



技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

数控车工 (高级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

沈建峰 虞俊 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

数控车工（高级）

国家职业资格培训教材编审委员会 编
沈建峰 虞俊 主编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准》高级数控车工的知识要求和技能要求,按照岗位培训需要的原则编写的。本书的主要内容包括:数控车床概述、数控车削加工工艺、FANUC系统数控车床的编程与操作、SIEMENS系统数控车床的编程与操作、数控车床典型零件加工、自动化编程。通过大量的实例详细地介绍了数控车削加工工艺、程序编制及具体操作。书末附有与之配套的试题库和答案,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。为弥补师资力量不足企业的培训和读者自学,还配制了VCD光盘。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的教材,也可以作为高级技校、技师学院、高职、各种短训班的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控车工(高级)/沈建峰,虞俊主编. —北京:机械工业出版社, 2006.9

国家职业资格培训教材
ISBN 7-111-19887-5

I. 数... II. ①沈... ②虞... 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(2006)第109209号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:邓振飞 版式设计:霍永明 责任校对:申春香
封面设计:饶薇 责任印制:洪汉军
三河市宏达印刷有限公司印刷
2007年1月第1版第1次印刷
148mm×210mm·13.5印张·383千字
0001—5000册
定价:35.00元(含1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294
编辑热线电话(010)88379083
封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主任	于 珍			
副主任	郝广发	李 奇	洪子英	
委员	(按姓氏笔画排序)			
	王 蕾	王兆晶	王英杰	王昌庚
	田力飞	刘云龙	刘书芳	刘亚琴 (常务)
	朱 华	沈卫平	汤化胜	李春明
	李家柱	李晓明	李超群 (常务)	
	李培根	李援瑛	吴茂林	何月秋 (常务)
	张安宁	张吉国	张凯良	陈业彪
	周新模	郑 骏	杨仁江	杨君伟
	杨柳青	卓 炜	周立雪	周庆轩
	施 斌	荆宏智 (常务)		柳吉荣
	徐 彤 (常务)		黄志良	潘 茵
	潘宝权	戴 勇		
顾问	吴关昌			
策 划	李超群	荆宏智	何月秋	
本书主编	沈建峰	虞俊		
本书参编	章志成	金伟龙	朱勤惠	孙春花
本书主审	韩鸿鸾			

序

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。

进入21世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占3.5%，与发达国家40%的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年50万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工 作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149种，“机械工人操作技能培训教材”85种，“机械工人职业技能培训教材”66种，“机械工业技

师考评培训教材”22种，以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种，基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强，覆盖面广，层次齐备，成龙配套等特点，受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来，我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》，其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定，将国家职业资格分为5个等级：初级（5级）、中级（4级）、高级（3级）、技师（2级）、高级技师（1级）。为与新的《国家职业标准》配套，更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要，我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的，为满足各级培训考工部门和广大读者的需要，这次共编写了38个职业159种教材。在职业选择上，除机电行业通用职业外，还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师（含高级技师）四本教材，各等级合理衔接、步步提升，为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要，对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上，依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要，我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业，从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要，在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题，书末有与之配套的试题库和答案，以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷，同时还根据需求为20多种教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员，同时也便于学员抓住重点，提高学习效率，对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性，我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的 200 多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字，做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”；增强实用性，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

教材中难免存在不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，提出批评指正。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

随着机电一体化技术的迅猛发展，数控机床的应用已十分普及。在现代机械制造业中，正广泛采用数控技术以提高工件的加工精度和生产效率。

随着数控机床的大量使用，社会急需大批熟练掌握现代数控机床编程、操作、维修的技能型人才。因此，为了适应各类技术人员和技术工人学习和培训的需要，国家职业培训教材编审委员会在组织新一轮国家职业培训教材编写时，增加了数控车工、数控铣工/加工中心操作工、数控机床维修工三个与数控有关的工种的培训教材共9本，每个工种教材包括中级、高级、技师三本，其特点是：内容简明扼要、图文并茂、通俗易懂，并针对每个知识点配备了大量的实例。

本书为该丛书中的高级数控车工的培训教材。以数控车床操作工的编程与操作技能为主线，在技能操作中讲解相关理论知识，而在讲解某个理论知识点时，又针对该知识点配备了相关技能实例。因此，本书将理论知识和操作技能有机地结合在一起，内容精练实用，既利于教师讲解，也有利于学生自学。

全书由沈建峰、虞俊主编，韩鸿鸾主审。章志成、金伟龙、朱勤惠、孙春花参与了本书的编写工作。全书由沈建峰统稿。此外，本书编写过程中得到常州多棱数控机床厂、上海宇龙仿真软件公司等单位的大力支持，在此一并表示感谢。

编 者

目 录

M U L U

序 前言

第一章 概述	1
第一节 数控机床的特点	1
一、数控机床的工作原理及基本组成	1
二、数控机床的特点	3
第二节 数控车床的机械结构	3
一、数控车床的结构特点	3
二、数控车床的主轴部件	4
三、数控车床的进给传动系统	8
四、数控车床的自动换刀机构	11
第三节 典型车床数控系统介绍	13
一、FANUC 数控系统	13
二、SIEMENS 数控系统	13
三、国产系统	14
四、其他系统	16
第四节 数控车床的验收	16
一、数控车床的外观验收	16
二、数控车床的精度验收	18
第五节 数控车床的日常维护和保养	22
一、数控车床的使用要求	22
二、数控车床的定期检查	23
三、数控车床故障诊断的常规方法	24
四、数控车床常见故障分类	25

五、数控车床的安全操作规程	26
复习思考题	28
第二章 数控车床的加工工艺	29
第一节 数控车床加工工艺路线的拟定	29
一、数控加工概述	29
二、加工阶段的划分	31
三、加工顺序的安排	32
四、加工路线的确定	35
第二节 数控车床用刀具系统	42
一、数控车削刀具的特点	42
二、数控车削刀具的分类	42
三、数控车削刀具的材料	44
四、机械夹固式车刀简介	45
五、常用数控车刀的刀具参数	48
六、数控车刀在数控机床刀架上的安装要求	50
七、切削用量的选用	51
第三节 数控车床用夹具系统	53
一、数控机床夹具的基本知识	53
二、数控车床常用夹具简介	55
三、数控车床常用定位方法及定位误差分析	62
第四节 数控加工工艺文件	63
一、数控加工编程任务书	63
二、数控加工工序卡片	63
三、数控刀具调整单	64
四、机床调整单	65
五、数控加工程序单	66
复习思考题	66
第三章 数控车床编程基础	68
第一节 数控编程概述	68

一、数控编程的定义	68
二、数控编程的分类	69
三、数控车床的编程特点与要求	70
第二节 数控机床的坐标系统	71
一、机床坐标系	71
二、工件坐标系	74
第三节 数控加工程序的格式与组成	75
一、程序的组成	75
二、程序段的组成	76
第四节 数控机床的有关功能	78
一、准备功能	78
二、辅助功能	79
三、其他功能	79
四、常用功能指令的属性	82
第五节 数控机床的编程规则	83
一、绝对坐标与增量坐标	83
二、米制与英制编程	84
三、小数点编程	85
第六节 手工编程中的数学处理	86
一、数值计算的内容	86
二、基点计算方法	87
三、非圆曲线节点的拟合计算	94
第七节 一般工件的编程方法	96
一、常用插补 G 指令介绍	96
二、与坐标系相关的功能指令	100
三、常用 M 功能指令规则	104
四、编程实例	106
第八节 刀具补偿功能的编程方法	108
一、数控车床用刀具的交换功能	108
二、刀具补偿功能	109
三、编程实例	118

复习思考题	120
第四章 FANUC 系统数控车床的编程与操作	122
第一节 FANUC 系统数控车床功能指令一览表	122
一、准备功能指令	122
二、辅助功能指令	126
三、其他功能指令	126
第二节 内、外圆固定循环指令的应用	126
一、内、外圆单一固定循环 (G90、G94)	126
二、外圆粗、精车循环与端面粗、精车循环 (G71、G72、G70)	131
三、仿形车粗、精车复合固定循环 (G73、G70)	139
第三节 切槽固定循环指令	144
一、径向切槽循环指令 (G75)	144
二、端面切槽循环指令 (G74)	146
三、使用切槽复合固定循环指令 (G74、G75) 时的注意事项	147
四、编程实例	147
第四节 螺纹切削与螺纹切削固定循环指令	149
一、螺纹切削指令 (G32、G34)	149
二、螺纹切削单一固定循环指令 (G92)	152
三、螺纹切削复合固定循环指令 (G76)	155
四、综合编程实例	157
第五节 子程序编程	159
一、子程序	159
二、编程实例	162
第六节 A 类宏程序编程	164
一、用户宏程序简介	164
二、A 类宏程序	165
三、编程实例	170
第七节 B 类宏程序编程	172
一、B 类宏程序	172
二、编程实例	178

第八节 车铣中心编程简介	180
一、极坐标插补	180
二、圆柱插补	182
三、B 功能指令及 M 功能指令	185
四、编程实例	186
第九节 FANUC Oi 系统的操作	187
一、FANUC Oi 数控系统控制面板按钮及功能介绍	189
二、FANUC Oi 数控系统机床操作	193
复习思考题	202
第五章 SIEMENS 系统数控车床的编程与操作	204
第一节 SIEMENS 系统数控车床功能指令简介	204
一、准备功能指令	204
二、部分圆弧指令的含义及格式	207
第二节 毛坯切削循环编程	209
一、毛坯切削循环指令 (CYCLE95)	209
二、综合编程实例	217
第三节 切槽固定循环指令	220
一、切槽循环指令 (CYCLE93)	220
二、E 型和 F 型退刀槽切削循环指令 (CYCLE94)	226
三、螺纹退刀槽指令 (CYCLE96)	227
第四节 螺纹切削与螺纹切削固定循环	229
一、螺纹切削指令 (G33)	229
二、螺纹切削循环指令 (CYCLE97)	232
第五节 孔加工固定循环	238
第六节 子程序编程	245
一、子程序	245
二、编程实例	247
第七节 参数编程与坐标变换编程	248
一、参数编程	248
二、坐标变换编程	253

三、综合编程实例	255
第八节 SIEMENS 系统数控车床的操作	257
一、SIEMENS 802D 数控系统控制面板及功能介绍	259
二、SIEMENS 802D 系统数控车床操作	262
复习思考题	276
第六章 自动编程与数控仿真	278
第一节 自动编程概述	278
一、自动编程的定义与特点	278
二、自动编程的分类	278
三、图形交互式自动编程的操作步骤	279
四、数控车削加工自动编程软件介绍	281
第二节 Mastercam 自动编程软件介绍	283
一、启动 Mastercam Lathe	283
二、工具栏	285
三、主功能列表区和子功能列表区	285
四、系统提示区	285
第三节 Mastercam 编程实例	286
一、编程实例	286
二、实例分析	286
三、Mastercam Lathe 自动编程	287
第四节 数控仿真加工	303
一、数控仿真系统概述	303
二、宇龙数控仿真系统软件简介	303
三、宇龙数控仿真软件操作实例 (FANUC 系统)	305
四、宇龙数控仿真软件操作实例 (SIEMENS 系统)	315
复习思考题	322
第七章 典型零件的工艺分析与编程	324
第一节 复杂型面加工	324
一、分析零件图样	324

二、加工工艺分析	325
三、加工参考程序	328
第二节 薄壁工件的加工	330
一、分析零件图样	330
二、薄壁工件的加工特点	330
三、防止和减少薄壁工件变形的办法	331
四、车削步骤	333
五、加工参考程序	333
第三节 偏心轴套加工	334
一、分析零件图样	334
二、偏心轴、套的概念	334
三、偏心工件的划线方法	335
四、常用车削偏心工件的方法	336
五、偏心距的测量方法	342
六、车削步骤	343
第四节 组合件加工	343
一、分析零件图样	343
二、加工工艺分析	344
三、加工参考程序	347
复习思考题	349
试题库	350
知识要求试题	350
一、判断题 试题 (350) 答案 (408)	
二、选择题 试题 (361) 答案 (409)	
技能要求试题	381
一、高级数控车工应会试题 I	381
二、高级数控车工应会试题 II	384
三、高级数控车工应会试题 III	386
四、高级数控车工应会试题 IV	388
五、高级数控车工应会试题 V	389

六、高级数控车工应会试题 VI	390
七、高级数控车工应会试题 VII	392
八、高级数控车工应会试题 VIII	393
九、高级数控车工应会试题 IX	395
十、高级数控车工应会试题 X	396
模拟试卷样例	398
参考文献	410

第一章

概 述



培训学习目标 了解数控机床的工作原理及其特点；了解数控车床的主要机械结构；了解典型车床所用数控系统；掌握数控车床的验收方法；掌握数控车床日常维护的保养方法。

第一节 数控机床的特点

一、数控机床的工作原理及基本组成

1. 数控机床的工作原理

用数控机床加工零件时，首先应将加工零件的几何信息和工艺信息编制成加工程序，由输入部分送入数控装置，经过数控装置的处理、运算，按各坐标轴的分量送到各轴的驱动电路，经过转换、放大后驱动伺服电动机，带动各轴运动，并进行反馈控制，使刀具与工件及其他辅助装置严格地按照加工程序规定的顺序、轨迹和参数有条不紊地工作，从而加工出零件。

2. 数控系统的组成

数控系统一般由输入/输出装置、数控装置、伺服装置、检测和反馈装置组成。

(1) 输入/输出装置 数控机床工作时，不需人参与直接操作，但人的意图又必须传达给数控机床，所以人和数控机床之间必须建