

图解机械加工技能系列丛书

数控车刀选用 全图|解

杨晓 等编著

Shukong Chedao Xuanyong
Quantujie



数控刀具全解析
车刀用刀一本通

涵盖数控车削中常用的内外圆车刀、
槽及切断车刀、螺纹车刀的选用方法。

详细介绍了车刀刀片材料及涂层、刀具几何参数、
刀杆及刀片的型号、刀杆及刀片装夹、车削热和冷却、
车削力和刀杆的变形、切削中的振动、加工精度和表面粗糙度、
刀具磨损及切削中的各种常见问题与刀具选用之间的联系。

● 重点讲述了7种典型数控刀具选用实例。

全彩印刷



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解机械

数控车刀 选用 全|图|解



杨晓 等编著

Shukong Chedao Xuanyong
Quantujie



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书主要针对现代数控车刀,结合加工现场的状况,从操作者或选用者的角度,以图解和实例的形式,详细介绍了数控车刀选择和应用技术,力求接近生产实际。主要内容包括:车削的概念,常见的车削形式及对应的车刀的种类,内外圆车刀、车槽刀和切断刀、螺纹车刀的选择及应用以及刀具选择实例。从本书中不仅可以学到数控车刀的选择和使用方法,而且能够学到解决数控车削加工中的常见问题的方法。

本书可作为数控车工、普通车工转为数控车工的自学及短期培训用书,也可作为大中专院校数控技术应用专业的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控车刀选用全图解 / 杨晓等编著. —北京:机械工业出版社, 2014.9

(图解机械加工技能系列丛书)

ISBN 978-7-111-46382-5

I. ①数… II. ①杨… III. ①数控机床—车刀—图解 IV. ①TG519.1-64 ②TG712-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第067332号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王晓洁 责任编辑:王晓洁 张振勇

版式设计:张静 责任校对:纪敬

封面设计:张静 责任印制:乔宇

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2014年9月第1版第1次印刷

190mm×210mm · 7.333印张 · 195千字

1—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-46382-5

定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版



序 FOREWORD



经过改革开放 30 多年的发展，我国已由一个经济落后的发展中国家成长为世界第二大经济体。在这个过程中制造业的发展对经济和社会的发展起到了十分重要的作用，也确立了制造业在经济社会发展中的重要地位。目前，我国已是一个制造大国，但还不是制造强国。建设制造强国并大力发展制造技术，是深化改革开放和建成小康社会的重要举措，也是政府和企业的共识。

制造业的发展有赖于装备制造业提供先进的、优质的装备。目前，我国制造业所需的高端设备多数依赖进口，极大地制约着我国制造业由大转强的进程。装备制造业的先进程度和发展水平，决定了制造业的发展速度和强弱，为此，国家制定了振兴装备制造业的规划和目标。大力开发和应用数控制造技术，大力提高和创新装备制造的基础工艺技术，直接关系到装备制造业的自主创新能力和市场竞争能力。切削加工工艺作为装备制造的主要基础工艺技术，其先进的程度决定着装备制造的效率、精度、成本，以及企业应用新材料、开发新产品的能力和速度。然而，我国装备制造业所应用的先进切削技术和高端刀具多数由国外的刀具制造商提供，这与振兴装备制造业的目标很不适应。因此，重视和发展切削加工工艺技术、应用先进刀具是振兴我国装备制造业的十分重要的基础工作，也是振兴的必由之路。

近 20 年来，切削技术得到了快速发展，形成了以刀具制造商为主导的切削技术发展新模式，它们以先进的装备、强大的人才队伍、高额的科研投入和先进的经营理念对刀具工业进行了脱胎换骨的改造，大大加快了切削技术和刀具创新的速度，并十分重视刀具在用户端的应用效果。因此，开发刀具应用技术、提高用户的加工效率和效益，已成为现代切削技术的显著特征和刀具制造商新的业务领域。

世界装备制造业的发展证明，正是近代刀具应用技术的开发和运用使切削加工技术水平有了全面的、快速的提高，正确地掌握和运用刀具应用技术是发挥先进刀具潜能的重要环节，是在不同岗位上从事切削加工的工程技术人员必备的新技能。

本书以提高刀具应用技术为出发点，将作者多年工作中积累起来的丰富知识提炼、精选，针对数控刀具“如何选择”和“如何使用”两部分关键内容，以图文并茂的形式、简洁流畅的叙述、“授之以渔”的分析方法传授给读者，将对广大一线的切削技术人员的专业水平和工作能力的迅速提高起到积极的促进作用。

成都工具研究所原所长、原总工程师
赵炳桢

前言

PREFACE

切削技术是先进装备制造业的组成部分和关键技术，振兴和发展我国装备制造业必须充分发挥切削技术的作用，重视切削技术的发展。数控加工所用的数控机床及其所用的以整体硬质合金、可转位刀具为代表的数控刀具等相关技术一起构成了金属切削发展史上的一次重要变革，使加工快速、准确、可控程度高。现代切削技术正向着“高速、高效、高精度、智能、人性化、专业化、环保”的方向发展，创新的刀具制造技术和刀具应用技术层出不穷。

数控刀具应用技术的发展早已形成规模，对广大刀具使用者而言，普及应用成为当务之急。了解切削技术的基础知识，掌握数控刀具应用技术的基础内容，并能够运用这些知识和技术来解决实际问题，是数控加工技术人员、技术工人的迫切需要和必备技能，也是提高我国数控切削技术水平的迫切需要。尽管许多企业很早就开始使用数控机床，但他们的员工在接受数控技术培训时却很难找到与数控加工相适应的数控刀具培训教材。数控刀具培训已成为整个数控加工培训中一块不容忽视的短板。广大数控操作工人和数控工艺人员迫切需要一本实用性较强的关于数控刀具选择和使用的读物，以提高数控刀具应用水平。

本书以普及现代数控加工的金属切削刀具知识、介绍数控刀具的选用方法为主要目的，涉及刀具原理、刀具结构和刀具应用等方面的内容，着重介绍数控刀具的知识、选择和应用，用图文并茂的方式多角度解释现代刀具，从加工现场的状况和操作者或选用者的角度，解决常见的问题，力求接近生产实际。本书在结构、内容和表达形式上，针对大部分数控操作工人和数控工艺人员的实际基础和水平，力求做到易于理解和实用。

本书以数控车削中常用的内外圆车刀、车槽刀及切断刀、螺纹车刀为主要着眼点，介绍刀具的选用为主线，串联起从车刀刀片材料、刀片涂层、刀片几何参数、刀杆及刀片的型号、刀片的装夹、刀杆与机床的连接、车削热及车削冷却、车刀杆的变形、切削中的振动、加工精度和表面粗糙度以及刀具磨损或切削中的各种常见问题与刀具选用之间的联系，帮助数控车刀的使用者认识和解决数控车刀使用中的问题。

本书由杨晓编写第1章至第5章并负责全书统稿，杨晓、王志宏编写第6章。

在本书的编写过程中，得到了瓦尔特（无锡）有限公司市场部的大力支持，本书资料、图片未注明出处的，大多由其提供。在此，作者谨向瓦尔特（无锡）有限公司以及孙欢先生、徐华先生、顾晓钰女士等协助者表示感谢。本书的标准信息由全国刀具标准化技术委员会查国兵、沈士昌、樊瑾，株洲钻石切削刀具股份有限公司周红翠提供帮助，在此表示感谢。本书的实例典型零件图样由无锡职业技术学院顾京教授和王振宇老师提供，在此一并感谢。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。



目录 CONTENTS



序	III
前言	IV

1 车削的概念 1

1.1 车削总体概念	2
1.2 车削简史	3

2 常见的车削形式及刀具 ... 4

2.1 常见的车削形式	5
2.2 常见的车削刀具	6
2.2.1 单刃车削刀具	6
2.2.2 可旋转刀具	12

3 内外圆车刀 16

3.1 影响内外圆车刀选择的因素	17
3.1.1 工件的因素	18
3.1.2 机床的因素	19
3.1.3 刀具的因素	21
3.2 内外圆车刀的选用实例	67
3.2.1 内外圆车削中的常见问题	72
3.2.2 车刀的失效形式及其对策	90

4 车槽刀及切断刀 98

4.1 车槽的概念	99
4.2 车槽刀和切断刀的结构	99
4.2.1 车槽刀片和切断刀片的结构	99
4.2.2 车槽刀和切断刀的刀杆结构	105
4.3 车槽刀和切断刀的选用实例	112
4.3.1 外圆及内孔槽的加工	113
4.3.2 槽车削加工	114
4.3.3 端面槽的加工	117
4.3.4 切断加工	118

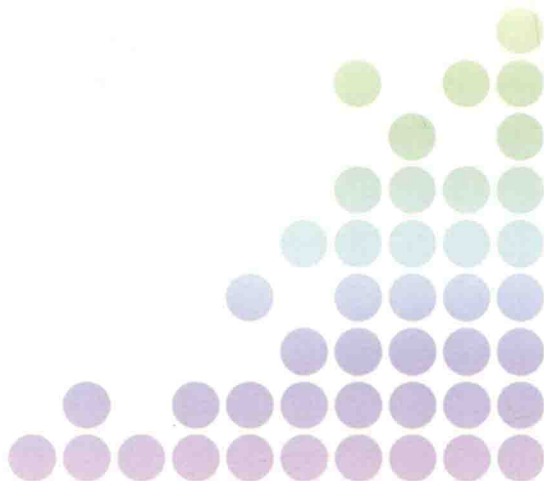


5 螺纹车刀 121

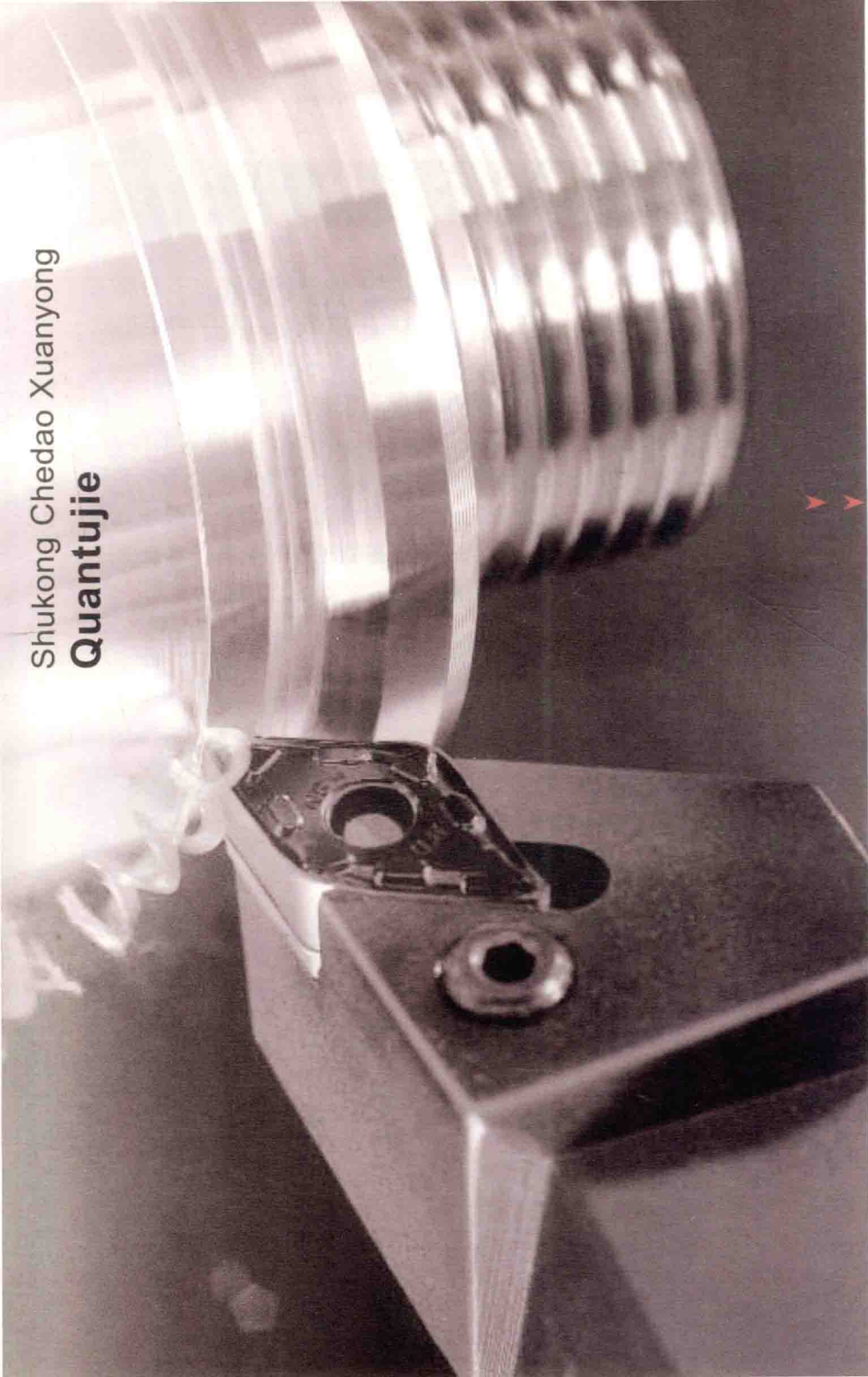
- 5.1 螺纹基础知识..... 122
 - 5.1.1 基本要素..... 122
 - 5.1.2 螺纹的三个中径..... 123
- 5.2 螺纹车刀的选择..... 124
 - 5.2.1 螺纹车刀刀片..... 124
 - 5.2.2 螺纹车刀刀片的锁紧结构..... 126
- 5.3 螺纹车刀的使用..... 127
 - 5.3.1 螺纹车削的特点..... 127
 - 5.3.2 车螺纹的四种刀片切入方式... 128
 - 5.3.3 车螺纹的多刀切削..... 130
 - 5.3.4 不同旋向螺纹的加工..... 134
- 5.4 螺纹加工中的常见问题..... 137
 - 5.4.1 选择牙型完整程度不同的螺纹刀片..... 137
 - 5.4.2 螺纹加工工艺..... 138
 - 5.4.3 螺纹车削故障诊断..... 138

6 数控车刀综合选择实例... 140

- 6.1 轴类工件加工刀具选择..... 141
 - 6.1.1 车外圆、端面及倒角..... 141
 - 6.1.2 车槽和槽车削刀具的选择..... 151
 - 6.1.3 螺纹车刀的选择..... 157
- 6.2 盘类工件加工刀具选择..... 160
 - 6.2.1 外圆及端面车刀的选择..... 161
 - 6.2.2 内孔车刀的选择..... 164
 - 6.2.3 内孔车槽刀的选择..... 167
 - 6.2.4 车内螺纹刀具的选择..... 168



Shukong Chedao Xuanyong
Quantujie



1

车削的概念

1.1 车削总体概念

什么是车削？车削是在车床上进行的一种切削运动。它通常是由车床主轴带动工件作旋转运动，又由车床的进给系统带着车刀做进给运动，从而将多余的（或预留的）金属从工作上切除，并且获得在形状上、尺寸精度及表面质量上都合乎预定要求的加工，称为车削加工，简称“车削”。

可以说车削是一种使用具有特定几何

形状的切削刃对工件进行旋转加工的加工方法（图 1-1）。用成形车刀车削特定形状的回转工件，就是车刀具有特定几何形状的一种典型情况。

图 1-2 就是加工某工件用的成形车刀，左上为零件造型，右上是零件剖面，左下是成形车刀前面的生成图，右下是成形车刀的三维造型。成形车刀工作时无需作复杂的成形运动，就可加工出复杂的表面形状。

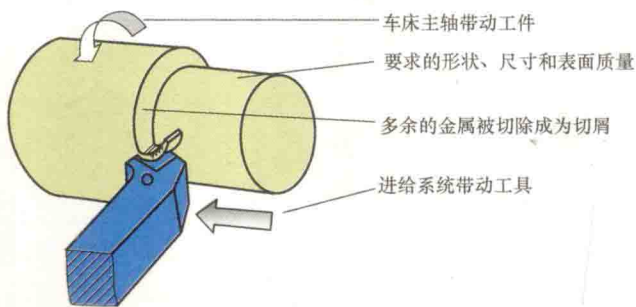


图 1-1 车削加工

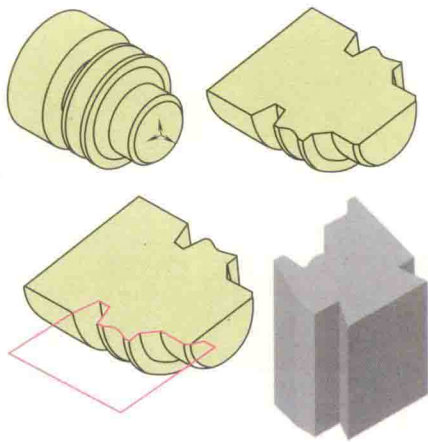


图 1-2 成形车刀

1.2 车削简史

近百年以来,随着刀具技术的不断进步,从高碳工具钢、高速钢一直到涂层和未涂层的硬质合金材料都得到了快速的发展,车削生产效率稳步提高。当今,几乎每年都会推出新的断屑槽形、新的材料或新的涂层,使加工成本得以持续下降。

图 1-3 所示是要车削一个直径 650mm、长 1000mm 的中碳钢圆棒。如果在 1900 年用高碳工具钢作为车削刀具,这一个工作任务大约需要 100min 才能完成;而到了 2000 年,同样的加工任务用多层涂层的硬质合金车刀片,只需要 1min 就能够完成。

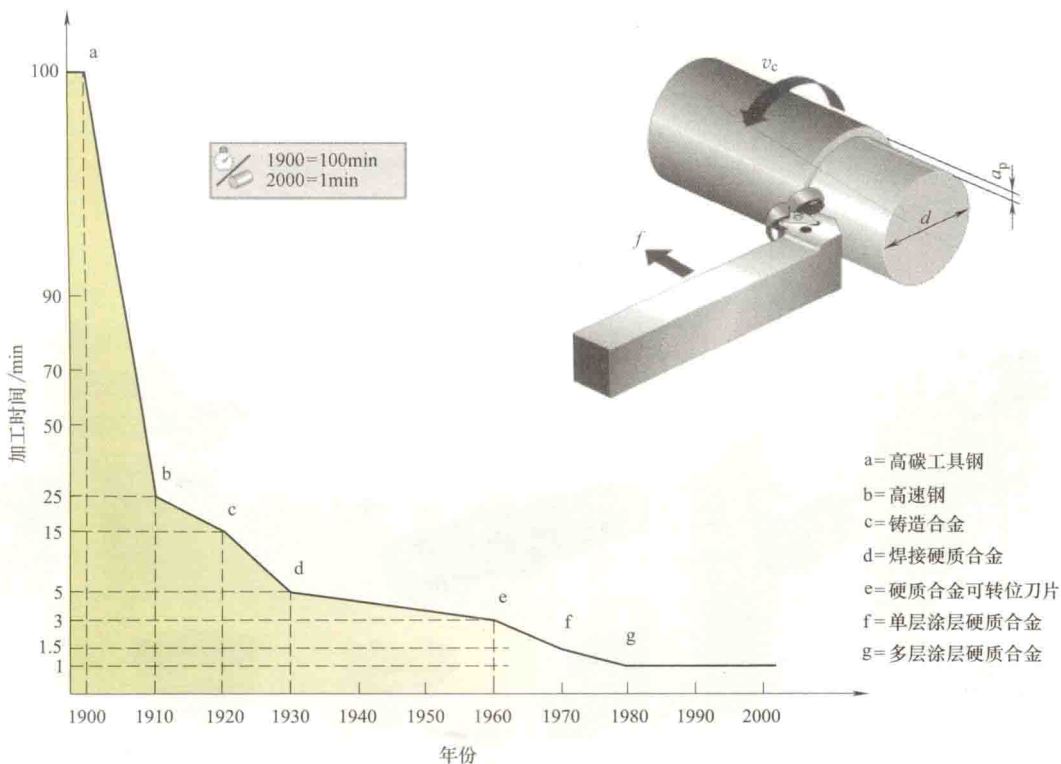


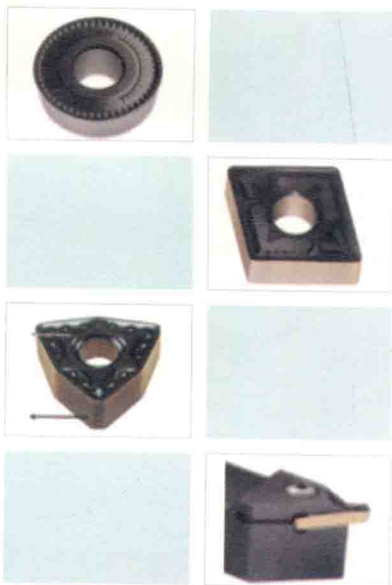
图 1-3 车削加工速度历史进程图



2



常见的车削形式及刀具





2.1 常见的车削形式

车削有许多形式，常见的车削形式如图 2-1 所示。

车外圆 / 内孔：车刀在工件外 / 内部沿平行于工件轴线的方向进给，形成母线平行于工件轴线的 外 / 内表面。

车端面：车刀在工件上沿垂直于工件轴线的方向进给，形成母线垂直于工件轴线的表面。

车轮廓形状（仿形车）：车刀在工件上沿一既不平行于轴线又不完全垂直于轴线的一条直线或曲线进给，形成由该曲线（进给路线）与刀具外形共同决定的工件轮廓。

车外 / 内螺纹：由与螺纹牙型相似的车刀，在工件外 / 内部通过若干次沿平行于工件轴线的方向进给（该每转进给量必等于螺纹导程），形成母线平行于工件轴线的 外 / 内螺纹表面。

车外圆 / 内孔槽：用车槽刀具在工件外 / 内表面沿平行于工件轴线的方向进给，以形成凹槽。

切断：用切断刀具沿垂直于工件轴线的方向进给，直至将工件切断。

车端面槽：以端面车槽刀具在工件端面沿平行于工件轴线的方向进给，也可附加垂直于工件轴线的方向进给，以在工件端面形成环形凹槽。

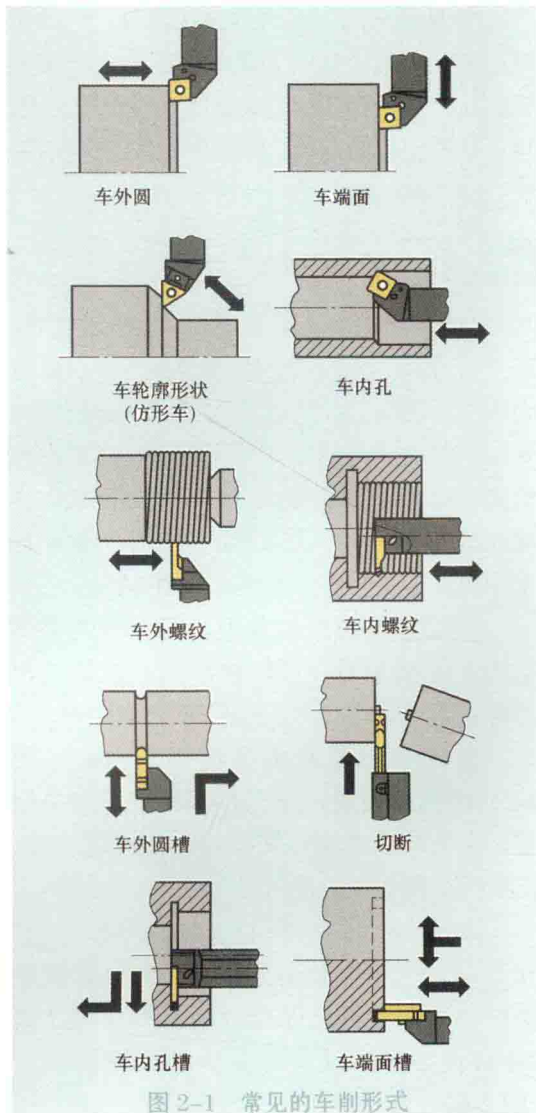


图 2-1 常见的车削形式

2.2 常见的车削刀具

常见的车削刀具大致分成两种，一种是单刃车削刀具，这类刀具加工的特点是刀具不旋转；另一种车削刀具是既可不旋转使用，也可旋转使用的刀具，如钻头、铰刀、丝锥、铣刀等，其中铣刀主要是旋转使用的。

2.2.1 单刃车削刀具

传统车削用的刀具基本上都是不旋转的。

按照用途的分类，车削刀具主要可以分为用于外圆车削、内孔车削、端面车削的内外圆车削刀具；用于在外圆、内孔、端面车槽的车槽和切断车刀；用于车削外螺纹、内螺纹的内外螺纹车削刀具；将切削刃做出与工件相近形状的仿形刀具等（图 2-1）。

按照车刀的结构分类，可以分为整体车刀、焊接车刀、可转位车刀、模块式车刀等。

整体车刀通常由高速钢车刀条（图 2-2）经修磨而成，由于每次刃磨后刀尖位置都会有较大改变，切削速度也普遍较低，在数控车削中很少使用。

焊接车刀根据刀头材料的不同，一般分为焊接硬质合金车刀（图 2-3）、焊接超硬材料（立方氮化硼或金刚石）车刀（图 2-4 和图 2-5），以及单晶金刚石焊接车刀（图 2-6）。



图 2-2 高速钢车刀条（源自网络资料）



图 2-3 焊接硬质合金车刀（源自网络资料）

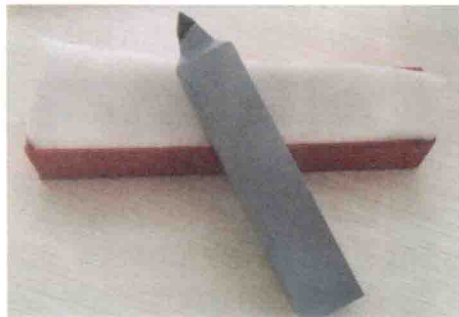


图 2-4 焊接立方氮化硼车刀（源自网络资料）

可转位车刀是数控车削中最常使用的一类刀具。可转位车刀是将预先加工好并带有若干个切削刃（也有只有一个切削刃的）的多边形车刀片，用机械夹固的方法夹紧在刀杆上的一种车刀。当在使用过程中一个切削刃磨钝了后，只要将车刀片的夹紧松开，转位或更换刀片，使新的切削刃进入工作位置，再经夹紧就可以继续使用。

可转位车刀与焊接式车刀和整体式车刀相比有两个特征，其一是刀体上安装的刀片，至少有两个预先加工好的切削刃可供使用。其二是车刀片转位后的切削刃在刀体上位置基本不变，并具有相同的几何参数。而焊接式车刀和整体式车刀由于通常需要使用者手工刃磨，不同的刃磨者磨出的几何参数常常有明显差异，这将导致加工质量不够稳定。

可转位刀具还使使用带有润滑、减少摩擦、隔断切削热、延缓磨损、防止切屑与刀具粘结等功能的涂层变得更为简单和普遍。因为在整体高速钢或者焊接车刀中，由于高速钢或者焊料的耐温一般较低，这就限制了某些需要较高温度才能使用的涂层。

可转位车刀的刀片材料，可以使用硬质合金、陶瓷、立方氮化硼和金刚石。常见的外圆加工车刀见表 2-1，包括外圆车刀、端面车刀、外圆和端面车刀、外圆仿形车刀、外圆车槽刀、端面车槽刀、外圆螺纹车刀几种。

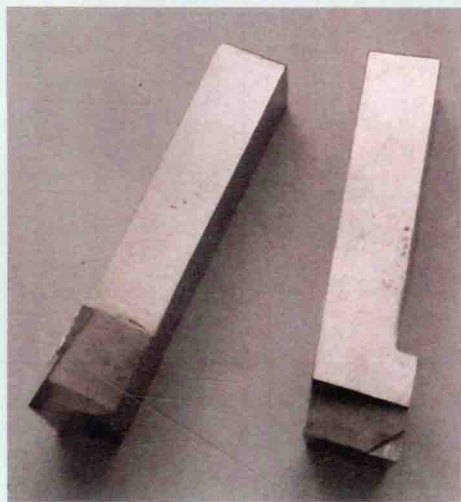


图 2-5 焊接金刚石车刀（源自网络资料）



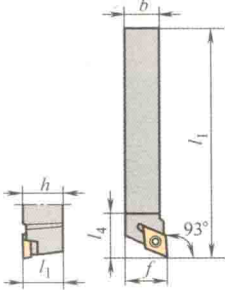
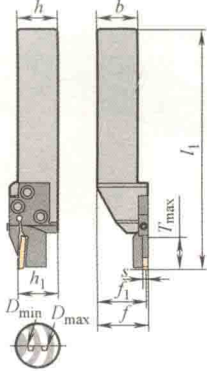
图 2-6 单晶金刚石焊接车刀（源自网络资料）

表 2-1 常见的外圆加工车刀

可转位车刀立体图示例	可转位车刀示意图示例	可转位车刀名称
		外圆车刀
		端面车刀
		外圆和端面车刀



(续)

可转位车刀立体图示例	可转位车刀示意图示例	可转位车刀名称
		外圆仿形车刀
		外圆车槽刀
		端面车槽刀


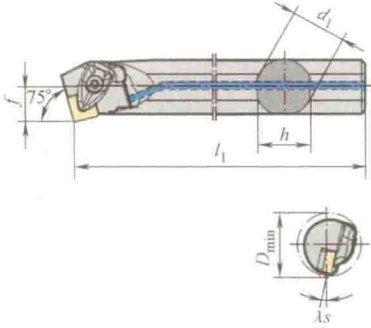
(续)

可转位车刀立体图示例	可转位车刀示意图示例	可转位车刀名称
		外圆螺纹车刀

常见的内圆加工车刀（也称内孔加工刀具）见表 2-2，包括内圆车刀、内圆和端

面车刀、内圆仿形车刀、内圆车槽刀、内圆螺纹车刀几种。

表 2-2 常见的内圆加工车刀

可转位车刀立体图示例	可转位车刀示意图示例	可转位车刀名称
		内圆车刀