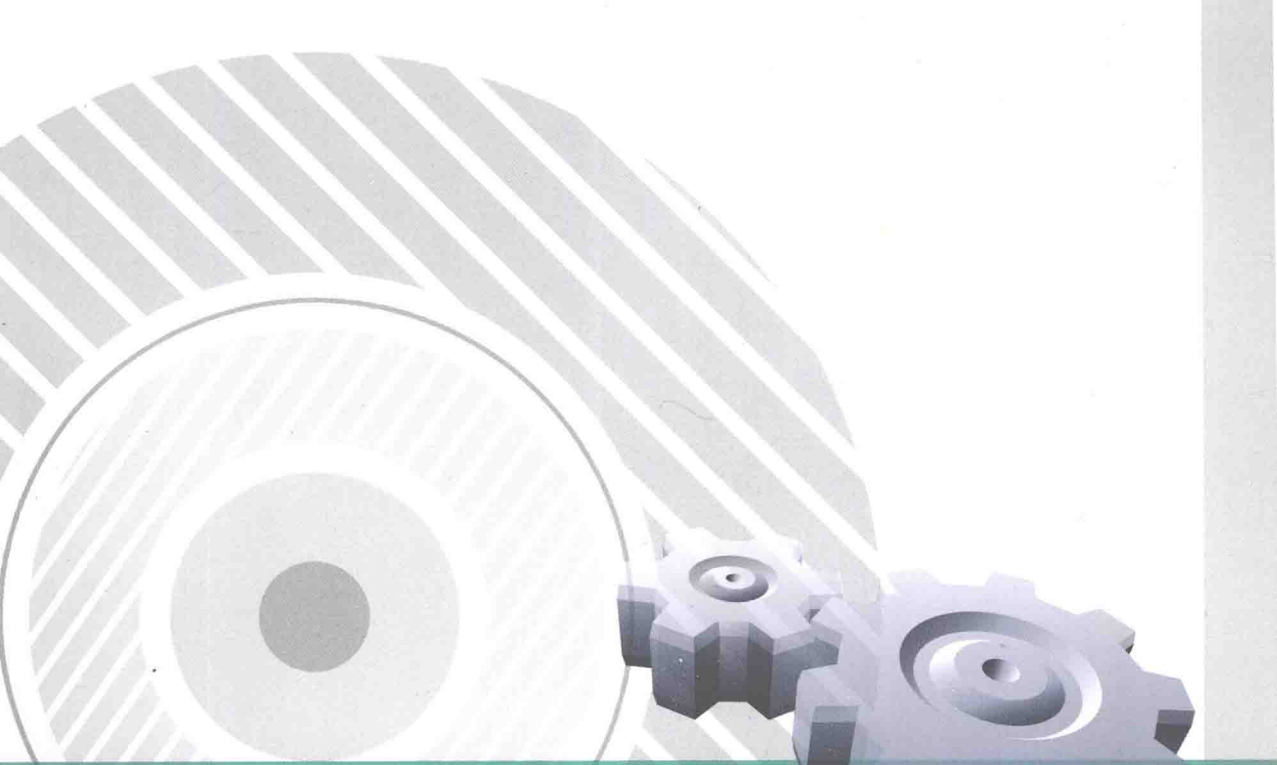
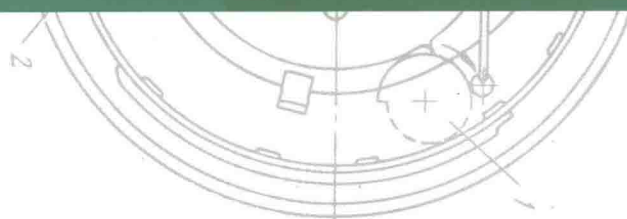




BIANCHENG YU CAOZUO

数控加工 编程与操作 (第2版)

主编 陈江进 戴忠顺 副主编 雷黎明



国防工业出版社

National Defense Industry Press

内容简介

数控加工编程与操作

(第2版)

主 编 陈江进 戴忠顺

副主编 雷黎明

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书以培养学生的数控编程及实际操作能力为核心,以工作过程为导向,以华中数控系统为主,FAUNC 数控系统为辅,详细介绍了数控车、铣、加工中心、电火花线切割的工艺分析、编程指令及宇龙数控仿真软件 4.9 版本的操作等内容。

本书共设 10 个项目,其中数控车床 4 个项目、数控铣床及加工中心 5 个项目、数控电火花线切割 1 个项目。内容按照由简单到复杂的零件层层递进,每个项目由项目导入、相关知识、项目实施、知识拓展、实操训练、小结、自测题 7 个部分组成。每个项目都涵盖了具体的编程及操作步骤,为学生自学创造了条件。

本书可作为高等职业技术学院数控专业、机械制造专业、模具设计与制造等专业的教学用书,也可作为企业有关工种的职工培训教材,还可作为从事数控加工的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工编程与操作 / 陈江进, 戴忠顺主编. —2
版. —北京: 国防工业出版社, 2014. 5
ISBN 978-7-118-09490-9

I. ①数... II. ①陈... ②戴... III. ①数控机床-程序设计-高等职业教育-教材 ②数控机床-操作-高等职业教育-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 101360 号

※

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)
涿中印刷厂印刷
新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 517 千字
2014 年 5 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777
发行传真:(010)88540755

发行邮购:(010)88540776
发行业务:(010)88540717

前 言

数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础;数控技术的应用是提高制造业的产品质量和劳动生产率必不可少的重要手段。数控人才为国家紧缺性人才,数控加工工艺设计、数控程序编制、数控机床操作是数控技术高技能人才必须掌握的技能,也是高职机械类专业重要的专业核心课程。

本书以工作过程为导向,以典型零件为载体,采用项目教学的方式进行内容的组织,详细介绍了数控车、铣、加工中心、电火花线切割的工艺分析、编程指令、宇龙数控仿真软件 4.9 版本的操作及实操机床加工等内容。内容按照由简单到复杂的零件层层递进,每个项目由项目导入、相关知识、项目实施、知识拓展、实操训练、小结、自测题 7 个部分组成。在项目导入部分给出编程零件图纸及任务;在相关知识里面介绍完成本项目学生需要学习和掌握的相关数控加工工艺、华中数控系统编程指令等知识;项目实施部分,介绍数控工艺、编程及宇龙数控仿真加工过程;在知识拓展部分,简单介绍 FANUC 数控系统编程指令;实操训练部分,介绍相关实操零件图的程序编制、上机仿真校验并实操机床加工及实操评价;小结部分对本项目涉及的知识及能力进行总结;自测题部分,精心挑选了一定数量的与该项目对应的习题,供学生自主学习。

本书可作为高等职业技术学院数控专业、机械制造专业、模具设计与制造等专业的教学用书,也可作为企业有关工种的职工培训教材,还可作为从事数控加工的工程技术人员的参考用书。

本书由陈江进、戴忠顺主编。绪论、项目一~项目三、项目五由陈江进编写;项目四、项目八、项目九由戴忠顺编写;项目六、项目七、项目十由雷黎明编写;全书由陈江进统稿。本书在编写过程中参考了江汉钢管股份公司、赛瓦股份公司、恒隆股份公司提供的信息,还参阅了大量同行的教材、资料与文献,在此深表感谢。

本教材完稿后,虽经本院数控教研室有关教师详细审阅,但仍难免有不足之处,恳请读者批评与指正,以便在修订时改进。

编 者

2014 年 3 月

目 录

绪论	1
一、数控技术的发展	1
二、数控机床的特点及应用范围	3
三、数控机床的工作原理、组成及分类	4
四、数控加工编程基础	8
自测题	23
项目一 阶梯轴的数控加工工艺、编程及操作	24
项目导入	24
相关知识	25
一、零件数控车削加工工艺分析	25
二、数控车床的编程特点	29
三、车床数控系统的功能	30
四、数控车床加工编程指令	33
项目实施	37
一、加工工艺分析	37
二、编制加工程序(采用后置刀架数控车床)	39
三、零件的仿真加工	40
知识拓展	47
一、FANUC Oi-T 系统数控车床编程相关指令	47
二、FANUC Oi-T 系统数控车台阶轴应用实例	48
实操训练	50
一、实操零件图	50
二、程序编制	50
三、上机仿真校验程序并操作机床加工	53
四、实操评价	53
小结	54
自测题	54
项目二 带圆弧轴的数控加工工艺、编程及操作	56
项目导入	56
相关知识	57
一、圆弧插补指令 G02、G03	57

二、刀尖半径补偿指令 G41、G42、G40	58
三、复合固定循环指令	62
项目实施	67
一、加工工艺分析	67
二、程序编制	68
三、零件的仿真加工	69
知识拓展	70
一、FANUC Oi - T 系统的相关指令	70
二、FANUC Oi - T 系统编程应用实例	71
实操训练	72
一、实操零件图	72
二、程序编制	72
三、上机仿真校验程序并操作机床加工	74
四、实操评价	75
小结	75
自测题	76
项目三 螺纹轴的数控加工工艺、编程及操作	77
项目导入	77
相关知识	78
一、螺纹数控车削加工工艺	78
二、螺纹加工基本指令	80
项目实施	84
一、加工工艺分析	84
二、编制加工程序(采用后置刀架数控车床)	85
三、零件的仿真加工	86
知识拓展	87
一、FANUC Oi - T 系统螺纹车削编程指令	87
二、FANUC Oi - T 系统螺纹车削编程实例	87
实操训练	88
一、实操零件图	88
二、程序编制	89
三、上机仿真校验程序并操作机床加工	90
四、实操评价	91
小结	92
自测题	92
项目四 轴套的数控加工工艺、编程及操作	94
项目导入	94

相关知识	94
一、内孔刀具的选择	94
二、内孔加工指令	95
项目实施	96
一、加工工艺分析	96
二、编制加工程序	96
三、零件的仿真加工	97
知识拓展	101
一、FANUC Oi - T 系统内孔加工相关知识	101
二、FANUC Oi - T 系统车内孔应用实例	101
实操训练	102
一、实操零件图	102
二、程序编制	103
三、上机仿真校验程序并操作机床加工	104
四、实操评价	105
小结	106
自测题	106
项目五 凸模板的数控加工工艺、编程及操作	108
项目导入	108
相关知识	109
一、平面铣削方法及面铣刀	109
二、外轮廓的铣削方法	109
三、立铣刀	110
四、铣削用量的选择	112
五、立式数控铣床坐标系及编程坐标系	113
六、数控铣 F、S、T 指令	114
七、数控铣床常用编程指令	114
项目实施	121
一、加工工艺分析	121
二、编制加工程序	123
三、零件的仿真加工	124
知识拓展	133
一、FANUC Oi - M 系统铣削外轮廓相关指令	133
二、FANUC Oi - M 系统铣削外轮廓实例	134
实操训练	134
一、实操零件图	134
二、程序编制	134

三、上机仿真校验程序并操作机床加工	137
四、实操评价	138
小结	138
自测题	139
项目六 腔槽的数控加工工艺、编程及操作	140
项目导入	140
相关知识	141
一、槽、键槽的加工方法	141
二、键槽铣刀	142
三、铣削内轮廓的加工路线	142
四、编程指令	143
项目实施	145
一、加工工艺分析	145
二、编制加工程序(程序文件名 06001)	147
三、零件的仿真加工	150
知识拓展	151
一、FANUC Oi - M 系统腔槽加工指令	151
二、FANUC Oi - M 系统腔槽加工实例	151
实操训练	153
一、实操零件图	153
二、程序编制	153
三、上机仿真校验程序并操作机床加工	157
四、实操评价	157
小结	158
自测题	158
项目七 盖板的数控加工工艺、编程及操作	161
项目导入	161
相关知识	162
一、孔加工刀具	162
二、孔加工切削用量的选择	164
三、加工孔走刀路线设计	165
四、固定循环指令	167
项目实施	179
一、加工工艺分析	179
二、编制加工程序(程序文件名 07001)	181
三、零件的仿真加工	182
知识拓展	183

一、FANUC Oi 系统固定循环指令	183
二、FANUC Oi 系统孔系加工实例	183
实操训练	184
一、实操零件图	184
二、程序编制	185
三、上机仿真校验程序并操作机床加工	187
四、实操评价	188
小结	189
自测题	189
项目八 端盖的数控加工工艺、编程及操作	191
项目导入	191
相关知识	191
一、缩放指令 G51、G50	191
二、旋转变换指令 G68、G69	192
三、镜像指令 G24、G25	194
项目实施	195
一、加工工艺分析	195
二、编制加工程序	195
三、零件的仿真加工	197
知识拓展	198
FANUC Oi - M 系统简化指令	198
实操训练一	200
一、实操零件图	200
二、程序编制	200
三、上机仿真校验程序并操作机床加工	206
四、实操评价	207
实操训练二	208
一、实操零件图	208
二、程序编制	209
三、上机仿真校验程序并操作机床加工	212
四、实操评价	213
小结	214
自测题	214
项目九 凸模板的宏程序加工	217
项目导入	217
相关知识	217
一、球头铣刀	217

二、曲面铣削路线	217
三、宏程序指令	218
项目实施	222
一、加工工艺分析	222
二、编制加工程序	222
三、零件的仿真加工	224
知识拓展	226
一、FANUC Oi 系统宏程序的相关知识	226
二、FANUC Oi 系统宏程序应用实例	228
实操训练	229
一、实操零件图	229
二、程序编制	230
三、上机仿真校验程序并操作机床加工	231
四、实操评价	232
小结	233
自测题	233
项目十 凸模的电火花线切割加工	235
项目导入	235
相关知识	235
一、电火花线切割加工概述	235
二、电火花线切割工艺与工装	237
三、电火花线切割编程方法	243
项目实施	245
一、加工工艺分析	245
二、3B 格式编制加工程序	245
知识拓展	246
一、4B 代码编程介绍	246
二、ISO 代码编程	247
实操训练	247
一、实操零件图	247
二、程序编制	248
三、操作机床加工	248
小结	248
自测题	249
附录 数控技能等级证仿真试题	250
一、数控车工	250
数控车工中级试题(一)	250

数控车工中级试题(二)	254
数控车工高级试题(一)	257
数控车工高级试题(二)	261
数控车工高级试题(三)	265
数控车工高级试题(四)	269
数控车工高级试题(五)	273
二、数控铣工	277
数控铣工中级试题(一)	281
数控铣工高级试题(二)	286
数控铣工高级试题(三)	292
数控铣工高级试题(四)	299
数控铣工高级试题(五)	305
三、加工中心	311
加工中心中级试题	311
加工中心高级试题	316
参考文献	323

绪 论

一、数控技术的发展

1. 数字控制及数控机床的概念

数字控制——NC (Numerical Control), 在机床领域是指用数字信号对机床的运行过程及加工过程实行控制的自动化技术。

数字控制机床是具有数字程序控制系统的机床, 简称数控机床。机床数字控制技术是把零件的加工尺寸和各种要求用代码化的数字表示后输入数控装置, 再经过处理与计算后, 发出各种控制信号, 使机床的运动及加工过程在程序控制下有步骤地进行, 并将零件自动加工出来的技术。

2. 数控机床的产生

1952 年, 美国帕森斯公司与麻省理工学院伺服机构实验室合作, 成功研制出一套三坐标联动、利用脉冲乘法器原理的试验性数字控制系统, 并将它装在一台立式铣床上, 这就是世界上第一台数控机床。

1953 年, 美国空军与麻省理工学院协作, 开始从事计算机自动编程的研究, 这就是研制 APT 自动编程系统的开始。

1959 年 3 月, 美国克耐·杜列克公司开发了带有自动换刀装置的数控机床, 称为“加工中心”。

由于当时控制计算机的价格十分昂贵, 1967 年, 英国首先把几台数控机床连接成具有柔性的加工系统, 这就是最初的柔性制造系统(FMS)。随着计算机技术的发展, 小型计算机的价格急剧下降, 小型计算机开始取代专用控制的硬件逻辑数控系统(NC), 数字控制的许多功能由软件程序实现, 出现了由计算机作为控制单元的数控系统(CNC)。

1970 年前后。美国英特尔(Intel)公司首先开发和使用微处理器。1974 年, 美国、日本等首先研制出以微处理器为核心的数控系统的数控机床。由于中、大规模集成电路的集成度和可靠性高、价格低廉, 因此, 20 多年来, 微处理器数控系统的数控机床得到飞速发展和广泛应用。这就是微机数控系统, 即 MNC 系统。

20 世纪 80 年代初, 国际上又出现了柔性制造单元(FMC)。柔性制造单元(FMC)和柔性制造系统(FMS)被认为是实现计算机集成制造系统(CIMS)的必经阶段和基础。

3. 我国数控技术发展现状及趋势

我国从 1958 年开始研制数控机床, 由清华大学研制出了最早的样机。1966 年我国诞生了第一台用于直线: 圆弧插补的晶体管数控系统。1970 年, 集成电路数控系统制造成功。但是由于历史的原因, 数控机床的发展很慢, 品种和数量都很少, 稳定性和可靠性也比较差, 只在

一些复杂的、特殊的零件加工中使用。

从 20 世纪 70 年代开始,数控技术在车、铣、钻、镗、磨、齿轮加工、电加工等领域全面展开,数控加工中心在上海、北京研制成功。但由于电子元器件的质量和制造工艺水平差,致使数控系统的可靠性、稳定性未得到解决,因此不能广泛推广。直到 20 世纪 80 年代,我国先后从日本、美国等国引进一些先进的数控系统和直流伺服电机、直流主轴电机技术,并进行了商品化生产,这些系统可靠性高、稳定性好、功能齐全,推动了我国数控机床的发展,使我国数控机床在质量、性能及水平上有了一个飞跃。到 1985 年,我国数控机床的品种累计达 80 多种,进入了实用阶段。

1986 年至 1990 年期间是我国数控机床大发展的时期。在此期间,通过实施国家重点科技攻关项目“柔性制造系统技术及设备开发研究”及重点科技开发项目“数控机床引进技术消化吸收”,推动了我国数控机床的发展。

20 世纪 90 年代以来,我国主要发展高档数控机床。

目前,在数控领域中,我国和先进的工业国家之间还存在一定的差距。随着我国加入 WTO,并成为世界制造中心,各行各业对数控机床的需要将会很大,数控机床也必然在国家建设中发挥更大的作用。

从发明第一台数控机床到现在的几十年中,数控技术迅猛发展。当前,数控技术的发展呈现以下发展趋势:

(1) 高速、高效、高精度、高可靠性。

高速、高效:机床向高速化方向发展,可充分发挥现代刀具材料的性能,不但可大幅度提高加工效率、降低加工成本,而且还可提高零件的表面加工质量和精度。超高速加工技术对制造业实现高效、优质、低成本生产有广泛的适用性。

高精度:从精密加工发展到超精密加工,是各工业强国发展的方向。其精度从微米级到亚微米级,乃至纳米级,应用范围日趋广泛。

高可靠性:是指数控系统的可靠性要高于被控设备的可靠性一个数量级以上。但也不是可靠性越高越好,仍然是适度可靠,受性能价格比的约束。

(2) 模块化、智能化、柔性化和集成化。

模块化、专门化与个性化:机床结构模块化,数控功能专门化,机床性能价格比显著提高并加快优化。个性化是近几年来特别明显的发展趋势。

智能化:智能化的内容包括在数控系统中的各个方面,一是为追求加工效率和加工质量方面的智能化;二是为提高驱动性能及使用连接方便方面的智能化;三是简化编程、简化操作方面的智能化;四是智能诊断、智能监控方面的内容,方便系统的诊断及维修等。

柔性化和集成化:柔性化是指加工系统能适应加工对象变化的能力。集成化指将多个加工过程集合到一起进行。柔性自动化技术是制造业适应动态市场需求及产品迅速更新的主要手段,是各国制造业发展的主流趋势,是先进制造领域的基础技术。

(3) 开放性。

为适应数控进线、联网、普及型个性化、多品种、小批量、柔性化及数控迅速发展的要求,NC 控制器透明以使机床制造商和用户可以自由地实现自己的思想。

(4) 出现新一代数控加工工艺与装备。

为适应制造自动化的发展,向 FMC、FMS 和 CIMS 提供基础设备,要求数字控制制造系统不仅能完成通常的加工功能,而且还要具备自动测量、自动上下料、自动换刀、自动更换主轴

头、自动误差补偿、自动诊断、进线和联网等功能。

二、数控机床的特点及应用范围

1. 数控机床的特点

数控机床是实现柔性自动化的重要设备,与其他加工设备相比,数控机床具有如下特点:

(1) 可以加工有复杂型面的工件。无论多么复杂的型面,只要能编制出加工程序就能加工出来。

(2) 加工精度高。数控机床是按程序指令进行加工的,而且数控机床本身的精度都比较高,定位精度一般达到了 $\pm 0.01\text{mm}$,重复定位精度为 $\pm 0.005\text{mm}$ 。由于数控机床加工完全是自动进行的,故消除了操作者人为产生的误差,使同一批工件的尺寸一致性好,加工质量十分稳定。

(3) 自动化程度高,劳动强度低。数控机床对工件的加工是按事先编好的程序自动完成的,工件加工过程中不需要人的干预,加工完毕后自动停车,使操作者的劳动强度与紧张程度大为减轻。加上数控机床一般都具有较好的安全防护、自动排屑、自动冷却和自动润滑装置,操作者的劳动条件也大为改善。

(4) 生产效率高。工件加工所需的时间主要包括机动时间和辅助时间两部分。数控机床能有效地减少这两部分的时间。由于数控机床的结构刚性好,能使用大切削用量的强力切削,提高了数控机床的切削效率,节省了机动时间。数控机床的移动部件空行程运动速度快,工件装夹时间短,辅助时间比一般机床少。数控机床更换工件时,不需要调整机床。同一批工件加工质量稳定,不需停机检验,使辅助时间大大缩短。在加工中心上加工时,一台机床实现了多道工序的连续加工,生产效率的提高更加明显。

(5) 良好的经济效益。数控机床虽然设备昂贵,分摊到每个工件上的设备费用较高,但用数控机床加工工件可以节省许多其他费用,如用数控机床加工工件可以节省划线工时,减少调整、加工和检验时间,节省了直接生产的生产费用;数控机床加工精度稳定,废品率低,使生产成本下降。另外,数控机床可以一机多用,节省厂房面积,减少建厂投资。因此,使用数控机床加工可以获得良好的经济效益。

(6) 有利于现代化生产管理。数控加工程序应用的是数字化信息,利用数控机床的通信接口与计算机联网,可以实现计算机辅助设计、制造和管理一体化。

2. 数控机床的应用范围

数控机床的性能特点决定了它的应用范围。

(1) 最适合于数控加工的零件:

- ① 批量小而又多次生产的零件;
- ② 几何形状复杂的零件;
- ③ 加工过程中必须进行多种加工的零件;
- ④ 必须严格控制公差零件;
- ⑤ 工艺设计会变化的零件;
- ⑥ 需全部检验的零件。

(2) 比较适合数控加工的零件:

- ① 价格昂贵,毛坯获得困难,不允许报废的零件;
- ② 切削余量大的零件;
- ③ 在通用机床上加工生产率低,劳动强度大,质量难控制的零件;
- ④ 用于改型比较、供性能或功能测试的零件;
- ⑤ 多品种、多规格、单件小批量生产的零件。

(3) 不适合于数控加工的零件:

- ① 利用毛坯作为粗基准定位进行加工的零件;
- ② 定位完全需人工找正的零件;
- ③ 必须用专用工艺装备,依据样板、样件加工的零件;
- ④ 大批量生产的零件。

三、数控机床的工作原理、组成及分类

1. 数控机床的工作原理

数控机床是一种高度自动化的机床,它在加工工艺与加工表面形成方法上与普通机床基本相同,最根本的不同在于实现自动化控制的原理与方法,数控机床是用数字化的信息来实现自动控制的。

在数控机床上加工零件时,首先要将被加工零件图上的几何信息和工艺信息数字化。先根据零件加工图样的要求确定零件加工的工艺过程、工艺参数、刀具参数,再按数控机床规定采用的代码和程序格式,将与加工零件有关的信息,如工件的尺寸、刀具运动中心轨迹、位移量、切削参数(主轴转速、切削进给量、背吃刀量)以及辅助操作(换刀、主轴的正转与反转、切削液的开与关)等编制成数控加工程序,然后将程序输入到数控装置中,经数控装置分析处理后,发出指令给控制机床进行自动加工。

2. 数控机床的组成

数控机床通常由程序载体、输入装置、数控装置、伺服驱动系统、强电控制系统、检测装置、机床本体与机床的零部件以及数控机床附件等组成。

1) 程序编制及程序载体

数控程序由数控机床自动加工零件所需工作指令组成,包含切削过程中所必需的机械运动、零件轮廓尺寸、工艺参数等加工信息。编制程序的工作可以人工进行,也可以在数控机床以外用计算机自动编程系统来完成。

编制好的零件加工程序,存放在控制介质(存储载体)上,常用的控制介质有穿孔纸带、磁带、磁盘等信息载体,采用哪种存储载体,取决于数控装置的设计类型。最早使用的存储载体是穿孔纸带,这种存储载体如今已经逐渐被淘汰。对于配置有计算机驱动器的数控机床,可以将程序存储在磁盘上,通过软驱输入系统。

2) 输入装置

输入装置的作用是将程序载体上的数控代码信息转换成相应的电脉冲信号并传送至数控装置的存储器。根据程序控制介质的不同,输入装置可以是光电阅读机、录放机或软

盘驱动器。

手动输入就是操作者利用机床上的键盘及显示屏输入加工指令。通信方式输入是指使用数控装置的串行口,通过相关软件和对有关参数的设定,直接读入在自动编程机上或其他计算机上编制好的程序。日前,随着 CAD、CAM、CIMS 技术的发展,越来越多地采用通信方式进行程序的传输。

3) 数控装置

数控装置是数控机床的核心,包括微型计算机、各种接口电路、显示器等硬件及相应的软件,它能完成信息的输入、存储、变换、插补运算以及各种控制功能。

4) 强电控制装置

强电控制装置是介于数控装置和机床机械、液压部件之间的控制系统。其主要作用是接收数控装置输出的主轴变速、换向、启动或停上,刀具的选择和更换,分度工作台的转位和锁紧,工件的夹紧或松开,切削液的开或关等辅助操作的信号,经必要的编译、逻辑判断、功率放大后直接驱动相应的执行元件,以完成指令所规定的动作,从而实现数控机床在加工过程中的全部自动操作。

5) 伺服控制装置

伺服系统是数控系统的执行部分。它接收数控装置的指令信息,经功率放大后,严格按指令的要求驱动机床的运动部件,完成规定的运动,加工出合格的零件。

伺服系统包括驱动装置和执行机构两大部分。目前大都采用直流或交流伺服电动机作为执行机构。

6) 检测装置

数控机床检测装置是对数控机床执行件的实际位置进行测量,不断地将工作台的位移量检测出来并反馈给数控系统的装置。数控系统利用其本身插补计算的理论与实际反馈的位置进行比较,以判断进给定位正确与否,同时辅助伺服系统达到更精确的进给定位,以弥补机械精度的不足。实际反馈位置的采集是由位置检测装置来实现的。常用的位置检测装置有感应同步器、光栅位置检测装置、光电脉冲编码器、旋转编码器、磁尺位置检测装置等。

7) 机床

与普通机床相比,数控机床主体结构虽然仍然由主传动装置、进给传动装置、床身及工作台和辅助装置组成,但其传动系统更为简单。并且数控机床的静态和动态刚度要求更高,传动装置的间隙要求尽可能小,滑动面的摩擦因数要小,并有恰当的阻尼,以适应对数控机床高定位精度和良好的控制性能的要求。

3. 数控机床分类

1) 按控制系统功能分类

按控制系统的功能特点可以将数控机床分为点位控制、点位直线控制、轮廓控制数控机床。

(1) 点位控制数控机床。其特点是刀具相对工件的移动过程中,不进行切削加工,对定位过程中的运动轨迹没有严格要求,仅要求实现从一坐标点到另一坐标点的精确定位。为了尽可能地减少刀具的运动时间并提高定位精度,刀具先是快速移动到接近终点的位置,然后降低移动速度,使之慢速趋近定位点,以确保定位精度。这类数控机床主要有数控坐标镗床、数控

钻床、数控冲床、数控测量机、数控点焊机、数控弯管机等。图 0-1 所示是点位控制钻孔加工示意图,从图中可以看出,从第一个孔到第二个孔,刀具的不同运动轨迹都能满足钻孔的要求。

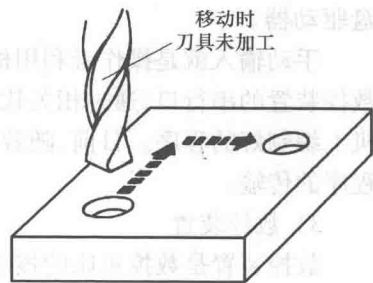


图 0-1 点位控制钻孔加工示意图

(2) 点位直线控制数控机床。其特点是不仅要控制从一坐标点到另一坐标点的精确定位,还要控制两相关点之间的移动速度和轨迹,其轨迹是平行机床各坐标轴的直线,或两轴同时移动形成的 45° 的斜线。点位直线控制数控机床虽然比点位控制数控机床的工艺范围广,但在实用中仍受到很大的限制。这类数控机床主要有经济型数控车床、数控镗铣床、数控加工中心等。图 0-2 所示是点位直线控制铣削加工示意图。

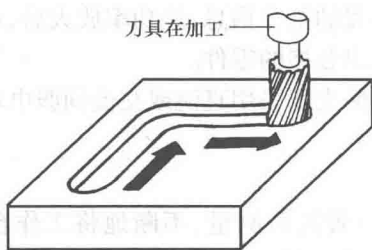


图 0-2 点位直线控制铣削加工示意图

(3) 轮廓控制数控机床。其特点是能够同时对两个或两个以上的坐标轴进行加工控制。加工时不仅能控制起点和终点坐标,而且要控制整个加工过程中每一个点的坐标和速度,即控制刀具运动轨迹,将工件加工成一定的轮廓形状。图 0-3 所示是轮廓控制铣削加工示意图。

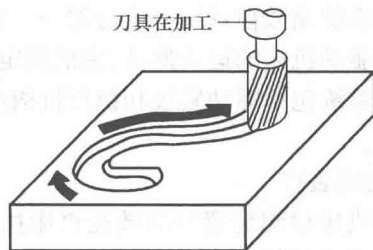


图 0-3 轮廓控制铣削加工示意图

2) 按伺服控制方式分类。数控机床按照伺服控制方式可分为开环控制和闭环控制两种。在闭环系统中,根据检测反馈装置安放的部位可分为全闭环控制和半闭环控制两种。

(1) 开环控制数控机床。其特点是不带检测反馈装置,这类数控机床主要使用步进电机。图 0-4 所示是典型的开环数控系统,数控装置将工件加工程序处理后,输出数字指令脉冲信号,通过驱动电路控制功率步进电机转动,再经减速器带动丝杠转动,从而使工作台移动。改变进给脉冲的数目和频率,就可以控制工作台的位移量和速度。指令信息单方向传送,并且指令发出后,不再反馈回来,故称为开环控制。



图 0-4 开环数控系统的结构框图

开环控制系统由于没有检测装置,也就没有纠正偏差的能力,因此它的控制精度较低。但由于其结构简单、调试方便、维修容易、造价低廉等优点,现仍被广泛应用于经济型数控机床及旧机床的数控化改造上。