

刀具刃磨技巧

〔日〕 小山芳治郎 著

熊万武 译



机械工业出版社

刀具刃磨技巧

〔日〕 小山芳治郎 著

熊 万 武 译



机械工业出版社

(京)新登字054号

内 容 简 介

本书第1~3章简要介绍了刀具刃磨的重要性、刀具分类、切屑的形成、刀具磨损、刀具材料等基础知识;第4~8章以车刀、立铣刀、端铣刀、钻头为例,介绍了刀具特点,刀具各部分的名称与作用,刀具的磨损与耐用度,刀具的刃磨方法与步骤,刀具刃磨的安全操作;第9章介绍了刀具刃磨用砂轮及其选择。

本书内容先进、实用、简明扼要,文字通俗易懂。

本书可作为机械制造工厂初级工的培训教材,也可作为机械加工工人、刀具刃磨工的自修读物。

工 具 研 削

篠崎襄 監修

小山芳治郎 著

日刊工業新聞社 1983

• • •

刀具刃磨技巧

〔日〕小山芳治郎 著

熊万武 译

•

责任编辑:温莉芳 责任校对:刘志文

封面设计:方芬 版式设计:冉晓华

责任印制:王国光

•

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

•

开本 787×1092¹/₃₂·印张5¹/₄·字数111千字

1993年7月北京第1版·1993年7月北京第1次印刷

印数0 001—5 000·定价:4.10元

•

ISBN 7-111-03477-5/TH·398

译 者 的 话

在机械制造工厂中，无论采用刀具集中管理体制，还是采用刀具分散管理体制，刀具刃磨的基础知识和基本操作技能，对于刀具刃磨工和从事切削加工的工人都是十分重要的。本书从初级工的实际需要出发，在第1~3章简要介绍了刀具刃磨所需要的基础知识；在第4~8章以车刀、铣刀、钻头三种最基本的刀具为例着重介绍刀具特性、刀具几何角度和刀具刃磨技能；第9章介绍刃磨用砂轮及其选择。在深入地掌握了基础知识之后，应用本书介绍的操作技巧，加强基本功训练，不仅能够刃磨基本刀具，而且遇到其他刀具的刃磨问题也可迎刃而解。翻译本书的目的就在于此。

本书译出后，高希正教授对第4章进行了认真校订，这对译者进行全面校订大有裨益，在此深致谢意。由于译者水平所限，错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

前 言

随着控制技术的发展，现代机床向自动化方向发展的趋势日益增强，从而可以期望用高性能的机床简单地加工出高精度的零件。由于不懈地努力，机床性能不断提高，而能够与此相适应的切削性能良好的刀具的开发又促进加工技术的发展。作为从事机械加工的人员不仅要注视着加工技术的发展，而且更重要的是要了解其本质。

在切削加工中，随着切削的进行，刀尖逐渐磨损。虽然有一部分磨损的刀具要报废，但大部分磨损刀具经重磨后还可再使用。重磨时，最重要的首先是要懂得何谓切削，其次要理解刀尖的作用如何。

在切削加工中，有所谓外圆加工、平面加工和孔加工等基本类型，按照其组合即可加工出形状复杂的零件。加工中所使用的刀具，按其使用目的和用途也有许多种，目前，随着刀具质量的提高，JIS标准中的刀具规格也有修订补充新品种的趋势。此外，相对于刀具的多样化，也统一了「切削刀具术语」，随之，术语的解释也明确起来。

因此，本书以JIS标准为依据作了修正，以车刀、铣刀、钻头等基本刀具为例，通俗易懂地叙述其重磨的实际方法。刀具的种类繁多，不可能面面俱到地写入书中，本书主要目的是使读者掌握加工技能的基础知识和学会基本刀具的刃磨方法，并将其应用在技能训练和工厂实习中。如果能达到这一目的，笔者感到无上荣幸。

在本书执笔之际，对所引用文献的作者和提供资料者表示深切的感谢。

此外，对推荐执笔并给予恳切指导的篠崎襄先生，提出各种建议的太田博治先生，以及在出版中尽力协助的日刊工业新闻社等致以诚挚的谢意。

作 者

目 录

译者的话

前言

第 1 章 刀具及其刃磨	1
1.1 刀具的发展	1
1.2 刀具刃磨的重要性	4
第 2 章 刀具与切削加工	6
2.1 刀具的分类	6
2.2 切屑的形成	7
2.3 切屑的形态	9
2.4 刀尖的磨损	10
第 3 章 刀具材料	14
3.1 碳素工具钢	14
3.2 高速钢	16
3.3 硬质合金	20
3.4 陶瓷	26
3.5 金属陶瓷	27
3.6 聚晶烧结体	28
第 4 章 车刀	32
4.1 切刀的分类	32
4.2 车刀切削部分的角度	42
4.3 硬质合金车刀的刃磨	51
4.4 高速钢车刀的刃磨	59
第 5 章 铣刀	74

5.1 铣刀的种类	74
5.2 铣刀各部分的名称	78
5.3 圆周后角的三种设置方法	80
5.4 后角的测量	84
5.5 刃磨铣刀用心轴	85
5.6 刃磨铣刀用砂轮	85
5.7 三面刃铣刀的刃磨	87
5.8 圆柱铣刀(螺旋齿)的刃磨	90
第6章 立铣刀	94
6.1 立铣刀的基本形状	94
6.2 立铣刀各部分的名称	96
6.3 齿数与端面刃形状	97
6.4 刀尖的磨损与耐用度	102
6.5 圆周后面刃的刃磨方法	103
6.6 圆周刃和端面刃的刃磨	105
6.7 刀具刃磨的安全操作	117
第7章 端铣刀	119
7.1 JIS刀具切削部分的名称	120
7.2 重磨用刀具切削部分的主要角度	121
7.3 砂轮的选择与使用	122
7.4 耐用度	124
7.5 砂轮的旋转方向与切削深度	126
7.6 端铣刀的刃磨	128
第8章 钻头	134
8.1 钻头的结构要素	135
8.2 钻头各部分的作用	135
8.3 钻削的特点	140
8.4 钻头的刃磨	141
第9章 刀具刃磨用砂轮	145

9.1 砂轮的形状与选择标准	145
9.2 刃磨用陶瓷结合剂砂轮	150
9.3 砂轮的表示方法	154
9.4 金刚石砂轮	154
9.5 CBN砂轮	156
结束语	158
参考文献	158

第1章 刀具及其刃磨

1.1 刀具的发展

从人类使用工具开始，便开始了人类发展的历史。最初，人们懂得将存在于身旁的东西折断或弯曲，这已经是“变形加工”的开始。不久，知道物质的软硬，知道用硬的东西切削软的东西。所谓切削，开始是“去除加工”。那时，硬的东西首先是石头，把石头弄碎、磨光作为工具。后来，随着铁的发现，制做出比石头更锋利的刀具。良好的切削刀具，能更容易地制造出工具和生活用具，工具发展成为下面所说的刀具，甚至可以说，现代文明是由机械所支撑着的。

制造产品有各种加工方法，有锻造、轧制、拉深等使材料发生塑性变形的加工方法。有铸造使材料发生流动变形的加工方法，有用刀具或砂轮切削材料的加工方法。其中，使用机床将原材料按所需的形状、尺寸高精度的切削加工在生产中占据最重要的地位。

为了提高加工效率和加工精度，需要有能够与机床相适应的刀具，这就促进了更优良的刀具材料的开发，新的刀具材料的开发，又研制出能够充分发挥其特性的机床；另一方面，随着新机床的出现，刀具受到激发而得到发展。机床和刀具的改进，是相辅相成发展起来的。

最初的刀具材料，主要是碳素工具钢，因为当时它是最硬的材料。然而，碳素工具钢刀具在高速切削时，存在由于

切削热而立刻完全变钝的缺点，切削范围受到限制。因此，期待着出现在高速下也能切削的刀具材料。反映这一期待而出现的材料是高速钢。

高速钢（锋钢）是在1898年由美国的F.W.泰勒研制的。与其说它的含碳量比碳素工具钢少，不如说加入钨代替了一部分碳。由于硬钨碳化物的效果，使之在高温条件下硬度也不降低，而且，由于可以用远比碳素工具钢切削速度高的速度进行切削，故命名为高速钢。随后，随其组成元素的系列化，形成了钨系和钼系高速钢。直到目前，高速钢仍被广泛采用。

然而，高速钢刀具在高速切削时也存在由于切削热而限制刀具耐用度的问题。切削温度达700℃时，高速钢刀尖就完全变钝。在切削温度高于此值的切削速度下，就完全不能进行切削。因而，出现了比上述更高切削温度条件下保持足够硬度，可在更高的切削速度下切削的超硬合金刀具材料。

超硬合金是1929年由德国克虏伯公司研制的，是以钨为主要成分的硬质合金。它象金刚石那样硬，以钨系硬质合金的商品名称出售。它是将粉碎成粉末状的碳化钨以钴作为结合剂烧结而成的，具有高温下硬度不下降的优点，但却有脆、易破损和振动强度低的缺点。这些缺点被后来的研究进展（添加碳化钛等其他碳化物）而得到改善，现在，韧性高的硬质合金作为超硬刀具材料发挥着巨大的作用。

然而，人们是不会满足于此的。耐更高速度下切削热的材料，已经注视着砂轮的材料——熔融氧化铝，由此产生的是陶瓷刀具材料。陶瓷比硬质合金高温硬度更高，已证明更适宜高速切削，但其脆性大，缺乏广泛性，使用条件受到很大限制。因此，相继出现的是金属陶瓷。相对于硬质合金以钨为主要

成分来讲, 金属陶瓷以碳化钛为主要成分, 是硬度、耐热性、耐磨性优良的刀具材料。因它有陶瓷 (Ceramics) 那样的硬度, 有金属 (metal) 那样的强韧, 所以起了个合成的名称。

随着硬的刀具材料烧结制造出来, 烧结技术也更加先进。

现在地球上最硬的物质是金刚石。人造金刚石虽然没有天然金刚石那么大的颗粒, 但也不是不可以代替金刚石。已经研究出将人造金刚石微粉在高温高压下烧结的技术, 作为砂轮和刀具材料, 人造金刚石已经发挥出优异的特性。随着烧结技术的进一步发展, 现已研制出氮化硼的聚晶体, 即叫做立方氮化硼 (CBN) 的新的刀具材料。这样, 切削速度越来越向高速化发展, 使得高效率生产、大量生产向着日新月异的道路迈进。

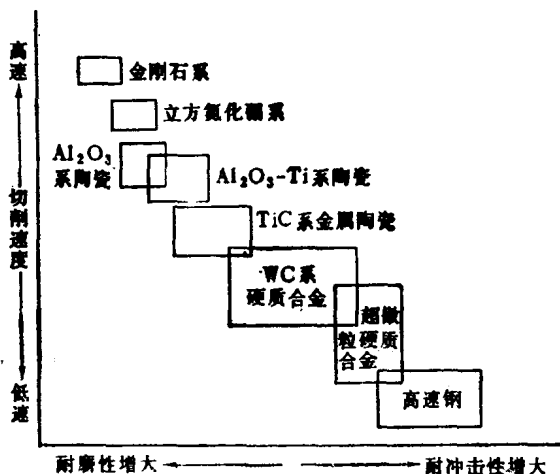


图1-1 刀具材料

用硬的材料可以切削软的材料。为了切削硬质材料，就必须有比它更硬的材料。因此，在不断寻求硬度更高、强度及红硬性更好的刀具材料的过程中已经出现了目前所见到的新材料。然而，人们是不会满足现状的，对刀具材料的研究与开发将会更深入地发展下去。

刀具材料的性能比较见图1·1。

1·2 刀具刃磨的重要性

随着刀具材料的不断开发，刀具的形状也不断发生变化。开始是整体刀具，尔后是将硬质合金刀片钎焊在刀杆上的刀具，进一步是将刀片紧固在刀杆或刀体上的机夹式刀具等。

机夹式刀具是将具有有效切削刃的整体超硬刀片用机械的方法安装在原来的刀杆或刀体上而使用的，如果有效切削刃全部磨损，舍弃不用，即作为可转位刀片来使用。尤其是随着数控机床的普及，可转位刀具能准确确定刀尖位置，不需要重磨，在省力化方面作出了巨大贡献，并提高了生产率。然而，简单地舍弃不用，从资源有限这一点考虑，还有必要在节省资源方面进行研究。

用粉末冶金的方法制造的超硬质合金的出现，使以更高的速度、更高的效率切削更硬的材料已成为可能，随之而出的是现在的人造金刚石和立方氮化硼（CBN）等烧结体刀具的实用化。

另一方面，相对于这种超硬刀具材料，所谓锋钢也要重新估价其性能的改善。在JIS中，锋钢被划分为钨系和钼系，种类繁多，用途广泛，尤其广泛应用于成形刀具和超硬合金在低速范围存在缺点的领域中。由于刀具材质、形状和种类的繁多，重磨的条件也就不同。因此，关于刀具材料、刀尖

形状、砂轮选择等方面的知识，以及刃磨的方法均显得越来越重要。

此外，在切削加工中，当考虑加工成本时，刀具费用是重要的因素。为了提高效率，必定要尽量节省加工的准备时间和刀具的安装调整时间，同时力求缩短实际切削时间。与缩短切削时间有关的是提高切削速度，这必然导致刀具耐用度下降。刀具耐用度的缩短，使重磨次数增加，刀具消耗加快，重磨所需时间增加，结果提高了刀具费用。图1·2表示了这一关系，在确定耐用度的同时即确定了重磨期，从加工成本方面讲，确定重磨期也是重要的一点。

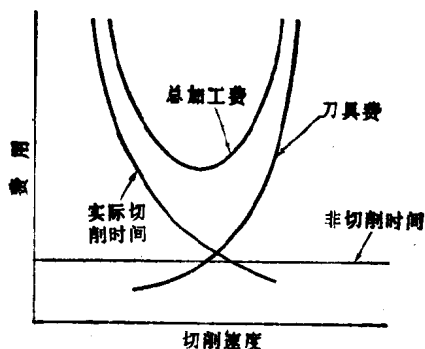


图1·2 切削速度与加工费用

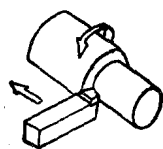
第2章 刀具与切削加工

2.1 刀具的分类

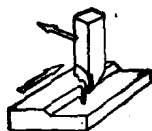
所谓切削加工，是将原材料安装在机床上，用远比原材料硬的刀具切除多余的部分，加工出所需形状和尺寸的产品的工作。因此，相应于各种加工目的，所用的刀具，形状各异，种类繁多，但按切削刃数和切削运动方式可大致划分如下：

(1) 按切削刃数分

首先，按切削刃是一个还是多个分为单刃刀具和多刃刀具。单刃刀具有各种切刀，多刃刀具的典型代表有各种铣刀和切齿刀具。



a) 车削



b) 龙门刨削、牛头刨削



c) 孔加工



d) 平面铣削



e) 端面铣削



f) 立铣

图2-1 切削加工的例子

刀具—
 —单刃刀具——切刀（车刀、镗刀、刨刀等）
 —多刃刀具——铣刀、钻头、滚刀、插齿刀、铰刀、拉刀等

（2）按刀具与工件的相互运动分

工件回转，刀具趋近工件并作进给运动，可将被切削材料加工成圆柱面；工件固定，刀具回转并进给，可加工出孔来；刀具（铣刀）在一定位置回转，工件作进给运动，可加工出平面或槽。这样，切削作用随着刀具与工件的相互运动关系而进行。图2·1表示出典型切削加工的例子并汇总成表2·1。

表2·1 刀具与工件的相互运动

切削加工	刀 具		运 动		机 床
			刀 具	工 件	
车 削	单 刀	车 刀	进 给	回 转	车 床
镗 削		镗 刀	回 转	进 给	镗 床
龙门刨削		刨 刀	固 定	直线移动	龙门刨床
牛头刨削		刨 刀	直线移动	固 定	牛头刨床
铣 削	多 刀	铣 刀	回 转	进 给	铣 床
钻 孔		钻 头	回转、进给	固 定	钻 床
铰 削		铰 刀	回转、进给	固 定	钻床、车床等
滚 齿		滚 刀	回转、进给	回 转	滚 齿 机
拉 削		拉 刀	直线移动	固 定	拉 床

2·2 切屑的形成

在金属切削加工中，所谓切削是用刀具使被切削部分的材料变形并作为切屑切除的加工。以车刀为例来研究一下变

形状状态。

如图2·2所示，给车刀一个切削深度并沿箭头方向进给时，被切削材料在车刀的前刀面上受到强烈挤压而造成塑性变形。当车刀进一步挤进时，变形部分引起滑移而从基体材料上切离，切离部分的材料形成连续状态的切屑而流出。这时，把产生滑移的剪切面与前进方向所成的角度叫做剪切角。

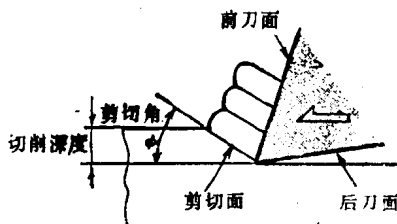


图2·2 切屑的形成

即使在切削深度相同的情况下，只要剪切角不同，切屑厚度就不同。如图2·3所示，剪切角增大时，切屑厚度变薄；剪切

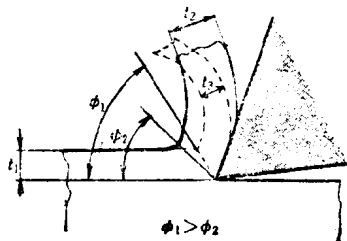


图2·3 由剪切角的大小引起的切屑厚度的变化

角减小时，切屑厚度增厚。流出厚的切屑时，因为变形大，需要的切削力大；与此相反，流出薄的切屑时，变形小，因此所需的切削力小，也就容易切削。这样，刀具锋锐性的好坏取决于剪切角的大小，剪切角可由下式来表示：

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{(t_1/t_2) \cos \gamma^\ominus}{1 - (t_1/t_2) \sin \gamma^\ominus}$$

式中 ϕ ——剪切角；

$\gamma^\ominus$ ——切刀的前角；

$\ominus$ 原文误为 σ 。——译者