

互联网骨干网省际节点裂变下 OTN 干线传送网组网研究

Research on Networking of OTN Trunk Transmission Network Under
Inter Provincial Node Splitting of Internet Backbone

陈常梅,孙磊,朱文安,周欣(中国移动通信集团设计院山东分公司,山东 济南 250001)

Chen Changmei, Sun Lei, Zhu Wen'an, Zhou Xin (China Mobile Communications Group Design Institute Co., Ltd. Shandong Branch, Ji'nan 250001, China)

摘要:

分析了互联网骨干网省际节点裂变对 OTN 干线传送网业务需求的影响,着重从网络结构、新技术应用方面研究相应的组网方案及策略,提出 OTN 干线传送网结构扁平化、MESH 化及网络融合的趋势,并分析了光缆出局路由优化方案和 OTN 网络割接方案。

关键词:

省际节点;干线传送网;OTN;组网

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2023.12.015

文章编号:1007-3043(2023)12-0073-05

中图分类号:TN913

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

It analyzes the influence of Internet backbone inter provincial node splitting on the service requirements of OTN trunk transmission network, focuses on the research of the corresponding networking scheme and strategy from the aspects of network structure and new technology application, proposes the trend of flat structure, MESH structure and network integration of OTN trunk network, and analyzes the optical cable outgoing routing optimization scheme and OTN network cutover scheme.

Keywords:

Inter provincial node; Trunk transmission network; OTN; Networking

引用格式:陈常梅,孙磊,朱文安,等. 互联网骨干网省际节点裂变下 OTN 干线传送网组网研究[J]. 邮电设计技术, 2023(12): 73-77.

0 引言

互联网骨干网(Internet Backbone)业务电路作为通信运营商干线传送网的最大承载需求,其业务带宽约占干线传送网总带宽的 80% 以上,其网络结构和业务需求变化将直接影响干线传送网的组网方案和电路配置。互联网骨干网省际节点作为上联全国骨干网、下联省内骨干网的关键节点,其网络结构变化对干线传送网影响很大。随着视频、VR、IPTV、游戏、专线等业务的开展,互联网骨干网业务带宽迅速增长,

省际节点压力增大,需要进行裂变。本文针对互联网省际节点裂变场景的干线传送网组网方案进行分析,也可为后续持续裂变提供参考。

1 业务电路需求分析

初始设置 1 对互联网骨干网省际节点,由于互联网出省业务量增大,1 对省际节点的处理能力会逐渐不能满足要求,需要增加节点,初期配置会由 1 对变成 2 对节点,如图 1 所示。后期随着互联网发展,省际节点还会继续裂变,同一省内可能会设置多对省际节点。本文以互联网骨干网省际节点 1 对裂变为 2 对的情形为例进行业务需求分析,节点裂变为更多对时的

收稿日期:2023-10-25

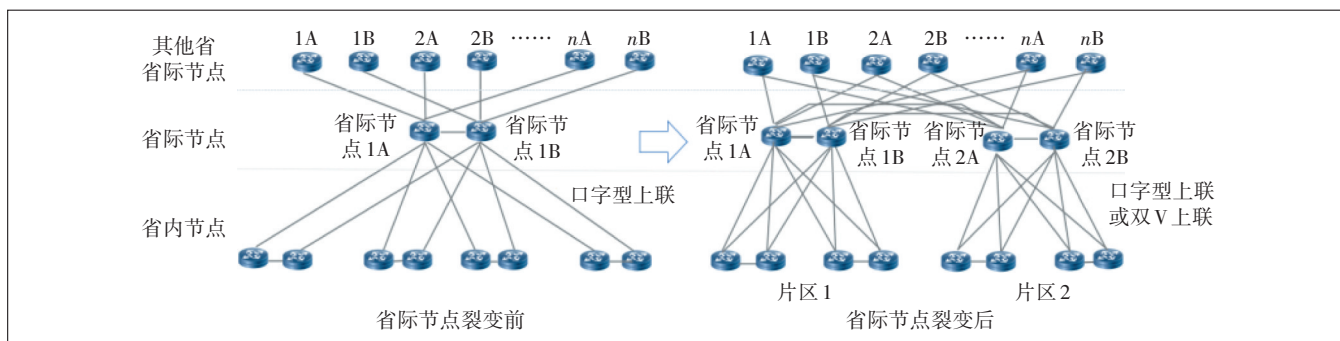


图1 互联网骨干网省际节点裂变示意

变化趋势类似。省内设置1对省际节点时一般设置在省会城市,裂变后省际节点很可能下沉到地(市)。由图1可见,省际节点裂变后链路情况较原来复杂。为保证网络质量和时延,各省省际节点之间均设直达链路,采用成对节点间的口字形连接,新增省际节点上联至其他省省际节点的链路局向增加较多,下联至省内节点的链路可延续原口字型连接,也可调整为灵活但电路数量需求多的V字形连接,可划分片区,同省的省际节点之间也有互联链路。

互联网骨干网省际节点链路带宽较大,上联和互联电路一般由省际OTN(Optical Transport Network)承载,下联电路由省干OTN承载。省际节点裂变对传送网的需求,除业务电路局向和数量变化外,其他趋势如下。

a) 电路带宽增加较多。互联网业务发展迅猛,根据近几年统计资料,省际业务流量以平均每年20%~30%的速度增加,省际节点上联和下联电路带宽均相应增加迅速。电路颗粒当前以100GE电路为主,后期可能向400GE甚至更大颗粒发展。

b) 电路路由更加复杂。出于网络安全性考虑,上联电路、互联电路一般均要求同一局向有2个不同的物理路由,下联电路V字形和口字形连接也有不同路由的要求,这种安全性需求导致干线光缆路由需求更多,电路数量较传统规划也会增加,传送网电路路由规划会更加复杂。

c) 时延要求更加严格。互联网骨干网承载的很多业务对时延要求严格,相应要求传输电路时延尽可能缩短,同一局向的不同路由电路时延差值不能过大,例如有的运营商目前要求时延差值不能大于50%,后期可能为30%以内。在干线传输系统中,光纤产生的时延占总时延比例较大,只有将省际节点间的光纤路由尽可能缩短,才能降低时延。对时延差值的要求进一步强调了丰富光缆路由的必要性。

d) 电路灵活调整能力需要提高。互联网骨干网节点下沉,网络结构更趋扁平化,而且后期下沉趋势还会持续,相应会引起传输组网变化及电路不断调整,干线传送网传输电路灵活调整能力需要提高。

2 OTN干线传送网组网方案研究

互联网骨干网省际节点裂变情形下,传送网的网管、保护等方面与以往OTN系统差异不大,本文主要从网络结构、新技术应用、传输基础资源、网络割接等方面进行OTN组网方案变化研究。

2.1 网络结构演进趋势

目前,省际骨干传送网OTN系统一般为网状结构,业务节点部署在省会级城市。随着互联网骨干网省际节点裂变下沉,省际传送网节点将部署到相应地(市),并需开通至全国各省互联网省际节点的业务电路。为满足业务需求,省际骨干传送网OTN系统需新增地(市)省际节点,新建OTN复用段,并参照网络低时延的要求优化光通道路由,进行OTN波道配置调整。省际骨干传送网节点增加并进一步下沉到地(市),与原地(市)出省电路经省内骨干传送网转接到省际骨干传送网相比,省际传送网网络结构更加趋向扁平化。

当前省内骨干传送网OTN系统的组建以环网为主,有的省份建有少量网状调度结构,业务流量主要为地(市)节点至省会级城市节点。随着骨干网省际节点裂变下沉,省内互联网业务的汇集中节点已经由省会节点扩展到地(市)节点,业务电路在省内由口字形转变为V字形电路连接,电路局向更加复杂,促使省内骨干传送网OTN的网络结构进一步由环型向网状网结构发展,图2为某省的省干OTN发展趋势示意。省干OTN的MESH网络结构搭建完成后,可以按需进行复用段扩容,不需要每次电路扩容均涉及整个OTN

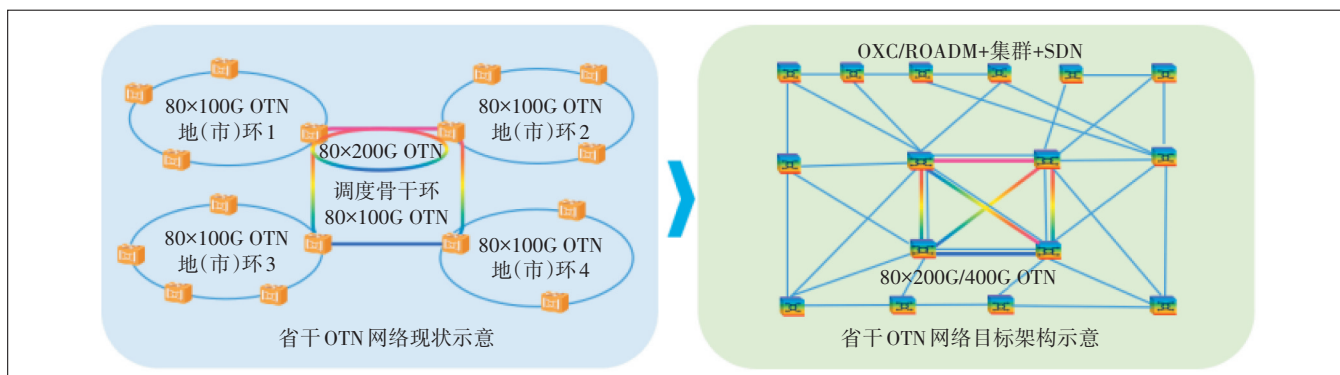


图2 省内干线OTN网络结构发展趋势示例

环,网络建设更加灵活。同时,网络加载SDN后,可增强网络智能性和安全性。

由对省际、省内骨干传送网OTN组网分析可见,两者组网结构日益趋同;随着省际骨干传送网下沉覆盖更多地(市)节点,2个网络的覆盖范围也有更多重叠。从网络覆盖和结构2个方面来看,调整网络分层,将省际、省内骨干传送网OTN网络作为一张网规划可能会成为未来的发展趋势。省际、省内骨干传送网OTN融合为一张干线OTN传送网的优势如下。

- a) 促进干线传送网络扁平化,跨层电路不需要网间UNI接口转接,减少电路绕转,降低网络时延。
- b) 减少重叠节点传输设备的重复建设,统一网络规划,节省投资。
- c) 全网可通过SDN统一管控,电路调度快速灵活。OTN传送网作为综合承载平台,SDN统一管控除满足互联网骨干网业务电路需求外,也有利于政企专线等电路的开通。

目前,2张网络融合存在的问题是运维管理层级及网络节点增多的网管压力。随着互联网骨干网省际节点进一步裂变下沉,省际传送网地(市)节点增多,同一节点建设一套传输设备可以满足多种业务需求,对网络运维而言能够减少需要维护的设备数量,逐渐呈现对运维管理有利的趋势。OTN网络管控能力的增强也使得省际、省干OTN网络合并造成的网络节点数量压力能够逐步得以减轻。

2.2 新技术应用广泛

2.2.1 大容量OTN系统应用

大带宽和大颗粒业务需求需要容量更大的OTN系统。目前干线传送网普遍为80x100G系统和80x200G系统,未来需要采用Nx400G OTN系统甚至更高速率的系统进行组网,组网进度取决于技术进展和设备成熟度。

2.2.2 光电混合交叉技术应用

省际骨干传送网作为各种业务的综合承载平台,OTN光电混合交叉是非常有效的技术手段。省际节点业务电路主要为100GE及以上颗粒,比较适用于波长级交叉,在OTN系统采用光交叉是一种合适的方式。OTN电交叉则能充分实现各种业务颗粒的灵活调度,是实现OTN智能特性的主要手段。在骨干网省际裂点情形下,光电混合交叉能够使OTN系统进行大颗粒业务电路的高效灵活调度。当前全光背板的光交叉OXC价格较高,也可采用传统ROADM。

2.2.3 集群技术应用

在省际、省内骨干传送网承载业务比较固定的情况下,OTN集群设备由于功耗比较大,技术优势并不突出。但随着干线承载网业务量的增大,业务电路开始有较多的调整优化需求,需要增加调度灵活性。在网络建设中、后期,会出现挖潜、利旧原有电路资源的需求,此时OTN电层机架的跨架交叉及功耗限制可能导致机架无法扩容,严重限制原有传输资源的再调整使用。对于大型传输节点来说,采用集群技术组网可以突破电层机架限制,便于电路灵活调度,提升资源利用效率。在大型干线传输节点采用集群技术,将不同的OTN电层机架形成一个传输资源池,将OTN系统的电交叉能力提升到几百T,集群内可跨架交叉,对于灵活调整电路、充分利旧原有传输资源非常有效。采用集群技术时需要提前部署,OTN网络建成后再增加集群的难度较大。

2.2.4 智能规划设计工具应用

互联网骨干网省际节点裂变等情形使得干线OTN传送网容量增大,业务节点增多,电路数量增加迅速。对于OTN干线传送网这种大型复杂网络的规划设计来说,需要更多地借助智能化的网络规划设计

工具来完成,例如通过仿真工具计算OSNR和智能规划平台进行波道组织规划等。

2.3 OTN组网对传输基础资源要求提高

2.3.1 机房楼光缆出局路由优化

互联网骨干网省际节点机房,需要开通至全国各省际节点的长途出省电路,且有同局向业务电路不同物理路由分担的要求,对局(站)的出局路由提出了很高的要求。经分析,有的局(站)需要4个及以上的出局光缆路由,且根据组网需求,各条光缆路由之间存在一定的互斥关系,不能存在物理同路由。传统通信机房楼一般为双路由管道进出局,难以满足干线传送网组网要求。

增加机房楼光缆出局路由有2种优化方案,一种方案是单机房楼增加出局路由,另一种方案是同城多节点协同路由优化。采用单机房楼增加出局路由方案时,单机房楼至少需要增加到3个以上的独立物理出局管道路由,否则干线传送网组网将受到很大限制,但由于建筑、道路等限制,单机房楼增加路由的难度很大,较难实施。同城多节点协同路由优化方案,针对同一城市多个干线节点位于不同机房楼的情况,每个机房楼具有2个以上管道出局路由,可将干线光缆分散接入不同机房楼,通过多条局间中继光缆将不同机房楼出局干线光缆路由组合起来,形成多个光缆路由,满足其互斥要求,达到同局站多个管道出局路由的效果。这种方案实施难度相对较小,实际应用较多,但要求干线光缆建设时提前合理进行机房楼入局

规划。图3为3个局(站)的同城多节点协同路由优化方案示例,设备均安装在局(站)A,但通过不同局(站)的光缆调度,可实现单局(站)无法实现的光缆路由互斥目标。

2.3.2 光缆资源优化要求

为了降低网络时延和提高网络安全性,需要进行干线光缆的优化提升,建设更多路由、更短路径的直达光缆。由于长途干线光缆建设需要结合高铁、高速公路等建设,建设周期长,更需要抓住契机,提前进行光缆规划和建设部署。

为了提升干线传送网安全性,市区核心局(站)间需要建设直达局间中继光缆,对于楼层间光缆的双路由也有明确要求。

2.4 OTN网络割接方案分析

互联网骨干网省际节点裂变过程中涉及大量传输电路,由于新增互联网省际节点和原有传输省际节点不吻合,可能引起传输节点的搬迁、割接;基于节省投资考虑,原有传输省际节点的部分出省长途电路需要延伸到新省际节点,会存在电路割接问题。对2种类型的割接方案的分析如下。

2.4.1 传输节点割接方案

传输节点割接需结合机房调整和传输系统需求。对于大型干线传输业务节点,若已经安装较多设备且已开通较多落地业务,一般不建议将原有传输系统搬迁、割接,可在建设新干线传输系统时择机使用新机房进行OTN部署,满足业务电路需求。对于安装设备

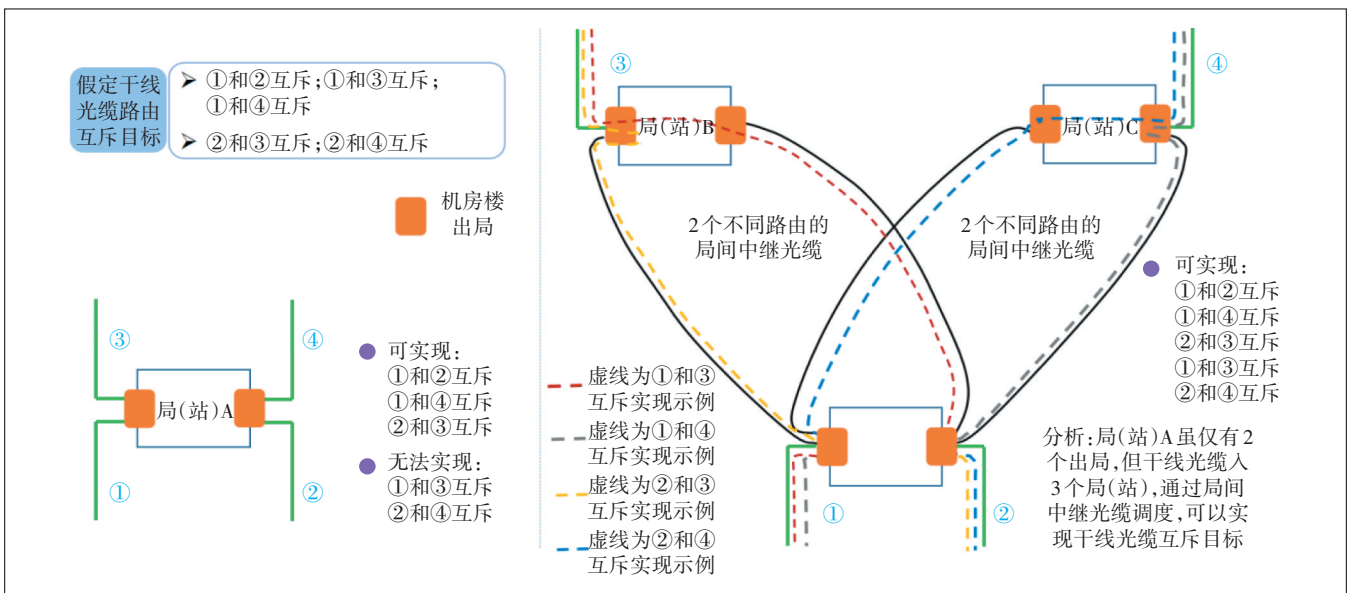


图3 同城多节点协同路由优化示例

较少,且开通业务电路较少、复用段剩余波道较多、现有机房装机空间不足的情况,可以搬迁干线 OTN 设备到装机条件较好的新机房,对整个传输节点进行割接,避免同一 OTN 平台光层和电层机架分离。

2.4.2 电路割接方案

互联网骨干网省际裂点下沉后,存在将原传输省际节点部分出省长途电路延伸割接到新增省际节点的情况。以某个原省际节点延伸转接的 100GE 电路为例进行方案比较分析,假设共转接 100 条电路,电路原已开通至 A 节点,如图 4 所示。

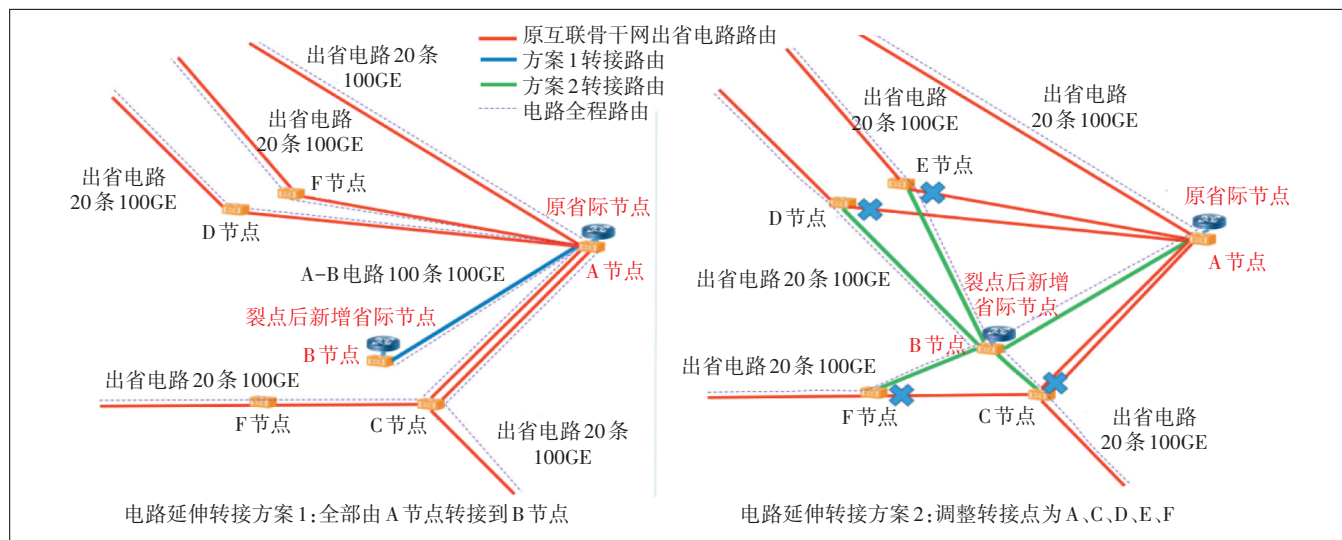


图 4 省际节点电路延伸转接方案示意

延伸转接方案 1 是常规的电路延伸转接方案,仅考虑新建 A 节点到 B 节点的电路,将 A 节点长途出省电路直接转接到 B 节点,电路启用时全部在 A 节点采用支路转接方式割接。此方案最简单,但业务电路除带宽外,还有安全和时延等要求,此方案不能完全满足业务需求。从网络安全考虑,此方案存在 A 节点失效时,所有经过 A 节点转接到某一局向的双路由电路全部失效的情况,降低了网络安全性。另一方面,对于电路时延而言,此方案有些局向的业务电路存在路由迂回,时延增大。

延伸转接方案 2 对延伸转接方案 1 进行优化,在 C、D、E、F 节点就近转接业务电路至 B 节点,A、C、D、E、F 这 5 个节点每节点转接 100GE 电路 20 条,电路绕转减少,平均电路路由缩短,并且在可选路由增多后,可通过路由调整,满足双路由安全性要求。由于业务电路整体历经节点减少,通过合理组网及配置,也可降低设备投资,并可腾退部分设备板卡。方案 2 的电路割接方式依据网络路由和设备有不同选择,可能有新增 OTU 支路转接、新增 OTU 电交叉割接、利旧 OTU 支路转接、利旧 OTU 电交叉割接等多种方式。方案 2 的缺点是电路割接涉及节点较多,割接方案比较复杂,实施难度大。

3 结束语

通信运营商干线传送网与互联网骨干网紧密协调,可以充分发挥干线网络的承载能力,在算力网络、互联网、政企专线等业务承载方面具有优势。业务网的电路需求会随时间和市场发生变化,传送网技术也在不断发展,面对新业务需求,干线传送网会不断面临挑战,目前对于干线融合组网等的发展趋势尚无定论,组网方案结合技术和设备发展会有更多的选择,需要继续研究,寻求更优化的网络部署策略。

参考文献:

- [1] 周敏,张健,王寅. 全光交换网络的技术发展与演进趋势[J]. 电信科学, 2019, 35(4): 16-23.
- [2] 袁海涛,张国新,周鹤. ROADM 技术在骨干传送网的组网策略研究[J]. 邮电设计技术, 2018(4): 17-22.
- [3] 孙冀,戴广舂,杨天普,等. OTN 集群技术工程应用研究[J]. 电信工程技术与标准化, 2019, 32(3): 81-86.

作者简介:

陈常梅,高级工程师,硕士,长期从事光通信网络规划设计工作;孙磊,高级工程师,硕士,长期从事有线通信网络规划设计工作;朱文安,高级工程师,硕士,长期从事有线通信网络规划设计工作;周欣,工程师,硕士,长期从事有线通信网络规划设计工作。