

大專學校教學用書

建築施工用

起重機械及附屬設備

黃湛泉 著

時代圖書有限公司

2
22

大專學校教學用書

建築施工用

起重機械及附屬設備

黃湛泉 著

、時代圖書有限公司

簡 介

在現代機械化建築施工中，起重機械及其附屬設備是不可缺少的。

本書介紹建築施工用起重機械及其附屬設備的結構、特性、應用範圍、計算及舉例，關於這些設備的使用說明、注意事項。此外，還討論在建築施工工作中選擇起重機械及其附屬設備的原則和方法，起重機生產率的計算，工人數目和施工期限的計算等等。

本書着重介紹多層建築物——摩天樓施工用的各種新式起重機，如塔式起重機、登高式起重機等。這對於本港及海外的建築工程有很大的參考價值。

本書可用作大專學校土木工程及建築專業的教學課本，對於地盤管理人員、工程師、技術員以及技工是一本必備的工具書籍。

起重機械及附屬設備

出版者：時代圖書有限公司

發行者：時代圖書有限公司

ERA BOOK COMPANY LTD.

香港九龍彌敦道500號一樓

電話：3-308884 3-308932

承印者：聯興印刷廠

九龍土瓜灣上鄉道39—41號昌華

工廠大廈七樓A1座

電話：3-646678

※版權所有※

(一九七六年八月版)

目次

緒言	7
第一章 索具	8
1. 繩索	8
2. 繩套	11
3. 鏈條	16
4. 錨	17
第二章 滑輪 滑車 複式滑車	23
1. 滑輪	23
2. 滑車	25
3. 手動複式滑車	27
4. 吊車	28
第三章 舉重器	30
1. 齒條式舉重器	30
2. 螺旋式舉重器	31
3. 液壓式舉重器	32
4. 液壓裝置	35
5. 帶式升降機	35
第四章 絞車	38
1. 手搖絞車	38
2. 機動絞車	42

第五章 桅桿與塔架·····	54
1. 桅桿·····	54
2. 塔架·····	67
第六章 桅桿臂樑式起重機·····	70
1. 輕級桅桿式起重機 第一種型式·····	70
2. 輕級桅桿式起重機 第二種型式·····	76
3. 中級和重級桅桿式起重機·····	80
4. 桅索式起重機·····	81
5. 剛柱式起重機·····	88
第七章 塔式起重機·····	91
1. 輕級塔式起重機·····	91
2. 中級塔式起重機·····	91
3. 重級塔式起重機·····	100
4. 塔式起重機的安裝和移動·····	107
5. 塔式起重機的穩定性·····	110
第八章 高架式起重機·····	113
1. 安裝橋架的金屬結構用的高架式起重機·····	113
2. 用於倉庫中的高架式起重機·····	115
3. 安裝工作用的高架式起重機·····	118
4. 高架式起重機的穩定性·····	120
第九章 登高起重機·····	123
1. 安裝無線電桅桿等結構物用的起重機·····	123
2. 安裝高聳建築物構架用的起重機·····	130
第十章 纜索起重機·····	137
第十一章 鐵道起重機·····	148
第十二章 履帶起重機及汽車起重機·····	156
1. 履帶起重機·····	156
2. 汽車起重機·····	158
3. 行動式起重機的穩定性·····	159

第十三章	橋式起重機和樑式起重機	161
1.	單樑橋式起重機	161
2.	樑式起重機	162
3.	雙樑橋式起重機	164
4.	起重機軌道	166
第十四章	安裝設備的選擇	167
1.	安裝起重機型式的選擇	167
2.	按起重特性的選擇及大小的決定	170
3.	在安裝工作中的生產率的決定	170
4.	工人數目的計算和安裝期限的決定	173
第十五章	安裝機構的試驗	175
附錄 1	表 I 鋼索	179
	表 II 麻索	180
	表 III 鉚接鏈	180
附錄 2	1. 吊鈎的計算	180
	2. 吊環的計算	182
	3. 舉重器的計算	183

緒 言

在科學技術飛躍發展的現代，建築施工的特點發生急劇的變化：由手工業或半手工業方式轉變為機械化方式，由直接在建築工地完成所有操作的建築施工方法轉變為工業化的建築施工方法——即是在工廠內製造單個建築物構件而在工地用機械化方法把各個構件裝配起來。裝配一座高聳的、龐大的建築物，就像裝配一台機器一樣。用這樣的方法進行建築工程，不僅可以大大提高施工速度，而且可以確保工程的質量。

在建築工程中，特別是在採用上述的工業化建築施工方法的情況下，起重機械是主要的工藝裝備。起重機械或裝設吊鉤以吊裝整件建築物構架，或裝設抓斗以抓取零碎的建築材料。這都是建築施工的重要操作過程。

隨着建築工程的蓬勃發達，建築施工用的起重機械，特別是高聳建築物施工用的起重機械，也有飛躍的進展。

根據結構特點和使用場合之不同，建築施工用的起重機械分為下列幾類：

第一類——舉重器，從下面舉起載荷；

第二類——絞車，可以吊起或拖拉載荷，通常用作起重機的組成部份；

第三類——滑車，複式滑車，吊起載荷，但不能從一地點移到另一地點；

第四類——吊車和單軌行車，吊起載荷並且可在一定方向移動載荷；

第五類——橋式及樑式起重機，吊起載荷並在起重機的跨度和起重機道軌的長度所形成的矩形範圍內移動載荷；

第六類——帶有固定幅度或可變幅度的固定式旋轉起重機，如桅桿臂樑式起重機，吊起載荷並在圓面積或扇形面積的範圍內移動載荷；

第七類——行動式和旋轉式起重機：

(1)在鐵道上行動的起重機，如塔式起重機，吊起載荷並沿着軌道在等於臂樑長度兩倍的寬度範圍內移動載荷；

(2)在一區域範圍內行動的起重機，如汽車起重機及履帶起重機，吊起載荷並在任何面積上移動載荷；

第八類——纜索起重機：

(1)固定式纜索起重機，吊起載荷並沿着路線移動載荷；

(2)行動式纜索起重機，吊起載荷在矩形面積或扇形面積範圍內移動載荷；

第九類——登高起重機，安裝在建築物上進行工作，隨着建築物的增高而逐步上升。

第十類——升降機，具有沿導軌移動的平台或箱室，以吊起載荷。

在以下各章中介紹各種典型起重機械及其輔屬設備的構造，應用範圍以及在建築施工現場所需的計算。

第一章 索具

1 繩索

土木建築施工的操作大多數須用繩索進行的。繩索有麻的和鋼的兩種。

繩索有塗脂和不塗脂之分。後一種繩索有較大的柔性,因此工作很方便,但它容易腐壞,並且當潮濕時它的強度降低很多。

在建築工作中主要是應用塗脂的繩索——即用熱的樹脂浸過的繩索。

表 II (見附錄) 列舉最常用的繩索的主要特性。

麻繩索用作張力繩和拉繩,並用於用手工(經過滑輪)拉起不大的載荷的操作中。在機動的機構中是不用麻繩索的。

麻繩索按張力計算,用下式:

$$\sigma = \frac{P}{F},$$

式中 σ ——繩索的應力,不得超過 1 公斤/公厘²;

P ——繩索作用力(公斤);

F ——繩索總截面的面積,即按繩索外直徑計算而不考慮其空隙的面積。

塗脂繩索的許用應力降低 10 %。對於用作繩套的繩索,其許用應力降低 50 %,同時並須考慮繩索支線的數目及其對垂直線的傾斜角度(α)。

繩套每一支線上的作用力(圖 1)。

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \times \frac{Q}{m} = k \frac{Q}{m},$$

式中 Q ——舉起的載荷重量; m ——繩套支線數目;

當 $\alpha=0^\circ$	30°	45°	60°
係數 $k=1$	1.15	1.42	2

當麻繩索用於手動機構時,滾筒和所有被繩索繞過的滑輪的直徑與繩索直徑的比例不應小於 10。

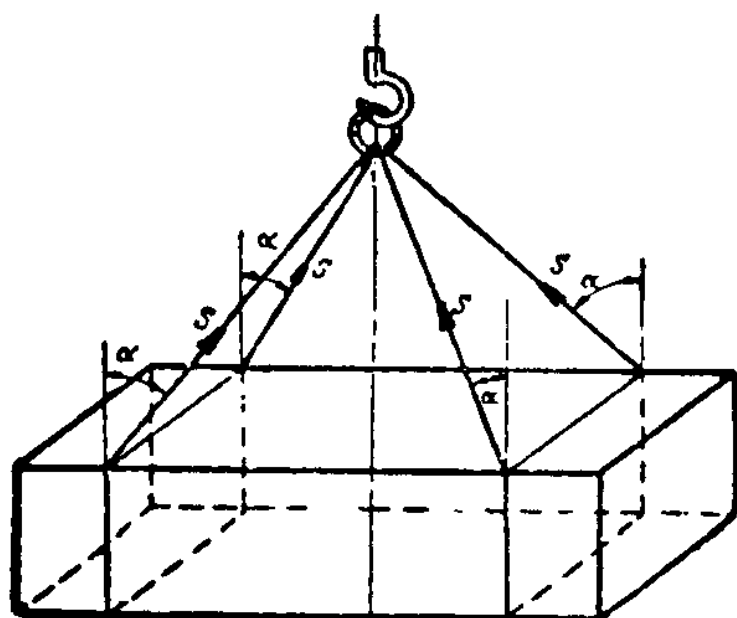


圖 1 用繩索製成的繩套。

例1 試計算 $d = 40$ 公厘的麻繩索的許用作用力:

$$P = \sigma F = \sigma \frac{\pi d^2}{4} = 1 \times \frac{3.14 \times 40^2}{4} = 1256 \text{ 公斤}。$$

例2 若作用力 $P = 1500$ 公斤,試計算塗脂繩索所需的直徑:

$$F = \frac{P}{\sigma \times 0.9} = \frac{1500}{1 \times 0.9} = 1666 \text{ 公厘}^2;$$

因為

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 d^2}{4} = 0.785 d^2,$$

所以

$$d = \sqrt{\frac{F}{0.785}} = \sqrt{\frac{1666}{0.785}} = 46 \text{ 公厘。}$$

用繩索直徑 $d = 45$ 公厘。

繩索的應力並不超過很多。

鋼繩索用於所有起重機構上的滑車，並用作桅索(張力繩)、繩套、拉繩等等。

鋼繩索用直徑自 0.5 至 2 公厘的單獨細鋼絲搓繞製成。

單繞繩索直接用鋼絲搓繞製成。

雙重繞繩索先用鋼絲繞成股，再由股繞成繩索。

三重繞繩索用若干雙重繞繩索搓繞製成。

雙重繞繩索稱為[索]，三重繞繩索則稱為[纜]。

起重機構和安裝工作應用由六股鋼絲和一麻芯製成的雙重繞繩索(索)。麻芯可使繩索具有柔性，並可保存滑油。

當每一股的鋼絲數目越多以及鋼絲直徑越小時則繩索的柔性也越大。

在股內的鋼絲和在繩索內的股可按同一方向搓繞——這種繩索叫做順繞繩索(圖 2, b₂)。

在股內的鋼絲和在繩索內的股的搓繞方向相反的叫做交繞繩索(圖 2, b₁)。順繞繩索較交繞繩索柔軟，但容易扭鬆和壓扁，因此在起重機構中應用交繞索。

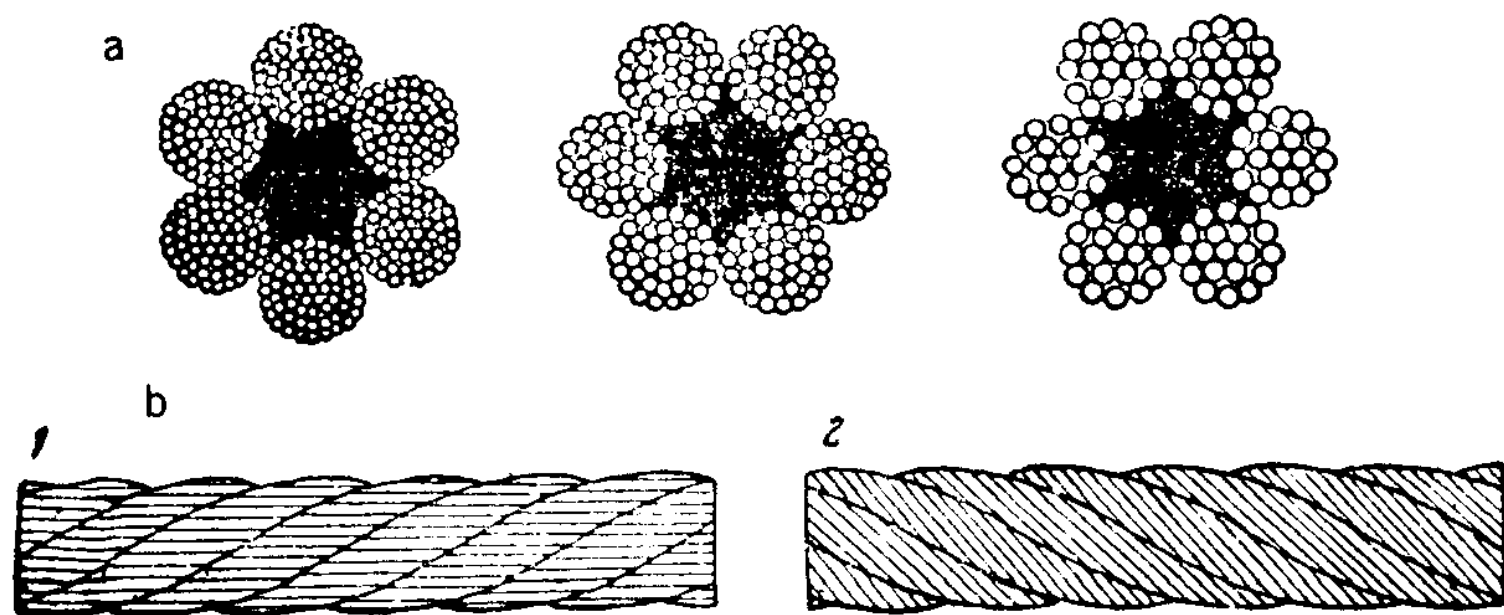


圖 2 索：

a 一索的截面；b 一索的搓繞方法：1—交繞索；2—順繞索。

起重機構通常應用由六股和每股鋼絲數為 37 或 61 根製成的索；用作桅索的索每股鋼絲數是 19 根。

繩索的技術特性在國家標準中有所規定。

中國國家標準標記繩索的方法如下：用六股鋼絲，每股鋼絲有 19 根和用一根麻芯搓成的索，其標記為 $6 \times 19 + 1$ 。索的鋼絲用破壞強度為 140~190 公斤/公厘²的高強度鋼料製造。在土建施工中，一般採用鋼絲破壞強度為 150~170 公斤/公厘²的索。

在附錄(表 I)中列舉出土建施工和在起重機構上所最常用的索的數據。

鋼索在繞過滾筒或滑輪工作時，受拉伸和彎曲作用。在繩索直徑和滾筒直徑的許用比例能保持的情況下，索的彎曲對它的強度的影響不很大，可以不計算。

計算繩索(索)的公式以及安全係數和索直徑與滑輪直徑的許用比例由有關的國家管理機關所規定

索僅按破壞作用力用下式計算:

$$S_{\max} = \frac{R}{k},$$

式中 $S_{\max}$ ——索的許用作用力;

R ——索的破壞作用力,從手冊或保證書(工廠的繩索說明書)取得,或由試驗得來;

k ——國家的管理機關標準規定的最小許用應力如下: 作桅索用, $k = 3.5$; 在手動機構, $k = 4.5$; 在機動機構, 輕型工作, $k = 5$; 中型工作, $k = 5.5$ (安裝的機構屬於輕型工作的機構, 連續工作的運載起重機屬於中型工作的機構); 用作包細繩(繩套), $k = 10$ 。

工廠製造的每一種繩索都有其規格表(工廠的說明書), 載有繩索的構造及鋼絲的破壞強度。

按單獨鋼絲破壞的方法計算所得的索的破壞作用力 轉化為總破壞力 應降低 17%。

繩索纏繞的滾筒或滑輪的最小許用直徑 D (以公厘計), 可用下式計算:

$$D \geq e_1 e_2 d,$$

式中 e_1 ——根據起重裝置型式及其使用工作情況決定的係數; 手動機構和輕型工作的機動機構, $e_1 = 16$; 中型工作的機動機構, $e_1 = 18$; e_2 ——根據繩索的結構決定的係數; 交繞繩索, $e_2 = 1$; 順繞繩索, $e_2 = 0.9$; d ——索的直徑(公厘)。

例 試選擇 $Q = 5$ 噸的手動絞車的索。索的必需破壞力為

$$R = Sk = 5 \times 4.5 = 22.5 \text{ 噸},$$

用直徑 $d = 21.5$ 公厘, 鋼絲破壞強度為 150 公斤/公厘² 的繩索, 其相當的破壞作用力 $R = 22400 \approx 22500$ 公斤(見附錄所列標準索的規格, 表 I)。索標號為 $6 \times 37 + 1$ 。

導向滑輪的最小許用直徑

$$D = e_1 e_2 d = 16 \times 1 \times 21.5 = 344 \text{ 公厘},$$

取

$$D = 400 > 344 \text{ 公厘}。$$

索應該保存在密閉的乾燥的房屋內。將索捲成線捲或繞在滾筒上並塗以油脂以保存之。油脂可保護繩索免於生銹, 以及避免各鋼絲之間互相磨損; 可用任何的動物油、植物油或礦物油, 但不要含有酸性、鹼性或其他有害的混合物。

捲開繩索時應該將線捲或滾筒轉動, 這樣可使繩索不發生扭環。從線圈或線捲取下繩索是不允許的, 因為這樣會使繩索發生扭環。

在糾正扭環時會使繩索的各股和芯子分化, 繩索在形成扭環的地方發生磨損和擦傷。圖 3 示捲開繩索的正確方法和不正確方法。

工廠製造索的長度為 250、500 和 1000 公尺, 在工作地方則截成需要的長度。在索的斷口要用軟鋼絲細牢, 其纏繞的長度等於索直徑的 6~7 倍, 以防止索扭鬆。索用

鋼絲繞至斷口處。在索的末端聯結着一個號牌，在號牌上標有該索的直徑、長度和保證書的號碼。

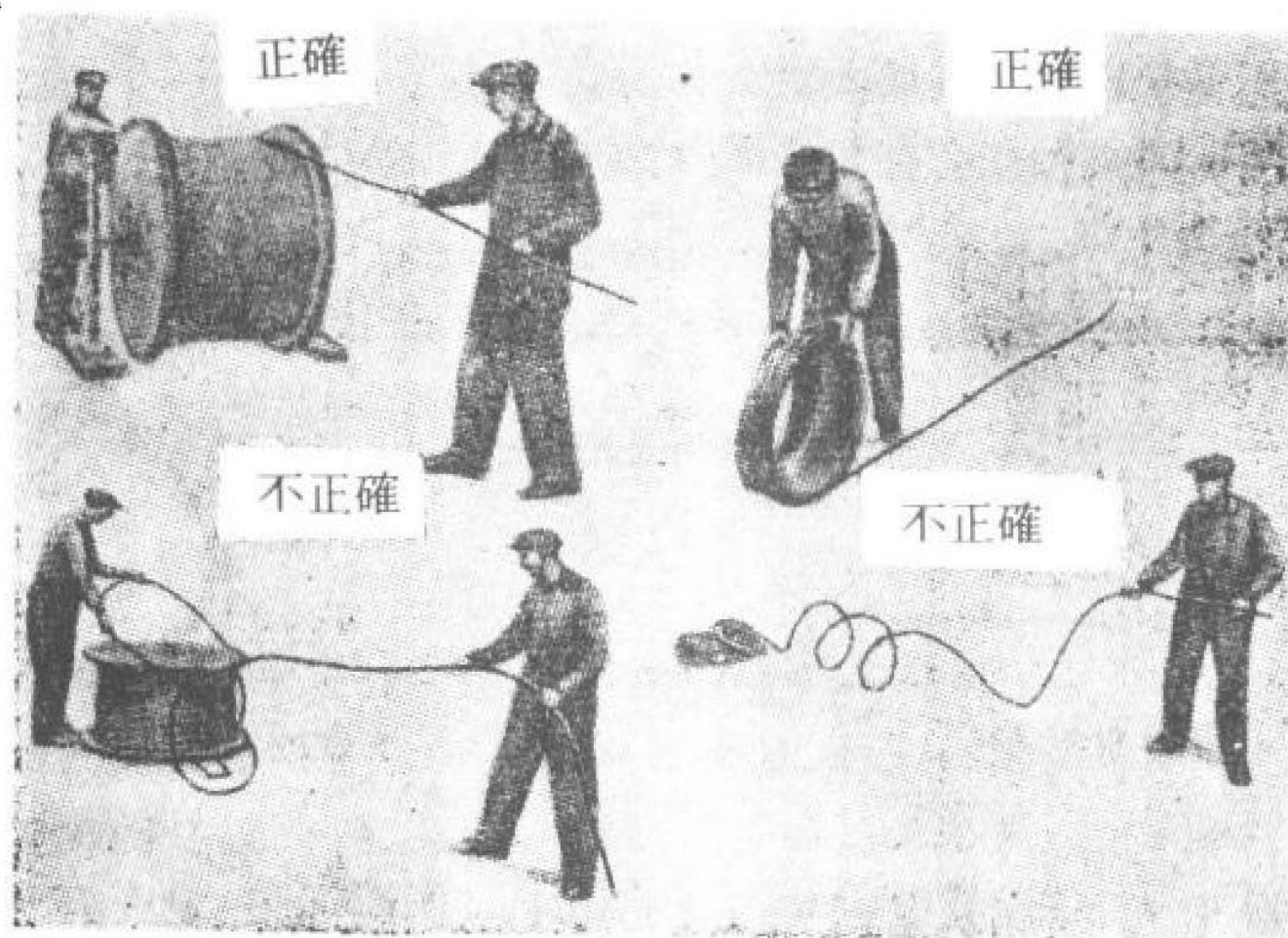


圖3 捲開繩索的方法。

用繩索工作時必須戴上手套，因為破裂和折斷的鋼絲可能使工人遭受嚴重的傷害。

索根據其鋼絲折斷的根數決定是否報廢。

表1 列出安裝起重機用的索的報廢標準。

表1 安裝起重機用的索的報廢標準

索的構造	搓繞型式	認為報廢的繩索在一搓繞節距長度內折斷根數
6×19+1	交繞	12
	順繞	6
6×37+1	交繞	22
	順繞	11
6×61+1	交繞	36
	順繞	18

搓繞節距用下面的方法決定：

在一股的表面做一個記號，從這記號起點計截面所有的股數（在該情形中是6股），然後在下一股（即在第7股）做第二個記號。這兩記號之間的距離即為索的搓繞節距。繩索報廢的標準不單是根據鋼絲破壞的根數，也根據破壞增長的快慢而定。破壞根數增加較慢的索在使用中比破壞根數增加較快的索較為可靠。當索的情況很快變壞時，應馬上更換。

2 繩套

繩套用來聯結物品在起重機構的吊鉤或吊環上。

繩套必須具有這樣的結構和性質，以保證：1) 工作安全進行；2) 簡單和快捷裝套；

3) 快捷卸套。

繩套有剛性和柔性兩種。

柔性繩套用單獨段的索製成。

下列各種式樣的柔性繩套應用最廣: 1) 通用繩套; 2) 輕便繩套。

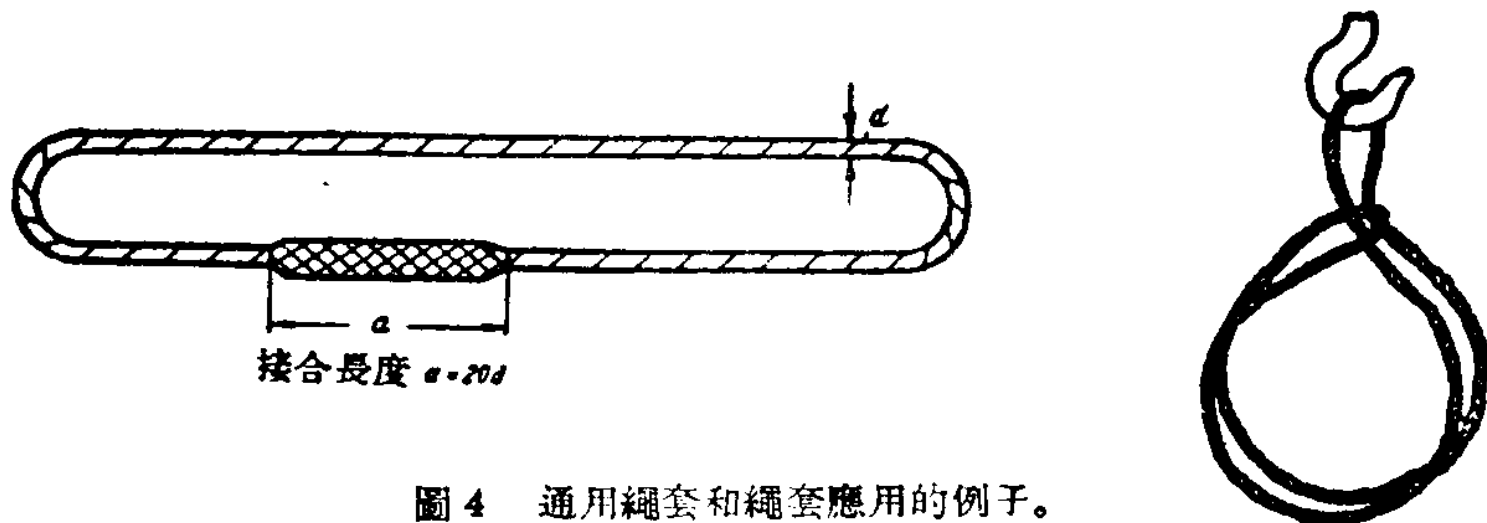


圖 4 通用繩套和繩套應用的例子。

通用繩套的形狀為封閉的環圈, 用直徑 19.5~30 公厘的索製成, 其長度 l 自 8 至 15 公尺。通用繩套可以用來裝套各種不同的結構。圖 4 示通用繩套的應用舉例。

輕便繩索是用一段索及在其末端聯結着吊鉤或環圈(卡環)製成的, 這樣可以簡化細縛舉升物品的方法。卡環用來保護索彎曲的地方。卡環用生鐵鑄造或用鋼板衝製。每一種直徑的索都有其合適尺寸的卡環。

輕便繩套可能有一段和幾段支線。輕便繩套的索的直徑為 12~30 公厘。圖 5 示輕便繩套的應用舉例。

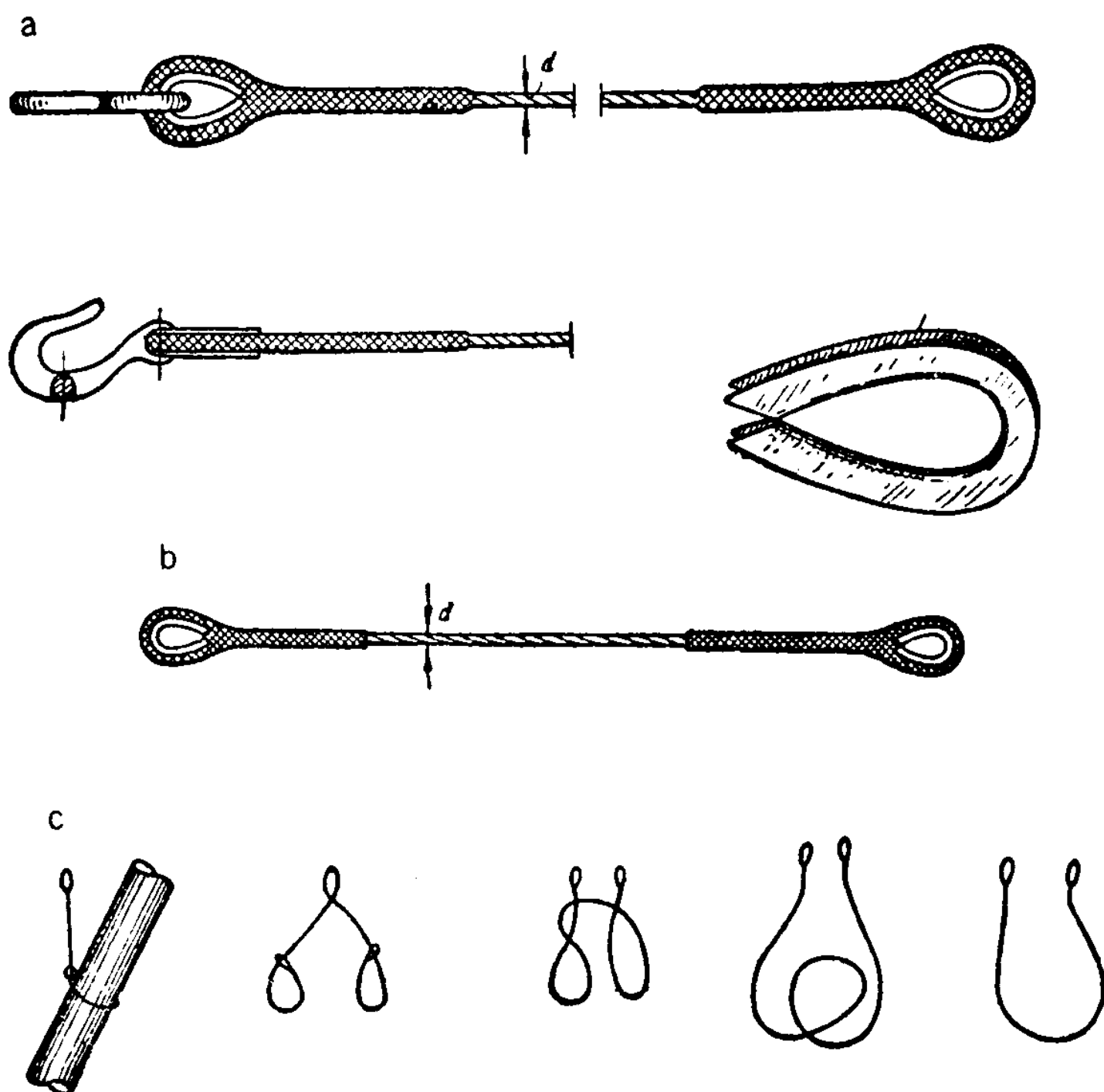


圖 5 輕便繩套:

a—帶吊鉤的; b—帶卡環的; c—應用舉例。

繩套可以用 1、2、4 和 8 段支線，視結構的重量和繩套的直徑而定。

繩套支線的作用力按照計算麻繩的公式(見第 8 頁)決定。

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \times \frac{Q}{m} = k \frac{Q}{m}。$$

繩套的傾斜角度通常不用小於 $50 \sim 60^\circ$ ，因為這角度再小時，就會大大提高繩套支線的作用力。

用作繩套的索，其安全係數不得小於 10。

例 繩套計算舉例。試計算提升 $Q = 10$ 噸重的物品用的繩套，其 $\alpha = 30^\circ$ 。

在 4 段支線時，繩套支線的作用力為

$$S = k \frac{Q}{m} = 1.15 \times \frac{10}{4} = 2.875 \text{ 噸。}$$

繩套的安全係數 $k = 10$ 。

索的必需破壞作用力為

$$R = 10 \times 2.875 = 28.75 \text{ 噸。}$$

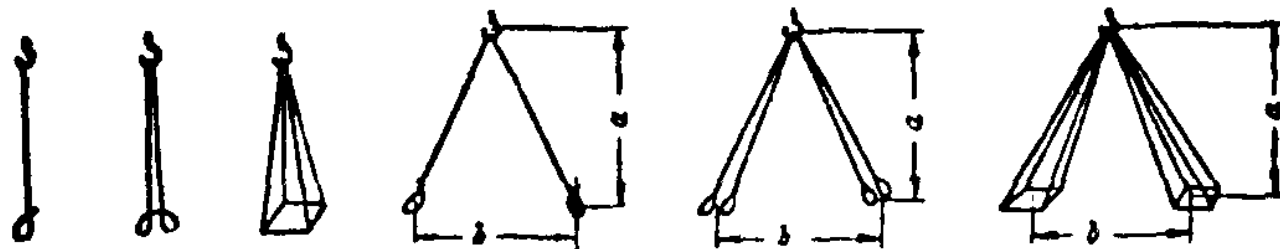
用鋼絲破壞強度為 160 公斤/公厘²，直徑為 24 公厘的索，其破壞作用力為

$$R = 27.70 \approx 28.75 \text{ 噸，}$$

用 $6 \times 37 + 1$ 的索。

繩套用的索也可按表 2 的資料選擇。

表2 繩套用的索的選擇



提升 物品 的 重 量 (噸)	支 線 數 目			2 支 線		4 支 線			8 支 線		
				高 與 底 長 之 比 (a:b)							
	1	2	4	1:1	1:1.5	1:2	1:1.5	1:2	1:1	1:1.5	1:2
	索 的 直 徑 (公厘)										
1	15.0	11.0	11.0	11.0	13.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
2	21.5	15.0	11.0	15.0	17.5	13.0	13.0	15.0	11.0	11.0	11.0
3	26.0	19.5	13.0	19.5	19.5	15.0	17.5	17.5	11.0	13.0	13.0
5	—	24.0	17.5	26.0	—	21.5	21.5	24.0	15.0	15.0	17.5
7	—	28.0	19.5	—	—	24.0	25.0	26.0	17.5	17.5	19.5
10	—	34.5	24.0	—	—	28.0	30.5	32.5	21.5	21.5	24.0
15	—	—	28.0	—	—	34.5	—	—	25.0	26.0	28.0

表中的數據用於破壞強度為 150 公斤/公厘² 的索，根據國家的有關機關規定的標準 其安全係數為 10。

繩套工作支線的數目在計算時取為：在圖 III——3 根，在圖 IV——6 根，在圖 I 和圖 II——按實際支線數。

在工作時繩套由於壓碎、互相摩擦、被結構的邊緣尖角切割和摩擦、擰斷和衝擊

等作用而很快磨損。繩套的使用期限為2~3月,但採用特種的設備就可以延長。

爲了保護繩套避免在提升的結構的尖角處彎曲而磨損,要在索和結構之間墊上木的或金屬的襯墊。

圖6所示是金屬襯墊。

在提升物品時,繩套必須保證物品在所要求的位置。繩套要聯結在被提升物品的重心以上,以避免物品在提升時傾倒。

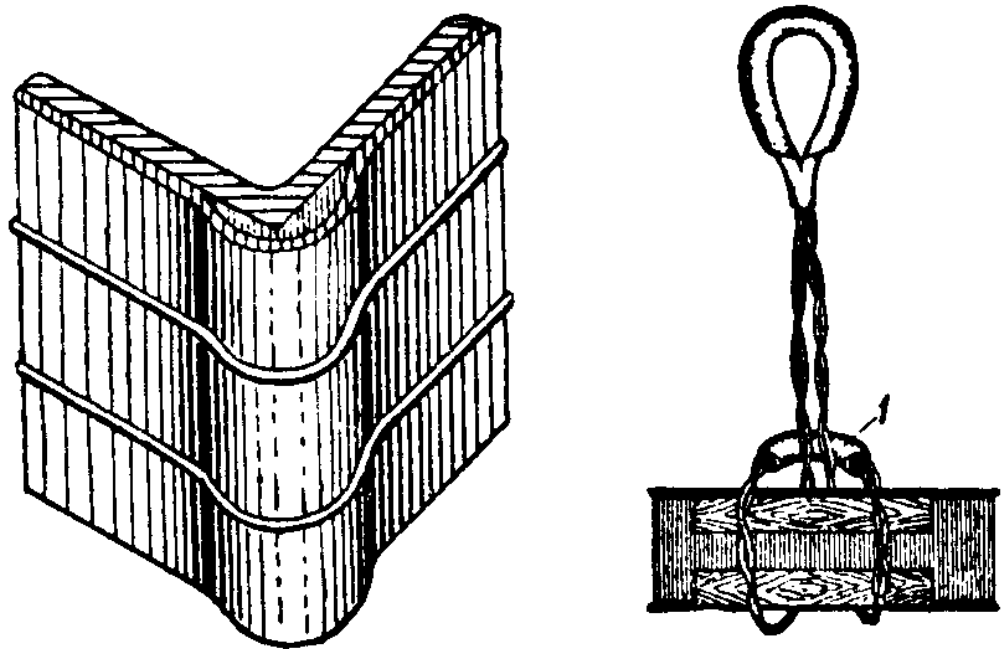


圖6 保護繩套用的襯墊和卡環(1)。

繩套用結和環圈來聯結物品。

結和環圈必須能保證繩套安全工作,並且應在取下繩套時能簡捷解除。

圖7示最常用的用索做成的結和環圈。

索的末端用索夾或索壓片聯結。索夾的數目視索的直徑而定。

表3列舉根據索直徑而決定的索夾標準數目。

表3 根據索直徑決定的索夾數目

索直徑(公厘)	8	13	15	17.5	19.5	21.5	24	28	34.5	37
索夾數目	3	3	3	3	4	4	5	5	7	8

索夾有兩種型式。

第一種索夾(圖8,a)由鑄造框架 K 和鈎環 M 構成。在安裝工作中常常用板 H 代替鑄造框架(圖8,b)。這種索夾工作沒有鑄造的好。

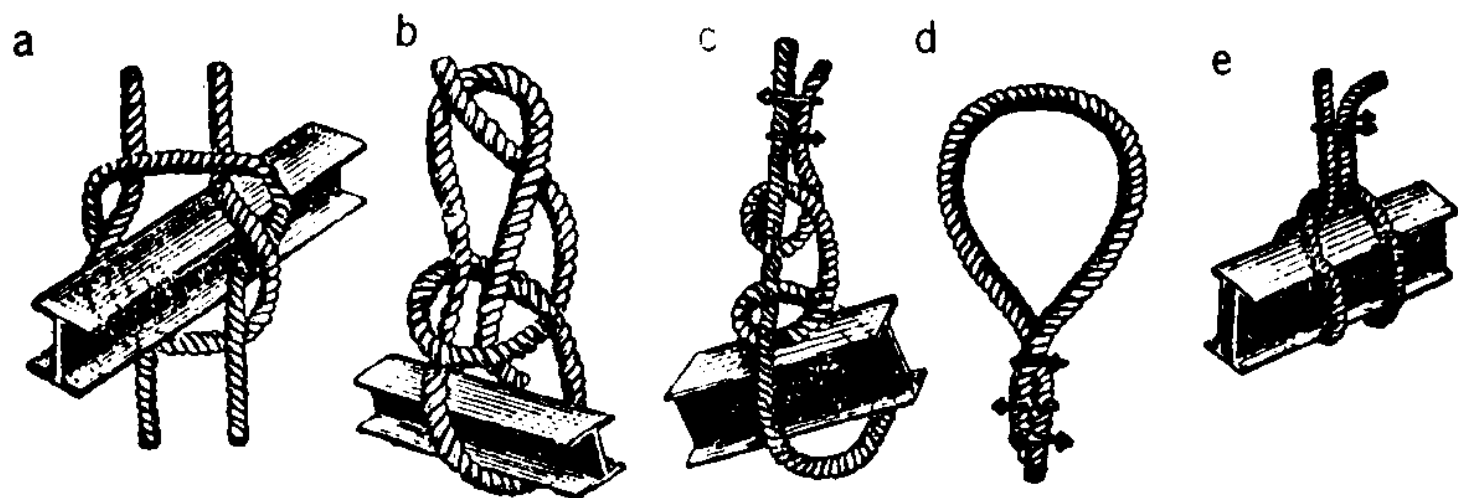


圖7 用索做成的結和環圈:

a — 交結; b — 航海結; c — 雙套結; d — 普通環圈; e — 死環圈。

第二種索夾示於圖8,c。

各索夾互相之間的擺置距離為80~100公厘,並且第一個索夾擺置離索末端140~160公厘處。

索夾的鈎環擺置在索的短端一方面(圖8)。

索夾應該擰緊到這樣的程度,要使索被壓扁了原高度的 $\frac{1}{3}$ 左右。

在工作時索夾必需時時刻刻夾緊並保持它的狀況。

每一種直徑的索都有其合適號碼的索夾。

當索的作用力很大而且其長度須常常改變時，最好是用楔索夾來把索聯結(圖8, d)。在拉緊索時楔 a 即進入卡口 b 之間的隙縫而將索夾緊。索的張力越大時則索越被夾緊。

只有當索在工作時不須繞在滾筒上才可以用索夾來

將索聯結。否則須用索壓片來聯結。聯結的索壓片長度不得小於索直徑的 15~20 倍。

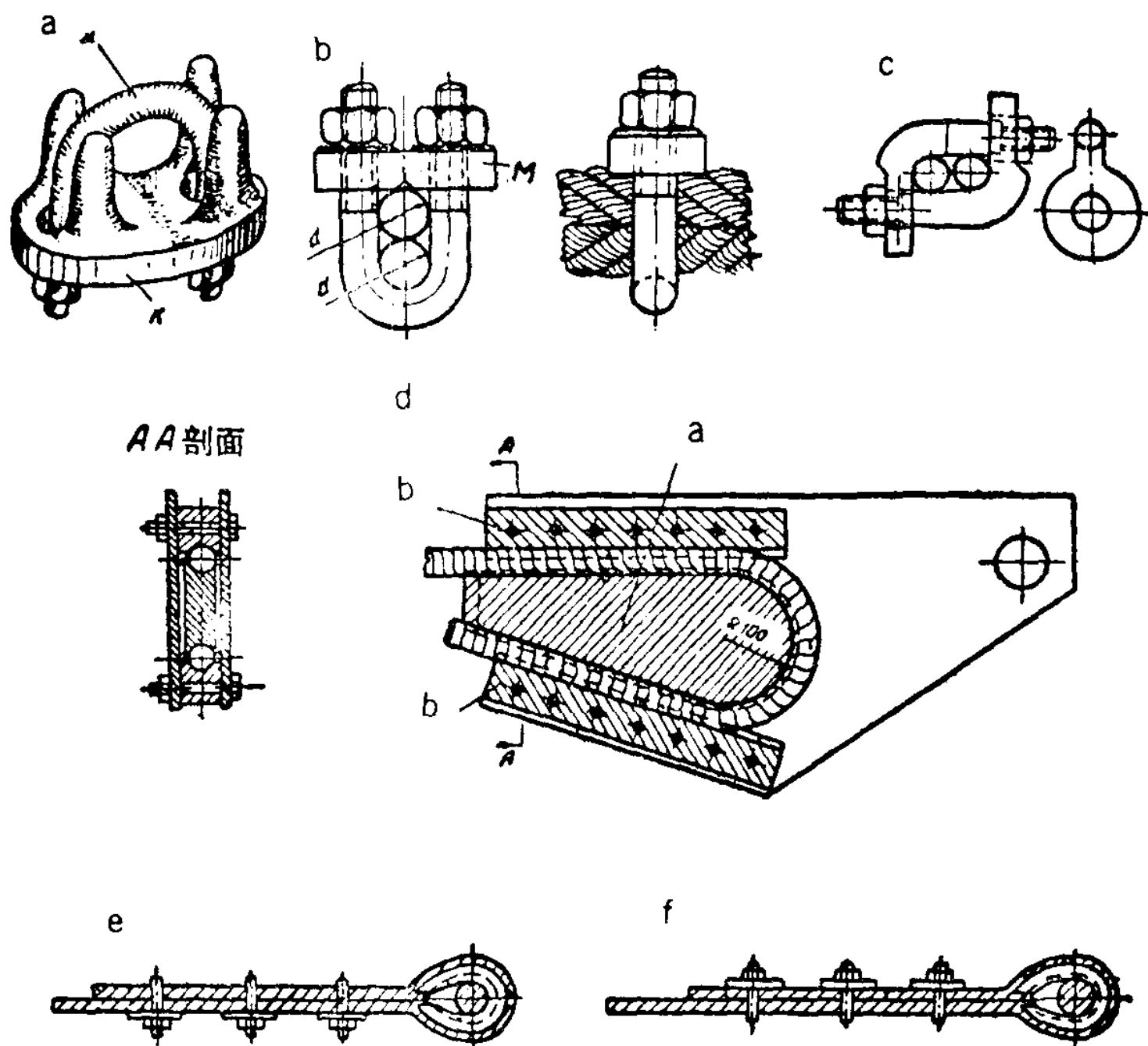


圖8 索夾及其佈置：

a—鑄造索夾；b和c—鍛造索夾；b—楔索夾；e—索夾正確佈置；f—索夾錯誤佈置。

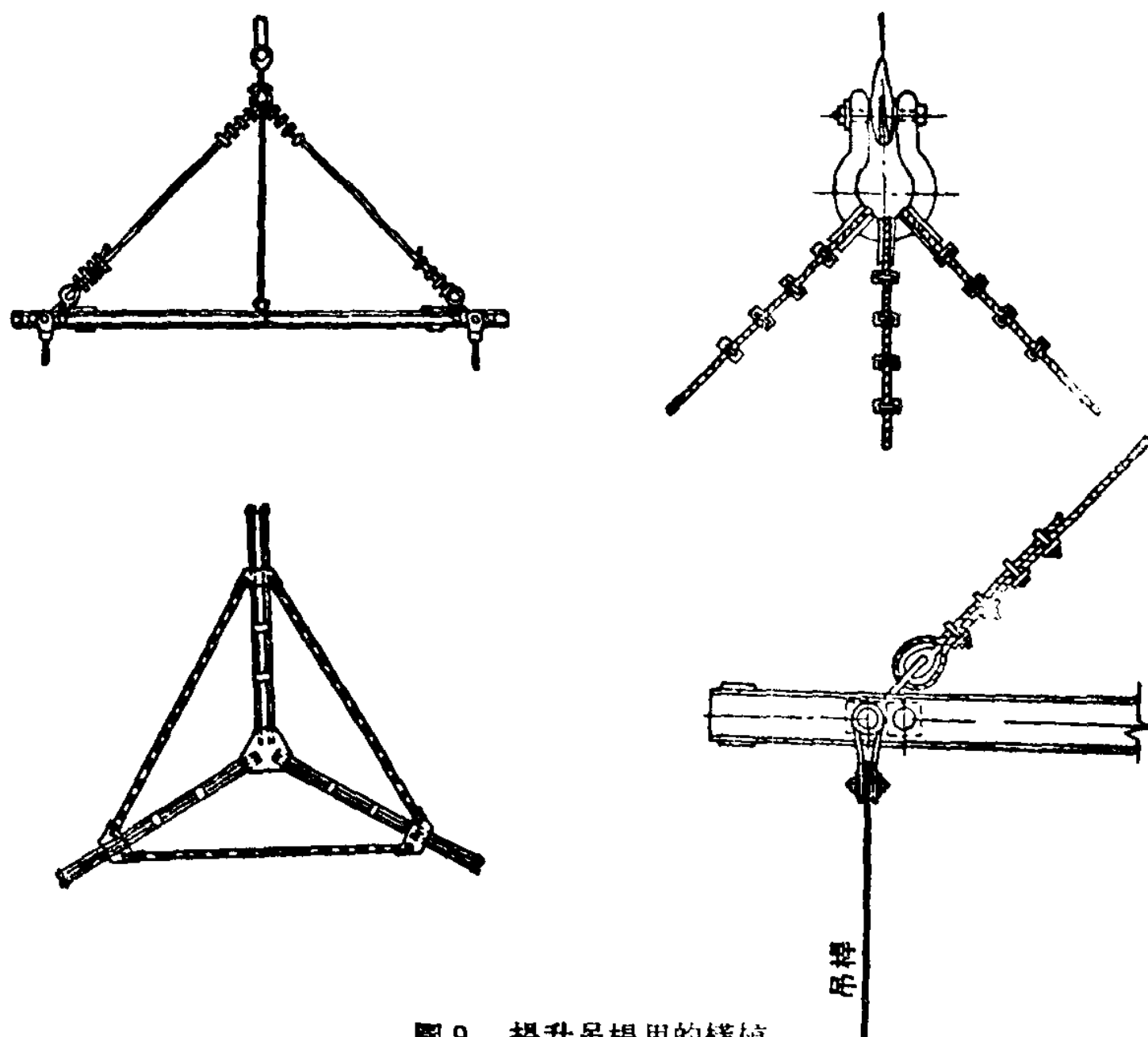


圖9 提升吊桿用的橫槓。

在某些情形中，索不可能用索夾來聯結，例如纜索起重機的承載索(見纜索起重機一章)。在這種情形中用金屬的聯結器將索聯結。

在需要聯結的索端繫上聯結器，然後將鋼絲擰開，扭彎並灌以鎔化的鉛合金。在聯結器的另一邊有螺紋，利用它來將聯結器接合。

索端也可鑄成杯狀，這種構造比卡環工作更好。

當結構的構件不能承受繩套發生的安裝作用力時，或構件的重量很大時，在這些情形中則採用剛性橫槓。

圖 9 示提升吊桿用的橫槓。

橫槓用槽鐵製成，承受由繩套產生的壓縮力。橫槓用螺栓和吊桿相聯結。

橫槓也可用來提升叉樑桁架，這樣可使桁架弦桿不發生作用力。

圖 10 示提升立柱用的夾鉗（繩套），用於高建築物的構架安裝工作中。夾鉗用銷子 1 聯結於立柱，爲了這一目的而在立柱的板壁上做有一特殊的孔。應用這樣結構的夾鉗安裝工人就不須登上高處來解除立柱。在立柱已經固定並且夾鉗不須吊着立柱之後，即可利用繩 2 向下拉出銷子 1 而取下夾鉗。

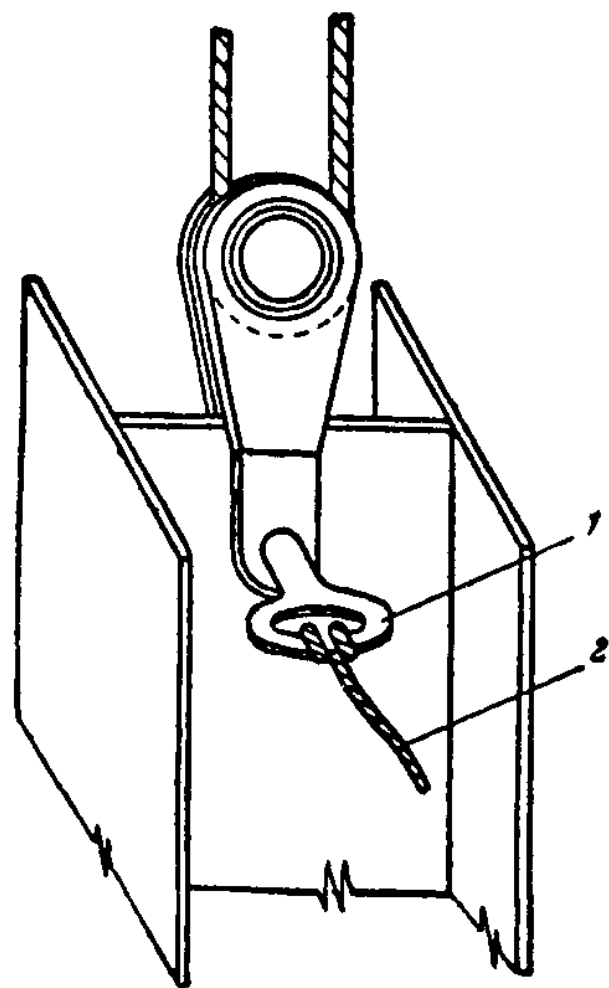


圖10 提升立柱用的夾鉗：
1—銷子；2—抽出銷子用的繩。

3 鏈條

在起重機構中，除了用繩索作繩套之外還應有鏈條。鏈條有銲接的和板片的或關節的各種。

銲接鏈用細顆粒結構，無硫和磷的軟合金鋼製造。製造鏈條用的鋼料的破壞強度爲37~45公斤/公厘²。

起重應用短環鏈（圖 11）和具有橫柱的鏈——也叫做錨鏈。

在起重機構中不應用長環鏈，因爲在繞上滾筒時要發生額外的彎曲應力。

當鏈環鋼條的直徑不是很大時，鏈環的接合點在中部；當直徑很大時，則在頭部。

銲接鏈必須經過熱處理以保證它的強度，並因此而必須退火。

繩套用非規格鏈條製造。在起重機構中必須應用規格鏈——即所有尺寸合於所規定的公差的鏈條。

鏈條可按下式計算：

$$S = \frac{P}{k},$$

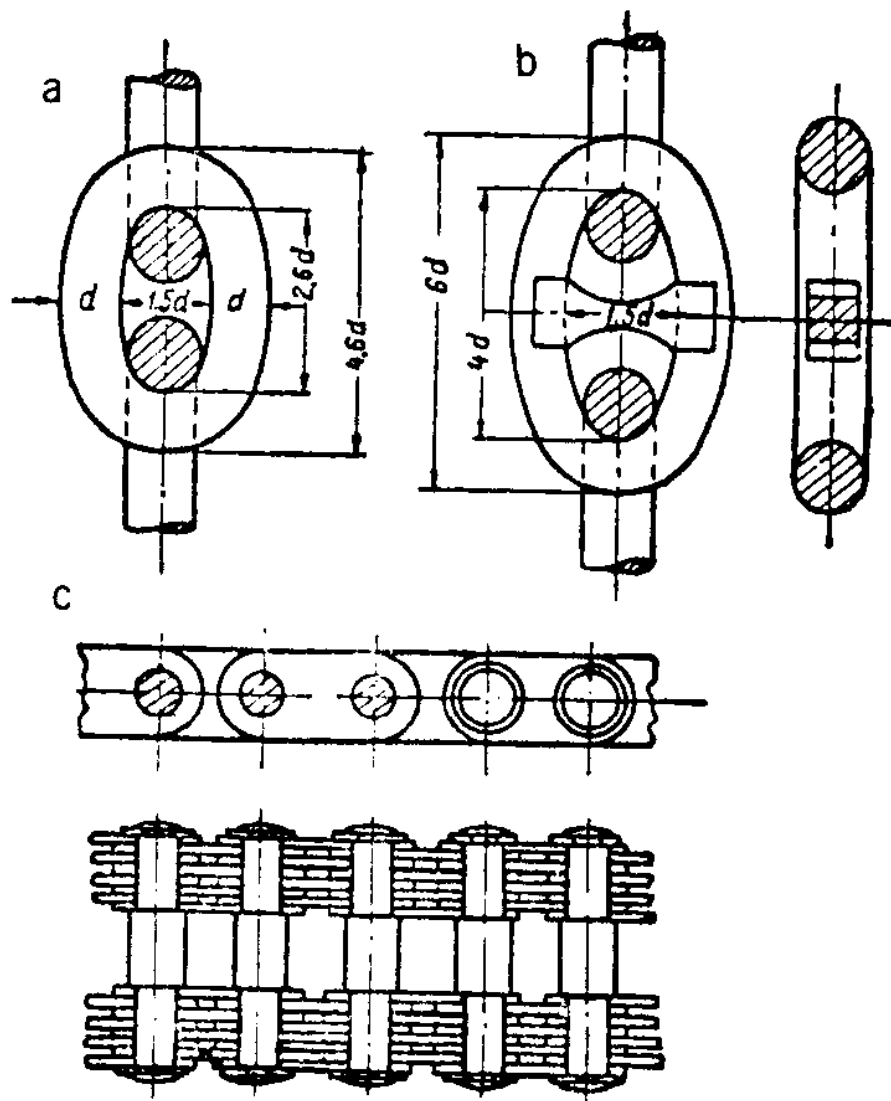


圖11 鏈條：
a—短環銲接鏈 b—錨鏈；c—板片鏈。