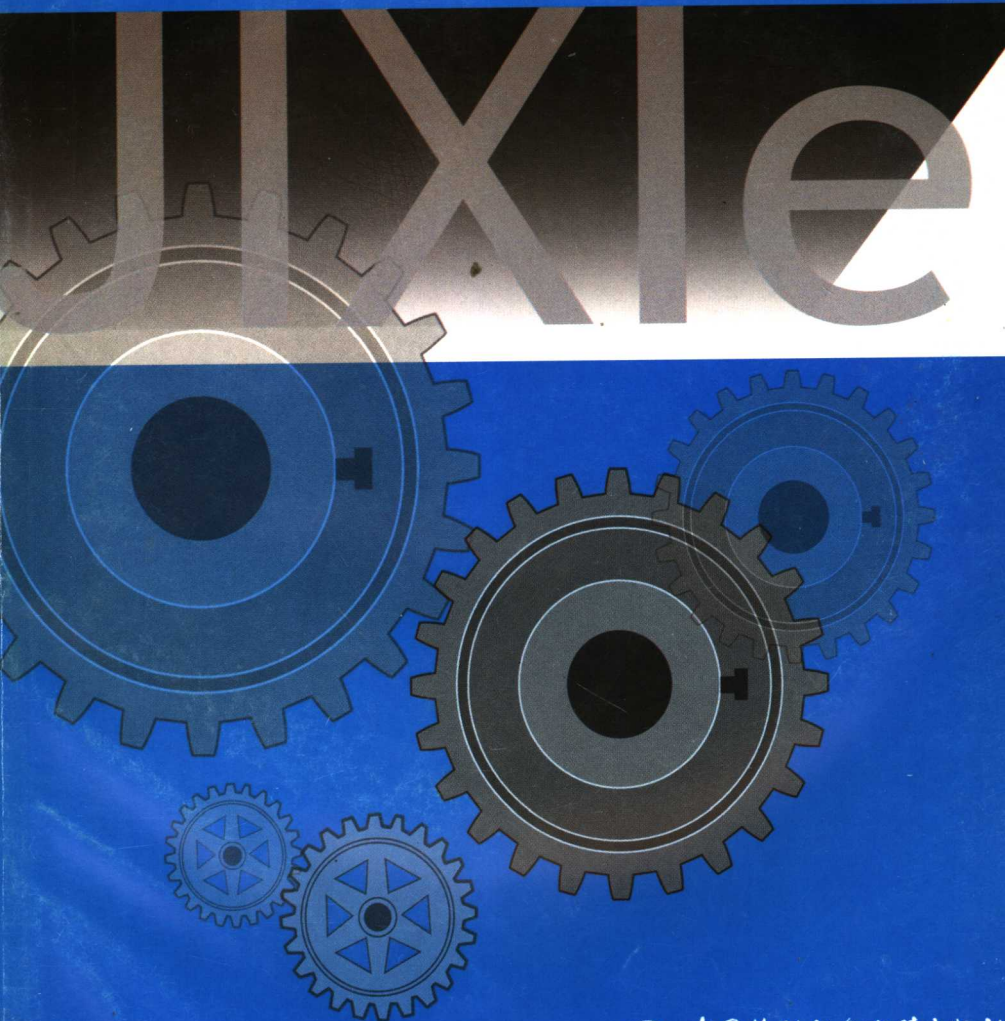




全国中等职业技术学校机械类专业

铣工工艺学课教学参考书

与《铣工工艺学》（第三版）配套



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校机械类专业

铣工工艺学课 教学参考书

与《铣工工艺学》(第三版) 配套

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

铣工工艺学课教学参考书/陈志毅主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006

全国中等职业技术学校机械类专业

ISBN 7-5045-5632-7

I. 铣… II. 陈… III. 铣削-专业学校-教学参考资料
IV. TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 070503 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

850 毫米×1168 毫米 32 开本 4.5 印张 115 千字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

定价: 13.00 元 (本书附光盘)

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

目 录

绪论	(1)
第一章 铣削的基本知识	(6)
§ 1—1 铣床简介	(7)
§ 1—2 铣刀简介	(11)
§ 1—3 铣削运动和铣削用量	(16)
§ 1—4 切削液	(17)
§ 1—5 常用量具	(18)
阶段测评一	(23)
阶段测评一参考答案	(27)
第二章 平面和连接面的铣削	(29)
§ 2—1 平面的铣削	(30)
§ 2—2 垂直面和平行面的铣削	(33)
§ 2—3 斜面的铣削	(35)
阶段测评二	(37)
阶段测评二参考答案	(40)
第三章 台阶、沟槽、键槽的铣削和切断	(41)
§ 3—1 台阶和直角沟槽的铣削	(42)
§ 3—2 轴上键槽的铣削	(43)
§ 3—3 特形沟槽的铣削	(45)

§ 3—4 工件的切断·····	(47)
阶段测评三·····	(48)
阶段测评三参考答案·····	(52)
第四章 分度方法·····	(54)
第五章 外花键和牙嵌式离合器的铣削·····	(58)
阶段测评四·····	(62)
阶段测评四参考答案·····	(66)
第六章 在铣床上钻孔、铰孔和镗孔·····	(67)
§ 6—1 在铣床上钻孔·····	(68)
§ 6—2 在铣床上铰孔·····	(71)
§ 6—3 在铣床上镗孔·····	(73)
第七章 特形面和球面的铣削·····	(78)
§ 7—1 简单特形面的铣削·····	(78)
§ 7—2 球面的铣削·····	(80)
阶段测评五·····	(85)
阶段测评五参考答案·····	(89)
第八章 螺旋槽和凸轮的铣削·····	(90)
§ 8—1 螺旋线的基本概念·····	(91)
§ 8—2 圆柱螺旋槽的铣削·····	(92)
§ 8—3 等速圆柱凸轮的铣削·····	(95)
§ 8—4 等速盘形凸轮的铣削及 § 8—5 等速凸轮 铣削的检测与质量分析·····	(96)
第九章 圆柱齿轮和齿条的铣削·····	(98)

第十章 直齿锥齿轮的铣削	(102)
第十一章 刀具齿槽的铣削	(105)
阶段测评六.....	(108)
阶段测评六参考答案.....	(114)
第十二章 铣床的结构、调整与精度检验	(116)
§ 12—1 X6132 型卧式铣床主要部件的结构	(116)
§ 12—2 铣床的调整	(117)
§ 12—3 铣床的精度检验	(118)
阶段测评七.....	(121)
阶段测评七参考答案.....	(124)
第十三章 铣刀几何参数和铣削用量的选择	(125)
§ 13—1 铣刀几何参数的选择	(125)
§ 13—2 铣削用量的选择	(127)
第十四章 铣床夹具	(129)
§ 14—1 夹具的组成和作用	(129)
§ 14—2 工件在夹具中的定位	(130)
§ 14—3 工件的夹紧	(132)
§ 14—4 铣床夹具及 § 14—5 组合夹具简介.....	(133)
阶段测评八.....	(134)
阶段测评八参考答案.....	(137)

绪 论

教学目的

1. 了解本课程的学习任务与要求。
2. 了解铣削在机械制造业中的作用、铣削加工的工作特点和工作内容。
3. 明确铣削安全、文明生产的重要性，熟悉安全、文明生产的相关知识。

重点难点

重点是通过教学使学生初步掌握铣削加工的相关概念及工作特点。

难点是初学者缺乏具体的生产实践认知，所以无论是对铣削加工的相关概念，还是从生产实践中总结的安全、文明生产相关知识，学生在学习时均存在较难理解的问题。

学时分配

章节内容	总学时	讲课	习题
绪论	2	2	

教材分析与教学建议

作为全书的开篇，绪论从金属切削加工与机械制造的关系入手，指出作为金属切削加工中的一种，铣削在制造业中占有重要

的地位,继而引出铣削的基本内容和特点。绪论部分的学习是使学生初步了解铣削加工,明确课程学习要求,激发学生的学习兴趣,从而树立热爱本专业,学好本专业的信心;同时使学生了解安全、文明生产的重要性,熟悉安全、文明生产的相关知识。

围绕教学重点和难点,这里提出以下教学建议:

1. 结合绪论的教学要求和内容特点,以及目前生源特点,考虑到他们对机械制造和金属切削加工一般比较陌生的实际情况,建议先通过多媒体教学或现场参观的方式进行1学时的预备教学,使学生对机械制造和金属切削加工有一个初步的认识,然后再进行绪论的课堂教学。这样在课堂教学中,教师不仅与学生便于沟通、互动,也更有利于学生对具体教学内容的理解。

2. 对课程的任务与要求的介绍,应引导学生结合对目录的阅读进行分析讲解。这样可使学生把学习的任务与具体章节的内容对应起来,让学生对教材的内容有一个整体的认识,从而更直接、更具体地了解学习的任务与内容;教师在结合具体的学习任务与教学内容的同时,可结合自身的教学理念介绍本课程的学习特点和学生在学本课程时应注意的问题,以帮助初次接触该课程的学生在学习过程中少走弯路,减少学习障碍。

3. 对于铣削加工的加工特点和工作内容的教学,可从对车、磨等比较常见的相关工种引入,作对比性的讲解,使学生掌握铣削加工工作特点,才不至于死记硬背,而是真正达到心领神会。对于铣削基本内容的教学,可结合“铣削是以铣刀旋转作主运动,以工件或铣刀作进给运动的切削加工方法”这一加工本质,从大家都熟悉的配钥匙机(微型仿形铣)入手,强化学生对铣削加工的认识。再结合前一节的参观或多媒体教学的内容,找一些典型的加工零件,与学生一起来讨论分析哪些表面可由铣削加工完成,哪些表面无法由铣削加工完成,以便学生对铣削加工的特点和内容形成更加直观和具体的认识,从而激发学生的学习

兴趣。

4. 对于安全、文明生产相关内容的教学,切忌采用生硬的宣讲。建议在教学时列举一些因“违章”而产生严重后果的反面实例,以增加说服力,加深学生对安全、文明生产相关内容的印象,引起学生足够的重视,以便学生从一开始就注意养成良好的职业行为规范。教学中还可结合现场教学的方式,以达到直观生动的教学效果。

补充材料

• 关于铣削特点

1. 铣削的主运动 主运动是完成切削加工所需的基本运动,即直接用以切除工件上待切削层,使之转变为切屑的运动。一般机床的主运动也是该机床工作中消耗功率最大的那一种运动。铣削的主运动是铣刀(或镗刀、钻头等刀具)在主轴带动下的旋转运动。

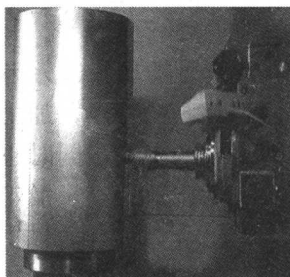
2. 铣削的进给运动 铣削的进给运动是为使切削运动连续进行下去而在工件与刀具间所作的相对运动。铣削时的进给运动可以是空间的多维运动,通常通过工件相对刀具的移动或转动来实现,有时也通过刀具相对工件的移动来实现(如 X5032 主轴套筒进给、X8126 横向进给等)。

注:钻削、镗削、铰削等切削加工的主运动均与铣削加工相同,但其进给运动多为沿刀具轴线方向的直线运动。

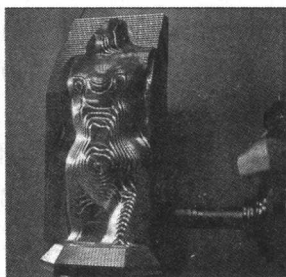
3. 铣削的特点 铣削由于采用多刃刀具加工,刀齿轮流交替切削,具有冷却效果好,刀具耐用度高的特点;加之进给运动灵活、附件较多,便于不同类型工件的安装,同时也扩大了铣床的使用范围,使得铣削加工具有生产效率高、加工范围广等特点,特别适合模具等形状复杂的组合体零件的加工。同时由于铣削加工时,刀刃的切削过程是间断的,铣削时切削层的厚度、切削力的大小、方向均不断发生变化,这使得铣削的

加工过程变得较为复杂，使其切削效率和加工质量均受到一定的影响，导致其加工效率、加工的精度及表面质量均略低于车削加工。

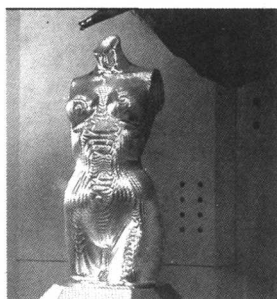
4. 在工厂中流传着这样一种说法：伟大的车工，万能的钳工，难不住的是咱铣工。这句话形象地说明了车、钳、铣三大切削工种的职业特点。通常情况下，由于机械零件中回转体零件占了绝大多数，所以车削约承担着金属切削加工任务总量的60%~80%；车床占机床总数的30%~50%，所以说“伟大的车工”确实恰如其分。而“万能的钳工”自不必说，我们今天所有先进的加工方法，都是从最原始的手工制作一步一步发展而来的，即使到了科学快速发展的今天，许多通过手工完成的操作（如刮研），仍无法由机械的加工代替。至于“难不住的是咱铣工”，主要是因为铣刀的种类繁多、进给方式灵活，特别是随着数控技术的快速发展，铣削加工在机械加工中的作用显得越来越重要。铣削加工在平面、沟槽、阶台及各种特形曲面的加工中，有着其他加工无法比拟的优势，特别是在模具制造等行业中占有非常重要的地位。目前在五坐标数控铣削加工中心上，甚至可以高效率地连续完成整件艺术品的复制加工。如图0—1所示，就是在五坐标铣削加工中心上，用黄铜棒料加工维纳斯雕像的过程。



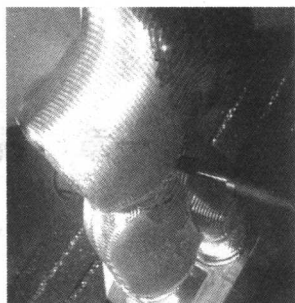
a)



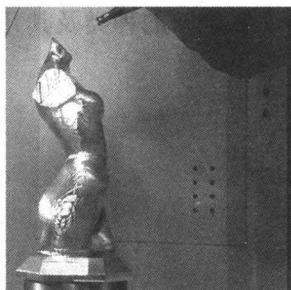
b)



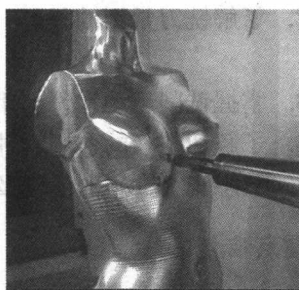
c)



d)



e)



f)

图 0—1 在五坐标铣削加工中心上加工维纳斯雕像

- a) 在棒料上开始粗铣 b) 粗铣 c) 完成粗铣, 准备局部半精铣
d) 正在进行局部半粗铣 e) 完成半精铣 f) 精铣

第一章 铣削的基本知识

教学目的

1. 掌握常用铣床主要部件的名称、功用和结构特点。
2. 了解铣刀常用的材料，初步掌握铣刀的种类及其几何要素。
3. 掌握铣削运动和铣削用量的基本概念。
4. 了解切削液的作用、种类及选用。
5. 熟悉铣工常用的量具及其使用。

重点难点

重点是常用铣床主要部件的名称、功用和结构特点；铣削运动和铣削用量的基本概念。

难点是掌握铣刀的种类及几何要素。

学时分配

章节内容	总学时	讲课	习题
第一章 铣削的基本知识	20		
§ 1—1 铣床简介	6		
§ 1—2 铣刀简介	4		
§ 1—3 铣削运动和铣削用量	4		
§ 1—4 切削液	2		
§ 1—5 常用量具	4		

§ 1—1 铣床简介

教材分析与教学建议

本节教学的重点是掌握常用铣床主要部件的名称、功用和结构特点。由于 X6132 型卧式万能升降台铣床，不但是目前我国企业中应用较为普遍的一种机型，而且其结构、性能、功用等诸多方面均非常具有代表性。所以本教材在介绍加工方法时也是主要以 X6132 型卧式万能升降台铣床为对象展开的，对 X6132 型铣床主要部件的名称、功用、结构特点、性能特点的介绍是本节的核心内容。

本节内容若单一地采用课堂讲授法教学，很难取得满意的教学效果；而直接进行现场教学又易受到周围环境等因素的干扰，很难集中学生的注意力。所以建议教学中先结合挂图、幻灯进行课堂讲解后，再安排学生进行现场教学。现场教学的目的主要是增强学生的感性认识，使学生能将各部件的名称与实物一一对应起来，并通过现场教学使学生对不同型号机床的结构、性能及功用有直观的认知。

在现场教学中，介绍 X6132 型卧式万能升降台铣床主要部件的名称和主要组成部分时，不一定按教材中图 1—1 的序号讲解，可由下到上再由上到下，由主轴传动系统到进给传动系统的顺序进行讲解，或让学生对课堂上介绍过的各部件名称进行认读（见图 1—1）；对各部件的介绍应利用现场教学的有利条件，让学生针对各部件的规格、尺寸产生感性的认识；此外，对于进给系统各部件的现场教学应先手动，再机动，展示它们的功能和相互运动关系，以达到让学生对铣床不陌生的目的，为后续课程内容的顺利展开打下良好的基础。

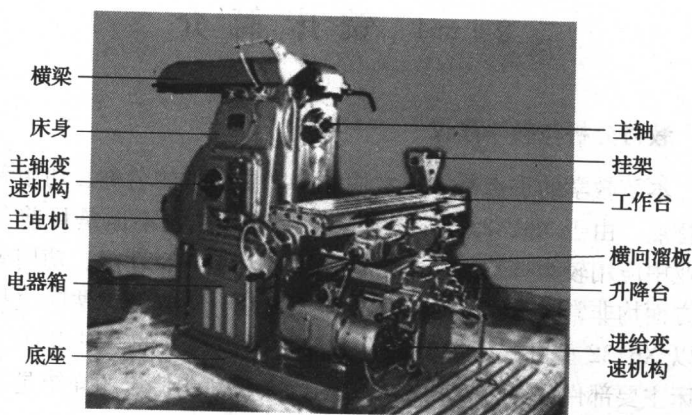


图 1—1 X6132 卧式万能升降台铣床

对于机床型号编制方法的教学，只要求学生掌握 X6132、X5032、X8126 及 X2010C 等几种常用型号铣床的代号、读法，并对相应铣床的结构特点有所了解即可，更多的内容可随教学的深入，在今后更多的实践活动中，让学生自己去进一步深入了解和掌握。

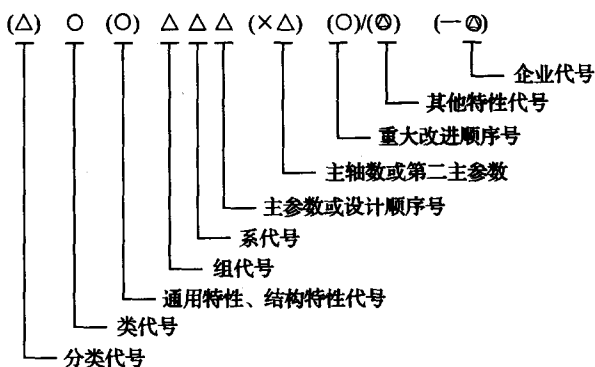
补充材料

• 机床的型号编制方法

GB/T 15375—1994《金属切削机床型号编制方法》规定的通用金属切削机床型号由基本部分和辅助部分组成，中间用“/”隔开，读“之”。基本部分统一管理，辅助部分是否纳入型号由企业自定。型号构成如图 1—2 所示。

• 铣床老型号与新型号的主要区别

(1) 老型号中没有组与系的区别，只用一位数字表示组别。



注：①有“()”的代号或数字，当无内容时，则不表示任何意义；若有内容则不带括号。

②有“O”符号者，为大写的汉语拼音字母。

③有“Δ”符号者，为阿拉伯数字。

④有“Q”符号者，为大写的汉语拼音字母，或阿拉伯数字，或两者兼有之。

图 1—2 铣床型号构成

(2) 老型号的主要参数（工作台工作面宽度）规定用号数表示，见表 1—1。

表 1—1 铣床老型号的主要参数

工作台号数	工作台工作面宽度 (×长度) mm
0	200 (×800)
1	250 (×1 000)
2	320 (×1 250)
3	400 (×1 600)
4	500 (×2 000)

(3) 老型号机床的重大改进序号在型号后加“—”号及数字“1、2、3…”表示，新型号机床则用字母 A、B、C…表示（如 X2010C）。

(4) 老型号机床在机床型号后加字母 A 表示精度的提高（如

X52A); 在机床型号后加字母 B、Z、W, 分别表示半自动、自动和万能等特性 (如 X62W); 在机床型号后加字母 K、D、F、P、T 等则表示机床的规格相同但结构不同 (如 X53K 与 X53T)。

• 升降台铣床 (X6132、X5032 等) 的横向溜板

横向溜板也称鞍座。应当注意: 许多人习惯称之为“横向工作台”, 这是不正确的。升降台铣床只有一个工作台, 它可通过自身丝杠作纵向移动, 横向溜板的作用是承载工作台在升降台的横向导轨上作横向移动; 升降台则承载横向溜板和工作台, 使它们一起沿床身垂直导轨作升降运动, 从而实现工作台在纵向、横向及升降三个方向上的运动。

• (X6132、X5032) 铣床工作台丝杠双螺母间隙调整机构

该机构不宜作经常性的调整, 以免加剧纵向丝杠的磨损或造成丝杠在全长上磨损不均匀。在平时使用具有该机构的机床时, 应注意采用逆铣 (该机构只能消除纵向间隙, 铣削时还可能存在着横向的窜动), 一般只在必须采用顺铣加工或进给过程较复杂时, 才进行相应的调整。

• 铣床主轴锥孔的锥角和大端直径 (见表 1—2)

表 1—2 铣床主轴锥孔的锥角和大端直径

锥度为 7:24 锥孔的锥角和大端直径			莫氏锥孔的锥角和大端直径		
号数	锥角	大端直径 (mm)	号数	锥角	大端直径 (mm)
1	16°35'39"	31.75	1	2°51'20"	12.065
2		44.45	2	2°51'32"	17.780
3		69.85	3	2°52'25"	23.825
4		107.95	4	2°58'24"	31.267

• X8126 型万能工具铣床

该铣床的附件中有一个最大工作行程为 100 mm 的插头, 替换铣头后, 可将主轴的转动转化成插头滑枕的上下往复运动,

对小型工件的孔内键槽等进行插削加工（见图 1—3）。

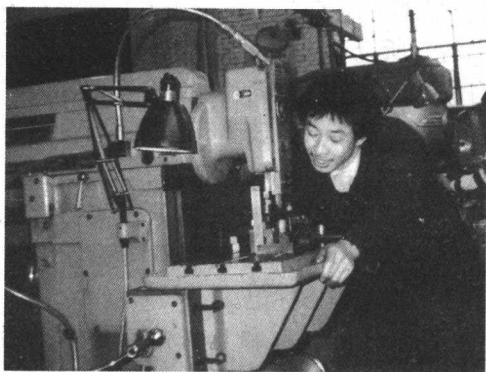


图 1—3 X8126 型万能工具铣床的插削功能

另外，附件中的圆工作台，实际上是指 320 mm 的手动回转工作台。

§ 1—2 铣 刀 简 介

教材分析与教学建议

铣刀是多刃刀具，种类繁多、结构复杂，且角度存在较多变化。刀齿的几何角度分析对学生空间想象力要求较高，而选刀又是制订加工方案、确定加工方法的重要步骤，所以对常用铣刀的识别是本节的重点，而对铣刀主要部分的名称和几何角度的教学，则是本节的难点。针对本节教学内容的特点，建议在教学中应注意以下几个方面：

1. 在铣刀切削部分材料的教学中，分析讲解材料性能基本要求时，教师可先对铣刀工作的条件和特点进行描述，再结合对立铣刀、三面刃铣刀、机夹式端铣刀等典型铣刀的展示，让学生对铣刀结构复杂、种类繁多及切削部分形状产生直观的感性认识