

第一章

緒論





私塾重點提示區

- 一、機件、機構及機械之定義及差異性。
- 二、機件之各種傳達運動方式。
- 三、對偶分類。
- 四、運動鏈之判定。
- 五、各國工業標準代號。

普考、各類四等特考與國營事業考試之命題重要性分析

普考	★
地方特考四等	★
關務特考四等	★
鐵路特考員級	★
國營事業招考	★

【內文教學區】



1-1 機件、機構與機械

一、機件之定義及種類

(一) 定義：機械中之單一零件，為多數機械（或機構）所共同使用，且外型、功能及使用目的具有共通性者，通常機件均假設為剛體。

(二) 種類：

1. 固定機件：在固定之位置，支撐活動機件，或限制活動機件之運動。例如，機架、軸承、汽車底盤。
2. 活動機件：用於傳送動力或改變運動方向。
 - (1) 迴轉運動：摩擦輪、齒輪、凸輪、帶輪、繩輪、鏈輪、曲柄、聯軸器、軸等。
 - (2) 線性運動：皮帶、鏈條或滑動機件。



3. 連接機件：連接兩個或兩個以上機件用之機件，例如，螺栓、銷、鍵、鉚釘。
4. 控制機件：用於控制運動型態或振動之機件，例如，連桿、彈簧、制動器、離合器。
5. 流體機件：用於輸送液體或氣體之機件，例如，管件、閥。

二、機構之定義及種類

(一) 定義：

1. 兩個或兩個以上之機件的組合體。
2. 各機件間作有規律且可預期之相對運動。

(二) 種類：車床之變速機構、進刀機構、引擎之活塞曲柄機構等。

三、機械之定義及種類

(一) 定義：

1. 多種機件或機構之組合體。
2. 各機件或機構間作一定且可預期之相對運動或限制運動。
3. 能接受外來能量，並對外作功或產生其他效用。

(二) 種類：馬達、引擎（內燃機）、汽車、摩托車、水輪機、渦輪機、發電機、縫紉機、車床、銑床等。

四、機構與機械之異同

(一) 相同點：

1. 兩者均為機件之組合體。
2. 兩者均為剛體。
3. 兩者均有確切之相對運動或限制運動。

(二) 相異點：

1. 機械可傳遞能量及運動，並對外作功。
2. 機構僅可傳遞運動。



五、重要觀念加強

- (一) 結構：例如，機架→僅能視為機件。
- (二) 工具：例如，扳手、起子、鋸子等→不能視為機構。
- (三) 器具：例如，鍋爐→不能視為機構。
- (四) 儀器：例如，錶、天平、照相機→可視為機構。



1-2 機構學

一、定義

研究及探討各機件間力之傳遞及其運動所遵循之規則。

二、內容

- (一) 純粹機構學：即機械運動學。主要研究機械各部分間之運動情形，其範圍包括：
 1. 各機件間之長度比例。
 2. 接觸面之輪廓。
 3. 各機件之組合方式及配置情形。
- (二) 構造機構學：即機械設計。主要研究機械各部分受力之大小，依機械所需之強度、耐久性及其他物理性質來決定所用之材料。



1-3 機件之對偶

一、自由度

- (一) 定義：
 1. 描述一質點或剛體之運動位置所需之座標個數，或假設對偶中之一機件固定，而另一機件相對於此機件之位置所需要的獨立參數數目，也可稱為可動度。
 2. 機構之自由度計算： $F = 3(N - 1) - 2f_L - f_H$ 。
其中 F ：機構之自由度， N ：所有連桿數目，
 f_L ：機構中低對之數目， f_H ：機構中高對之數目。



(二) 質點：

1. 在直線上之自由度為 1。
2. 在平面上之自由度為 2。
3. 在空間之自由度為 3，即能做三維空間運動。

(三) 剛體：

1. 作平面運動之自由度為 3。
2. 繞固定軸旋轉之自由度為 1。
3. 繞固定點旋轉之自由度為 3。
4. 在空間中運動之自由度為 6，即三個座標軸之移動度與三個座標軸之旋轉度，如圖 1-1 所示。

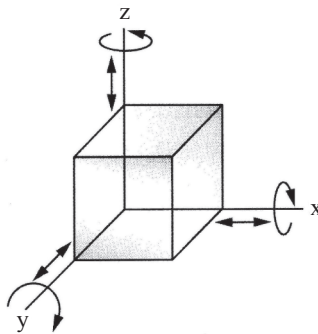


圖 1-1 自由度示意圖

(四) 圓柱：

1. 在平面上作純粹滾動之自由度為 1。
2. 在平面上作滾動兼滑動之自由度為 2。

(五) 對偶因兩機件彼此間有約束，故自由度最多為 5，最少為 1。

(六) 低對之自由度常為 1，高對之自由度常大於 1。

(七) 機構中各機件間之相對自由度為 1。

二、對偶

(一) 定義：兩機件間互相接觸，且彼此可作特定之相對運動者。

(二) 種類：

1. 低對：兩機件作面接觸，且自由度為 1 者，如圖 1-2 所示。

(1) 滑動對：兩機件間彼此只能作直線運動，例如，汽缸和活塞。



- (2) 迴轉對：兩機件間彼此只能作迴轉運動，例如，滑動軸承和軸頸。
- (3) 螺旋對：兩機件間彼此可作螺旋運動，即同時有相對直線及迴轉運動，但自由度為 1。例如，螺栓和螺帽。

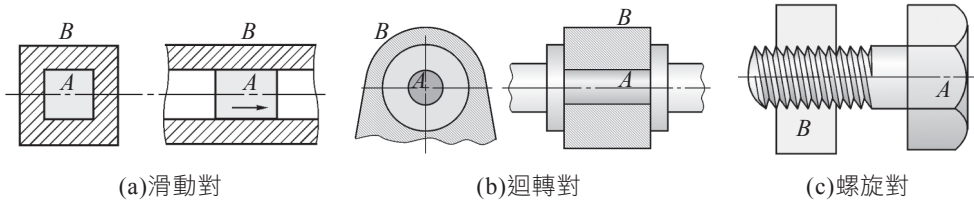


圖 1-2

2. 高對：兩機件間作點或線接觸者，如圖 1-3 所示。

- (1) 滾動軸承中之滾珠與內環或外環。
- (2) 兩個嚙合之齒輪。
- (3) 凸輪與從動件。
- (4) 兩個互相接觸之摩擦輪。

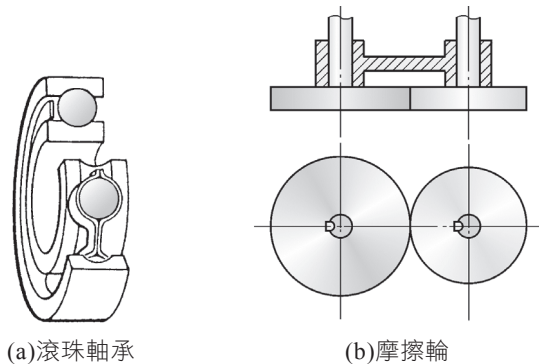


圖 1-3



三、對偶之倒置

- (一) 由 A 、 B 兩機件所組成之運動對，將其主動件與從動件互換，使從動件成為主動件，而主動件成為從動件者，稱為倒置對偶。
- (二) 特性：
1. 低對經倒置對偶後，兩機件之運動狀態沒有改變，即絕對運動不變，相對運動不變。
 2. 高對經對偶倒置後，兩機件之運動狀態將不相同，其中絕對運動改變，相對運動不變。
- (三) 圖 1-4 中為圓柱 A 與平板 B 所形成之對偶，為線接觸→高對。若將 B 固定，使圓柱 A 在平板 B 上滾動，則 A 上各點之運動軌跡為正擺線。若倒置對偶後，即將 A 固定，使平板 B 在圓柱 A 上滾動，則 B 上各點之運動軌跡為漸開線。

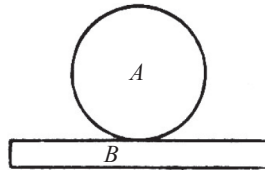


圖 1-4

四、重要觀念加強

- (一) 面接觸者不一定為低對。
- (二) 如圖 1-5 所示之對偶，屬於面接觸，自由度為 2→高對。

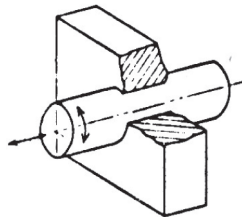


圖 1-5



►►【解析】

(一) 圖1 : $N = 7, P = 8$

$$\therefore \frac{3}{2}N - 2 = \frac{3}{2} \times 7 - 2 = 8.5$$

$\therefore P < \frac{3}{2}N - 2 \Rightarrow$ 故此連桿組為無拘束運動鏈。

(二) 圖2 : $N = 6, P = 7$

$$\therefore \frac{3}{2}N - 2 = \frac{3}{2} \times 6 - 2 = 7$$

$\therefore P = \frac{3}{2}N - 2 \Rightarrow$ 故此連桿組為拘束鏈。

【三】如圖1、圖2所示之連桿組中，設連桿數為 N ，對偶數為 P ，則 N 與 P 分別為多少？

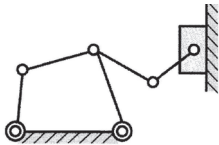


圖 1

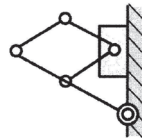


圖 2

►►【解析】

(一) 圖1 : $N = 7, P = 8$ 。

(二) 圖2 : $N = 6, P = 7$ 。

【實力養成區】

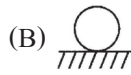
一、選擇題

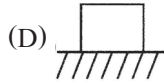
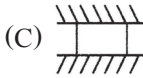
() 1. 螺旋對可同時具有旋轉及直線之相對運動，故其自由度為：

- | | |
|-------|-------|
| (A) 5 | (B) 4 |
| (C) 3 | (D) 2 |
| (E) 1 | |

【94 台電】

() 2. 下列何者為高對？





【96 台電】

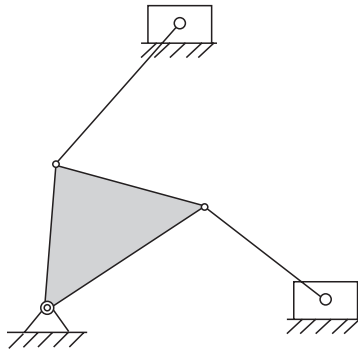
▶▶【解析】

高對為兩機件作點或線接觸者。(A)、(C)、(D) 為面接觸，(B) 為點接觸。

- () 3. 在進行機件之運動分析時，為簡化分析常將元件假設為剛體 (rigid body)，請問剛體為何？
 (A) 硬度很大之物體
 (B) 受力皆不產生變形之物體
 (C) 受力皆不產生彈性變形 (elastic deformation) 之物體
 (D) 受力皆不產生塑性變形 (plastic deformation) 之物體 【99 台酒】
- () 4. 機件對偶之低對 (lower pair) 較高對 (high pair)：
 (A) 磨損快 (B) 受力面小
 (C) 摩擦力大 (D) 相對速度大 【99 台酒】

二、填充題

5. 如圖之機構，一剛性三角塊，其中一角繞固定軸旋轉，另兩角以連桿各連接一滑塊，此機構自由度為_____。 【97 台電】



▶▶【解析】

\therefore 自由度 $F = 3(N - 1) - 2F_L - F_H$ ，其中 $N = 6$ 、 $F_L = 7$ 、 $F_H = 0$ ，
 $\therefore F = 3(6 - 1) - 2 \times 7 = 15 - 14 = 1$



三、申論與計算題

【一】試述以使用目的而分類之機件。

【82 普】

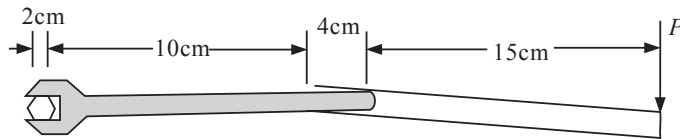
▶▶【解析】

以使用目的而分類之機件有：

- (一) 固定機件：在固定之位置，支撐活動機件，或限制活動機件之運動。如機架、軸承、汽車底盤等。
- (二) 活動機件：用於傳送動力或改變運動方向，如摩擦輪、齒輪、凸輪、帶輪、繩輪、鏈輪、聯軸器、軸等。
- (三) 連接機件：連接二個或二個以上機件用的機件，如螺栓、銷、鍵、鉚釘等。
- (四) 控制機件：用於控制運動型態或振動之機件，如連桿、彈簧、制動器、離合器等。
- (五) 流體機件：用於輸送液體或氣體之機件，如管件、閥等。

【二】某人想以一扳手來旋鬆一螺帽，然而因自己感覺力量不夠，故加一圓管以增加力矩，若他在圓管尾端出力 $P = 20\text{kg}$ ，請問其產生的力矩大約多少？請畫一自由體（Free-body Diagram）圖，並說明該扳手之受力狀況。

【88 鐵特員級】



▶▶【解析】

(一) 對螺帽軸心取 $\Sigma M = 0$

$$\Rightarrow M = 20 \times (15 + 4 + 10 + 1) = 600(\text{kg}\cdot\text{cm}) \quad (\text{對螺帽軸心順時針方向})。$$

(二) 由圖 A 可知， $\Sigma M_0 = 0$ ，設逆時針為正，則：

$$F_1 \times 2 - P \times (15 + 4 + 10 + 2) = 0 \Rightarrow F_1 = \frac{20 \times 31}{2} = 310(\text{kg})；$$

$$\Sigma F = 0，\text{向上為正} \Rightarrow F_1 - F_2 - P = 0 \Rightarrow 310 - F_2 - 20 = 0 \Rightarrow F_2 = 290(\text{kg})。$$

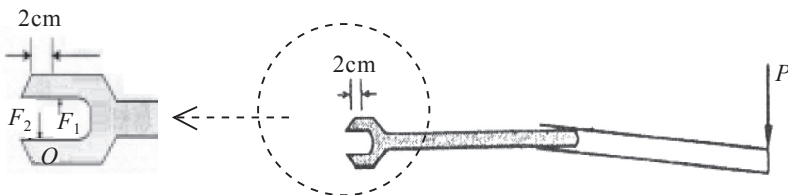


圖 A