使用ACK/NAK协议保证TLP传输的有效性和完整性

**一、链路层组成**



**1发送单元**

TLP准备逻辑

·TLP序列计数器 提供TLP的传输序列号(Sequence前缀)， 0~4095循环

·CRC生成器 提供TLP的CRC后缀

DLLP接收逻辑

·DLLP接收缓冲 由物理层获取的DLLP

·TLP送达计数器 由DLLP获得已送达TLP的序列号

TLP发送逻辑

·Replay缓冲 保存已封装TLP，并移交物理层

·重发逻辑 超时重发，超次重发

**2接收单元**

TLP接收逻辑

·Receive缓冲 由物理层获取的TLP(前缀和后缀)

Error Check逻辑

·TLP签收计数器 验证待接收TLP序列号(确保与发送端同步)，0~4095循环

·CRC验证器 验证待接收TLP的CRC

ACK/NAK发送逻辑

·DLLP发送缓冲 保存待发送DLLP，并移交物理层

·重发逻辑 超时的，超次数的

**二、链路层状态机**

反应物理层状态：由物理层驱动该状态机的变迁

·DL\_Inactive 物理层不可用，标示对端无PCIe设备或没检测到

·DL\_Init 物理层可用，需链路层初始化，如VC0流量控制

·DL\_Active 标示PCIe链路正常

链路层可用状态：为事务层提供链路状态信息

·DL\_Down 链路层不可用

·DL\_Up 链路层可用

**三、数据报文**

**1 链路层TLP**

****

**2 DLLP报文**

链路层数据传输的载体，用于ACK/NAK协议、管理链路

DLLP基本格式



·DLLP Type 报文类别，如0000-0000、0001-0000分别表示ACK、NAK报文

·DLLP信息 报文的信息

·CRC校验码 用于验证DLLP的有效性

ACK/NAK DLLP格式：ACK/NAK协议的响应数据，见ACK/NAK协议



·AckNak\_Seq\_Num 接收或报错TLP的链路序列号

**四、ACK/NAK协议**



准备待发送TLP

·添加TLP前置序列号(TLP序列计数器加1，4095时归0)

·添加TLP后缀CRC( CRC生成器)

·将TLP放入TLP发送队列

发送TLP（发送端）

·依次将Replay缓冲的TLP移交物理层

·重发机制

接受TLP（接收端）

·从物理层接收TLP并存入Receive Buffer

校验TLP

·验证TLP序列号与签收计数器相同

·验证TLP的CRC码

·CRC有效签收计数器加1，否则NAK标示置为有效

·向ACK/NAK发送逻辑发送验证结果信号

响应DLLP（ACK/NAK）

·CRC验证失败时，用NAK DLLP发送TLP签收计数器的值

·CRC验证通过时，用ACK DLLP发送TLP签收计数器的值(ACK阀值溢出时发送)

·重发机制

处理DLLP（发送端）

·从物理层接收DLLP

·获取DLLP中已送到TLP序列号，并存入计数器

·移除Replay缓冲已送达TLP(根据上述序列号)