

数控刀具材料选用手册

邓建新 赵 军 编著
艾 兴 主审



机械工业出版社

本书是一本综合性的数控刀具材料选用手册，系统全面地论述了数控刀具材料及其选用，并简要分析了国内外数控刀具材料的发展现状及发展趋势。本书适合于从事数控切削加工、模具铸造、难加工材料的数控切削加工的工程技术人员和技术工人，以及科研院所、高等学校机械类专业的师生。

图书在版编目 (悦) 数据

数控刀具材料选用手册 鞠建新，赵军编著 北京：机械工业出版社，

年 月 日

I ①数 ②鞠建新 ③赵军 ④数控刀具—材料—手册 IV ①

中国版本图书馆 悦数据核字 () 第 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 号 邮政编码 号)
责任编辑：周国萍 版式设计：张世琴 责任校对：申春香
封面设计：姚毅 责任印制：

印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

年 月 日第 版·第 次印刷

印张·千字

册

定价： 元

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 ()
封面无防伪标均为盗版

前 言

数控加工技术是先进制造技术的基础与核心，数控机床是工厂自动化的基础，数控加工技术的普及将使现代制造技术产生巨大变革，数控化率更是一个国家制造业现代化水平的重要标志。数控加工技术的发展直接影响到国民经济各部门制造技术水平的提高。数控刀具是数控机床不可缺少的关键配套产品，它对提高数控机床的加工性能和生产效率起着决定性作用。

本书是一本综合性的数控刀具材料选用手册，系统全面地论述了数控刀具材料及其选用，分析了国内外数控刀具材料的发展现状及发展趋势，广泛收集了国内外数控刀具材料及其选用方面的大量资料文献，且结合了山东大学多年来从事刀具材料研究的成果。本书主要内容包括：数控刀具基础，各种数控刀具材料的种类、性能、特点、结构及其选用，先进数控刀具材料和数控刀具系统等，重点论述了数控刀具材料及其选用。

本书是从事数控切削加工，尤其是从事模具、难加工材料的数控切削加工的工程技术人员和技术工人的必备工具书，也可作为广大科研人员、高等工科院校教师、机械类专业研究生的科研参考用书，以及机械类专业研究生、本专科生的教学参考用书。

全书共分 10 章，第 1 章由邓建新教授编写，第 2 章由赵军教授编写，艾兴院士对本书的编写提出了许多宝贵意见，并主持本书的审稿。由于作者水平有限，书中出现漏洞和错误，恳请读者批评指正。

在本书编写过程中，作者参阅和引用了大量国内外学术文献、技术资料、产品样本和实验报告等，在此表示衷心感谢！

编者

2009 年 1 月于济南

目 录

前言	
第 1 章 绪论	1
1.1 数控刀具材料在数控加工中的地位和作用	1
1.1.1 数控技术的作用	1
1.1.2 数控机床在我国的发展	2
1.1.3 数控机床的应用	3
1.1.4 数控刀具在数控加工中的地位和作用	3
1.2 数控刀具材料国内外发展状况	4
1.2.1 数控刀具的种类	4
1.2.2 数控刀具技术的现状	5
1.2.3 我国数控刀具技术的发展现状	5
1.2.4 数控刀具技术的发展展望	5
第 2 章 数控刀具基础	6
2.1 刀具基本术语	6
2.1.1 刀具的表面与切削刃	6
2.1.2 刀具几何角度	6
2.2 可转位刀具	6
2.2.1 可转位刀具的概念	6
2.2.2 可转位刀具的种类和用途	7
2.2.3 可转位刀片的型号及表示方法	7
2.2.4 可转位刀片的夹紧方式和典型结构	7
2.3 数控工具系统	8
2.3.1 数控车削加工刀具的工具系统	8
2.3.2 数控铣削加工刀具的工具系统	8
2.3.3 自动换刀装置 (ATC)	8
2.3.4 数控刀具预调	8

第 7 章 数控刀具材料的种类、性能和特点	27
7.1 数控加工的特点及其对刀具材料的要求	27
7.1.1 数控加工的特点	27
7.1.2 数控加工对刀具材料的要求	28
7.2 金刚石刀具材料的种类、性能和特点	28
7.2.1 金刚石刀具的种类	28
7.2.2 金刚石刀具的性能特点	28
7.2.3 人造金刚石刀具的制备	29
7.2.4 单晶金刚石刀具	29
7.2.5 聚晶金刚石 (PCD) 刀具	29
7.2.6 悦切金刚石刀具	29
7.2.7 国外常用 PCD 刀具的牌号	29
7.3 立方氮化硼刀具材料的种类、性能和特点	29
7.3.1 立方氮化硼刀具的种类	29
7.3.2 立方氮化硼的主要性能特点	29
7.3.3 立方氮化硼刀具的制备	29
7.3.4 聚晶立方氮化硼 (PCBN) 刀具	29
7.3.5 立方氮化硼薄膜涂层刀具	29
7.3.6 国内外常用 PCBN 刀具的主要牌号和性能特点	29
7.4 陶瓷刀具材料的种类、性能和特点	29
7.4.1 陶瓷刀具材料的种类	29
7.4.2 陶瓷刀具的性能特点	29
7.4.3 陶瓷刀具的制备	29
7.4.4 陶瓷刀具材料的增韧补强研究	29
7.4.5 氧化铝基陶瓷刀具	29
7.4.6 氮化硅基陶瓷刀具	29
7.4.7 新型陶瓷刀具材料	29
7.4.8 国外陶瓷刀具的主要牌号	29
7.5 涂层刀具材料的种类、性能和特点	29
7.5.1 涂层刀具的种类	29
7.5.2 涂层刀具的特点	29

猿猿猿猿	涂层刀具的制备方法	猿猿猿
猿猿猿源	涂层材料、基体材料、涂层方式和涂层厚度	猿猿愿
猿猿猿缘	“硬”涂层刀具	猿猿园
猿猿猿远	“软”涂层刀具	猿猿圆
猿猿猿苑	国内外常用涂层刀具的主要牌号和性能特点	猿猿源
猿猿猿	硬质合金刀具材料的种类、性能和特点	猿猿苑
猿猿猿员	硬质合金刀具的种类	猿猿苑
猿猿猿圆	硬质合金刀具的性能特点	猿猿愿
猿猿猿猿	碳化钨基硬质合金	猿猿怨
猿猿猿源	碳(氮)化钛(氮化钛)基硬质合金	猿猿员
猿猿猿缘	超细晶粒硬质合金	猿猿源
猿猿猿远	国内外常用硬质合金刀具牌号和性能特点	猿猿苑
猿猿猿	高速钢刀具材料的种类、性能和特点	猿猿怨
猿猿猿员	高速钢刀具的种类和特点	猿猿怨
猿猿猿圆	通用型高速钢刀具	猿猿怨
猿猿猿猿	高性能高速钢刀具	猿猿园
猿猿猿源	粉末冶金高速钢	猿猿员
猿猿猿缘	国内外常用高速钢刀具牌号对比	猿猿圆
第 源章	数控刀具材料的选用	猿猿猿
源猿员	数控刀具材料的选用原则	猿猿猿
源猿圆	切削刀具材料与加工对象的力学性能匹配	猿猿远
源猿猿	切削刀具材料与加工对象的物理性能匹配	猿猿苑
源猿猿	切削刀具材料与加工对象的化学性能匹配	猿猿愿
源猿源	数控刀具材料的合理选择	猿猿怨
源猿圆	金刚石刀具材料的选用	猿猿怨
源猿圆	金刚石刀具适合加工的工件材料	猿猿怨
源猿圆	金刚石刀具粒度的选择	猿猿圆
源猿猿	金刚石刀具几何角度的选择	猿猿猿
源猿源	金刚石刀具切削用量的选择	猿猿源
源猿缘	金刚石刀具的应用实例	猿猿苑
源猿远	金刚石刀具的刃磨	猿猿远

源猿 立方氮化硼刀具材料的选用	员猿
源猿员 立方氮化硼刀具对数控机床和被加工零件的要求 ...	员猿
源猿圆 立方氮化硼刀具适合加工的工件材料	员猿
源猿猿 孕兑晕刀具 悦兑晕含量、悦兑晕粒度和结合剂的选择	员园
源猿源 孕兑晕刀具结构及几何参数的选择	员猿
源猿缘 孕兑晕刀具切削用量的选择	员缘
源猿远 孕兑晕刀具的应用实例	员愿
源猿苑 孕兑晕刀具的刃磨	员园
源源 陶瓷刀具材料的选用	员园
源源员 陶瓷刀具对机床和被加工零件的要求	员猿
源源圆 陶瓷刀具适合加工的工件材料	员源
源源猿 粤管韵基陶瓷刀具的合理选择	员缘
源源源 杂管源基陶瓷刀具的合理选择	员远
源源缘 晶须增韧陶瓷刀具刀面的选择	员苑
源源远 组分含量对陶瓷刀具切削性能的影响	员愿
源源苑 陶瓷刀具几何角度的选择	员园
源源愿 陶瓷刀具切削用量的选择	员源
源源怨 陶瓷刀具切削加工的冷却与润滑	员怨
源源园 陶瓷刀具的应用实例	员园
源源员 陶瓷刀具的刃磨	员园
源缘 涂层刀具材料的选用	员猿
源缘员 涂层刀具的应用范围	员猿
源缘圆 涂层刀具的合理选用	员猿
源远 硬质合金刀具材料的选用	圆猿
源远员 硬质合金刀具适合加工的工件材料	圆猿
源远圆 常用硬质合金刀具的应用范围	圆愿
源远猿 栽兑(晕)基硬质合金刀具的应用范围	圆缘
源远源 超细晶粒硬质合金刀具的应用范围	圆愿
源远缘 硬质合金刀具切削用量的选择	圆员
源苑 高速钢刀具材料的选用	圆园

源	高速钢刀具应用	源
源	高速钢刀具的合理选择	源
第 缘章	数控刀具的结构类型	源
缘	数控车削刀具的结构类型和特点	源
缘	数控外圆和端面车刀的结构类型和特点	源
缘	数控可转位螺纹车刀的结构类型和特点	源
缘	数控铣削刀具的结构类型和特点	源
缘	数控可转位铣刀的类型和型号表示规则	源
缘	数控可转位面铣刀的结构类型和特点	源
缘	可转位立铣刀的结构类型和特点	源
缘	数控孔加工刀具的结构类型和特点	源
缘	可转位钻头的结构类型和特点	源
缘	数控铰刀的结构类型和特点	源
缘	数控可转位镗刀的结构类型和特点	源
第 远章	数控高速切削刀具材料	源
远	高速切削的概念、特点和应用	源
远	高速切削的概念和基本原理	源
远	高速切削的特点	源
远	高速切削的应用	源
远	高速切削加工刀具材料的种类及其合理选择	源
远	高速切削加工对刀具材料的要求	源
远	高速切削加工刀具材料的种类	源
远	高速切削加工刀具材料的选用	源
远	高速干切削	源
远	高速切削加工刀具的构造特点	源
远	高速切削对刀具系统的要求	源
远	高速切削旋转刀具的刀柄结构——匀源系统	源
远	高速回转刀具的结构特点	源
参考文献	源

第 1 章 绪 论

1.1 数控刀具材料在数控加工中的地位和作用

1.1.1 数控技术的作用

数控技术是先进制造技术的基础与核心，自从 20 世纪中叶数控技术创立以来，它给机械制造业带来了革命性的变化。现在，数控技术已成为制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的技术基础，现代的数控机床、云制造、敏捷制造和智能制造等先进制造技术，都是建立在数控技术之上的。世界各工业发达国家通过发展数控技术、建立数控机床产业，促使机械加工业跨入一个新的历史发展阶段，从而给国民经济的结构带来了巨大的变化。

数控机床是机电工业的重要基础装备，是汽车、摩托车、航空航天、模具、机床、电子等支柱产业生产现代化的主要手段，数控机床也是世界第三次产业革命的一个重要内容。数控机床产业本身的产值远不如汽车、航空航天等产业，但高效能的数控机床给制造业带来了高倍的效益增长和现代化的生产方式，是促进国民经济发展的巨大源动力。特别是数控技术在制造业的扩展与延伸所产生的辐射作用和波及效果足以对机械制造业的产业结构、产品结构、专业化分工方式、机械加工方式及管理模式、社会的生产分工、企业的运行机制等带来深刻的变化。以它为基础的相关产业是关系到国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要基础性产业，其技术水平高低已成为衡量一个国家工业现代化水平的重要标志。

数控机床是电子信息技术与传统机床技术相融合的机电一体化产品，是发展机器制造业以至整个工业必不可少的复杂生产工具，既是生产力要素，又是重要商品。数控机床具有高效、精密、柔性自动化和易于实现工艺复合和信息集成等诸多特点，特别适于加工复杂形状的零件和中小批、多品种的柔性生产。因而已成为现代先进制造技术

最重要的基础装备和世界机床市场的主流产品。数控化率更是一个国家制造业现代化水平的重要标志，数控加工技术的发展直接影响到国民经济各部门制造技术水平的提高。数控机床是工厂自动化的基础，数控机床的普及将使现代制造技术产生巨大变革。工业发达国家数控机床的发展大体上经历了缓慢、快速和深入发展三个阶段，目前已达较高水平，机床产值数控化率已超过 缘豫，金属切削机床数控化率更高，如日本 圆园年金属切削机床产值数控化率为 愿豫。

目前，全世界机床拥有量约 员万 万台，其中数控机床 员万 万台以上，约占 苑豫~ 愿豫，世界年产机床 员万 万台，数控机床约 圆万台，占 圆豫。随着微电子和计算机技术的发展，今后数控机床在数量、品种上将不断增多，数控机床在整个机器制造业中应用将更加广泛。同时，随着世界市场的激烈竞争，无论是国内和国际市场，对数控机床的需求将日益增多，数控机床发展空间很大，数控机床的发展前景非常广阔。

圆 数控机床在我国的发展

中国数控机床的研究开发虽然起步较早，但由于技术、市场等多方面的原因，发展比较缓慢，员年我国数控机床产量 远台，一直到 员年时数控金属切削机床产量才 圆台。然而，进入 世纪 年代后，由于国产机电产品普遍升级换代，加上高起点外商投资企业的大量兴办，带动了数控机床的普及应用，至 员年，产量达 万台，圆年超万台。在 员- 圆年的 年中，数控金属切削机床产量和消费量的年均增幅分别达到 愿豫和 圆豫，特别是在 员- 圆年的 年中，其产量和消费量的年均增幅分别达到 猿豫和 猿豫。圆年，全国数控金属切削机床产量和消费量已分别上升至 员万台和 圆万台。与此相应，金属切削机床产量的数控化率从 员年的 圆豫升至 员年的 远豫，至 圆年已达到 愿豫。圆年中国机床产值已进入世界第 缘名，机床消费额达 源亿美元，仅次于美国的 缘亿美元。在经济持续快速增长、固定资产投资加大等因素的推动下，圆年我国金属加工机床工业总产值和进口额分别达到近 猿亿美元的高水平，全年消费量超过 缘亿美元。我国首次成为世界第一机床消费大国和全球第一机床进口大国。但由于

国产数控机床不能满足市场的需求，使我国机床的进口额呈逐年上升态势，1999年进口数控机床 1.5万台，2005年进口机床跃升至世界第 4位，达 1.8亿美元。我国进口的数控机床高档产品主要来自德国和瑞士，中档偏上产品主要来自日本和美国，中档偏下产品主要来自台湾省和韩国。

目前，我国普通机床的产量已减少到 1.5亿台，而数控机床得到了快速发展。2005年，我国数控机床拥有量约为 1.5万台，目前中国数控机床的拥有量超过 1.5万台。2005年，我国数控机床品种只有 1.5多种，目前，在品种上，各类数控金属切削机床、成形机床、激光加工机床等均能生产，而且在设计和制造技术上也有了很大提高。2005年，我国数控机床品种已达 1.5多种。

我国的数控机床产业已初步形成并具有一定的开发和生产能力，数控装置也正进一步向提高质量和性能价格比方向发展。数控机床攻关技术也有重大突破，为数控机床加速发展打下了基础。我国机床工具协会拟订的“十五”规划，数控机床产量目标，到 2005年年产将达 1.5万台。预计今后 5年数控机床产值增长率高于 1.5%。随着我国国民经济持续稳定的增长，特别是市场需求的高增长，将进一步拉动企业的技术改造和设备更新，为我国数控机床快速稳定增长创造了条件。

1.5 数控机床的应用

数控机床出现以前，在汽车工业中使用的锻模和冲模主要以手工方式制造。20世纪 70年代以后，数控机床在工具和模具制造中得到了广泛的应用，复杂型面的基本轮廓通常用铣削加工，最初使用的数控机床为三轴联动。进入 20世纪 80年代后，五轴联动的铣床在复杂型面加工中得到了广泛的应用，铣削后的工件轮廓已经十分接近工件的最终形状，但最后一道精整工序仍为手工操作。20世纪 80年代末期，高速切削技术逐步发展成熟，它在工业生产中的应用从机床、刀具及其他相关技术方面都得到了不断的完善。由于高速切削能够成倍地提高切削速度，从而为提高工件的形状精度和降低表面粗糙度提供了前提条件。目前，高速铣削加工过的工件多数已不再需要最后一道手工加工的工序，而直接可以投入使用。新型刀具材料如陶瓷刀具、

超细晶粒硬质合金刀具、涂层刀具、孕齿刀具，特别是超硬涂层刀具的不断发展，使硬面数控铣削成为可能。模具的型面可以在淬火后铣削成形，从而避免在铣削后再淬火而引起变形。这样既简化了加工过程，又可以提高工件精度。

汽车、摩托车及其零部件行业是大批量生产行业的代表，需要成套、高效、高精、高可靠性的数控加工机床，生产方式正从刚性自动化向柔性自动化方向转变。譬如汽车壳体类零件的加工，正从组合机床自动线逐步向高速加工中心组成的柔性生产线方向转变，而轴类和盘类零件加工，则以数控车床、数控磨床为基本设备。汽车制造业既是当今中国发展最快的行业之一，也是数控机床最大的用户行业。

发电、船舶、冶金、重型行业需要高精尖、大型专用设备。这些设备往往单价较高，要求特殊，难度较大，如数控龙门铣、数控落地镗、大型五面加工设备。航空、航天等军工行业需要多坐标、高精度、复杂型面的加工设备。这些设备主要是四坐标联动以上的加工中心、车削中心、仿形铣等。这些设备的特点是软件功能特殊，配套技术复杂，往往影响整机的水平。如航空工业中，不仅飞机结构件大多与空气动力学外形有关并采用整体结构，需要多坐标高速数控铣床和立式加工中心，而且航空发动机的机身、叶轮和叶片，也必须采用数控机床加工才能保证加工质量和生产效率。其他军用机械制造业的情况虽与航空工业不尽相同，但都需要将其制造技术建立在数控加工的基础上。

一般机械制造业大多属于中、小批量乃至单件生产，是需要数控机床的大户，其覆盖的行业非常广泛。以模具行业为例，~~1992-1994~~ 1994-1995年期间，中国模具产值的年均增幅达到 ~~15%~~ 15% 以上。大多数模具企业将以提高数控化和计算机化水平为发展方向，增加数控电火花加工（~~电火花~~ 电火花）机床和数控高速铣床（含铣削中心）是模具企业技术改造的必然选择。

电子信息产品制造业是高新技术产业的代表，尽管电子信息产品制造中金属加工工作量不大，但由于生产总量很大，故数控机床的应用也不算少，主要用于加工小型精密零件和精密模具。

4.1 数控刀具在数控加工中的地位和作用

刀具材料的进步极大地推动着人类社会文化和物质文明的发展。从碳素工具钢刀具、合金工具钢、高速钢刀具、硬质合金刀具、陶瓷刀具到金刚石和立方氮化硼，刀具材料性能的改进使得机床主轴转速和切削速度不断提高。刀具技术和机床技术相结合，工件材料与刀具材料交替进展，成为切削技术不断向前发展的历史规律，对推动切削技术的发展起着决定性作用。从某种意义上说，金属切削的发展史可归结为刀具材料的发展史，刀具材料的每一次进步几乎都给机械加工业带来一次革命。

机床与刀具的发展是相辅相成、相互促进的。在由机床、刀具和工件组成的切削加工工艺系统中，刀具是最活跃的因素。刀具切削性能的好坏取决于构成刀具的材料和刀具结构。切削加工生产率和刀具寿命的高低、加工成本的多少、加工精度和加工表面质量的优劣等，在很大程度上取决于刀具材料、刀具结构及其的合理选择。

近 30 年来，作为切削加工最基本要素的刀具材料迅速发展。各种新型刀具材料不断出现，其物理力学性能和切削加工性能都有了很大的提高，应用范围也不断扩大。开发出了许多新型刀具材料，如聚晶金刚石刀具（PCBN）、聚晶立方氮化硼刀具（PCBN）、超硬金刚石刀具、纳米复合刀具、纳米涂层刀具、晶须增韧陶瓷刀具、梯度功能刀具、超细晶粒硬质合金刀具、涂层基硬质合金刀具、粉末冶金高速钢刀具等。目前，国际上广泛应用的刀具材料总牌号多达上千种。随着机械工业和电子技术的发展，数控机床（包括加工中心、数控车床、数控镗铣床、数控钻床、自动线以及柔性制造系统）应用与日俱增。而这些先进的加工设备只有与高性能的数控刀具相配合，才能发挥其应有的效能，取得良好的经济效益。

数控刀具是指与这些先进高效的数控机床相配套使用的各种刀具的总称，是数控机床不可缺少的关键配套产品，数控刀具以其高效、精密、高速、耐磨、长寿命和良好的综合切削性能取代了传统的刀具。表 4-1 为传统刀具与现代数控刀具的比较。再先进的数控机床和数控加工中心，没有刀具也尤如一堆废铁，这绝不是危言耸听。所谓万能刀具是不存在的。“工欲善其事，必先利其器”这句中国名言已

成为国内外的共识。我国是机床大国，据统计，~~1995~~年数控机床年产量已超过万台，预计 ~~1995~~年，我国年产数控切削机床将超过 ~~10~~万台，每年配套消耗的数控刀具费用预计将会达到 ~~10~~~~~15~~亿元，数控刀具市场具有广阔的发展前景。数控刀具的重要性主要表现在以下几方面：

表 ~~1-1~~ 传统刀具与现代数控刀具的比较

项目	传统切削刀具	数控刀具
刀具材料	普通工具钢、高速钢、焊接硬质合金等	陶瓷、涂层刀具、超细晶粒硬质合金、 精密 基硬质合金、粉末冶金高速钢等
刀具硬度	低	高
被加工工件硬度	低	高，可对高硬材料实现“以车代磨”
切削速度	低	加工钢、铸铁，可转位涂层刀片切削速度可达 1000 ~ 2000 ；加工铸铁， 涂层 刀片切削速度可达 1000 ~ 2000 ； 陶瓷 刀具加工铝合金，切削速度可达 1000 ~ 2000 或更高
刀具消耗费用和金属切除比较	传统高速钢刀具约占全部刀具费用的 10 ，切除的切屑仅占总切屑的 10	可转位刀具、硬质合金刀具及超硬刀具占全部刀具费用的 10 ，切除的切屑占总切屑的 10
刀具使用机床	一般金属切削机床	数控车床、数控铣床、加工中心、流水线专机、柔性生产线等
资金投入和企业规模	以通用机床和专机为主，追求低成本，劳动密集	以数控机床为主，追求差异化，多品种、小批量，属于知识、人才和资金密集型
人力资源	产业工人占多数，整体素质较高	技术开发、服务、数控工人占多数，从业人员综合素质高
国内状况	传统产业，制造成本高，劳动率低，从业人员占全部工具行业 80 以上，市场占有率递减	高技术产业，制造成本低，技术开发费用高，从业人员占全部工具行业 20 以内，市场占有率递增

(员) 数控刀具的性能和质量直接影响到昂贵的数控机床生产效率的高低和加工质量的好坏，也直接影响到整个机械制造业的生产技

术水平和经济效益。数控加工机床生产效率的高低、被加工工件质量的好坏以及生产成本，在很大程度上取决于数控刀具材料及其合理选择。

(圆) 数控刀具不仅为先进制造业提供了高效、高性能的切削刀具，而且还由此开发出了许多新的加工工艺，成为当前先进制造技术发展的重要组成部分和显著特征之一。

(獠) 数控刀具具有“三高一专”（即高效率、高精度、高可靠性和专用化）的特点，广泛应用于高速切削、精密和超精密加工、干切削、硬切削和难加工材料的加工等先进制造技术领域，可提高加工效率、加工精度和加工表面质量。

(源) 制造业中的重要工业部门，如汽车、航空、能源、模具等工业部门的发展都与数控加工技术和数控刀具的进步密切相关。以汽车工业为例，在过去的几十年里汽车主要零部件的切削加工效率提高了几倍以上，数控刀具工业为此作出了重要的贡献。在汽车零件生产线中广泛采用了 孕悦 孕悦 陶瓷刀具和涂层刀具等高性能刀具，以及整体硬质合金刀具、孕悦面铣刀、复合孔加工刀具等高效专用刀具。切削刀具还对航空、能源、模具等工业部门的发展同样起到了十分重要的促进作用，为航空航天工业开发了专用成套刀具，用于高效加工航空航天工业中的难加工材料和铝合金；为模具工业开发了加工淬硬钢的成套整体硬质合金刀具，开发了加工淬硬模具新工艺，改变了传统的模具加工工艺，提高了效率和大型模具的质量。数控刀具在加工复杂型面时，对生产效率和加工质量起决定性作用。

(缘) 从世界范围看，数控机床的应用越来越广，数控加工技术代表了现代切削加工技术的发展方向，而切削加工技术的进步是与数控机床和数控刀具的发展和应用密不可分的。只有把数控机床和数控刀具结合起来，才能充分发挥数控加工技术的潜力，也是推动企业技术进步及提高市场竞争实力的有效手段。

4.1 数控刀具材料国内外发展状况

4.1.1 数控刀具的种类

数控刀具是指与数控机床（包括加工中心、数控车床、数控镗铣

床、数控钻床、自动线以及柔性制造系统)相配套使用的各种刀具的总称,是数控机床不可缺少的关键配套产品。数控加工刀具必须适应数控机床高速、高效和自动化程度高的特点,一般应包括刀具及连接刀柄。刀柄要连接刀具并装在机床动力头上,因此已逐渐标准化和系列化。近年来,快速发展的数控加工技术促进了数控刀具的发展。每当一种新型数控刀具产品面市,会使数控加工技术跃上一个新台阶,产生巨大的经济和社会效益。世界各国都十分重视数控刀具的研究开发。数控刀具的分类有多种方法,如图 1-1 所示。近几年,机夹式可转位刀具在数控加工中得到了广泛应用,在数量上已达到整个数控刀具的 70%~80%,金属切除量占总数的 80%~90%。

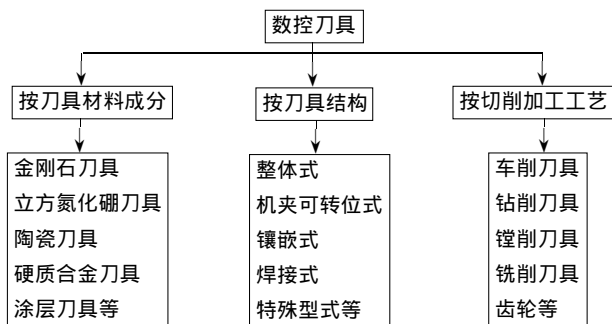


图 1-1 数控刀具的分类

1.1 数控刀具技术的现状

1.1.1 数控刀具材料的新发展

进入 21 世纪以来,随着制造技术的全球化趋势,制造业的竞争更加激烈,对制造技术必然带来巨大的挑战,首当其冲的是切削刀具的变化。为了适应高精化、高速化、自动化、多功能化、高生产率化、缩短交货期等要求,要求切削刀具材料的强度和韧性要高,具有寿命长、高可靠、耐高温、耐磨损、抗氧化和抗冲击等特点。特别为适应当前对环境保护的要求,提出了条件苛刻的干式切削。切削刀具的设计和制造等方面也是日新月异,不断推陈出新,相应也推动了其他技术的发展。数控刀具材料的发展主要体现在刀具的切削性能大幅度提高,以适应高速、高效、高精度、多功能、硬质和干式切削技术

要求。

(4) 超硬刀具。所谓超硬材料是指人造金刚石和立方氮化硼（简称 悦月晕），以及用这些粉末与结合剂烧结而成的聚晶金刚石（简称 孕悦月晕）和聚晶立方氮化硼（简称 孕悦月晕）等。人造金刚石是在 员缘苑年，由美国 员缘公司以高温高压合成的，接着该公司又在 员缘年成功地合成了立方氮化硼（悦月晕），超硬材料系列便随之形成。员苑年又成功地开发了 孕悦月晕。超硬刀具材料在最近 员年里得到了迅速的发展，其脆性有了重大的改进，韧性提高，可靠性大大改善，已在数控加工中广泛应用。由于它有比硬质合金更优良的耐磨性，能适应更高的切削速度，成为当前推动高速切削的主要刀具材料，使切削速度迅速向高速、超高速的目标推进。超硬切削刀具的出现，不仅在高速切削上起到了突破性的作用，更重要的是适应了难加工材料的切削需要。目前，超硬刀具材料在数控加工中的使用量明显增加，在切削刀具中所占的比例显著提高，应用领域不断扩大。由于它们优良的切削性能，为整个切削加工水平的提高起到了重要的作用。

孕悦月晕刀具是精密加工有色金属及其合金、陶瓷、玻璃、木材、石墨等非金属材料最佳的刀具。铝合金是航空工业、汽车工业和摩托车行业的重要材料，高效加工铝合金是这些部门的一项关键技术。目前，由于用 孕悦月晕制造的各种高性能刀具的广泛应用，切削效率显著提高。产品已从原来车刀、面铣刀扩大到立铣刀、钻头、成形刀具、铰刀、镗刀、复合孔加工刀具等。随着汽车、航空航天、电子、军工等部门对这些材料需求的增加，孕悦月晕的应用也将更加广泛。现在高硅铝合金等产品零件的加工已经无法离开这类刀具，用 孕悦月晕刀具加工铝合金的切削速度可达 缘园园 转/分以上。在精密和超精密加工技术领域，单晶天然金刚石刀具广泛应用于加工各种精密仪器透镜、反射镜、计算机磁盘、复印机和录像机磁鼓等工件。

目前，已有多个品种、不同 悦月晕含量的 孕悦月晕数控刀具用于车刀、镗刀、铣刀、铰刀、复合孔加工等，主要用于高速加工铸铁、淬硬钢和高硬铸铁以及某些难加工材料。孕悦月晕刀具既能胜任淬硬钢（源缘~ 缘缘 砸兑）、轴承钢（远~ 远圆 砸兑）、高速钢（跃远 砸兑）、工具钢（缘~ 远圆 砸兑）、冷硬铸铁的粗车和精车，又能胜任高温合金、热