

蘇聯機器製造百科全書

第九卷

第十七章 起重運輸設備概論

第十八章 起重機及其機構的基本計算
資料與公式

第十九章 起重機械的零件和主要部件

蘇聯機器製造百科全書編輯委員會編



機械工業出版社

目 次

第十七章 起重運輸設備概論 (基費爾 Л. Г. Кифер, 斯皮伐柯夫斯基 А. О. Спиваковский)

起重運輸設備的用途和種類	1	作為運輸對象的各種材料特性	2
起重運輸設備的一般性能	1	中俄名詞對照表	5
起重運輸設備按其用途與結構特徵的分類	1		

第十八章 起重機及其機構的基本計算資料與公式 (基費爾)

升降機構的計算	1	起重機的改變幅度機構的計算	6
起重機及起重機行車的行動機構的計算	3	起重機穩定性的計算	6
繞立軸迴轉的機構(旋轉機構)的計算	4	起重機構的工作類型	7

第十九章 起重機械的零件和主要部件 (伏羅比耶夫 Н. В. Воробьев, 克魯季柯夫 И. П. Крутиков)

起重機械的零件	1	搬運用具(搬具)	24
鋼絲繩索	1	搬具的用途和種類	24
鋼絲繩索用的滑輪	4	搬運整箱及整件物品用的搬具	24
鋼絲繩索用的滾筒	4	搬運填充材料用的搬具	26
起重鏈及牽引鏈	7	搬具的計算基礎	29
起重鏈及牽引鏈用的滑輪、滾筒及鏈輪	8	參考文獻	32
吊鉤及吊環	9	修正意見表	33
止動輪及制動器	13	中俄名詞對照表(第十八、十九章)	35
車輪及道軌	19		

第十九章 起重機械的零件和主要部件

起重機械的零件

鋼絲繩索

鋼絲繩索在起重機械中作為工作的機件，它是繞在起重機構的滾筒上或是繞過它所帶動的滑輪而工作的。利用吊鉤或特殊的‘攪具’，而將欲舉起的重載懸掛在繩索上。鋼絲繩索也可以作為輔助機件，用來包紮整箱和整件的物品（繩索並懸掛在吊鉤上）。

在構造方面，鋼絲繩索是按照斷面的形狀、撻繞的層次和方向、芯子的種類和數目等來分類。按照斷面的形狀可分為圓形繩索及扁平繩索；按照撻繞的層次可分為單撻的或螺旋式的繩索（直接由一層或數層鋼絲撻成）、雙重撻的或索式的繩索（先由鋼絲撻成股，再由股撻成繩）和三重撻的或纜式的繩索（用雙重撻——即索式——的繩索作為股再撻成繩）；按照撻繞的方向可分為順撻繩索（由鋼絲撻成股的方向與由股撻成繩的方向一致）、交撻繩索（由鋼絲撻成股的方向與由股撻成繩的方向相反）和複撻繩索（相鄰的每兩股撻成相反方向）；按照芯子的種類可分為有機芯子（通常為苧麻）、石棉芯子及鋼絲芯子的繩索；而按照芯子的數量又可分為單芯（位於中央）及多芯繩索。

在起重運輸機械製造中，大多數採用雙重撻（索式）的圓形繩索，用直徑相同的圓形鋼絲撻成（即所謂標準形繩索，如表 1 所示），或用直徑不同的圓形鋼絲撻成（即所謂複式繩索，如表 2 所示）。扁平形的繩索僅用在礦井的升降裝置中。用異形鋼絲與圓形鋼絲撻成的繩索也局限於用在架空纜索上，作為承載繩索^①。

在選擇繩索時，應該考慮：順撻繩索是具有表面比較平滑和柔性較高等優點，但同時却有自行扭鬆的毛病；因此，當重載直接懸掛在繩索自由下垂一端的情形，則不適宜使用這種繩索來起重。交撻繩索比較不易自行扭鬆，但它的柔性較低而且磨損較快。為了減少扭鬆和延長繩索的壽命，有時用預先撻成螺旋線的鋼絲撻成股；為了使繩索具有較大的柔性及彈性，鋼絲撻成股後，再圍着芯子撻成繩。芯子用苧麻、石棉（用在高溫下工作的繩索）或鋼絲（用於高溫下工作並且在滾筒捲上幾層的繩索）。同樣，在選擇繩索時，應該考慮：由直

徑相同的鋼絲所撻成的正常構造的繩索，在相鄰各層鋼絲的交接處的橫斷面上，發生很高的局部應力；為了這個原因，使用複式繩索是比較合適的。這種繩索的股是用各種不同直徑的鋼絲撻繞而成，可以把相鄰各層鋼絲的交接處分開、提高柔性、減少外層較粗的鋼絲受到磨損或機械損傷的危險，從而相應地延長了使用壽命。

由繩索所繞過的滑輪及滾筒的數目決定繩索的使用壽命，並且在很大程度上還決定於滑輪及滾筒的直徑和作用拉力的大小。在實際使用上，發現繩索的鋼絲照例是由於材料的疲勞現象和受到磨損而毀壞的，而且當滾筒或滑輪的直徑 D_0 與繩索直徑 d_k 之比愈小時，這種損壞也就愈快。因此，為了保證繩索經久耐用，這個比值應按照起重機的種類、傳動方式及工作類型^②之不同，不得小於表 3 所列舉的數字。

鋼絲繩索按照破壞強度 S_{max} 之大小從表 1 及表 2 中選擇。 S_{max} 可由下式計算

$$S_{max} = S \cdot k \text{ 公斤}, \quad (1)$$

式中 S ——繩索拉力； k ——安全係數，按表 3 選定。

用作包紮貨物以掛在吊鉤上的鋼絲繩索，在計算時採用 $k=12$ ^③，並且應考慮繩索包紮貨物的段數、各段繩索與鉛垂線所成的角度。設 G ——重載的重量， m ——繩索段數， α ——各段繩索與鉛垂線所成的傾斜角，則每一段繩索所受的拉力為

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{G}{m} = \varphi \frac{G}{m} \text{ 公斤}, \quad (2)$$

式中 φ ——係數，由角度 α 的大小所定，見表 4。

若包紮繩（按照它的直徑）所受的拉力不得超過一預知量 S ，則最大起重重量為

$$G_{max} \leq m \frac{S}{\varphi} \text{ 公斤}. \quad (3)$$

① 關於用異形鋼絲與圓形鋼絲撻成的螺旋式繩索或雙重撻繩索之論述，可參看本卷第三十章‘架空索道及纜索起重機’。

② 關於起重機械及機構的工作類型，可參看本卷第十七章。

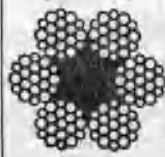
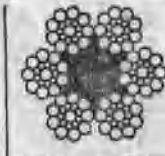
③ 對於用在吊鉤、吊環或松圈上及僅作懸掛貨物（不作包紮）用的細繩繩索，取 $k=6$ 。

表1 鋼絲繩索(簡表)

繩索構造	鋼絲		全部鋼絲的截面積	繩索單位長度重量	鋼絲的拉力的計算強度極限 (公斤/公厘 ²)							
	直徑	直徑			130	140	150	160	170	180	190	200
	(公厘)	(公厘)			繩索的破壞載荷 S_{max} (不超過此值) (公斤)							
 6×19=114根鋼絲 及1條有機物的芯子 (按照 ГОСТ 3070-46)	4.8	0.31	8	0.08	—	—	—	1090	1150	1220	1300	1360
	6.2	0.4	14	0.13	—	—	1790	1910	2020	2140	2260	2380
	7.7	0.5	22	0.20	—	2700	2800	3000	3180	3360	3550	3740
	9.2	0.6	32	0.29	3540	3800	4070	4360	4620	4900	5160	5450
	11.0	0.7	44	0.40	4850	5230	5600	5970	6350	6730	7100	7460
	12.5	0.8	57	0.52	6300	6800	7250	7800	8200	8750	9200	9700
	14.0	0.9	73	0.65	8100	8650	9250	9900	10500	11100	11800	12400
	15.5	1.0	90	0.81	9950	10700	11400	12200	13000	13600	14500	15300
	17.0	1.1	108	0.92	11900	12800	13800	14700	15500	16600	17400	18300
	18.5	1.2	129	1.20	14300	15300	16400	17500	18600	19700	20800	21800
	20.0	1.3	151	1.30	16700	17900	19300	20900	21800	23100	24400	—
	21.5	1.4	176	1.60	19400	20700	22400	23900	25400	26700	28400	—
	23.0	1.5	202	1.80	22300	24000	25700	27400	29300	30900	32600	—
	25.0	1.6	229	2.10	25200	27300	29200	31100	33200	35000	37000	—
	26.5	1.7	259	2.40	28600	30800	33000	35200	37400	39700	41800	—
 6×37=222根鋼絲 及1條有機物的芯子 (按照 ГОСТ 3071-46)	28.0	1.8	290	2.60	32100	43500	37000	39400	42000	44400	46800	—
	31.0	2.0	358	3.10	39500	53700	45600	48600	51700	54800	57800	—
	34.0	2.2	433	3.80	47800	65000	55300	59000	62500	66300	—	—
	37.0	2.4	516	4.60	57100	77500	65700	70000	74700	79000	—	—
	40.0	2.6	605	5.40	67000	90700	77000	82300	87500	92700	—	—
	8.8	0.4	28	0.24	—	—	3430	3360	3880	4100	4350	4580
	11.0	0.5	44	0.38	—	5080	3560	5780	6150	6550	6850	7210
	13.0	0.6	63	0.57	6700	7100	7760	8200	8770	9100	9840	10300
	15.5	0.7	85	0.77	9100	9750	10500	11200	11900	12500	13300	14000
	17.5	0.8	112	1.00	11900	12800	13700	14600	15600	16400	17500	18400
	19.5	0.9	141	1.20	15000	16100	17300	18500	19700	20900	22000	23000
 6×61=366根鋼絲 及1條有機物的芯子 (按照 ГОСТ 3072-46)	21.5	1.0	174	1.60	18500	20000	21400	22900	24300	25700	27100	28500
	24.0	1.1	211	1.80	22400	24200	25900	27600	29300	31200	33500	34600
	26.0	1.2	251	2.30	26700	28800	30800	32900	35000	37000	39000	41200
	28.0	1.3	295	2.60	31400	33800	36200	38600	41000	43400	46000	—
	30.0	1.4	342	3.10	36400	39300	42000	44800	47500	50500	53300	—
	32.5	1.5	392	3.60	41700	45000	48200	51400	54600	58000	61000	—
	34.5	1.6	445	4.10	47500	51200	54800	58500	62200	66000	69300	—
	37.0	1.7	504	4.60	53600	57800	62000	66000	70500	74400	78500	—
	39.0	1.8	565	5.10	60200	64900	69400	74000	78600	84000	88000	—
	43.5	2.0	697	6.10	74400	80000	85700	92500	97500	103000	108500	—
	47.5	2.2	844	7.40	89500	97000	103000	111000	117600	124500	—	—
	52.0	2.4	1178	10.6	107000	116000	124000	132600	141000	149000	—	—

註：表中帶黑線右邊的破壞載荷數值，只用於由光身的（沒有鍍鋅的）鋼絲製成的繩索。

表2 複式鋼絲繩索

繩索式樣	繩索構造	繩索直徑 (公厘)	鋼絲直徑(公厘)				全部鋼絲的 直徑(公厘) ²⁾	繩索單位長度重量 (公斤/公尺)	鋼絲的拉力的計算強度極限 (公斤/公厘 ²)							
			中央的鋼絲	第一層(內層)鋼絲	第二層(外層)鋼絲	鋼絲芯子			130	140	150	160	170	180	190	200
									繩索的破壞載荷 S_{max} (公斤)(不小於)							
威靈頓(Варрингтон)複式繩索		8.8	0.6	0.6	0.65 0.5	—	30.9	0.27	—	3660	3930	4200	4450	4720	4980	5250
		10.0	0.7	0.7	0.8 0.6	—	44.4	0.45	—	5290	5660	6040	6420	6800	7160	7550
		11.5	0.8	0.8	0.9 0.65	—	56.0	0.56	—	6650	7120	7600	8100	8550	9050	9500
		13.5	0.9	0.9	1.0 0.7	—	69.0	0.69	—	8170	8800	9360	9950	10500	11100	11700
		14.5	1.0	1.0	1.1 0.8	—	85.3	0.86	—	10200	10900	11600	12300	13000	13800	14500
		16.0	1.1	1.1	1.2 0.9	—	104.0	1.00	—	12300	13200	14100	14900	15800	16700	17600
		17.5	1.2	1.2	1.3 1.0	—	123.0	1.10	—	14700	15700	16800	17800	18900	19900	—
		18.5	1.3	1.3	1.4 1.0	—	139.0	1.40	—	16600	17800	19000	20200	21300	22500	—
		20.0	1.4	1.4	1.5 1.1	—	163.0	1.60	—	19300	20700	22100	23500	24900	26200	—
		21.0	1.5	1.5	1.6 1.2	—	187.0	1.80	—	22300	23800	25400	27100	28600	30200	—
		22.5	1.6	1.6	1.7 1.3	—	214.0	1.90	—	25500	27200	29000	30800	32700	34500	—
		24.0	1.7	1.7	1.8 1.4	—	242.0	2.20	—	28800	30800	33000	35000	37100	39200	—
		26.5	1.8	1.8	2.0 1.4	—	275.0	2.70	—	32500	35200	37500	39800	42200	44500	—
		29.0	2.0	2.0	2.2 1.6	—	341.0	3.10	—	40600	43500	46500	49300	52100	—	—
		32.0	2.2	2.2	2.4 1.8	—	414.0	4.00	—	49200	52800	56200	59700	63300	—	—
		34.5	2.4	2.4	2.6 2.0	—	494.0	4.50	—	58800	63000	67100	71300	75600	—	—
		37.0	2.6	2.6	2.8 2.2	—	582.0	5.20	—	69200	74200	79000	84000	89000	—	—
		40.0	2.8	2.8	3.0 2.2	—	650.0	6.20	—	77400	82900	88400	93500	99400	—	—
		42.0	3.0	3.0	3.2 2.4	—	749.0	7.20	—	89000	95500	102000	108000	—	—	—
斯爾(Сир)複式繩索		10.0	0.95	0.40	0.80	—	39.9	0.38	4400	4740	5080	5420	5760	6100	6440	6770
		11.0	1.10	0.50	0.85	—	46.9	0.45	5180	5570	5970	6370	6760	7160	7570	7970
		12.0	1.20	0.55	0.95	—	57.8	0.55	6380	6860	7360	7850	8340	8850	9260	9780
		13.0	1.30	0.60	1.00	—	65.6	0.63	7230	7800	8350	8940	9450	10000	10500	—
		14.0	1.40	0.65	1.10	—	78.4	0.75	8670	9270	9960	10600	11300	12000	12700	—
		16.0	1.60	0.70	1.30	—	104.0	1.00	11500	12300	13200	14100	15000	15900	16700	—
		18.0	1.70	0.80	1.40	—	124.0	1.20	13700	14800	15800	16800	17900	18900	20000	—
		20.0	1.90	0.90	1.60	—	160.0	1.50	17700	19000	20400	21800	23100	24500	25800	—
		22.0	2.20	1.00	1.70	—	188.0	1.80	20700	22400	24000	25500	27100	28700	—	—
		24.0	2.40	1.10	1.90	—	231.0	2.20	25500	27400	29400	31300	33400	35300	—	—
		26.0	2.60	1.20	2.00	—	252.0	2.50	28900	31200	33400	35600	37800	40100	—	—
		29.0	2.80	1.30	2.20	—	314.0	3.00	34700	37300	40000	42600	45400	48000	—	—
		31.0	3.00	1.40	2.40	—	370.0	3.50	40900	44000	47100	50300	53400	56500	—	—
		17.5	1.60	0.70	1.30	0.6	118.0	1.10	—	—	15000	16000	17000	18050	—	—
		20.0	1.70	0.80	1.40	0.7	142.0	1.50	—	—	18100	19300	20500	21700	—	—
		22.0	1.90	0.90	1.60	0.8	184.0	1.70	—	—	23400	25000	27400	28100	—	—
		24.5	2.20	1.00	1.70	0.9	218	1.90	—	—	27800	29600	32200	33300	—	—
		27.0	2.40	1.10	1.90	1.0	269	2.30	—	—	34200	36500	39600	41100	—	—
		30.0	2.80	1.30	2.20	1.1	360	3.10	—	—	45900	49000	52800	55000	—	—
32.5	3.00	1.40	2.40	1.2	425	3.70	—	—	54200	57700	62000	65000	—	—		
35.0	3.20	1.50	2.60	1.3	495	4.10	—	—	63000	67000	72300	—	—	—		
38.0	3.50	1.60	2.80	1.4	574	5.20	—	—	73000	78000	—	—	—	—		

註: 1. 在“第二層(外層)鋼絲直徑”一欄中, 分子及分母分別表示大根及小根鋼絲的直徑。
2. 表中粗黑線右邊的破壞載荷數值, 只用於由光身的(沒有鍍鋅的)鋼絲製成的繩索。

表3 根據起重機械的種類及工作類型來決定的、起重機械及機構用的滾筒及滑輪的最小許用直徑和鋼絲繩索的最小許用安全係數值

起重機械及機構的種類	傳動方式及工作類型		滾筒及滑輪的最小許用直徑 Φ	最小許用安全係數 k
A. 單臂鐵道起重機, 單臂履帶起重機, 單臂起重汽車 (作起重機用的單鏈掘土機亦包括在內)、建築工作及臨時工作用的起重機及升降機構	手 動		$D_0 \geq 16d_K$	4.5
	機 動	輕型	$D_0 \geq 16d_K$	5.0
		中型	$D_0 \geq 18d_K$	5.5
		重型及極重型	$D_0 \geq 20d_K$	6.0
B. 所有其他型式的起重機及升降機構	手 動		$D_0 \geq 18d_K$	4.5
	機 動	輕型	$D_0 \geq 20d_K$	5.0
		中型	$D_0 \geq 25d_K$	5.5
		重型及極重型	$D_0 \geq 30d_K$	6.0
B. 起重能力在一噸以下, 安裝在各種行動機構(汽車、自動行李車等)上的絞車	手 動		$D_0 \geq 12d_K$	4.0
Г. 挖斗起重機的機構 Φ	機 動	A類起重機	$D_0 \geq 20d_K$	5.0
		B類起重機	$D_0 \geq 30d_K$	5.0
Д. 吊車	機 動		$D_0 \geq 20d_K$	5.0
E. 不帶乘務員的起重升降機	機 動	用單滾筒絞車	$D_0 \geq 40d_K$	8.0
		用繩索帶動的滑輪	$D_0 \geq 40d_K$	10.0
Ж. 帶有乘務員及旅客的起重升降機	機 動	用單滾筒絞車	$D_0 \geq 40d_K$	9.0
		用繩索帶動的滑輪	$D_0 \geq 40d_K$	12.0

① 均衡滑輪的直徑可比工作滑輪或滾筒的直徑小40%。

② 用在A、B類起重機的挖斗上的滑輪, 其直徑可用 $D_0 \geq 18d_K$ 。

表4 式(2)中係數 φ 的數值

α°	0°	30°	45°	60°
φ	1.00	1.15	1.42	2.00

鋼絲繩索用的滑輪

滑輪用作支持繩索和引導繩索運動。滑輪用C4 15-32號生鐵或鑄鋼鑄造或(少數)用Cr.3及15號鋼料經軋壓、鍛造或鉚接等方法製成。

為了使繩索可靠地繞在滑輪周緣上, 因此規定了深的、精加工的、特殊側面的環形凹槽(表5)。為了更換方便和減少摩擦起見, 可用鑄鐵的(抗摩擦的)或青銅的襯套壓入滑輪輪轂內; 爲着同一目的, 滑輪是精確地安裝在滾動軸承上。滑輪輪轂與輪緣之間, 是用帶剛性肋及有孔的圓盤或斷面爲普通十字形的輪幅(在大直徑的滑輪)相連接。

滑輪直徑要根據繩索直徑從表3中選用。滑輪凹槽的截面尺寸, 按蘇聯重型機器製造人民委員會(HKTM)所規定的標準列載於表5中。

鋼絲繩索用的滾筒

纏繞起重繩索用的滾筒, 製成圓柱形、圓錐形或曲線形的表面。

圓柱形滾筒應用最普遍。滾筒表面有螺旋槽(凹溝), 用以引導纏繞繩索, 並可避免剛繞上滾筒的繩索和已繞好的繩索發生摩擦(圖1及圖2)①。在某些情

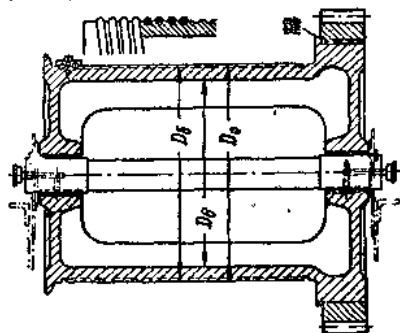


圖1 套在不轉動的軸樞上, 可以自由旋轉而帶有繞鋼絲繩索的螺旋槽的滾筒。

① 圖2所示的滾筒, 具有左右兩組螺旋槽, 可以將雙滑車的兩段繩索同時捲起。

況下，滾筒的圓柱形工作表面亦有做成平滑的，但具有高的側緣，可以繞上數層繩索（圖3）。這種平滑面的滾筒在纏繞繩索時，由於繩和滾筒接觸處具有很高的單位壓力，而且剛繞上滾筒的繩索和已繞好的繩索不可避免要互相摩擦，因此使繩索受到很大的磨損。

當繩索捲在滾筒上的不同鬆緊度而使張力有很大變化，並在必須保持扭轉力矩數值大概不變時，可採用圓錐形或曲線形的滾筒（例如，當起重高度很大——數以百公尺計——時，或者，當絞起很重的轉臂或起重機機臂時）。

滾筒可以用生鐵或鋼料鑄造，或用鋼板鉚接而成；後一種方法的構造比較簡單而輕，也比較便宜。

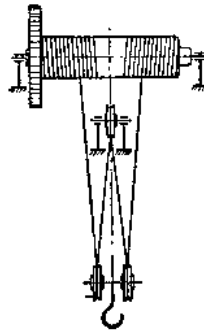


圖2 雙滑車滾筒的螺紋槽位置圖。

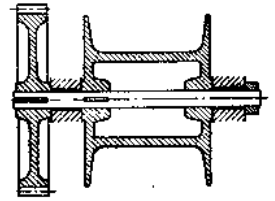
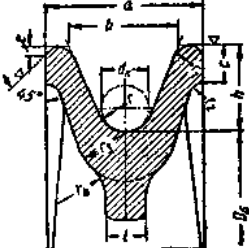


圖3 裝在轉軸上，具有平滑圓柱形表面及可以繞上數層繩索用的高側緣滾筒。

表5 鋼絲繩索滑輪的尺寸（按蘇聯重型機器製造人民委員會1943年所規定的標準）

	滑輪凹槽尺寸(公厘)											滑輪直徑 D_0 (公厘)				
	a	b	c	e	h	l	r	r_1	r_2	r_3	r_4	$D_0 \approx 1.6d_k$	$D_0 \approx 1.8d_k$	$D_0 \approx 2.0d_k$	$D_0 \approx 2.5d_k$	$D_0 \approx 3.0d_k$
4.8	22	15	5	0.5	12.5	8	4.0	2.5	2.0	8	6	80	100	100	130	150
6.2	22	15	5	0.5	12.5	8	4.0	2.5	2.0	8	6	100	130	130	150	200
8.8	28	20	6	1.0	15.0	8	5.0	3.0	2.5	9	6	150	150	200	250	250
11.0	40	30	7	1.0	25.0	10	8.5	4.0	3.0	12	8	200	200	250	300	350
13.0	40	30	7	1.0	25.0	10	8.5	4.0	3.0	12	8	200	250	250	350	400
15.5	40	30	7	1.0	25.0	10	8.5	4.0	3.0	12	8	250	300	300	400	450
19.5	55	40	10	1.5	30.0	15	12.0	5.0	5.0	17	10	300	350	400	500	600
24.0	65	50	10	1.5	37.5	18	14.5	5.0	5.0	20	15	400	450	500	650	750
28.0	80	60	12	2.0	45.0	20	17.0	6.0	7.0	25	15	450	500	550	700	850
34.5	90	70	15	2.0	55.0	22	20.0	7.0	8.0	28	20	550	650	700	850	1000
39.0	110	85	18	2.5	65.0	22	25.0	9.0	10.0	40	30	650	700	800	1000	1200

根據扭轉力矩傳動方法的不同，滾筒可分為兩類：一類是裝在轉軸上而與主動齒輪分開（圖3），另一類是套在軸樞上而與齒輪連在一起。滾筒與齒輪的連接是用螺栓，如圖4所示，或者將滾筒壓入齒輪內而用鍵來連接，如圖1所示。

第二類滾筒可以套在不轉動的軸樞上自由迴轉，或者固定在軸樞上一起迴轉。

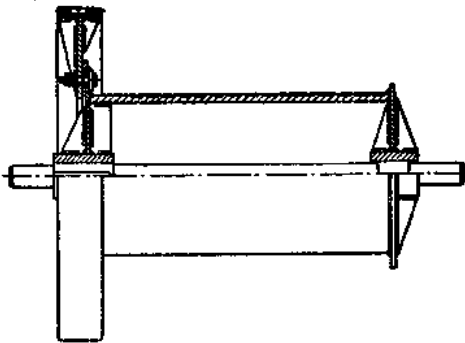


圖4 鉚接結構的滾筒，用螺栓與齒輪相連接。

上面所述的第一種情形的軸樞直徑可以用小一些（因為在工作時軸樞的應力不是交變的），但是襯套的檢修比較困難，當磨損以後更換也不容易。第二種情形的軸承襯套則檢修容易和更換方便，這是它在使用上的優點。

繩索固定在滾筒上的方法必須十分可靠，並且當繩索磨損時能夠很方便地迅速更換。具有較高柔性的繩索可用楔來固定，如圖5,a及6所示；對於比較剛性

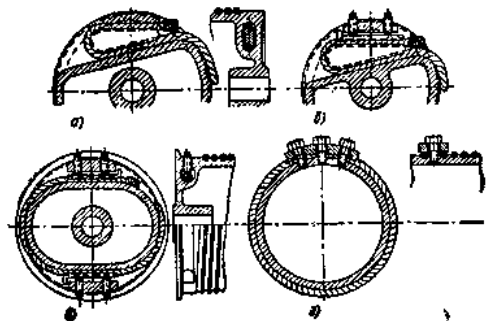


圖5 繩索固定在滾筒上的各種方法。

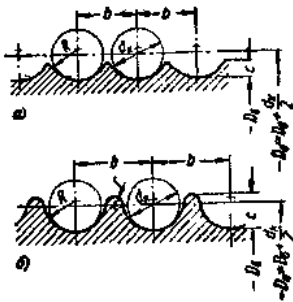
的繩索，則用固定螺釘(如圖 5, Б) 或壓板與螺釘的裝置(如圖 5, r) 來固定。

固定方法的計算是根據繩索所受的最大張力。

滾筒直徑的確定像確定滑輪直徑一樣：根據起重機構的種類、工作類型和傳動方式，按照已經決定的繩索直徑 d_k 從表 3 選定。

表 6 所列是滾筒螺旋槽(淺槽及深槽)的各部尺寸。深槽滾筒的長度要增大許多，但繩索在工作時得到比較有利的條件，特別是在纏繞繩索有較大的脫離螺旋線方向的可能性時。

表 6 鋼絲繩索滾筒的凹槽尺寸
(按照 MTM 的標準)



繩索直徑 d_k	R	標準凹槽 (a)		深 槽 (b)		
		b	c	b	c	r
4.8	3.5	7	2	9	4.5	1.0
6.2	4.0	8	2	11	5.5	1.5
8.8	5.0	11	3	13	6.5	1.5
11.0	7.0	13	3	17	8.5	1.5
13.0	8.0	15	4	19	9.5	1.5
15.5	9.0	17	5	22	11.0	2.0
19.5	11.5	22	5	27	13.5	2.0
24.0	13.5	27	6	31	16.0	2.5
28.0	15.5	31	8	36	18.0	2.5
34.5	19.0	38	10	41	22.0	3.0
39.0	21.0	42	12	50	24.5	3.5

只繞一層繩索的滾筒，螺旋槽部分的長度可由下式計算

$$l = (n + n_{san})b = \left(\frac{L}{\pi D_0} + n_{san} \right) b \text{ 公尺, (4)}$$

式中 n ——繞在滾筒上的繩索的圈數； b ——螺旋槽的節距，根據凹槽的深度可從表 6 查得； L ——繞在滾筒上的繩索的長度(公尺)； D_0 ——從繩索中心線量度的滾筒直徑(公尺)； $n_{san} \geq 1.2$ ——繩索的儲備圈數，要使得當攪具在最低位置時，繩索末端的固定件也不承受負荷。

繞有多層繩索的滾筒，其長度可由下式計算

$$l = \left(\frac{L}{\pi(D_0 z + d_k z^2)} + n_{san} \right) \frac{b'}{\varphi} \text{ 公尺, (5)}$$

式中 d_k ——繩索直徑(公分)； z ——繩索所繞的層數； b' ——繩索繞成的螺旋線的節距； $\varphi = 0.9$ ——繩索各圈之間距離不均勻分佈的修正係數。

在初步計算時，滾筒壁厚 δ 可由下式決定

$$\delta = 0.02 D_0 + (0.6 \sim 1.0) \text{ 公分. (6)}$$

在較準確的計算中，要考慮滾筒壁發生扭轉、彎曲及壓縮的複雜應力^①。設 D_0 ——從繩索中心線量度的滾筒直徑(公分)； D_g ——滾筒內徑(公分)； D_g ——從凹槽底部量度的滾筒直徑(公分)(見圖 1)； l_0 ——軸承之間的滾筒長度(公分)； S ——繩索所受的最大張力(公斤)； a ——繩索繞在滾筒上的段數^②，則扭轉應力為

$$\tau = \frac{M_{kp}}{W} = \frac{a \cdot S \cdot D_0}{2} \cdot \frac{D_g}{0.2(D_g^4 - D_g^4)} \text{ 公斤/公分}^2; \quad (7)$$

彎曲應力為

$$\sigma_{bz} = \frac{M_{bz}}{W} = \frac{a \cdot S \cdot l_0}{4} \cdot \frac{D_g}{0.1(D_g^4 - D_g^4)} \text{ 公斤/公分}^2; \quad (8)$$

又壓縮應力為

$$\sigma_{cm} = \frac{S}{\delta b} \text{ 公斤/公分}^2 \quad (9)$$

壓縮應力不能超過表 7 中所列舉的 σ_{don} 數值。

表 7 滾筒壁的許用壓縮應力數值

材料	C415-32	鑄鋼	Cr.3
σ_{don} (公斤/公分 ²)	800	1000	1100

當滾筒壁的直徑 $D_g \geq 1200$ 公厘及長度 $l_0 \geq 1000$ 公厘時，必須按穩定條件驗算滾筒壁(見第 1 卷第 2 冊)。

在纏繞多層繩索的情形中，滾筒壁的應力增加很多，這是因為各層繩索(最內一層除外)受到額外負荷的緣故。這一種考慮變形在內的滾筒壁的應力的情形，可用下式計算[4]

$$\sigma_{cm} = \frac{S}{\delta b} A \text{ 公斤/公分}^2, \quad (10)$$

式中 A ——係數，決定於繩索所繞的層數、繩索的橫截面積 F_k (公分²)、繩索的彈性模數 $E_k \approx 800,000 \sim 1,000,000$ 公斤/公分²，在繩圈一個節距長度的滾筒壁

① 只是當滾筒直徑很小而長度很大時，扭轉和彎曲應力在實際上才相當可觀。

② 例如圖 2 的雙滑車，繩索有兩段繞在滾筒上；此時， $a = 2$ 。——譯者

橫截面面積 $F_0 = 68 \text{ 公分}^2$ 及滾筒的彈性模數 E_0 (公斤/公分 2) 等, 由一個包括所有上列各因素的影響的係數—— λ 來計算, 這個係數等於

$$\lambda = \frac{E_0 F_0}{E_0 F_0}$$

係數 λ 的數值可從表 8 的算式求得。

表 8 根據繩索繞在滾筒上的層數來決定
的方程式 (10) 中的係數 λ 的數值

繩索所繞的層數	數 值
1	1
2	$1 + \frac{1}{1+\lambda}$
3	$1 + \frac{2+3\lambda}{(1+\lambda)(1+2\lambda)}$
4	$1 + \frac{3+12\lambda+11\lambda^2}{(1+\lambda)(1+2\lambda)(1+3\lambda)}$
5	$1 + \frac{4+30\lambda+76\lambda^2+50\lambda^3}{(1+\lambda)(1+2\lambda)(1+3\lambda)(1+4\lambda)}$

起重鏈及牽引鏈

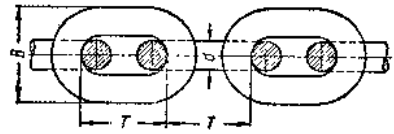
起重及運輸機械所用的鏈條可分為起重鏈和牽引鏈兩種, 前者用作吊運重物, 後者用作傳送牽引力。按其基本構造的特點又可分為鉚接鏈 (具有用圓鋼條接成的長圓形的鏈環)、簡單疊板關節鏈、滾套鏈及滾套-滾子鏈、塊狀鏈和特種鏈。

鉚接鏈用作起重機械的起重機件, 用作捆綁的工具以包綑和懸掛用吊鈎吊起的物品, 以及很少用作連續運輸機械的牽引件。它是由許多長圓形的鏈環所組成。這些鏈環是用軋軋的圓鋼條經鍛接或電鉚的方法製成; 並且相鄰環節的平面互相垂直, 這樣可使鏈條在各方面都能曲折。按照鏈環的尺寸, 鉚接鏈可分為短環鏈 (若鏈環節距 $T < 3d$, 式中 d 為鏈環鋼條的直徑) 及長環鏈 (若 $T \geq 3d$) 兩種; 按照製造的準確度又可分為標準鏈 (與節距 T 的名義尺寸相差在 $\pm 0.03d$ 範圍以內, 與寬度 B 的名義尺寸相差在 $\pm 0.05d$ 範圍以內) 及非標準鏈 (與節距及寬度的名義尺寸相差在 $\pm 0.1d$ 範圍以內)。非標準的短環鏈繞在手動和機動 (用於低起重速度的情形下) 的起重機構的滾筒上工作; 標準鏈則大多數用於手動起重機構的鏈輪上。

製造鉚接鏈所用的鋼料按 ГОСТ 924-41. Ст. 3 號鋼料可以應用, 電鉚製造的鏈條可用 Ст. 2 號鋼。鏈條製成以後需要經過退火手續。

表 9 所列是鉚接的起重鏈及牽引鏈的尺寸、理論上的重量和破壞載荷。

表 9 鉚接的起重鏈及牽引鏈的尺寸、載荷及重量 (按照 ГОСТ 2319-43)



鏈 環 尺 寸 (公厘)			破壞載荷 S_{max} (公斤)	理論上的單位長度重量 (公斤/公尺)
鋼條直徑 d	節距 T	寬度 B		
5	19	17	0.64	0.50
6	19	21	1.00	0.80
7	21	24	1.50	1.20
8	23	27	2.20	1.50
9.5	27	32	3.10	2.00
11	31	36	4.40	2.70
13	36	43	6.60	3.90
16	44	53	10.20	6.00
18	50	58	12.80	7.30
20	56	66	16.00	9.20
23	64	76	21.00	12.00
26	72	84	26.60	15.00
28	78	91	31.20	17.40
30	84	98	35.60	20.00
32	91	104	41.00	22.10
35	98	114	46.40	27.50
38	106	123	54.80	32.50
41	114	133	63.60	38.00

鉚接鏈在使用以前要經過破壞及拉伸試驗。破壞試驗時, 從每 50 公尺長的鏈條取出一個試樣 (有 5 個鏈環的一段鏈條)。在破壞試驗得到滿意的結果後, 再以鏈條的全長作拉伸試驗 (為了檢查所有鏈環的鉚接質量), 這時所用的試驗載荷為破壞載荷的一半。若達到或尚未達到試驗載荷時, 鏈條即被拉斷, 那麼, 這一鏈條即作為廢品。

選擇鉚接鏈和選擇鋼絲繩索相似, 都是按照破壞載荷 S_{max} 的大小來選定; S_{max} 可由下式確定

$$S_{max} = Sk \text{ 公斤}, \quad (11)$$

式中 S ——鏈條的實際工作載荷; k ——安全係數, 可根據鏈條的種類及傳動方式從表 10 中選定。

表 10

鏈條種類及工作特點	起重機構的傳動方式	滾筒或滑輪的最小許用直徑; 鏈條鏈輪的最少齒數	最小許用安全係數 k
在滾筒及滑輪上工作的, 標準的及非標準的鉚接鏈	手 動	$D_0 \geq 20d$	3
	機 動	$D_0 \geq 30d$	6
在鏈輪上工作的標準鉚接鏈	手 動	$z \geq 5$	4.5
	機 動		8

註: 包綑貨物用的、標準的及非標準的鉚接捆綁鏈, 採用安全係數 $k=6$ 。用在吊鈎、吊環或栓圈上及僅作懸掛貨物但不作包綑用的捆綁鏈, 安全係數可降低至 $k=5$ 。

用同一表選定最小許用的鏈環鋼條直徑 d 與滾筒或滑輪直徑 D 的比例。

疊板關節鏈——起重及牽引用，按照 ГОСТ 191-41 及 ГОСТ 588-41 製造（參看第 2 卷原書 395~401 頁）。

塊狀鏈用在運輸機械上作為牽引機件。在這類鏈條中，可拆式塊狀鏈的應用最廣。

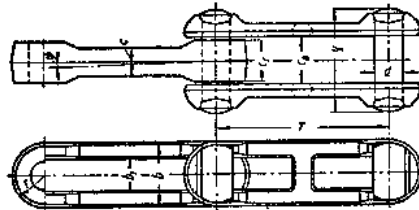
所有這種式樣的鏈條都是由兩種衝壓製成的鋼鏈環——可拆環（外環）及整體環（內環）——所組成。在鏈

環的關節處只有銷軸與內環間發生滑動，這裏具有足夠大的摩擦面。由於銷軸是自由地放在內環之內，而內環與外環之間又存在着相當大的間隙，所以相鄰的鏈環對於鏈條的縱長方向中心線可能發生 $2\sim3^\circ$ 的角度偏差。

表 11 所列是可拆式塊狀鏈的主要尺寸。

屬於特種鏈的有：帶有萬向關節的鏈條、用鋼絲繩索做成鏈環的鏈條及其他等等。

表 11 可拆式塊狀牽引鏈（鏈環是衝製的）的主要尺寸及重量（按照 ГОСТ 589-41）



鏈節 T (公厘)	破壞 載荷 (公斤)	最大的 許用工作 載荷 (公斤)	兩外板 間的距離 C_B (公厘)	內環頭 部厚度 C_2 (公厘)	內環 厚度 C (公厘)	內環頭部 的外半徑 r (公厘)	鏈條 寬度 b (公厘)	內環的 內寬 b_1 (公厘)	銷軸 直徑 d (公厘)	銷軸 長度 q (公厘)	在關節中心線平 面上鏈環可轉的 角度 ψ	鏈條的單位 長度重量 (公斤/公尺)
100	12500	1250	27.5	25	16	18.0	36	18	16	58	$2^\circ 35'$	4.9
160	25000	2500	39.5	36	20	26.5	53	27	24	83	$2^\circ 45'$	9.0

牽引鏈按照最大的牽引力來選擇。此力應不超過鏈條的許用工作載荷。

起重鏈及牽引鏈用的滑輪、滾筒及鏈輪

鏈條繞過方向滑輪而繞在滾筒上或與齒狀驅動滑輪（鏈輪）的輪齒相嚙合而工作。

鉚接鏈用的方向滑輪通常是用生鐵鑄造，用以改變鏈條運動的方向。滑輪的工作面做成凹槽的形狀，如圖 6, a 所示。滑輪直徑的大小要根據鏈環鋼條的直徑、鏈條種類及傳動方式從表 10 中選擇。

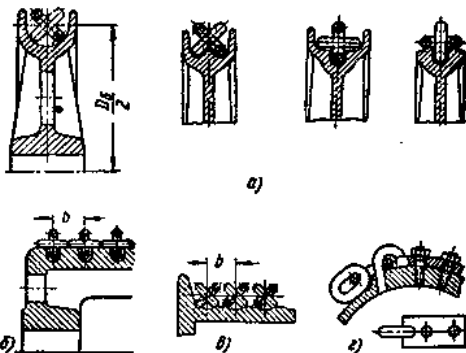


圖 6 鉚接鏈用的滑輪及滾筒的側面圖。

鉚接鏈用的滾筒也是用生鐵鑄造，通常在表面上有螺旋線的凹槽以便安放鏈條的鏈環（圖 6, b 及 d）。為了纏繞鏈條在滾筒上時使鏈環能順利地進入凹槽和放下鏈條時能順利地離開滾筒，凹槽的寬度必須比鏈環鋼條大 $2\sim3$ 公厘左右。設 B 為鏈環的寬度，則圖 6, b 所示螺旋槽的節距為

$$b = B + (3\sim6) \text{ 公厘。} \quad (12a)$$

圖 6, b 滾筒側面的螺旋槽的節距為

$$b = (B - d) \cos 45^\circ + d + 5 \text{ 公厘。} \quad (13)$$

滾筒直徑和滑輪直徑同樣由表 10 的比例來決定。滾筒的長度為

$$l = (n + n_{\text{зан}})b = \left(\frac{L}{\pi D} + n_{\text{зан}} \right) b \text{ 公尺,} \quad (14)$$

式中 D ——滾筒直徑（公尺）； L ——繞在滾筒上的鏈條的長度（公尺）； n ——鏈條繞在滾筒上的圈數； $n_{\text{зан}} \geq 1.5$ ——備用圈數； b ——螺旋槽的節距（公尺）。

圖 6, e 表示用一耳環將鏈條末端固定在滾筒上的方法。標準鉚接鏈用的鏈輪（主動的齒狀滑輪）（圖 7）可以傳遞運動到鏈條上。鏈輪和滾筒的作用不同：並不將鏈條捲在表面上，而是在工作時，鏈輪的齒將受一面面的鏈環抓起而又將不受力一面的鏈環放下。在鉛垂

平面內的鏈環是自由地放在鏈輪上的圓環形凹 槽中，與鏈輪中心平行的鏈環則放在一特殊的凹坑內。由於輪齒（相鄰兩凹坑之間的凸出部分）的作用，將牽引力傳給這些鏈環。鏈輪通常是放在一個特殊的罩中，可以導正鏈條的運動方向，並消除鏈條從側面滑脫的可能性。

鏈輪節圓（在凹坑中的鏈環橫截面中心所在之圓）的半徑由下式計算

$$R_g = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{T}{\sin \frac{90^\circ}{z}}\right)^2 + \left(\frac{d}{\cos \frac{90^\circ}{z}}\right)^2} \text{ 公厘}, \quad (15)$$

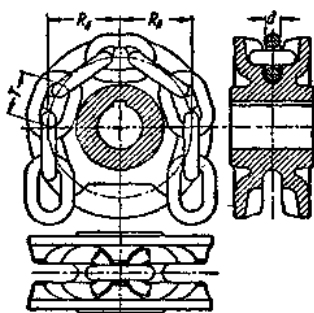


圖7 標準非接鏈的鏈輪。

式中 T ——鏈的節距（公厘）； z ——星輪齒數； d ——鏈環鋼條的直徑（公厘）。

鏈輪的最少齒數可用 $z=5\sim 6$ 。當 $z \geq 8$ 及 $d \leq 16$ 公厘時，用下式計算鏈輪的半徑亦可足夠準確

$$R_g = \frac{1}{2} \cdot \frac{T}{\sin \frac{90^\circ}{z}} \text{ 公厘}. \quad (16)$$

起重用的疊板關節鏈用的鏈輪由鋼料製成，輪齒是銑製的。最少的齒數用8。當齒數不多時，鏈輪則與軸鍛成整體。為了保證工作時的安全，可將鏈輪安置在方向罩中。

鏈輪輪齒的結構，可參看第2卷原書 397~400 頁。

吊鉤及吊環

起重吊鉤用在起重機上吊掛物品，吊鉤直接連於繩索上，或者掛在滑車軌上。

吊鉤用3號及15號鋼料鍛製或用衝製的鋼板疊合而成。按照鍋爐管理規範，鑄鐵吊鉤禁止使用。

鍛製的吊鉤分為單鉤和雙鉤兩種，用在起重能力大的機構上，其各部主要尺寸列於表12中。疊板式吊鉤也同樣分為這兩種（表13），也用在起重能力很大的

機構上（在35噸以上）。這種吊鉤大多數用來吊運鑄工起重機的傾注斗。

為了預防掛在吊鉤上的繩索或鏈條隨意脫落，有時將吊鉤的口部用壓製的保險片封閉（圖8）；這種裝置也可防止吊鉤偶然鈎着一些靠近起重機工作地點的靜止物體。

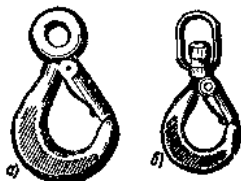


圖8 帶有保險片的吊鉤。

當吊運一些特別重的物品時（在100噸以上），就要改用吊環（栓環）。吊環可以是整件鍛製的（用整塊金屬鍛成），如圖9,a所示，或是鉸鏈式的（由單獨部分併合而成），如圖9,b所示。

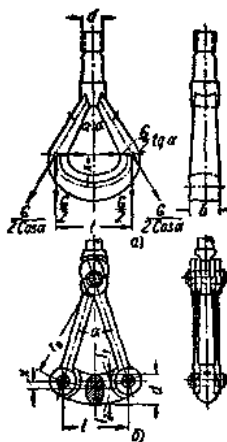


圖9 起重吊環：

a) 整件鍛製的；b) 鉸鏈式的。

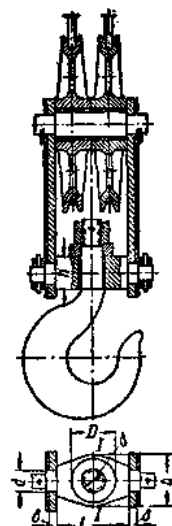


圖10 短鉤用的懸架。

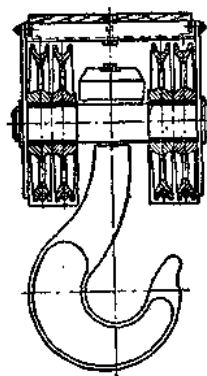
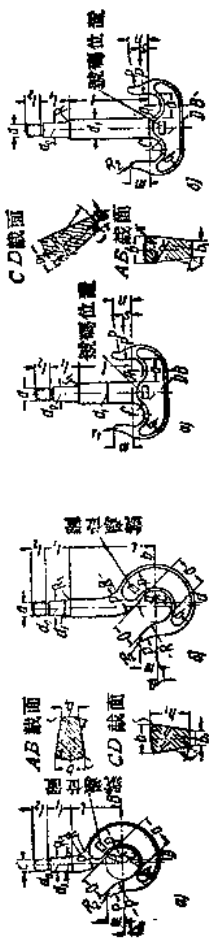


圖11 加長鉤用的懸架。

為了能懸掛在撓性機件上，吊鉤和吊環必須帶有限圈或在上部的（圓柱形）桿狀部分做成螺紋。在後一種情形中，可用螺母將桿部固定在懸架橫樑上。橫樑本身與滑車軸分開而穿入滑車軌的孔中（如圖10所示，當用短鉤時），或是將軸加長，兼作滑輪的軸（如圖11所示，當用加長鉤時）。

為了保證吊鉤或吊環在負載時易於轉動，可採用如圖12

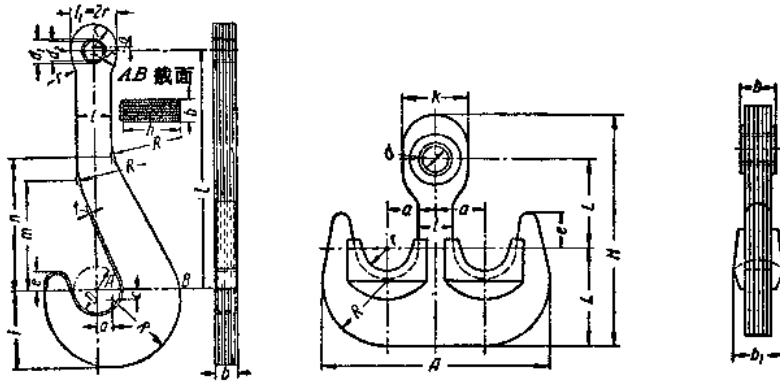
表12 鍛製的單鉤及雙鉤



吊鉤種類	吊鉤起重能力(噸)	各部尺寸 (公厘)														各部尺寸 (公厘)											吊鉤連環上的重量(公斤)	
		a	b	b ₁	b ₂	d ₀	d	d ₁	h	h ₁	l		l ₁		t ₂	m	n	o	p	q	r	R	R ₁	R ₂	K ₃ S	短鉤	加長鉤	
											短鉤	加長鉤	短鉤	加長鉤														
手動機構用的單鉤 (按照 OCT 20233-40)	0.25	30	18	12	6	12	M12	16	23	19	45	—	17	13	16	2	24	34	32	3	15	1.5	2.5	9	0.25	—		
	0.50	35	24	16	8	16	M16	20	35	24	55	—	18	17	20	3	25	42	39	3	18	1.5	3.5	12	0.40	—		
	1.00	45	32	22	11	20	M20	25	42	32	75	—	24	21	25	4	36	55	51	4	23	2.0	4.0	18	1.20	—		
	2.00	50	40	28	14	24	M24	32	50	40	90	—	34	26	30	5	46	65	60	6	25	2.0	5.0	22	2.30	—		
	3.00	60	50	34	17	35	M30	40	60	48	100	—	45	30	35	6	46	79	73	6	30	2.5	7.5	26	3.50	—		
	5.00	80	60	40	20	40	M36	50	80	63	125	—	55和75	40	45	7	70	104	97	8	40	2.5	10.0	32	8.00	—		
	7.50	90	75	50	23	50	M48	60	90	71	145	—	68和85	45	55	8	70	118	110	8	45	2.5	12.0	38	12.00	—		
	10.00	100	85	60	28	60	M48	70	100	81	160	—	68和90	50	65	10	75	132	122	10	50	3.0	14.0	46	20.00	—		
	機動機構用的鋼製單鉤 (按照 OCT 20234-40)	0.25	30	18	7	—	12	M12	16	27	24	50	155	20	25	15	7	24	40	33	3	15	1.5	4.0	—	0.45	0.5	
		0.50	40	22	9	—	17	M16	20	35	29	65	165	28	30	20	9	32	50	41	4	20	1.5	4.5	—	0.75	0.9	
1.00		50	30	11	—	20	M20	25	42	38	85	180	40	45	25	12	40	68	51	5	25	1.5	7.0	—	1.6	1.9		
1.50		60	35	14	—	25	M24	32	55	47	105	200	50	60	30	12	48	78	66	6	30	2.0	7.5	—	3.0	3.9		
2.00		70	45	18	—	35	M30	40	61	52	125	240	60	70	38	20	56	97	77	7	35	2.5	8.0	—	6.0	7.5		
3.00		80	55	22	—	45	M42	50	85	74	145	290	70	80	50	25	65	115	90	8	40	3.0	9.5	—	11.0	13.0		
5.00		95	65	26	—	55	M48	60	100	86	170	380	85	100	60	30	75	135	105	10	45	3.5	12.5	—	18.0	23.0		
7.50		110	75	30	—	60	M56	70	115	98	195	450	105	120	70	30	85	150	180	15	55	4.0	17.5	—	28.5	36.0		
10.00		130	90	36	—	70	M64	80	135	113	230	550	125	135	80	40	100	180	240	15	65	4.5	20.0	—	46.5	59.0		
15.00		150	105	42	—	90	絞 80×10	95	160	139	270	580	155	160	90	50	120	215	165	15	75	5.0	26.5	—	76.0	92.0		
機動機構用的鋼製雙鉤 (按照 OCT 20235-40)	5.00	80	55	25	55	55	M48	60	80	90	190	375	85	100	60	55	70	130	85	12	15	2.5	11	35	15	20		
	7.50	95	55	27	60	60	M56	70	90	100	450	105	120	70	65	80	145	100	12	16	3.5	14	35	20	28			
	10.00	110	60	30	70	70	M64	80	100	120	550	125	135	80	75	90	160	115	16	—	4.0	18	35	30	43			
	15.00	125	70	35	80	80	絞 80×10	95	115	—	270	575	155	160	90	90	195	130	16	—	—	4.5	18	35	45	60		
	20.00	140	80	40	90	90	絞 80×12	105	130	—	310	600	170	175	105	105	200	145	20	—	—	5.0	18	35	70	90		
	25.00	160	90	45	100	100	絞 100×12	120	150	—	350	650	180	190	115	125	230	170	20	—	—	5.0	22	40	100	125		
	30.00	180	100	50	110	110	絞 110×12	135	170	—	390	675	200	215	125	150	260	195	25	—	—	6.0	22	50	145	175		
	35.00	200	115	57	130	130	絞 130×16	150	190	—	430	775	225	240	145	175	290	220	25	—	—	8.0	25	50	210	260		
	50.00	220	130	65	150	150	絞 140×16	165	210	—	478	800	240	255	155	200	320	250	30	—	—	9.0	28	70	257	314		
	60.00	240	145	72	170	160	絞 150×16	175	240	—	510	850	260	270	165	225	360	280	35	—	—	10.0	30	80	332	397		
75.00	270	170	85	190	180	絞 170×16	195	270	—	550	925	295	315	185	250	400	310	40	—	—	10.0	30	—	90	461	554		

② d_0 用 G_5 級公差配合。

表13 疊板式單鉤及雙鉤



吊鉤 種類	吊鉤 起重 能力 (噸)	各部 尺 寸 (公 厘)																				吊鉤 重量 (公斤)	
		a	A	b	b ₁	c	d	d ₁	D	e	f	h	H	i	k	l	L	m	n	o	r		R
單 鉤	37.5	80	—	140	—	25	120	135	260	120	20	340	—	435	—	180	1750	700	770	25	120	800	768
	62.5	115	—	168	—	35	160	180	305	150	26	460	—	560	—	250	2100	800	950	30	160	1000	1551
	87.5	140	—	196	—	70	180	200	390	160	26	540	—	695	—	300	2100	970	1100	40	200	1000	2378
	112.5	150	—	210	—	70	200	220	430	175	26	650	—	805	—	350	2400	1050	1225	50	225	1200	3485
	150.0	240	—	210	—	70	220	250	430	200	26	840	—	915	—	425	2500	1150	1500	60	265	1400	4758
	175.0	240	—	240	—	70	230	260	470	220	26	840	—	935	—	426	2800	1150	1500	70	265	1400	5770
雙 鉤	100.0	275	1300	170	275	160	—	—	200	—	—	1300	550	380	200	500	—	—	—	125	375	1138	
	125.0	315	1400	200	300	180	—	—	200	—	—	1400	600	420	230	540	—	—	—	150	385	1550	
	150.0	350	1500	220	320	200	—	—	200	—	—	1500	650	450	250	575	—	—	—	175	400	1941	
	175.0	375	1600	220	320	220	—	—	250	—	—	1650	700	500	300	650	—	—	—	175	425	2285	
	200.0	400	1800	220	320	220	—	—	300	—	—	1800	800	550	300	665	—	—	—	200	500	3025	
	250.0	450	2000	240	340	250	—	—	300	—	—	2100	900	650	350	800	—	—	—	225	550	4028	
	300.0	475	2250	260	360	300	—	—	350	—	—	2300	1000	720	400	865	—	—	—	225	550	5693	
	350.0	550	2600	260	360	320	—	—	400	—	—	2500	1050	750	500	1000	—	—	—	250	750	6442	

所示的滾珠軸承裝置●。如吊鉤的眼圈太輕而不能使空載的吊鉤自由落下時，可以加添一些附加重量。吊鉤和吊環(拴圈)的強度可計算其危險斷面應力以核驗。

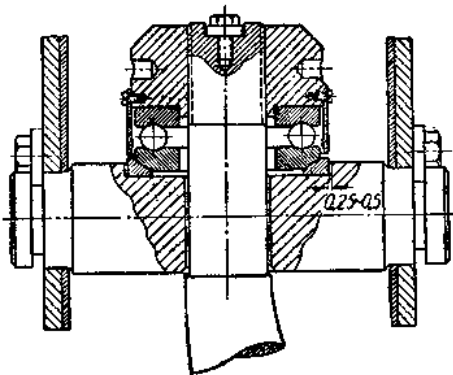


圖12 吊鉤在橫樑上的固定裝置。

設 G ——吊鉤或吊環的名義載荷(計算載荷)(公斤), F_{AB} ——計算的截面面積(公分²), r_0 ——沒有變形的吊鉤或沒有變形的吊環的中性軸線的曲率半徑(公分), l_1 及 l_2 ——自最外層至截面重心的距離(公分), 則

單鉤(圖13,a)的危險截面 ab 的拉應力及壓縮應力為

$$\sigma_p = \frac{G}{c F_{AB}} \cdot \frac{l_1}{r_0 - l_1} \leq 1000 \text{ 公斤/公分}^2 \quad (17)$$

$$\text{及} \quad \sigma_{cs} = \frac{G}{c F_{AB}} \cdot \frac{l_2}{r_0 + l_2} \leq 1000 \text{ 公斤/公分}^2,$$

(18)

式中 c ——係數, 按照截面形狀的不同, 用表14中的公式計算。同樣, 截面 $C-D$ 的拉應力及壓縮應力根據載荷 $\frac{G}{2}$ (公斤)來驗算。這個截面的剪切應力可用下式驗算

$$\tau_{cp} = \frac{G}{2 F_{CD}} \leq 750 \text{ 公斤/公分}^2. \quad (19)$$

吊鉤螺紋部分的應力為

$$\sigma_p = \frac{4G}{\pi d_{BH}^2} \leq 1000 \text{ 公斤/公分}^2, \quad (20)$$

式中 d_{BH} ——螺紋內直徑。

螺母高度可按螺紋的許用單位壓力驗算

$$H = \frac{4GS}{\pi(d^2 - d_{BH}^2)\sigma_{\text{許}}} \text{ 公分}, \quad (21)$$

● 按照鍋爐管理規範, 當 $Q \geq 3$ 噸時, 必須採用滾珠軸承裝置。

表14 式(17)、(18)、(23)~(26)中係數 c 的值

截面形狀	各符號所代表的意義	計算公式
梯形	b_1 及 b_2 —梯形截面的上底及下底的長度(公分); h —梯形截面的高度(公分)	$c = \frac{2r_0}{(b_1+b_2)h} \left\{ \left[b_2 + \frac{b_1-b_2}{h} (l_2+r) \right] \ln \frac{r_0+l_2}{r_0-l_1} - (b_1-b_2) \right\} - 1$
方形	h —方形截面各邊的長度(公分)	$c = \frac{1}{3} \left(\frac{h}{2r_0} \right)^2 + \frac{1}{5} \left(\frac{h}{2r_0} \right)^4 + \frac{1}{7} \left(\frac{h}{2r_0} \right)^6$
圓形或橢圓形	d —圓的直徑或橢圓的長軸	$c = \frac{1}{4} \left(\frac{d}{2r_0} \right)^2 + \frac{1}{8} \left(\frac{d}{2r_0} \right)^4 + \frac{5}{64} \left(\frac{d}{2r_0} \right)^6$

式中 S —螺紋節距; d —螺紋桿部外徑(公分);

$\sigma_{ca} = 150 \sim 250$ 公斤/公分²—螺紋許用壓損應力。

疊板式吊鉤在眼圈處(見表13)的應力為

$$\sigma_p = \frac{G}{b(l_1-d_2)} \leq 1000 \text{ 公斤/公分}^2. \quad (22)$$

雙鉤(圖13, 6)危險截面 $A-B$ 的拉應力及壓縮應力用下列兩式計算

$$\sigma_p = \frac{2}{3} \cdot \frac{G}{F_{AB}} \cdot \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos \alpha} \left[1 - \frac{0.5\alpha+l_1}{r_0} \left(1 - \frac{1}{c} \cdot \frac{l_1}{r_0-l_1} \right) \right] \leq 1000 \text{ 公斤/公分}^2; \quad (23)$$

$$\sigma_{ca} = \frac{2}{3} \cdot \frac{G}{F_{AB}} \cdot \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos \alpha} \left[1 - \frac{0.5\alpha-l_1}{r_0} \left(1 + \frac{1}{c} \cdot \frac{l_2}{r_0-l_2} \right) \right] \leq 1000 \text{ 公斤/公分}^2, \quad (24)$$

式中 α —吊鉤口部尺寸(公分); c —係數, 從表14的公式算得; $\alpha \approx 45^\circ$ —鋼絲繩索或鏈條與鉛垂線所成的斜角; β —鉛垂線與危險截面所成的角度。

經過吊鉤口部中心截面 $C-D$ (即當 $\beta=0$ 時) 的拉應力及壓縮應力為

$$\sigma_p = \frac{2}{3} \cdot \frac{G}{F_{CD}} \cdot \lg \frac{\alpha}{2} \left[1 - \frac{0.5\alpha+l'_1}{r_0} \left(1 - \frac{1}{c} \cdot \frac{l'_1}{r_0-l'_1} \right) \right] \quad (25)$$

$$\text{及 } \sigma_{ca} = \frac{2}{3} \cdot \frac{G}{F_{CD}} \cdot \lg \frac{\alpha}{2} \left[1 - \frac{0.5\alpha-l'_1}{r_0} \left(1 + \frac{1}{c} \cdot \frac{l'_2}{r_0-l'_2} \right) \right]. \quad (26)$$

除此以外, 截面 $C-D$ 還須按照許用剪切應力 ≤ 750 公斤/公分² 來驗算所受的剪力 $T = \frac{2}{3} G$ 公斤。

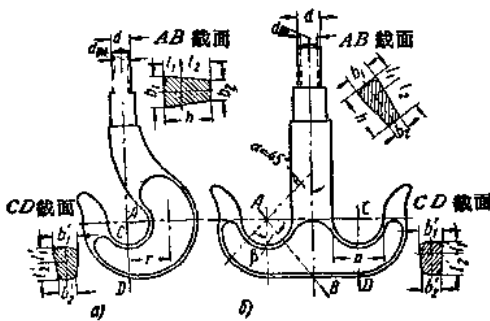


圖13 鍛製的單鉤及雙鉤的計算簡圖。

對於圖9, a 所示的整件鍛製的吊環(栓環)來說, 直桿部分的應力, 也如吊鉤一樣, 用式(22)計算。斜桿部分的應力則為

$$\sigma_p = \frac{G}{2F \cos \alpha} \leq 1000 \text{ 公斤/公分}^2, \quad (27)$$

式中 α —斜桿與鉛垂線所成的角度; F —桿的最小截面面積(公分²)。吊環橫桿的彎曲應力為

$$\sigma_{us} = \frac{M_{us}}{W} + \frac{G \lg \alpha}{2F}$$

$$= \frac{G \left(\frac{l}{2} + x \lg \alpha \right)}{W} + \frac{G \lg \alpha}{2F} \leq 1200 \text{ 公斤/公分}^2, \quad (28)$$

式中 M_{us} —彎曲力矩(公斤·公分); W —截面係數(公分³); l —吊環跨度(按中性軸線度量)(公分); x —自中性軸線至載荷作用的中心(公分)。

圖9, 6 所示的鉸鏈式吊環, 其橫桿的應力可按公式計算; 斜桿(拉桿)只按簡單拉伸計算; 而鉸鏈則要按彎曲及剪切計算。

$$\sigma_{us} = \frac{G \lg \frac{\alpha}{2}}{2F_{AB}} + \frac{Gl}{4} + \frac{G}{2} \lg \frac{\alpha}{2} x$$

$$\times \left(1 + \frac{1}{c} \cdot \frac{l_1}{r_0-l_1} \right) \leq 1200 \text{ 公斤/公分}^2. \quad (29)$$

對於吊鉤或吊環的懸架(見圖10)來說, 可用下式驗算橫桿危險截面 1-1 的應力

$$\sigma_{us} = \frac{M}{W} = \frac{Q(l+\delta)}{4} \cdot \frac{1}{(b-d)h^2} \leq 1200 \text{ 公斤/公分}^2; \quad (30)$$

橫桿軸的直徑為

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{0.1\sigma_{us}}} = \sqrt[3]{\frac{Q\delta}{0.1\sigma_{us}}} \text{ 公分}. \quad (31)$$

軸的壓損應力為

$$\sigma = \frac{G}{2a_1\delta} \leq 200 \sim 250 \text{ 公斤/公分}^2 \quad (32)$$

在滑車軛孔處的拉應力為

$$\sigma_p = \frac{G}{2(b-a)\delta} \leq 1000 \text{ 公斤/公分}^2 \quad (33)$$

止動輪及制動器

止動輪

表15 棘齒的構造與各部尺寸和掣爪的各部尺寸

公 厘						
模 數 m	t	h	a	h_1	a_1	h
6	18.25	4.5	6	6	4	4.5
8	25.13	6.0	8	8	4	6.0
10	31.42	7.5	10	10	5	7.5
12	37.70	9.0	12	12	6	9.0
14	43.98	10.5	14	14	8	10.5
16	50.27	12.0	16	14	8	12.0
18	56.55	13.5	18	16	12	13.5
20	62.83	15.0	20	18	12	15.0
22	69.12	16.5	22	20	14	16.5
24	75.40	18.0	24	20	14	18.0
26	81.68	19.5	26	22	14	19.5
30	94.2	22.5	30	22	16	22.5

註：1. 棘輪齒數 $z=6 \sim 8$ 。

2. 所有棘輪和掣爪所用的圓角半徑： $r=1.5$ 公厘； $r_1=2$ 公厘。

設 M_K ——棘輪軸所受的扭轉力矩(公斤·公分)； $P = \frac{2M_K}{D}$ ——圓周力(公斤)； D ——齒頂圓直徑(公分)；

b ——齒寬(公分)； m ——棘輪模數(公分)； $\psi = \frac{b}{m}$ ，對於外面嚙合的棘輪，其模數為

$$m = 1.8 \sqrt[3]{\frac{M_{KP}}{z \cdot \psi \cdot R_b}} \text{ 公分}, \quad (34)$$

內面嚙合的棘輪，其模數為

$$m = 1.1 \sqrt[3]{\frac{M_{KP}}{z \cdot \psi \cdot R_b}} \text{ 公分}. \quad (35)$$

棘齒齒面所受的壓力為

$$P = \frac{2M_K}{Db} \leq q_{don} \text{ 公斤/公分}, \quad (36)$$

式中 q_{don} ——許用單位壓力，可根據棘輪的材料從表 16 選定。

掣爪的危險截面 $a-a$ 及 $j-j$ (圖 14) 的應力，可

止動輪——棘輪，摩擦輪及滾輪——用來將已舉起的重載支持在任何一個高度上。止動輪裝置在起重機構的各軸中之一軸上。

棘輪止動輪為外面嚙合(用直式或倒式掣爪)(如圖 14)或為內面嚙合(如圖 15)。棘輪輪齒和掣爪的構造及各部尺寸如表 15 所列。

用下式計算

$$\sigma_{us} = \frac{M}{W} + \frac{P}{F} \leq R_b \text{ 公斤/公分}^2, \quad (37)$$

式中 $M=Pl$ (公斤·公分)——彎曲力矩； $W = \frac{bx^2}{6}$ ——截面係數(公分³)； $F=bx$ ——危險截面(最小的截面)的面積(公分²)； R_b ——許用彎曲應力(公斤/公分²) (表 16)。

表 16

棘 輪 材 料	鑄 鐵	鑄 鋼	3 及 4 號鍛鋼
$\psi = \frac{b}{m}$	1.5~3.5	1.5~3.5	1.0~1.1
齒面的許用單位壓力 q (公斤/公分)	100	300	300
棘齒的許用彎曲應力 R_b (公斤/公分 ²)	300	900	1000

若棘爪套筒的寬度為 b_1 公分, P 力作用的力臂為 $l_1 = \frac{b_1}{2} + a$ 公分(圖 14), 則棘爪軸的直徑可用下式求得

$$d = 2.2 \sqrt[3]{\frac{P}{R_b} \left(\frac{b_1}{2} + a \right)} \text{ 公分}, \quad (38)$$

式中 R_b ——許用彎曲應力, 棘爪的材料用 3 或 4 號鋼, 可按表 16 選定。

摩擦止動輪僅和制動器一起使用, 其優點是工作平穩安靜, 而缺點是傳送很大的力給與棘爪(偏心輪)的軸和軸樞。

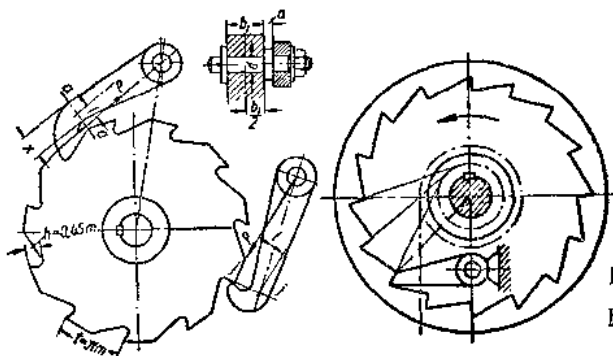


圖14 外面啮合的棘輪。

圖15 內面啮合的棘輪。

在起重運輸機械的結構中, 圖 16 所示帶有楔形輪緣及楔形掣爪(偏心輪)的摩擦止動輪是最廣泛應用的(但終究是有限制的)。和這一類止動輪的其他各種構造式樣比較, 這種式樣的止動輪施於掣爪軸的壓力是降低了一些。

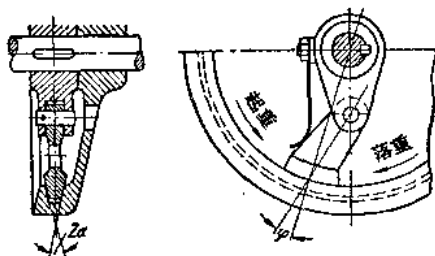


圖16 楔形摩擦止動輪。

爲了能將掣爪楔住不動, 就要在楔形輪盤轉動時的法向壓力及摩擦力的合力必須能够拉住掣爪, 並使之滿足下面的條件

$$\varphi \leq \rho,$$

式中 $\rho = \arctan \mu$ ——摩擦角, $\mu \approx 0.1$ ——摩擦係數。楔角可用 $2\alpha \approx 45 \sim 50^\circ$; 角 φ 的平均值用 15° 。爲了避免作用力施於止動輪的單方面, 最好採用一對掣爪, 使它們的位置各在一直徑的兩端; 因爲要承受由掣爪的壓力所產生的載荷, 楔形槽的圓盤要加添一些筋。掣爪

軸所受的壓力爲

$$P_1 = \frac{P}{\tan \varphi} \text{ 公斤}, \quad (39)$$

式中 P ——圓周力(公斤)。

圖 17 所示的滾子止動輪應用最爲廣泛。這種止動輪利用滾子來使轉動停止。滾子 1 是放在盤 2 和環 3 之間的楔形坑中, 和滾子式聯軸器所用的相像(參看第 2 卷原書 563 頁)。

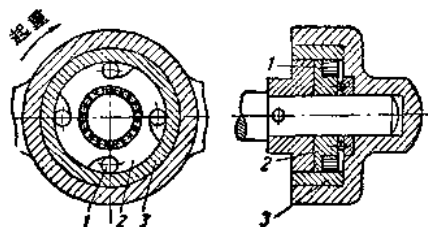


圖17 滾子止動輪。

滾子的材料爲經過滲碳及淬火的 15 號鋼, 或用 11X15 號鋼經淬火後達到硬度 $R_c = 56 \sim 62$ 。許用壓損應力 $\sigma \leq 15000$ 公斤/公分²。

制動器

制動器用作支持已經舉起的重載, 調節落重的速度和在起重機行動或轉動時吸收運動物體的能量。

按照功用的不同, 制動器可分爲止動的、落重的及聯合的。按照制動的原理, 又可分爲手動及電動操縱(塊式、帶式、圓錐式、圓盤式及多盤式)和自動操縱(重矩式及離心式)兩類。

塊式制動器利用一個或兩個制動塊來制動, 可以在外面或內面接觸。

單塊制動器在制動時, 制動輪盤的軸受到彎曲的力; 這種制動器照例是不用於起重運輸機械的結構上。同理, 內接的雙塊制動器也很少(在起重汽車、載重拖拉機、自動行車等方面)應用。

外接的雙塊制動器——彈簧式(利用彈簧關閉)及重臂式(利用重量關閉)應用最爲廣泛。這種制動器的開啓是用電磁鐵(長距的及短距的)或用一套槓桿操縱的機構。

長距電磁鐵的塊式制動器(圖 18), 電磁鐵是和其他機件分開安裝的; 這種連桿機構具有較大的傳動比、較多的銜鏈接頭和不够剛性的槓桿結構。這種制動器具有下述一系列的缺點: 在銜鏈接頭處形成很大的和

- 制動塊用木料或鑄鐵製造。爲了減少磨損和提高摩擦係數, 新式制動塊的結構都是用一層石棉裝在工作表面上。

