

青工职业操作技能实训图解系列

数控车工



总主编 孙德山
本书主编 崔兆华

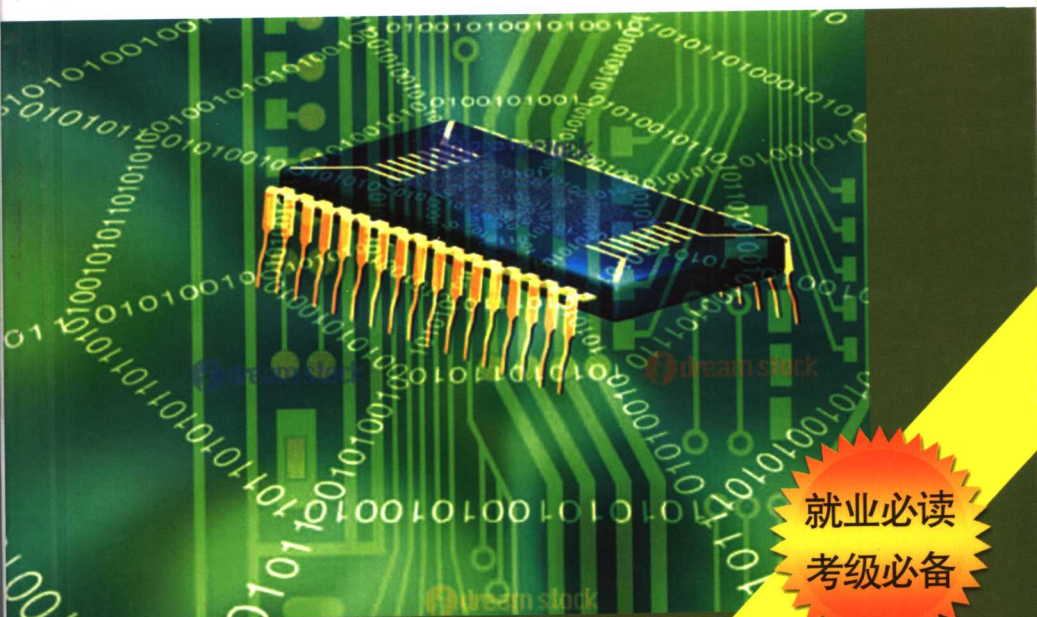
【中级工】

操作技能实训图解

SHUKONGCHEGONG

CAOZUO JINENG SHIXUN TUJIE

QINGGONG ZHIYE CAOZUO JINENG SHIXUN TUJIE XILIE



就业必读
考级必备



山东科学技术出版社

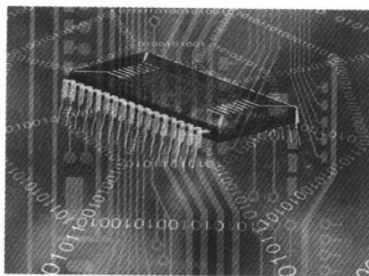
www.lkj.com.cn

青工职业技能实训图解系列

数控车工 【中级工】

操作技能实训图解

总 主 编	孙德山		
本书主编	崔兆华		
副 主 编	杨峻峰	梁华国	王忠斌
	房玉胜	金新安	
编 者	徐淑涛	林清松	武玉山
	杨振凤	杜 煜	刘晓军



图书在版编目 (CIP) 数据

数控车工操作技能实训图解:中级工/崔兆华主编. —
济南:山东科学技术出版社,2006.9
(青工职业操作技能实训图解系列/孙德山主编)
ISBN 7-5331-4369-8

I. 数... II. 崔... III. 数控机床:车床—车削—图
解 IV. TG519.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 063905 号

青工职业操作技能实训图解系列 数控车工操作技能实训图解 (中级工)

总 主 编 孙德山
本书主编 崔兆华

出版者: 山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者: 山东新华印刷厂临沂厂

地址:山东省临沂市高新技术开发区

邮编:276002 电话:(0539)2925888

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:12

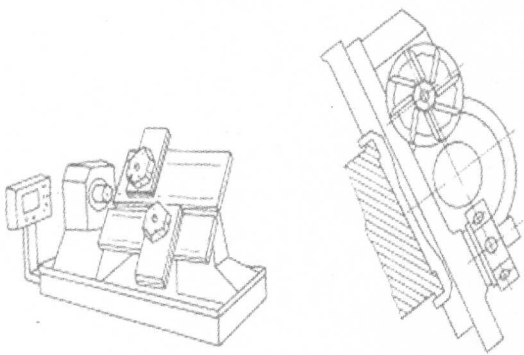
版次:2006 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4369-8

TG·34

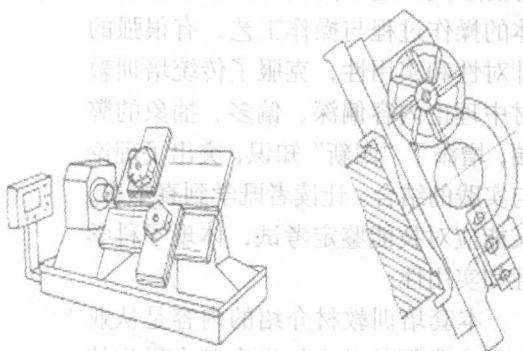
定价:19.50 元

内容提要



本书从数控车床加工实训的要求出发,注重技能训练,结合典型实例,详细介绍了车削的基础知识、数控车削加工工艺、数控车床的编程与操作、数控车床的检验与维护等内容。在内容组织和编排上选用了技术先进、占市场份额最大的FANUC(法那科)和SIEMENS(西门子)系统作为典型的数控系统进行剖析。在素材的组织上,突出了实用的特点,搜集了相关权威资料并加以细致的整理,许多加工实例都来源于生产实际和教学实践,便于读者借鉴。

出版说明



现在, 各行各业对从业人员都有职业操作技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业操作技能, 具备一定的包括职业操作技能在内的职业素质, 才能胜任本职工作, 并把工作做好, 为社会做出更大的贡献, 实现人生应有的价值。

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, 我们精心策划并组织编写了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》相配套的培训教材。

本套培训教材本着以职业活动为导向, 以职业技能为中心的指导思想, 以国家劳动和社会保障部颁布的职业资格鉴定标准中的中级(国家资格4级)内容为主, 以实

用、够用为原则,突出操作技能,以图解的形式,配以简明的文字来说明具体的操作过程与操作工艺,有很强的针对性和实用性,克服了传统培训教材中理论内容偏深、偏多、抽象的弊端,增添了“四新”知识,突出了理论与实践的结合。让读者既学到真本事,又能应对技能鉴定考试,体现了科学性和实用性。

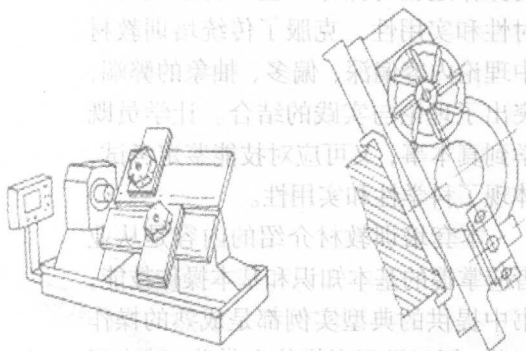
本套培训教材介绍的内容是从从业人员应掌握的基本知识和基本操作技能,书中的典型实例都是成熟的操作工艺,便于读者模仿和借鉴,减少了学习的弯路,能更方便、更好地运用到实际生产中去,是读者从业和再就业的良师益友。

为了满足培训、鉴定、考工和自学者的需要,在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的每章末配有训练题,书末附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。

由于教材编写时间仓促,书中所述内容难免存在错漏和不足之处,诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教,提出宝贵的建议,以便重印或再版时加以修正和补充。我们真诚希望与您携手,共同打造职业培训教材的精品。



前言



数控加工技术的快速发展和广泛应用极大地推动了制造业水平的提高,促进了经济的蓬勃发展。随着数控机床拥有量的不断增加,社会急需大量掌握数控加工技术的应用型人才。在数控加工的生产现场,尤其缺乏数控机床操作维护、数控工艺设计及程序编制的工程技术人才。为了满足广大青年学习数控加工技术、掌握数控机床操作技能的要求,以及社会力量办学单位和城镇举办短期职业培训班的需求,特别是为满足下岗职工转岗和农民工进城务工的需求,我们组织编写了这套浅显易懂、图文并茂的培训教材。

本套培训教材本着以职业活动为导向,以职业技能为中心的指导思想,以国家劳动和社会保障部颁布的职业资格鉴定标准中的中级内容为主,涉及少量的高级内容,以实用、够用的原则,突出技能操作,以图

解的形式,配以简明的文字说明具体的操作过程与操作工艺,有很强的针对性和实用性,克服了传统培训教材中理论内容偏深、偏多、抽象的弊端,突出了理论与实践的结合。让学员既学到真本事,又可应对技能鉴定考试,体现了科学性和实用性。

本套培训教材介绍的内容是从业者应掌握的基本知识和基本操作技能,书中提供的典型实例都是成熟的操作工艺,便于学习者模仿和借鉴,减少了学习的弯路,使其能更方便、更好地运用到实际生产中去,是学习者从业和就业的良师益友。

本套培训教材在编写过程中,参考了国内外有关著作和研究成果,邀请了部分技术高超、精湛的高技能人才进行示范操作,在此谨向有关参考资料的作者、参与示范操作的人员以及帮助出版的有关人员、单位表示最诚挚的谢意。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有疏漏和不当之处,敬请专家和读者朋友批评指正。

编者



目 录

contents

第一章 车削基础知识	1
第一节 车削运动及切削用量	1
第二节 车刀	4
第三节 切削过程与控制	29
第四节 三爪自定卡盘的安装和拆卸	34
第五节 工件的安装	37
第六节 切削液	42
第七节 常用量具	46
训练题	58
第二章 数控车床基础知识	59
第一节 数控车床的组成及其原理	59
第二节 数控车床的特点及分类	63
第三节 数控车削加工概述	71
第四节 数控加工工艺文件	75
第五节 数控车削加工工艺分析	80
第六节 数控车削加工工艺路线的拟定	91
第七节 数控车削刀具系统简介	103
训练题	113
第三章 数控车床编程	115
第一节 数控车床编程基础知识	115
第二节 数控车床的编程规则	122
第三节 常用术语及指令代码	124
第四节 数控加工程序的格式与组成	133
第五节 手工编程的数学处理	137

第六节 刀具补偿功能	142
训练题	151
第四章 FANUC 系统数控车床的编程与操作	152
第一节 概述	152
第二节 直线插补的应用	156
第三节 圆弧插补的应用	166
第四节 循环功能的应用	171
第五节 螺纹加工	180
第六节 典型零件的编程	188
第七节 数控车床的操作	200
训练题	217
第五章 SIEMENS802D 系统数控车床的编程与操作	220
第一节 一般工件的编程	220
第二节 螺纹程序的编程	241
第三节 综合编程实例	245
第四节 SIEMENS802D 系统数控车床的操作	257
训练题	267
第六章 数控车床的检验与保养	269
第一节 数控车床的安装与调试	269
第二节 数控车床精度检验	282
第三节 数控车床的维护与保养	296
训练题	305
数控车床中级鉴定考试题库	306
第一部分 应知试题	306
第二部分 应会题	340
模拟试题	344
应知试题参考答案	351
应会题参考答案	359
模拟试题参考答案	367
参考资料	368

第一章 车削基础知识

第一节 车削运动及切削用量

一、车削运动

车床的运动按功用来分,可分为表面成形运动和辅助运动。

1. 表面成形运动 表面成形运动是车床为形成工件表面的刀具与工件的相对运动。它可以由刀具或工件单独完成,也可由刀具和工件共同完成。车床的表面成形运动分为主运动和进给运动,如图 1-1 所示。

(1) 主运动 车床的主运动就是工件的旋转运动,其转速以 $n(\text{r/min})$ 表示。主运动是实现切削最基本的运动,它的运动速度

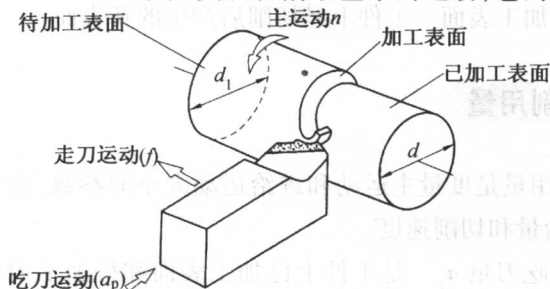


图 1-1 车削运动和工件上的表面

较高,消耗功率较大。

(2)进给运动 车床的进给运动就是刀具的移动。刀具作平行于工件旋转轴线的纵向进给运动(车圆柱表面)或作垂直与工件旋转轴线的横向进给运动(车端面),刀具也可作与工件旋转轴线成一定角度方向的斜向运动(车圆锥表面)或作曲线运动(车成形回转表面)。进给量常以 $f(\text{mm/r})$ 表示。进给运动的速度较低,所消耗的功率也较少。

2. 辅助运动 为实现机床的辅助工作而必需的运动称为辅助运动。辅助运动包括刀具的移近、退回、工件的夹紧等。在卧式车床上这些运动通常由操作者用手工操作来完成。

为了减轻操作者的劳动强度和节省移动刀架所耗费的时间,CA6140 车床还具有单独电机驱动的刀架,以便实现纵向及横向的快速移动。

二、切削加工时工件上形成的表面

工件在切削过程中形成了三个不断变化着的表面,如图 1-1 所示。

1. 待加工表面 即将被切去金属层的表面。

2. 过渡(加工)表面 刀刃正在切削的表面。

3. 已加工表面 工件上经切削后产生的新表面。

三、切削用量

切削用量是度量主运动和进给运动大小的参数,它包括背吃刀量、进给量和切削速度。

1. 背吃刀量 a_p 是工件上已加工表面和待加工表面之间的垂直距离,单位为 mm ,如图 1-2 所示。

车削外圆时如图 1-2a) 所示。切断、车槽时的背吃刀量等于车刀主切削刃的宽度, 如图 1-2c) 所示。车削外圆时的计算公式为

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$$

式中 a_p ——背吃刀量(mm);
 d_w ——待加工表面直径(mm);
 d_m ——已加工表面直径(mm)。

2. 进给量 f 进给量是工件或刀具每转一转, 工件与刀具在进给方向上的相对位移。车削时, 进给量为工件每转一转, 车刀沿进给方向移动的距离, 其单位为 mm/r, 如图 1-2 所示。车削时的进给速度 v_f (mm/s) 为

$$v_f = nf$$

式中 n ——工件转速(r/min)。

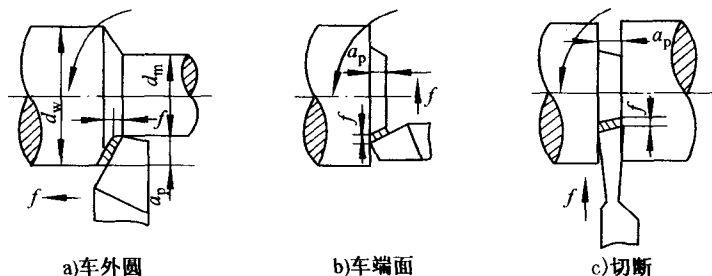


图 1-2 背吃刀量和进给量

3. 切削速度 v_c 是指切削刃上的选定点相对于工件主运动的瞬时速度, 它是衡量主运动大小的参数。其单位为 m/s 或 m/min。当主运动为旋转运动时(如车削加工), 切削速度的计算公式为

$$v_c = \frac{\pi dn}{1\,000}$$

式中 v_c ——切削速度(m/min);
 n ——工件转速(r/min);

d ——工件待加工表面直径(mm)。

第二节 车刀

一、刀具材料及其选用

在车削加工过程中,刀具切削性能的好坏取决于刀具切削部分的材料,它直接影响着刀具寿命、刀具消耗、加工精度、已加工表面的质量和加工效率等。正确选择刀具材料是设计和选用刀具的重要内容之一。

1. 刀具材料应具备的基本性能 刀具材料是指刀具切削部分的材料。金属切削时,刀具切削部分直接与工件及切屑相接触,承受着很大的切削压力和冲击,并受到工件及切屑的剧烈摩擦,产生很高的切削温度,也就是说刀具切削部分是在高温、高压及剧烈摩擦的恶劣条件下工作的。因此,刀具材料应具备以下基本性能:

(1) 高硬度 刀具材料的硬度必须高于被加工工件材料的硬度。否则,在高温高压下,就不能保持刀具锋利的几何形状,这是刀具材料应具备的最基本的性能。

(2) 足够的强度和韧性 刀具切削部分的材料在切削时要承受很大的切削力和冲击力。例如,车削 45 号钢时,当背吃刀量 $a_p = 4\text{mm}$,进给量为 $f = 0.5\text{mm/r}$ 时,刀片要承受约 4 000N 的切削力。因此,刀具材料必须要有足够的强度和韧性。

(3) 高的耐磨性和耐热性 刀具材料的耐磨性是指抵抗磨损的能力。一般来说,刀具材料硬度越高,耐磨性也越好。刀具材料的耐磨性和耐热性也有着密切的关系。耐热性通常用它在高温下保持较高硬度的性能来衡量,即高温硬度,或叫“红硬性”。高温硬度越高,表示耐热性越好,刀具材料在高温时抗塑变的能力和耐

磨损的能力也就越强。耐热性差的刀具材料,由于高温下硬度显著下降而会很快磨损乃至发生塑性变形,丧失其切削能力。

(4)良好的导热性 导热性好,切削时产生的热量就容易传导出去,从而降低切削部分的温度,减轻刀具磨损。导热性好的刀具材料,其耐热冲击和抗热龟裂的性能也都能增强,这种性能对于采用脆性刀具材料进行断续切削,特别是在加工导热性能差的工件时显得非常重要。

(5)良好的工艺性 为了便于制造,要求刀具材料有较好的可加工性,包括锻压、焊接、切削加工、热处理和可磨性等。

(6)较好的经济性 经济性是评价新型刀具材料的重要指标之一,也是正确选用刀具材料、降低产品成本的主要依据之一。刀具材料的选用应结合我国资源状况,以降低刀具的制造成本。

(7)抗粘接性和化学稳定性 刀具的抗粘接性是指工件与刀具材料分子间在高温高压作用下,抵抗互相吸附而产生粘接的能力。刀具的化学稳定性指刀具材料在高温下,不易与周围介质发生化学反应的能力。刀具材料应具备较高的抗粘接性和化学稳定性。

2. 车刀切削部分的常用材料 目前,车刀切削部分的常用材料有高速钢和硬质合金两大类。

(1)高速钢 高速钢是一种含有 W(钨)、Mo(钼)、Cr(铬)、V(钒)等合金元素较多的合金工具钢。它是综合性能比较好的一种刀具材料,可以承受较大的切削力和冲击力,并且具有热处理变形小、能锻造、易磨出较锋利的刃口等优点,特别适合于制造各种小型及形状复杂的刀具,如成形车刀、各种钻头等。但高速钢的耐热性较差,不能用于高速切削。

高速钢的品种繁多,品种不同,其性质及应用场合也不相同。表 1-1 列举了常用高速钢的牌号、性质及应用等内容。

(2)硬质合金 硬质合金是用高硬度、难熔的金属化合物(WC、TiC、TaC、NbC 等)微米数量级的粉末与 Co(钴)、Mo、Ni 等

表 1-1

常用高速钢的牌号、性质及应用

类别	常用牌号	性质	应用
钨系	W18Cr4V 18-4-1	优点是性能稳定,刃磨及热处理工艺控制较方便;缺点是碳化物分布不均匀,热塑性较差,不宜制作大截面的刀具	因金属钨的价格较高,国内使用逐渐减少,国外也已很少采用
钨钼系	W6Mo5Cr4V2 6-5-4-2	由于用 1% 的钼可以代替 2% 的钨,钼的加入还可以使钢中的合金元素减少,从而降低了碳化物的数量及分布的不均匀性,有利于提高热塑性、抗弯强度与韧度,其高温塑性及韧性胜过 W18Cr4V;其主要缺点是淬火温度范围窄,脱碳和过热敏感性大	主要用于制造热轧刀具,如扭槽麻花钻等
	W9Mo3Cr4V 9-3-4-1	根据我国资源研制的钢种,其抗弯强度和韧性均高于 W6Mo5Cr4V2,具有较好的硬度和热塑性。由于含钒量少,磨削加工性能也比 W6Mo5Cr4V2 好	可用于制造各种刀具(锯条、钻头、拉刀、铣刀、齿轮刀具等)

金属粘接剂烧结而成的粉末冶金制品。常用的粘结剂是 Co, 碳化钛基硬质合金的粘接剂则是 Mo、Ni。硬质合金高温碳化物的含量超过高速钢, 具有硬度高、熔点高、化学稳定性好和热稳定性好等特点, 切削效率是高速钢刀具的 5~10 倍。但硬质合金韧性差、脆性大, 承受冲击和振动的能力低。现在硬质合金仍是主要的刀具材料。

切削用硬质合金按其切屑排出形式和加工对象的范围可分为三个主要类别, 分别以字母 K、P、M 表示。表 1-2 列举了这三类硬质合金的成分、用途、性能等内容。

表 1-2

K、P、M 三类硬质合金

类别	成分	用 途	常用 代号	相当于 旧代号	性 能		适用加工 阶段
					耐磨性	韧性	
K 类 (钨 钴类)	WC + Co	主要用于加工铸铁、有色金属等脆性材料或冲击性较大的场合,但在切削难加工材料或振动较大(如断续切削塑性金属)的特殊情况时也比较适合	K01	YG3	↑	↓	精加工
			K10	YG6			半精加工
			K20	YG8			粗加工
P 类 (钨 钛钴类)	WC + Co + TiC	此类硬质合金硬度、耐磨性、耐热性都明显提高,但其韧性、抗冲击振动性能差,适用于加工钢或其他韧性较大的塑性金属,不适宜于加工脆性金属	P01	YT30	↑	↓	精加工
			P10	YT15			半精加工
			P30	YT5			粗加工
M 类 [钨 钛钽 (铌) 钴类]	WC + Co + TiC + TaC (NbC)	既可以加工铸铁、有色金属,又可以加工碳素钢、合金钢,故又称通用合金,主要用于加工高温合金、高锰钢、不锈钢以及可锻铸铁、球墨铸铁、合金铸铁等难加工材料	M10	YW1	↑	↓	精加工、 半精加工
			M20	YW2			粗加工、 半精加工

二、车刀的结构形式

车刀在结构上可分为整体式、焊接式、机夹式、可转位式车刀四种形式,如图 1-3 所示。其结构特点及适用场合见表 1-3。