

铣工

初级 中级

朱怀琪 朱杰 张正菁 编



化学工业出版社

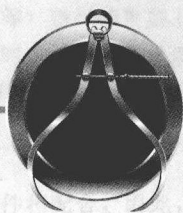


铁工

中国工人出版社

（北京）

中国工人出版社



钳工

初级 中级

朱怀琪 朱杰 张正菁 编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书介绍了铣床和铣削加工的基本知识,根据铣工初级、中级知识和技能考核的要求讲解了平面、台阶和沟槽、角度面、刻线、外花键、牙嵌离合器、坐标孔、圆柱齿轮和齿条、成形面、螺旋面、凸轮、圆柱面直齿刀具齿槽的铣削加工方法以及数控铣削加工基础知识。

本书可供机械加工技术工人学习使用,也可供相关院校教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

铣工 初级 中级/朱怀琪,朱杰,张正菁编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 8
ISBN 978-7-122-05843-0

I. 铣… II. ①朱…②朱…③张… III. 铣削-基本知识 IV. TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 088558 号

责任编辑:李玉晖

文字编辑:余纪军

责任校对:蒋宇

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京市彩桥印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张13 字数328千字 2009年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.80元

版权所有 违者必究

前 言

当前，在促进我国经济平稳较快发展的关键时期，国家把职业教育和培训摆到更加突出、更加重要的位置，这样做有利于缓解当前技能型、应用型人才紧缺的矛盾，也有利于农村劳动力转移和扩大社会就业。从具体行业看，制造业中铣工这个工种是热门工种。本书编写以《铣工》国家职业标准为依据，坚持以职业教育岗位培训的需要为原则。本书内容精练实用、通俗易懂、覆盖面广、通用性强，具有较强的实用性、全面性、简明性、先进性。

本书采用了国家新标准、法定计量单位和最新名词术语，除了讲解传统铣工应掌握的内容之外，加入了一些新技术、新工艺、新设备、新材料等方面的内容，还加入了数控铣削加工的基本知识，多以图和表来讲解，更加直观和生动，易于读者学习和理解。

本书在讲解必要的基本知识之后，较全面地介绍了初级、中级铣工的铣削加工基本技术要求，最后介绍了数控铣削加工的基本知识。每章后面都配“练习与思考”，书末附试题选编，试题与题型均选自国家鉴定试题库，并附有答案，以方便读者自测自查。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2009年2月

目 录

第 1 章 基本知识	1
1.1 铣床的种类	1
1.2 铣床型号及其意义	4
1.3 X6132 型卧式万能升降台铣床	5
1.4 铣削基础.....	14
1.5 铣刀.....	17
1.6 铣工常用的夹具与量具.....	24
1.7 常用铣床的维护与保养.....	30
1.8 铣床的调整及常见故障的排除方法.....	31
练习与思考	35
第 2 章 铣削平面	36
2.1 平面的技术要求及铣削方法.....	36
2.2 铣削平面.....	37
2.3 平面工件的检验.....	42
2.4 平面的铣削质量.....	43
练习与思考	43
第 3 章 铣削台阶和沟槽	44
3.1 台阶和沟槽的技术要求.....	44
3.2 铣削台阶.....	44
3.3 铣削沟槽.....	46
3.4 切断.....	53
3.5 台阶、沟槽的铣削质量.....	54
练习与思考	55
第 4 章 铣床分度头	56
4.1 万能分度头.....	56
4.2 简单分度法.....	59
4.3 角度分度法.....	60
4.4 差动分度法.....	61
4.5 直线移距分度法.....	64
练习与思考	65
第 5 章 角度面与刻线加工	66
5.1 铣削角度面.....	66
5.2 刻线.....	68
练习与思考	71

第 6 章	铣削外花键	73
	6.1 花键的种类与特征	73
	6.2 用单刀铣外花键	73
	6.3 用组合铣刀铣外花键	78
	6.4 外花键的检验与质量分析	79
	练习与思考	80
第 7 章	铣削牙嵌离合器	81
	7.1 铣削矩形牙嵌离合器	82
	7.2 铣削尖齿形和锯齿形牙嵌离合器	84
	7.3 铣削梯形牙嵌离合器	85
	7.4 铣削螺旋形牙嵌离合器	87
	7.5 离合器的检验和质量分析	89
	练习与思考	91
第 8 章	在铣床上加工坐标孔	92
	8.1 钻孔	92
	8.2 铰孔	95
	8.3 镗孔	96
	练习与思考	102
第 9 章	铣削圆柱齿轮及齿条	103
	9.1 圆柱齿轮的铣削	103
	9.2 螺旋槽的铣削方法	112
	9.3 斜齿圆柱齿轮的铣削	116
	9.4 齿条的铣削	121
	练习与思考	124
第 10 章	铣削直齿圆锥齿轮	125
	10.1 标准直齿锥齿轮尺寸计算	125
	10.2 锥齿轮铣刀及其选择	126
	10.3 直齿圆锥齿轮的铣削	127
	10.4 直齿锥齿轮的测量及质量分析	132
	练习与思考	134
第 11 章	铣削成形面、螺旋面及凸轮	135
	11.1 铣削直线成形面	135
	11.2 铣削平面螺旋面	141
	11.3 铣削等速圆盘凸轮	142
	练习与思考	146
第 12 章	铣削圆柱面直齿刀具齿槽	147
	12.1 用单角铣刀铣削齿槽	147
	12.2 用双角铣刀铣削齿槽	149
	12.3 铣削直齿刀具端面齿槽	150
	12.4 铣削三面刃铣刀槽	152
	12.5 铣削刀具齿槽的检验及质量分析	156

	练习与思考	158
第 13 章	数控铣削加工的基本知识	159
	13.1 数控铣床的工作原理和组成	159
	13.2 数控铣床对刀具的要求	160
	13.3 数控机床坐标系	162
	13.4 数控铣削加工工艺	164
	13.5 数控机床的程序编制内容及步骤	169
	13.6 数控程序基本格式及常用指令	170
	13.7 数控铣床操作与加工实例	174
	13.8 数控铣床的使用与日常维护	183
	练习与思考	185
	试题选编	187
	答案	196
	参考文献	200

第1章 基本知识

1.1 铣床的种类

在铣床上加工零件主要用多刃铣刀进行铣削，所以效率较高。此外，还可使用钻头、铰刀、镗刀等刀具加工零件。在铣床上可以加工平面、台阶、沟槽、特形面、特形槽、螺旋槽、齿轮，还可以切断、钻孔、铰孔、镗孔等。铣床的种类很多，常用的有下面几种。

1.1.1 升降台式铣床

升降台式铣床的主要特征是有沿床身垂直导轨运动的升降台，工作台可随着升降台上下（垂直）运动，工作台本身在升降台上面又可作纵向和横向运动，故使用方便，适宜于加工中小型零件。因此，升降台式铣床是应用最为广泛的铣床，这类铣床按主轴位置可分为卧式和立式两种。

(1) 卧式铣床 其主要特征是主轴与工作台台面平行，成水平位置。铣削时，铣刀和刀轴安装在主轴上，绕主轴轴心线作旋转运动；工件和夹具装夹在工作台台面上作进给运动。图 1-1 所示为卧式铣床。

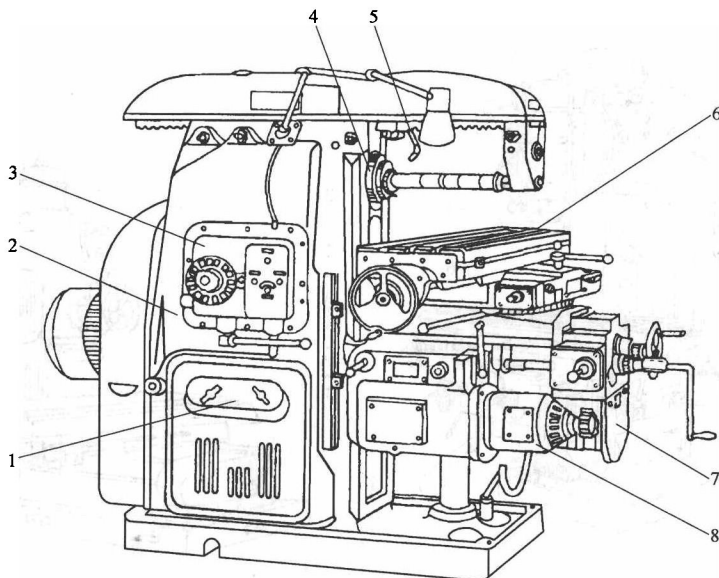


图 1-1 卧式铣床外形及各部分名称

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

根据加工范围的大小,卧式铣床又可分为一般卧式升降台铣床和卧式万能升降台铣床。一般卧式升降台铣床的纵向工作台和纵向进给方向与主轴轴线垂直,且垂直精度很高。因此,这种铣床在使用过程中,一般不需要对纵向进给方向进行校正,但工作范围较小。而卧式万能升降台铣床与一般卧式升降台铣床有所不同,其纵向工作台与横向工作台之间有一回转盘,并刻有度数。使用时,可根据需要,使纵向工作台在 45° 范围内扳转到所需位置。同时,这种铣床带有较多附件,并且在铣床上安装立铣头可进行立铣加工,因而加工范围较广。

(2) 立式铣床 立式铣床如图 1-2 所示,其主要特征是铣床主轴轴线与工作台台面垂直,主轴呈竖立位置。立式铣床安装主轴的部分称为立铣头。立式铣床按其立铣头的不同结构,又可分为两种。

① 立铣头与床身成为一体的,刚性比较好,但加工范围较小。

② 立铣头与床身之间有一回转盘的,盘上有刻度线,主轴可按工作需要,随立铣头向左右扳转一定角度,使主轴与工作台面倾斜,适应铣削各种角度面、椭圆孔等,加工范围较广。

立式铣床与卧式铣床相比,具有加工范围广,生产效率高,操作时观察、检查、调整方便等特点,故生产使用很广泛。通常在立式铣床上可以应用端铣刀、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。

1.1.2 固定台式铣床

这类铣床的主要特征是没有升降台,如图 1-3 所示。工作台只能纵向、横向移动,其升降运动是由立铣头沿床身垂直导轨作上下移动来实现的。这类铣床的底座就是工作台的支座,所以结构坚固,刚性好,适用于强力铣削和高速铣削,并且由于承载能力大,还适用于加工大型、重型工件。

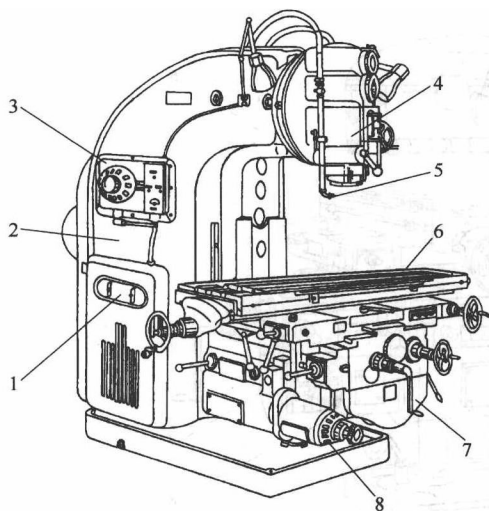


图 1-2 立式铣床外形及各部分名称

- 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

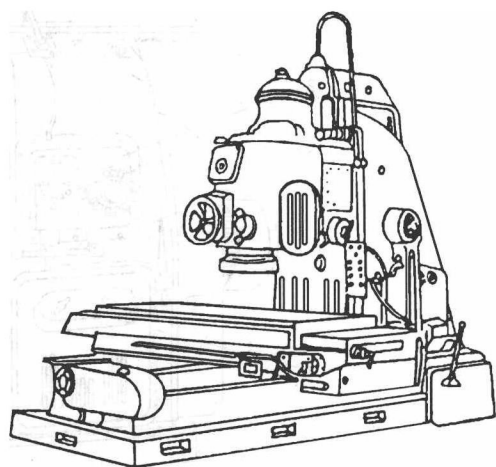


图 1-3 固定台式铣床

1.1.3 多功能铣床

图 1-4 为万能工具铣床。这种铣床的工作台可作上下、横向、纵向三个方向移动，还可以作多个方向回转。这种铣床常有较多的附件，如垂直轴可换成水平轴，水平工作台可换成万能角度工作台，并且操作灵便、精度高，特别适用于加工形状复杂的小型零件，如刀具、量具、样板、小型模具等。

1.1.4 特种专用铣床

这种铣床加工范围比较小，专门加工某一类工件，一般以加工工序的名称命名。特种专用铣床的种类很多。如图 1-5 所示是一台转盘式多工位铣床。它的特点是适于高速铣削平面、操作简便、生产效率高，因此特别适用于大批生产。图 1-6 所示是一台专门加工键槽的长槽铣床，图 1-7 是一台专门加工特形表面用的平面仿形铣床。

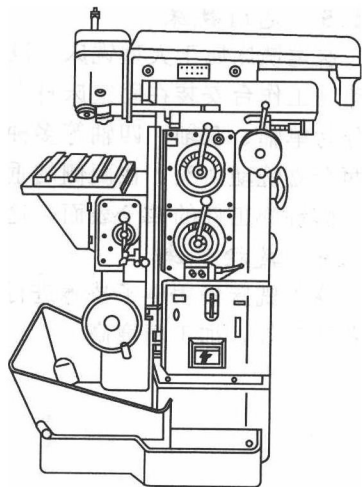


图 1-4 万能工具铣床

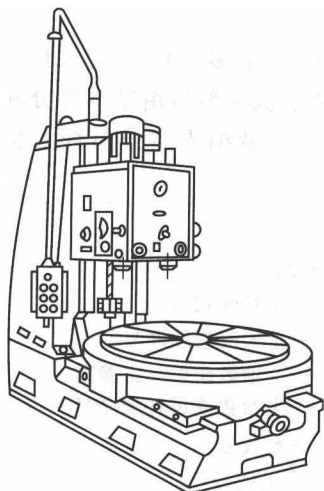


图 1-5 转盘式铣床

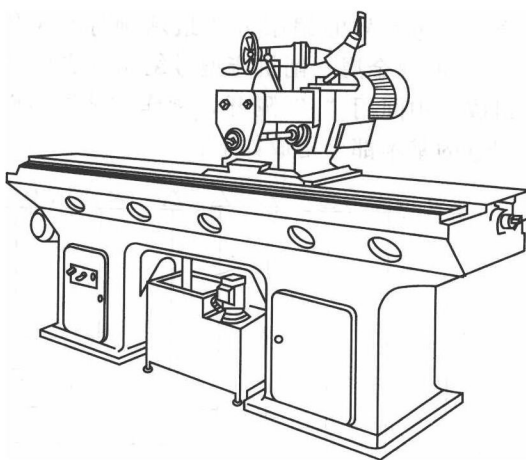


图 1-6 长槽铣床

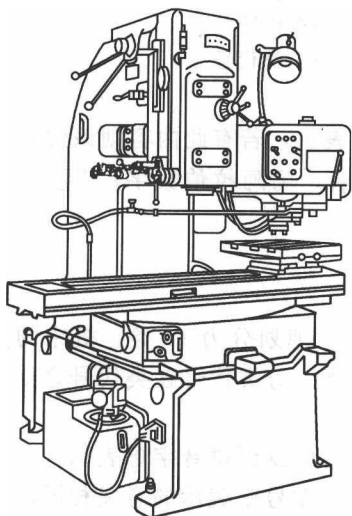


图 1-7 平面仿形铣床

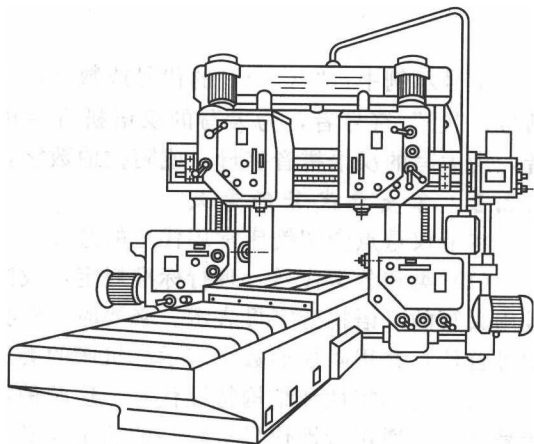


图 1-8 四轴龙门铣床

1.1.5 龙门铣床

这类铣床属于大型铣床，没有升降台。铣削动力头安装在龙门导轨上，可作横向和升降运动。工作台安装在固定床身上，仅能作纵向移动。根据铣削动力头的头数不同，龙门铣床可分为单轴、双轴、四轴等多种形式。图 1-8 是一台四轴龙门铣床，在龙门的水平导轨上装有两个立铣动力头，在两侧的垂直导轨上各装有一个卧铣动力头。铣削时，可单独或同时工作，以铣削工件的四个表面。这类铣床适合加工大型工件表面，生产效率高。

1.1.6 数控铣床

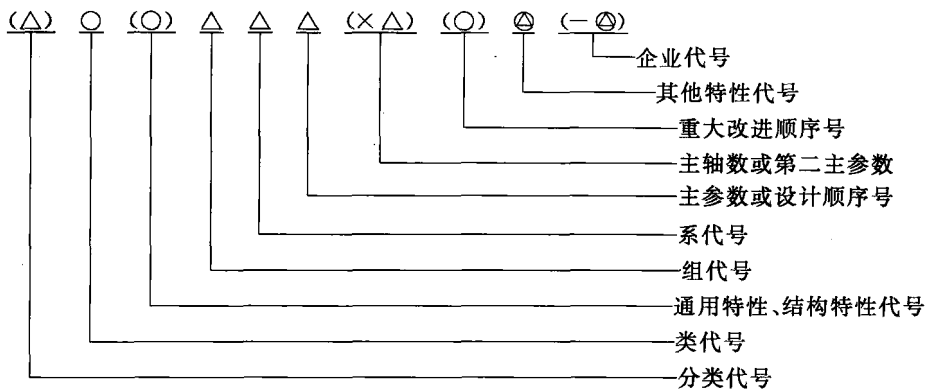
这类铣床采用电子技术进行自动控制，用于加工由平面曲线和立体曲线组成的形状复杂的曲面工件，加工精度高。

1.2 铣床型号及其意义

铣床型号是铣床的代号，它是金属切削机床中的一部分。

1.2.1 金属切削机床型号的编制方法

金属机床型号的编制方法最新国标是 GB/T 15375—2008，很多机床仍然采用 GB/T 15375—1994《金属切削机床型号编制方法》。该标准规定，通用机床型号由基本部分和辅助部分组成，中间用“/”隔开，读作“之”。前者需统一管理，后者纳入型号与否由企业自定。型号的基本部分构成如下：



型号示例中：“()”的代号或数字，当无此内容时不表示，若有此内容则该代号不带括号；“○”符号者，为大写的汉语拼音字母；“△”符号者，为阿拉伯数字；“⊕”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。

1.2.2 各主要代号的含义

本节仅重点介绍铣床常用代号的含义。

(1) 类和分类代号 现行标准规定，我国机床按其工作原理划分为 11 类。机床的类代号用大写的汉语拼音字母表示。必要时，每类可分为若干分类。分类代号在类代号之前，居型号首位，并用阿拉伯数字表示。机床的类和分类代号见表 1-1。

(2) 通用特性和结构特性代号 这两种特性代号，用大写的汉语拼音字母表示，位于类代号之后。通用特性代号有统一的固定含义，它在各类机床的型号中表示的意义相同。通用特性代号按其相应的汉字字意读音。机床的通用特性代号见表 1-2。

表 1-1 机床的类和分类代号

类别	车床	钻床	镗床	磨床			齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨插床	拉床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	割	其

表 1-2 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	筒式或 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	筒	柔	显	速

结构特性代号与通用特性代号不同，它在型号中没有统一的含义，只同类机床中起区分机床结构、性能的作用。故同一字母在不同机床型号中，可能赋予不同含义。当型号中有通用特性代号时，结构特性代号应排在通用特性代号之后。结构特性代号用汉语拼音字母（通用特性代号已用的字母和“I”、“O”两个字母不能用）表示。

(3) 组、系代号 机床的组代号用一位阿拉伯数字表示，位于类代号或通用特性代号、结构特性代号之后。机床的系代号用一位阿拉伯数字表示，位于组代号之后。

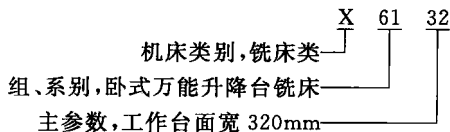
(4) 主参数的表示方法 机床型号中主参数用折算值表示，位于系代号之后。当折算值大于1时，前面不加0；当折算值小于1时，则取小数点后第一位数，并在前面加0。

机床的统一名称和组、系划分，以及型号中主参数的表示方法，见 GB/T 15375—1994 标准中的金属切削机床统一名称和类、组、系划分表。

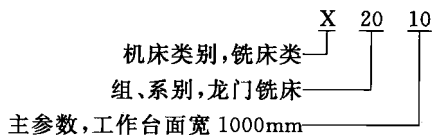
(5) 设计顺序号 当某些通用机床无法用一个主参数表示时，则在型号中用设计顺序号表示。设计顺序号由1起始，设计顺序号小于10时，由01开始编号。

(6) 型号标记举例

① X6132



② X2010



1.3 X6132 型卧式万能升降台铣床

铣床的种类虽然较多，但各类铣床的基本结构大致相同。现将常用的典型的、结构比较完整的铣床——X6132 型卧式万能升降台铣床作一介绍。

1.3.1 X6132 型铣床的外形

X6132 型卧式万能升降台铣床如图 1-9 所示。其基本部件如下。

(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

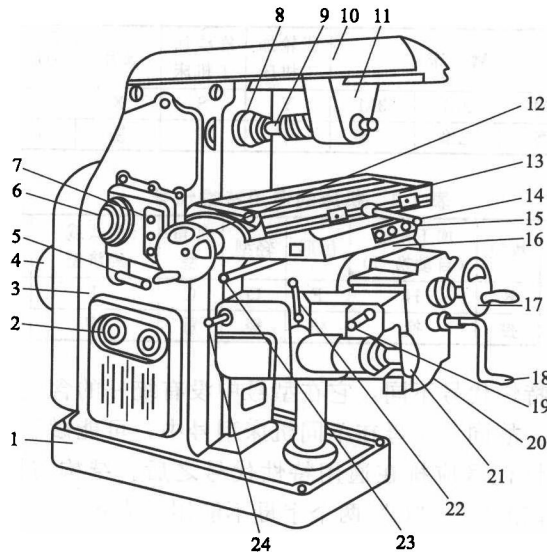


图 1-9 卧式铣床

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—主轴启动开关；8—主轴；9—刀杆；10—悬梁；11—支架；12—纵向手动进给手柄；13—纵向工作台；14,23—纵向自动进给手柄；16—横向工作台；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

定在地基上。底座箱体内存可盛放切削液。

(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。在床身前臂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，右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安装在床身后部，通过总电源开关2和主轴启动开关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，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：30r/min、37.5r/min、47.5r/min、60r/min、75r/min、95r/min、118r/min、150r/min、190r/min、235r/min、300r/min、375r/min、475r/min、600r/min、750r/min、950r/min、1180r/min及1500r/min，共计18种，刻在菌形变速盘上。

(6) 主轴启动开关 在床身左侧有主轴启动开关7，工作台纵向右下方也设有主轴启动开关15，开关7和开关15起同样作用。每组开关有三钮。其中黑色钮是主轴启动按钮，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, 与长丝杆上的离合器连接。摇动纵向手动进给手柄 12, 可使工作台下的丝杆旋转, 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、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 的作用相同。

(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, 升降台上面有做纵向和横向移动的工作台。

(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: 23.5mm/min、30mm/min、37.5mm/min、47.5mm/min、60mm/min、75mm/min、90mm/min、118mm/min、150mm/min、190mm/min、235mm/min、300mm/min、375mm/min、475mm/min、600mm/min、750mm/min、950mm/min 及 1180mm/min 共计 18 种。垂向进给量为横向、纵向进给量的 1/3, 其变速范围为 8~394mm/min。

1.3.2 X6132 型铣床的传动结构和原理

(1) X6132 型铣床的传动系统

① 主轴传动系统和结构式 如图 1-10 所示, 主轴的旋转运动, 由电动机带动 I 轴, I 轴带动 II 轴, II 轴上有一个滑移的三联齿轮带动 III 轴, 获得 3 种转速。III 轴带动 IV 轴, IV 轴上也有一个滑移的三联齿轮与 III 轴上对应的齿轮啮合, IV 轴获得 $3 \times 3 = 9$ 种转速。IV 轴的右方, 另有一个滑移的双联齿轮带动 V 轴, 获得 $3 \times 3 \times 2 = 18$ 种转速。其传动结构式为

$$\text{电动机} - \text{I} - \frac{26}{54} - \text{II} - \begin{array}{|c|} \hline \frac{22}{33} \\ \hline \frac{19}{36} \\ \hline \frac{16}{39} \\ \hline \end{array} - \text{III} - \begin{array}{|c|} \hline \frac{39}{26} \\ \hline \frac{28}{37} \\ \hline \frac{18}{47} \\ \hline \end{array} - \text{IV} - \begin{array}{|c|} \hline \frac{82}{38} \\ \hline \frac{19}{71} \\ \hline \end{array} - \text{V (主轴)}$$

最高和最低转速分别为

$$n_{\max} = 1450 \text{r/min} \times \frac{26}{54} \times \frac{22}{33} \times \frac{39}{26} \times \frac{82}{39} \approx 1500 \text{r/min}$$

$$n_{\min} = 1450 \text{r/min} \times \frac{26}{54} \times \frac{16}{39} \times \frac{18}{47} \times \frac{19}{71} \approx 30 \text{r/min}$$

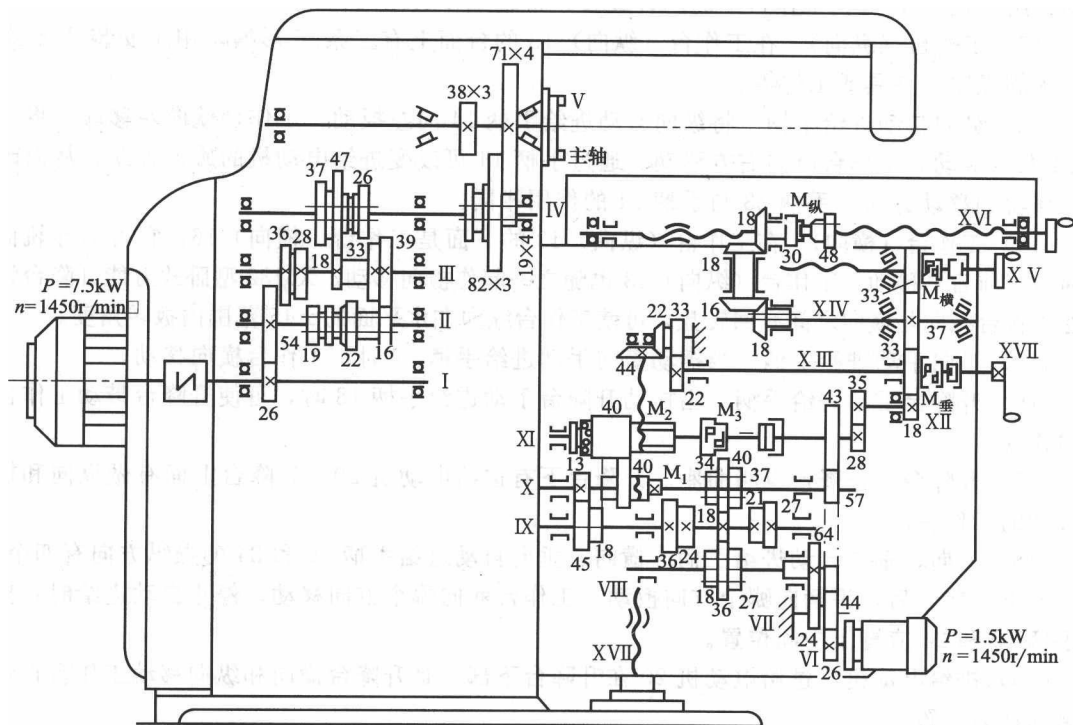
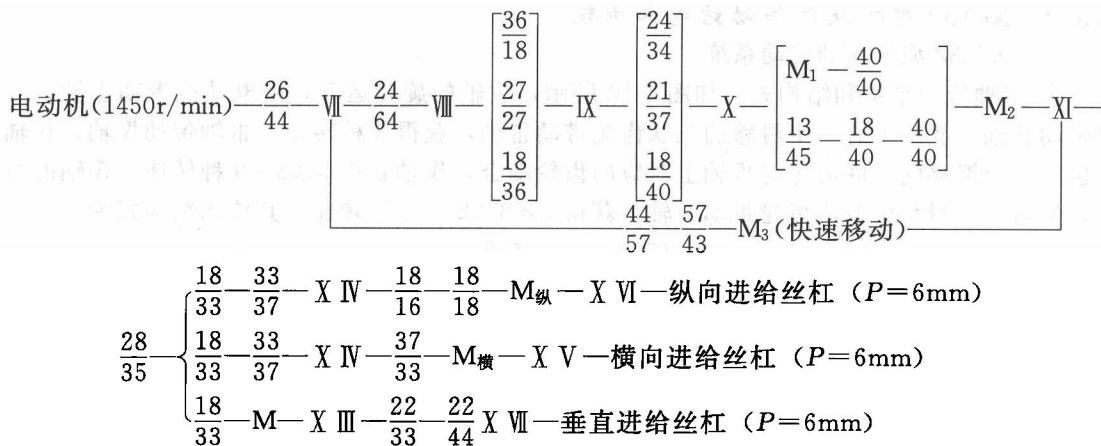


图 1-10 X6132 型铣床传动系统

② 进给传动系统和结构式 进给运动的传动由进给电动机带动Ⅷ轴，经Ⅷ轴 X 轴上的两组滑移的三联齿轮，分别与Ⅸ轴上对应齿轮啮合。即图 1-10 所示位置，X 轴上滑移齿轮 $z=40$ 与离合器 M_1 连接，传至Ⅺ轴及 M_2 ，使Ⅺ轴获得 9 种转速。当齿轮 $z=40$ 向左移动（离合器 M_1 脱开），与Ⅺ轴齿轮 $z=18$ 连接，获得 9 种慢转速。共 18 种转速传至 $M_{\text{纵}}$ 、 $M_{\text{横}}$ 、 $M_{\text{垂}}$ 离合器，分别传动纵向、横向和垂向进给运动。

其传动结构式为



由传动结构式可求出纵向和横向进给量的范围为 $23.5 \sim 1180 \text{mm/min}$ ，而垂向进给量相当于纵向进给量的 $1/3$ ，其范围为 $8 \sim 394 \text{mm/min}$ 。

快速进给时，按下“快速”按钮，接通强力电磁铁，从而带动一系列杠杆。如图 1-10 所示 XI 轴上离合器 M_2 脱开，通过摩擦离合器 M_3 接通该轴右端的齿轮 $z=43$ ，传动直接由电动机齿轮 $z=26$ 带动 $z=44$ ， $z=57$ 与 XI 轴上的齿轮 $z=43$ ，经离合器 M_3 带动 XI 轴，该轴最右端齿轮 $z=28$ 便快速转动。

(2) 主轴变速箱

① 主轴和中间传动轴 X6132 型铣床主轴变速箱传动系统的结构如图 1-11 所示。

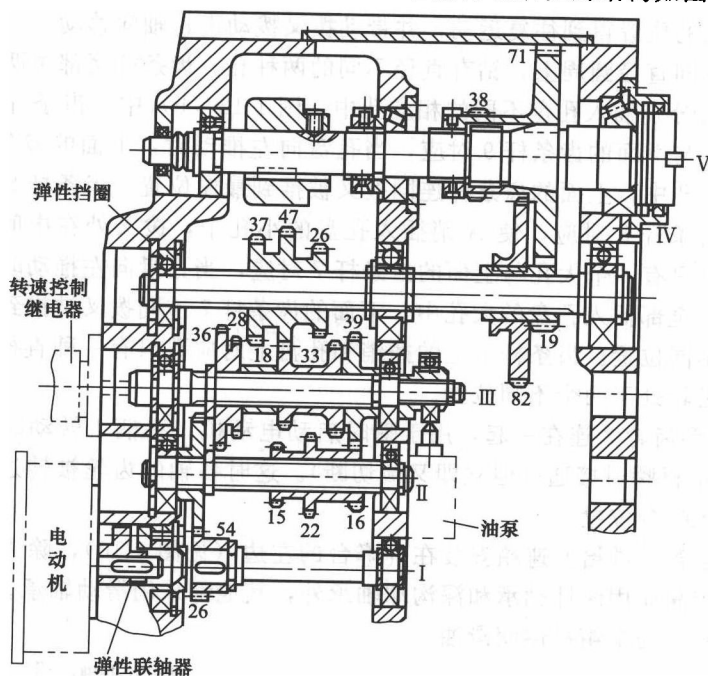


图 1-11 X6132 型铣床主轴变速箱传动系统的结构

a. 主轴是变速箱内最重要的部件，即图 1-11 中的 V 轴，它由三个轴承支持，由于轴承的间距短和主轴的直径比较大，因此能保证主轴具有必要的刚性。前轴承是决定主轴回转精度的主要轴承，因此采用 P5 级精度的圆锥滚子轴承。主轴中部的轴承决定主轴工作的平稳性，因此采用 P6 级精度的圆锥滚子轴承。后轴承对铣削的加工精度影响不大，它主要是用来支持主轴的尾端，因此采用角接触球轴承。

主轴左端飞轮在铣削过程中能储藏能量，以使主轴旋转均匀和铣削平稳。尤其是在用齿数少的铣刀进行铣削时，飞轮的作用就更加显著。也有用增加 71 齿大齿轮的质量来代替飞轮的作用。这种铣床的主轴上就不再另装飞轮。

b. 各中间轴一端的深沟球轴承内外圈，用弹性挡圈固定在轴上和孔中，无轴向移动；另一端轴承内圈用弹性挡圈固定，外圈不固定，使各传动轴在温度变化时，有伸缩余地。

c. III 轴右端装有凸轮，带动润滑油泵，将润滑油输送到各个润滑部位。左端装有制动主轴转速的控制继电器，其作用是：当按下主轴“停止”按钮时，能使主轴迅速停止。II 轴和 IV 轴上装有三联和双联齿轮，可轴向移动。主轴和 IV 轴较长，用三个轴承支承，以加强刚性。

d. 电动机轴与 I 轴用弹性联轴器连接，两轴之间允许有少量的偏移和倾斜，在工作时能吸收振动和冲击。