



团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

悬索桥密封吊索技术规程

Technical specification for suspension bridge full locked cable

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2023.8.14）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国交通运输协会 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 2

 3.1 术语、定义 2

 3.2 符号 2

4 分类、结构形式与型号 2

 4.1 分类 2

 4.2 结构形式 3

5 设计 6

 5.1 一般规定 6

 5.2 结构与构造 6

 5.3 结构验算 6

6 技术要求 9

 6.1 材料 9

 6.2 外观及尺寸偏差 9

 6.3 性能 10

 6.4 工艺 10

7 试验方法 11

 7.1 材料 11

 7.2 外观及索体测量 12

 7.3 性能 12

8 检验规则 13

9 标志、包装、运输和储存 14

 9.1 标志 14

 9.2 包装 14

 9.3 运输 15

 9.4 储存 15

10 密封吊索的安装与养护 15

 10.1 安装要求 15

 10.2 安装后的检查 16

 10.3 养护与维修 16

附录 A 17

 （规范性） 17

索体用钢丝技术要求 17

附录 B （规范性附录） 22

索体类别、直径和级的最小破断拉力表 22

前 言

本文件按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）的规定编制。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中交第二公路勘察设计研究院有限公司，贵州钢绳股份有限公司，湖北省交通规划设计院股份有限公司，上海浦江缆索股份有限公司，华中科技大学。

本文件主要起草人：刘新华、张成宇、陈楚龙、骆治安、陆萍、朱玉、张坤、吴丽、丁少凌、沈文爱、宗昕、李秋、彭晓彬、黄冬芳、姚斌、付坤、徐欣、胡锦、胡邮邮、卢冲、丁德豪、杨兴、许健、欧阳泽卉、袁勤、李杰。

悬索桥密封吊索技术规程

1 范围

本文件规定了悬索桥用密封吊索的分类、结构形式与型号，设计，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输和贮存，安装与养护等要求。
本文件适用于悬索桥销接式密封吊索。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 238	金属材料 线材 反复弯曲试验方法
GB/T 239.1	金属材料 线材 第1部分：单向扭转试验方法
GB/T 467	阴极铜
GB/T 470	锌锭
GB/T 699	优质碳素结构钢
GB/T 700	碳素结构钢
GB/T 1220	不锈钢棒
GB/T 1591	低合金高强度结构钢
GB/T 1839	钢产品镀锌层质量试验方法
GB/T 2104	钢丝绳包装、标志及质量证明书的一般规定
GB/T 3077	合金结构钢
GB/T 4162	锻轧钢棒超声检测方法
GB/T 4237	不锈钢热轧钢板和钢带
GB/T 4354	优质碳素钢热轧盘条
GB/T 5796.1	梯形螺纹 第1部分：牙型
GB/T 6402	钢锻件超声检测方法
GB/T 7233.1	铸件 超声检测 第1部分：一般用途铸件
GB/T 8358	钢丝绳 实际破断拉力测定方法
GB/T 8706	钢丝绳 术语、标记和分类
GB/T 9439	灰铸铁件
GB/T 9443	铸钢铸铁件 渗透检测
GB/T 9444	铸钢铸铁件 磁粉检测
GB/T 11352	一般工程用铸造碳钢件
GB/T 12689	锌及锌合金化学分析方法
GB/T 14408	一般工程与结构用低合金钢铸件
GB/T 14647	氯丁橡胶
GB/T 21965	钢丝绳 验收及缺陷术语
GB/T 22315	金属材料 弹性模量和泊松比试验方法
GB/T 24191	钢丝绳 实际弹性模量测定方法
GB/T 29086	钢丝绳 安全使用和维护
GB/T 33084	大型合金结构钢锻件 技术条件
GB/T 38818	悬索桥吊索用钢丝绳
GB 50017	钢结构设计标准
JB/T 4730.4	承压设备无损检测 第4部分 磁粉检测

JB/T 6402	钢锻件超声检测方法
JT/T 449	公路悬索桥吊索
JTG D60	公路桥涵设计通用规范
JTG D64	公路钢结构桥梁设计规范
JTG/T D65-05	公路悬索桥设计规范
YB/T 5295	密封钢丝绳

3 术语、定义和符号

3.1 术语、定义

GB/T 8706和JT/T 449界定的术语和定义适用于本文件。

3.1.1 吊索 suspender

由索体和锚具等零部件组成的在工程结构中承受拉力的构件。

3.1.2 密封索 full cable body

以全密封钢丝绳作为索体，外层不需制作PE护套，并通过热铸或冷铸方式与锚具固结形成的拉索。

3.1.3 密封吊索 full locked cable

采用密封索的悬索桥用吊索。

3.1.4 锚具 anchorage

索体端部用于与相邻构件锚固并传递和保持索力的连接装置。

3.1.5 索体公称直径 nominal diameter of cable

索体外接圆直径的名义尺寸。

3.1.6 钢丝绳级 rope grade

用数值表示的要求达到的钢丝绳破断拉力水平。

注：这并不意味着钢丝绳中所有钢丝的实际抗拉强度级必须就是该级别。

3.1.6 不圆度 out of roundness

钢丝绳同一截面测量的最大差值与索体公称直径之比为不圆度。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

F_{ptk} —索体材料抗拉强度标准值

P_b —索体的公称破断力

4 分类、结构形式与型号

4.1 分类

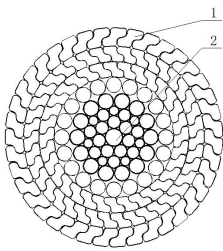
4.1.1 按照索体钢丝绳级分类，分为1670级、1770级、1860级、1960级。

4.1.2 按照索体结构进行分类，分类见表1。

表 1 索体分类

类别	Z形钢丝层数
WSC - Z	1
WSC - ZZ	2
WSC -ZZZ及WSC -三层Z型丝以上	3（4、5）
注：WSC表示索体中绳芯是金属股芯	

密封索断面结构示意图见图1。



说明：1——Z 型丝 ； 2——圆丝

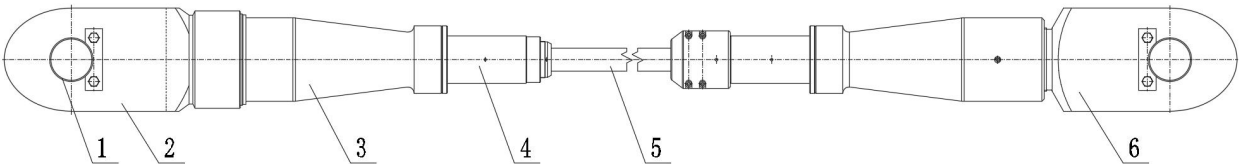
图1 索体断面结构示意图

4.2 结构形式

4.2.1 吊索

4.2.1.1 普通吊索

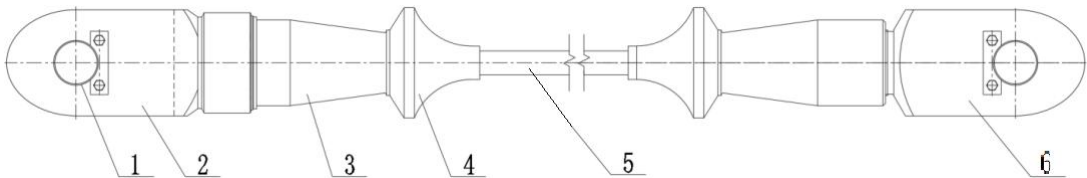
普通吊索由销轴、上端叉耳、锚杯、缓冲器、索体、下端叉耳组成，其结构示意图见图 2、图 3。



说明：

1——销轴（衬套/关节轴承）；2——上端叉耳；3——锚杯；4——缓冲器；5——索体；6——下端叉耳。

图 2 普通吊索组成示意图 1



说明：

1——销轴（关节轴承）；2——上端叉耳；3——锚杯；4——缓冲器；5——索体；6——下端叉耳。

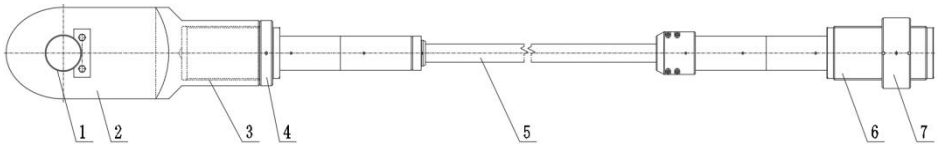
图 3 普通吊索组成示意图 2

条文说明：

在吊索中采用缓冲器，有阻弯和减少吊索振动的作用，可有效减少吊索索体在锚杯合金固接锥体根部的小曲率半径弯折，提高吊索疲劳特性，且具有阻止雨水进入锚杯内部的作用。

4.2.1.2 张拉式吊索

张拉式吊索可分为承压式吊索和可调式吊索。承压式吊索由销轴、上端叉耳、固定端锚杯、锁紧螺母、索体、张拉端锚杯、螺母组成，其结构示意图见图 4。

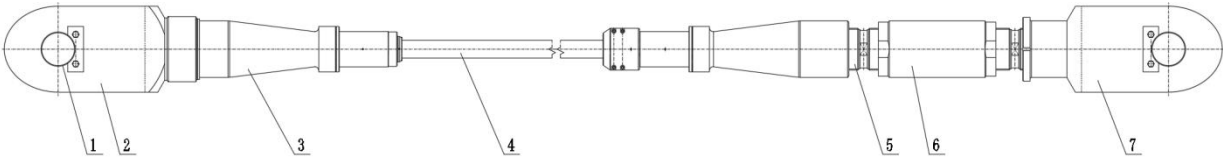


说明：

- 1——销轴（关节轴承）；2——上端叉耳；3——固定端锚杯；4——锁紧螺母；5——索体；
6——张拉端锚杯；7——螺母。

图 4 承压式吊索组成示意图

可调式吊索由销轴、上端叉耳、锚杯、索体、螺杆、调节筒、下端叉耳组成，其结构示意图见图 5。



说明：

- 1——销轴（关节轴承）；2——上端叉耳；3——锚杯；4——索体；5——螺杆；
6——调节筒；7——下端叉耳。

图5 可调式吊索组成示意图

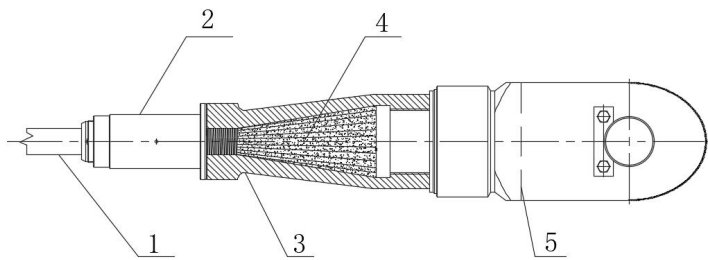
条文说明：

张拉式吊索分为承压式和可调式两种结构，其特点是通过在加劲梁端的螺母或调节筒的螺纹，可以实现吊索索长和索力调整，具有较好容错能力，尤其是可调式结构适用于中央扣扣索，通过调整索力实现拉索刚度调整，承载式结构梁端在桥面板以下，受力条件好，配合球面轴承，可以改善短吊索的受力条件，提高疲劳性能。

4.2.2 锚具

按结构布局，锚具可分为普通吊索锚具、张拉式吊索锚具。

普通吊索锚具由叉耳、销轴、锚杯、缓冲器和密封组件构成，具体见图 6；

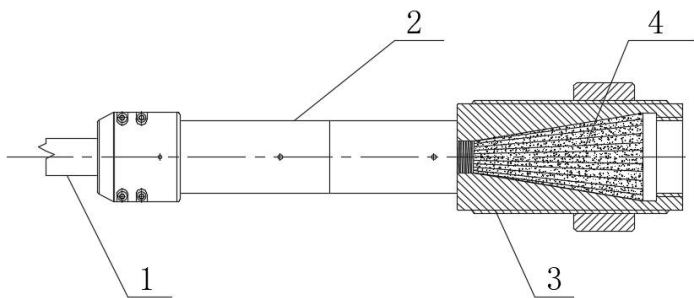


说明：

- 1——索体；2——缓冲器及密封组件；3——锚杯；4——铸体材料；5——叉耳。

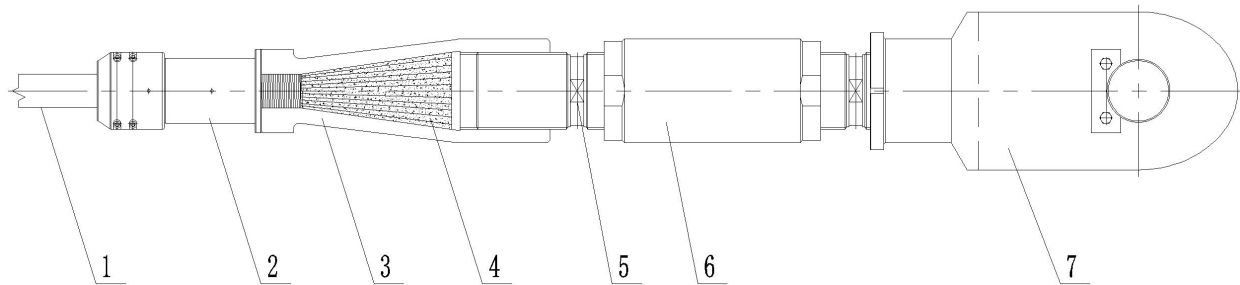
图6 普通吊索锚具组成示意图

张拉式吊索锚具由（外螺纹锚杯、螺母）或叉耳、销轴、调节筒、调节螺杆、缓冲器和密封组件构成，具体见图 7、图 8；



说明：
1——索体；2——缓冲器；3——锚杯；4——铸体材料。

图7 张拉式（承压式）吊索锚具组成示意图



1——索体；2——缓冲器；3——锚杯；4——铸体材料；5——螺杆；6——调节筒；7——叉耳。

图8 张拉式（可调式）吊索锚具组成示意图

4.2.3 密封吊索型号

密封吊索型号示例方法见图 8。

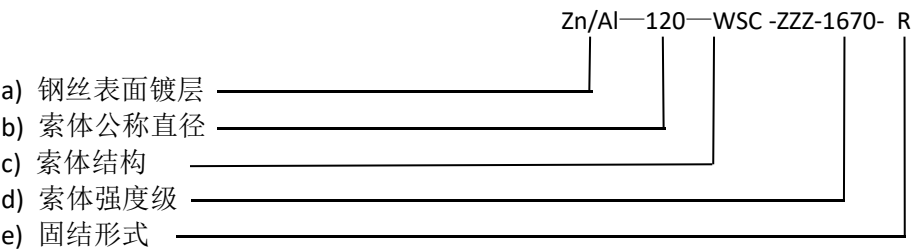


图 8 密封吊索型号示例

示例：

密封吊索无护层，索体表面镀层为锌铝合金镀层，直径为 120mm，3 层 Z 形钢丝，索体级别为 1670 级，锚具为热铸锚(R 型)的密封吊索，表示为 Zn/Al—120—WSC—ZZZ—1670—R。

4.2.4 锚具固结形式

索体的两端视工程结构需要可选配表 2 中所列的锚具固结形式，常用锚具固结形式代号应符合表 2 的规定。

表 2 锚具固结形式代号

锚具分类	代号
冷铸	L
热铸	R

5 设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 短吊索长度的确定应考虑由于主缆和加劲梁之间的相对位移所产生的附加应力的影响。
- 5.1.2 在吊索下料制造前，应根据实际空缆线形、加劲梁实际重量及吊索实测弹性模量，对吊索的无应力长度进行修正。
- 5.1.3 吊索设计应考虑换索的需要。

5.2 结构与构造

- 5.2.1 密封吊索与主缆、加劲梁连接宜采用销接式。
- 5.2.2 可在短吊索或对耳板平面外存在较大转角节点，在销轴和耳板之间宜设置关节轴承。
- 5.2.3 在锚杯与吊索、叉形耳板的连接处，应采用密封材料、密封圈、密封压环等进行密封处理。
- 5.2.4 锚杯内壁宜设置半圆形止退槽，如图 9 所示。

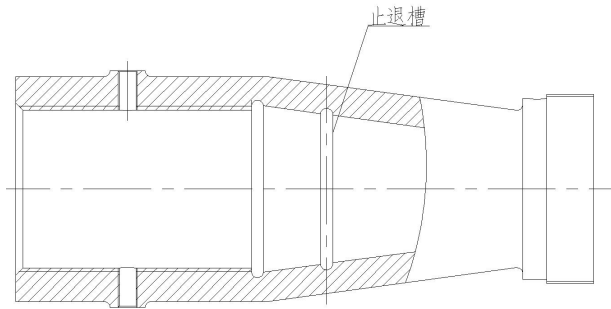


图 9 止退槽示意

- 5.2.5 下端锚具应做泄排水孔系统处理，套筒内宜采用发泡材料填充，密封胶宜使用耐候结构胶，如图 10 所示。

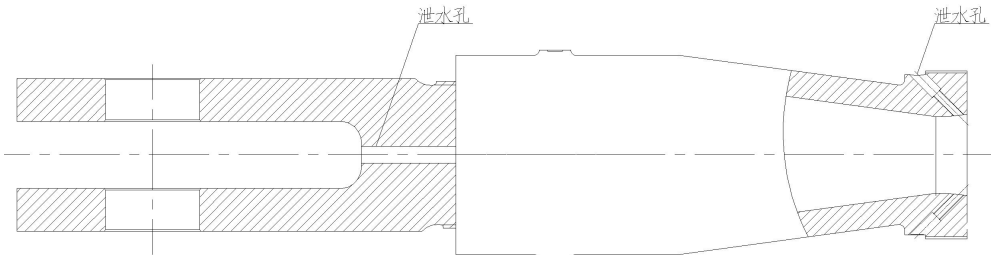


图 10 泄水孔示意

- 5.2.6 销接式吊索的锚头、叉形耳板、销轴之间，以及吊索销轴与索夹的耳板之间，应确定适宜的公差和配合。
- 5.2.7 吊索长度超过 20m 时，同一索夹的吊索之间宜设置减振架。
- 5.2.8 销接式吊索可设置长度调节构造。对于用作中央扣的斜向密封吊索，宜采用调节量较大的调节套筒串联。

5.3 结构验算

- 5.3.1 销接式密封吊索的抗拉强度及疲劳验算
 - 5.3.1.1 密封吊索承载力计算应满足式（1）的要求。

$$\gamma_0 N_d \leq f'_{dd} = \frac{f'_k}{\gamma_R} \dots \dots \dots (1)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数，按《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）要求选取；

N_d ——轴向拉力设计值（N）；

f'_{dd} ——密封吊索最小破断力设计值（N）；

f'_k ——密封吊索最小破断力（N）；

γ_R ——吊索材料强度分项系数，销接式吊索取 2.2。

5.3.1.2 大修状况（更换吊索）下相邻吊索的承载力计算，密封吊索应满足式（2）的要求。

$$\gamma_0 N_d \leq f'_{xd} = \frac{f'_k}{\gamma_x} \dots \dots \dots (2)$$

式中： f'_{xd} ——大修状况下密封吊索最小破断力设计值（N）；

γ_x ——大修状况下吊索材料强度分项系数，销接式吊索取 1.33。

5.3.1.3 施工过程中，密封吊索承载力应满足式（3）的要求。

$$\gamma_0 N_d \leq f'_{sgd} = \frac{f'_k}{\gamma_{sg}} \dots \dots \dots (3)$$

式中： f'_{sgd} ——施工过程中密封吊索最小破断力设计值（N）；

γ_{sg} ——施工过程中吊索材料强度分项系数，销接式吊索取 1.1。

5.3.1.4 密封吊索的抗疲劳设计应符合 JTG D64 的规定。

5.3.1.5 密封吊索疲劳抗力设计时，疲劳抗力根据缆索的疲劳强度曲线和疲劳细节构造分类分别从图 11 和表 3 中查取。

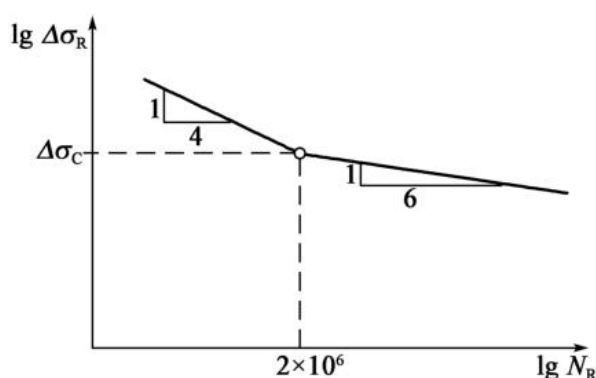


图 11 缆索构件的疲劳细节曲线

表 3 缆索构件的疲劳细节

受拉构件类型	疲劳细节 $\Delta\sigma_C$ (MPa)
密封索	150

注：采用疲劳荷载模型 I 时， $\Delta\sigma_D = \left(\frac{2}{5}\right)^{1/6} \Delta\sigma_C = 0.858 \Delta\sigma_C$

式中：

$\Delta\sigma_D$ ——正应力常幅疲劳极限（MPa）

$\Delta\sigma_C$ ——疲劳细节（MPa）

5.3.2 吊索锚头验算

5.3.2.1 锚头锚杯内钢丝锚固长度应满足锚固长度要求，铸锚可按式（4）计算。

$$l_{sae} \geq \frac{0.625f_k}{\lambda} d_w \dots\dots\dots (4)$$

式中： l_{sae} ——钢丝在锚杯内的锚固长度（mm）如图 11 所示；

f_k ——密封绳 Z 形钢丝抗拉强度标准值（MPa）

λ ——单根钢丝与铸体材料在单位面积上的附着强度；无试验资料时，铸体材料为热铸料，可取 $\lambda = 25\text{MPa}$ ；铸体材料为冷铸料，可取 $\lambda = 18\text{MPa}$ ；

d_w ——钢丝直径（mm）

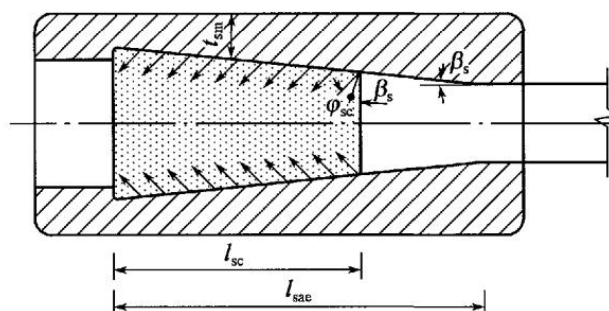


图 12 锚杯与铸体材料相互作用示意图

异形钢丝截面近似圆截面直径 d_w 取值参照表 4：

表 4 异形钢丝截面近似圆截面直径取值参照表

密封索公称直径 (mm)	Z 型钢丝系列	截面积 (mm ²)	类比圆钢丝当 量直径 d_w (mm)
$D \leq 40$	Z3	7.07	3.00
$40 < D \leq 60$	Z4	12.57	4.00
$60 < D \leq 80$	Z5	19.63	5.00
$80 < D \leq 100$	Z6	28.27	6.00
$100 < D \leq 120$	Z7	39.59	7.10

5.3.2.2 锚杯的承载能力极限应按式（5）计算，锚杯与铸体材料相互作用示意如图 9 所示。

$$\gamma_0 \sigma_t \leq f_d \dots\dots\dots (5)$$

式中 σ_t ——锚杯的环向应力设计值（MPa）；

f_d ——锚杯材料的抗拉强度设计值（MPa）。

5.4.3.3 锚杯的环向应力设计值可按式（6）和式（7）计算。

$$\sigma_t = \frac{F_t}{l_{sc} t_{sm}} \dots\dots\dots (6)$$

$$F_t = \frac{N_d}{2\pi \tan(\varphi_{sc} + \beta_s)} \dots\dots\dots (7)$$

式中： l_{sc} ——锚杯内铸体材料的有效长度（mm）， $l_{sc} = \frac{2}{3} l_{sae}$ ；

F_t ——锚杯环向拉力设计值（N）；

t_{sm} ——铸体材料有效长度锚杯的平均壁厚（mm）；

N_d ——吊索拉力组合设计值（N）；

φ_{sc} ——锚杯内铸体上压力线与锚杯内锥面母线的夹角；铸体材料为热铸料时，可取 $\tan \varphi_{sc} = 0.2$ ；铸体材料为冷铸料时，可取 $\tan \varphi_{sc} = 0.45$ ；

β_s ——锚杯内锥面母线与轴线的夹角， $\tan \beta_s = 1/8 \sim 1/12$ ；铸体材料为热铸料时，斜度宜取高

值；铸体材料为冷铸料时，斜度宜取低值。

5.4.3.4 耳板和销轴的设计承载力应不小于吊索内力设计值的 1.25~1.5 倍。

对于一旦节点破坏会引起相连构件的连续性失效,导致结构局部甚至整体出现承载力问题的重要耳板节点,其设计承载力应不小于吊索的设计承载力,且其极限承载力对于钢索宜不小于标称破断力。

对于承受疲劳荷载的耳板式节点,其耳板、销轴和焊缝等应满足疲劳设计要求。

对于承载力验算或者构造尺寸不满足要求、因厚度等原因材料强度难以确定、因形式特殊等原因受力特别复杂的特殊耳板式节点,应进行弹塑性有限元分析,必要时应补充节点模型试验,确定其设计承载力。

5.4.3.5 对叉形耳板,应按 JTG D64 进行平行受拉方向、垂直受拉方向的应力验算,还应按 GB 50017 对孔壁承压、应力集中构建进行验算。

5.4.3.6 销轴应按 GB 50017 进行剪切、弯拉、扭转以及局部承压验算。

5.4.3.7 构件强度验算除应符合本条规定外,尚应符合 JTG D64 的规定。

6 技术要求

6.1 材料

6.1.1 索体材料

索体钢丝绳级对应制绳前钢丝的抗拉强度级应符合表5的规定,其他指标要求应符合附录A的规定。

表5 钢丝绳级对应制绳前钢丝的抗拉强度级

钢丝绳级	钢丝公称抗拉强度级范围 (N/mm ²)
1670	1470-1870
1770	1570-1960
1860	1670-2060
1960	1770-2160

6.1.2 锚具材料

叉耳、销轴、调节螺杆、调节套筒、螺母等采用锻件,锚杯采用铸件,其余零件采用优质碳素结构钢。

采用优质碳素结构钢制作的锚具,其材料性能应符合GB/T 699中的规定;采用合金结构钢的,其材料性能应符合GB/T 3077、GB/T 1591中的规定;采用不锈钢的,其材料性能应符合GB/T 1220中的规定;采用铸钢件的,其材料性能应符合GB/T 14408、JB/T6402中的规定;采用锻件的,其材料性能应符合GB/T33084中的规定。

6.1.3 填料材料

密封索吊索集成时填料材料宜采用热铸固填料,热铸固填料为锌铜合金,其中锌含量为(98 ± 0.2)%,应符合 GB/T470 的规定;铜含量(2 ± 0.2)%,应符合 GB/T467 的规定。也可采用无固体填充物的环氧树脂(如 WIRELOCK 或同等材料)浇铸。

6.1.4 其他构件

6.1.4.1 锚具保护罩宜采用碳素结构钢或不锈钢制作,材质应符合GB/T700或GB/T4237 的规定。

6.1.4.2 防护罩宜采用铸铁或不锈钢,材质应符合GB/T9439 或GB/T 4237的规定。

6.1.4.3 密封罩宜采用优质碳素钢或不锈钢,材质应符合GB/T699 或GB/T4237的规定。

6.1.4.4 采用橡胶缓冲器时,宜采用乙丙橡胶或氯丁橡胶,其性能应符合设计要求,执行GB/T14647 《氯丁橡胶》 标准。

6.2 外观及尺寸偏差

6.2.1 外观

密封吊索索体表面整洁、光滑，不应有目视可见的损伤、跳丝，锚具表面没有影响使用性能的划痕、裂纹，镀层无滴流、粗糙和锌刺等缺陷

6.2.2 长度

密封吊索长度小于或等于50m时，误差为 $\pm 15\text{mm}$ ；吊索长度大于50m且小于或等于100m时，误差为 $\pm 20\text{mm}$ ；吊索长度大于100m时，误差为吊索长度的 $\pm 1/5000$ 。

6.2.3 直径和不圆度

索体实测直径允许偏差为公称直径的0%~3%。索体不圆度应不大于公称直径的3%。

6.3 性能

6.3.1 弹性模量

密封吊索弹性模量不宜小于 $1.55 \times 10^5 \text{MPa}$ 。密封吊索弹性模量应采用预张拉后实测值，设计取值宜为 $(1.60 \pm 0.05) \times 10^5 \text{MPa}$ 。

6.3.2 静载性能

密封吊索的静载破断载荷不应小于索体最小破断拉力($F_{\min}$)的95%；其最大力下的延伸率不应小于2%，锚具无损坏。

6.3.3 吊索疲劳性能

密封吊索应进行疲劳性能试验，试验后，试验索的断丝面积总和不大于索体钢丝总面积的5%，锚具无损坏。

6.3.4 超张拉及回缩量

吊索制作完成后，应取最小破断力的55%进行超张拉检验，张拉后冷铸锚锚塞回缩值应小于6mm，热铸锚锚塞回缩值应小于锚具锥体长度的2%。

6.4 工艺

6.4.1 索体质量

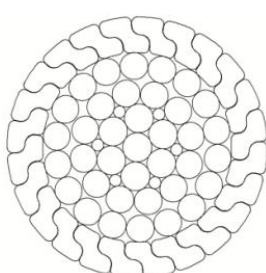
索体应捻制均匀、紧密，索体内钢丝不应有交错、折弯、单丝凸起和断丝等制造缺陷。钢丝表面可有因捻制用工艺装备造成的轻微压痕。

索体中钢丝不应存任何形式的接头。

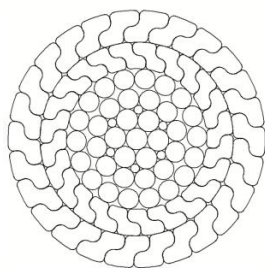
索体不宜涂覆或填充任何类型的油脂、油膏。

6.4.2 索体结构

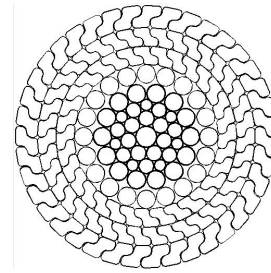
索体结构包括将一层Z型密封索体、一层Z型密封索体、三层及以上Z型密封索体的断面图如图13所示。



WSC-Z 密封索体典型结构图



WSC-ZZ 密封索体典型结构图



WSC-ZZZ 密封索体典型结构图

图13 索体结构断面图

6.4.3 索体强度级别

索体强度级别应符合表B.1~表B.3的规定。

6.4.4 钢丝镀层

钢丝镀层可采用锌、锌铝稀土合金或锌铝镁。索体内的钢丝应全部具有相同镀层。

6.4.5 索体参考重量

索体的参考重量，用 $\text{kg}/100\text{m}$ 表示，并按式(8)计算：

$$M=W \cdot D^2 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中： M —— 索体单位长度的参考重量，单位： kg/100m；
 D —— 索体的公称直径，单位： mm；
 W —— 某一结构类别索体公称长度参考重量系数，单位： kg/100m · mm²， W 值见表 6 给出的系数。

表 6 索体参考重量系数和最小破断拉力系数

索体类别		钢芯索体	
		重量系数 W	最小破断拉力系数 K
一层 Z 形钢丝		0.576	0.585
二层 Z 形钢丝		0.586	0.608
三层 Z 形钢丝及三层 Z 形钢丝以上	$40 \leq D < 102$	0.622	0.630
	$102 \leq D \leq 200$	0.629	0.637

6.4.6 索体预张拉

索体应进行预张拉，索体每次张拉施加的力值不小于索体最小破断拉力的55%，预张拉次数不少于2次，每次预张拉持荷时间不小于60分钟。

6.4.7 索体破断拉力

索体破断拉力的测定值 (F_m) 应不低于表B.1～表B.3的规定，表中未列直径索体最小破断拉力按式(9)计算：用kN表示，

$$F_{min} = K \cdot D^2 \cdot R_o / 1000 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中： F_{min} —— 索体最小破断拉力，单位： kN；
 D —— 索体公称直径，单位： mm；
 R_o —— 索体级强度别；
 K —— 与索体类别对应的最小破断拉力系数， K 值见表 5；

6.4.8 锚具硬度

锚具硬度、硬度允许偏差应符合6.1.2的要求。

6.4.9 锚具表面防护处理

锚具表面应进行防腐处理，若采用镀锌，则镀锌层厚度应为10um-40um，镀层应光滑，无滴流、粗糙和锌刺，无起皮、漏镀等缺陷。

6.4.10 锚具探伤

锚具的主要受力部件不得采用焊接件，应进行超声检测和磁粉检测。

采用锻件的锚具部件，超声检测等级应符合GB/T 6402中的A级规定，磁粉检测应符合JB/T 4730.4中的Ⅱ级规定。

采用铸钢的锚具部件，超声检测等级应符合GB/T 7233中的2级规定，表面检测可采用磁粉检测或渗透检测，磁粉检测应符合GB/T 9444中的2级规定，渗透检测应符合GB/T 9443中的LP2或AP2级规定。

7 试验方法

7.1 材料

7.1.1 索体材料

索体材料的试验应按照附录 A 规定的方法进行。

7.1.2 锚具

锚具的主要受力部件试验方法按表 7 的要求进行。

表 7 锚具主要受力构件试验方法

序号	项目	试验方法
1	超声波检测	GB/T 7233.1/GB/T 6402
2	磁粉检测	GB/T 9444
3	外形尺寸	游标卡尺测量
4	螺纹尺寸	螺纹规检查
5	表面硬度	GB/T 231.1

7.1.3 锚固填料

锚具热铸填用锌铜合金锭应抽样进行化学成分分析，试验方法按照 GB/T 12689 规定的方法进行。

7.2 外观及索体测量

7.2.1 外观

索体、吊索外观、锚具外观、索体与锚具连接处用目测检查。

7.2.2 吊索长度

7.2.2.1 成品吊索无应力索长测量可采用经超张拉检验后的成品吊索，加载至20%的索体公称破断拉力时测量吊索长度，然后再换算成无应力时的吊索长度。换算公式见式(10)：

$$L_0 = L / (1 + P/EA) + \Delta \dots\dots\dots (10)$$

式中：

L_0 ——无应力时的吊索长度，单位为毫米(mm)；

L ——工作长度，载荷20%张拉力时的吊索长度，单位为毫米(mm)；

P ——20%的索体公称破断拉力，单位为牛(N)；

EA ——吊索的抗拉刚度，单位为牛(N)；

Δ ——温度修正值。

7.2.2.2 成品吊索指定应力、温度下的索长测量可采用经超张拉检验后的成品吊索，加载至指定应力时测量吊索长度，并进行温度修正。

7.2.3 索体直径

7.2.3.1 索体直径应用带有宽钳口的游标卡尺测量。

测量应在无张力的情况下，在索体端头的直线部位上相距至少1m的两截面上进行，并在同一截面相互垂直的方向上测取两个数值。

四个测量结果的算术平均值作为索体的实测直径，该值应符合6.2.3的规定。

对于直径小于等于40mm的索体，测量仪器的最小分度值应不超过0.02mm。对于直径大于等于40mm的索体，测量仪器的最小分度值应不超出0.05mm。

7.2.3.2 索体不圆度应符合6.2.3的规定。

7.2.4 吊索及锚具尺寸

吊索及锚具尺寸按机械制造常规方法用激光测距仪、卷尺、直尺、游标卡尺、螺旋千分尺和塞环规等量具检验。锚具螺纹按GB/T 5796.1的规定检验。

7.3 性能

7.3.1 弹性模量

密封吊索的弹性模量测定应在预张拉后的试验索上进行。测定密封吊索弹性模量的加载范围为 $0.1 f_{ptk} \sim 0.4 f_{ptk}$ 。先预拉至 $0.45 f_{ptk}$ ，持荷10min后卸载至 $0.1 f_{ptk}$ ，持荷5min后再加载，每级荷载 $0.05 f_{ptk}$ ，并持荷5min后测读标距范围内的索长变化。弹性模量试验应按GB/T 22315规定。

7.3.2 静载

7.3.2.1 静载试验索的索体自由长度不应小于3m，试验吊索根数不应少于三根。

7.3.2.2 加载由 $0.1 P_b$ 开始, 每级 $0.1 P_b$, 持荷5min, 加载速度不大于100MPa/min, 逐级加载至 $0.8 P_b$; 持荷30min后继续加载, 每级 $0.05 P_b$, 持荷5min, 加载速度不大于100MPa/min, 逐级加载至 $0.95 P_b$; 如延伸率未达到2%, 则应继续加载, 直到延伸率足2%的要求。

7.3.2.3 在试验索上划出标距, 标距长度不应小于2000mm, 在每级持荷结束时, 量测标距范围内吊索的长度变化, 精确至0.5mm。

7.3.3 超张拉及回缩量

7.3.3.1 测试使用液压千斤顶或拉力试验机作为加载装置, 加载精度在测定范围内要保持在 $\pm 2\%$ 以内。

7.3.3.2 测试时将吊索置于台座中, 逐渐加载至超张拉力的10%, 检查加载装置及吊索连接系统准确可靠后, 继续缓慢分5级加载至超张拉力, 加载速率不应大于100MPa/min。

7.3.3.3 测试过程中, 如有需要, 可以分级测量不同荷载下的吊索伸长量。

7.3.3.4 冷铸锚和热铸锚均应采用超张拉试验对锚塞回缩量进行检验。

7.3.3.5 锚塞回缩量试验应与超张拉试验同时进行。试验应按照JT/T 449的规定执行。

7.3.3.6 对于冷铸锚, 在锚具尾部选三个钢丝镦头; 对于热铸锚, 则在热铸合金形成的锚塞外露面选取三个测量点; 这三个镦头或测量点至锚具中心的距离应大致相等, 并互成 120° 。

7.3.4 索体重量的测量

索体的总重量包括索体、卷轴和包装材料的重量, 应用衡器测量, 用kg表示。

计算索体单位重量时, 用索体净重量除以索体实测长度。索体实测单位重量用kg/m表示。

7.3.5 索体非弹性变形率

索体非弹性变形率测量时, 每道次样本长度在给索体施加5%最小破断力状态下测量。索体非弹性变形率按式(3)计算:

$$S_n = [(L_n - L_{n-1}) / L_{n-1}] \times 1000\% \quad (3)$$

式中: S_n ——预张拉时第N次施加载荷结束后索体非弹性变形率;

L_n ——预张拉时第N次施加载荷结束后测量的样本长度, 单位: mm;

L_{n-1} ——预张拉时第N-1施加载荷结束后测量的样本长度, 单位: mm。

7.3.6 破断拉力的测定

每批索体中同规格的索体至少取1个样测试整绳破断拉力, 其测定方法按GB/T8358的规定。

7.3.7 疲劳试验

7.3.7.1 允许以较小规格的试验索进行模拟试验, 但其型式和类别必须相同。试验索索体自由长度不应小于3m, 试验拉索根数不应少于三根。

7.3.7.2 先加1.2倍设计荷载的静载并持荷10min后卸载。然后用脉冲荷载加载, 应力上下限值根据供需双方商定进行, 若设计没有提出明确要求, 密封吊索可按应力上限达 $0.35 f_{ptk}$, 应力幅值150MPa的要求进行。脉冲频率不大于5Hz, 在200万次脉冲加载后, 试验索的断丝面积总和不大于是索体钢丝总面积的5%, 即为合格。

7.3.7.3 如有断丝发生, 应记录断丝部位及根数以及当时的脉冲计数。

7.3.7.4 疲劳试验后, 索体无明显损伤, 锚具能正常使用。

8 检验规则

8.1.1 出厂检验

每根吊索产品均要进出厂检验。出厂检验应符合表7的规定。出厂检验项目中任意一项不合格者, 该根吊索即视为不合格产品。

8.1.2 型式检验

8.1.2.1 检验条件

凡属于下列情况之一者, 应进行型式检验。

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 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;
- 定期或积累一定产量后, 每三年进行一次检验;

- 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；
- f) 用户要求进行型式检验时；
- g) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

8.1.2.2 检验项目

型式检验项目应符合表 8 的规定。

8.1.2.2 组批和抽样

型式检验时，每一批产品是指同一批原材料，用同一种工艺一次投料生产的同一种吊索产品，每生产批抽取 3 根吊索进行试验。

8.1.2.3 检验结果的判定

型式检验中如有一项不合格项目时，应再抽取 3 根吊索对该项目进行复验，如仍有一项不合格者，则评定该批产品型式检验不合格。

表 8 检验项目及要

序号	检验项目	抽样规定	出厂检验	型式检验
1	密封吊索索体	直径及不圆度	每根	√
2		非弹性变形率	1根/每批	—
3		破断拉力	1根/每批同规格	√
4	密封吊索	吊索长度	每根	√
5		吊索外观	每根	√
6		静载试验	1根/每批	—
7		动载试验	1根/每批	—
8		弹性模量	1根/每批	—
9		超张拉	每根	√
10		锚塞回缩量	每批	√
11		表面防护处理	每套	√
12	锚具	超声波探伤	每套	√
13		磁粉探伤	每套	√
14		冷铸填量强度	每套	√
15		硬度	每套	√
16		外观尺寸	每套	√
17		螺纹	每套	√

注：“—”为非检验项目。“√”为检验项目。

9 标志、包装、运输和储存

9.1 标志

- 9.1.1 在每根吊索的两端锚具处，应标明该索编号和规格型号。
- 9.1.2 每根吊索均挂有合格证，其上注明：制造厂名和厂址、工程名称、生产日期、吊索编号、型号规格长度和重量、产品标准号，合格证标牌应牢固地系于包装层外的两端锚具处。

9.2 包装

9.2.1 索体包装

索体的包装、标志和质量证明书按GB/T 2104的规定。

9.2.2 密封索包装

9.2.2.1 成盘包装

规格较大或长度较长的密封索可采用成盘包装，钢质索盘筒径不应小于 28 倍的密封索外径，密封索整齐卷绕于盘上，两端锚具牢固地固定于盘上，但要便于拆卸，钢质索盘的最大外型尺寸应能满足相应运输（车船及交通）条件的要求。

9.2.2.2 成圈包装

成品索以脱胎成圈的形式包装运输，其盘绕内径不应小于 28 倍吊索直径，并且不小于 1.6m，最大外形尺寸应满足相应的运输条件。

9.2.2.3 其他要求

成品索应采用不损伤索表面质量材料缠包保护，并盘卷整齐，捆扎结实。两端锚具应进行固定和防护，用塑料套加麻布包裹两层，以防潮防水。

9.2.3 质量证明文件

密封索供应商应向购货方提供下列质量证明文件。

- a)产品质量合格证，质量保证书；
- b)产品出厂检验报告；
- c)产品使用说明书。

9.3 运输

在运输和装卸过程中，应防止碰伤索体及锚具，并应防潮防雨。

9.4 储存

9.4.1 产品可储存在一般条件室内仓库中，室内存放时，应干燥通风，露天存放则应置于遮蓬中，用木板垫起，且应防潮防雨。

9.4.2 成圈产品只能水平堆放储存，重叠堆放时逐层间应加木叠板，堆放时应注意锚具不可压伤索体，避免锈蚀、玷污、遭受机械损伤和散失。

10 密封吊索的安装与养护

10.1 安装要求

10.1.1 吊卸时要保证整个过程平稳，无撞击，无剧烈晃动。

10.1.2 吊卸时应采用非金属吊带，存放时应做好保护措施，不平整地面应该铺设枕木，并做好防水、防碰撞防刮伤等措施，按照相应编号有序堆放。

10.1.3 展索时将吊索放置于放索盘上，然后沿索盘圈的反方向使索盘旋转打开，禁止在吊索未打开时进行竖直起吊，不能直接与其他截面发生滑动摩擦可增设棍，从而防止刮伤、碰撞。

10.1.4 不允许索体出现打结，必须保证吊索在安装完成之前其弯曲半径大于等于索体直径的 28 倍，从而防止索体出现散股引起跳丝现象，索体出现散股、跳丝划伤等情况。

10.1.5 严禁现场电焊时用索体作为导线使用。

10.1.6 吊索安装时将锚具销轴拆下，将叉耳与耳板销轴孔对其，插入销轴并用螺钉固定好盖板与销轴。

10.1.7 安装过程中，配件应轻拿轻放，放置于专用木板或垫板上防止相应的零件出现划伤或型号错乱，导致错误安装。

10.1.8 在拉索提升过程中及时调整释放索体内应力，防止因内应力导致发生索体打结造成产品损坏，且拉索离开地面后再拆除索体上的包装带，避免水泥、砂浆等污染索体。

10.1.9 安装完成后还需要进行全面的检查，检查各个零部件是否缺失、损伤或松动等检查受力是否满足设计要求。

10.2 安装后的检查

10.2.1 主控项目

安装完成的吊索索力、垂度、连接的节点、锚具均应进行检查。

10.2.2 一般项目

安装完成后，吊索索力、垂度、连接的节点、锚具均应进行检查。索体表面应圆整、光洁、无损伤、无污垢、如果表面存在涂层破损，应作相应的修补；锚具、销轴及其他连接件表面应无损伤，如果存在损伤，应作相应的修补。

10.3 养护与维修

养护要求应符合 JTGT D65-05规范执行。

a) 若吊索有明显摆动、倾斜或检查发现其受力变化，应查明原因。若索夹松动，应使其复位并紧固螺栓；若螺栓松动，应予拧紧；若吊索头出现松动，应予更换。吊杆复位后应进行索力检测。

b) 密封索表面有自然螺旋沟槽，提高了风阻能力，若出现长吊索风致振动异常，可采用增加防振锤或增加阻尼器等方案予以解决。

c) 中央扣索索体如出现松弛，应及时补拉张紧。

d) 当检查发现吊索头、叉耳、销子等部位有涂装损坏，需要及时补涂。

e) 关于吊索的保护套，应保持止水密封圈、防雨罩等处于完好状态，若发现老化、开裂、破损，要及时修补或更换。

f) 若吊索钢丝锈蚀或断丝，则应进行专门检查，有针对性地研究制定专用养护与维修方法。若吊索实测索力与设计索力存在明显偏差（大约±10%），应及时研究采取有效措施。

附录 A

(规范性)

索体用钢丝技术要求

A. 1 总则

A. 1. 1 索体制造时, 相同直径圆钢丝、同一规格型号的异形钢丝应为同一公称强度级, 不同直径圆钢丝、不同规格型号的异形钢丝允许采用不同强度级。

A. 1. 2 索体用圆钢丝公称直径允许偏差应符合表A. 1的规定。索体用异形钢丝直径及允许偏差应符合表A. 2的规定。

表A. 1 索体用圆钢丝公称直径允许偏差

公称直径, d	允许偏差
$0.60 \leq d < 1.00$	± 0.03
$1.00 \leq d < 1.60$	± 0.04
$1.60 \leq d < 2.40$	± 0.05
$2.40 \leq d < 3.70$	± 0.06
$3.70 \leq d < 5.20$	± 0.07
$5.20 \leq d \leq 6.00$	± 0.08

表A. 2 索体用异形钢丝公称高度允许偏差

公称高度, h	高度允许偏差
$3.0 \leq h < 5.0$	$\begin{matrix} +0.12 \\ 0 \end{matrix}$
$5.0 \leq h \leq 8.0$	$\begin{matrix} +0.15 \\ 0 \end{matrix}$

A. 2 钢丝

A. 2. 1 原料

应选用符合GB/T 4354规定的盘条。

A. 2. 2 扭转

按照GB/T 239. 1的方法进行试验, 圆钢丝的扭转值应符合表A. 3的规定, 异形钢丝的扭转值应符合表A. 4的规定。

A. 2. 3 弯曲

按照GB/T 238的方法进行试验, 圆钢丝的弯曲值应符合表A. 5的规定, 异形钢丝的弯曲值应符合表A. 6的规定。

A. 2. 4 镀层重量

镀层重量应按GB/T 1839规定进行试验, 圆钢丝镀层重量应符合表A. 7的规定, 异形钢丝的镀层重量应符合表A. 8的规定。

表A.3 圆钢丝最小扭转次数

公称直径d	试验钳口 标距	公称抗拉强度级别 MPa			
mm	mm	1570	1670	1770	1870
$1.30 \leq d < 1.80$	100d	20	18	18	16
$1.80 \leq d < 2.30$		18	16	16	14
$2.30 \leq d < 3.00$		16	13	13	11
$3.00 \leq d < 3.40$		14	11	11	8
$3.40 \leq d < 3.70$		12	9	9	7
$3.70 \leq d < 4.00$		10	8	8	6
$4.00 \leq d < 4.20$		8	7	7	5
$4.20 \leq d < 4.40$		8	6	6	4
$4.40 \leq d < 4.60$		8	6	6	4
$4.60 \leq d < 4.80$		7	6	6	4
$4.80 \leq d < 5.20$		6	5	5	3
$5.20 \leq d < 5.40$		6	5	5	3
$5.40 \leq d < 5.60$		6	4	4	—
$5.60 \leq d < 5.80$		4	4	4	—
$5.80 \leq d < 6.00$		4	4	4	—

表 A.4 Z 形钢丝最小扭转次数

公称高度 h mm	试验钳口 标距 mm	公称抗拉强度级别 MPa					
		1470	1570	1670	1770	1870	1960
$3.00 \leq h < 4.00$	460	21	19	17	15	13	11
$4.00 \leq h < 5.00$	310	10	9	8	7	6	5
$5.00 \leq h < 6.00$	380	9	8	7	6	5	4
$6.00 \leq h < 7.00$	460	8	7	6	5	4	3
$7.00 \leq h < 7.50$	540	7	6	5	4	—	—
$7.50 \leq h \leq 8.00$	500	5	4	3	3	—	—

表A.5 圆钢丝最小弯曲次数

公称直径d mm	弯曲半径 mm	公称抗拉强度级别 MPa			
		1570	1670 1770	1870 1960	2060 2160
$1.30 \leq d < 1.40$	3.75	10	10	9	6
$1.40 \leq d < 1.50$		10	9	8	5
$1.50 \leq d < 1.60$	5.00	13	12	11	8
$1.60 \leq d < 1.70$		12	11	10	7
$1.70 \leq d < 1.80$		11	10	9	6
$1.80 \leq d < 1.90$		10	9	8	5
$1.90 \leq d < 2.00$		9	8	7	4
$2.00 \leq d < 2.10$		14	13	12	9
$2.10 \leq d < 2.20$	7.50	13	12	11	8
$2.20 \leq d < 2.30$		12	11	10	7
$2.30 \leq d < 2.40$		12	11	10	7
$2.40 \leq d < 2.50$		10	9	8	5
$2.50 \leq d < 2.60$		10	9	8	5
$2.60 \leq d < 2.70$		9	8	7	4
$2.70 \leq d < 2.80$		9	8	7	4
$2.80 \leq d < 2.90$		8	7	6	4
$2.90 \leq d < 3.00$		8	7	6	4
$3.00 \leq d < 3.10$		11	10	9	7
$3.10 \leq d < 3.20$	10.0	11	10	9	6
$3.20 \leq d < 3.30$		10	9	8	5
$3.30 \leq d < 3.40$		10	9	8	5
$3.40 \leq d < 3.50$		9	8	7	5
$3.50 \leq d < 3.60$		9	8	7	5
$3.60 \leq d < 3.70$		8	7	6	4
$3.70 \leq d < 3.80$		8	7	6	4
$3.80 \leq d < 3.90$		7	6	5	4
$3.90 \leq d < 4.00$		7	6	5	4

表A.5 圆钢丝最小弯曲次数（续）

公称直径d mm	弯曲半径 mm	公称抗拉强度级别 MPa			
		1570	1670 1770	1870 1960	2060 2160
$4.00 \leq d < 4.10$	15.0	9	8	7	6
$4.10 \leq d < 4.20$		8	7	6	5
$4.20 \leq d < 4.30$		8	7	6	5
$4.30 \leq d < 4.40$		8	7	6	5
$4.40 \leq d < 4.50$		7	6	5	4
$4.50 \leq d < 4.60$		7	6	5	4
$4.60 \leq d < 4.70$		7	6	5	4
$4.70 \leq d < 4.80$		6	5	4	3
$4.80 \leq d < 4.90$		6	5	4	3
$4.90 \leq d \leq 6.00$		6	5	4	3

表A.6 Z形钢丝最小弯曲次数

公称高度 h mm	弯曲半径 mm	公称抗拉强度级别 MPa					
		1470	1570	1670	1770	1870	1960
$3.00 \leq h < 4.00$	7.5	7	6	5	4	3	2
$4.00 \leq h < 5.00$	10	7	6	5	4	3	2
$5.00 \leq h < 6.00$	15	6	5	4	3	2	2
$6.00 \leq h < 7.00$		5	4	3	2	--	--
$7.00 \leq h < 7.50$		5	4	3	2	--	--
$7.50 \leq h \leq 8.00$	20	7	6	5	4	--	--

表A.7 圆钢丝最小镀层重量

钢丝公称直径 d mm	最小镀层重量 g/m ²
$1.40 \leq d < 1.65$	195
$1.65 \leq d < 1.85$	205
$1.85 \leq d < 2.15$	215
$2.15 \leq d < 2.50$	230
$2.50 \leq d < 2.80$	245
$2.80 \leq d < 3.20$	255
$3.20 \leq d < 3.80$	265
$3.80 \leq d < 4.00$	275
$4.00 \leq d \leq 6.00$	280

表A.8 异形钢丝最小镀层重量

钢丝公称高度 h mm	最小镀层重量 g/m ²
$3.0 \leq h < 4.0$	265
$4.0 \leq h < 5.0$	275
$5.0 \leq h \leq 8.0$	290

附录 B （规范性附录）

索体类别、直径和级的最小破断拉力表

B.1 密封索体类别、直径和索体级最小破断拉力

密封索体类别、直径和索体级最小破断拉力见表 B.1-表.B.3。

表 B.1 一层 Z 型密封索体

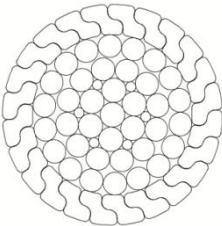
一层 Z 型钢丝密封索体		 WSC-Z 密封索体典型结构图			
索体公称直径 mm	近似公称长度重量 kg/100m	索体最小破断拉力 kN			
		索体强度级别			
		1670 级	1770 级	1870 级	1960 级
20	230	391	414	438	459
22	279	473	501	529	555
24	332	563	596	630	660
26	389	660	700	740	775
28	452	766	812	858	899
30	518	879	932	985	1030
32	590	1000	1060	1120	1170
34	666	1130	1200	1260	1330
36	746	1270	1340	1420	1490
38	832	1410	1500	1580	1660
40	922	1560	1660	1750	1830

表 B.2 二层 Z 型密封索索体

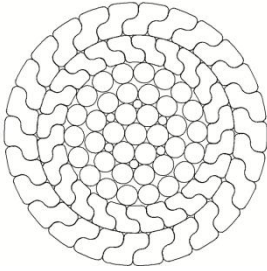
二层 Z 型钢丝密封索体		 WSC-ZZ 密封索体典型结构图			
索体公称直径 mm	近似公称长度重量 kg/100m	索体最小破断拉力 kN			
		索体强度级别			
		1670 级	1770 级	1870 级	1960 级
30	527	914	969	1020	1070
32	600	1040	1100	1160	1220
34	677	1170	1240	1310	1380
36	759	1320	1390	1470	1540
38	846	1470	1550	1640	1720
40	938	1620	1720	1820	1910
42	1030	1790	1900	2010	2100
44	1130	1970	2080	2200	2310
46	1240	2150	2280	2410	2520
48	1350	2340	2480	2620	2750
50	1460	2540	2690	2840	2980
52	1580	2750	2910	3070	3220
54	1710	2960	3140	3320	3470
56	1840	3180	3370	3570	3740
58	1970	3420	3620	3820	4010
60	2110	3660	3870	4090	4290

表 B.3 三层及以上 Z 型密封索体

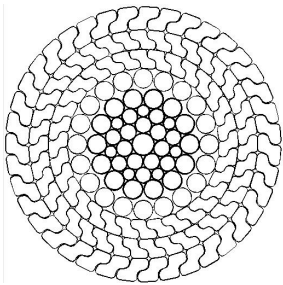
三层及以上 Z 型钢丝密封索体		 WSC-ZZZ 密封索体典型结构图			
索体公称直径 mm	近似公称长度重量 kg/100m	索体最小破断拉力 kN			
		索体强度级别			
		1670 级	1770 级	1870 级	1960 级
48	1430	2420	2600	2710	2840
50	1560	2630	2790	2950	3090
52	1680	2840	3020	3190	3340
54	1810	3070	3250	3440	3600
56	1950	3300	3500	3690	3870
58	2090	3540	3750	3960	4150
60	2240	3790	4010	4240	4450
62	2390	4040	4290	4530	4750
64	2550	4310	4570	4830	5060
66	2710	4580	4860	5130	5380
68	2880	4860	5160	5450	5710
70	3050	5160	5460	5770	6050
72	3220	5450	5780	6110	6400
74	3410	5760	6110	6450	6760
76	3590	6080	6440	6800	7130
78	3780	6400	6780	7170	7510
80	3980	6730	7140	7540	7900
82	4180	7070	7500	7920	8300
84	4390	7420	7870	8310	8710
86	4600	7780	8250	8710	9130
88	4820	8150	8640	9120	9560
90	5040	8520	9030	9540	10000
92	5260	8905	9440	9970	10500
94	5500	9300	9850	10400	10900
96	5730	9700	10300	10900	11400
98	5930	10100	10700	11300	11900
100	6220	10500	11200	11800	12300

表 B.3 三层及以上 Z 型密封索体（续 1）

索体公称直径 mm	近似公称长度质量 kg/100m	索体最小破断拉力 kN		
		索体强度级别		
		1670 级	1770 级	1870 级
102	6540	11100	11700	12400
104	6800	11500	12200	12900
106	7070	12000	12700	13400
108	7340	12400	13200	13900
110	7610	12900	13600	14400
112	7890	13300	14100	14900
114	8170	13800	14700	15500
116	8460	14300	15200	16000
118	8760	14800	15700	16600
120	9060	15300	16200	17200
122	9360	15800	16800	--
124	9670	16400	17300	--
126	9990	16900	17900	--
128	10300	17400	18500	--
130	10600	18000	19100	--
132	11000	18500	19600	--
134	11300	19100	20200	--
136	11600	19700	20900	--
138	12000	20300	21500	--
140	12300	20900	22100	--
142	12700	21500	--	--
144	13000	22100	--	--
146	13400	22700	--	--
148	13800	23300	--	--
150	14200	23900	--	--
152	14500	24600	--	--
154	14900	25200	--	--
156	15300	25900	--	--
158	15700	26600	--	--
160	16100	27200	--	--