

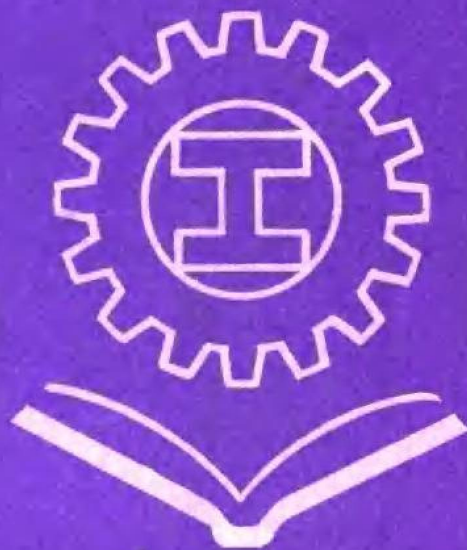
工人中级操作技能训练辅导丛书

# 铣 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心

天津市机械工业管理局教育教学研究室

编



机械工业出版社

954  
9

工人中级操作技能训练辅导丛书

# 铣 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心  
天津市机械工业管理局教育教学研究室

编



机械工业出版社

本书重点讲述中级铣工的操作技能。书中对沟槽类零件，如T形槽、花键槽、离合器等；齿类零件，如圆柱齿轮、圆锥齿轮、刀具开齿、链轮、蜗轮蜗杆等；特种曲面零件，如凸轮、球面等在铣削前的准备、有关计算、加工顺序、操作方法及质量分析等都作了较详细的介绍。同时还对铣床、铣床夹具、铣刀、常用量具和工艺规程的编制也作了介绍。书中最后还以部分典型零件为实例，介绍了操作过程。

本书由王如峰、许墨麟、秦克强编写，全书由陆铮审稿。

## 铣 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心 编  
天津市机械工业管理局教育教学研究室

\*

责任编辑：朱 华

封面设计：方 芬

\*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(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厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社书店经售

\*

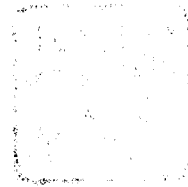
开本 787×1092 1/16·印张 9·字数 212千字

1987年9月北京第一版·1987年9月北京第一次印刷

印数 00,001—70,000·定价：1.85元

\*

ISBN 7-111-00025-0/TG·18



## 编委会名单

主任委员：王志平

副主任委员：董无岸 陈遐龄 王玉杰 赵国田

杨国林 范广才（常务）

委员：王明贤 陈郁 温玉芬 戴振英

解延年 曹桂秋 郝淑贤

## 前 言

技术工人培训的内容，应包括技术理论和操作技能两个方面。而提高工人的实际操作技能则是工人培训工作的出发点和归宿。

长期以来，在工人培训工作中，存在着片面强调技术理论的倾向，与此相联系，在技术理论教学上有比较系统和完整的教学计划、大纲以及相应的教材，而在操作技能训练方面迄今还没有一个统一的要求和依据，基本上沿袭师傅带徒弟的传统方式来口传心授一些局部的、零散的、陈旧的生产经验，或者靠徒工“自然成长”。这是造成目前机械工业工人队伍特别是青壮年工人素质不高的重要原因之一。

为了加强操作技能训练，全面提高机械工业技术工人队伍的素质，一九八五年，机械工业部组织力量首次编写并颁布了《工人中级操作技能训练大纲(试行)》。

目前，工人中级技术培训正在展开，各地各企业普遍重视了对操作技能的训练。为了帮助企业技工教育工作者更好地贯彻部颁《大纲》，提高培训质量，并为广大中级技术培训对象提供自学参考书，我们组织编写了《工人中级操作技能训练辅导丛书》。《丛书》共二十五种，包括了部颁《大纲》中列入的二十五个个种。其中二十一种是天津地区编写的，其他四种由北京地区编写。

《丛书》是以部颁《工人中级操作技能训练大纲(试行)》为依据，并结合机械工业部统编工人培训教材(中级本)中有关工种工艺学和《工人技术等级标准(通用部分)》中级工“应会”部分的要求来编写的。

在具体内容的组织安排上，突出了技能训练，将各工种的操作技能知识和技能训练融汇在一起，并按各主要工序的难易程度顺序排列，力求做到由简到繁，体现由浅入深、循序渐进的教学规律。

每本书主要由七个方面的内容组成：目的要求，内容提示；设备、工具、辅具；夹具及夹持方法；操作步骤、技能、技巧；操作安全技术；技能训练实例；质量检验。书中用了大量插图，使内容形象化，增强直观性，利于工人理解和掌握有关操作技能知识。

我们是抱着积极尝试、大胆探索的决心来编写这套丛书的。《丛书》出版了，我们期望她能为加强工人操作技能培训起到一点帮促作用。但是，由于缺乏经验，《丛书》一定会有不少错误和不足之处，恳切希望读者批评指正。

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心

天津市机械工业管理局教育教学研究室

1987年6月

## 目 录

## 前言

第一单元 概述 .....	1
第二单元 铣床和铣刀 .....	3
(一) 常用铣床的验收和一般调整 .....	3
(二) 通用铣床常见故障及排除方法 .....	4
(三) 铣刀 .....	5
第三单元 常用量具及铣床夹具 .....	10
(一) 常用量具 .....	10
(二) 铣床夹具 .....	13
第四单元 沟槽的铣削 .....	22
(一) 直角沟槽的铣削 .....	22
(二) T形槽的铣削 .....	29
(三) 燕尾槽的铣削 .....	30
(四) 外花键的铣削 .....	31
(五) 离合器的铣削 .....	37
(六) 螺旋槽的铣削 .....	45
第五单元 齿轮齿面的铣削 .....	50
(一) 直齿圆柱齿轮的铣削 .....	50
(二) 直齿圆锥齿轮的铣削 .....	57
(三) 刀具开齿 .....	63
(四) 蜗轮、蜗杆的铣削 .....	76
(五) 链轮的铣削 .....	84
第六单元 特种曲面的铣削 .....	88
(一) 凸轮的铣削 .....	88
(二) 球面的铣削 .....	93
(三) 椭圆柱面的铣削 .....	101
第七单元 工艺规程的编制 .....	104
(一) 基本知识 .....	104
(二) 实例 .....	108
第八单元 操作实例 .....	114
(一) 用倾斜法铣削凸轮 .....	114
(二) 奇数直齿离合器的铣削 .....	117
(三) 铣削直齿圆锥齿轮 .....	118
(四) 用展成法铣削滚子链轮 .....	120
(五) 锯齿三面刃铣刀开齿 .....	122
(六) 蜗轮的铣削 .....	124

(七) 单柄外球面铣削 .....	126
附录 .....	129
表 1 铣床检验项目和方法 .....	129
表 2 用试件检验铣床精度 .....	134

## 第一单元 概 述

铣削加工是金属切削加工中的重要组成部分，它是加工范围比较广泛、生产效率较高的一种加工方法，其加工量仅次于车削。在有的部门中铣床的数量占金属切削机床总数的百分之三十左右。可见铣工是一个相当重要的工种。随着工业的不断发展，为了适应加工的需要，铣床将向着精度高、应用范围广、操作自动化和专用等方向发展。

铣工技术理论和操作技能也将随着铣床的不断发展而不断地被丰富和提高。对工人技术理论和操作技能的培养，在我国绝大多数工厂中多采用师傅带徒弟和靠操作者在长期的生产中锻炼的办法。这种办法虽有一定的效果，但操作者难以系统全面地掌握理论和技术。这是因为，由于各单位的情况不同，就某一位操作者来讲，他在日常生产中所接触到的零件种类和加工方法是有局限性的。在这样的环境中如果要求操作者具备比较全面的理论知识和较高的技术水平，需要经过相当长时间的经验积累才能达到。这是一种效率非常低的培养方法。在工业生产技术飞速发展的今天，随着铣床的不断改进和新型铣床的推广，刀具新材料的出现和刀具几何角度等方面的改善，以及产品在数量和质量要求上的不断提高，这些都对铣床操作者提出了越来越高的要求。为适应这种要求，对操作者进行有系统的培训是非常必要的。在工业发达国家中，这种培训是非常普遍也是经常进行的。他们不但有较健全的培训机构，还有较完整的培训教材。这种方法目前我国已开始被越来越多的企业所接受。通过培训，不仅可以使操作者能系统地提高技术理论和操作技能，还可以及时地了解新技术、新材料、新工艺、新设备等方面的知识。操作者的素质提高了，必然会给企业带来新的活力。

本书就是为了系统地对中级铣工进行培训而编写的一本操作技能辅导教材。重点讲述中级铣工的操作技能。工人在较系统地学完初、中级技术理论及掌握初级操作技能的基础上，通过学习本书中所介绍的技能知识和技能训练方面的内容，可达到中级铣工的操作水平。从总的方面来讲，中级铣工应掌握如下的操作技能：①较熟练地掌握用挂轮的方法进行螺旋面的铣削，这类零件包括凸轮、离合器、螺旋槽刀具、蜗轮和蜗杆等。②掌握具有一定切削难度工件的计算和加工方法，这类零件有链轮、离合器、锥齿轮、球面及椭圆柱面等。③掌握对链轮、凸轮、蜗轮等工件的测量方法。④进一步了解铣床的性能及构造，铣床夹具及刀具的性能、选用原则并进行适当的改进。为达到上述要求，本书对铣床的验收及检验、铣床夹具和铣刀的改进作了进一步的介绍，对沟槽零件、齿类零件、特种曲面零件等在铣削前的准备、有关计算、加工顺序、操作方法、测量和质量分析诸方面也作了较为详尽的叙述。书中还对工艺规程编制的基本知识作了简要的讲解。书中的最后部分选了部分典型零件作为加工实例，介绍了操作的全过程。

作为一名优秀的铣工，除了应能加工出合格的零件外，还应在生产中不断地提高工作效率。提高工作效率有多种方法，如合理选用机床、刀具、切削用量、装夹方法等，再有一条就是在整个的操作循环中尽量缩短辅助时间。以用刀盘在立铣上铣平面为例，铣平面的操作循环顺序为：①取工件；②将工件放入平口钳中并夹紧；③开车；④工作台快速进给；⑤开始铣削至铣削完毕；⑥停车；⑦测量；⑧卸下工件；⑨快速退回工作台。在以上9步循环



中有 8 步可以看成是辅助时间，只有第 5 步是直接工作时间。由此可以看出，缩短辅助时间提高工作效率是大有潜力可挖的，对大批量生产尤为重要。辅助时间会因每个人的经验与习惯的不同而有所不同，因而要靠工作者在实践中不断摸索积累经验。本书由于篇幅所限，就不作专门介绍了。

对每一个操作者来讲，任何时候都要作到安全生产，操作时应严格遵守安全操作规程，并要养成良好的习惯，否则，一旦发生事故，就会给国家和个人造成损失和痛苦。

## 第二单元 铣床和铣刀

**内容提要** 本单元主要介绍铣床和铣刀，包括常用铣床的验收、试车、调整和通用铣床的常见故障及排除方法；铣刀的基本知识和铣刀的改进。

**目的** 通过本单元的学习，掌握一般常用铣床的验收、使用、调整及故障排除方法；会正确选用、使用及改制铣刀。

### (一) 常用铣床的验收和一般调整

#### 1. 常用铣床的验收和试车

验收一台铣床，首先要仔细清除机床各部分的防锈油，注意不得用金属工具和其它有可能损伤机床表面的油类等物质，然后将应该注油的部位，按照要求注入不同的润滑油。机床的各手柄均应运动轻松，灵活可靠。然后用测量的方法检验机床精度。附录中表1是按X 8126工具铣床检验内容编制的表格，供参考。最后按这台铣床的附件表清查各种附件。

试车是一项重要的工作。接好电源后应首先检查电机的旋转方向，如果电机的旋转方向与机床标牌所注明的方向不一致，应立即调整接线。在正式开车前一定要进行一次检查，需要锁紧的地方一定要锁紧，需要松开的地方一定要松开。先扳动各手柄检查各限位挡铁是否能起作用。然后改用机动，再看一看各限位挡铁是否能起作用。而后将主轴变速手柄和进给变速手柄放在最低档空载试车。

试车时应由慢速到快速逐级检验，高速运转的时间应不低于三十分钟。在机床运转时应精神集中，仔细观察机床的振动情况和声音，发现异常现象立即停车检查。

空载试车后再利用加工试件的方法，继续进行检验，附录中表2是以X 8126为例的检验项目，可供参考。

各项检验均达到标准后，验收和试车工作才算完成。

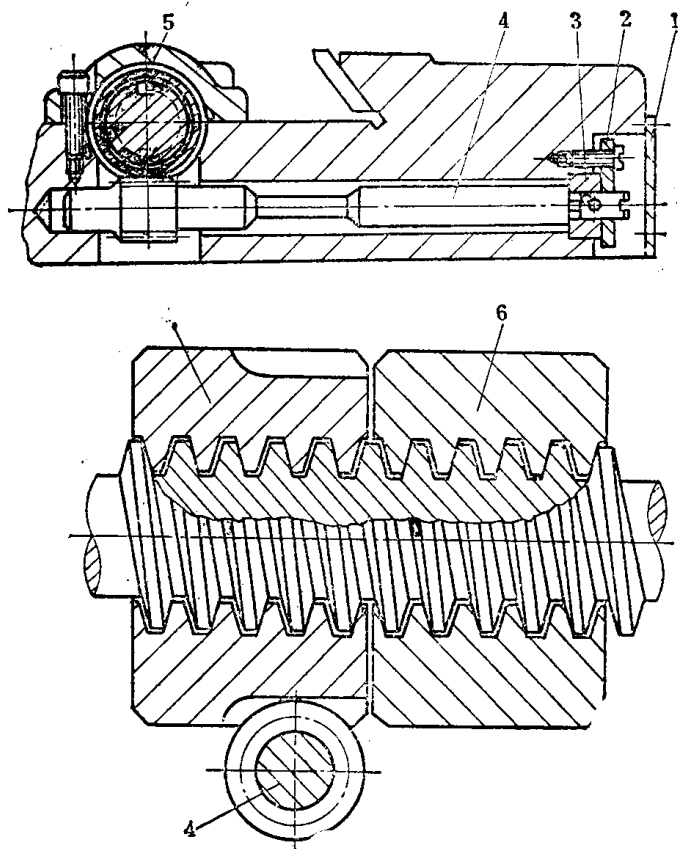


图2-1 纵向工作台螺母间隙调整

1—盖板 2—法兰盘 3—环 4—小蜗杆 5—蜗母 6—螺母

## 2. 常见铣床的一般调整

(1) 镶条的调整：在铣削过程中产生振动的一个重要原因是铣床的纵向导轨（或横向导轨，升降导轨）的间隙过大。这种振动现象会使加工精度降低。进给量越大，切削深度越深，这种振动现象越明显，严重时还会损坏刀具。

减少或消除导轨的间隙，是通过调整导轨侧面的镶条（或称楔铁）得到解决的。被加工零件精度要求越高，导轨的配合间隙应越小。但是要注意不要把间隙调得过小，过小则会加大导轨移动的摩擦力，不仅转动手柄沉重，而且也容易研损导轨。

(2) 纵向丝杠螺母间的间隙调整：在顺铣时，由于铣刀作用在工件上的水平分力的方向与工作台进给方向相同，这时丝杠与螺母之间如果存在间隙，将会产生工作台窜动，即带刀现象，这将影响工作表面的表面粗糙度，严重时还会引起打刀事故。

为了控制这个间隙，在X62W型万能铣床上专门配有调整机构，如图2-1。

图中螺母6固定在工作台的导轨座上。螺母5是可调的，其外圆部分是一个小蜗轮与小蜗杆4相啮合。卸掉盖板1和松开法兰盘2上的固定螺钉，转动蜗杆4通过环3可移动螺母5达到消除间隙的目的。

(3) 主轴松紧的调整：铣床主轴的精度对加工质量有密切的关系，当发现主轴过热或出现摆动时，必须及时进行调整。图2-2是X62W主轴及其轴承的简图。

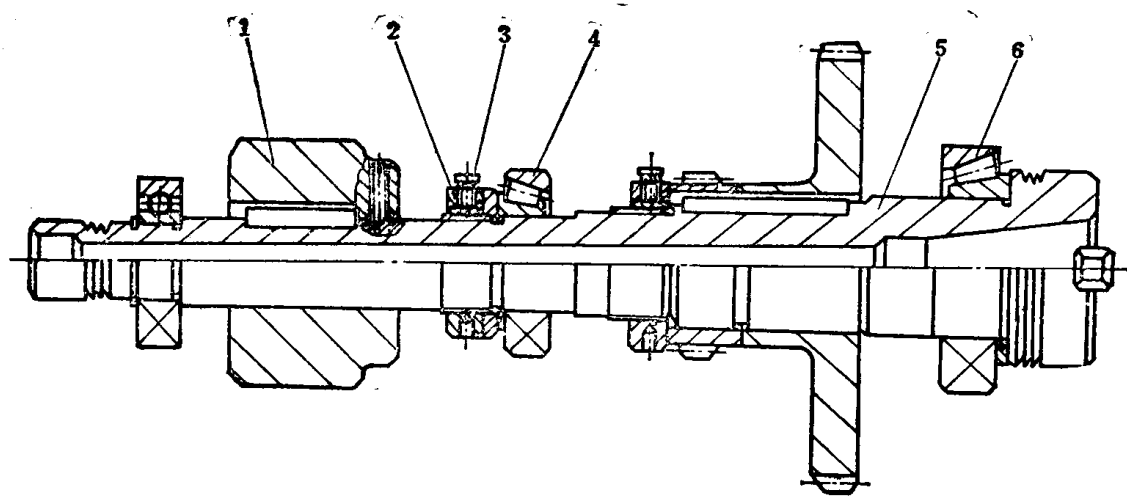


图2-2 X62W主轴及其轴承简图

1—飞轮 2—调整螺母 3—锁紧螺钉 4、6—轴承 5—主轴体

调整时先松开锁紧螺钉3，然后调整螺母2，使间隙适中，调整后螺钉3重新锁紧。要求在主轴转数最高时运行三十分钟至六十分钟，轴承温度不超过60℃为宜。

## (二) 通用铣床常见故障及排除方法

通用铣床种类也很多，现仅以X62W为例简述几种常见的故障，其它铣床可以参考。

### 1. 加工表面接刀处不平

造成这种现象的原因是：主轴中心线与床身导轨面不垂直，各部相对位置精度不好。检查并调整主轴回转中心线与工作台台面的平行度即可解决。

### 2. 主轴变速操纵手柄自动脱落

产生这种现象一般是由于手柄内的弹簧松弛，只要更换弹簧或在弹簧尾端加上一个垫圈就可以了。

### 3. 主轴变速箱变速手柄扳不动

产生这种现象的原因主要有四种：

- (1) 竖轴的手柄与孔咬死，这时必须拆下修理并加润滑油。
- (2) 扇形齿轮与相啮合的齿条卡死，这时要拆下重装并调整间隙。
- (3) 拨叉移动轴弯曲，只要拆下移动轴校直修光，或换新轴即可。
- (4) 齿条轴偏移孔盖上的孔眼，这时只要调整定位器弹簧，使定位可靠即可。

### 4. 进给箱保险接合子发响，电机停转，反转正常

产生这种现象，是因为锁紧摩擦片间隙用的调整螺母上的定位销脱出，摩擦片之间的间隙减小，摩擦离合器同时也在起作用。排除这种现象，只需调整摩擦片和调整弹簧压力即可。

### 5. 进给时摩擦片发热甚至冒烟

产生这种现象主要是由于摩擦片的总间隙过小。只要旋转摩擦离合器上的调整螺母，使摩擦片的总间隙约在 2~3mm 之间即可消除。

### 6. 升降台手柄在中间位置时电机仍转动

产生这种现象的原因，是控制升降台运动的杠杆高度未调好，或凸轮磨损，使进给凸轮下的终点开关不起作用。

### 7. 无快速行程

产生这种现象的原因，是摩擦片之间的总间隙太大，或因牵引磁铁处牙嵌式离合器的行程不够。

### 8. 横向移动时摇动手柄费力

产生这种现象的原因是横向进给丝杠和与它相配合的螺母同轴度不好，这时须调整螺母支架，调整后同轴度允差 0.02mm。

### 9. 主轴变速箱变换转速时不冲动

产生这种现象的原因是主轴电动机的冲动线路接触点失灵。

## (三) 铣 刀

### 1. 铣刀的几何角度

(1) 前角  $\gamma_0$ ：端铣刀的前角  $\gamma_0$ ，在切削刃主剖面  $O-O$  中测量，见图 2-3。

圆柱铣刀的前角，规定以剖面法向前角为前角。法向前角  $\gamma_n$  与端面前角  $\gamma_0$  的换算关系，

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \alpha_0 \cos \beta$$

式中  $\beta$  为圆柱铣刀的螺旋角。

前角是铣刀的一个重要角度。前角的大小决定着切屑变形情况，它直接影响切削力的大小。前角大切屑变形小，切削轻快，降低切削力，节省动力消耗，但是前角太大会降低刀具的强度。

(2) 后角 $\alpha_0$ ：后角 $\alpha_0$ 在切削刃主剖面 $O-O$ 内测量，见图2-3。后角 $\alpha_0$ 是主后刀面与切削平面之间的夹角。

后角的大小直接影响着刀具主后面与已加工表面间的摩擦情况。后角小摩擦面大，刃口的强度也大，散热条件好。后角大摩擦面小，但刀具刃口的强度低。

(3) 刃倾角 $\lambda_s$ ：立铣刀和圆柱铣刀的刃倾角 $\lambda_s$ 就是铣刀的螺旋角。刃倾角 $\lambda_s$ 是主切削刃与基面的夹角。

刃倾角决定切屑流出的方向，并影响着铣刀的实际工作前角 $\gamma_{e0}$ 。

正刃倾角可以使铣刀的各刀齿沿切削刃逐渐切入和切出工件，因此可以提高铣削过程的平稳性，但会使刀尖强度降低，这是铣刀刃倾角的重要作用之一。

(4) 主偏角 $\kappa_r$ ：主偏角 $\kappa_r$ 是主切削刃在基面的投影与进给方向的夹角，见图2-3。

当切削深度和进给量一定时，主偏角小则切削厚度小，主切削刃参加工作的长度加长，散热好。但轴向力增大容易引起振动，不利于加大切削深度。

## 2. 铣刀的种类

铣刀的种类很多，常用的有如下几种。

- (1) 端铣刀，如图2-4。
- (2) 三面刃铣刀，如图2-5。
- (3) 立铣刀，如图2-6。
- (4) 圆柱铣刀，如图2-7。
- (5) 键槽铣刀，如图2-8。
- (6) 半圆键铣刀，如图2-9。
- (7) 锯片铣刀，如图2-10。
- (8) 角度铣刀，如图2-11。

(9) 成形铣刀，图2-12所示是凸半圆铣刀和凹半圆铣刀，此外，常见的模数齿轮片铣刀也属于成形铣刀。

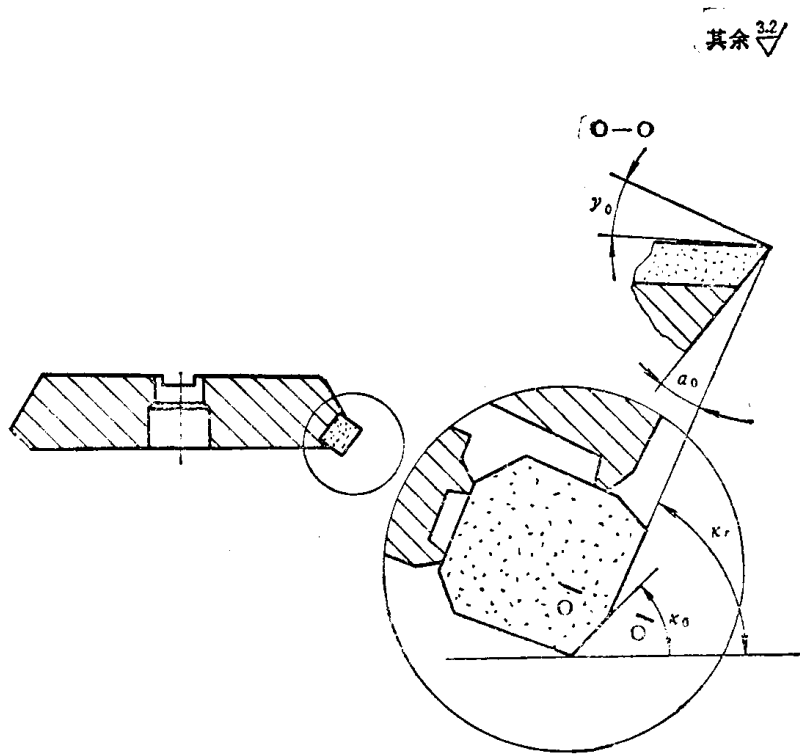


图2-3 端铣刀的前角与后角

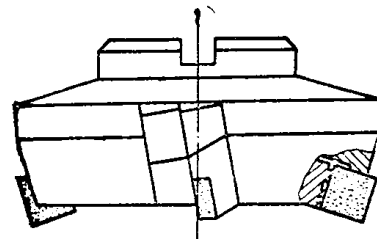


图2-4 端铣刀

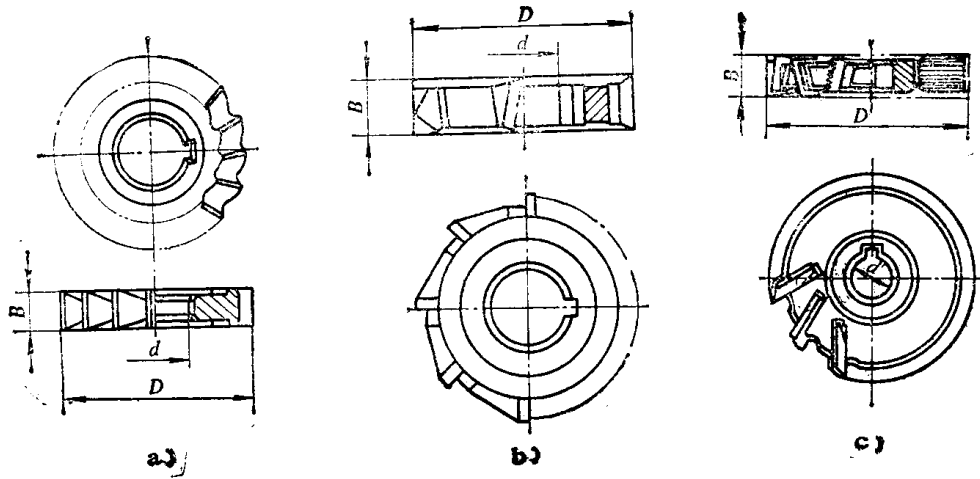


图2-5 三面刃铣刀

a) 整体三面刃铣刀(直齿) b) 整体三面刃铣刀(错齿) c) 镶齿三面刃铣刀

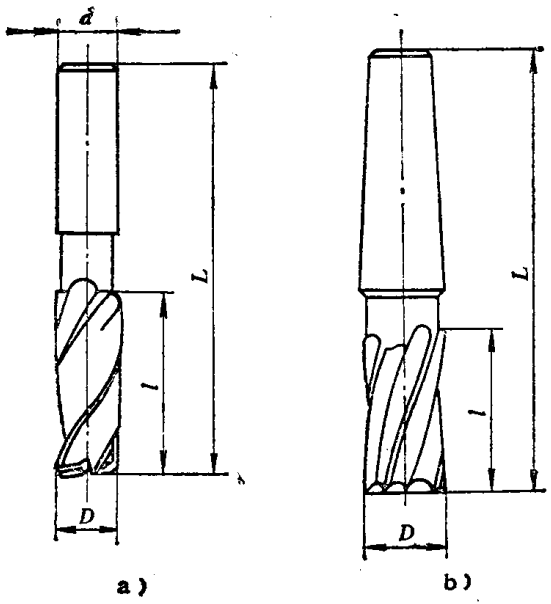


图2-6 立铣刀

a) 直柄立铣刀 b) 锥柄立铣刀

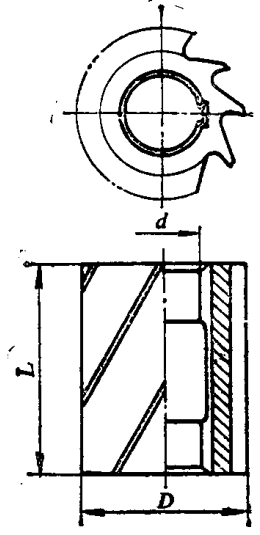


图2-7 圆柱铣刀

### 3. 铣刀的改进

标准铣刀不可能完全适应千变万化的铣削工作，有的也确实有不足之处。因此，根据实际情况制造或改进现有铣刀也是铣床操作者的一项重要技能。

改进铣刀的基本途径包括两个方面：一是正确地选用刀具材料，二是改进铣刀的结构和几何角度。

目前我国刀具材料发展较快，尤其是新型硬质合金和陶瓷刀具。例如，硬质合金中 YTM 30 和 YTS25 属钨钴钛合金类。YW4 属通用合金类。YG8N 属钨钴合金类。在陶瓷刀具材料

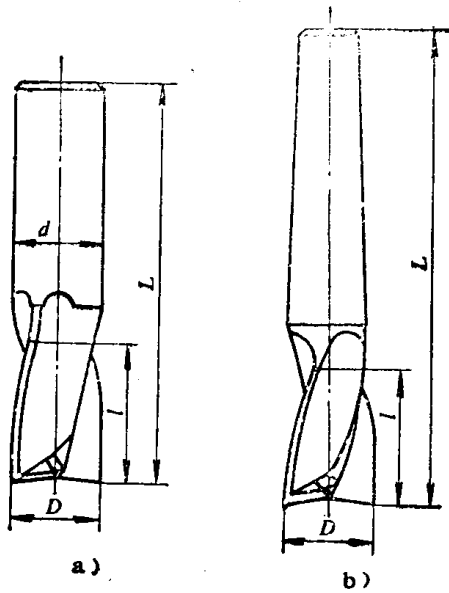


图2-8 键槽铣刀

a) 直柄键槽铣刀 b) 锥柄键槽铣刀

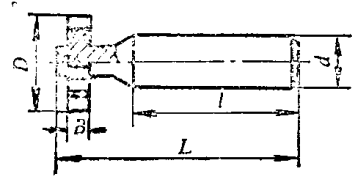


图2-9 半圆键铣刀

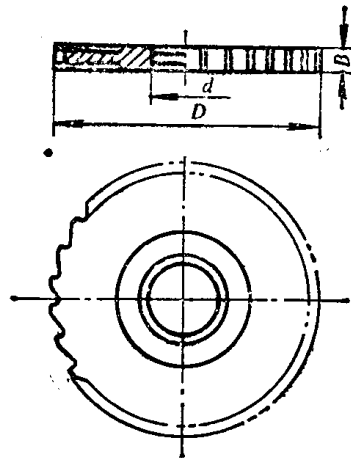


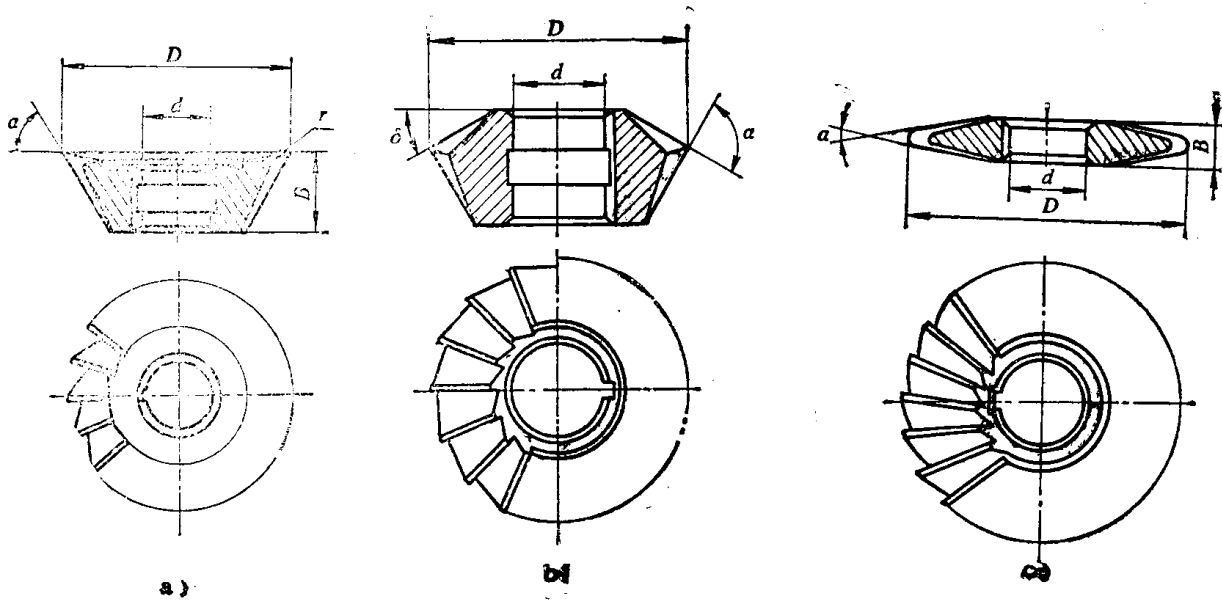
图2-10 锯片铣刀

中， $Al_2O_3 + (WTi)C$  体系的SG4 和  $Al_2O_3 + TiC +$  金属体系的LT35和LT55等都可以做铣削刀具。

为了方便，我们把改进铣刀的结构和几何角度简单地编制在表 2-1 中供参考。

表2-1 改进铣刀的结构和几何角度

改进原因	改进方法	作用
原铣刀的刀齿数过多，不利于排屑	1. 将标准片铣刀隔一齿磨掉一个 2. 将三面刃铣刀（或其它密齿铣刀）开分屑槽	增大了容屑空间，可以改善切屑形成的条件，减小铣削力，从而提高铣刀的耐用度和生产效率
前角太小	改磨，加大前角	加大前角可以减小切削阻力，切屑容易卷曲，使切削省力。为了增加刀齿的强度，可适当减小后角（视被加工材料而定）或将齿背改成弧形
螺旋角太小	制作大螺旋角铣刀	增大螺旋角，能够较大地增加铣刀实际工作前角，从而改善排屑条件使切削省力。但螺旋角太大会给制作刀具带来困难
齿距等分：铣刀在切入和切出工件时，振动呈周期性变化	制作不等距铣刀	可以避免铣削力周期性的变化，减小铣削振动，提高生产效率，特别在铣削深槽和端铣时效果显著。但给制作铣刀——开齿，增加了一定困难
改进端铣刀结构	制作立装硬质合金端铣刀	把刀片立装后，刀片的切削刃可增至8个，同时可以承受较大的冲击负荷，较好地发挥刀片的潜力，而且铣刀的耐用度也可以大幅度提高
改进铣刀刃口形状	制作圆弧刃、波形刃或其它形状刃口的铣刀	减少铣削力，提高生产效率



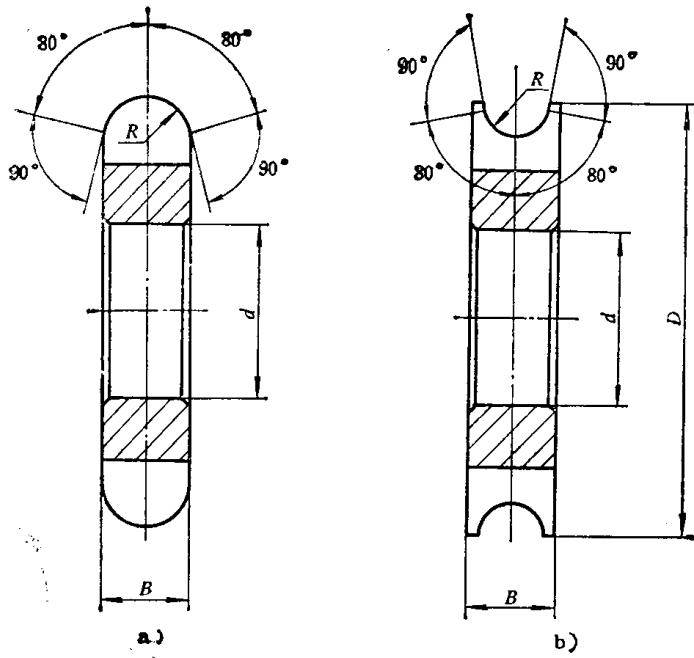
a)

b)

c)

图2-11 角度铣刀

a) 角度铣刀 b) 不对称双角度铣刀 c) 双角度铣刀



a)

b)

图2-12 成形铣刀

a) 凸半圆铣刀 b) 凹半圆铣刀



## 第三单元 常用量具及铣床夹具

**内容提要** 本单元主要介绍铣工常用的量具，如游标卡尺、千分尺、百分表、角度规等，及铣床夹具。

**目的** 通过本单元的学习，会选用、使用常用量具和铣床夹具。

### (一) 常用量具

#### 1. 游标卡尺

(1) 游标卡尺的种类：游标量具是应用十分广泛的量具，可以测量内外尺寸、深度、高度以及齿厚等。游标卡尺的外形结构种类也较多。图 3-1 所示是三用游标卡尺。

此外还有两用游标卡尺，双面游标卡尺，单面游标卡尺，无视差游标卡尺，以及能测量 0~1000、0~2000、0~3000mm 的大型游标卡尺。最近又出现了数显卡尺和带表卡尺。

带表卡尺的尺身刻有毫米刻线，并装有高精度的齿条和百分表连接，用百分表代替游标进行读数。图 3-2 是带表卡尺简图。

图 3-3 是数显卡尺的简图。在尺身上装有高精度齿条，以这个齿条为传动机构，带动圆

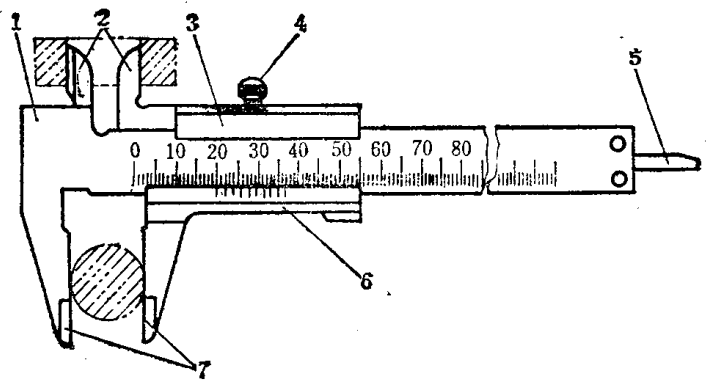


图3-1 三用游标卡尺

1—尺身 2—内量爪 3—尺框 4—紧固螺钉 5—深度尺  
6—游标 7—外量爪

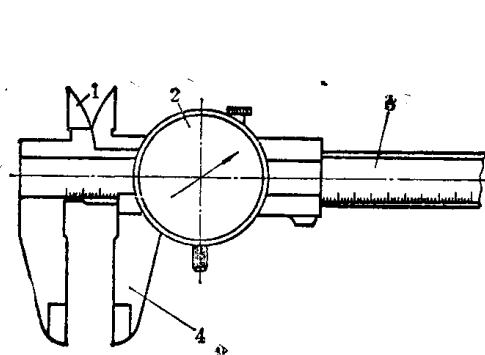


图3-2 带表卡尺

1—内量爪 2—百分表 3—毫米标尺 4—外量爪

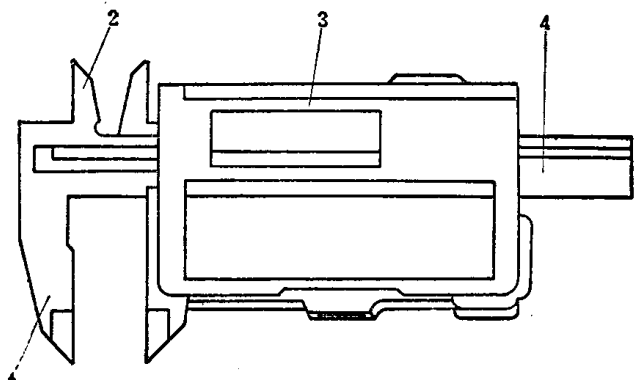


图3-3 数显卡尺

1—外量爪 2—内量爪 3—游标框显字机构 4—尺身