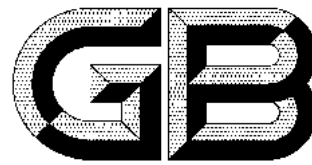


ICS 77.140.65
CCS H 49



中华人民共和国国家标准

GB/T 43485—2023

建筑结构用密封索

Full locked cable for building structures

2023-12-28 发布

2024-07-01 实施

国家市场监督管理总局
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 分类、代号和标记	2
4.1 分类	2
4.2 代号	4
4.3 标记	4
5 订货内容	5
6 材料	5
6.1 索体材料	5
6.2 锚具材料	5
6.3 浇铸材料	5
7 技术要求	6
7.1 索体	6
7.2 锚具	7
7.3 密封索	8
8 检验方法	9
8.1 索体的检验	9
8.2 锚具的检验	9
8.3 密封索的检验	10
9 检验规则	11
9.1 索体	11
9.2 锚具和密封索	11
10 包装、标志和质量证明书	13
10.1 索体	13
10.2 密封索	13
附录 A (规范性) 索体用钢丝技术要求	14
附录 B (规范性) 索体类别、直径和强度级的最小破断拉力表	19
附录 C (资料性) 蠕变试验方法	24

前 言

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

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专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：贵州钢绳股份有限公司、中国钢结构协会、广东坚宜佳五金制品有限公司、巨力索具股份有限公司、北京市建筑工程研究院有限责任公司、北京工业大学、华北科技学院、陕西省建筑科学研究院有限公司、天津大学、江苏中闽钢构有限公司、江苏蓝华建设有限公司、上海海勃膜结构股份有限公司、天津荣程联合钢铁集团有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：马显红、薛素铎、陆萍、任翠英、冷明鉴、尚景朕、吴金志、陈志华、杨超、司波、秦杰、柳明亮、王元清、黄襄怀、王辉、刘峰、刘键、骆治安、王玲君、陈延蕊、陈荣华、黄鑫、王泽强、孙国军、王立维、刘健、韩常海、苏岷瑶。



建筑结构用密封索

1 范围

本文件规定了索体直径为 20 mm~200 mm 的密封索的分类、代号和标记、订货内容、材料、技术要求、检验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本文件适用于体育场馆、展览场馆、交通枢纽、商业中心及物料仓储等各类建筑结构用密封索(以下简称“密封索”)。桥梁及其他领域用密封索可参照本文件执行。

本文件不适用于不锈钢制造的密封索。



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 196—2003 普通螺纹 基本尺寸
- 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 699 优质碳素结构钢
- 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—2022 锻轧钢棒超声检测方法
- 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 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 7233.1—2023 铸钢件 超声检测 第 1 部分:一般用途铸钢件
- GB/T 8358 钢丝绳 破断拉力测定方法
- GB/T 8706 钢丝绳 术语、标记和分类
- GB/T 9444—2019 铸钢铸件 磁粉检测
- GB/T 14408 一般工程与结构用低合金钢铸件
- GB/T 21965 钢丝绳 验收及缺陷术语
- GB/T 24191 钢丝绳 实际弹性模量测定方法
- GB/T 33084 大型合金结构钢锻件 技术条件
- JB/T 6402 大型低合金钢铸件 技术条件
- JGJ 257 索结构技术规程
- NB/T 47013.4—2015 承压设备无损检测 第 4 部分:磁粉检测

3 术语和定义

GB/T 8706 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

拉索 tension cable

由索体和锚具等部件组成的在工程结构中承受拉力的构件。

3.2

密封索体 full cable body

外层由全密封钢丝(Z形)捻制而成的单捻钢丝绳。

注：密封索体也称为全密封钢丝绳。

3.3

密封索 full locked cable

索体采用消除非弹性伸长的全密封钢丝绳形成的拉索。

3.4

锚具 anchorage

索体端部用于锚固和保持索力且将索力传递给结构的锚固及连接装置。

3.5

索体公称直径 nominal diameter of cable

索体外接圆直径的名义尺寸。

3.6

索体最小破断拉力 minimum breaking force of cable body

F_{min}

索体公称直径(D)的平方、索体强度级别(R_0)及破断拉力系数(K)的乘积。

3.7

捻向 lay direction of rope

外层钢丝在索体中沿轴线的捻制方向。

注：索体捻向分为右捻(Z)、左捻(S)两种(见图1)。

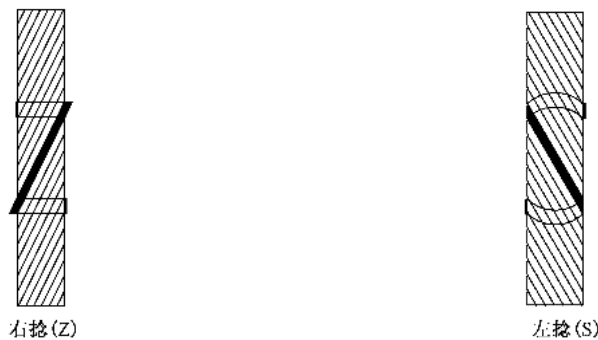


图1 索体的捻向

4 分类、代号和标记

4.1 分类

4.1.1 索体

4.1.1.1 按照索体强度级别分类,分为1470级、1570级、1670级、1770级、1870级、1960级。

4.1.1.2 按照索体结构分类,见表 1。

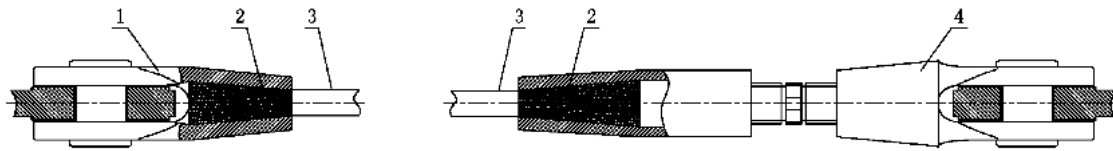
表 1 索体分类

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

4.1.2 锚具

4.1.2.1 按照索体与锚具连接形式,锚具可分为冷铸式、热铸式。

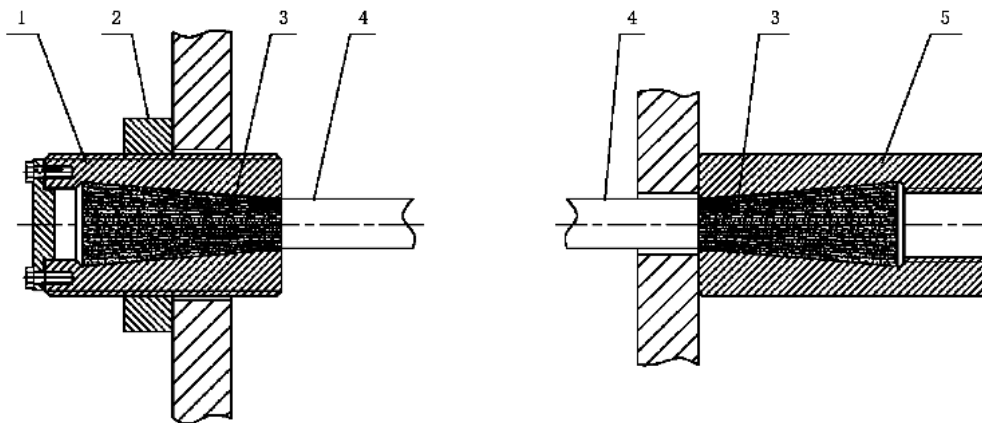
4.1.2.2 按照锚具形状结构与相邻构件的连接形式,锚具可分为耳板式、支承式和螺纹式。耳板式拉索组成示意图见图 2,支承式拉索组成示意图见图 3,螺纹式拉索组成示意图见图 4。



标引序号说明:

- 1——耳板式锚具(固定式);
- 2——锚固铸体材料;
- 3——索体;
- 4——耳板式锚具(可调式)。

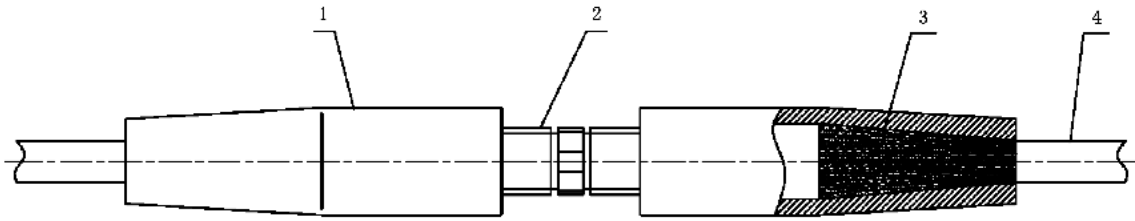
图 2 耳板式拉索组成示意图



标引序号说明:

- 1——支承式锚具(螺母支承);
- 2——螺母;
- 3——锚固铸体材料;
- 4——索体;
- 5——支承式锚具(锚杯支承)。

图 3 支承式拉索组成示意图



标引序号说明：

- 1——螺纹式锚具(可调式)；
- 2——螺杆；
- 3——锚固铸体材料；
- 4——索体。

图 4 螺纹式拉索组成示意图

4.2 代号

常用锚具代号应符合表 2 的规定。

表 2 锚具代号

锚具连接形式	锚具结构形式	锚具代号
冷铸式锚具	耳板式	ELZM-G(K)
	支承式	ZLZM(-LW)
	螺纹式	LWLZM
热铸式锚具	耳板式	ERZM-G(K)
	支承式	ZRZM(-LW)
	螺纹式	LWRZM

注：G——固定式；K——调节式；代号中的其余字母均为拼音首字母。

4.3 标记

4.3.1 索体标记

索体的标记按 GB/T 8706 的规定。索体的结构排列由中心向外层进行标记。
示例见图 5。

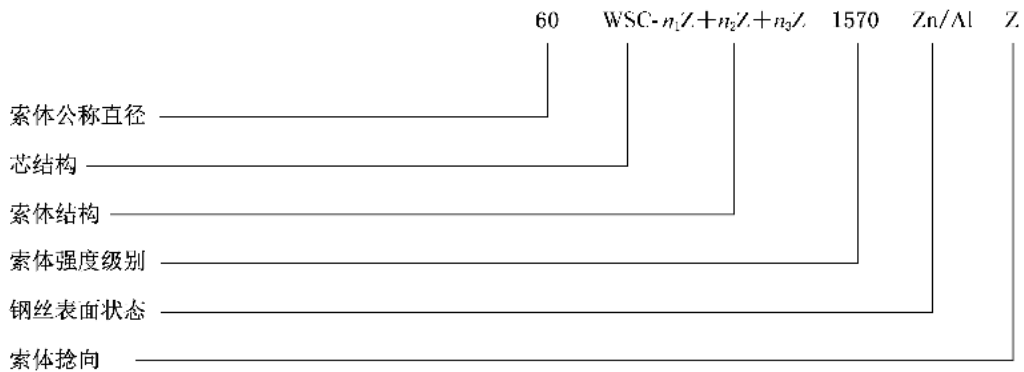


图 5 密封索体标记示例

4.3.2 密封索标记

索体的两端视工程结构需要可选配表 2 中所列的锚具,两端锚具结构可相同,也可不同。

示例:

索体直径为 120 mm,索体级别为 1570 级,3 层 Z 形钢丝,锌铝合金镀层,锚具为耳板热铸式(ERZM 型)的密封索,标记示例见图 6。

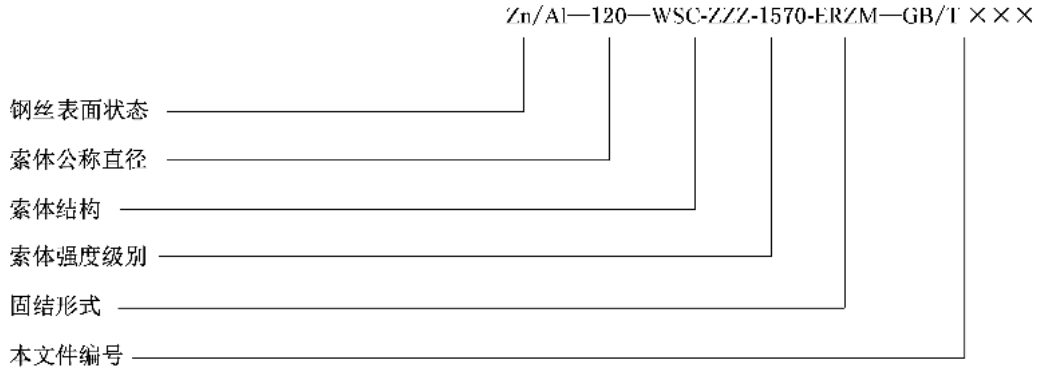


图 6 建筑结构用密封索标记示例

5 订货内容

按本文件订货的密封索合同包括但不限于以下内容:

- a) 本文件编号;
- b) 结构(标记代号);
- c) 索体公称直径;
- d) 索体级别;
- e) 索体捻向;
- f) 表面状态(锌、锌铝合金、锌铝镁合金);
- g) 数量(长度、件数、重量);
- h) 用途;
- i) 其他特定要求。

6 材料

6.1 索体材料

索体用钢丝应符合附录 A 的规定。

6.2 锚具材料

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 的规定;采用合金结构钢时,其材料性能应符合 GB/T 3077、GB/T 1591 的规定;采用铸钢件时,其材料性能应符合 GB/T 14408、JB/T 6402 的规定;采用锻件时,其材料性能应符合 GB/T 33084 的规定。其他构件材质应满足设计要求,并符合相应的国家标准或行业标准。

6.3 浇铸材料

6.3.1 冷铸锚的浇铸材料宜采用环氧树脂或环氧树脂与钢丸(铁砂)等材料混合物。

采用环氧树脂与钢丸(铁砂)等材料混合物作为冷铸料时,应强迫振实,且加温固化过程应控制温度和时间,保证在常温下冷铸料抗压强度应大于或等于 147 MPa。采用环氧树脂作为冷铸料时,应符合冷铸材料的抗压技术要求。

6.3.2 热铸锚的浇铸材料宜采用锌铜合金,锌铜合金化学成分见表 3。

表 3 锌铜合金化学成分

各成分的质量分数 %		杂质量总和(质量分数) %
Cu	Zn	≤0.04
2±0.2	98±0.2	

7 技术要求

7.1 索体

7.1.1 外观质量

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 GB/T 21965 中界定的制造缺陷。钢丝表面允许有因捻制用工艺装备造成的轻微压痕存在。

索体中钢丝不应存在任何形式的接头。

索体中不宜涂覆、填充任何类型的油脂、油膏。

7.1.2 索体结构

索体结构可采用附录 B 中表 B.1~表 B.3 的结构,其他索体结构由供需双方协商确定。

7.1.3 强度级别

索体强度级别应符合表 B.1~表 B.3 的规定。经供需双方协商也可以提供满足要求的其他强度级别的索体。

7.1.4 钢丝镀层

钢丝镀层可采用锌、锌铝合金、锌铝镁合金及其他材料。索体内的钢丝应全部具有相同镀层,包括绳芯钢丝。

7.1.5 捻向

索体捻向为右捻(Z)或左捻(S)。索体最外层的捻向一般由需方确定,其余各层绳的捻向由生产厂家确定。

7.1.6 直径及其允许偏差和不圆度

公称直径应由供需双方在签订合同时确定。索体实测直径允许偏差为索体公称直径的 0%~3%,索体不圆度应不大于索体公称直径的 3%。

7.1.7 索体参考重量

索体参考重量按公式(1)计算:

$$M = W \cdot D^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M ——索体单位长度的参考重量，单位为千克每百米(kg/100 m)；

W ——某一结构类别索体公称长度参考重量系数，单位为千克每百米平方毫米[kg/(100 m·mm²)]，

W 值见表 4 给出的系数；

D ——索体的公称直径，单位为毫米(mm)。

表 4 索体参考重量系数和最小破断拉力系数

索体类别	索体公称直径 D mm	钢芯索体	
		重量系数 W kg/(100 m·mm ²)	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 形钢丝及三层以上 Z 形钢丝	$40 \leq D < 102$	0.622	0.630
	$102 \leq D \leq 200$	0.629	0.637

7.1.8 索体预张拉

索体应进行预张拉，索体张拉后，索体非弹性变形率不大于 0.15‰。

7.1.9 索体破断拉力

索体实测破断拉力(F_m)应不低于表 B.1～表 B.3 的规定或供需双方协议的数值，表 B.1～表 B.3 中未列直径的索体最小破断拉力按公式(2)计算：

$$F_{\min} = K \cdot D^2 \cdot R_0 / 1\,000 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

F_{\min} ——索体最小破断拉力，单位为千牛顿(kN)；

K ——与索体类别对应的最小破断拉力系数， K 值见表 4；

D ——索体公称直径，单位为毫米(mm)；

R_0 ——索体强度级别。

7.2 锚具

7.2.1 表面防护处理

锚具表面应进行防腐处理，可采用镀锌、喷锌、渗锌、涂装等方法，涂镀层厚度由供需双方协议确定。

7.2.2 超声波探伤及磁粉探伤

锚具的主要受力部件不应采用焊接件，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 4162—2022 中 B 级的规定，磁粉检测应符合 NB/T 47013.4—2015 中 II 级的规定。采用铸钢的锚具部件，超声检测等级应符合 GB/T 7233.1—2023 中 2 级的规定，磁粉检测应符合 GB/T 9444—2019 中 2 级的规定。

7.2.3 硬度

锚具硬度、硬度允许偏差应符合产品设计要求。

7.2.4 外观及尺寸

锚具外观及尺寸应符合设计图样规定,表面的防腐处理和保护措施应符合 JGJ 257 的规定并满足设计要求。

7.3 密封索

7.3.1 长度

密封索长度及允许偏差应符合表 5 规定。需方若有特殊要求,由供需双方协商确定。

表 5 密封索长度及允许偏差

长度 L_0 m	允许偏差
$L_0 \leq 50$	± 15 mm
$50 < L_0 \leq 100$	± 20 mm
$L_0 > 100$	$\pm L_0/5\ 000$

7.3.2 密封索外观

密封索表面整洁、光滑,进场验收时不应有跳丝、锈蚀等缺陷。

7.3.3 静载

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

7.3.4 动载

当需方对拉索疲劳性能有要求时,应按照要求进行疲劳性能试验,试验后,拉索的断丝根数不大于索体钢丝总数的 5%,锚具无损坏。

7.3.5 弹性模量

密封索弹性模量不小于 1.55×10^5 MPa。

7.3.6 蠕变

当需方对拉索蠕变性能有要求时,应对密封索进行蠕变试验,密封索 200 h 蠕变伸长率应不大于 0.25%。允许使用推算方法进行 200 h 蠕变伸长率确定 5 年或其他时间的蠕变伸长率。

7.3.7 超张拉及回缩量

拉索制作完成后,应进行超张拉检验。超张拉载荷应不小于最小破断力的 45%,锚塞长度小于 200 mm 时,超张拉后锚塞回缩量应小于 4 mm,当锚塞长度大于 200 mm 时,锚塞回缩量应小于锚塞长度的 2%。

8 检验方法

8.1 索体的检验

8.1.1 表面质量

索体表面质量,用手感和目测检验。

8.1.2 索体捻制质量

索体捻制质量,用手感和目测检验。

8.1.3 索体结构的检验

通过目测验证索体结构的符合性。

8.1.4 直径的测量

8.1.4.1 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 1 m 的两截面上进行,并在同一截面相互垂直的方向上测取 2 个数值。

4 个测量结果的算术平均值作为索体的实测直径。

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

8.1.4.2 同一截面测量的最大差值与索体公称直径之比为不圆度。

8.1.4.3 在有争议的情况下,索体直径的测量可在不超过索体最小破断拉力 5% 的负荷下进行。

8.1.5 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,单位为千克(kg)。

计算索体单位重量时,用索体净重量除以索体实测长度。索体实测单位重量单位为千克每米(kg/m)。

8.1.6 索体非弹性变形率

索体非弹性变形率测量时,每次样本长度在给索体施加 5% F_{min} 状态下测量。索体非弹性变形率按公式(3)计算:

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

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,单位为毫米(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,单位为毫米(mm)。

8.1.7 破断拉力的测定

每批索体中同规格的索体至少取 1 个试样测试破断拉力,其测定方法按 GB/T 8358 的规定。

8.2 锚具的检验

8.2.1 表面防护处理

锚具表面防护处理用目测法检验。

8.2.2 超声波探伤和磁粉探伤

锚具的超声波和磁粉检测按 7.2.2 的规定进行,并记录。

8.2.3 硬度

锚具硬度检验按产品设计图纸相关规定的硬度值种类,选用相应的硬度测量仪器进行检验,并记录。

8.3 密封索的检验

8.3.1 拉索长度

成品拉索索长测量可采用经超张拉检验后的成品拉索,加载至指定张拉力时测量拉索长度,并进行温度修正。拉索长度可用激光测距仪或钢卷尺进行测量。

零应力时的拉索长度换算见公式(4):

$$L_0 = L / (1 + P / EA) + \Delta \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- L_0 ——零应力时的拉索长度,单位为毫米(mm);
- L ——工作长度,指定张拉力时的拉索长度,单位为毫米(mm);
- P ——指定张拉力,单位为牛顿(N);
- EA ——拉索的抗拉刚度,单位为牛顿(N);
- Δ ——温度修正值。

8.3.2 外观

索体及锚具外观用目测法检验。

8.3.3 尺寸

锚具尺寸按机械制造常规方法用钢卷尺、直尺、游标卡尺、螺旋千分尺和塞环规等量具检验。锚具梯形螺纹按 GB/T 5796.1、GB/T 5796.2、GB/T 5796.3、GB/T 5796.4 的规定检验,普通螺纹按 GB/T 196—2003 执行。

8.3.4 静载

8.3.4.1 静载试验索的索体自由长度不应小于 3 m,试验拉索根数不应少于一根。

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

8.3.4.3 在试验索上划出标距,标距长度不应小于 2 000 mm,在每级持荷结束时,测量标距范围内拉索的长度变化,精确至 0.5 mm。

8.3.5 动载

8.3.5.1 试验索索体自由长度不应小于 3 m。

8.3.5.2 当索体直径大于 120 mm 时,允许以较小直径的试验索进行模拟试验,但其型式和类别应相同,且试验索的索体直径不小于产品索体直径的 40%。

8.3.5.3 先加载 $0.55F_{min}$ 并持荷 10 min 后卸载,然后用脉冲荷载加载,按应力上限达 $0.35F_{min}$,应力幅

值 150 MPa 的要求进行。脉冲频率不大于 10 Hz,在 200 万次脉冲加载后,试验索的断丝根数不大于索体钢丝总数的 5%,即为合格。

8.3.5.4 如有断丝发生,应记录断丝部位、根数以及当时的脉冲计数。

8.3.5.5 动载试验后,锚具无损坏。

8.3.6 弹性模量

密封索的弹性模量测定应在预张拉后的试验索上进行,弹性模量试验应按 GB/T 24191 的规定执行。

8.3.7 蠕变

蠕变试验应在弹性模量测试之后进行,其测定方法见附录 C。

8.3.8 超张拉及回缩量

8.3.8.1 每根成品拉索出厂之前应进行超张拉测试。

8.3.8.2 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应保持在 $\pm 2\%$ 以内。当采用压力表测力时,其精度等级不应低于 0.4 级,当采用传感器时,其精度等级不应低于 0.3 级。

8.3.8.3 测试时将拉索置于台座中,逐渐加载至超张拉力的 10%,检查加载装置及拉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 100 MPa/min。

8.3.8.4 测试过程中,如有需要,可分级测量不同荷载下的拉索伸长量。

8.3.8.5 热铸锚可采用超张拉试验对锚塞回缩值进行检验。

8.3.8.6 锚塞回缩值试验应与超张拉试验同时进行。

8.3.8.7 以锚杯外端面为基准,用深度卡尺测量标记点至基准面的垂直距离。加载前后各测 1 次,3 个测点平均值前后两次的差,即为在该荷载下锚塞的回缩值,精确至 0.05 mm。

9 检验规则

9.1 索体

9.1.1 索体出厂前的验收,由供方进行。

9.1.2 需方的验收,可委托有索体检定资质的检测部门进行。验收的依据是本文件和订货合同及供方质量证明书,验收期(从出厂日期算起)不应超过一年。

9.2 锚具和密封索

9.2.1 出厂检验

每根拉索产品均应进行出厂检验。出厂检验应符合表 6 的规定。出厂检验项目中任意一项不合格时,该根拉索即视为不合格产品。

9.2.2 型式检验

9.2.2.1 检验条件

凡属于下列情况之一,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、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 积累一定产量后,每 3 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。

9.2.2.2 检验项目

型式检验项目应符合表 6 的规定。

9.2.2.3 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拉索产品,每批抽取 3 根拉索进行试验。

表 6 检验项目及要 求

序号	检验项目	检验要求	检验方法	抽样规定	出厂检验 ^a	型式检验	
1	密封索体	表面质量	7.1.1	8.1.1	每根	√	√
2		捻制质量	7.1.1	8.1.2	每根	√	√
3		直径及不圆度	7.1.6	8.1.4	每根	√	√
4		非弹性变形率	7.1.8	8.1.6	1 根/批	—	√
5		破断拉力 ^b	7.1.9	8.1.7	1 根/批(同规格)	√	√
6	锚具	表面防护处理	7.2.1	8.2.1	每套	√	√
7		超声波探伤	7.2.2	8.2.2	每套	√	√
8		磁粉探伤	7.2.2	8.2.2	每套	√	√
9		硬度	7.2.3	8.2.3	每套	√	√
10		外观	7.2.4	8.3.2	每套	√	√
11		尺寸	7.2.4	8.3.3	每套	√	√
12	密封索	拉索长度	7.3.1	8.3.1	每根	√	√
13		拉索外观	7.3.2	8.3.2	每根	√	√
14		静载试验	7.3.3	8.3.4	1 根/批	—	√
15		动载试验	7.3.4	8.3.5	1 根/批	—	√
16		弹性模量	7.3.5	8.3.6	1 根/批	—	√
17		蠕变	7.3.6	8.3.7	1 根/批	—	√
18		超张拉及回缩量	7.3.7	8.3.8	每根	√	√
^a “—”为非检验项目。“√”为检验项目。 ^b 索体破断拉力试验在索体制造厂家完成,并提供试验资料。							

9.2.2.4 复验

型式检验中如有一项不合格项目时,应再抽取试样对该项目进行复验。

10 包装、标志和质量证明书

10.1 索体

索体的包装、标志和质量证明书按 GB/T 2104 的规定。

10.2 密封索

10.2.1 标志

10.2.1.1 在每根拉索的两端锚具处,应标明拉索编号和规格型号。

10.2.1.2 每根拉索均挂有合格证,其上注明:制造厂名和厂址、工程名称、生产日期、拉索编号、规格型号、长度和重量、本文件编号,合格证标牌应牢固地系于包装层外的两端锚具处。

10.2.2 质量文件



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,质量证明书;
- b) 产品出厂检验报告;
- c) 产品使用说明书。

10.2.3 包装

10.2.3.1 包装形式

密封索可采用成盘包装或成圈包装,其盘绕内径不应小于拉索直径的 28 倍,并且不小于 1.6 m,最大外形尺寸应满足相应的运输条件。

10.2.3.2 其他要求

附 录 A
(规范性)
索体用钢丝技术要求

A.1 通则

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。索体用异形钢丝公称高度允许偏差应符合表 A.2 的规定。

表 A.1 索体用圆钢丝公称直径允许偏差

单位为毫米

公称直径 d	直径允许偏差
$0.60 \leq d < 1.00$	± 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

单位为毫米

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 原料

应选用符合 GB/T 4354 规定的盘条,钢的牌号由制造厂选择。由供需双方协商确定的其他钢种和牌号应在合同中注明。

A.3 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。

表 A.3 圆钢丝最小扭转次数

公称直径 d mm	试验钳口标距 mm	公称抗拉强度级别 MPa			
		1 570	1 670 1 770	1 870 1 960	2 060 2 160
$1.30 \leq d < 1.80$	100d	20	18	16	12
$1.80 \leq d < 2.30$		18	16	14	10
$2.30 \leq d < 3.00$		16	13	11	8
$3.00 \leq d < 3.40$		14	11	8	6
$3.40 \leq d < 3.70$		12	9	7	5
$3.70 \leq d < 4.00$		10	8	6	4
$4.00 \leq d < 4.20$		8	7	5	3
$4.20 \leq d < 4.40$		8	6	4	3
$4.40 \leq d < 4.60$		8	6	4	3
$4.60 \leq d < 4.80$		7	6	4	3
$4.80 \leq d < 5.20$		6	5	3	2
$5.20 \leq d < 5.40$		6	5	3	2
$5.40 \leq d < 5.60$		6	4	—	—
$5.60 \leq d < 5.80$		4	4	—	—
$5.80 \leq d \leq 6.00$		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					
		1 470	1 570	1 670	1 770	1 870	1 960
$3.00 \leq h < 4.00$	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	—	—

A.4 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。

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			
		1 570	1 670 1 770	1 870 1 960	2 060 2 160
$1.30 \leq d < 1.40$	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
$3.00 \leq d < 3.10$		10.00	11	10	9
$3.10 \leq d < 3.20$	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
$4.00 \leq d < 4.10$	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

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			
		1 570	1 670 1 770	1 870 1 960	2 060 2 160
$4.40 \leq d < 4.50$	15.0	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					
		1 470	1 570	1 670	1 770	1 870	1 960
$3.00 \leq h < 4.00$	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	—	—

A.5 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。

同一索体中,所有钢丝的镀层类型应相同。

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

表 A.7 圆钢丝最小镀层重量 (续)

钢丝公称直径 d mm	最小镀层重量 g/m^2
$2.80 \leq d < 3.20$	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 Z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)

索体类别、直径和强度级的最小破断拉力表

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 形钢丝密封索体

一层 Z 形钢丝密封索体		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/100 m	索体最小破断拉力 kN				
		索体强度级别				
		1570 级	1670 级	1770 级	1870 级	1960 级
20	230	367	391	414	438	459
22	279	445	473	501	529	555
24	332	529	563	596	630	660
26	389	621	660	700	740	775
28	452	720	766	812	858	899
30	518	827	879	932	985	1 030
32	590	940	1 000	1 060	1 120	1 170
34	666	1 060	1 130	1 200	1 260	1 330
36	746	1 190	1 270	1 340	1 420	1 490
38	832	1 330	1 410	1 500	1 580	1 660
40	922	1 470	1 560	1 660	1 750	1 830

表 B.2 二层 Z 形钢丝密封索体

二层 Z 形钢丝密封索体		 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/100 m	索体最小破断拉力 kN				
		索体强度级别				
		1570 级	1670 级	1770 级	1870 级	1960 级
30	527	859	914	969	1 020	1 070
32	600	977	1 040	1 100	1 160	1 220
34	677	1 100	1 170	1 240	1 310	1 380
36	759	1 240	1 320	1 390	1 470	1 540
38	846	1 380	1 470	1 550	1 640	1 720
40	938	1 530	1 620	1 720	1 820	1 910
42	1 030	1 680	1 790	1 900	2 010	2 100
44	1 130	1 850	1 970	2 080	2 200	2 310
46	1 240	2 020	2 150	2 280	2 410	2 520
48	1 350	2 200	2 340	2 480	2 620	2 750
50	1 460	2 390	2 540	2 690	2 840	2 980
52	1 580	2 580	2 750	2 910	3 070	3 220
54	1 710	2 780	2 960	3 140	3 320	3 470
56	1 840	2 990	3 180	3 370	3 570	3 740
58	1 970	3 210	3 420	3 620	3 820	4 010
60	2 110	3 440	3 660	3 870	4 090	4 290

表 B.3 三层及以上 Z 形钢丝密封索体

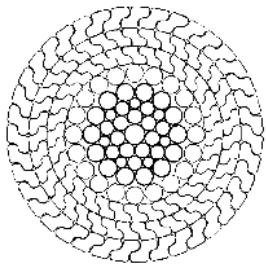
三层及以上 Z 形钢丝密封索体		 WSC-ZZZ 密封索体典型结构图				
索体公称直径 mm	近似公称长度重量 kg/100 m	索体最小破断拉力 kN				
		索体强度级别				
		1570 级	1670 级	1770 级	1870 级	1960 级
48	1 430	2 280	2 420	2 600	2 710	2 840
50	1 560	2 470	2 630	2 790	2 950	3 090
52	1 680	2 670	2 840	3 020	3 190	3 340
54	1 810	2 880	3 070	3 250	3 440	3 600
56	1 950	3 100	3 300	3 500	3 690	3 870
58	2 090	3 330	3 540	3 750	3 960	4 150
60	2 240	3 560	3 790	4 010	4 240	4 450
62	2 390	3 800	4 040	4 290	4 530	4 750
64	2 550	4 050	4 310	4 570	4 830	5 060
66	2 710	4 310	4 580	4 860	5 130	5 380
68	2 880	4 570	4 860	5 160	5 450	5 710
70	3 050	4 850	5 160	5 460	5 770	6 050
72	3 220	5 130	5 450	5 780	6 110	6 400
74	3 410	5 420	5 760	6 110	6 450	6 760
76	3 590	5 710	6 080	6 440	6 800	7 130
78	3 780	6 020	6 400	6 780	7 170	7 510
80	3 980	6 330	6 730	7 140	7 540	7 900
82	4 180	6 650	7 070	7 500	7 920	8 300
84	4 390	6 980	7 420	7 870	8 310	8 710
86	4 600	7 320	7 780	8 250	8 710	9 130
88	4 820	7 660	8 150	8 640	9 120	9 560
90	5 040	8 010	8 520	9 030	9 540	10 000
92	5 260	8 370	8 905	9 440	9 970	10 500
94	5 500	8 740	9 300	9 850	10 400	10 900
96	5 730	9 120	9 700	10 300	10 900	11 400
98	5 930	9 500	10 100	10 700	11 300	11 900
100	6 220	9 890	10 500	11 200	11 800	12 300

表 B.3 三层及以上 Z 形钢丝密封索体 (续)

三层及以上 Z 形钢丝密封索体		 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/100 m	索体最小破断拉力 kN				
		索体强度级别				
		1470 级	1570 级	1670 级	1770 级	1870 级
102	6 540	9 740	10 400	11 100	11 700	12 400
104	6 800	10 100	10 800	11 500	12 200	12 900
106	7 070	10 500	11 200	12 000	12 700	13 400
108	7 340	10 900	11 700	12 400	13 200	13 900
110	7 610	11 300	12 100	12 900	13 600	14 400
112	7 890	11 700	12 500	13 300	14 100	14 900
114	8 170	12 200	13 000	13 800	14 700	15 500
116	8 460	12 600	13 500	14 300	15 200	16 000
118	8 760	13 000	13 900	14 800	15 700	16 600
120	9 060	13 500	14 400	15 300	16 200	17 200
122	9 360	13 900	14 900	15 800	16 800	—
124	9 670	14 400	15 400	16 400	17 300	—
126	9 990	14 900	15 900	16 900	17 900	—
128	10 300	15 300	16 400	17 400	18 500	—
130	10 600	15 800	16 900	18 000	19 100	—
132	11 000	16 300	17 400	18 500	19 600	—
134	11 300	16 800	18 000	19 100	20 200	—
136	11 600	17 300	18 500	19 700	20 900	—
138	12 000	17 800	19 000	20 300	21 500	—
140	12 300	18 400	19 600	20 900	22 100	—
142	12 700	18 900	20 200	21 500	—	—
144	13 000	19 400	20 700	22 100	—	—
146	13 400	20 000	21 300	22 700	—	—
148	13 800	20 500	21 900	23 300	—	—
150	14 200	21 100	22 500	23 900	—	—
152	14 500	21 600	23 100	24 600	—	—
154	14 900	22 200	23 700	25 200	—	—
156	15 300	22 800	24 300	25 900	—	—
158	15 700	23 400	25 000	26 600	—	—
160	16 100	24 000	25 600	27 200	—	—

表 B.3 三层及以上 Z 形钢丝密封索体 (续)

索体公称 直径 mm		近似公称 长度重量 kg/100 m	索体最小破断拉力 kN				
			索体强度级别				
			1470 级	1570 级	1670 级	1770 级	1870 级
三层及以上 Z 形钢丝 密封索体			 WSC-ZZZ 密封索体典型结构图				
162	16 500	24 600	26 200	—	—	—	
164	16 900	25 200	26 900	—	—	—	
166	17 300	25 800	27 600	—	—	—	
168	17 800	26 400	28 200	—	—	—	
170	18 200	27 100	28 900	—	—	—	
172	18 600	27 700	29 600	—	—	—	
174	19 000	28 400	30 300	—	—	—	
176	19 500	29 000	31 000	—	—	—	
178	19 900	29 700	31 700	—	—	—	
180	20 400	30 300	32 400	—	—	—	
182	20 800	31 000	33 100	—	—	—	
184	21 300	31 700	33 900	—	—	—	
186	21 800	32 400	34 600	—	—	—	
188	22 200	33 100	35 300	—	—	—	
190	22 700	33 800	36 100	—	—	—	
192	23 200	34 500	36 900	—	—	—	
194	23 700	35 200	37 600	—	—	—	
196	24 200	36 000	38 400	—	—	—	
198	24 700	36 700	39 200	—	—	—	
200	25 200	37 500	40 000	—	—	—	

附 录 C
(资料性)
蠕变试验方法

C.1 蠕变试验应在弹性模量测试之后进行,将索力保持在40%破断载荷进行至少200 h的长效时间,试验环境的温度应保持在20℃±2℃(试验环境不能满足要求时,应进行温度补偿)。

C.2 对试样轴向施加载荷至不超过索体最小破断拉力或公称破断负荷的50%($F_{50\%}$),然后将载荷降至索体最小破断拉力或公称破断负荷的5%($F_{5\%}$),以反复循环的方式给索体试样继续施加和卸除载荷,循环次数为10次。

C.3 平缓的给索体样品施加载荷至索体最小破断拉力或公称破断负荷的40%($F_{40\%}$),当施加的试验力值不大于索体最小破断拉力的35%($F_{35\%}$)时;试验力值大于索体最小破断拉力的35%($F_{35\%}$)时,力值增加的速率每秒应不超过索体最小破断拉力的0.5%。

C.4 当试验力值达到试验规定力值时,引伸计清零,测量标距长度(L_e),开始试验并记录。

C.5 试验过程中,应连续或定时记录试验的力值、变形、温度和时间。如无其他规定,建议按下列时间间隔进行定时记录:5 min、10 min、30 min、1 h、2 h、4 h、6 h、8 h、16 h、24 h,以后每隔24 h记录一次,直至试验结束。

C.6 试验结束后,蠕变伸长率按照公式(C.1)计算:

$$A_t = \frac{\Delta L_t}{L_e} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(C.1)$$

式中:

- A_t ——任意时刻 t 的蠕变伸长率;
- ΔL_t ——试验中任意时刻 t 的变形量,单位为毫米(mm);
- L_e ——引伸计标距,单位为毫米(mm)。

C.7 允许使用推算方法进行200 h蠕变伸长率确定5年或其他时间蠕变伸长率,蠕变伸长率外推按照公式(C.2)计算:

$$\lg A_t = A \lg t + B \quad \dots\dots\dots(C.2)$$

式中:

- A_t ——蠕变伸长率;
- t ——时间,单位为小时(h);
- $A、B$ ——由回归分析确定的常数。