

潘志勇 邱煌明

著

钢丝绳生产工艺

Gangsisheng Shengchan Gongyi

Gangsisheng
Shengchan
Gongyi

湖南大学出版社

Gangsisheng Shengchan Gongyi

钢丝绳生产工艺

责任编辑 / 张建平 封面设计 / 张毅

ISBN 978-7-81113-398-1



9 787811 133981 >

定价: 45.00元

钢丝绳生产工艺

潘志勇 邱煌明 著

湖南大学出版社

2008年·长沙

内 容 简 介

本书参照国际标准对钢丝绳的结构、品种、特性值等有关知识作了系统介绍,并对钢丝绳的结构设计、生产工艺及钢丝绳应力消除等内容进行了重点综述。

本书可供从事钢丝绳生产的专业技术人员、管理人员、生产人员使用,也可供电缆、纺织、矿山、机械等相关行业的工程技术人员和管理人员参考,还可作为高、中等院校的专业教材。

图书在版编目(CIP)数据

钢丝绳生产工艺/潘志勇,邱煌明著.

—长沙:湖南大学出版社,2008.7

ISBN 978-7-81113-398-1

I. 钢... II. ①潘...②邱... III. 钢丝绳—生产工艺

IV. TG356.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 101159 号

钢丝绳生产工艺

Gangsisheng Shengchan Gongyi

作 者: 潘志勇 邱煌明 著

责任编辑: 张建平

封面设计: 张 毅

出版发行: 湖南大学出版社

社 址: 湖南·长沙·岳麓山

邮 编: 410082

电 话: 0731-8821691(发行部), 8820006(编辑室), 8821006(出版部)

传 真: 0731-8649312(发行部), 8822264(总编室)

电子邮箱: presszhangjp@hnu.cn

网 址: <http://press.hnu.cn>

印 装: 湖南东方速印科技股份有限公司

开本: 710×1000 16 开 印张: 14.75

字数: 257 千

版次: 2008 年 8 月第 1 版 印次: 2008 年 8 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978-7-81113-398-1/TG·8

定价: 45.00 元

版权所有, 盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错, 请与发行部联系

目 次

绪 论	(1)
第一章 钢丝绳的结构、品种和基本特性	(4)
第一节 钢丝绳的基本构造	(4)
第二节 钢丝绳的结构分类与标记	(11)
第三节 钢丝绳的品种及基本性能要求	(15)
第四节 钢丝绳的基本特性	(19)
第二章 钢丝绳的结构设计	(37)
第一节 钢丝绳结构设计的内容和程序	(37)
第二节 成品钢丝绳的结构设计	(38)
第三节 点接触圆股的结构设计	(50)
第四节 线接触圆股的结构设计	(56)
第五节 面接触圆股的结构设计	(70)
第六节 三角股的结构设计	(73)
第七节 密封钢丝绳的结构设计	(87)
第三章 钢丝绳生产工艺	(94)
第一节 钢丝绳生产的一般工艺过程	(94)
第二节 钢丝绳的主要原辅材料及其基本要求	(100)
第三节 普通圆股钢丝绳的生产工艺	(115)
第四节 面接触钢丝绳生产工艺	(149)
第五节 异型股钢丝绳生产工艺	(154)
第六节 密封钢丝绳生产工艺	(170)
第七节 不旋转钢丝绳生产工艺	(182)
第八节 钢丝绳生产过程的工艺管理	(192)
第四章 提高钢丝绳质量的措施	(198)
第一节 钢丝绳的应力分析	(198)
第二节 消除或减少钢丝绳应力的方法	(203)
第三节 提高钢丝绳的不松散性能	(208)

第四节 提高钢丝绳质量的其他措施	(217)
附表 线接触圆股设计参数表	(221)
参考文献	(229)
后 记	(230)

绪 论

钢丝绳是以热轧高碳线材为主要原材料的深加工产品。在我国冶金工业部门,钢丝绳属于金属制品的范畴。其加工过程是:用热轧高碳线材先制造出各种各样的制绳钢丝,然后再由制绳钢丝和其他一些材料(如绳芯纤维、钢丝绳用油脂等)制造成各个品种结构的钢丝绳。因此钢丝绳也可称之为“线材的二次制品”。

钢丝绳在国民经济中的地位十分重要,几乎所有的行业和部门都离不开它,特别是在矿山、冶金、石油、化工、机械、电子、煤炭、通讯、航空、海运、水产、林业、交通运输、建筑等部门中更具有重要的作用。因此,钢丝绳生产是国民经济建设的一个重要环节。

一、钢丝绳的产品特点和工艺特点

钢丝绳之所以用途十分广泛,是因为它具有以下特点:

- (1) 钢丝绳能够传递长距离的负载;
- (2) 钢丝绳能够承受多种载荷及交变载荷的作用;
- (3) 钢丝绳具有较高的抗拉强度、抗疲劳强度和抗冲击韧性;
- (4) 钢丝绳在高速工作条件下,耐磨、抗震、运转稳定性好;
- (5) 钢丝绳的耐腐蚀性好,能够在各种有害介质的恶劣环境中正常工作;
- (6) 钢丝绳的柔软性好,适宜于牵引、拉拽、捆扎等多方面的用途;
- (7) 钢丝绳的承载安全系数大,使用安全可靠;
- (8) 钢丝绳的自身重量轻,便于携带和运输。

由于钢丝绳具有上述特点,因此,至今为止在国内外都无法找到任何一种更为理想的产品来代替它。在生产工艺上,钢丝绳也具有一些与其他产品工艺不同的特点:

(1) 与其他金属制品相比,钢丝绳的生产工艺比较复杂,在一定程度上,它可以综合反映金属制品的生产工艺水平;

(2) 钢丝绳是由制绳钢丝按照一定的规则捻制而成。捻制后,钢丝由直线状态变成了螺旋线状态。捻制时,钢丝的运动由圆周运动和直线运动复合

而成;

(3)在捻制过程中,钢丝经受弹性-塑性变形,其横截面的形状、尺寸、金属量和内部组织并没有明显的变化(面接触除外);

(4)捻制以后,制绳钢丝的力学性能有所削弱;

(5)钢丝绳生产工艺线比较长,工序之间的衔接性比较强,单件产品的加工周期比较长;

(6)钢丝绳生产的配套设备比较多,生产过程的管理比较复杂和严密,对操作者的责任心和技术熟练程度有一定的要求。

二、钢丝绳生产技术的发展

自 1834 年欧洲人奥鲁勃特发明第一根钢丝绳以来,至今已有 100 多年了。这 100 多年来,钢丝绳的生产技术在世界上发展很快。到目前为止,比较发达的国家都有为数不少的钢丝绳生产专业厂家,以满足对数量、品种、结构、规格等方面的需求。现在已发展到上百个钢丝绳品种、几百种钢丝绳结构、上千个钢丝绳规格;在力学性能上也得到了很大的改善;在生产装备上,既出现了高转速(已达 $5\,000\sim6\,000\text{ r}\cdot\text{p}\cdot\text{m}$)、大工字轮(已达 $\phi 2\,400\text{ mm}$)、多工字轮的捻制设备,又有自动化装置比较完备的捻股机与成绳机;捻制钢丝绳的最大直径已达到 $\phi 310\text{ mm}$ 、单根钢丝绳的重量已达到 200 t。

我国的钢丝绳工业始建于 20 世纪 30 年代。当时,无论是在产品数量上,还是在产品的品种、结构、规格上都大大落后于世界上较为发达的国家。解放后,随着国民经济建设的飞速发展,钢丝绳工业的发展也突飞猛进。国家先后在鞍山、天津、上海、湘潭、宁夏、遵义、青岛、武汉、马鞍山、无锡、宁波、杭州、大连、成都、重庆等地建立了一批大中型钢丝绳骨干企业,近年来在全国各地又涌现了一大批地方中小型钢丝绳生产厂家。不仅在生产能力上有了大幅度的发展,而且在品种结构方面也增加很快。特别是从 20 世纪 60 年代以来,相继增加了线接触钢丝绳、面接触钢丝绳、异型股钢丝绳、密封钢丝绳、多层股钢丝绳、石油钻井钢丝绳、林业钢丝绳、渔业钢丝绳、电梯钢丝绳、胶带钢丝绳、轮胎钢丝绳、四股不旋转钢丝绳、阶梯钢丝绳、电铲钢丝绳、航空钢丝绳、预应力钢绞线、镀锌钢绞线、多层异型股钢丝绳、微细钢丝绳等品种结构,弥补了我国钢丝绳品种结构的空白。与此同时,产品质量提高很快,工艺装备不断完善,逐步实现了捻制设备的系列化、标准化。所有这些,都充分体现了我国的钢丝绳生产工业已经发展到了一个新的水平,并且逐步迈入世界的先进行列。

今后,我国的钢丝绳生产技术的发展应该注意以下几个方面:

(1)进一步研制新的、好的品种结构,发展和推广现有的好品种、好结构,逐渐淘汰那些落后的、不合理的结构品种;

(2)广泛采用国际标准和国际先进标准;

(3)进一步提高钢丝绳的质量性能,逐步实现钢丝绳的高强度、高韧性、耐磨、耐腐蚀、抗疲劳、不松散、不旋转等优良性能,充分发挥其高效经济钢材的特点;

(4)加强对镀层、涂层、绳芯、油脂、包装等材料及工艺技术的研究工作,并努力推广应用;

(5)完善和改进生产装备,提高自动化和机械化程度,建立新的操作控制程序。使生产装备既能满足结构、品种、捻制质量、安全操作的需要,又能确保高效率生产;

(6)进一步开辟钢丝绳新的用途领域,从宏观上调整钢丝绳的产需结构,提高社会效益;

(7)加强对工艺过程的管理,节约能源、降低消耗,增强经济效益;

(8)加强环境保护,降低噪音、消除污染。

三、本书的基本内容

随着钢丝绳工业的日益发展,需要有一支强大的钢丝绳专业技术队伍。这些年来,钢丝绳行业不仅拥有许许多多具有丰富经验的技术工人,而且也造就了一批专业技术人才。在各大厂家设有专门科研机构的同时,全国还有金属制品研究所、金属制品科技情报网,在一些钢铁设计院还设有设计研究科室。有些高等院校、中等专业学校还专门开设了金属制品专业课程,特别是有不少职业技术学院、职工大学和技工学校,开设了金属制品专业。所有这些,从人力资源上满足了钢丝绳生产的需要,促进了钢丝绳科学技术的发展。但是也应该看到,钢丝绳科技力量仍然严重不足,必须予以高度重视。

钢丝绳生产工艺,所要讨论或研究的内容主要是指由制绳钢丝制造成钢丝绳的加工过程的工艺技术知识。本书参照国际标准对钢丝绳的结构、品种、特性值等有关知识作了系统介绍,对钢丝绳的结构设计、生产工艺以及钢丝绳应力消除等内容进行了重点综述。其基本内容有:钢丝绳的品种结构类别和构成规律;钢丝绳的基本特征和属性;钢丝绳的原材料及其性质;钢丝绳的结构设计知识;钢丝绳的生产工艺;钢丝绳的质量检测方法;钢丝绳的用途与使用原则;提高钢丝绳质量的措施;钢丝绳生产过程的管理;钢丝绳工业发展的动向和前景。

第一章 钢丝绳的结构、品种和基本特性

第一节 钢丝绳的基本构造

钢丝绳是用多根制绳钢丝按照一定的规则捻制而成的绳索。一般来说,它是由制绳钢丝、绳芯和绳用油脂所组成。其中,制绳钢丝又有许多种类:如光面钢丝和带镀层(镀锌、镀铝等)、涂层(涂塑)的钢丝;横断面为圆形的圆钢丝和横断面为异形(Z型、T型等等)的异形钢丝;还有各种强度级和弯曲、扭转值的钢丝等等。由这些不同种类的钢丝可以构成许多类型的钢丝绳。由于绳芯也有纤维绳芯和金属绳芯、有机纤维芯与人造纤维芯之分,还有一些新出现的绳芯(如塑料杆状芯、弹簧管状芯等等),由这些绳芯也可以构成许多类型的钢丝绳。因此,从材料的构成角度而言,钢丝绳的构造已经是多种多样的了。但是,从钢丝绳的结构而言,其基本构造都只分为单股钢丝绳(又称之为单捻钢丝绳)、钢丝绳(又称为双捻钢丝绳)和钢缆绳(又称为三捻钢丝绳)三种,参见图 1-1。这些钢丝绳的断面形态都是圆形的,但也有扁形的,扁钢丝绳是将股绳纺织而成的。本书所讨论的是指圆形断面的钢丝绳。

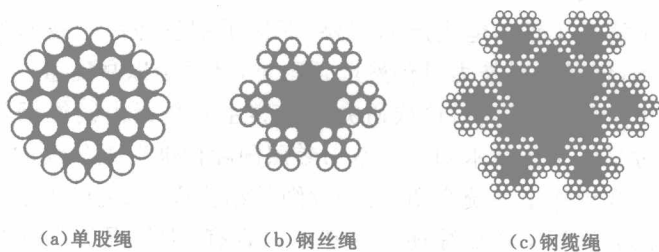


图 1-1 钢丝绳的基本构造

一、单股钢丝绳

单股钢丝绳一般是围绕中心钢丝包捻一层或数层钢丝。其钢丝的直径可

以是相同的,也可以是不相同的,可以是圆形的,也可以是异形的,这要由具体的结构而定。

单股钢丝绳有时是双捻钢丝绳的一个股,有时却是独立的钢丝绳(如钢绞线、密封钢丝绳)。图 1-2 所示是部分单股钢丝绳的断面。

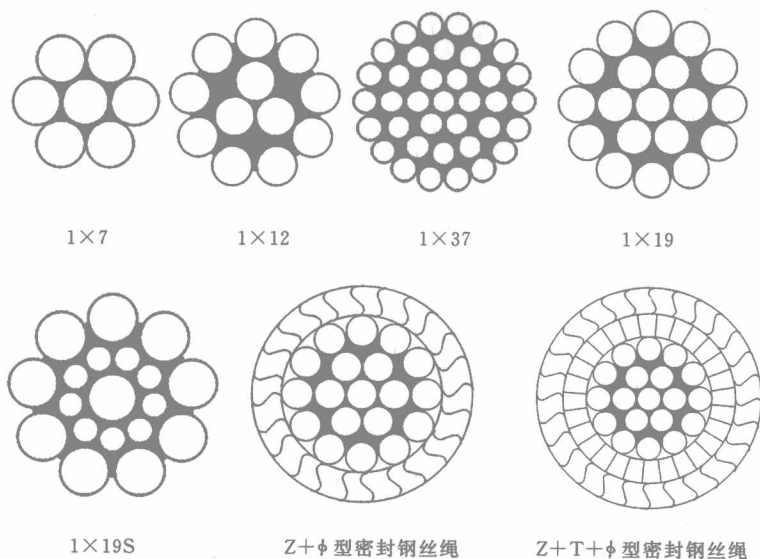
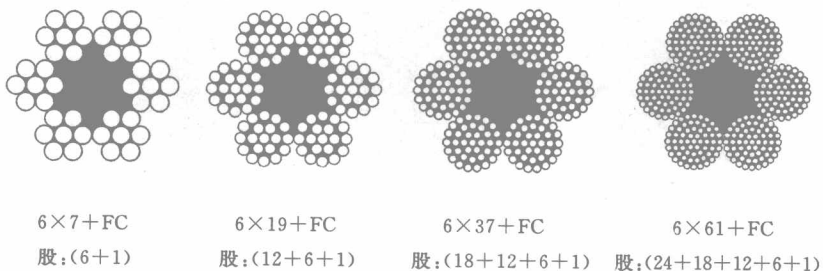


图 1-2 部分单股钢丝绳断面

二、钢丝绳

钢丝绳是股绳(一层或多层)围绕着绳芯捻制而成的。捻制钢丝绳的股绳是多种多样的,有圆断面和异型断面(如三角、椭圆、扇形和扁平形),有带纤维芯和不带纤维芯的,有带涂层和不带涂层的。股绳也简称为股。我们所说的钢丝绳通常也就是指这种双捻钢丝绳。参见图 1-3 至图 1-7(部分双捻钢丝绳断面图)。



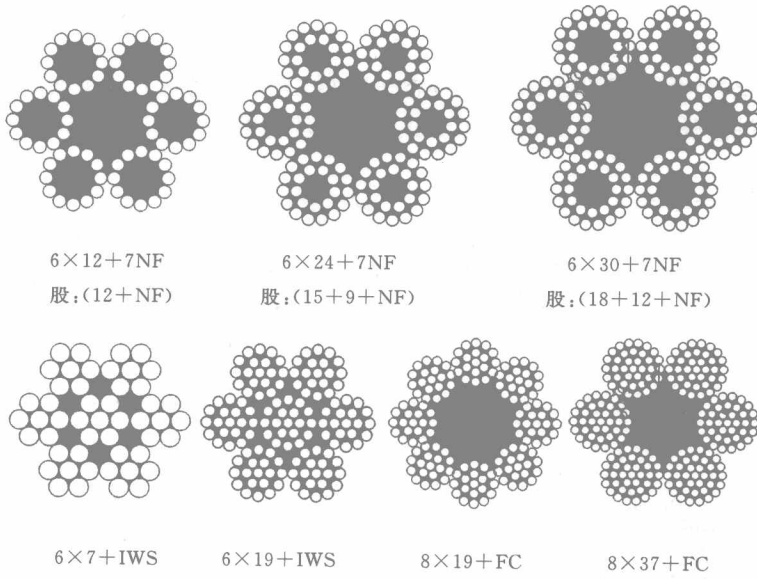


图 1-3 各种点接触钢丝绳断面

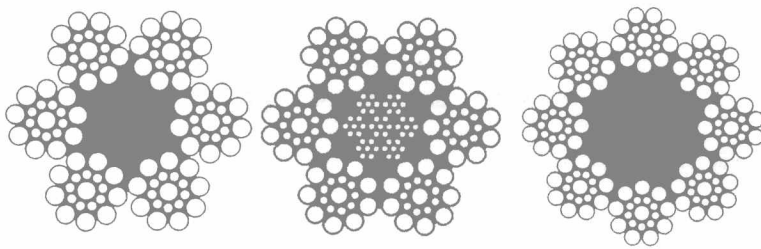


图 A 西鲁型

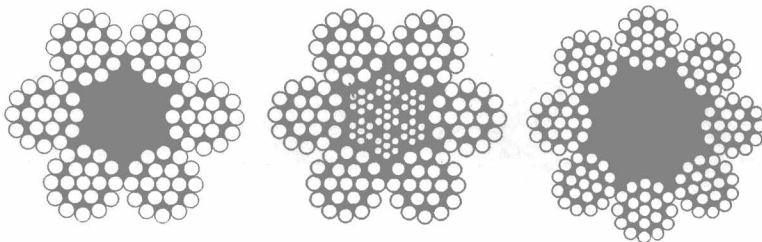
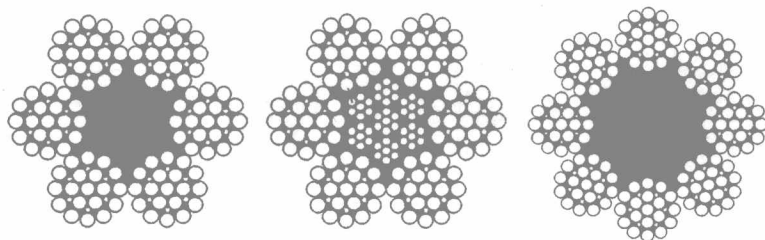


图 B 瓦林吞型

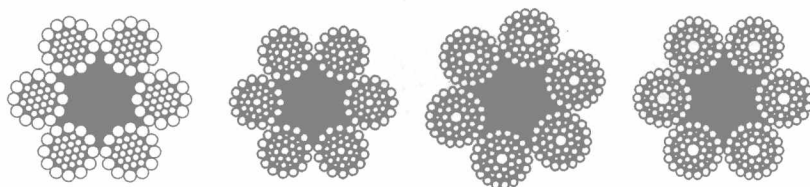


$6 \times 25\text{Fi} + \text{FC}$

$6 \times 25\text{Fi} + \text{IWR}7 \times 7$

$8 \times 25\text{Fi} + \text{FC}$

图 C 填充型



$6 \times 31\text{WS} + \text{FC}$

$6 \times 36\text{WS} + \text{FC}$

$6 \times 41\text{WS} + \text{FC}$

$6 \times 46\text{WS} + \text{FC}$

股: $(12 + 6/6 + 6 + 1)$ 股: $(14 + 7/7 + 7 + 1)$ 股: $(16 + 8/8 + 8 + 1)$ 股: $(18 + 9/9 + 9 + 1)$

图 D 西鲁-瓦林吞型



$6 \times 41\text{SFi} + \text{FC}$

$6 \times 46\text{SFi} + \text{FC}$

股: $(16 + 8\text{F} + 8 + 8 + 1)$

股: $(18 + 9\text{F} + 9 + 9 + 1)$

图 E 西鲁-填充型



$6[12 + 12 + (6 + 1)] + \text{FC}$

$6[15 + 15 + (6 + 1)] + \text{FC}$

图 F 点线西鲁型

图 1-4 部分线接触钢丝绳断面

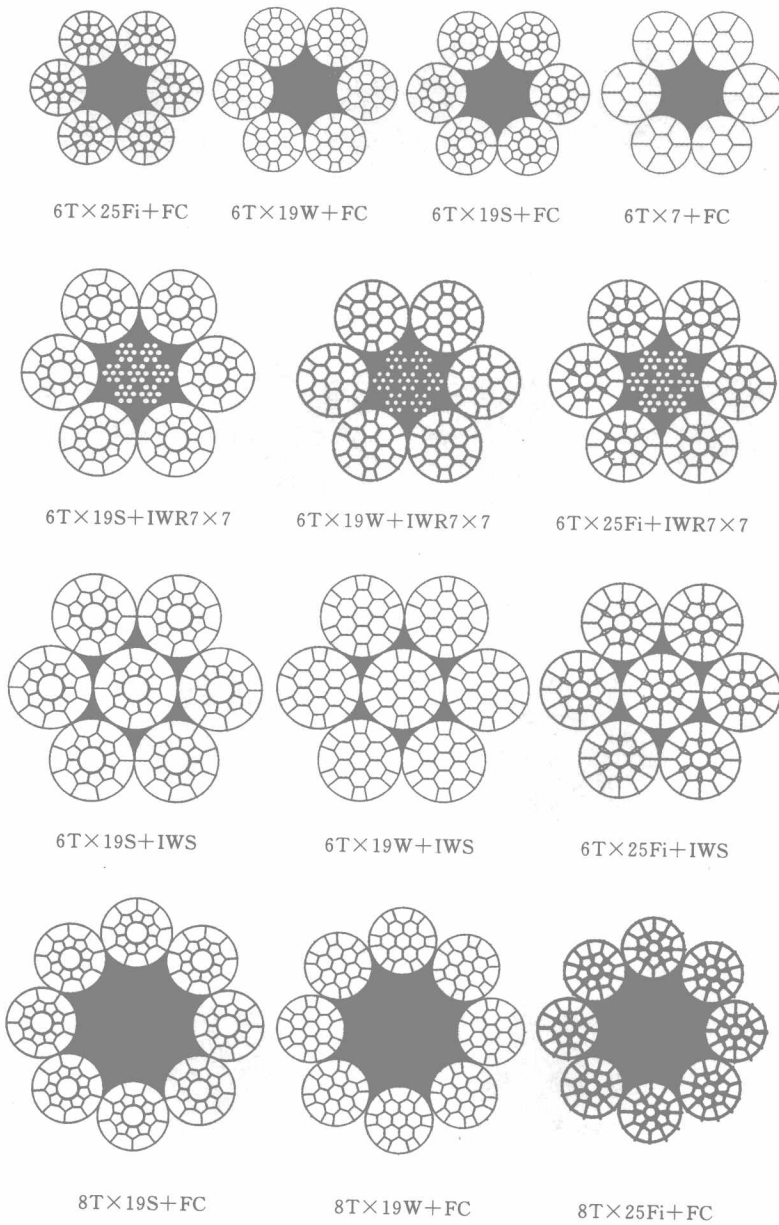


图 1-5 面接触钢丝绳断面

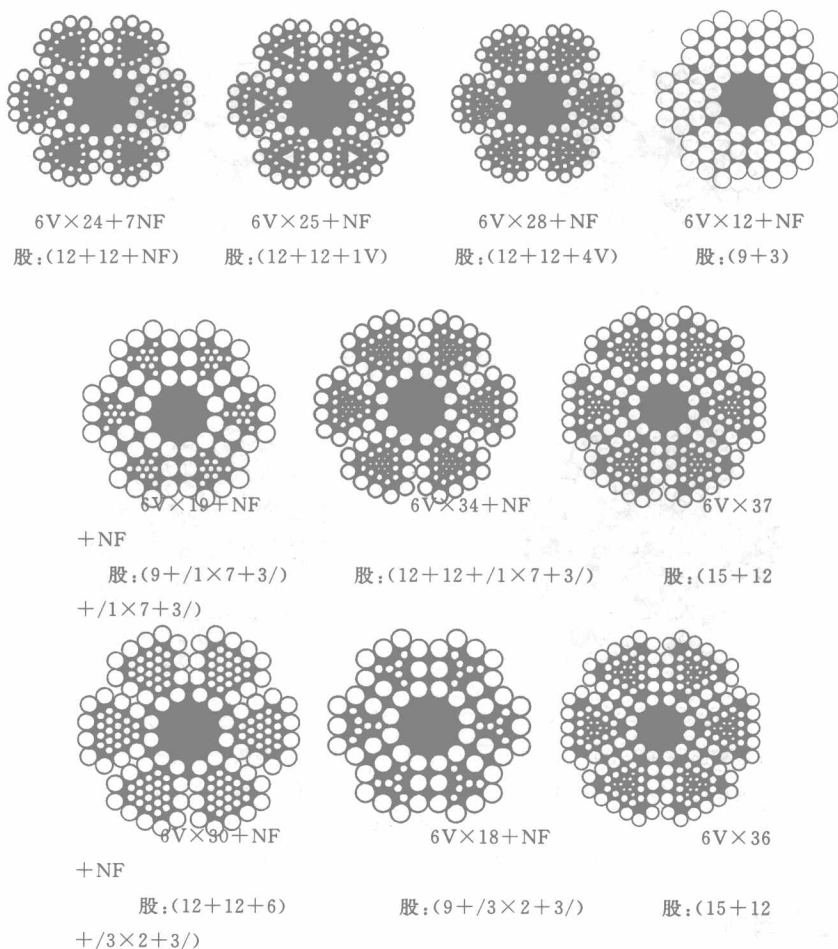


图 1-6 三角股钢丝绳断面

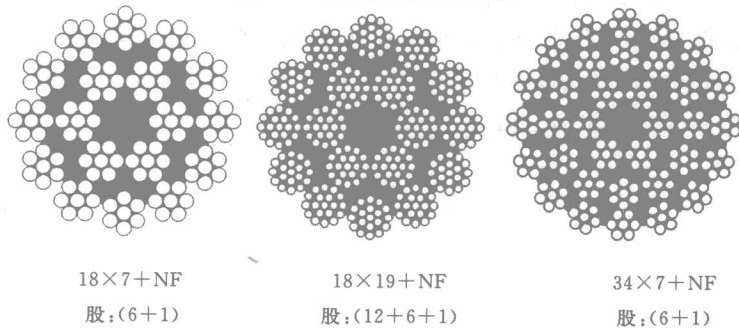
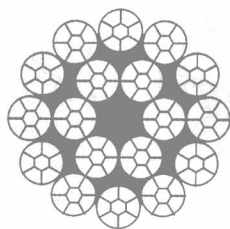
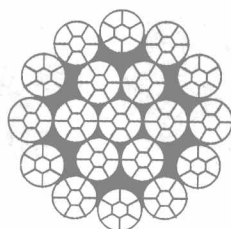


图 A 点接触多层股钢丝绳断面

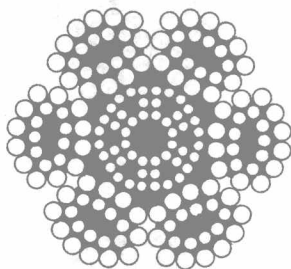


18T×7+NF
股: T(6+1)或(6+1)

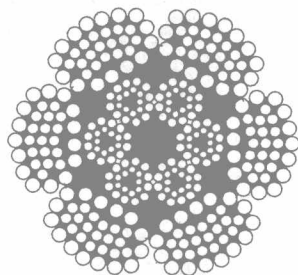


18T×7+IWS
股: T(6+1)或(6+1)

图 B 面接触多层股钢丝绳断面



6Q×21+6V×8+NF
外层椭圆股: (12+9+NF)
内层三角股: (8+NF)



6Q×33+6V×21+NF
外层椭圆股: (15+13+5)
内层三角股: (12+9+NF)

图 C 多层异型股钢丝绳断面

图 1-7 多层股不旋转钢丝绳断面

三、钢缆绳

钢缆绳也称为三捻钢丝绳,它是由钢丝绳(双捻钢丝绳)围绕钢缆绳芯捻制而成,如图 1-1(c)所示。钢缆绳所用钢丝根数较多,在直径相同情况下,比钢丝绳的柔软性要好,破断拉力也要大一些。但由于其加工工序更长,应用也较少,因此除特殊要求者之外,一般很少生产。

第二节 钢丝绳的结构分类与标记

由钢丝绳的三种基本构造可以看出,组成钢丝绳的最基本元件是制绳钢丝(或简称为钢丝)。由于钢丝在股中以螺旋线排列时,在数目、形状、组合形式、排列规律、接触状态等方面存在着差异,这就形成了多种多样的股的结构。同样道理,股在绳中与钢丝在股中一样,由于其数目、形状、排列方式等方面的差别,就又形成了多种钢丝绳的结构。

钢丝绳的标记是代表钢丝绳结构的,同时也体现了钢丝绳的主要特性。钢丝绳的标记是由文字、字母、数字等符号组成的,每个符号都表示特定的含义。现将国际标准(ISO3578—80)中规定的标准代号与我国原有关标准(如GB1102—74 等标准)所采用的标记符号列于表 1-1。

表 1-1 钢丝绳标记符号对照

我国原有关标准所采用的钢丝绳标记符号及其含义		国际标准(ISO3578—80)的代号
西鲁式	X	S
瓦林吞式	W	W
填充式	T	Fi
三角股	△	V
椭圆股	○	Q
扁平股、扇形股		R
面接触股	M	T
圆形钢丝	无代号	无代号
椭圆形钢丝		Q
三角形钢丝		V
扁钢丝或矩形钢丝		R
Z 形钢丝	Z	Z
梯形钢丝	T	T
一根半封闭丝与一根圆丝搭配		H
光面钢丝		NAT
A 级镀锌钢丝		ZAA