

浅议 FTTH 入户光缆的选用

卢星星 阮云芳 杨巧 李闽刚 刘宏超 熊壮

摘要：本文介绍了几种适合 FTTH 入户用的光缆产品的特性，主要技术参数等，包括普通蝶形光缆、小尺寸低摩擦蝶形缆、圆形引入光缆、气吹入户光缆，并给出了这些光缆的应用建议。

关键词：FTTH 蝶形光缆 低摩擦 圆形引入缆 气吹入户

1. 引言

FTTH (Fiber To The Home) 光纤到户一是指仅利用光纤媒质连接通信局端和家庭住宅的接入方式。FTTH 入户光缆指从光缆分纤箱至家庭住宅光缆终端设施的光缆 由单一家庭住宅独享。FTTH 入户光缆线路由入户光缆、光缆终端设施以及供入户光缆布放的辅助设施，如 PVC 管路组成。

随着日前发布的《住宅区和住宅建筑内光纤到户通信设施工程设计规范》、《住宅区和住宅建筑内光纤到户通信设施工程施工及验收规范》，两项国家标准中，首度对光纤到户的 implementation 做出强制性规定。这一国家强制性标准的实施必将进一步推动我国光纤到户工程的建设力度，给基础通信设施制造商带来了巨大的商机。

入户段光缆作为 FTTH 网络建设中重要的线路产品一直以来备受各大光缆厂家的重视，经过多年的开发，目前市场上出现了多种适合 FTTH 工程施工用的入户光缆，它们性能各有优劣，适用场景也不尽相同，通信运营商在使用这些入户光缆的时候出现了许多问题，究其原因，多数是因为针对不同敷

设场景而用错了光缆类型，这给日后网络稳定运行带来了较大隐患。本文从应用的角度，介绍了目前市场上大量使用的几种入户光缆产品性能特点，以及适用场景，以期能够促进入户光缆的规范化应用，更好的为 FTTH 工程施工服务。

2. 蝶形入户光缆的特点及应用

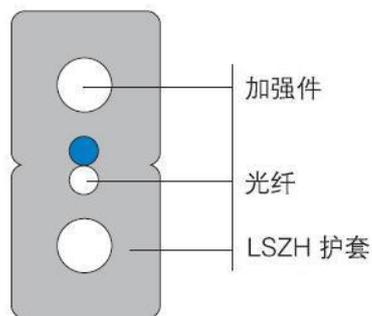
2.1 蝶形入户光缆简介

蝶形入户光纤光缆(俗称皮线光缆)。FTTH 用户入户用蝶形光缆中通常含 1~4 根有涂覆层的二氧化硅系光纤，其类别应为 ITU-T G.657(B6)，光纤涂覆层可着色，着色层颜色符合 GB 6995.2 规定的蓝、橙、绿、棕、灰、白、红、黑、黄、紫、粉红或青绿色，单芯光缆可为本色。

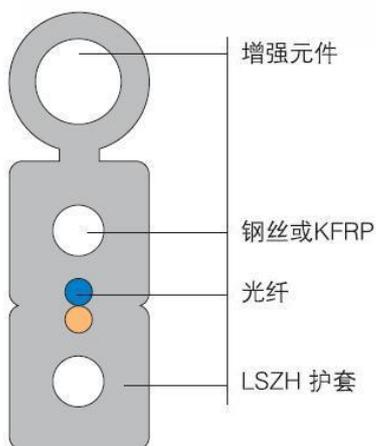
光缆中的加强构件可为高强度不锈钢钢丝或磷化钢丝的金属加强构件，也可非金属复合增强材料的加强构件，光缆的加强构件为 2 根，平行对称放置于光缆护套中。

用于室内的蝶形光缆的护套应选用低烟无卤阻燃材料，以满足室内布线环保，阻燃的要求。用于室外的蝶形入户光缆应能满足

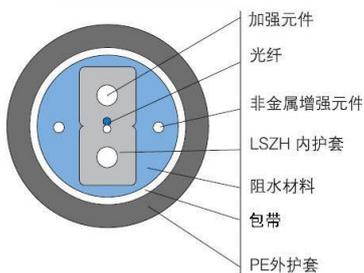
光缆全截面防水要求，几种典型蝶形入户光缆结构图如图 1 所示



a.室内布线型



b.自承架空型



c.管道入户型

图 1 蝶形入户光缆典型结构图

2.2 蝶形入户光缆应用建议

蝶形光缆主要用于用户室内多媒体信息

箱至楼道过渡盒、光缆接头盒、电信光交之间的布放和连接。蝶形光缆分室内、自承架空、管道入户三种类型，3 种产品价格有较大差异，目前，管道入户型价格约为室内型价格的 2 倍，一般情况下，只有在一些特殊应用场景如别墅在建设时期未预埋过路盒，方可考虑采用管道入户型蝶形光缆。

由于蝶形光缆敷设环境中经常会遇到小弯曲半径转弯的情况，为了减小蝶形光缆因较小弯曲半径而产生的弯曲附加损耗，以及降低光纤长期处于弯曲状态下的断裂风险（即提高光纤机械可靠性），蝶形光缆中使用的光纤应选用 G.657.A2 光纤。如表 1 所示为采用不同光纤的室内蝶形光缆弯曲半径。

表 1 光缆最小弯曲半径

光纤类别	静态(工作时)	动态(安装时)
B1.1 和 B1.3	30mm	60mm
B6A1	15mm	30mm
B6A2	10mm	25mm

蝶形入户光缆有非金属加强构件、金属加强构件两种形式，考虑到防雷、防强电干扰因素，室内应采用非金属加强构件蝶形光缆。非金属加强件材质为 FRP（玻璃纤维）和 KFRP（芳纶纤维），多用于室内布线，其中玻璃纤维加强件的蝶形光缆刚度好，适合穿线管使用，芳纶纤维加强件的蝶形光缆适合室内明线沿墙角等需直角转弯的场景布放。金属加强件一般都是钢丝材质，多用于室外布线，对于自承式蝶形光缆一般用于由室外光分配箱向室内引入，该类型蝶形光缆引入室内布放后应去除吊线金属部分，以防止室外雷电引入室内。

因用户多媒体信息箱箱内空间较小，普通光缆相对较硬，弯曲、固定、盘纤难度大，成端后极易发生根部折断，给后续维护放装工作带来困难，所以在网络线路设计中，不得将普通光缆直接布放至箱内且端接。而蝶形入户光缆有着重量轻、相对抗折弯性能较好且易固定、在 86 终端盒内易端接等特点，故户内应选用室内蝶形光缆。

目前室内型蝶形光缆有 1 芯、2 芯、3 芯、4 芯等规格，住宅用户接入蝶形入户光缆宜选用单芯缆；商务用户接入蝶形光缆可按 2--4 芯选用。

蝶形光缆独特的 8 字型构造可以在最短时间内实现现场成端，目前康宁、3M、藤仓公司制造的多种现场连接器均可以与 2.0mm × 3.1mm 标准尺寸的蝶形光缆适配，并在全球得到广泛应用。

3. 新型入户光缆

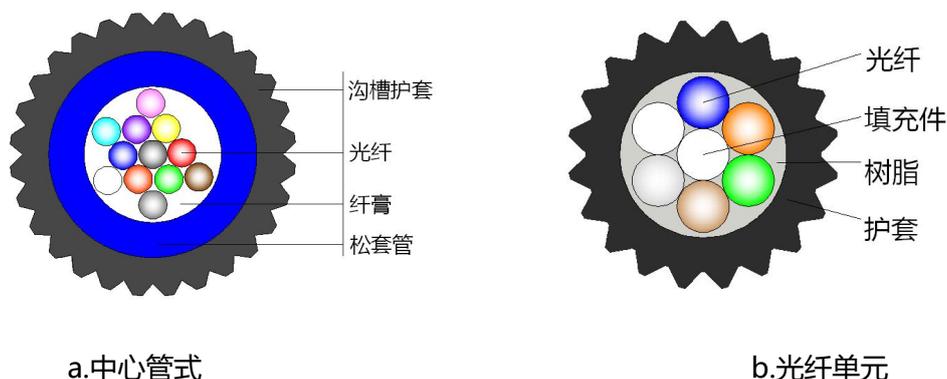


图 2 气吹入户光缆典型结构

长飞光纤光缆有限公司在武汉某小区采用气吹微管微缆技术配合中国移动进行了在现有管道中在线增加新的光缆线路的试点工程，该小区由 101 个单元楼栋组成，小区内 有 4 个光交，下面敷设了外径 110mm 管道，

3.1 气吹入户光缆

ODN 网络入户的这段光缆线路，在室内和室外都会分布，光缆的应用场景和敷设方式不尽相同。对有潜在需求的地方若将光纤光缆一次性布放到位，对于宽带用户开通率不高的地区，显然会产生浪费和资金的积压。气吹微管微缆技术可以有效的解决该问题，只需要预先在网络中布放相应的气吹微管系统，初期只需布放适当容量的光缆，以后根据发展需求分期扩容，将光缆分批吹入已建母管的子管中，节省了初期投放，避免了大量光纤闲置；可以根据业务需要随时增加光缆分支，采用 Y 型连接器减少光缆的接头。目前气吹微管微缆技术在国外 FTTH 网络工程中已经规模化应用，国内多家光缆企业也开发出了多种适合 FTTH 入户的气吹微型光缆，并联合气吹设备及网络施工单位进行了 FTTH 气吹光纤到户工程试点。如图 2 所示，是长飞光纤光缆有限公司开发的两种气吹入户光缆。

且中国电信已经以 FTTB+LAN 方式敷设完毕，使用的是常规普通光缆穿管敷设，在室外光交及单元楼栋手井内光缆预留较多，管孔资源非常有限；楼栋单元引入的是外径 30mm 的 PVC 管，从楼栋人井到 3 楼的配线

箱至少有两个直角弯，手井空间较小，并且1-2楼里面已经有其他线路敷设，如图3所示。



a. 一楼楼道处手井



b. 三楼配线箱

图3 施工现场线路环境

为了在这种管道资源紧张施工环境较复杂的场景下新增光缆路由，我们采用了人工牵引微管加气吹微缆和光纤单元的施工方案，在288芯1-3#光交采用人工牵引7/3.5微管，直接从光交牵引到每栋楼每单元的3楼配线箱，然后在7/3.5mm微管内气吹12芯中心管式气吹微缆；在576芯的光交采用人工牵引5/3到每单元的3楼配线箱，在5/3.5mm微管内气吹2芯光纤单元。5mm微管直接

由于光纤在楼宇之间、楼内布放时，需要反复弯曲，甚至直角弯，若使用目前普通的光纤，传输衰减会增加，光纤会存在断裂

的风险，无法满足信号传输的要求，此次试点工程采用了弯曲不敏感单模光纤G.657.A2；使用瓶装压缩气体作为气吹机动力的气吹方式，大大降低了施工噪音并且降低了气吹成本。如图4所示为气吹施工现场图片。



a. 气吹光纤单元



b. 使用瓶装压缩气体作为气吹机动力

图4 气吹施工现场

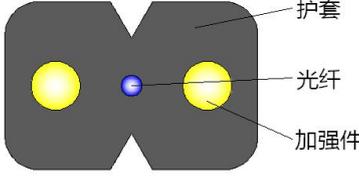
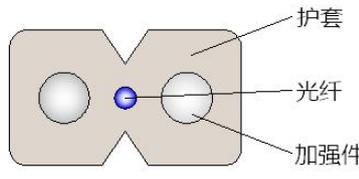
气吹光纤系统为FTTH线路建设模式提供了一种全新的理念，只需在已建住宅中预先布置好微管，就可以根据宽带开通需要分批次吹入光纤单元，并且可以随时更换光纤，且光缆在施工过程仅受到很小的力，光缆施工过程中出现故障的概率大大降低，这种系统初期投资成本低，气吹安装速度快，因此该方案在未来将成为各通信运营商进行FTTx网络部署的最佳选择。

3.2 小尺寸低摩擦系数蝶形入户光缆

FTTH 网络的建设模式多种多样，光缆敷设路由情况也不尽相同，针对老旧小区的改造，很多情况都需要在现有的多住户单元 (MDU) 中新增光缆线路，如果采用增加新的管道线路的方案，势必会使建设成本增加，所以一般都利用现有的电缆管道来实现附加的光缆敷设，且敷设方法一般都采用牵引方

式安装，此安装方法需要大量的安装时间并且在现有的管道中比较难于实现光缆附加安装，为此日本光缆厂家率先开发出了适合在已有管道中穿管敷设的小尺寸低摩擦系数蝶形光缆，如表 3 所示是普通蝶形光缆和低摩擦蝶形光缆结构的对比。

表 3 两种光缆结构对比

项目	普通蝶形缆	低摩擦蝶形缆
光缆结构		
尺寸 (mm)	2.0×3.1	1.6×2.0
加强芯	非金属 FRP	金属
护套	阻燃	低摩擦耐磨损 阻燃
最大拉力 (N)	80	200
光缆截面积 (mm ²)	6.2	3.8
摩擦系数 (相对值)	1	0.2
安装拉力 (相对值)	1	0.15

该类型光缆护套材料的低摩擦和加强件良好的刚度是关键技术，同时还具有尺寸小、硬度高等优点。同时还应该能通过光缆之间的摩擦系数的测试以及光缆推管试验（20 米穿线管 5 个直角弯，每次穿 1 根至少能够穿过 8 根低摩擦缆），这两项关键性能能确保低摩擦蝶形光缆在狭小的管道空间中可以不通过牵引的方式而直接将光缆推入管道单元中，从而大大降低了敷设时间和成本。

3.3 圆形引入光缆

传统的蝶形引入光缆在缆的结构上存在缺憾，水平布放时光缆凹槽中易积水、结冰，造成光纤衰减增加，而且施工过程中由于光缆的扁平结构特征容易出现打扭现象，一旦

扭转圈数过多光纤易折断。为此，国内多家厂商近年来开发了可以弥补结构缺憾，提高施工便捷性的圆形引入光缆。圆形引入光缆在结构上，与常规单芯室内紧套光缆类似，其具有抗扭，抗弯曲，抗拉性能好，环保阻燃效果好，适用温度范围宽等优点，且光缆结构没有凹槽减少光纤衰减增大机率；全介质结构，有良好的防雷、防强电入侵、防锈

蚀特性。三种典型圆形引入光缆结构如图 5 所示

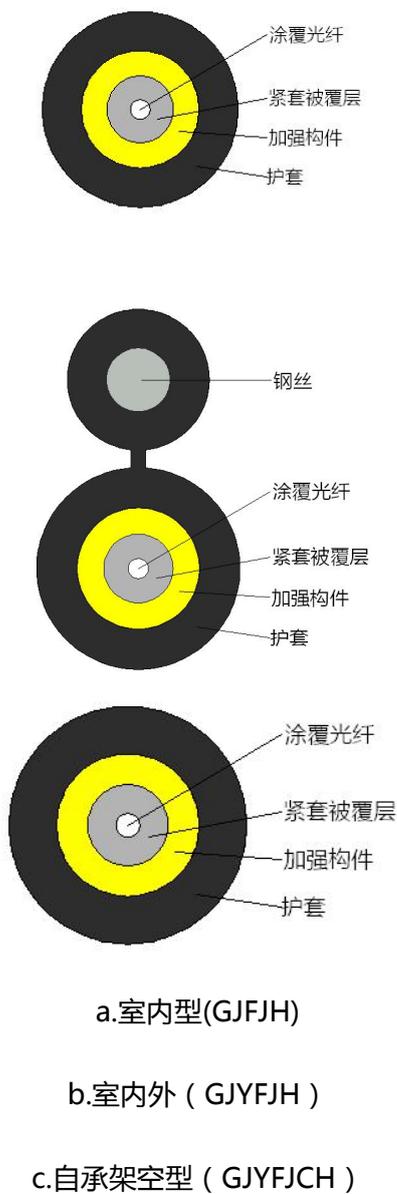


图 5 圆形引入光缆典型结构图

圆形引入光缆一般采用 LSZH 材料作为光纤的紧包层和护套，使光缆具有良好的环保和阻燃性能，同时使用芳纶纱加强件，光缆柔软，弯曲半径小，抗拉性能好。另外，圆形引入光缆有成熟的预成端技术和配套的快速连接器技术，比较适合用于室内和室外段引入场景。但基于圆形引入光缆较柔软的特点，该种光缆在走穿线管时只适用于用牵

引绳采用拉拽的方法施工，当管道有变形或堵塞情况发生时，若施工人员如牵引电缆一样强行拉拽，光缆被拉断的风险较大，给施工过程带来了一定的隐患。

为了适应 FTTH 工程建设中负责的使用环境，圆形引入光缆同样采用了弯曲不敏感光纤 G.657.A2，从而赋予了圆形引入光缆优良的性能。圆形引入光缆的主要性能参数见表 4

表 4 圆形引入光缆主要性能参数

型号规格	外径 (mm)	短期抗拉力 (N)	光缆重量 (kg/km)	耐环境性能 (°C)
GJFJH-1B6a2	2.5	150	6.5	-40~+60
GJYFJH-1B6a2	3.0	500	9.5	-40~+60
GJYFJCH-1B6a2	5.0*3.0	600	20	-40~+60

4. 结束语

随着我国光纤到户工程的全面展开，FTTH 入户网络中所使用的光缆种类也越来越多，本文介绍了几种适合用于 FTTH 网络中入户用的光缆产品，包括普通蝶形光缆、小尺寸低摩擦蝶形缆、圆形引入光缆、气吹入户光缆，介绍了它们的产品特性，适用场景，以及应用特点。以期给广大光缆使用单位一定的指导作用，更好地为我国 FTTH 网络建设服务。

参考文献

1. 胡先志等.光缆及工程应用.北京：人民邮电出版社，1998
2. 曹志刚，孙明.圆形引入光缆的技术特点及应用前景[J]；网络电信 2012 年 10 月
3. YD/T 1997-2009：《接入网用蝶形引入光缆》

长飞光纤光缆股份有限公司

Yangtze Optical Fibre and Cable Joint Stock Limited Company

地址：武汉市光谷大道9号（430073）

ADD: No.9 Optics Valley Avenue, Wuhan, Hubei, China(P.C.: 430073)

电话(Tel): +86 400-991-6698

邮箱(Email): marketing@yofc.com

www.yofc.com