

高等学校試用教材

汽車拖拉机制造工艺学

下 册

吉林工业大学机械制造工艺教研室編著



中国工业出版社

高等学校試用教材



汽車拖拉機制造工艺学

(下 册)

吉林工业大学机械制造工艺教研室編著

中国工业出版社

本书共分五篇。第一篇为总论，阐述汽车拖拉机制造工艺的基本原理；第二篇为汽车拖拉机零件各种表面的加工；第三篇为机床夹具，阐述汽车拖拉机生产所用夹具的基本设计知识及结构；第四篇为汽车拖拉机典型零件加工；第五篇为汽车拖拉机的装配工艺。

本书系由吉林工业大学机械制造工艺教研室于1961年编写。可供高等工业学校汽车拖拉机专业作为试用教材，故内容力求结合专业需要，并反映国内外（特别是国内）汽车拖拉机制造业最新科学技术的成就。

此外，本书尚可供汽车拖拉机制造厂有关技术人员参考之用。

汽车拖拉机制造工艺学

下册

吉林工业大学机械制造工艺教研室编著

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路10号）

（北京市书刊出版事业许可出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $22 \frac{1}{3}$ · 插页 1 · 字数 482,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数 0001—3,533 · 定价(10-6)2.70元

统一书号: 15165·806(农机-20)

目 录

(下 册)

第二篇 机器零件各种表面的加工方法

第一章 外旋转表面的加工	(1)
§1-1 概述	(1)
§1-2 轴类零件毛坯的准备加工	(2)
§1-3 在普通车床上加工外旋转表面	(6)
§1-4 成形旋转表面的加工	(8)
§1-5 外旋转表面的磨削加工	(22)
第二章 孔加工	(21)
§2-1 概述	(21)
§2-2 钻孔	(22)
§2-3 扩孔	(25)
§2-4 铰孔	(25)
§2-5 镗孔	(27)
§2-6 拉孔	(33)
§2-7 磨孔	(34)
§2-8 深孔加工	(36)
§2-9 孔系加工	(37)
第三章 平面加工	(42)
§3-1 概述	(42)
§3-2 车平面	(42)
§3-3 刨平面	(43)
§3-4 铣平面	(46)
§3-5 拉平面	(52)
§3-6 磨平面	(54)
第四章 光整加工	(57)
§4-1 精磨	(57)
§4-2 研磨	(59)
§4-3 珩磨 (超磨)	(62)
§4-4 超精研磨	(65)
§4-5 抛光	(70)
第五章 螺纹加工	(74)
§5-1 概述	(74)
§5-2 车削螺纹	(74)
§5-3 铣螺纹	(76)
§5-4 用丝锥、板牙、螺絲切头加工螺纹	(77)
§5-5 磨螺纹	(81)

§5-6	旋风铣螺紋	(82)
§5-7	滚压螺紋	(84)
第六章	在轉塔車床、自动車床、半自动車床、組合机床及 自动生产綫上的加工	(87)
§6-1	概述	(87)
§6-2	在轉塔車床上的加工	(87)
§6-3	在半自动車床与自动車床上的加工	(94)
§6-4	在組合机床上的加工	(103)
§6-5	在自动綫上的加工	(105)
第七章	齿面加工和花鍵加工	(112)
§7-1	概述	(112)
§7-2	仿形法加工圆柱齿輪	(112)
§7-3	展成法加工圆柱齿輪	(115)
§7-4	圆柱齿輪的光整加工	(122)
§7-5	圆柱齿輪的齿端加工	(131)
§7-6	圆锥齿輪的加工	(132)
§7-7	热軋齿輪	(137)
§7-8	蜗輪及蜗杆的加工	(140)
§7-9	花鍵連接的加工	(145)
第八章	特种加工工艺	(150)
§8-1	电加工	(150)
§8-2	超声波加工	(156)
§8-3	强化工艺	(160)
§8-4	平衡	(165)

第三篇 机床夹具

第一章	概論	(171)
§1-1	夹具的定义	(171)
§1-2	夹具的任务与功用	(171)
§1-3	夹具的分类	(173)
§1-4	夹具的組成	(173)
第二章	夹具元件	(174)
§2-1	定位元件	(174)
§2-2	夹紧裝置	(182)
§2-3	定位夹紧裝置	(190)
§2-4	夹具中的各种传动裝置	(193)
第三章	典型机床夹具	(198)
§3-1	钻床和镗床夹具	(198)
§3-2	銑床夹具	(212)
§3-3	車床夹具和圓錐床夹具	(214)

第四章 夾具的設計	(221)
§4-1 工藝設計和夾具設計.....	(221)
§4-2 選擇夾具結構所應滿足的條件.....	(221)
§4-3 夾具的設計方法.....	(222)

第四篇 汽車拖拉機典型零件的製造

第一章 活塞的製造	(225)
§1-1 汽車拖拉機活塞的結構特點及其技術要求.....	(225)
§1-2 汽車拖拉機活塞的材料和毛坯製造.....	(226)
§1-3 汽車拖拉機活塞的機械加工.....	(227)
§1-4 活塞各主要工序的加工.....	(229)
§1-5 活塞的檢驗.....	(237)
§1-6 活塞加工的自動化.....	(239)
第二章 曲軸的製造	(243)
§2-1 發動機曲軸的結構特點及其主要技術要求.....	(243)
§2-2 曲軸的材料和毛坯的製造.....	(244)
§2-3 曲軸的機械加工總論.....	(245)
§2-4 曲軸機械加工主要工序的分析.....	(249)
§2-5 曲軸的檢驗.....	(261)
第三章 齒輪的製造	(263)
§3-1 汽車和拖拉機齒輪的結構特點及其技術要求.....	(263)
§3-2 齒輪的毛坯.....	(264)
§3-3 齒輪的加工工藝過程.....	(266)
§3-4 切齒前的機械加工.....	(267)
§3-5 齒形加工.....	(273)
§3-6 齒輪的熱處理.....	(275)
§3-7 齒輪熱處理後的加工.....	(276)
§3-8 齒輪噪音問題.....	(278)
第四章 變速箱殼體的製造	(282)
§4-1 變速箱殼體的結構特點及其技術要求.....	(282)
§4-2 變速箱殼體的材料及毛坯製造.....	(283)
§4-3 變速箱殼體的機械加工過程.....	(284)
§4-4 變速箱殼體各主要工序的加工.....	(285)

第五篇 裝配工藝

第一章 裝配的基本概念	(297)
§1-1 裝配在機器製造中的地位 and 意義.....	(297)
§1-2 制品的裝配元件和組合方法.....	(297)
§1-3 裝配過程及裝配工藝過程的組成.....	(299)
§1-4 裝配的組織形式.....	(300)

第二章 装配精度	(302)
§2-1 完全互换法解尺寸链	(302)
§2-2 不完全互换法(概率法)解尺寸链	(303)
§2-3 分组互换法(选择装配法)	(305)
§2-4 修配法解尺寸链	(308)
§2-5 调整法解尺寸链	(309)
§2-6 装配中的技术检查	(310)
第三章 装配方法和装配工具	(315)
§3-1 装配中的各种联接	(315)
§3-2 固定的可拆联接的装配	(316)
§3-3 固定的不可拆联接的装配	(325)
§3-4 活动的可拆联接的装配	(331)
§3-5 活动的不可拆联接的装配	(335)
§3-6 装配过程中的修配工作和它的机械化	(336)
§3-7 汽车拖拉机的装配	(341)
第四章 装配工艺规程的设计	(350)
§4-1 设计装配工艺规程的原始资料	(350)
§4-2 装配工艺规程的内容	(350)
§4-3 编制装配工艺规程的步骤	(350)

第二篇 机器零件各种表面的加工方法

第一章 外旋轉表面加工

§ 1-1 概 述

在机器制造业中所遇到的零件，它们的形状是各种各样的，有的很简单，有的却很复杂，但是所有的零件都不外乎是由几种表面组合而成的。这些表面有简单的平面、圆柱面和比较复杂的表面，如锥面、球面、螺旋面、渐开线曲面（齿轮的齿）等。

在汽车拖拉机制造中，相当多的零件是旋转体。它们的外表面按照几何形状可以分成圆柱面、圆锥面和其它旋转成形面，其中主要的是外圆柱面。如果按照长度与直径的比例则可以分成轴类、套筒类、圆盘类和圆环类等零件，则其中主要的是轴类零件。

外圆柱表面轴类零件的技术条件通常包括下列各项要求：

1. 加工表面本身的精度及光洁度：

- 1) 尺寸精度，包括直径和长度的尺寸偏差；
- 2) 几何形状精度，包括椭圆度、多边形、腰鼓形、鞍形、轴线弯曲度和锥度等；
- 3) 表面光洁度。

2. 表面相互位置精度：

- 1) 一些圆柱表面对另一些圆柱表面的不同心度；
- 2) 端面的不垂直度；
- 3) 表面沿轴长方向上的位置精度。

根据精度和光洁度方面的技术要求，外圆柱表面可以分为四类：

1. 特别精确的表面，精度为1级，表面光洁度为 $\nabla\nabla\nabla 9 \sim \nabla\nabla\nabla 10$ 。
2. 精确的表面，精度为2级，表面光洁度为 $\nabla\nabla\nabla 7 \sim \nabla\nabla\nabla 9$ 。
3. 中等精确的表面，精度为3~4级，表面光洁度为 $\nabla\nabla 4 \sim \nabla\nabla 6$ 。
4. 低等精确的表面，精度为5级或低于5级，表面光洁度为 $\nabla 1 \sim \nabla 3$ 。

低等精确的表面在粗车后就可以得到。

要得到中等精确的表面，要先粗车然后精车。对3级精度的表面，如果光洁度的要求较高，有时还需要磨一次（3级精度的短圆柱面，有时只车一次就可以）。

精确的表面在粗车、精车后，要进行粗磨和精磨。如果对表面光洁度要求较高时，有时最后还应进行抛光、研磨或超精加工。

特别精确的表面，在粗车、精车、粗磨、精磨后，还要进行细磨，更高的表面光洁度就必须用抛光、研磨或超精加工方法来得到。如果不用磨的方法也可以用细车（金剛

車) 來代替, 這特別是在加工精度要求很高的有色合金零件時, 最好用細車 (金剛車) 來代替磨削。

車和磨是加工軸的外圓柱面的主要加工方法。

圖1—1所示為外圓柱面的加工順序。這是按照直徑精度和表面光潔度的要求及根據正常的加工余量和公差而定的, 可以作為選擇加工方法時的參考。

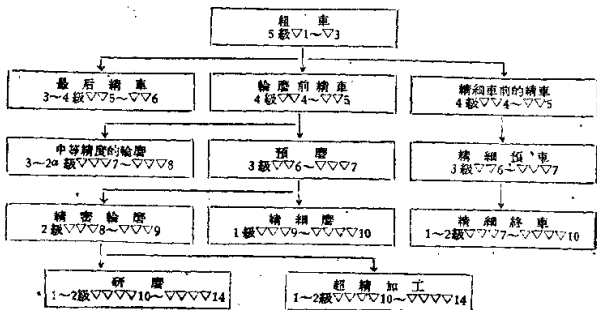


圖 1—1 各種精度的外圓柱面的加工順序

§ 1—2 軸類零件毛坯的準備加工

一、軸類零件的毛坯

軸類零件的毛坯, 根據生產類型和零件尺寸可以採用下列類型的毛坯種類:

1. 型材

- 1) 圓棒料 (普通精度和較高精度的);
- 2) 特別形狀斷面的周期性型材。

2. 鍛造毛坯

- 1) 自由鍛;
- 2) 模鍛;
- 3) 平鍛。

3. 鑄造毛坯

一般來說, 圓棒料及鍛造毛坯是軸類零件毛坯的主要形式。在單件或成批生產中, 製造小直徑和中等直徑的光滑軸 (直徑不超過150毫米, 在個別情況下可以到200毫米), 以及在大量生產中, 製造小直徑的光滑軸時, 採用棒料毛坯; 自由鍛造的毛坯用在單件或小批生產中製造大型的軸 (如汽車拖拉機發動機上的曲軸); 模鍛和平鍛在成批和大

量生产中广泛地用在制造阶梯轴或外形复杂的轴（如汽车的曲轴、凸轮轴）。但是在大量生产中，已经开始用周期性的辗压料以代替模锻毛坯来制造阶梯轴或外形复杂的轴。

在汽车拖拉机制造业中，目前已有趋势采用特殊牌号的高强度铸铁毛坯来代替外形复杂的轴（曲轴、凸轮轴）的模锻毛坯。这样可以大大地降低机械加工的劳动量。

二、轴类零件毛坯的准备加工

轴类零件的毛坯在进行机械加工前或开始加工时首先要进行准备加工。对于棒料毛坯，主要的工序有矫直、切断、加工端面和钻顶针孔，对于件料毛坯主要的就是加工端面和钻顶针孔，这些准备工序对于单件及成批生产的条料毛坯一般是在准备工部内进行。对于大量生产的件料毛坯，大多数在流水线的第一道工序上加工（如曲轴、凸轮轴、变速箱轴等）。

1. 校 直

送入工厂的条料很长，一般有4~9米长，有时会产生弯曲，直径不准和表面不光。为了消除弯曲，保证准确的直径和光滑表面，条料毛坯必须经过矫直和定径。这对于在转塔车床或自动机上应用的条料尤其重要。因为如果不消除弯曲，保证准确的直径和光滑表面，就不能保证送料方便，装夹可靠和加工余量均匀。

φ15~80毫米的长条料，一般可以在389型矫直定径机床上进行。

轴类零件毛坯的（主要是锻件）矫直也很需要，它可以在机械加工前矫直（一般是在毛坯热处理后在毛坯车间内进行），也可以在机械加工过程中进行矫直。件料毛坯的矫直通常都是应用手动的、磨擦的或液动压床上进行，但其原理均相同。将毛坯装到顶针间或两个V型块上，使其转动，用千分表测定弯曲的大小和方向，然后移动刚性顶块使毛坯向反方向弯曲。

在单件小批生产中主要用手动压床，而在大量生产中主要用的是液动压床。

2. 切 断（下料）

为了得到单个轴类零件的毛坯，必须将长条料按需要长度切断。切断可以有許多方法：1）动力弓锯；2）圆片锯；3）带锯；4）电磨擦锯；5）磨盘锯；6）切断机床；7）压床和8）剪床等。

在单件小批生产中主要用动力弓锯。因为它的优点是锯口窄、省料，机床结构简单便宜，看管容易，但生产率低，所以只适用于单件小批生产。

在大量大批生产中主要是用圆盘锯，它的优点是连续工作，生产率高，能切断各种断面的条料。但缺点是锯口宽，浪费金属且切断处的表面不光。

在普通车床或切断车床上利用车刀切断；在单件小批生产中应用也很广泛。普通切断车刀的优点是刀具结构简单、成本低，但由于切断刀头都较窄，工作部分长度短，又是不自由切削，切削条件差，切削力大，摩擦大，传热差，排屑困难，刀尖角易磨损，降低了刀具耐用度。为了提高刀具耐用度，只好用低的切削速度和小的送进量（一般

$s=0.03\sim 0.05$ 毫米/轉時， v 不大于 $30\sim 40$ 米/分），生產率很低。為了提高切斷的勞動生產率，可以採用硬質合金切斷刀，但當 $s=0.05$ 毫米/轉， $v=40$ 米/分時，生產率提高的仍不多。蘇聯車工庫索夫金（Кузовкин）改進刀具幾何形狀，創造了一種新型切斷刀，大大提高了勞動生產率。

3. 加工端面和鑽頂針孔

軸類零件的外圓表面大多是在車床上進行車削，加工前必須準備好基準，也就是必須先鑽頂針孔。

切斷後棒料的端面以及自由鍛件和具有拔模斜度的模鍛件的端面，往往粗糙不平，如果立即鑽頂針孔，會使中心鑽偏移或損壞，所以在鑽頂針孔前一般先加工端面。

在單件和成批生產中，端面的加工與鑽頂針孔是分別進行的，端面往往在普通車床或轉塔車床上加工；在大量生產中端面和頂針孔的加工往往是在同一機床上進行，加工端面主要是用銼削的方法。

在機械加工中所用頂針孔的形狀和尺寸有標準規定（如表1—1），根據蘇聯OCT—3725的規定，頂針孔可以分成以下幾種型式：1）普通的（圖1—2，A型）用得最多；2）有 120° 保護錐面的（圖1—2，B型），這種頂針孔的附加錐面可以使頂針孔支承面避免受到意外的損傷，並且在端面加工後不會縮短支承面；3）有螺紋的，這種頂針孔在長途運輸時可以先擰入一個螺釘來保護頂針孔的支承面，一般用得很少。

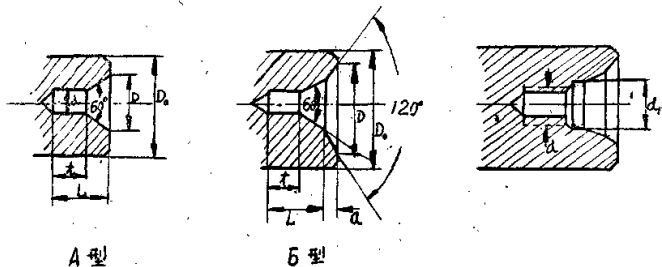


圖 1—2 各種型式的頂針孔

軸的加工精度在很大程度上決定於頂針孔的準確性，因此，必須對頂針孔提出如下要求：

一、頂針孔必須是軸的可靠支承。因作用於其上的力不僅有軸本身的重量，而且還有切削力。因此，頂針孔應有足够的尺寸；錐度應與車床頂針的錐度相符，否則會使頂針孔和機床頂針很快就損壞。

二、兩端的頂針孔應在同一軸線上。如果做出圖1~3所示的頂針孔，那末它將只以一邊工作，孔的表面容易變形和磨損，並且在加工過程中，逐漸擴大。在加工工件上的各個表面時，工件將是繞着時時在變動的軸線旋轉，加工出的各個表面就不同心。

表 1-1 頂針孔的标准尺寸

毛坯最大直径 (毫米)	d	D	T	J	毛坯两端輪頸最小直径I。
2—3	0.5	1.0	1.0	0.5	2.0
3—5	0.7	2.0	2.0	1.0	3.5
5—8	1.0	2.5	2.5	1.2	4.0
8—12	1.5	4.0	4.0	1.8	6.5
12—20	2.0	5.0	5.0	2.4	8.0
20—30	2.5	6.0	6.0	3.0	10.0
30—50	3.0	7.5	7.5	3.6	12.0
50—80	4.0	10.0	10.0	4.8	15.0
80—120	5.0	12.6	12.5	6.0	20.0
120—180	6.0	15.0	15.0	7.2	25.0
180—300	8.0	20.0	20.0	9.6	30.0
300以上	12.0	30.0	30.0	14.0	42.0



图 1-8 頂針孔不准時頂針和頂針孔的相对位置

三、頂針孔的位置應該保證工件加工余量均勻。不然的話，加工時工件和機床的變形將是變化的，結果加工出的軸就不圓。當頂針孔的位置不很正確時，軸上某些地方的加工余量就可能很小，甚至在車外圓後還有黑皮沒有車去。

若毛坯是直的，頂針孔的中心應與端面中心相重合。一般在棒料毛坯上打頂針孔時，若操作細心，其與端面相重合的精度實際可達0.3~0.8毫米（視棒料直徑而定）。

四、同一批毛坯兩端的頂針孔間的距离應保持相等（圖1-4），否則在按長度調整好尺寸的機床上加工時，由於毛坯的軸向位置不同，將難以保證軸的兩端面以及凸肩間尺寸一致，軸的端面及凸肩的加工余量也可能太小，甚至因軸向移動太大以致右端沒有加工余量。

頂針孔的加工應根據不同生產規模而採取不同的方法。

在單件小批生產中，頂針孔主要是在鉗床（台鉗，立鉗）和普通車床上加工。這時，通常用複合中心鉗頂針孔。用這種鉗頭能在一次走刀中得到圓柱孔和錐面，但也可以先用普通鉗頭和錐形鉗錐作出。在鉗床上和車床上加工，需要分兩次來安裝，因二次都是用粗基準，所以精度不高，在鉗床上鉗頂針孔常常需要定出頂針孔位置。這可以採用圖

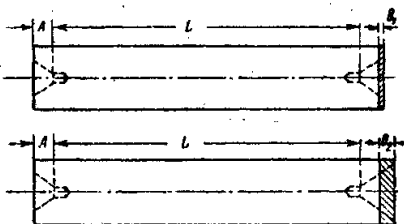


图 1-4 同批零件的頂針孔的軸向距离必須相等

1-4 同批零件的頂針孔的軸向距离必須相等

規或定心器用兩線法定出(圖1—5)。由於畫線和安裝費時很多，且切削用量不高，所以鉗床和車床上加工頂針孔的生產率低。

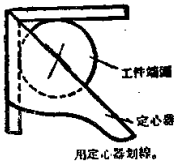


圖1—5 用定心器畫線

在成批大量生產中，必須採用高生產率和保證高精度的加工方法。這可以在雙邊鉗頂針孔機床上(如283型)或雙邊銑鉗頂針孔機床(如481, 4815型)上同時進行端面和頂針孔的加工，這時常用複合中心鉗刀具。

雙邊鉗頂針孔機床的工作情況如圖1—6所示。由於這種機床能迅速調整以適應各種尺寸的毛坯，所以它不僅在大量和大批生產中使用，而且也適用於小批生產。在這種機床上同時從兩端來鉗頂針孔，不僅可以提高生產率；而且也能使頂針孔的位置正確。

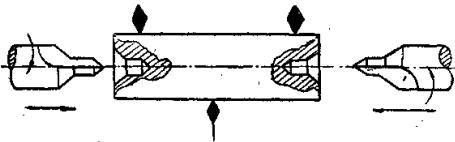


圖1—6 雙邊鉗頂針孔

雙邊銑鉗頂針孔機床(481型)的工作情況見第一篇圖1—4。機床上有兩個刀座，每個刀座上有兩個轉軸，分別安裝銑刀和中心鉗。機床是按半自動循環工作的，毛坯在一次安裝後先在一个工位上銑好端面，然後移動到另一個工位鉗出頂針孔。這樣就能保證頂針孔的軸線與端面垂直，並且達到很高的生產率。

在這種機床上加工時，毛坯都安裝在兩個自動定心的V形塊上，以保證對中。此外，在軸向上應有定位，以保證銑削余量均勻。

雙邊銑鉗頂針孔的專用機床在大量生產汽車曲軸、凸輪軸、變速箱軸上已得到廣泛的應用。它們的型號為MP—73和MP—71，是液壓驅動的，它們的工作特點是刀具(刀架)移動而工件不動。

§1—3 在普通車床上加工外旋轉表面

如前所述，相當多的機器零件具有外圓表面；而車削是外圓表面加工的主要方法之一。因此，在一般的機械加工車間里車床要占到機床總數的25~50%。車床的種類較多，這裡只討論在普通車床上加工的問題。普通車床多半用在單件或成批生產中。工件在車床上加工時一般是用頂針孔、外圓或內孔定位，裝夾在頂針間、卡盤上或夾頭里。在加工剛度較差的軸時，常用中心架等裝置(這時必須保證中心架與工件的同心性)提高工件的剛度，減少振動和變形，提高生產率和加工質量。

車削加工可以是工件精加工的准备工序，也可以是工件的最后加工工序，一般要求車削加工最高達到下列技術要求：

1. 直径（尺寸）精度为3级左右；
2. 几何形状精度；
 - 1) 椭圆度——在300毫米长度上不大于0.03毫米；
 - 2) 锥度不大于0.08毫米。
3. 表面光洁度为 $\nabla\nabla 4 \sim \nabla\nabla 6$ 。

进一步提高車削加工质量在技术上是完全可能的。但是，必须分析在給定的生产条件下是否合理。

由于車床占机床总数的比例较大，因此提高車床加工的生产率有很大意义。提高車削加工生产率的根本方法是：

一、縮短机动时间和輔助时间

1. 縮短机动时间：必须合理地选择切削用量，即根据机床功率、强度、刚度和刀具耐用度来确定合理的切削用量。

1) 增大送进量关系到下列因素：

(1) 表面光洁度低，可以采用寬刃車刀来弥补，大送进切削之所以可能是因为成功地采用了寬刃車刀。

(2) 工艺系統弹性变形大，可以改变工件的装夹方式或采取其他增强工艺系統刚度的措施来弥补。

2) 增加切削速度，即采用高速切削法，这与下列因素有关：

(1) 刀具耐用度：选用合理的几何参数，改用硬質合金及陶瓷刀具提高耐用度。

(2) 机床功率：改装机床提高功率以适应高速切削。

(3) 机床振动：采用消振器及其它消振装置的措施。

3) 提高毛坯质量，使加工余量最小而且均匀，从而减少走刀次数。采用多刀加工减小走刀长度。

2. 縮短輔助时间：在减少机动时间的同时必须减少輔助时间，否則輔助时间相应增加而生产率提高的还是不多。

采用先进的快动夹具是减少輔助时间的方法之一。

提高机械化自动化水平是綜合地縮短机动时间和輔助时间提高生产率的主要途径。

下面討論一下在車床上的光整加工的問題。

在車床上进行光整加工即所謂細車，系指在車床上应用小的切削深度及送进量和很高的切削速度进行加工，由此得到較高的精度及很好的表面光洁度。

应用的刀具，最初常用金剛石車刀，因刀具較貴，現在多用T30K4和T60K6硬質合金刀来代替。加工精度可达1级~2级，表面光洁度可达 $\nabla\nabla\nabla 7 \sim \nabla\nabla\nabla\nabla 10$ ，对有色金属加工尤其好。

其加工特点为：

1. 切削力极小，因 $r < 0.1$ 毫米， $t < 0.15$ 毫米，切削面积很小：

$$A = 0.1 \times 0.1 = 0.01 \text{ 毫米}^2;$$

$P_y \approx 0.5 \sim 1$ 公斤,

所以径向误差很小。

2. 速度的影响: 因切削厚度 a 很小, 而刀具不可能绝对尖, 速度小时, 则无法切入, 刀具在工件表面上打滑。速度较高时, 则可切入, 且速度愈高切削厚度可愈小。在高速下, $a \approx \frac{1}{8} R$ 相当薄。一般应用的速度为 $v > 100$ 米/分。

3. 进进量的影响: s 愈小则残留面积愈小, 因为 $h = \frac{S^2}{8r}$ 。

細車所得的表面不平度 $\sigma_{cx} = 1 \sim 1.5$ 微米, 故加工表面质量很好。

4. 生产率较高, 細車可以比外圆纵磨生产率高, 因其速度可相当高。故这种方法可代替一般的粗磨。一般机床只要提高转速即可。一般转速为 $n = 1500 \sim 5000$ 转/分。

5. 切削用量的选择是按表面光洁度的要求决定的。 s 愈小和 v 愈高, 所得的光洁度就愈高。

6. 用金刚石車刀时可加冷却液, 其主要作用是冲走切屑, 但冷却液要很均匀, 否则, 切削因温度的变化可能引起脆裂。

細車的切削用量如下: $n = 1500 \sim 5000$ 转/分; $v = 100 \sim 300$ 米/分; $s = 0.01 \sim 0.1$ 毫米/转; $r \leq 0.15$ 毫米。

要求机床刚度要好, 振动很小。同时对工件及刀具的安装要保证精确可靠并且要求刀具表面要很好的研磨过。

§ 1—4 成形旋轉表面的加工

汽車上有些軸类零件的表面不仅是由普通的圆柱表面或简单的旋轉体成形面——圓錐面所組成, 而且有时也由复杂的旋轉体成形面組成如汽車上的球面蜗杆及球头销等。此外, 也有一些軸类零件, 如凸輪軸的凸輪表面是由直綫成形面所組成的。

复杂旋轉体成形面的加工, 主要是在車床类机床上进行, 根据工件的大小、形状和生产条件, 这种成形面可以用下面方法加工: 1) 用画綫法加工; 2) 用成形車刀加工; 3) 在普通机床上使用靠模装置加工; 4) 在靠模机床上加工。

在单件生产时, 对表面精度不高的工件, 有时可在車床上按照画綫加工, 加工过程如下:

1. 在某一金属板上或者就在一张紙上画出需要的表面輪廓綫;

2. 把金属板 (或貼有圖紙的薄板) 固定在机床的后部 (图1—7);

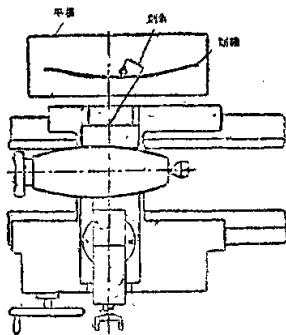


图 1—7 按画綫法車制成型面

3. 在走刀架上裝一根由金屬絲做的尖頭划針，加工開始時把划針尖（用手彎成）和板上的曲綫起點相接觸；

4. 用心操縱橫向送進（如果縱向是自動送進，則只須用手操縱橫向送進），工人必須注意划針尖端沿着所划的表面輪廓綫移動。用這種方法所得到的加工精度不高，主要決定於工人的技術水平。表面車出後，用樣板檢驗，必要時需用銼刀或砂布進行修光。這種加工方法的生产率也是不高的。

為了提高生产率，成形面長度不大的工件，可用成形車刀來加工。這時通常都使用徑向送進的圓形成形車刀和稜形成形車刀。

這兩種車刀，以圓形成形車刀應用得最廣泛，因為這種車刀製造簡單，重磨次數較多；但稜形成形車刀所產生的雙曲綫誤差小而剛度大，緊面也可靠，故多用作加工較寬的成形面。此外，可用來加工成形面的還有切向送進成形車刀。這種刀具的工作特點與徑向送進成形車刀不同。它的整個切刃輪流依次切削，系逐步切入，切削力變化小些，故宜於用在機床——工件——刀具工藝系統剛度差時或加工長的成形工件。由於這種刀具在機床上調整複雜，所以一般很少應用。

用寬刃徑向送進成形車刀加工時，由於切刃切至最後時全部參加工作，工件受到相當大的徑向切削力。所以能用寬刃車刀車削的成形表面的長度，要由工件的剛度而定，一般寬度大於40~50毫米的成形車刀很少採用。但是當整個工藝系統的剛度特別高時，可以使用寬達100毫米，甚至150毫米的成形車刀。

在車床上加工成形面時，通常都作為一個單獨的工序進行，面在轉塔車床和自動車床上車削成形表面時則作為工序中的一個工步。用成形車刀加工時，應注意盡量減輕車刀的工作負荷，因此在加工成形面以前，應先用普通車刀進行粗加工，以減少成形車刀各部分加工余量的不均勻。

為了防止振動，並避免工件變形和車刀過度磨損，加工時一般切削速度較低，送進量也不大（ $s=0.01\sim 0.08$ 毫米/轉）。雖然如此，但由於成形車刀的工作行程短，所以仍然可以得到很高的生产率。

對於剛度不大的工件，有時可將寬的加工面分為兩段，用兩把車刀在不同的工步中完成，但也應注意使用中心架的可能性。

成形車刀製造比較複雜，成本較高，故一般適用於大量大批生產中。對於較長而形狀複雜的成形面，不宜於用成形車刀。所以一般在成批生產中多用靠模裝置加工較長的成形面。

靠模裝置的結構形式很多，但是它們的工作原理都是一樣的。在機床上裝上靠模裝置，由靠模裝置的補充送進和機床自動送進綜合起來，保證加工成形面所需的刀具與工件間的相對運動（圖1—8）。

圖1—8, a 所示為用單邊靠模進行車削的情形。滾子由重錘作用與靠模靠緊（也可用彈簧），圖1—8, b 所示為使用雙邊靠模進行車削的情況。刀架的縱向移動由手動或機動，橫向移動則由靠模而得。重錘或彈簧的力量應能承受切削力，但不應太大，否則將使靠模磨損加快。

雙邊靠模有兩條曲邊，滾子就在其間以最小間隙移動。這種靠模只在繁重工作中採

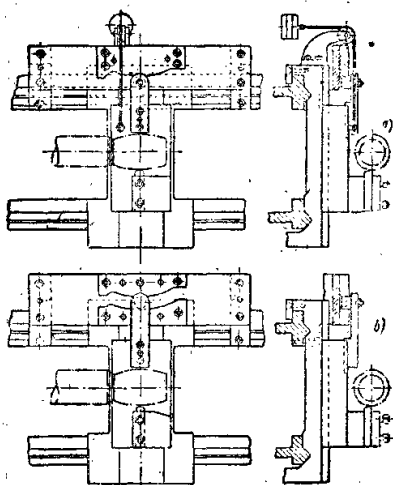


图 1—8 单边与双边靠模车削

能够保证控制横刀架的活塞上下的压力不变。在这种情况下，从连续工作的油泵里压出的液体将经过溢流阀 K 流回油箱。

当刀架继续沿纵向移动时，即加工工件上的锥面时，触销就被迫绕着轴线转动，滑阀也被迫向上移动，这时候滑阀箱中的节流阀就被打开。这样就使液体经过滑阀箱流到油箱里去，横刀架活塞下面较高的压力迫使刀架和车刀一起向上移动，而车出锥面。

液压跟踪装置的优点是使靠模不直接和滚子或刀具相碰（即二者不直接发生关系），故接触处压力小，靠模不易磨损。此外由于不是用滚轮与靠模接触，而是用触销，所以接触点很小，这就可以加工形状更加复杂的成形表面。液压跟踪装置的主要缺点是必须要有可靠的滤油器，因为污油会使滑阀中的节流孔淤塞，结果横刀架活塞上下的压力就不能保持一定的比例。

在大量生产加工时，就往往采用专用的靠模车床，如汽车凸轮轴的凸轮即在1893型特种车凸轮靠模的机床上进行。靠模轴线是和工件轴线平行的，如图1-10所示。这种机床有几个刀架，可以同时加工轴上所有凸轮的外形。每个刀架各由一个靠模2操纵补充送进。车刀装在四连杆上，由凸轮3摆动车刀1，使车刀在凸轮外形各部分在车削过程中保持一定的切削角度。弹簧4使刀架压向靠模2。图1-11是这种刀架结构图。

用，其成本要比单边靠模贵。

使用机械式靠模装置的优点是，能利用普通车床来加工成形表面，但由于滚子及靠模受切削力易磨损，所以加工精度不高，且不能加工表面形状较复杂的零件。

为了解决在普通车床上使用靠模装置容易磨损和加工表面形状较复杂的零件，可以使用液压跟踪装置，图1—9所示即为KCT—1液压靠模跟踪装置的原理图。从这个图上可知，当刀架作纵向移动时，一直与靠模板工作表面保持接触的触销位置角度就发生变化。

触销绕轴线的转动带动了控制液体流量的滑阀，在车削工件上水平的一段时滑阀是把滑阀箱中的节流孔完全关闭的，这样能