

5年制、3年制高等职业教育机械制造专业系列教材

机械加工工艺学

(修订本)

中国机械工业教育协会高职与中专教育分会组编

范崇洛 谢黎明 主编

东南大学出版社

5年制、3年制高等职业教育机械制造专业系列教材

机械加工工艺学

(修订本)

中国机械工业教育协会高职与中专教育分会组编

范崇洛 谢黎明 主编

范崇洛 谢黎明 陈泰兴 陈益严 梁熠葆 编

许德轩 主审

东南大学出版社

·南京·

内容提要

全书共9章,包括机械加工工艺规程的编制、多种典型零件工艺、加工精度、表面质量分析、装配工艺基础以及现代制造技术、特种加工等。

本书从着重培养生产现场实施型工艺人才的目标出发,通过必须掌握的理论和技術教学,强调对学生工程实践能力的训练和培养。

本书是5年制、3年制高等职业教育机械制造专业系列教材之一,适用教学时数90学时。若精减“*”号章节,亦可作为中专、中职80学时左右的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工工艺学/范崇洛,谢黎明主编.—2版(修订本).—南京:东南大学出版社,2002.3

5年制、3年制高等职业教育机械制造专业系列教材

ISBN 7-81050-081-3

I. 机… II. ①范…②谢… III. 金属加工-工艺学-高等学校:技术学校-教材 IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 012757 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼2号 邮编210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 武进市第三印刷厂印刷

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:14.75 字数:368千字

2002年4月修订本第6次印刷

印数:20701-25000册 定价:18.00元

(凡因印装质量问题,可直接向发行科调换。电话:025-3792327)

中国机械工业教育协会高职与中专教育分会
机械制造专业教材编审委员会

主任委员	程益良		
副主任委员	王希平		
委员	刘际远	李铁尧	陈行毅
	高文征	聂建武	黄剑滕
	司徒渝	翟 轰	储克森
	苏群荣		

修订说明

由中国机械工业教育协会高职与中专教育分会组织编写的这套由 12 门课程组成的机械制造专业教材,自出版后得到行业内外不少学校的赏识,使用后反响不凡。为使这套教材更能适应职业教育的改革,适应培养 21 世纪机械制造专业人才的需要,编委会征求了使用学校的意见后召开了教材主编研讨会,拟定了修订本套教材的指导思想和修订原则,并用一年多的时间对本套教材进行了修订。修订后的教材更能体现职业教育的特色,且面向 21 世纪增添了新技术内容,贯彻了“必须、实用、够用”的原则,突出应用,多举实例,力求做到“简明、易懂、适度、能用”,便于教学与自学,并注意对学生素质的全面培养。

随着教育体制和招生制度的改革,高等职业教育发展十分迅速,这为这套系列教材的改革和编写提供了新的契机。修订后的系列教材主要适用于 5 年制、3 年制高等职业教育机械制造专业,为兼顾部分中等专业的教学需要,只要略去教材中带“*”号的章节后,也完全适用。

在修订过程中得到了陕西工业职业技术学院、福建职业技术学院、四川省工程职业技术学院、湖南工业职业技术学院、浙江机电职业技术学院、无锡职业技术学院、西安机电职业技术学院、上海市机电工业学校、常州机械学校、西安仪表工业学校、芜湖机械学校、东风汽车公司汽车工业学校、靖江市工业学校、廊坊市工业学校、邯郸市工业学校、嘉兴市中等专业学校、成都市工业学校、辽宁仪器仪表学校和东南大学出版社等单位的大力支持,谨致诚挚的谢意。衷心希望广大教师和学生在使用中提出宝贵意见,以便再次修订时改进,使之日臻完善。

中国机械工业教育协会高职与中专教育分会
机械制造专业教材编审委员会
2001 年 12 月

前 言

随着教育改革的深入和现代化建设的需要,高等职业教育得到了广泛和迅速的发展。为了适应新形势,高职教材的改革与建设显得非常重要和十分迫切。

高等职业教育的教材建设应有自身的理论规律和技术特色,其深度、广度和难度的掌握,需认真研究和深入讨论。因此,这是一项新的系统工程。

本教材适合5年制、3年制高等职业教育机械制造专业。学时数为90学时,其中理论教学74学时,实践教学16学时。若精简本书中打“*”的章节后,亦可作为80学时左右的教学用书。

本教材的编写指导思想是:着重培养生产现场实施型工艺人员必须掌握的理论和技术,采用了作为车间工艺技术人员必不可少的理论和技术,使其更具体、更贴近生产实际。在编写体例上,遵循教学规律和教材使用的特点,着重于一般中小批量生产的、中等复杂程度的典型零件;在加强工程实践能力的训练方面,突出了现场服务必须具备的技术和能力。

通过本教材的教学,力图使学生达到以下要求:

- (1) 具有编制中等复杂程度零件的常规工艺规程的初步能力;
- (2) 具有对已编好的工艺规程在生产现场进行实施和服务的初步能力;
- (3) 具有对新工艺、新技术了解和推广应用的初步能力。

参加本书编写的有:谢黎明(第1、5章)、陈泰兴(第2章后半部分、第4、9章)、陈益严(第6、7、8章)、梁熠葆(第2章前半部分、第3章)。最后由范崇洛统稿,许德轩担任主审。

参加本书修订工作的有:范崇洛和陈益严,许德轩担任主审。

由于编者水平有限,错误和不足之处在所难免,敬请不吝赐教,以便修订时改进。

编 者

2002年1月

目 录

1	机械加工工艺规程的制订	
1.1	概述	(1)
1.2	工艺文件	(5)
1.3	工艺规程制订的原则及方法	(9)
1.4	零件的工艺分析	(10)
1.5	毛坯的选择	(12)
1.6	基准及其选择	(15)
1.7	工艺路线的拟订	(19)
1.8	加工余量和工序尺寸	(25)
1.9	工艺尺寸链	(32)
1.10	制订机械加工工艺规程的实例	(38)
1.11	工艺过程技术经济分析	(40)
	习题与思考题	(47)
2	机械加工质量	
2.1	概述	(50)
2.2	加工原理误差	(51)
2.3	工艺系统的几何误差	(52)
2.4	工艺系统受力变形所引起的加工误差	(56)
2.5	提高加工精度的工艺措施	(67)
* 2.6	加工误差的统计分析	(69)
2.7	机械加工的表面质量	(74)
	习题与思考题	(84)
3	轴类零件加工	
3.1	概述	(86)
3.2	轴类零件的精密加工	(88)
3.3	轴类零件的中心孔加工	(91)
3.4	典型轴类零件的加工工艺	(95)
* 3.5	典型丝杠的加工工艺	(102)
	习题与思考题	(106)
4	套类零件加工	
4.1	概述	(108)
4.2	套类零件内孔的精密加工	(110)
4.3	典型套类零件的加工工艺	(117)
	习题与思考题	(124)

5	箱体与机体零件加工	
5.1	箱体零件概述	(125)
5.2	箱体零件的加工工艺分析	(127)
5.3	箱体的孔系加工	(128)
5.4	典型箱体类零件的加工工艺	(132)
× 5.5	机体零件概述	(141)
× 5.6	机体零件上导轨副的精密加工与检测	(143)
× 5.7	磨床床身加工工艺分析	(153)
	习题与思考题	(156)
6	圆柱齿轮加工	
6.1	概述	(158)
6.2	圆柱齿轮的齿形加工	(161)
6.3	典型圆柱齿轮的加工工艺	(172)
	习题与思考题	(177)
7	现代制造技术	
7.1	概述	(179)
7.2	成组技术	(179)
7.3	计算机辅助制造	(187)
7.4	数控加工工艺与编程方法	(191)
	习题与思考题	(195)
8	装配工艺基础	
8.1	概述	(196)
8.2	装配工作的基本内容	(196)
8.3	机械产品的装配精度	(198)
8.4	装配工艺规程的编制	(204)
8.5	磨床头架的装配工艺过程	(208)
	习题与思考题	(216)
9	特种加工	
9.1	概述	(217)
9.2	电火花加工	(217)
9.3	电解加工	(220)
9.4	电解磨削	(222)
9.5	激光加工	(222)
9.6	超声加工	(223)
9.7	电子束加工	(224)
9.8	等离子射流加工	(224)
	习题与思考题	(225)

1 机械加工工艺规程的制订

1.1 概述

1.1.1 机器的生产过程和工艺过程

机器制造时,由原材料到成品之间各个相互关联的劳动过程的总和称为生产过程。机器的生产过程主要包括:

- (1) 原材料、半成品和工夹具的供应、运输和保管;
- (2) 生产的准备工作,如产品的设计和试验研究、工艺装备的设计与制造、各种生产资料和生产组织等方面的准备工作;
- (3) 毛坯的制造过程,如铸造、锻造和冲压等;
- (4) 零件的各种加工过程,如机械加工、焊接、热处理和表面处理等;
- (5) 产品的装配过程,包括组装、部装、总装等;
- (6) 产品的检验、试车、油漆和包装等。

在机器的生产过程中,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。

1.1.2 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程由一系列工序组成。而工序又可分为若干个安装、工位、工步和走刀,它们按一定顺序排列,逐步地改变毛坯或原材料的形状、尺寸和材料的性能,使之成为合格的零件,机械加工的工艺过程可用图 1.1 表示。

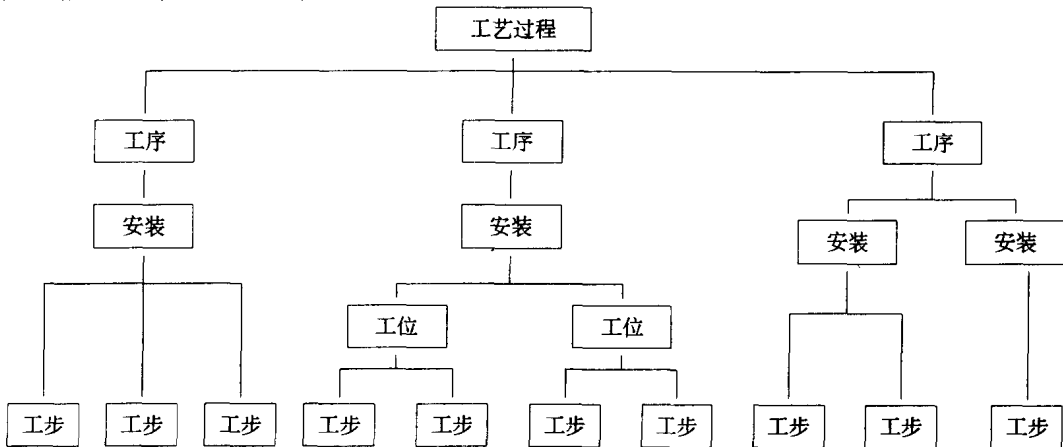


图 1.1 工艺过程的组成

1) 工序

工序是指一个(或一组)工人,在一个工作地(如一台机床)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。

工序是工艺过程的基本单元,划分工序的主要依据是零件加工过程中工作地(机床)是否变动,其次是该工序的工艺过程是否连续完成。例如,图 1.2 所示的阶台轴,其工序的划分如表 1.1 加工工艺卡中所示,分为热处理、车、铣和磨四道工序。

表 1.1 阶台轴的加工工艺卡

加 工 工 艺 卡		产 品 名 称		图 号	
		零 件 名 称		共 1 页	
材料种类	圆 钢	牌 号	45	毛 坯 尺 寸	$\varnothing 45 \times 200\text{mm}$
工 序	工 序 内 容			设 备	刀 具
1	热处理 调质 250HBS				
2	车 车两端面符合总长尺寸,钻中心孔 $\varnothing 2\text{mm}$,车 $\varnothing 20\text{mm}$, $\varnothing 22\text{mm}$ 外圆,留磨削余量 0.3~0.4mm,其余均车至尺寸,车槽,倒角			车床	B 型中心钻 $\varnothing 2\text{mm}$
3	铣 铣键槽			立铣	$\varnothing 6\text{mm}$ 键槽铣刀
4	磨 磨 $\varnothing 22-0.012$ 、 $\varnothing 20-0.012$ 外圆至尺寸			外圆磨床	

2) 安装

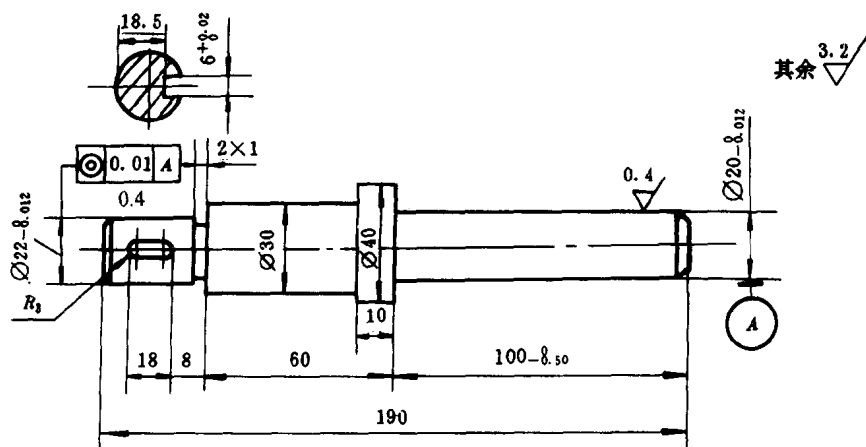


图 1.2 阶台轴

安装是工件(或装配单元)经一次装夹后所完成的那一部分工序。安装包括定位和夹紧两个部分。一道工序可以包括一次或几次安装。例如上述阶台轴在磨左端 $\varnothing 22-0.012$ 时,用夹头夹紧右端 $\varnothing 20-0.012$ 外圆,再装在外圆磨床两顶尖上,这是一次安装。而磨右端 $\varnothing 20-0.012$ 外圆时,工件必须调头重新装夹,这是另一次安装,即一道工序中包括二次安装。

零件在加工过程中应尽可能减少安装次数,因为安装次数愈多,安装误差就愈大,而且安装工件的辅助时间也要增加。图 1.3 为在一次安装中加工完零件。

3) 工位

工位是为了完成一定的工序部分,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。

工件每安装一次至少有一个工位。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。

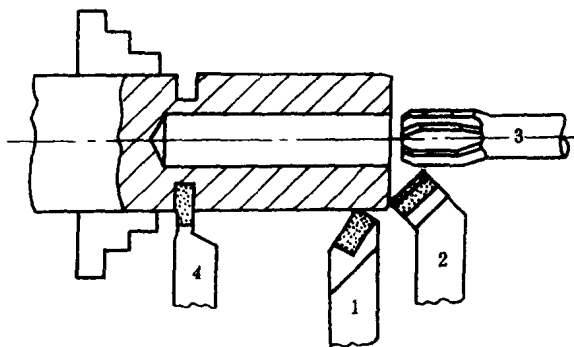


图 1.3 一次安装中加工完成零件

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,提高生产率。

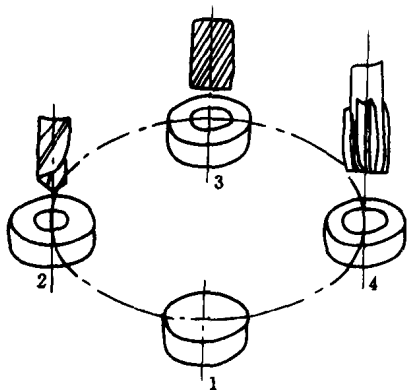


图 1.4 多工位加工

工位 1—装卸工件; 工位 2—钻孔
工位 3—扩孔; 工位 4—铰孔

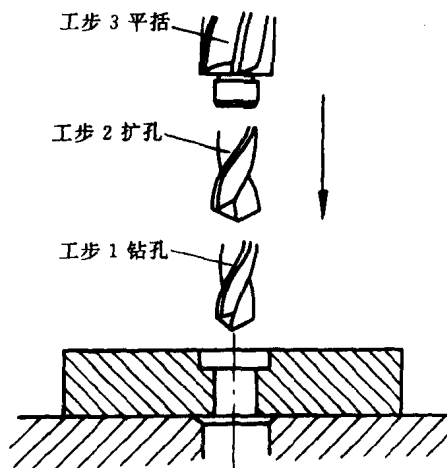


图 1.5 三个工步的钻孔工序

4) 工步

工步是在加工表面(或装配时的联接表面)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。一道工序可以包括几个工步,也可以只包括一个工步。例如在表 1.1 的工序 2 中,包括有粗、精车各外圆表面、车槽、倒角等工步,而工序 3 当采用键槽铣刀铣键槽时,就只包括一个工步。

图 1.5 所示的是在钻床上进行的一道工序,这道工序共有三个工步组成,即钻孔、扩孔和铰平刮孔。

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 1.6。在工艺文件上,复合工步应视为一个工步。

5) 走刀

走刀是工步的一部分,它是指由于加工余量较大,需要由同一刀具在同一切削用量下对同

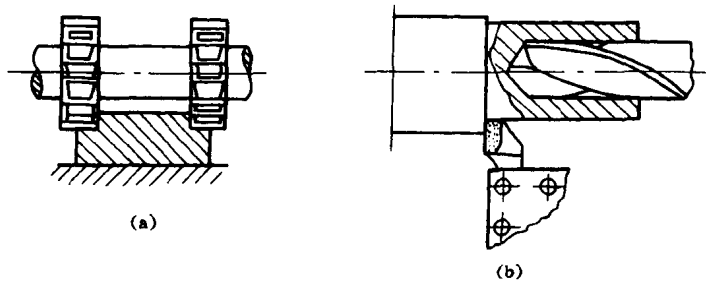


图 1.6 复合工步

一表面进行几次切削时,刀具每切削一次所完成的那一部分工艺过程。

1.1.3 生产类型及其工艺特征

在编制零件机械加工工艺规程和组织生产时,应先确定零件机械加工的生产组织形式。

通常先根据零件的年生产纲领选取合适的生产类型,然后再由生产类型来确定零件机械加工的组织形式。

1) 生产纲领的计算

零件的生产纲领,即包括备品和废品在内的该零件的年产量。生产纲领的大小对零件加工工艺规程的制订和生产组织有很大的影响,它决定所应选用的工艺方法和工艺装备,以及各工序所需专业化和自动化的程度。零件的生产纲领可按下式计算:

$$N = Q \cdot n \cdot (1 + \alpha\%) \cdot (1 + \beta\%)$$

式中: N ——零件的年生产纲领;

Q ——产品的年产量;

n ——每台产品中该零件的数量;

$\alpha\%$ ——备件的百分率;

$\beta\%$ ——废品的百分率。

2) 生产类型

根据零件生产纲领的大小和重量,机械制造业的生产类型可分为三种:单件生产、成批生产和大量生产。表 1.2 表示各种生产类型的生产纲领。

表 1.2 各种生产类型的生产纲领

生产类型	零件的生产纲领		
	重型零件(30kg 以上)	中型零件(4~30kg)	轻型零件(4kg 以下)
单 件	5 以下	10 以下	100 以下
小 批	5~100	10~200	100~500
中 批	100~300	200~500	500~5000
大 批	300~1000	500~5000	5000~50000
大 量	1000 以上	5000 以上	50000 以上

(1)单件生产

单件生产的特点是生产的产品种类很多,而数量很少,只制造一个或几个,而且很少再重复生产。例如,重型机械产品制造、专用设备制造、机修车间配制损坏零件和新产品的试制等,都属于单件生产。

由于产品的数量少、种类多,因此车间机床设备和工艺装备多采用通用、万能的形式,以适应不同生产对象的加工。机床设备无法按工艺流程排列,只能按机床的类型和大小采取“机群式”排列。

(2)成批生产

成批生产的特点是生产的产品品种较多,各种产品周期性地重复生产。例如,机床制造、机车制造等多属于成批生产。

每批相同零件制造的数量称为批量。按照批量的多少和产品的特征,成批生产又分为小批生产、中批生产和大批生产三种。在工艺方面,小批生产接近于单件生产,大批生产接近于大量生产,中批生产则介于单件和大量生产之间。

(3)大量生产

大量生产的特点是生产的产品品种很少,而产量很大,每台设备(或工作地)经常重复地进行某一工件的某一道工序的生产。例如,汽车、拖拉机、轴承、标准件等,都属于大量生产。

由于生产类型不同,产品制造对生产组织、生产管理、车间布置、毛坯、设备、工具、加工方法和工人的技术熟练程度等方面的要求均有所不同。所以在制订工艺规程时,必须与生产类型相适应,以取得最大的经济效益。各种不同生产类型的工艺特征见表 1.3。

1.2 工艺文件

将零件机械加工工艺规程的内容,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。工艺文件目前还没有统一的格式,各厂都根据零件的复杂程度和生产类型自行确定。常用的有工艺过程卡、加工路线单、机械加工工艺卡和机械加工工序卡。

表 1.3 各种生产类型的工艺特征

特 点	单件小批生产	中 批 生 产	大批大量生产
产品数量	少	中 等	大 量
加工对象	经常交换	周期变换	固定不变
机床设备和布置	采用万能设备,机群布置	采用万能和专用设备,按工艺路线布置成流水线	广泛采用专用设备和自动生产线
夹 具	非必要时不采用专用夹具和特种工具	广泛使用专用夹具和特种工具	采用高效能专用夹具和特种工具
刀具和量具	一般刀具和量具	专用刀具和量具	高效专用刀具和量具
安装方法	划线找正	部分划线找正	不需划线找正
工作性质	根据测量进行试切加工	用调整法加工,有时还可采用成组加工	使用自动化调整法加工
零件互换性	钳工试配	普遍应用互换,同时保留部分试配	全部互换,某些高精度配件用分组选配

续表 1.3

特 点	单件小批生产	中 批 生 产	大批大量生产
毛坯制造	木模造型和自由锻造	金属模造型和模锻	金属模机器造型,模锻
工人技术要求	高	中等	一般
工艺规程的要求	只编制简单的工艺过程卡片	除有较详细的施工工艺卡片外,对重要零件的关键工序有详细的工序卡片	详细编制工艺规程
生产率	低	中	高
成 本	高	中	低

1.2.1 工艺过程卡

工艺过程卡中主要列出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)、完成各道工序的车间(工段)和工时定额,其格式见表 1.4。某些工厂采用加工路线单来代替工艺过程卡,其格式见表 1.5。

表 1.4 工艺过程卡

共 页第 页

厂 名	机械加工 过程卡	产品型号		零件名称		零件号			
		C6140 车床		开合螺母外壳		72-05-12			
毛坯种类	铸件	材料 HT150	毛坯尺寸	每一毛坯制件数	1	每台件数	1	单件重量(kg)	3.4
工序车间	工序内容	设备	工艺装备名称与编号				工 时		
			夹具	刀具	量具	辅具		准备	单件
	铸工	铸造、清砂							
	铸工	退 火							
10	金工	粗铣两侧面	X6130 万能铣	CJ-010-028 铣夹具	YG8 ϕ 110 端铣刀	游标卡			
20	金工	铣燕尾面	X5028 立铣	虎 钳	55°角铣刀	KQ-100-115 样板			
30	金工	刮燕尾面							
40	金工	钻、扩、 铰销孔 ϕ 10H7	Z5025 立钻	CJ-100-104 翻转式钻模	ϕ 6 钻头、 ϕ 9.8 扩 钻、 ϕ 9.96 粗铰 刀、 ϕ 10 精铰刀	ϕ 10H7 塞规	ME-000-112 快换夹头		
50	金工	镗孔 ϕ 40H7	C6136 车床		YG8 单刃镗刀	ϕ 40H7 塞规	ME-100-108 镗杆		
60	金工	精铣两侧面	X6130 万能铣		YG8 ϕ 110 端铣刀	游标卡			
70	金工	磨两侧面	M7130 平磨	磁力工作台		KQ-200-014 卡规			
75		检 验							
80	金工	切开	X6030 卧铣	CJ-010-14 铣夹具	ϕ 200 \times 3 锯片铣 刀				
90	金工	修毛刺、打标记							
100	金工	钻、攻螺纹 M6	Z5018 立钻		ϕ 4.7 钻头、M6 丝 锥	M6 塞规	ME-000-142 攻螺纹夹头		
110	金工	钻、铰销孔 ϕ 6H7	Z5018 立钻		ϕ 5.8 钻头、 ϕ 6 铰 刀	ϕ 6H7 塞规			
120	装配	配钻、铰侧面销孔 ϕ 3							
编制	校对	审核	会签		批准		日期		

1.2.2 机械加工工艺卡

工艺卡是以工序为单位详细说明整个工艺过程的工艺文件,广泛应用于成批生产的零件和小批生产中的重要零件。工艺卡内容包括零件的工艺特性(材料、重量、加工表面及其精度、表面粗糙度和形位公差等)、毛坯性质、各道工序和工步的具体内容(所用机床、定位基准、工艺装备、切削用量等)和工时定额等,对于重要的工序还要绘出工艺草图。其格式如表 1.6 所示。

工艺卡是车间技术人员掌握整个零件加工过程和指导工人生产的主要技术文件。工厂中常将工艺卡和生产图样装订在一起,随图样发放使用。

1.2.3 机械加工工序卡

工序卡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。工序卡中详细规定了该工序加工所必需的工艺资料,如定位基准、装夹方法、工序尺寸和公差以及机床、刀具、量具、切削用量的选择和工时定额等,其格式见表 1.7。

表 1.7 机械加工工序卡

××厂机械加工工序卡		产品名称及型号	零件名称	零件图号	工序名称	工序号	第 页											
							共 页											
工序图:		车间	工段	毛坯种类	材料牌号	力学性能												
		同时加工件数	每件件数	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	冷却液												
		更改内容及签名																
工步号	工步内容	计算数据			切削用量			工时定额(min)			刀具、量具及辅助工具							
		直径或长度(mm)	走刀长度(mm)	单边余量(mm)	走刀次数	切削深度(mm)	进给量 ($\text{mm} \cdot \text{r}^{-1}$) 或 ($\text{mm} \cdot \text{程}^{-1}$)	每分钟转数或双行程数	切削速度 ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)	基本时间	辅助时间	服工作时地点	工具号	名称	规格	编号	数量	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
编制		抄写		校对		审阅		批准										

1.3 工艺规程制订的原则及方法

1.3.1 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,以最少的劳动量和最低的费用,按计划规定的速度,可靠地加工出符合图样要求的零件。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,应了解国内外本行业工艺技术的发展水平,根据本企业的具体情况,通过必要的工艺试验,积极采用合适的先进的工艺和工艺装备。

2) 经济上的合理性

在一定的生产条件下,可能会提出几个保证产品技术要求的工艺方案。此时应作全面衡量,并通过核算或评比选择经济上最合理的方案,使制造该产品的能源、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,要保证工人具有良好而安全的劳动条件。因此,在工艺方案中要注意采取机械化或自动化的措施,将工人从某些繁重的体力劳动中解放出来。

1.3.2 制订工艺规程的原始资料

制订工艺规程时,应具备下列原始资料:

- (1) 产品的整套装配图和零件图;
- (2) 产品的整套工艺装备资料,包括原有的专用工具、夹具、刀具、量具和专用设备;
- (3) 产品验收的质量标准;
- (4) 产品的生产纲领;
- (5) 毛坯资料 包括各种毛坯制造方法的技术经济特征,各种钢材或型材的品种和规格、毛坯图等;

(6) 本厂的生产条件 为了使制订出的工艺规程能切实可行,一定要考虑本厂的生产条件。因此,要深入生产实际,了解毛坯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和工艺装备的制造能力等;

(7) 有关的各种技术资料 如切削用量手册、夹具手册、机械工艺师手册、有关的国家标准、部颁及厂颁标准、相似零件的工艺规程以及国内外新技术、新工艺资料等。

1.3.3 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如下:

- (1) 对照产品的装配图对所加工的零件进行工艺分析;
- (2) 选择毛坯的制造方法;
- (3) 拟订工艺路线,选择定位基准;
- (4) 确定各工序尺寸及公差;
- (5) 确定各工序的设备和工、夹、刀、量具;