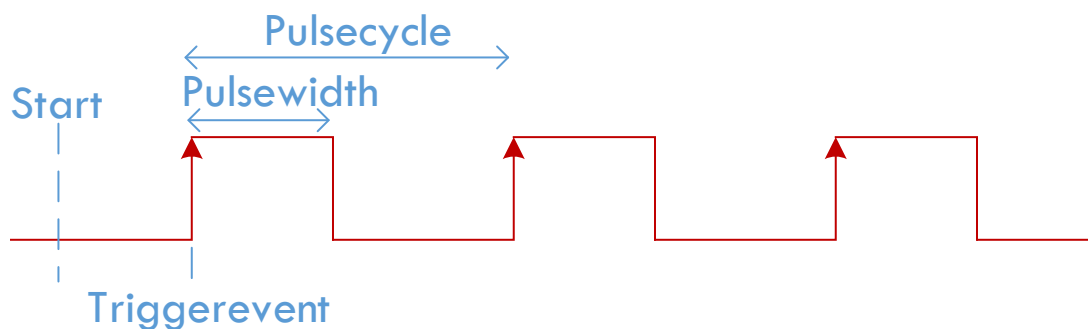
软件触发

用户在上位机软件上操作启动开始采集，板卡在接收到开始采集命令后，在板卡内部产生一个由0到1的触发信号变化，在触发信号的上升沿，产生触发事件。



内部脉冲触发

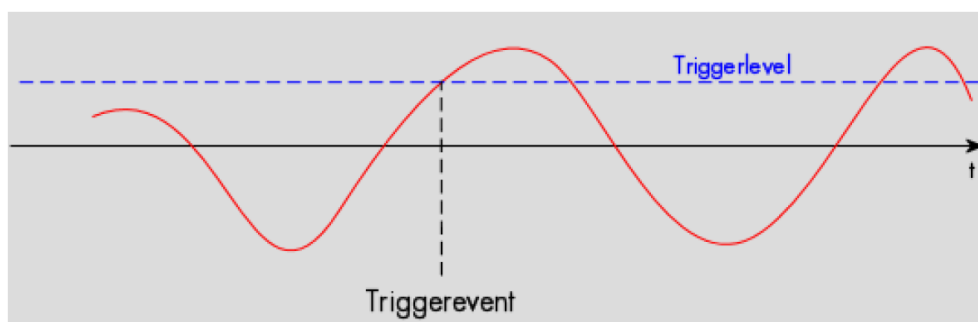
用户配置板卡内部产生周期性触发脉冲信号，内部脉冲信号个数可由用户配置，内部脉冲信号的周期以及高脉冲宽度也可配置。在内部脉冲信号的上升沿，产生触发事件。



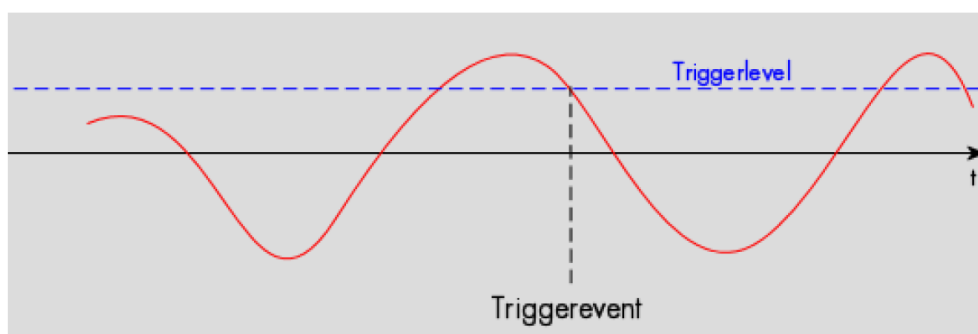
通道触发

任意模拟通道均能设置为触发源。触发电平由用户配置。

通道输入的模拟信号连续无间断被采样通道采集。当通道输入信号从小于触发电平值变化到大于触发电平时（上升沿），将产生触发事件。



当通道输入信号从大于触发电平值变化到小于触发电平时（下降沿），将产生触发事件。



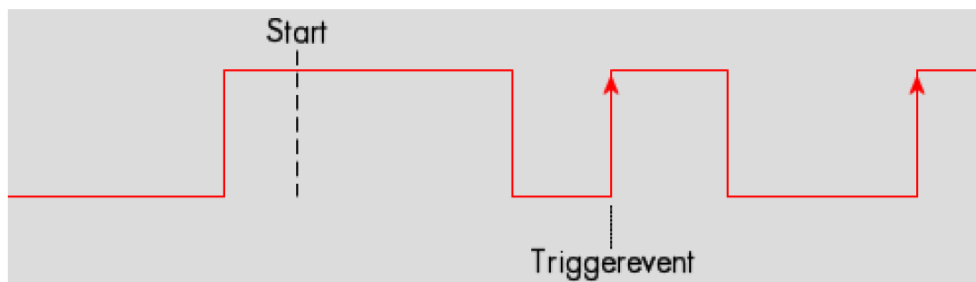
外触发

外触发信号为板卡触发输入信号。

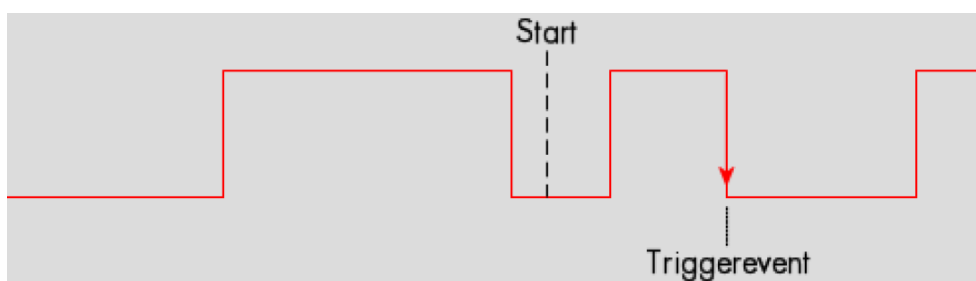
用户可以配置外部触发输入信号为上升沿触发、下降沿触发。外部触发输入信号接入板卡

后，由板卡检测外部触发输入信号的上升沿和下降沿。

当用户配置板卡为上升沿触发时，在检测到外部触发输入信号的上升沿时，产生触发事件。



当用户配置板卡为下降沿触发时，在检测到外部触发输入信号的下降沿时，产生触发事件。



采集功能

QT12131具备多种采集模式：

- 有限点单次触发采集模式：一次触发启动采集一次，采集数据存储在板载内存上。
- 无限点单次触发采集模式：一次触发启动采集一次，采集数据通过板载内存缓冲后连续不断的上传到计算机主内存中。

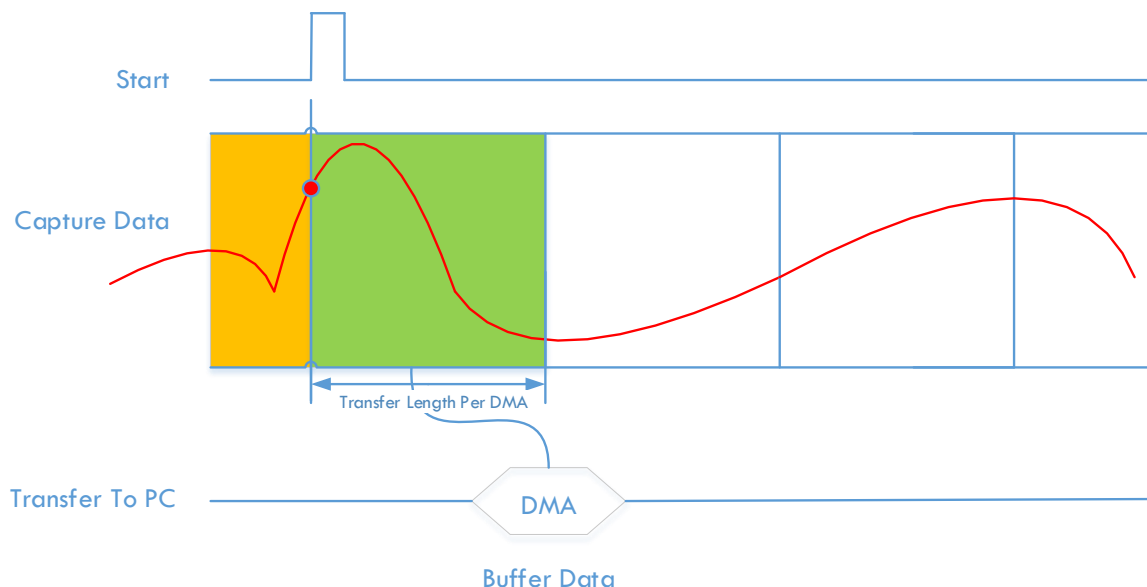
注：该工作模式受限PCIe 3.0 x8的传速率。PCIe 3.0 x8数据流盘速度约为4GB/s。单通道10.4Gsps下的数据速率为15.6GB/s。当ADC工作的总采样率产生的数据速率大于4GB/s将无法连续存储。因此，采样率需要降低。

- 有限点多次触发采集模式：采集卡被激活后可以接收多次触发，可将板载内存分成多段分别存储这些触发数据。
- 无限点多次触发采集模式：在无限点单次触发采集模式基础上，增加无限次接受触发功能，将每次触发的数据分段后源源不断的上传到计算机主内存中。

注：该工作模式受限PCIe 3.0 x8传速率，PCIe 3.0 x8数据流盘速度约为4GB/s。单通道10.4Gsps下的数据速率为15.6GB/s。当ADC工作的总采样率产生的数据速率大于4GB/s将无法连续存储。因此，采样率需要降低。

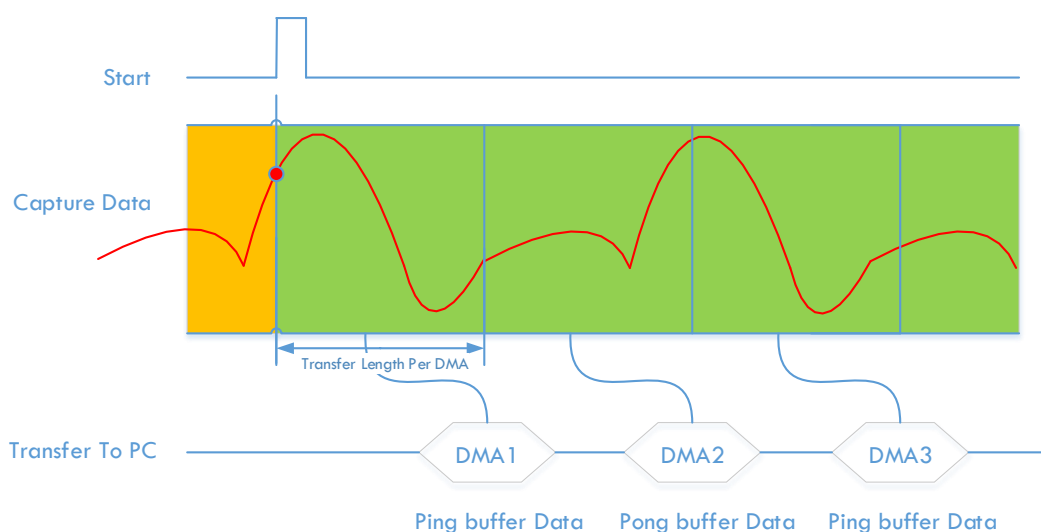
有限点单次采集模式

该功能将板载内存虚拟为一个大容量buffer，允许有限点采集数据存入板载内存buffer缓冲后，通过PCI Express 总线传输到主机内存或硬盘中。在该模式下，系统会预先设置buffer容量。采集数据在满足触发条件后写入buffer，直到有限点完整写入buffer。一旦buffer存入完整的采集数据，则板卡通知上位机启动PCI Express DMA操作，进行板载内存buffer数据搬运至上位机工作。单次采集的数据样点量，限制条件为板载内存容量。



无限点单次采集模式（限速）

该功能将板载内存虚拟为一个大容量乒乓buffer，允许采集数据由该乒乓buffer缓冲后连续不断的通过PCI Express 总线传输到主机内存或硬盘中。在乒乓buffer模式下，系统会预先设置乒乓buffer容量。采集数据循环不间断按顺序先写入乒乓buffer，再写入乒乓buffer，而后再写入乒乓buffer，如此循环往复。一旦乒乓buffer写满，则板卡通知上位机启动PCI Express DMA操作，进行乒乓buffer数据搬运至上位机工作。乒乓buffer模式工作后，采集数据长度容许无限长，限制条件为主机的内存容量或硬盘容量。



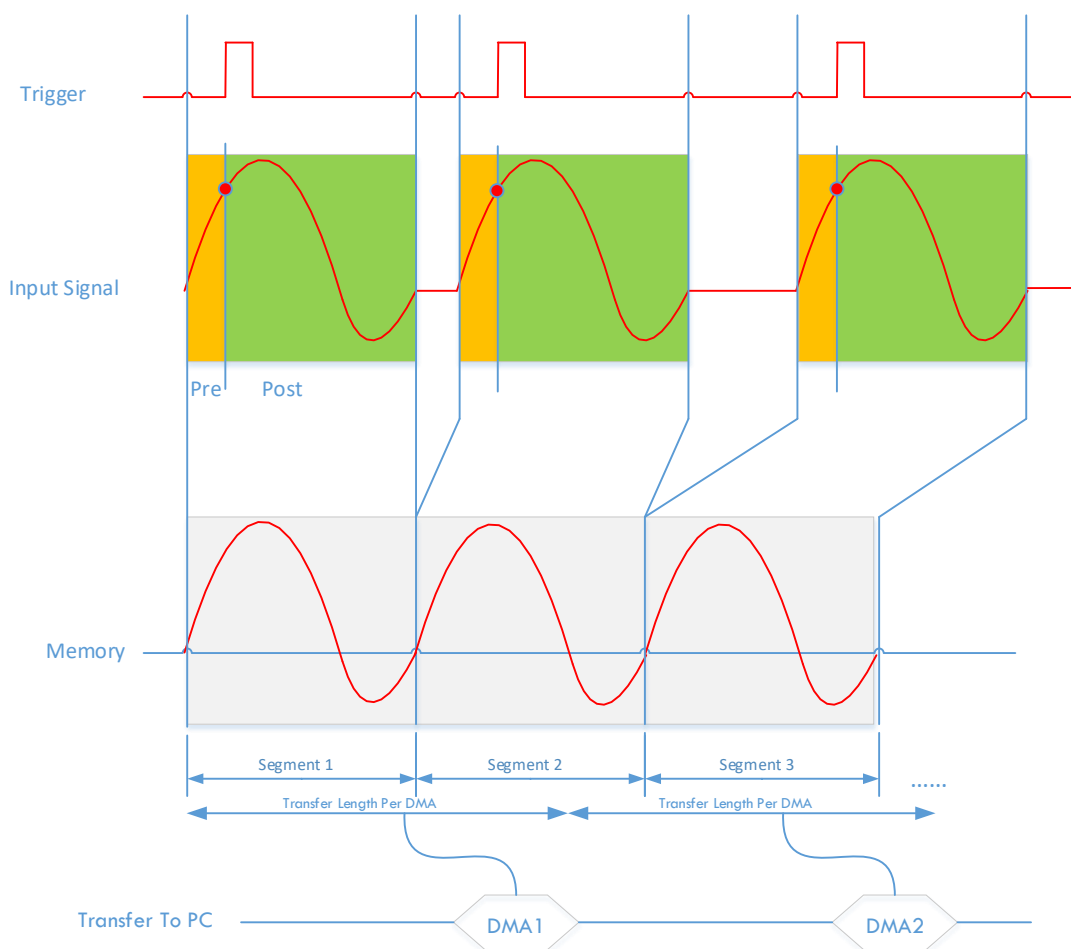
注：该工作模式受限PCIe 3.0 x8，数据流盘速度约为4GB/s。单通道3.0Gsps下的数据速率为6.0GB/s。

有限点多次触发采集模式

触发次数以及每次触发采集的样点长度可由上位机配置。

多次触发采集模式将存储空间分成N个buffer子段。系统自动将每次触发前后采集的数据存入对应的存储器buffer子段，这个过程不需要软件干预，采集卡也不需要重新启动。存储空间buffer分段的数量受设置的每次采集数据长度和板载内存容量大小限制；无限点采集模式下存储器buffer分段数量不受限制。

用户可配置一次DMA从板卡存储器中搬移的数据量。一旦板卡存储采集数据量达到DMA单次搬移数据量，则板卡通知上位机启动一次采样数据的搬移操作。上位机确保所有的采集数据完整搬移至上位机，直到触发次数达到上位机配置的触发次数为止。



无限点多次触发采集模式（限速）

触发次数为无限次，每次触发采集长度可由上位机配置。

该模式采集数据存储及数据搬移，可参考有限点多次触发采集模式，支持连续不断触发，直到上位机停止采集。该模式与有限点多次触发采集模式的区别在于：有限点多次触发采集模式下，存储空间buffer分段的数量受设置的每次采集

数据长度和板载内存容量大小限制；无限点多次采集模式下存储器buffer分段数量不受限制，将板卡内存视为一个环形buffer缓存器。

注：该工作模式受限PCIe 3.0 x8，数据流盘速度约为4GB/s。单通道3.0Gsps下的数据速率为6.0GB/s。

FPGA二次开发

QT12131支持信号处理算法逻辑开发定制开发。根据用户基于业务需要提出的信号处理算法需求，进行定向开发，具体委托开发细节可与坤驰科技销售代表联系获取。

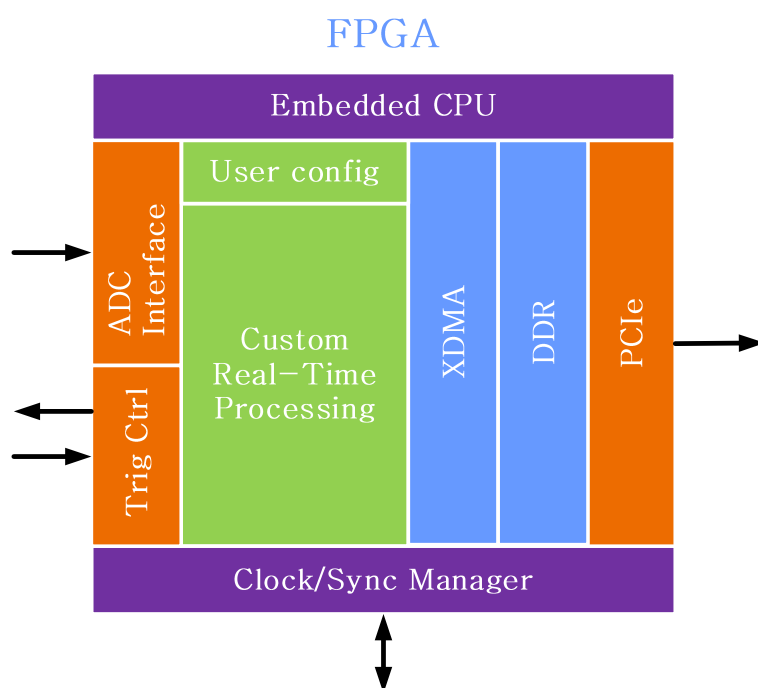


图 6 FPGA二次开发

实时信号处理模块（定制功能）

数字下变频模块DDC

数字下变频（Digital Down Converter）模块具有IQ解调（正交解调）、复数混频以及数字抽取低通滤波功能。IQ解调将实信号通过正交混频，并通过低通滤波器，解调出IQ两路基带信号；复数混频用于将用户关注频段从IQ信号中再次搬移至0Hz，支持多通道并行复数混频，可支持32路IQ复信号频率并行下变频；抽取滤波器采用多级低通滤波器级联方案，支持32路IQ并行低通滤波，抽取率1/2/4/8/16...1024。（支持定制DDC开发）

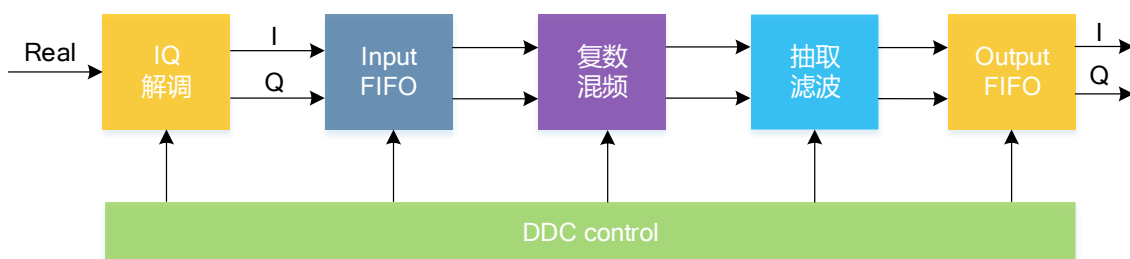


图 7 数字下变频模块DDC

实时FFT模块

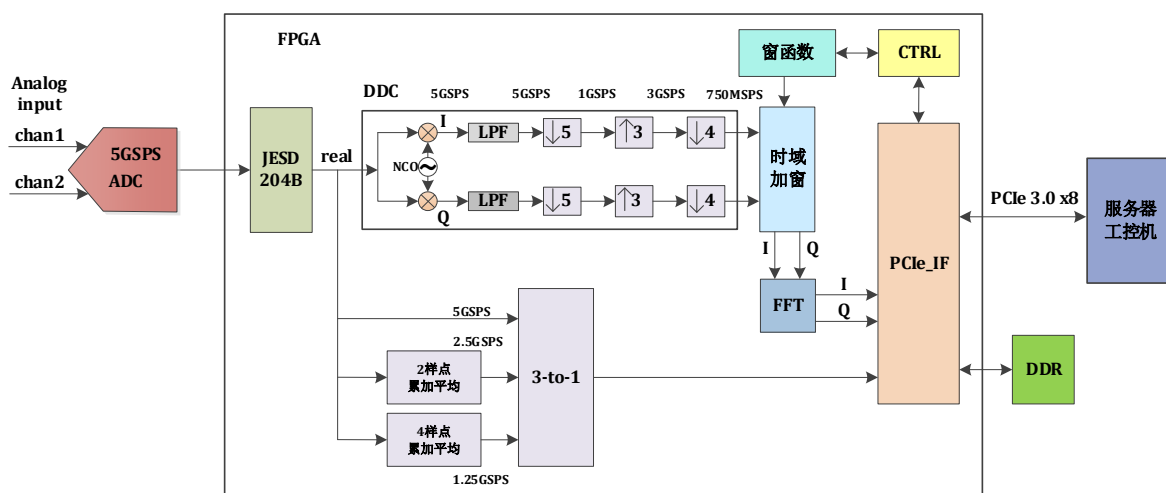


图 8 实时FFT模块

软件支持

设备驱动

QT12131提供64位驱动程序。

Windows支持Windows 10, Windows11, Windows Server 2019等主流版本。

Linux系统支持Ubuntu, CentOS, Redhat等版本, 嵌入式Linux系统以及国产化系统。

采集控制软件

QT Spectrum Analyzer是一款功能强大而直观的数据采集和播放软件, 用于查看、记录和处理采集的信号, 不需要进行代码编程, 易于设置和操作采集卡。一个易于使用的选择菜单允许完全控制硬件设置, QT Spectrum Analyzer支持文件操作、数据处理和频域图、瀑布图显示。在不需要编程的情况下, 可以进行数据采集和播放的任务。

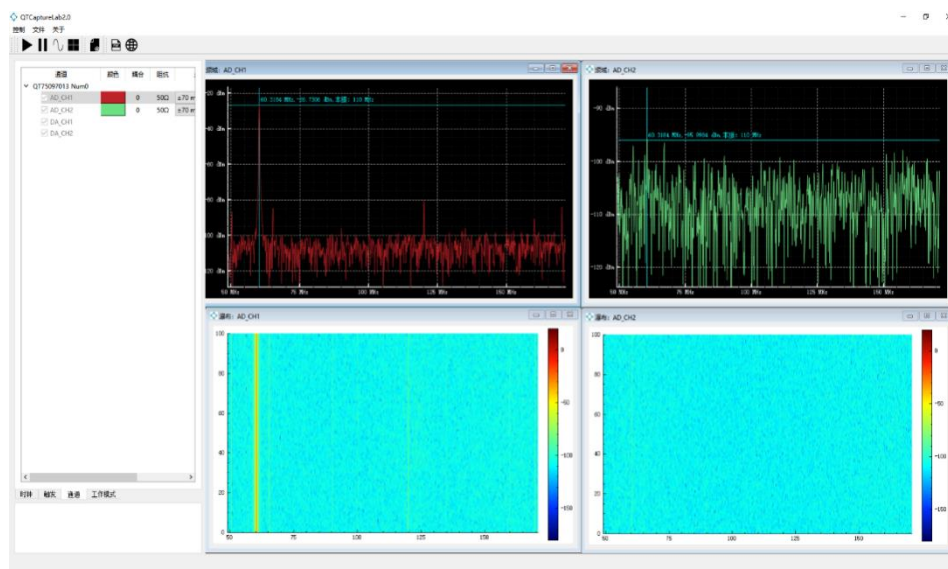


图 9 QT Spectrum Analyzer界面

软件开发包（SDK）

QT12131提供计算机上使用的开发包，通过软件编程实现对板卡功能的控制，提供开发接口文档说明以及例程参考，能够快速的将板卡功能集成到具体应用场景系统中。

开发语言支持C/C++、C#、Python、Matlab等主流开发语言，支持Visual Studio、Visual Studio Code 、QT Creator等多种开发环境。

详细参数

主要性能与指标

项目	参数	备注
最大通道数	2	
输入接口	SSMC Male	
输入阻抗	$50\ \Omega \pm 1\%$	
耦合方式	AC耦合	
全量程输入电压	1.13 Vpp ~ 2.04 Vpp	典型值1.7Vpp
低频段截至频率	1MHz	
-3dB带宽	最大9GHz，带内平坦度 $\pm 1\text{dB}$ （TBD）	
本地噪声	TBD	
SNR（信噪比）	TBD	
SFDR（动态范围）	TBD	
ENOB（有效位）	TBD	

采集时钟

1) 内部参考时钟

项目	参数	备注
时钟类型	单端	
时钟频率	100MHz（默认），可选配	
输出频率范围	使用100MHz 参考时钟时，最大支持采样率可达3GHz；	

2) 外部参考时钟

项目	参数	备注
输入功率	-6dBm~+6dBm	
输入阻抗	50 欧姆	
连接器类型	SSMC	
输入频率	参考时钟：10MHz ~800MHz 采样时钟：400MHz ~3000MHz	

触发

项目	参数	备注
触发类型	通道触发 外触发	软件可编程

项目	参数	备注
	软件触发 内部脉冲触发	
触发沿	上升沿 下降沿	软件可编程 可定制触发模式
最小触发间隔	3个采样周期	多次
预触发长度范围	8K 采样点: 1通道使能	默认
	4K 采样点: 2通道使能	
预触发长度步长	1个采样点	
触发精度	1个采样周期	异步采集外触发边沿
最大触发次数	1G 次	有限点多次触发
	∞	无限点多次触发
最小外触发脉冲宽度	>2个采样周期	

外触发输入

项目	参数	备注
----	----	----

项目	参数	备注
输入电平标准	LVTTL/LVCMOS	
输入阈值	$V_{IH} > 2.0V$ 、 $V_{IL} < 0.6V$	
连接器类	SSMC Female	
输入频率	最大200MHz	

功耗

型号	典型功耗	备注
QT12131	40W	2通道，14位，3GS/s，不间断采集流盘模式

环境要求和物理尺寸

项目	参数	备注
长x高	245mm x 107mm	
宽	标准PCIe卡单槽宽度	
重量	240g	
PCI Express兼容性	机械：PCIe x8插槽	
	电气：x1、x4、x8，Gen3	
工作温度	0℃～55℃	
上电预热时间	10分钟	
存储温度	-20℃～85℃	

项目	参数	备注
湿度	TBD	

订购信息

QT12131: 2通道, 3GS/s采样率, 14bit, AC耦合 50欧姆。

关于我们

坤驰科技是专注于高速数据采集与信号处理的高科技公司，公司始运营于2008年，总部位于北京市海淀区中关村上地科技园区。坤驰科技立足模块化高速数据采集领域，为用户提供基于FPGA的高速AD、DA板卡与相关产品，功能覆盖高速信号采集与获取、高速数据存储与回放、高速信号处理等。为用户提供易用的模块化产品，创造深度的价值链是公司的市场立足点。

经过多年的发展，坤驰科技已形成以FPGA为核心的不同总线形态的产品线：PCIe、以太网、VPX等各类总线AD、DA、处理等模块类产品；IP产品类：SATA控制IP，PCIe IP、以太网接口类IP等；系统类产品：记录仪类产品、接收机类产品（雷达、卫星等）、及其他嵌入类产品。

公司具有”国家高新技术企业”认证，“ISO9001”质量体系认证，是北京市“瞪羚计划”入选企业，拥有多项软件著作权和多项专利技术。主要研发人员在大型企业从事研发超过10年。公司的研发方向主要围绕高速硬件电路设计、大规模FPGA逻辑开发、DSP算法开发，驱动层软件开发、应用层软件开发，及应用系统集成与开发等。

坤驰科技服务的客户涵盖：航空、航天、船舶、核物理、军工电子等行业，雷达、通讯、高能物理、电子对抗、光电、超声等各类应用领域。



地址：北京市海淀区上地信息路1号金远见大楼B座4层

电话：400-000-4026

传真：010-82894332-808

邮箱：info@queentest.com

网址：www.queentest.cn

