

中国科学院高能物理研究所  
INSTITUTE OF HIGH ENERGY PHYSICS, CAS

# 8月考核报告

---

报告人：曹鑫

专 业：计算机技术

时 间：2026.8.27

# BESIII触发快控制系统升级

## 汇报主要内容:

### ➤ 工作进展

固件开发

软件读出

### ➤ 谱仪联调

DAQ配置

固件时序

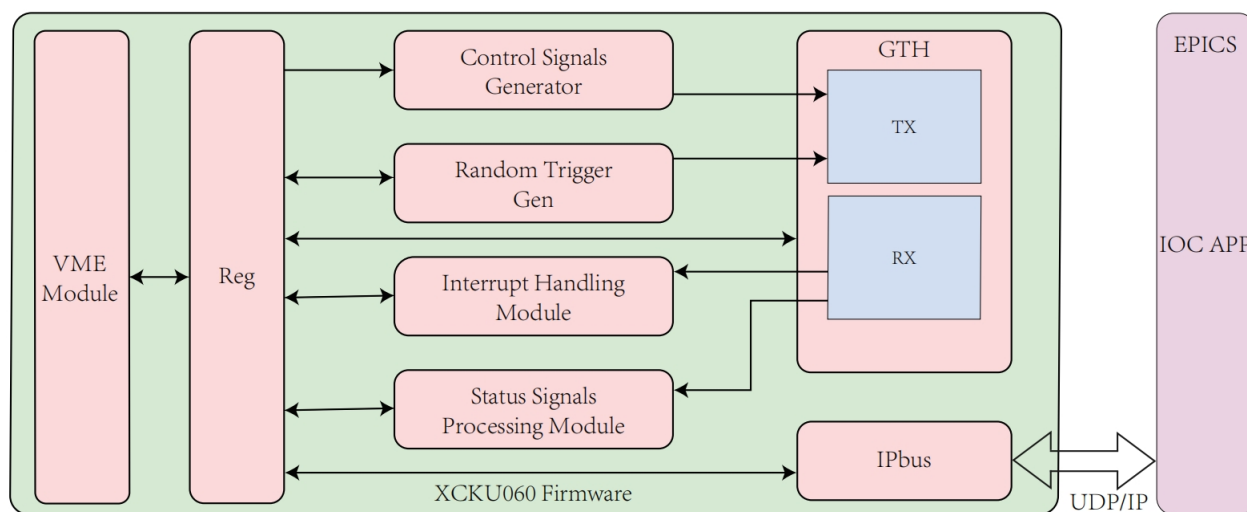
### ➤ 总结及后续计划

总结

计划

### ✓ 完成固件全部基本功能的开发

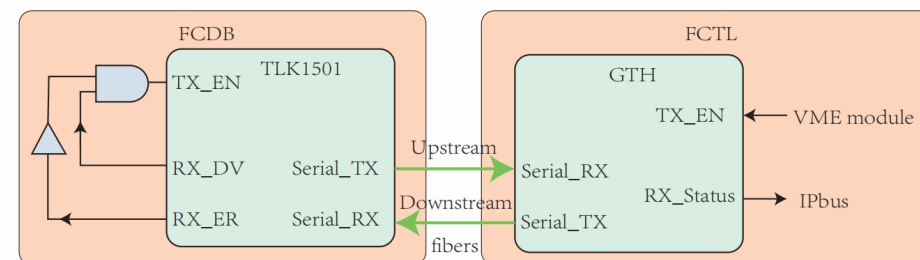
- VME与IPBUS总线实现
- 12路GTH高速串行全双工光纤链路
- 上行状态信号处理及下行快控制信号扇出逻辑



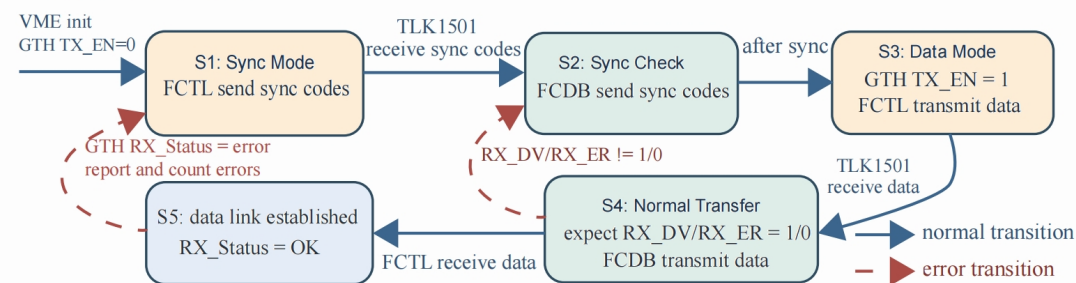
固件架构

### GTH与TLK1501间的通信:

1. 上电后，DAQ发VME命令，让FCTL的TX\_EN变0，使FPGA发送同步码（50BC），FCDB上TLK1501收到后此码后驱动其RX\_DV，RX\_ER变低。此时，TLK1501的TX\_EN变为低，驱动TLK1501也发送同步码，被GT接收后，使FPGA也达到同步。
2. DAQ发VME命令，让FCTL的TX\_EN变1，发正常数据，被FCDB接收后，TLK1501也开始发正常数据，链路建立。

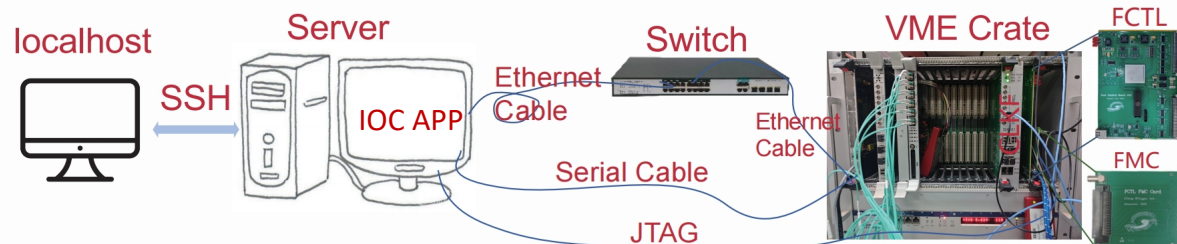


### Link establishment:



### ✓ 完成固件实验室环境下的功能测试

Test Platform:



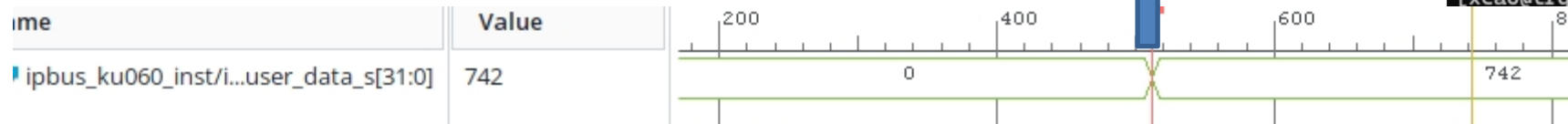
1. 上位机运行IOC app通过网口连接FCTL，通过EPICS Channel Access访问PV数据库，进而实现对固件电路中的寄存器进行配置。
2. 上位机通过串口程序minicom控制powerPC发送VME命令，进行固件VME功能的测试。
3. 通过分析固件中ILA捕获的波形以及示波器触发到的信号进行交叉验证，确保FCTL功能的正确性。

### EPICS软件:

1. 基于 EPICS IOC 构建标准化设备控制接口。
2. 使用 C++ Device Support 完成 EPICS Record 与 uHAL 的桥接。
3. 通过 IPbus UDP 实现上位机与 FPGA 的远程寄存器通信。

```
[xcao@trgcentos7 iocfctl]$ ./st.cmd
#!../bin/linux-x86_64/fctlIoc
< envPaths
epicsEnvSet("IOC","iocfctl")
epicsEnvSet("TOP","/home/xcao/EPICS/fctl_epics_ioc")
epicsEnvSet("PREFIX","FCTL: [xcao@trgcentos7 ~]$ caget FCTL:CONTROL_RBV
FCTL:CONTROL_RBV 0 CA client
epicsEnvSet("PORT","FCTL0") [xcao@trgcentos7 ~]$ cainfo FCTL:CONTROL_RBV
epicsEnvSet("CONNECTION","f FCTL:CONTROL_RBV
epicsEnvSet("DEVICE","tcb.u
epicsEnvSet("SCAN","1 secon
dbLoadDatabase("../dbd/fc
fctlIoc_registerRecordDevice
drvFctlIpbusConfigureFromFil
Configured FCTL IPbus port F
dbLoadRecords("../db/fctl
iocInit()
Starting iocInit
#####
## EPICS R7.0.8.1
## Rev. 2026-04-28T23:29-040
## Rev. Date build date/time
iocRun: All initialization c
epics> help

State: connected
Host: 192.168.3.3:5064
Access: read, write
Native data type: DBF_LONG
Request type: DBR_LONG
Element count: 1
[xcao@trgcentos7 ~]$ caget FCTL:CONTROL_RBV
Channel connect timed out: 'FCTL:CONTROL_RBV' not found.
[xcao@trgcentos7 ~]$ caput FCTL:USER_DATA 742
Old : FCTL:USER_DATA 0
New : FCTL:USER_DATA 742
[xcao@trgcentos7 ~]$ caget FCTL:USER_DATA
FCTL:USER_DATA 742
[xcao@trgcentos7 ~]$
```



## ✓ 整理了目前谱仪在线运行软件DAQ对FCTL的全部配置

| 顺序      | 操作 | 地址         | 数据           | 作用               |
|---------|----|------------|--------------|------------------|
| SYN2: 1 | 写  | Base+0x26  | 0x0001       | 复位 FCTL 时钟       |
| 2       | 延时 | —          | taskDelay(1) | 等待时钟复位生效         |
| 3       | 写  | Base+0x00  | L1_config    | 配置 L1 工作模式       |
| 4       | 写  | Base+0x0E  | 0x0000       | 将光纤控制置于初始化/同步状态  |
| 5       | 延时 | —          | taskDelay(1) | 等待链路状态更新         |
| 6       | 读  | Base+0x10  | —            | 读取光纤初始化状态        |
| 7       | 写  | Base+0x0E  | 0x003F       | 将六路光纤全部切换到传输状态   |
| 8       | 延时 | —          | taskDelay(1) | 等待链路进入传输状态       |
| 9       | 读  | Base+0x10  | —            | 再次读取光纤状态         |
| 10      | 写  | Base+0x0A  | Input_en1    | 配置第一组输入/状态使能     |
| 11      | 写  | Base+0x0C  | Input_en2    | 配置第二组输入/状态使能     |
| 12      | 写  | Base+0x18  | IntCount     | 配置中断计数相关参数       |
| 13      | 写  | Base+0x1A  | IntTiming    | 配置中断时序参数         |
| 14      | 写  | Base+0x12  | IntEnable    | 配置 FCTL 中断使能     |
| 15      | 延时 | —          | taskDelay(1) | 等待上述参数生效         |
| SYN4: 1 | 写  | 0x00C80034 | 0x007F       | 写入 Sending_FRST  |
| 2       | 写  | 0x00C80008 | 0xFFFF       | 清除/复位 FCTL 状态寄存器 |

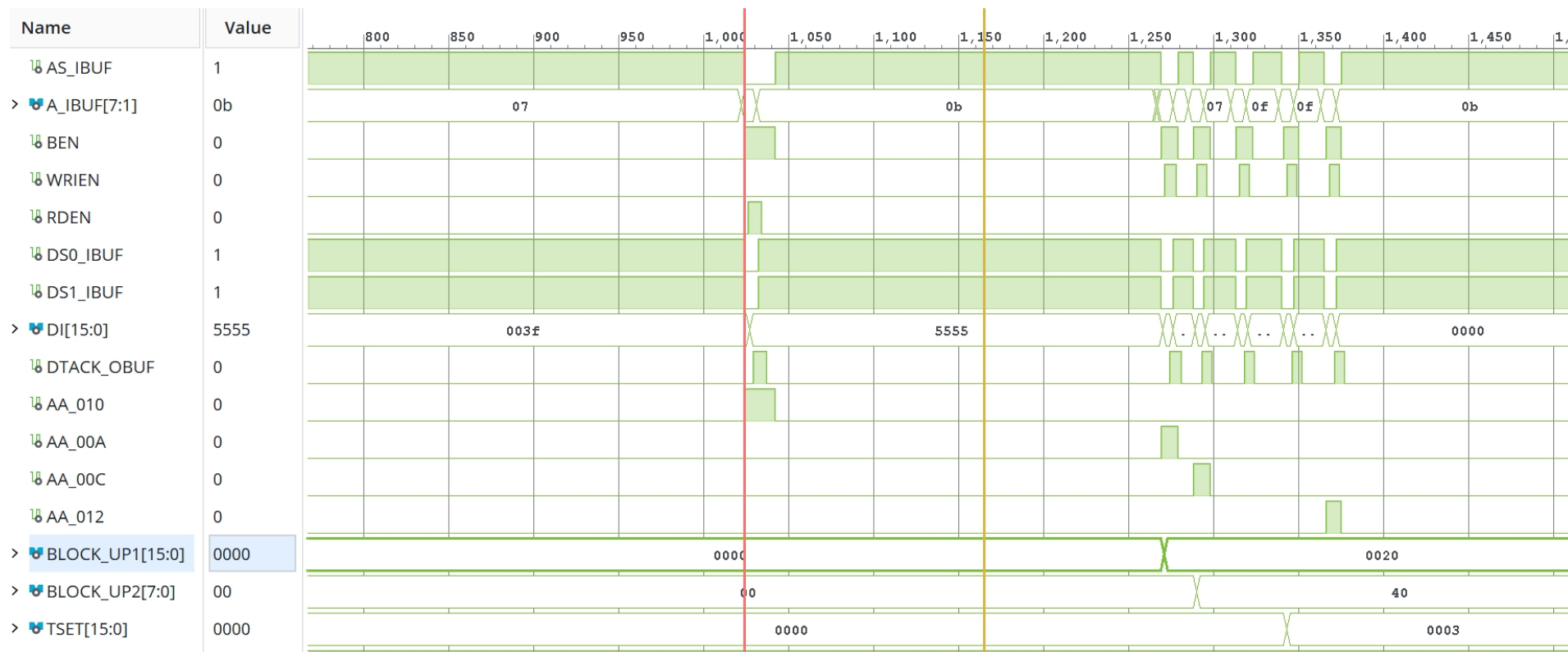
分析DAQ源码得：DAQ 状态机中，针对 FCTL 板的寄存器访问主要集中在两个阶段

1. SYN2：完成时钟复位、L1 模式、光纤链路初始化及中断参数配置，共 9 次 A24/D16 写、2 次 A24/D16 读。

2. SYN4：写入 SendFRST，随后清除/复位状态寄存器，共 2 次 A24/D16 写。



### ✓ 替换旧FCTL，通过了在线运行软件DAQ测试，DAQ未报错



经过右图配置后在FCDB上通过示波器捕获到的FRST信号:



以上为新FCTL在谱仪测试时通过ILA导出的波形，分析时序可知：

1. 现场运行时，固件VME配置正常，VME握手信号时序正常。
2. DAQ软件对FCTL配置成功。

## 03总结及后续计划

### 总结:

#### ➤ 固件升级和软件开发

- ✓ 完成固件全部基本功能的开发
- ✓ 完成固件实验室环境下的功能测试
- ✓ 整理了目前谱仪在线运行软件DAQ对FCTL的全部配置
- ✓ 替换旧FCTL, 通过了在线运行软件DAQ测试

### 计划:

- 光纤链路由6ch——>12ch后, 拓展后的信号处理逻辑待补充完整
- 完善代码, 上谱仪进一步测试新FCTL全部功能



**Thank You for Your Attention!**

