

机械制造工艺

一九七六年三月

前 言

在“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线和“鞍钢宪法”的指引下，经过无产阶级文化大革命，我国机械工业突飞猛进地发展，机械工业产品绝大部分都能自给，并为国民经济各部门提供了成套机械设备，建立了自己的工业体系，为在本世纪内，全面实现农业、工业、国防和科学现代化打下了一定的基础。

为了适应国民经济发展的良好形势和教育革命的需要，遵照毛主席关于“教材要彻底改革”的指示，我们本着自愿参加，相互协作的精神，共同编写了“机械制造工艺学”。

随着批林批孔运动普及、深入、持久地发展，编写组的同志在各院校党委领导下，认真学习了无产阶级专政理论，以及毛主席关于教育革命的一系列光辉指示。按着开门编书和群众编书的精神，分别到一些工厂和学校进行了调查研究，吸取了生产实践经验和兄弟院校编写教材的经验，在集体讨论确定教材的指导思想和编写大纲的基础上，各院校分头进行了教材的编写工作。最后经过集体审稿，并由内蒙古工学院通稿而定。

“就人类认识运动的秩序说来，总是由认识个别的和特殊的事物，逐步地扩大到认识一般的事物。从感性认识上升到理性认识。”本教材按照认识论的观点，在体系上做了一些改革，即装配工艺——典型零件的加工——基础理论——夹具设计。

装配和典型零件加工部分，应当在生产实践中以典型产品组织教学，然后再总结关于工艺流程设计和质量分析等基础理论。这样的体系比较符合从感性到理性，从特殊到一般的认识规律，有助于培养学员分析问题和解决问题的能力。在典型零件加工部分，选编了几种不同类型的零件，以适应各院校因地制宜的选择不同的典型产品，使本教材既具有通用性，又具有一定的灵活性。为了适应机械工业生产发展的需要，还编入了“气缸盖加工自动线”一章。

“机械制造工艺学”所研究的中心问题，是如何保证产品的设计要求。一方面要保证产品质量；另一方面要考虑生产率和经济性问题。要正确处理质量、生产率和经济性三者的辩证关系，努力做到优质、高产、低消耗。机械制造工艺学是以机械制造中的工艺问题为研究对象的一门课程，而工艺问题的涉及面较广，本课程只讨论机械加工工艺和装配工艺问题。

本教材是在四院校完成第一稿的基础上，总结在教学使用中提出的意见，进一步由太原工学院、郑州工学院、河北工学院、河北矿冶学院、陕西机械学院、黑龙江工学院和内蒙古工学院协作编写，并有工农兵学员参加了部分章节的编写工作。广西大学、内蒙古工业学校和大同齿轮厂参加了审稿工作，并提出了许多宝贵意见。

由于我们的政治和业务水平有限，教材中必然存在着缺点和错误，希望读者提出宝贵意见。本书由河北工学院负责印刷出版。

“机械制造工艺学”编写组

1975年9月

毛主席語錄

教育必須为无产階級政治服务，必須同生产劳动相結合。劳动人民要知識化，知識分子要劳动化。

一九五八年的一次讲话

大学还是要办的，我这里主要說的是理工科；学还要办，但学制要縮短，教育要革命，要无产階級政治挂帅，走上海机床厂从工人中培养技术人員的道路。要从有实践經驗的工人农民中間选拔学生，到学校学几年以后，又回到生产实践中去。

摘自一九六八年七月二十二日《人

民日报》

目 录

基本概念.....	(1)
-----------	-----

第一部分 机械制造工艺

第一章 装配工艺	(7)
§ 1. 装配技术条件的保证.....	(7)
§ 2. 装配尺寸链.....	(11)
§ 3. 装配方法.....	(16)
§ 4. 计算装配尺寸链时要考虑的一些影响因素.....	(26)
§ 5. 装配工艺及调试举例.....	(28)
§ 6. 装配工艺规程的编制.....	(30)
§ 7. 装配的组织形式.....	(31)
第二章 主轴加工	(33)
§ 1. 主轴的功用和分类.....	(33)
§ 2. 主轴的技术条件分析.....	(33)
§ 3. 主轴的毛坯.....	(35)
§ 4. 普通机床主轴加工工艺.....	(36)
§ 5. 主要工序中几个工艺问题.....	(48)
§ 6. 主轴的检验.....	(66)
第三章 箱体加工	(68)
§ 1. 箱体类零件和主要技术条件.....	(68)
§ 2. 毛坯及其余量.....	(69)
§ 3. 工艺过程及其分析.....	(70)
§ 4. 箱体的检验.....	(90)
第四章 丝杠加工	(98)
§ 1. 丝杠的特点及主要技术要求.....	(98)

§ 2. 丝杠加工.....	(102)
§ 3. 精密丝杠加工.....	(116)
§ 4. 丝杠的检验.....	(119)
§ 5. 冷轧丝杠介绍.....	(121)
第五章 连杆加工.....	(125)
§ 1. 连杆的结构特点和主要技术要求.....	(125)
§ 2. 连杆的材料及毛坯制造方法.....	(127)
§ 3. 连杆的机械加工工艺流程.....	(129)
§ 4. 连杆机械加工主要工序的分析.....	(133)
§ 5. 连杆的检验.....	(147)
第六章 气缸盖加工自动线.....	(150)
§ 1. 自动线的基本概念.....	(150)
§ 2. 自动线的设计内容的步骤.....	(151)
§ 3. 气缸盖加工自动线的总体设计.....	(152)
§ 4. 国内外组合机床自动线最近几年的发展趋向.....	(173)
§ 5. 气缸盖加工自动线中主要部件的结构.....	(176)
第七章 工艺规程制定.....	(183)
§ 1. 制定工艺规程的指导思想及步骤.....	(183)
§ 2. 对加工零件的工艺分析.....	(184)
§ 3. 毛坯选择.....	(186)
§ 4. 定位基准的选择.....	(188)
§ 5. 工艺路线的确定.....	(192)
§ 6. 确定加工余量, 工序尺寸及其公差.....	(195)
§ 7. 提高劳动生产率的途径.....	(201)
第八章 机械加工精度.....	(209)
§ 1. 零件的三种精度.....	(209)
§ 2. 影响机械加工精度的因素及提高加工精度的相应措施.....	(209)
§ 3. 机械加工精度的综合分析.....	(223)

第九章 机械加工过程中振动对表面质量的影响	(237)
§ 1. 表面质量的基本概念.....	(237)
§ 2. 振动对表面质量的影响.....	(238)
§ 3. 机械加工过程中的振动.....	(240)
§ 4. 消除振动的方法和途径.....	(246)

第二部分 机床夹具设计

第十章 基本概念	(259)
§ 1. 夹具的作用与分类.....	(261)
§ 2. 夹具的组成.....	(264)
第十一章 定位原理及定位元件	(265)
§ 1. 六点定则.....	(265)
§ 2. 工件以一个表面定位.....	(268)
§ 3. 工件以一组表面定位.....	(279)
§ 4. 定位计算误差.....	(283)
第十二章 夹紧装置	(286)
§ 1. 概述.....	(286)
§ 2. 斜楔夹紧装置.....	(289)
§ 3. 螺旋夹紧装置.....	(291)
§ 4. 偏心夹紧装置.....	(292)
§ 5. 复合夹紧装置.....	(295)
§ 6. 自动定心夹紧装置.....	(300)
§ 7. 气动液压夹紧机构.....	(307)
第十三章 各类机床夹具设计特点	(314)
§ 1. 铣、刨床夹具.....	(314)
§ 2. 钻、镗床夹具.....	(322)
§ 3. 车、磨床夹具.....	(337)
§ 4. 组合夹具.....	(341)

第十四章 夹具的设计方法和步骤	(345)
§ 1. 夹具设计的基本原则.....	(345)
§ 2. 夹具设计的原始资料.....	(634)
§ 3. 夹具设计的方法和步骤.....	(347)
附录一：各种加工方法所能达到的经济精度和表面光洁度	(354)
附录二：各种机床上加工时所能达到的几何形状的平均经济精度	(357)
附录三：工序间加工余量	(361)

基本概念

一、工艺过程及其组成

机械制造工艺过程是整个机器生产过程的一部分。机器生产过程是指从原材料到制成机器成品的全部劳动过程。而机械制造工艺过程只是指零件的机械加工及装配过程。

为了多快好省地为国家提供机器设备，为了更好的从技术上，生产组织上全面完成零件的加工与装配工作，就必须从保证质量，生产率，经济性三方面制定有关零件的加工工艺，选用或设计加工所用的床机及工艺装备，规定加工工时定额与安排生产的组织工作等等。将工艺过程的各项内容，写成文件，就是工艺规程。

机械加工工艺过程是由一系列的工序组成的，毛坯依次地经过各个工序而变成成品。

工序：是指一个工人（或一组工人）在一个工作地点对一个（或同时几个）工件所连续完成的那一部分工艺过程，称为工序。

如图1所示零件，其工艺过程可分为两个工序。

工序一，在车床上镗孔，车外圆，车端面A、B、C，内孔倒角。

工序二，在钻床上钻出六个 $\phi 20$ 的小孔。

工序是工艺过程的基本组成部分，也是安排生产计划的基本单元。

在每道工序中，工件应有正确的定位位置并将它夹紧，以保证其加工精度。

定位：工件在机床上加工时，必须先把工件安放在夹具定位件上，使工件在夹具上占据指定的位置，以便确定工件和刀具的相对位置。

夹紧：工件定位之后，为使其在加工过程中保持定位所获得的正确位置不变，必须将它夹住或压紧，这就叫做夹紧。

安装：工件从定位到夹紧的整个过程，叫做安装。

正确的安装是保证工件加工精度的重要条件。

如图1所示零件，在车削工序中一般有两次安装。

安装一：（在三爪卡盘内以 $\phi 102$ 外圆定位并夹紧）

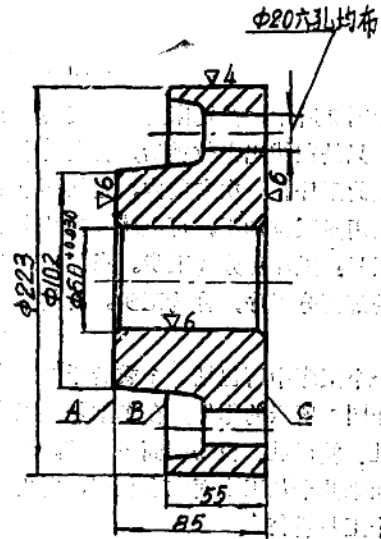


图1 被加工零件简图

车端面C、镗孔、内孔倒角、车 $\phi 223$ 外圆。

安装二：（调头在三爪卡盘内以 $\phi 223$ 外圆定位并夹紧）

车端面A、内孔倒角、车端面B。

工位：一次安装后，工件在机床上所占的每一个位置有其相应的加工表面，称为工位。

为提高加工精度和减少装卸时间，应尽量减少安装次数，因此常采用不须重新装卸工件而能改变其加工表面的夹具。

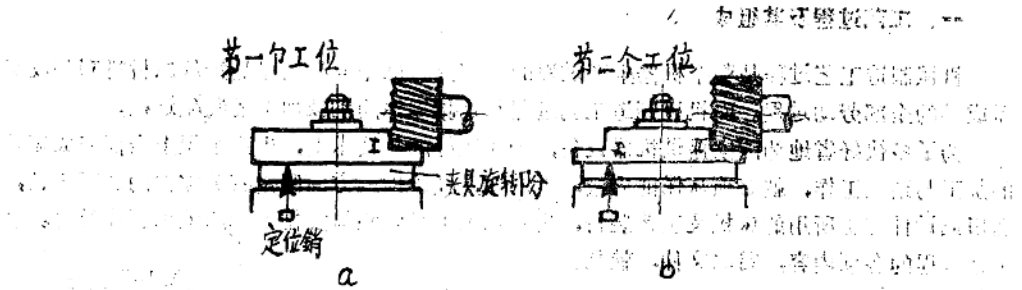


图2 一次安装两个工位

如图2所示，在铣床的回转夹具上加工一具有台阶面的零件，铣完台阶面I后，不卸下零件，只是在拔出定位销后，将夹具中回转部分旋转 180° ，使II面进入加工位置，进行铣削，故此工序在一次安装内，包括两个工位。

采用多工位加工，可以减少安装次数。

工序，工序可分为工步。当加工表面，切削工具和切削用量中的转数和进给量均保持不变时的那部分工序，称为工步。若其中一个（或两个，三个）因素变化时，则为另一个工步。

一个工序中可包括一个或若干个工步。

如图1所示的零件，在车削加工工序中，可分为：粗车外圆、半精车外圆、粗镗孔、半精镗孔、精镗孔、粗切端面……等，若干个工步。

如果几个加工表面完全相同，所用刀具和切削用量都相同，则在工艺规程中，把它们当做一个个工步看待。

如图1所示零件的工序二，对钻六个 $\phi 20$ 的孔，在钻床上是用一个钻头顺次进行加工。对钻削全部 $\phi 20$ 孔的这部分工序，称为一个工步。

走刀：在工步中，刀具切去一层金属的过程，称为一次走刀，一个工步可包括一次或数次走刀。

二、基准的基本概念

1. 基准：基准就是根据的意思。从分析零件图时可以看出，研究零件上各表面以及它们之间的关系时，需要另外的一些点、线、面作为这种分析的依据。这些作为依据的点、线、面就叫做基准。

根据基准的作用不同，可分为设计基准和工艺基准。

设计基准：在设计零件图时，需用一定的尺寸来表示零件各表面之间的相互位置。在标

注尺寸时，作为依据的那些点、线、面就叫做零件的设计基准。

如图3所示，齿轮的内孔，外圆和分度圆的设计基准是齿轮的中心线。

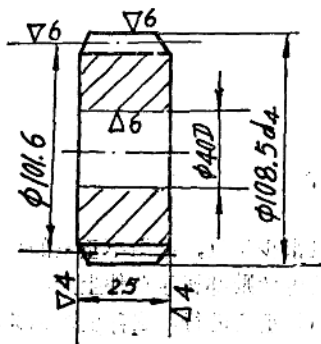


图3 齿轮示意图

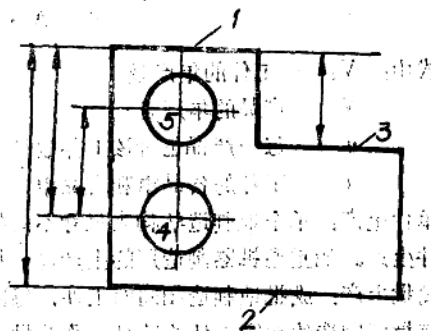


图4 机体示意图

如图4所示，机体的表面2，3和孔4的设计基准是机体的表面1。孔5的设计基准是孔4的中心线。

工艺基准：零件在加工、度量 and 装配中，用来作为依据的那些点、线、面叫做工艺基准。

因此工艺基准可分为定位基准、度量基准和装配基准。

定位基准：工件加工时，用来确定被加工零件在机床上相对于刀具的正确位置所依据的点、线、面叫做定位基准。在使用夹具时，其定位基准就是工件上与夹具定位件相接触的表面。

度量基准：用于检验已加工表面尺寸及其相对位置所依据的点、线、面叫做度量基准。

装配基准：装配时用来确定零件或部件在机器中位置所依据的点、线、面叫做装配基准。

如图4所示零件加工孔4和孔5时，一般用底面2安装在夹具定位板上，所以底面2是孔4和孔5的定位基准。当孔加工完后，测量孔4和孔5上下位置时，孔4是以表面1为度量基准，孔5则以孔4为度量基准。该零件以底面2安装在机器底座上，故底面2为该零件的装配基准。

如图3所示的齿轮，加工齿圈时，以孔和端面安装在心轴上，以保证加工出的齿圈与孔中心线同心，与端面垂直。检验齿圈相对于中心线的径向跳动时，也是将齿轮装在心轴上。在装配时，齿轮孔以一定的配合精度安放在轴上，所以齿轮的中心线既是设计基准，也是定位基准，度量基准和装配基准。

2. 基面：作为工艺基准的线或点，总是由具体表面来体现，这个表面称做为基础面。

例如前面讲的齿轮中心线并不具体存在，而是由内孔表面来体现，因而内孔是齿轮的定位、度量和装配基面。

三、生产类型及其工艺过程的特点

根据生产纲领大小的不同，机械制造业一般可分为三种不同的生产类型，即单件生产、成批生产和大量生产。

生产纲领：在每天有一定的工作班数的情况下，每年所制造的产品数量，称为生产纲领，也可称之为年产量。

零件的生产纲领一般可按下式计算：

$$N_1 = N \cdot n \left(1 + \frac{\alpha}{100} \right)$$

式中： N_1 ——工件的年产量

N ——产品的年产量

n ——每一产品包含该工件数量

α ——工件的备品率和废品率

单件生产：单个地制造结构或尺寸不同的产品，并且很少重复，甚至不重复的生产，称为单件生产。如重型机器制造厂的生产与一般试制车间的生产则都属于单件生产。

成批生产：成批地制造相同的工件，每隔一定的时间又重复进行，这种生产称为成批生产。每批所制造的相同工件的数量，称为批量。批量是根据工件的年产量及产品装配周期而确定的。按照批量大小，成批生产又可分为大批、中批和小批生产三种。大批生产类似大量生产、中批生产介于单件生产和大量生产之间，小批生产类似单件生产。一般机床制造厂多是成批生产的工厂。

大量生产：当一种产品的制造数量很多，大多数工作地点经常是在重复地进行一种工件的某一工序的加工，这种生产称为大量生产。如汽车制造厂、拖拉机制造厂、轴承制造厂等都属于大量生产的工厂。

大量生产中，每经过一定的时间即生产一个工件，这时间称为节拍，又称为节奏。可按下式计算：

$$t = \frac{F}{N_1} \cdot n$$

式中： t ——节拍，以分钟计之。

F ——机床每年工作时间总和，分钟。

N_1 ——工件的年产量（包括备件）。

n ——机床的大修系数。

目前按照工件的年产量划分生产类型，尚无十分严格的标准，在划分时可参考下述表1和表2：

表1

生产类型划分参考表

生产类型	零件的年产量 (件)		
	重型零件	中型零件	轻型零件
单件生产	5 以下	10 以下	100 以下
成批生产	小批	5—100	10—200
	中批	100—300	200—500
	大批	300—1000	500—5000
大量生产	1000以上	5000以上	50000以上

表 2

各种生产类型特征简介

生产型类 特 征	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
产 品 数 量	产品或工件的数量少, 品种多, 生产不一定重复	产品或工件的数量中等, 品种不多, 周期地成批生产	产品或工件的数量多, 品种单一长期连续生产固定产品
机床加工对象	经常变换	周期性变换	固定不变
所用机床设备	通用的(万能的)	通用的和部分专用的	广泛使用高效率专用机床设备
夹 具	很少用	广泛使用	广泛使用高效率专用夹具
刀具与量具	一般刀具, 通用量具	专用刀具与量具	高效率专用刀具与量具
划 线	一般划线	部分划线或不划线	不需划线
零件互换性	很少用完全互换, 用钳工试配	普遍应用完全互换, 有时有些试配	完全互换
毛 坯	木模制造或自由锻	金属模或模锻	金属模机器铸造、模锻、压力锻造, 特种锻造
机 床 布 局	按机床类型及尺寸布置成机群式	基本上按工件制造流程布置	按工艺路线布置, 呈流水线或自动线
对工人技术要求	需要技术熟练工人	需要一定熟练程度工人	调整工要求技术熟练, 操作工要求技术一般
工 艺 规 程	简单	比较详细	详细编写

从上述各表可见, 在不同的生产类型情况下的加工方案, 包括所使用的机床设备工夹具, 毛坯等各方面都有很大的不同。当产品固定产量很大时, 有条件采用各种高生产率专用机床与夹具, 劳动生产率高, 成本也能降低。但在产量较小时, 若用专用机床, 则由于调整机床时间长, 机床利用率低, 机床的单价折旧费就高, 成本反而增加, 所以一般常用通用机床。由此说明, 生产类型不同对工件的工艺过程是有很大影响。为了说明这个问题, 我们举一个加工发动机气缸体六个面上大约二百多个螺纹孔的例子, 见图 5, 在不同生产类型下, 其加工方法如表 3。这说明同一产品的工艺过程, 在这几种不同生产类型下是很不相同的, 制造这个产品所消耗的工时及成本也有很大的差别。总之, 生产类型不同, 对其工艺过程是有很大的影响。

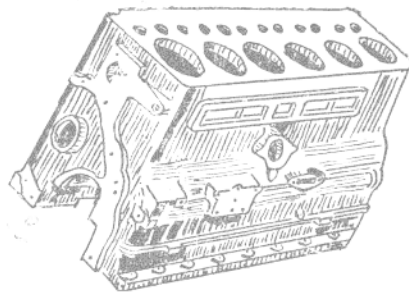


图 5 气缸体外形图

表 8

在不同生产类型下气缸体上螺纹孔加工工序的加工方案

生产类型	工 艺 方 案	设 备	夹 具	工 时 (小时)
单 件	划线、打冲眼、逐一将各面孔 钻、扩、铰与攻丝	平台, 摇臂钻	无	50
小 批	逐一将各面上孔钻、扩、铰与攻 丝(不划线)	摇臂钻	固定式钻模 和回转夹具	35
大 批	将一个面(或几个面)上各孔同 时钻、扩、铰、攻丝, 用同样方 法加工其它面上孔	专用多轴组 合机	固定式钻模	1.2
大 量	同大批生产	组合机床组 成自动线	固定式钻模	0.15

第一部分 机械制造工艺

第一章 装配工艺

§ 1 装配技术条件的保证

每种机器都有一定的工作用途，以金属切削机床为例，普通车床主要用来加工各类零件上的回转体表面、端面和孔，铣床和刨床主要用来加工各类零件上的平面，磨床则是用来对各类表面进行精加工。

根据机器的使用要求，对其制造就提出了一定的技术条件，如果制造时达不到这些技术条件，它就不能准确的实现使用要求。例如，在传动机构中要求相啮合的一对锥齿轮的齿顶必须重合，即两个锥顶相交，如图 1—1 所示，否则就不能使齿面正常啮合，而引起过快磨损、传动不均、产生噪音等等。图 1—2 所示为立式钻床，对主轴与工作台的垂直度要求，以保证所钻出的孔与工件底面垂直。

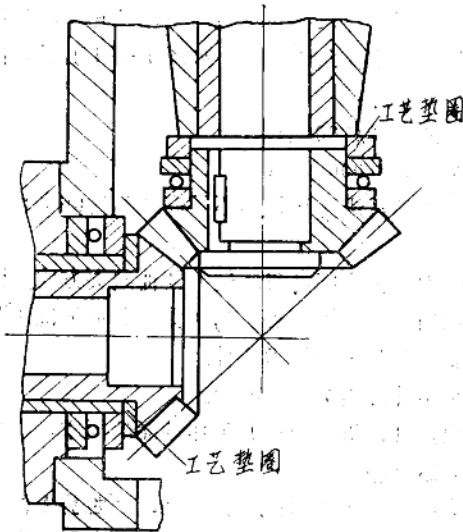


图 1—1 锥齿轮啮合

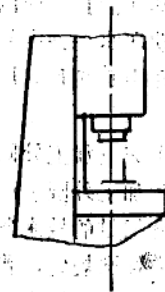


图 1—2 立式钻床

对于普通车床，如果在两顶尖间加工轴类零件外圆为例，这时首先要求工件回转到正确性，如前顶尖在旋转过程中有径向振摆，则加工出的轴可能产生如下误差：如果顶尖在旋转过程中，其振摆轨迹是一个正圆，则加工出的轴的横截面也是正圆，但顶尖的旋转中心与工件两顶尖孔的中心线不重合，故工件调头或另换一台车床加工轴上另一个台阶面时，造成相对位置误差。如果顶尖在旋转过程中，其振摆轨迹是一椭圆，则加工出的轴的横截面也呈椭圆形。因此，对车床主轴锥孔中心线的径向振摆有一定要求。如图 1—3 所示，国家标准

规定，普通车床主轴锥孔中心线的径向振摆为：

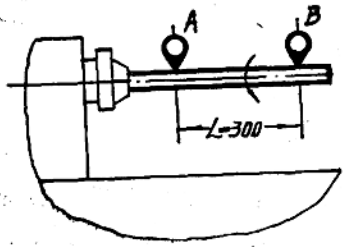


图 1—8 主轴锥孔中心线的振摆

A处：0.01毫米。

B处：0.02毫米。

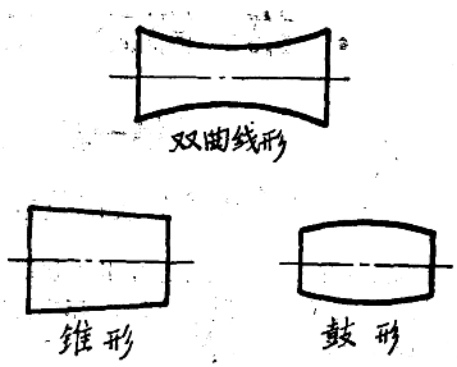


图 1—4 刀具移动轨迹不正确造成的误差

另外，还要求刀具移动轨迹的正确性。如果溜板移动在垂直面内不够平直时，如为中间凹，则加工出的轴的外圆呈鼓形；如果溜板移动在水平面内不够平直，则加工出的外圆表面的母线将与溜板移动轨迹的形状相同；如果溜板移动轨迹与主轴锥孔中心和床尾顶尖套锥孔中心连线不平行，则加工出的外圆呈锥形或双曲线形状，如图 1—4 所示。因此，国家标准规定：

溜板移动在垂直平面内的不直度为0.02毫米/1000毫米，

溜板移动在水平面内的不直度为0.015毫米/1000毫米；

主轴锥孔中心线和床尾顶尖套锥孔中心线对床身导轨的不等高度为0.06毫米（只许床尾高）。

由于在车床上加工外圆表面不仅可以在两顶尖间进行，还有其他装夹方式，而且在车床上也不仅限于加工外圆表面，还要加工端面、孔、螺纹等。为了保证其他情况下加工的正确性，除上面介绍过的技术条件外，还规定了另外一些技术条件。

根据国家标准规定，普通车床的技术条件如表 1—1 所示。

分析普通车床的技术条件，可以看出，任何机器根据其工作性能的要求，装配精度主要包含两个方面：各部分的相互位置精度和运动精度。


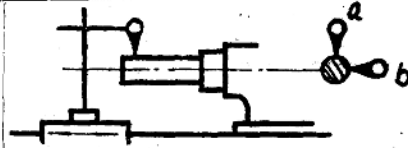
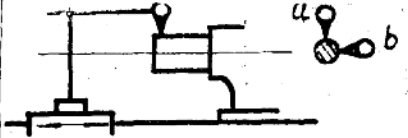
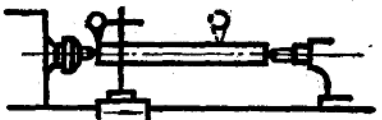
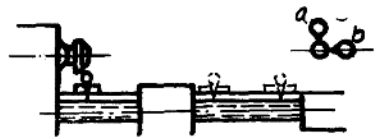
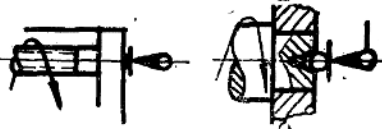

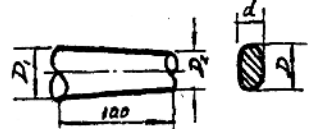
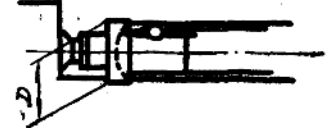
那么，怎样保证装配精度呢？只是靠装配工艺来保证吗？不是，“世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看，不能只从单方面看。”要保证装配精度，必须从机器的整个制造过程来考虑。例如，拖拉机发动机中的活塞与活塞销、连杆与活塞销的装配，如图 1—5 所示，根据发动机的工作需要，对其配合的松紧程度要求非常严。如果配合过松，则磨损大、寿命低、产生振动并且消耗能量；然而，又不能配合的太紧。活塞销孔与活塞销的配合，其过盈量在0.010~0.020毫米之间。这样的装配精度怎样实现呢？如果只靠装配操作来保证，则装配时就要对两个零件进行修配，装配的生产率很低，而且在大量生产中这样装配也是不允许的。

为了避免装配时进行修配，我们很自然的会想到，应该提高机械加工的精度，根据配合

表 1—1

普通车床的技术条件

序号	检验项目	检 验 示 图	精 度 (毫米)	
			允	差
1	溜板移动在垂直平面内的不直度		在溜板每1M行程上为	0.02
			在溜板全部行程($\leq 2M$)上为	0.04
			(导轨只许凸起)	
2	溜板移动时的倾斜		在溜板每1M行程上为	0.02/1000
			在溜板全部行程($\leq 2M$)上为	0.03/1000
3	溜板移动在水平面内的不直度		在溜板每1M行程上为	0.02
			在溜板全部行程($\leq 2M$)上为	0.03
			(导轨只许向机床后方凸)	
4	床尾移动对溜板移动的不平行度		在溜板每1M行程上为	$\begin{cases} a & 0.03 \\ b & 0.02 \end{cases}$
			在溜板全部行程($\leq 2M$)上为	$\begin{cases} a & 0.05 \\ b & 0.03 \end{cases}$
5	主轴锥孔中心线的径向跳动		在靠近主轴端部的a处	0.01
			在距主轴端300的b处	0.02
6	溜板移动对主轴中心线的平行度		在300的测量长度上为	$\begin{cases} a & 0.03 \\ b & 0.015 \end{cases}$
			(在检验棒伸出端只许向上偏和向前偏)	
7	小刀架移动对主轴中心线的平行度		在小刀架全部行程(≤ 100)上为	0.03
8	主轴的轴向窜动			0.01
9	主轴轴肩支承面的跳动			0.02

10	主轴定心轴颈的径向跳动		0.01
11	溜板移动对床尾顶尖套锥孔中心线的平行度		在300的测量长度上为 $\begin{cases} a 0.03 \\ b 0.03 \end{cases}$
12	溜板移动对床尾顶尖套伸出方向的平行度		在100的测量长度上为 $\begin{cases} a 0.03 \\ b 0.01 \end{cases}$ (顶尖套端部只许向上偏和向前偏)
13	主轴锥孔中心线和床尾顶尖套锥孔中心线对床身导轨的不等高度		(只许床尾高) 0.06
14	丝杠两轴承中心线和开合螺母中心线对床身导轨的不等距度		$\begin{cases} a 0.15 \\ b 0.15 \end{cases}$
15	丝杠的轴向窜动		0.01
16	精车螺纹的螺距精度		在每100的测量长度上为 0.035 在300的测量长度上为 0.05
17	精车外圆的椭圆度和锥形度		$D-d$ 0.01 D_1-D_2 0.01
18	精车端面的不平度		$D=200$ 0.015 (端面只许凹)

·用检验直联传动链精度代替精车螺纹的螺距精度