

【就业·创业·立业技能培训丛书】

数控车工

快速入门

徐峰 主编



就业指导 创业帮手 立业之本



国防工业出版社
National Defense Industry Press

就业·创业·立业技能培训丛书

数控车工快速入门

徐峰 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

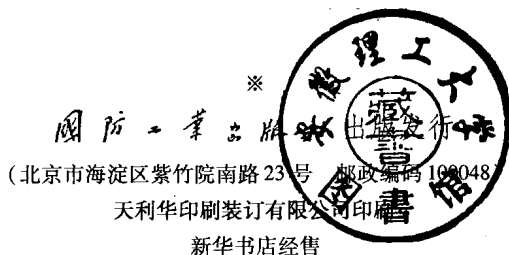
数控车工快速入门/徐峰主编. —北京:国防工业出版社,2009.3

(就业·创业·立业技能培训丛书)

ISBN 978-7-118-06139-0

I. 数... II. 徐... III. 数控机床:车床—车削—技术培训—教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 213662 号



(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 850 × 1168 1/32 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 307 千字

2009 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

《就业·创业·立业技能培训丛书》

编 委 会

编委会主任

长三角国家高技能人才培养中心主任
德国职业教育培训中国项目总监

马库斯·卡曼

编委会委员

长三角国家高技能人才培养中心
长三角国家高技能人才培养中心
长三角国家高技能人才培养中心
长三角国家高技能人才培养中心
长三角国家高技能人才培养中心
上海涂料研究所
江南大学机械学院
江苏华富电子有限公司
复芯微电子技术咨询公司
上海申宏制冷设备有限公司
上海旭菱电梯有限责任公司
南京航空航天大学
上海市政服务公司
上海第九建筑设计院

夏祖印
刘春玲
郝友军
康志威
宋智斌
李群英
张能武
张 军
王吉华
王亚龙
徐 峰
刘淑芳
潘旺林
高 霞

序

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争的事实,并日益严重,这已引起中央领导和社会各界广泛关注。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能人才培养领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造出一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,国防工业出版社特邀请长三角国家高技能人才培养中心组织有关专家编写了《就业·创业·立业技能培训丛书》。

该套丛书 2007 年出版了《车工快速入门》、《钳工快速入门》、《焊工快速入门》、《铣工快速入门》、《钣金工快速入门》、《模具工快速入门》、《涂装工快速入门》、《电工快速入门》、《维修电工快速入门》、《电机维修快速入门》、《电梯维修快速入门》、《制冷工快速入门》共 12 本,根据市场的需求本次出版《数控车工快速入门》、《水电工快速入门》、《电工识图快速入门》、《机械识图快速入门》、《建筑识图快速入门》共 5 本,以飨读者。

本套丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依

据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学员职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。同时,在编写过程中力求体现“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理、叙述通俗”的特色,为此在编写中从实际出发,简明扼要,没有过于追求系统及理论的深度,突出“入门”的特点,使读者能读懂学会,稍加训练就可掌握基本操作技能,从而达到实用速成、快速上岗的目的。

本套丛书便于广大技术工人自学,掌握基础理论知识和实际操作技能;同时,也可作为职业院校、培训中心、企业内部的技能培训教材。我们真诚地希望本套丛书的出版对我国高技能人才的培养起到积极的推动作用,能成为广大读者的“就业指导、创业帮手、立业之本”,同时衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议。

丛书编写委员会

2008年10月于上海

前 言

制造自动化是先进制造技术的重要组成部分,其核心技术是数控技术。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与工业界的普遍重视。专家们预言:21 世纪机械制造业的竞争,其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,亟需培养一大批熟悉数控加工工艺、能够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。为了适应我国高等职业技术教育发展及应用型技术人才培养的需要,我们经过反复的实践与总结,编写了这本入门教材。本书在内容上,突出实用性和针对性,便于阅读,使读者尽可能通过阅读此书来独立解决工作中所出现的各种问题。

本书共分 6 个单元,重点介绍了现代数控车床的基础知识、数控车削加工工艺、数控车床的操作要点、数控车床编程基础,并列举了典型车削加工综合实例。本书可供广大数控加工技术人员学习和参考,同时也可作为一些企业的培训教材。

由于水平有限,加上数控技术发展迅速,本书难免有不足之处,望读者和各位同仁提出宝贵意见。

编者

2008 年 8 月

目 录

第一单元 数控车床基础知识	1
课题一 数控车削加工基础	1
一、概述	1
二、数控车削加工原理	2
三、数控车削加工特点	2
四、数控车削加工的应用	4
课题二 数控车床概述	7
一、数控车床的功能及特点	7
二、数控车床的布局	10
三、数控车床的分类及用途	12
四、数控车床的数控系统	13
五、数控车床的机械机构	19
六、常用的 CNC 系统简介	27
第二单元 数控车削加工工艺	31
课题一 数控车削加工工艺的制定	31
一、零件加工的工艺性分析	31
二、零件基准和加工定位基准的选择	32
三、加工工序的确定	33
四、加工顺序的确定	34
五、进给路线的确定	35
六、退刀与换刀	40
七、切削用量的选择	43

八、加工工艺文件	45
课题二 数控车床刀具的选择与装夹	45
一、数控车刀的类型与选择	46
二、数控车床刀具的安装	48
课题三 数控车床对刀	53
一、刀位点	53
二、刀补的测量	53
三、试切法对刀的步骤	57
四、工件坐标系建立的步骤	58
课题四 典型零件数控车削工艺分析	59
一、轴类零件	59
二、轴套类零件	62
第三单元 数控车床编程基础	74
课题一 数控编程基础知识	74
一、数控编程的基本概念	74
二、数控机床的坐标系统	77
三、数控加工程序与指令代码	82
课题二 数控车床的程序编制	89
一、数控车床的编程特点	89
二、数控车床的坐标系统	89
三、数控系统的功能介绍	93
四、S、F、T 功能	96
五、基本编程指令	97
六、换刀点的设置与自动换刀	104
七、刀具补偿功能	107
八、固定循环功能	111
九、螺纹车削加工	128
十、倒角与倒圆角	135
课题三 典型车床数控系统编程指令	137

一、华中 HNC - 21/22TG 车床数控系统编程指令简介···	137
二、SINUMERIK 802D 系统编程指令简介·····	150
课题四 数控车削编程实例·····	159
一、轴类零件加工·····	159
二、盘类零件的数控车削加工·····	165
第四单元 数控车床的操作及维护·····	168
课题一 数控车床的操作·····	168
一、数控车床的操作方法·····	168
二、数控车床的安全操作规程·····	179
课题二 典型数控车床操作要点·····	181
一、FANUC Oi - TA 系统的操作方法·····	181
二、SIEMENS 802S/C 系统的操作方法·····	193
课题三 数控车床的维护·····	206
一、数控车床日常维护及保养·····	206
二、车床常见故障及排除方法·····	208
第五单元 典型数控车削加工综合实例·····	217
一、复杂型面加工·····	217
二、壁套加工·····	221
三、偏心轴加工·····	223
四、锥孔螺母套加工·····	226
五、盘类零件加工·····	231
六、组合零件加工·····	238
七、大力神杯加工·····	243
八、酒杯加工·····	246
第六单元 典型数控车床加工实例·····	251
课题一 SINUMERIK 802S 系统数控车床的加工实例·····	251
一、数控车床编程方法·····	251
二、数控车床操作要点·····	295
三、数控车床加工实训·····	316

课题二 PUMA - 8HC - 3A 卧式车削加工中心的操作.....	339
一、简介	340
二、控制面板与操作	340
参考文献	364

第一单元 数控车床基础知识

课题一 数控车削加工基础

一、概述

在机械制造行业中,机床是一种主要的生产设备。机械行业的产品,其结构日趋复杂,精度和性能要求日趋提高,因此对生产设备——机床也相应地提出了高效率、高精度和高自动化的要求。

大批大量生产的产品,如汽车、拖拉机与家用电器的零件,为了提高产量和质量,广泛采用组合机床、凸轮控制的多刀多工位机床以及专用的自动生产线和自动化车间进行加工。但是应用这类专用机床和生产设备,生产准备周期长,使更新产品及修改加工工艺的时间较长,费用较高,制约了产品的更新换代。在制造行业中,单件与小批量产品占 70% ~ 80%,这类产品的零件一般都采用通用机床来加工,通用机床的自动化程度不高,基本上由人工操作,难于提高生产效率和保证产品质量。特别是一些由曲线、曲面组成的复杂零件,只能借助划线和样板用手工操作的方法来加工,或者利用靠模和仿形机床来加工,其加工精度和生产效率仍会受到很大的限制。

数控机床就是为了解决单件、小批量、多品种,特别是复杂型面零件加工的自动化并保证质量要求而产生的。从第一台数控机床问世到现在的半个世纪中,数控技术的发展非常迅速,几乎所有品种的机床都实现了数控化。数控机床的应用领域也从航空工业部门逐步扩大到汽车、造船、机床、建筑等民用机械制造行业。此外,还出现了金属成型类数控机床。这些都说明,数控机床已成为组成

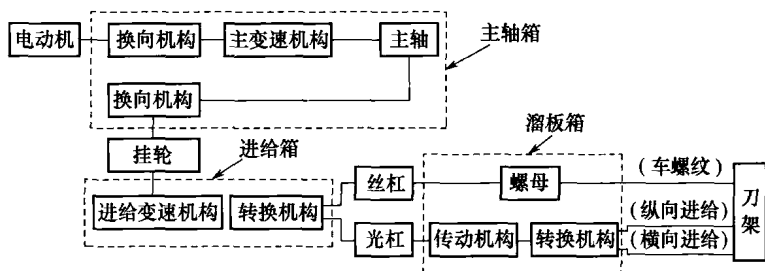
现代机械制造生产系统、实现计算机辅助设计(CAD)、制造(CAM)、检验(CAT)与生产管理等全部生产过程自动化的基本条件。

二、数控车削加工原理

数控车削在加工工艺的角度上与普通车削没有本质的区别,但由于两者所使用的设备不同,工艺特点也将有所不同。

数控机床是用数字信息进行控制的机床。即把加工信息代码化、将刀具移动轨迹信息记录在程序介质上、然后送入数控系统经过译码和运算、控制机床刀具与工件的相对运动、控制加工所要求的各种状态,加工出所需工件的一类机床即为数控机床。

数控车床是数控金属切削机床中最常用的一种机床。数控车床的主运动和进给运动是由不同的电动机进行驱动的,而且这些电动机都可以在机床的控制系统控制下,实现无级调速。从图1-1、图1-2的对比中,可以了解到:普通车床的传动是由一台电动机驱动的,它只能在一次调整完毕后,以固定的速度和方向进行加工;而数控车床则是由多台电动机驱动,它可以随时由数控系统对各台电动机进行控制,随时改变加工的速度和方向,因而可以加工出各种复杂的零件。



三、数控车削加工特点

数控车床在机械制造中得到日益广泛地应用,是因为它具有如下特点:

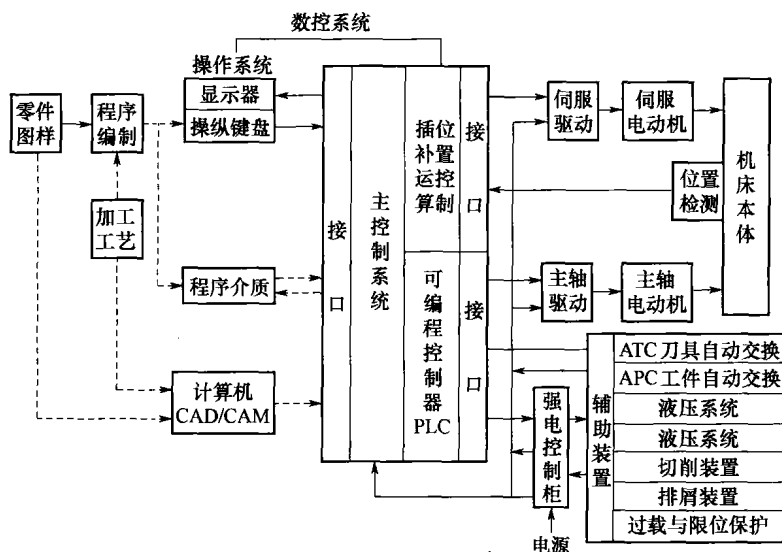


图 1-2 数控车床的传动示意图

(1) 适应能力强,适于多品种、小批量零件的加工。在传统的自动或半自动车床上加工一个新零件,一般需要调整车床或车床附件,以使车床适应加工零件的要求;而使用数控车床加工不同形状的零件时,只要重新编制或修改加工程序(软件)就可以迅速达到加工要求,大大缩短了更换车床硬件的技术准备时间,因此适用于多品种、单件或小批量加工。

(2) 加工精度高,加工质量稳定。由于数控车床集机、电等高新技术为一体,加工精度普遍高于普通车床。数控车床的加工过程是由计算机根据预先输入的程序进行控制的,这就避免了因操作者技术水平的差异而引起的产品质量的不同。对于一些具有复杂形状的工件,普通车床几乎不可能完成,而数控车床只是编制较复杂的程序就可以达到目的,必要时还可以用计算机辅助编程或计算机辅助加工,利用软件进行精度校正和补偿,可以避免人为的误差。另外数控车床的加工过程不受情绪变化的影响。

(3) 减轻劳动强度,改善劳动条件。数控车床的加工,除了装

卸零件、操作键盘、观察车床运行外,其他的车床动作都是按加工程序要求自动连续地进行切削加工,操作者不需进行繁重的重复手工操作。所以普通车床需要人工全过程进行手工操作,包括工件的装夹、切削进给等;而数控车床加工时,编制好程序后,只需装夹工件,大大降低了劳动强度。

(4) 具有较高的生产率和较低的加工成本。机床生产率主要是指加工一个零件所需要的时间,其中包括机动时间和辅助时间。数控车床的主轴转速和进给速度变化范围很大,并可无级调速,加工时可选用最佳的切削速度和进给速度,可实现恒转速和恒切速,以使切削参数最优化,这就大大地提高了生产率,降低了加工成本,尤其对大批量生产的零件,批量越大,加工成本越低。

批量生产。对于批量生产,特别是大批量生产,在保证加工质量的前提下要突出加工效率和加工过程的稳定性,其加工工艺与单件、小批量不同。例如夹具选择、进给路线安排、刀具排列位置和使用顺序等都要仔细斟酌。

单件生产。与批量生产相对的是单件生产。单件生产的最大特点是要保证一次合格率,特别是具有复杂形状和高精度要求的工件。在单件生产中与合格率相比,效率退居其次。

单件生产所使用的数控工艺在进给路线、刀具安排、换刀点设置等方面不同于批量生产。与批量生产相比,单件生产要避免过长的生产准备时间。

四、数控车削加工的应用

1. 数控车削加工零件的类型

车床车削的主运动是工件装卡在主轴上的旋转运动,配合刀具在平面内的运动可加工出的工件是回转体零件。回转体零件分为轴套类、轮盘类和其他类几种。轴套类和轮盘类零件的区分在于长径比,一般将长径比大于1的零件视为轴类零件;长径比小于1的零件视为轮盘类零件。

(1) 轴套类零件。轴套类零件的长度大于直径,轴套类零件

的加工表面大多是内、外圆周面。圆周面轮廓可以是与 Z 轴平行的直线,切削形成台阶轴,轴上可有螺纹和退刀槽等;也可以是斜线,切削形成锥面或锥螺纹;还可以是圆弧或曲线(用参数方程编程),切削形成曲面。

(2) 轮盘类零件。轮盘类零件的直径大于长度,轮盘类零件的加工表面多是端面,端面的轮廓也可以是直线、斜线、圆弧、曲线或端面螺纹、锥面螺纹等。

(3) 其他类零件。数控车床与普通车床一样,装上特殊卡盘就可以加工偏心轴或在箱体、板材上加工孔或圆柱。

2. 数控车床加工的主要对象

数控车削是数控加工中用得最多的加工方法之一。由于数控车床具有加工精度高、能作直线和圆弧插补,还有部分车床数控装置具有某些非圆曲线插补功能以及在加工过程中能自动变速等特点,因此其工艺范围较普通车床宽得多。针对数控车床的特点,下列几种零件最适合数控车削加工。

(1) 精度要求高的回转体零件。由于数控车床刚性好,制造和对刀精度高,以及能方便和精确地进行人工补偿和自动补偿,所以能加工尺寸精度要求较高的零件。在有些场合可车代磨。此外,数控车削的刀具运动是通过高精度插补运算和伺服驱动来实现的,再加上机床的刚性好和制造精度高,所以它能加工对母线直线度、圆度、圆柱度等形状精度要求高的零件。对于圆弧以及其他曲线轮廓,加工出的形状与图纸上所要求的几何形状的接近程度比用仿形车床要高得多。不少位置精度要求高的零件用普通车床车削时,因机床制造精度低,工件装夹次数多,而达不到要求,只能在车削后用磨削或其他方法弥补。例如,图 1-3 所示的轴承内圈,若采用液压半自动车床和液压仿形车床加工,需多次装夹,因而会造成较大的壁厚差,达不到图纸要求。如果改用数控车床加工,一次装夹即可

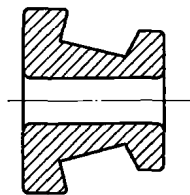


图 1-3 轴承内圈示意图

完成滚道和内孔的车削,壁厚差大为减小,且加工质量稳定。

(2) 表面粗糙度要求高的回转体零件。某些数控车床具有恒线速切削功能,能加工出表面粗糙度值小而均匀的零件。在材质、精车余量和刀具已选定的情况下,表面粗糙度取决于进给量和切削速度。在普通车床上车削锥面和端面时,由于转速恒定不变,致使车削后的表面粗糙度不一致,只有某一直径处的粗糙度值最小。使用数控车床的恒线速切削功能,就可选用最佳线速度来切削锥面和端面,使车削后的表面粗糙度值既小又一致。数控车削还适合于车削各部位表面粗糙度要求不同的零件。粗糙度值要求大的部位选用大的进给量,要求小的部位选用小的进给量。

(3) 轮廓形状特别复杂或难以控制尺寸的回转体零件。由于数控车床具有直线和圆弧插补功能,部分车床数控装置还有某些非圆曲线插补功能,所以可以车削由任意直线和平面曲线组成的形状复杂的回转体零件。难于控制尺寸的零件,如图 1-4 所示的壳体零件封闭内腔的成型面,“口小肚大”,在普通车床上是无法加工的,而在数控车床上则很容易加工出来。

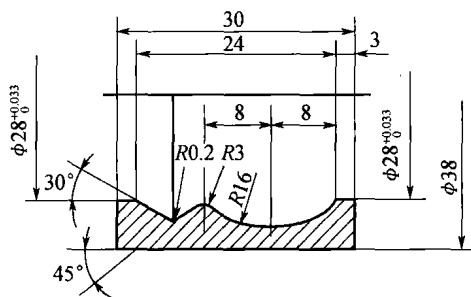


图 1-4 成型内腔零件示例

(4) 带特殊螺纹的回转体零件。普通车床所能车削的螺纹相当有限,它只能车等导程的直、锥面公、英制螺纹,而且一台车床只能限定加工若干种导程的螺纹。数控车床不但能车削任何等导程的直、锥面螺纹和端面螺纹,而且能车增导程、减导程及要求等导