

2737081
QZB

汽車譯叢

第二輯

人民交通出版社上海分社

「汽車譯叢」第二輯

製造工藝

凸輪軸的製造..... (1)

主要汽車機件的熱處理(上)..... (15)

用於發動機軸承的 BT 白合金..... (30)

研究設計

活塞油環的磨耗研究..... (36)

延長汽油泵膜片的壽命..... (46)

用酒精-水噴射法防止汽油機的爆震現象..... (54)

吉斯-150型汽車的動力和經濟性能..... (61)

延長汽車變速器齒輪的壽命..... (68)

保修運用及其他

前輪裝置角度的檢驗儀器..... (70)

提高幾種汽車齒輪及齒鏈軸耐久性的方法..... (75)

“萬能”拖拉機上的鋼管散熱器..... (80)

資 料

蘇聯格斯-51型及吉斯-150型汽車主要機件的材料、熱

處理及硬度規範(後橋、前軸、轉向器、制動器、懸掛

部分)..... (82)

汽車自身重量對動力性和燃油消耗的影響..... (87)

凸輪軸的製造

Д. П. 馬斯洛夫
B. B. 沙索夫 原著 陳文譯
П. Г. 尼仁斯基

構造上的特點和加工的技術規範

內燃機的凸輪軸是用來推動氣體分配機構中的氣門挺桿的，它同時也帶動許多輔助機構，如機油泵、配電器和汽油泵等。各種內燃機的凸輪軸在構造上稍有不同，其主要差別在於凸輪的形狀、位置和數目。凸輪軸軸頸的數目通常與曲軸軸頸的相同。在某些發動機中，凸輪軸是製成全部中空的，這個孔可以用來輸送潤滑油，有時也可以用來穿過調速器的拉桿。

在汽油發動機的凸輪軸上，往往有用來帶動汽油泵的圓形的偏心輪，在大多數的凸輪軸的中間裝有帶動機油泵和配電器的斜齒輪（參閱圖二）。其前端常常做出突緣或銑有鍵槽的軸頸，這軸頸用來裝置帶動凸輪軸的正時齒輪。

內燃機的凸輪軸並不傳送很大的動力，也不受到很大的負荷。但是由於它具有獨特的工作條件，因此對於凸輪軸的製造提出了嚴格的要求。用來鍛壓凸輪軸的鋼料通常是 45、40Г 和 50Г 號鋼。

凸輪軸加工的技術規範

在凸輪軸加工的時候，必須遵照下列技術規範：

1. 凸輪軸軸頸的直徑精度——2 級；
2. 軸頸的失圓和斜削通常在 0.01—0.02 公厘的範圍內；
3. 凸輪的圓柱形部份在直徑上的公差——0.04—0.05 公厘；
4. 凸輪角位移的偏差——對於汽車發動機的為 1—2°，對於拖拉機發動機的則為 2—4°；
5. 凸輪高度的誤差——0.1—0.12 公厘；
6. 容許的中間軸頸相對於端部軸頸的擺動——0.015—0.04 公厘；
7. 凸輪外形的偏差——0.02—0.05 公厘；
8. 裝齒輪的突緣端面相對於軸頸的擺動——0.01—0.02 公厘；

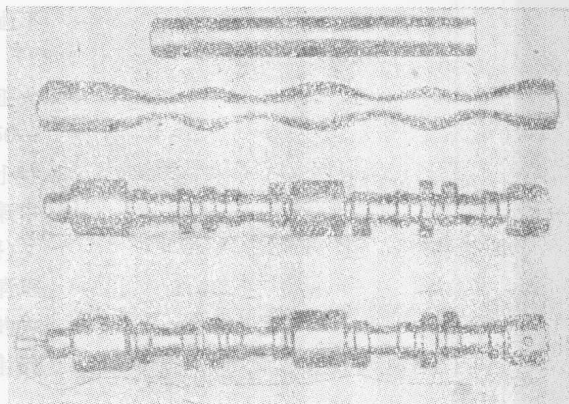
9. 凸輪和軸頸的表面光潔度——拖拉機發動機的應不低於 8 級，汽車發動機的則應不低於 9 級。

淬火以後的軸頸和凸輪的表面硬度，一般應在 R_{c54-62} 的範圍內。

凸輪軸的毛坯

汽車和拖拉機發動機的凸輪軸毛坯通常由模型鍛壓法製成。基本的製造過程如下：

1. 在模型內用蒸汽、空氣兩用鎚加以鍛壓，這一步驟通常分三次進行：
①滾壓毛坯，②初步模鍛，③最終模鍛。
2. 在剪邊壓床上熱態清除毛刺。



圖一 凸輪軸在機動壓床上鍛壓成形的幾個階段

軸矯直，而使軸的中心線具有每公尺長度最多偏出 1 公厘的直線性。

預先在軋輥上將毛坯滾壓成形並再在機動壓床上模壓出凸輪軸的方法也獲得了廣泛的採用。圖一為採用這種方法以獲得毛坯時經過幾次手續的毛坯形狀。鍛坯的精度通常是 8—9 級。加工餘量每邊是 1.5—2.0 公厘。

鑄造也是一種製造凸輪軸毛坯的方法。鑄造凸輪軸用的材料可採用特殊的砂銅合金鑄鐵或含鎂的高強度合金鑄鐵。在鑄造凸輪軸毛坯的時候，可以局部地使在工作時受到磨損的軸頸和凸輪獲得高的硬度，而其餘部分的金屬則是軟的。這可以在砂型中局部置放金屬模來得到，這時金屬模能以較砂型周圍為快的速度把熱傳走，在這些地方的表面形成了白口鐵而具有極高的硬度。這樣就使澆鑄的凸輪軸在最後加工以前不必淬火。

然後再經過下列步驟：

1. 將鍛坯正火——加熱到 $850-870^{\circ}$ ，保溫一小時左右然後在空氣中冷卻(45號鋼料)；
2. 毛坯的清理工作（用酸洗的方法或在鋼球噴射機上進行）；
3. 在冷態下把

根據製造廠的經驗，鑄造的凸輪軸的加工比鍛壓的容易些；因為鑄造凸輪軸的形狀和製成的凸輪軸比較相近（加工餘量較小），同時隔檔部份也不必加工。此外，在一定形狀的冷鐵中經急冷而得到的軸頸和凸輪可以直接去磨，省掉了車床加工。圖二即為用上述方法鑄出的六氣缸汽車發動機的凸輪軸的工作圖。

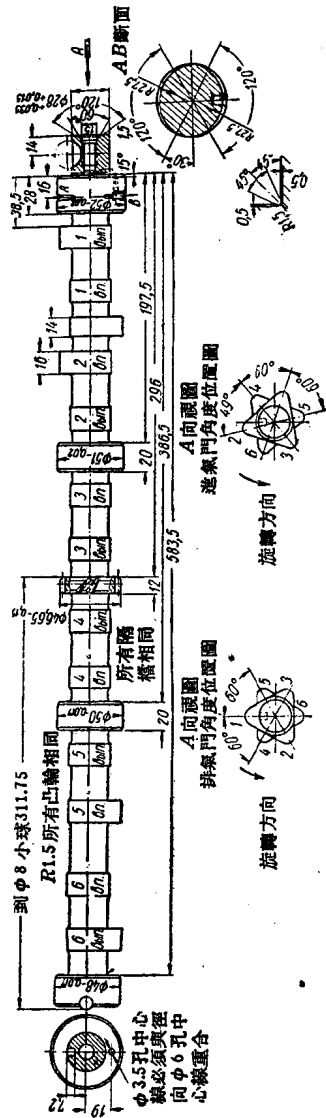
1. 採用鑄鐵凸輪軸存在着下列的困難：由於鑄件有砂眼、裂紋，特別是由於在砂型和金屬模中的有些部份的冷卻速度比鑄件斷面較小的部份為慢所引起的變形，而使鑄工間的廢品率增大。由於鑄鐵的脆性較大，因而凸輪軸難於在壓床上加以矯直。

2. 由於金屬模的相互位置不可能安放準確穩妥，要保證軸頸和凸輪表面有高的硬度就有困難。因此在很多情況下，對於鑄成的凸輪軸上的軸頸和凸輪，仍不得不再加以表面淬火處理。

凸輪軸的機械加工

各種式樣汽車和拖拉機凸輪軸的
加工操作差不多是相同的。

當這種機件加工時，主要的困難是由於軸的長度和直徑的比例很大，所以工件的剛性較低。因此，在進行車削和磨削的時候，應將凸輪軸安置在中心架上。此外，爲了減少凸輪軸在車削加工時的扭曲，採用從軸的中部帶動它轉動的方法，或者從兩端（車床頭和後頂針座）同時帶動它旋

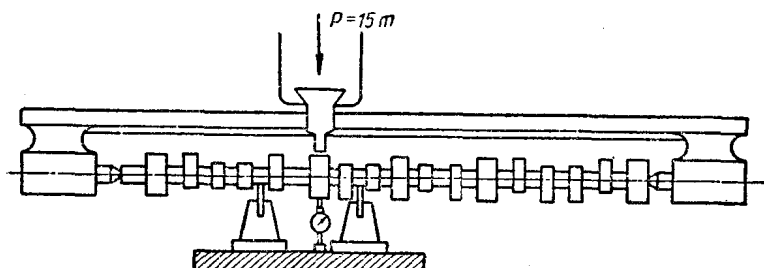


圖二 特種鑄鐵鑄成的六氣缸汽車發動機的凸輪軸

轉。在加工過程中，應常常加以檢驗校正。將凸輪軸兩端的軸頸加工好之後，開始鑽深孔，因為在鑽孔時就以正確加工過的軸頸作為加工時的定位的基準。這道工序，通常是在用以鑽深孔的多軸臥式鑽床上進行的，因而能同時加工於幾個工件。當孔鑽穿時，鑽頭在另一端引出是每公尺軸長可達1.0—1.2公厘。

凸輪軸的淬火、回火操作也排入機械加工程序中。它的加工程序如下：

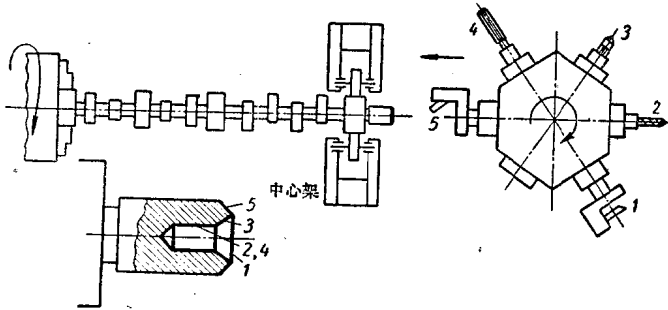
1. 在壓床上矯正毛坯；
2. 銑削凸輪軸兩端面，然後在兩面鑽出中心眼；
3. 支持在壓床頂針上加以檢驗和矯正（圖三）；



圖三 將凸輪軸支持在壓床頂針上加以檢驗和矯正

4. 採用中心架車削和磨削軸頸外圓；
5. 車削凸輪和軸頸的端面，車削軸頸和軸端的外圓；
6. 在頂針上檢驗和校正凸輪軸；
7. 初磨凸輪軸兩邊的軸頸；
8. 在凸輪加工時用作角度定位的基準面的加工（在突緣上鑽孔或銑出凸輪軸前端的鍵槽）；
9. 車削所有的凸輪和帶動汽油泵的偏心輪的外圓；
10. 初磨所有的凸輪和偏心輪；
11. 帶動配電器和機油泵的齒輪的加工；
12. 鑽出潤滑油油孔；
13. 在裝置正時齒輪的突緣上或凸輪軸的端部上鑽孔（圖四）；
14. 銑出或車出油槽；
15. 凸輪和軸頸的表面淬火和回火；
16. 檢驗硬度和軸的校正；

17. 精磨凸輪軸端部、凸輪及軸頸；
18. 修整凸輪和軸頸的表面（凸輪和軸頸的拋光，或拋光凸輪和研磨軸頸）；
19. 清洗和檢驗。



圖四 在六角車床上凸輪軸端部的加工(車削端面、倒角和鑽孔)。

完成主要工序的方法

一 輔助基準面的加工

爲了消除模鍛時在凸輪軸端面上所造成的傾斜、不平以及其他缺點，在未鑽中心眼前應銑出端面。這樣可以保證在開始鑽孔時能準確地定位，即凸輪軸端面是平滑的，並垂直於鑽頭的進刀方向。這種加工的結果，凸輪軸長度可達4—5級的精度。

在大量生產中，銑凸輪軸端部採用單面臥式銑床或雙面龍門銑床，以及能連續工作的雙面鼓形銑床（例如6A07式）。在後面兩種銑床上加工時，可同時銑出凸輪軸的兩個端面；將凸輪軸兩端的軸頸作爲基準，並藉此將軸裝置在V形塊上，然後從上面用壓板加以緊壓，根據突緣的內端面或根據其中一個凸輪的端面來進行凸輪軸的軸向定位。銑出凸輪軸的兩個端面後，即鑽出中心眼。

在汽車拖拉機製造工業中，常採用兩面的中心眼車床來鑽出凸輪軸的中心眼。通常凸輪軸均以兩端的軸頸和其中一個加工過的端面作爲基準。許多工廠中採用ΦΠ—1和ΦΠ—2型半自動式中心眼銑床而祇在一次裝置中即能銑出兩個端面和鑽好中心眼。

二 車削凸輪軸的軸頸

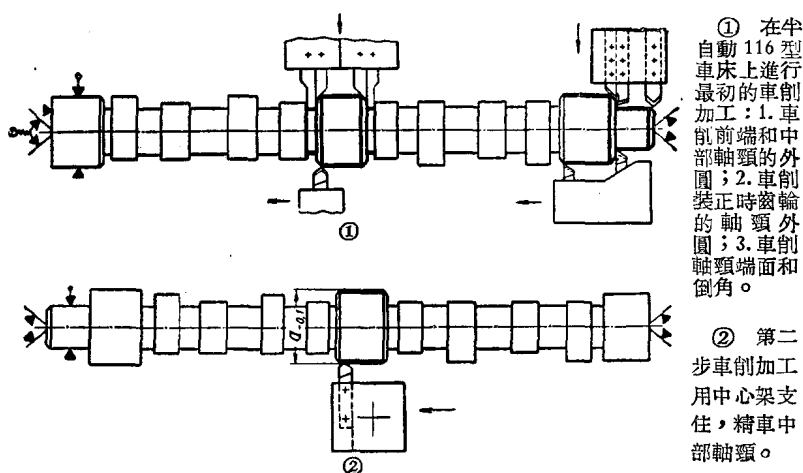
凸輪軸的長度和直徑的比例很大，加工時又受到很大的負荷，都可能引起工件的彎曲和扭曲，特別是在凸輪和中部軸頸加工的時候。因此，通常首先採用中心架車削軸頸的外圓（四氣缸發動機的凸輪軸中部有一個軸頸，六氣缸發動機的凸輪軸中部有兩個或三個軸頸）。凸輪軸加工的這項工序，係在多刀車床上和半自動車床上用頂針支撐住進行。對於短的和剛性較大的凸輪軸可夾住端部軸頸或突緣來帶動軸轉動，對於長的和剛性不大的凸輪軸可在特種機床或專用的機床上夾住兩端轉動進行加工（MK72 或 1892 型）。有時用裝在前面刀架上的刀具車削軸頸的外圓；與此同時，用裝在後面刀架上的刀具車削軸頸和凸輪的端面。

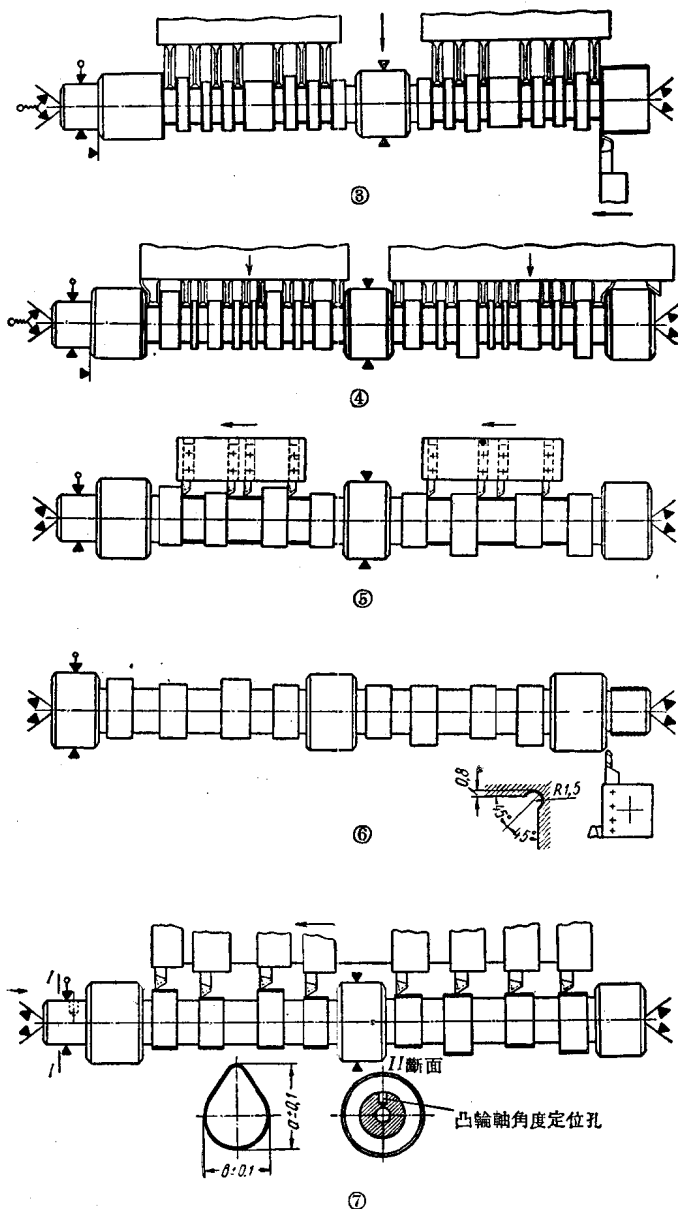
通常將軸矯正和初磨，或用中心架精車好中部軸頸之後，即車削其餘的軸頸和軸的兩端。

圖五中①②③④⑤⑥⑦表示拖拉機凸輪軸的全部車削過程的裝置情況。圖六中①和②是軸頸數目很多的汽車發動機凸輪軸，車削加工的過程中，在機床上的裝置簡圖。

這時，就常常採用兩個刀架（前刀架和後刀架）並用相向走刀的方法來車削端面。

對於剛性不大的凸輪軸，當車削它的隔檔以及車削軸頸和凸輪的端面





圖五 拖拉機凸輪軸的全部加工裝置

③ 在116型車床上進行第三步車削加工：
1. 初車八只凸輪的端面；2. 車削後端軸頸的端面；3. 車削後端軸頸的外圓。

④ 第四步車削加工——在半自動特種車床上進行：
1. 精車八只凸輪的端面；2. 精車三軸頸的端面；3. 車削12處隔檔部分；4. 倒角。

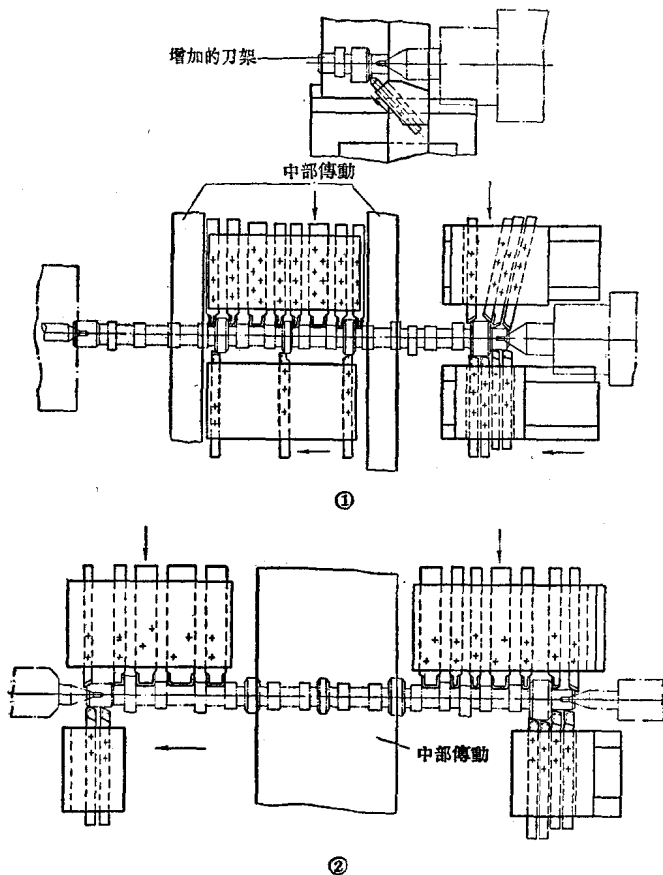
⑤ 第五步車削加工，在半自動的特種車床上進行：車削所有隔檔的外圓。

⑥ 在車床上進行第六步車削加工：1. 精車裝正時齒輪的軸頸；2. 切出槽子。

⑦ 在1873型車床上進行第七步車削加工，走兩次刀進行所有凸輪的粗車和精車。

時，通常都在具有兩個刀架（前刀架和後刀架）的特種半自動車床上並分成單獨的步驟進行。

將車削凸輪的端面分成單獨的步驟進行，就可能消除車削凸輪端面時衝擊負荷對於軸頸的加工質量的影響。此外，因凸輪之間存在着很多狹的隔檔部分，所以必須採用很多把車溝刀來進行端面的車削工作。對於剛性低的多氣缸發動機凸輪軸，應特別採用撥盤帶動軸的中部以使其旋轉的方法，（在 MK71 或 1891 式機床上加工）。很多工廠中，凸輪軸的兩端、軸頸和突緣的車削加工分兩個步驟，即粗加工和精加工；隔檔部份僅加工一次。



圖六 在半自動夾住中部轉動的機床上加工六氣缸汽車發動機凸輪軸簡圖

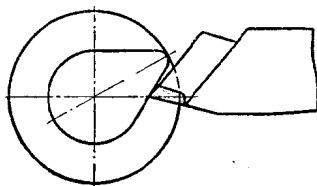
三 凸輪的車削

所有的軸頸經過初磨之後，即進行凸輪和帶動汽油泵的偏心輪的車削加工。在汽車拖拉機工業中，多在專用的半自動做型車床上進行凸輪外形的最初加工，並同時車削所有的凸輪。車削凸輪外形的做型車床有兩種：

1 刀具的角度位置是固定的。

2. 夾刀台是擺動的

用第一種式樣，即刀具的角度位置是固定的車床，凸輪加工時，切削角在加工過程中變化很大，同時爲了使刀具後面不與凸輪表面發生摩擦，而應將刀具的後角做得很大（ $40-45^\circ$ ）（圖七）。凸輪加工時，所用刀具的主偏角多爲 90° 。

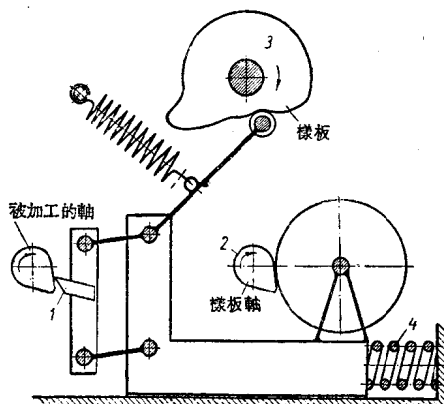


圖七 車削凸輪軸凸輪時的刀具位置

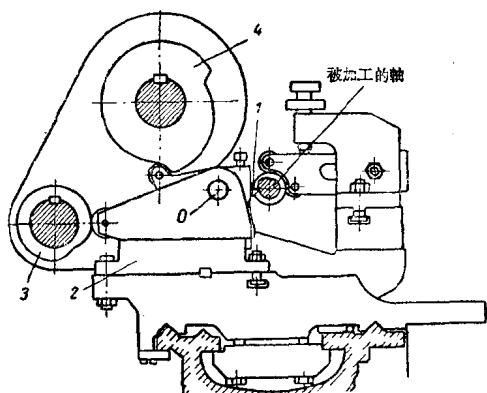
然而刀具位置固定的機床和使用主偏角 $\geq 90^\circ$ 的刀具，祇適用於昇距不大的凸輪的加工（小於6公厘）。汽車和拖拉機的凸輪軸常常都有昇距較大的凸輪，因此，這種凸輪的外形在加工時，採用帶有能擺動的並經普通刃磨過的车刀の機床。

圖八所示爲帶有能擺動的車刀的做型車床的簡圖。圖中刀具1裝在夾刀台上，夾刀即爲一能平行擺動的裝在車床刀架上的支架。在凸輪樣板軸2的作用下，刀架即在垂直於旋轉軸線的方向上移動，而軸2則與裝置在主軸上的工件一同旋轉。與此軸旋轉的同時，還沿着軸線作縱向進刀。刀具角度位置的變化由樣板3來帶動，樣板3也與軸2一同旋轉。彈簧4壓緊刀架，以保持滾子與樣板軸2的接觸。

圖九和十表示另一種具有相同用途的車床的工作情形。它和上述情形的區別是應用夾刀台繞着旋轉軸線擺動。圖中



圖八 在半自動做型車床上車削凸輪



圖九 半自動做形車床工作簡圖

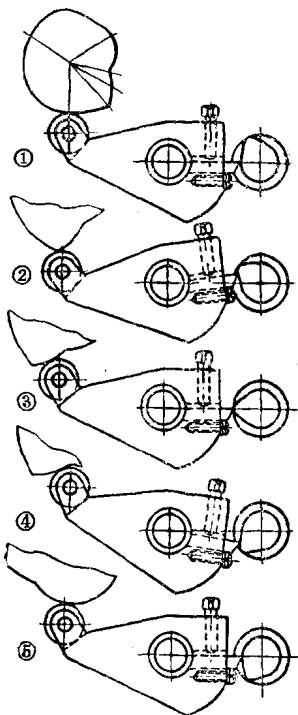
樣。在第二種型式的車床上，凸輪樣板有其特殊的形狀。在汽車和拖拉機工業中，兩種型式的車床都有採用。

凸輪外形的車削，通常要走兩次刀，即初削和精削；並在切削時用油冷卻。圖十一①和②表示車削凸輪的加工步驟。在這種車床上，多半將凸輪軸裝置在彈簧夾頭內，並在兩端經過磨削的軸頸將它夾緊，然後從兩面（車床頭和後頂針座）來帶動軸旋轉（即凸輪軸的這項加工時，以這兩個軸頸作為基準）。

凸輪加工時，凸輪軸毛坯的角度位置應當很準確地與車床上的樣板軸的位置相對，這一點是非常重要的。凸輪外形加工時，角度的定位方法有兩種：第一種方法是根據裝正時齒輪的鍵槽將凸輪軸裝在車床的床頭上，這鍵槽在車削凸輪前就已在軸端銑出。另一種方法，是按照特別在突緣上加工的孔來定位。凸輪軸加工的角度定位的基準（鍵槽或孔）時，可參照毛坯上其中一只未經加工過的凸輪以定出位置（常常是參照最後一只氣缸的凸輪）。圖十二表示銑凸輪軸前端

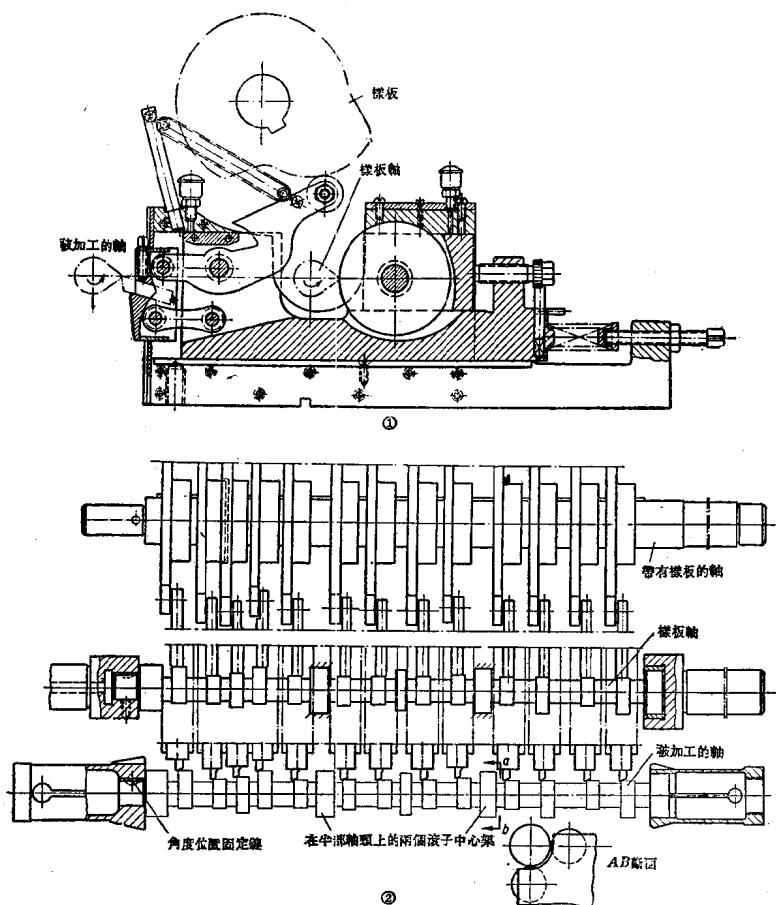
刀具 1 也裝在夾刀台上，而夾刀台則裝在刀架 2 上並能繞軸心 O 擺動。凸輪樣板軸 3 使帶有刀具的刀架作徑向移動。刀具角度位置的變化由樣板軸 4 來帶動。軸 3 和 4 則與所加工的凸輪軸一同旋轉。

在第一種型式的車床上，樣板軸的形狀與尺寸和被加工的凸輪軸完全一



圖十 車削凸輪時刀具的各種不同位置

正時齒輪的鍵槽時，用V型塊支着凸軸毛坯以固定它的角度位置的情形。



圖十一 六氣缸發動機凸輪軸在半自動微形車床上車削凸輪時的裝置圖

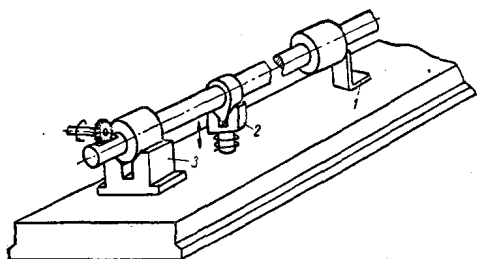
四 凸輪及軸頸的磨削

磨凸輪軸軸頸通常在普通的外圓磨床上並支持在頂針上進行(圖十三)。
在許多工廠中，分三次磨凸輪軸的軸頸：（註1）

註1 當拖拉機的凸輪軸軸頸加工時，通常祇須磨兩次。

1. 在車削凸輪外形前，磨削軸頸；
2. 經熱處理後，半精磨全部軸頸；
3. 最後精磨所有軸頸。

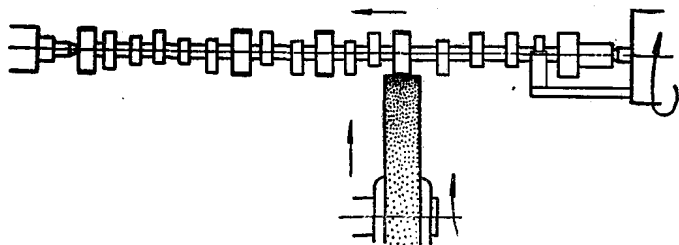
磨突緣端面通常在帶有斜面砂輪的外圓磨床上進行，同時利用在垂直於旋轉軸線的方向上的進給磨出凸輪軸的端面和軸頸。



圖十二 按照未加工凸輪定角度位置來銑裝正時齒輪的鍵槽 1. 將軸在縱向抵住的角鐵；
2. 固定軸角度位置的 V 型塊； 3. 定軸中心的 V 型塊。

凸輪照例是按照樣板在專用的磨床上磨出。藉助於依序安排的幾個樣板，依次一個隨一個地磨削凸輪，其中每一個樣板的外形和角度位置都應適合於被加工凸輪軸上相應的凸輪。

凸輪外形通常須磨兩次。在有些工廠中磨三次，一次在熱處理之前，兩次在熱處理之後。



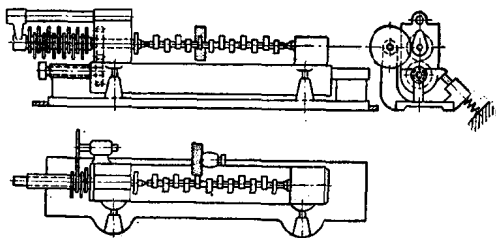
圖十三 在外圓磨床上磨凸輪軸頸

精磨凸輪時，最準確的裝置凸輪軸的方法是將凸輪軸裝置和夾緊在彈簧夾頭內，以使凸輪和軸頸能獲得最高的同心性。這種夾具在裝上機床以後，都應加以光磨。有些工廠就採用這種裝置方法。然而用這種定位的方法時，機床的維護和裝置都太複雜。在大多數工廠中磨凸輪時將凸輪軸裝置在頂針上進行，並在凸輪軸淬火以後，修復中心眼的鍵坑。磨凸輪時的角速度定位與車削凸輪時一樣，藉助於凸輪軸前端鍵槽中的鍵或突緣端面上的孔內的銷釘。

磨凸輪外形時，凸輪軸必須用中心架支住，通常是支住在兩個或三個軸頸上。磨削時，隨着砂輪的軸向移動而作橫向進給，以保證它的磨耗均勻，並能改善表面的光潔度。當按照樣板磨凸輪時，應將工件的轉速降低，因為轉速高會引起大的振動。

磨凸輪外形的 3433 型專用磨床的操作是半自動化的，其操作程序如下：

- 1) 開車；2) 將工作作縱向移動(開始轉動工件)；3) 將樣板調動使與刀架上的滾子相接觸(使機件的轉速高到工作時所需要的轉數)；
- 4) 作垂直於機件軸線方向的進給；5) 凸輪磨好後將凸輪軸或磨床床頭退出；6) 將工作作縱向調動，以使下一只凸輪移向砂輪。



圖十四 在半自動的做形磨床上依次磨凸輪的簡圖

上述這些動作完全是自動的。在裝卸工件時也能自行校正砂輪。圖十四表示這種機床的工作情形。

表面經過淬火的凸輪在磨削時，由於表面有被燒灼和出現裂痕的危險，需要十分小心。因此，儘可能取最小的磨凸輪外形時的加工餘量，以保證表面具有優良質量。最後磨削凸輪外形時的公差應在 0.25—0.3 公厘之內。

五 軸頸和凸輪的精密加工

凸輪軸軸頸精密加工時所用的方法，與曲軸軸頸加工時所用的相似。用於凸輪軸軸頸這項加工的機床附裝有能包圍住半個軸頸的磨頭。凸輪軸被帶動旋轉，磨頭則作軸向的往復運動，並每分鐘往復約 150 次。軸向運動的距離約為 3 公厘；工件的轉速約為每分鐘 250 轉。砂輪加於軸頸上的壓力為 0.5—0.7 公斤/公分；被磨去的金屬層極少，為 0.005—0.01 公厘。

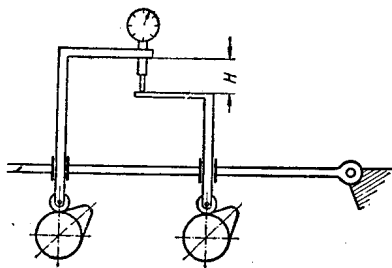
凸輪表面用紙質或麻布條在專用機床上拋光。在有些工廠中；凸輪軸上的軸頸和凸輪在熱處理後經過兩次精磨，故不進行拋光。

凸輪軸加工後的檢驗

凸輪軸的檢驗包括：凸輪軸的外部檢查，以發現材料的缺點和確定加工

的光潔度；檢驗主要的幾何尺寸和凸輪的角度位置，凸輪外形的精確度以及檢驗工作軸頸和突緣端面的擺動。

工作軸頸和突緣端面的擺動通常是用千分錶將凸輪軸裝在V型塊或滾子上加以檢驗。



圖十五 按照標準凸輪檢驗凸輪軸凸輪的儀器

凸輪軸上的凸輪常常按照標準的凸輪軸來檢驗其精確性。

此外，分別檢驗凸輪的各個尺寸。爲了能按照標準軸來檢驗凸輪軸，應採取適當的儀器。這種儀器的作用如下：標準軸和要檢驗的凸輪軸並列，他們的軸線應保持嚴格的平行。用手輪使兩種一同旋轉。在儀器後面的滾柱上裝有一個可擺動的帶有千分錶的支架（圖十五）。

千分錶外殼與量頭相連，一個量頭按照所檢驗的凸輪滑動；另一則按照標準凸輪滑動並頂持住千分錶頭。如果標準凸輪和被檢驗的凸輪的外形和角度位置都一樣的話，當兩軸一同旋轉時，距離 H 不變。如果標準凸輪與被檢驗的凸輪的角度有相對移動的話，距離 H 就變動，因而千分錶的指針就轉動，在手輪的刻度盤上即可讀出軸所轉動的角度。

（譯自“汽車和拖拉機製造工藝學”362—383頁）

馬克思和恩格斯處理翻譯中的各種問題，是具體的、實際的。他們對翻譯工作者經常提到的基本要求之一，就是要完全理解原文的意思，和不折不扣地表達原文的意思，尤其要正確地表達出另一種語言中所述的事物的概念，也就是對原文中所反映現實的認識。

馬克思也極力反對機械地逐字死譯原文的詞組，反對只用首先想到的譯法，因為這樣的翻譯會使文章模糊不清，會破壞德語的規範。

（摘自“馬克思、恩格斯論翻譯”，費道洛夫著，羣力譯）

主要汽車機件的熱處理(上)

A. И. 阿沙諾夫原著 錢譯

曲 軸

曲軸一般用 45 號碳鋼製成，再加以高頻率電熱表面淬火（註1）處理。

我國（指蘇聯）工廠中，淬火的技術十分完善。在伏洛格金教授所創製的具有自動化裝置的淬火機中裝置着十三只感應圈，可以同時對一根曲軸的十三個軸頸進行淬火，加熱和冷卻的過程在二分三十秒鐘中就能完成，全部工作都是自動的。每一軸頸的加熱和冷卻的時間只需 5—10 秒，這是用時間繼電器來調節的。

曲軸軸頸的淬火工作既然是在一部機器內完成，並且由於冷卻時間的縮短就會發生自行回火的現象（註2）。因此曲軸經淬火後立即可以施以最終的機械加工。

曲軸在這種機器中進行淬火是非常有利的，由於這種機器佔地不大，所以能够排在曲軸機械加工的流水作業線中，藉錶板加以操縱。淬火機的連續的淬火動作可以和機械加工互相協調。由於淬火後曲軸能自行回火，就不需要特殊的設備來進行回火工作，這就大大的簡化了曲軸製造的工藝過程。

曲軸軸頸的加熱時間決定於需要淬火表面的大小和淬火層的深度，如曲軸軸頸的直徑為 75 公厘，需要淬火層的深度為 3—4 公厘，其主軸頸的加熱過程所需時間為 6 秒，而連桿軸頸的加熱過程則需時 4 秒。

爲了避免在軸頸和曲柄連接處發生裂紋，加熱作用必須限於軸頸部份，高頻率感應電熱離曲柄的距離不可近於軸頸與曲柄連接處圓角部份的半徑。

註1 高頻率電熱表面淬火是利用高頻率電流將機件感應加熱，由於表皮效應，被感應的電流集中在機件的表面層中，這樣就使機件的表面層加熱；加熱後，用冷卻液沖在機件的表面上使其立刻冷卻。於是機件的表面層就發生淬火作用，而其內部不受影響。

註2 機件經高頻率電熱表面淬火時，由於冷卻時間很短，僅僅使機件的表面層冷卻，而機件中心部仍保留着大量熱量。當冷卻過程中止後，機件的表面層的溫度由於直接和冷卻液接觸而降低得很快，這時中心部份的熱量就開始傳至表面層，使表面層的溫度升高，發生回火作用。這種回火作用不需另行處理就能自行發生，所以叫自行回火。