

第七章 帶輪

學習目標

1. 瞭解各種撓性傳動的種類及其特性與優缺點。
2. 瞭解帶與繩的傳動原理及皮帶裝置方法。
3. 瞭解塔輪的作用原理及變速。
4. 瞭解皮帶及繩的種類及應用於適當場所。
5. 熟練皮帶長度、帶輪速比及傳動功率之計算。

7-1 撓性傳動

- 主動軸與從動軸間由於中心距離過遠，不適宜使用齒輪與摩擦輪傳動時，可以用撓性傳動。撓性傳動是以質地柔軟易彎曲之聯接物，藉其張力以傳達兩機件間之運動或功率。常用的撓性傳動聯接物有：帶(belt)、繩(rope)及鏈(chain)等。以繩與繩輪傳動之中心距為最長，可達33m，帶與帶輪次之，可達9m，鏈與鏈輪較短，大都在3m以內。

7-2 帶與帶輪

一、平帶圈種類

帶圈斷面常為扁平狀，故稱為平帶圈或皮帶。套於平滑之兩帶輪(**pulleys**)上。藉著與帶輪之間的摩擦力來傳達動力。帶以製作材料分為下列四種：

1. 皮帶
2. 樹脂帶
3. 織物帶及帆布帶(**Fabric and canvas belts**)
4. 鋼帶

1.皮帶

- 皮帶都由動物皮革製成的，通常以牛皮、豬皮為主。以背椎左右各**15cm**的皮革為最佳，其厚度通常為**5~6**公厘。只有一層的皮帶謂之單層帶，結合多層皮革膠合者稱為多層帶。皮帶使用時應以生毛之面貼近輪面較耐用。

2. 樹脂帶

- 由棉、麻及鋼線編織成扁平形，疊合數層，外用樹脂包覆而成之帶，稱為樹脂帶，具有高度的防潮作用及不易老化，其強度與皮帶相若，故常用以代替皮帶以作傳動之用。

3. 織物帶及帆布帶

- 如圖7-1所示，利用棉、麻或毛編織成扁平形，疊合數層，用亞麻仁油一類的填充物填塞。厚度約5~15mm左右，成本低，用途廣。

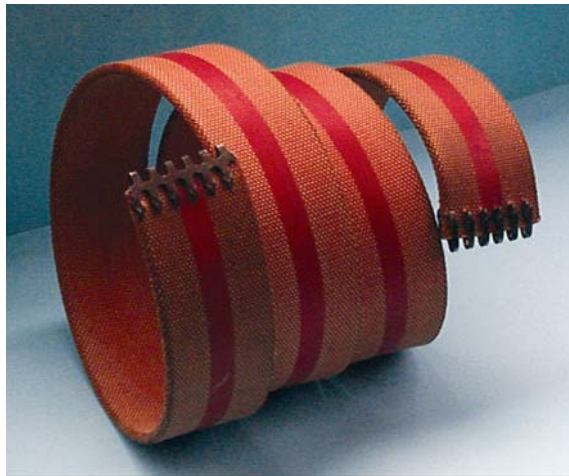


圖7-1 織物帶

4.鋼帶

- 由薄鋼片製成之環帶，故稱鋼帶(**steel belts**)，其厚度約為**0.2~1mm**，寬度為**15~250mm**。其伸縮性小，不受氣候影響，壽命長，安裝正常時不易滑動，故近代高速傳動之精密機器常應用之。

二、平帶帶輪

- 平帶用以傳達動力時必須與帶輪(**belt pulley**)配合，才能把主動軸上的動力傳到從動軸。帶輪大都由鑄鐵做成，如圖7-2(a)(b)所示，為兩種常用的帶輪型式。

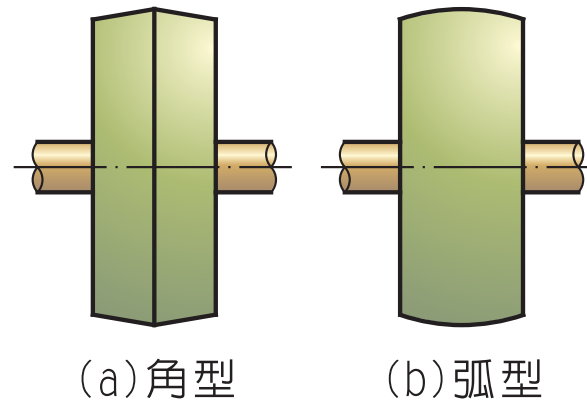
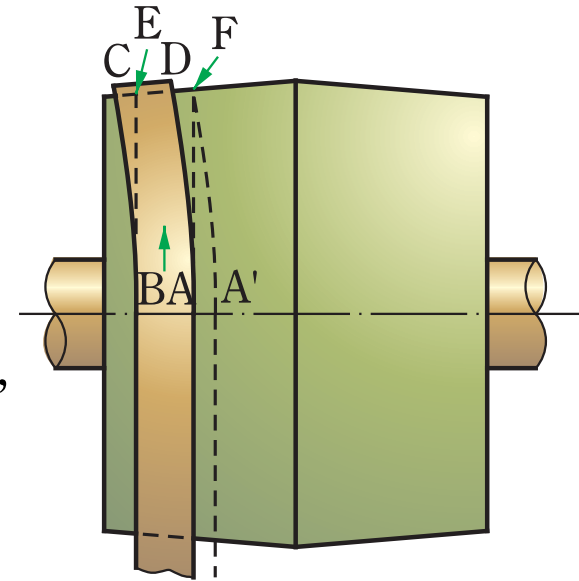


圖7-2 帶輪型式

輪面隆起的帶輪

- 將平帶帶輪之輪面中央製成隆起形狀的主要原因，是避免平帶滑落。如圖7-3所示，皮帶輪為錐形，若皮帶在A、B處開始與帶輪接觸，因輪面中央隆起，A邊所受的張力較B邊為大，故A邊應被拉長，才可以保持A、F、E、B的直線位置。但實際上帶不容易拉長，故A邊的拉長受到限制，結果未轉動前，皮帶彎成A、B、C、D的位置。當帶輪轉動四分之一圈後，因為摩擦力的關係，帶上A點將到達F點，這時候皮帶仍然是彎曲的，皮帶往中央移動至A'位置，上述的現象繼續重覆發生，因此皮帶永遠向輪面隆起中央部位移動，也不會有皮帶鬆脫的情形。

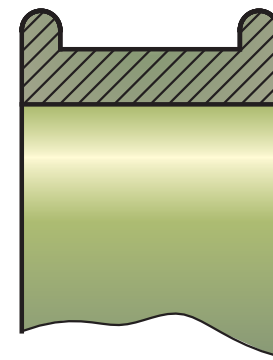


皮帶在A、B處開始與帶輪接觸

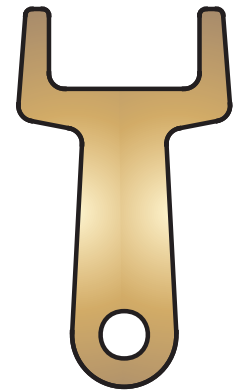
圖7-3 帶受力方向

防止皮帶脫落方法

- 防止皮帶脫落方法有三種：
 - 1.使用凸緣帶輪法，如圖7-4(a)所示。
 - 2.使用帶叉法，如圖7-4(b)所示。
 - 3.使用輪面隆起之皮帶輪。
- 若使用凸緣帶輪，因裝拆皮帶較難，故適用於皮帶扣連接或主動軸與被動軸之中心距可調整的地方。使用帶叉在皮帶進入皮帶輪之處約束皮帶，皮帶邊緣易受到摩擦作用而致皮帶損傷，故不常採用，一般都採用輪面隆起的帶輪。



(a) 凸緣帶輪



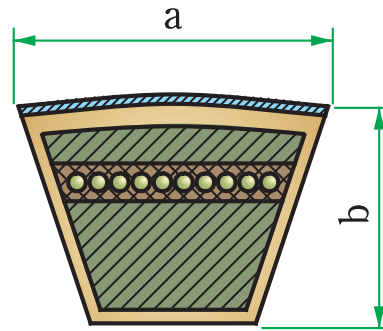
(b) 帶叉

圖7-4 凸緣帶輪與帶叉

三、V型皮帶



(a) V型皮帶



(b) V形皮帶斷面

圖7-5 V型皮帶

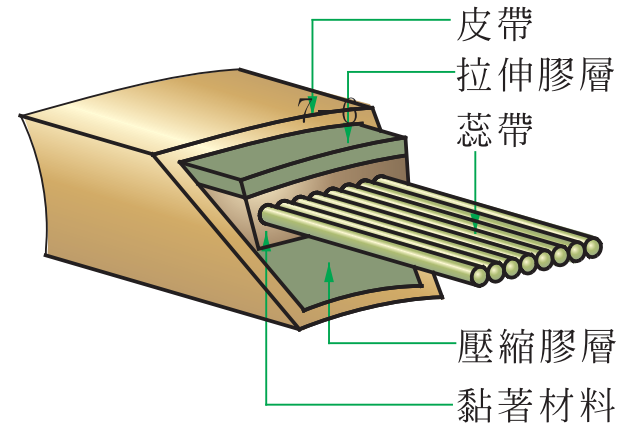
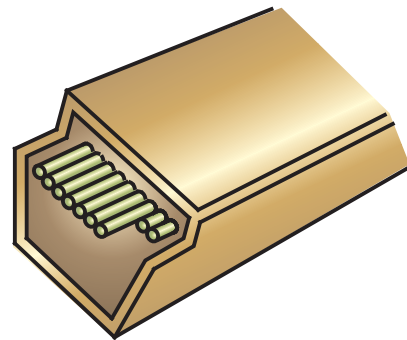
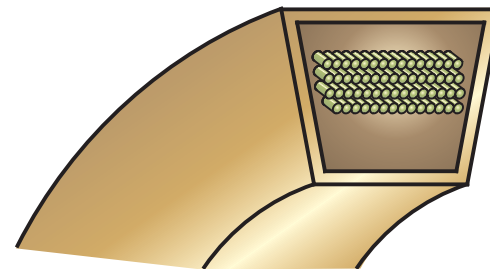


圖7-6 V型皮帶之構造



(a) 單層式



(b) 多層式

圖7-7 單層與多層式V型皮帶

V 型皮帶的種類規格

(1)種類：V 型皮帶的斷面尺寸可分為：輕負載型(light-duty)、傳統型(conventional section)及重負載窄面型(heavy-duty narrow belt)三種。如圖7-8所示。傳統型依斷面尺寸分為M、A、B、C、D及E等六行，M型斷面尺寸分最小，依序排列，E型依斷面尺寸分最大。重負載窄面型分為3V、5V及8V等。輕負載型分為2L、3L、4L及5L等。

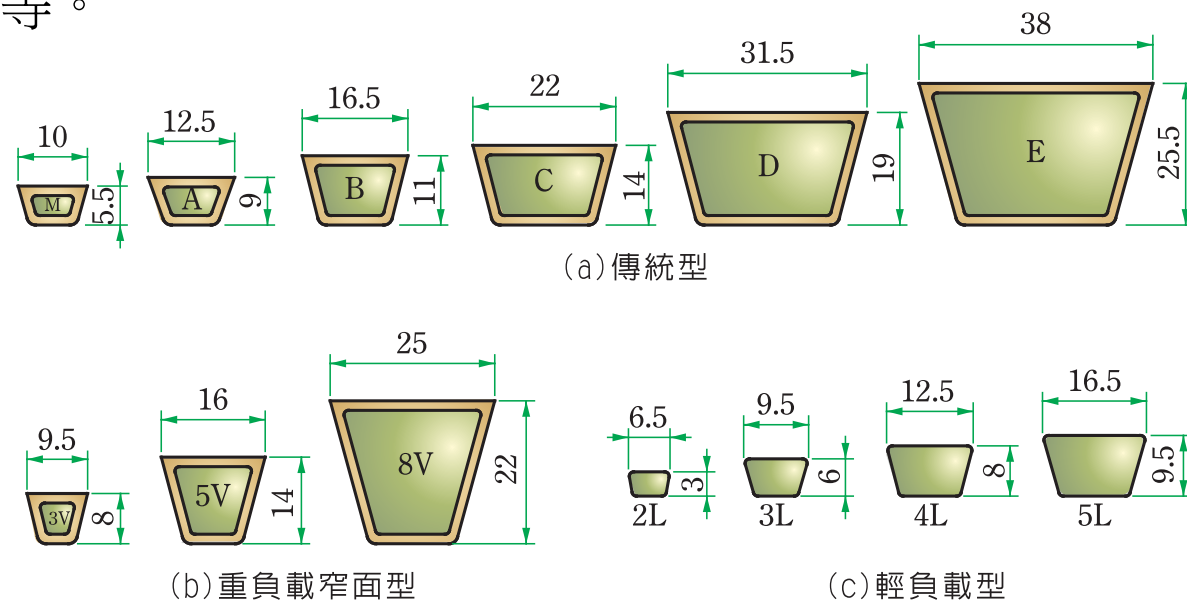
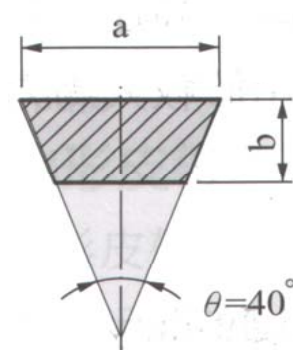


圖7-8 V 型皮帶種類

(2)規格：其表示法，如表7-1所示為：種類×長度，
 例如：**A×600mm**，是表示V型皮帶之型別為
 「A」，皮帶的全長為**600mm**。

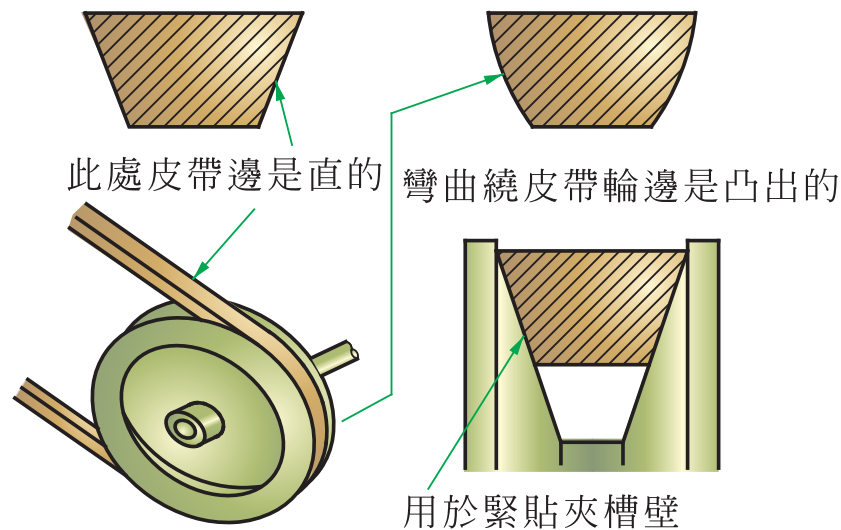
表7-1 V形皮帶之尺寸與強度

 斷面形狀	型別	a (mm)	b (mm)	面積A (mm ²)	引張強度 (kg/條)	屈曲後之 引張強度 (kg/條)	容許 張力 (kg/條)
	M	10.0	5.5	44.0	100以上	80以上	10
A	12.5	9.0	83.0	180以上	140以上	18	
B	13.5	11.0	137.5	300以上	240以上	30	
C	22.0	14.0	236.7	500以上	400以上	50	
D	31.5	19.0	467.1	1000以上	800以上	100	
E	38.0	25.5	732.3	1500以上	1200以上	150	

V型皮帶傳動之優缺點

- V型皮帶在傳達動力時，效率約為**75%**以上。
 - (1)優點：為使用年限較長、所佔之空間較小、價格較低、容易安裝及拆卸、運轉時寧靜、保養容易、能吸收震動、適用於一般動力傳達。
 - (2)缺點：為有打滑現象存在，因此不適用於需要精確速比之場所。

- V型皮帶拉力調整不當或長度配合不妥當，都會減少使用年限。在溫度高於 82°C 或低於 5°C 以下操作時，其使用年限特別短暫。又由於離心力之作用，當速率高於每分鐘3300公尺以上時，V型皮帶即受到限制。又傳動速率低於每分鐘330公尺時，使用V型皮帶傳動亦不經濟。



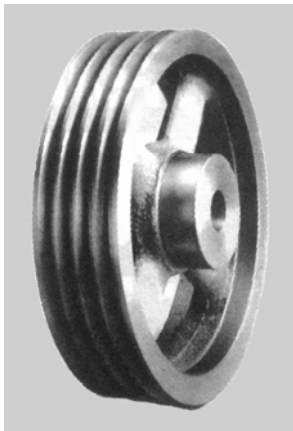
如圖7-9為V型皮帶傳動情形



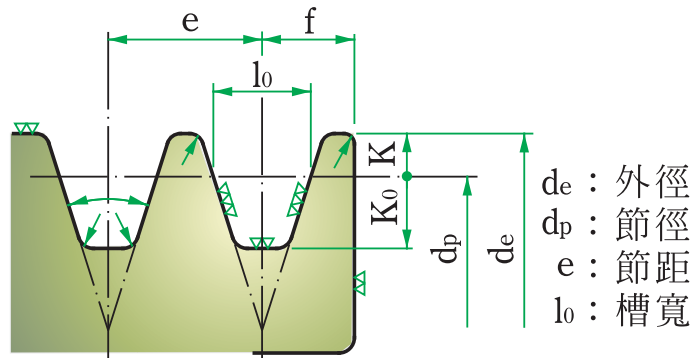
動畫7-9

四、V型槽輪 (V-belt pulley)

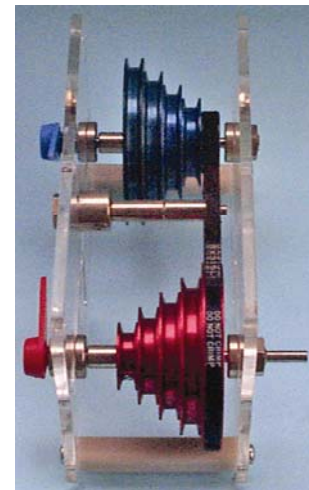
- V型槽輪為引導V型皮帶之槽輪，如圖7-10(a)所示。槽的角度須小於 40° (V型帶為 40°)，以增加挾持力。V型槽輪之設計尺寸，如圖7-10(b)及表7-2所示。槽輪可用鋼、鑄鐵、模鑄塑膠、鋁合金等材質壓鑄製成，因經濟、穩定及耐久故廣泛被使用。槽輪之槽深度分普通式及深槽式，深槽式之槽輪通常用於垂直軸傳動或易發生震動的機構上。



(a) V型槽輪



(b) V形槽尺寸



(c) 槽輪與三角皮帶



動畫7-10a



動畫7-10c

圖7-10 V型槽輪

使用三角皮帶須注意事項

- 使用三角皮帶時，須注意下列各點：
 1. 選用適當之槽輪配合傳動。
 2. 輪溝面必須完整無疵，其角度應照規定製作，以減少磨損並維持正常之壽命。
 3. 裝置槽輪時，須注意二軸平行且兩輪溝中心在同一線上，並與軸成直角。
 4. 皮帶之張力不可過緊，否則將影響皮帶及軸承壽命。
 5. 安裝皮帶時，必須先調節軸間距離後掛入，切勿使用工具強拉，否則皮帶易損傷。
 6. 不得使用潤滑劑，並應防止油污，保持皮帶清潔。
 7. 更換三角皮帶時應全套同時更換，切勿新舊一起混用。

V型槽輪之尺寸

表7-2 V形槽輪之尺寸

V形皮帶之型別	公稱	直徑	α 度	l_0	K	K_0	e	f	r_1	r_2	f_3	皮帶之厚度
M	50以上	71以下	34	8.0	2.7	6.3	—	9.5	0.2	0.5	1~2	5.5
	71以上	90以下	36						0.5	1.0		
	90以上	38	0.5						1.0			
A	71以上	100以下	34	9.2	4.5	8.0	15.0	10.0	0.2	0.5	1~2	9
	100以上	125以下	36						0.5	1.0		
	125以上	38	0.5						1.0			
B	125以上	160以下	34	12.5	5.5	9.5	19.0	12.5	0.2	0.5	1~2	11
	160以上	200以下	36						0.5	1.0		
	200以上	38	0.5						1.0			
C	200以上	250以下	34	16.9	7.0	12.0	25.5	17.0	0.2	0.5	2~3	14
	250以上	315以下	36						0.5	1.0		
	315以上	38	0.5						1.0			
D	355以上	450以下	36	24.6	9.5	15.5	37.0	24.0	0.2	0.5	3~4	19
	450以上	38	0.5						1.0			
	38	0.5	1.0									
E	500以上	630以下	36	28.7	12.7	19.3	44.5	29.0	0.2	0.5	4~5	25.5
	630以上	38	0.5						1.0			
	38	0.5	1.0									

五、確動皮帶 (positive drive belts)

- 如圖7-11所示。確動皮帶又稱定時皮帶(timing belts)，為傳達動力的一種新發展。確動皮帶經皮帶模壓製成齒狀，與相對應之齒面帶輪相嚙合，而產生確動傳動。類似齒輪齒形相互滾動，無滑動，可得平順動作，用以傳達動力。同時具有平帶高速傳動，及鏈條之高傳達動力的特性。於電腦周邊設備中，定時帶常代替鋼質鏈條，以2000rpm的高轉速來傳動。亦可在低速下傳達大功率。

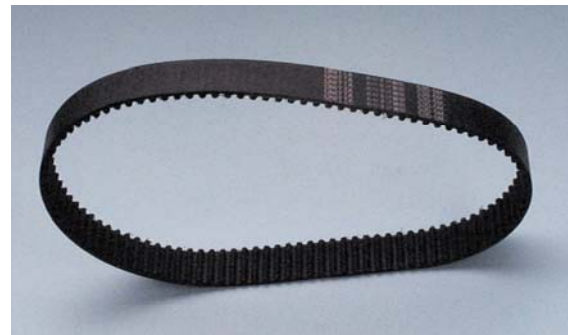
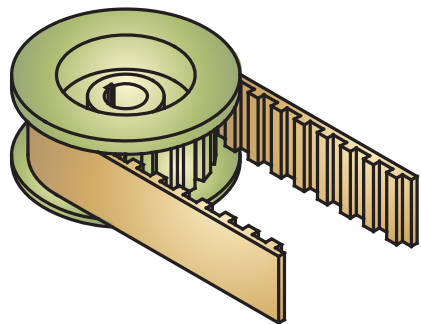


圖7-11 確動皮帶

7-3 皮帶長度

- 皮帶的傳動方式可分為開口帶及交叉帶兩種。
以開口帶傳動時，主動輪與從動輪轉向相同，
以交叉帶傳動時，主動輪與從動輪轉向相反。
- 適當的皮帶長度是動力傳達極重要的因素。
設已知二皮帶輪之直徑，及其軸間距離，欲求皮帶之長度有兩種方法：
 - 一、直接測量
 - 二、由公式計算而得

一、直接測量

- 用帶尺繞實際兩帶輪量得某一長度，再依每3公尺長減去2.54公分，即減去皮帶受力伸長之量，所餘之量即為皮帶實際應用之長度。

二、公式計算

- 用公式計算皮帶之長度的方法，開口帶與交叉帶各有不同，分述如下：

1. 開口帶長度之計算法：如圖7-12所示，設

D ：大輪直徑 θ ：弧度

d ：小輪直徑 L ：皮帶長度

C ：二軸中心距離。

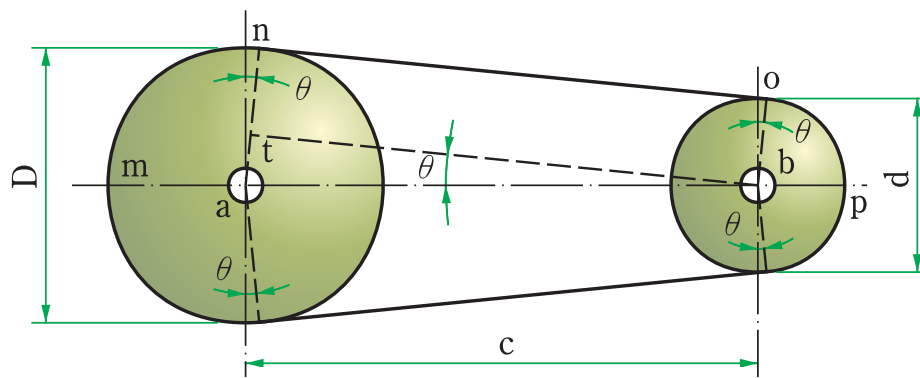


圖7-12 開口帶長度

$$L = 2(mn + \overline{no} + op)$$

$$\overline{no} = C \cos \theta$$

$$\therefore mn = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{2} + \theta \right) D$$

$$2mn = \left(\frac{\pi}{2} + \theta \right) D$$

$$op = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) d \dots \Rightarrow$$

$$2op = \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) d$$

$$\therefore L = \left(\frac{\pi}{2} + \theta \right) D + 2C \cos \theta + \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) d$$

$$= \frac{\pi}{2} (D + d) + \theta (D - d) + 2C \cos \theta$$

$$\therefore \sin \theta = \frac{\overline{an} - \overline{bo}}{\overline{ab}} = \frac{D - d}{2C}$$

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2 \theta} = \sqrt{1 - \frac{(D - d)^2}{4C^2}}$$

當 θ 值甚小時，其值約等於 $\sin \theta$ 之值，則

$$L = \frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D-d)^2}{2C} + 2C\sqrt{1 - \frac{(D-d)^2}{4C^2}}$$

將根號內之項以泰勒氏二項式定理展開之。其中分母含有 C^2 冪次以上各項，其值甚小，可略去不計。

$$\begin{aligned} \therefore \sqrt{1 - \frac{(D-d)^2}{4C^2}} &= \left(1 - \left(\frac{D-d}{2C}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2}\left(\frac{D-d}{2C}\right)^2 + \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2} - 1\right)}{2 \times 1}\left(\frac{D-d}{2C}\right)^4 - \dots \\ &= 1 - \frac{(D-d)^2}{8C^2} - \frac{(D-d)^4}{128C^4} - \dots \approx 1 - \frac{(D-d)^2}{8C^2} \end{aligned}$$

$$\therefore L \approx \frac{\pi}{2}(D + d) + 2C \left(\frac{(D - d)^2}{4C^2} + 1 - \frac{(D - d)^2}{8C^2} \right)$$

$$L = \frac{\pi}{2}(D + d) + 2C + \frac{(D - d)^2}{4C} \quad (7-1)$$

註：二項式定理：

$$(1 - x)^n = \left(1 - nx + \frac{n(n-1)}{2!} x^2 - \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} x^3 + \dots \right)$$

2. 交叉帶長度之計算法

- 如圖7-13所示，為交叉帶一般情形，圖中符號所代表意義與開口皮帶相同。

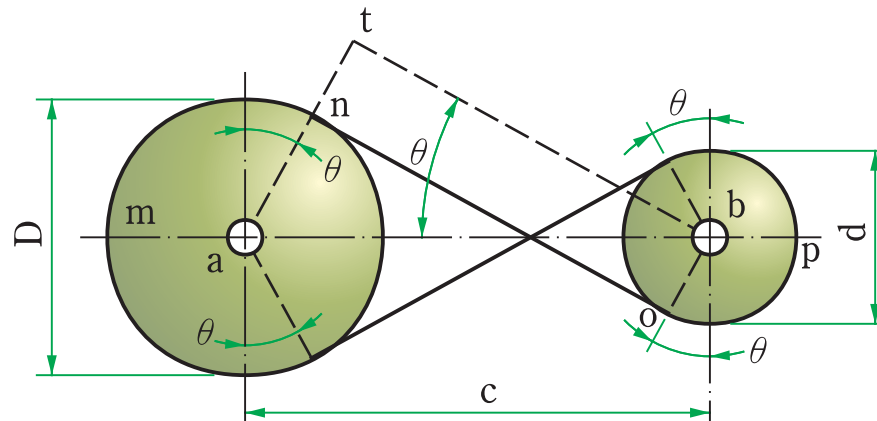


圖7-13 交叉帶長度

$$\begin{aligned} L &= 2(mn + \overline{no} + op) = \left(\frac{\pi}{2} + \theta\right)D + 2C \cos \theta + \left(\frac{\pi}{2} + \theta\right)d \\ &= \left(\frac{\pi}{2} + \theta\right)(D + d) + 2C \cos \theta \end{aligned}$$

$$\therefore \sin \theta = \frac{at}{ab} = \frac{\frac{D+d}{2}}{C} = \frac{D+d}{2C}$$

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2 \theta} = \sqrt{1 - \frac{(D+d)^2}{4C^2}}$$

$$\therefore L = \frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D+d)^2}{2C} + 2C \sqrt{1 - \frac{(D+d)^2}{4C^2}}$$

展開上式根號內之根，略去較小之值得。

$$L = \frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D+d)^2}{4C^2} + 2C \left(1 - \frac{(D+d)^2}{8C^2} + \dots \right)$$

$$L = \frac{\pi}{2}(D+d) + 2C + \frac{(D+d)^2}{4C} \quad (7-2)$$

[例1]設主動帶輪之直徑為20cm，從動帶輪為15cm，二軸間距離為50cm，試求：(1)帶圈為開口時之長度？(2)帶圈為交叉時之長度？(3)交叉帶比開口帶長多少？

[解]：依題意 $D=20\text{cm}$ $d=15\text{cm}$ $C=50\text{cm}$

(1)開口帶 依7-1式，可得

$$\begin{aligned}L &= 2C + \frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4C} \\ &= 2 \times 50 + \frac{3.14(20+15)}{2} + \frac{(20-15)^2}{4 \times 50} \\ &= 100 + 54.95 + 0.125 = 155(\text{cm})\end{aligned}$$

(2)交叉帶 依7-2式，可得

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D+d)^2}{4C} = 2 \times 50 + \frac{3.14(20+15)}{2} + \frac{(20+15)^2}{4 \times 50}$$
$$= 100 + 54.95 + 6.125 = 161$$

(3)交叉帶比開口帶之差為 ΔL

$$\Delta L = \frac{D \times d}{C} = \frac{20 \times 15}{50} = 6cm$$

$$(161 - 155 = 6cm)$$

7-4 帶輪之速比

- 如圖7-14所示。若皮帶輪A直徑為 D_A ，皮帶輪B直徑為 D_B ，皮帶之厚度為 t ，輪A之迴轉速為 $N_A(\text{rpm})$ ，輪B之迴轉速為 $N_B(\text{rpm})$ 。

不論是開口帶或交叉帶，均可得下列相同結果：

$$\text{輪A之線速度 } V_A = \pi N_A (D_A + t)$$

$$\text{輪B之線速度 } V_B = \pi N_B (D_B + t)$$

因輪A及輪B兩者線速度相同，無滑動時可得

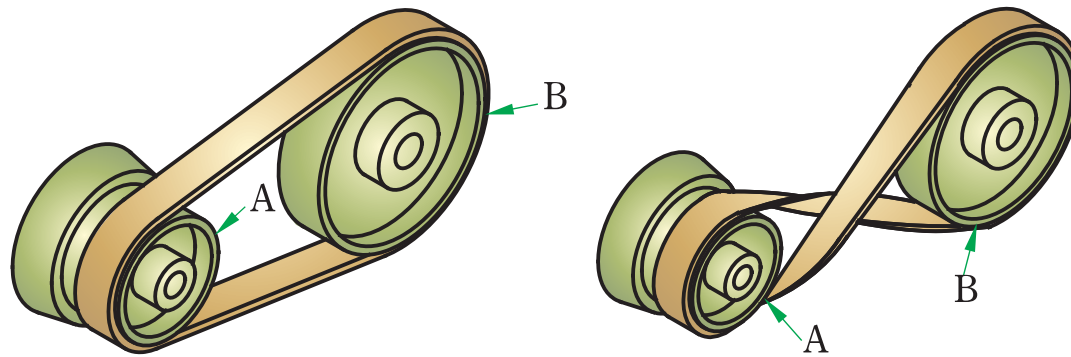
$$\pi N_A (D_A + t) = \pi N_B (D_B + t) \quad \frac{N_B}{N_A} = \frac{D_A + t}{D_B + t} \quad (7-3)$$

- 又因皮帶之厚度比帶輪直徑小很多，故常略去不計，則上式可簡化爲：
$$\frac{N_B}{N_A} = \frac{D_A}{D_B} \quad (7-4)$$

當兩皮帶輪旋轉時，皮帶與皮帶輪間常有若干滑動，如考慮滑動就不能完全照上式所列者使用，通常滑動率(S)約2~3%。

如考慮滑動時(7-3)式 改爲
$$\frac{N_B}{N_A} = \frac{D_A + t}{D_B + t} (1 - S) \quad (7-5)$$

如考慮滑動時(7-4)式 改爲
$$\frac{N_B}{N_A} = \frac{D_A}{D_B} (1 - S) \quad (7-6)$$



動畫7-14a



動畫7-14b

圖7-14 開口帶與交叉帶

[例2]有兩皮帶輪，小輪A之直徑為24cm，其轉速為360rpm，另一皮帶輪B之直徑為36cm，若皮帶的厚度為0.5cm，不計滑動時，求大輪B之迴轉速。

[解]

$$\frac{N_B}{N_A} = \frac{D_A + t}{D_B + t} = \frac{24 + 0.5}{36 + 0.5}$$

$$N_B = \frac{24 + 0.5}{36 + 0.5} \times 360 = 241.6 \text{ (r.p.m)}$$

[例3] 轉速為160rpm之A軸上有一皮帶輪A，直徑為30cm，以皮帶傳動B軸上之皮帶輪B，轉速為200rpm，若不計滑動，求皮帶輪B之直徑。

$$D_B = D_A \frac{N_A}{N_B} = 30 \times \frac{160}{200} = 24 \quad (\text{cm})$$

[解]

7-5 塔輪 (step cone pulleys)

- 塔輪又稱階級輪，是在主動軸及從動軸上，各由數個直徑不同之帶輪組合而成，如圖7-15所示。塔輪是利用皮帶傳動的一種變速機構。
- 如圖7-15所示，皮帶由實線位置(D_8, d_7)移到虛線位置(D_4, d_3)時，主動軸上的輪徑變大，而從動軸上的輪徑變小。主動軸之轉速維持 N_A ，從動軸之轉速 n_3 卻變快了，即達到變速的目的。塔輪若有三種不同直徑時，稱爲三級塔輪，若有五種不同直徑時，則稱爲五級塔輪。

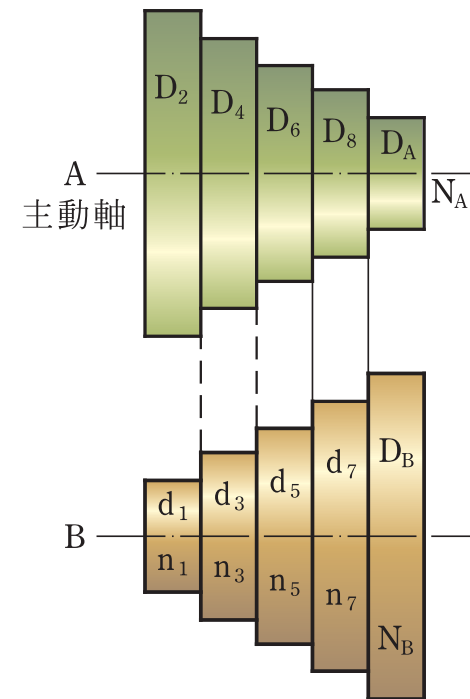


圖7-15 塔輪

一、塔輪之速比

- 如圖7-15所示，塔輪之速比及輪徑可由下列公式求之。

若 D_A ：主動塔輪之直徑 N_A ：主動軸A之轉速

D_B ：從動塔輪之直徑 N_B ：從動軸B之速

則
$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{D_B}{D_A}$$

若 D_x ：主動塔輪之直徑 N ：主動軸A之轉速

d_x ：從動塔輪之直徑 n_x ：從動軸B之速

則
$$\frac{N}{n_x} = \frac{d_x}{D_x} \quad (7-7)$$

由上列二式可知，塔輪隨階級直徑不同可得不同之轉速，而塔輪大都使用於傳統式工作母機上，如銑床、鑽床上之變速機構。

二、塔輪之類型

- 依應用方式之不同，可分為開口帶塔輪、交叉帶塔輪及相對等塔輪等。分述如下：

1. 開口帶塔輪

由於塔輪在變速時，只是皮帶變換位置而已，因此皮帶之長度保持相同。亦即圖(7-15)中，皮帶位於塔輪 D_A 、 D_B 位置時之長度 L_1 ，及位於 d_x 、 D_x 上之長度 L_2 之值應相等($L_1=L_2$)。由(7-1)式可知：

$$L_1 = \frac{\pi}{2}(D_A + D_B) + 2C + \frac{(D_A - D_B)^2}{4C}$$

$$L_2 = \frac{\pi}{2}(d_x + D_x) + 2C + \frac{(d_x - D_x)^2}{4C}$$

因 $L_1 = L_2$ ，所以可得：

$$\begin{aligned} & \frac{\pi}{2}(D_A + D_B) + 2C + \frac{(D_A - D_B)^2}{4C} \\ &= \frac{\pi}{2}(d_x + D_x) + 2C + \frac{(d_x - D_x)^2}{4C} \end{aligned}$$

上式經化簡後再與(7-7)式聯立，既可求得各輪直徑。

$$(7-8) \quad \begin{cases} \frac{\pi}{2}(D_A + D_B) + \frac{(D_A - D_B)^2}{4C} = \frac{\pi}{2}(d_X + D_x) + \frac{(d_X - D_x)^2}{4C} \\ \frac{N}{n_x} = \frac{d_X}{D_x} \end{cases}$$

2. 交叉帶塔輪

交叉帶塔輪之傳動法，除了從動軸與主動軸之轉向不同。這一點與開口帶相異，其餘解法均與開口帶類似，同理，位於 D_A 、 D_B 位置上的皮帶長度 L_1 ，與位於 d_x 、 D_x 上之長度 L_2 之值應相等。由(7-2)式可知：

$$L_1 = \frac{\pi}{2}(D_A + D_B) + 2C + \frac{(D_A + D_B)^2}{4C}$$

$$L_2 = \frac{\pi}{2}(d_x + D_x) + 2C + \frac{(d_x + D_x)^2}{4C}$$

因 $L_1 = L_2$ ，所以可得：

$$\frac{\pi}{2}(D_A + D_B) + 2C + \frac{(D_A + D_B)^2}{4C}$$

$$= \frac{\pi}{2} (d_x + D_x) + 2C + \frac{(d_x + D_x)^2}{4C}$$

上式經化簡後再與(7-7)式聯立既可求得各輪直徑

$$\begin{cases} D_A + D_B = d_X + D_x \\ \frac{N}{n_X} = \frac{d_X}{D_x} \end{cases} \quad (7-9)$$

解此二聯立方程式，即可得 d_x 及 D_x 之值

3. 相對等塔輪

- 若塔輪之主動塔輪與從動塔輪大小形狀完全相同，唯裝置時相互倒置。則此兩塔輪稱為相對等塔輪，如圖7-16所示。

設

$$D_2 = d_9 \quad d_9 \rightarrow n_9$$

$$D_4 = d_7 \quad d_7 \rightarrow n_7$$

$$D_6 = d_5 \quad d_5 \rightarrow n_5$$

$$D_8 = d_3 \quad d_3 \rightarrow n_3$$

$$D_{10} = d_1 \quad d_1 \rightarrow n_1$$

直徑與轉速成反比

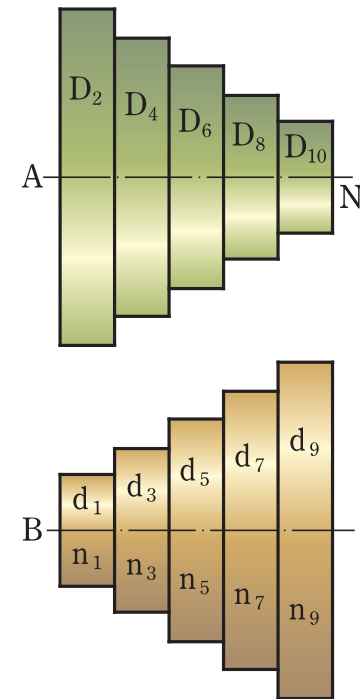


圖7-16 相對等塔輪

$$\frac{n_1}{N} = \frac{D_2}{d_1} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{n_9}{N} = \frac{D_{10}}{d_9} \dots\dots\dots (2)$$

因 $D_{10} = d_1$, $d_9 = D_2$ 由(1)(2)式得

$$\frac{n_1}{N} = \frac{D_2}{d_1} = \frac{d_9}{D_{10}} = \frac{N}{N_9} \quad (7-10)$$

$$\frac{n_1}{N} = \frac{N}{N_9} \text{ 或 } N^2 = n_1 \times n_9$$

同理 $(7-11)$

$$\frac{n_3}{N} = \frac{N}{N_7} \text{ 或 } N^2 = n_3 \times n_7 \quad (7-12)$$

$$n_5 = N$$

比例中項

- 主動軸之迴轉數 N^2 為從動塔輪中級兩邊相對稱位置之迴轉數的乘積 $n_1 \times n_9$ 或 $n_3 \times n_7$ ，從動塔輪中級之轉數 n_5 與主動軸之轉數 N 相同。或稱 N 為 n_3 與 n 的比例中項。

[例4] 如圖7-17所示，為對等三級塔輪，主動軸每分鐘轉速**120圈**，從動軸之最低轉數每分鐘**60圈**，試求從動軸上其他兩個轉速為若干？

[解]：令 $N = 120\text{rpm}$ $n_3 = 60\text{rpm}$

$$\dots \frac{n_1}{N} = \frac{N}{n_3} \quad n_1 = \frac{(120)^2}{60} = 240(\text{rpm})$$

$$n_2 = N = 120\text{rpm}$$

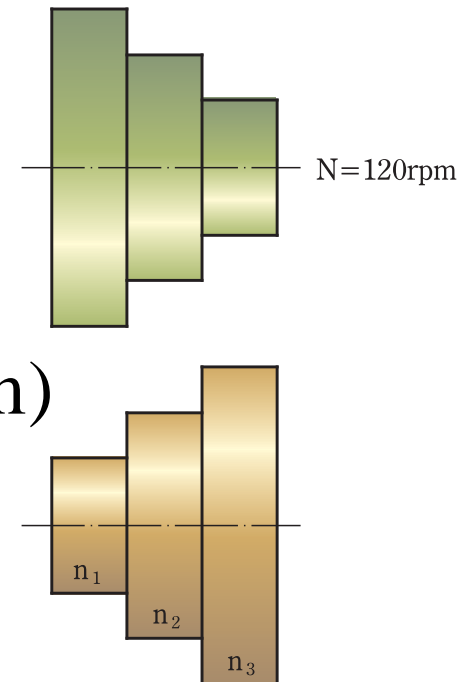


圖7-17 對等三級塔輪

[例5] 如圖7-16所示，為對等五級塔輪，設主動軸轉速 $N=200\text{rpm}$ ，從動軸最低轉 $n_9=160\text{rpm}$ ，塔輪各階之轉速成等比級數，求從動軸上各階塔輪轉速為若干？

[解] $\because \frac{n_1}{N} = \frac{N}{n_9} \therefore n_1 = \frac{(200)^2}{160} = 250 \quad (\text{rpm})$

又 $n_5 = N = 200\text{rpm}$

因從動塔輪各級轉速成等比級數，故

$$\frac{n_1}{n_3} = \frac{n_3}{n_5}$$

$$n_3 = \sqrt{n_1 \times n_5} = \sqrt{250 \times 200} = 223.6$$

$$\text{(rpm)} \quad \frac{n_5}{n_7} = \frac{n_7}{n_9}$$

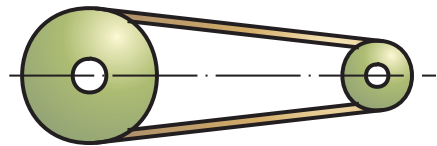
同理 即

$$n_7 = \sqrt{n_5 \times n_9} = \sqrt{200 \times 160} = 178.88$$

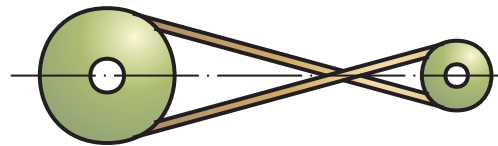
(rpm)

※7-6 皮帶傳動之要領

- 如圖7-18所示，為一些常見的皮帶傳動裝置。由其中可見同一皮帶可帶動數個皮帶輪，或傳動軸並不一定平行。故若一輪上皮帶之退出點與另一輪上皮帶之進入點同在另一輪之中央平面上時，則皮帶不會脫落而可傳達動力的理論，稱為「皮帶裝置定律」(law of belt)。



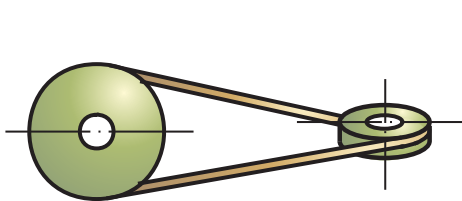
(a) 開口帶



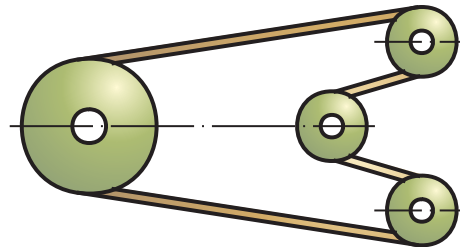
(b) 交叉帶



動畫7-18a



動畫7-18b



動畫7-18d

圖7-18 皮帶傳動裝置

直角迴轉皮帶

- 如圖7-19所示，稱為直角迴轉皮帶(**quart-turn belt**)，皮帶必須順著箭頭的方向進行，皮帶會自動鬆脫。此種傳動謂之不可逆傳動(**non reversible drive**)。
- 增設一個或數個導輪(**guide pulley**)，即可將不可逆傳動變為可逆傳動(**reversible drive**)，如圖7-20所示。



圖7-19 不可逆傳動裝置 圖7-20 可逆傳動裝置

※7-7 皮帶傳動之功率

- 一、傳達功率之計算
- 當兩帶輪靜止時，取適長之皮帶以適當之拉力繞於兩帶輪上，使產生適當的摩擦力，以防止滑動，此時帶圈各部皆產生一定的張力，謂之初張力(initial tension)。

皮帶傳動

當皮帶傳動時，一邊緊貼於輪面而形成緊邊(tight Side)，其所產生的張力必大於初張力甚多。另一邊則形成鬆邊(loose side)，僅維持皮帶運轉，並不傳達動力。如圖7-21所示，輪A為主動輪，輪B為從動輪，當A順時針迴轉時，皮帶上a邊為緊邊，b邊為鬆邊。

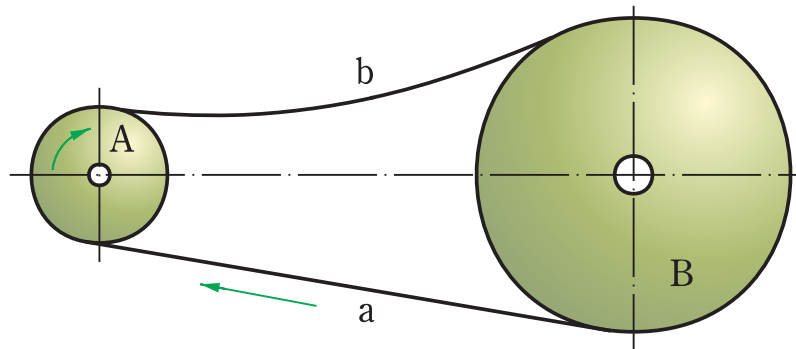


圖7-21 皮帶傳動



動畫7-21

傳達功率

設 T_0 : 表初張力 V : 皮帶線速度
 T_1 : 表緊邊張力 D : 主動輪之直徑(m或ft)
 T_2 : 表鬆邊張力 N : 主動軸之轉速(rpm)
 T_e : 表有效挽力(effective pull of the belt)
 $T_e = T_1 - T_2$ $T_1 > T_0 > T_2$

瓦特 $W = \frac{T_e \times V}{60} = \frac{(T_1 - T_2) \times \pi DN}{60}$ ($T_e = N$) (7-13)

公制馬力 $PS = \frac{T_e \times V}{75 \times 60} = \frac{(T_1 - T_2) \times \pi DN}{4500}$ ($T_e = \text{kg}$) (7-14)

英制馬力 $HP = \frac{T_e \times V}{550 \times 60} = \frac{(T_1 - T_2) \times \pi DN}{33000}$ ($T_e = \text{lb}$) (7-15)

$T_1 : T_2 = 7 : 3$ 為最適宜。

[例6] 設直徑為20cm之皮帶輪，其轉速為300rpm，
傳達3.14馬力之功率，求有效挽力為若干牛頓？

[解] $D=20\text{cm}=0.2\text{m}$ ，轉速=300rpm
 $\therefore PS=3.14$ 代入 (7-14)式

$$\begin{matrix} \text{得} \\ 735(\text{N}) \end{matrix} \cdot T_e = \frac{75 \times 60 \times 3.14}{3.14 \times 0.2 \times 300} = 75 \quad (\text{kg}) =$$

得有效挽力 $T_e=735(\text{N})$

※7-8 繩輪傳動

- 兩軸之間以繩索為中間連接物來傳達動力的方式，稱為繩輪傳動。繩輪傳動的要件是繩及繩輪機構，故繩輪傳動又叫繩圈傳動。
- 繩索種類：一般常用的繩索分為兩類
 1. 纖維繩
 2. 鋼絲繩








圖7-23 鋼絲繩

一、繩索種類

- 如表7-4所示，『6×7鋼絲繩』（1號）是由7條鋼絲扭合成股，再由6股絞合成一鋼絲繩或寫作『6-7鋼絲繩』。同理『6×19鋼絲繩』（3號）是表示6股19絲。

表7-4 鋼絲繩的規格表示法

號別	1號	2號	3號	4號	5號
橫剖面					
組織	6股7絲 1纖維心	6股12絲 7纖維心	6股19絲 1纖維心	6股24絲 7纖維心	6股30絲 7纖維心
組織符號	6×7	6×12	6×19	6×24	6×36

二、繩索纏繞方法

1. 單繩制(single rope system)

如圖7-24所示為單繩制，又稱連續制或稱美國制。即用一長繩經由主動輪與從動輪及張力輪間往復纏繞，最後經過導輪而與起點相連。

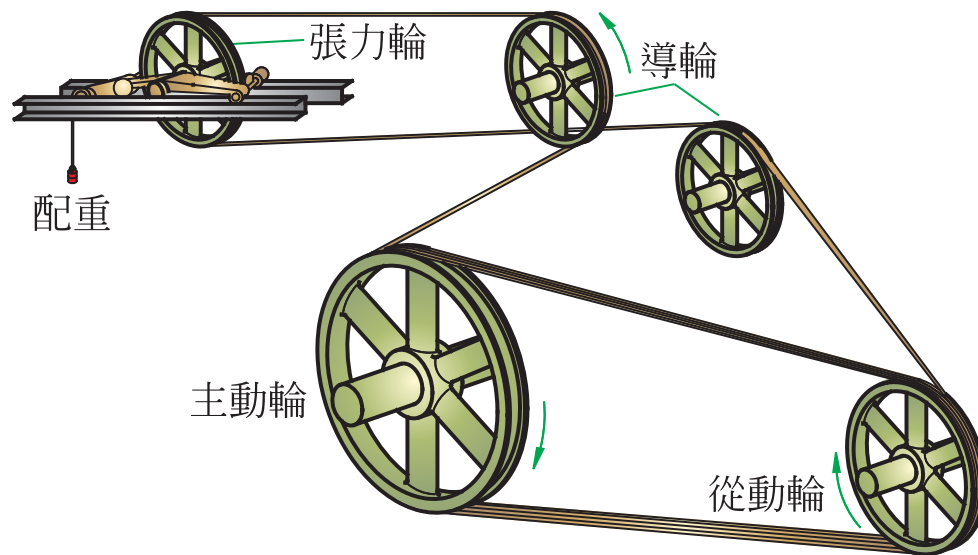


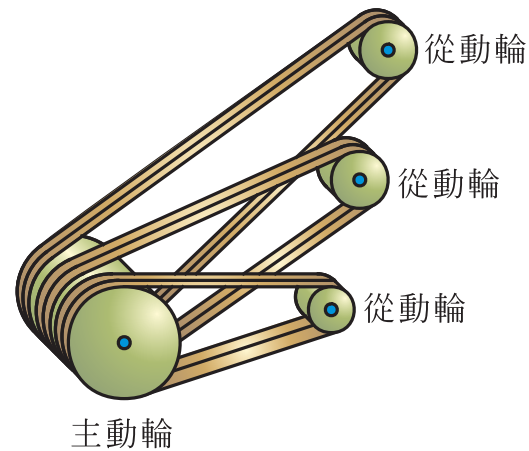
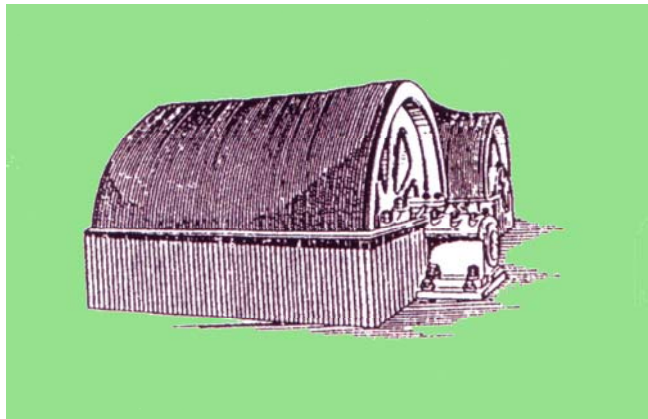
圖7-24 單繩纏繞法



動畫7-24

2. 多繩制

如圖7-25所示為多繩制又稱個體制或稱英國制，即主動輪與從動輪之間，凡相對之輪槽中，即有一繩裝入，與他槽之繩不相連各自獨立傳動。



動畫7-25

圖7-25 多繩纏繞法

三、繩輪的型式

- 如圖7-26所示，繩輪的型式可分為V型槽、U型槽或稱圓型槽及底部嵌入型溝槽等三種。

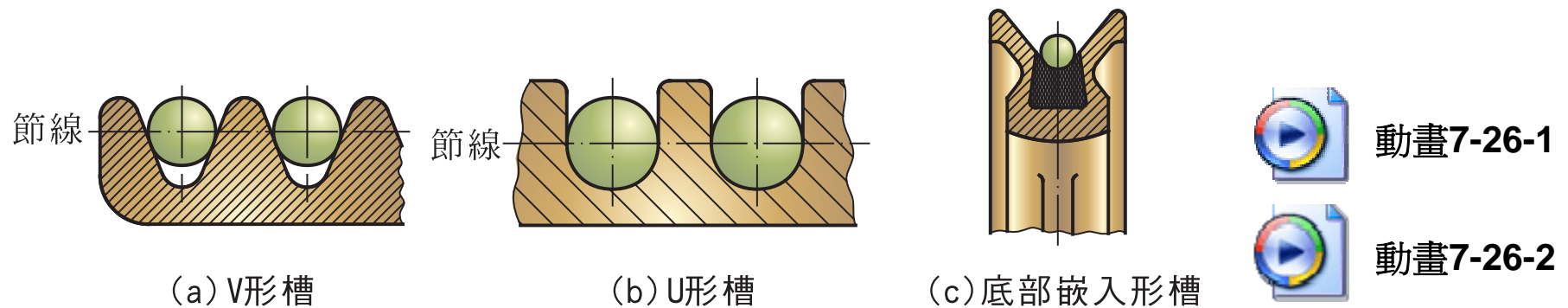


圖7-26 繩輪之型式

帶輪機構應用動畫

- 1.惰輪機構
- 2.皮帶傳動機構(一)
- 3.繩輪機構
- 4.輪座



動畫7-27



動畫7-28



動畫7-29



動畫7-30