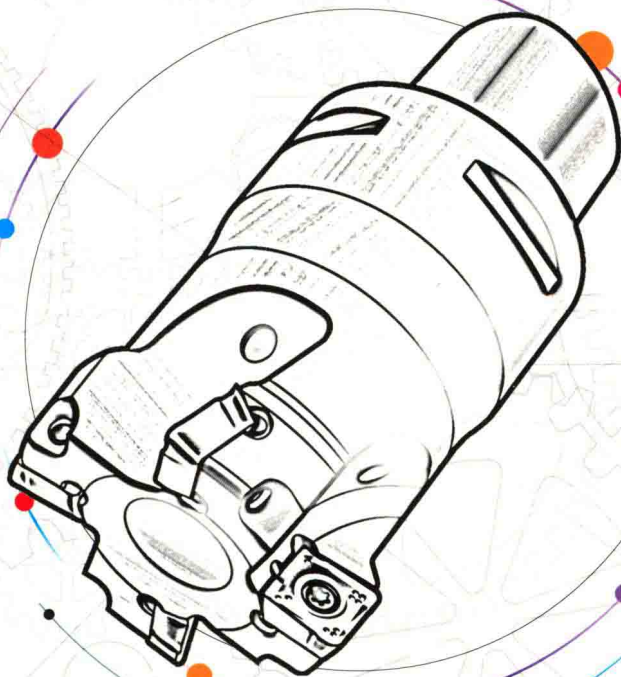


职业教育精品规划教材

铣削加工 技术训练

张长红 王志慧 主编



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

 中央广播电视大学出版社
Central Radio TV University Press

职业教育精品规划教材

铣削加工技术训练

主 编 张长红 王志慧
副主编 卢海涛 李燕飞
马 剑 吴 森
主 审 陈海滨

常州大学图书馆
藏书章

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书为江苏省联合职业技术学院“十三五”规划教材。

本书根据中等职业学校教学实际,由江苏省联合职业技术学院机电协作会组织编写,主要包括:认识普通铣床及其基本操作、平面的铣削、沟槽的铣削、特形槽的铣削、组合件的铣削等。本书主要培养学生熟练操作普通铣床,正确使用工量具及夹具,合理选择铣削加工工艺,能独立完成零件的铣削加工,达到铣削中级工水平。

本书为中等职业技术学校机械加工专业教材,可以作为成人高校、本科院校实践教学教材,也可以作为自学用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

铣削加工技术训练/张长红,王志慧主编. —北京:北京理工大学出版社,2016.2

ISBN 978-7-5682-1851-1

I. ①铣… II. ①张… ②王… III. ①铣削—金属加工—高等职业教育—教材
IV. ①TG54

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第023435号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)
82562903 (教材售后服务热线)
68948351 (其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京通县华龙印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/13.5

字 数/328千字

版 次/2016年2月第1版 2016年2月第1次印刷

定 价/32.00元

责任编辑/封 雪

文案编辑/张鑫星

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

FOREWORD

机械制造业是国民经济的基础工业, 铣削加工同车削加工和磨削加工是机械制造业的三个基础加工工艺技术工种, 各个制造领域都离不开它。在机械加工中的地位十分重要。近年来, 机械行业发展很快, 主要是国际、国内两个因素共同作用的结果。国际上, 新一轮产业调整正在进行, 制造业正在逐步向发展中国家转移; 国内方面, 国民经济经过连续多年的平稳和较快地发展, 出现了技能型人才, 尤其是高级技能人才短缺的现象。正是在这一背景下, 我们认识到编写本书的重要性。编写本书的主要目的是给铣削加工生产一线的技术人员及操作工人提供快速入门的参考用书。

本书主要分为五个部分, 由简到难分别介绍: 第一部分为项目一, 主要内容是铣削加工的基本知识, 包括认识铣床、铣床的基本操作、铣削常用刀具的认识与安装、铣削常用夹具及其使用等, 本部分内容是学习该门课程必修要掌握的基础知识。第二部分为项目二, 主要内容为平面铣削方面的知识, 包括平行垫铁的铣削、压板铣削、台阶面的铣削, 本部分主要介绍基本的面铣削, 为后面内容做好铺垫。第三部分为项目三, 主要内容为沟槽铣床方面的知识, 包括直角沟槽的铣削、轴上键槽的铣削、半圆键槽的铣削、十字槽的铣削等, 本部分主要介绍槽的铣削, 为后面学习特形槽打下基础。第四部分为项目四, 主要内容为特形槽铣削, 包括 V 形槽的铣削、T 形槽的铣削、燕尾槽的铣削等, 本部分内容的介绍为学习组合件铣削打下基础。第五部分为项目五, 主要对项目一、二、三、四部分内容的

FOREWORD

综合，通过组合件练习让学生对前面所学内容进行进一步的巩固，加深对铣削加工的运用。

教师在讲授本教材内容时，可根据本校具体的教学计划和教学条件等实际情况，对本书内容有针对性地进行选择，对相应的学时进行适当的增减。以下是建议学时分配表。

建议学时（4周120学时理实一体化）

内容	实训学时	内容	实训学时
项目一 认识普通铣床及其基本操作	16	任务2 轴上键槽的铣削	8
任务1 认识普通铣床	4	任务3 半圆键槽的铣削	8
任务2 铣床的基本操作	4	任务4 十字槽的铣削	8
任务3 铣削常用刀具的认识与安装	4	任务5 花键槽的铣削	30
任务4 铣削常用夹具及使用	4	项目四 特形槽的铣削	10
项目二 平面的铣削	18	任务1 铣削V形块	10
任务1 平行垫铁的铣削	6	任务2 T形槽的铣削	10
任务2 压板的铣削	6	任务3 燕尾槽的铣削	24
任务3 台阶键的铣削	6	项目五 组合件的铣削	12
项目三 沟槽的铣削	32	任务1 对接组合件的铣削	12
任务1 直角沟槽的铣削	8	任务2 燕尾组件的铣削	

目 录

CONTENTS

项目一 认识普通铣床及其基本操作

任务 1 认识普通铣床	1
任务 2 铣床的基本操作	10
任务 3 铣削常用刀具的认识与安装	17
任务 4 铣削常用夹具及使用	27

项目二 平面的铣削

任务 1 平行垫铁的铣削	36
任务 2 压板的铣削	49
任务 3 台阶键的铣削	59

项目三 沟槽的铣削

任务 1 直角沟槽的铣削	68
任务 2 轴上键槽的铣削	83
任务 3 半圆键槽的铣削	100
任务 4 十字槽的铣削	110
任务 5 花键槽的铣削	125

项目四 特形槽的铣削

任务 1 铣削 V 形块	150
--------------------	-----

任务2 T形槽的铣削	169
任务3 燕尾槽的铣削	176

项目五 组合件的铣削

任务1 对接组合件的铣削	182
任务2 燕尾组件的铣削	195

参考文献

项目一

认识普通铣床及其基本操作

任务1 认识普通铣床

铣床是一种应用非常广泛的机床，其主要运动是铣刀的旋转运动，进给运动一般是工作台带动工件的运动。本任务主要通过对不同铣床的观察，了解铣床的基本结构，掌握铣床的分类和铣床型号的含义，熟悉典型铣床各组成部分的功用。在图 1-1-1 所示普通铣床中标示出主要部件、操作手柄的名称，通过查阅资料写出相应设备的技术参数。



▲图 1-1-1 普通铣床

任务目标

1. 正确识读铣床的型号。
2. 能识别不同类型的铣床。
3. 能说出铣床各组成部件的名称。

任务资讯

铣床是机械制造业的重要设备。铣床生产效率高、加工范围广，是一种应用广泛、类型多的金属切削机床，铣削时用铣刀进行铣削。

一、铣床的种类与功用

铣床的种类很多，常用的有卧式铣床、立式铣床，主要用于单件、小批量生产中加工尺寸不大的工件，此外还有龙门铣床、摇臂铣床和各种专门化铣床。现在又出现了数控铣

床,它具有适应性强、精度高、生产效率高、劳动强度低等优点。

1. 卧式铣床

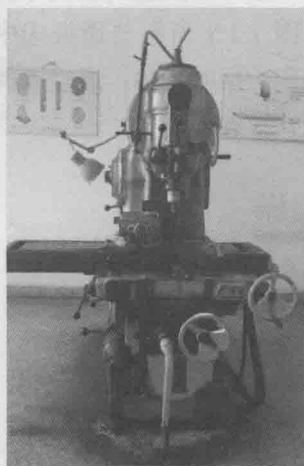
卧式铣床的主轴轴线与工作台面平行,它的纵向进给方向与主轴轴向垂直,可保证很高的几何精度,如图 1-1-2 所示。纵向工作台在 $\pm 45^\circ$ 的范围内可以转到所需的位置,故加工范围比较广泛。卧式铣床一般都带立铣头,虽然立铣头功能和刚性不如立式铣床强大,但足以应付立铣加工,这使得卧式铣床总体功能比立式铣床强大。立式铣床没有此特点,不能加工适合卧铣的工件。卧式铣床可使用各种刀具,但不如立式铣床方便,主要是使用挂架增强刀具(主要是三面刃铣刀、片状铣刀等)强度。卧式铣床多用于齿轮、花键、开槽、切断等加工。

2. 立式铣床

立式铣床的主轴轴线与工作台面垂直,如图 1-1-3 所示。立铣头与床身由两部分组合而成,结合处呈转盘状并有刻度。立铣头可按工作需要向左右扳转一个角度,使主轴与工作台倾斜一个需要的角度,加工范围较广泛。由于立式铣床操作时观察、检查和调整铣刀位置等都比较方便,生产效率较高,故在生产车间应用较为广泛。立式铣床除多用于平面加工外,还可以用于平面有高低曲直几何形状的工件,如模具类。



▲图 1-1-2 卧式铣床



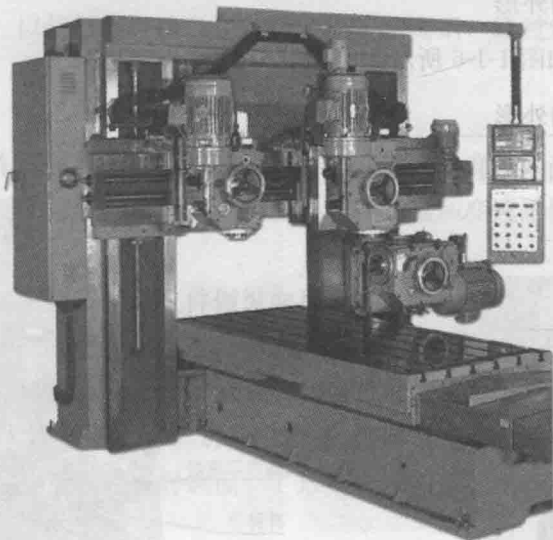
▲图 1-1-3 立式铣床

立式铣床与卧式铣床相比,主要区别是主轴垂直布置,除了主轴布置不同以外,工作台可以上下升降,立式铣床用的铣刀相对灵活一些,适用范围较广。

3. 龙门铣床

龙门铣床是具有门式框架和卧式床身的铣床,如图 1-1-4 所示。龙门铣床加工精度和生产效率均较高,适合在成批、大批量生产中加工大型工件的平面和斜面。龙门铣床由立柱和横梁构成门式框架,横梁可沿两立柱导轨做升降运动。横梁上有 1~2 个带竖直主轴

的铣头，可沿横梁导轨做横向运动。两个立柱上还可分别安装一个带有水平主轴的铣头，它可沿立柱导轨做升降运动。这些铣头可同时加工几个表面，每个铣头都具有单独的电动机、变速机构、操纵机构和主轴部件等。加工时，工件安装在工作台上并随着工作台做纵向进给运动。



▲图 1-1-4 龙门铣床

4. 摇臂铣床

摇臂铣床的工作台可纵向、横向移动，主轴竖直布置，通常为台式，机头可升降，具有钻削、铣削、镗削、磨削、攻螺纹等多种切削功能，如图 1-1-5 所示。主轴箱可在竖直平面内左右回转 90° ，部分机型的工作台可在水平面内左右回转 45° ，多数机型的工作台可纵向自动进给。



▲图 1-1-5 摇臂铣床

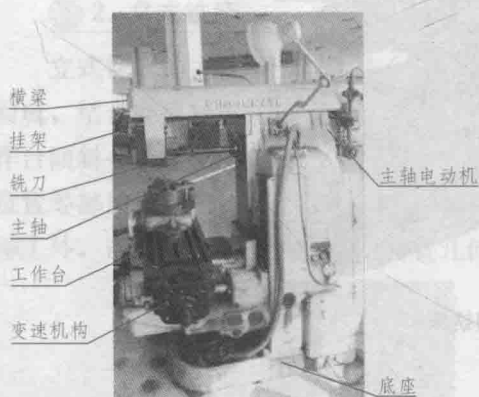
二、铣床外形及各部分的作用

1. 卧式铣床的外形

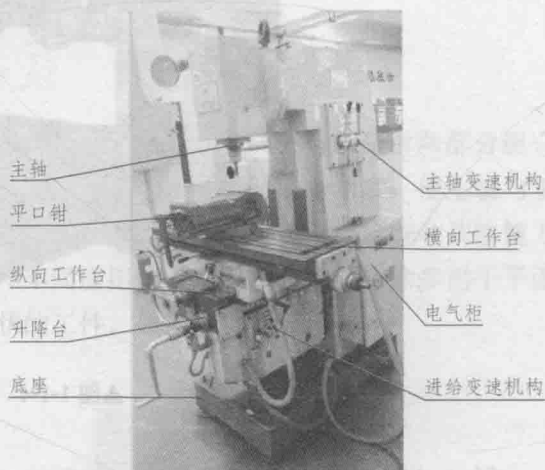
卧式铣床的外形如图 1-1-6 所示。

2. 立式铣床的外形

立式铣床的外形如图 1-1-7 所示。



▲图 1-1-6 卧式铣床的外形



▲图 1-1-7 立式铣床的外形

3. 铣床各部分的作用

1) 横梁

横梁上附带一挂架，横梁可沿床身顶部导轨移动。它们的主要作用是支撑安装铣刀的长刀轴外端，横梁可以调整伸出长度，以适应安装各种不同长度的铣刀刀轴。横梁背部成拱形，有足够的刚度；挂架上有与主轴同轴线的支撑孔，保证支撑端与主轴同心，避免刀轴安装后引起扭曲。

2) 床身

床身主要用来固定和支撑铣床各部件，床身内部装有主轴、主轴变速箱、电动机、润滑油泵，是机床的主体，机床大部分部件都安装在床身上。床身是箱体结构，一般选用优质灰铸铁铸成，结构坚固、刚性好、强度高，同时由于机床精度的要求，床身的制造还必须经过精密的金属切削加工和时效处理。床身与底座相连接，床身顶部有水平燕尾槽导轨，供横梁来回移动；床身正面有垂直导轨，供升降工作台上下移动；床身背面安装主电动机。床身内腔的上部安装铣床主轴，中部安装主轴变速部分，下部安装电气部分。

3) 主轴

主轴主要用来安装铣刀杆并带动铣刀旋转。主轴前端是带锥孔的空心轴,从铣床外部能看到主轴锥孔和前端。锥孔锥度是一般选用 $7:24$,可安装铣刀杆;主轴前端面有两键,起传递扭矩作用。铣削时,要求主轴旋转平稳,无跳动,在主轴外圆两端均有轴承支撑,中部一般还装有飞轮,以使铣削平稳。主轴选用优质结构钢,经过热处理和精密切削加工制造而成。

4) 主轴变速机构

主轴变速机构的作用是将主电动机的固定转速通过齿轮变速,变换成18种不同转速,传递给主轴,适应铣削的需要。从机床外部能看到转速盘和变速手柄。

5) 纵向工作台

纵向工作台是安装工件和带动工件做纵向移动的。纵向工作台台面上有三条T形槽,可用T形螺钉来安装、固定夹具;工作台前侧有一条长槽,用来安装、固定极限自动挡铁和自动循环挡铁;台面四周有沟通槽,给铣削时加的冷却润滑液提供回液通路;纵向工作台下部是燕尾导轨,两端有挂架,用以固定纵向丝杠,一端装有手轮,转动手轮,可使纵向工作台移动。纵向工作台台面及导轨面、T形槽直槽的精度要求都很高。

6) 横向工作台

横向工作台是在纵向工作台和升降台之间,用来带动纵向工作台做横向移动。横向工作台上部是纵向燕尾导轨槽,供纵向工作台平移;中部是回转盘,可供纵向工作台在前后 45° 角度范围内扳转所需要的角度;下部是平导轨槽。从外表看,前侧安装有电气操纵开关、纵向进给机动手柄及固定螺钉,两侧安装横向工作台固定手柄,根据铣削的要求,可以紧固纵向或横向工作台,避免铣削中由切削力引起的剧烈振动。

7) 升降台

升降台安装在床身前侧垂直导轨上,中部有丝杠与底座螺母相连接,其主要作用是带动工作台沿床身前侧垂直导轨做上下移动。工作台及进给部分传动装置都安装在升降台上。升降台前面装有进给电动机、横向工作台手轮及升降台手柄;侧面装有进给机构变速箱和横向升降台的机动手柄。升降台的精度要求很高,否则在铣削过程中会产生很大振动,影响工作台的加工精度。

8) 底座

底座是整部机床的支撑部件,具有足够的刚性和强度。底座四角有机床安装孔,可用螺钉将机床安装在固定位置。底座本身是箱体结构,箱体内盛装冷却润滑液,供切削时冷却润滑。

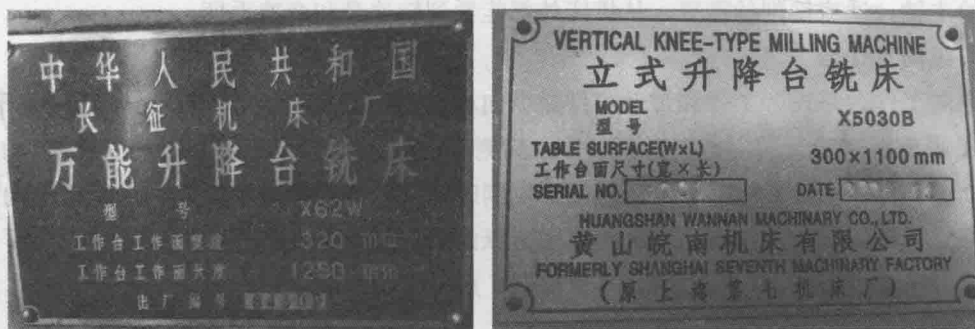
9) 进给变速机构

进给变速机构是将进给电动机的固定转速通过齿轮变速,变换成18种不同转速传递给进给机构,实现工作台的各种移动速度,以适应铣削的需要。进给变速机构位于升降台侧面,备有蘑菇形手柄和进给量数码盘,改变进给量时,只需操纵蘑菇手柄,转动数码盘,即可达到所需要的自动进给量。

三、铣床型号

机床的种类很多，每一类中又有多种不同的规格。为了便于选用和管理，对每一类机床都规定了一个统一的代号，而对每一类中不同规格的机床又进行了统一的编码。代号和编号合在一起就组成了机床的型号。铣床的型号不仅是一个代号，它还能反映铣床的类别、结构特征、性能和主要技术规程。

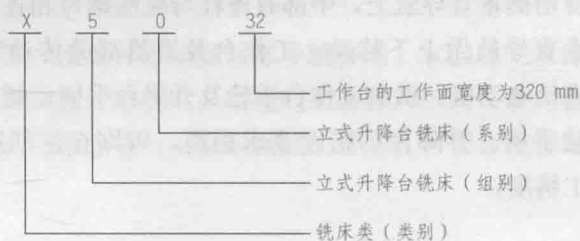
图 1-1-8 所示为铣床铭牌。



▲图 1-1-8 铣床铭牌

1. 铣床型号编制方法

铣床的型号通常是在代号后加若干数字排列而成。代号代表着机床的类别，铣床则统一用“X”来表示；字母后边紧跟的两个数字分别表示机床的组别和系别，用以表示机床的具体特性；最后两位数字则表示机床的基本参数(主参数)的 1/10 或 1/100。例如：



2. 编制说明

(1) 当机床的特性或结构有重大改进时，按其设计改进的顺序分别用英语大写字母“A”“B”“C”等表示，位于机床型号的末尾。例如 X5030B，表示在 X5030 的基础上，做了第二次改进。

(2) 当机床具有通用特性时，应在型号中的类代号后，用字母予以表示。例如型号为 XB4326 的机床，是半自动平面仿形铣床。当机床有某些通用特性时，在型号最后用字母 B、Z、W 等标出，说明其有半自动、自动、万能等特性。当机床型号相同但结构不同时，

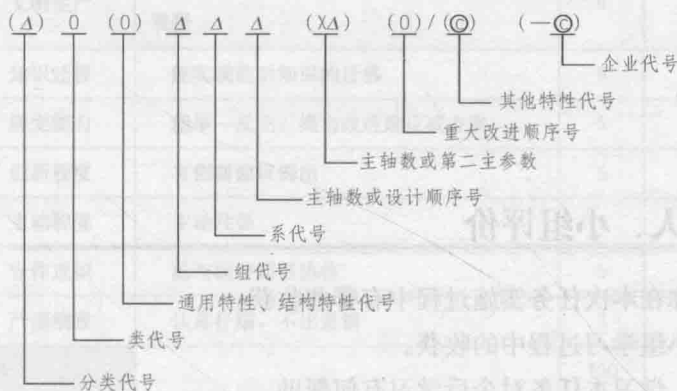
型号后加字母 K、D、P、T 等标出，以示其结构上的不同。机床通用特性代码见表 1-1-1。

▼表 1-1-1 机床通用特性代码

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
代码	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

(3) 日常生产中用到的铣床型号，如 X62W、X53T 等，是按照旧的编制方法编制的，至今沿用，其结构特征与功能和 X6132、X5032 基本相同。下面简单说明一下旧的编制方法。

在机床型号中，第一个字是汉语拼音字母，代表机床的类别；第二个字为数字，代表机床的组别；第三个(或第四个)字为数字，代表机床的主要规格。



说明：

- (1)“()”为的代号或数字，当无内容时则不表示；若有内容则不带括号。
- (2)“O”符号为大写的汉语拼音字母。
- (3)“Δ”符号为阿拉伯数字。
- (4)“C”符号为大写的汉语拼音字母或阿拉伯数字，或两者兼有。

四、铣削加工特点

铣床可以加工平面(水平面、垂直面等)、沟槽(键槽、燕尾槽、T形槽等)、多齿零件上的齿(链轮、棘轮、齿轮、花键轴等)、螺旋形表面(螺纹和螺旋槽)及各种曲面。铣床在结构上要求有较高的刚度和抗振性，因为一方面铣削是多刃连续切削，生产效率较高；另一方面，每个刀刃的切削过程又是断续的，切削力周期性变化，容易引起机床振动。

(1)采用多刃刀具进行加工,刀齿轮换切削,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也可以完成平面(平行面、垂直面、斜面),台阶,沟槽(直角沟槽、V形槽、T形槽、燕尾槽等特殊形槽)以及特形面等的加工。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。

(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 级,表面粗糙度 Ra 值一般为 $12.5\sim1.6\ \mu\text{m}$ 。精细铣削精度可达 IT5 级,表面表面粗糙度 Ra 值可以达到 $0.2\ \mu\text{m}$ 。

任务实施

1. 组织学生参观铣削加工车间,让学生近距离接触铣床。
2. 让学生用手机拍下铣床照片,进行分类。
3. 让学生拍下铣床铭牌,说明每个铭牌表示的含义。

任务评价

一、个人、小组评价

1. 请总结出你在本次任务实施过程中有哪些收获。
2. 分组展示小组学习过程中的收获。
3. 思考一下,学习本任务对今后学习有何帮助。

二、教师评价

教师对各小组任务完成情况分别做评价。

1. 找出各组的优点进行点评。
2. 对任务完成过程中各组的缺点进行点评,提出改进方法。
3. 对整个任务完成中出现的亮点和不足进行点评。

三、任务实施

任务实施后,完成任务评价表(表 1-1-2)。

▼表 1-1-2 任务评价表

组别			小组负责人			
成员姓名			班级			
课题名称			实施时间			
评价类别	评价内容	评价标准	配分	个人自评	小组评价	教师评价
学习准备	课前准备	资料收集、整理、自主学习	5			
学习过程	信息收集	能收集有效的信息	5			
	参观车间	认真聆听老师讲解、拍取图片	20			
		读懂铣床铭牌	25			
	问题探究	能在车间参观中发现问题，并用理论知识解释问题	10			
	文明生产	服从管理，遵守校规、校纪和安全操作规程	5			
学习拓展	知识迁移	能实现前后知识的迁移	5			
	应变能力	能举一反三，提出改进建议或方案	5			
	创新程度	有创新建议提出	5			
学习态度	主动程度	主动性强	5			
	合作意识	能与同伴团结协作	5			
	严谨细致	认真仔细，不出差错	5			
总 计			100			
教师总评 (成绩、不足及注意事项)						
综合评定等级(个人 30%，小组 30%，教师 40%)						

任课教师: _____

年 月 日

练习与提高

一、填空题

1. 铣床的种类很多，常用的有_____、_____。
2. 卧式铣床的_____与_____平行，它的纵向_____与_____垂直，可保证很高的几何精度。
3. 卧式铣床多用于_____、_____、_____、_____切断等加工。

4. 立式铣床的_____与_____垂直。
5. 龙门铣床是具有_____和_____的铣床。

二、解读机床型号

X6132

X5030A

任务2 铣床的基本操作

铣床操作是铣削加工中必须掌握的操作技能，本任务主要以 X5030B 立式升降台铣床为例介绍铣床的基本操作。

任务目标

1. 了解铣床的操作规程，按操作规程正确操作机床。
2. 能认识铣床各部件，知道各部件的作用。
3. 能熟练操作手轮使工作台进行横向进给和纵向进给。
4. 会实现铣床工作台横向和纵向的自动进给。
5. 会选择主轴转速。
6. 会选择进给速度。

任务资讯

一、铣床安全操作规程

- (1) 操作者必须熟练掌握铣床的操作要领和技术性能，考核合格后才能上岗作业。
- (2) 开机前必须认真检查设备的各部位、各手柄、各变速挡，确保处在合理位置，发现故障应及时修理，严禁带病作业。
- (3) 开机前必须按润滑图表的要求，认真做好设备的加油润滑工作。
- (4) 工作前应穿好工作服，女工要戴工作帽，操作时严禁戴手套。
- (5) 刀杆、拉杆、夹头和刀具要在开机前装好并拧紧，不得利用主轴转动来帮助装卸。工件、刀具的装夹必须牢固可靠，不得有松动现象。
- (6) 调整、转速、装拆工件、测量工件等，必须在停车后进行。