

技能型人才培养特色名校建设规划教材

数控加工工艺 制订与实施

SHUKONGJIAGONG GONGYI ZHIDING YU SHISHI

主 编	陈秋霞	赵金凤	
副主编	刘秀霞	郭 君	王英博
	展如新	侯云霞	刘宝君



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

技能型人才培养特色名校建设规划教材

数控加工工艺制订与实施

主 编 陈秋霞 赵金凤

副主编 刘秀霞 郭 君 王英博 展如新 侯云霞 刘宝君



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以企业真实案例为蓝本,根据企业的实际生产特点设计典型的工作任务,通过六个典型案例的讲解,详细介绍机械零件数控加工工艺设计的全过程,案例选择由简单到复杂,从零件的材料、热处理、生产批量、结构形式等多方面阐述数控加工工艺设计的要点,并对影响机械产品加工质量的工艺装备、切削用量等因素进行详细讲解。为检验学生对所学知识的掌握程度,在每个任务后面增加了知识拓展和思考与练习,便于巩固所学知识点与技能点。

本书的案例均基于一个完整的工作过程,内容翔实、通俗易懂,适合目前职业院校以工作过程为导向的项目教学,同时也适合机械类工程技术人员自学参考,通过学习可提高机械产品数控加工工艺的编制能力。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺制订与实施 / 陈秋霞, 赵金凤主编

— 北京: 中国水利水电出版社, 2016.4

技能型人才培养特色名校建设规划教材

ISBN 978-7-5170-4261-7

I. ①数… II. ①陈… ②赵… III. ①数控机床—加工—
工—高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第078944号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 石永峰 加工编辑: 高双春 封面设计: 李 佳

书 名	技能型人才培养特色名校建设规划教材 数控加工工艺制订与实施
作 者	主 编 陈秋霞 赵金凤 副主编 刘秀霞 郭 君 王英博 展如新 侯云霞 刘宝君
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 12.5印张 269千字
版 次	2016年4月第1版 2016年4月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	28.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

为落实“课岗证融通，实境化历练”的人才培养模式改革，满足高等职业教育技能型人才培养的要求，更好地适应企业的需要，在山东省技能型人才培养特色名校建设期间，我校组织课程组有关人员和企业中的能工巧匠编写本教材。

本书的编写贯彻了“以学生为主体，以就业为导向，以能力为核心”的理念，以及“实用、够用、好用”的原则。本书参照《机械制造工艺》进行整合，以典型案例为载体组织教材内容。本书具有以下特色：

1. 教材以行动为导向，以工学结合人才培养模式改革与实践为基础，按照典型性、对知识和能力的覆盖性、可行性的原则，遵循认知规律与能力形成规律，设计教学载体，梳理理论知识，明确学习内容，使学生在职业情境中实现“学中做、做中学”。

2. 打破传统教材按章节划分理论知识的方法，将理论知识按照相应教学载体进行重构，并对知识内容以不同方式进行层面划分，如任务分析、相关资讯、任务实施、拓展知识等。通过任务的完成使学生学有所用、学以致用，与传统的理论灌输有着本质的区别。

3. 根据本课程的内容和实际教学情况，我们为教材编写了配套的工作任务书，根据学生对任务书的完成情况补充、更新教材内容，满足教学需要，提高教学质量，体现教材的灵活性。

随着科学技术的迅速发展，对技能型人才的要求也越来越高。作为培养技能型“双高”人才的高等职业技术学院，原来传统的教学模式及教材已不能完全适应现今的教学要求。本教材根据培养目标的需求，对教材内容进行了适当的调整，补充了一些新知识。注重培养学生具有良好综合素质、实践能力和创新能力，使教材更规范、更实用。本书图文并茂，内容丰富。

本书由陈秋霞、赵金凤任主编，刘秀霞、郭君、王英博、展如新、侯云霞、刘宝君任副主编。德州亚太集团高级工程师刘宝君主审。

由于时间较仓促，编者水平有限，调研不够深入，书中难免有错误和不足，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

编 者

2016年1月

目 录

前言

项目一 螺纹轴的数控加工工艺制订与实施 1

任务1 分析螺纹轴的数控加工工艺 1

一、任务描述 1

二、任务资讯 2

三、任务分析 7

四、任务实施 8

五、检查评估 8

六、知识拓展 9

七、思考与练习 10

任务2 选择螺纹轴的毛坯、机床与刀具 12

一、任务描述 12

二、任务资讯 12

三、任务分析 19

四、任务实施 19

五、检查评估 20

六、知识拓展 20

七、思考与练习 21

任务3 选择螺纹轴的基准 22

一、任务描述 22

二、任务资讯 22

三、任务分析 25

四、任务实施 26

五、检查评估 26

六、知识拓展 26

七、思考与练习 27

任务4 拟订螺纹轴的工艺路线 28

一、任务描述 28

二、任务资讯 29

三、任务分析 34

四、任务实施 34

五、检查评估 35

六、知识拓展 35

七、思考与练习 42

任务5 编制螺纹轴的加工工艺 44

一、任务描述 44

二、任务资讯 44

三、任务分析 56

四、任务实施 57

五、检查评估 57

六、知识拓展 58

七、思考与练习 58

项目二 薄壁套的数控加工工艺制订与实施 61

任务1 分析薄壁套的数控加工工艺 61

一、任务描述 61

二、任务资讯 62

三、任务分析 63

四、任务实施 63

五、检查评估 64

六、知识拓展 64

七、思考与练习 66

任务2 选择薄壁套的夹具 67

一、任务描述 67

二、任务资讯 67

三、任务分析 81

四、任务实施 81

五、检查评估 82

六、知识拓展 82

七、思考与练习 84

任务3 编制薄壁套的加工工艺 85

一、任务描述 85

二、任务资讯 85

三、任务分析 102

四、任务实施 102

五、检查评估 104

六、知识拓展 104

七、思考与练习 106

项目三 泵盖的数控加工工艺制订与实施	108	任务 2 编制蜗轮减速器箱体数控加工工艺 ..	159
任务 1 选择泵盖的毛坯、机床、刀具	108	一、任务描述	159
一、任务描述	108	二、任务资讯	159
二、任务资讯	108	三、任务分析	161
三、任务分析	120	四、任务实施	161
四、任务实施	120	五、检查评估	163
五、检查评估	122	六、知识拓展	163
六、知识拓展	122	七、思考与练习	164
七、思考与练习	125	项目五 凸台槽孔板的数控加工工艺制订	
任务 2 编制泵盖的加工工艺	126	与实施	166
一、任务描述	126	一、任务描述	166
二、任务资讯	127	二、任务资讯	166
三、任务分析	133	三、任务分析	167
四、任务实施	134	四、任务实施	167
五、检查评估	138	五、检查评估	170
六、知识拓展	138	六、知识拓展	170
七、思考与练习	147	七、思考与练习	171
项目四 蜗轮减速器箱体的数控加工工艺制订		项目六 三件配合零件的数控加工工艺制订	
与实施	150	与实施	173
任务 1 分析蜗轮减速器箱体的数控		一、任务描述	173
加工工艺	150	二、任务资讯	175
一、任务引入	150	三、任务分析	176
二、任务资讯	150	四、任务实施	176
三、任务分析	153	五、检查评估	180
四、任务实施	153	六、知识拓展	180
五、检查评估	156	七、思考与练习	181
六、知识拓展	156	附表 机械加工工序卡	184
七、思考与练习	158	参考文献	194

项目一 螺纹轴的数控加工工艺制订与实施

螺纹轴是轴类零件中的典型零件之一，常见的有台阶轴、细长轴、偏心轴、复杂轴等。它们的特点是直径方向尺寸较小，而长度方向尺寸较大，加工的部位主要是外表面，我们称这样的零件为轴类零件。如图 1-1 所示为一螺纹轴零件图，毛坯为 $\phi 60 \times 123\text{mm}$ 的圆钢，生产类型为单件或小批量生产，无热处理工艺要求，试制订加工工艺方案，选择合理的刀具和切削工艺参数，编制数控加工工艺。

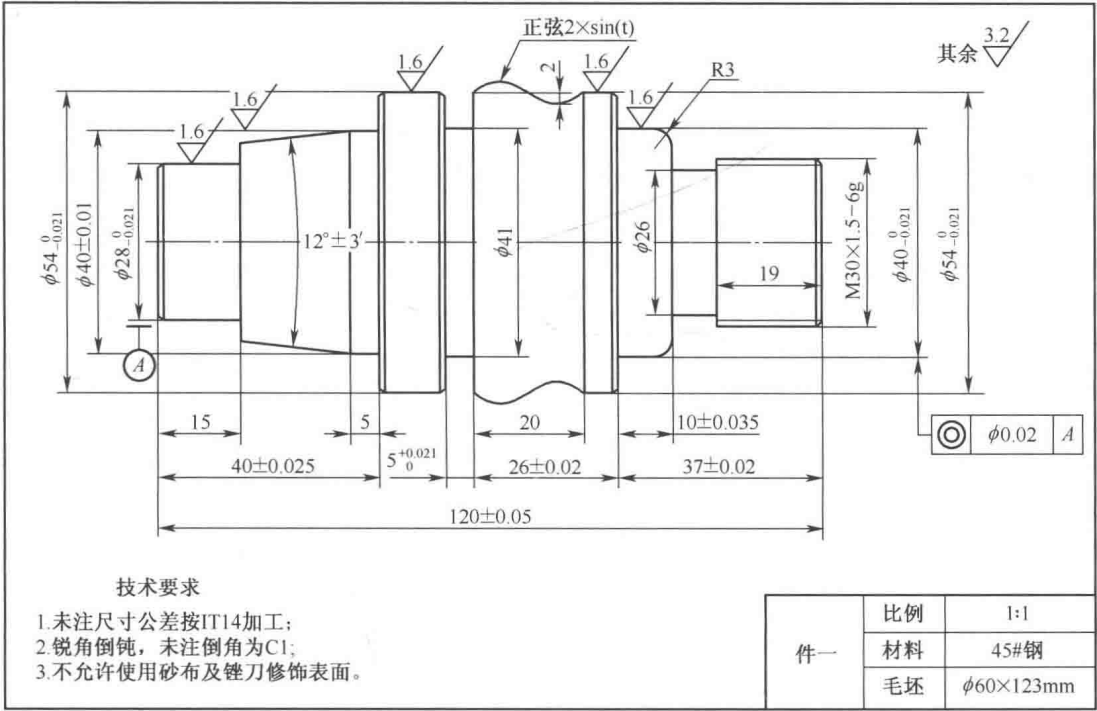


图 1-1 螺纹轴

任务 1 分析螺纹轴的数控加工工艺

一、任务描述

如图 1-1 所示为螺纹轴的零件图，本任务以螺纹轴为例，主要介绍机械加工工艺规程的制订原则、主要依据和步骤。试根据零件图给出的相关信息，正确地分析零件的主要技术要求和结构工艺性。

二、任务资讯

1. 生产过程和工艺过程

(1) 生产过程

机械产品制造时,将原材料或半成品转变为成品的全过程,称为生产过程。机械产品的生产过程主要包括:

1) 生产技术准备过程。产品投入生产前的各项生产和技术准备工作。如产品的设计和试验研究、工艺设计和专用工装设计与制造等。

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、热处理和其他表面处理。

4) 产品的装配过程。如部件装配、总装配、调试等。

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。

(2) 工艺过程

在机械产品的生产过程中,那些与原材料变为成品直接相关的过程,如毛坯制造、机械加工、热处理和装配等,称为工艺过程。

(3) 机械加工工艺过程

采用机械加工的方法直接改变生产对象的尺寸、形状和表面质量,使之成为产品零件的过程称为机械加工工艺过程。本节的主要研究对象就是机械加工工艺过程中的有关问题。

2. 机械加工工艺过程的组成

在机械加工工艺过程中,根据被加工对象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。因此,机械加工工艺过程是由一个或几个顺次排列的工序组成的,而工序又可细分为若干工步、安装和进给。

(1) 工序

一个(或一组)工人在一台机床(或一个工作地)对一个(或同时对几个)零件所连续完成的那一部分工艺过程,称为工序。工序是组成机械加工工艺过程的基本单元。

区分工序的主要依据是看工作地是否变动和加工过程是否连续。加工中设备是否变化很容易判断,但连续性是指加工过程的连续,而非时间上的连续。例如,螺纹轴加工过程中的车端面和外圆,如果加工中是先加工完一端后马上调头加工另一端,则此加工内容为一个工序;如果把一批工件的一端全部加工完后再加工全部工件的另一端,那么同样这些加工内容,由于对每个工件而言是不连续的,应算作两道工序。

(2) 工步与进给

在加工表面、加工工具和切削用量中的转速与进给量都不变的情况下,所连续完成的那部分工序内容称为工步。一个工序可包括一个工步,也可包括几个工步。

构成工步的任一因素(加工表面、切削工具或切削用量)改变后,一般即变为另一工步。有关工步的特殊情况有以下几种:

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,通常多看作是一

个工步。例如,对于图 1-2 所示零件上 4 个 $\phi 15\text{mm}$ 孔的钻削,可写成一个工步。

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,如图 1-3 所示。在工艺文件上,复合工步应视为一个工步。

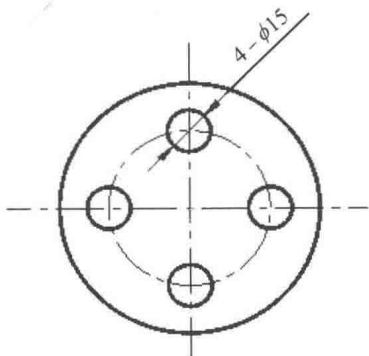


图 1-2 加工四个相同表面的工步

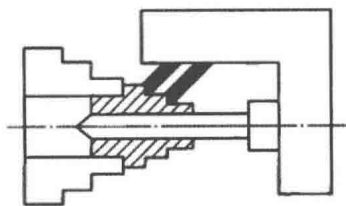


图 1-3 复合工步

在数控机床加工中,往往将用同一把刀加工出不同表面的全部加工内容看作是一个工步。在一个工步中,若被加工表面需切去的金属层很厚,需要几次切削,则每一次切削就叫一次进给。一个工步包括一次或几次进给。

(3) 装夹与工位

在工件的加工过程中,为了保证被加工零件的几何参数正确,必须保证加工过程中工件与刀具的相对位置关系正确,为此,工件在加工之前首先应保证其位置正确,找出工件正确位置的过程叫定位。其次,在加工过程中切削力产生后,为保证工件在该力作用下不改变其定位确定的正确位置,应对工件进行固定,该过程叫夹紧。在加工前,在机床或夹具中定位、夹紧工件的过程称为装夹。在一个工序中,工件可能只需要装夹一次,也可能需要装夹几次。工件在一次装夹后,其在机床上占据的每一个加工位置称为一个工位。

3. 生产纲领和生产类型

不同的生产类型,其生产过程和生产组织、车间的机床布置、毛坯的制造方法、采用的工艺装备、加工方法以及工人的熟练程度等都有很大的不同,因此在制定工艺规程时必须明确该产品的生产类型。

(1) 生产纲领

根据市场需要和企业的生产能力编制企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划。主要指包括备品和废品在内的产品的年产量。可按需求产品的数量、备品率和废品率,按以下公式计算:

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

式中: N ——零件的生产纲领(件/年); Q ——产品的生产纲领(台/年); n ——每台产品所需该零件数量(件/台); α ——备品率; β ——废品率。

(2) 生产类型

生产类型是企业(或车间、工段、班组、工作地)生产专业化程度的分类。一般分为单件生产、成批生产和大量生产。

1) 单件生产。

基本特点是：产品品种繁多，数量少，只做一件或几件，很少重复生产。如新产品试制、重型机器、大型船舶等属于此类型。

2) 成批生产。

同一产品（或零件）每批投入生产的数量称为批量。根据批量的大小又可分为大批生产、中批生产和小批生产。

成批生产的基本特点是：生产品种较多，每一种产品均有一定的数量且周期性生产。如通用机床、电数控加工制造等属于此类型。

3) 大量生产。

基本特点是：生产的品种少数量多，大多数工作地点长期重复地进行某一道工序的加工。如自行车制造、轴承制造等属于此类型。

(3) 生产类型的划分

划分生产类型的参考数据见表 1-1。

表 1-1 划分生产类型的参考数据

生产类型		同类零件的年产量（件）		
		重型零件	中型零件	轻型零件
单件生产		5 以下	10 以下	100 以下
成批生产	小批	5~100	10~200	100~500
	中批	100~300	200~500	500~5000
	大批	300~1000	500~5000	5000~50000
大量生产		1000 以上	5000 以上	50000 以上

为取得好的经济效益，不同生产类型的制造工艺有不同特征，小批生产的生产特点接近于单件生产，中批生产的生产特点介于小批生产和大批生产之间，大批生产的生产特点接近于大量生产。

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点

工艺特点	单件、小批生产	批量生产	大批、大量生产
产品数量	少	中等	大量
加工对象	经常变换	周期性变换	固定不变
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	部分铸件用金属模造型，部分锻件用模锻，毛坯精度和加工余量中等	广泛采用金属模机器造型和模锻，以及其他高效率的毛坯制造方法。毛坯精度高，加工余量小
零件互换性	一般配对制造，广泛采用调整和修配法	大部分零件有互换性，少数用钳修配	全部零件有互换性，某些要求精度高的配合，采用分组装配

续表

工艺特点	单件、小批生产	批量生产	大批、大量生产
机床设备及其布置形式	采用通用机床设备,按机床类别采用机群式排列	部分采用通用机床和高效率专用机床;按零件加工分工段排列	广泛采用生产率高的专用机床和自动机床,按流水线形式排列
工艺装备	采用通用夹具、刀具和量具,靠划线和试切法达到设计要求	较多采用专用夹具、专用刀具和专用量具,部分用找正装夹达到设计要求	广泛用高生产率的工艺装备,用调整法达到精度要求
对技术工人要求	需要技术水平高的工人	需要一定熟练程度的技术工人	调整工技术要求高,机床操作工要求技术熟练程度低
对工艺文件的要求	只编制简单的工艺过程卡	有详细的工艺过程卡,零件的关键工序有详细的工序卡	详细编制工艺过程卡和工序卡
生产率	低	一般	高
成本	高	一般	低

例如,前述工件加工实例中工件为轻型零件,生产数量为 20 件,应属于单件生产。

4. 机械加工工艺规程

机械加工工艺规程是规定零件制造工艺过程和操作方法的技术文件。

(1) 工艺规程的作用

工艺规程是指导生产的主要技术文件。工艺规程的制订首先要确保其科学性与合理性,并在生产实践中不断改进和完善,而在生产中,则必须严格地执行既定的工艺规程,这是产品质量、生产效率和经济效益的保障。

工艺规程是生产组织和管理工作的基本依据。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与制造、作业计划的编排、劳动力的组织以及生产成本的核算等,都是以工艺规程为依据的。工艺规程是工厂基础建设的基本资料。

(2) 工艺规程的类型和格式

在机械制造的工厂里,常用的工艺文件的类型有机械加工工艺过程卡片和机械加工工艺工序卡片。

1) 机械加工工艺过程卡片 机械加工工艺过程卡片是以工序为单位,说明零件整个机械加工过程的一种工艺文件。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。但在单件和小批生产中,通常不编制其他较详细的工艺文件,而用该卡片指导零件加工。

2) 机械加工工序卡片 机械加工工序卡片是用来具体指导工人进行操作的一种工艺文件,多用于大批量生产中的重要零件。工序卡片中详细记载了该工序加工所必需的工艺资料,如定位基准的选择、工件的装夹方法、工序尺寸、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 1-3。

表 1-3 机械加工工序卡片

产品名称		零件图号				毛坯		件数		
工序号	工序内容	工艺装备	车间	刀具	切削用量				工时	
					主轴转速/ (r/min)	进给量/ (mm/r)	背吃刀量/ (mm)	进给 次数	机 动	辅 助
编制				审核		批准				

(3) 制定工艺规程的步骤

1) 分析研究零件图样,了解该零件在产品或部件中的作用,找出其要求较高的主要表面及主要技术要求,并了解各项技术要求制定的依据,审查其结构工艺性。

2) 选择和确定毛坯。

3) 拟订工艺路线。

4) 详细拟订工序具体内容。

5) 对工艺方案进行技术经济分析。

6) 填写工艺文件。

另外,在制订数控加工工艺规程时,制订的方法、原则与制订一般机械加工工艺规程是非常相似的,但在制订时的具体操作上有一些区别,最后的工艺文件也有所不同。数控工艺规程的格式除了上述的工艺过程卡片和工序卡片外,还需要有一份数控加工刀具卡片,其格式见表 1-4,该表为数控车床用加工刀具卡片,数控铣床和加工中心的刀具卡片形式与之略有差别。

5. 零件的结构工艺性分析

明确被加工零件的结构特点和技术要求特点是合理制订零件机械加工工艺规程的前提,因此在着手制订零件的机械加工工艺规程之前,先对零件进行工艺分析有着重要意义。

表 1-4 数控加工刀具卡片

产品名称或代号:			零件名称:		零件图号:	
序号	刀具号	刀具规格及名称	材质	数量	加工表面	备注
编制:			审核:			

(1) 零件的结构及其工艺性分析

在制订零件的工艺规程时,必须首先对零件进行工艺分析。对零件进行工艺分析主要要注意以下问题:

1) 零件组成表面的形式。

各种零件都是由一些基本表面和特形表面组成的。基本表面有内、外圆柱表面,圆锥面和平面等,特形表面有螺旋面、渐开线齿形面和一些成形面等。因为表面形状是选择加工方法的基本依据,因此认清零件的组成表面是正确确定各表面的加工方法的基础。

2) 构成零件的各表面的组合关系。

同种类型的表面的不同组合决定了零件结构上的不同特点。例如以内、外圆为主要表面,既可组成盘、环类零件,也可组成套类零件。对于套类零件,既可以是一般的轴套,也可以是形状复杂或刚性很差的薄壁套。显然,上述不同零件在选用加工工艺方案时存在很大差异。

3) 零件的结构工艺性。

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。功能作用完全相同而在结构上却不相同的两个零件,它们的加工方法和制造成本往往差别很大。

(2) 零件的技术要求分析

零件的技术要求分析包括下列几个方面:

- 1) 加工表面的尺寸精度;
- 2) 主要加工表面的形状精度;
- 3) 主要表面之间的相互位置精度;
- 4) 各加工表面的粗糙度以及表面质量方面的其他要求;
- 5) 热处理要求及其他要求(如动平衡等)。

三、任务分析

如图 1-1 所示的螺纹轴,该轴生产纲领为 2000 件/年,材料为 45 号钢。在制订机械工艺规程时,如选择不同的加工方案,产品质量、生产效率、加工成本就会有所区别,因此,为了合理安排生产,保证加工产品的高质量、高效率、低成本,就需要制订合理的数控加

工工艺。

在制订数控加工工艺规程前,首先对图 1-1 所示螺纹轴进行工艺分析。零件的工艺分析主要从加工制造的角度对零件进行可行性分析,通常包括零件的技术要求分析和零件的结构工艺分析两个方面。

四、任务实施

(一) 任务准备

(1) 准备《数控加工工艺制订与实施》相关教学资料,包括教材、教参、工作任务书等。

(2) 准备教学用辅具、典型轴类零件。

(3) 准备生产资料,包括机床设备、工艺装备等。

(4) 安全文明教育。

(二) 任务实施

1. 螺纹轴的技术要求分析

(1) 尺寸精度

该轴类零件的尺寸精度主要指轴的直径尺寸精度。有五处精度外圆,其尺寸公差为 0.021mm,相当于 IT7 级精度,其余部位精度都低于该公差要求。

(2) 位置精度

该轴的主要位置精度要求为右端 $\phi 40\text{mm}$ 直径轴线相对基准的同轴度为 $\phi 0.02\text{mm}$ 。

(3) 表面粗糙度

五处精度外圆的表面质量要求为 $Ra1.6\mu\text{m}$,其余为 $Ra3.2\mu\text{m}$ 。

2. 螺纹轴的结构工艺性分析

(1) 螺纹轴组成表面的形式

该零件基本表面有外圆柱表面、圆锥面、正弦曲面、槽、螺纹等,其中正弦曲面需要用宏程序或自动编程,加工难度较大。因为表面形状是选择加工方法的基本依据,因此认清零件的组成表面是正确确定各表面的加工方法的基础。

(2) 构成零件的各表面的组合关系

该零件结构合理,属于轴类零件,直径尺寸变化不大,刚性好。

3. 加工工序的安排

先粗加工各外圆尺寸,在精加工各外圆尺寸,再加工槽,最后加工螺纹。外圆表面的加工顺序为粗加工先加工大直径外圆,然后加工小直径外圆,以免一开始就降低工件的刚度,精加工是从小直径圆到大直径圆顺序加工。

五、检查评估

螺纹轴工艺分析评分标准见表 1-5。

表 1-5 螺纹轴工艺分析的评分标准

姓名		零件名称	螺纹轴	总得分		
项目	序号	检查内容		配分	评分标准	检测记录
工艺分析	1	尺寸精度		20	不正确每处扣 5 分	
	2	位置精度		20	不正确每处扣 5 分	
	3	表面粗糙度		20	不正确每处扣 5 分	
	4	零件结构		10	不正确每处扣 5 分	
	5	加工工序安排		10	不合理每处扣 1 分	
表现	6	团队协作		10	违反操作规程全扣	
	7	考勤		10	不合格全扣	

六、知识拓展

齿轮轴

加工如图 1-4 所示齿轮轴，该齿轮轴材料为 30CrMnTi。生产纲领为 2000 件/年，分析齿轮轴的加工工艺。

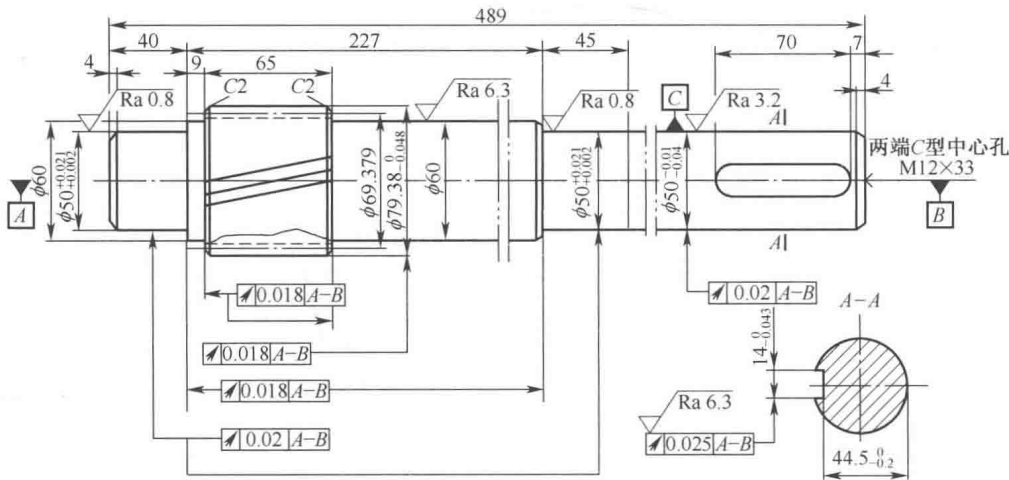


图 1-4 齿轮轴

(一) 轴的技术要求分析

1. 尺寸精度和形状精度

该轴类零件的尺寸精度主要指轴的直径尺寸精度。轴上支承轴颈和配合轴颈（装配传动件的轴颈）的尺寸精度最高处为两处 $\phi 50\text{mm}$ 轴颈处，其尺寸公差为 0.019mm ，相当于 IT6 级精度，其余部位精度都低于该公差要求，其形状精度方面无特殊要求。

2. 位置精度

该轴的主要位置精度要求为两处 $\phi 50\text{mm}$ 轴颈处相对于两顶尖公共中心线的跳动公差为

0.02mm, 另外四处端面相对于两顶尖公共中心线的跳动公差为 0.018mm。

3. 表面粗糙度

轴上的表面以支承轴颈的表面质量要求最高, 该轴类零件表面粗糙度要求最高处为 Ra0.8 μ m。

(二) 齿轮轴加工工艺分析

1. 热处理工序的安排

在轴加工的整个工艺过程中, 应安排足够的热处理工序, 以保证齿轮轴力学性能及加工精度要求, 并改善工件加工性能。

一般在轴毛坯锻造后首先安排正火处理, 以消除锻造内应力, 细化晶粒, 改善机加工时的切削性能。

在粗加工后安排调质处理。在粗加工阶段, 经过粗车、钻孔等工序, 齿轮轴的大部分加工余量被切除。粗加工过程中切削力和发热都很大, 在力和热的作用下, 轴产生很大内应力, 通过调质处理可消除内应力, 代替时效处理, 同时可以得到所要求的韧性。

半精加工后, 除重要表面外, 其他表面均已达到设计尺寸。重要表面仅剩精加工余量, 这时齿部等安排局部淬火处理, 使之达到设计的硬度要求, 保证这些表面的耐磨性。而后续的精加工工序可以消除淬火的变形。

2. 加工顺序的安排

机加工顺序的安排依据“基面先行, 先粗后精, 先主后次”的原则进行。对齿轮轴零件一般是准备好中心孔后, 先加工外圆, 再加工其他部分, 并注意粗、精加工分开进行。在齿轮轴加工工艺中, 以热处理为标志, 调质处理前为粗加工, 淬火处理前为半精加工, 淬火后为精加工。这样把各阶段分开后, 保证了主要表面的精加工最后进行, 不致因其他表面加工时的应力影响主要表面的精度。

在安排齿轮轴工序的次序时, 还应注意以下几点:

(1) 该轴的齿形粗加工应安排在齿轮轴各外圆完成半精加工之后, 因为作为齿轮轴来讲, 齿形加工是该零件加工中工作量比较大、加工难度也比较大的加工内容, 其加工位置适当放后一些, 可提高定位基准的定位精度, 而齿形精加工应安排在该零件各外圆等表面全部加工好后进行, 通过齿形精加工消除齿形局部淬火产生的热处理变形。

(2) 外圆表面的加工顺序应先加工大直径外圆, 然后加工小直径外圆, 以免一开始就降低工件的刚度。

(3) 齿轮轴上的键槽等次要表面的加工一般应安排在外圆精车或粗磨之后、精磨外圆之前进行。因为如果在精车前就铣出键槽, 一方面, 在精车时, 由于断续切削而产生振动, 既影响加工质量又容易损坏刀具; 另一方面, 键槽的尺寸要求也难以保证。这些表面加工也不宜安排在主要表面精磨后进行, 以免破坏主要表面的精度。

七、思考与练习

(一) 填空题

1. 机械产品制造时, 将原材料或半成品转变为成品的全过程, 称为_____。

2. 在机械产品的生产过程中, 那些与原材料变为成品直接相关的过程, 如毛坯制造、机械加工、热处理和装配等, 称为_____。

3. _____是企业(或车间、工段、班组、工作地)生产专业化程度的分类。

4. _____是指导生产的主要技术文件。

5. 一般在轴毛坯锻造后首先安排_____处理, 以消除锻造内应力, 细化晶粒, 改善机加工时的切削性能。

(二) 选择题

1. 在加工表面、加工工具和切削用量中的转速与进给量都不变的情况下, 连续完成的那部分工序内容称为()。

A. 工步 B. 工序 C. 工位

2. 一个(或一组)工人在一台机床(或一个工作地)对一个(或同时对几个)零件所连续完成的那一部分工艺过程, 称为()。

A. 工步 B. 工序 C. 工位

3. 工件在一次装夹后, 其在机床上占据的每一个加工位置称为一个()。

A. 工步 B. 工序 C. 工位

4. 齿轮轴在粗加工后安排()。

A. 退火 B. 时效处理 C. 正火 D. 调质处理

5. 外圆表面加工顺序应为先加工()直径外圆, 然后再加工()直径外圆, 以免一开始就降低了工件的刚度。

A. 大、小 B. 小、大

(三) 简答题

1. 零件的技术要求分析包括哪几个方面?

2. 制定工艺规程的步骤是什么?

(四) 分析题

如图 1-5 所示为一台阶轴零件图, 毛坯为 $\phi 50 \times 105\text{mm}$ 的圆钢, 生产类型为单件或小批量生产, 无热处理工艺要求, 试分析数控加工工艺。

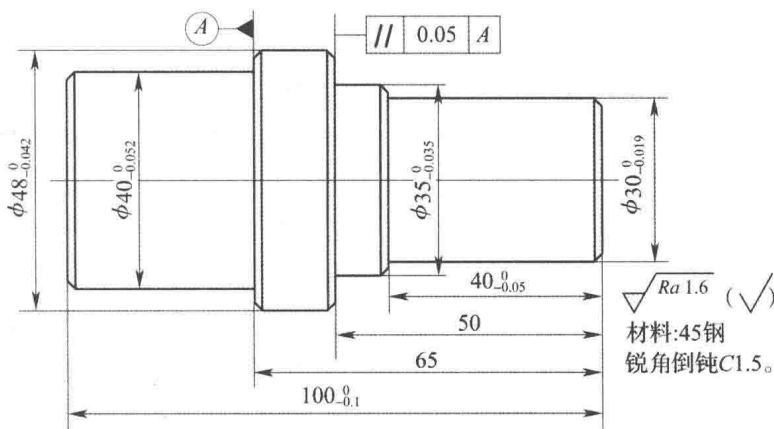


图 1-5 台阶轴