



不锈钢管光纤单元钢丝铠装光缆在地震灾后重建中的应用

罗 勇 蔡 炳 余

(中天科技海缆有限公司 江苏·南通 226010)

摘 要: 四川汶川地震使数万皮长公里的光缆损毁,光缆受损点主要为地震断裂带、山坡、丘陵、水库、江河和沼泽地等特殊路段。本文结合海底光缆技术与结构推出演变型“不锈钢管光单元钢丝铠装”陆用光缆,结合灾后重建需要和提高光缆强度水平的重建策略,为通信运营商提供更佳建设方案,以提高通信安全等级,提高经济和社会效益。

关键词: 地震灾害, 灾后重建, 海底光缆技术, 金属光单元, 钢丝铠装光缆

一、前言

2008年5月12日,四川汶川发生里氏8.0级地震,致使通信网络遭受严重毁坏;四川、甘肃、陕西三省累计受灾邮电局所3897个,移动、小灵通基站损毁28714个,光电缆损毁28765皮长公里,电杆折断142078根。

目前抗震救灾阶段基本结束,开始了灾后重建。7月中旬在四川通信管理局的组织下,中国电信、中国移动、中国联通等四川省公司联合签订了《四川汶川地震灾后重建传输光缆共建框架协议》,拟建十条传输光缆。在重建中提出了提高光缆抗震能力的工作策略。

从技术上分析,光缆损毁的原因是原铺设的普通光缆抗拉强度太弱,在地震中抵抗不了地壳形变产生的应力,因此被拉断。震后重建,为了提高光缆网络的稳定性,应该在地质不稳的地段采用抗击拉力、压力、扭曲力更强的光缆,以保证在今后余震或地质进一步稳定过程中光缆良好的运行状态。

二、普通光缆典型结构性能参数

按通信行业标准 YD/T 901-2001《核心网用光缆—层绞式通信用室外光缆》,现列举典型陆地光缆的机械性能参数如表1。

表 1

序号	普通光缆 常用型号	使用场合	允许抗拉强度 短暂/长期拉伸力 (N)	允许压扁力 短暂/长期压扁力 (N/100mm)
1	GYTA、GYTS	管道、非自承架空	1500/600	1000/300
2	GYTA53	直埋	3000/1000	3000/1000
3	GYTA33	水下、直埋	10000/4000	3000/1000

由于结构原因,在一些特殊路由的应用上,普通光缆一般也无法适用。如中国电信在“八

纵八横”一级主干网络建设中，象过江河、湖泊、沼泽地、丘陵、山坡、断裂带、永冻土层、鼠害严重地区，就根据当时技术条件特殊设计光缆。

三、海底光缆使用环境与结构技术

海底光缆系统以其大容量、高可靠性、优异的传输质量等优势，在通信领域，尤其是国际通信中起到重要的作用。我国的海缆制造业在广大的电信运营商、国防通信主管部门、科研院所和制造商的共同推动下有了长足发展（图 1），产品质量已赶上国际先进水平，并形成了批量生产的规模，逐步满足了我国在电信运营、国防通信、海洋开发、科研等对海底通信光缆和海底光电复合缆的需求。

国内以“中天科技”为代表性的知名海底光缆生产企业，其生产的浅海型海底光缆、深海型海底光缆和配套海缆接头盒都最先获得信息产业部科技司组织的国家级鉴定；产品质量在遵循国家标准和国家军用标准的基础上积极创新，形成了多项自主知识产权，累计数千公里产品运行记录证明其产品质量可靠性。



图 1 新型的海底光缆、海底电缆产品系列

1、海底光缆的应用环境和要求

海底光缆敷设在极其复杂的海洋环境中，相对于所有陆地光缆，其可靠性要求要高得多。按现行“国标（GB/T18480—2001）”和“国军标（GJB4489—2002）”的定义，水深小于 500 米的区域为“浅海区”，该区域海缆称为“浅海光缆”；水深大于 500 米的区域为“深海区”，该区域海缆称为“深海光缆”。

浅海光缆主要受到航运、捕捞、养殖等人为引起的锚泊、渔具钩牵、偷盗等外力破坏及影响，还要受到人为的污染和海洋条件下的自然腐蚀，所以产品有着特殊机械强度、水密性、防

腐等性能要求。

2、海底光缆结构及核心技术

不锈钢管光纤单元代替普通塑料管应用在海底光缆上是一大特色。其不仅具备了光纤的保护功能，而且在水密性、机械性能、防腐、防氢损等方面优越性更明显，是现今最具代表性的海光缆核心技术。国家标准推荐的三种典型的不锈钢管光单元海缆结构，如图2至图4所示，分别定义为单铠浅海光缆、双铠浅海光缆和深海光缆。规定了相应的机械性能要求见表2。

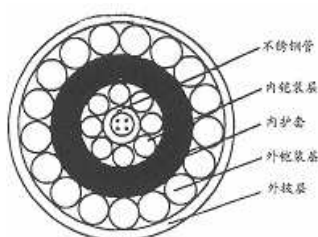


图2 单铠浅海光缆

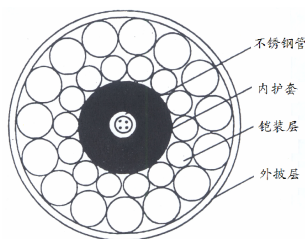


图3 双铠浅海光缆

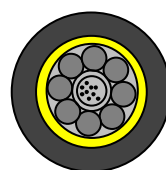


图4 深海光缆

表2 国标规定的机械性能要求

检验项目	海底光缆类型	深海光缆 外径≤20mm	浅海光缆		
			DK		SK
			外径≤35mm	外径≤25mm	外径≤50mm
断裂拉伸负荷（规定时），KN		50	180	100	400
短暂拉伸负荷，KN		30	110	70	240
工作拉伸负荷，kN		20	60	40	120
压扁，Kn/100mm		10	20	15	40
冲击落落锤质量（落锤高度 150mm），kg		65	160	130	260
反复弯曲，次		50	50	50	30
最小弯曲半径，m		0.5	0.8	0.8	1.0

四、海光缆技术陆用化结构演变与灾后重建光缆



海底光缆有着区别于普通光缆的特殊技术和结构设计，利用海光缆独特的技术可以演变出“不锈钢光单元加钢丝铠装”新型光缆，将大幅提升光缆的抗拉伸、抗侧压、抗扭曲等机械能力，适用或替代特殊区段的陆上光缆。这些光缆可以是全新的水线光缆、爬坡光缆、冻土光缆、防鼠光缆、远供光缆等一系列产品。在此次地震灾后重建中，面对诸多地质松散、斜坡、沼泽、堰塞湖等地段，使用“不锈钢管光纤单元加钢丝铠装”（如图 5）新型光缆将有着更高的通信保障。此新型光缆的突出性能如下：

①海底光缆的核心技术--不锈钢管光纤单元，光纤得到不锈钢金属管的保护，光单元自身强度大为提高，拉伸强度大（400~900N），侧压强度高（400~1500N/100mm），缆芯光纤容量单管可达 96 芯，光缆防水性能可达 10MPa（1000m 水深）以上，耐环境（高/低温）性能得到大幅提高。

②耐腐蚀镀层钢丝铠装，机械强度设计更灵活，机械拉伸负荷（UTS）一般在 20~150KN 的范围，满足现有行业标准中推荐的普通光缆结构及其所不能满足的环境要求，尤其因地质不稳定可能引起的光缆过度拉伸、挤压或扭曲保护能力更强。

③钢丝铠装光缆还可应用于内陆草地、森林、下水道和防啃齿动物的伤害等特殊环境。



图 5 产品

1、演变陆用化不锈钢管光单元钢丝铠装光缆典型结构

以下图 6 至图 10 分别为耐腐蚀水线光缆、爬坡光缆、防冻防鼠光缆、轻型下水道与架空光缆及远供光缆，型号说明以 24 芯单模光纤为例。

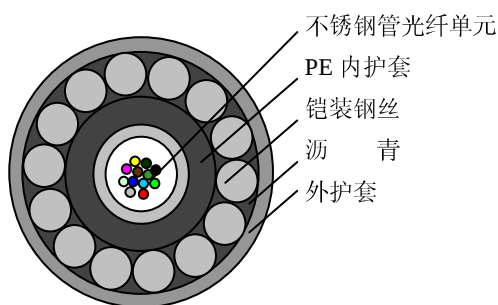


图 6 耐腐蚀水线光缆（2~5T），型号：GYXOPYF33-24B1

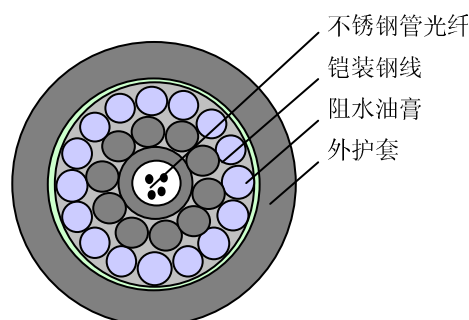


图 7 爬坡光缆（3~6T），型号：

GYXOP333-24B1

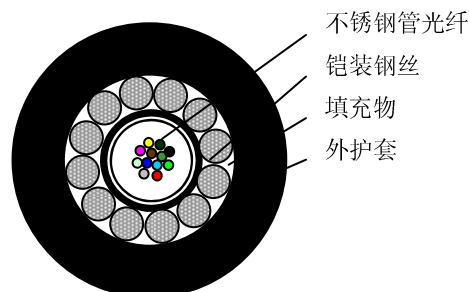
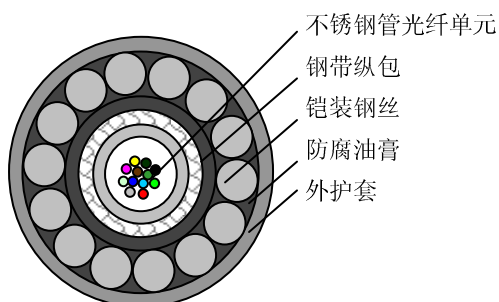




图 8 防冻、防鼠光缆，型号：GYXOPS (Y) 33-24B1

图 9 轻型下水道与架空光缆，型号：
GYXOP33-24B1

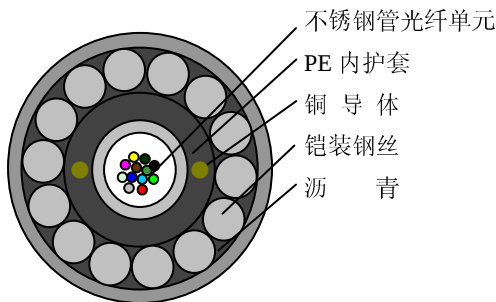


图 10 远供光缆，型号：GYXOPTY-24B1

2、新型光缆与普通光缆的适用场合与性能比较

以 24 芯 G652 光纤为例，所举光缆结构机械性能比较见表 3：

表 3

产品名称	型号	外径 (mm)	重量 (kg/m)	抗拉强度 (kN)	允许长期 抗拉强度 (kN)	适用环境
普通架空/管道 光缆	GYTA (S) -24B1	10~12	0.1~0.12	1.5	0.6	普通架空、管道敷设环境
普通直埋光缆	GYTA53-24B1	15~17	0.2~0.24	3	1	一般直埋敷设
直埋/水线光缆	GYTA33-24B1	19~22	0.7~0.8	10	4	一般水线
耐腐蚀水线光缆	GYXOPYF33-24B1	14~18	0.4~0.6	12~30	8-20	高强度过江/河/水库等
爬坡光缆	GYXOP333-24B1	13~16	0.4~0.6	18~36	12~24	丘陵土质不稳地区
防冻/防鼠光缆	GYXOPS (Y) 33-24B1	17.5	0.6	30	20	冻土、老鼠、松鼠多发地
下水道/架空光 缆	GYXOP33-24B1	11.4	0.24	25	18	下水道自承式
远供光缆	GYXOPTY-24B1	17.5	0.65	30	20	光电复合、信号馈送

3、单管数纤的识别技术

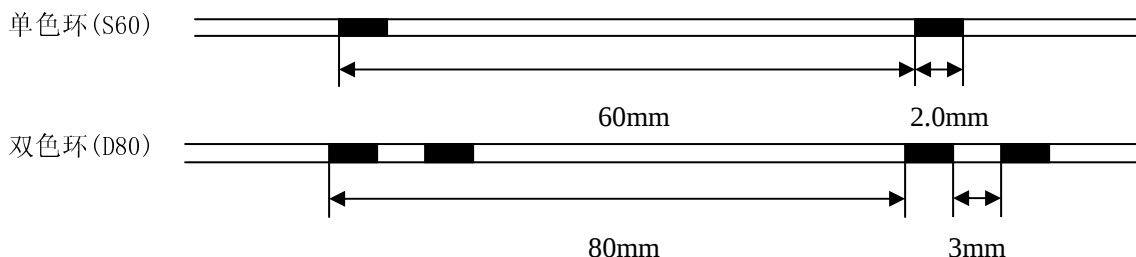
有别于普通光缆的松套管领色和 AB 端区分方式，金属管光缆通常采用光纤色谱和色环区分技术，12 芯以上（中天科技产品实用工程已提供 96 芯光缆）在全色谱光纤上采用长度和数量规则的色环标识，简单清晰。



具体方式如下：

光纤色环为采用黑色油墨按一定的间隔连续喷印与着色到光纤上。

光纤色环表示示例：

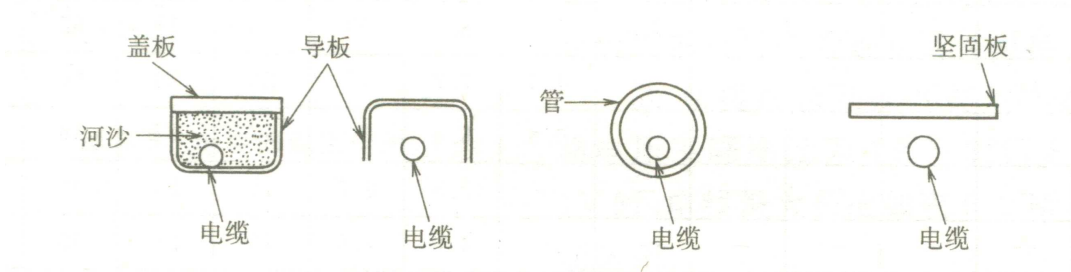


4、灾后重建与施工方法的改进

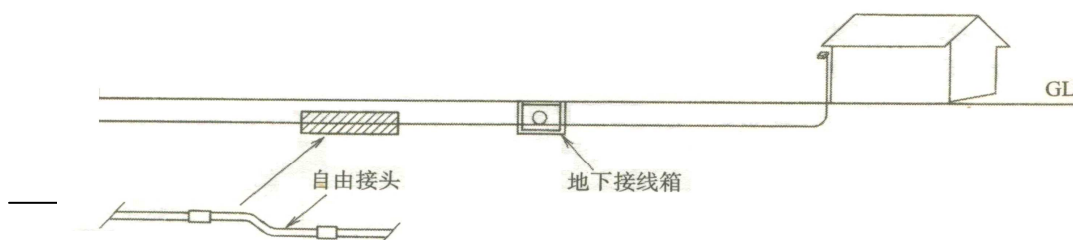
通信光缆工程建设，必须把握以下基本要点：项目评估和设计、光缆路由调查/测量、光缆敷设施工/接续/开通、全程维护方案。在地质不稳定、斜坡、沼泽等特殊地带的施工，建议在原有方式方法上增加一些特殊的考虑和措施：

(1) 架空型敷设的情况，上述“轻型架空光缆”用于架空敷设，而且是自承式的，通过预绞丝式金具附件与杆塔相连，与电力特种光缆 ADSS（全介质自承式架空光缆）、OPGW（光纤复合架空地线）施工原理相同，不需要增加附件上的投资。

(2) 管道、直埋型敷设的情况，与传统方法类似，地下布线施工，光缆必须受到妥善保护，一般保护方法如下：



(3) 应对地震、地基下沉必须改进传统的布线或光缆埋设方法，为防止地震、地基下沉等引起布线损坏，或光缆折断，在走线管中间设置自由接头或者在地下接线箱、人井中将光缆多预留一段。





(4) 斜坡、松土地质施工，应采用“S”弯技术，合理增加余量，提高缓冲空间。



五、结束语

由于演变的不锈钢光单元铠装光缆比普通水线光缆性能提高数倍，成本增加量只在两倍左右，因此已得到越来越多的运营商认可和应用，以上结构产品已经在中石化曹妃甸原油码头配套工程、江门电信 2008 年教育网鹤山过水库、湛江电信等工程中应用，得到用户好评。

考虑用户工程的差异性，我们还可对结构参数进行优化设计，以期达到理想的“性价比”。当然，由于光缆结构与成本关系，对于陆上光缆线路来说，“不锈钢管光单元钢丝铠装光缆”不可能大面积、长距离使用，但类似地震这种的自然灾害所造成的恶劣影响，在灾后重建中对部分特殊路由采用新型光缆定能成倍提高线路安全等级，大大降低故障风险和因此造成的经济损失和社会影响，对于通信运营商来说是不失为一种最佳选择。

参考文献：

- 1、通信行业标准 YD/T 901-2001 《核心网用光缆一层绞式通信用室外光缆》
- 2、中华人民共和国国家标准 GB/T18480—2001 《海底光缆规范》。
- 3、机械工业出版社 《电线电缆手册》 2006 年 4 月出版

作者简介：

罗 勇，男，中天科技海缆有限公司销售经理。
蔡炳余，男，中天科技海缆有限公司副总工程师。