AHB总线

- 接口信号
  - 基本AHB信号
    - 格式：信号名称[位宽]_信号源——信号描述
    - 系统信号
      - HCLK_系统时钟　时钟信号
      - HRESETn_系统复位　复位系统
    - **地址和传输控制信号**
      - HBURST[2:0]_主机　突发传输类型　分支单独介绍
      - **HTRANS[1:0]_主机**　传输类型
        - 00（IDLE）:空闲传输类型。表示虽然占用总线但没有请求数据传输，此时应该将总线主设备授权还给总线，从设备也要响应一个OKAY信号来响应空闲传输，并且忽略此次传输
        - 01（BUSY）：忙传输类型，这种传输类型表示主设备正在进行一个猝发传输，但是传输不能立刻发生，处于一个等待状态，从机需要响应一个OKAY信号来回应BUSY状态，并且忽略此次传输。
        - 10（NONSEQ）：表示一次猝发的第一个传输或者单次传输，地址和控制信号与上一次无关，一般是猝发传输的开始。
        - 11（SEQ）：表示主机处于猝发传输的中间部分，此次猝发种剩下的传输是连续传输且地址与前一次传输有关。
      - HADDR[31:0]_主机　传输目标地址
      - HWRITE_主机　读写操作，1写操作，0读操作
      - HSIZE[2:0]_主机　传输位宽　以一个字节（8位）为单位，最高数据位宽可达32字（1024位）
      - HPROT[3:0]_主机　4bit信号，这些每一位信号标志传输保护级别，但是建议从设备在没有严格要求的情况下不使用HPROT。
        - HPROT[3]:高速缓存，0代表无高速缓存，1表示带高速缓存
        - HPROT[2]:缓冲，0表示无缓冲，1表示有缓冲
        - HPROT[1]:特权模式，0表示用户模式访问，1表示特权模式访问。
        - HPROT[0]:数据/预取指；0表示预取指，2表示数据访问
    - **地址译码**
      - HSELx_解码器　解码器，标记哪一个从机被选中，由地址解码产生，一般在HREADY信号为高时从设备采样该信号
    - **数据总线**
      - HWDATA[31:0]_主机　写数据，主机给从机发送数据,当HWRITE为高时，主设备需要将数据广播到该写数据总线上
        - 对于宽度小于总线宽度的传输，利用字节选通信号（地址偏移信号——地址低两位）来进行有效字节选通，
        - 所有传输必须对齐到与传输数据宽度相等的地址边界，比如字对齐一定要保证地址低两位A[1:0]=00。
      - HRDATA[31:0]_从机　读数据，从机给主机发送数据，当HWRITE为高时，从设备需要将数据广播到该读数据总线上　与写数据总线类似
    - **从设备响应信号**
      - HREADY_从机　传输有效信号，只有该信号拉高，才表示数据传输有效。是一个可扩展传输信号
      - **HRESP[1:0]_从机**　传输响应类型，一个有四种类型，00表示OKAY；01表示ERROR；10表示RETRY；11表示SPLIT
  - 高性能总线
    - 猝发传输
    - 分割交易
    - 单周期总线主设备交接
    - 单时钟沿操作
    - 无三态实现
    - 更宽的数据总线配置（64/128bit）
  - AHB传输仲裁——多主机多从机
    - HBUSREQx_主机　主机x向判决器请求传输，最多支持16个主机
    - HLOCKx_主机　主机x向判决器请求锁定传输，表示自己正在进行一个不可分割的传输。其他主机在锁定期内无法使用总线
    - HGRANTx_判决器　主机x权限标记信号，当有效时（为高有效），主机x在AHB总线空闲时具有最高的控制权限
    - HMASTER_判决器　主机标号，标记当前传输由哪个主机控制
    - HMASTLOCK_判决器　锁定标记，标记当前总线被某个主机锁定
    - HSPLITx_从机　事务分离标记，用于标记哪个主机应当重启事务
    - 总线主设备使用HBUSREQx信号来请求访问总线，或者使用HLOCKx来锁定连续传输。随后，仲裁器会正确断言HGRANTx信号来授权总线访问，并修改HMASTER来表示总线主设备序号
      - 对于指定突发长度的突发传输对于指定突发长度的突发传输，仲裁器根据突发长度判断需要总线控制权的时间，若结束后启动下一次突发传输，需要再次请求控制权。对于未指定长度的突发传输，主机需要在传输过程中一直保持请求信号拉高，否则仲裁器将无法判断何时收回总线控制权。
  - **分割传输（HRESP=SPLIT）**
    - 分割传输可以完全释放总线给其他主设备使用的优点。可以提高总线的总体使用效率
    - 当产生传输时，如果从设备认为传输的执行将占据大量的时钟周期，则从设备可以发出一个分割响应（SPLIT），可以提示仲裁器，不给这次传输的主设备授权访问总线，直到从设备准备好接收这次传输为止。仲裁器负责监视响应信号，并且在内部屏蔽已经是分割传输主设备的任何请求。
    - 分割传输的顺序
      - （1）主设备发起传输并发出地址和控制信息
      - （2）如果从设备确定获取数据可能会占用较多的时钟周期，则发出一个分割响应
      - （3）仲裁器此时授权给其他主设备使用，如果其他主设备也接收了分割响应，则授权给默认主设备。
      - （4）当从设备准备好完成传输时，则断言HSPLITx信号中的适当位，
      - （5）每个时钟周期，仲裁器都会监视HSPLITx信号，如果断言了，那么仲裁器会恢复对应主设备的优先权
      - （6）最后仲裁器将授权给分割响应的主设备总线，此时，主设备可以重新尝试传输。　如果有一个优先级更高的主设备占用总线，那么这个传输需要等这个主设备退还总线才能进行。
      - （7）当传输开始后，从设备以OKAY响应来结束传输。

AHB-Lite

- 猝发传输
  - AHB定义了4拍，8拍，16拍猝发，也有未指定长度的猝发和信号传输
  - 猝发类型，由信号HBURST[2:0]控制
    - 单一传输　000：SINGLE
    - 增量猝发
      - 地址一直递增，不回卷
        - 未指定长度的递增猝发　001（INCR）
        - 4拍递增猝发　011（INCR4）
        - 8拍递增猝发　101（INCR8）
        - 16拍递增猝发　111（INCR16）
      - 例如：如果进行4拍递增传输，起始地址是0x38，则这次传输包含的地址是0x38,0x3c,0x40,0x44。
    - **回卷猝发**
      - 地址递增到最高地址后，回到最初地址
        - 4拍回卷猝发　010（WRAP4）
        - 8拍回卷猝发　100（WRAP8）
        - 16拍回卷猝发　110（WRAP16）
      - 例如：如果进行4拍递增传输，起始地址是0x38，则这次传输包含的地址是0x38,0x3c,0x30,0x34。（16字节处回卷）
  - 注意，一次猝发传输不能跨越1KB的地址空间，且传输的起始地址必须与数据类型对应。
  - **猝发早期停止**
    - 对于一个从设备而言，如果不能完成一个猝发传输，则需要通过监控HTRANS信号，来判断何时提前终止一个猝发，主机需要确保在猝发开始之后每次传输都有SEQ或BUSY的标记。如果产生了NONSEQ和IDLE状态，表示猝发传输重新开始了。
- 基本传输的构成
  - 无等待传输
  - 有等待传输
  - 流水线传输
  - 一个地址和控制周期+一个或多个数据周期
  - 地址无法进行扩展，而数据可以通过HREADY信号进行扩展，即在HREADY拉低时，允许插入等待状态。方便从设备有充足时间提供或采样数据
  - 允许总线流水线，即任何一个地址周期都可以发生在前一个传输过程中的数据周期（不同传输的地址周期和数据周期可以重叠），这也是高性能总线的关键
  - **注意：在有等待传输的时候，由于地址周期不能扩展，导致有等待的数据传输会影响后面无等待数据传输**
  - 单周期响应
    - OKAY（00）：传输处理正常，如果HREADY信号拉高，则传输成功结束；但是OKAY响应也被用来添加任意一个附加周期（此时HREADY拉低）。
  - 从设备通过响应信号HRESP[1:0]来指示当前状态
    - 比如尝试写一个只读存储器　ERROR（01）：传输发生错误，传输失败了
    - RETRY（10）：传输未完成，总线主机端需要尝试重新传输，直到传输成功为止。该响应不会改变优先级
    - SPLIT（11）：需要从下一个地址重新启动传输，该响应可能改变优先级
    - 双周期响应，从设备发出此三类信号时，主设备的下一个地址信号需要取消掉，而由于此时地址信号已经传输到总线通道上了，所以需要额外的周期来让主设备取消该地址信号，这个周期是拉低HREADY信号来获得。

XMind 试用模式