

塔式起重机

北京市机械施工公司

一九七五年二月

213.3

本书在原“塔式起重机讲义”的基础上，并参阅有关起重机械及起重机械电气设备等资料编写的。由于我们水平有限，经验不足加之时间紧促，难免会出现缺点和错误，希望读者提出宝贵意见。书中所列有关数据，仅供参考。

北京机械工业出版社

第二版



目 录

第一部分——机械	1
(一)起重机械基础知识	1
第一章 链与绳	1
第一节 焊接链	1
第二节 套筒滚子链	2
第三节 麻绳	3
第四节 钢丝绳	3
第二章 滑轮与卷筒	12
第一节 滑轮与滑轮组	12
第二节 链轮	14
第三节 卷筒	15
第三章 吊重装置	17
第一节 吊钩与吊钩挂架	17
第二节 吊索与卸扣	18
第四章 机械传动知识	21
第一节 齿轮传动	21
第二节 心轴、转轴与轴承	24
第三节 联轴器	27
第四节 制动器	29
第五节 车轮与钢轨	31
第五章 千斤顶	32
第六章 起重指挥信号	34
(二)塔式起重机	38
第一章 起重机的类型及其特性	38
第一节 概述	38
第二节 类型及其特性	40
第三节 塔式起重机技术性能	47
第二章 塔式起重机金属结构	52
第一节 概述	52
第二节 塔身(塔架)	53
第三节 起重臂	55
第四节 支承部分	58
第五节 平衡臂及旋转平台	60
第三章 工作机构	62
第一节 起重机构	62
第二节 旋转机构	67
第三节 变幅机构	72

第四节	行走机构、转弯	75
第四章	安装、拆卸及运输	85
第一节	安装前的准备工作	85
第二节	安装与拆卸	86
第三节	运输	111
第五章	起重机的使用及安全操作规程	113
第一节	起重机的使用	113
第二节	安全操作规程	115
第三节	安全保护装置	116
第四节	塔式起重机的稳定性	119
第六章	检验、维护保养及故障排除	124
第一节	试运转与检验	124
第二节	一般润滑常识	125
第三节	维护保养	127
第四节	机械设备的常见故障及排除方法	135
第五节	起重机各级保养作业范围	137
第二部分——电气	140
(一) 电工基础知识	140
第一章	电的基本知识	140
第一节	电是什么	140
第二节	电荷的产生	140
第三节	静电感应	141
第四节	电场	141
第五节	电位	142
第六节	静电和动电	142
第二章	电流、电压和电阻	142
第一节	电流	142
第二节	电压	143
第三节	电阻	143
第四节	电流、电压和电阻的关系	146
第三章	直流电路	148
第一节	电阻的串联、并联	148
第二节	电源的串联、并联	151
第三节	电容器的串联、并联	151
第四节	克希荷夫定律	153
第五节	电功率	154
第四章	磁和电磁	155
第一节	磁铁	155
第二节	磁场和磁力线	157
第三节	磁通和磁通密度	158
第四节	通电导体周围的磁场	159
第五节	磁路	160

第六节	在磁场中的载流导体	164
第五章	电磁感应	166
第一节	电磁感应现象	166
第二节	楞次定律	166
第三节	自感	168
第四节	互感	168
第五节	涡流	170
第六节	发电机右手定则	170
第六章	交流电	171
第一节	直流电和交流电	171
第二节	正弦函数曲线	172
第三节	正弦交流电	174
第四节	三相交流电	177
第五节	交流电路	178
第六节	三相电源、负载的连接法	183
第七节	三相交流电功率的计算	185
(二)	塔式起重机电气设备	186
第一章	电气设备	186
第一节	交流电动机	186
第二节	控制器	196
第三节	接触器、磁力起动器、热继电器	198
第四节	常用开关	201
第五节	过电流继电器	204
第六节	制动器推动装置	205
第七节	电阻器、频敏变阻器	210
第八节	保护柜(盘)	211
第九节	环形集电器	213
第十节	电缆、供电线路导线截面的选择	214
第二章	电工仪表	225
第一节	电工仪表的用途和分类	225
第二节	常用电工仪表和有关器件	227
第三章	电气设备控制	235
第一节	电路图与电力系统图形符号	235
第二节	异步电动机的控制	238
第三节	异步电动机的调速	244
第四节	QT 2-6 电气设备控制	252
第五节	几种轻、中型塔式起重机电路图	255
第四章	电气设备的维护、调整和安全措施	255
第一节	电气设备维护	255
第二节	电气设备部分的故障和排除方法(见表 4-6)	262
第三节	电气设备预期保养规定(见表 4-7)	265
第四节	保护接地、保护接零及技术要求	265

第一部分——机械

(一) 起重机械基础知识

第一章 链 与 绳

链与绳都是起重设备中常用的挠性件，常见的有焊接链、套筒滚子链、麻绳和钢丝绳等。把这些挠性件用来作为升降机构的一个组成部分，则称为载重的链与绳；用于捆绑货物，则称为系物链与绳。

第一节 焊 接 链

焊接链由许多椭圆形的链环组成，链环用优质圆钢经过模锻后焊成。它分为短环链与长环链两种。短环链 $t \leq 5d$ ，长环链 $t > 5d$ 。载重时一般采用短环链，因为它绕过链轮或链卷筒时弯曲较小。焊接环状链的参数如图 1-1 所示及参阅表 1-1。

短环链又可分为非规格链和规格链两种。非规格链的节距和链宽允许有 $0.1d$ 的偏差，用于平滑的滑轮或卷筒上，规格链的节距只允许有 $\pm 0.03d$ 的偏差，其环宽只允许有 $0.05d$ 的偏差，用于具有特制凹槽的滑轮或卷筒上。

焊接链的优点是构造简单，制造方便和具有较好的挠性可用于直径较小的链轮和卷筒上，它的缺点是自重较大，对振动和过载敏感，有突然断裂的可能，链环相接处磨损较大而易于损坏和允许的运动速度较低等。

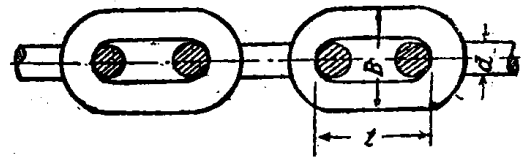


图 1-1 焊接链

焊接链应用于起重重量不大的起重设备如链式起重器等。

焊接链的选择根据最大工作拉力 S_{max} 及安全系数 n ，按下式决定破断拉力 S_b ：

$$S_{max}n \leq S_b$$

式中安全系数 n 按表 1-2 选取，根据算出的最大破断拉力 S_b 按表 1-1 选择焊接链。

表 1-1 焊接环状链基本数据

链环的尺寸(mm)			破断载荷 (吨)	理论重量 (kg/m)	链环的尺寸(mm)			破断载荷 (吨)	理论重量 (kg/m)
链的钢棒直径 d	节距 T	链宽 B			链的钢棒直径 d	节距 T	链宽 B		
5	19	17	0.64	0.50	23	64	76	21.0	12.0
6	19	21	1.00	0.80	26	72	84	26.6	15.0
7	21	24	1.50	1.20	28	78	91	31.2	17.4
8	23	27	2.20	1.50	30	84	98	35.6	20.0
9.5	27	32	3.10	2.00	32	91	104	41.0	22.1
11	31	36	4.40	2.70	35	98	114	46.4	27.5
13	36	43	6.60	3.90	38	106	123	54.8	32.5
16	44	53	10.2	5.00	41	114	133	63.6	38.0
18	50	58	12.8	7.30	44	123	148	73.2	43.5
20	56	66	16.0	9.20	48	134	151	87.2	52.0

表 1-2 焊接链安全系数 n

工作情况	光面卷筒起重链		链轮上的起重链		系物链
	手 动	电 动	手 动	电 动	
安全系数 n	3	6	3	6	6

第二节 套筒滚子链

它由装在小轴上的许多薄链片(用 40、45、50 号钢制成)组成, 链片根据载荷大小由 2—12 片, 链片可用不同的方法固定在销轴上, 当链所承受的载荷在 2 吨以下时, 链板可与销轴直接铆合, 当载荷在 3—10 吨时要在铆合端的里面加一个垫圈, 当链所承受的载荷在 10 吨以上以及需经常拆卸的链条则往往采用开口销连接。套筒滚子链形式如图 1-2 所示。链的尺寸和技术条件可参阅表 1-3。

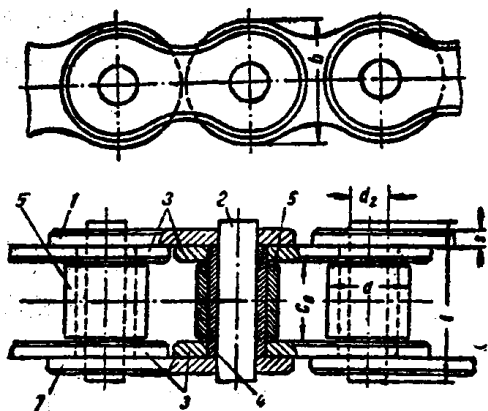


图 1-2 套筒滚子链

与焊接链比较, 套筒滚子链的优点是: 链片是整块的, 工作较为可靠、具有较大的挠性, 可用于直径较小和齿数较少的链轮; 接触处摩擦力小(与环状链比较)。其缺点是: 同一起重量的套

表 1-3 套筒滚子链的基本数据

链的类型	节距 (mm)	链板的内侧距离 (mm)	板片 (mm)		每一链环的板片数	小轴 (mm)				垫圈 (mm)		破断载荷 (kg)	一米长的重量 (kg)
			厚 度	宽 度		长 度	直 径			直 径	厚 度		
							中间部分	板片处之轴颈	垫圈处之轴颈				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
无垫圈铆接的	15	12	1.5	12	2	24	5	4	—	—	—	500	0.7
	20	15	2.0	15	2	30	8	6	—	—	—	1500	1.2
	25	18	2.0	18	2	38	10	8	—	—	—	2500	2.0
	30	20	2.0	20	4	45	11	9	—	—	—	4000	2.7
	35	22	3.0	24	4	56	13	10	—	—	—	6300	4.6
	40	25	3.0	28	4	58	14	11	—	—	—	8000	5.6
有垫圈铆接的	45	30	3.0	35	4	68	17	14	—	—	—	10000	7.0
	50	36	3.0	38	6	90	22	18	14	28	2	16000	12.0
	55	40	4.0	40	6	110	24	20	16	28	3	20000	16.0
	60	45	4.0	46	6	115	26	22	18	34	3	25000	19.0
	70	50	4.5	52	8	150	32	26	22	40	4	37500	30.0
用开口销的	80	60	5.0	60	8	170	36	32	24	46	4	50000	38.0
	90	70	6	70	8	200	40	34	28	52	5	75000	58.0
	100	80	6	80	10	235	45	40	32	56	5	100000	80.0
	110	90	6	90	10	250	50	44	34	62	5	125000	92.0
	120	110	7	100	10	295	55	48	40	75	6	160000	122.0
	140	120	7	110	12	340	60	52	48	90	6	200000	153.0

筒链比环状链自重较大；不能承受与链轮旋转平面成角度的载荷；不能用于灰尘较多的场合。

套筒滚子链通常用于人力驱动的滑轮以及速度小起重量不大的机械驱动绞车等处。

套筒滚子链的计算方法与焊接链相同，其破坏荷载可由表 1-3 查得，当运转速度不超过 0.25 米/秒时，安全系数 $n \geq 5$ 。

第三节 麻 绳

麻绳采用大麻纤维经专用设备编绞而成。可分为三股、四股……九股等。编绞的方向与股在绳中的绕向相反。股的剖面呈椭圆形多股绳的围成的圆周直径 d 为绳的公称直径。如图 1-3。

麻绳容易磨损，强度低，易受机械的损伤和大气的各种影响，因此只用于人力驱动的起重机械或临时性的起重作业中。麻绳的广泛用途是用它做系物绳。

为了减轻麻绳绕过滑轮或卷筒时的弯曲，所以滑轮或卷筒的直径应大于 10 倍 d 。

为了防止水分浸入，常在麻绳上涂以油脂，涂油麻绳由于有机酸的侵蚀使其强度约降低 10%，同时挠性降低、重量增大和成本增高。

麻绳在编绞时受扭转，工作时受拉伸，弯曲，因此受力比较复杂，它的强度一般只按拉伸计算，它的许用载荷为：

$$[p] \leq \frac{\pi d^2}{4} [\sigma]_p$$

$[p]$ ——麻绳许用载荷 kg

$[\sigma]_p$ ——麻绳的许用拉力 kg/厘米²

未涂油载重麻绳—— $[\sigma]_p = 100 \text{ kg/cm}^2$

涂油载重麻绳—— $[\sigma]_p = 90 \text{ kg/cm}^2$

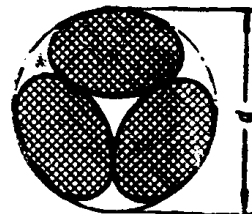


图 1-3 麻绳

第四节 钢 丝 绳

钢丝绳是由直径 0.2—3 毫米，拉伸极限强度 100—260 kg/mm²，经过特殊处理的钢丝编绞而成。

钢丝绳由于它具有：自重小，价格较低，强度高，能承受震动载荷、整根断面相等，强度一致、弹性较大、在高速下运动无噪音、工作较为可靠（不会突然折断，绳的表面发现有一定数目的断裂钢丝时，就予知接近危险状态）。因此它广泛的被选用作为各类起重机械的起重、变幅机构、架空索道、铁索桥等设备的承载索，桅杆式起重机的缆索，建筑安装工作中的吊装索具。

(1) 钢丝绳的类型、构造与特点

按钢丝绳所用绳芯材料分为：

① 麻芯与棉芯钢丝绳：具有较高的挠性和弹性，不能承受横向压力，（如在卷筒上缠绕多层绳索），不能承受高温辐射。

② 石棉芯子钢丝绳：性能与麻芯、棉芯相同，也不能承受横向压力，但可在高温环

境下工作。

③ 钢丝芯子钢丝绳：强度较大，能承受高温和横向压力，但挠性较差。

按钢丝绳的捻制方法分为：

① 单股钢丝绳：这种钢丝绳刚性大，不宜做起重绳，适宜用于起重机的缆索，不运动的拉索以及架空索道的承载索。作用于架空索道的承载索为了表面光滑，增加承受横向载荷能力，专门制造一种特种构造的单股绳——密封钢丝绳。见图 1-4。

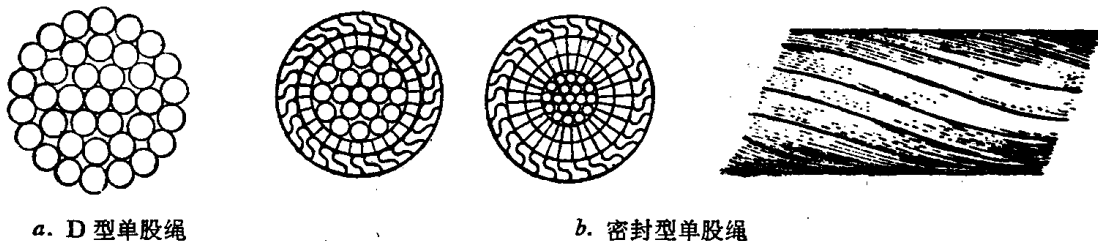


图 1-4 单股钢丝绳

② 双重绕钢丝绳：双重绕钢丝绳系先把钢丝绕成股再由股绞成绳。这种钢丝绳由于中间有一柔软的芯子，挠性较好，可以用于直径较小的滑轮和卷筒上工作。制造工艺也不复杂，因此在起重机械中应用最多。见图 1-5。

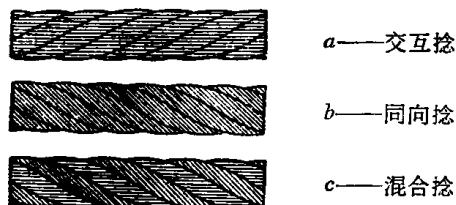


图 1-5 双重绕（多股）钢丝绳

上述两种钢丝绳按其捻向可分为右旋和左旋两种，但其特性与用途没有差别，一般多制成右旋钢丝绳。

双重绕钢丝绳按其捻制外形又可分为：

a. 同向捻：系指钢丝绕成股和由股拧成绳的方向相同，这种钢丝绳由于钢丝之间接触较好，表面比较平滑，挠性好，磨损小，使用寿命长，但容易松散和扭转，故在自由悬挂重物的起重机中不宜使用。如在不怕松散的情况下，或有导轨时，则可用同向绕钢丝绳。见图 1-5。

b. 交互捻：其特征是由钢丝绕成股，由股拧成绳的方面相反。这种绳虽有较大的刚性和寿命较短等缺点，但由于没有扭转和易松散等缺陷，故在起重机中应用较多。见图 1-5。

c. 混合捻：是同向捻交互捻的混合，即相邻两股的钢丝扭转的方向相反。它具备了同向绕与交互绕的特点，但是加工工艺复杂，故较少选用。见图 1-5。

按股内各层钢丝间的相互接触状态，（对钢丝绳的寿命影响最大的是钢丝绳中丝与丝之间的接触状态）。它可分下列三种：——见图 1-6。

① 点接触：股内相邻层钢丝间成点接触，这种钢丝绳接触应力很高，因而降低了使用寿命。点接触的钢丝绳用符号 D 表示，如：

D 型：表示股内钢丝直径相同。

D-y 型：股内不同层钢丝直径不同。

② 线接触：股内钢丝成线接触，它由不同直径的钢丝绕成，使外层钢丝位于内层钢丝所构成的槽内，丝与丝成线接触，故使用寿命长，线接触的钢丝绳用符号 X 表示，如

X-t 型：股内同层钢丝直径相同，不同层钢丝直径不同。

X-y 型：股内外层钢丝是两种不同直径。

X-c 型：股的相邻层钢丝间配有小直径的填充钢丝。

③ 股内相邻层钢丝有点接触、也有线接触，它具备了点接触与线接触的特点。符号用 D-X 来表示。



图 1-6 按接触状态区分的钢丝绳

按捻制的特性分为：

① 普通的：（松散的）钢丝绳在取下端头绑线之后，股和钢丝不能保持自己在钢丝绳内的原来状态。

② 不松散的：用符号 *b* 来表示，取下绑线之后，钢丝绳不应松散成单独的股，而股不应松散成单独的钢丝，股和钢丝仍保持自己原有状态。

按钢丝绳的机械性能分为：

① 特号——钢丝韧性最好的；

② I 号——钢丝韧性较好的；

③ II 号——钢丝的韧性一般。

按钢丝的表面情况分为：

① 用光面钢丝绕制的。

② 用镀锌钢丝绕制的，镀锌钢丝绳多用于露天作业或有腐蚀气体的工作场所，当腐蚀是主要报废原因时，应选用镀锌钢丝绳。

(2) 钢丝绳的选择

钢丝绳在制造过程中受扭转，工作时受拉伸、弯曲和挤压，钢丝之间还存在着相对摩擦，它的受力状况是比较复杂的，如何合理使用钢丝绳，使既能符合使用要求，又做到经济安全，正确选用钢丝绳则成为很重要的工作。

在选择钢丝绳时，除考虑使用上的要求外，应该把以下的几个要求作为选择的依据：

(1) 要有足够的强度来承受最大的载荷。

(2) 必须具备有足够的受磨损和抵抗弯曲的强度。

(3) 必须有足够的抵抗受冲击的力量。

关于第一点是比较容易估计的，因为什么类型的钢丝绳，能够承受多少荷重，我们可以从试验中知道。而第二、第三点的估计就比较困难，因为冲击荷载不是一个稳定的数字，它与操作有关，有时几乎超过正常载荷的几倍。因此，选择时必须使钢丝绳有考虑这一问题的储备力。而钢丝绳的弯曲则直接与所采用的滑轮（卷筒等）的直径有关。因为滑轮的直径小，钢丝绳的弯曲度就大，产生的弯曲应力也就大。但在实际工作中要详细的考虑这一因素，目前还有一定的困难；而根据科学试验，认为如果滑轮（或卷筒等）的直径与钢丝绳直径之比，符合表 1-4 的规定时，可以不考虑弯曲的影响，只按受拉的情况考虑，但必须考虑安全系数。

这样一来，第二和第三的二个问题，可以通过安全系数得到统一的解决。因此，问题

表 1-4 钢丝绳计算中系数 n 与 e 之值

绳的用途	驱动方式和工作制度		安全系数 n	系数 e
起重绳与变幅绳	人力驱动		4.5	7
	机械驱动	轻型	5	16—20
		中型	5.5	18—25
		重型与特重型	6	20—30
升降机 (电梯)			9	40

n —强度安全系数

$$e = \frac{D}{d} \quad \begin{array}{l} D\text{—滑轮(卷筒)直径} \\ d\text{—钢丝绳直径} \end{array}$$

则成为如何选择合理的安全系数的问题了。

安全系数是表明钢丝绳在使用中安全可靠的程度。换句话说，钢丝绳在实际工作中所承受的最大拉力，要比试验时拉断的力小，使它有一定的储备能力，以应付使用中产生一些难以考虑的因素。一般只有试验拉断力的 $1/3$ — $1/10$ (看具体的使用条件而定)，这就是说钢丝的安全系数是从 3 — 10 。

安全系数确定之后，钢丝绳通常只按拉申强度进行计算，即 $S_{\max}n \leq S_b$
式中： S_{\max} ——按不计动载荷决定的每分支绳中的最大工作拉力 kg；

n ——强度安全系数 (按表 1-4 选取)

S_b ——钢丝绳破断拉力 kg；

根据算出的 S_b 按表 1-5 选择钢丝绳。

例：2—6 吨塔式起重机的起重绳的拉力为 2000 kg 试问应选择何种钢丝绳 才能保证安全生产？

解：2—6 吨塔式起重机是机械传动，属于中等类型，故选取 $n=5.5$

$$\therefore S_{\max} \cdot n \leq S_b$$

即 $2000 \text{ kg} \cdot 5.5 \leq S_b$

$$11000 \text{ kg} \leq S_b$$

查表 1-5，当 D-6×37+1-15.5-160 GB 359-64 时 $S_b \geq 11200 \text{ kg}$

$$\therefore 11000 \leq 11200, (S_{\max} \cdot n \leq S_b)。$$

在实际工作中往往是要决定现有钢丝绳的许用拉力，在这种情况下，必须先知道钢丝绳的构造和直径，然后找出相应的破断拉力，即可求得钢丝绳的许用拉力。求得的许用拉力，根据钢丝绳新旧的情况，应乘以 $40\sim 75\%$ 的系数。因此，在这里如何测得正确的钢丝绳直径就很重要。

钢丝绳直径是用它的外圆来表示的。测定直径可用二种方法：一种是先量出钢丝绳的圆周长，然后把这长度用圆周率 $\pi=3.1416$ 去除 (因为圆周= $\pi \times$ 直径)，或者乘以 0.32 的系数 (即 $\frac{1}{\pi} \approx 0.32$)，就可以得出所求钢丝绳直径。另一种是用游标卡尺来测量，这是常用的方法。测量时把游标卡尺卡住相对的两股钢丝绳，便可测得钢丝绳的直径 (图 1-7)。

(3) 钢丝绳的安全检查：

由于钢丝绳在使用过程中经常受到扭转、拉伸、弯曲，这种现象的反复出现，使钢丝

表 1-5 起重机常用钢丝绳参数

1) D 型钢丝绳 钢丝6×19=114 (GB-355-64)

直径		全部 钢丝的 断面积	一百米涂 油钢丝绳 的计算 重量	钢丝绳公称抗拉强度 (公斤/毫米 ²)															
毫米	厘米			140	150	160	170	180	190	200	破 断 拉 力		公 斤 (不 小 于)						
毫米	厘米	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	全部钢丝 的总和	
3.1	0.20	3.58	3.40		572	486	608	517	644	547	680	578	716	608	578	716	608	578	716
3.4	0.22	4.33	4.10		692	588	736	625	779	662	822	699	866	736	699	866	736	699	866
3.7	0.24	5.15	4.81		824	700	875	744	927	788	978	831	1030	875	831	1030	875	831	1030
4.0	0.26	6.05	5.73		968	822	1020	874	1080	925	1140	977	1210	1020	977	1210	1020	977	1210
4.4	0.28	7.02	6.65		1120	954	1190	1010	1260	1070	1330	1130	1400	1190	1130	1400	1190	1130	1400
4.8	0.31	8.60	8.15	1290	1370	1160	1460	1240	1540	1310	1630	1380	1720	1460	1380	1720	1460	1380	1720
5.3	0.34	10.35	9.81	1550	1650	1400	1750	1490	1860	1580	1960	1660	2070	1750	1660	2070	1750	1660	2070
5.7	0.37	12.25	11.66	1830	1960	1660	2080	1770	2200	1870	2320	1970	2450	2080	1970	2450	2080	1970	2450
6.2	0.40	14.32	13.60	2140	2290	1940	2430	2060	2570	2190	2720	2310	2860	2430	2310	2860	2430	2310	2860
7.7	0.50	22.37	21.17	3350	3570	3040	3800	3230	4020	3420	4250	3610	4470	3800	3610	4470	3800	3610	4470
9.3	0.60	32.22	30.57	4510	4830	4100	5150	4650	5790	4920	6120	5200	6440	5150	5200	6440	5150	5200	6440
11.0	0.70	43.85	41.59	6570	7010	5960	7450	6330	7890	6700	8330	7080	8770	7450	7080	8770	7450	7080	8770
12.5	0.80	57.27	53.43	8590	9160	7780	9730	8270	10300	8760	10850	9240	11450	9730	9240	11450	9730	9240	11450
14.0	0.90	72.49	68.70	10850	11400	9850	12300	10450	13000	11050	13750	11700	14450	12300	11700	14450	12300	11700	14450
15.5	1.0	89.49	84.80	12500	13400	11400	14300	12900	16100	13650	17000	14450	17850	14300	14450	17850	14300	14450	17850
17.0	1.1	108.28	102.6	15150	16200	13800	18400	15600	19450	16550	20550	17450	20800	16200	17450	20800	16200	17450	20800
18.5	1.2	128.87	122.0	18000	19300	16400	21900	18600	23150	19700	24450	20800	24400	19300	20800	24400	19300	20800	24400
20.0	1.3	151.23	143.3	21150	22650	19250	25700	21850	27200	23100	28700	24400	28300	22650	24400	28300	22650	24400	28300
22.0	1.4	175.40	166.3	24550	26300	22350	29800	25300	31550	26800	33000	28300	32500	26300	28300	32500	26300	28300	32500
23.5	1.5	201.35	190.1	28150	30200	25650	34200	29050	36200	30800	38250	32500	36950	30200	32500	36950	30200	32500	36950
25.0	1.6	229.09	217.1	32050	34350	29200	38900	33100	41200	35050	43500	36950	41750	34350	36950	41750	34350	36950	41750
26.5	1.70	258.62	245.2	36200	38750	32950	43950	37350	46550	39550	49100	41750	46800	38750	41750	46800	38750	41750	46800
28.0	1.80	289.95	274.3	40550	43450	36950	49250	41850	52150	44350	55050	46800	50500	43450	46800	50500	43450	46800	50500
31.0	2.0	357.96	339.2	50100	53650	45600	58900	51700	64400	54750	68000	57800	69950	53650	57800	69950	53650	57800	69950
34.0	2.2	433.13	410.5	60600	64950	55200	73600	62550	77950	66250	82250	78500	83200	64950	78500	83200	64950	78500	83200
37.0	2.4	515.46	488.2	72150	77300	65700	87600	74450	92750	78850	97900	83200		77300	78850	97900	77300	78850	97900
40.5	2.6	604.95	573.6	84650	90700	77100	102500	87400	108500	92550	116000	97900		90700	92550	116000	90700	92550	116000
43.5	2.8	701.60	664.3	98200	105000	89450	119000	101000	126000	107000				105000	107000		105000	107000	
46.5	3.0	805.41	763.7	112500	120500	102500	136500	116000	146000	126000				120500	126000		120500	126000	

2) D 型钢丝绳 钢丝6 × 37 = 222 (GB 359-64)

直径		钢丝绳公称抗拉强度 (公斤/毫米 ²)											
全部		140	150	160	170	180	190	200					
毫米	英寸	破断拉力											
		全部钢丝的总和	全部钢丝的总和	全部钢丝的总和	全部钢丝的总和	全部钢丝的总和	全部钢丝的总和	全部钢丝的总和	全部钢丝的总和	全部钢丝的总和	全部钢丝的总和		
全部		油钢丝绳的总重量											
全部		公斤											
4.8	0.22	7.93		1340	1100	1430	1170	1510	1240	1600	1310	1680	1380
5.2	0.24	9.42		1600	1310	1700	1390	1800	1480	1900	1560	2000	1640
5.7	0.26	11.07		1880	1540	2000	1640	2120	1730	2230	1830	2350	1930
6.1	0.28	12.85		2180	1790	2320	1900	2450	2010	2590	2120	2730	2240
6.7	0.31	15.74	2510	2680	2190	2840	2330	3010	2470	3180	2600	3350	2740
7.4	0.34	18.93	3020	3220	2640	3420	2800	3620	2970	3820	3130	4030	3300
8.0	0.37	22.51	3570	3810	3130	4050	3320	4290	3520	4530	3710	4770	3910
8.7	0.4	26.27	4180	4460	3650	4730	3880	5010	4110	5290	4340	5570	4570
11.0	0.5	40.86	6090	6970	5710	7400	6070	7840	6430	8270	6780	8710	7140
13.0	0.6	59.0	9410	10000	8230	10650	8740	11250	9260	11900	9770	12500	10250
15.5	0.7	80.27	11950	10500	11200	11900	11900	15350	12600	16200	13300	17050	14000
17.5	0.8	104.8	12800	13700	14600	18950	15500	20050	16450	21150	17350	22300	18250
19.5	0.9	132.6	16200	17350	18500	19650	19650	25400	20800	26800	21950	28200	23150
22.0	1.0	164.6	20000	21400	22850	29600	24250	31350	25700	33100	27150	34850	28550
26.0	1.2	237.7	24350	25900	27650	35500	29350	37950	31100	40050	32550	40950	33550
28.5	1.3	294.51	33800	36200	38600	48050	34950	45150	37000	47650	39050	48650	39050
30.5	1.4	341.57	39200	42000	44800	50950	41050	53000	43450	55950	45850	58200	46850
32.5	1.5	392.10	47800	51200	54650	58050	47600	61450	50400	64850	53200	67500	54850
35.0	1.6	446.13	54850	58800	62700	66650	54650	70550	57850	74450	61050	75000	61050
37.0	1.7	503.63	62450	66900	71350	75800	62150	80300	65800	84750	69500	89950	74850
39.0	1.8	564.63	70500	75500	80500	85600	70200	90650	74300	95650	78450	107000	87950
43.5	2.0	697.08	84500	89400	94450	101500	83300	101500	83300	107000	87950	113000	95650
47.5	2.2	843.47	104500	103500	110500	118500	97150	125000	102500	132000	108500	140000	119050
52.0	2.4	1003.8	126500	123000	134500	143000	117500	151500	124000	160000	131000	170500	156000
56.5	2.6	1178.07	140500	150500	160500	170500	139500	180500	148000	190500	156000	200000	173500
60.5	2.8	1366.28	164500	176500	188000	200000	164000	212000	173500	225000	185000	245500	201500
65.0	3.0	1476.8	180000	192500	205500	218500	190000	245500	201500	266500	218500	285500	231500

绳出现一种叫做“金属疲劳”的现象。也就是说，钢丝绳在使用过程中，可以承受一个固定的拉伸、弯曲次数。超过这一次数，钢丝绳就很快开始破坏。同时，当钢丝绳受力拉长时，钢丝与钢丝之间互相产生摩擦；钢丝绳穿过滑轮时，与滑轮槽底的互相摩擦等等原因，使钢丝绳在使用一定时间后，就会产生磨损断丝等现象，这表明钢丝绳的承载能力降低了。一般是当断丝的现象在一个节距内超过表 1-6 中的规定数字时，钢丝绳必须报废，重换新的。当钢丝绳的表面钢丝磨损 10~30% 时，表 1-6 中的断丝数应相应减少，当表面钢丝磨损到 40% 时必须报废。否则将会造成严重的安全事故。

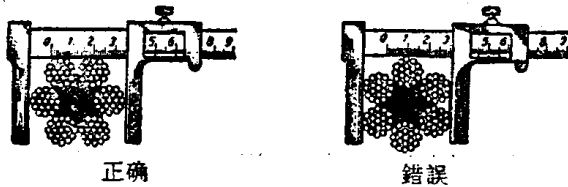


图 1-7 钢丝绳直径的测定

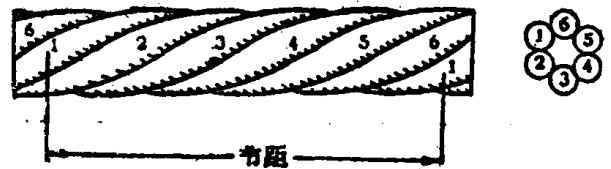


图 1-8 钢丝绳的节距
1~6—钢丝股的编号。

表 1-6 钢丝绳报废标准表

安 全 系 数	钢 丝 绳 的 股 数 及 钢 丝 数					
	6 × 19 = 114		6 × 37 = 222		6 × 61 = 366	
	绕			法		
	交 互 绕	同 向 绕	交 互 绕	同 向 绕	交 互 绕	同 向 绕
	报废钢丝绳的每一节距内的破断钢丝数					
6 以下	12	6	22	11	36	18
6 ~ 7	14	7	26	13	38	19
7 以上	16	8	30	15	40	20

上面提到的节距是指钢丝绳各股的总间距，它可以用下面的方法来确定：在任何一股的表面上作出标记，从这一点开始顺序数出构成钢丝绳的股数（如 6 × 19 的钢丝绳则数出 6 股），然后在数好后的下一股上再作出标记，在此二标记之间的长度称为“节距”（见图 1-8）。

(4) 钢丝绳的连接与固定方法：

钢丝绳常用的端部固定方法有：①卡接法、②编接法、③楔形锥套固定法、④锥套浇铸固定法。在卷筒上的固定方法有①楔形固定法、②螺栓固定法。兹分述如下：

① 卡接法：就是把钢丝绳之端部弯成环圈，用钢丝夹子夹紧（图 1-9），但必须注意多粗的钢丝绳需用多大的钢丝夹子，以及必须用几个才能够夹紧，这可以从表 1-7 中查得。

夹紧钢丝绳的钢丝夹子，最常用的如图 1-10 所示。

为了保证钢丝绳接头的强度，除了符合上面的要求外，钢丝绳的末端距第一个夹子最少应有 140~160 毫米的长度，并且夹子应该拧紧到这样的程度，即把钢丝绳原来的高度压扁 1/3 左右。因为钢丝绳在受力后，会被拉伸，这时直径稍有减小，因此，把钢丝绳压扁 1/3 直径后，即使在钢丝绳因受力而直径稍有变化的情况下，也能保证接头的牢固。

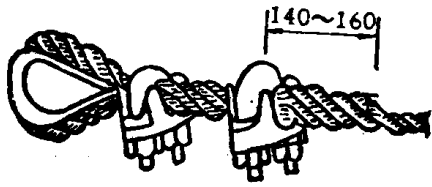


图 1-9 卡结法

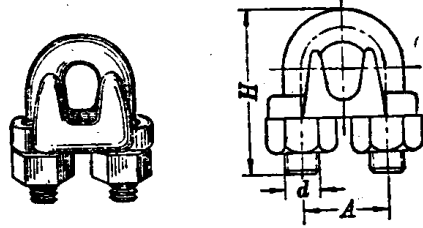


图 1-10 钢丝绳夹

这种方法虽然很牢固，拆卸方便，但由于钢丝绳夹子的螺栓突出在钢丝绳的外部，且也较重，因此，只适宜用于缆风、牵引索的连接。

表 1-7 卡子(绳夹)规格表

型 号	常用钢丝绳直径	A	B	C	d	H	钢 丝 夹 数
Y1-6	6.5	14	28	21	M6	35	2
Y2-8	8.8	18	36	27	M8	44	2
Y3-10	11	22	43	33	M10	55	2
Y4-12	13	28	53	40	M12	69	3
Y5-15	15,17.5	33	61	48	M14	83	3
Y6-20	20	39	71	55.5	M16	96	3
Y7-22	21.5,23.5	44	80	63	M18	108	4
Y8-25	26	49	87	70.5	M20	122	4
Y9-28	28.5,31.	55	97	78.5	M22	137	4
Y10-32	32.5,34.5	60	105	85.5	M24	149	5
Y11-40	37 ,39.5	67	112	84	M24	164	5
Y12-45	43.5,47.5	78	128	107	M27	188	5
Y13-50	52	88	143	119	M30	210	5

② 编接法：是利用钢丝绳股与股互相镶插的一种方法。目前用得较多，因为它具有牢固、经济和较方便的优点，并且没有卡结接法的缺点，所以多用来制作吊索等。但它的编接要求有较高的技术。

编接可按下列步骤进行：

表 1-8 钢丝绳编接长度表

钢 丝 绳 直 径 (毫 米)	6~10	12~14	16~18	22~26	28	38
编 织 长 度 (毫 米)	300	450	600	750	900	1050

- 先在钢丝绳的一端，量出需要的编接长度（可从表 1-8 查得）。
- 根据量得的长度，把钢丝绳的一端打开，整理好。为了防止打开端的钢丝散开，应用铁丝捆紧，然后将麻芯割去，并在各股头上也用棉线绑好（长度为 15 厘米），并编好号。
- 把钢丝绳圈成需要大的绳环，绳环之弯曲部分靠近编接的人，各绳股自右至左的排列。
- 把第一股头从右向左，逆着绳干的拧绕方向插入绳干中的三根绳股之下，第二股及

第三股分别插入绳干中，压在二根绳股和一根绳股之下，排列次序为自上而下（图1-11-1）。

e. 插完前三股，把绳环翻过来，如图1-11-2把第四股插在二根绳股之下，第五股插在一根绳股之下。

f. 把绳环翻过来如图1-11-3，把第六股顺着绳干的拧绕方向插在一根绳股的下面，第四股至第六股的排列为自下而上。

g. 以后按“压一股插二股”的方法从右至左，逆着绳干的拧绕方法进行插入。各绳股最少应穿过绳干四次。

为了使绳环保持一定的形状，防止钢丝绳受挤压而迅速的磨损和保护钢丝绳弯曲的地方，编接时常用一套环（图1-12）。

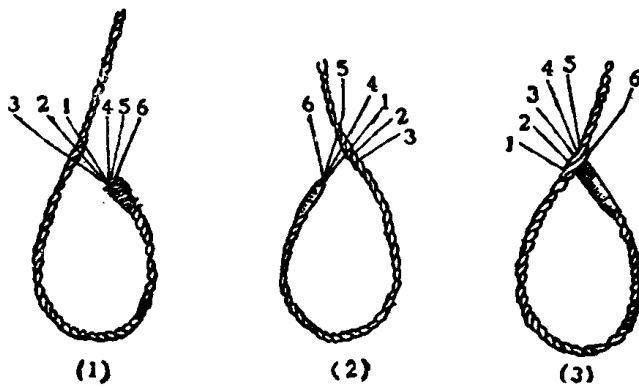


图 1-11 钢丝绳编接过程

(1)、(2)、(3)编接步骤。1~6—钢丝绳子绳的编号。

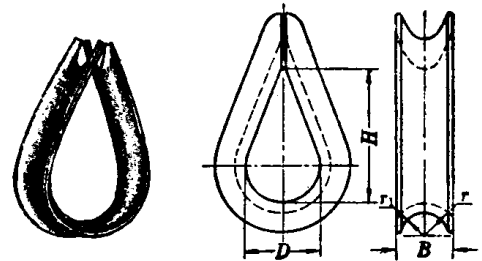


图 1-12 索具套环

③ 楔形锥套固定法：

固定时将钢丝绳末端绕于有凹形槽的楔块上，然后插入锥套内，经过拉紧之后，钢丝绳即被固定在锥套内，利用楔与套壁之压力使之固定。如图1-13。

④ 锥套浇注固定法：

固定时将钢丝末端解开，切去绳芯，在离端点相当距离处用钢丝紮紧，插入锥套，再将端部的钢丝松开，用纯铅熔液浇入套内，待凝固即成。浇铸的钢丝必须酸洗干净，以增强钢丝与铅的附着力。如图1-14所示。

钢丝绳在卷筒上的固定方法：

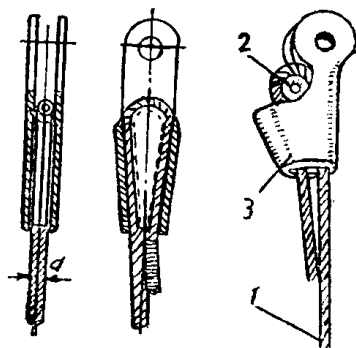


图 1-13 楔形锥套

1. 钢丝绳 2. 楔块 3. 锥套

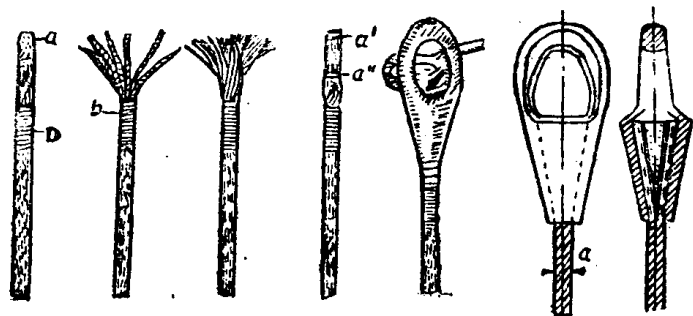


图 1-14 锥套浇注固定