

ICS 93.040

P 28

备案号:



中华人民共和国交通行业标准

JT / T 771—2009

无粘结钢绞线斜拉索技术条件

Technical conditions for unbonded steel strand stay cable

2009-12-23 发布

2010-04-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	1
4 结构形式	2
5 规格型号	4
6 技术要求和试验方法	5
7 安装	9
附录 A(资料性附录) 主要技术参数	10
附录 B(资料性附录) 索体截面排布图	12
附录 C(规范性附录) 疲劳试验方法	13
附录 D(规范性附录) 鞍座的疲劳试验方法	15
附录 E(规范性附录) 密封试验方法	17
参考文献	19

前 言

本标准的附录 A、附录 B 为资料性附录,附录 C、附录 D、附录 E 为规范性附录。

本标准由中国公路学会桥梁和结构工程分会提出并归口。

本标准起草单位:威胜利工程有限公司,北京建达道桥咨询有限公司。

本标准主要起草人:刘征宇、杨征宇、柏国清、陈勇、李强、祖祥胜、吴洪峰、张星云、宋桂峰、吕敬之、陈佳。

无粘结钢绞线斜拉索技术条件

1 范围

本标准规定了无粘结钢绞线斜拉索的构造、规格型号、技术要求、试验方法及安装要求。
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 228	金属材料 室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002,ISO 6892:1998,EQV)
GB/T 699	优质碳素结构钢
GB/T 3077	合金结构钢
GB/T 4162	锻轧钢棒超声检测方法
GB/T 5224	预应力混凝土用钢绞线(GB/T 5224—2003,ISO 6934-4:1991,NEQ)
GB/T 14370	预应力筋用锚具 夹具和连接器
CJ/T 3078	建筑缆索用高密度聚乙烯塑料
JB/T 8467	钢锻件超声波探伤方法
JB/T 8468	钢锻件磁粉检验方法
JG 161	无粘结预应力钢绞线
JG 3007	无粘结预应力筋专用防腐润滑脂
JT/T 329.2	公路桥梁预应力钢绞线用锚具、连接器试验方法及检验规则
YB/T 036.7	冶金设备制造通用技术条件 锻件
YB/T 152	高强度低松弛预应力热镀锌钢绞线

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

钢绞线斜拉索 **strand stay cable**

在钢绞线的两端装有锚具,能在工程结构中斜向承受拉力的拉索。

3.1.2

无粘结钢绞线 **unbonded strand**

用防腐润滑脂和护套涂包的钢绞线。

3.1.3

锚具 **anchorage**

牢固连接在斜拉索端头的一种装置,通过它将外界的拉力传递给斜拉索。

3.1.4

定位浆体 locating cement mortar

填充在锚具的过渡管内的水泥浆,用于固定过渡管内相互独立的穿线管。

3.1.5

自由段 free length

除斜拉索锚固段、鞍座、过渡段之外的斜拉索索体。

3.1.6

定位器 guide deviator

也称弹性支承体,横向引导斜拉索,防止锚具受到斜拉索横向力作用,并能够保证自由段钢绞线紧密而平整地排列的装置。

3.1.7

导管 guide pipe

位于桥面或桥塔上的预留管道,便于斜拉索的安装与更换。

3.1.8

鞍座 saddle

位于索塔上,支承斜拉索,改变索体方向穿过索塔,并将斜拉索的径向及不平衡荷载传递给索塔的构件。

3.1.9

索套管 stay pipe

包裹于钢绞线斜拉索最外层的 HDPE 塑料管或金属管,能保护钢绞线以抵抗机械冲击和腐蚀。

3.2 符号

下列符号适用于本标准。

A_{pk} ——钢绞线的公称截面积,单位为平方毫米(mm^2);

D_n ——钢绞线的公称直径,单位为毫米(mm);

DR——张拉端锚具;

DS——固定端锚具;

f_{pk} ——钢绞线的抗拉强度标准值,单位为兆帕(MPa);

f_{pm} ——试验用钢绞线的实测极限抗拉强度值,单位为兆帕(MPa);

F_{pm} ——钢绞线实测平均极限抗拉力,单位为千牛(kN);

HDPE/PE——高密度聚乙烯/聚乙烯;

σ ——钢绞线的张拉应力,单位为兆帕(MPa);

$\Delta\sigma$ ——钢绞线的张拉应力幅值,单位为兆帕(MPa)。

4 结构形式

4.1 主要结构

无粘结钢绞线斜拉索包括以下主要部件:张拉锚固段、固定锚固段、过渡段及斜拉索自由段,见图1。

4.2 张拉锚固段及过渡段的结构

张拉锚固段由锚板、夹片、调整螺母、过渡管、保护帽、防腐润滑脂、密封装置、定位器及其他部件组成,见图2。

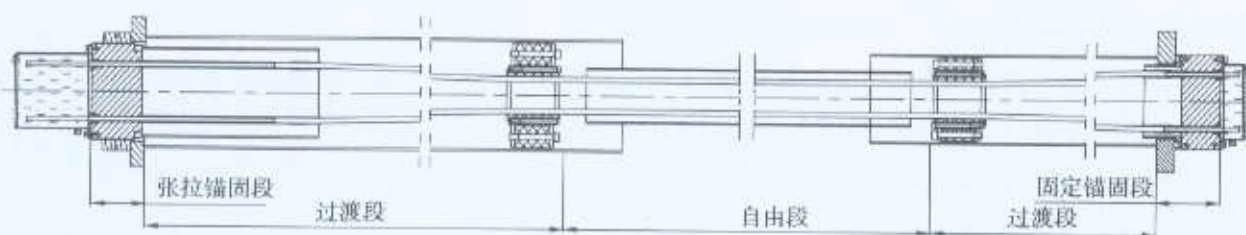


图1 无粘结钢绞线斜拉索结构示意图

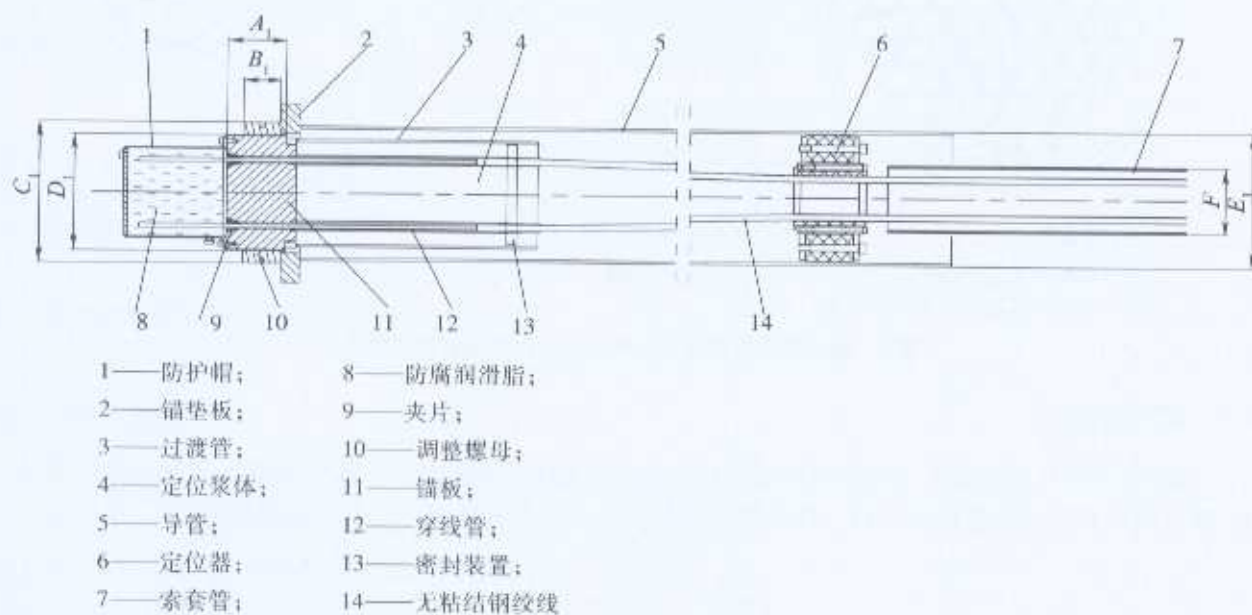


图2 张拉锚固段及过渡段结构示意图

4.3 固定锚固段及过渡段的结构

固定锚固段有锚板、夹片、过渡管、保护帽、防腐润滑脂、密封装置、定位器及其他部件组成,见图3。

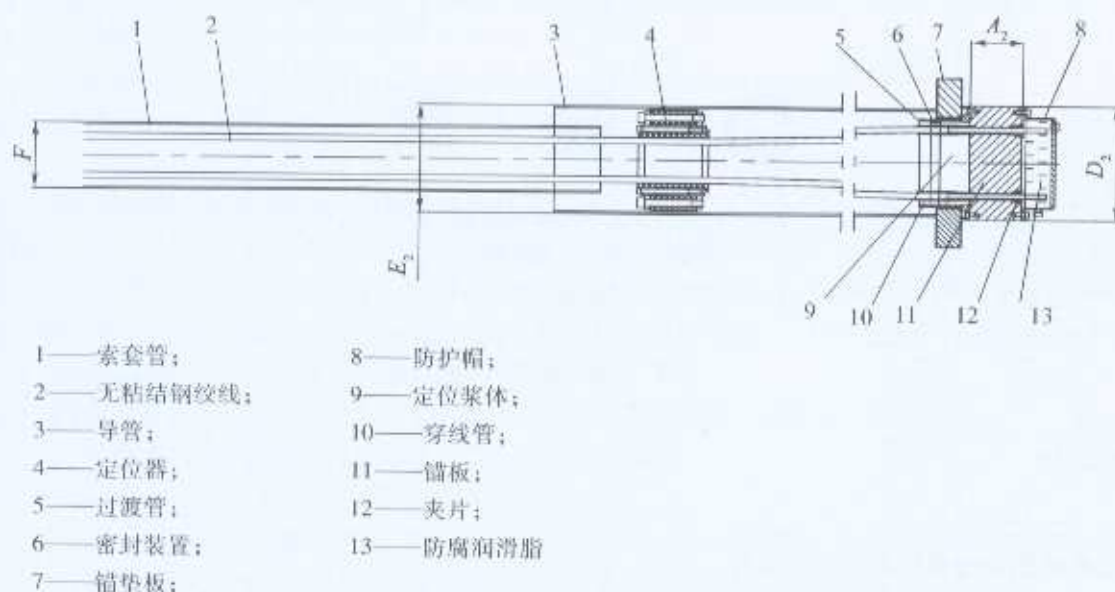


图3 固定锚固段及过渡段结构示意图

4.4 自由段的结构

自由段是斜拉索两过渡段之间的部分,由无粘结钢绞线、索套管组成。自由段中无粘结钢绞线的排列为六边形或对称切角六边形,见图4。

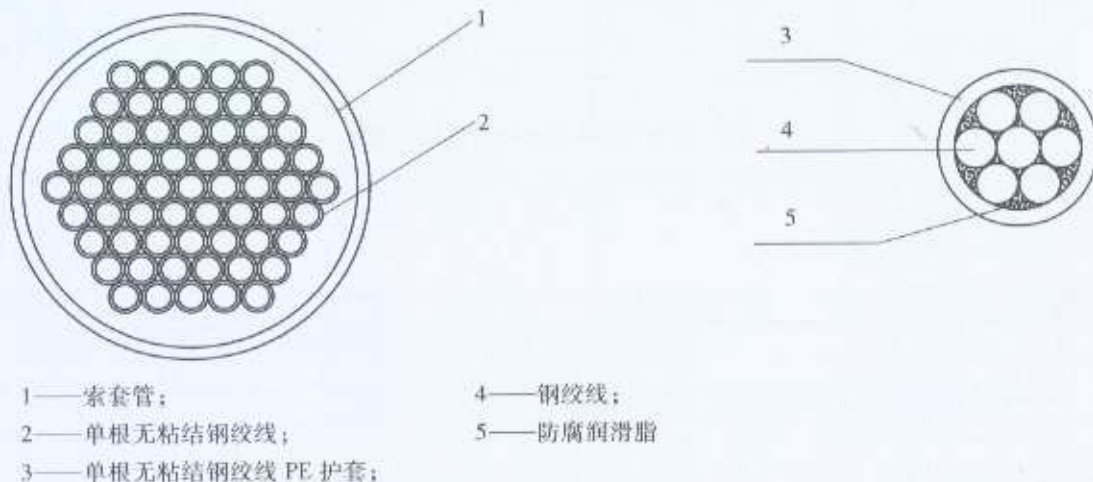


图4 斜拉索索体截面及单根无粘结钢绞线截面示意图

4.5 鞍座的结构

鞍座位于斜拉桥的塔上,斜拉索贯穿其中并锚固在塔的两侧桥面上。鞍座的结构通常有两种形式,即:整束内外套管式和单根分丝式。其中单根分丝式又可分为单管组合分丝式及箱型分丝式,见图5。

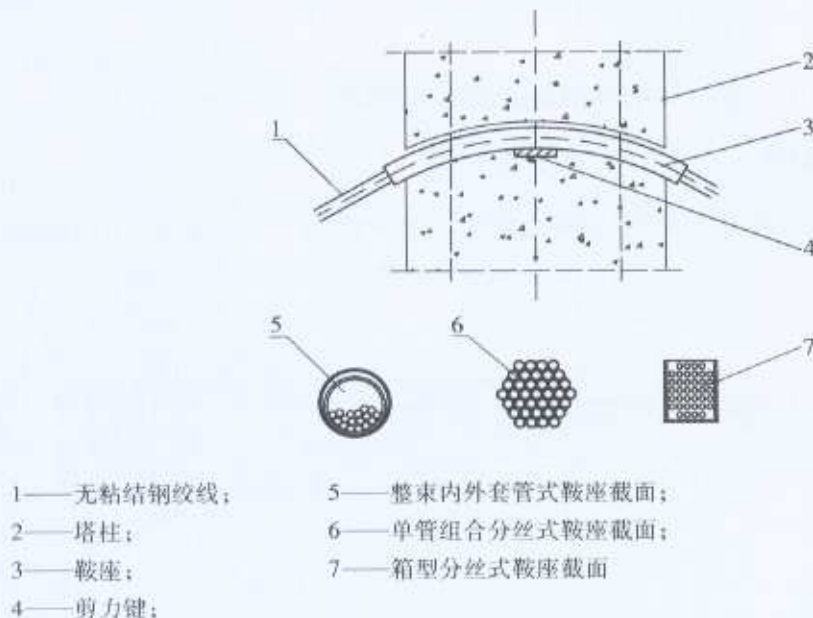


图5 鞍座的结构示意图

5 规格型号

5.1 无粘结钢绞线斜拉索的规格型号

无粘结钢绞线斜拉索的规格型号由钢绞线直径和钢绞线根数来表示。

示例:

55 根直径为 15.2mm 的钢绞线组成的斜拉索,其规格型号可表示为 15.2—55。

5.2 无粘结钢绞线斜拉索锚具的规格型号

无粘结钢绞线斜拉索锚具的规格型号由锚具安装的部位代号、钢绞线直径、钢绞线根数三部分组成,企业体系代号只在需要时加注。



示例:

斜拉索的钢绞线直径为 15.2mm, 钢绞线根数为 55, 安装在张拉端的锚具, 标记为: DR15.2—55。

6 技术要求和试验方法

6.1 技术参数

- 6.1.1 无粘结钢绞线斜拉索的主要技术参数参见附录 A 表 A.1。
- 6.1.2 无粘结钢绞线斜拉索锚具的主要技术参数参见附录 A 表 A.2。
- 6.1.3 无粘结钢绞线斜拉索索体截面示意图参见附录 B。

6.2 锚具

- 6.2.1 锚板、调整螺母应选用优质钢材制造,应符合 GB/T 699 或 GB/T 3077 的要求,其坯件宜为锻件,符合 YB/T 036.7 的要求。其他部件的材料由设计选定,并应符合相应的标准。
- 6.2.2 锚板、调整螺母应逐件进行超声波探伤和磁粉探伤,探伤合格的方可流入下一道工序。超声波探伤方法应按照 GB/T 4162 或 JB/T 8467 的规定执行,磁粉探伤方法应按 JB/T 8468 的规定执行。
- 6.2.3 同一规格锚具的同类部件应具有互换性。
- 6.2.4 过渡段内无粘结钢绞线从锚固区到定位器的偏转角度不大于 25mrad (1.4°)。
- 6.2.5 无粘结钢绞线斜拉索锚具的静载性能要求及试验方法应按照 GB/T 14370 和 JT/T 329.2 的规定执行。
- 6.2.6 无粘结钢绞线斜拉索锚具的周期荷载性能要求及试验方法应按照 GB/T 14370 和 JT/T 329.2 的规定执行。
- 6.2.7 夹片的锚固性能应符合 GB/T 14370 规定,且在索力低至 $5\%f_{pk}$ 时,夹片锚固应不出现滑丝。
- 6.2.8 疲劳荷载性能:锚具与无粘结钢绞线组成的斜拉索试件,应满足上限应力为 $45\%f_{pk}$ 、应力幅度为 200MPa、循环次数为 200 万次疲劳性能试验。
- 6.2.9 无粘结钢绞线斜拉索的疲劳试验按附录 C 的规定进行,并应符合以下要求:
 - a) 疲劳试验中,单根钢丝折损根数不得超过下述数量:
 - 1) 钢丝总根数不足 100 根时,折损不超过两根;
 - 2) 钢丝总根数达到或超过 100 根时,折损率不超过实际根数的 2% (带小数时四舍五入)。
 - b) 疲劳试验时,钢绞线的护套不应损伤,锚具或锚具构件不得受损破坏。
 - c) 疲劳试验后,试件的最小张拉应力应不低于 $92\%f_{pm}$ 或 $95\%f_{pk}$ (取两者中的较大值),两支承板

间的延伸率在最大应力下不低于试件长度 1.5%。锚具或锚具构件不得受损,但夹片出现裂纹除外。

6.2.10 锚具与无粘结钢绞线组成斜拉索体系,应保证对钢绞线实行单根安装、张拉、更换。在锚固区灌注的填充材料,不应影响钢绞线的单根更换和监测性能。

6.3 无粘结钢绞线

6.3.1 钢绞线

6.3.1.1 制作斜拉索的无粘结钢绞线宜选用镀锌钢绞线或光面钢绞线。

6.3.1.2 选用钢绞线除应符合 YB/T 152 及 GB/T 5224 要求的几何尺寸及性能外,还应满足表 1 及表 2 的规定。

表 1 钢绞线尺寸及偏差

公称直径 D_n (mm)	抗拉强度 f_{pk} (MPa)	横截面积 A_{pk} (mm ²)	截面积允许偏差 (%)	极限抗拉力 F_{pm} (kN)
15.2	1 860	139	±2	260
	1 770			248
15.7	1 770	150	±2	265
	1 860			279

表 2 钢绞线机械性能

项 目	单 位	指 标	试验方法
延伸率	%	≥4.5	GB/T 228
断面收缩率	%	≥25	GB/T 228
松弛率	%	≤2.5	YB/T 152
应力上限为 $0.45 f_{pk}$, 应力范围 300MPa 的疲劳试验	次	≥ 2×10^6	YB/T 152
疲劳试验后的应力试验	MPa	≥95% f_{pk} 或 92% f_{pm} (取两者中的较大值)	YB/T 152
偏斜张拉试验	%	≤20	YB/T 152

6.3.2 防腐润滑脂

6.3.2.1 用于生产无粘结钢绞线的防腐润滑脂应具有良好的化学稳定性,对周围材料无侵蚀作用。防腐润滑脂性能应符合 JG 3007 的规定。

6.3.2.2 防腐润滑脂的涂敷应与护套的挤出一次完成,防腐润滑脂沿钢绞线全长应连续均匀涂敷。每米油脂量应在 15g~40g 之间,并保证将钢绞线外表面和钢绞线周围的缝隙填满,以防止气体及液体沿着钢绞线内部缝隙流动。

6.3.3 钢绞线护套

6.3.3.1 无粘结钢绞线斜拉索采用的钢绞线应带有 PE 护套,PE 护套的要求应满足 JG 161 的规定。

6.3.3.2 无粘结钢绞线 PE 护套的厚度应为 $1.5^{+0.5}_{-0}$ mm。

6.3.3.3 PE 护套在钢绞线上的最小摩擦阻力为 3 300N/m。

6.3.3.4 PE 护套的表面应没有斑痕或机械损伤,以免导致局部护套厚度减薄。

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,并能安全地将斜拉索转向合力传递到索塔结构中。

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,其最小弯曲半径应为:

- a) 鞍座内各钢绞线独自布置在单根分丝管内(无捆束): $R_{\min} \geq 400d$ (d 为钢绞线中单根钢丝的直径);
- b) 鞍座内钢绞线成束布置(有捆束): $R_{\min} \geq 30D$ (D 为索套管的直径)。

6.4.4 斜拉索鞍座的疲劳性能要求应与斜拉索锚具相同,符合 6.2.8 的规定。鞍座疲劳试验旨在对鞍座入口处的磨蚀疲劳强度进行确定,锚固段与本试验无关。鞍座的疲劳试验方法按照附录 D 的规定进行,并应符合以下要求:

- a) 疲劳试验中,单根钢丝折损根数不得超过下述数量:
 - 1) 钢丝总根数不足 100 根时,折损不超过两根;
 - 2) 钢丝总根数达到或超过 100 根时,折损率不超过实际根数的 2%(带小数时四舍五入)。
- b) 疲劳试验时,钢绞线的护套不应损伤,锚具或锚具构件不得受损破坏。
- c) 疲劳试验后,试件的最小张拉应力应不低于 92% f_{pm} 或 95% f_{pk} (取两者中的较大值)。锚具或锚具构件不得受损破坏,但夹片出现裂纹除外。

6.5 索套管

6.5.1 索套管材料一般选用 HDPE,也可以选用钢质或其他合适的金属材料。选用 HDPE 材料时的主要性能应满足表 3 的规定,试验方法及其他要求按照 CJ/T 3078 的规定执行。

表 3 HDPE 的性能

序 号	项 目		指 标	
			黑色	彩色
1	密度(g/cm^3)		0.942~0.978	0.942~0.978
2	熔体流动速度($\text{g}/10\text{min}$)		≤ 0.45	≤ 0.45
3	拉伸强度(MPa)		≥ 20	≥ 20
4	拉伸屈服强度(MPa)		≥ 10	≥ 10
5	断裂伸长率(%)		≥ 600	≥ 600
6	硬度(Shore D)		≥ 60	≥ 60
7	拉伸弹性模量(MPa)		≥ 150	≥ 150
8	冲击强度(kJ/m^2)		≥ 25	≥ 25
9	软化温度($^{\circ}\text{C}$)		≥ 115	≥ 110
10	耐环境应力开裂(F_0/h)		$\geq 1\,500$	$\geq 1\,500$
11	脆化温度($^{\circ}\text{C}$)		≤ -76	≤ -76
12	炭黑分散性	分散度(分)	≥ 6	
		吸收系数	≥ 400	
13	耐热老化(100°C , 168 h)	拉伸强度变化率(%)	± 20	± 20
		断裂伸长率变化率(%)	± 20	± 20

表3 HDPE 的性能(续)

序 号	项 目			指 标	
				黑色	彩色
14	耐臭氧老化,延伸 25%,温度 24℃ ± 8℃,臭氧浓度 0.01mg/m ³ ~ 0.15mg/m ³ ,暴露 1h			无异常变化	无异常变化
15	人工气候老化(%)	老化时间: 0h ~ 1 008h	拉伸强度变化率	± 25	± 25
			断裂伸长率变化率	± 25	± 25
		老化时间: 504h ~ 1 008h	拉伸强度变化率	± 15	± 15
			断裂伸长率变化率	± 15	± 15
16	耐光色牢度(级)				≥ 7

6.5.2 HDPE 索套管可制成单层或双层,外层可以设计成不同颜色。其截面形状为整圆或由两半圆组合而成。

6.5.3 需灌注填充料的索套管,其壁厚应不小于 $D/17$ (D 为索套管的直径);无需灌注填充料的索套管,其壁厚应不小于 $D/32$,且不应小于 5mm。

6.5.4 HDPE 索套管表面应良好完整,划痕深度不得超过 2mm,或不得超过管壁厚度的 20%。

6.5.5 索套管外表面宜有双螺旋线或凹形花纹。

6.5.6 索套管由若干节直管通过镜面焊接或管套连接成,连接口处应具有不低于整根索套管的屈服强度。

6.5.7 HDPE 索套管在制作和安装时,应保证不会出现过度弯曲,防止 HDPE 索套管的损伤。

6.5.8 现场焊接的 HDPE 索套管的长度应控制在设计允许偏差范围之内。

6.6 防腐

6.6.1 无粘结钢绞线斜拉索防腐体系应采用单根钢绞线独立防腐方式,索体防腐层数应为三层或三层以上。

6.6.2 锚固区应有防水排水构造,锚固区及鞍座内钢绞线的防腐能力不低于斜拉索自由段。

6.6.3 无粘结钢绞线斜拉索锚具应具有良好的防护密封性能,保证锚具内部钢绞线不受外部有害物质的侵入。

6.6.4 无粘结钢绞线斜拉索锚具的过渡段密封性能试验应按附录 E 的规定进行。在试验条件下其密封要求应能承受 3m 高水压,在试验完毕并拆除试件之后,通过目测,如果没有发现有色水进入锚具内部,则认为试件合格。

6.6.5 锚具裸露表面应喷涂锌、铝或锌铝合金等达到防腐设计要求,只有在施工结束后才能进行防腐的部位应先进行临时防护。

6.6.6 在斜拉索安装张拉结束后,斜拉索的锚固区及斜拉索端部裸露钢绞线应灌注防腐润滑脂,其防腐润滑脂的性能应满足 JC 3007 的规定。

6.6.7 斜拉索的索套管结构应考虑热胀冷缩的影响,以保证索体的防护性能不因环境温度的变化而受到破坏。

6.7 减振

当斜拉索内部阻尼率较小,斜拉索振幅大于设计要求时,应采取减振措施来控制斜拉索的振幅。

7 安装

7.1 安装

7.1.1 无粘结钢绞线斜拉索锚具、索套管、钢绞线的安装,应控制在设计允许偏差范围内。

7.1.2 在安装索套管时,应预留充足的热胀冷缩空间。

7.1.3 锚具、钢绞线等其他裸露构件,在施工过程中应妥善防护,防止雨水和其他有害液体的渗入。

7.2 张拉与调索

7.2.1 斜拉索的张拉可以采用单根钢绞线张拉或整束钢绞线张拉,通过应力调节达到设计的索力要求和桥梁的线形要求。

7.2.2 单根钢绞线逐根安装、张拉和调索完毕,即可达到规定的总索力,且每束索内各根钢绞线的索力误差应控制在 $\pm 1\%$ 范围内。

7.2.3 斜拉索张拉及调索结束时,夹片咬合钢绞线应满足下列要求:

- a) 如夹片对钢绞线某位置有重叠咬合,其重叠长度应不超过夹片长度的50%,其初次咬合表面的长度应不小于20mm;
- b) 在斜拉索两锚固端夹片咬合点之间的钢绞线上应无夹片咬痕。

7.2.4 为保证斜拉索的锚固可靠,斜拉索夹片应顶压就位。必要时,应安装防松装置。

7.2.5 所有斜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。安装结束时应由斜拉索各构件的施工质量验收记录,全面记录斜拉索各构件的施工质量。

附 录 A
(资料性附录)
主要技术参数

斜拉索的主要技术参数参见表 A.1, 斜拉索锚具的主要技术参数参见表 A.2。

表 A.1 斜拉索的主要技术参数

斜拉索 规格型号	钢绞线束 公称截面积 (mm ²)	钢绞线束 单位重 (kg/m)	索套管外径 F (mm)	公称破断索力 (kN)		设计索力 (kN)	
				$f_{pk}=1\ 770\text{MPa}$	$f_{pk}=1\ 860\text{MPa}$	$f_{sk}=1\ 770\text{MPa}$	$f_{sk}=1\ 860\text{MPa}$
15.2—12	1 668	13.2	125	2 952	3 102	1 329	1 396
15.7—12	1 800	14.2	125	3 186	3 348	1 434	1 507
15.2—19	2 641	20.9	140	4 675	4 912	2 104	2 211
15.7—19	2 850	22.4	140	5 045	5 301	2 270	2 385
15.2—22	3 058	24.2	160	5 413	5 688	2 436	2 560
15.7—22	3 300	26.0	160	5 841	6 138	2 628	2 762
15.2—31	4 309	34.1	160	7 627	8 015	3 432	3 607
15.7—31	4 650	36.6	160	8 231	8 649	3 704	3 892
15.2—37	5 143	40.7	180	9 103	9 566	4 096	4 305
15.7—37	5 550	43.7	180	9 824	10 323	4 421	4 645
15.2—43	5 977	47.3	200	10 579	11 117	4 761	5 003
15.7—43	6 450	50.7	200	11 417	11 997	5 137	5 399
15.2—55	7 645	60.6	200	13 532	14 220	6 089	6 399
15.7—55	8 250	64.9	200	14 603	15 345	6 571	6 905
15.2—61	8 479	67.2	225	15 008	15 771	6 754	7 097
15.7—61	9 150	71.9	225	16 196	17 019	7 288	7 659
15.2—73	10 147	80.4	250	17 960	18 873	8 082	8 493
15.7—73	10 950	86.1	250	19 382	20 367	8 722	9 165
15.2—85	11 815	93.6	250	20 913	21 976	9 411	9 889
15.7—85	12 750	100.3	250	22 568	23 715	10 155	10 672
15.2—91	12 649	100.2	280	22 389	23 527	10 075	10 587
15.7—91	13 650	107.4	280	24 161	25 389	10 872	11 425
15.2—109	15 151	120.0	315	26 817	28 181	12 068	12 681
15.7—109	16 350	128.6	315	28 940	30 411	13 023	13 685
15.2—127	17 653	139.8	315	31 246	32 835	14 061	14 776
15.7—127	19 050	149.9	315	33 719	35 433	15 173	15 945

表 A.2 斜拉索锚具的主要技术参数

单位为毫米

斜拉索 规格型号	DR 张拉端					DS 固定端		
	锚板外径 D_1	锚板厚度 A_1	螺母外径 C_1	螺母厚度 B_1	导管参考尺寸 E_1	锚板外径 D_2	锚板厚度 A_2	导管参考尺寸 E_2
15.2—12	Tr190×6	90	230	50	φ219×6.5	185	85	φ180×4.5
15.2—19	Tr235×8	105	285	65	φ267×6.5	230	100	φ219×6.5
15.2—22	Tr255×8	115	310	75	φ299×8	250	100	φ219×6.5
15.2—31	Tr285×8	135	350	95	φ325×8	280	125	φ245×6.5
15.2—37	Tr310×8	145	380	105	φ356×8	300	150	φ273×6.5
15.2—43	Tr350×8	150	425	115	φ406×9	340	155	φ325×8
15.2—55	Tr385×8	170	470	130	φ419×10	380	175	φ325×8
15.2—61	Tr385×8	185	470	145	φ419×10	380	190	φ356×8
15.2—73	Tr440×8	185	530	145	φ508×11	430	190	φ406×9
15.2—85	Tr440×8	215	540	175	φ508×11	430	220	φ406×9
15.2—91	Tr490×8	215	590	160	φ559×13	480	230	φ457×10
15.2—109	Tr505×8	220	610	180	φ559×13	495	240	φ457×10
15.2—127	Tr560×8	260	670	200	φ610×13	550	290	φ508×11

注1:本表的锚具尺寸同时适应 φ15.7mm 钢绞线斜拉索。

注2:当斜拉索规格与本表不相同,锚具应选择邻近较大规格,如 15.2—58 的斜拉索应选配 15.2—61 斜拉索锚具。

注3:当所选的斜拉索规格超过本表的范围,可咨询相关专业厂商

附录 B
(资料性附录)
索体截面排布图

索体截面排布图见图 B.1 ~ 图 B.13。



图 B.1 12 根钢绞线



图 B.2 19 根钢绞线

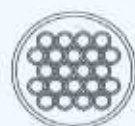


图 B.3 22 根钢绞线



图 B.4 31 根钢绞线

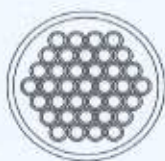


图 B.5 37 根钢绞线

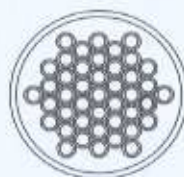


图 B.6 43 根钢绞线

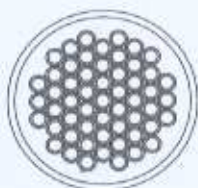


图 B.7 55 根钢绞线

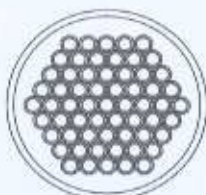


图 B.8 61 根钢绞线

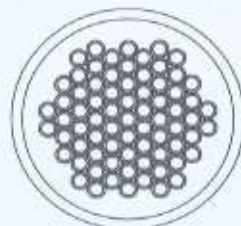


图 B.9 73 根钢绞线

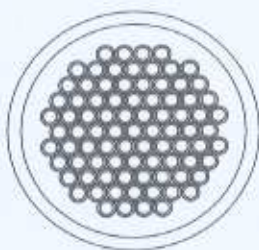


图 B.10 85 根钢绞线

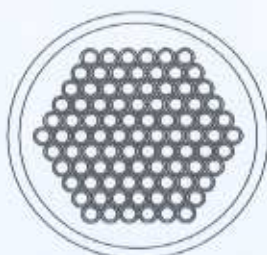


图 B.11 91 根钢绞线

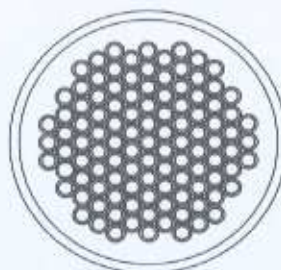


图 B.12 109 根钢绞线

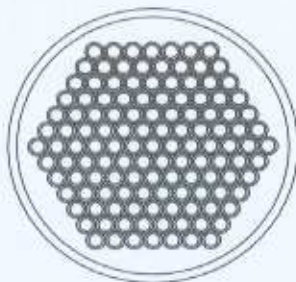


图 B.13 127 根钢绞线

附录 C
(规范性附录)
疲劳试验方法

C.1 试件

C.1.1 试件的构造应与实际斜拉索相同,应包括锚固段、约束圈或定位器及至少0.5m的自由段,约束圈能自由移动。

C.1.2 试件的规格应是实际采用的斜拉索规格中有代表性的相同或不同的三组,试验用无粘结钢绞线应符合6.3的规定。

C.1.3 试件的长度应与相应的试验设备相匹配,但不应小于3.5m。

C.2 试验设备

疲劳试验机。

C.3 试验环境

试验应在常温下进行。

C.4 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 按图 C.1 所示,将试件安装在疲劳试验机上,并在斜拉索锚具下放置斜垫板,使锚固段试件的实际中心线与理论中心线形成夹角 10mrad ($\approx 0.6^\circ$),然后锚固,使其产生弯曲效应。或者按图 C.2 所示,利用横向助推器直接在试件上增加横向循环疲劳载荷,使其产生 $\pm 5\text{mrad}$ 的弯曲角度。
- b) 以约 $100\text{MPa}/\text{min}$ 的速度加纵向荷载至应力上限,在调节应力幅度达到规定值后,开始循环疲劳试验,试验频率不超过 8Hz 。如按图 C.2 所示方法试验,其横向疲劳的最大弯曲角度、最小弯曲角度应分别与纵向疲劳的上限应力值、下限应力值同步。也可以采用横向弯曲疲劳荷载频率略高于纵向拉伸疲劳荷载频率,构成拉弯随机组合试验荷载。
- c) 疲劳试验后,用同一试件进行静载试验。逐步缓慢地增加应力荷载,直至超过斜拉索所能承受的最大抗拉强度。

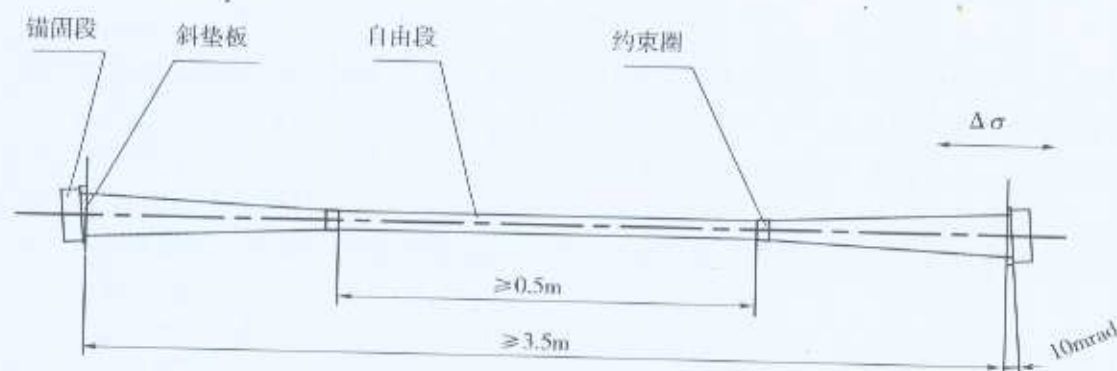


图 C.1 斜拉索的疲劳试验原理图(增加斜垫板方式)

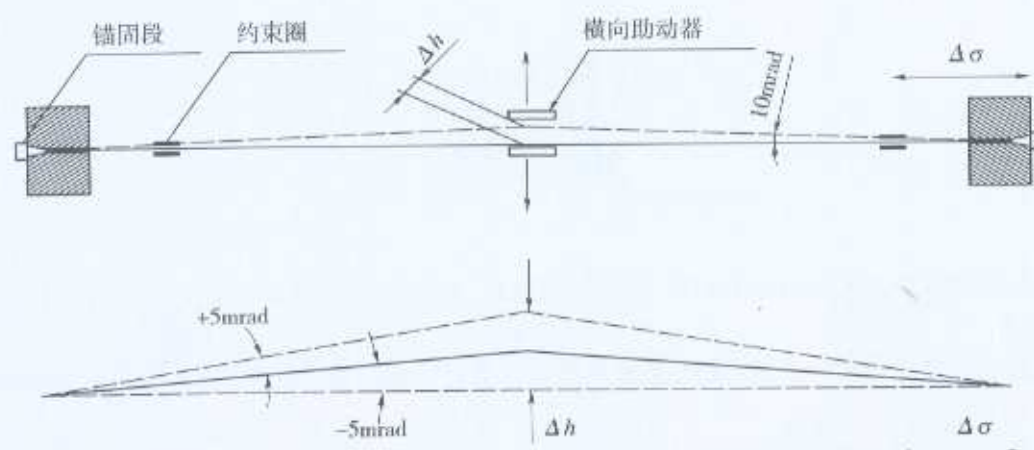


图 C.2 斜拉索的疲劳试验原理图(增加横向载荷方式)

C.5 测量和观察

试验中应进行下列测量、观察并记录：

- 试验装置和步骤的描述；
- 检查各构件尺寸、硬度等的合格性，对单根钢绞线进行至少五次极限试验；
- 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，检测各构件的破坏程度；
- 张拉试验中不间断记录延伸率变化；
- 测量出的最大张力；
- 测出在最大应力下，张拉试件在两支承板之间的总延伸率；
- 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、各零部件以及它们的位置；
- 观测时的图片文件。

附录 D
(规范性附录)
鞍座的疲劳试验方法

D.1 试件

D.1.1 试件应包括锚固段、鞍座以及锚固段和鞍座入口之间至少 2m 的自由段,斜拉索与水平面的夹角呈 $\approx 30^\circ$,见图 D.1。

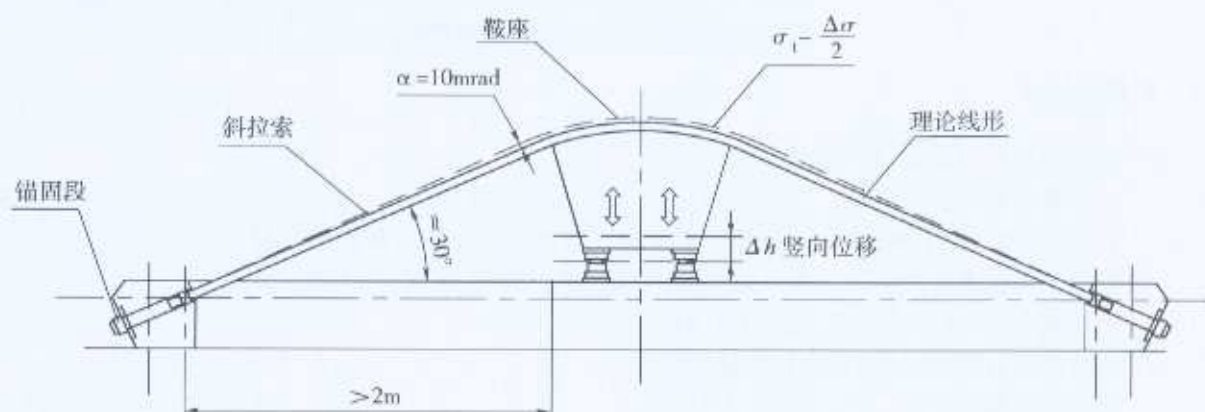


图 D.1 斜拉索鞍座疲劳试验装置原理图

D.1.2 试件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来进行选择。试验用无粘结钢绞线应符合 6.3 的规定。

D.1.3 试件的长度应与相应的试验设备相匹配。

D.2 试验环境

试验应在常温下进行。

D.3 试验设备

疲劳试验机。

D.4 试验步骤

试验步骤如下:

- 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,再将鞍座抬高,使斜拉索在鞍座出口处的实际中心线与理论中心线的夹角为 10mrad ($\approx 0.6^\circ$),记录下鞍座装置的实际位置。
- 在试件的两端以约 $100\text{MPa}/\text{min}$ 的速度对称加荷载至轴向应力为 $45\% f_{pk} - \Delta\sigma/2$,继续向上将鞍座抬起 h_1 ,直到斜拉索轴向应力达到上限值,记录鞍座的位置。
- 将鞍座放低 h_2 到某一位置,即在锚固处测量到斜拉索的轴向应力值降至下限值,再记录鞍座的位置,见图 D.2。
- 按照所记录的鞍座实际位置,上下移动鞍座进行循环疲劳试验,频率不超过 8Hz 。
- 疲劳试验后,用同一试件进行静载试验。缓慢对称地增加应力荷载,直至超过斜拉索所能承受的最大抗拉强度。

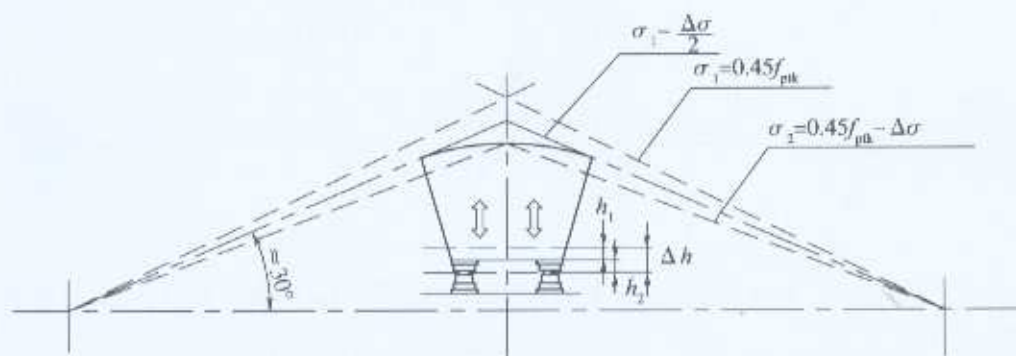


图 D.2 鞍座的疲劳和张拉试验原理图

D.5 测量和观察

试验中应进行下列测量、观察并记录：

- 试验装置和步骤的描述；
- 检查各构件规格、硬度等的合格性，对单根钢绞线进行至少五次极限试验；
- 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；
- 测量出的最大张力；
- 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、各零部件以及它们的位置；
- 观测时的图片文件。

附录 E

(规范性附录)

密封试验方法

E.1 试件

E.1.1 试件的构造应与实际斜拉索相同,包括锚固段、至少 1m 长的自由段、密封装置,若有定位器或约束圈装置,也应全部装上,见图 E.1。

E.1.2 锚固段应安装无粘结钢绞线,无粘结钢绞线应符合 6.3 的规定。

E.1.3 锚固段应注入与斜拉索运行时相同的填充料,防护帽也应装入。

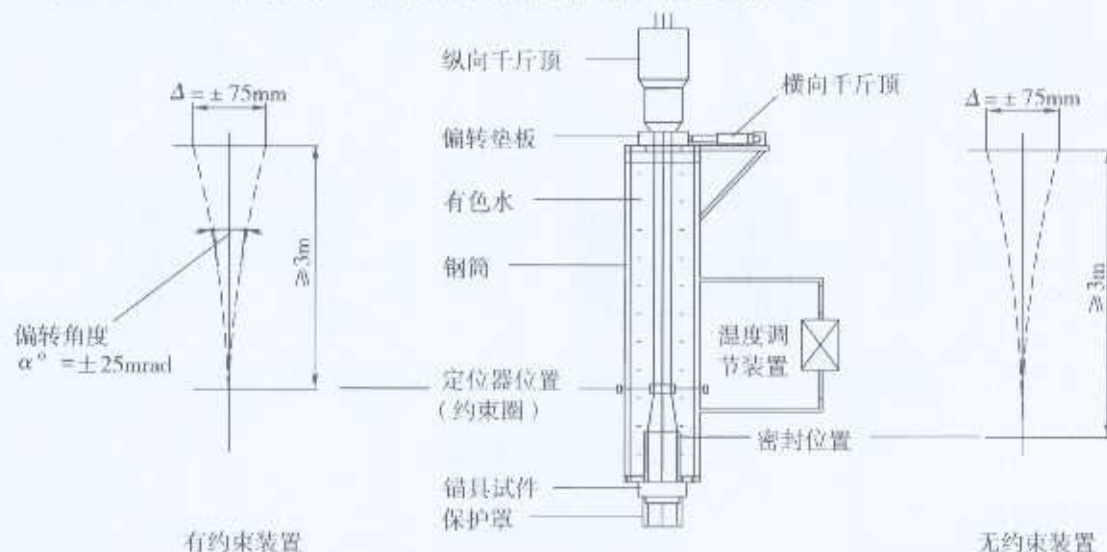


图 E.1 斜拉索锚具密封试验原理图

E.2 试验环境

试验应在常温下进行。

E.3 试验设备

密封试验台架。

E.4 试验步骤

- a) 将试件安装在密封试验台架上,保证钢绞线的横向偏转角度调整量为 $\pm 25\text{mrad}$ ($\pm 1.4^\circ$),有色水温度能在 $16^\circ\text{C} \sim 56^\circ\text{C}$ 之间调节,见图 E.2。
- b) 在常温下给测试钢绞线施加 $30\% f_{pk}$ 的荷载应力,然后在钢筒中注入至少 3m 高的有色水。
- c) 保持水温 16°C 不变,给钢绞线施加至应力上限值 $45\% f_{pk}$,再卸荷至应力下限值 $20\% f_{pk}$ 。荷载自下限值增至上限值再降到下限值为一周,试验重复 10 个周期。
- d) 保持荷载应力为 $30\% f_{pk}$ 不变,将水温由下限值 16°C 调至上限值 56°C 后,再调回至 16°C 为一个周期,如此循环 8 个周期。
- e) 在 d) 的步骤中,分别选定最低温度 16°C 和最高温度 56°C 各两次,保持温度不变,利用横向千斤顶改变张拉端钢绞线偏转角度,每次 250 个周期,角度变化范围为 $\pm 25\text{mrad}$ ($\pm 1.4^\circ$),角度变化

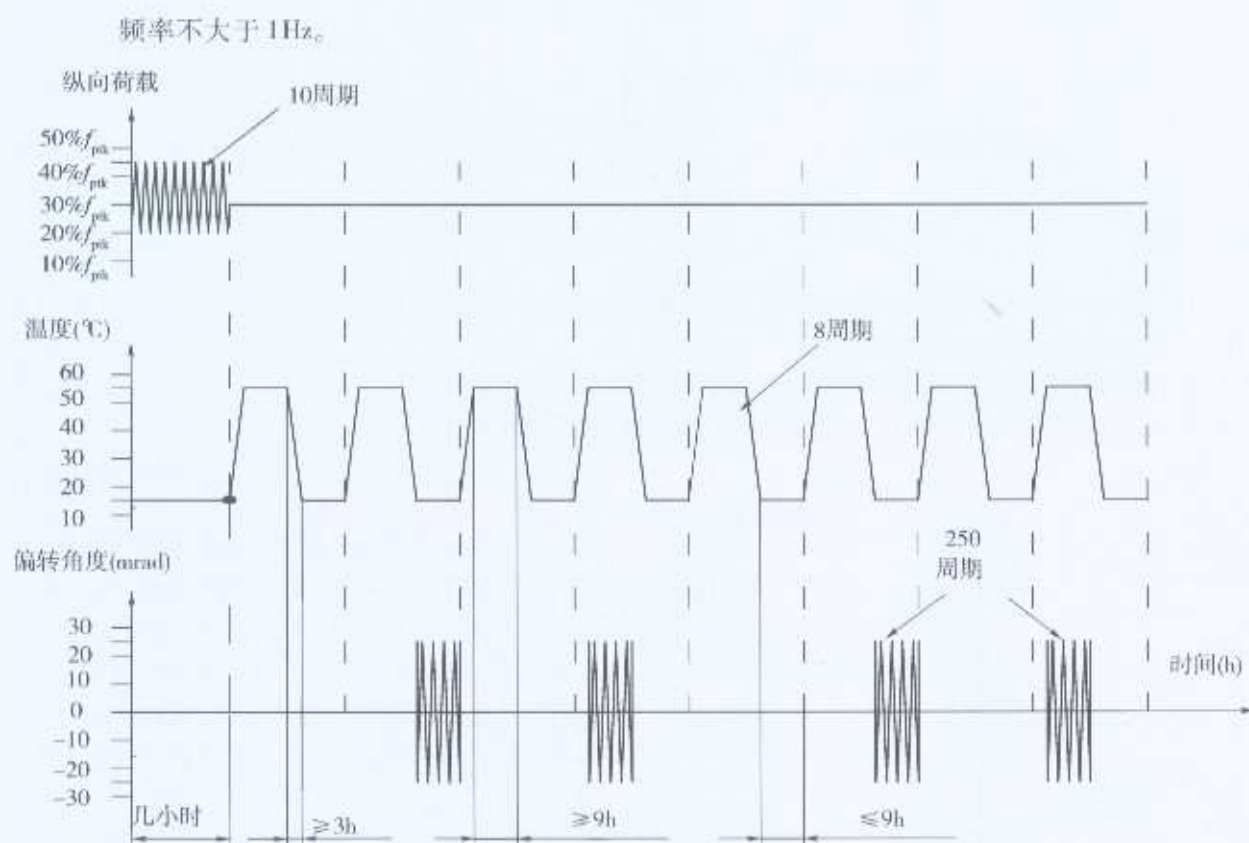


图 E.2 密封试验步骤示意图

E.5 测量和观察

试验中应进行下列测量、观察并记录：

- 试验装置和步骤的描述；
- 试验过程中的试验参数记录，包括荷载、温度、位移、次数等；
- 拆除试件后，仔细检查各构件，记录锚具内部、钢绞线表面出现的有色水情况；
- 观测时的图片文件。

参 考 文 献

- [1] 国际结构混凝土协会(FIB). 预应力钢质斜拉索的验收推荐性规范, 2005
-

中 华 人 民 共 和 国
交 通 行 业 标 准
无粘结钢绞线斜拉索技术条件
JT/T 771—2009

*

人民交通出版社出版发行
(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号)
北京交通印务实业公司印刷
各地新华书店经销

*

开本: 880×1230 1/16 印张: 1.5 字数: 38千
2010年1月 第1版
2010年1月 第1次印刷

*

统一书号: 15114·1455 定价: 10.00元

版权专有 侵权必究
举报电话: 010-85285848