

全国职业技能培训推荐教材 劳动和社会保障部培训就业司认定

职业技能培训MES系列教材

铁工技能

——初级工、中级工、高级工、技师、高级技师——

《职业技能培训MES系列教材》编委会



MES

航空工业出版社 中国劳动出版社

MES

全国职业技能培训推荐教材
劳动和社会保障部培训就业司认定

职业技能培训 MES 系列教材

铣工技能

XIGONG

JINENG

《职业技能培训 MES 系列教材》编委会

航空工业出版社 中国劳动出版社

内 容 简 介

本书是《职业技能培训 MES 系列教材》之一,是根据国家新颁《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》,借鉴国际劳工组织开发的模块式(MES)教材的形式,密切结合我国的国情和实际需要,对先期出版并广受好评的《工人岗位技能培训系列教材》进行全面修订后再版的新型教材。全书共选择了 19 个模块(即典型件),划分了 17 个学习单元,基本涵盖了铣工的初级、中级、高级工所应掌握的操作技能训练内容和要求,并提供了部分技师、高级技师参考的内容。形式新颖、独特,内容实用,文字精练,图文并茂。不仅适用于在岗工人的技能培训;对准备转岗铣工或准备就业于铣工的待业职工,也是岗前技能培训的好教材;对技工学校、高级技工学校以及相关的职业技术培训学校的学员进行技能训练、指导实习,同样是难得的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

铣工技能/吴国洪主编. —北京:航空工业出版社,中国劳动出版社,1999. 5

职业技能培训 MES 系列教材

ISBN 7-80134-455-3

I. 铣… II. 吴… III. 铣削-工艺-技术培训-教材 IV. TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 12649 号

· 版权所有 翻印必究 ·

航空工业出版社 中国劳动出版社 出版发行

(北京市安外小关东里 14 号 100029) (北京市惠新东街 1 号 100029)

出版人:汪亚卫 唐云岐

北京昌平环球印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

1999 年 6 月第 1 版

1999 年 6 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:11.25 插页:1

字数:277 千字

印数:1—10000

定价:16.50 元

再 版 前 言

由中国航空工业总公司组织修订的《职业技能培训 MES 系列教材》，经过一年多的努力工作，现已邀请有关行业和地方的专家及业务主管部门领导，按照“用户评估、专家评审、行政认定、向社会发布”的质量保证制度，完成了评审认定，并由航空工业出版社和中国劳动出版社联合出版。这是由劳动和社会保障部首批向社会发布信息、推荐使用的职业技能培训教材。

这套新修订的教材和原版教材一样，其新颖独特的形式，实用精练的内容，必将继续受到广大技术工人和各级职业技能培训机构的欢迎和重视，并在新形势下，为推进职业技能培训教材的规范化，为培养一支具有很强市场竞争就业能力的技术工人队伍发挥应有作用。

再版新教材主要有以下特点：

1. 在内容的增删和水平把握上，更加符合新颁《工人技术等级标准》（简称《标准》）和《职业技能鉴定规范》（简称《规范》）。在突出技能要求的前提下，凡《标准》和《规范》中规定的技能要求和有关知识，都作了补充；凡《标准》、《规范》中未作要求的内容，特别是那些单纯为照顾系统性、全面性的内容，一般都进行了删除，与学科性的传统教材比较，无论在形式或内容上都有所创新和发展。

2. 在“模块”和“单元”的设计上更具通用性。教材中把能反映本工种技术等级标准要求，并在技术上最具代表性的典型件或实例称为模块；而把完成模块技能要求所需的单一基础技能训练或应知内容称为学习单元。模块的设计最大限度地考虑了在全国范围内的广泛适用性，而学习单元的划分也尽量照顾了知识的相关性和相对独立性。

3. 保持了教材内容的先进性。航空工业在我国一直是“以军为主”的高新技术产业，这套再版教材，既重视通用性，又充分注意内容的先进性，把一些可供其他行业借鉴的先进技术给予了充分反映，以期能起到带动整个工业技术发展的联动作用。

4. 既注重扩大服务面向、增加信息量，又坚持做到实用精练。新版教材在充分满足初、中、高级工参加培训或个人自学需要的同时，大多数工种都增加了技师、高级技师的考核题例，有的还选列了国际、国内技能竞赛的试题，旨在开阔眼界，清晰成才之路，激励不断进取的精神。为适应在职培训或自学的需要，教材坚决体现职业培训应贯彻：“干什么、学什么；缺什么、补什么”的原则，以求达到内容全新，实用精练的要求。

在这套教材的修编、出版过程中，劳动和社会保障部培训就业司张小建司长和有关领导给予了及时指导和全力支持，在此特致谢意。

《铣工技能》由宏图飞机制造厂负责组织修订编写；由吴国洪同志任主编；胡浩同志任副主编；参加编写的还有张静、夏瑞福等同志。本书由南方动力公司黄觉民同志负责主审、由青云航空仪表公司杨玉萍同志最后审校。在编审过程中参阅了有关图书资料，在此一并致谢。还要感谢魏瑞增等同志先期主编的原版教材，其已达到的高水平，既为这次修订再版工作奠定了良好基础，又为再创精品提供了范例。

尽管我们为创新一套新型职业技能培训教材已作了很大努力，但由于在新形势下，对怎样才能使这套新版教材适应时代的需要还缺乏实践经验，故其中的不足、欠缺之处实所难免。期盼社会各界、同行专家和广大读者提出指正，以便重印或继续修订再版时修改完善。

《职业技能培训 MES 系列教材》编委会

1999年2月

原版前言

为落实国务院关于“搞好职工培训,不断提高职工队伍素质”的指示精神,适应工人岗位培训的需要,在总结航空工业多年来工人培训的实践,借鉴国际劳工组织开发的职业技能模块(MES)教学法的基础上,我们组织编写了车工、钳工、铣工、钣金工、磨工、冲压工、表面处理工、焊工等十几个专业工种和工人岗位通用知识在内的新型教材。计划从1991年至1992年陆续出版。

这套教材的内容及其深度,以《工人技术等级标准》为依据,以操作技能为主,将本工种各技术等级、不同岗位的要求,用若干个典型零件来体现,这种典型零件即为模块,而完成模块技能要求所需的单一的基础技能训练内容称为学习单元。因此,这套教材既是工人技能培训教材,同时也是技能考核标准的具体化。当某个工人需要培训或考核时,根据技术等级和需要加工的零件(或工艺)类型,可以很快找到所应掌握的学习单元和考核要求。本教材的内容大多是由一些老工人、技师和多年在生产第一线工作的技术人员提供的操作技能技巧实例,加上通俗易懂的文字和大量的图示图解,无论采取集中培训形式还是工人自学,都较其他类型教材容易掌握。

本书由西安航空发动机公司培训中心组织编写。全书由魏瑞增同志主编,参加编写的还有诸葛为民等同志。成都飞机工业公司金仁泉,成都发动机公司蒋辅臣、崔景治,成都航空仪表公司高谦,南方动力机械公司周家铎等同志集体审定。在教材编审过程中,部教育司、有关工厂、航空工业出版社等单位给予了大力支持和帮助,在此表示感谢!

在教材编写过程中,我们坚决地按照岗位培训“干什么,学什么;缺什么,补什么”的原则,努力处理好专业理论与操作技能、典型与一般以及各技术等级之间的关系,希望能成为一套适合岗位培训并受广大工人欢迎的新型教材。但由于时间仓促,水平有限,缺点错误在所难免,请广大工人同志和各位读者提出宝贵意见,使这套教材日臻完善。

《工人岗位技能培训系列教材》编委会

1991年6月

《职业技能培训 MES 系列教材》

编委会组成名单

顾 问：张小建

主 任：齐少敏

副主任：王德祥 孙 江 张铁钧 葛 玮

委 员：(按姓氏笔划为序)

王芝良 包丽珍 孙 通 申家华

毕忠礼 师树军 李光宇 李德英

姚宝祥 柴燕峰 商士德 黄永顺

董宝静 曾森龙 雷 勇 戴虹红

《职业技能培训 MES 系列教材》

《铣工技能》修编人员名单

主 编：吴国洪

主 审：黄觉民

副主编：胡 浩

审 校：杨玉萍

参 编：张 静 夏瑞福

目 录

铣工技能培训模块设计与学习单元划分表及“哈达表”使用说明	(插页)
第 1 学习单元 铣床基本知识	(1)
一、铣削加工及铣床种类	(1)
二、铣床的基本部件	(2)
三、X6132 型卧式铣床的性能及主要技术参数	(3)
四、铣床的调整机构和调整方法	(4)
五、铣床的精度检验	(6)
练习题	(10)
第 2 学习单元 铣 刀	(11)
一、铣刀材料的种类及牌号	(11)
二、铣刀的种类及标记	(12)
三、铣刀的主要几何参数及作用	(13)
练习题	(14)
第 3 学习单元 常用夹具	(15)
一、夹具的分类	(15)
二、平口钳及工件装夹	(15)
三、分度头	(17)
练习题	(21)
第 4 学习单元 铣削基本知识	(22)
一、铣削用量	(22)
二、周刃铣削和端刃铣削	(25)
三、顺铣和逆铣	(26)
练习题	(28)
第 5 学习单元 平面和连接面的铣削	(29)
一、平面的铣削方法	(29)
二、连接面的铣削方法	(30)
三、斜面的铣削方法	(31)
四、矩形件铣削操作实例	(33)
五、平面和连接面铣削的检测方法与质量分析	(34)
练习题	(36)
第 6 学习单元 台阶、直角沟槽和键槽的铣削	(37)
一、台阶的铣削方法	(37)
二、直角沟槽的铣削方法	(38)
三、键槽的铣削方法	(39)
四、轴上键槽的铣削操作实例	(41)
五、台阶、直角沟槽和键槽铣削的检测方法与质量分析	(42)
练习题	(43)
第 7 学习单元 特形沟槽的铣削	(44)
一、V 形槽的铣削方法	(44)

二、T 形槽的铣削方法	(44)
三、燕尾槽和燕尾块的铣削方法	(45)
四、V 形槽铣削操作实例	(45)
五、特形沟槽的检测方法与质量分析	(46)
练习题	(48)
第 8 学习单元 直齿圆柱齿轮的铣削	(49)
一、直齿圆柱齿轮各部名称和计算	(49)
二、直齿圆柱齿轮的测量方法	(50)
三、直齿圆柱齿轮的铣削方法	(50)
四、直齿圆柱齿轮的铣削操作实例	(51)
五、直齿圆柱齿轮铣削的检测方法与质量分析	(52)
练习题	(53)
第 9 学习单元 钻 孔、铰 孔、镗 孔	(54)
一、钻 孔	(54)
二、铰 孔	(56)
三、镗 孔	(57)
四、镗坐标孔的操作实例	(61)
五、圆柱孔镗削的检测方法与质量分析	(62)
练习题	(63)
第 10 学习单元 齿式离合器的铣削	(64)
一、矩形离合器的铣削	(64)
二、尖齿和锯齿离合器的铣削	(65)
三、梯形离合器的铣削	(66)
四、矩形离合器的铣削操作实例	(68)
五、齿式离合器铣削的检测方法与质量分析	(68)
练习题	(70)
第 11 学习单元 凸轮的铣削	(71)
一、等速圆盘凸轮和等速圆柱凸轮的计算	(71)
二、等速圆盘凸轮的铣削	(72)
三、等速圆柱凸轮的铣削	(74)
四、等速圆柱凸轮的铣削操作实例	(75)
五、等速凸轮铣削的检测方法与质量分析	(76)
练习题	(78)
第 12 学习单元 曲线外形的铣削	(79)
一、按划线铣曲线外形	(79)
二、用圆转台铣曲线外形	(80)
三、用靠模铣曲线外形	(81)
四、曲线外形的铣削操作实例	(82)
五、曲线外形铣削的检测方法与质量分析	(83)
练习题	(84)
第 13 学习单元 错齿三面刃铣刀的铣削	(85)
一、错齿三面刃铣刀周刃齿槽的铣削	(85)
二、错齿三面刃铣刀端面刃齿槽的铣削	(86)
三、错齿三面刃铣刀的铣削特点	(87)

四、错齿三面刃铣刀的铣削操作实例	(88)
五、错齿三面刃铣刀铣削的检测方法与质量分析	(89)
练习题	(91)
第 14 学习单元 大质数直齿锥齿轮的铣削	(92)
一、直齿锥齿轮各部尺寸计算	(92)
二、选择锥齿轮铣刀	(93)
三、大质数直齿锥齿轮的铣削方法	(93)
四、大质数直齿锥齿轮的铣削操作实例	(94)
五、直齿锥齿轮铣削的检测方法与质量分析	(95)
练习题	(97)
第 15 学习单元 复杂工件的铣削	(98)
一、复合斜面的铣削	(98)
二、非等速圆盘凸轮的铣削	(99)
三、易变形零件的铣削	(100)
四、复杂锻模型面的铣削	(102)
五、五组合体的铣削	(104)
练习题	(108)
第 16 学习单元 难加工材料的铣削	(109)
一、难加工材料的铣削特点	(109)
二、铣削时应采取的措施	(109)
三、几种典型难加工材料的铣削	(110)
练习题	(113)
第 17 学习单元 数控铣加工	(114)
一、数控铣加工的基本知识	(114)
二、Vertex 200C 数控镗铣床	(115)
三、编制数控程序的基本知识	(118)
四、数控铣加工实例	(124)
练习题	(127)
附录 1 铣工技能模块考核题例	(128)
题例 1 调节块	(128)
题例 2 止动块	(130)
题例 3 限位轴	(132)
题例 4 V 形定位块	(134)
题例 5 凸耳柱塞组件	(136)
题例 6 配油盘	(140)
题例 7 梯形齿离合器	(142)
题例 8 升降 V 形支座	(145)
题例 9 凹凸模	(147)
题例 10 变速凸轮	(150)
题例 11 复合槽组合	(153)
附录 2 铣工第 31 届国际青年奥林匹克技能竞赛试题	(157)
参考书目	(168)

第 1 学习单元 铣床基本知识

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。铣床是机械制造行业的重要设备,是一种应用广、类型多的金属切削机床。

一、铣削加工及铣床种类

1. 铣削加工

所谓铣削,就是在铣床上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。铣削加工的主要特点是用多刀刃的铣刀来进行切削,故效率较高,加工范围广,可以加工各种形状较复杂的零件,其加工基本内容如图 1-1 所示。另外,铣削的加工精度也较高,其经济加工精度一般为 IT8~IT9、表面粗糙度为 $R_a12.5 \sim R_a1.60 \mu\text{m}$,高精度铣床加工精度可达 IT5,表面粗糙度可达 $R_a0.20 \mu\text{m}$ 。

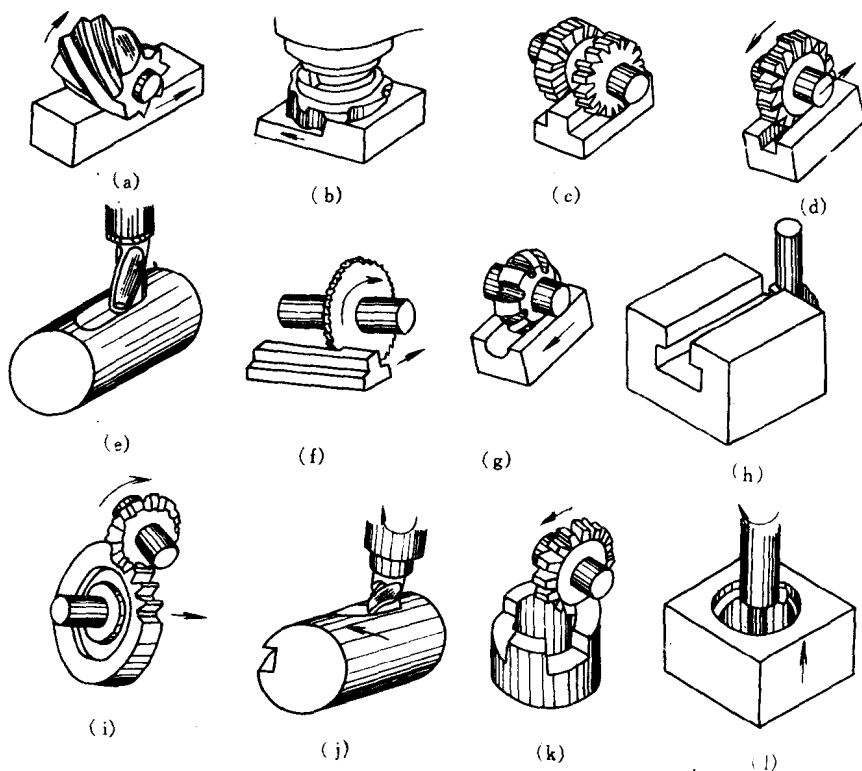


图 1-1 铣削加工的基本内容

(a) 圆柱铣刀铣平面 (b) 端铣刀铣平面 (c) 铣阶台 (d) 铣直角通槽
(e) 铣键槽 (f) 切断 (g) 铣特形面 (h) 铣特形槽 (i) 铣齿轮 (j) 铣螺旋槽 (k) 铣离合器 (l) 镗孔

2. 铣床种类

铣床的种类很多,常用的有下面几种:

1) 升降台式铣床 升降台式铣床又称曲座式铣床,它的主要特征是有沿床身垂直导轨运动的升降台(曲座)。工作台可随着升降台作上下(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,故使用灵便,适宜于加工中小型零件。因此,升降台式铣床是用得最多和最普遍的铣床。这类铣床按主轴位置可分为卧式和立式两种。

(1) 卧式铣床(如图 1-2 所示) 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 1-2 所示 X6132 型卧式万能铣床是国产万能铣床中较为典型的一种,该机床纵向工作台可按工作需要水平面上作 $\pm 45^\circ$ 范围内的转动。

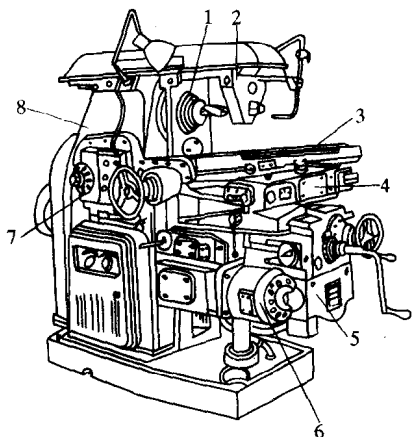


图 1-2 X6132 型卧式铣床的外形及各部分名称
1—主轴 2—横梁及挂架 3—纵向工作台 4—横向工作台
5—升降台 6—进给变速机构 7—主轴变速机构 8—床身

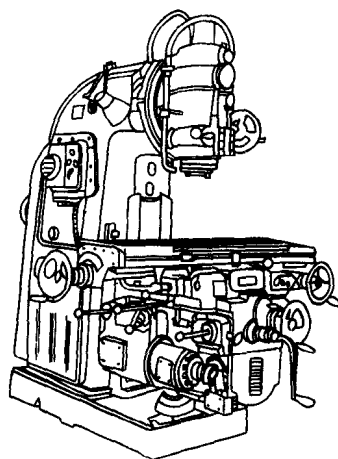


图 1-3 X5032 型立式升降台铣床

(2) 立式铣床(如图 1-3 所示) 其主要特征是主轴与工作台台面垂直,主轴呈垂直状态。立式铣床安装主轴的部分称为立铣头,立铣头与床身结合处呈转盘状,并有刻度。立铣头可按工作需要,在垂直平面上左右扳转一定的角度。

2) 万能工具铣床 X8126 型万能工具铣床能完成多种铣削工作,不仅工作台可以作两个方向的平移,立铣头可作一个方向的平移,还可以在垂直平面上左右扳转一定的角度。卸掉立铣头,摇出横梁后还可以当卧式铣床用,特别适合于加工刀具、样板和其他工具、量具类较复杂的小型零件。

3) 龙门铣床 龙门铣床属于大型铣床。铣削动力安装在龙门导轨上,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。适宜加工大型工件。

除以上三类常用铣床外,使用较广泛的还有仿形铣床和数控铣床等。仿形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、精度要求较高的零件。

二、铣床的基本部件

铣床的类型虽然很多,但各类铣床的基本部件大致相同,都必须具有一套带动铣刀作旋转运动和使工件作直线运动或回转运动的机构。现将图 1-2 所示的 X6132 型卧式万能铣床的基本部件及其作用作简略介绍。

1) 主 轴 主轴 1 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。主轴是铣床的主要部件,要求旋转时平稳,跳动小和刚性好,所以要用优质结构钢来制造,并需经过热处理和精密加工。

2) 横梁及挂架 横梁 2 安装在床身的顶部,可沿顶部导轨移动。横梁上装有挂架,横梁和

挂架的主要作用是支持刀轴的外端,以增加刀轴的刚性。

3) **纵向工作台** 纵向工作台 3 用来安装夹具和工件,并带动工件作纵向移动,其长度为 1 250 mm,宽度为 320 mm。工作台上三条 T 型槽,用来安放 T 形螺钉以固定夹具或工件。

4) **横向工作台** 横向工作台 4 在纵向工作台下面,用来带动纵向工作台作横向移动。万能铣床的横向工件台与纵向工作台之间设有回转盘,可供纵向工作台在水平面上作 $\pm 45^\circ$ 范围内的扳转。

5) **升降台** 升降台 5 安装在床身前侧的垂直导轨上,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,并带动工作台作上下移动。工作台及进给系统中的电动机、变速机构、操纵机构等都安装在升降台上,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的振动,影响工件的加工质量。

6) **进给变速机构** 该机构安装在升降台内,其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。

7) **主轴变速机构** 该机构安装在床身内,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。

8) **床身** 床身 8 是机床的主体,是用来安装和连接机床其他部件的,其刚性、强度和精度对铣削效率和加工质量影响很大。因此,床身一般用优质铸铁做成箱体结构,内壁有助条,以增加刚性和强度。床身上的导轨和轴承孔是重要部位,必须经过精密加工和时效处理,以保证其精度和耐用度。

三、X6132 型卧式铣床的性能及主要技术参数

1. X6132 型铣床的性能

X6132 型铣床功率大,转速高,变速范围大,刚性好,操作方便,加工范围广,对产品的适应性很强。能加工中小型平面、特型表面、各种沟槽和小型箱体上的孔等。它还具有下列优点:

- 1) 机床工作台的进给手柄在操作时所指的方向,就是工作台进给的方向。
- 2) 机床的前面和左侧,各有一组按钮和手柄的复式操纵装置,便于在不同位置上操作。
- 3) 采用速度预选机构来改变主轴转速和工作台的进给量,使操作简便明确。
- 4) 有工作台传动丝杠螺母间隙调整机构,可以进行顺铣。
- 5) 工作台可以在水平面内回转角度,适合各种螺旋槽铣削。

2. X6132 型卧式铣床的主要技术参数

工作台工作面积(宽 $\times$ 长)	320 mm $\times$ 1 250 mm
工作台最大行程:	
纵向(手动/机动)	700 mm/680 mm
横向(手动/机动)	260 mm/240 mm
升降(垂直)(手动/机动)	320 mm/300 mm
工作台最大回转角度	$\pm 45^\circ$
主轴锥孔锥度	7:24
主轴中心线至工作台面间的距离:	
最 大	350 mm
最 小	30 mm

主轴中心线至横梁的距离	155 mm
床身垂直导轨至工作台中心的距离:	
最 大	470 mm
最 小	215 mm
主轴转速(18 级)	30~1 500 r/min
工作台纵向、横向进给量(18 级)	23.5~1 180 mm/min
工作台升降进给量(18 级,为纵向进给量的 1/3)	8~400 mm/min
工作台纵向、横向快速移动速度	2 300 mm/min
工作台升降快速移动速度	770 mm/min
主电动机功率×转速	7.5 kW×1 450 r/min
进给电动机功率×转速	1.5 kW×1 410 r/min
最大载重量	500 kg
机床的工作精度:	
加工表面平面度	0.02 mm/150 mm
加工表面平行度	0.02 mm/150 mm
加工表面垂直度	0.02 mm/150 mm

四、铣床的调整机构和调整方法

1. 工作台间隙调整

1) 工作台纵向丝杠传动间隙调整 丝杠螺母传动机构的螺纹之间存在间隙,并且随着使用时间的延长,螺纹之间的磨损量也逐渐增加,从而使间隙增大。顺铣时不允许丝杠螺母之间较大的间隙,所以要把间隙调整到允许的范围(0.05 mm 左右)。

调整机构如图 1-4(a)所示,调整时先打开工作台底座上的盖板 3,再拧松螺钉 2,然后顺时针转动蜗杆 1 带动螺母转动。在螺母 4 没有转动时,丝杠与螺母的间隙存在情况如图 1-4(b)所示。当螺母转动时,因为螺母 5 是固定的,所以螺母 4 与 5 的端面互相抵紧,迫使螺母 4 推动丝杠 6 向左移动,直至丝杠螺纹的右侧与螺母 4 贴紧,而左侧与螺母 5 贴紧,如图 1-4(c)所示。调整好后,用手摇动工作台,检查在全行程范围内有无卡住现象。

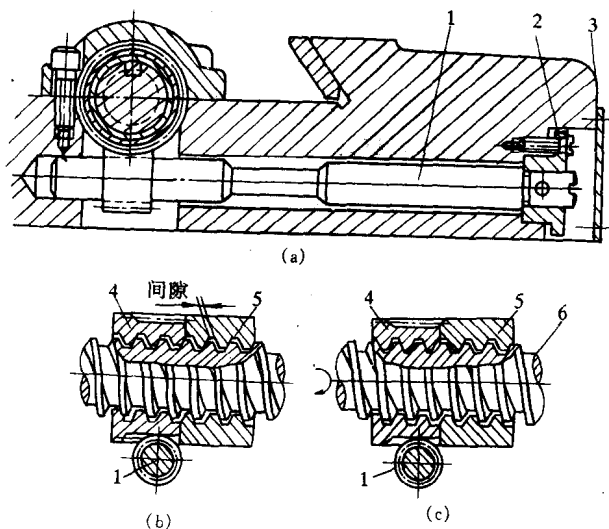


图 1-4 丝杠螺母间隙调整机构

1—蜗杆 2—螺钉 3—盖板 4、5—螺母 6—丝杠

2) 工作台纵向丝杠轴向间隙调整 工作台纵向丝杠左端的装配结构如图 1-5 所示。调整时,首先卸下手轮,然后将螺母 1 和刻度盘 2 卸下,扳直止动垫圈 4,稍微松开螺母 3,即可转动螺母 5 进行间隙调整。一般轴向间隙调整到 $0.01 \sim 0.03 \text{ mm}$ 之间。调整后,先紧螺母 5,再旋紧螺母 3,然后再反向旋紧螺母 5,其原因是当把螺母 3 旋紧时,会把螺母 5 向里压紧(一般扳紧螺母的松紧程度以用手刚能拧动垫块 6 即可)。最后再把止动垫圈 4 扣紧,并装上刻度盘 2 和螺母 1。

3) 工作台塞铁的调整 工作台纵、横、垂直三个方向的运动部件与导轨之间要有合适的工作间隙。间隙太小时,移动费力,也不灵敏;间隙太大时,工作不平稳,而且会影响加工质量。间隙大小一般用镶条来调整,其结构如图 1-6 所示。

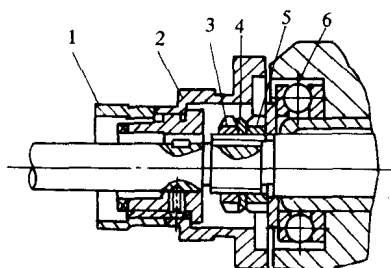


图 1-5 纵向丝杠轴向间隙的调整

1、3、5—螺母 2—刻度盘 4—止动垫圈 6—垫块

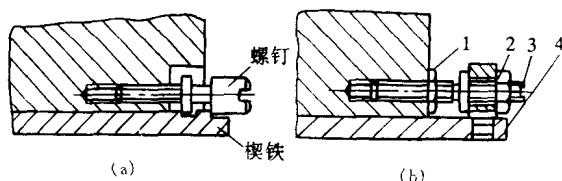


图 1-6 导轨间隙的调整机构

1、2—螺母 3—螺杆 4—镶条

图 1-6(a)所示是 X6132 和 X5032 型铣床横向工作台的镶条调整机构形式。图 1-6(b)所示是纵向工作台镶条调整机构形式。调整步骤是:先拧松螺母 1、2,再转动螺杆 3,使镶条 4 向前移动,以消除导轨之间的间隙。间隙大小一般用摇动工作台手感的轻重来判断,也可以用塞尺来检验间隙的大小,一般以不大于 0.04 mm 为合适。调整后再把螺母 1 和 2 旋紧。

2. 主轴轴承间隙的调整

铣床主轴轴承径向和轴向间隙不合适,对零件的加工精度有很大影响。如果主轴轴承过松,就会产生轴向窜动和径向跳动,轴向窜动将会造成铣削振动加大,加工尺寸控制不准,平面度、线轮廓度超差。径向跳动会造成刀杆和铣刀的径向跳动和振摆,铣刀偏让(俗称让刀),从而使尺寸控制困难。如果主轴轴承过紧,则会使主轴发热咬死。

1) X6132 型卧式铣床主轴轴承的间隙调整(如图 1-7 所示) 移开横梁下面盖板,松开锁紧螺钉 1,就可以拧动调节螺母 2,改变轴承内圈 3 与 4 之间的距离,也就改变了轴承内圈与滚柱和外圈之间的间隙。

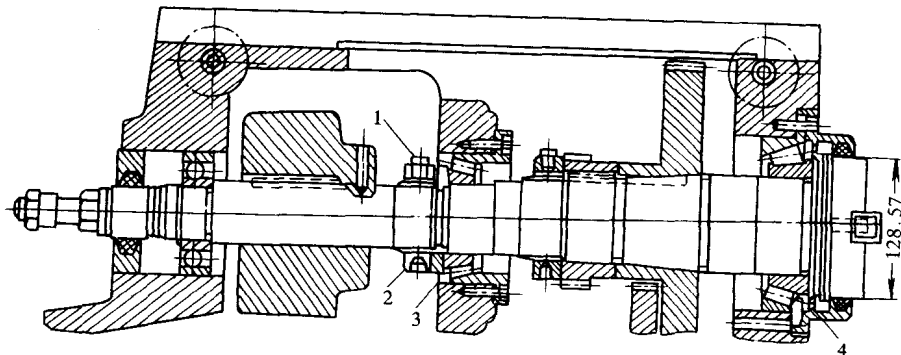


图 1-7 X6132 型卧式铣床主轴间隙调整

1—锁紧螺钉 2—调节螺母 3、4—轴承内圈

轴承的松紧取决于铣床的工作性质,一般以 200 N 的力推或拉并转动主轴,顶在主轴端面的百分表在 0~0.015 mm 范围内变动。再使机床在 1 500 r/min 的转速下运转 30 min,轴承温度不超过 60 ℃,则说明轴承间隙合适。

2) X5032 型立式铣床主轴轴承间隙调整(即径向间隙和轴向间隙)(如图 1-8 所示) 拆下铣头前面盖板,松开锁紧螺钉 1,可拧松螺母 2。再拆下主轴头部的端盖 5,取下由两个半圆环构成的垫片 4。根据需要消除间隙的多少,如要消除 0.02 mm 的径向间隙,则只要把垫片厚度磨去 0.24 mm,再装上去。用较大的力拧紧螺母 2,使轴承内圈张开,直到把垫片压紧为止。

主轴的轴向间隙是靠上面两个向心推力球轴承来调节的。在两个轴承内圈的距离不变时,只要减薄外垫圈 3,就能减小主轴轴承的轴向间隙。轴承松紧的测定同 X6132 型卧式铣床的测定。

五、铣床的精度检验

影响零件加工精度的因素很多,其中机床精度是主要因素之一。机床精度检验包括机床的几何精度和工作精度。所谓几何精度,就是指机床在运转时各部件相互间的位置精度和主要零件的形位精度。工作精度检验是指通过对试件的精度检验,达到对机床工作部件运动的均匀性和协调性检验,以及机床部件相互位置的正确性检验。

1. X6132 型和 X5032 型铣床主轴的精度检验

1) 主轴的轴向窜动检验(如图 1-9 所示) 百分表触头顶在插入主轴锥孔内的专用检验棒的端面中心处,旋转主轴,百分表读数的最大差值就是轴向窜动的误差。

公差为 0.01 mm,若超过公差,则加工时会产生较大的振动,尺寸控制不准,还会出现拖刀现象。

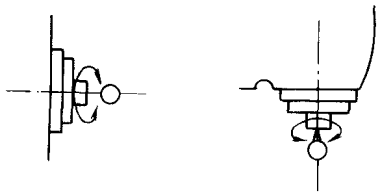


图 1-9 主轴的轴向窜动检验

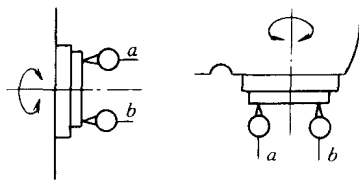


图 1-10 主轴轴肩支承面的跳动检验

2) 主轴轴肩支承面的跳动检验(如图 1-10 所示) 将百分表触头顶在主轴前端面靠近边缘的位置,旋转主轴,分别在相隔 180° 的 a、b 两处检验,a、b 两处误差分别计算,百分表读数的最大差值就是支承面跳动误差。

公差为 0.02 mm,若超过公差,则会引起以主轴轴肩定位安装的铣刀产生端面跳动,影响加工尺寸精度和表面粗糙度,并会使铣刀的刀齿磨损不均匀(即部分刀刃加快磨损),铣刀使用

不经济。

3) 主轴锥孔中心线的径向跳动检验(如图 1-11 所示) 将百分表触头顶在插入主轴锥孔内的检验表面上。旋转主轴, 分别在 a 、 b 两处检验。百分表读数的最大差值就是径向跳动误差。

a 处公差为 0.01 mm , b 处公差为 0.02 mm 。若超过公差, 则会造成刀轴和铣刀的径向跳动以及铣刀振摆, 使铣削的键槽加宽, 使所镗孔的孔径扩大, 加工表面的粗糙度值加大和刀具的耐用度下降。

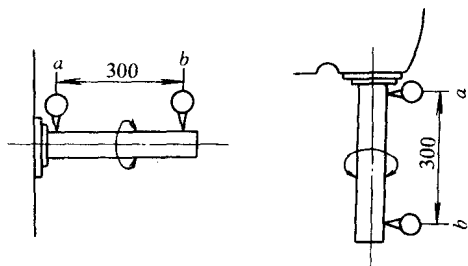


图 1-11 主轴锥孔中心线的径向跳动检验

图 1-12 刀杆挂架孔对主轴回转中心线的同轴度检验

4) 刀杆挂架孔对主轴回转中心的同轴度检验(卧铣)(如图 1-12 所示) 在主轴锥孔中插入一根带百分表的角形表杆, 并使百分表触头顶在插入刀杆挂架孔中的检验棒表面上。转动主轴, 在 a 、 b 两处检验。 a 、 b 两处误差分别计值。百分表读数最大值的一半就是同轴度的误差。检验时, 横梁和挂架都要固紧。

公差为 0.03 mm , 若超过公差, 则会使刀歪斜, 以至铣刀产生振摆及挂架孔加速磨损。严重者将使刀杆弯曲, 且影响加工面的平行度。

5) 主轴回转中心线对工作台面的垂直度检验(立铣)(如图 1-13 所示) 工作台处于纵向行程的中间位置。在工作台面上放置两等高量块, 在量块上放一平尺。在主轴锥孔中插入一根带百分表的角形表杆, 使百分表的触头顶在平尺的检验面上。分 a 、 b 两处进行测量。 a 处平尺与中央 T 形槽平行; b 处平尺与中央 T 形槽垂直。 a 、 b 两处分别计值。百分表读数的最大差值, 就是垂直度误差。检验时, 垂直、横向两工作台及主轴套筒都要紧固。

工作台面外侧只许向上偏, 在 300 mm 的测量长度上, a 处公差为 0.02 mm , b 处公差为 0.03 mm 。若超过公差, 则会影响加工面的平面度、平行度以及加工孔的圆度、轴线的倾斜度等精度。

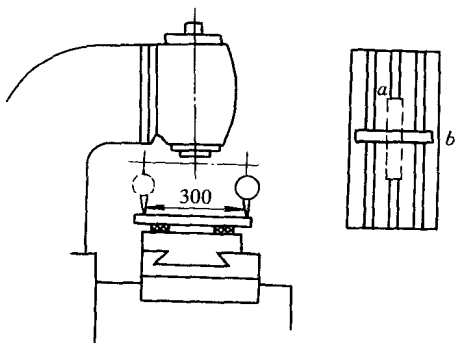


图 1-13 主轴回转中心线对工作台面的垂直度检验

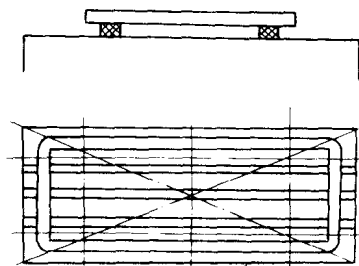


图 1-14 工作台面的平面度检验

2. X6132 型和 X5032 型铣床工作台的精度检验

1) 工作台面的平面度检验(如图 1-14 所示) 工作台处于纵向和横向行程的中间位置,在工作台面上,按图 1-14 中规定的方法,放置两高度相等的量块,在量块上放一平尺,然后用块规和塞尺检验工作台面和平尺之间的距离。

工作台面纵向只许凹,在每 1 000 mm 长度上公差为 0.03 mm。若超过公差,则会影响夹具或工件底面的安装精度,从而影响加工面的平行度、垂直度。

2) 工作台纵向和横向移动的垂直度检验(如图 1-15 所示) 角度尺放在工作台面纵向中间位置,并使角度尺的一个检验面和横向(或纵向)平行,纵向(或横向)移动工作台用百分表检验,百分表读数的最大差值,就是垂直度的误差。检验时,垂直工作台应紧固。

在 300 mm 的测量长度上公差为 0.02 mm。若超过公差,则会影响水平面内两加工垂直面的垂直度。另外,若夹具的定位面与横向平行,则用纵向进给铣削出的沟槽和侧面与基准不垂直。

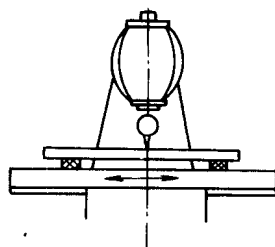
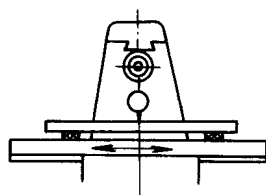
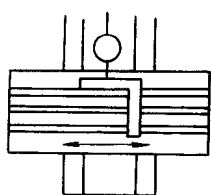


图 1-15 工作台纵向和横向移动的垂直度检验

图 1-16 工作台纵向移动对工作台面的平行度检验

3) 工作台纵向移动对工作台面的平行度检验(如图 1-16 所示) 工作台处于横向行程的中间位置,在工作台面上,跨中央 T 形槽放两等高量块,平尺放在量块上。将百分表触头顶在平尺的检验面上,纵向移动工作台检验。百分表读数的最大差值,就是平行度误差。检验时,横向和垂直两工作台均应锁紧。

在工作台全部行程上测量:行程等于或小于 500 mm,公差为 0.02 mm;行程大于 500 mm 且小于 1 000 mm,公差为 0.03 mm;行程大于 1 000 mm,公差为 0.04 mm。若超过公差,则将影响工件的平行度和垂直度(在铅垂面内)。

4) 工作台横向移动对工作台面的平行度检验(如图 1-17 所示) 在工作台面上和工作台横向移动方向平行放置两等高量块,平尺放在量块上,百分表触头位于主轴中央处,并使其顶在平尺的检验面上。百分表读数的最大差值,就是平行度误差。检验时,垂直工作台应锁紧。

在工作台全部行程上测量,行程等于或小于 300 mm,公差为 0.02 mm;行程大于 300 mm,公差为 0.03 mm。若超过公差,则会影响工件的平行度和垂直度。

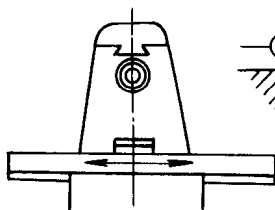
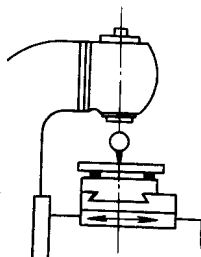
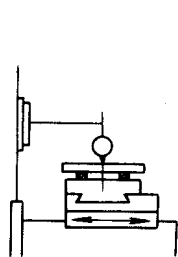


图 1-17 工作台横向移动对工作台面的平行度检验

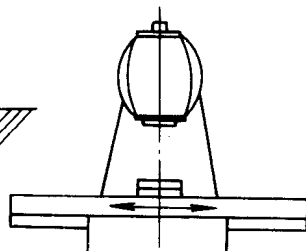
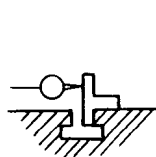


图 1-18 工作台中央 T 形槽侧面对工作台纵向移动的平行度检验