



普通高等专科学校教育机电类规划教材

机械制造工艺学

(含机床夹具设计)

南京机械高等专科学校
湘潭机电高等专科学校

徐嘉元
曾家驹

主编



机械工业出版社

普通高等专科学校教育机电类规划教材

机械制造工艺学

(含机床夹具设计)

主编 徐嘉元 曾家驹
参编 徐 雳 沙 杰 李 楠
主审 程 序



机械工业出版社

本书是根据全国高等专科学校机械工程类专业教学指导委员会审定的指导性教学计划和机械制造工艺学教学大纲编写的规划教材。授课时数 80 学时。

本书全面阐述了当今机械制造工艺的系统知识。具体内容包括制订机械加工工艺规程与装配工艺规程的原则和方法,机床夹具设计原理与方法,典型零件加工,机械加工精度和表面质量,尺寸链理论及应用,特种加工和精密加工,现代制造技术的新发展等。各章节均有较多的实例分析并附有思考题和习题。全书取材新颖,详略适当,重点突出,理论紧密联系实际。书中所有名词术语全部采用国家标准,计量单位也采用法定计量单位。

本书可作为高等工科院校机械制造工艺及设备专业教材,也可供自学考试、电大、职大、高职等学生作为教材或参考书,亦可供工程技术人员参考。

机械制造工艺学

(含机床夹具设计)

南京机械高等专科学校 徐嘉元 主编
湘潭机电高等专科学校 曾家驹

*

责任编辑:钱飒飒 林松 版式设计:冉晓华
封面设计:姚毅 责任校对:姚培新
责任印制:王国光

*

机械工业出版社出版(北京市百万庄大街 22 号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 22.75·字数 557 千字

1998 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

印数 0 001—5 000 定价:28.50 元

*

ISBN 7-111-05932-8/TH·815 (课)

ISBN 7-111-05932-8



9 787111 059325 >

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

本书是根据高等专科学校机械类专业教学指导委员会审定的指导性教学计划和机械制造工艺学教学大纲,由专业教学指导委员会组织编审并推荐的教材。课程总学时为 89 学时其中理论教学时数 80 学时,同时应配有实验、课程设计等其它教学环节。

本书内容包括制订机械加工工艺规程与装配工艺规程的原则和方法、机床夹具设计原理与方法、典型零件加工,机械加工精度和表面质量、尺寸链理论及应用、特种加工和精密加工等,并介绍了现代制造技术及其发展和应用。

本书的编写和出版正处于世纪交替的关键时期,为了将教学改革引向深入,使教学面向 21 世纪,更好地适应社会主义经济建设的需要,全书在体系、内容等方面都作了较多的变动,归纳起来,有以下主要特点:

(1) 在保证基本内容的基础上,删减了过时的旧内容,扩充了现代制造技术的新知识,以适应生产发展的需要。

(2) 强调应用性和能力的培养。书中各章均有较多的实例分析,章后附有一定的思考题习题,以培养学生综合分析问题和解决问题的能力。

(3) 书中实例和练习大多取之于生产现场,有些还是编者本人在生产实践中的经验积累,理论联系实际,具有较强的实用性。

(4) 将机床夹具设计内容融入机械制造工艺中,使二者有机地结合,既压缩了原来的学时,又不降低要求,较好地解决了以往采用两本教材时出现的重复、矛盾等问题。

(5) 书中名词、术语、代号等全部采用国家标准和法定计量单位。

本书可作为高等工科院校机械制造工艺及设备专业的教材,也可供自学考试、电大、职大、高职等学生作为教材或参考书,亦可供工程技术人员参考。

本书由南京机械高等专科学校徐嘉元、湘潭机电高等专科学校曾家驹主编,东南大学程序教授主审。具体编写分工如下:第一、二、九章由徐嘉元编写,第三章由哈尔滨理工大学工业技术学院徐雳编写,第四、五章由曾家驹编写,第六章由江南大学李楠编写,第七、八章由郑州工业高等专科学校沙杰编写。宁波工业高等专科学校于鸿钊副教授,南京机械高等专科学校张龙勋副教授和瞿燕南老师参加了审稿会,他们对书稿提出了不少宝贵意见,在此谨向他们表示深切的谢意。

由于水平有限,书中难免有不少错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者
1997 年 8 月

DAG 89/08

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 机械制造工艺学的研究对象	1
第二节 基本概念和定义	4
思考题与习题	13
第二章 工艺规程的制订	15
第一节 毛坯的选择	15
第二节 工件的装夹	16
第三节 定位基准的选择	23
第四节 工艺路线的拟定	28
第五节 工序内容的拟定	36
第六节 工艺过程的技术经济分析	43
第七节 制订机械加工工艺规程的 实例	48
第八节 装配工艺规程的制订	53
思考题与习题	62
第三章 机床夹具设计	67
第一节 概述	67
第二节 工件在夹具中的定位	69
第三节 工件的夹紧	85
第四节 夹具的其它装置和元件	106
第五节 各类机床夹具设计要点	117
第六节 专用夹具的设计方法和步骤	135
思考题与习题	140
第四章 典型零件加工	145
第一节 轴类零件加工	145
第二节 箱体零件加工	163
第三节 圆柱齿轮加工	170
第四节 连杆加工	189
思考题习题	193
第五章 尺寸链	195
第一节 尺寸链的基本概念	195
第二节 工艺尺寸链的应用和解算方法	198
第三节 装配尺寸链	220
思考题与习题	220

第六章 机械加工精度	222
第一节 概述	222
第二节 工艺系统的几何误差	224
第三节 工艺系统的受力变形	233
第四节 工艺系统的热变形	242
第五节 加工误差的单因素分析法	248
第六节 加工误差的统计分析法	253
第七节 机械加工过程中的精度监控和 自适应控制	263
思考题与习题	269
第七章 机械加工表面质量	272
第一节 基本概念	272
第二节 表面粗糙度的形成及其 影响因素	274
第三节 加工表面力学物理性能的变化 及其影响因素	277
第四节 机械加工中的振动	283
思考题与习题	294
第八章 精密加工与特种加工	296
第一节 概述	296
第二节 精密加工方法	297
第三节 精密元件加工	306
第四节 电火花加工及线切割	311
第五节 激光加工	315
第六节 其它特种加工方法	317
思考题与习题	320
第九章 制造技术的新发展	321
第一节 成组技术	321
第二节 计算机辅助工艺规程设计	335
第三节 柔性制造系统	342
第四节 计算机辅助制造和计算机集成 制造系统	349
第五节 展望世界制造业的新模式	353
思考题与习题	355
参考文献	357

第一章 概 述

第一节 机械制造工艺学的研究对象

一、机械制造业的现状面临的形势

机械工业是为国民经济提供装备和为人民生活提供耐用消费品的产业。国民经济各部门生产技术的进步和经济效益的高低,在很大程度上取决于它所采用装备的性能和质量。所以机械工业的技术水平和规模是衡量一个国家科技水平和经济实力的重要标志。

经过建国 40 多年的发展,机械工业已经成为我国工业中产品门类比较齐全,具有相当规模和一定技术基础的支柱产业之一。改革开放以来,机械工业引进了大量的国外先进技术,目前这些技术大部分已投入批量生产,加上国内自行研究开发的成果,使机械产品的结构正向着合理化方向发展,对市场的适应能力也明显增强。

通过引进技术的消化吸收,有计划地推进了企业的技术改造,引导企业走依靠科技进步的道路,使制造技术、机械产品的性能及企业的经济效益都发生了显著的变化。我国机械工业的综合技术水平有了较大幅度的提高,一批先进的制造技术在生产中得到应用和普及,一大批重点骨干企业在关键工序增加了先进、精密、高效的关键设备,约有近 10% 的企业进入了高技术企业的行列,60% 以上的企业建立了专门的技术开发机构。此外,科技体制改革不断深化,绝大多数研究院所已进入经济建设主战场,正在发挥越来越大的作用。

但是,与工业发达国家相比,我国的机械工业仍存在着阶段性的差距。集中表现为制造技术的落后——在设计方法和手段、制造工艺、制造过程自动化技术及管理技术诸方面都明显落后于工业发达国家。制造技术的落后严重制约了机械工业的进一步发展,使我国机械工业的技术来源大部分依赖引进国外技术,全员劳动生产率低,机械产品质量差,可靠性低,缺乏竞争能力。

90 年代至 21 世纪初是我国由计划经济向社会主义市场经济过渡,初步建立新的经济体制的时期,也是国际产业结构重组、国际分工不断深化、科学技术突飞猛进发展的时期,世界各国都把提高产业竞争力和发展高技术抢占未来经济制高点作为科技工作的主攻方向。在经济和科学技术方面我国与世界各国的联系日益紧密,中国市场与国际市场进一步接轨,面对国内外激烈的市场竞争,企业对技术的需求将更加强化和迫切,先进制造技术将得到更大的重视,机械工业科技发展正面临着挑战与机遇并存的新形势。我们应当抓住机遇,迎接挑战,坚决贯彻“以科技为先导,以质量为主体”的方针,进一步推动机械工业的振兴。而要实现机械工业的振兴,就必须不断提高企业的产品自主开发能力和制造技术水平。

二、质量、生产率和经济性的辩证关系

为了提高制造技术水平,首先必须处理好质量、生产率和经济性之间的关系。任何一台

机械产品都是由各种零件所组成的，如轴、套、齿轮、箱体等。这些零件由不同的材料制成毛坯，经过机械加工和必要的热处理达到图样规定的结构形状和尺寸要求，最后装配成满足其性能要求的产品，这就是机械产品的制造过程，如图 1-1 所示。

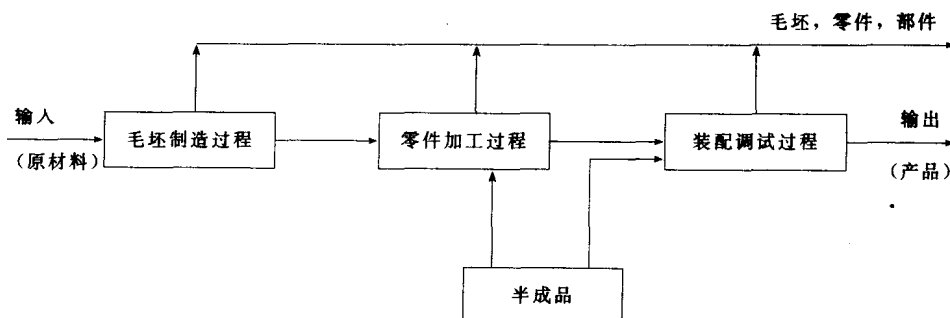


图1-1 机械产品的制造过程

各种机械产品的用途和零件结构的差别虽然很大，但它们的制造过程却有着很多共同之处。在制造过程中有很多的工艺技术问题需要解决，这些问题可以归纳为质量、生产率和经济性三个方面的问题。第一方面的问题是如何保证和提高产品的质量，包括整台机器的装配精度、使用寿命和可靠性，以及零件的加工精度和加工表面质量。这就需要研究各种加工方法和各种加工方案，研究加工过程中可能出现的各种误差因素以及如何减少和消除这些误差因素对机器和零件质量的影响，研究保证装配精度的方法等；第二方面的问题是如何提高劳动生产率，也就是如何用最少的时间完成最多的工作量。这可以通过提高切削用量和改进工艺方法，采用自动化加工等手段来实现；第三方面的问题是如何降低产品的成本，这就必须合理选择和节省原材料，对多种工艺方案进行分析比较、进行优化和作出抉择等。

上述三方面的问题是互相关联又互相制约的。比如，为了保证产品质量，必须采用精密加工设备，但因为设备的价格昂贵，可能会使加工成本有所上升；有时为了降低加工成本，又不得不采取生产率稍低的加工方法和选择精度较低的毛坯；随着生产批量的加大，更多地使用先进的、高生产率的设备，虽然一次性投资较大，但因为生产率高，缩短了加工工时，仍会使总的经济效益提高等等。因此，对待工艺问题必须辩证地、全面地加以分析，其基本原则是在满足质量要求的前提下，不断提高劳动生产率和降低成本，以优质、高产、低消耗的工艺方案来完成产品的加工和装配，取得综合的最佳效果。

三、机械制造过程中的基本规律和基本理论

为了达到上述目的，必须研究和控制机械产品的制造过程，研究解决上述工艺技术问题的方法和措施。如前所述，机械产品虽然种类繁多，具体的制造方法也千差万别，但是在它们的制造过程中却存在着一些共同的基本的规律。找出这些共同的规律，加以分析和研究，进行抽象概括，使其上升为理论。这些基本理论确切地揭示了客观事物的本质和它们的内在联系。学习和掌握了这些基本理论，再用它们来指导生产实践，就有可能使机械产品的制造过程取得综合的、最佳的效果，最终推动生产的进一步发展。

“机械制造工艺学”就是研究机械制造过程中的基本规律和基本理论及其应用的一门技术学科。

在本门课程中，所研究的基本规律和基本理论有：

- 1) 工艺过程的典型化和工艺规程的编制方法。
- 2) 加工精度的理论。
- 3) 机械加工的表面质量。
- 4) 机器零件间及其加工过程中的尺寸联系和尺寸链。
- 5) 机床夹具的设计原理和方法。

机械制造过程是一种离散的、复杂的生产过程，在制造过程中各个环节之间有一定的关联但并不一定很严密，尤其是传统的工艺制造方法，在一定程度上还依赖于个人的经验和技艺，工艺过程目前还很难用数学方法或严密的逻辑关系来描述，这就使得上述工艺基本理论具有很大的灵活性和局限性。随着科学技术和生产的发展，工艺基本理论本身也在不断地更新和充实并逐步得到完善。因此，我们在学习工艺基本理论时，要注意理论联系实际，具体问题具体分析，切忌死搬硬套，应当从工程应用角度去理解和掌握它。

四、机械制造工艺的发展

按照传统的专业划分，机械制造工艺学的研究范畴是零件的机械加工和装配的工艺过程。很长时间以来，机械加工工艺最广泛采用的方法是切削加工和磨削加工，即按照一定的顺序，采用硬度比工件高的切削刃，在力的作用下使工件的材料发生分离，从而获得需要的形状、尺寸和表面质量，然后将它们装配成机器。

随着科学技术的发展，出现了很多硬度极高的难加工材料，这些材料很难用传统的切削或磨削的方法来加工；某些极小的，形状不规则的孔隙、型腔也很难用传统的加工方法获得，于是出现了应用电能、声能、光能或者化学能等来加工金属的特种加工技术。

另一方面，科学技术的发展对机械产品的精度提出了越来越高的要求，特别是宇航器件和集成元件的制造，原有的加工方法已不能满足其高精度和高表面质量的需要，于是，各种超精密加工方法应运而生，而且其加工精度的等级还在不断地提高。

提高生产效率始终是机械制造业所研究的重要课题之一。在这方面主要从减少切削时间、辅助时间和提高加工过程的自动化程度着手。

刀具材料的革新和新刀具材料的开发，优良的机床静态、动态特性和高转速，使高速切削和高速磨削成为可能，从而缩短了机动切削时间，充分发挥了传统加工技术的技术潜力，使劳动生产率得到显著提高。

制造过程的自动化及其发展是机械制造业中最新技术进步的又一个重要方面。由于微电子技术、信息技术和计算机技术的迅猛发展，特别是电子计算机在机械制造过程中的广泛应用，使机械制造过程自动化进入了一个崭新的时代。随着数控加工的应用和推广，计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）逐步进入实用阶段，尤其是柔性制造系统（FMS）的出现，不仅大大提高了生产效率，降低了生产成本，同时也可靠地保证了产品的质量和从根本上改善了劳动条件。目前，世界各国正致力于计算机集成制造系统（CIMS）的研究和开发。这种计算机集成制造系统是由一个多级计算机控制的全盘自动化系统。它通过一套软件将设计、制造和管理综合为一个整体。它是工厂各个环节自动化的有机地集成，是工厂自动化的发展方向。

第二节 基本概念和定义

一、机械加工系统的概念

(一) 生产系统及其组成

机械制造工厂作为一个生产单位，它的生产过程和生产活动是很复杂的。它包括从原材料到成品所经过的毛坯制造、机械加工、装配、涂漆、运输、保管等所有的过程以及开发设计、计划管理、经营决策等所有的活动，是一个有机的、集成的生产系统，如图 1-2 所示。图中双点划线框内表示系统，框外表示外界环境。从图可以看出，整个系统由三个层次组成：决策层为企业的最高领导机构，他们根据国家的政策、市场信息和工厂自身的条件，进行分析研究，就产品的类型、产量及生产方式等作出决策；计划管理层根据工厂的决策，结合市场信息和本部门实际情况进行开发研究，制订生产计划并进行管理；生产技术层是直接制造产品的部门，根据有关的指令和图样进行生产，将原材料直接变成产品。

(二) 制造系统及其组成

制造系统是生产系统中的一个重要组成部分，是上述生产技术层次的主体。它包括了毛坯制造、机械加工、装配和物料的储存、运输、检验等所有的工作。在制造系统中，存在着以生产对象和工艺装备等为主体的“物质流”，以生产管理和工艺指导等信息为主体的“信息流”，以及为了保证生产活动正常进行而必需的“能量流”。图 1-3 表示了上述各部分之间的相互关系。

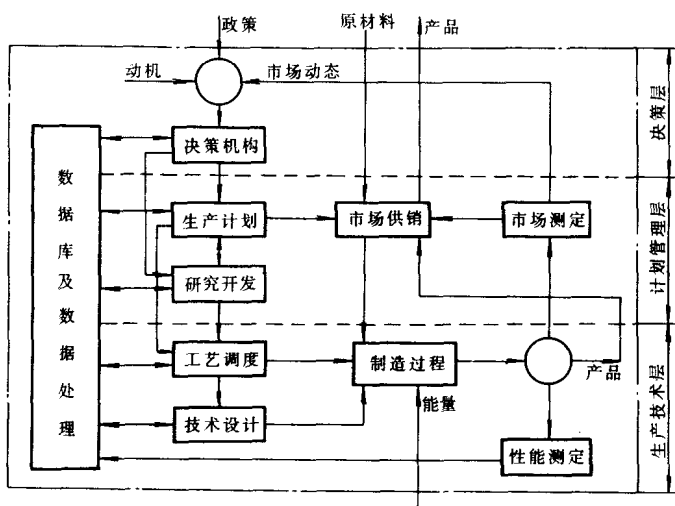


图 1-2 生产系统图

在制造系统中，机械加工所使用的机床、刀具、夹具和

工件组成了一个相对独立的统一体，通常称之为工艺系统。工艺系统的各个环节之间互相关联、互相依赖、共同配合实现预定的机械加工功能。工艺系统本身的性能和状态对工件的质量影响极大，它是本课程研究的主要对象。

二、工艺过程及其组成

如前所述，将原材料转变为成品的全过程称为生产过程。随着机械产品复杂程度的不同和专业化生产程度的差异，一种产品的生产过程可以由一个生产车间或一个工厂完成，也可以由多个工厂联合完成。

在生产过程中，直接改变生产对象（如原材料、毛坯、零件或部件等）的形状、尺寸、相对位置和性能等，使其成为成品或半成品的过程，称为工艺过程，如毛坯制造、机械加工、装配等。

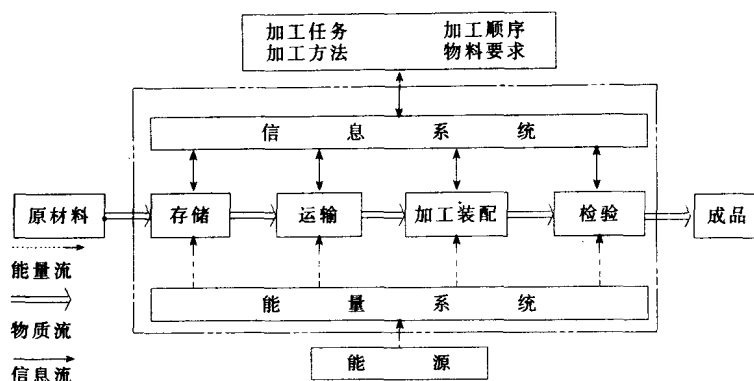


图1-3 机械制造系统图

在许多情况下，工艺过程并不是唯一的，但在一定的生产条件下，总是存在着一个（或几个）相对最佳的合理方案。通常将比较合理的工艺过程确定下来，写成工艺文件，作为组织生产和进行技术准备的依据。这种规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件，称为工艺规程。

机械加工工艺过程按一定顺序由若干道工序组成，每一个工序又可依次细分为安装、工位和工步等。

（一）工序

一个（或一组）工人，在一个工作地对同一个（或同时对几个）工件所连续完成的那一部分工艺过程，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。如图1-4所示的阶梯轴，其工艺过程共包括五个工序，如表1-1所示。此方案中车削外圆、端面、倒角为一个工序，说明所有车削工作是在一台车床上连续完成的。如果车削工作分别在两台车床上顺序完成，或者虽然在一台车床上加工，但先将一批工件的一端全部车好，再车另外一端，此时对一个工件来说，两端的车削是不连续的。上述两种情况下，车削加工即分为两道工序，而整个工艺过程便由六个工序组成了。

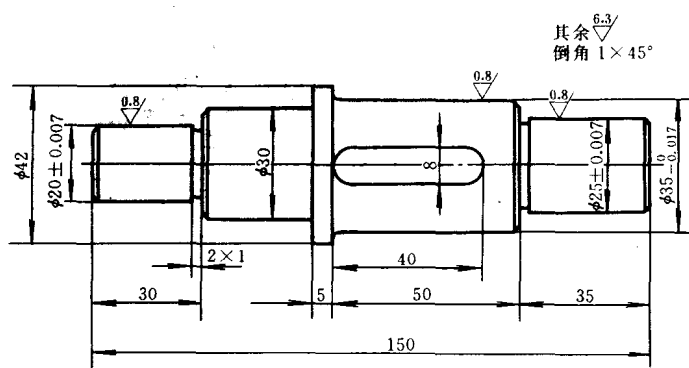


图1-4 阶梯轴

表 1-1 阶梯轴的工艺过程

工序号	工序名称	工作地点
1	铣端面钻中心孔	专用机床
2	车外圆、端面、倒角	车床
3	铣键槽	铣床
4	去毛刺	钳台
5	磨外圆	磨床

工序是工艺过程的基本组成部分，并且是生产计划的基本单元。

（二）安装

在一道工序中, 工件在加工位置上至少要装夹一次, 有时也可能装夹几次, 工件 (或装配单元) 经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。如上例中的车削工序就要进行两次装夹: 先夹一端, 车端面、外圆、倒角, 称为安装 1; 再掉头装夹, 车另一端, 称为安装 2。

工件在加工中, 应尽可能减少装夹次数, 因为多一次装夹就多一次误差, 同时增加了装卸工件的时间。因此, 在生产中常采用不需重新装夹工件而又能改变工件在机床上的位置以加工不同表面的分度夹具或机床回转工作台。

(三) 工位

一次装夹工件后, 工件 (或装配单元) 与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置, 称为工位。如图 1-5 所示, 在普通立式钻床上钻法兰盘的四个等分轴向辅助孔, 当钻完一孔后, 工件 1 连同夹具的回转部分 2 一起分度转过 90° , 然后钻另一孔。此工序包括一个安装, 四个工位。

(四) 工步

在一个工序内往往需要采用不同的刀具来加工许多不同的表面。为了便于分析和描述较复杂的工序, 可将工序再划分为若干工步。

在加工表面 (或装配时的连续表面) 和加工 (或装配) 工具不变的情况下, 所连续完成的那一部分工序, 称为工步。例如图 1-4 所示阶梯轴的工艺过程中, 车削工序可分为两个安装, 在第一个安装中就可以细分为车 $\phi 42\text{mm}$ 外圆、车 $\phi 35\text{mm}$ 外圆、车 $\phi 25\text{mm}$ 外圆、车大台阶面、车小台阶面、倒角等工步。

一般说来, 当加工表面或刀具改变时, 即构成一个新的工步。但是对于那些连续进行的若干个相同的工步, 习惯上常常写成一个工步。如在摇臂钻床上对箱体零件上 10 个 M8 螺纹底孔的连续钻削, 在工艺文件上可写成钻 10 个 M8 螺纹底孔。

为了提高生产率, 生产中常常采用复合刀具或多刀同时加工, 这样的工步称为复合工步。图 1-6 所示是在立轴转塔车床上用回转刀架上的多刀加工齿轮坯外圆和内孔的复合工步。

在一个工步中若所需切削的金属层较厚, 可以作几次工作进给, 每一次工作进给所完成的工步部分称为一个工作行程, 或一次走刀。

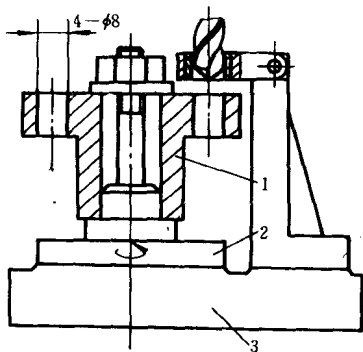


图 1-5 在四个工位上钻孔

1—工件 2—夹具回转部分 3—夹具固定部分

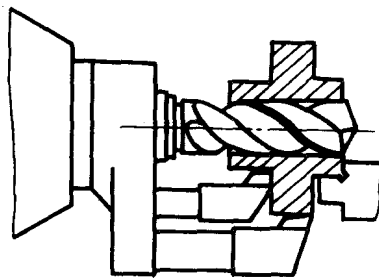


图 1-6 立轴转塔车床的复合工步

三、生产类型及其工艺特征

(一) 生产纲领

企业根据市场需求和自身的生产能力决定生产计划。在计划期内应当生产的产品产量和

进度计划称为生产纲领。计划期一般定为一年，所以生产纲领一般就是年产量。零件的生产纲领应计入废品和备品的数量，常按下式计算：

$$N = Qn(1 + \alpha + \beta)$$

式中 N —— 零件的年产量，单位为件/年；

Q —— 产品的年产量，单位为台/年；

n —— 每台产品中，该零件的数量，单位为件/台；

α —— 备品率；

β —— 废品率。

生产纲领的大小决定了产品（或零件）的生产类型，而各种生产类型下又有不同的工艺特征，制订工艺规程必须符合其相应的工艺特征。因此，生产纲领是制订和修改工艺规程的重要依据。

（二）生产类型

根据工厂（或车间、工段、班组、工作地）生产专业化程度的不同，存在着三种不同的生产类型，即大量生产、成批生产和单件生产。

（1）单件生产 单个地生产不同的产品，很少重复。例如重型机器制造、专用设备制造及新产品试制等。

（2）成批生产 一年中轮番周期地制造几种不同的产品，每种产品均有一定的数量，制造过程有一定的重复性。一次投入或产出的同一产品（或零件）的数量称为生产批量。批量大小主要根据资金的周转、零件加工、调整费用及仓库的容量等情况来确定。

按照批量的大小，成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产。一般机床制造厂即为成批生产的典型例子。

（3）大量生产 产品的产量很大，大多数工作地按照一定的节拍重复地进行某一个零件某一道工序的加工。例如汽车、手表、轴承等的制造，通常都是以大量生产的方式进行的。

生产纲领和生产类型的关系随产品的大小和复杂程度而不同。表 1-2 给出了大致的范围。

表 1-2 生产类型与生产纲领的关系

生产类型	零件的生产纲领（单位为件/年）		
	重型机械	中型机械	轻型机械
单件生产	≤ 5	≤ 20	≤ 100
小批生产	$> 5 \sim 100$	$> 20 \sim 200$	$> 100 \sim 500$
中批生产	$> 100 \sim 300$	$> 200 \sim 500$	$> 500 \sim 5000$
大批生产	$> 300 \sim 1000$	$> 500 \sim 5000$	$> 5000 \sim 50000$
大量生产	> 1000	> 5000	> 50000

（三）各种生产类型的工艺特征

各种生产类型具有不同的工艺特征。成批生产覆盖的面比较大，其特征比较分散，其中小批生产接近于单件生产，大批生产接近于大量生产，所以通常按照单件小批生产、中批生产和大批大量生产来划分生产类型。各种生产类型下的工艺特征见表 1-3。

表 1-3 各种生产类型的工艺特征

特 点 项 目	单件小批生产	中批生产	大批大量生产
加工对象	经常变换	周期性交换	固定不变
毛坯及余量	木模手工造型, 自由锻。毛坯精度低, 加工余量大	部分铸件金属模, 部分模锻。毛坯精度和余量中等	广泛采用金属模机器造型和模锻。毛坯精度高, 余量小
机床设备	通用机床, 机群式排列	部分专用机床, 部分流水排列	广泛采用专机, 按流水线布置
工艺装备	通用工装为主, 必要时专用夹具	广泛采用专用夹具, 可调夹具。部分采用专用的刀、量具	广泛采用高效专用工装
工件装夹方法	通用夹具和划线找正	广泛采用专用夹具装夹, 少数采用划线找正	全部采用夹具装夹
装配方法	广泛采用修配法	大多采用互换法	互换法
操作工人技术水平	高	一般	较低
工艺文件	工艺过程卡	工艺卡, 内容详细	工艺过程卡、工序卡、内容详细
生产率	低	一般	高
成本	高	一般	低

随着科学技术的发展和市场需求的变化, 生产类型的划分正在发生着深刻的变化, 传统的大批大量生产, 往往不能很好地适应市场对产品及时更新换代的需求, 多品种中、小批量生产的比重逐渐上升。随着成组技术的应用和数控机床的普及, 各种生产类型下的工艺特征也在起着相应的变化。生产过程的柔性化和现代制造技术的特征将在本书的有关章节中予以介绍。

四、结构工艺性

一个好的机器产品和零件结构, 不仅要满足使用性能的要求, 而且要便于制造和维修, 即满足结构工艺性的要求。在产品技术设计阶段, 工艺人员要对产品结构工艺性进行分析和评价; 在产品工作图设计阶段, 工艺人员应对产品和零件结构工艺性进行全面审查并提出意见和建议。下面就从零件和产品两个方面来分析一下结构工艺性的问题。

1. 零件结构工艺性

零件结构工艺性是指在满足使用要求的前提下, 制造该零件的可行性和经济性。它由零件结构要素的工艺性和零件整体结构的工艺性两部分组成。

(1) 零件结构要素的工艺性 组成零件的各加工表面称为结构要素。零件结构要素的工艺性主要表现在以下几个方面:

1) 各要素形状尽量简单, 面积尽量小, 规格尽量统一和标准, 以减少加工时调整刀具的次数。

2) 能采用普通设备和标准刀具进行加工, 刀具易进入、退出和顺利通过, 避免内端面加工, 防止碰撞已加工面。

3) 加工面与非加工面应明显分开, 应使加工时刀具有较好的切削条件, 以提高刀具的寿命和保证加工质量。

(2) 零件整体结构的工艺性 零件整体结构的工艺性, 主要表现在以下几方面:

1) 尽量采用标准件、通用件和相似件。

2) 有位置精度要求的表面应尽量能在一次安装下加工出来。如箱体零件上的同轴线孔, 其孔径应当同向或双向递减, 以便在单面或双面镗床上一次装夹把它们加工出来。

3) 零件应有足够的刚性, 以防止在加工过程中 (尤其是在高速和多刀切削时) 变形, 影响加工精度。

4) 有便于装夹的基准和定位面。如图 1-7 所示机床立柱, 应在其上增设工艺凸台, 以便加工时作为辅助定位基准。

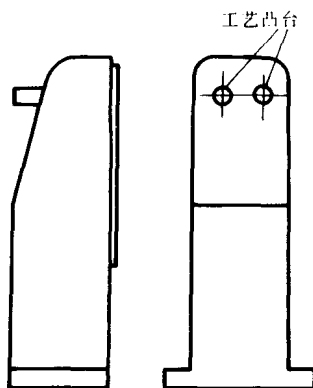


图 1-7 机床立柱的工艺凸台

2. 产品结构的工艺性

产品结构的工艺性是指所设计的产品在满足使用要求的前提下, 制造、维修的可行性和经济性。显然, 制造的可行性和经济性应当包含制造过程的各个阶段, 包括毛坯制造、机械加工和装配等。此处重点分析产品结构的装配工艺性。

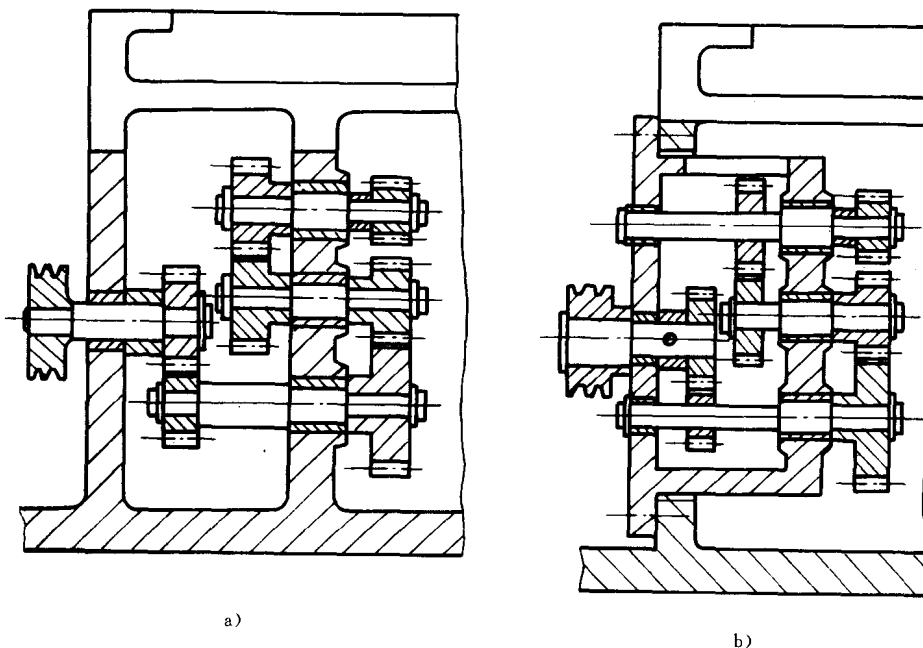


图 1-8 传动齿轮箱的结构

a) 齿轮箱与床身合为一体 b) 齿轮箱为独立的装配单元

产品结构的装配工艺性可以从以下几个方面来分析:

1) 独立的装配单元。所谓独立的装配单元, 就是指机器结构能够划分成独立的部件、组件, 这些独立的部件和组件可以各自独立地进行装配, 最后再将它们总装成一台机器。这样就可以组织平行流水装配, 使装配工作专业化, 有利于装配质量的提高, 最大限度地缩短装

配周期, 提高装配劳动生产率。

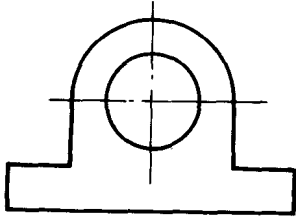
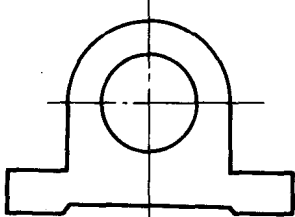
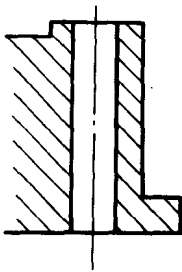
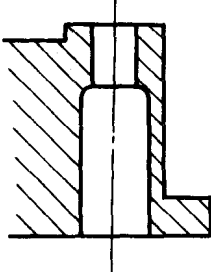
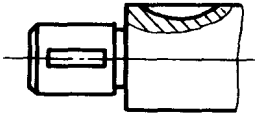
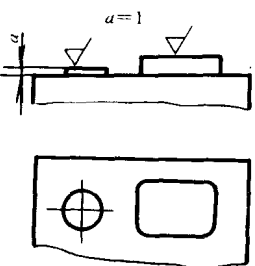
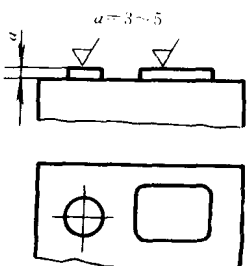
图 1-8 所示为传动齿轮箱的装配, 图 a 所示为早期设计的一些机床, 将轴和齿轮直接装在床身上, 看起来省去了一个变速箱体, 实际上给装配工作带来诸多不便。若改为图 b 的形式, 将变速箱做成一个单独的部件, 单独进行装配、调试, 最后装到床身上。显然, 图 b 的结构大大简化了装配和维修工作, 缩短了装配周期, 提高了生产率。所以, 现代的机床产品, 大多采用这种结构形式。

2) 便于装配和拆卸。

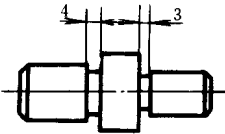
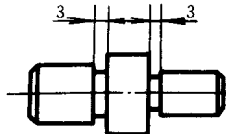
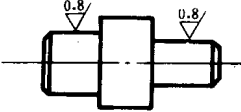
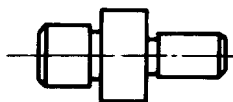
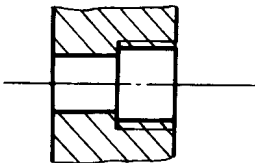
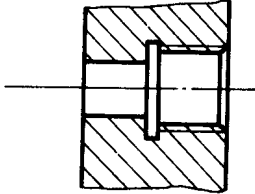
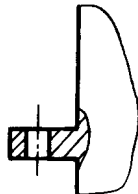
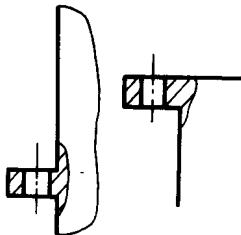
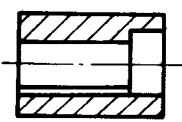
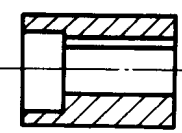
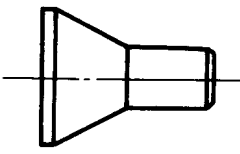
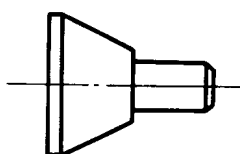
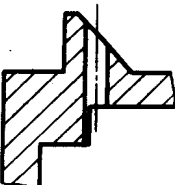
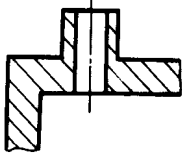
3) 尽量减少在装配时的机械加工和修配工作。

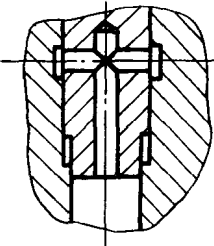
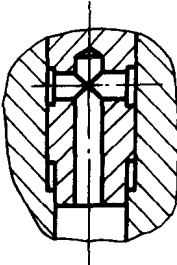
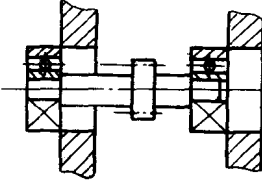
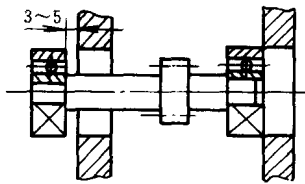
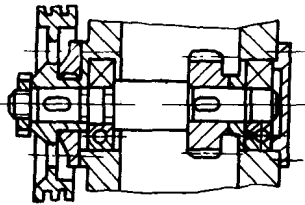
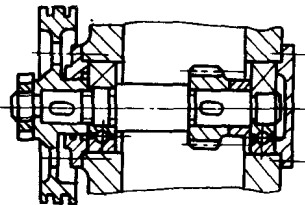
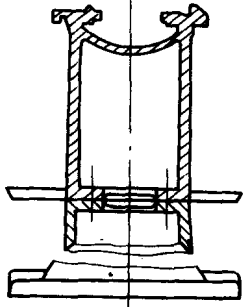
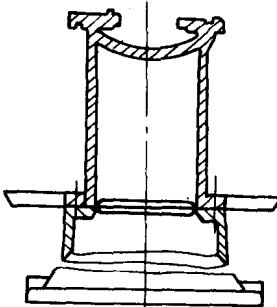
表 1-4 列举了生产中常见的结构工艺性定性分析的实例, 供参考和借鉴。

表 1-4 结构工艺性实例分析

序号	结构工艺性内容	不 好	好
1	尽量减少大平面加工		
2	尽量减少长孔加工		
3	键槽在同一方向可减少调整次数		
4	1. 加工面与非加工面明显分开 2. 凸台高度相同, 一次加工		

(续)

序号	结构工艺性内容	不 好	好
5	槽宽尺寸一致		
6	磨削表面应有退刀槽		
7	1. 内螺纹孔口应倒角 2. 根部有退刀槽		
8	孔离箱壁太近, 需用加长钻头加工		
9	槽底与孔母线平, 易划伤加工面		
10	磨削锥面时易碰伤加工面		
11	1. 斜面钻孔, 易引偏 2. 出口处有阶梯, 钻头易折断		

序号	结构工艺性内容	不 好	好
12	孔内加工环形槽不方便		
13	同一组件上的几个配合表面应依次进入装配		
14	轴上零件可单独组装成组件后, 一次装入箱体内		
15	床身和油盘连接螺钉应在容易装配的地方		
16	箱体内搭子上加工油孔不方便	