

蘇聯機器製造百科全書

第九卷

- 第二十二章 簡單起重機械(滑車、舉重器、絞車及手動複式滑車)
第二十三章 電動複式滑車、小型吊車和單軌行車
第二十四章 通用起重機與建築安裝起重機
第二十五章 移動式旋臂起重機
第二十六章 橋式起重機與起重樑
第二十七章 門式起重機和運載橋

蘇聯機器製造百科全書編輯委員會編



機械工業出版社

蘇聯機器製造百科全書

第九卷

- 第二十二章 簡單起重機械(滑車、舉重器、絞車及手動複式滑車)
- 第二十三章 電動複式滑車、小型吊車和單軌行車
- 第二十四章 通用起重機與建築安裝起重機
- 第二十五章 移動式旋臂起重機
- 第二十六章 橋式起重機與起重樑
- 第二十七章 門式起重機和運載橋

阿勃拉莫維奇、斯比啓納、葉林松、尼柯拉葉夫斯基著



機械工業出版社

1955

出版者的話

蘇聯機器製造百科全書第九卷分爲三大部分共卅五章。第一部分(第1~13章)敘述各種金屬切削機床,第二部分(第14~16章)敘述木材加工機器,第三部分(第17~35章)敘述起重-運輸設備和挖土機。爲了適應目前需要,全書暫先分章出版。

本書是第22~27章,內容包括:幾種簡單起重機械——舉重器、滑輪與滑車、絞車、絞盤——的構造、應用範圍及主要數據;電動機複式滑車,吊車和單軌行車的概說,使用範圍和傳動方式等;幾種旋轉起重機和建築安裝起重機的用途,構造和計算;移動式旋臂起重機的概論以及履帶起重機、鐵道起重機和汽車起重機;橋式起重機與起重樑,對新舊電動橋式起重機作了簡要比較,並討論了蘇聯在設計製造電動橋式起重機方面的發展及今後的趨勢以及設計和計算橋式起重機的主要數據;門式起重機和運載橋的應用範圍及其各機構的構造和計算。

本書可作工程技術人員,大學和專科學校的參考用書。

蘇聯 'Машиностроение энциклопедический справочник' (Машино
1949年第一版)一書第九卷第二十二章(И. И. Абрамович著)第二十三
章(И. О. Сидина著)第二十四章(И. И. Елинсон著)第二十五章(И.
И. Елинсон著)第二十六章(Г. М. Николаевский著)第二十七章(И.
И. Елинсон著)

* * *

編者:蘇聯機器製造百科全書編輯委員會

譯者:黃湛泉、文鎮洋、王尹

書號 0709

1955年6月第一版 1955年6月第一版第一次印刷

787×1092¹/₁₆ 字數204千字 印張7¹/₈ 0,001—4,100冊

機械工業出版社(北京堅甲廠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(8)1.14元

目 次

第二十二章 簡單起重機械(滑車、舉重器、絞車及手動複式滑車)

(阿勃拉莫維奇 И. И. Абрамович)

舉重器(千斤頂).....	1	絞盤.....	14
滑輪與滑車.....	6	參考文獻.....	14
絞車(捲揚機).....	9		

第二十三章 電動複式滑車、小型吊車和單軌行車

(斯比啓納 И. О. Спицина)

概論.....	1	單軌行車.....	8
電動複式滑車.....	1	參考文獻.....	8
小型吊車.....	4	中俄名詞對照表.....	9

第二十四章 通用起重機與建築安裝起重機

(葉林松 И. И. Елинсон)

旋轉起重機.....	1	建築安裝起重機.....	7
用外連上支承的起重機.....	1	臂樑起重機.....	7
柱上起重機.....	1	動臂起重機.....	7
轉盤旋轉起重機.....	3	輕型移動式與拆運式建築起重機.....	9
移動式牆上懸臂起重機.....	4	塔式建築起重機.....	14
自行車式起重機.....	5	參考文獻.....	16

第二十五章 移動式旋臂起重機

(葉林松 И. И. Елинсон)

概論.....	1	汽車起重機.....	20
履帶起重機.....	14	參考文獻.....	23
鐵道起重機.....	18	中俄名詞對照表.....	24

第二十六章 橋式起重機與起重樑

(尼柯拉葉夫斯基 Г. М. Николаевский)

手拉橋式起重機.....	1	設計與計算橋式起重機的主要資料.....	24
電動橋式起重機.....	1	參考文獻.....	27
起重樑.....	22	中俄名詞對照表.....	28

第二十七章 門式起重機和運載橋

(葉林松 И. И. Елинсон)

門式和半門式起重機.....	1	概論.....	8
概論.....	1	金屬結構.....	10
支承構架和行駛機構.....	1	橋架的行駛機構.....	10
轉台和旋轉機構.....	2	懸樑的升降機構.....	12
起重機構.....	3	旋轉起重機和起重行車.....	12
臂樑(懸臂)與變幅度機構.....	3	防爬裝置.....	14
運載橋.....	8	參考文獻.....	15
		中俄名詞對照表.....	16

第二十二章 簡單起重機械(滑車、舉重器、 絞車及手動複式滑車)

舉重器(千斤頂)

舉重器用來將物品舉高。舉重高度通常以 100~500 公厘為限，很少超過 1000 公厘的。

舉重器的特點是結構緊湊、本身重量小並且攜帶方便；用在裝卸工作中舉起沉重的成件物品，以及用在建築安裝及檢修作業中。舉重器的起重能力達 300~500 噸；它的起重速度較小，在 10~15 公厘/分限度之內。

根據傳動的種類，舉重器分為手動和電動兩種（電動的常用在機車及車輛修理廠中，進行不經常發生的所謂車輛的舉高檢修）。根據結構的特徵，舉重器又分為齒條式、螺旋式和液壓式等。

〔齒條式舉重器〕這種舉重器是利用鋼齒條沿着金屬的或木的（有金屬骨架）殼體內面移動來舉起重物；它又分為槓桿齒條式（用鋸形齒的齒條）和齒輪齒條式（用標準輪齒的齒條，和主動小齒輪嚙合）兩種。

槓桿齒條式舉重器（圖 1）是利用槓桿的擺動而使齒條垂直移動。在槓桿的兩面距迴轉軸線相等距離處用鉸鏈固定兩個爪子，使之與齒條嚙合。第三個爪子的位置比前兩個稍高一些，固定在一不動的軸樞上；當舉重完畢時，即由它支持齒條在所需的位置。齒條上部裝着表面有刻紋的旋轉頂板，它支承舉起的物品；齒條下

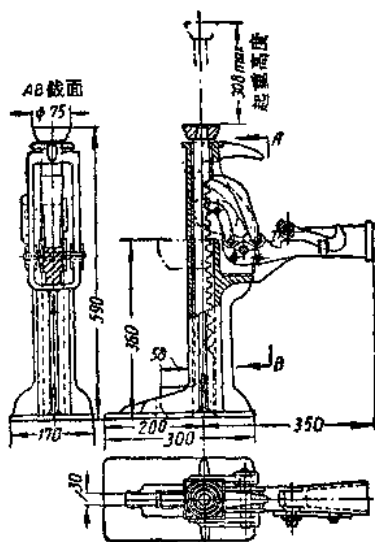


圖 1 槓桿齒條式舉重器。

部（托板）在水平面伸出，用來托起在低位置的物品。

槓桿齒條式舉重器的起重能力在 1~5 噸限度內，在個別情形下亦有達 10~15 噸的。這種結構在落重時不能保證荷重均勻下降（即不能免除衝擊現象），它的應用範圍受到限制，習慣上用在鐵道檢修中做舉重工作。

舉重器起重能力的大小可用下式計算

$$PL\eta = QH \text{ 公斤} \cdot \text{公尺} \quad (1)$$

式中 $P=40\sim50$ 公斤——施於槓桿上的力； $L_0=0.75\sim0.8$ 公尺——槓桿上力的作用點在一次擺動中行經的距離（當槓桿長度為 1.5~1.6 公尺時）； Q ——舉重器的起重能力（公斤）； H ——在一次擺動中相應的舉重高度（公尺）； $\eta=0.95$ ——舉重器的效率。

齒輪齒條式舉重器（圖 2）是利用小齒輪使齒條移動。小齒輪由搖柄直接驅動或經過中間齒輪傳動。為了防止已舉起的齒條和載重隨意下落，舉重器裝有安全手柄或棘輪機構（見第十九章‘起重機械的零件和主要

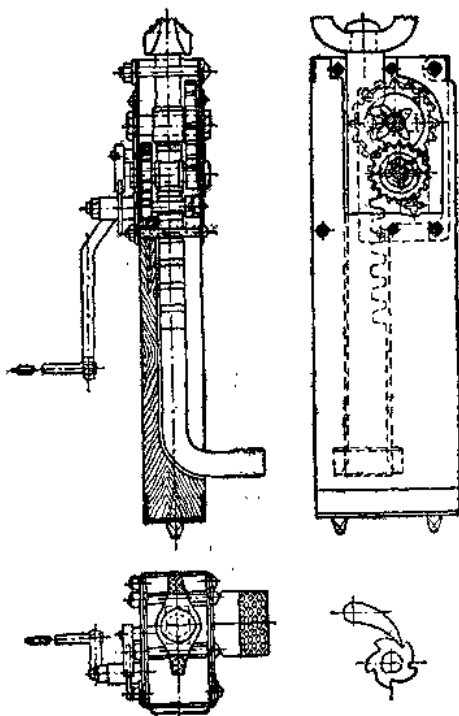


圖 2 齒輪齒條式舉重器。

部件')。

齒條上部固定一旋轉頂板；齒條下部(托板)在水平面伸出，用來托起在低位置的物品。

齒條受到壓縮及彎曲的作用力；材料用 45 號鋼或合金鋼。在計算齒條時，最大許用應力 R_b 取在 2500~3000 公斤/公分² 之間。

驅動齒條的小齒輪用 Cr.5 號鋼或合金鋼製造。齒數通常不超過 4~5 個；輪齒尺寸按強度條件用下式驗算

$$Q = b \cdot l \cdot \gamma \cdot R_b \text{ 公斤}, \quad (2)$$

式中 Q ——舉重器的起重能力(公斤)； b ——輪齒寬度(公分)； l ——輪齒節距(公分)； γ ——齒形係數； $R_b = 2500 \sim 3000$ 公斤/公分²——許用彎曲應力。齒寬對週節的比例 $\frac{b}{l}$ 通常在 1~1.3 之間選定。

中間傳動的齒輪也用優質碳鋼或合金鋼製造，經過適當的熱處理以提高其耐磨性。這些齒輪的輪齒尺寸也可用方程式(2)驗算。每對齒輪中的小齒輪，它的齒數不應過多(視舉重器的大小而定)，最少 $z_{\min} = 4 \sim 5$ 個；一對齒輪的傳動比不超過 $i_0 = 3 \sim 4$ 。舉重器的總傳動比可用下式計算

$$i = \frac{Q \cdot \frac{D_1}{2}}{P \cdot l \cdot \eta}, \quad (3)$$

式中 Q ——舉重器的起重能力(公斤)； D_1 ——驅動齒條的小齒輪的節圓直徑(公分)； P ——施於傳動搖柄的工作力(公斤)； $l = 250 \sim 300$ 公厘——搖柄臂長； $\eta = 0.7 \sim 0.75$ ——舉重器效率。

傳動軸裝在帶有鑄鐵軸套的滑動軸承內，受彎曲和扭轉的聯合作用，許用應力 R_b 可用 1500~2000 公斤/公分²。轉軸的軸承壓力不得超過 200~300 公斤/公分²。

齒條式舉重器的主要參數列於表 1。

〔螺旋式舉重器〕這種舉重器是用來舉起沉重的物品(達 25 噸及以上)，並且與齒條式舉重器不同，無

需停止裝置或制動裝置也能安全工作。

螺旋舉重器(圖 3)包括有鋼的或鑄鐵的殼體，在它的上部裝着用鑄鐵 Ч 15-32 或 青銅 БрОФ-10-1 做的螺母。

螺桿裝在螺母之內，在它上面帶有可迴轉的頂板用來舉起物品。螺桿用 35 或 40 號鋼料製造，具有方形或梯形螺紋；導程角 ψ 按自開條件確定，取為 $4^\circ 30' \sim 5^\circ$ 之間；螺紋節距 S 用 $\approx \frac{d_0}{4}$ ，此處 d_0 ——螺桿外徑。在螺桿的下部有一‘軸肩’，用來防止螺桿從螺母全部旋出。

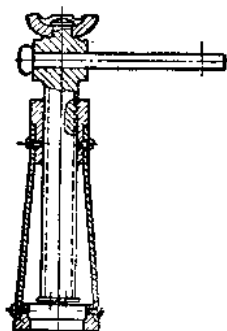


圖 3 帶有手搖柄的螺旋舉重器。

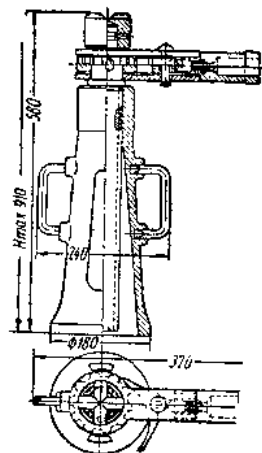


圖 4 帶有‘棘輪搖柄’的螺旋舉重器。

通常是使螺桿在固定的螺母內旋轉而升起，但有些舉重器結構是使螺母旋轉而螺桿升起的。在最簡單的情形下，是用手搖柄穿過螺桿上的孔而轉動它的(見圖 3)。當用這種手搖柄感到不方便或根本不可能時，就要改用‘棘輪搖柄’(圖 4)。棘輪固定在螺桿頭部，搖柄有一個擺動的雙向爪子，在水平面上擺動搖柄時爪子即推動棘輪的齒。要在水平方向移動舉起的載荷，可用

◎ 一般即指齒輪的厚度。 — 譯者

表 1 舉重器的主要參數

舉重器種類	起重能力 (噸)	舉重高度 (公厘)	齒條降下 時舉重器 高度(公厘)	自支承面至 降下的托板 的距離(公厘)	齒條的 橫截面 (公厘)	平面尺寸 (公厘)	操作工 人數量	舉重器 本身重量 (公斤)
齒輪齒條式	3.0	330	695	55	34×60	250×220	1	35
	6.0	380	935	120	36×68	290×266	2	70
螺桿齒條式	5.0	308	590	52	—	170×300	1	35

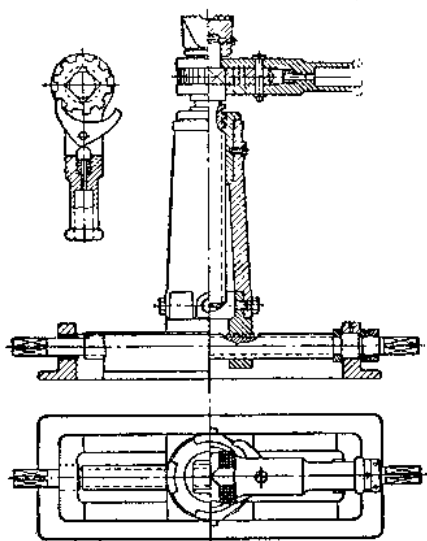


圖5 在滑架上的螺旋舉重器。

帶有活動殼體的舉重器，殼體藉助於輔助螺旋沿着承座的導軌(滑架)移動 170~370 公厘的距離(圖 5)。

施於螺桿的扭轉力矩 M_K (或施於螺母的扭轉力矩，若螺桿只作軸向位移時)可由下式計算

$$M_K = \frac{Q d_{cp} \operatorname{tg}(\psi \pm \rho)}{2} + M_T \text{ 公斤·公分 (4)}$$

式中 Q ——施於舉重器螺桿的軸向力(公斤); d_{cp} ——螺桿的平均螺紋直徑公分; ψ ——螺紋的導程角，並且 $\operatorname{tg} \psi = \frac{s}{\pi d_p}$ ，其中 s 為螺紋節距(公分); ρ ——螺母與螺桿兩者螺紋之間的摩擦角; $\operatorname{tg} \rho = f$ ，此處 f 為螺母與螺桿間的摩擦係數; M_T (公斤·公分)——在螺桿的旋轉頂板支承表面上的摩擦力矩(當在轉動螺桿的情形中)或螺母支承表面的摩擦力矩(當通過螺母傳動時)。(+)號表示起重動作，(-)號表示落重動作。

力矩 M_T 的數值可用下面的通用公式計算

$$M_T = Q f_1 \frac{(D_1^3 - D_2^3)}{(D_1^3 - D_3^3)} \text{ 公斤·公分, (5)}$$

當支承表面是很窄的環狀面時，可用下式計算

$$M_T = \frac{Q f_1 \cdot D_{cp}}{2} \text{ 公斤·公分, (6)}$$

式中 f_1 ——旋轉頂板(或螺母)支承表面的摩擦係數; D_1, D_2, D_{cp} ——分別為環狀支承表面的外徑、內徑及平均直徑(公分)。大多數結構的支承表面都是環狀的(圖 3 和圖 4)，整個平面支承的較少(圖 5); 滾動承座很少採用，主要用於載荷在 15~20 噸以上的舉重器。在初步計算時，可採用: ψ 角約為 $4^\circ 30' \sim 5^\circ$; $f = \operatorname{tg} \rho = 0.1$; $f_1 = 0.12 \sim 0.18$ 。

須加於長度為 l 的手搖柄上的 P 力的數值，可用下式計算

$$M_K = P l \text{ 公斤·公分。 (7)}$$

舉重器的效率等於

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg}(\psi + \rho) + f_1 \frac{D_{cp}}{d_{cp}}} \text{ (8)}$$

舉重器殼體在滑架上水平移動(圖 5)的阻力

$$W = Q \cdot f_2 \text{ 公斤, (9)}$$

必須加於水平移動用螺桿的扭轉力矩為

$$M_K = \frac{W \operatorname{tg}(\psi + \rho) d_{cp}}{2} + \frac{W D_{cp} f_1}{2} \text{ 公斤·公分。 (10)}$$

$\psi, \rho, d_{cp}, D_{cp}, f_1$ 各符號和上面引述的升降機構類似。水平螺桿通常是雙頭螺紋，其螺紋導程角大約為 8° 。舉重器滑架的摩擦係數用 0.16~0.20。

舉重器的升降螺桿受到壓縮(或拉力)和扭轉的作用。壓縮(或拉力)的應力為

$$\sigma = \frac{Q}{\pi d_1^2} \text{ 公斤/公分}^2 \text{ (11)}$$

螺桿的最大扭轉應力為

$$\tau = \frac{Q \operatorname{tg}(\psi + \rho) d_{cp}}{0.4 d_1^3} \text{ 公斤/公分}^2 \text{ (12)}$$

螺桿的最大合成應力值視螺桿所受的軸向力和扭矩而定，在下面的範圍之內

$$\sigma < \sigma_{\text{許}} < \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \text{ 公斤/公分}^2 \text{ (13)}$$

在舉重器結構的 $\sigma_{\text{許}}$ 值取在 600~800 公斤/公分² 範圍以內。同時，若升降螺桿的自由高度 l_0 與外徑 d_0 之比值(當載荷舉起至全高度時)超過約 20 時，則螺桿還須按縱向彎曲補充驗算。

舉重器螺母的螺紋數用下式計算

$$z = \frac{Q}{k \frac{\pi}{4} (d_0^2 - d_1^2)} \text{ (14)}$$

式中 k ——螺紋的單位壓力，取為 40~60 公斤/公分² (鋼對鑄鐵)或 80~120 公斤/公分² (鋼對青銅)。除此以外，螺母的螺紋須按剪切應力驗算。

表 2 列舉手動螺旋舉重器的主要參數。

在鐵道修理庫中，在機車修理廠和車廂修理廠中，應用起重能力為 15~120 噸和起重高度達 2200 公厘的特種螺旋舉重器作所謂鐵道車輛的‘舉高檢修’工作。這種舉重器用手動或電動；它具有框架(圖 6)，在其中有垂直升降螺桿；螺桿經過兩對齒輪傳動，並承受張力作用。螺母沿着螺桿在支柱導軌間移動，在螺母上放着支承載荷用的橫樑的端部。在舉起載荷(鍋爐、車

表2 螺旋舉重器的主要參數

舉重器種類	起重能力 (噸)	舉重高度 (公厘)	螺桿降下時的 舉重器高度 (公厘)	升降螺桿 的高度 (公厘)	舉重器殼體 底座的直徑 (公厘)	操作工人 的數量	舉重器本 身的重量 (公斤)
普通沒有棘輪的	3.0	130	300	38	130	1	6.2
	5.0	300	510	45	143	1	17.0
	10.0	—	560	60	—	2	—
普通帶有棘輪的	5.0	300	510	50	118	1	21.0
	10.0	330	585	—	180	2	37.0
	15.0	350	610	—	226	2	48.0
在滑架上移動的 ^①	20.0	290	670	—	—	2	92.0

① 水平移動距離=270 公厘。

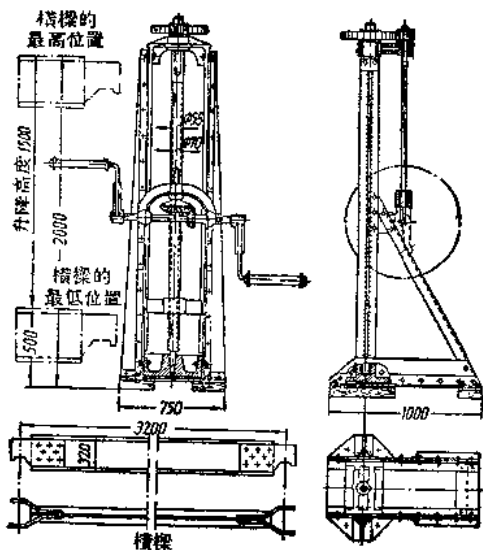


圖6 檢修鐵道車輛用的手動螺旋舉重器。

廂、機車、煤水車)時,應用四個成對佈置的舉重器,並且為適應載荷長度之改變,有一對舉重器是可移動的(圖7)。

〔液壓式舉重器〕這種舉重器是用來舉起特別沉重的物品。與齒條式和螺旋式舉重器相比,它的優點是起重能力較大(在有些個別的結構達300~500噸),效率較高($\eta=0.7\sim0.75$),有自閉的性能、舉重及落重平穩並很準確地將載荷停止在指定的水平面上;它不如前二者的是起重高度、起重速度(8~10公厘/分,很少超過此數)和本身重量等特性。

按照液壓工作原理,液壓舉重器分為一般式、可伸縮式和連續作用式三種。

一般式液壓舉重器(圖8)包括有一個汽缸和一個

貯藏‘工作液體’[●]的貯藏器。在汽缸內有舉重用的活塞;在貯藏器內有一個泵,由橫桿使之作用。當搖擺橫桿時,液體由泵送入汽缸內,即將活塞連同載荷一起舉高。在舉重完畢後,當打開使液體由汽缸流入貯藏器的‘閘軸’時,舉起的活塞即行下降。採用皮革套圈鑲在汽缸壁的環形槽內作為活塞的密封裝置(見第二卷原書第329頁)。

可伸縮式液壓舉重器和一般式液壓舉重器不同,它具有兩個活塞,其中一個是在另一個之內(圖9,a)。在泵工作時,兩活塞一起被舉起,直到外活塞的下邊緣(凸肩)與汽缸的上邊緣接觸時為止。以後,隨著工作液體的供應,內活塞再被舉起由外活塞的上邊緣使它停止在最高的位置。

連續作用舉重器(圖9,b)的特點是用汽缸來舉起物品,而不是像一般式和可伸縮式那樣用活塞來舉重。它包括有和一般式舉重器同樣的基本部件,但額外還有四個彈簧。汽缸舉起便將彈簧壓縮。當汽缸升至最高位置時,在它的底架下安放墊木並打開閘門,這時活塞便由於彈簧的作用而進入汽缸之內。於是又在活塞下面安放墊木,再重複舉重操作。這樣,在物品舉起的高度很大時,應用連續作用式舉重器就無須將舉重器重新擺置,但在普通結構的舉重器則是不可避免的。

用來舉起在低位置的物品的液壓舉重器,裝有載重用的托板(圖10)。要舉起特別沉重的物品,可用數個舉重器,由一個泵使之工作(圖11)。

表3所列是液壓舉重器的主要技術規格。

液壓舉重器的總傳動比用下式計算

● 液壓舉重器用水或用水與酒精,工業用甘油或輕油油的混合液(用於零下溫度工作時)作‘工作液體’。

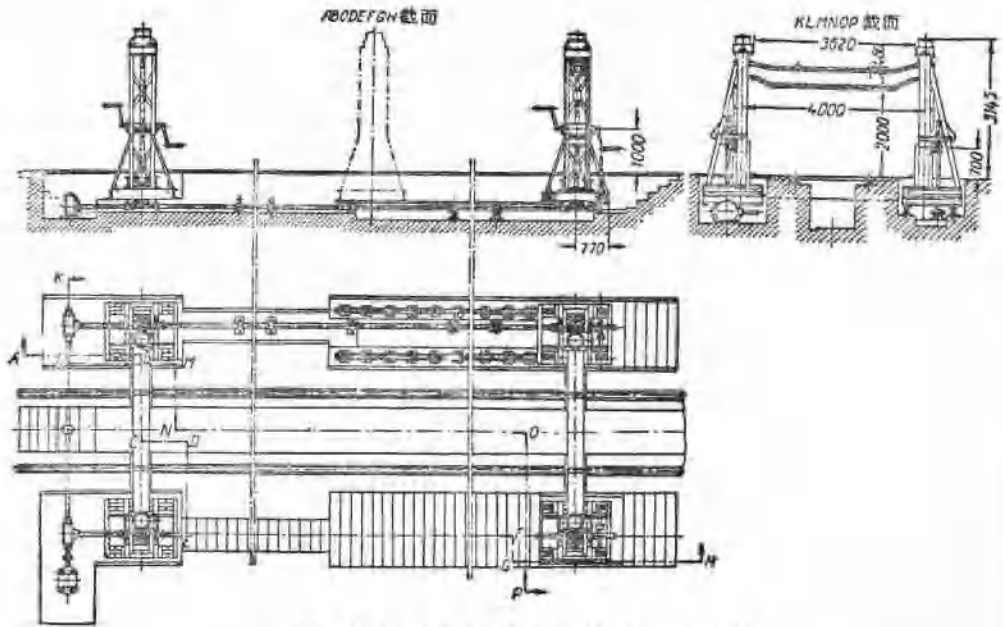


圖7 修理鐵路車輛用的120噸螺旋式電動舉重器。

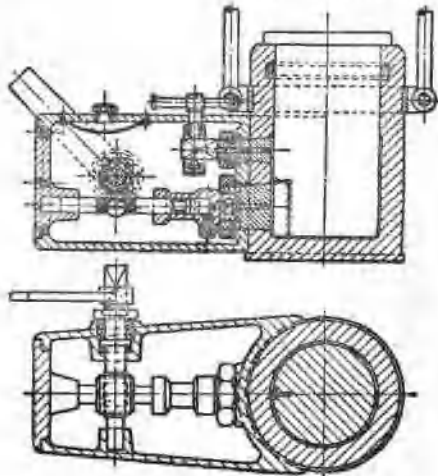


圖8 一般式液壓舉重器。

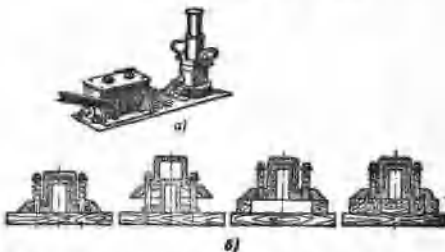


圖9 可伸縮式液壓舉重器(a)和連續作用液壓舉重器(b)。

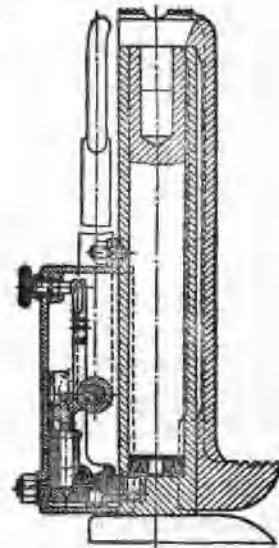


圖10 帶有‘托板’的液壓舉重器。



圖11 由一個泵驅動的液壓舉重器組。

表3 液壓舉重器的主要參數

主 要 參 數	舉 重 器 種 類				
	可 伸 縮 式		一 般 式		連 機 作 用 式
起重能力(噸)	40	60	100	200	200
尺寸(公厘) $\left\{ \begin{array}{l} \text{長度} \\ \text{寬度} \\ \text{高度(最小)} \end{array} \right.$	275	275	670	775	1050
	—	—	405	500	820
	510	510	310	330	600
舉重高度(公厘)	665	685	155	155	220
舉重器活塞直徑(公厘)	92/134	115/160	180	250	225
泵活塞直徑(公厘)	—	—	17	17	17
泵槓桿長度(公厘)	970	970	750	750	850
工作壓力(大氣壓)	300	300	392	408	503
施於泵槓桿的力(公斤)	60	60	60	62	71.5
舉重器的總傳動比	1380	1050	2250	4360	—
舉重全高度所需時間(分)	8	10	15	20	25
貯藏器液體的容積(公升)	—	—	6.5	10	10
舉重器的基腳支承面(公分 ²)	490	490	677	1135	1230
在舉起最大載荷時施於舉重器內承面的壓力(公斤/公分 ²)	82	122	148	176	162.5
操作人員的數量	3	3	4	4	4
舉重器本身重量(沒有液體在內)(公斤)	75	90	180	330	750

$$i = \frac{D_2}{d^2} \cdot \frac{l}{a}, \quad (15)$$

式中 D ——汽缸活塞的直徑(圖12)(公分); d ——
泵活塞的直徑(公分); l ——泵槓桿的長度(公分);
 a ——和槓桿相連,推動泵活塞的推桿的長度(公分)
(通常推桿與槓桿長度的比例為 $\frac{a}{l} = \frac{1}{20} \sim \frac{1}{25}$)。

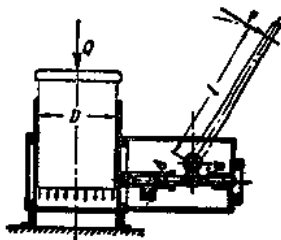


圖12 液壓舉重器的計算簡圖。

在汽缸內工作液體的壓力等於

$$p = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4} \eta_k} \text{ 公斤/公分}^2, \quad (16)$$

式中 Q ——載荷重量(公斤); $\eta_k = 0.9 \sim 0.92$ ——液
壓機構部分的效率。

施於舉重器槓桿的工作力等於

$$P = Q \frac{d^2}{D^2} \cdot \frac{a}{l} \cdot \frac{1}{\eta}, \quad (17)$$

式中 η ——舉重器的效率。

舉重器汽缸壁(鑄造或35~45號鋼鍛造)的厚度
用下式計算

$$\delta = \frac{1}{2} D_s \sqrt{\frac{R_z + 0.4p}{R_z - 1.3p}} + (0.3 \sim 0.7) \text{ 公分}, \quad (18)$$

式中 D_s ——汽缸內徑(公分); p ——工作液體的壓
力(公斤/公分²); $R_z = 1200 \sim 1500$ 公斤/公分²——許用
應力。計算汽缸用的‘線圖’(諸模圖)示於第八卷原書
第462頁。

滑輪與滑車

滑輪廣泛地用在各種起重機械結構上,但很少用
作獨立的起重裝置;它分為定滑輪(方向滑輪)和動滑
輪兩種,前者用來改變繩索或鏈條的運動方向,後者則
用來取得力量或速度。

繩索或鏈條繞在滑輪上時發生變形,需有額外的
力來克服此工作件的剛性。此外,在滑輪轉動時還需額
外的力來克服樞軸中的摩擦力。於是,在工作件(鏈條)
‘繞出邊’的張力 P 必然比‘繞入邊’的張力 Q 大。

繩索繞過的定滑輪(圖13), P 與 $S = Q$ 兩者的關
係可用下式計算

$$P = Q \left(1 + \frac{\xi}{R} + 2f \sin \frac{\alpha}{2} \right) = Q^k \text{ 公斤}; \quad (19)$$

● 此處原書為‘ S' ’,可能有誤。——譯者

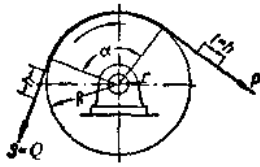


圖13 定滑輪簡圖。

對於鏈條用的定滑輪則為

$$P = Q \left(1 + f_1 \frac{\delta}{R} + 2f_2 \frac{r}{R} \sin \frac{\alpha}{2} \right) = Qk \text{ 公斤。} \quad (20)$$

上兩式中 Q ——載荷重量(公斤); R ——滑輪半徑(公分); r ——滑輪樞軸半徑(公分); f ——滑輪樞軸的摩擦係數(用滑動軸承時, $f \approx 0.1$; 用滾動軸承時, $f \approx 0.03$); $f_1 = 0.2$ ——相鄰鏈環間的摩擦係數; δ ——鏈條元鋼的直徑(公分); α ——繩索或鏈條在滑

輪上的撚角: $\xi = \frac{0.1d^2 \left(1 + \frac{120}{Q} \right)}{R - 10}$ 公分; d ——繩輪阻力係數, 按表4取用。

列於表4中, 其關係為:

$$\eta = \frac{1}{k} \quad (21)$$

滑輪的 k 及 η 值

	k	η
麻繩, 直徑16公厘	1.06~1.09	0.94~0.92
麻繩, 直徑36公厘	1.12~1.18	0.88~0.85
麻繩, 直徑52公厘	1.18~1.25	0.25~0.80
鋼絲繩, 滑輪用滑動摩擦軸承	1.04~1.05	0.96~0.95
鋼絲繩, 滑輪用滾動摩擦軸承	1.015~1.02	0.985~0.98
非標準鉗接鏈	1.03~1.05	0.97~0.95
標準鉗接鏈	1.06~1.08	0.94~0.926
板片關節鏈	1.05	0.95

註: 對於負載很輕的繩索, k 值可能提高10~12%。

對於‘得力’動滑輪(圖14), 繩索或鏈條的繞出邊和繞入邊的張力分別為

$$P = Q \frac{k}{k+1} \text{ 公斤} \quad (22)$$

和

$$S = \frac{P}{k} \text{ 公斤}; \quad (23)$$

在同一時間內, 繩索(或鏈條)所行經的距離等於載荷行經距離的兩倍, 即

$$l = 2h \text{ 公尺}, \quad (24)$$

而繩索(或鏈條)的運動速度乃等於舉重速度的兩倍

$$v_{\text{繩}} = 2v_{\text{重}} \text{ 公尺/分}; \quad (25)$$

滑輪的效率等於

$$\eta = \frac{k+1}{2k} \quad (26)$$

對於‘得速’動滑輪(圖15), 繩索(或鏈條)兩邊的張力用下式計算

$$P = Q(k+1) \text{ 公斤} \quad (27)$$

和

$$S = Qk \text{ 公斤}; \quad (28)$$

載荷行經的距離及其運動速度, 可用下式求得

$$h = 2l \text{ 公分} \quad (29)$$

和

$$v_{\text{繩}} = 2v_{\text{重}} \text{ 公分/分}; \quad (30)$$

在這種情形中, 滑輪的效率等於

$$\eta = \frac{2}{k+1} \quad (31)$$

動滑輪和定滑輪加上護夾並繞以曳引機件(繩索或鏈條), 這一組合即稱為滑車。

滑車沒有自閉的本領, 很少用作單獨起重的工具, 大多數用作起重機械懸掛載荷的元件。按照滑輪組成方式的不同, 滑車分為倍級式和定位式兩種。倍級滑車由兩組滑輪——將動滑輪和定滑輪加上護夾並繞以一根繩索而成(圖16); 定位滑車由一個定滑輪和幾個用單獨繩索支持的, 在單護夾內的動滑輪所組成(圖17)。

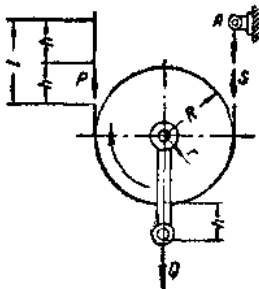


圖14 ‘得力’動滑輪的簡圖。

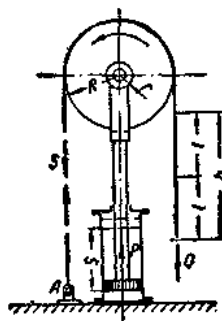


圖15 ‘得速’動滑輪的簡圖。

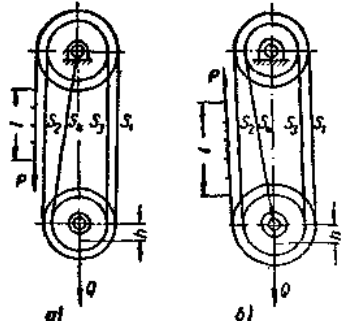


圖16 倍級滑車的簡圖。

● 此處原書為‘S’, 可能有誤。——譯者

表 5 在一定的倍級 α 之下, 倍級滑車的載荷重量、曳引機件張力的大小、行經距離的長度和起重速度等之間的關係

主要參數	得 力 滑 車		得 速 滑 車	
	當施力於從動滑輪引出的曳引機件時	當施力於從定滑輪引出的曳引機件時	當重量懸掛在引入動滑輪的曳引機件時	當重量懸掛在引入定滑輪的曳引機件時
舉重所需的力 (未計算摩擦力及繩索或鏈條的剛性在內)(噸)	$P_0 = \frac{Q}{\alpha + 1}$	$P_0 = \frac{Q}{\alpha}$	$P_0 = Q'(\alpha + 1)$	$P_0 = Q\alpha$
舉重實際所需的力 (繩索或鏈條的最大張力)(噸)	$P = Q \frac{k^2(k-1)}{k^{\alpha+1}-1}$	$P = Q \frac{k^{\alpha}(k-1)}{k^{\alpha}-1}$	$P = Q \frac{k^{\alpha+1}-1}{k-1}$	$P = Q \frac{k(k^{\alpha}-1)}{k-1}$
繩索或鏈條的最小張力(噸)	$S = P \frac{k^{\alpha+1}-1}{k \cdot k^{\alpha}-1}$	$S = \frac{P}{k^{\alpha}}$	$S = Q$	$S = Q$
在載荷 Q 舉高 h 時, 力 P 行經的距離(公尺)	$l = h \cdot (\alpha + 1)$	$l = h\alpha$	$l = \frac{h}{\alpha + 1}$	$l = \frac{h}{\alpha}$
繩索或鏈條的運動速度和載荷的速度(公尺/分)	$v_K = v_{2p}(\alpha + 1)$	$v_K = v_{2p}\alpha$	$v_K = \frac{v_{2p}}{\alpha + 1}$	$v_K = \frac{v_{2p}}{\alpha}$
滑車效率 $\frac{P_0}{P}$	$\eta = \frac{1}{\alpha + 1} \cdot \frac{k^{\alpha+1}-1}{k^{\alpha}(k-1)}$	$\eta = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{k^{\alpha}-1}{k^{\alpha}(k-1)}$	$\eta = (\alpha + 1) \frac{k-1}{k^{\alpha+1}-1}$	$\eta = \frac{\alpha(k-1)}{k(k^{\alpha}-1)}$

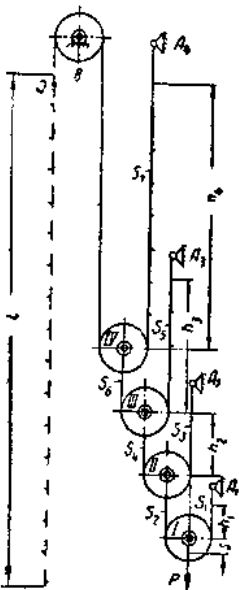


圖17 定位滑車的簡圖。

倍級滑車可用來取得力量[在這種情形中, 繩索(或鏈條)的自由端從定滑輪(見圖 16, a) 或從動滑輪(見圖 16, b) 引出, 曳引力 P 即施於其上] 或用來取得速度(在這種情形中, 曳引機件的自由端在動滑輪或定滑輪引入, 在其上懸掛着要舉起的載荷 Q)。載荷的重量、曳引機件張力的大小、行經距離的長度和起重速度, 在一定的倍級(與起重力比) α (即懸掛載荷的繩索或鏈條的分段數) 之下, 它們之間的關係如表 5 所列。

定位滑車僅用來取得

速度。上述各參數之間的關係在這種情形中則為:

舉重所需的力(未計算摩擦力和繩索的剛性在內)等於

$$P_0 = 2^{\alpha} Q \text{ 公斤;} \quad (32)$$

舉重實際所需的力,

$$P = (k+1)^{\alpha} \cdot k \cdot Q \text{ 公斤;} \quad (33)$$

繩索最小張力

$$S = \frac{P}{(k+1)^{\alpha}} \text{ 公斤;} \quad (34)$$

當載荷舉高 h 時, 力 P 行經的距離,

$$l = \frac{h}{2^{\alpha}} \text{ 公尺;} \quad (35)$$

滑車的效率

$$\eta = \frac{2^{\alpha}}{k(k+1)^{\alpha}} \quad (36)$$

蝸輪和正齒輪複式滑車

複式滑車是一種起重機械, 用作裝卸和安裝的工作, 它的特徵是結構比較簡單和尺寸很小。按傳動種類, 複式滑車分為手動、氣動和電動各種[●]; 根據傳動機構的型式和起重速度, 又可分為蝸輪式和正齒輪式兩種(後者是高速的)。

● 在這裏只討論手動的複式滑車, 關於電動複式滑車可見第二十三章‘電動複式滑車, 小型吊車和單軌行車’。

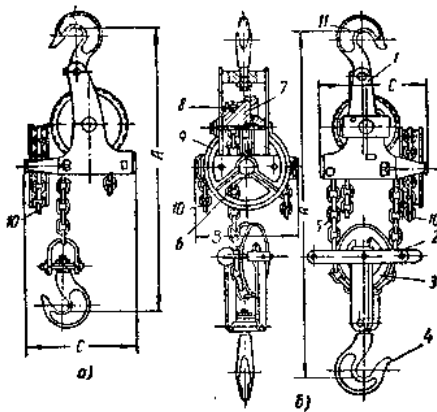


圖18 蝸輪複式滑車:

(a)一用標準銲接鏈;(b)一用板片關節鏈。

蝸輪複式滑車(圖18)由固定的上護夾1和可動的下護夾2所構成。在上護夾中裝着起重機構;下護夾帶有鏈輪(滑輪)3和吊鉤4,掛在起重鏈條5(銲接的標準鏈或板片關節鏈)之上^①。

複式滑車的起重機構包括有鋼製的雙頭螺紋蝸桿6、鑄鐵的蝸輪7以及和蝸輪鑄在一起的驅動鏈輪(滑輪)8。在起重或落重時,由繞有無端拉曳鏈10的拉曳鏈輪(滑輪)9驅動蝸桿。起重機構裝有落重制動器,以防止舉起的載荷隨意下降。

蝸桿用40號鋼或CT.5號鋼製造;蝸輪和鏈輪-滑輪則用鑄鐵Ч15-32。銲接鏈用的鏈輪-滑輪的凹谷數取為5~6,板片關節鏈用的鏈輪的凹谷數用8~9。

正齒輪複式滑車(圖19)和蝸輪複式滑車不同,用

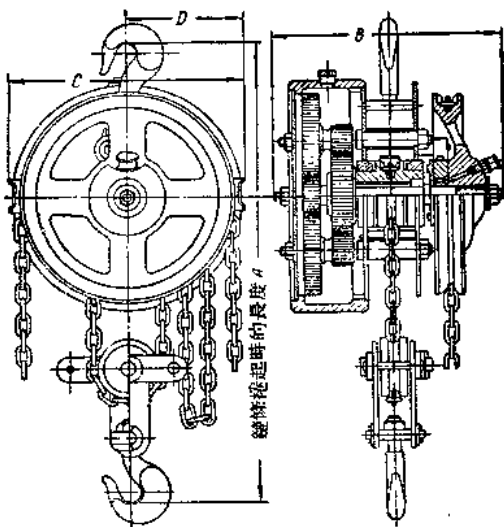


圖19 正齒輪複式滑車。

正齒輪(行星齒輪)傳動,帶有鋼製的齒輪。

工人施於複式滑車鏈條上的拉曳力,可由下式計算

$$P = \frac{P_s \cdot R_s}{i \cdot R \cdot \eta} \text{ 公斤,} \quad (37)$$

式中 P_s ——主動鏈輪(滑輪)圓周上的力(公斤);
 R_s ——主動鏈輪(滑輪)基圓半徑(公分); i ——傳動比; R ——拉曳鏈輪(滑輪)半徑(公分); η ——複式滑車的效率。

表6所列是複式滑車的簡要技術規格(按ГОСТ 1107-41和ГОСТ 2799-45)。

絞車(捲揚機)

概 論

絞車是這樣的一種起重機械:它的起重機件(繩索或鏈條)是纏繞在滾筒上,或是繞過主動鏈輪(或繩動滑輪)而工作的^②。

根據傳動種類,絞車分為手動和機動兩類(機動的有傳動軸傳動、電動、蒸汽驅動、風動和內燃機驅動各種)。起重能力較小的手動絞車,有時在滾筒和傳動搖柄之間沒有一套中間傳動機構;在所有其他的絞車,不論傳動的種類,都按照工作的特點而採用摩擦輪、齒輪、蝸輪、蝸輪齒輪或齒輪鏈條傳動。

按照裝置的方法,絞車又分為固定式(裝在地平面上、懸掛在天花板的橫樑上、固定在牆上或柱上等等)和行動式(裝在車輪上)兩種。

按照應用的範圍,絞車分為建築-安裝用、裝卸操作、沿水平面及斜面移動物品用等等各種。

絞車可用基本的計算方案計算(見第十八章,‘起重機械及其機構的主要計算資料和公式’原書第780頁)。

手動絞車

在這種場合——當舉重和搬運的操作較少而且沒有必要進行快速工作時,採用手動絞車(固定式或行動式)在建築-安裝和檢修工作中做舉重和沿水平面(這種情況較少)或斜面搬運(拖動)物品的操作。

手動的立地式絞車(圖20)的起重能力(曳引力)通常在0.5~10噸範圍內,在個別場合下亦有增至15

① 起重能力較小的複式滑車,可以將吊鉤直接掛在鏈條上。所有複式滑車的固定上護夾都用吊鉤11掛在支點上。

② 這裏只研究用作獨立起重機械的絞車。

表6 手動蝸輪和正齒輪複式滑車的主要參數

主 要 參 數	蝸輪複式滑車(按ГОСТ 1107-41)								正齒輪複式滑車(按ГОСТ 2799-45)							
起重能力(噸)	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.5	10.0	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.5	10.0	
起重繩工作分段數	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	3	4	
起重繩結構	鋼製標準的								鋼製標準的							
起重速度(公尺/分)	1.2	0.6	0.45	0.33	0.23	0.15	0.12	2.65	1.45	0.90	0.65	0.50	0.26	0.17	0.13	
拉曳繩結構	鋼製標準的								鋼製標準的							
拉曳繩運動速度(公尺/分)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
施於拉曳繩的工作力(大約值)(公斤)	35	35	65	65	75	75	85	22	26	32	48	55	50	54	53	
各部尺寸(符號見圖19及圖20)	A	400	650	850	1000	1250	1550	1700	315	370	485	665	735	1020	1175	1470
		280	280	280	380	510	620	770	250	260	295	365	395	395	395	395
		295	295	370	430	530	580	710	195	260	270	390	490	490	670	800
		—	—	—	—	—	—	—	135	170	185	260	285	355	445	600
本身重量(公斤)	30	45	60	80	145	300	470	25	30	50	90	105	170	220	300	
舉重高度	3公尺(按定貨者的要求,製造廠可製成舉重高度達12公尺的複式滑車)															
效率	0.55~0.7								0.7~0.9							

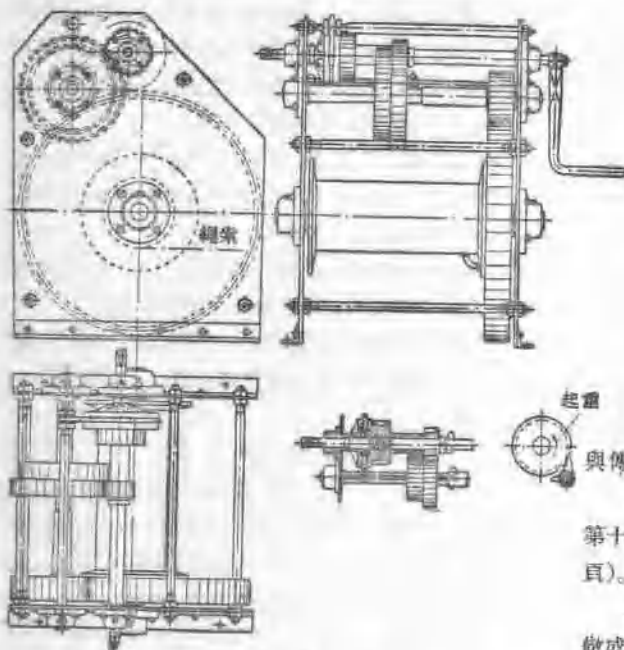


圖20 手動立地式絞車。

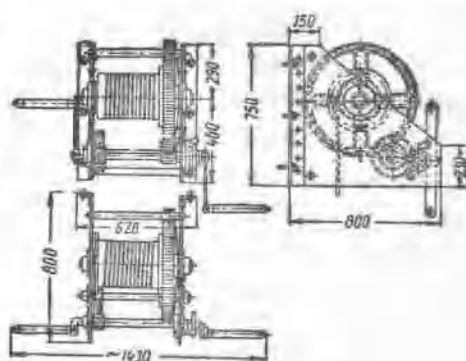


圖21 手動牆上絞車。

與傳動手柄軸之間的齒輪傳動系統^②。

絞車的傳動機構裝有自動制動器或安全搭柄(見第十九章“起重機械的零件和主要部件”原書第190頁)。

絞車的滾筒用鑄鐵 CЧ 12-28 或 CЧ 15-32 鑄造, 做成光滑的圓柱形工作面, 以便纏上多層捲性繩件。在計算中, 絞車的效率(計及繩索剛性引起的損失)可用 $\eta=0.95\sim0.96$ 。

傳動齒輪或是用鑄鐵 CЧ 15-32 或 CЧ 18-36, 或

② 在牆上手動絞車, 有時為減小尺寸起見, 採用蝸輪傳動。

噸的。牆上絞車的起重能力, 照例不超過 1.5 噸(圖 21)。

每部絞車包括有機架(將兩塊鋼板用撐桿牢固連接而成), 滾筒, 捲在滾筒上的繩索或鏈條, 以及滾筒軸

是用 35 或 40 號鋼製造,並且,習慣上用銑製的齒輪;齒輪的尺寸可根據輪齒受彎曲的強度計算(通常,一對齒輪的傳動比不超過 8~9,而齒輪的最少齒數可用 10~12)。

有兩對或兩對以上齒輪的絞車,爲了在舉起小於正常重量的載荷時能加快起見,採用‘變速傳動’。其換速裝置的結構要使得齒輪沒有自行產生軸向移動或脫離嚙合的可能。

轉軸用 30 或 40 號鋼製造,並按同時受彎曲和扭轉作用設計。

轉軸軸承是凸緣座的式樣,帶有鑄鐵套筒(較少用青銅套筒);安裝在絞車機架上。它的尺寸即等於軸頸尺寸,應驗算其在使用潤滑脂(用注油器、油鎗等供油)工作情況下的單位壓力。單位壓力值可取 $p \leq 40$ 公斤/公分²(鋼對青銅)和 $p \leq 25$ 公斤/公分²(鋼對鑄鐵)。

絞車傳動搖柄的中心離支承地面的高度不得大於 900~1100 公厘。搖柄的臂長用 300~400 公厘。其手把長度,一個工人工作的,用 300~350 公厘;若同時有兩人工作的則用 450~500 公厘。在強度計算中,搖柄上的載荷取爲 80 公斤●。

表 7 所列是手動絞車的簡要規格。

表 7 手動絞車的主要參數

施於滾筒上的曳引力(公斤)	1500	3000	7500
滾筒上繩索的速度(當傳動手柄每分鐘轉16次時)(公尺/分)	1.6和0.56	0.86和0.43	0.95和0.37
變速齒輪傳動的傳動比	1:6和1:18	1:14和1:28	1:19和1:48
滾筒直徑(公厘)	180	200	330
滾筒長度(公厘)	390	548	620
繩索直徑(公厘)	12	18	30
繞在滾筒上一層的繩索長度(公尺)	35	40	40
輪廓尺寸(帶搖柄在內) (公厘)	長度 700 寬度 765 高度 830	1060	1100
校車本身重量(公斤)		560	1325
操作工人數目		2	4

機動絞車

機動絞車分爲傳動軸傳動和組合聯動;前者的原動機是單獨裝置的,後者的原動機則裝在帶有工作機構的同一個框架上。

傳動軸傳動的絞車,其應用範圍已大爲縮減。

傳動軸傳動的絞車應用最廣泛的是摩擦傳動絞車(用摩擦傳動或用摩擦離合器聯動)——單滾筒的(圖

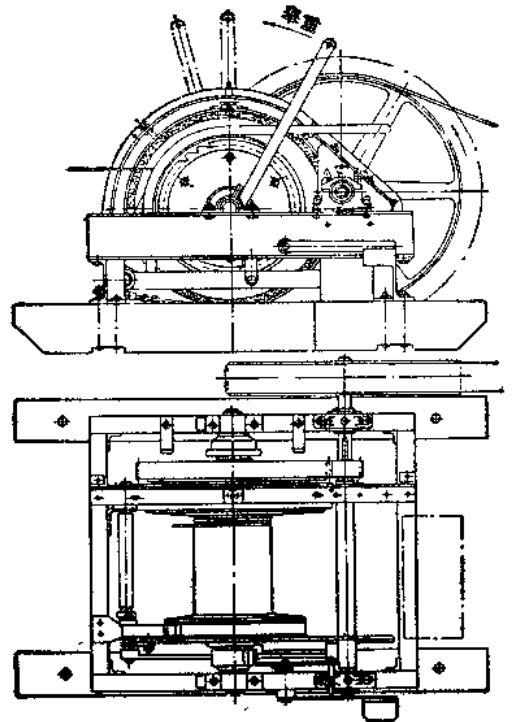


圖22 單滾筒摩擦傳動絞車。

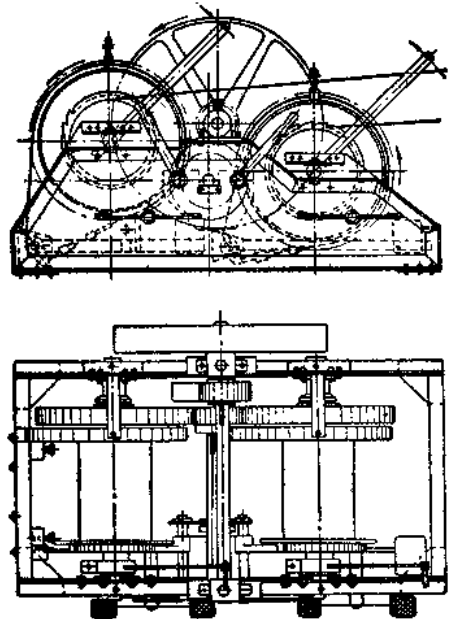


圖23 雙滾筒摩擦傳動絞車。

22),用在建築-安裝工作;雙滾筒的(圖 23),用在‘繩拉刮板裝置’、動臂起重機等等。

● 在懸掛式絞車,用拉曳鏈輪(滑輪)代替傳動搖柄;鏈輪帶有標準鉚接鏈。

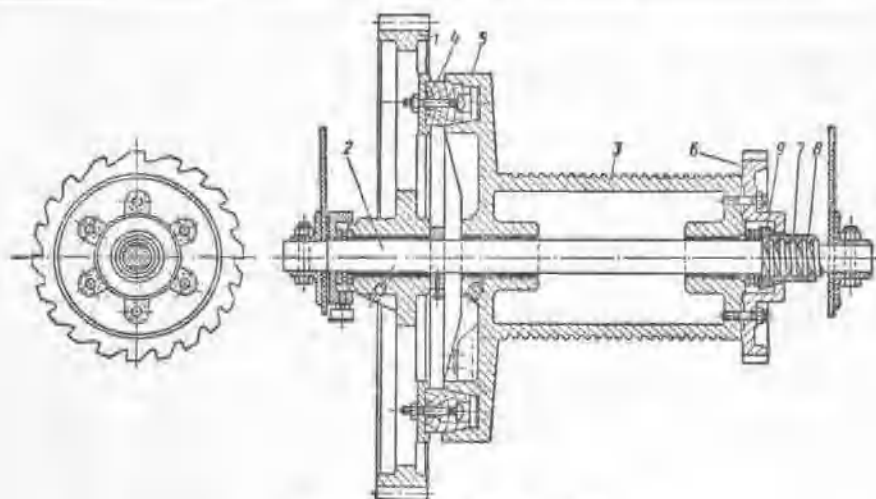


圖24 摩擦傳動絞車滾筒的剖面圖。

這種皮帶傳動的絞車，轉矩自原動機傳給傳動輪盤；在輪盤的軸上裝有驅動小齒輪，和大齒輪1啮合；大齒輪自由地裝在滾筒3的軸2上，在它的圓面帶有木的摩擦塊4（圖24）。滾筒3和摩擦離合器5連在一起（這離合器又用作帶式制動器的制動盤，由制動器的重錘或彈簧使之合開），也是自由地裝在軸2上；在滾筒的另一方面，在它的端部，用螺栓固定停止裝置的棘輪6。在軸2右端的螺紋7（通常是三線螺紋）處裝有套筒8，由滾筒的止推軸承9支承。工人轉動攪繩手柄使套筒沿軸2的螺紋向左移動；套筒是支承在止推軸承9上，故使滾筒向齒輪1方面移動而由摩擦離合器5與之接合。工人同時踏下腳踏板使帶式制動器關閉而使停止裝置的爪子與棘輪的輪齒脫離。這時滾筒3就開始轉動，捲繞繩索而舉起或拖動載荷。

設 Q ——繩索拉力(公斤)， R_0 ——滾筒半徑(公分)， r_1 ——止推軸承的平均半徑(公分)， L ——操縱槓桿的長度(公分)， R_0 ——摩擦離合器的平均摩擦半徑(公分)， r_0 ——滾筒軸上螺紋的平均半徑(公分)， $\alpha \approx 9 \sim 12^\circ$ ——螺紋的導程角， $\beta \approx 10 \sim 15^\circ$ ——摩擦塊的錐角， $\rho \approx 4 \sim 6^\circ$ ——摩擦角，又 $f \approx 0.25 \sim 0.3$ ——木塊的摩擦係數， $f_1 \approx 0.03$ ——止推軸承的摩擦係數，則工人在接合滾筒時施於操縱槓桿上的力等於

$$P = \frac{Q \cdot R_0 \sin \beta [r_0 \lg(\alpha + \rho) + r_1 f_1]}{f \cdot R_0 \cdot L} \quad (38)$$

在離開滾筒時，工人將操縱槓桿放回原來位置，使摩擦離合器和摩擦塊脫離，並同時放鬆制動器的踏板。在下降載荷時，工人鬆開制動器，但並不接合摩擦傳動機構。

摩擦傳動絞車的滾筒用鑄鐵 CH 15-32 鑄造，做成有螺旋槽的（見圖 24）或光滑的工作表面（用來繞上多層繩索）。小齒輪和大齒輪用鑄鐵或 30、40 號鐵

鋼製造；比較大的大齒輪也有用鑄鋼的。停止裝置的棘輪用 20~30 號鋼製造，也有少數是用鑄鐵 CH 15-32 製造。大小齒輪的尺寸按輪齒的彎曲強度計算並按壓碎的接觸應力驗算其耐磨性。停止裝置的棘輪及爪子按輪齒強度決定（見第十九章“起重機械的零件和主要部件”原書第 190 頁）。

傳動軸和滾筒的樞軸用 35 或 40 號鋼製造。滑動摩擦軸承和轉軸及樞軸的軸頸按許用單位壓力 $k \leq 30 \sim 35$ 公斤/公分²（鋼對青銅）和 $k \leq 20 \sim 25$ 公斤/公分²（鋼對鑄鐵）來驗算。

摩擦傳動絞車的框架用型鋼（槽鋼和角鋼）和鋼板鉚接製造。鉚接的框架，連同軸承下殼鑄在一起的鑄鋼框架比較少用。起重能力較小的絞車（3 噸以下），有時用木的框架。

表 8 所列是摩擦傳動絞車的主要技術規格。

在組合聯動一類絞車中，電動絞車應用最廣；這種絞車由電動機驅動，電動機和滾筒之間是固定連接的，通常帶有閉式齒輪傳動裝置（圖 25）。

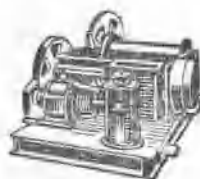


圖25 電動絞車。

在選擇電動絞車的佈置圖形時（圖 26）^①，在設計和計算它的部件時，要遵循前節闡述的指示以及 ГОСТ 2014-45 的要求^②。

① 此處原書為圖 25，可能有誤。——譯者

② 為使絞車結構最為簡便起見，它的傳動機構應用行星輪系，可使尺寸小而傳動比大。

③ 一般用途之單滾筒電動絞車。主要資料和各種型式尺寸。

表 8 摩擦傳動絞車的主要參數

主 要 參 數	單 滾 筒 的		雙 滾 筒 的	
	CCM-081-A	CCM-080-A	CCM-06	CCM
曳引力(噸)	0.75	1.25	1.25	2.5
繩索速度(公尺/秒)	0.53~1.32	0.58~1.42	0.65	0.8
電動機功率(仟瓦)	6.4~13.0	11.0~22.0	10.6	29
電動機轉速(轉/分)	725~1460	725~1460	950	950
電動機接合盤直徑(公厘)	250~350	300	250	300
絞車傳動輪直徑(公厘)	950~720	1030~850	1040	1200
絞車傳動輪寬度(公厘)	125	125	150	180
滾筒直徑(公厘)	280	290	300	400
滾筒轉速(轉/分)	42~52	42~52	40	38
滾筒長度(公厘)	375	385	450	600
在繞上三層繩索時,滾筒的‘繩索容量’(公尺)	79	84	80	119
繩索直徑(公厘)	13	13	15	22
輪廓尺寸(公厘) $\left\{ \begin{array}{l} \text{長度} \\ \text{寬度} \\ \text{高度} \end{array} \right.$	1400~1475①	1650~1685①	1860	2423
	1235	1310	1340	1750
	1125	1245	1313	1500
絞車重量(未包括電動機在內)(公斤)	457~464②	694~694②	1415	2900

① 較小值——用於最小傳動輪直徑($\phi 750$ 和 850 公厘); 較大值——用於最大傳動輪直徑($\phi 950$ 和 1050 公厘)。

② 較小值——用於鉗接框架的絞車; 較大值——用於鉗接框架的絞車。

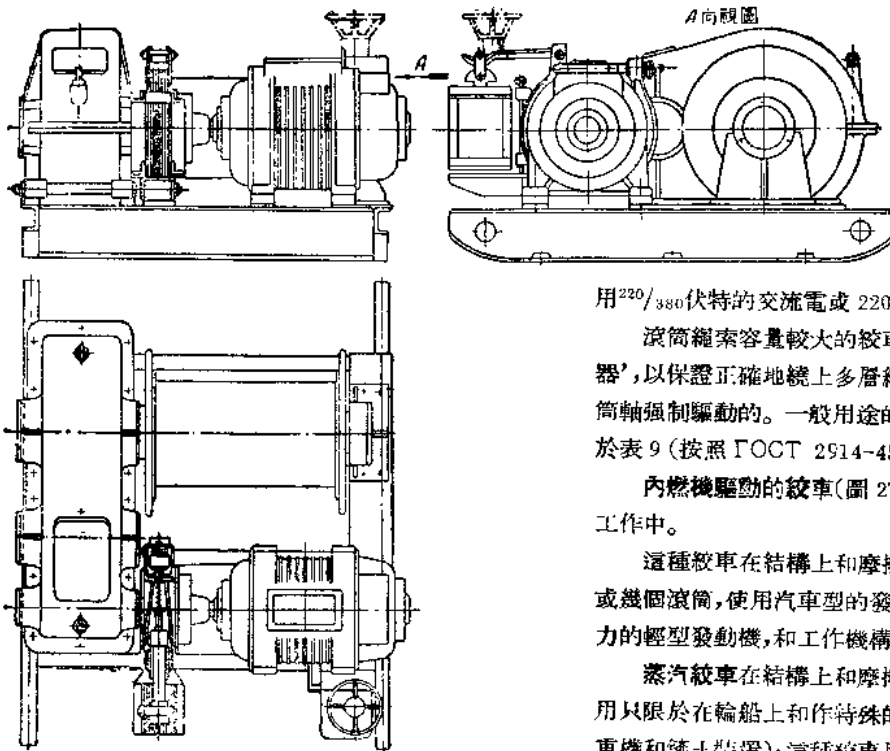


圖26 帶有正齒輪減速箱及塊式制動器的單滾筒電動絞車。

絞車軸裝在滾動軸承上。制動器(通常用塊式制動器, 帶有普通的或短距的電磁鐵)裝在減速箱的主動軸上, 如圖 26 所示。絞車的原動機是起重機用電動機,

用 220/380 伏特的交流電或 220 及 440 伏特的直流電。

滾筒繩索容量較大的絞車, 裝有特殊的‘繞繩收集器’, 以保證正確地繞上多層繩索; 這種收集器是由滾筒軸強制驅動的。一般用途的電動絞車的主要特性列於表 9 (按照 ГОСТ 2914-45 製造)。

內燃機驅動的絞車(圖 27)廣泛地用在建築-安裝工作中。

這種絞車在結構上和摩擦傳動絞車相像; 有一個或幾個滾筒, 使用汽車型的發動機或特種的、10~20 馬力的輕型發動機, 和工作機構安裝在同一個框架上。

蒸汽絞車在結構上和摩擦傳動絞車近似, 但其應用只限於在輪船上和作特殊的工作(例如, 用於動臂起重機和運土裝置); 這種絞車用水平成對單級(簡單)膨脹的蒸汽機, 其轉速自 120 至 200 轉/分, 汽缸直徑為 100~200 公厘, 活塞衝程為 165~340 公厘。蒸汽機的