



实用技术工人速算丛书

工件刨削、插削 及拉削速算

李秀智 编著

数据翔实便查
实例讲解易懂
公式计算简捷
有效提高技能



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



实用技术工人速算丛书

工件车削速算

工件铣削速算

工件钻削与镗削速算

工件刨削、插削及拉削速算

工件磨削速算

零件装配速算

铆焊加工速算

上架指导：工业技术 / 机械工程 / 机械加工

ISBN 978-7-111-20919-5

封面设计：鞠杨

定价：15.00 元

编辑热线：(010)68351729

地址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037
联系电话：(010) 68326294 网址：<http://www.cmpbook.com>
(010) 68993821 E-mail: online@cmpbook.com

ISBN 978-7-111-20919-5



9 787111 209195 >

实用技术工人速算丛书

工件刨削、插削 及拉削速算

李秀智 编著



机械工业出版社

1615

本书包括工件的刨削、插削与拉削计算三部分内容。

工件刨削计算部分着重介绍各种典型表面和典型零件的加工计算,如直角槽、斜面、V形槽、燕尾形零件、镶条、齿条及曲面等,并附有刨削方法。

工件插削计算部分着重介绍孔内键槽、多边形孔、孔内花键槽、内齿轮和大圆弧的插削计算等,还附有插刀及其插刀杆介绍,以及插削曲面的方法。

工件拉削计算部分主要介绍拉削余量、普通拉刀齿升的确定,同时附有拉削方式、拉削余量推荐值,以及拉刀各部分尺寸和使用参考数据等。

本书内容丰富,简明易懂,以图表为主,查阅方便,既是一本实用的工具书,也可作为参考书,供刨工、插工和拉工在生产实践中使用,并可用作培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

工件刨削、插削及拉削速算/李秀智编著. —北京:机械工业出版社,2007.2

(实用技术工人速算丛书)

ISBN 978-7-111-20919-5

I. 工... II. 李... III. ①刨削-速算②插削-速算③拉削-速算 IV. TG5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 023601 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:邝 鸥 责任编辑:赵晓峰 版式设计:霍永明

责任校对:李秋荣 封面设计:鞠 杨 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

140mm×203mm · 5.375 印张 · 160 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-20919-5

定价:15.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)68351729

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着机械制造业的快速发展，与机械制造业相关的广大从业人员对速算技术的需求越来越高。为适应这一形势，本人根据几十年在生产和教学实践中积累的计算技术、速算资料，特编写成“实用技术工人速算丛书”。

本套丛书共有7个分册，包括《工件车削速算》、《工件铣削速算》、《工件钻削与镗削速算》、《工件刨削、插削及拉削速算》、《工件磨削速算》、《零件装配速算》和《铆焊加工速算》。

由于采用了最新的国家标准和法定计量单位，并附有参考数据、图表资料，因此，本套丛书具有内容丰富、简明实用、图文并茂、便于查阅的特点。同时，为了方便读者理解书中的计算公式，还列举了一些速算实例。

本套丛书可供从事金属切削加工各工种的技工、工艺技术人员作为工具书使用，也可供城乡机械、修配行业的广大技工、技校师生、参加职业资格考试者阅读和参考，还可作为下岗人员、进城农民工及各种技工的培训教材。

有关专家和读者对本套丛书的出版提出了宝贵意见和建议，在此一并深表谢意。

因限于本人水平，难免有不妥之处，恳请广大读者予以指正。

李 秀 智

目 录

前言

一、工件的刨削计算	1
(一) 刨削加工内容	1
(二) 刨削直角槽的计算	2
(三) 刨削斜面的计算	5
(四) 刨削 V 形槽的计算	13
(五) 刨削燕尾导轨的计算	15
(六) 燕尾的测量和计算	21
(七) 刨削镶条的计算	26
(八) 刨削齿条的计算	33
(九) 刨削曲面的计算	38
二、工件的插削计算	41
(一) 插削加工内容	41
(二) 孔内插键槽的计算	42
(三) 多边形孔的插削计算	44
(四) 花键孔的插削计算	50
(五) 插削直齿圆柱内齿轮的计算	52
(六) 插削大圆弧的计算	54
(七) 操纵插床时的注意事项	56
三、工件的拉削计算	57
(一) 拉削加工范围	57
(二) 拉削加工概述	59
(三) 常用拉刀种类	60
(四) 确定拉削余量	61
(五) 普通拉刀齿升的确定	63
(六) 拉刀的合理使用与拉削时的注意事项	65
附录	66

一、刨床工作精度	66
二、刨刀的种类和用途	68
三、刨削用量	70
四、工件的一般装夹方法	79
五、刨平面	82
六、切断及刨槽	87
七、刨垂直面及台阶面的方法	91
八、刨斜面	94
九、刨曲面	96
十、插刀及插刀杆	100
十一、插削曲面及内键槽	101
十二、拉削方式	104
十三、拉削余量推荐值	105
十四、拉刀的组成	106
十五、拉刀各部分尺寸	107
十六、拉刀技术条件	123
十七、常用拉刀使用参考数据	126
十八、单位长度切削刃上的切削力	138
十九、刨削、插削及拉削加工的质量问题分析	138
二十、刨床、插床常见故障及排除方法	147
二十一、刨削、插削及拉削加工通用工艺守则	156

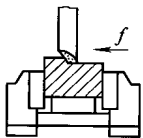
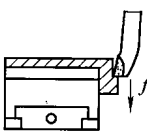
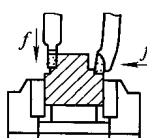
一、工件的刨削计算

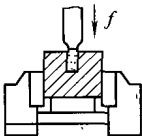
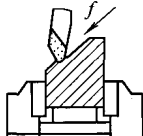
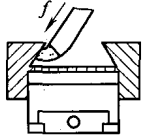
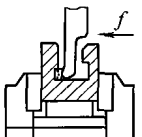
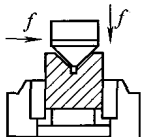
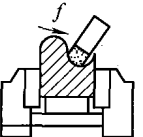
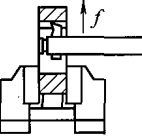
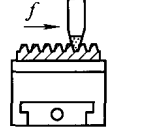
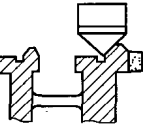
刨刀相对工件的往复直线运动，与工作台（或刀架）的间歇进给运动实现的切削加工方法，叫刨削加工。刨削是断续切削，在每个往返行程中，刨刀与工件间有较大的相互冲击作用。反行程是一瞬间实现换向的，反向运动惯量大，致使刨削速度受到限制，且反行程不能进行切削，造成空程时间损失，因此刨削加工的生产率较低。但刨床与刨刀结构较简单，操作方便，生产准备时间较短，适合于多品种、单件或小批生产。

在刨床上可以加工各种平面（水平面、垂直面、平行面和倾斜面）、沟槽（直沟槽、T形槽、燕尾槽和V形槽）、复合表面和成形表面等。这些类型的表面在许多机器零件上是常见的，例如各种机床的床身、工作台、拖板、滑枕、底座及平口钳等。如果采用辅助装置，还可以加工曲面、齿轮、齿条。有时还可利用精刨代替刮研。在刨削薄板、镶条等零件时，加工精度与生产率都比较高，而且也比较方便。刨削加工精度一般可达IT7 ~ IT10级。

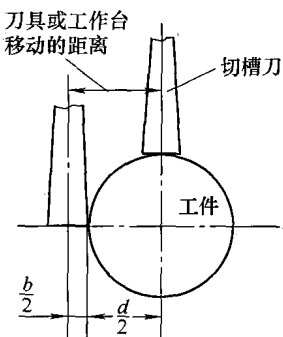
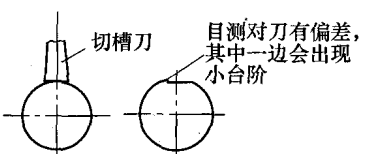
表 1-1 是工件的刨削计算公式表。

表 1-1 工件的刨削计算

名称	解释与图表		
(一) 刨削加工内容	刨削加工内容见下表		
	 刨平面	 刨垂直面	 刨台阶

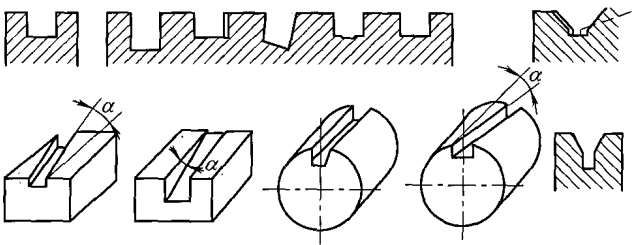
名称		解释与图表			
(一) 刨削加工内容					
		刨直槽	刨斜面	刨燕尾槽	
					
		刨 T 形槽	刨 V 形槽	刨曲面	
					
		孔内加工	刨齿条	刨复合表面	
	(二) 刨削直角槽的计算	刨键槽时的对刀计算	刨键槽时对刀很重要,对刀正确与否决定刨出的键槽两侧面是否对称于零件中心。刨键槽的对刀方法是: 1) 用刨刀侧刃对刀(图 a):对刀时,移动工作台(龙门刨移动刀架),使侧刃的最宽点与工件侧面的最远点接触,然后,将切槽刀提起,再移动工作台(龙门刨移动刀架),移动的距离为$\frac{d}{2} + \frac{b}{2}$($d$是工件的直径,$b$是主切削刃的宽度)。这个距离可以按照进刀手轮上刻度盘的分度值来控制,也可以用百分表与量块来控制		

(续)

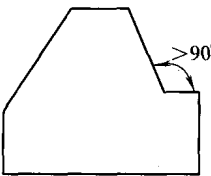
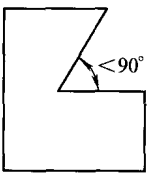
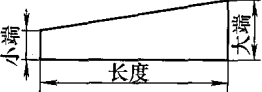
名称	解释与公式
(二) 刨削直角槽的计算	 a) 用刨刀侧刃对刀
	2) 按划线对刀: 如果预先在工件端面上划好键槽的加工线, 以及键槽的中心线, 在装夹工件时, 只要保证所划的键槽中心线与工作台面垂直, 就可以按划好的键槽加工线来对刀 3) 用试刨的方法对刀 (图 b): 先用目测的方法, 使刨刀对正工件顶部的中心处, 并进行试切。当刨刀快切到槽宽时, 在工件顶面上会形成一小条平面。如果目测对刀有偏差, 小平面的两边就不一致, 其中一边会出现小台阶。出现这种情况后, 可根据小台阶的位置重新调整切槽刀的位置。用这种方法对刀, 往往会出现因对刀不正确或多次调整刨刀位置试刨, 而使键槽开口处残留下明显的对刀痕迹, 损坏了工件的完整形状  b) 用试刨的方法对刀

名称	解释与公式
(二) 刨削直角槽的测量	主要是对槽的宽度、深度以及相对位置进行检验。当槽的尺寸要求较低时, 可用钢尺测量; 当槽的尺寸精度要求较高时, 可用游标卡尺、深度尺以及内卡钳与千分尺配合来测量。在成批生产中, 通常用卡板或塞规来检验 轴上键槽的深度, 通常是以槽底到圆柱表面的距离 E 来表示的 (图 c)。这时通槽的深度 E, 可以用游标卡尺直接测量。但对两端不通的键槽就无法直接测量。一般可采用如下两种间接测量方法: 槽内放置量块 深度游标卡尺测量 c) 键槽深度的检验 1) 在槽内放置一块已知高度 h 的量块, 然后用游标卡尺测量从量块上平面到圆柱表面的距离 y, 则槽底面到圆柱表面的距离 E 为: $E = y - h$ 2) 用深度游标卡尺测量键槽的深度 h_1, 则槽底面到圆柱表面的距离 E 为: $E = \frac{d + \sqrt{d^2 - B^2}}{2} - h_1$ 式中 d——轴的直径 (mm); B——键槽的宽度 (mm)

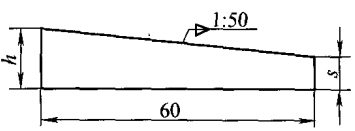
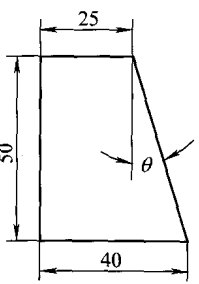
(续)

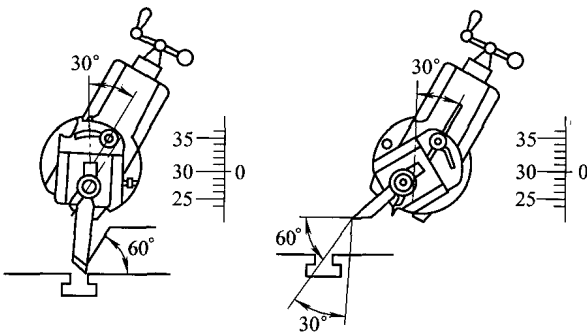
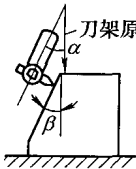
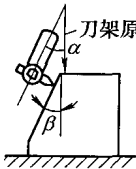
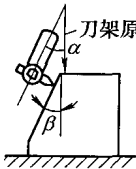
名称	解释与公式										
(二) 刨削直角槽的计算	刨槽时,可能产生不符合加工要求的原因是多种多样的。刨槽不符合要求的形式大致有如图所示的几种  刨槽不符合要求的形式 槽加工不符合要求的原因见下表 <table border="1" data-bbox="259 685 901 1085"> <thead> <tr> <th>现 象</th><th>原 因</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>槽宽不符合图样要求</td><td>切槽刀头的宽度及工件安装不准确</td></tr> <tr> <td>槽上宽下窄或槽壁有小台阶</td><td>刨刀的切削刃磨得不正确或主切削刃在中途重磨后变窄</td></tr> <tr> <td>槽的两侧或两端深度不一致</td><td>工件的装夹和刀具的刃磨不正确,或是主切削刃未装平</td></tr> <tr> <td>槽的方向不正确</td><td>工件及刀具装夹不正确,或刀架分度值没有对准“零”线</td></tr> </tbody> </table>	现 象	原 因	槽宽不符合图样要求	切槽刀头的宽度及工件安装不准确	槽上宽下窄或槽壁有小台阶	刨刀的切削刃磨得不正确或主切削刃在中途重磨后变窄	槽的两侧或两端深度不一致	工件的装夹和刀具的刃磨不正确,或是主切削刃未装平	槽的方向不正确	工件及刀具装夹不正确,或刀架分度值没有对准“零”线
现 象	原 因										
槽宽不符合图样要求	切槽刀头的宽度及工件安装不准确										
槽上宽下窄或槽壁有小台阶	刨刀的切削刃磨得不正确或主切削刃在中途重磨后变窄										
槽的两侧或两端深度不一致	工件的装夹和刀具的刃磨不正确,或是主切削刃未装平										
槽的方向不正确	工件及刀具装夹不正确,或刀架分度值没有对准“零”线										
(三) 刨削斜面的计算	斜面就是与水平面既不平行也不垂直的平面。与水平面夹角大于 90° 的叫外斜面 (图 a); 与水平面夹角小于 90° 的叫内斜面 (图 b); 工件的两端厚度不一致, 且倾斜角度较小的工件叫斜度工件 (图 c) 斜面通常用于零件的滑动配合部分, 如车床导轨、牛头刨床滑枕、刀架拖板、镶条等。因此, 对斜面的加工精度和表面粗糙度要求都比较高										

(续)

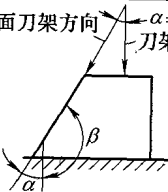
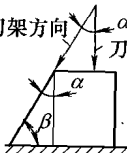
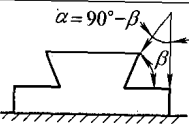
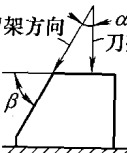
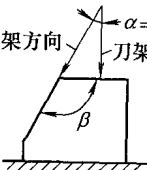
名称	解释与公式
斜面的种类及用途	   a) 外斜面 b) 内斜面 c) 斜度工件
(三) 切削斜面的计算	内、外斜面的倾斜程度，一般用斜角表示。有的斜面工件，比如镶条，则常用斜度表示。调整机床、安装工件、制造垫铁及测量工件时，有时需要知道斜角大小，有时则需要知道斜度大小，有时还需要知道大、小端的尺寸。因此，应根据已知的数据计算出需要的角度、比例或尺寸 所谓斜度，就是指工件的大端尺寸和小端尺寸之差与其长度之比。其斜度的大小可由公式表示如下： $K = \frac{H - h}{l} = \tan \theta$ 式中 θ——斜角； H——大端尺寸 (mm)； h——小端尺寸 (mm)； l——工件长度 (mm) 斜度常写成分数或比的形式。例如：$\frac{1}{50}$ 或 1:50。 大、小端尺寸与斜度、工件长度有以下关系： $H = h + Kl$ $h = H - Kl$ 例 1：有一工件的大端尺寸 H 为 30mm，小端尺寸 h 为 20mm，长度 l 为 500mm，求斜度 K 的大小？ 解： $K = \frac{H - h}{l} = \frac{30\text{mm} - 20\text{mm}}{500\text{mm}} = \frac{1}{50}$ (或 1:50)

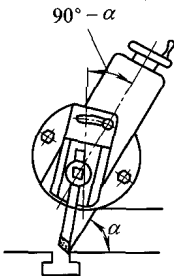
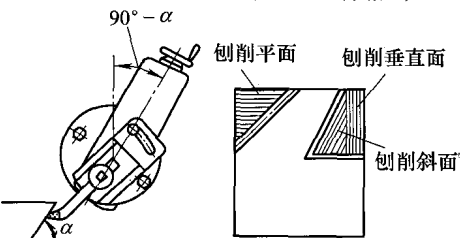
(续)

名称	解释与公式
(三) 刨削斜面的计算 斜度的计算	例 2: 已知一工件的斜度 K 为 1:50, 大端尺寸 H 为 17mm, 长度 l 为 250mm, 求刨削时小端尺寸 h 的大小?
	解: 小端尺寸 $h = H - Kl = 17\text{mm} - \frac{1}{50} \times 250\text{mm} = 17\text{mm} - 5\text{mm} = 12\text{mm}$
	在刨削斜面工件时, 一般需要知道斜角的大小, 但图样上往往不注明角度。因此, 当我们要扳转刀架、制造斜垫铁或改装夹具时, 就要把斜度化成角度
	例如图 a 中, 斜度 1:50 表示工件每隔 50mm 长度大、小端的尺寸相差 1mm。设 θ 为工件倾斜面的斜角, 则
	$\tan\theta = \frac{1}{50} = 0.02$
	在三角函数表内可查得 $\theta = 1^\circ 9'$, 若用斜角 $1^\circ 9'$ 的斜垫铁垫在工件底面, 使工件斜面垫成水平位置, 这样便可以用水平走刀刨水平面的方法刨出斜面来
	 a) 用斜度比值表示斜度  b) 用长度尺寸表示斜度
	如图 b 所示的工件, 若用倾斜刀架法刨削, 就需要计算出 θ 的角度, 这个角度就是刀架应扳转的角度 $\tan\theta = \frac{40\text{mm} - 25\text{mm}}{50\text{mm}} = \frac{15}{50} = 0.3$ 由三角函数表可查得 $\theta \approx 16^\circ 42'$

名称		解释与公式										
(三) 刨削斜面的计算	倾斜刀架法	刨斜面最常用的一种方法是倾斜刀架法，如下图所示。它是将刀架扳一个角度，然后手摇刀架，由上至下沿倾斜方向进给刨削斜面 用倾斜刀架法刨斜面时，要特别注意刀架所扳转的角度必须正确。因为图样上斜角的表示法较多，扳转角度前要注意图样标注的角度与刀架扳转的角度是什么关系  倾斜刀架法										
	计算刀架扳转角度	刨刀刀架扳转角度计算公式见下表 <table><tr><th>名称</th><th>工件斜角 β 的位置</th><th>图 示</th><th>刨刀刀架扳转角度 α</th><th>计算实例</th></tr><tr><td></td><td>斜面和工作台垂直线所夹的锐角</td><td></td><td>$\alpha = \beta$</td><td>已知 $\beta = 25^\circ$，求 α 解： $\alpha = \beta = 25^\circ$</td></tr></table>		名称	工件斜角 β 的位置	图 示	刨刀刀架扳转角度 α	计算实例		斜面和工作台垂直线所夹的锐角		$\alpha = \beta$
名称	工件斜角 β 的位置	图 示	刨刀刀架扳转角度 α	计算实例								
	斜面和工作台垂直线所夹的锐角		$\alpha = \beta$	已知 $\beta = 25^\circ$ ，求 α 解： $\alpha = \beta = 25^\circ$								

(续)

名称	解释与公式				
(三) 刨削斜面的计算	计算刀架扳转角度的确定	工件 斜角 β 的位置	图 示	刨刀刀架扳 转角度 α	计算实例
		斜面 和工 作 台垂 直 线 所 夹 的 钝 角	 刨斜面刀架方向 $\alpha = 180^\circ - \beta$ 刀架原来方向	$\alpha = 180^\circ - \beta$	已知 β = 150° , 求 α 解: $\alpha =$ $180^\circ -$ $150^\circ = 30^\circ$
		斜面 和工 作 台 所 夹 的 锐 角	 刨斜面刀架方向 $\alpha = 90^\circ - \beta$ 刀架原来方向	$\alpha = 90^\circ - \beta$	已知 β = 60° , 求 α 解: $\alpha =$ $90^\circ - 60^\circ$ = 30°
			 $\alpha = 90^\circ - \beta$		
		斜面 和 水 平 面 所 夹 的 锐 角	 刨斜面刀架方向 $\alpha = 90^\circ - \beta$ 刀架原来方向	$\alpha = 90^\circ - \beta$	已知 β = 60° , 求 α 解: $\alpha =$ $90^\circ - 60^\circ$ = 30°
		斜面 和 水 平 面 所 夹 的 钝 角	 刨斜面刀架方向 $\alpha = \beta - 90^\circ$ 刀架原来方向	$\alpha = \beta - 90^\circ$	已知 β = 120° , 求 α 解: $\alpha =$ $120^\circ - 90^\circ$ = 30°

名称	解释与公式
(三) 刨削斜面的计算 调转刀架刨斜面的步骤	内斜面、平面与斜面的连接面，不宜采用倾斜工件的方法加工，可用调转刀架法刨斜面（图 a）。其加工方法如下： 1. 粗刨：加工余量较大的斜面工件，在调转刀架刨斜面之前，应先用刨削平面或刨削垂直面的方法进行粗刨（图 b），切去斜面上大部分的加工余量 2. 调刀架：把刀架中心线方向调整成与工件斜面的方向一致。为了便于刨削回程时抬刀，刀架要进行调整，使刀架的顶部偏离被加工斜面一个适当角度 3. 半精刨和精刨：手摇已调整好角度的刀架进刀，半精刨工件斜面，并用样板或万能角度尺检查半精刨后的斜面角度，若角度不对，则应重新调整刀架的倾斜角度，直至半精刨后的工件斜面角度合格时，即可对工件斜面进行精刨  a) 调转刀架刨斜面  b) 粗刨斜面的进给
调转刀架刨斜面时背吃刀量的调整	牛头刨床是通过横向移动工作台进行调整；龙门刨床是通过沿横梁导轨移动刀架进行调整。移动工作台（或龙门刨床上移动刀架）的距离，并不等于背吃刀量，如下图所示，移动距离与背吃刀量之间有如下关系： $t_s = \frac{a_p}{\sin \alpha}$ 式中 t_s——工作台移动的距离（mm）； a_p——背吃刀量（mm）； α——斜面与水平面间的夹角（°）