

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

4月考核报告

报告人：曹鑫

专 业：计算机技术

时 间：2026.4.23

汇报主要内容

➤ 工作内容

系统架构

硬件升级

软硬件框架

➤ 工作进展

GTH高速收发

IPBUS读出

➤ 总结及后续计划

总结

计划

固件功能

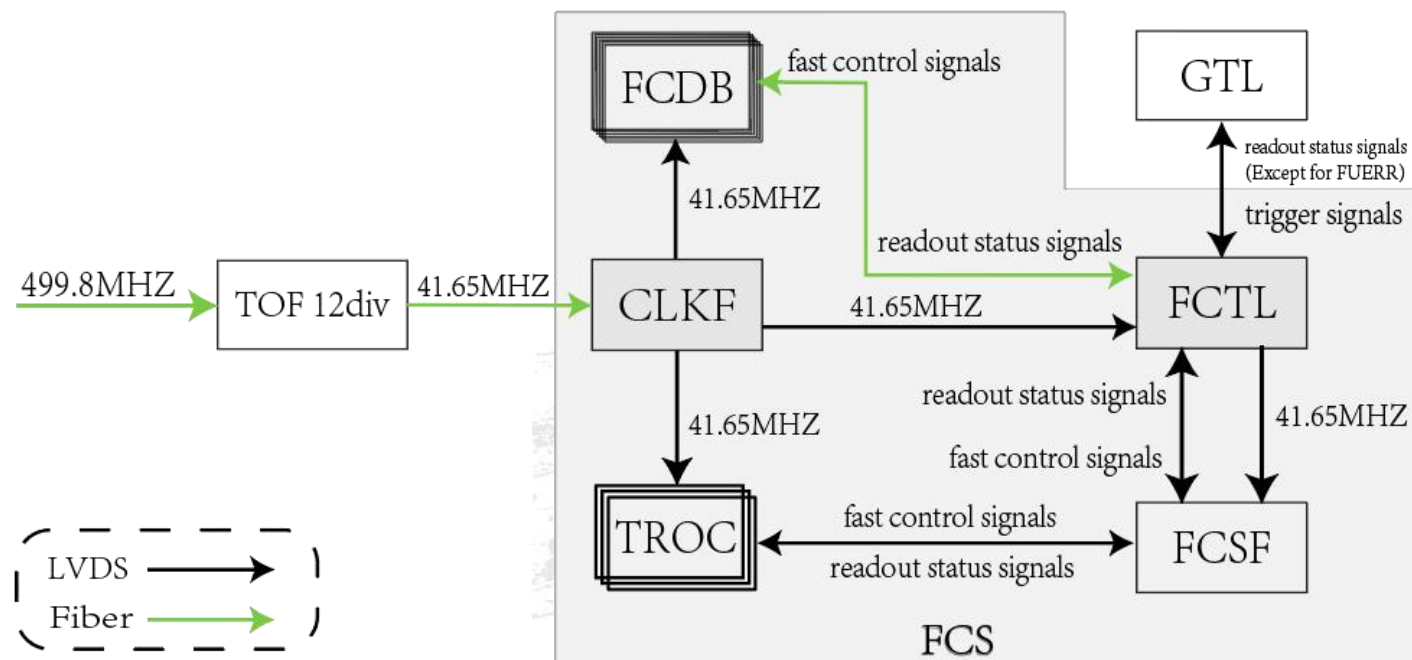
- 向子系统扇出快控制信号
- 产生所需触发信号用于调试
- 接收并处理子系统上传的读出状态信号
- 网络的数据读出指示系统运行状态

快控制系统组成

- 时钟扇出板 (CLKF)、快控制主板 (FCTL)、快控制子板(FCDB)、快控制信号扇出板 (FCSF)、触发读出控制板 (TROC)

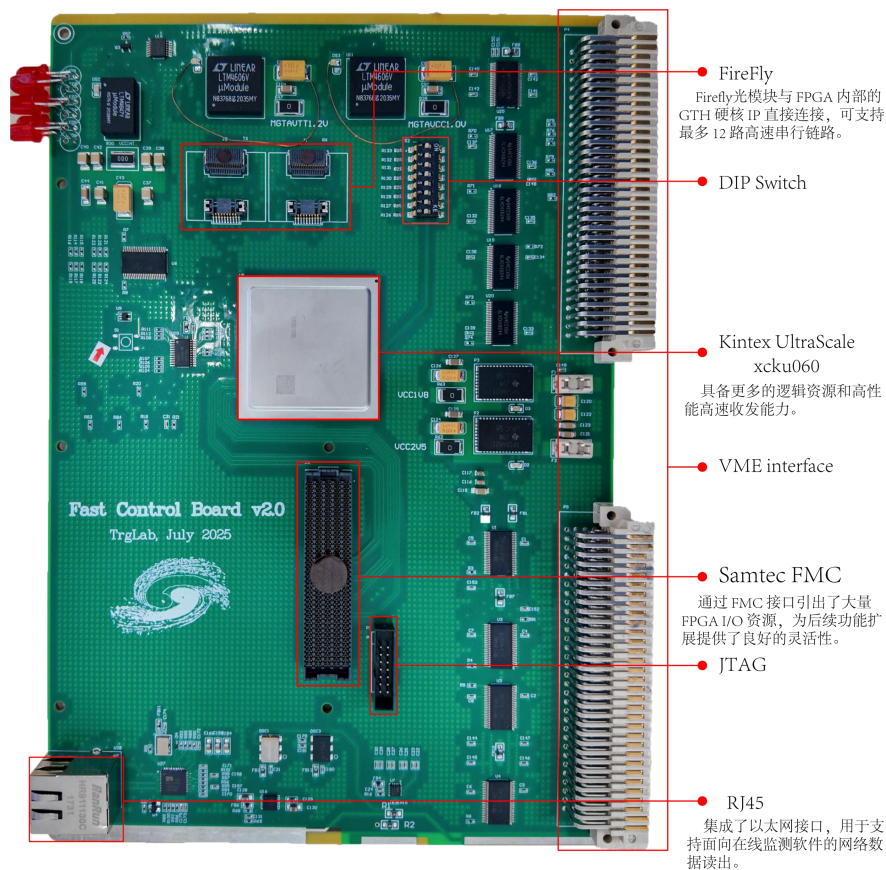
快控制信号

1. 触发信号: L1, CHK, TPD0, TPD1
2. 控制信号: RST, RLOAD, FRST, TSYNC, CRSV



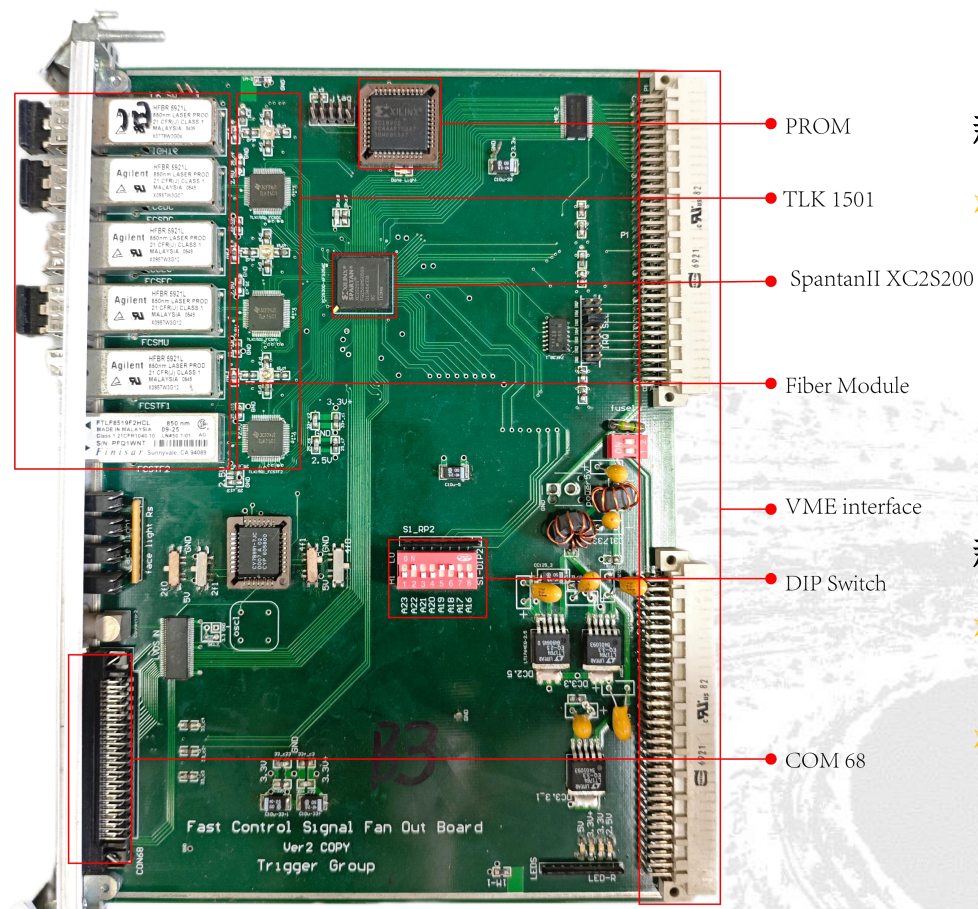
Architecture of the Trigger Fast Control System

新旧硬件对比



新快控制板

VS



旧板快控制板

新的硬件平台

- 硬件升级显著增强了系统的可扩展性和适应性, 确保快控制系统能够满足 BESIII 实验不断发展的需求。



新的固件设计

- 为适配更新后的硬件需重新设计固件。
- 实现快控制系统(FCS)的核心控制逻辑。

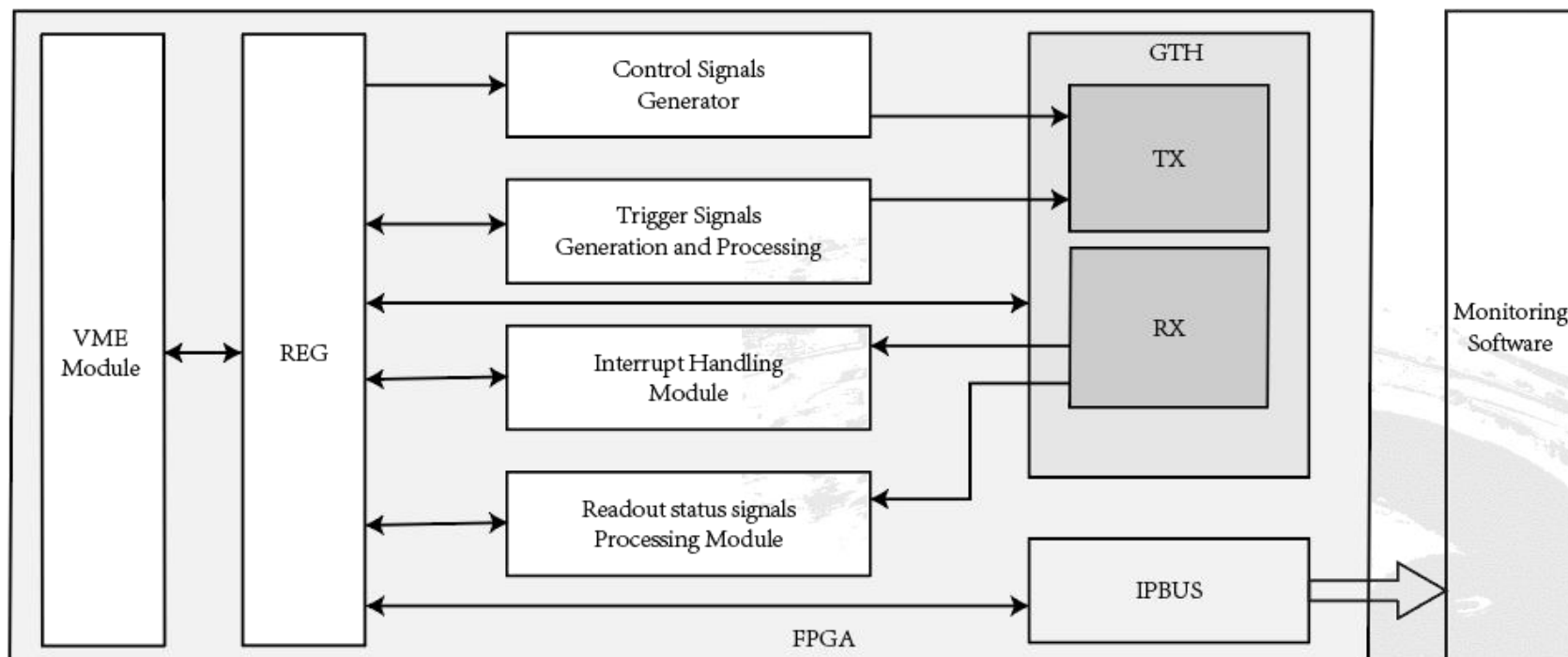
固件架构

VME总线读写

1. 通过vme总线配置寄存器
2. 根据寄存器的值控制信号产生电路输出快控制信号
3. 信号产生电路的设计参考
《BESIII 触发快控制系统的研制》
--王科

光纤收发逻辑由GTH硬核实现

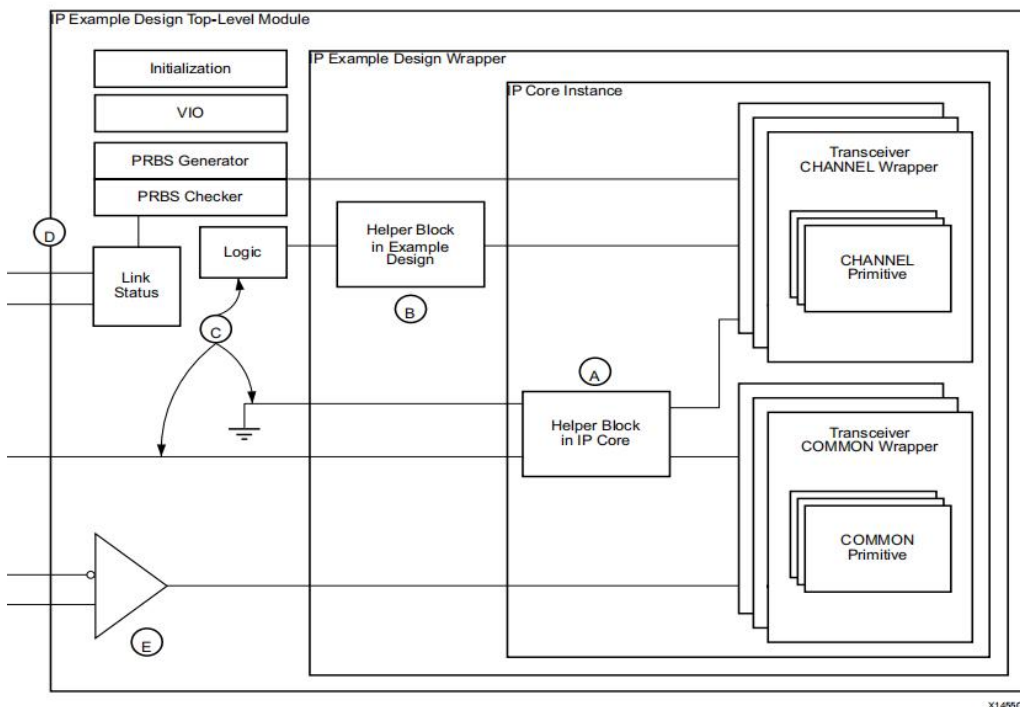
网络读出由IPBUS实现



软件框架

Monitoring Software计划采用**EPICS框架**开发，
利用IPBUS提供的接口读取系统运行状态，实现
远程监测。

IP example



在官方example工程上修改RTL设计

RTL design

```

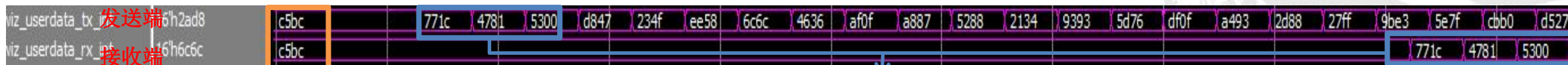
GT_7ch : GT (GT.sv) (17)
> clk_gen : clk_wiz_gt (clk_wiz_gt.xci)

ch0_TX_DATA_GEN : TX_DATA_GEN (gt_tx.sv)
ch1_TX_DATA_GEN : TX_DATA_GEN (gt_tx.sv)
ch2_TX_DATA_GEN : TX_DATA_GEN (gt_tx.sv)
ch3_TX_DATA_GEN : TX_DATA_GEN (gt_tx.sv)
ch4_TX_DATA_GEN : TX_DATA_GEN (gt_tx.sv)
ch5_TX_DATA_GEN : TX_DATA_GEN (gt_tx.sv)
ch6_TX_DATA_GEN : TX_DATA_GEN (gt_tx.sv)

ch0_RX_DATA_FIXED : RX_DATA_FIXED (RX_DATA_fixed.sv)
ch1_RX_DATA_FIXED : RX_DATA_FIXED (RX_DATA_fixed.sv)
ch2_RX_DATA_FIXED : RX_DATA_FIXED (RX_DATA_fixed.sv)
ch3_RX_DATA_FIXED : RX_DATA_FIXED (RX_DATA_fixed.sv)
ch4_RX_DATA_FIXED : RX_DATA_FIXED (RX_DATA_fixed.sv)
ch5_RX_DATA_FIXED : RX_DATA_FIXED (RX_DATA_fixed.sv)
ch6_RX_DATA_FIXED : RX_DATA_FIXED (RX_DATA_fixed.sv)

ila_1 : ila_1 (ila_1.xci)
    
```

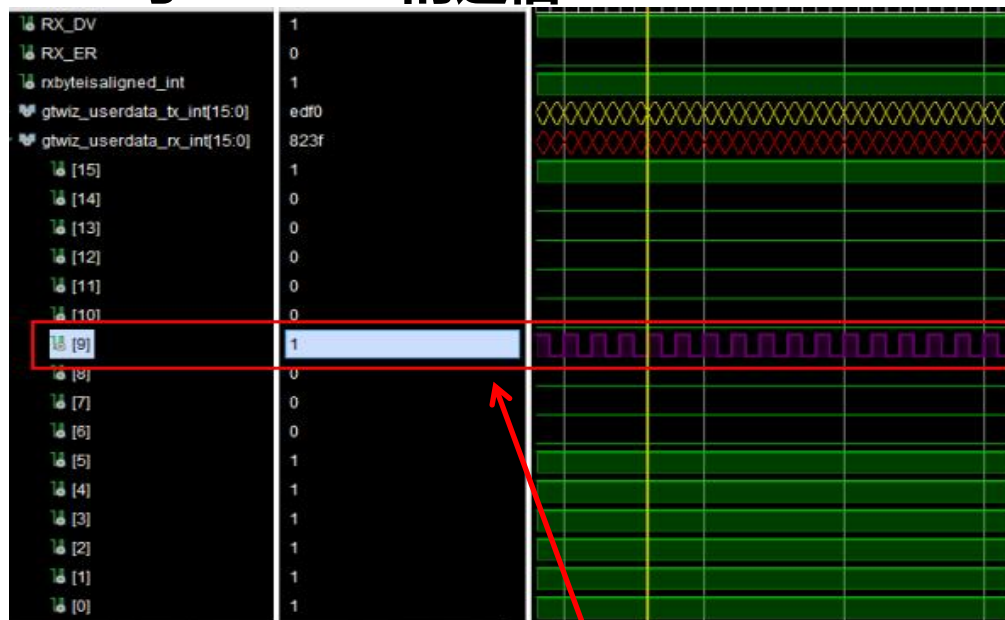
loop测试



发送数据先发IDLE码进行字节对齐

IDLE码后收发的数据一致

GTH与TLK1501的通信



TLK1501:

发送端: TX_EN=0 发IDLE码 (BCC5)

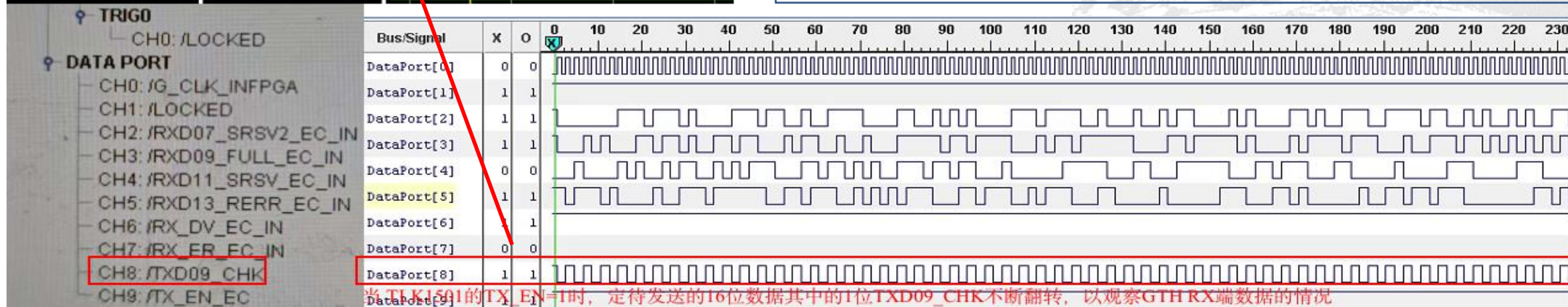
TX_EN=1 发normal code

接收端: 收到IDLE码 RX_DV=0 RX_ER=0

收到normal code RX_DV=1 RX_ER=0

➤ 同步建立后, TLK1501发送不停翻转的TXD09_CHK, GTH RX端数据的第9位数据对应了这种情况, 且GTH的接收控制位RX_DV和RX_ER波形符合预期。

✓ GT的RX端波形基本符合预期



固件网络读出功能

Autogenerating address decoder firmware from uHAL address tables

—参考cern官网教程编写ipbus slaves选择逻辑

The VHDL code for address decoder logic can be automatically generated from uHAL address tables using the `gen_ipbus_addr_decode` script (part of the uHAL tools package, found under `/opt/cactus/bin/uhal/tools` after installation). This script creates the source code for a VHDL package (named `ipbus_decode_<address file name>`) that defines:

- integer constants enumerating elements of the bus array after address decoding; and
- a function that determines the index of the relevant slave bus from the bus address.

This package can be used in combination with the `ipbus_fabric_sel` entity in order to create IPbus fabric that multiplexes the IPbus signals for several slaves, based on the bus address.

1. 编辑地址表文件.xml

```
address.xml
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<node>
  <node id="global_dev" module="file:///dev/global_dev.xml"
  address="0x00000000" tags="slave" fwinfo="endpoint;width=0"/>
  <node id="user_dev" module="file:///dev/user_dev.xml" address="0x00000001"
  tags="slave" fwinfo="endpoint;width=0"/>
</node>
```

```
user_dev.xml
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<node>
  <node id="user_data" permission="wr"/>
</node>
```

2. 将编写的地址选择固件添加到库文件

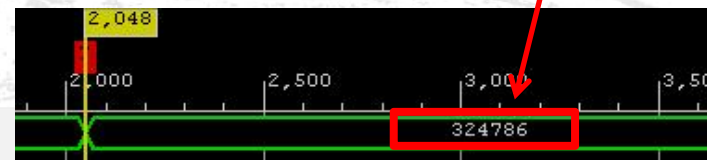
```
--ipbus_decode_payload.vhd
package body ipbus_decode_payload is

  function ipbus_sel_payload(addr : in std_logic_vector(31 downto 0)) return
  ipbus_sel_t is
    variable sel: ipbus_sel_t;
  begin

    -- START automatically generated VHDL (Wed Apr 1 00:39:38 2026)
    if std_match(addr, "-----0") then
      sel := ipbus_sel_t(to_unsigned(N_SLV_GLOBAL, IPBUS_SEL_WIDTH)); --
      global_dev / base 0x00000000 / mask 0x00000001
    elsif std_match(addr, "-----1") then
      sel := ipbus_sel_t(to_unsigned(N_SLV_USER, IPBUS_SEL_WIDTH)); --
      user_dev / base 0x00000001 / mask 0x00000001
    else
      sel := ipbus_sel_t(to_unsigned(N_SLAVES, IPBUS_SEL_WIDTH));
    end if;
```

3. 上板测试

```
01-04-26 05:59:01.858352 [140685589362496] INFO - C
1", as it appears to have been closed...
01-04-26 05:59:01.858535 [140685589362496] INFO - UD
>>> hw.getNode("user_dev.user_data").write(324786)
<uhal._core.ValHeader object at 0x7ff3dc112378>
>>> reg = hw.getNode("user_dev.user_data").read()
>>> hw.dispatch()
>>> print(reg)
324786
>>> |
```



IPBUS自定义寄存器读写功能正常

03总结及后续计划

总结:

➤ 固件升级

- ✓ 向子系统扇出快控制信号
- ✓ 产生所需触发信号用于调试
- ✓ 接收并处理子系统上传的读出状态信号
- ✓ 网络的数据读出指示系统运行状态

固件的基本逻辑均完成RTL代码编写及上板测试（未发现明显问题），待进一步优化代码改进设计

□ EPICS软件开发（待实现）

计划:

- 开始进行上位机软件的开发
- 目前固件中IPBUS只读取系统状态，未来如有需要可增相应控制功能，实现VME与IPBUS配置的二选一

Thank You for Your Attention!

