

普通高等教育机电类规划教材

机械制造工艺学

清华大学 王先逵 主编

机械工业出版社



TH16

W20-2

430388

430388

普通高等教育机电类规划教材

机械制造工艺学

主编 王先逵
 参编 贾云福 张世昌 张福润
 吴博达 王宛山 (按章节顺序排列)
 主审 王小华 于骏一



00430388



机械工业出版社

本书是根据机械制造工艺及设备专业教学指导委员会所制订的教学计划和课程教学大纲编写的。全书内容共分六章：机械加工工艺规程设计、机床夹具设计原理、机械加工精度、机械加工表面质量、机器装配工艺过程设计、机械制造技术的发展。

本书力求在保证基本内容的基础上，增加新内容，以反映现代制造技术的发展；注意多用图、表来表达叙述性内容，理论联系实际；每章均有一定数量的习题和思考题，便于思考，掌握要点。

本书主要作为高等院校机械制造工艺及设备专业的教材；也可供自学考试、电视大学、函授大学、业余大学、职工大学等学生作教材或参考书用，同时也可供从事机械制造业的工程技术人员参考。

DY65/14

机械制造工艺学

主编 王先逵

*

责任编辑：王世刚 钱飒飒 版式设计：王颖

封面设计：方芬 责任校对：刘茹

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）

三河市宏达印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16·印张 21.25·字数 524 千字

1998年11月第1版第4次印刷

印数 19 001—23 000 定价：24.50元

*

ISBN 7-111-04785-0/TH·620（课）

前 言

1992年9月在杭州召开的“机械制造工艺及设备专业教学指导委员会会议”决定,为了适应机械制造业的发展和教学改革的需要,要新编一本《机械制造工艺学》大学本科教材。在这以前,专业教学指导委员会曾对我国近年来高等院校编写的《机械制造工艺学》教材进行了评审,在此基础上决定由清华大学、大连理工大学、天津大学、华中理工大学、吉林工业大学、东北大学承担编写,由清华大学王先逵教授任主编。

本书在编写过程中力求贯彻以下基本思想:

1) 在保证基本内容的基础上,删除一些过时的旧内容,增加新内容,以反映现代制造技术的发展。

2) 尽量多用图、表来表达叙述性的内容,培养学生的综合分析能力。

3) 理论联系实际,注意多用典型实例分析,以便牢固掌握基本内容。

4) 每章均有一定数量的习题和思考题,以培养学生的思考能力,掌握要点。

5) 贯彻名词术语、代(符)号、量和单位等现行国家标准。

本书是根据专业教学指导委员会所制订的大纲编写的,课堂讲授为66学时,课程应配有实验、习题、生产实习和课程设计等教学环节。由于近年来,“机床夹具设计原理”大多放在“机械制造工艺学”中讲授,故仍按此处理,并将工艺与夹具在内容上有机结合起来。

本书主要作为高等院校机械制造工艺及设备专业的教材,也可供自学考试、电视大学、函授大学、业余大学、职工大学等学生作教材或参考书用,同时也可供从事机械制造业的工程技术人员参考。

本书由清华大学王先逵主编,参加具体章节的编写人员有:绪论:清华大学王先逵;第一章:大连理工大学贾云福;第二章:天津大学张世昌;第三章:华中理工大学张福润;第四章:吉林工业大学吴博达;第五章:东北大学王宛山;第六章:清华大学王先逵。全书由大连理工大学王小华、吉林工业大学于骏一主审,他们对书稿提出了不少宝贵意见,在此,谨向他们表示衷心感谢。

由于水平有限,书中难免有不少错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编者 1995年2月

目 录

前言		
绪论	1	
第一章 机械加工工艺规程设计	5	
第一节 基本概念	5	
第二节 工件加工时的定位及基准	15	
第三节 工艺路线的制定	24	
第四节 加工余量、工序间尺寸及公差的确定	44	
第五节 工艺尺寸链	49	
第六节 时间定额和提高生产率的工艺途径	59	
第七节 工艺方案的比较与技术经济分析	65	
第八节 成组技术	71	
第九节 计算机辅助工艺过程设计	78	
习题与思考题	83	
第二章 机床夹具设计原理	90	
第一节 机床夹具概述	90	
第二节 工件在夹具上的定位	92	
第三节 工件在夹具中的夹紧	102	
第四节 各类机床夹具	117	
第五节 成组夹具、组合夹具与随行夹具	130	
第六节 机床夹具设计步骤与方法	142	
第七节 计算机辅助夹具设计	149	
习题与思考题	157	
第三章 机械加工精度	163	
第一节 概述	163	
第二节 工艺系统的几何精度对加工精度的影响	165	
第三节 工艺系统的受力变形对加工精度的影响	183	
第四节 工艺系统的热变形对加工精度的影响	195	
第五节 加工误差的统计分析	202	
第六节 保证和提高加工精度的途径	216	
第七节 加工误差综合分析实例	221	
习题与思考题	226	
第四章 机械加工表面质量	229	
第一节 加工表面质量及其对使用性能的影响	229	
第二节 影响加工表面粗糙度的工艺因素及其改善措施	232	
第三节 影响表层金属力学物理性能的工艺因素及其改进措施	235	
第四节 机械加工过程中的振动	248	
习题与思考题	264	
第五章 机器装配工艺过程设计	267	
第一节 概述	267	
第二节 装配工艺规程的制定	269	
第三节 机器结构的装配工艺性	271	
第四节 装配尺寸链	277	
第五节 保证装配精度的装配方法	281	
第六节 机器装配的自动化	299	
习题与思考题	304	
第六章 机械制造技术的发展	306	
第一节 现代制造技术的发展	306	
第二节 机械制造系统自动化与计算机辅助制造	308	
第三节 精密加工和超精密加工技术	319	
第四节 特种加工技术	327	
习题与思考题	334	
参考文献	335	

绪 论

一、机械制造工程学科的发展

(一) 机械工业在国民经济中的地位

机械工业是国民经济各部门的装备部，国民经济各部门的生产技术水平和经济效益，在很大程度上取决于机械工业所能提供装备的技术性能、质量和可靠性，因此，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。

从 1949 年以来，我国机械工业有了很大发展，已经成为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产业部门之一，为其他产业部门的发展作出了重要贡献。

改革开放以来，机械工业充分利用国内外两方面的技术资源，有计划地进行企业的技术改造，引导企业走依靠科技进步的道路，使制造技术、产品质量和水平以及经济效益有了很大提高，为繁荣国内市场、扩大出口创汇、推动国民经济的发展起了重要作用。

但是与工业发达国家相比，我国机械工业的水平还存在着阶段性的差距，主要表现在机械产品质量和水平不够高、技术开发能力不够强、科技投入少。特别是相对其他产业来说，对机械工业的作用认识不够，甚至有相当一段时间不够重视。近年来，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，对机械工业的重要作用和作用有了进一步认识，对机械工业科技发展提出了更高的要求，特别是制造技术更加得到了重视。我国也明确提出，要振兴机械工业，使之成为国民经济的支柱产业。从而确定了机械工业在国民经济中的重要地位，同时也向机械工业提出了更高的要求。

(二) 制造技术的重要性

制造技术已经是生产、国际经济竞争、产品革新的一种重要手段，所有国家都在寻求、获得、开发和利用它。它正被看作是现代国家经济上获得成功的关键因素。制造技术已经不是单纯的制造工艺方法和产品设计，它是一个从产品概念到最终产品的集成活动和系统，是一个功能体系和信息处理系统。过去，人们常常把制造技术看成是一些经验的积累，实际上它是一个从产品设计一进入市场一返回产品设计的大系统。

美国从 50 年代以来只重视高技术和军用技术的发展，忽视了制造技术的作用，严重影响了在国民经济竞争中的竞争力。80 年代初美国开始反省，美国关于工业竞争的总统委员会的报告指出：美国在重要的、高速增长的技术市场上失利的一个重要原因是美国没有把自己的技术应用到制造上。据美国国家生产力委员会调查，在企业生产力构成中，制造技术的作用占 62%。世界上所有国家，特别是经济比较发达的国家都非常重视制造技术的发展。日本在第二次世界大战后一直对制造技术十分重视，先后提出了“技术立国”和“新技术立国”的道路，而且狠狠抓住了制造技术的关键——精密工程、特种加工和制造系统自动化，使日本在战后的短短 30 年里，一跃而成为经济大国。我国的制造技术经过 40 多年的发展，已进入了发展最迅速、实力增强最快的新阶段。由于机械产品是装备国民经济各部门的物质基础，强大而完整的机械工业是国家现代化、实现社会进步的必要条件。通过分析，认为基础机械、基础零部件、基础工艺的发展缓慢是机械工业产品水平上不去的重要原因之一，其关键问题是

要发展现代制造技术。

现在，各工业化国家都把制造技术视为当代科技发展最为活跃的领域和国际间科技竞争的主战场，制订了一系列振兴计划，建立世界级制造技术中心，纷纷把先进制造技术列为国家关键技术和优先发展领域。一个以现代制造技术为中心的科技竞争已经在发达国家之间展开，一个以现代制造技术为重点的工业革命已经到来，这就是第三次工业革命。

(三) 机械制造科学的发展

机械制造科学是一门有着悠久历史的学科，是国家建设和社会发展的支柱学科之一。机械制造可分为热加工和冷加工两部分，热加工指铸造、塑性加工、焊接、表面处理等；冷加工一般是指零件的机械加工工艺过程和装配工艺过程，当前还包括特种加工技术等。冷热两部分都是机械工程的分支学科。一般机械制造多指研究各种机械制造冷加工过程和方法的科学，其研究主要内容是：

(1) 机械制造的基础理论

(2) 机械加工和装配工艺过程设计、工艺装备设计，以及各种传统加工方法、特种加工方法、精密加工和超精密加工方法等。

(3) 机械制造系统的自动化、柔性化、集成化及智能化。

目前，机械制造学科的主要内容有下列十个方面：

- 1) 切削与磨削加工技术；
- 2) 特种加工技术；
- 3) 精密加工和超精密加工技术；
- 4) 装配技术；
- 5) 机械制造系统的自动化；
- 6) 机械制造中的计量与测试；
- 7) 机械制造过程的工况监测与故障诊断；
- 8) 机械制造设备的性能与试验；
- 9) 机械产品的质量与可靠性；
- 10) 机械制造系统的柔性化、集成化和智能化。

机械制造过程是一种离散的生产过程，它主要表现在制造过程中的各个环节之间是可以彼此关联或不关联的。因此实现机械制造过程自动化的难度比较大。另外，机械制造过程的实施依赖个人的经验和技艺较多，难以用数学方法、规律、逻辑进行描述。这样就使得机械制造科学长期以来发展比较缓慢。

计算机技术、微电子技术、控制技术、传感技术与机电一体化技术的迅速发展，对机械制造科学的发展产生了深远的影响。由系统论、信息论和控制论所形成的系统科学与方法论，从系统中各组成部分之间的相互联系、相互作用、相互制约的关系来分析对象，这种方法论与机械制造科学的结合，形成了制造系统的概念，这是一个重大的突破。机械制造科学与管理科学的结合更丰富了机械制造科学的内容，出现了质量保证体系等，成为保证产品质量的重要举措。因此，机械制造的发展已经从一种经验、技艺、方法逐步成长为一门传统工程科学。

二、课程研究对象与任务

《机械制造工艺学》在我国首次于1953年由原苏联专家节门杰夫教授在清华大学正式讲

授, 经过我国学者多年来努力, 内容不断充实和发展, 它与《金属切削原理》、《金属切削刀具》、《金属切削机床》等课程是机械制造专业的专业主干课。

《机械制造工艺学》的研究对象是机械产品的制造工艺, 包括零件加工和装配两方面, 其指导思想是在保证质量的前提下达到高生产率、经济性(包括利润和经济效益)。课程的研究重点是工艺过程, 同样也包括零件加工工艺过程和装配工艺过程。工艺是使各种原材料、半成品成为产品的方法和过程。各种机械的制造方法和过程的总称为机械制造工艺。工艺是生产中最活跃的因素, 它既是构思和想法, 又是实在的方法和手段, 并落实在由工件、刀具、机床、夹具所构成的工艺系统中, 所以它包含和涉及的范围很广, 需要多门学科知识的支持, 同时又和生产实际联系十分紧密。

课程的主要任务有以下几点:

- 1) 掌握机械加工和装配方面的基本理论和知识, 如零件加工时的定位理论、工艺和装配尺寸链理论、加工精度理论等。
- 2) 了解影响加工质量的各项因素, 学会分析研究加工质量的方法。
- 3) 学会制订零件机械加工工艺过程和部件、产品装配工艺过程的方法。
- 4) 掌握机床夹具设计的基本原理和方法。
- 5) 了解当前制造技术的发展及一些重要的先进制造技术, 认识制造技术的作用和重要性。

三、课程的主要内容、特点和学习方法

课程的主要内容有:

1) 零件机械加工工艺过程的制订 论述了制订的指导思想、内容、方法和步骤。分析了定位、余量、工艺尺寸链等问题, 并阐述了成组技术和计算机辅助工艺过程设计等先进制造技术内容。同时进行了制订工艺过程的实例分析。

2) 机床夹具设计原理和方法 加强了成组夹具、组合夹具和随行夹具的内容, 增加了计算机辅助夹具设计新内容, 以适应当前制造过程自动化的需求。

3) 加工质量 包括机械加工精度和机械加工表面质量两部分。分析了影响加工精度的因素、加工误差的统计分析及提高加工精度的途径, 强调了误差的检测与补偿和加工误差综合分析实例。在表面质量部分, 分析了影响表面质量的因素及其改善措施, 阐述了表面改性处理, 以及利用振动来改变表面质量等问题。

4) 装配工艺过程设计 论述了装配工艺过程的制订及典型部件装配举例、结构的装配工艺性、装配工艺方法和装配尺寸链等内容, 增加了机器人与装配自动化等新内容, 以扩大知识面。

5) 机械制造技术的发展 从制造系统自动化、精密工程、特种加工方法和传统加工工艺的变革和革新等方面论述了当前制造技术的发展。

课程的特点可以归纳为以下几点:

1) 《机械制造工艺学》是一门专业课, 它与基础课和技术基础课不同, 随着科学技术和经济的发展, 课程内容上在不断地更新和充实。由于制造工艺是非常复杂的, 影响因素很多, 课程在理论上和体系上正在不断完善和提高。

2) 课程的实践性很强, 与生产实际的联系十分密切, 有实践知识才能在学习时理解得比较深入和透彻, 因此要注意实践知识的学习和积累。

3) 课程具有工程性,有不少设计方法方面的内容,需要从工程应用的角度去理解和掌握,因为工程问题和理论问题是有差别的。

4) 掌握课程的内容要有习题、课程设计、实验、实习等各环节的相互配合才能解决,每个环节都是重要的,不可缺少的,各教学环节之间应密切结合和有机联系,形成一个整体。

5) 每一门课程都有先修课程的要求,在学习《机械制造工艺学》时应具备《金属工艺学》、《金工实习》、《互换性与技术测量基础》、《金属切削原理》、《金属切削刀具》、《金属切削机床》等知识。

在课程学习方法上应根据各人自己的情况而定,这里只能提出一些基本方法供参考。

1) 注意掌握基本概念,如工件在加工时的定位、尺寸链的产生、加工精度和加工表面质量等。有些概念的建立是很不容易的。

2) 注意学习一些基本方法,如解工艺尺寸链和装配尺寸链的方法、制订零件加工工艺过程和机器装配工艺过程的方法、机床夹具设计方法等,并通过设计等环节来加深理解和掌握。

3) 注意和实际结合,要向实际学习,积累实际知识。

4) 要重视与课程有关的各教学环节的学习,使之产生相辅相成的效果。

第一章 机械加工工艺规程设计

机械加工工艺规程是规定产品或零部件机械加工工艺过程和操作方法等的工艺文件。生产规模的大小、工艺水平的高低以及解决各种工艺问题的方法和手段都要通过机械加工工艺规程来体现。因此，机械加工工艺规程设计是一项重要而又严肃的工作。它要求设计者必须具备丰富的生产实践经验和广博的机械制造工艺基础理论知识。

第一节 基本概念

一、机械产品生产过程与机械加工工艺过程

机械产品生产过程是指从原材料到该机械产品出厂的全部劳动过程。它既包括：毛坯的制造、机械加工、热处理、装配、检验、试车、油漆等主要劳动过程，还包括：包装、储存和运输等辅助劳动过程。随着机械产品复杂程度的不同，其生产过程可以由一个车间或一个工厂完成，也可以由多个工厂联合完成。

机械加工工艺过程是机械产品生产过程的一部分。是对机械产品中的零件采用各种加工方法（例如：切削加工、磨削加工、电加工、超声加工、电子束及离子束加工等）直接用于改变毛坯的形状、尺寸、表面粗糙度以及力学物理性能，使之成为合格零件的全部劳动过程。

二、机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程由若干个工序组成。机械加工中的每一个工序又可依次细分为安装、工位、工步和走刀。

1. 工序 机械加工工艺过程中的工序是指：一个（或一组）工人在一个工作地点对一个（或同时对几个）工件连续完成的那一部分工艺过程。根据这一定义，只要工人、工作地点、工作对象（工件）之一发生变化或不是连续完成，则应成为另一个工序。因此，同一个零件，同样的加工内容可以有不同的工序安排，例如如图 1-1 所示零件的加工内容是：①加工小端面；②对小端面钻中心孔；③加工大端面；④对大端面钻中心孔；⑤车大端外圆；⑥对大端倒角；⑦车小端外圆；⑧对小端倒角；⑨铣键槽；⑩去毛刺。这些加工内容可以安排在两个工序中完成（表 1-1）；也可以安排在四个工

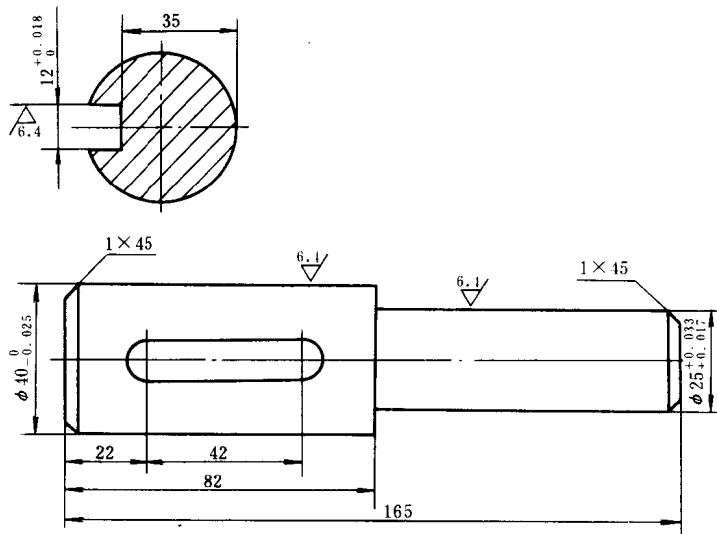


图 1-1 阶梯轴零件图

④对小端面钻中心孔；⑤车大端外圆；⑥对大端倒角；⑦车小端外圆；⑧对小端倒角；⑨铣键槽；⑩去毛刺。这些加工内容可以安排在两个工序中完成（表 1-1）；也可以安排在四个工

序中完成(表 1-2);还可以有其它安排。工序安排和工序数目的确定与零件的技术要求、零件的数量和现有工艺条件等有关。

表 1-1 阶梯轴第一种工序安排方案

工序号	工序内容	设备
1	加工小端面,对小端面钻中心孔,粗车小端外圆,对小端倒角;加工大端面,对大端面钻中心孔,粗车大端外圆,对大端倒角;精车外圆	车床
2	铣键槽,手工去毛刺	铣床

表 1-2 阶梯轴第二种工序安排方案

工序号	工序内容	设备
1	加工小端面,对小端钻中心孔,粗车小端外圆,对小端倒角	车床
2	加工大端面,对大端钻中心孔,粗车大端外圆,对大端倒角;	车床
3	精车外圆	车床
4	铣键槽,手工去毛刺	铣床

2. 安装 如果在一个工序中需要对工件进行几次装夹,则每次装夹下完成的那部分工序内容称为一个安装。例如表 1-1 中的工序 1,在一次装夹后尚需有三次调头装夹,才能完成全部工序内容,因此该工序共有四个安装;表 1-1 中工序 2 是在一次装夹下完成全部工序内容,故该工序只有一个安装(表 1-3)。

表 1-3 工序和安装

工序号	安装号	安装内容	设备
1	1	车小端面,钻小端中心孔。粗车小端外圆,倒角	车 床
	2	车大端面,钻大端中心孔。粗车大端外圆,倒角	
	3	精车大端外圆	
	4	精车小端外圆	
2	1	铣键槽,手工去毛刺	铣床

3. 工位 在工件的一次安装中,通过分度(或移位)装置,使工件相对于机床床身变换加工位置,我们把每一个加工位置上的安装内容称为工位。在一个安装中,可能只有一个工位,也可能需要有几个工位。

图 1-2 是通过立轴式回转工作台使工件变换加工位置的例子。在该例中,共有四个工位,依次为装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔,实现了在一次装夹中同时进行钻孔、扩孔和铰孔加工。

可以看出,如果一个工序只有一个安装,并且该安装中只有一个工位,则工序内容就是安装内容,同时也就是工位内容。

4. 工步 加工表面、切削刀具、切削速度和进给量都不变的情况下所完成的工位内容,称为一个工步。

按照工步的定义,带回转刀架的机床(转塔车床,加工中心)其回转刀架的一次转位所完成的工位内容应属一个工步,此时若有几把刀具同时参与切削,该工步称为复合工步。图

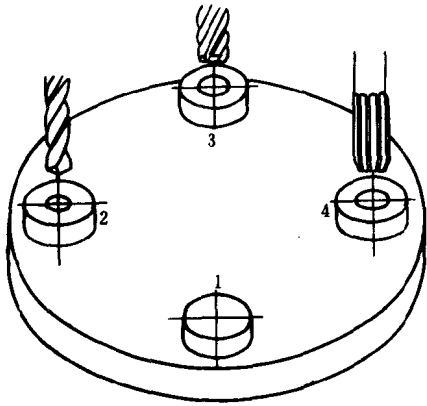


图 1-2 多工位加工

工位 1: 装卸工件 工位 2: 钻孔
 工位 3: 扩孔 工位 4: 铰孔

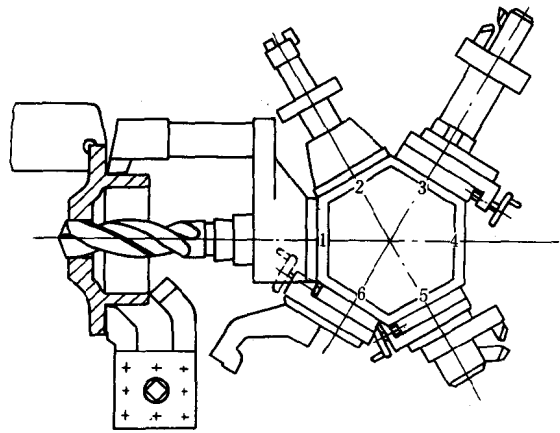


图 1-3 立轴转塔车床回转刀架

1-3 是立轴转塔车床回转刀架示意图, 图 1-4 是用该刀架加工齿轮内孔及外圆的一个复合工步。

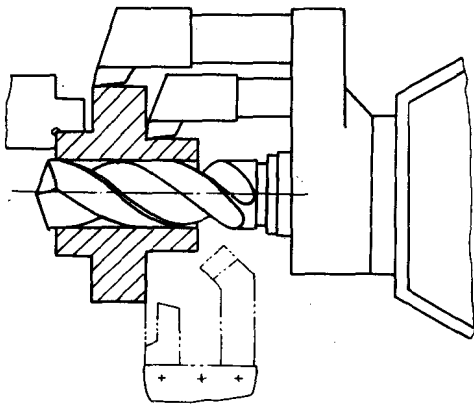


图 1-4 立轴转塔车床的一个复合工步

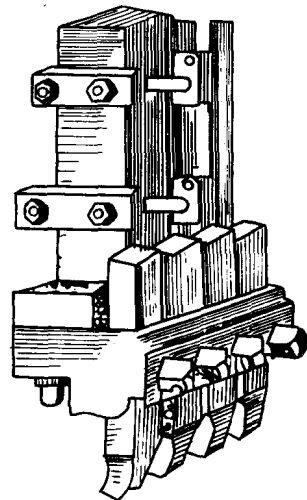


图 1-5 刨平面复合工步

在工艺过程中, 复合工步有广泛应用, 例如图 1-5 是在龙门刨床上, 通过多刀刀架将四把刨刀安装在不同高度上进行刨削加工; 图 1-6 是在钻床上用复合钻头进行钻孔和扩孔加工; 图 1-7 是在铣床上, 通过铣刀的组, 同时完成几个平面的铣削加工等等。可以看出, 应用复合工步主要是为了提高工作效率。

5. 走刀 切削刀具在加工表面上切削一次所完成的工步内容, 称为一次走刀。一个工步可包括一次或数次走刀。当需要切去的金属层很厚, 不能在一次走刀下切完, 则需分几次走刀, 走刀次数又称行程次数。

三、生产类型与机械加工工艺规程

用工艺文件规定的机械加工工艺过程, 称为机械加工工艺规程。机械加工工艺规程的详细程度与生产类型有关, 不同的生产类型是由产品的年生产纲领即年产量来区别。

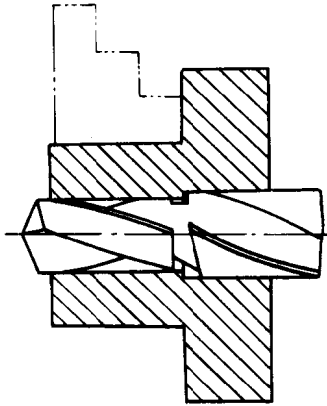


图 1-6 钻孔、扩孔复合工步

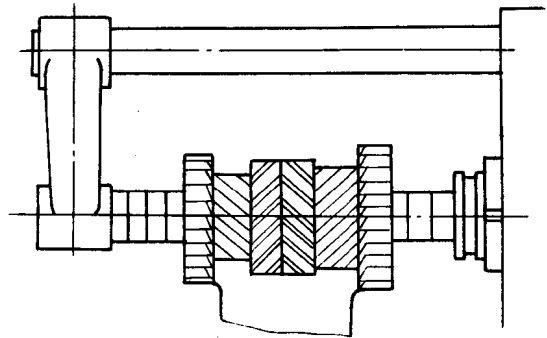


图 1-7 组合铣刀铣平面复合工步

(一) 年生产纲领和生产批量

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。计划期为一年的生产纲领称为年生产纲领。零件的年生产纲领通常按下式计算：

$$N = Qn(1 + \alpha\% + \beta\%) \quad (1-1)$$

式中 N —— 零件的年生产纲领 (件/年)；
 Q —— 产品的年产量 (台/年)；
 n —— 每台产品中，该零件的数量 (件/台)；
 $\alpha\%$ —— 备品率；
 $\beta\%$ —— 废品率。

年生产纲领是设计或修改工艺规程的重要依据，是车间（或工段）设计的基本文件。

生产纲领确定以后，还应该确定生产批量。

所谓生产批量是指一次投入或产出的同一产品（或零件）的数量。确定生产批量的大小主要应考虑三个因素：①资金周转要快；②零件加工、调整费用要少；③保证装配和销售有必要的储备量。零件生产批量的计算公式如下：

$$n = \frac{NA}{F} \quad (1-2)$$

式中 n —— 每批中的零件数量；
 N —— 年生产纲领规定的零件数量；
 A —— 零件应该储备的天数；
 F —— 一年中工作日天数。

(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，可将它们按大量生产，成批生产和单件生产三种生产类型来分类。其中，成批生产又可分为大批生产，中批生产和小批生产。显然，产量愈大，生产专业化程度应该愈高。表 1-4 按重型机械、中型机械和轻型机械的年生产量列出了不同生产类型的规范，可供编制工艺规程时参考。

从工艺特点上看，小批量生产和单件生产的工艺特点相似，大批生产和大量生产的工艺特点相似，因此生产上常按单件小批生产、中批生产和大批大量生产来划分生产类型，并且

按这三种生产类型归纳它们的工艺特点（见表 1-5）。可以看出，生产类型不同，其工艺特点有很大差异。

表 1-4 各种生产类型的规范

生产类型	零件的年生产纲领（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	>5~100	>20~200	>100~500
中批生产	>100~300	>200~500	>500~5000
大批生产	>300~1000	>500~5000	>5000~50000
大量生产	>1000	>5000	>50000

表 1-5 各种生产类型的工艺特点

特 点 项 目	单件小批生产	中批生产	大批大量生产
加工对象 毛坯的制造方 法及加工余量	经常变换 木模手工造型；自由锻。 毛坯精度低，加工余量大	周期性变换 部分铸件用金属模；部分锻件用模 锻，毛坯精度中等。加工余量中等	固定不变 广泛采用金属模机器造 型、压铸、精铸、模锻，毛 坯精度高，加工余量小
机床设备及其 布置形式	通用机床，按类别和规格 大小，采用‘机群式’排列 布置	部分采用通用机床，部分采用专用 机床，按零件分类，部分布置成流水 线，部分布置成‘机群式’	广泛采用专用机床，按流 水线或自动线布置
夹具	通用夹具或组合夹具，必 要时采用专用夹具	广泛使用专用夹具，可调夹具	广泛使用高效率的专用 夹具
刀具和量具	通用刀具和量具	按零件产量和精度，部分采用通用 刀具和量具，部分采用专用刀具和量 具	广泛使用高效率专用刀 具和量具
工件的装夹方 法	划线找正装夹，必要时采 用通用夹具或专用夹具装 夹	部分采用划线找正、广泛采用通用 或专用夹具装夹	广泛使用专用夹具装夹
装配方法	广泛采用配刮	少量采用配刮，多采用互换装配法	采用互换装配法
操作工人平均 技术水平	高	一般	低
生产率	低	一般	高
成本	高	一般	低
工艺文件	用简单的工艺过程卡管 理生产	有较详细的工艺规程，用工艺卡管 理生产	详细制订工艺规程，用工 序卡、操作卡及调整卡管理 生产

随着技术进步和市场需求的变化，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，往往不能适应产品及时更新换代的需要，而单件小批生产的生产能力又跟不上市场之急需，因此各种生产类型都朝着生产过程柔性化的方向发展。成组技术（包括成组工艺、成组夹具）为这种柔性化生产提供了重要的基础。

(三) 机械加工工艺规程的作用

一般说来,大批大量生产类型要求有细致和严密的组织工作,因此要求有比较详细的机械加工工艺规程。单件小批生产由于分工上比较粗糙,因此其机械加工工艺规程可以简单一些。但是,不论生产类型如何,都必须有章可循,即都必须有机械加工工艺规程。这是因为:

1) 生产的计划、调度,工人的操作、质量检查等都是以机械加工工艺规程为依据,一切生产人员都不得随意违反机械加工工艺规程。

2) 生产准备工作(包括技术准备工作)离不开机械加工工艺规程。在产品投入生产以前,需要做大量的生产准备和技术准备工作,例如,技术关键的分析与研究;刀、夹、量具的设计、制造或采购;原材料、毛坯件的制造或采购;设备改装或新设备的购置或订做等。这些工作都必须根据机械加工工艺规程来展开,否则,生产将陷入盲目和混乱。

3) 除单件小批生产以外,在中批或大批大量生产中要新建或扩建车间(或工段),其原始依据也是机械加工工艺规程。根据机械加工工艺规程确定机床的种类和数量,确定机床的布置和动力配置,确定生产面积和工人的数量等。

机械加工工艺规程的修改与补充是一项严肃的工作,它必须经过认真讨论和严格的审批手续。不过,所有的机械加工工艺规程几乎都要经过不断的修改与补充才能得以完善,只有这样才能不断吸收先进经验,永葆其合理性。

(四) 机械加工工艺规程的格式

通常,机械加工工艺规程被填写成表格(卡片)的形式。在我国各机械制造厂使用的机械加工工艺规程表格的形式不尽一致,但是其基本内容是相同的。在单件小批生产中,一般只编写简单的机械加工工艺过程卡片(参见表1-6);在中批生产中,多采用机械加工工艺卡片(参见表1-7);在大批大量生产中,则要求有详细和完整的工艺文件,要求各工序都要有机械加工工序卡(参见表1-8);对半自动及自动机床,则要求有机床调整卡,对检验工序则要求有检验工序卡等。

表 1-6 工艺过程卡片

(工厂名)	机械加工 工艺 过程卡 片	产品名称及型号		零件名称		零件图号					
		材	名称	毛	种类	零件重量	毛重	第 页			
			牌号		尺寸		(kg)		净重	共 页	
		料	性能	每料件数		每台件数		每批件数			
工序号	工序内容			加工 车间	设备名称 及编号	工艺装备名称及编号			技术 等级	时间定额 (min)	
						夹具	刀具	量具		单件	准备—终结
更改 内容											
编制		抄写			校对			审核			批准

表 1-7 机械加工工艺卡片

(工厂名)			机械加工工艺卡片		产品名称及型号		零件名称		零件图号				
					材 料	名称	毛坯	种类	零件重量 (kg)	毛重			第 页
						牌号		尺寸		净重			共 页
						性能	每料件数			每台件数	每批件数		
工 序 安 装 步	工序内容	同时加工零件数	切削用量				设备名称及编号	工艺装备名称及编号			技术等级	工时定额 (min)	
			背吃刀量 (mm)	切削速度 (m/min)	切削速度 (r/min 或双行程数/min)	进给量 (mm/r 或 mm/min)		夹具	刀具	量具		单件	准备—终结
更改内容													
编制			抄写		校对		审核			批准			

表 1-8 机械加工工序卡片

(工厂名)		机械加工工序卡片		产品名称及型号		零件名称		零件图号		工序名称		工序号		第 页	
						车 间		工 段		材料名称		材料牌号		力学性能	
						同时加工件数		每料件数		技术等级		单件时间 (min)		准备—终结时间 (min)	
						设备名称		设备编号		夹具名称		夹具编号		工作液	
		(画工序简图处)													
编制		抄写		校对		审核		批准							

如前所述，一般情况下单件小批生产的工艺文件简单一些，是用机械加工工艺过程卡片来指导生产的。但是，对于产品的关键零件或复杂零件，即使是单件小批生产也应制订较详细的机械加工工艺规程（包括填写工序卡和检验卡等），以确保产品质量。

四、机械加工工艺规程的设计原则、步骤和内容

(一) 机械加工工艺规程的设计原则

设计机械加工工艺规程应遵循如下原则：

1) 必须可靠地保证零件图纸上所有技术要求的实现。在设计机械加工工艺规程时，如果发现图纸某一技术要求规定得不适当，只能向有关部门提出建议，不得擅自修改图纸或不按图纸要求去做。

2) 在规定的生产纲领和生产批量下，一般要求工艺成本最低。

3) 充分利用现有生产条件，少花钱，多办事。

4) 尽量减轻工人的劳动强度，保障生产安全，创造良好、文明的劳动条件。

(二) 设计机械加工工艺规程的步骤和内容


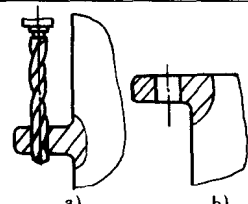
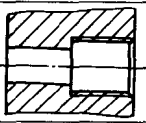
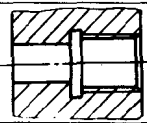
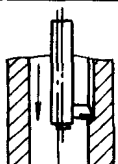
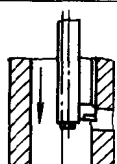
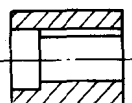
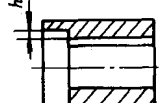
1) 阅读装配图和零件图 了解产品的用途、性能和工作条件，熟悉零件在产品中的地位 and 作用。

2) 工艺审查 审查图纸上的尺寸、视图和技术要求是否完整、正确、统一；找出主要技术要求和分析关键的技术问题；审查零件的结构工艺性。

所谓零件的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。功能相同的零件，其结构工艺性可以有很大差异。所谓结构工艺性好，是指在现有工艺条件下既能方便制造，又有较低的制造成本。

目前，关于零件结构工艺性分析尚停留在定性分析阶段，表 1-9 列举了在常规工艺条件下零件结构工艺性定性分析的例子，供设计零件和对零件结构工艺性分析时参考。

表 1-9 零件结构工艺性分析举例

序号	零件结构	
	工艺性不好	工艺性好
1	<p>孔离箱壁太近：①钻头在圆角处易引偏；②箱壁高度尺寸大，需加长钻头方能钻孔</p> 	 <p>①加长箱耳，不需加长钻头可钻孔②只要使用上允许，将箱耳设计在某一端，则不需加长箱耳，即可方便加工</p>
2	<p>车螺纹时，螺纹根部易打刀；工人操作紧张，且不能清根</p> 	 <p>留有退刀槽，可使螺纹清根，操作相对容易，可避免打刀</p>
3	<p>插键槽时，底部无退刀空间，易打刀</p> 	 <p>留出退刀空间，避免打刀</p>
4	<p>键槽底与左孔母线齐平，插键槽时易划伤左孔表面</p> 	 <p>左孔尺寸稍大，可避免划伤左孔表面，操作方便</p>