

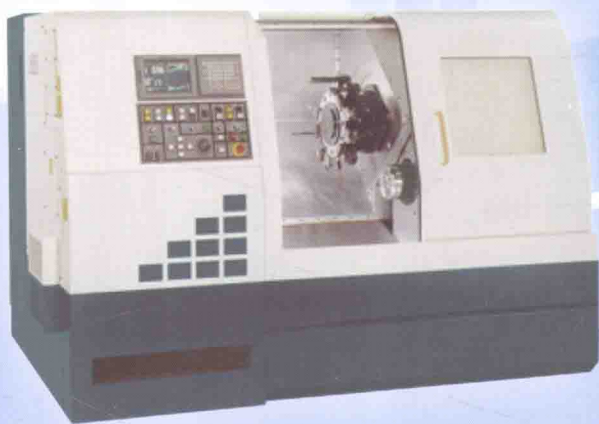
全国高职高专教育规划教材

数控技术专业系列



数控加工工艺与编程

赵 华 主 编
覃 岭 王 瑞 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国高职高专教育规划教材

数控技术专业系列

数控加工工艺与编程

Shukong Jiagong Gongyi yu Biancheng

赵 华 主编

覃 岭 王 瑞 副主编

宋小春 审阅



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书在内容上主要以 FANUC(发那科公司研制)系统为主,对比介绍企业广泛使用的华中数控系统等其他数控系统,有利于高职学生对比学习和掌握。在结构上,充分考虑职业教育的特点,培养高职学生的操作技能,在模块化教学模式的基础上,加入典型实例,对高职学生进行由简单到复杂,由理论转化为技能的培养。通过学习,使高职学生熟练掌握数控加工工艺、数控编程技巧、数控加工方法、加工机床选用的基本知识等。本书实用性强,知识讲述由浅入深,对学习数控加工技术提供了较全面的工艺基础理论和实际编程加工知识。

本书可作为高职高专机电类专业的教材,也可作为数控技能鉴定及数控竞赛实训、从事有关数控加工工作的技术人员及自学数控加工技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺与编程 /赵华主编. -- 北京:高等教育出版社, 2013.1
ISBN 978-7-04-036082-0

I. ①数… II. ①赵… III. ①数控机床-加工-教材
②数控机床-程序设计-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 200966 号

策划编辑 查成东
插图绘制 尹莉

责任编辑 查成东
责任校对 胡美萍

封面设计 张申申
责任印制 尤静

版式设计 马敬茹

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印刷 北京宏信印刷厂
开本 787 mm × 1092 mm 1/16
印张 19
字数 460 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版次 2013 年 1 月第 1 版
印次 2013 年 1 月第 1 次印刷
定价 29.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 36082-00

前 言

本书在编写过程中，遵从“淡化理论，够用为度，培养技能，重在实用”的编写原则，从高等职业教育的实际出发，以培养高端技能型人才为目的，在理论上以“必需、够用”为度，加强职业培养的针对性和技术的实用性，突出人才创新素质和创新能力的培养，着重介绍数控加工工艺、数控加工定位安装及数控刀具等相关知识。为了培养学生的创新精神，提高技能训练力度，本书的实例大部分来源生产实际和技能鉴定考题，同时还增加了配合件的加工工艺与编程训练，对培养学生数控加工技术方面的能力有极大的促进作用。

本书遵循职业教育的规律，以就业为导向，以培养技能型人才为根本，依据国家职业资格鉴定要求，力求在通用性、实用性、创新性和开放性的基础上，以模块化教学为引领，再配上大量的企业实际案例作为技能训练的蓝本。本书还结合多年从事高职学生数控车、铣中高级考证老师的经验，以企业实际产品作为案例进行工艺分析和编制加工程序，有利于实践学做一体、工学结合、理实一体化的教学模式。

本书由赵华任主编并对全书进行了全面、细致的统稿，覃岭、王瑞任副主编。本书绪论及模块一、模块二的任务一、任务二由赵华编写；模块三的任务一、任务二由李福运编写；模块二的任务三、模块三的任务三~任务五和知识拓展由王瑞编写；模块四由覃岭编写；模块五的任务一~任务八由刘洁编写；模块五的任务九~任务十一由邹伟全编写。韶关钢铁集团有限公司王孝伟副厂长、马兴江副厂长提供了大量的企业案例并参与了部分内容的编写。

本书由广东省数控专业教学指导委员会主任、华南理工大学的宋小春副教授审阅，并提出了许多宝贵的修改意见，在此表示衷心感谢。

在本书编写过程中，得到广东松山职业技术学院的领导及教务处相关人员的关心和大力支持，还得到了从事数控专业教学的部分老师的大力帮助，提出了一些建设性意见，在此一并致谢。

由于编者水平有限，加上技术发展迅速，本书难免有不足之处，望读者提出宝贵意见。

编者

2012年10月

目 录

绪论	1	五、数控机床夹具简介	59
模块一 零件的加工工艺	5	【思考与习题】	68
任务一 零件加工工艺的基本知识	5	模块三 数控加工工艺及编程基础	70
一、基本概念	5	任务一 数控编程中的工艺处理	70
二、生产纲领与生产类型	8	一、数控加工工艺的概述	70
任务二 零件加工工艺规程的制订	10	二、数控车床车削加工工艺特点和 加工内容	79
一、工艺规程概述	11	三、数控车床车削加工工艺分析	81
二、工艺规程制订	13	四、数控铣削加工工艺	91
三、零件的结构工艺性分析	13	五、数控铣削加工工艺分析	93
四、毛坯的选择	15	任务二 程序编制的基本概念	100
五、工艺路线的拟定	16	一、程序编制的内容与步骤	100
六、确定加工余量	21	二、数控加工工艺文件	101
七、工艺过程的技术经济性分析	23	三、加工程序的编制方法	103
任务三 典型零件的加工工艺分析	24	任务三 数控机床的坐标系	104
一、轴类零件的加工工艺	24	一、机床坐标系	104
二、套筒类零件的加工工艺	29	二、工件坐标系	107
三、复杂零件加工工艺	31	三、数控程序的结构	108
【思考与习题】	34	任务四 程序编制中的基本指令	113
模块二 零件的定位与夹紧	35	一、准备功能指令——G 指令	113
任务一 零件的定位	35	二、辅助功能指令——M 指令	115
一、零件的六点定位	35	三、其他功能指令简介	116
二、工件定位基准选择	38	任务五 典型零件的数控加工工艺 分析	117
三、工件定位方式与定位元件	42	一、典型车削零件的工艺分析	117
任务二 工件的夹紧	48	二、典型铣削零件的工艺分析	118
一、工件在夹具中的夹紧	48	三、数控加工中心工艺分析	121
二、夹紧装置的组成及夹紧力的确定	50	【思考与习题】	135
三、基本夹紧机构	52	模块四 数控车床的编程	136
任务三 机床夹具	54	任务一 轴套类零件的加工	136
一、夹具的概述	54	一、典型轴套类零件的加工工艺	136
二、夹具的分类	55	二、基本指令及相关 G 功能指令	137
三、夹具的组成	58		
四、夹具的作用	59		

任务二 螺纹类零件的加工	144	三、程序编写	226
一、典型螺纹类零件的加工工艺	144	四、注意事项	228
二、相关 G 功能指令	145	任务七 凹槽加工	230
任务三 成型面类零件的加工	156	一、编程指令	231
基本指令及相关 G 功能指令	156	二、加工工艺分析	232
任务四 数控车削综合加工	173	三、参考程序编制	234
一、数控车削加工工艺一	174	四、加工实例	236
二、数控车削加工工艺二	176	任务八 直沟槽、圆弧槽加工	238
三、数控车削加工工艺三	179	一、编程指令	239
【思考与习题】	187	二、加工工艺分析	241
模块五 数控铣床的编程	190	任务九 三维曲面铣削	247
任务一 直线图形加工	190	一、用户宏指令	248
一、程序指令	191	二、三维曲面铣削基本知识	251
二、加工工艺分析	192	三、编程	251
任务二 圆弧图形加工	198	任务十 孔加工	254
一、编程指令	198	一、数控铣中的孔加工方式	254
二、加工工艺分析	201	二、数铣中孔加工循环及常用功能	
任务三 轮廓加工	209	指令的基本格式	256
一、编程指令	210	三、钻孔循环	259
二、加工工艺分析	211	四、镗孔循环	263
三、参考程序编制	213	五、铰孔循环	266
任务四 平面外轮廓加工	214	六、攻螺纹循环	266
任务五 平面内轮廓加工	220	任务十一 数铣综合加工	275
一、编程指令	220	一、综合训练一	276
二、加工工艺分析	221	二、综合训练二	278
任务六 轮廓综合加工	225	三、综合训练三	281
一、加工知识	226	【思考与习题】	289
二、加工方案确定	226	参考文献	294

绪 论

一、数控加工技术在机械制造业中的地位和作用

数控技术是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物。它的出现及所带来的巨大效益已引起了世界各国科技工作者与工业生产者的普遍重视。专家们预言：21 世纪机械制造业竞争的实质是数控技术的竞争。目前，随着国内数控机床用量的剧增，急需培养一大批熟悉数控加工工艺，熟练掌握现代数控机床编程、操作和维护的应用型高级技术人才。

科学技术的发展促使机械产品结构越来越合理，其性能、精度和效率日趋提高，更新换代频繁，生产类型由大批量生产向多品种、小批量生产转化。因此，对机械产品的加工相应地提出了高精度、高柔性 with 高度自动化的要求。为了解决大批量产品（如汽车、拖拉机与家用电器的零件）高产、优质的问题，采用专用的工艺装备、专用自动化机床或专用的自动生产线进行生产。但是应用这些专用生产设备进行生产时，生产准备周期长，产品改型不易，因而使产品的开发周期增长。在机械产品中，单件与小批量产品占到 70% ~ 80%，采用通用机床难以提高生产效率和保证产品质量。特别是一些曲线、曲面轮廓组成的复杂零件，只能借助靠模和仿形机床，或者借助划线和样板用手工操作的方法来加工，加工精度和生产效率受到很大的限制。

由于数控机床综合应用了计算机、自动控制、伺服驱动、精密检测与新型机械结构等方面的技术成果，具有高柔性、高精度与高度自动化的特点，因此，采用数控加工手段，解决了机械制造中常规加工技术难以解决甚至无法解决的单件、小批量，特别是复杂型面零件的加工。

二、数控加工技术的发展

自 1952 年第一台数控机床在美国诞生以来，随着电子技术和计算机技术的不断发展，数控系统历经四个发展阶段：电子管（1952 年）、晶体管（1958 年）、小规模集成电路（1965 年）、大规模集成电路和微型计算机（1970 年）。微型计算机引入数控系统使其在质的方面完成了一次飞跃，利用控制软件实现多种控制功能，显著提高了系统的功能特性和可靠性，这种由微型计算机控制的数控系统简称为 CNC 系统（Computer Numerical Control）。

目前数控机床一般是采用通用或专用计算机实现数字程序控制，这种技术用计算机按事先存储的控制程序来执行对设备的控制功能。由于采用计算机替代原先用硬件逻辑电路组成的数控装置，使输入数据的存储、处理、运算、逻辑判断等各种控制机能的实现均可通过计算机来完成。

数控机床是自动化机床的一种，它用数字和字母形式来表达工件的形状和尺寸等技术要求和加工工艺要求，经过数控装置运算，发出指令，控制机床的加工操作。

1952 年，美国麻省理工学院在一台立式铣床上装上了一套试验性的数控系统，成功地实现了同时控制三轴运动的设想，这就是世界上第一台数控机床。

数控机床的发展是与数控系统的发展密切相关的,最早出现的是数控铣床。20 世纪 60 年代以后,点位控制的机床迅速发展,出现了数控钻床、数控冲床和数控坐标镗床,这类机床不需要复杂的控制算法就可以实现加工。

数控加工中心机床的出现使数控机床的发展进入了一个新的阶段。数控加工中心具有的自动换刀装置能做到一次装夹、多工序加工,从而大大地缩短了机床上零件的装卸时间和更换刀具的时间。这种机床不仅有立式、卧式等用于箱体类零件加工的镗铣类加工中心,还有用于回转体类零件加工的车削中心、磨削中心等。

三、数控机床加工的特点及应用

1. 数控机床加工特点

1) 加工精度高。数控机床是精密机械和自动化技术的综合体。机床的数控装置可以对机床运动中产生的位移、热变形等导致的误差,通过测量系统进行补偿而获得很高且稳定的加工精度。由于数控机床实现自动加工,所以减少了人为误差,提高了同批零件的一致性。

2) 生产效率较高。就生产效率而言,相对普通机床,数控机床的效率一般能提高 2~3 倍、甚至十几倍。

3) 一次装夹完成多工序加工,省去了普通机床加工的多次变换工种、工序间的转件以及划线等工序。

4) 简化了夹具及专用工装等。由于是一次装夹完成加工,所以省去了普通机床多工序的夹具,即使偶尔必须用到专用夹具,也可由数控机床的超强功能夹具的结构得到简化。

5) 减轻劳动强度。数控机床的操作由体力型转为智力型。

6) 改善劳动条件。很多公司的产品采用全封闭护罩,机床不会有水、油、铁屑溅出,可有效地保持工作环境的清洁。

7) 有利于生产管理。程序化控制加工、更换品种方便;一机多工序加工,简化生产过程的管理,减少管理人员;可实现无人化生产。

2. 数控机床加工的应用范围

1) 小批量生产的复杂零件。

2) 形状复杂、精度要求较高的零件。

3) 需要多次更改设计后才能定型的零件。

4) 价格昂贵、不可以报废的零件。

5) 需要钻、镗、铰、攻螺纹及铣削联合加工的零件。

四、数控机床的工作过程

数控机床的工作大致有如图 0-1 所示几个过程。

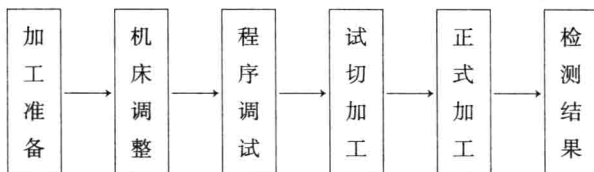


图 0-1 数控机床的工作过程

数控加工的准备过程较复杂,内容多,含对零件的结构认识、工艺分析、工艺方案的制

订、加工程序编制、选用工装、辅具及其使用方法等。

机床的调整主要包括刀具命名、调入刀库、工件安装、对刀、测量刀位、机床各部位状态等多项工作内容。

程序调试主要是对程序本身的逻辑问题及其设计合理性进行检查和调整。

试切加工则是对零件加工设计方案进行动态考察，而整个过程均需在前一步实现并在结果评价后再作下一步工作。

试切成功后方可对零件进行正式加工，并对加工后的零件进行结果检测。

前三步工作均为待机时间。为提高工作效率，希望待机时间越短越好，越有利于机床合理使用。

五、数控技术的发展趋势

从 20 世纪中期数控技术出现以来，数控机床给机械制造业带来了革命性的变化。数控机床是一种高度机电一体化的产品，适用于加工多品种小批量零件、结构较复杂、精度要求较高的零件；需要频繁改型的零件；价格昂贵不允许报废的关键零件；要求精密复制的零件；需要缩短生产周期的急需零件以及要求 100% 检验的零件。数控机床的特点及其应用范围使其成为国民经济和国防建设发展的重要装备。

数控机床的发展趋势如下：

1. 高速化

随着汽车、国防、航空、航天等工业的高速发展以及铝合金等新材料的应用，对数控机床加工的高速化要求越来越高。

1) 主轴转速：机床采用电主轴(内装式主轴电动机)，主轴转速可达 40 000 ~ 50 000 r/min。

2) 进给率：在分辨率为 0.01 μm 时，最大进给率达到 240 m/min，且可获得复杂型面的精确加工。

3) 运算速度：微处理器的迅速发展为数控系统向高速、高精度方向发展提供了保障，64 位 CPU 的频率提高到上千兆赫。由于运算速度的极大提高，使得当分辨率为 0.1 μm 、0.01 μm 时仍能获得高达 24 ~ 240 m/min 的进给速度。

4) 换刀速度：目前国外先进加工中心的刀具交换时间普遍在 1 s 左右，有的甚至达到 0.5 s。

2. 高精度化

数控机床精度的要求现在已经不局限于静态的几何精度，机床的运动精度、热变形以及对振动的监测和补偿越来越获得重视。

3. 复合化

复合化包含工序复合化和功能复合化。数控机床复合化发展的趋势是尽可能将零件所有工序集中在一台机床上加工。德国 DMG 集团生产的五轴加工中心具有铣削和车削复合加工能力。机床上的立式主轴采用直接驱动方式可以摆动数控回转工作台，工件一次安装不仅可以实现五面加工和五轴联动加工，而且对直径尺寸大、轴向尺寸小的回转体零件可以实现铣削和车削的复合加工，同时满足高精度和高效率的加工要求。

4. 多功能化

现代数控系统由于采用了多 CPU 结构和分级中断控制方式，因此在一台数控机床上可以

同时进行零件加工和程序编制。

5. 智能化

智能加工是一种基于知识处理理论和技术的方式。发展智能加工的目的是要解决加工过程中众多不确定性的、要求人工干预才能解决的问题。它的最终目标是要由计算机取代或延伸加工过程中人的部分脑力劳动,实现加工过程中监测、决策与控制的自动化。常用的智能加工系统的基本结构模式如图 0-2 所示。

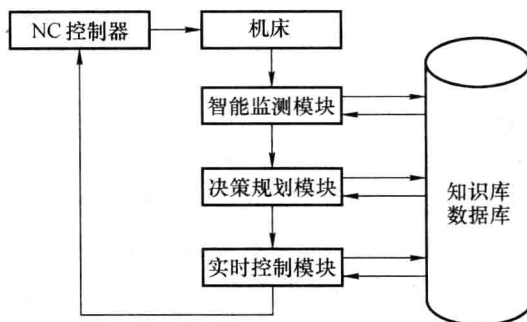


图 0-2 智能加工系统的基本结构框图

6. 柔性制造单元(FMC)和柔性制造系统(FMS)

柔性制造系统(Flexible Manufacturing System,简称 FMS)是由两台以上(通常是 5~10 台)数控机床和加工中心,及其他加工设备和一套能自动装卸物料的系统等组成,在一台中央计算机的控制下进行自动化生产的系统。它能根据任务和生产环境的变化迅速进行调整,适用于多品种、中小批量的生产。

其特点是高效率、高柔性和高度自动化等。

7. 计算机集成制造系统(CIMS)

计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System,简称 CIMS)通常由 4 个功能分系统(管理信息系统、产品设计与工艺设计的工程设计自动化系统、制造自动化系统、质量保证系统)和 2 个支撑分系统(计算机网络系统、数据库系统)组成。通过计算机、网络、数据库等硬件、软件将企业的生产决策、产品设计、加工制造、经营管理等方面的所有活动集成起来,实现现代化的集成管理,使企业求得最大的总体效益。

模块一 零件的加工工艺

任务一 零件加工工艺的基本知识



【学习目标】

1. 知识目标
 - 1) 熟悉机械加工过程中的基本概念。
 - 2) 了解生产类型与加工工艺之间的关系。
2. 技能目标
能正确分析常见零件的加工工艺特点。



【知识学习】

一、基本概念

1. 生产过程和加工工艺过程

(1) 生产过程

机械产品的生产过程是将原材料转变为成品的全过程。它包括原材料的运输和保管、生产技术准备过程、毛坯制造过程、机械加工过程、热处理过程、装配过程、检验过程、油漆和包装过程等。各种机械产品的具体制造方法和过程是不相同的,但生产过程大致可分为三个阶段,即毛坯制造、零件加工和产品装配。

(2) 机械加工工艺过程

机械产品的生产过程是一个十分复杂的过程,在这些过程中,改变生产对象的形状、尺寸、相对位置及性质,使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程。它是生产过程的主要组成部分,主要包括铸造、锻造、冲压、焊接、热处理、机械加工等。利用机械加工的方法,直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量,使其转变为成品的过程,称为机械加工工艺过程。

2. 机械加工工艺过程的组成

一个零件的机械加工工艺过程,需要采用多种不同的加工方法和设备,通过一系列加工工序完成。机械加工工艺过程就是由一个或若干个顺序排列的工序组成的,而工序又可分为安装、工位、工步和走刀。

(1) 工序

一个(或一组)工人在一个工作地点(或一台机床上)对一个(或一组)零件连续加工所完成的那部分工艺过程称为工序。划分工序的主要依据是工作地是否改变和加工是否连续完成。如图 1-1 所示圆盘零件,当单件小批量生产时,其工序划分按表 1-1 进行;当大批量生产时,其工序划分按表 1-2 进行。

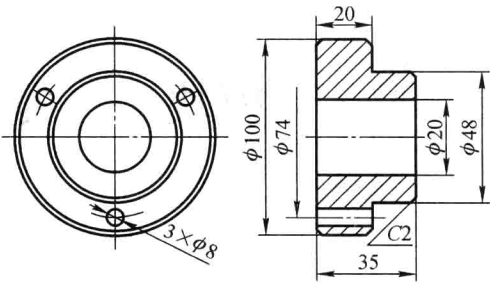


图 1-1 圆盘零件

表 1-1 圆盘零件单件小批量机械加工工艺过程

工序号	工序名称	安装	工步	工序内容	设备
1	车削	I	1	(用三爪自定心卡盘夹紧毛坯小端外圆)	车床
			2	车大端端面	
			3	车大端外圆至 $\phi 100$	
			4	钻 $\phi 20$ 孔	
			4	倒角	
		II	5	(工件调头,用三爪自定心卡盘夹紧毛坯大端外圆)	
			6	车小端端面,保证尺寸 35 mm	
			7	车小端外圆至 $\phi 48$, 保证尺寸 20 mm	
2	钻削	I	1	倒角	钻床
			2	依次加工三个 $\phi 8$ 孔	
			2	在夹具中修去孔口的锐边及毛刺	

表 1-2 圆盘零件大批量机械加工工艺过程

工序号	工序名称	安装	工步	工序内容	设备
1	车削	I	1	(用三爪自定心卡盘夹紧毛坯小端外圆)	车床
			2	车大端端面	
			3	车大端外圆至 $\phi 100$	
			4	钻 $\phi 20$ 孔	
			4	倒角	

续表

工序号	工序名称	安装	工步	工序内容	设备
2	车削	I	1 2 3	(以大端面及胀胎心轴) 车小端端面, 保证尺寸 35 mm 车小端外圆至 $\phi 48$, 保证尺寸 20 mm 倒角	车床
3	钻削	I	1	(钻床夹具) 钻孔 $3 \times \phi 8$	钻床
4	钳	I	1	修孔口的锐边及毛刺	

由表 1-1 可知, 该零件的机械加工分车削和钻削两道工序, 两者的操作工人、机床及加工的连续性均发生了变化。而在车削加工工序中, 虽然含有多个加工表面和多种加工方法(如车、钻等), 但其划分工序的要素未改变, 故属同一工序。而表 1-2 分为四道工序。虽然工序 1 和工序 2 同为车削, 但由于加工连续性已变化, 因此应为两道工序; 同样工序 4 修孔口锐边及毛刺, 因为使用设备和工作地均已变化, 因此也应作为另一道工序。

工序不仅是组成工艺过程的基本单元, 也是制订时间定额、配备工人、安排作业和进行质量检验的基本单元。

(2) 工步

为了便于分析和描述工序的内容, 工序还可以进一步划分工步。

在一个工序中, 当加工表面、切削工具、切削用量中的进给量和切削速度都不变的情况下所完成的那部分工艺过程称为工步。以上三种因素中任一因素改变后, 即成为新的工步。一个工序可以只包括一个工步, 也可以包括几个工步。如表 1-1 中工序 1, 在安装 I 中进行车大端端面、车大端外圆、钻 $\phi 20$ 孔、倒角等加工, 由于加工表面和使用刀具的不同, 即构成四个工步。

一般来说, 构成工步的任一要素(加工表面、刀具及加工连续性)改变后, 即成为另一个工步。但下面指出的情况应视为一个工步:

1) 对于那些一次装夹中连续进行的若干相同的工步应视为一个工步。如图 1-1 所示零件上三个 $\phi 8$ 孔钻削可以作为一个工步, 即钻 $3 \times \phi 8$ 的孔。

2) 为了提高生产效率, 有时用几把刀具或复合刀具同时加工几个表面, 此时也应视为一个工步, 称为复合工步。如图 1-2 所示的加工方案, 在工艺文件上, 复合工步应视为一个

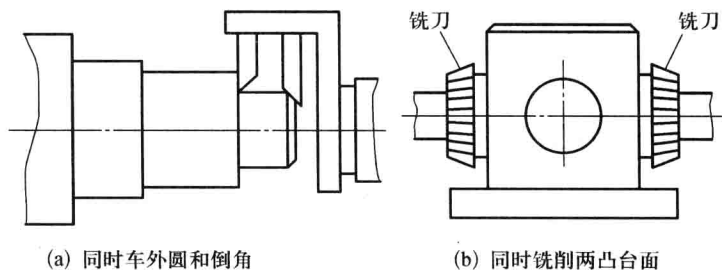


图 1-2 复合工步

工步。

(3) 走刀

在一个工步内,若被加工表面需切去的金属层很厚,就可分为几次切削,则每进行一次切削就是一次走刀。一个工步可以包括一次或几次走刀。

(4) 安装

工件加工前,在机床或夹具上先占据一正确位置(定位),然后再夹紧的过程称为装夹。工件(或装配单元)经一次装夹后所完成的那一部分工艺内容称为安装。在一道工序中可以有一个或多个安装。表1-1中工序1有两个安装,而工序2有一个安装。工件加工中应尽量减少装夹次数,因为多一次装夹就多一次装夹误差,而且增加了辅助时间。因此生产中常用各种回转工作台、回转夹具或移动夹具等,以便在工件一次装夹后,可使其处于不同的位置加工。

(5) 工位

在批量生产中,为了提高劳动生产率,减少安装次数、时间,常采用回转夹具、回转工作台或其他移位夹具,使工件在一次安装中先后处于不同的位置进行加工。工件在机床上所占据的每一个待加工位置称为工位。图1-3所示为一种利用回转工作台在一次装夹后顺序完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔四个工位加工的实例。采用这种多工位加工方法,可以提高加工精度和生产率。

(6) 工件的夹紧

如上所述,工件在加工前需要定位和夹紧。这是两项十分重要的工作,夹紧的目的是防止工件在切削力、重力、惯性力等的作用下发生位移或振动,以免破坏工件的定位。因此正确设计的夹紧机构应满足下列基本要求:

- 1) 夹紧应不破坏工件的正确定位。
- 2) 夹紧装置应有足够的刚性。
- 3) 夹紧时不应破坏工件表面,不应使工件产生超过允许范围的变形。
- 4) 能用较小的夹紧力获得所需的夹紧效果。
- 5) 工艺性好,在保证生产率的前提下结构应简单,便于制造、维修和操作。手动夹紧机构应具有自锁性能。

二、生产纲领与生产类型

机械制造工艺过程的安排取决于企业的生产类型,而生产类型又是由企业产品的生产纲领决定的。

1. 生产纲领

企业在计划期内应当生产的产品数量和进度计划称为生产纲领。零件的年生产纲领可按式(1-1)计算:

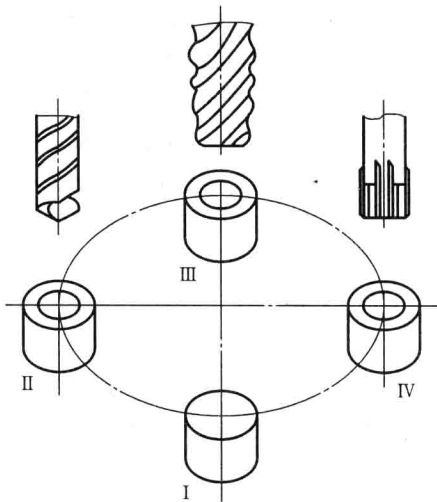


图1-3 多工位步

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

式中： N ——零件的年产量，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；

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，对生产组织和零件加工工艺过程起着重要的作用，它决定了各工序所需专业化和自动化的程度，决定了所应选用的工艺方法和工艺装备。

2. 生产类型

机械制造业根据生产纲领和产品的大小不同，可分为单件生产、成批生产及大量生产三种不同的生产类型。

1) 单件生产是指单件地生产一种产品或少数几个，很少重复生产。例如，新产品的试制、重型机器制造、专用设备制造等都属于单件生产。

2) 成批生产是指一次成批地制造相同的产品，每隔一定时间又重复进行生产，即分期、分批地进行生产各种产品，制造过程有一定的重复性。例如，机床、机车和电动机的制造等常属于成批生产。

一次投入或产出的同一产品(或零件)的数量称为批量。根据批量的大小，成批生产又可分为小批生产、中批生产、大批生产三种类型。在工艺上，小批生产和单件生产相似，常合称为单件小批生产；大批生产和大量生产相似，常合称为大批大量生产。

3) 大量生产是指相同产品数量很大，大多数工作地点长期重复地进行某一零件的某一工序的加工。例如，汽车、柴油机、拖拉机、轴承等的制造多属大量生产。

在生产中，一般按照生产纲领的大小选用相应规模的生产类型。而生产纲领和生产类型的关系，还随着零件的大小及复杂程度不同而有所不同，见表1-3。

表 1-3 生产纲领和生产类型的关系

生产类型	产品年生产纲领/(件/年)		
	重型零件	中型零件	轻型零件
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 ~ 5 000
大批生产	300 ~ 1 000	500 ~ 5 000	5 000 ~ 50 000
大量生产	$> 1 000$	$> 5 000$	$> 50 000$

3. 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。生产类型不同，产品和零件的制造工艺、所用设备及工艺装备和生产组织的形式也不同。各种生产类型的工艺特征见表1-4。

表 1-4 各种生产类型的工艺特征

特点 \ 类型 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	周期性变换	固定不变
机床设备及布置	通用机床, 按机群式布置	通用机床、部分专用机床, 部分流水排列	广泛采用专用机床, 按流水线排列
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
安装方法	划线找正	部分划线找正	不需划线找正
夹具	通用工装为主, 必要时采用专用夹具	广泛采用专用夹具, 可调夹具。部分采用专用的刀、量具	广泛采用高效夹具和特种工具
对工人技术要求	高	中等	一般
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

任务二 零件加工工艺规程的制订



【学习目标】

1. 知识目标

- 1) 熟悉机械加工工艺的重要性。
- 2) 熟悉加工工艺卡的主要内容。
- 3) 掌握加工工艺卡填写的方法和步骤。

2. 技能目标

对常见的零件正确填写其加工工艺卡。



【知识学习】

一、工艺流程概述

把工艺过程的各项内容用表格(或以文件)的形式确定下来,并用于指导和组织生产的工艺文件叫工艺规程。工艺规程是指导工人操作和用于生产、工艺管理工作及保证产品质量可靠性的主要技术文件。它一般包括下列内容:毛坯类型和材料定额;工件的加工工艺路线;所经过的车间和工段;各工序的内容要求和工艺装备;工件质量的检验项目及检验方法;切削用量;工时定额及工人技术等级。工艺规程要经过逐级审批,因而也是工厂生产中的工艺纪律,有关人员必须严格执行。

将工艺规程的内容,填入一定格式(格式可根据各工厂具体情况自行确定)的卡片,即成工艺文件。工艺文件一般有三种。

1. 机械加工工艺过程卡

机械加工工艺过程卡主要列出零件加工所经过的工艺路线,包括毛坯制造、机械加工、热处理等,各工序的说明不具体。一般不用于直接指导工人操作,多作为生产管理使用。在单件小批生产时,通常用这种卡片指导生产,这时应编制得详细些。机械加工工艺过程卡的格式和内容见表1-5。

表 1-5 机械加工工艺过程卡片

(工厂)		机械加工工艺过程卡片					产品型号		零(部)件图号		共 页	
							产品名称		零(部)件名称		共 页	
材料 牌号		毛坯 种类		毛坯外 形尺寸			每毛坯件数			每台 件数		备注
工序 号	工序 名称	工序内容				车 间	工 段	设 备	工艺设备		工时	
											准 终	单 件
						编制(日期)		审核(日期)	会签(日期)			
标记	处数	更改 文件号	签 字	日 期	标 记	处 数	更改 文件号	签 字	日 期			

2. 机械加工工艺卡

机械加工工艺卡是以工序为单位,详细说明零件整个工艺过程的工艺文件,它用来指导工人操作和帮助管理人员及技术人员掌握零件加工全过程,广泛用于批量生产的零件和小批生产的重要零件。机械加工工艺卡的格式和内容见表1-6。