

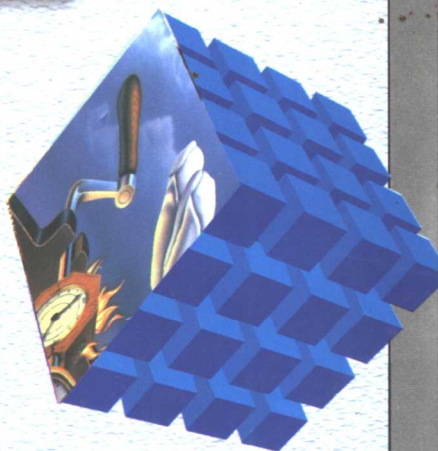
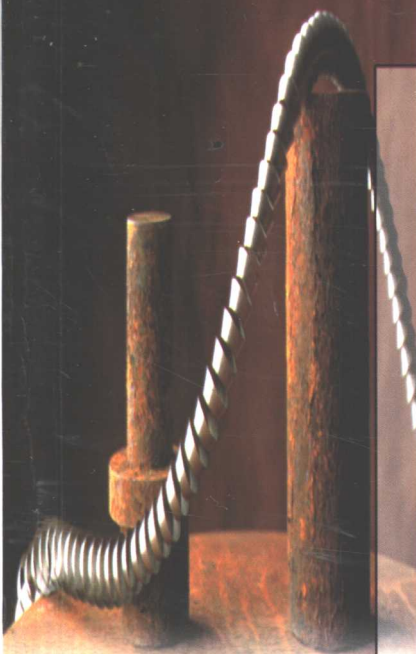


ZHIYEJINENGCONGSHU

◎ 职业技能丛书 ◎

XI GONG

铣工



延边人民出版社

职 业 技 能 丛 书

铣 工

主 编 王晓冬

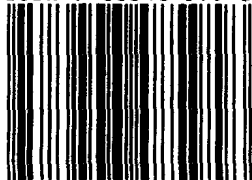
延边人民出版社

·职业技能丛书·

铣 工

主 编:王晓冬
责任编辑:桂镇教
出 版:延边人民出版社
经 销:各地新华书店
印 刷:长春市东文印刷厂
开 本:850×1168 毫米 1/32
字 数:6000 千字
印 张:320
版 次:2002 年 1 月第 1 版
印 次:2002 年 1 月第 1 次印刷
印 数:1-3050 册
书 号:ISBN 7-80648-595-3 /Z·73

ISBN 7-80648-595-3



9 787806 485958 >

定价:400.00 元(每单册 20.00 元)

内容提要

机械制造业是技术密集型行业。机械加工是机械行业中重要的工种。它对提高机械行业的生产效率、保证产品质量、节约能源、降低消耗,起着重要的作用。而作为机械加工中重要的工种之一——铣削更是生产效率较高的一种金属切削方法。熟练掌握铣削工艺,练就精湛的操作技能,才能使企业获得经济效益,才能在激烈的市场竞争中立于不败之地。这无论对企业,还是对职工自身都是十分重要的。

本书运用通俗易懂的语言,由浅入深详细阐述了铣削技术的知识理论和各种零部件的实际操作技能。具有针对性,实用性强,尽量作到充分、完全、覆盖面广。适合于初级、中级、高级工参加培训或个人自学的需要。

由于我们水平有限,在编写中难免有错误和不足之处,期盼社会各界,同行专家和广大读者给予批评指正,提出宝贵的修改意见。

目 录

第一章 铣床基本知识	1
第一节 基本知识	1
第二节 铣床工作精度检验	6
第三节 铣床的维护保养	17
第二章 铣削基本知识	29
第一节 铣刀	29
第二节 工件的安装	33
第三节 铣削力在铣削工作中的作用	54
第四节 铣削用量	60
第五节 几种典型难加工材料的铣削	65
第六节 铣削方式、范围和方法	76
第三章 分度头	86
第一节 分度头型号及功用	86
第二节 分度头结构	86
第三节 分度方法	88
第四节 用分度头的铣削工作	119
第四章 型面铣削	151
第一节 平面铣削	151
第二节 斜面铣削	152
第三节 连接面铣削	156

第四节	阶台铣削·····	159
第五节	椭圆铣削·····	163
第六节	球面铣削·····	166
第五章	键槽铣削·····	171
第一节	直角沟槽的铣削·····	171
第二节	键槽的铣削·····	172
第三节	特种沟槽的铣削·····	176
第六章	直齿圆柱齿轮的铣削·····	184
第七章	锥齿轮的铣削·····	200
第一节	锥齿轮的各部分名称和计算·····	200
第二节	锥齿轮铣刀的选择和齿厚计算·····	204
第三节	铣削锥齿轮·····	206
第八章	凸轮的铣削·····	225
第一节	等速圆盘凸轮的铣削·····	225
第二节	等速圆柱凸轮的铣削·····	230
第三节	坐标法铣削凸轮·····	235
第四节	铣削凸轮时的注意事项·····	237
第九章	曲线外形的铣削·····	242
第十章	正齿轮和链轮的铣削·····	250
第十一章	蜗杆和蜗轮的铣削·····	271
第一节	蜗杆的铣削·····	272
第二节	蜗轮的铣削·····	275
第十二章	螺旋线和螺旋齿轮的铣削·····	290
第一节	基本概念·····	290
第二节	交换齿轮计算·····	294
第三节	圆柱螺旋槽的铣削·····	306
第四节	螺旋齿轮的铣削·····	308
第五节	斜齿条的铣削·····	312

目 录

第六节	等速平板凸轮的铣削·····	313
第十三章	齿条的铣削·····	319
第十四章	刀具开齿·····	330
第一节	开齿时的几种对刀方法·····	330
第二节	圆柱面直齿刀具的开齿·····	333
第三节	刀具端面齿的开齿·····	352
第四节	圆锥面直齿刀具的开齿·····	354
第五节	圆柱面螺旋齿刀具的开齿·····	362
第六节	铰刀开齿·····	366
第七节	双重齿背的铣削和计算·····	371
第十五章	复杂工件的铣削·····	372
第十六章	成组技术和数控机床·····	388
第一节	成组技术简介·····	388
第二节	数控铣加工·····	393
第十七章	铣床的扩大使用·····	411
第一节	以铣代镗·····	411
第二节	展成加工直齿圆锥齿轮·····	415

第一章 铣床基本知识

第一节 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、铣床的加工内容

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 $R_a0.20\mu\text{m}$ 。

二、铣床的各部分名称和用途

铣床各部分的名称(图 1-2)和用途分别叙述如下:1、床身—机床的主体,是用来安装和连接机床其他部件的。床身一般用优质灰铸铁铸成,呈箱体,内部用筋条连接,以增加强度。床身的前壁有燕尾形的垂直导轨,是给升降台上下移动用的。床身的上面有水平导轨,横梁 2 可在上面移动。床身的后面部分装有电动机。

2、横梁—用来支承铣刀心轴外端的。拧紧床身侧面的两个螺母,可以把横梁固定在床身上;放松螺母,可以使横梁伸出需要长度。横梁的一端与挂架相连。在铣床上加工大型工件时,可以用特种支架来支持横梁,以减少切削时的振动。

3、升降台—用来支持工作台,并带着工作台上下移动。工作台

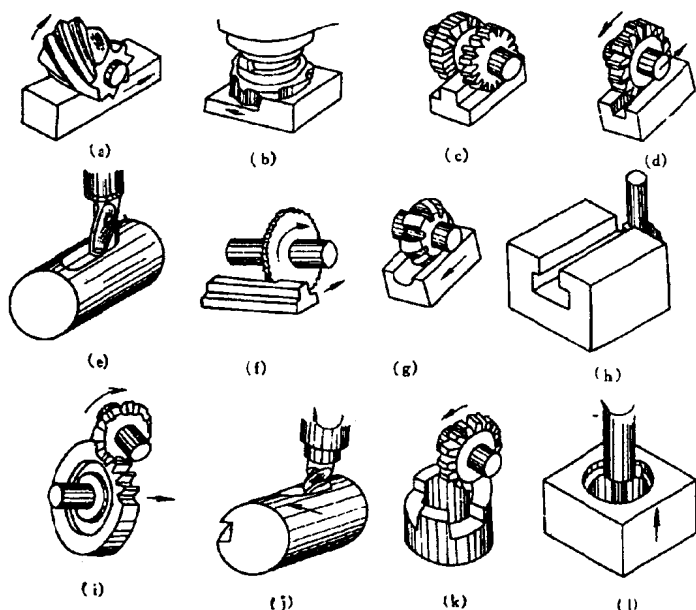


图 1-1 铣削加工的基本内容

(a)圆柱铣刀铣平面 (b)端铣刀铣平面 (c)铣台阶 (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

还可以在升降台上横向移动。升降台下有一垂直丝杆,它不仅可以使工作台升降,而且还支持着升降台的重量。机床的进给传动系统中的电动机、变速机构和部分传动件都安装在升降台内。升降台上还有两个螺钉,用来紧固连接工作台和横梁的特种支架。

4、纵向工作台—用来安装分度头、夹具和工件的,并带着这些东

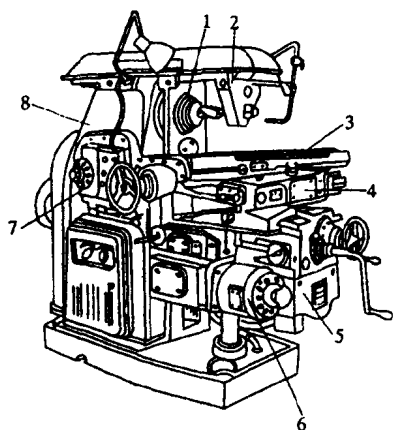


图 1-2 X6132 型卧式铣床的外形及各部分名称

1—床身； 2—横梁； 3—升降台； 4—纵向工作台； 5—横向工作台；

6—主轴及主传动系统； 7—铣刀心轴； 8—主传动系统电动机； 9—底座

西作纵向移动。工作台上面对有三条 T 形槽，是用来安装 T 形螺栓的。工作台前侧面有一条 T 形槽，用来固定自动挡铁，以便实现半自动操纵。拧紧工作台下部前侧面的四只螺钉，可使纵向工作台固定不动。

5、横向工作台—纵向工作台与升降台之间的一部分称为横向工作台，用来带动纵向工作台作横向（前后）移动。同时还能使工作台向左右各转动 45° 。

6、主轴及主传动系统—用来使铣刀作旋转运动，以便切削工件。主传动系统由电动机、变速机构和主轴等组成。

7、铣刀心轴（以下简称刀轴）—用来安装铣刀的，它的一端是锥柄，用来安插在主轴锥孔中，另一端由安装在横梁上的挂架来支持。刀轴的转动直接由主轴带动。

8、主传动系统电动机—通过变速机构中的齿轮使主轴作旋转运

动。

9、底座一用来承受铣床的全部重量,以及盛放冷却润滑液。

三、机床的种类

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在水面上作 $\pm 45^\circ$ 范围内的转动。

(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。

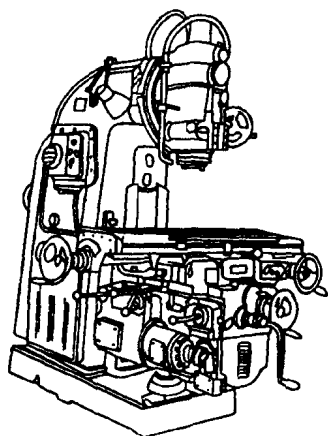


图 1-3 X5032 立式升降台铣床

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,可以加工平面台阶轮廓。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。

四、安全技术

在工作中我们必须注意安全。操作时应遵守下列安全规则:

- 1、工作时要穿工作服和戴袖套。女同志应戴上工作帽。
- 2、工作时,头不能太靠近正在切削的地方,以防切屑飞入眼睛。如果是溅飞切屑,就应戴护目镜。
- 3、手和身体不能靠近正在旋转的刀具和其他转动的机件,如皮带轮、齿轮等。
- 4、当工件或分度头等太重时,不要一人单干,可应用起重设备,或请他人帮助。

- 5、不要用手去摸正在切削的工件表面。
- 6、不可用手去直接清除切屑,应用刷子或专用工具清除。
- 7、不可用手去煞住转动着的刀轴。
- 8、在铣床上工作时不能戴手套。
- 9、不要任意装拆电气设备。

第二节 铣床工作精度检验

机床精度检验包括机床的几何精度和工作精度检验。几何精度检验,就是检验机床部件的几何形状精度和相互位置精度。工作精度检验就是通过对试切件的检验,达到对机床工作部件运动的均匀性和协调性检验(决定于传动系统中机构的制造精度和装配精度),以及对机床部件相互位置的正确性检验(决定于零件和连接件的刚性)。下面对卧式和立式升降台铣床的精度检验,以及对加工质量的影响,作简要介绍(参照 GB3933—1983 升降台铣床精度)。

一、主轴的精度检验

1、检验主轴的轴向窜动 在主轴锥孔中紧密地插入检验棒,将百分表测头触及在检验棒的外圆上,旋转主轴检验;或在轴向加200N左右的推力或拉力。百分表读数的最大差值,就是轴向窜动误差。

主轴的轴向窜动允差值:0.02mm 范围内。若超过允差值,在铣削时会产生较大的振动和尺寸控制不准,以及出现施刀现象。

2、检验主轴轴肩支承面的跳动 将百分表测头触及在主轴轴肩支承面边缘处,旋转主轴。百分表读数的最大差值,就是主轴轴肩支承面的跳动误差。

也可将百分表测头触及在轴肩支承面边缘,分别在相隔 180°的两个位置,并在轴向加推力检验。百分表两次读数的最大差值中,取较大的差值,也是主轴轴肩支承面的跳动误差。

主轴轴肩支承面的跳动允差值:0.04mm 范围内。若超过允差值,使以主轴轴肩定位安装的铣刀产生端面跳动。使铣刀的刀齿磨损不均匀和部分切削刃加速磨损,降低铣刀的寿命。

3、检验主轴锥孔中心线的径向跳动 在主轴锥孔中紧密地插入检验棒,将百分表测头触及在检验棒的外圆面上。旋转主轴,分别在靠近主轴端部和距离端部 300mm 处检验,两处误差分别计算。

然后将检验棒在主轴锥孔中,分别转过 90° 、 180° 及 270° ,用同样方法进行检验。目的是消除检验棒的误差对主轴锥孔中心线径向跳动的迭加或抵消的影响。共检验四次,分别计算出相对两位置检验数值的代数和的一半,取其中的较大值即为主轴锥孔中心线的径向跳动误差。

主轴锥孔中心线的径向跳动允差值:主轴端部为 0.02mm 范围内。距离 300mm 处为 0.04mm 范围内。

若超过允差,将造成刀杆或铣刀的径向跳动,影响加工面的表面粗糙度。在铣削键槽和镗孔时,会使槽宽和孔径尺寸扩大。

4、检验悬梁导轨对主轴回转中心线的平行度(卧铣) 将悬梁紧固。在悬梁导轨上,装上带百分表的专用表架,使百分表测头触及插入主轴锥孔中的检验棒外圆面上。移动专用表架,分别在上母线和侧母线上进行检验。

两处误差分别计算。记下百分表读数的最大差值,然后将主轴旋转 180° 再检验一次。两次检验的最大差值代数和的一半,就是平行度误差。

悬梁导轨对主轴回转中心线的平行度允差值:上母线和侧母线均为 0.05/300mm 范围内。

若超过允差,使安装的刀杆与工作台面不平行,影响加工面的平行度。

5、检验刀杆支架孔对主轴回转中心线的同轴度(卧铣) 在主轴锥孔中插入带百分表的心轴,在支架孔中紧密地插入检验棒,并使百

分表测头触及检验棒的外圆面上,如图 1-4 所示。

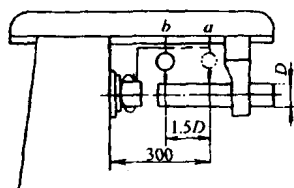


图 1-4 检验支架轴承孔对主轴回转中心线的同轴度

应将悬梁和支架紧固,在 a、b 两处检验。旋转主轴,百分表读数的最大差值的一半,就是同轴度误差,a、b 处分别计算。

刀杆支架孔对主轴回转中心线的同轴度允差值:0.06mm 范围内。若超过允差时,会使刀杆歪斜,以致铣刀产生振动及支架孔加速磨损,严重时会使刀杆弯曲,影响加工面的平行度。

6、检验主轴回转中心线对工作台台面的平行度 在主轴锥孔中紧密地插入检验棒。在工作台面上放一块带百分表的小平板,百分表侧头触及在检验棒的上母线上,并垂直于检验棒中心线移动百分表座。分别在主轴端部 a 处和距离 a 处为 300mm 的 b 处检验,如图 1-5 所示。

将主轴转过 180° ,用同样方法检验。两次检验时百分表最大读数的代数和的一半,就是平行度误差。工作台应在上下两个位置(即在离主轴轴心线 100mm 及 300mm 处)上各检验一次,误差以两次中的较大值计算。检验时升降台和回转底座都要紧固,工作台纵向处于中间位置。

主轴回转中心线对工作台台面平行度允差值:0.06mm 范围内。若超过允差,会影响工件加工面的平行度。横向作两次进给时,会产生明显的接刀痕。

7、检验主轴套筒移动对工作台的垂直度(此项不适用于有机动进给的主轴套筒)工作台位于纵向、横向行程的中间位置。工作台横

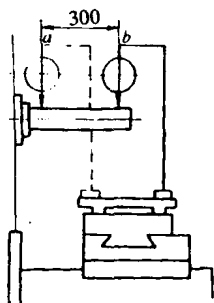


图 1-5 检验主轴回转中心线对工作台台面的平行度

向应紧固。

工作台上放两个等高块,在等高块上放上直尺。并分别在纵向和横向两个方向检验。百分表固定在主轴上,其测头触及在直尺的垂直检验面上。主轴套筒在上下两极限位置夹紧检验,百分表读数的最大差值,就是垂直度误差。

两个方向分别计算,取较大值。

主轴套筒移动时对工作台的垂直度允差值:0.03mm/全行程范围内。若超过允差值时,会使以主轴套筒进给镗出的孔与基准面歪斜。另外,以主轴套筒进给在深度方向作多次切削进给时,会产生明显的接刀痕。

二、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有较大的间隙,所以要把间隙调整到允许的范围内(0.05mm 左右)。

调整机构如图 1-6(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 1-6(b)所示。当螺母转时,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 1-6(c)所示。调整后,用手摇动工作台,检查在全行程范围内有无卡住现象。

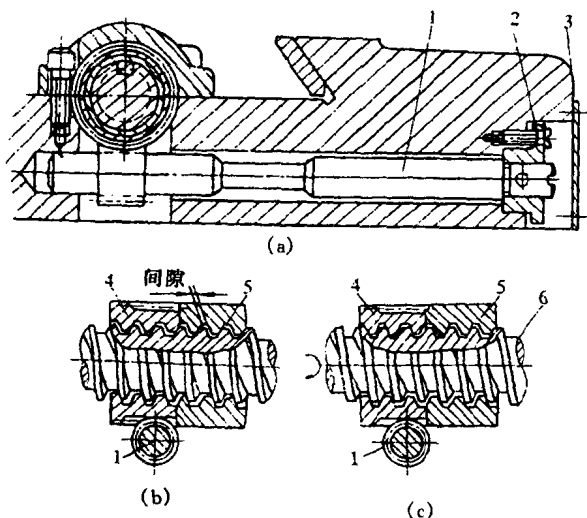


图 1-6 丝杠螺母间隙调整机构

1—螺杆 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 1-7 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。