

中等职业学校数控技术应用专业规划教材

数控加工工艺

郎一民主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

数控加工工艺

— 1 —



中等职业学校数控技术应用专业规划教材

数控加工工艺

郎一民 主 编

杨 柳 郝成武 副主编

马红军 刘欣欣 张井彦 参 编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

全书分三篇，共九章：第一篇为数控加工工艺概述，主要包括数控加工工艺基础知识、机床的基本原理、工件坐标系的建立、刀具及切削用量；第二篇和第三篇分别为数控车削加工工艺基础和数控铣削加工工艺基础，主要包括车、铣刀具与夹具的选择，工艺路线的确定，切削用量的设置，典型零件的加工工艺对比分析与加工工艺路线的制订、设计、分析及各类典型零件工艺编制。

本书的编写力求反映新技术、新工艺、新标准，内容丰富、简洁明了、结合实际，本书易教、易学，图文并茂，是具有现代中等职业教学气息的特色教材。

本书适合作为中等职业学校数控技术应用及相关专业的教材，也可作为有关行业的岗位培训教材和从事相关工作人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺/郎一民主编. —北京: 中国铁道出版社,
2009. 7

(中等职业学校数控技术应用专业规划教材)

ISBN 978-7-113-10340-8

I. 数… II. 郎… III. 数控加床—加工工艺—专业学校—
教材 IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第127981号

书 名: 数控加工工艺
作 者: 郎一民 主编

策划编辑: 秦绪好 李 旻

责任编辑: 周 欢

编辑助理: 何红艳

封面设计: 付 巍

版式设计: 于 洋

编辑部电话: (010) 63583215

封面制作: 李 路

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码: 100054)

印 刷: 三河市华业印装厂

版 次: 2009年9月第1版 2009年9月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 13.5 字数: 326千

印 数: 5 000册

书 号: ISBN 978-7-113-10340-8/TP·3481

定 价: 21.00元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

前言

FOREWORD

本书根据教育部职业教育与成人教育司数控技术应用专业技能型紧缺人才培养方案的指导思想和最新的数控技术应用专业教学计划,以突出职业技术应用型人才为目的,结合中等职业学校培养具有实际操作技能的紧缺人才为目标进行编写。

本教材从培养学生综合职业能力出发,在内容编排上以突出实际应用为主导、以数控加工工艺为主线,从数控加工设备、刀具与夹具的选择、工艺路线的确定到切削用量的设置,全面系统地阐述了数控车、铣的工艺特点、工艺技巧、典型零件工艺对比分析及加工工艺的制定。打破原有的学科教学体系,形成了全新的教学内容。本书的编写力求反映新技术、新工艺、新标准、内容丰富、简洁明了、结合实际。

本书的特点是结合实际、讲求实效、深浅适度、通俗易懂、结构清晰、层次性强,并且易教、易学,图文并茂,是具有现代中等职业教学气息的特色教材。全书分三篇:第一篇(第1~3章)为数控加工工艺概述,第二篇(第4~6章)为数控车削加工工艺基础,第三篇(第7~9章)为数控铣削加工工艺基础。基本上每章都安排了一些有针对性、可操作性和实用性强的典型实例,各章都附有小结及大量复习题,以便广大师生学习、参考。

本书教学学时为86学时,学时建议如下表(仅供参考)。

序号	课程内容	学时数
1	数控加工工艺基础知识	12
2	数控机床	6
3	数控刀具	6
4	数控车削加工概述	8
5	数控车削加工工艺	8
6	数控车削加工工艺应用	16
7	数控铣削加工概述	4
8	数控铣削加工工艺	10
9	数控铣削(加工中心)加工工艺应用	10
	机动	6
	合计	86

本书由长春机械工业学校郎一民主编,编写了第4~9章,并负责全书的统稿工作。杨柳、郝成武任副主编,马红军、刘欣欣及长春职业技术学院张井彦为参编,编写了第1~3章,全书由湖南铁道职业技术学院朱鹏超副教授担任主审,并对本书的编写提出了一些宝贵意见,在此表示感谢。

由于编写时间仓促,书中难免有一些错误或疏漏之处,敬请各位读者批评指正。

编者

2009年7月

目 录

CONTENTS

第一篇 数控加工工艺概述

第 1 章 数控加工工艺基础知识	1
1.1 概述	1
1.1.1 生产过程和工艺过程	1
1.1.2 生产纲领和生产类型	2
1.1.3 零件图分析	3
1.1.4 毛坯的选择	3
1.2 数控加工工艺及特点	4
1.2.1 数控加工过程	4
1.2.2 数控加工工艺的内容	5
1.2.3 数控加工工艺的特点	6
1.2.4 数控加工工艺分析	6
1.3 工艺路线的拟订	8
1.3.1 工艺路线设计	8
1.3.2 进给路线的确定	11
1.3.3 加工阶段的划分	11
1.3.4 工序的划分	12
1.3.5 工序的安排	12
1.4 工件的定位与基准	13
1.4.1 六点定位原理	13
1.4.2 工件定位方式	14
1.4.3 基准及其选择	16
1.4.4 工件定位方式和定位元件	17
1.4.5 定位误差	21
1.5 数控加工的工序尺寸及公差	21
1.5.1 工序尺寸及公差	21
1.5.2 工艺尺寸链	22
1.5.3 工艺尺寸链计算	23
1.5.4 工艺尺寸链的分析与计算	24
1.6 机械加工工艺规程的制订	27
1.6.1 机械加工工艺规程	27
1.6.2 数控加工工艺文件	28
小结	33
复习题	35

第 2 章 数控机床	38
2.1 数控机床的组成及工作原理	38
2.1.1 数控机床的组成	38
2.1.2 数控机床的工作原理	40
2.2 数控机床的分类	40
2.2.1 按工艺用途分类	40
2.2.2 按运动控制轨迹分类	40
2.2.3 按进给伺服系统有无检测装置分类	41
2.2.4 按可控制联动轴数分类	42
2.3 数控机床坐标系统	43
2.3.1 数控机床坐标系的确定	43
2.3.2 数控机床坐标轴方向的确定	44
2.3.3 数控机床原点	44
2.3.4 数控机床参考点	44
2.3.5 工件坐标系	44
2.3.6 对刀点、刀位点和换刀点	45
2.4 数控机床加工技术	45
2.4.1 数控机床的加工特点	45
2.4.2 数控机床的应用范围	46
2.4.3 数控机床的发展趋势	47
小结	48
复习题	49
第 3 章 数控刀具	51
3.1 数控刀具基础知识	51
3.1.1 数控加工对刀具的要求及特点	51
3.1.2 数控刀具的材料	52
3.2 常见数控机床刀具	55
3.2.1 数控刀具的分类	55
3.2.2 数控可转位刀具	55
3.2.3 数控可转位刀片形式	57
3.2.4 可转位刀片的选择	61
3.3 切削用量的选择	63
3.3.1 切削用量的基本概念	63
3.3.2 切削用量的确定原则	64
3.3.3 切削用量选择值推荐	65
小结	66
复习题	66

第二篇 数控车削加工工艺基础

第4章 数控车削加工概述	69
4.1 数控车床的基本知识	69
4.1.1 数控车床的分类	69
4.1.2 数控车床的基本结构	71
4.1.3 数控车床的特点	72
4.1.4 数控车床主要加工对象	73
4.2 数控车削常用夹具	74
4.2.1 数控车床夹具的分类	74
4.2.2 数控车床工件的装夹	75
4.2.3 工件的安装与夹具的选择	77
4.3 数控车削常用刀具	78
4.3.1 数控车床可转位刀具的种类	78
4.3.2 数控车刀的刀位点	80
4.3.3 可转位刀片刀尖半径的选择	81
4.3.4 可转位刀体的选择	81
4.3.5 数控车刀的装夹	82
4.3.6 安装可转位刀具的要求	82
4.3.7 可转位车刀使用时易出现的问题	83
小结	83
复习题	84
第5章 数控车削加工工艺	87
5.1 数控车削加工工艺概述	87
5.1.1 数控车削加工工艺的基本特点	87
5.1.2 确定车削加工工艺内容	88
5.1.3 数控车削加工工艺性分析	89
5.1.4 数控车削加工工艺路线的拟订	90
5.2 数控车削加工工序的设计	92
5.2.1 刀具进给路线的确定	92
5.2.2 车削加工路线的选择原则与优化	96
5.2.3 工件在数控车床上的定位	97
5.2.4 加工余量与工艺尺寸的确定	98
5.2.5 确定零件装夹方法和夹具选择	99
5.2.6 数控车削刀具的选用	100
5.3 数控车削加工质量控制	100
小结	101
复习题	102

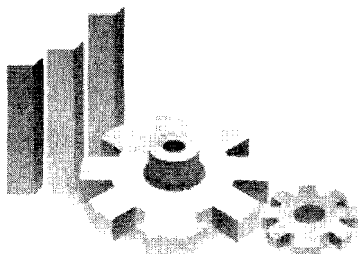
第6章 数控车削加工工艺应用	105
6.1 轴类零件数控车削加工工艺分析	105
6.2 套类零件数控车削加工工艺分析	109
6.3 薄壁零件数控车削加工工艺分析	113
6.3.1 单件生产加工工艺分析一	113
6.3.2 批量生产加工工艺分析二	118
6.4 盘类零件数控车削加工工艺分析	121
6.4.1 单件生产加工工艺分析一	121
6.4.2 批量生产加工工艺分析二	124
6.5 配合零件数控车削加工工艺分析	127
小结	133
复习题	133

第三篇 数控铣削加工工艺基础

第7章 数控铣削加工概述	136
7.1 数控铣床的基本知识	136
7.1.1 数控铣床的分类	136
7.1.2 数控铣床的基本结构	138
7.1.3 数控铣削的主要加工对象	139
7.2 数控铣削常用夹具	141
7.2.1 机床夹具的组成	141
7.2.2 机床夹具的分类	142
7.2.3 工件在夹具中的夹紧	143
7.2.4 数控铣床机床常用夹具的使用	145
7.2.5 常用夹具夹紧力大小的估算	147
7.3 数控铣削常用刀具	148
7.3.1 数控铣削刀具组成	148
7.3.2 数控铣削刀柄的分类	149
7.3.3 数控铣削刀柄的型号	151
7.3.4 拉钉	153
7.3.5 卡簧	153
7.3.6 数控铣削刀具	153
7.3.7 铣刀的选择	159
7.3.8 铣刀片在刀体上的安装	160
7.3.9 数控铣床常用对刀工具	161
小结	162
复习题	164

第 8 章 数控铣削加工工艺	166
8.1 数控铣削加工工艺概述	166
8.1.1 数控铣削加工特点	166
8.1.2 确定铣削加工主要内容	166
8.2 数控铣削加工工艺性分析	167
8.2.1 对零件图尺寸公差和尺寸进行工艺性分析	167
8.2.2 对零件的结构形状进行工艺性分析	168
8.2.3 对零件的毛坯进行工艺性分析	169
8.3 数控铣削加工工艺路线的制订	170
8.3.1 零件内、外轮廓铣削的进、退刀路线	170
8.3.2 零件平面、内、外轮廓的铣削走刀路线	172
8.3.3 孔加工进给路线	176
8.3.4 型腔铣削轴向进刀方式	177
8.4 数控铣削切削用量与铣削方法	178
8.4.1 数控铣削切削用量的选择	178
8.4.2 铣削方式	180
8.4.3 数控铣削加工顺序的确定	182
8.4.4 G41、G42 与顺铣和逆铣的关系	182
小结	183
复习题	183
第 9 章 数控铣削（加工中心）加工工艺应用	186
9.1 凹平面类零件数控铣削加工工艺分析	186
9.2 孔、槽类零件数控铣削加工工艺分析	189
9.3 凸轮类零件数控铣削加工工艺分析	193
9.4 箱体类零件数控铣削加工工艺分析	196
小结	201
复习题	202
参考文献	204

第一篇 数控加工工艺概述



第 1 章

数控加工工艺基础知识

学习目标

- 了解数控加工工艺的内容、工艺路线的拟订、工件的定位原理、方式及元件。
- 掌握数控加工工艺分析与制订加工工艺规程、工艺尺寸链的定义及计算。
- 熟悉数控加工工艺文件的编制方法。

1.1 概 述

1.1.1 生产过程和工艺过程

1. 生产过程

将原材料转变为成品的全过程称为生产过程。例如，一个零件的生产过程应该包括生产准备、毛坯制造、零件的机械加工及热处理、质检等。

生产过程包括以下内容：

- (1) 生产的准备工作，如产品的开发设计和工艺设计、专用装备的设计与制造以及各种生产组织等方面。
- (2) 原材料及半成品的运输和保管。
- (3) 毛坯的制造过程，如锻造、铸造、冲压等。
- (4) 零件的各种加工过程，如机械加工、焊接、热处理等。
- (5) 部件和产品的装配过程。
- (6) 产品的检验、调试、涂漆与包装等。

2. 工艺过程

工艺就是制造产品的方法。采用机械加工的方法，直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量等，使其成为零件的过程称为工艺过程。所以工艺过程是指改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程。

工艺过程组成内容:

在机械加工工艺过程中,针对零件的结构特点和技术要求,必须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,而工序又由安装、工步、进给及工位等组成。

(1) 工序 一个或一组工人,在一个工作地点(如机床、钳工台)对同一个或同时对几个工件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,工序是组成工艺过程的基本单元,也是生产计划的基本单元。

(2) 安装 工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。

(3) 工步 在加工表面不变、加工工具不变、切削用量不变的条件下连续完成的那一部分工序称为工步。

(4) 进给 在一个工步内,若被加工的表面需切除的余量较大,可分几次切削,每次切削称为一次进给。

(5) 工位 采用转位(或移位)夹具、回转工作台或在多轴机床上加工时,工件在机床上一次装夹后,要经过若干个位置依次进行加工,工件在机床上所占据的每一个位置上完成的那一部分工序就称为工位。



相关链接

如何区别加工内容是否属于同一工序:

关键在于是否连续加工同一零件,在一台机床上加工一个零件,尽管在加工中多次拆装及换刀具,但只要不去加工另一个零件,则所有的加工内容都属于同一工序。

1.1.2 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,通常也称年产量。零件的生产纲领还包括一定的备品和废品数量。

2. 生产类型

生产类型是指企业(车间、工段、班组、工作地)生产专业化程度的分类。一般分为三种类型:

(1) 单件生产 单件生产指产品品种多,但每一种产品的结构、尺寸不同,且产量很少,各个工作地点的加工对象经常改变,且很少重复的生产类型。例如,新产品试制、重型机械和专用设备的制造等均属于单件生产。

(2) 大量生产 大量生产指产品数量很大,品种少,大多数工作地点长期地按一定节拍进行某一个零件的某一道工序的加工。例如,汽车、摩托车、柴油机、拖拉机、自行车、轴承及齿轮等的生产均属于大量生产。

(3) 成批生产 成批生产指一年中分批轮流地制造几种不同的产品,每种产品均有一定的数量。工作地点的加工对象周期性地重复。例如,机床、机车、纺织机械等的生产均属于成批生产。按照成批生产中每批投入生产的数量的大小和产品的特征,成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产三种。在工艺方面,小批生产与单件生产相似,大批生产与大量生产相似,中批生

产则介于单件生产和大量生产之间。不同生产类型和生产纲领之间的关系：生产类型的划分主要由生产纲领确定，同时还与产品的大小及结构的复杂程度有关。生产类型不同，产品的制造工艺、工装设备、技术措施、经济效率等也不相同。在大批大量生产时通常采用高效的工艺及设备，经济效率高；而在单件小批生产时通常采用通用设备及工装生产的产品，生产效率、经济效率都低，生产类型与生产纲领的关系如表 1-1 所示。

表 1-1 生产类型与生产纲领的关系

生产类型		生产纲领 (单位为台/年或件/年)		
		重型零件 (> 30kg)	中型零件 (4~30kg)	轻型零件 (< 4kg)
单件生产		≤5	≤10	≤100
成批生产	小批量生产	5~100	10~150	100~500
	中批量生产	100~300	150~500	500~5 000
	大批量生产	300~1 000	500~5 000	5 000~50 000
大量生产		> 1 000	> 5 000	> 50 000

相关链接

批量生产在确定零件数控工艺流程时，将粗、精加工分阶段进行，各表面的粗加工结束后再进行精加工。不要将粗、精加工工序交替进行，也不要在一台机床上既进行粗加工又进行精加工。这样可以合理使用机床，并使粗加工产生的加工误差及工件变形，在精加工时得到修正，有利于提高加工精度。

1.1.3 零件图分析

在制订零件的机械加工工艺规程时，首先应对零件图、装配图进行分析，明确零件在产品中的位置、作用，然后着重对零件图和装配图进行技术要求分析及对零件的结构工艺性分析。

对零件图和装配图的技术要求分析

在认真分析与研究产品的零件图和装配图，熟悉整台产品的用途、性能和工作条件的基础上，还应具体了解零件在产品中的作用、位置和装配关系，然后对零件图样进行分析。

(1) 零件技术要求分析 零件的技术要求主要指尺寸精度、形状精度、位置精度、表面粗糙度及热处理等。通过分析，弄清楚各项技术要求对装配质量和性能的影响，找出主要的和关键的技术要求。

(2) 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能满足使用要求的前提下，制造的可行性和经济性。好的结构工艺性能使零件加工容易、节省工时、节省材料。

1.1.4 毛坯的选择

在机械加工中常用的毛坯种类有铸件、锻件、型材、焊接件等。一般来说，毛坯制造精度越高，其形状和尺寸越接近成品零件外形。使劳动强度、材料消耗、产品成本降低。但毛坯的制造费用却会因采用了先进的设备而增加。因此，在确定毛坯时应当综合考虑各方面的因素，以达到最佳的效果。

确定毛坯时主要考虑下列因素:

(1) 零件的材料及其力学性能 根据零件的材料可以确定毛坯的种类, 而其力学性能的高低, 也会在一定程度上影响毛坯的种类, 如力学性能要求较高的钢件, 其毛坯最好用锻件而不用型材。

(2) 生产类型 不同的生产类型决定了不同的毛坯制造方法。在大批量生产中, 应采用精度和生产率都较高的先进的毛坯制造方法, 如铸件应采用金属模机器造型, 锻件应采用模锻。还应当充分考虑采用新工艺、新技术和新材料的可能性, 如精铸、精锻、冷挤压、冷轧、粉末冶金和工程塑料等。单件小批量生产则一般采用木模手工造型或自由锻等比较简单、方便的毛坯制造方法, 近年来, 在单件生产中, 消失模铸造被广泛使用, 消失模铸造是一项创新的铸造工艺方法, 使用聚苯乙烯制作模型, 熔融金属浇入铸型后模型汽化被金属所取代形成铸件。

(3) 零件的结构形状和外形尺寸 在充分考虑了上述两项因素后, 有时零件的结构形状和外形也会影响毛坯的种类和制造方法。例如, 常见的一般用途的钢质阶梯轴, 当各台阶直径相差不大时可用棒料; 若各台阶直径相差很大时, 宜用锻件; 成批生产中小型零件可选用模锻; 而大尺寸的钢轴受到设备和模具的限制一般选用自由锻等。

1.2 数控加工工艺及特点

数控加工是指在数控机床上进行自动加工零件的一种工艺方法。其实质是数控机床按照事先编制好的零件加工程序通过数字控制, 自动对零件进行加工的过程。

数控机床加工与普通机床加工在方法与内容上很相似, 不同之处在于加工过程的控制方式。普通机床由于用手动方式来控制, 因此虽有工艺文件说明, 但在操作上随机性很强, 一般不需工艺人员在设计工艺规程时进行过多的规定, 零件的尺寸精度也可保证。而数控机床在加工时, 全部工艺信息是记录在控制介质上, 它基本无随机性。由此可见, 要实现数控加工, 工艺与程序起着主要作用。

1.2.1 数控加工过程

(1) 阅读零件图样, 充分了解图样的技术要求(如尺寸精度、形位公差、表面粗糙度、工件的材料、硬度、加工性能以及工件数量等), 明确加工内容。

(2) 根据零件图样的要求进行工艺分析, 其中包括零件的结构工艺性分析、材料 and 设计精度的合理性分析、大致工艺步骤等。

(3) 根据工艺分析制定出加工所需要的一切工艺信息。例如, 加工工艺路线、工艺要求、刀具的运动轨迹、切削用量(主轴转速、进给量、吃刀深度)以及辅助功能(换刀、主轴正转或反转、切削液开或关)等, 并填写工艺过程卡和加工工序卡。

(4) 根据零件图样和制定的工艺内容, 再按照所用数控系统规定的指令代码及程序格式进行数控编程。

(5) 将编写好的程序通过传输接口, 输入到数控机床的数控装置中。调整好机床并调用该程序后, 加工出符合图样要求的零件。

从数控加工过程可以看出, 工艺分析和制定加工工艺在数控加工中起关键作用, 直接决定了数控加工的好坏与成败。

1.2.2 数控加工工艺的内容

数控加工工艺是指在数控机床上进行自动加工零件时运用各种方法及技术手段的综合体现。它是伴随着数控机床的产生、发展而逐步完善起来的一种应用技术。其工艺流程图如图 1-1 所示。

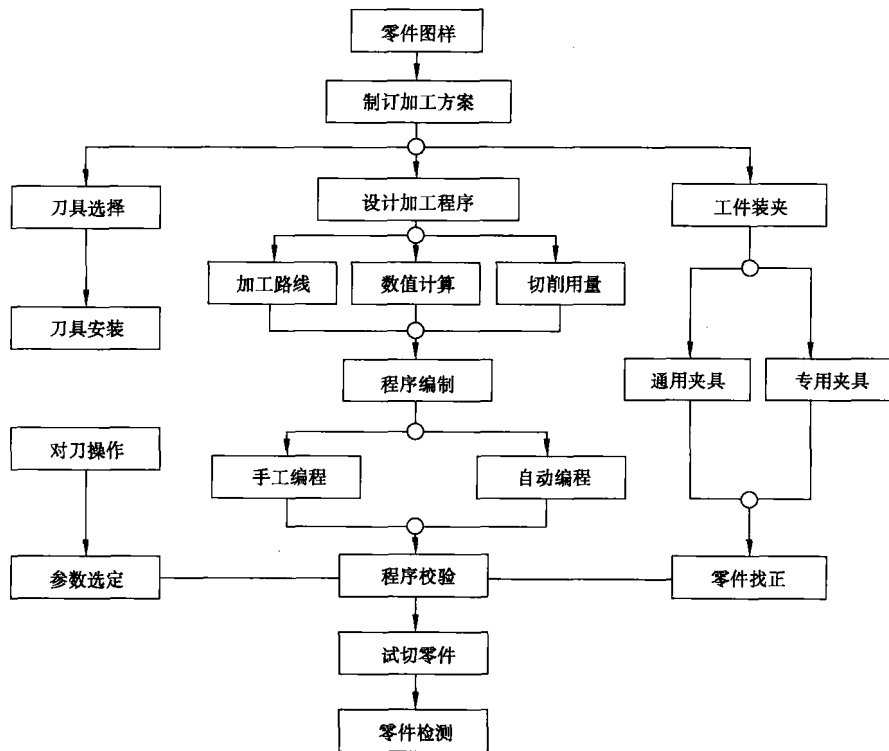


图 1-1 数控加工工艺流程图

数控加工工艺主要包括如下内容：

(1) 对被加工零件图样进行分析，明确加工内容、制订加工方案，对所要加工的零件进行技术要求分析，选择合适的加工方案与数控设备。

(2) 确定数控机床加工的零件、工序和内容。

(3) 确定零件的加工方案，制订数控加工工艺路线。例如，划分工序、安排加工顺序、处理与非数控加工工序的衔接等。

(4) 编制数控加工程序，根据零件的加工要求，分析数据、选择切削参数后对零件进行手工或自动编程。

(5) 设计数控加工工序。例如，选取零件的定位基准、夹具方案的确定、划分工步、选取刀具并安装刀具等。

(6) 选取对刀点和换刀点的位置、刀具补偿、加工路线、加工余量的确定。

(7) 分配调整数控加工中的容差、处理数控机床上的部分工艺指令。

(8) 零件的验收与质量误差分析。当零件加工完后应进行检验，并通过质量分析找出误差的原因及纠正的方法。

(9) 数控加工工艺文件的制订编写、整理与归档。

1.2.3 数控加工工艺的特点

由于数控加工具有自动化程度高、精度高、质量稳定、生产效率高、设备费用高、功能较强。因此数控加工工艺与普通加工工艺也存在着一定的差异，主要表现出以下几个特点：

1. 制订数控加工工艺内容要明确具体

在进行数控加工时，所有工艺问题如加工部位、加工顺序、刀具配置顺序、刀具轨迹、切削参数等必须事先设计和安排好，并编入加工程序中。具体到每一次走刀路线和每一个操作细节，尤其在自动编程中更需要详细设定各种工艺参数。这一点不同于普通机床加工工艺。

2. 实施数控加工工艺工作要严密精确

在数控加工时由于其自适应性较差，因此在加工过程中可能遇到的所有问题必须事先精心考虑清楚，否则将导致严重的后果。例如，车削加工内腔时，数控机床不知道孔中是否塞满切屑，是否需要退刀清理一下，再继续加工。而普通机床加工时可以根据加工过程中出现的实际问题而人为进行及时调整。为了做到万无一失、准确无误，数控加工工艺设计要求更加严密、精确。尤其在对零件图进行数学处理和计算时，编程尺寸设定值要根据零件尺寸公差要求和零件的形状几何关系重新调整计算，才能确定合理的编程尺寸。

3. 确定数控加工工艺要考虑其特殊性

(1) 柔性加工程度高、适应性强 由于在数控机床上加工零件，主要取决于加工程序，一般不需要很复杂的工艺装备，也不需要经常调整机床，就可以通过编程将外形复杂精度高的零件加工出来。缩短了新产品的研制周期，给产品的改型换代提供了捷径。

(2) 零件加工精度高、质量稳定 由于数控机床的刚度高，配置高级刀具，因此在同等情况下，数控机床切削用量比普通机床大，不仅加工效率高而且加工精度也较高。

(3) 自动化程度高、效率高 由于数控机床是按输入程序自动完成加工，一般情况下，操作者所要完成的是对程序的输入和编辑、工件的装卸、刀具的准备、加工状态的监测等，从而相应改善了劳动强度和条件。

(4) 复合化程度高、工序集中 在数控机床上加工零件应尽量在一次装夹中完成更多的工序，这与数控机床本身的复合化程度高有关，因此其明显特点是工序相对集中，表现为工序数目少，工序内容多，并且尽可能安排较复杂的工序。

4. 设计数控加工工艺要考虑系统条件的影响

在数控加工中刀具的移动轨迹由插补运算完成。在数控系统已定的条件下，进给速度越快，则插补精度越低，导致工件的轮廓形状精度越差，尤其在高精度加工时这种影响非常明显。由此可见，制订数控加工工艺的着眼点是对整个数控加工过程的分析，关键在确定进给路线及生成刀具运动轨迹。加工工艺设计的正确与否将直接影响到数控加工的尺寸精度和表面精度、加工时间的长短、材料和人工的耗费，甚至直接影响了加工的安全性。

1.2.4 数控加工工艺分析

数控机床加工工艺涉及面广、影响因素较多，因此必须根据数控机床的性能特点、应用范围对零件加工工艺进行分析。

1. 对零件数控加工的可能性分析

零件毛坯材质本身的力学性能、热处理状态、毛坯外形的可安装性及加工余量状况进行分析,为刀具材料和切削用量的选择提供依据。

2. 对刀具运动轨迹的可行性分析

零件毛坯外形和内腔是否有碍刀具定位、运动和切削,必要时可进行刀具检测,为刀具运动路线的确定和程序设计提供依据。

3. 对零件加工余量的状况分析

分析毛坯是否留有足够的加工余量,孔加工部位是通孔还是盲孔,有无沉孔等,为刀具选择、加工安排和加工余量分配提供依据。

4. 对零件图样尺寸的标注方法分析

若零件的尺寸特性分散地从设计基准引注,这样的标注将会给工序安排、加工、坐标计算和数控编程带来许多麻烦。而数控加工零件图样则要求从同一基准引注尺寸或直接给出相应的坐标值。

5. 对构成零件轮廓的几何元素分析

采用手工编程时要计算构成零件轮廓的每一个节点坐标;自动编程时要对构成零件轮廓的所有几何元素进行定义,如零件设计人员在设计过程中忽略某些几何元素,出现条件不充分或模糊不清的问题,可能使编程无法进行。

6. 对零件结构工艺性的分析

(1) 零件的外形、内腔是否可以采取统一的几何类型或尺寸,尽可能减少刀具数量和换刀次数,例如,在设计轴类工件轴肩空刀槽时,应将宽度尺寸设计一致以减少换刀次数提高效率。

(2) 零件内槽圆角的大小决定着刀具直径的大小,因而内槽圆角半径不应设计过小。零件工艺性的好坏与被加工轮廓的高低、转接圆弧半径的大小等有关。

(3) 零件槽底圆角半径不宜过大,圆角半径越大时,铣刀铣削平面的面积越小,加工表面的能力相应减小。

7. 通过工艺分析选择合适的加工方案

对于同一零件由于安装定位的方式、刀具的配备、加工路线的选取、工件坐标系的设置以及生产规模等的差异,可能会出现多种加工方案,根据零件的技术要求选择经济、合理的加工工艺方案。

拓展延伸

数控加工工序一般都穿插于零件加工工艺过程的中间,因此在工序安排过程中一定要兼顾普通常规工序的安排,使之与整个工艺过程协调吻合。

若衔接不好就会出现矛盾,较好的解决办法是建立工序间的状态要求,例如,是否预留加工余量、定位面与孔的精度要求、形位公差、热处理要求等,都需前后兼顾统筹安排。