# 8 PS-PL间stream数据流通讯协议

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | pl\_clk | I | 1 | PS与PL之间双向传输时钟信息 |
| 2 | pl\_reset | I | 1 | PS与PL之间双向传输复位信号 |

## 8.1 端口信息

1）PS接收PL运算**高速**输出端口描述

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **方向** | **位宽** | **含义** |
| 1 | s\_axis\_tvalid | I | 1 | PL->FIFO数据传输帧数据有效信号 |
| 2 | s\_axis\_tready | O | 1 | FIFO接收准备好信号 |
| 3 | s\_axis\_tdata | I | 128 | PL->FIFO数据传输帧数据信号 |
| 4 | s\_axis\_tkeep | I | 16(128/8) | PL->FIFO数据传输帧数据字节有效信号 |
| 5 | s\_axis\_tlast | I | 1 | PL->FIFO数据传输帧结束标志信号 |

2）PS发送原始数据**高速**输出端口描述

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **方向** | **位宽** | **含义** |
| 1 | m\_axis\_mm2s\_tvalid | O | 1 | PS->PL数据传输帧数据有效信号 |
| 2 | m\_axis\_mm2s\_tready | I | 1 | PL接收准备好信号 |
| 3 | m\_axis\_mm2s\_tdata | O | 128 | PS->PL数据传输帧数据信号 |
| 4 | m\_axis\_mm2s\_tkeep | O | 16(128/8) | PS->PL数据传输帧数据字节有效信号 |
| 5 | m\_axis\_mm2s\_tlast | O | 1 | PS->PL数据传输帧结束标志信号 |

3）PS与PL运算**低速**双向端口描述（地址空间0x0000~0x03ff）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **方向** | **位宽** | **含义** |
| 1 | bram\_addr\_a, | O | 12 | 地址数据 |
| 2 | bram\_clk\_a, | O | 1 | 时钟 |
| 3 | bram\_en\_a | O | 1 | 使能信号 |
| 4 | bram\_rddata\_a | O | 32 | 读数据信号 |
| 5 | bram\_rst\_a | O | 1 | 复位信号（操作RAM空间，没有想清楚） |
| 6 | bram\_we\_a | O | 4 | 写数据字节有效信号 |
| 7 | bram\_wrdata\_a | O | 32 | 写数据信号 |

## 8.2 PS->PL数据传输协议

**PS->PL传输帧协议**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **位宽** | **含义** |
| 1  命令帧格式 | FRAME\_ID | 32 | 0XA0—初始化A矩阵  0XA1—初始化AT矩阵  0XA2—迭代计算A矩阵  0XA3—迭代计算AT矩阵  0X1A0—初始化A矩阵，请求LD回传数据  0X1A1—初始化AT矩阵，请求LD回传数据  0X1A2—迭代计算A矩阵，请求LD回传数据  0X1A3—迭代计算AT矩阵，请求LD回传数据  0XA8—传递K参数信息  0XB0 —初始处理求解b1向量  0X1B0—初始处理求解b1向量量，请求FX/BX数据  0XB1—初始处理求解b2向量  0X1B1—初始处理求解b2向量，请求FX/BX数据  0XB2—初始处理**并行**求解b1和b2向量  0XB8—迭代处理求解b1向量  0X1B8—迭代处理求解b1向量，请求FX/BX数据  0XB9—迭代处理求解b2向量  0X1B9—迭代处理求解b2向量，请求FX/BX数据  0XBA—迭代处理**并行**求解b1和b2向量  0XBB—迭代处理求解b3向量  0X1BB—迭代处理求解b3向量，请求FX/BX数据  0XC0—初始化过程中L的列积分信息  0XC1—初始化过程中LT的列积分信息  0XC2—初始化过程中L矩阵  0XC3—初始化过程中LT矩阵  0XC4—迭代计算中L矩阵  0XC5—迭代计算中LT矩阵  **m\_axis\_mm2s\_tdata[31:0]** |
| LENGTH | 32 | 命令长度 8bit字节为基本计数单位，m\_axis\_mm2s\_tdata[63:32] |
| CNT | 32 | ECOS求解器调用计数  m\_axis\_mm2s\_tdata[95:64] |
| ITER\_NUM | 32 | 一次求解内部迭代次数  m\_axis\_mm2s\_tdata[127:96] |
| **2**  参数帧格式 | Data | 64 | 双精度Eps数据，m\_axis\_mm2s\_tdata[63:32] |
| Data | 64 | 双精度Delta数据，m\_axis\_mm2s\_tdata[127:64] |
| 3  数据帧格式0x01 | Row | 32 | 行地址m\_axis\_mm2s\_tdata[31:0] |
| Col | 32 | 列地址m\_axis\_mm2s\_tdata[63:32] |
| Data | 64 | 双精度数据m\_axis\_mm2s\_tdata[127:64] |
| 4  数据帧格式0x02 | Col | 32bit | 整型数据，列积分/Sign信息，第0，4，8，12，…4N-4列数据信息，m\_axis\_mm2s\_tdata[31:0] |
| 32bit | 整型数据，列积分/Sign信息，第1，5，9，13，…4N-3列数据信息，m\_axis\_mm2s\_tdata[63:32] |
| 32bit | 整型数据，列积分/Sign信息，第2，6，10，14，…4N-2列数据信息， m\_axis\_mm2s\_tdata[95:64] |
| 32bit | 整型数据，列积分/Sign信息，第3，7，11，15，…4N-1列数据信息，m\_axis\_mm2s\_tdata[127:96] |
| 5  数据帧格式  0x03 | Data | 64bit | 双精度数据，当前b向量奇数数据信息，第0，2，4，6，…2N-2数据信息， m\_axis\_mm2s\_tdata[63:0] |
| 64bit | 双精度数据，当前b向量偶数数据信息，第1，3，5，7，…2N-1数据信息，m\_axis\_mm2s\_tdata[127:64] |
| 5  数据帧格式  0x04 | Data | 64bit | 双精度数据，当前b0向量数据信息，第0，1，2，3，4，5，6，…N-1数据信息， m\_axis\_mm2s\_tdata[63:0] |
| 64bit | 双精度数据，当前b1向量数据信息，第0，1，2，3，4，5，6，…N-1数据信息，m\_axis\_mm2s\_tdata[127:64] |

注

1. AXI-Stream总线当有效数据长度不满足128bit的整数倍时，**根据tlast和tkeep信号，完成最后有效数据寄存，具体参考AXI\_stream总线手册；**
2. 参数帧格式0x01：计算LDL处理时才存在，FRAME\_ID=0XA0~0XA3，命令帧后加入eps和delta数据用于LDL计算处理**；**
3. 数据帧格式0x01：矩阵数据传输。矩阵有效数据的传输暂定按照**row/col/val**的顺序进行，如果需要进一步提升带宽，这部分通讯协议再更新处理，（这部分应该在HP总线修改为ACP后进行），矩阵分别为
   1. FRAME\_ID=0XA0~0XA3，PS发送矩阵A至PL使其进行LDL分解；
   2. FRAME\_ID=0X1A0~0X1A3，PS发送矩阵A至PL使其进行LDL分解，请求PL返回对应的LD分解矩阵；
   3. FRAME\_ID=0XC2~0XC5，PS发送PS的LD分解结果至PL；
4. 数据帧格式0x2：向量数据传输。PS发送进行LDL分解时需要参数sign值至PL和PS发送矩阵A和AT的列积分信息至PL。
   1. FRAME\_ID=0XA8，PS发送进行LDL分解时需要参数sign值至PL；
   2. FRAME\_ID=0XC0~0XC1，PL和PS发送矩阵A和AT的列积分信息至PL；
   3. 注：列积分信息说明：L矩阵列积分数据总量为N+1列，第一列数据始终为0，L矩阵将对角线元素设置为0，L矩阵实际解码过程中需差分后加1处理（现有处理方式为在proproc.c代码调用一次LDL\_numeric2后使用分解后的L和转置后的Lt矩阵中的jc进行传输，后续可以看下LDL.c代码中关于LDL\_Symbolic函数中的处理，该函数运行过程中可以得到L的列积分信息，争取可以简单修改下提前获取L的行积分信息）。
5. 数据帧格式0x03：向量数据传输。PS发送进行AX=b求解时需要参数b值至PL
   1. FRAME\_ID=0XB0/0XB1，PS发送**初始求解**计算b值（b1或b2）至PL;
   2. FRAME\_ID=0X1B0/0X1B1，PS发送**初始求解**计算b值（b1或b2）至PL，并请求PL返回中间过程数据；
   3. FRAME\_ID=0XB2，PS发送**初始求解并行**计算2次b值（b1和b2）至PL;
   4. FRAME\_ID=0XB8/0xB9/0XBB，PS发送**迭代**求解计算3次b（b1或b2或b3）值至PL;
   5. FRAME\_ID=0X1B8/0x1B9/0X1BB，PS发送**迭代**求解计算3次b（b1或b2或b3）值至PL并请求PL返回中间过程数据；
   6. FRAME\_ID=0XBA，PS发送**迭代求解并行**计算2次b值（b1和b2）至PL;
   7. 注：发送1个b数据时，PS将数据b[2n]和b[2n+1]完成拼接发送至PL，2个b值发送按照并行方式进行，b0和b1拼接方式进行，（b0[0],b1[0]）…..（b0[N-1], b1[N-1]）,拼接为128位传输。

## 8.3 PL->PS数据传输协议

**PL->PS传输帧协议**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **位宽** | **含义** |
| 1  命令帧格式 | FRAME\_ID | 32 | **（调试信息）**  0XD0A0—初始处理A矩阵分解后L+D矩阵信息；  0XD0A1—初始处理AT矩阵分解后L+D矩阵信息；  0XD0A2—迭代处理A矩阵分解后L+D矩阵信息；  0XD0A3—迭代处理AT矩阵分解后L+D矩阵信息；  0XD1B0—初始处理求解b1过程中FX/BX数据；  0XD1B1—初始处理求解b2过程中FX/BX数据；  0XD1B8—迭代处理求解b1过程中FX/BX数据；  0XD1B9—迭代处理求解b2过程中FX/BX数据；  0XD1BB—迭代处理求解b3过程中FX/BX数据；  0XF0B0 —初始处理求解b1向量；  0XF0B1—初始处理求解b2向量；  0XF0B2—初始处理**并行**求解b1和b2向量；  0XF0B8—迭代处理求解b1向量；  0XF0B9—迭代处理求解b2向量；  0XF0BA—迭代处理**并行**求解b1和b2向量；  0XF0BB—迭代处理求解b3向量；  s\_axis\_tdata[31:0] |
| LENGTH | 32 | 命令长度 8bit字节为基本计数单位；  s\_axis\_tdata[63:32] |
| CNT | 32 | ECOS求解器调用计数  s\_axis\_tdata[95:64] |
| ITER\_NUM | 32 | 一次求解内部迭代次数  s\_axis\_tdata[127:96] |
| 2  数据帧格式0x11 | Row | 32 | 行地址s\_axis\_tdata[31:0] |
| Col | 32 | 列地址s\_axis\_tdata[63:32] |
| Data | 64 | 双精度数据s\_axis\_tdata[127:64] |
| 3  数据帧格式  0x12 | Data | 64bit | 双精度数据，求解前代计算结果Fx/Bx  向量数据信息s\_axis\_tdata[63:0] |
| Data | 64bit | 双精度数据，求解回代计算结果Fx/Bx向量数据信息s\_axis\_tdata[63:0] |
| 4  数据帧格式  0x13 | Data | 64bit | 双精度数据，求解结果 x向量数据信息，第0，2，4，6，…2N-2个数据信息，s\_axis\_tdata[63:0] |
| Data | 64bit | 双精度数据，求解结果x向量数据信息，第1，3，5，7，…2N-1个数据信息，s\_axis\_tdata[127:64] |
| 5  数据帧格式  0x14 | Data | 64bit | 双精度数据，求解结果x1向量数据信息s\_axis\_tdata[63:0] |
| Data | 64bit | 双精度数据，求解结果x2向量数据信息s\_axis\_tdata[63:0] |

注：

1. 数据帧格式0x11：调试帧PL发送矩阵A的LDL分解结果；
   1. FRAME\_ID=0xD0A0~0xD0A3，矩阵有效数据的传输暂定按照**row/col/val**的顺序进行，时有效。
2. 数据帧格式0x12：调试帧PL发送前代fx和回代bx处理结果；
   1. FRAME\_ID=0XD1B0/0XD1B1/0XD1B8/0XD1B9/0XD1BB，fx和bx的数据发送按照串行方式进行，先发送fx，再发送bx，fx[0], fx [1]….. fx [N-1], bx [0], bx [1]….. bx [N-1],拼接为128位传输。当N为奇数时，最后一个fx[N-1]和bx[0]拼接一个128bit进行传输。后续数据为bx[2n+1]和bx[2n]完成拼接发送。
3. 数据帧格式0x13：PL发送线性方程组x求解结果；
   1. RAME\_ID=0XF1B0/0XF1B1/0XF1B8/0XF1B9/0XF1BB，x数据发送按照串行方式进行，x[2n]和x[2n+1]拼接为128位传输。
4. 数据帧格式0x14：PL发送线性方程组两次并行计算的x结果，
5. RAME\_ID=0XF0B2/0XF0BA，2个x值发送按照并行方式进行，x0和x1拼接方式进行，（x0[0],x1[0]）…..（x0[N-1], x1[N-1]）,拼接为128位传输。

注：当有效数据长度不满足128bit的整数倍时，**根据tlast和tkeep信号，完成最后有效数据寄存，**比如格式数据帧格式2：当N为奇数时，最后一个x[2n+1]在低位字节，并将进行传输。后续数据为bx[2n+1]和bx[2n]完成拼接发送。信号m\_axis\_mm2s\_tkeep置为0x00FF

# 9 PS-PL间寄存器通讯协议

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **地址序号** | **名称** | **方向** | **位宽** | **含义** |
| 0 | Soft\_rst | 输入 | 32 | 55 – 复位处理 |
| 1 | Mode | 输入 | 32 | 55 – 测试模式  AA – 正常工作模式 |
| 2 | Reg\_nk | 输入 | 32 | 矩阵维度 |
| 4 | Reg\_LD\_nz | 输出 | 32 | LD矩阵非零值 |
| 5 | PL\_Date\_1 | 输出 | 32 | 年XXXX |
| 6 | PL\_Date\_2 | 输出 | 32 | 月日XX XX |
| 7 | PL\_Version | 输出 | 32 | 年XXXX 0100开始 |