



1+X 职业技术·职业资格培训教材

SHUKONGCHEGONG

数控车工

人力资源和社会保障部教材办公室
中国就业培训技术指导中心上海分中心 组织编写
上海市职业技能鉴定中心

(四级)



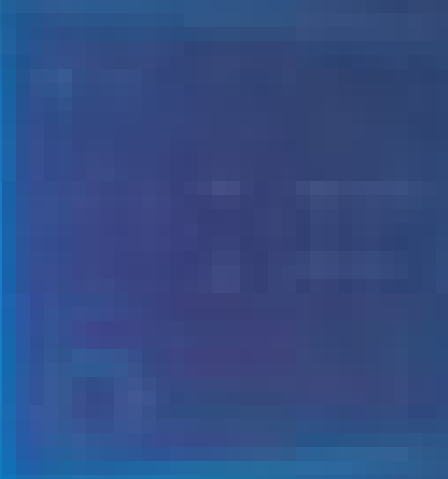
中国劳动社会保障出版社



疯狂车工

一个中国机床工人在美国的生活与奋斗
——中国机床工人在美国的生活与奋斗——
中国机床工人在美国的生活与奋斗

（美国）



中国机床工人在美国的生活与奋斗

1+X 职业技术·职业资格培训教材

SHUKONGCHEGONG

数控车工

(四级)

主 编 徐卫东
副 主 编 张慧英
编 者 王永清 吴彩君 郁 威 沈俊英 路 娟
主 审 程奕鸣



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控车工：四级/人力资源和社会保障部教材办公室等组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2015

1 + X 职业技术·职业资格培训教材

ISBN 978 - 7 - 5167 - 1583 - 3

I. ①数… II. ①人… III. ①数控机床-车床-车削-技术培训-教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 016030 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

*

三河市华骏印务包装有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 25 印张 471 千字

2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

定价：56.00 元

读者服务部电话：(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话：(010) 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错，请与本社联系调换：(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合，大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动，敬请广大读者协助举报，经查实将给予举报者奖励。

举报电话：(010) 64954652

内 容 简 介

本教材由人力资源和社会保障部教材办公室、中国就业培训技术指导中心上海分中心、上海市职业技能鉴定中心依据上海 1 + X 数控车工（四级）职业技能鉴定细目组织编写。教材从强化培养操作技能，掌握实用技术的角度出发，较好地体现了当前最新的实用知识与操作技术，对于提高从业人员基本素质，掌握数控车工（四级）的核心知识与技能有直接的帮助和指导作用。

本教材根据本职业的工作特点，以能力培养为根本出发点，采用模块化的编写方式。全书共分为 6 章，内容包括辨别数控机床及认识数控车床、数控车削加工工艺、数控车床编程、数控车床仿真操作加工、数控车床实际操作加工、零件测量与数控车床维护等。

本教材第 1 章、第 3 章由张慧英编写，第 2 章由王永清编写，第 4 章第 1 节由郁威编写，第 4 章第 2 节由沈俊英编写，第 4 章第 3 节由路娟编写，第 5 章由徐卫东编写，第 6 章由吴彩君编写。全书由徐卫东修改统稿，郁威对全书文字进行了校对，全书由程奕鸣主审。

本教材可作为数控车工（四级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供全国中、高等职业院校相关专业师生参考使用，以及本职业从业人员培训使用。

前 言

职业培训制度的积极推进,尤其是职业资格证书制度的推行,为广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能,提高就业能力、工作能力和职业转换能力提供了可能,同时也为企业选择适应生产需要的合格劳动者提供了依据。

随着我国科学技术的飞速发展和产业结构的不断调整,各种新兴职业应运而生,传统职业中也越来越多、越来越快地融进了各种新知识、新技术和新工艺。因此,加快培养合格的、适应现代化建设要求的高技能人才就显得尤为迫切。近年来,上海市在加快高技能人才建设方面进行了有益的探索,积累了丰富而宝贵的经验。为优化人力资源结构,加快高技能人才队伍建设,上海市人力资源和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试,推出了1+X培训与鉴定模式。1+X中的1代表国家职业标准,X是为适应经济发展的需要,对职业的部分知识和技能要求进行的扩充和更新。随着经济发展和技术进步,X将不断被赋予新的内涵,不断得到深化和提升。

上海市1+X培训与鉴定模式,得到了国家人力资源和社会保障部的支持和肯定。为配合1+X培训与鉴定的需要,人力资源和社会保障部教材办公室、中国就业培训技术指导中心上海分中心、上海市职业技能鉴定中心联合组织有关方面的专家、技术人员共同编写了职业技术·职业资格培训系列教材。

职业技术·职业资格培训教材严格按照1+X鉴定考核细目进行编写,教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的核心知识与技能,较好地体现了适用性、先进性与前瞻性。聘请编写1+X鉴定考核细目的专家,以及相关行业的专家参与教材的编审工作,保证了教材内容的科学性及与鉴定考核细目以及题库的紧密衔接。

职业技术·职业资格培训教材突出了适应职业技能培训的特色,使读者通

过学习与培训，不仅有助于通过鉴定考核，而且能够有针对性地进行系统学习，真正掌握本职业的核心技术与操作技能，从而实现从懂得了什么到会做什么的飞跃。

职业技术·职业资格培训教材立足于国家职业标准，也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核，以及高技能人才培养提供借鉴或参考。

新教材的编写是一项探索性工作，由于时间紧迫，不足之处在所难免，欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

人力资源和社会保障部教材办公室
中国就业培训技术指导中心上海分中心
上海市职业技能鉴定中心

目 录

第1章 辨别数控机床及认识数控车床	1
第1节 认识数控机床	2
学习单元1 数控机床简介	2
学习单元2 数控机床的分类	5
学习单元3 数控机床的应用特点及其发展	10
第2节 数控车床结构	14
学习单元1 数控车床的结构布局	14
学习单元2 数控车床的特征	16
学习单元3 数控车床的选用	18
第3节 认识数控车床构造	24
学习单元1 数控车床的主传动系统	24
学习单元2 数控车床的进给传动系统	28
第4节 数控车床的伺服系统	41
学习单元1 数控车床的伺服电动机	41
学习单元2 数控车床的位置检测装置	44
第2章 数控车削加工工艺	49
第1节 数控加工工艺基础	50
学习单元1 刀具准备	50
学习单元2 切削要素	64
第2节 工件的定位与夹紧	66

学习单元1 定位原理与夹紧	66
学习单元2 定位基准的选择	68
学习单元3 数控车床常用夹具	72
第3节 数控车削加工工艺规程	81

第3章 数控车床编程

第1节 数控车床编程准备知识	96
学习单元1 数控车床编程入门	96
学习单元2 数控车床坐标系	98
学习单元3 数控车床编程方法	102
学习单元4 程序编制的数学处理	110
学习单元5 计算机辅助编程基础	113
第2节 数控车床编程指令	118
学习单元1 基本编程指令	118
学习单元2 刀尖圆弧半径补偿	127
学习单元3 单一固定循环指令 (FANUC-0i 系统)	133
学习单元4 复合固定循环指令 (FANUC-0i 系统)	137
学习单元5 螺纹切削循环指令	150
学习单元6 子程序编程	157

第4章 数控车床仿真操作加工

第1节 FANUC-0i 仿真系统操作	164
---------------------------	-----

学习单元 1 轴类零件加工仿真系统操作	164
学习单元 2 盘类零件加工仿真系统操作	189
第 2 节 PA8000 仿真系统操作	201
学习单元 1 轴类零件的仿真操作加工	201
学习单元 2 盘类零件的仿真操作加工	224
第 3 节 SIEMENS 802S 仿真系统操作	235
学习单元 1 轴类零件的仿真操作加工	235
学习单元 2 盘类零件的仿真操作加工	256
第 5 章 数控车床实际操作加工	267
第 1 节 FANUC -0i 系统数控车床操作	268
学习单元 1 轴类零件的实际操作加工	268
学习单元 2 盘类零件的实际操作加工	285
第 2 节 PA8000 系统数控车床操作	291
学习单元 1 轴类零件的实际操作加工	291
学习单元 2 盘类零件的实际操作加工	311
第 3 节 SIEMENS 802S 系统数控车床操作	320
学习单元 1 轴类零件的实际操作加工	320
学习单元 2 盘类零件的实际操作加工	334
第 8 章 零件测量与数控车床维护	343
第 1 节 零件测量	344
学习单元 1 技术测量基础知识	344
学习单元 2 零件形位误差的测量	348



第2节 常用量具使用	360
学习单元1 轴类零件的测量	360
学习单元2 套类零件的测量	366
学习单元3 其他量具和量具保养	372
第3节 数控车床的日常维护与故障诊断	380
学习单元1 数控车床的日常维护	380
学习单元2 数控车床的故障诊断	386



1

第 1 章

辨别数控机床及认识数控车床

第 1 节	认识数控机床	/2
第 2 节	数控车床结构	/14
第 3 节	认识数控车床构造	/24
第 4 节	数控车床的伺服系统	/41

第 1 节 认识数控机床



学习单元 1 数控机床简介



学习目标

1. 认知数控机床
2. 了解数控机床的基本工作过程
3. 了解数控机床的组成



知识要求

一、数控机床的定义

数控（NC）是数字控制（Numerical Control）的简称，国家标准《机床数字控制术语》（GB 8129—1987）将“数控”定义为用数字化信息对机床运动及其加工过程进行控制的一种方法。

数控机床是数字控制机床（computer numerical control machine tools）的简称，是一种装有程序控制系统的自动化机床，又称 NC 机床。该控制系统能够逻辑地处理具有控制编码或其他符号指令的程序，并将其译码，从而使机床动作并加工零件。而现代的数控机床由于是通过计算机进行控制的，因而又称 CNC 机床。

二、数控机床的工作过程

数控机床的工作原理如图 1—1 所示。根据零件的图样，将工件的几何数据和工艺数据等加工信息按规定的代码和格式手工或用计算机编制成零件的数控加工程序，通过手动输入方式或用计算机和数控机床的接口直接进行通信等方法，将所编写的零件加工程序输入数控装置，数控装置就依照其数码指令进行一系列的处理和运算，变成脉冲信号，并输

入驱动装置，带动机床传动机构。这样，机床工作部件即有次序地按要求的程序自动进行工作，加工出符合图样要求的零件。

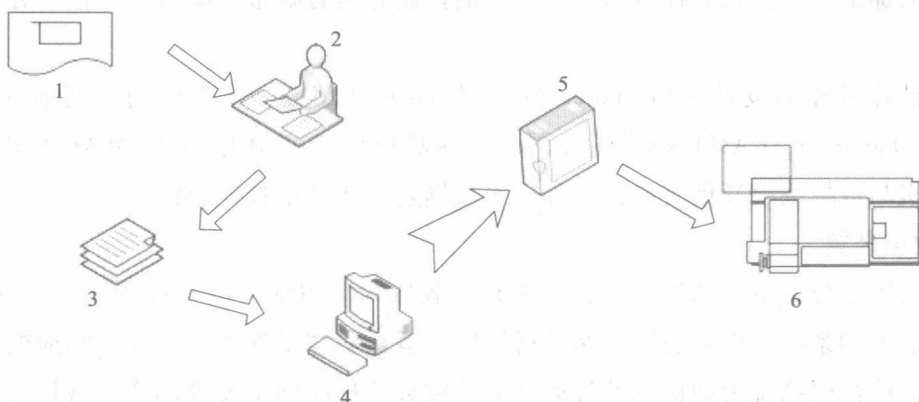


图 1—1 数控机床的工作原理

1—零件图样 2—程序设计 3—程序单 4—计算机 5—数控装置 6—机床

数控机床的基本工作过程如图 1—2 所示。

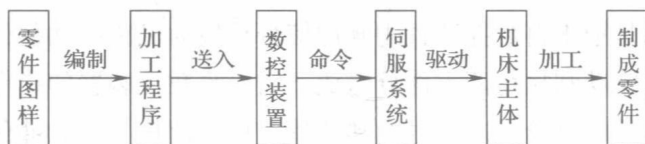


图 1—2 数控机床的基本工作过程

三、数控机床的组成

一台完整的数控机床主要由控制介质（如磁盘等）、数控装置、伺服系统、反馈装置、机床本体及辅助装置组成，如图 1—3 所示为其基本框图。

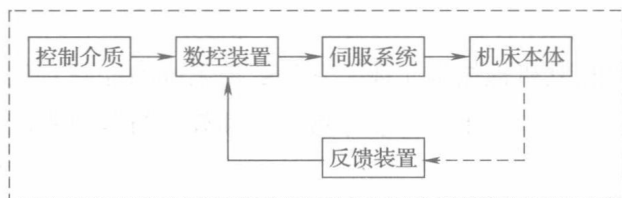


图 1—3 数控机床的组成

1. 控制介质

数控机床工作时，不用人去直接操作机床，但又要执行人的意图，这就必须在各个数

控机床之间建立某种联系，这种联系的中间媒介物称为控制介质。在数控机床加工时，控制介质是存储数控加工所需要的全部动作和刀具相对于工件位置等信息的信息载体，它记载着零件的加工工序。在数控机床中，常用的控制介质有磁带、磁盘或其他可存储代码的载体。

随着计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）、计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing, CAM）技术的发展，有些数控设备利用 CAD/CAM 软件编程，然后通过计算机与数控系统通信接口，将程序等数据直接传送给数控装置。

2. 数控装置

数控装置是数控机床的核心。其功能是接收输入装置输入的数控程序中的加工信息，经过数控装置的系统软件或逻辑电路进行译码、运算和逻辑处理后，发出相应的脉冲送给伺服系统，使伺服系统带动机床的各运动部件按数控程序预定要求动作。数控装置主要由输入装置、运算控制器（CPU）、输出装置组成。数控装置作为数控机床的“指挥系统”，能完成信息的输入、存储、变换、插补运算以及实现各种控制功能。

目前均采用微型计算机作为数控装置。

3. 伺服系统

伺服系统的作用是把来自数控装置的脉冲信号转换为机床移动部件的运动，它是数控机床的执行机构，由驱动和执行两大部分组成。它接收数控装置的指令信息，并按指令信息的要求控制执行部件的进给速度、方向和位移。指令信息是以脉冲信息体现的，每一脉冲使机床移动部件产生的位移量称为脉冲当量。常用的脉冲当量为 $0.001 \sim 0.01 \text{ mm}$ 。

伺服系统由伺服驱动电动机和伺服驱动装置组成，包括主轴驱动单元（主要是速度控制）、进给驱动单元（主要有速度控制和位置控制）、主轴电动机、进给电动机等。目前，在数控机床的伺服机构中，常用的位移执行机构有步进电动机、直流伺服电动机、交流伺服电动机。数控装置的指令主要依靠伺服系统付诸实施，所以，伺服系统是数控机床的重要组成部分。

4. 机床本体

数控机床的本体是指其机械结构实体，它是数控系统的控制对象，是实现零件加工的执行部件，它包括床身、底座、工作台、床鞍、主轴等。与普通机床相比，数控机床的机床本体具有以下特点：

- （1）采用高性能的主轴及进给伺服驱动装置，机械传动结构简化，传动链较短。
- （2）机械结构具有较高的动态特性、动态刚度、阻尼精度、耐磨性及抗热变形性能，适应连续加工。
- （3）采用高效传动件，如精密滚珠丝杠、直线滚动导轨副等。

5. 反馈装置

测量元件将数控机床各坐标轴的位移指令值检测出来并经反馈系统输入机床的数控系统中，数控系统将反馈回来的实际位移值与设定值进行比较，并向伺服系统输出达到设定值所需的位移量指令。

6. 辅助装置

辅助装置主要包括换刀机构、工件自动交换机构、工件夹紧机构、润滑装置、冷却装置、照明装置、排屑装置、液压及气动系统、过载保护与限位保护装置等。



学习单元2 数控机床的分类



学习目标

1. 了解数控机床的主要分类
2. 熟悉各分类的特点



知识要求

一、按工艺用途分类

1. 金属切削类

(1) 普通数控机床。普通数控机床一般是指在加工工艺过程中的一个工序上实现数字控制的自动化机床，如数控铣床、数控车床、数控钻床、数控磨床与数控齿轮加工机床等。

(2) 加工中心。加工中心是指带有刀库和自动换刀装置的数控机床，零件在一次装夹后，可以将其大部分加工面进行铣削、镗削、钻孔、扩孔、铰孔及攻螺纹等多工序加工，如镗铣加工中心、车削中心、钻削中心等。

2. 板材加工类

板材加工类数控机床是指采用挤、冲、压、拉等成形工艺的数控机床，常用的有数控压力机、数控折弯机、数控弯管机等。

3. 特种加工类

特种加工类数控机床主要有数控电火花线切割机、数控电火花成形机、数控火焰切割

机、数控激光加工机等。

4. 测量绘图类

测量绘图类数控机床主要有三坐标测量仪、数控对刀仪、数控绘图仪等。

二、按运动方式分类

1. 点位控制

如图 1—4 所示，点位控制是指数控系统只控制刀具或工作台从一点移至另一点的准确定位，然后进行定点加工，而点与点之间的路径不需控制。在移动和定位过程中刀具不进行切削加工。采用这类控制的机床有数控钻床、数控镗床和数控坐标镗床等。

2. 直线控制

如图 1—5 所示，直线控制是指数控系统除控制直线轨迹的起点和终点的准确定位外，还要控制在这两点之间以指定的进给速度进行直线切削。采用这类控制的机床有数控铣床、数控车床和数控磨床等。

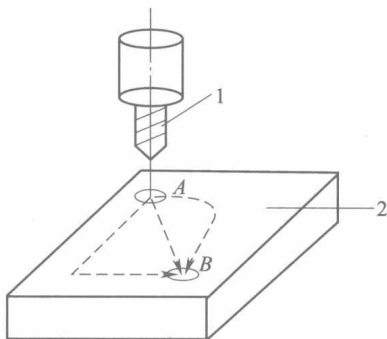


图 1—4 点位控制数控机床加工方式

1—刀具 2—工件

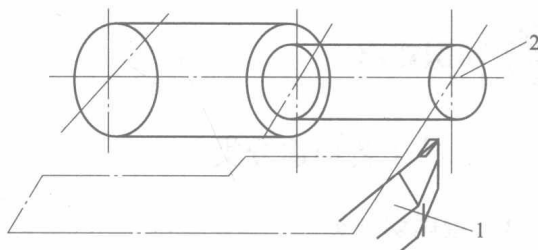


图 1—5 直线控制数控机床加工方式

1—刀具 2—工件

3. 轮廓控制

如图 1—6 所示，大部分机床具有轮廓控制切削功能，这类机床能够对两个或两个以上运动坐标的位移及速度进行连续相关的控制，因而可以进行曲线或曲面的加工。采用轮廓控制功能的数控机床有数控车床、数控铣床、加工中心等。

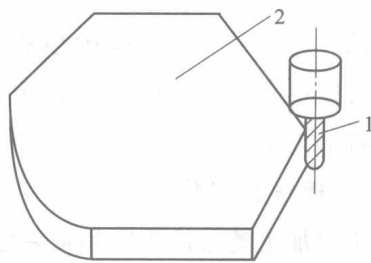


图 1—6 轮廓控制数控机床加工方式

1—刀具 2—工件