

(试用教材)

机械制造工艺学

胡永生 主编



北京工业学院

1983, 4

说 明

本书系高等院校工科机械制造工艺及设备专业教材，教学时数为60~70学时。主要内容为叙述机械制造工艺的基本原理，分析零件的加工精度、表面质量、以及提高生产率和降低成本的途径，说明零件制造工艺规程的设计原理。此外还介绍几种精密零件的制造工艺，最后阐述机械装配工艺的基本原理。

本书是在北京工业学院《零件制造工艺学》（上、下册，74年油印版）教材基础上编成的。78年选编在《机械加工工艺及工程设计》（国防工业出版社）教材中作为一篇出版。81年北京工业学院再次印刷成册，改名为《机械制造工艺学》，对其中的一些基本理论问题进行了充实。根据多年来试用的意见，这次付印时又作了全面的修订。

本书除由主编人编写外，《机械加工中的振动》一节由王信义编写，《几种精密零件的制造工艺》一章和稿由王信义、徐弘山二人编写。另外书中有些内容引自兄弟院校的教材，编者在此表示谢意。

本书可作为高等学校机械制造工艺学课程的教材，也可供从事机械制造专业的科技人员

主 编 人

1982年8月

目 录

绪 论

第一章 零件制造的工艺过程

- § 1. 生产过程和工艺过程..... 5
- § 2. 零件制造工艺过程举例..... 6
- § 3. 工艺过程的组成部分..... 9
- § 4. 工艺过程的基本要求..... 12
- § 5. 生产类型对工艺过程的影响..... 14

第二章 零件的加工精度——“优质”问题之一

- § 1. 加工精度和加工误差的意义..... 17
- § 2. 加工误差产生的原因..... 18
- § 3. 决定加工误差的方法..... 21
- § 4. 造成切削运动几何轨迹误差的因素..... 25
- § 5. 工艺系统的刚度问题..... 32
- § 6. 工艺系统的热变形..... 47
- § 7. 刀具磨损造成的加工误差..... 58
- § 8. 切削加工后出现的误差..... 62
- § 9. 加工总误差的分析计算..... 65
- § 10. 统计法研究加工误差..... 66
- § 11. 分析解决加工精度问题..... 78

第三章 加工表面的位置精度——“优质”问题之二

- § 1. 工艺过程中零件的基准问题..... 82
- § 2. 定位误差..... 85
- § 3. 保证位置精度的方法..... 92
- § 4. 尺寸链原理及其应用..... 94
- § 5. 图表法决定工序尺寸..... 107

第四章 加工表面的质量——“优质”问题之三

- § 1. 概 述..... 112
- § 2. 刀具切削加工的光洁度..... 114
- § 3. 磨削加工的光洁度..... 116

§ 4.	光整加工方法的光洁度.....	117
§ 5.	加工表面层的物理机械性质和冷压光工艺.....	123
§ 6.	机械加工中的振动.....	128
第五章 零件制造的高产和低消耗问题		
§ 1.	零件制造实现高产和低消耗的意义和措施.....	152
§ 2.	零件的结构工艺性.....	153
§ 3.	提高生产率和经济性的工艺方面措施.....	157
§ 4.	工艺过程的机械化和自动化.....	163
§ 5.	成组工艺与计算机控制技术.....	170
§ 6.	零件制造工艺过程经济方案的选择.....	174
§ 7.	多刀切削用量问题.....	176
第六章 零件制造工艺规程设计原理		
§ 1	零件制造工艺规程的格式和作用.....	178
§ 2.	工艺规程设计的内容和程序.....	181
§ 3.	毛坯的选择方法.....	182
§ 4.	余量的决定方法和毛坯图.....	186
§ 5.	零件工艺规程设计中的几个主要问题.....	190
§ 6.	零件制造工艺路线的拟订方法.....	196
§ 7.	机床工序的设计工作.....	204
第七章 几种精密零件的制造工艺		
§ 1.	滑阀和套筒的制造工艺.....	209
§ 2.	壳体零件制造工艺.....	215
§ 3.	精密丝杠的制造工艺.....	223
§ 4.	成形零件制造工艺.....	233
第八章 装配的基本原理		
§ 1.	装配过程的基本概念.....	246
§ 2.	保证产品装配精度的方法.....	247
§ 3.	零件结合的性质(方式)和方法.....	252
§ 4.	装配工艺设计.....	255
附 表		
参考书		

绪 论

§ 1 本课程的研究对象

各种机械产品都是由零件组成的。机械零件如轴、轴承、齿轮、凸轮、螺杆、壳体等等，一般是用不同材料制成，并具有一定的结构形状，以便在产品中起到规定的作用并满足使用的要求。各种产品的用途和零件的结构差别很大，但它们的制造工艺却是有共同之处的。

在工厂我们可以看到，任何一种产品的制造都是用组成这一产品的零件装配而成的，而得到这些零件则需应用各种不同的毛坯并经过机械加工，至于毛坯一般都是用各种热加工工艺获得的。也就是说，一种产品的生产过程大致都可以分为毛坯制造、零件的机械加工、和装配试验三个阶段。如果我们分析这三个阶段中的工艺问题则可发现它们具有共同规律性。

对毛坯制造阶段来说，各种机械常用的毛坯是铸件、锻件、棒料、钣料、型材等，获得各种毛坯的工艺为铸造、锻造、焊接、压力加工等热加工工艺。其中铸造、锻造工艺可获得成形毛坯，具有零件的雏形，而零件的最后形状和技术要求一般是在加工阶段获得的。

零件的制造过程视所用的毛坯和零件的结构要求而异。由铸件、锻件、棒料等制造零件的过程，是以切削加工方法为主，一般称为机械加工过程；由钣料、条料、型材等制造零件的过程，以材料的塑性变形为主，一般称为冷冲压加工过程；另外还有塑料零件的压制过程和其它一些特种工艺过程。在这些制造过程中机械加工工艺是获得零件的复杂形状和高精度要求的主要手段，在一般情况下，它是各种机械生产过程的中心问题，往往是工厂生产的决定性环节。

加工后的零件大多需经热处理和表面处理，最后进入装配。零件需按一定的顺序和手续组装成产品，完毕后必须进行性能试验，以确保质量。

机械制造工艺学研究的对象主要是机械生产过程中零件的制造工艺问题。由于零件制造工艺过程的复杂性，它就不是在一门课程里可以研究解决的。对一般的毛坯制造工艺和金属加工方法来说已成为金属工艺学研究的对象，对金属切削加工原理以及加工过程中所用刀具和机床来说则成为切削原理及刀具与金属切削机床二门课程的研究对象；制造零件所用的材料及工艺过程中的热处理工艺则为金属学与热处理研究的对象；零件加工质量的标准及技术测量方法则为公差与技术测量研究的对象。本课程即是在以上一些课程的基础上综合地研究毛坯制造或零件的工艺过程、工艺方法中的基本理论，以便正确制订工艺规程、选择工艺装备、设备和工艺装备（工、夹、量具等）、解决生产中出现的各项工艺问题，不断改进生产过程。至于零件加工过程中所用的夹具在课程的后一部分中研究（另有教材），特种制造工

艺等则另有后续课程。产品的装配工艺由于涉及产品具体结构、适于在现场学习，本书对装配工艺的基本原理和装配尺寸链问题进行了简要的分析。

对于零件制造工艺来说它的知识涉及到多种技术领域。但机械加工是获得机械零件的主要手段，并且它的工艺理论也比较成熟，因而在课程中研究的重点将是机械加工的工艺问题。在实际生产中有不少零件就是单纯地用机械加工方法获得的，但有很多零件则是综合地应用各种工艺方法（除机械加工外还有冲压加工、特种加工、热处理、表面复盖等）获得的。对于其它工艺方法本课程只在有关零件制造工艺过程中简单讨论它的应用问题。

§2 本课程研究的内容和任务

对于任何零件的制造工艺过程最基本的要求有二个方面，一是满足零件从使用观点所提出的质量要求，即零件的形状、尺寸精度、表面质量、以及物理机械性能应满足设计所规定的技术要求；另外要求生产时消耗的物质和劳动量要最少，也就是生产率高，成本低。至于制造工艺过程处理这二者的原则必须是首先满足质量要求，在此前提下应不断提高劳动生产率、降低生产成本，简言之，即是优质、高产、低消耗。保证零件加工质量、提高工艺过程的劳动生产率和经济性是设计或分析研究任何工艺过程最普遍的规律，正是在这些规律的基础上形成课程各部分的具体内容和有关理论。

规定机械需要的加工精度，这是设计人员的任务，而在最低成本下达到加工精度要求就成为工艺人员的主要任务。提高加工精度在生产过程各阶段都有巨大意义。例如提高毛坯制造的精度可以减少机械加工工作量；而提高机械加工精度则可缩短装配的劳动量。这是由于提高零件的互换性、减少钳工修配操作之故。保证零件加工精度就必须研究工艺方法或工艺过程中造成加工误差的各种工艺因素，以便采取措施保证设备和工艺装备在达到规定加工精度时工作的稳定性和可靠性。

零件的加工质量在本课程内将分成加工精度、位置精度和表面质量三章来进行研究。其中的重点是加工误差的分析算法法和统计法、工艺系统的刚度和热变形、基准、工艺尺寸链以及振动问题。

机械制造的发展不仅标志着机械结构的改进，同时也由生产工艺的不断完善来体现。在规定时间内消耗最少的物化劳动、降低生产成本，就必须采用高生产率的设备、工艺装备，并实现机械化和自动化。生产成本分析是保证低消耗的必要手段。实现低消耗则还与采用的工艺方法和工艺过程的先进性密切相关。

机械结构的工艺性是与现代技术水平、生产的方便性、制造的经济性有关的。改善结构工艺性，则在相同生产条件下可提高产量并降低成本。因此这些问题将在零件制造高产低消耗问题中进行研究。

工艺学主要任务之一是研究如何制订零件制造的工艺规程。其中主要问题有加工方法的选择、余量和工序尺寸的规定，工序的集中和分散、以及工序顺序的编制方法等。研究这些规律是合理设计工艺过程的基础，同时为电子计算机进行辅助设计，减少工艺人员的劳动

量、缩短生产准备周期创造条件。这些内容在工艺规程设计一章中研究。为了说明一些实际零件的制造工艺过程，本课程讲述几类精密零件的制造工艺。在不同的生产条件下，为了综合解决零件制造的质量、生产率和经济性，同一零件可以由各种不同的工艺过程来实现。因此这里只能分析其常用的工艺过程、加工方法和工艺装备。

书中最后部分说明机械装配工艺的一般原理，包括装配精度的保证方法，零件的连接方法、装配工艺规程的编制等。

以上内容说明机械制造的一般规律，主要讲述基本理论，而具体零件或产品的工艺只作为分析的例子，在课程中未作过多的研究。

本课程所研究的机械制造规律和基本理论主要是在大批量生产条件下形成的。大批量生产的工厂一般广泛采用高效、自动化的专用工艺装备，组织机械化、自动化生产线，产品的生产率高、成本低，所以制造工艺具有科学性、先进性。但国内外机械制造工厂属中小批生产者居多数。在这些工厂中如何采用大批量生产的先进技术以获得近似于大批量生产的良好效果——提高效率、降低成本、缩短生产周期等是各国十分重视的问题。五十年代初期在机械制造工厂中出现的成组加工，以后发展为成组工艺或成组技术，它是通过将生产的零件分类成组，因而扩大了成组批量，就有可能采用类似于大批量生产的制造技术。所以掌握大批量生产制造工艺的规律和理论可为了解和处理各种生产类型的机械制造工艺问题奠定基础。

本课程的具体任务是：

1. 使学生了解零件制造工艺的基本理论，初步掌握分析研究工艺过程优质、高产、低消耗的规律。
2. 掌握制订机械零件工艺规程的基本原则和具体方法，包括对现有零件结构进行工艺性审查的原则。
3. 了解装配工艺的一般规律。
4. 启发学生从工艺的现有水平和发展方向出发，不断改进产品结构、革新工艺、进行创造性的工艺工作。

§3 本课程的建立和特点

机械制造工艺学既是研究机械制造过程的一门科学，因此课程的建立与发展和机械制造业的发展有密切的关系。

我国是一个具有悠久文化的国家，从古代的一些钟、鼎、兵器、钱币等遗物来看、可见铸造及手工切削技术很早已有相当高的水平。但由于长期受封建势力束缚，使科学技术没有得到应有的发展。在我国应用金属切削机床来进行机械和武器等的制造，还是在十九世纪中叶帝国主义势力侵入中国以后才开始的。直到解放前夕，我国的机械制造业非常落后，工厂太多规模很小、设备陈旧，只是以修配为主，仅能生产简易的产品。

建国三十一年来，在党和政府的领导下我国的机械工业得到飞跃的发展。各种机械产品如机床及工具、汽车、飞机、武器、重型机械、仪表等等的生产都具有相当的规模。已形成

了产品门类基本齐全、布局基本合理的机械制造业体系。

机械工业是为国民经济各部门提供技术装备的，它在实现四个现代化过程中担负着重要的任务。为了大规模培养从事机械工业的人材，自52年开始，在多数大专工业院校相继建立了机械制造工艺专业，并开始讲授机械制造工艺学课程，制造工艺这一学科在我国得到了发展。

机械制造业是本门科学建立的基础。本课程中讲的工艺过程的概念、理论、方法等都是来自生产和工艺科研的实践。生产的发展丰富了制造工艺学，而工艺理论的发展又促进了生产的发展。目前我国的机械制造工艺水平与国际上先进水平相比还有很大差距，如加工精度低、生产劳动量大、成本高、生产的机械化、自动化程度低、新产品生产准备周期长等等。因此大力进行工艺研究，提高工艺水平仍是迫切需要解决的繁重任务。

机械制造工艺学是机械制造工艺专业学生学习的一门主要专业课程。它需要应用加工方法、机床、工具、测量等方面的知识以研究错综复杂的零件生产工艺问题，它是一门实用的、又是综合性的技术科学。

由于这门课程的性质，决定了它的内容比较庞杂，知识面广，随着生产的发展还在不断的变化。还应说明的是工艺过程和工艺方法的一些原则、原理是以文字叙述居多，有不少问题还难于用数学手段揭示其深刻严密的关系。

学生在学习本课程时应具有一般的机械加工基础知识，先修课程有金属工艺学（机械制造基础）、金属切削原理及刀具、金属切削机床、公差与技术测量、金属材料与热处理等。此外学生应具有一定的机床操作经验和工厂的生产知识（如经过机械制造工厂的认识实习），这样对本课程所提出的各种问题才易于理解接受。

根据这门课程性质和内容方面的特点，在学习这门课程时一方面要善于联系生产实际，正确理解有关内容；另一方面又要善于应用基础课程特别是工艺方面基础课程的知识来分析工艺问题，这样才能深入掌握有关内容。此外工艺理论和工艺方法的应用是灵活性很大的，因此必须实事求是，根据具体情况作出具体分析，才能把有关理论和方法正确应用于生产。最后要指出的是在学习完本课程讲述的工艺知识后应经过工艺实习以及课程设计，使所学的知识得到初步的巩固和提高，为今后在实际工作中解决工艺问题的能力奠定更好的基础。

第一章 零件制造的工艺过程

§1 生产过程和工艺过程

笼统地来讲生产过程是指将自然资源经过人们的劳动，生产成为有用产品的整个过程。所以任何机械的生产过程全面地可理解为从采矿开始，经冶炼、浇铸、辗压、零件加工、到装配试验的全部过程。但实际上机械工厂的生产过程只是完成全部过程后面阶段的工作——零件加工（包括成形毛坯制造）和装配。这样便于各种工厂的专业化，从而提高生产率和经济性。这些工厂所用的原材料和半成品一般是由各种专门工厂供给的，所以机械制造工厂的生产过程是指将进厂的原材料和半成品生产成为机械产品的全部过程。在工厂的生产过程中主要的过程是直接改变工件的形状和尺寸的加工过程，另外也包括各种辅助生产过程，如技术准备、检验、运输、保管、包装等等。机械制造工厂的生产过程要由各个车间去完成，一般工厂都设有铸工、锻工、机械加工、冲压加工、热处理、防腐处理和装配等车间，分别完成有关生产工作。

在工厂的生产过程中直接改变工件的形状尺寸、物理机械性质（主要指热处理）、以及决定零件相互位置关系（指装配）的过程统称为制造工艺过程，或简称工艺过程，因此工艺过程是生产过程中的主要部分。

机械加工工艺过程在一般机械产品的整个制造工艺过程中占重要地位，它是指用机械加工方法（主要是切削加工方法）逐步改变毛坯的形态（形状、尺寸、以及表面质量），使它成为合格的零件所进行的全部过程。本课程即是研究零件机械加工工艺过程中的基本原理和所用的工艺方法。

为了完成各种零件的机械加工工艺过程，在工厂的车间内必须划分并组织工作地点。工作地点是指车间面积的一部分，在该处安置机床、工具箱、成品柜等，由一个工人或一组工人在该处完成有关的工作。一个零件的工艺过程通常需经过若干个工作地点才能完成。一方面这是由于机床工艺性能的限制，因为零件的整个形状往往不能全由一个机床加工出来，另一方面是由于经济方面的因素，这样可以合理地利用机床、工具的精度，以及适应工人的技术熟练程度等。

在一个工作地点，由一个或一组工人对一个或同时加工的数个工件连续进行的部分工艺过程的工作称为工序。当加工的对象（工件）更换时，设备和工作地点改变时，或完成工艺工作的连续性有改变时，则形成另一道工序。这里所谓连续性是指工序内的工作需连续完成。例如一批圆轴的加工，它的外圆表面的粗车与精车连续进行则为一道工序；如果生产量大，将粗车与精车分开，先完成这批工件的粗车，然后再对这批工件进行精车，虽然其它条件不变，但就成为两道工序。

工序是编制生产计划、进行经济核算的最基本单元，同时它也是编制零件制造工艺规程最基本的单元。工序这一名词也适用于其它工艺过程，如冲压、热处理、装配、清洗、检验等。

零件的工艺过程是由各种工序所组成。具体一个零件制造工艺过程的决定是一项复杂的工作，它取决于零件的结构和技术条件，生产量的大小，以及工厂的具体生产条件。根据具体零件和生产条件所拟订的最合理的工艺过程方案，即加工成该零件所需要的一系列具体的工序，填制成专门的卡片（图表），就成为生产中的工艺规程。工艺规程是指导生产的主要技术文件，研究工艺规程的制订方法是本课程的主要内容之一。

§2 零件制造工艺过程举例

零件制造的工艺过程通过工艺规程这一技术文件具体规定。零件制造的工艺规程必须能说明毛坯加工成零件的工序顺序、加工方法、各工序的要求和所用的设备、工具等。具体工厂所用工艺规程的格式繁简不一，主要与零件的产量和生产类型有关。为了了解零件制造工艺过程中的一般问题，掌握工艺过程的具体概念，进一步明确课程学习的内容，以下先说明一个成批生产的轴类零件的制造工艺过程。①

图1-1为液压传动中液动机传动轴的设计图纸。轴的外形为细长圆柱体，具有不同直径的台阶，用以安装轴承、转子等零件，并能输出力矩。安装零件用的表面，规定为IT6级精度（ $\phi 22h6$ 、 $\phi 25k6$ 、 $\phi 25h6$ 、 $\phi 10k6$ ），光洁度为 $\nabla 8$ 。其余各台阶质量要求较低。

制造这一零件首先要选择毛坯。此零件所用的材料为45号钢，根据零件的外形结构特点，毛坯应采用棒料。毛坯棒料的直径为 $\phi 32$ 。

进厂的棒料很长（一般为数米长），需经准备工序把它切断成一定长度（视工件总长而定），习惯称为下料。

根据零件的使用要求在制造过程中需经淬火热处理，以提高其硬度（HRC35）和强度，淬火工序一般在精加工前进行。由于细长零件在淬火时易变形，为此在下料以后零件需经过一次调质处理，以便保证零件的淬火质量。

轴的机械加工过程需要由四种工种来完成。首先由车工车出各台阶外圆以及位于轴心线上的内孔及螺纹。对于各个需要磨削的圆柱面应留出余量，即直径方向按图纸尺寸增加0.3~0.4毫米。其它表面则按图纸车到尺寸。

然后转入钳工，钻出横向的 $\phi 4$ 孔，事先进行划线。

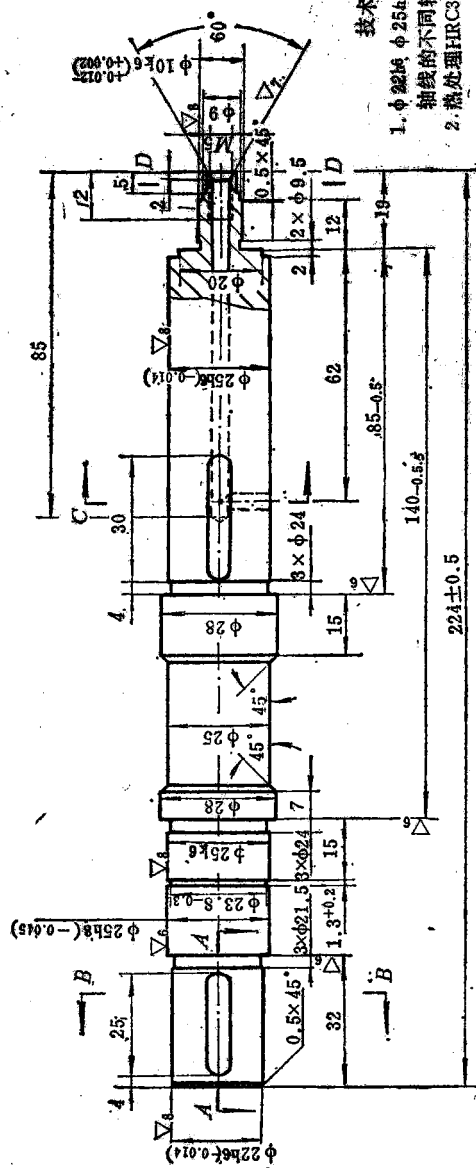
接着由铣工铣出二个键槽和扁头。由于扁头还需要磨削，铣时注意单面留出余量0.2~0.25毫米。

轴的外形结构加工出来后，进行淬火热处理，以获得需要的硬度。

最后进行精加工，由磨工来完成。磨前先研磨两端的顶尖孔，然后磨出各外圆和扁头，达到图纸的技术要求。

① 北京地区的院校可以转向器壳体（图6-4）的制造工艺过程为例，结合北京第二汽车厂现场参观进行教学。

其余▽4



技术要求

1. $\phi 22$ 处 $\phi 25$ 处, $\phi 25$ 处及 $\phi 10$ 处对公共轴线的不同轴度不大于 $R0.01$.
2. 热处理 HRC35

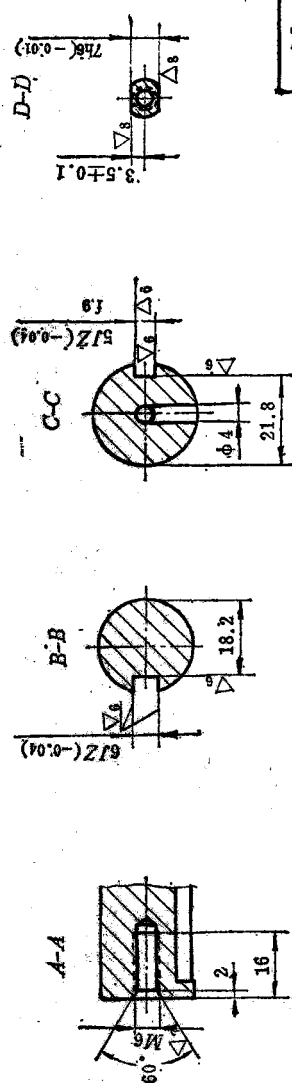
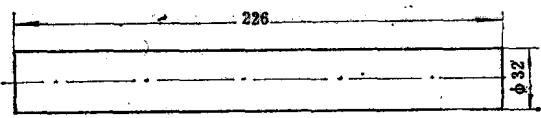
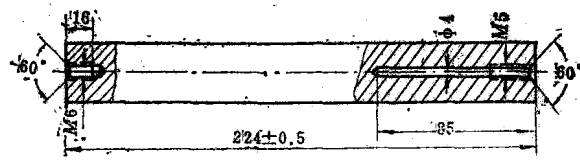
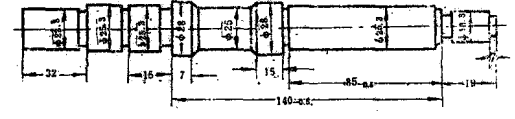
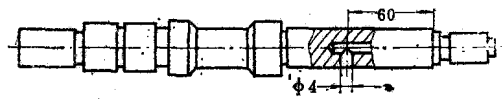
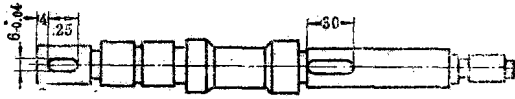
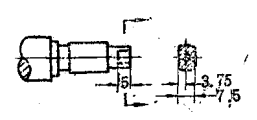
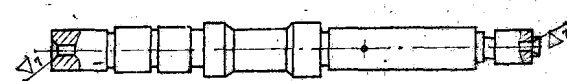
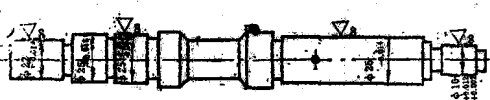
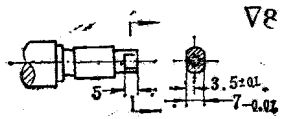


图 1-1 传动轴

轴	材料	45	比例	1:1
	数量	1	共	张第 张
制图	北工 731	2.5DYM1-8		
审核				

2.5DYM1-8 轴的工艺规程

表 1-1

工序	名称	工 序 简 图	设备	工夹量具	工时
1	下料		锯床	钢板尺	5'
2	调质处理				
3	钻中心孔		C1616	φ4 接长钻头, M5、M6 丝锥, 偏刀, 中心钻	30'
4	车外圆	 φ22 等外圆留磨量为 0.3 ~ 0.4	C1616	外圆刀 切槽刀	90'
5	钻孔		台钻	V 形块夹具, φ4 钻头	20'
6	铣键槽		X52K	φ5 立铣刀	30'
7	铣扁头		X52K	φ5 立铣刀, 分度夹具	10'
8	热处理	淬 火 HRC35 要求变形小			
9	研中心孔		车床	硬质合金顶尖	10'
10	磨外圆	 φ22h6, φ25h8, φ25k6 φ10k6 对公共轴线同轴度 R0.01	外圆磨床	千分尺	80'
11	磨扁头	 注意保证对称性 3.5 ± 0.1	平面磨	分度夹具	20'

此零件的工艺规程见表1-1。

从液动机传动轴的制造工艺过程可以看出，工艺过程涉及的问题是多方面的。

规定零件工艺过程的根据是零件设计图纸。零件图应明确表示出零件各部分的结构形状、质量要求。并表示出所用材料及热处理方法。

决定工艺过程前应选择所用的毛坯，并决定毛坯的形状和尺寸。

从毛坯转变成零件需要经过机械加工工艺过程。在机械加工工艺过程中需要应用各种基本工种（车、铣、磨、钳等），也就是各种机械加工工艺方法。

各种工艺方法的主要区别在于所用的刀具和工件切削运动的形式不同，因而所用的设备（机床）和夹具等也不同。工艺方法即是通过刀具、夹具、机床所完成的切削运动具体体现出来的。

掌握基本的工艺方法则要学习金属工艺学、切削原理与刀具和机床等课程，并参加必要的生产实践，有些工艺方法也在本课程中进行学习。

从传动轴这一零件的制造工艺过程看出，它需要由车、钳、铣、磨等不同的工种来完成，因此在车间内需经历不同工作地点和使用不同设备，也就是采用不同的工序。传动轴的工艺就是指这些不同工序组成的制造工艺过程，并由它的工艺规程进行具体规定。由工艺规程规定的工艺过程必须是合理的、先进的。这就是说每一工序和由各工序组成的工艺过程必须体现优质、高产、低消耗的原则。因此本课程要研究工序中的这样一些问题，如选择加工方法、分析加工精度、表面质量、和单件工时等等，另外要研究工艺过程的设计原理，合理制订工序顺序，从整体上解决零件制造工艺的合理性。在零件大批量生产的条件下，工艺规程的设计就涉及到专用机床（包括组合机床）和各种专用工艺装备的设计，也包括自动线设计，就成为一项高度综合性的工作。

§3 工序的组成部分

在单件小批生产的条件下，零件制造的工艺规程比较简单，只要以工序为单元，制订出工序的先后次序就可以了。但在成批、大量生产的条件下，工序工作的内容包括以专用夹具安装工件、机械加工、用夹具或机床使工件转位等内容。为了便于研究工艺过程的优质、高产、低消耗问题，有必要将工序再进一步划分成一些组成部分。工序的组成部分有安装、工位、工步、走刀等，这在工艺规程中必须反映出来。下面对这些组成部分进行说明。

1. 安 装

是指在进行一道工序的加工时，将一个（或同时加工的数个）工件固定在机床上的夹具内，或直接固定在机床工作台上的过程。安装是机械加工工序中的一个重要组成部分，各加工工序都有这一辅助过程。

例如表1-1中工序3与4将工件装于三爪卡盘内以完成钻中心孔和车外圆工序即是。这是采用通用夹具的情况，采用专用夹具同样有这一过程。

图 1-2 为转向器壳体零件（参考图 6-4）钻八孔工序图。该工序采用四轴钻床，能同时进行钻四孔。图中表示工件（双点划线表示）经安装在弯板夹具内后准备钻 T_2 面上四孔的情况。安装过程又可细分为定位和夹紧二个过程。图中将工件套在定位轴上，使工件的 T_2 面与夹具的支承平面接触，从而决定工件的位置，这是定位过程。然后通过定位轴一端的螺母和开口垫圈将工件夹紧。第三章将进一步研究这些问题。

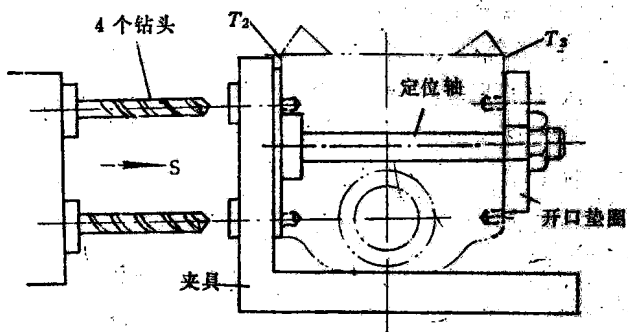


图 1-2 转向器壳体零件钻孔工序图

通常在一个工序中完成加工工作只需安装一次就可完成，少数情况下需安装数次方能完成。图 1-2 中在 T_2 面钻完四孔后，再钻 T_3 面上的四孔时，则需将工件松开再调头安装，因此这一工序有二次安装。

2. 工 位

在一次安装中，工件在机床上所占的每一个位置称为工位。

图 1-3 为在传动轴上铣二个扁面（处于外圆的对称位置）的工序（表 1-1，工序 7）。传动轴安装在主轴孔内和顶尖上，通过螺母和弹簧夹头将工件夹紧。在调整好的机床上铣完一扁面后，转动手柄 5 通过偏心轴 4 退出分度销 2，再转手柄 6 使分度销进入另一个槽内，这样就使夹具的活动部分转过 180° 。接着便可铣另一扁面。所以在这一加工工序中工件在机床上占有二个位置，也就是有二个工位。改变工位的目的是为了加工工件的不同部位，图中工位的改变是依靠夹具的机构（分度机构）来实现的。在某些情况下，也可依靠机床的机构来改变工位，如多工位组合机床即是。

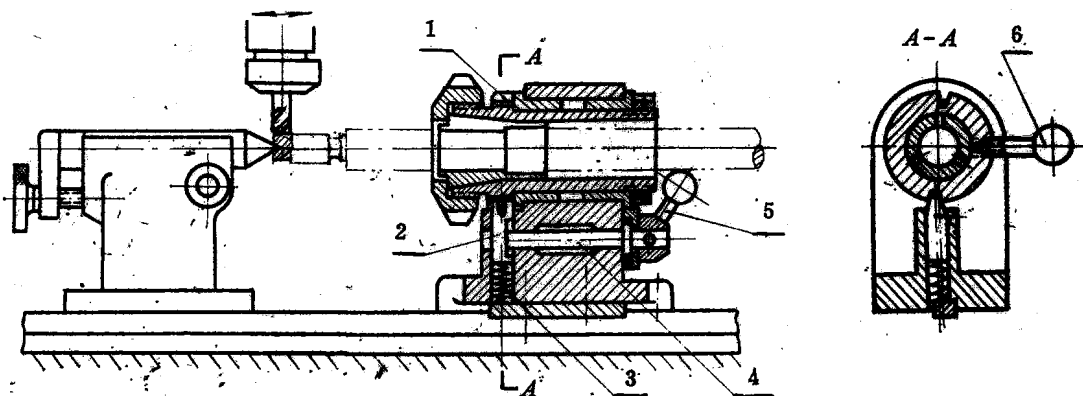


图 1-3 铣键槽分度夹具

在同一工序中，工位和安装的改变都是为了完成工件上不同部位（表面）的加工工作。

不同之处在于从一次安装到另一次安装需松开并重新固定工件，但在工位改变时则不需重新固定工件（指工件在夹紧状态下改变位置）。所以利用改变工位的方法一般便于保证加工质量，提高生产率，易于实现自动化。

3. 工 步

是指在不改变工件被加工表面、切削刀具及机床工作用量（如主轴转速、走刀量）的情况下所完成的那部分加工工作。它是机械加工工序中的主要组成部分，说明了工序的内容。

图 1-4 表示在钻床上对平板形基体零件完成钻孔、扩孔和铰孔的工序。加工时采用三个工步。

对于六角自动车床加工工序来说，六角头（或转塔）每转换一个位置，一般是改变了切削刀具、加工表面以及机床的主轴转速和走刀量，这样就成为不同的工步。见图 1-5。

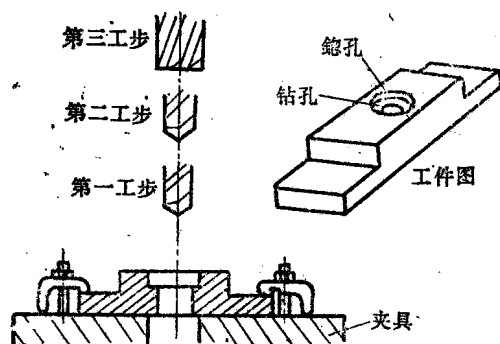


图 1-4 基体零件的孔加工工序

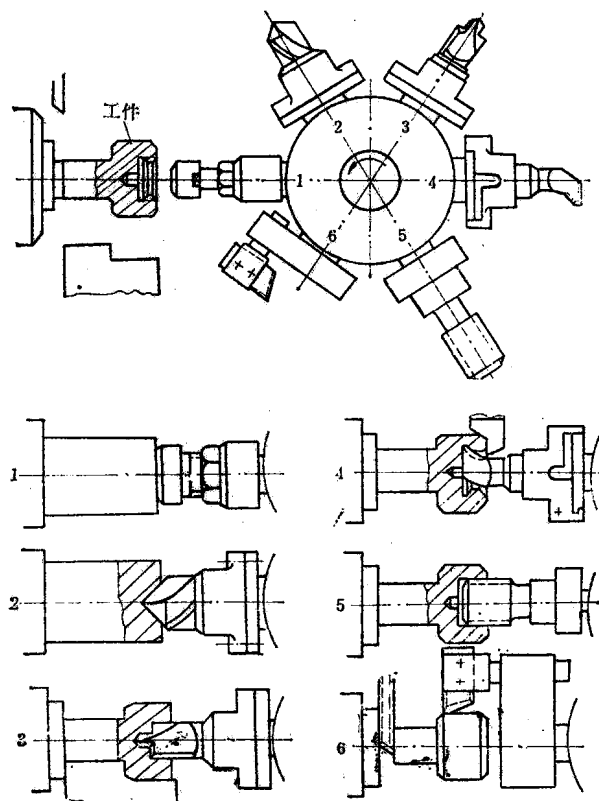


图 1-5 六角自动车床的不同工步

4. 走 刀

是指在不改变工件被加工表面、切削刀具和机床工作用量的情况下切去一层金属的过程。走刀是工步的一部分或全部。当毛坯加工余量过大不能一次切去的时候，就需分成几次切削，这样一个工步就包括有数次走刀。

在图 1-3 中铣键槽工步就宜分成二次走刀完成。

§ 4 工艺过程的基本要求

在一个工厂一定的生产条件下，一个零件往往有不同的工艺过程，即不同的工艺方法和工序。如果生产工厂不同，则可能有完全不同的工艺过程。

这里就产生一个问题：在具体生产条件下怎样的工艺过程是合理的呢？

任何事物都可以一分为二。对加工的零件来说它既有一定的质的规定性^①，又有一定的量的规定性，也就是说零件可分成质量和数量两个方面。设计工艺过程的基本要求就是在一定时间内生产一定数量的零件（即劳动生产率，它可用产量表示）并达到其质量要求。质量和产量就构成工艺过程中的一对矛盾。因此在具体生产条件下合理的工艺过程必须能可靠达到产品的质量要求，在满足质量要求的前提下应保证达到高的生产率（生产率提高，意味着生产零件时间消耗降低，往往也导致成本降低）。换句话说，工艺过程必须满足优质、高产、低消耗的要求。这样机械制造工艺过程才能贯彻执行党的社会主义现代化建设的路线和方针。

工艺过程是一个复杂的过程，有许多的矛盾存在。除质量和产量的矛盾外，例如有加工要求（质量与产量）与设备能力之间的矛盾；加工要求与工人操作水平的矛盾；工艺技术与生产组织、管理的矛盾等等。但是工艺过程中质量和产量是主要矛盾，它规定或影响着其它矛盾的存在和发展。

工艺过程中质量和产量的矛盾表现在什么地方呢？工艺过程必须质量第一，否则尽管生产的件数再多也是无用。这就是说没有质量就没有数量。如果生产零件的质量提高了，它的性能、耐用度好了，或者废品率降低了，那就实际上等于增加了产量。这就是说质量可以转化为产量。另一方面，零件的质量必须通过一定的数量表现出来，因为任何质量都表现为一定的数量，没有数量也就没有质量。因此对设计的工艺过程来说，如果产量极低，那么即使质量再高，仍是不能完成生产任务的。由此可见，质量和产量是各以对方的存在为条件的，并且它们又有互相对立的一面，例如图 1-2 所讲转向器壳体零件的钻孔工序，如用单轴钻床加工，则单件工时需 6 分钟。在生产条件（设备、工艺装备、人的操作水平等）不变的情况下，要求每班产量提高一倍（单件工时缩短一半）势必使工人劳动极度紧张，零件废品率增加，使质量下降。但通过技术革新，采用了多轴钻床和专用夹具，创造了一个与新的产量和质量标准相适应的生产条件，单件工时减成了 3 分钟，生产得到了进一步发展。

^①：指工件的形状、结构、尺寸等。

质量和产量的矛盾具体反映在生产中往往表现为新的生产任务（提高产品质量或是提高产量）同现有设备能力间的矛盾，或新的生产任务同操作技术水平间的矛盾，解决这些矛盾从技术方面来说主要是采用新工艺新设备、挖掘现有设备的潜力，进行技术革新和技术革命等途径来解决。

在工艺过程中质量和产量这一对矛盾一般前者表现为矛盾的主要方面。生产过程必须好字当头、质量第一，好中求快、好中求省，以求得矛盾的统一。但处理工艺过程中的这一对矛盾也不是一劳永逸的，随着机械制造业的发展，对产品的品种、性能的要求日益提高，或者对产品的数量需要日益增长。此时生产条件不能适应客观需要，就会出现产量和质量之间的新的矛盾。采取了某一新的工艺措施提高产量或提高质量，往往又会影响到矛盾的另一方面。从整个工厂的生产角度来看，一道工序、一个车间的产量提高了，也就要求其它工序、其它车间提高产量以取得相应的平衡。这样社会需要的增长，生产条件的变化，不断打破质量和产量间的相对统一，这种不平衡的不断解决，就不断推动了生产技术的发展。

毛泽东同志说：“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。”零件制造工艺主要研究工艺过程中的这一对矛盾的变化，也就是研究零件制造工艺过程中解决质量问题的方法，提高生产率和工艺水平的方法，进一步提高机械化、自动化程度等等，以解决生产中不断出现的问题，改进生产并发展生产。

根据对工艺过程的分析，我们在本课程内具体研究以下问题：

1. 工艺过程的“优质”问题

零件的制造要求是由零件的设计图纸规定，主要是各表面的尺寸精度、位置精度和表面光洁度。这些要求是通过各工序先后达到。因此对每一工序来说，必须按工序简图中的规定进行加工。至于每一工序的加工如何达到工序简图中规定的要求，则是一个复杂的问题，我们将在第二、三、四章中分别进行说明。

2. 工艺过程的“高产”、“低消耗”问题

“高产”与“低消耗”二者有一致性。工艺过程产量的高低可以从整个工艺过程来分析，另外也可从各工序进行分析。在第五章中我们将具体说明这些分析方法。

3. 工艺过程的设计问题

优质、高产、低耗必须在工艺过程设计时统筹解决，它包括这样一些内容：毛坯的选择，工序顺序的拟订，各工序具体内容的规定，如选择机床，决定所用的工、夹、量具，计算并制定余量和切削用量等等，最后填写工艺规程。这些问题在第六章中说明。

4. 装配工艺原理

说明装配过程实现优质、高产、低消耗的一些规律。