

# 第一章 概論

## 學習目標

1. 瞭解機件、機構及機械之定義。
2. 瞭解機件的種類及機構符號與簡圖判讀。
3. 瞭解運動傳達的方式及機件的各種運動。
4. 瞭解運動對與運動鏈分類之判別。
5. 瞭解由機件組成機構再組成機械的原理。

# 1-0 前言

- 機械工業是工業之母，舉凡能製造出來的產品都少不了機械的應用。例如生活用品中的紙張、桌椅、剪刀、鐘錶、電腦、汽車、飛機、船艦、太空梭等的製造都需用機械來完成。

# 機件原理的內涵

- 機件原理主要是介紹組成機械的機件之種類、用途，及相互間的關係與其原理的應用。
- 教學目標如下：
  1. 學生能瞭解各種機件之名稱、規格及用途。
  2. 學生能瞭解各種運動機構之原理。
  3. 學生能熟悉各種機件組成機構、機械之功用。

# 剛體

- 剛體：在研究機件原理時，假設機件本身均為剛體（**rigid body**）。所謂剛體就是受外力而不改變形狀的物體，或稱為抗力體。如圖1-1所示，物體內A、B兩點的距離不因外力F作用而伸長或縮短。



圖1-1 剛體

# 1-1 機件、機構、機械的定義

## ■ 一、機件

機械中單獨的一件機械元件，稱為機件（machine parts）。機件是構成機械的基本元素，其種類繁多，如螺栓、螺帽、鍵、銷、齒輪...等。

## ■ 二、機構

兩個或兩個以上的機件組合體，當動其一機件必迫使其他機件做預期的相對運動或限制運動者，稱為機構

（mechanism）。如圖1-2車床中之刀座機構、尾座機構、變速機構、床台機構、自動進刀及車削螺絲機構等皆為機構。

### ■ 三、機械

多個機件或機構的組合體，可接受外來的能，而將能轉換為功，來作指定工作者稱為機械（machine）。如內燃機、蒸汽機：燃燒燃料產生機械能用以做功。如發電機：接受動能產生電能用以做功。如車床、汽車：利用機械能或電能用以做功。

## ■ 車床



圖1-2 車床 (台中精機提供)



## ■ 機械具備的條件

- 1.由兩個或兩個以上的機構組成。
- 2.機件間會產生一定的相對運動或限制運動。
- 3.可將接受的能轉變為輸出得功或其他效能。

以上所述可知機械為機件與機構的組合體，機構為機件的組合體。

# 機構、結構、機架之區別

- 機構：是機動學的研究範圍，研究機件間相互運動的情形或機件間運動的傳遞。如四連桿機構。
- 結構：屬於機械設計的研究範圍。根據機構中每一部份所受力的狀況，來決定各機件應有的大小和形狀。如呆鏈就是屬於結構。
- 機架：就是固定機件，包括在結構範圍內。

## 1-2 機件的種類

機件有許多的形狀及各種不同的作用。

但歸納起來，基本機件可分為下列五種：

- 一、固定機件
- 二、活動機件
- 三、結合機件
- 四、控制機件
- 五、流體機件

# 一、固定機件

- 在固定位置上支持活動機件或限制活動機件的運動。如圖1-2中之機架（座）、電動機馬達之軸承及汽車的底盤等。

## 二、活動機件

- 用來傳送動力、傳遞運動或改變運動方向。依運動的方式可分為下列兩種。
  1. 繞固定軸迴轉或擺動的機件。如軸連接器、帶輪、鏈輪、摩擦輪、齒輪、凸輪等。
  2. 作線運動的機件。如帶圈、繩圈、鏈圈及滑動機件（如車床之尾座組及鉋床之溜座對床軌之運動）。

## 三、結合機件

- 將兩個或兩個以上的機件連接起來，如鉚釘、螺栓（釘）、鍵及銷等。

## 四、控制機件

- 用於控制或緩衝運動之機件。如彈簧、制動器之來令片、調速器之機件等。

## 五、流體機件

- 用於輸送流體、控制流體之機件。如管子、閥、管接頭等。



## 1-3 運動傳達方法

- 一、常用符號：

在討論機件原理時以「運動」為主而不考慮「力」的問題，故機件之形狀與機件間之配合情形，僅以「點、細線或簡單符號」代表之。常用符號列舉如下。

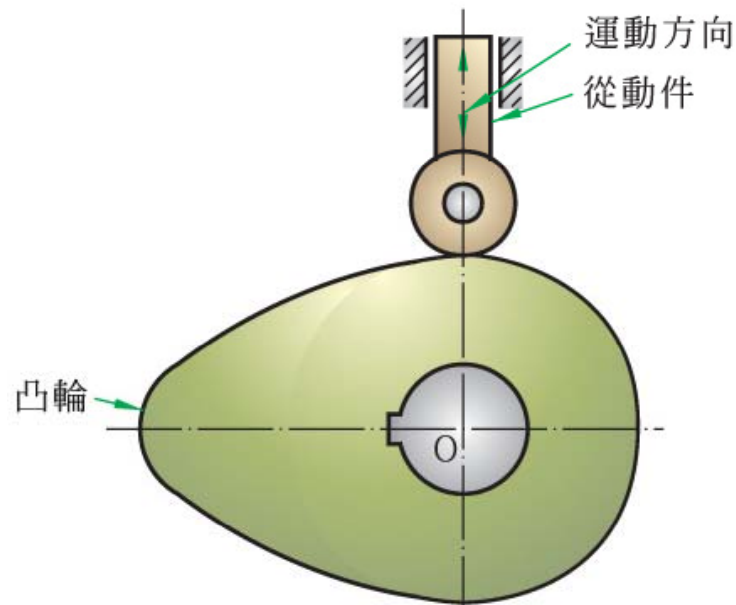
■ 表1-1 常用符號

符 號	名稱	意 義
•	點	機件上之一點
○	樞紐 (pivot)	兩聯動機件之接合點
◎	固定軸	曲柄或搖桿之迴轉中心
	連桿	可傳達運動的機件
	迴轉紐	一機件上，以銷接另一機件作迴轉運動
	迴轉紐	兩機件在同一樞紐作各自擺運動
	迴轉紐	三機件在同一樞紐作各自擺運動
	曲柄與搖桿	一連桿在固定軸上搖擺或旋轉
	結構 (呆連)	三連桿聯結成爲剛體
	結構	多連桿聯結成爲剛體
	固定桿 (機架)	機構的固定部分
	滑動對 (pair)	滑塊與滑槽作相對運動

- 二、主動件與從動件
- 主動件：或稱爲原動件。在一機構中，首先受到外界賦予之動力，而最先運動的機件，稱之爲主動件（**driver**）。
- 從動件：凡受主動件影響而產生運動的機件，稱爲從動件（**follower**）。如圖1-3所示，凸輪爲主動件，從動件接受凸輪推動而產生上下往復之直線運動。

# 凸輪機構

- 凸輪機構：凸輪為主動件，從動件接受凸輪推動而產生上下往復之直線運動。



動畫1-3

圖1-3 凸輪機構

### ■ 三、運動傳達種類

主動件與從動件間之傳動接觸方式可分為：

1. 直接接觸（direct contact）傳動。
2. 間接接觸（intermediate contact）傳動。
3. 非接觸（non-contact）連接物傳動。

# 1. 直接接觸傳動

- 直接接觸（direct contact）傳動可分為：  
(1) 滾動接觸。 (2) 滑動接觸。

(1) 滾動接觸：

主動件與從動件接觸點的切線速度相等，而無滑動。如圖1-4所示

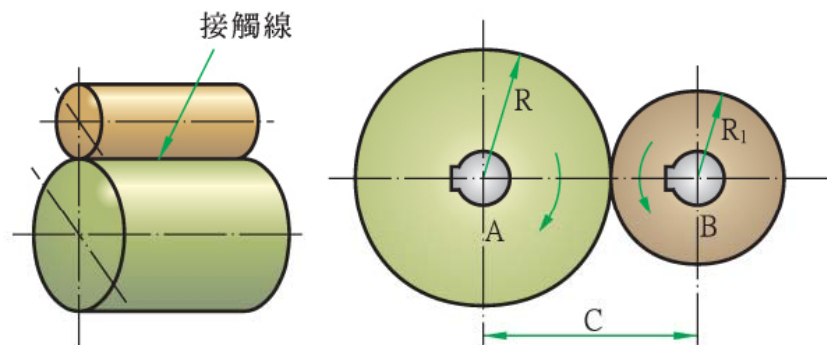


圖1-4 外接圓柱摩擦輪



動畫1-4

## (2)滑動接觸

滑動接觸：主動件與從動件接觸點的切線速度不相等，而產生滑動者，稱為滑動接觸。如車床床台上之床軌與刀具溜座(床鞍)的接觸傳動，如圖1-5。又如兩相嚙合齒輪(漸開線齒輪)，主動齒輪之齒面與被動齒輪之齒面之傳動。

- 床軌與刀具溜座之滑動接觸

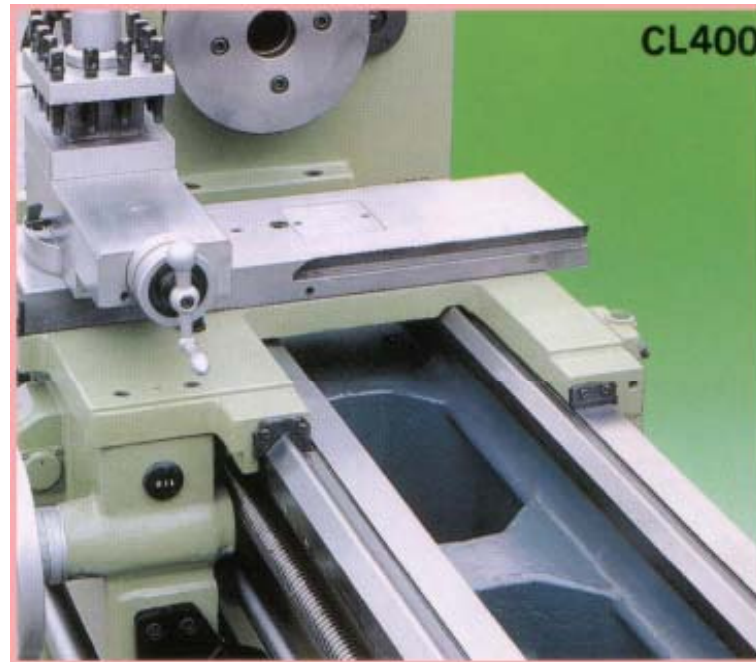


圖1-5 滑動接觸 (台中精機提供)



動畫1-5-1



動畫1-5-2

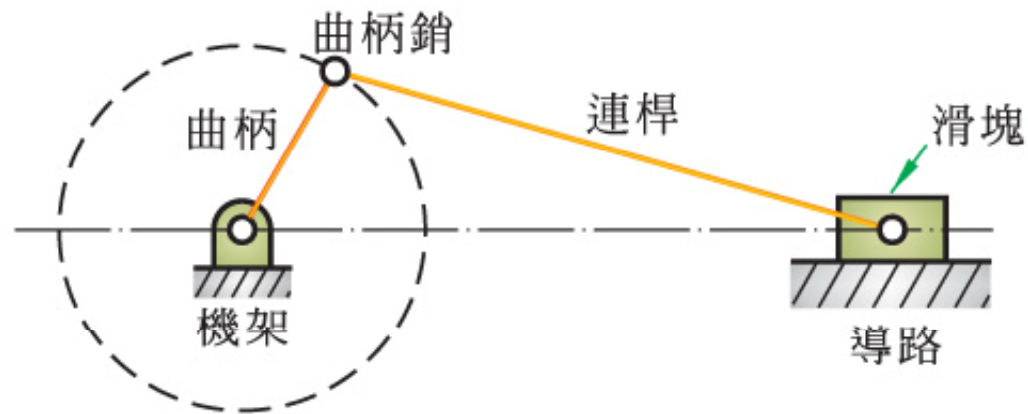


## 2、間接接觸傳動

- 間接接觸（intermediate contact）傳動：  
主動件與從動件間必須藉中間連接物來傳動。依連接物之不同可分為：
  - (1)剛體連接物。
  - (2)撓性體連接物。
  - (3)流體連接物。

- (1)剛體連接物

剛體連接物：如圖1-6所示曲柄滑塊機構之連桿，能傳送推力及拉力。



動畫1-6

圖1-6曲柄滑塊機構

- (2) 撓性體連接物

撓性體連接物：只能傳送拉力，而不能傳送推力。如圖1-7皮帶、繩索、鏈條等。

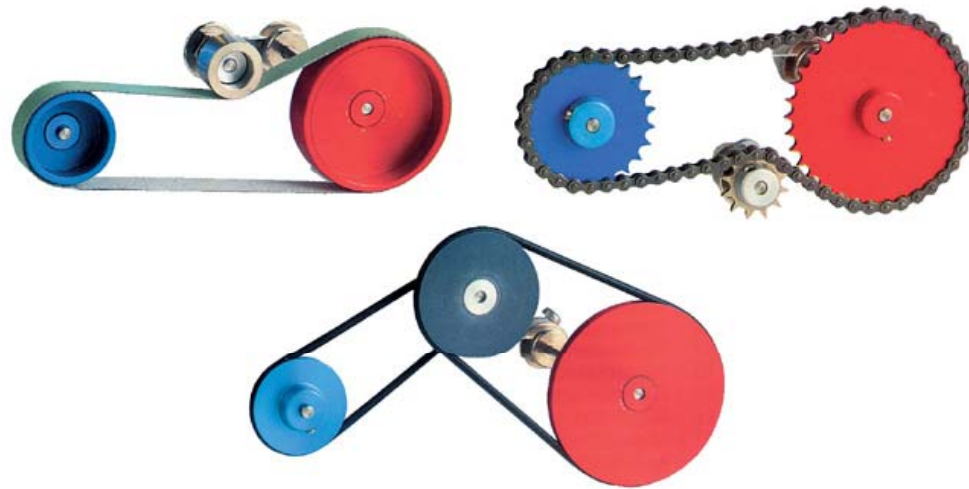


圖1-7 撓性體中間聯接物

- (3)流體連接物

流體連接物：將流體限制於密閉容器中，可傳送推力。如油壓、氣壓機構。

### 3、非接觸連接物

- 非接觸（non-contact）連接物：主動件與從動件間利用「超距力」而傳送動力或運動者，如利用電磁作用的磁浮列車、電磁離合器等。

## 1-4 運動對與運動鏈

### 一、運動對 (kinematic pair)

兩機件經組合而互相接觸並產生一定之相對運動者，稱為「運動對」，或稱為「對偶」或「副」。

### 二、運動鏈 (kinematic chain)

由數個對偶組合而成的運動連鎖系統，稱為運動鏈。

# 一、運動對

- 運動對依維持接觸之方法不同，可分爲自鎖對與力鎖對(不完全對)。
- 運動對依兩機件間接觸性質之不同，可分爲低對與高對兩種。

# 自鎖對與力鎖對

1. 自鎖對：是不藉外力作用既能維持接觸者。如螺栓與螺帽的接觸。
2. 力鎖對：是須藉著外力作用才能維持接觸者。如車床床台上之床軌與床鞍、火車與鐵軌須藉著「重力」才能維持接觸。



# 低對與高對

## 1. 低對（lower pair）：

兩機件係以面接觸者稱為低對。低對又分為六種。

- (1) 滑動對（sliding pair）
- (2) 迴轉對（turning pair）
- (3) 螺旋對（screw pair）
- (4) 球面對（globular pair）
- (5) 圓柱對（cylindrical pair）
- (6) 平面對（flat pair）

## (1) 滑動對

滑動對：兩機件間作直線運動者。如圖1-8所示。

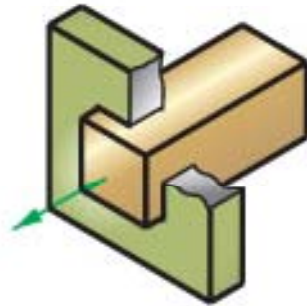


圖1-8 滑動對



動畫1-8

## (2) 迴轉對

迴轉對：兩機件間作迴轉運動者。如圖1-9所示。



圖1-9 迴轉對



動畫1-9

### (3) 螺旋對

螺旋對：兩機件間直線運動與迴轉運動同時進行者。如圖1-10所示。

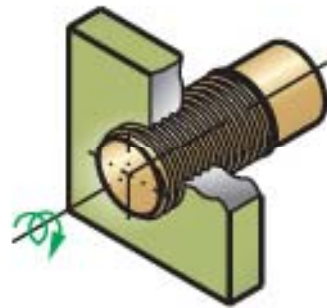


圖1-10 螺旋對



動畫1-10

#### (4) 球面對(globular pair)

球面對：兩機件以球面接觸一件靜止，另一件作球面運動者。如圖1-11所示。

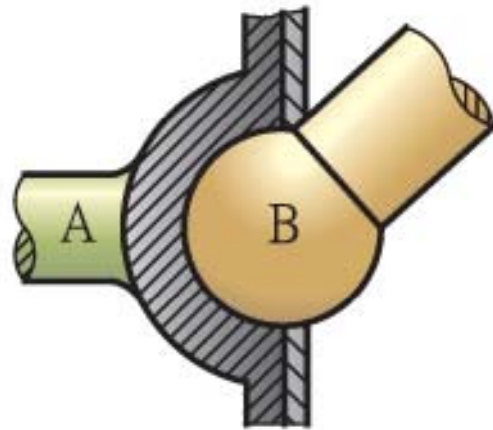


圖1-11 球面對



動畫1-11

## (5) 圓柱對

圓柱對：兩機件間作直線或迴轉運動或直線與迴轉運動同時進行者。如圖1-12所示。



圖1-12 圓柱對



動畫1-12

## (6) 平面對(flat pair)

平面對：兩機件間以平面與平面接觸， $x$ 軸與 $y$ 軸作直線運動， $z$ 軸作迴轉運動者。如圖1-13所示。

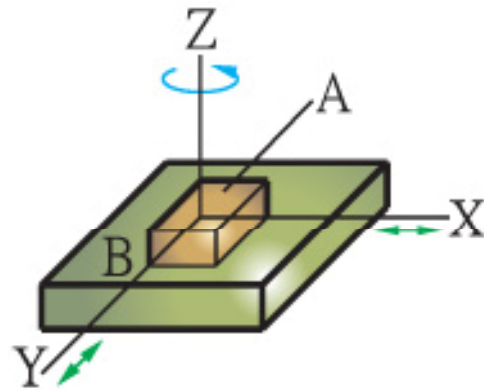


圖1-13 平面對



動畫1-13

## 2. 高對 (higher pair) :

兩機件係以點或線接觸者。如滾珠、滾柱、凸輪等。如圖1-14所示。

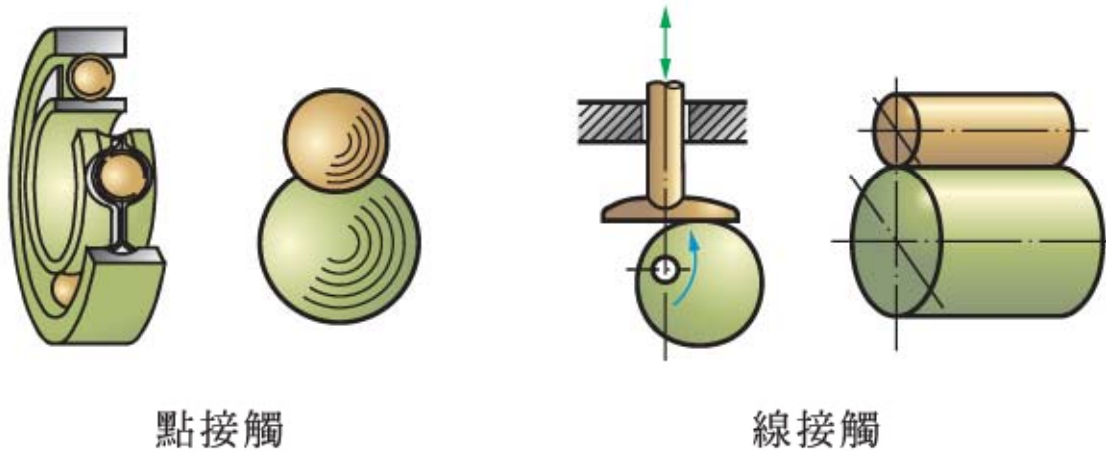


圖1-14 高對



動畫1-14

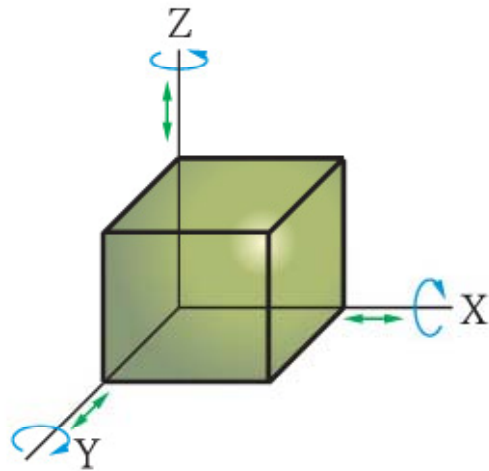


### 3. 運動對的自由度

運動對(對偶)的「自由度」(degree of freedom)，是指運動對中一機件固定，而另一受約束機件之自由運動的空間，亦稱為可動度(mobility)。

## (1) 自由度為6

一個自由剛體未受任何約束，不論形狀為何，其自由度為6。即三個軸向(X、Y、Z軸)的平移及三個軸向(X、Y、Z軸)的旋轉。如圖1-15 (a)所示。



(a) 自由度為6  
(3個平移, 3個旋轉)

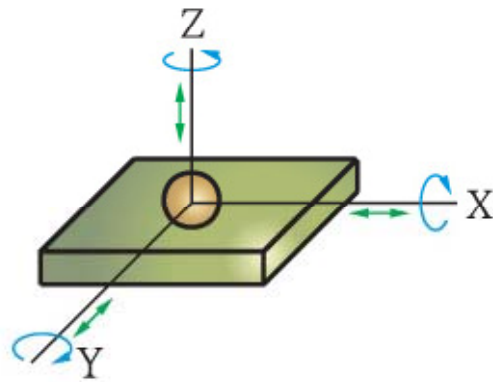
圖1-15 (a)



動畫1-15a

## (2) 自由度為5

運動對受到彼此間的約束而喪失其中的一個或多個自由度。對偶的自由度最少為1，最多為5。如圖1-15 (b)所示。



(b) 自由度為5  
(2個平移, 3個旋轉)

圖1-15 (b)



動畫1-15b

### (3) 自由度為1

螺旋對本身具有直線與迴轉之相對運動，但因直線運動受拘束，故其自由度只有1。如圖1-15 (c)所示。



(c) 自由度為1  
(平移受拘束)

圖1-15 (c)



動畫1-15c

## 二、運動鏈

- 由數個對偶組合而成的運動連鎖系統，稱為運動鏈（kinematic chain）。構成運動鏈的各機件，稱為連桿（link）。
- 運動鏈的種類依其運動性質可分為三種：
  1. 呆鏈（locked chain）
  2. 拘束鏈（constrained chain）
  3. 無拘束鏈（unconstrained chain）

## 1. 呆鏈 (locked chain)

呆鏈亦稱固定鏈，至少由三根連桿組成，各桿間無相對運動，僅能作整體運動。如圖1-16所示。

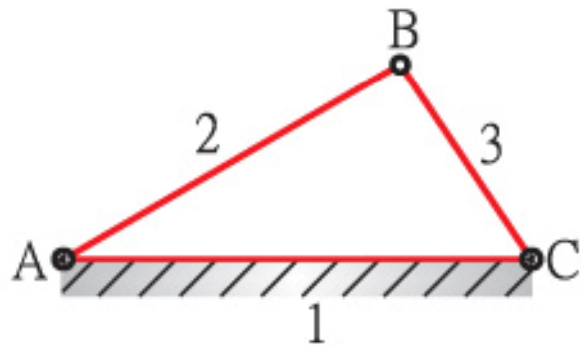


圖1-16 三連桿

## 2. 拘束鏈 (constrained chain)

至少由四連桿所組成，其各連桿間有確切的相對滑動。加圖1-17

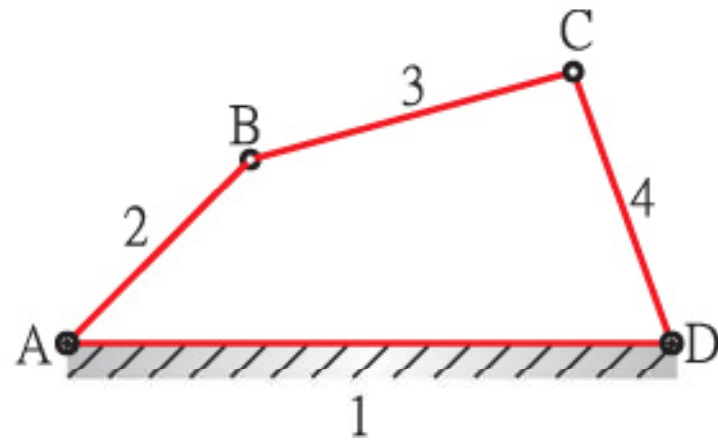


圖1-17 四連桿

### 3.無拘束鏈（unconstrained chain）

凡連桿組中，各連桿間的相對運動無法確定者均為無拘束鏈。如圖1-18所示五連桿組為無拘束鏈。

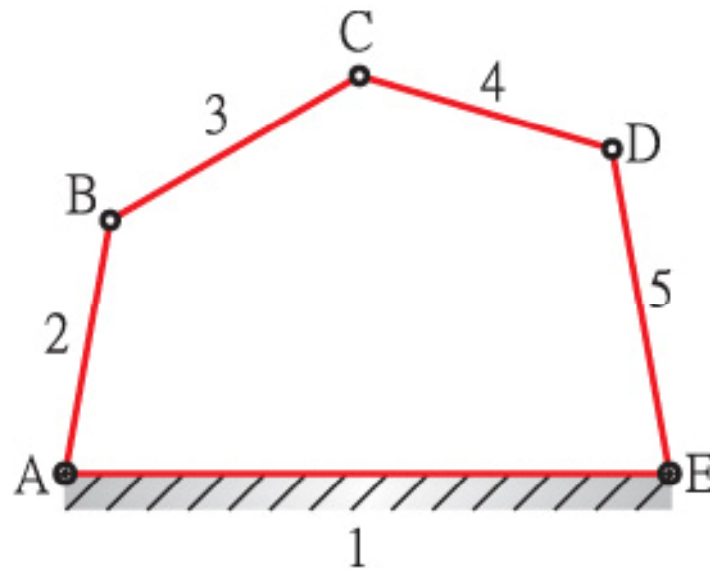
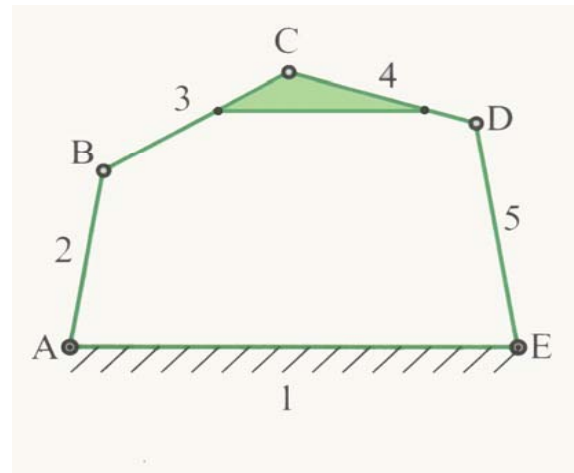


圖1-18 五連桿



## ■ 無拘束鏈之解說

如圖1-18所示之五連桿組，如固定1桿，使2桿以順時針方向移動，則3、4、5桿的位置無法確定，故稱之為無拘束鏈。無拘束鏈可固定多餘的連桿，使成為拘束鏈，以供應用。例如在圖1-18中固定3、4桿使成為一體，既為拘束鏈。



## ■ 運動鏈的種類之判別

設 $N$ 表運動鏈的連桿數， $P$ 表對偶數，則運動鏈的種類可由下列公式判別之。

(1) 若  $P > \frac{3}{2}N - 2$  時則為呆鏈。又稱結構。其自由度為0。

(2) 若  $P = \frac{3}{2}N - 2$  時則為拘束運動鏈。其自由度為1。

(3) 若  $P < \frac{3}{2}N - 2$  時則為無拘束運動鏈。其自由度大於1。

### [例1]

如圖1-19所示之連桿組，試判別為何種運動鏈。

解：由圖中知：N = 5，P = 6 (圈號數字表示對偶數)

代入

$$\frac{3}{2}N - 2 = \frac{3}{2} \times 5 - 2 = 5.5$$

則

$$P = 6 > \left(\frac{3}{2}N - 2\right) = 5.5$$

，判定為呆鏈

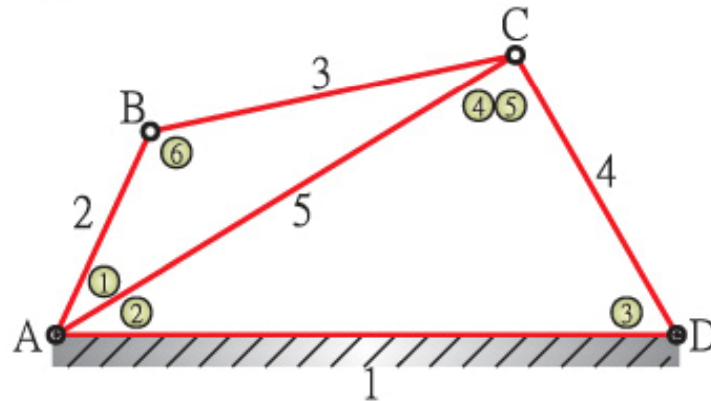


圖1-19 連桿組

## [例2]

如圖1-20所示之連桿組，若四連桿不計在內，則對偶數增加3個，連桿數增加2個，試以觀察法判別，此系為何種運動鏈？

解：由圖中知：  $N = 6$ ，  $P = 7$

代入  $P = \frac{3}{2}N - 2$  則  $P = 7$ ，

判定為拘束鏈。

$$\frac{3}{2}N - 2 = \frac{3}{2} \times 6 - 2 = 9 - 2 = 7 \quad P = 7 = \left( \frac{3}{2}N - 2 \right) = 7$$

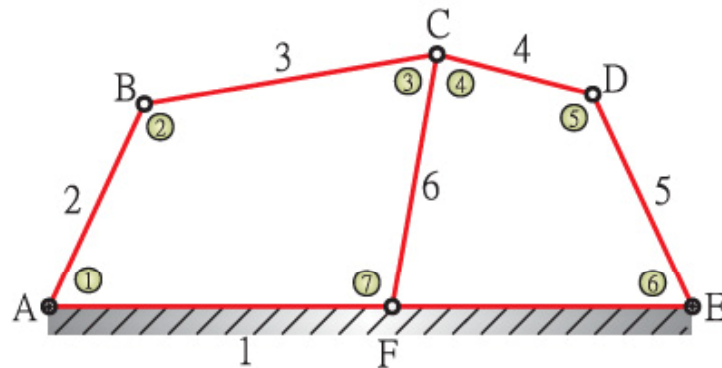


圖1-20 連桿組

### [例3]

如圖1-21所示之連桿組，試以公式判別為何種運動鏈？

解：由圖中知：N = 6，P = 7

代入 
$$P = \frac{3}{2}N - 2$$
 則 
$$7 = \frac{3}{2} \times 6 - 2$$
，

所以判定是拘束鏈

$$\frac{3}{2}N - 2 = \frac{3}{2} \times 6 - 2 = 9 - 2 = 7 \quad P = 7 = \left( \frac{3}{2}N - 2 \right) = 7$$

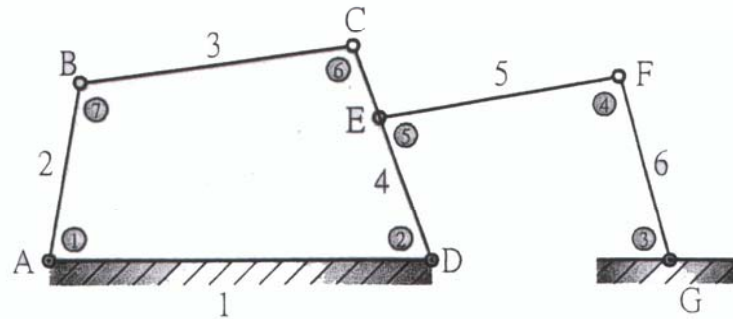


圖1-21 連桿組