

工業新書

• 48 •

機械大意

邱瑞敏編著

正文書局印行

機 械 大 意

編 著 者

邱 瑞 敏

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

正文書局印行

編輯大意

- 一、本書係集歐、美、日、中最新出版刊物及編者實際教學經驗，編輯而成。
- 二、本書可供工專及同等程度學校，作為教材之用，並可供一般工程從業人員自修與參考之用。
- 三、本書所用名詞，概以教育部頒佈者為準，必要時均附有英文原名，以資對照。
- 四、本書在促使學生瞭解各種機械之構造、性能與動作原理，並充實對機械之作用、保養、維護、修理之基本知識，進而認識各種機械之用途及製造方法與其他科學之關係。
- 五、本書於每章之後，均附有練習題，以便學生練習，以達融會貫通，授課教師亦可斟酌情況予以增減。
- 六、本書雖依實際教學經驗編輯而成，惟均係利用公餘課畢，雖對編撰、校對，力求嚴謹，但疏漏誤謬之處，恐仍所難免，尚祈讀者、先進們惠予指正，俾再版時修正。

編著者 邱瑞敏

機 械 大 意

目 次

第一章 概 論.....	1
1-1 機械概要及機械之定義.....	1
1-2 機構之定義.....	2
1-3 運動與靜止.....	3
1-4 原動件與從動件.....	4
1-5 運動傳達之方法.....	4
習題一	5
第二章 各種傳動輪及其傳動.....	7
第一節 摩擦輪.....	7
2-1 摩擦輪之純滾動接觸與滑動接觸.....	7
2-2 摩擦輪接觸所需之壓力及所傳動之馬力.....	7
2-3 摩擦輪之種類及速化.....	10
第二節 帶 輪	20
2-4 帶圈及其長度.....	20
2-5 帶輪及其速比.....	24
2-6 帶圈傳動與馬力.....	27
2-7 皮帶裝置定律.....	29
2-8 塔 輪.....	31
第三節 繩 輪.....	38

2 機械大意

2-9 繩、繩輪及其速比與馬力·····	38
2-10 繩圈之維護法·····	40
第四節 鏈 輪·····	41
2-11 鏈之種類·····	41
2-12 鏈圈傳達運動之功率·····	46
習題二之一·····	46
第五節 齒 輪·····	48
2-13 齒輪之種類及用途·····	48
2-14 齒輪各部份之名稱·····	54
2-15 齒輪傳動·····	61
2-15-1 齒輪傳動原理及其基本定律·····	61
2-15-2 漸開線正齒輪·····	63
2-15-3 擺線齒輪·····	67
2-15-4 漸開線齒與擺線齒之比較·····	74
2-16 各種標準齒形·····	76
第六節 凸 輪·····	78
2-17 凸輪之定義及應用·····	78
2-18 凸輪各部之名稱·····	78
2-19 凸輪周緣之形狀對於側面壓力與傳動速度之影響·····	79
2-20 凸輪之種類·····	80
2-21 運動之形式·····	85
習題二之二·····	87

第三章 輪 系····· 89

3-1 單式輪系與複式輪系·····	89
3-2 輪系與輪系值·····	90

3-2-1 輪系值.....	90
3-2-2 齒輪系之簡易設計.....	96
3-2-3 周轉輪系.....	98
3-2-4 斜齒輪周轉輪系.....	101
3-3 輪系之應用.....	103
習題三.....	109
第四章 簡單機械	113
4-1 連軸器之種類及其用途.....	113
4-2 調速器.....	120
4-2-1 飛輪.....	120
4-2-2 調速器.....	122
4-3 起重機.....	124
4-4 滑車.....	125
習題四.....	130
第五章 機械製造	133
第一節 鑄造法.....	133
5-1 鑄造方法.....	133
5-1-1 砂模鑄件之型別.....	133
5-1-2 可取出樣模之裕度、材料.....	139
5-1-3 砂.....	140
5-1-4 砂模製法.....	141
第二節 塑性加工法.....	143
5-2 金屬熱作.....	143
5-2-1 滾壓法.....	144

4 機械大意

5-2-2 鍛製法	146
5-2-3 擠壓法	149
5-2-4 抽製法	150
第三節 機械加工法	151
5-3 機械加工	151
5-3-1 傳統切削移去法	152
5-3-2 非傳統機械加工法	174
第四節 連接法	175
5-4 連接法	175
5-4-1 熔接法	175
5-4-2 軟焊法	177
5-4-3 燒結法	178
5-4-4 壓入、鉚釘法	178
5-4-5 螺絲固定、膠合法	179
習題五	179

第六章 常用工具及工作機械 181

第一節 手工具	181
6-1 手工具	181
6-1-1 常用手工具之分類	181
第二節 鋸 床	193
6-2 鋸 床	193
第三節 鑽 床	196
6-3 鑽 床	196
第四節 車 床	199
6-4 車床之種類	199

6-4-1 車床之規格·····	202
6-4-2 機力車床之構造·····	202
第五節 鉋 床·····	206
6-5 牛頭鉋床與龍門鉋床·····	206
6-5-1 鉋床之尺寸·····	207
6-5-2 牛頭鉋床之分類·····	207
6-5-3 龍門鉋床之分類·····	208
6-5-4 切削速度·····	210
第六節 銑 床·····	211
6-6 銑 床·····	211
第七節 磨 床·····	213
6-7 磨 床·····	213
第八節 壓 床·····	215
6-8 壓 床·····	215
6-8-1 常用之壓床·····	216
6-8-2 壓床之驅動機構·····	218
習題六·····	218

第一章 概 論

1-1 機械概要及機械之定義

就廣義言之，凡能為吾人所利用，根據一定之「能」(Energy)與運動關係以代替吾人工作者，皆可為機械。如日常所用之腳踏車、汽車、油印機、縫紉機、冷氣機、車床、鉋床等都是機械，其他例子不勝枚舉。各種機械雖各有特定之任務與運轉方式，但均有相同之目的，即造福人羣。

任何機械本身不能自動運轉，必要藉外界之輸入始能產生運轉而輸出預期之效果。如腳踏車本身不能自動行走，必需利用人力操作而行進。汽車本身不能自動行駛，必需利用燃料之注入始能行動，凡此種種均為機械不能自動運轉之明證。

機械一旦開始運轉，內部機件常發生位置之變動，若經過一段時間而回復至原始位置，則可形成機器運轉之一個“週期”(Period)或“循環”(Cycle)。如此機械之繼續運轉始為可能，而將不斷的輸入變換成不斷之輸出，才能具有使用與市場之價值，故謂機械之運轉必需具有“週期性”(Periodicity)。例如打字機打出一個字母以後必需回復原始位置，才能打出另一個或同一個字母。縫紉機針頭作往復上下運動，才能一針繼一針而完成縫線。腳踏車踏板藉圓周循環繞轉而使車身行進等等，均足以說明機械運轉之周期性。

機械之組成分子通常稱為“機件”(Machine Parts)，其大小不一形狀亦復相異，但各有專責並藉分工合作而圓滿達成任務。一個

2 機械大意

機械及其內部機件之是否合乎實用、全視動作正確、運動靈活、壽命久長、價格便宜，以及製作、裝配、維護、修理及調整等之方便而定。

由此我們可知機械是一羣抗力體 (Resistant Bodies) 的組合，其各部分的運動，必受限制 (Constrain) 而產生吾人所預期的運動路徑，當外部供給能量 (Energy) 時，可發出相對的功 (Work) 或其他一定之效能。故機械常具備下列四條件：

- (1) 機械所接受之「能」，必能轉變為功或其他效果。
- (2) 機械為兩個或兩個以上機件之組合體。
- (3) 構成機械之機件常為抗力體。
- (4) 機件間必有一定之相對運動或限制運動。

1-2 機構之定義

機構為多個剛體 (Rigid Bodies) 之組合，動其一部，必迫使另一部按照組合性質作預期之運動。

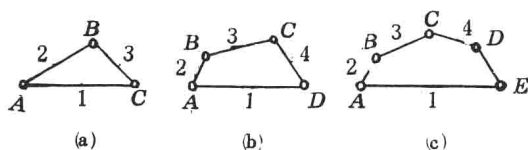


圖 1-1

上圖之(a)稱為“三連桿組” (Three-Bar Linkage)，連桿間無相對運動之可能，祇能作整體之運動，常稱為“呆鏈” (Locked Chain)，祇能作結構之一部分或支架之用，不能稱為機構。圖 1-1 中之(b)為四連桿組 (Four-Bar Linkage)，各連桿間可容許確切之相對運動，故稱為“拘束鏈” (Constrained Chain)。若將其中之一固定，令一連桿開始運動，則其餘連桿隨之而動，且諸質點之運動

路線恆為一定，故成為一簡單之“機構”。

圖 1-1 之(c)為五連桿組 (Five-Bar Linkage)，連桿間無確切之相對運動可言，故無從分析或肯定其運動情況，而稱為“無拘束鏈”(Unconstrained Chain)，若將此“五連桿組”中之某一連桿固定，其餘之連桿之動作仍無法肯定，因之不能成為一種“機構”。若將 AE 固定，另新增曲柄 FC ，則其他連桿之運動成為肯定而形成一種“機構”。圖 1-2 所示，即為“無拘束鏈”成為“拘束鏈”之唯一方法。亦即把“無拘束鏈” $ABCDEA$ 改換成呆鏈 AFE 及兩個“四連桿組” $ABCF A$ 及 $CDEFC$ 之複聯式合成機構，反而言之，任何一種由連桿組成之“機構”恆可分解成為一個或多個“四連桿組”及“呆鏈”所合組而成者。

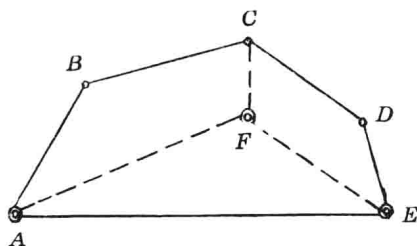


圖 1-2

1-3 運動與靜止

宇宙中原無絕對靜止之物體，由極小的電子而言，有它運動的軌道，大而至於月球繞地球，及地球繞太陽而運行，整個太陽系不過銀河系中極小之部分，至於宇宙本身亦在向外擴充，所以研究運動和靜止的問題時，必先確定一物體或一點存在於空間的地位，稱為位置 (Position)。位置之確定，常須先假定某物體或某點為靜止，進而討論另外一物體或一點對此一靜止點發生之位移、方向變化，所以位置

是相對的 (Relative) 而非絕對的 (Absolute)；物體和位置改變量稱為位移 (Displacement)，連續發生位移時謂之運動 (Motion)。直線運動其位移的方向與運動路線一致；曲線運動則位移的方向時刻在改變中。欲討論一點在某時刻運動的方向，可以此點的位置作其切線以表示之。若運行於空間之兩物體，互相間保持一定之位置，則謂此兩物體為靜止 (Rest)。吾人研究運動之種種問題時，常假設地球為絕對靜止，以討論車輛航空器之運動狀況，而討論機械各部分之運動時，又常假設機架 (Frame) 為絕對靜止。

1-4 原動件與從動件

在一機構中，凡能推動其他機件運動之機件，稱為“原動件” (Driver)。接受原動件運動後，而產生與原動件相應運動之機件，稱為“從動件” (Follower)；原動件常與從動件聯合而成一運動機構，原動件與動力 (Power) 連接，產生旋轉或直線運動，利用其特殊設計之形狀，使從動件產生直線或迴轉運動。

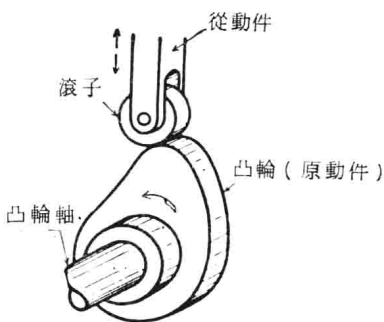


圖 1-3

如圖 1-3 所示，凸輪為原動件，常與動力連接，繞軸心產生旋轉，則上端之從動件產生上下之運動。

1-5 運動傳達之方法

機械中運動之傳達，可分為兩類：

(一) 直接接觸 (Direct Contact) 傳動：

- (1) 滾動接觸 (Rolling Contact)：如齒輪、摩擦輪等。
- (2) 滑動接觸 (Sliding Contact)：如鉋床之溜座 (Ram) 等。

(二) 藉中間聯接物而傳動者：

- (1) 剛體中間聯接：能傳送推力及拉力。通常稱為連桿 (Link)
如蒸汽機之丁頭及連桿等。
- (2) 撓性中間聯接：僅能傳送拉力，不能傳送推力。通常稱為帶
(Belt)。如皮帶、繩索及鏈條等。
- (3) 流體中間聯接：若將流體 (Fluid) 限制於密閉之器中，亦可傳送運動。如水壓機內之水，及液壓唧筒之油類等。其僅能傳送推力，不能傳送拉力。

習 題 一

1. 機械與機構不同之點何在，試申述之。
2. 機械常具備那四個條件？
3. 吾人研究機械應以何者作為靜止？
4. 何謂原動件與從動件？並舉例說明？
5. 原動件傳達至從動件之方法有幾？

第二章 各種傳動輪及其傳動

第一節 摩擦輪

2-1 摩擦輪之純滾動接觸與滑動接觸

利用摩擦力傳達動力之輪，謂之摩擦輪（Friction Wheel）。兩線段或兩表面發生相對運動時，若一物體表面上之各連續點，與他表面上之各連續點不發生滑動，則此種接觸謂之純滾動接觸（Pure Rolling Contact）；接觸點上之切線速度相等。由滾動接觸而傳達動力之兩輪，若在兩輪的接觸處，無充分的摩擦力，或摩擦力小於傳動力時，則在接觸處發生滑動，亦即接觸各點上之切線速度不等，甚至其中一輪之速度為零，則為純滑動。摩擦輪在接觸處所發生之摩擦力不大，故不能傳達較大之動力，又容易發生微小之滑動，在不需正確速度比之場合中採用之。摩擦輪中，其從動輪遇到較大阻力時，則在接觸處完全滑動，機件不致損壞，且裝置簡單，傳達動力時亦頗為安靜。

2-2 摩擦輪接觸所需之壓力及所傳動之馬力

摩擦輪所需之壓力，視所傳動之馬力之大小而決定。傳動較大之馬力時，則輪接觸處之摩擦力亦隨之增大。摩擦力之產生因素多，最主要者為正壓力（Normal Pressure）與摩擦係數（Coefficient of Friction）。摩擦係數之大小與相互接觸材料之種類、接觸面之狀況、動摩擦或靜摩擦均有關。如表 2-1 及表 2-2。

表 2-1

原動輪周圍所用之材料	接觸處每吋寬度應有之壓力 (以磅計)
穀梗纖維 (Straw fiber)	100
皮革 (Leather)	150
皮革纖維 (Leather fiber)	240
木質 (Wood)	100 ~ 150
紙 (Paper)	150

表 2-2 摩擦係數 (μ)

相互接觸材料	表面狀況	摩 擦 係 數	
		動 摩 擦	靜 摩 擦
鑄鐵與鑄鐵 鑄鐵與青銅	濕	0.31	—
鑄鐵與青銅	塗滑脂	0.08 ~ 0.10	0.16
皮革與鑄鐵	乾	0.56	0.62
皮革與木材	乾	0.30 ~ 0.50	0.50 ~ 0.60
鑄鐵與木材	乾	0.30 ~ 0.50	—
鑄鐵與木材	濕	0.22	0.65
鑄鐵與木材	塗滑脂	0.19	—
麻繩與木材	乾	0.50	0.50 ~ 0.80

今若以 N 表正壓力 (磅), μ 表摩擦係數, F 表摩擦力, 則 N 與 F 間之關係為:

$$F = \mu N \quad \text{或} \quad \mu = \frac{F}{N} \dots\dots\dots (2-1)$$

在一組摩擦輪動力傳動機構中, 若主動輪與從動輪不發生滑動, 則傳達之馬力數, 可根據下列方法計算之:

設 n 為兩輪中某一輪每分鐘迴轉次數, D 為其直徑 (呎), 則此輪傳動馬力數 (Horse Power) 為:

$$HP = \frac{\pi D n}{60} \times \frac{u N}{550} = \frac{\pi D n \mu N}{33000} \dots\dots\dots (2-2)$$

1 英制馬力 (1 H.P) = 550 呎-磅 / 秒 = 33000 呎-磅 / 分

1 公制馬力 (1 C.V) = 75 公斤-公尺 / 秒

= 4500 公斤-公尺 / 分

兩者之換算為

1 公制馬力 (1 C.V.) = 0.986 英制馬力

1 英制馬力 (1 HP) = 1.014 公制馬力

由 4-2 式可知，在一定之傳動馬力下， μ 愈小，則 N 愈大；當 N 增大時，機件極易損壞，須採用 N 較小之值，故常致 μ 增大。為轉動較大之馬力，而不增加正壓力時，則選摩擦輪面由較大之摩擦係數製成。通常主動輪之接觸面多由軟材料，從動件則選較硬材料。

〔例一〕一摩擦輪直徑為 16 吋，每分鐘之迴轉數為 300 次，其接觸處之摩擦係數為 0.16，正壓力為 240 磅，問可傳動若干馬力？

解： $n = 300 \text{ rpm}$

$$D = 16 \text{ 吋} = \frac{16}{12} \text{ 呎}$$

$$N = 240 \text{ 磅}$$

$$\mu = 0.16$$

由公式 2-2 得

$$HP = \frac{\pi \times \frac{16}{12} \times 300 \times 0.16 \times 240}{33000} = 1.5 \text{ 馬力}$$