

蘇聯機器製造百科全書

第七卷

第三章 典型機器零件製造工藝

蘇聯機器製造百科全書編輯委員會編



機械工業出版社

7

蘇聯機器製造百科全書

第七卷

第三章 典型機器零件製造工藝

查爾恩科、科爾薩科夫、沃斯克列先斯基、
科西洛娃、沙通諾夫斯基著



機械工業出版社

1955

出版者的話

蘇聯機器製造百科全書第七卷分爲十三章，專述機器零件的加工工藝。內容包括機器零件機械加工的基本工藝、切削用量、典型機器零件製造工藝、機械加工的夾具、各種金屬加工的切削工具、金屬熱處理工藝、木材的機械加工工藝以及塑料製品的生產工藝。因爲篇幅較大，暫先分章出版。

本書是第三章，敘述典型機器零件的製造工藝，其中包括軸、重型軸、滑動軸承的襯筒和軸瓦、皮帶輪、飛輪、圓柱齒輪、傘齒輪、機械殼體以及螺旋彈簧等典型機器零件。其中敘述各種典型機器零件的加工工藝路線和技術檢查的方法與標準，並介紹大量、大批、成批等生產方式中所用的機器加工設備以及它們的技術規格。此外，還重點地分析了工件外形及其加工精確度對於加工工藝的影響。

本書所討論的典型零件差不多是各種機器都會遇到的。這些零件很重要，但在加工中最容易出問題，例如各種齒輪和殼體的加工就是目前急需解決的問題。通過本書的介紹，對我們解決這些問題將會有很大的指導性的幫助。

本書的讀者對象是工程技術人員和大專學生。

蘇聯 'Машиностроение энциклопедический справочник' (Машгиз
1949 年第一版) 一書第七卷第三章 (Д. В. Чарнко, В. С. Корсаков,
Н. Н. Воскресенский А. Г. Косилова, Г. М. Шагуновский 著)

* * *

編者：蘇聯機器製造百科全書編輯委員會

譯者：吳聯榮

書號 0890

1955 年 10 月第一版 1955 年 10 月第一版第一次印刷

787 × 1092¹/₁₆ 字數 156 千字 印張 5¹/₂ 0.001—3,500 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號

定價 (8) 0.90 元

目次

第三章 典型機器零件製造工藝

軸的製造工藝.....	決定製造工藝的基本因素.....35
..... 技術科學碩士查爾恩科 Д.В.Чарнко 1	齒輪的主要尺寸.....35
軸的組別..... 1	齒輪的構造.....35
依照軸的尺寸和生產方式選用的機器設備..... 1	齒輪表面的精確度及其質量.....42
軸的外形對其加工工藝的影響..... 2	工件的產量.....45
軸的精確度對其加工工藝的影響..... 6	機床的規格.....46
軸的加工工藝路線..... 6	毛坯的製法.....48
光軸..... 9	齒輪的加工.....48
非剛性軸.....10	直徑 25~55 公厘的齒輪.....48
參考文獻..... 10	直徑 56~200 公厘的齒輪.....49
重型軸的製造工藝.....	直徑 201~300 公厘的齒輪.....50
講師、技術科學碩士科爾薩科夫 В.С.Корсаков 10	直徑 301~500 公厘的齒輪.....50
參考文獻..... 13	參考文獻..... 51
滑動軸承襯筒及軸瓦的製造工藝.....	傘齒輪的製造工藝.....
講師、技術科學碩士科爾薩科夫 В.С.Корсаков 13 技術科學碩士查爾恩科 Д.В.Чарнко 52
軸承襯筒及軸瓦在構造上的種類.....13	基本尺寸.....52
軸承襯筒的製造工藝.....15	傘齒輪的構造.....52
塑料製襯筒及軸瓦的製造法.....16	製造的精確度.....52
石墨化金屬製襯筒及軸瓦的製造法.....16	傘齒輪的毛坯.....53
在成批和大量生產方式中有互換性的軸瓦的製造法.....17	傘齒輪的加工設備.....53
巴氏合金的澆注作業.....19	機械殼體的製造工藝.....
澆注作業的缺陷及其原因.....23 技術科學碩士科西洛娃 А.Г.Косилова 55
在鋼帶上澆鍍減摩合金的澆鍍機.....24	殼體的特性.....55
在鋼帶上澆鍍鉛青銅的澆鍍機.....25	毛坯的取得及檢查法.....56
薄壁軸瓦驗收的技術規範.....25	殼體的加工設備.....56
用巴氏合金-鋼帶製造薄壁軸瓦的方法.....26	切削工具.....58
用無縫鋼管製造薄壁軸瓦的方法.....28	殼體的構造特點對其加工工藝的影響.....65
裝配時襯筒及軸瓦的加工.....28	技術檢查.....67
軸承的鉛青銅澆注作業.....	參考文獻..... 67
.....工程師沃斯克列先斯基 Н.Н.Воскресенский 28	螺旋彈簧的製造工藝..... 講師、技術
參考文獻..... 31	科學碩士沙通諾夫斯基 Г.М.Шатуновский 67
皮帶輪及飛輪的製造工藝.....	彈簧在工藝上的分類.....67
..... 技術科學碩士查爾恩科 Д.В.Чарнко 32	在給定的變形下彈簧軸向荷重的驗算.....67
皮帶輪的加工工藝.....32	螺旋彈簧的公差.....69
皮帶輪的型別.....32	螺旋彈簧製造的工藝過程.....72
依照皮帶輪的尺寸和生產方式選用的機器設備.....32	螺旋彈簧坯料的取得.....72
皮帶輪的加工工藝路線.....33	彈簧的纏捲作業.....73
飛輪的加工工藝.....33	彈簧支承面的磨製作業.....76
圓柱齒輪的製造工藝.....	彈簧的熱處理.....76
..... 技術科學碩士查爾恩科 Д.В.Чарнко 35	彈簧的壓縮作業.....77
	彈簧的檢查和試驗.....78
	參考文獻..... 79
	中俄名詞對照表..... 80

第三章 典型機器零件製造工藝

軸的製造工藝

軸的組別

尺寸、形狀和精確度不同的軸類工件，可以依照工藝上的特點歸納為幾組。如果軸的形狀相同，則工藝過程以及所用的加工設備，自必因軸件尺寸之不同而異（例如，長 100 公厘的小的階梯形軸，在大量生產方式下，要在有筒夾的多軸自動棒料車床上加工；而長 500 公厘的軸，則其毛坯用衝壓法製造，經切好其兩端面 and 鑽出頂針孔之後，再來持於多刀半自動車床的頂針間進行加工）。

表 1 所示為典型軸件按組（按尺寸）和按型（按外形）的劃分方法。通常取軸的長度作為分組的基礎。軸長與軸徑之比規定不大於 12。這樣的軸，在生產率很高的

表 1 軸的組別和型別

軸的 型別	軸 的 組 別				
	1	2	3	4	5
	軸的長度 l (公厘)				
	50~150	150~300	300~500	500~800	800~1200
A					
B					
B					
Г					
Д					
E					

註：A 至 Д 型所用的坯料為輓料，模鍛坯料；如在自動機床上進行小軸的加工，則用定徑棒料；E 型用定徑棒料或輓料。

多刀車床上利用頂針夾持來加工時，具有充分的剛性（關於 $\frac{l}{d} > 12$ 的軸，其加工方法，可參閱 III-10 頁）。

軸的精確度根據尺寸的公差，分為四級。

〔精確度特高的軸〕 這種軸上的最重要的配合尺寸按 1 級精確度製造，其餘的尺寸按 2 級精確度製造。

〔精確度較高的軸〕 這種軸的最重要的配合尺寸按 2 級精確度製造，其餘的尺寸按 3 級精確度製造。

〔精確度普通的軸〕 這種軸的主要尺寸按 3 級精確度製造，其餘尺寸按 4、5 兩級精確度製造。

〔精確度較低的軸〕 這種軸的主要尺寸按更低的精確度製造。這種軸基本上是按普通精確度的軸所用的典型過程來進行加工，但不進行光整加工的工序。

依照軸的尺寸和生產方式選用的 機器設備

生產節奏為 0.2~3 分鐘的大量生產的條件下，
a) 車長度 150 公厘以下的軸，採用多軸自動車床；在多刀車床上要兩次裝夾工件才能完成兩端的加工，這樣是不經濟的，因為多刀車床的刀架工作行程很短，而裝夾工件、開動機床、刀具引進工件等所耗的輔助時間很長，機器時間所佔的比例太小；
б) 車長度在 150~300 公厘間的軸，要用‘紅色無產者’工廠出品的 1720 型多刀半自動車床；
в) 車長度在 300 公厘以上的軸，要用‘紅色無產者’工廠出品的 1730 型（圖 1）或奧爾忠尼啓則工廠（завод им. Орджоникидзе）出品的 116 型多刀半自動車床；
г) 銑花鍵，要用以滾刀滾切法工作的半自動花鍵滾床；
д) 磨軸的圓柱表面，要用按‘半自動循環’工作的而且在工作過程中能夠自動測量工件和自動修正砂輪的多砂輪外圓磨床，或用以切入法加工的半自動磨床，也可以用寬砂輪無心磨床（圖 2）；
е) 磨花鍵，要用半自動花鍵磨床。在這種生產方式下，有建立自動作業線的必要。

生產節奏為 3~10 分鐘的大量生產條件下，機器設備也應當具備一切自動化機構。車軸時須採用‘紅色無產者’工廠出品的 1720 或 1730 型（視軸的尺寸大小

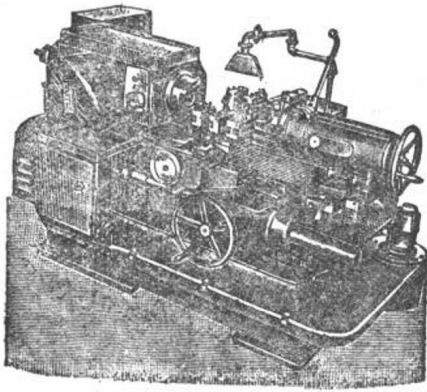


圖1 “紅色無產者”工廠出品的工作於軸件加工用的1730型多刀半自動車床。

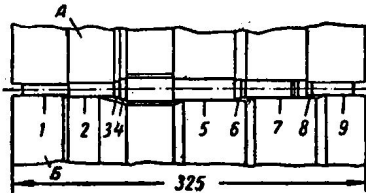


圖2 九階軸無心磨製的例子：

A—磨輪；B—進給輪；1~9—被磨製的各軸階。

而定)或奧爾忠尼啓則工廠出品之116型的新式單軸多刀半自動車床。銑花鍵、磨軸和銑螺紋,也要採用半自動循環工作的單軸機床。多砂輪外圓磨床不常使用。

在大批和成批生產的條件下所採用的機床,要能迅速加以重新反覆調整,以車製一定尺寸範圍內他種形狀的軸件。採用這種不需要更換進給鼓輪上的曲線的半自動車床(其中包括“紅色無產者”工廠出品之1720和1730型多刀半自動車床),使得不僅在大量生產中可以推行多刀加工法,而且在成批生產中也有推行這種加工的可能。在大批生產中,車製長度在150公厘以下的小軸(圖3),採用多軸自動車床,這種機床也不需要更換進給曲線,例如奧爾忠尼啓則工廠出品之加工直徑可達25公厘的新式自動車床便是這樣。在成批生產中,可以採用列寧格勒自動機床製造廠出品之單軸自動縱削車床或用棒料轉塔車床(圖4)。

磨小軸時通常使用加工軸徑可達100公厘的外圓磨床(圖5)。

在大量和成批生產的條件下,端面的加工可採用奧爾忠尼啓則工廠出品之銑端面及鑽頂針孔機床(圖6)。軸的校直可使用有彈簧頂針的壓力機(圖7)。

軸加工用的主要設備的規格列於表2,選用時因生產方式而異。

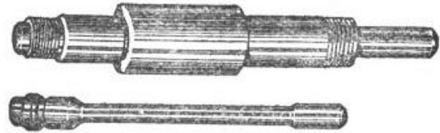


圖3 在多刀自動機床上加工的零件例子。

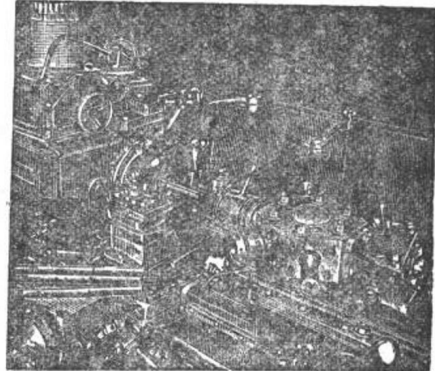


圖4 加工軸件用的轉塔車床。

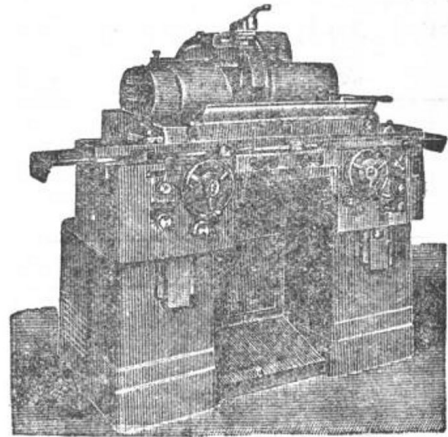


圖5 加工軸徑可達100公厘、長度可達300公厘的小型磨床。

軸的外形對其加工工藝的影響

[階梯的影響] 階梯分佈在一端的軸,可夾持在多刀車床的頂針間進行加工。在兩個工序(粗車和精車)之內除去夾在卡爪撥盤裏面的尾段以外,可將軸的全長一氣車完。對於夾在卡爪中的尾段的加工,要採用單獨的工序。兩端都有階梯分佈的軸,照例要按四個車削工序加工(每端各佔兩個工序)。對於長度在150公厘以內的短軸,無論軸的階梯分佈情況如何,只需要在自動機床上進行一個車削和切斷的工序就夠了(如果階

表2 軸加工用主要設備的規格

設備的工藝用途	機床名稱	型式	製造廠名	主要尺寸(公厘)	每分鐘轉數	功率(仟瓦)	備註
切斷棒料(按一定長度)	圓盤床	862	明斯基洛夫工廠	圓片直徑700	5~14	7.8	成批及大量生產用
銑軸的端面	鼓輪式半自動兩面銑床	6A07	高爾基銑床工廠	鼓輪直徑1000; 加工軸長可達1400	30~102	13.0	大量生產用
鑽軸的頂針孔	頂針孔兩面鑽床	—	特洛伊茨基工廠				成批及大量生產用
鑽軸的頂針孔	頂針孔單面鑽床	—	特洛伊茨基工廠				成批及大量生產用
軸的兩面銑削及鑽頂針孔	銑端面及鑽頂針孔半自動機床(圖6), 機床上備有兩個銑銑刀的主軸和兩個鑽頂針孔的主軸	ΦII-1	奧爾忠尼啓則工廠	可加工軸徑25~150; 軸長110~500	裝銑刀的 主軸轉數為 21~83, 鑽 頂針孔的主 軸為 220~ 1200	11.8	成批及大量生產用
	銑端面及鑽頂針孔半自動機床(圖6), 機床上備有兩個銑銑刀的主軸和兩個鑽頂針孔的主軸	ΦII-2	奧爾忠尼啓則工廠	可加工軸徑25~150; 軸長450~1200	裝銑刀的 主軸轉數為 21~83, 鑽 頂針孔的主 軸為 220~ 1200	11.8	成批及大量生產用
車軸的外圓	四軸自動棒料車床	123	奧爾忠尼啓則工廠	加工棒料直徑可達36; 進給長度可達200	可達1240	7.3	大量生產用
	六軸自動棒料車床	1261M	基輔自動機床工廠	加工棒料直徑可達58; 進給長度可達150	118~1675	16.0	大量生產用
	多刀單軸半自動車床	1720	'紅色無產者'工廠	加工零件直徑可達200; 工件長度可達300。特別訂製者另外備有正面切入用的前方刀架	105~1000	5.8	成批或大量生產用
	多刀單軸半自動車床(圖1)	1730	'紅色無產者'工廠	加工工件直徑可達300; 工件長度可達500	40~500	10.0	1720和1730型車床能保證迅速重新調整以適應形狀不同的工件, 因為它不需要重新非列建給鼓輪上的靠模。這使得它們不僅可用之於大量生產, 而且可用之於成批生產
	多刀單軸半自動車床	116	奧爾忠尼啓則工廠	刀架上能車工件的最大直徑為200, 刀架軸上能車工件的最大直徑為300, 工件長度為800	56~375	7.7~20.0	大量生產用
	多刀單軸半自動車床	1516	奧爾忠尼啓則工廠	刀架上能車工件的最大直徑為200, 刀架軸上能車工件的最大直徑為300, 工件長度可達1200	56~375		所需工率須根據刀具數量及切削用量而定

(續)

設備的工藝用途	機床名稱	型式	製造廠名	主要尺寸(公厘)	每分鐘轉數	功率(千瓦)	備註
銑齒輪: a) 閉口的 b) 開口的 B) 半圓形的 銑花鍵	季米特洛夫銑床工廠出品的特殊縱槽銑床 對於大量生產,採用各種成套銑刀平行銑削數根軸件的有半自動循環的臥式縱向銑床; 對於成批生產,採用臥式橫縱銑床						機床上用指狀銑刀以銑刀一面旋轉一面擺動的方法進行工作
	半圓形鍵槽專用銑床	5617	中伏爾加工廠	加工工件最大直徑175;工件長度350	68~188	3.0	
	半自動花鍵滾床	5618	中伏爾加工廠	加工工件最大直徑270;工件長度500	44~127	7.5	
	半自動花鍵滾床	5610	中伏爾加工廠	加工工件最大直徑125;工件長度1200	37~95	4.3	
	螺絲車床	9101A	'德床' 工廠	能車螺紋直徑為 10~38			
	圓形軋滾式螺紋滾壓機	5933	'德床' 工廠	能滾螺紋直徑為 6~33			
	半自動螺紋銑床	562	中伏爾加工廠	能銑工件最大直徑100;最大長度80;頂針間最大距離1150	60~475	4.3	
	半自動螺紋銑床	561	中伏爾加工廠	能銑工件最大直徑160;最大長度750	58~250	3.0	
	外圓磨床	3157型	哈爾科夫莫洛托夫工廠	能磨工件最大直徑200;工件長度750	75~300	10~12	
	外圓磨床	316	哈爾科夫莫洛托夫工廠	能磨工件最大直徑300;工件長度1000及1500	60~240	12~18	
磨軸的表面	無心磨床(可用於以切入法磨製長達250公厘的軸)	3180	內圓磨床工廠(簡寫為3B111C)	最大磨製直徑 75;磨製階梯形軸的最大長度150	13~300	20	根據特別要求,可訂製一種砂輪能橫向切入的且能半自動循環工作的外圓磨床,專供大量生產之用
	磨花鍵	3182	內圓磨床工廠(簡寫為3B111C)	最大磨製直徑150;磨製特殊形狀軸的最大長度300	7~57	24.0	磨階梯形軸時用切入(輻向進給)法進行工作,磨光軸時用軸向進給法。有整備裝置的階梯形軸磨床,須特別訂製
	磨螺紋	345	莫斯科磨床工廠(MC3)	最大磨製直徑150;最大磨製長度500;頂針間最大距離750	3000~6000	2.2	成批及大量生產用
磨螺紋	螺紋磨床	582	內圓磨床工廠	直徑250;頂針間距離400;750及1000	0.5~60或1~20	5.0	只有對於特別精確的軸上螺紋才需要磨製

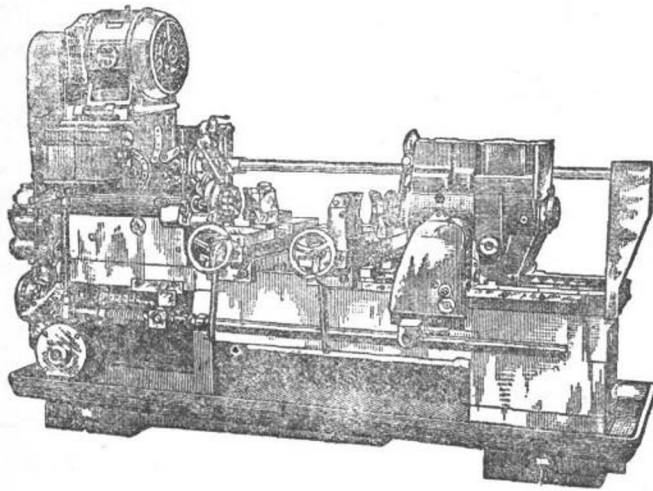


圖6 奧爾忠尼啓則工廠ΦИ-1型軸加工用的銑端面及鑽頂針孔機床。

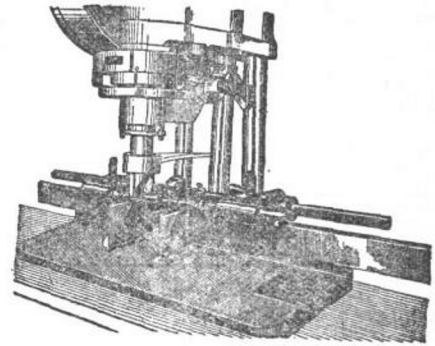


圖7 軸在壓力機上頂針間校直的情形。

段的長度有可能在自動機床上加工的話)。

軸上各階梯的跌差 \ominus ，也同樣影響到加工工藝。當跌差很大並且用輾料加工時，一定要從軸的每端按兩個工序(粗車和精車)在多刀車床上進行加工。如果跌差量不大，而階梯數又少，有時在多刀車床上進行一個工序就夠了。如果軸的坯料是模鍛的，則走刀的遍數，決定於加工餘量和指定的軸的加工精確度。在大量生產時，階梯跌差較大的軸坯都是模鍛的，這一方面是爲了節省金屬材料，另一方面也是爲了在機械加工時可以減少走刀遍數。

〔軸心貫穿孔的影響〕 遇到這種孔時，除去非常費工和複雜的深孔鑽削工序之外，在鑽完以後還需要重定軸心。當鑽削長達120公厘以上的深孔時，爲了預防鑽頭的偏移，必須在鑽進的時候，使工件旋轉，或者在“鑽頭進退交替的特殊機床”上進行鑽孔工作，以免鑽孔被鑽屑堵塞致將鑽頭折斷。

〔花鍵的影響〕 遇到有花鍵的軸，對於花鍵的加工，需要另外增加補充的工序。深的花鍵需要兩遍走刀(粗銑及光銑)，淺的花鍵祇需要一遍走刀。

使用三軸分度頭和用三個盤形銑刀同時銑製三根軸的方法來進行花鍵的粗銑作業，較之在單軸(主軸)臥式銑床上來銑製花鍵，可能更有成效。分度頭可以沿着分度盤自動撥轉。

光銑作業，一般都是在熱處理以後(淬火後再加以回火，硬度達 $HRC=40\sim 41$)再在銑床上用花鍵滾刀來進行。

對於精確度很高的或淬火後硬度很大的花鍵，必須在磨床上進行磨削。

〔螺紋的影響〕 當長度在300公厘以下和直徑在38公厘以下的軸，在製短螺紋的時候，可以採取以下的任一方法：甲)在進行大量生產時，可以在螺紋滾床上滾製；乙)在進行大量生產或大批生產時，可以在螺紋車床上用套絲頭車製；丙)在大量生產和成批生產時，可以在螺紋銑床上銑製。對於長度爲300~500公厘和更長的軸，基本上都是使用螺紋銑床。

〔小溝、倒角和凹槽的影響〕 在某些場合，由於存在着這些加工部分，以致在工藝過程中必須額外增加一些工序和機床。例如，軸的兩個階段之間有一道凹槽(圖8)，爲了凹槽的加工，便需要一道特殊工序，因爲這種凹槽在多刀車床上是不可能一氣完成的。又如，在凸緣上的凹槽 a (圖9)，同樣需要特殊的工序來加工，因此，在進行軸的構造設計時，應當預先考慮到有採用生產率較高的方法進行加工的可能性，而避免進行任何方式的不垂直於軸線的深向橫切作業。

〔鍵槽的影響〕 嵌入稜柱形軸鍵(斷面爲矩形的軸鍵——譯者)的閉口式鍵槽，它的加工，是一件相當

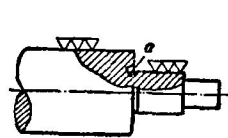


圖8 需要特別工序的軸上的凹槽：
 a —凹槽。

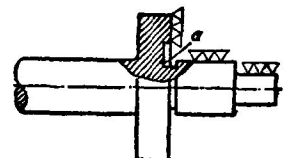


圖9 需要特別工序的凸緣上的凹槽：
 a —凹槽。

● 跌差——階梯形軸的[大直徑段]與[小直徑段]直徑之差。——譯者

費工的工作，因此，應當儘可能地採用工具（銑刀——譯註）在機床上容易向工件上啃進的半圓形鍵槽。

軸的精確度對其加工工藝的影響

〔軸頸〕 軸頸製成後所應具備的精確度，決定着工藝過程中最後一次的加工工序（表 3）。

表 3

精確度的等級	軸頸最末一次加工的工序
5 級	粗車
4 級	光車
3 級	對於長 300 公厘以下的軸，在粗車以後，尚須加以磨製 對於長度超過 300 公厘的軸，在光車以後，再行磨製
2 級	對於長度在 300 公厘以下的軸，光車後再行磨製 對於長度超過 300 公厘的軸，在粗磨後，再行光磨
1 級	在粗磨及光磨後再進行細磨

註：粗車時吃刀深度應大於 2 公厘，光車時吃刀深度應等於或小於 2 公厘。

直徑方向的總加工餘量，須依坯料之性質而異：

- a) 對於用軋料製的長達 1 公尺的軸，為 3~6 公厘；6) 對於模鍛的長達 1 公尺的階梯形軸，為 5~10 公厘。

光車時的徑向加工餘量（單位為公厘），列於表 4 中。

表 4

軸長(公厘)	軸 徑 (公 厘)		
	6~18	18~50	50~120
不足300	1.0	1.5	1.5
300~500	1.0	1.5	1.5
500~1000	1.2	1.5	2.0
1000~2000	1.5	2.0	3.0

在多刀機床上車外圓時的加工精確度，在粗車時為 0.2~0.4 公厘，在光車時則為 0.1~0.2 公厘。

在光車以後為磨工所留的徑向加工餘量，決定於軸的長度和直徑，其變化範圍為自 0.3 至 0.5 公厘。對於需要淬火的軸，一般採取較大的加工餘量。

〔軸的花鍵〕 花鍵接合的對中方法分為三種：1) 依據外徑；2) 依據內徑；3) 依據花鍵的寬度。

依據外徑對中的花鍵軸 此種工件的公差，基本

上是根據 2 級精度來選定的，所以最末一次的加工，應當是磨外圓；因為若在多刀機床上車外圓，是不可能獲得這樣小的公差的。

如果花鍵鍵寬的公差介於 35~70 公忽之間，則採用滾切法在花鍵銑床上用螺旋滾刀來銑花鍵。如果花鍵很深（深達 4~6 公厘），則在熱處理以前，先在銑床上的三軸夾具上，用盤形銑刀進行粗銑，並且在熱處理以後，當硬度到達 $H_{RC}=40\sim41$ 的時候，再用花鍵滾刀進行光銑。如果花鍵鍵寬的公差不足 35 公忽，則在加工工藝中，必須加入一項花鍵的磨製作業。

依據內徑對中的花鍵軸 如果公差在 35~70 公忽的範圍以內，那麼這種軸可以在花鍵銑床上銑製。如果精確度更高，那麼便需要增添花鍵寬度和花鍵內徑的磨製工序（花鍵外徑不一定非磨不可）。

依據花鍵寬度對中的花鍵軸 如果公差在 18~35 公忽範圍以內，則此種軸最末的加工工序，應當是磨花鍵。如果精確度較小，則對於未經淬火的軸，其花鍵可以用銑製法來加工，而對於硬度 $H_{RC}>40$ 的業經淬火的軸，則用磨製法來磨花鍵。

花鍵光銑前的加工餘量，在花鍵寬度和內徑上，均以 0.6~0.8 公厘為準。

花鍵磨製前的加工餘量：當花鍵長度在 200 公厘以下時，在花鍵的寬度上，應留出 0.10~0.15 公厘的加工餘量；當花鍵長度超過 200 公厘時，在花鍵的寬度上，應當留出 0.15~0.20 公厘。對於花鍵軸的內徑，應當給它留出 0.3~0.4 公厘的徑向加工餘量。

軸的加工工藝路線

外型最複雜的和製造得最精密的軸，其加工工藝路線，示於第 5、6、7 各表中。外形比較簡單而精確度也較低的軸，其加工路線，除去與軸件外形和給定的加工精確度有關的工序之外，與表中所示者類似。

在熱處理後發生扭曲的軸，如果扭曲度超出了給磨工留出的加工餘量的範圍以外，那麼這種軸在熱處理後需要在有彈簧頂針的壓力機（圖 7）上加以校直。

軸頸的表面淬火，須採用高頻率電流（簡寫做 T.B. 4.）。在這種場合，螺紋部分在熱處理時不需要加以保護，而且軸的扭曲度和校直的必要性也都大大地減小。

在多刀車床上車製長達 500 公厘的軸時，有時在粗車和光車之間，須插入一項校直工序。特別是對於在粗車後撓度（彎曲度）很大的細軸，這一工序尤為必要。

按 1 級精確度製造軸頸時，祇能用多砂輪式外圓磨床進行粗磨，而在光磨時，須用標準外圓磨床。

表5 軸類加工工藝路線(軸的長度在150公厘以內)

(取階梯形軸作為基準, 軸上附有花鍵或螺紋; 軸的徑向公差, 以1級及2級精確度為準)

工 序	所 採 用 的 設 備			
	對於生產節奏為0.2~3分鐘的大量生產方式	對於生產節奏為3~10分鐘的大量生產方式	對於大批生產方式	對於成批生產方式
切齊端面, 鑽頂針孔, 車外圓及切斷; 如果有中心孔, 尚須進行鑽孔, 然後根據該孔的形狀和所要的精確度, 再進行下一步的加工(車螺紋應劃歸到另一工序中去, 因為在自動車床上車螺紋是有困難的)。在機床上把工件切斷以後, 應該在砂輪上把工件端面中心處所形成的突起物磨掉; 這一工序, 對於在第二工序中必須在另一端面鑽頂針孔的軸件, 尤為必要	多軸自動棒料車床(主軸4~8個) 自動車床的類型: 對於加工直徑在36公厘以下者, 用奧爾忠尼啓則工廠出產的123型四軸的; 對於加工直徑在58公厘以下者, 用基輔機床工廠出產的1261M型六軸的	多軸自動棒料車床(主軸4~6個) 自動車床的類型: 對於加工直徑在36公厘以下者, 用奧爾忠尼啓則工廠出產的123型四軸的; 對於加工直徑在58公厘以下者, 用基輔機床工廠出產的1261M型六軸的	有迅速重新調整機構的(不用更換靠模的)多軸自動車床, 或單軸自動車床 自動車床的類型: 奧爾忠尼啓則工廠出產的1225型加工直徑25公厘用的單軸自動車床; 列寧格勒自動車床工廠出產的單軸自動縱削車床	單軸自動車床 自動車床的類型: 對於加工直徑在18公厘以下者, 用列寧格勒自動車床工廠出產的自動車床; 棒料轉塔車床 轉塔車床的類型: 對於加工直徑在25公厘以下者, 用阿拉巴也夫工廠出產的1325型的; 對於加工直徑在36公厘以下者, 用高爾基工廠(基塞爾城)出產的1336型的; 對於加工直徑在62公厘以下者, 用奧爾忠尼啓則工廠 136M型的
軸件第二端面鑽頂針孔(對於在以下工序中不需要夾持在頂針間加工的軸件, 這一工序可以從略)	頂針孔單面鑽床			
車光軸件的第二端面(僅用於在以下各工序中需要夾持在頂針上加工的軸件)	“紅色無產者”工廠製的有彈簧裝料設備的1720型多刀半自動車床(須特別定製)			
銑鍵槽	銑閉口的直鍵槽, 使用季米特洛夫銑床工廠出產的特種鍵槽銑床 銑開口的直鍵槽, 使用有多座夾具的鍵槽專用臥式銑床		中伏爾加機床製造廠出產的 5617 型半自動花鍵銑床	
銑花鍵	主軸(2~4個)排成一列的多軸鑽床		有鑽模的單軸鑽床	
鑽橫向孔	對於可以滾壓的工件, 用平板牙式螺紋滾壓機		梯比里斯“機床”工廠出產的圓形軋滾式螺紋滾壓機	
製螺紋	梯比里斯“機床”工廠出產的9101A型單軸螺絲車床; 螺紋銑床		螺絲車床	
熱處理(螺紋部分在熱處理時須加以保護)	—			
粗磨	} 無心磨床(見圖2示意)	磨製直徑在100公厘以下, 長度在300公厘以下的軸, 使用外圓磨床(圖4)		萬能式100公厘外圓磨床
光磨		莫斯科磨床工廠出產的345型花鍵磨床		
磨花鍵	莫斯科內圓磨床工廠仿照 582 型機床製造的半自動螺紋磨床		莫斯科內圓磨床工廠出產的 582 型萬能螺紋磨床	

表6 軸類加工工藝路線(軸長度自150至300公厘)

(取軸階分佈在兩邊的階梯形軸作為基準,軸上附有花鍵和螺紋;軸的徑向公差,以1級和2級精確度為準)

工 序	所 採 用 的 設 備			
	對於生產節奏為0.2~3分鐘的大量生產方式	對於生產節奏為3~10分鐘的大量生產方式	對於大批生產方式	對於成批生產方式
按照包括端面銑削的 加工餘量在內的長度, 切斷棒料	多軸自動切料機。偏心壓力機(裝設在毛坯車間)		明斯克機床工廠出產的862型圓鋸床。偏心壓力機	862型圓鋸床或弓形鋸床
從基準軸階起按照一定的長度銑削端面	高爾基機床工廠出產的軸件加工專用的6A07型鼓輪式半自動銑床	奧爾忠尼啓則ΦII-1型兩面銑削端面及鑽頂針孔的機床(在這種機床上,可以同時進行第二及第三兩項工序)		
從兩端鑽頂針孔	有彈簧裝料設備的頂針孔兩面鑽床			
從一端進行粗車	“紅色無產者”工廠出產的1720型多刀半自動車床(附有彈簧裝料設備)	“紅色無產者”工廠出產的1720型單軸多刀半自動車床(無彈簧裝料設備)	1720型單軸多刀半自動車床	1720型單軸多刀半自動車床或依定程(擋鐵)工作的車床
從另一端進行粗車				
從一端進行光車				
從另一端進行光車				
銑鍵槽	季米特洛夫機床工廠出產的閉口式鍵槽專用銑床;有多座夾具的開口式直鍵槽專用臥式銑床;半圓形鍵槽專用銑床			
銑花鍵	中伏爾加機床工廠出產的5617型半自動花鍵銑床			
鑽橫孔	主軸排成一列的18公厘快速行進鑽床		18公厘單軸快速行進和高轉速鑽床	
切製螺紋	雙軸螺絲車床;中伏爾加機床工廠出產的半自動螺紋銑床(562型)		“機床”工廠9101A型單軸螺絲車床;中伏爾加機床工廠出產的562型螺紋銑床	
熱處理(螺紋部分在熱處理時須加以保護)	—			
粗磨外圓	多砂輪式半自動外圓磨床 外圓磨床 無心磨床(見圖2)	最大加工直徑100公厘,頂針間最大距離300公厘,以切入法工作的外圓磨床		萬能外圓磨床
磨花鍵		莫斯科磨床工廠(MC3)出產的345型能自動修正砂輪的花鍵專用磨床		
光磨外圓	附有自動測量工件及停車裝置的並以切入法工作的外圓磨床	以切入法工作的外圓磨床		莫斯科磨床工廠出產的345型花鍵磨床 萬能磨床
磨製螺紋(僅對於螺紋特別精密的軸有此需要)	有多線砂輪的螺紋磨床	有自動工作循環的螺紋磨床		582型萬能螺紋磨床(3BIIC)

在生產節奏為0.2~3分鐘的大量生產方式中,磨製長達500公厘的階梯形的軸,也應用了像圖2所示的那種無心磨製法。寬砂輪無心磨床的出現,更促進了無心磨製法的推廣。

〔長度自500至800公厘的軸的加工〕這類軸件加工的工藝程序,原則上與列於表7中的程序出入不大。祇有幾項工序需要採用其他尺寸和型式的機床。具體的說來:

1)對於工序第2和第3,須採用奧爾忠尼啓則工廠出產的ΦII-2型銑端面及鑽頂針孔機床,在這種機床上,銑製端面和鑽頂針孔的軸件長度,可自500至1200公厘。

2)對於工序第4第5第6和第7(粗車和光車作業),須採用奧爾忠尼啓則工廠出產的116型半自動車床。

3)對於工序第15和第17(軸件的粗磨和光磨),須採用哈里科夫斯克莫洛托夫工廠出產的外圓磨床(316型)。

此外,在熱處理以後,須校直軸身和修正頂針孔。

〔長度自800至1200公厘的軸的加工〕這類軸件的加工工藝路線,可以以長度自500至800公厘軸件的加工路線為基準。

在大量生產時,對於車削加工,可以採用頂針間最大距離1200公厘的奧爾忠尼啓則工廠出產的1B16型

表7 軸類加工工藝路線(軸長自 300 至 500 公厘以內者)

(取軸階分佈在兩邊的階梯形軸作為基準,軸上附有花鍵及螺紋;軸的徑向公差,以 1 級和 2 級精確度為準)

工 序	所 採 用 的 設 備			
	對於生產節奏為0.2~3分鐘的大量生產方式	對於生產節奏為3~10分鐘的大量生產方式	對於大批生產方式	對於成批生產方式
按照包括端面銑削的加工餘量在內的長度切斷軸桿(對於模鍛的坯料,這一工序可以從略)	偏心壓力機	明斯克機床工廠862型圓鋸床		圓盤鋸或弓形鋸床
從基準軸階起按照一定的長度銑削端面	高爾基機床工廠出產的 6A07 型軸件加工專用鼓輪式半自動兩面銑床	奧爾忠尼啓則工廠 ЧИ-1 型兩面銑削端面及鑽頂針孔機床。在這種機床上,可以同時進行第二及第三兩項工序		
從兩端鑽頂針孔	有彈簧裝料設備的頂針孔兩面鑽床			
從一端進行粗車	奧爾忠尼啓則工廠出產的116型附有氣壓頂針的多刀半自動車床;“紅色無產者”工廠出產的1730型多刀半自動車床	“紅色無產者”工廠出產的頂針間最大距離500公厘的1730型多刀半自動車床		“紅色無產者”工廠出產的1730型多刀半自動車床(用於一批製件不少於30個者);依定程(擋鐵)工作的車床
從另一端進行粗車				
從一端進行光車				
從另一端進行光車				
銑鍵槽(由於鍵槽的構造形狀不同,使用的機床形式也不一樣)	季米特洛夫機床工廠出產的閉口式直鍵槽銑床;有多座夾具的閉口式直鍵槽臥式銑床;半圓形鍵槽銑床			
粗銑花鍵(當花鍵凹槽深達4~5公厘時,即有粗銑必要)	附有能自動轉動的三軸分度頭的並用三個圓盤狀銑刀同時工作的半自動臥式銑床			中伏爾加機床工廠出產的5618型單軸半自動花鍵銑床
光銑花鍵	中伏爾加機床工廠出產的5618型半自動花鍵銑床			
鑽橫孔	主軸(2~4個)排成一列的直徑18~25公厘多軸鑽床	主軸(2~4個)排成一列的直徑18~25公厘多軸快速行進鑽床	直徑18~25公厘單軸鑽床	
銑螺紋	中伏爾加機床工廠出產的562型半自動螺紋銑床			562型螺紋銑床或螺絲車床
熱處理(熱處理時須保護螺紋部分以防燒損)	—			
軸的校直及檢查	有彈簧頂針的壓力機(圖7)			
粗磨外圓	多砂輪式半自動外圓磨床;砂輪能夠自動進退的外圓磨床	哈里克夫斯克莫洛托夫工廠出產的3151型外圓磨床		萬能外圓磨床
磨花鍵	莫斯科磨床工廠出產的345型半自動花鍵磨床			
光磨軸頸	多砂輪式半自動外圓磨床;砂輪能夠自動進退的外圓磨床	哈里克夫斯克莫洛托夫工廠出產的外圓磨床		萬能外圓磨床
磨製螺紋(僅對於螺紋特別精確的軸有此需要)	莫斯科內圓磨床工廠仿照582型機床製造的半自動螺紋磨床			莫斯科內圓磨床工廠出產的 3ВНЦ582 型萬能螺紋磨床

車床,來代替 116 型車床。

光 軸

為了縮短車床的床身,在車製長達 1200 公厘的軸時,有時可以採用如下的辦法,即先將軸長的一半插在車床的空心主軸之內,再用卡盤或筒夾夾在預先磨好的中部軸頸上而將軸件夾緊;然後用車床尾架頂針把軸件的另一端架起來,這樣來進行加工。

光軸所用的原料,通常是精確的定徑棒料(精確度為 3 級的)。用這種原料的時候,工藝路線可歸納為下列的幾項工序:

為了避免在多刀車床和磨床上軸身彎曲,須採用中心架。但是應該注意,並不是在所有的多刀車床上都能够使用中心架。

1. 按照一定的長度切斷軸坯並做出倒稜。在大量生產方式中,對於長達 300 公厘的軸,這一工序可以在多軸自動切床上或在切斷車床上來完成。這種車床上,能够切斷較 300 公厘長得多的棒料。切斷工作也可以

在圓鋸床上來完成；在這種場合，倒稜須另外進行。

2. 依據生產方式，在多軸或單軸鑽床上進行鑽孔。
3. 銑鍵槽。
4. 熱處理。
5. 對於長度超過 300 公厘的軸，在熱處理後加以校直。
6. 在磨床工廠出產的 3180 型無心磨床上，磨製數遍。

非剛性軸

軸長對軸徑的比值大於 12 的軸，均屬非剛性軸。這種軸在多刀車床上進行加工是有困難的。當比值 $\frac{l}{d} = 12 \sim 15$ 時，還可以應用中心架勉強進行多刀加工。當 $\frac{l}{d} > 15$ 時，就祇能使用單刀加工法了。

爲了在萬能車床上使單刀車削加工過程自動化，

在機床上要裝設一種特殊的機構，這種機構能使我們藉助於沿着樣板滑動的滑銷，來進行軸件的外圓車削作業。

端面的銑削工序和鑽頂針孔，須在奧爾忠尼啓則工廠生產的 $\Phi 11-1$ 型和 $\Phi 11-2$ 型機床上進行。磨製工作，要在有中心架的外圓磨床上來進行。

銑花鍵時，須將軸的中部緊夾在筒夾內，並用尾架的頂針將長軸頂架起來。

銑鍵槽、鑽孔和進行其他工序時，可以採用剛性軸所用的同樣的機床。

校直作業，不僅在熱處理後要進行，而且在機械加工過程中也要進行。

參考文獻

1. Долматовский В. Г. А., Справочник технолога, Машгиз, 1944.
2. Чарико Д. В., Технология поточного производства станков, Машгиз, 1946.

重型軸的製造工藝

直徑超過 200 公厘和重量超過 1.0 公噸的軸，即屬於重型軸。在機械製造中所使用的重型軸，有階梯形的，凸緣式的和光面的。

階梯形的軸(圖 10)，主要是用之於汽輪機、透平壓氣機、礦山捲揚機和發電機等機器上。

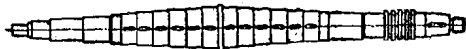


圖 10 階梯形軸。

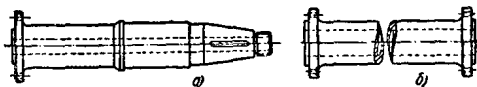


圖 11 凸緣式軸：

a——一面有凸緣的；b——兩面有凸緣的。

凸緣式軸(圖 11)，常在水輪機中遇到。由於這種機器的轉速較低，在傳送相當大的功率時，這種軸的直徑特別大(可達 1 公尺或大於 1 公尺)。這種軸通常製成空心的。

光軸，主要當做自原動機將運動傳至執行機構或機械的中間軸(傳動軸)來使用。

重型軸通常係由 30, 35 及 40 號碳鋼製成。在特殊的情況下，對於重型軸採用合金鋼(鎳鋼和鎳鉻鋼)。在重型軸的製造技術規範上規定著要進行化學分析和機械性質試驗；在個別的情況下，還要檢查金屬的宏觀組

織和微觀組織，以及用探傷器檢查金屬材料的缺陷。在各個加工階段上，軸件的表面，尚須加以外觀檢查，藉以找出材料表面的缺點，即巢孔、瑕疵、皮垢之類的缺陷。當進行化學分析和機械試驗時，要從坯料上的不同部位，順着金屬纖維或橫斷金屬纖維的走向，選取 8~10 份試樣；依據所得的結果算出平均數據，這樣，在判斷金屬質量時，就會減小偶然誤差。

試驗結果，要記載在軸件的檢查卡片或記錄簿中。

重型軸件的加工精確度，須依下列的基本要求來確定：a) 軸頸應當相當的圓，並應具有圓柱體的形狀；對於直徑為 800~1000 公厘的軸頸，其橢圓度及錐度應在 0.02~0.04 公厘範圍以內；軸頸如果不圓，就會造成機器運轉中的振動現象和不平穩現象，這對於渦輪機、發電機以及其他機械的工作會產生不良的影響；b) 軸頸應當具有同軸(線)性，容許偏心不得超過 0.01~0.02 公厘；c) 凸緣端面的脈動量，在長達 800 公厘的臂上，不應超過 0.02~0.04 公厘；如果這種偏差很大，就會使連接在一起的兩軸的軸心線發生相當大的曲折；d) 對正中心的軸肩，應當與“工作軸頸”同心，其偏差不得超過 0.03 公厘；e) 軸端凸緣的底面，應當很平，或略有凹陷，隆起的凸緣底面(接合面)是不許可的；f) 軸線的曲撓量，在每 1 公尺的長度上，至多不得超過 0.005~0.010 公厘(對於汽輪機)。

通常規定軸頸須按 2 級精確度進行加工。但是，軸

頸的實際直徑，一般都是採取與其接合機件(圓盤、工作輪、聯軸器等)試配的方法而獲得的。

軸頸長度公差，規定在 0.05~0.2 公厘範圍以內。在軸件的工作圖紙上，須採取從一條基準面上標註各部尺寸線的方式；在這種情況下，往往以階梯形軸中間較粗部分的軸肩，做為基線。

在表面的光潔方面，對於工作軸頸、圓根、對中軸肩和帶面，提出了更高的要求。

重型軸用的坯料，是在鍛工鏈和水壓機上用自由鍛造法製成的。

做鍛坯用的原始材料，是鋼錠(見第六卷第二章)。

鍛造完了以後，軸件應加以退火和正火。退火以後，可以消除金屬的內部應力(見第七卷第十一章)。

加熱方式及其延續時間，對於退火的結果，具有重大的影響。巨大的製件，如果加熱太快，則由於坯料溫度表裏不一，中心的溫度和表面的溫度，不可避免地要有一定的差別，這樣就會引起裂紋的產生。為了使整個斷面上的溫度分佈得相當均勻，就必須以每小時 60~75°C 的速度，並保持着階梯狀的加熱圖形，來進行加熱。在加熱的過程中，每經過 200°~300°C，要在恆定的溫度之下，保持 8~10 小時。然後使爐中的坯料在所要的退火溫度之下，保持 20~30 小時，以後再使坯料連同退火爐一起，慢慢地冷卻。對於重型軸件，全部的退火時間，要用 75~100 小時。

正火作業，能够提高金屬的機械性質(見第七卷第十一章)。在正火作業時，坯料的加熱程序，也像在退火時一樣，按照同樣的階梯狀加熱指示圖表來進行。

熱處理作業終了後，從軸件的一端或兩端，要切取一些試樣(樣本)，用它們製成標本，以供金屬的機械試驗之用。

重型軸件的鍛坯，先要經過一道粗車，粗車之後，就可以用肉眼或普通的放大鏡來檢查車完的表面，藉以查明隱藏在金屬內部的缺陷。這種粗車作業，須按照特殊的工作圖紙來執行，並須給以後的加工預先留出加工餘量。在大多數場合，鍛坯在粗車以後，尚須加以人工時化(人工時效)，藉以除去金屬材料的內部應力。在進行軸件的粗車及其以後的光車作業時，須留心觀察切屑的折斷情況。如果切屑的破折面或折斷情況不大正常，那麼，在這種場合，應當仔細地檢查這種折斷不正常的地方。如果發現有裂紋、瑕疵、渣雜或其他夾雜物，那麼，用途重要的軸就應當作廢。為了更全面地檢查金屬的質量，須用空心鑽，順着坯料的軸心線鑽出一段鋼芯。鑽出來的溝道的表面，用潛望儀加以檢查，

並用鑽出的鋼芯製成標本，以供機械試驗之用。

端面上沒有鑽出溝道的軸，應該依照下列的大綱來進行機械加工：

1. 在圓鋸床上按照規定的長度截齊軸的兩端。

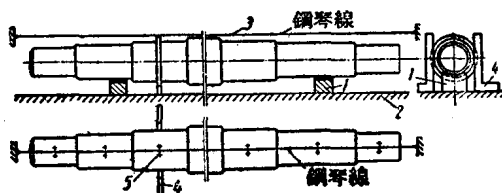


圖12 軸坯畫線作業(使用鋼琴線)。

2. 檢查軸坯及依據鋼琴線標記出中心孔(圖 12)。將鍛坯擺在劃線平台 2 上面的支座或 V 字鐵塊 1 上，並順着鍛坯的軸心線拉緊一條鋼琴線 3。把兩個角規 4 順序地貼靠在每個軸頸上，再自角規的內緣，取一段等於軸頸半徑的距離，在軸件的上部表面上，依次劃出兩點 5—5。此兩點之間的距離，等於軸頸徑向的實際加工餘量。在拉緊鋼琴線時，須注意的是，務必使軸上面的鋼琴線，恰好通過兩排 5—5 點的中間。如果鋼琴線無論怎樣佈置也不能從這兩排點子的中間通過，那麼，這就表明軸身有彎曲現象，或是加工餘量不足，否則就是軸頸有偏心現象。軸身的彎曲，可以在壓力機上或鍛工鏈上校直。依據固定了的鋼琴線的位置，利用角規，在軸件的兩個端面上畫出垂直刻線。把軸坯環繞着它的軸心線轉動 90° 角，重複畫線，這樣，再畫出第二條垂直刻線。兩條刻線的交點應做出標記，以供開鑽頂針孔之用。

3. 鑽頂針孔，是在臥式鑽床和搖臂鑽床(如果在鑽床旁邊有適當的豎坑的話)上進行的，也可以使用手提式的電鑽或風鑽來鑽孔。頂針孔的錐度角，一般採用 90° 的；因為在這種角度下，頂針特別耐用(圖 13)。通常僅有一個端面鑽頂針孔，因為在以後的車削加工中，軸件的另一端，是裝卡在卡盤的爪內的。

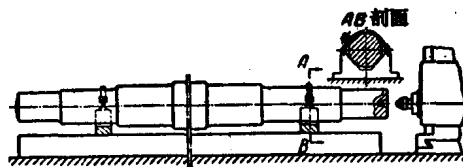


圖13 在臥式鑽床上鑽頂針孔。

4. 粗車、半光車及光車作業，在進行的時候，要在有兩個獨立刀架的機床上，把軸件裝卡好幾次。在第一次裝卡時，軸件的一端夾在四爪卡盤上，其另一端則頂在尾架的頂針上(圖 14)。利用畫線盤，根據畫出的刻

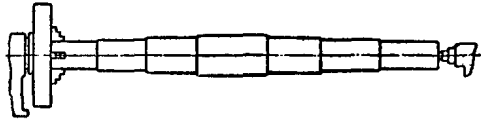


圖14 軸件裝在卡盤和頂針上的情況。

線來找正軸件的裝卡位置。爲了這種目的，應當預先把軸件朝着卡盤那一個端面上的刻線引到坯料的圓柱表面上。由於坯料的重量很大，所以夾持在頂針間的這種加工方法，祇能用來車削裝在中心架上的軸頸；這種中心架，在以後的加工當中，就當做基本支承使用（圖15）。如果坯料很長，那麼，沿着軸身還要另外裝設固定中心架。爲了車削夾在卡盤內的一段軸身，須將坯料掉過頭來，再把車完了的那段軸身夾在卡盤爪內，並用中心架把軸的另一端上的一段車光了的軸頸支住。在裝卡軸件時，須依據特別車製出來的並且經過找正的校準帶面，用指示規（千分錶）來檢驗軸的脈動量（圖16）。然後調整卡盤爪，藉以消除坯料的脈動現象。

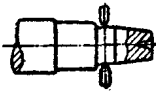


圖15 軸件裝在中心架上的情況。

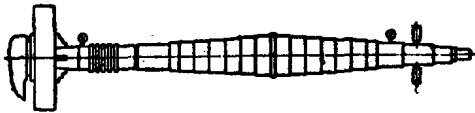


圖16 根據校準帶面使用指示規檢驗軸件的情形。

粗車時的吃刀深度約爲 10 公厘，或更深些；往往要進行數遍的車削，才能將加工餘量的一層全部車掉。對於光車作業，要留出 2~3 公厘的加工餘量。在執行這一工序的時候，應當特別注意到裝在中心架上的軸頸的圓柱體形狀是否充分的規則。往卡盤上裝卡軸的時候，卡盤爪不應當上得過緊。進行最後一次的軸頸車削作業時，往往使用寬刃車刀，其吃刀深度約達 0.1 公厘，每旋轉一轉的進給量約在 10~15 公厘的範圍以內。

5. 鍵槽的畫線和銑製作業，是在臥式鑽床（空心柱式的）上把軸放在 V 字鐵塊上來進行的。使用指示規，沿着軸件的表面母線，來找正軸的位置。給以後的鉗工試配作業，要留出 0.05 公厘以內的加工餘量。

6. 直徑達 250 公厘的軸頸的光整加工，要把軸裝在重型外圓磨床的頂針上來進行。頂針孔在車削加工完了以後應該加以檢查和修正。爲了獲得形狀正確的軸頸，鍵槽要用硬質木料或軟金屬（鉛、銅等）的小塊填塞起來。軸件的尺寸如果很大，則須藉助於木箍或卡環，夾住包在軸頸上的砂布，然後再在車床上來進行軸頸

的光整加工。在個別的情況下，軸頸的光整加工，可以使用軋壓法；爲了這種目的，採用超光加工法也很成功（以斯大林命名的新克拉馬脫爾工廠曾經用過此法）。

在最後的加工階段中，規定要完成決定於軸件結構特點的次要工序。在鉗工作業裏面，包括有：鍵槽的試配作業、倒角作業、飛邊的清除作業以及其他輔助性的工作。

軸頸形狀規則性及其同心度的檢查工作，要藉指示規之助，在車床上或 V 形鐵塊上來進行。軸頸的直徑，要使用有微動頂棒的鉗形卡規來測定。兩相隣軸頸的同心度，須使用特殊的〔指示規裝置〕在軸件固定不動的情況下（圖17）或是直接在機床上來進行檢查。

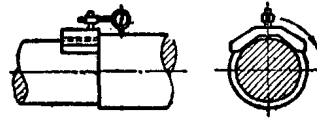


圖17 檢查軸頸同心度時使用的旋轉式指示規裝置。

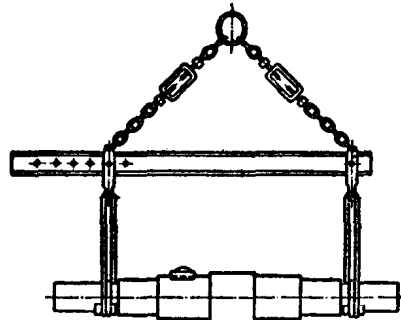


圖18 軸件的吊起及移動裝置。

軸件吊起時，須使用起重機和特別的提取裝置。這種提取裝置，須能依照水平儀把軸件安置在水平位置上（圖18）。

在搬運和儲藏軸件時，支承之間的距離應該這樣的來決定，即須儘量避免軸件在自重的影響之下發生彎曲。

凸緣軸的加工，也是依照前述的大綱和同樣的順序來進行。如果坯料端面上有鑽出的溝道，則不需要鑽頂針孔的工序，可只將溝道口徑鏜大，壓入一個有頂針孔的特種襯套。在這種軸上不需要銑鍵槽的工序，而只需要在凸緣上鑽孔。如果凸緣軸及其耦合（相連的）機件（如軸及工作輪等）的連接，需要用密塞式凸緣螺栓，則在鑽孔完了之後，須先將軸與耦合機件對在一起進行鉸孔，然後再把穿在各螺栓孔中的螺栓逐一打上標記。上述工序，須在臥式鑽床上按照畫出的刻線或按照

蓋板鑽模來完成。

在製造對偶軸的時候，先要用螺栓把它們擰在一起，然後再進行檢查，藉以確定軸心線可能的曲折度。檢查曲折度的時候，要拉一根鋼琴線，使之先與兩軸中的一根軸的母線平行，再用內卡規(圖 19)來測量第二根軸的母線至鋼琴線之間的距離；這樣，在一定長度上的兩個測量值 α_1 和 α_2 之差，就是所要求的曲折度。曲折度的檢查工作，要在兩個平面上來進行(按即第一次測完後，將軸沿着軸心線轉動 90° 角再檢查一次——譯者)。凸緣的平面，要用着色的精密尺來進行檢查。

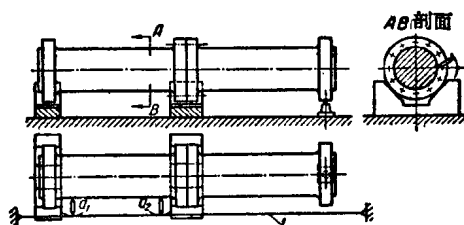


圖 19 用鋼琴線檢查兩根對偶軸的同軸心度。

參考文獻

1. Корсаков В. С. Технология производства паровых и водяных турбин, МВТУ, 1946.
2. Соколовский А. П., Основы технологии машиностроения, Машгиз, 1939.

滑動軸承襯筒及軸瓦的製造工藝

軸承襯筒及軸瓦在構造上的種類

襯筒和軸瓦所用的材料，見第二卷原書 634 頁。

型式最簡單的襯筒，通常都是直接壓入軸承外殼、機架、槓桿、連桿或其他機件之內(圖 20)，對於直徑不滿 100 公厘的軸頸，均稱適用；對於超過這種尺寸的軸頸，很少使用它。襯筒的長度對其直徑的比值，通常在 1.0~1.5 的範圍以內。筒壁的厚度，對於直徑自 10 至 100 公厘的襯筒，其變化範圍自 3.0 至 7.5 公厘。直徑較大的襯筒，要另外擰上一個頂絲把它固定起來(圖 21)。在起重運輸設備上所採用的插座式套筒，其特點是襯筒和凸緣構成一體(圖 22)。

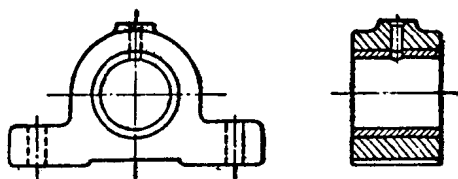


圖 20 壓在軸承外殼之內的襯筒。

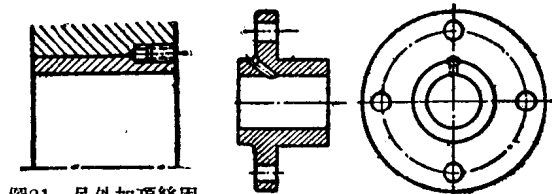


圖 21 另外加頂絲固定起來的襯筒。

圖 22 凸緣式襯筒。

直徑在 20~30 公厘以內的襯筒，有時用金屬板來做，就是將金屬板捲成圓筒形狀，並且留出一條縫隙(圖 23)。將襯筒塞入軸承外殼的圓孔中以後，通過襯筒

塞進去一根心軸，以便趕壓襯筒，然後用鉸孔法或薄薄削去一層的鏟孔法，來進行孔部的加工。

對於精密的金屬切削機床，都是使用淬過火的和磨製出來的鋼襯筒(圖 24)。孔部的錐體狀是為了可以調節間隙量的大小或補救磨損。為了壓入容易起見，襯筒一端的邊緣上要做出倒角。

對於金屬切削機床的主軸，採用分割式的錐狀襯筒，這種襯筒能够藉助於螺母 1 和 2 的擰鬆或上緊，來調節間隙量的大小(圖 25)。

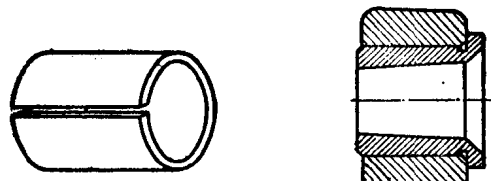


圖 23 金屬板捲成的襯筒。

圖 24 錐體軸頸用的襯筒。

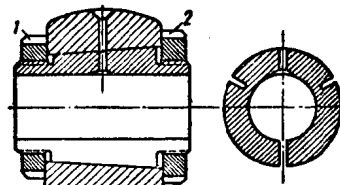


圖 25 分割式錐狀襯筒。

孔徑超過 20 公厘的鑄鐵或非淬火鋼製的襯筒，常常需要澆注減摩合金，同時，為了使合金澆注層很好地(牢固地)與襯筒銜接起見，在鑄鐵製襯筒的內部表面，要做出幾條燕尾狀的槽(圖 26)。合金澆注層的厚度，可以依照表 8 的數據來決定[14]。

在圖 27 中所示的襯筒，在它的滑動面上掛上了一個