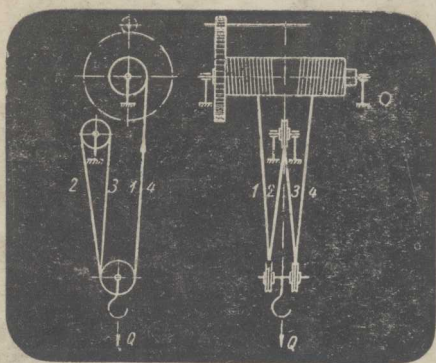


李 淦 編 著

起重基本知識



編著者：李 淦

書號 0825 (工業技術)

1955 年 7 月第一版 1955 年 7 月第一版第一次印刷

787×1092 $1/32$ 字數 33 千字 印張 $1\frac{1}{2}$ 0,001— 4,500 冊

機械工業出版社(北京盛甲廠 17 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(7) 0.20 元

出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。爲了使新工人能够很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了「機械工人活葉學習材料」。

這套活葉學習材料是以機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、鉗等工種的工人爲對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的「活葉」出版。

本書概括地介紹了起重機械有哪些類型、它的主要技術性能、製造它用的材料、起重機械的主要原理以及它的各個組成部分，插圖豐富，可以作爲徒工掌握起重知識的入門讀物。

目 次

一 起重機械的類型.....	4
1 簡單的起重機械——2 一般用的起重機——3 專用起重機 ——4 升降機	
二 起重機械的主要技術性能.....	5
三 製造起重機械用的主要材料.....	6
四 起重機械的簡易原理.....	7
五 起重機械的組成部分.....	11
1 鏈條和繩子——2 捲筒和滑輪——3 取物裝置——4 制動 裝置——5 車輪——6 齒輪傳動裝置和減速器——7 傳動系 統圖和零件的代表符號	
六 簡單的起重機械.....	34
1 千斤頂——2 葫蘆和電葫蘆——3 絞車和行車	
七 起重機的一般概念.....	44

在大小工廠、倉庫、堆棧、礦山、碼頭、車站等場所，經常需要把幾十公斤到幾十噸的物件，從低的地方移到高的地方，從高的地方移到低的地方，或者從一個地方移到另一個地方。如果我們用人力來搬運這些物件，就需要很多人，花費很多時間，而且每個人的勞動都非常繁重；而有時即使有許多人還是很難勝任這項工作的。爲了減輕繁重的體力勞動，提高生產率，我們必須採用機械來代替人力；所採用的這一類機械就叫做「起重機械」。

在資本主義社會中，在國民黨反動派統治的半殖民地、半封建的社會中，勞動人民受着殘酷的剝削和壓迫，工人的勞動條件很壞，終年替資本家做着牛馬似的繁重勞動生產。資本家爲了追求高額利潤，儘可能地使用賤價的勞動力，除非在某些情況下使用機械能够比使用人力能更多地獲得利潤，才會用機械來代替工人的徒手勞動。

在我們社會主義國家和新民主主義國家中，工人階級的政黨和人民政府是非常重視生產的機械化，首先是繁重勞動的機械化的。

搬運和裝卸工作的機械化，不但能够減輕工人的勞動和顯著地提高勞動生產率，而且能使許許多多的勞動力解脫出來，去滿足國民經濟中的新的需要。由此可見，起重機械在整個經濟建設中起着多大的作用。

我國目前正處在走向社會主義的過渡時期。國家在過渡時期的總任務中最主要的一項，就是逐步實現國家的社會主義工業化。在社會主義工業化的過程中，必然會逐漸地用機器來代替現在還存在的許多繁重的體力勞動，必然會逐漸地使生產過程機械化。因

此，起重機械在國民經濟的一切工業部門中，一定要得到廣泛的採用。

我們工人——社會主義社會的建設者，必須了解起重方面的基本知識，學會使用起重機械，為生產過程機械化做好技術知識方面的準備工作。

一 起重機械的類型

起重機械的類型非常多，我們很難把它們嚴格地加以分類。但是我們可以根據它們的用途和結構上的特點，大致把它分成以下四種主要類型：1)簡單起重機械；2)一般用的起重機；3)專用起重機；4)升降機(電梯)。

1 簡單的起重機械 屬於簡單起重機械這一類的有滑車、千斤頂、葫蘆、電葫蘆、絞車和行車。簡單起重機械的特點是：結構比較簡單，輕便，吊起物件和移動物件的時候不需要很多的輔助設備，有時成為起重機的一個獨立機構來工作。簡單起重機械按照它的作用原理、結構特徵、傳動種類和用途，還可以分成許多型式。

2 一般用的起重機 一切結構比較複雜、具有桁架而且帶有某種起重機構的起重機械，我們叫它做起重機。起重機根據它的用途、形狀、運送物件的方法、傳動種類、取物裝置的類型和桁架結構的形式，可以分成好幾種。

一般用的起重機有以下兩大類：1)橋式起重機(又叫做天車)；2)旋轉起重機，包括固定式旋轉起重機(轉柱旋轉起重機、定柱旋轉起重機、轉盤旋轉起重機)和移動式旋轉起重機(單軌旋轉起重機、雙軌旋轉起重機)。

3 專用起重機 專用起重機包括橋式高架起重機、運輸橋、龍門起重機、單腳龍門起重機、建築安裝用的起重機、纜索起重機、浮

船起重機和冶金車間用的起重機。

4 升降機(電梯) 升降機包括載貨升降機和載人升降機。

二 起重機械的主要技術性能

我們去操縱一架起重機以前，必須知道這架起重機的主要技術性能。

起重機械的主要技術性能有以下幾種：

一、起重量——指起重機械在某種條件下能舉起的最大重量，通常用公噸或者公斤做單位；

二、跨度——指橋式起重機或者類似橋式起重機的其他起重機的一端軌道中心到另一端軌道中心的距離，用公尺做單位；

三、臂樑長度——指起重機臂樑的全長，用公尺做單位；

四、輻度——從吊鉤中心作一條同地面垂直的直線，這條線離柱的中心線的距離叫做輻度，用公尺做單位；

五、起重高度——把物件從地面舉起的最大高度，用公尺做單位；

六、起重速度——指起重機每分鐘或者每秒鐘舉起物件的高度，用公尺/分或者公尺/秒做單位；

七、起重機旋轉角度（即臂樑旋轉角度）——指臂樑能夠圍繞柱子迴轉的角度，用圓周的度數做單位；

八、旋轉速度——指臂樑每分鐘能夠圍繞柱子轉幾圈，用圈/分做單位；

九、運行速度——指起重機帶着物件每分鐘向左右前後移動的距離，用公尺/分做單位；

十、外形尺寸——整個起重機的長、寬、高的大小，用公尺或者公厘做單位；

十一、重量——整個起重機有多少重，用公斤做單位；

十二、電動機功率——起重機上所用的電動機的能力；用千瓦或者馬力做單位。

三 製造起重機械用的主要材料

大部分起重機械是由金屬結構和安裝在金屬結構上的各種機器設備組成的。由於起重機械要把很重的物件提升到很高的地方，或者從很高的地方把沉重的物件吊下來，因此起重機械上的各種機器設備以及桁架和機架等金屬結構，都要用優質的材料製造。

根據蘇聯製造的起重機械所用的材料來看，金屬結構的主要部分都是用蘇聯國家標準(ГОСТ) 380-50 所規定的 CT. 3 號鋼和 CT. 4 號鋼製造的。金屬結構的一些非主要部分(如護板、踏板、外罩等)可以用 CT. 1、CT. 2 和 CT. 0 號鋼製造。

機器設備上的一些銲接成的部分(如起重捲筒、絞車的機架等)以及要求韌性高的零件(如起重鉤)，要用 CT. 3 和 MCT. 3 號鋼製造。

所有光製螺紋結合作件(螺釘、螺母、開瓦式制動器的拉桿等等)最好用 CT. 4 和 CT. 5 號鋼製造。

一切不需要熱處理的零件(如裝鉤橫件、齒輪、鏈輪、心軸、傳動軸、鏈及其他)要用 CT. 5 和 CT. 6 號鋼製造。

一些需經熱處理而且規定硬度是布氏硬度 240~350 的零件(如主動齒輪、聯軸節、車輪、蝸桿及其他)，不能採用一般的鋼料，而要採用蘇聯國家標準(ГОСТ) B-1050-41 規定的 45 和 50 號結構鋼製造。一些負荷很大、工作繁重、規定硬度要達到布氏硬度 300~400 的零件，可以採用 40X、40XH、20XH 3 號合金鋼製造。

起重機械上採用的非金屬材料有：夾銅石棉帶，用來製造制動

開瓦的覆面；皮帶和橡皮，用來製造彈性聯軸節；木材（楓木、楊木），用來製造制動器的瓦塊；夾布膠木和纖維紙板，用來製造電氣設備的零件。

四 起重機械的簡易原理

任何一種起重機械，都要在原動部分加上相當的力量，才能使從動部分產生一定的效果或功，並且所產生的效果或功要能克服重物向下的力量，重物才能吊得起來。在原動部分所加的力量，我們管它叫「作用力」，從動部分所克服的力量，我們管它叫「重力」或者「載荷」。任何機械啓動以後，重力對於作用力的比，叫做「力比」。假如我們用拉丁字母 W 代表重力，用 P 代表作用力，那末

$$\text{力比} = \frac{\text{重力}}{\text{作用力}} = \frac{W}{P}。$$

在起重機械中，力比一定大於 1，要不然，使用起重機械就沒有意義了。

任何機械啓動以後，在同一時間內，作用力所移動的距離對重力所移動的距離的比，叫做「速比」。我們用 D_1 代表作用力所移動的距離，用 D_2 代表重力所移動的距離，那末

$$\text{速比} = \frac{\text{作用力所移動的距離}}{\text{重力所移動的距離}} = \frac{D_1}{D_2}。$$

如果不把機械本身的重量計算在內，並且假定摩擦部分絕對光滑，那末這部機械的力比一定等於它的速比，即

$$\frac{\text{重力}}{\text{作用力}} = \frac{\text{作用力所移動的距離}}{\text{重力所移動的距離}} \text{ 或者 } \frac{W}{P} = \frac{D_1}{D_2}。$$

這也就是說：作用力乘上作用力所移動的距離等於重力乘上重力所移動的距離，即加入機械的功等於由機械得出的功。

如果，機械的力比大於 1，就是說作用力比重力小，那末，在同一時間內，作用力所移動的距離必定大過重力所移動的距離。因此，無論哪一種機械，如果我們要它力量大，那末速度相對地就要

慢，如果要它速度快，那末力量相對地就要小。

任何一種機械，由機械得出的功對加入機械的功的比，我們叫它做「機械效率」。前面我們是假定機械本身的重量和摩擦部分的摩擦力都不計算在內的，所以由機械得出的功對加入機械的功的比等於1，即機械效率等於100%。但是事實上這是不可能的。任何機械本身一定有重量，而且只要有摩擦部分就有摩擦力，所以必定有一部分加入的功被它們消耗掉了，因此機械效率總是比1小，就是比100%小。

現在讓我們來談談起重機械的基本部分——滑車。

請看圖1： P 代表所加的作用力， W 代表所吊起的重物重量。 A 、 B 兩個動滑輪可以在下滑輪架的軸上迴轉； C 、 D 兩個定滑輪可以在上滑輪架的軸上迴轉。繩子繞過四個滑輪，它的一端固定在上滑輪架上，由 P 點向下加力，重物就會升起。

如果不計算滑車和繩子的重量以及各部分的摩擦力，那末從圖上可以看到：整個重量是由四段繩子負擔着的，所以 W 等於四段繩子所受牽力的和。又因為這四段原是一條繩索，所以每段上的牽力必定都等於 P ，即重力 W 等於 $4P$ 。這架滑車的力比就等於4：

$$\text{力比} = \frac{\text{重力}}{\text{作用力}} = \frac{4P}{P} = 4。$$

這就是說，如果 W 等於40公斤，那末用10公斤的力量就能把它吊起。

從圖上我們還可以看到：如果 W 上升1公尺，那末四段繩子都需要縮短1公尺，即作用力 P 需要下降四公尺。這就是說速比等於4：

$$\text{速比} = \frac{\text{作用力所移動的距離}}{\text{重力所移動的距離}} = \frac{4}{1} = 4。$$

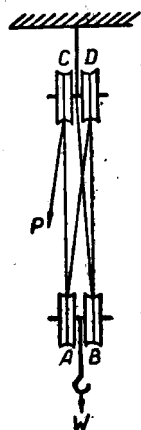


圖1 滑車。

我們再舉絞車做例子來研究一下。絞車是起重機械的基本形式，它的構造可用圖 2 所示的略圖來表示。圖中 A 是原動輪， B 是起重捲筒， C 、 D 、 E 、 F 是四個齒輪， C 和 A 固定在同一根軸上， F 和 B 固定在同一根軸上， D 和 E 固定在中間軸上， C 同 D 相嚙合， E 同 F 相嚙合。加力在原動輪的繩子上，起重捲筒上繩子所繫的重物就會升起。

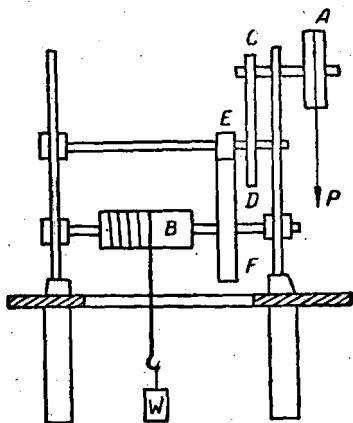


圖 2 絞車。

假設作用力是 P ，所捲起的重量是 W ，原動輪的半徑是 R_1 ，捲筒的半徑是 R_2 ， C 、 D 、 E 、 F 四個齒輪的齒數是 n_1 、 n_2 、 n_3 、 n_4 ，絞車的速比可以按下面說的方法求出：

如果原動輪 A 旋轉一週，那末作用力 P 下降的距離就等於 $2\pi R_1$ ， C 齒輪也旋轉一週， D 齒輪前進的齒數是 n_1 ，即 D 齒輪旋轉 $\frac{n_1}{n_2}$ 週，而 E 齒輪也旋轉 $\frac{n_1}{n_2}$ 週， F 齒輪前進的齒數是 $\frac{n_1}{n_2} \times n_3$ ，即 F 齒輪旋轉 $\frac{n_1}{n_2} \times \frac{n_3}{n_4}$ 週，捲筒也就旋轉 $\frac{n_1 n_3}{n_2 n_4}$ 週， W 上升的距離等於 $\frac{n_1 n_3}{n_2 n_4} \times 2\pi R_2$ 。因此，

$$\text{速比} = \frac{\text{作用力 } P \text{ 所移動的距離}}{\text{重力 } W \text{ 所移動的距離}} = \frac{2\pi R_1}{\frac{n_1 n_3}{n_2 n_4} \times 2\pi R_2} = \frac{n_2 n_4 R_1}{n_1 n_3 R_2}。$$

如果不計算機械本身的重量和摩擦力，力比可以按下面說的方法求出：

假設 C 、 D 兩個齒輪輪齒上所傳達的推力等於 F_1 ， E 、 F 兩個齒

輪齒上所傳達的推力等於 F_2 , C, D, E, F 四個齒輪節圓的半徑是 r_1, r_2, r_3, r_4 ; 根據槓桿定理:

$$P \times R_1 = F_1 \times r_1; \quad (1)$$

$$F_1 \times r_2 = F_2 \times r_3; \quad (2)$$

$$F_2 \times r_4 = W \times R_2. \quad (3)$$

從(1)式得出 $F_1 = \frac{PR_1}{r_1};$

從(3)式得出 $F_2 = \frac{WR_2}{r_4}。$

把 F_1 和 F_2 的值代入(2)式得出:

$$\frac{PR_1 r_2}{r_1} = \frac{WR_2 r_3}{r_4}。$$

因此, $\text{力比} = \frac{W}{P} = \frac{r_2 r_4 R_1}{r_1 r_3 R_2}。$

根據齒輪定理, 互相嚙合的兩個齒輪, 它們的齒節必須相等, 齒節相等的齒輪, 它們的節圓半徑一定同齒數成正比, 即

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{n_2}{n_1}, \quad \frac{r_4}{r_3} = \frac{n_4}{n_3}。$$

所以, $\text{力比} = \frac{n_2 n_4 R_1}{n_1 n_3 R_2}。$

如果我們假設 A 輪的半徑是 300 公厘, B 輪的半徑是 125 公厘, C, D, E, F 四個齒輪的齒數等於 12, 30, 15, 90, 不把摩擦力計算進去, 那末要加多少公斤的作用力, 才能起重 3600 公斤?

根據上面說的公式:

$$\text{力比} = \frac{n_2 n_4 R_1}{n_1 n_3 R_2} = \frac{30 \times 90 \times 300}{12 \times 15 \times 125} = \frac{810000}{22500} = 36;$$

$$\text{力比} = \frac{W}{P}, \text{ 所以 } 36 = \frac{3600 \text{ 公斤}}{x}, \quad x = \frac{3600}{36} = 100 \text{ 公斤}。$$

從這個計算可以知道, 必須加上 100 公斤的作用力, 才能起重 3600 公斤。

五 起重機械的組成部分

1 鏈條和繩子 起重鏈條的鏈環一般都比較短。起重重量比較小的起重機(3噸以內的)採用鉚接鏈條，起重重量大的起重機採用夾板關節鏈。

一、鉚接鏈條——鉚接鏈條(圖3)是由圓鋼製成的許多橢圓形鏈環用鉚接方法連接而成的。起重用的鉚接鏈條都採用短鏈環，每一鏈環的長度不超過鏈環鋼材直徑 d 的五

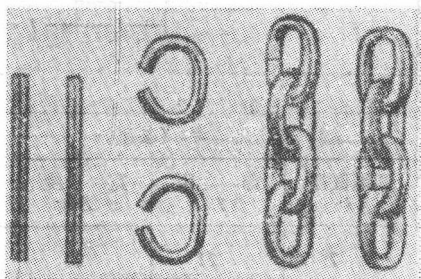


圖3 鉚接鏈條。

倍，鏈環寬度不超過鏈環鋼材直徑 d 的三倍半。

根據它的製造精度，鉚接鏈條可以分成規準鏈條和非規準鏈條。

規準鏈條的公稱節距 T 的容許偏差應該在 $\pm 0.03d$ 的範圍內，公稱寬度 B 的容許偏差應該在 $\pm 0.05d$ 的範圍內。規準鏈條多半應用在起重機構的手鏈輪上。

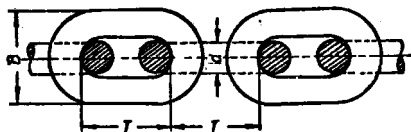
非規準鏈條的公稱節距和公稱寬度的容許偏差可以在 $\pm 0.1d$ 的範圍內。這種鏈條可以用在光滑的捲筒上或者作為把重物掛在取物裝置上用的懸掛附件。

鏈環如果採用鍛接，可以用 CT. 3 號鋼來製造；鏈環如果採用電鉚鉚接，要用 CT. 2 號鋼來製造。鏈條製成後，需要經過退火。

鉚接鏈條的尺寸、理論重量和破裂負荷，可以參看表1。

鉚接鏈條可以按照破裂負荷 P 的數值選擇使用。 P 值根據下列公式算出：

表 1 起重用的鉚接鏈條的規格 (ГОСТ 2319-43)



鏈環尺寸 (公厘)			破 裂 負 荷 P (公斤)	每 公 尺 的 理 論 重 量 (公斤)
圓鋼直徑 a	節 距 T	寬 度 B		
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	10.80	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

$$P = S \cdot K \text{ 公斤。}$$

式中 S ——加在鏈條上的實際負荷；

K ——安全係數，按照表 2 選用。

表 2 計算銲接鏈條破裂負荷的
時候所選取的最小安全係數

鏈條類別和工作特點	起重機械的傳動方式	最小安全係數
規準和非規準銲接鏈條在捲筒上和滑車上工作	手 傳 動	3
	機 械 傳 動	6
規準銲接鏈條在鏈輪上工作	手 傳 動	4.5
	機 械 傳 動	8

二、夾板關節鏈——關節鏈由許多夾板組成，夾板中間用軸桿連接（見圖 4）。軸桿的兩端，各加墊圈（或者不加墊圈），加以鉚合，或者用開口銷來咬緊（為了便於拆卸）。

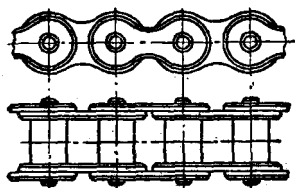


圖 4 夾板關節鏈。

關節鏈的優點，在於夾板是整塊的，可以免除銲接鏈條可能產生的銲接不牢的現象，因而安全程度高些。這種鏈條的撓性比較大，可以用在直徑比較小的鏈輪上，因而可以使整個機構的結構尺寸減小。

此外，這種鏈條關節地方的摩擦比同樣起重量的銲接鏈條鏈環接觸地方的摩擦小得多。

關節鏈的缺點，在於它只能在夾板平面方向內運動，不能承受其他方向的作用力，不然夾板和軸桿就有損壞的危險。關節鏈不適宜於用在灰沙多的場所，因為鏈子的關節地方容易被灰沙磨損。

製造夾板和軸桿用的材料是 40、45 和 50 號鋼(ГОСТ B-1050-40),最低的安全係數不應該比 5 低。

使用關節鏈的時候,最大的起重速度不能超過 0.5 公尺/秒。

三、鋼絲繩——鋼絲繩在起重機械中應用得非常廣泛,它同鏈條比較起來有下列幾個優點:1)鋼絲繩本身的重量比較輕;2)工作的時候沒有嘈雜的聲音;3)彈性大,承受衝擊的能力強;4)撓性大,能在任何方向上移動;5)安全度比較大,鋼絲繩受磨損後,它的外部鋼絲比內部鋼絲先斷裂,這樣我們就可以事先察覺,加以預防;6)鋼絲繩價格要比鏈條便宜。由於鋼絲繩具有以上的優點,近來在起重機上,一般都採用它來代替鏈條。

起重機用的鋼絲繩是由好幾個繩股圍繞繩心,撚絞而成的,每一繩股又由許多細鋼絲組成(見圖 5)。繩心可以用蔴、

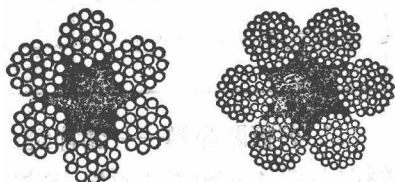


圖 5 鋼絲繩的斷面。

石棉或者比較軟的鋼絲製造。一般的鋼絲繩都用蔴心,因為它的撓性比較高。

四、蔴繩——通常用的蔴繩是由三個繩股撚絞成的(圖 6)繩股的撚絞方向應當同每一個繩股中蔴絲的撚絞方向相反。

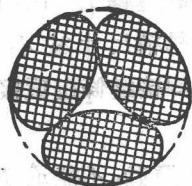


圖 6 蔴繩的斷面。

蔴繩的強度比較差,並且容易磨損,因此,主要是用來繫掛物件或者用在手拉滑車上。爲了抵抗濕氣和防止蔴繩腐爛,往往用松脂把它浸透;不過,浸透松脂的蔴繩,它的強度要比沒有浸透松脂的蔴繩大約降低 15~20 %,並且重量增加,撓性減低。

根據蘇聯國家鍋爐及起重裝置檢查局的規定:起重用的蔴繩

的容許工作拉力不能比破斷負荷的 $\frac{1}{10}$ 大（即安全係數是10）；緊掛物件用蔴繩的容許工作拉力不得比破斷負荷的 $\frac{1}{12}$ 大（即安全係數是12）；滑輪直徑同蔴繩直徑 d 的比值應該不比10小（即滑輪的直徑不能比 $10d$ 小）。

2 捲筒和滑輪 在起重機上，捲筒是聯系起重機構和鋼絲繩（或鏈條）的主要部件，滑輪是聯系鋼絲繩（或鏈條）和重物的主要機件。

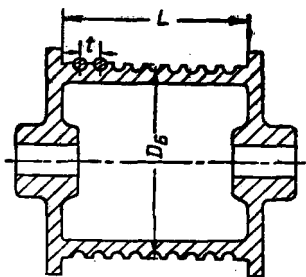


圖 7 捲筒。

一、捲筒——捲筒是圓柱形的。起重用的鋼絲繩（或者鏈條）就捲繞在捲筒的上面。它的作用是把起重機構的迴轉力矩變成拉力。

爲了防止鋼絲繩（或者鏈條）磨損，普通都用車有螺旋槽的捲筒，在這種捲筒上鋼絲繩（或者鏈條）只捲一層（見圖 7）。假如要在捲筒上捲

好幾層，可以採用平滑表面的捲筒，但是這種捲筒只能使用在臨時性質的起重機構上（例如建築用絞車），或者用來捲蔴繩。

表 3 中列出了鋼絲繩用的捲筒的螺旋槽尺寸和螺距大小。

車有加深槽的捲筒能保證鋼絲繩具有良好的工作條件，並能防止鋼絲繩從槽中脫出。

捲筒的材料一般都是鑄鐵，只是在重型起重機上才是鑄鋼。捲筒也有用鋼板焊接成的。

捲筒的直徑，可以參照表 4 選擇。

捲筒的長度由捲在筒上的鋼絲繩的長度來決定，而鋼絲繩的長度是根據起重高度和滑車的傳速比率計算出來的。

捲筒的理論長度可以按照下列公式計算：