

国家机械工业委员会统编

初级镗铣工工艺学

(铣工适用)

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

本书着重叙述了平面、连接面、台阶、沟槽、多面体、外花键、螺旋槽、圆柱齿轮和齿条的铣削，以及分度原理和分度方法，对铣刀和铣削用量等基础知识亦作了介绍。

本书由上海汽轮机厂周炳洋、上海柴油机厂吉广瑞、胡家富编写；上海柴油机厂张章福、上海鼓风机厂徐荣敬审稿。

初级钳工工艺学

(铣工适用)

国家机械工业委员会统编

责任编辑：陈 莹 版式设计：张伟行
封面设计：林胜利 方芬 责任校对：陈 松

机械工业出版社出版 (北京阜成门内大街甲22号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $6^{5/8}$ · 字数 145 千字
1988年10月北京第一版 · 1988年10月北京第一次印刷
印数 00,001—18,700 · 定价：2.66元

ISBN 7-111-01065-5/TG·252

前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲（试行）》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准（通用部分）》进行了全面修订，原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》（初、中、高级），于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划、大纲的要求，编写了配套教材149种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和分解解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以

基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂，长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易；教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组
1987年11月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 铣工基础知识	4
第一节 铣床的基础知识	4
第二节 铣刀	18
第三节 铣削用量的基础知识	43
第四节 切削液的选用	51
第五节 安全技术和文明生产	54
复习题	57
第二章 平面和连接面的铣削	58
第一节 平面的铣削	58
第二节 矩形工件的铣削	67
第三节 斜面的铣削	73
第四节 平面和连接面的检测与质量分析	84
复习题	89
第三章 阶台、沟槽的铣削和工件的切断	91
第一节 阶台的铣削	91
第二节 直角沟槽的铣削	96
第三节 阶台和直角沟槽的检测与质量分析	93
第四节 键槽的铣削	100
第五节 工件的切断	112
第六节 窄槽的铣削	114
第七节 特形槽的铣削	115
复习题	125

第四章	分度方法	127
第一节	万能分度头	127
第二节	简单分度法和角度分度法	131
第三节	差动分度法	135
第四节	直线移距分度法	138
第五节	圆转台	142
	复习题	144
第五章	外花键的铣削	145
第一节	单刀铣外花键	145
第二节	成形铣刀和组合铣刀铣外花键	151
第三节	外花键的检测与质量分析	153
	复习题	155
第六章	螺旋槽的铣削	156
第一节	圆柱螺旋线的基本概念	156
第二节	螺旋槽的铣削	158
	复习题	168
第七章	圆柱齿轮和齿条的铣削	169
第一节	直齿圆柱齿轮的铣削	169
第二节	斜齿圆柱齿轮的铣削	183
第三节	齿条的铣削	195
	复习题	204

绪 论

机器零件一般均需经过毛坯制造和切削加工两个过程，才能成为符合图样要求的成品。铣削加工是最常用的切削加工方法之一。

所谓铣削，就是以铣刀旋转作主运动，工件或铣刀作进给运动的切削加工方法。铣削过程中的进给运动可以是直线运动，也可以是曲线运动。因此，铣削的加工范围比较广，可以加工各种形状较复杂的零件，生产效率和加工精度也较高。铣削加工的基本内容见图 0-1。

铣工工艺学是总结探讨铣削规律的课程。通过铣工工艺学的学习，对铣削过程中所涉及的操作方法、机床调整、理论计算、新技术新工艺应用等方面的知识和技能，将能得到一定程度的理解和掌握，从而用以指导生产实践，解决生产实际问题。

学习本门课程时，要力求融会贯通，将学到的知识具体运用到生产实践中去，使理论与实践紧密结合，才能加深对理论的理解，达到学以致用的目的。在学习过程中，还要求能把学到的知识举一反三地应用到各种不同的具体工件上去，以提高对新产品零件加工的应变能力。

本教材分为初级本、中级本和高级本三个阶段，通过本课程的学习，要达到如下要求：

(1) 懂得典型铣床的结构和传动原理，掌握铣床的操作、检验、调整方法和维护保养知识。

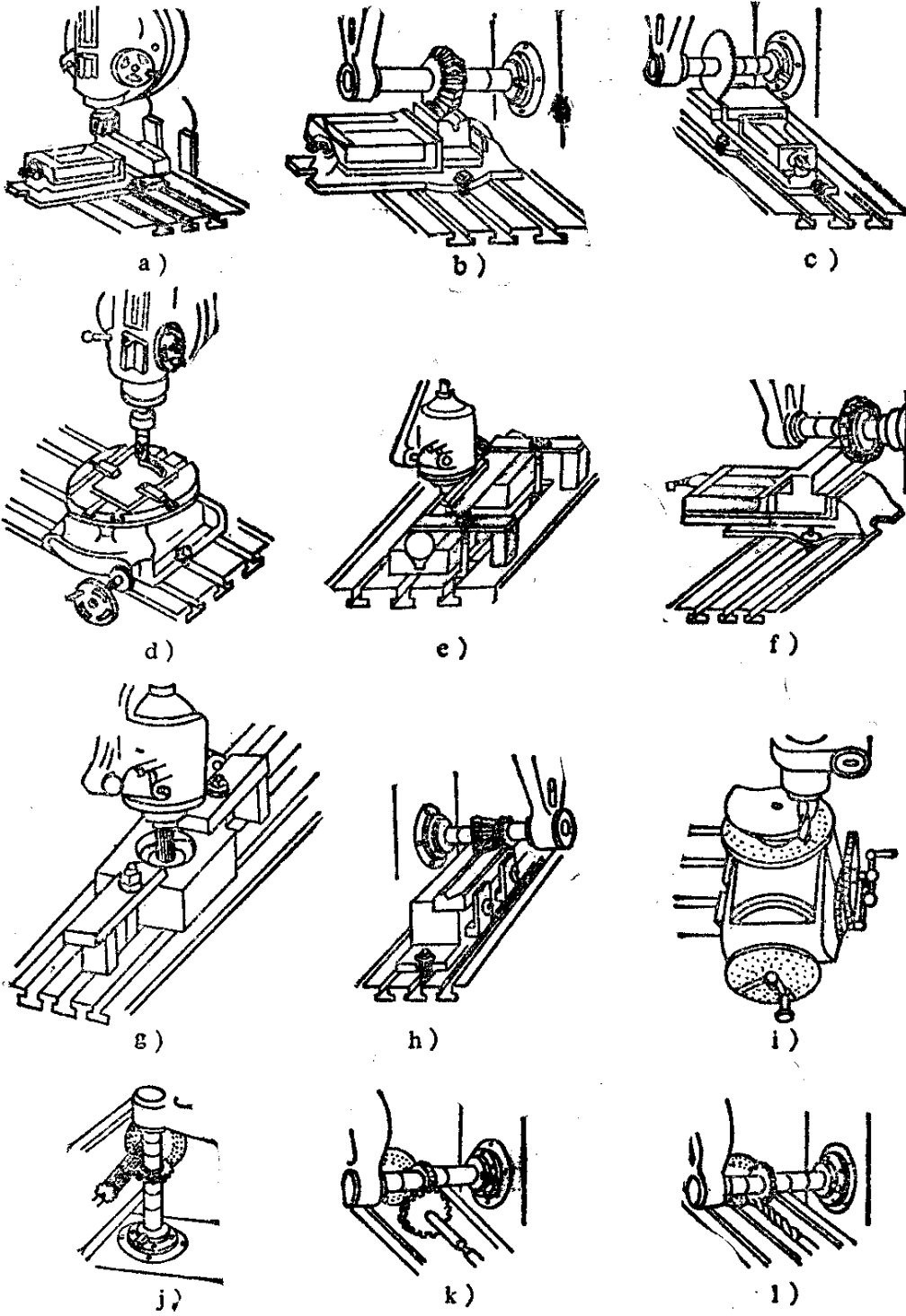


图0-1 铣削加工的基本内容

- a) 铣平面 b) 铣V形槽 c) 切断 d) 铣圆弧槽 e) 铣键槽
 f) 铣阶台 g) 镗孔 h) 铣特形面 i) 铣凸轮 j) 铣外花键
 k) 铣齿轮 l) 铣螺旋槽

(2) 能合理地选用铣削方法和切削用量, 以及选择和使用夹具、刀具、量具。

(3) 掌握典型工件的铣削方法, 并能对有关的技术理论知识进行分析和计算。

(4) 能正确使用机床附件, 扩大铣床的使用范围, 加工较复杂的工件。

(5) 能分析铣削加工中产生废品的原因, 并能提出提高产品质量, 防止废品的方法。

(6) 能应用新工艺和新技术, 提出改进加工质量和提高生产率的有效措施。

第一章 铣工基础知识

铣工是金属切削加工工种之一，铣削是在铣床上用铣刀来切削金属。本章介绍铣床、铣刀、铣削用量等基础知识。

第一节 铣床的基础知识

一、铣床的种类

铣床是继车床之后发展起来的一种工作母机。随着生产的发展，铣床的种类日益增多，目前已形成完整的机床体系，现将铣床的种类及其特征作一简单介绍。

1. 统一编组的铣床 我国1985年编制的金属切削机床统一名称和类、组、系划分表中，把铣床类分为10个组，分组名称包括：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、床身式铣床、工具铣床和其它铣床。每个分组铣床又分为10个系列。例如第4组仿形铣床的第1系列是平面刻模铣床，第2系列是立体刻模铣床。

统一编组中同一组系铣床的功用、特征是基本相同的。例如仪表铣床，这一组别的铣床主要特征是机床外形比较小，主要功用是铣削加工各种仪表零件。又如工具铣床，其主要特征是机床可调整的部位比较多，例如工作台可以多坐标转动角度，铣头可以调换，可以扳转角度等，机床操作轻便、灵活，主要功用是切削加工各类工具、量具。编入其它铣床组的键槽铣床、转子槽铣床等，一般都具有单一加工的

特点，经过调整，这些机床可以加工同一类型不同尺寸的零件。譬如键槽铣床可以加工一定范围内各种尺寸轴类零件上的键槽，而且加工速度快，调整方便，自动化程度高，加工精度也比通用机床高。

2. 常用的铣床 统一编组的铣床种类很多，其中常用的是具有升降台的卧式、立式铣床（图1-1、图1-2），适用于铣削工具、量具的工具铣床（图1-3）以及用于铣削加工较大零件的龙门铣床（图1-4）。

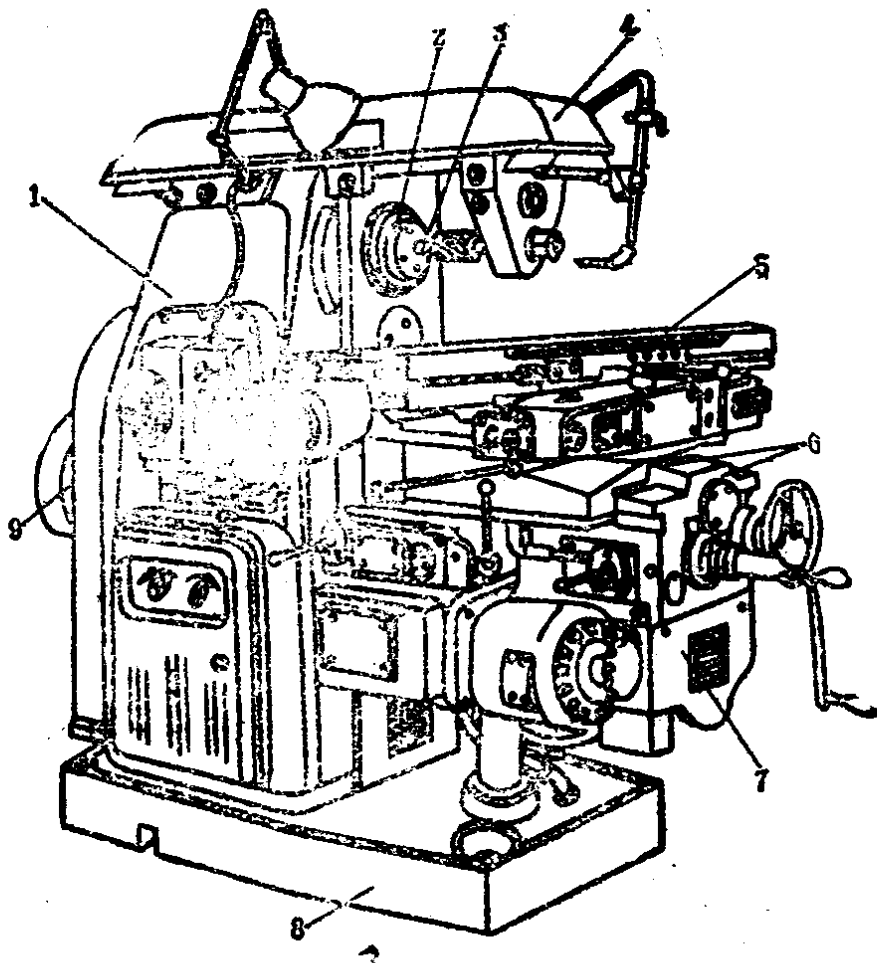


图1-1 卧式铣床

- 1—床身 2—主轴 3—铣刀芯轴 4—横梁 5—纵向工作台
6—横向工作台 7—升降台 8—底座 9—主传动电机

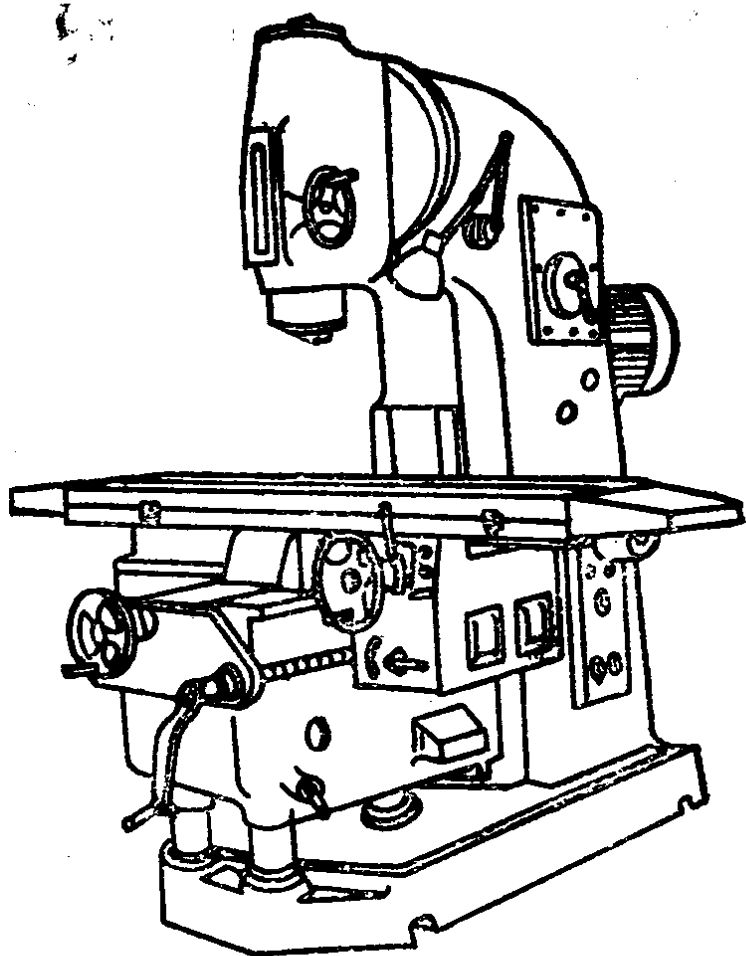


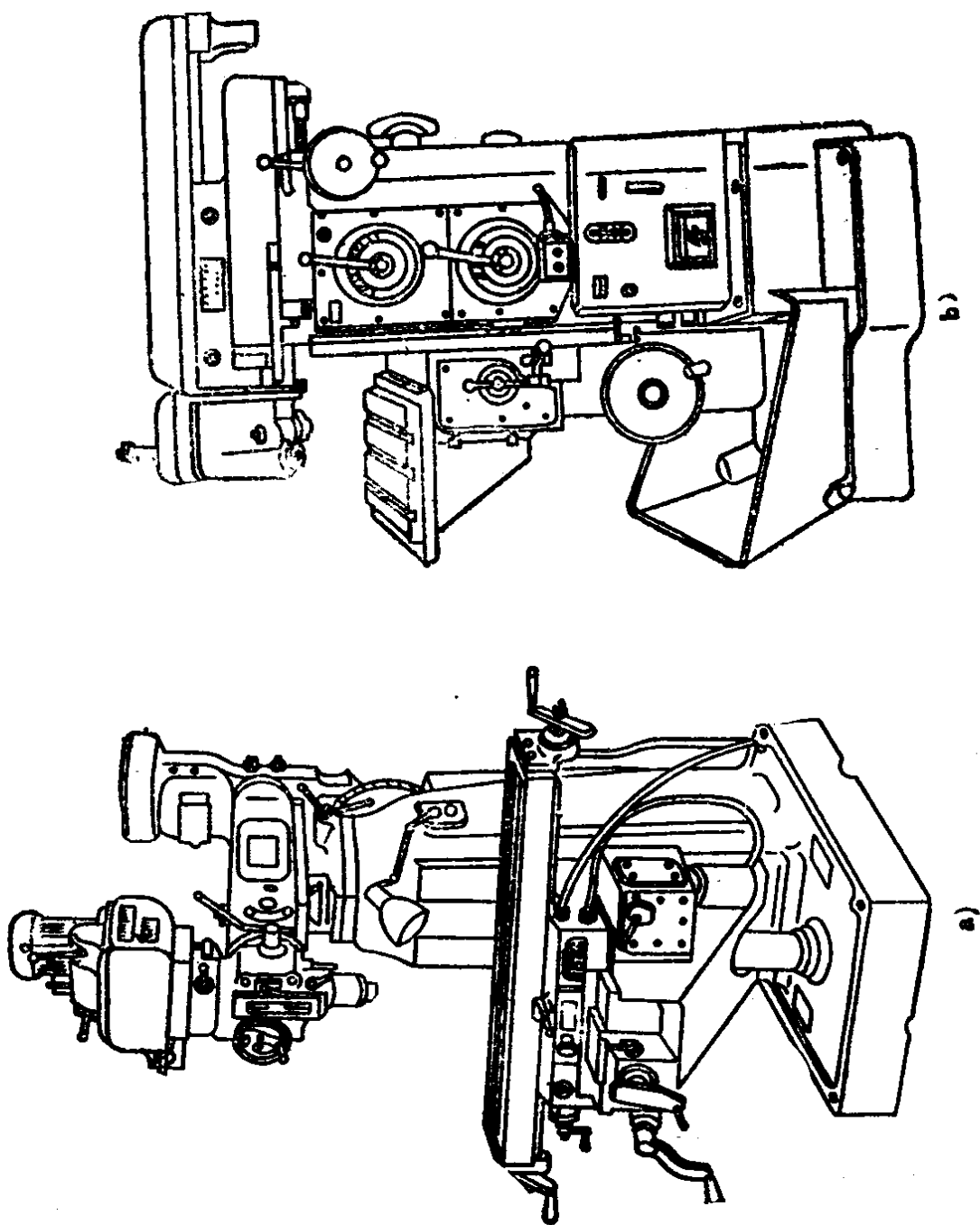
图1-2 立式铣床

(1) 升降台式铣床又称为曲座式铣床，这类铣床的特征是带有升降工作台（曲座），升降台可以带动工作台上、下运动。升降台式铣床有卧式升降台铣床和立式升降台铣床两类。

1) 卧式升降台铣床的主要特征是铣床主轴轴线与工作台台面平行。这种铣床的加工范围很广，可以加工沟槽、平面、特形面、螺旋槽等。根据加工范围的大小，卧式铣床又可分为一般卧式铣床（平铣）和卧式万能铣床。卧式万能铣床的结构与一般卧式铣床有所不同，其纵向工作台与横向工作台

图1-3 工具铣床

- a) 摇臂万能铣床
- b) 万能工具铣床



之间有一回转盘，可按照需要在 $\pm 45^\circ$ 范围内扳转角度，以适应用圆盘铣刀加工螺旋槽等工件。同时，这种铣床还带有较多的附件，因而比一般卧式铣床加工范围广。

2) 立式升降台铣床的主要特征是铣床主轴轴线与工作台台面垂直。这种铣床的加工范围也很广。由于立式铣床操作时观察、检查和调整都比较方便，因此生产效率比卧式铣床高。这种铣床的立铣头有两种不同的结构：一种是立铣头与机床床身成一整体；另一种是立铣头与床身是由两部分结合而成的（图1-2），后者的铣头可以扳转一定角度，因而可以铣削各种角度面、椭圆孔等。

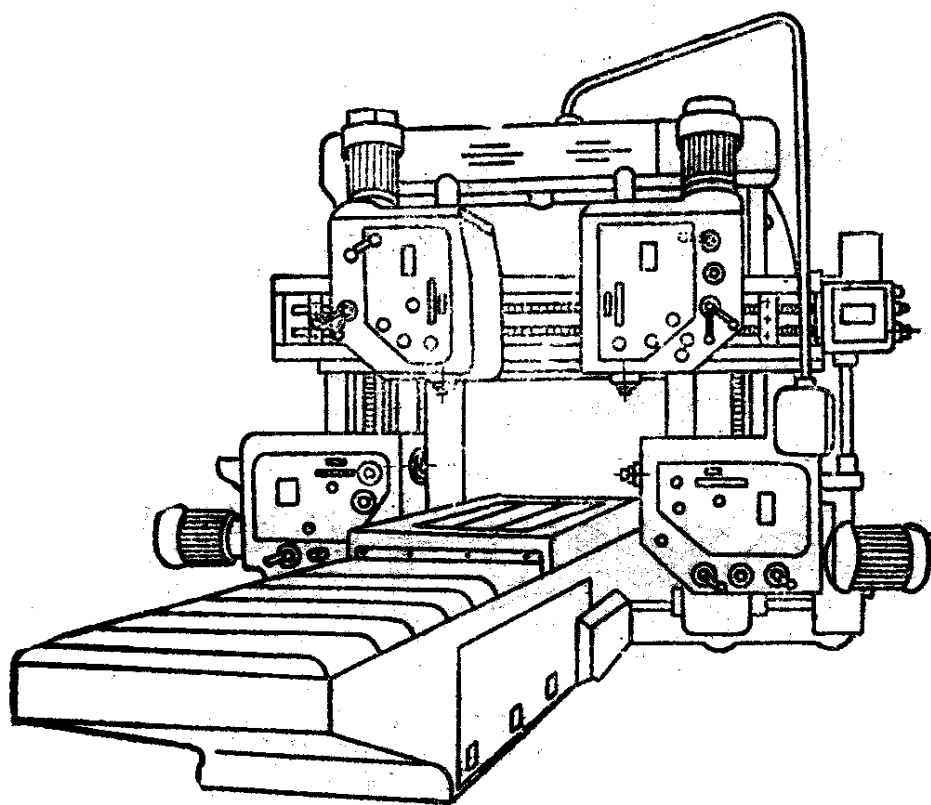


图1-4 龙门铣床

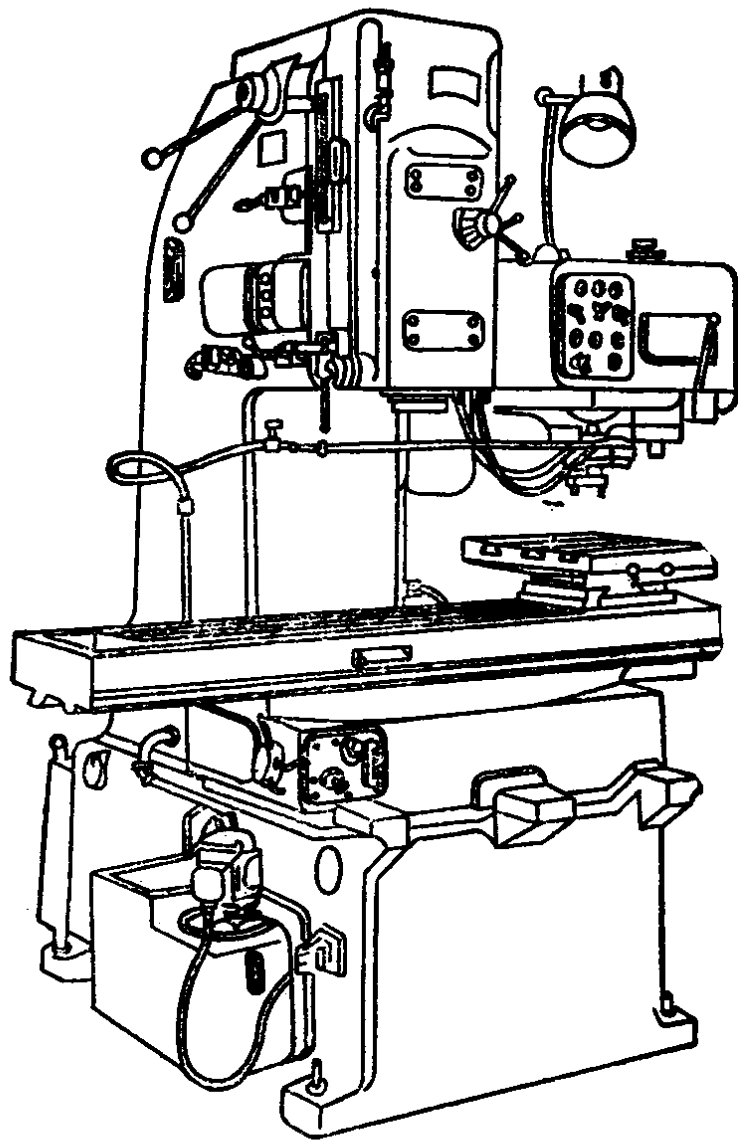


图1-5 平面仿形铣床

(2) 工具铣床一般具有通用性能。图 1-3 a 是一台摇臂万能铣床，这种铣床能进行以铣削为主的多种切削加工，可以进行立铣、卧铣、镗、钻、磨、插等工序，能加工各种斜面、螺旋面、沟槽、弧形槽等，适用于单件生产，特别适用于各种工夹模具制造。图1-3 b 是一台万能工具铣床，这种铣床的工作台不仅可以作 3 个方向平移，还可以作多方向回转，适用于加工刀具、夹具和量具类较复杂的小型零件。

(3) 龙门铣床属于大型铣床。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,只能作纵向移动。图 1-4 是一台四轴龙门铣床,可同时安装 4 把铣刀铣削工件几个表面,生产效率高,适宜加工大型工件。

除了以上三类常用铣床外,随着工业生产的发展,我国机器制造业中已较广泛地使用仿形铣床、数控镗铣床等。图 1-5 是一台平面仿形铣床,这种铣床适宜加工各种较复杂的曲线轮廓零件,调整主轴头的不同高度,可以加工平面阶台轮廓。数控铣床是一种自动化程度较高的机床,一般具有按编制的程序自动加工立体曲面,自动换刀,自动补偿等功能,通常用于加工形状复杂,精度较高的零件。

二、铣床的基本部件

铣床的种类虽然很多,但各类铣床的基本结构大致相同。现将图 1-1 所示的 X6132 型万能卧式铣床的基本部件及其作用作简略介绍。

1. 底座 底座是整部机床的支承部件,具有足够的刚性和强度。底座内腔盛装切削液,供切削时冷却润滑。

2. 床身 床身是机床的主体,机床大部分部件都安装在床身上。床身一般用优质灰铸铁铸成,并经过精密的切削加工和时效处理。床身的前壁有燕尾形垂直导轨,升降台可沿导轨上下移动;床身顶部有水平导轨,横梁可在上面移动;床身的内部装有主轴、主轴变速机构、润滑油泵等。

3. 横梁 横梁上附带有一挂架,其作用是支持铣刀刀轴的外端,横梁向外伸出的长度可以根据刀轴的长短进行调节。挂架上有与主轴同一轴线的支持孔,以保证支持端与主轴同心,避免刀轴安装后弯曲。

4. 主轴 主轴是前端带锥孔的空心轴，锥孔的锥度一般是7:24，铣刀刀轴就安装在锥孔中。主轴选用优质结构钢，并经过热处理和精密切削加工制造而成。

5. 主轴变速机构 主轴变速机构的作用是将主电动机的额定转速通过齿轮变速，变换成18种不同转速，传递给主轴，以适应铣削的需要。

6. 纵向工作台 纵向工作台是安装工件和带动工件作纵向移动的。工作台面上有3条T形槽，可用T形螺钉来安装固定工夹具；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。纵向工作台台面、导轨部分和T形槽直槽部分的精度要求都很高。

7. 横向工作台 横向工作台在纵向工作台和升降台之间，用来带动纵向工作台作横向移动。万能铣床的横向工作台中间有回转盘，可供纵向工作台在 $\pm 45^\circ$ 角度范围内扳转所需要的角度。

8. 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。升降台主要用来支持工作台，并带着工作台上下移动。工作台及进给部分的电动机、传动装置都安装在升降台上，因此升降台的刚性和精度要求都很高，否则在铣削过程中会产生很大振动，影响工件的加工精度。

9. 进给变速机构 进给变速机构的作用是将进给电动机的额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，实现工作台移动的各种不同速度，以适应铣削的需要。要改变进给量，可操纵转换手柄和数码盘。

三、铣床的型号

机床型号是机床的代号。机床型号表示产品的类别、系