

创 工 实 践

李传乾 冯庆云 李人重 主编

上海科学技术出版社

创 工 实 践

李传乾 冯庆云 李人重 主编

上海科学技术出版社

制 工 实 践

李传乾 冯庆云 李人重 主编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所经销 江苏扬中印刷厂印刷

开本850×1156 1/32 印张12.125 插页1 字数318,000

1993年3月第1版 1993年3月第1次印刷

印数 1—2,800

ISBN 7-5323 2783-3/TG·84

定价: 6.90元

(沪)新登字108号

前 言

我们在广泛调查研究及总结刨工实践先进经验的基础上，集体编写了这本《刨工实践》，意在使投身于祖国社会主义“四化”建设、机械工业技术进步的刨工同志有所得益，提高生产技能。

本书内容较为广泛、丰富，且有系统性，在对刨削机理作了简洁叙述之后，以大量篇幅重点突出刨工实践经验和先进的工艺方法。全书共分十一章，前八章为刨削和刨刀，刨削工作中的一般测量方法，工件安装，平面、平行面及互成直角的关联面的刨削，斜面和燕尾面的刨削，切断与刨槽，薄板、镶条及焊接件的刨削，刨削曲面等；第九章为刨削工艺规程及典型零件的工艺分析，有助于刨工师傅提高工艺水平；第十章为刨床几何精度、维护及调整，其间并简要叙述常见故障的排除方法；第十一章为刨床的机构改装、革新与扩大使用，为一般刨床上所不能刨削的工件和特长工件端面刨削的难点，提供实践经验的解决办法，其中有新近较为成熟的技改技革成果。

本书注意了贯彻机床精度检验通则，并一律采用我国现行新标准。

本书侧重于实践，对刨削工作者掌握刨削工艺技术、提高操作技能和理论水平都有帮助，对工艺人员和教学人员也有一定的参考价值。

本书编写组负责人是长沙市经济委员会高振范、刘建箴同志；主编是湖南大学李传乾、长沙机床厂冯庆云和李人重同志，后两位还参与撰写；参加写稿的还有长沙市科学技术委员会丁元清、中南工业大学机械厂贺代忠、湖南机床厂陈圣洵、长沙鼓风机厂曹长庚等同志。

由于我们水平所限，书中缺点和错误在所难免，敬请广大读者

批评指正。

本书在编写过程中,得到了许多有关单位的大力支持,谨此表示衷心的感谢。

长沙市经济委员会《创工实践》编写组

1991年5月

目 录

第一章 刨削和刨刀	1
第一节 概述	1
一、刨削在机械制造中的作用	1
二、刨刀和刨削机理	2
第二节 刨削过程	2
一、切屑的形成过程	3
二、切屑的种类	4
三、切屑的变形	5
四、积屑瘤	7
五、切削力	9
六、切削热和切削温度	14
七、减小加工表面粗糙度的途径	16
第三节 刨刀刀片材料	23
一、对刨刀刀片材料的基本要求	23
二、刨刀常用材料的种类	24
第四节 刨刀	28
一、刨刀的种类	28
二、刨刀的切削角度	31
三、刨刀切削角度的作用及合理选择	36
第五节 刨刀的磨损和耐用度	51
一、刀具的钝化	51
二、刀具磨损的形式	52
三、刀具磨损的原因和影响磨损的因素	53
四、刀具磨损的过程和磨钝标准	54
五、刀具的耐用度	56
第六节 切削用量及切削液的选择	57
一、切削用量的选择	57

二、切削液的选择	61
第七节 刨刀的焊接及刃磨	63
一、刨刀的焊接	63
二、防止硬质合金刀片裂纹的方法	66
三、刨刀的刃磨	68
第二章 刨削工作中的一般测量方法	75
第一节 一般平面的测量	75
一、用量块、平尺测量直线度和平面度	76
二、用百分表测量直线度和平面度	79
三、用光隙判别法检验直线度和平面度	79
四、用着色法检验平面度	80
第二节 导轨面的测量	81
一、常见导轨的误差及其测量仪器	81
二、用光学自准直仪测量 V 形导轨水平面内的直线度	83
三、用水平仪测量双矩形导轨垂直面的平面度	84
四、用钢丝扣和显微镜测量矩形导轨的直线度	85
五、矩形、V 形组合导轨的综合测量	87
第三节 位置度的一般测量	89
一、平行度的测量	89
二、垂直度和角度的测量	93
第三章 工件安装	100
第一节 工件安装的基本概念及安装方法	100
一、工件安装的基本概念与要求	100
二、工件安装的方法	101
三、工件安装举例	111
第二节 工件夹紧及其夹紧机构	112
一、夹紧机构和对工件夹紧的要求	112
二、夹紧力的确定	112
三、夹紧机构的分类	116
四、典型夹紧机构	118

五、夹紧误差分析	123
第三节 确定刀具位置、方向的元件及夹具定位	124
一、对刀装置	124
二、夹具定位	127
三、夹具的位置误差和对刀误差	130
第四章 平面、平行面及互成直角的关联面的刨削	131
第一节 刨削前的准备工作	131
一、图纸、毛坯、工夹具和量具的准备	131
二、装夹工件	133
三、刨平面时刨刀的选择和安装	133
四、调整行程和选择切削用量	136
第二节 平面刨削	137
一、平面刨削	137
二、已加工件缺陷的原因及防止方法	140
第三节 刨平行面及互成直角的关联面	143
一、加工步骤	143
二、已加工件缺陷的原因及防止方法	146
第四节 下平面的刨削	147
一、利用垂直刀架刨下平面	148
二、利用侧刀架刨下平面	150
三、利用抬刀时让刀刨下平面	151
第五节 平面有特殊要求的刨削	152
一、平面要求中间凸的刨削方法	153
二、直线度要求中间凹的刨削	154
三、平面度要求周边高、中间凹(碟形平面)的刨削	155
第六节 精刨代刮	156
一、精刨代刮对切削用量和冷却液的选择	156
二、精刨对各方面的要求	158
第五章 斜面、燕尾面的刨削	162
第一节 斜面的计算及刨削方法	162

一、斜面的计算	162
二、刨斜面的方法	164
三、刨削大斜面的综合分析	170
四、组合模拟刨削大斜面	175
第二节 燕尾面的刨削	179
一、燕尾的种类	179
二、燕尾面的刨削方法	180
三、燕尾的一般检查和测量	185
四、测量燕尾的通用卡板	189
第六章 切断与刨槽	194
第一节 切断	194
一、切断时工件的装夹	194
二、切断工作方法	195
第二节 刨直角槽	196
一、刨直角槽的方法	197
二、两条直槽要求互相垂直的刨削	199
三、刨中心对称槽	201
四、用填槽法刨十字槽	202
五、刨直槽的抬刀方法	204
六、刨 T 形槽	204
第三节 刨 V 形槽	207
一、V 形、平面组合导轨合样板刨削法	208
二、平面、V 形组合导轨的配刨法	209
第四节 刨键槽	214
一、刨轴上的各种槽	214
二、刨孔内键槽	217
三、槽的测量	217
第七章 薄板、镶条及焊接件的刨削	221
第一节 薄板工件的刨削	221
一、刨削薄板工件的特点及对策	221
二、薄板工件的刨削方法	223

第二节 镶条的刨削	225
一、直镶条的刨削	225
二、斜镶条的刨削	228
三、大型斜镶条的配刨实例	230
第三节 钢板焊接件的刨削	232
一、刨削薄板焊接件的工艺措施	232
二、刨削钢件的几种先进刀具	234
第八章 刨削曲面	239
第一节 圆弧面的刨削	239
一、成形刀具刨削圆弧面	239
二、工件自身旋转刨削圆弧面	241
三、刀架横向移动刨削圆弧面	243
四、刀轴回转刨削圆弧面	244
五、分度头转动刨削圆弧面	245
第二节 仿形刨削	247
一、普通牛头刨床改装工作台用靠模仿形	248
二、工作台液压仿形	249
三、刀架液压仿形	252
四、龙门刨床靠模仿形刨削渐开线叶轮	254
第三节 展成法成形刨削渐开线曲面	257
一、基圆滚动刨削渐开线叶轮曲面	258
二、节圆滚动刨削渐开线叶轮曲面	260
三、基圆盘钢带刨削渐开线叶轮曲面	265
第九章 工艺规程及典型零件的工艺分析	268
第一节 工艺规程的基本概念	268
一、工艺过程和工艺规程	268
二、机械加工工艺过程的组成	268
第二节 制定工艺规程的基本知识	271
一、工艺规程的作用	271
二、制定工艺规程的原则和应注意的问题	272

三、制定机械加工工艺规程的方法和步骤	273
第三节 典型零件的刨削及其工艺分析	286
一、拉床溜板的刨削及其工艺分析	287
二、锯床锯弓的刨削及其工艺分析	298
第十章 刨床的几何精度、维护及调整	305
第一节 刨床的几何精度	305
一、牛头刨床的几何精度	305
二、龙门刨床的几何精度	314
第二节 刨床的调整和维护	320
一、牛头刨床的调整与维护	320
二、龙门刨床的调整和维护	335
第十一章 刨床的机构改装、革新与扩大使用	341
第一节 普通牛头刨床的改装	341
一、简易快速移动装置	341
二、摩擦式抬刀机构	344
三、刀架刀拍板的改装	346
第二节 刨床的扩大使用	348
一、牛头刨床超工作范围的刨削	348
二、单柱刨床增加副导轨的刨削	350
第三节 刨削齿条、齿轮	352
一、刨削直齿条	352
二、刨削大模数圆柱齿轮	359
三、用行星胎具刨削直齿圆锥齿轮	363
第四节 专用牛头刨床与刨铣联合机床	366
一、双工作台移动式牛头刨床及其加工范围	366
二、平台移动式牛头刨床	368
三、刨铣联合机床及其加工实例	370

第一章 刨削和刨刀

第一节 概 述

一、刨削在机械制造中的作用

随着科学技术的迅速发展,现代机器设备和生产工具的精度要求越来越高,对组成机器的重要零件的精度和质量要求也相应地更高了。目前,在机械制造业中,除了很少一部分零件是采用精密铸造和精密锻造的方法直接获得外,绝大部分的零件还要靠切削加工的方法,来获得最后的形状、尺寸和表面质量,金属切削机床就是用刀具对零件进行切削加工的设备。刨床是金属切削机床中的一类,常用的有牛头刨床、龙门刨床和插床等。

刨床可以加工平面、垂直面、斜面、曲面(成形面)、台阶、T形槽、V形槽、燕尾槽、键槽、各种直角槽及型面,也可以加工各种多边形孔、齿轮和齿条等。然而制造任何一台机器都少不了上述这些型面的零件,也就离不开刨削。因此,刨削加工在机器制造中具有十分重要的地位。

刨床在刨刀返回时的惯性力较大,切削速度受到限制,并且回程无切削加工,所以一般地说,刨床的生产效率比较低。但是,它具有其他机床难以胜任的功能,而且除了能从事多种状态的平面刨削加工之外,还有独特的优点:

(1) 采用宽刃刨刀精刨平面代替刮削,可以得到较高表面精度和较小粗糙度^①。这种方法在某些场合很解决实际问题,在国内外观已得到比较广泛的应用。

① 粗糙度过去称为光洁度,它是粗糙度的相反概念,表述零件表面的微量高低状况,粗糙度小即光洁度高,粗糙度大即光洁度低。

(2) 采用强力刨削, 增大切削深度 a_p 和进给量 f , 可以行之有效地提高生产效率。

(3) 刨床的结构不太复杂, 容易调整, 通用性较好; 刀具结构简单, 刃磨方便, 所以在单件小批生产中, 刨削加工的应用颇为广泛。

(4) 对薄板、窄长平面、大型复杂零件或多件加工, 比其他切削机床方便, 且其生产效率并不低于铣削加工。

(5) 若将刨床作适当改装后, 可以扩大刨床的使用范围, 如进行铣削、磨削及锥齿轮加工等。

二、刨刀和刨削机理

作为一个刨工, 为了熟练地掌握本工种的操作技能, 以出色地完成生产任务, 必须具备以下几方面知识和技能:

(1) 刨削机理基础: 即切削理论或说切削原理, 它主要是刨削加工表面的形成过程和切削力、切屑变形、切削热、积屑瘤、刀具磨损等内容。

(2) 刨刀在切削过程中的作用: 主要是清楚地掌握刨刀几何参数的基本概念, 达到会画、会选、会磨, 能分析典型刨刀的原理、主要特点和适用范围, 在生产中会合理选择刨刀的几何参数和材料, 为改进与革新刨刀打下基础。

(3) 分析和解决生产实际能力, 运用理论知识, 结合生产实践经验, 分析生产中问题原因及其解决方法, 诸如刨削振动的防止, 减小加工表面粗糙度的途径, 切削用量和切削液的合理选择等。

由此可见, 学习理论必须同生产紧密结合起来, 以学到的理论知识指导生产实践, 分析和解决生产中的问题, 提高操作技术水平。

第二节 刨 削 过 程

用刨刀切除毛坯上多余金属的过程, 称为刨削过程。

在刨削过程中,已加工表面和切屑的形成、切削力、切削热、积屑瘤及刀具磨损等因素,直接关系到加工质量、刨削效率、刀具寿命、加工成本等。只有认识和掌握了刨削过程中的基本规律,才能更好地选择最佳切削用量和刨刀的合理几何参数,充分发挥刨削的潜力。

一、切屑的形成过程

金属切削过程中,切削层不能以表面现象肤浅地看作是靠刀具切削刃削下来或劈开来的,从本质的微观机理来分析,它是靠刀具前刀面对被加工表面的推挤,使被切削金属产生变形滑移成为切屑的。为了便于分析金属切削时的变形过程,我们把切削区域划分为如图 1-2-1 所示的三个变形区。第 I 变形区是指位于刨刀前面的切削层在刀具挤压作用下产生的变形范围。对于塑性材料,主要是沿剪切面 OM 的滑移变形。图中 OA 表示始滑移面, OE 为终滑移面。第 II 变形区,是指切屑沿前刀面排出时,由于切屑底面与刀具前面的强烈挤压和摩擦作用,紧贴前刀面的一层金属仍在发生变形的范围。第 III 变形区:是指刨刀切削刃、后刀面与加工表面、已加工表面之间产生挤压、摩擦,使已加工表面变形的范围。

金属变为切屑的过程如图 1-2-2 所示。当刨刀开始接触工件的最初瞬间,使工件内部产生弹性应力和弹性变形。随着切削运动的继续,切削刃对工件材料的挤压作用加强,当进入始滑移面 OA

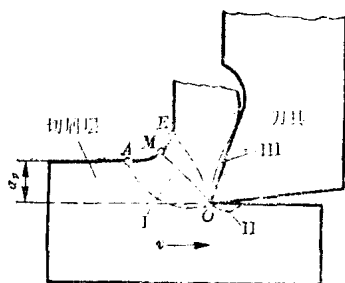


图 1-2-1 三个变形区

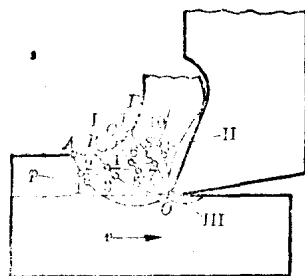


图 1-2-2 切屑的形成过程

后, 将发生塑性变形(即金属内部晶粒产生滑移)。以图中质点 P 为例, 由点 1 滑移到 2, 又由 3 滑移到 4……等, 随着滑移量的不断增加, 剪应力也逐渐增大, 当移动到点 10 的位置时, 其流动的方向与前刀面平行, 所以不再沿 OE 面滑移, 于是被切削层沿切削刃与工件整体分离, 从而使得切屑沿前刀面流出。

实际上, 因切削速度並不很低, 始滑移面 OA 与终滑移面 OE 很接近, 使第 I 变形区很窄, 说明切屑是在一瞬间完成滑移的。

二、切屑的种类

在刨削加工中, 由于工件材料性质、刨刀切削角度和切削用量不同, 所以切下来的切屑的形状和种类也不同, 归纳起来, 大致有如图 1-2-3 中 a 、 b 、 c 、 d 所示的四种。

1. 带状切屑

如图 1-2-3a 所示, 金属经过塑性变形而未达到破裂程度, 其

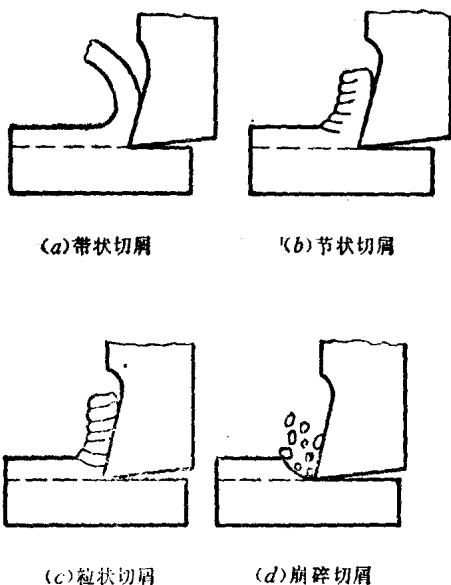


图 1-2-3 切削的种类

切屑延续成较长的带状,背面无明显裂纹。用较大的前角、较高的切削速度和较小的切削厚度,加工塑性好的钢材时,容易得到这类切屑。形成带状切屑时,切削过程比较平稳,切削力波动较小,加工件表面粗糙度较小,但有时要采取断屑措施。

2. 节状切屑

如图 1-2-3b 所示,金属的塑性变形较充分,其切屑背面有较深的裂纹,看上去切屑是一节一节的。在较低的切削速度、较大的切削厚度、加工中等硬度的钢材等,容易得到这类切屑。形成节状切屑时,切削力有波动,表面粗糙度也比较大。

3. 粒状切屑

如图 1-2-3c 所示,切屑成颗粒状。当采用较小的前角、切削速度低、进给量大、加工塑性差的材料时,有可能出现这类切屑。形成粒状切屑时,切削力的波动、切削过程的振动、切削刃附近压力、工件表面粗糙度都比较大,刀具的磨损也快。在切削塑性材料时,要尽量避免形成粒状切屑。

4. 崩碎切屑

如图 1-2-3d 所示,加工铸铁、黄铜等脆性材料时,被切层的材料在产生弹性变形以后,突然崩碎而形成屑片。形成崩碎切屑时,切削力的变化更大,振动严重,而且切削力都集中在主切削刃附近,切削温度也以切削刃附近最高,切削刃易被磨损。当切屑崩落时,它与工件分离的表面很不规则,所以加工表面粗糙度差。

在实际生产中,根据具体情况,可采取不同的措施,使切屑的变形受到控制,以保证切削加工的顺利进行。

切屑形态对切削过程的影响见表 1-2-1。

三、切屑的变形

在金属切削加工中,经过滑移变形的切屑厚度 a_ϕ 通常都要大于工件上切削层的厚度 a_c ,而切屑长度 l_ϕ 都小于切削层长度 l ,这种现象称为切屑的变形,如图 1-2-4 所示。为了衡量切屑的变形

表 1-2-1

影响的项目	带状切屑	节状切屑	粒状切屑	崩碎切屑
切削力的变化	小	较大	大	很大
加工系统的振动	小	较大	大	很大
切削力的作用点	切削刃后方	切削刃后方	切削刃附近	切削刃附近
工件表面质量	好	较差	差	差
刀具磨损	正常	一般	大	易崩刃

程度, 将切削层与切屑两者几何尺寸之比, 定义为变形系数 ξ : 切屑厚度 a_o 与切削层厚度 a_c 之比, 称为厚度变形系数 ξ_a ; 切削层长度 l 与切屑长度 l_c 之比, 称为长度变形系数 ξ_l 即。

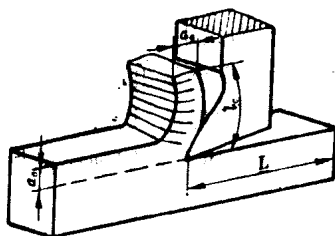


图 1-2-4 切屑的收缩

$$\xi_a = \frac{a_o}{a_c} \quad (1-2-1)$$

$$\xi_l = \frac{l}{l_c} \quad (1-2-2)$$

由于工件上切削层的宽度与切屑宽度的变化很小, 根据体积不变原理, 显然

$$\xi_a = \xi_l = \xi$$

ξ 的实用意义很大, 它能简便地评定切削层产生塑性变形的程度或工件材料的塑性。当工件材料相同而切削条件不同时, ξ 大说明塑性变形大; 当切削条件相同而材料不同时, 则 ξ 大的材料塑性大。一般, 刨削铸铁时 $\xi = 1$; 刨削中等硬度的钢材 (例如 45 钢) 时, $\xi = 2 \sim 3$ 。

切屑的变形是切削过程中的一种重要现象。掌握切屑变形的变化规律, 不仅有助于理解切削力、切削温度和刀具磨损等现象并予以控制, 而且能从塑性变形的规律中找到减小工件表面粗糙度和加工精度的途径。

影响切屑变形程度的主要因素是, 刀具前角、工件材料和切削速度、前角越大, 切屑变形程度就越小; 工件材料的塑性越大, 切屑