

# 光传送网技术在广电干线传输系统中的运用

吕云辉<sup>1</sup> 张大伟<sup>2</sup>

普天信息工程设计服务有限公司 北京 100088

**摘要:** 随着经济的发展和社会的进步,现代社会对电视等媒体的依赖程度日益上升,广电干线传输系统的重要性日益凸显。就目前而言,我国广电干线传输系统主要采用波分复用技术(WDM技术),但是这一技术存在诸多弊端,如传输速度慢、信号易受干扰等。而光传送网技术(OTN技术)的出现改变了这一情况,它是一种新型的传输技术,且在广电干线传输系统中的应用前景非常广泛。本文就光传送网技术的特点、广电干线传输系统的业务需求、网络结构等方面进行了简要分析,并指出了基于OTN技术的广电干线传输系统的应用效果,以供相关专业人士参考。

**关键词:** 光传送网;广电干线传输系统;运用

**前言:** 随着业务多样化的发展,对广电干线传输系统提出了更高的要求,同时WDM技术的缺陷日益显现。因此,为更好地满足市场化发展需要,应努力实现光传送网技术和广电干线传输系统的深度融合,不断提高系统的整体功能,使广电干线传输系统持续稳定运行。

## 1 光传送网技术的特点

光传送网技术,即OTN技术,是一种利用光纤进行信息传输的技术,主要具有以下几个特点:

第一,传输速度快。光传送网技术的传输速度极快,可满足广电干线传输系统对大规模、高速率数据传输的需求。

第二,传输距离远。光纤传输受距离影响较大,其传输距离极远,它可在不损失信号质量的同时实现长距离传输。

第三,信号干扰小。在光纤传输过程中,信号受外界因素影响很小,所以基于光传输技术下的信号传输质量较高。

## 2 广电干线传输系统的业务需求及网络结构

### 2.1 业务需求

随着科技的发展,“三网融合”已成时代发展趋势。为了更好地适应时代的发展,某地通过利用光传送网技术,优化升级了原有广电干线传输系统;升级后的系统包括了2个80×10Gbit/s环网,其OTN节点可在155Mbit/s~2.5Gbit/s间的任意速率进行封装,且支持ODU0、ODU1以及ODU2三种颗粒封装。优化后的系统,具备良好的灵活性,在实际中,可进行灵活部署。另外,在设备方面,系统提供了诸多端口,如STM-1、GE以及STM-16等,同时OTN设备满足YD或T1990-2009标准;在实际安装过程中,设备线路内测配有专门的衰减器,有助于线路侧配置电调节光衰。广电干线传输系

统与光传送网技术完全融合后,诸项业务会顺利实现,业务需求主要包括:省中心和组网内设有15个业务节点,共享1波GE点对点业务,与此同时,电波业务、回传业务、BOSS业务以及数据业务会顺利实现。另外,1#节点与其他14个业务节点均支持2波10G点对点业务;在1#~15#节点中,各节点均提供3个GE广播业务冗余备份通道,有助于实现高清数字电视广播业务的端前传送。

### 2.2 网络结构

广电干线传输系统主要由两个环网构成,即南环网、北环网,两个环网均包含7个业务节点站。广电干线传输系统的网络结构,具体内容如图1所示。

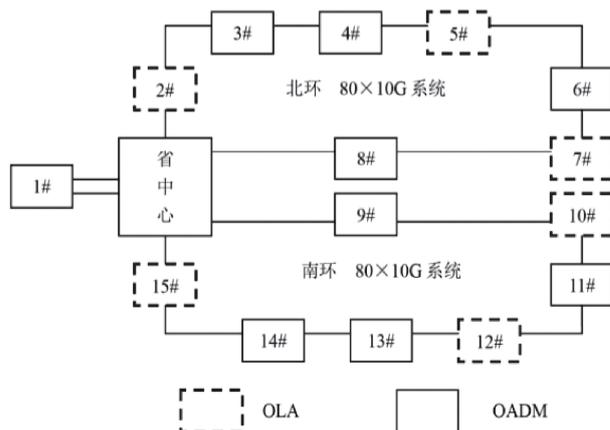


图1 广电干线OTN系统组网网络结构示意图

从整体来看,广电干线OTN工程中的通信线缆,均采用UTU-T G.625型号的单模光纤,其光纤色散为20ps/nm·km,同时相邻的两个节点间还预留5dB衰减量。除此之外,此系统自身安全性能较强,在设计中便融入了保护措施,每个节点设备都设有业务保护措施,其主要目的是为了防止单点故障给环网整体的性能和运行能力带来不良影响,大大提高了整个广电干线传输系统的稳

定性和安全性。

### 3 基于光传送技术的广电干线传输系统设计

#### 3.1 工程线路设计

##### 3.1.1 光信噪比的测算

众所周知,光信噪比,即OSNR,它是一个重要参数。主要用于维持光传送网干线网络系统的稳定性,通过控制光信噪比,可使整个系统稳定运行。因此,光信噪比也是判断是否需要在相邻站点间设置中继站的重要依据,同时是如何合理设置中继站、确定中继站位置的指向性因素。本文所提及的广电干线传输系统,可利用设备厂商提供的光信噪比测算软件进行测算工作,上述南北环网采用的是对称结构,此处以北环网为研究对象,对其各复用段的光信噪比进行了准确测算,实际测算结果汇总,见表1。

表1 各区段广信噪比数值

源节点	宿节点	正向OSNR (dB)	反向OSNR (dB)
省中心	1#	31.3	31.5
2#	3#	17.4	17.3
3#	4#	19.5	19.2
4#	5#	8.5	7.4
5#	6#	27.5	26.2
6#	7#	21.4	21.9
7#	8#	22.2	22.5
8#	省中心	22.3	22.7

通过表1,不难看出,上述光传送网干线网络系统中所采用的光线路单元盘,其最大容限均为32dB,同时它们还具备超强前向纠错AFEC功能,对提升光信噪比具有重要作用,在实际中,可通过它们,并依照实际需求,适当地提高光信噪比,从而提高系统的整体信号强度。另外,除4#、5#业务站点外,北环网内其他各站点间距离都相对较小;为提高系统的稳定性,便在4#和5#业务站点内设置了一个中继站,极大地改善了北环网整体光信噪比,实际效果显著。从北环网整体构造来看,整体余量高于10dB;而内部各复用段光信噪比余量均较处于较为稳定的数值(5dB以上),同时原先还预留了5dB余量,这便可以保障系统整体余量大于10dB,符合工程设计标准(不低于3dB)。

##### 3.1.2 色散测算

本文所提及的光传送网干线网络系统具备良好的色散测算功能,系统所采用的光线路盘为10G光线路盘,其色散容限为1200ps/nm。但实际上,通过专门色散测算工作,可发现系统的色散测算远远超过了1200ps/nm。这就要求在系统设计过程中,需添加专门的色散补偿工具,即色散补偿器(英文名DCM),利用它为系统提供色散

补偿,以确保系统色散残余量符合工程设计中规定的标准。本文对所研究的光传送网干线系统进行了准确的色散测算工作,其中包括各复用段的色散测算以及色散补偿后的色散测算,具体实验数据,详见表2。

表2 各区段色散数值

源节点	宿节点	距离 (km)	色散 (ps/nm)	色散残余量 (ps/nm)
省中心	1#	22	177	198
2#	3#	81	1474	445
3#	4#	84	323	423
4#	5#	114	1335	413
5#	6#	55	1077	377
6#	7#	73	1131	431
7#	8#	60	2107	207
8#	省中心	57	1446	264

通过观察表2中的实验数据,可以得知,在利用DMC对系统进行色散补偿后,各复用段的色散残余量得到了稳定,均处于198ps/nm~445ps/nm,而工程设计中所规定的色散容限为1200ps/nm,所以系统的色散残余量满足工程设计要求。

#### 3.2 系统设备配置

在光传送网干线网络系统设计过程中,需确保OTN设备线路侧配置电的可调光衰具备良好的稳定性,以便满足工程设计要求。所以在OTN设备的选型过程中,采用了具备电可调功能的合分波盘M40以及D40,进一步提升系统运行的稳定性。就OUT单板配置工作而言,具体配置工作主要包括三方面内容:第一,完成线缆连接工作。通过在客户侧业务出口处引入线缆,并将其与OTN设备相连;第二,在OTD设备出口处,将线缆连接光传送体系(OTH)进行交叉相连;第三,选择具备高集成度的支路单板以及线路单板进行线缆连接。另外,其中所选用的支路单板为TOM型单板,而线路单板为ND2型单板,它们可支持的业务速率较高,性能较高,最高限度为8路任意速率。上述系统设备配置模式,即TOM+ND2配置模式,使系统具备良好的稳定性,同时还大大提高了系统设备的抗干扰性能,使系统在实际工作过程中可以稳定运行,极大地推动了各项通信传输业务的顺利完成。系统设备配置模式图,见图2。

另外,系统设备中所采用的线路单板为ND2型单板,此型号单板具有良好的适用性,它不但可以作为双路10Gbit/s线路中的业务处理板,同时还将其作为设备中的继板,具备保证系统稳定运行的重要和功能。在实际中,可将8路ODU1信号和2路ODU2信号进行交叉调度处理,此时这两路信号可相互转换使用,转换后的系统内

部结构图如图3所示。

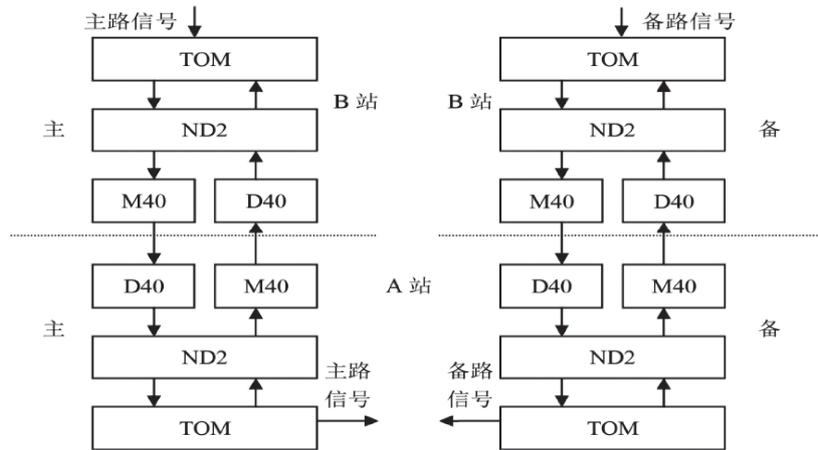


图2 TOM+ND2信号流程图

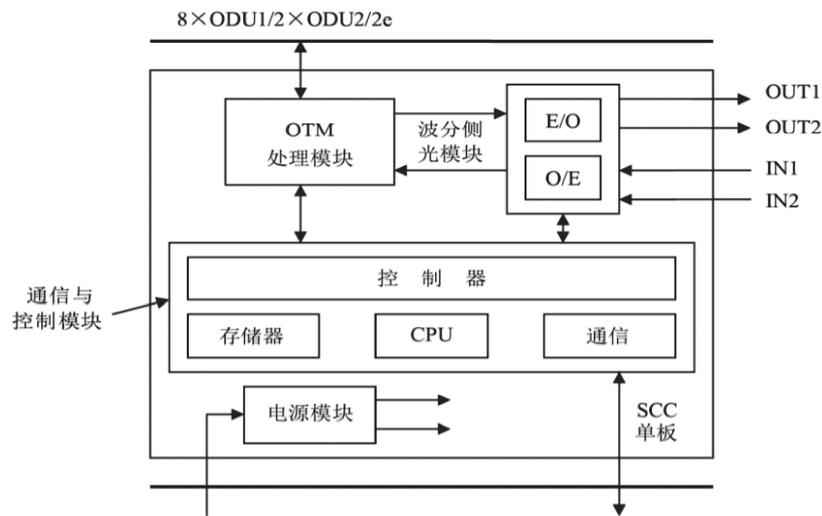


图3 ND2单板功能框图

通过图3，我们可以看出，信号发出侧发出的信号为双路 $8 \times \text{ODU1}$ 信号或双路 $2 \times \text{ODU2}$ 信号，同时这些信号在通过背板后，可直接进入至OTN处理模板中去。就OTN处理模板而言，当接受信号进入模板中后，所接受信号被进行了FEC/AFEC编码处理以及OTN成帧处理。当处理工作完成后，2路OTD2信号会被发出，进入波分侧光模块，此模块包含两个单元，分别为：E/O单元、O/E单元，这两个单元具备信号转换功能，通过它们可实现“电—光”信号和“光—电”信号的相互转换。另外，经过转换工作后，会产生符合DWDM波长的光信号，此信号会从OUT1以及OUT2两个端口处输出。从信号发出侧看，可发现转换后产生的光信号通过波分测光模块的IN1以及IN2两个端口进入，同时WMD侧会接收满足设计要求的2路OTU2信号；当信号接收工作完成后，所接收信号会进入O/E单元，此单为发挥其转换功能，将光信号

转换为电信号，当这一工作完成后，电信号会进入OTN处理模板中；此时模板会对其进行FEC/AFEC解码操作以及OTU2定帧处理等，所产生的信号会逐渐通过通信模板、控制模板，最近进入 $4 \times \text{ODU1}$ 线路单板中实现信号的交叉调度。

#### 4 广电干线传输系统应用光传送网的效果分析

OTN技术具备诸多优势，将其引入广电干线传输系统中，大大提高了系统的稳定性能，推动了系统设备的稳定运行。在本次研究中，不难看出，在广电干线传输系统中应用OTN技术，具备显著的效果，具体分析如下：

第一，提供充足的业务接口。首先就系统整体而言，它采用了G.709数字包封协议，具备较强的实用性，可在多种协议中运行，其中包括ATM协议、DDH协议等，同时还可以同时多种速率的业务，如 $100\text{M} \sim 50\text{Gbps}$ 的业务。除此之外，此系统中线路单板和支路单板相互

分离。此系统的设计方式具有诸多可取之处,一方面为系统提高了较多的接口,方便信号接收,另一方面可有助于提升系统对业务的支撑能力,极大地提高了系统的灵活性,促进系统调度工作的顺利完成。

第二,实施故障动态化监测。在系统运行过程中,常因诸多故障问题而影响到系统的正常运行。但在本系统中,OTN设备中具备较为完善的开销配置以及动态化监测机制,大大提升了系统的故障处理能力,有助于系统对故障进行动态化监测。尤其是系统中OTUK层的SM监测字节,它具备良好的监测功能,可实时了解系统内各模块的运行现状,若系统内部出现故障等问题,它会立即做出反应,提醒工作人员及时处理。另外,系统中ODUK层中的PM监测字节,它可对波长通道进行实时监测,在实际运行过程中,一旦监测到信号接收工作出现问题,它也会做出反应。在广电干线传输系统中引入光传送网技术,大大提高了系统的故障监测功能,其内部具备6级串联监视,可及时帮助技术人员发现故障点,甚至可做到分级管理系统内部,对于提升系统整体稳定性具有重要意义。

第三,使系统具备超长距离传输功能。基于光传送网技术的广电干线传输系统使用ONT设备,这一设备采用了FEC技术以及AFEC技术,极大地提高了系统整体的光信噪比残余量,为系统提供了超长距离传输的功能,同时OTN设备支持G.709封装,这也赋予了系统高速率传输能力。将OTN技术应用至广电干线传输系统中,不但提高了系统信号接收功能和传输功能,还可以有效地减少信号损耗率,提高了系统运行的准确性。

第四,降低了系统维护成本以及光网络维护难度。基于OTN技术的广电干线传输系统配有专门的色散补偿器,具有较强的光功率调节功能以及色散调节功能,进一步维护了系统的光信噪比。此系统运行稳定,在实际运行过程中,故障出现率较低。所以在后期维护工作中,技术人员只需检查光信噪比数值便可判断系统内部是否出现问题,若数值出现变化,技术人员还可准确

定出问题所在位置,这大大降低了系统维护工作的难度,对维护系统稳定运行具有重要作用。

结束语:随着科技的发展,基于波分复用技术(WDM技术)的光传送技术逐渐形成并发展起来,此技术是一种先进的现代化信息技术,主要应用于广电干线传输系统。这一技术的应用,大大提高了广电干线传输系统的整体性能,不但提高了系统的传输性能,还提高了系统的业务承载量以及监测功能,对维持系统稳定具有重要作用。随着时代的发展,光传输技术会日益完善,所以要实现广电干线传输系统和OTN技术的深度融合,使干线传输组网具备更多实用的功能,进一步提高干线传输系统的稳定性和安全性。

#### 参考文献

- [1] 苏展.光传送网技术在广电干线传输系统中的运用[J].数字传媒研究,2022,39(5):61-66.
- [2] 顾跃.秦皇岛广电双向光纤网络改造设计与干线故障分析[D].河北:燕山大学,2020.
- [3] 戴飞.光传送网技术及其在广电干线传输系统中应用的研究[D].江苏:南京邮电大学,2013.
- [4] 金明.分组传送网及其在广电干线传输系统中应用的研究[D].江苏:南京邮电大学,2018.
- [5] 张惠彦.5G光传送网技术及应用分析[J].数字通信世界,2020(12):146-147,149.
- [6] 黄启邦.5G光传送网技术及应用研究[J].中国新通信,2019,21(14):65-66.
- [7] 王文华.5G时代光传送网技术演进方向的探讨[J].广西通信技术,2019(4):1-4.
- [8] 张敏敏,张雷.5G光传送网技术及应用研究[J].大科技,2021(47):172-173.
- [9] 张海懿,乔月强,黄为民.光传送网技术和标准发展探讨[J].邮电设计技术,2022(5):52-57.
- [10] 甘乐.广电光缆干线网传输系统发展探索[J].通讯世界,2016(20):34-34.