



简明 机加工生产线工 手册

胡家富 主编

机 电 工 人 技 术 丛 书

jidian

gongren

jishu

congrshu

上海科学技术出版社

机电工人技术丛书

简明机加工生产线工手册

江苏工业学院图书馆
藏书章

主编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

简明机加工生产线工手册/胡家富主编. —上海:上海科学技术出版社, 2009. 1

(机电工人技术丛书)

ISBN 978—7—5323—9632—0/TM • 173

I. 简... II. 胡... III. 机械加工—技术手册
IV. TG506—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 136687 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/32 印张 26.5

字数:709 千字

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—4 250

定价:49.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂调换

内 容 提 要

本书主要介绍机械加工生产线操作工和调整工的基本知识和技能,内容包括机械生产线的基础知识;生产线输送装置、送料设备、检测装置的常识;专用机床、组合机床和数控机床的使用、调整与加工精度分析;生产线刀具、夹具的使用与调整。全书注重金属切削加工知识和技能的综合运用,可供金属切削加工中级及以上水平的生产线工人培训和自学使用,也可供机械加工生产线相关人员参考使用;对于初学机械加工金属切削的技术工人,也是一本可供自学参考的实用书籍。

前 言

现代的制造企业正在向高效自动化和柔性化的生产方式转变,以适应瞬息万变的市场需求和用户的个性化需求。由通用机床单机组织生产的方式已基本转向规模较小的企业或私人企业。大中型企业中大批的通用机床操作工人走上机加工生产线岗位,掌握生产线的操作、调整和常见故障排除等知识和技能,是适应生产线岗位的基本要求,也是进一步适应机械制造业生产线发展的必由之路。本书内容符合现代制造企业的自动化生产的发展方向,并包含了传统生产流水线的实际与特点,既有现代自动化生产线和数控加工的内容,又有传统专用机床、组合机床生产线操作和调整的基础知识和技能。各种通用机床技术工人所需的知识和技能在本书中得到合理的归纳、综合和提升。本书知识面广,融操作与调整技能为一体,可供中级生产线工人进行培训、自学和岗位职业技能鉴定时使用,也可供相关人员参考。

本书由胡家富主编,伊彬、忻逸敏、徐东、尤根华、黄镔、黄岭等参加编写工作。限于作者水平,书中有不妥和疏漏之处,敬请广大读者提出宝贵意见,以便再版时改正。

编 者

目 录

第一章 机械加工生产线的基础知识	1
一、机械加工工艺的基础知识	1
1. 金属切削及其加工方式概述	1
2. 切削用量及其合理选择	30
3. 典型零件、部位的加工工艺	47
4. 机床、夹具、刀具和零件的精度测量	67
二、机械加工生产线的组成	106
1. 生产线的场地布置和设备布局	106
2. 工序加工的设备和组合配置方式	119
3. 单机供料和生产线工件输送装置	125
4. 在线检测方法 with 装置	139
5. 专用夹具和专用量具	144
6. 专用刀具和可转位刀具	164
7. 生产线排屑和安全检测装置	187
三、大批量生产的特点与管理基础知识	194
1. 工序工时与生产节拍	194
2. 质量管理与质量控制	226
3. 设备保养与故障处理	233
4. 工艺管理与工艺纪律	242
四、生产线作业的基本方法	249
1. 作业标准和作业指导	249
2. 标准作业	251
3. 联合作业	252

第二章 专用机床的组成、使用和调整	262
一、专用机床的种类、自动控制和基本加工方法	262
1. 生产线专用机床的种类	262
2. 专用机床的自动控制方式	263
3. 专用机床自动化的基本方法	274
4. 专用机床的机械无级变速装置	280
5. 自动化专用机床加工的基本方法	281
二、生产线常用轴套类加工机床实例	292
1. 卧式多轴自动(半自动)车床	292
2. 仿形车床	308
3. 卡盘多刀车床	321
三、生产线常用花键、齿轮加工机床实例	329
1. Y631K 型外花键铣床的结构与使用调整	329
2. Y38 型滚齿机的基本结构与使用调整	345
第三章 组合机床的组成、使用与调整	370
一、组合机床的组成与结构特点	370
1. 组合机床的种类与基本组成	370
2. 组合机床主要部件的结构特点	392
二、组合机床的加工工艺及其操纵方法	413
1. 组合机床的加工工艺范围和加工精度	413
2. 组合机床的基本操纵规范	416
3. 组合机床的基本操纵方法与工作过程	419
三、组合机床的使用调整	435
1. 切削用量的调整	435
2. 切削加工的调整	440
3. 控制系统的调整	443
第四章 数控机床的组成、使用与调整	451
一、数控机床的分类、组成与结构特点	451

1. 生产线、自动加工线常用的数控机床	451
2. 数控车床、数控铣床和加工中心组成	461
3. 数控机床主要部分的典型结构	479
二、数控机床的操纵方法	507
1. 数控机床的加工工艺	507
2. 数控加工的工艺文件	517
3. 数控机床加工的工艺实例	519
4. 数控机床的基本操作方法	523
5. 数控机床操作注意事项和操作规程	542
三、数控机床加工程序编制与调整	546
1. 数控机床程序编制与释读基本常识	546
2. 数控车床程序编制和释读基础	556
3. 数控铣床与加工中心程序编制和释读基础	576
4. 数控机床加工程序编制释读实例	583
5. 数控机床加工参数的调整与输入	590
四、数控机床主要部分的调整与常见故障	612
1. 数控机床主要部分的间隙调整方法	612
2. 数控机床的维护与常见故障处理方法	617
3. 数控机床的机械故障及其分类	621
4. 数控机床 CNC 系统故障诊断与维修示例	623
5. 液压传动系统常见故障诊断及排除	623
6. 数控机床的报警和自诊断技术应用	629
第五章 生产线刀具的选用、检测和调整	632
一、生产线常用刀具的种类	632
1. 常用标准刀具的种类	632
2. 典型专用刀具	665
3. 特殊刀具	674
二、生产线、自动线常用刀具的结构、材料特点	675

1. 生产线刀具的技术要求	675
2. 生产线刀具的结构特点	677
三、生产线刀具及其切削用量的选用原则和方法	699
1. 刀具选用原则和方法	699
2. 切削用量的选择方法	703
四、刀具磨损和使用寿命的基本知识	708
1. 刀具钝化及其磨损形式与过程	708
2. 刀具磨钝标准与使用寿命	708
五、生产线刀具磨损的特点及其常用刀具的使用寿命	714
1. 生产线刀具磨损的特点	714
2. 常用刀具的使用寿命	715
3. 生产线刀具使用寿命的控制方法	717
六、生产线刀具的调换、检测和调整	717
1. 刀具的调换和装卸	717
2. 生产线刀具的检测	726
3. 生产线刀具的调整	731
第六章 生产线夹具的使用与调整	749
一、生产线夹具的种类与基本组成	749
1. 机床夹具与生产线夹具	749
2. 机床专用夹具的基本结构	751
3. 生产线夹具的基本组成	762
二、生产线夹具的主要特点	773
1. 数控机床夹具的主要特点	773
2. 组合机床夹具的结构特点	774
3. 成组夹具的结构特点	776
4. 液压夹具的特点	778
三、气液夹具典型系统回路和常用执行元件	782

1. 液压夹具的基本控制回路 with 传动部件	782
2. 气动夹具的基本控制回路 with 传动部件	784
四、生产线夹具的使用 with 维护	787
1. 成组夹具的使用 with 维护	787
2. 随行夹具的使用 with 维护	789
3. 固定夹具的使用 with 维护	794
4. 液压、气动夹具的使用 with 维护	795
五、生产线夹具的调整方法	802
1. 生产线夹具的基本调整内容 and 方法	802
2. 液压、气动夹具的调整	825
3. 生产线夹具的精度检测 and 磨损控制	830

第一章 机械加工生产线的基础知识

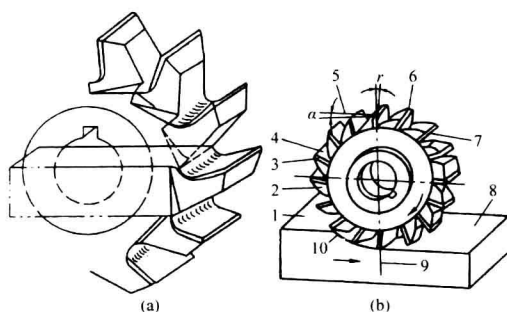
一、机械加工工艺的基础知识

1. 金属切削及其加工方式概述

(1) 金属切削加工的基本概念 金属切削是刀具和工件作相对运动,将多余的金属切除,获得所需要零件的加工过程。

1) 金属切削过程中工件上各表面的名称和定义见表 1-1。

表 1-1 切削过程中工件的表面

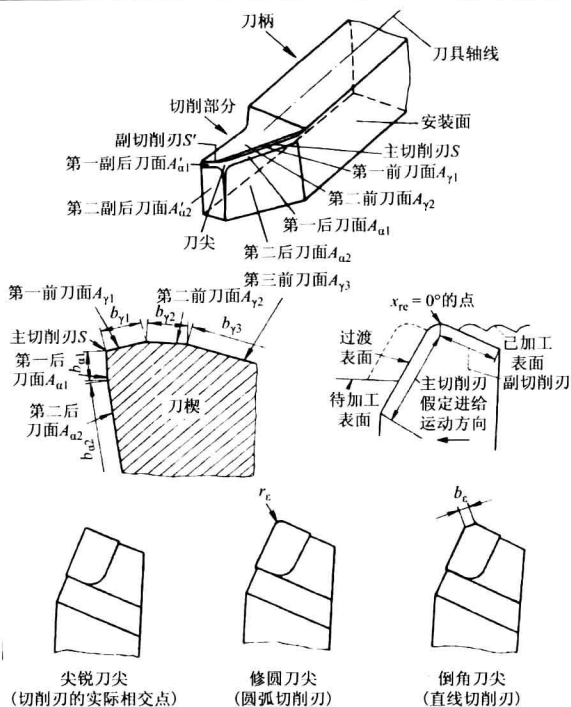


1—待加工表面; 2—副后面; 3—副切削刃; 4—前面; 5—切削平面; 6—后面;
7—主切削刃; 8—已加工表面; 9—基面; 10—过渡表面

名 称	定 义 及 说 明
待加工表面	工件上有待切除的表面
已加工表面	工件上由刀具切削后形成的表面
过渡表面	工件上由切削刃切成的那部分表面。当单刀刃切削时,它将在工件或刀具的下一转,或下一次切削行程中被切除,用多刀刃切削时,它将被随后的一个切削刃切除

2) 金属切削刀具基本组成见表 1-2。

表 1-2 金属切削刀具的基本组成



名 称	符 号	定 义 及 说 明
刀 杆		刀具的夹持部分
安 装 面		刀柄上与基面(见后)相平行或相垂直的平面,在刀具的制造、刃磨及测量时要用它来进行定位
刀具轴线		此为一条假想的直线,它与刀具制造、刃磨及使用时供夹持用的定位表面之间保持一定的几何关系。刀具轴线通常是刀柄或刀具定位孔的中心线
切削部分		由切削刃及刀面构成的刀具工作部分。在多刃刀具上,每一刀齿都有一个切削部分

(续表)

名 称	符 号	定 义 及 说 明
刀 楔		刀具切削部分上由前刀面及后刀面之间的部分
前 刀 面	A_y	刀具切削部分上与切屑直接相接触的表面。当前刀面由几个相互倾斜的表面组成时,则由切削刃开始依次称为第一前刀面、第二前刀面、……,符号为 A_{y1}、A_{y2}、……其宽度用 b_{y1}、b_{y2}、……来表示 前刀面还有主副之分。与后刀面相交而形成主切削刃的那部分前刀面,称为主前刀面,简称前刀面 (A_{y1}、A_{y2}、……);与后刀面相交而形成副切削刃的那部分前刀面,称为副前刀面,其标记符号是 A'_{y1}、A'_{y2}、……
后 刀 面	A_a	刀具切削部分上与工件上被切成的表面相对的表面。当后刀面由几个相互倾斜的表面组成时,则由切削刃开始依次称为第一后刀面、第二后刀面、……符号为 A_{a1}、A_{a2}、……它们的宽度分别为 b_{a1}、b_{a2}、…… 后刀面也有主副之分。与前刀面相交而形成主切削刃的那部分后刀面,称为主后刀面,简称后刀面 (A_{a1}、A_{a2}、……);与前刀面相交而形成副切削刃的那部分后刀面,称为副后刀面,其标记符号是 A'_{a1}、A'_{a2}、……
主切削刃	S	用来进行切削工作的前刀面的边缘,即为刀具的切削刃。由主偏角 $\kappa_r = 0^\circ$ 的一点开始的一段切削刃,它至少有一部分是用来切成工件过渡表面的,称为主切削刃 在刀具的刀尖是尖锐的情况下,则认为刀尖处的主偏角为 0°,而在刀具切削刃上任何一点的主偏角都不为零的情况下(如圆柱形铣刀),则整条切削刃都是主切削刃
副切削刃	S'	除了主切削刃之外的其余部分切削刃,称为副切削刃,它是由主偏角 $\kappa_r = 0^\circ$ 的一点开始,沿与主切削刃相反的方向延伸。它不参与工件过渡表面的切削工作 有些刀具(如切断车刀、锯片铣刀等)的切削部分可具有二条副切削刃
切削刃钝圆半径	r_n	前刀面与后刀面之间过渡部分的圆弧半径,在垂直于切削刃的法平面内测量它的大小。过去也称切削圆弧半径

(续表)

名 称	符 号	定 义 及 说 明
刀 尖		位于主切削刃与副切削刃交接处的相当小的一部分刃口。它可能是主切削刃与副切削刃的实际交点,也可能是圆弧形或直线形的过渡切削刃
刀尖圆弧半径	r_{ϵ}	在基面内测量的圆弧过渡切削刃的半径,简称刀尖半径。过去全称圆弧过渡切削刃半径
倒角刀尖长度	b_{ϵ}	在基面内测量的直线过渡切削刃的长度,也称过渡刃长度
切削刃选定点		为了定义刀具的几何角度而在切削刃上任选的一点。它可以在主切削刃上,也可以在副切削刃上。当选在副切削刃上时,则所定义的均为副切削刃角度

3) 金属切削运动(表 1-3)是切削过程中刀具和工件之间的相对运动,运动的方向是由刀具相对工件来确定的。

表 1-3 金属切削运动

示 图	合成切削方向 主运动方向 φ v_c v_c p_{fc} 进给运动方向 切削刃的选定点 v_c—主运动的瞬时速度 v_f—进给运动的瞬时速度 v_c—合成切削运动的瞬时速度	
	名 称	定 义 及 说 明
	主 运 动	刀具与工件之间使刀具的前刀面逼近工件材料以进行切削加工的相对运动。例如:在车削加工中,工件的回转是主运动;而在钻削、铣削及磨削加工中,则钻头、铣刀及砂轮的回转是主运动

(续表)

名 称	定 义 及 说 明
进给运动	由机床或手动传给刀具或工件把切削层投入切削的运动,它配合主运动连续不断地或依次地切成切屑,以形成所需几何形态的工件已加工表面。进给运动可以是间歇的,也可以是连续的;可能是与主运动同时连续进行的,也可能是与主运动交替间隙进行的 有些切削加工的进给运动可以有数个,如磨外圆等;还有些切削加工,如攻螺纹、拉削等,进给运动是由事先的切削刀布置来完成的
合成切削运动	由主运动与进给运动合成的运动

4) 金属切削过程包括刀具对被切金属的切割、推挤作用和切削变形过程。刀具对被切削金属的作用见表 1-4,切削变形的四个区域见表 1-5。

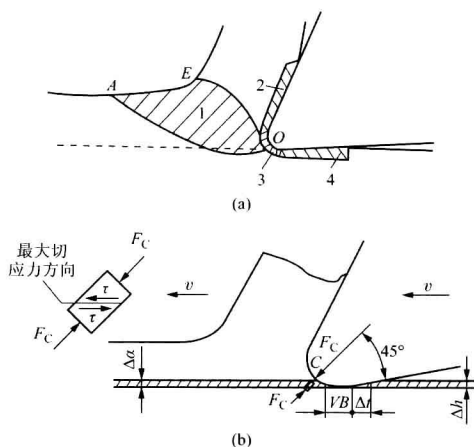
表 1-4 刀具对被切削金属的作用

作 用	说 明
切割作用	在切削过程中,由于主切削刃造成被切金属内局部应力很大,并因而使被切金属沿主切削刃分离的作用称为主切削刃对被切金属的切割作用。随着工件与刀具的相互逼近,主切削刃与被切金属接触处的局部应力逐渐增大,使被切金属层沿切削刃接触处分离。在此同时,前刀面则撑挤被分离的金属层,使距接触处一定深度范围内也产生应力。如果给以足够的动力使相对运动连续进行,被切金属将沿主切削刃运动方向分离而形成已加工表面
推挤作用	前刀面对切削层金属的撑挤,使被切削层金属产生弹性变形、塑性变形而形成切屑流出的作用称为前刀面的推挤作用。前刀面的撑挤使被切削层产生弹性变形、塑性变形,最后形成切屑沿前刀面流出。由此可见,在金属切削过程中,刀具对被切金属的作用包括齿刃的作用和前刀面(主要是前刀面)的作用。实质上切削刃的切割作用也是推挤作用,只是切削刃与工件接触面积很小,因此应力很大,造成被切金属迅速滑移变形而与工件分离

(续表)

作用	说明
作用影响因素	前角大,楔角小,刃口圆弧半径小,则刀具锐利,加强了切割作用,减小了推挤作用。但是,刀具过于锐利,则不牢固,切割作用不能持久
	反之,前角过小,楔角过大,加大了刃口圆弧半径,则刀具很牢固,使推挤作用大,切割作用减弱,增加了切削阻力,也不利于切削
	主切削刃的持续切割必须以足够牢固的刀面为基础,而前刀面的推挤又必须以锐利主切削刃的切割为前提。因此,切割作用与推挤作用是和刀具的锐与固密切相关的
	许多先进刀具都是针对不同加工对象,不同程度地加大前角,使刀具锐利,同时又采取各种求固的措施,使刀具得到必要的牢固性,从而使切削力和切削热降低,加工效率和刀具寿命都得以提高

表 1-5 切削变形的四个区域



(a) 四个变形区; (b) 刃前金属分离点和后刀面接触情况

(续表)

区域名称	说 明
基本变形区	表图 a 中 OA 和 OE 两条线所围的区域 1 就是基本变形区。OA 线称为始滑移线,位于该线左侧的金属处于弹性变形状态,到达该线即开始产生塑性变形。OA 线上的切应力数值刚好等于被切金属的屈服强度。随着刀具相对工件的连续运动,原处于始滑移线上的金属不断向刀具靠拢,应力和变形也逐渐增大。当到达 OE 线时,应力和变形达到最大值,基本变形到此结束。越过 OE 线后切削层金属将变成切屑流走。OE 线为终滑移线 基本变形区主要是由前刀面的推挤作用造成的,它是四个变形区中最大的一个,所以常用基本变形区的变形大小来近似地表示切削过程的变形量。但要说明,图中基本变形区较宽,表示切削速度很低的情况。在一般切削速度范围内,基本变形区的宽度仅约为 0.02~0.2 mm
前刀面摩擦变形区	表图 a 中区域 2 所示范围是前刀面摩擦变形区。在金属切削过程,基本变形的完成,并不是全部变形的终了。在切削层金属变成切屑而沿前刀面流出时,还将发生另一次变形。因为在前刀面和切屑之间存在着很大的压力,所以切屑沿前刀面滑动时,就必然会产生很大的摩擦,并产生平行于前刀面的切应力,使切屑底层的流动速度比切屑其他部分缓慢得多,这种现象称为滞流现象。产生滞流现象的切屑底层叫滞流层。在切应力的作用下,切屑底层在刀具前刀面方向上又一次产生塑性变形。这种变形称为前刀面摩擦变形,变形范围就是前刀面摩擦变形区。显然,切屑底层金属变形最大,使切屑向上卷曲离开前刀面而成为切屑
刃前变形区	表图 a 中区域 3 所示的范围就是刃前变形区。主切削刃是前刀面和后刀面的交线,实质上无论刃磨质量多么好,主切削刃都不是一条线,而总是呈圆弧状的,称为刃口圆弧。由于刃口圆弧的存在,在切削过程中圆弧上各点处作用力的方向是变化的。当刃口圆弧上某一点 C 处正压力与摩擦力的合力 F_c (表图 b) 与切削速度方向成 45° 时,则 C 点就是刃前金属的分离点。如果在该点前被切金属内取单元体,则在力 F_c 作用下单元体受压缩,单元体内的最大切应力方向与切削速度方向一致,因而金属层就沿着切削速度方向滑移分离,一部分金属留在已加工表面上,另一部分成为切屑流走,刃前金属滑移分离的过程就是主切削刃的切削作用