

汽车拖拉机制造工艺学

吉林工业大学 王宝玺 主编



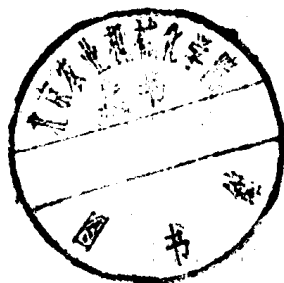
中国农业机械出版社

高等院校试用教材

汽车拖拉机制造工艺学

吉林工业大学 王宝玺 主编

ND20/17



中国农业机械出版社

汽车拖拉机制造工艺学

吉林工业大学 王宝玺 主编

*

中国农业机械出版社出版

重庆印制一厂印刷

*

787×1092 16开 29 $\frac{1}{4}$ 印张 713 千字

1981年7月北京第一版·1981年7月重庆第一次印刷

印数：0.001—6.000 定价 3.00 元

统一书号：15216·061

编者的话

本书是根据1978年5月在镇江召开的汽车和拖拉机专业教材会议拟定的教材编写大纲编写的。本书在编写过程中，贯彻了以下原则：

1. 为适应学生学习本课程的需要，全书加强了基准及定位原理、装配尺寸链、结构工艺性和合理标注尺寸等方面的知识。

2. 全书内容力求密切联系汽车和拖拉机产品，书中图例主要选自汽车和拖拉机中的典型零部件。

3. 考虑到汽车和拖拉机的生产特点，本书以反映成批、大量生产工艺为主，主要总结我国汽车和拖拉机制造的先进生产经验，也适当反映国外汽车和拖拉机制造的新技术和新工艺。

4. 考虑到学生已学过《机械制造基础》课程，并进行过工厂实习，因此，在第一篇“汽车拖拉机零件一些常用加工方法”中，精简了在普通机床上的加工方法，而重点介绍在汽车、拖拉机制造中应用较多的高精度和高生产率的加工方法。

在汽车和拖拉机中应用种类繁多的圆柱齿轮和圆锥齿轮，本书用了较多篇幅介绍圆柱齿轮和圆锥齿轮的加工。虽然圆弧锥齿轮比较复杂，但是为了汽车和拖拉机专业的需要，也用较多篇幅叙述。

5. 为满足汽车和拖拉机专业对本课程的要求，“机床夹具设计原理”一篇中适当保留了较多内容。

参加编写本书的有：吉林工业大学王宝玺（绪论、第三、六章），张孟湘（第一、十章），姚丰庭（第七、十一章），郑修本（第八、九章）；吉林工学院陈培元（第二、十八章），姜兴序（第三篇）；河北工学院李猛（第四、十九、二十章），刘宝玉（第二十一章），赵纯恒（第五章）。本书由吉林工业大学王宝玺主编。

在编写过程中，主要参考了吉林工业大学编写的《汽车拖拉机制造工艺学》讲义（1976年修订版），同时也参考了有关工厂和科研单位的有关资料。初稿完成后，吉林工业大学汽车拖拉机制造工艺教研室进行了讨论，并提出了修改意见。

本书由华南工学院魏武教授和安徽工学院黄文廉、徐传寰同志负责主审。魏武教授在审稿时，曾经逐章、逐段、逐句的进行审改，对提高本书质量做了很多工作。在此，我们对两个主审学校的老师表示衷心的感谢。

本书经审改后，于1979年12月初召开了审稿会议。参加审稿会议的除编写学校和主审学校外，还有武汉工学院、重庆大学、湖南大学、镇江农机学院和洛阳拖拉机工业公司（甘克家工程师）、第二汽车制造厂（费克工程师）等单位的同志，他们对本书提出了很多宝贵的意见。对此，我们一并表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，诚恳地欢迎广大师生和读者批评指正。

1980年2月

目 录

绪论	(1)
一、汽车和拖拉机的生产过程	(1)
二、汽车、拖拉机生产的工艺过程及其组成	(1)
三、汽车、拖拉机制造厂的生产类型及工艺特征	(4)

第一篇 汽车拖拉机零件一些常用的加工方法

第一章 精加工和光整加工	(7)
§ 1-1 拉削加工	(7)
§ 1-2 细镗(金刚镗)加工	(11)
§ 1-3 磨削加工	(13)
一、普通磨床上各种表面的磨削方法	(13)
二、无心磨削工作原理及应用	(17)
三、磨削的表面质量	(20)
四、高速磨削和强力磨削	(23)
§ 1-4 珩磨加工	(25)
§ 1-5 研磨加工	(28)
一、手工研磨	(28)
二、机械研磨	(28)
§ 1-6 超精加工	(30)
第二章 齿面加工	(32)
§ 2-1 圆柱齿轮齿面加工概述	(32)
§ 2-2 圆柱齿轮齿面的展成法加工	(33)
一、用展成法加工圆柱齿轮齿面的工作原理	(33)
二、插齿	(34)
三、滚齿	(35)
四、滚齿和插齿的比较	(37)
五、双刀盘切向加工圆柱齿轮	(39)
§ 2-3 圆柱齿轮齿面预加工精度和生产率的提高	(41)
一、圆柱齿轮齿面预加工精度的提高	(41)
二、圆柱齿轮齿面预加工生产率的提高	(41)
§ 2-4 圆柱齿轮齿面的精加工	(42)
一、剃齿	(42)
二、珩齿	(45)
§ 2-5 圆锥齿轮齿面加工概述	(46)
一、圆锥齿轮的分类	(46)
二、直齿锥齿轮齿面加工方法的分类	(46)
§ 2-6 直齿锥齿轮齿面的展成法加工	(47)

IV

一、平面齿轮与平顶齿轮	(47)
二、用展成法刨削直齿锥齿轮	(48)
三、展成法铣齿	(50)
§ 2-7 直齿锥齿轮齿面的拉削加工	(51)
§ 2-8 圆弧齿锥齿轮齿面加工	(52)
一、圆弧齿锥齿轮齿面加工的原理和机床	(52)
二、圆弧齿锥齿轮齿面的基本加工方法及特点	(53)
三、圆弧齿锥齿轮齿面加工用铣刀盘概述	(54)
四、圆弧齿锥齿轮齿面的半滚切法和螺旋成形法加工	(56)
§ 2-9 圆弧齿锥齿轮的接触区检查及其修正	(58)
一、接触区及其检查	(58)
二、典型的不良接触区的产生原因及修正	(59)
§ 2-10 延伸外摆线锥齿轮加工概述	(62)
第三章 花键和螺纹加工	(64)
§ 3-1 花键加工	(64)
一、内径定心的矩形花键轴和花键孔的加工	(64)
二、外径定心的矩形花键轴和花键孔的加工	(66)
三、侧面定心的矩形花键轴和花键孔的加工	(66)
四、不同形状的花键联接和矩形花键三种定心方式的工艺分析	(67)
§ 3-2 螺纹加工	(68)
一、用梳形螺纹铣刀铣螺纹	(68)
二、用自动张开式螺丝切头切削螺纹	(69)
三、滚压螺纹	(70)
第四章 在高生产率车床和数控机床上加工	(74)
§ 4-1 在高生产率车床上加工	(74)
一、在六角车床上加工	(74)
二、在多刀半自动车床和液压仿形车床上加工	(77)
三、在卧式和立式多轴半自动车床上加工	(81)
§ 4-2 在数控机床上加工	(82)
一、数控机床概述	(82)
二、数控系统的分类	(84)
三、数控机床的组成部分	(85)
四、数控机床的发展趋势	(90)
第五章 在组合机床和自动线上加工	(93)
§ 5-1 组合机床概述	(93)
一、组合机床的组成	(93)
二、组合机床的特点、分类和配置型式	(96)
§ 5-2 组合机床的典型加工方法及其加工精度	(103)
一、组合机床加工方法的特点	(103)
二、组合机床常用的典型加工方法	(104)
三、组合机床的加工精度	(124)

四、卧式双面鼓轮组合机床加工实例	(124)
§ 5-3 组合机床自动线概述	(128)
一、机械加工自动线的分类	(128)
二、组合机床自动线的分类和配置型式	(130)
三、组合机床自动线加工实例	(135)
§ 5-4 组合机床及其自动线的发展方向	(139)
第六章 少无切削加工和电加工	(141)
§ 6-1 冷压光加工	(141)
一、冷压光加工方法	(141)
二、冷压光加工的工艺特点	(142)
三、冷压光加工应用实例	(143)
§ 6-2 齿轮和花键的少无切削加工	(145)
一、冷轧齿轮和花键	(145)
二、热轧齿轮	(149)
三、冷挤齿轮	(151)
§ 6-3 电加工	(154)
一、电火花加工	(154)
二、电解成形加工	(159)

第二篇 机械制造工艺基本原理

第七章 机械加工的定位原理	(163)
§ 7-1 基准的概念	(163)
一、设计基准	(163)
二、工艺基准	(164)
§ 7-2 工件的安装方法	(165)
一、在夹具中安装	(165)
二、找正安装	(167)
§ 7-3 工件定位的基本规律	(168)
一、工件必须限制的自由度	(168)
二、常用定位方式及其所限制的自由度	(169)
三、关于过定位问题	(173)
§ 7-4 定位基准的选择	(174)
一、粗基准的选择	(174)
二、精基准的选择	(175)
第八章 装配尺寸链——研究装配精度的理论	(177)
§ 8-1 装配尺寸链的基本概念	(177)
一、装配尺寸链和尺寸链图	(177)
二、尺寸链的术语、组成和分类	(178)
三、封闭环和组成环的公称尺寸之间的关系——尺寸链方程式	(179)
四、用极大极小法计算封闭环的公差和极限尺寸(或上、下偏差)	(180)
五、用概率法计算封闭环的公差及上、下偏差	(181)

§ 8-2 查找装配尺寸链的方法	(184)
§ 8-3 解装配尺寸链——保证装配精度的五种方法	(191)
一、完全互换法	(191)
二、不完全互换法	(193)
三、选择法	(193)
四、调整法	(195)
五、修配法	(203)
§ 8-4 装配尺寸链的计算实例	(204)
第九章 结构工艺性	(208)
§ 9-1 概述	(208)
§ 9-2 合理地标注零件的尺寸、公差和表面光洁度	(209)
一、对尺寸标注的要求	(209)
二、零件尺寸的分类	(209)
三、尺寸标注的三种类型	(209)
四、尺寸标注的一般步骤和方法	(210)
五、几种典型的尺寸标注情况	(211)
§ 9-3 零件结构的机械加工工艺性	(216)
一、零件结构要素的机械加工工艺性	(217)
二、零件结构的机械加工工艺性	(217)
§ 9-4 产品结构的装配工艺性	(227)
一、能够分成若干个独立的装配单元	(227)
二、要有正确的装配基面	(227)
三、要便于装配和拆卸	(229)
四、尽量减少装配时的修配工作和机械加工	(230)
五、减少装配尺寸链的环数	(230)
第十章 机械加工质量	(231)
§ 10-1 机械加工质量的概念	(231)
一、加工精度	(231)
二、表面质量	(231)
§ 10-2 产生加工误差的主要因素	(233)
一、机床误差	(233)
二、刀具误差	(236)
三、工艺系统的弹性变形	(238)
四、工艺系统的热变形	(247)
五、工件内应力(残余应力)	(251)
六、其他原因	(253)
七、总加工误差的合成	(254)
§ 10-3 表面质量的形成及影响的因素	(257)
一、表面光洁度	(257)
二、表面强化	(261)
三、残余应力	(261)
§ 10-4 加工质量对机器零件使用性能的影响	(262)

一、表面质量对零件耐磨性的影响	(262)
二、表面质量对零件疲劳强度的影响	(264)
三、表面质量对零件抗腐蚀性的影响	(265)
四、表面质量对零件配合性质的影响	(266)
§ 10-5 各种加工方法所能达到的经济精度和表面光洁度	(266)
第十一章 机械加工工艺规程的制定	(269)
§ 11-1 概述	(269)
§ 11-2 工艺分析	(269)
一、分析产品图纸	(270)
二、毛坯的选择	(270)
三、各种表面加工方法的选择	(271)
§ 11-3 工艺过程的制定	(273)
一、粗、精加工工序的安排(加工阶段的划分)	(273)
二、工序的集中与分散	(274)
三、工序顺序的安排(工艺过程)	(275)
§ 11-4 加工余量和工序尺寸的确定	(276)
一、加工余量的确定	(276)
二、工序尺寸的确定	(278)
§ 11-5 工艺方案的分析比较	(282)
§ 11-6 确定各工序的具体内容	(283)

第三篇 机床夹具设计原理

第十二章 机床夹具概述	(291)
§ 12-1 机床夹具的功用	(291)
§ 12-2 机床夹具的分类和组成	(292)
一、机床夹具的分类	(292)
二、机床夹具的组成	(292)
第十三章 定位元件与定位精度	(293)
§ 13-1 夹具的定位元件	(293)
一、对定位元件的基本要求	(293)
二、定位元件的类型	(293)
§ 13-2 定位误差的分析与计算	(297)
一、平面定位时的定位误差分析	(297)
二、外圆定位时的定位误差分析	(299)
三、用孔定位时的定位误差分析	(301)
§ 13-3 夹具对机床与刀具的正确位置	(308)
一、夹具在机床上的正确位置	(308)
二、刀具对夹具的正确位置	(308)
§ 13-4 夹具设计时工件加工允差的分配	(309)
§ 13-5 定位方案设计实例	(311)
第十四章 夹紧机构设计	(314)

§ 14-1 夹紧机构的组成和对夹紧机构的要求	(314)
一、夹紧机构的组成	(314)
二、对夹紧机构的要求	(315)
§ 14-2 夹紧力的确定	(315)
一、夹紧力作用点的选择	(315)
二、夹紧力作用方向的选择	(316)
三、夹紧力大小的计算	(317)
§ 14-3 夹紧机构设计	(318)
一、斜楔夹紧机构	(319)
二、螺旋夹紧机构	(321)
三、偏心夹紧机构	(325)
四、铰链杠杆夹紧机构	(329)
五、定心夹紧机构	(331)
六、多件多位夹紧机构	(334)
第十五章 夹具的其他部分	(337)
§ 15-1 夹具的动力装置	(337)
一、气动夹紧装置	(337)
二、液压夹紧装置	(341)
三、气动-液压夹紧装置	(342)
§ 15-2 辅助支承	(343)
一、弹性辅助支承	(343)
二、推式辅助支承	(344)
§ 15-3 夹具体	(344)
第十六章 机床夹具图设计	(347)
§ 16-1 夹具设计的步骤和方法	(347)
§ 16-2 夹具总图设计	(348)
一、绘制夹具总图的步骤	(348)
二、夹具总图应包括的内容	(349)
§ 16-3 绘制夹具零件图	(349)
第十七章 各类机床夹具设计的特点	(352)
§ 17-1 车床夹具的设计特点	(352)
一、车床夹具的种类	(352)
二、车床夹具设计的特点	(352)
§ 17-2 钻床夹具设计的特点	(353)
一、钻床夹具的种类	(354)
二、钻床夹具设计特点	(356)
§ 17-3 铣床夹具设计的特点	(361)
一、几种典型的铣床夹具	(361)
二、铣床夹具设计特点	(363)
§ 17-4 组合夹具	(364)
一、组合夹具的特点	(365)

二、组合夹具元件的类型	(365)
三、组合夹具的组装	(366)

第四篇 典型零件制造工艺

第十八章 齿轮制造工艺	(369)
§ 18-1 概述	(369)
一、齿轮的结构特点及技术要求	(369)
二、齿轮的材料和毛坯	(370)
三、齿轮结构工艺性分析	(373)
§ 18-2 齿轮机械加工工艺分析	(375)
一、齿轮机械加工的定位基准	(375)
二、齿轮主要加工表面的工序安排	(376)
三、不同生产类型中, 齿轮的典型工艺过程	(378)
§ 18-3 齿轮主要表面的机械加工	(379)
一、筒形及盘形齿轮的机械加工	(379)
二、轴齿轮的机械加工	(382)
§ 18-4 齿轮的检验	(384)
第十九章 曲轴制造工艺	(385)
§ 19-1 概述	(385)
一、曲轴的结构特点及技术要求	(385)
二、曲轴的材料和毛坯	(386)
三、曲轴结构工艺性分析	(388)
§ 19-2 曲轴机械加工工艺分析	(390)
一、曲轴机械加工的定位基准	(390)
二、曲轴主要加工表面的工序安排	(390)
三、不同生产类型中, 曲轴机械加工的工艺过程	(391)
§ 19-3 曲轴主要表面的机械加工	(392)
一、铣端面、钻中心孔和其他辅助基准面的加工	(392)
二、曲轴的车削	(395)
三、曲轴的铣削	(398)
四、曲轴的磨削	(401)
五、曲轴的光整加工和滚压光圆角	(403)
§ 19-4 曲轴的检验	(406)
第二十章 连杆制造工艺	(408)
§ 20-1 概述	(408)
一、连杆的结构特点及技术要求	(408)
二、连杆的材料和毛坯	(410)
三、连杆的结构工艺性分析	(410)
§ 20-2 连杆机械加工工艺分析	(412)
一、连杆机械加工的定位基准	(412)
二、连杆主要加工表面的工序安排	(413)
三、不同生产类型中, 连杆机械加工的工艺过程	(414)

§ 20-3 连杆主要表面的机械加工	(415)
一、连杆大、小头端面的加工	(415)
二、连杆辅助基准面和其他平面的加工	(417)
三、连杆螺栓孔和锁口槽的加工	(420)
四、连杆大、小头孔的加工	(420)
§ 20-4 连杆的检验	(426)
第二十一章 箱体零件制造工艺	(429)
§ 21-1 概述	(429)
一、箱体零件的结构特点及技术要求	(429)
二、箱体零件的毛坯	(429)
三、箱体零件的结构工艺性分析	(429)
§ 21-2 箱体零件机械加工工艺分析	(431)
一、箱体零件机械加工的定位基准	(432)
二、加工箱体零件主要表面的工序顺序	(432)
三、箱体零件机械加工的工艺过程	(435)
§ 21-3 箱体零件主要表面机械加工方法	(444)
一、箱体零件的平面加工	(444)
二、箱体零件的孔和孔系的加工	(446)
§ 21-4 箱体零件的检验	(451)
附录	(456)
附表 1 本书采用的国际单位	(456)
附表 2 国际单位与其他单位换算	(456)

绪 论

高等工业学校汽车和拖拉机设计专业开设的《汽车拖拉机制造工艺学》，是一门研究汽车和拖拉机零件机械加工和装配工艺的课程。本课程除有本学科的理论基础外，实践性较强，并与很多学科有着密切的关系。学习本课程的目的，在于获得机械加工和装配工艺的必需知识，以便在设计产品时考虑制造工艺要求并从工艺观点去分析、评价汽车拖拉机的零部件结构。大量的生产实践证明，汽车拖拉机设计研究人员必须具有一定的工艺知识。

本课程是在学过《机械制造基础》、《金属材料及热处理》、《公差与技术测量》、《机械原理》和《机械零件》等课程的基础上开设的。

一、汽车和拖拉机的生产过程

汽车或拖拉机都由几千个零件组成。它们的生产过程是把原材料变成汽车或拖拉机的整个过程，这是一个复杂的过程。首先，将各种原材料，如各种轧制钢材和生铁等，在毛坯（铸造和锻造）车间制成各种毛坯。然后，将毛坯送到机械加工车间进行切削加工，送到热处理车间进行热处理，制造成各种零件。冲压车间将钢板压制成各种冲压件。加工好的各种零件在装配车间装配成各种总成，如发动机、变速箱（或传动机构箱）、后桥等，再将装配好的各种总成经试验、喷漆后，送往总装配车间总装成汽车或拖拉机，最后经试车调整合格后出厂。

实际上，上述的过程并不全在一个工厂内完成。汽车或拖拉机是社会生产大协作的产物，即由很多工厂共同协作完成的。汽车或拖拉机的生产，是按产品专业化、工艺专业化和零部件专业化的原则，组成各种专业化工厂。一些专业化工厂专门为总装配厂（主机厂）生产零部件和配套产品，如发动机厂供应发动机，车桥厂供应前后桥，齿轮厂供应变速箱或齿轮等。按工艺专业化组织的铸造厂、锻造厂、冲压（车身）厂等，则专门供应各种毛坯或成品。

综上所述，汽车或拖拉机的生产过程，就是各个协作的专业化工厂将原材料变成成品，然后在总装配厂装配成汽车或拖拉机过程的总和。某一个专业化工厂生产总成的过程，只是汽车或拖拉机生产过程的一部分。

二、汽车、拖拉机生产的工艺过程及其组成

汽车或拖拉机的生产过程包括毛坯制造、机械加工、热处理、冲压、质量检查、装配、试验调整、清洗及油漆、厂内运输和仓库储存等。在生产过程中，生产对象（型材、毛坯、零件及总成等）的质和量的状态发生变化的过程叫做工艺过程。所谓生产对象的质和量的状态变化，是指材料的化学成分或物理机械性能、毛坯或半成品的尺寸形状和零件相对位置的变化，以及部件或总成的外观变化等。

在机床上用切削刀具加工毛坯或半成品，是为了改变它们的尺寸及形状，这叫作机械加工工艺过程。将加工好的零件装配成发动机或整台汽车、拖拉机，是按一定的技术要求建立零件间的相对位置，这称之为装配工艺过程。而毛坯制造工艺过程是将原材料变成不同形状的毛坯；热处理工艺过程是改变毛坯或零件材料的化学成分和物理机械性能；油漆工艺过程

是改变总成或汽车、拖拉机的外观。

本书主要讨论上述工艺过程中的机械加工和装配工艺过程。

机械加工工艺过程，按一定顺序由若干道工序组成，通过这些工序，毛坯逐渐变成成品（零件）。

下面介绍机械加工工艺过程的组成。

工序 在一个工作地点或设备（如机床或钳工台等）上，对一个工件（或几个相同的工件）连续完成的那部分工艺过程，称为工序。划分工序的主要依据，是工作地点是否改变和加工是否连续完成。

制造一个零件，往往经过若干道工序。有时，即使是同一加工内容，但由于采用不同的加工方案，可以在一道工序内完成，也可分几道工序完成。

如图 1a 所示，当产量很大时，汽车变速箱第一轴的两个端面可在双端面铣床上加工。这时，毛坯装夹在夹具中，用两把端铣刀同时铣出两个端面，这是在一道工序内完成的。当

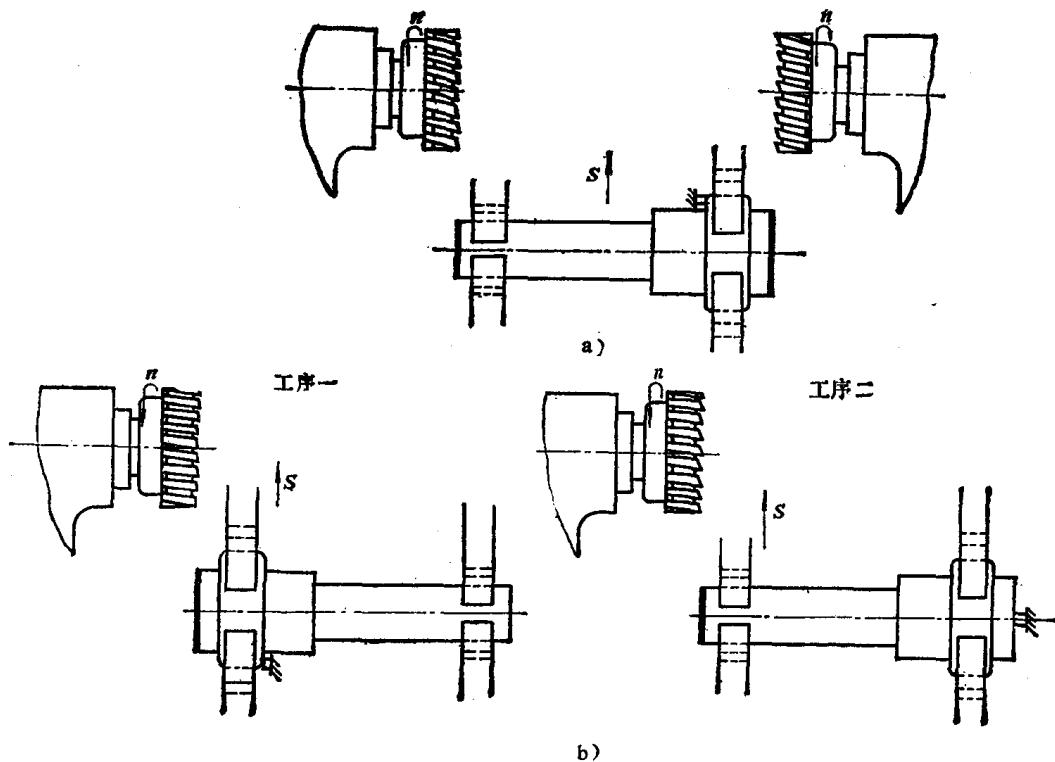


图 1 铣削变速箱第一轴两个端面

a) 同时铣两个端面 b) 单独铣两个端面

产量较小时，可在普通卧式铣床上加工，如图 1b 所示。先把毛坯装在夹具上，用端铣刀铣削大端端面（左图）。铣完后卸下，装上另一毛坯重复上述工作。依次将一批毛坯大端端面都铣完后，换上另一套夹具，再依次铣小端端面（右图）。这时，铣削第一轴的两个端面不是连续完成的，它是在两道工序内完成的。

工序是工艺过程的基本组成部分，是生产计划管理的基本单元，也是计算设备负荷，确定生产人员数量、技术等级以及工具数量的依据

根据工序内容的不同，又可以划分为安装、工位和工步等。

安装 安装是工序的一部分，它是工件装卸一次所进行的全部工作。在一道工序内有一次安装的，也有几次安装的。

如图1所示，每道工序只有一次安装。在图2所示的车削齿轮毛坯工序中，先用三爪卡盘夹紧一端，加工外圆(用粗实线表示)、内孔、端面和倒角；然后卸下工件，调头夹紧另一端外圆，车削另一外圆、端面和倒角。该工序有两次安装。

在每一个工序中，应尽量减少安装次数。因为多一次安装，就会多一次误差，而且增加装卸工件的辅助时间。

工位 在一次安装中，工件在机床上所占的每一个工作位置(每一位置有相应的加工面)称为工位。

改变工件的加工工位，可借助于机床夹具的分度机构、回转或移动工作台实现。如图3所示，在普通立式钻床上钻法兰两个连接孔，当钻完一个孔后，工件1连同机床夹具的回转部分2一起分度180°，钻另一连接孔。此工序有两个工位。工件在一次安装加工中，分度几次就有几个工位。

工步 在一个工序中，加工表面、刀具和切削用量中的转速与进给量都不变的那段加工过程，称为一个工步。一个工序可有一个或几个工步。划分工步的主要依据，是看加工表面、刀具、转速和进给量等因素有否改变。

图4为车削阶梯轴外圆柱表面I及II。当用同一把车刀以相同主轴转速与进给量车削时，是两个工步。当用螺纹车刀车削该轴轴端螺纹时，因加工表面、刀具、进给量等均改变，所以是另一工步。

在图5所示的法兰上，四个连接孔的直径均为11毫米，如用一个钻头以相同的切削用量在摇臂钻床上顺次加工这四个孔时，应作为一个工步。

有时，为了提高生产率，用几把刀具同时加工几

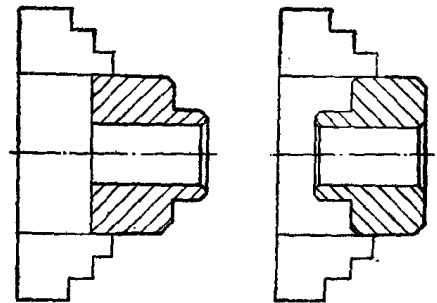


图2 在两次安装中加工齿坯

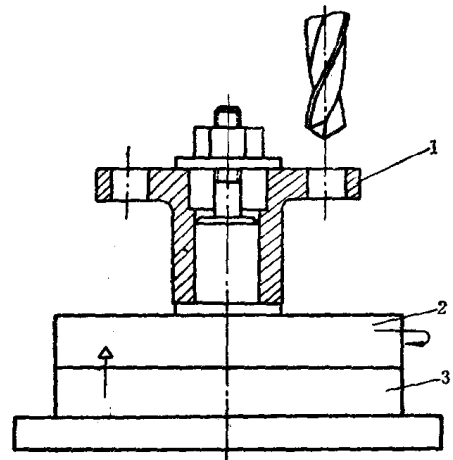


图3 在两个工位上钻法兰连接孔
1—工件 2—机床夹具回转部分 3—机床夹具固定部分

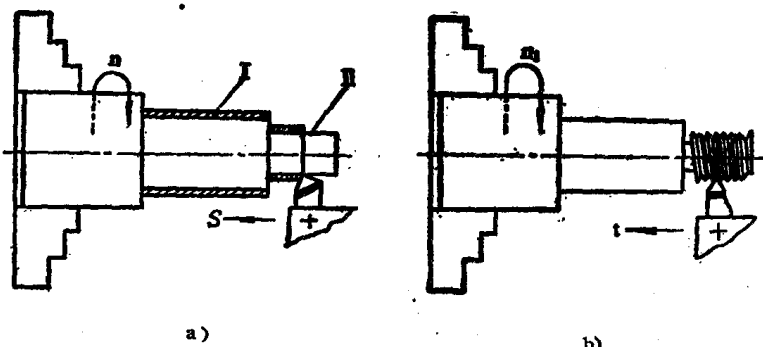


图4 车削阶梯轴工序
a) 车削外圆柱表面I及II b) 车削螺纹

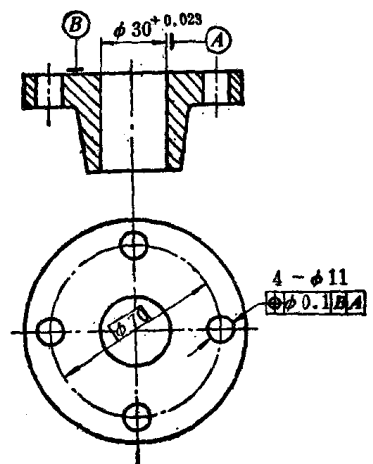


图5 钻法兰上四个相同的连接孔

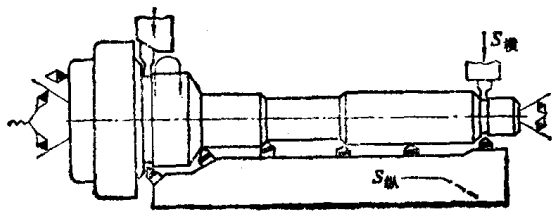


图6 复合工步——多刀车削汽车变速箱第一轴

个表面，这种工步称为**复合工步**。图6为在多刀半自动车床前刀架上用六把车刀同时车削五个外圆柱表面，后刀架上用两把车刀同时车削两个退刀槽，该工序是一个复合工步。生产中复合工步的实例很多，在组合机床上加工多为复合工步。

三、汽车、拖拉机制造厂的生产类型及工艺特征

汽车、拖拉机工厂或车间根据国民经济计划的需要，一年生产一定数量的汽车或拖拉机，该数量就是工厂或车间的年产汽车或拖拉机的生产纲领。年生产纲领和产品品种的不同，决定了该工厂或车间的性质。生产性质可分为大量生产、成批生产和单件生产三种主要类型。汽车、拖拉机工厂主要是大量生产和成批生产。生产类型不同，其工艺特征也是不同的。

单件生产

产品的种类多，同一种产品的数量不重复或很少重复生产，这种生产称为**单件生产**。新产品试制和重型机械制造等属于这种生产类型。在汽车、拖拉机制造厂中，单件生产一般只见于产品试制车间。由于产品品种多而同一产品的数量少，车间的设备和工艺装备^①多采用通用、万能的，以适应不同类型工件的加工，而且机床都是按机群排列的。

大量生产

每年制造的产品数量相当多，一般情况下，每台设备或工作地点常年重复地进行某一工件的某一工序，这种生产称为**大量生产**。

大量生产时，多数设备是高生产率的专用设备，而且它们是按照工件的工艺过程的顺序排列的。每台设备加工工件的时间都大致相等，工件在每台设备上加工完后不间断地送到下一台设备上加工，这就是所谓的**连续流水生产**。连续流水生产时，各工序的时间应等于节拍（节奏）。所谓**节拍**是指加工每一工件的工序时间，可由下式计算：

$$\tau = \frac{T}{n}$$

式中 τ ——节拍（分）；

T ——时间（分）；

n ——在 T 时间内加工出来的工件数量。

按连续流水方式组织生产时，节拍大小对工艺过程的工序内容有很大影响。为了使各工序的时间相等，应使完成每一工序的时间等于节拍或者为节拍的倍数，这样就往往需要把工序加工内容适当的分散或者集中，以凑合所需的节拍。为了把加工内容集中，常使用专用的机床、刀具和机床夹具。在某些情况下，在流水线上需并排几台完成同一工序的设备，以保证所需要的节拍。

流水生产线上各台设备的工序时间，往往并不严格等于节拍，工件在某些工序上有停歇，生产线上各台设备的负荷不同。这种流水生产称为**间断流水生产**，也称**脉动流水生产**。

在大量流水生产中，为了提高生产率、减轻劳动强度、保证产品质量和降低零件制造成

① 工艺装备是指生产中使用的各种标准的和专用的刀具、夹具、量具、辅具及模具等的总称。

本，广泛采用各种自动生产线。自动生产线是把一些自动化的设备用输送带或自动输送机构联接起来的连续流水生产线。随着技术的发展，自动生产线除了可以完成常见的铣平面、钻孔、扩孔、铰孔、攻丝和镗孔外，有的还可以完成拉削、车削、磨削、以及热处理、清洗、自动测量及自动补偿、装配和试验等工序。零件的全部工艺过程都在一条自动线上完成，这就是所谓的**综合自动生产线**。

为了充分利用自动线上的各台设备，得到良好的经济效果，目前在大量生产中发展了适应多品种工件加工的自动线。在这种自动线上，可以加工同类的多种工件。如我国自行设计制造的加工汽车传动叉耳环的 UX13 型自动线，可以同时加工三种结构相似、工艺过程相同的突缘叉、万向节叉和滑动叉。在国外某些汽车、拖拉机工厂中，也采用可加工同一系列的几种规格的缸体或其他箱体的自动线。为了对同类零件的不同部位进行加工，自动线上采用了转塔式组合机床、自动更换主轴箱的组合机床、主轴箱多用的组合机床和设置专用工位机床等。有的自动线加工完一种产品后，设备稍加调整，就可以加工另一种产品，这就是**可调式自动生产线**。

目前，大量生产的汽车、拖拉机工厂，不仅在自动化水平上不断提高，而且加工工艺也有较大发展。精锻和精铸毛坯精度的提高，简化了工艺过程。如曲轴和凸轮轴的加工，不再经车削而直接磨削成形。许多新工艺和新技术也不断应用于生产。

成批生产

成批地制造相同的零件，称为**成批生产**。当产品数量较多时，是一批一批地投入生产的。因此，在每台设备或每个工作地点上，往往一批一批地轮番加工几种工件，或担负一种工件的几道工序。每批产品的数量称为**批量**。

在成批生产中，随着产品数量不同，生产组织形式及工艺特征也有较大的差别。如果产品品种较多而各品种的产量不大时，这种成批生产在组织形式和工艺特征上接近于单件生产，称为**小批生产**。如果产品品种少而每种产品的产量很大，这种成批生产的组织形式和工艺特征接近于大量生产，称为**大批生产**。介于两者之间的是**中批生产**。

在成批生产的汽车、拖拉机工厂中，为了尽可能采用更完善的大量生产的组织形式，广泛采用适应多品种生产的、工序高度集中的组合机床、可调整的流水线和成组加工流水线，乃至自动生产线。在成批生产中，采用成组加工是一种多快好省的新工艺。所谓**成组加工**，是根据零件结构和工艺上的特征，对所有被加工零件进行分类和分组，并按一定分类法则对零件编码，然后把同类同一组的零件集中起来，找出能代表这一组所有零件结构和工艺特征的“综合零件”，并按这个“综合零件”编制典型工艺过程。加工这一组零件的设备、工艺装备以及设备排列顺序就是按照这个典型工艺过程设计制造的。凡是同一组的零件都可以在这台设备或流水线上进行加工。当加工由某种零件转换为同一组的另一种零件时，机床不需重新调整，工艺装备也不调整或只需稍加调整。因此，可使批量较小的多品种的中小批生产采用大批大量生产方式进行。采用这种新工艺，给中小批生产带来较好的技术经济效果，如减少了工艺装备的数量和种类，缩短了生产准备时间，有利于采用高效率设备和工艺装备，提高了生产率，适应更新产品。如果产品设计时考虑成组加工，减少零件种类，效果更佳。

在中小批生产时，由于产品品种很多，为适应多品种零件加工，除采用很多万能的设备外，也广泛采用效率较高的数字控制机床和自动换刀数字控制机床（也称为“机械加工中心”机床），这些机床万能性和生产率均较高。

从上述三种生产类型可以看出，不同生产类型的工厂或车间，它们的生产组织形式和采