

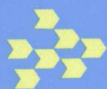
新农村建设丛书
农村富余劳动力转移培训教材

数控车床工 实用技术

(上)

郎一民 主编

吉林出版集团有限责任公司
吉林科学技术出版社



新农村建设丛书
农村富余劳动力转移培训教材

- | | | |
|---------------|-------------|-------------|
| 车工实用技术(上) | 简易家电维修技术(下) | 食用菌加工技术 |
| 车工实用技术(下) | 手工木工技术(上) | 乳制品加工技术 |
| 铣工实用技术 | 手工木工技术(下) | 肉制品加工技术 |
| 钳工实用技术 | 砌筑技术(上) | 蛋制品加工技术 |
| 电子装配工实用技术 | 砌筑技术(下) | 粮食制品加工技术 |
| 焊工实用技术 | 建筑涂装技术(上) | 豆制品加工技术 |
| 磨工实用技术 | 建筑涂装技术(下) | 蔬菜制品加工技术 |
| 数控车床工实用技术(上) | 建筑抹灰技术(上) | 水果蔬菜贮藏技术 |
| 数控车床工实用技术(下) | 建筑抹灰技术(下) | 饮料加工技术 |
| 维修电工实用技术 | 园林技术(上) | 酱菜加工技术 |
| 电加工实用技术 | 园林技术(下) | 冰淇淋加工技术 |
| 数控铣床操作工实用技术 | 家政服务技术 | 糕点制作技术 |
| 数控加工中心操作工实用技术 | 收银技术 | 服装裁剪技术 |
| 钟表维修技术 | 营业员实用技术 | 服装裁剪实用技术 |
| 电工技术(上) | 人像摄影基础教程 | 服装缝制实用技术 |
| 电工技术(下) | 调味品酿造技术(上) | 服装营销实用技术 |
| 电工电子技术基础 | 调味品酿造技术(下) | 服装行业择业与创业指南 |
| 简易家电维修技术(上) | 果品加工技术 | 服装特体裁作与弊病修正 |

总策划:刘野 成与华
责任编辑:司荣科 祖航
封面设计:创意广告

ISBN 978-7-80762-572-8



9 787807 625728 >

定价:7.50元

新农村建设丛书

农村富余劳动力转移培训教材

数控车床工实用技术 (上)

郎一民 主编

吉林出版集团有限责任公司

吉林科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数控车床工实用技术. 上/郎一民编著.

—长春: 吉林出版集团有限责任公司, 2008. 8

(新农村建设丛书. 农村富余劳动力转移培训教材)

ISBN 978-7-80762-572-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 135997 号

数控车床工实用技术 (上)

主编 郎一民

出版发行 吉林出版集团有限责任公司 吉林科学技术出版社

印刷 长春市东文印刷厂

2008 年 10 月第 1 版

2008 年 10 月第 1 次印刷

开本 850×1168mm 1/32

印张 4.875 字数 119 千

ISBN 978-7-80762-572-8

定价 7.50 元

社址 长春市人民大街 4646 号

邮编 130021

电话 0431-85661172

传真 0431-85618721

电子邮箱 xnc 408@163.com

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

《新农村建设丛书》编委会

主 任	韩长赋			
副 主 任	荀凤栖	陈晓光	王守臣	
委 员	车秀兰	冯晓波	冯 晨	冯 巍
	申奉澈	孙文杰	朱克民	朱 彤
	朴昌旭	闫 平	闫玉清	吴文昌
	宋亚峰	张永田	张伟汉	李元才
	李守田	李殿富	李耀民	杨福合
	郅 正	周殿富	岳德荣	林 君
	苑大光	姜凤国	胡宪武	赵吉光
	闻国志	徐安凯	栾立明	秦贵信
	贾 涛	高香兰	崔永刚	崔永泉
	葛会清	韩文瑜	靳锋云	臧忠生
责任编辑	司荣科	祖 航		
封面设计	创意广告			
总 策 划	刘 野	成与华		
策 划	齐 郁	司荣科	孙中立	李俊强

农村富余劳动力转移培训教材编委会

主 任：滕少峰

副主任：孙海军 徐 伟

编 委：郎一民 刘欣欣 李玉青 段 准

刘敬慧 李兆松 曲 昕 苏 华

彭 敏 周立侠

数控车床工实用技术（上）

主 编 郎一民

编 者 郎一民 李又李 石丽霞

出版说明

《新农村建设丛书》是一套针对“农家书屋”、“阳光工程”、“春风工程”专门编写的丛书，是吉林出版集团组织多家科研院所及千余位农业专家和涉农学科学者，倾力打造的精品工程。

本丛书共分五辑，每辑 100 册，每册介绍一个专题。第一辑为农村科技致富系列；第二辑为 12316 专家热线解答系列；第三辑为普通初中绿色证书教育暨初级职业技术教育教材系列；第四辑为农村富余劳动力向非农产业转移培训教材系列；第五辑为新农村建设综合系列。

丛书内容编写突出科学性、实用性和通俗性，开本、装帧、定价强调适合农村特点，做到让农民买得起，看得懂，用得上。希望本书能够成为一套社会主义新农村建设的指导用书，成为一套指导农民增产增收、脱贫致富、提高自身文化素质、更新观念的学习资料，成为农民的良好益友。

目 录

第一章 数控切削加工基础	1
第一节 数控车削常用刀具	1
第二节 常见零件图与测量	9
第三节 金属材料及热处理	23
第二章 数控车床应用及加工工艺基础	31
第一节 数控车床的组成及原理	31
第二节 数控车床的特点及分类	35
第三节 数控车削加工工艺	40
第四节 加工路线的选择与优化	55
第三章 数控车削编程基础	64
第一节 数控车削编程基础知识	64
第二节 数控车床坐标系统	66
第三节 数控加工程序指令	73
第四节 数控车常用编程基本指令	80
第五节 数控车床刀具功能	89
第四章 子程序与车削固定循环	97
第一节 子程序概述	97
第二节 内、外圆切削固定循环	103
第三节 端面切削循环	111
第四节 螺纹切削循环	113

第五节 螺纹切削编程应用	118
第五章 复合形状粗、精车多重循环	125
第一节 外(内)粗、精车复合循环	125
第二节 端面粗、精车复合循环	131
第三节 封闭轮廓粗、精车复合循环	134
第四节 外槽切削复合循环	138
第五节 螺纹切削复合循环	140

第一章 数控切削加工基础

第一节 数控车削常用刀具

一、数控车削常用刀具

数控车床具有高效率、高精度、高可靠性、专业化和高综合切削性能等特点，可充分有效地利用数控设备、减少加工辅助准备时间。因此在数控车床上所用的切削刀具不同于传统普通车床的切削刀具。

1. 数控车削常用车刀种类和应用 数控车削加工常用车刀一般分为尖形车刀、圆弧形车刀和成型车刀等3类。

(1) 尖形车刀 是以直线切削刃为特征的车刀。直线形构成主、副切削刃，如：90°外圆左右偏刀、左右端面车刀、切断（槽）刀以及刀尖倒棱很小的各种外圆和内孔车刀，如图1-1所示。

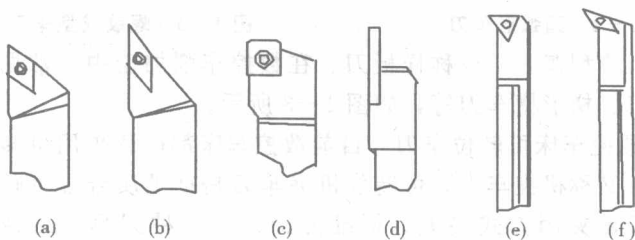


图 1-1 尖形车刀

- (a) 外圆粗车刀 (b) 外圆精车刀 (c) 端面刀
(d) 切断刀 (e) 粗内镗刀 (f) 精内镗刀

尖形车刀几何参数的选择方法与普通车刀基本相同，但要适

应数控加工的特点，如考虑加工路线、加工干涉等，还应兼顾刀尖本身的强度。

(2) 圆弧形车刀 是一种特殊的数控车刀。它是以圆度或轮廓误差很小的圆弧形切削刃为特征的刀具。该刀圆弧刃上每一点都是圆弧形车刀的刀尖。因此，刀位点不在圆弧上，而在圆弧的圆心上，如图 1-2 所示。

圆弧形车刀的几何参数除了前角及后角外，主要是圆弧切削刃的形状及半径。

在选择时首先应考虑车刀切削刃的圆弧半径应当小于或等于零件凹形轮廓上的最小半径，以免发生加工干涉。其次还要考虑半径选择不宜太小，否则刀头不仅强度低，而且散热能力也差。



图 1-2 圆弧形车刀



图 1-3 螺纹成型车刀

(3) 成型车刀 也称样板刀。在数控车削加工中，常见的有螺纹车刀、梯形槽车刀等，如图 1-3 所示。

2. 数控车床可转位车刀 目前数控车床都广泛采用可转位机夹车刀，又称机夹车刀。可转位机夹车刀是把硬质合金可转位刀片，用机械夹固方式装夹在标准刀柄上的一种刀具。刀具由刀柄、刀片、刀垫及夹紧机构组成，已经形成模块化、标准化结构，它包括外圆左偏（粗、精）车刀、外圆右（粗、精）车刀、切槽刀、螺纹刀、钻头、机夹端面刀、圆弧（圆头 R）刀、粗镗刀、精镗刀、内螺纹刀和内槽刀等。此类刀具有很强的通用性和互换性。广泛应用于高速切削、精密和超精密加工、干切削、硬

切削和对难加工材料的加工等机械制造领域。

机夹可转位车刀按进刀方向分为左进刀（左偏刀）、右进刀（右偏刀）和中间进刀 3 种形式；按刀具对工件的加工位置可以分内孔加工、外圆加工和端面加工 3 种形式。它们都是由刀杆、刀片、刀垫及夹紧元件几部分组成。刀片在刀杆上刀槽内的夹紧方式一般有偏心式、杠杆式、楔销式及上压式螺钉紧固式等几种。

由于数控车床的加工工序是自动完成的，因此对可转位车刀的要求又有别于通用车床所使用的刀具。在选择数控车削刀具时，须考虑以下与加工零件有关的几项因素：

（1）工件的形状、材质、硬度、塑性、韧性、稳定性及可能形成的切屑类型；

（2）毛坯类型，如：线材、管材、圆棒料、锻件、铸件等；

（3）工艺系统刚性、机床夹具、零件、刀具及刀具耐用度等；

（4）表面质量、加工精度、切削深度、进给量等。

二、刀具材料应具备的性能

刀具的切削性能、使用寿命和切削效率不仅取决于刀具的几何形状，还取决于刀具切削部分材料的性能。因此，正确选择刀具材料是设计刀具及选用刀具的重要内容。

1. 高的硬度和耐磨性 刀具材料要比工件材料硬度高，常温硬度在 HRC62 以上，即应具有高红硬性，它是衡量刀具材料切削性能的主要指标。耐磨性表示抵抗磨损的能力，它取决于组织中硬质点的硬度、数量和分布。

2. 足够的强度和韧性 为了承受切削中的压力与冲击韧性，避免崩刀和折断，刀具材料应具有足够的抗弯强度和韧性。

3. 高的耐热性和导热性 刀具材料在高温下保持高硬度、耐磨性、强度和韧性的能力。材料的导热性好，切削时产生的切削热容易导出，从而降低刀具切削部分的温度，减轻刀具的磨损。

4. 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。如切削加工性, 即具有良好的焊接性、铸造性、锻造性和热处理性能等。

5. 良好的经济性 经济性是评价新型刀具材料的重要指标之一。因此, 选择经济性合理的刀具材料, 对于降低产品的成本有着重要意义。另外选择时还要立足于本国资源, 并注意经济效益, 力求价格低廉。

三、常用刀具材料

刀具材料的种类很多, 可分为金属材料和非金属材料两大类。金属材料主要包括高速钢及硬质合金等, 非金属材料有陶瓷、人造金刚石和立方氮化硼等高硬度或超硬度材料。

1. 高速钢 是一种加入较多的钨、铬、钒等合金元素的高合金工具钢。其性能要求有较高的热稳定性; 有较高的强度、韧性、硬度和耐磨性; 制造工艺简单, 容易磨成锋利的切削刃, 锻造性好。是制造钻头、成型刀具、拉刀、齿轮刀具等的主要材料。按用途可分为通用型高速钢和高性能高速钢; 按制造工艺可分为熔炼高速钢和粉末冶金高速钢。

(1) 通用型高速钢

① 钨钢 典型牌号为 W18Cr4V, 有良好的综合性能, 可以制造各种复杂刀具。

② 钨钼钢 典型牌号为 W6Mo5Cr4V2, 可制成尺寸较小、承受冲击力较大的刀具; 热塑性特别好, 更适用于制造热轧钻头; 磨加工性好, 目前各国广泛应用。

(2) 高性能高速钢 典型牌号为高碳高速钢 9W18Cr4V、高钒高速钢 W6MoCr4V3、钴高速钢 W6MoCr4V2Co8 和超硬高速钢 W2Mo9Cr4Co8 等。适合于加工高温合金、钛合金和超高强度钢等难加工材料。

(3) 粉末冶金高速钢 用高压氩气或氮气雾化熔融的高速钢水, 直接得到细小的高速钢粉末, 高温下压制成致密的钢坯, 而

后锻压成材或刀具形状。适合于制造切削难加工材料的刀具、大尺寸刀具（如滚刀、插齿刀）、精密刀具、高动载荷下使用的刀具等。

2. 硬质合金 由难熔金属化合物（如 WC、TiC）和金属粘结剂（Co）经粉末冶金法制成。硬质合金以其切削性能优良被广泛用作刀具材料（约占 50%），如大多数的车刀、端铣刀以至深孔钻、铰刀、拉刀、齿轮刀具等。具有高耐磨性和高耐热性，但抗弯强度低、冲击韧性差，很少用于制造整体刀具。它还可用于高速钢刀具不能切削的淬硬钢等硬材料。

ISO 将切削用的硬质合金分为 3 类：

（1）YG 钨钴类（K 类） 红色标识；如常用牌号“YG8”等。

（2）YT 钨钴钛类（P 类） 蓝色标识；即 WC—TiC—Co 类硬质合金，如常用牌号“YT5”等。

（3）YW 万能硬质合金类（M 类） 黄色标识；即 WC—TiC—TaC—Co 类硬质合金，如常用牌号“YW1”、“YW2”等。

3. 非金属材料

（1）陶瓷 主要成分 Al_2O_3 + 碳化物，其硬度很高，耐磨性、耐热性好、摩擦系数小、抗氧化能力强，但韧性差。主要用于铸铁、碳素钢、合金钢的高速精车，有较好的表面粗糙度。

（2）金刚石与立方氮化硼 硬度极高，耐磨性、导热性好，摩擦系数小，刃面粗糙度小，刃口锋利。主要用于精车或精镗各种硬材料。

四、刀具磨损的形态及其刀具的耐用度

切削金属时，刀具一方面切下切屑，另一方面刀具本身也要发生损坏。刀具损坏的形式主要有磨损和破损两类。前者是连续的逐渐磨损，属正常磨损；后者包括脆性破损（如崩刃、碎断、剥落、裂纹破损等）和塑性破损两种，属非正常磨损。刀具磨损后，使工件加工精度降低，表面粗糙度增大，并导致切削力加

大、切削温度升高，甚至产生振动，不能继续正常切削。因此，刀具磨损直接影响加工效率、质量和成本。

从对温度的依赖程度来看，刀具正常磨损的原因主要是机械磨损和热、化学磨损。机械磨损是由工件材料中硬质点的刻划作用引起的，热、化学磨损则是由粘结（刀具与工件材料接触到原子间距离时产生的结合现象）、扩散（刀具与工件两摩擦面的化学元素互相向对方扩散、腐蚀）等引起的。

一把新刀（或重新刃磨过的刀具）从开始切削至磨损量达到磨钝标准为止所经历的实际切削时间，称为刀具的耐用度，用 T 分钟表示。又称为刀具寿命。

选择刀具寿命时可考虑如下几点：

1. 根据刀具复杂程度、制造和磨刀成本来选择。复杂和精度高的刀具寿命应选得比单刃刀具高些。

2. 对于机夹可转位刀具，由于换刀时间短，为了充分发挥其切削性能，提高生产效率，刀具寿命可选得低些，一般取 15 ~ 30min。

3. 对于装刀、换刀和调刀比较复杂的多刀机床、组合机床与自动化加工刀具，刀具寿命应选得高些，尤应保证刀具可靠性。

4. 车间内某一工序的生产率限制了整个车间的生产率的提高时，该工序的刀具寿命要选得低些；当某工序单位时间内所分担到的全厂开支较大时，刀具寿命也应选得低些。

5. 大件精加工时，为保证至少完成一次走刀，避免切削时中途换刀，刀具寿命应按零件精度和表面粗糙度来确定。

五、切削用量的选择原则

数控机床加工的切削用量包括切削速度 v_c 、切削深度 a_p 和进给量 f ，其选用原则与普通机床基本相似。合理原则切削用量的原则是：粗加工时，以提高劳动生产率为主，选用较大的切削量；半精加工和精加工时，选用较小的切削量，以保证工件的加工质量。

1. 切削深度 α_p 对于车削和刨削加工来说, 切削深度是在与主运动和进给运动方向相垂直的方向上度量的已加工表面与待加工表面之间的距离, 单位 (mm)。

$$\alpha_p = (d_w - d_m) / 2$$

式中 d_w —工件待加工表面直径 (mm); d_m —工件已加工表面直径 (mm)。

确定切削深度一般根据加工性质与加工余量来确定。切削加工一般分为粗加工 [表面粗糙度值 R_a ($50 \sim 12.5 \mu\text{m}$)]、半精加工 R_a ($6.3 \sim 3.2 \mu\text{m}$) 和精加工 [R_a ($1.6 \sim 0.8 \mu\text{m}$)]。粗加工时, 在保留半精与精加工的前提下, 若机床刚性允许, 应尽可能把粗加工余量一次切掉, 以减少走刀次数。在中等功率机床上采用硬质合金刀具车外圆时, 粗车取 $\alpha_p = 2 \sim 6 \text{mm}$, 半精车时取 $\alpha_p = 0.3 \sim 2 \text{mm}$, 精车时取 $\alpha_p = 0.1 \sim 0.3 \text{mm}$ 。

2. 切削速度 v_c 切削速度 v_c 是刀具切削刃上选定点相对于工件的主运动瞬时线速度。由于切削刃上点的切削速度可能是不同, 计算时常用最大切削速度代表刀具的切削速度。当主运动为回转运动时 $v_c = \pi d n / 1000$

式中, d —切削刃上选定点的回转直径 mm; n —主运动的转速; r/s 或 r/min。

在选择切削速度时, 还应注意考虑以下几点:

- (1) 精加工时, 应尽量避免积屑瘤和鳞刺的产生区域;
- (2) 断续切削时, 宜适当降低切削速度, 以减小冲击和热应力;
- (3) 加工大型、细长、薄壁工件时, 应选用较低的切削速度; 端面车削应比外圆车削的速度高一些, 以获得较高的平均切削速度, 提高生产效率;
- (4) 在易发生振动的情况下, 切削速度应避开自激振动的临界速度。

3. 进给量 f 进给速度 v_f 为切削刃上选定点相对于工件的进