

鍵 和 鍵 槽

白 为 璠 編 著



机械工业出版社

內容提要 本書講解鍵和鍵槽的基本知識。內容包括：鍵的種類和應用、鍵的公差和配合、鍵和鍵槽的製造和裝配等，對於鍵的經驗設計和計算也有扼要的敘述。為了使讀者在學習時便於參考，書後還附有八個附表。

本書可作為八級工資制四到七級機工同志的學習材料。

編著者：白為瑞

NO. 0331

1953年10月第一版 1960年3月第一版第八次印刷
787×1092¹/₃₂ 字數18千字 印張¹³/₁₅ 40,401—42,400冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版
北京新華印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第008號

統一書號 T 15033·187
定 價 (9) 0.11 元

鍵在機械中是個常見的部件，它常用在軸和軸的附件，如齒輪、皮帶輪、飛輪、連軸節、離合器和連桿等的轉動或擺動的機件上。它是用來防止兩個機件之間發生相對運動，並使它們緊密的配合在一起，用鍵來傳達動力。

有的鍵往往允許使機件可以發生軸向的滑動，例如，在車床的齒輪箱中，便有這種滑鍵和花鍵軸（又叫多鍵軸）的裝置。

鍵在機件中並不是永久性的連接，大多可以自由拆卸或更換修理。

現在將屬於鍵的幾個名詞說明一下（如圖 1）：

鍵槽——在轂上的槽以容納鍵的上半部；

鍵座——在軸上的槽以容納鍵的下半部；

轂——是輪的中心和軸相配合的部分。

一 鍵的種類和應用

鍵的類型很多，用途也不一樣，現在依據它所承受負荷的不同，可以分成下列數種：

1 輕負荷用的鍵：

一、方鍵；二、退拔方鍵；三、扁方鍵；四、有頭鍵；五、月牙鍵；六、無槽鍵；七、鞍形鍵。

2 重負荷的鍵：

一、圓鍵；二、尖頂鍵；三、斜置

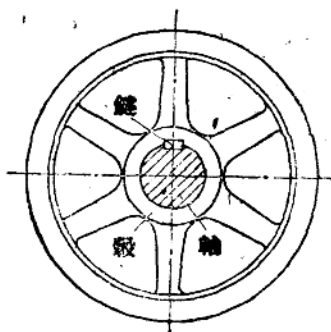


圖 1

雙方鍵；四，斜置扁鍵；五，斜置雙扁鍵。

3 可滑動的鍵：

一、滑鍵（又叫羽鍵）；二、花鍵。

以上是根據鍵所承受負荷的不同來分類的，在上面所列的各種類型中，尤其是方鍵、扁方鍵、退拔鍵、月牙鍵、滑鍵和花鍵軸最爲常見，其餘的各種鍵，有的加工比較複雜已漸不被採用，同時在今後的機件中，都訂有一定標準，規格也要統一，所以不會使鍵的類型分化得過於複雜。但是我們在廠礦中，修理舊有的機械時，還容易碰到這些鍵，所以我們必須明白這些鍵的性質及用途。

1) 方鍵：方鍵（如圖 2）的斷面是正方形的，它多應用在承受輕負荷或中等負荷的機件上。這種鍵的加工方法比較容易，並且不需要特別精密的配合。方鍵在安裝時，它的兩側面要緊貼在輪轂和軸的槽，上部或下部可以和鍵槽頂和鍵座的底面間留有微量的間隙。這種鍵常用在工具機和連桿一類的機件中。

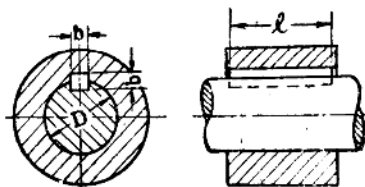


圖 2

2) 退拔方鍵：退拔方鍵和方鍵的形狀相同，不過頂上製成退拔其斜度是 $\frac{1}{100}$ ，兩側和底面還是平的。在打入鍵槽以後，使轂和軸

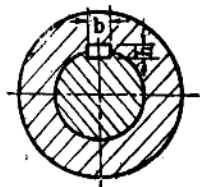


圖 3

之間壓緊，這樣可以使配合緊密不容易滑落，並且可以多承受負荷，它的用途和方鍵一樣適用於中等負荷的機件上。

3) 扁方鍵：這種鍵的斷面是呈長方形的（如圖 3），在機件中應用最廣，它比方鍵穩定，也不需要較深的鍵槽，並且也不致於影響

軸和轂的強度。尤其是在空心軸或厚度較薄的輪轂，更適合採用扁方鍵，不過扁方鍵加工的精密度，要比方鍵高一些。

有的扁平鍵兩端製成半圓形，以便於置入用頭銑刀製成的鍵槽內。

4) 有頭鍵 (又叫劈頭鍵，或鉤頭鍵)：這種鍵的形狀如圖 4 所示，就是方鍵帶有鉤頭。鍵的上面具有 $\frac{1}{100}$ 的退拔。這種鍵便於拆卸，但是，由於它的鉤頭露在外面，所以容易刮傷人，所以露在外面或距離地面不高的機件，最好盡量少採用，在高處的機件如天軸等地方仍可以應用。

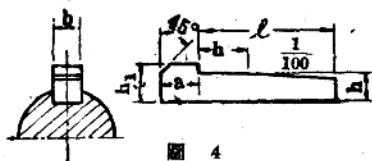


圖 4

這類鍵常用在中等負荷或扭力常有變化的機件中。

5) 月牙鍵：月牙鍵，又叫做武德卓夫鍵。這種鍵的外形就是半圓鋸的一部分，置於用銑刀或鋸片銑成的半圓形的槽內。在鍵座的中部，最深的一部分很容易減低軸的強度，所以，這種鍵的尺寸，有了一定的限制，另一方面這種鍵的優點，是鍵槽加工容易，同時因為鍵座呈半圓形，鍵在鍵座中具有擺動的作用，所以在安裝的時候，可以使鍵自己調整位置，適合和鍵槽的配合。

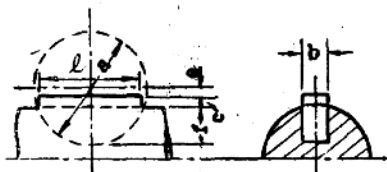


圖 5

如軸與轂的配合有拔梢時，這種鍵更能發揮其作用 (如圖 6)。

有時轂的長度較長，可以採用兩個或兩個以上的月牙鍵，減少

鍵槽在軸上的深度，並且又可以縮小軸的直徑，這種鍵不能承受重的和有強烈震動的負荷。

6) 無槽鍵：多用在輕小的負荷，使用這種鍵的時候，不需要在軸上做好鍵槽，只要將軸的一處銑平就行了。無槽鍵也可以製成退拔的，不帶退拔的鍵，可以用固定螺絲固定，以避免脫落。

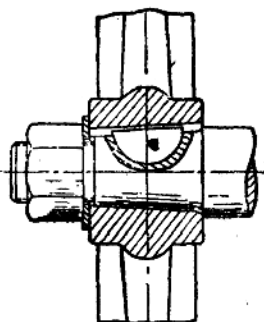


圖 6

7) 鞍形鍵：鞍形鍵的形狀如圖 8 所示，下都具有一個圓弧，圓弧的半徑，要比軸的半徑小些，它的外形像馬鞍一樣。使用這種鍵時，軸不必有鍵槽，完全依靠軸跟輪轂間壓緊時，所產生的摩擦阻力來傳達動力，所以在輕負荷或臨時性工作時，可以採用它。鞍形鍵的上下兩面，可以製成退拔式的，否則加固定螺絲也有同樣的作用。

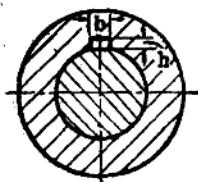


圖 7

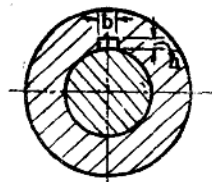


圖 8

8) 圓鍵：圓鍵的優點是加工容易，價格低廉。鍵槽和鍵座用鑽頭打眼經鉸光後就可以應用(如圖 9)。圓鍵多用在承受輕負荷的機件中，具有退拔的圓鍵較比有緊密的配合，可以承受重的負荷。

9) 尖頂鍵：尖頂鍵是由長方鍵改進而來的，就是將鍵的頂或

底削成 45° 斜角 (如圖 10)。

尖頂鍵在工作時，由於本身所產生的力矩，使鍵跟鍵槽壓緊，因此產生了壓力，所以不可能使鍵在鍵槽內發生轉動的趨勢。

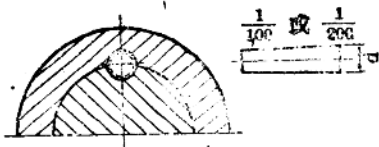


圖 9

這種鍵配合比較容易，又可以承受較大的負荷，使用還比較普遍。

10) 斜置雙方鍵：這種鍵是兩個方形的退拔鍵 (斜度 $\frac{1}{100}$)，放置的位置使其對角線通對軸的中心，並且二鍵彼此互成 90° 角 (如圖 11)。這類鍵受力的情況跟尖頂鍵一樣為壓應力，可以傳達較重的動力。並且又可以承受正反方向的負荷。所以在軋鋼機上常常採用到它。

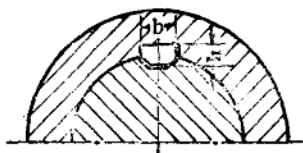


圖 10

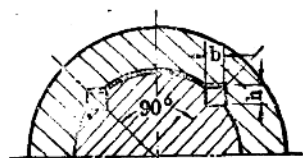


圖 11

在安裝這種鍵的時候，常常把輪轂鏜成圓孔，然後在裝鍵的一側鏜成偏心以便於安裝。如果軸的旋轉方向是單向的，那末使用一只鍵就可以了，在正反方向的負荷而

軸的直徑大於 100 公厘時，就可以採用雙方鍵。

11) 斜置雙扁鍵：斜置雙面鍵是一組扁方鍵，鍵的平面時常製成退拔 (如圖 12)，所承受的力跟斜置雙方鍵相似，可以經受重大和正反方向的負荷。這種鍵不容易製造，同時也不好裝配，所以，在使用上就不廣了，但是在較大型的機械中還有使用它的。

12) 滑鍵: 滑鍵常用在可以自由滑動軸的輪殼上, 這種鍵常用埋頭螺絲釘固定在軸的鍵座內, 或用穿過的鉚釘鉚住(如圖13)。

爲了使輪殼很好地在鍵上滑動, 所以鍵槽的加工必須很光滑, 不但有較好的配合, 又可以減少磨損。這種鍵常用在牙輪變速箱中。

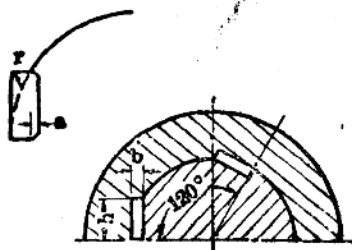


圖 12

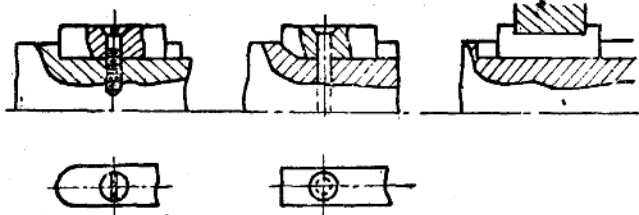


圖 13

13) 花鍵軸: 在汽車工程上通常都採用花鍵軸, 在工具機中也經常地使用了它。因爲, 普通的軸銑有鍵槽後, 軸的強度大爲減少, 花鍵軸就可以避免這種弊病。花鍵軸就是在軸和輪殼上, 銑成多個同數目的鍵槽, 裝配時使鍵和鍵槽互相配合。這種鍵可以傳達很大的動力, 並且也比較安全。花鍵軸可以用滾刀銑成, 輪殼可以用插床和鉚床製成, 在大量生產上成本也比較低廉。

鍵的數目, 最常見的有 4 個、6 個、10 個、16 個, 鍵的數目是隨着軸的直徑大小, 和所承受負荷大小的不同而定的。圖 14 就是花鍵軸的外形。

二 鍵的材料

在一般機械中，鍵是個體積最小的零件，製造上也比較容易，如果損壞了，也容易拆卸更換，所以在設計鍵的時候，要使它的強度比輪轆和軸的強度弱些，如果負荷太大了就寧願使鍵先損壞，以保護主要零件的安全。

製造鍵的材料，最好不具有脆性，通常都採用低碳鋼(含碳成份在 0.4% 以下)。在蘇聯規格中指定鋼材的比重採用 7.85，在試行拉力試驗時，其抗張強度不應小於 50 公斤/公厘²。如果遇有軸和轆的長度有一定限度，那末鍵的材料也可以採用中碳鋼來製造。

一般的鍵經加工後，都不經過熱處理就可以安裝使用了。表 1 是本溪產的鋼料規格以供參考：

表 1

材料名稱	含碳量%	降伏點 公斤/公厘 ²	抗拉強度 公斤/公厘 ²	延伸率%	斷面收縮率
25	0.2~0.3	>26	>43	>22	>51
35	0.3~0.4	>30	>52	>18	>45
45	0.4~0.5	>34	>60	>15	>43
55	0.5~0.6	>36	>64	>12	>35

三 鍵的經驗設計和計算

在工廠中做修配工作，或者設計一般機械上所用的鍵時，經常使用經驗公式，或圖表來求出鍵的尺寸，這種方法比較簡便，而且也切合實際，尺寸決定後，就可以用理論驗算它的強度是否安全。一般的經驗公式是由實際情況演變而來的，亦無一定的標準，以下是將上面所說的幾種鍵常用的經驗公式引於下面以供大家參考：

1) 方鍵:

設 D = 軸的直徑 公厘;

b = 鍵的寬度 公厘;

h = 鍵的高度 公厘;

l = 鍵的長度 公厘。

d 在 100 以下的

$$b = \frac{D}{4}, \quad l = 1.5D$$

d 在 100~150 的

$$b = \frac{D}{4} - 3 \text{ 公厘} \quad l = 1.5D$$

d 在 150 以上的

$$b = \frac{D}{4} - 6 \text{ 公厘} \quad l = 1.5D$$

2) 扁方鍵:

b 及 l 的尺寸與方鍵同;

$$h = 0.6 \sim 0.75 b。$$

3) 有頭鍵:

$$b = \frac{D}{4}, \quad h = 0.6 \sim 0.75 b;$$

$$h_1 = 1.1 b;$$

$$l \text{ 最小} = 4 b; \quad \text{退拔斜度} \frac{1}{100}。$$

$$\text{最大} = 16 b;$$

4) 月牙鍵:

$$b = 0.17 D;$$

$$c = \frac{1}{2} b;$$

$$l = a。$$

5) 無槽鍵和鞍形鍵:

$$b = \frac{D}{4} + 1 \sim 3 \text{ 公厘};$$

$$h = 0.4 b;$$

$$l = 1.5 D。$$

6) 圓鍵:

$$d = 0.6\sqrt{D} \sim 0.7\sqrt{D};$$

退拔斜度 $\frac{1}{200}$, 用於重負荷。

$\frac{1}{100}$, 用於輕負荷。

7) 尖頂鍵:

$$h = 0.15 D \left(\frac{D+50}{D+25} \right) \text{公厘};$$

$$b = 1.5 h。$$

尖頂斜度是 45° , 有時候也可以將尖頂位置放在上方。

8) 斜置雙方鍵:

$$b = h = \frac{1}{4} \sim \frac{3}{10} D;$$

退拔斜度 $\frac{1}{100}$ 。

9) 斜置雙扁鍵:

$$b = 0.1 D; \quad r = 2 \sim 8 \text{ 公厘};$$

$$h = 0.3 D; \quad a = 3 \sim 9 \text{ 公厘}。$$

10) 花鍵軸: 花鍵軸的標準尺寸有三種(如圖14), 常以 A, B, C, 三字母來代表: A型是永久配合, 鍵的高度 h 最小; B型是不受負荷而可滑動配合的,

h 比 A 型大 50%; C 型

是受負荷而可以滑動,

h 比 A 型大 100%。軸

的尺寸要比較的尺寸小

0.025 公厘左右。以下只

介紹出六個鍵和十個鍵

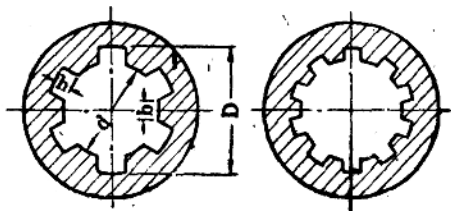


圖 14

的花鍵軸尺寸

六個鍵的輪轂公式:

6—A型: $d = 0.90 D$;

$$h = 0.05 D$$

$$b = 0.25 D。$$

6—B型: $d = 0.85 D$;

$$h = 0.075 D$$

$$b = 0.25 D。$$

6—C型: $d = 0.80 D$;

$$h = 0.10 D$$

$$b = 0.25 D。$$

十個鍵的輪轂公式:

10—A型 $d = 0.91 D$;

$$h = 0.045 D$$

$$b = 0.156 D。$$

10—B型: $d = 0.86 D$;

$$h = 0.070 D$$

$$b = 0.156 D。$$

10—C型: $d = 0.81 D$;

$$h = 0.095 D$$

$$b = 0.156 D$$

$$\text{鍵的長度 } l = \frac{\pi(D-2h)^3}{nh(D-h)}。$$

上式中 n 是鍵的數目。

鍵的種類很多,同時在工作時,所受力的情況也不一樣,它在軸和轂之間傳達動力時,所承受的力依鍵的形狀和配合的不同,所

以所產生的應力，可分為四種類型：

1. 在傳達動力時，鍵內產生壓應力和剪應力，如方鍵和扁方鍵；

2. 在傳達動力時，鍵內產生壓應力，如斜置雙方鍵，斜置雙扁鍵和尖頂鍵；

3. 由於退拔鍵打入鍵槽內，所產生的摩擦力而傳達動力的，如有頭鍵和退拔方鍵；

4. 鍵在工作時，在鍵內產生壓應力和摩擦力，或者剪應力和摩擦力之同時作用而傳達動力，例如圓鍵本身具有退拔，打入後使軸和轂壓緊而產生摩擦力，同時鍵又產生剪應力。

由以上的分析，鍵在工作時，所產生的應力雖然複雜，但主要是壓應力和剪應力，所以在驗算時，只要把這二種的應力做為根據，下面我們就來簡單地說明一下：

剪應力 當鍵在傳動力時，由於鍵槽和鍵座的剪錯作用，使鍵中部的平面上產生剪應力，如果過負荷太大了，所產生的剪應力，超過了材料的彈性極限，那末鍵就發生永久變形，這樣就失去了效用。最嚴重的就是被剪斷（如圖15）。所以在設計時，要使鍵所生的剪應力，不超過它的彈性極限，那就稱為安全。在設計時所採用的應力數值，稱為許用應力，這數值是在彈性極限以內。表2是低碳鋼所用的許用應力，可以作設計時的參考：

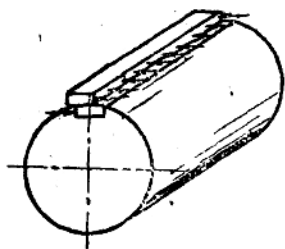


圖 15

表 2

材 料	σ_s 公斤/公分 ²	σ_c 公斤/公分 ²
25	400~500	700~850
35	450~600	750~900
45	500~650	800~950
55	550~700	850~1000

設：
 D = 軸的直徑 公厘；
 b = 鍵的寬度 公厘；
 h = 鍵的高度 公厘；
 l = 鍵的長度 公厘；
 F = 作用力 公斤。

如果已經知道鍵的許用剪應力為 σ_s ①，鍵的長度 l 及寬度 b ，那末鍵所能承受的負荷為：

$$F = \text{許用剪應力} \times \text{承剪面積} \\ = \sigma_s \times b \times l \quad (1)$$

壓應力 鍵在工作時，可以產生壓應力。因為鍵槽和鍵接觸，負荷直接的作用在鍵的側面上，於是鍵就承受了壓力。方鍵所承受壓力的面積應該是鍵一半的高度 $b/2$ ，再乘上方鍵的長度 l ，假使鍵內所產生的壓應力，不超過它的彈性極限，就不會發生永久變形。

如果已經知道鍵的許用壓應力 σ_c 和鍵的高度 h ，鍵的長度 l ，那末鍵所能承受的負荷是：

$$F = \text{許用壓應力} \times \text{承壓面積}$$

① σ_s, σ_c 是代表應力符號。

$$= \sigma_c \times \frac{h}{2} \times l \quad (2)$$

例 1 一連桿裝在直徑 30 公厘的軸上(如圖 16), 在連桿上距離軸的中心 250 公厘的位置承受 50 公斤的力, 現在要配一個方鍵, 求鍵的尺寸, 並驗算其強度。已知桿的厚度是 30 公厘。

由經驗公式求出:

鍵寬 $b = h = \frac{D}{4} = \frac{30}{4} = 7.5$ 公厘
今取用 8 公厘。

鍵長 l 最好不使超過轂的長度,
今選取 28 公厘。

那末鍵上所承受的力, 可以看作作用於軸的切線方向

$$F = \frac{50 \times 250}{15} = 835 \text{ 公斤}$$

鍵內所產生的剪應力 $\sigma_s' = \frac{F}{b \times l} = \frac{835}{8 \times 28} = 3.72 \text{ 公斤/公厘}^2 = 372 \text{ 公斤/公分}^2$ 。

鍵內所產生的壓應力 $\sigma_c' = \frac{2F}{h \times l} = \frac{1670}{8 \times 28} = 7.44 \text{ 公斤/公厘}^2 = 744 \text{ 公斤/公分}^2$ 。

如果材料是採用 25 鋼時那末它的強度已足夠安全了, 實際上所產生的應力, 是在許用應力的範圍內。

例 2 一皮帶輪裝於直徑 70 公厘的軸上, 軸的轉速是 250 轉/分, 傳達的動力是 25 馬力, 如裝配一個有頭鍵, 求鍵的主要尺寸?

由經驗公式求出:

$$\text{鍵寬 } b = \frac{D}{4} = \frac{70}{4} \approx 18 \text{ 公厘}$$

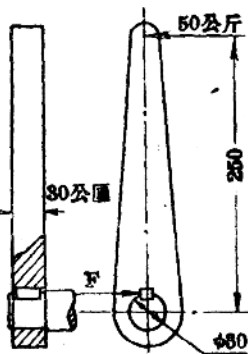


圖 16

$$\text{鍵高 } h = 0.75b \approx 14 \text{ 公厘}$$

$$h_1 = 1.2b \approx 20 \text{ 公厘}$$

$$t = 1.7b \approx 30 \text{ 公厘}$$

軸所傳達的轉矩

$$T = 716200 \frac{H \cdot P}{N} \text{ 公斤-公厘}$$

式中 T 是轉矩, $H \cdot P$ 是馬力, N 是轉速轉/分。

$$\text{所以: } T = 716200 \times \frac{25}{250} = 71620 \text{ 公斤-公厘。}$$

作用於軸半徑上的力

$$F = \frac{T}{0.5D} = \frac{71620}{35} = 2040 \text{ 公斤。}$$

如果材料是選用 25 號碳鋼時, 那末許用剪應力和壓應力就是;

$$\sigma_s = 450 \text{ 公斤/公分}^2 = 4.50 \text{ 公斤/公厘}^2$$

$$\sigma_c = 750 \text{ 公斤/公分}^2 = 7.50 \text{ 公斤/公厘}^2$$

根據剪應力所計算出的鍵長

$$l_1 = \frac{F}{\sigma_s \times b} = \frac{2040}{4.5 \times 18} = 25 \text{ 公厘}$$

根據壓應力所計算出的鍵長

$$l_2 = \frac{2F}{\sigma_c \times h} = \frac{2 \times 2040}{7.5 \times 14} = 40 \text{ 公厘}$$

由上面二式中, 所計算出的鍵長: 一是 25 公厘; 另一是 40 公厘。從這點就可以看出鍵的抗壓強度, 比抗剪強度弱些, 所以應該採用較長的 40 公厘。從上面所得結果中, 還應該要注意 40 公厘是鍵的最低長度。

如果用圖表查出鍵的尺寸, 那就更方便, 而且也切合實用, 一般的鍵, 如方鍵、扁方鍵和有頭鍵, 都可以用圖表查出鍵的主要尺寸, 如高度和寬度。但是鍵的長度也可以由表中給與一定範圍, 來選擇合適的尺寸。主要尺寸決定后就可以用前面所給的公式, 來驗算強度是否可靠。

後面附有蘇聯規格鍵的尺寸、長度選擇表等以供大家參考。

表 1 是平鍵(包括扁鍵、滑鍵)尺寸表。

表 2 是平鍵長度選擇表。

表 5 是退拔鍵(即打入鍵包括退拔扁方鍵、有頭鍵)尺寸表。

表 6 是退拔鍵長度表。

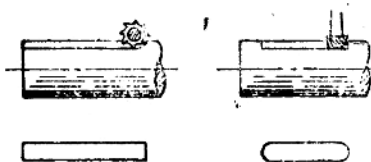
表 8 是月牙鍵(半圓鍵)和鍵槽尺寸表。

如果鍵的長度,受地位所限制而不能太長時,可以改用較好的材料,或者使用雙鍵也可達到它的要求。

四 鍵和鍵槽的製造和裝配

一般粗製的鍵,尺寸比較大一些(寬度達 10 公厘,長度達 80 公厘以上的),經鉋出來就可以直接應用,這些粗製的鍵多用在粗製的機械上,如運送機、露天機械、水車等。比較精密一些的鍵就需要用銑床來銑製的,這種鍵多用於一般的機械中。如果更需要精密的鍵,就要經過磨一次,這樣的鍵多用在工具機中,或其他的精密機械上。一般的鍵經銑出來的,已經算是够滿足了,它的精密程度可以達到一般配合的要求。精密的鍵可以得到準確的配合,同時受力平均,使鍵的壽命加長,在有震動的運轉下,也不容易滑出,相反的,由於它的加工比較複雜,所以價格也比較貴些。

鍵槽的加工,大多是用頭銑刀或鋸片銑製而成(如圖 17)。花鍵軸的軸用樣飯銑刀,或者是用滾刀銑出來的。花鍵的軸轂,普通用插床插出,在大量生產的過程中,都用鉋床來加工的。



■ 17