

TSNSwitch 硬件设计文档

(V1.0)

OpenTSN ***TSNSwitch***

目录

一、TSNSwitch 项目简介	3
1.1 TSNSwitch 的设计目标	3
1.2 TSNSwitch 的设计方案	3
1.2.1 使用平台	3
1.2.2 需求分析	3
二、TSNSwitch 硬件总体设计	5
2.1 环形拓扑架构设计	5
2.2 非环形拓扑架构设计	6
2.3 两种拓扑架构设计区别	7
2.3.1 整体拓扑的区别	7
2.3.2 端口的区别	7
2.3.3 UM 内部处理的区别	8
三、TSNSwitch 模块设计	8
3.1 LCM 模块	8
3.1.1 LCM 模块功能	8
3.1.2 LCM 模块设计	8
3.2 ESW 模块	9
3.2.1 ESW 模块功能	9
3.2.2 ESW 模块设计	9
3.3 EOS 模块	11
3.3.1 EOS 模块功能	11
3.3.2 EOS 模块设计	12
3.4 GOE 模块	13
3.5 交换机管理控制	13

一、TSNSwitch 项目简介

本文档是 OpenTSN 开源项目中的子项目 TSNSwitch 的硬件设计文档，包含 TSNSwitch 设计目标、模块设计几个主要部分。

1.1 TSNSwitch 的设计目标

TSNSwitch 是 OpenTSN 项目下的一个子项目，其设计目标主要是实现一个满足 TSN 网络传输的交换机相关功能开发。具体功能如下：

1. 使用 1588 ptp 协议进行全网的时间同步；
2. 基于 CQF 的输出调度机制；
3. 基于令牌桶的 P3-P5 优先级的流量预留调度；
4. 支持本地 TSN 节点对本地状态通过 beacon 消息进行周期性上报；
5. 提供 TAP 口进行镜像用于分析；
6. 支持环形拓扑、星形拓扑、线性拓扑等多种拓扑结构。

1.2 TSNSwitch 的设计方案

1.2.1 使用平台

TSNSwitch 基于 FAST 架构设计实现，FAST 架构如下图 1 所示，详情请参考 FAST 设计文档“FAST 开源平台原理与应用”：



图1 FAST 架构图

TSNSwitch 整个逻辑开发是在 openbox 上进行的，该设备支持 FAST 的架构设计，openbox 的外观如下图 2 所示，openbox 有 0-3 总共 4 个 1Gbps 数据网口。



图2 Openbox 外观图

1.2.2 需求分析

TSN 网络的典型拓扑场景包括线性、环形、星形、树形等，本文档针对上述拓扑需

求设计了两套架构：环形架构与非环形架构。

环形架构：0 号和 1 号口作为 TSN 网络内部连接口；2 号口作为设备口外接终端系统等等；3 号口作为 TAP 口进行数据镜像用于分析。

如下图 3 是环形的拓扑，各节点的 0、1 号数据网口支持确定性转发；网络中的数据由 0 号口进、1 号口出，也可以由 1 号口进、0 号口出，需要通过 TSNSTM（TSN 控制器中负责静态配置的软件）进行配置。

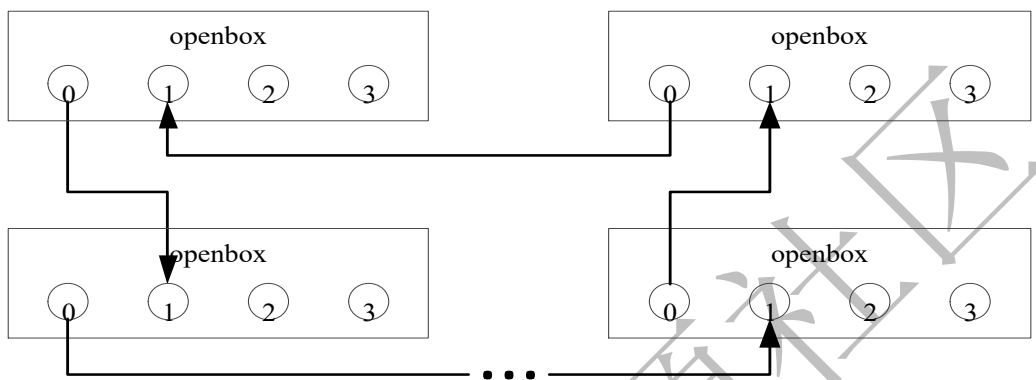


图3 环形拓扑图

非环形架构：0 号、1 号、2 号以及 3 号口都能够作为 TSN 网络内部连接口，也能够作为设备口进行外接终端系统等等；同时提供了 TAP 功能选择，用户可通过配置 3 号口的 TAP 功能来收集交换机 0、1、2 号接口输出流量的镜像用于分析。需要注意的是，在使用该方案搭建拓扑时网络中是不允许存在环形结构的，原因是当存在环形时，ptp 同步 sync（广播）报文就会在环内一直循环，导致在主时钟的一个同步周期内从时钟节点收到多个同步 sync 报文，硬件逻辑无法处理。

如下图 4 是星形的拓扑，各节点的 4 个数据网口都需要确定性转发的功能；数据的流向由 TSNSTM 进行规划，可有多种不一样的路线进行数据流的传输。

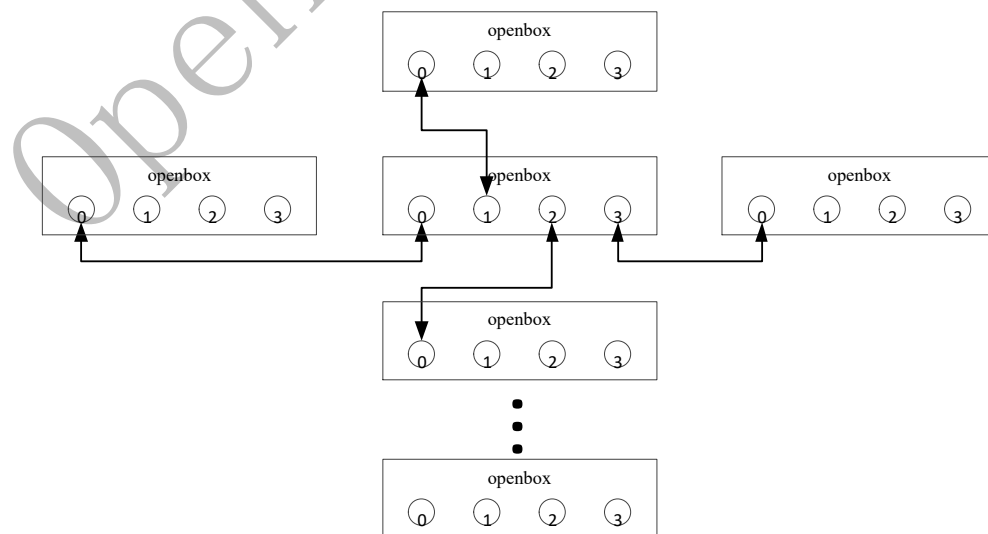


图4 非环形拓扑图

二、TSNSwitch 硬件总体设计

TSNSwitch 提供了两套总体架构，分别对应环形拓扑以及非环形拓扑，下面进行逐一介绍。

2.1 环形拓扑架构设计

如 1.2.1 节所述，TSNSwitch 采用了 FATS 架构进行设计，但是针对 TSNSwitch 的需求，简化了控制通路的设计，TSNSwitch 架构如下图 5 所示，白色模块为 TSNSwitch 需增加的关键模块，需要重新开发，橙色模块为对 TSNSwitch 功能进行支持需要部分修改的模块。

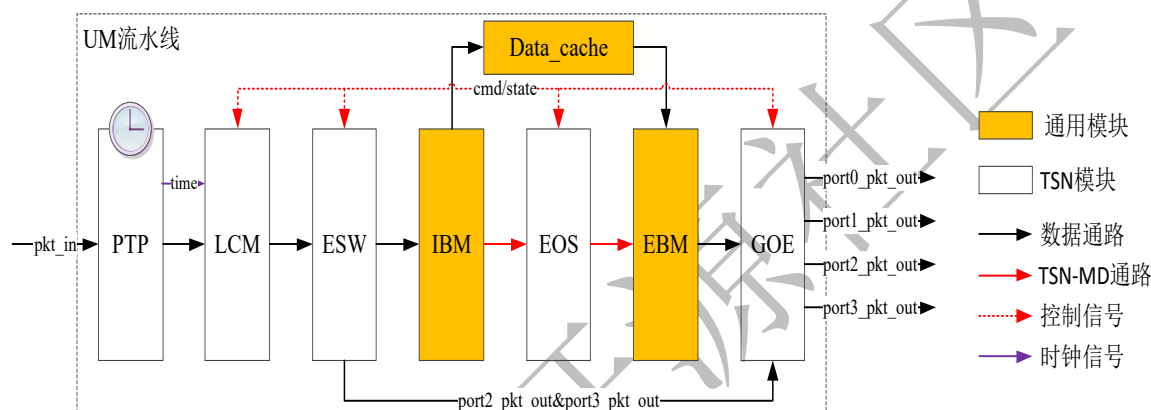


图5 环形拓扑的 TSNSwitch 总体架构设计图

其中关键模块包含以下四个部分：

PTP（Precise Time Protocol）模块：是 TSNSwitch 的时间同步模块，使用 1588ptp 协议进行全网的时间同步，具体设计参考文档“TSNSwitch 时钟同步设计文档”。

LCM（Local Control Management）模块：是 TSN 交换节点本地的管理与控制模块。主要负责维护各模块控制相关寄存器的维护与请求、周期性设备状态信息上报、处理来自 TSNSTM 节点的寄存器修改请求。

ESW 模块（Epipe SWitching）：是 TSN 交换节点的交换模块。主要负责分组类型解析、流量监管、转发动作生成以及 TS_metadata（TS_MD，为 TSN 交换机专用的元数据）生成的操作。该模块将进入流水线的分组区分为四类：控制相关（ptp）分组、TS 分组、预约带宽（RC）分组以及 best effort（BE）分组。在流水线中 BufM 资源紧张可以引起丢包时，根据上述优先级丢弃低优先级的报文保证 TS 分组的可靠传输。另外，ESW 还需要根据 TSNSTM 的配置确定所有分组的目的端口。

EOS（Epipe Output Scheduling）模块：是 TSN 节点的输出队列调度模块，用于实现简化的 cqf 转发。主要负责支持核心的 TS_metadata 的循环队列转发功能，确保 TS 分组调度输出的确定性延时，以及预约带宽分组的基于令牌桶的流量整形功能的实现。

GOE（General Output Engine）模块：主要负责对接收到的来自 EBM 的分组按照

FAST_metadata 中 “output” 字段与来自 ESW 的分组进行发送，并对发往所有发送报文进行统计计数。

处理流程：第一级模块为 PTP 模块，PTP 模块根据分组的协议字段以及分组目的 MAC 来区分分组，若需要处理的分组则在 PTP 模块内部逻辑进行处理，其他分组则旁路掉。第二级模块为 LCM 模块，LCM 根据分组的协议字段以及分组目的 MAC 来区分分组，将 beacon 配置报文里的信息提取出来并填写到对应的寄存器，其他报文则旁路掉。第三级模块为 ESW 模块，ESW 模块根据分组的分组源 MAC、输入端口号、目的 MAC 来区分分组，将分组进行往下级模块转发、往 GOE 模块转发、丢弃三种处理。第四级模块为 IBM 模块，IBM 模块负责将分组数据写入到 data_cache 模块的 RAM 中去，并从 data_cache 得到存放的 ID 号，将 ID 存放到 TS_metadata 中并传输给下级模块。第五级模块为 EOS 模块，EOS 根据 TS_metadata 中的字段信息将 TS_metadata 分为 3 种类型并根据当前时间片信息写入到 4 种队列中去，再采用 CQF 队列转发机制对 TS_metadata 进行调度。第六级模块为 EBM 模块，EBM 模块根据 EOS 模块给出 TS_metadata 中的 ID 号往 RAM 进行分组数据的读取。第七级模块为 GOE 模块，将分组根据输出端口进行区分并传输。Data_cache 模块，使用 RAM 对分组进行缓存管理，并使用 fifo 对 RAM 块的地址进行管理，分组在 RAM 进行缓存之后拿到存放的 ID 号，再根据 ID 号去对应的 RAM 地址进行分组的读取。

2.2 非环形拓扑架构设计

为了支持多样化的 TSN 网络拓扑，需要设计区别于环形结构的支持数据流双向确定传输的 TSNSwitch。

对于 TSN 交换节点，为了支持多样化拓扑结构，需要将 4 个网口接口都用于 TSN 网络中，同时需要保留原来 TAP 口功能。4 个网络接口都具有确定性转发功能，可用于 TSN 网络内部的连接也可外接设备。考虑到实际场景中会有对组播报文的需求，因此添加对组播报文的转发处理逻辑。

TSNSwitch 在非环形拓扑的总体架构设计如下图 6 所示，蓝色模块为对 TSNSwitch 功能进行支持需要部分修改的模块。

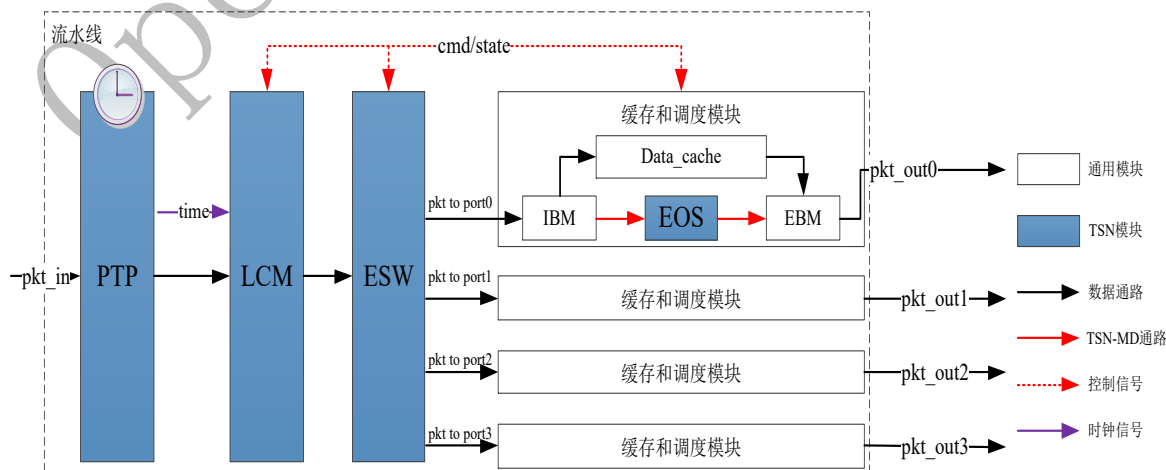


图 6 非环形拓扑的 TSNSwitch 总体架构设计图

其中关键模块包含以下五个部分：

PTP 模块：同环形拓扑的架构设计方案一致。

LCM 模块：同环形拓扑的架构设计方案一致。

ESW 模块：是 TSN 交换节点的交换模块。主要负责分组类型解析、流量监管、TS_metadata 生成、查找转发表并将分组传入端口对应的缓存和调度模块的操作。该模块将进入流水线的分组区分为四类：控制相关分组、TS 分组、预约带宽分组以及 best effort 分组。在流水线中 BufM 资源紧张可以引起丢包时，根据上述优先级丢弃低优先级的报文保证 TS 分组的可靠传输。

缓存和管理模块：此模块包括 IBM（Input Buffer Management）、data_cache、EOS、EBM（Extract Buff Management）模块。总共 4 个缓存和管理模块，每一个模块对应一个端口，分组数据在 data_cache 中缓存，EOS 模块根据分组的 TS_metadata 进行调度和管理。

EOS 模块：同环形拓扑的架构设计方案一致。

处理流程：第一级模块为 PTP 模块，PTP 模块根据分组的协议字段以及分组目的 MAC 来区分分组，若需要处理的分组则在 PTP 模块内部逻辑进行处理，其他分组则旁路掉。第二级模块为 LCM 模块，LCM 根据分组的协议字段以及分组目的 MAC 来区分分组，将 beacon 配置报文里的信息提取出来并填写到对应的寄存器，其他报文则旁路掉。第三级模块为 ESW 模块，ESW 模块根据分组的分组目的 MAC、输入端口号进行查找转发表，根据查找之后得到输出端口号传输到对应的下级模块。第四级模块为 IBM 模块，IBM 模块负责将分组数据写入到 data_cache 模块的 RAM 中去，并从 data_cache 得到存放的 ID 号，将 ID 存放到 TS_metadata 中并传输给下级模块。第五级模块为 EOS 模块，EOS 根据 TS_metadata 中的字段信息将 TS_metadata 分为 3 种类型并根据当前时间片信息写入到 4 种队列中去，再采用 CQF 队列转发机制对 TS_metadata 进行调度。第六级模块为 EBM 模块，EBM 模块根据 EOS 模块给出 TS_metadata 中的 ID 号往 RAM 进行分组数据的读取。第七级模块为 GOE 模块，将分组根据输出端口进行区分并传输。Data_cache 模块，使用 RAM 对分组进行缓存管理，并使用 fifo 对 RAM 块的地址进行管理，分组在 RAM 进行缓存之后拿到存放的 ID 号，再根据 ID 号去对应的 RAM 地址进行分组的读取。

2.3 两种拓扑架构设计区别

2.3.1 整体拓扑的区别

环形拓扑的架构设计只支持所有节点组成一个环形的拓扑；非环形拓扑的架构设计支持除了包含环形的拓扑之外的所有拓扑结构，例如星形拓扑、线性拓扑结构等等。

2.3.2 端口的区别

环形拓扑的架构设计只有 0 号和 1 号两个端口具有确定性转发功能，而 2 号口固定作为外接设备的端口，3 号口固定作为 TAP 口。

非环形拓扑的架构设计的 4 个端口都具有确定性转发功能，4 个端口都可以进行作为外接设备的端口，没有具体约束，同时 3 号口提供选择做为 TAP 口或不做为 TAP 口两种功能。

2.3.3 UM 内部处理的区别

两种拓扑架构在 UM 内部的处理上主要是在于 ESW 模块上，在环形拓扑架构中 ESW 模块只将分组分为发往本节点外接设备的分组、发往 TSN 环内的分组这两种；而在非环形拓扑架构中 ESW 模块需要对分组进行查表转发表，并根据转发表的输出端口号传输到对应的下级模块中。

三、TSNSwitch 模块设计

3.1 LCM 模块

3.1.1 LCM 模块功能

根据上节叙述，LCM 模块负责 1) 周期性读取本地所有控制相关寄存器的值，并构造包含 beacon report 消息的以太网帧进行发送；2) 解析收到的来自 TSNSTM 节点的 beacon update 消息的以太网帧，并根据对应字段值修改对应的寄存器。3) 丢弃本地 LCM 发送的且未找到目的地址时返回到本地 LCM 的 beacon 报文。

3.1.2 LCM 模块设计

为了简化设计，在 TSNSwitch 实现中删除了原 FAST 架构的控制通路，使用 LCM 模块（本地管理模块）进行 TSN 节点全局的状态信息获取和更新。LCM 通过 beacon 报文接受远程控制器（TSNSTM）的管理控制。LCM 负责以下两个功能的实现：

1. LCM 模块周期性构造包含 beacon 消息的帧 (report 消息)，并将节点的状态信息填写到 beacon 上报报文。
2. 而当收到来自 TSNSTM 节点的寄存器配置消息(update 消息)后，将可读写字段的值读出，并替换对应寄存器中的原始值。
3. 对进入 LCM 模块的 beacon 报文进行检测，若该 beacon 报文是本地 LCM 发出的（可根据 SMAC 地址进行判断），则将该报文进行丢弃。

LCM 模块的整体架构如图 7 所示：

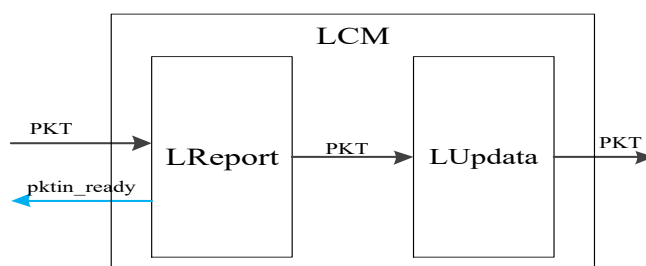


图6 LCM 模块整体架构图

LReport (LCM Report) 模块：负责接收并将来自 PTP 模块的帧发送到 LUpdate 模块（由 LUpdate 模块发送至 ESW 模块）；根据全局时钟进行周期性地上报一个 beacon

报文(周期可自定义,目前方案中暂定的周期为 32ms),当时钟到达预订周期时, LReport 对 PTP 模块进行反压,并构造一个包含当前节点状态信息的 Beacon Report 消息,将其发送到 LUpdate 模块中。

LUpdate (LCM Updata) 模块: 负责在收到来自 LReport 子模块的 Beacon Update 消息帧后,判断该消息帧是否为本地 LCM 发送的,若是则需要丢弃,若不是则利用帧数据字段包含的需更新寄存器的值更新对应的寄存器。若收到的帧非 Beacon Update 消息帧,则直接向 ESW 进行转发。

3.2 ESW 模块

3.2.1 ESW 模块功能

ESW 模块的主要功能有如下:

- 1) 分组类型解析;
- 2) MAC 地址比较;
- 3) 分组转发;
- 4) FAST_metadata 数据的修改以及 TS_MD (TS_metadata) 数据的构造;
- 5) 流量监管。

3.2.2 ESW 模块设计

由于在环形拓扑架构与非环形拓扑架构之间 ESW 模块会有很大的不同,因此下面分两部分进行介绍。

3.2.2.1 环形拓扑架构

ESW 模块主要的功能需求为: 分组类型的解析、比较 MAC 地址、FAST_metadata 的修改以及 TS_MD 数据的构造、分组的转发、流量监管。

分组在进入 ESW 模块之后需要对分组进行解析,并将分组类型传输给 EOS 模块以供 EOS 模块根据分组的不同类型进入不同的队列;若分组的目的是本地直连设备,则直接由 ESW 模块发往 GOE 模块做计数;其他的分组则都往下级模块进行传输。往下级模块传输的分组还需根据流水线中的 bufm 空闲 ID 的多少进行分组的丢弃(仅丢弃非 TS 分组)。

针对 TAP 的需求,将所有需要进行转发的分组都复制一份往 TAP 口进行转发。

设计中将 ESW 模块设计为 3 个模块: ESW 顶层模块、PKE 模块、PAC 模块。具体框架图以及子模块实现如下:

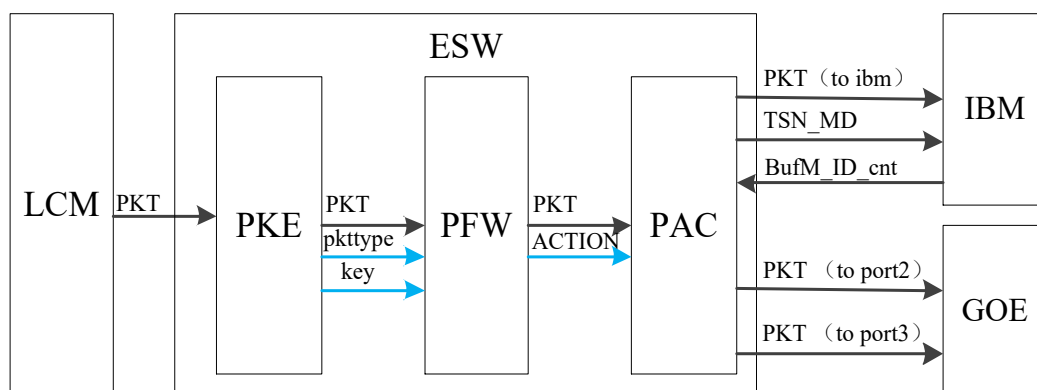


图7 环形拓扑架构的 ESW 模块划分图

PKE (Pkt Key Extract) 模块：判断是带 VLAN 头的分组还是标准以太网分组。若是带 VLAN 头的分组则根据 PCP 值进行分组类型的区分：TS 分组、预约带宽分组、best effort 分组；若是标准以太网分组则根据协议字段进行分组类型区分：ptp 分组、best effort 分组。并将解析的结果写到 pkttype 中；同时提取出分组的三元组{目的 MAC、源 MAC、输入端口}与分组同时传输给 PFW 模块。

PFW (Pkt Find ForWarding) 模块：根据三元组的信息与本地直连设备 MAC 进行比较。源 MAC 比较：根据源 MAC 比较之后判断分组是进行丢弃或继续进行目的 MAC 比较两种处理。目的 MAC 比较：目的 MAC 为全 F、目的 MAC 等于本地直连设备 MAC、目的 MAC 不等于本地直连设备 MAC 三种结果。根据比较结果构造 ACTION 信息。

PAC (Pkt ACTION) 模块：根据 ACTION 中的内容进行分组的转发。单播时：若 ACTION 的输出端口为 2 则将分组 FAST_metadata 数据根据 ACTION 进行修改之后将分组往本地直连设备传输；若 ACTION 的分组输出端口不为 2 则根据 bufm 的空闲 ID 进行分组的丢弃或转发。当 bufm 大于 3（表示 bufm 至少有 4 个空闲块可进行缓存报文），分组都可直接进行 FAST_metadata 修改之后传输分组；当 bufm 等于 3 时，分组类型为 best effort 的需要进行丢弃，其他分组进行正常传输；当 bufm 大于 0，小于 3 时，分组类型为预约带宽或 best effort 的都需要进行丢弃，其他分组进行正常传输；当 bufm 为 0 时，所有报文都进行丢弃。不丢弃时，在分组传输时需要构造 TS_MD。广播时：处理与单播一样的处理方式之外还需要将分组复制一份往 2 号口进行转发。在所有需要进行转发的分组都复制一份转发给 TAP 口。

3.2.2.2 非环形拓扑架构

非环形拓扑架构与环形拓扑架构在整体模块设计上一样，但是各模块功能略有不同，同时在报文输出方向上也不同，下面进行详细介绍。

与环形拓扑架构设计一样将 ESW 模块设计为 3 个模块：PKE 模块、PFW 模块、PAC 模块。具体框架图以及子模块实现如下：

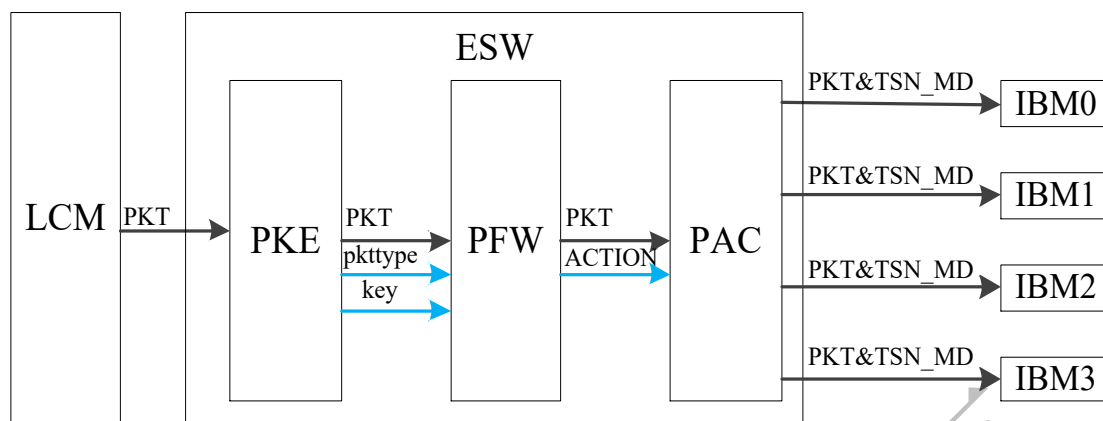


图8 非环形拓扑架构的 ESW 模块划分图

在该架构中与环形拓扑架构的关键数据基本一致，只有 key 字段略有不同。

PKE 模块：判断是带 VLAN 头的分组还是标准以太网分组。若是带 VLAN 头的分组则根据 PCP 值进行分组类型的区分：TS 分组、预约带宽分组、best effort 分组；若是标准以太网分组则根据协议字段进行分组类型区分：ptp 分组、best effort 分组。并将解析的结果写到 pkttype 中；同时提取出分组的二元组{目的 MAC、输入端口}与分组同时传输给 PFW 模块。

PFW 模块：根据报文目的 MAC 地址信息区分报文是广播、组播还是单播报文；如果是单播、组播报文则查找转发表，根据查表结果得到输出端口并进行对报文的处理，转发或丢弃；如果是广播报文，则将报文的输出端口为除了输入端口之外的三个端口。根据分组输出类型、PKE 模块解析报文时得到的报文类型信息以及输出端口，总共三个信息构造 ACTION。另外当用户选了 TAP 功能时，需要丢弃 3 口进的所有报文，同时将交换节点 0、1、2 号口传输的分组往 3 口复制一份输出。

PAC 模块：该模块负责流量监管、构造 TS_MD，以及 TAP 模式的选择，同时将分组根据输出端口进行区分并发送给对应的 IBM 模块。当 bufm 大于 3，分组都可直接进行 FAST_metadata 修改之后传输分组；当 bufm 等于 3 时，分组类型为 best effort 的需要进行丢弃，其他分组进行正常传输；当 bufm 大于 0，小于 3 时，分组类型为预约带宽或 best effort 的都需要进行丢弃，其他分组进行正常传输；当 bufm 为 0 时，所有报文都进行丢弃。不丢弃时，在分组传输时需要构造 TS_MD。

3.3 EOS 模块

3.3.1 EOS 模块功能

为了支持基于 FAST 的 TSN 交换，需要在 EOS 模块实现：

1. 分队列缓存不同类型的报文的 TS_metadata 数据，即使用 Q0、Q1 缓存 TSN 报文的 TS_metadata 数据，使用 Q2 缓存 ptp 和预约带宽报文的 TS_metadata 数据，以及使用 Q3 缓存 best effort 的以太网报文的 TS_metadata 数据；
2. 根据报文优先级调度队列， $Q0 = Q1 > Q2 > Q3$ ；

3. 实现 CQF 调度功能，即使用 Q0、Q1 实现乒乓队列；
4. 基于令牌桶机制对预约带宽流量（即队列 Q2 的 TS_metadata 数据）进行整形；
5. 配置令牌桶参数，目前包含两个，即令牌桶的桶深和往令牌桶中添加令牌的速率；
6. 供其他模块（LCM）读取 EOS 模块相关寄存器信息。

3.3.2 EOS 模块设计

EOS 模块主要的功能是实现 CQF 调度机制，同时基于令牌桶机制对 RC 分组进行整形，若 RC 分组带宽超过预约带宽，则将 RC 分组丢弃信号传给下级模块 EBM（在 EBM 模块将该 RC 分组丢弃）。

在模块中有时间片的奇偶、令牌桶的桶深和往令牌桶中注入令牌的速率三个重要参数需要 LCM 进行配置。

本节主要介绍 EOS 模块的整体架构设计，EOS 模块的整体架构如图 10 所示：

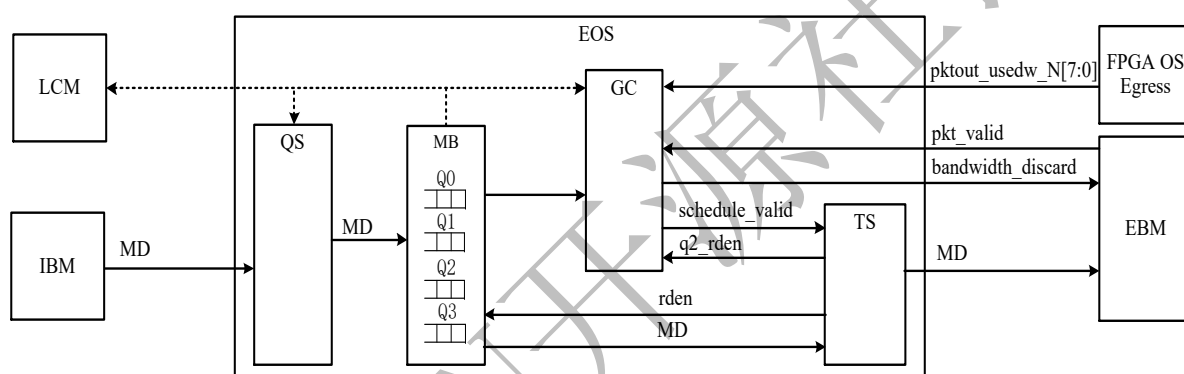


图9 EOS 模块的整体架构

QS（Queue Selecting）模块：队列选择模块，将 TS_metadata 数据写入相应的队列中。根据当前时间槽的奇偶和 TS_metadata 数据[23:21]（表示该 TS_metadata 对应的分组类型字段）决定将 TS_metadata 数据传输到哪个队列：若 TS_metadata 数据[23:21]为 3（表示该 TS_metadata 对应的分组类型为 TS 分组），且当前为奇数时间槽，则将 TS_metadata 数据[8:0]（该分组输出端口号和和 BufM 中缓存的位置 ID）传输到 Q1；若 TS_metadata 数据[23:21]为 3，且当前为偶数时间槽，则将 TS_metadata 数据[8:0]传输到 Q0；若 TS_metadata 数据[23:21]为 2（表示该 TS_metadata 对应的分组类型为 ptp 分组），则将 TS_metadata 数据[19:9]（分组长度字段）置 0（ptp 分组不需要进行流量整形，不需要消耗令牌），若 TS_metadata 数据[23:21]为 1（表示该 TS_metadata 对应的分组类型为 RC 分组），则将 TS_metadata 数据[19:9]减去两拍 FAST_metadata 长度（32 字节），并连同 TS_metadata 数据[8:0]传输给 Q2；若 TS_metadata 数据 [23:21]为 0（表示该 TS_metadata 对应的分组类型为 BE 分组），则将 TS_metadata 数据[8:0]传输给 Q3。

MB（Metadata Buffer）模块：TS_metadata 数据缓存模块，Q0 为缓存 TS 分组的 TS_metadata 数据的偶数时钟队列，Q1 为缓存 TS 分组的 TS_metadata 数据的奇数时钟队列，Q2 为缓存 RC 分组和 PTP 分组的 TS_metadata 数据队列，Q3 为缓存 BE 分组的

TS_metadata 数据队列。等待 TS 模块的 TS_metadata 数据读信号，将相应队列的 TS_metadata 数据读出。

GC (Gate Control) 模块：门控模块。根据当前时间片的奇偶，Q0、Q1 队列是否为空，端口 fifo 是否有足够的空闲空间来判断 Q0、Q1 队列是否可被调度；根据 Q2 队列是否为空，端口 fifo 是否有足够的空闲空间来判断 Q2 队列是否可被调度；根据 Q3 队列是否为空，端口 fifo 是否有足够的空闲空间来判断 Q3 队列是否可被调度；并将 Q0、Q1、Q2、Q3 队列是否可被调度的判断结果传给 TS 模块。同时基于令牌桶机制对 RC 流进行整形，决定 RC 分组是否应在下级模块 EBM 中进行丢弃。

TS (Transmitting and Scheduling) 模块：调度发送模块，根据 GC 模块传来的 Q0、Q1、Q2、Q3 队列是否可被调度的判断结果，对可被调度的队列采用绝对优先级调度策略来调度 MB 模块中队列的 TS_metadata。

3.4 GOE 模块

根据 GOE 模块分析，对 GOE 模块的设计如下图：

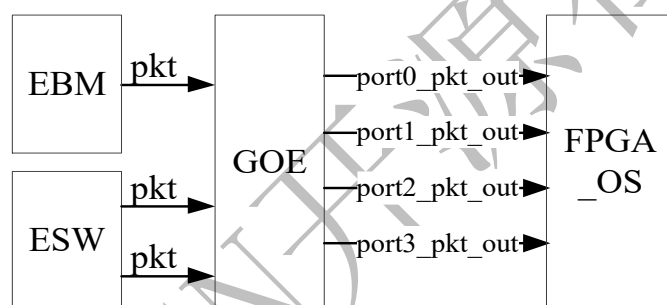


图10 GOE 模块结构图

该模块的功能比较简单，根据进入的分组判断往哪个接口进行传输，之后便将分组传输给对应的接口。同时对所有传输的分组进行计数。

3.5 交换机管理控制

TSN 网络由 TSNSTM 进行统一的配置管理，TSNSTM 对各节点通过 ptp 报文实现管理，ptp 报文通过目的 MAC 来指定需要配置的目的节点。因此各节点都需要拥有自己的一个 MAC 地址，本设计中规定了 TSN 网络节点 MAC 的前 40 位为 00: 06: 06: 00: 00，后 8 位可通过软件进行配置来区分不同的节点。

TSNSTM 知道每个节点的 MAC 地址之后，可发送 ptp 报文进行配置，节点在收到目的 MAC 为本地 MAC 的 ptp 报文之后会提取出报文中的一些特定字段信息对本地寄存器的值进行更新。

每个节点也会按周期向 TSNSTM 上报一个 ptp 报文，该报文携带着节点的一些信息，包括 BufM 使用情况、各模块的计数器等。用户可在 TSNSTM 通过对收到的 ptp 报文信息对各节点的运行状态进行了解，若一个节点或多个节点没有上报的报文可直接在 TSNSTM 便可定位问题是出现在哪个交换机上。