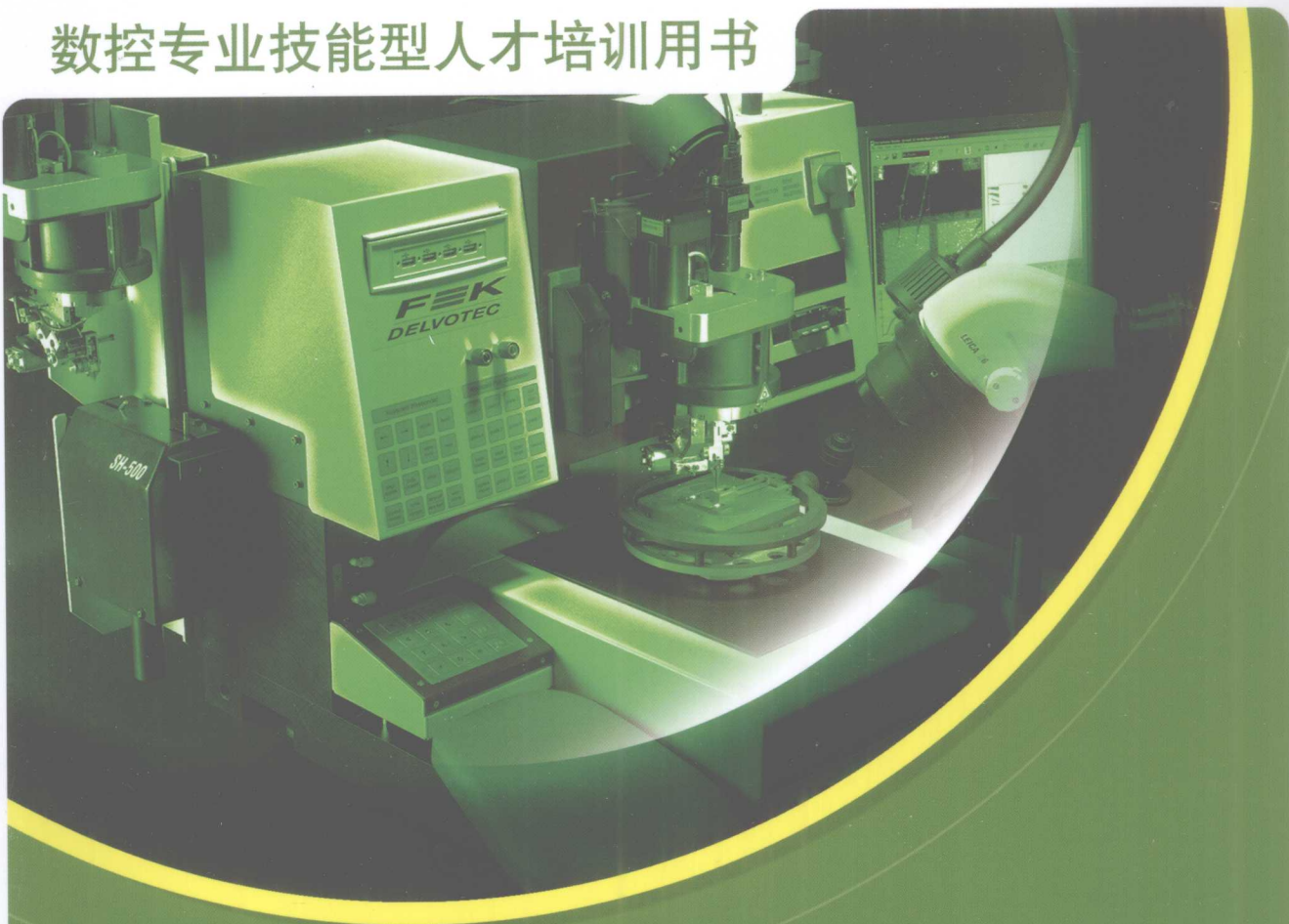


数控专业技能型人才培养用书



数控车削技术 与技能训练

(基础篇)

周晓宏 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

数控专业技能型人才培养用书

数控车削技术 与技能训练

(基础篇)

周晓宏 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书根据数控车床操作工岗位的技术和技能要求,介绍比较简单的数控车削的技术和技能。本书按“项目”编写,精选了十二个“项目”,在“项目”下又分解为几个“任务”,是一种理论和实操一体化的教材。按照学生的学习规律,从易到难,在“任务”引领下介绍完成该任务(加工工件、操作机床等)所需理论知识和实操技能。项目内容包括:车削的基础知识;认识数控车床;数控车削加工工艺与零件装夹;FANUC系统数控车床的操作;数控车床对刀及自动加工;简单轴类零件的编程及加工;阶梯轴加工;圆锥轴的加工;简单成形面轴类零件的加工;倒角、切槽和切断;套类零件的加工;数控车床的操作规程与维护。

本书举例丰富,图文并茂,通俗易懂,实用性强,适用面宽,所介绍的数控系统和数控车床在生产实际中应用很广,各章都附有思考与练习题,供读者参考、练习。

本书适合作为学习数控车床编程及加工技术与技能的教材,读者对象为各高等职业技术学院、技校、中职数控技术应用专业、模具专业、数控维修、机电一体化专业学生,以及数控车床操作工的社会化培训学员。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削技术与技能训练. 基础篇/周晓宏主编. —北京: 中国电力出版社, 2009

数控专业技能型人才培养用书

ISBN 978 - 7 - 5083 - 7970 - 8

I. 数… II. 周… III. 数控机床: 车床-车削-技术培训-教材
IV. TG659.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 195709 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 9 月第一版 2009 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.75 印张 282 千字

印数 0001—3000 册 定价 23.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言



数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础；数控技术的应用是提高制造业的产品质量和劳动生产率必不可少的重要手段；数控机床是工业现代化的重要装备，是关系到国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要标志。专家们预言：二十一世纪机械制造业的竞争，其实质是数控技术的竞争。当前，中国正在逐步变成“世界制造中心”，为了增强竞争能力，中国制造业开始广泛使用先进的数控技术，数控机床在企业的使用数量正在大幅度增加，企业正急需大批数控编程与加工方面的技能型人才。然而，目前国内掌握数控编程与加工的技能型人才严重短缺，这使得数控技术应用技能型人才的培养显得十分迫切，为适应培养数控技术应用技能型人才的需要，我们总结了自己在生产一线和教学岗位上多年的心得体会，同时结合学校教学的要求和企业要求，组织编写了这套教材。

本套教材根据数控机床的种类和工种分为：数控车削技术与技能训练、数控铣削技术与技能训练、加工中心技术与技能训练、电火花加工技术与技能训练，每一类机床和工种又分为“基础篇”和“提高篇”，共计8本。

本套教材全部按“项目”来编写，在“项目”下又分解为几个“任务”，是一种理论和实操一体化的教材。每本教材都按照学生的学习规律，从易到难，精选了十多个“项目”，在“任务”引领下介绍完成该任务（加工工件、操作机床等）所需理论知识和实操技能，符合目前我国职业教育界正大力提倡的“任务引领型”教学思路。“基础篇”介绍比较简单的数控加工的技术和技能，“提高篇”介绍比较复杂的数控加工的技术和技能。

本套教材的可操作性很强，读者按照该套教材的思路，通过书中项目的学习和训练，可很快掌握各种数控加工技术和技能。该套教材可大大提高学生学习数控加工技术和技能的兴趣和针对性，学习效率高。在编写过程中，突出体现“知识新、技术新、技能新”的编写思想，介绍知识和技能以“实用、可操作性强”为基本原则，不追求理论知识的系统性和完整性。本套教材是在作者多年来从事数控加工、编程方面的教学、科研、生产工作经验的基础上编写的，书中举例丰富，各章都附有思考与练习题，供读者参考。

本套书适合作为学习数控编程与加工技术与技能的教材，读者对象为各高等职业技术学院、技校、中职数控技术应用专业、模具专业、数控维修、机电一体化专业学生，以及相关工种的社会化培训学员。

本套教材由深圳技师学院（深圳高级技工学校）周晓宏副教授、高级技师主编，肖清、刘向阳参加编写。

由于编者水平有限，书中难免存在一些疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 4 月



目 录



前言

项目一 车削基础知识	1
任务一 认识车刀	1
任务二 切削用量与切削液	6
任务三 刃磨车刀	10
思考与练习	14
项目二 认识数控车床	18
任务一 数控车床的用途及分类	18
任务二 数控车床的结构及工作原理	22
思考与练习	27
项目三 数控车削加工工艺与零件装夹	29
任务一 机械加工工艺基础知识	29
任务二 数控车削加工工艺基础	35
任务三 数控车削零件的装夹	41
思考与练习	49
项目四 FANUC 系统数控车床的操作	52
任务一 了解 FANUC 系统数控车床的组成	52
任务二 FANUC 系统数控车床的手动操作	58
任务三 程序的编辑和管理	60
任务四 MDI 的运行	65
思考与练习	66

 项目五 数控车床对刀及自动加工	69
任务一 数控车床的刀具选择	69
任务二 数控车床对刀	71
任务三 自动加工运行	73
思考与练习	75
 项目六 简单轴类零件的编程及加工	77
任务一 零件图的识读	77
任务二 公差知识	80
任务三 轴类零件基础知识	88
任务四 数控车床编程基础	89
任务五 直线移动 G 指令的应用	93
任务六 简单轴类零件加工	95
任务七 轴套类零件的测量	98
任务八 车削简单轴类零件实训	103
思考与练习	106
 项目七 阶梯轴加工	109
任务一 金属材料知识	109
任务二 钢的热处理知识	115
任务三 单一固定循环指令	118
任务四 阶梯轴的编程及加工	120
任务五 车削阶梯轴实训	122
思考与练习	124
 项目八 圆锥轴的加工	126
任务一 圆锥尺寸计算	126
任务二 圆锥轴的加工工艺及编程	128
任务三 锥度的测量	132
任务四 圆锥轴加工实训	134
思考与练习	136
 项目九 简单成形面轴类零件的加工	138
任务一 圆弧插补指令	138
任务二 成形面轴类零件的加工	139
任务三 成形面轴类零件加工实训	141
思考与练习	143

 项目十 倒角、切槽和切断	145
任务一 倒角	145
任务二 切槽	148
任务三 切断	156
思考与练习	158
  项目十一 套类零件的加工	161
任务一 套类零件的基本知识	161
任务二 套类零件的编程与加工	166
任务三 套类零件加工实训	169
思考与练习	171
  项目十二 数控车床的操作规程与维护	173
任务一 数控车床的操作规程	173
任务二 数控车床的维护	174
思考与练习	178
 参考文献	179

项目一

车削基础知识

本项目主要介绍与车削相关的基础知识和基本技能。

知识目标：● 了解车刀的种类和用途

- 掌握车刀的结构、几何角度知识及几何角度对切削性能的影响
- 掌握车刀材料知识
- 掌握切削用量知识与切削液知识
- 掌握车刀刃磨的过程和方法

技能目标：● 会刃磨车刀

任务一 认识车刀

一、车刀的种类和用途

1. 车刀的种类

常用车刀按刀具材料可分为高速钢车刀和硬质合金车刀两类，其中硬质合金车刀按刀片固定形式，又分焊接式车刀和机械夹固式可转位车刀两种；车刀按用途不同可分为外圆车刀、端面车刀、切断刀、内孔车刀、圆头车刀和螺纹车刀等。常用车刀如图 1-1 所示。

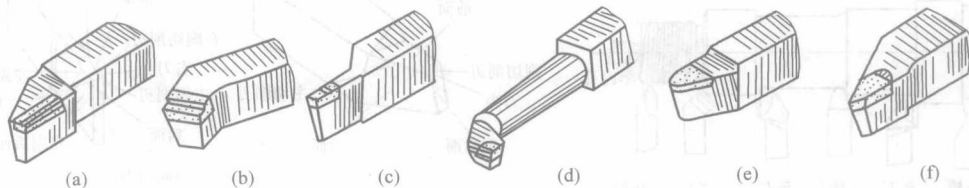


图 1-1 常用车刀

- (a) 外圆车刀 (90°车刀)；(b) 端面车刀 (45°车刀)；(c) 切断刀；
(d) 内孔车刀；(e) 圆头车刀；(f) 螺纹车刀

- (1) 外圆车刀 (90°车刀，又称偏刀)。用于车削工件的外圆、台阶和端面。
- (2) 端面车刀 (45°车刀，又称弯头车刀)。用于车削工件的外圆、端面和倒角。
- (3) 切断刀。用于切断工件或在工件上车槽。
- (4) 内孔车刀。用于车削工件的内孔。
- (5) 圆头刀。用于车削工件的圆弧面或成型面。
- (6) 螺纹车刀。用于车削螺纹。
- (7) 硬质合金可转位车刀。这种车刀不需焊接，刀片用机械夹固方法装夹在刀柄上 (见

图 1-2)。这是近几年来国内外发展和广泛应用的刀具之一,在数控车床上经常使用这种刀具。在车削过程中,当一条切削刃磨钝后,不需卸下来去刃磨,只需松开夹紧装置,将刀片转过一个角度,即可重新继续切削,提高刀柄利用率。这种车刀可根据车削内容不同,选用不同形状和角度的刀片,从而组成外圆车刀、端面车刀、切断和车槽刀、内孔车刀和螺纹车刀等。

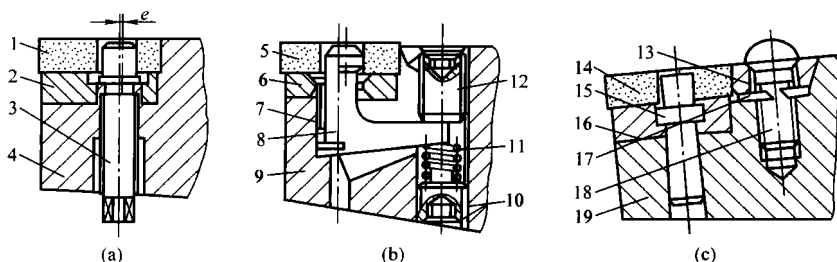


图 1-2 可转位车刀的结构

(a) 偏心式; (b) 杠杆式; (c) 楔块式

1、5、14—刀片; 2、6、16—刀垫; 3—螺纹偏心销; 4、9、19—刀柄; 7—弹簧套; 8—杠杆;
10—调节螺钉; 11—弹簧; 12、18—压紧螺钉; 13—楔块; 15—圆柱销; 17—弹簧垫圈

2. 车刀的用途

常用车刀的用途如图 1-3 所示。

二、车刀结构

刀具各组成部分统称刀具要素。车刀一般由两大部分组成:夹持部分和切削部分。夹持部分通常用普通碳素钢、球墨铸铁等材料制成。切削部分采用各种刀具材料,根据需要制成各种形状,车刀切削部分的组成要素构成如图 1-4 所示。

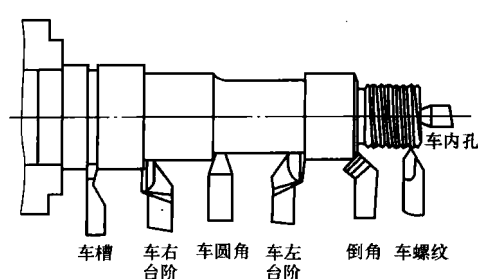


图 1-3 常用车刀的用途

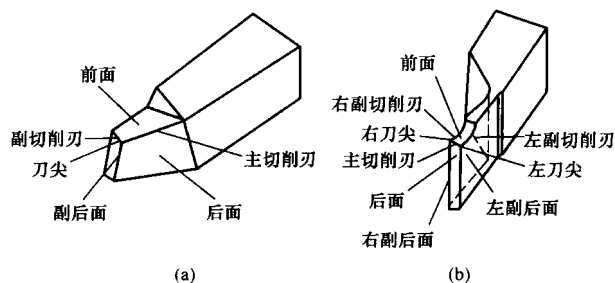


图 1-4 车刀切削部分的组成要素构成

(a) 外圆车刀; (b) 车槽刀

(1) 前面 (A_r)。又称前刀面,即切屑流过的表面。

(2) 后面 (A_a)。又称后刀面,即与工件上经切削的表面相对的表面。分为主后面(与前面相交形成主切削刃的后面,与工件上的过渡表面相对,记作 A_a)和副后面(与前面相交形成副切削刃的后面,与工件上的已加工表面相对,记作 A'_a),未作特别说明的后面一般指主后面。

(3) 主切削刃 (S)。前面和后面的交线,承担主要切削工作,由它在工件上切出过渡表面。

(4) 副切削刃 (S')。前面与副后面的交线,它配合主切削刃切除余量并最终形成已加

工表面。

(5) 刀尖。主、副切削刃连接处相当少的一部分切削刃, 未经特别指明可视为一个点, 是刀具切削部分工作条件最恶劣的部位。

三、车刀的几何参数及其对切削性能的影响

1. 辅助平面

为了确定和测量车刀的角度, 需要假想以下三个辅助平面, 如图 1-5 所示。

(1) 切削平面。通过切削刃上某一选定点, 并与工件上过过渡表面相切的平面, 如图 1-5 (b) 中的 $ABCD$ 平面。

(2) 基面。通过切削刃上某一选定点, 并与该点切削速度方向相垂直的平面, 如图 1-5 (b) 中的 $EFGH$ 平面。

(3) 截面。截面有主截面和副截面之分。

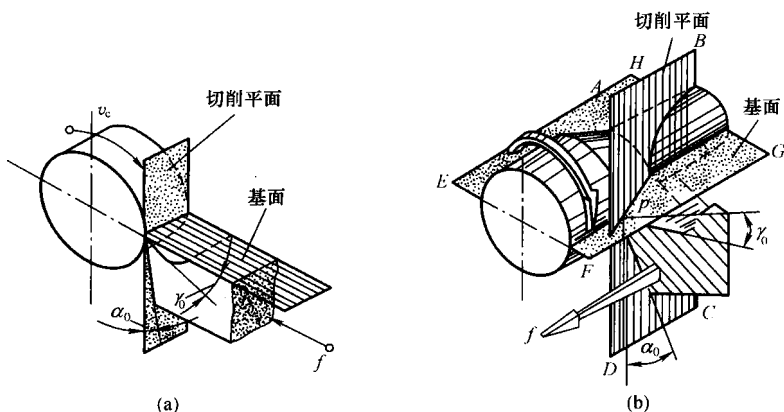


图 1-5 切削平面和基面

(a) 横车; (b) 纵车

通过主切削刃上某一选定点, 同时垂直于切削平面和基面的平面, 叫主截面, 如图 1-6 (a) 中的 P_0-P_0 平面。

通过副切削刃上某一选定点, 同时垂直于切削平面和基面的平面, 叫副截面, 如图 1-6 (a) 中的 $P'_0-P'_0$ 平面。

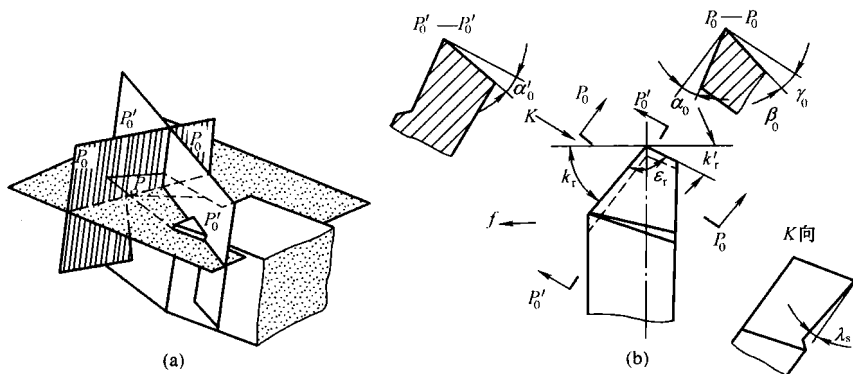


图 1-6 车刀角度的标注

(a) 主截面和副截面; (b) 车刀角度的标注



2. 车刀几何角度及其对切削性能的影响

车刀切削部分主要有 6 个独立的基本角度：前角（ γ_0 ）、主后角（ α_0 ）、副后角（ α'_0 ）、主偏角（ k_r ）、副偏角（ k'_r ）、刃倾角（ λ_s ）。两个派生角度：楔角（ β_0 ）、刀尖角（ ϵ_r ），如图 1-6（b）所示。

车刀几何角度的名称及其对对切削性能的影响见表 1-1，车刀几何角度的选择可参考表 1-2。

表 1-1 车刀几何角度的名称及其对切削性能的影响

车刀几何角度名称	定 义	对切削性能的影响	选用原则
前角（ γ_0 ）	前刀面与基面间的夹角	主要影响车刀的锋利程度、强度、切削变形和切削力。增大前角，则车刀锋利，切削力减小，切削变形减小，有助于提高表面质量，但刀头强度会减小，散热条件下降	一般情况下当零件材料较软或是精加工时选择较大的前角
主后角（ α_0 ）	主后刀面与切削平面间的夹角	主要是减少车刀主后刀面与零件的摩擦。增大主后角可使车刀刃口锋利，但刀头强度会减小，散热条件下降	一般情况下粗加工时切削力较大，应选择较小的后角
副后角（ α'_0 ）	副后刀面与切削平面间的夹角	主要是减少车刀副后刀面与零件的摩擦	选择同主后角
主偏角（ k_r ）	主切削刃在基面上的投影与进给运动方向间的夹角	改变车刀的受力与散热情况	零件刚性差、径向切削力要求小时选较大主偏角；对材料硬度高的零件加工时选较小的主偏角
副偏角（ k'_r ）	副切削刃在基面上的投影与背向进给运动方向间的夹角	减少副切削刃与零件已加工表面的摩擦，以免影响零件表面质量	粗车时选大一些的副偏角，精车时选小一些的副偏角
刃倾角（ λ_s ）	主切削刃与基面间的夹角	控制排屑方向，当刃倾角为负值时，可增加刀头强度和保护刀尖	
楔角（ β_0 ）	正交平面内前刀面与后刀面间的夹角		$\beta_0 = 90^\circ - (\gamma_0 + \alpha_0)$
刀尖角（ ϵ_r ）	主切削刃和副切削刃在基面上的投影间的夹角		$\epsilon_r = 180^\circ - (k_r + k'_r)$

表 1-2 车刀几何角度的选择参考表

加工材料	典型牌号	加工情况	刀具材料	前角 γ_0	主后角 α_0 副后角 α'_0	主偏角 k_r	副偏角 k'_r	刃倾角 λ_s
低碳钢	Q235A	粗车	YT5、YT15	20°~25°	6°~8°	45°~75°	15°~45°	0°
		精车	YT15、YT30	25°~30°	8°~10°	75°~90°	5°~15°	0°~5°
中碳钢	45	粗车	YT5、YT15	15°~20°	4°~6°	45°~75°	15°~45°	-5°~0°
		精车	YT15、YT30	20°~25°	6°~8°	75°~90°	5°~15°	0°~5°

续表

加工材料	典型牌号	加工情况	刀具材料	前角 γ_0	主后角 α_0 副后角 α'_0	主偏角 k_r	副偏角 k'_r	刃倾角 λ_s
合金钢	40Cr	粗车	YT5、YT15	12°~18°	4°~6°	45°~75°	15°~45°	-5°~0°
		精车	YT15、YT30	15°~20°	6°~8°	75°~90°	5°~15°	0°~5°
不锈钢	1Cr18Ni9Ti	粗车	YG8、YG6A	15°~20°	4°~6°	45°~75°	15°~45°	-5°~0°
		精车	YG6A、YW1	20°~25°	6°~8°	75°~90°	5°~15°	0°~5°
灰铸铁	HT150 HT200	粗车	YG6、YG8	10°~15°	4°~6°	45°~75°	10°~15°	-10°~0°
		精车	YG3、YG6	5°~10°	6°~8°	60°~90°	5°~10°	0°
铝、铝合金	L3 LY12	粗车	YG8、YG6	30°~35°	8°~10°	60°~75°	10°~15°	10°~20°
		精车	YG6	35°~40°	10°~12°	75°~90°	5°~10°	15°~30°
纯铜	T0~T4	粗车	YG8、YG6	25°~30°	4°~6°	60°~75°	10°~30°	5°~10°
		精车	YG6	30°~35°	6°~8°	75°~90°	5°~10°	5°~10°

四、车刀的材料

目前生产中常用的车刀材料有高速钢和硬质合金两类。

1. 高速钢

高速钢是含有钨（W）、铬（Cr）、钒（V）、钼（Mo）等合金元素的高合金工具钢。现有品种可归并为通用型高速钢、高性能高速钢和粉末冶金高速钢三大类。

与碳素工具钢、合金工具钢比较，高速钢特殊优点是耐热性好，耐温度高达 500~650℃。高速钢切削中碳钢时，切削速度可达 25~30m/min，是碳素工具钢和合金工具钢的 2~4 倍。

与硬质合金比较，高速钢最大优点是可加工性，可锻打成各种坯件，制造复杂刀具。高速钢的抗弯强度、冲击韧度是硬质合金的 6~10 倍。经过仔细研磨，高速钢刀具切削刃钝圆半径可以小于 15μm，其磨削性也好。

高速钢刀具制造简单，刃磨方便，磨出的刀具刃口锋利，而且坚韧性较好，能承受较大的冲击力。因此常用于承受冲击力较大的场合，同时也常作为精加工车刀（梯形螺纹、宽刃车刀）及成形车刀的材料。但高速钢耐热性比硬质合金差，不宜用于高速切削。在刃磨时要经常冷却，以防车刀退火，失去硬度。它淬火后的硬度约为 62~65HRC。

2. 硬质合金

硬质合金是用高熔点、高硬度的金属碳化物和金属粘结剂按粉末冶金工艺制成的刀具材料。

硬质合金的硬度高，能耐高温，在 1000℃左右的高温下仍能保持良好的切削性能。硬质合金车刀的切削速度比高速钢高几倍至几十倍。并能切削高速钢刀具无法切削的难车削材料。

硬质合金的缺点是韧性较差、性较脆、怕冲击。但这一缺陷可以通过刃磨合理的切削角度来弥补。所以硬质合金是目前应用最广泛的一种车刀材料。

硬质合金按其成分不同，常用的有钨钴合金和钨钛钴合金两类。

钨钴类硬质合金由碳化钨（WC）和钴组成，钴是粘结剂，它的代号是 YG。韧性较好，

适用于加工铸铁、脆性铜合金等脆性材料或冲击性较大的场合。

钨钴类按其含钴量,分为 YG3、YG6、YG8 等牌号。牌号后的数字表示含钴量的百分数,数大的含钴量高,抗冲击韧性较好,但硬度较差。一般选用 YG8 作粗加工, YG6 作半精加工, YG3 作精加工。

钨钛钴类以碳化钨为主体,加入碳化钛(TiC)元素,以钴为粘结剂。它的代号是 YT。这类硬质合金的耐磨性较好,能承受较高的切削温度,适用于加工钢件或韧性较大的塑性材料。由于它较硬而且较脆,不耐冲击所以不宜加工脆性材料。

钨钛钴类按其含钛量,分为 YT5、YT15、YT30 等牌号,牌号的数字表示碳化钛含量的百分数。数字大的含钛量高,硬度大,耐磨性好,脆、不耐冲击。一般选用 YT5 作粗加工、YT15 作半精加工和精加工、YT30 只能作精加工。

五、影响刀具寿命的因素及提高刀具寿命的方法

1. 有关概念

(1) 刀具总寿命。一把新磨好的刀具从开始切削,经过多次刃磨、使用,直至完全失去切削能力而报废的实际总切削时间称为刀具的总寿命。

(2) 刀具寿命。是指一把新刃磨的刀具,从开始切削至磨损量达到磨钝标准为止所使用的切削时间,称为刀具寿命,用符号 t 表示,单位为 min。

在生产现场,利用刀具寿命 t 控制磨损量 VB 的大小,比用测量 VB 的高度来判别是否达到磨损限度要简便。因而在生产实际中广泛地采用刀具寿命 t 。

刀具寿命是刀具磨损的另一种表示方法,刀具寿命 t 大,表示刀具磨损得慢。

2. 影响刀具寿命的因素

凡是影响刀具磨损的因素也就是影响刀具寿命的因素。

(1) 工件材料。工件材料的强度、硬度越高,材料的热导率越小,产生的切削温度就越高,因而刀具磨损快,使刀具寿命降低。

(2) 刀具材料。它的高温硬度越高,耐磨性越好,刀具寿命越长。切削部分的材料,是影响刀具寿命的主要因素。

(3) 刀具几何参数。刀具前角 γ_0 增大,切削力将减小,切削温度降低,刀具寿命长。但是,前角太大,切削刃强度将下降,散热条件变差,刀具寿命反而下降。所以,前角的选择应合理。

减小主偏角或副偏角,加大刀尖圆弧半径,能增加刀具强度,改善散热条件,使刀具寿命提高。但是,要在加工中不产生振动和工件形状允许的条件下采用。

(4) 切削用量。切削速度 (v_c) 对刀具寿命影响最大,其次是进给量 (f),背吃力量 (a_p) 的影响最小。生产中要提高切削效率,并保持刀具的寿命,应首先考虑增大 a_p ,其次增大 f ,然后确定合理的 v_c 。

任务二 切削用量与切削液

一、车削时工件上的加工表面

车削时在工件上产生的加工表面如图 1-7 所示。

1. 待加工表面

工件有待切除的表面, 即将被切除余量层表面。

2. 已加工表面

工件上经刀具切削后产生的新表面。

3. 过渡表面

工件上由切削刃形成的那部分表面, 它总是位于待加工表面和已加工表面之间。

二、切削用量

切削速度、进给量和背吃刀量, 称为切削用量三要素 (见图 1-8)。合理地选择切削用量能有效地提高生产效率。

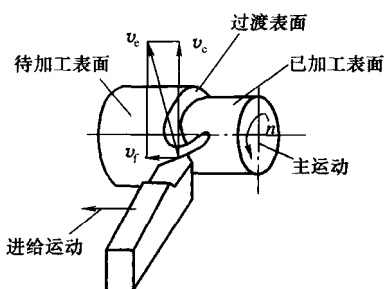


图 1-7 车削时工件上的加工表面

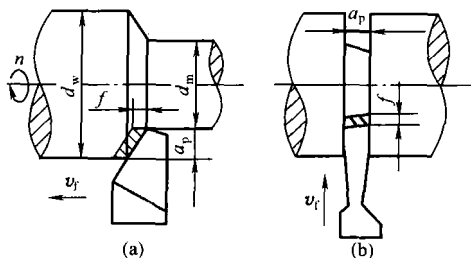


图 1-8 进给量和背吃刀量

(a) 车外圆; (b) 车槽

1. 切削速度 v_c

主运动的线速度称为切削速度, 单位 m/min 。车削时切削速度为

$$v_c = \pi d_w n / 1000$$

式中 d_w ——工件待加工表面直径, mm ;

n ——车床主轴每分钟转数, r/min 。

车削时, 工件作旋转运动, 切削刃不同直径处的各点切削速度不同。在计算时, 以刀具进入切削状态的最大直径作为计算依据。如车外圆时就应以工件待加工表面直径为准。

【例 1-1】 车削直径 260mm 的工件外圆, 选用切削速度为 $450\text{m}/\text{min}$, 求车床主轴转速 n 。

解 根据

$$v_c = \pi d_w n / 1000$$

$$n = 1000 v_c / (\pi d_w)$$

$$n = 1000 \times 450 / (3.14 \times 260) = 550 (\text{r}/\text{min})$$

在实际生产中, 操作者往往是已知工件直径, 并根据工件材料、刀具材料和车削性质等因素选定切削速度 v_c 。再将切削速度换算成车床主轴转速, 以便在编程时使用。

2. 进给量 f

工件每转一转, 车刀沿进给方向移动的距离叫进给量, 单位 mm/r 。

进给量有纵进给量和横进给量两种: 沿车床床身导轨方向的是纵向进给量; 垂直于车床床身导轨方向的是横向进给量。



3. 背吃刀量 a_p

工件上已加工表面与待加工表面之间的垂直距离, 单位 mm。

背吃刀量的计算公式如下

$$a_p = (d_w - d_m)/2$$

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。

【例 1-2】 现有一根直径为 80mm 的棒料, 一次进给车至 73mm, 求背吃刀量 a_p 。

解 根据公式

$$a_p = (d_w - d_m)/2 = (80 - 73)/2 = 3.5 \text{ (mm)}$$

三、切削用量的选择

选择切削用量就是根据切削条件和车削要求, 确定合理的背吃刀量、进给量和切削速度。这对保证产品质量, 合理使用车刀, 提高生产效率有很大影响。

一般来说, 加大切削速度、背吃刀量和进给量, 对提高生产效率有利。但不能随意增加, 要根据机床的负荷、刀具材料、工件材料等条件确定。否则, 将会产生相反效果, 即加剧刀具的磨损, 影响工件质量, 产生“闷车”现象。因此必须把切削用量选择在一定范围内。切削用量的三要素对切削的影响各不相同, 它们之间又是相辅相成的。选择切削用量时, 首先应该根据不同的切削条件, 找出切削用量中矛盾的主要方面, 合理选择切削用量。

在粗车时如果把切削速度选得较高, 车刀的磨损就会加剧, 增加了许多辅助工时。而且当切削速度太高时, 背吃刀量只能相应减小, 降低了生产效率。当背吃刀量和进给量基本选定后, 按一般切削情况, 切削速度大致可按下列范围内选用:

(1) 用硬质合金车刀车削中碳钢时, 切削速度取 90m/min 左右; 车削铸铁时, 切削速度取 70m/min 左右。

(2) 车削调质状态的钢料、合金钢时, 切削速度应比车削中碳钢时降低 20%~30%。

(3) 车削有色金属的切削速度应比车削中碳钢的切削速度提高 100%~200%。

1. 粗车、精车时选择切削用量的一般原则

(1) 粗车时。一般车削余量比较多, 为了尽快把工件上粗加工余量切除。粗车时的切削用量, 可分下列两种情况选择:

1) 当粗加工余量较多时, 应首先选择大的背吃刀量, 留有精车余量, 尽可能一次切削完成, 只有当车削余量太大, 无法一次切除时, 才考虑分几次切削; 其次选择较大进给量; 最后才选择切削速度。

2) 当粗加工余量不多 ($a_p < 3\text{mm}$), 加大进给量对切削力的影响最小, 其次是背吃刀量, 最后选择适当的切削速度。

(2) 精车时。因为工件经过粗车留下的车削余量不多, 精车时要求得到较高的表面加工质量, 如果将进给量取大, 则残留面积增加, 表面粗糙度值大, 所以进给量受到一定限制 (一般取 $f=0.08\sim0.3\text{mm/r}$)。使用硬质合金车刀时, 通常采用高速小进给量的车削办法 (一般选用切削速度 $v_c=100\sim160\text{m/min}$), 以抑制积屑瘤不利因素的影响, 而且这时被切层较薄, 切削力较小, 也具备了适当提高切削速度的条件。

因此, 在选择精车的切削用量时, 应把切削速度放在第一位, 进给量放在第二位, 且按

工件质量要求适当选择,而背吃刀量则根据工件尺寸来确定。

2. 不同切削条件下切削用量的选择和调整

上述粗、精车时切削用量的选择原则,并不是一成不变的。在不同的工件材料、工件形状、切削要求、车刀材料以及工件、车刀、夹具和机床系统的刚性等条件下,切削用量的选择须作适当调整。

(1) 使用高速钢车刀和使用硬质合金车刀的比较。由于高速钢车刀的热硬性比硬质合金车刀差,因此在使用高速钢车刀车削时,选择的切削用量应比使用硬质合金车刀小,尤其是切削速度,高速钢车刀的切削速度大体为硬质合金车刀的 $1/4 \sim 1/5$ 。当采用高速钢车刀宽刃大进给量车削中碳钢工件时,一般采用切削速度 $v_c = 3 \sim 5 \text{ m/min}$ 。

(2) 车削大型工件和中小型工件时的比较。车削大型工件时,工件的刚性较好,这时背吃刀量和进给量应比车削中小型工件时大。但切削速度应降低,以保持车刀的正常磨损,并减小工件回转时的离心力,达到安全生产的目的。

(3) 车外圆和车内孔的比较。由于车内孔时,刀柄尺寸受到限制,车刀刚性比车削外圆的车刀要差,车削时车刀容易振动,所以车内孔时选择的切削用量,特别是背吃刀量和进给量,要比车削外圆时小。

(4) 车削管料工件和轴类工件的比较。管料工件是空心的,工件较长、刚性较差,在车削时容易引起振动,因此在精车管料工件时,切削速度和背吃刀量要比精车轴类工件时选得小一些,而进给量可选得适当大一些,以减少振动。

(5) 断续车削与连续车削的比较。断续车削时(如粗车偏心轴),工件对切削刃,特别是对刀尖作用着一个较大的冲击力,因此断续车削的切削用量应比连续车削选得小些。

四、切削液

在车削中,变形与摩擦所消耗的功绝大部分转变为热能,致使刀尖处的温度升得很高。车刀在高温下车削,切削刃会很快磨钝和损失,在高温和强烈的摩擦下,车削出来的工件质量也不好。

切削液又称冷却润滑液,主要用来降低温度和减少摩擦。此外,还有冲去切屑的清洗作用,从而延长刀具的使用寿命和提高零件表面的质量,所以正确地选择和使用切削液是非常必要的。

1. 切削液的分类

常用的切削液有水溶液、乳化液和切削油三大类。

(1) 水溶液。水溶液是以水为主要成分的切削液,加入一定量的添加剂,使它既有良好的防锈性能,又具有一定的润滑能力。

(2) 乳化液。乳化液是一种由 $2\% \sim 5\%$ (体积分数) 的乳化油加 $95\% \sim 98\%$ (体积分数) 的水配制而成的切削液,乳化液主要起冷却作用。这类切削液的比热容大,黏度小,传热性较好,可以吸收大量的热量。主要用来冷却刀具和工件,延长刀具寿命,减少热变形。但因水的成分较多,所以润滑和防锈性能较差。可加入一定的油性、极压添加剂和防锈添加剂,以提高其润滑和防锈性能。

(3) 切削油。切削油的主要成分是矿物油,少数采用植物油和动物油。这类切削液的比热容较小,黏度较大,散热效果较差,主要起润滑作用。常用黏度较低的矿物油,如 10 号、20 号机油及轻柴油、煤油等。纯矿物油的润滑效果较差,使用时需加入极压添加剂和防锈