



中等职业教育课程改革国家规划新教材
经全国中等职业教育教材审定委员会审定

金属加工与实训

(铣工实训)

张世平 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



本书配有电子教学参考资料包

中等职业教育课程改革国家规划新教材

金属加工与实训

(铣工实训)

张世平 主编

危腾龙 孙贞惠 林 岩 参编

牛荣华 付宏生 葛金印 主审

(按姓氏笔画为序)

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书为中等职业学校机械类专业基础课国家规划新教材,是根据2009年教育部颁布的《中等职业学校金属加工与实训教学大纲》组织编写的,包括大纲规定的铣工实训模块及相关基础模块的内容。

本书的主要内容包括铣削基本知识、铣床、铣刀、平面与斜面铣削、台阶与沟槽的铣削、切断与角度面铣削、铣削强化训练等。

本书可以作为中等职业学校相关专业的教学用书,也可作为工程技术人员的参考用书或培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

金属加工与实训·铣工实训/张世平主编. —北京:电子工业出版社,2010.8
中等职业教育课程改革国家规划新教材
ISBN 978-7-121-10508-1

I. 金… II. 张… III. ①金属加工-专业学校-教材 ②铣削-专业学校-教材 IV. TG
中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第041539号

策划编辑:白楠

责任编辑:白楠 张凌

印刷:北京市李史山胶印厂

装订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开本:787×1092 1/16 印张:8.5 字数:217.6千字

印次:2010年8月第1次印刷

印数:4000册 定价:12.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

中等职业教育课程改革国家规划新教材 出版说明

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》(国发[2005]35号)精神,落实《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》(教职成[2008]8号)关于“加强中等职业教育教材建设,保证教学资源基本质量”的要求,确保新一轮中等职业教育教学改革顺利进行,全面提高教育教学质量,保证高质量教材进课堂,教育部对中等职业学校德育课、文化基础课等必修课程和部分大类专业基础课教材进行了统一规划并组织编写,从2009年秋季学期起,国家规划新教材将陆续提供给全国中等职业学校选用。

国家规划新教材是根据教育部最新发布的德育课程、文化基础课程和部分大类专业基础课程的教学大纲编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过的。新教材紧紧围绕中等职业教育的培养目标,遵循职业教育教学规律,从满足经济社会发展对高素质劳动者和技能型人才的需要出发,在课程结构、教学内容、教学方法等方面进行了新的探索与改革创新,对于提高新时期中等职业学校学生的思想道德水平、科学文化素养和职业能力,促进中等职业教育深化教学改革,提高教育教学质量将起到积极的推动作用。

希望各地、各中等职业学校积极推广和选用国家规划新教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2010年6月

前 言

本书是根据教育部2009年颁布的《中等职业学校金属加工与实训教学大纲》，并结合国家职业标准的有关能力要求组织编写而成的中等职业教育课程改革国家规划新教材，包括新大纲规定的铣工实训模块及相关知识。

本书内容严格参照新大纲提出的铣工实训的“教学要求与建议”进行选取，力求简明、易学、速成、实用为效果，应用明了的图表和少而精的文字叙述。本书适合中等职业学校学生的心理特点，由浅入深，循序渐进，难度适中。

本书根据铣工实训工作顺序展开，通过七个课题，设计一系列项目，每个项目都分解成若干个相关知识或任务，学生通过完成这些任务以达到掌握相关的工艺知识点和技能的要求。本书还从节约工件材料考虑，力求同一工件毛坯可用于多个项目训练。

本书编写具有如下特色：

1. 实用性：本书内容以铣削技能操作训练为主线，以国家初、中级铣工职业岗位能力的基本要求为项目，把知识点与实际工作技能相结合，紧密结合相关的实训任务，突出了铣削加工的工艺知识、操作技术、测量技术和质量分析技术等，内容不深但较为实用。

2. 通俗性：本书图文并茂，文字简练，并配有大量图表，使学生易于理解和掌握铣工的基本操作和要求，易学、速成、上手快，技能训练中操作步骤具体详尽，有利于教师的指导和学生操作能力的提高。

3. 实例多：本书在技能训练中，设置了许多零件铣削任务，详细介绍了零件加工方法，为教师和学生提供了可借鉴的加工实例。

4. 利于考证：本书的项目任务内容与铣工国家职业标准相衔接，经过强化训练，有助于提高学生取得技能证的能力。

5. 便于考核：本书的技能训练项目都附有项目质量考核表，做到学生自我评价和教师评价相结合，有利于提高学生的铣削技能水平。

6. 可操作性：本书各项任务的有难易之分，每项任务独立，为不同学校、不同专业要求的实训内容留有较大的选择空间，各校可根据自己的专业特点和实训设备，对课题、技能训练项目进行取舍。

本书教学所需参考学时为4周，学校教学时可根据实际情况灵活安排。

本书既可作为中等职业学校机械及其相关专业的教材，也可作为铣工初、中级技能考证的培训教材，或作为在职职工的培训用书。

本书的编写参阅了相关一些资料与书籍，在此特向有关作者表示衷心感谢。

由于时间仓促，加上编者水平所限，书中错误与不足在所难免，敬请广大读者批评指正。

本书由福州工业学校张世平主编，福建总工会孙贞惠、厦门集美轻工业学校林岩、武汉市第二轻工业学校危腾龙参与编写。

本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过，由北京电子科技职业学院付宏生、牛荣华审稿，电子工业出版社还聘请了无锡机电高等职业技术学校葛金印审阅了书稿，他们对本书的编写提出了许多宝贵的意见和建议，在此一并表示感谢！

为了方便教师教学，本书还配有电子教学参考资料包，请由此需要的教师登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn），具体下载方法详见书后反侵权盗版声明页。

编者
2010年6月

目 录

课题一 铣削入门训练	(1)
项目一 安全操作与文明生产	(1)
相关知识一 铣工安全操作	(1)
相关知识二 铣工文明生产的基本要求	(2)
项目二 铣削基础	(3)
相关知识一 铣削特点及加工范围	(3)
相关知识二 铣削用量及选择	(4)
相关知识三 工件的装夹	(7)
思考与练习	(12)
课题二 铣床及其操作与维护	(13)
项目一 铣床基础	(13)
相关知识一 铣床的类型	(13)
相关知识二 铣床的结构	(15)
相关知识三 铣床常用附件	(18)
相关知识四 铣床常用工具	(24)
思考与练习	(26)
项目二 铣削操作与维护	(27)
技能训练 铣床操作方法	(27)
拓展知识一 铣床的维护与保养	(29)
拓展知识二 铣床的润滑	(31)
*项目三 常见的铣床故障及其排除	(33)
相关知识一 X6132 型铣床的常见故障及其排除方法	(33)
相关知识二 X6132 型铣床电气控制常见故障及其排除方法	(34)
思考与练习	(35)
课题三 铣刀及其合理使用	(36)
项目一 铣刀材料及其选用	(36)
相关知识一 铣刀材料的性能	(36)
相关知识二 高速钢	(36)
相关知识三 硬质合金	(39)
相关知识四 超硬刀具材料	(42)
相关知识五 涂层刀具材料	(44)
思考与练习	(45)
项目二 铣刀类型及其选用	(46)
相关知识一 立铣刀	(46)
相关知识二 端铣刀	(48)
相关知识三 圆柱铣刀	(49)
相关知识四 盘形铣刀	(49)
相关知识五 键槽、角度和模具铣刀	(50)

思考与练习	(51)
项目三 可转位铣刀刀片	(52)
相关知识一 可转位铣刀刀片的夹紧形式	(52)
拓展知识 硬质合金可转位刀片型号的表示方法	(54)
思考与练习	(59)
项目四 铣刀安装与维护	(59)
相关知识一 铣刀的安装	(59)
相关知识二 铣刀维护与保养	(61)
技能训练 安装圆柱铣刀	(61)
思考与练习	(62)
课题四 平面和斜面的铣削	(63)
项目一 平面与斜面的铣削工艺	(63)
相关知识一 平面铣削	(63)
相关知识二 斜面铣削	(65)
相关知识三 平面的检验	(67)
思考与练习	(68)
项目二 平面铣削训练	(68)
任务一 铣削加工准备	(68)
任务二 平面的铣削加工	(69)
任务三 质量检验与常见质量问题分析	(71)
任务四 项目质量考核	(71)
项目三 斜面的铣削训练(转动立铣头)	(73)
任务一 铣削加工准备	(73)
任务二 斜面的铣削加工(转动立铣头)	(74)
任务三 质量检验与常见质量问题分析	(75)
任务四 项目质量考核	(76)
项目四 斜面的铣削训练(转动工件和用角度铣刀)	(77)
任务一 铣削加工准备	(77)
任务二 斜面的铣削加工(转动工件和用角度铣刀)	(79)
任务三 质量检验与常见质量问题分析	(80)
任务四 项目质量考核	(81)
课题五 台阶与沟槽的铣削	(83)
项目一 台阶与沟槽铣削工艺	(83)
相关知识一 台阶铣削	(83)
相关知识二 直角沟槽、燕尾槽、键槽的铣削	(85)
项目二 台阶铣削训练	(89)
任务一 铣削加工准备	(89)
任务二 台阶的铣削加工	(90)
任务三 质量检验与常见质量问题分析	(91)
任务四 项目质量考核	(92)
项目三 燕尾槽铣削训练	(93)
任务一 铣削加工准备	(93)
任务二 完成燕尾槽的铣削加工	(94)

	任务三 质量检验与常见质量问题分析	(95)
	任务四 项目质量考核	(95)
项目四	键槽铣削训练	(97)
	任务一 铣削加工准备	(97)
	任务二 键槽的铣削加工	(98)
	任务三 质量检验与常见质量问题分析	(100)
	任务四 项目质量考核	(101)
课题六	切断与正多边形铣削	(103)
项目一	切断与正多边形铣削工艺	(103)
	相关知识一 工件的切断	(103)
	相关知识二 正多边形的铣削	(105)
项目二	切断加工训练	(107)
	任务一 铣削加工准备	(107)
	任务二 T形键块的切断加工	(109)
	任务三 质量检验与常见质量问题分析	(109)
	任务四 项目质量考核	(110)
项目三	四方体的铣削训练	(110)
	任务一 铣削加工准备	(111)
	任务二 四方体的铣削	(112)
	任务三 质量检验与常见质量问题分析	(113)
	任务四 项目质量考核	(114)
课题七	综合训练	(115)
项目一	台阶斜面的铣削	(115)
	任务一 铣削加工准备	(116)
	任务二 技能操作——铣削台阶斜面	(116)
	任务三 项目质量考核	(117)
项目二	特形沟槽的铣削	(118)
	任务一 铣削加工准备	(118)
	任务二 技能操作——铣削特形沟槽	(119)
	任务三 项目质量考核	(120)
附录		(122)
附表 1	硬质合金的牌号和性能(ISO 标准)	(122)
附表 2	硬质合金应用分类(ISO 标准)	(122)
附表 3	国内、外硬质合金铣削刀具材料牌号对照	(123)



课题一 铣削入门训练

铣工的职业定义：根据 2009 年修订的铣工国家职业标准，铣工是指操作铣床、进行工件铣削加工的人员。

在机械加工中，铣削的加工量仅次于车削，铣削的应用范围比车削更广，加工内容也更多，铣工是技术性、工艺性很强的重要工种之一。通过铣削实训，从零部件的加工、质量、管理、安全、环保等方面，培养学生的工程意识，提高他们解决问题的能力、综合实践能力和创新能力。在铣削实训中，操作者首先必须严格遵守操作规程，熟悉铣工安全生产知识。

项目一 安全操作与文明生产

能力目标

- 了解铣工的安全操作规范；
- 了解铣工文明生产的基本要求。

相关知识一 铣工安全操作

1. 开机前的检查

- (1) 检查铣床的各手轮、摇把是否处于规定的位置。
- (2) 检查铣床工作台限位挡块是否紧固在最大行程以内，手摇工作台是否能纵向、横向、垂直移动。
- (3) 检查电动机开关是否完好，主轴转向和自动进给方向是否正确，各运动部件运转是否正常。
- (4) 检查油路是否畅通，将各注油孔注油，空转试车 2 分钟以上，查看油窗等各部位，并听声音是否正常。
- (5) 对机床各滑动部分注润滑油。
- (6) 检查安装在铣床上的夹具及工件是否装夹牢固，以免铣削过程中，发生松脱造成事故。

2. 铣削过程的注意安全事项

- (1) 操作人员应穿合适的工作服，无拖出的带子和衣角，袖口应扣紧，防止卷进转动的机构中。女工必须戴好工作帽，防止头发被卷进机床的转动部分。严禁戴手套、围巾和扎

围裙。

(2) 安装铣刀时应用布衬垫, 防止手被铣刀划伤。

(3) 在开始铣削时, 铣刀必须缓慢地向工件进给, 切不可有冲击现象。

(4) 铣削过程中, 随时用毛刷清除床面上的切屑, 不准用手抓、嘴吹或用压缩空气清除切屑, 清除铣刀上的切屑要在铣刀停转后进行。

(5) 自动进给时必须注意手轮位置, 以免旋转伤人。使用快速进给须注意工作台惯性, 应留有距离, 防止冲撞工件造成刀具崩裂或工件飞出伤人。

(6) 铣刀用钝后, 应停车磨刃或换刀, 停车前先退刀, 当刀具未全部离开工件时, 切勿停车。

(7) 调整机床速度、换刀、校正工件或测量尺寸等都应停止机床后进行, 操作者离开机前应也应停止机床。

(8) 应经常检查切削液的质量, 及时更换切削液。

(9) 机床出现不正常现象时, 立即停车, 排除故障或报告维修人员进行维修。

(10) 若多人共用一台铣床进行实训时, 只能允许一人操作, 严禁两人同时操作。

(11) 高速铣削或冲注切削液时, 应加挡板, 以防切屑飞出伤人或切削液外溢。

相关知识二 铣工文明生产的基本要求

文明生产不仅是铣削实训操作的基本内容, 同时也反映了操作者的职业道德意识。文明生产包括以下基本要求:

(1) 严禁穿背心、拖鞋、凉鞋和裙子进入铣削实训场地。

(2) 铣床应做到每天一小擦, 每周一大擦, 按规定进行铣床的一级保养, 保持铣床的整洁和完好。

(3) 对工作场地周围应保持整洁, 地上无切屑、油污、积水和积油。

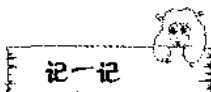
(4) 铣削操作时, 工具与量具应分类整齐摆放在工具架上, 工作台面不许放置金属物品, 安放分度头、虎钳或较重夹具时, 要轻放轻取, 以免碰伤台面。

(5) 工件加工完毕, 应摆放整齐, 不乱丢乱放, 以免碰伤工件表面。

(6) 加工任务完成后, 应将工具、量具和刀具整理好, 并放在指定地点。

(7) 工作结束后, 应将工作台移至中间位置, 各手柄放置非工作部位, 然后切断总电源, 清扫机床, 保持设备整洁、完好。

(8) 保持图样和工艺文件的清洁完整, 并妥善保存。



铣削实训切注意, 安全生产要牢记:
女工要戴工作帽, 铣时不许戴手套;
开机先查手柄位, 低速空转观异常;

安装工件要轻放，严禁敲打与撞击；
 铣刀旋转不能摸，工件辅具要夹牢；
 变速应该先停车，工件刀具要脱离；
 勤加油、常擦洗，切屑油污应除去；
 集中精力去操作，离开必须要停机。

项目二 铣削基础

能力目标

- 了解铣削加工特点；
- 了解铣削工艺范围；
- 能够合理选择铣削用量；
- 掌握工件在铣床上的装夹；
- 掌握工件在装夹时的找正方法。

铣削是以铣刀旋转作主运动，以工件的直线、旋转运动或铣刀的直线运动为进给运动的切削加工方法。铣削主要用于加工平面、斜面、垂直面、各种沟槽（直槽，T型槽，燕尾槽，V型槽）以及成形表面等，利用分度装置还可加工齿轮、蜗轮和花键轴等零件。

相关知识一 铣削特点及加工范围

1. 铣削特点

(1) 铣刀是多齿刀具，铣削过程中多个刀齿同时参加切削，无空行程，而且刀具的散热条件好，故可以提高切削速度，生产率较高。使用硬质合金铣刀可以实现高速铣削。

(2) 铣削加工范围很广。可加工刨削无法加工或难加工的表面。例如可铣削周围封闭的内凹平面、圆弧形沟槽、具有分度要求的小平面或沟槽等。

(3) 铣削时，由于铣刀是旋转的多齿刀具，属于断续切削，由于铣刀刀齿的不断切入和切出，铣削力变化较大，因此易产生冲击和振动，切削不平稳。铣削加工的不平稳性，限制了铣削加工质量和生产率的进一步提高。

(4) 用直径小于工件宽度的端铣刀铣削大平面时，各次走刀间有明显的接刀痕，影响表面质量。

(5) 加工成本较高。这是由于铣床结构比较复杂，铣刀的制造和刃磨比较困难。

(6) 一般情况下，铣削加工的加工精度为 IT7 ~ IT9，表面粗糙度为 $Ra1.6 \sim 12.5 \mu\text{m}$ 。

2. 铣削加工的范围

常见的铣削加工的工艺范围如图 1-1 所示。

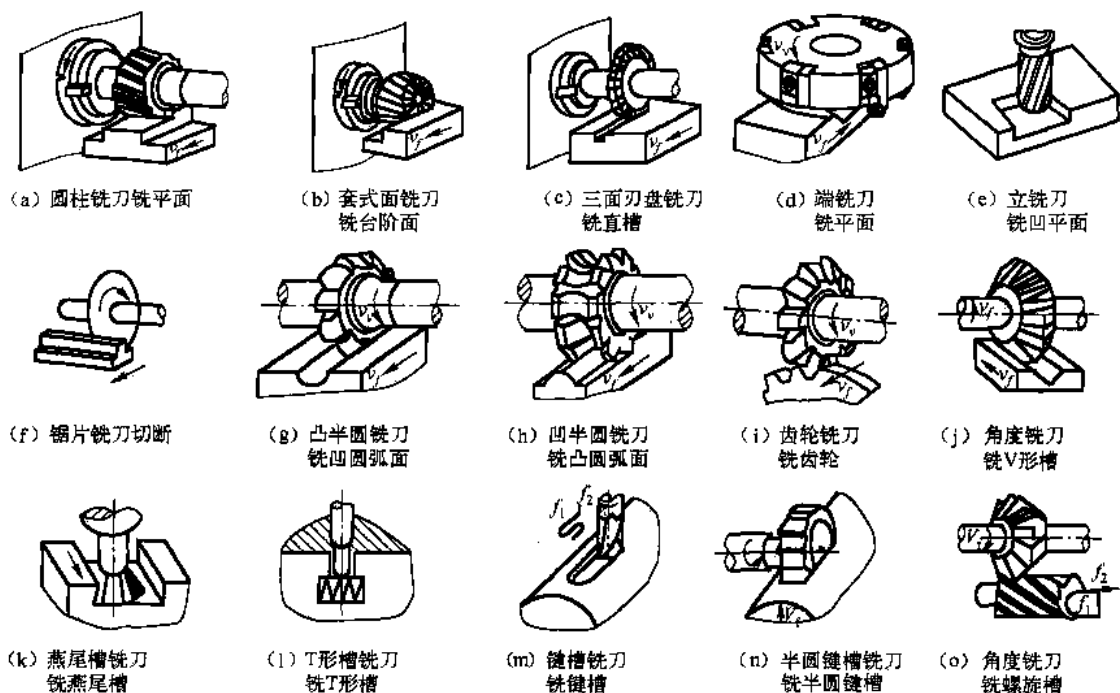


图 1-1 铣削加工的工艺范围

相关知识二 铣削用量及选择

1. 铣削用量

在铣削过程中,所选用的切削用量称为铣削用量。铣削用量是衡量铣削运动大小的参数,它由铣削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量(又称铣削深度) a_p 和侧吃刀量(又称铣削宽度) a_e 四要素组成(如图 1-2 所示)。

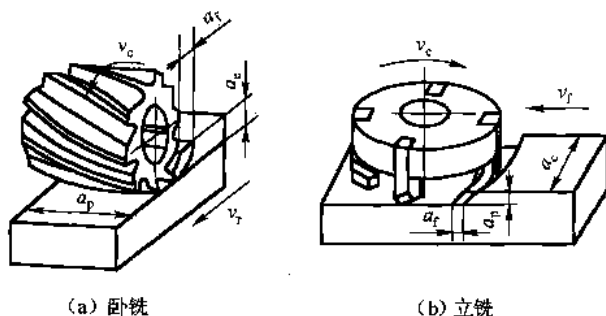


图 1-2 铣削用量

(1) 铣削速度 v_c

铣削速度即铣刀最大直径处的线速度,单位为米/分(m/min)。

其计算公式:

$$v_c = \frac{\pi d_0 n}{1000} \quad (\text{m/min}) \quad (1-1)$$

$$\text{或} \quad n = \frac{1000v_c}{\pi d_0} \quad (\text{r/min}) \quad (1-2)$$

式中: d_0 ——铣刀直径 (mm);

n ——铣刀转速 (r/min)。

在实际操作中,一般是根据铣刀需要的每分钟转数来调整铣床的主轴转速。

(2) 进给量 f

进给量即工件在铣削时的进给速度。铣削进给量有三种表示方法:

① 每分钟进给量 v_f (又称进给速度)

指每分钟内,工件相对铣刀沿进给方向移动的距离,其单位为毫米/分 (mm/min)。一般铣床铭牌上所指出的进给量为 v_f ,所以进给速度是调整铣床进给量的依据。

② 每转进给量 f_r

指铣刀每转过一转时,工件相对铣刀沿进给方向移动的距离,其单位为毫米/转 (mm/r)。

③ 每齿进给量 f_z

指铣刀每转过一个齿时,工件相对铣刀沿进给方向移动的距离,其单位为毫米/齿 (mm/z)。每齿进给量是选择进给量的依据。

上述三者的关系为

$$v_f = f_r \cdot n = f_z \cdot z \cdot n \quad (\text{mm/min}) \quad (1-3)$$

(3) 背吃刀量 (又称铣削深度) a_p

指平行于铣刀轴线方向测量的切削层 (切削层是指工件上正被刀刃切削着的那层金属) 尺寸,单位为毫米 (mm)。

(4) 侧吃刀量 (又称铣削宽度) a_e

指垂直于铣刀轴线方向测量的切削层尺寸,单位为毫米 (mm)。

例 1 在 X6132 型卧式万能铣床上进行加工,铣刀直径 $d_0 = 100\text{mm}$,铣削速度 $v_c = 30\text{m/min}$ 。试问铣床主轴转速应调整为多少?

解:已知 $d_0 = 100\text{mm}$, $v_c = 30\text{m/min}$,由式 (1-2) 可得

$$n = \frac{1000v_c}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 30}{3.14 \times 100} \approx 96 \quad (\text{r/min})$$

根据主轴转速表上的数值,96r/min 与 95r/min 比较接近,故把主轴转速调整为 95r/min。

例 2 已知铣刀直径 $d_0 = 80\text{mm}$,铣刀转速 $n = 150\text{r/min}$,问铣削速度是多少?

解:已知 $d_0 = 80\text{mm}$, $n = 150\text{r/min}$,由式 (1-1) 可得铣削速度为

$$v_c = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 80 \times 150}{1000} = 37.7 \quad (\text{m/min})$$

例 3 在 X6132 型卧式万能铣床上进行加工,铣刀直径 $d_0 = 100\text{mm}$,齿数 $z = 16$,铣床转速 $n = 75\text{r/min}$,每齿进给量 $f_z = 0.08\text{mm/z}$ 。问铣床进给速度为多少?

解:已知 $z = 16$ 齿, $n = 75\text{r/min}$, $f_z = 0.08\text{mm/z}$ 。由式 (1-3) 可得铣床进给速度为

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n = 0.08 \times 16 \times 75 = 96 \quad (\text{mm/min})$$

2. 铣削用量的选择

铣削时,合理地选择铣削用量,对保证零件的加工精度与加工表面质量,提高生产效率

和延长铣刀的使用寿命,降低生产成本,都有着密切的关系。

铣削用量选择的原则:首先是采用较大的背吃刀量或侧吃刀量,其次是加大进给量,最后才是根据刀具耐用度的要求选择合适的铣削速度。这样选择是因为铣削速度对刀具耐用度影响最大,进给量次之,侧吃刀量或背吃刀量影响最小。

(1) 吃刀量的选择

粗铣时,背吃刀量 $a_p = 3 \sim 7\text{mm}$;精铣时,背吃刀量 $a_p = 5 \sim 7\text{mm}$ 。侧吃刀量尽量等于工件加工面的宽度。背吃刀量的选取可参考(表1-1)。

表 1-1 铣削时背吃刀量 a_p 的选取表 (单位: mm)

工件材料	高速钢铣刀		硬质合金铣刀	
	粗铣	精铣	粗铣	精铣
铸铁	5~7	0.5~1	10~18	1~2
低碳钢	<5	0.5~1	<12	1~2
中碳钢	<4	0.5~1	<7	1~2
高碳钢	<3	0.5~1	<4	1~2

(2) 每齿进给量的选择

粗铣时,在工艺系统刚度、强度允许的条件下,每齿进给量尽可能大些;精铣时,一般选取较小的每齿进给量。每齿进给量的选取可参考(表1-2),选取每齿进给量后,按式(1-3)计算进给速度,调整铣床进给量,进行试切后根据具体情况再加以调整。

表 1-2 每齿进给量 f_z 的选取表 (单位: mm/z)

刀具名称	高速钢铣刀		硬质合金铣刀	
	粗铣	精铣	粗铣	精铣
圆柱铣刀	0.12~0.2	0.1~0.15	0.2~0.5	0.08~0.20
立铣刀	0.08~0.15	0.03~0.06	0.2~0.5	0.08~0.20
套式面铣刀	0.15~0.2	0.06~0.10	0.2~0.5	0.08~0.20
三面刃铣刀	0.15~0.25	0.06~0.08	0.2~0.5	0.08~0.20

(3) 铣削速度的选择

粗铣时,必须考虑铣刀寿命和铣削力的影响,一般选择较低的铣削速度;精铣时,铣削速度可适当提高。铣削速度的选取可参考表1-3,选取铣削速度后,按式(1-2)计算铣刀的转速,根据计算结果调整铣床转速,进行试切后根据实际情况重新加以调整。

表 1-3 铣削速度 v_c 的选取表 (单位: m/min)

工件材料	高速钢铣刀	硬质合金铣刀	说明
20	5~7	150~190	1. 粗铣时取小值,精铣时取大值 2. 工件材料强度和硬度较高时取小值,反之取大值 3. 刀具材料耐热性较好时取大值,反之取小值
45	20~35	120~150	
40Cr	15~25	60~90	
HT150	14~22	70~100	
黄铜	30~60	120~200	
铝合金	112~300	400~600	
不锈钢	16~25	50~100	

相关知识三 工件的装夹

工件安装前，必须要选择好定位基准。所谓定位基准，就是工件定位时，工作上作为依据的点、线、面。定位基准选择的正确与否，将直接影响工件的加工精度和生产率。定位基准确定之后，根据工件的尺寸、形状和加工部位等方面的具体情况来选择安装方法。

1. 工件的安装

在铣床上安装工件一般有以下四种方式：

(1) 利用螺栓、压板直接在工作台上安装工件

较大的工件及不方便或不需要使用夹具夹持的工件，常采用这种方法。用压板通过螺栓、螺母和垫铁将工件直接压紧在工作台上，如图 1-3 所示。

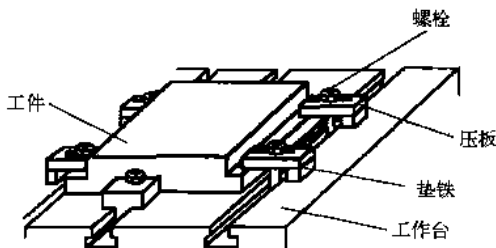


图 1-3 矩形工件安装在工作台上

夹紧时的注意事项：

- 螺栓要尽量靠近工件，以增大夹紧力。
- 压板的位置放置应正确，压紧点尽量靠近加工部位。
- 压板的压紧点应和支承点对应，工件夹紧处不得有悬空现象，若有悬空，应将工件垫实。
- 压紧工件时，应该轮流拧紧各个螺母，不要把某一螺母完全拧紧后，再拧紧另一个螺母，避免压板翘起导致工件压不紧。
- 压板之间的距离不要太远，压板垫块的高度应保证压板不发生倾斜，以免压板与工件接触不良，致使铣削时工件移动。

(2) 利用通用夹具安装工件

用角铁、机用虎钳和 V 型铁等通用夹具安装工件，这种安装方法适用于单件或小批生产。

① 如图 1-4 中，工件安装在角铁上，拧紧弓形夹上的螺钉，工件即被夹紧。这种角铁常用来安装要求表面相互垂直的工件。

② 图 1-5 所示为毛坯件安装在机用虎钳内（使用机用虎钳的方法见课题二任务三），装夹时，应选择一个比较大而平整的毛坯面作粗铣的基准面，将该面与固定钳口面接触。在钳口与工件毛坯面间应垫铜皮，以防止损伤钳口。工件的定位基准面应与平口钳的固定钳口面接触。

对于已粗加工的工件在机用虎钳内的装夹可采用下面两种方法进行。

a. 当工件的基准面靠向固定钳口面时，可在活动钳口与工件之间放置圆棒，通过圆棒使工件夹紧，这样就能保证工件的基准面与固定钳口面很好的贴合。圆棒放置时，要与钳口的上

平面平行, 其高度应位于钳口夹持工件部分高度的中间或稍微偏上一点, 如图 1-6 所示。

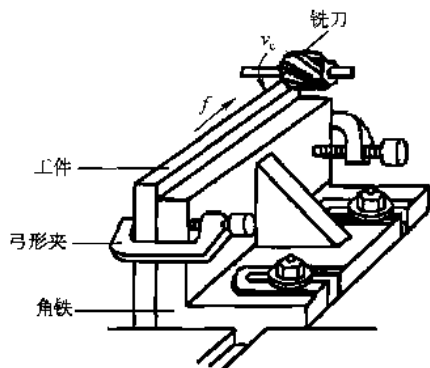


图 1-4 用角铁安装工件

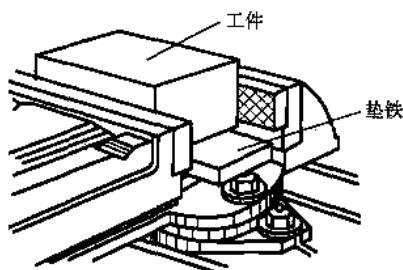


图 1-5 机用虎钳装夹工作

b. 当工件的基准面与钳体导轨面平行时, 应在工件和钳体导轨面之间垫平行垫铁, 夹紧工件后, 用手锤轻轻敲击工件的上平面, 同时用手晃动平行垫铁, 平行垫铁不松动时, 表示工件平面已与虎钳导轨面很好地贴合, 如图 1-7 所示。

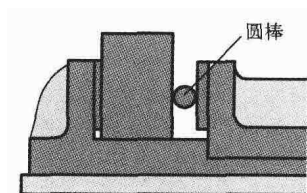


图 1-6 用圆棒夹持工件

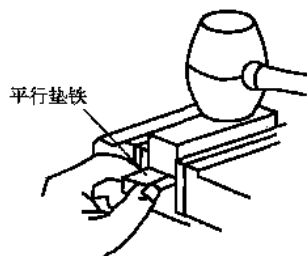


图 1-7 用平行垫铁装夹工件

使用机用虎钳夹紧工件时的注意事项:

- 夹持工件时, 工件要放置在钳口的中间位置, 以使钳口受力均匀, 不应放在机用虎钳的某一端 (如图 1-8 所示)。必须将零件的基准面紧贴固定钳口或虎钳导轨上表面, 尽量用固定钳口承受铣削力。
- 安装工件时要考虑铣削中的稳定性。例如, 加工长方形工件, 用图 1-9 (a) 所示的方法安装较好, 若用图 1-9 (b) 所示的方法夹紧, 工件在加工中不稳定。

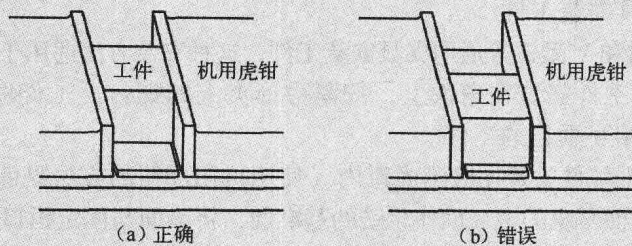


图 1-8 工件放置位置