

数控专业技能型人才培养用书



数控铣削技术 与技能训练

(基础篇)

周晓宏 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

数控专业技能型人才培养用书

数控铣削技术 与技能训练

(基础篇)

周晓宏 主编

大学图书馆
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书根据数控铣床操作工岗位的技术和技能要求,介绍了比较简单的数控铣削技术和技能。本书按“项目”编写,精选了十三个“项目”,在“项目”下又分解为几个“任务”,是理论和实操结合的教材。本书按照学生的学习规律,从易到难,在“任务”引领下介绍完成该任务(加工工件、操作机床等)所需理论知识和实操技能。项目内容包括:铣削基本知识,认识数控铣床,数控铣削加工工艺与装夹,FANUC 系统数控铣床的基本操作,FANUC 系统数控铣床对刀及自动加工,平面铣削,凸台铣削,孔系加工和螺纹加工,槽加工,型腔铣削,华中系统数控铣床的操作,数控铣床的维护,数控铣床初级操作工考核。

本书所介绍的数控系统和数控铣床在生产实际中应用很广,书中实例丰富,图文并茂,通俗易懂,实用性强,适用面广,各章都附有思考与练习。

本书适合作为学习数控铣床编程及加工技术与技能的教材,也可供各高等职业技术学院、技校、中职的数控技术应用专业、模具专业、数控维修专业、机电一体化专业学生阅读,还可供相关工种的社会化培训学员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣削技术与技能训练. 基础篇/周晓宏主编. —北京:中国电力出版社, 2011. 2

数控专业技能型人才培养用书

ISBN 978-7-5123-1411-5

I. ①数… II. ①周… III. ①数控机床: 铣削-技术培训-教材
IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 025489 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http: //www. cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 6 月第一版 2011 年 6 月北京第一次印刷

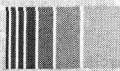
787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 301 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言



数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础；数控技术的应用是提高制造业的产品质量和劳动生产率必不可少的重要手段；数控机床是工业现代化的重要装备，是关系到国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要标志。因此可预见 21 世纪机械制造业的竞争，其实质是数控技术的竞争。当前，中国正在逐步成为“世界制造中心”，为了增强竞争能力，制造业开始广泛使用先进的数控技术，数控机床在企业的使用数量正在大幅度增加，企业正急需大批数控编程与加工方面的技能型人才。然而，目前国内掌握数控编程与加工技术的技能型人才严重短缺，这使得数控技术应用技能型人才的培养显得十分迫切。为适应培养数控技术应用技能型人才的需要，我们总结了自己在生产一线和教学岗位上多年的心得体会，同时结合学校教学的要求和企业要求，组织编写了这套教材。

本套教材根据数控机床的种类和工种分为：数控车削技术与技能训练、数控铣削技术与技能训练、加工中心技术与技能训练、电火花加工技术与技能训练，每一类机床和工种又分为“基础篇”和“提高篇”，共计 8 本。

本套教材按“项目”来编写，“项目”下又分解为多个“任务”，是一种理论和实操一体化的教材。每本教材都按照学生的学习规律，从易到难，精选了多个“项目”，在“任务”引领下介绍完成该任务（加工工件、操作机床等）所需的理论知识和实操技能，符合目前我国职业教育界正大力提倡的“任务引领型”教学思路。“基础篇”介绍比较简单的数控加工的技术和技能，“提高篇”介绍比较复杂的数控加工的技术和技能。

本套教材的可操作性很强，读者按照该套教材的思路，通过书中项目的学习和训练，可很快掌握各种数控加工技术和技能。本套教材可大大提高学生学习数控加工技术和技能的兴趣和针对性，学习效率高。在编写过程中，突出体现“知识新、技术新、技能新”的编写思想，介绍知识和技能以“实用、可操作性强”为基本原则，不追求理论知识的系统性和完整性。本套教材是在作者多年来从事数控加工、编程方面的教学、科研、生产工作经验的基础上编写的，书中实例丰富，各章都附有思考与练习。

本套书适合作为学习数控编程与加工技术与技能的教材，也可供各高等职业技术学院、技校、中职的数控技术应用专业、模具专业、数控维修专业、机电一体化专业学生阅读，还可供相关工种的社会化培训学员阅读。

本套教材由深圳技师学院周晓宏副教授、高级技师主编，肖清、刘向阳参加编写。

由于编者水平有限，书中难免存在一些疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 1 月



目 录



前言

项目一 铣削基本知识	1
任务一 铣削原理	1
任务二 铣刀的认识与选择	5
思考与练习	9
项目二 认识数控铣床	11
任务一 数控铣床的分类与加工范围	11
任务二 数控铣床的结构与工作原理	13
思考与练习	16
项目三 数控铣削加工工艺与装夹	18
任务一 数控铣削加工工艺知识	18
任务二 数控铣削工件的装夹	25
任务三 数控铣床刀具的装夹	29
思考与练习	32
项目四 FANUC 系统数控铣床的基本操作	34
任务一 认识机床面板	34
任务二 手动操作实训	41
任务三 程序的编辑和管理	45
思考与练习	48

 项目五 FANUC 系统数控铣床对刀及自动加工	50
任务一 对刀	50
任务二 自动加工运行	55
思考与练习	58
 项目六 平面铣削	60
任务一 数控铣床编程基础知识	60
任务二 应用直线插补指令编程	67
任务三 平面铣削技能训练	69
思考与练习	70
 项目七 凸台铣削	72
任务一 零件图的识读	72
任务二 零件材料知识	75
任务三 常用材料的切削加工性能及毛坯的选择	83
任务四 圆弧插补指令	85
任务五 刀具半径补偿指令	88
任务六 凸台铣削技能训练	91
任务七 铣削零件的测量	93
任务八 六边形凸台加工实训	102
思考与练习	104
 项目八 孔系加工和螺纹加工	106
任务一 孔加工固定循环指令	106
任务二 孔系加工技能训练	109
任务三 等螺距螺纹加工技能训练	111
任务四 钻孔和攻螺纹实训	113
思考与练习	114
 项目九 槽加工	116
任务一 槽加工的工艺知识	116
任务二 子程序的用法	119
任务三 槽加工技能训练	121
任务四 耳形槽加工实训	127
思考与练习	128

 项目十 型腔铣削	131
任务一 型腔铣削工艺知识	131
任务二 型腔加工技能训练	134
任务三 型腔零件加工实训	138
思考与练习	139
  项目十一 华中系统数控铣床的操作	141
任务一 认识华中系统数控铣床的操作面板	141
任务二 学习华中系统数控铣床的操作	146
任务三 运用华中系统数控铣床加工工件	163
思考与练习	168
  项目十二 数控铣床的维护	170
任务一 数控铣床操作规程	170
任务二 数控铣床维护	171
思考与练习	175
  项目十三 数控铣床初级操作工考核	177
任务一 数控铣床初级操作工实操考核一	177
任务二 数控铣床初级操作工实操考核二	178
任务三 数控铣床初级操作工实操考核三	179
任务四 数控铣床初级操作工理论考核	180
思考与练习	186
 思考与练习客观题参考答案	188
参考文献	191

项目一

铣削基本知识

本项目主要介绍与铣削相关的基础知识和基本技能。

知识目标: 了解铣削原理; 掌握铣刀的种类及用途; 掌握铣刀的选择方法。

技能目标: 会选择铣刀。

任务一 铣削原理

一、切屑的形成及类型

1. 切屑的形成

金属的切削是指工件上多余的金属层, 通过切削加工, 被刀具切除而形成切屑的过程。切屑的形成过程实质上是切削层在刀具的切削刃和前刀面的挤压作用下, 经过变形、剪切滑移而脱离工件的过程。它包括切削层沿滑移面的剪切变形和切屑在前刀面上排出时的滑移变形两个阶段。

为了进一步分析切削层变形的特殊规律, 通常把切削刃作用部位的金属划分为三个变形区(见图 1-1)。

(1) 第Ⅰ变形区。它由靠近切削刃的 OA 线处开始发生塑性变形, 到 OM 线处剪切滑移基本完成。

(2) 第Ⅱ变形区。切屑沿前刀面排出时, 切削层与前刀面相接触的附近区域进一步受到前刀面的挤压和摩擦。

(3) 第Ⅲ变形区。它是已加工表面靠近切削刃处的区域。在这一区域, 金属受到切削刃和后刀面的挤压与摩擦, 造成加工硬化。

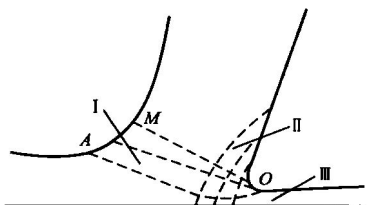


图 1-1 切削时的三个变形区

很明显, 切削层在(见图 1-2) F_r 的作用下, 使切削刃处的金属首先产生弹性变形, 接着产生塑性变形。塑性变形的表现是使切削层里的金属沿倾斜的剪切面滑移。这一剪切面不是一个平面, 而是一个剪切区 [见图 1-2 (a) 中 AO 与 OM 之间]。

切屑的形成过程, 可以粗略地看作金属切削层逐步地移至剪切面 OB [见图 1-2 (b)], 即成片地产生滑移。这个过程不断进行, 切削层便连续地通过前刀面转变成切屑。

2. 切屑的类型

切削时, 由于工件材料和切削条件不同, 形成的切屑类型也不同, 一般可以分成四类, 如图 1-3 所示。

(1) 带状切屑。带状切屑内表面光滑, 外表面呈毛茸状并连绵不断。在切削塑性较大的金属材料(如碳素钢、合金钢、铜和铝类合金)时, 当金属的内应力还没有达到强度极限

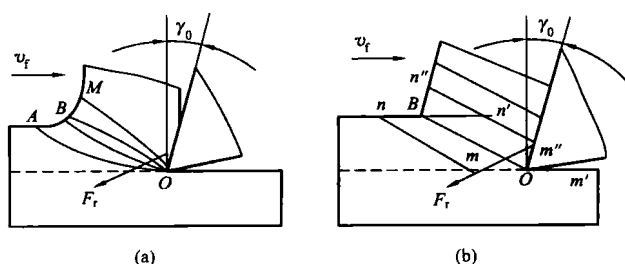


图 1-2 切屑的形成过程

(a) 剪切面是一个剪切区；(b) 金属切削层逐步移至剪切面

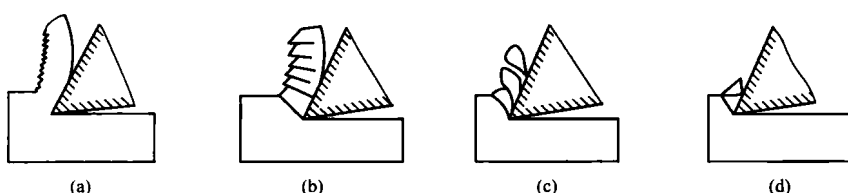


图 1-3 切屑类型

(a) 带状切屑；(b) 挤裂切屑；(c) 粒状切屑；(d) 崩碎切屑

时，就会形成带状切屑。

(2) 挤裂切屑。在切屑形成过程中，如果剪切面上局部材料破裂成节状，但与前刀面接触的一面相互连接而未被完全折断，这就是挤裂切屑。在切削黄铜或低速切削钢材时，其剪切面上局部受到的剪应力达到强度极限时容易形成挤裂切屑。

(3) 粒状切屑。在切削过程中，如果切屑破裂成形似梯形的块状，这就是粒状切屑。切削时如果整个剪切面上所受到的剪应力均超过材料的破裂强度时，就会形成粒状切屑。

(4) 崩碎切屑。切削铸铁、黄铜等脆性材料时，切削层在接近刀刃和前刀面的局部金属粒经塑性变形就被挤裂或脆断，形成大小不一、形状不规则的崩碎切屑。工件材料越脆越硬，刀具前角越小、切削厚度越大时，越容易形成崩碎切屑。

二、铣削要素

如图 1-4 所示，铣削要素有铣削速度 v_c 、进给量、铣削深度 a_p 与铣削宽度 a_e 。

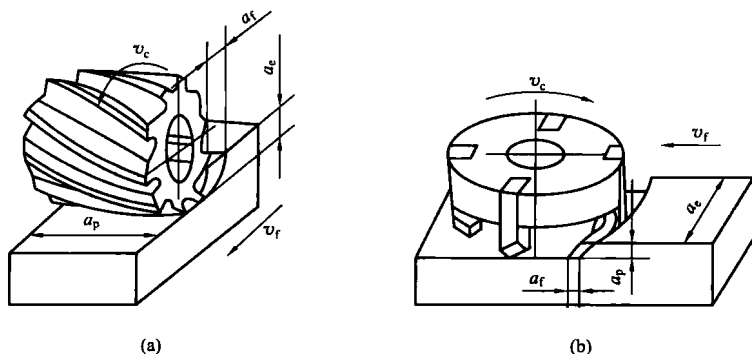


图 1-4 铣削要素

(a) 圆周铣；(b) 端铣

1. 铣削速度 v_c

铣刀旋转时的铣削速度为

$$v_c = \frac{\pi d_0 n}{1000} \quad (\text{m/min})$$

式中 d_0 ——铣刀直径, mm;

n ——铣刀转速, r/min。

2. 进给量

(1) 进给量 f 。铣刀每转一转时, 它与工件的相对位移, 单位为 mm。

(2) 每齿进给量 a_f 。铣刀每转过一个刀齿时, 它与工件的相对位移为

$$a_f = f/z$$

式中 z ——铣刀齿数。

(3) 每秒进给量, 即进给速度 v_f 。铣刀与工件的每秒钟相对位移为

$$v_f = fn/60 = a_f zn/60 \quad (\text{mm/s})$$

3. 铣削深度 a_p

铣削深度指平行于铣刀轴线方向的切削层尺寸。

4. 铣削宽度 a_e

铣削宽度指垂直于铣刀轴线方向的切削层尺寸。

三、铣削方式与铣削特点

1. 铣削方式

圆柱平面铣刀加工平面时有逆铣和顺铣两种铣削方式。

在铣削加工中, 采用顺铣还是逆铣方式是影响加工表面粗糙度的重要因素之一。逆铣时切削力 F 的水平分力 F_x 的方向与进给运动 v_f 方向相反, 顺铣时切削力 F 的水平分力 F_x 的方向与进给运动 v_f 的方向相同。铣削方式的选择应视零件图样的加工要求, 工件材料的性质、特点以及机床、刀具等条件综合考虑。通常, 由于数控机床传动采用滚珠丝杠结构, 其进给传动间隙很小, 顺铣的工艺性就优于逆铣。

图 1-5 (a) 所示为采用顺铣切削方式精铣外轮廓, 图 1-5 (b) 所示为采用逆铣切削方式精铣型腔轮廓, 图 1-5 (c) 所示为顺铣、逆铣时的切削区。

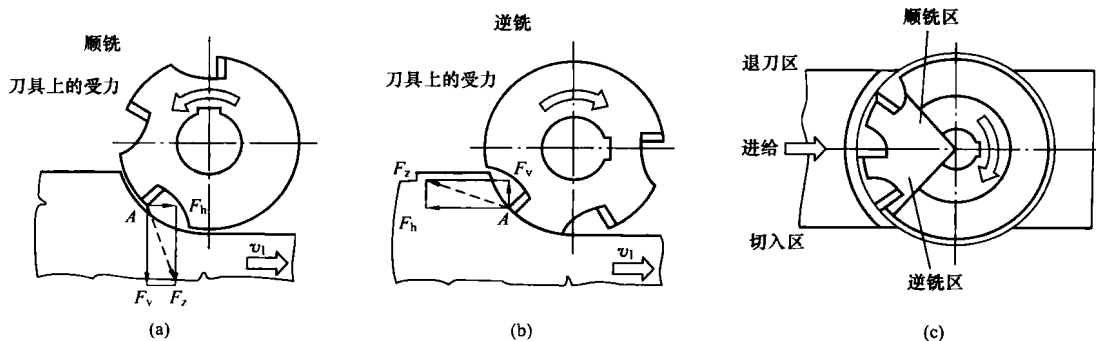


图 1-5 顺铣和逆铣切削方式

(a) 顺铣; (b) 逆铣; (c) 切入和退刀区

同时, 为了降低表面粗糙度值, 提高刀具耐用度, 对于铝镁合金、钛合金、耐热合金等材料, 应尽量采用顺铣加工。但如果零件毛坯为黑色金属锻件或铸件, 其表皮硬而且余量一般较大, 这时采用逆铣较为合理。

端铣刀加工平面时, 也有两种铣削方式:

(1) 对称铣削。刀齿切入工件与切出时的切削厚度 a_p 相同的称为对称铣削, 见图 1-6 (a)。一般端铣时常采用这种铣削方式。

(2) 不对称铣削。刀齿切入时的切削厚度小于或大于切出时的切削厚度的称为不对称铣削, 见图 1-6 (b)、图 1-6 (c)。

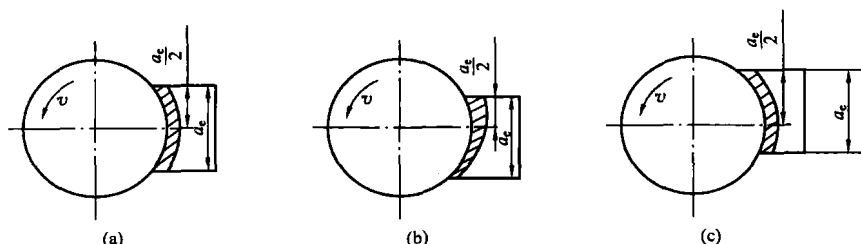


图 1-6 端铣刀加工平面时的铣削方式

(a) 对称铣削; (b)、(c) 不对称铣削

采用不对称铣削, 可以调节切削厚度, 以提高刀具耐用度, 如铣削 9Cr2 钢与高强度低合金钢时, 选用切入时 a_c 较小的不对称铣削, 如图 1-6 (b) 所示, $a_{e\lambda} < a_{eH}$, 减小了冲击, 刀具耐用度能提高近一倍; 而铣削加工 2Cr13、1Cr18Ni9Ti 和 4Cr14Ni14W2M 等不锈钢和耐热钢时, 选用切入时 a_c 较大的不对称铣削, 如图 1-6 (c) 所示, 刀具耐用度可提高 3 倍左右。

2. 铣削特点

综上所述, 铣削过程有下列几个特点:

(1) 刀具连续转动。铣刀切削时是连续的旋转运动, 所以相对刨刀而言, 铣削加工容许使用较高的切削速度。

(2) 多刀多刃切削。铣刀的刀齿多, 刀刃的总长度大, 这有利于提高加工生产率和刀具耐用度。但由于刀齿多, 容屑问题常是一个矛盾。因为每个刀齿在切削过程中切下的切屑被封闭在刀槽中, 直至该刀齿完全离开工件时才能将切屑抛出, 所以要求刀槽应有足够的容屑空间。

(3) 断续切削。铣削加工时, 铣刀每旋转一周, 一个刀齿仅参加一段时间的工作, 其余大部分时间是在空气中冷却, 这种自然冷却作用对刀具耐用度有利。但是另一方面, 各刀齿断续的切削会引起冲击振动; 同时铣削时切削层总面积是变化的, 铣削力的波动也较大, 故铣削均匀性较差, 工件表面粗糙度值为 $1.6 \sim 6.3 \mu\text{m}$ 。

(4) 可选用不同的切削方式。利用顺铣和逆铣、对称铣和不对称铣削等切削方式, 来适应不同材料的可加工性和加工要求, 可以提高刀具耐用度和加工生产率。

四、铣床的工艺范围

铣床的特点是以多齿刀具的旋转运动为主运动, 而进给运动可根据加工要求, 由工件在相互垂直的三个方向中, 作某一方向运动来实现。在少数铣床上, 进给运动也可以是工件的回转

或曲线运动。根据工件的形状和尺寸，工件和铣刀可在相互垂直的三个方向上作位置调整。

铣床的工艺范围很广，可以加工水平面、垂直面、T形槽、键槽、燕尾槽、螺纹、螺旋槽、分齿零件（齿轮、链轮、棘轮、花键轴等）及成形面等（见图1-7）。此外，铣床还可使用锯片铣刀进行切断工作。

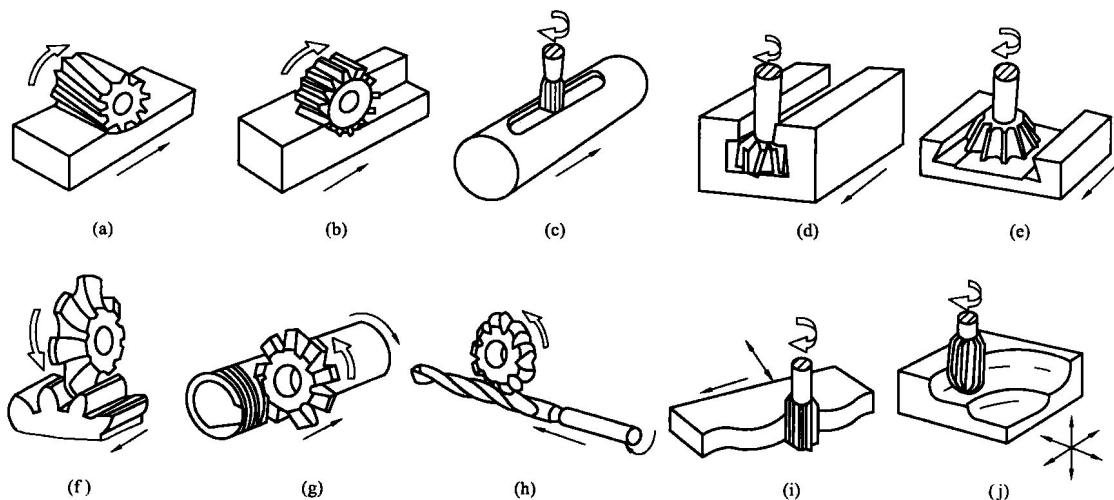


图1-7 铣床的典型加工表面

(a) 水平面；(b) 垂直面；(c) 键槽；(d) T形槽；(e) 燕尾槽；
(f) 齿轮槽；(g) 螺纹；(h) 螺旋槽；(i)、(j) 成形面

任务二 铣刀的认识与选择

一、认识铣刀

图1-8所示为数控铣床常用的铣刀。

1. 铣刀各部分的名称和作用

铣刀的组成见图1-9，其各部分名称和定义如下：

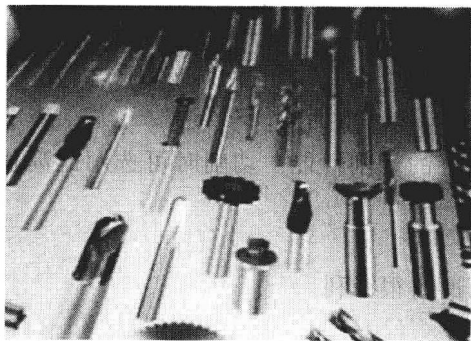


图1-8 数控铣床常用铣刀

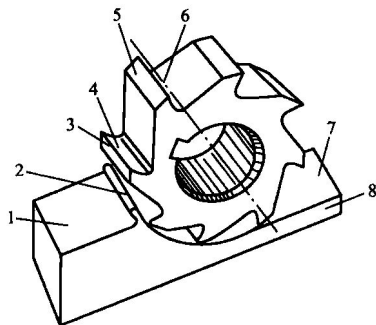


图1-9 铣刀的组成

1—待加工表面；2—切屑；3—主切削刃；4—前刀面；
5—主后刀面；6—铣刀棱；7—已加工表面；8—工件



(1) 前刀面。刀具上切屑流过的表面。

(2) 主后刀面。刀具上同前刀面相交形成主切削刃的后面。

(3) 副后刀面。刀具上同前刀面相交形成副切削刃的后面。

(4) 主切削刃。起始于切削刃上主偏角为零的点, 并至少有一段切削刃拟用来在工件上切出过渡表面的那个整段切削刃。

(5) 副切削刃。切削刃上除主切削刃以外的刃, 亦起始于主偏角为零的点, 但它向背离主切削刃的方向延伸。

(6) 刀尖。主切削刃与副切削刃的连接处相当少的一部分切削刃。

2. 铣刀切削部分的常用材料

常用的铣刀材料有高速工具钢和硬质合金两种。

(1) 高速工具钢 (简称高速钢、锋钢等)。高速钢有通用高速钢和特殊用途高速钢两种。它具有以下特点:

1) 合金元素如 W (钨)、Cr (铬)、Mo (钼)、V (钒) 等的含量较高, 淬火硬度可达到 62~70HRC, 在 600℃ 高温下, 仍能保持较高的硬度。

2) 刃口强度和韧性好, 抗振性强, 能用于制造切削速度较低的刀具, 即使刚性较差的机床, 采用高速钢铣刀, 仍能顺利切削。

3) 工艺性能好, 锻造、焊接、切削加工和刃磨都比较容易, 还可以制造形状较复杂的刀具。

4) 与硬质合金材料相比, 具有硬度较低、热硬性和耐磨性较差等缺点。

通用高速钢是指加工一般金属材料用的高速钢, 其牌号有 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2 等。

W18Cr4V 是钨系高速钢, 具有较好的综合性能。该材料常温硬度为 62~65HRC, 高温硬度在 600℃ 时约为 51HRC, 抗弯强度约为 3500MPa, 磨锐性能好, 所以各种通用铣刀大都采用这种牌号的高速钢材料制造。

W6Mo5Cr4V2 是钨钼系高速钢。它的抗弯强度、冲击韧度和热塑性均比 W18Cr4V 好, 而磨削性能稍次于 W18Cr4V, 其他性能均基本相同。由于其热塑性和韧性较好, 故常用于制造热成形刀具和承受冲击力较大的铣刀。

特殊用途高速钢是通过改变高速钢的化学成分来改进其切削性能而发展起来的。它的常温硬度和高温硬度比通用高速钢高。这种刀具主要用于加工耐热钢、不锈钢、高温合金、超高强度等难加工材料。

(2) 硬质合金。硬质合金是金属碳化物 WC (碳化钨)、TiC (碳化钛) 和以 Co (钴) 为主的金属黏结剂经粉末冶金工艺制造而成的, 其主要特点如下:

1) 耐高温, 在 800~1000℃ 左右仍能保持良好的切削性能。切削时可选用比高速钢高 4~8 倍的切削速度。

2) 常温硬度高, 耐磨性好。

3) 抗弯强度低, 冲击韧度差, 切削刃不宜刃磨得很锋利。

3. 常用铣刀及其用途

铣刀是一种多刃刀具, 其几何形状较复杂, 种类较多。铣刀切削部分的材料一般由高速钢或硬质合金制成。

(1) 面铣刀 (见图 1-10)。它主要用于铣平面, 应用较多的为硬质合金面铣刀。

(2) 立铣刀(见图1-11)。它主要用于铣台阶面、小平面和相互垂直的平面。它的圆柱刀刃起主要切削作用,端面刀刃起修光作用,故不能作轴向进给。刀齿分为细齿与粗齿两种。用于安装的柄部有圆柱柄与莫氏锥柄两种,通常小直径为圆柱柄,大直径为锥柄。



图 1-10 面铣刀

1—刀盘; 2—刀片

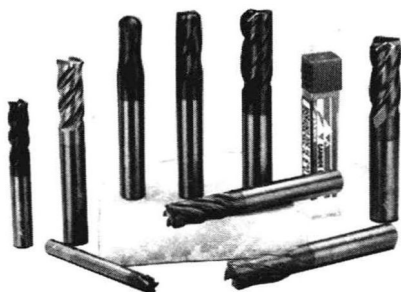


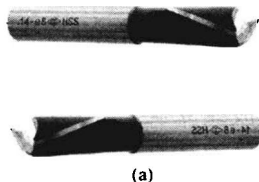
图 1-11 立铣刀

(3) 球头铣刀(见图1-12)。它用于铣削曲面。

(4) 键槽铣刀(见图1-13)。它用于铣键槽,其外形与立铣刀相似,与立铣刀的主要区别在于它只有两个螺旋刀齿,且端面刀刃延伸至中心,故可作轴向进给,直接切入工件。



图 1-12 球头铣刀



(a)



(b)

图 1-13 键槽铣刀

(a) 直柄键槽铣刀; (b) 半圆键槽铣刀

4. 铣刀的规格

为便于识别与使用各种类别的铣刀,铣刀刀体上均刻有标记,包括铣刀的规格、材料、制造厂等。铣刀的规格与尺寸已标准化,使用时可查阅有关手册。其规格与尺寸的分类为:圆柱铣刀、三面刃铣刀、锯片铣刀等,用外圆直径 d ×宽度 L (厚度)表示;立铣刀、端铣刀和键槽铣刀,只标注外圆直径 d 。

二、选择数控铣床刀具

应根据数控铣床的加工能力、工件材料的性能、加工工序、切削用量以及其他相关因素进行综合考虑来选用刀具及刀柄。

1. 铣刀刀柄的选择

铣刀刀具是通过刀柄与数控铣床或加工中心主轴连接,数控铣床或加工中心刀柄一般采用7:24锥面与主轴锥孔配合定位,通过拉钉使刀柄与其尾部的拉刀机构固定连接,常用的刀柄规格有BT30、BT40、BT50等,在高速加工中心则使用HSK刀柄。目前,常用的刀

柄按其夹持形式及用途可分为钻夹头刀柄、侧固式刀柄、面铣刀刀柄、莫氏锥度刀柄、弹簧夹刀柄、强力夹刀柄、特殊刀柄等,各种刀柄的形状如图 1-14 所示。

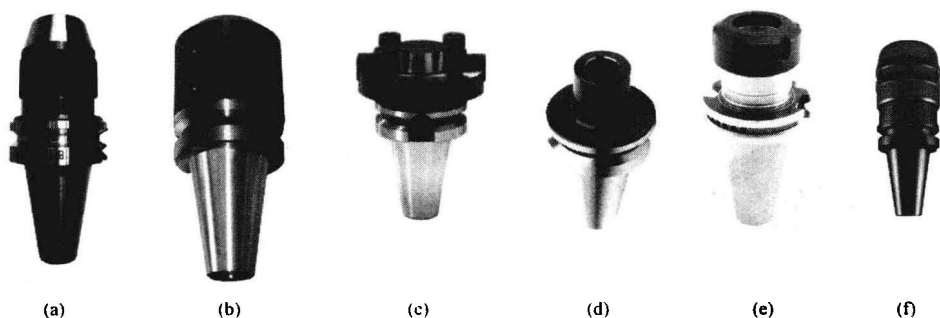


图 1-14 常用数控铣刀刀柄

(a) 钻夹头刀柄; (b) 侧固式刀柄; (c) 面铣刀刀柄; (d) 莫氏锥度刀柄; (e) 弹簧夹刀柄; (f) 强力夹刀柄

2. 铣刀刀具的选择

由于加工性质不同,刀具的选择重点也不一样。粗加工时,要求刀具有足够的切削能力以快速去除材料;而在精加工时,由于加工余量较小,主要是要保证加工精度和形状,要使用较小的刀具,保证加工到每个角落。当工件的硬度较低时,可以使用高速钢刀具,而切削高硬度材料的时候,就必须要用硬质合金刀具。在加工中要保证刀具及刀柄不会与工件相碰撞或者挤擦,避免造成刀具或工件的损坏。

在生产中,平面铣削应选用不重磨硬质合金端铣刀、立铣刀或可转位面铣刀;平面零件周边轮廓的加工,常选用立铣刀;加工凸台、凹槽时,常选用平底立铣刀;加工毛坯表面或粗加工时,可选用镶硬质合金波纹立铣刀;对一些立体型面和变斜角轮廓外形的加工,常选用球头铣刀、环形铣刀、锥形铣刀和盘形铣刀;当曲面形状复杂时,为了避免干涉,建议使用球头刀,调整好加工参数也可以达到较好的加工效果;钻孔时,要先用中心钻或球头刀打中心孔,以引导钻头,可分两次钻削,先用小一点型号的钻头钻孔至所需深度,再用所需的钻头进行加工,以保证孔的精度。

图 1-15 所示为铣削加工时工件形状与刀具形状的关系。

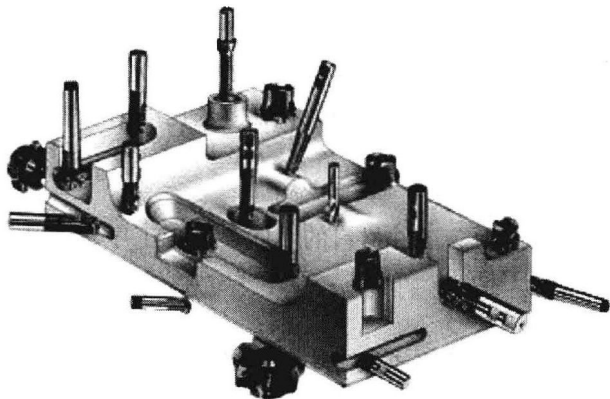


图 1-15 铣削加工时工件形状与刀具形状的关系

在进行较深的孔加工时, 特别要注意钻头的冷却和排屑问题, 一般利用深孔钻削循环指令进行编程, 可以工进一段后, 钻头快速退出工件进行排屑和冷却再工进, 然后进行冷却和排屑, 直至孔深钻削完成。

思考与练习

一、判断题

1. 数控铣刀常用的材料有高速钢和硬质合金。 ()
2. 铣削过程中, 端面铣刀轴线始终位于铣削弧长的对称中心位置, 上面的顺铣部分等于下面的逆铣部分, 此种铣削方式称为对称铣削。 ()
3. 铣刀是一种多刃刀具, 切削速度高, 故铣削加工的生产率高。 ()
4. 在切削铸铁等脆性材料时, 切削层首先产生塑性变形, 然后产生崩裂的不规则粒状切屑, 称为崩碎切屑。 ()
5. 选择合理的刀具几何角度以及适当的切削用量都能大大提高刀具的使用寿命。 ()
6. 铣床主轴的转速越高, 则铣削速度越大。 ()
7. 在使用切削液时, 可以等到铣刀开始发热后再加, 没有必要在铣削一开始就立即加切削液。 ()
8. 端铣时, 由于对称铣比较均匀, 故应尽量采用对称铣。 ()
9. 硬质合金中含钴量越多, 刀片的硬度越高。 ()
10. 用圆柱铣刀铣平面时, 若铣刀磨得不好, 则可能铣出凹面、凸面和斜面。 ()

二、单项选择题

1. 加工凸轮外轮廓时, 应该选用 ()。
A. 球头刀 B. 立铣刀 C. 面铣刀 D. 键槽铣刀
2. 精加工曲面时, 应该选用 ()。
A. 球头刀 B. 立铣刀 C. 面铣刀 D. 键槽铣刀
3. 刀具要从工件上切下切屑, 其硬度与工件材料硬度的关系是 ()。
A. 刀具材料硬度大于工件材料硬度
B. 刀具材料硬度等于工件材料硬度
C. 刀具材料硬度小于工件材料硬度
4. 切削用量中, 对切削刀具磨损影响最大的是 ()。
A. 切削深度 B. 进给量 C. 切削速度
5. 分析切削层变形规律时, 通常把切削刃作用部位的金属划分为 () 变形区。
A. 两个 B. 三个 C. 四个
6. 切削金属材料时, 在切削速度较低、切削厚度较大、刀具前角较小的条件下, 容易形成 ()。
A. 挤裂切屑 B. 带状切屑 C. 崩碎切屑
7. 在刀具材料中, 制造各种结构复杂的刀具应选用 ()。
A. 碳素工具钢 B. 合金工个钢 C. 高速工具钢 D. 硬质合金