

四川省示范性高职院校建设项目成果 SHUKONG JIAGONG
GONGYI ZHIDING YU SHISHI

数控加工

工艺制订与实施

主 审 夏宝林
主 编 郑 旭
副主编 刘 帅



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

014011573

TG659
499

四川省示范性高职院校建设项目成果

数控加工工艺制订与实施

主 审 夏宝林

主 编 郑 旭

副主编 刘 帅

参 编 马 刚 郑 浩

姚大顺 杨小利



北航

C1698587

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

TG659
499

014011273

014011273

图书在版编目 (C I P) 数据

数控加工工艺制订与实施 / 郑旭主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2013.8
四川省示范性高职院校建设项目成果
ISBN 978-7-5643-2528-2

I. ①数… II. ①郑… III. ①数控机床—加工—高等
职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 182491 号

四川省示范性高职院校建设项目成果
数控加工工艺制订与实施

主 编 郑 旭

责任编辑	孟苏成
助理编辑	罗在伟
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	9.5
字 数	236 千字
版 次	2013 年 8 月第 1 版
印 次	2013 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2528-2
定 价	23.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

序

在大力发展职业教育、创新人才培养模式的新形势下,加强高职院校教材建设,是深化教育教学改革、推进教学质量工程、全面培养高素质技能型专门人才的前提和基础。

近年来,四川职业技术学院在省级示范性高等职业院校建设过程中,立足于“以人为本,创新发展”的教育思想,组织编写了涉及汽车制造与装配技术、物流管理、应用电子技术、数控技术等四个省级示范性专业,以及体制机制改革、学生综合素质训育体系、质量监测体系、社会服务能力建设等四个综合项目相关内容的系列教材。在编撰过程中,编著者立足于“理实一体”、“校企结合”的现实要求,秉承实用性和操作性原则,注重编写模式创新、格式体例创新、手段方式创新,在重视传授知识、增长技艺的同时,更多地关注对学习者的专业素质、职业操守的培养。本套教材有别于以往重专业、轻素质,重理论、轻实践,重体例、轻实用的编写方式,更多地关注教学方式、教学手段、教学质量、教学效果,以及学校和用人单位“校企双方”的需求,具有较强的指导作用和较高的现实价值。其特点主要表现在:

一是突出了校企融合性。全套教材的编写素材大多取自行业企业,不仅引进了行业企业的生产加工工序、技术参数,还渗透了企业文化和管理模式,并结合高职院校教育教学实际,有针对性地加以调整优化,使之更适合高职学生的学习与实践,具有较强的融合性和操作性。

二是体现了目标导向性。教材以国家行业标准为指南,融入了“双证书”制和专业技术指标体系,使教学内容要求与职业标准、行业核心标准相一致,学生通过学习和实践,在一定程度上,可以通过考级达到相关行业或专业标准,使学生成为合格人才,具有明确的目标导向性。

三是突显了体例示范性。教材以实用为基准,以能力培养为目标,着力在结构体例、内容形式、质量效果等方面进行了有益的探索,实现了创新突破,形成了系统体系,为同级同类教材的编写,提供了可借鉴的范样和蓝本,具有很强的示范性。

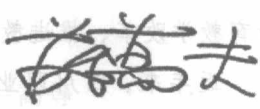
与此同时,这是一套实用性教材,是四川职业技术学院在示范院校建设过程中的理论研究和实践探索成果。教材编写者既有高职院校长期从事课程建设和实践实训指导的一线教师 and 教学管理者,也聘请了一批企业界的行家里手、技术骨干和中高层管理人员参与到教材的

编写过程中，他们既熟悉形势与政策，又了解社会和行业需求；既懂得教育教学规律，又深谙学生心理。因此，全套系列教材切合实际，对接需要，目标明确，指导性强。

尽管本套教材在探索创新中存在有待进一步锤炼提升之处，但仍不失为一套针对高职学生的教材，值得推广使用。

此为序。

四川省高职高专院校
人才培养工作委员会主任



二〇一三年一月二十三日

前 言

数控加工工艺是基于数控机床发展应用的机械制造工艺,是数控机床编程与操作的基础,编制好数控加工工艺是充分发挥数控机床效能的前提。数控加工工艺在融合了普通机械加工工艺的基础上,突出了应用数控机床加工实践的研究,是机械制造中一门新的课程。随着数控加工的日益普及,数控加工工艺就成为数控技术发展中亟待解决的关键问题。在数控技术专业中,数控加工工艺已逐步成为一门实用性强的专业课程。

本书以数控加工工艺为主线,从工艺实施的生产实际出发,将各种常用加工方法,常规机械加工工艺和数控加工工艺,常用的刀具、夹具和辅具等内容有机地结合为一体。教材通过典型零件的数控车削、数控铣削加工中心加工分析,将数控加工基本理论和知识融会贯通。教材注重理论知识的实际应用和学生实践能力的培养,从学生的认知规律出发,以适应培养生产一线高技能型专门人才的需求。

教材编写采用项目驱动模式,将教学内容融入项目目标中。引入典型工作任务引导,以完成工作任务为载体的形式,提出了本项目的教学任务,引导教学和学习过程,从而达到学习目标。全书共5个项目,具体内容为:数控加工工艺基础、曲轴零件加工工艺、液压机缸体加工工艺、泵盖零件加工工艺及拓展学习。教材特色体现如下:

1. 选择适合在数控机床上加工的零件,确定工序内容。
2. 分析被加工零件图样,明确加工内容及技术要求,在此基础上确定零件的加工方案,制订数控加工工艺路线,如工序的划分、加工顺序的安排等。
3. 设计数控加工工序。如工步的划分,零件的定位与装夹,夹具、刀具、量具的选择,切削用量的选择计算与确定等。

本书由四川职业技术学院郑旭老师任主编,编写项目四和项目五;四川职业技术学院刘帅老师任副主编,编写项目二;四川明星空调有限公司马刚工程师编写项目三;四川职业技术学院郑浩老师编写项目一;全书由四川职业技术学院夏宝林老师任主审;同时,四川职业技术学院姚大顺、杨小利老师也参与了本书的编写。在教材编写过程中四川职业技术学院机械系的领导给予高度的关注,提出了许多宝贵意见。在此一并表示衷心感谢!

本书可作为高等职业学校数控技术专业 and 数控设备应用与维护专业的教学用书,也可作为职工大学、业余大学、电大等相关专业的教材,还可作有关工程技术人员参考用书。

由于编者水平和经验有限,书中难免有不当和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2013年6月

目 录

项目一 数控加工工艺基础.....	1
任务一 数控加工工艺认识.....	1
任务二 数控加工工艺分析.....	4
任务三 数控加工工艺路线设计.....	9
任务四 数控加工工序设计.....	17
项目二 曲轴零件加工工艺.....	33
任务一 曲轴零件加工工艺方案制订.....	33
任务二 曲轴零件加工工艺文件制订.....	45
项目三 液压机缸体加工工艺.....	57
任务一 液压机缸体加工方案制订.....	57
任务二 液压机缸体加工工艺文件制订.....	67
项目四 泵盖零件加工工艺.....	75
任务一 泵盖零件加工工艺方案制订.....	75
任务二 泵盖零件加工工艺文件制订.....	108
项目五 拓展学习.....	120
任务一 毛坯制造基础知识.....	120
任务二 零件精度的获取方法.....	127
任务三 机械加工精度及表面质量基础知识.....	129
任务四 提高加工生产率的工艺途径.....	134
任务五 定位误差的分析.....	138
参考文献.....	144

项目一 数控加工工艺基础

任务一 数控加工工艺认识

数控加工技术是 20 世纪 40 年代后期发展起来的一种自动化加工技术，是综合了计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物，目前在机械制造业中已得到了广泛应用。

随着微电子计算机技术的发展，数控系统的性能日臻完善，数控加工技术的应用领域日益扩大，世界先进制造技术趋向成熟，数控加工技术在我国已进入了普及阶段。

一、数控加工

(一) 数控加工的定义

随着社会生产和科学技术的不断发展，各行各业都离不开的机械产品日趋精密复杂，同时对机械产品的质量和生产率也提出了越来越高的要求。尤其在航空航天、军事、造船等领域所需求的零件，精度要求越来越高、形状也越来越复杂，这些用普通机床是难以加工的。

为适应加工复杂外形零件而发展起来的一种数字控制（简称 NC）方法，是用数字化信号进行控制的一种自动化加工技术。

数控机床是用数字化信号对机床的运动及其加工过程进行控制的机床。它是一种技术密集度及自动化程度很高的机电一体化加工设备。数控加工则是根据被加工零件的图样和工艺要求，编制成以数码表示的程序，输入到机床的数控装置或控制计算机中，以控制工件和工具的相对运动，使之加工出合格零件的方法。在数控加工过程中，如果数控机床是硬件的话，数控工艺和数控程序则相当于软件，两者缺一不可。可见数控加工工艺是伴随着数控机床的产生、发展而逐步完善的一种应用技术。实现数控加工，编程是关键。但必须有编程前的数控工艺做必要准备工作和编程后的善后处理工作。严格说来，数控编程也属于数控工艺的范畴。

(二) 数控加工的特点

数控加工具有如下一些特点：

- (1) 自动化程度高。
- (2) 加工精度高。
- (3) 对加工对象的适应性强。
- (4) 生产效率高。
- (5) 易于建立计算机通信网络。

二、工艺过程

(一) 工艺过程的定义

改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质，使其成为成品或半成品的过程，称为工艺过程。工艺过程是生产过程的主题，包括机械加工工艺过程、热处理工艺过程和装配工艺过程等。在机械加工工艺过程中，针对零件的结构特点和技术要求，采用不同的加工方法和装备，按照一定的顺序依次进行才能完成由毛坯到零件的转变过程。因此，机械加工工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成的，而工序又由安装、工位、工步和走刀组成。不同的生产条件，有不同的工艺过程。

(二) 机械加工工艺相关概念

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是否变动和工作是否连续。

安装：工件经一次装夹后所完成的那一部分工序，称为安装。在一道工序中，工件可能被装夹一次或多次，才能完成加工。

工位：为了完成一定的工序部分，一次装夹工件后，工件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。

工步：在加工表面和加工工具不变的情况下，所连续完成的那一部分工序内容，称为工步。划分工步的依据是加工表面和工具是否变化。

走刀：在一个工步内，若被加工表面需切去的金属层很厚，就可分几次切削，每切削一次为一次走刀。

三、生产纲领和生产类型

1. 生产纲领

生产纲领是指企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划。计划期常定为1年，所以生产纲领常称为年产量。零件的生产纲领要计入备品和废品的数量，可按下列式计算：

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

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 ——备品的百分率；
 β ——废品的百分率。

2. 生产类型及其工艺特征

生产类型是指企业（或车间、工段、班组、工作地）生产专业化程度的分类。一般分为大量生产，成批生产和单件生产 3 种类型。生产类型的划分主要根据生产纲领确定，同时还与产品的大小和结构复杂程度有关。

生产类型和生产纲领的关系见表 1.1。

表 1.1 生产类型和生产纲领的关系

生产纲领（台/年 或件/年） 生产类型		重型零件（30 kg 以上）	中型零件（4~30 kg）	轻型零件（4 kg 以下）
单件生产		≤5	≤10	≤100
成批生产	小批生产	>5~100	>10~150	>100~500
	中批生产	>100~300	>150~500	>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

各种生产类型的工艺特征见表 1.2。

表 1.2 各种生产类型的工艺特征

生产类型 工艺特征	单件小批生产	中批生产	大批生产
加工对象	经常变换	周期性变换	固定不变
零件的互换性	无互换性,钳工修配	普遍采用互换或选配	完全互换或分组互换
毛坯	木模手工造型或自由锻,毛坯精度低,加工余量大	金属模造型或模锻毛坯,精度中等,加工余量中等	金属模机器造型、模锻或其他高生产率毛坯制造方法;毛坯精度高,加工余量小
机床及布局	通用机床按“机群式”排列	通用机床和专用机床按工件类别分工段排列	广泛采用专用机床及自动机床,按流水线排列
工件的安装方法	划线找正	广泛采用夹具,部分划线找正	夹具
获得尺寸的方法	试切法	调整法	调整法或自动化加工
刀具和量具	通用刀具和量具	通用和专用刀具、量具	高效率专用刀具、量具
工人技术要求	高	中	低
生产率	低	中	高
成本	高	中	低
夹具	极少采用专用夹具和特种工具	广泛采用专用夹具和特种工具	广泛使用高效率的专用夹具和特种工具
工艺规程	机械加工工艺过程卡	较详细的工艺规程,对重要零件有详细的工艺规程	详细编制工艺规程和各种工艺文件

四、数控加工工艺

数控加工工艺主要是指机械加工工艺，它是采用数控机床加工零件时所运用各种方法和技术手段的总和，其加工过程是在数控机床上完成的，其基本理论主流仍然是机械加工工艺，但数控加工工艺有别于一般的机械加工工艺，并具有如下工艺的特点：

1. 数控加工的工艺内容明确具体

进行数控加工时，数控机床是接受数控系统的指令，完成各种运动实现加工的。因此，在编制加工程序之前，需要对影响加工过程的各种工艺因素，如切削用量、进给路线、刀具的几何形状，甚至工步的划分与安排等一一作出定量描述，对每一个问题都要给出确切的答案和选择，而不能像用通用机床加工时，在大多数情况下对许多具体的工艺问题，由操作工人依据自己的实践经验和习惯自行考虑和决定。也就是说，本来由操作工人在加工中灵活掌握并可通过适时调整来处理的许多工艺问题，在数控加工时就转变为编程人员必须事先具体设计和明确安排的内容。

2. 数控加工的工艺相当准确严密

数控加工不能像通用机床加工时可以根据加工过程中出现的问题由操作者自由地进行调整。比如加工内螺纹时，操作者因一个字符、一个小数点或一个逗号的差错都有可能酿成重大机床事故和质量事故。因为数控机床比同类的普通机床价格高得多，其加工的也往往是一些形状比较复杂、价值也较高的工件，万一损坏机床或工件报废都会造成较大损失。

通过大量加工实例分析发现，数控工艺考虑不周和计算与编程时粗心大意是造成数控加工失误的主要原因。因此，要求编程人员除必须具备较扎实的工艺基本知识和较丰富的实际工作经验外，还必须具有耐心和严谨的工作作风。

3. 数控加工的工序相对集中

一般来说，在普通机床上加工是根据机床的种类进行单工序加工，而在数控机床上加工往往是在工件的一次装夹中完成工件的钻、扩、铰、铣、镗、攻螺纹等多工序的加工。这种“多序合一”现象也属于“工序集中”的范畴，极端情况下，在一台加工中心上可以完成工件的全部加工内容。

任务二 数控加工工艺分析

规定零件制造工艺过程和操作方法等的工艺文件，称为工艺规程，用于指导生产。在数控机床上加工零件时，要把被加工的全部工艺过程、工艺参数等编制成程序，整个加工过程

是自动进行的，因此程序编制前的工艺分析是一项十分重要的工作。数控加工工艺分析包括下列内容：选择适合数控加工的零件、确定数控加工的内容和数控加工零件的工艺性分析。

一、选择适合数控加工的零件

加入 WTO 以来，中国作为世界制造中心地位日益显现，数控机床在制造业的普及率不断提高，但不是所有的零件都适合于在数控机床上加工。根据数控加工的特点和国内外大量应用实践经验，一般可按适应程度将零件分为以下 3 类。

1. 最适应类

- (1) 形状复杂，加工精度要求高，通用机床无法加工或很难保证加工质量的零件。
- (2) 具有复杂曲线或曲面轮廓的零件。
- (3) 具有难测量、难控制进给、难控制尺寸型腔的壳体或盒形零件。
- (4) 必须在一次装夹中完成铣、镗、铹、铰或攻丝等多道工序的零件。

对于此类零件，首要考虑的是能否加工出来，只要有可能，应把采用数控加工作为首选方案，而不要过多地考虑生产率与成本问题。

2. 较适应类

- (1) 零件价值较高，在通用机床上加工时容易受人为因素（如工人技术水平高低、情绪波动等）干扰而影响加工质量，从而造成较大经济损失的零件。
- (2) 在通用机床上加工时必须制造复杂专用工装的零件。
- (3) 需要多次更改设计后才能定型的零件。
- (4) 用机床上加工需要做长时间调整的零件。
- (5) 用通用机床加工时，生产率很低或工人体力劳动强度很大的零件。

此类零件在分析其可加工性的基础上，还要综合考虑生产效率和经济效益，一般情况下可把它们作为数控加工的主要选择对象。

3. 不适应类

- (1) 生产批量大的零件（不排除其中个别工序采用数控加工）。
- (2) 装夹困难或完全靠找正定位来保证加工精度的零件。
- (3) 加工余量极不稳定、而且数控机床上无在线检测系统可自动调整零件坐标位置的零件。
- (4) 必须用特定的工艺装备协调加工的零件。

这类零件采用数控加工后，在生产率和经济性方面一般无明显改善，甚至有可能得不偿失，一般不应该把此类零件作为数控加工的选择对象。

另外，数控加工零件的选择，还应该结合本单位拥有的数控机床的具体情况来选择加工对象。

二、确定数控加工的内容

(一) 数控加工内容确定的原则

在选择并决定某个零件进行数控加工后,并不是说零件所有的加工内容都采用数控加工,数控加工可能只是零件加工工序中的一部分。因此,有必要对零件图样进行仔细分析,选择那些最适合、最需要进行数控加工的内容和工序。同时,还应结合本单位的实际情况,立足于解决难题、攻克关键、提高生产效率和充分发挥数控加工的优势,一般可按下列原则选择数控加工内容。

(1) 通用机床无法加工的内容应作为优先选择的内容。

(2) 通用机床难加工,质量也难以保证的内容应作为重点选择的内容。

(3) 通用机床加工效率低、工人手工操作劳动强度大的内容,可在数控机床尚存富余能力的基础上进行选择。

(二) 不宜选择采用数控加工的内容

通常情况下,上述加工内容采用数控加工后,产品的质量、生产率与综合经济效益等指标都会得到明显的提高。相比之下,下列内容不宜选择采用数控加工。

(1) 需要在机床上进行较长时间调整的加工内容,例如以毛坯的粗基准定位来加工第一个精基准的工序。

(2) 数控编程较困难的型面、轮廓。

(3) 不能在一次安装中完成加工的其他零星加工表面,采用数控加工又很麻烦,可采用通用机床补加工。

(4) 加工余量大而又不均匀的粗加工。

此外,选择数控加工的内容时,还应该考虑生产批量、生产周期、生产成本和工序间周转情况等因素,杜绝把数控机床当作普通机床来使用。

三、数控加工零件的工艺性分析

在选择并决定数控加工零件及其加工内容后,应对零件的数控加工工艺性进行全面、认真、仔细的分析。工艺性分析主要包括产品的零件图样分析、结构工艺性分析和零件安装方式的选择等内容。

(一) 零件图分析

首先应熟悉零件在产品中的作用、位置、装配关系和工作条件,搞清楚各项技术要求对零件装配质量和性能的影响,找出主要的和关键的技术要求,然后对零件图样进行分析。

1. 尺寸标注方法分析

零件图上尺寸标注方法应适应数控加工的特点,如图 1.1(a)所示,在数控加工零件图上,应以同一基准标注尺寸或直接给出坐标尺寸。这种标注方法既便于编程,又有利于设计

基准、工艺基准、测量基准和编程原点的统一。由于零件设计人员一般在尺寸标注中较多地考虑装配等使用方面的特性，而不得不采用如图 1.1 (b) 所示的局部分散的标注方法，这样就给工序安排和数控加工带来诸多不便。由于数控加工精度和重复定位精度都很高，不会因产生较大的累积误差而破坏零件的使用特性，因此可将局部的分散标注法改为同一基准标注或直接给出坐标尺寸的标注法。

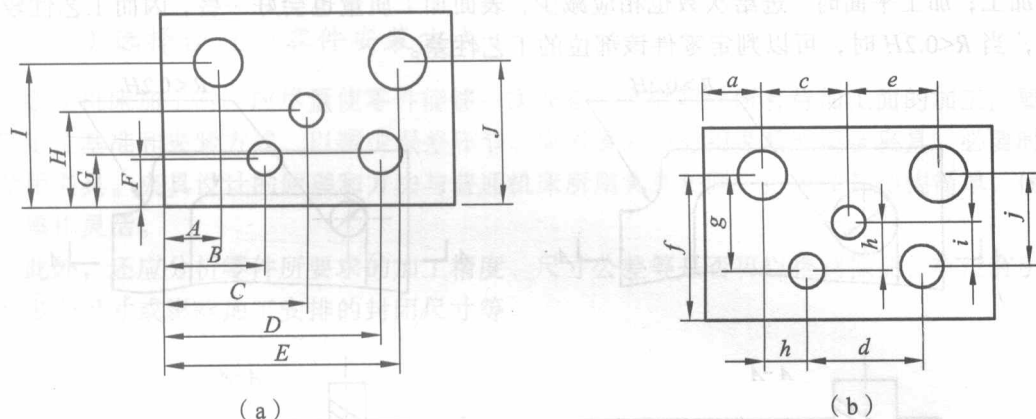


图 1.1 零件尺寸标注分析

2. 零件图的完整性与正确性分析

构成零件轮廓的几何元素（点、线、面）的条件（如相切、相交、垂直和平行等）是数控编程的重要依据。手工编程时，要依据这些条件计算每一个节点的坐标；自动编程时，则要根据这些条件才能对构成零件的所有几何元素进行定义，如果某一条件不明确，那么编程就无法进行。因此，在分析零件图样时，务必要分析几何元素的给定条件是否充分，发现问题及时与设计人员协商解决。

3. 零件技术要求分析

零件的技术要求主要是指尺寸精度、形状精度、位置精度、表面粗糙度及热处理等。这些要求在保证零件使用性能的前提下，应经济合理。过高的精度和表面粗糙度要求会使工艺过程复杂、加工困难、成本提高。

4. 零件材料分析

在满足零件功能的前提下，应选用廉价、切削性能好的材料。而且材料选择应立足国内，不要轻易选用贵重或紧缺的材料。

（二）零件的结构工艺性分析

零件的结构工艺性是指所设计的零件在满足使用要求的前提下制造的可行性和经济性。良好的结构工艺性，可以使零件加工容易，节省工时和材料。而较差的零件结构工艺性，会使加工困难，浪费工时和材料，有时甚至无法加工。因此，零件各加工部位的结构工艺性应符合数控加工的特点。

(1) 零件的内腔和外形最好采用统一的几何类型和尺寸，这样可以减少刀具规格和换刀次数，使编程方便，提高生产效率。

(2) 内槽圆角的大小决定着刀具直径的大小，所以内槽圆角半径不应太小。

对于图 1.2 所示的零件，其结构工艺性的好坏与被加工轮廓的高低、转角圆弧半径的大小等因素有关。图 1.2 (a) 与图 1.2 (b) 相比，转角圆弧半径大，可以采用较大直径的立铣刀来加工；加工平面时，进给次数也相应减少，表面加工质量也会好一些，因而工艺性较好。通常，当 $R < 0.2H$ 时，可以判定零件该部位的工艺性差。

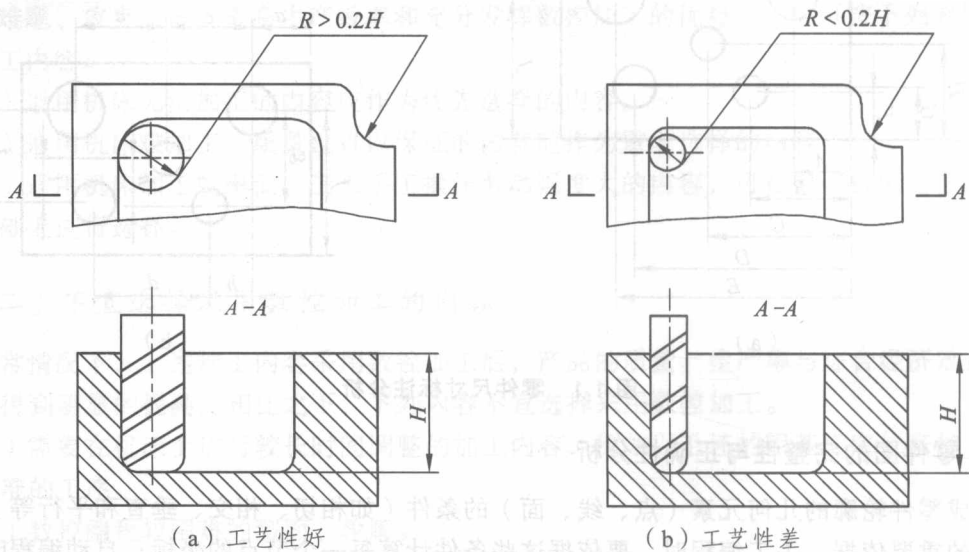


图 1.2 内槽结构工艺性对比

(3) 铣槽底平面时，槽底圆角半径 r 不要过大。

如图 1.3 所示，铣刀端面刃与铣削平面的最大接触直径 $d = D - 2r$ (D 为铣刀直径)，当 D 一定时， r 越大，铣刀端面刃铣削平面的面积越小，加工平面的能力就越差，效率越低，工艺性也越差。当 r 大到一定程度时，甚至必须用球头铣刀加工，这是应该尽量避免的。

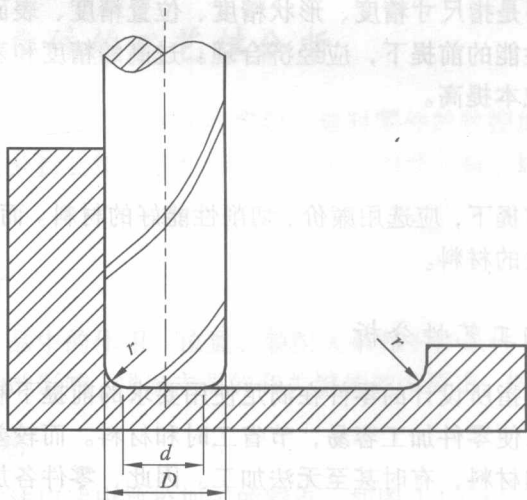


图 1.3 槽底平面图

(4) 应采用统一的基准定位。

在数控加工中若没有统一的定位基准,则会因工件的二次装夹而造成加工后两个面上的轮廓位置及尺寸不协调现象。另外,零件上最好有合适的孔作为定位基准孔。若没有,则应设置工艺孔作为定位基准孔。若无法制出工艺孔,最起码也要用精加工表面作为统一基准,以减少二次装夹产生的误差。

(三) 选择合适的零件安装方式

数控机床加工时,应尽量使零件能够一次安装,完成零件所有待加工面的加工。要合理选择定位基准和夹紧方式,以减少误差环节。应尽量采用通用夹具或组合夹具,必要时才设计专用夹具。夹具设计的原理和方法与普通机床所用夹具相同,但应使其结构简单,便于装卸,操作灵活。

此外,还应分析零件所要求的加工精度、尺寸公差等是否可以得到保证,有没有引起矛盾的多余尺寸或影响加工安排的封闭尺寸等。

任务三 数控加工工艺路线设计

工艺路线的拟定是制定工艺规程的重要内容之一,其主要内容包括:选择各加工表面的加工方法、划分加工阶段、划分工序以及安排工序的先后顺序等。设计者应根据从生产实践中总结出来的一些综合性工艺原则,结合本厂的实际生产条件,提出几种方案,通过对比分析,从中选择最佳方案。

一、加工方法的选择

机械零件的结构形状是多种多样的,但它们都是由平面、外圆柱面、内圆柱面或曲面、成型面等基本表面组成的。每一种表面都有多种加工方法,具体选择时应根据零件的加工精度、表面粗糙度、材料、结构形状、尺寸及生产类型等因素,选用相应的加工方法和加工方案。

(一) 外圆表面加工方法的选择

外圆表面的主要加工方法是车削和磨削。当表面粗糙度要求较高时,还要经光整加工。外圆表面的加工方案如图 1.4 所示。

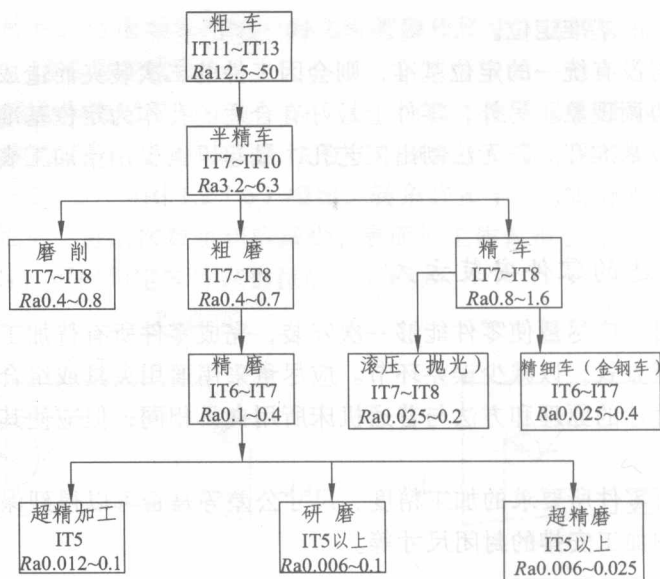


图 1.4 外圆表面的加工方案

每一种回转面都有很多加工方法，一种加工方法能够保证的加工精度有一个相当大的范围，但如果要求它保证的加工精度过高，需要采取的一些特殊工艺措施，将使加工成本随之加大。因此确定零件加工方法时要考虑各种加工方法所能达到的加工经济精度和加工经济表面粗糙度、工件材料性质的限制、工件的结构和尺寸影响、生产类型的影响等，以确保加工质量和降低生产成本。回转体零件各表面加工方案的确定，具体可从以下几个方面考虑：

(1) 最终工序为车削的加工方案，适用于除淬火钢以外的各种金属。

(2) 最终工序为磨削的加工方案，适用于淬火钢、未淬火钢和铸铁，不适用于有色金属，因为有色金属韧性大，磨削时易堵塞砂轮。

(3) 最终工序为精细车或金刚车的加工方案，适用于要求较高的有色金属的精加工。

(4) 最终工序为光整加工，如研磨、超精磨及超精加工等，为提高生产效率和加工质量，一般在光整加工前进行精磨。

(5) 对表面粗糙度要求高而尺寸精度要求不高的外圆，可采用滚压或抛光。

(二) 内孔表面加工方法的选择

内孔表面加工方法有钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、拉孔、磨孔和光整加工。图 1.5 所示为常用的孔加工方案，应根据被加工孔的加工要求、尺寸、具体生产条件、批量的大小及毛坯上有无预制孔等情况合理选用。

(1) 加工精度为 IT9 级的孔，当孔径小于 $\phi 10$ mm 时，可采用“钻—铰”方案；当孔径小于 $\phi 30$ mm 时，可采用“钻—扩”方案；当孔径大于 $\phi 30$ mm 时，可采用钻—镗方案。工件材料为淬火钢以外的各种金属。

(2) 加工精度为 IT8 级的孔，当孔径小于 $\phi 20$ mm 时，可采用的“钻—铰”方案；当孔径大于 $\phi 20$ mm 时，可采用“钻—扩—铰”方案，此方案适用于加工淬火钢以外的各种金属，但孔径应在 $\phi 20 \sim 80$ mm，此外也可采用最终工序为精镗或拉削的方案。淬火钢可采用磨削加工。