

# 光纤识别技术及其在光纤网络维护中的应用探析

## Fibre Identification Technique and Its Application in Optical Fibre Network Maintenance

申虹<sup>1</sup>,沈世奎<sup>2</sup>,石志坚<sup>3</sup>(1. 中国通信建设集团设计院有限公司,北京 100079;2. 中国联通网络技术研究院,北京 100048;3. 中国联通四川省分公司,四川 成都,610000)

Shen Hong<sup>1</sup>, Shen Shikui<sup>2</sup>, Shi Zhijian<sup>3</sup>(1. China Communications Construction Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100079, China; 2. China Unicom Network Research Institute, Beijing 100048, China; 3. China Unicom Sichuan Branch, Chengdu 610000, China)

### 摘要:

面对海量光纤资源,如何提升无源资源的管理和维护能力,是运营商当前面临的难题。针对光纤网络维护中快速定位光纤难题,详细介绍了光纤识别的标准化进展和关键技术,分析了光纤识别技术在光纤网络维护中的应用,并对不同应用场景进行了试验验证。

### 关键词:

光纤网络维护;光纤识别;在线光纤检测;宏弯  
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.02.014  
中图分类号:TN929.11  
文献标识码:A  
文章编号:1007-3043(2019)02-0076-03

### Abstract:

Faced with the huge amount of optical fiber resources, how to improve the management and maintenance capacity of passive resources is a difficult problem for operators. Aiming at the problem of fast positioning of optical fibers in the maintenance of optical fibre networks, it introduces the fibre identification technique and standardization, and analyzes the application in optical fibre network maintenance, and different application scenarios are tested and verified.

### Keywords:

Fibre network maintenance; Fibre identification; Live fibre detection; Macrobending

引用格式:申虹,沈世奎,石志坚. 光纤识别技术及其在光纤网络维护中的应用探析[J]. 邮电设计技术,2019(2):76-78.

## 0 前言

光纤成为当前通信网络普遍应用的通信媒介,随着“宽带中国”战略的深入实施,FTTx和移动用户急剧增加,光纤网络也在大量建设;面对海量光纤资源,如何提升光纤网络的维护能力和手段,加快业务开通速度和网络故障定位,是业内关注的热点。

### 1 光纤识别技术及标准化进展

在光纤网络建设和维护中,现场工程师需要在众

多光纤中找到目标光纤,同时能够辨别出光纤是暗光纤还是带业务光纤,且不影响业务光纤的传输性能。因此光纤识别技术成为光纤网络维护中的重要手段,其基本要求包括:

- 通过不同测试方法能够从众多光纤中找到目标光纤。
  - 不能对测试光纤造成损坏,降低其可靠性。
  - 不能影响带业务光纤的系统传输性能。
  - 在有业务信号干扰的情况下,也能定位辨别出目标光纤。
  - 携带方便且易于操作。
- 光纤识别技术可以基于不同原理实现,包括宏弯

收稿日期:2019-01-10

效应和弹光效应等,本文重点介绍基于宏弯效应的光纤识别技术。该方法利用光纤中无损的宏弯效应,光信号在目标光纤中传输时,光纤识别器弯曲目标光纤,目标光纤中传输的光信号由于宏弯效应而发生泄露,识别器中的探测器检测出泄露的光信号。

ITU-T L.314(光纤识别技术的标准)由SG15 Q17制定并于2018年10月修订完成<sup>[1]</sup>,修订的L.314补充了日本和中国的行业应用经验。

目前L.314在运营商网络、广电网络以及网络代维公司有较多应用,但是暂无相应行业标准。

## 2 光纤识别关键技术

宏弯效应是光纤的重要特性,在光纤弯曲半径小于某些特定值时,光信号发生较多泄露,从而降低信号质量,影响系统传输性能,因此在光纤网络建设中要尽量避免出现宏弯效应。针对不同光纤,在ITU-T G.652中规范了允许的最小弯曲半径和最大宏弯损耗指标<sup>[2]</sup>。

光纤识别技术正是利用宏弯效应中的光信号泄露,对光纤进行识别和检测。不同工作波长的弯曲特性不同。

光纤识别器适用于机房内、室内和室外应用场景,且为了满足不同光纤识别需求,识别器中弯曲部分也需支持不同的光纤光缆类型,包括:

- a) 裸光纤(直径典型值250 μm或200 μm)。
- b) 紧套光纤/松套光纤(直径900 μm)。
- c) 带状光纤(典型到12纤)。
- d) 芳纶纱加强光缆(直径典型值到3.0 mm)。

针对不同直径的光纤/光缆,光纤识别器需配置不同的夹具,或同一夹具自适应不同直径。对于弯曲不敏感的G.657光纤<sup>[3]</sup>,需要进一步研究。

### 2.1 暗光纤识别

通过光纤识别器直接检测是否有泄露光,可以辨别被测光纤为暗光纤还是带业务光纤,如图1所示,单人操作即可完成。

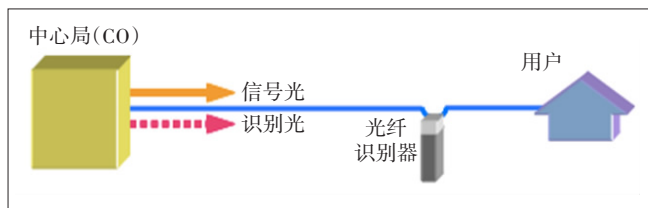


图1 识别暗光纤和带业务光纤

### 2.2 预置耦合器在线光纤识别

在区分出暗光纤和带业务光纤后,下一步需要在带业务光纤中识别目标光纤,采用在线光纤识别技术,在不影响光纤中传输业务的前提下识别光纤。图2示出了基于预置耦合器的在线光纤识别技术,通过在机房ODF预置的耦合器,将识别光信号耦合进光纤,在远端利用光纤识别检测泄露的识别光,而不检测业务光信号。

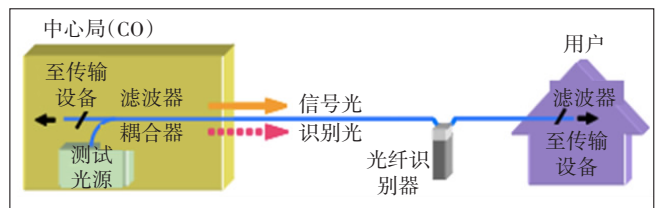


图2 预置耦合器的在线光纤识别技术原理图

该方法需要识别光光源配合使用,通常将识别光进行特殊频率的调制,常用频率有270、1.2 kHz等,光纤识别需支持低频信号检测,这样能保证识别器可以从信号光和识别光中辨别出识别光。识别光光源的波长,取决于目标光纤中的工作波长,在L.301标准中详细规范<sup>[4]</sup>。

为了降低光纤识别过程对带业务光纤中传输业务性能的影响,对光纤识别器的性能要求如表1所示。

表1 预置耦合器在线光纤识别技术性能要求

波长/nm	引入损耗/dB
1310	≤1
1550	≤2
1625	待定

### 2.3 无预置耦合器在线光纤识别

部分光纤网络在建设并未预置耦合器,承载业务后,无法再从外部注入识别光用于在线识别,需采用无预置耦合器的光纤识别技术。由于无法注入识别光,只能检测到泄露的业务光,通过信号发生器在业务光上引入较小幅度的周期性信号,远端的识别器可以检测到泄露的业务光中携带的周期性信号,从而在线识别出目标光纤,如图3所示。

该方法不需要识别光光源配合,但是需要信号发生器配合,信号发生器采用低频率小幅度的调制,常用几赫兹的低频率。为了降低光纤识别过程对带业务光纤中传输业务性能的影响,对光纤识别器(含信号发生器)的性能要求如表2所示。

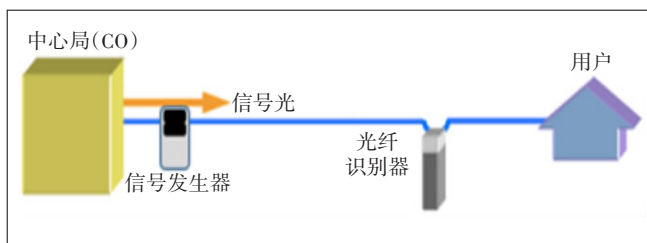


图3 无预置耦合器的在线光纤识别技术原理图

表2 无预置耦合器在线光纤识别技术性能要求

波长 /nm	引入损耗 /dB
1 310	≤ 2
1 550	≤ 3
1 625	待定

### 3 光纤识别技术在光纤网络维护中的应用

光纤识别技术在光纤网络维护中得到广泛应用,包括城域网、PON网络以及移动前传网等,可用于机房内以及机房至室外光交箱和分纤箱等场景。

#### 3.1 单纤单向系统应用

城域网中普遍采用单纤单向传输。为了验证无预置耦合器在线识别技术的性能,对2个厂家的仪表在实验室进行了测试,测试配置如图4所示,采用100 km光纤,PM-16QAM的200G信号,链路中配置了前置放大器(OBA)和预放大器(OPA)。

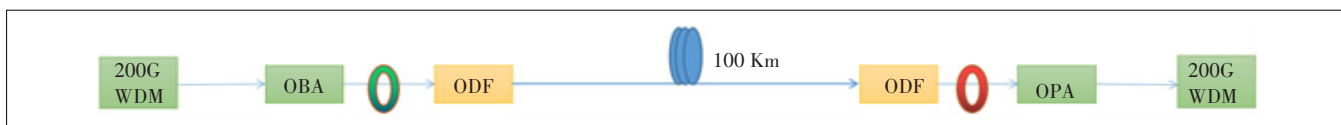


图4 单纤单向测试验证配置

业务开通和故障定位是优质业务服务能力的保证,光纤识别技术为现场工程师光纤维护提供了一种很高效的手段。

#### 参考文献:

[1] ITU-T Optical fibre identification for the maintenance of optical access networks: L.314 [EB/OL]. [2018-12-10]. <https://www.itu.int/net/ITU-T/lists/standards.aspx?Group=5&Domain=28>.

[2] ITU-T Characteristics of a single-mode optical fibre and cable: G.652 [EB/OL]. [2018-12-10]. <https://www.itu.int/net/ITU-T/lists/standards.aspx?Group=5&Domain=28>.

[3] ITU-T Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable: G.657 [EB/OL]. [2018-12-10]. <https://www.itu.int/net/ITU-T/lists/standards.aspx?Group=5&Domain=28>.

从测试结果来看,在C波段,2个仪表的引入损耗分别为1.2 dB和2.8 dB,可以识别出目标光纤,且移去仪表后,链路衰减恢复初始值;另外将信号发生器放置在OBA前,光纤识别器放置于OPA后,在线光纤识别也可正常工作,表明该识别技术可以跨越光放大器工作。

#### 3.2 单纤双向系统应用

PON网络主要采用单纤双向传输,包括EPON、GPON、XG(S)-PON等。随着城域网中光纤资源限制,尤其是城域接入段,以及业务对链路传输时延对称性等要求的提出,单纤双向应用也越来越多,尤其是5G网络中的移动前传网络。

对于单纤双向工作波长在同一波段的应用,例如同在O波段<sup>[5]</sup>,或同在C波段<sup>[6]</sup>,无预置耦合器在线识别技术可以适用;由于不同波长的宏弯损耗特性不同,波长越长,光纤宏弯损耗也越敏感,越易检测;因此对于工作波长相差较大的单纤双向应用,会存在长波长方向可以工作,短波长方向无法工作的问题,有待进一步验证测试。

### 4 结论

通信运营商建设和维护着无处不在的光纤光缆网络,拥有海量光纤光缆资源,如何提升无源资源的管理和维护能力,是运营商当前面临的难题。快速的

[4] ITU-T Maintenance wavelength on fibres carrying signals: L.301 [EB/OL]. [2018-12-10]. <https://www.itu.int/net/ITU-T/lists/standards.aspx?Group=5&Domain=28>.

[5] CCSA. 城域接入型波分复用(WDM)系统技术要求 [EB/OL]. [2018-12-10]. [http://www.ccsa.org.cn/tc/baopi.php?baopi\\_id=5547](http://www.ccsa.org.cn/tc/baopi.php?baopi_id=5547).

[6] CCSA. 25 Gbit/s 单纤双向光收发合一模块 [EB/OL]. [2018-12-10]. [http://www.ccsa.org.cn/tc/baopi.php?baopi\\_id=5547](http://www.ccsa.org.cn/tc/baopi.php?baopi_id=5547).

#### 作者简介:

申虹,高级工程师,主要从事光通信网络规划与设计工作;沈世奎,高级工程师,博士,主要从事高速光纤通信技术研究及应用;石志坚,高级工程师,主要从事网络建设工作。