

传输网络优化解决方案及资源调配策略

王磊

华信咨询设计研究院有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i8.8319

[摘要] 随着5G、物联网、云计算、大数据等新兴技术的快速发展，数据流量呈现爆发式增长，对传输网络的性能和资源管理提出了更高要求。本文对传输网络优化解决方案及资源调配策略进行了分析，旨在提升传输网络的传输效率、降低运营成本，增强网络的可靠性与灵活性，为通信行业及相关领域提供科学有效的网络优化与资源管理思路。

[关键词] 传输网络；网络优化；资源调配；网络架构

Transmission network optimization solutions and resource allocation strategies

Wang Lei

CEFC Consulting Design and Research Institute Co., Ltd.

[Abstract] With the rapid development of emerging technologies such as 5G, Internet of Things, cloud computing, and big data, data traffic has shown explosive growth, which puts forward higher requirements for the performance and resource management of transmission networks. This paper analyzes the transmission network optimization solutions and resource allocation strategies, aiming to improve the transmission efficiency of the transmission network, reduce operating costs, enhance the reliability and flexibility of the network, and provide scientific and effective network optimization and resource management ideas for the communication industry and related fields.

[Key words] transmission network; network optimization; resource allocation; Network architecture

引言

传输网络作为信息传输的基础通道，其性能直接影响着通信服务质量、数据传输效率以及业务的连续性。然而，当前传输网络普遍存在带宽不足、网络拥塞、资源分配不合理、运维成本高等问题，制约了网络的进一步发展和应用。因此，研究传输网络优化解决方案及资源调配策略，对于提升传输网络性能、满足日益增长的业务需求、推动信息产业发展具有重要的现实意义。

1 传输网络现状与问题分析

1.1 网络架构问题

传统传输网络架构层级较多，从骨干网、城域网到接入网，层级间数据传输路径长，增加了传输时延和网络故障风险。在一些老旧的城域网中，数据需要经过多层设备转发，导致数据传输效率低下。固定的网络架构难以快速适应业务需求的动态变化，当出现突发业务流量或新业务部署时，网络无法及时进行资源调整和优化，影响业务的正常开展。

1.2 技术设备问题

部分地区的传输网络设备使用年限较长，性能下降，存在稳定性差、故障率高的问题。老化设备的维护成本不断增加，且难以满足高速率、大容量的数据传输需求。一些传输网络仍在使用传统的传输技术，如PDH（准同步数字系列），相较于SDH（同步数字系列）、OTN（光传送网）等先进技术，其带宽利用率低、传输效率差，无法适应现代数据业务的发展。

1.3 资源调配问题

不同区域、不同业务之间的网络资源分配不合理，存在部分区域资源过剩，而部分区域资源严重不足的现象。例如，在一些城市中心区域，由于业务需求集中，网络带宽紧张；而在偏远地区，网络资源却未得到充分利用。传统的资源调配方式主要依靠人工规划和配置，缺乏对网络流量和业务需求的实时感知和动态响应能力，无法实现资源的高效利用。

1.4 流量管理问题

在网络流量突发增长时，如大型活动直播、节假日网络购物高峰期等，网络无法及时处理大量涌入的数据流量，容易导致网络拥塞。缺乏对不同类型业务流量的精细化分类管理，无

法根据业务的优先级和需求提供差异化的服务质量保障，影响关键业务的正常运行。

2 传输网络优化解决方案

2.1 网络架构优化

推进传输网络架构的扁平化改造，减少网络层级，缩短数据传输路径。例如，在城域网中，采用核心层-接入层的两层架构，取代传统的核心层-汇聚层-接入层三层架构，降低数据传输时延，提高网络可靠性。同时，引入 SDN（软件定义网络）技术，实现网络的集中控制和管理，增强网络的灵活性和可编程性，使网络能够快速响应业务需求的变化。构建弹性可扩展的网络拓扑结构，采用环形、网状等组网方式，提高网络的冗余性和可靠性。当网络中某一节点或链路出现故障时，数据能够通过其他路径进行传输，保障业务的连续性。此外，利用虚拟化技术，将物理网络资源虚拟化为多个逻辑网络，实现网络资源的灵活分配和共享，满足不同业务的差异化需求。

2.2 数据路径优化

数据路径优化的目标是减少传输链路中的中间环节，降低协议开销并提升整体效率。传统协议栈由于多次封装和解封装增加了延迟，而复杂的路径设计则导致不必要的网络跳数。优化路径的核心方法包括：1) 通过引入直连技术或调整拓扑结构，减少中间节点的数量；2) 采用批处理技术，将多个数据包合并为单个批次以减少传输启动开销；3) 结合基于缓存的路径优化策略，避免重复传输和路径冗余。具体实现中，批处理优化可通过 GRO (Generic Receive Offload) 技术减少内核态的包处理次数，而路径调整结合网络拓扑分析算法（如最短路径优先算法，Shortest Path First）可显著降低链路延迟和资源消耗。这些方法已在内容分发网络 (CDN) 和高效文件传输场景中广泛应用。

2.3 快速重传与拥塞控制优化

拥塞控制是影响网络数据传输效率的核心因素。传统 TCP 协议的拥塞控制机制（如 Reno 或 CUBIC）通过监测丢包或延迟来调整窗口大小，但在高带宽低延迟的网络中，这些机制难以充分发挥传输潜力。改进算法通过实时测量网络瓶颈带宽和往返时延 (RTT)，基于带宽估计和速率调整优化传输效率。与传统算法不同，BBR 依赖于速率控制而非丢包判断，从而减少了网络资源浪费，提高了带宽利用率。快速重传机制作为拥塞控制的补充，通过提前确认丢包并立即重传减少传输中断。结合快速重传和 BBR 算法的优化方案，可实现更高的带宽利用率和更低的传输延迟，特别适用于视频流媒体、分布式存储等需要稳定高效传输的场景。

2.4 技术设备升级

推广应用 SDH、OTN、DWDM（密集波分复用）等先进的传输技术。SDH 具有强大的网络管理能力和自愈功能，能够提高网

络的可靠性和维护效率；OTN 则适用于大容量、长距离的数据传输，可有效提升网络的带宽和传输效率；DWDM 技术通过在光纤中同时传输多个不同波长的光信号，极大地增加了光纤的传输容量。通过引入这些新技术，实现传输网络的高速化、大容量化升级。对老旧、性能落后的传输设备进行更新换代，采用新型的光传输设备、交换机、路由器等。新型设备具有更高的处理能力、更大的带宽和更好的稳定性，能够满足现代数据业务的传输需求。同时，加强设备的智能化管理，通过设备自带的智能监测和诊断功能，及时发现设备故障和性能问题，提高设备维护的效率和准确性。

2.5 流量管理优化

利用大数据分析技术，对网络流量进行历史数据收集和解析，建立流量预测模型，提前预测流量变化趋势。例如，通过分析用户的上网行为、业务使用规律等数据，预测不同时间段、不同区域的流量需求，为网络优化和资源调配提供数据支持。基于流量预测结果，提前做好网络资源的规划和准备，避免网络拥塞的发生。对网络流量进行精细化分类，根据业务的优先级、实时性要求等因素，将流量划分为不同的类别。例如，将语音、视频等实时性要求高的业务流量划分为高优先级，将文件下载、网页浏览等非实时性业务流量划分为低优先级。采用 QoS（服务质量）技术，对不同类别的流量进行差异化调度和管理，为高优先级业务提供优先传输、带宽保障等服务，确保关键业务的服务质量。同时，在网络拥塞时，对低优先级业务进行适当的流量控制，释放网络资源，保障高优先级业务的正常运行。

2.6 运维管理优化

引入 AI（人工智能）、机器学习等技术，实现传输网络的智能化运维。通过智能监测设备和传感器，实时采集网络运行数据，包括设备性能指标、网络流量、链路状态等。利用 AI 算法对采集到的数据进行分析 and 处理，自动识别网络故障、性能瓶颈和潜在风险，并及时发出预警信息。同时，基于机器学习算法，对网络运行数据进行学习和训练，建立网络运行模型，实现对网络故障的预测和提前处理，提高网络运维的效率和准确性。

构建自动化的网络管理系统，实现网络配置、资源分配、故障处理等工作的自动化。通过自动化脚本和流程，减少人工操作，降低人为失误的风险，提高网络管理的效率和可靠性。例如，当网络中出现设备故障时，自动化管理系统能够自动检测故障设备，隔离故障区域，并自动重新配置网络资源，恢复业务的正常运行。此外，自动化管理系统还能够根据业务需求的变化，自动调整网络资源分配，实现资源的动态优化。

3 传输网络资源调配策略

3.1 动态资源调配

建立实时流量监测机制,通过流量监测设备和软件,实时获取网络各节点和链路的流量信息。根据流量的变化情况,动态调整网络资源的分配。当某一链路或区域的流量超过阈值时,自动将部分流量转移到其他空闲链路或区域,实现流量的均衡分布,避免网络拥塞。例如,在网络流量高峰期,将部分非关键业务的流量从繁忙的链路转移到相对空闲的链路,保障关键业务的正常运行。

根据不同业务的需求特点和优先级,动态分配网络资源。对于新上线的业务或业务需求发生变化的情况,及时调整资源配置,确保业务能够获得足够的资源支持。例如,当有大型视频会议业务开展时,提前为该业务分配足够的带宽资源和网络处理能力,保障视频会议的流畅进行。同时,随着业务的结束或需求的减少,及时回收资源,提高资源的利用率。

3.2 资源共享与复用

推动传输网络基础设施的共享,包括光纤、管道、机房等物理资源。通过建立资源共享平台,实现不同运营商、不同企业之间的资源共享,避免重复建设,降低建设和运营成本。例如,多个运营商可以共同使用同一根光纤进行数据传输,通过波分复用技术实现各自业务的独立传输。利用网络虚拟化技术,将物理网络资源虚拟化为多个逻辑网络,实现虚拟资源的复用。不同的业务可以在同一物理网络上共享虚拟资源,根据业务需求动态分配和调整虚拟资源,提高资源的利用率。例如,通过 SDN 技术,将一个物理网络划分为多个虚拟专用网络 (VPN),分别为不同的企业或业务提供定制化的网络服务。

3.3 智能资源调度

采用遗传算法、蚁群算法、模拟退火算法等智能调度算法,对网络资源进行优化调度,这些算法能够根据网络的实时状态和业务需求,自动搜索最优的资源分配方案,实现资源的高效利用。利用遗传算法对网络链路进行优化调度,通过模拟生物进化过程,不断优化链路选择和资源分配,提高网络的传输效率和可靠性。实现传输网络资源调度与业务系统的协同,根据业务系统的需求和反馈,实时调整资源调度策略。业务系统可以将业务流量变化、服务质量要求等信息反馈给资源调度系统,资源调度系统根据这些信息及时调整资源分配,为业务系统提供更好的支持。例如,在云计算业务中,云平台可以将虚拟机的资源需求信息实时发送给传输网络资源调度系统,调度系统根据需求动态分配网络带宽和处理能力,保障云计算业务的正常运行。

3.4 资源规划与储备

结合业务发展趋势和网络技术演进,制定长期的资源规划方案。预测未来几年内业务流量的增长情况、新业务的发展需求以及网络技术的更新换代,提前规划和部署网络资源,根据 5G 业务的发展规划,提前规划和建设 5G 传输网络所需的光纤、

基站等资源。建立应急资源储备机制,储备一定数量的网络设备、光纤、电缆等资源,以应对突发网络故障和自然灾害等情况。当网络出现重大故障或遭受自然灾害破坏时,能够及时调用应急资源,快速恢复网络的正常运行,减少业务中断时间,降低损失。同时,对应急资源进行定期维护和更新,确保其可用性。

3.5 实施效果评估

建立科学合理的传输网络优化与资源调配效果评估指标体系,包括网络性能指标、资源利用指标、业务质量指标等。网络性能指标主要包括带宽利用率、传输时延、丢包率等;资源利用指标主要包括设备利用率、光纤利用率、能源利用率等;业务质量指标主要包括业务可用性、服务质量满意度等。通过这些指标的监测和分析,全面评估传输网络优化解决方案和资源调配策略的实施效果。

采用定量分析和定性分析相结合的方法进行效果评估。定量分析通过收集和分析网络运行数据,对各项评估指标进行计算和比较,得出具体的数值结果,直观反映网络性能和资源利用的变化情况。定性分析则通过问卷调查、用户反馈、专家评估等方式,了解用户对网络服务质量的满意度、业务系统对资源调配的评价等,从主观角度评估网络优化和资源调配的效果。

结束语

传输网络优化解决方案及资源调配策略是提升传输网络性能、满足日益增长的业务需求的关键。通过网络架构优化、技术设备升级、流量管理优化和运维管理优化等多维度的优化解决方案,以及动态资源调配、资源共享与复用、智能资源调度和资源规划与储备等资源调配策略。随着通信技术的不断进步和业务需求的不断变化,传输网络优化和资源调配工作需要不断创新和完善,以适应新的挑战和要求,推动信息产业的持续发展。

[参考文献]

- [1]刘元骏.人工智能在光传输网络优化应用研究[J].江苏通信,2024,40(06): 95-97+18115.
- [2]李红雨,宋绍仟.基于无人机动态中继的无线传感器网络多节点传输策略[J].长春工业大学学报,2024,45(06): 519-524.
- [3]毛佳艺.基于 OTN 技术的电力通信传输网络优化研究[J].中国设备工程,2024,(23): 124-126.
- [4]牛建升.基于 5G 网络的广播电视内容传输优化方案[J].西部广播电视,2024,45(23): 167-170.
- [5]菅东祥,王晓园,朱洪,等.面向机器人多任务指令的数据传输拥塞控制[J].电子设计工程,2024,32(22): 111-114.
- [6]谭静茹,徐东明,关文博.基于可再生能源协作的雾无线接入网络资源分配[J].电讯技术,2021,61(11): 1331-1338.