

基于xTCA 亮度读出板的设计

赵京周、刘振安、龚文煊

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

报告提纲

一

BesIII亮度读出系统介绍

二

亮度读出板设计及实现

三

系统测试

四

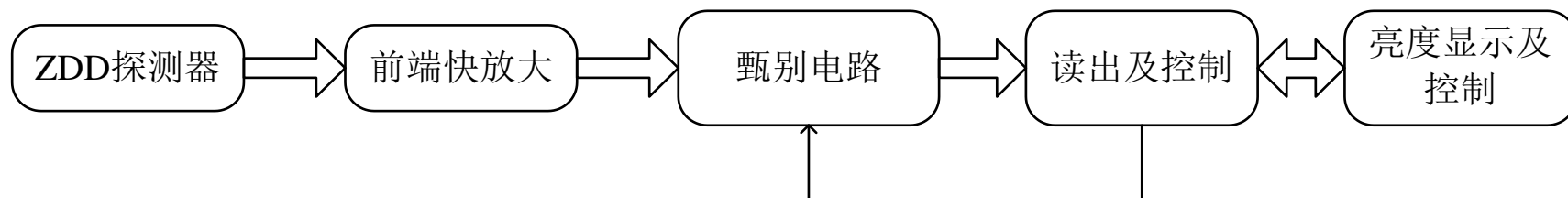
亮度读出板的工程应用

五

小结

一、BESIII亮度读出系统介绍

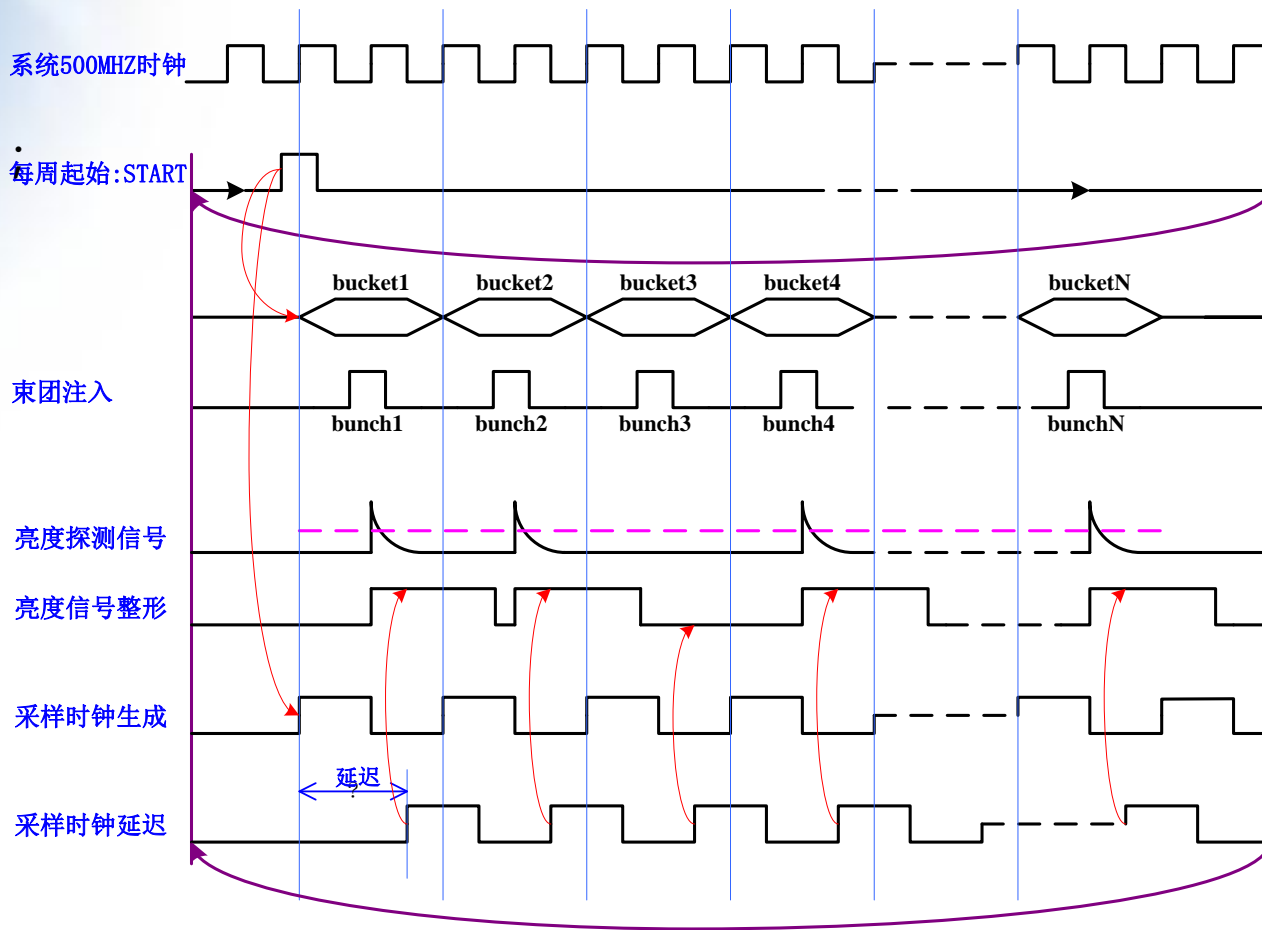
- ❖ 为了实现对双光子事例进行探测，BESIII合作组决定对BESIII升级后的亮度监测器进行再升级，新的探测器为零角度探测器ZDD。除了提供原来亮度的测量数据，同时完成对双光子事例的探测。
- ❖ 亮度探测器升级后，BEPCII现有两个亮度探测器，分别在BESIII的东端和西端。东端安装ZDD，西端仍用老亮度探测器。
- ❖ 老的亮度板，资料缺失，无法完成复制，只能重新设计。
- ❖ 基于PXD硅像素探测器高速数据处理系统的设计经验考虑，亮度读出板采用FPGA内嵌PowerPC的方式，搭建嵌入式系统实现亮度读出板与亮度显示及控制服务器的TCP/IP网络通信；通过界面控制实现对甄别电路阈值配置和板上延时配置。



二、亮度读出的设计与实现

1、亮度读出原理介绍

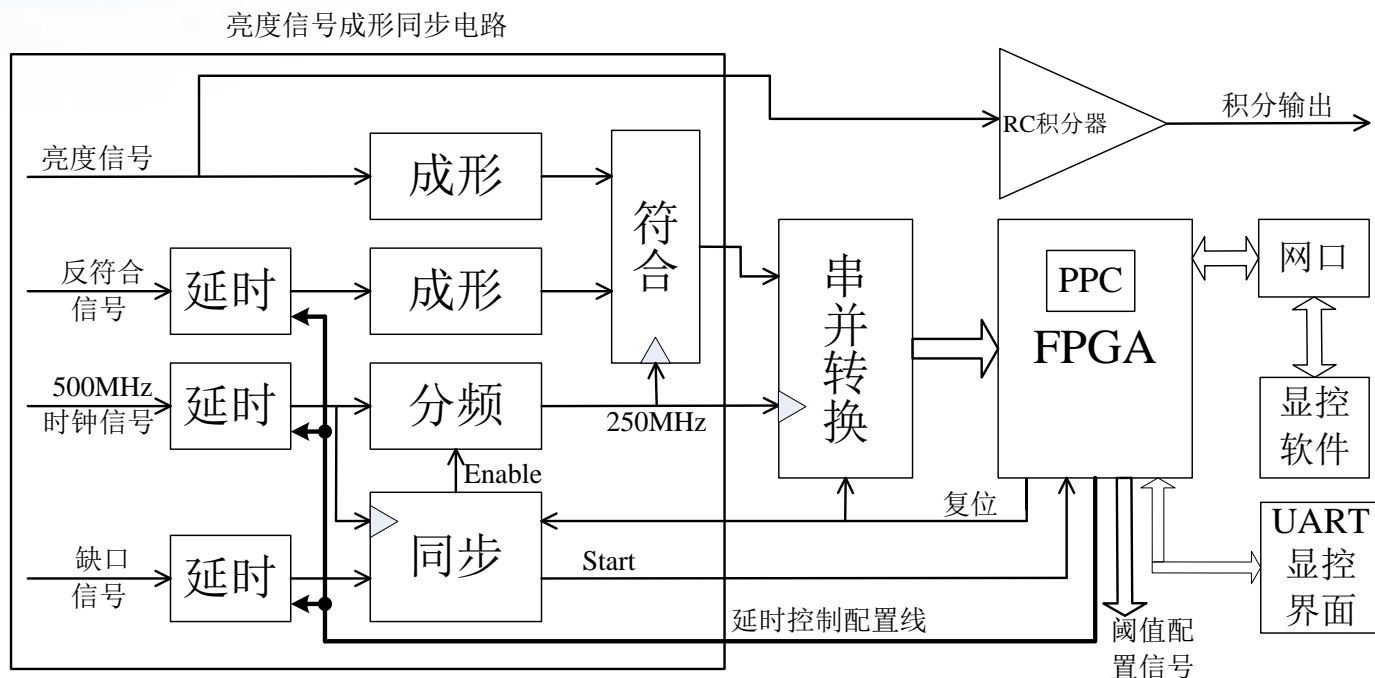
- 束团串在对撞点对撞产生Bhabha事例，电子在亮度探测器产生信号
- 每个信号对应束团注入的bunch；
- 电子束一圈800ns，192个电子束团，每隔4ns一团；
- 信号展宽成形（小于4ns）
- 250MHz时钟调整相位后对成形亮度信号采样
- 数据处理电路完成相应通道的计数显示



二、亮度读出的设计与实现

2、亮度读出板结构

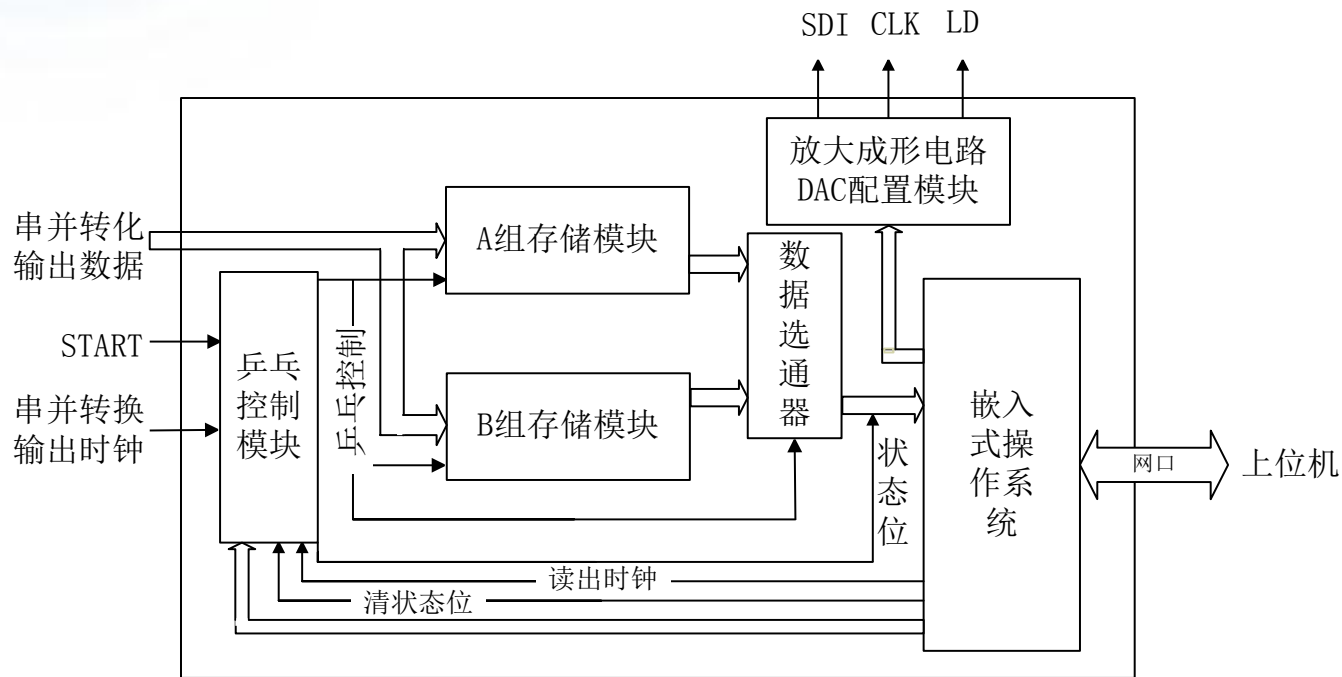
- ❖ 基于xTCA标准中AMC板双宽机械尺寸；
- ❖ 兼容+/-5V和标准AMC 12V供电；
- ❖ 延时模块范围2.2ns-12.2ns，步进10ps；
- ❖ 500MHz系统时钟，分频为250MHz（4ns）对亮度成形后信号采样；
- ❖ 可监测4ns，8ns，12ns...，信号宽度小于4ns的亮度信号；
- ❖ FPGA内部嵌入PowerPC，搭建嵌入式系统，运行Linux操作系统，实现亮度板与服务器的TCP/IP通信。



二、亮度读出的设计与实现

3、亮度读出板内部逻辑

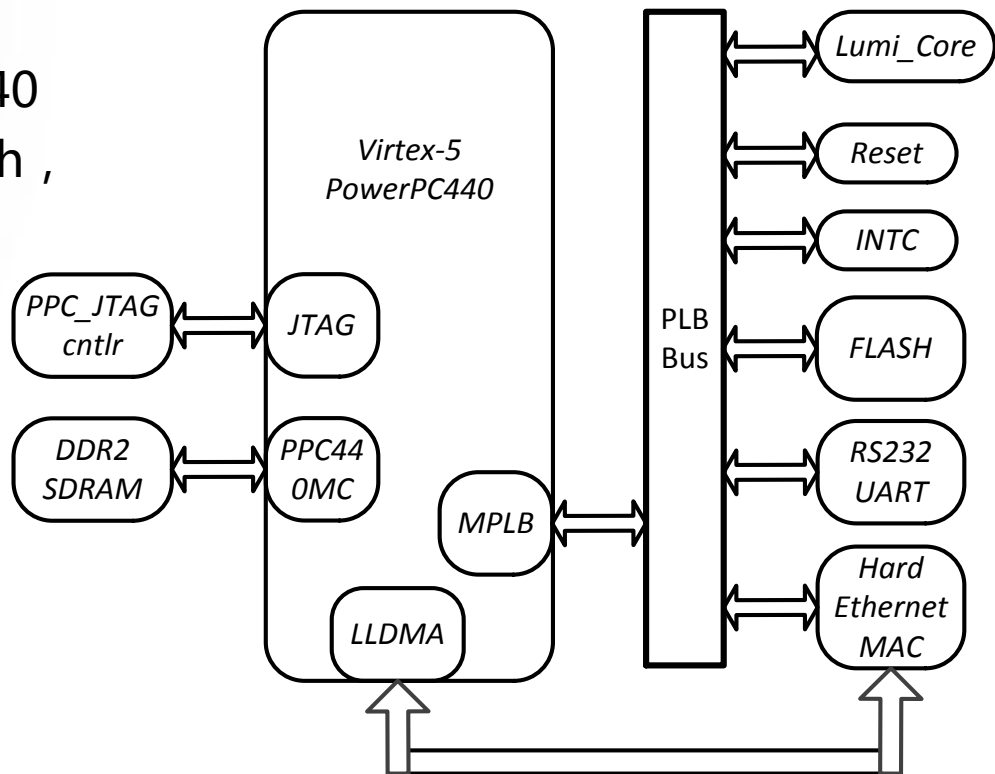
- ❖ 通过乒乓存储实现对亮度数据的无丢失的累加存储；每固定时间间隔进行一次切换，间隔时间可配置。
- ❖ FPGA内部嵌入PowerPC；搭建嵌入式系统，运行Linux操作系统，实现亮度读出板与上位机的网络通信，TCP/IP协议。
- ❖ FPGA内部实现放大成形电路的DAC阈值配置控制器，通过上位机Labview程序设置阈值。



二、亮度读出的设计与实现

4、嵌入式系统结构

- ❖ 微处理器Virtex-5 PowerPC440
- ❖ PLB总线连接外设Reset, Flash, RS232 UART, 千兆网, Lumi_Core.
- ❖ Lumi_Core是由我们自己开发集成的亮度数据处理IP核, 完成前段阈值甄别电路的阈值配置及亮度数据的累加计数。

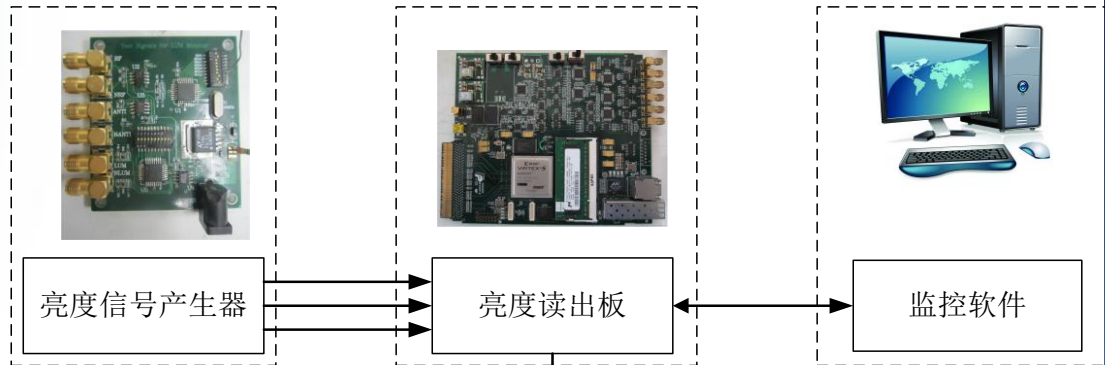


Instance	Base Name	Base Address	High Address	Size	Bus Interface(s)	Bus Name	Address Type	Lock
ppc440_0's Address Map								
DDR2_SDRAM	C_MEM_BASEADDR	0x00000000	0x0FFFFFFF	256M	PPC440MC	ppc440_0_PPC440MC	MEMORY	<input checked="" type="checkbox"/>
xps_intc_0	C_BASEADDR	0x81800000	0x8180FFFF	64K	SPLB	plb_v46_0	REGISTER	<input checked="" type="checkbox"/>
FLASH	C_MEM0_BASEADDR	0x82000000	0x83FFFFFF	32M	SPLB	plb_v46_0	MEMORY	<input checked="" type="checkbox"/>
RS232_Uart_1	C_BASEADDR	0x84100000	0x8410FFFF	64K	SPLB	plb_v46_0	REGISTER	<input checked="" type="checkbox"/>
lumosity_core_0	C_BASEADDR	0x84200000	0x8420FFFF	64K	SPLB	plb_v46_0	REGISTER	<input checked="" type="checkbox"/>
Hard_Ethernet_MAC	C_BASEADDR	0x85080000	0x8508FFFF	512K	SPLB	plb_v46_0	REGISTER	<input checked="" type="checkbox"/>
lumosity_core_0	C_MEM0_BASEADDR	0xCAC00000	0xCAC0FFFF	64K	SPLB	plb_v46_0	MEMORY	<input checked="" type="checkbox"/>
lumosity_core_0	C_MEM1_BASEADDR	0xCAC20000	0xCAC2FFFF	64K	SPLB	plb_v46_0	MEMORY	<input checked="" type="checkbox"/>
xps_bram_if_cntlr_1	C_BASEADDR	0xFFFF8000	0xFFFFFFF	32K	SPLB	plb_v46_0	MEMORY	<input checked="" type="checkbox"/>

三、系统测试

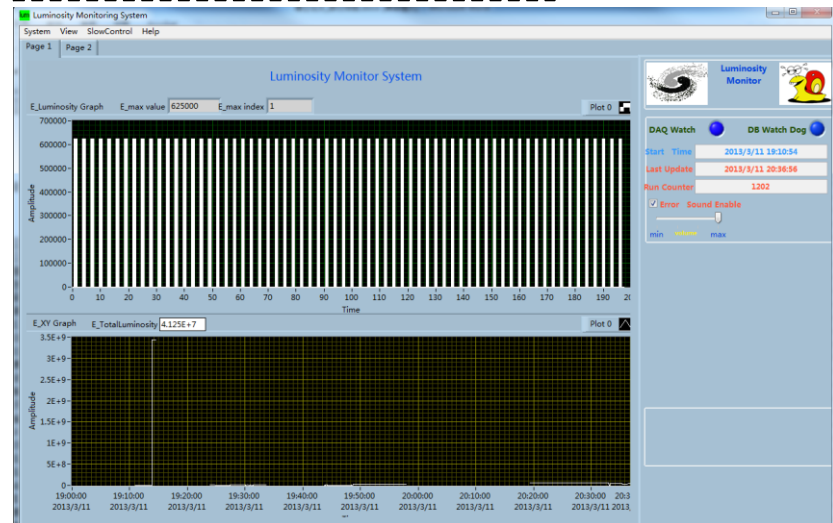
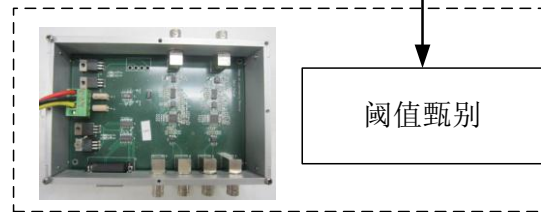
1、测试系统

❖ 测试系统由亮度信号模拟产生器、亮度读出板、阈值甄别器，监控服务器



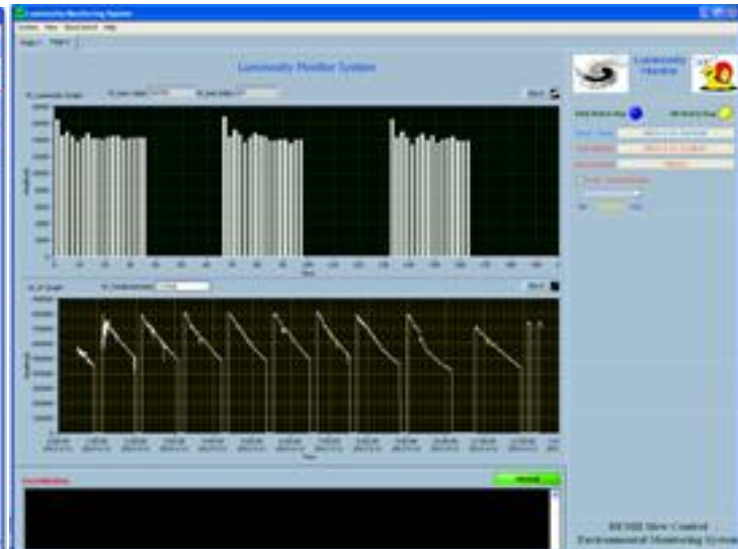
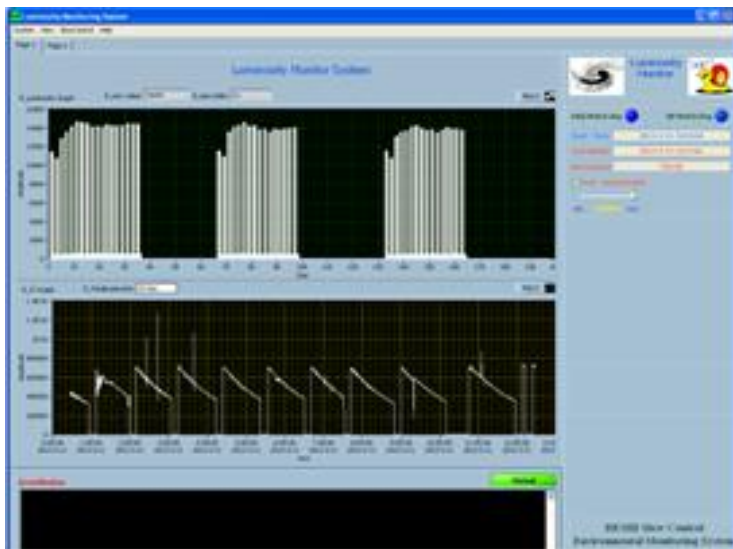
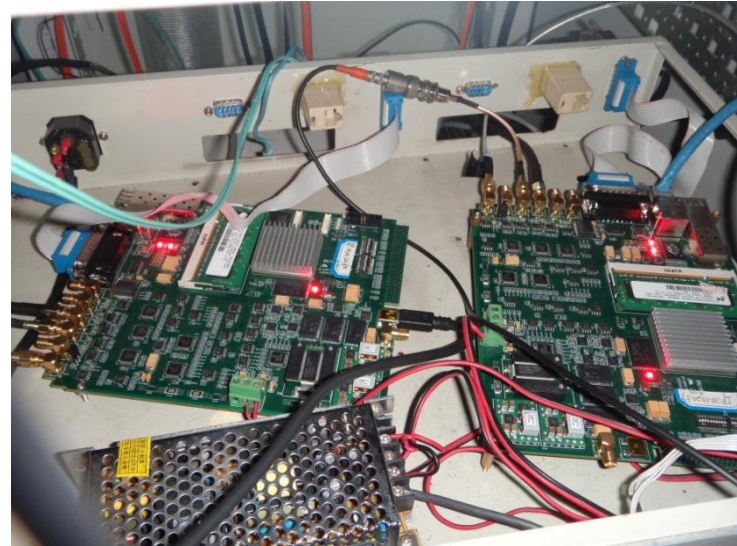
❖ 通过亮度信号模拟产生器产生

- 500MHz系统时钟，
- 83.4MHz的亮度模拟信号，
- 对撞起始信号



四、亮度读出板的工程应用

- ❖ 基于硅像素探测器数据读出系统的技术积累，在比较短的时间完成了亮度读出板的设计，调试；并在2012年夏季检修阶段安装在BESIII亮度读出系统上。
- ❖ 现东端和西端的亮度检测均采用新的亮度读出板，并已正常运行半年。



五、小结

- ❖ 新的探测器为零角度探测器ZDD，除了提供原来亮度的测量数据，同时完成对双光子事例的探测。
- ❖ 亮度信号成形展宽；系统时钟分频后延时调整与成形信号同步，完成对亮度成形信号的采样。
- ❖ 嵌入式系统通过千兆网完成与上位机的网络数据传输，阈值配置。
- ❖ 亮度读出板已应用于东、西端亮度检测，并已正常运行半年。