

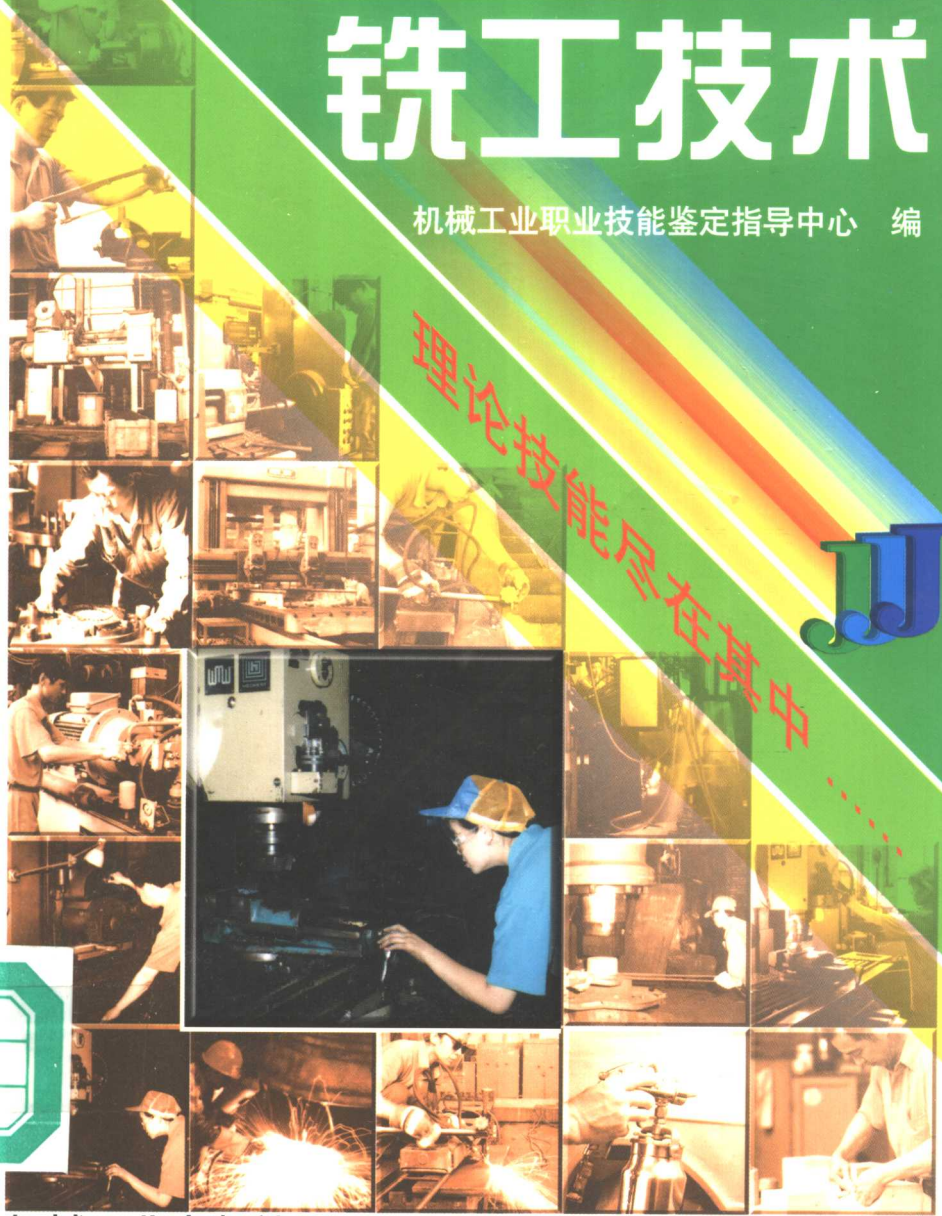
机械工人职业技能培训教材

初级

铣工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中



机械工业出版社

机械工人职业技能培训教材

初级铣工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

本书介绍了铣削工作基础知识和万能分度头的结构及功用等,着重介绍了平面、连接面、台阶、直角沟槽、角度面、刻线、外花键、直齿和斜齿圆柱齿轮、直齿条和斜齿条的铣削、测量以及检验和质量分析方法等,并附有一些实用数据表格,以供使用。

图书在版编目(CIP)数据

初级铣工技术/机械工业职业技能鉴定指导中心编. —北京:
机械工业出版社, 1999.3
机械工人职业技能培训教材
ISBN 7-111-06838-6

I. 初… II. 机… III. 铣削-技术培训-教材 IV. TG54

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第02623号

出版人: 马九荣(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑: 崔世荣 版式设计: 冉晓华 责任校对: 申春香
封面设计: 姚毅 责任印制: 路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999年6月第1版第1次印刷

787mm×1092mm^{1/32}·7.125印张·184千字

0 001—4 000册

定价: 12.00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(010) 68993821、68326677-2527

机械工人职业技能培训教材与题库 编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

| | | | | |
|-------|-----|-----|-----|------|
| 主任委员 | 邵奇惠 | | | |
| 副主任委员 | 史丽雯 | 李成云 | 苏泽民 | 陈瑞藻 |
| | 谷政协 | 张文利 | 郝广发 | (常务) |
| 委 员 | 于新民 | 田力飞 | 田永康 | 关连英 |
| | 刘亚琴 | 孙旭 | 李明全 | 李玲 |
| | 李超群 | 吴志清 | 张岚 | 张佩娟 |
| | 邵正元 | 杨国林 | 范申平 | 姜世勇 |
| | 赵惠敏 | 施斌 | 徐顺年 | 董无岸 |
| 技术顾问 | 杨溥泉 | | | |
| 本书主编 | 胡家富 | | | |
| 参 编 | 尤根华 | 王家华 | | |
| 绘 图 | 张炜 | | | |
| 本书主审 | 吉广镜 | | | |
| 参 审 | 周炳章 | | | |

本工种需学习下列课程

初级：机械识图、机械基础（初级工适用）、钳工常识、电工常识、初级铣工技术

中级：机械制图、机械基础（中级工适用）、中级铣工技术

高级：机械基础（高级工适用）、高级铣工技术

我社已出版本工种的有关图书目录

中华人民共和国职业技能鉴定规范（考核大纲）铣工

铣工职业技能鉴定指南

铣工技能鉴定考核试题库

镗铣工应知考核题解

铣工考工试题库

初级镗铣工工艺学（铣工适用）

中级镗铣工工艺学（铣工适用）

高级镗铣工工艺学（铣工适用）

铣工基本操作技能（初级工适用）

铣工操作技能与考核（中级工适用）

镗铣工（铣工部分）（工人高级操作技能训练辅导丛书）

铣工竞赛指南

铣工操作技能考核试题库

简明铣工手册

机械工人切削手册

机械工人职业技能培训教材目录

| | | |
|--------------|----------|----------|
| 机械识图 | 中级机修钳工技术 | 高级冷作工技术 |
| 机械制图 | 高级机修钳工技术 | 初级铸造工技术 |
| 电工识图 | 初级磨工技术 | 中级铸造工技术 |
| 电工常识 | 中级磨工技术 | 高级铸造工技术 |
| 钳工常识 | 高级磨工技术 | 初级电焊工技术 |
| 金属材料与热处理 | 初级铣工技术 | 中级电焊工技术 |
| 机械基础 (初级工适用) | 中级铣工技术 | 高级电焊工技术 |
| 机械基础 (中级工适用) | 高级铣工技术 | 初级气焊工技术 |
| 机械基础 (高级工适用) | 初级镗工技术 | 中级气焊工技术 |
| 电工基础 (初级工适用) | 中级镗工技术 | 高级气焊工技术 |
| 电工基础 (中级工适用) | 高级镗工技术 | 初级热处理工技术 |
| 电工基础 (高级工适用) | 初级刨、插工技术 | 中级热处理工技术 |
| 初级车工技术 | 中级刨、插工技术 | 高级热处理工技术 |
| 中级车工技术 | 高级刨、插工技术 | 初级锻造工技术 |
| 高级车工技术 | 初级电工技术 | 中级锻造工技术 |
| 初级钳工技术 | 中级电工技术 | 高级锻造工技术 |
| 中级钳工技术 | 高级电工技术 | 初级涂装工技术 |
| 高级钳工技术 | 初级维修电工技术 | 中级涂装工技术 |
| 初级工具钳工技术 | 中级维修电工技术 | 高级涂装工技术 |
| 中级工具钳工技术 | 高级维修电工技术 | 初级模样工技术 |
| 高级工具钳工技术 | 初级冷作工技术 | 中级模样工技术 |
| 初级机修钳工技术 | 中级冷作工技术 | 高级模样工技术 |

技能鉴定考核题库目录

| | |
|-------------------|--------------|
| 机械识图与制图技能鉴定考核题库 | 铸造工技能鉴定考核题库 |
| 电工识图与电工基础技能鉴定考核题库 | 锻造工技能鉴定考核题库 |
| 机械基础技能鉴定考核题库 | 电焊工技能鉴定考核题库 |
| 车工技能鉴定考核题库 | 气焊工技能鉴定考核题库 |
| 钳工技能鉴定考核题库 | 热处理工技能鉴定考核题库 |
| 工具钳工技能鉴定考核题库 | 冷作工技能鉴定考核题库 |
| 机修钳工技能鉴定考核题库 | 电工技能鉴定考核题库 |
| 铣工技能鉴定考核题库 | 维修电工技能鉴定考核题库 |
| 镗工技能鉴定考核题库 | 涂装工技能鉴定考核题库 |
| 刨、插工技能鉴定考核题库 | 模样工技能鉴定考核题库 |
| 磨工技能鉴定考核题库 | |

目 录

前 言

| | |
|-------------------------------|----|
| 第一章 铣削工作的基础知识 | 1 |
| 第一节 铣床的基础知识 | 1 |
| 第二节 铣刀的基础知识 | 7 |
| 第三节 铣削用量的基础知识 | 23 |
| 第四节 切削液 | 28 |
| 第五节 铣削安全技术和文明生产常识 | 29 |
| 复习思考题 | 31 |
| 第二章 铣削平面和连接面 | 32 |
| 第一节 铣床工作台移动及尺寸控制 | 32 |
| 第二节 铣刀的安裝 | 33 |
| 第三节 工件的装夹 | 37 |
| 第四节 铣削方式 | 41 |
| 第五节 铣削平面 | 45 |
| 第六节 铣削垂直面和平行面 | 47 |
| 第七节 铣削矩形工件 | 53 |
| 第八节 铣削斜面 | 59 |
| 复习思考题 | 65 |
| 第三章 铣削台阶、直角沟槽和切断 | 66 |
| 第一节 铣削台阶 | 66 |
| 第二节 铣削直角沟槽 | 71 |
| 第三节 铣削键槽 | 74 |
| 第四节 切断工件 | 83 |
| 第五节 铣削窄槽 | 85 |
| 复习思考题 | 87 |
| 第四章 铣削特形沟槽 | 88 |
| 第一节 铣削 V 形槽 | 88 |

| | | |
|------------|---------------------------|------------|
| 第二节 | 铣削 T 形槽 | 92 |
| 第三节 | 铣削燕尾槽 | 96 |
| | 复习思考题 | 99 |
| 第五章 | 分度头和分度方法及应用 | 101 |
| 第一节 | 万能分度头 | 101 |
| 第二节 | 简单分度法和角度分度法 | 110 |
| 第三节 | 差动分度法 | 113 |
| 第四节 | 直线移距分度法 | 121 |
| | 复习思考题 | 123 |
| 第六章 | 用分度头铣削角度面和刻线 | 125 |
| 第一节 | 铣削角度面 | 125 |
| 第二节 | 刻线 | 130 |
| | 复习思考题 | 140 |
| 第七章 | 铣削外花键 | 141 |
| 第一节 | 用单刀铣削外花键 | 142 |
| 第二节 | 用组合铣刀铣削外花键 | 151 |
| 第三节 | 外花键的检验和质量分析 | 152 |
| | 复习思考题 | 154 |
| 第八章 | 铣削直齿圆柱齿轮和直齿条 | 155 |
| 第一节 | 直齿圆柱齿轮各部分名称和计算 | 156 |
| 第二节 | 齿轮铣刀 | 160 |
| 第三节 | 直齿圆柱齿轮的测量 | 161 |
| 第四节 | 铣削直齿圆柱齿轮 | 169 |
| 第五节 | 铣削直齿条 | 174 |
| | 复习思考题 | 181 |
| 第九章 | 铣削斜齿圆柱齿轮和斜齿条 | 182 |
| 第一节 | 螺旋槽的形成及交换齿轮计算 | 182 |
| 第二节 | 铣削斜齿圆柱齿轮 | 197 |
| 第三节 | 铣削斜齿条 | 212 |
| | 复习思考题 | 216 |

第一章 铣削工作的基础知识

培训要求 了解铣床种类及工作内容，正确掌握铣床的操纵方法，合理使用工夹具。

铣削加工是金属切削加工工种之一，铣削是在铣床上用铣刀来切削金属。本章介绍铣床、铣刀、铣削用量等基础知识。

第一节 铣床的基础知识

一、铣床的分类

铣床的种类很多，常用的有立式铣床和卧式铣床。

1. 立式铣床 见图 1-1。立式铣床的主要特征是铣床主轴与

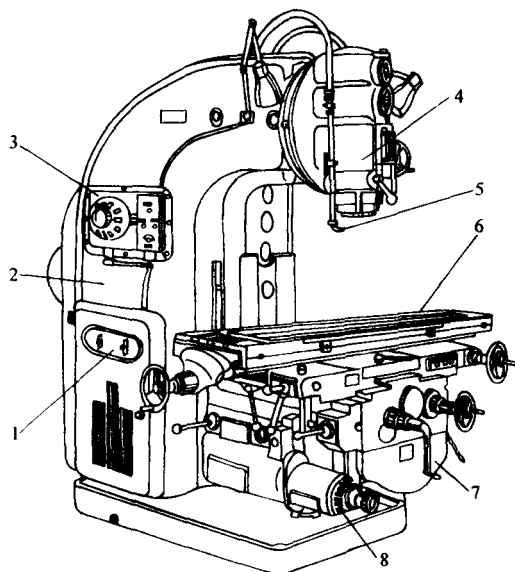


图 1-1 立式铣床

- 1—机床电器部分 2—床身部分 3—变速操纵部分 4—主轴及传动部分
5—冷却部分 6—工作台部分 7—升降台部分 8—进给变速部分

工作台台面垂直。

立式铣床加工范围很广，通常在立式铣床上可以应用面铣刀、立铣刀、成形铣刀等铣削各种沟槽、平面、角度面；另外利用机床附件，如回转工作台、分度头，还可以加工圆弧、直线成形面、齿轮、螺旋槽、离合器等较复杂的工件。

2. 卧式升降台铣床 见图 1-2。卧式升降台铣床的主要特征是铣床主轴轴线与工作台平行。用它可铣削平面、沟槽、成形面和螺旋槽等。根据加工范围和结构，卧式升降台铣床又可分为卧式升降台铣床、万能升降台铣床、万能回转头铣床、万能摇臂铣床、卧式回转头铣床、广用万能铣床、卧式滑枕升降台铣床。其中，万能升降台铣床工作台纵向与横向之间有一回转盘并刻有度数，可把工作台在水平面内扳转 $\pm 45^\circ$ 的角度，以便应用圆盘铣

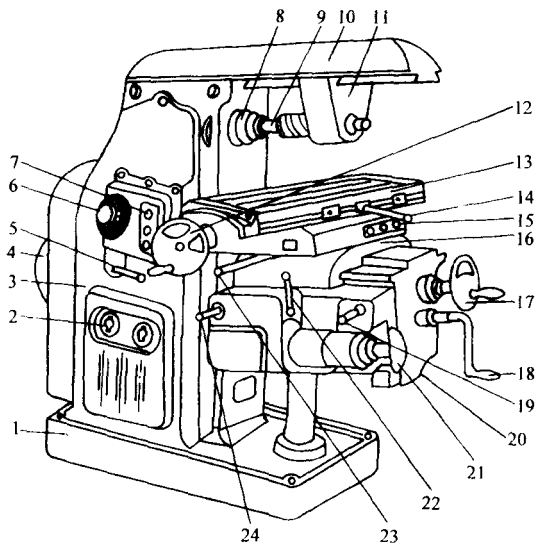


图 1-2 X6132 型卧式万能铣床

1—底座 2—总电源开关 3—床身 4—主电动机 5—主轴变速手柄 6—主轴变速盘 7、15—主轴起动开关 8—主轴 9—刀杆 10—悬梁 11—支架 12—纵向手动进给手柄 13—工作台（纵向） 14、23—纵向自动进给手柄 16—工作台（横向） 17—横向手动进给手柄 18—升降台手动进给手柄 19、24—横向、垂直自动进给手柄 20—进给电动机 21—进给变速手柄 22—横向锁紧手柄

刀加工螺旋槽等工件。同时，这种铣床还带有较多的附件，因而比其他卧式铣床应用范围广。

二、铣床的基本部件

铣床的种类虽然很多，但各类铣床的基本结构大致相同。现将常用的、结构比较完整的铣床——X6132型卧式万能铣床的基本部件及其作用作一简要介绍。图 1-2 为 X6132 型卧式万能铣床的外形。

1. 底座 底座 1 是铸造而成的长方形箱体，与床身成一整体，常用地脚螺栓把底座固定在地基上。底座箱体内可盛放切削液。

2. 床身 床身 3 是机床的主体，呈箱体形竖立在底座的一端，床身下部两侧设有电器箱和总电源开关 2。在床身前壁有燕尾形的垂直导轨，升降台沿此导轨垂向移动。床身中部有主轴变速手柄 5 和主轴变速盘 6。床身上部有水平燕尾导轨，悬梁 10 向外伸出长度可作调整，以便适应各种长度的铣刀杆。床身后面装有主电动机 4。床身内有主轴传动系统和润滑机构等，床身上部有主轴 8。

3. 电器旋钮 床身左侧下部设有总电源开关 2 和照明开关，另一侧下部有控制主轴旋转方向的开关和电器开关。

4. 主电动机 主电动机 4 安装在床身后面，通过总电源开关 2 和主轴起动开关 7 或 15 使主电动机旋转，经过床身内部的主轴传动系统，可使主轴 8 转动，从而带动刀杆 9 旋转。

5. 主轴变速手柄 主轴变速手柄 5 和主轴变速盘 6 设在床身外部。调整主轴转速时，可先把主轴变速手柄 5 下压并向左推到一定位置，再旋转主轴变速盘 6，使其转到需要的转速值，然后再将主轴变速手柄 5 扳回原位。铣床主轴的转速有：30、37.5、47.5、60、75、95、118、150、190、235、300、375、475、600、750、950、1180 及 1500r/min，共计 18 种，刻在菌形变速盘上。

6. 主轴起动开关 在床身左侧有主轴起动开关 7，工作台纵向右下方也设有主轴起动开关 15，开关 7 和开关 15 起同样作

用。每组开关有三钮。其中黑色钮是主轴起动按钮，红色钮是主轴停止按钮，绿色钮是工作台快速进给按钮。为了操作方便，将开关 7 和开关 15 分别设在两处。

7. 主轴 主轴 8 是空心轴，前端有 7:24 的圆锥孔，用来安装刀杆 9。

8. 刀杆 刀杆 9 用于安装带孔铣刀。刀杆一端是 7:24 的外锥体，用以与主轴 8 的圆锥孔配合安装，并用床身后边的拉紧螺杆将刀杆拉紧。

9. 悬梁 悬梁 10 安装在床身上端燕尾槽内，根据工作需要可调整悬梁伸出的长度。

10. 支架 支架 11 套在刀杆上并悬挂在悬梁 10 上，紧固支架后，能增加刀杆的支承刚度，可以减少刀杆在铣削力作用下的颤动或弯曲。

11. 纵向手动进给手柄 在手柄一端有离合器，与长丝杠上的离合器联接。摇动纵向手动进给手柄 12，可使工作台下的丝杠旋转，带动工作台纵向移动。

12. 工作台（纵向） 在工作台（纵向）13 的台面上有三条 T 形槽，用于安装 T 形螺栓，用以紧固虎钳、夹具或工件等。

13. 纵向自动进给手柄 将纵向自动进给手柄 14 向左扳动，工作台就向左方移动；将手柄 14 向右扳动，工作台就向右方移动。通过手柄 14 可改变进给电动机的旋转方向，从而改变工作台的移动方向。手柄 23 与手柄 14 作用相同。

14. 工作台（横向） 在工作台（纵向）13 的下面是工作台（横向）16，它可沿导轨面作横向（前后）移动，工作台（纵向）13 也随之一起作横向移动。X6132 型卧式万能升降台铣床在工作台纵向与横向之间有回转盘，可使工作台纵向在水平面的 $\pm 45^\circ$ 范围内扳转角度。

15. 横向手动进给手柄 当摇动横向手动进给手柄 17 时，工作台横向移动。

16. 升降台手动进给手柄 当摇动升降台手动进给手柄 18

时，可使升降台带动工作台垂向移动。

17. 升降台 升降台也叫曲座。升降台下有进给电动机 20，升降台上面有做横向和纵向移动的工作台。

18. 横向、垂向自动进给手柄 横向、垂向自动进给手柄 19 和 24 的操纵方向有四个，即上、下、前、后，手柄向哪个方向扳动，工作台就向哪个方向移动。停止自动进给时，操纵手柄 19 和 24 应置于中间位置。

19. 进给电动机 进给电动机 20 在升降台下部。是升降台、横向和纵向移动的工作台自动进给的动力装置。

20. 进给变速机构 进给电动机 20 通过进给变速机构的传动系统，带动工作台移动。调整进给量时，可将进给变速手柄 21 拉出，转动手柄 21 使箭头对准选定进给量的数值，再把转盘推回原位置。X6132 型卧式万能铣床的纵向、横向进给量有：23.5、30、37.5、47.5、60、75、90、118、150、190、235、300、375、475、600、750、950 及 1180mm/min 共计 18 种。垂向进给量为横向、纵向进给量的 $\frac{1}{3}$ ，其变速范围为 8~394mm/min。

三、自用铣床的操纵和调整

在学习铣床的操纵和调整时，首先必须仔细了解铣床上每一个手柄，按钮和操纵机构的用途和使用规则。在练习起动机床之前，各个手柄都应在零位或空档，控制转速和进给量的转盘都应该在最小值。机床上不应放有杂物，否则不能随便起动机床。X6132 型卧式万能铣床的起动、操纵和调整步骤如下：

1) 把总开关旋到“通”的位置，接通电源，并使开关指到需要的旋转方向上（有正转和反转两种）。

2) 调整主轴的转速，使转盘上选定的数值对准箭头。

3) 调整进给量，使转盘上选定的数值对准箭头。

4) 按“起动”电钮，使主轴转动。

5) 摇动手轮移动工作台或推动自动进给手柄使工作台自动进给。在移动工作台之前，必须把需要移动方向上的锁紧装置松

开。X6132 型卧式万能铣床的机动纵向手柄在工作台前面，手柄向右，工作台就向右移动；手柄向左，工作台就向左移动。另一只与它联动的手柄在工作台（横向）的左侧，以便在侧面操纵。横向和垂向机动是用一只手柄控制的，因此操作较方便。为了防止意外，在三个进给方向的两端（共六个位置）都要装上挡铁，若工作台移动到最终位置时，可由挡铁来切断电源，使工作台自动停止。

四、铣床的维护保养

1) 平时要注意铣床的润滑。操作工人应根据机床说明书的要求，定期加油和调换润滑油。对手拉、手掀油泵和注油孔等部位，每天应按要求加注润滑油。

2) 开车之前，应先检查各部件，如操纵手柄、按钮等是否在正常位置和其灵敏度如何。

3) 操作工人必须合理使用机床。操作铣床应掌握一定的基本知识，如合理选用铣削用量、铣削方法，不能让机床超负荷工作；安装夹具及工件时，应轻放，工作台面不应乱放工具、工件等。

4) 在工作中应时刻观察铣削情况，如发现异常现象，应立即停车检查。

5) 工作完毕应清除铣床上及周围的切屑等杂物，关闭电源，擦净机床，在滑动部位加注润滑油，整理工具、夹具、计量器具，做好交接班工作。

6) 铣床在运转 500h 后，一定要进行一级保养。保养作业由操作工人为主，维修工人配合进行，一级保养的具体内容和要求见表 1-1。

表 1-1 铣床一级保养的内容和要求

| 序号 | 保养部位 | 保 养 内 容 和 要 求 |
|----|------|---------------------------------------------------------------|
| 1 | 外保养 | 1. 机床外表清洁，各罩盖保持内外清洁，无锈蚀，无“黄袍” 2. 清洗机床附件，并涂油防锈 3. 清洗各部丝杠 |

(续)

| 序号 | 保养部位 | 保 养 内 容 和 要 求 |
|----|------|----------------------------------------------------------------------|
| 2 | 传 动 | 1. 修光导轨面毛刺, 调整镶条 2. 调整丝杠螺母间隙, 丝杠轴向不得窜动, 调整离合器摩擦片间隙 3. 适当调整 V 带 |
| 3 | 冷 却 | 1. 清洗过滤网、切削液槽, 应无沉淀物、无切屑 2. 根据情况调换切削液 |
| 4 | 润 滑 | 1. 油路畅通无阻, 油毛毡清洁, 无切屑, 油窗明亮 2. 检查手掀油泵, 内外清洁无油污 3. 检查油质, 应保持良好的 |
| 5 | 附 件 | 清洗附件, 做到清洁、整齐、无锈迹 |
| 6 | 电 器 | 1. 清扫电器箱、电动机 2. 检查限位装置, 应安全可靠 |

第二节 铣刀的基础知识

一、铣刀各部分的名称和作用

1. 铣刀的几何形状 见图 1-3, 其各部分名称和定义如下:

(1) 前刀面 刀具上切屑流过的表面。

(2) 主后刀面 刀具上同前刀面相交形成主切削刃的后面。

(3) 副后刀面 刀具上同前刀面相交形成副切削刃的后面。

(4) 主切削刃 起始于切削刃上主偏角为零的点, 并至少有一段切削刃拟用来在工件上切出过渡表面的那个整段切削刃。

(5) 副切削刃 切削刃上

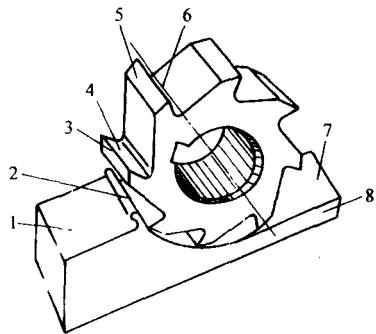


图 1-3 铣刀的组成部分

1—待加工表面 2—切屑 3—主切削刃 4—前刀面 5—主后刀面

6—铣刀棱 7—已加工表面 8—工件

除主切削刃以外的刃，亦起始于主偏角为零的点，但它向背离主切削刃的方向延伸。

(6) 刀尖 指主切削刃与副切削刃的连接处相当少的一部分切削刃。

2. 铣刀切削部分的几何角度及作用 要正确地磨好铣刀，必须用一些角度来确定刀面的位置，这些确定刀面位置的角度，就是铣刀的几何角度。在确定铣刀几何角度时，还需要两个作为角度测量基准的坐标平面，即基面和切削平面，铣刀的几何角度就是各个刀面和坐标平面之间的夹角。图 1-4 和图 1-5 所示分别为螺旋齿圆柱铣刀和面铣刀的角度。

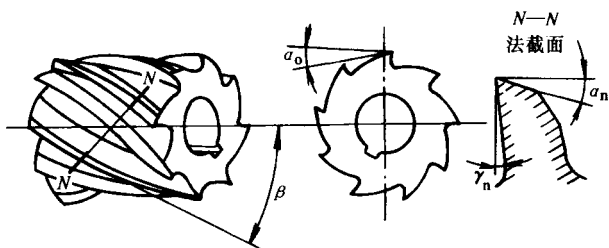


图 1-4 螺旋齿圆柱铣刀的角度

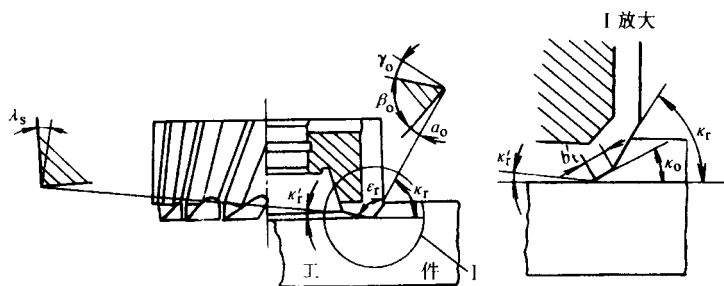


图 1-5 面铣刀切削部分的几何角度

铣刀主要几何角度的作用见表 1-2。

二、铣刀切削部分的常用材料

1. 基本要求 铣刀切削部分的材料应满足以下基本要求：

表 1-2 铣刀主要几何角度的作用

| 名 称 | 作 用 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------|
| 前角 γ_0 | 影响切屑变形和切屑与前刀面的摩擦及刀具强度。增大前角，则切削刃锋利，从而使切削省力，但会使刀具强度减弱；前角太小，会使切削费力 |
| 后角 α_0 | 增大后角，可减少刀具后刀面与切削平面之间摩擦，可得到光洁的加工表面，但会使刀尖强度减弱 |
| 楔角 β_0 | 楔角的大小决定了切削刃的强度。楔角越小，切入金属越容易，但刀刃强度较差；反之切削刃强度高，但较难切入金属 |
| 主偏角 κ_r | 影响切削刃参加切削的长度，并影响刀具散热、切削分力之间的比值 |
| 副偏角 κ'_r | 影响副切削刃对已加工表面的修光作用。减小副偏角，可以使已加工表面的波纹高度减低，降低表面粗糙度值 |
| 刃倾角 λ_s | 刃倾角可以控制切屑流出方向，影响切削刃强度并能使切削力均匀 |

(1) 硬度 在常温下，刀具切削部分必须具有足够的硬度才能切入工件。由于在切削过程中会产生大量的热量，因而要求刀具材料在高温下仍能保持其硬度，并能继续进行切削。

(2) 韧性和强度 刀具在切削过程中要承受很大的冲击力，因此要求刀具切削部分的材料具有足够的强度、韧性，在承受冲击和振动的条件下继续进行切削，不易崩刃、碎裂。

2. 常用材料 具有上述性能的材料很多，常用的铣刀材料有高速工具钢和硬质合金两种。

(1) 高速工具钢（简称高速钢、锋钢等） 有通用高速钢和特殊用途高速钢两种。高速钢具有以下特点：

1) 合金元素如 W（钨）、Cr（铬）、Mo（钼）、V（钒）等的含量较高，淬火硬度可达到 62~70HRC，在 600℃ 高温下，仍能保持较高的硬度。

2) 刃口强度和韧性好，抗振性强，能用于制造切削速度较低的刀具，即使刚性较差的机床，采用高速钢铣刀，仍能顺利切削。