

现代工程训练与工程应用



铣刨磨实用加工技术

邱 峰 主编



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

现代工程训练与工程应用

铣刨磨实用加工技术

邱 峰 主 编

杨森森 李晓东 孙曙光 副主编

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了机械加工中的铣削技术、刨削(含插削)技术和磨削技术。书中就上述工种所需的设备、工件安装、工件的加工方法、操作步骤以及工件加工质量的检测方法和加工时的注意事项进行了较详细的阐述。本书注重实用性,在每章中都列举了许多典型实例,并进行剖析,具有实践的指导作用。

本书可作为机械类技工学校和中等专科学校的教材,亦可作为刚刚步入机械加工行业的工作人员的参考书和实践指导书,以及技工培训和考核鉴定用书。

图书在版编目(CIP)数据

铣刨磨实用加工技术/邱峰主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2008.4

ISBN 978 - 7 - 5603 - 2676 - 4

I. 铣… II. 邱… III. 铣削 - 基本知识
IV. TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 041010 号

策划编辑 孙 杰

责任编辑 刘 瑶

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451 - 86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787mm × 1092mm 1/16 印张 13.25 字数 311 千字

版 次 2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5603 - 2676 - 4

印 数 1 ~ 3 000 册

定 价 23.80 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

《现代工程训练与工程应用》编委会

主 任 邢忠文(哈尔滨工业大学)

副主任 张学仁(哈尔滨工业大学)

张 庆(燕山大学)

任正义(哈尔滨工程大学)

徐国义(哈尔滨理工大学)

委 员 杜丽娟 韩秀琴 陈洪勋 崔云起

王 军 高殿荣 王 冬 崔 海

舒 庆 徐小村 吴砚聪

前 言

我国机电类专业的课程设置近几年虽有所改进,但教学内容仍较陈旧。高校学生所学到的知识技能与企业的要求尚存在差距。因此,各高校都加大了对工程训练中心的投入,扩在了培训范围,希望通过对学生应用技能的前期培训,缩短其走向工和岗位的适应期,并减少企业的培训费用。

目前设立工程训练中心的高校有清华大学、北京大学、哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、哈尔滨理工大学、燕山大学、山东大学、西安交通大学、北京航空航天大学、北京理工大学等近百所高校。为此哈尔滨工业大学出版社与哈尔滨工业大学工程训练中心、燕山大学机械工程学院共同探讨,联合哈尔滨工程大学、哈尔滨理工大学等几所高校出版这套面向广大学生实习、技师培训、人才培养的《现代工程训练与工程应用》系列图书。

科学技术是第一生产力,技术工人和具有高学历的高技能人才对于开发新产品、提高产品质量和提高产品市场竞争力起着至关重要的作用。

前些年在教学和考核中有重理论轻实践的倾向,致使许多人在认识上产生了误区,认为高学历是人才,而高技能不是人才。因此许多技校纷纷下马,钻研技术的风气冷冷清清,甚至许多工科院校的毕业生也不愿意去工矿就业,致使许多工矿企业技术力量匮乏,技术工人短缺,许多新产品的开发研制受到一定影响。

针对这种情况,我国采取了许多新的举措,如大力培训技术工人,大力恢复和创办技工学校 and 高职院校。同时扭转高等学校,尤其是工科院校重理论轻实践的倾向。这就急需一大批实用性强的教材和参考书。而且,近年来从高校毕业刚刚进入工矿企业中的技术员,在机械加工方面往往发憊,他们也需要在实践中补上这方面的欠缺,才能成为一个真正的技术员、工程师。本书正是在适应这种形势下,从实用角度出发,为技术工人的培养和新技术人员的实践指导而编写的。

本书的内容包括三部分。第一部分是铣工技术,共6章,第1~4章由黑龙江工商职业技术学院杨森森老师编写,第5、6章由哈尔滨理工大学李晓东老师编写;第二部分是刨工技术(含插工技术),共5章,由东方学院孙曙光老师编写;第三部分是磨工技术,共5章,由哈尔滨理工大学邱峰老师编写。

本书由邱峰负责全书统稿,由邱平善主审。本书可作为机械类技工学校和中等专科学校的教材,亦可作为从事机械加工工作人员的参考书和实践指导书,以及技工培训和考核鉴定用书。由于编者水平有限,恳请广大读者对本书疏漏及不当之处提出批评指正。

编者

2008年6月

目 录

第一部分 铣工技术	
第1章 铣刀与铣床工具	1
1.1 铣刀	1
1.1.1 铣刀的类型和应用	1
1.1.2 几何角度	2
1.1.3 铣刀的安装和使用	2
1.2 分度头	4
第2章 平面类的铣削	8
2.1 平面的铣削	8
2.1.1 用圆柱铣刀铣平面	8
2.1.2 用套式立铣刀铣平面	9
2.1.3 用高速铣削平面	11
2.2 斜面的铣削	12
2.2.1 转动工件角度铣斜面	12
2.2.2 调整主轴角度铣 15°斜面	13
2.2.3 调整主轴角度铣 70°斜面	14
2.2.4 用角度铣刀铣斜面	15
2.3 平行面和垂直面的铣削	16
2.3.1 校正立铣头和平口钳	16
2.3.2 铣平行面和垂直面	17
2.3.3 台阶的铣削	19
2.4 四方、六方的铣削	21
2.4.1 用组合铣刀铣四方	21
2.4.2 用立铣刀铣六方	22
第3章 槽的铣削	24
3.1 直角槽的铣削	24
3.1.1 轴上敞开式键槽的加工	24
3.1.2 轴上封闭式键槽的加工	25
3.1.3 轴上键槽的测量	26
3.2 T形槽的铣削	27
3.2.1 铣直角槽	27
3.2.2 铣 T形槽	28
3.3 燕尾槽的铣削	29
3.4 圆弧槽的铣削	31
3.5 花键轴的铣削	32
3.6 离合器的铣削	36
3.6.1 直齿离合器的铣削	36
3.6.2 尖齿离合器和梯形齿离合器的铣削	38
第4章 螺旋槽与凸轮的铣削	41
4.1 螺旋槽的铣削	41
4.1.1 铣螺旋槽的计算	41
4.1.2 铣螺旋槽	42
4.2 凸轮的铣削	44
4.2.1 凸轮的概述	44
4.2.2 圆盘凸轮的铣削	46
4.2.3 圆柱凸轮的铣削	48
第5章 铣刀与铰刀的开齿	51
5.1 圆柱直齿铣和铰刀的开齿	51
5.1.1 对前角 $\gamma_0 = 0^\circ$ 的刀齿加工	51
5.1.2 对前角 $\gamma_0 > 0^\circ$ 的刀齿加工	52
5.2 圆柱螺旋齿铣刀和铰刀的加工	54
5.3 端面齿和锥面齿的铣削	57
5.3.1 端面齿槽的铣削	57
5.3.2 锥面齿槽的铣削	61
第6章 齿面的铣削	64
6.1 标准直齿圆柱齿轮的铣削	64
6.2 斜齿圆柱齿轮的铣削	66
6.2.1 斜齿圆柱齿轮的计算	66
6.2.2 斜齿圆柱齿轮的铣削	67
6.3 直齿条的铣削	71
6.3.1 直齿条的计算	71
6.3.2 直齿条的铣削	71
6.4 直齿圆锥齿轮的铣削	74
6.5 蜗轮的铣削	79
第二部分 刨工技术	
第7章 刨刀和刨削	82
7.1 刨刀的几何形状	82
7.2 刨刀的刃磨和刨刀切削用量的选择	85
第8章 刨平面、垂直面及台阶	88
8.1 平面的刨削方法及检验	88
8.2 刨平行面及互成直角的关联面	91
8.3 刨垂直面	96
8.4 刨台阶	97

第9章 刨斜面、切断、刨直角形槽及V形槽		
.....	101	
9.1 刨斜面的方法	101	
9.2 斜面工件的检验	104	
9.3 切断	104	
9.4 刨直角形槽	106	
9.5 刨V形槽	109	
9.6 槽的检验	110	
第10章 刨燕尾形零件和T形槽	113	
10.1 刨燕尾形零件	113	
10.1.1 刨削燕尾工件	113	
10.1.2 燕尾形工件的检验	117	
10.2 刨T形槽	119	
第11章 孔内表面及曲面加工	121	
11.1 插床工作	121	
11.2 多边形孔的插削	122	
11.2.1 多边形孔的划线	123	
11.2.2 方孔的插削	124	
11.3 孔内键槽的插削	124	
11.4 曲面的刨、插加工	126	
11.4.1 刨、插曲面的方法	127	
11.4.2 曲面零件的检验	131	
第三部分 磨工技术		
第12章 砂轮	132	
12.1 砂轮的概述	132	
12.2 砂轮的特性与选择	133	
12.3 砂轮的选择实例	141	
12.4 砂轮的安装和修理	144	
第13章 磨床夹具和测量仪器	148	
13.1 磨床夹具	148	
13.2 精密量具及量仪	151	
13.2.1 测微量具	151	
13.2.2 比较仪	152	
13.2.3 水平仪	152	
第14章 零件磨削实例	154	
14.1 磨轴类零件	154	
14.1.1 磨床工作台的找正	154	
14.1.2 磨外圆	155	
14.1.3 磨光轴和台阶轴	157	
14.2 磨外圆锥	158	
14.2.1 转动工作台磨外圆锥	158	
14.2.2 转动头架磨外圆锥	159	
14.2.3 转动砂轮架磨外圆锥	160	
14.2.4 外圆锥的检测	161	
14.3 磨内孔、台阶孔和不通孔	164	
14.3.1 磨内孔	164	
14.3.2 磨台阶孔和不通孔	165	
14.3.3 内孔的测量	167	
14.3.4 磨圆锥孔	168	
14.4 磨平面类零件	169	
14.4.1 磨平行面	169	
14.4.2 磨垂直面	170	
14.4.3 平行面工件的检验	171	
14.4.4 垂直面工件的检验	173	
14.5 无心外圆的磨削	173	
14.5.1 用贯穿法磨削圆柱销	173	
14.5.2 用切入法磨削带肩轴	176	
第15章 刃磨刀具	179	
15.1 万能工具磨床的操纵与调整	179	
15.2 刃磨铰刀	182	
15.3 刃磨铣刀	188	
15.3.1 圆柱铣刀的刃磨	188	
15.3.2 面铣刀的刃磨	190	
第16章 磨成形面零件	192	
16.1 成形砂轮的修整	192	
16.1.1 外圆磨床砂轮圆弧的修整	192	
16.1.2 平面磨床砂轮圆弧的修整	195	
16.1.3 砂轮角度的修整	196	
16.2 磨简单成形面	198	
16.2.1 磨带有球面的外圆零件	198	
16.2.2 磨带圆弧的平面零件	200	
参考文献	204	

第一部分 铣工技术

第 1 章 铣刀与铣床工具

1.1 铣 刀

1.1.1 铣刀的类型和应用

铣刀的种类很多,分类方法也较多,这里仅介绍几种常用的分类方法。

1. 按照铣刀切削部分的材料分类

(1) 高速钢铣刀为用于制造形状较复杂工件的低速切削刀具,常用的牌号有 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2。

(2) 硬质合金铣刀。多为用于高速切削工件的端铣刀,常用的硬质合金有钨钛钴类 (YT),用于切削钢材;还有钨钴类 (YG),用于切削铸铁。

2. 按铣刀用途分类

(1) 铣平面用铣刀。包括圆柱铣刀和端铣刀。对较小平面,也可以使用立铣刀和三面刃盘铣刀加工。

(2) 铣沟槽用铣刀。包括三面刃铣刀、立铣刀、键槽铣刀、盘形槽铣刀等。

(3) 铣特形沟槽用铣刀。包括 T 形槽铣刀、燕尾槽铣刀、半圆键槽铣刀、角度铣刀等。

(4) 铣特形面用铣刀。包括凸、凹半圆铣刀,特形铣刀,齿轮铣刀等。

(5) 切断用铣刀。切断一般用锯片铣刀,锯片铣刀也可以用来开窄槽。

3. 按铣刀刀齿的形状分类

(1) 尖齿铣刀。尖齿铣刀的齿背是直线或折线形,刃口锋利,刃磨方便,如圆柱铣刀、立铣刀等。铣刀用钝后应刃磨后刀面。

(2) 铲齿铣刀。主要用于成型铣刀。铲齿铣刀的齿背是阿基米得螺旋线形,优点是刀齿在刃磨后,只要前角不变,齿形就不变,缺点是切削性能较差,制造费用大。如齿轮铣刀、特形铣刀等。铣刀用钝后应刃磨前刀面。

4. 铣刀的规格

(1) 圆柱铣刀、三面刃铣刀、锯片铣刀等带孔铣刀,以外径 $\times$ 宽度 $\times$ 孔径表示其规格。

如 $75 \times 60 \times 27$ 的圆柱铣刀,表示其外径为 75 mm,宽度为 60 mm,孔径为 27 mm。

(2) 立铣刀、键槽铣刀以外径表示其规格。如 $\phi 20$ 的立铣刀,表示其直径为 20 mm。

(3) 角度铣刀以外径 $\times$ 宽度 $\times$ 孔径 $\times$ 角度表示其规格。如 $60 \times 18 \times 22 \times 60^\circ$ 的角度铣刀,表示外径为 60 mm,宽度为 18 mm,孔径为 22 mm,角度为 60° 的单角铣刀。

(4) 凸、凹半圆铣刀以刀具圆弧的半径表示其规格。如 R6 的凸半圆铣刀;表示铣刀的圆弧半径为 6 mm。

1.1.2 几何角度

铣刀的几何角度的名称很多,其中主要几种几何角度如下。

(1) 前角 γ 。主切削刃上的前角,是主切削刃上的基面与前刀面之间的夹角。高速钢铣刀的前角范围一般在 $10^\circ \sim 25^\circ$ 之间,硬质合金铣刀的前角一般要小些。

(2) 后角 α 。主切削刃上的后角,是主切削刃上的切削平面与后刀面之间的夹角。后角的范围一般在 $6^\circ \sim 22^\circ$ 之间。

(3) 螺旋角 β 。螺旋角 β 是螺旋刀刃展开成直线后与铣刀杆线(基面)之间的夹角。螺旋角的主要作用是提高铣削的平稳性。细齿圆柱形铣刀的螺旋角的范围为 $30^\circ \sim 35^\circ$;粗齿圆柱形铣刀的螺旋角的范围为 $40^\circ \sim 45^\circ$ 。

(4) 主偏角。主偏角的大小影响主切削刀的工作长度。主偏角越小,主切削刀工作长度越大。切削宽度增加,而切削厚度减小,这对刀具散热、提高刀尖强度等都有利。但主偏角过小,将引起机床主轴受力过大。

(5) 副偏角。副偏角会影响已加工表面的粗糙度,并能影响铣刀与工件的摩擦。对有些铣刀(三面刃铣刀和锯片铣刀等)还会影响重磨后铣刀的宽度。在机床、夹具、工件、刀具整个工艺系统刚性允许的情况下,应尽量选择较小的副偏角以提高表面的加工质量。

1.1.3 铣刀的安装和使用

(1) 铣刀刀杆的安装。带孔铣刀借助于刀杆安装在铣床主轴上。根据铣刀孔径的大小,常用的刀杆直径有 22 mm, 27 mm, 32 mm, 40 mm 和 50 mm 五种。刀杆上配有垫圈和紧刀螺母。刀杆左端是 7:24 的锥度,与铣床主轴锥孔配合。锥度的尾端有内螺纹孔。通过拉紧螺杆,将刀杆拉紧在主轴锥孔内。刀杆锥度的前端有一凸缘,凸缘上有两个缺口,与主轴端的凸缝配合;刀杆的中部是光轴,安装铣刀和垫圈。轴上还带有键槽,用来安装定位键,将扭矩传给铣刀。刀杆右端是螺纹和轴颈。螺纹用来安装紧刀螺母,紧固铣刀。轴颈用来与挂架轴承孔配合,支持铣刀刀杆。拉紧螺杆用来将刀杆拉紧在铣床主轴锥孔内。

(2) 圆柱铣刀的安装步骤。

① 根据铣刀孔径选择刀杆。

② 调整横梁的伸出长度。松开横梁的紧固螺母,适当调整横梁的伸出长度,使其与刀杆长度相适应,然后紧固横梁。

③ 擦净主轴锥孔和刀杆锥柄。安装刀杆前应擦净主轴锥孔和刀杆锥柄,以免因脏物影响刀杆的安装精度。

④ 安装刀杆。将主轴转速调至最低(30 转/min)或锁紧主轴。将刀杆的锥柄装入主轴锥孔,装刀时刀杆凸缘上的槽应对准主轴端部的凸键。从主轴后端转动拉紧螺杆,使拉紧

螺杆的螺纹部分旋入刀杆螺孔6~7转,然后用扳手旋紧拉紧螺杆的背紧螺母,将刀杆拉紧在主轴锥孔内。

⑤ 安装垫圈和铣刀。先擦净刀杆、垫圈和铣刀,再确定铣刀在刀杆上的位置,装上垫圈和铣刀,用手顺时针旋紧刀螺母。安装时,注意刀杆的配合轴颈与挂架轴承孔应有足够的配合长度。

⑥ 安装并紧固挂架。擦净挂架轴承孔和刀杆配合轴颈,适当注入润滑油,调整挂架轴承,双手将挂架装在横梁导轨上。适当调整挂架轴承孔和刀杆配合轴颈的配合间隙。使用小挂架时用双头扳手调整,使用大挂架时用开槽圆螺母扳手调整。然后用双头扳手紧固挂架。

⑦ 紧固铣刀。紧固挂架后再紧固铣刀。紧固铣刀时,从挂架前面观察,用扳手按顺时针方向旋紧刀杆的紧刀螺母,通过垫圈将铣刀夹紧在刀杆上。

(3) 卸下铣刀和刀杆。首先松开铣刀。卸下铣刀时,先将主轴转速调到最低(30转/min)或锁紧主轴。旋转刀杆紧刀螺母,松开铣刀。再松开并卸下挂架。调节挂架轴承,松开并取下挂架。卸下挂架后,按逆时针方向旋下刀杆的紧刀螺母,取下垫圈和铣刀。最后卸下刀杆。从主轴后端观察,用扳手按逆时针方向旋松拉紧螺杆的背紧螺母,用手锤轻击拉紧螺杆的端部,再旋出拉紧螺杆,取下刀杆。

(4) 铣刀刀杆的放置。刀杆卸下后,应垂直放置在专用的支架上,以免因放置不当而引起刀杆弯曲变形。

(5) 套式端铣刀的安装。

① 安装内孔带键槽的套式端铣刀。用圆柱面上带键槽并装有键的刀杆安装。安装时,先将刀杆拉紧在铣床的主轴锥孔内,然后擦净铣刀内孔、端面和刀杆外圆,将铣刀上的键槽对准刀杆上的键,装入铣刀,用叉形扳手旋紧螺钉,紧固铣刀。

② 安装端面带槽套式端铣刀。安装铣刀时,先将刀杆拉紧在铣床的主轴锥孔内,将凸缘装入刀杆,并使凸缘上的槽对准主轴端部的键,装入铣刀,使铣刀端面上的槽对准凸缘端面上的凸键,旋入螺钉,用叉形扳手紧固铣刀。

用以上结构形式的刀杆,可以安装直径较大的端铣刀,也可以安装直径为160mm以下的盘铣刀。用以上两种刀杆安装套式端铣刀时,也可以在平口钳上夹紧刀杆,安装铣刀,再将刀杆和铣刀装入主轴锥孔,用拉紧螺杆拉紧。

(6) 安装锥柄立铣刀。锥柄立铣刀的柄部一般采用莫氏锥度,有莫氏1号、2号、3号、4号、5号五种,按铣刀直径的大小不同,做成不同号数的锥柄。安装这种铣刀,有以下两种方法。

① 铣刀柄部的锥度和主轴锥孔的锥度相同。先擦净主轴锥孔和铣刀锥柄,垫棉纱握住铣刀,将铣刀锥柄穿入主轴锥孔,然后用拉紧螺杆扳手,从立铣头上方观察,按顺时针方向旋紧拉紧螺杆,紧固铣刀。

② 铣刀柄部的锥度和主轴锥孔的锥度不同。需通过中间锥套安装铣刀,中间锥套外圆的锥度和主轴锥孔的锥度相同;中间锥套的内孔锥度和铣刀锥柄的锥度相同。

拆卸立铣刀时,先将主轴转速调至最低(30转/min)或锁紧主轴,用拉紧螺杆扳手,从立铣头上方观察,按逆时针方向旋松拉紧螺杆。当拉紧螺杆的圆柱端面和背帽端贴平后,再继续用力,螺杆在背帽的作用下将铣刀推出主轴锥孔,继续转动拉杆取下铣刀。使用中

间锥套拆卸铣刀时,若锥套落在主轴锥孔内,可用扳手将锥套卸下。

(7) 安装圆柱柄铣刀。半圆键铣刀、较小直径的立铣刀和键槽铣刀,都可做成圆柱柄。圆柱柄铣刀一般通过钻夹头或弹簧夹头安装在主轴的锥孔内。

(8) 检测。对于加工精度要求较高的工件,铣刀安装后,首先要检查铣刀是否紧固。其次,要检查挂架轴承孔与刀杆配合间隙是否适当,一般以切削时不振动,挂架轴承不发热为宜。第三,要检查刀齿的旋向是否正确。机床开动后,铣刀应向着前刀面的方向旋转。第四,检查刀齿的圆跳动和端面跳动。用百分表进行检测时,将磁性表座吸在工作台的台面上,使表的测量触头触到铣刀的刃口部位,用扳手向着铣刀后刀面的方向旋转铣刀,观察表的指针在旋转一周内的变化情况。一般要求不超过 $0.05 \sim 0.08 \text{ mm}$ 。

1.2 分度头

分度头是铣床的主要附件。许多机械零件,如花键轴、离合器、齿轮等在铣削时,需要利用分度头进行圆周分度,才能铣出等分的齿槽。通常在铣床上使用的分度头有万能分度头、自动分度头等,其中以万能分度头的使用最为广泛。这里主要介绍万能分度头的使用方法。

1. 分度头的结构

FW125 型万能分度头的外形见图 1.1。分度头的主轴是空心的,两端均为莫氏 4 号锥孔,前锥孔用来装带有拨盘的顶针,后锥孔可装入心轴,作为差动分度或作直线移距分度和加工小导程螺旋面时安装配换齿轮用。主轴的前端外部有一段定位锥体,用来与三爪卡盘的连接盘相连接。主轴可随回转体在分度头基座的环形导轨内转动。因此,主轴除安装成水平位置外,还能转成倾斜(向上最大倾斜角为 90° ,向下最大倾斜角为 6°)的位置。调整角度前应松开基座上部靠主轴后端的两个螺母,调整之后再予以紧固。

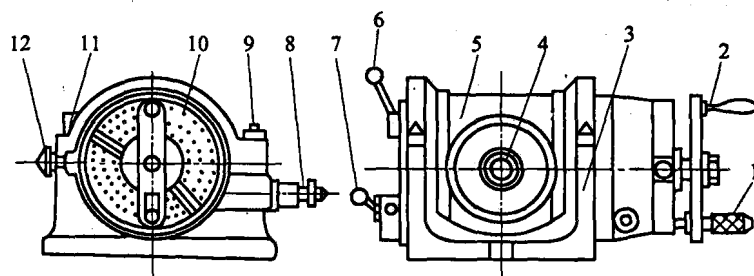


图 1.1 万能分度头外形

1—定位销;2—手柄;3—底座;4—主轴;5—壳体;6—锁紧手柄;7—蜗杆脱落手柄;
8—侧轴;9—紧固螺母;10—分度盘;11—刻度盘;12—紧钉

主轴的前端还固定一刻度盘,可与主轴一起旋转。刻度盘上刻有 $0^\circ \sim 360^\circ$,可以用来做直接分度。

FW125 型万能分度头共备有两块分度盘,分度盘上有几圈在圆周上均匀分布的定位孔,它们是进行各种分度计算的依据。

分度头基座下面的槽里固定有两块定位键,可与铣床工作台面的 T 形槽相配合,以便

在安装分度头时,使主轴的轴线准确地平行于工作台的纵向进给方向。

为了避免每分度一次要数一次孔数,所以在分度盘上附设一对分度叉(也称扇形股)。分度叉两叉间的夹角,可以松开螺钉进行调节,使分度叉两叉间的孔数比须摇的孔距数多一孔,因为第一个孔是作为零来计数的。

2. 万能分度头的附件

(1) 三爪卡盘。用连接盘安装在分度头主轴上,用来夹持工件。

(2) 前顶针、拨盘和鸡心夹。用来支顶和装夹较长的工件。

(3) 尾座。尾座与分度头联合使用,一般用来支持较长的工件。在尾座上有一后顶针,和分度头上前顶针一起支顶工件。转动尾座手轮,后顶针就可以进退,以便装卸工件。后顶针连同后面扬头,可以倾斜一个不大的角度,由侧面的紧固螺母固定在所需要的位置上。顶针的高低也可以调整。尾座的底座下有两个定位键块,也是用来保持后顶针轴线与工作台纵向进给方向一致。

(4) 心轴。用来支持和安装有孔工件。常用的心轴有两种:有挡肩的心轴;带有锥柄和挡肩的心轴。

(5) 千斤顶。为了使细长轴在加工时不发生弯曲,在工件下面可以支撑千斤顶。

(6) 配换齿轮。用在分度头上的配换齿轮是成套的,常用的一套齿数是5的倍数,一般有12个,齿数为20,25,30,35,40,50,55,60,70,80,90,100。

3. 分度法

(1) 简单分度法。简单分度法是分度中最常用的一种方法。分度时,将分度盘固定,通过手柄的转动使蜗杆带动蜗轮旋转,从而带动主轴和工件转过一定的度(转)数。

因为FW125型分度头的蜗轮齿数与蜗杆头数之比为40:1,即分度手柄转动40转,主轴转动1转,比值40叫做这种分度头的传动比(或叫定数)。其他各种型号的分度头,基本上都用这个传动比。

例如,要主轴转动 $1/2$ 转(即把圆周作2等分),则分度手柄就需要转过20转;若主轴转动 $1/4$ 转(即把圆周作4等分),分度手柄就需要转过10转。由此可见,分度手柄的转数和主轴转数成正比。所以简单分度的计算公式为

$$1:40 = \frac{1}{z} : n$$

所以

$$n = \frac{40}{z}$$

式中 n ——分度手柄的转数;
40——分度头的传动比;
 z ——工件的等分数(齿数或边数)。

【例1】在FW125分度头上用立铣刀铣削一个四方螺钉头,每铣一面后分度手柄要转多少转?

解 将 $z = 4$ 代入公式得

$$n = \frac{40}{z} = \frac{40}{4} = 10 \text{ (转)}$$

【例2】 在FW125分度头上铣六角形螺钉头,求铣好一面以后,分度手柄应摇几转再铣第二面?

解 将 $z = 6$ 代入公式得

$$n = \frac{40}{z} = \frac{40}{6} = 6\frac{2}{3} = 6\frac{44}{66} \text{ (转)}$$

即每铣一面后,分度手柄应在66孔圈上转过6转又44个孔距。

由上例可以看出,分度盘的孔圈数要选用恰当,分子、分母同时乘以一个倍数,并且使分母为已有孔圈的孔数。一般采用孔数较多的孔圈,因为孔数多的孔圈离轴心较远,操作时摇起来较方便,并且精度也较高。

(2) 角度分度法。角度分度法实际上是简单分度法的另一种形式,只是计算的依据不同。角度分度法是以工件所需转过的角度 θ 作为计算依据。因此在具体计算方法上有些不同。

从分度头的结构可知,分度手柄摇40转,分度头主轴带动工件转1转,也就是转 360° 。所以分度手柄转1转,工件只转过 9° 。根据这一关系,就可得出下列计算公式

$$n = \frac{\theta}{9} \quad \text{或} \quad n = \frac{\theta}{540}$$

式中 n ——分度手柄的转数;

θ ——工件所需转过的角度($^\circ$ 或 $'$)。

【例3】 用FW125分度头装夹工件,铣削轴上两条夹角为 116° 的槽,求分度手柄转数?

解 将 $\theta = 116$ 代入公式得

$$n = \frac{\theta}{9} = \frac{116}{9} = 12\frac{8}{9} = 12\frac{48}{54} \text{ (转)}$$

如果工件所需转过角度带有分或秒数值时,可借助角度分度表采用计算和查表相结合的方法,迅速选择分度盘的孔数和分度手柄的转数,还可直接确定分度误差的数值。

4. 分度头的维护

分度头是铣床上的精密附件,正确地使用及日常的维护能延长分度头的使用寿命,保持它的精度,因此在使用和维护时应注意以下几点。

(1) 分度头蜗杆和蜗轮的啮合间隙应保持在 $0.02 \sim 0.04 \text{ mm}$ 范围内。间隙过小易使蜗轮磨损,过大则易使工件的分度精度因铣削力等因素而受到影响。间隙的调整可通过偏心套及调整螺母来进行。

(2) 在分度头上夹持工件时,最好先锁紧分度头的主轴。在紧固工件时,切忌用管子套在扳手上施力,以免损坏分度蜗杆和蜗轮。

(3) 分度头是一种精密附件,使用中严禁用锤头等物敲打。在搬运分度头时,也应避免碰撞而损坏分度头主轴两端的锥孔和安装底面。调整分度头主轴的仰角时,先松开基座主轴后部的螺母,再略微松开基座主轴前部内六角螺钉,待角度调好后,先紧固前部螺钉否则会使主轴位置的零位走动,再扳紧后部螺母。

(4) 分度时,在一般情况下,分度手柄应向顺时针方向摇的。在摇动过程中,速度应尽可能均匀。如果摇过了头,则应将分度手柄退回半圈以上,然后再按原来方向摇到规定位

置。

(5) 分度时,分度手柄上的定位销应慢慢地插入分度盘的孔内。切勿突然撒手,使定位销自动弹入,导致损坏分度盘的孔眼。

(6) 分度时,事先要松开主轴锁紧手柄,分度结束后再重新锁紧,但在加工带有螺旋面工件时,由于分度头的主轴要在加工过程中连续旋转,所以不能锁紧。

(7) 要经常保持分度头的清洁。使用前应清除表面的脏物,并将安装底面和主轴锥孔擦拭干净。存放时,应将外露的金属表面涂防锈油。

(8) 经常注意分度头各部分的润滑,并按说明书上的规定,做到定期加油。

(9) 工件应装夹牢靠,在铣削过程中不得有松动现象。此外,工件装夹在分度头上时,应有足够的“退刀”距离,以免铣坏分度头及其附件。

(10) 合理选用分度头,严禁超载使用。

第2章 平面类的铣削

2.1 平面的铣削

2.1.1 用圆柱铣刀铣平面

现以图 2.1 所示工件(HT200)为例,介绍用圆柱铣刀铣平面的操作方法。现确定该工件在 X6132(X62W) 卧式万能铣床上加工。

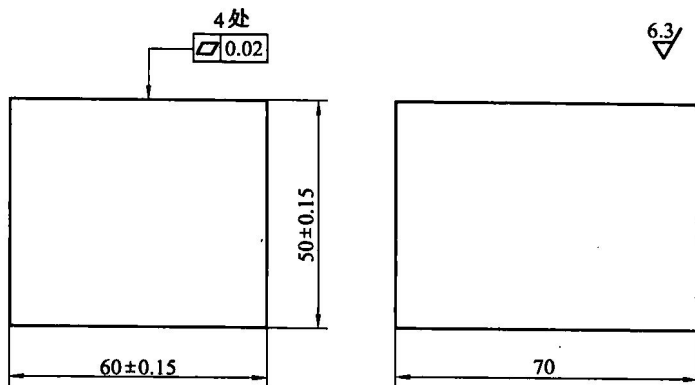


图 2.1 铣平面零件图

1. 铣刀的选择及安装

(1) 选择铣刀。根据工件的宽度为 60 mm, 现分粗、精铣削。粗铣时选用外径 $D = 63$ mm、长度 $L = 80$ mm、内径 $d = 27$ mm、齿数 $z = 6$ 的粗齿圆柱形铣刀。精铣时选用“铣刀 63X80”、齿数 $z = 10$ 的细齿圆柱形铣刀。

(2) 安装铣刀。根据铣刀的规格, 选用 $\phi 27$ mm 的锥柄长刀杆。安装和拆卸铣刀的步骤见 1.1.3 节。

2. 装夹工件

根据工件形状, 选用平口虎钳进行装夹。装夹工件的过程如下。

(1) 安装平口虎钳。先将平口虎钳的底部与工作台台面擦净。然后将平口虎钳安放在工作台的中间 T 形槽内。双手拉动平口虎钳底盘, 使定位键向同一侧贴紧。最后用 T 形螺栓将平口虎钳压紧。

(2) 装夹工件。将平口虎钳的钳口和导轨面擦净, 在工件的下面放置平行垫铁, 使工件的待加工面高出钳口 5 mm 左右, 夹紧工件后, 用锤子轻轻敲击工件, 并拉动垫铁检查是否贴紧。毛坯工件应在钳口处衬垫铜片以防损坏钳口。

3. 选择铣削用量

铣削速度、主轴转速及进给量的计算公式分别为

$$v = \frac{\pi D n}{1\,000}$$

$$n = \frac{1\,000 v}{\pi D}$$

$$v_f = f n = a_f z n$$

式中 v ——铣削速度, m/min;
 D ——铣刀的外径, mm;
 n ——铣刀的转速, 转/min。

(1) 粗铣。取铣削速度 $v = 15$ m/min, 每齿进给量 $a_f = 0.12$ mm/齿, 则主轴转速为

$$n = \frac{1\,000 v}{\pi D} = \frac{1\,000 \times 15}{3.14 \times 63} \approx 75.83 \text{ (转/min)}$$

实际调整后, 铣床主轴转速为 75 转/min, 进给量为

$$v_f = f n = a_f z n = 0.12 \times 6 \times 75 = 54 \text{ (mm/min)}$$

实际调整后, 进给量 $v_f = 47.5$ mm/min。取铣削层深度 $t = 2.5$ mm, 铣削层宽度 $B = 50$ mm。

(2) 精铣。选取铣削速度 $v = 20$ m/min, 每齿进给量 $a_f = 0.06$ mm/齿。实际调整后, 主轴转速为 $n = 95$ 转/min, 进给量 $v_f = 60$ mm/min, 铣削层深度 $t = 0.5$ mm, 铣削层宽度 $B = 50$ mm。

4. 操作方法

(1) 对刀。使工件处于圆柱形铣刀的下方, 在工件表面贴一张薄纸, 开动机床, 铣刀旋转后, 再缓缓升高垂向工作台, 使铣刀刚好擦去纸片。在垂向刻度盘上做好记号, 下降垂向工作台, 摇动纵向手柄, 退出工件。

(2) 调整铣削层深度。粗铣时垂向工作台应上升 2.5 mm, 精铣时垂向工作台应上升 0.5 mm。

(3) 铣削。用手动进给铣削, 均匀地摇动纵向手柄。粗铣时, 表面粗糙度 Ra 小于 $12.5 \mu\text{m}$; 精铣时, 表面粗糙度 Ra 小于 $6.3 \mu\text{m}$ 。铣削完毕, 停机, 下降垂向工作台, 退出工件。将工件反转 180° , 装夹后铣削另一平面。

(4) 测量。卸下工件, 用游标卡尺或千分尺测量, 要求工件尺寸达到 60 ± 0.15 mm。

2.1.2 用套式立铣刀铣平面

现仍以图 2.1 为例, 铣削 50 ± 0.15 mm 的两平面, 确定该工件在 X5032(X52K) 立式铣床上加工。

1. 铣刀的选择及安装

(1) 选择铣刀。根据工件的宽度为 50 mm, 选用外径 $D = 80$ mm、长度 $L = 45$ mm、内径 $d = 27$ mm、齿数 $z = 10$ 的套式立铣刀。

(2) 安装铣刀。用凸缘端面上带有键的刀杆安装铣刀, 具体步骤见 1.1.3 节。

2. 选择铣削用量

(1) 粗铣。取铣削速度 $v = 16 \text{ m/min}$, 每齿进给量 $a_f = 0.10 \text{ mm/齿}$, 则铣床主轴转速和进给量分别为

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 16}{3.14 \times 80} \approx 63.69 \text{ (转/min)}$$

$$v_f = fn = a_f zn = 0.10 \times 10 \times 60 = 60 \text{ (mm/min)}$$

实际调整后, 铣床主轴转速 $n = 60 \text{ 转/min}$, 进给量 $v_f = 60 \text{ mm/min}$, 铣削层深度 $t = 2.5 \text{ mm}$, 铣削层宽度 $B = 60 \text{ mm}$ 。

(2) 精铣。取铣削速度 $v = 20 \text{ m/min}$ 。实际调整后, 铣床主轴转速为 $n = 75 \text{ 转/min}$, 进给量 $v_f = 47.5 \text{ mm/min}$, 铣削层深度 $t = 0.5 \text{ mm}$, 铣削层宽度 $B = 60 \text{ mm}$ 。

3. 对称铣削与不对称铣削

使用套式立铣刀铣平面时, 一般都采用对称铣或不对称逆铣削(图 2.2)。

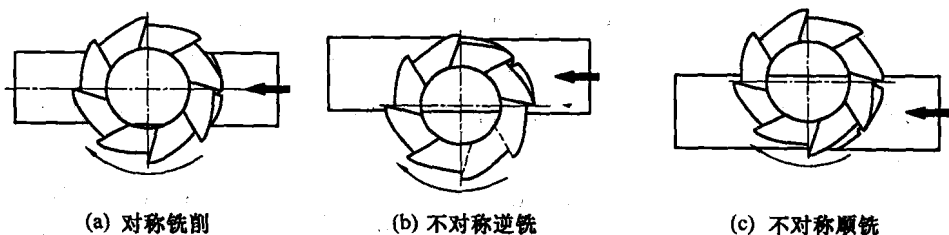


图 2.2 端铣的铣削方式

4. 操作方法

(1) 对刀。在工件表面贴一薄纸, 使铣刀处于工件中间位置, 然后紧固横向工作台。摇动纵向、垂向手柄, 使工件处于铣刀下方。开动机床, 垂向手柄缓缓上升, 使铣刀刚好擦到薄纸, 在垂向刻度盘上画线做记号, 下降工作台, 摇动纵向手柄, 退出工件。

(2) 调整铣削层深度。粗铣时, 根据记号工作台应垂向上升 2.5 mm ; 精铣时应上升 0.5 mm 。

(3) 铣削。用手动进给铣削, 均匀地摇动纵向手柄, 粗铣时表面粗糙度 Ra 小于 $12.5 \mu\text{m}$, 精铣时表面粗糙度 Ra 小于 $6.3 \mu\text{m}$, 铣削完毕后停机, 下降垂向工作台, 退出工件。然后再铣削另一平面。

(4) 测量。卸下工件, 用游标卡尺或千分尺测量工件尺寸达到 $50 \pm 0.15 \text{ mm}$ 。

5. 检测与质量分析

(1) 检测平面度。

① 用刀口形直尺检验平面度。刀口尺测量面贴在被测工件表面上, 观察刀口尺的测量面与工件平面间的透光缝隙大小或用塞尺直接测出缝隙的大小。

② 用百分表检测平面度。将工件放在平板上, 用百分表测量被测表面, 百分表上的读数差即为平面度误差值。

(2) 检测表面粗糙度。用标准样板比较测定或根据经验目测。