

# 气吹微型光缆

林飞

2010年7月

## 1. 微型气吹光缆的结构要求

### 1.1 术语及定义

#### 1.1.1 气吹微型光缆

气吹微型光缆是同时满足下列三个条件的光缆：

(1) 必须适合用气吹方法在微管中敷设；

(2) 尺寸必须足够微小，其直径范围为：3.0~10.5mm；

(3) 适宜其气吹安装的微管外径范围为：7.0~16.0mm。

#### 1.1.2 高性能光纤单元

高性能光纤单元是同时满足下列四个条件的光纤：

(1) 由一根或数根光纤（带）经过涂覆、固化后形成一体，必要时在涂覆层内允许有少量非金属加强件；

(2) 必须适合用气吹方法在微管中敷设；

(3) 尺寸必须足够微小，其直径范围为：0.4~3.0mm；

(4) 适宜其气吹安装的微管外径范围为：3.5~8.0mm。

#### 1.1.3 微管束

微管束是由一定数量的微管捆扎集合在一起形成的束状的微管。

#### 1.1.4 管缆

管缆是由一定数量的微管集合在一起，具有外护层，并采用一定的保护措施（例如防潮层）制成的缆。

### 1.2 结构和材料

#### 1.2.1 光缆识别用色谱

当光缆内同一管中光纤芯数不超过12芯时，管内光纤采用全色谱识别，其颜色应按表1规定顺序选取，在不影响识别的情况下允许使用本色。当同一管中光纤芯数超过12芯时，应在光纤表面增加色环或用有色扎纱方式以便识别。色环或扎纱的颜色应从表1中选择。

表1 识别用全色谱

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
颜色	蓝	橙	绿	棕	灰	白	红	黑	黄	紫	粉红	青绿

#### 1.2.2 小管（外保护管）

外保护管可以是高密度聚乙烯硅芯管、子母型波纹棱壁光缆导管、高密度聚乙烯塑料管等。

外保护管应能抵抗气吹安装过程中产生的压力及其变化。外保护管全长横截面形状应圆整一致，内表面应具有较低的摩擦系数。

外保护管的色泽应均匀一致，颜色一般选黑色。当外保护管安装在其他大型管子中时，各个外保护管应能在全长内可区分。为保证施工中能从端面识别管道，外保护管外表面宜使用全色区分，颜色应是符合 GB 6995.2-1986 规定的蓝、橙、绿、棕、灰、白、红、黑、黄、紫、粉红或青绿色。经制造商和用户商定也可使用其他易于识别的颜色。颜色应在使用寿命期内可识别。在能保证从端面可识别的情况下，也可使用色条来加以识别。色条的颜色应从表 1 中选择。

#### 1.2.3 微管

微管应为小型、柔软、轻质的管子，其外径应不超过 16mm。

微管必须较柔软、轻质，耐用及易于处理。

微管材料宜使用高密度或中密度聚乙烯。当有阻燃要求时，可使用其他合适的材料。

对于呈单根的微管应吹放在外保护管中使用。当微管安装在外保护管中时，各个微管应能在全长内可区分。为保证施工中能从端面识别管道，微管外表面宜使用全色区分，颜色应是符合 GB 6995.2-1986 规定的蓝、橙、绿、棕、灰、白、红、黑、黄、紫、粉红或青绿色。经制造商和用户商定也可使用其他易于识别的颜色。颜色应在使用寿命期内可识别。在能保证从端面可识别的情况下，也可使用色条来加以识别。色条的颜色应从表 1 中选择。

#### 1.2.4 微管束和管缆

微管束和管缆中每个微管应能在全长内可区分。为保证施工中能从端面识别管道，微管外表面宜使用全色区分，颜色应是符合 GB 6995.2-1986 规定的蓝、橙、绿、棕、灰、白、红、黑、黄、紫、粉红或青绿色。颜色应在使用寿命期内可识别。在不影响识别的情况下，也可使用色条来加以识别。色

条的颜色应从表 1 中选择。

当满足机械性能要求，并有防潮措施后，管缆可单独使用，不需要再放入外保护管中。

#### 1.2.5 微型光缆

微型光缆结构可分为全介质层绞式、全介质中心管式、中心钢管式等。允许有其它类似的结构型式。

微缆护套材料宜使用高密度或中密度聚乙烯。当有阻燃要求时，可使用其他合适的材料。

微缆在一个交货段长内不应有光纤接头。

微缆中每一光纤应全长可识别。

微缆结构的阻水要求：微缆结构应全截面阻水，水在缆芯和护套中应不能纵向渗流。当微缆应用于室内时，不作阻水要求。

#### 1.2.6 松套管

松套管应由热塑性材料或金属材料构成，热塑性材料松套管可以是单层结构，也可以是双层结构。松套管塑料材料可用聚对苯二甲酸丁二醇酯（简称 PBT）塑料、聚丙烯塑料或其它合适的塑料，聚对苯二甲酸丁二醇酯（简称 PBT）塑料和聚丙烯塑料性能应符合 YD/T 1118.1-2001 和 Y/D1118.2-2001 的规定。松套管金属材料可用不锈钢或其它合适材料，不锈钢材料性能应符合 GB/T 4239-1991 的规定。

松套管的外径、壁厚随管中芯数改变。其外径标称值为 1.2 ~ 6.0mm，容差 ± 0.1mm。

#### 1.2.7 聚乙烯护套厚度

聚乙烯护套是指在缆芯外挤包的一层聚乙烯，其厚度平均值应不小于 0.35mm，最小值不小于 0.30mm。

#### 1.2.8 特殊表面结构

为提高吹送效率，可改变微缆和光纤单元的外表面或微管的内表面来提高气送性

能，以取得更长的气送距离。例如微缆护套采用表面螺旋或平行开槽结构，或提高表面粗糙度，微管内壁采用硅涂层或纵向导槽，当有特殊要求时，气送光纤单元表面也可附有低摩擦系数的球形颗粒等。

## 2. 气吹施工方法

### 2.1 安装方法

空气辅助安装的实现基础是用一个空气源强迫光缆处于连续高速气流中。移动的空气流推着光缆以设备提供的典型速度向前推进。

气送安装方法可分为几种：在缆前端有或没有活塞，或有一个可漏泄的活塞。选择何种安装方法取决于几个因素：缆的类型（直径、重量、硬度、摩擦系数），管道直径，路由形状（弯曲数量及其位置，坡度），设备类型等。安装长度和速度取决于上述所有因素。

#### 2.1.1 在缆前端有活塞的安装方法：

此种方法是在缆的前端附有活塞，它可以给缆施加较大的固定拖力，此拖力不能超过缆的允许负载（依赖于结构设计）。拖力仅提供缆允许张力的一部分。

如果活塞进入椭圆的管道，将会发生阻塞。为避免这种情况，活塞必须柔软。

也可以使用一个直径比管道内径小的活塞（漏泄活塞）。它类似打开的梭状物，气流可以从其中间通过。这种情况下，漏泄的程度也将影响光缆所承受的张力的大小。

#### 2.1.2 在缆前端无活塞的安装方法：

对于没有活塞的情况，在光缆前端不存在拖拽力，空气流提供的推力散布在光缆全长上。在这种情况下，缆是依靠大量高速气流产生的拉力自由地进入管道的。压缩机应能提供足够多的空气以供安装。

此时，在光缆端头上连接拖拽绳也是不必要的。

本资料条款的最终解释权属于长飞公司

### 2.2 操作步骤

一旦准备工作完毕，气吹机也已到位，则按下列步骤进行操作：

(1) 准备光缆前端。如果不使用活塞，则应使用一个与光缆配合很好的重量较轻的光缆导引头，以使光缆能较容易地通过弯道或子管道接头。当使用活塞时，其与缆之间的抓紧方式需要注意。

(2) 准备管道，使其适应气吹机。

(3) 必要时，调整光缆推入机械，以适应线缆外径。

(4) 在光缆插入机器之前，清洁光缆。

(5) 将光缆塞入气吹机。

(6) 将光缆引导入管道。

(7) 将光缆固定在气吹机塞入机械上。

(8) 将管道用合适的接头固定在气吹机上，以避免安装中丢失气压。

(9) 启动机器。由压缩机产生的高速气流开始将光缆拖拽入管道。

(10) 在远端应能接收到光缆。接收端应有专人照看，因为光缆出来得很快。如果安装在该点结束，则应考虑储存预留光缆，以供接续。

(11) 穿放在塑料管道内的微型光缆，应采用在光缆接头处金属构件断开与敷设防雷线相结合的防雷措施。

(12) 当串联使用多个气吹机进行接力气吹时，在光缆达到第二个气吹点时，应将第一台气吹机停下，按前述程序将光缆引入第二台气吹机和管道，将其固定，重新开启第一台气吹机，然后开启第二台。如果有更多气吹机，均按此程序操作。

(13) 需要时光缆也可从中点向两边布放。在此情况下，在一个方向安装完第一段缆后，余缆必须以8字形盘放，或以气吹机将其吹入特制的卷取装置。应特别注意避免光缆被弄脏。重新摆放气吹机，以便于其向相反方向布放，然后以相同方法继续布放。

(14) 整个气吹过程中，不可超过管道可支持的最大压力。

(15) 当用微管气吹机将微管束一次性吹入外保护管时，注意微管与外保护管间应有一定的间距，最好只充满外保护管的一半，这样，微管仍能有较强抗冲击能力，并且松弛的空间便于 Y 分支制作和处理故障，也利于微管的吹入。

### 3. 影响气吹效能的主要因素和评估

#### 3.1 影响气吹效能的主要因素

(1) 地形、地貌复杂程度，管道平直度：管道弯曲的幅度越大、周期越小、弯曲越频繁，则气吹法穿放光缆的长度越短，气吹效能越差。

(2) 外保护管、微管、微管束和管缆的内表面静态摩擦系数，以及微管、微缆和光纤单元的外表面静态摩擦系数，摩擦系数越大，气吹效能越差。

(3) 外保护管、微管、微管束和管缆的内表面动态摩擦系数，以及微管、微缆和光纤单元的外表面动态摩擦系数，摩擦系数越大，气吹效能越差。

(4) 缆硬度和单位长度重量：缆硬度越大，单位长度重量越大，气吹效能越差。

#### 3.2 评估方法

(1) 盘上微管通过实验：通过测得与各时间点相对应的微缆的气吹距离、吹送速度和气压等，来评定微缆的气吹性能。一般，对微型光缆，平均吹送速度应不小于 25m/min，20min 内安装距离应不小于 500m；而对光纤单元，平均吹送速度应不小于 20m/min，25min 内安装距离应不小于 500m。

(2) 场地微管通过实验：通过测得与各时间点相对应的微缆的气吹距离、吹送速度和气压等，来评定微缆的气吹性能。一般，对微型光缆，平均吹送速度应不小于 35m/min，30min 内安装距离应不小于 1000m；而对光纤单元，平均吹送速度应不小于 25m/min，20min 内安装距离应不小于 500m。

#### (3) 气吹后光纤附加衰减

通过上述气吹效能试验的前后，分别测试微缆中光纤的衰减系数，得出气吹后光纤附加衰减。指标要求见表 2 的规定。

衰减监测：在试验期间，监测仪表的重复性引起的监测结果的不确定性应优于 0.02dB/km。试验中光纤衰减变化量的绝对值不超过 0.02dB/km 时，可判定为衰减无明显变化。允许衰减有某数值的变化时，应理解为该数值已包括不确定性在内。单模光纤的衰减变化监测应在 1550nm 波长（或在用户指定的使用波长）上进行。

表 2 气吹安装允许附加衰减

用途	微缆类型	允许光纤附加衰减 (dB/km)				
		B1.1 类	B1.3 类	B4 类	A1a 类	A1b 类
长途或核心网用	微型光缆	≤0.02			≤0.15	
	光纤单元	≤0.05			≤0.30	
短途 (1km)、接入网 或短途城域网用	微型光缆	≤0.05			≤0.30	
	光纤单元	≤0.1			≤0.60	

注：(1) 气吹安装附加衰减为气吹安装后相对于安装前的光纤衰减差。

(2) 气吹安装允许附加衰减不包括光纤的接续衰减。

(3) 当距离不大于 1km 时，允许光纤附加衰减应按 1km 指标要求。

#### 4. 管道、光缆的配比（见表 3）

表 3 管道的主要规格

管材			最多能容纳的子管或微缆举例	备注
分类	外/内径 (mm)	材料		
大管	110/100	PVC、PE	3 根 40/33 小管，4 根 34/28 小管	出局管道或主干管道
	100/90	PVC、PE	2 根 40/33 小管，3 根 34/28 或 32/26 小管	主干管道
	75/65	PVC、PE	2 根 32/26 小管	引向交接箱的分歧管道或向大容量用户供线管道
小管 (外保护管)	63/54	HDPE	10 根 10/8 微管，20 根 7/5 微管	置于大管道中，或单独使用。一般在内壁模压一层永久性固态润滑剂作为内衬层（例如硅芯）
	50/41	HDPE	7 根 10/8 微管，14 根 7/5 微管	
	46/38	HDPE	6 根 10/8 微管，12 根 7/5 微管	
	40/33	HDPE	5 根 10/8 微管，7 根 8/6 微管，10 根 7/5 微管，4 组 4/3 微管束	
	34/28	HDPE	3 根 10/8 微管，7 根 7/5 微管	
	32/26	HDPE	3 根 10/8 微管，6 根 7/5 微管	
微管	16.0/13.5	HDPE	最大 $\Phi$ 10.5 微缆	置于小管道中。一般在内壁模压一层永久性固态润滑剂作为内衬层（例如硅芯）
	14.0/11.5	HDPE	最大 $\Phi$ 8.9 微缆	
	12.0/10.0 *	HDPE	最大 $\Phi$ 7.8 微缆	
	10.0/8.0 *	HDPE	最大 $\Phi$ 6.2 微缆	
	8.0/6.0	HDPE	最大 $\Phi$ 4.6 微缆，也可用于吹送光纤单元	
	7.0/5.5 *	HDPE	最大 $\Phi$ 4.2 微缆，也可用于吹送光纤单元	
	5.0/3.5 *	HDPE	最大 $\Phi$ 2.7 微缆	
	4.0/3.0	HDPE	最大 $\Phi$ 2.3 微缆	
	3.5/2.5	HDPE	最大 $\Phi$ 1.9 微缆	
微管束和管缆	规格有 1、2、4、7、12、19、24 孔等			置于小管道或大管道中
<p>注：（1）标有 * 为常用的微管。</p> <p>（2）能容纳的微缆举例是按照 60% 的占空比计算得出的，并且专指吹放单根缆或光纤单元的情况。</p> <p>（3）管材孔径的选择应以最常用规格、有利于减小孔径和提高管孔含线率为依据。</p> <p>（4）当应用于室外时，小管应具有防潮层。</p>				

## 5. 长飞公司的气吹微缆 (见表 4)

表 4 长飞公司的气吹微缆

微缆	光纤单元数	套管直径 (mm)	套管数量	填充绳数量	外径 (mm)	缆单重 (kg/km)	最大抗拉强度 (N)	最大抗压强度 (N/100mm)
GCYFTY-4~12Xn *	4~12	1.7	1	4	5.6	27	300	450
GCYFTY-14~24Xn	14~24	1.7	2	3	5.6	27	300	450
GCYFTY-26~36Xn	26~36	1.7	3	2	5.6	27	300	450
GCYFTY-38~48Xn	38~48	1.7	4	1	5.6	27	300	450
GCYFTY-50~60Xn	50~60	1.7	5	0	5.6	27	300	450
GCYFTY-62~72Xn	62~72	1.7	6	0	6.2	33	400	450
GCYFTY-74~84Xn	74~84	1.7	7	1	7.3	44	500	450
GCYFTY-86~96Xn	86~96	1.7	8	0	7.3	44	500	450
GCYFTY-98~108Xn	98~108	1.7	9	3	9.5	76	500	450
GCYFTY-110~120Xn	110~120	1.7	10	2	9.5	76	500	450
GCYFTY-122~132Xn	122~132	1.7	11	1	9.5	76	500	450
GCYFTY-134~144Xn	134~144	1.7	12	0	9.5	76	500	450

注：\* Xn 指光纤类型。

### 参考文献

- [1] YD/T 1460.1 (2006) 通信用气吹微型光缆及光纤单元 第 1 部分：总则
- [2] YD/T 1460.4 (2006) 通信用气吹微型光缆及光纤单元 第 4 部分：微型光缆
- [3] YD/T 1460.5 (2006) 通信用气吹微型光缆及光纤单元 第 5 部分：高性能光纤单元

### 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