

ICS 33.180.10
M 33



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 901-2009

代替 YD/T 901-2001

层绞式通信用室外光缆

Stranded loose tube optical fibre cables
For Outdoor Application for Telecommunication

2009-06-15 发布

2009-09-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 产品分类.....2

4 要求.....4

5 试验方法.....12

6 检验规则.....17

7 标志、使用说明书.....19

8 包装、运输和贮存.....19

附录 A（规范性附录） 单模光纤的特性要求.....21

前 言

本标准参考了 IEC 60793-2-50: 2007 (86A/1164/CDV) 《光纤 第2-50部分: 产品规范—B类单模光纤分规范》、IEC 60794-3: 2001 《光缆 第3部分: 室外光缆—分规范》(第3版)、IEC 60794-3-11: 2007 《光缆 第3-11部分: 室外光缆—管道和直埋用通信单模光缆详细规范》(第1.0版) 和国际电联建议 ITU-T G.652: 2005 《单模光纤光缆的特性》、ITU-T G.655: 2006 《非零色散位移单模光纤光缆的特性》、ITU-T G.656: 2006 《宽波长段光传输用非零色散单模光纤光缆的特性》进行修订。

本标准代替 YD/T 901-2001 《核心网用光缆——层绞式通信用室外光缆》。

本标准与 YD/T 901-2001 相比主要变化如下。

- 标准名称由“核心网用光缆—层绞式通信用室外光缆”更改为“层绞式通信用室外光缆”。
- 标准适用范围修订为“管道、直埋、水下、非自承式架空等常规敷设方式的通信核心网、城域网及接入网用填充式光缆和接入网用半干式及干式单模光缆”，并明确本标准不适用于“气吹敷设的微型光缆和路面微槽及排水管道敷设的光缆”。
- 光缆型号表示方法，在 YD/T 908 基础上规定干式结构和半干式结构省略表示符号，外护层铠装部分的非金属加强材料用“6”表示。
- 光缆中光纤的类别除 B1.1 类（非色散位移单模光纤）和 B4 类（非零色散位移单模光纤）之外，增加了 B1.3 类（波长段扩展的非色散位移单模光纤）和 B5 类（宽波长段光传输用非零色散单模光纤）。
- 增加了有关半干式和干式结构的相关规定。
- 去掉了产品光缆中铝带和钢带的最小厚度要求。
- 短期允许拉力与每千米缆重的比值 F_{ST}/G 由 0.8 改为 1.0。敷设方式水下（III）的允许压扁力由 8000N/100mm 和 5000N/100mm 改为 6000N/100mm 和 4000N/100mm。
- 删去了允许光纤温度附加衰减的 3 级。
- 增加了光缆材料中禁用物质的含量限值的规定，以符合环境保护的要求。
- 去掉了光缆护套磨损试验要求。
- 光纤拉伸应变检测系统要求改为不确定度应优于 0.01%。
- 光缆拉伸的允许残余应变要求改为不大于 0.08%。
- 松套管弯折试验中 L 由 220mm 改为 100mm（当 $d \leq 2.0\text{mm}$ ）或 70mm（当 $2.0\text{mm} < d \leq 2.8\text{mm}$ ）或 50mm（当 $2.8\text{mm} < d \leq 3.2\text{mm}$ ）（ d 为松套管外径）；L1 由 650mm 改为 350mm；L2 由 200mm 改为 100mm。
- 删除了光缆出厂不作检验的光纤性能指标，改为控制成缆前的这些光纤性能。
- 防蚁性能的具体指标和试验方法改为待定。
- 习称“偏振模色散”的这一术语更正为“偏振模散”。
- 按照 ITU-T G.652: 2005 建议，对 B1.1 类光纤的性能要求进行了修订，主要包括：模场直径容差由 $\pm 0.7\mu\text{m}$ 改为 $\pm 0.6\mu\text{m}$ ；包层不圆度由 2.0% 改为 1.0%；芯同心度误差由 $0.8\mu\text{m}$ 改为 $0.6\mu\text{m}$ ；宏弯损耗要求的宏弯半径由 37.5mm 改为 30mm；零色散斜率最大值由 $0.093\text{ps}/(\text{nm}^2\text{km})$ 改为 $0.092\text{ps}/(\text{nm}^2\text{km})$ ；

明确了在 1550nm 波长上色散系数通常宜不大于 18ps/nm·km；偏振模散增加了 0.20ps/√km 一档要求。

——按照 ITU-T G.655: 2006 建议，对 B4 类光纤的性能要求进行了修订，主要包括：尺寸参数要求统一按照 e 子类的要求；光缆截止波长由 1480nm 改为 1450nm；宏弯损耗要求的宏弯半径由 37.5mm 改为 30mm；色散性能除了箱型限值规定之外，增加了与波长成函数关系的上下限值曲线规定；偏振模散增加了 0.20 ps/√km 一档要求。

——按照 ITU-T G.652: 2005 建议增补了 B1.3 类光纤的性能要求。

——按照 ITU-T G.656: 2006 建议增补了 B5 类光纤的性能要求。

本标准在编制过程中，注意了与下列标准的协调一致：

——GB/T 13993.2《通信光缆系列 第2部分：核心网用室外光缆》

——GB/T 13993.4《通信光缆系列 第4部分：接入网用室外光缆》

本标准的附录A为规范性附录。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：大唐电信科技产业集团、北京通和实益电信科学技术研究所有限公司、四川汇源光通信股份有限公司、长飞光纤光缆有限公司、浙江富春江通信集团有限公司

本标准主要起草人：王则民、时 彬、薛梦驰、宋志佗、甘 露、赵秋香、罗中平、张万春

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

——YD/T 901-1997、YD/T 901-2001。

层绞式通信用室外光缆

1 范围

本标准规定了松套层绞式室外光缆（以下简称光缆）的产品分类、要求、试验方法、检验规则、标志、使用说明书、包装、运输、贮存的要求。

本标准适用于管道、直埋、水下、非自承式架空等常规敷设方式的通信核心网及接入网用填充式光缆和接入网用半干式及干式光缆。

本标准不适用于气吹敷设的微型光缆和路面微槽及排水管道敷设的光缆。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2951.1-1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第1部分：通用试验方法 第1节：厚度和外形尺寸测量——机械性能试验（idt IEC 811-1-1：1993）

GB 6995.2-1986 电线电缆识别标志 第二部分：标准颜色

GB/T 7424.2-2008 光缆总规范 第2部分：光缆基本试验方法（IEC 60794-1-2：2003，MOD）

GB/T 9771（所有部分）通信用单模光纤

GB 15065 电线电缆用黑色聚乙烯塑料

GB/T 15972.20-2008 光纤试验方法规范 第20部分：尺寸参数的测量方法和试验程序——光纤几何参数（IEC 60793-1-20：2001，MOD）

GB/T 15972.22-2008 光纤试验方法规范 第22部分：尺寸参数的测量方法和试验程序——长度（IEC 60793-1-22：2001，MOD）

GB/T 15972.40-2008 光纤试验方法规范 第40部分：传输特性和光学特性的测量方法和试验程序——衰减（IEC 60793-1-40：2001，MOD）

GB/T 15972.42-2008 光纤试验方法规范 第42部分：传输特性和光学特性的测量方法和试验程序——波长色散（IEC 60793-1-42：2001，MOD）

GB/T 15972.44-2008 光纤试验方法规范 第44部分：传输特性和光学特性的测量方法和试验程序——截止波长（IEC 60793-1-44：2001，MOD）

GB/T 15972.45-2008 光纤试验方法规范 第45部分：传输特性和光学特性的测量方法和试验程序——模场直径（IEC 60793-1-45：2001，MOD）

GB/T 17650.2-1998 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第2部分：用测量PH 值和电导率来测定气体的酸度（idt IEC 60754-2 1991）

GB/T 17651.1~17651.2-1998 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定（idt IEC 61034：1997）

YD/T 901-2009

GB/T 18380.1-2001 电缆在火焰条件下的燃烧试验 第1部分:单根绝缘电线或电缆的垂直燃烧试验方法 (idt IEC 60332-1 1993)

GB/T 18900-2002 单模光纤偏振模色散的试验方法

YD/T 629 (所有部分) 光纤传输衰减变化的监测方法

YD/T 723.2-2007 通信电缆光缆用金属塑料复合带 第2部分:铝塑复合带

YD/T 723.3-2007 通信电缆光缆用金属塑料复合带 第3部分:钢塑复合带

YD/T 837.1~837.5-1996 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法

YD/T 839 (所有部分) 通信电缆光缆用填充和涂覆复合物

YD/T 908-2000 光缆型号命名方法

YD/T 1020 (所有部分) 电缆光缆用防蚁护套材料特性

YD/T 1113 光缆护套用低烟无卤阻燃材料特性

YD/T 1115 (所有部分) 通信电缆光缆用防水材料

YD/T 1118.1 光纤用二次被覆材料 第一部分:聚对苯二甲酸丁二醇酯

YD/T 1485 光缆用中密度聚乙烯护套料

JB/T 8137-1999 电线电缆交货盘

SJ/T 11363-2006 电子信息产品中有毒有害物质的限量要求

SJ/T 11365-2006 电子信息产品中有毒有害物质的检测方法

3 产品分类

3.1 概述

光缆的型式、规格和编制型号按YD/T 908-2000的规定分类和划分。

与防水结构特征有关的代号为:

T——填充式;

(无符号)——干式或半干式。

与YD/T 908—2000表1中相应于铠装层有关的代号增加:

6——非金属加强材料。

3.2 型式

3.2.1 光缆的常用结构型式及其名称如下:

GYTA——金属加强构件、松套层绞填充式、铝—聚乙烯粘结护套通信用室外光缆;

GYA——金属加强构件、松套层绞(半)干式、铝—聚乙烯粘结护套通信用室外光缆;

GYTA53——金属加强构件、松套层绞填充式、铝—聚乙烯粘结护套、纵包皱纹钢带铠装、聚乙烯套通信用室外光缆;

GYTA33——金属加强构件、松套层绞填充式、铝—聚乙烯粘结护套、单细圆钢丝铠装、聚乙烯套通信用室外光缆;

GYTA333——金属加强构件、松套层绞填充式、铝—聚乙烯粘结护套、双细圆钢丝铠装、聚乙烯套通信用室外光缆;

GYTS——金属加强构件、松套层绞填充式、钢—聚乙烯粘结护套通信用室外光缆;

GYs——金属加强构件、松套层绞（半）干式、钢—聚乙烯粘结护套通信用室外光缆；

GYTS33——金属加强构件、松套层绞填充式、钢—聚乙烯粘结护套、单细圆钢丝铠装、聚乙烯套通信用室外光缆；

GYTS333——金属加强构件、松套层绞填充式、钢—聚乙烯粘结护套、双细圆钢丝铠装、聚乙烯套通信用室外光缆；

GYTS43——金属加强构件、松套层绞填充式、钢—聚乙烯粘结护套、单粗圆钢丝铠装、聚乙烯套通信用室外光缆；

GYTY53——金属加强构件、松套层绞填充式、聚乙烯护套、纵包皱纹钢带铠装、聚乙烯套通信用室外光缆；

GYF53——金属加强构件、松套层绞（半）干式、聚乙烯护套、纵包皱纹钢带铠装、聚乙烯套通信用室外光缆；

GYFTY——非金属加强构件、松套层绞填充式、聚乙烯护套通信用室外光缆；

GYFY——非金属加强构件、松套层绞（半）干式、聚乙烯护套通信用室外光缆；

GYFTY63——非金属加强构件、松套层绞填充式、聚乙烯护套、非金属加强材料、聚乙烯套通信用室外光缆。

3.2.2 各主要型式和适用于阻燃和防蚁等特殊要求的、派生型式的、光缆的适用敷设方式和特殊条件参照表1。

表 1 各种型式的适用敷设方式和特殊条件

主要型式	派 生 型 式		适 用 敷 设 方 式 和 条 件										
	阻 燃	防 蚁	进局	管道	槽道	隧道	电缆沟	非自承架空	直埋	竖井	水下	深水下	强电磁危害
GYTA			√	△	√		√	△					
		GYTA04		△				△					
	GYTZA		△			△		△					
GYA			√	△	√		√	△					
		GYA04		△				△					
	GYZA		△			△		△					
GYTA53			√		√		√		△				
		GYTA54							△				
GYTA33			√						△	√	△		
		GYTA34							△				
	GYTZA33									△			
GYTA333											△		
GYTS			√	△	√		√	△					
		GYTS04		△				△					
	GYTZS		△			△		△					
GYS			√	△	√		√	△					
		GYS04		△				△					
	GYZS		△			△		△					
GYTS33									△	√	△		

表 1 (续)

主要型式	派 生 型 式		适 用 敷 设 方 式 和 条 件										
	阻 燃	防 蚁	进局	管道	槽道	隧道	电缆沟	非自承架空	直埋	竖井	水下	深水下	强电磁危害
GYTS333											△	√	
GYTS43											△	√	
GYTY53			√	√	√		√	△	△				
		GYTY54		√				△	△				
	GYTZY53		△			√		△					
GY53			√	√	√		√	△	△				
		GYTY54		√				△	△				
	GYTZY53		△			√		△					
GYFTY			√	△	√		√	△					△
		GYFTY04		△				△					△
	GYFTZY		△			△	√	△					△
GYFY			√	△	√		√	△					△
		GYFY04		△				△					△
	GYFZY		△			△		△					△
GYFTY63			√	√	√		√	√	△	△			△
		GYFTY64							△				△
	GYFTZY63		△			√				△			△

注：在“适用敷设方式和条件”栏中△表示适用，√表示可用

3.3 规格

3.3.1 光缆中的光纤应是符合GB/T 9771规定的B1.1类（即非色散位移单模光纤）、B1.3类（即波长段扩展的非色散位移单模光纤）、B4类（即非零色散位移单模光纤）、B5类（即宽波长段光传输用非零色散单模光纤）或用户要求的其他适用类别的单模光纤。必要时，光纤种类可细分为A.1中表述的光纤子类。

3.3.2 光缆中的光纤数宜为4、6、8、10、12、14、16、18、20、24、30、36、48、60、72、84、96、108、120、132或144芯，也可以是用户要求的其他芯数。

3.4 产品型号和标记

3.4.1 型号

光缆型号由光缆的型式和规格的代号组成。

3.4.2 标记

加工订货时应标明光缆产品标记，它由光缆的型号和本标准编号组成。

示例：金属加强构件、松套层绞填充式、铝—聚乙烯粘结护套通信用室外光缆，包含48根B1.3类单模光纤，则光缆产品标记应表示为：GYTA 48B1.3 YD/T 901-2009。

4 要求

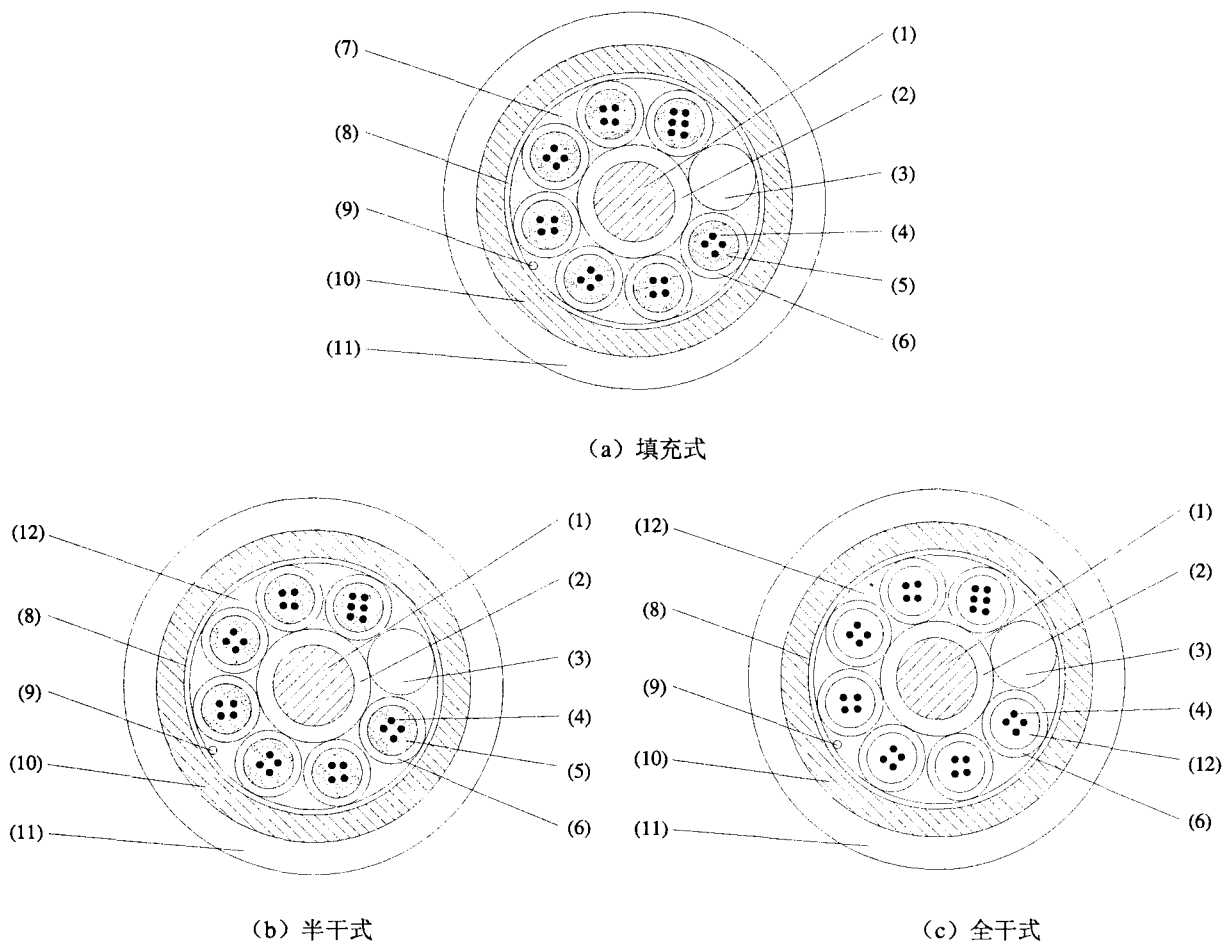
4.1 结构

4.1.1 概述

4.1.1.1 光缆应由层绞结构的缆芯和护层两大部分构成，其中，护层又包括护套和可能有的外护层。

4.1.1.2 光缆应是全截面防水结构，即水在缆芯和护层中都不能纵向渗流，但钢丝铠装部分可除外。按照防水材料的不同，防水结构可分为3种：

- 填充式，即光缆护套或如果有的内衬套内的所有间隙用膏状复合物连续填充，如图 1 (a) 所示；
- 半干式，即光纤松套管内的间隙用膏状复合物连续填充，光缆内的其他间隙放置固态防水材料，如图 1 (b) 所示；
- 全干式，即光缆内的所有间隙都放置固态防水材料，如图 1 (c) 所示。



- (1) 中心加强构件；(2) 可能的垫层；(3) 可能的填充绳；(4) 光纤；(5) 管内膏状填充复合物；
 (6) 松套管；(7) 膏状填充复合物；(8) 可能的包带及扎纱、非金属辅助加强构件和内衬套；
 (9) 可能的撕裂绳；(10) 护套；(11) 可能有的外护层；(12) 放有固态防水材料间隙

图1 光缆结构示意图

4.1.1.3 允许采用其他的类似结构型式，但这些光缆的护套厚度和光缆性能要求仍应不低于本标准的相关规定。

4.1.1.4 同批、同型式规格的光缆产品应具有相同结构排列和相同识别色谱。

4.1.2 缆芯

4.1.2.1 概述

缆芯通常包括中心加强构件、松套光纤绞层（含可能的填充绳）、可能的扎纱、包带、内衬套及非金属辅助加强构件等。

4.1.2.2 光纤

4.1.2.2.1 光缆中宜由有涂覆层的同类单模光纤组成，其芯数应符合光缆规格的要求。同批光缆产品应使用同一设计、相同材料和相同工艺制造出来的光纤。

4.1.2.2.2 光纤涂覆层表面应有全色色标，其颜色应符合GB 6995.2规定，并且不褪色不迁移。

4.1.2.2.3 用于成缆的单模光纤的涂覆层结构及其剥除力、光纤强度筛选水平及其动态疲劳参数 n_d 值、模场直径和尺寸参数、截止波长、宏弯损耗和色散等应符合GB/T 9771有关规定。

4.1.2.3 松套管及其防水材料

4.1.2.3.1 光缆中涂覆光纤应放置在热塑性材料构成的松套管中，光纤在松套管中的余长应均匀稳定，每一松套管中的光纤数宜不超过12芯。

4.1.2.3.2 松套管的尺寸应规定管外径和管壁厚度，其中外径标称值宜为1.8~3.0mm，容差应不劣于±0.1mm，厚度应随外径增大，其标称值宜为0.30~0.50mm，容差应不劣于±0.05mm。松套管标称尺寸可随管中的光纤芯数改变，但在同一光缆中应相同。

4.1.2.3.3 松套管内各涂覆光纤的颜色应不相同，其颜色应选自表2规定的各种颜色。在不影响识别的情况下，允许使用本色代替表2中的某一颜色。

表 2 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

4.1.2.3.4 松套管应有识别色标，其颜色应符合GB 6995.2规定，并且不褪色不迁移。这些色标宜为全色，也可环状或条状的色标。

4.1.2.3.5 松套管材料可用聚对苯二甲酸丁二醇酯（简称PBT）塑料或其他合适的塑料，PBT应符合YD/T 1118.1规定。

4.1.2.3.6 在填充式和半干式光缆中，松套管内的间隙应连续填充一种触变型的膏状复合物，在全干式光缆中，松套管内的间隙中应放置一种固态防水材料。

4.1.2.3.7 填充复合物和防水材料（含吸水后）应与其相邻的其他光缆材料相容，应不损害光纤传输特性和使用寿命。填充复合物应符合YD/T 839.3的规定。

4.1.2.4 填充绳

填充绳用于在松套光纤绞层中填补空位，其外径应使缆芯圆整。填充绳应是圆形塑料绳，它的表面应圆整光滑。允许用阻水纱作填充绳。

4.1.2.5 加强构件

4.1.2.5.1 加强构件应在光缆的中心位置，它可以是金属的或非金属的，依光缆型式而定。必要时，允许在缆芯四周适当的位置放置非金属辅助加强构件。这些加强构件应具有足够的截面、杨氏模量和弹性应变范围，用以增强光缆拉伸性能。

4.1.2.5.2 金属加强构件宜用高强度单圆钢丝，也可用由高强度钢丝构成的1×7单股钢丝绳。高强度钢丝宜是不锈钢丝，也可以是磷化钢丝，其表面应圆整光滑。单钢丝的杨氏模量应不低于190GPa，钢丝绳的有效杨氏模量应不低于170GPa。在光缆制造长度内金属加强构件不允许接头。

4.1.2.5.3 非金属中心加强构件宜用纤维增强塑料（简称FRP）圆杆，其杨氏模量宜不低于50GPa。非金属辅助加强构件宜用芳纶丝束，但也可采用对人体无害的其他高强度纤维束。在光缆制造长度内，FRP不允许接头，芳纶丝每束允许有1个接头，但在任意200m光缆长度内只允许1个丝束接头。

4.1.2.5.4 当采用钢丝绳时，应在其表面上挤包一层适当厚度的塑料垫层，并在垫层下采用适当的阻水措施，以防止钢丝绳间隙纵向渗水；当在半干式和干式结构中采用磷化钢丝时，应注意防止钢丝锈蚀和可能引起的光纤氢损问题，宜在其上挤包一层适当厚度的塑料垫层或采取其他有效方法；当采用单钢丝时，在其表面上也可挤包一层适当厚度的塑料垫层。垫层表面应圆整光滑，外径应适当，其材料应与填充复合物相容。

4.1.2.6 绞层

4.1.2.6.1 同一绞层应由外径相同的松套光纤单元（含可能有的填充绳）以适当节距层绞在中心加强构件四周构成。绞层中的光纤单元数（含可能有的填充绳）宜为5~12单元，但允许为更多单元。层绞可以是螺旋绞，也可以是SZ绞。

4.1.2.6.2 绞层中各松套管的识别可采用全色谱方式，也可用领示色谱。

——当采用全色谱时，面向光缆A端看，在顺时针方向上松套管序号增大，松套管序号及其对应的颜色应符合表2规定。

——当采用领示色谱时，领示色应为红色和绿色，其余元构件应为其他的相同颜色，宜为本色。面向光缆A端看，在顺时针方向上红和绿顺序排列且松套管序号增大（填充绳不计序号），松套管有红色时序号1为红色，松套管无红色时，序号1为领示红色后的第一根松套管。

4.1.2.7 扎纱

4.1.2.7.1 当采用螺旋绞时，绞层上可有绞向与绞层相反的短节距扎纱，也可没有。

4.1.2.7.2 当采用SZ绞时，绞层上应有短节距扎纱，以使绞层结构稳定。

4.1.2.7.3 扎纱应是强度足够的非吸湿性和非吸油性塑料纱束，或者是阻水纱。

4.1.2.8 包带层

4.1.2.8.1 缆芯的绞层外可有绕包或（和）纵包的包带层，纵包层外允许再有扎纱。包带层应具有足够的隔热和耐电压性能。

4.1.2.8.2 包带材料应是强度足够的聚酯带、聚酯无纺布带、阻水带、或其他合适的带材。

4.1.2.9 内衬套

4.1.2.9.1 对于钢—聚乙烯粘结护套钢丝铠装光缆，包带层上宜再有一层聚乙烯内衬套，其厚度的标称值为1.0mm，最小值应不小于0.8mm。

4.1.2.9.1 聚乙烯内衬套的材料宜采用符合GB 15065或YD/T 1485规定的聚乙烯护套料，也可采用其他合适的聚烯烃塑料。

4.1.2.10 阻水结构

4.1.2.10.1 光缆护套以内的所有间隙应有有效的阻水措施。包带（或内衬套）及以内的缆芯间隙，在填充式光缆中用膏状复合物连续填充，在半干式和干式光缆中连续放置阻水带或阻水纱。包带（或内衬套）和护套之间的间隙，宜用涂覆复合物连续充满或连续放置阻水带或阻水纱，也可间隔设置阻水环。

4.1.2.10.2 填充复合物和涂覆复合物应符合YD/T 839规定，阻水带和阻水纱应符合YD/T 1115的规定。

4.1.3 护套

4.1.3.1 总则

4.1.3.1.1 光缆常用护套有铝—聚乙烯粘结护套（简称A护套）、钢—聚乙烯粘结护套（简称S护套）和聚乙烯护套。在光缆在深水中敷设时宜用金属密封护套。

4.1.3.1.2 护套中黑色聚乙烯套的材料应采用线性低密度、中密度或高密度聚乙烯护套料。它们应分别符合GB 15065或YD/T 1485规定。

4.1.3.1.3 黑色聚乙烯套的表面应圆整光滑，任何横断面上均应无目力可见的气泡、砂眼和裂纹。

4.1.3.2 铝—聚乙烯粘结护套（A护套）

4.1.3.2.1 A护套光缆应在缆芯外施加一层纵包搭接的铝塑复合带防潮层，并同时挤包一层黑色聚乙烯套，使聚乙烯套与复合带之间、以及复合带两边缘搭接处的带子之间相互粘结为一体，必要时可在搭接处施加粘结剂来提高粘结强度。复合带搭接的重迭宽度应不小于5mm或缆芯直径小于8.0mm时不小于缆芯周长的20%。聚乙烯套厚度的标称值为1.8mm，最小值应不小于1.5mm，任何横断面上的平均值应不小于1.6mm；但有53型外护层时，标称值为1.0mm，最小值应不小于0.8mm，平均值应不小于0.9mm。

4.1.3.2.2 铝塑复合带应为符合YD/T 723.2-2007规定的双面复合粘结剂薄膜的铝带。其中铝带的标称厚度为0.15mm，塑料复合层的标称厚度为0.05mm。在光缆制造长度上允许有少量复合带接头，接头间的距离应不小于350m。接头处应电气导通和恢复塑料复合层。含接头的复合带强度应不低于不含接头的相邻段强度的80%。

4.1.3.3 钢—聚乙烯粘结护套（S护套）

4.1.3.3.1 S护套光缆应在缆芯外施加一层纵包搭接的皱纹钢塑复合带防潮层，再同时挤包一层黑色聚乙烯套，并且应使聚乙烯套与复合带之间以及复合带两边缘搭接处的带子之间相互粘结为一体，必要时可在搭接处施加粘结剂来提高粘结强度。复合带纵包后的皱纹应成环状，其搭接的重迭宽度应不小于5mm或纵包前直径小于8.0mm时不小于缆芯周长的20%。聚乙烯套厚度的标称值为1.8mm，最小值应不小于1.5mm，任何横断面上的平均值应不小于1.6mm，但有33型或333型外护层时，标称值应不小于1.0mm，最小值应不小于标称值的80%，平均值应不小于标称值的90%。

4.1.3.3.2 钢塑复合带应为符合YD/T 723.3-2007规定的双面钢塑复合带。其中钢带的标称厚度为0.15mm，塑料复合层的标称厚度为0.05mm。在光缆制造长度上允许有少量复合带接头，其钢带宜对接，接头间的距离应不小于350m。接头处应电气导通和恢复塑料复合层。含接头的复合带强度应不低于不含接头的相邻段强度的80%。

4.1.3.4 聚乙烯护套

4.1.3.4.1 聚乙烯护套光缆应在缆芯外挤包一层黑色聚乙烯护套，其厚度的标称值为2.0mm，最小值应不小于1.6mm，任何横断面上的平均值应不小于1.8mm，但有53型或63型外护层时，标称值为1.0mm，最小值应不小于0.8mm，平均值应不小于0.9mm。

4.1.4 外护层

4.1.4.1 总则

4.1.4.1.1 外护层由铠装层和外套组成。

4.1.4.1.2 外套应是黑色聚乙烯套，其材料应采用线性低密度、中密度或高密度聚乙烯护套料，并应分别符合GB 15065或YD/T 1485规定。

4.1.4.1.3 黑色聚乙烯套的表面应圆整光滑，任何横断面上均应无目力可见的气泡、砂眼和裂纹。

4.1.4.1.4 外护层中阻水用填充复合物和涂覆复合物应符合YD/T 839规定，阻水带和阻水纱应符合YD/T 1115规定。

4.1.4.2 53 型

53型外护层应采用与S护套相同的结构（见4.1.3.3节），但聚乙烯外套厚度的标称值为2.0mm，最小值应不小于1.6mm，任何横断面上的平均值应不小于1.8mm。护套与钢带之间应用阻水带或阻水纱、阻水环或其他阻水材料进行阻水。

4.1.4.3 33 型和 333 型

33型外护层光缆应在护套外施加一层螺旋层绞的细圆镀锌钢丝铠装层，333型应在护套外施加两层绞合方向相反的螺旋层绞细圆镀锌钢丝铠装层；然后在铠装层外挤包一层黑色聚乙烯套，钢丝铠装层宜采用涂覆、填充或（和）浸渍等方法进行防腐蚀。钢丝直径应在0.8mm~2.9mm选定。聚乙烯套厚度的标称值为2.0mm，最小值应不小于1.6mm，任何横断面上的平均值应不小于1.8mm；但 F_{ST} 为40 000N（见表4）的333型光缆，其标称值为2.2mm，最小值应不小于1.8mm，任何横断面上的平均值应不小于2.0mm。

4.1.4.4 43 型

43型外护层光缆应在护套外施加一层螺旋层绞的粗圆镀锌钢丝铠装层，然后在铠装层外挤包一层黑色聚乙烯套，钢丝内外宜采用涂覆、填充或（和）浸渍等方法进行防腐蚀。钢丝直径应在3.0mm~4.0mm选定。聚乙烯套厚度的标称值为2.2mm，最小值应不小于1.8mm，任何横断面上的平均值应不小于2.0mm。

4.1.4.5 63 型

63型外护层光缆应在护套外施加一层非金属加强材料铠装层，然后在铠装层外挤包一层黑色聚乙烯套。聚乙烯套厚度的标称值为2.0mm，最小值应不小于1.6mm，任何横断面上的平均值应不小于1.8mm。

4.1.4.6 防蚁外被层

4.1.4.6.1 防蚁外被层（即4型）光缆应在一般光缆的外层聚乙烯套上再挤包一层邵氏硬度不小于63D的黑色聚酰胺套或黑色聚烯烃共聚物套，其表面应完整、光滑，最小厚度应不小于0.4mm。也可用无毒、无害的防蚁护套直接替代外层聚乙烯套，其厚度应符合所替代的外层聚乙烯套厚度的规定。

4.1.4.6.2 防蚁层用聚酰胺和聚烯烃共聚物材料应符合YD/T 1020规定。

4.1.5 阻燃光缆结构

4.1.5.1 阻燃光缆的外层聚乙烯套应采用低烟无卤（或低卤）阻燃套，其他的元构件宜尽可能采用不燃和阻燃的材料。低烟无卤阻燃套材料应符合YD/T 1113规定。

4.1.5.2 阻燃光缆的其他结构要求仍应符合本章规定。

4.1.6 撕裂绳

用户要求时，光缆护套下面和外护层的聚乙烯外套下面可放置撕裂绳，撕裂绳应连续贯通整根光缆长度，不吸湿，不吸油，并具有足以开启光缆的强度。

4.2 交货长度

4.2.1 光缆的标准制造长度标称值应为2000m、3000m或4000m，容差为0~+100m。

4.2.2 光缆交货长度应是标准制造长度。经用户同意，可以任意长度交货。

4.3 性能要求

4.3.1 光缆中的单模光纤特性

4.3.1.1 模场直径和尺寸参数应符合附录A中A.2的规定。

4.3.1.2 截止波长和传输特性应符合附录A中A.3和A.4的规定。

4.3.2 护层性能

4.3.2.1 挡潮层铝带、钢带和金属铠装层应在光缆纵向分别保持电气导通。

4.3.2.2 粘结护套（含53型外护层）的铝（或钢）带与聚乙烯套之间的剥离强度和搭接重叠处铝（或钢）带之间的剥离强度都应不小于1.4N/mm，但在铝（或钢）带下面采用填充或涂覆复合物阻水时，铝（或钢）带搭接处可不作数值要求。

4.3.2.3 聚乙烯套的机械物理特性应符合表3规定。

表3 护套的机械物理性能

序号	项 目	单位	指 标			
			LLDPE	MDPE	HDPE	ZRPO
1	抗拉强度 热老化处理前（最小值）	MPa	10.0	12.0	16.0	10.0
	热老化前后变化率 TS （最大值）	%	20	20	25	20
	热老化处理温度	℃	100±2			
	热老化处理时间	h	24×10			
2	断裂伸率 热老化处理前（最小值）	%	350			125
	热老化处理后（最小值）	%	300			100
	热老化前后变化率 EB （最大值）	%	20			20
	热老化处理温度	℃	100±2			
	热老化处理时间	h	24×10			
3	热收缩率					

注：LLDPE、MDPE、HDPE 和 ZRPO 分别为线性低密度、中密度、高密度聚乙烯和阻燃聚烯烃的简称

4.3.3 光缆的机械性能

4.3.3.1 光缆的机械性能应包括光缆的拉伸、压扁、冲击、反复弯曲、扭转、卷绕以及松套管弯折等项目，并应通过5.5规定的试验方法和试验条件来检验。

4.3.3.2 光缆允许承受的拉伸力和压扁力应符合表4规定。

表4 光缆的允许拉伸力和压扁力

敷设方式	允许拉伸力（最小值）			允许压扁力（最小值）		适用光缆型式示例
	F_{ST}/G	$F_{ST} (N)$	$F_{LT} (N)$	$F_{SC} (N/100mm)$	$F_{LC} (N/100mm)$	
管道、非自承架空	1.0	1 500	600	1 000	300	GYTA、GYA、GYTS、 GYS、GYTY53、 GYFTY、GYFTY63
直埋（I）	—	3 000	1 000	3 000	1 000	GYTA53、GYTY53、 GYFTY63
直埋（II）	—	4 000	2 000	3 000	1 000	GYTA53、GYTY53
水下（I）、直埋（III）	—	10 000	4 000	5 000	3 000	GYTA33、GYTS33
水下（II）	—	20 000	10 000	5 000	3 000	GYTA33、GYTA333、 GYTS33、GYTS333

表 4 (续)

敷设方式	允许拉伸力 (最小值)			允许压扁力 (最小值)		适用光缆型式示例
	F_{ST}/G	$F_{ST} (N)$	$F_{LT} (N)$	$F_{SC} (N/100mm)$	$F_{LC} (N/100mm)$	
水下 (III)	—	40 000	20 000	6 000	4 000	GYTA333、GYTS333、GYTS43

注 1: 敷设方式栏目下的 (I)、(II) 和 (III) 用以区分允许力值的不同。
 注 2: F_{ST} 为短暂拉伸力; F_{LT} 为长期拉伸力; G 为 1km 光缆的重量, N ; F_{SC} 为短暂压扁力; F_{LC} 为长期压扁力;
 注 3: 同一结构型式可有不同的拉伸力要求, 应在订货合同中规定。
 注 4: 光缆派生型式的拉伸和压扁性能要求和其对应的主要型式的要求相同

4.3.3.3 光缆允许的最小弯曲半径用光缆外径 D 的倍数表示, 它应符合表5规定。

表 5 光缆允许的最小弯曲半径

外护层型式	无外护层或 04 型	53 型、54 型、33 型、34 型、63 型	333 型、43 型
静态弯曲	10D	12.5D	15D
动态弯曲	20D	25D	30D

4.3.4 光缆的环境性能

4.3.4.1 概述

光缆的环境性能应包括衰减温度特性、滴流性能、护套完整性、渗水性、阻燃性、防蚁性能、低温下弯曲性能和低温下冲击性能等项目, 并应通过5.6节规定的试验方法和试验条件来检验。

4.3.4.2 适用温度范围及其衰减温度特性

光缆的适用温度范围有3种级别, 其代号分别为A、B和C。光缆温度附加衰减对于各类型光纤有两个级别, 如表6所示。

表 6 光缆温度特性

分级代号	适用温度范围 (°C)		允许光纤附加衰减 (dB/km)		
	低限 T_A	高限 T_B	0 级 (特级)	1 级	2 级
A	-40	+60	无明显附加衰减	不大于 0.05	不大于 0.10
B	-30	+60			
C	-20	+60			

注 1: 光缆温度附加衰减为适用温度下相对于 20°C 下的光纤衰减差。
 注 2: 允许光纤附加衰减的 2 级不适用于核心网用光缆

4.3.4.3 滴流性能

在温度为70°C的环境下, 光缆应无填充复合物和涂覆复合物等滴出。

4.3.4.4 聚乙烯套完整性

4.3.4.4.1 聚乙烯套应连续完整, 在它下面有金属层时, 应采用电气方法进行聚乙烯套的完整性试验。

4.3.4.4.2 用电火花试验检验其完整性时, 在表7规定的试验电压下聚乙烯套应不击穿。

表 7 聚乙烯套电火花试验电压

单位: kV

电压类型	直 流	交 流
试验电压 (最小值)	9t, 最高 25	6t, 最高 15

注 1: t 为聚乙烯套的标称厚度, 单位为 mm。
 注 2: 交流试验电压系有效值

4.3.4.4.3 用浸水试验检验其完整性时, 光缆在浸水24h后聚乙烯外套的电性能应符合:

a) 在直流电压 500V 下对水绝缘应不小于 $2000M\Omega \cdot km$;

b) 耐电压水平应不低于在直流电压 15kV 下 2min 不击穿。

4.3.4.5 渗水性能

1m 水头加在光缆的全部截面上时, 光缆应能阻止水纵向渗流(钢丝铠装层可不检验)。

4.3.4.6 阻燃光缆的燃烧性能

阻燃光缆的燃烧性能应符合。

a) 阻燃性: 应通过单根垂直燃烧试验来验证。

b) 烟密度: 燃烧烟雾不应使透光率小于 50%。

当用于进局或隧道时, 还应符合:

c) 腐蚀性: 燃烧产生气体的 PH 值应不小于 4.3, 电导率应不大于 10 μ S/mm。

4.3.4.7 防蚁性能

在有白蚁的环境下, 防蚁光缆应具有足够的耐啃蚀性能, 具体指标待定。

4.3.4.8 低温下弯曲性能

光缆应具有在 -20℃ 低温下承受弯曲半径为 15 倍缆径的 U 形弯曲的能力, 但水下光缆除外。

4.3.4.9 低温下冲击性能

光缆应具有在 -20℃ 低温下耐冲击的能力, 但水下光缆除外。

4.3.5 环保性能

光缆组成材料应根据 SJ/T 11363-2006 中的规定进行分类。当用户有要求时, 光缆用均一材料(EIP-A 类)中禁用的有毒有害物质限量应符合表 8 的规定, 其他分类材料中禁用物质的限量应符合 SJ/T 11363-2006 中的相关规定。

表 8 光缆材料中禁用物质的含量限值

种 类	物 质	含量限值 ppm
重金属	铅及其化合物	≤ 800
	镉及其化合物	≤ 70
	汞及其化合物	≤ 100
	6 价铬的化合物	≤ 800
有机溴化物	多溴联苯 (PBB)	≤ 800
	多溴二苯醚 (PBDE)	≤ 800

5 试验方法

5.1 总则

光缆的各项性能应按表 9 规定的试验方法进行验证。

表 9 试验项目和试验方法及检验规则

序号	项 目	本标准条文号	试验方法	检验规则	
				出厂	型式
1	光缆结构完整性及外观	4.1	本标准 5.2	100%	本 标 准 6.4
2	识别色谱	表 2	目力检查	100%	
2.1	光纤识别色谱			100%	
2.2	松套管识别色谱			100%	
2.3	颜色不迁移和不褪色	4.1.2	另订	—	

表 9 (续)

序号	项 目	本标准条文号	试验方法	检验规则	
				出厂	型式
3	光缆结构尺寸				
3.1	松套管外径和壁厚	4.1.2.3.2	GB/T 2951.1-1997	10%	
3.2	内衬套、护套和外套的厚度	4.1.2.9 和 4.1.3	GB/T 2951.1-1997	100%	
3.3	其他结构尺寸	4	参照 YD/T 837.5-1996	10%	
4	光缆长度	4.2	本标准 5.4	100%	
5	光纤特性				
5.1	尺寸参数	A.3	GB/T 15972.20-2008	5%	
5.2	模场直径	A.3	GB/T 15972.45-2008	5%	
5.3	截止波长	A.3	GB/T 15972.44-2008	5%	
5.4	衰减系数	A.4.1.1	GB/T 15972.40-2008	100%	
5.5	波长附加衰减	A.4.1.2	GB/T 15972.40-2008	5%	
5.6	衰减不均匀性	A.4.1.3	GB/T 15972.40-2008	10%	
5.7	色散	A.4.2	GB/T 15972.42-2008	5%	
5.8	偏振模散	A.4.3	GB/T 18900-2002	见注 2	
6	护层性能				
6.1	金属防潮层和铠装层的电气导通性	4.3.2.1	参照 YD/T 837.2-1996 中 4.9	100%	本 标 准 6.4
6.2	粘结护套剥离强度	4.3.2.2	YD/T 837.3-1996 中 4.9	—	
6.3	热老化前后的拉伸强度和断裂伸率	表 3 序号 1 和序号 2	YD/T 837.3-1996 中 4.10 和 4.11	—	
6.4	热收缩率	表 3 序号 3	YD/T 837.3-1996 中 4.12	—	
6.5	聚乙烯套耐环境应力开裂	表 3 序号 4	YD/T 837.4-1996 中 4.1	—	
7	光缆的机械特性	4.3.3	本标准 5.5	—	
8	光缆环境性能				
8.1	衰减温度特性	4.3.4.2	本标准 5.6.2	—	
8.2	滴流性能	4.3.4.3	GB/T 7424.2-2008 方法 F8 (预处理 1h)	—	
8.3	聚乙烯套完整性 (电火花) (浸水)	4.3.4.4.1 4.3.4.4.2	参照 YD/T 837.4-1996 中 4.6 本标准 5.6.3	100% —	
8.4	渗水性能	4.3.4.5	GB/T 7424.2-2008 方法 F5B	100%	
8.5	阻燃光缆的燃烧性能				
	a) 阻燃性	4.3.4.6 a)	GB/T 18380.1-2001	—	
	b) 烟密度	4.3.4.6 b)	GB/T 17651-1998	—	
	c) 腐蚀性	4.3.4.6 d)	GB/T 17650.2-1998	—	
8.6	防蚁性能	4.3.4.7	待定	—	
8.7	低温下弯曲性能	4.3.4.8	本标准 5.6.4	—	
8.8	低温下冲击性能	4.3.4.9	本标准 5.6.5	—	
9	环保要求的禁含物质限制量	4.3.5	SJ/T 11365-2006	—	
10	光缆标志				
10.1	标志的完整性和可识别性	7.1.1, 7.1.2	目力检查	100%	
10.2	标志的牢固性	7.1.3	本标准 5.3.1	—	
10.3	计米标志误差	7.1.4	本标准 5.3.2	—	
11	包装	8.1	目力检查	100%	

注 1: 出厂检验栏目中的百分数是按单位产品数抽检的最小百分比。

注 2: 用户有要求时, 应检测提供可用于链路设计用的 PMD_Q 值。

注 3: 防蚁光缆的防蚁性能型式试验只在 6.4.2 规定的 a) 和 b) 的情况下进行。

注 4: 光缆端的光纤尺寸参数、模场直径、截止波长、色散和波长附加衰减允许用光纤成缆前可追溯的同端头的实测值作为出厂检验值。

5.2 光缆结构检查

光缆结构（4.1）应在距光缆端不少于100mm处用目力检查其完整性、色谱和取样检查结构尺寸。

5.3 光缆标志检查

5.3.1 标志擦拭

试验按 GB/T 7424.2-2008 中方法 E2B 《光缆标志耐磨损》进行，其中细节规定如下：

- a) 负载：20N；
- b) 循环次数：不少于 10 次；
- c) 验收要求：用目力仍可辨认外套标志。

5.3.2 计米标志误差

长度计量误差应是在适当长度上用钢皮尺沿光缆量得长度减去用计米数字确定的长度（见5.4节）对前者的相对差。

5.4 光缆长度检查

光缆长度应从光缆两端的计米标志（有黄、白二色标志时以黄色为准）的数字差来确定，也可采用光学方法（如OTDR仪器）来测量。

5.5 光缆的机械性能试验

5.5.1 总则

下列规定的各试验方法及其试验条件用于验证光缆的机械性能，其试验结果符合规定的验收要求时，判为合格。

机械性能试验中光纤衰减变化的监测宜按YD/T 629.1的规定在1550nm波长上进行，在试验期间，监测系统的稳定性引起的监测结果的不确定度应优于0.03dB。试验中光纤衰减变化量的绝对值不超过0.03dB时，可判为无明显附加衰减。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。

光纤拉伸应变宜采用GB/T 15972.22-2008附录C规定的相移法进行监测，监测系统的不确定度应优于0.01%，试验中监测到的光纤应变不大于0.01%时，可判为无明显应变。光缆拉伸应变应采用机械方法或传感器方法进行监测，其系统的不确定度应优于0.05%，试验中监测到的光缆应变不大于0.05%时，可判为无明显应变。

5.5.2 拉伸

试验按 GB/T 7424.2-2008 中方法 E1 《拉伸性能》进行，其中细节规定如下。

- a) 卡盘直径：不小于 30 倍光缆外径。
- b) 受试长度：不小于 50m。
- c) 拉伸速率：10mm/min。
- d) 拉伸负载：见表 4。
- e) 持续时间：1min。

f) 验收要求：在长期允许拉力下光纤应无明显的附加衰减和应变；在短暂拉力下光纤附加衰减应不大于 0.1dB 和应变不大于 0.15%，在此拉力去除后，光纤应无明显的残余附加衰减和应变，光缆残余应变应不大于 0.08%；护套应无目力可见开裂。

5.5.3 压扁

试验按 GB/T 7424.2-2008 中方法 E3 《压扁》进行，其中细节规定如下。

a) 负 载：见表 4。

b) 持续时间：1min。

c) 验收要求：在长期允许压扁力下光纤应无明显附加衰减；在短暂压扁力下光纤附加衰减应不大于 0.1dB，在此压力去除后光纤应无明显残余附加衰减；护套应无目力可见开裂。

5.5.4 冲击

试验按 GB/T 7424.2-2008 中方法 E4《冲击》进行，其中细节规定如下。

a) 冲锤重量：管道或架空光缆为 450g，直埋和水下光缆为 1kg。

b) 冲锤落高：1m。

c) 冲击柱面半径：12.5mm。

d) 冲击次数：至少 5 次。

e) 验收要求：光纤应无明显残余附加衰减；护套应无目力可见开裂。

5.5.5 反复弯曲

试验按 GB/T 7424.2-2008 中方法 E6《反复弯曲》进行，其中细节规定如下。

a) 心轴半径：不大于表 5 规定的动态允许弯曲半径。

b) 负 载：管道或架空光缆为 150N，直埋光缆为 250N。

c) 弯曲次数：30 次。

d) 验收要求：光纤应无明显残余附加衰减；护套应无目力可见开裂。

注：水下光缆不进行此项试验。

5.5.6 扭转

试验按 GB/T 7424.2-2008 中方法 E7《扭转》进行，其中细节规定如下。

a) 轴向张力：管道或架空光缆为 150N，直埋光缆为 250N。

b) 受扭长度：1m。

c) 扭转角度：无铠装光缆为 $\pm 180^\circ$ ，有铠装光缆为 $\pm 90^\circ$ 。

d) 扭转次数：10 次。

e) 验收要求：在光缆扭转到极限位置下光纤应无明显附加衰减，光缆回复到起始位置下应无明显残余附加衰减；护套应无目力可见开裂。

注：水下光缆不进行此项试验。

5.5.7 卷绕

试验按 GB/T 7424.2-2008 中方法 E11《弯曲》中程序 1 进行，其中细节规定如下。

a) 心轴直径：不大于表 5 规定的静态允许弯曲半径的两倍。

b) 密绕圈数：每次循环 10 圈。

c) 循环次数：不少于 5 次。

d) 验收要求：光纤应不断裂和护套应无目力可见开裂。

注：水下光缆不进行此项试验。

5.5.8 松套管弯折

试验按 GB/T 7424.2-2008 中方法 G7《套管弯折》进行，其中细节规定如下。

a) L ：100mm，当 $d \leq 2.0\text{mm}$ 时。

70mm, 当 $2.0\text{mm} < d \leq 2.8\text{mm}$ 时。

50mm, 当 $2.8\text{mm} < d \leq 3.2\text{mm}$ 时。

注: d 为松套管外径。

b) L_1 : 350mm。

c) L_2 : 100mm。

d) 验收要求: 套管不发生弯折。

5.6 光缆的环境性能试验

5.6.1 总则

下列规定的各试验方法及其试验条件用于验证光缆的环境性能, 其试验结果符合规定的验收要求时, 判为合格。

5.6.2 温度循环试验

试验按 GB/T 7424.2-2008 中方法 F1 《温度循环》进行, 其中细节规定如下。

a) 试样长度: 应足以获得衰减测量所需的精度, 宜不小于 2km。

b) 温度范围: 试验温度范围的低限 T_A 和高限 T_B 应符合表 6 规定。

c) 保温时间: t_1 应足以使试样温度达到稳定, 且应不少于 12h, 但护层中有两层聚乙烯套时应不小于 24h。

d) 循环次数: 2 次。

e) 衰减监测: 宜按 YD/T 629.2 的规定, 在试验期间, 监测仪表的重复性引起的监测结果的不确定度应优于 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度在内。B1.1 类和 B1.3 类光纤的衰减变化监测应在 1310nm 和 1550nm 两波长上进行, B4 类和 B5 类光纤应在 1550nm 和 1625nm 两波长上进行, 并以其较差的监测结果来评定温度附加衰减等级。

注: 上述监测波长中如有用户不要求使用的波长, 可不监测。

f) 验收要求: 应符合表 6 规定。

5.6.3 浸水试验

将光缆浸入水池中, 两端向上露出水面约 1m, 其余部分完全浸在水下。待浸泡 24h 后, 参照 YD/T 837.2-1996 中 4.2 的规定测试直流 500V 下的聚乙烯外套的绝缘电阻; 然后, 参照 YD/T 837.2-1996 中 4.3 的规定试验聚乙烯外套的耐直流电压水平。试验时负极接水, 正极接光缆中相互连接在一起的金属体。

5.6.4 低温下 U 形弯曲试验

试样应在温度 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下冷冻不少于 24h 后取出, 立即按 GB/T 7424.2-2008 中方法 E11B 《弯曲》程序 2 规定进行 U 形弯曲试验, 其中细节规定如下。

a) 样品长度: 几米短段。

b) 弯曲半径: 15 倍光缆直径。

c) 循环次数: 4 次。

d) 验收要求: 光纤应不断裂和护套应无目力可见开裂。

注: 水下光缆不进行此项试验。

5.6.5 低温下冲击试验

试样应在温度 $-(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 下冷冻不少于24h后取出,立即在室温下按GB/T 7424.2-2008中方法E4《冲击》规定进行试验,其中细节规定如下。

- a) 样品长度: 约 50cm 短段。
- b) 冲锤重量: 450g。
- c) 冲锤落高: 1m。
- d) 冲击次数: 至少 1 次。
- e) 验收要求: 光纤应不断裂和护套应无目力可见开裂。

注: 光缆有纵包钢带时, 冲击点应在钢带搭接处; 水下光缆不进行此项试验。

6 检验规则

6.1 总则

制造厂应建立质量保证体系, 使光缆产品质量符合本标准要求。出厂前, 光缆产品应经质量检验部门进行检验, 检验合格者方可出厂。每件出厂交收的光缆产品应附有制造厂的产品质量合格证。厂方向用户提交产品的出厂检验记录, 其中应包括表9序号4和序号5中的各项实测值。如用户有要求时, 厂方应提供光缆的光纤等效群折射率, 同时还应协商提供其他有关试验数据。

光缆产品检验分出厂检验和型式检验。检验项目和试验方法应符合表9规定。

除非在订货合同中另行规定, 检验规则应按照本章规定。

6.2 术语限定

6.2.1 单位产品

一个单位产品应是一盘允许交货长度的光缆。

6.2.2 检验批

出厂检验批应由同时提交检验的若干相同型号的单位产品组成, 这些单位产品应是在同一连续生产期内(例如1天或1周)、采用相同的材料和工艺制造出来的产品。

6.2.3 样本单位

一个样本单位是从检验批中随机抽取的一个单位产品。

6.2.4 试样

一个试样应是样本单位的全段光缆或者是从其上取的一小段光缆, 该小段可在试验前截取成独立段, 也可试验后再从全段上截除。每一试样的长度应符合有关试验方法的规定。

6.3 出厂检验

6.3.1 检验项目

出厂检验项目应符合表9规定, 它们是光缆产品交货时应进行的各项试验。

6.3.2 抽样方案和判定规则

6.3.2.1 按照表9规定的比例, 根据检验批的大小, 进行随机抽样检验, 每批至少抽1个样本单位。检验样本单位内的光纤特性时, 待测光纤数应按光缆内的光纤数和表10规定来确定。这些待测光纤应在随机的原则下分布于不同的松套管和各不同颜色。

6.3.2.2 被试样本如有不合格项目时，应重新抽取双倍数量的样本就不合格项目进行检验，如果是光纤特性不合格，应重测双倍数量样本中的全部光纤。如仍有不合格时，则应对该批全部光缆的这一项目进行检验。

表 10 样本单位内的光纤抽样

光纤性能	模场直径	截止波长	尺寸参数	中心波长下衰减系数	波长附加衰减	衰减不均匀性	色散
最少抽测比例	5%	5%	5%	100%	5%	10%	5%
最少抽测数	4	4	4	全部	4	6	4

6.3.2.3 任何样本在检验中有任一个项目不合格，则该样本单位应判为不合格产品。在剔除不合格产品后的该批产品判为合格产品。

6.3.3 不合格样本单位的处理

不合格品如果有可能修复或去除缺陷部分后，仍然符合交货长度要求时，可重新单独提交检验。重新检验时应和新的检验批分开，并作上标记。重新检验项目应包括原不合格项目和其他有关项目。

6.4 型式检验

6.4.1 检验项目

型式检验是对产品质量进行全面考核，检验项目应包括表9所列全部项目，并且应在抽取的样本单位经出厂检验合格后，再进行其他项目的检验。

6.4.2 检验周期

光缆产品在下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 光缆产品试制定型鉴定时；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，每一年应进行一次；
- d) 停产半年以上，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时；
- f) 大批量产品的用户要求在验收中进行型式检验时。

6.4.3 抽样方案

一般情况下，每次检验应从检验批中随机抽取每种型式1个样本单位进行试验，其规格应有代表性，并且光缆中的光纤特性检验的抽测数应是表10规定的两倍，但是，在定型鉴定时，抽样方案可由主管部门决定。

6.4.4 判定规则

如果被抽取检验的样本单位有出厂检验项目不合格时，允许重新抽取新的样本单位重新检验。如果1个样本单位未能通过其他检验的任一项试验，则应判定为不合格，但是，允许重新抽取双倍样本单位就不合格项目进行试验，如果都能通过试验，则可判定为合格；如果仍有任一个不能通过试验，则应判定为不合格。

6.4.5 重新试验

如果型式检验不合格，制造厂应根据不合格原因，对全部产品进行改正处理。在采取可接受的改进措施以前，应停止产品鉴定或验收。在采取改进措施之后，应重新抽样进行型式检验，对新的样本单位重做全部试验，但是，经主管部门决定或经交收双方商定，可酌情减少部分已合格的试验项目。

6.4.6 样本单位处理

已经通过型式检验的样本单位，如果是短段试样，不能作成品交货；如果是在端部进行试验的大长度试样（例如标准制造长度），切除由于进行压扁、冲击、扭转等试验产生的缺陷部分后，只要符合交货长度规定，可作为成品交货。

7 标志、使用说明书

7.1 标志

7.1.1 光缆应在外层聚乙烯套表面沿长度方向作永久性白色标志，标志应不影响光缆的任何性能。相邻标志始点间的距离应不大于1m。当出现错误时应擦去重印或用黄色在光缆外套的另一侧重印。

7.1.2 标志的内容应包括：

- a) 光缆产品型号；
- b) 计米长度；
- c) 制造厂名称（或代号）或（和）商标；
- d) 制造年份或生产批号。

7.1.3 标志应清晰，并与护套粘附牢固，经过擦拭试验后应仍可辨认。

7.1.4 标志中计米长度的误差应在0%~1%，以保证真实长度不小于计米长度。

7.2 使用说明书

使用说明书中除应包括 8.2 节规定内容之外，还应说明本标准规定光缆的安装和运行要求，其中应包括：

- a) 光缆在施工时受到的拉伸力和压扁力应不超过表 4 规定的允许的短暂力，运行使用时应不超过表 4 规定的允许的长期力；
- b) 在动态弯曲时，例如施工时，弯曲半径应大于表 5 规定的动态允许弯曲半径；在布放定位时应大于表 5 规定的静态允许弯曲半径；
- c) 安装敷设时的环境温度宜不低于-15℃；
- d) 光纤有效群折射率典型值。

8 包装、运输和贮存

8.1 包装

8.1.1 除大长度的水下光缆应装船舱出厂外，其他光缆产品应装在光缆交货盘上出厂。盘装光缆每盘只能是一个制造长度，无铠装光缆的盘筒体直径应不小于光缆外径的25倍，有铠装光缆的应不小于30倍。船装光缆的最小弯曲半径应不小于光缆外径的30倍。

8.1.2 盘装光缆的最外层与缆盘侧板边缘的距离应不小于60mm。光缆两端应密封和具有表示端别的颜色标志，A端为红色，B端为绿色。并且，光缆两端应固定在盘子内，其内端应预留可移出长度不少于3m，以供测试之用。

8.1.3 光缆盘应参照JB/T 8137—1999规定，并能满足8.1.2节有关要求。

8.1.4 光缆盘上应标明：

- a) 制造厂名称和产品商标；
- b) 光缆标记；
- c) 光缆长度；

- d) 毛重, kg;
- e) 制造年、月;
- f) 表示缆盘正确旋转方向的箭头;
- g) 保证贮运安全的其他标志。

8.2 运输和贮存

光缆运输和贮存时应注意:

- a) 不得使缆盘处于平放方位, 不得堆放;
- b) 盘装光缆应按缆盘标明的旋转箭头方向滚动, 但不得作长距离滚动;
- c) 不得遭受冲撞、挤压和任何机械损伤;
- d) 防止受潮和长时间暴晒;
- e) 贮运温度应控制在 $-40^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$, 如果超出这个温度范围, 交付使用前应进行复检。

附 录 A
(规范性附录)
单模光纤的特性要求

A.1 概述

单模光纤按其性能要求的差异可分成几个子类, 其中, B1.1类和B1.3类各分为两个子类, 记为B1.1a、B1.1b、B1.3c和B1.3d; B4类分为5个子类, 记为B4a、B4b、B4c、B4d和B4e。

注: B4a类通常已不再采用。

A.2 模场直径和尺寸参数

单模光纤的模场直径和尺寸参数应符合表A.1规定。

表 A.1 单模光纤模场直径和尺寸参数

光纤类别		B1.1	B1.3	B4b、B4c	B4d、B4e	B5
模场直径	波长 (nm)	1310		1550		
	标称值 (μm)	8.6~9.5		8.0~11.0		7.0~11.0
	容差 (μm)	±0.6		±0.6		±0.7
包层直径	标称值 (μm)	125.0				
	容差 (μm)	±1.0				
包层不圆度 (%)		≤1.0				≤2.0
芯同心度误差 (μm)		≤0.6				≤0.8
涂覆层直径	标称值 (μm)	245				
	容差 (μm)	±10				
包层/涂覆层同心度误差 (μm)		≤ 12.5				

A.3 截止波长

光缆截止波长 λ_{cc} 应符合表A.2规定。

表 A.2 光缆截止波长

单位为纳米

光纤类别	B1.1	B1.3	B4	B5
λ_{cc}	≤1260		≤1450	

A.4 传输特性

A.4.1 衰减特性

A.4.1.1 衰减系数

单模光纤的衰减系数在规定的使用波长上应符合表A.3规定。

表 A.3 衰减系数

光纤类别	B1.1 和 B1.3				B4 和 B5		
使用波长 (nm)	1310	1383	1550	1625	1460	1550	1625
衰减系数 (最大值) (dB/km)	0.36	0.36	0.22	0.26	0.36	0.22	0.26
	0.40	0.40	0.25	0.30	0.40	0.25	0.30

注 1: B1.1 类光纤不能在 1383nm 区使用, 表中 1383nm 的规定不适用于 B1.1 类光纤。

注 2: B4 类光纤通常不要求在 1460nm 区使用。

注 3: 产品只在用户有要求的使用波长上进行检验

A.4.1.2 波长附加衰减

单模光纤在用户有要求的使用波长区内相对于其中心波长的附加衰减系数在规定的使用波长区内应符合表A.4规定的暂定值。

表 A.4 波长附加衰减系数

光纤类别	B1.1 和 B1.3				B4 和 B5		
使用波长区 (nm)	1288~1339	1339~1525	1525~1575	1575~1625	1460~1525	1525~1575	1575~1625
中心波长 (nm)	1310	1383	1550	1600	1500	1550	1600
波长附加衰减系数 (dB/km)	≤0.05	待定	≤0.05		待定	≤0.05	

注 1: 1339~1525nm 区的要求只适用于 B1.3 类光纤, 不适用于 B1.1 类光纤。
注 2: 1460~1525nm 区的要求只适用于 B5 类光纤, 不适用于 B4 类光纤, 但有要求时也适用

A.4.1.3 衰减不均匀性

在光纤后向散射曲线上, 任意500m长度上的实测衰减与全长上平均每500m的衰减之差的最坏值应不大于0.05dB。

A.4.2 色散

A.4.2.1 B1.1类和B1.3类单模光纤

A.4.2.1.1 色散限值

A.4.2.1.1.1 在1310nm区的任一波长 λ 下的色散系数 $D(\lambda)$ 应按下式计算: [单位为ps/(nm·km)]

$$D(\lambda) = \frac{\lambda S_0}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda} \right)^4 \right]$$

式中:

λ_0 ——零色散波长;

S_0 ——零色散斜率。

最小零色散波长 λ_{0min} 及最大零色散波长 λ_{0max} 和最大零色散斜率绝对值 S_{0max} 应符合如下规定:

a) $\lambda_{0min}=1300\text{nm}$, $\lambda_{0max}=1324\text{nm}$;

b) $S_{0max}=0.092\text{ps}/(\text{nm}^2 \cdot \text{km})$ 。

上式精确地适用于1310nm波长区的 $D(\lambda)$ 计算, 也可用于1550nm波长区的 $D(\lambda)$ 计算, 但应考虑所得结果有一定误差。

注: 从1500nm到1625nm的波长区域, 色散系数值也用于系统设计或色散补偿设计。在这个区域内, 选定波长上的色散系数值, 通过采用塞尔梅安五项式或四阶多项式, 在跨越这些波长区域实测的基础上进行评估。

A.4.2.1.1.2 在1550nm波长上色散系数通常宜不大于18ps/(nm·km)。

A.4.2.1.2 色散符号

色散系数的符号为正或负。

A.4.2.2 B4类单模光纤

A.4.2.2.1 概述

规定B4类光纤的色散系数 $D(\lambda)$ 的限值有两种方法, 即箱型限值和上下限值曲线。箱型限值方法规定一定波长 λ 范围内的上下限值 D_{max} 和 D_{min} 及其两者的差($D_{max} - D_{min}$)。上下限值曲线方法规定一定波

长范围内的上限值曲线 $D_{\max}(\lambda)$ 和下限值曲线 $D_{\min}(\lambda)$ 。色散系数的符号可正可负，但在用于波分复用的波长范围内应不跨越零，且其最小绝对值应不小于 $0.1\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$ 。

A.4.2.2.2 B4b类和B4c类单模光纤

A.4.2.2.2.1 色散限值

在 $1530\text{nm}\sim 1565\text{nm}$ 波长区，光纤的色散系数 $D(\lambda)$ 应按下列式计算：[单位为 $\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$]

$$D(\lambda) = D_{1550} + S_{1550}(\lambda - 1550)$$

式中：

D_{1550} ——在 1550nm 波长上实测的色散系数；

S_{1550} ——在 1550nm 波长处的色散斜率。

最大色散系数绝对值 D_{\max} 和最小色散系数绝对值 D_{\min} 及其差值 ($D_{\max} - D_{\min}$) 应符合如下规定：

a) $D_{\max} \leq 10.0\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$ ， $D_{\min} \geq 1.0\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$ ；

b) $D_{\max} - D_{\min} \leq 5.0\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$ 。

在 $1565\text{nm}\sim 1625\text{nm}$ 波长区的色散系数要求待定。

A.4.2.2.2.2 色散符号

色散系数的符号为正或负。

A.4.2.2.3 B4d类光纤

色散系数 $D(\lambda)$ 用上下限值曲线规定为：[单位为 $\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$]

在 $1460\text{nm}\sim 1550\text{nm}$ 波长区： $D_{\min}(\lambda) = \frac{7.00}{90}(\lambda - 1460) - 4.20$

$$D_{\max}(\lambda) = \frac{2.91}{90}(\lambda - 1460) + 3.29$$

在 $1550\text{nm}\sim 1625\text{nm}$ 波长区： $D_{\min}(\lambda) = \frac{2.97}{75}(\lambda - 1550) + 2.80$

$$D_{\max}(\lambda) = \frac{5.06}{75}(\lambda - 1550) + 6.20$$

A.4.2.2.4 B4e类光纤

色散系数 $D(\lambda)$ 用上下限值曲线规定为：[单位为 $\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$]

在 $1460\text{nm}\sim 1550\text{nm}$ 波长区： $D_{\min}(\lambda) = \frac{5.42}{90}(\lambda - 1460) + 0.64$

$$D_{\max}(\lambda) = \frac{4.65}{90}(\lambda - 1460) + 4.66$$

在 $1550\text{nm}\sim 1625\text{nm}$ 波长区： $D_{\min}(\lambda) = \frac{3.30}{75}(\lambda - 1550) + 6.06$

$$D_{\max}(\lambda) = \frac{4.12}{75}(\lambda - 1550) + 9.31$$

注：B4e类光纤通常用于密集波分复用系统。

A.4.2.3 B5类单模光纤

A.4.2.3.1 色散限值

色散系数 $D(\lambda)$ 用上下限值曲线规定为：[单位为 $\text{ps}/(\text{nm}\cdot\text{km})$]

在 1460nm~1550nm 波长区: $D_{\min}(\lambda)=\frac{2.60}{90}(\lambda-1460)+1.00$

$$D_{\max}(\lambda)=\frac{4.68}{90}(\lambda-1460)+4.60$$

在 1550nm~1625nm 波长区: $D_{\min}(\lambda)=\frac{0.98}{75}(\lambda-1550)+3.60$

$$D_{\max}(\lambda)=\frac{4.72}{75}(\lambda-1550)+9.28$$

A.4.2.3.2 色散符号

色散系数的符号为正。

A.4.3 偏振模散

A.4.3.1 概述

用户有要求时，已成缆光纤的偏振模散 PMD 应在统计的基础上规定链路设计值 PMD_Q ，它是 M 段光缆确定的可能链路内已连接光缆的 PMD 系数的统计上限，而且连接后的 PMD 系数值超过 PMD_Q 的概率 Q 很小。只要能支持已成缆光纤的 PMD_Q 要求，也可由用户与制造厂协商规定未成缆光纤 PMD_Q 的最大值来替代。在未成缆光纤上规定的最大链路设计值，应小于或等于对已成缆光纤的规定值。未成缆光纤对已成缆光纤的 PMD 值的比率，取决于光缆结构和加工的细节以及未成缆光纤的模耦合条件。

A.4.3.2 限值

用户有要求时，光缆的 PMD 应满足表 A.5 规定的 M 值、Q 值和 PMD_Q 最大值。

表 A.5 偏振模散

光纤类别	B1.1a	B1.3 c	B1.1b	B1.3d	B4b	B4c	B4d	B4e	B5
M 值 （条光缆）	20								
Q 值	0.01%								
PMD_Q （最大值）（ps/√km）	0.5		0.20		0.5	0.20			