

## 内 容 简 介

叙述了钢绳的分类及设计方法。研究了钢绳钢丝，绳心，各种类型及结构（特别是异形股及密封）钢绳及其股绳的生产过程工艺基础。叙述了钢绳涂料及特殊的防蚀涂层。列举了提高钢绳性能的技术措施。

本书供钢丝及钢绳生产厂、研究与设计单位广大工人，干部和技术人员参考。也适用于涉及钢绳生产和使用的院校的师生。

В.Г.Мольнар, Ю.В.Владимиров  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ПРОИЗВОДСТВА СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ  
Издательство «Металлургия», МОСКВА, 1975

钢绳生产工艺基础

〔苏〕 В.Г.莫里纳尔 Ю.В.弗拉基米洛夫 著  
周学良 戚祥华 冯雅观 方一鹤 译  
方一鹤 校

冶金部金属制品科技情报所 出版  
湘潭钢铁厂科技情报室 发行  
湖南湘潭岳圻  
安乡县印刷厂 印刷

1976年10月第一版 开本787×1092 1/32

印数0001—7000 字数 140,000

# 毛主席语录

打破洋框框，走自己工业发展道路。

古为今用，洋为中用。

对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

---

## 出版说明

苏联新近出版《钢绳生产工艺基础》一书。书共有六章。叙述了钢绳的分类，钢绳设计的方法和计算数据；阐述了钢绳钢丝、绳芯，各种类型及结构（特别是异型股及密封）钢绳及其股绳的生产过程工艺基础；介绍钢绳涂料及其浸、涂方法；列举了提高钢绳性能的技术措施。

本书篇幅不大，但颇有其特点。一般性的生产工艺叙述得很简单，而着重列举提高钢绳性能的技术措施，以及新工艺及新技术；关于普通圆股钢绳只作简短的介绍，而专门各用一章详细叙述异形股钢绳和密封钢绳；等等。

遵照毛主席：“洋为中用”，“外国一切好的经验、好的技术，都要吸收过来，为我所用。学习<sup>外国</sup>必须同独创精神相结合”的教导，将它翻译出版，提供钢丝钢绳生产厂及有关单位的广大工人、干部、技术人员参考。参阅时应遵照毛主席关于“批判地吸收外国文化”的教导，通过实践加以验证、比较和鉴别，弃其糟粕，取其精华。

原书有不少错误，翻译时尽可能加以更正。一般，明显的错误更正时不一一加注。

由于译校者水平有限，加上时间仓促，译文定有缺点和错误，欢迎读者批评指正。

---

# 目 录

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 前 言                     | (1)  |
| <b>第一章 钢绳的分类及设计计算数据</b> | (4)  |
| 1 钢绳分类                  | (4)  |
| 2 钢绳结构的标志               | (10) |
| 3 各种类型和结构钢绳的特性          | (12) |
| 4 股绳中钢丝数及其捻制程序          | (19) |
| 5 钢绳及其元件的工艺与几何参数        | (22) |
| 6 钢丝绳捻成的圆股钢绳元件设计        | (28) |
| <b>第二章 钢绳钢丝生产工艺基础</b>   | (39) |
| 1 钢绳钢丝生产用钢及盘条           | (39) |
| 2 钢绳钢丝生产工艺过程            | (40) |
| <b>第三章 绳芯制造与涂油</b>      | (62) |
| 1 有机绳芯                  | (62) |
| 2 矿物绳芯和合成材料绳芯           | (70) |
| 3 金属绳芯                  | (71) |
| 4 钢绳涂油及涂油方法             | (72) |
| <b>第四章 提高钢绳性能的技术措施</b>  | (78) |
| 1 钢丝绳与绳绳生产基, 工段         | (78) |
| 2 捻制设备、装置及工具概述          | (79) |
| 3 钢丝定长重卷(卷线)            | (85) |
| 4 捻制时钢绳元件张力的调控          | (86) |

|             |                          |       |
|-------------|--------------------------|-------|
| 6           | 上线工字轮框架的上劲和破劲·····       | (87)  |
| 6           | 捻制时钢绳元件应力的再分配或消除·····    | (89)  |
| 7           | 钢丝与股绳予变形·····            | (95)  |
| 8           | 股绳与钢绳矫直·····             | (101) |
| 9           | 钢绳予拉张·····               | (109) |
| 10          | 圆形股绳及单捻钢绳的塑性压缩·····      | (116) |
| 11          | 低温回火与机械=热处理·····         | (123) |
| 12          | 塑料与阴极保护应用·····           | (125) |
| 13          | 生产某些类型钢绳的工艺特点·····       | (130) |
| <b>第五章</b>  | <b>异形股钢绳和扁钢绳制造</b> ····· | (134) |
| 1           | 异形股钢绳设计·····             | (134) |
| 2           | 工艺过程特点·····              | (140) |
| 3           | 三角股绳予变形·····             | (145) |
| 4           | 制造异形股钢绳用设备、装置与工具略述·····  | (150) |
| 5           | 扁钢绳制造新方法·····            | (160) |
| <b>第六章</b>  | <b>密封钢绳制造</b> ·····      | (163) |
| 1           | 密封钢绳结构及生产工艺特点·····       | (164) |
| 2           | 异形钢丝断面设计·····            | (165) |
| 3           | 密封钢绳应力的中和·····           | (175) |
| 4           | 制造密封钢绳用设备、装置及工具略述·····   | (180) |
| <b>参考文献</b> | ·····                    | (183) |

# 前 言

苏联的钢绳产量(1974年约49万吨)在世界上占有领先的地位。大量的研究工作促进了钢绳品种的扩大和各种如下先进类型或结构钢绳产量的增加:不旋转的和不松散的钢绳、线接触钢绳、密封钢绳、异型股钢绳、厚锌层镀锌钢绳、不锈钢绳、包塑料钢绳、尼龙绳芯钢绳、高强度钢绳等等;开始生产镀锌钢绳、大直径和大长度钢绳。目前最大的钢绳直径可达150毫米,长度可达64000米。此外,在提高钢绳产量的同时还注意进一步提高钢绳的工作性能,这取决于它的技术性能即使用时的耐久性、保持性和安全性[1]。用户应按机械的不同正确选择钢绳的类型和结构,改善使用条件;而在制造钢绳时,应该提高钢绳所用原料的质量(包括从铸锭开始,到拉丝结束),以及有机绳芯和润滑油脂的质量。此外,制造钢绳时还应采用一些方法来提高钢绳的工作性能,这主要有:1)研究新的钢绳类型和结构,扩大品种;2)增加先进类型和结构的钢绳的产量;3)改革钢绳的生产工艺和控制机器的结构;4)钢绳设备的现代化(自动化)和陈旧设备的更新;5)在生产中对工艺过程和产品质量采用完善的检查办法[2]。

现代大型钢绳生产照例安排于联合企业,即自己生产捻绳钢丝。因此,这种企业常常称为钢丝钢绳厂(例如伏尔加格勒、哈尔采兹斯克及奥得萨等厂)。此外,钢绳的类型和结构基本上决定了钢绳钢丝的类型(它的断面形状,尺寸、机械性能,有否镀层和其他等等)。因此,钢绳生产实际上应当看成钢丝

钢绳联合生产。它包括三个主要过程：钢绳钢丝制造，把钢丝捻制成股绳和把股绳捻制成子绳或钢绳(图1)。

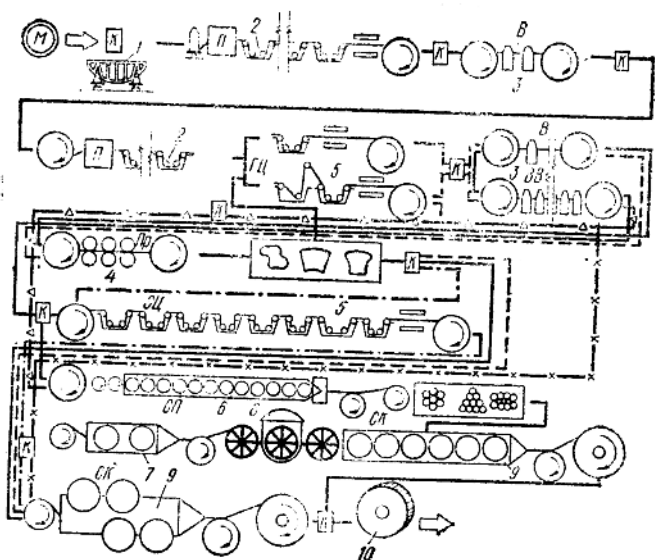


图1 由下述工序组成的钢丝、钢绳生产工艺过程简图：  
 M—金属原料(盘条)；K—检查；П—高温淬火；B—单次或双  
 次拉丝机；BB—多次拉丝机；Пp—异型钢丝冷轧；Гy—热镀锌；  
 Цп—电镀锌；СП—捻制圆或异型股绳；СК—捻制成绳；  
 1—盘条库；2—等温淬火和拉丝前金属表面准备机组(热处理  
 酸洗机组)；3—拉丝机；4—冷轧机；5—镀锌机组；6—股绳机；  
 7—有机绳芯捻制机；8—绳芯真空浸油设备；9—成绳机；  
 10—钢绳卷于木轮和准备发送至用户。

钢绳生产厂也制造一些其他产品——金属帘线，加强钢筋混凝土用的股绳和钢绳，单金属丝或多金属丝（多半是双金属丝）绞线及其他等等。



# 第一章

## 钢绳的分类及钢绳设计计算数据

### 1 钢绳分类

钢绳系指一束或一组相互联系的钢丝束(股绳)，钢绳可按

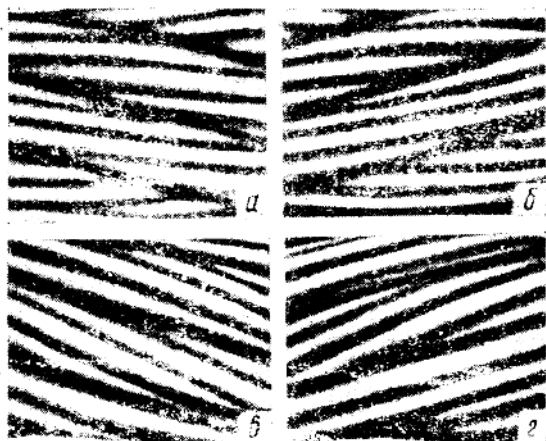


图2 具有不同捻向配合的钢绳；

а—交互右捻；б—交互左捻；в—同向右捻；г—同向左捻；

螺旋线布置(图2,捻制的钢绳),也可相互平行布置(非捻制的钢绳)。捻制的钢绳中,股绳围绕其中心部分(所谓绳芯)布置。股绳中也有股芯或中心钢丝。

钢绳及钢绳制品的类型、结构、原料和生产工艺首先取决于它的应用对象和具体用途。钢绳的主要应用对象有〔2〕:

(1)工业和建设用提升—运输起重设备(桥式、塔式、门式和缆索起重机);

(2)无轨修路机器和机械(汽车吊、挖掘机、推土机、铲土机);

(3)煤炭矿井和矿场使用的开采和提升固体有用矿物的机器和机械;

(4)石油、天然气等用钻井设备;

(5)化工和冶金工厂用起重机;

(6)林业采伐设备;

(7)架空索道;

(8)船舶装备;

(9)航空辅助装备;

(10)大楼和建筑物的建筑结构(包括钢筋混凝土补强用的股绳与钢绳);

(11)橡胶制品(汽车外胎和传动运输带用金属帘线);

(12)输电(由钢丝捻成的导线)和其他用途。

根据钢绳的用途,可把它分为支持绳(用于悬吊桥梁、支持大楼房顶和吊挂电缆,用作矿井罐道等);承载绳(作为架空索道用矿车轨道索);牵引绳(传动装置和运输机械远距离传递拉力用);提升绳(用来提升重物)和系扎绳(作为拖绳和系船绳;浮运木材编木筏绳,捆扎绳等)。

钢绳还可按其他特征分类〔2〕:

(1)按制造方法分(捻制的,编织的,捻制和编织联用的,金属编制的,非捻制的一平行布置的钢丝或股绳束);

(2)按钢绳横断面形状分(圆的,扁的,三角的,椭圆的,六角等等);

(3)按横断面尺寸(直径)分;

(4)按原材料种类分(钢的,麻的,塑料的,麻和塑料联用的);

(5)按镀层分(光面的,镀锌的,镀黄铜或镀铝的,镀铅或者包塑料的);

(6)按镀层的工作条件分(轻条件JIC,中等条件CC,恶劣条件JIC);

(7)按股绳(子绳)和钢丝数目分(单股的,多股的,多丝的);

(8)按股绳的横断面形状分(圆股的,异型股的,三角股,椭圆股,扁股,扇形股,椭圆一扁股,三角一扁股);

(9)按股绳的层数分(单层的,多层的);

(10)按钢丝机械性能强度或韧性分(特号B, I 号和 II 号);

(11)按钢绳本身强度分(高强度的,中等强度的,低强度的);

(12)按钢绳的长度分(短的,长的或超长的一例如深矿井和钻井用绳);

(13)按沿钢绳长度上其横断面的变化分(非等强度和等强度的,后者钢绳横断面或重量朝荷重端逐渐地或阶梯式地减小);

(14)按捻制后的处理方法分(矫直的,预拉张或张紧的);

(15)按股绳的径向压缩程度和形式分(用矫直辊压紧股绳;塑性压缩股绳,此时横断面形状改变或不改变);

(16)按捻制时钢丝及股绳是否预变形分(未经预变形的,预变形的);

(17)按绳芯材料分(有机绳芯—o.c.,软金属丝(铁丝)绳芯—m.c.m.,硬金属丝(钢丝)绳芯—m.c.,金属弹簧绳芯,石棉绳芯,合成材料绳芯—и.с);

(18)按绳芯使用方式(捻制的,编织的,单一的,成束的,异型的绳芯等);

(19)按捻制方法分(松散的一P或不松散的一H);

(20)按捻向分(右捻—Z或II,左捻S或JI,以及在钢绳长上各股的捻向相同或相反);

(21)按钢绳和股绳捻向的配合分(交互捻,同向捻,复合捻);

(22)按钢绳旋转程度分(旋转的、微旋转的,不旋转的一多股钢绳各层股绳捻向相反);

(23)按钢绳表面的密封程度和平整度、光滑度分(开式的,半密封式的,密封式的);

(24)按钢丝横断面形状分(圆形丝和异形丝—Z形的,8字形,X形的,梯形的,人字形的,椭圆形的,三角形的和别的);

(25)按是否采用填充元件分(带有填充钢丝或股绳,不带填充的);

(26)按股绳中是否有带状加强层分;

(27)按是否采用阴极保护分(有或没有阴极保护);

(28)按有否导电心线分;

(29)按捻距大小分(短捻距的或长捻距的);

(30)按捻制次数分(单捻绳—螺旋绳, 双捻绳—钢索, 三捻绳—钢缆);

(31)按钢丝在股层间的接触状态分(点接触—TK, 线接触—JK, 复合点线接触—JTK或钢丝直径相同的点线接触—TJK-O和钢丝直径不同的点线接触TJK—P);

(32)按线接触钢绳的股绳中钢丝直径是否相同分(X型或西鲁式—股绳各层中钢丝直径相同, W型或瓦林吞—股绳外层钢丝直径不相同, WX型或瓦林吞—西鲁式—股绳各层中钢丝直径有相同的, 也有不同的, T型的或填充式—股绳层中大直径基本钢丝缝隙间填充小直径的钢丝, 以及股绳所有各层钢丝的直径都不相同的WW型, 等等)。(此处, 翻译时钢绳的类型标志改用我国标准规定的标志, 以后也按同一原则, 并且不再一一加注。其中X相当于苏联的JK-O, W相当于JK-P, T相当于JK-3, WX相当于JK-PO, 等等—译者注)。

(33)按钢绳各层股绳接触状态分(点接触, 线接触, 点线接触)。

钢绳也按其使用对象和工作特点分类(例如: 冶金吊车和高炉卷扬; 矿井提升, 掘进, 矿用运输, 制动, 罐道, 采掘, 导向; 以及盖普型摩擦轮提升和多绳提升用绳; 航空及船用拖曳索; 渔网纲绳; 电缆; 等等)。也按钢绳在某种机械或绳系中的作用和使用位置分(例如, 平衡绳, 头绳, 尾绳; 端绳或结尾绳等)。钢绳还可按其它特征分类。

苏联的钢绳分类原则基本上与外国一样〔2〕。

钢绳的品种日益扩大: 钢绳的直径和长度不断增大; 结构也日益复杂, 制造钢绳使用了不锈钢和双金属; 采用了阴极保护, 使用了塑料及复合材料涂层; 等等。

近年来，除了老结构的钢绳之外，还制造了一些新结构的线接触钢绳：在横向负荷作用下钢丝不会嵌入相邻层的钢绳；股绳中带有两根中心钢丝；均应力多股钢绳和其他等。也使用股绳钢丝和绳中股绳均为线接触的多股钢绳。成功地研制成一种股绳中所有钢丝都以螺旋面接触的新型钢绳，这种钢绳极有前途。

等强度的钢绳的生产有所发展。这种钢绳的直径或质量沿长度上阶梯地或逐渐地朝其荷重端减小。（矿井和海轮用绳一向下减小，而轻气球用绳一向上减小）。

要重视生产高强度钻井用绳，特别是供深和超深（达5000米）钻井的起重滑车用绳。

在一些国家中，深矿井提升机开始采用带有机绳芯的高强度钢绳，其计算强度极限超过220—240公斤/毫米<sup>2</sup>〔2〕。

近来，出现了在很恶劣的钻井（石油或天然气井）条件下工作的结构复杂的新型钢绳（例如，有液体浸出介质，温度高达+400°C，压力达几千个大气压，井深4000—5000米以上）。

广泛采用金属支撑结构—非捻制的钢绳，即把直径2—10毫米的高强度钢丝的钢丝束、股绳或钢绳平行放置，并在其长度上的不同地方用细条或其它方法结实的捆紧和压实。在一些国家中，为建设大跨度无支撑吊桥应用的非捻制钢绳直径达1000毫米。这种钢绳直接在使用地点就地制造。非捻制钢绳还运用在加强钢筋混凝土方面。与捻制的钢丝绳相比，它的主要优点是：因为金属中没有捻制应力，它的整绳破断拉力实际上等于破断拉力的总和。因此，这种钢绳具有较高的强度和工作能力，制造时可节约金属20—30%。此外，钢绳在承受工作负载时实际上不会伸长。

按照上述分类，不同类钢绳的技术性能还与它的如下基本特点有关：强度，挠性，捻制的密实性，抗压性，耐磨性，耐腐蚀性和疲劳强度（钢丝在疲劳试验机上周期受荷测定的耐久性）。这些特征最重要的是强度。在一定的使用条件下，钢绳的工作性能大都只决定于上述特征中的一个而较少决定于二、三个因素。选择制造钢绳的材料和工艺参数时，首先考虑的是决定其工作性能的那些特性。

## 2 钢绳结构的标志

钢绳结构(图3~6及其它)用一系列数字和将之连系起的乘号( $\times$ )和加号( $+$ )表示。按这些标志的技术意义即可得出钢绳中的钢丝总数。单捻钢绳和股绳结构用和数式 $a + n_1 + n_2 + n_3 + \dots$ 表示，式中 $a$ 大和等于1—绳(股)芯的钢丝数， $n_1 \sim n_3$ —相当于1~3层或更多层中的钢丝数。股绳某一层使用不等直径的钢丝时，相应的数 $n$ 可用简单的分数表示，分子和分母的和数就为该层钢丝的总数。此外，也可以用逗号分开小直径填充钢丝的数量。

双捻钢绳结构的简化标志式为 $m \times n$ ，而三捻钢绳则以 $a \times m \times n$ 表示，式中 $a$ —绳的子绳数， $m$ —子绳或钢绳的股绳数， $n$ —股绳的钢丝数。经常在这种标志后用《+》添上10.c.类字头来表示是否应用绳芯和绳芯的数量和材料〔此时双捻钢绳有一个(1)有机(o.)绳芯(c.)〕。还有更为复杂的标志。为简化钢绳结构的标志，还使用了股绳结构的标志。此时，股绳的结构标志用括号分开，也可在括号内写上完整的股绳结构标志以代替 $n$ 。钢绳中有不同结构的几种股绳时，参数用数字和放在

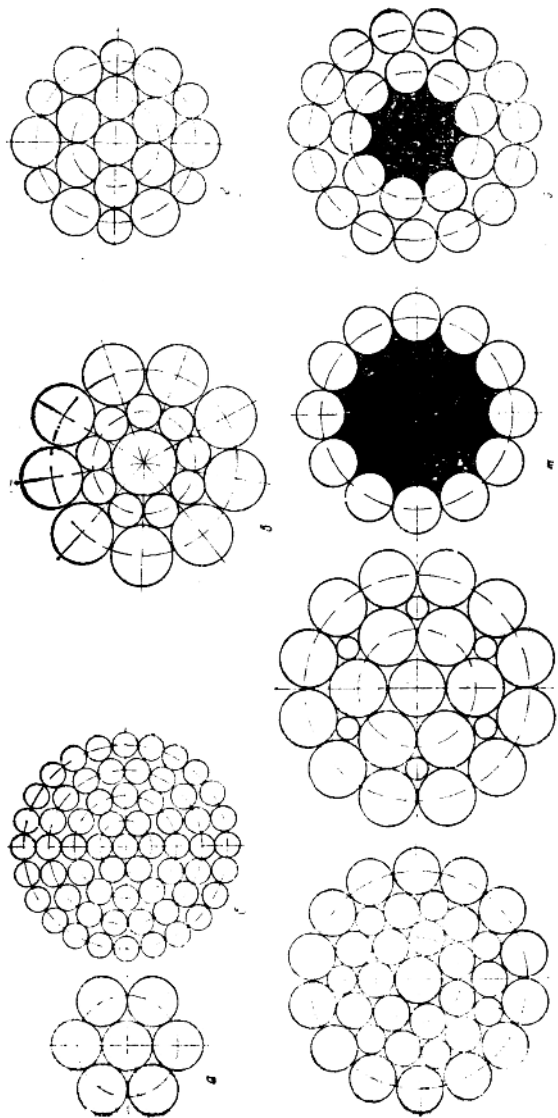


图3 各种结构的单层及多层钢丝绳(单捻股绳)的横断面: a-1+6单层钢丝绳接触; $6-1+6+12$   
 +18+24四层钢丝绳接触; b-1+9+9二层钢丝绳接触; r-1+6+6/6二层钢丝绳接触; H-1+  
 7+7/7+14三层钢丝绳接触; e-1+6/6+12二层钢丝绳接触; K-0+12(或12+10.c.)的  
 带有有机芯的单层钢丝绳接触; 3-0+9+15(或9+15+10.c.)的带有有机芯的二层钢丝绳接触;



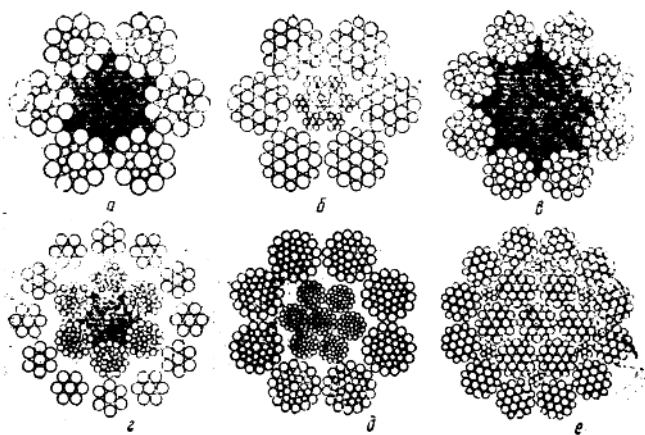


图4 双捻钢绳的横断面：

a-X型线接触， $6 \times 19 + 10.c.$ 结构；b-W型线接触， $6 \times 19 + 7 \times 7$ 结构；c-T型线接触， $8 \times 25 + 10.c.$ 结构；  
 r-线接触， $12 \times 7 + 6 \times 36 + 10.c.$ ；d-线接触， $8 \times 36 + 7 \times 36$ 结构；  
 e-股绳线接触， $12 \times 19, 6 \times 7 + 7 \times 19$ 结构

其中间的加号或乘号表示。使用异型钢丝时，在表示钢丝数的数字前冠以相应的字母（例如Z—Z形钢丝，X—X形钢丝，□—梯形钢丝，等等）。

### 3 各种类型和结构钢绳的特性

钢绳有最大差异的特性标志，除了它的尺寸及横断面形状