



基于 OTN 的 IP 分流技术研究和应用探讨^{*}

荆瑞泉

(中国电信股份有限公司北京研究院 北京 100035)

摘 要:首先对基于 OTN 的 IP 分流的基本概念进行了介绍,然后分析了 IP 分流的特点与优势,接着对 IP 分流涉及的关键技术进行了讨论,包括互联接口、连接建立方式和 OAM 等,最后分析了基于 OTN 的 IP 分流的经济性。

关键词:IP;OTN;IP 分流

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2013.01.019

Study on the Application of OTN Based IP Offloading Technologies

Jing Ruiquan

(Beijing Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Beijing 100035, China)

Abstract: The basic concept of OTN-based IP offloading was introduced, then the characteristics and advantages of IP offloading were analyzed. The key technologies related to the IP offloading were also discussed, including internetworking interface, connection establishment mode and OAM. Additionally, the economics of OTN-based IP offloading was analyzed.

Key words: IP, OTN, IP offloading

1 引言

随着 Internet、视频以及移动数据等业务的快速发展,骨干网的业务流量在飞速增长。IP 网已经成为传送网最大的客户网络,在骨干网层面,95%以上的传送网带宽都服务于 IP 网络。路由器端口速率也同步向高速化发展,IP 骨干网路由器中已经开始规模应用 40 Gbit/s POS 接口,并已具备提供 100GE 接口的能力。目前 IP 网络普遍采用 IP over WDM 的组网方式,分为核心、汇聚和接入 3 个等级。数据报文从源到目的地通常要经历多跳,业务需要多次转发。在 IP 网核心层,组网模式一般是边缘汇聚路由器(AR)双归属到核心路由器(CR)上,CR 路由器完成 AR 路由器之间的业务转发和疏导。在骨干网络经过核心路由器

的业务流量中,大约有 50%以上属于过境流量。这些过境流量大大加重了核心路由器的负担,占据着核心路由器的宝贵转发资源。

基于上述原因,业界提出了 IP 分流(IP offloading)的概念。IP 分流指针对 IP 网络中核心路由器存在的“穿通流量”,利用 OTN 所具有的低速业务汇聚、调度和端口汇聚能力,在业务量达到一定门限的路由器之间建立传输层直达链路,从而节约核心路由器的接口数量,降低对其容量的要求和网络成本,如图 1 所示。

随着 100 Gbit/s WDM 的大规模部署和 IP 网络结构的扁平化,IP 骨干网中不同区域的汇聚与核心节点之间的流量分布存在很大的不一致性,需要传送网能够提供多颗粒(10 Gbit/s/40 Gbit/s/100 Gbit/s)的业务承载能力。基于

^{*} 国家高技术研究发展计划(“863”计划)基金资助项目(No. 2012AA011304)

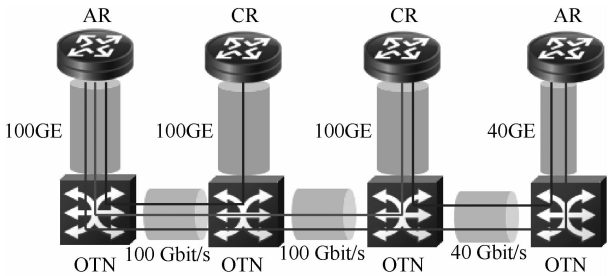


图 1 基于 OTN 的 IP 分流示意

OTN 的 IP 分流可以匹配路由器互联带宽需求与 WDM 传输系统速率的不一致,适应不同段落 IP 链路带宽需求的差异性,促进 IP 网络的扁平化。通过将高速通道化接口和 OTN 的端到端灵活调度能力结合在一起,可以快速响应 IP 网的突发业务需求,实现带宽的灵活调整,提高网络带宽资源的利用率和组网的灵活性,解决网络带宽升级时低速接口的浪费问题,降低总体网络建设成本。

接下来,首先将对基于 OTN 的 IP 分流的基本概念进行介绍。然后分析 IP 分流的特点和优势,包括与 IP 网络扁平化即波长级 IP 分流的比较。接着对 IP 分流涉及的关键技术进行讨论,包括互联接口、连接建立方式和 OAM 等。最后分析基于 OTN 的 IP 分流的经济性。

2 基于 OTN 的 IP 分流的特点与优势

运营商目前实施的 IP 骨干网的扁平化措施可以看作“波长级 IP 分流”,基于 OTN 的 IP 分流与 IP 网络扁平化的主要差异见表 1。

- 基于 OTN 的 IP 分流的优势包括以下几点:
- 通过采用高速子接口方式组网,可以解决网络带宽升级时(如 10 Gbit/s 升级到 40 Gbit/s)低速接口的浪费问题,并提高设备槽位利用率;
 - 在 100 Gbit/s 时代,IP 分流可以促进 IP 网络的扁平

表 1 IP 分流与 IP 网络扁平化的主要差异

	IP 网络扁平化	IP 分流
电路带宽颗粒	波长级	子波长级(ODUk, k=0,1,2,3,flex)
端口汇聚	不支持	支持
路由器不同接口类型匹配	不支持	支持
路由器统一接口类型	不支持	支持

- 化,提高网络带宽资源的利用率和组网的灵活性,降低总体网络建设成本;
- 通过将高速子接口和 OTN 的端到端灵活调度能力结合在一起,可以快速响应 IP 网的突发业务需求,实现带宽的灵活调整;
 - 高速子接口应用可以统一设备接口类型,减少接口和备板数量,降低维护成本。

3 IP 分流的关键技术

基于 OTN 的 IP 分流涉及的关键技术包括互联接口、连接建立方式和 OAM 协同机制等。

3.1 互联接口

为了实现基于 OTN 的 IP 分流,路由器与 OTN 之间需要采用通道化的互联接口,通道化接口的实现方式可基于 VLAN、MPLS LSP 或 ODUk。

以太网子接口方式采用 VLAN 或 MPLS 标签进行流量的区分,路由器对不同的流量采用不同的 VLAN 或 MPLS 标签,通过 40 GE/100 GE 接口与 OTN 设备对接。OTN 设备根据 VLAN 或 LSP 标签对 IP 流量进行调度,如图 2 所示。VLAN 和 LSP 两种方式实现的功能相同,具体方式的选择需要考虑设备支持情况、OAM 能力等因素。

通道化的 OTN 接口采用 ODUk 子接口方式,路由器将去往不同方向的流量映射进不同的 ODUk/ODU flex,

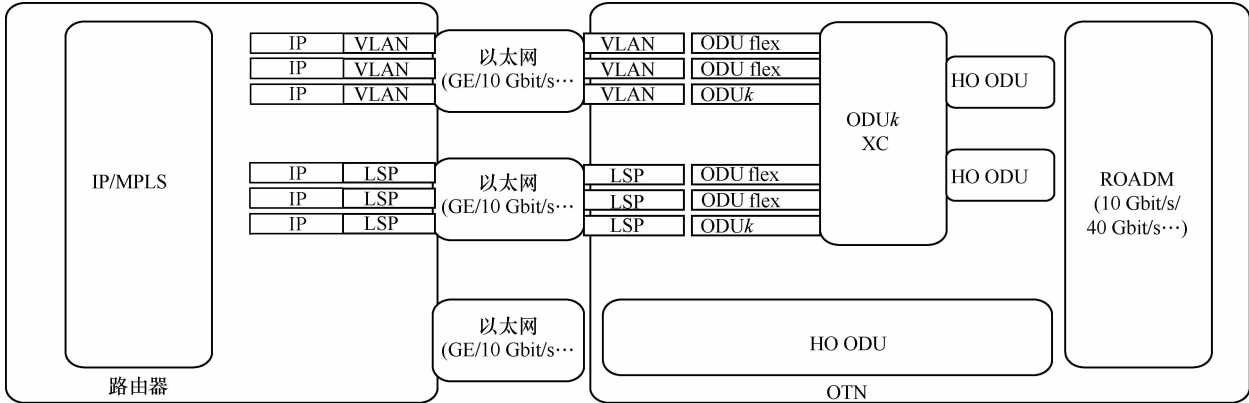


图 2 以太网子接口



并通过 OTN 接口与 OTN 设备对接,OTN 设备根据 ODU_k 时隙对 IP 流量进行处理和调度,如图 3 所示。

互联接口类型的选择需考虑设备支持情况、OAM 能力和成本等因素。目前路由器和 OTN 设备对 40 Gbit/s/100 Gbit/s 通道化接口的支持还不成熟。OTN 设备预计到 2013 年可以提供支持 VLAN 功能的 40 GE/100 GE 接口以及通道化的 100 Gbit/s OTN 接口。路由器方面,主流厂商都还没有支持通道化的 100 Gbit/s OTN 接口的计划,因此初期只能采用以太网接口。目前基于 VLAN 的以太网接口的 OAM 能力还比较差,包括端到端的误码检测和保护触发机制等。为了推动 IP 分流的部署应用,需要对通道化接口的实现方式和 OAM 功能进行规范和完善。

3.2 连接建立方式

IP 与 OTN 协同组网时的连接建立方式有静态和动态两种。静态方式指人工通过网管进行连接的配置,包括 VLAN ID、带宽、保护方式等的配置。动态方式指在路由器和 OTN 设备上启用 GMPLS UNI,在网管上完成基本参数

的配置后,通过 GMPLS 协议实现邻居自动发现和连接的自动建立,并可根据流量变化动态调整链路带宽,如图 4 所示。GMPLS UNI 有助于跨层链路的建立,路由器通过 GMPLS UNI 功能向光网络层发起链路的建立,其携带链路带宽、QoS、链路节点、链路节点风险组等信息,能够快速在光网络层建立满足其要求的直通链路。

基于路由器和 OTN 设备对 GMPLS UNI 的支持情况,建议初期采用静态方式,后续进一步研究引入 GMPLS UNI 动态方式的可行性。

3.3 OAM 机制

IP 与 OTN 协同组网时的 OAM 能力包括性能管理和故障管理两个方面。当采用 OTN 接口互联时,所涉及的 OAM 机制如图 5 所示。

当采用以太网接口互联时,所涉及的 OAM 机制如图 6 所示。

以太网和 OTN 子接口的 OAM 能力比较见表 2。

虽然以太网标准已经支持误码性能的检测,但是

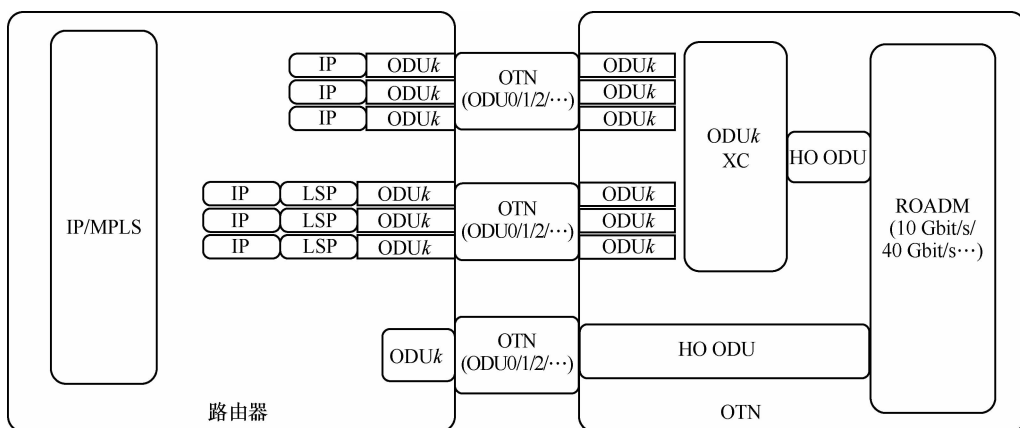


图 3 通道化 OTN 接口

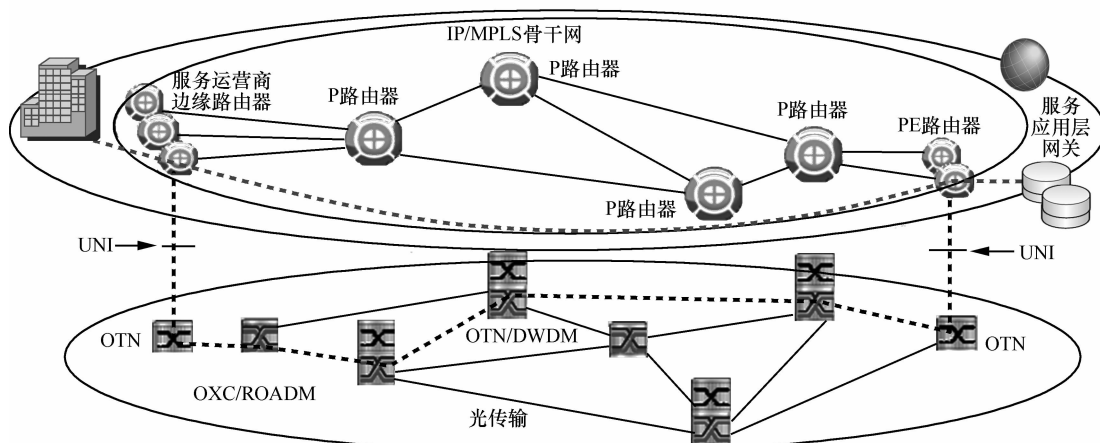


图 4 GMPLS UNI 方式示意

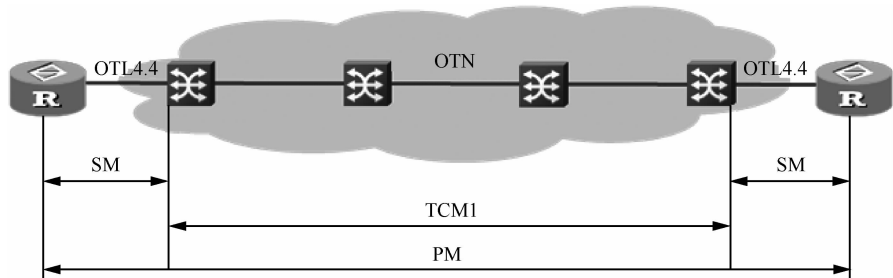


图 5 采用 OTN 接口互联时的 OAM 机制

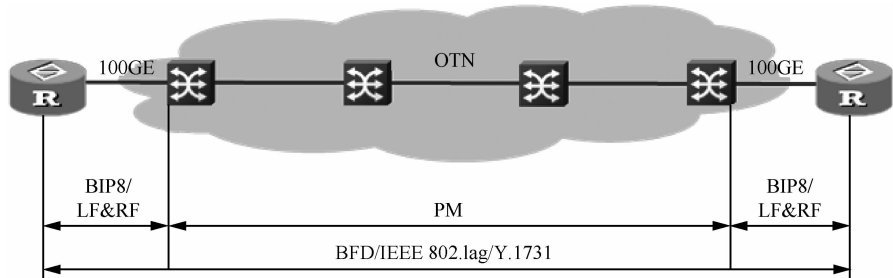


图 6 采用以太网接口互联时的 OAM 机制

表 2 以太网和 OTN 子接口的 OAM 能力比较

	以太网子接口 (VLAN)	通道化 OTN 接口
物理链路误码检测	PCS BIP8	OTU _k BIP8 和 SD/SF
端到端误码检测	Y.1731	ODU _k BIP8 和 SD/SF
物理链路故障检测	LF&RF	OTU _k AIS、BDI 等
端到端故障检测	BFD, IEEE 802.1ag	ODU _k AIS、BDI 等

路由器以太网接口对于端到端的误码检测的支持情况还很不好。

4 基于 OTN 的 IP 分流的经济性

根据上述基于 OTN 的 IP 分流的组网思路, 本文比较了 IP over WDM 和 IP over OTN 两种组网方式的建网成本。成本比较的网络模型如图 7 所示。

IP over WDM 网络模型如下:

- 节点 1~节点 9 为核心层路由器, 核心层节点之间全互联;
- 节点 11~节点 16 为汇聚层路由器, 每个汇聚路由器双上联到两个核心路由器;
- 路由器之间采用 40 Gbit/s WDM 连接。

IP over OTN 网络模型如下:

- 在 IP over WDM 网络模型的基础上, 在设置路由器的位置同时部署 OTN 设备。
- 核心层 OTN 节点之间实现全互联, 每个汇聚 OTN 节点至少与两个核心 OTN 节点相连, OTN 节点之

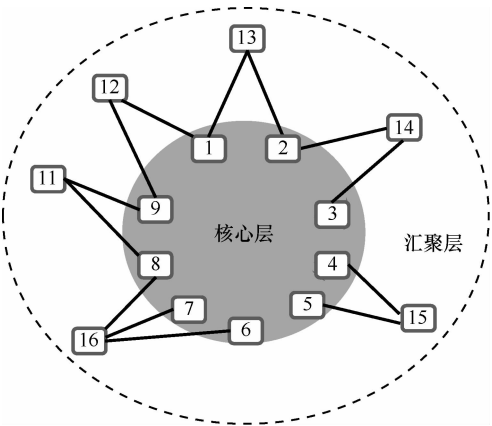


图 7 成本比较网络模型

- 间的连接采用 40 Gbit/s 波道;
- OTN 汇聚节点负责低速业务的汇聚, 核心节点负责低速业务的疏导和调度;
 - 汇聚层路由器与所有的核心路由器采用 ODU_k 电路实现全互联。

表 3 给出了成本比较的流量需求模型。

成本估算假定条件如下:

- 一条等效 40 Gbit/s 电路节省核心路由器 2 个 40 Gbit/s POS 接口 (80 万元/个);
- 一条等效 40 Gbit/s 电路需要经过 3 个 OTN 节点 (中间的 OTN 设备进行 10 Gbit/s→40 Gbit/s 的复用和调度), 因此需要 2 个 40 GE (3 万元/个) 和 4 个 OTU3 (6 万/个) 接口。



表 3 流量需求模型 (Mbit/s)

节点	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	19 529	145 321	44 941	83 983	137 956	50 032	60 098	3 502	97 590
12	18 317	199 911	62 759	99 241	48 026	81 324	189 175	4 170	154 241
13	127 728	187 805	62 710	166 225	65 827	119 958	66 409	15 654	202 499
14	107 367	212 863	76 968	212 635	71 936	69 545	71 777	13 243	209 000
15	95 486	190 550	56 289	171 616	48 339	142 597	63 677	13 737	165 411
16	23 730	93 372	33 492	52 093	99 453	53 208	42 010	3 201	94 759

表 4 IP over OTN 的经济性分析结果

汇聚节点	转接流量减少量	等效 40 Gbit/s 电路数	节省路由器接口成本(万元)	增加 OTN 成本(万元)	整体节省成本(万元)
11	39%	13	2 080	390	1 690
12	32%	12	1 920	360	1 560
13	42%	18	2 880	540	2 340
14	51%	22	3 520	660	2 860
15	52%	20	3 200	600	2 600
16	41%	10	1 600	300	1 300
合计		95	15 200	2 850	12 350

IP over OTN 的经济性分析结果见表 4。可以看出,与 IP over WDM 相比,采用 IP over OTN 方式可以大幅度减少核心路由器的转接流量,从而降低整体的网络建设成本。

5 结束语

通过 IP 与 OTN 的协同组网可以节省核心路由器的接口数量,降低对其交换容量的要求,从而降低总体的网络建设成本。随着骨干网链路速率的不断提升和 IP 网络的扁平化,IP 与 OTN 协同组网的必要性越来越大。目前路由器和 OTN 设备对高速通道化接口的支持还不完善,而通道化接口的引入将对网络规划和维护方式产生一定的影

响。为了推进 IP 与 OTN 协同组网的部署应用,需要 IP 与传输两个专业密切合作,共同完善互通接口的标准规范,协同进行网络规划。

参考文献

- 1 Jinno M, Takara H, Sone Y, *et al.* Multiflow optical transponder for efficient multilayer optical networking. *IEEE Communications Magazine*, 2012, 50(5):56~65
 - 2 李俊安,李阳军. IP 和光网络协同技术研究.CCSA, 2012
- 【作者简介】荆瑞泉,男,中国电信股份有限公司北京研究院高级工程师,主要研究方向为 OTN、PTN、以太网传送技术、IP 与 OTN 联合组网等。

(收稿日期:2012-12-05)

· 简讯 ·

今年“5.17”主题确定 ——信息通信技术与改善道路安全

记者从国际电信联盟(以下简称国际电联)新闻处和工业和信息化部国际合作司获悉,2013 年世界电信和信息社会日的庆祝主题已经确定为“信息通信技术与改善道路安全(ICTs and Improving Road Safety)”。

自 1969 年起,每年 5 月 17 日庆祝的“世界电信

日”,既是国际电联于 1865 年的成立日,也是同年签署第一份《国际电报公约》的纪念日。2006 年 3 月,就信息社会世界峰会提出的建议,联大通过决议将每年的 5 月 17 日同时定为“世界信息社会日”。2006 年 11 月召开的国际电联全权代表大会做出决定,将“双节”合并。自 2007 年开始,每年的 5 月 17 日正式成为世界电信和信息社会日。

(来源:人民邮电报 作者:郭庆婧)