

第十四章連桿機構 學習目標

1. 學生能瞭解四連桿機構之各部名稱及基本型態。
2. 學生能瞭解四連桿機構之種類及基本型態。
3. 學生能瞭解近似直線運動機構之特性及應用。
4. 學生能判別及應用各類連桿機構。

14-1、連桿機構概述

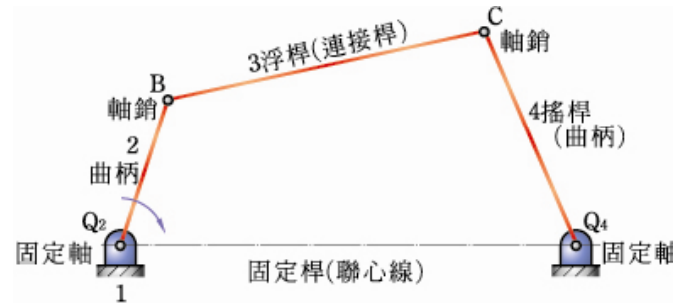
連桿機構應用的範圍很廣，大部份的機械運動都可由連桿機構來完成。例如迴轉運動藉連桿機構改變為往復運動，相反亦然，種類繁多，用途廣泛。應用於機械運動之連桿機構大都以四連桿機構為主體發展出各種不同類型，以應用在各種不同場所。

名詞解釋

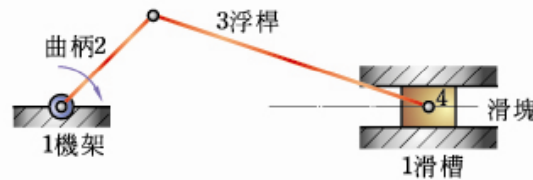
- 1.連桿：在機構中，用以傳達動力，產生約束運動的剛體，稱為連桿(link)。
- 2.連桿組：由許多連桿組成，連桿與連桿之間用軸銷加以連接，而具有相對運動者，則稱為連桿組。
- 3.連桿機構：在主動件與從動件之間，以連桿作為連接機件，用以傳達運動之裝置，稱為連桿機構。
- 4.四連桿機構：在連桿組中，由四根連桿所組成的拘束鏈，稱為四連桿機構。

14-2、四連桿機構

如圖14-1所示，為四連桿機構，由連桿1、2、3、4所組成，其中接受動力輸入先動的連桿，稱為主動曲柄(主動桿)；後動的連桿，稱為從動桿。各部名稱分述如下：



(a)四連桿機構各部名稱



(b)四連桿機構—滑塊與滑槽



動畫14-1a



動畫14-1b

圖14-1 四連桿機構

接上頁

1. 曲柄(**crank**)：機構中能繞固定軸作 360° 旋轉運動之連桿，通稱為曲柄。如圖14-1 (a)中連桿2。
2. 搖桿(**rocker**)：機構中，僅能繞固定軸作搖擺運動之連桿。如圖14-1(a)中連桿4(廣義之曲柄包括上述之曲柄及搖桿)。
3. 浮桿(**floating link**)：連接主動桿與從動桿以傳達運動之連桿稱為浮桿，又叫連接桿(**connecting**)。如圖14-1(a)中連桿3。

接上頁

4. 聯心線(line of center)：兩固定中心之連線，或稱爲機架，或稱爲固定桿，爲機構之固定部份。如圖14-1中連桿1或 Q_2 與 Q_4 的聯線。
5. 滑塊：在導路中滑動之機件。如圖14-1(b)中連桿4。
6. 滑槽：又稱導路，用以引導或限制滑塊運動。如圖14-1(b)中所示。

接上頁

- 當四連桿組之從動曲柄與浮桿成一直線時，由浮桿所傳達之推力或拉力，直接通過曲柄的軸心，而無法使曲柄旋轉，此等位置稱為死點(dead point)或稱靜點。如圖14-2虛線所示。
- 從動曲柄AB迴轉一圈，會遇到二個死點，如圖14-2中 AB_2C_2 成一直線稱為右死點， AB_1 與 B_1C_1 成一直線稱為左死點。

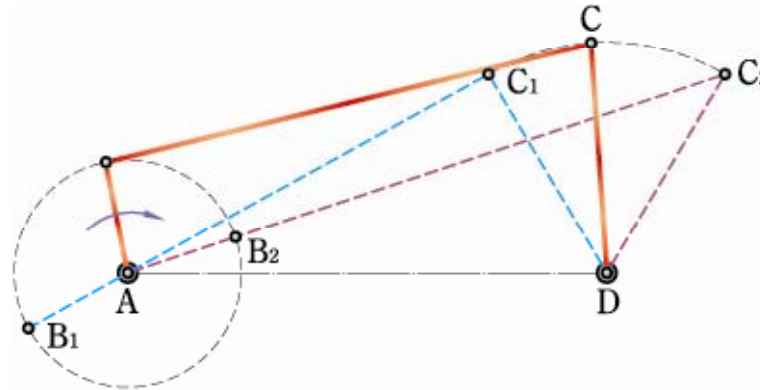


圖14-2四連桿機構之死點

接上頁

- 如圖14-3所示，當主動滑塊、浮桿與從動曲柄成一
直線時，亦稱為死點。
- 四連桿機構為了運動順暢，
必須克服死點。消除死點
的方法有：(1)加裝飛輪
，利用飛輪儲有之慣性力
來消除死點。(2)聯合兩組
曲柄搖桿機構一起運作。

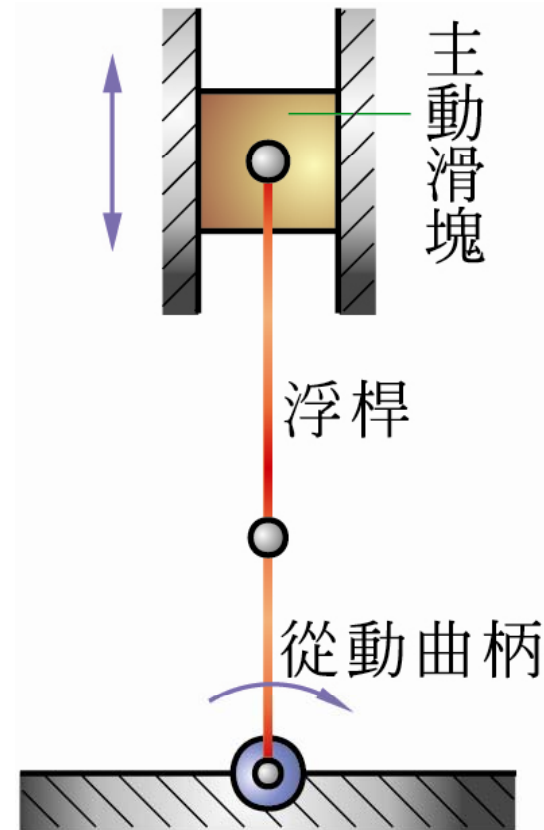


圖14-3 四連桿機構之死點

接上頁

圖(17-4)所示為四連桿機構之基本型態，共可分為三種：1.曲柄搖桿機構 2.牽桿機構(雙曲柄機構) 3.雙搖桿機構。

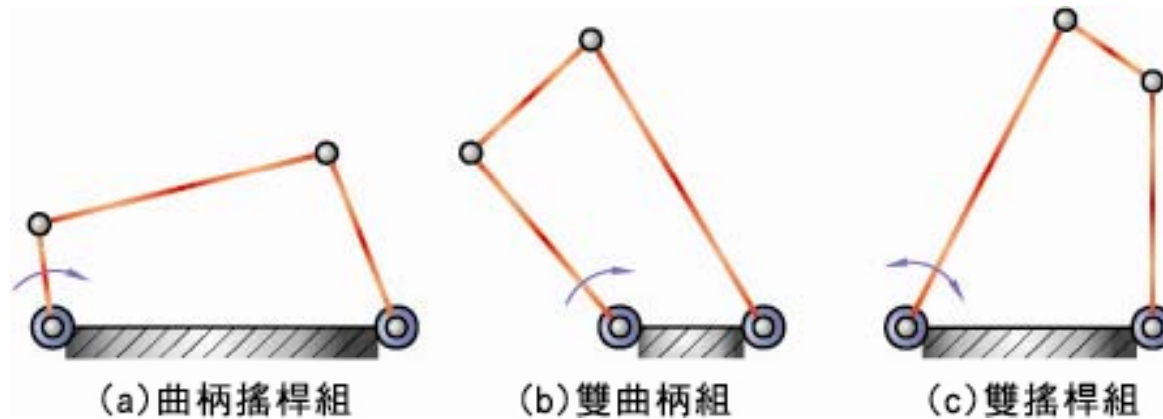


圖14-4 四連桿機構之基本型態



動畫14-4a



動畫14-4b



動畫14-4c

14-3、連桿機構之種類及應用

機械中之機構一定是拘束運動鏈，至少由四連桿組成，各連桿間可產生確切的相對運動。由四連桿組成之連桿機構一般除了上述之基本型態外還有其他種類之連桿機構，說明如下。

- | | |
|------------|------------|
| 一、曲柄搖桿機構 | 二、牽桿機構 |
| 三、雙搖桿機構 | 四、平行相等曲柄機構 |
| 五、交叉相等曲柄機構 | 六、等曲柄非平行機構 |
| 七、滑動對之連桿機構 | 八、雙滑塊機構 |
| 九、等腰連桿機構 | 十、肘節機構 |
| 十一、比例運動機構 | |

一、曲柄搖桿機構

如圖14-2所示，連桿AD為固定，曲柄AB繞A軸可作360°旋轉，而DC只能繞軸D擺動，下列之不等式，為滿足曲柄與搖桿機構之條件：

$$1. AB + BC + DC > AD$$

$$2. AB + AD + DC > BC$$

$$3. AB + BC - DC < AD$$

$$4. BC - AB + DC > AD$$

第1及第2條件為組合一完整的四連桿機構必備條件。

第3條件 $AB_2 + B_2C_2 - C_2D < AD$ ，得 $\triangle AC_2D$ 三角形兩邊之差，小於第三邊($AC_2 - C_2D < AD$)。

第4條件 $B_1C_1 - AB_1 + C_1D > AD$ ，得 $\triangle AC_1D$ 三角形兩邊之和，大於第三邊($AC_1 + C_1D > AD$)。

曲柄搖桿機構的應用

曲柄搖桿機構的應用廣泛，舉例如下：

1. 腳踏式縫紉機

如圖14-5所示，為曲柄搖桿機構應用於腳踏式縫紉機上，踏板(搖桿)CD為主動件帶動連桿BC，連桿BC帶動曲柄AB而使繩輪轉動。

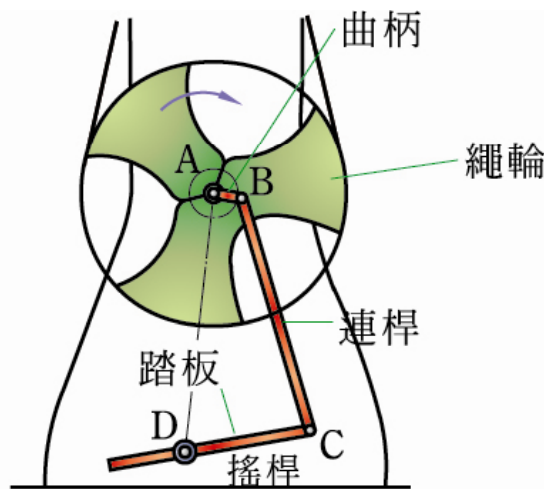
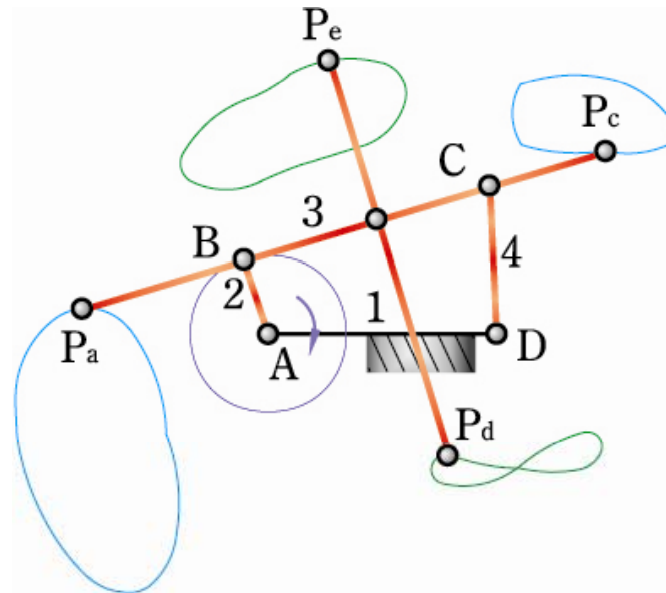


圖14-5腳踏式縫紉機

接上頁

2. 攪拌機

如圖14-6所示之曲柄搖桿機構，連桿BC上之點 P_a 、 P_e 、 P_c 、 P_d 之動路如圖中所示，這種特殊動路可應用於攪拌機中。



動畫14-6

圖14-6曲柄搖桿機構

接上頁

3. 腳踏車

如圖14-7所示，為曲柄搖桿機構應用於腳踏車上，腳踏板為曲柄AB，小腿為連桿BC，大腿為搖桿CD，A、D均在機架上，稱為固定軸。

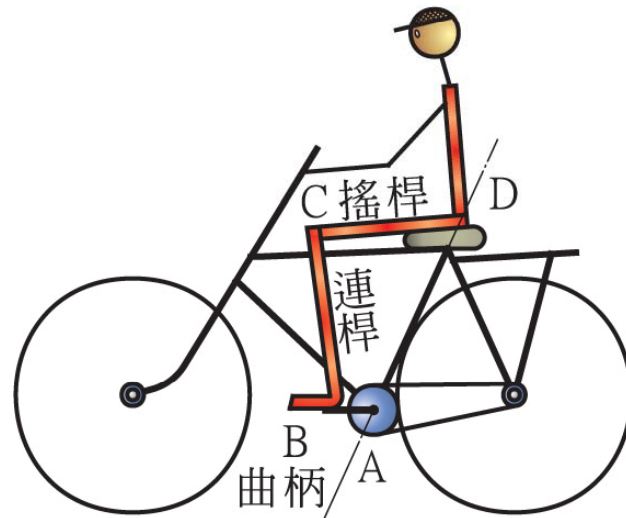


圖14-7腳踏車

二、牽桿機構

如圖14-8所示，是為一牽桿機構又稱雙曲柄機構，其中AB為固定桿，而BC及AD為曲柄，兩者皆可作360°旋轉，連桿CD，稱為牽桿，故此機構叫牽桿機構。為了要使曲柄BC與AD都能作360°圓周運動，必須滿足下列條件：

1. 每一曲柄及連桿必須長於中心聯線。如圖14-8所示，曲柄BC與AD及CD都大於中心聯線AB。
2. $BC - AB + CD > AD$ (參考 $\triangle ACD$)
3. $AD - AB + CD > BC$ (參考 $\triangle BCD$)

接上頁

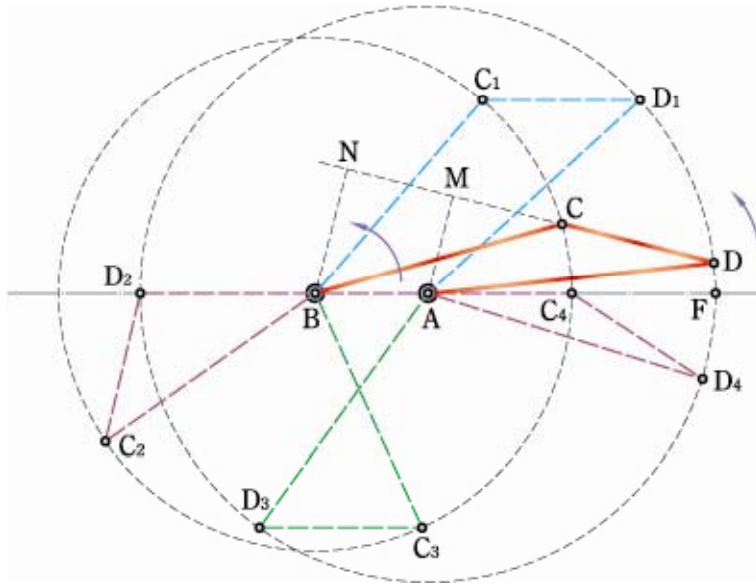
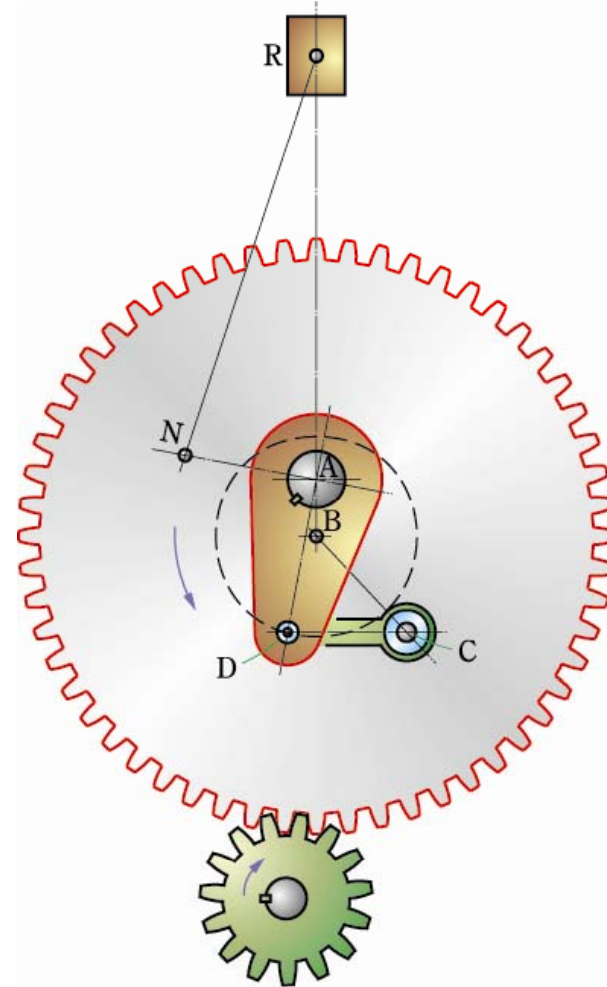


圖 14-8 牽桿機構圖



14-9 插床機構



動畫 14-9

接上頁

- 如圖14-9所示，牽桿機構應用在插床(slotter)上的急回機構。圖14-9中之A、B、C、D與圖14-8，中之A、B、C、D位置相當。
- 主動輪為下方小齒輪，用以帶動大齒輪，大齒輪在固定的輪轂(hub)上，如圖14-9中的虛線圖，繞B點旋轉，B點在固定的床台上。大齒輪轉動時，帶動C點的銷子，使BC成為主動曲柄。再經由CD桿可使被動曲柄DA桿，繞A軸旋轉，另一曲柄AN亦繞A軸轉動，因此連結於曲柄NA上之溜座R，亦隨之上下動作，而且回行程(向上)較工作行程(向下)為快，以達切削的目的。

三、雙搖桿機構

如圖14-10所示，A及D為固定軸心，AB、DC為兩搖桿，BC為浮桿，在雙搖桿機構中，AB桿B端僅能沿B₁點至B₂點之間運行，當浮桿BC運行至極左端位置B₁C₁上時，即與曲柄CD成一直線，亦即B₁、C₁、D三點在一直線上，此為左死點位置(ΔAB_1D)。當浮桿BC運行至極右端位置C₂B₂點上時，浮桿BC與曲柄AB成一直線，亦即C₂、B₂、A在一直線上，亦為右死點位置(ΔAC_2D)。

接上頁

構成雙搖桿的條件如下：

1. $BC < AD$

2. $AB + BC - AD < CD$ (參考 $\triangle AC_2D$)

3. $BC + CD - AD < AB$ (參考 $\triangle AB_1D$)

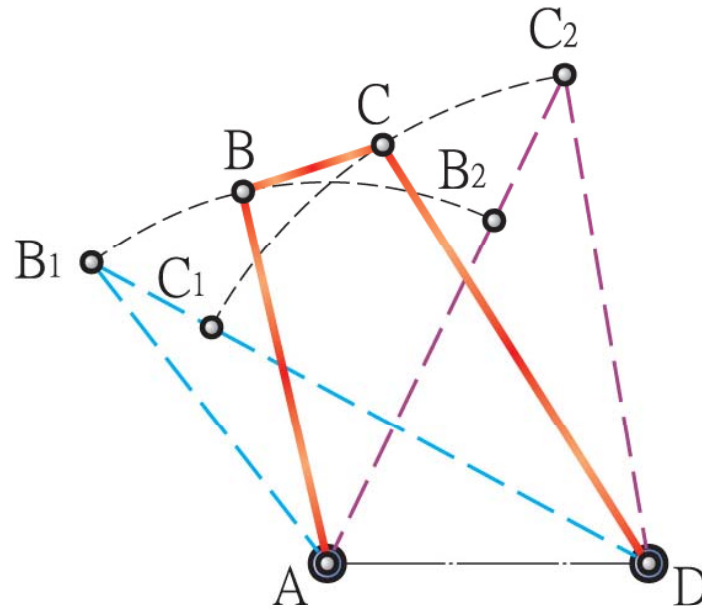


圖 14-10 雙搖桿機構

雙搖桿機構之應用

雙搖桿機構之應用，舉例如下：

1. 電風扇：如圖14-11所示為電風扇雙搖桿機構，**AD**為固定桿，固定在支架上，**AB**與**DC**皆為搖桿，浮桿**BC**為主動桿產生作用力，使風扇擺動。
2. 自動摺布機：如圖14-12所示為一自動摺布機構，**ABCD**四連桿組成雙搖桿機構。**DEFG**構成一組曲柄搖桿機構，桿**EF**為主動曲柄繞**E**點旋轉，帶動浮桿**FG**，再帶動搖桿**CD**作搖擺運動，**ABCD**構成之雙搖桿機構，藉搖擺運動自動將布摺疊整齊。

接上頁

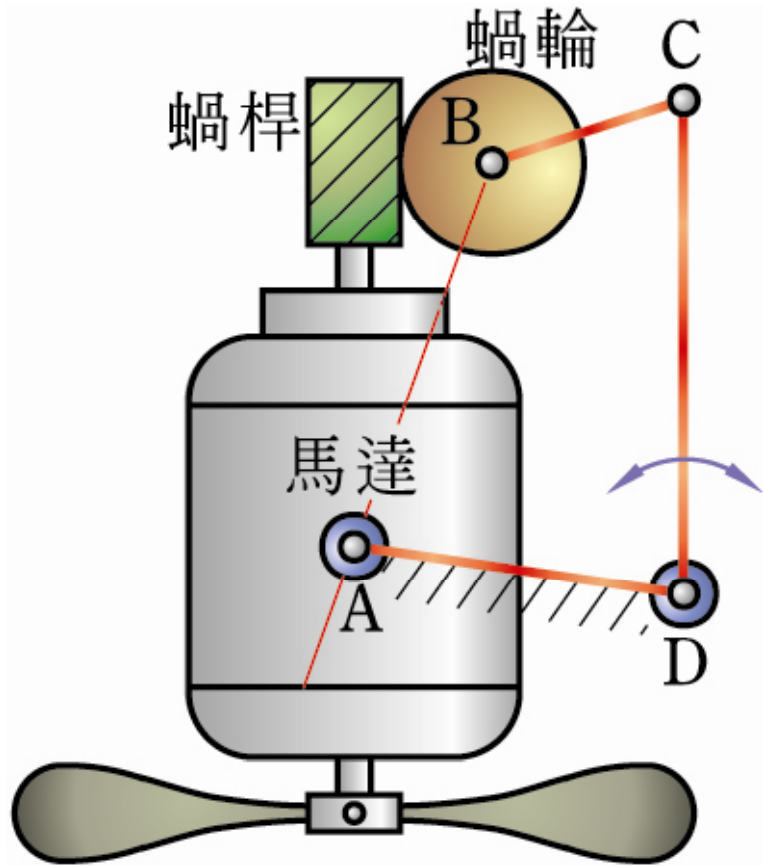


圖14-11電風扇

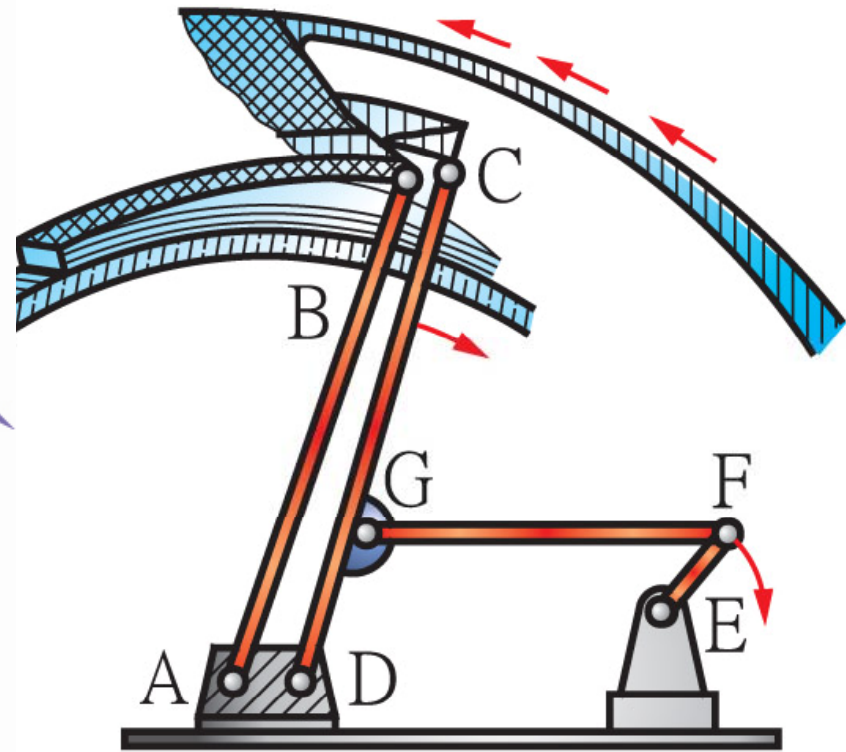


圖14-12自動摺布機

四、平行相等曲柄機構。

如圖14-13所示，曲柄AB與曲柄CD相等且平行，同時，中心聯線AD與浮桿BC也相等且平行。因此，這四連桿組的四個連桿位置均保持成平行四邊形，同時曲柄AB與曲柄CD的旋轉方向，亦隨時保持一致，故兩曲柄之轉動角速度亦相等。

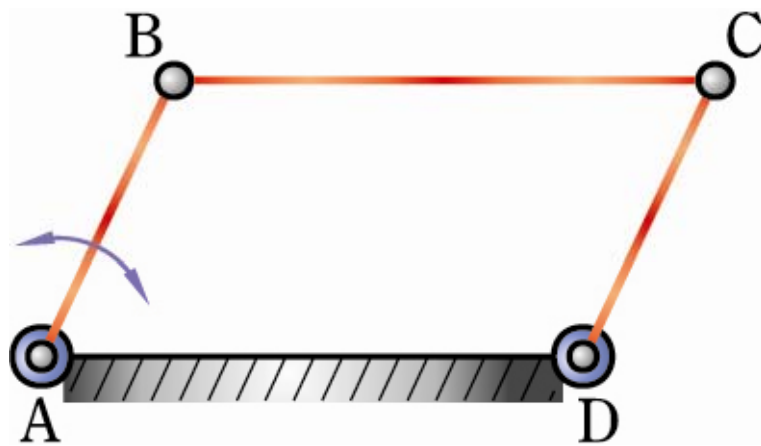


圖14-13 平行相等曲柄機構



動畫14-13

平行相等曲柄機構應用

平行相等曲柄機構應用實例如下：

1. 火車頭的車輪

如圖14-14所示，利用這類的連桿組，如此可增大拖曳能力。

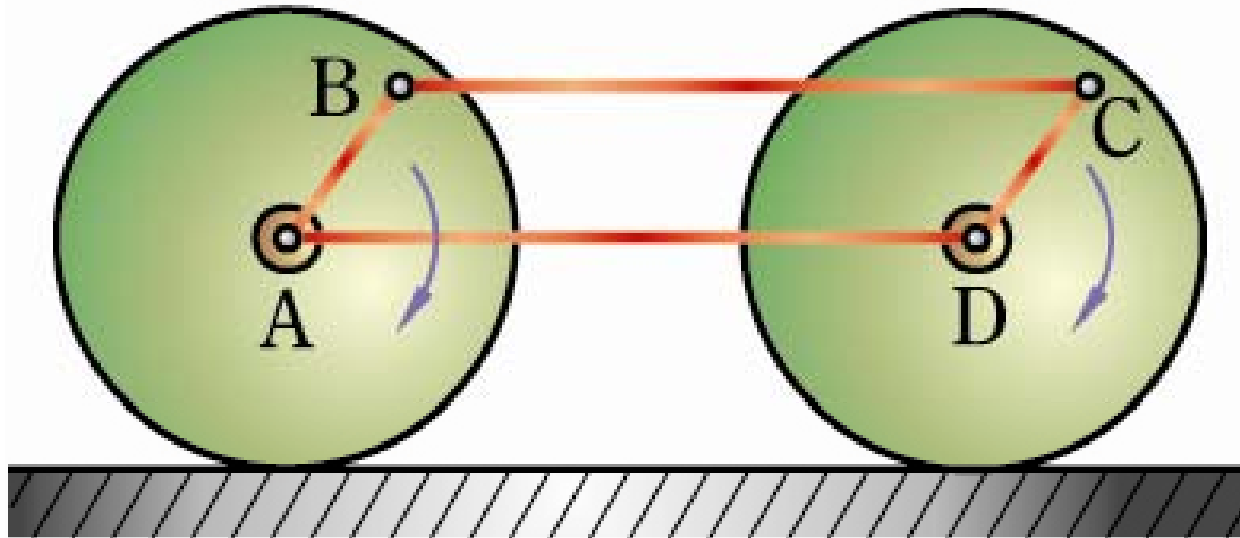


圖14-14火車頭的車輪



接上頁

2. 平行尺 (parallel ruler)

如圖14-15所示，當底邊AD固定時，搖動AB及DC曲柄，即可使BC平行移動，靠著BC尺緣，即可畫出無數平行線。

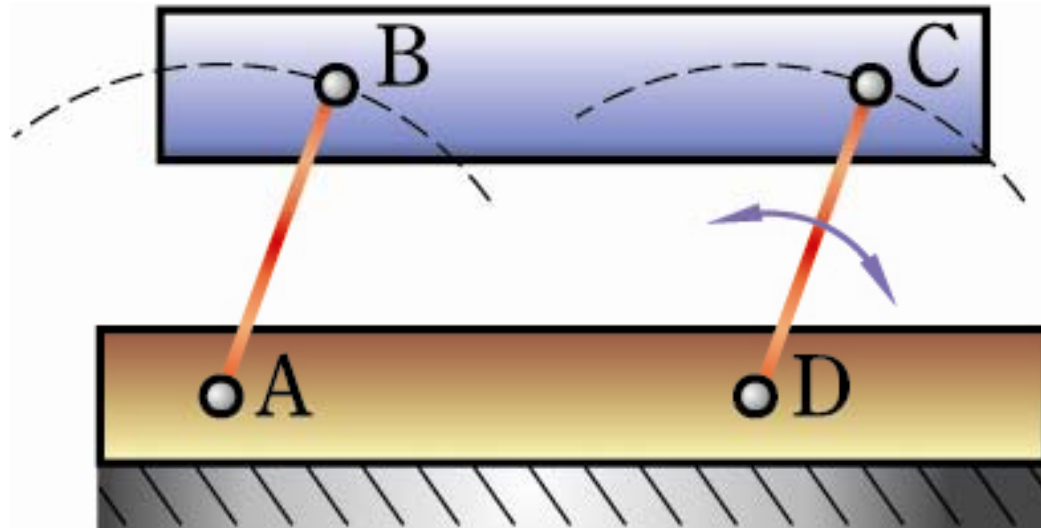


圖14-15 平行尺



動畫14-15

接上頁

3. 勞伯佛天平 (roberval balance)

如圖14-16所示，為勞伯佛天平，將一平行相等曲柄連桿組，鎖於一支柱上，是用以量測葯物或化學物品之天秤。

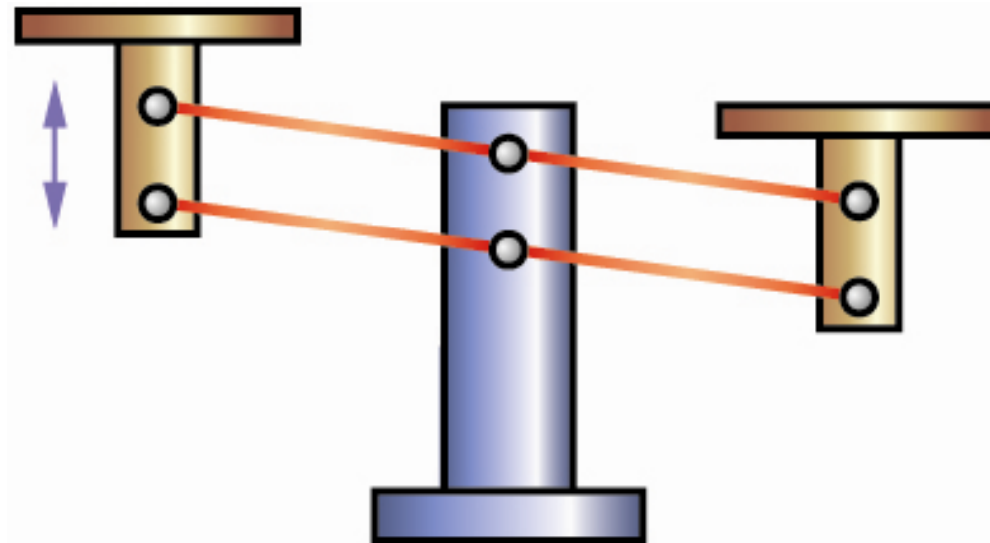


圖14-16勞伯佛天平



動畫14-16

接上頁

4. 萬能繪圖機 (universal drafting machine)

如圖14-17所示，為萬能繪圖機，是由兩對平行相等曲柄連桿組所構成。固定畫板左緣上的夾頭M，連接有第一個平行相等曲柄連桿組ABCD。於CD環上連接著第二個平行等長曲柄連桿組EFHG。當P盤移動時，P盤上兩垂直量尺N、S，將以平行的方式移動，因此量尺不論移至任何位置，例如由P移至P₁時，即可劃得平行線。

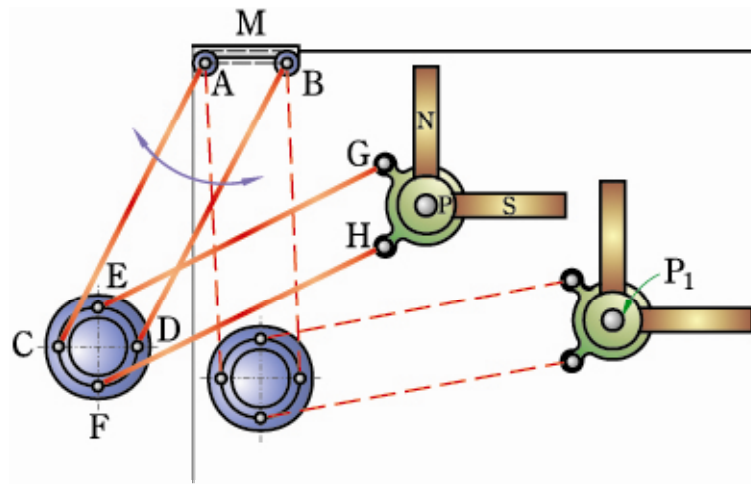


圖14-17萬能繪圖儀



動畫14-17

五、交叉相等曲柄機構

- 如圖14-18所示，曲柄 O_2B 與曲柄 O_4C 相等但不平行。 O_2O_4 與 BC 相等且相交叉，則 O_2B 與 O_4C 的旋轉方向正好相反。如果 O_2B 為主動件，以等角速率旋轉，則 O_4C 將以不等角速率作相反方向的旋轉。但兩者旋轉 360° 所需的時間是相等。

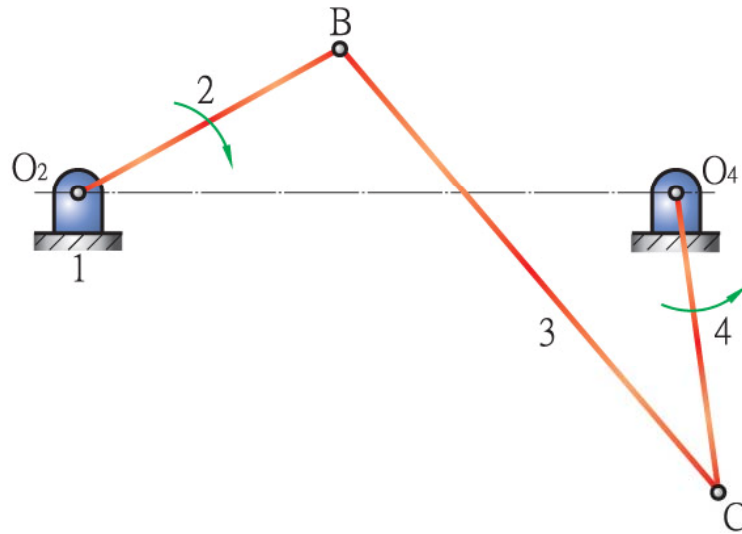


圖14-18交叉相等曲柄連桿組

接上頁

交叉相等曲柄機構的應用：如將圖14-18與14-19比較，可知前者之 O_2 、 B 、 C 、 O_4 相對於後者 O_2 、 B 、 C 、 O_4 ，可知橢圓對是交叉相等曲柄機構的應用，常用於急回裝置。

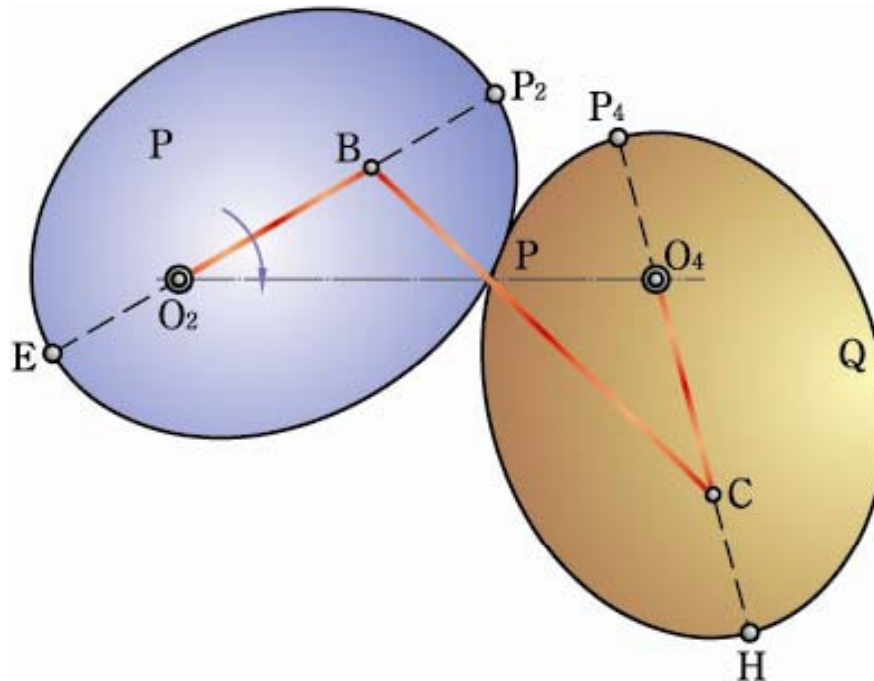


圖14-19 橢圓對

六、等曲柄非平行機構

- 如圖14-20所示，為等曲柄非平行機構，曲柄AB等於曲柄CD，但連桿BC小於中心聯線AD。當BC平行於AD時， $\angle BAD = \angle CDA$ 。若CD轉動 θ_1 角，則AB亦相對轉動 ϕ_1 角，得 $\theta_1 > \phi_1$ 。若CD轉動 θ_2 角，則AB亦相對轉動 ϕ_2 角，得 $\theta_2 < \phi_2$ 。此種四連桿組可以用在汽車的轉向機構(steering mechanism)。

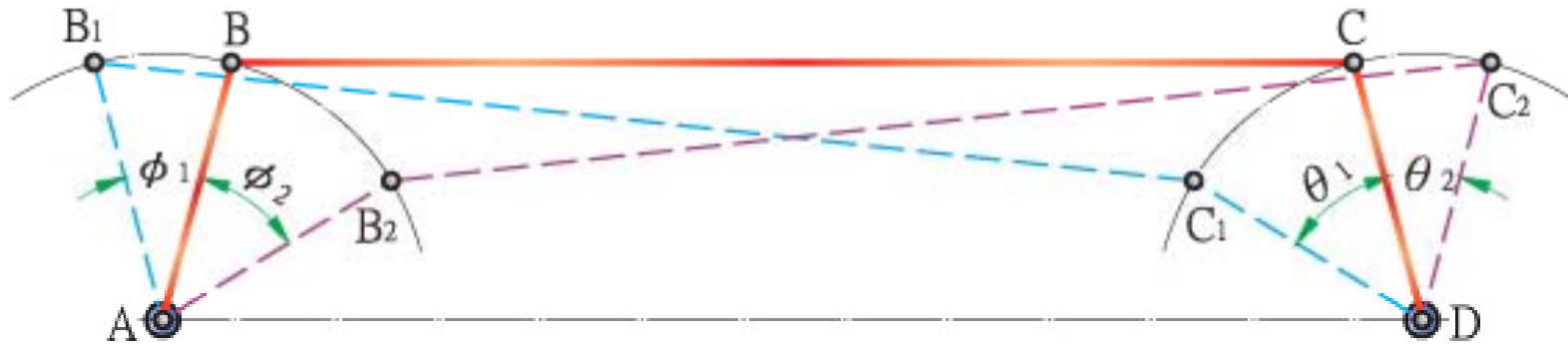


圖14-20 等曲柄非平行機構



動畫14-20

等曲柄非平行機構應用

1. 汽車轉向機構

如圖14-21所示，為汽車轉向機構(其中 $BC < AD$)。汽車大都是利用前軸來轉向，在前軸右端有右輪轉動軸 AB ，在左端有左輪轉動軸 DC ，分別用鋼銷 A 與 D 與前軸相連，在汽車轉向時，左右輪轉軸必須同時轉動。

汽車要向右轉時，如圖14-22，右前輪軸所轉的角度較左前輪軸所轉的角度為大；當汽車向左轉時，左前輪軸所轉之角度較右前輪軸所轉的角度為大；當汽車直時，左前輪軸與右前輪軸之角度相等，兩車輪平行。

接上頁



圖14-21汽車直行時
轉向機構的相位



圖14-22汽車右轉時
轉向機構的相位

接上頁

- 如圖14-23所示，汽車向左轉時，左前輪軸線、右前輪軸線與後輪大軸中心線，三者交於Q點時，是汽車轉向時輪子最理想的位置。因為此時四個輪子均以Q點為圓心繞圈子，所以輪子與地面之間的滑動摩擦可減至最少，降低輪胎的磨耗。轉彎時，如果三者不交於Q點，則偏離後輪大軸中心線較近者，易造成車胎異常磨耗(單邊磨損)。偏離較遠者，汽車高速轉彎時較易失控翻車。偏離越遠異常磨耗越大也越不安全。

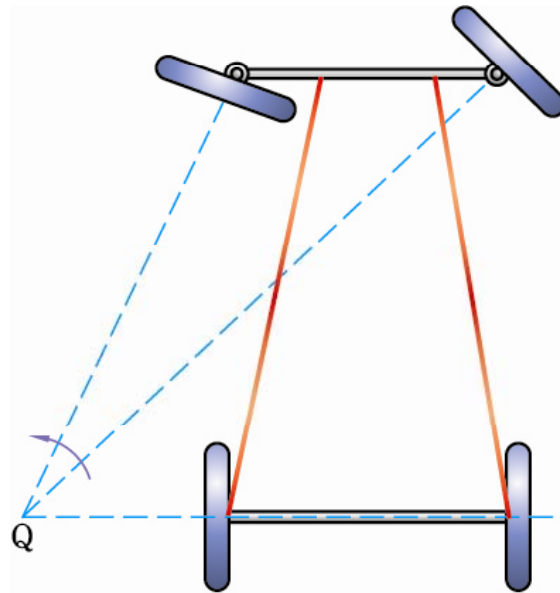


圖14-23汽車轉向時輪子之位置

接上頁

2.慢(快)速運動連桿機構

如圖14-24所示，為慢(快)速運動連桿機構，等曲柄連桿組中AB等於CD，浮桿BC大於聯心線AD，如果曲柄AB為主動以順時針方向旋轉，則曲柄DC也會以順時針方向旋轉，但速率為減速。當曲柄AB到達 AB_1 之位置時，曲柄AB與連桿BC成一直線，謂之死點位置，此時速率為零。曲柄AB任意前進或後退一步的運動，均將使曲柄CD回向原來的位置，CD的運動由慢，然後逐漸增加，謂之慢速運動連桿機構。

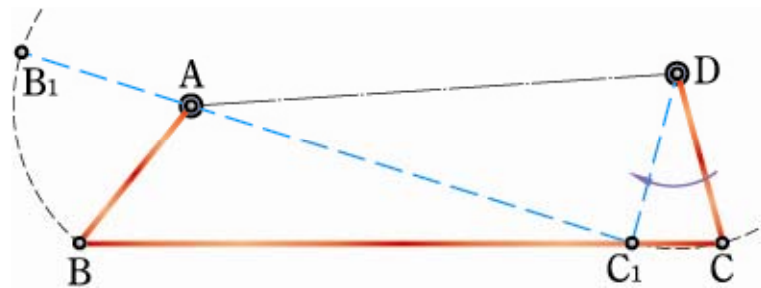


圖14-24 慢(快)速運動連桿機構



動畫14-24

七、滑動對之連桿機構

- 如圖14-25所示，為滑動對之連桿組，分別為AB、BC、 CD_{∞} 及 AD_{∞} 四連桿所組成，其中線 AD_{∞} 與 CD_{∞} 兩者在無限遠處相交。兩者互相平行，且垂直於槽的中心線。
- 滑動對之連桿組在應用時，可依固定之連桿不同，產生四種不同的機構。(1)固定連桿1 → 往復滑塊曲柄機構 (2)固定連桿4 → 固定滑塊曲柄機構 (3)固定連桿3 → 擺動滑塊曲柄機構 (4)固定連桿2 → 迴轉滑塊曲柄機構。分述如下。

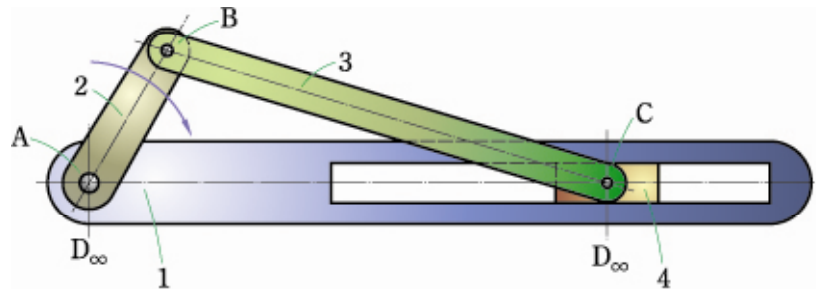


圖14-25 滑動對之連桿組



動畫14-25

1. 往復滑塊曲柄機構

- 如圖14-26所示為一引擎的圖解，包括汽缸1(支架1)及活塞4(滑塊4)、浮桿3、曲柄2。曲軸A用軸承與汽缸相連， AD_{∞} 是中心連線， CD_{∞} 為一無限長的曲柄，活塞4承受汽缸內燃料爆發的動力，而帶動曲柄轉動，所以滑塊4為原動件，故稱為往復滑塊曲柄機構。此機構一般應用於內燃機、蒸汽機、往復式泵(pump)或往復式壓縮機上。

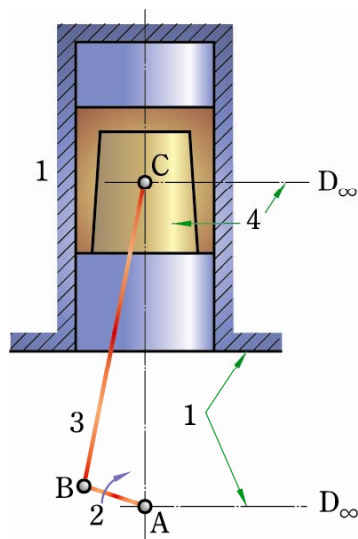


圖14-26 往復滑塊曲柄機構

2. 固定滑塊曲柄機構

如圖14-27所示為固定滑塊曲柄機構。圖中蝸輪上的B點為活動銷，套上浮桿BC，蝸輪之軸心A，AB為曲柄桿2，當蝸桿n軸旋轉時，蝸輪則繞A而旋轉，由於支架m將蝸桿與蝸輪固定住，且當蝸輪轉動時，桿4(D)固定不動，所以桿1(n)軸將在滑槽內左右移動，其最大移動距離為2倍AB桿長(A₁至A₂之距離)。A₁為行程之極左點，A₂為行程之極右點。圖(17-29)為手壓泵(hand pump)，或稱手搖抽水唧筒，也是固定滑塊曲柄機構的應用。

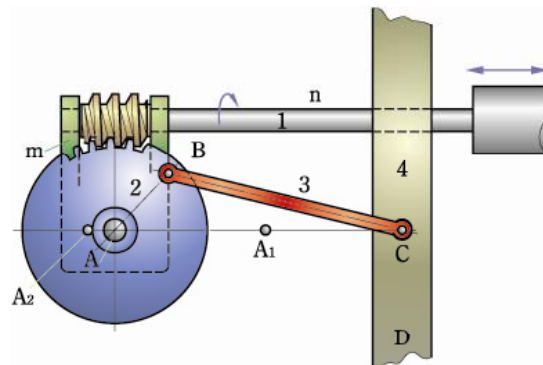


圖14-27 固定滑塊曲柄機構

接上頁

圖(14-28)為手壓泵(hand pump)，或稱手搖抽水唧筒，也是固定滑塊曲柄機構的應用。

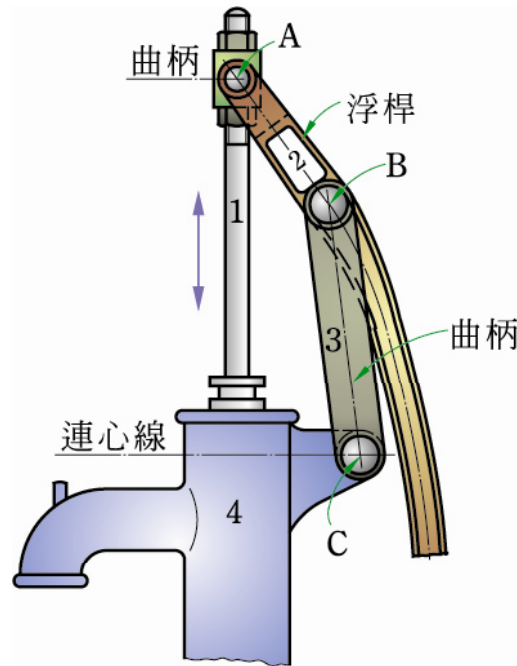


圖14-28 手壓泵

3. 擺動滑塊曲柄機構

- 如圖14-29所示為一件擺動引擎的機構圖。汽缸與活塞4在軸承支架的筒耳上擺動，軸承軸線為C，曲柄軸繞軸承B轉動。曲柄2與活塞桿1銷接於A，BC為中心連線(固定桿)，BA與CD ∞ 為曲柄，AD ∞ 為浮桿。

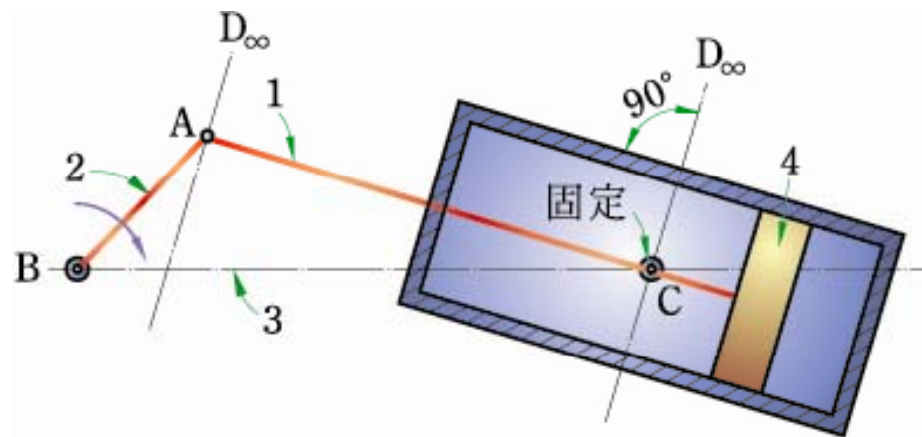


圖14-29 擺動滑塊曲柄機構



動畫14-29

4.迴轉滑塊曲柄機構

(1)搖擺急回機構(oscillating arm quick-return mechanism)

如圖14-30所示為牛頭鉋床之搖擺急回機構。衝頭帶著切削刀具在導路中來回運動。衝頭由左向右時，是以等速的速率前進作切削動作。而衝頭由右向左時速率較快，作快速退刀之動作。

接上頁

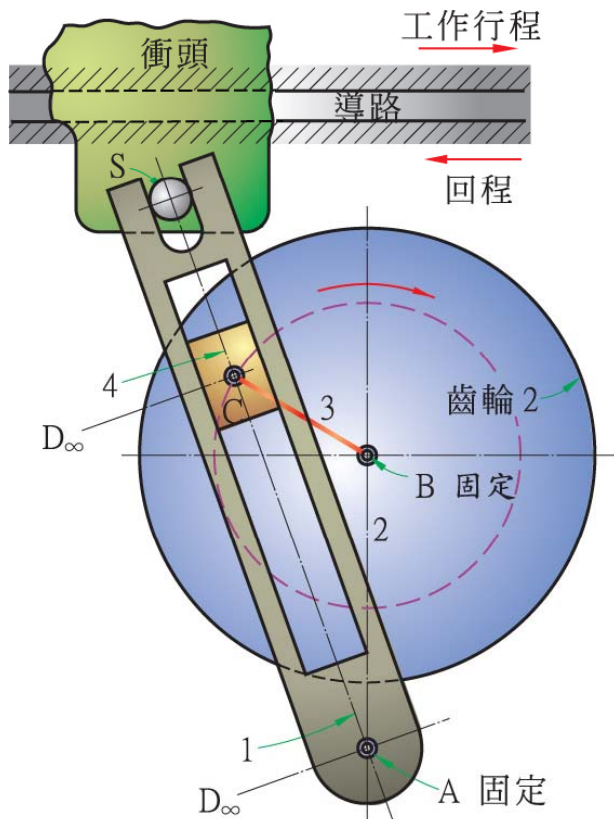
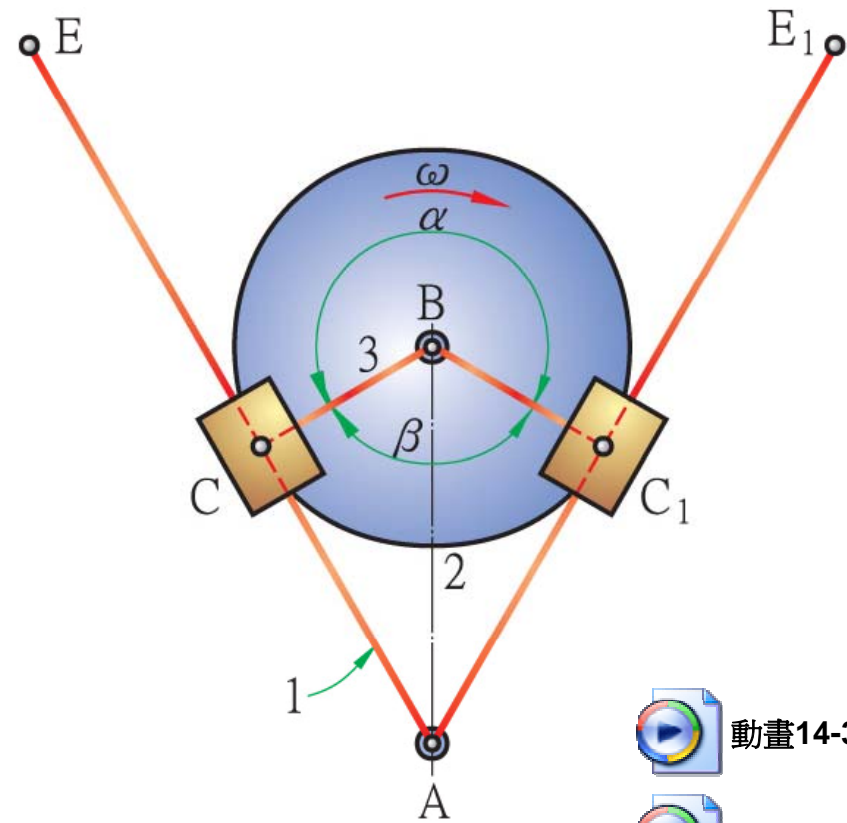




圖 14-30 搖擺急回機構



 動畫14-30

 動畫14-31

接上頁

- 如圖14-31所示A與B為固定軸，曲柄BC以順時針方向繞B軸作等角速度運動，滑塊4由C運行至C₁的角度為 α ，所需的時間為 t_1 ，此時鉋刀進行鉋削行程。又滑塊4由C₁運行至C的角度為 β ，所需的時間為 t_2 ，此時鉋刀進行退刀回程。

$$\omega = \frac{\alpha}{t_1} = \frac{\beta}{t_2} = \text{定值(常數)}$$

$$\frac{\text{工作行程所需時間}t_1}{\text{回程所需時間}t_2} = \frac{\alpha}{\beta}$$

$$\because \alpha > \beta \quad \therefore t_1 > t_2$$

接上頁

故迴轉滑塊搖擺機構具有急回機構之功能。圖14-32亦為搖擺急回機構，但其擺臂AE與衝頭間，由桿件5連接。

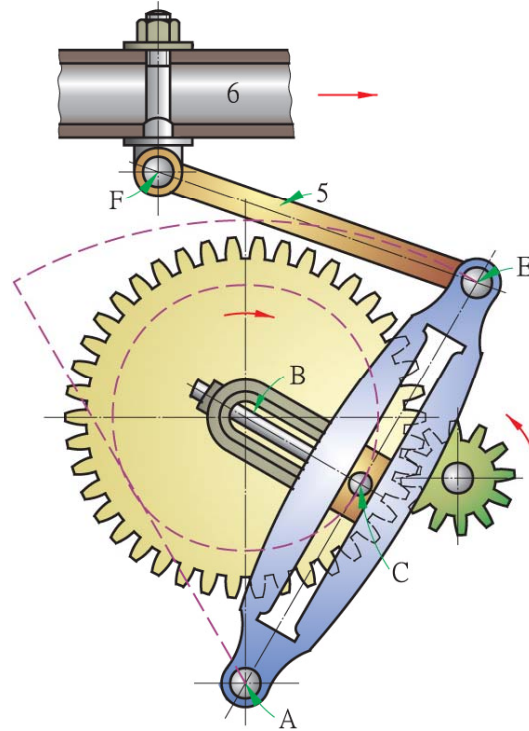


圖14-32 搖擺急回機構

接上頁

(2) 惠氏急回機構

如圖14-33所示是一迴轉滑塊曲柄機構，又稱為惠氏急回機構(whitworth quick return mechanism)。BC繞固定軸作 360° 迴轉，桿1也可繞固定軸A作 360° 迴轉，將桿1延長至E，利用連桿5帶動滑塊6，滑塊6代表牛頭鉋床的衝頭，亦可代表龍門鉋床的平台。

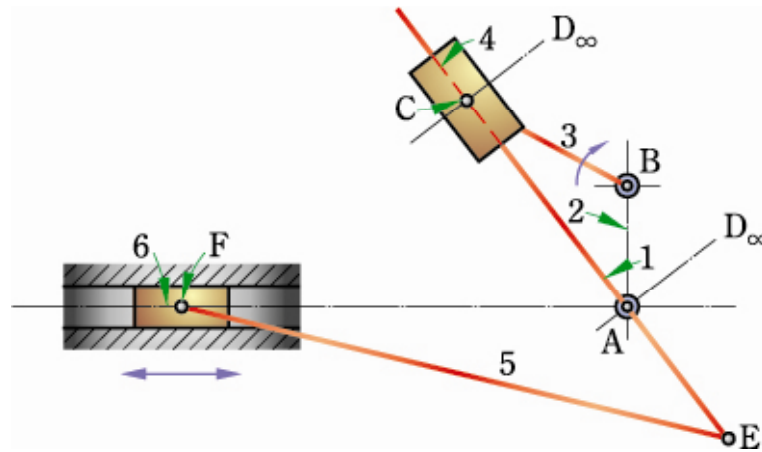


圖14-33 惠氏急回機構



動畫14-33

八、雙滑塊機構

如圖14-34所示為兩個滑塊對的作用，其中 AD_{∞} 與 CD_{∞} ，相當於兩根無限長之連桿。 AD_{∞} 是為中心連線； AB 為曲柄繞固定軸 A 旋轉； CD_{∞} 為曲柄，而 BC 為浮桿。

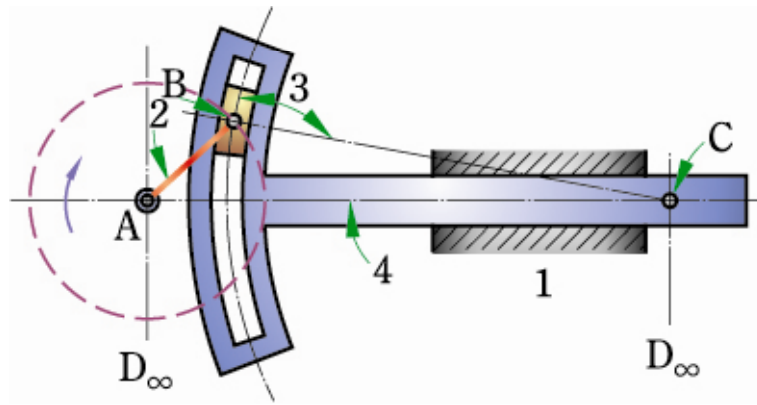


圖14-34 雙滑塊機構

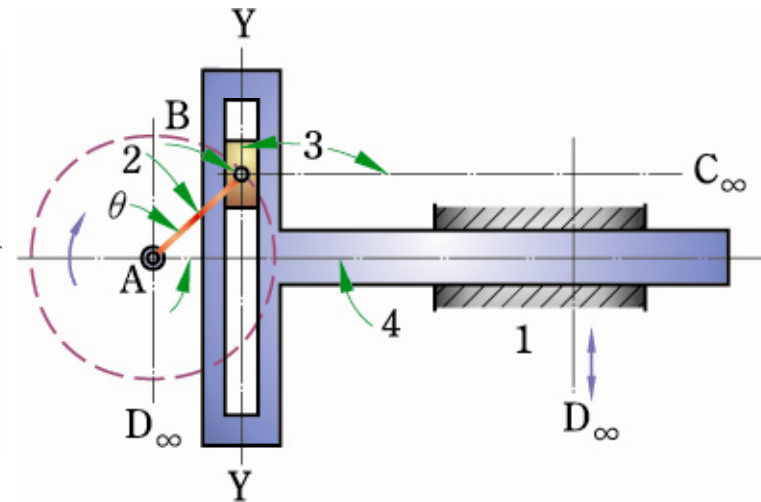


圖14-35 雙滑塊機構



動畫14-34



動畫14-35

接上頁

- 如圖14-35所示之機構與圖14-34所示者相似，只改變滑槽是為直槽。AB為曲柄繞固定軸心A旋轉， AD_{∞} 為中心連線，BC為浮桿，另有曲柄 $C_{\infty}D_{\infty}$ ，但曲柄 $C_{\infty}D_{\infty}$ 是垂直於 BC_{∞} 的一條假想線，滑塊4的運動為簡諧運動。此機構亦稱為蘇格蘭軛(scotch yoke)。
- 圖14-36與圖14-35所示者相似，惟其直滑槽中心線YY不與桿4之運動方向垂直，滑塊4也作簡諧運動。

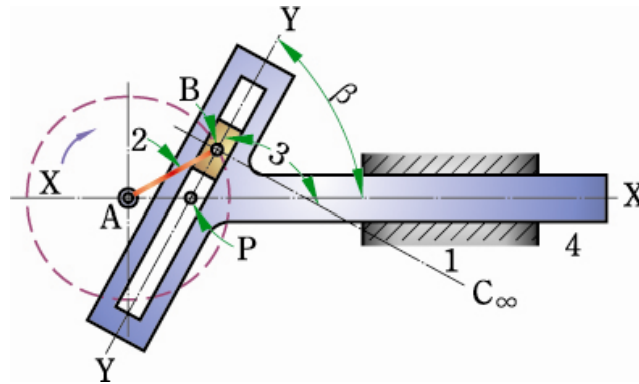


圖 14-36 雙滑塊機構



動畫14-36

九、等腰連桿機構

- 如圖14-37所示之機構中，曲柄AB與連桿BC等長，曲柄AB繞A軸旋轉，滑塊4在固定的滑槽1內移動，由於AB與BC對滑塊中心隨時都保持形為等腰三角形，故稱為等腰連桿機構。
- 由圖中得知，當曲柄AB繞A點迴轉一圈，即由B1點經B2再回到B1點，滑塊4亦將由C1點運動至C2點再回到C1點，滑塊4往復一次之距離，為曲柄AB長之四倍。

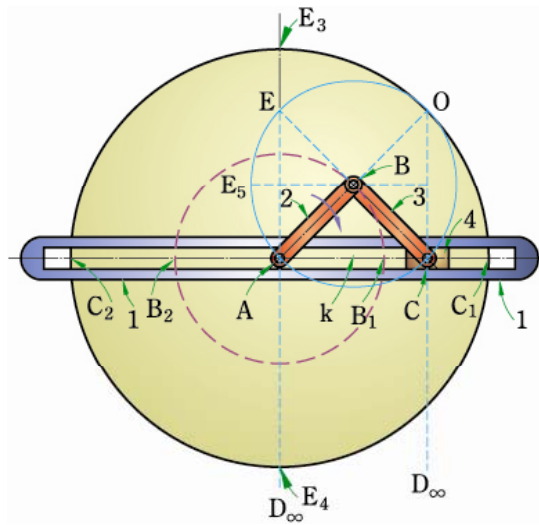
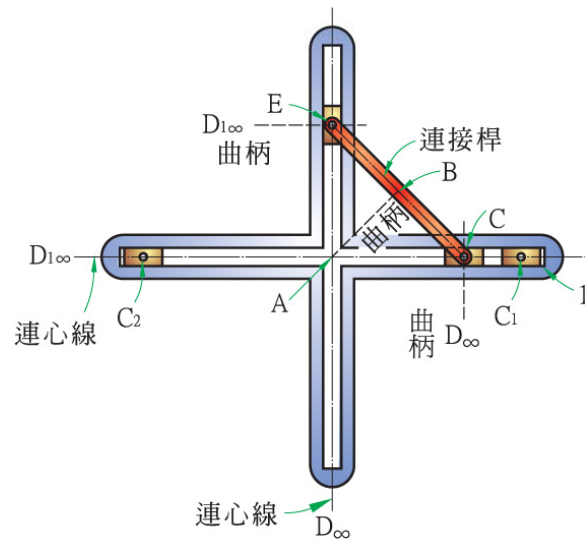


圖14-37 等腰連桿機構

接上頁

- 如圖14-38所示，若將CB桿延長至E點，並於E點同樣裝置一滑塊，讓E滑塊在垂直槽中滑動，此時曲柄AB可省去不用。故圖14-38亦是等腰連桿機構的一種。此時B點的動路為以A為軸心，AB長為半徑的圓。



動畫14-38

圖14-38等腰連桿機構另一形式

等腰連桿機構的應用

1. 橢圓形機構：

如圖14-39所示，橢圓規是修改圖14-38的機構而得，將圖14-38之EC桿延長至P點，當ECP桿完成一個動作行程時，P點所行走的軌跡是一個橢圓。此橢圓之半長軸為 a ，而半短軸長為 b 。

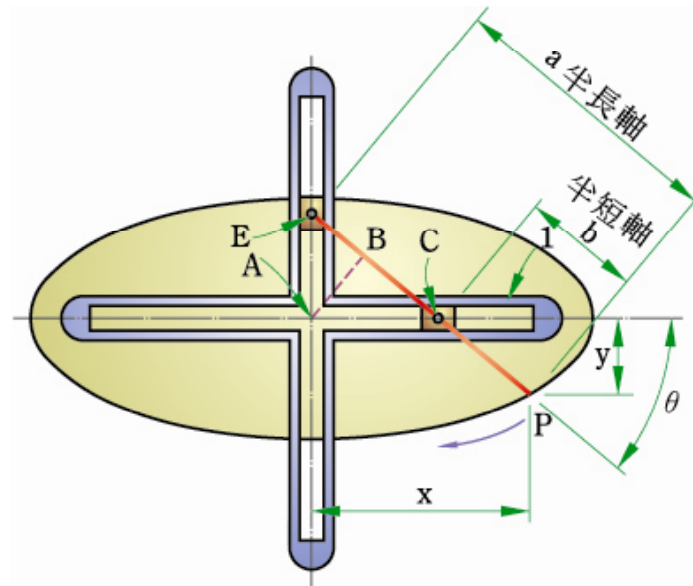


圖14-39 橢圓規



動畫14-39

接上頁

2. 歐丹聯結器：

- 如圖14-40所示，將兩滑塊連接桿**EC**固定於兩垂直滑槽中轉動，**C**滑塊繞**C**軸轉動，**E**滑塊繞**E**軸轉動。兩垂直之二滑槽轉變角度恒相等。若其中有一滑槽迴轉時，則另一滑槽就會以相等的角速度迴轉。即可應用在歐丹聯結器上。
- 如圖14-40所示，即為歐丹聯結器，圖中機件**1**兩面上各有一互相垂直的凸起滑塊，而聯結於**C**軸及**E**軸上之平板上所刻之凹槽，與圖14-38之兩滑槽類似，當歐丹聯結器傳動時，凹槽則各以**E**軸、**C**軸之旋轉中心迴轉。兩中心軸線雖有微小的偏差，但其傳動的角速度仍相等

接上頁

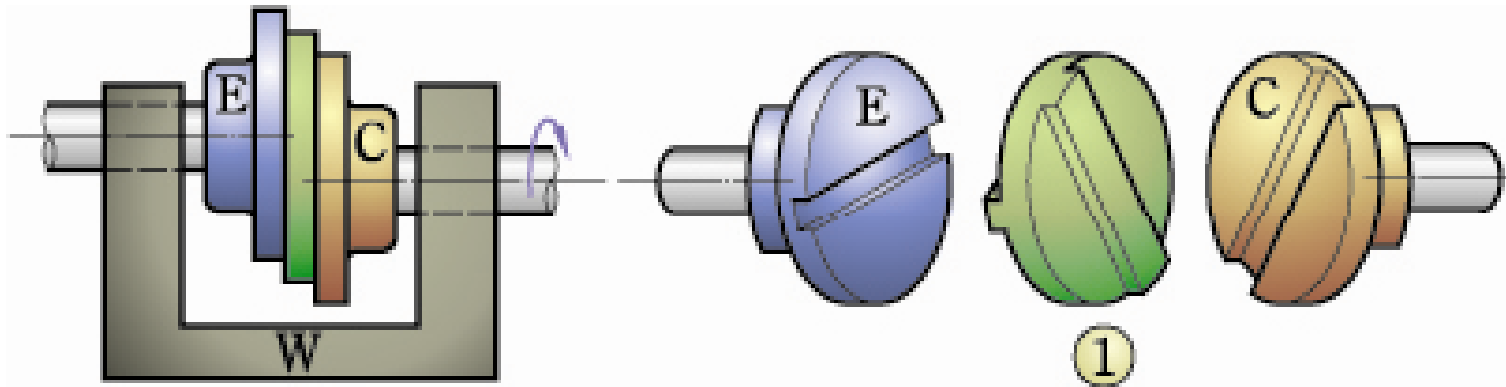


圖14-40 歐丹聯結器

十、肘節機構

如圖14-41所示，為肘節機構，也是滑塊曲柄機構的應用。

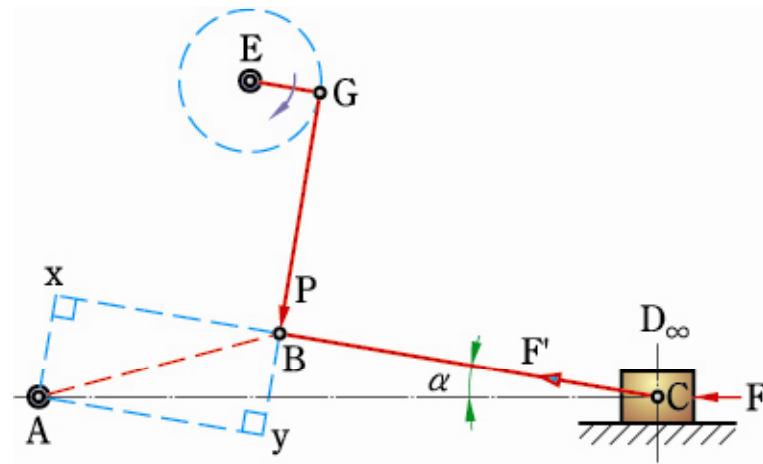


圖14-41肘節機構

當機構中之連桿AB與BC將成一直線(α 角度微小)時，則B點只需極小的外力P，滑塊C即可得到極大的推力F，此種現象稱為肘節效應。而P與F之比值可由下列求得：

接上頁

對A點之力矩等式爲 $F'(\overline{Ax}) = P(\overline{Ay})$

其中 $F' = \frac{F}{\cos \alpha}$ $F = F' \cos \alpha$

所以 $\frac{F}{P} = \frac{\overline{Ay} \cos \alpha}{\overline{Ax}}$

當 α 越小時 $\cos \alpha$ 之值越大， \overline{Ax} 越小， $\frac{F}{P}$ 之值變得極大，亦即以極小的外力**P**，即可得極大的推力**F**。此類機構常應用於碎石機、夾鉗、擠壓機、氣動鉚釘機、離合器等。

十一、比例運動機構

如圖14-42所示為比例運動機之一種，將ABCE四連桿之平行相等運動機構稍加變化，使機構中任一直線上之三點成比例，即 $\triangle PEA$ 與 $\triangle PTB$ 相似，則 $\frac{TB}{EA} = \frac{PB}{PA}$ ， $\frac{PE}{TE} = \frac{PA}{BA}$ (P、T兩點必與固定軸在一直線上)，即P點與T點的運動軌跡相互成比例，此比例運動機構具有放大、等比與縮小之功能，如圖14-42、圖14-43、圖14-44所示，圖中固定點E、繪圖點P、描圖點T，三點必成一直線。

接上頁

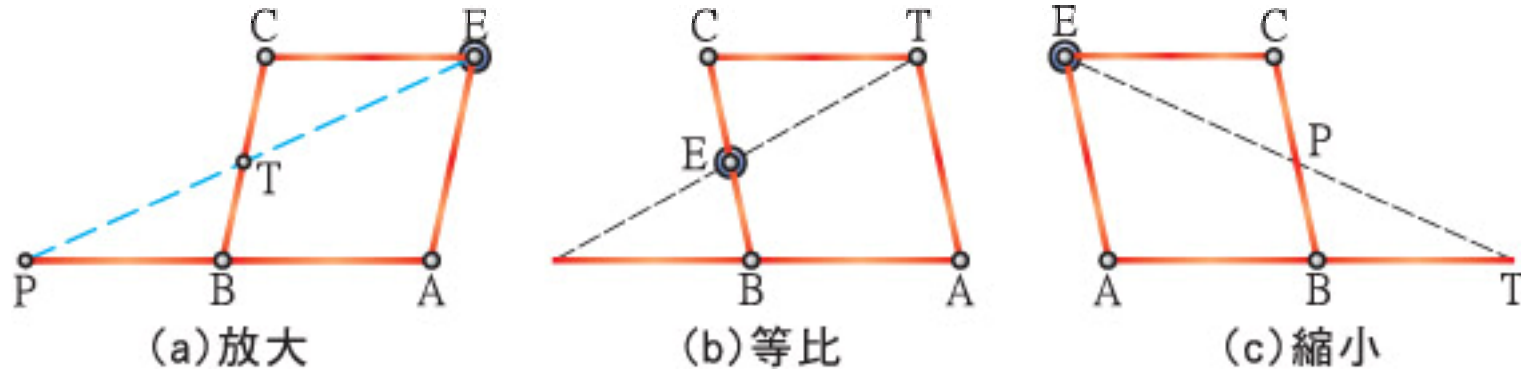


圖 14-42

如圖14-43所示，為另一種形式，圖中F點位於EB線上，與圖14-42不同，但原理相同，愈靠近固定點者軌跡愈小；反之則軌跡愈大。

接上頁

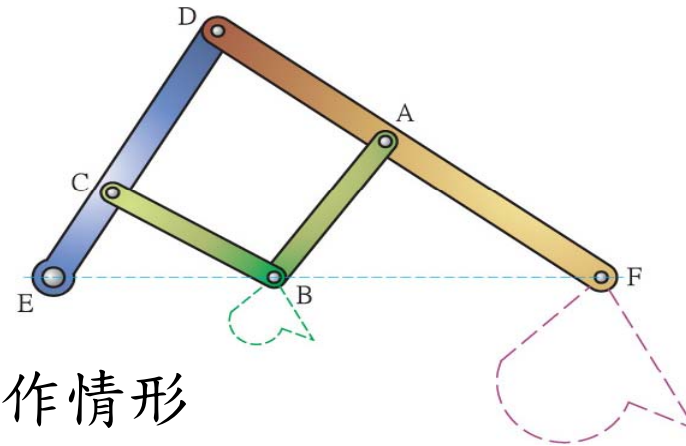


圖 14-43 縮放繪圖器之操作情形

- 當**F**點運動的路徑為任何曲線時，**B**點亦將描繪相同形狀的曲線，但曲線大小則依其與**E**點的距離成比例縮小。如鋼筆桿上刻寫名字之刻字機，即應用此機構。縮放繪圖器常用於縮小或放大工程圖、地圖等。
- 此種比例運動機構可用在機械工廠重複切削雕刻機，描點沿一固定樣板(**template**)運動，刀具依需要生產出與樣板一樣形狀，而尺寸經過放大或縮小的產品。

14-4 近似直線運動機構

凡一機構中某連桿上的一點，不須直線的導路約束，就能產生直線運動者，稱為直線運動機構。此類機構常用以引導一個往復運動作直線或近似直線的運動，以避開障礙或避免使用直槽所產生的摩擦力。直線運動機構分可為近似直線的運動機構與絕對直線運動機構，分述如下。

直線運動機構

直線運動機構分可為近似直線的運動機構與絕對直線運動機構。

一、近似直線運動機構

1. 蚱蜢運動機構
2. 瓦特(watt)直線運動機構
3. 饒氏(Robert's)直線運動機構
4. 蔡氏(Tchcbicheff's)直線運動機構

二、絕對直線運動機構

1. 司羅氏(Scott Russel)滑塊直線運動機構
2. 皮氏(Peaucellier's)直線運動機構
3. 卡氏(Cardan's)圓直線運動機構
4. 哈特氏(hart)直線運動機構

一、近似直線運動機構 — 1. 蚱蜢運動機構

如圖14-44(a)所示為蚱蜢運動機構，又稱司羅氏(Scott Russel)直線運動機構，是等腰連桿機構的應用。機構中各連桿長度的關係：當AB桿以A軸為軸心擺動時，長搖桿CD使C點作小範圍的運動。

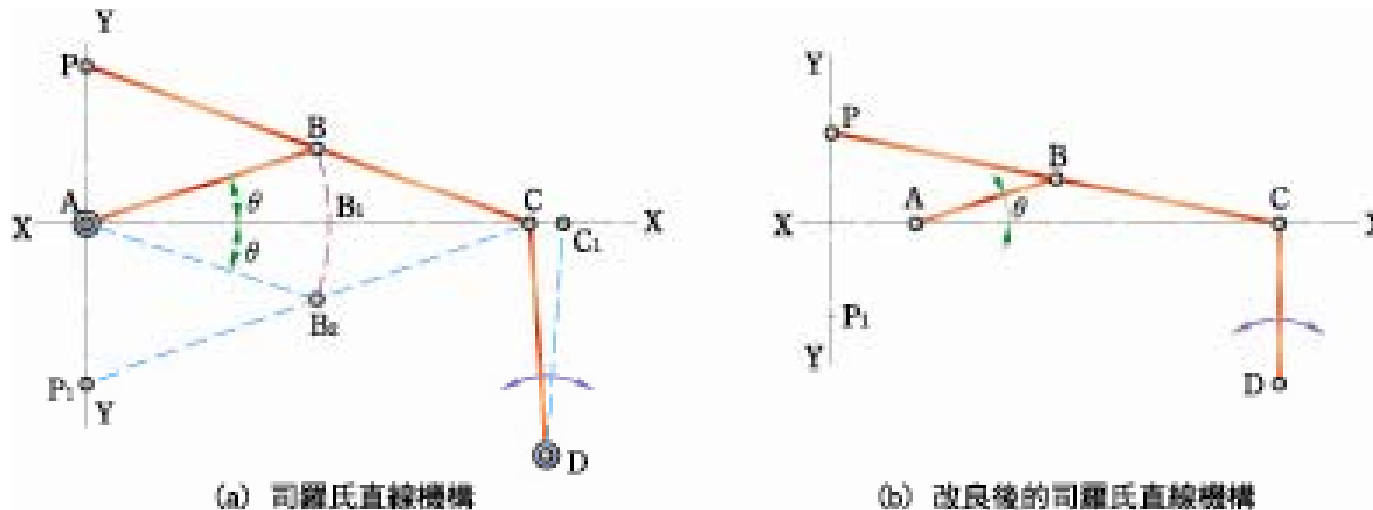


圖 14-44

接上頁

- 由等腰連桿機構之原理可知，當AB桿上下搖動 θ 角時，P點將作近似YY直線運動，而非真正直線運動，主要是因為C點作近似直線的圓弧運動。為了使P點的軌跡更接近直線，可將CD桿之長度延長愈長愈好，或將 θ 角愈小愈好。
- 此類機構可再進一步改良，使P點的路徑不直接通過A點，如圖14-44(b)所示，但圖中機件BC之長度須為AB與BP之比例中項。即 $\overline{AB} \cdot \overline{BC} = \overline{BC} \cdot \overline{BP}$ 或寫成

$$\overline{BC} = \sqrt{\overline{AB} \times \overline{BP}}$$

2. 瓦特(watt)直線運動機構

如圖14-45所示為瓦特直線運動機構，其P點的軌跡將沿YY線移動，而YY線中央一段是極近似直線的線段。P點位置的決定為： $\frac{\overline{BP}}{\overline{CP}} = \frac{\overline{CD}}{\overline{AB}}$ ，此機構應用於瓦特蒸氣機之活塞直線運動路線上。

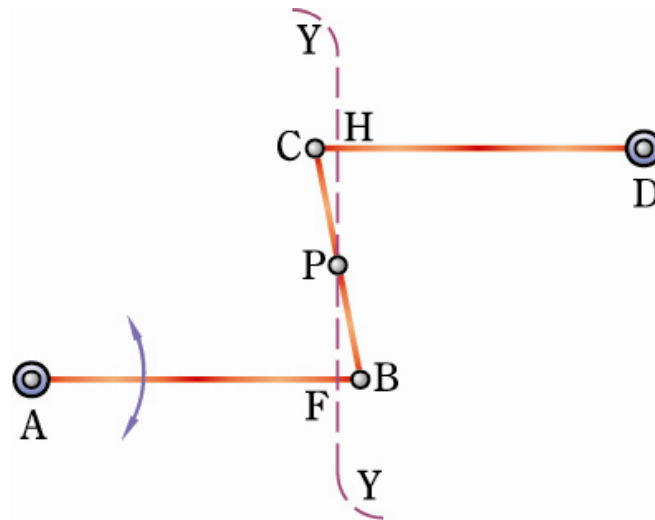


圖14-45 瓦特直線運動機構

3. 羅氏(Robert's)直線運動機構

如圖14-46所示為饒氏直線運動機構，連桿BC之兩端分別以樞軸與曲柄搖桿AB與CD連接。曲柄搖桿AB與CD各以軸A及軸D為中心繞著擺動。連桿之長度如下： $\overline{AB} = \overline{CD}$ $\overline{BP} = \overline{CP}$ $\overline{BC} = \frac{1}{2}\overline{AD}$ 。曲柄搖桿AB與CD同時向右或向左擺動，可得P點軌跡接近直線。如將與長度設計大於 $\frac{2}{3}\overline{AD}$ 或更長些，P點軌跡將更為接近直線。

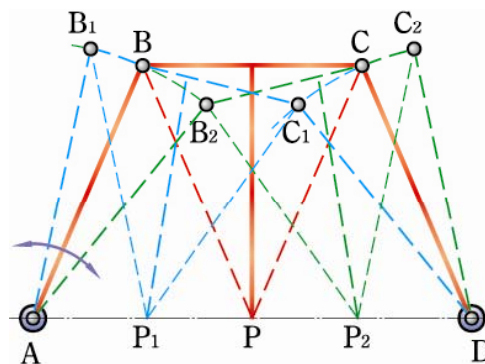


圖14-46饒氏直線運動機構

4. 蔡氏(Tchcbicheff's)直線運動機構

如圖14-47所示，蔡氏直線運動機構，是由一交叉的四連桿組所組成。當搖桿AB及CD旋轉(擺動)時，P點在P₁與P₂之間，作與AD平行之近似直線運動。此機構各連桿長度的比值如下：

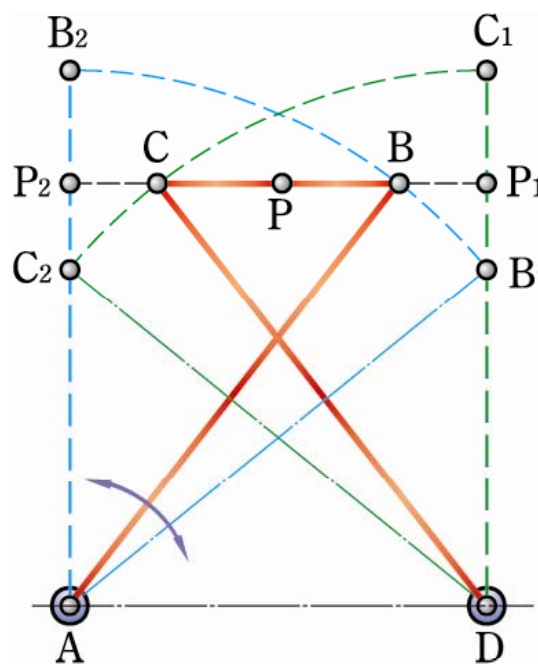


圖14-47 蔡氏直線運動機構

二、絕對直線運動機構

1. 司羅氏滑塊直線運動機構

如圖14-48所示，為司羅氏直線運動機構，是等腰機構的應用。當AB桿以A軸為軸心擺動時，滑塊C在滑槽內方向作往復運動，P點即沿於方向做垂直之直線運動。P點之動路為絕對直線。機構中各連桿長度的關係如下： $\overline{AB} = \overline{BC} = \overline{BP}$

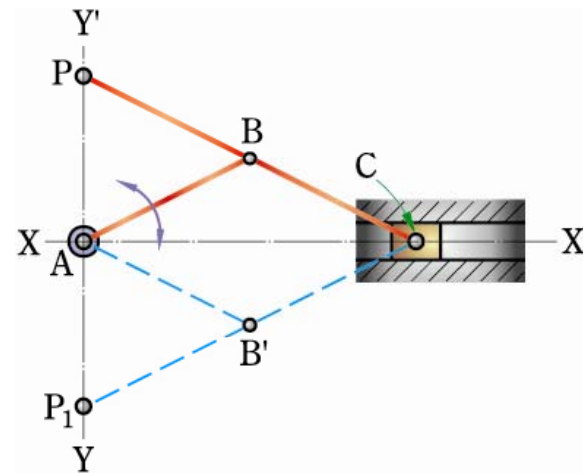


圖14-48 司羅氏滑塊直線運動機構

2. 皮氏(Peaucellier's)直線運動機構

如圖14-49所示，皮氏直線運動機構是由7根連桿所構成，當連桿機構擺動時，可在AB連線的垂直線EE₁上得到直線動路，EE₁為絕對直線。機構中各連桿長度的關係如下： $\overline{AB} = \overline{BC}$ ， $\overline{AD} = \overline{AF}$ ， $\overline{CD} = \overline{DE} = \overline{EF} = \overline{FC}$

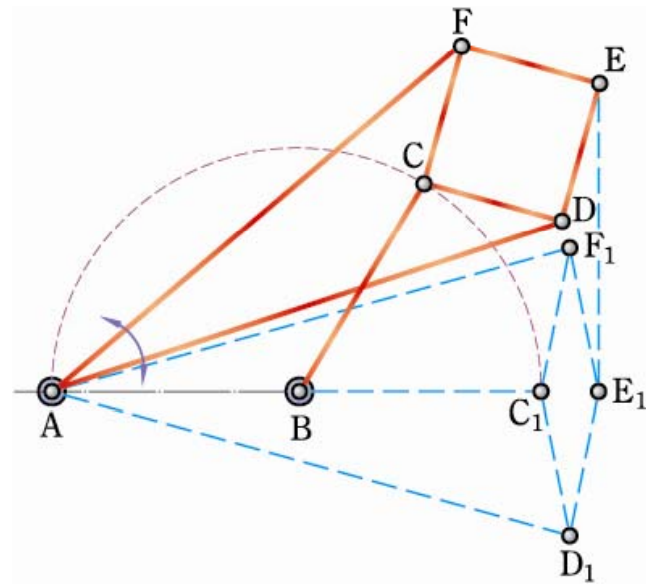


圖14-49皮氏直線運動機構

3. 卡氏(Cardan's)圓直線運動機構

如圖14-50所示為卡氏圓直線運動機構，圖中圓 O_A 及 O_B 大小兩圓直徑成2：1，令 O_B 在 O_A 之內滾轉，則 O_B 圓周上任意一點對 O_A 之動路為 O_A 之徑向直線，即當內滾圓直徑等於導圓半徑時，所得之內擺線為導圓之徑向直線。如圖當 O_B 旋轉時，桿P作直線往復運動。

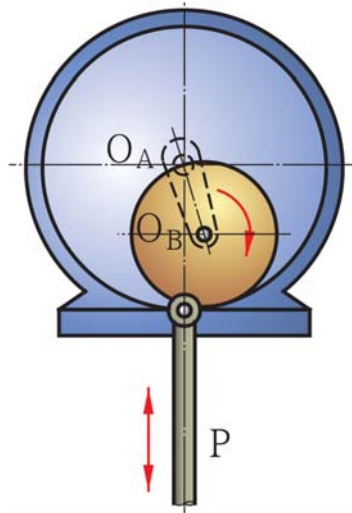


圖14-50卡氏圓直線運動機構

4.哈特氏(hart)直線運動機構

如圖14-51所示為哈特氏直線運動機構，是由六支連桿組成，各桿長度關係 $\overline{AB} = \overline{BC}$ ， $\overline{EG} = \overline{DF}$ ， $\overline{DE} = \overline{FG}$ 。 $\overline{EF} \parallel \overline{DG} \parallel \overline{ACP}$ 。AC的延長線交於P點。當AB桿固定，桿以B為中心而旋轉時，P點垂直於聯心線AB而作直線運動。

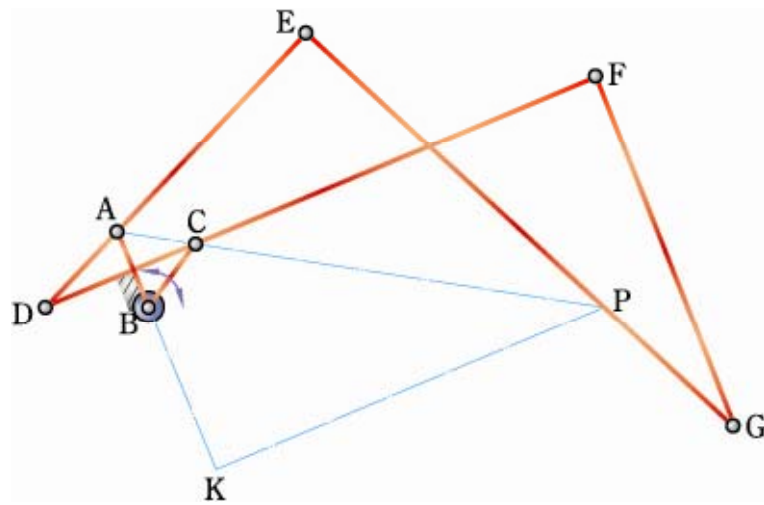


圖14-51 哈特氏直線運動機構

連桿機構應用動畫

1.急回機構



動畫14-52

2.搖桿機構



動畫14-53

3.偏心連桿機構



動畫14-54

4.連桿機構



動畫14-55