

高等专科学校试用教材

机械制造工艺学

赵志修 主编

机械工业出版社

GAOZHUANJIAOCAI

高等专科学校试用教材

机械制造工艺学

赵志修 主编



机械工业出版社

机械制造工艺学

赵志修 主编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(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 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $24 \frac{1}{2}$ · 字数 602 千字

1985 年 6 月北京第一版·1985 年 6 月北京第一次印刷

印数 00,001—44,000 · 定价 3.85 元

*

统一书号: 15033 · 5985

前 言

本书是高等专科学校机械制造工艺及设备专业的试用教材。是根据机械工业部教育局初步审定的招收高中毕业生，学制为三年的教学大纲组织编写的。

本书也适用于职工大学和业余大学。中等专业学校也可选用，并可供有关工程技术人员参考。

本书内容分为机械制造工艺原理和典型零件加工工艺分析两部分。工艺原理部分主要包括：机械加工精度和表面质量的理论基础；尺寸链理论及其在机械加工和装配中的应用；机械加工的生产率和经济性分析以及制订机械加工工艺过程的原则和方法。典型零件加工工艺部分，主要介绍一些常见的典型零件（如轴、套、齿轮、丝杠、机体和箱体等）的加工工艺和加工方法。

本书共十二章，绪论和第一、七、十一章由赵志修同志编写，第二、三、四章由惠元吉同志编写，第五、六章由冯冠大同志编写，第八、九章由赵元吉同志编写，第十、十二章由朱正心同志编写，附录由马幼祥同志编写。本书由赵志修同志主编，胡廉同志主审。

本教材在大纲讨论及整个审订过程中，李辉猷、宋有国、王庚新、王志忠、熊崇武、黄云清、罗承炳、穆世昌、李运超、袁义昌、秦忠简、罗铸彭、糜世荣和林祥乐等同志提出了许多宝贵意见，谨此表示衷心的感谢。

限于编者水平，加之编写时间匆促，书中难免会有缺点、错误，希望读者批评指正。

编者 1984. 2.

目 录

绪论	1	§ 5-2 轴类零件加工工艺分析	141
第一章 机械加工工艺规程制订	3	§ 5-3 轴类零件外圆表面的车削加工	150
§ 1-1 基本概念	3	§ 5-4 轴类零件外圆表面的磨削加工	153
§ 1-2 工艺规程制订的原则、步骤 及原始资料	10	§ 5-5 外圆表面的精密加工	160
§ 1-3 零件图的研究	11	§ 5-6 花键加工	167
§ 1-4 毛坯选择	13	第六章 套筒类零件加工	169
§ 1-5 定位基准选择	16	§ 6-1 概述	169
§ 1-6 工艺路线的拟定	25	§ 6-2 套筒类零件加工工艺分析	170
§ 1-7 加工余量的确定	31	§ 6-3 套筒零件的内孔加工	174
§ 1-8 工序尺寸及其公差确定	34	§ 6-4 套筒类零件内孔的精密加工	179
§ 1-9 机床、工艺装备等的选择	48	第七章 圆柱齿轮加工	187
第二章 机械加工精度	49	§ 7-1 概述	187
§ 2-1 概述	49	§ 7-2 圆柱齿轮加工工艺分析	189
§ 2-2 工艺系统的几何误差	49	§ 7-3 齿坯加工	195
§ 2-3 工艺系统受力变形所引起的 加工误差	57	§ 7-4 滚齿	198
§ 2-4 工艺系统热变形所引起的 加工误差	69	§ 7-5 插齿	208
§ 2-5 工件内应力所引起的加工误差	75	§ 7-6 剃齿	209
§ 2-6 提高加工精度的工艺措施	78	§ 7-7 挤齿	214
§ 2-7 加工误差的综合分析	81	§ 7-8 珩齿	216
第三章 机械加工表面质量	99	§ 7-9 磨齿	217
§ 3-1 概述	99	第八章 丝杠加工	222
§ 3-2 影响表面粗糙度的因素	100	§ 8-1 概述	222
§ 3-3 影响表面物理机械性能变化 的因素	101	§ 8-2 丝杠加工工艺分析	224
§ 3-4 机械加工中的振动	104	§ 8-3 丝杠(细长轴)外圆的车削 加工	229
第四章 机械加工的生产率和经济性	120	§ 8-4 丝杠螺纹的加工	231
§ 4-1 时间定额	120	§ 8-5 丝杠螺距误差分析	235
§ 4-2 提高机械加工生产率工艺 措施	121	第九章 机体类零件加工	242
§ 4-3 机械加工自动化	123	§ 9-1 概述	242
§ 4-4 成组技术	126	§ 9-2 机体加工工艺分析	243
§ 4-5 工艺过程的技术经济分析	136	§ 9-3 机体平面加工	250
第五章 轴加工	139	§ 9-4 导轨副的终加工和检验	252
§ 5-1 概述	139	第十章 箱体加工	263
		§ 10-1 概述	263
		§ 10-2 箱体加工工艺分析	266
		§ 10-3 箱体的孔系加工	274
		§ 10-4 孔系加工精度分析	283

§ 10-5 箱体的检验	288	§ 12-1 概述	318
第十一章 机械装配工艺基础	291	§ 12-2 电火花加工	318
§ 11-1 概述	291	§ 12-3 电解加工和电解磨削	323
§ 11-2 机械产品的装配精度	294	§ 12-4 激光加工	326
§ 11-3 装配尺寸链	296	§ 12-5 超声加工	328
§ 11-4 保证产品装配精度的方法	303	§ 12-6 其他特种加工方法简介	329
§ 11-5 装配方法的选择	312	附录一 习题	331
§ 11-6 装配工艺规程的制订	315	附录二 附表	352
第十二章 特种加工	318		

绪 论

我国的社会主义现代化建设事业,为了本世纪末能够在不断提高经济效益的前提下,实现工农业年总产值翻两番的宏伟目标,必须将国民经济各部门的生产转移到新的技术基础上来,即翻两番必须广泛采用新技术、新工艺、新材料和新设备。经济振兴一定要依靠科学技术的进步。

国民经济各部门的技术进步,一般是要通过先进的技术装备来实现的。机械工业是为国民经济各部门提供技术装备的部门。很明显,机械工业能否以适用的先进技术装备去武装国民经济各部门,将直接影响国民经济的技术改造和技术进步,进而影响整个国家的经济振兴和四化建设的实现。因此机械工业在我国的社会主义现代化建设中居于十分重要的地位。

建国三十多年来,我国机械工业在党的领导下,有了很大的发展,取得了很大的成绩。解放前,机械工业在我国基本上是空白,现在我国已形成了产品门类基本齐全,分布比较合理的机械制造工业体系。机械工业产品(如农业机械、运输机械、电工机械、重型机械、轴承、仪表和各种机床及工具等)的生产已具有相当的规模。在技术上由仿制走向自行设计;从生产普通机械走上制造精密和大型机械;从生产单机走上制造自动线和提供大型成套设备。早在五十年代,我国即自行制造汽车、拖拉机和飞机;六十年代,我国制造了原子能设备,合成氨设备,12000吨水压机,十二万五千千瓦火力发电设备以及精密机床(如坐标镗床、齿轮磨床及螺纹磨床等);七十年代,我国发展了大型成套设备,如:生产150万吨钢铁厂成套设备,年产120万吨煤矿设备;年产30万吨合成氨设备,年处理250万吨炼油设备,30万千瓦水,火力发电设备以及各种车辆和万吨级远洋轮船等。机械工业的产品,不仅装备了国内各个生产部门,而且已开始进入国际市场。

我国机械工业虽然取得了很大的成绩,但同工业发达的国家相比,在生产能力、技术水平、经济效益和管理水平等方面,仍然存在相当大的差距,不能适应国民经济发展的需要。因此,机械工业必须加快自身科学技术的发展,通过技术改造,提高产品的设计水平、制造工艺水平和管理水平,到八十年代末,使机电产品的质量和品种逐步地达到工业发达国家七十年代末,八十年代初已经普及的技术水平。

在发展机械科学技术的过程中,应十分重视机械制造工艺技术的研究。机械制造工艺学就是以机械制造中的工艺技术问题为研究对象的一门技术科学。由于生产中工艺问题涉及面广,机械制造工艺学一般仅讨论机械加工和装配方面的工艺问题。

机械制造工艺学是机械制造工艺及设备专业的主要专业课之一。本课程的任务,是通过机械加工工艺理论和典型零件加工工艺的学习,使学生掌握机械加工工艺的基本理论知识;熟悉制订工艺规程的原则,步骤及方法。同时配合生产实习,课程设计及实验等实践环节的教学,使学生具有制订零件加工工艺规程的能力和分析解决生产中一般工艺问题的能力。

本课程的教学内容,主要可分为机械制造工艺原理和典型零件工艺分析两部分。在工艺原理部分,主要阐述定位基准选择的基本规律;尺寸链理论及其在机械加工和装配中的应用;机械加工精度和表面质量的理论基础;拟定机械加工工艺的原则以及工艺过程的技术经济分

析等。在典型零件加工工艺部分，主要介绍常见的一些典型零件（如轴、套筒、机体、箱体、齿轮和丝杠等）的加工工艺和主要典型表面（如外圆、内孔、平面、渐开线齿面及螺旋面等）的基本加工方法和先进的加工方法。

本课程的实践性和综合性较强，各部分的教学均应注意同生产实际相结合。分析工艺问题时，除应综合运用《互换性与技术测量》、《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床》和《机床夹具设计》等课方面的知识外，还需要注意从加工质量，生产率和经济性三方面进行分析论证。

第一章 机械加工工艺规程制订

§ 1-1 基 本 概 念

一、机器的生产过程和工艺过程

机械产品制造时，将原材料或半成品转变成成为成品的各有关劳动过程的总和，称为生产过程。对于结构比较复杂的机械产品，其生产过程主要包括下列过程：

1. 生产技术准备过程

这个过程主要应完成产品投入生产前的各项生产和技术准备工作。如产品的试验研究和设计；工艺设计和专用工艺装备的设计与制造；各种生产资料的准备以及生产组织等方面的准备工作；

2. 毛坯的制造过程，如铸造、锻造和冲压等；

3. 零件的各种加工过程，如机械加工、焊接、热处理和其它表面处理等；

4. 产品的装配过程，包括部装、总装、调试和油漆等；

5. 各种生产服务活动，如生产中原材料、半成品和工具的供应、运输、保管以及产品的包装和发运等。

由上述过程可以看出，机械产品的生产过程是相当复杂的。为了便于组织生产和提高劳动生产率，现代机械工业的发展，要求组织专业化生产，即一种产品的生产（尤其是比较复杂产品的生产）是分散在若干个工厂进行的。例如，制造汽车时，汽车上的轮胎、仪表、电器元件，发动机以至其它许多零部件都是由专业厂协作制造，最后由汽车厂完成配套并装配成完整的产品——汽车。产品按专业化组织生产后，各有关工厂的生产过程就比较简单，有利于保证质量、提高生产率和降低成本。

在机械产品的生产过程中，对于那些与原材料变为成品直接有关的过程，如毛坯制造、机械加工、热处理和装配等，称为工艺过程。采用机械加工的方法，直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量，使之成为产品零件的过程称为机械加工工艺过程。

二、机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程往往是比较复杂的。在这个过程中，根据被加工零件的结构特点和技术要求，常需要采用各种不同的加工方法和设备，并通过一系列加工步骤，才能将毛坯变成零件。为了比较客观地反映这一过程，也为了对这一过程的分析和描述比较方便，就需要研究这一过程的组成，并对其组成单元作出科学的定义。

机械加工工艺过程是由一个或若干个顺次排列的工序组成的，而工序又可细分为工步或走刀。

（一）工序

工序是工艺过程的基本单元。工序是指一个（或一组）工人，在一台机床（或其它设备及工作地）上，对一个（或同时对几个）工件所连续完成的那部分工艺过程。

区分工序的主要依据，是工作地（或设备）是否变动，零件加工的工作地变动后，即构

成另一工序。例如图 1-1 所示的阶梯轴，当加工数量较少时，其加工工艺及工序划分如表 1-1 所示。当加工数量较大时，其工序划分如表 1-2 所示。

工序不仅是制订工艺过程的基本单元，也是制订劳动定额、配备工人、安排作业计划和进行质量检验的基本单元。

(二) 工步与走刀

在一个工序内，往往需要采用不同的刀具和切削用量对不同的表面进行加工。

为了便于分析和描述工序的内容，工序还可进一步划分工步。工步是指加工表面、切削工具和切削用量中的转速与进给量均不变条件下所完成的那部分工艺过程。一个工序可包括几个工步，也可以只包括一个工步。例如，在表 1-2 的工序 2 中，包括有粗精车各外圆表面及切槽等工步，而工序 3 当采用键槽铣刀铣键槽时，就只包括一个工步。

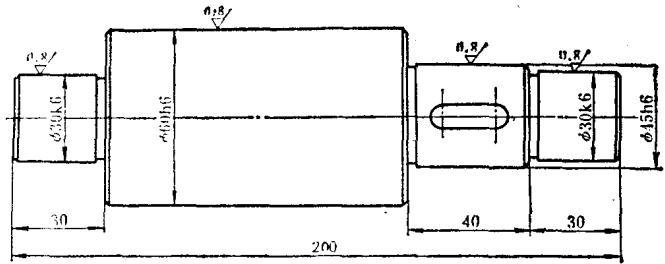


图 1-1 阶梯轴简图

表 1-1 阶梯轴加工工艺过程（单件小批生产）

工序号	工 序 内 容	设 备
1	车端面、打顶尖孔、车全部外圆、切槽与倒角	车 床
2	铣键槽、去毛刺	铣 床
3	磨外圆	外圆磨床

表 1-2 阶梯轴加工工艺过程（中批生产）

工序号	工 序 内 容	设 备
1	铣端面、打顶尖孔	铣端面打顶尖孔机床
2	车外圆、切槽与倒角	车床
3	铣键槽	铣床
4	去毛刺	钳工台
5	磨外圆	外圆磨床

构成工步的任一因素（加工表面、刀具或切削用量）改变后，一般即变为另一工步。但是对于那些在一次安装中连续进行的若干相同的工步，为简化工序内容的叙述，通常多看做一个工步。例如，对于图 1-2 所示零件上四个 $\phi 15 \text{ mm}$ 孔的钻削，可写成一个工步——钻 4- $\phi 15 \text{ mm}$ 孔。

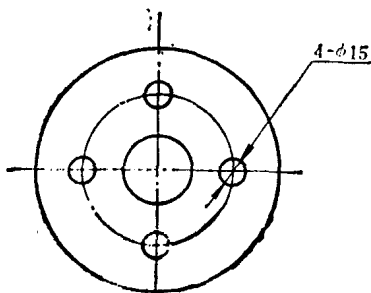


图 1-2 包括四个相同表面加工的工步

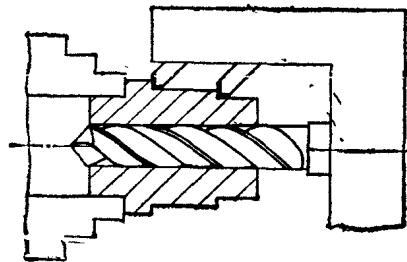


图 1-3 复合工步

为了提高生产率,用几把刀具同时加工几个表面的工步,称为复合工步(见图1-3)。在工艺文件上,复合工步应视为一个工步。

在一个工步内,若被加工表面需切去的金属层很厚,需要分几次切削,则每进行一次切削就是一次走刀。一个工步可包括一次或几次走刀。

(三) 安装与工位

工件在加工之前,在机床或夹具上先占据一个正确的位置(定位),然后再予以夹紧的过程称为安装。在一个工序内,工件的加工可能只需要安装一次,也可能需要安装几次。例如,表1-2中的工序3,一次安装即铣出键槽,而工序2中,为车削全部外圆表面则最少需两次安装。工件加工中应尽量减少安装次数,因为多一次安装就多一次误差,而且还增加了安装工件的辅助时间。

为了减少工件安装的次数,常采用各种回转工作台、回转夹具或移位夹具,使工件在一次安装中先后处于几个不同的位置进行加工。此时,工件在机床上占据的每一个加工位置称为工位。图1-4所示为一利用回转工作台在一次安装中顺次完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔四工位加工的实例。采用多工位加工,可减少工件安装次数,缩短辅助时间,提高生产效率。

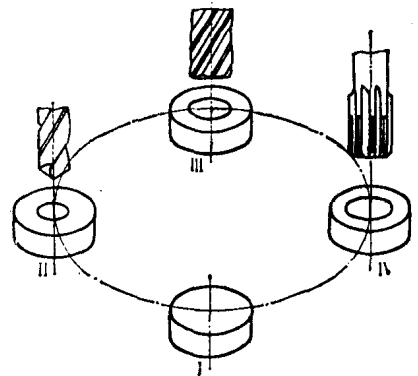


图1-4 多工位加工

工位 I—装卸工件 工位 II—钻孔
工位 III—扩孔 工位 IV—铰孔

三、生产纲领与生产类型

产品(或零件)的生产纲领,即包括备品和废品在内的该产品(或零件)的年产量。生产纲领的大小,对工艺过程的制订有很大影响。

零件的生产纲领可按下式计算:

$$N = Qn(1 + a\% + b\%)$$

式中 N ——零件的生产纲领;

Q ——产品的生产纲领;

n ——每台产品中该零件的数量;

$a\%$ ——备品的百分率;

$b\%$ ——废品的百分率。

根据生产纲领的大小和产品品种的多少,机械制造业的生产可分为三种类型:单件生产、成批生产和大量生产。

(一) 单件生产

单件生产的基本特点,是生产的产品品种繁多,每种产品仅制造一个或少数几个,而且很少再重复生产。例如,重型机械产品制造和新产品试制等都属于单件生产。

(二) 成批生产

成批生产的基本特点,是生产的产品品种较多,每种产品均有一定的数量,各种产品是分期分批地轮番进行生产。例如,机床制造、机车制造和电机制造等多属于成批生产。

同一产品(或零件)每批投入生产的数量称为批量。根据产品的特征和批量的大小,成批生产可分为小批生产、中批生产和大批生产。小批生产工艺过程的特点和单件生产相似,大批生产工艺过程的特点和大量生产相似,中批生产的工艺特点则介于两者之间。

(三) 大量生产

大量生产的基本特点，是产品的产量大、品种少，大多数工作地长期重复地进行某一零件的某一工序的加工。例如，汽车、拖拉机、轴承和自行车等的制造多属于大量生产。

生产类型不同，产品制造的工艺方法、所用的设备和工艺装备以及生产的组织均不相同。大批大量生产采用高生产率的工艺及设备，经济效益好；单件小批生产常采用通用设备及工装，生产率低，经济效果较差。各种生产类型的工艺特征见表 1-3。

表1-3 各种生产类型的工艺特征

特点	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模手工造型；锻件用自由锻。毛坯精度低，加工余量大	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	铸件广泛采用金属模机器造型；锻件广泛采用模锻，以及其它高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高，加工余量小
机床设备及其布置形式	采用通用机床。机床按类别和规格大小采用“机群式”排列布置	采用部分通用机床和部分高生产率机床。机床按加工零件类别分工段排列布置	广泛采用高生产率的专用机床及自动机床。机床设备按流水线形式排列布置
夹具	多用标准附件，很少采用专用夹具，靠划线及试切法达到尺寸精度	广泛采用夹具，部分靠划线法达到加工精度	广泛采用高生产率夹具，靠夹具及调整法达到加工精度
刀具与量具	采用通用刀具与万能量具	较多采用专用刀具及专用量具	广泛采用高生产刀具和量具
对工人的要求	需要技术熟练的工人	需要一定技术熟练程度的工人	对操作工人的技术要求较低，对调整工人的技术要求较高
工艺文件	有简单的工艺路线卡	有工艺规程，对关键零件有详细的工艺规程	有详细的工艺文件

生产类型的划分，主要取决于产品的复杂程度及生产纲领的大小。表 1-4 所列生产类型与生产纲领的关系，可供确定生产类型时参考。

表1-4 生产类型和生产纲领的关系

同 类 零 件 的 年 产 量 ， 件			
生 产 类 型	重型(零件重大于2000kg)	中型(零件重100~2000kg)	轻型(零件重小于100kg)
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

四、机械加工工艺规程

工艺规程是指导施工的技术文件。机械加工工艺规程一般应包括下述内容：零件加工的工艺路线，各工序的具体加工内容，切削用量、工时定额以及所采用的设备和工艺装备等。

工艺规程具有以下几方面的作用：

1. 工艺规程是指导生产的主要技术文件

合理的工艺规程是在总结广大工人和技术人员的实践经验的基础上,依据工艺理论和必要的工艺试验而制订的。它体现了一个企业或部门群众的智慧。按照工艺规程进行生产,可以保证产品的质量和较高的生产效率和经济效益。因此,生产中一般应严格地执行既定的工艺规程。实践表明不按照科学的工艺进行生产,往往会引起产品质量的严重下降,生产效率的显著降低,甚至使生产陷入混乱状态。

但是,工艺规程也不应当是固定不变的,工艺人员应注意总结工人的革新创造,及时地汲取国内外的先进工艺技术,对现行工艺不断地予以改进和完善,以便更好地指导生产。

2. 工艺规程是生产组织和管理工作的基本依据

由工艺规程所涉及的内容可以看出,在生产管理中,产品投产前原材料及毛坯的供应,通用工艺装备的准备,机床负荷的调整,专用工艺装备的设计和制造,作业计划的编排,劳动力的组织,以及生产成本的核算等,都是以工艺规程作为基本依据的。

3. 工艺规程是新建或扩建工厂或车间的基本资料

在新建或扩建工厂或车间时,只有根据工艺规程和生产纲领才能正确地确定:生产所需的机床和其它设备的种类、规格和数量、车间的面积、机床的布置、生产工人的工种、等级及数量以及辅助部门的安排等。

因此,工艺规程是机械制造厂最主要的技术文件之一。

将工艺规程的内容,填入一定格式的卡片,即成为生产准备和施工依据的工艺文件。目前,工艺文件还没有统一的格式,各厂都是根据零件的复杂程度和生产类型自行确定。常见的有以下几种卡片:

1. 工艺过程综合卡片

这种卡片主要列出了整个零件加工所经过的工艺路线(包括毛坯、机械加工和热处理等)。它是制订其它工艺文件的基础,也是生产技术准备、编制作业计划和组织生产的依据。

在这种卡片中,由于各工序的说明不够具体,故一般不能直接指导工人操作,而多作为生产管理方面使用。在单件小批生产中,通常不编制其它较详细的工艺文件,而是以这种卡片指导生产。因此,这种卡片(尤其对比较复杂的重要零件)应编制的比较详细。工艺过程综合卡片的格式见表1-5。

2. 机械加工工艺卡片

工艺卡片是以工序为单位详细说明整个工艺过程的工艺文件。它是用来指导工人生产和帮助车间干部和技术人员掌握整个零件加工过程的一种主要技术文件,广泛用于成批生产的零件和小批生产中的重要零件。工艺卡片内容包括零件的工艺特性(材料、重量、加工表面及其精度和表面粗糙度等)、毛坯性质、各道工序的具体内容及加工要求等。其格式见表1-6。

3. 机械加工工序卡片

工序卡片是用来具体指导工人进行操作的一种工艺文件。它是根据工艺卡片为每个工序制订的,多用于大批大量生产的零件和成批生产中的重要零件。工序卡片中详细记载了该工序加工所必须的工艺资料,如定位基准的选择、工件的安装方法、工序尺寸及公差以及机床、刀具、量具、切削用量的选择和工时定额的确定等。其格式见表1-7。

表1-5 工艺过程综合卡片

工 厂	工艺过程 综合卡片	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 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 夹具 刀具 量具			技术等级	时间定额, min 单 件 准备 结 束
更改内容									
编 制		校 对		审 核		会 签			

表1-6 机械加工工艺卡片

工 厂	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 台 件 数		每批件数										
工 序 号	装 夹	工 步	工 序 内 容	同时 加工 零件数	切 削 用 量 切削深度 mm 切削速度 m/min 每分钟转数或往复次数 进 给 量 (毫米/转或毫米/双行程)				设备名称及编号	工 艺 装 备 名 称 及 编 号 夹 具 刀 具 量 具			技 术 等 级	工 时 定 额, min 单 件 准 备 结 束			
更改内容																	
编 制		校 对		审 核		会 签											

表1-7 机械加工工序卡片

[illegible]

§ 1-2 工艺规程制订的原则、步骤及原始资料

一、制订工艺规程的原则

制订工艺规程的原则是，在一定的生产条件下，以最少的劳动消耗和最低的费用，按计划规定的速度，可靠地加工出符合图样及技术要求的零件。工艺规程首先要保证产品质量，同时要争取最好的经济效益。在制订工艺规程时，应注意以下问题：

1. 技术上的先进性

在制订工艺规程时，要了解国内外本行业工艺技术的发展，通过必要的工艺试验，积极采用适用的先进工艺和工艺装备。

2. 经济上的合理性

在一定的生产条件下，可能会出现几个保证工件技术要求的工艺方案。此时应全面考虑，并通过核算或评比选择经济上最合理的方案，使产品的能源、物资消耗和成本最低。

3. 有良好的劳动条件

工艺规程制订时，要注意保证工人具有良好而安全的劳动条件。因此，在工艺方案上要注意采取机械化或自动化措施，将工人从某些笨重繁杂的体力劳动中解放出来。

二、制订工艺规程的原始资料

制订工艺规程时，通常应具备下列原始资料：

1. 产品的全套装配图和零件的工作图；

2. 产品验收的质量标准；

3. 产品的生产纲领（年产量）；

4. 毛坯资料

毛坯的资料包括各种毛坯制造方法的技术经济特征；各种钢材型料的品种和规格；毛坯图等。在无毛坯图的情况下，需实地了解毛坯的形状、尺寸及机械性能等；

5. 现场的生产条件

为了使制订的工艺规程切实可行，一定要考虑现场的生产条件。因此，要深入生产实际，了解毛坯的生产能力及技术水平；加工设备和工艺装备的规格及性能；工人的技术水平以及专用设备及工艺装备的制造能力等；

6. 国内外工艺技术的发展情况

工艺规程的制订，既应符合生产实际，又不能墨守成规。要随着产品和生产的发展，不断地革新和完善现行工艺。因此，要经常研究国内外有关工艺技术资料，积极引进适用的先进工艺技术，不断地提高工艺水平，以便在生产中取得最大的经济效益；

7. 有关的工艺手册及图册

三、制订工艺规程的步骤

制订零件机械加工工艺规程的主要步骤大致如下：

1. 分析零件图和产品装配图；

2. 确定毛坯；

3. 拟定工艺路线；

4. 确定各工序尺寸及公差；

5. 确定各工序的设备、刀夹量具和辅助工具;
6. 确定切削用量和工时定额;
7. 确定各主要工序的技术要求及检验方法;
8. 填写工艺文件。

下面分节对上述主要问题进行分析讨论。

§ 1-3 零件图的研究

零件图是制订工艺规程最主要的原始资料,在制订工艺时,必须首先加以认真分析。为了更深刻的理解零件结构上的特征和主要技术要求,通常还需要研究产品的总装图、部件装配图及验收标准,从中了解零件的功用和相关零件间的配合,以及主要技术要求制订的依据。

研究零件图时,要注意以下两个方面:

一、零件的结构分析

机械零件的结构,由于使用要求不同而具有各种形状和尺寸。但是,如果从形体上加以分析,各种零件都是由一些基本的表面和特形表面组成的。基本表面有内外圆柱表面、圆锥表面和平面等;特形表面主要有螺旋面、渐开线齿形表面及其它一些成形表面等。

在研究具体零件的结构特点时,首先要分析该零件是由哪些表面组成的,因为表面形状是选择加工方法的基本因素。例如,外圆表面一般是由车削和磨削加工出来;内孔则多通过钻、扩、铰、镗和磨削等加工方法获得。除表面形状外,表面尺寸对工艺也有重要的影响。以内孔为例,大孔与小孔,深孔与浅孔在工艺上均有不同特点。

在分析零件的结构时,不仅要注意零件的各个构成表面本身的特征,而且还要注意这些表面的不同组合,正是这些不同的组合才形成零件结构上的特点。例如,以内外圆为主的表面,既可组成盘、环类零件,也可构成套筒类零件。对于套筒类零件,既可是一般的轴套,也可以是形状复杂的薄壁套筒。显然,上述不同结构的零件在工艺上往往有着较大的差异。在机械制造中,通常按照零件结构和加工工艺过程的相似性,将各种零件大致分为轴类零件、套类零件、盘环类零件、叉架类零件以及箱体等。

在研究零件的结构时,还要注意审查零件结构的工艺性。零件的结构工艺性是指零件的结构在保证使用要求的前提下,是否能以较高的生产率和最低的成本方便地制造出来的特性。结构工艺性问题比较复杂,它涉及毛坯制造、机械加工、热处理和装配等各方面的要求。图1-5中列出了零件机械加工工艺性对比的一些实例,图中a)表示孔的位置应便于刀具接近加工表面;图中b)是为了刀具退出应留出退刀槽;图中c)、d)是表示孔口形状应防止钻头的引偏和折断;图中e)、f)是为减少加工面积和避免深孔加工;图中g)是取相同尺寸的退刀槽以减少刀具的规格和换刀时间;图中h)是孔的分布方向应减少工件的安装次数。

二、零件的技术要求分析

零件技术要求包括下列几个方面:

1. 加工表面的尺寸精度;
2. 主要加工表面的形状精度;