



中华人民共和国国家标准

GB/T 30826—2014

斜拉桥钢绞线拉索技术条件

Technical conditions for steel strand cable of cable stayed bridge

2014-06-24 发布

2015-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 符号和说明	3
5 拉索结构	4
5.1 主要结构及组成	4
5.2 张拉端锚固段及过渡段结构	6
5.3 固定端锚固段及过渡段结构	7
5.4 自由段结构	7
5.5 鞍座段结构	8
5.6 附件	9
6 技术要求	9
6.1 索体	9
6.2 锚具组件	11
6.3 减振器	12
6.4 鞍座	13
7 拉索产品验收检验	13
7.1 检验分类	13
7.2 检验项目	13
7.3 出厂检验的组批	16
7.4 检验结果判定	16
8 标志、包装、运输及贮存	17
8.1 标志	17
8.2 包装	17
8.3 运输及贮存	17
9 拉索防腐与防护	17
9.1 一般规定	17
9.2 拉索的防腐与防护要求	17
10 拉索安装	18
10.1 一般规定	18
10.2 材料进场验收	18
10.3 损伤修复	18
10.4 安装要求	18
10.5 张拉与索力调整	18
10.6 归档文件	19

GB/T 30826—2014

11 拉索更换 19

 11.1 一般规定 19

 11.2 拉索更换的条件 19

12 拉索的检查 19

 12.1 一般规定 19

 12.2 日常性检查 20

 12.3 定期检查 20

 12.4 全面鉴定评估 20

 12.5 专项检查 20

附录 A（规范性附录） 锚具组件的疲劳试验 21

附录 B（规范性附录） 鞍座的疲劳试验 23

附录 C（规范性附录） 锚具组件的水密性试验 26

附录 D（规范性附录） PE 防护钢绞线耐久性试验 29

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位:柳州欧维姆机械股份有限公司、同济大学、广东坚宜佳五金制品有限公司、上海浦江缆索股份有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人:龙跃、闫云友、李方元、黄芳玮、李国平、尚景朕、庞维林、陈小莲、张海良、游胜意、王玲君、朱红斌、任翠英。

斜拉桥钢绞线拉索技术条件

1 范围

本标准规定了斜拉桥钢绞线拉索的术语和定义、符号和说明、拉索结构、技术要求、拉索产品验收检验、标志、包装、运输及贮存、拉索防腐与防护、拉索安装、拉索更换、拉索的检查等。

本标准适用于采用单根 PE 防护钢绞线作为受拉构件的斜拉桥钢绞线拉索(以下简称拉索)的设计、试验与安装。

本标准适用于公路及城市道路桥梁的斜拉索,其他工程结构的拉索亦可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 264 石油产品 酸值测定法

GB/T 269 润滑脂和石油脂度测定法

GB/T 512 润滑脂水分测定法

GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第2部分:模塑和挤塑塑料的试验条件

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 2361 防锈油脂湿热试验法

GB/T 3077 合金结构钢

GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验

GB/T 4162—2008 锻轧钢棒超声检测方法

GB/T 4929 润滑脂滴点测定法

GB/T 4985 石油蜡针入度测定法

GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线

GB/T 5796.1 梯形螺纹 第1部分:牙型

GB/T 5796.2 梯形螺纹 第2部分:直径与螺距系列

GB/T 5796.3 梯形螺纹 第3部分:基本尺寸

GB/T 5796.4 梯形螺纹 第4部分:公差

GB/T 6031 硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定(10~100 IRHD)

GB/T 6402—2008 钢锻件超声检测方法

GB/T 8124 梯形螺纹量规 技术条件

GB/T 8804.3—2003 热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第3部分:聚烯烃管材

GB/T 30826—2014

GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定
GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定
GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
GB/T 16924 钢件的淬火与回火
GB/T 19810 聚乙烯(PE)管材和管件 热熔对接接头拉伸强度和破坏形式的测定
GB/T 21073 环氧涂层七丝预应力钢绞线
GB/T 21839 预应力混凝土用钢材试验方法
GB/T 23988 涂料耐磨性测定 落砂法
GB/T 25823 单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线
CJ/T 297 桥梁缆索用高密度聚乙烯护套料
JB/T 4730.4—2005 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测
JB/T 5000.8 重型机械通用技术条件 第8部分:锻件
JB/T 5000.9 重型机械通用技术条件 第9部分:切削加工件
JB/T 5000.13 重型机械通用技术条件 第13部分:包装
JG 161 无粘结预应力钢绞线
YB/T 152 高强度低松弛预应力热镀锌钢绞线
SH/T 0081 防锈油脂盐雾试验法
SH/T 0324 润滑脂分油的测定 锥网法
SH/T 0325 润滑脂氧化安定性测定法
SH/T 0331 润滑脂腐蚀试验法
SH/T 0387—1992(2005) 钢丝绳表面脂
SY/T 0039 管道防腐层化学稳定性试验方法
SY/T 0040 管道防腐层抗冲击性试验方法(落锤试验法)
HG 2-146 塑料耐油性试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢绞线拉索 **strand stay cable**

拉索

由若干根直径相同、平行排列的单根 PE 防护钢绞线集束,通过两端锚具组件固定于斜拉桥结构,承受结构静动荷载的受拉构件。

3.2

PE 防护钢绞线 **PE sheathed strand**

有防腐保护层及高密度聚乙烯护套的钢绞线。

3.3

锚具组件 **anchorage**

用以保持拉索的拉力并将其传递到桥梁结构的锚固装置。锚具组件通常由多个零(部)件组装而成,可分为张拉端锚具和固定端锚具两类。

- 3.4
鞍座 saddle
位于索塔上,支承拉索、改变索体方向穿过索塔,并将拉索的径向及不平衡荷载传递给索塔的构件。
- 3.5
锚固段 anchorage zone
拉索和锚具的连接段,将索力传递给桥梁结构的拉索锚固部分。
- 3.6
过渡段 transition zone
从导管入口到锚固段口之间的拉索部分。
- 3.7
自由段 free zone
锚固段、过渡段及鞍座段(如有)之外的拉索索体。
- 3.8
外护套管 stay pipe
安装在拉索自由段、暴露在外部环境中的高密度聚乙烯(HDPE)套管或金属管,具有对钢绞线束外部防护的功能。
- 3.9
导管 guide pipe
位于梁端结构或索塔上的预埋管道,便于拉索的安装与更换,也称为预埋管。
- 3.10
拉索附件 accessories of stay cable
对拉索安装、防护起辅助作用的构件,包括索箍、外护套管连接装置、外护套管伸缩补偿装置、保护罩等。
- 3.11
减振器 damper
一种控制和减缓拉索振动的装置。

4 符号和说明

本文件使用的符号和相应的说明见表 1。

表 1 符号和说明

符 号	单 位	说 明
A_{pk}	mm^2	单根钢绞线试件的特征(公称)截面面积
A_p	mm^2	拉索中各根钢绞线特征(公称)截面面积之和
f_{ptk}	MPa	钢绞线的抗拉强度标准值
f_{pm}	MPa	试验所用钢绞线(截面以 A_{pk} 计)的实测极限抗拉强度平均值。由三根以上同卷钢绞线实测值计算得出
F_{ptk}	kN	钢绞线-拉索锚具组装件中钢绞线的公称极限拉力。由钢绞线抗拉强度标准值计算得出;也可表示为 $F_{ptk} = f_{ptk} \cdot A_p$
F_{pm}	kN	钢绞线实测平均极限拉力。由钢绞线试件实测破断荷载平均值计算得出

GB/T 30826—2014

表 1 (续)

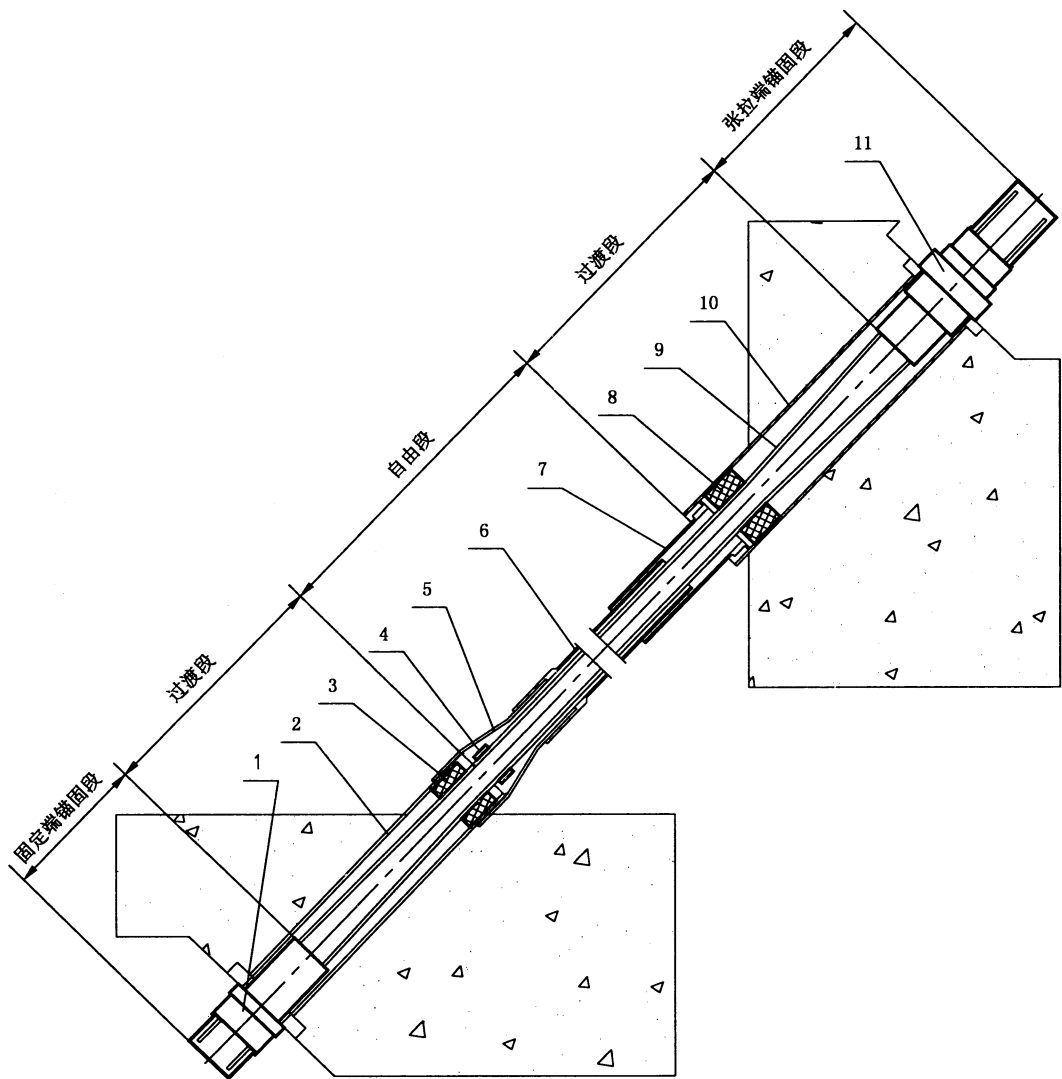
符 号	单 位	说 明
$F_{p0.2}$	kN	钢绞线的规定非比例延伸力
E	MPa	钢绞线的弹性模量
η_s	—	钢绞线-拉索锚具组装件静载试验测得的锚固效率系数
ϵ_{apu}	%	钢绞线-拉索锚具组装件达到实测极限拉力时钢绞线的总应变
Δf	MPa	钢绞线的应力幅值
SDR	—	HDPE 圆管式外护套管的外径与壁厚的比值

5 拉索结构

5.1 主要结构及组成

拉索结构包括张拉端锚固段、固定端锚固段、过渡段、自由段及鞍座段(如有)几个部分,见图 1、图 2。

拉索体系由索体、锚具组件、减振器、鞍座(如有)及附件等组成。其中:索体包括 PE 防护钢绞线束及外护套管;锚具组件分为张拉端锚具组件和固定端锚具组件;拉索附件包括索箍、外护套管连接装置、外护套管伸缩补偿装置及保护罩等。



说明：

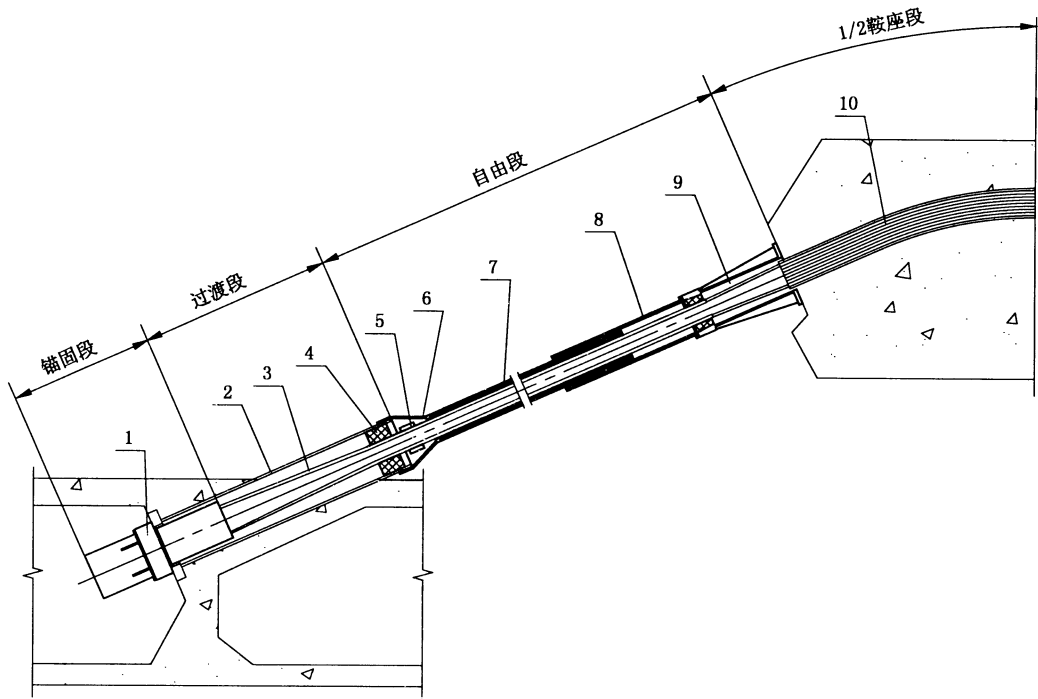
- | | | | |
|-------------|--------------|----------------|--------------|
| 1——固定端锚具组件； | 4——索箍； | 7——外护套管伸缩补偿装置； | 10——导管(塔端)； |
| 2——导管(梁端)； | 5——外护套管连接装置； | 8——减振器(塔端)； | 11——张拉端锚具组件。 |
| 3——减振器(梁端)； | 6——外护套管； | 9——PE 防护钢绞线； | |

注 1：示意图为张拉端锚具在塔端、固定端锚具在梁端的情况，在实际设计和使用中，张拉端锚具和固定端锚具的位置可互换，或两端均采用张拉端锚具。

注 2：示意图为外护套管下端固定，上端自由，根据工程需要，也可设计为上端固定和下端自由的方式。

图 1 无鞍座拉索结构示意图

GB/T 30826—2014

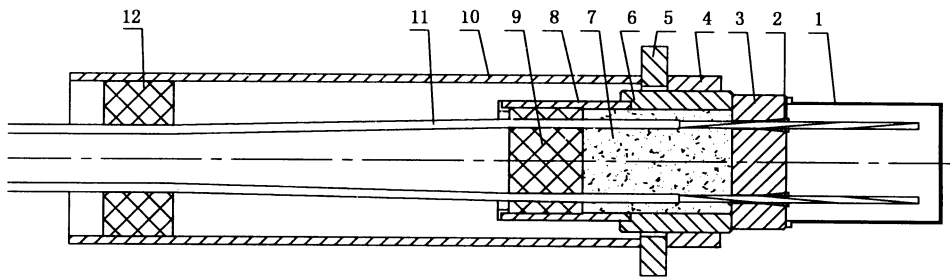


- 说明：
- | | | | |
|--------------|--------------|----------------|---------|
| 1——锚具组件； | 4——减振器； | 7——外护套管； | 10——鞍座。 |
| 2——导管； | 5——索箍； | 8——外护套管伸缩补偿装置； | |
| 3——PE 防护钢绞线； | 6——外护套管连接装置； | 9——抗滑装置； | |

图 2 带鞍座拉索结构示意图

5.2 张拉端锚固段及过渡段结构

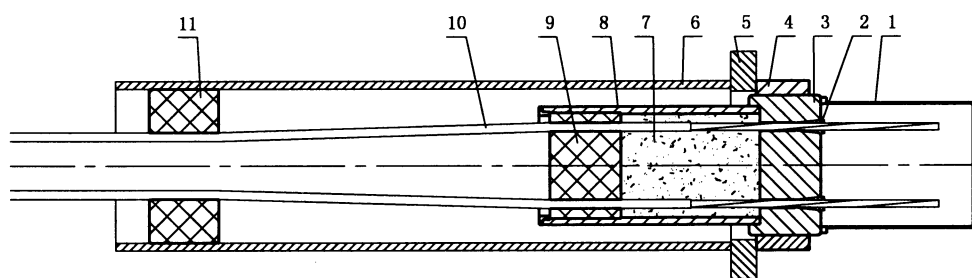
张拉端(带支承筒)锚固段及过渡段通常由保护罩、夹片、锚板、支承筒、螺母、密封筒、密封装置、防腐材料、减振器及其他部件组成,见图 3。



- 说明：
- | | | | |
|---------|---------|----------|---------------|
| 1——保护罩； | 4——螺母； | 7——防腐材料； | 10——导管； |
| 2——夹片； | 5——锚垫板； | 8——密封筒； | 11——PE 防护钢绞线， |
| 3——锚板； | 6——支承筒； | 9——密封装置； | 12——减振器。 |

图 3 张拉端(带支承筒)锚固段及过渡段结构示意图

张拉端(不带支承筒)锚固段及过渡段通常由保护罩、夹片、锚板、螺母、密封筒、密封装置、防腐材料、减振器及其他部件组成,见图 4。



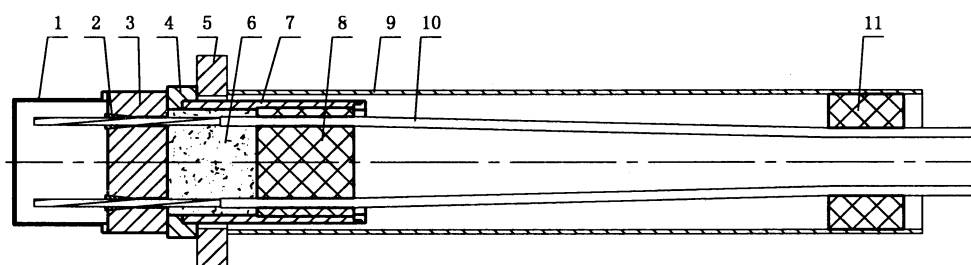
说明:

- | | | | |
|---------|---------|----------|---------------|
| 1——保护罩; | 4——螺母; | 7——防腐材料; | 10——PE 防护钢绞线; |
| 2——夹片; | 5——锚垫板; | 8——密封筒; | 11——减振器。 |
| 3——锚板; | 6——导管; | 9——密封装置; | |

图 4 张拉端(不带支承筒)锚固段及过渡段结构示意图

5.3 固定端锚固段及过渡段结构

固定端锚固段及过渡段由通常保护罩、夹片、锚板、垫板、密封筒、密封装置、防腐材料、减振器及其他部件组成,见图 5。



说明:

- | | | | |
|---------|----------|----------|---------------|
| 1——保护罩; | 4——垫板; | 7——密封筒; | 10——PE 防护钢绞线; |
| 2——夹片; | 5——锚垫板; | 8——密封装置; | 11——减振器。 |
| 3——锚板; | 6——防腐材料; | 9——导管; | |

图 5 固定端锚固段及过渡段结构示意图

5.4 自由段结构

自由段是拉索两过渡段或过渡段与鞍座之间的部分,由 PE 防护钢绞线集束而成,外加圆管式外护套管或哈弗(HALF)式外护套管作整体防护,见图 6。

GB/T 30826—2014

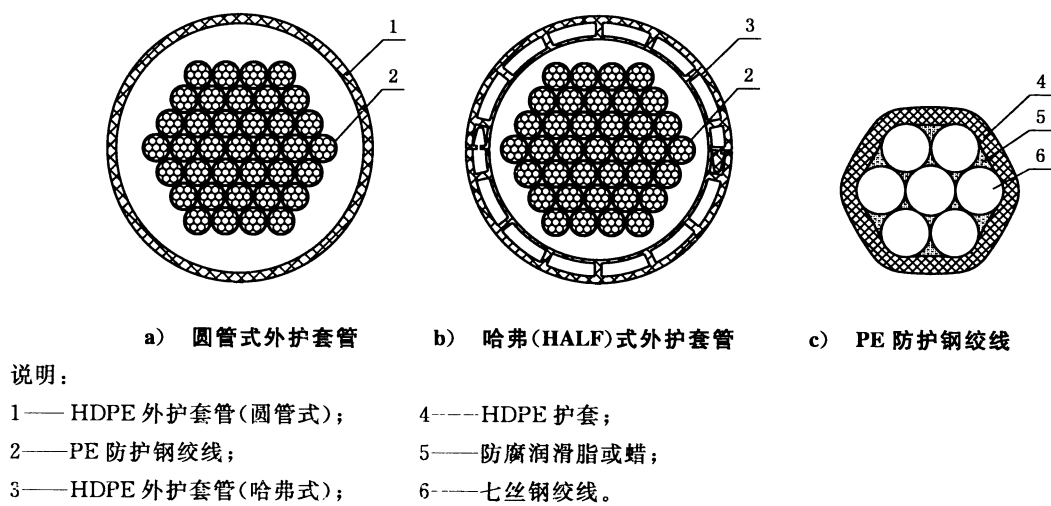


图 6 拉索自由段及单根 PE 防护钢绞线断面示意图

5.5 鞍座段结构

鞍座段位于索塔上,拉索索体贯穿鞍座并锚固在塔的两侧梁上。鞍座结构通常有分散导管式和双导管式两种类型,见图 7、图 8。

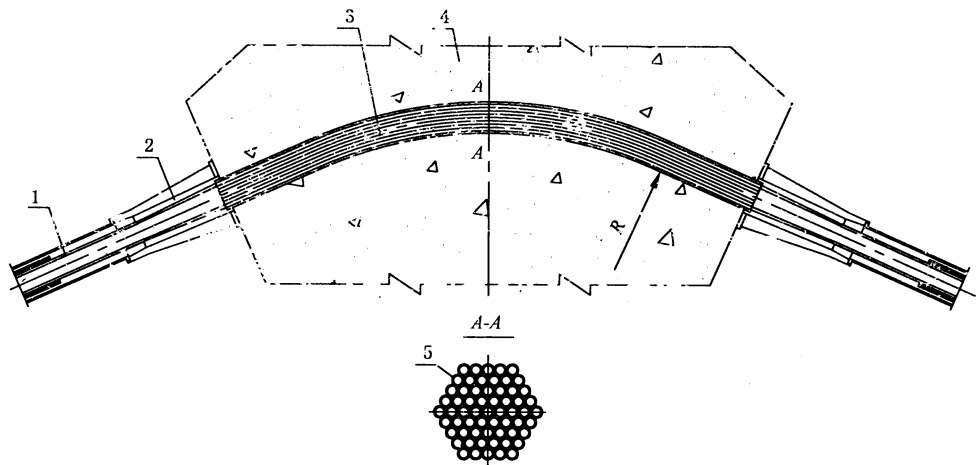
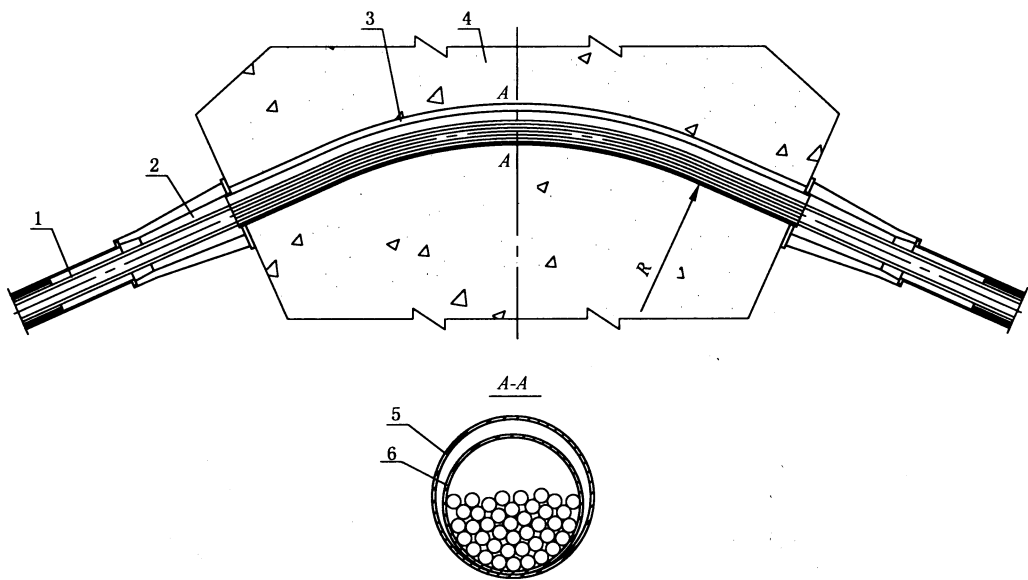


图 7 分散导管式鞍座示意图



- 说明：
- | | |
|--------------|---------|
| 1——PE 防护钢绞线； | 4——索塔； |
| 2——抗滑装置； | 5——外导管； |
| 3——鞍座； | 6——内导管。 |

图 8 双导管式鞍座示意图

5.6 附件

拉索附件包括索箍、外护套管连接装置、外护套管伸缩补偿装置及保护罩等。

5.6.1 索箍

索箍是将拉索收紧成紧密排列的装置，应避免过大的弯曲应力，应保证其夹紧部位不会对索体产生损伤。

5.6.2 外护套管连接装置

外护套管连接装置，将拉索外护套管与导管连接起来，防止外部雨水进入导管内部。

5.6.3 外护套管伸缩补偿装置

外护套管伸缩补偿装置应设计成在外界温度变化时，保证外护套管能自由伸缩，对外护套管起到伸缩补偿作用。

5.6.4 保护罩

保护罩安装在两端锚具组件的锚板上，对锚具外露钢绞线及夹片等起保护、防腐作用。

6 技术要求

6.1 索体

6.1.1 PE 防护钢绞线

6.1.1.1 制作拉索的 PE 防护钢绞线的母材可用光面钢绞线、热镀锌钢绞线、环氧涂覆钢绞线或其他满

GB/T 30826—2014

足相应的防腐性能要求的钢绞线。

- a) 光面钢绞线应符合 GB/T 5224 的规定；
- b) 热镀锌钢绞线应符合 YB/T 152 的规定；
- c) 单丝涂覆环氧涂层钢绞线应符合 GB/T 25823 的规定；
- d) 填充型环氧涂层钢绞线应符合 GB/T 21073 的规定。

6.1.1.2 钢绞线除应符合有关标准要求外,还需符合以下条款:

- a) 钢绞线及制作钢绞线的盘条应无焊接接头；
- b) 钢绞线在出厂前不应有肉眼可见的腐蚀现象。长度为 5 m 的钢绞线试样拆股(包括中心丝)后,不应有任何腐蚀迹象；
- c) 最小极限抗拉强度应不低于相应钢绞线的抗拉强度标准值 f_{ptk} ；
- d) 规定非比例延伸力($F_{p0.2}$)不小于整根钢绞线公称最大力的 90%；
- e) 弹性模量: $E=(1.95\pm0.1)\times10^5$ MPa；
- f) 偏斜拉伸性能:偏斜拉伸系数不大于 20%；
- g) 疲劳性能应满足上限应力为 $0.45 f_{ptk}$ 、应力幅 300 MPa,循环次数为 200 万次的疲劳试验,不出现断丝,并在疲劳试验后对钢绞线作静强度拉伸试验,最小张拉应力应不低于 92% f_{pm} 或 95% f_{ptk} (取两者中的较大值)的要求。

6.1.1.3 钢绞线的 PE 护套材料应采用高密度聚乙烯,材料应符合 CJ/T 297 的规定。

6.1.1.4 护套应厚薄均匀,最小厚度不小于 1.5 mm。PE 防护钢绞线护套应光滑无裂缝、无气孔、无明显褶皱和机械损伤。

6.1.1.5 PE 防护钢绞线的耐久性应符合附录 D 的要求。

6.1.1.6 PE 防护钢绞线采用的防腐材料可选用防腐润滑脂或蜡。

- a) 防腐润滑脂的性能应符合表 1 的要求。

表 1 防腐润滑脂的技术性能指标

项 目		质量指标	试验方法
工作锥入度(1/10 mm)		220~320	GB/T 269
滴点/°C	不低于	160	GB/T 4929
水分/%	不大于	0.1	GB/T 512
钢网分油量(100 °C, 50 h)/%	不大于	4	SH/T 0324
腐蚀试验(45 号钢片, 100 °C, 24 h)		合格	SH/T 0331
低温性能(-40 °C, 30 min)		合格	SH/T 0387—1992 附录二
湿热试验(45 号钢片, 30 d)/级	不大于	B	GB/T 2361
盐雾试验(45 号钢片, 30 d)/级	不大于	B	SH/T 0081
氧化安定性(99 °C, 100 h)			
A 氧化后压力降/MPa	不大于	0.06	SH/T 0325
B 氧化后酸值(以 KOH 计)/(mg/g)	不大于	1.0	GB/T 264
对套管的兼容性(65 °C, 40 d)			
A 吸油率/%	不大于	10	HG 2-146
B 拉伸强度变化率/%	不大于	30	GB/T 1040.2

b) 蜡的技术性能应符合表 2 的要求。

表 2 蜡的技术性能指标

项 目	质量指标	试验方法
工作温度/°C	—40~80	
密度(20 °C)/(g/cm ³)	0.85~0.92	
石蜡针入度(25 °C,1/10 mm)	110~170	GB/T 4985
释油率(7d,40 °C)/%	≤0.5	SH/T 0324
滴点/°C	≥70	GB/T 4929
氧化安定性(99 °C,100 h)/ MPa 不高于	0.03	SH/T 0325
腐蚀试验(45 号钢片,100 °C,24 h)	合格	SH/T 0331
盐雾试验(45 号钢片,30 d)/级 不高于	B	SH/T 0081

6.1.1.7 钢绞线防腐润滑脂或蜡涂敷及护套的制作应一次完成,并通过挤压工艺成型,防腐润滑脂或蜡沿钢绞线全长均匀涂敷。每米防腐润滑脂的用量应在 15 g~30 g 之间,每米蜡的用量应在 10 g~30 g 之间,并保证将钢绞线外表面和钢绞线周围的缝隙填满,以防止气体及流体沿钢绞线内部缝隙流动。

6.1.2 外护套管

6.1.2.1 外护套管材料一般选用 HDPE,也可选用钢质或其他合适的金属材料。选用 HDPE 材料时,其主要性能应满足 CJ/T 297 的规定。HDPE 外护套管可制成单层或双层,外层可制成不同的颜色。

6.1.2.2 HDPE 外护套管外表面可以为光面或具有防风雨振作用的双螺旋线或其他形式。

6.1.2.3 HDPE 外护套管应有足够的刚度,最小厚度应能满足在运输、施工过程中外力挤压作用下,不出现开裂、破损及明显的变形。

a) HDPE 圆管式外护套管的壁厚应满足 SDR 值不大于 32,且应不小于 6 mm;

b) 哈弗式外护套管,外层与内层壁厚之和不小于 6 mm,且内外层单层厚度不小于 3 mm。

6.1.2.4 HDPE 外护套管表面应良好完整,划痕深度不得超过 2 mm,且不得超过管壁厚度的 20%。

6.1.2.5 供应商提供的单根 HDPE 外护套管的供货长度不小于 6 m。

6.1.2.6 HDPE 外护套管由通过焊接或管套连接方式接长,连接处的强度应不低于整根外护套的屈服强度,测定连接处拉伸强度试验采用 GB/T 8804.3—2003 第 5 章类型 I 试样。

6.2 锚具组件

6.2.1 使用要求

6.2.1.1 锚具组件应满足静载锚固性能、抗疲劳性能及低应力状态下的锚固性能、防腐性能的要求。

6.2.1.2 锚具组件应满足安全实施钢绞线单根安装、单根张拉、整索张拉及拉索更换等作业要求。

6.2.1.3 过渡段内 PE 防护钢绞线从锚固区到索体收紧部位的偏转角度不大于 1.4°。

GB/T 30826—2014

6.2.2 基本性能要求

- 6.2.2.1 锚具组件的静载锚固性能应符合 GB/T 14370 中相应条款要求： $\eta_a \geq 0.95$ ； $\epsilon_{apu} \geq 2.0\%$ 。
- 6.2.2.2 锚具组件的疲劳性能应符合附录 A 的要求。
- 6.2.2.3 拉索在施工各阶段及正常使用状态下，夹片齿应咬入钢绞线母体，并且在使用应力低至钢绞线抗拉强度标准值(f_{ptk})的 5% 时，不出现滑丝。
- 6.2.2.4 锚具组件的水密性能应符合附录 C 的要求。

6.2.3 材料要求

- 6.2.3.1 锚具组件所使用的材料必须符合有关标准和设计要求，并有力学性能和化学成分合格证明书、质量保证书，材料进厂后应进行验收试验。
- 6.2.3.2 锚具组件中主要受力构件，应选用合金结构钢或优质碳素结构钢，应符合 GB/T 3077 或 GB/T 699 的要求。锚板、螺母、支承筒等零件毛坯件宜为锻件，符合 JB/T 5000.8 的有关规定。

6.2.4 制造工艺要求

- 6.2.4.1 零件机械加工应符合 JB/T 5000.9 的有关规定。零件毛坯的锻造应符合 JB/T 5000.8 的有关规定。零件热处理应符合 GB/T 16924 的有关规定。锚具的梯形螺纹应符合 GB/T 5796.1~5796.4 的规定，螺纹的极限尺寸应符合 GB/T 8124 的规定。
- 6.2.4.2 同一规格锚具的同类部件应具有互换性。
- 6.2.4.3 未注公差尺寸的公差等级，应不低于 GB/T 1804—2000 m 级的规定。
- 6.2.4.4 锚板、螺母、支承筒等主要受力件，应进行超声波探伤，探伤方法及评定标准应符合 GB/T 4162—2008 表 4 中的 B 级或 GB/T 6402—2008 表 4 中直探头 4 级的规定。成品表面应进行磁粉探伤，探伤方法及评定标准应符合 JB/T 4730.4—2005 中第 9 章规定的 II 级。
- 6.2.4.5 锚板、螺母、支承筒、夹片应进行硬度测试，硬度检验应按 GB/T 230.1、GB/T 231.1 的规定进行。

6.3 减振器

- 6.3.1 根据拉索的抗振设计要求，减振器可采用内置式减振器或外置式减振器。
- 6.3.2 内置式减振器通常为橡胶减振器，其材料宜采用丁基橡胶，橡胶的物理机械性能应满足表 3 中的指标要求。

表 3 丁基橡胶的物理机械性能指标

项 目		性能指标	试验方法
硬度(IRHD)		55±5	GB/T 6031
拉伸强度/MPa		≥8	GB/T 528
扯断伸长率/%		≥450	GB/T 528
热空气老化试验	试验条件	70 ℃, 96 h	GB/T 3512
	拉伸强度变化率/%	<25	
	扯断伸长率变化率/%	<25	

6.3.3 拉索设计要求安装外置式减振器时,梁端内置式减振器可以取消。

6.3.4 支承减振器的构件应有足够的刚度。

6.3.5 应充分考虑减振器调节和更换的便利性。

6.4 鞍座

6.4.1 鞍座应能承受斜拉索的径向压力及桥塔两侧索体的不平衡力,并能安全地将拉索的转向合力传递给索塔结构。

6.4.2 鞍座的结构应能保证斜拉索的可更换性。

6.4.3 鞍座弯曲半径的确定应考虑其对钢绞线的摩擦疲劳影响,其最小弯曲半径应满足:

- a) 采用单根分丝管式鞍座时,拉索各钢绞线独自布置在单根分丝管内,导管的弯曲半径应不小于 $400d$ (d 为钢绞线中单根钢丝的直径);
- b) 采用整束内外管式鞍座时,鞍座内钢绞线成束布置,鞍座的弯曲半径不应小于 $30D$ (D 为鞍座内导管的内径);
- c) 如果工程需要减小鞍座导管的弯曲半径,设计单位应出具详细计算报告,并应进行试验,证明产品符合受力及抗疲劳要求。

6.4.4 鞍座及抗滑装置的设计,应能满足所有使用和强度极限状态下的受力要求,在 125% 倍的设计荷载作用时拉索不出现滑移及磨损。

6.4.5 鞍座的疲劳性能应满足附录 B 的要求。

7 拉索产品验收检验

7.1 检验分类

拉索产品验收检验分为出厂检验、型式检验及进场检验三类。

7.1.1 出厂检验

出厂检验为生产单位在每批产品出厂前进行的厂内产品质量控制性检验。

7.1.2 型式检验

有下列情况之一时,应进行型式检验,型式检验项目为第 5 章的全部技术要求。

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 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,五年进行 1 次;
- d) 产品长期停产后,恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 国家或省级质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.1.3 进场检验

进场检验为拉索产品到工地后,由业主或监理等单位抽取一定数量的产品进行的质量检测性试验。对一些特殊工程,业主委派质量工程师驻厂监督产品的生产质量,则出厂检验报告可以代表进场检验。

7.2 检验项目

7.2.1 出厂检验项目应符合表 4 的规定。

表 4 拉索产品出厂检验项目

名 称		检验项目	检验方法	取样规定
锚具		外观	目测	10％
		硬度	GB/T 230.1 GB/T 231.1	100％
		外形尺寸	实 测	10％
		超声波探伤	GB/T 6402—2008	100％
		磁粉探伤	JB/T 4730—2005	100％
		螺纹	GB/T 5796.1～5796.4	100％
		互换性	实测实配	100％
锚具组件		静载试验	GB/T 14370	1 组 ^a
减振橡胶		外观	目测	100％
		硬度	GB/T 6031	100％
		拉伸强度延伸率	GB/T 528	每批 3 件
		扯断伸长率/％	GB/T 528	每批 3 件
PE 防护 钢绞线	钢绞线	直径	GB/T 5224	逐盘卷
		整根钢绞线的最大力	GB/T 21839	每 100 t 3 根
		规定非比例延伸力		每 100 t 3 根
		最大力总伸长率		每 100 t 3 根
		伸直性		每 100 t 3 根
		疲劳试验		每 100 t 1 根
	PE 护套	护套厚度、直径	JG 161	每 60 t 3 根
	防腐润滑 脂或蜡	滴点	GB/T 4929	按 JG 161 标准 ^b
		腐蚀试验	SH/T 0331	
		防腐润滑脂或蜡的质量	JG 161	每 60 t 3 件
	外观		目测	逐盘卷
HDPE 外护套		外观、颜色	目测	100％
		外径、壁厚	GB/T 8806	10％

^a “1 组锚具组件”包括张拉端锚具、固定端锚具各一套。

^b 防腐油脂或蜡的性能检验时间较长,可由原材料供应商提供有效期的试验报告。

7.2.2 型式检验项目应符合表 5 的规定。

表 5 拉索产品型式检验项目

名 称		检验项目	检验方法	取样规定
锚具		外观	目测	每规格 3 件
		硬度	GB/T 230.1 GB/T 231.1	每规格 3 件
		外形尺寸	实 测	每规格 3 件
		超声波探伤	GB/T 6402—2008	每规格 3 件
		磁粉探伤	JB/T 4730—2005	每规格 3 件
		螺纹	GB/T 5796.1~5796.4	每规格 3 件
		互换性	实测实配	每规格 3 件
锚具组件 ^a		静载试验	GB/T 14370	大、中、小规格各一组
		疲劳试验	附录 A	大、中、小规格各一组
		水密性试验	附录 C	一组(31 或 27 孔固定端锚具组件)
减振橡胶		外观	目测	每规格 3 件
		硬度	GB/T 6031	每规格 3 件
		拉伸强度延伸率	GB/T 528	3 件
		扯断伸长率/%	GB/T 528	3 件
PE 防护 钢绞线	钢绞线	直径	GB/T 5224	按相应钢绞线对应标准的取样规定
		整根钢绞线的最大力	GB/T 21839	
		抗拉强度		
		规定非比例延伸力		
		最大力总伸长率		
		弹性模量		
		伸直性		
		疲劳试验		
		偏斜拉伸试验		
	PE 护套	护套厚度、直径	JG 161	按 JG 161 的取样规定
		拉伸强度	GB/T 1040.2	
		弯曲屈服强度	GB/T 9341	
		断裂伸长率	GB/T 1040.2	
	防腐润滑脂或蜡	表 2、表 3 所列项目	表 2、表 3 所列相应标准	参照 JG 161 的取样规定 ^b
	外观		目测	逐盘卷
	耐久性试验		附录 D	各 3 件

GB/T 30826—2014

表 5 (续)

名 称	检验项目	检验方法	取样规定
HDPE 外护套	原材料	CJ/T 297 引用的相应标准	CJ/T 297 的取样规定
	外观、颜色	目测	100%
	外径、壁厚	GB/T 8806	10%
^a “1 组锚具组件”包括张拉端锚具、固定端锚具各一套。 ^b 防腐油脂或蜡的性能检验时间较长,可由原材料供应商提供有效的试验报告。			

7.2.3 进场检验项目应符合表 6 的规定。

表 6 拉索产品进场检验项目

名 称	检验项目	检验方法	取样规定
锚具	外观	目测	10%
	硬度	GB/T 230.1、GB/T 231.1	每规格 3 件
	外形尺寸	实测	每规格 3 件
	互换性	实测实配	每规格 3 件
橡胶减振器	外观	目测	100%
PE 防护 钢绞线	钢绞线	直径	GB/T 5224
		整根钢绞线的最大力	GB/T 228.1
		规定非比例延伸力	GB/T 5224
		最大力总伸长率	GB/T 228.1
		伸直性	GB/T 5224
	PE 护套	护套厚度、直径	JG 161
	外观	目测	逐盘卷
外护套管	外观、颜色	目测	10%
	外径、壁厚	GB/T 8806	10%
	焊接性能试验	GB/T 19810	每批 6 试样
^a 当一合同批小于 300 t 时,按 3 根每合同批取样。			

7.3 出厂检验的组批

每批产品的数量指同一类产品、同一批原材料、同一种工艺、一次投料生产的数量,锚具及减振橡胶每批不得超过一座桥所使用的数量;PE 防护钢绞线每批不大于 100 t;外护套管每批不超过 10 t,生产期 7 天尚不足 10 t,则以 7 天产量为一批。

7.4 检验结果判定

当出厂检验项目均符合本标准要求时,该批产品为合格品;当检验结果有不合格项目时,对不合格项目重新加倍取样进行复检,若复检结果仍不合格,则不应使用。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

产品应在显著位置标明产品型号和产品批号。

8.2 包装

8.2.1 锚具包装要求

锚具出厂时应采用木箱包装,并应符合 JB/T 5000.13 的有关规定。包装箱内应附有产品合格证、装箱单。产品合格证内容包括:规格型号、名称、出厂日期、质量合格签章、厂名、厂址。

8.2.2 PE 防护钢绞线包装要求

PE 防护钢绞线采用不损伤外护套的包装方式进行包装。当有特殊要求时,包装材料和包装方式可由供需双方协商。

8.2.3 外护套管包装要求

单根外护套管用塑料薄膜缠绕保护,批量外护套管用编织袋包装、非金属绳捆扎牢固,或用木架固定两头,或按供需双方商定要求进行。每包装单位中必须有合格证。

8.3 运输及贮存

8.3.1 在运输和装卸过程中,应小心操作,防止碰伤,不得受到划伤、抛甩、剧烈的撞击及油污和化学品等污染。

8.3.2 产品宜贮存在库房中,露天贮存时,不宜直接与地面接触,并遮盖雨布,避免锈蚀、沾污、遭受机械损伤和散失。

8.3.3 外护套管应贮存在远离热源、温度不超过 40℃,堆放场地应平整,水平整齐堆放,堆放高度不超过 2 m。

9 拉索防腐与防护

9.1 一般规定

9.1.1 拉索在按设计及产品安装使用要求,按本标准施工、正常运营、养护、检查和维护的条件下,使用年限不低于 30 年。

9.1.2 拉索各主要部位的防腐保护应满足下列要求:

- a) 从锚固段到自由段再到转向段(如有),直到最后的另一个锚固段,所有构件都应达到同等安全和耐久性能(即整个拉索系统中不能存在薄弱环节)。
- b) 各构件应根据使用和环境要求拟定相应的养护方案,以达到设计使用年限的要求。
- c) 在可能的情况下,必须提出明晰的防腐要求,并进行相应试验。
- d) 外护套管在控制风振、防止环境不利影响和保证结构美观的同时,也应满足刚度要求。

9.2 拉索的防腐与防护要求

9.2.1 拉索在正常使用期内应保证其结构坚固耐久,在正常维护的前提下应保证其性能的完好。拉索

GB/T 30826—2014

中某些构件的设计使用年限可以低于拉索整体的设计使用年限,但应采取定期维护或更换等措施,使之达到拉索整体的设计使用年限。

9.2.2 在拉索体系设计中,应对钢绞线进行合理的永久性多层防腐保护,满足拉索整体的设计使用年限要求。

9.2.3 拉索的外护套管应考虑热胀冷缩的影响,保证索体的防护性能不因环境温度的变化而失效。

9.2.4 拉索下端锚固区应有排水措施,保证施工过程中的水顺利排出。

9.2.5 拉索索体的防腐保护至少应由两层完全嵌套的护套组成。内护套(PE 防护钢绞线的 PE 护套)应完全包住钢绞线的自由段、过渡段,并保证适当长度的 PE 护套进入锚具组件的密封结构内部。外护套管应完全包住索体自由段。

9.2.6 拉索锚具应具有良好的密封性能,保证锚具内部钢绞线不受外部有害物质的侵入。

9.2.7 拉索在设计、施工和使用过程中,应特别关注拉索外护套管与桥梁结构接合部位的密封防护处理,确保外部水不进入拉索内部。

9.2.8 鞍座内的钢绞线必须有可靠的防腐措施,确保鞍座内钢绞线的防腐能力不低于斜拉索自由段。

9.2.9 在拉索安装张拉结束后,锚具内应灌注防腐材料对剥除 PE 护套的钢绞线进行防腐,拉索端部裸露钢绞线应作防腐处理,并安装保护罩防护。

9.2.10 拉索施工完成后,拉索结构外露金属件,应作与桥梁外露件同等防腐等级的防护处理。

10 拉索安装

10.1 一般规定

10.1.1 负责拉索安装的施工承包商应具有相关专业施工资质及相关安装经验。

10.1.2 负责拉索安装的施工承包商应根据拉索体系及结构设计要求,组织现场安装方案设计,拉索施工和质量控制方案必须在拉索施工前报业主审批。

10.2 材料进场验收

材料进场后,应按表 6 的要求抽样检测。已经受到损伤而不符合本标准要求材料,不得使用。

10.3 损伤修复

应对受损的拉索进行修复,对损坏的构件进行更换。

10.4 安装要求

10.4.1 拉索锚具组件、外护套管、钢绞线的安装,应控制在设计容许偏差范围内。

10.4.2 在安装拉索外护套管时,应预留充足的热胀冷缩空间。

10.4.3 拉索外护套管吊装时的最小弯曲半径应不小于护套直径的 25 倍。

10.4.4 锚具组件、钢绞线和其他裸露构件,在施工过程中应妥善防护,防止雨水和其他有害液体渗入。

10.4.5 根据专业检测公司及设计提供的拉索在安装各阶段的索力和延伸率等信息,对拉索进行相应的调节。

10.5 张拉与索力调整

10.5.1 拉索采用单根安装、单根张拉,必要时采用整体调索相结合的施工方式,使应力调整达到设计要求。

10.5.2 单根安装、张拉和调索完毕,每束拉索内各根钢绞线的拉力偏差应控制在 $\pm 2\%$ 范围内。

10.5.3 拉索张拉及调索结束时,在拉索两锚固端夹片咬合点之间的钢绞线上应无夹片咬痕。

10.5.4 为保证拉索锚固可靠,拉索张拉完毕,应对夹片进行顶压,必要时,应安装防松装置。

10.5.5 所有拉索结构都应有细部构造设计,以便仔细检查斜拉索各构件。安装结束时应有斜拉索各构件的施工质量验收记录,全面记录拉索各构件的施工质量。

10.6 归档文件

10.6.1 归档文件应包括日期、时间、环境温度、天气状况、索力及拉索延伸量实测数据,以及安装锁紧螺母等装置、桥面荷载条件或其他表明拉索安装条件的记录。

10.6.2 归档文件应包括桥梁施工过程中桥面线形的变化情况,以及每次索力调整和每次张拉的最终索力。

10.6.3 归档文件应包括桥面及主塔的线形测量记录。

11 拉索更换

11.1 一般规定

11.1.1 拉索应保证从施工到正常使用的全程可更换性。

11.1.2 拉索一旦发现安全隐患应及时更换。

11.2 拉索更换的条件

11.2.1 拉索更换包括部分更换(只更换钢绞线或附件)和全部更换,拉索更换前应对拉索状况进行全面评估。斜拉桥运营期间,当出现以下情况之一时,应更换拉索:

- a) 当不可抗拒的外部原因(如交通事故、火灾等),造成拉索防腐系统失效,不能通过修补、更换防腐系统达到拉索防护安全。
- b) 当拉索应力损失超过拉索的设计允许误差范围,且通过补张拉仍不能达到原设计要求。
- c) 拉索出现断丝超出安全使用范围。
- d) 拉索服务年限已达到或接近设计年限,经检测,继续运营存在安全隐患。
- e) 因桥梁实际运营荷载长期超过设计荷载,拉索虽在设计年限内,但经检测,继续运营存在安全隐患。

12 拉索的检查

12.1 一般规定

12.1.1 在桥梁运营阶段,应定期对拉索的防护体系进行检查、监测与维护,确保拉索运营状态良好。

12.1.2 拉索使用期的检查分为日常性检查、定期检查、全面鉴定评估和专项检查。

- a) 日常性检查:主要指对拉索及其附属构造物的技术状况进行的检查。
- b) 定期检查:是对拉索体系较全面的检查,为评定拉索的使用功能,制定管理维护计划提供基本数据,对拉索主体结构及其附属构造物的技术状况进行的全面检查。
- c) 全面鉴定评估是专业性的全面检查,根据日常性检查和定期检查的结果,对需要进一步判明损坏的原因、缺损程度或使用能力的斜拉索,针对病害进行专门的现场试验检测、验算与分析等鉴定工作。
- d) 专项检查:当拉索受人为、事故等灾害性损伤后,为了查明拉索的破损状况,对拉索结构进行的详细检查和鉴定工作。

12.1.3 对拉索进行检查,均应对检查时间、天气、内容、数据、发现的问题等作详细记录(包括照片),保

GB/T 30826—2014

存原始记录,并形成书面检查报告,对发现的问题,应及时进行安全性评定,查明原因,并根据评定结果,制订经济、安全、合理的维护方案,对拉索进行维护、索力调整或更换。

12.2 日常性检查

12.2.1 日常性检查属于一般性的维护检查,桥梁运营后的第一年每个月进行一次,第二年及以后每个季度一次(推荐)。

12.2.2 日常性检查一般情况不辅助仪器,而是通过目测进行观察,其内容至少包括:

- a) 拉索外护套管是否有损伤;
- b) 桥面防水罩是否有破裂,防水系统是否有破裂及松脱;
- c) 梁端预埋管的排水口是否通畅,预埋管内是否有积水;
- d) 拉索塔端外护套管伸缩补偿装置工作状态是否正常。
- e) 拉索外露件表面防护层是否失效。
- f) 两端保护罩是否松脱,是否有油脂流出。
- g) 拉索是否有异常振动(特别是在风雨天气)。

12.3 定期检查

12.3.1 定期检查的周期根据技术状况确定,最长不得超过3年。新建桥梁交付使用1年后,进行第一次全面检查。

12.3.2 定期检查以目测观察结合仪器观测进行,应接近各部件仔细检查其缺损情况,定期检查的主要内容包括:

定期检查应包括常规检查的所有内容。

- b) 全桥拉索的索力测量。
- c) 桥面线型测量。
- d) 塔柱综合垂直度测定。
- e) 每次定期检查后需组织专家对报告中b)、c)、d)结果与成桥时及历次检查时的对应值相比对,作出桥梁运营与否的结论以及对异常情况进行分析和决定对策。

12.4 全面鉴定评估

12.4.1 全面鉴定评估是专业性的全面检查。根据业主或者桥梁管理单位的需要进行安排,如没有特别的要求,每10年应进行一次全面鉴定评估。

12.4.2 全面鉴定评估应由具有相应资质的监测单位、专业的施工队伍完成,其主要内容包括;

- a) 打开保护罩,检查夹片的夹持情况是否有异常,检查钢绞线是否有滑丝的情况,检查锚板是否有较大的变形及其他异常情况;
- b) 打开桥面防水罩,检查减震器的减振效果是否良好,索箍是否松脱,导管内积水是否能有效排出;
- c) 拉索锚具及承压板是否锈蚀;外护套管是否老化破损及钢绞线是否锈蚀;
- d) 配合桥面、主塔控制点位移、应力、标高测量以及拉索索力测量,并进行桥梁整体性能评估。

12.5 专项检查

在发生意外事故、人为破坏或自然灾害等造成拉索损坏时,应进行专项检查。专项检查根据具体事件的要求组织和安排。

附 录 A
(规范性附录)
锚具组件的疲劳试验

A.1 试验目的

锚具组件疲劳试验的目的是模拟拉索的实际结构及使用状况,在循环载荷作用下检测锚具组件的抗疲劳性能:

- a) 疲劳试验后钢束的断丝率;
- b) 疲劳加载后锚具的静载性能。

A.2 试件

A.2.1 由供应商提供两套锚具(一个为张拉端锚具,一个为固定端锚具)按要求进行安装。在索体上安装两个定位器(索箍),使试件包括锚固段、过渡段及至少 0.5 m 的自由段。定位器(索箍)能自由移动。试件选用的钢绞线应建立如下相关数据:

- a) 钢绞线的主要机械性能和几何性能,包括对其实际极限抗拉强度的确认,应符合本标准中对钢绞线的性能要求;
- b) 按照本标准对钢绞线进行疲劳试验,然后确定其测试值是否符合规定;
- c) 计算拉索公称极限拉力(F_{ptk})和实际平均抗拉力(F_{pm});
- d) 试件的长度应与相应的试验设备相匹配,但不应小于 3.5 m。

A.2.2 如果拉索体系使用不同级别和型式的钢绞线,至少应做一个最高等级或最大荷载的大规格的拉索试验;

A.2.3 试件的尺寸(规格)应从供应商提供的产品样册中选取,并应分别代表拉索规格中的小、中、大(如受试验设备能力限制,不一定要选最大的)三种尺寸(规格)。

A.3 试验程序

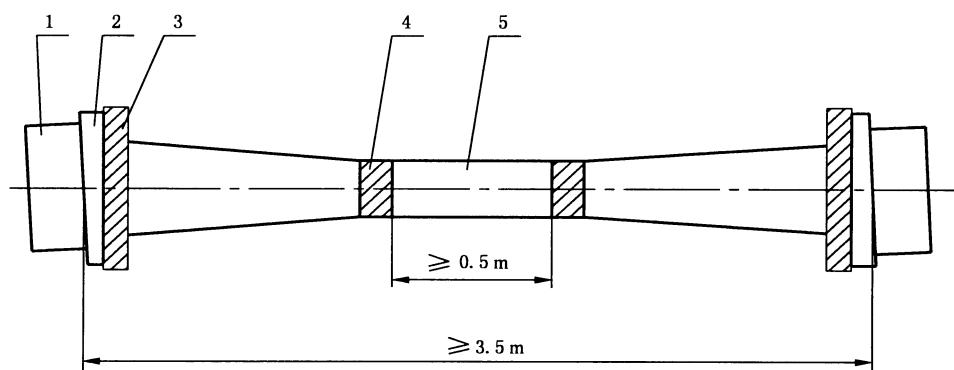
A.3.1 试验应在有资质的实验室进行。

A.3.2 先将试件安装在试验设备上,拉索锚具应当支撑在一块 0.6°的楔形垫板上,使拉索试件的实际中心线与理论中心线成 0.6°夹角,然后锚固,使其产生弯曲效应,如图 A.1。

A.3.3 以约 100 MPa/min 的速度加纵向荷载至应力上限 $0.45f_{ptk}$,在调节应力幅度达到 200 MPa 后,开始循环疲劳试验,试验频率不超过 8 Hz,试验应在常温下进行。

A.3.4 疲劳试验后,用同一试件进行静载试验。逐步缓慢地增加荷载,直至达到拉索所能承受的最大抗拉强度。

GB/T 30826—2014



说明:

- 1——锚具组件; 2——0.6°楔形垫板; 5——索体。
4——定位器(索箍); 3——试验机垫板;

图 A.1 疲劳试验试件安装示意图

A.4 测量和观察

试验过程中应进行以下测量和记录观察:

- 试验装置和程序的描述;
- 检查各构件规格、硬度等的合格性,对单根钢绞线进行至少 5 次极限试验;
- 整个试验过程中的实际试验参数(包括次数、应力幅、荷载等)的完整记录;
- 钢绞线、夹片在锚固段产生的相对位移;
- 疲劳试验过程中,检测各构件的破损程度;
- 静载试验中不间断记录的延伸率变化;
- 测量出的最大张拉力;
- 测出最大应力下,张拉试件在两支承板之间总伸长率;
- 静载试验完成后,将试件拆除,并仔细检查各构件,记录试验受损的钢绞线、各零部件以及之间的位置;
- 观测时的图片文件。

A.5 验收标准

应遵循以下验收标准:

- 应力循环次数应不小于 200 万次;
- 疲劳试验中拉索断丝根数不得超过下述数量:
 - 钢丝总根数不足 100 根时,断丝不超过 2 根;
 - 钢丝总根数达到或超过 100 根时,断丝率不超过实际根数的 2%(带小数时四舍五入);
- 疲劳试验时,锚具组件不得受损,包括锚固段焊缝、螺栓以及各连接处不出现裂缝等;
- 疲劳试验后,试件的最小极限张拉力应不小于 $92\%F_{pm}$ 或 $95\%F_{ptk}$ (以两个中间的大值为标准值),最大应力下支承板之间试件的伸长率不低于 1.5%;
- 试件应力达到 $92\%F_{pm}$ 或 $95\%F_{ptk}$ 时,除夹片允许出现裂纹外,锚具组件的其余零部件不得受损。

附录 B
(规范性附录)
鞍座的疲劳试验

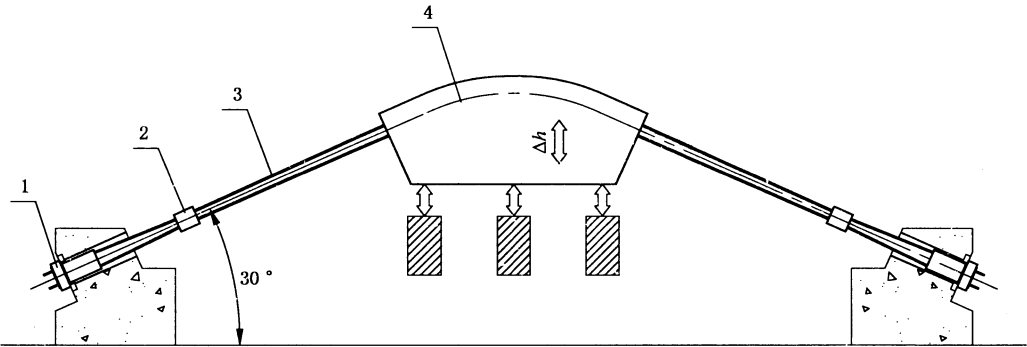
B.1 试验目的

鞍座疲劳试验的目的是模拟部分斜拉桥拉索的实际结构及使用状况,在循环载荷作用下检测拉索组件及鞍座的抗疲劳性能:

- a) 锚具组件的抗疲劳性能;
- b) 疲劳试验后钢束的失效率;
- c) 疲劳加载后锚具的静载锚固性能。

B.2 试件

由供应商提供两套锚具和一个鞍座,按要求进行安装。在离鞍座与锚具之间安装定位器(索箍),使试验包括锚固段、鞍座及至少 2 m 的自由段。定位器的安装应能够纵向自由移动,试验拉索与水平面呈约 30° 的夹角,见图 B.1。



说明:
1——锚具组件; 3——索体;
2——定位器(索箍); 4——鞍座。

图 B.1 鞍座疲劳试验装置原理图

拉索试件选用的钢绞线应建立如下相关数据:

- a) 钢绞线的主要力学性能和几何性能,包括对其实际极限抗拉强度的确认,应符合本标准中对钢绞线的性能要求;
- b) 按照本标准规定的荷载循环次数和相应的疲劳应力幅,对钢绞线进行疲劳试验,确定其测试值是否符合规定;
- c) 计算拉索公称极限拉力(F_{ptk})和实际平均抗拉力(F_{pm});
- d) 试件的尺寸(规格)应选择小型至中型的规格为代表,也可以根据设备能力进行选择。

B.3 试验程序

试验应由有资质的实验室进行。试验程序按下列步骤进行：

- 将试件安装在疲劳试验机上,保证自由段与鞍座及锚固段相切;
- 在试件的两端以约 100 MPa/min 的速度对称加载至轴向应力为 $0.45f_{\text{ptk}} - \Delta f/2$ ($\Delta f = 200$ MPa, 为疲劳试验应力幅值), 然后, 利用鞍座疲劳试验设备向上将鞍座抬起, 直到拉索轴向应力达到疲劳试验应力上限值 $0.45f_{\text{ptk}}$, 记录鞍座的位置;
- 将鞍座放低, 直到拉索轴向应力降至疲劳试验应力的下限值 $0.45f_{\text{ptk}} - \Delta f$, 再记录鞍座的位置, 如图 B.2;
- 按照记录的鞍座实际位置, 上下移动鞍座进行循环疲劳试验, 频率不大于 8 Hz;
- 疲劳试验后, 用同一试件进行静载试验, 缓慢对称加载, 直至拉索钢绞线破断。

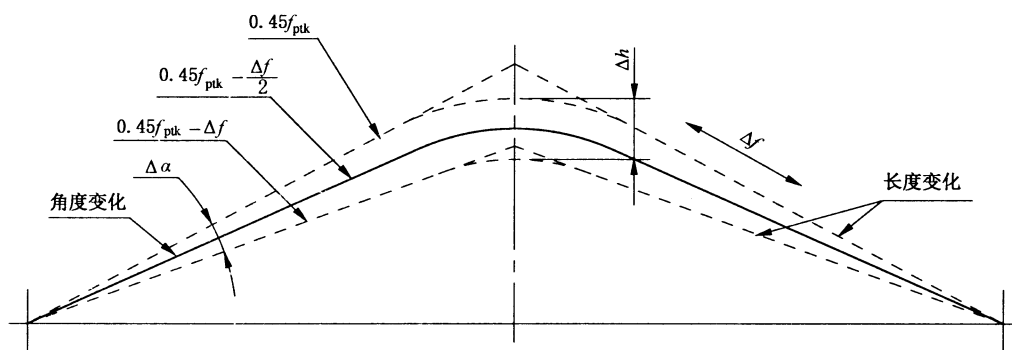


图 B.2 鞍座的疲劳和张拉试验原理图

B.4 测量和观察

试验中应进行下列测量、观察并记录：

- 检查各构件规格、硬度等的合格性,对单根钢绞线进行至少 5 次极限试验;
- 整个试验过程中的实际试验参数(包括次数、应力幅、荷载等)的完整记录;
- 钢绞线、夹片在锚固段的相对位移;
- 疲劳试验过程中,检测各构件的破损程度;
- 张拉试验完成后,将试件拆除,并仔细检查各构件,记录试验中受损的钢绞线、各零部件以及之间的位置;
- 观测的图片文件。

B.5 验收标准

应遵循以下验收规定：

- 应力循环次数应不小于 200 万次。
- 疲劳试验中拉索断丝根数不得超过下述数量：
 - 钢丝总根数不足 100 根时,断丝不超过 2 根;
 - 钢丝总根数达到或超过 100 根时,断丝率不超过实际根数的 2% (带小数时四舍五入);
- 疲劳试验时,锚具组件不得受损,包括锚固段焊缝、螺栓以及各连接处不出现裂缝等;

- d) 试件的最小极限抗拉强度应不小于 $92\%F_{pm}$ 或 $95\%F_{ptk}$ (以两个中间的大值为标准值), 最大应力下支承板之间试件的伸长率不低于 1.5% ;
- e) 试件应力达到 $95\%F_{ptk}$ 或 $92\%F_{pm}$ 时, 除夹片允许出现裂纹外, 锚具组件的其余零部件不得受损。

附录 C

(规范性附录)

锚具组件的水密性试验

C.1 试验目的

锚具组件的水密性能的试验目的在于确定外界水分无法穿透锚具自身的防腐及防水措施,保证其在机械和温度效应加速老化下能正常工作等性能,以及防止水渗入和消除湿气(冷凝水)所采用防护措施的可靠性。

C.2 试件及试验装置

C.2.1 试件

- a) 试件必须是完整实际大小的组件,以避免比例效果的影响。
- b) 试件的斜拉索底端锚具是在与实际环境相接近的条件下进行测试,试件承载的拉力不低于 7 000 kN,拉索规格应不小于 27 根 $\phi 15.2$ 的钢绞线

C.2.2 试验装置

- a) 使用一根直径 0.5 m 的钢管,该钢管应能承受偏心距 100 mm 的 3 500 kN 纵向荷载的作用。
- b) 钢管以与水平成 30° 的角度安装在支架上,下端有一块开孔的垫板,被测试的拉索试件可以穿过垫板上的孔,安装在试验装置上。
- c) 试件顶端也有一块类似垫板,在其端面安装一套 PTFE 与不锈钢的滑动装置,通过安装在侧面的横向千斤顶使锚具重复来回滑动。试验装置见图 C.1。
- d) 当试件安装完成后,钢管内注满水,加热器的加热回路系统将水温加热到 70°C 。

C.2.3 机械和热老化试验

C.2.3.1 老化试验约进行 6 周,试验过程见图 C.2。

在顶端锚具上通过整体张拉千斤顶张拉到 $0.5 F_{ptk}$,然后对试件以 $0.2 F_{ptk} \sim 0.5 F_{ptk}$ 间的拉力进行 10 次循环张拉,此过程在室温下进行。

C.2.3.2 试验的余下过程中拉索应力保持在 $0.30 F_{ptk}$,钢管内注满水直至顶端水位控制阀(底端锚具处的水压约为 0.2 bar, 1 bar = 10^5 Pa),加入染料将水染色。

C.2.3.3 安装完毕后保持一个星期,同时水温保持在室温状态(第 1 周)。

C.2.3.4 随后的 4 周里,水温以每 3.5 d 一个循环周期在 50°C 的范围内变化(每周 2 个循环):

- a) 约半天升高一次温度;
- b) 在 24 h 内水温保持在 $70^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$;
- c) 在半天内降温回落;
- d) 在 24 h 内水温保持 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 。

C.2.3.5 同时使用偏转千斤顶对试件以约 0.1 Hz 的频率进行 250 次弯曲循环,每次循环的行程为 200 mm(即振幅为 ± 100 mm,引起的偏转角度约 1.4°),循环在高温(70°C)及室温情况下进行:

- a) 第 2 周:室温下 250 次循环;

- b) 第3周:70℃±5℃温度下250次循环;
- c) 第4周:室温下250次循环;
- d) 第5周:70℃±5℃温度下250次循环。

C.2.3.6 机械和热老化试验完毕后,保持一个星期,同时水温保持在室温状态(第6周)。

C.2.3.7 结束拉索的机械和老化试验。

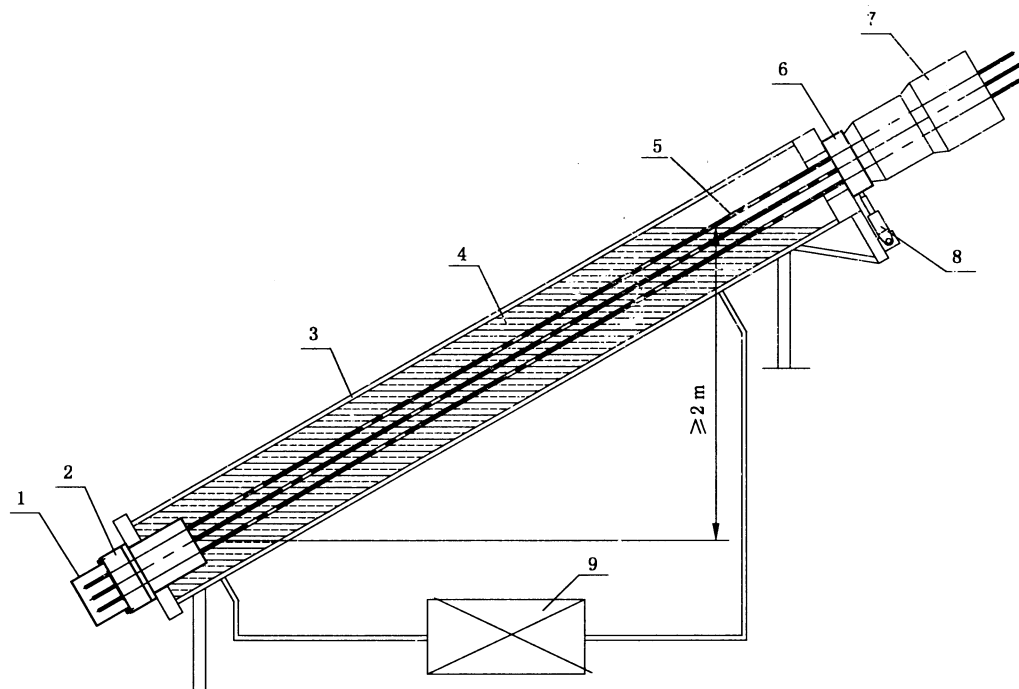
C.3 测量和观察

测量和观察按下列规定进行:

- a) 检验构件是否符合规格;
- b) 整个试验过程中的实际试验参数(包括次数、温度、位移、荷载等)的完整记录;
- c) 试验完成后,将试件拆除并仔细检查各构件。应记录锚具内部、钢绞线表面出现的有色水情况;
- d) 观测中的图片文件。

C.4 验收标准

试验完毕试件拆卸完成之后,通过目测,如果没有发现染色水进入锚具内部,则认为试验合格。



说明:

- | | | | |
|----------|-------------|--------------|---------------|
| 1——保护罩; | 4——有色水; | 7——PTFE板; | 10——横向加载用千斤顶; |
| 2——锚具组件; | 5——PE防护钢绞线; | 8——轴向加载用千斤顶; | 11——温度调节装置。 |
| 3——钢管; | 6——不锈钢滑板; | 9——锚具; | |

图 C.1 拉索组件水密性试验装置示意图

GB/T 30826—2014

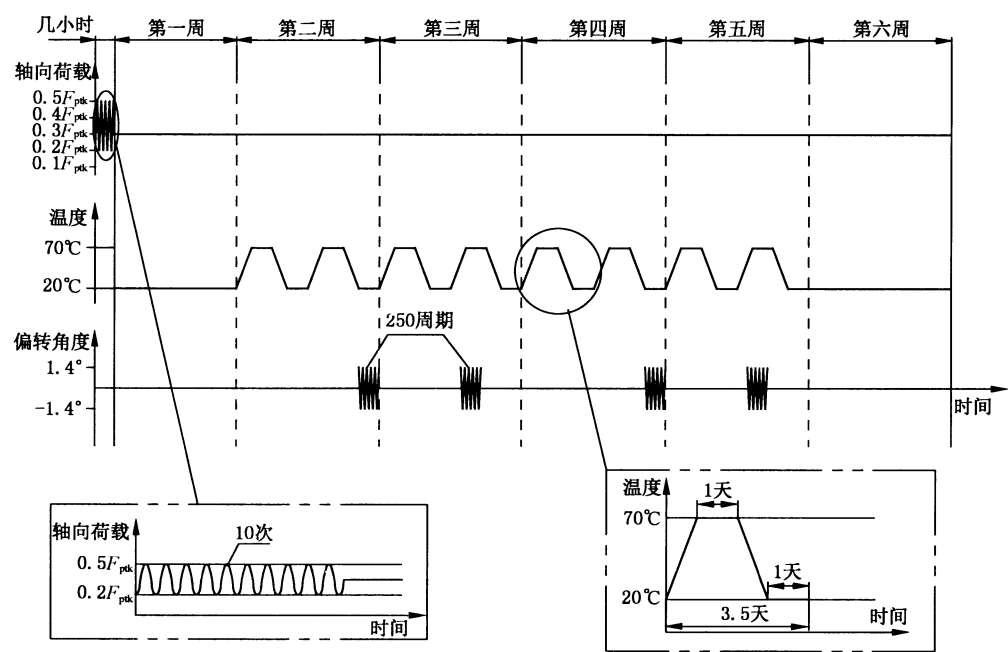


图 C.2 锚具组件机械和温度老化试验过程示意图

附 录 D

(规范性附录)

PE 防护钢绞线耐久性试验

供应商应提供一份由独立实验室完成的 PE 防护钢绞线的 PE 护套的质量检测报告。PE 护套应满足下列试验要求。

D.1 抗化学作用试验

PE 护套的抗化学反应应按 SY/T 0039 规定,将涂层钢绞线浸入以下每种溶液进行评估:一份 3 mol 的 CaCl_2 水溶液,一份 3 mol 的 NaOH 水溶液,一份饱和的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液。另外为了模拟水泥凝胶体的性能,取 KOH 和 NaOH 的水溶液各一份应用于本试验,试件取护套完好和人为钻有直径为 6 mm 透孔两种。在 23 ± 2 °C 下试验,最短测试时间 45 d 内,聚乙烯必须无软化、开裂或明显的品质降低。

D.2 氯化物渗透试验

D.2.1 试验目的

检测钢绞线 PE 护套材料的耐氯化物渗透性能。

D.2.2 试样

试样为无金属基体的已固化的方形 HDPE 试件,尺寸为 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$,试样的厚度应满足 6.1.1.5 的要求。

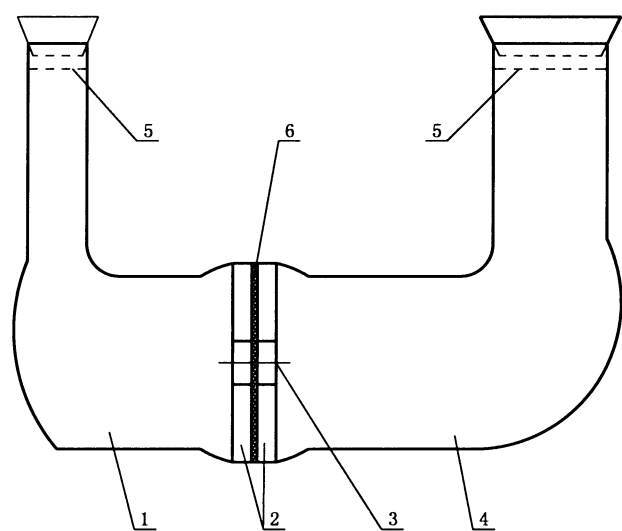
D.2.3 试验装置

D.2.3.1 试验容器

具有两个隔间的玻璃容器,如图 D.1 所示。

两个隔间被两块玻璃隔开,每块玻璃板的中心位置都有一个直径为 24 mm 的开口。试样被夹在两块玻璃之间,在开口处形成一个隔膜。当两个隔间中的液体体积分别为 115 mL 和 175 mL 时,两个隔间的液面水平线平齐。夹持隔膜的开口应完全浸没在溶液中。

GB/T 30826—2014



说明：
1——放置 115 mL 蒸馏水的隔间； 4——放置 175 mL 浓度为 3 mol/L 的 NaCl 水溶液的隔间；
2——中心带 24 mm 开口的玻璃板； 5——水平标记；
3——中心开口； 6——HDPE 试件。

图 D.1 氯化物渗透性试验装置示意图

D.2.3.2 氯离子量测仪

能测定氯离子浓度小于 1×10^{-4} mol/L 的氯离子计。

D.2.4 试验程序

试样放置在容器中的两块玻璃板之间，其中心位于玻璃板的开口处。在大隔间注入 175 mL 浓度为 3 mol/L 的 NaCl 水溶液，小隔间注入 115 mL 蒸馏水。在 $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下试验 45 d 后，测量小隔间水溶液中的氯离子浓度。

D.2.5 验收标准

PE 护套的抗氯化物渗透性能，应在 $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下，通过 45 d 的试验进行评定。
在规定条件下，试验后小隔间水溶液中的氯离子浓度应小于 1×10^{-4} mol/L。

D.3 冲击试验

PE 防护钢绞线的机械损伤抗力，应按 SY/T 0040 进行检验，冲击应发生在 PE 防护钢绞线的凸起部分。测试应在室温下进行，在能量为 $9 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的冲击下，护套应无震破或开裂迹象，只存有冲击区内的永久变形。

D.4 耐磨性能试验

PE 防护钢绞线的耐磨性能可用 GB/T 23988 试验方法确定,护套磨去 0.25 mm 厚度所需要的砂量应大于 1 000 L。

D.5 盐雾腐蚀试验

按 GB/T 10125 的要求,PE 防护钢绞线应在 70% 的最小极限抗拉强度下,在盐雾中露置 3 000 h。试验中应对端部锚具进行保护,避免盐雾或腐蚀影响试验结果。对腐蚀痕迹的观察应每隔 250 h 记录一次。在露置 3 000 h 后,应没有锈斑痕迹。试件测试应不间断地进行。在盐雾试验完成后,试件应进行拉力试验。在达到 1% 的延伸率时,PE 护套应没有明显肉眼可见的裂缝。

考虑到完成这些试验需要的时间比较长,早前同类试验结果经确认后可用于当前工程。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
斜拉桥钢绞线拉索技术条件
GB/T 30826—2014

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

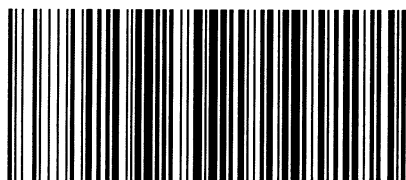
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2.5 字数 59 千字
2014 年 9 月第一版 2014 年 9 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-49901 定价 36.00 元



GB/T 30826-2014

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107