

工人高级操作技能
训练辅导丛书

磨 工

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会 编

机械工业出版社

工人高级操作技能训练辅导丛书

磨 工

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会 编

机械工业出版社

本书是根据《磨工高级操作技能训练大纲》编写的。全书共分十个单元，内容包括：高精度细表面粗糙度磨削，长丝杠、滚珠丝杠、精密蜗杆磨削，以及复杂型面磨削和铲磨磨削。书中收集了大量磨削加工实例，总结了工人长期生产实践的工作经验和具体操作方法，提供了解决高精度、难加工工件磨削的具体措施，并介绍了常用测量仪器的原理和使用方法、磨削加工新工艺、新技术及数控机床的编程方法。

本书由上海机床厂任根来、杨万舒、谢海钧、沈鸿福、王永鑫编写，由上海机械制造工艺研究所周德生、上海机床厂杨万舒审稿。

磨 工

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会 编

*

责任编辑：荆宏智 版式设计：吴静霞

封面设计：肖 晴 责任校对：熊天荣

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）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张 10 3/4·字数 259 千字
1991 年 6 月北京第一版 1991 年 6 月北京第一次印刷
印数 0,001—3,300 定价：4.50 元

ISBN 7-111-02716-7/TG·604

前 言

高级技术工人是体力劳动与脑力劳动融为一体的新型的专门人才,是增强企业活力和国家四化建设中的重要技术力量。高级技术工人的状况如何,是企业素质好坏的一个重要标志。

当前,机电工业企业中高级技术工人数量不足、技术素质偏低、年龄偏高、青黄不接、后继乏人,已成为企业生产发展和技术进步的严重障碍。大力开展高级技术工人培训工作,加紧培养一批高级技术工人,尽快改变企业高级工严重短缺的局面,建成一支以中级工为主体、高级工为骨干的技术工人队伍,是进一步发展机电工业的当务之急。

1987年原国家机械工业委员会制定颁布了《工人高级操作技能训练大纲(试行)》,作为机械行业开展高级工操作技能培训的依据。为了帮助企业更好地贯彻《大纲》,提高技能培训质量,并为广大中、高级技术工人自学成才提供方便,现又组织力量编写了《工人高级操作技能训练辅导丛书》。《丛书》共17种,包括了《大纲》中列入的15个通用技术工种,有车工、镗铣工(镗工部分)、镗铣工(铣工部分)、刨工、磨工、齿轮工、钳工、工具钳工、铸造工、锻工、模锻工、铆工、电焊工、模型工、油漆工、热处理工和维修电工。

《丛书》是依据《工人技术等级标准(通用部分)》中有关工种的“应会”部分和《工人高级操作技能训练大纲(试行)》的要求编写的。编写的指导思想坚持了“面向企业,面向生产,自学为主,学以致用”的原则,紧密围绕提高工人的实际操作技能和分析解决生产中实际问题的能力这一根本宗旨,重点介绍了具有代表性和先进性的生产工艺、设备及操作方法、技能技巧,并把有关的技能知识有机地融合进去。

在具体内容的安排上,各书以本工种中级工“应会”为起点,依次介绍了高级工应掌握的复杂设备的调整、试车方法;复杂装置和设备生产岗位的全部操作要求;复杂、典型零件的加工工艺、检查方法和先进的操作技巧;国内外有关的新技术、新工艺、新材料、新设备的推广、应用情况。书中收集列举了大量的操作实例,图文并茂,具有较强的针对性、实用性,有助于工人举一反三,利用所掌握的工艺分析能力、技能知识和操作方法,解决生产中的实际问题,开展技术革新。

《丛书》是由上海机电工业管理局组织企业的工程技术人员、技工培训教师和优秀的老技师、老工人合作编写的。北京、江苏、河南、湖南、陕西等省、市机械工业企业的有关同志参加了审稿。

编写、出版高级工操作技能训练方面的书,在我国还是第一次,缺乏借鉴,难度很大。为了编好《丛书》,编、审人员和有关方面付出了艰巨的劳动,谨向他们致以衷心的感谢!并恳切地希望广大技工教育工作者和读者给《丛书》多提宝贵意见,以便将来修订,使之更好地为高级工培训服务。

工人高级操作技能训练辅导丛书编委会

1989年2月

目 录

第一单元 概述	1
(一) 磨削加工	1
(二) 磨削加工的特点	1
(三) 磨削加工的作用	4
思考题	5
第二单元 磨具	6
(一) 普通磨具特性对磨削效果的影响	6
(二) 超硬磨料磨具	8
思考题	15
第三单元 高精度细表面粗糙度磨削	16
(一) 细表面粗糙度光滑表面的形成及高精度零件的质量评定	16
(二) 高精度细表面粗糙度磨削的工艺参数选择	17
(三) 高精度细表面粗糙度磨削对机床性能的要求	19
(四) 磨削指示仪在高精度细表面粗糙度磨削中的应用	23
(五) 高精度细表面粗糙度零件的测量	26
(六) 操作实例	29
思考题	42
第四单元 数控机床工作原理及应用	44
(一) 数控光学曲线磨床的特性及用途	44
(二) 数控编程原理	45
(三) 典型零件的编程实例	48
思考题	49
第五单元 常用测量仪器的原理和应用	50
(一) 光学平直仪	50
(二) 电感比较仪	54
(三) 立式投影仪	57
(四) 万能工具显微镜	59
思考题	61
第六单元 铲磨磨削	62
(一) 铲磨机床及铲磨方法	62
(二) 操作实例	69
思考题	80
第七单元 复杂型面磨削	81
(一) 复杂型面磨削的特点与种类	81
(二) 复杂型面磨削的基本方法	81
(三) 砂轮的选择与修整	82
(四) 操作实例	84

思考题	95
第八单元 高精度长丝杠磨削	96
(一) 砂轮及磨削用量的选择	96
(二) 长丝杠螺纹的磨削方法	97
(三) 长丝杠的加工工艺及质量分析	106
(四) 螺纹磨削效率的提高	110
(五) 滚珠丝杠的磨削方法	116
(六) 滚珠丝杠的检验与质量分析	122
(七) 内螺纹及滚珠螺母的磨削加工	125
(八) 操作实例	127
思考题	132
第九单元 精密蜗杆磨削	134
(一) 蜗杆的种类	134
(二) 蜗杆的磨削方法	136
(三) 蜗杆的检验与质量分析	143
(四) 提高蜗杆副精度的方法	145
(五) 操作实例	147
思考题	149
第十单元 螺纹磨削新技术	150
(一) 磨削液的恒温控制	150
(二) 长丝杠的接刀磨削	152
(三) 精密丝杠研磨	154
(四) 金刚石滚轮在螺纹磨削中的应用	157
思考题	164

第一单元 概 述

内容提要 本单元简单介绍了磨削加工在现代加工技术中占有的重要地位，重点介绍了磨削加工的发展、特点及作用。

目的 了解磨削加工的基本概况、特点、发展及磨削加工技术在各生产领域中的应用。

磨削加工在现代加工技术中占有重要的地位，因为它是目前加工高精度零件和难加工材料最经济和最有效的方法之一。所以，不少国家常常把磨削加工在机械加工中所占的比重，作为衡量机械加工工艺水平的一个标志。

随着航天、航空、冶金、电力、电子、造船、汽车、轴承、金属切削机床、仪器仪表等工业部门科学技术的发展，磨削加工的范围也在不断地扩大，磨床门类越来越多，因而磨工的操作技能涉及的面也越来越广泛。为适应这一新的发展趋势，本书还将介绍高速磨削、高效磨削、强力磨削和镜面磨削以及磨削加工中的新材料、新技术、新工艺和新装备等，便于更快地掌握提高磨削加工质量、效率的新技能。

(一) 磨 削 加 工

广义的磨削加工包括砂轮磨削、砂带磨削、磨除加工、珩磨、研磨、光整加工（包括超精光整、抛光、振动光整以及滚动光整等）等方法。而通常所指的磨削加工仅指用砂轮、砂瓦等固结磨具所进行的加工。常见的磨削加工有外圆磨削、平面磨削、齿轮磨削、螺纹磨削、砂带磨削等，见图 1-1。

60年代以来，磨削技术发展较快，新磨料、新磨具以及新型磨削液的开发，精密磨削、镜面磨削、控制力磨削、高速磨削、宽砂轮磨削、多砂轮磨削、大切深磨削、磨削中心等新工艺、新装备的应用和发展，使磨削不仅是一种精密加工方法，而且也是一种高效加工方法，有的已达到车、铣类切削加工的切除率，甚至还更高。

(二) 磨削加工的特点

1. 磨削方式

尽管磨削的形式多种多样，加工工件表面形状不一，但以砂轮工作表面来分磨削方式基本上可分为下列三种：

- (1) 周边磨削 以砂轮圆周表面磨削工件，见图1-2。
- (2) 端面磨削 以砂轮的一个端面磨削工件，见图1-3。
- (3) 成形磨削 以砂轮圆周成形面磨削工件，见图1-4。

2. 磨削加工的特点

磨削加工实质上也是一种切削加工，但与车、铣等一般切削加工不同，它具有以下六个特点：

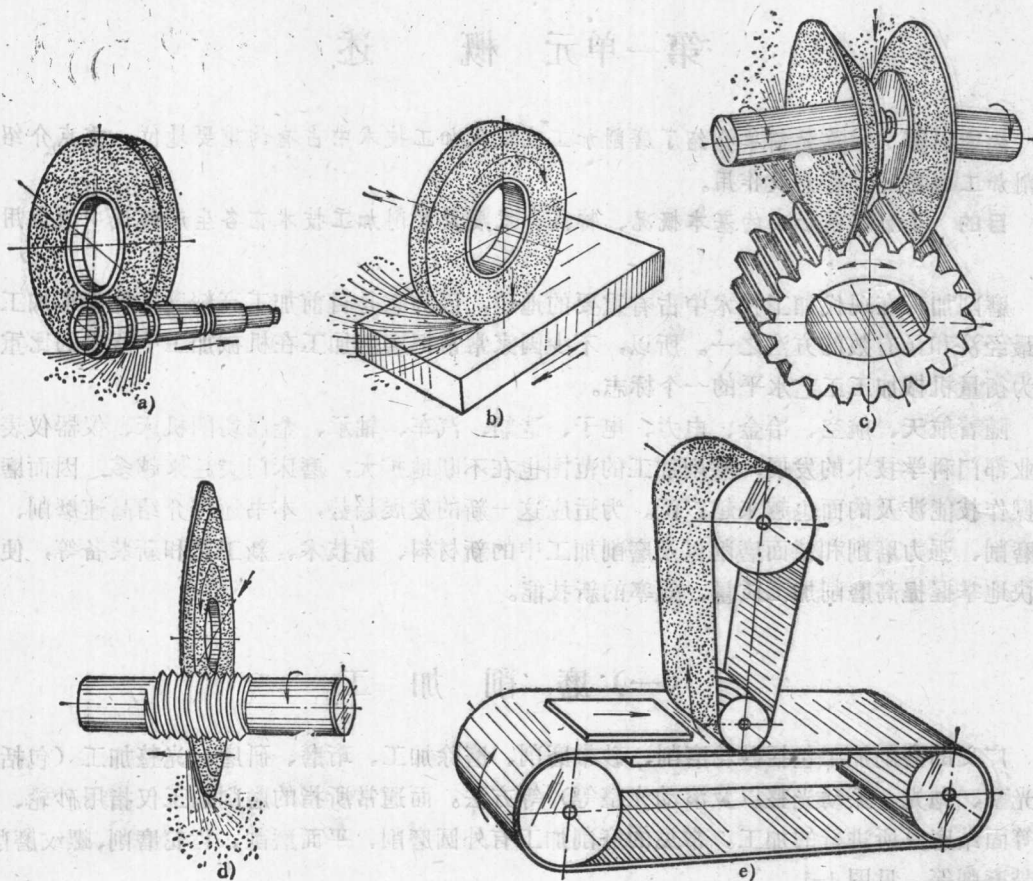


图1-1 常见的磨削加工形式

a) 外圆磨削 b) 平面磨削 c) 齿轮磨削 d) 螺纹磨削 e) 砂带磨削

(1) 磨具表面由磨粒起磨削作用。由于磨粒形成的刃口很多，且形状及其分布均处于不规则的随机状态。

(2) 每一磨粒切下切屑的厚度很薄，均在微米以下，比一般切削加工的切屑厚度小几十倍甚至数百倍。因此，可以获得较细的表面粗糙度。

(3) 砂轮磨削线速度 $v = 2000 \sim 3000 \text{ m/min}$ ，比一般切削机床速度高10倍左右。

(4) 磨具在磨削过程中有自砺作用，当磨粒的刃口被磨钝时，作用在磨粒上的磨削力增大，使磨粒局部被压碎形成新的锋刃或者整粒脱落露出新的磨粒锋刃来工作。

(5) 磨粒切削时具有较大的负前角，都在 $-15^\circ \sim -80^\circ$ 范围内，远大于一般切削刀具所用的负前角。

(6) 磨削区的温度很高，加工钢件时，砂轮与工件接触区内的表面温度达 1000°C 以上，切下的切屑熔融后呈球粒状，高温的切屑飞出时发生强烈的氧化而产生磨削火花。所以如果在磨削过程中形成的热量聚集在工件局部表面上不能迅速传散，那就会越积越高，使工件局部表面层温度猛升，导致工件局部表面层的烧伤，甚至产生裂纹，从而影响工件表面精度和质量。

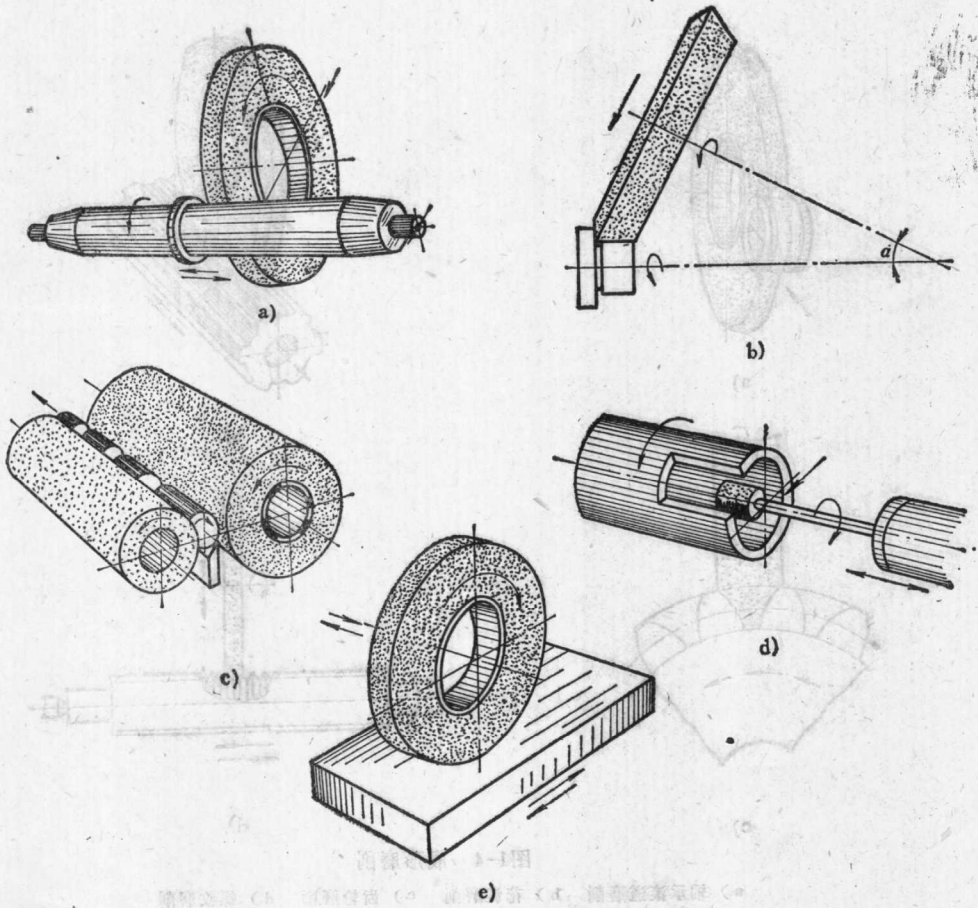


图1-2 周边磨削

a) 外圆纵磨 b) 端面外圆斜切入磨削 c) 无心外圆磨削 d) 内圆纵磨 e) 平面磨削

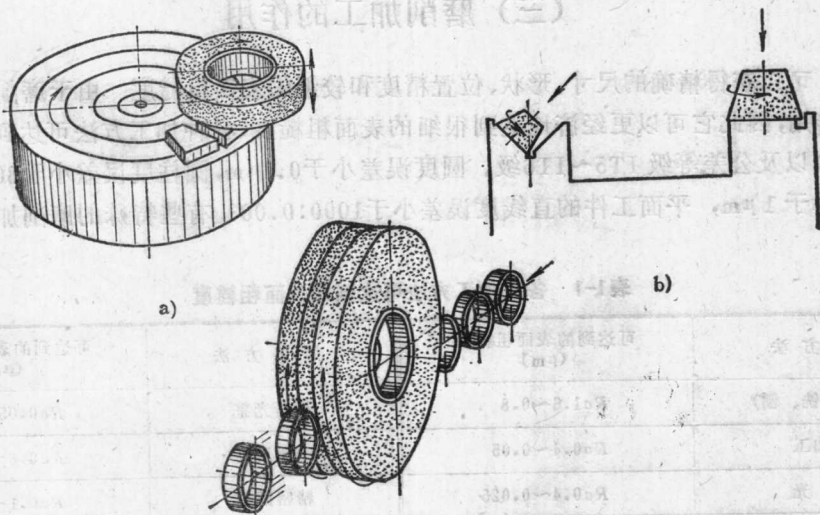


图1-3 端面磨削

a) 平面磨削 b) 导轨磨削 c) 双端面磨削

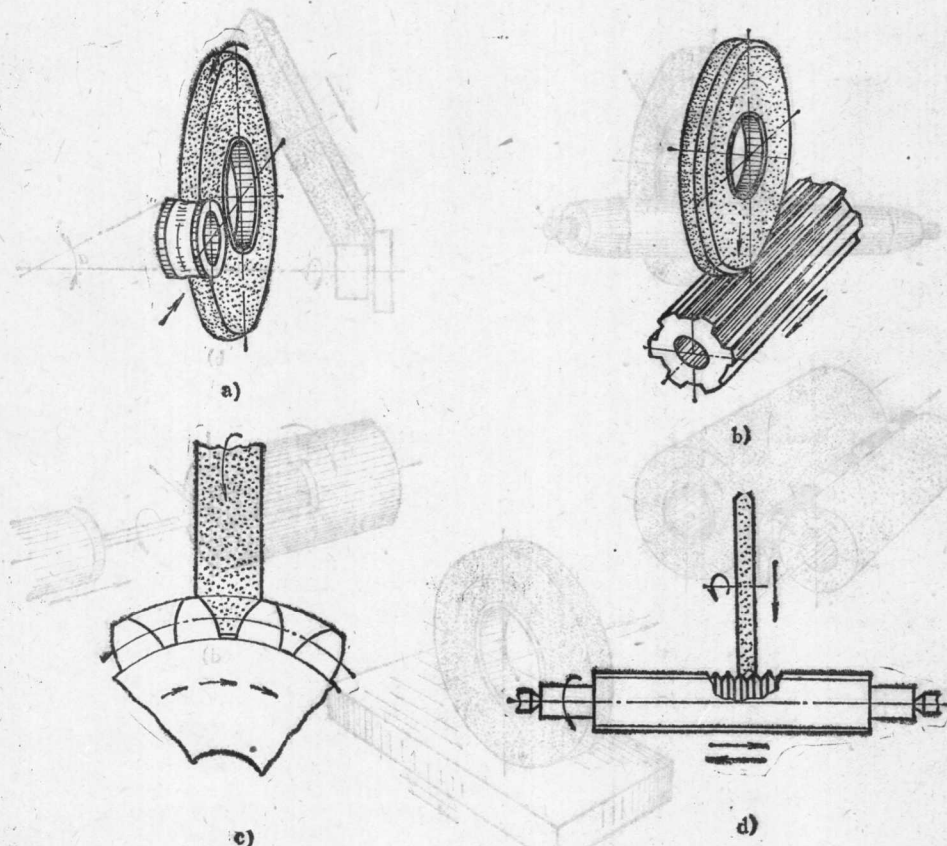


图1-4 成形磨削

a) 轴承滚道磨削 b) 花键磨削 c) 齿轮磨削 d) 螺纹磨削

(三) 磨削加工的作用

(1) 可以获得精确的尺寸、形状、位置精度和较细的表面粗糙度 由于磨削加工具有微量切削的作用,因此它可以更经济地达到很细的表面粗糙度(各种加工方法可达到的表面粗糙度见表1-1)以及公差等级 IT5~IT6级。圆度误差小于 $0.1\mu\text{m}$,圆柱度误差小于 $300:0.001$,同轴度误差小于 $1\mu\text{m}$,平面工件的直线度误差小于 $1000:0.003$ 。有些特殊的磨削加工方法还可

表1-1 各种加工方法可达到的表面粗糙度

加工方法	可达到的表面粗糙度 (μm)	加工方法	可达到的表面粗糙度 (μm)
切削(车、铣、刨)	$Ra1.6\sim0.8$	超精光整	$Ra0.05\sim Rz0.025$
滚压加工	$Ra0.4\sim0.05$	一般磨削	$Ra0.8\sim0.2$
抛光	$Ra0.4\sim0.025$	精密磨削	$Ra0.1\sim0.05$
珩磨	$Ra0.2\sim0.025$	超精磨削	$Ra0.025\sim Rz0.1$
研磨	$Ra0.05\sim Rz0.025$	镜面磨削	$Rz0.025$

达到更高的精度。

(2) 可获得高的加工效率 一般认为磨削效率低,只能在精加工时采用。但随着砂轮特性的改进和新的装备及磨削工艺的开发,磨削已不再是传统概念中的低效加工方法,而开始成为与其它切削加工方法相媲美的高效率加工工艺,在某些工序上已成功地取代车、铣、刨,可直接从精锻毛坯上加工成形。

(3) 可用来加工各种材料 工业中广泛采用的各种非金属和金属材料,如木材、橡胶、塑料、玻璃、陶瓷、石材以及铜、铝、铸铁、钢等,都可采用磨削加工。特别是一些高硬度、高韧性的金属,例如硬质合金、高钒高速钢等,可采用金刚石和立方氮化硼等高硬度磨具进行磨削,能获得更好的经济效果。

此外,在粮食加工、医学及地质勘探等领域,也都离不开磨削加工。

(4) 可满足多种加工要求 根据加工目的和用量的不同,可进行荒磨、粗磨、半精磨、精磨、光磨、精密磨、镜面磨等。

根据加工对象的不同,可进行外圆磨削、内圆磨削、平面磨削、各种专用成形磨削、砂带磨削、电解磨削等。

思 考 题

1. 广义的磨削加工包括哪些加工方法?
2. 磨削加工的含义是什么?与广义的磨削加工有什么区别?
3. 磨削方式有哪几种?它是怎么划分的?
4. 磨削加工与一般切削加工相比有哪些特点?
5. 磨削加工能达到的表面粗糙度为多少?
6. 磨削加工能达到的尺寸精度及形位精度为多少?
7. 磨削加工能加工哪些材质?
8. 磨削加工能满足哪些加工工序?

第二单元 磨 具

内容提要 提高磨削加工技术,同正确选择和使用磨具是密切相关的。本单元在简介普通磨具特性的基础上,重点介绍了人造超硬材料磨具的特性及应用,以便为操作技能训练打好基础。

目的 普及磨料、磨具的正确选择及使用知识,掌握和应用磨削加工的新工艺、新技术新材料。

(一) 普通磨具特性对磨削效果的影响

1. 磨具特性对磨削生产率的影响

磨削生产率与磨具的切削性能和单位时间内参加磨削的磨粒数量有关。磨具的切削性能好,单位时间内参加磨削的磨粒数多,磨削生产率就高。

(1) 磨料的粒度颗粒大,磨削深度相应可以增大,每颗磨粒切去的金属就多,生产率就高。因此,在满足工件形位精度及表面粗糙度要求的前提下,应尽量选用粗一些的粒度。

(2) 适当降低磨具硬度,可以改善砂轮的“自锐性”。这样,磨钝的磨粒容易脱落,能经常保持锋利的切削刃口,使磨具保持良好的切削性能,同时还可以减少砂轮的修整次数,生产率也就可提高。但切入磨削或成形磨削时,降低砂轮的硬度不容易保持砂轮的正确几何形状,需要经常修整砂轮,反而降低生产率。

(3) 树脂结合剂比陶瓷结合剂的自锐性好,在荒磨钢锭时广泛应用;陶瓷结合剂中的烧熔结合剂含硼等,又比其它类型的陶瓷结合剂机械强度高,能保持磨粒的锋利切削刃,改善切削性能,提高磨削生产率。

(4) 选择组织疏松的磨具,有利于磨粒切入工件,加大切屑。例如用大气孔碳化硅砂轮磨削橡胶辊时,既可避免工件发热,又能大大提高生产率。

(5) 采用单晶刚玉、微晶刚玉磨料以及金刚石、立方氮化硼等超硬磨料,具有良好的切削能力,可提高磨削生产率。

2. 磨具特性对加工表面粗糙度的影响

被磨工件表面粗糙度的好坏,与磨粒在工件表面的切削痕迹和工件表面塑性变形的大小有关。因此,要细化加工表面粗糙度,就应从减小切削痕迹和塑性变形这两方面着手。

(1) 所选磨具粒度细,在工件表面上形成的切削痕迹就小,加工表面的表面粗糙度就细。所以当工件加工表面的表面粗糙度达不到要求时,可以选细一号粒度的砂轮。有时也用精修整砂轮的方法来细化表面粗糙度,即利用精修整使砂轮获得微刃切削作用,以减少切痕和工件塑性变形,见图2-1。

(2) 采用铬刚玉砂轮磨削时,由于铬刚玉韧性大、硬度高、修整后能保持较久的等高性能切削刃,因此磨削的工件表面比用白刚玉砂轮磨削的表面粗糙度细1~2等级。

(3) 磨具硬度偏软时,磨粒容易脱落,使工件表面质量降低。因此,适当提高磨具硬

度, 并提高硬度均匀性, 有利于提高加工表面质量。但硬度不能过高, 否则容易使加工表面发热, 塑性变形增加, 反而会降低表面的加工质量。

(4) 采用树脂结合剂并添加石墨的磨具。由于树脂结合剂富有弹性抛光作用, 而石墨填充剂又起润滑作用, 因而可使表面质量提高。但这种砂轮的切削性能不好, 故只在精磨中采用。

(5) 橡胶结合剂砂轮同样具有弹性抛光作用, 因此常用于摆头法磨削轴承沟道。

(6) 在磨具中浸入硬脂酸混合物, 在湿磨条件下, 可提高加工表面的质量。

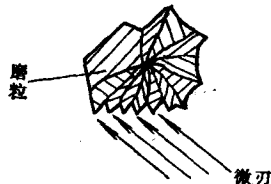


图2-1 磨粒的微刃

3. 磨具特性对工件表面划痕的影响

工件表面出现的划痕, 比工件光滑表面正常的加工纹理要深一些、宽一些。当工件表面粗糙度要求较高时, 这种划痕就会影响到工件表面质量。造成这种现象的主要原因是:

- (1) 制造磨具时混入了大颗粒磨粒或其它杂质。
- (2) 磨具的硬度太低, 磨粒容易脱落而划伤工件。
- (3) 磨具的磨料和工件的韧性配合不恰当, 磨料太脆, 容易碎裂。所以当工件材料的韧性大时, 磨料的韧性也要大些。

4. 磨具特性对工件表面烧伤和裂纹的影响

工件加工表面产生烧伤和裂纹, 主要是由于磨削时产生的高温而引起的。因此, 要消除烧伤和裂纹, 就需要减少磨削热和改善磨削区域的散热条件。

(1) 磨料本身的硬度要高, 脆性要好。这样的磨料在磨削过程中不容易磨钝, 而磨钝后又容易破碎而形成新的锋刃, 从而保持磨粒对工件产生切削作用, 而不是与工件发生摩擦作用, 避免磨削热量的大量产生而烧伤工件和发生裂纹。例如用白刚玉砂轮精磨淬火钢, 用金刚石砂轮磨削硬质合金就不易烧伤工件和产生裂纹。

(2) 降低砂轮硬度可以减少或避免工件烧伤。因为砂轮硬度过高, 也就是磨具中结合剂所占比例大。而结合剂本身是没有切削能力的, 只与工件产生摩擦作用, 使工件产生大量的摩擦热。

(3) 烧伤的产生也与结合剂本身的特性有关。如树脂结合剂在磨削区域的高温作用下会烧掉, 砂轮不断自砺, 不易烧伤工件。所以在立式平面磨削中较多采用树脂结合剂砂轮或砂瓦; 也常用树脂结合剂的砂轮刃磨插齿刀前刀面; 用树脂结合剂或烧熔结合剂碳化硅砂轮磨削硬质合金; 采用树脂结合剂加石墨填充剂的细粒度砂轮等进行镜面磨削。

(4) 采用组织疏松或大气孔砂轮, 自锐性好, 切削性能强, 散热条件好。同时, 这种砂轮还有利于采用内冷却方式, 大大降低磨削区域的温度, 减少烧伤及裂纹。

(5) 由于磨粒太细容易引起烧伤, 因此在满足表面质量要求的前提下, 磨具的粒度应选得粗一些。

(6) 烧伤也与砂轮本身质量有关。如果制造时混进了过多的杂质, 焙烧后的砂轮表面会出现大量“斑点”, 这种斑点不仅不起切削作用, 还容易使砂轮表面粘上切屑, 增加砂轮与工件表面的摩擦而引起工件表面烧伤及裂纹。

5. 磨具特性对磨削工件精度的影响

在成形磨削中, 要保证工件的几何形状精度, 砂轮的硬度不能太软。例如磨削曲轴轴颈

时,为了保证工件的圆角,要选择P、Q硬度的砂轮,且更重要的是砂轮硬度要均匀,否则砂轮的不均匀磨损将影响工件成形表面的精度。砂轮的组织要紧密而均匀,否则同样会造成不均匀磨损而影响精度。而磨粒过粗也易造成砂轮磨损不均匀。

6. 磨具特性对工件表面振纹的影响

振纹是砂轮相对工件振动引起的。这种缺陷在表面粗糙度质量要求较高时更为明显。

(1) 砂轮硬度选择不当,使磨削时砂轮与工件之间的摩擦力增加,引起振动而产生振纹。

(2) 砂轮本身硬度不均匀,使砂轮工作面磨损不一致,引起工件表面产生振纹。

(3) 砂轮组织太紧密,造成砂轮表面不圆,使工件表面产生振纹。

(4) 砂轮本身组织不均匀,平衡性差;同时砂轮在逐渐磨损和不断修整、直径变小的过程中,容易失去其平衡精度而产生振纹。

(5) 采用较软的树脂结合剂加石墨的细粒度砂轮,富有弹性,抗振性好,对振源不敏感,可减少及消除振纹。

(二) 超硬磨料磨具

超硬磨料磨具是以金刚石和立方氮化硼为主要成分制成的磨具。

金刚石是目前世界上最硬的物质。由于天然金刚石资源有限,采掘困难,现在世界各国都在着重研究和大力发展人造金刚石。人造金刚石磨具的磨削性能好,砂轮消耗少,但使用要求高,不适于大负荷磨削。天然金刚石磨具较人造金刚石磨削性能差,砂轮消耗大,价格高,但可采用更大的磨削用量。

金刚石磨料虽然硬度高,耐磨性好,棱角锋锐,摩擦系数小,切削负荷小,但金刚石在600~700℃以上时,其碳原子易扩散到含有铁元素的材料中去,加速金刚石的磨损,故不适宜磨削钢材及其它塑性材料。

立方氮化硼是另一种新型超硬材料。立方氮化硼是在触媒参与和高温高压作用下,由六方氮化硼制成的立方晶体。立方氮化硼的硬度是刚玉的1.5倍,略低于金刚石,但可承受高温,其热稳定性和对铁元素的化学惰性优于金刚石。因此,立方氮化硼用于加工硬脆黑色金属材料具有独特的优点。

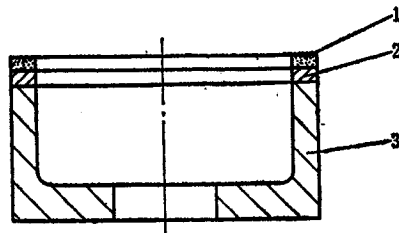


图2-2 金刚石磨具的结构

1—工作层 2—过渡层 3—基体

1. 金刚石砂轮的特性及其选择

(1) 金刚石磨具结构 金刚石磨具的结构与普通磨具的结构有很大的不同,它一般由工作层、过渡层及基体三部分组成,见图2-2。

(2) 磨料 金刚石磨料有天然金刚石和人造金刚石两大类。人造金刚石磨料的品种代号及其适用范围规定见表2-1。

(3) 粒度 人造金刚石各个粒度的尺寸范围以基本粒群的尺寸范围表示,按其尺寸大小分为25个粒度,记作:

窄范围 16/18、18/20、20/25、25/30、30/35、35/40、40/45、45/50、50/60、60/70、

表2-1 人造金刚石品种及其适用范围

品种系列	品种代号	适用范围		
		粒 度		用 途
		窄 范 围	宽 范 围	
	RVD	60/70~325/400	60/80~270/400	树脂、陶瓷结合剂磨具或研磨等
	MBD	50/60~325/400	60/80~270/400	金属结合剂磨具、电镀制品钻探工具或研磨等
	SCD	60/70~325/400	60/80~270/400	钢或钢和硬质合金组合件等
	SMD	16/18~60/70	16/20~60/80	锯切、钻探及修整工具等
	DMD	16/18~40/45	16/20~40/50	修整工具或其它单粒工具等

70/80、80/100、100/120、120/140、140/170、170/200、200/230、230/270、270/325、325/400

宽范围 16/20、20/30、30/40、40/50、60/80

人造金刚石微粉，按其尺寸大小分为18个粒度，记作：

0~0.5、0~1、0.5~1、0.5~1.5、0~2、1.5~3、2~4、2.5~5、3~6、4~8、5~10、6~12、8~12、10~20、12~22、20~30、22~36、36~54

人造金刚石微粉的品种代号为 MP CD。

金刚石磨具的磨料粒度直接影响工件的表面粗糙度。选用细颗粒磨料可改善磨削表面质量，但颗粒过细，砂轮易堵塞而引起磨削温度升高，导致树脂结合剂强度下降，造成砂轮磨耗增大。所以，若选用细颗粒砂轮磨削，则应采用较小的磨削用量。而颗粒过粗，也会造成砂轮磨耗增大，因为这时砂轮表面单位面积内的磨粒数较少，磨削厚度增大，每颗磨粒受力大，大颗粒磨粒容易直接脱落。所以，若选用粗颗粒磨粒，则应增强结合剂。

金刚石磨具粒度的选用原则与普通磨具相比，如果要达到同样的加工表面质量，则选用时应选细1~2个粒度号。金刚石磨料磨具的粒度与磨削表面粗糙度的关系见表2-2。

表2-2 金刚石磨料磨具粒度与磨削表面粗糙度的关系

磨 粒 粒 度 号	被磨削硬质合金的表面粗糙度 R_a (μm)	
	树脂结合剂	金属结合剂
80/100	—	1.6~0.4
100/120~140/170	0.4~0.2	0.8~0.2
140/170~230/270	0.2~0.100	0.4~0.2
325/400~MP22~36	0.100~0.025	—
MP12~22~8~12	0.050~ R_z 0.1	—

(4) 硬度 金刚石磨具的硬度选用原则与普通磨具相同，但硬度分级没有普通砂轮那么细。即有中软、中、中硬、硬四个大级。

(5) 浓度 浓度是金刚石磨具独有的特性。当金刚石磨具工作层内每立方厘米体积中含有4.4克拉金刚石时(1米制克拉=0.2g)，此种磨具的浓度定为100%；每增加或减少1.1克拉，浓度则增加或降低25%，常用的浓度有25、50、75、100、150%五种。浓度大，则磨削

效率高, 但价格增加。选用时应综合考虑如下四个方面的因素。

1) 按结合剂的结合能力强弱选择不同的浓度。树脂结合剂选用50~100%的浓度; 青铜金属结合剂选用75~150%的浓度; 电镀结合剂的实际浓度通常不少于200%。

2) 磨粒越细, 浓度应越偏低。

3) 成形磨削时因砂轮形状精度要求较高, 浓度宜选偏高些, 一般选用100~150%。

4) 浓度对表面粗糙度影响很小, 表面粗糙度要求较高时, 宜选用较低的浓度, 以减少金刚石的消耗量。不同浓度磨具的金刚石含量及用途见表2-3。

表2-3 不同浓度磨具的金刚石含量及用途

浓 度		25%	50%	75%	100%	150%
每立方厘米体积 中金刚石含量	g	0.22	0.44	0.66	0.88	1.32
	克拉	1.1	2.2	3.3	4.4	6.6
金刚石工作层的体积比		6.3%	12.5%	18.7%	25%	37.5%
代 号		25	50	75	100	150
用 途		研磨和抛光	半精磨和精磨	半精磨和精磨	粗磨和小面积 磨削	粗磨和小面积 磨削
制作磨具		树脂结合剂磨具, 精磨、抛光和研磨等细粒度磨具			青铜金属结合剂磨具, 粗磨、磨 槽、成形磨及大负荷磨削磨具	

(6) 结合剂 金刚石磨具常采用树脂、金属及陶瓷三种结合剂。

1) 树脂结合剂 代号为B。具有磨削效率高, 适用范围广, 不易堵塞, 发热少, 易修整等特点, 但磨耗大, 不宜在大负荷磨削中使用。一般用于刃磨或抛光硬质合金等高硬材料。

2) 金属结合剂 代号为M。具有烧结及电镀两类。烧结以青铜为结合剂材料, 其结合力强, 耐磨性好, 导电性好, 磨耗小, 使用寿命长, 可经受较大负荷的磨削; 但自锐性差, 磨削效率比树脂结合剂低, 使用不当会造成发热和堵塞。主要用于硬质合金的粗磨、半精磨, 光学玻璃、宝石、半导体材料、石材的磨削和切割以及成形磨削、电解磨削等。电镀以镍为结合剂材料, 其制造工艺简单, 但金刚石层因受镀层限制较薄, 使用寿命较短。主要用于制造各种特小、特薄和异型型面的磨具。

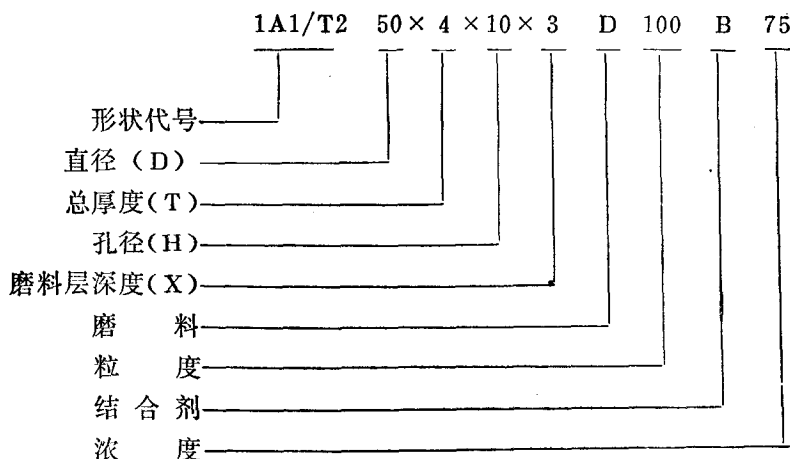
3) 陶瓷结合剂 代号为V。具有磨削效率高, 不易堵塞和发热等特点, 其磨耗介于金属结合剂和树脂结合剂之间。适用于粗磨、半精磨等工序。由于制造较困难, 该结合剂金刚石磨具目前使用尚不多。

(7) 金刚石磨粒的镀附金属外衣处理 主要是在金刚石表面镀上一层金属镍或铜的外衣; 镀金属镍后可提高树脂结合剂对金刚石的粘结力, 提高磨削效率和使用寿命, 适用于湿磨。更重要的是可以用来磨削含铁元素的钢和合金材料。镀金属铜外衣的金刚石磨粒具有镀镍的同样性能, 但主要用于干磨。

(8) 金刚石磨具的特征及书写顺序

1) 特征 形状、尺寸、磨料、粒度、结合剂、浓度。

2) 示例 平行砂轮



2. 金刚石磨具磨削用量的选择

(1) 砂轮速度的选择 速度提高, 每个磨粒的切削厚度变薄, 可以获得较细的表面粗糙度, 但砂轮磨耗加剧。常用的砂轮磨削速度见表 2-4。

表2-4 金刚石砂轮的磨削速度

结 合 剂	冷却方式	磨削速度 v_s (m/s)
金属结合剂	干 磨	12~18
	湿 磨	15~22
树脂结合剂	干 磨	15~20
	湿 磨	18~25

(2) 磨削深度的选择 磨削深度增大时, 每颗磨粒的切削厚度增大, 磨削力和磨削热均增大。经验证明: 当金刚石磨具的磨削深度超过0.02mm时, 磨耗急剧上升。因此, 金刚石砂轮的磨削深度以不大于0.02mm为宜。其大小可根据磨削方式、金刚石的粒度、结合剂种类及磨削面积大小选择, 具体可参考表 2-5、表 2-6 进行选择。

表2-5 按磨削方式选择磨削深度

磨削方式	平面磨削	外圆磨削	内圆磨削	刃 磨
磨削深度(mm)	0.002~0.005	0.005~0.015	0.002~0.01	0.01~0.03

表2-6 按粒度及结合剂种类选择磨削深度

金刚石粒度	磨 削 深 度 (mm)	
	树脂结合剂	金属结合剂
70/80~100/120	0.01~0.015	0.01~0.025
120/140~200/230	0.005~0.01	0.01~0.015
230/270	0.002~0.005	

表2-7 进给量的选择

磨削方式	进给运动方向	进给量 (m/min)
内外圆磨削	纵 向	0.5~1
平面磨削	纵 向	10~15
	横 向	0.5~1.5 (mm/双行程)
刃 磨	纵 向	1~2

(3) 工件速度的选择 工件速度对磨削效果的影响和普通砂轮磨削相同, 一般在10~20m/min范围内选取。内圆磨削和用细粒度砂轮磨削时, 可适当提高工件转速; 但也不能过高, 否则砂轮的磨耗将增大, 磨削振动也增大并会出现噪声。