

# 一种新型蝶形引入光缆的设计和应用

## 摘要 Abstract

随着互联网全球化的发展，周边东南亚国家对光缆的需求也日益增加，特别是用于5G建设的蝶形引入光缆。受经济发展水平影响，他们渴望寻找一种价格低廉、性能优越的新型蝶形引入光缆。为了解决这一问题，本文对此提出了一种新的蝶形光缆的设计和应用。

With the development of Internet globalization, more and more optical cables are needed in Southeast Asian Countries, especially Bow-type optical fibre cables. Affected by the level of economic development, they are eager to find a new Bow-type optical fibre cables with low-price and superior performance. In this paper, a new Bow-type optical fibre cables are discussed to solve this problem.

## 关键词 Key Words

蝶形引入光缆 结构优化 工艺方法

Bow-type optical fibre cables; structural improvement; technological method

## 一、引言

随着互联网全球化的发展，不单中国四大运营商对于蝶形引入光缆的需求逐年递增，周边一些发展中国家对蝶形引入光缆的进口量也越来越大。受限于经济发展水平，一些国家的运营商提出，希望在价格更低的情况下，进口一种性能与普通自承式蝶形光缆无差别的蝶形引入光缆。为满足相关供应商需求，更好开拓海外市场，抢占海外市场份额，本文着重分析了一种降低成本的自承式蝶形引入光缆的设计方法，即提出一种优化一根加强件的自承式蝶形引入光缆（简称：单加强件型自承式蝶缆），以及实现其生产制造工艺。

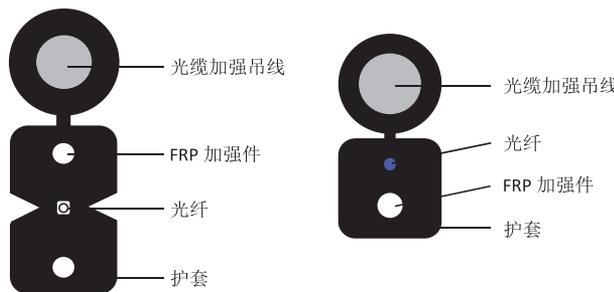
## 二、单加强件型自承式蝶缆的介绍

传统自承式蝶形引入光缆的结构是将单模或多模光纤放置在两根加强件中间后，挤包一层低烟无卤外护层（一般为阻燃聚乙烯，LSZH）。同时在光单元上方同时挤包一根吊线，用以架空敷设时承受大部分的张力<sup>[1]</sup>。单加强件型自承式蝶缆是在传统自承式蝶形引入光缆的基础上，将光纤与吊线中间的加强件省去，同比减小光单元尺寸。本文即分析该光缆的设计方法和生产制造工艺。

### 1. 结构图对比

下图为传统自承式蝶形引入光缆和单加强件型自承

式蝶缆结构对比（图1），（a）为传统自承式蝶形引入光缆，（b）为单加强件型自承式蝶缆。



(a) 传统自承式蝶形引入光缆 (b) 单加强件型自承式蝶缆

图1：传统自承式蝶形引入光缆与单加强件型自承式蝶缆结构对比

### 2. 传统自承式蝶形引入光缆和单加强件型自承式蝶缆优势对比

单加强件型自承式蝶缆在省去一根加强件的前提下，同时减小了光单元的尺寸，由原先3.0\*2.0结构优化至2.0\*2.0，吊线由传统1.0mm外径的钢丝优化为1.2mm外径的镀锌钢丝（锌层含量大于122g/m<sup>2</sup>），保证在气候湿润多雨的东南亚地区长时间不生锈；外护料使用阻燃PE（FRPE），与常规的阻燃聚乙烯（LSZH）外护料相比具有更强的断裂伸长率，保证光缆拉伸符合要求；图2为单加强件型自承式蝶缆和传统自承式蝶形引入光缆耗材用量对比。

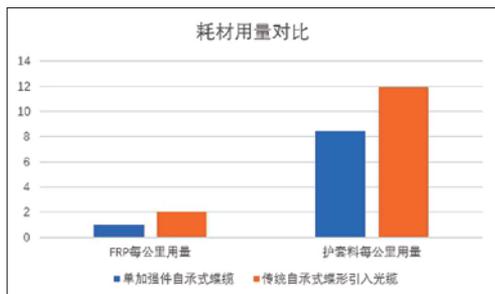


图2：单加强件型自承式蝶形和传统自承式蝶形引入光缆耗材用量对比

### 3. 单加强件型自承式蝶缆规格和尺寸

本文介绍的单加强件型自承式蝶缆尺寸规格为4.1\*2.0，撕开吊线后子单元的规格为2.0\*2.0。具体规格详见图3。

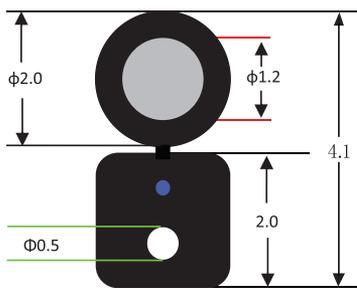


图3：单加强件型自承式蝶缆结构尺寸

## 三、制造工艺

### 1. 设备示意图

本文介绍的单加强件自承式蝶缆可用常规蝶形引入光缆设备生产，无需增减生产线设备。设备示意图如下图4所示：

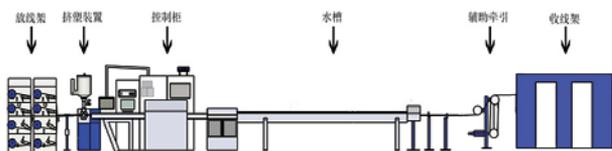


图4：单加强件型自承式蝶缆生产设备示意图

### 2. 模具设计

为实现生产，为挤塑装置设计并加工了以下模芯模套（如图5）



图5：单加强件型自承式蝶缆模具图

生产过程中将单模或多模光纤、一根加强件、一根增强件置于放线架，同时通过挤塑装置挤包一层FRPE护套，经过水槽冷却，最后通过收线架收线成盘，绕包薄膜并装箱后即可发货<sup>[2]</sup>。

### 3. 成品及显微镜下端面

下图为单加强件自承式蝶缆的成品图（图6）及显微镜下的端面图（图7）

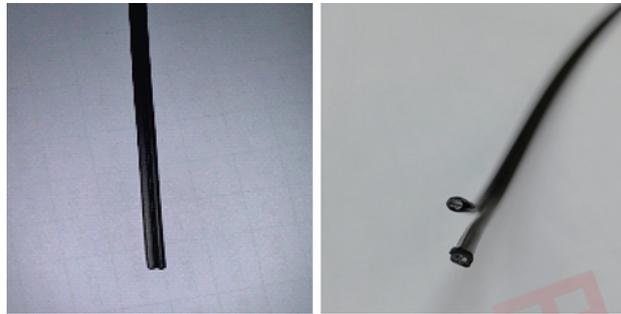


图6：单加强件型自承式蝶缆成品图

如图6可见所生产的成品护套表面光滑无颗粒杂质，无破皮开裂；吊线和光单元间易剥离，撕开时不会粘连或破皮，符合行业标准。



图7：单加强件型自承式蝶缆端面图

如图7可见，加强件、增强件、光缆均处于中心位置，能对光纤起到较好的保护作用。结构尺寸符合设计要求。

## 四、试验报告

为了验证所生产成品是否符合蝶形引入光缆的行业标准，对成品进行了以下试验<sup>[3]</sup>：

1. 机械性能试验（试验结果见图8）；
  2. 长期拉伸性能试验（试验结果见图9）
  3. 其他性能试验（试验结果见图10）；
  4. 环境性能试验（试验结果见图11）；
- 具体试验内容及试验结果如下表所示：

序号	检验项目	单位	标准要求	检验结果	结论
1	拉伸	%	短期拉力600N 光纤应变 $\leq 0.40$	0.304	合格
			拉伸后护套无目力可见开裂	无目力可见开裂	
2	扭转	dB	张力20N, $\pm 180^\circ$ , 循环20次时, 光纤附加衰减绝对值	0.002	合格
			扭转后护套无目力可见开裂	无目力可见开裂	
3	反复弯曲	dB	张力20N, 30倍缆径, $\pm 90^\circ$ , 循环300次时, 光纤残余附加衰减 $\leq 0.4$	0.001	合格
			反复弯曲后护套无目力可见开裂	无目力可见开裂	
4	压扁	dB	短期压力2200N, 光纤附加衰减	0.044	合格
			压扁后护套无目力可见开裂	无目力可见开裂	
5	冲击	dB	1N·m, 3点, 每点1次, 光纤残余附加衰减	0.001	合格
			冲击后护套无目力可见开裂	无目力可见开裂	
6	可分离性	N	应能从光缆分离口处较容易地将光缆分离200mm, 其撕裂力的最小值应不低于5N, 最大值应不大于15N	7.43	合格

图8: 机械性能试验结果报告

序号	检验项目	单位	受力时间	标准要求	检验结果	结论
1	长期拉伸性能(带吊线)	%	24h*10	长期拉力300N 光纤应变 $\leq 0.20$	0.124	合格
		dB		附加衰减 $\leq 0.03$	0.023	
2	长期拉伸性能(带吊线)	%	24h*20	长期拉力300N 光纤应变 $\leq 0.20$	0.128	合格
		dB		附加衰减 $\leq 0.03$	0.022	
3	长期拉伸性能(带吊线)	%	24h*30	长期拉力300N 光纤应变 $\leq 0.20$	0.129	合格
		dB		附加衰减 $\leq 0.03$	0.021	
4	长期拉伸性能(剥离吊线)	%	24h*10	长期拉力40N 光纤应变 $\leq 0.20$	0.098	合格
		dB		附加衰减 $\leq 0.03$	0.015	
5	长期拉伸性能(剥离吊线)	%	24h*20	长期拉力40N 光纤应变 $\leq 0.20$	0.108	合格
		dB		附加衰减 $\leq 0.03$	0.018	
6	长期拉伸性能(剥离吊线)	%	24h*30	长期拉力40N 光纤应变 $\leq 0.20$	0.106	合格
		dB		附加衰减 $\leq 0.03$	0.017	

图9: 长期拉伸性能试验结果报告

序号	检验项目	单位	标准要求	检验结果	结论
1	包装及外观		外护套表面光滑平整, 无目力可见裂纹、气泡、沙眼和机械损伤	符合	合格
			外护套表面应印有光缆型号、商标或制造年份和计米数字等清晰标志	符合	
2	光纤色谱		蓝	符合	合格
3	护套外径	mm	$2.0 \pm 0.1 * 4.1 \pm 0.2$	$2.02 * 4.15$	
4	标志牢固性		标志应清晰, 并与护套粘附牢固, 经过擦拭实验后仍可辨认	符合	合格
5	计米标志误差		0~1%	符合	
6	垂直燃烧	mm	单根垂直燃烧后, 支架下缘与碳化部分上起始点的距离应 $\geq 50$ , 与碳化部分下起始点的距离应 $\leq 540$	合格	合格

图10: 其他性能试验结果报告

序号	检验项目	标准要求	检验结果				结论	
1	温度循环	-20℃、+70℃, 各点恒温8h, 循环2次, 相对20℃, $\Delta\alpha 1550 \leq 0.4 \text{ dB/km}$	第一循环				合格	
			光纤	-20℃	+70℃			
			蓝	$\Delta\alpha 1310$	$\Delta\alpha 1550$	$\Delta\alpha 1310$		$\Delta\alpha 1550$
				0.005	0.016	0.005		0.008
			第二循环					
			光纤	-20℃	+70℃			
蓝	$\Delta\alpha 1310$	$\Delta\alpha 1550$	$\Delta\alpha 1310$	$\Delta\alpha 1550$				
	0.002	0.006	0.002	0.003				

图11: 环境性能试验结果报告

结合上述试验报告, 可以得出本次设计并制造的单加强件型自承式蝶缆符合蝶形光缆的行业标准。在合适的环境下可代替常规产品进行布线。

### 五、总结

单加强件自承式蝶缆在满足常规蝶形光缆性能要求的前提下, 比常规产品成本更低, 体积更小。为智能大楼、数字小区、校园网、局域网建设布网提供了一种成本更低、性能良好的布线方案。

