



基于XTCAs的硅像素探测器高速数据 读出与预处理平台研究

赵京周、刘振安、徐昊

核探测与核电子学国家重点实验室
高能物理研究所触发组

2012-08 绵阳

报告概要

- 1、硅像素探测器特点及应用
- 2、系统设计目标及难点
- 3、系统设计实现方案
- 4、测试结果
- 5、总结



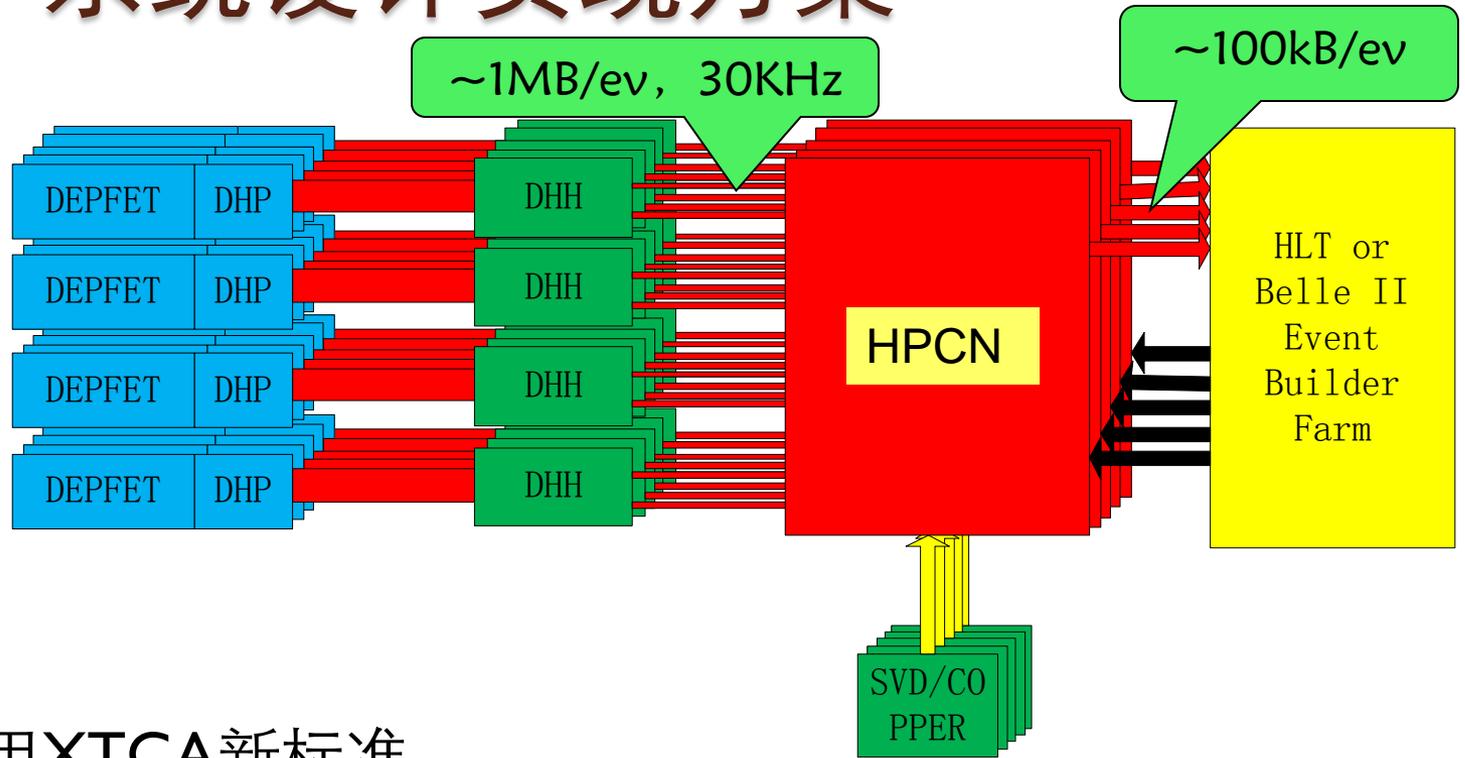
I、硅像素探测器特点及应用

- 硅像素探测器有体积小，空间分辨率高，能量分辨率高等特点，现在广泛应用于
 - 天体物理和宇宙线试验中
 - 例：DEPFET
 - 核医学中
 - 例：MIDPIX
 - 高能物理实验中。
 - 美国SLAC试验室的B介工厂的Babar实验
 - 西欧中心LHC上运行的ATLAS实验
 - 在日本KEK的BELLEII探测器中使用的PXD探测器
 - 以及未来的ILC上都在应用硅像素探测器等半导体探测器。
 - 硅像素探测器在国内的发展现状还处于起步阶段。

2、系统设计目标及难点

- 硅像素探测器的高速数据读出与预处理平台的研究是针对日本KEK的BelleII的PXD-DAQ系统设计的方案。
- PXD-DAQ预期数据读出：1MB/ev,30kHz
- 数据率达到：30GBps(240Gbps)。
- 目标：
 - 数据量1/10压缩
 - 数据缓存约5秒，缓冲内存容量大于150GBps
- 难点：
 - 高速率、
 - 高带宽、
 - 大缓冲存储、
 - 实时压缩

3、系统设计实现方案

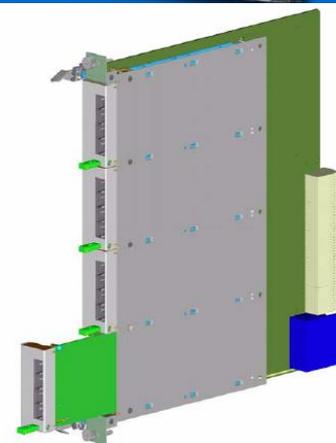


- 采用XTCA新标准
- 采用光纤高速数据传输实现系统带宽240Gbps
- 采用DDR2实现数据缓冲内存180GB
- 采用大容量、高速率的FPGA作为实时运算单元实现数据事例率1/10的压缩
- DHH—Data Handing Hybrid 数据汇总板
- HPCN—High Performance Compute Node 高性能计算节点

3、系统设计实现方案

- 系统平台主要基于新的XTCA规范，PXD-DAQ系统采用大容量的Xilinx Platform FPGA为主要计算部件，利用DDR2作为数据缓冲内存，利用基于RocketIO的串行光纤传输技术以及千兆网技术来实现高速数据传输；
- 系统硬件由：1台ATCA机箱、10块HPCN板及40块DHH板构成。

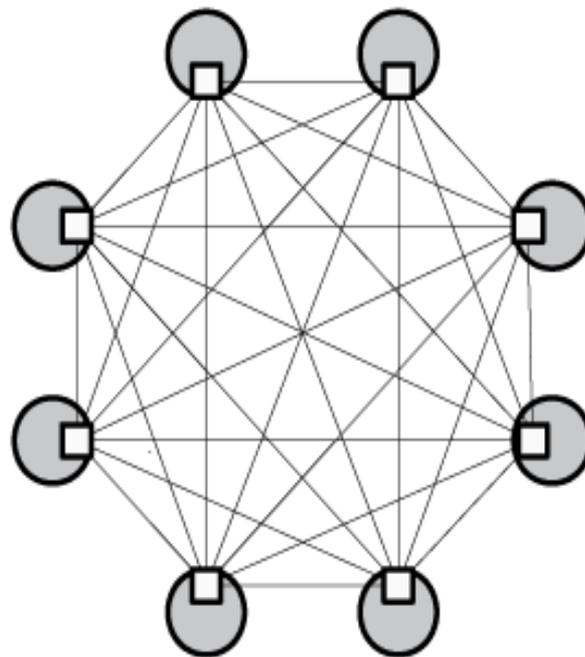
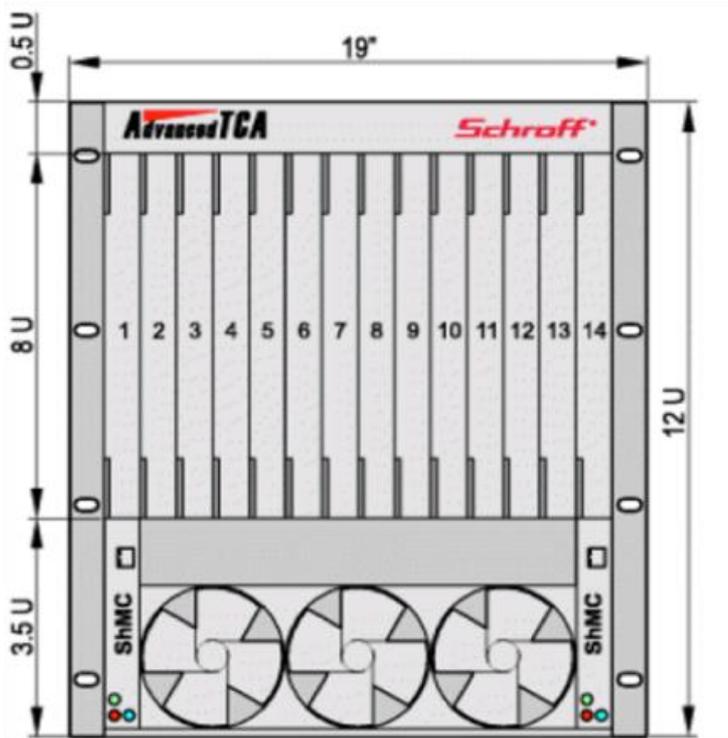
- xTCA新标准全称是xTCA for physics,
- 该标准主要有中国科学院高能物理研究所(IHEP)和美国斯坦福直线加速器中心(SLAC)、美国费米实验室(FNAL)、德国电子同步加速器中心(DESY)等国际大型高能物理实验室联合业界著名厂商发起制定
- 该标准制定的目的是用于高能物理实验中加速器测量与控制设备及实验数据获取设备的设计



3、系统设计实现方案

--ATCA机箱互联拓扑结构

➤背板采用全网状星型连接方式，能构实现网络内任意两个节点的互联

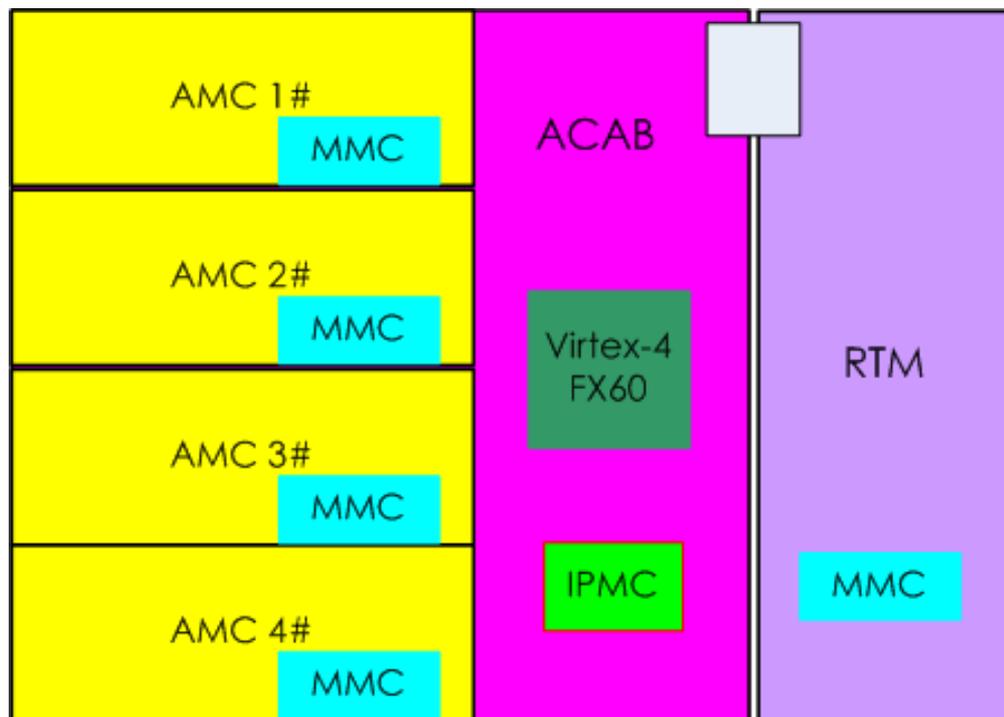


3、系统设计实现方案

—HPCN架构

HPCN计算节点结构及功能

- 1块ACAB载板-HPCN载板
- 4块AMC子板—XFP板
- 1块RTM后插板

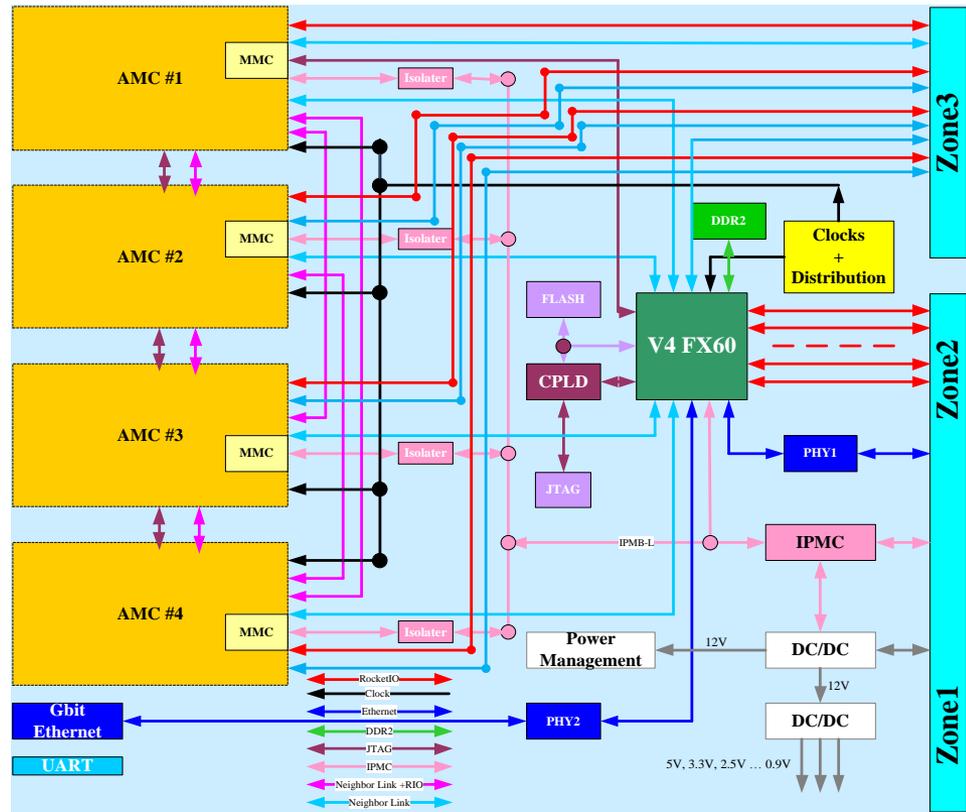


- ACAB — AMC Carrier ATCA Board
- AMC — Advanced Mezzanine Cards
- xFP — xTCA FPGA Processing unit
- RTM — Rear Transmission Module

3、系统设计实现方案

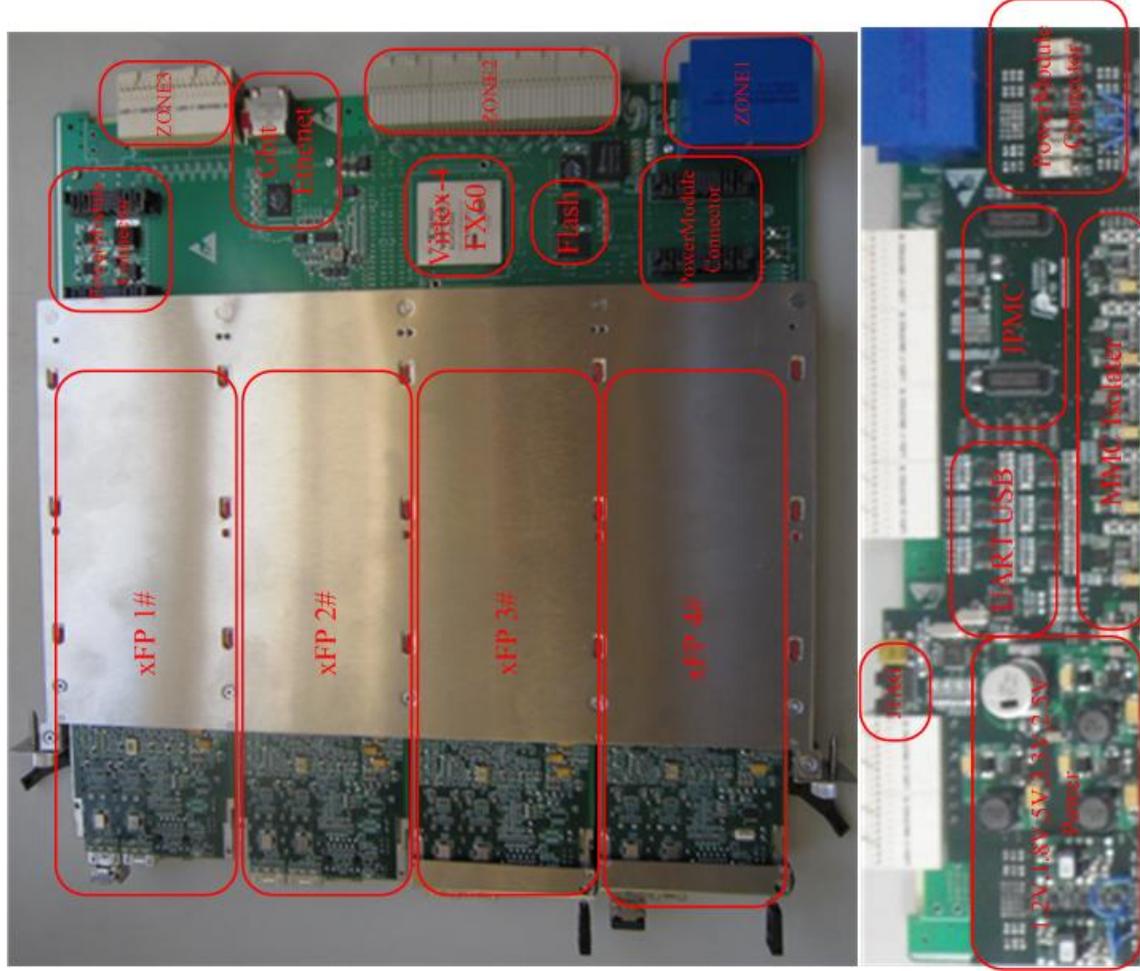
—HPCN载板结构图

- 基于XTCA新标准
- FPGA0 —V4FX60
- 4个AMC接口槽
- 2GB的缓冲内存
- 1个千兆网口
- 智能平台管理功能 (IPMC)
- 提供了AMC板间互联及通往RTM的互联的通路



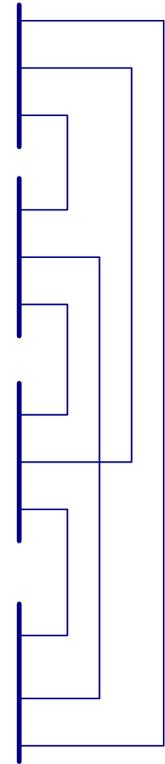
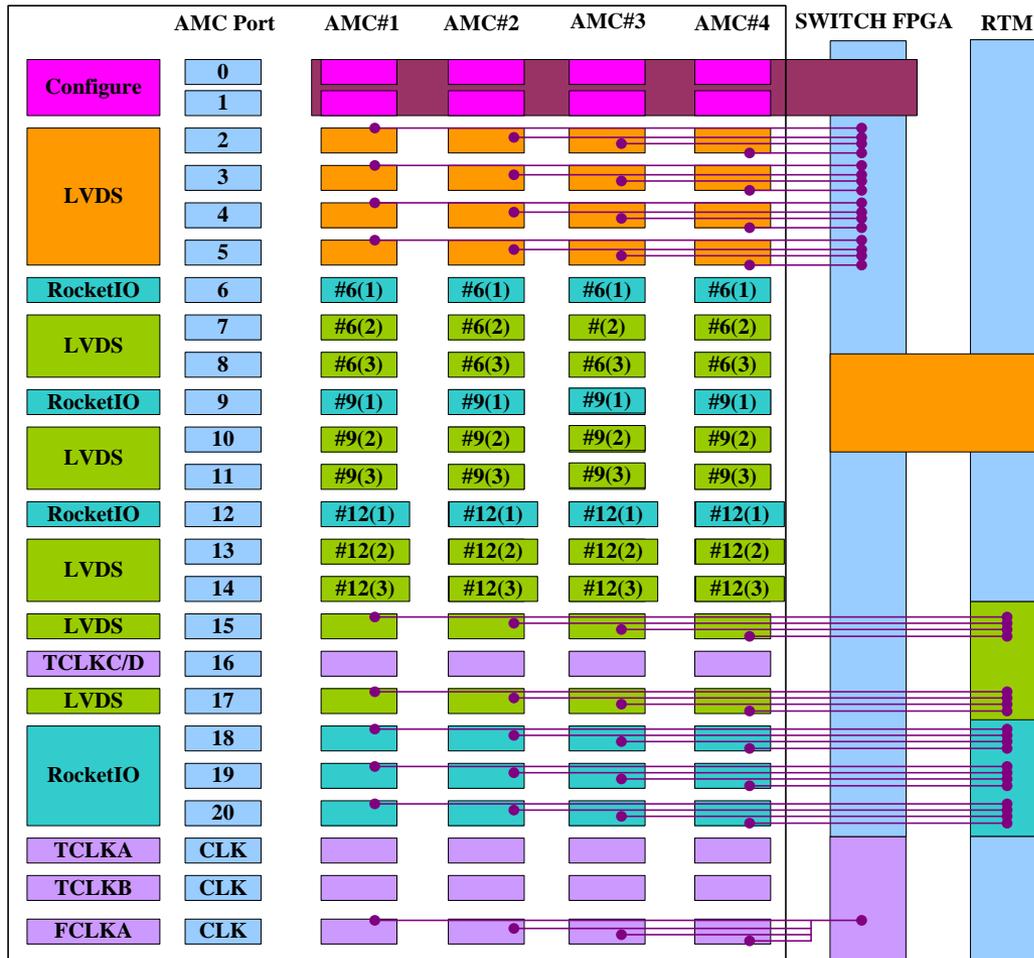
3、系统设计实现方案

—HPCN载板



3、系统设计实现方案

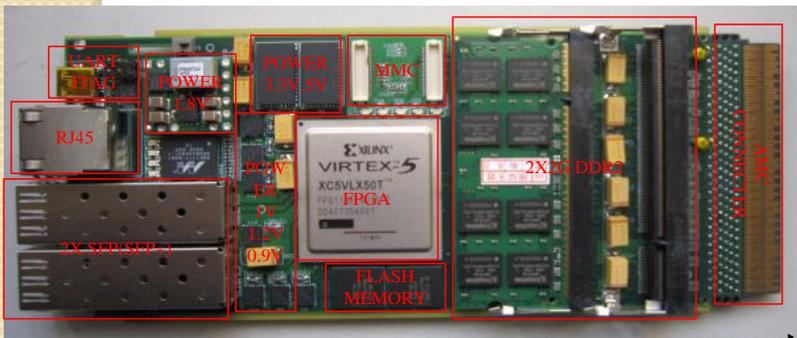
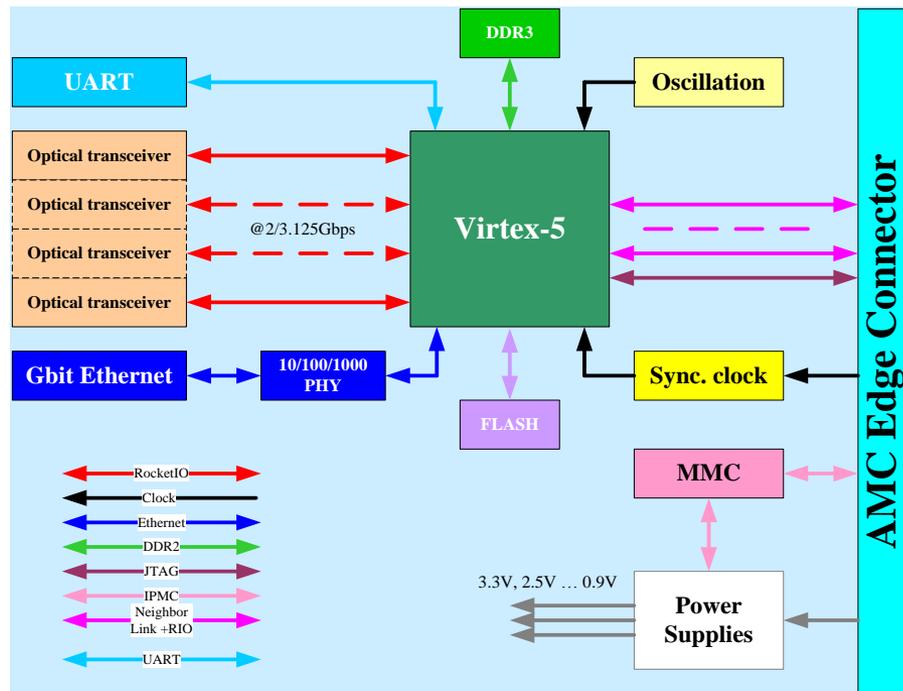
—HPCN载板板上互联图



3、系统设计实现方案

—xFP子板结构及实物图

- 光纤传输速率为6Gb/ch
- DDR2缓冲内存为4GB (2x2GB)
- 1个千兆网口 (Gbit Ethernet)
- 1个串口测试口 (UART)
- 智能管理平台 (IPMC/MMC)



版本一

版本二

MMC



4、测试结果

➤ 1、HPCN载板

- DDR2 正常工作在 200MHz读写时钟
- 千兆网连接正常
- Flash读写工作正常
- 串口输出工作正常

➤ 2、xFP子板

- 双DDR2正常工作在200MHz读写时钟
- Flash读写工作正常
- 千兆网Tri-Mode工作正常
- 光纤口速率达到16Gbps (4Gpsx4ch, 200REFCLK) (FPGA -I 速率, 4.25G)

➤ 3、xFP通过HPCN载板互联

- 单通道互联正常工作速率达4Gbps

➤ 4、HPCN通过ATCA背板互联

- 单通道互联速率正常工作速率达3Gbps

5、总结

- 硅像素探测器有体积小，空间分辨率高，能量分辨率高等特点，现在广泛应用于高能物理实验中。
- KEK PXD-DAQ系统采用xTCA新规范，利用FPGA RocketIO模块实现系统240Gbps的带宽，采用DDR2实现了系统180GB的高速缓存，采用大容量、高速率的FPGA作为实时运算单元实现数据事例率1/10的压缩
- 1台ATCA机箱、10块HPCN计算节点及40块DHH板构成。
- 1个计算节点由一块HPCN载板，4块XFP子板和1块RTM组成。
- HPCN节点硬件系统进行了功能及性能测试，各项正常工作参数满足系统要求。



Thanks for your attention!