

光缆防鼠性能

阮云芳、卢星星

2010 年 7 月

1. 前言

随着光纤通讯的不断深入发展，光缆的使用越来越普及，不同的使用环境对光缆防护要求各不相同。在一些鼠害较严重的地区，经常发生光缆被鼠类动物咬断的情形，给线路维护带来极大的困难。出于生态环境保护及可行性等因素，光缆线路的防鼠不能采取毒杀及诱捕等措施，因此具有防鼠功能的光缆成为各通信运营商的选择。由于各通信光缆厂家的设备不一，对光缆防鼠研究的认识程度不同，再加上没有一个防鼠光缆的国家标准，因此各企业依据自身设备特点，推出了各种各样结构的防鼠光缆。本文通过简要分析鼠咬光缆的成因，并通过介绍国内外光缆防鼠的技术现状，分析不同结构光缆的防鼠原理，结合光缆鼠咬试验，比较不同结构光缆的防鼠效果，从光缆结构设计和材料选择来解决光缆被鼠咬破坏的问题。

2. 鼠咬光缆成因的简单分析

在架空敷设的通信光缆线路中，受鼠害侵袭严重地区一般都有一个共同特点，植被都比较发达，自然条件较好，非常适合鼠类生存，其中尤以松鼠为甚。这一具有顽强生命力和繁殖力的啮齿类动物，由于其门齿特别发达且会不断生长，有啃咬物体以保持其锋利牙齿的习性。架空的光缆从丛林中穿过，不仅给这些鼠类提供了休闲娱乐的平台，而且光缆护套的特有硬度和芳香气味也吸引着它们，使之成为时常磨牙的对象。

3. 光缆防鼠性能研究

3.1 光缆防鼠的概念

所谓防鼠是指通过各种组织形式来保护光缆因鼠类造成的损害不超过规定的程度。防鼠性能至少以不伤及光缆缆芯为基本条件。

3.2 光缆防鼠的方式

光缆的防鼠方法主要分为化学防鼠和物理防鼠两类。

化学防鼠：化学防鼠是指在光缆的外护套中按一定比例添加驱鼠剂达到防鼠的目的，通常采用的驱鼠剂有合成高丙体和合成辣味素两类。

物理防鼠：物理防鼠主要分两类，一类是利用光缆材料的硬度来达到抵抗鼠咬的目的，常见的如在光缆中设置坚硬金属钢带铠装，或细圆钢丝或 FRP 棒等；一类是利用防鼠材料的尖锐性来刺扎鼠类，使鼠齿很难咬穿或被玻璃纤维刺扎口腔而难受，从而达到保护缆芯的目的，常见的有玻璃纤维纱和玻璃纤维带。

3.3 光缆各种防鼠方式的性能比较

化学防鼠。在小白鼠的试验中发现，辣味素可使鼠类的口腔粘膜和味觉神经受到强烈刺激而厌弃咀嚼，能有效地防止鼠咬。从经济及易操作的角度来看，在光缆护套料中按一定的比例添加防鼠剂（辣味素），如能达到长久的防鼠效果，应该是最好的选择。但从环保和持久性角度看，使用辣味素必须解决以下几个问题：首先是生产中的辣味素

挥发问题，将辣味素与护套料配比后经过挤出机挤出时，会挥发大量的辛辣气体，这些气体会在生产车间快速蔓延，给操作员的呼吸道和眼睛造成伤害，这与当今企业以人为本的思想相违背；其次是辣味素在长期的户外日晒雨淋环境中从护套料中逐渐流失，因此很难保证这类光缆的防鼠效果及有效时间。所以在防鼠光缆国标制定讨论会上，各与会专家均表示对化学方法防鼠原则上不提倡，在标准措辞中保留在条件成熟时再适当引入的可能性。

物理防鼠。物理防鼠一般是通过光缆结构和材料来保证的，防鼠性能大多通过试验检测来得以证明。因此在比较各结构防鼠性能优劣之前先看一下各结构光缆的实验室防鼠咬比较试验。

3.4 防鼠性能试验室比较试验

到目前为止，防鼠光缆的实验方法在国内还没有国家或行业标准，一般主要参照美国鱼类和野生动物机构发明的一种 7 天防鼠实验来验证。试验标准主要是对试验结束后的受试样品的咬伤程度进行对比评定，需要说明的是样品的咬伤程度是指用来做防鼠屏

障层的受损程度。在给定的一组 10 个样品中，损坏指数为 2 或小于 2，则视为通过。这个测试只是一个合格性证明测试。光缆的损坏指数由表 1 定义。

表 1 防鼠实验中的光缆损坏指数

| 指数 | 定义 |
|----|------------|
| 0 | 无损坏 |
| 1 | 外护套有单个局部穿透 |
| 2 | 外护套有多处穿透 |
| 3 | 铠装层被穿透 |
| 4 | 光纤被损坏 |

根据此标准，我们在华中科技大学同济医科大学实验动物医学部做了防鼠性能对比试验，通过选用 250-300 克 SD 雄性大鼠 50 只，随机饲养于 10 个鼠笼中，每笼 5 只，将含有 A 护套 (GYTA)，钢带 护套 (GYTS)，FRP 带和玻璃纤维纱护套的光缆 30CM 小样各 10 根，分别放入 10 个鼠笼中，样品用铁丝固定，鼠料及饮水充足。实验期间，SD 大鼠无任何中毒/死亡现象，饮食正常，试验 14 天后检查各试样受损情况。

结果见下表。

表 2

| 光缆类型 | 损坏指数 | 定义 | 样品编号 | 样品数量 |
|------|------|---------|---------------------------------|------|
| A 护套 | 0 | 无损坏 | | |
| | 1 | 外护套局部穿透 | | |
| | 2 | 外护套多处穿透 | | |
| | 3 | 铠装层被穿透 | 1#, 7#, | 2 |
| | 4 | 光纤被损坏 | 2#, 3#, 4#, 5#, 6#, 8#, 9#, 10# | 8 |
| 钢带护套 | 0 | 无损坏 | | |
| | 1 | 外护套局部穿透 | 3#, 5#, | 2 |
| | 2 | 外护套多处穿透 | 1#, 2#, 4#, 5#, 7#, 8#, 9#, 10# | 8 |
| | 3 | 铠装层被穿透 | | |
| | 4 | 光纤被损坏 | | |

续表

| 光缆类型 | 损坏指数 | 定义 | 样品编号 | 样品数量 |
|----------------|------|---------|---------------------------------|------|
| FRP 带或玻璃纤维纱的护套 | 0 | 无损坏 | | |
| | 1 | 外护套局部穿透 | 1#, 5#, | 2 |
| | 2 | 外护套多处穿透 | 2#, 3#, 4#, 6#, 7#, 8#, 9#, 10# | 8 |
| | 3 | 铠装层被穿透 | | |
| | 4 | 光纤被损坏 | | |

各种结构的光缆样品如图 1 所示。

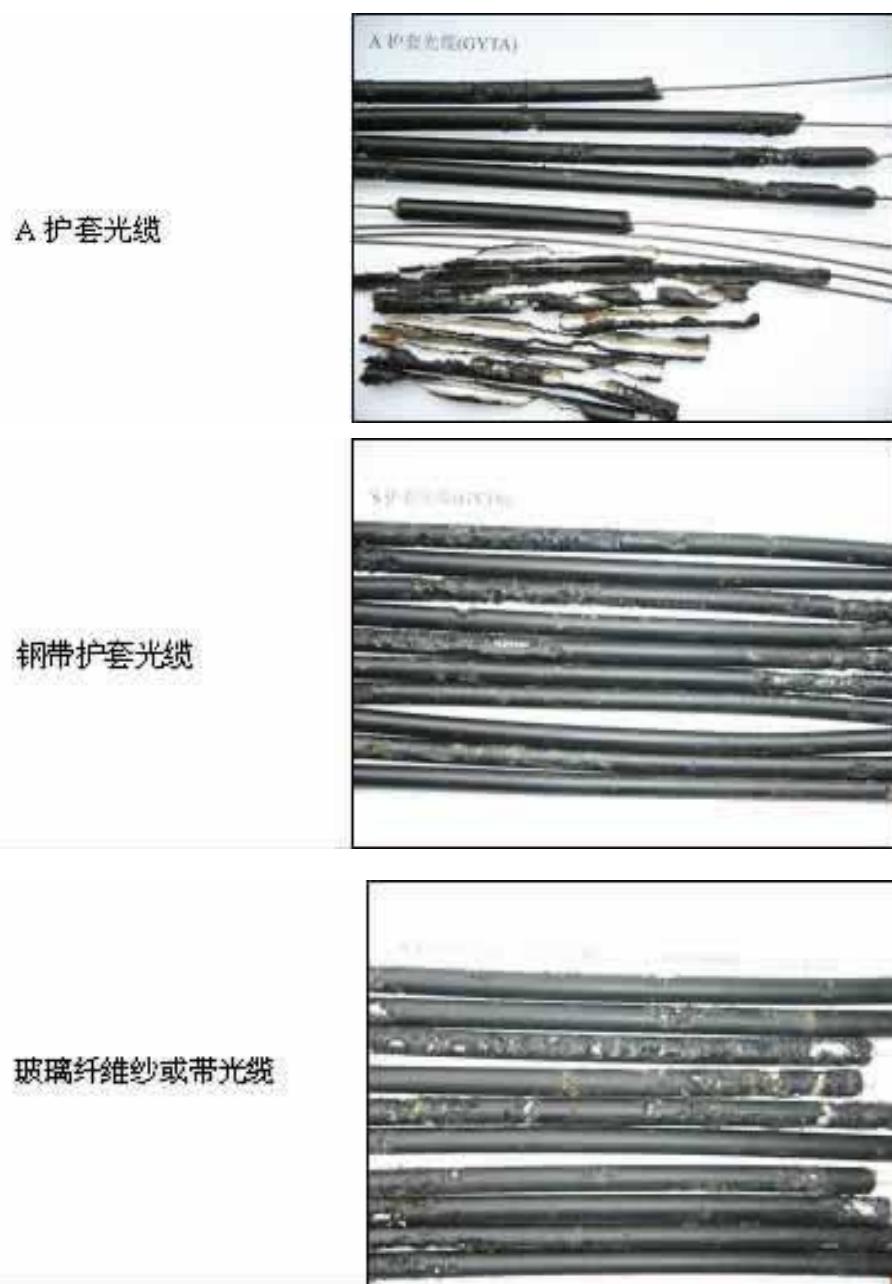


图 1 不同结构的光缆样品

根据这些受损样品的比较，可见 A 护套光缆完全不具备防鼠能力，钢带护套与 FRP 带护套都具备防鼠能力。

钢带护套防鼠是利用了钢带的硬度。基于此原理，各厂家推出了一般防鼠功能的 GYTS 结构，更优一点的如 GYTS53 以及 GYTA53 和 GYTY53 型光缆来防鼠，更有甚者用细圆钢丝来铠装光缆。这些光缆从结构来看都具有防鼠功能，但都有不足之处。其一是常规的镀铬钢带或磷化钢丝在外护套被鼠类咬掉后暴露在空气中很快会氧化生锈而失去保护功能，若采用不锈钢带或钢丝，其材料成本又比常规材料贵很多，经济上不可取；其二是可重复性防鼠能力差，因为仅仅是不好咬，所以鼠类不会停止对光缆的袭扰，线路损坏也许是迟早的事。其三是这类光缆重，杆塔承载负荷大，缆比较僵硬，敷设维护都不方便。其四是金属都是电的良导体，缆被咬坏后，裸露的金属会给线路造成极大的不安全因数。

玻璃纤维防鼠是利用老鼠在咬到玻璃纤维后会因口腔难受一般不会继续咬的原理。国外报道和使用较多的是采用玻璃纤维纱防鼠。由于玻璃纤维极细且脆，鼠类撕咬光缆时，这些极细的玻璃渣将扎伤鼠类的口腔，使其极不舒服，同时生物特有的记忆性以及生物种群间的信息交流，使之对光缆产生一定的畏惧感，从而达到防鼠的效果。这类防鼠结构有两种型式，一种是采用玻璃纤维纱，即在内护套表面正反绕包许多根玻璃纤维纱，达到一定的厚度后再挤上外护套。这

种型式对设备要求较高，需要有许多施放玻璃纤维纱的锭子。另一种型式是采用玻璃纤维带的，即将这些极细的玻璃纤维纱粘结固化成厚度均匀，宽度合适的带子，并且在固化成带子时将改性辣味素（即用有机物包裹后形成微胶囊化的辣椒碱）附着在里面。光缆生产时将玻璃纤维带包在内护套外面并挤上外护套。由于辣味素在内外护套之间，即使微胶囊在高温下破裂，生产时也不会有刺激性气体逸出，长久使用时辣味素往外护套迁移会更好地配合玻璃纤维达到防鼠的效果。这两种防鼠型式可有效地改进鼠类持续袭扰光缆的问题，同时所使用的防护材料均为非金属材料，在外护套被鼠类咬穿后不会对光缆维护产生不良影响，因此是比较好的选择方式。

4. 总结

总体上讲，化学方式防鼠虽然经济但由于环保及时效性等问题，目前各方均不予推荐。物理防鼠方面，含有坚硬金属结构的光缆都具有一定的防鼠性能，只是在防鼠的可重复性及时效性上存在差异，同时在线路的维护上有一定隐患；用玻璃纤维纱防鼠，玻璃纤维纱绕在缆芯上的厚度必须至少达到一定要求才具有良好的防鼠效果，要求有一定数量的放纱设备，防鼠方法虽然不一定很经济，但做成的光缆相对柔软，弯曲性能好；将玻璃纤维带用于光缆防鼠则对放线设备要求相对简单，光缆成型相对容易，成本相对经济。

长飞光纤光缆股份有限公司

股票代码：601869.SH 06869.HK

地址：中国武汉光谷大道9号(邮编:430073)

电话：027-67887650 邮箱：sales_spu@yofc.com

www.yofc.com