



4

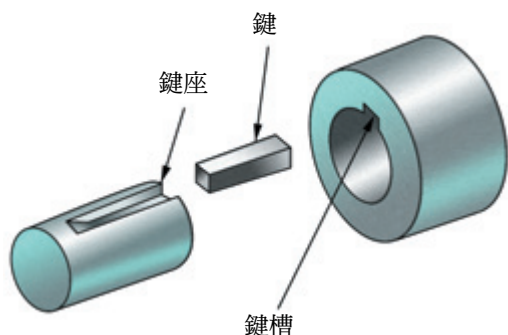
鍵與銷

學習目標

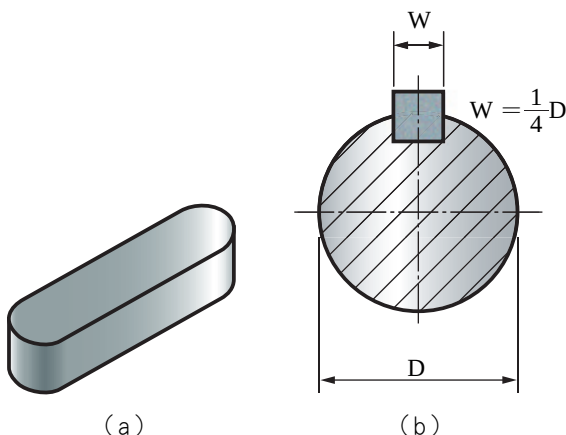
1. 能了解鍵與銷的各種類型與規格。
2. 能知悉鍵與銷的強度、性質與功用。
3. 能熟練依實際需要，選用適當種類的鍵或銷。

4－1 鍵的用途與種類

鍵（key）為一連接機件，部分嵌入軸內（鍵座），一部分則嵌於機件的轂（hub）之凹槽中（鍵槽），使兩機件連成一體，旋轉傳動，如圖 4－1 所示。



▲圖 4－1 鍵之名稱



▲圖 4－2 方鍵

一、鍵的用途

鍵的用途主要是防止兩個零件之間的相對迴轉，以傳遞動力，如帶輪、齒輪、飛輪、鏈輪、曲柄、聯結器等輪轂和軸之間的連接，利用鍵做結合之機件，特別適用於傳遞較大動力且需經常拆裝修護之非永久性結合，而其材料都以較佳之抗剪、抗壓中碳鋼所製成，斷面形狀依其用途而不同，至於鍵槽位置需要考量，當受到任何衝擊時都不會有龜裂的情形發生，因此要設於餘肉多之處。

二、鍵的種類與規格

鍵由於使用的場合、要求的形狀、裝配方法等因素，而有各種不同形式的鍵，若依其傳遞動力之不同，可分為傳送小動力或輕負荷及傳送大動力或重負荷之兩種鍵。

1. 用於傳送小動力或輕負荷者

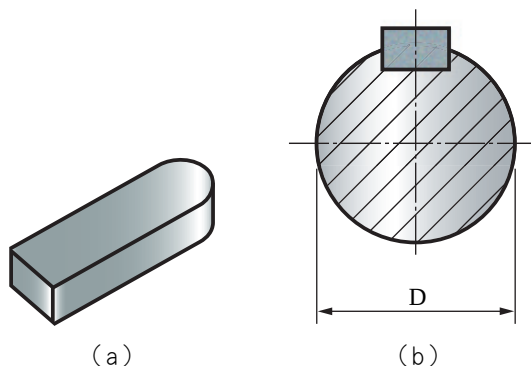
(1) 方鍵（square key）

如圖 4－2（a）、（b）所示，為最常用的鍵，鍵寬與鍵高相等，通常

約為軸徑的 $\frac{1}{4}$ 倍，組合時一半嵌入鍵座（key set）內，另一半則嵌入輪轂上之鍵槽（key way），橫剖面為正方形，其規格表示法為：寬×高×長，並輔以端部形狀，例如：方鍵 $5 \times 5 \times 15$ 雙圓端。

(2) 平鍵（flat key）

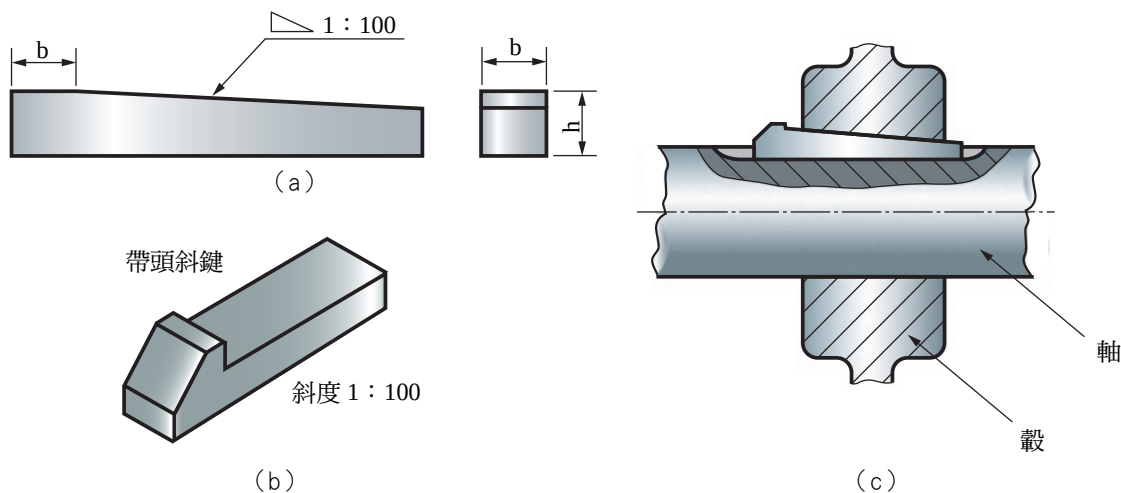
如圖 4－3（a）、（b）所示，鍵寬大於鍵高，若用方鍵會影響到軸之強度時，則宜採用平鍵，其規格表示法為：寬×高×長，並輔以端部形狀，例如：平鍵 $12 \times 8 \times 30$ 單圓端。



▲圖 4－3 平鍵

(3) 斜鍵（taper key）

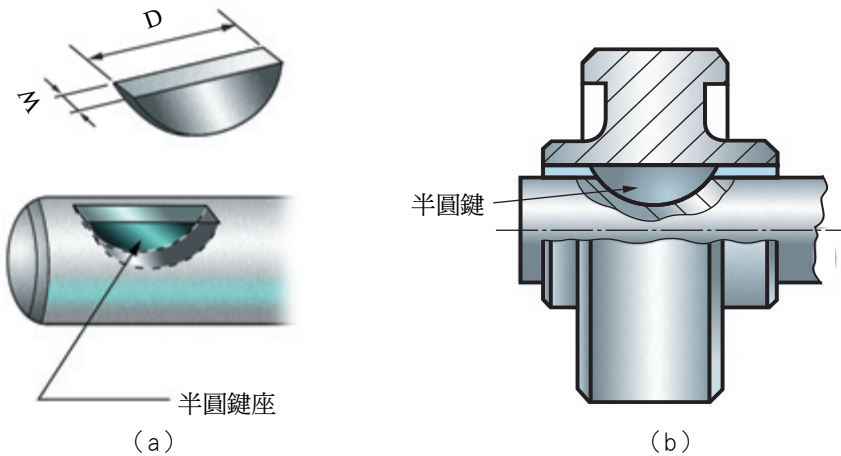
如圖 4－4（a）所示，將方鍵或平鍵之上方製成適當的斜度，在裝配時藉斜面確保緊密結合，並可承受振動力而不致脫落，斜鍵之斜度，通常公制為 1：100，即每公尺傾斜 1 公分。為了避免斜鍵裝置過緊而不易拆卸，可將鍵較厚之一端做成鉤頭狀，如圖 4－4（b）、（c）所示，方便拆卸，稱為帶頭斜鍵（gib－head taper key），但旋轉時，有鉤住外物的危險為其缺失，其規格除了規定之斜度外，其餘皆與方鍵及平鍵相同。



▲圖 4－4 斜鍵

(4) 半圓鍵 (woodruff key)

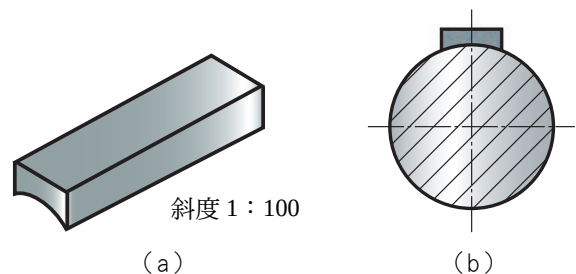
如圖 4 - 5 (a)、(b) 所示，又稱為半月鍵或伍德氏鍵，裝置時其圓弧面置於鍵座中，寬度約為軸直徑之 $\frac{1}{4}$ ，大都用於精密度較差的機件連結，優點是可自動調整中心，常用於汽車及工具機之傳動軸，裝配時 $\frac{2}{3}$ 高度埋於鍵座， $\frac{1}{3}$ 高度嵌於鍵槽，其規格表示為：種類，鍵寬 (W) × 鍵之直徑 (D)，例如半圓鍵 4 × 19。



▲圖 4 - 5 半圓鍵

(5) 鞍形鍵 (saddle key)

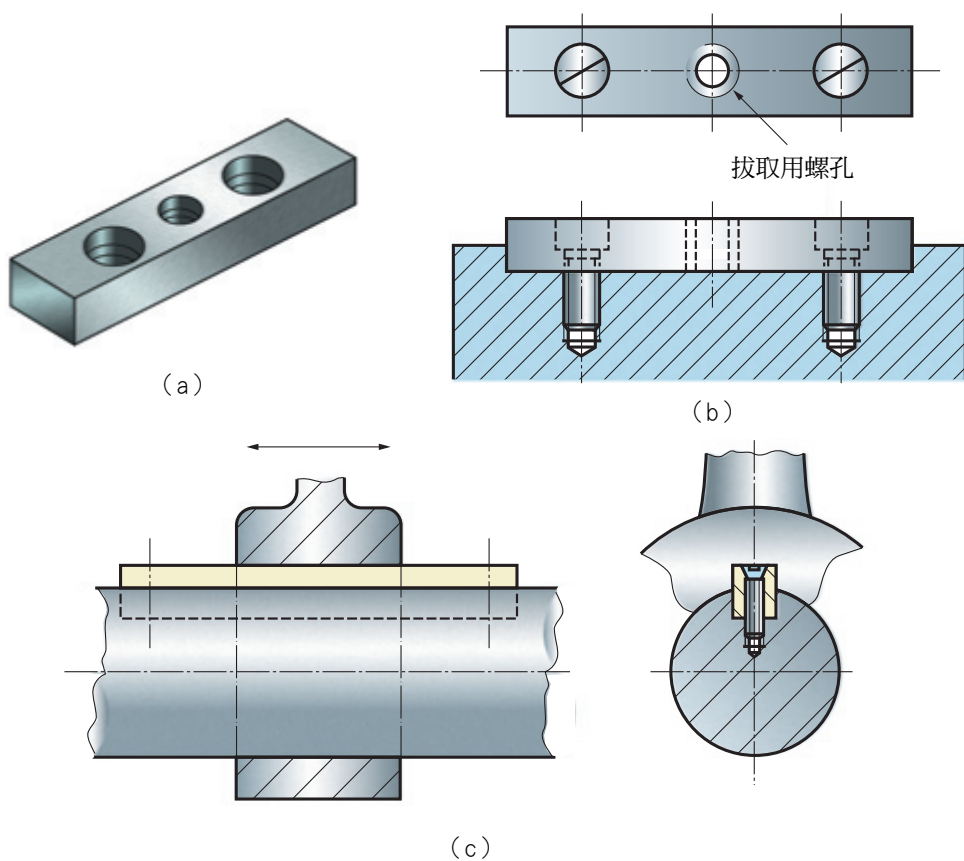
如圖 4 - 6 (a)、(b) 所示，為一種無鍵座之鍵，上面製成 1 : 100 的斜度，底面則和軸徑一樣加工成圓弧，是依靠摩擦力來傳送動力，故僅適合小負荷。



▲圖 4 - 6 鞍形鍵

(6) 滑鍵 (slide key)

如圖 4 - 7 (a)、(b)、(c) 所示，又稱活鍵 (feather key)，利用埋頭螺釘使鍵固定於軸上，可使套裝在軸上的機件做軸向滑動，但不能轉動。

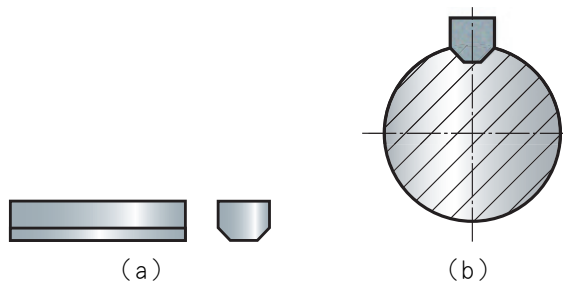


▲圖 4 - 7 滑鍵

2. 用於傳送大動力或重負荷者

(1) 斜角鍵 (barth key)

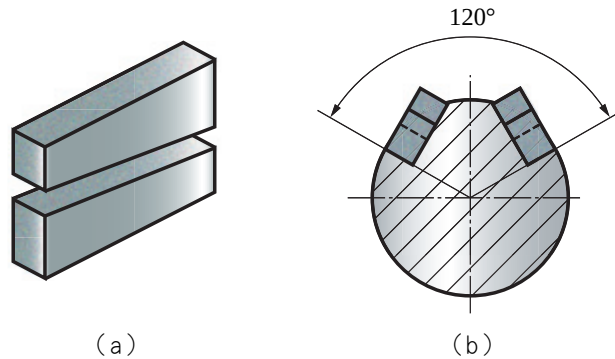
如圖 4 - 8 (a)、(b) 所示，為了將方鍵嵌於軸部之兩側製成斜面，以便軸朝任何一方向迴轉時，鍵與鍵槽都可緊密配合，並可減少發生扭轉之傾向。



▲圖 4 - 8 斜角鍵

(2) 切線鍵 (tangent key)

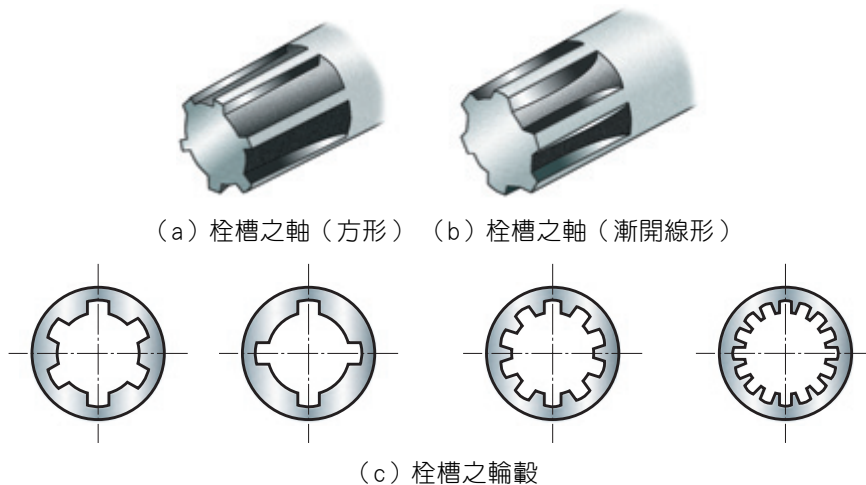
如圖 4 - 9 (a)、(b) 所示，又稱路易氏鍵 (Lewis key)，由兩個形狀相同之斜鍵相對組合而成 (斜鍵斜度 1:100)，裝置時，鍵的對角線必須在軸的周緣上以承受剪力，一般切線鍵其配置為 2 處 (互成 120°)，但迴轉方向一定時只配置一處即可，常使用於有衝擊負荷之處。



▲圖 4 - 9 切線鍵

(3) 栓槽鍵 (spline key)

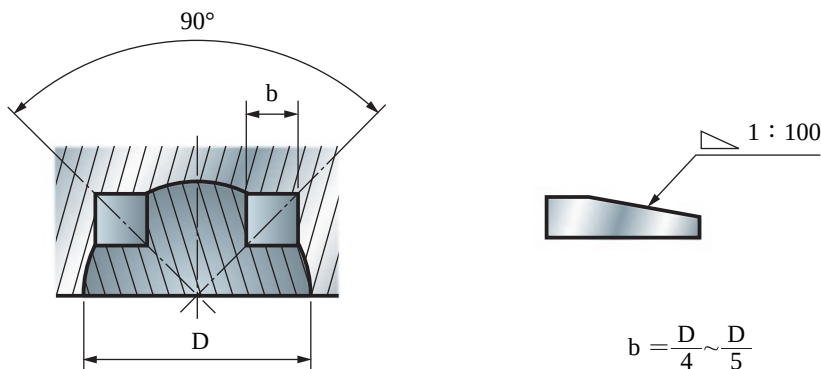
如圖 4 - 10 (a)、(b)、(c) 所示，又稱裂式鍵或栓槽軸 (spline shaft)，將軸與輪轂製成與齒輪相似之齒形，互相組合而成一體，使彼此間不發生相對迴轉運動，但允許軸與輪轂有軸向滑動。它是利用多鍵可防止軸因鍵槽導致強度減弱，利用多齒可以分散鍵部位的作用力，因此可用較小的容許應力來傳遞極大之轉矩 (動力)，常使用於馬達及汽車引擎之處。



▲圖 4 - 10 栓槽鍵

(4) 甘迺迪鍵 (Kennedy key)

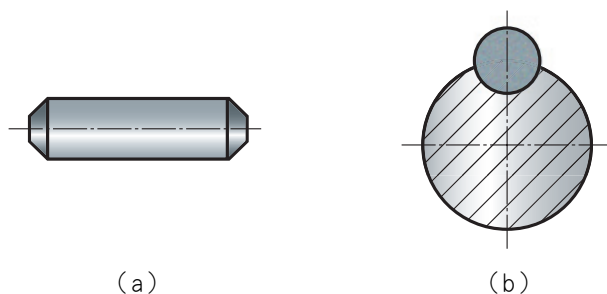
如圖 4-11 所示，由兩個方形斜鍵組成，裝置時，兩個鍵之對角線交於軸中心成 90° ，承受壓應力而傳送兩個方向之動力。



▲圖 4-11 甘迺迪鍵

(5) 圓鍵 (round key)

如圖 4-12 (a)、(b) 所示，其鍵槽之製造容易，可在兩配合件裝在一起後再鑽孔，優點是不須緊密配合即可防止扭轉，拆裝容易，不易變形，小型的圓鍵（銷鍵）常用於固定手輪、曲柄及其他輕負荷的機件上；大型的圓鍵用於傳送大動力或重負荷。



▲圖 4-12 圓鍵

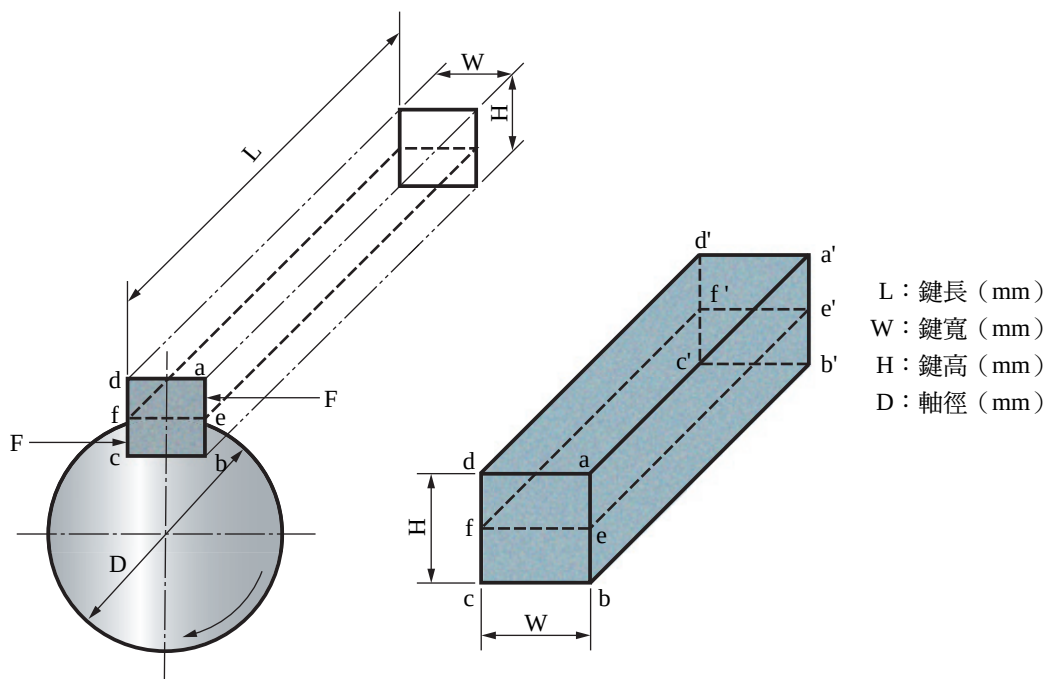
隨堂練習

- () 1. 具備自動調整中心功能的鍵為 (A)半圓鍵 (B)平鍵 (C)滑鍵 (D)斜鍵。
- () 2. 關於鍵，下列敘述何者錯誤？ (A)承受衝擊負荷以採用切線鍵較佳 (B)安裝鞍鍵輪轂不需鍵槽 (C)半圓鍵具自動調心功能 (D)斜鍵通常具有一定的傾斜度。

- () 3. 鍵承受傳動力時，應選用承受何種作用力之材料較佳？ (A)抗拉及抗壓力 (B)抗拉及抗剪力 (C)抗剪及抗扭轉力 (D)抗壓及抗剪力。

4-2 鍵的強度

如圖 4 - 13 所示為鍵受力之情況，分析如下：



▲圖 4 - 13

1. 傳達扭轉力矩 (T)

公式 4 - 1

$$T = F \times \frac{D}{2} \quad \therefore F = \frac{2T}{D}$$

2. 傳達功率 (P)

公式 4 - 2

$$P = \frac{F \times V}{1000} = \frac{2\pi NT}{1000 \times 60} \quad (T : \text{N} - \text{m})$$

3. 在 aee'a'面及 cff'c'面上承受壓應力 (σ_c)

公式 4 - 3

$$\sigma_c = \frac{F}{A_c} = \frac{\frac{2T}{D}}{L \times \frac{H}{2}} = \frac{4T}{DLH}$$

4. 在 eff'e'面上承受剪應力 (τ)

公式 4 - 4

$$\tau = \frac{F}{A_s} = \frac{\frac{2T}{D}}{L \times W} = \frac{2T}{DLW}$$

5. 平鍵壓應力與剪應力之比值

公式 4 - 5

$$\frac{\sigma_c}{\tau} = \frac{\frac{4T}{DLH}}{\frac{2T}{DLW}} = \frac{2W}{H}$$

6. 若為方鍵 ($W = H$)

公式 4 - 6

$$\sigma_c = 2\tau$$

【註】公式 4 - 1 ~ 公式 4 - 6 中

- | | |
|--|-------------------------------------|
| (1) T : 扭轉力矩 (N - mm) | (2) F : 鍵所受壓力 (N) |
| (3) P : 傳動功率 (仟瓦, kW) | (4) N : 每分鐘迴轉數 (rpm) |
| (5) σ_c : 壓應力 (N/mm ² , MPa) | (6) A_c : 受壓面積 (mm ²) |
| (7) τ : 剪應力 (N/mm ² , MPa) | (8) A_s : 受剪面積 (mm ²) |

PS : 公式 4 - 2 的 T (扭轉力矩) 單位為 N - m

範例 1

一直徑 20mm 之軸，以帶輪傳動，帶輪上用一 $5\text{mm} \times 5\text{mm} \times 15\text{mm}$ 之鍵連結於軸上，設軸受到 $15\text{N} \cdot \text{m}$ 之扭轉力矩，則該鍵所受之壓應力及剪應力各為若干 MPa？

解 依題意知 $D = 20\text{mm}$ $W = H = 5\text{mm}$ $L = 15\text{mm}$

$$T = 15\text{N} \cdot \text{m} = 15000\text{N} \cdot \text{mm}$$

$$\text{則 } \sigma_c = \frac{4T}{DLH} = \frac{4 \times 15000}{20 \times 15 \times 5} = 40 \text{ (MPa)}$$

$$\tau = \frac{2T}{DLW} = \frac{2 \times 15000}{20 \times 15 \times 5} = 20 \text{ (MPa)}$$

範例 2

一直徑 10cm 之軸，轉速 300rpm 時傳達 31.4kW 之功率，動力由一軸上有 10cm 長之輪轂傳送出去，若鍵的允許剪應力為 10MPa，試求鍵的寬度？

解 依題意知 $D = 10\text{cm} = 0.1\text{m}$ $N = 300\text{rpm}$

$$P = 31.4\text{kW} \quad L = 10\text{cm} = 100\text{mm} \quad \tau = 10\text{MPa}$$

$$\text{由 } P = \frac{F \times \pi DN}{1000 \times 60}$$

$$\text{得 } F = \frac{1000 \times 60 \times P}{\pi DN} = \frac{1000 \times 60 \times 31.4}{3.14 \times 0.1 \times 300} = 20000 \text{ (N)}$$

$$\text{又 } \tau = \frac{F}{A_s} = \frac{F}{L \times W} \quad \text{得 } W = \frac{F}{\tau \times L} = \frac{20000}{10 \times 100} = 20 \text{ (mm)}$$

隨堂練習

- () 4. 一直徑 20cm 之軸，以帶輪傳動，帶輪上用一 $2\text{cm} \times 2\text{cm} \times 15\text{cm}$ 長之方鍵連結於軸上，轉速 300rpm 時傳達 47.1kW，則鍵上所受之剪應力為 (A) 4 (B) 5 (C) 6 (D) 8 MPa。
- () 5. 軸與齒輪以平鍵緊固結合在一起，以傳達動力，則有關此平鍵上壓應力與剪應力的敘述，下列何者正確？ (A) 壓應力大於剪應力 (B) 壓應力等於剪應力 (C) 壓應力小於剪應力 (D) 依軸的旋轉方向不同，壓應力可大於或小於剪應力。

4-3 銷的種類與用途

銷可以看成是小形狀的栓，只是其形狀大多為圓棒狀，直徑都在 50mm 以內，常以碳鋼、不鏽鋼、黃銅及銅合金製成。

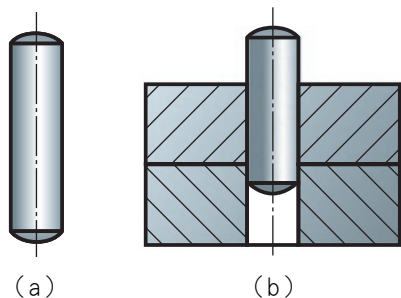
一、銷之種類

銷 (pin) 的種類很多，常用者有三種，即機械銷、徑向鎖緊銷和快釋銷，茲說明如下。

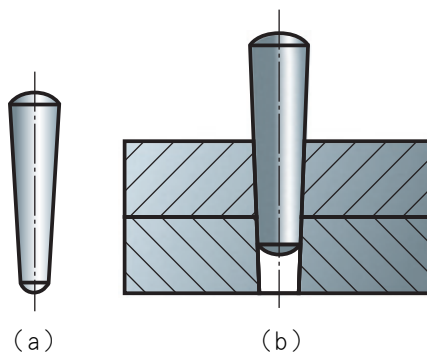
1. 機械銷 (machine pin)

(1) 定位銷 (dowel pin)

如圖 4-14 (a)、(b) 所示，為同一直徑的圓柱體，又稱直銷或合銷，用於兩配合機件相對的位置能夠確定；如機車、汽車之活塞銷，其常用軸徑介於 1~50mm 之間。



▲圖 4-14 定位銷



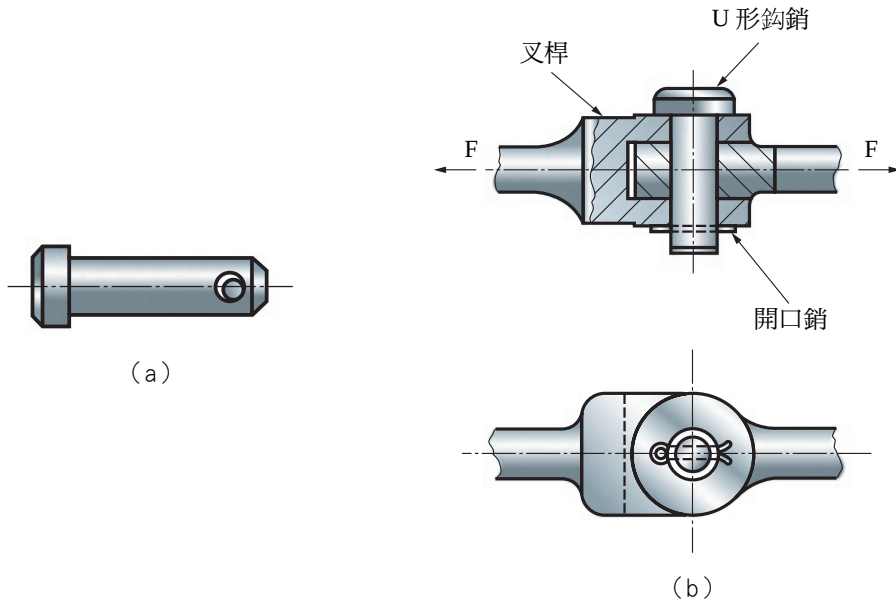
▲圖 4-15 斜銷

(2) 斜銷 (taper pin)

如圖 4-15 (a)、(b) 所示，又稱圓錐銷或推拔銷，其錐度公制為 1:50，即每公尺長直徑相差 2cm，其公稱直徑是指小端之直徑，主要利用錐度緊密結合兩機件成一體，斜銷之用途為傳送動力、調節力量及調整位置，標註小端直徑時需介於 0.6~50mm 之間。

(3) U形鉤銷 (clevis pin)

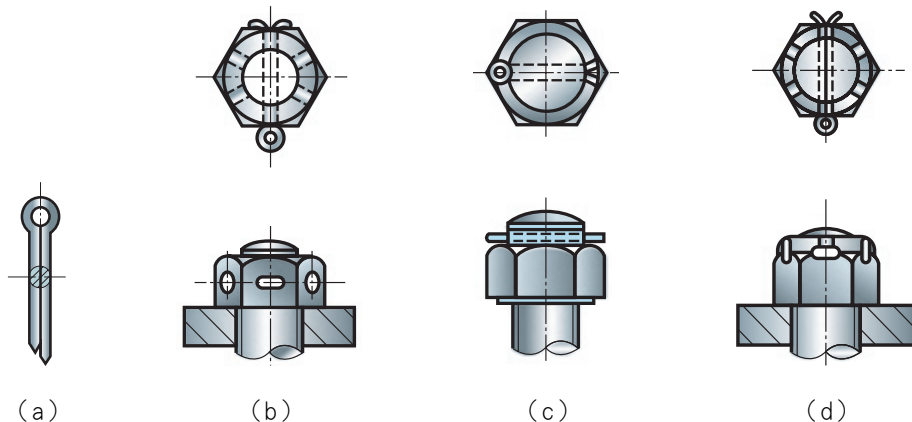
如圖 4 - 16 (a)、(b) 所示，又稱 T 形銷，是一種有突出的頭端，另一端有一小孔，用以插入開口銷或其他類似保險裝置，使銷不致脫落，保護安全，常用於關節接合。



▲圖 4 - 16 U形鉤銷

(4) 開口銷 (split pin)

如圖 4 - 17 (a)、(b)、(c)、(d) 所示，為一種彎成有孔眼，且其前端為了易於打開，做成長度不一樣的狹長直銷；常使用於堡形螺帽處或其他防止螺帽螺釘鬆脫的地方，貫穿兩機件之孔後將末端彎曲，以防脫落，其公稱直徑介於 0.6~16mm 之間。



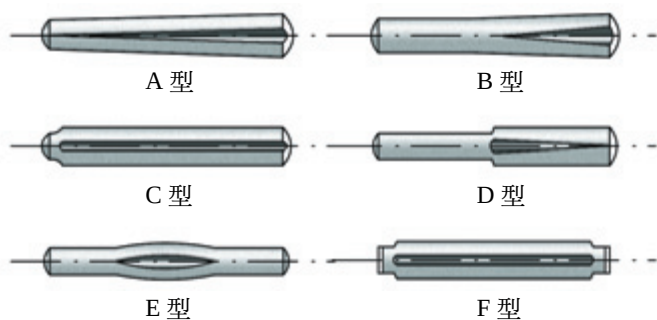
▲圖 4 - 17 開口銷

2. 徑向鎖緊銷 (radial — locking pin)

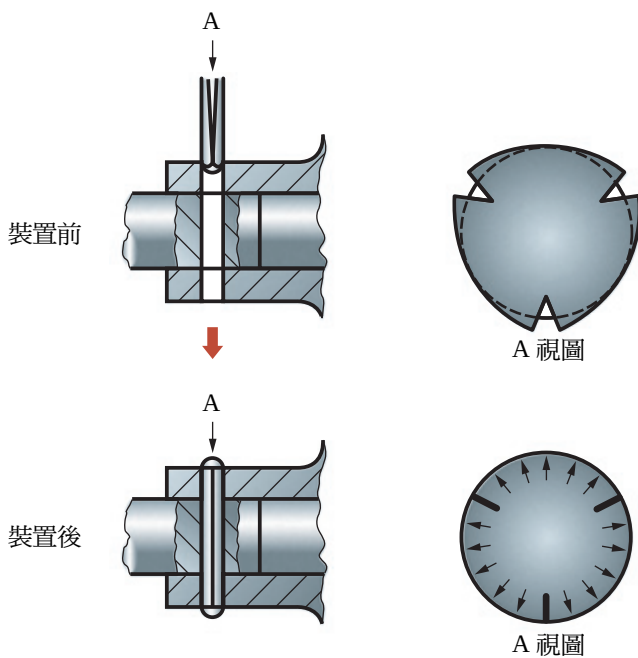
對振動及衝擊負荷具有相當的抵抗力，且容易裝配。依其形狀之不同可分為兩種。

(1) 有槽直銷 (grooved — straight pin)

如圖 4 — 18 (a) 所示，依 ASA 可分為六種，當銷子打入相同直徑之孔內，槽之凸出邊受壓變形，使兩者間產生相當的壓力，可防止其自孔內鬆脫，如圖 4 — 18 (b) 所示。



(a)

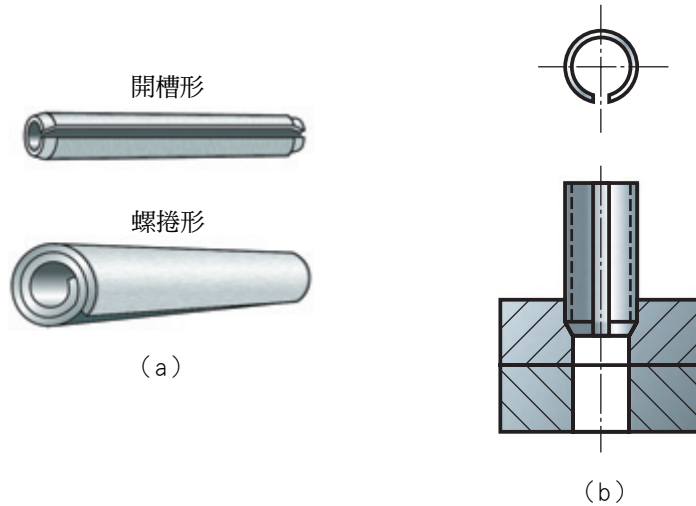


(b)

▲圖 4 — 18 有槽直銷

(2) 彈簧銷 (spring pin)

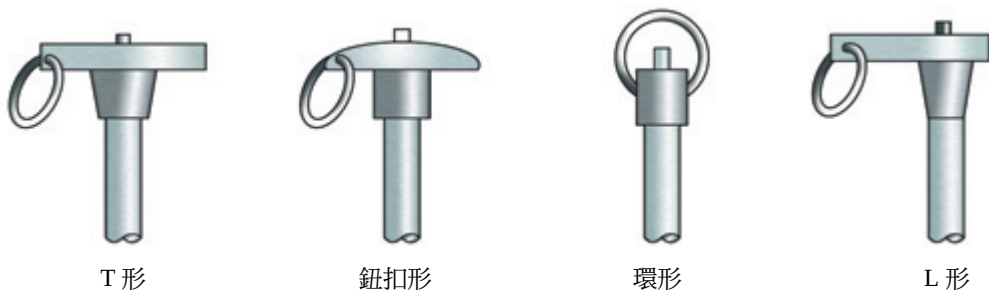
如圖 4－19 (a)、(b) 所示，是具有彈性之中空鋼管，有開槽形及螺捲形兩種，當銷子打入孔內後，利用其彈性向外擴張，可保持其與銷孔內之鎖緊作用。



▲圖 4－19 彈簧銷

3. 快釋銷 (quick-release pin)

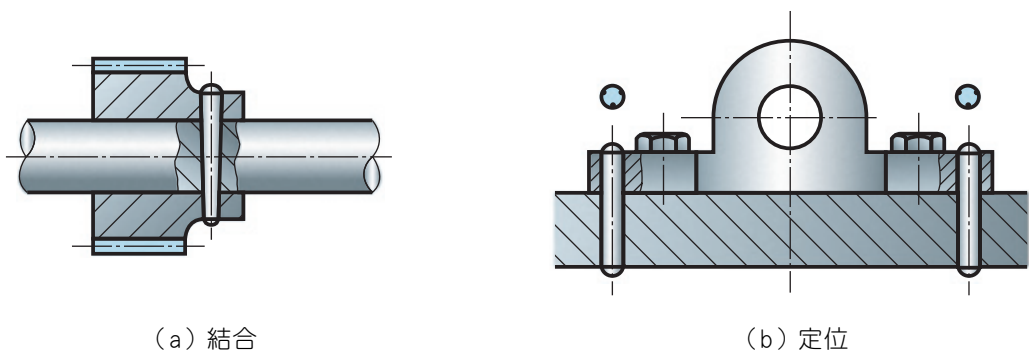
如圖 4－20 所示，有各種的頭部形狀，常使用於鬆配合之孔內，是拆卸最方便的銷，如使用於消防滅火器之提把與開關及手榴彈上之插銷。



▲圖 4－20 快釋銷

二、銷之用途

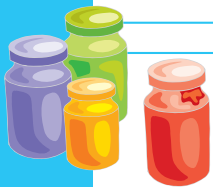
銷是輕負荷工作的連接機件，其結合力比鍵小，當負荷為徑向或軸向的剪力時使用之，銷之用途為兩機件間之結合、定位、傳動、防鬆及封閉機件等，如圖 4－21 (a)、(b) 所示。



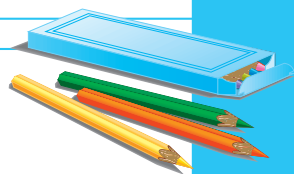
▲圖 4－21 銷之功用

隨堂練習

- () 6. 定位銷的功能在使兩塊機件 (A)夾緊在一起 (B)使一機件能繞著定位銷在另一機件上旋轉 (C)相對的位置能夠確定 (D)一塊機件在另一塊機件上作正確的滑動。
- () 7. 下列何種銷是由具彈性之中空圓鋼管製成，打入孔內後，可利用其彈性使其鎖緊在孔內？ (A)有槽直銷 (B)彈簧銷 (C)開口銷 (D)斜銷。
- () 8. 如消防滅火器之提把與開關，平時連接於原位，使用時拆卸最方便之銷形式為 (A)開口銷 (B)定位銷 (C)彈簧銷 (D)快釋銷。



1. 鍵是金屬嵌入物，一半在軸內，而另一半則在轂內，是靠剪力來阻止軸與輪轂間產生相對迴轉，達到傳遞動力的目的，故鍵之容許扭矩大。
2. 鍵依其傳遞動力之不同可分為下列兩種。
 - (1) 用於傳遞小動力者：方鍵、平鍵、斜鍵、半圓鍵、鞍形鍵及滑鍵。其中方鍵使用最廣泛；鞍形鍵傳遞之動力最小；半圓鍵是特殊用途的鍵，具有自動調心的優點。
 - (2) 用於傳遞大動力者：斜角鍵、切線鍵、栓槽鍵、甘迺迪鍵及圓鍵。其中以栓槽鍵的效果最佳；而小形的圓鍵（銷鍵）則使用於輕負荷的機件上。
3. 銷是軸與轂連接較不昂貴的連接方式，常用於固定機件，有時雖用於傳遞動力，但其負荷較鍵為輕，常用的有下列三種。
 - (1) 機械銷：定位銷、斜銷、U形鉤銷、開口銷。
 - (2) 徑向鎖緊銷：有槽直銷、彈簧銷。
 - (3) 快釋銷。
4. 銷之用途為結合、定位、傳遞動力、防鬆及封閉機件。



一、選擇題

- () 1. 可將輪轂連結在軸上，使輪與軸結成一體，而不致使其發生相對的迴轉運動者，稱為 (A)鍵 (B)凸輪 (C)墊圈 (D)軸承。
- () 2. 下列何種鍵可用來傳遞最大動力？ (A)方鍵 (B)栓槽鍵 (C)半圓鍵 (D)平鍵。
- () 3. 下列何種鍵是利用螺釘固定於軸內，可使套裝在軸上的機件作軸向滑動？ (A)栓槽鍵 (B)斜鍵 (C)鞍形鍵 (D)滑鍵。
- () 4. 有關「鍵」之敘述，下列何者為非？ (A)方鍵鍵寬與鍵高相等 (B)鞍形鍵適合於重負荷之傳動 (C)無頭斜鍵能承受振動力，不致脫落 (D)半圓鍵有自動調心之優點。
- () 5. 公制斜鍵的傾斜度為 (A)1：20 (B)1：25 (C)1：50 (D)1：100。
- () 6. 推拔銷的錐度為每公尺直徑相差 (A) 1cm (B) 1mm (C) 2cm (D) 2mm。
- () 7. 機車、汽車之活塞銷通常採用 (A)開口銷 (B)定位銷 (C)錐形銷 (D)快釋銷。
- () 8. 下列敘述何者是錯誤的？ (A)使用彈簧墊圈之主要目的為防止鬆動 (B)齒輪傳動中，常用鍵做為齒輪和軸之連接 (C)裝配時能自動調心的鍵是半圓鍵 (D)鞍形鍵可用來傳送較大動力。
- () 9. 平鍵 $12 \times 8 \times 30$ 單圓端中，8 代表 (A)長度 (B)寬度 (C)高度 (D)軸之直徑。
- () 10. 以下何者不是銷的主要功能？ (A)保護工件表面 (B)小動力傳達機件之連結 (C)防鬆 (D)機件位置之定位。

- () 11. 帶頭斜鍵（或稱鉤頭斜鍵）之「帶頭」，主要作用為 (A)易於拆卸 (B)製造容易 (C)可傳送較大動力 (D)避免脫落。
- () 12. 公制錐銷之錐度為 (A) 1 : 20 (B) 1 : 30 (C) 1 : 40 (D) 1 : 50。
- () 13. 下列何種鍵只能用於小動力的傳達？ (A)切線鍵 (B)鞍形鍵 (C)圓形鍵 (D)半圓鍵。
- () 14. 栓槽鍵的功用在使其相配的軸 (A)僅能作軸向運動 (B)僅能作旋轉運動 (C)能作旋轉及軸向運動 (D)結合在一起共同旋轉。
- () 15. 開口銷可用作 (A)代替定位銷 (B)固定兩塊機件 (C)代替螺栓 (D)防止螺帽或螺釘等機件之鬆脫。
- () 16. 選擇半圓鍵時，其寬度約為軸徑之 (A) $\frac{1}{2}$ (B) $\frac{1}{4}$ (C) $\frac{1}{8}$ (D) $\frac{1}{16}$ 。
- () 17. 下列何種鍵常使用在有衝擊負荷之處？ (A)斜鍵 (B)栓槽鍵 (C)切線鍵 (D)半圓鍵。
- () 18. 下列何種鍵為無需鍵座之鍵？ (A)鞍形鍵 (B)切線鍵 (C)平鍵 (D)滑鍵。
- () 19. 下列何種銷於使用時需將其末端彎曲，以防脫落？ (A)開口銷 (B)快釋銷 (C)彈簧銷 (D)定位銷。
- () 20. 方鍵的寬度或高度通常約為軸徑的幾倍？ (A) $\frac{2}{3}$ (B) $\frac{1}{2}$ (C) $\frac{1}{4}$ (D) $\frac{1}{6}$ 。
- () 21. 在機構中，欲接合一活動關節時應使用 (A)推拔銷 (B) U 形鉤銷 (C)定位銷 (D)彈簧銷。
- () 22. 常使用於鬆配合之孔內，且拆卸最方便的銷為 (A)斜銷 (B)定位銷 (C)開口銷 (D)快釋銷。

二、填充題

1. 金屬機件一部分置於軸上之座，另一部分置於輪轂上之槽，使兩者一起迴轉者，即為_____。
2. 用於傳送小動力或輕負荷的鍵有方鍵、_____、_____、_____、_____及滑鍵。其中_____鍵傳遞之動力最小。
3. 在公制中，斜鍵的斜度為_____。
4. _____鍵具有自動調整中心之優點。
5. 鞍形鍵是依靠_____來傳遞動力，故僅適合小負荷。
6. _____鍵常使用於有衝擊負荷之處。
7. 用於傳送大動力或重負荷的鍵有斜角鍵、_____、_____、_____及圓鍵。其中_____鍵傳遞之扭矩最大。
8. 機械銷可分為_____、_____、U形鉤銷及_____。
9. 公制斜銷之錐度為_____，其公稱直徑是指_____端之直徑。
10. 銷之用途為兩機件間之結合、_____、_____、_____及封閉機件等。

三、問答題

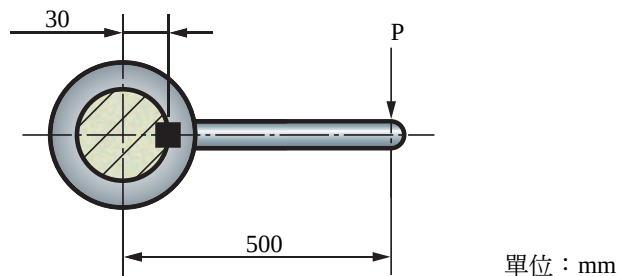
1. 用於傳送輕負荷及重負荷之鍵各有哪幾種？
2. 鍵與銷之用途為何？普通多用何種材料製成？

3. 請說明下列各種鍵與銷之特徵及其應用：

- (1) 鞍形鍵。
- (2) 栓槽鍵。
- (3) 定位銷。
- (4) 開口銷。

4. 伍德氏鍵、甘迺迪鍵和路易氏鍵之形狀和安裝方式有何不同？

5. 如圖（1），有一長 500mm 之槓桿，利用一鍵與半徑 30mm 之軸連結。鍵長 20mm，橫斷面則為每邊 5mm 之正方形。若鍵能承受之許可剪應力為 50MPa，則作用於桿端之力最大為若干 N？



▲圖（1）

6. 一直徑 80mm 的軸，承受 720N - m 之扭轉力矩作用，軸上有 10cm 長之鍵槽，如鍵的允許剪應力為 15MPa，壓應力為 20MPa，試設計鍵寬和高度？