

首批国家示范性高等职业院校特色实训教程
国家高技能人才培养示范基地精品培训教程

铣工技能实训

XIGONG JINENG SHIXUN

介绍机械产品加工的
铣工技能的实训操作

JIESHAO JIXIE CHANPIN JIAGONG DE
XIGONG JINENG SHIXUN CAOZUO

主编 刘海 孙思炯



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

首批国家示范性高等职业院校特色实训教程
国家高技能人才培训示范基地精品培训教程

铣工技能实训

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

铣工技能实训/刘海、孙思炯主编. 林爱青、王忠国、谭业军、刘国通
副主编—天津:天津大学出版社,2010.7

ISBN 978-7-5618-2991-2

I. 铣… II. 刘… III. 铣削—基本知识 IV. TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 166160 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网址 www.tjup.com

印刷 昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司

经销 全国各地新华书店

开本 185mm × 260mm

印张 11.25

字数 288 千

版次 2010 年 7 月第 1 版

印次 2010 年 7 月第 1 次

印数 1—3 000

定价 28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前言

为进一步发展职业教育,培养有理想、有道德、有纪律、有文化的新型职业技术人才,我们组织编写了本套“首批国家示范性高等职业院校特色实训教程”“国家高技能人才培训示范基地精品培训教程”,包括《数控车工技能实训》《数控铣工技能实训》《机械维修技能实训》《焊接技能实训》《铣工技能实训》《钳工技能实训》《磨工技能实训》《车工技能实训》系列教材。在教材的编写过程中,以就业为导向,以企业用人标准为依据,以突出人才的个性发展和创新能力的培养为主线,按照“以项目导向,任务驱动,工学结合,学训交替”的人才培养模式,通过教学与生产结合、训练与劳动结合、劳动与创新结合,提高学生综合技能水平和岗位适应能力。

在专业知识的安排上,以国家职业标准和专业教学大纲为依据,将台式钻床、钻头刃磨机、双功率节能型数控机床、快换刀架、万能镗头、模切纸盒成型机、数控刀杆等产品零件的加工与装配,引入实训教学过程中,使新技术、新工艺、新方法得到了综合的体现,使教材富有形象化、动态化、立体化、多元化,更贴近学生的认知规律,达到学生乐学、能学、学好的目标。

本教材的编写得到了各有关部门的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。由于水平所限,请读者对本教材的缺点和错误提出批评和改进意见。主编信箱:wh-liuhai00@163.com。

编者

2010年6月



目 录

任务一 平面和连接面的铣削	(1)
子任务一 平面的铣削	(1)
子任务二 连接面的铣削	(4)
子任务三 斜面的铣削	(8)
任务二 阶台的铣削	(14)
任务三 槽类工件的铣削	(19)
子任务一 直角槽的铣削	(19)
子任务二 燕尾槽的铣削	(23)
子任务三 V形槽的铣削	(26)
子任务四 T形槽的铣削	(30)
产品零件加工(一)	(33)
产品零件加工(二)	(34)
任务四 用简单分度法加工多边形工件	(37)
子任务一 小平面的铣削	(37)
子任务二 四方的铣削	(41)
子任务三 六角螺母的铣削	(43)
子任务四 轴上键槽的铣削	(46)
任务五 花键轴的铣削	(53)
任务六 刻线	(60)
任务七 离合器的铣削	(66)
子任务一 矩形齿离合器的铣削	(66)
子任务二 锯齿形离合器的铣削	(73)
任务八 特型面的铣削	(77)
任务九 螺旋槽的铣削	(82)
任务十 直齿圆柱齿轮的铣削	(88)
任务十一 齿条的铣削	(99)
任务十二 直齿圆锥齿轮的铣削	(107)
任务十三 铣刀开齿	(116)
产品零件加工(一)	(126)
产品零件加工(二)	(128)
附录	(130)
附录一 常用量具及其使用	(130)
附录二 铣床常用附件	(142)
附录三 铣工常用表	(156)
参考文献	(173)

任务一

平面和连接面的铣削

目标要求

1. 掌握平面和连接面的铣削方法。
2. 正确选择铣削用量。
3. 掌握平面和连接面的检验检测方法。
4. 分析平面和连接面铣削时产生的问题及注意事项。

子任务一 平面的铣削

一、任务

任务单图纸如图 1.1 所示,加工表面与刀具如图 1.2 所示。以此任务为例,进行平面的铣削。

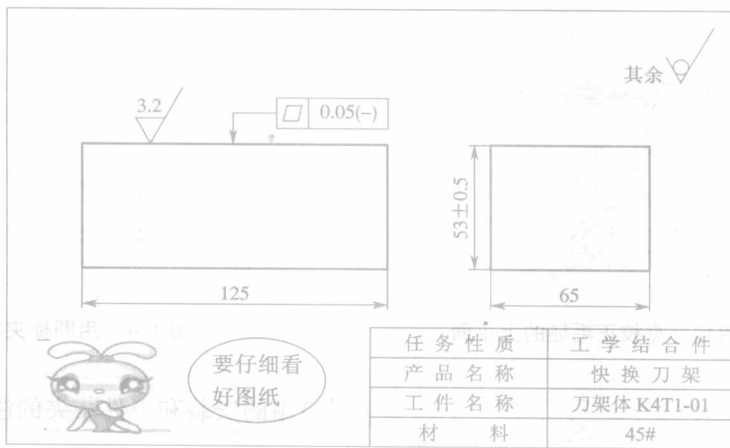


图 1.1 任务单图纸

二、任务准备

工件:锻坯为 125 mm × 65 mm × 55

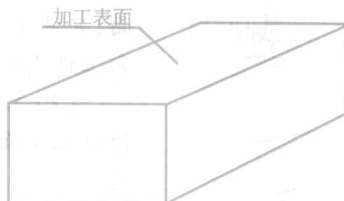
mm。

机床:X5032 立式铣床。

量具:0 ~ 150 mm 游标卡尺,塞尺,刀口尺,表面粗糙度样块。

刀具:Φ125 mm 端铣刀盘。

刀具材料:YT15。



(a)



(b)

图 1.2 加工表面与刀具

(a) 加工表面; (b) 端铣刀盘

铣削用量:取 $n = 375 \text{ r/min}$, $V_f = 190 \text{ mm/min}$, $a_p = 1 \sim 3 \text{ mm}$ 。其中, n 为主轴转速, V_f 为进

给量, a_p 为吃刀深度。

工具: 垫铁、紫铜锤、划针盘。

夹具: 平口钳。

根据刀具材料, 合理选择铣削速度

刀具材料不同, 其铣削速度不同。

(1) 硬质合金刀具铣削速度一般为 $80 \sim 100 \text{ mm/min}$ 。

(2) 铣削速度计算公式为 $v_c = \frac{\pi dn}{1000}$ 。其中, v_c 为铣削速度, d 为铣刀直径, n 为主轴转数。

三、相关知识——工件装夹与校正

工件在装夹时, 应选择一个较平整的毛坯面靠向平口钳的固定钳口。在钳口和毛坯面间垫上铜皮。工件装夹后, 用划针盘校正毛坯的上平面, 如图 1.3 所示, 保证毛坯的上平面与工作台基本平行。为保证工件能与固定钳口很好地贴合, 可在活动钳口和工件间放置一圆棒, 其高度在钳口高度的中间, 或者稍偏上一点, 如图 1.4 所示, 钳口垫铜皮装夹毛坯件, 并用圆棒夹持工件。工件夹紧后, 用紫铜锤轻击工件上表面, 如图 1.5 所示, 同时用手移动平行垫铁, 使垫铁不松动为止。敲击工件时, 用力要适当, 不可连续用力猛敲, 且应注意垫铁和钳身作用力对工件的影响。

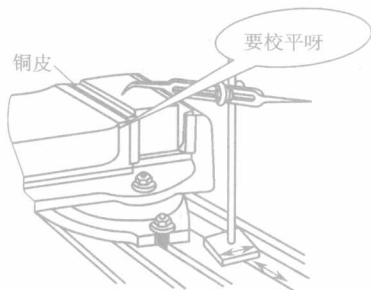


图 1.3 用划针盘校正毛坯的上平面

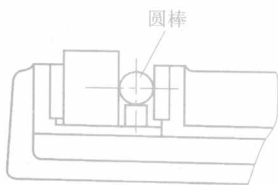


图 1.4 用圆棒夹持工件

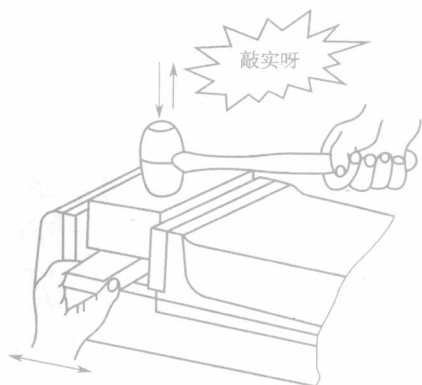


图 1.5 用紫铜锤轻击工件

平口钳的安装和工件装夹的注意事项

(1) 安装平口钳时, 应擦净工作台面和钳底平面, 安装牢靠。安装工件时, 应擦净钳口、钳体导轨面和工件表面。

(2) 工件在平口钳安装后, 铣去的余量层应高出钳口上平面, 高出的尺寸以铣刀不铣钳口的上平面为宜。

(3) 工件在平口钳上装夹时, 放置的位置应适当。

(4) 用平行垫铁装夹工件时, 所选垫铁的平面度和平行度均应符合要求, 且垫铁表面应具有一定的硬度。

四、任务实施

- (1) 读任务单图纸,确定加工部位。
- (2) 对照图样检查毛坯尺寸,确定加工余量。
- (3) 把工件装夹在平口钳中,夹紧敲实。
- (4) 调整主轴转速和进给量,启动机床,使铣刀旋转。

然后手动进给使工件处于旋转的铣刀下面,再上升工作台,使铣刀轻轻划着工件(对刀),记好升降台刻度环刻度。降下工作台,退出工件。调整好切削深度,上升工作台,将横向工作台禁锢。扳动手动纵向进给手柄使工件接近铣刀,再扳动纵向机动进给手柄,铣去工件加工余量。降下工作台退刀,主轴停止旋转,卸下工件。铣刀工作如图 1.6 所示。

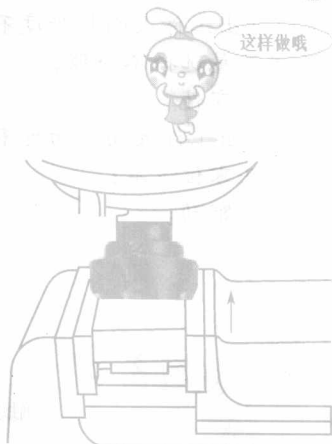


图 1.6 铣刀工作

五、任务分配

每人 10 件快换刀架 K4T1-01 刀架体毛坯。按任务单图纸要求进行平面铣削加工,单件加工时间为 6 分钟。

六、任务检验检测

(1) 平面的表面粗糙度检验。用标准的表面粗糙度样块对比检验,或凭经验用眼观察得出结论。

(2) 平面的平面度检测。用刀口尺检验平面的平面度。观察刀口与工件平面间的缝隙大小,或用塞尺塞入缝隙确定。检测时,移动尺子,分别在工件的纵向、横向、对角线方向进行检测,最后测出整个平面的平面度误差。工件尺寸可用游标卡尺测量。

七、任务评价

项目	精度要求	配分	评分标准	检测结果	分数
尺寸公差	53 ± 0.5	2	不合格不得分		
形位公差	$\square 0.05$	2	不合格不得分		
表面粗糙度	$R_a 3.2$	2	不合格不得分		
正确选择铣削用量		4	一项不正确扣 2 分		
数量	10 件		每件 10 分		
安全文明生产	凡违反操作规程、损坏工具、量具、刀具等,酌情扣 3~10 分				
合计					

注意!

容易产生的问题及原因

(1) 铣出的工件尺寸不符合图纸要求,可能有以下原因:

- ① 调整切深时看错刻度盘刻度,或手柄摇过头,或丝杠螺母间隙没有消除好等;
- ② 看错图样尺寸,或检测错误;
- ③ 工件或垫铁表面没有擦净,有脏物。

记住啊!!





(2) 铣出工件表面粗糙度不符合要求,可能有以下原因:

① 进给量选择不合理;

② 铣刀变钝。

(3) 铣出工件表面平面度不符合要求,可能有以下原因:

① 铣头零位不准;

② 主轴窜动。



安全警告!!!

(1) 走刀过程中和刀具未停稳之前,不准检测工件,不准用手触摸工件的加工表面。

(2) 高速铣削刀具时,应戴防护眼镜。

(3) 在切屑飞出的方向,禁止站人。

(4) 及时修整工件上的毛刺和锐边,以防伤手,但修整时,不要将已加工表面损坏。

(5) 当工作台自动和快速进给时,手动手柄应脱开,以防手柄旋转伤人。

子任务二 连接面的铣削

一、任务

任务单图纸如图 1.7 所示,长方体工件的加工表面如图 1.8 所示。以此任务为例,进行连接面的铣削。

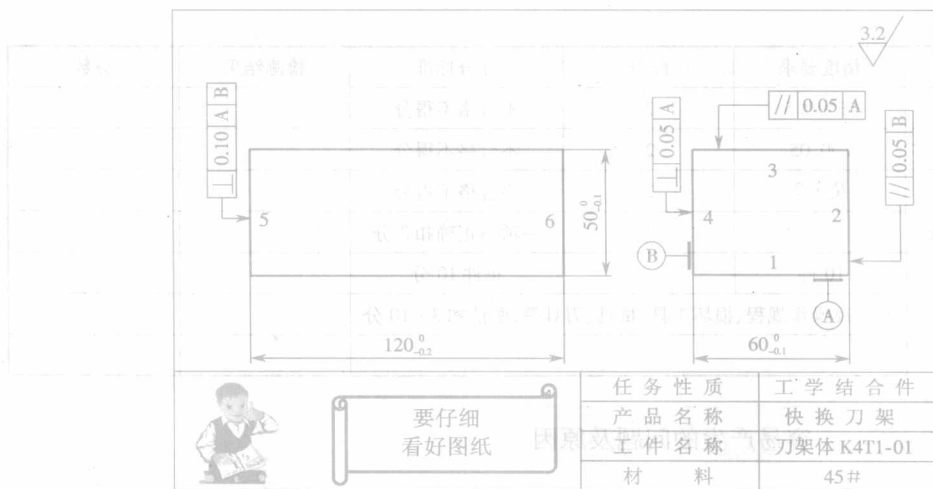


图 1.7 任务单图纸

二、任务准备

工件:锻坯为 125 mm × 65 mm × 55 mm。

机床:X5032 立式铣床。

量具:0 ~ 150 mm 游标卡尺,直角尺,80 × 125 精度 A 级塞尺,25 ~ 50 mm、50 ~ 75 mm、100

~125 mm 百分尺,表面粗糙度样块。

夹具:平口钳。

刀具: $\Phi 125$ mm 端铣刀盘。

刀具材料:YT15。

铣削用量:取 $n = 375$ r/min, $V_f = 190$ mm/min, $a_p = 1 \sim 3$ mm。

工具:垫铁、手锤。

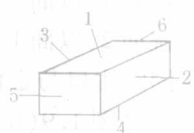


图 1.8 长方体工件的加工表面

根据刀具材料,合理选择铣削速度。

刀具材料不同,其铣削速度不同。

(1) 硬质合金刀具铣削速度一般为 $80 \sim 100$ mm/min。

(2) 铣削速度计算公式为 $v_c = \frac{\pi dn}{1000}$ 。

三、相关知识——确定定位基准面

加工长方体工件时,应选择一个较大的面或用图样上的设计基准面作为定位基准面,这个面必须是第一个安排加工的表面。加工其余各面时,都要以定位基准面为基准进行加工。加工过程中,始终将定位基准面靠向平口钳的固定钳口或钳体导轨面,以保证各个加工面与定位基准面平行或垂直。例如,选择图 1.8 中面 1 为加工基准面,则面 1 就是第一个安排加工的表面。

四、任务实施

- (1) 读任务单,确定加工部位。
- (2) 对照图纸检查毛坯尺寸,确定加工余量。
- (3) 安装平口钳及铣刀。
- (4) 进行长方体工件的铣削,其方法和步骤如图 1.9 所示。

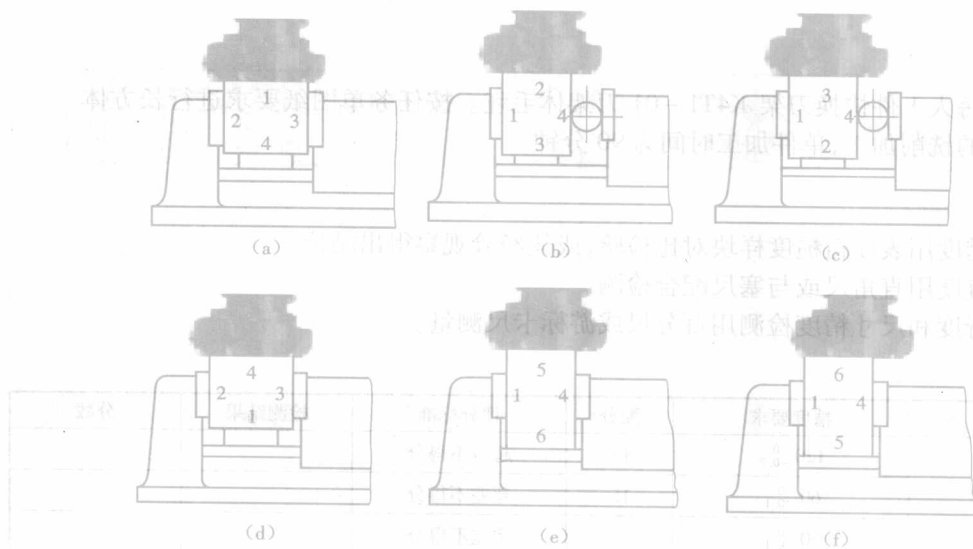


图 1.9 长方体工件铣削顺序加工方法和步骤

(a) 步骤1;(b) 步骤2;(c) 步骤3;(d) 步骤4;(e) 步骤5;(f) 步骤6



铣面 1:以面 2 为粗基准,靠向固定钳口装夹,铣削面 1,如图 1.9(a)所示。

铣面 2:以面 1 为精基准靠向固定钳口装夹铣出垂直面 2(如果此面与定位基准面不垂直,可在固定钳口与定位工件之间垫纸、薄铜片或在工件与活动钳口间加圆棒进行调整,如图 1.10 所示),如图 1.9(b)所示。

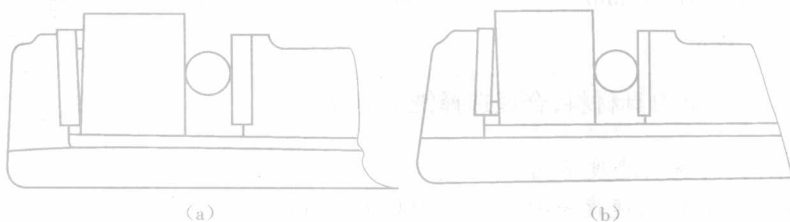
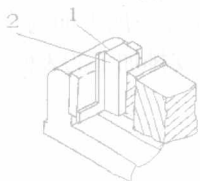


图 1.10 垫纸或薄铜片调整垂直面

(a) 垫钳口上部;(b) 垫钳口下部

铣面 3:以面 1 为定位基准面,并靠在固定钳口,面 2 放在平口钳导轨上,夹紧敲实加工面 3,保尺寸 $60_{-0.1}^0$ 及平行度 ($//0.05$),如图 1.9(c)所示。



铣面 4:定位基准面 1 靠在平口钳平行导轨上,面 2 靠在固定钳口上,夹紧敲实工件,加工面 4,保尺寸 $50_{-0.1}^0$ 及平行度 ($//0.05$),如图 1.9(d)所示。

铣面 5:将定位基准面 1 靠在固定钳口,如图 1.9(e)所示,用直角尺校正面 2 与平口钳导轨垂直,夹紧加工面 5,如图 1.11 所示。

图 1.11 直角尺校正面 2 铣面 6:将定位基准面 1 靠向固定钳口,面 5 靠向钳体导轨面夹紧与平口钳导轨垂直 敲实,加工面 6,保尺寸为 $120_{-0.2}^0$,如图 1.9(f)所示。

四、任务分配

每人 1 件快换刀架 K4T1-01 刀架体毛坯。按任务单图纸要求进行长方体工件的铣削加工,单件加工时间为 90 分钟。

五、任务检验检测

- (1) 粗糙度用表面粗糙度样块对比检验,或凭经验观察得出结论。
- (2) 垂直度用直角尺或与塞尺配合检测。
- (3) 平行度和尺寸精度检测用百分尺或游标卡尺测量。

六、任务评价

项目	精度要求	配分	评分标准	检测结果	分数
尺寸公差	$120_{-0.2}^0$	13	超差不得分		
	$60_{-0.1}^0$	15	超差不得分		
	$50_{-0.1}^0$	15	超差不得分		

项目	精度要求	配分	评分标准	检测结果	分数
形位公差	$\parallel$ 0.10 A	9	超差不得分		
	$\perp$ 0.10 A B	18	超差不得分		
	$\parallel$ 0.10 A	9	超差不得分		
	$\perp$ 0.10 A	9	超差不得分		
表面粗糙度	$R_a 3.2$ (6 处)	12	降级不得分		
未注公差等级	IT14				
数量	1 件				
时间	90 分				
安全文明生产	凡违反操作规程,损坏工具、量具、刀具等,酌情扣 3~10 分				
合计					



容易产生的问题及原因

(1) 铣出的工件尺寸不符合图纸要求,可能有以下原因:

- ① 看错图样的尺寸标注或检测错误;
- ② 工件或垫铁平面没有擦净,有脏物。

(2) 垂直度和平行度不符合要求,可能原因如下:

- ① 固定钳口与工作台台面不垂直,铣出的平面与定位基准面不垂直;
- ② 铣端面时,工件没有校正好,铣出的端面与定位基准面不垂直;
- ③ 夹紧力过大,引起工件变形,铣出的平面与定位基准面不垂直或不平行。

(3) 铣出的工件表面粗糙度不符合要求,可能有以下原因:

- ① 进给量选择不合理;
- ② 铣刀变钝。



安全警告!!!

(1) 走刀过程中和刀具未停稳之前,不准测量工件,不准用手触摸工件的加工表面。

(2) 高速铣削或磨削刀具时,应戴防护眼镜。

(3) 在切屑飞出的方向,禁止站人。

(4) 及时修整工件上的毛刺和锐边,以防伤手,但修整时,不要将已加工表面损坏。

(5) 用手锤轻击工件时,不要砸伤已加工表面。

(6) 当工作台自动和快速进给时,手动手柄应脱开,以防手柄旋转伤人。



子任务三 斜面的铣削

一、任务

任务单图纸如图 1.12 所示,加工表面如图 1.13 所示。以此任务为例,进行斜面的铣削。

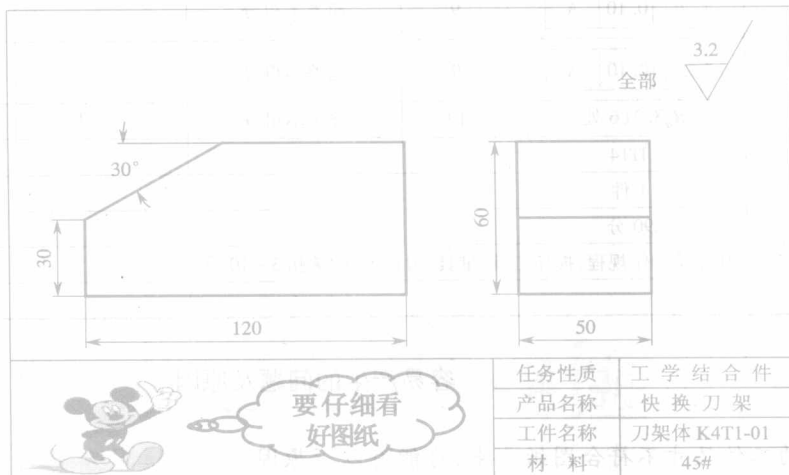


图 1.12 任务单图纸



图 1.13 加工表面

二、任务准备

工件:锻坯为 120 mm × 60 mm × 50 mm。

机床:X5032 立式铣床。

量具:0 ~ 150 mm 游标卡尺, 0° ~ 320° 的万能角度尺。

夹具:平口钳。

刀具:Φ125 mm 端铣刀盘。

刀具材料:YT15。

铣削用量:取 $n = 375 \text{ r/min}$, $V_f = 190 \text{ mm/min}$, $a_p = 1 \sim 3 \text{ mm}$ 。

工具:扳手、紫铜锤、平行垫铁。

根据刀具材料,合理选择铣削速度

刀具材料不同,其铣削速度不同。

(1) 硬质合金刀具铣削速度一般为 80 ~ 100 mm/min。

(2) 铣削速度计算公式为 $v_c = \frac{\pi dn}{1000}$ 。

三、相关知识——铣削斜面

斜面是指与工件定位基准面成一定倾斜角度的平面。在铣床上铣斜面的方法有以下 3 种。

1. 把工件安装成所要求的角度铣削斜面

在卧式铣床上,或者在立铣头不能转动角度的立式铣床上铣斜面时,可将工件安装成所要求的角度铣斜面。装夹工件的方式如下。

(1)按划线装夹工件铣削斜面。单件生产时,可先在工件上划出斜面加工线,用平口钳装夹工件,用划针盘校正工件上所划加工线与工作台面平行,用端铣刀铣出斜面,如图 1.14 所示。

(2)用斜垫铁装夹工件铣削斜面。批量生产时,为了提高工作效率,可通过倾斜的垫铁装夹工件铣斜面,如图 1.15 所示。所选择的垫铁宽度应小于工件宽度。

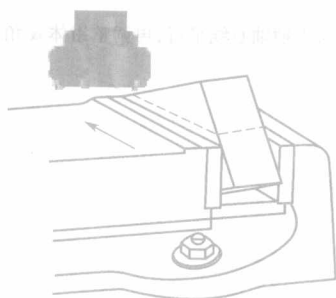


图 1.14 按划线装夹工件铣斜面

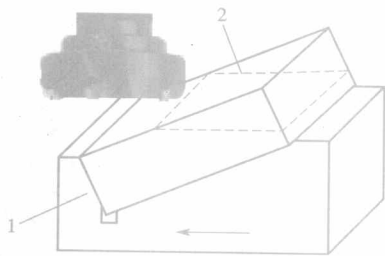


图 1.15 用斜垫铁装夹工件铣斜面

1—斜垫铁 2—工件

(3)用靠铁装夹工件铣削斜面。对于外形尺寸较大的工件,可先在工作台面上安装一块倾斜的靠铁,将工件的一个斜面靠向靠铁的基准面,并用压板夹紧,用端铣刀铣出斜面,如图 1.16 所示。

(4)调转平口钳体角度装夹工件铣削斜面。安装平口钳,先校正固定钳口与铣床主轴轴心线垂直或平行后,再通过平口钳底座上的刻线,将钳身调到要求的角度装夹工件,铣出斜面,如图 1.17 所示。

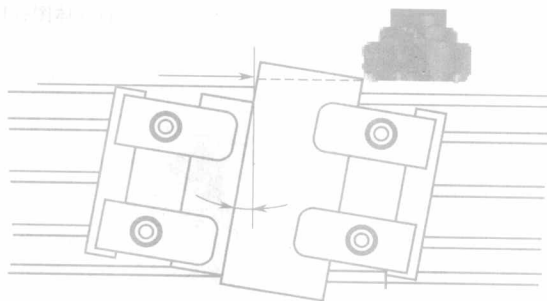


图 1.16 用靠铁装夹工件铣斜面

其中,图 1.17(a)所示是先校正固定钳口与主轴轴心线垂直,再调整钳体 α 角,用立铣刀铣出斜面;图 1.17(b)所示是先校正固定钳口与主轴轴心线平行,再调整钳体 α 角,用立铣刀或端铣刀铣出斜面。

2. 把铣刀调成所要求的角度铣削斜面

在可转动角度的立式铣床上,安装立铣刀或端铣刀,铣头扳转角度,用平口钳或压板装夹工件,加工斜面。用平口钳装夹工件时,根据所用刀具和工件装夹情况,有以下几种加工方法。

(1)工件的定位基准面与工作台台面平行安装。用立铣刀的圆周刃铣削斜面时,立铣头应扳转的角度 $\alpha = 90^\circ - \theta$,如图 1.18 所示;用端铣刀或用立铣刀的端面刃铣削时,立铣头应扳转的角度 $\alpha = \theta$,如图 1.19 所示。

(2)工件的定位基准面与工作台台面垂直安装。用立铣刀圆周刃铣削斜面时,立铣头应

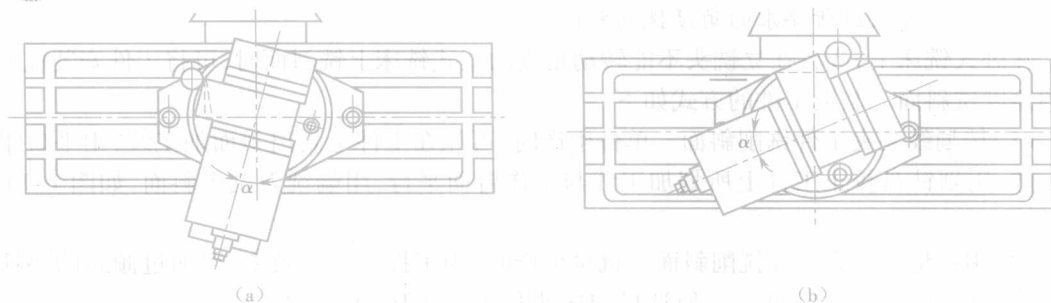


图 1.17 转动钳体角度铣斜面

(a) 先校正固定钳口与主轴轴线垂直,再调整钳体 α 角; (b) 先校正固定钳口与主轴轴线平行,再调整钳体 α 角

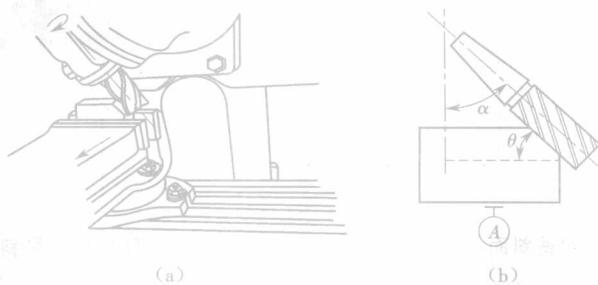


图 1.18 工件定位基准面与工作台台面平行安装用立铣刀铣斜面

(a) 立体图; (b) 平面图

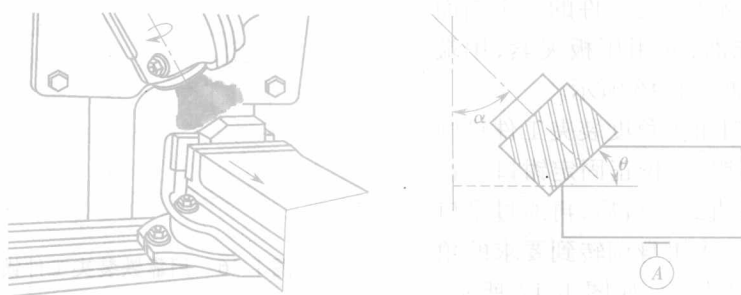


图 1.19 工件定位基准面与工作台台面平行安装用端铣刀铣斜面

扳转的角度 $\alpha = \theta$, 如图 1.20 所示; 用端铣刀铣削或用立铣刀的端面刃铣削时, 立铣头扳转的角度 $\alpha = 90^\circ - \theta$, 如图 1.21 所示。

3. 用角度铣刀铣斜面

宽度较窄的斜面, 可用角度铣刀铣削, 如图 1.22 所示。铣刀的角度应根据工件斜面的角度选择。所铣斜面的宽度应小于角度铣刀的刀刃宽度。铣双斜面时, 应选择两把直径和角度相同的铣刀, 两把铣刀的刃齿应错开安装, 以减少振动。由于角度铣刀的刃齿强度较弱, 排屑较困难, 使用角度铣刀时, 切削用量应比其他高速钢铣刀低 20% 左右。

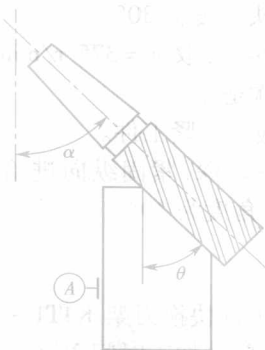
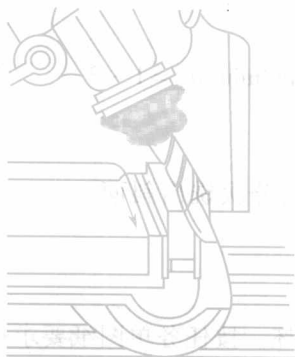


图 1.20 工件定位基准面与工作台台面垂直安装用立铣刀圆周刃铣斜面

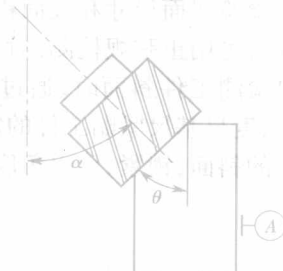
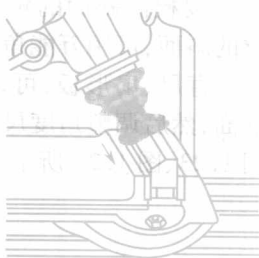
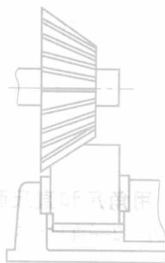
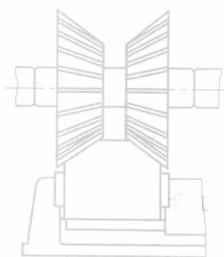


图 1.21 工件定位基准面与工作台台面垂直安装用端铣刀铣斜面



(a)



(b)



(c)

图 1.22 用角度铣刀铣斜面

(a) 铣单斜面; (b) 铣双斜面; (c) 角度铣刀

四、任务实施

- (1) 读任务单图纸, 确定加工部位。
 - (2) 对照图纸检查毛坯料尺寸, 确定加工余量。
 - (3) 进行刀架体 K4T1 - 01 斜面的铣削, 其方法和步骤如下。
选用 X5032 立式铣床, 转动铣头角度铣削斜面。
- ① 安装并校正平口钳与纵向工作台进给平行。



②选择 $\Phi 125$ mm 端铣刀盘并安装铣刀。

③调转立铣头角度为 30° 。

④调整铣削用量,取 $n = 375$ r/min、 $V_f = 190$ mm/min、 $a_p = 1 \sim 3$ mm,铣削深度分次适量。

(4)装夹并敲实夹紧工件。

(5)对刀调整切深,紧固纵向进给,用横向进给分次铣出斜面。保尺寸为 30 mm,角度为 30° 。

四、任务分配

每人 1 件快换刀架 K4T1-01 刀架体毛坯。按任务单图纸要求进行斜面的铣削加工,单件加工时间 30 分钟。

五、任务检验检测

加工后的斜面除检验斜面尺寸和表面粗糙度外,主要检测斜面的角度。对于精度要求很高,角度又较小的斜面,可用正弦规检测;对一般要求的斜面,可用万能角度尺检测。

使用万能角度尺检测工件斜面时,通过调整角尺、直尺、扇形板,可以检测大小不同的角度。检测时,将万能角度尺基尺紧贴工件的定位基准面,然后调整角度尺,使直尺、角尺或扇形板的测量面贴紧工件的斜面,锁紧,读出角度值,如图 1.23、图 1.24 所示。

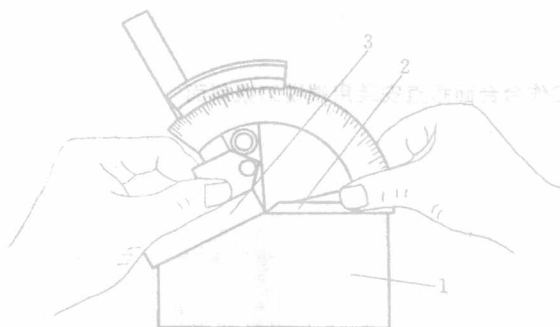


图 1.23 用角尺配合基尺检测工件

1—工件 2—基尺 3—角尺

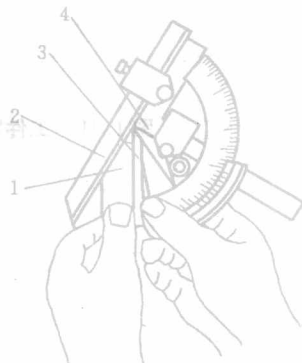


图 1.24 用角尺和直尺配合基尺检测工件

1—工件 2—直尺 3—基尺 4—角尺

六、任务评价

项目	精度要求	配分	评分标准	检测结果	分数
尺寸公差	30	45	超差不得分		
	30°	45	超差不得分		
表面粗糙度	$R_a 3.2$	10	降级不得分		
未注公差等级	IT14				
数量	1 件				
时间	30 分				
安全文明生产	凡违反操作规程,损坏工具、量具、刃具等,酌情扣 3~10 分				
合计					