

# 第四章 鍵與銷

## ■ 學習目標

1. 學生能瞭解鍵的用途與種類。
2. 學生能瞭解銷的種類及用途。
3. 學生能依工作需要正確的選用鍵與銷。
4. 學生能熟悉鍵的強度計算。

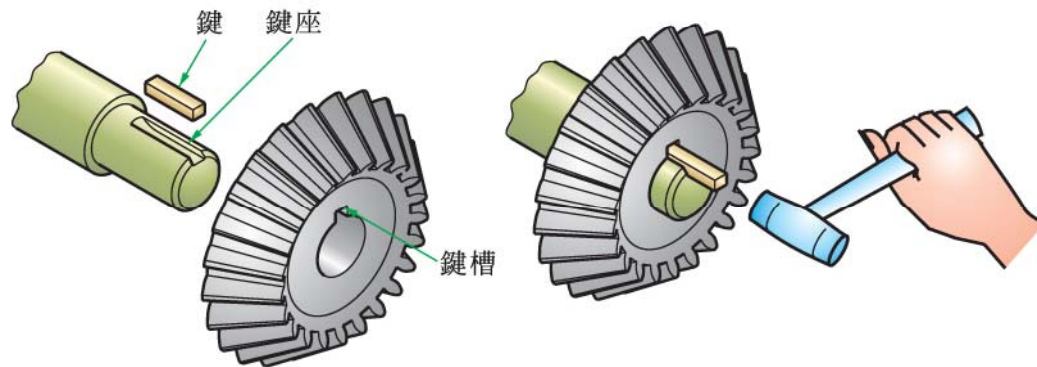
# 4-1 鍵的用途與種類

## ■ 4-1-1 鍵的用途

- 鍵可將帶輪、齒輪、鏈輪、凸輪及其他機件結合於軸上，使成一體而傳送動力。所以鍵是用來結合機件以傳達動力。
- 機件結合的方法有很多種其中「收縮緊固」結合僅用於永久結合，使用「固定螺釘」結合只適合傳送小的動力，在傳送較大的動力且需要經常拆裝時，使用「鍵」來結合傳動最為方便。

# 鍵座與鍵槽

- 鍵的材料為抗壓及抗剪強度較高的鋼。安裝時，鍵之各稜必與軸的中心線平行。鍵的一部分嵌入軸上之槽內，一部分則嵌於機件的轂 (hub) 之凹槽中。如圖4-1所示，軸上之槽稱為鍵座 (key seat)，轂上之凹槽稱為鍵槽 (key way)。



動畫4-1

圖4-1 鍵座與鍵槽

- 4-1-2 鍵的種類
  - 一、方鍵 (square key)
  - 二、平鍵 (flat key)
  - 三、斜鍵 (taper key)
  - 四、帶頭斜鍵 (gib-head taper key)
  - 五、圓鍵 (round key)
  - 六、半圓鍵 (woodruff key)
  - 七、栓槽鍵 (spline key)
  - 八、鞍鍵 (saddle key)
  - 九、滑鍵 (slide key)
  - 十、斜角鍵 (angular key)
  - 十一、路易氏鍵 (lewis key)
  - 十二、甘迺迪鍵 (kennedy key)

# 一、方鍵

- 方鍵為一般最常用的鍵，如圖4-2所示。 $w=h$ ，(w：斷面之寬度，h：斷面之厚度)，其值約為1/4的軸徑。一半嵌入軸內，另一半嵌入轂內，鍵與鍵座及鍵槽必須精密配合。方鍵適用於輕及中級負載。

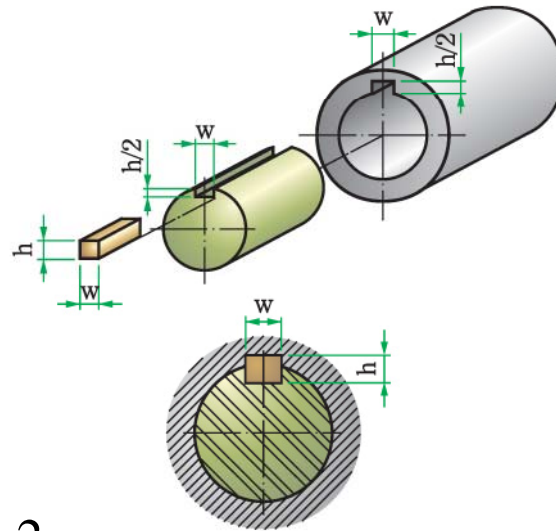


圖4-2

## 二、平鍵

- 平鍵與方鍵類似，唯獨厚度較薄。如圖4-3所示。當使用方鍵會造成軸的強度會減弱時，可採用平鍵。平鍵只適用輕載。裝置方法與方鍵完全相同。

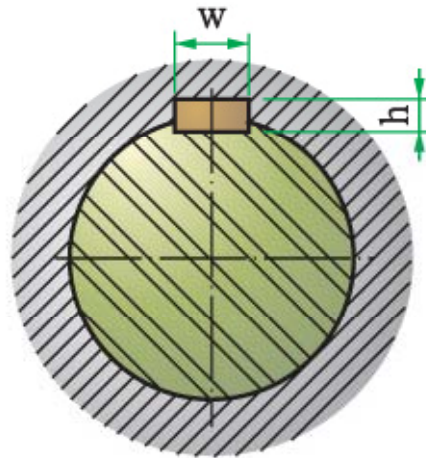


圖4-3 平鍵

# 平鍵與方鍵之規格

- 平鍵與方鍵之規格以寬度×高度×長度表示，方鍵及平鍵之標準尺寸如表4-1所示。

表4-1 方鍵及平鍵之尺寸標準 (單位公厘)

公稱尺寸	適應軸徑	鍵之尺寸		鍵槽之尺寸				長度 1
		寬	高	孔寬	軸寬	軸深	孔深	
4×4	10 ~ 13	4	4	4	4	1.5	1.5	10 ~ 45
5×5	13 ~ 20	5	5	5	5	3	2	10 ~ 56
7×7	20 ~ 30	7	7	7	7	4	3	14 ~ 90
10×8	30 ~ 40	10	8	10	10	4.5	3.5	18 ~ 112
12×8	40 ~ 50	12	8	12	12	4.5	3.5	1 ~ 140
15×10	50 ~ 60	15	10	15	15	5	5	28 ~ 160
18×12	60 ~ 70	18	12	18	18	6	6	35.5 ~ 200
20×13	70 ~ 80	20	13	20	20	7	6	45 ~ 224
24×16	80 ~ 95	24	16	24	24	8	8	56 ~ 250
28×18	95 ~ 110	28	18	28	28	9	9	63 ~ 315
32×20	110 ~ 125	32	20	32	32	10	10	80 ~ 355
35×22	125 ~ 140	35	22	35	35	11	11	100 ~ 400
38×24	140 ~ 160	38	24	38	38	12	12	112 ~ 400
42×26	160 ~ 180	42	26	42	42	13	13	140 ~ 450
45×28	180 ~ 200	45	28	45	45	14	14	160 ~ 450

### 三、斜鍵

- 斜鍵是爲了增加機件上之鍵槽與鍵配合的緊密度，而將方鍵或平鍵之一面作成傾斜的形狀，頭部未傾斜部分之長約一鍵寬，如圖4-4所示。斜鍵的斜度，公制爲每公尺傾斜一公分(1：100)；英制則爲每呎有1/8吋之斜度(1：96)。斜鍵除了斜度外，其餘各部分的尺寸與方鍵及平鍵相同。

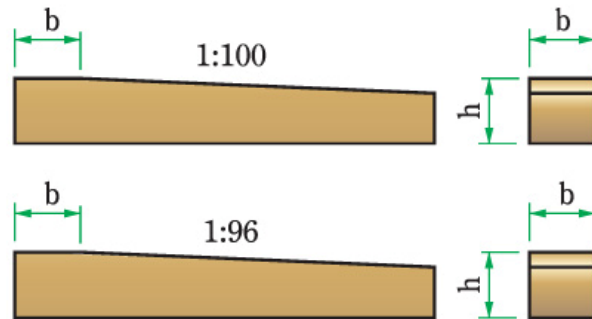


圖4-4 斜鍵



## 四、帶頭斜鍵

- 爲了避免斜鍵因錘擊過深而不易拆卸，可將斜鍵較厚之一端，製成鉤頭的形狀，以利拆卸，此種鍵稱爲帶頭斜鍵，如圖4-5所示。帶頭斜鍵的鉤頭，雖然方便裝卸，但不安全，易碰傷人或工具，故需有防護措施。

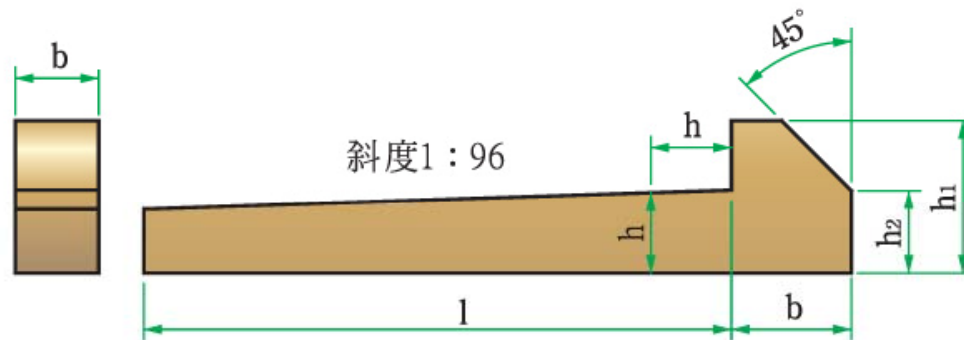


圖4-5 帶頭斜鍵

# 帶頭斜鍵之規格

- 帶頭斜鍵的各部分尺寸及適用軸徑列於表(4-2)中。(單位公厘)

公稱尺寸	適應之軸徑	鍵之尺寸				鍵槽之尺寸			長度
		b	h	$h_1$	$h_2$	寬	軸深	孔深	l
4x4	10 ~ 13	4	4.2	7	4	4	1.5	1.5	10 ~ 45
5x5	13 ~ 20	5	5.2	8	5	5	3	2	10 ~ 56
7x7	20 ~ 30	7	7.2	10	7	7	4	3	14 ~ 90
10x8	30 ~ 40	10	8.2	12	8	10	4.5	3.5	18 ~ 112
12x8	40 ~ 50	12	8.2	12	8	12	4.5	3.5	22.4 ~ 140
15x10	50 ~ 60	15	10.2	15	10	15	5	5	28 ~ 160
18x12	60 ~ 70	18	12.2	18	12	18	6	6	35.5 ~ 200
20x13	70 ~ 80	20	12.2	20	13	20	7	6	45 ~ 224
24x16	80 ~ 95	24	16.2	24	16	24	8	8	56 ~ 250
28x18	95 ~ 110	28	18.2	28	18	28	9	9	63 ~ 315
32x20	110 ~ 125	32	20.2	30	20	32	10	10	80 ~ 355
35x22	125 ~ 140	35	22.2	32	22	35	11	11	100 ~ 400
38x24	140 ~ 160	38	24.3	36	24	38	12	12	112 ~ 400
42x26	160 ~ 180	42	26.3	40	26	42	13	13	140 ~ 450
45x28	180 ~ 200	45	28.3	42	28	45	14	14	160 ~ 450

## 五、圓鍵

- 圓鍵可分為直式與圓錐式兩種，圓錐式其錐度為1：50。通常圓鍵大端直徑約為軸徑的1/4至1/5之間。小型的圓鍵多用於固定換向曲柄、手輪及其他輕負載的機件上。

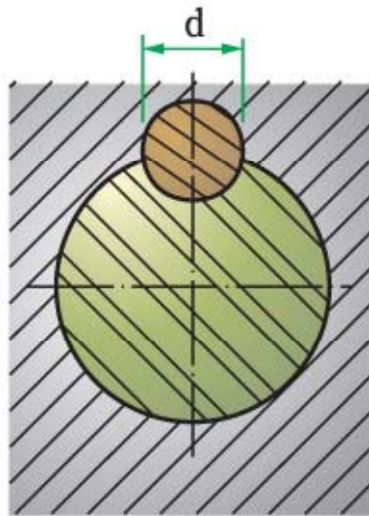


圖4-6 圓鍵

## 六、半圓鍵

- 如圖4-7所示，又稱半月鍵或伍德氏鍵，常用於汽車的錐度軸及機器軸常用到。半圓鍵的圓弧面能在軸的鍵座中活動，自動調心。而鍵的平面能與套件的鍵槽相適應，容易配合，且能快速定位。
- 半圓鍵與軸的較佳比例，為鍵寬約等於軸徑的  $\frac{1}{4}$  徑。

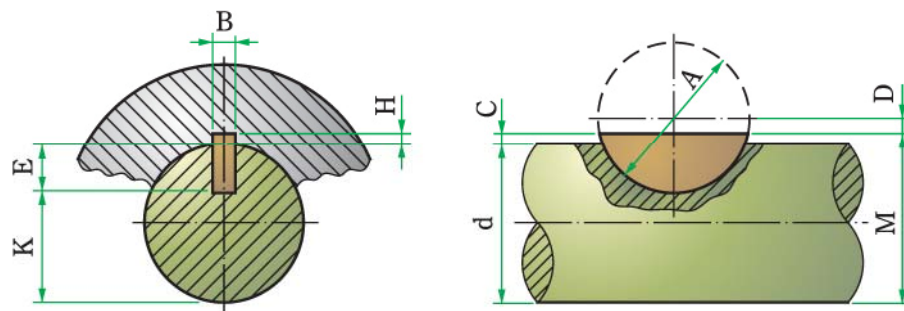


圖4-7 半圓鍵



動畫4-7-1



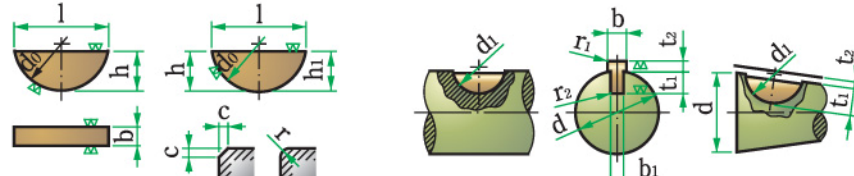
動畫4-7-2

# 半圓鍵的規格

- 半圓鍵其規格表示法如下：
- 公制標註法：寬度 × 直徑。例如表4-3中5×22，表示半圓鍵之寬度為5mm，直徑為22mm。
- 英制標註法：常以號碼表示。例如# 808半圓鍵，號碼的最後二位數08乘以1/8，其值表示鍵的直徑，即  $08 \times 1/8 = 1$ 吋。其餘數字乘以表示鍵寬，即  $8 \times 1/8 = 1/4$ 吋。

表4-3 半圓鍵規格 (單位公厘)

- 表4-3所示為公制各種尺寸的軸所用的半圓鍵規格。



鍵之公稱尺寸 bxd <sub>0</sub>	適應之軸徑 d	鍵之尺寸						鍵槽之尺寸					
		b	d <sub>0</sub>	h	h <sub>1</sub>	c或r	L	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	r <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>
2.5x10	7 ~ 12	2.5	10	3.7	3.55	0.5	9.6	2.5	2.5	2.5	1.4	0.4	10
3x10	8 ~ 14	3	10	3.7	3.55	0.5	9.6	3	3	2.5	1.4	0.4	10
3x13	9 ~ 16	3	13	5	4.75	0.5	12.6	3	3	3.8	1.4	0.4	13
3x16	11 ~ 18	3	16	6.5	6.3	0.5	15.7	3	3	5.3	1.4	0.4	16
4x13	11 ~ 18	4	13	5	4.75	0.5	12.6	4	4	3.5	1.7	0.4	13
4x16	12 ~ 20	4	16	6.5	6.3	0.5	15.7	4	4	5	1.7	0.4	16
4x19	14 ~ 22	4	19	7.5	7.1	0.5	18.5	4	4	6	1.7	0.4	19
5x16	14 ~ 22	5	16	6.5	6.3	0.5	15.7	5	5	4.5	2.2	0.4	16
5x19	15 ~ 24	5	19	7.5	7.1	0.5	18.5	5	5	5.5	2.2	0.4	19
5x22	17 ~ 26	5	22	9	8.5	0.5	21.6	5	5	7	2.2	0.4	22
6x22	19 ~ 28	6	22	9	8.5	0.6	21.6	6	6	6.6	2.6	0.5	22
6x25	20 ~ 30	6	25	10	9.5	0.6	24.4	6	6	7.6	2.6	0.5	25
6x28	22 ~ 32	6	28	11	10.6	0.6	27.3	6	6	8.6	2.6	0.5	28
6x32	24 ~ 34	6	32	13	12.5	0.6	31.4	6	6	10.6	2.6	0.5	32

## 七、栓槽鍵

- 栓槽鍵亦稱裂式鍵。在軸的本體上製成等周節的鍵，配合機件的轂製成裂式鍵槽。如圖4-8所示。栓槽鍵能承受極大的扭力，依形狀可分為方栓槽鍵及漸開線栓槽鍵兩種。應用在汽車及重機械的主要傳動軸上。

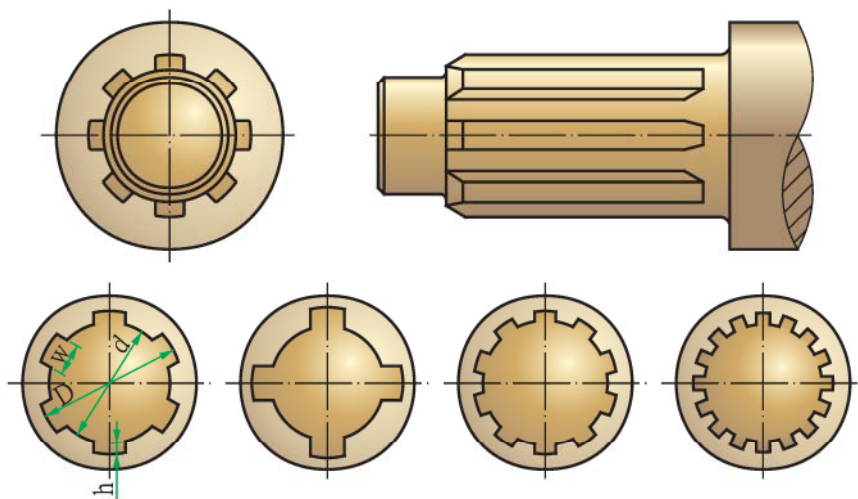


圖4-8 栓槽鍵



動畫4-8A



動畫4-8B

## 八、鞍鍵

- 如圖4-9所示。鞍鍵是藉著摩擦力來傳送動力，故只適合極輕負載之傳動。此種鍵的頂端常做成錐形，使其能得到較大的徑向壓力。安裝時鞍鍵全部套入轂內之鍵槽。鍵下面製成圓弧狀，與軸之周緣緊密接觸配合。

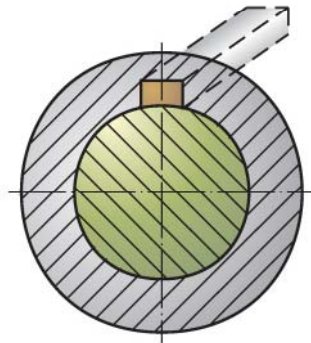


圖4-9 鞍鍵



## 九、滑鍵

- 如圖4-10所示。滑鍵又稱活鍵 (feather key)。固定在軸上，用於傳動套裝在軸上的機件，使機件能作軸向滑動，用以達較大動力。通常滑鍵利用沈頭固定螺釘固定之。

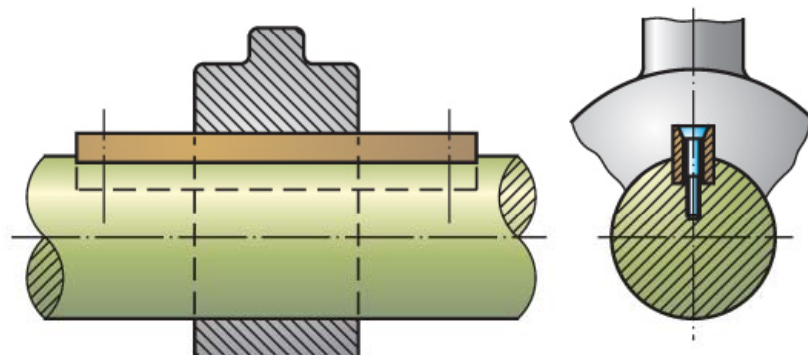


圖4-10 滑鍵



動畫4-10-1



動畫4-10-2

## 十、斜角鍵

- 如圖4-11所示。斜角鍵嵌於軸部分的兩側製成的斜面狀，以便軸朝向任一方向旋轉時，均可使鍵之頂部與鍵槽確實緊配合。並可減少發生扭轉的傾向，此種鍵可反轉 $180^\circ$ 使用，即去角部分裝於輪轂中。

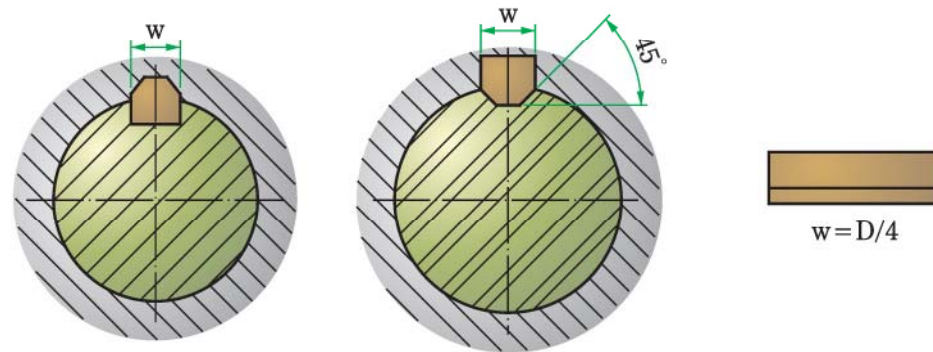


圖4-11 斜角鍵

# 十一、路易氏鍵

- 如圖4-12所示，路易氏鍵又稱魯氏鍵，或稱切線鍵。路易氏鍵是用兩個斜鍵相對組合而成。裝置時，鍵之對角線必須在剪力線上。用一組鍵可單方向傳動。如需傳送兩個方向之動力時，須裝二組鍵。

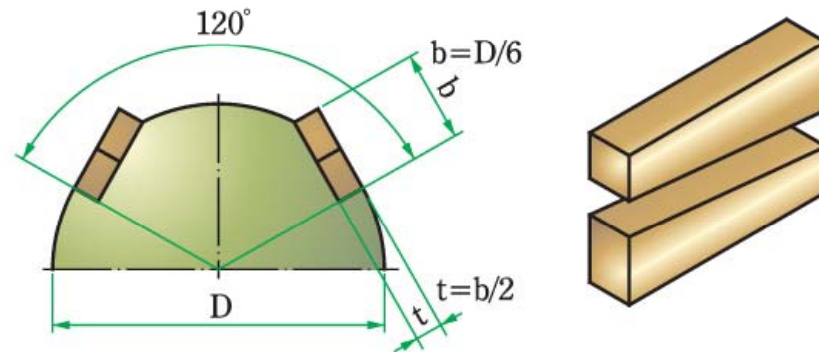


圖4-12 路易氏鍵

## 十二、甘迺迪鍵

- 如圖4-13所示，甘迺迪鍵包括兩個方形斜鍵，這兩個方形斜鍵之對角線在軸中心相交且成直角。用以傳送兩個方向之動力。

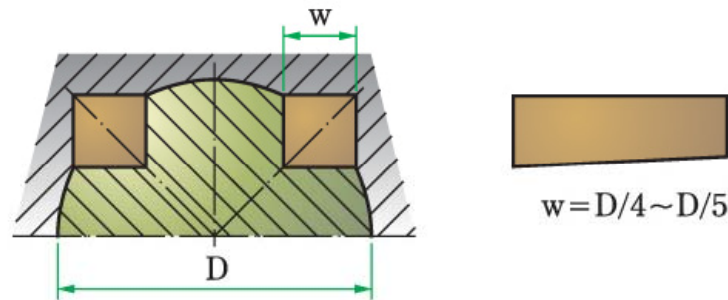


圖4-13 甘迺迪鍵

## 4-2、鍵的強度

- 鍵的強度可以鍵之最大剪應力及最大壓應力大小來表示。或由可傳送之最大功率來表示。
- 由如圖4-14所示，為鍵受力的情形。當軸轉動時，在鍵的垂直面上(A及A對面)受到大小相等，方向相反的壓力F。此二力因不在同一平面上，所以形成力偶，使鍵產生迴轉的趨勢。如果鍵與軸配合良好，則在鍵的水平面上(As及As對面)產生一力F的相反力偶，以阻止鍵的迴轉。壓力F可使鍵產生剪應力及壓應力。

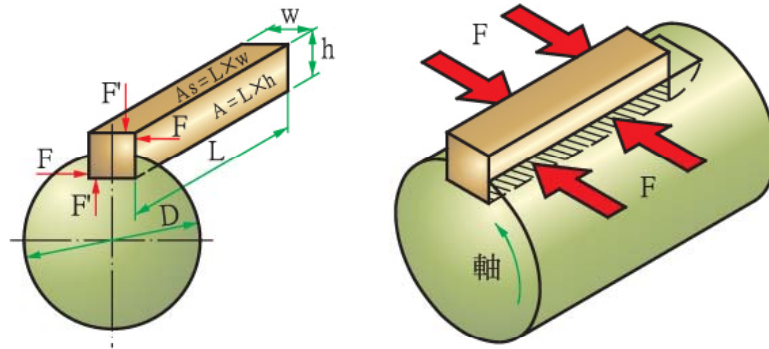


圖4-14

# 壓應力之計算式

設：壓力F為切於軸之力；w表鍵的寬度  
h表鍵的厚度；T表被傳動之扭轉力矩  
L表鍵的長度；D表軸的直徑

$$T = F \times \frac{D}{2} = F \times R \quad \text{則} \quad F = \frac{2T}{D} = \frac{T}{R} \quad (4-1)$$

因

$$A_c = \frac{1}{2} h \times L$$

在

面上的壓應力為

$$S_c = \frac{F}{A_c} = \frac{\frac{2T}{D}}{\frac{hL}{2}} = \frac{4T}{DhL} \quad (4-2)$$

# 剪應力之計算式

$$A_s = w \times L$$

在 面上之剪應力為

$$S_s = \frac{F}{A_s} = \frac{\frac{2T}{D}}{wL} = \frac{2T}{DwL} \quad (4-3)$$

由於扭轉力矩相等，由公式(4-2)及(4-3)式得

$$T = \frac{S_s DwL}{2} = \frac{S_c DhL}{4}$$

$$\frac{h}{w} = \frac{2S_s}{S_c} \quad (4-4)$$

若 $h = w$  (方鍵)，則由(4-4)式可知 $S_c = 2S_s$ 即方鍵所能承受之壓應力為剪應力的兩倍。

# 鍵所傳送之功率

- 鍵所傳送之功率大小，一般常以瓦特數或馬力數來表示。

設  $W$ ：表傳動之瓦特數。

$PS$ ：表傳動之公制馬力數。

$HP$ ：表傳動之英制馬力數。

定義：

1瓦特 = 1牛頓·公尺／秒。  $1W = 1 \text{ N}\cdot\text{m}/\text{sec}$ 。

1公制馬力等於75公斤-公尺/秒。  $1PS = 75\text{kg}\cdot\text{m}/\text{sec}$ 。

1英制馬力等於550磅-呎／秒。  $1HP = 550\text{lb}\cdot\text{ft}/\text{se}$ 。



# 瓦特之計算式

F：表作用力。

T：表轉扭力矩。

D：表軸的直徑。

N：表軸每分鐘的迴轉數 (rpm)。

$$W = \frac{F \times \pi D N}{60} = \frac{T \times 2\pi N}{60}$$

瓦特

(4-5)

上式(4-5)中之單位 F = 牛頓，D = 公尺，  
T：牛頓-公尺。

# 公制馬力數之計算式

$$PS = \frac{F \times \pi DN}{75 \times 60} = \frac{T \times 2\pi N}{4500}$$

公制 (4-6)

上式(4-6)中之單位：

F：公斤，D：公尺，T：公斤-公尺。

1kW(仟瓦) = 1.36PS = 1.34HP。

1PS = 736W。

1HP = 746W。

# 英制馬力數之計算式

$$HP = \frac{F \times V}{550 \times 60} = \frac{T \times 2\pi N}{33000}$$

英制 (4-7)

上式(4-7)中之單位：

F = 磅，D = 呎，T = 磅-呎。

$$1\text{N/m}^2 = 1\text{Pa}$$

$$1\text{N/m}^2 = 1\text{MPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

$$1\text{N-m} = 1000\text{N-mm}$$

[例1]

一鍵5×5×20mm，裝於一直徑25mm之軸上，設軸受5N-m之扭轉力矩，求該鍵所受之壓應力及剪應力為若干？

解：已知 $w = h = 5\text{mm}$ ， $L = 20\text{mm}$ ， $D = 25\text{mm}$ ， $T = 5\text{N-m} = 5 \times 1000\text{N-mm}$ 。

由公式 (4-2) 得

$$S_c = \frac{4T}{DhL} = \frac{4 \times 5 \times 1000}{25 \times 5 \times 20} = 8 \text{ N/mm}^2 = 8 \text{ MPa}$$

由公式 (4-3) 得

$$S_s = \frac{2T}{DwL} = \frac{2 \times 5 \times 1000}{25 \times 5 \times 20} = 4 \text{ N/mm}^2 = 4 \text{ MPa}$$

## [例2]

有一齒輪，以 $10 \times 8 \times L$ mm的平鍵接合於直徑為40mm之軸上，齒輪之迴轉數每分鐘500轉，傳動6.28kW之功率，如果鍵的允許剪應力為 $20 \text{ N} / \text{m m}^2$ ，求所需的鍵長 $L = ?$

[解] 已知 $w = 10 \text{ mm}$ ， $N = 500 \text{ rpm}$ ， $D = 40 \text{ mm}$ ， $W = 6280 \text{ W}$ ， $S_s = 20 \text{ N} / \text{m m}^2$ 。

$$\therefore W = \frac{T \times 2\pi N}{60} \quad \therefore T = \frac{60 \times W}{2\pi N} = \frac{60 \times 6280}{2 \times 3.14 \times 500} = 120 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\therefore S_s = \frac{2T}{DwL} \quad \therefore L = \frac{2T}{D \times w \times S_s} = \frac{2 \times 120 \times 1000}{40 \times 10 \times 20} = 30 \text{ mm}$$

[例3]

一帶輪以5×5×20mm之鍵裝於一直徑50mm之軸上，帶輪之迴轉數每分鐘600轉，傳動5N-m之扭轉力矩，求該鍵所傳送之功率大小為若干瓦特？該鍵所受之壓應力及剪應力為若干？

[解]已知 $w=h=5\text{mm}$ ， $L=20\text{mm}$ ， $D=50\text{mm}$ ， $T=5\text{N-m}$ ， $N=600\text{rpm}$ 。

由公式(4-5)得 
$$W = \frac{T \times 2\pi N}{60} = \frac{5 \times 2 \times 3.14 \times 600}{60} = 314 \text{ 瓦特}$$

由公式 (4-2) 得 
$$S_c = \frac{4T}{DhL} = \frac{4 \times 5 \times 1000}{50 \times 5 \times 20} = 4 \text{ N/mm}^2 = 4 \text{ Mpa}$$

由公式 (4-3) 得 
$$S_s = \frac{2T}{DwL} = \frac{2 \times 5 \times 1000}{50 \times 5 \times 20} = 2 \text{ N/mm}^2 = 2 \text{ Mpa}$$

## 4-3 銷的種類與用途

- 銷的用途：

銷用在輕負荷的傳動，當負荷為軸向或徑向剪力時，以銷作為連接件來傳達動力效果良好。主要功用有接合、傳動、定位等功能。

- 銷的種類：銷依用途不同，一般分為

- 一、機器銷
- 二、徑向鎖緊銷
- 三、關節接合銷
- 四、栓接頭銷
- 五、快釋銷。

# 一、機器銷

- 機器銷：銷依用途不同，一般分爲
  1. 定位銷 (dowel pin)
  2. 錐形銷 (taper pin)
  3. U形鈎銷 (clevis pin)
  4. 開口銷 (cotter pin)



## ■ 1. 定位銷

定位銷又稱直銷(straight pin)。如圖4-15所示，為同直徑之圓柱體，兩端倒角 $25^\circ$ ，經熱處理後研磨而成。其用途如組合機件之精密定位或為活動機件之短軸。



圖4-15 定位銷



動畫4-15-1



動畫4-15-2

## ■ 2. 錐形銷

如圖4-16所示為錐形銷，又稱斜銷，其斜度為1：50。應用於負荷較小的工作場所，如軸與其他連接件的連接。連接件與軸的連接方法，通常有三種：如圖4-16(a)所示，為錐形銷在軸的切線位置。如圖4-16(b)所示，為錐形銷在實心軸上作徑向連接，軸傳送之扭力會減弱。如圖4-16(c)所示，為錐形銷在空心軸利用作徑向連接的情形。

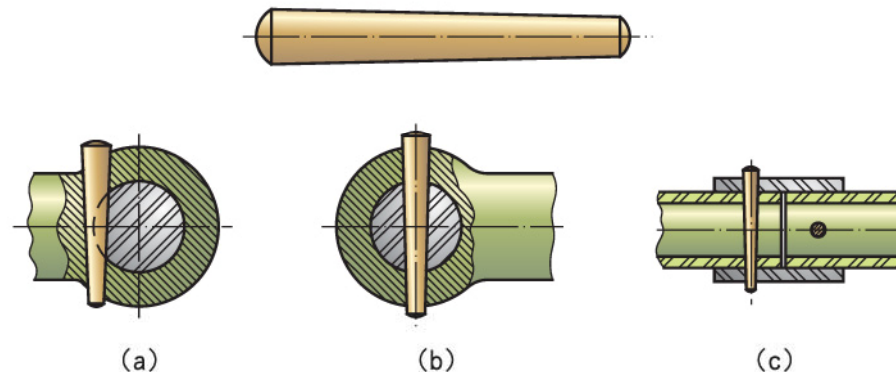


圖4-16 錐形銷

### ■ 3. U形鈎銷

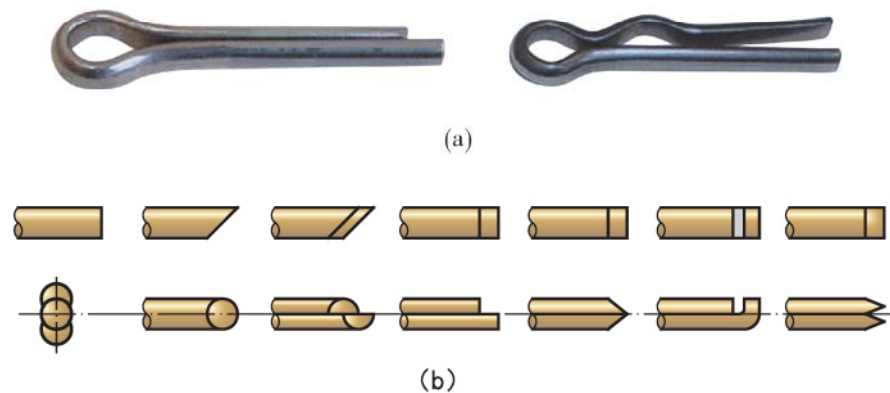
如圖4-17所示，為U形鈎銷本體為圓柱體近尾端處有一徑向小孔，另一端為圓盤形頭端。U形鈎銷本身不是U形，是與其配合之母件形狀如U形鈎而得名。主要的用途為連接叉形機件或軛機件，在U形鈎銷尾端之徑向小孔中，可插入開口銷以固定之。



圖4-17 U形鈎銷

## ■ 4.開口銷

如圖4-18(a)所示為開口銷，開口銷用半圓之退火鋼或黃銅線製成。使用時將開口銷插入孔內，並將銷端彎曲，以防脫落。開口銷尾端形式很多，如圖(4-17)(b)所示。開口銷的標註，例如：開口銷3×40，「3」表公稱直徑3mm，「40」表銷的長度40mm。



動畫4-18(a)

圖4-18 各種形式之開口銷端

## 二、徑向鎖緊銷

- 徑向鎖緊銷適用於震動及衝擊負荷的場所，裝設容易，且價格低廉。依其構造及使用的性質之不同可分為兩類。
  1. 有槽直銷 (grooved-straight pin)
  2. 彈簧銷 (spring pin)

## ■ 1.有槽直銷

如圖4-19所示為有槽直銷，依美國標準協會(A.S.A)可分為六種，其特徵為在軸向開有均勻的裂槽，當銷子受外力裝入配合孔內時，槽之膨徑部分受壓力變形，可防止裝置後鬆脫。

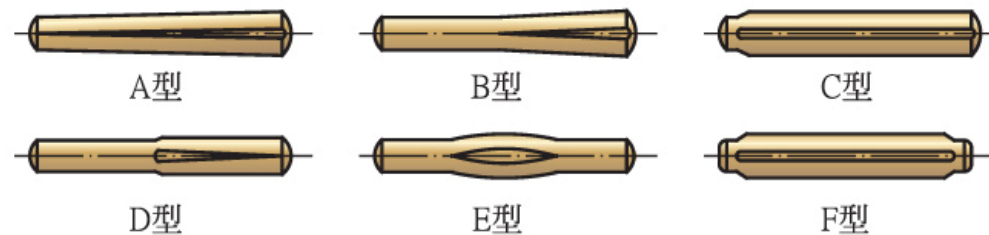


圖4-19 有槽直銷

- 有槽直銷
- 依美國標準協會(A.S.A)可分為六種
  - A型有槽直銷：適用於一般用途。
  - B型有槽直銷：多半用在絞鏈或連桿組。
  - C型有槽直銷：全長有槽一端直徑略小有引導入銷孔的作用。
  - D型有槽直銷：一半有斜槽，大多用於盲孔。
  - E型有槽直銷：在中間開槽可快速裝卸。
  - F型有槽直銷：兩端皆有引導的作用。

## ■ 2.彈簧銷

如圖4-20所示為彈簧銷，彈簧銷由較有鋼性及彈性之材料製成，靠著彈性使其保持在孔內有鎖緊作用。彈簧銷分為二種，其一為開槽型，使用較廣，另一種為蝸型，具錐度，為彈簧鋼片捲成數圈而成。



圖4-20 彈簧銷



### 三、關節接合銷

- 如圖4-21所示，當連接之機件需要一些可撓性或角度變化時，可利用此種關節接合。

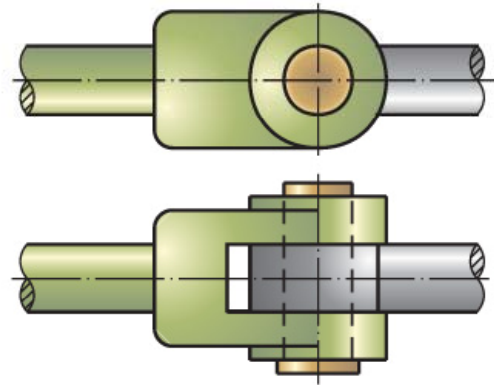


圖4-21 關節接合銷

## 四、栓接頭銷

- 如圖4-22所示，栓接頭銷是利用銷之斷面剪應力以傳達動力，銷上所受之剪力與其軸向垂直，保持緊密配合，通常做成錐形。

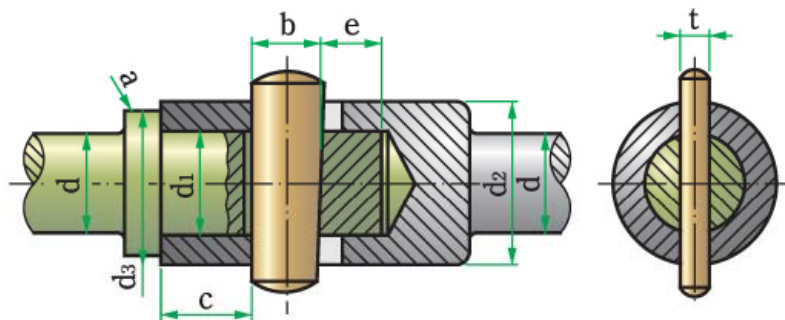


圖4-22 栓接頭銷

## 五、快釋銷

- 如圖4-23示，快釋銷外露端頭部有一環，目的便於拆卸，其頭部的形狀，通常有下列四種，即T型、鈕扣型、環型、L型等，快釋銷具有快速分離及快速連接歸定位之功用，常用於滅火器、手榴彈等。

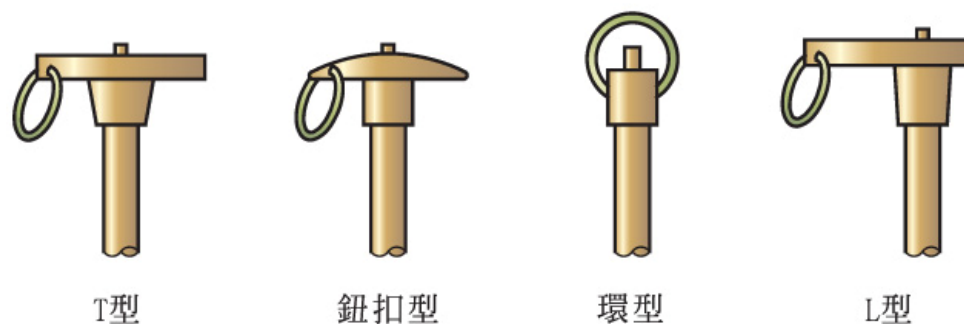


圖4-23 快釋銷