



Jixie

全国中等职业技术学校机械类行动导向教材

XingdongDaoxiang

铣工工艺 与技能训练

全国中等职业技术学校机械类行动导向教材

铣工工艺与技能训练

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

铣工工艺与技能训练/陈志毅主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007. 7
全国中等职业技术学校机械类行动导向教材
ISBN 978 - 7 - 5045 - 6234 - 0

I. 铣… II. 陈… III. 铣削-教材 IV. TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 099786 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

*

世界知识印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 18印张 427千字

2007年7月第1版 2007年7月第1次印刷

定价: 28.00元

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 - 64954652

前 言

为适应各地中等职业技术学校教学改革的需要,我们根据行动导向教学法的基本思想,编写了机械类专业行动导向教材。在教材的编写过程中,我们始终坚持实事求是的原则,既广为吸纳国内外较好的教学理念和教学模式的精髓,也十分注意研究我国职业教育的现状和不同专业对教学模式的制约等多种因素,具体问题具体分析,大胆尝试,勇于创新,力求使这套教材更适合我国职业教育的实际情况。

一、打破学科体系,整合传统的理论知识体系

机器作为普通机械专业的主要研究对象,在教学实践活动中,既是老师讲授的载体,也是学生学习的载体,更是日后学生在工作中的产品和工具。因此,根据行动导向法的基本思想,在处理理论知识体系时,我们紧扣“机器”这一中心,按照以下四条主线将机械专业传统的七门理论知识课的教学内容重组整合,形成四个新的教学模块:

1. 从“机器是如何表达的?”出发,形成机械制图与技术测量教学模块

这一教学模块较好地解决了原机械制图与极限配合与技术测量课程内容重复、枯燥的缺点,实现了制图技能和测量技能的有机结合,为专业技能的培养打下了坚实基础。

教材从了解机器零件的大小入手,先讲授技术测量,然后从机器零件的表达入手引出图样的基本知识,按照图样的形成(投影知识)—图样的表达(视图)—图样的识读(零件图和装配图)的基本主线组织内容。在介绍标准件和常用件的画法时,增加典型零件的测量知识;在介绍基本零件识读时,结合其结构特点把形位公差基本测量方法有机地融合进去。

2. 从“机器(零件)是用什么材料制造的?”出发,形成金属材料与热处理教学模块

这一教学模块实际上是对原金属材料与热处理和工程力学课程的整合,并从机械专业培养目标出发,精简了工程力学的内容,并降低了难度,从材料的强度校核角度组织材料力学的有关知识,并将其与金属材料的内容有机地整合在一起。

教材编写基本思路是:机械零件性能的千差万别很大程度上是因为零件材料性能的千差万别造成的,从而引出材料性能;材料的性能差异在于其内在结构不同,从而引出材料的组织结构;材料选用前必须进行强度校核,从而把材料力学的知识有机地融入进来;接下去是各种常用金属材料的类别、牌号和使用范围的介绍;同时介绍改善材料性能的方法——钢的热处理

知识。

3. 从“机器是怎样组成和如何传动与控制的?”出发,形成机械零件与传动、机床电气控制教学模块

从行动导向的基本思想出发,“机器是如何组成的?”“机器是如何传动与控制的?”应分别形成机构与零件、传动与控制两个教学模块。但从教学的操作性方面考虑,对于传动与控制这门课程,师资必须同时具备机、电两个专业的知识才能讲授;从专业方面考虑,把机构零件和机械传动分开讲授也不符合学生的认知规律。基于以上两个考虑,最终将上述理论知识整合为机械零件与传动、机床电气控制两个教学模块。教材编写思路如下:

机械零件与传动在编写模式上有较大的创新:教材结构力求符合学生的认识过程,按零件——机构——传动展开。在呈现方式上,教材用丰富的生产生活实例和大量的实物图片引入知识,并设计了多种实践活动栏目,使学生应用所学知识解决实际问题。

机床电气控制则以对机床设备的电气控制为任务,把电工学知识分割为机床动力系统、普通机床基本电气控制电路、常用电子元器件及单元电路、数控机床电气控制电路几个部分,教学内容更实用,更具有职业特色,结构形式更有利于激发学生的学习兴趣。

二、以职业能力为导向,构建行动导向教学单元

本次开发的职业能力教学模块包括4个工种,分别是车工工艺与技能训练、钳工工艺与技能训练、铣工工艺与技能训练、焊工工艺与技能训练,每个工种模块均由若干教学单元及子单元组成。因此,科学、合理地设计教学单元是将行动导向法引入教学和教材改革的关键。我们根据行动导向的基本思想作了以下尝试:

1. 从外部看,力求使全部教学单元构成职业能力教学体系

所谓职业能力教学体系,包括以下三方面的内容:

一是要解决教学内容是否合理的问题。即要根据国家有关工种的职业标准,确定培养目标的全部知识点和技能点,以此作为教学单元的基本材料,从而保证教学内容切合国家职业标准对技能人才的要求。

二是要解决教学方法是否科学的问题。即要彻底打破学科体系,以职业能力组织教学内容,形成新的职业能力教学体系。每个教学单元或子单元的教学目标均表现为培养学生某一项职业能力,其他知识的安排取舍均服从上述教学目标。

三是要处理好教学单元之间的关系。教学单元之间的关系受多种因素的约束,如各个教学单元技能与理论知识的梯度的联系、理论知识在各个单元中的分布均衡性、教学单元容量

与组织教学相配等。

2. 从内部看,力求使每个教学单元构成理论与实践有机联系的载体

在具体设计行动导向教学单元时,我们按照以下环节组织教学内容:

环节一:零件图 通过给出待实施任务的零件图,模拟再现生产过程的真实要求,交待具体的项目和任务。

环节二:工艺分析 围绕具体的项目(加工任务)对零件的技术要求、加工内容、工艺特点、加工步骤展开必要的分析讨论,引导和培养学生养成从读图、分析技术要求到自行拟定具体的加工方案,再付诸实施的工作习惯。

环节三:相关工艺知识 针对本课题初次涉及的专业知识、工艺知识、检测方法、工装夹具、专业计算等内容,教材采用图文并茂的形式进行详细的介绍。

环节四:工艺过程 针对本课题的具体内容、加工调整方法、加工步骤,教材以案例分析的形式,结合实操图片、表格、连环图等生动活泼的形式进行详细介绍,以启发和引导学生展开操作练习。

环节五:操作提示(特别提示、质量提示) 针对操作要点、易出现的问题、操作时应注意的事项,以及易出现的质量问题,通过文本框的形式穿插在教材的工艺过程之中,及时进行提示,使学生在阅读和实施课题过程中引起足够的重视。

环节六:知识链接(专题论述) 对与本课题相似、相关的一些工艺内容、知识点进行补充介绍,以拓展知识面、开扩学生眼界,增加学生对所学知识进行迁移和综合的能力。

环节七:技术指导 针对在本课题实施过程中易出现的技术问题,以问答的方式进行介绍,化解教学中的难点,突出教学的重点,培养学生进行独立分析和处理问题的能力。

环节八:作业测评 围绕课题内容列出详细、具体的测评内容和测评标准,及时对学生的实践活动进行有效的评估,便于学生自己去发现和探究工艺实施过程中存在的问题,促进学生的学习兴趣。

从以上环节的设置上不难看出,教学单元内在结构上围绕技能培养这一核心,并充分兼顾理论与实践的有机结合,从而使二者都得到了有效的承载。

本套教材的编写工作得到了江苏、陕西、山东、湖南、河南等省劳动和社会保障厅及有关学校的大力支持,对此我们表示衷心的感谢。

劳动和社会保障部教材办公室

2007年7月

全国中等职业技术学校机械类 行动导向教材编审人员

《机械制图与技术测量》

主编：朱勤惠

参编：程荣庭 王娴 周榴宝 陈立群

主审：王槐德

《金属材料与热处理》

主编：李茂叶

参编：徐忆 蔡建新 林丽华

主审：陈志毅

《机械零件与传动》

主编：游江

参编：沈红宝 陈志勇 许劲峰 帅向群

主审：王增杰

《机床电气控制》

主编：邵展图

参编：沈巧兰 于永江 董欣 马志宏

主审：王勇

参审：关开芹

《车工工艺与技能训》

主编：袁桂萍

参编：王公安 徐淑涛 凌延军 刘元聚 李萍

主审：范开山

参审：王贡伟 路涛

《钳工工艺与技能训》

主编：王文显

参编：孙丽丽 姜波 朱礼程 扈子扬 高岩 林清大 胡顺英 宋刚

《铣工工艺与技能训练》

主编：陈志毅

参编：刘冰洁

主审：陈海魁

《焊工工艺与技能训练》

主编：王长忠

参编：于赢洋 夏自强 金海阔 王忠杰

主审：邱葭菲

目 录

课题一 铣床及其基本操作	(1)
§ 1—1 认识铣削加工及铣床结构	(1)
§ 1—2 X6132 型铣床的基本操作	(9)
§ 1—3 常用铣刀及装卸	(18)
§ 1—4 工件的装夹	(26)
§ 1—5 铣削方法与铣床“零位”的校正	(31)
课题二 工件的切断及连接面的铣削	(39)
§ 2—1 工件的切断	(39)
§ 2—2 长方体工件的铣削	(44)
§ 2—3 斜面的铣削	(55)
课题三 台阶、沟槽与轴上键槽的铣削	(62)
§ 3—1 铣台阶键	(62)
§ 3—2 铣直角沟槽	(68)
§ 3—3 铣轴上键槽	(76)
课题四 特形沟槽的铣削	(85)
§ 4—1 铣 V 形槽	(85)
§ 4—2 铣 T 形槽	(90)
§ 4—3 铣燕尾槽	(93)
§ 4—4 铣半圆键槽	(97)
课题五 利用分度头铣削多边形、圆周刻线、 铣削牙嵌式离合器和花键轴	(102)
§ 5—1 多边形的铣削	(102)
§ 5—2 圆周刻线	(109)
§ 5—3 矩形齿离合器的铣削	(112)
§ 5—4 尖齿形离合器的铣削	(120)
§ 5—5 梯形等高齿离合器的铣削	(125)
§ 5—6 矩形齿花键轴的铣削	(128)

课题六 特形面和球面的铣削	(138)
§ 6—1 手动进给铣曲面.....	(138)
§ 6—2 在回转工作台上铣曲面.....	(141)
§ 6—3 用成形铣刀铣削成形面.....	(148)
§ 6—4 外球面的铣削.....	(150)
课题七 孔加工	(161)
§ 7—1 在铣床上钻孔.....	(161)
§ 7—2 在铣床上铰孔.....	(169)
§ 7—3 在铣床上镗孔.....	(174)
课题八 螺旋槽和凸轮的铣削	(186)
§ 8—1 铣圆柱螺旋槽.....	(186)
§ 8—2 铣等速圆柱凸轮.....	(193)
§ 8—3 铣等速盘形凸轮.....	(199)
课题九 齿轮和齿条的铣削	(209)
§ 9—1 铣直齿圆柱齿轮.....	(209)
§ 9—2 铣斜齿圆柱齿轮.....	(219)
§ 9—3 铣齿条.....	(227)
§ 9—4 铣直齿锥齿轮.....	(235)
课题十 刀具齿槽的铣削	(246)
§ 10—1 直齿三面刃铣刀齿槽的铣削	(246)
§ 10—2 圆柱面螺旋齿铣刀的铣削	(257)
课题十一 铣床的常规调整与一级保养	(265)
§ 11—1 铣床的常规调整	(265)
§ 11—2 铣床的一级保养	(274)
附表：速比、导程、交换齿轮表（节选）	(280)

课题一 铣床及其基本操作

§ 1—1 认识铣削加工及铣床结构

◎ 工作任务——认识铣削加工及铣床

1. 了解铣削加工的特点和生产发展。
2. 掌握常用铣床的种类和型号。
3. 掌握典型铣床的组成和结构。

一、铣削加工的特点

参观生产车间，我们可以看到很多机械加工方法。其中如图 1—1 所示的切削加工方法就是铣削。铣削是以铣刀的旋转运动为主运动，以铣刀或工件作进给运动的一种切削加工方法。它的特点是：

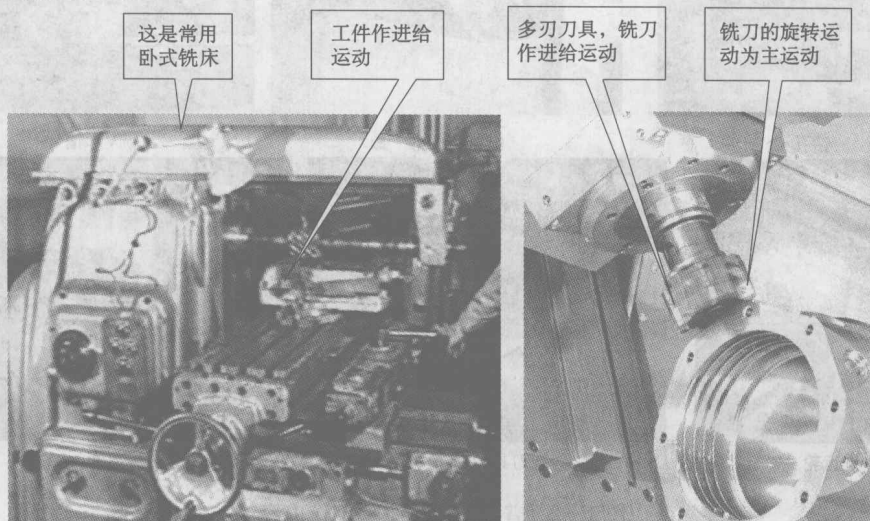


图 1—1 铣削加工

1. 采用多刃刀具加工，刀刃轮番切削，刀具冷却效果好，耐用度高。
2. 铣削加工生产效率高、加工范围广，在普通铣床上使用各种不同的铣刀可以完成加工平面（平行面、垂直面、斜面）、台阶、沟槽（直角沟槽、V 形槽、T 形槽、燕尾槽等特形槽）、特形面等加工任务。加上分度头等铣床附件的配合运用，还可以完成花键轴、螺旋槽、齿式离合器等工件的铣削，如图 1—2 所示。

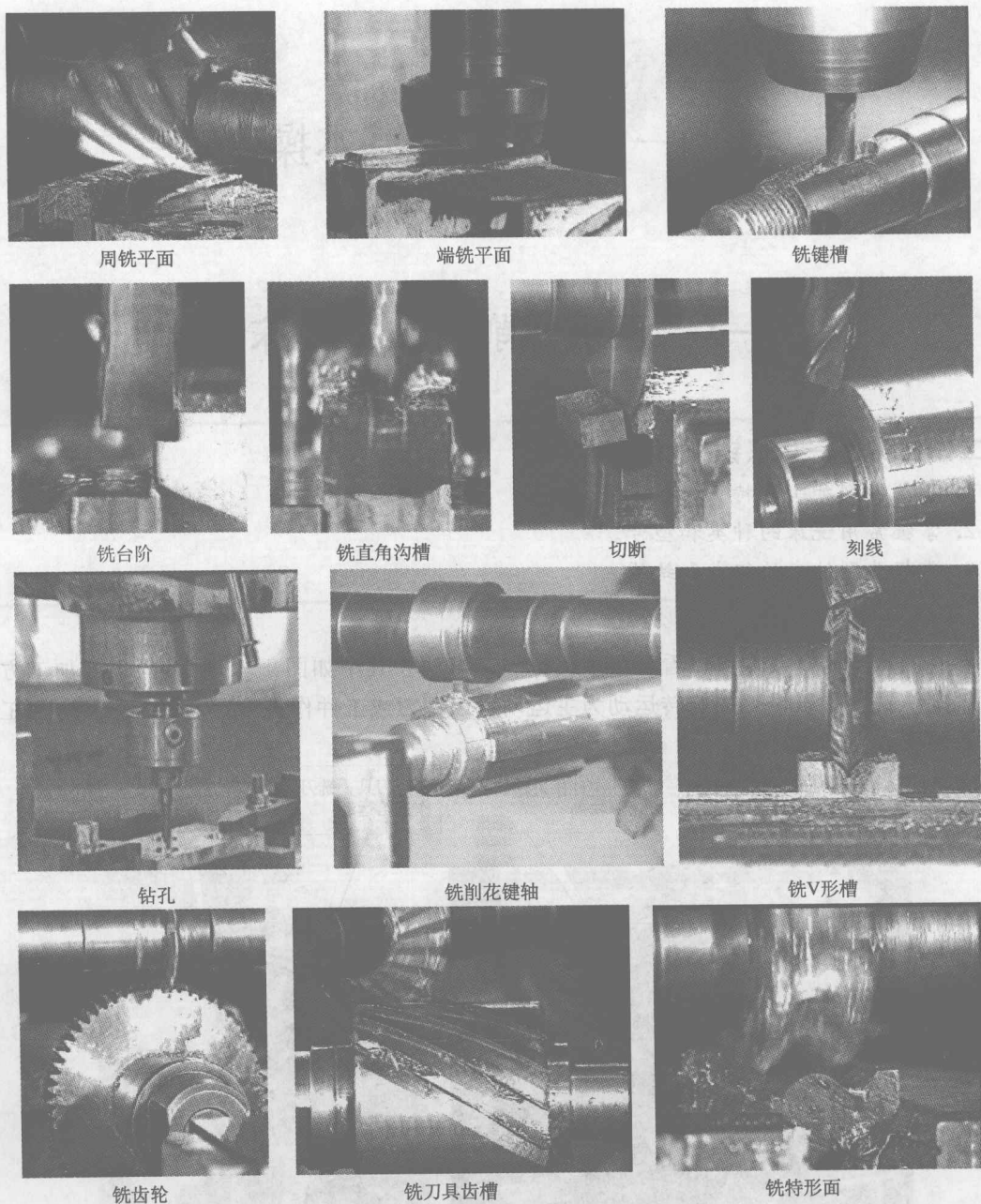
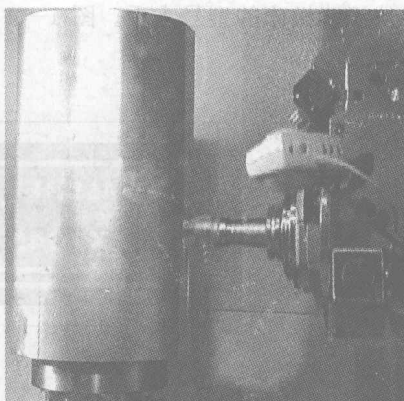


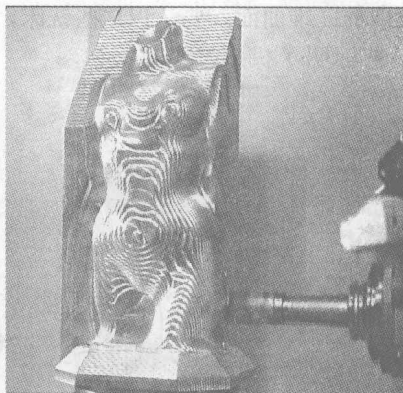
图 1—2 普通铣床的主要工作内容

3. 铣削加工具有较高的加工精度，其经济加工精度一般为 IT9~IT7，表面粗糙度 Ra 值一般为 $12.5 \sim 1.6 \mu\text{m}$ 。精细铣削精度可达 IT5，表面粗糙度 Ra 值可达到 $0.20 \mu\text{m}$ 。

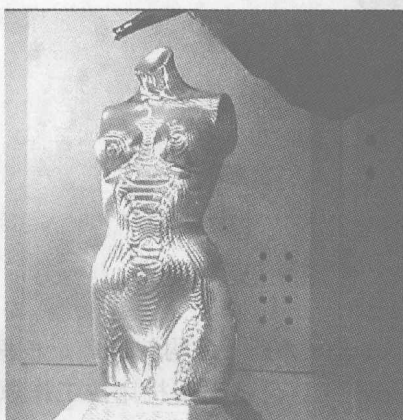
正因为铣削加工具有以上特点，它特别适合模具等形状复杂的组合体零件的加工，在模具制造等行业中占有非常重要的地位。随着数控技术的快速发展，铣削加工在机械加工中的作用越来越重要，尤其是在各种特形曲面的加工中，有着其他加工方法无法比拟的优势。目前在五坐标数控铣削加工中心上，甚至可以高效率地连续完成整件艺术品的复制加工。如图 1—3 所示就是在五坐标铣削加工中心上，用黄铜棒料加工“维纳斯”雕像的过程。



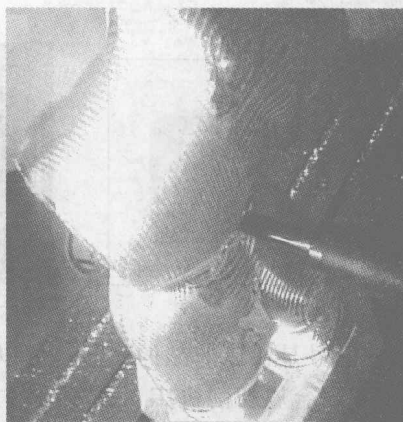
a)在棒料上开始粗铣



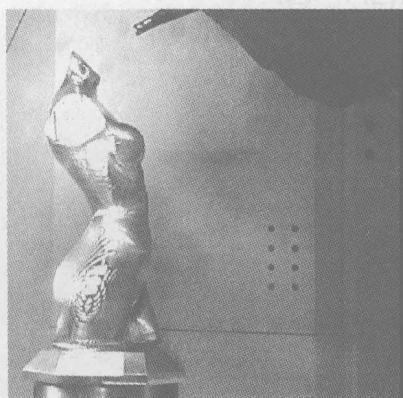
b)正在粗铣



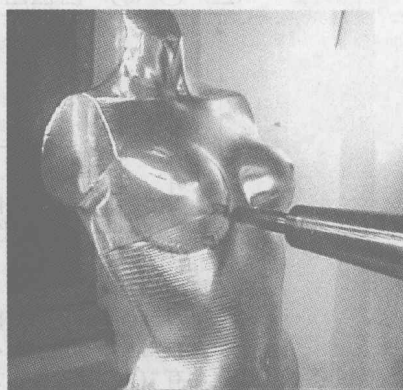
c)完成粗铣,准备局部半精铣



d)正在进行局部半精铣



e)完成半精铣



f)正在精铣

图 1—3 在五坐标铣削加工中心上加工“维纳斯”雕像

二、识读铣床型号

铣床是以铣刀的旋转为主运动，以工件或铣刀作进给运动的一种金属切削机床。为了适应不同类型零件的加工特点，铣床的种类与型号往往很多。目前生产中数控铣床和铣削加工中心的使用也已非常广泛，最新的虚拟轴铣床甚至可使主轴部件作任意轨迹的运动，从而使铣刀在工件上

加工出复杂的三维曲面。要认识这些铣床，我们首先要从识读机床的型号入手。图 1—4 是铣床的标牌，它标明了机床的型号。

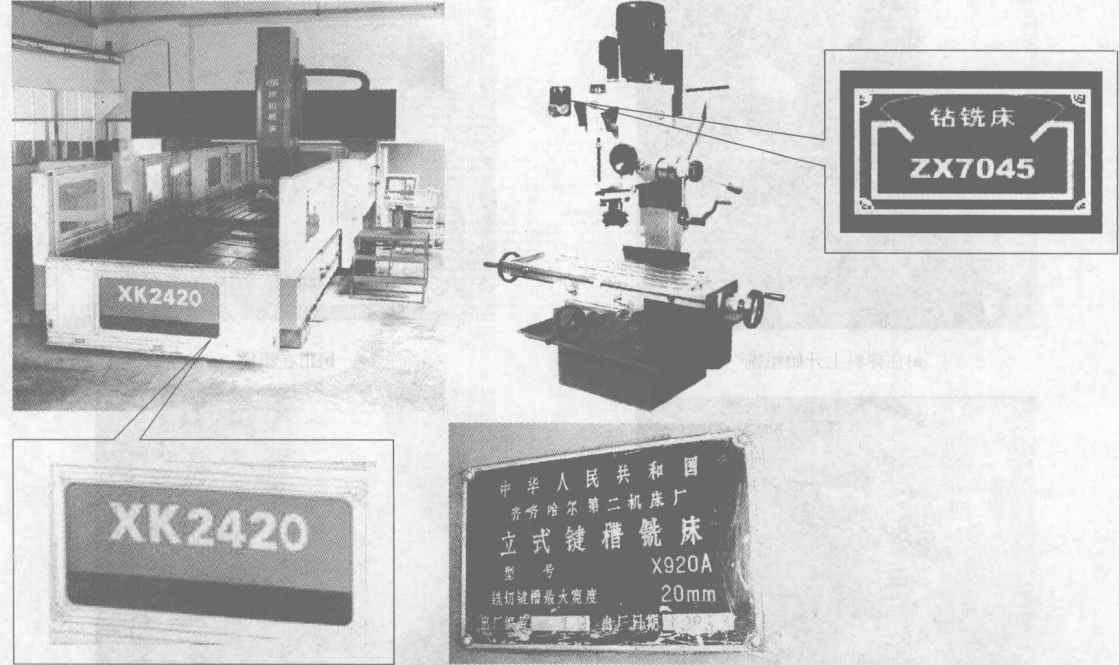
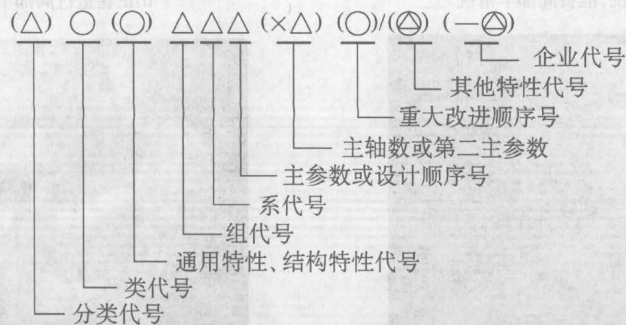


图 1—4 铣床上的标牌

机床的型号是机床产品的代号，用以简明地表示机床的类别、结构特性等。根据 GB/T 15375—1994《金属切削机床 型号编制方法》的规定，我国现将通用机床按工作原理划分为 11 类。通用机床的型号表示方法如下：



注：①有“()”的代号或数字，当无内容时，则不表示。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“⊕”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。

- 铣床的类代号
机床的类代号，用大写的汉语拼音字母表示。铣床的类代号是“X”，读作“铣”。所以当我们看到在机床的标牌上第一位字母标有“X”时，即可知道该机床为铣床。
- 机床的通用特性、结构特性代号
机床标牌的第二位字母反映机床的通用性及结构上的特点。通用特性代号有着统一固定

的含义，见表 1—1。

• 铣床的组、系代号

铣床分为 10 个组，每组又分为 10 个系（系列）。铣床的组代号见表 1—2。

表 1—1 机床的通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心 (自动换刀)	仿形	轻型	加重型	简式或经济型	柔性加工单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	J	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	简	柔	显	速

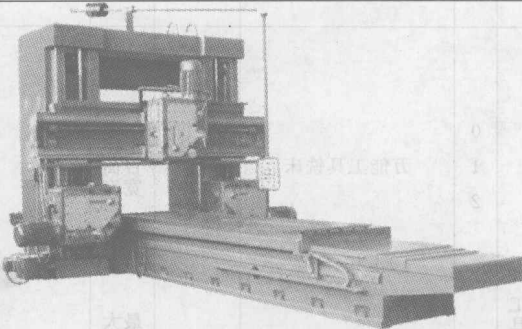
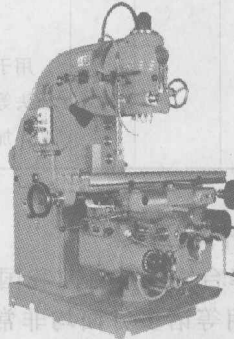
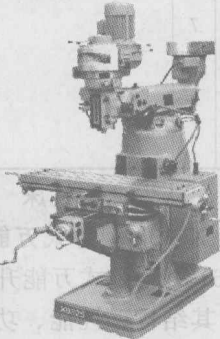
表 1—2 铣床的 10 个分组

组别名称	仪表铣床	悬臂及 滑枕铣床	龙门铣床	平面铣床	仿形铣床	立式升 降台铣床	卧式升 降台铣床	床身铣床	工具铣床	其他铣床
组别代号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

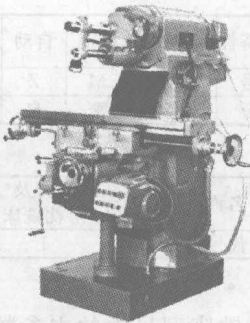
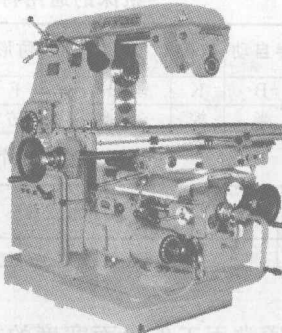
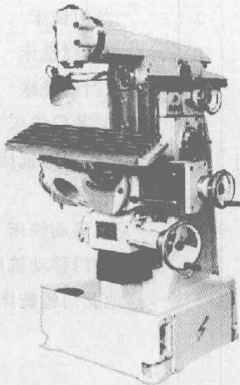
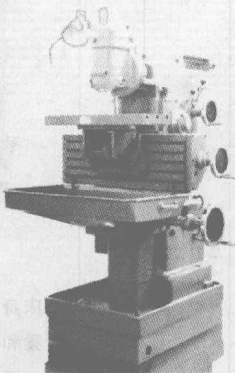
• 机床的主参数

铣床型号中的主参数通常用工作台面宽度的折算值表示，折算值大于 1 时则取整数，前面不加“0”；当折算值小于 1 时，则取小数点后第一位数，并在前面加“0”。常用铣床的组、系划分及型号中主参数表示方法和典型机床示例见表 1—3。

表 1—3 常用的铣床类型及其主参数

组			系	主参数		典型铣床及特点	
代号	名称	代号	名称	折算系数	名称		
2	龙门铣床	0	龙门铣床	1/100	工作 台面 宽度	 X2010 床身呈水平布置，其两侧的立柱和连接梁构成门架，铣头装在横梁和立柱上，可沿其导轨移动。通常横梁可沿立柱导轨垂向移动，工作台可沿床身导轨纵向移动。用于大件加工	
		1	龙门镗铣床				
		2	龙门磨铣床				
		3	定梁龙门铣床				
		4	定梁龙门镗铣床				
		5					
		6	龙门移动铣床				
		7	定梁龙门移动铣床				
		8	落地龙门镗铣床				
9							
5	立式升降台铣床	0	立式升降台铣床	1/10	工作 台面 宽度	 X5040(X53K)  X5325 主轴位置与工作台面垂直，具有可沿床身导轨垂直移动的升降台，通常安装在升降台上的工作台和横向溜板可分别作纵向、横向移动	
		1	立式升降台镗铣床				
		2	摇臂铣床				
		3	万能摇臂铣床				
		4	摇臂镗铣床				
		5	转塔升降台铣床				
		6	立式滑枕升降台铣床				
		7	万能滑枕升降台铣床				
		8	圆弧铣床				
		9					

续表

组		系		主参数		典型铣床及特点	
代号	名称	代号	名称	折算系数	名称		
6	卧式升降台铣床	0	卧式升降台铣床	1/10	工作台面宽度	 X6132XQ6225 主轴位置与工作台面平行，具有可沿床身导轨垂直移动的升降台，通常安装在升降台上的工作台和横向溜板可分别作纵向、横向移动	
		1	万能升降台铣床				
		2	万能回转头铣床				
		3	万能摇臂铣床				
		4	卧式回转头铣床				
		5	广用万能铣床				
		6	卧式滑枕升降台铣床				
		7					
		8					
		9					
8	工具铣床	0	万能工具铣床	1/10	工作台面宽度	 X8126CX8130 用于铣削工具、模具的铣床，配有立铣头、万能角度工作台和插头等多种附件，还可进行钻削、镗削和插削等加工，加工精度高，加工形状复杂	
		1					
		2					
		3	钻头铣床	1	最大钻头直径		
		4	立铣刀槽铣床	1	最大铣刀直径		
		5					
		6					
		7					
		8					
		9					

三、认识典型铣床

◇ X6132 型卧式万能升降台铣床

X6132 型卧式万能升降台铣床是目前我国企业中应用较为普遍的一种铣床，如图 1—5 所示。其结构、性能、功用等诸多方面均非常有代表性，具有功率大，转速高，变速范围广，操作方便、灵活，通用性强等特点。它还可以安装万能立铣头（图 1—6），使铣刀偏转任意角度，完成立式铣床的工作。下面就以它为例，认识铣床的组成和结构特点。其主要部件的功用见表 1—4。

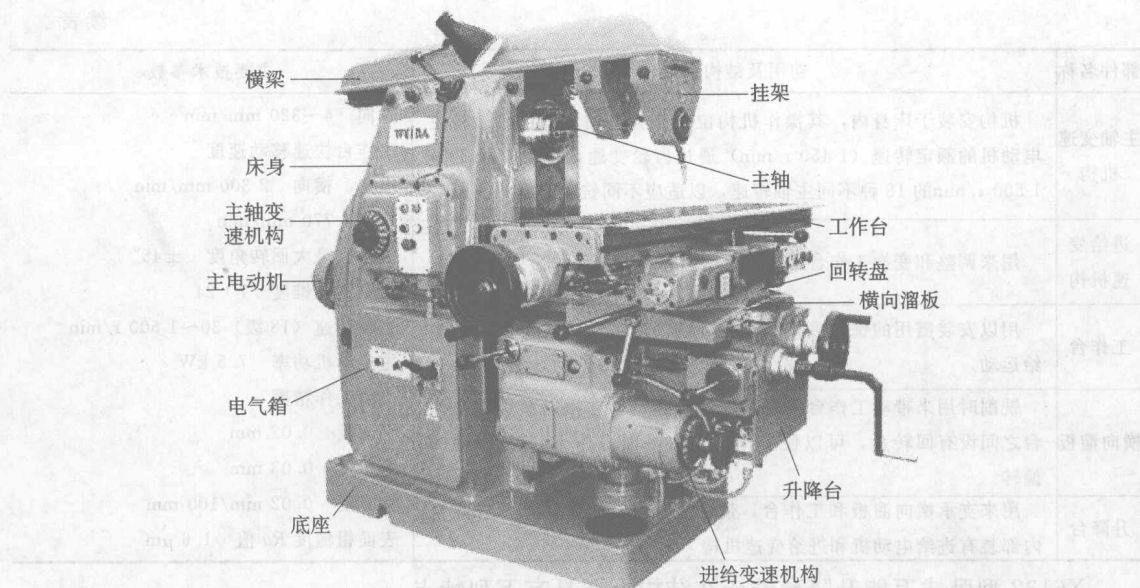


图 1—5 X6132 型卧式万能升降台铣床

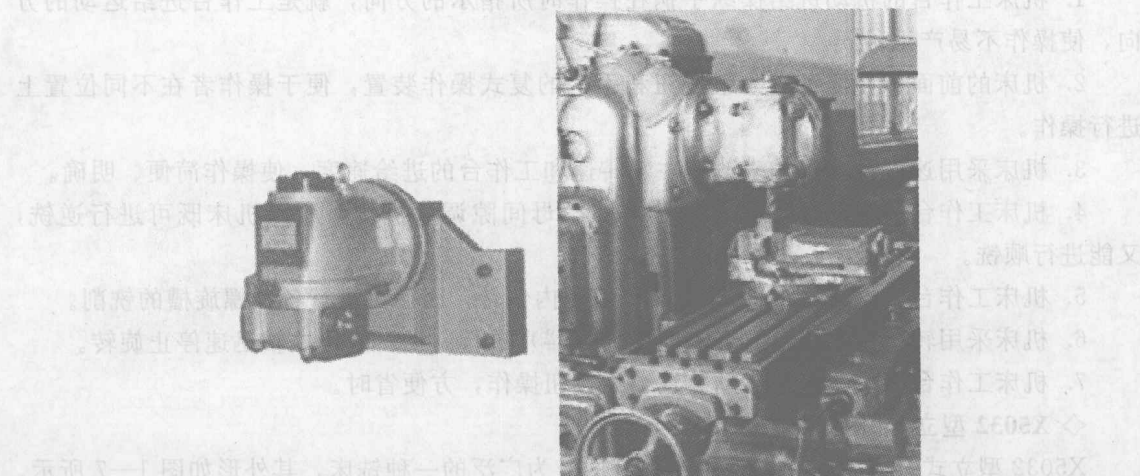


图 1—6 万能立铣头及其应用
X6132 型铣床主要部件的功用

表 1—4

部件名称	功用及结构特点	主要技术参数
底座	用来支承床身，承受铣床全部重量，盛储切削液	工作台面尺寸（宽×长） 320 mm×1 250 mm
床身	是机床的主体，用来安装和连接机床其他部件。床身正面有垂直导轨，可引导升降台上、下移动。床身顶部有燕尾形水平导轨，用以安装横梁并按需要引导横梁水平移动。床身内部装有主轴和主轴变速机构	工作台最大行程： 纵向（手动/机动） 700 mm/680 mm
横梁与挂架	横梁可沿床身顶部燕尾形导轨移动，并可按需要调节其伸出床身的长度。横梁上可安装挂架，用以支承刀杆的外端，增强刀杆的刚性	横向（手动/机动） 255 mm/240 mm 垂向（手动/机动） 320 mm/300 mm
主轴	为前端带锥孔的空心轴，锥孔的锥度为 7:24，用来安装铣刀刀杆和铣刀。主电动机输出的回转运动，经主轴变速机构驱动主轴连同铣刀一起回转，实现主运动	工作台进给速度（18 级） 纵向、横向 12~960 mm/min

续表

部件名称	功用及结构特点	主要技术参数
主轴变速机构	机构安装于床身内,其操作机构位于床身左侧。其功用是将主电动机的额定转速(1 450 r/min)通过齿轮变速,转换成从 30~1 500 r/min的 18 种不同主轴转速,以适应不同铣削速度的需要	垂向 4~320 mm/min 工作台快速移动速度 纵向、横向 2 300 mm/min
进给变速机构	用来调整和变换工作台的进给速度,以适应铣削的需要	垂向 770 mm/min 工作台最大回转角度 $\pm 45^\circ$ 主轴锥孔锥度 7:24
工作台	用以安装需用的铣床夹具和工件,铣削时带动工件实现纵向进给运动	主轴转速(18级) 30~1 500 r/min 主电动机功率 7.5 kW
横向溜板	铣削时用来带动工作台实现横向进给运动。在横向溜板与工作台之间设有回转盘,可以使工作台在水平面内作 $\pm 45^\circ$ 范围内的偏转	机床工作精度 平面度 0.02 mm 平行度 0.03 mm
升降台	用来支承横向溜板和工作台,带动工作台上、下移动。升降台内部装有进给电动机和进给变速机构	垂直度 0.02 mm/100 mm 表面粗糙度 R_a 值 1.6 μm

X6132 型卧式万能升降台铣床在结构上还具有下列特点:

1. 机床工作台的动力进给操纵手柄在操作时所指示的方向,就是工作台进给运动的方向,使操作不易产生错误。
2. 机床的前面和左侧各有一组按钮和手柄的复式操作装置,便于操作者在不同位置上进行操作。
3. 机床采用速度预选机构来改变主轴转速和工作台的进给速度,使操作简便、明确。
4. 机床工作台的纵向传动丝杠上,有双螺母间隙调整机构,所以机床既可进行逆铣,又能进行顺铣。

5. 机床工作台可以在水平面内作 $\pm 45^\circ$ 范围内偏转,因而可进行各种螺旋槽的铣削。

6. 机床采用转速控制继电器(或电磁离合器)进行制动,能使主轴迅速停止旋转。

7. 机床工作台有快速进给运动装置,用按钮操作,方便省时。

◇ X5032 型立式升降台铣床

X5032 型立式升降台铣床也是生产中应用极为广泛的一种铣床,其外形如图 1—7 所示。其规格、操纵机构、传动变速等与 X6132 型铣床基本相同。主要不同点是:

1. X5032 型铣床的主轴位置与工作台垂直,安装在可以偏转的铣头壳体内,主轴可在正垂面内作 $\pm 45^\circ$ 范围内偏转,以调整铣床主轴轴线与工作台面的相对位置。

2. X5032 型铣床的工作台与横向溜板连接处没有回转盘,所以工作台在水平面内不能扳转角度。

3. X5032 型铣床的主轴带有套筒伸缩装置,主轴可沿自身轴线在 0~70 mm 范围作手动进给。

4. X5032 型铣床的正面增设了一个纵向手动操纵手柄,使铣床的操作更加方便。

◎ 观察与记录

想一想,通过对生产车间的参观你对铣床和铣削加工有了哪些认识?并按参观记录表(表 1—5)的要求对参观内容加以总结。