



中华人民共和国城镇建设行业标准

CJ/T 504—2016
代替 CJ 3058—1996

高密度聚乙烯护套钢丝拉索

Cable with the sheath of high density polyethylene

2016-11-15 发布

2017-05-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 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、符号	1
4 产品构造	2
5 规格、分类和标记	4
6 要求	5
7 试验方法	10
8 检验规则	16
9 标志、包装、运输和贮存	18
附录 A（规范性附录） 高密度聚乙烯护套钢丝绳系列规格	19
附录 B（规范性附录） 高密度聚乙烯护套钢丝绳锚具主要尺寸	22

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 CJ 3058—1996《塑料护套半平行钢丝拉索》的修订,与 CJ 3058—1996 相比主要技术内容变化如下:

- 标准名称修改为《高密度聚乙烯护套钢丝拉索》;
- 修改了部分术语的定义(见 3.1);
- 取消了光面钢丝的使用、新增了锌-铝合金镀层钢丝(见 1996 版 4.1;本标准 5.1.2);
- 修改了拉索钢丝的强度级别(见 6.1.1.1,1996 版 6.1.1.2);
- 扩展了拉索各强度等级的规格(见附录 A);
- 修改了拉索锚具的材料、探伤及防腐要求(见 6.1.4、6.1.5,1996 版 6.1.4、6.1.5、6.3、6.4);
- 修改了拉索的部分性能指标(见 6.2,1996 版 6.2);
- 新增了拉索弯曲疲劳试验、静动态水密性试验(见 7.4.8、7.4.9);
- 修改了高密度聚乙烯护套料性能指标(见 6.1.2,1996 版 6.1.2)。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部道路与桥梁标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司、上海绿地建设(集团)有限公司、江苏法尔胜缆索有限公司、上海浦江缆索股份有限公司、福建旭建市政园林工程有限公司、福建森正建设有限公司。

本标准主要起草人:邵长宇、方亚非、孙海涛、史坚、周祝兵、张海良、黄可彬、刘玉、董徐奋、张德明、赵仿贤、吴琼、许东林、周剑刚、涂传钟。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- CJ 3058—1996。

高密度聚乙烯护套钢丝拉索

1 范围

本标准规定了高密度聚乙烯护套钢丝拉索的术语、定义和符号、产品构造、规格、分类和标记、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于城市及公路桥梁用拉索,其他工程结构的拉索可参照执行。

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 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 4162 锻轧钢棒超声检验方法

GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法

GB/T 6402 钢锻件超声检测方法

GB/T 7233.1 铸钢件 超声检测 第1部分:一般用途铸钢件

GB/T 9444 铸钢件磁粉检测

GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件

GB/T 12359 梯形螺纹 极限尺寸

GB/T 15756 普通螺纹 极限尺寸

GB/T 18365 斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件

GB/T 20631.2 电气用压敏胶粘带 第2部分:试验方法

CJ/T 297 桥梁缆索用高密度聚乙烯护套料

CJ/T 495 城市桥梁缆索用钢丝

JB/T 4730.4 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测

YB/T 036.7 冶金设备制造通用技术条件 锻件

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

3.1.1

高密度聚乙烯护套钢丝索 wire cable with the sheath of high density polyethylene

将若干根直径相同的钢丝,平行集束,大捻距同心左旋扭绞,再用绕包带右旋缠裹扎紧,然后热挤包覆单层或双层高密度聚乙烯护套形成的钢丝索。以下简称钢索。

3.1.2

锚具 socket

钢索与结构的连接构件,固定安装在钢索端头,钢索张力通过其传递给结构。

3.1.3

高密度聚乙烯护套钢丝拉索 cable with the sheath of high density polyethylene

两端装有锚具的钢索,以下简称拉索。

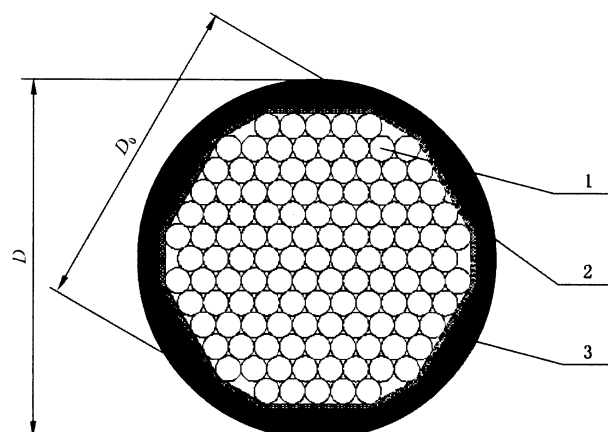
3.2 符号

A_c	钢索中全部钢丝的公称截面积(mm^2);
B	锚杯外径(mm);
C	锚圈外径(mm);
D	钢索外径(mm);
D_0	按钢丝公称直径计算的裸索最大直径(mm);
d	钢丝的公称直径(mm);
E_c	拉索弹性模量(MPa);
E_w	钢丝弹性模量(MPa);
f_{ptk}	钢丝抗拉强度标准值(MPa);
H	锚圈高度(mm);
L_{CO}	拉索无应力长度(m);
L_{CP}	拉索承受张拉力 P_1 时的长度(m);
ΔL_p	拉索对应于 P_1 、 P_2 下的长度变化值(m);
L_s	锚杯长度(mm);
l_n	钢索的捻距(mm);
P_b	拉索的公称破断索力, ($P_b = A_c \cdot f_{ptk}$) (kN);
P_{cb}	拉索的实测破断索力(kN);
P_1	拉索弹性模量检测时的起始张拉力(kN);
P_2	拉索弹性模量检测时的终止张拉力(kN);
P_{20}	20%张拉力(kN);
R_m	钢丝抗拉强度(MPa);
$R_{p0.2}$	钢丝规定非比例延伸强度(屈服强度)(MPa);
t_0	基准温度($^{\circ}\text{C}$);
W	锚具重量(kg);
W_c	每米钢索的重量(kg);
W_w	每米钢索中钢丝的重量(kg);
α	钢索线膨胀系数,取 $1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$;
δ	钢丝伸长率;
η	拉索的效率系数;
θ	钢索的扭绞角($^{\circ}$);
$\Delta\sigma$	拉索中钢丝的容许抗拉应力幅值(MPa)。

4 产品构造

4.1 高密度聚乙烯护套钢丝索

高密度聚乙烯护套钢丝索构造示意图见图 1。



说明:

- 1——钢丝;
- 2——绕包层;
- 3——高密度聚乙烯护套。

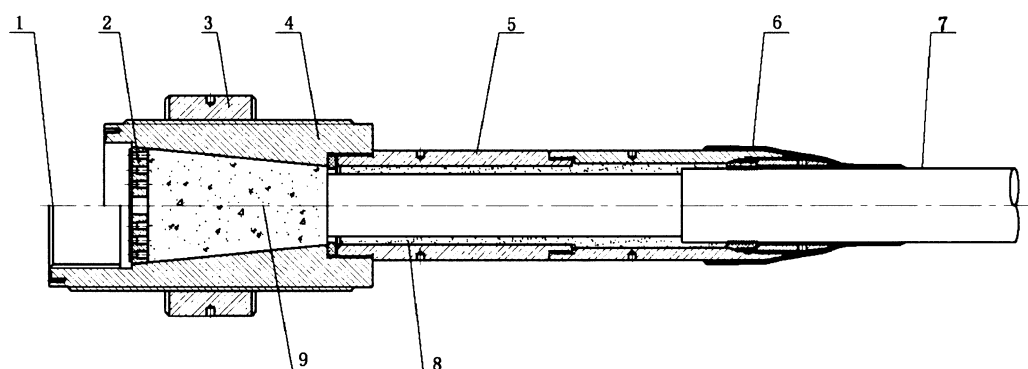
图 1 高密度聚乙烯护套钢丝绳断面示意图

4.2 锚具

4.2.1 在高密度聚乙烯护套钢丝绳的两端可以采用冷铸镦头锚、热铸锚等锚固形式。锚具固定方式可用锚圈、销轴或垫块。

4.2.2 冷铸镦头锚

冷铸镦头锚锚具最基本的组成部件是锚杯、分丝板、连接筒。根据不同的固定方式,再配备锚圈、销轴或垫块。其构造示意图见图 2。



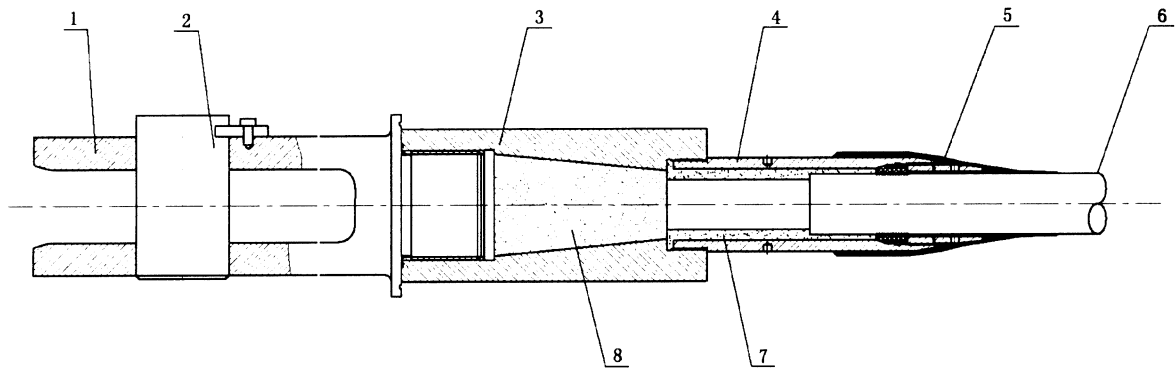
说明:

- | | |
|-----------|--------------|
| 1——张拉端锚杯; | 6——热收缩套; |
| 2——分丝板; | 7——高密度聚乙烯护套; |
| 3——锚圈; | 8——常温固化填料; |
| 4——固定端锚杯; | 9——冷铸锚固填料。 |
| 5——连接筒; | |

图 2 锚圈固定型冷铸镦头锚示意图

4.2.3 热铸锚

热铸锚的构造示意图见图 3。



- 说明：
- | | |
|---------|--------------|
| 1——叉耳； | 5——热收缩套； |
| 2——销轴； | 6——高密度聚乙烯护套； |
| 3——锚杯； | 7——常温固化填料； |
| 4——连接筒； | 8——热铸合金。 |

图 3 叉耳固定型热铸锚示意图

5 规格、分类和标记

5.1 钢索

5.1.1 规格

按制作钢索所用单根钢丝的直径,钢索有 5 mm、7 mm 两大系列,各系列的规格见附录 A。

5.1.2 分类

钢丝类别代号:镀锌钢丝,Zn;锌-铝合金镀层钢丝,ZnAl。

5.2 锚具

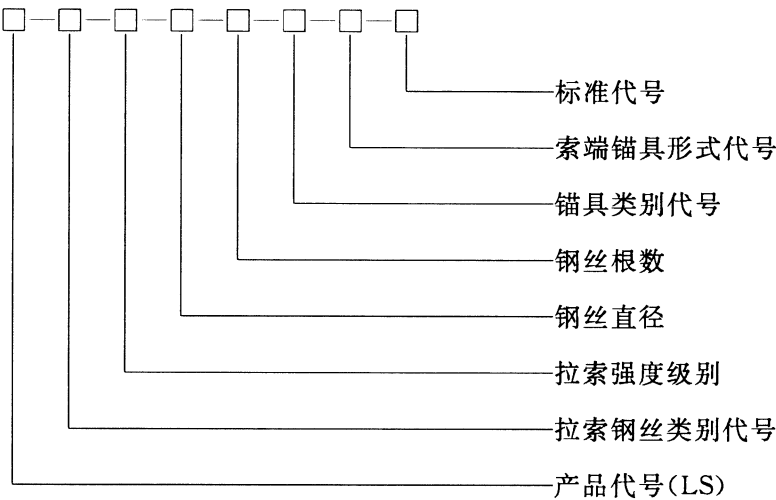
5.2.1 规格

冷铸镦头锚、热铸锚的规格和钢索相对应。锚具主要技术参数见附录 B。

5.2.2 分类

- 5.2.2.1 锚具类别代号:冷铸镦头锚,LM;热铸锚,RM。
- 5.2.2.2 锚具形式代号:张拉端,L;固定端,D。
- 5.2.2.3 索端锚具形式代号:索两端均配装张拉端锚具,A;索一端配装张拉端锚具,另一端配装固定端锚具,B。

5.3 标记



示例：
索体由 109 根公称直径为 7.0 mm、强度级别为 1 860 MPa 的锌-铝合金镀层钢丝组成，两端锚具形式为张拉端，锚具类别为冷铸镦头锚的拉索标记为：
LS—ZnAl—1860—7.0—109—LM—A—CJ/T 504—2016

6 要求

6.1 原材料

6.1.1 钢丝

6.1.1.1 制作钢索所用的钢丝各项性能应符合表 1、表 2 的规定。

表 1 钢丝主要性能指标

序号	项目		单位	指标					
1	公称直径	d	mm	5.0			7.0		
2	抗拉强度标准值	f_{ptk}	MPa	1 670	1 770	1 860	1 960	1 670	1 770 1 860
3	直径允许偏差		mm	± 0.06			± 0.07		
4	不圆度		mm	≤ 0.06			≤ 0.07		
5	公称横截面积		mm ²	19.6			38.5		
6	每米理论重量		g	153			301		
7	抗拉强度	R_m	MPa	$\geq 1\ 670$	$\geq 1\ 770$	$\geq 1\ 860$	$\geq 1\ 960$	$\geq 1\ 670$	$\geq 1\ 770 \geq 1\ 860$
8	屈服强度	$R_{p0.2}$	MPa	$\geq 1\ 490$	$\geq 1\ 580$	$\geq 1\ 660$	$\geq 1\ 750$	$\geq 1\ 490$	$\geq 1\ 580 \geq 1\ 660$
9	弹性模量	E_w	MPa	$(2.0 \pm 0.1) \times 10^5$			$(2.0 \pm 0.1) \times 10^5$		
10	伸长率	δ	%	≥ 4			≥ 4		
	标距	L_0	mm	250			250		
11	伸直性	弦长	C	mm			1 000		
		弦与弧最大的自然矢高	h	mm			≤ 30		

表 1 (续)

序号	项目		单位	指标	
12	弯曲次数	弯曲半径	R	mm	15
		次数			20
13	缠绕试验				$3d \times 8$ 圈
14	扭转性能				≥ 8 次
15	松弛性能	初始应力	σ_0	MPa	$0.70 f_{ptk}$
		1 000 h 应力损失		MPa	$\leq 0.025 \sigma_0$
16	疲劳性能	应力上限	σ_{max}	MPa	$0.45 f_{ptk}$
		应力幅值	$\Delta \sigma$	MPa	360
		加载次数			2×10^5

表 2 钢丝镀层要求

序号	项目		单位	指标
1	镀层单位质量	镀锌钢丝	g/m^2	≥ 300
		铝-铝合金镀层钢丝		≥ 290
2	铝含量	镀锌钢丝	$\%$	—
		铝-铝合金镀层钢丝		≥ 4.2
3	硫酸铜试验	镀锌钢丝		≥ 4 次, 每次 60 s, 不挂铜
		铝-铝合金镀层钢丝		≥ 4 次, 每次 45 s, 不挂铜
4	镀层附着性			$5d \times 8$ 圈, 不剥落

6.1.2 高密度聚乙烯护套料

高密度聚乙烯护套料的物理力学性能应符合表 3 的规定。

表 3 护套料的物理力学性能

序号	项目	单位	指标	
			H 型	C 型
1	密度	g/cm^3	0.940~0.955	
2	熔体流动速率	$g/10 \text{ min}$	≤ 0.45	
3	拉伸断裂应力	MPa	≥ 25	
4	拉伸屈服应力	MPa	≥ 15	
5	断裂标称应变	$\%$	≥ 400	
6	拉伸弹性模量	MPa	≥ 500	
7	弯曲弹性模量	MPa	$< 1\ 000$	
8	简支梁缺口冲击强度	kJ/m^2	≥ 50	

表 3 (续)

序号	项目	单位	指标	
			H 型	C 型
9	邵氏硬度	—	≥ 50	
10	耐环境应力开裂 $F_0 > 5\,000\text{ h}$	—	通过	
11	脆化温度 $< -76\text{ }^{\circ}\text{C}$	—	通过	
12	耐热应力开裂 $F_0 > 96\text{ h}$	—	通过	
13	200 $^{\circ}\text{C}$ 氧化诱导期	min	≥ 60	
14	耐荧光紫外老化 3 000 h			
	拉伸断裂应力变化率	%	± 25	
	断裂标称应变变化率	%	± 25	
15	耐光色牢度	级	—	≥ 7
16	炭黑分散	级	≤ 3	—
17	炭黑含量	%	2.5 ± 0.3	—

6.1.3 绕包带

绕包带宜使用高强聚酯纤维带,厚度 0.1 mm~0.3 mm,带宽 30 mm~50 mm,抗拉力应不低于 250 N/cm。

6.1.4 锚具主件

6.1.4.1 锚具主件的原材料应符合以下要求:

- 锚杯和锚圈材质当采用 45 号钢优质碳素结构钢时,应符合 GB/T 699 的规定;当采用 40Cr、42CrMo 合金结构钢时,应符合 YB/T 036.7 的规定;
- 根据钢丝抗拉强度等级,锚杯和锚圈应采用相匹配的钢材,见表 4;
- 锚具主件采用铸钢件制作的,其材质应符合 GB/T 11352 的规定。

表 4 钢丝抗拉强度等级及相应锚杯、锚圈所用材质

钢丝抗拉强度标准值 f_{ptk} MPa	锚杯材质	锚圈材质
1 670	40Cr	45 钢
1 770	40Cr	45 钢
1 860	40Cr 或 42CrMo	40Cr
1 960	42CrMo	40Cr

6.1.4.2 锚具主件应有出厂检验报告和合格证。

6.1.4.3 锚具选用型号应与选用钢索型号相匹配,锚具主要尺寸应符合附录 B 的规定。

6.1.4.4 锚杯和锚圈应逐件进行超声波探伤和磁粉探伤。锻钢件锚具不应有裂纹、折叠、层状断口等缺陷。铸钢件锚具不应有龟裂状缺陷、密集的夹砂、气孔等。

6.1.4.5 锻钢件锚杯和锚圈应进行防腐处理,采用热镀锌方式时锌层厚度应不小于 90 μm ;采用电镀锌

方式时锌层厚度应为 $20\ \mu\text{m}\sim 40\ \mu\text{m}$ 。铸钢件锚杯和锚圈应进行涂装保护并应符合设计及图纸规定。

6.1.4.6 锚具螺纹可采用梯形螺纹或锯齿形螺纹,螺纹的极限尺寸应符合 GB/T 15756 或 GB/T 12359 的规定。

6.1.4.7 锚杯和锚圈应进行硬度测试并记录,硬度应分别满足 HB 270-320 和 HB 240-290。

6.1.4.8 锚杯和锚圈应刻上锚具规格型号及产品流水号,规格相同的锚具应具有互换性。

6.1.5 锚杯填充料

6.1.5.1 冷铸锚固填料

冷铸锚固填料由钢丸、环氧树脂、固化剂、增韧剂、稀释剂和填充料等组成,填料应符合 GB/T 18365 的规定,其抗压强度应不小于 $147\ \text{MPa}$ 。

6.1.5.2 热铸锚固填料

热铸锚固填料采用锌铜合金,锌含量应为 $(98\pm 0.2)\%$;铜含量应为 $(2\pm 0.2)\%$ 。

6.2 钢索

6.2.1 扭绞

索中钢丝应排列整齐,集束后同心左向扭绞,最外层钢丝的扭绞角应为 $2^\circ\sim 4^\circ$ 。扭绞后钢丝紧密均匀,无交叉错位。

6.2.2 绕包

绕包层应右旋,应紧密齐整,无缺漏,无破损,每圈搭接不应小于带宽 $1/3$ 。

6.2.3 热挤高密度聚乙烯护套

6.2.3.1 护套外观

护套外观应光滑平整,紧裹在钢丝裸索绕包层外,热挤护套应保证索体钢丝居中。双层护套应一次挤塑成型。

6.2.3.2 钢索直径

钢索直径按索体护套最大直径确定,应符合附录 A 中的规定,公差为 $-1.0\ \text{mm}\sim 2.0\ \text{mm}$ 。

6.2.3.3 护套厚度

护套厚度即钢索直径与裸索直径差值的 $1/2$,具体要求应符合附录 A 中的规定,公差为 $-0.5\ \text{mm}\sim 1.0\ \text{mm}$ 。

6.2.4 钢索定长

钢索在自然状态下应顺直,不应出现螺旋形卷曲。钢索展平伸直后测量长度。定长后用砂轮切割机下料,断面应垂直于钢索的轴线,偏斜不超过 2° 。

6.2.5 钢索标记

已定长落料的钢索应予编号,注明规格、长度。

6.3 灌锚

6.3.1 对于冷铸镦头锚,在浇铸冷铸料前,应按设计规定将分丝板固定于锚杯中,钢丝镦头应抵紧分丝板,然后灌注冷铸锚固填料,同炉制作三块试模,试模强度应不小于 147 MPa。

6.3.2 对于热铸锚,浇铸密实度应不小于 92%。

6.4 拉索

6.4.1 拉索外观

钢索外观应平顺完整,两端锚具外表面不应有损伤,螺纹不应有擦碰痕迹,钢索与锚具连接处应密封良好。

6.4.2 拉索长度

每根拉索均应进行长度测量,拉索的长度允许误差应符合以下规定:

- a) 索长 $L_{c0} \leq 100$ m, $\Delta L \leq \pm 0.020$ m;
- b) 索长 $L_{c0} > 100$ m, $\Delta L \leq \pm (L_{c0}/5\ 000)$ m。

6.4.3 弹性模量

钢索弹性模量应不小于 1.90×10^5 MPa。

6.4.4 预张拉/预顶压

6.4.4.1 采用冷铸镦头锚的拉索应进行预张拉检验。预张拉后,锚塞的回缩量应不大于铸体长度的 2%;铸体长度小于 300 mm 的锚塞回缩量应不大于 6 mm。

6.4.4.2 采用热铸锚的拉索应进行预顶压检验。顶压的回缩量不应大于铸体长度的 2%;铸体长度小于 250 mm 的顶压回缩量应不大于 5 mm。

6.4.5 静载性能

拉索的静载性能应符合表 5 的规定。

表 5 拉索的静载性能

弹性模量 E_c MPa	拉索效率系数 η^a	极限延伸率 ϵ %	锚塞回缩量 $\Delta_{\max}$ mm	
			铸体长度 ≥ 300 mm	铸体长度 < 300 mm
$\geq 1.9 \times 10^5$	≥ 0.95	≥ 2.0	$\leq 2\% \times \text{铸体长度}$	≤ 6
$^a \eta = \frac{\text{实测破断索力 } P_{cb}}{\text{公称破断索力 } P_b}$				

6.4.6 疲劳性能

6.4.6.1 拉索的疲劳性能应符合表 6 的规定。

表 6 拉索的疲劳性能

应力上限 $\sigma_{\max}$	应力幅值 ^a $\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$ MPa	2×10^6 次循环加载后断丝率 %
$0.45 f_{ptk}$	200~250	≤ 2
^a 表中应力幅值应根据实际工程设计需要选用。		

6.4.6.2 拉索经轴向疲劳性能或弯曲疲劳性能试验,再进行轴向拉伸试验后,护套不应有损伤,且锚杯和锚圈应旋合正常。若拉索规格小于 151 根钢丝,断丝应不大于 3 根;若拉索规格不小于 151 根钢丝,拉索断丝率应不大于 2%。断丝不应发生在锚固区。

6.4.7 水密性能

拉索锚具和索体的连接处应进行静态和动态水密性试验,如未发生进水现象,则确认拉索的密封性能良好。

7 试验方法

7.1 原材料

7.1.1 钢丝

镀锌钢丝、锌-铝合金镀层钢丝的进货检验按供方出厂检验数量的 5% 进行取样。试验方法按 CJ/T 495 的规定进行。

7.1.2 高密度聚乙烯护套料

高密度聚乙烯护套料的试验方法按 CJ/T 297 的规定执行。

7.1.3 绕包带

7.1.3.1 高强聚酯纤维带宽度和厚度尺寸用卡尺和千分尺进行测量。

7.1.3.2 高强聚酯纤维带的抗拉力检验按 GB/T 20631.2 的规定进行。

7.1.4 锚具主件

锚杯和锚圈试验方法应符合表 7 的规定。

表 7 锚杯和锚圈试验方法

序号	项 目	试验方法
1	原材料材质检测	GB/T 699、GB/T 11352、 YB/T 036.7、JB/T 6402
2	超声波检测	GB/T 4162、GB/T 6402、GB/T 7233.1
3	磁粉检测	JB/T 4730.4、GB/T 9444
4	镀锌层厚度	GB/T 4956
5	外形尺寸	游标卡尺测量
6	螺纹尺寸	螺纹规检查
7	表面硬度	GB/T 231.1

7.1.5 锚杯填充料

7.1.5.1 冷铸锚固填料

对于每一副冷铸镢头锚,还应同时制备冷铸料抗压试件 1 组,每组 3 件,其振实和固化条件应和锚杯中冷铸料相同。冷铸料试件尺寸为 $\phi 25\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 圆柱体或 $30\text{ mm} \times 30\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 正方体,试件在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下采用试验机进行加压,直至试件破坏,以三个试件测定值的算术平均值作为该冷铸锚固填料测定值。

7.1.5.2 热铸锚固填料

按每批热铸锚固填料取 1 个试件进行化学成分检验。

7.2 钢索

7.2.1 扭绞

7.2.1.1 捻距

使用钢尺测量捻距 l_n 时,精确至 1.0 mm。量取的长度 S 应为 $3l_n$,然后取平均值,得 $l_n = S/3$ 。

7.2.1.2 扭绞角

应测定最外层钢丝的扭绞角,计算式见式(1):

$$\theta = \arctan[\pi(D_0 - d)/l_n] \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

θ ——扭绞角($^{\circ}$),精确至 0.1° ;

D_0 ——按钢丝公称直径计算的裸索最大直径(mm),精确至 0.1 mm,应符合表 A.1、表 A.2 的规定;

d ——钢丝公称直径(mm);

l_n ——钢索中最外层钢丝的捻距(mm)。

7.2.2 绕包

取钢索两端进行拆包检查。

7.2.3 热挤高密度聚乙烯护套

7.2.3.1 护套外观

护套外表面应目视检查。

7.2.3.2 钢索外径

每根钢索在索体截面上的最大直径处间隔 60° 用游标卡尺进行测量,其三次测量值的平均值作为该处的钢索直径。

7.2.3.3 护套厚度

在钢索索体两端六边或者近似六边形角上最小厚度处采用游标卡尺测量,精确至 0.02 mm,其测量

值作为护套厚度。

7.2.4 钢索定长

采用钢卷尺测量钢索中心直线长度,往返测量两次取平均值;采用角度尺测量断面与钢索轴线的角度,两个互相垂直方向测量取平均值。

7.3 灌锚

7.3.1 冷铸锚固填料检验方法见 7.1.5.1。

7.3.2 热铸锚固填料密实度采用注水法实测锚具锥腔体积,计算出理论调料的灌注量;然后测出实际浇注量,后者比前者的百分比即为该锚具灌注密实度。

7.4 拉索

7.4.1 拉索外观

钢索、锚具外表面及钢索与锚具连接处的密封处理应目视检查。

7.4.2 拉索长度

成品拉索长度测量应在稳定的温度、避光条件下,卸载至 20% 的预张拉力后进行。测量采用钢卷尺,精确至 0.1 mm,拉索基准温度下的无应力长度计算见式(2):

$$L_{CO} = \frac{L_{CP}}{1 + \frac{P_{20}}{E_c A_c} + \alpha(t - t_0)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

L_{CO} ——拉索无应力长度(m);

L_{CP} ——拉索承受张拉力 P_1 时的长度(m);

P_{20} ——20% 张拉力(kN);

E_c ——拉索弹性模量(MPa);

A_c ——钢索中全部钢丝的公称截面积(mm²);

α ——钢索线膨胀系数,取 $1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$;

t ——拉索长度测量时的稳定均匀温度($^\circ\text{C}$);

t_0 ——基准温度($^\circ\text{C}$)。

7.4.3 弹性模量

由 $0.2P_b$ 开始,对拉索每级加载 $0.1P_b$,持荷 5 min,直至 $0.5P_b$,加载速度不大于 100 MPa/min,根据最终和起始荷载下索长与荷载的变化计算弹性模量 E_c ,计算方法见式(3):

$$E_c = \frac{P_2 - P_1}{\Delta L_p} \cdot \frac{L_{CP}}{A_c} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

E_c ——拉索弹性模量(MPa);

P_1 ——拉索弹性模量检测时的起始张拉力(kN);

P_2 ——拉索弹性模量检测时的终止张拉力(kN);

ΔL_p ——拉索对应于 P_1 、 P_2 下的长度变化值(m);

L_{CP} ——拉索承受张拉力 P_1 时的长度(m);

A_c ——钢索中全部钢丝的公称截面积(mm^2)。

7.4.4 预张拉/预顶压

7.4.4.1 试验前,千斤顶油泵、油压表及测力仪器等均应进行标定,预张拉时应配套使用。

7.4.4.2 预张拉力取 1.2~1.4 倍设计索力。设计索力小于或等于 3 000 kN 时取 1.4 倍;设计索力大于 3 000 kN 小于 6 000 kN 时,取 1.3 倍;设计索力大于或等于 6 000 kN 时,取 1.2 倍。预张拉力允许调整到最接近 50 kN 的整数倍上,并分为 5 级加载,加载速度不大于 100 MPa/min。

7.4.4.3 预顶压力取 1.25 倍设计索力,加载速度不大于 100 MPa/min。

7.4.4.4 测量锚塞回缩值时,对于冷铸墩头锚在锚具尾部选 3 个钢丝锚头,对于热铸锚在热铸合金形成的锚塞外露面选取 3 个测量点,这 3 点至锚具中心的距离应大致相等,并互成 120° 。以锚杯外端面为基准,用深度卡尺测出锚头或测量点至基准面的垂直距离。预张拉/预顶压前后各测一次,3 个测点平均值前后两次的差,即为在该荷载下的锚塞回缩值。

7.4.5 静载性能

7.4.5.1 试验拉索两端锚杯间的净距应不小于 3.0 m。试验拉索的规格应不小于工程上所使用最大规格的 20%,且宜不小于 $61\phi 5$ 或 $37\phi 7$,其型式和类别应相同。

7.4.5.2 在试验机或试验台架上加载。荷载测量精度应不低于 2%,加载速率应不大于 100 MPa/min。对试验时的气温或室温应作记录。

7.4.5.3 正式加载前先分级预加载,每级荷载为公称破断索力 P_b 的 10%,并持荷 5 min,至 $0.6P_b$ 后持荷 10 min,然后卸载至 $0.1P_b$,按 7.4.4 的规定量取预拉荷载下的锚塞回缩值。

7.4.5.4 正式加载。由 $0.1P_b$ 开始,每级 $0.1P_b$,并持荷 5 min,至 $0.8P_b$ 时持荷 30 min,继续加载,每级 $0.05P_b$,并持荷 5 min,按此规定逐级加载,直至达到拉索静载破断索力,卸载测量分丝板的回缩值,记录试验中的异常情况。拉索静载破断索力应不小于公称破断索力的 95%。在索体上测量一标准长度,比较零应力状态时的长度和索体破断后的长度,计算出极限延伸率。

7.4.5.5 卸载后量取锚塞的极限回缩值 $\Delta_{\max}$,并检查锚具内外螺纹的旋合情况以及锚杯、锚板、螺母等受力件的残余变形,验证锚具的极限承载力。

7.4.6 轴向疲劳性能

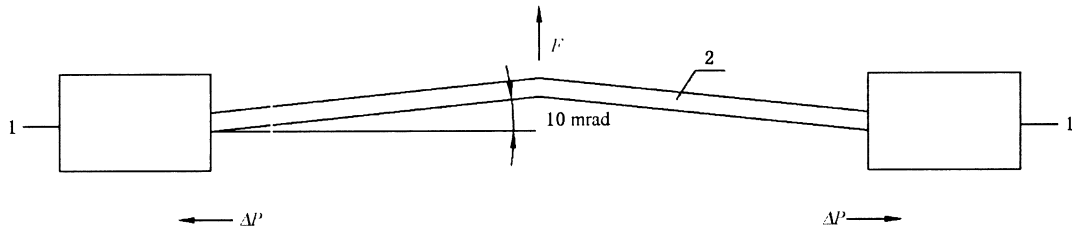
轴向疲劳试验取三根试件为一组。试件宜取大、中、小三种规格拉索各一根,试验拉索索体自由长度(不包括锚具内钢丝长度)应不小于 3.5 m。试验方法如下:

- 将试件安装在试验设备上并固定;
- 将试件预张拉到 $0.45 f_{ptk}$;
- 在 $0.45 f_{ptk}$ 上限应力下,进行 200 万次循环加载,加载应力幅值应满足 $\Delta\sigma$ 的要求,频率不超过 8 Hz;
- 试验过程中观测试件状况,如有异常现象发生,应记录发生异常位置、现象及当时循环计数;
- 轴向疲劳试验后,对同一试件进行轴向拉伸试验,加载过程按 7.4.5.4 的规定进行。

7.4.7 弯曲疲劳性能

7.4.7.1 弯曲疲劳试验取三根试件为一组。试件宜取大、中、小三种规格拉索各一根,试验拉索索体自由长度(不包括锚具内的钢丝长度)应不小于 3.5 m。弯曲疲劳的试验方法包括以下两种:

- a) 在试验索的中心位置施加外力 F , 使索体偏离锚具中心线, 角向偏移为 10 mrad (设备容许时, 推荐采用 $5 \text{ mrad} \pm 5 \text{ mrad}$ 周期性变化的弯曲角度, 频率可与拉索两端施加的循环荷载一致), 然后进行 2.0×10^6 次的循环加载, 加载应力幅值应满足 $\Delta\sigma$ 的要求, 见图 4。



说明:

1 —— 锚具;

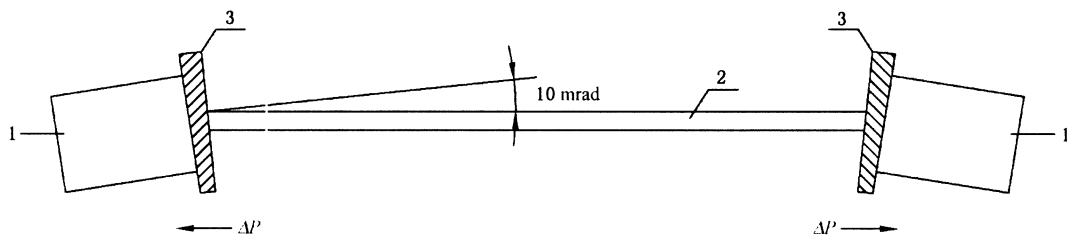
2 —— 索体;

ΔP —— 疲劳载荷;

F —— 产生角向偏移为 10 mrad 的外力。

图 4 弯曲疲劳试验示意图(方法一)

- b) 在试验索锚具端面采用 10 mrad 的楔形垫板, 使索体中心线与锚具中心线偏离, 形成 10 mrad 的角度, 然后进行 2.0×10^6 次的循环加载, 加载应力幅值应满足 $\Delta\sigma$ 的要求, 见图 5。



说明:

1 —— 锚具;

2 —— 索体;

3 —— 楔形垫块;

ΔP —— 疲劳载荷。

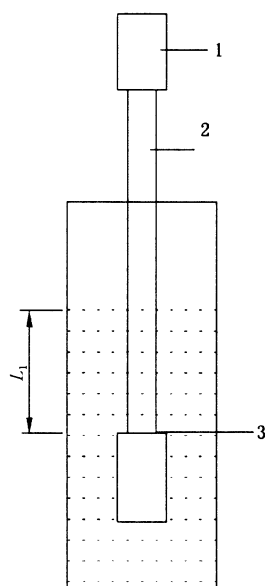
图 5 弯曲疲劳试验示意图(方法二)

7.4.7.2 试验过程中观测试件状况, 如有异常现象发生, 应记录发生异常位置、现象及当时循环计数。

7.4.7.3 弯曲疲劳试验后, 对同一试件进行轴向拉伸试验, 加载过程按 7.4.5.4 的规定进行。

7.4.8 静态水密性能

从经疲劳试验后的拉索中(未进行轴向拉伸试验的拉索)取一根进行静态水密性试验。将拉索浸入有颜色的水中, 水平面至索体与锚具连接部位的水深不小于 3 m , 静置 96 h 后将拉索取出, 剖开索体及锚具的连接部位, 目测有无进水现象, 见图 6。



说明:

1 —— 锚具;

2 —— 索体;

3 —— 索体与锚具连接部;

L_1 —— 索体与锚具连接部的水深。

图 6 拉索静态水密性试验装置示意图

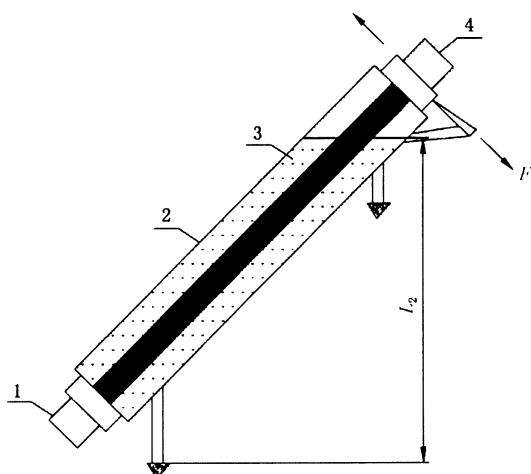
7.4.9 动态水密性能

7.4.9.1 试件

试件应采取与实桥等比例的模型进行动态水密性试验。试件生产过程中,在拉索钢丝与高强聚酯纤维带之间、护套与密封填料之间及护套与热收缩套管之间放入指示试纸。

7.4.9.2 试验装置

试验装置见图 7。



说明:

1 —— 锚具;

2 —— 容器;

3 —— 水(20 °C ~ 70 °C);

4 —— 轴向千斤顶($0.2P_b \sim 0.5P_b$);

L_2 —— 试验水深。

图 7 拉索动态水密性试验装置示意图

7.4.9.3 试验过程

7.4.9.3.1 在环境温度下,按图 8 对拉索进行 10 个周期的 $0.2P_b \sim 0.5P_b$ 的轴向循环加载,循环加载完成后,保持拉索轴向载荷为 $0.3P_b$ 。

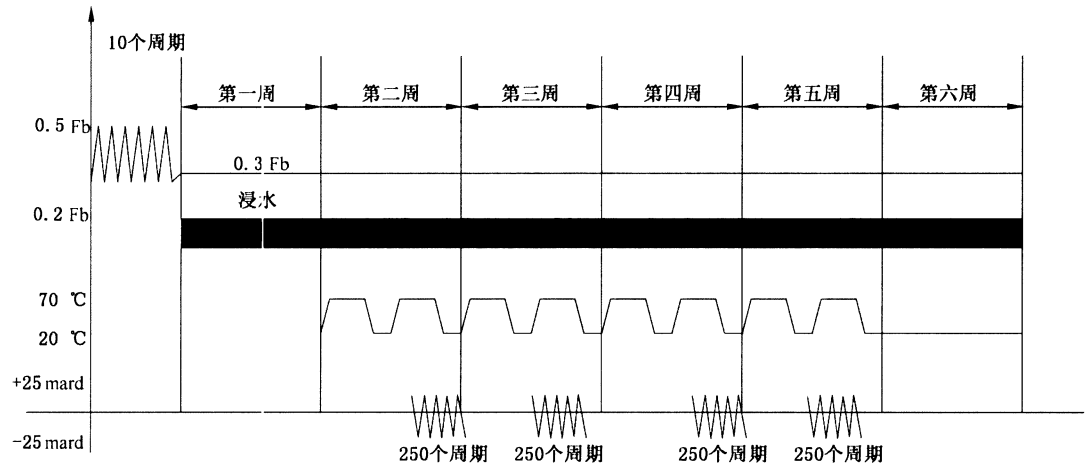


图 8 拉索动态水密性试验过程示意图

7.4.9.3.2 确认拉索与试验支架完全密封后,向试验容器内注满水,试验水深应大于 2 m,在环境温度状态下保持一周。

7.4.9.3.3 使水温从 20 °C~70 °C 进行热循环变化,每周两次,连续八次循环。一个热循环过程为:在 24 h 内由 20 °C $\pm$ 5 °C 逐步上升至 70 °C;保持 70 °C $\pm$ 5 °C 的温度 24 h;在 12 h 内由 70 °C 逐步下降至 20 °C;保持 20 °C $\pm$ 5 °C 的温度 24 h。

7.4.9.3.4 进行热循环的同时,每周对拉索进行一次 250 个周期的横向位移加载,行程为 200 mm,共 4 次。

7.4.9.3.5 在环境温度下静置一周。

7.4.9.3.6 解除索力,拆下拉索,检查索体内指示试纸的变色情况,如试纸未发生变色代表试件密封良好。

8 检验规则

8.1 检验分类

拉索的检验包括原材料检验、型式检验和出厂检验。

8.2 原材料检验

拉索原材料检验项目见表 8。

表 8 原材料检验项目

序号	检验项目	要求	试验方法	抽样数量
1	钢丝	6.1.1	7.1.1	供方出厂检验数量的 5%
2	高密度聚乙烯护套料 ^a	6.1.2	7.1.2	1 组/每批
3	绕包带	6.1.3	7.1.3	2 卷/每批
4	锚具主件	6.1.4	7.1.4	材质检测 1 个/炉； 超声波检测、磁粉检测、镀锌层厚度、 外形尺寸、螺纹尺寸、表面硬度 100%
5	锚杯填充料	6.1.5	7.1.5	3 个/每批
^a 高密度聚乙烯护套料、绕包带、锚杯填充料检验以批为单位，同一原料、同一配方、同一设备连续生产同一型号的产品为一批。				

8.2.1 型式检验

8.2.1.1 型式检验项目见表 9。

8.2.1.2 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 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、工艺有改变，影响产品性能时；
- c) 正常生产时，每二年至三年进行一次检验；
- 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。

8.2.2 出厂检验

拉索出厂检验项目见表 9，每根拉索质量保证单应附检验结果，拉索的静载、疲劳试验报告应由第三方有资质的试验机构出具。静载试验宜每个项目进行工艺试验或抽检。

表 9 拉索检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求	试验方法
1	拉索外观	+	+	6.4.1	7.4.1
2	拉索长度	+	+	6.4.2	7.4.2
3	索体直径	+	+	6.2.3	7.2.3
4	护套厚度	+	+	6.2.3	7.2.3
5	铸体强度/密实度	+	+	6.3	7.3
6	弹性模量	+	+	6.4.3	7.4.3
7	预张拉/预顶压	+	—	6.4.4	7.4.4
8	静载性能	+	—	6.4.5	7.4.5
9	疲劳性能	+	—	6.4.6	7.4.6、7.4.7
10	静态水密性能	+	—	6.4.7	7.4.8、7.4.9
注 1：“+”为检验；“—”为不检验。					
注 2：序号 7~10 型式检验项目可由供需双方协商确定。					

8.3 判定和复验

8.3.1 原材料检验项目表 8 中当 1~4 项不符合要求时,应重新自该批产品中取双倍试样,对该不合格项目进行复检;当复检结果全部符合要求时,则该批产品判为合格品,反之,则判为不合格品。

8.3.2 每根拉索出厂检验如有一项未通过,该根拉索即为不合格品。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 在每根拉索两端的锚具根部,用红色油漆标明拉索编号和规格。

9.1.2 每根拉索应挂有合格证,标明:工程名称、制造厂名、生产日期、拉索编号、规格、长度、重量。

9.2 包装

9.2.1 钢索可成盘或脱胎包装。钢索端头的钢丝必须相互固定,以防错动。钢索的尽端应使用和保护套材质相同的塑料封闭,不应使潮气和水分侵入。

9.2.2 拉索采用成盘或脱胎包装。盘卷直径应大于或等于 20 倍拉索直径,并应不小于 1.8 m。拉索应整齐卷绕,两端的锚具应进行可靠的固定和防护。如采用钢质索盘,在盘侧标明重量时应含索盘重量。

9.2.3 拉索两端的锚具应涂防锈油脂,并用塑料薄膜和绒布包扎两层。如配有锚圈或叉耳,则应装配在锚杯上。

9.2.4 产品出厂时,应随带产品合格证、质保书和质量证明文件。质量证明文件中应列入钢丝、高密度聚乙烯护套料、锚具、拉索的各项性能试验检测记录或报告。

9.3 运输

在运输和装卸过程中应有防止碰伤拉索护套及锚具的措施。

9.4 贮存

9.4.1 产品宜贮存在库房中,露天贮存应有防水、防火措施。

9.4.2 脱胎产品应水平堆放,可以叠置且逐层间应加垫木,叠置时应防止锚具碰伤护套。

附 录 A

(规范性附录)

高密度聚乙烯护套钢丝索系列规格

高密度聚乙烯护套钢丝索系列规格见表 A.1、表 A.2。

表 A.1 $\phi 5$ 钢索系列规格

钢丝 根数 n	截面积 A_c mm^2	破断荷载 P_b kN				裸索直径 D_0 mm	钢索直径 D mm	钢丝重 W_w kg/m	拉索重 W_c kg/m
		钢丝强度等级 MPa							
		1 670	1 770	1 860	1 960				
37	726	1 213	1 286	1 351	1 424	35.0	49.0	5.7	6.6
55	1 080	1 803	1 911	2 009	2 117	41.1	55.0	8.4	9.4
61	1 198	2 000	2 120	2 228	2 348	45.0	59.0	9.4	10.5
73	1 433	2 394	2 537	2 666	2 809	48.6	63.0	11.2	12.4
85	1 669	2 787	2 954	3 104	3 271	50.8	65.0	13.0	14.2
91	1 787	2 984	3 163	3 323	3 502	55.0	69.0	14.0	15.3
109	2 140	3 574	3 788	3 981	4 195	57.9	72.0	16.7	18.1
121	2 376	3 968	4 205	4 419	4 657	60.7	75.0	18.6	20.1
127	2 494	4 164	4 414	4 638	4 888	65.0	79.0	19.5	21.0
139	2 729	4 558	4 831	5 076	5 349	65.9	82.0	21.3	23.1
151	2 965	4 951	5 248	5 515	5 811	67.4	83.0	23.2	25.0
163	3 200	5 345	5 665	5 953	6 273	70.6	87.0	25.0	26.9
187	3 672	6 132	6 499	6 829	7 197	75.0	93.0	28.7	31.0
199	3 907	6 525	6 916	7 268	7 658	77.1	93.0	30.5	32.5
211	4 143	6 919	7 333	7 706	8 120	80.5	97.0	32.4	34.6
223	4 379	7 312	7 750	8 144	8 582	83.1	103.0	34.2	37.0
241	4 732	7 902	8 376	8 802	9 275	85.0	103.0	37.0	39.6
253	4 968	8 296	8 793	9 240	9 737	86.9	103.0	38.8	41.1
265	5 203	8 689	9 210	9 678	10 198	90.5	111.0	40.6	43.7
283	5 557	9 280	9 835	10 335	10 891	92.1	111.0	43.4	46.3
301	5 910	9 870	10 461	10 993	11 584	95.0	113.0	46.2	49.0
313	6 146	10 263	10 878	11 431	12 046	96.6	118.0	48.0	51.5
337	6 617	11 050	11 712	12 308	12 969	100.4	125.0	51.7	55.9
349	6 853	11 444	12 129	12 746	13 431	101.5	125.0	53.5	57.5
367	7 206	12 034	12 755	13 403	14 124	105.0	125.0	56.3	59.8
379	7 442	12 428	13 172	13 841	14 586	106.5	130.0	58.1	62.3

表 A.1 (续)

钢丝 根数 n	截面积 A_c mm^2	破断荷载 P_b kN				裸索直径 D_0 mm	钢索直径 D mm	钢丝重 W_w kg/m	拉索重 W_c kg/m
		钢丝强度等级 MPa							
		1 670	1 770	1 860	1 960				
409	8 031	13 411	14 214	14 937	15 740	110.4	133.0	62.7	66.8
421	8 266	13 805	14 631	15 375	16 202	110.9	133.0	64.6	68.7
439	8 620	14 395	15 257	16 033	16 895	115.0	137.0	67.3	71.5
451	8 855	14 788	15 674	16 471	17 357	116.4	137.0	69.2	73.1
475	9 327	15 575	16 508	17 347	18 280	118.6	139.0	72.8	76.8
499	9 798	16 362	17 342	18 224	19 204	120.3	143.0	76.5	81.0
511	10 033	16 756	17 759	18 662	19 666	122.9	143.0	78.4	82.4
547	10 740	17 936	19 010	19 977	21 051	126.6	148.0	83.9	88.3
583	11 447	19 117	20 262	21 292	22 436	130.3	151.0	89.4	93.8
595	11 682	19 510	20 679	21 730	22 898	132.7	155.0	91.2	96.0
649	12 743	21 281	22 555	23 702	24 976	137.3	164.0	99.5	105.6

表 A.2 $\phi 7$ 钢索系列规格

钢丝 根数 n	截面积 A_c mm^2	破断荷载 P_b kN			裸索直径 D_o mm	钢索直径 D mm	钢丝重 W_w kg/m	拉索重 W_c kg/m
		钢丝强度等级 MPa						
		1 670	1 770	1 860				
37	1 424	2 378	2 520	2 649	49.0	63.0	11.1	12.3
55	2 117	3 535	3 746	3 937	57.5	72.0	16.5	17.9
61	2 348	3 920	4 155	4 366	63.0	77.0	18.3	19.8
73	2 809	4 692	4 973	5 225	68.0	82.0	21.9	23.5
85	3 271	5 463	5 790	6 084	71.2	87.0	25.5	27.4
91	3 502	5 848	6 199	6 514	77.0	93.0	27.4	29.5
109	4 195	7 005	7 425	7 802	81.1	97.0	32.8	34.9
121	4 657	7 777	8 242	8 661	84.9	103.0	36.4	39.0
127	4 888	8 162	8 651	9 091	91.0	109.0	38.2	40.9
139	5 349	8 933	9 468	9 950	92.2	111.0	41.8	44.7
151	5 811	9 705	10 286	10 809	94.4	113.0	45.4	48.3
163	6 273	10 476	11 103	11 668	98.8	118.0	49.0	52.1
187	7 197	12 018	12 738	13 386	105.0	125.0	56.2	59.7
199	7 658	12 790	13 555	14 245	108.0	128.0	59.8	63.4

表 A.2 (续)

钢丝 根数 n	截面积 A_c mm^2	破断荷载 P_b kN			裸索直径 D_0 mm	钢索直径 D mm	钢丝重 W_w kg/m	拉索重 W_c kg/m
		钢丝强度等级 MPa						
		1 670	1 770	1 860				
211	8 120	13 561	14 373	15 104	112.7	133.0	63.4	67.2
223	8 582	14 332	15 190	15 963	116.3	137.0	67.0	71.0
241	9 275	15 489	16 416	17 251	119.0	139.0	72.4	76.3
253	9 737	16 260	17 234	18 110	121.6	143.0	76.0	80.3
265	10 198	17 031	18 051	18 969	126.6	148.0	79.6	84.0
283	10 891	18 188	19 277	20 257	129.0	151.0	85.1	89.7
301	11 584	19 345	20 503	21 546	133.0	155.0	90.5	95.3
313	12 046	20 116	21 321	22 405	135.3	158.0	94.1	99.1
337	12 969	21 659	22 956	24 123	140.5	164.0	101.3	106.7
349	13 431	22 430	23 773	24 982	142.0	166.0	104.9	110.5
367	14 124	23 587	24 999	26 270	147.1	171.0	110.3	116.0
379	14 586	24 358	25 817	27 129	149.1	174.0	113.9	120.0
409	15 740	26 286	27 860	29 277	154.5	180.0	122.9	129.3
421	16 202	27 057	28 678	30 136	155.2	181.0	126.5	133.0
439	16 895	28 214	29 904	31 424	161.0	187.0	131.9	138.7
451	17 357	28 985	30 721	32 283	163.0	189.0	135.6	142.5
475	18 280	30 528	32 356	34 001	166.0	194.0	142.8	150.4
499	19 204	32 070	33 991	35 719	168.5	197.0	150.0	157.9
511	19 666	32 842	34 808	36 578	172.1	200.0	153.6	161.4
547	21 051	35 155	37 260	39 155	177.3	205.0	164.4	172.4
583	22 436	37 469	39 713	41 732	182.4	210.0	175.2	183.4
595	22 898	38 240	40 530	42 591	185.8	214.0	178.8	187.3
649	24 976	41 711	44 208	46 456	192.2	220.0	195.1	203.7

附 录 B
(规范性附录)

高密度聚乙烯护套钢丝拉索锚具主要尺寸

高密度聚乙烯护套钢丝拉索锚具主要尺寸见表 B.1、表 B.2。

表 B.1 $\phi 5$ mm 拉索系列锚具尺寸

规格型号	锚杯外径 B mm	锚杯长度 L_s mm	锚圈外径 C mm	锚圈高度 H mm	锚具重量 W kg	预留管尺寸 $\phi M \times t$ mm
37	130	300	165	70	28	$\phi 147 \times 4.5$
55	135	300	170	70	32	$\phi 152 \times 4.5$
61	140	300	180	70	34	$\phi 159 \times 4.5$
73	150	300	190	90	40	$\phi 168 \times 5$
85	165	335	210	90	50	$\phi 194 \times 9$
91	165	335	210	90	51	$\phi 194 \times 9$
109	175	340	225	90	58	$\phi 194 \times 5$
121	185	355	235	90	67	$\phi 219 \times 10$
127	185	365	235	90	67	$\phi 219 \times 10$
139	195	365	250	90	76	$\phi 219 \times 6$
151	200	380	255	90	79	$\phi 219 \times 6$
163	205	410	270	110	94	$\phi 245 \times 12$
187	225	430	305	110	120	$\phi 273 \times 11$
199	225	430	305	110	120	$\phi 273 \times 11$
211	225	430	305	110	120	$\phi 273 \times 11$
223	240	450	310	135	140	$\phi 273 \times 11$
241	245	450	315	135	147	$\phi 273 \times 9$
253	250	460	325	135	155	$\phi 273 \times 7$
265	250	460	325	135	155	$\phi 273 \times 7$
283	265	480	340	135	177	$\phi 299 \times 11$
301	270	510	350	135	192	$\phi 299 \times 8$
313	270	510	350	135	192	$\phi 299 \times 8$
337	285	520	380	155	231	$\phi 325 \times 10$
349	285	520	380	155	231	$\phi 325 \times 10$
367	285	520	380	155	231	$\phi 325 \times 10$
379	300	540	385	155	253	$\phi 325 \times 7.5$
409	305	555	405	180	287	$\phi 351 \times 12$

表 B.1 (续)

规格型号	锚杯外径 B mm	锚杯长度 L_s mm	锚圈外径 C mm	锚圈高度 H mm	锚具重量 W kg	预留管尺寸 $\phi M \times t$ mm
421	305	555	405	180	287	$\phi 351 \times 12$
439	310	575	405	180	297	$\phi 351 \times 12$
451	335	595	440	180	361	$\phi 377 \times 10$
475	325	585	420	180	329	$\phi 351 \times 8$
499	335	595	440	180	361	$\phi 377 \times 10$
511	340	610	445	200	387	$\phi 377 \times 10$
547	345	635	450	200	402	$\phi 377 \times 10$
583	360	645	475	200	452	$\phi 402 \times 10$
595	360	645	475	200	452	$\phi 402 \times 10$
649	375	695	485	220	513	$\phi 402 \times 9$

表 B.2 $\phi 7$ mm 拉索系列锚具尺寸

规格型号	锚杯外径 B mm	锚杯长度 L_s mm	锚圈外径 C mm	锚圈高度 H mm	锚具重量 W kg	预留管尺寸 $\phi M \times t$ mm
37	155	350	205	80	40	$\phi 179 \times 8.5$
55	175	350	220	90	59	$\phi 194 \times 5$
61	180	360	230	90	64	$\phi 203 \times 6$
73	190	370	245	90	71	$\phi 219 \times 8$
85	205	410	270	110	94	$\phi 245 \times 12$
91	210	410	275	110	99	$\phi 245 \times 10$
109	225	430	305	110	120	$\phi 273 \times 11$
121	240	450	310	135	140	$\phi 273 \times 11$
127	245	450	315	135	147	$\phi 273 \times 9$
139	250	460	325	135	155	$\phi 273 \times 7$
151	265	480	340	135	177	$\phi 299 \times 11$
163	270	510	350	135	192	$\phi 299 \times 8$
187	285	520	380	155	231	$\phi 325 \times 10$
199	300	540	385	155	253	$\phi 325 \times 7.5$
211	305	555	405	180	287	$\phi 351 \times 12$
223	310	575	405	180	297	$\phi 351 \times 12$
241	325	585	420	180	329	$\phi 351 \times 8$

表 B.2 (续)

规格型号	锚杯外径 B mm	锚杯长度 L , mm	锚圈外径 C mm	锚圈高度 H mm	锚具重量 W kg	预留管尺寸 $\phi M \times t$ mm
253	335	595	440	180	361	$\phi 377 \times 10$
265	340	610	445	200	387	$\phi 377 \times 10$
283	345	635	450	200	402	$\phi 377 \times 10$
301	360	645	475	200	452	$\phi 402 \times 10$
313	365	655	480	200	466	$\phi 402 \times 10$
337	375	695	485	220	513	$\phi 402 \times 9$
349	385	710	505	220	569	$\phi 426 \times 12$
367	390	715	510	220	577	$\phi 426 \times 12$
379	400	725	530	220	627	$\phi 450 \times 12$
409	415	755	540	245	703	$\phi 450 \times 10$
421	420	775	545	245	728	$\phi 450 \times 10$
439	425	785	560	245	758	$\phi 465 \times 10$
451	430	790	560	245	775	$\phi 465 \times 10$
475	445	815	580	265	861	$\phi 480 \times 10$
499	455	830	600	265	924	$\phi 500 \times 12$
511	460	835	605	265	956	$\phi 500 \times 10$
547	470	880	610	265	1 019	$\phi 500 \times 10$
583	490	905	640	310	1 177	$\phi 530 \times 10$
595	495	910	645	310	1 206	$\phi 530 \times 10$
649	515	940	670	310	1 333	$\phi 550 \times 10$