

第八章 鏈輪

學習目標

1. 瞭解鏈條傳動之優缺點及使用注意事項。
2. 知悉鏈條的種類及構造並能選用適合之鏈條傳動。
3. 熟練鏈輪速比之計算。

8-1 鏈條傳動

- 鏈條傳動是兩輪軸間動力傳達的主要方式之一。當兩輪軸間距離太遠不適合齒輪傳動，且速比需要絕對精確時。以鏈條傳動最為適宜。如圖8-1所示。

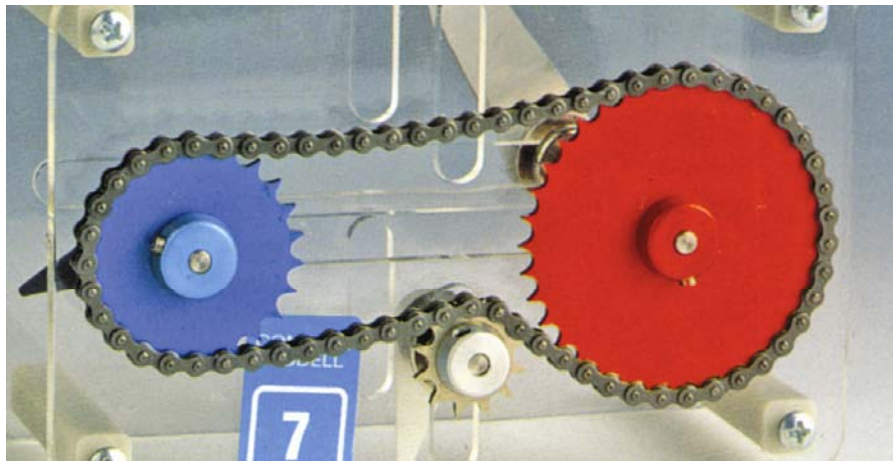


圖8-1 鏈條傳動



動畫8-1

- 鏈條(chain)使用金屬製成環節或小片，用軸銷一節一節聯結而成之撓曲條狀物。鏈條傳動所使用的輪子稱為鏈輪(Sprocket)。鏈條上的環與鏈輪嚙合傳達動力時，沒有滑動發生，所以不需要初張力。傳達動力時張力只發生在緊邊，鬆邊的張力幾乎等於零，故有效挽力較皮帶大。通常使用於動力傳達、搬運及起重等工程上。

一、鏈條傳動之優缺點

1.優點：

- (1) 無滑動現象，速比正確。
- (2) 兩軸距離遠近，皆可適用。
- (3) 傳動時，僅在緊邊有張力，鬆邊張力幾近於零，故有效挽力較皮帶大。
- (4) 不受潮濕、冷熱之影響。

2.缺點：

- (1) 不適合高速傳動，因速度快時，易生擺動及噪音。
- (2) 製造成本高，維護及裝置較煩。
- (3) 齒數少時，傳動速率不穩定，從動輪迴轉不均勻。
- (4) 較容易磨損。

二、鏈條傳動應注意事項

1. 鏈條傳動之速比，通常以**7:1**以內為佳。
2. 兩軸間之距離一般取鏈條節距之**20至50**倍左右。
3. 接觸角應在**120°**以上。
4. 鏈輪之齒數不可過多或過少。齒數過少，鏈輪容易磨損，進而產生振動及噪音，齒數太多，當鏈條磨損後，較易發生脫離鏈輪的現象。
5. 鏈條傳動時應儘量以下方為鬆弛部，適當的鬆弛量通常是兩軸中心距離的**4%**以內。若有下列情形存在時，則不得超過**2%**。
 - (1) 垂直傳動時。
 - (2) 兩軸間的距離在**1公尺**以上時。
 - (3) 重負荷且常起動或停止時。
 - (4) 緊急逆轉時。

6. 爲使磨損均勻，鏈輪齒數須爲奇數，鏈條之節數須爲偶數。
7. 通常鏈條之伸長量不得超過4%，否則不能再使用。
8. 鏈條應予適當之潤滑，以減少磨損。
9. 應加防護蓋避免發生危險。
10. 應防止鏈條發生擺動的現象。防止的方法有，如圖8-2利用拉緊輪或變更其轉速、變更鏈輪的齒數等。

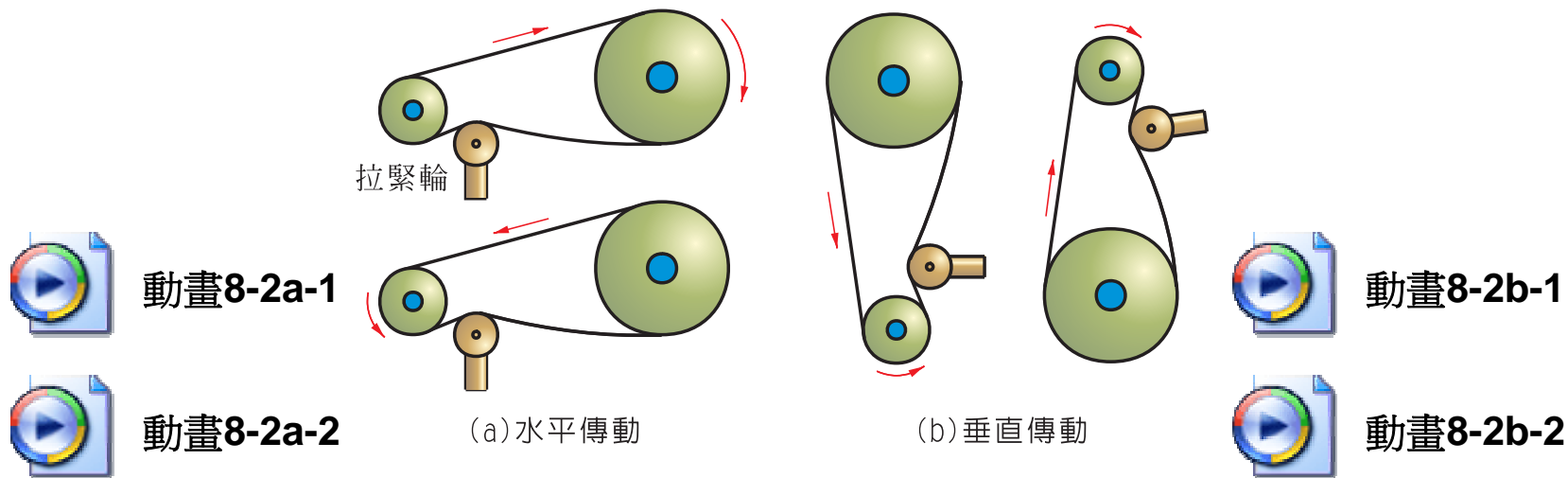


圖8-2 防止鏈條擺動的方法

- 鏈條負荷及速度之需求，對鏈條之結構關係密切。略述如下：
 1. 使用於重負荷及低速傳動時，由於鏈條運轉產生的離心力不大，所以可選用重型結構的鏈條以增加抗剪強度，甚至選用全部結構都是熱處理後的合金鋼鏈條。
 2. 用於輕負載及高速傳動時，由於鏈條運轉時會產生極大的離心力，所以應採用輕型鏈條。
 3. 用於重負荷及高速傳動時，則必須考慮使用滾子鏈或無聲鏈，因為這兩種鏈條的單位強度較大。

8-2 鏈條種類及構造

- 鏈條的種類，依用途可分三類。
 - 一、起重鏈 (hoisting chain)
 - 二、搬運鏈 (conveyor chain)
 - 三、功率傳達鏈 (power transmission chain)

8-2.1 起重鏈

- 起動鏈又稱吊重鏈，使用在各種起重機械，用以曳引或吊掛重物，例如吊車等，具有拉力大、強度高的性質。依形式可分為平環鏈及柱環鏈兩種。
 - 一、平環鏈 (plain link chain)
 - 二、柱環鏈(stud link chain)

一、平環鏈

- 平環鏈又稱套環鏈(coil chain)，由若干橢圓形之鏈環以一平一立的方式相間套合而成，如圖8-3所示。套合方式可用焊接或直接鑄造而成。所用材料有熟鐵、碳鋼、合金鋼等，依用途而異。圖8-4為由平環鏈所製成的吊車起重機。



圖8-3 平環鏈

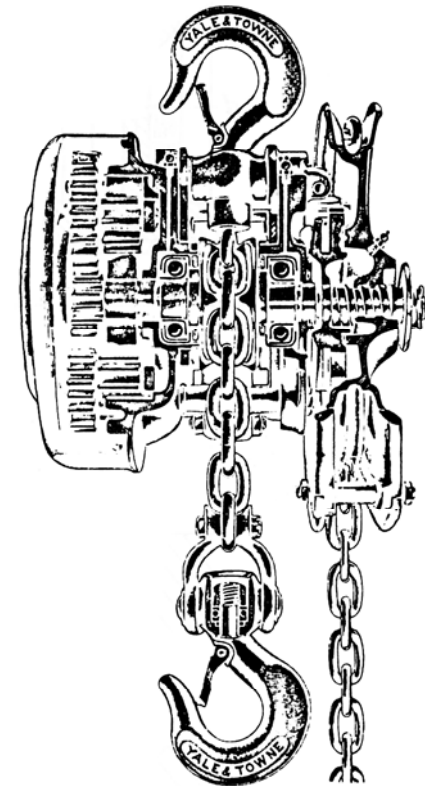


圖8-4 平環鏈應用於吊車實例

二、柱環鏈

- 柱環鏈又稱日字鏈，如圖8-5所示。是由平環鏈改良而成，可增加鏈條的曳引力，並可防止鏈條拉長變形。其主要材料為熟鐵或碳鋼。

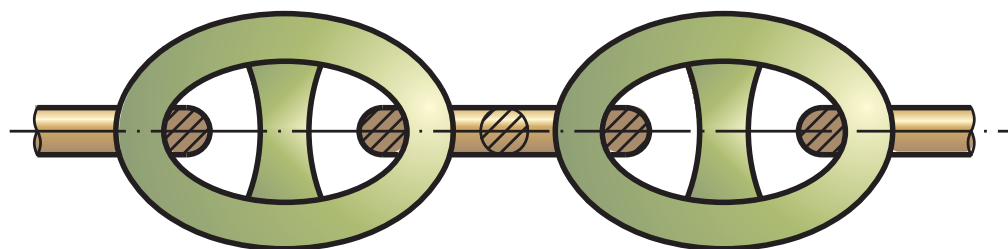


圖8-5 柱環鏈

起重鏈的應用

- 起重鏈若應用於起重時，多將鏈條捲在捲筒(drum)上，捲筒的表面刻有螺線形的凹槽，以便放置捲繞鏈條，如圖(8-6)所示。如用普通的人力起重機，則鏈輪上有齒狀凸起，平環可一一套於其上，立環位於兩齒之間。如圖(8-7)所示。

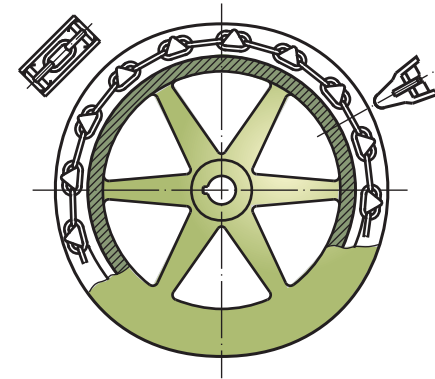
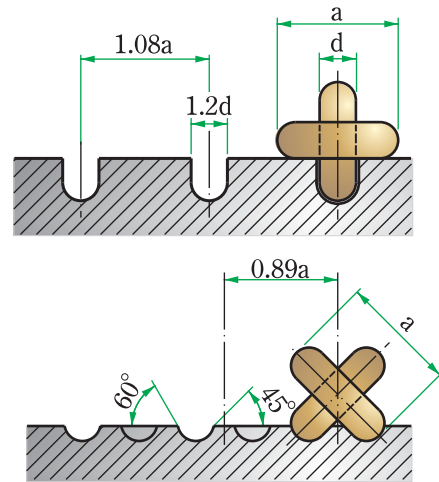


圖8-6 柱環鏈與捲筒槽

圖8-7 平環鏈與鏈輪配合

8-2.2 運送鏈

- 運送鏈用於搬運或輸送物料，如運煤、礦石、穀物、半成品或成品等。依形式可分為鉤連式及合連式兩種。
 - 一、鉤連式鏈 (hook joint chain)
 - 二、合連式鏈 (closed joint chain)

一、鉤連式鏈

- 鉤連式鏈又稱鉤節鏈，如圖8-8所示。是用具具有活鉤的片狀環節連接而成，可視工作需要迅速配合成任何長度的傳動鏈。這是所有鏈條中最輕便及最便宜的一種。但是運轉時不如其他較精密之鏈條平穩，適用於物品的運送。

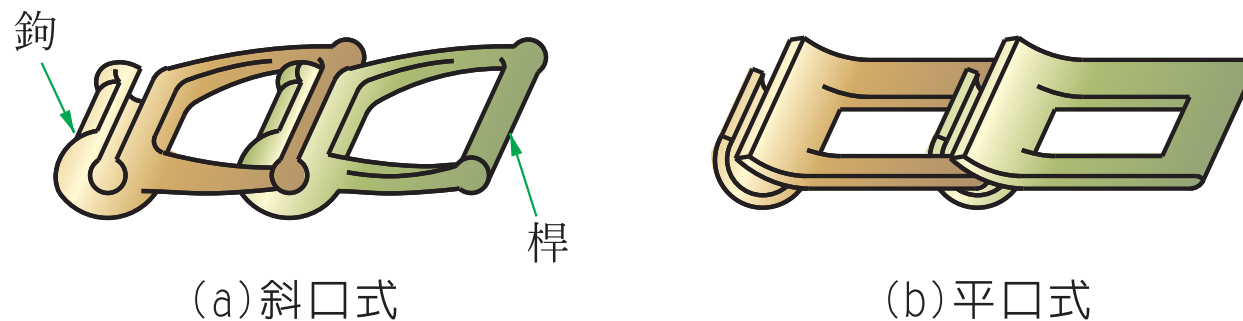
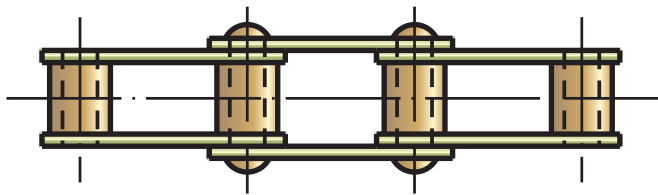


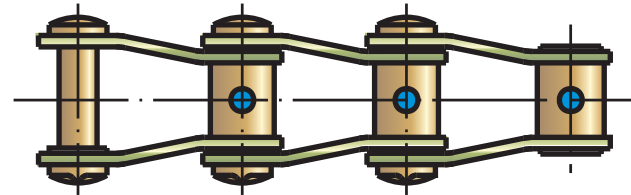
圖8-8 鉤連式鏈

二、合連式鏈

- 合連式鏈又稱栓接鏈或稱閉鎖銷鏈(**closed-end pintle chain**)，適用於連續性作業之輸送帶。依形狀可分為平口式與斜口式二種。平口式必須是偶數節方可連接成圈，如圖8-9(a)所示。斜口式如圖8-9(b)所示，鏈節數為偶數或奇數均可。



(a) 平口式



(b) 斜口式

圖8-9 合連式鏈

8-2.3 功率傳達鏈

- 功率傳達鏈所傳達的速率較以上兩類鏈條為高，而且兩軸間的速比也較精確。材料大都為鋼製，形狀較為規律、精細，因此須使用較精密的鏈輪配合。主要可分為三種。
 - 一、塊狀鏈 (block chain)
 - 二、滾子鏈 (roller chain)
 - 三、無聲鏈 (silent chain)

一、塊狀鏈

- 如圖8-10所示，為由鋼製的塊狀組合而成，製造容易，價格便宜。主要用於低速傳動，傳動的速率以不超過每分鐘250-270公尺為宜。

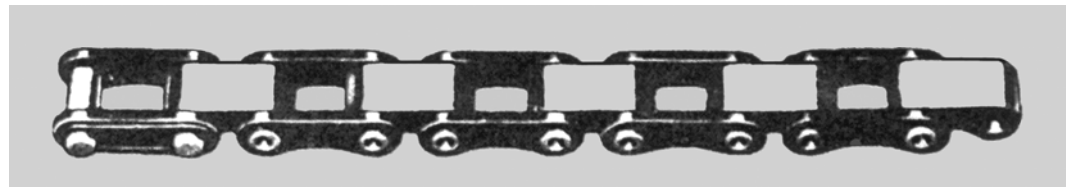
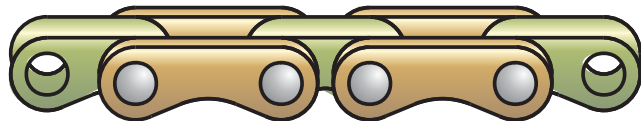
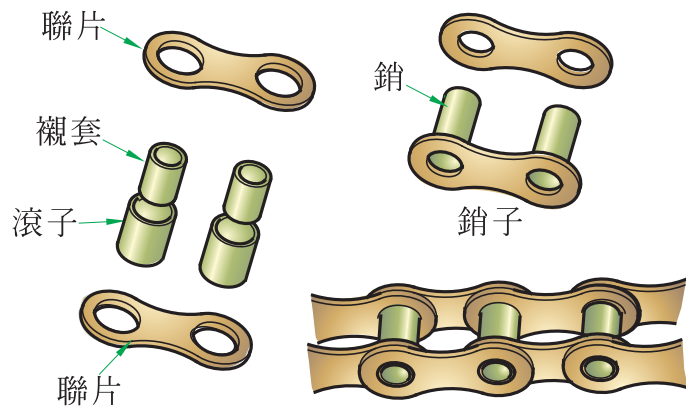


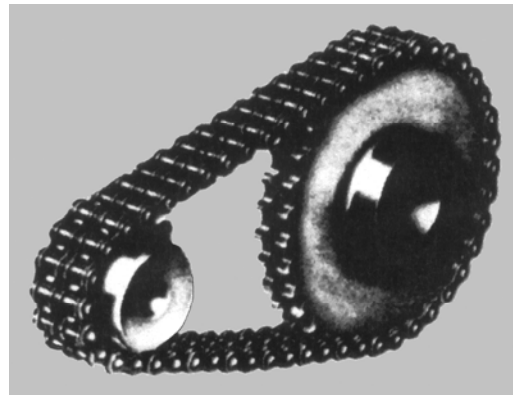
圖8-10 塊狀鏈

二、滾子鏈

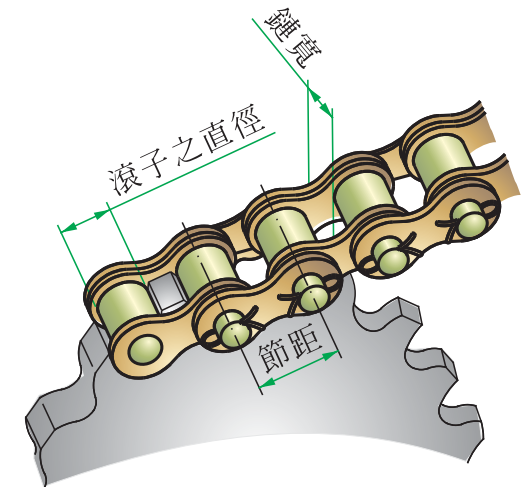
- 如圖8-11(a)所示，滾子鏈是由聯片、襯套、滾子及銷所組合而成。由於滾子能自由轉動，因此可使鏈條與鏈輪之間的摩擦減到最小，提高傳動的效率(最高可達97%)，在高負載之下，尚有1200公尺/分的速率。滾子鏈在900公尺/分的速率下是最經濟的功率傳動機構。傳動大馬力時，滾子鏈尚可多股鏈條一起使用，如圖8-11 (b)所示。圖8-11(c)則是一般的滾子鏈。適用於腳踏車、機車及一般工廠用之功率傳送。



(a)滾子鏈的組成



(b)雙股滾子鏈



(c)一般的滾子鏈

圖8-11 滾子鏈

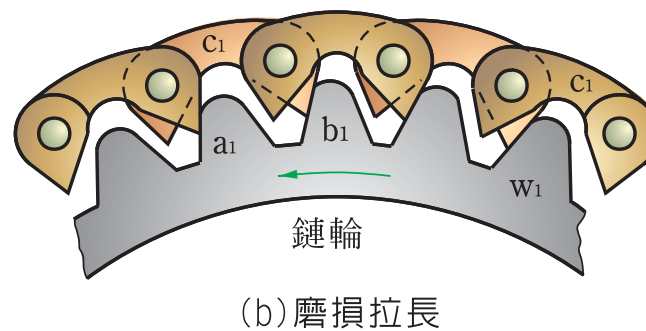
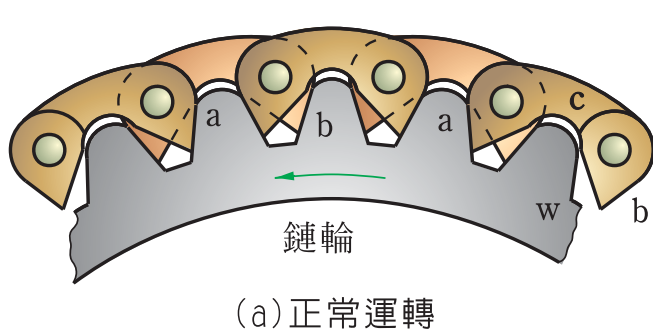
三、無聲鏈

- 無聲鏈又稱靜聲鏈或倒齒鏈(**inverted tooth chain**)。當塊狀鏈與滾子鏈使用一段時間後，常因鏈條接連處磨損而使鏈條伸長，鏈條上的節距無法和鏈輪上的節距配合。因此鏈輪之受力鏈條爬升至較高的輪齒面上，造成運動速率不均勻，產生震動與噪音。當磨損嚴重時，更造成鏈條不堪使用而落鏈。
- 此種弊病可用無聲鏈特別構造來補救。亦即當各鏈節因磨損而逐漸伸長時，鏈條在與鏈輪接觸的部分，會自動的逐漸遠離中心，使得鏈條及鏈輪上的節距亦能均勻的配合。

- 因鏈條自與鏈輪開始接觸至離開為止，並無滑動且無聲音，故可應用於高速率的傳動。
- 又因為傳動時非常規律，因此常應用於機器中原動機的動力輸出。或是用於汽車引擎上的定時鏈(**timing chain**)。無聲鏈所能傳遞的最大動力與滾子鏈大致相同。無聲鏈中應用較廣者，有雷諾無聲鏈及莫斯無聲鏈兩種。

(1) 雷諾(Renold)無聲鏈

- 雷諾無聲鏈為漢斯雷諾(Hans Renold)所發明。如圖8-12所示。其中鏈片C，兩端各具一直線斜邊a、b與鏈輪上具有直斜邊的齒相接觸，當鏈節短時，鏈條在輪上的部分，比較接近鏈輪的中心，如圖8-12(a)所示。當鏈節磨損拉長時，鏈條在輪上的部分，則較遠離鏈輪的中心，如圖8-12(b)所示，因此當鏈條因日久磨損以致鏈節變長時，也不會有運動速率不均的現象。



動畫8-12a



動畫8-12b

圖8-12 雷諾無聲鏈

(2)莫斯(Morse)無聲鏈

- 莫斯無聲鏈基本原理與雷諾無聲鏈相似，只是銷與鏈片間的滑動摩擦，可以用搖動橫銷來免除，其構造如圖8-13所示。**a**與**b**為硬鋼所製成，**a**謂之座銷(seat pin)，**b**謂之搖桿銷(rockerr pin)，分別裝置於**c**、**d**兩鏈片上。當**c**與**d**有相對迴轉運動時，**a**、**b**之間只沿一定的線搖動，並無滑動發生，因此可減少摩擦的發生。此種鏈條，因為幾乎沒有摩擦的現象，因此一般不須加潤滑油，即使加油，微量即可。此種特點在高速率時極為重要，因為必須加油潤滑的鏈條，當速率高至一定程度時，潤滑油會由於離心作用而拋出。

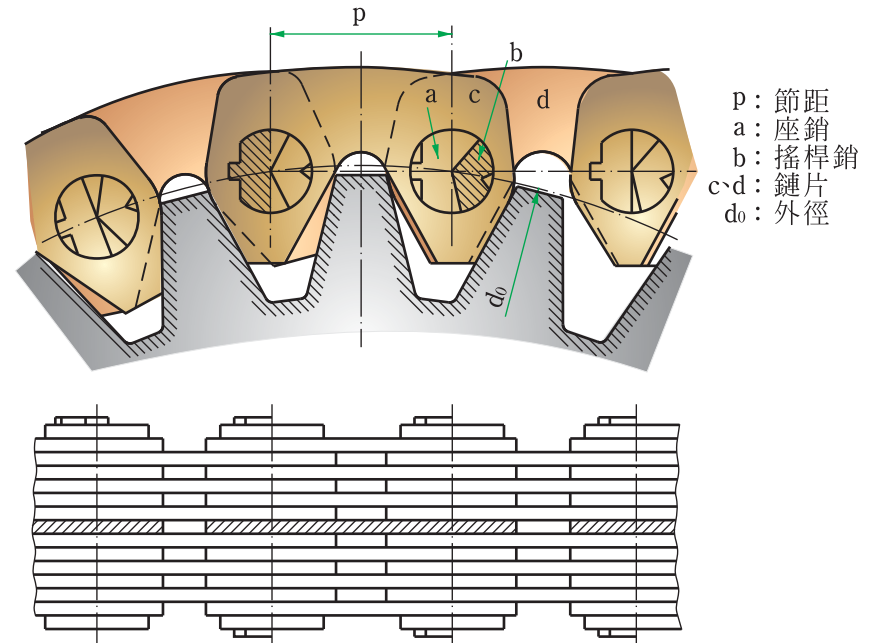


圖8-13 莫斯無聲鏈

8-3 鏈輪之速比

- 鏈輪之速比與皮帶輪類似，輪徑與轉速成反比，即直徑愈大者轉速愈慢。設鏈條之節距為 P ，傳動線速度為 V ，鏈輪齒數各為 T_1 及 T_2 ，其轉速各為 N_1 及 N_2 ，則兩鏈輪上鏈條的行進線速度各為：

$$V_1 = PT_1N_1 = \pi DN_1, \quad V_2 = PT_2N_2 = \pi dN_2$$

因鏈條上的每一點線速度均相等，即 $V_1 = V_2$

$$PT_1N_1 = PT_2N_2, \quad \pi DN_1 = \pi dN_2$$

得
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{d}{D} \quad (8-1)$$

- 在鏈條與鏈輪傳達動力時，鏈條與鏈輪上的接觸角以不小於 120° 為佳，當轉速比小於 $3:1$ 時，不論兩軸距離及齒數多少，接觸角恒大於 120° 。
- 鏈輪在傳動時，並非保持等速，而是在某一範圍內變化，這主要是因為弦線作用(chordal action)的影響所致。雖然如此，一般計算傳達速比還是以上列式子計算之，而將弦線作用忽略，但是弦線作用在鏈齒數很少的情況下，還是會造成很大的影響。

弦線作用

- 弦線作用的影響：
- 如圖8-14(a)所示。為一個4齒的鏈輪帶動鏈條的情形。其中實線與虛線分別代表鏈條的瞬間位置，很顯然兩者位置有了差距，雖然鏈輪rpm固定，但兩位置的鏈條速率還是不同，分別為 $V_{max}=2\pi r n$ 與 $V_{min}=2\pi r_s n$ 。其差距等於 $2\pi n(r-r_s)$ 。通常將 $(r-r_s)$ 之變動情形，稱為弦線作用，其大小可由下式求得：

設 θ ：表鏈節之半中心角 r ：鏈輪節圓半徑

P ：表鏈節距(周節)

$$\therefore \frac{P}{2} = r \sin \theta \quad P = 2r \sin \theta = D \sin \theta$$

$$\therefore D = \frac{P}{\sin \theta} \qquad \theta = \frac{180^\circ}{T} \qquad r_s = r \cos \theta$$

(8-2)

得 $r - r_s = r - r \cos \theta = r(1 - \cos \theta)$

$$D = \frac{P}{\sin \left(\frac{180}{T} \right)}$$

(8-3)

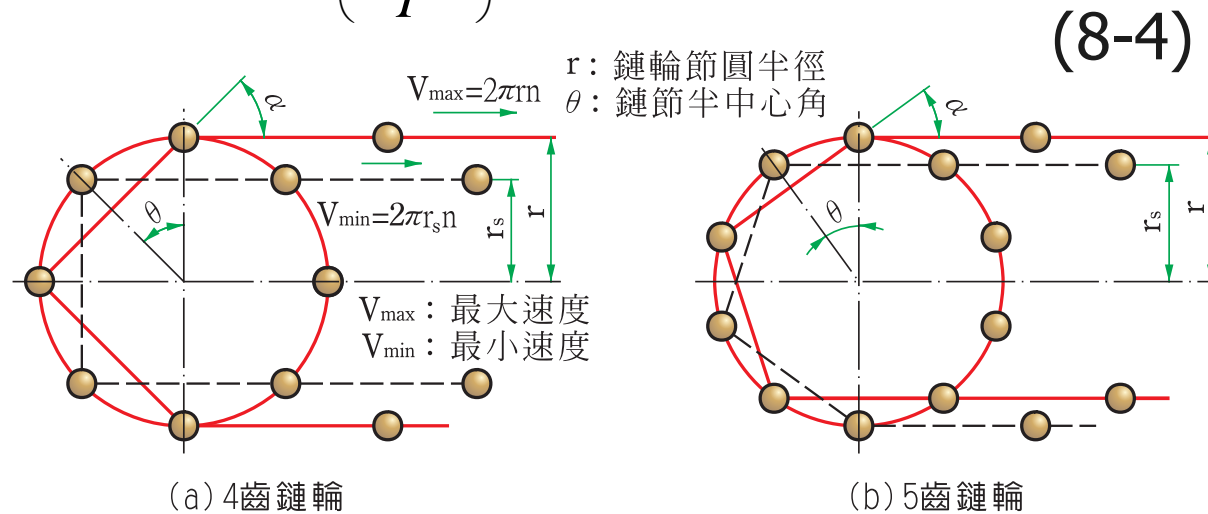


圖8-14 弦線作用

- 圖8-14(b)與(a)類似，惟其鏈輪齒數為5齒，比較兩者的弦線作用，可看出圖(b)鏈條擺動較少，因此鏈輪應盡可能選用齒數較多者，通常24齒之鏈輪在高速轉動時，較12齒鏈輪之運轉更令人滿意。同時，比較(a)及(b)中的 α 角可知，(b)之 α 角較小，亦即鏈節相對轉動的角度較小，其磨耗量較少，因此，較細之鏈圈(鏈節小)在高速轉動時，比粗大鏈圈之運轉更為順暢，都是加速率及慣性力較小的原因。

8-4 鏈條的長度

- 鏈條傳動方式與開口皮帶非常類似，鏈條的長度亦可用開口帶長度的公式求得，既

$$\text{鏈條的長度 } L = \frac{\pi}{2}(D + d) + 2C + \frac{(D - d)^2}{4C} \quad (8-5)$$

上式之D、d分別為兩鏈輪節圓直徑，C為兩軸的中心距。

- 由上式所求得的數值除以鏈節距既得鏈節數，如果有小數出現，必須進位得整數。
- 一般動力鏈為偶數節，若上式所求得的數值為奇數，則必須使用偏位鏈片，否則須再加1成為偶數。

