

阿列依〔苏〕著
陈世忠等译

刀具制造工艺学

黑龙江人民出版社

责任编辑：马秋阳

封面设计：方大伟

刀 具 制 造 工 艺 学

Daoju Zhizao Gongyixue

黑 龙 江 人 民 出 版 社 出 版

(哈尔滨市道里地段街179号)

黑龙江省文化印刷厂制版 黑龙江省文化印刷厂印刷

黑龙江人民出版社出版发行

开本850×1168毫米 1/32·印张9 7/16

字数：150,000

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数1—5,300

ISBN 7-207-00606-3/T·8

定价3.50元

译者 的话

“刀具制造工艺学”(Технология производства режущих инструментов)是苏联工科大学教材,由帕列依(М.М. Палей)教授按照苏联大学“机器制造工艺、金属切削机床与刀具”专业的“金属切削刀具制造工艺学”课程的教学大纲编写而成,苏联机器制造出版社出版。

本书是根据1982年的修订本译成的,它反映了苏联刀具制造工艺八十年代的水平。

本书由陈世忠(哈尔滨市工人业余大学)、范忠仁(东北林业大学)、郑汉沅(哈尔滨量具刀具厂)、金文邦(北京《机械工艺师》编辑部)和池访良(东光机械厂)译成,并由陈世忠对全书进行统稿,哈尔滨工业大学王魁业、刘华明校订。欢迎广大读者提出宝贵意见。谨向支持和帮助此书出版的编辑同志、专家教授和三千多位预订此书的读者深表谢意。

承蒙邱冰同志校对文字清样,在此一并致谢。

译者 1988年4月

作者前言

苏联刀具生产工业面临着重大任务，须保证完成苏共二十六大作出的关于加速科学技术进步和将机器制造与金属加工工业的产品至少增加到1.4倍的决议。苏共中央和苏联部长会议“关于显著提高金属加工、铸造和木材加工设备与工具的技术水平与竞争能力”的决定规定了刀具生产的具体任务。根据这个决定，将改变刀具生产的构成，增加高效能高精度的先进结构刀具所占的比例，其中包括硬质合金、人造超硬合成材料、陶瓷和无钨硬质合金刀具，各种耐磨涂层刀具和机械夹固不重磨刀具等等。

为了满足机器制造、金属加工及其他部门对金属切削刀具的需求，首先必须提高其生产速度，第二，要显著提高刀具质量，最后，要改进刀具的使用。其中，提高金属切削刀具的质量乃是达到最大限度满足对切削刀具需求的基本方法。

金属切削刀具的质量取决于刀具的结构、材料与生产工艺。刀具生产工艺的决定性发展方向是采用专门的成形轧制，使毛坯形状接近成品形状；采用双金属毛坯、塑性变形与粉末冶金方法、工艺过程自动化、自动装料装置、机械手、机器人、专用机床、自动线与数控机床、集中与合并工序；使用高效夹具与成组工艺；使用新型高效冷却润滑油，将冷却润滑油直接注入切削区；广泛采用大切深磨削与刃磨；采用人工超硬磨料；采用最新的热处理与热化学处理方法、耐磨涂层、扩大电物理与电化学加工方法的应用范围等等。

今后的发展前景是在加强部门内与部门之间的专业化基础上

综合发展刀具生产。扩大刀具生产规模，集中生产刀具能够为掌握本质上新颖的先进工艺规程创造前提。

本书是根据苏联“机器制造工艺、金属切削机床与刀具”专业的“金属切削刀具制造工艺学”课程的教学大纲编写的。

书中归纳了刀具工厂与车间，研究所与设计院（全苏工具研究所，乌克兰机床工具制造工业机构工艺设计与实验研究所，乌克兰科学院超硬材料研究所，全苏磨料与研磨科学研究所，全苏天然金刚石和工具科学研究工艺设计院等等），高等院校教研室的先进经验以及作者在刀具生产方面的多年经验。

本教科书的第二版（第一版发表于1963年）阐述了使用超硬合成材料，直接磨出沟槽，采用数控机床、专门机床、自动线，塑性变形成形，制造不重磨刀具，耐磨涂层等问题。本书再版时，书的结构也有所改变，对特殊加工方法的研究给予了较多的注意，给出了刀具加工的典型顺序，简要介绍了刀具工艺的设计基础。

绪 论

金属切削刀具生产的工艺过程是在“机器制造工艺”课程中阐述的机器制造工艺的一般规律和原则基础上研究制订的。但是金属切削刀具的生产,由于采用昂贵稀缺的刀具材料,加工高硬度高强度的毛坯、加工表面复杂,对尺寸精度、几何形状精度与表面粗糙度的要求高,对刀具成品的材料的物理机械性能方面的要求特别高等等,其工艺又有一系列特点。

高速钢与硬质合金由于包含钨、钼、钒、钴等稀有重要元素,使用时必须最大限度地注意节约。为此广泛地制造组合刀具,即工作部分由高速钢或硬质合金制成,而刀杆由结构钢制成。用焊接、钎焊、粘接及其它方法使不同材料联接成整体。

可以采取某些特殊的工艺手段将硬质合金等合成材料的可转位刀片机械夹固在刀杆或刀体上。普遍推广热塑性变形或冷塑性变形方法(冲压、挤压、拔丝、轧制)加工,可减少刀具材料的消耗。

在加工由不同材料连接而成的整体毛坯时,必须在一次走刀或一道工序中依次或同时加工几种不同的材料(例如车或铣结构钢和高速钢,磨削和刃磨钢与硬质合金)。

高速钢、硬质合金和合成材料的加工性差,需要采取专门的加工方法和加工规范。

对于切削刀具,其工作部分的横断面为成形齿状,或为纵向螺旋成形面,构成切削刃的表面为特殊形状表面,或为铲削表面,或为由阿基米德螺旋线、对数螺旋线、渐开线及其它曲线形

成的表面等等都是很典型的。这些表面的存在，尤其是它们往往都出现在同一把刀具上，这就决定了基本上必须使用专门机床：铲齿车床，专用齿轮磨床，螺纹磨床，刃磨齿轮刀具、钻头、拉刀、丝锥、板牙等的刃磨机床。

在刀具生产中，为了加工复杂的成形表面，广泛采用通用的或专用的成形磨床进行精密的成形磨削，而这类机床在机器零件生产中很少用到。

定尺寸刀具，其成形要素的制造精度应比使用这些刀具加工出来的表面的尺寸精度高一至二级。这类刀具有铰刀、拉刀、丝锥、齿轮刀具和成形刀具等等。这就首先决定了对生产刀具的机床与仪器的精度要求，而在一系列情况下还要求为生产与检测创造恒温条件。对刀具来说，高硬度的数量较多的尖细切削刃也是很典型的，这就决定了对机床自动化元件（料仓、料匣等）的要求。

刀具质量不仅取决于它们的几何形状精度与表面粗糙度，而且还得由它们的物理机械特性（它们的结构、不得存在脱碳层或二次淬火层及大量的残余应力等）来决定。对刀具的上述质量要求应通过采取专门方法检查原始材料，采用合适的机械加工、热处理和热化学处理方法与规范以及建立刀具制造工艺过程来保证。

生产专业化 完善刀具生产的最重要的方向是使刀具规格化、标准化和使刀具制造专业化。刀具生产专业化能提高使用专用设备、专用夹具及使用流水线与自动线的效果。根据全苏工具研究所的数据，在小批生产中使用的专用机床约占全部机床的5~6%，而在大量生产中则占35~40%。在小批生产中，各种刀具的平均成本相当于大量生产时的2.5~8倍。大量生产中配备的专用机床越多，这个差别也就越悬殊。例如，大量生产钻头时专用机床的比例高达60%，钻头成本仅为未曾专业化的小批生产钻

头的八分之一。

刀具生产自动化及其技术水平的提高可以朝着下面两个方向来进行：一个是提高通用设备的自动化程度，使之配备成套的专用夹具；一个是制造和采用专门化的机床、专用机床以及以它们为基础的自动线。

通过集中与合并工序，将分度、移近与移出刀具等动作自动化同步进行，采用多机床操作等等可以提高利用专门化机床的效果。

在诸如车削、形成容屑槽、加工扁尾、方头、窄槽等主要成形工序中采用专用机床最为有效。磨削——刃磨工序的自动化不仅能保证提高生产率，更重要的是能保证刀具的高质量。

为了保证刀具的大量生产，苏联工业生产了250多种专用机床，其中一半以上是生产钻头、丝锥、圆板牙、铣刀及其它刀具的自动机床与半自动机床，建立了一百条以上的自动线，用以制造丝锥、钻头、圆板牙、装配式刀具的刀片与刀体等等。

使用数控机床 刀具生产自动化的一个基本方向乃是使用数字程序控制（数控）机床。数控机床集自动机床的高生产率与通用设备的柔性于一身。零件加工的程序记录在程序介质上，而通过机床的数字程序控制系统来实现。这样，尺寸的精度只取决于数控系统与机床的性能。成形表面按程序加工而无须使用靠模。使用数控机床为建立金属切削刀具设计与制造的综合自动化系统创造了前提。合理使用数控机床可节省劳动消费25~80%，一台数控机床可代替三至八台手工操作的普通机床。机动时间的比例与劳动生产率均可提高50%，并可进行多机操作。

目前，数控机床已用于车削工序（如圆拉刀和推刀、剃齿刀、插齿刀、滚刀），磨拉刀外径，刃磨拉刀，滚刀热处理前的铲背与热处理后的铲磨，螺纹磨削，成形磨削（成形车刀的平面与圆表面），用金属丝电极等进行火花加工，铣制刀杆上放置可转位刀片的槽，铣制复杂表面等方面。

目 录

作者前言	(1)
绪 论	(1)
第一章 刀具制造工艺过程的设计基础	(1)
第一节 制订工艺过程的顺序	(1)
第二节 制订工艺的基本步骤	(4)
第三节 基准的选择和加工	(9)
第四节 加工方法和路线的选择	(16)
第五节 机械加工工序的制定	(18)
第六节 工艺过程的技术经济分析	(19)
第七节 机械加工余量的确定	(20)
第二章 金属切削刀具毛坯的选择及加工	
方法	(24)
第一节 在供料状态下坯件材料的选择	(24)
第二节 备料工序	(32)
第三节 锻造和模锻	(34)
第四节 铸造毛坯	(37)
第五节 焊接	(39)
第六节 高速钢刀片的熔焊和钎焊	(43)
第七节 刀具切削部分的堆焊	(44)
第八节 硬质合金刀片的钎焊	(45)
第九节 切削刀具的胶接	(48)

第十节 超硬材料晶粒的紧固方法	(49)
-----------------------	------

第三章 用塑性变形方法使毛坯成形

第一节 塑性变形方法	(51)
第二节 用专用压模轧制	(51)
第三节 液态挤压	(52)
第四节 纵向螺旋轧制	(55)
第五节 热滚压	(56)
第六节 拔丝	(57)
第七节 旋转挤压	(59)

第四章 刀具毛坯的机械加工

第一节 回转体表面及其组成部分的加工	(60)
第二节 扁尾和方头的加工	(64)
第三节 容屑槽的加工	(64)
第四节 铲齿	(83)
第五节 螺纹加工	(93)

第五章 刀具各部分的磨削加工

第一节 磨削过程概述	(96)
第二节 磨削锥部与内孔	(114)
第三节 磨容屑槽	(117)
第四节 铲磨	(123)
第五节 磨制成形表面	(142)
第六节 螺纹磨削	(160)
第七节 磨花键	(172)
第八节 磨渐开面	(178)

第六章 刀具的刃磨	(194)
第一节 刃磨的一般问题	(194)
第二节 万能刃磨机床	(201)
第三节 刃磨切刀	(202)
第四节 刃磨铣刀	(204)
第五节 钻头的刃磨	(212)
第六节 刃磨铰钻与铰刀	(217)
第七节 刃磨丝锥	(218)
第八节 刃磨拉刀	(220)
第九节 刃磨滚刀	(223)
第七章 刀具的热处理	(230)
第一节 退火	(230)
第二节 淬火	(231)
第三节 回火	(235)
第八章 提高刀具切削性能的方法	(237)
第一节 氰化	(237)
第二节 镀铬	(239)
第三节 耐磨涂层	(240)
第四节 研磨与金刚石压光	(242)
第九章 刀具生产自动线与工艺发展前景	(244)
第一节 自动线	(244)
第二节 发展前景	(251)

第十章 刀具制造路线与典型工艺	(256)
第一节 杆形刀具	(256)
第二节 套式(筒式)刀具	(262)
第三节 盘形刀具	(269)
第四节 平面型刀具	(277)
参考文献	(279)
附录 (对书中某些代号的注解)	(282)

第一章

刀具制造工艺过程的设计基础

第一节 制订工艺过程的顺序

设计工艺过程的原始资料是：注明验收刀具成品的技术条件的工作图和生产纲领；典型工艺过程，工艺装备的特性；标准定额和手册资料（切削用量，余量计算等等）。

在制订金属切削刀具制造工艺过程时，应解决下述基本任务：保证刀具精度、表面质量及其物理机械性能等技术要求，达到该工艺过程要求的生产率及其效率。

刀具制造精度基本上靠选择制造方法与先后顺序加工的工艺基准、装备、夹具和切削用量、检验的方法和手段来保证。刀具的物理机械性能则靠正确的选择刀具材料、热处理和热化学处理、机械加工规范来保证。

达到工艺过程要求的生产率及其效率则是在考虑刀具生产纲领的情况下，靠选择最佳工序图和加工规范，使用高生产率机床、二级刀具和夹具来保证。

工艺过程的设计包括互相联系着的并按固定顺序完成若干阶段。在一般情况下建议按下列顺序制订工艺过程：1. 分析图纸和计划任务；2. 确定生产节奏、生产类型及其组织形式；3. 在对各

种方案进行技术经济评价的基础上选择获得毛坯的方法；4.选择工艺基准、评价基准精度和零件夹紧精度；5.选择表面加工方法、评价各种方法的表面质量和精度特性；6.按最小折算消耗的原则选择工序顺序的工艺路线方案；7.制订工艺工序：a—确定工步的合理连续性；б—选择装备型号和确定其负荷；в—选择夹具装置；г—计算余量并绘制毛坯图；д—计算切削规范；e—计算工时定额；ж—规定工人级别；з—确定工艺过程的技术经济效益；8.选择工艺过程中各要素的机械化和自动化手段及车间内运输手段；9.根据技术文件统一格式制订并编制工艺文件并对新工艺装备的定货提出技术要求。

工艺过程典型化

在刀具车间和工具制造厂中，刀具制造的规格品种成千上万。在工具工厂和车间里，许多刀具尽管外形和尺寸相同或相似，但由于工艺过程彼此有区别而导致它们的劳动量相差甚大。

在刀具工艺分类的基础上研究和论证典型工艺过程设计的一般原则可以减少各种工艺过程的差异，并有可能制订用于各种生产条件下的最佳工艺过程。

所谓工艺过程的统一化（典型化）是指建立既能够概括该级别的全部刀具的制造工艺过程，并能够用做在各种不同的生产条件下制定制造该级别任何刀具的最佳工艺过程的基础。

采用典型工艺过程可减少工艺文件，促进采用标准化的工具装置和专用设备来生产切削刀具。

工艺过程的统一化（典型化）的基础是刀具的分类和制订工艺过程的普遍原则。分类就是根据刀具共有的工艺特性将刀具分成若干类别。

刀具类别又可划分成外形和尺寸相近的刀具类型。典型刀具就是利用同类夹具在同种装备来制造的。

金属切削刀具的工艺分类 所有金属切削刀具按工艺特点可

划分为四类：1.圆杆形的（带柄的、立式的）；2.套装式的（套筒式的）；3.盘形的；4.平面型的。

圆杆形刀具（钻头、镗钻、立铣刀、丝锥、带柄拉刀、插齿刀等）的重要标志是它们的工作部分呈圆杆形状并具有圆柱柄或锥柄。

套装式（套筒式）刀具包括带圆孔或者锥孔的刀具（套式镗钻、铰刀、铣刀、丝锥等）。套装式（套筒式）刀具又可分为整体的，装配式的，焊接硬质合金的和整体硬质合金的以及专用刀具。

盘形刀具是指长度小于直径之半的带圆柱孔或圆锥孔的刀具（盘形铣刀、槽铣刀和角度铣刀；盘形插齿刀，盘形剃齿刀，端面镗钻、圆形车刀等）。盘形刀具又可分为整体的，焊接的，装配的和整体硬质合金的。

平面形刀具包括下列刀具：杆状和棱体形切刀，装配式刀具的刀齿，齿条刀和螺纹梳刀、镗刀块，搓丝板、平面拉刀等等。这类刀具的标志是其外形为宽平面和窄平面。平面型刀具又可分为整体的、焊接的，专用的和装配的。

在设计专用装备时为了确定最佳系列建议把刀具进一步按规格尺寸分类〔16〕。

刀具的工艺分类应建立在科学的完善的工艺准备体系与刀具生产组织的基础上，以提高劳动生产率，增加批量，提高刀具质量和降低成本，在此基础上应解决下列任务：

1. 利用最新科技成就，实现刀具制造工艺过程的统一化；
2. 建立制订刀具制造工艺过程的自动化系统；
3. 对于小批量和大批量多品种生产，增加同类别相近类型刀具的生产批量，并在此基础上为生产过程的机械化和自动化创造现实的可能性。
4. 设计、制造和利用刀具生产专用机床。

5. 现有设备的有目的的改装和自动化。
6. 工艺装置的统一化。
7. 扩大专门工具车间和工具工厂网，以专门生产固定类别刀具，使刀具生产专门化。
8. 选择工段、车间和工厂等生产结构的最佳方案。
9. 建立统一的定额指标和计划指标。

第二节 制订工艺的基本步骤

在制订典型工艺设计和自动化设计程序时可将总任务分成下列步骤。

首先应该是确定工艺过程的原理示意图，图中要标明加工刀具时的组成和加工循环的顺序。在每个加工循环里又可分成若干阶段。阶段是工艺过程的一部分，它包括在加工性质与加工精度的要求方面大体相同的表面加工，因此，机械加工阶段可分为热处理阶段和其它类型的加工阶段。

金属切削刀具生产的基本循环是：备料工序、成形工序、热处理、精加工（磨削与刃磨工序）、提高刀具耐磨性工序、防锈加工工序及包装工序。

备料工序 棒料的校直和校正；将棒料切成单个毛坯；单个毛坯的锻造和模锻；坯件焊接的准备；锻造后的热处理（退火）和焊接后的热处理（去除焊接毛刺、平端面 and 打中心孔）。这个阶段的劳动量占全部劳动量的 10~25%。

机械加工和塑性变形的基本成形工序 在这个阶段使刀具接近成品外形，为此须去除毛坯初始余量的 40~70%，基本成形工序的劳动量占全部刀具制造劳动量 25~50%。这个阶段包括车削加工外形（圆杆状、套式和盘形套装式刀具），平面刀具的

各平面加工，铣制容屑槽，铣装配式刀具装刀齿的槽，焊硬质合金刀刀片的凹窝及其它。在这个阶段还进行刀具紧固部位的铣削、插削和拉削。这个阶段还包括用塑性变形的成形方法（拔丝、冲压、回转锻造，纵向轧制和扇形块轧制）。

热处理 这个循环的劳动量不超过总劳动量的10%。尽管这样，热处理工艺乃是影响刀具质量的最重要工序之一，它可使刀具达到诸如硬度、强度、热硬性等性能，也就是保证刀具必需的切削性能。磨削与刃磨工序成功与否在很大程度上取决于热处理结果，因为热处理时刀具会变形和产生脱碳层，这是决定随后的磨削与刃磨工序余量的因素。此外，热处理变形会造成磨削工序基准的不准确。

精加工 磨削与刃磨工序可分为类似机械加工的一般磨削加工（外圆磨、内孔磨与平面磨等）、专门磨削工序（铲磨、磨齿及其它）以及刀具生产特有的刃磨工序。

为了提高刀具的耐磨性，工在工艺过程中还应包括补充热处理工序（改善切削性能的化学热处理）和涂镀耐磨层（TiN、TiC、CrO 及其它）工序。

在某些情况下可以改变循环中的内容和它们的顺序。例如，在获得专门轧制件或用粉末冶金方法获得毛坯时备料阶段发生了变化。采用磨出沟槽的方法也会改变加工循环的顺序，在这种情况下热处理是在磨槽前进行的，用烧结成形法加工整体硬质合金刀具时成形阶段就不需要了。

根据上述基本阶段建立生产过程，确定车间和工段的组织，确定毛坯和工件的运输和供给系统，刀具生产的统计系统。

第二步是工艺路线的设计，包括确定工序的组成与顺序，选择各道工序所需的设备类别和所占的地盘。

第三步是设计工艺工序，将工艺过程细分到确定每道工序中的工步的组成和顺序，选择切削刀具、辅助工具和测量工具，计