

数控加工实用技巧丛书

数控铣削加工 实用技巧

浦艳敏 姜 芳 编著

MENU

X -416.026
Y -209.442
Z -38.865

POS

GRM

OFFSET



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



数控加工实用技巧丛书

数控铣削加工实用技巧

浦艳敏 姜 芳 编著

重慶 (910) 目錄空白許圖



机械工业出版社

本书以数控铣削为主线,围绕着数控铣床的工艺、编程、操作及加工等问题进行展开,主要讲述了数控铣削的工艺分析和设计技巧、手工编程技巧、自动编程技巧、典型零件的数控编程技巧和数控铣床操作技巧等。本书摒弃了数控铣削编程与操作基础知识的论述,将重点集中在编程与加工的应用技巧,便于读者快速掌握数控铣削的技能。

本书中的实例具有代表性,大都来自生产实际,既有利于学生的学习和提高,又对数控技术人员具有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣削加工实用技巧/浦艳敏,姜芳编著. —北京:
机械工业出版社, 2010. 10
(数控加工实用技巧丛书)
ISBN 978-7-111-31766-1

I. ①数… II. ①浦…②姜… III. ①数控机床—铣
削②数控机床: 铣床—程序设计 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 173214 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: 周国萍 责任编辑: 庞 晖

版式设计: 张世琴 责任校对: 姚培新

封面设计: 姚 毅 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2010 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×239mm·16 印张·291 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-31766-1

定价: 28.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

编辑热线 (010) 88379733

社服务中心: (010) 88361066

网络服务

销售一部: (010) 68326294

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

数控铣削加工是机械加工中最常用和最主要的数控加工方法之一。自从我国加入 WTO 以来,国内的汽车、航空航天工业得到了快速发展,大量具有复杂曲面的零件,如叶轮和螺旋桨等,都需要用数控铣床加工,这就需要培养一大批能熟练掌握数控铣削技术的人才。传统的数控铣削编程书籍一般都是基本的编程与操作,已经不能满足技术人员和学生的要求。为了进一步提高数控铣削人才的技能水平,作者在总结多年从事数控铣床教学经验和研究成果的基础上,编写了本书。

本书从数控铣削的工艺分析入手,总结生产实际工艺设计的技巧,重点论述生产实际工艺设计的技巧和应注意的问题;切入点独特,应用性强;并且在此基础上,介绍了 FANUC Oi 数控铣床的手工编程技巧、自动编程技巧和加工技巧,使读者能快速掌握数控铣削技能。另外,通过大量的典型工程实例的引导,方便读者把握学习要点,掌握零件的工艺设计和编程的方法,从而达到提高数控加工操作能力与解决数控生产中工艺问题的目的。

全书共 5 章。第 1 章主要介绍数控铣削工艺的分析与设计技巧,第 2 章主要讲述 FANUC Oi 数控铣床手工编程技巧,第 3 章论述了数控铣削自动编程技巧,第 4 章讲述了典型零件的加工技巧,第 5 章论述了 FANUC Oi 数控铣床的操作技巧。

本书由辽宁石油化工大学的浦艳敏和姜芳编写,其中浦艳敏编写了第 1 章、第 4 章和第 5 章,姜芳编写了第 2 章和第 3 章。书中部分章节的编写参考了同行作者的有关文献,编著者对所列主要参考文献的作者,表示衷心的感谢!

由于编著者水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

浦艳敏

2010 年 6 月

目 录

前言

第1章 数控铣削工艺的分析与设计技巧	1
1.1 加工方法的选择	1
1.2 铣削方式的选择技巧	5
1.2.1 端铣和周铣	5
1.2.2 顺铣与逆铣的选择技巧	6
1.3 切削用量的选择技巧	8
1.3.1 背吃刀量(端铣)或侧吃刀量(周铣)的选择	8
1.3.2 进给量和进给速度的选择	9
1.3.3 切削速度的选择	10
1.4 数控铣刀的选择技巧	11
1.4.1 对刀具的基本要求	11
1.4.2 铣刀的种类和工艺特点	12
1.4.3 铣刀的选择	17
1.4.4 专用刀具的使用方法及技巧	19
1.4.5 刀片的装夹	24
1.4.6 刀具的安装	25
1.4.7 调整接刀痕的注意事项	28
1.4.8 切削难加工材料的刀具选择、参数设置方法及技巧	28
1.4.9 可转位铣削刀具的刀片在加工过程中应注意的问题	30
1.5 数控铣床夹具的应用技巧	31
1.5.1 台虎钳	31
1.5.2 使用T形槽用螺钉和压板固定工件	33
1.5.3 卡盘	34
1.5.4 分度头	35
1.5.5 夹具的选择	36
1.6 典型零件数控铣削工艺分析实例	37
1.6.1 平面槽形凸轮的工艺分析	37
1.6.2 箱盖类零件的工艺分析	41
第2章 FANUC 0i 数控铣床手工编程技巧	46

2.1	数控铣床坐标系的确定	46
2.1.1	坐标轴的确定技巧	46
2.1.2	对刀点和换刀点的确定技巧	49
2.1.3	自动回参考点技巧	51
2.2	数控铣削进给控制指令的编程方法与技巧	53
2.2.1	点定位技巧	53
2.2.2	倒角和倒圆的编程技巧	54
2.2.3	螺旋插补	55
2.2.4	圆柱插补的编程方法与技巧	56
2.2.5	跳转功能的应用技巧	57
2.3	数控铣削刀具补偿指令的编程方法与技巧	58
2.3.1	刀具半径补偿的应用技巧	58
2.3.2	刀具长度补偿的应用技巧	61
2.3.3	刀具偏置的应用技巧	63
2.4	有多个相同图案的工件的编程方法与技巧	65
2.4.1	镜像加工编程	66
2.4.2	比例缩放	68
2.4.3	坐标系旋转	70
2.4.4	平移图形轮廓的编制	71
2.4.5	多工件加工程序的编制	75
2.5	宏程序的编程技巧	76
2.5.1	宏程序的调用	76
2.5.2	宏程序的赋值关系	84
2.5.3	算术运算与逻辑运算	86
2.5.4	条件转移语句和循环语句的巧用	86
2.5.5	利用宏程序铣削球面技巧	89
2.5.6	平面非圆曲线轮廓的宏程序编程	92
2.5.7	空间曲线轮廓的宏程序编程	94
第3章	数控铣削自动编程技巧	96
3.1	CAXA 软件数控铣削自动编程技巧	96
3.1.1	零件加工造型技巧	96
3.1.2	加工方法的选择技巧	98
3.1.3	编辑刀具轨迹技巧	100
3.2	CAXA 软件与 FANUC Oi 系统数控铣床之间信息的传递	102
3.3	典型零件的加工技巧	104

3.3.1	可乐瓶底的加工技巧	104
3.3.2	挡块零件的加工技巧	110
3.3.3	曲面齿条的加工	117
3.3.4	叶轮的加工	122
第4章 典型零件的加工技巧		130
4.1	平面轮廓的数控加工技巧	130
4.1.1	刀具选择	130
4.1.2	走刀路线设计	130
4.1.3	平面轮廓的数控加工	131
4.2	曲面轮廓的数控加工	134
4.2.1	轮廓铣的加工优点	134
4.2.2	加工轮廓时的刀具应用	135
4.2.3	内轮廓过渡圆角的加工方法	136
4.2.4	曲面轮廓加工实例	138
4.2.5	曲面铣削时的注意事项	140
4.2.6	轮廓尺寸精度与表面粗糙度分析	141
4.3	槽、腔类零件的数控加工技巧	142
4.3.1	槽、腔类零件的下刀方式	142
4.3.2	圆腔挖腔程序的编制	144
4.3.3	方腔挖腔程序的编制	145
4.3.4	不规则形状挖腔程序的编制	149
4.3.5	带孤岛的挖腔程序的编制	150
4.3.6	深沟槽加工误差分析	151
4.3.7	键槽的加工技巧	152
4.4	孔类零件的数控加工技巧	154
4.4.1	常用的孔加工刀具	154
4.4.2	孔加工工艺分析	157
4.4.3	铣孔	158
4.4.4	镗孔	160
4.4.5	攻螺纹	166
4.4.6	螺纹加工	168
4.5	配合件的数控加工	171
4.5.1	配合件的加工方法和技巧	171
4.5.2	配合件的编程加工实例	171
4.6	复杂件的数控加工	183

第5章 FANUC 0i 数控铣床的操作技巧	193
5.1 操作技巧	193
5.1.1 数控系统操作面板 (CRT/MDI 面板)	194
5.1.2 机床操作面板	196
5.1.3 位置功能键	201
5.1.4 数控系统 (CNC) 状态显示	204
5.1.5 SETTING 屏幕设定	206
5.1.6 MDI 运行操作	208
5.1.7 设定和显示刀具偏置值、补偿值	211
5.1.8 数控系统的参数设置	212
5.1.9 加工断点的保存与恢复	215
5.1.10 数控程序的检查	219
5.1.11 程序的导入与导出	220
5.1.12 试切削	220
5.1.13 安全操作技巧	221
5.1.14 数控铣床操作步骤	222
5.2 数控铣床的对刀技巧	224
5.2.1 采用寻边器对刀	224
5.2.2 采用碰刀 (或试切) 方式对刀	227
5.2.3 采用杠杆百分表 (或千分表) 对刀	227
5.2.4 多把刀具长度补偿值的存储操作	228
5.2.5 对刀操作的注意事项	230
5.3 典型零件的数控加工	230
5.3.1 加工工序	232
5.3.2 编制数控加工程序	232
5.3.3 加工操作	237
5.4 数控铣床的使用与维护	243
5.4.1 数控铣床的安全操作规程	243
5.4.2 数控铣床的维护	245
参考文献	247

第1章 数控铣削工艺的分析与设计技巧

1.1 加工方法的选择

1. 平面加工方法的选择

在数控铣床上,加工平面主要采用面铣刀和立铣刀。粗铣的尺寸精度和表面粗糙度一般可达 $IT11 \sim IT13$, $Ra6.3 \sim 25\mu m$; 精铣的尺寸精度和表面粗糙度一般可达 $IT8 \sim IT10$, $Ra1.6 \sim 6.3\mu m$ 。需要注意的是:当零件表面粗糙度要求较高时,应采用顺铣。

2. 平面轮廓的加工方法

平面轮廓零件的表面多由直线和圆弧或各种曲线构成,通常采用三坐标数控铣床进行两轴半坐标加工。如图 1-1 所示,平面轮廓 $ABCDEA$ 由直线和圆弧构成,采用半径为 R 的立铣刀沿周向加工,虚线 $A'B'C'D'E'A'$ 为刀具中心的运动轨迹。为保证加工面光滑,刀具沿 PA' 切入,沿 $A'K$ 切出。

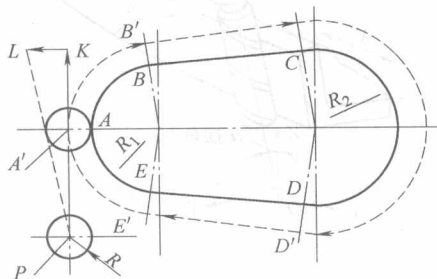


图 1-1 平面轮廓铣削

3. 固定斜角平面的加工方法

固定斜角平面是与水平面成一固定夹角的斜面,常用的加工方法如下:

1) 当零件尺寸不大时,可用斜垫板垫平后加工。如果机床主轴可以摆角,则可以摆成适当的定角,用不同的刀具来加工,如图 1-2 所示。当零件尺寸很大而斜面斜度较小时,常用行切法加工,但加工后会在加工面上留下残留面积,这时需要用钳修方法加以消除。用三坐标数控立铣床加工飞机整体壁板零件时常用此法。当然,加工斜面的最佳方法是采用五坐标数控铣床,主轴摆

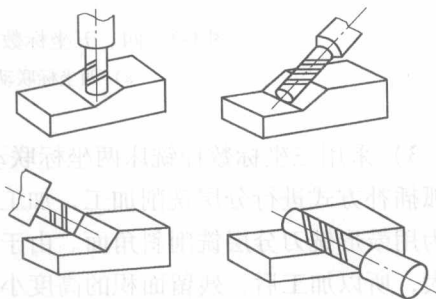


图 1-2 主轴摆角加工固定斜角平面

2 数控铣削加工实用技巧

角后加工, 可以不留残留面积。

2) 对于图 1-2 所示的正圆台和斜盘表面, 一般可用专用的角度成形铣刀加工。其效果比采用五坐标数控铣床摆角加工的好。

4. 变斜角面的加工方法

1) 对曲率变化较小的变斜角面, 用四坐标联动的数控铣床, 采用立铣刀(但当零件斜角过大而超过机床主轴摆角范围时, 可用角度成形铣刀加以弥补)以插补方式摆角加工, 如图 1-3a 所示。加工时, 为保证刀具与零件型面在全长上始终贴合, 刀具绕 A 轴摆角度 α 。

2) 对曲率变化较大的变斜角面, 用四坐标联动加工则难以满足加工要求, 最好用 X 、 Y 、 Z 、 A 、 B (或 C) 的五坐标联动数控铣床, 以圆弧插补方式摆角加工, 如图 1-3b 所示。

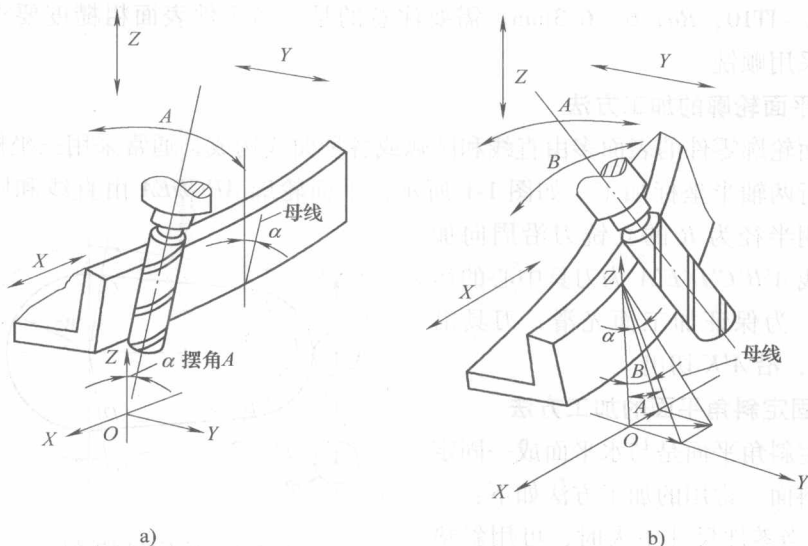


图 1-3 四、五坐标数控铣床加工零件变斜角面

a) 四坐标联动 b) 五坐标联动

3) 采用三坐标数控铣床两坐标联动, 利用球头铣刀或鼓形铣刀, 以直线或圆弧插补方式进行分层铣削加工, 加工后的残留面积用钳修方法清除。图 1-4 所示为用鼓形铣刀分层铣削斜角面。由于鼓形铣刀的鼓径可以做得比球头铣刀的球径大, 所以加工后, 残留面积的高度小, 加工效果比球头铣刀的好。

5. 曲面轮廓的加工方法

立体曲面的加工应根据曲面形状、刀具形状及精度要求, 采用不同的铣削加

工方法,如两轴半、三轴、四轴及五轴等坐标联动加工。

1) 对曲率变化不大且精度要求不高曲面的粗加工,常用两轴半坐标的行切法加工,即X、Y、Z三轴中任意两轴作联动插补,第三轴作单独的周期进给。如图1-5所示,将X向分成若干段,球头铣刀沿YOZ面所截的曲线进行铣削,每一段加工完后进给 Δx ,再加工另一相邻曲线,如此依次切削即可加工出整个曲面。在行切法中,要根据轮廓表面粗糙度的要求及刀头不干涉相邻表面的原则选取 Δx 。球头铣刀的刀头半径应选得大一些,有利于散热,但刀头半径应小于凹曲面的最小曲率半径。

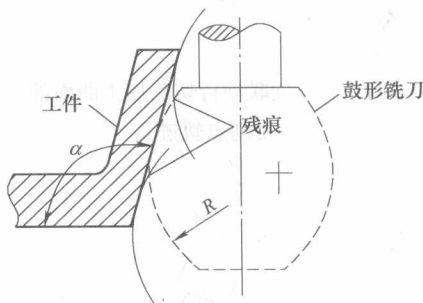


图1-4 用鼓形铣刀分层铣削变斜角

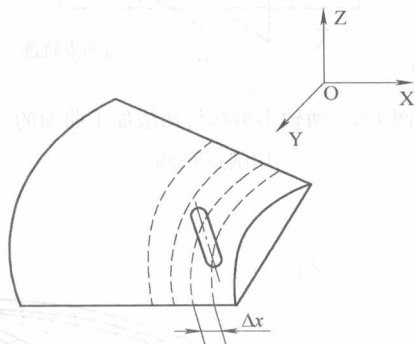


图1-5 两轴半坐标行切法加工曲面

两轴半坐标联动加工曲面的刀心轨迹 O_1O_2 和切削点轨迹 ab ,如图1-6所示。图中, $ABCD$ 为被加工曲面, P_{YZ} 为平行于YZ坐标平面的一个行切面,刀心轨迹为 O_1O_2 曲面 $ABCD$ 的等距面 $IJKL$ 与平行面 P_{YZ} 的交线,可见 O_1O_2 是一条平面曲线。由于曲面曲率的变化改变了球头铣刀与曲面切削点的位置,使切削点的连线成为一条空间曲线,从而在曲面上形成扭曲的残留沟纹。

2) 对曲率变化较大且精度要求较高曲面的精加工,常用X、Y、Z三坐标联动插补的行切法加工。如图1-7所示, P_{YZ} 平面为平行于坐标平面的一个行切面,它与曲面的交线为 ab 。由于是三坐标联动,球头铣刀与曲面的切削点始终处于平面曲线 ab 上,可获得较规则的残留沟纹。但这时的刀心轨迹 O_1O_2 不在 P_{YZ} 平面上,而是一条空间曲线。

3) 四坐标加工。如图1-8所示的零件,侧面为直纹扭曲面。若在三坐标联动的机床上用圆球头铣刀按行切法加工,不但生产效率低,而且表面粗糙度值大。为此采用圆柱铣刀周边切削,并用四坐标联动铣床加工,即除三个笛卡儿坐标运动外,为保证刀具与工件型面在全长上始终贴合,刀具还应绕 O_1 (或 O_2)

作摆角运动。由于摆角运动会使笛卡儿坐标（图中 Y 轴）作附加运动，所以其编程计算较为复杂。

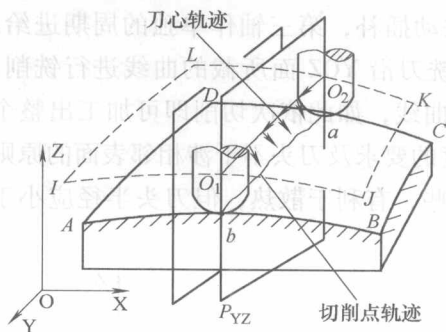


图 1-6 两轴半坐标行切法加工曲面的切削点轨迹

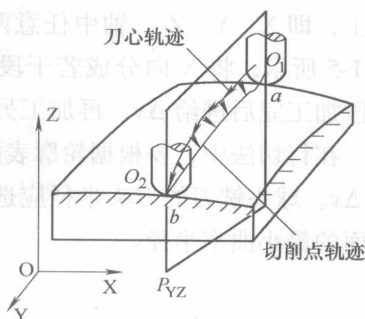


图 1-7 三轴联动行切法加工曲面的切削点轨迹

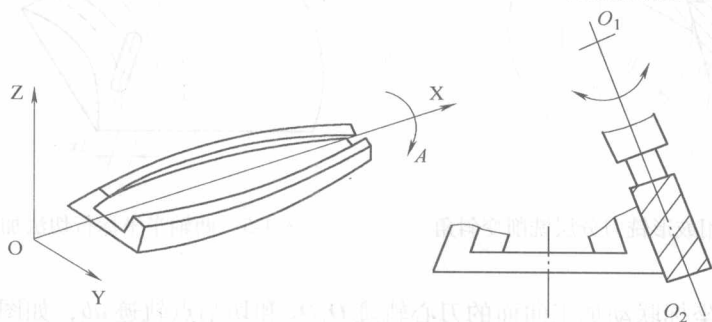


图 1-8 四坐标数控铣床加工

4) 像叶轮、螺旋桨这样的零件，其叶片形状复杂，刀具容易与相邻表面干涉，故常用五坐标联动数控铣床加工，其加工原理如图 1-9 所示。在半径为 R_1 的圆柱面与叶面的交线 AB 为螺旋线的一部分上，螺旋角为 ψ_1 叶片的径向叶形线（轴向割线） EF 的倾角 α 为后倾角。螺旋线 AB 用极坐标加工方法，并且以折线段逼近。逼近段 mn 是由 C 坐标旋转 $\Delta\theta$ 与 Z 坐标位移 ΔZ 的合成。当 AB 加工完成后，刀具径向位移 ΔX （改变 R_1 ），再加工相邻的另一条叶形线，依次加工即可形成整个叶面。由于叶面的曲率半径较大，故常采用端面铣刀加工，以提高生产率并简化程序。因此为保证铣刀端面始终与曲面贴合，铣刀还应作由坐标 A 和坐标 B 形成的 θ_1 和 α_1 的摆角运动。与此同时，还应作笛卡儿坐标的附加运动，以保证铣刀端面中心始终位于编程值所规定的位置上，所以需要采用五坐标联动数控铣床加工。这种加工的编程计算相当复杂，一般采用自动编程。

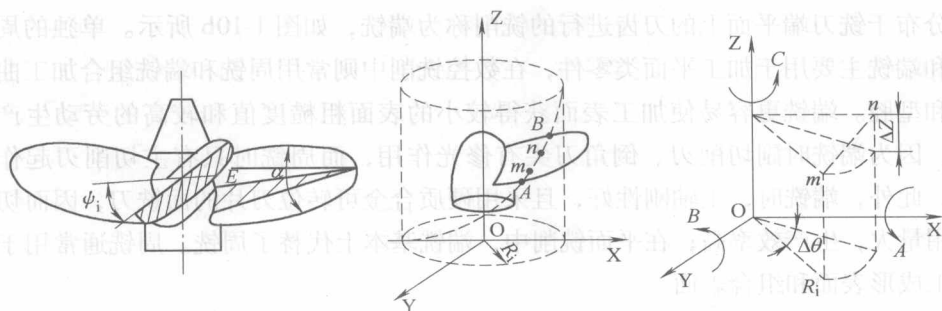


图 1-9 曲面的五坐标联动数控铣床加工

6. 内孔表面加工方法的选择

在数控机床上,加工内孔表面的方法主要有钻孔、扩孔、铰孔、镗孔和攻螺纹等,应根据被加工孔的加工要求、尺寸、具体生产条件、批量的大小及毛坯上有无预制孔等情况合理选用。

1) 加工精度为 IT9 级的孔:当孔径小于 10mm 时,可采用钻—铰方案;当孔径小于 30mm 时,可采用钻—扩方案;当孔径大于 30mm 时,可采用钻—镗方案。工件材料为淬火钢以外的各种金属。

2) 加工精度为 IT8 级的孔:当孔径小于 20mm 时,可采用钻—铰方案;当孔径大于 20mm 时,可采用钻—扩—铰方案,此方案适用于加工淬火钢以外的各种金属,但孔径应为 20~80mm,此外,也可采用最终工序为精镗的方案。

3) 加工精度为 IT7 级的孔:当孔径小于 12mm 时,可采用钻—粗铰—精铰方案;当孔径为 12~60mm 时,可采用钻—扩—粗铰—精铰方案。当毛坯上已铸出或锻出孔时,可采用粗镗—半精镗—精镗方案。最终工序为铰孔,适用于未淬火钢、铸铁和有色金属。

4) 加工精度为 IT6 级的孔:最终工序可采用精细镗,工件材料为非淬火钢。

1.2 铣削方式的选择技巧

铣削是铣刀旋转做主运动,工件或铣刀做进给运动的切削加工方法。采用合适的铣削方式有利于铣削过程的平稳,提高表面质量、铣刀寿命及铣削生产率。铣削加工方式分为端铣和周铣、逆铣和顺铣。

1.2.1 端铣和周铣

用分布于铣刀圆柱面上的刀齿铣削工件表面,称为周铣,如图 1-10a 所示;

用分布于铣刀端平面上的刀齿进行的铣削称为端铣,如图1-10b所示。单独的周铣和端铣主要用于加工平面类零件,在数控铣削中则常用周铣和端铣组合加工曲面和型腔。端铣更容易使加工表面获得较小的表面粗糙度值和较高的劳动生产率,因为端铣时副切削刃、倒角刀尖有修光作用,而周铣时只有主切削刃起作用。此外,端铣时,主轴刚性好,且采用硬质合金可转位刀片的面铣刀,因而切削用量大,生产效率高;在平面铣削中,端铣基本上代替了周铣。周铣通常用于加工成形表面和组合表面。

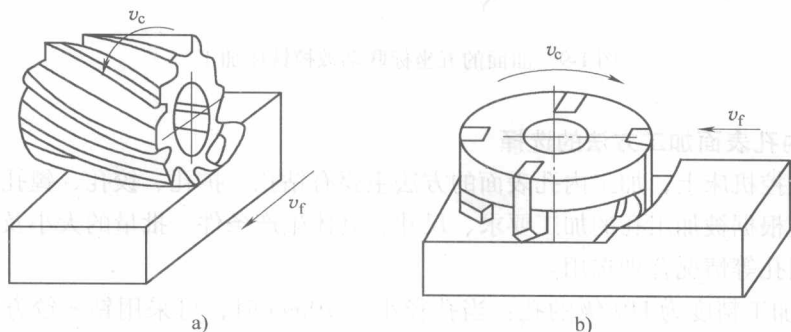


图1-10 周铣与端铣

a) 周铣 b) 端铣

1.2.2 顺铣与逆铣的选择技巧

1. 逆铣和顺铣的特点

(1) 逆铣

逆铣也称为反向铣削(见图1-11a),是指工件的进给方向与切削区域的铣刀旋转方向相反。逆铣时,刀具从已加工表面切入,切削厚度从零逐渐增大。铣刀切入瞬时切削刃钝圆半径为 r_β ,当 r_β 大于瞬时切削厚度时,实际切削前角为负值,刀齿在工件表面上挤压、滑移,切不下切屑,并使这段表面产生严重的冷硬层。下一个刀齿切入时,又在冷硬层表面挤压、滑移,从而使刀齿容易磨损,同时使工件表面粗糙度值增大。此外,刀齿切离工件时,垂直分力 F_{v1} 的方向朝上,如图1-11a所示,有使工件脱离工作台的趋势,这时还要求工件的装夹牢固。但从另一方面看,刀齿从已加工表面切入,则不会造成直接从毛坯面切入而打刀的问题。

(2) 顺铣

顺铣也称为同向铣削(见图1-11b),是指工件的进给方向与切削区域的铣刀旋转方向相同。切削的厚度会逐渐减小,直至切口的末端为零时止。顺铣的切

削过程有利于降低摩擦所产生的热量,减小加工硬度。

顺铣时,刀具从待加工表面切入,刀齿的切削厚度从最大开始,避免了刀齿的挤压、滑行现象;而且铣削力的垂直分力 F_{v1} 向下,压向工作台,有利于工件的夹紧,减小了工件的上下振动,因而可提高铣刀寿命和加工表面质量。

铣床工作台的纵向进给运动一般是依靠工作台下面的丝杠和螺母来实现的,螺母固定不动,丝杠一面转动一面带动工作台移动。如果在丝杠与螺母传动副中存在着间隙,则采用顺铣,铣削力的水平分力 F_{h1} 的方向与进给方向相同,当 F_{h1} 逐渐增大超过工作台的摩擦力时,会使工作台带动丝杠向左窜动,丝杠与螺母传动副的右侧面则出现间隙,如图 1-11d 所示,从而引起进给量突然变化,影响工件的加工质量,严重时会使铣刀崩刃。在逆铣时,垂直分力 F_{h1} 与进给方向相反,使丝杠与螺母间的传动面紧贴,如图 1-11c 所示,故工作台不会发生窜动现象,铣削较平稳。

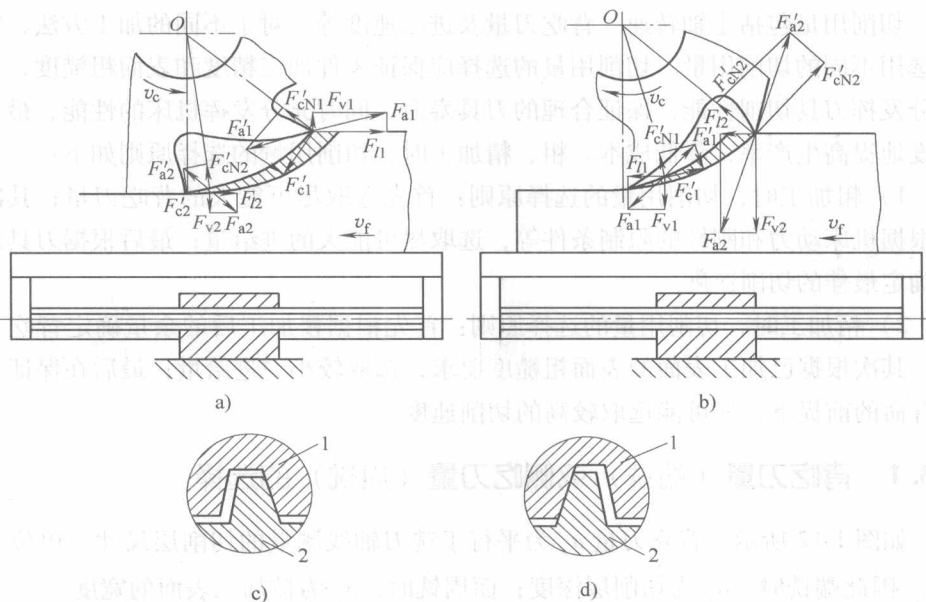


图 1-11 逆铣与顺铣

a) 逆铣 b) 顺铣 c) 逆铣时,丝杠与螺母的位置 d) 顺铣时,丝杠与螺母的位置

1—螺母 2—丝杠

2. 顺铣与逆铣的选择

顺铣要求机床进给丝杠消除齿隙。一般数控机床采用滚珠丝杠,可以保证齿隙很小,此时,顺铣是首选的机夹硬质合金刀片铣刀的走刀方式。如果机床丝杠

有间隙或者工艺系统不稳定,则推荐使用逆铣。

在数控铣削加工时,要尽可能使用顺铣刀具路径。与逆铣相比,在绝大多数的情况下,顺铣会更有利。一般来说,逆铣的刀具寿命比在顺铣中的短,这是因为在逆铣中产生的热量要比在顺铣中的明显多。在逆铣中,当切削厚度从零增加到最大时,由于切削刃与工件的摩擦比在顺铣中的大,因此会产生更多的热量;在逆铣中,径向力也会明显增高,这对主轴轴承有不利影响。

同时,为了降低表面粗糙度值,提高刀具寿命,对于铝镁合金、钛合金、耐热合金等材料,尽量采用顺铣加工。但如果零件毛坯为黑色金属锻件或铸件,表皮硬且余量较大,则采用逆铣较为合理。

1.3 切削用量的选择技巧

切削用量包括主轴转速、背吃刀量及进给速度等。对于不同的加工方法,需要选用不同的切削用量。切削用量的选择应保证零件加工精度和表面粗糙度,并充分发挥刀具切削性能,保证合理的刀具寿命,同时充分发挥机床的性能,最大限度地提高生产率,降低成本。粗、精加工时,切削用量的选择原则如下:

1) 粗加工时,切削用量的选择原则:首先选取尽可能大的背吃刀量;其次要根据机床动力和刚性的限制条件等,选取尽可能大的进给量;最后根据刀具寿命确定最佳的切削速度。

2) 精加工时,切削用量的选择原则:首先根据粗加工后的余量确定背吃刀量;其次根据已加工表面的表面粗糙度要求,选取较小的进给量;最后在保证刀具寿命的前提下,尽可能选取较高的切削速度。

1.3.1 背吃刀量(端铣)或侧吃刀量(周铣)的选择

如图 1-12 所示,背吃刀量 a_p 为平行于铣刀轴线测量的切削层尺寸,单位为 mm。因此端铣时, a_p 为切削层深度;而周铣时, a_p 为被加工表面的宽度。

侧吃刀量 a_e 为垂直于铣刀轴线测量的切削层尺寸,单位为 mm。端铣时, a_e 为被加工表面的宽度,而周铣时, a_e 为切削层的深度。背吃刀量或侧吃刀量的选取主要由加工余量和对表面质量的要求决定。

1) 在工件表面粗糙度值要求较大时,如果周铣的加工余量小于 5mm,端铣的加工余量小于 6mm,则粗铣一次进给就可以达到要求。但在余量较大,工艺系统刚性较差或机床动力不足时,则可分多次进给完成。

2) 在工件表面粗糙度值要求较小时,可分粗铣和半精铣两步进行。粗铣

时,背吃刀量或侧吃刀量的选取与1)相同。粗铣后留0.5~1.0mm的余量,在半精铣时切除。

3) 在工件表面粗糙度值要求很小时,可分粗铣、半精铣和精铣三步进行。半精铣时,背吃刀量或侧吃刀量取1.5~2mm;精铣时,周铣侧吃刀量取0.3~0.5mm,面铣背吃刀量取0.5~1.0mm。

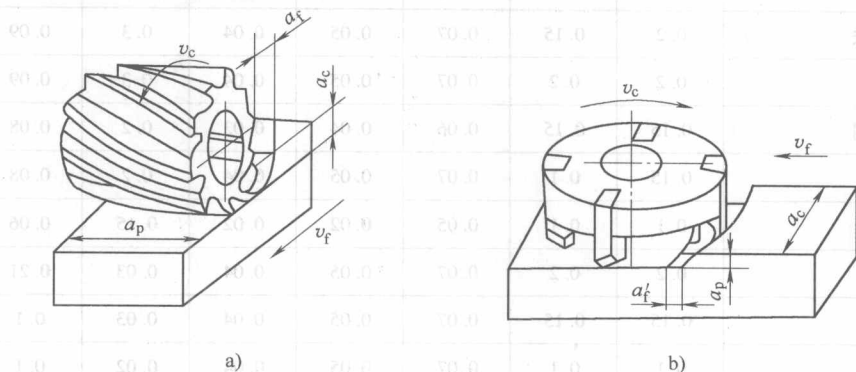


图 1-12 铣削用量

a) 周铣 b) 端铣

1.3.2 进给量和进给速度的选择

进给量 f 与进给速度 v_f 是衡量切削用量的重要参数,根据零件的表面粗糙度、加工精度要求,刀具及工件材料等因素,参考有关切削用量手册进行选取。切削时的进给速度还应与主轴转速和切削深度等切削用量相适应,不能顾此失彼。工件刚性差或刀具强度低时,应取小值。加工精度和表面粗糙度要求较高时,进给量应选得小些,但不能选得过小,过小的进给量反而会使表面粗糙度值增大。在轮廓加工中进给量选择还应注意轮廓拐角处的“超程”和“欠程”问题。如图1-13所示,用圆柱铣刀铣削图示轮廓表面时,铣刀由A向B运动,进给速度较高时,由于惯性在拐角B处则可能出现超程现象,拐角处的金属被多切去了一些。为此要选择变化的进给量,即在接近拐角处应适当降低进给量,过拐角后再逐渐升高,以保证加工精度。另外,在切削过程中,切削力的作用会使机床、工件和刀具的工艺系统产生变形,从而使刀具产生滞后,在拐角处会产生欠程现象。采用增加减速程序段或暂停程序的方法,可以减少由

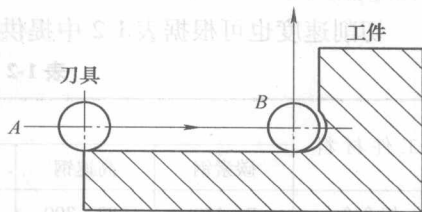


图 1-13 圆柱铣刀铣削