

01 機件、機構與機械

機件之定義及種類

(一) 定義：機械中之單一零件，為組成機構或機械之最基本元素，在機構學中常視為一剛體。①

(二) 種類：

固定機件	固定位置支持負荷或限制機件運動	機架、軸承、汽車底盤
活動機件	用於傳送動力或改變運動方向	摩擦輪、凸輪、齒輪
連接機件	對各機件作暫時或永久接合	螺栓、鉚釘、鍵、銷
傳動機件	傳達力量或運動	齒輪、帶輪、聯結器
控制機件	控制運動或緩衝震動	彈簧、制動器、離合器
流體機件	用於輸送液體或氣體之機件	管子、管接頭、閥

機構之定義及種類 ②

(一) 定義：

1. 兩個或兩個以上機件組成的集合體。
2. 一機件運動，必使其它各機件作可預期的或限制的相對運動。
3. 機構為不一定作功。

(二) 種類：

車床之變速機構、進刀機構、引擎之活塞曲柄機構。

機械之定義及種類

(一) 定義：

1. 兩個或兩個以上機構的集合體。
2. 各機件間必有一定的相對運動或限制運動。
3. 能接受外來能量，轉變為功或其他效能。

(二) 種類：

馬達（電動機）、汽車、飛機、發電機、蒸汽機、冷氣機及各種工作母機等。

RETURN

① 剛體：物體受外力作用，永不改變形狀大小或體內任兩點間的距離永不改變之物體，稱為「剛體」。

RETURN

② 機構必為「拘束運動鏈」。

- 01 軸承是機械中那種機件？
(A) 轉換機件 (B) 活動機件 (C) 連接機件 (D) 控制機件 (E) 固定機件
- 02 一般討論機械與機構主要相異處之特性為？
(A) 是否有基本元素零件 (B) 為力之抗力體 (C) 將能轉變為功 (D) 具有相對運動
- 03 有關機械的要素中，下列敘述何者不正確？
(A) 為一個或多個機構之組合 (B) 任何機件之相對位置保持不變
(C) 可傳達力量與運動 (D) 可對外作功
- 04 作用性質區分，構成機械基本元件中，適於作「控制」用之機件為？
(A) 螺栓、螺帽 (B) 軸承 (C) 彈簧、連桿 (D) 齒輪
- 05 下列何者稱為機件？
(A) 齒輪 (B) 車床 (C) 自行車 (D) 洗衣機
- 06 家庭用品中哪一種不能稱為機械？
(A) 腳踏車 (B) 機車 (C) 鐘錶 (D) 洗衣機
- 07 對剛體定義之描述，下列何者正確？
(A) 一個不因外力作用而改變其上任意二點之距離者
(B) 一個不因外力作用而產生旋轉之物體
(C) 一個不因外力作用而產生移動之物體
(D) 一個不因外力作用而產生塑性變形之物體

解答

01. 解答 E：軸承主要功能在支持軸使其運動平穩。
02. 解答 C：機械可將外來能量變成有效的輸出功，但機構不作功。
03. 解答 B：組成機械的各機件一定有相對運動發生，故其相對位置隨時變改。
04. 解答 C：(A) 螺栓、螺帽為連結機件；(B) 軸承為固定機件；(D) 齒輪為傳動機件。
05. 解答 A：齒輪係用來傳達運動的，故其為機件。
06. 解答 C。
07. 解答 A。

04 機件的對偶

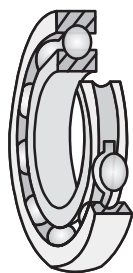
定義

在機械運動中，兩機件組合而互相接觸，並沿一定的動路產生相對運動，稱為「對偶」或「運動對」。

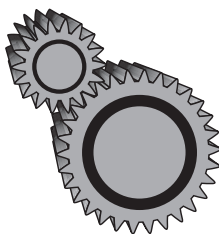
種類

運動對依兩機件間接觸型式不同，可分為高對與低對。^①

種類	高對	低對
定義	兩機件間呈點或線接觸而有相對運動	兩機件間呈面接觸而有相對運動，且自由度為 1
特性	1. 用於高速震動小的場合。 2. 易磨損，機件壽命易短。	1. 適合低轉速、耐震場合及傳動力量較大。 2. 磨損較少，機件壽命較長。
實例	1. 滾珠軸承中鋼珠與內外環、滾子及滾柱軸承。 2. 凸輪與從動件。 3. 兩嚙合齒輪。 4. 摩擦輪傳動。 5. 火車車輪與鐵軌運動。（如圖 1-4-1 所示）	1. 滑動對：（如圖 1-4-2a 所示）兩機件間，僅作直線運動。例如：活塞與汽缸，車床尾座與床軌。 2. 迴轉對：（如圖 1-4-2b 所示）兩機件間，僅作迴轉或圓弧線往復運動者。例如：軸與軸承。 3. 螺旋對：（如圖 1-4-2c 所示）兩機件間，同時具有直線與迴轉運動者。例如：螺桿與螺帽。



(a) 滾珠軸承

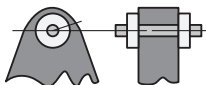


(b) 齒輪

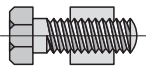
圖 1-4-1 高對



(a) 滑動對



(b) 迴旋對



(b) 螺旋對

圖 1-4-2 低對

RETURN

① 運動對依維持接觸之方法不同，可分為「自鎖對」與「力鎖對」（不完全對）。

自鎖對：機件間不必靠外力，自行能夠維持接觸而傳動者，如螺栓與螺帽的接觸。又稱「合對」。

力鎖對：兩機件間須靠重力、彈簧等外力才能維持接觸而傳動者，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。又稱「開對」。

06 機構學中常用符號及其含義

名稱	符號	意義
連桿		1. 能傳達力量，產生或約束運動的機件。 2. 在機構中所有機件都可稱為連桿。
樞紐		活動機件彼此的接合點。
固定中心		又稱固定軸，曲柄或搖桿之迴轉中心。
迴轉紐		三機件同時銷接於一點作相對迴轉運動。
		一機件銷接另一機件成迴轉對。
曲柄或搖桿		1. 在固定軸上作 360° 迴轉者為曲柄。 2. 若只作一弧度擺動者為搖桿。
機架		固定連桿或固定面。
滑塊和導路		1. 滑塊：在導路上滑行的機件。 2. 導路：約束運動件於一定的動路運動。
結構（呆鏈）		多根連桿聯結成一剛體，各剛體間無相對運動發生，相當於一機件。

RETURN

此重點在名詞、符號及該意義闡述，務必熟記。

RETURN

在討論機械原理時若不考慮「力」的問題而單純以「運動」為主，故機件之形狀與機件間之配合情形，多以「點、細線或簡單符號」表示。

challenge!
問題

01 連桿組中，能繞固定軸 360° 迴轉的桿稱為？

(A) 搖桿 (B) 牽桿 (C) 曲柄 (D) 繫桿

02 機構學常用的符號「◎」表示：

(A) 樞軸 (B) 機件上一點 (C) 固定軸 (D) 連桿

解答

01. 解答 C。

02. 解答 C。

榜首練功房

1. 機件：機械中之單一零件，為組成機構或機械之最基本元素，且功能、外型及使用目的具有共通性者。在機構學中常視為一剛體。
2. 機件種類：
 - (1) 固定機件：機架、軸承。
 - (2) 活動機件：
 - A. 迴轉運動：齒輪、凸輪、帶輪、摩擦輪、鏈輪、曲柄、聯軸器、軸等。
 - B. 線性運動：鏈條、皮帶或滑動機件。
 - (3) 連接機件：螺栓、鉚釘、鍵、銷。
 - (4) 傳動機件：齒輪、帶輪、聯結器。
 - (5) 控制機件：彈簧、制動器、離合器。
 - (6) 流體機件：管子、管接頭、閥。
3. 機構：兩個或兩個以上機件組成的集合體，一機件運動，必使其它各機件作可預期的或限制的相對運動。
4. 機構種類：車床之變速機構、進刀機構、引擎之活塞曲柄機構。
5. 機械：
 - (1) 兩個或兩個以上機構的集合體。
 - (2) 各機件間必有一定的相對運動或限制運動。
 - (3) 能接受外來能量，轉變為功或改變成一定效能。
6. 機械種類：馬達（電動機）、汽車、飛機、發電機、蒸汽機、冷氣機及各種工作母機等。
7. 機構與機械之差異：
 - (1) 相同點：
 - A. 均由一個固定機架與一個或多個以上活動機件組成。
 - B. 各機件間均須維持一定的相對運動或限制運動。
 - C. 兩者均為剛體。
 - (2) 相異點：
 - A. 機構僅為傳遞運動，不一定作功。
 - B. 機械可傳遞能量及運動，並對外作功。

8. 自由度：假設對偶中之一機件固定，而另一機件相對於此固定件之位置所允許之自由運動空間。
- (1) 在直線上之質點自由度為1。
 - (2) 在平面上之質點自由度為2。
 - (3) 在空間之質點自由度為3。
 - (4) 繞固定點旋轉之剛體自由度為3。
 - (5) 繞固定軸旋轉之剛體自由度為1。
 - (6) 平面間運動之剛體自由度為3。
 - (7) 作空間運動之剛體自由度為6。
9. 對偶：在機械運動中，兩機件組合而互相接觸，並沿一定的動路產生相對運動。
- (1) 高對：兩機件間呈點或線接觸而有相對運動。
 - (2) 低對：兩機件間呈面接觸而有相對運動，且自由度為1。
 - A. 滑動對：兩機件間，僅作直線運動。
 - B. 迴轉對：兩機件間，僅作迴轉或圓弧線往復運動者。
 - C. 螺旋對：兩機件間，同時具有直線與迴轉運動者。
10. 對偶倒置：由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。
- (1) 低對：對偶倒置後並不影響兩機件間之相對運動或絕對運動的性質。
 - (2) 高對：對偶倒置後並不影響兩機件間之相機運動，但兩者之絕對運動受影響。
11. 運動鏈：由若干對偶組成一種連鎖系統，若一連桿運動，則其它各桿將作一定的相對運動或整體運動。
12. 運動鏈種類：
- (1) 固定鏈(呆鏈)：連桿間無相對運動，僅作整體運動只能作結構之一部分，不能稱為機構，例如：三連桿組。
 - (2) 拘束運動鏈：各連桿間其中一件運動，有一定規律相對運動，若將其中一桿固定，即形成機構中最簡單之基本機構，例如：四連桿組。
 - (3) 無拘束運動鏈：各連桿間運動無預期之相對運動，運動情形無法確定相對位置，不適用於機構，例如：五連桿組。

13. 運動鏈種類之判斷公式：N為連桿數；P為對偶數。

$$(1) P > \frac{3}{2}N - 2 \Rightarrow \text{固定鏈}$$

$$(2) P = \frac{3}{2}N - 2 \Rightarrow \text{拘束運動鏈}$$

$$(3) P < \frac{3}{2}N - 2 \Rightarrow \text{無拘束運動鏈}$$

14. 主動件：機構中，能使另一機件產生運動者，稱為主動件或原動件。

15. 從動件：機構中，能接受主動件之運動而產生與主動件相應之運動者，稱為從動件或被動件。

16. 機械傳遞運動方式：

(1) 直接接觸傳動：

A. 滾動接觸：兩機件接觸點間無相對運動，且接觸點瞬時線速度大小與方向皆相同。

B. 滑動接觸：兩機件接觸點間有相對運動，且接觸點瞬時線速度不相同。

(2) 藉中間連接物之間接傳動：

A. 剛性連接件：能承受拉力、壓力及推力者，例如：連桿、曲柄及滑塊。

B. 撓性體連接件：僅能承受拉力者，例如：鏈條、皮帶、繩索。

C. 流體連接件：僅能承受推力者，例如：液壓油、空氣、水。

17. 各國工業標準代號：

標準名稱	符 號
國際標準組織	ISO
中國國家標準	CNS
美國國家標準	ANS
美國鋼鐵協會	AISI
美國汽車工程學會	SAE
美國標準協會	ASA
英國工業標準	BS



測驗科目 1：專業科目 B（機械原理）

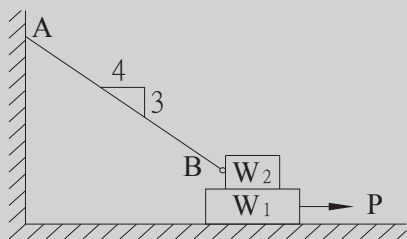
壹、填充題：40 %（20 題，每題 2 分，共 40 分）

1. 一日內瓦機構的從動輪具有 4 個徑向槽，若原動輪持續作等角速度運動，則從動輪轉動與靜止的時間比為_____。
2. 一曲柄滑塊機構，若滑塊直線往復運動之衝程為 30 cm，則曲柄長度為_____ cm。
3. 在合金彈簧鋼常用材料中有 A. 磷青銅 B. 琴鋼線 C. 回火碳鋼，請將前述 3 種彈簧材料，依抗拉強度由高至低以英文字母排列_____。
4. 兩個外接齒輪，其齒數分別為 40 和 160，模數均為 3，則其中心距離為_____ mm。
5. 已知鍊條與鏈輪的傳動中，鍊條的線速度為 6 公尺 / 分鐘，緊邊拉力為 500 牛頓，其傳送功率為_____ 瓦特 (W)。
6. 設兩傳動帶輪，主動輪直徑為 10 cm，從動輪直徑為 20 cm，主動輪轉速為 400 rpm，帶輪與帶之間的滑動損失為 10 %，則從動輪轉速為_____ rpm。
7. 使用萬向接頭時，兩軸中心線相交的角度一般在 5 度以下比較理想，最高不宜超過_____度。
8. 有一機器之機械效率為 80 %，今將 100 N 之物體以機器升高 40 m，至少需作功_____ N-m。
9. 三線螺紋之導程 $L = 3P$ ，螺紋線端相隔_____度。
10. 若機件數有 5 個，則其瞬心數為_____個。
11. 一點作簡諧運動，其振幅為 10 吋，而最大速度為 20 吋 / 秒，則週期為_____秒。
12. 兩串聯彈簧，其彈簧常數分別為 5 kgf/cm 及 20 kgf/cm，則其總彈簧常數為_____ kgf/cm。
13. 一液壓管路中之壓力為 30 kgf/m²，流量為 60 m³/sec，則可傳送馬力數為_____ HP。
14. 標準鋼管直徑在_____吋以下，用內徑表示其公稱直徑。
15. 一長度為 10 m 的簡支樑，其中央承受一集中荷重 100 N，則其所發生的最大彎矩為_____ N-m。

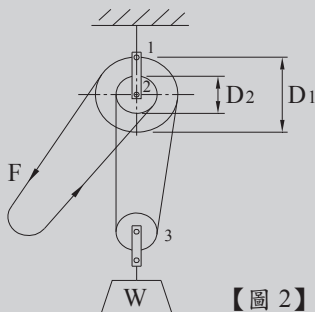
16. 設馬達的效率為 80%，發電機效率為 90%，則兩者之總機械效率為_____ %。
17. 設計起重螺旋時，導程角與摩擦角的大小關係，導程角應_____於摩擦角（請以中文表示）。
18. 有一帶狀制動器，其緊邊張力為 100 N，鬆邊張力為 30 N，若鼓輪的直徑為 200 mm，角速度為 1 rad/sec，則制動器的制動功率為_____ 瓦特 (W)。
19. 一螺旋彈簧之外徑為 50 mm，內徑為 40 mm，則其彈簧指數為_____。
20. 一物體重量為 100 N，摩擦係數為 0.2，當有一 10 N 的水平拉力作用於物體上時，則該物體承受的摩擦力為_____ N。

貳、問答與計算題：60 %（4 題，共 60 分）

1. 若物體 A 自 98 m 高之塔頂自由落下，同時物體 B 自塔底以 49 m/sec 之初速度垂直上拋（重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$ ），試問：（15 分）
 - (1) 兩物體經過多少秒會在空中交會？（5 分）
 - (2) A 物體自塔頂落下至與 B 物體於空中交會時之落下距離為多少 m？（5 分）
 - (3) B 物體自塔底上拋至與 A 物體於空中交會時之上升距離為多少 m？（5 分）
2. 如下【圖 1】所示，物體 W_1 重 200 N，物體 W_2 重 50 N，物體 W_2 由 AB 繩與直立牆面相連，繩重不計，各接觸面靜摩擦係數都是 0.2，欲使 W_1 物體開始向右滑動，試問：水平力 P 至少為多少 N？（15 分）（計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入）



【圖 1】



【圖 2】

▶ 108 年 | 答案 |

台灣電力公司
| 新進人員甄試試題 |



壹、填充題：40 % (20 題，每題 2 分，共 40 分)

1. 解答：1:3

日內瓦機構槽輪轉動與靜止時間比 $= \frac{(N-2)n_p}{2N-n_p(N-2)}$ ，其中，N 為槽數， n_p 為驅動銷數 = 1。
故時間比 = 1:3。

2. 解答：15

滑塊直線往復運動之衝程為曲柄長度之 2 倍，故曲柄長度為 $30/2=15$ 。

3. 解答：BCA

琴鋼線適用於高抗拉強度及永久變形的彈簧，回火碳鋼具有韌性，抗拉強度也較佳。磷青銅含錫帶具有良好的彈性，有高抗拉強度與抗蝕性，但為三者中抗拉強度最差者。

4. 解答：300

模數 $M = \frac{D}{T}$ ；D 為齒輪直徑，T 為齒數。

故兩齒輪中心距： $\frac{3 \times 40 + 3 \times 160}{2} = 300$ 。

5. 解答：50

公制馬力： $P = F \times V = 500 \times 0.1 = 50$

F 單位為牛頓，V 單位為 m/sec。

6. 解答：180

$\frac{10}{20} = \frac{D}{400} \Rightarrow v = 200$

因滑動損失 10%，從動輪轉速為 $200 \times (1 - 10\%) = 180 \text{ rpm}$ 。

7. 解答：30

萬向接頭為球面四連桿之應用，十字接頭用來連接兩個相交的軸，兩軸交角不宜大於 30 度，小於 5 度為佳。

8. 解答：5000

機械效率為有效功與輸出功之比值 $\Rightarrow$ 需要作功： $\frac{4000}{0.8} = 5000$

9. 解答：120

螺紋線數與導程之關係：

$L = n \times p$ ；L 為導程，n 為螺紋線數，p 為螺距。

三線螺紋之導程 $L = 3P$ ，螺紋線端相隔 120 度。