

機 動 學 講 義

第 一 回

501040-1



社團
法人
考
試
法

考
友
社

出版
發行

第一講 機動學概論

● 命題重點 ●

壹、機件、機構與機器的定義

1. 機件

構成機構及機器之剛體，支持負荷產生運動。可分為下列幾種：

- (1) 固定用機件：其功用在支持機件活動或限制機件之運動。如機架、軸承等。
- (2) 結合用機件：其功用在連結各機件。如螺帽、螺栓等。
- (3) 運動傳達用機件：其功用在傳達動力或改變運動形式。如齒輪或軸等。
- (4) 控制用機件：其功用在緩衝振動或傳達力量。如彈簧或連桿等。
- (5) 流體輸送機件：各種泵浦、電磁閥、油壓馬達等。

2. 機構

多個剛體機件適當之聯接，使機件產生定型之運動但不一定可作有用的功，為機械的一部份。而某些“機構”有其本身存在之功能，如摺椅中之“摺疊機構”。

3. 機器

兩個以上機件的組合體，轉變能量為有用的功。如腳踏車、縫紉機等都是機器。

貳、機動學

機動學為研究機械運動之科學。即研究如何去利用機件運動所依循的法則，以及研究力傳遞方式的一種科學。而機動學一般分為純粹機動

學 (pure mechanism) 或稱機械運動學 (kinematics of machines) 及構造機動學 (constructive mechanism) 或稱機械設計 (machine design)。


1. 純粹機動學

純粹機動學分爲兩部份，一就現有機構分析其各點之路徑、法線、切線曲率中心、速度及加速度，二爲原始機構加以組成或發展使之作某特定之運動，不考慮構件之強度、精細、大小。


2. 構造機動學

主要是研究機械各部份受力的大小、進而就材料之物理性質及其它條件以決定使用之材料，並考慮到適於製造、容易裝配、保養與維護等各項問題。故又被稱爲機械設計、爲一種綜合性的科學。

參、機件之對偶

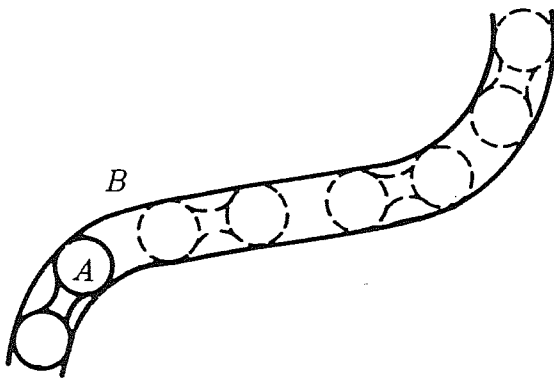
在一機構中，一機件被另一機件所限制而沿一定之動路 (path of motion) 運動，則此兩機件稱爲一運動對 (pair)。如  一 所示。機件之對偶，依二機件間接觸之情況不同可分成高對 (higher pair) 及低對 (lower pair) 兩種。

1. 高對

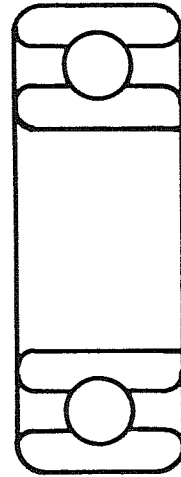
運動對係點接觸及線接觸者或自由度爲二以上者，如滾動軸承、齒輪、凸輪。  二 所示。

2. 低對

運動對偶爲面接觸或自由度爲一者，又分爲滑動對、旋轉對及螺旋對三種。



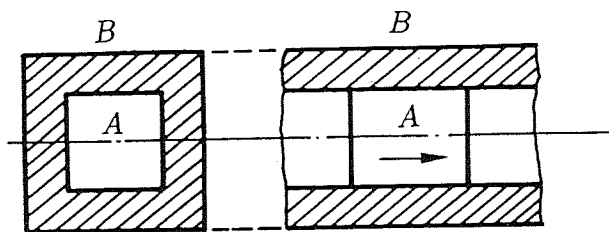
圖一



圖二

(1) 滑動對(sliding pair)

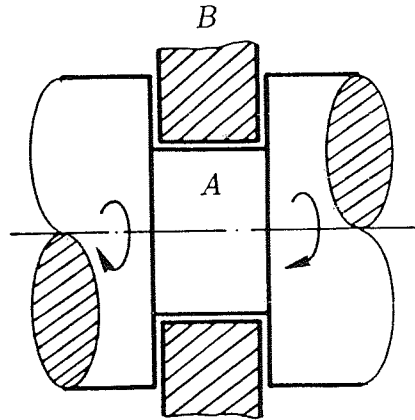
允許兩機件沿直線或曲線方向相對滑行者如 圖三 所示，A、B 兩機件僅有直線運動。其自由度為 1。但若 A (滑件) 又可在 B (滑槽) 內旋轉，則自由度為 2，便成為高對。



圖三

(2) 迴轉對(turning pair)

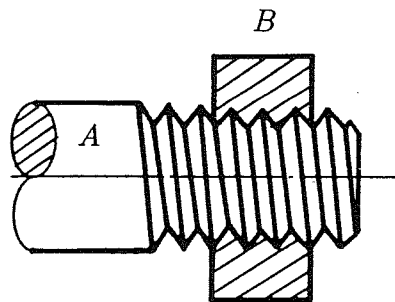
只允許兩機件圍繞在一共同軸線作相對旋轉者，如 圖四 所示 A、B 兩機件並非作直線滑行而是作旋轉運動。



圖四

(3) 螺旋對(screw pair)

只允許兩機件相對地作螺旋運動者如 圖五 所示。當導程角為 0° 時兩機件成迴轉對而導程角為 90° 時兩機件呈滑動對。



圖五

肆、高對與低對的比較

	優 點	缺 點
高對	1. 摩擦損失能量較小。 2. 潤滑劑較省。	1. 因摩擦而發生之尺寸損失較大。 2. 機件壽命短。

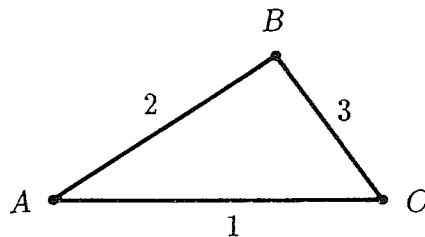
低對	1. 因摩擦而發生之尺寸損失較小。 2. 機件壽命長。	1. 摩擦損失能量較大。 2. 需增添潤滑劑。
----	--------------------------------	----------------------------

伍、鏈的分類與判別

鏈(chain)：由三件以上機件所組合而成的連桿裝置稱為鏈，依其各機件間能否作相對運動而分為下列兩種。

1. 呆鏈

如 圖六 所示，三連件為一整體。各部間不能發生運動，即為一單件剛體，各桿間不能發生運動，又稱死鏈。



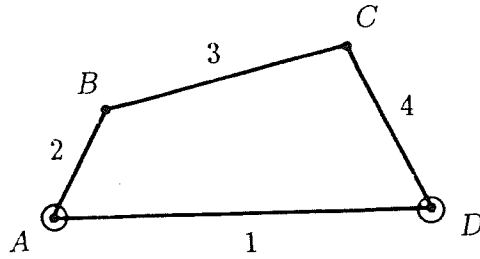
圖六

2. 運動鏈

由許多對偶(4件以上機件)組合而成的運動連鎖系統，稱為運動鏈，依其運動的拘束與否，又可分成下列兩種。

(1) 拘束運動鏈

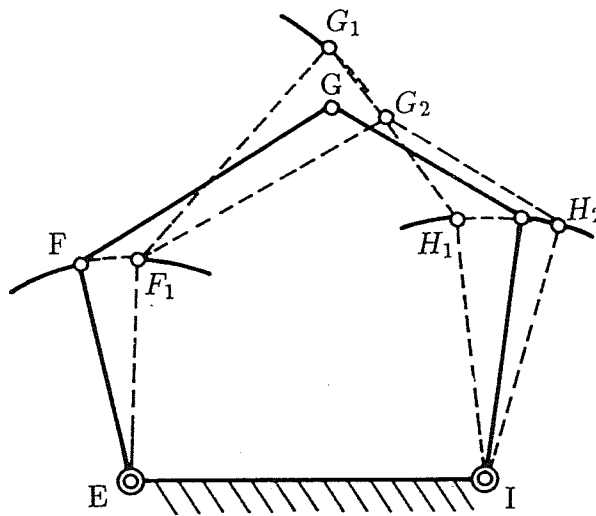
如 圖七 所示，若一運動鏈有四連桿組成，設若將1桿固定，2桿及4桿各圍繞一固定中心旋轉，當B旋轉至某一位置時，因3、4桿之長度一定，則C之位置便可預側，此種鏈稱為拘束運動鏈。



圖七

(2) 無拘束運動鏈(unconstrained chain)

如 圖八 所示，為五根連桿組成之鏈，運動無法測定，各件間無一定之相對運動者稱為無拘束運動鏈。



圖八

呆鏈與運動鏈的判定公式：

- (1) $P > \frac{3}{2}N - 2$ ，則為呆鏈，又稱結構，用於橋樑或鐵塔之桁架。
- (2) $P = \frac{3}{2}N - 2$ ，則為拘束運動鏈，如機械中之各種機構。
- (3) $P < \frac{3}{2}N - 2$ ，則為無拘束運動鏈。

第四講 加速度分析

◎ 命題重點 ◎

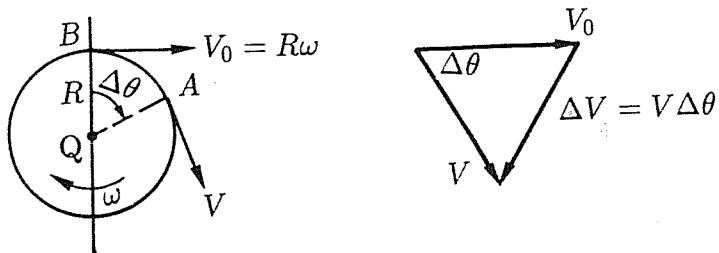
壹、加速度分析之意義

當機器中的機構以高速運轉時，則作用於各機件之動力，必定是相當的大，因每一機件均有質量，由於加速度運動所產生的慣性力亦很大。因此對一機構作動力分析時，必先分析其加速度，以作為機械設計的參考。

貳、法線加速度與切線加速度

- (1) 速度在方向上的變化，所造成的加速度，其方向在法線方向上，故稱為「法線加速度」，其指向對準動路之曲率中心，所以又稱為「向心加速度」。如圖一。

$$A_n = \frac{dv}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{V\Delta\theta}{\Delta t} = V\omega = R \cdot \omega \cdot \omega = R\omega^2 = \frac{V^2}{R} \quad (4.1)$$



圖一

- (2) 速度在大小上的變化，所造成的加速度，其方向在切線上，故稱為「切線加速度」。如圖二。

$$A_t = \frac{dv}{dt} = \frac{dR\omega}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R\alpha \quad (4.2)$$

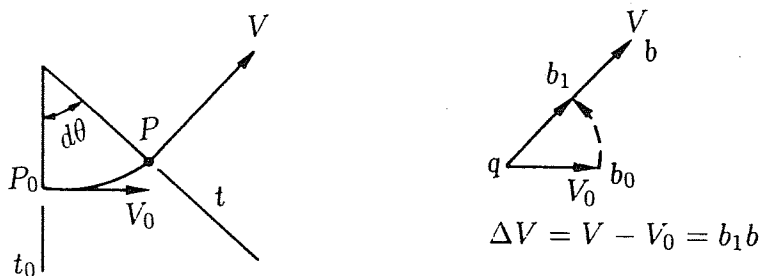


圖 二

(3) 合成加速度，如圖三。

$$A = \sqrt{(A_n)^2 + (A_t)^2}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{A_t}{A_n} = \tan^{-1} \frac{R\alpha}{R\omega^2} = \tan^{-1} \frac{\alpha}{\omega^2}$$

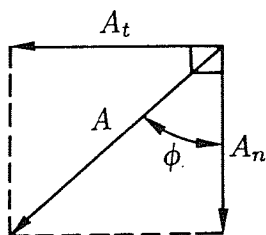


圖 三

綜合以上之分析，可歸納如下：

- (1) 一運動物體，作曲線運動時(含圓周運動)，不論有否角加速度，一定有法線加速度(向心加速度)。
- (2) 法線加速度等於兩點間的距離乘以角速度的平方，即 $A_n = R\omega^2$ 。
- (3) 法線加速度指向旋轉中心或旋轉軸，故又稱之為向心加速度。
- (4) 一運動物體上，兩點間若有角加速度，則必有切線加速度，因 $A_t = R\alpha$, $\alpha \neq 0$, 則 $A_t \neq 0$ 。
- (5) 切線加速度之值，等於兩點間的連線乘以角加速度，即 $A_t = R\alpha$ 。