

中华人民共和国国家标准

GB/TXXXX—XXXX

建筑结构用密闭索

(Cable of locked coil ropes for building structures)

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

2020年12月08日

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 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

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和符号	1
3.1 术语和定义	1
3.2 符号	3
4 分类、标记和代号	3
4.1 分类	3
4.2 标记	4
4.3 锚具代号	5
5 密闭索订货内容	5
6 材料	5
6.1 索体材料	5
6.2 锚具材料	6
6.3 灌铸体材料	6
7 技术要求	6
7.1 索体	6
7.2 锚具	7
7.3 密闭索	8
8 检验	9
8.1 索体的检验	9
8.2 锚具的检验	10
8.3 密闭索的检验	10
9 检验规则	12
10 包装、标志和质量证明书	14
附 录 A （规范性附录）索体用钢丝技术要求	错误!未定义书签。
附 录 B （规范性附录）索体类别、直径和级的最小破断拉力表	6

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

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/TC183）归口。

本标准起草单位：贵州钢绳股份有限公司、冶金工业信息标准研究院等。

本标准主要起草人：

建筑结构用密闭索

1 范围

本文件规定了索体直径为16mm~200mm的密闭索的术语和定义、分类、标记、订货内容、材料、技术要求、试验、验收方法、包装、标志及质量证明书。

本文件规定了涂镀层碳素钢丝或不锈钢钢丝制造的各种建筑结构用密闭索技术条件。

本文件主要用于体育场馆、会展场馆、机场、火车站、大会堂、飞机库、汽车库、影剧院、购物中心等大型空间建筑结构用密闭索。

其它建筑用密闭索也可以参照本文件执行。

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 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 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	索体包装、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 4354	优质碳素钢热轧盘条
GB/T 5796.1	梯形螺纹
GB/T 7233	铸钢件超声探伤及质量评定标准
GB/T 8358	索体 实际破断拉力测定方法
GB/T 8706	索体 术语、标记和分类
GB/T 9443	铸钢件渗透检测
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 21965	索体 验收及缺陷术语
GB/T 22315	索体 弹性模量测定方法
GB/T 29086	索体 安全使用和维护
JB/T 4730.4	承压设备无损检测 第4部分 磁粉检测
JB/T 5000.6	重型机械通用技术条件 铸钢件
JB/T 5000.8	重型机械通用技术条件 锻件
JG/T 330	建筑工程用索
YB/T 4470	不锈索体用钢丝

3 术语和符号

3.1 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。

3.1.1

拉索 tension cable

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

索体 cable body

由单根或多根钢丝、钢绞线、钢丝绳构成的线形受力体，本文件指密封钢丝绳。

3.1.3

密闭索 cable of locked coil wire ropes

索体采用消除结构变形的密封钢丝绳或涂有防护层的密封钢丝绳形成的拉索。

3.1.4

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。

3.1.5

冷铸式锚具 cold-casting anchorage

用环氧树脂或环氧树脂与钢丸(铁砂)等材料混合物用冷铸技术进行固结索体端头的锚具。

3.1.6

热铸式锚具 hot-casting anchorage

采用低熔点合金用热铸技术进行固结索体端头的锚具。

3.1.7

压接式锚具 pressing connective anchorage

采用压接技术进行固结索体端头的锚具。

3.1.8

索体公称直径 nominal diameter of cable

索体外接圆直径的名义尺寸。

3.1.9

最小破断拉力 minimum breaking force

F_{\min}

最小破断拉力为索体公称直径 (d) 的平方、索体级别 (R_t) 及破断拉力系数 (K) 的乘积。

3.1.10

公称破断力 nominal breaking load

R_b

拉索的公称破断力为本文件中规定的索体的最小破断拉力 (F_{min}) 与固结效能系数的乘积。

3.1.11

设计索力 design cable force

F_d

拉索在工程结构设计时计算确定的理论工作载荷。

3.1.12

捻向 lay direction of rope

外层钢丝在索体中沿轴线的捻制方向，即右捻 (z) 或左捻 (s) 两种 (见图1)。



图1 索体的捻向

3.2 符号

f_{ptk} ——索体材料抗拉强度标准值。

4 分类、标记和代号

4.1 分类

4.1.1 索体

4.1.1.1 按照索体材料分类，分为碳素钢索体和不锈钢索体。

4.1.1.2 按照索体结构进行分类，分类见表1。

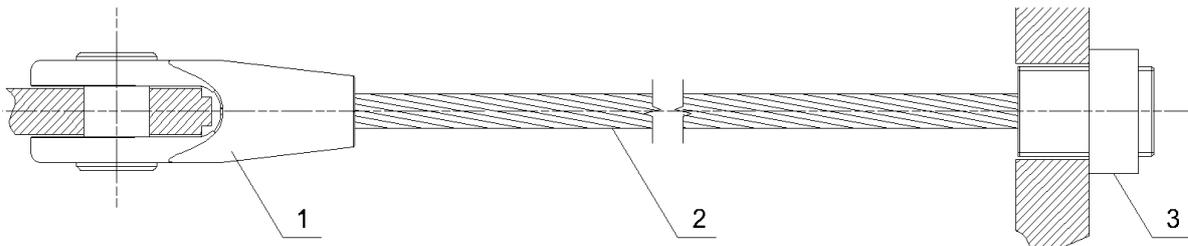
表1 索体分类

类别		Z 形钢丝层数
不锈钢索体	WSC - Z	1
	WSC - ZZ	2
碳素钢索体	WSC - Z	1
	WSC - ZZ	2
	WSC - ZZZ 及 WSC - 三层 Z 型丝以上	3 (4、5)

4.1.2 锚具

4.1.2.1 按索体与锚具连接形式，锚销具可分为冷铸式、热铸式、压接(挤压)式、夹片式、螺纹式。

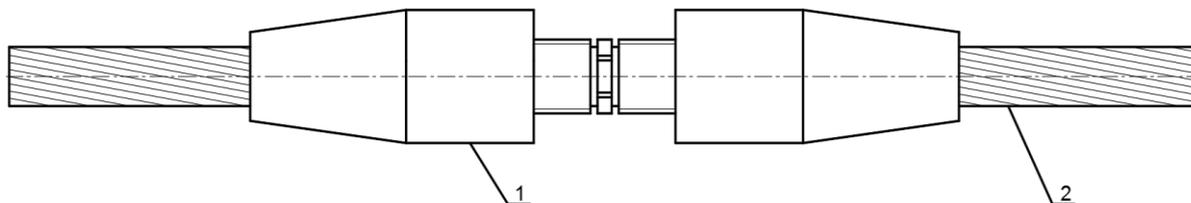
4.1.2.2 按结构与锚具连接形式，锚具可分为耳板式、支承式、螺纹式等，见图 2、图 3。



说明：

- 1——耳板式锚具（固定式、可调式）；
- 2——索体；
- 3——支承式锚具。

图 2 耳板式和支撑式拉索组成示意图



- 说明：1——螺纹式联接锚具（可调式）；
- 2——索体。

图 3 螺纹式环索组成示意图

4.2 标记

4.2.1 索体标记

索体的标记按GB/T 8706的规定；绳的结构排列由中心向外层进行标记。

索体标记示例见图 4。

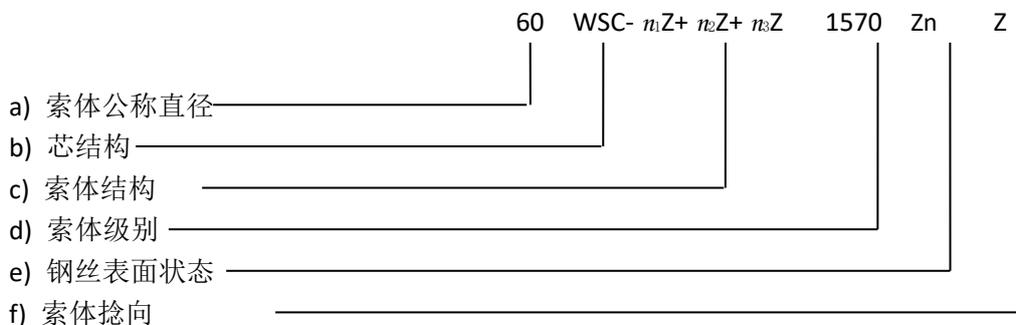


图 4 密闭索索体标记示例

4.2.2 密闭索标记

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

标记示例：无护层，索体直径为 120mm，索体级别为 1570 级，3 层 Z 形钢丝,锌铝合金镀层，锚具分别为耳板热铸式(ERZM 型)的密闭索，标记见图 5。

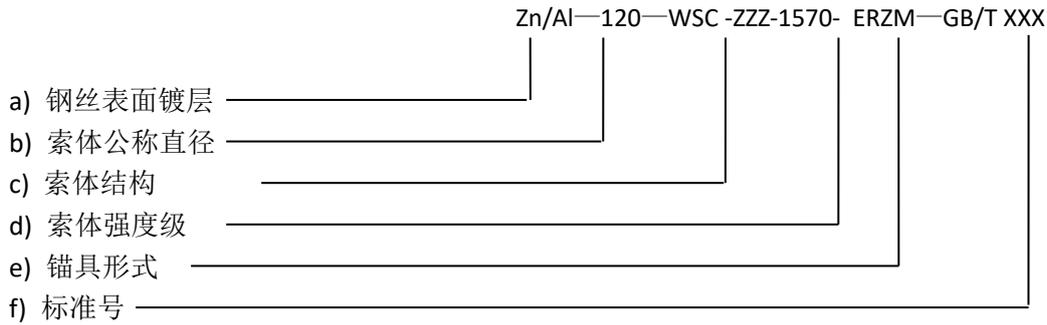


图 5 建筑结构用密闭索标记示例

4.3 锚具代号

常用锚具代号应符合表 2 的规定

表 2 锚具代号

锚具分类		代号	锚具分类		代号
耳板式	冷铸式锚具	ELZM-G(K)	支承式	冷铸式锚具	ZLZM
	热铸式锚具	ERZM-G(K)		热铸式锚具	ZRZM
	压接（挤压）式锚具	EYJM-G(K)		压接（挤压）式锚具	ZYJM
	夹片式锚具	EJPM-G(K)		夹片式锚具	ZJPM
	螺纹式锚具	ELWM-G(K)		螺纹式锚具	ZLWM
注：G——固定式 K——调节式					

5 密闭索订货内容

按本文件订货的密闭索合同应包括以下主要内容：

- a) 本文件的编号；
- 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) 材质（不锈钢或非合金钢）；
- g) 表面状态（纯锌、锌铝合金、锌铝稀土合金等）；
- h) 数量（长度、卷数、重量）；
- i) 锚具制造方式（铸造、锻造）
- j) 用途；
- k) 其它特定要求。

6 材料

6.1 索体材料

6.1.1 索体料可以选用碳素钢或不锈钢。碳素钢应符合 GB24242.2 以及 GB/T4354 的规定，不锈钢应符合 GB/T4356 的规定。

6.1.2 索体用钢丝要求应符合附录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 中的规定；采用合金结构钢时，其材料性能应符合 GB/T 3077、GB/T 1591 中的规定；采用不锈钢时，其材料性能应符合 GB/T 1220 中的规定；采用铸钢件时，其材料性能应符合 GB/T11352、JB/T5000.6 中的规定；采用锻件时，其材料性能应符合 JB/T 5000.8 中的规定。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 灌铸体材料

6.3.1 冷铸锚的灌铸材料应采用环氧树脂或环氧树脂与钢丸(铁砂)等材料混合物。

6.3.2 热铸锚的灌铸材料应采用锌铜合金,铜锌合金化学成分见表 3。

表3 铜锌合金化学成分

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

7 技术要求

7.1 索体

7.1.1 表面质量

索体在展开和无负荷情况下，不应呈波浪状，索体内钢丝不应有交错、折弯、单丝凸起和断丝等 GB/T 21965 中的制造缺陷。

7.1.2 捻制质量

7.1.2.1 索体应捻制均匀、紧密，每层之间不应存在空洞。钢丝表面允许有因捻制用工艺装备造成的轻微压痕存在。

7.1.2.3 索体中不允许存任何形式的接头。

7.1.2.4 索体中不允许涂覆、填充任何类型的油脂、油膏。

7.1.3 结构

索体结构可采用附录 B 中表 B.1~表 B.3 中的结构之一，也可由制造商规定的其它结构索体。在买方只规定索体类别的情况下，索体结构应由制造商根据要求确定索体典型结构。通常买方应规定索体的结构或类别。

7.1.4 级别

索体级别应符合附录 B 中表 B.1~表 B.3 的规定。经买方与制造商协商也可以提供满足要求的其它级的索体。

7.1.5 表面状态

用碳素钢制造的索体，钢丝涂镀层可采用锌铝稀土合金、锌及其它涂层。涂镀层索体内的钢丝应全部具有相同涂镀层，包括绳芯钢丝。

对于不锈钢制造的索体，不同层材质原则应一致。

7.1.6 捻向

索体最外层捻向应是右捻(Z)或左捻(S)。索体最外层的捻向一般应由买方确定，其余各层绳的捻向由生产厂家确定。

7.1.7 直径及其允许偏差和不圆度

公称直径应是供需双方在签订合同时确定的。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%。

7.1.8 索体参考重量

索体的参考重量，用 kg/100m 表示，并按式(1)计算：

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

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，K 值见表 4 给出的系数。

7.1.9 索体非弹性变形率

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。索体张拉后，非弹性变形率不大于 0.15‰。

7.1.10 索体破断拉力

索体破断拉力的测定值 (F_m) 应不低于附录 A 中表 A.1~表 A.3 的规定或供需双方协议的数值，表中未列直径索体最小破断拉力按式(2)计算：用 kN 表示，

$$F_{min} = K \cdot D^2 \cdot R_0 / 1000 \dots\dots\dots (2)$$

式中：F_{min} ——索体最小破断拉力，单位：kN；
 D ——是索体公称直径，单位：mm；
 R₀ ——是索体级；
 K ——是给定某一类别索体的最小破断拉力系数，K 值见表 4；

表 4 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 ≤ D < 102	0.622
	102 ≤ D ≤ 200	0.629
注：不锈钢密封索体重量系数比表中大 1%。		

7.2 锚具

7.2.1 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。在拉索安装后，应在夹片锚具和挤压锚具外设置防护装置。

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，应进行超声波探伤和磁粉探伤。采用锻件的锚具部件，探伤等级应符合 GB/T 4162 中的 B 级和 JB/T 4730.4 中的 II 级要求。采用铸钢的锚具部件，超声探伤等级应符合 GB/T 7233 中的 2 级规定，表面探伤等级应符合 GB/T 9443 中的 2 级规定或 GB/T 9444 中的 2 级规定。

7.2.3 冷铸锚

冷铸在浇铸冷铸料时应强迫振实，且加温固化过程应严格控制温度和时间，保证在常温下冷料抗压强度应大于或等于 147MPa。不锈钢索体不宜采用冷铸锚。

7.2.4 硬度

锚具硬度、硬度允许偏差应符合产品设计要求。

7.2.5 外观及尺寸

锚具外观及尺寸应符合设计图样规定，表面不得有白点、裂纹、飞边、压痕、划伤和缩孔等缺陷，螺纹应能自由旋合。

7.3 密闭索

7.3.1 长度

密闭索长度小于或等于 50m 时，索长误差为 $\pm 15\text{mm}$ ；拉索长度大于 50m 且小于或等于 100m 时，索长误差为 $\pm 20\text{mm}$ ；拉索长度大于 100m 时，索长误差为拉索长度的 $\pm 1/5000$ 。

需方对以上条款有特殊要求时，由供需双方协商。

7.3.2 密闭索外观及尺寸

密闭索表面整洁、光滑，不应有目视可见的裂纹、折叠、分层、划伤、结疤和修饰等缺陷。

7.3.3 锚索连接密封性能

防水密封组件与索体和锚具结合应紧密。

7.3.4 静载

密闭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%。

7.3.5 动载

当设计对拉索疲劳性能有要求时，应按照设计要求进行疲劳性能试验，试验后，每根拉索断丝率不应大于 5%，锚头无损坏。

7.3.6 弹性模量

碳素钢制造的密闭索弹性模量大于等于 $1.60 (\pm 0.05) \times 10^5 \text{MPa}$ ，不锈钢制造的密闭索弹性模量大于等于 $1.30 (\pm 0.05) \times 10^5 \text{MPa}$ 。

7.3.7 蠕变伸长率

当需方有要求时，密闭索应进行蠕变试验。密闭索200小时蠕变伸长率应不大于0.25%。允许使用推算方法进行200小时蠕变伸长率确定5年或其它时间的蠕变伸长率。

7.3.8 超张拉及回缩量

钢丝和索体拉索制作完成后，应取1.25倍设计索力(F_d)（不低于公称破断力 F_b 的45%）进行超张拉检验，张拉后冷铸锚锚塞回缩值应小于5mm，热铸锚塞回缩值应小于锚具锥体长度的2%、压接锚压接处应无任何滑移、锚具无损坏。

7.3.9 其它技术要求

密闭索其它技术要求供需双方协商。

8 检验

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。不得有GB/T 21965中存在的质量缺陷。

8.1.2 索体捻制质量

索体捻制质量，用手感和目测检验。索体的不松散性检查在距离切头不小于半个捻距的位置进行。在不影响原始捻制状态的条件下，从夹具中解开，异型制丝不脱出连接环则满足不松散要求。直径 $\geq 60\text{mm}$ ，可不做不松散的检验。

8.1.3 索体的结构检验

通过目测验证结构的符合性。

8.1.4 直径的测量

8.1.1.1 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7.1.7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。

8.1.1.2 同一截面测量的最大差值与索体公称直径之比为不圆度，应符合7.1.7的规定。

8.1.1.3 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，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。索体单位实测重量用kg/m表示。

8.1.6 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。

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个样测试整绳破断拉力，其测定方法按GB/T8358的规定。根据实测索体破断拉力，考核索体级别是否满足设计要求。

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中各自对应标准中的试验方法进行，并做记录。

8.2.3 冷铸锚

对于每一套冷铸锚，应在浇铸冷铸料同时同条件制作冷铸料抗压试件 3 件。试件规格为 30mm×30mm×30mm 立方体。

8.2.4 硬度

锚具硬度检验按产品零件设计图样规定的硬度值种类，选用相应的硬度测量仪器进行检验，并做记录。

8.3 密闭索的检验

8.3.1 拉索长度

8.3.1.1 成品拉索零应力索长测量可采用经超张拉检验后的成品拉索，加载至 20%的张拉力时测量拉索长度，然后再换算成零应力时的拉索长度。换算公式见式(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，载荷20%张拉力时的拉索长度，单位为毫米(mm)；
- P ——20%的预张拉力，单位为牛 (N)；
- EA ——拉索的抗拉刚度，单位为牛(N)；
- Δ ——温度修正值。

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

8.3.2 外观

索体及锚具外观用目测法检验。

8.3.3 尺寸

拉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。

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 3m，试验拉索根数不应少于三根。

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

8.3.3.3 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，量测标距范围内拉索的长度变化，精确至 0.5mm。

8.3.5 动载

8.3.6.1 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。

8.3.6.2 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，索体拉索可按应力上限达 $0.35 f_{ptk}$ ，应力幅值 150MPa 的要求进行。脉冲频率不大于 10Hz，在 200 万次脉冲加载后，试验索的断丝数不大于总数的 5%，即为合格。

8.3.6.3 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。

8.3.6.4 动载试验后，索体无明显损伤，锚具能正常使用。

8.3.6 弹性模量

密闭索的弹性模量测定应在超张拉后的试验索或成品索上进行。测定密闭索弹性模量的加载范围为 $0.1 \sim 0.4 f_{ptk}$ 。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。

8.3.7 蠕变试验

8.3.7.1 蠕变试验应在弹性模量测试之后进行，将索力保持在 40% 破断荷载进行至少 200 小时的长效时间，环境温度应保持在 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ （试验环境不能满足要求时，应进行温度补偿）。

8.3.7.2 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% (F50%)，然后将荷载降至索体最小破断拉力或公称破断负荷的 5% (F5%)，以反复循环的方式给索体试样继续施加和卸除荷载，循环次数为 10 次。

8.3.7.3 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% (F40%)，当施加的试验力值不大于索体最小破断拉力的 35% (F35%) 时，试验力可以较快的速率施加；试验力值大于索体最小破断拉力的 35% (F35%) 时，应缓慢加载，力值增加的速率每秒应不超过索体最小破断拉力的 0.5%。

8.3.7.4 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。

8.3.7.5 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，定时记录建议按下列时间间隔进行记录：5min、10min、30min、1h、2h、4h、6h、8h、16h、24h，以后每隔 24h 记录一次，直至试验结束。

8.3.7.6 试验结束后，蠕变伸长率按照式(5)计算：

$$A_f = \frac{\Delta L_t}{L_e} \times 100\% \quad \text{----- (5)}$$

式中：

A_f — 任意时刻 t 的蠕变伸长率 (%) ；

L_e — 引伸计标距，单位毫米 (mm) ；

ΔL_t — 试验中任意时刻 t 的变形量，单位毫米 (mm)

8.3.7.7 允许使用推算方法进行 200h 蠕变伸长率确定 5 年或其它时间蠕变伸长率，蠕变伸长率外推按照式 (6) 计算：

$$\log^{A_f} = A \log^t + B \quad \text{----- (6)}$$

式中：

A_f — 蠕变伸长率 (%) ；

t — 时间 (h) ；

A、B 都是由回归分析确定的常数

8.3.8 超张拉及回缩量

8.3.8.1 索体拉索每根成品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，加载精度在侧定范围内要保持在 $\pm 2\%$ 以内，压力表的精确度等级不应低于 0.4 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 100MPa/min。

8.3.8.4 测试过程中，如有需要，可以分级测量不同荷载下的拉索伸长量。

8.3.8.5 冷铸锚和热铸锚均可采用超张拉试验对锚塞回缩量进行检验。

8.3.8.6 锚塞回缩量试验应与超张拉试验同时进行。

8.3.8.7 对于冷铸锚，在锚具尾部选三个钢丝锚头；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；这三个锚头或测量点至锚具中心的距离应大致相等，并互成 120° 。

8.3.8.8 以锚杯外端面为基准，用深度卡尺量测锚头或测量点至基准面的垂直距离。加载前后各测一次，三个测点平均值前后两次的差，即为在该荷载下锚塞的回缩量，精确至 0.05mm。

9 检验规则

9.1 索体的验收

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格的检测部门进行。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 密闭索的验收

9.2.1 出厂检验

每根拉索产品均要进出厂检验行。出厂检验应符合表 8 的规定。出厂检验项目中任意一项不合格者，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者，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) 定期或积累一定产量后，每二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；
- 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 5 的规定。

9.2.2.2 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拉索产品，每生产批抽取 3 根拉索进行试验。

9.2.2.3 检验结果的判定

- a) 型式检验中如有一项不合格项目时，应再抽取 3 根拉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。
- b) 新型拉索未通过型式检验，不得投产。

表 5 检验项目及要

序号	检验项目		检验要求	检 验 方 法	抽样规定	出厂检验	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	7.1.2	8.1.2	每根	√	√
3		直径及不圆度	7.1.7	7.1.4	每根	√	√
4		非弹性变形率	7.1.9	8.1.6	1根/每批	—	√
5		破断拉力	7.1.10	8.1.7	1根/每批同规格	√	√
6	密闭索	拉索长度	7.3.1	8.3.1	每根	√	√
7		拉索外观	7.3.2	8.3.2	每根	√	√
8		静载试验	7.3.4	8.3.5	1根/每批	√	√
9		动载试验	7.3.5		1根/每批	—	√
10		弹性模量	7.3.6	8.3.6	1根/每批	—	√
11		蠕变试验	7.3.7	8.3.7	1根/每批	客户有要求时	√
12		超张拉及锚塞回缩量	7.3.8	8.3.8	每根	—	√
13	锚具	表面防护处理	7.2.1	8.2.1	每套	√	√
14		超声波探伤（生产记录）	7.2.2	8.2.2	每套	√	√
15		磁粉探伤（生产记录）	7.2.2	8.2.2	每套	√	√
16		冷铸锚	7.2.3	8.2.3	每套	—	—

17		硬度	7.2.4	8.2.4	每套	√	√
18		外观尺寸	7.2.6	8.2.2	每套	√	√
19		螺纹	7.2.6	8.3.3	每套	√	√
注：“—”为非检验项目。“√”为检验项目。							

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 密闭索

10.2.1 标志

10.2.1.1 在每报拉索的两端锚具处，应标明该索编号和规格型号。

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、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。

10.2.2 质量文件

10.2.2.1 密闭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。

10.2.3 包装

10.2.3.1 成盘包装

规格较大或长度较长的密闭索可采用成盘包装，钢质索盘筒径不应小于 28 倍的密闭索外径，密闭索整齐卷绕于盘上，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。

10.2.3.2 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 倍拉索外径，并且不小于 1.6m，最大外形尺寸应满足相应的运输条件。

10.2.3.3 其他要求

成品索应采用不损伤索表面质量且阻燃的材料缠包保护，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。

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	
	不锈钢丝	碳素钢丝
$3.0 \leq h < 4.0$	± 0.10	+0.35 -0.05
$4.0 \leq h < 5.0$	± 0.10	+0.40 -0.05
$5.0 \leq h < 8.0$	± 0.12	+0.40 -0.05

A.2 碳素钢丝

A.2.1 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它钢种和牌号应在合同中注明。

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。

同一索体中，所有钢丝的镀层类型应相同。

表A.3 碳素钢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			
		1570	1670	1770	1870
mm	mm				
$1.30 \leq d < 1.80$	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 碳素钢 Z 形钢丝最小扭转次数

公称高度 h/mm	试验钳口 标距 d/mm	公称抗拉强度级别 MPa		
		≤ 1370	1470	≥ 1570
$3.00 \leq h < 4.00$	460	26	21	19
$4.00 \leq h < 5.00$	310	14	10	9
$5.00 \leq h < 6.00$	380	13	9	8
$6.00 \leq h < 7.00$	460	12	8	7
$7.00 \leq h \leq 7.50$	540	11	7	6
$7.50 \leq h < 8.00$	500	7	5	4

表A.5 碳素钢圆钢丝最小弯曲次数

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

$4.00 \leq d < 4.10$	15	9	8	7
$4.10 \leq d < 4.20$		8	7	6
$4.20 \leq d < 4.30$		8	7	6
$4.30 \leq d < 4.40$		8	7	6
$4.40 \leq d < 4.50$		7	6	5
$4.50 \leq d < 4.60$		7	6	5
$4.60 \leq d < 4.70$		7	6	5
$4.70 \leq d < 4.80$		6	5	4
$4.80 \leq d < 4.90$		6	5	4
$4.90 \leq d < 6.00$		6	5	4

表A.6 碳素钢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		
		≤ 1370	1470	≥ 1570
$3.00 \leq h < 4.00$	7.5	8	7	6
$4.00 \leq h < 5.00$	10	8	7	6
$5.00 \leq h < 6.00$	15	7	6	5
$6.00 \leq h < 7.00$		6	5	4
$7.00 \leq h < 7.50$		6	5	4
$7.50 \leq h < 8.00$	20	7	7	6

表A.7 碳素钢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
$2.50 \leq d < 3.20$	255
$3.20 \leq d < 3.80$	260
$3.80 \leq d < 4.00$	275
$4.00 \leq d \leq 6.50$	280

表A.8 碳素钢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
$3.0 \leq d < 4.0$	265
$4.0 \leq d < 5.0$	275
$5.0 \leq d < 8.0$	290

A.3 不锈钢丝

A.3.1 不锈钢圆形钢丝（包括中心钢丝）应符合YB/T 4470的规定。

A.3.2 不锈钢异形钢丝扭转值和弯曲值应符合表A.9的规定。

表A.9 不锈钢异形钢丝最小扭转次数和弯曲次数

公称高度 h/mm	最小扭转次数				最小弯曲次数			
	钳口 标距 mm	公称抗拉强度级别 MPa			弯曲 半径 mm			
		≤1370	1470	1570		≤1370	1470	≥1570
$3.00 \leq h < 4.00$	460	18	18	15	7.5	8	7	6
$4.00 \leq h < 5.00$	310	14	10	9	10	7	6	5
$5.00 \leq h < 6.00$	380	12	8	7	15	6	5	4
$6.00 \leq h < 7.00$	460	10	7	6	15	6	5	4

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

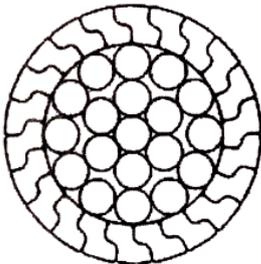
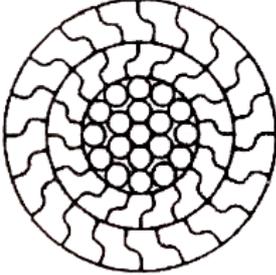
一层 Z 型钢丝密封索体		 <p style="text-align: center;">WSC-Z 密封索体典型结构图</p>						
索体公称直径	近似公称长度重量	索体最小破断拉力 kN						
		索体绳级						
mm	kg/100m	1180 级	1270 级	1370 级	1470 级	1570 级	1670 级	1770 级
16	147	177	190	205	220	235	250	265
18	187	224	241	260	279	298	317	335
20	230	276	297	321	344	367	391	414
22	279	334	360	388	416	445	473	501
24	332	398	428	462	495	529	563	596
26	389	467	502	542	581	621	660	700
28	452	541	582	628	674	720	766	812
30	518	621	669	721	774	827	879	932
32	590	707	761	821	881	940	1000	1060
34	666	798	859	926	994	1060	1130	1200
36	746	895	963	1040	1110	1190	1270	1340
38	832	997	1070	1160	1240	1330	1410	1500
40	922	1100	1190	1280	1380	1470	1560	1660
注：1. 碳素钢密封索体强度范围 1370~1770MPa，不锈钢密封索体强度范围 1180 MPa~1570MPa 2. 表中的参考重量是碳钢密封索体的参考重量，不锈钢密封索体比表中碳钢重 1%。 3. 碳素钢密封索体直径一般推荐 20mm 以上。								

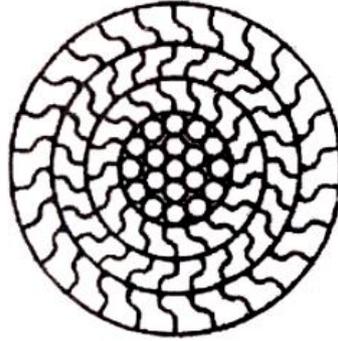
表 B.2 二层 Z 型密封索体

二层 Z 型钢丝密封索体		 <p>WSC-ZZ 密封索体典型结构图</p>						
索体公称直径	近似公称长度重量	索体最小破断拉力 kN						
		索体绳级						
mm	kg/100m	1180 级	1270 级	1370 级	1470 级	1570 级	1670 级	1770 级
30	527	646	695	750	804	859	914	969
32	600	735	791	853	915	977	1040	1100
34	677	829	893	963	1030	1100	1170	1240
36	759	930	1000	1080	1160	1240	1320	1390
38	846	1040	1110	1200	1290	1380	1470	1550
40	938	1150	1240	1330	1430	1530	1620	1720
42	1030	1270	1360	1470	1580	1680	1790	1900
44	1130	1390	1490	1610	1730	1850	1970	2080
46	1240	1520	1630	1760	1890	2020	2150	2280
48	1350	1650	1780	1920	2060	2200	2340	2480
50	1460	1790	1930	2080	2230	2390	2540	2690
52	1580	1940	2090	2250	2420	2580	2750	2910
54	1710	2090	2250	2430	2610	2780	2960	3140
56	1840	2250	2420	2610	2800	2990	3180	3370
58	1970	2410	2600	2800	3010	3210	3420	3620
60	2110	2580	2780	3000	3220	3440	3660	3870

注：1、碳素钢密封索体强度范围 1370~1770MPa，不锈钢密封索体强度范围 1180 MPa~1570MPa。
 2. 表中的参考重量是碳素钢密封索体的参考重量，不锈钢密封索体比表中碳素钢重 1%。

表 B.3 三层及以上 Z 型密封索体

索体公称直径 径		索体最小破断拉力 kN				
		索体绳级				
mm	kg/100m	1370 级	1470 级	1570 级	1670 级	1770 级
48	1430	1990	2130	2280	2420	2600
50	1560	2160	2320	2470	2630	2790
52	1680	2330	2500	2670	2840	3020
54	1810	2520	2700	2880	3070	3250
56	1950	2710	2900	3100	3300	3500
58	2090	2900	3120	3330	3540	3750
60	2240	3110	3330	3560	3790	4010
62	2390	3320	3560	3800	4040	4290
64	2550	3540	3790	4050	4310	4570
66	2710	3760	4030	4310	4580	4860
68	2880	3990	4280	4570	4860	5160
70	3050	4230	4540	4850	5160	5460
72	3220	4470	4800	5130	5450	5780
74	3410	4730	5070	5420	5760	6110
76	3590	4990	5350	5710	6080	6440
78	3780	5250	5630	6020	6400	6780
80	3980	5520	5930	6330	6730	7140
82	4180	5800	6230	6650	7070	7500
84	4390	6090	6530	6980	7420	7870
86	4600	6380	6850	7320	7780	8250
88	4820	6680	7170	7660	8150	8640
90	5040	6990	7500	8010	8520	9030
92	5260	7310	7840	8370	8905	9440
94	5500	7630	8180	8740	9300	9850
96	5730	7950	8530	9120	9700	10300
98	5930	8290	8890	9500	10100	10700
100	6220	8630	9260	9890	10500	11200



WSC-ZZZ 密封索体典型结构图

表 B.3 三层及以上 Z 型密封索体 (续 1)

索体公称直径	近似公称长度质量	索体最小破断拉力 kN				
		索体绳级				
mm	kg/100m	1370 级	1470 级	1570 级	1670 级	1770 级
102	6540	9080	9740	10400	11100	11700
104	6800	9440	10100	10800	11500	12200
106	7070	9810	10500	11200	12000	12700
108	7340	10200	10900	11700	12400	13200
110	7610	10600	11300	12100	12900	13600
112	7890	10900	11700	12500	13300	14100
114	8170	11300	12200	13000	13800	14700
116	8460	11700	12600	13500	14300	15200
118	8760	12200	13000	13900	14800	15700
120	9060	12600	13500	14400	15300	16200
122	9360	13000	13900	14900	15800	--
124	9670	13400	14400	15400	16400	--
126	9990	13900	14900	15900	16900	--
128	10300	14300	15300	16400	17400	--
130	10600	14700	15800	16900	18000	--
132	11000	15200	16300	17400	18500	--
134	11300	15700	16800	18000	19100	--
136	11600	16100	17300	18500	19700	--
138	12000	16600	17800	19000	20300	--
140	12300	17100	18400	19600	20900	--
142	12700	17600	18900	20200	21500	--
144	13000	18100	19400	20700	22100	--
146	13400	18600	20000	21300	22700	--
148	13800	19100	20500	21900	23300	--
150	14200	19600	21100	22500	23900	--
152	14500	20200	21600	23100	24600	--
154	14900	20700	22200	23700	25200	--
156	15300	21200	22800	24300	25900	--
158	15700	21800	23400	25000	26600	--
160	16100	22300	24000	25600	27200	--

注：此表为碳素钢密封索体数据，不锈钢密封索体不推荐此结构。

表 B.3 三层及以上 Z 型密封索体 (续 2)

索体公称直径	近似公称长度质量	索体最小破断拉力 kN		
		索体绳级		
mm	kg/100m	1370 级	1470 级	1570 级
162	16500	22900	24600	26200
164	16900	23500	25200	26900
166	17300	24000	25800	27600
168	17800	24600	26400	28200
170	18200	25200	27100	28900
172	18600	25800	27700	29600
174	19000	26400	28400	30300
176	19500	27000	29000	31000
178	19900	27700	29700	31700
180	20400	28300	30300	32400
182	20800	28900	31000	33100
184	21300	29500	31700	33900
186	21800	30200	32400	34600
188	22200	30800	33100	35300
190	22700	31500	33800	36100
192	23200	32200	34500	36900
194	23700	32800	35200	37600
196	24200	33500	36000	38400
198	24700	34200	36700	39200
200	25200	34900	37500	40000

注：此表为碳素钢密封索体数据，不锈钢密封索体不推荐此结构。