

JIDIAN YITIHUA
JINENGXING RENCAI
YONGSHU

机电一体化技能型人才用书

数控加工实训 一体化教程

周晓宏 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

JIDIAN YITI HUA
JINENGXING RENCAI
YONGSHU

机电一体化技能型人才用书

数控加工实训 一体化教程

周晓宏 主 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书根据数控机床操作工岗位的技术和技能要求,介绍了数控铣削、数控车削和电火花加工的技术和技能。本书按“项目”编写,在“项目”下又分解为若干个“任务”,是一种理论和实操一体化的教材。本书按照学生的学习规律,从易到难,精选了十八个“项目”,每一个“项目”下又设计了若干个“任务”,在任务引领下介绍完成该任务(编程、加工工件等)所需的理论知识和实操技能。全书分为“数控铣削模块”、“数控车削模块”和“电火花加工模块”。

“数控铣削模块”内容包括认识数控铣削加工工艺系统,铣削简单零件,铣削中等复杂零件,铣削曲面零件,铣削复杂零件,分析典型零件的数控铣削工艺、数控铣削技能综合训练。“数控车削模块”内容包括认识数控车削加工工艺系统,加工简单轴类零件,加工中等复杂轴类零件,加工内孔零件,加工内型腔、内螺纹零件,分析典型零件的数控车削工艺,数控车床技能综合训练。“电火花加工模块”内容包括认识电火花加工工艺系统,线切割加工样板零件,线切割加工凸模零件,电火花成形加工注塑模镶块。

本书的读者对象为各高等职业技术学院、技校、中等职业学校数控专业、模具专业、数控维修专业、机电一体化专业的学生,以及相关工种的社会培训学员。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工实训一体化教程/周晓宏主编. —北京:中国电力出版社, 2015. 1

机电一体化技能型人才用书

ISBN 978-7-5123-6769-2

I. ①数… II. ①周… III. ①数控机床-加工 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 268526 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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.25 印张 455 千字

印数 0001—3000 册 定价 49.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

目前，企业中数控机床的使用数量在大幅度增加，因此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的技能型人才较短缺，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，我们总结了在生产一线和教学岗位上多年的心得体会，同时结合学校的教学要求和企业要求，组织编写了本书。

本书按“项目”编写，在“项目”下又分解为若干个“任务”，是一种理论和实操一体化的教材。教材按照学生的学习规律，从易到难，精选了十八个“项目”，每一个“项目”下又设计了若干个“任务”，在任务引领下介绍完成该任务（编程、加工工件等）所需理论知识和实操技能，符合目前我国职业教育界正在大力提倡的“工作过程导向的项目课程”教学特点。全书分为“数控铣削模块”、“数控车削模块”和“电火花加工模块”。各模块根据相应数控机床操作工的岗位技术和技能要求，介绍相应数控加工的技术和技能。

本书的可操作性很强，读者按照本书的思路，通过这些项目的学习和训练，可很快掌握各种数控加工技术和技能。本书可大大提高学生学习数控加工技术和技能的兴趣和学习效率。在编写本书过程中，突出体现“知识新、技术新、技能新”的编写思想，以所介绍知识和技能“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。

本书由深圳技师学院周晓宏副教授、高级技师主编。本书的读者对象为各高等职业技术学院、技校、中等职业学校数控专业、模具专业、数控维修专业、机电一体化专业的学生，以及相关工种的社会培训学员。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

◎ 目 录

前言

模块一 数控铣削模块

● 项目一 认识数控铣削加工工艺系统	2
任务一 认识数控铣床	2
任务二 认识数控铣削加工刀具	4
任务三 数控铣削工件的装夹	9
任务四 数控铣削加工工艺的制定	14
思考与训练	22
● 项目二 铣削简单零件	24
任务一 铣削回形槽零件	24
任务二 铣削凸台	30
任务三 铣削凸轮	35
思考与训练	42
● 项目三 铣削中等复杂零件	45
任务一 铣削平底偏心圆弧槽	45
任务二 加工孔系零件	48
任务三 铣削双半圆凸台	54
任务四 铣削半圆球凸模	58
思考与训练	65
● 项目四 铣削曲面零件	67
任务一 铣削柱面	67
任务二 铣削曲面槽	71
任务三 铣削肥皂盒凹模	72
思考与训练	76
● 项目五 铣削复杂零件	79
任务一 铣削复杂零件一	79
任务二 铣削复杂零件二	85
任务三 铣削复杂零件三	87

思考与训练	91
● 项目六 分析典型零件的数控铣削工艺	93
任务一 分析平面凸轮的数控铣削工艺	93
任务二 分析箱盖类零件的数控铣削工艺	96
任务三 分析支架零件的数控铣削工艺	99
思考与训练	104
● 项目七 数控铣削技能综合训练	107
任务一 数控铣床中级工技能综合训练一	107
任务二 数控铣床中级工技能综合训练二	110
任务三 数控铣床高级工技能综合训练三	113
思考与训练	118

模块二 数控车削模块

● 项目八 认识数控车削加工工艺系统	124
任务一 认识数控车床	124
任务二 认识数控车削加工刀具	128
任务三 数控车削加工工艺的制定	137
思考与训练	145
● 项目九 加工简单轴类零件	147
任务一 学习数控车床编程基础	147
任务二 加工阶梯轴	152
任务三 加工圆锥轴	158
任务四 加工带圆弧面的轴类零件	164
思考与训练	169
● 项目十 加工中等复杂轴类零件	171
任务一 加工中等复杂轴类零件一	171
任务二 加工中等复杂轴类零件二	179
任务三 加工中等复杂轴类零件三	183
任务四 加工中等复杂轴类零件四	189
思考与训练	200
● 项目十一 加工内孔零件	203
任务一 学习孔加工基础知识	203
任务二 加工盲孔	209
任务三 加工通孔	211

任务四 加工薄壁孔	213
思考与训练	216
● 项目十二 加工内型腔、内螺纹零件	218
任务一 加工内圆锥零件	218
任务二 加工内球	219
任务三 加工内螺纹零件	221
任务四 加工内型腔	223
思考与训练	225
● 项目十三 分析典型零件的数控车削工艺	227
任务一 分析轴类零件的数控车削工艺	227
任务二 分析套类零件的数控车削工艺	229
任务三 分析盘类零件的数控车削工艺	233
思考与训练	235
● 项目十四 数控车床技能综合训练	237
任务一 数控车床中级工技能综合训练一	237
任务二 数控车床中级工技能综合训练二	240
任务三 数控车床高级工技能综合训练一	244
任务四 数控车床高级工技能综合训练二	249
思考与训练	254

模块三 电火花加工模块

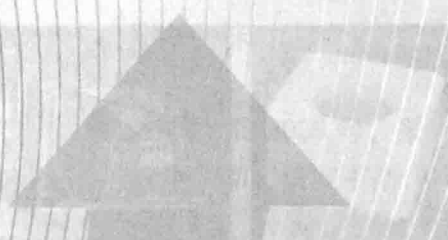
● 项目十五 认识电火花加工工艺系统	258
任务一 认识电火花加工机床	258
任务二 认识电火花加工的工艺参数和工艺指标	264
任务三 掌握线切割加工的工艺规律	267
任务四 掌握电火花成形加工的工艺规律	274
思考与训练	285
● 项目十六 线切割加工样板零件	287
任务一 学习 3B 代码编程知识	287
任务二 项目实施	292
思考与训练	294
● 项目十七 线切割加工凸模零件	296
任务一 学习 ISO 代码编程知识	296
任务二 项目实施	301
思考与训练	302

• 项目十八 电火花成形加工注塑模镶块	304
任务一 学习电规准和电极设计知识	304
任务二 项目实施	311
思考与训练	313
• 参考文献	314

321	
322	
323	
324	
325	
326	
327	
328	
329	
330	
331	
332	
333	
334	
335	
336	
337	
338	
339	
340	
341	
342	
343	
344	
345	
346	
347	
348	
349	
350	
351	
352	
353	
354	
355	
356	
357	
358	
359	
360	
361	
362	
363	
364	
365	
366	
367	
368	
369	
370	
371	
372	
373	
374	
375	
376	
377	
378	
379	
380	
381	
382	
383	
384	
385	
386	
387	
388	
389	
390	
391	
392	
393	
394	
395	
396	
397	
398	
399	
400	
401	
402	
403	
404	
405	
406	
407	
408	
409	
410	
411	
412	
413	
414	
415	
416	
417	
418	
419	
420	
421	
422	
423	
424	
425	
426	
427	
428	
429	
430	
431	
432	
433	
434	
435	
436	
437	
438	
439	
440	
441	
442	
443	
444	
445	
446	
447	
448	
449	
450	
451	
452	
453	
454	
455	
456	
457	
458	
459	
460	
461	
462	
463	
464	
465	
466	
467	
468	
469	
470	
471	
472	
473	
474	
475	
476	
477	
478	
479	
480	
481	
482	
483	
484	
485	
486	
487	
488	
489	
490	
491	
492	
493	
494	
495	
496	
497	
498	
499	
500	

模块一

数控铣削模块



项目一

认识数控铣削加工工艺系统

学习目标

- (1) 熟悉数控铣床的加工特点及其应用。
- (2) 认识数控铣床的刀具。
- (3) 掌握数控铣床加工工艺的编制方法。

任务一 认识数控铣床

如图 1-1 所示分别为笔筒盖、模具和镶块，它们都是用数控铣床加工出来的。如图 1-2 所示为一台数控铣床，它是机械加工企业大量使用的一类数控机床。

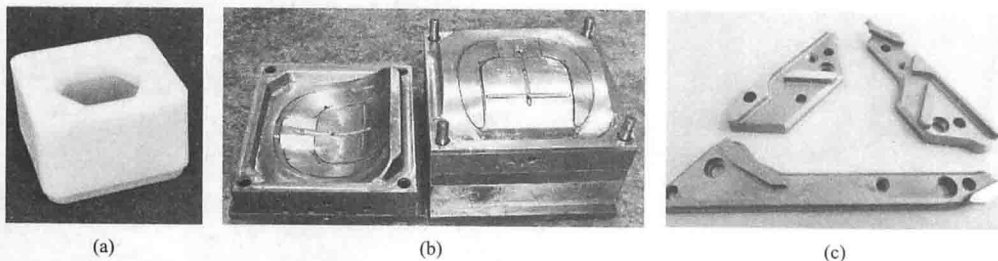


图 1-1 数控铣削加工的零件
(a) 笔筒盖；(b) 模具；(c) 镶块

一、数控铣床的分类及组成

(1) 按机床主轴的布置形式及机床的布局特点分类，数控铣床可分为数控立式铣床、数控卧式铣床和数控龙门铣床等。

1) 数控立式铣床。如图 1-2 所示，数控立式铣床主轴与机床工作台面垂直，工件装夹方便，加工时便于观察，但不便于排屑。一般采用固定式立柱结构，工作台不升降。主轴箱做上下运动，并通过立柱内的重锤平衡主轴箱的质量。为保证机床的刚性，



图 1-2 数控铣床

主轴中心线到立柱导轨面的距离不能太大,因此这种结构主要用于中小尺寸的数控铣床。

2) 数控卧式铣床。如图 1-3 所示,数控卧式铣床的主轴与机床工作台面平行,加工时不便观察,但排屑顺畅。一般配有数控回转工作台,便于加工零件的不同侧面。单纯的数控卧式铣床现在已比较少,而多是在配备自动换刀装置(ATC)后成为卧式加工中心。

3) 数控龙门铣床。对于大尺寸的数控铣床,一般采用对称的双立柱结构,以保证机床的整体刚性和强度,这种铣床即为数控龙门铣床,其有工作台移动和龙门架移动两种形式。它适用于加工飞机整体结构体零件、大型箱体零件和大型模具等,如图 1-4 所示。



图 1-3 数控卧式铣床

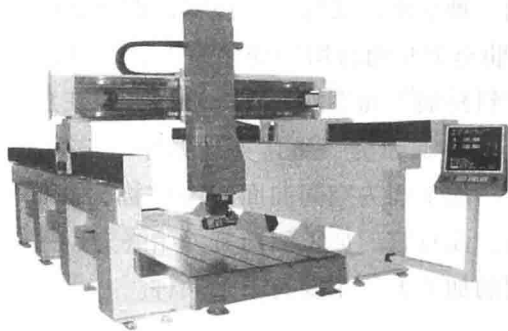


图 1-4 数控龙门铣床

(2) 按数控系统的功能分类,数控铣床可分为经济型数控铣床、全功能数控铣床和高速铣削数控铣床等。

1) 经济型数控铣床。一般采用经济型数控系统,如 SIEMENS 802S 等,采用开环控制,可以实现三坐标联动。这种数控铣床成本较低,功能简单,加工精度不高,适用于一般复杂零件的加工。一般有工作台升降式和床身式两种类型。

2) 全功能数控铣床。采用半闭环控制或闭环控制,数控系统功能丰富,一般可以实现四坐标以上联动,加工适应性强,应用最广泛。

3) 高速铣削数控铣床。高速铣削是数控加工的一个发展方向,技术比较成熟,已逐渐得到广泛的应用。这种数控铣床采用全新的机床结构、功能部件和功能强大的数控系统,并配以加工性能优越的刀具系统,加工时主轴转速一般在 $8000 \sim 40\,000 \text{ r/min}$,切削进给速度可达 $10 \sim 30 \text{ m/min}$,可以对大面积的曲面进行高效率、高质量的加工。但目前这种机床价格昂贵,使用成本比较高。

二、数控铣床的工艺范围

数控铣削是机械加工中最常用的加工方法之一,主要包括平面铣削和轮廓铣削,也可以对零件进行钻、扩、铰、镗和镗孔加工与攻螺纹等。在数控铣床加工中,特别适用于加工下列几类零件。

1. 平面类零件

这类零件的加工面与定位面成固定的角度,且各个加工面是平面或可以展开为平面,

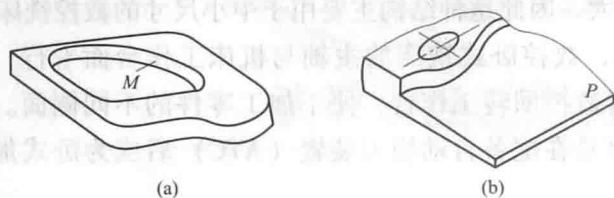


图 1-5 平面类零件

如各种盖板、凸轮以及飞机整体结构件中的框、肋等，如图 1-5 所示。加工部位包括平面、沟槽、外形、腔槽、台阶、倒角和倒圆等。这类零件一般只需用两坐标联动就可以加工出来。

2. 变斜角类零件

加工面与水平面的夹角呈连续变化的零件称为变斜角类零件。如图 1-6 所示是飞机上的一种变斜角梁缘条，该零件在第 2 肋至第 5 肋的斜角 α 从 $3^{\circ}10'$ 均匀变化成 $2^{\circ}32'$ ，从第 5 肋至第 9 肋再均匀变化为 $1^{\circ}20'$ ，从第 9 肋至第 12 肋又均匀变化至 0° 。变斜角类零件的变斜角加工面不能展开为平面，但在加工中，加工面与铣刀圆周接触的瞬间为一条直线。

3. 曲面类（立体类）零件

加工面为空间曲面的零件称为曲面类零件。曲面类零件的加工面不仅不能展开为平面，而且它的加工面与铣刀始终为点接触。加工曲面类零件一般采用三坐标数控铣床。常用的加工方法主要有两种。

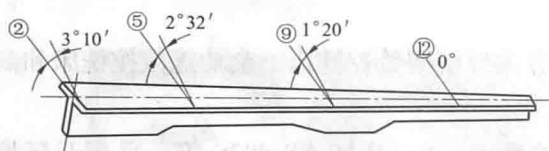


图 1-6 变斜角零件

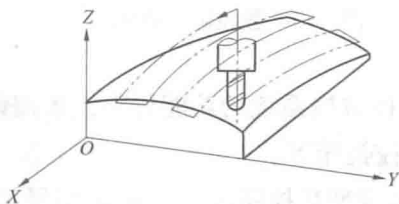


图 1-7 两轴半坐标行切加工曲面

(1) 采用三坐标数控铣床进行两轴半坐标控制加工，加工时只有两个坐标联动，另一个坐标按一定行距周期性进给。这种方法常用于不太复杂的空间曲面的加工，如图 1-7 所示是对曲面进行两轴半坐标行切加工的示意图。

(2) 采用三坐标数控铣床的三坐标联动加工空间曲面。所用铣床必须能进行 X 、 Y 、 Z 三坐标联动加工，进行空间直线插补。这种方法常用于发动机及模具等复杂空间曲面的加工。

加工曲面类零件一般使用球头刀具，因为使用其他刀具加工曲面时容易产生干涉而铣伤邻近表面。

任务二 认识数控铣削加工刀具

一、铣削要素

如图 1-8 所示，铣削要素有铣削速度、进给量、铣削深度与铣削宽度。

1. 铣削速度 V_c

铣刀旋转时的切削速度

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

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 。进给量表示铣刀每转一转时, 它与工件的相对位移, 单位为 mm。

(2) 每齿进给量 a_f 。每齿进给量表示铣刀每转过一个刀齿时, 它与工件的相对位移

$$a_f = f/z$$

式中 z ——铣刀齿数。

(3) 每秒进给量即进给速度 v_f 。进给速度表示铣刀与工件每秒的相对位移

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

3. 背吃刀量

背吃刀量 (又称铣削深度) a_p 是指平行于铣刀轴线方向的切削层尺寸。

4. 侧吃刀量

侧吃刀量 a_e (又称铣削宽度) 是指垂直于铣刀轴线方向的切削层尺寸。

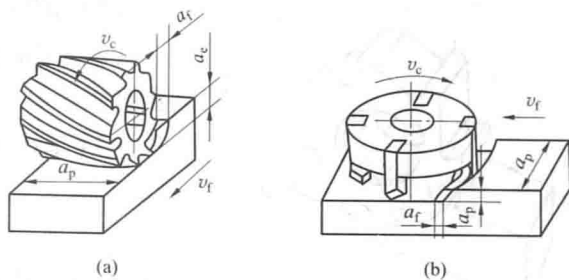


图 1-8 铣削要素

(a) 圆周铣; (b) 端铣

二、认识铣刀

如图 1-9 所示为数控铣床常用的铣刀。

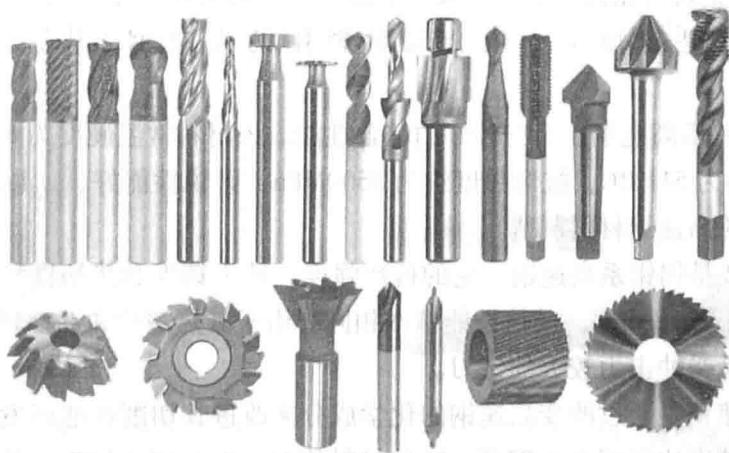


图 1-9 常用铣刀

1. 铣刀各部分的名称和作用

铣刀的几何形状如图 1-10 所示, 其各部分的名称和定义如下。

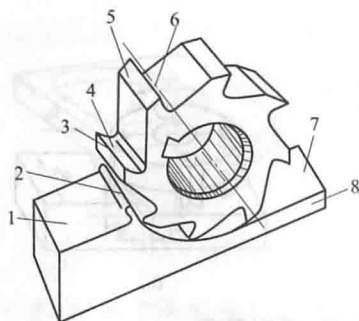


图 1-10 铣刀的组成部分

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

(1) 前面。刀具上切屑流过的表面。

(2) 主后面。刀具上同前面相交形成主切削刃的后面。

(3) 副后面。刀具上同前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。指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）。有通用高速钢和特殊用途高速钢两种。高速钢具有以下特点。

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，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。这种材料的刀具主要用于加工耐热钢、不锈钢、高温合金、超高强度材料等难加工材料。

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

1) 耐高温，在 800~1000℃ 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，切削刃不易刃磨得很锋利。
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 1-11）。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 1-12）。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，故不能做轴向进给。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。

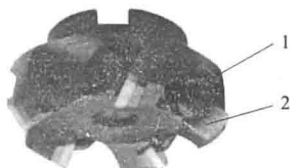


图 1-11 硬质合金可转位面铣刀
1—刀盘；2—刀片

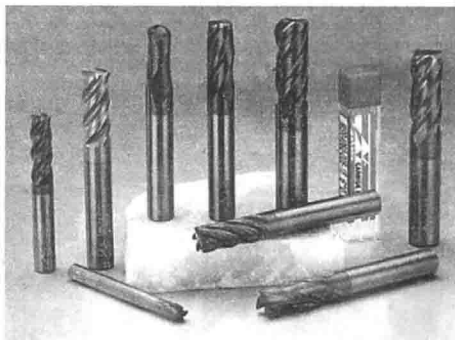


图 1-12 立铣刀

(3) 球头铣刀（见图 1-13）。用于铣削曲面。

(4) 键槽铣刀（见图 1-14）。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其只有两个螺旋刀齿，且端面刀刃延伸至中心，故可做轴向进给，直接切入工件。



图 1-13 球头铣刀



图 1-14 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、制造厂家等。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如下:圆柱铣刀、三面刃铣刀、锯片铣刀等,用外圆直径 $\times$ 宽度(厚度)($d \times L$)表示;立铣刀、端铣刀和键槽铣刀,只标注外圆直径(d)。

三、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 1-15 所示。

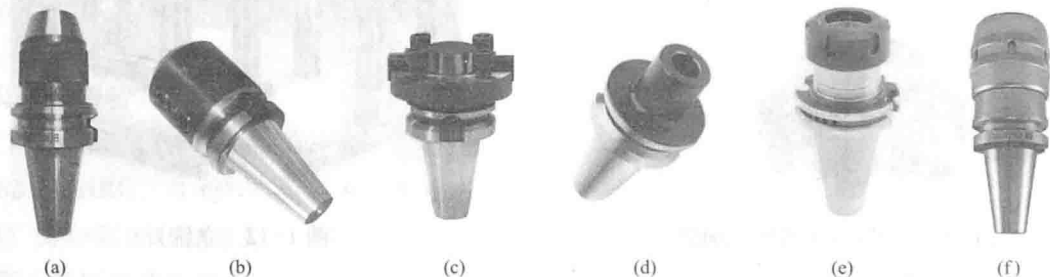


图 1-15 常用数控铣刀刀柄

(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,要求刀具具有足够的切削能力快速去除材料;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。

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,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。

在进行较深的孔加工时,要特别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,进行排屑和冷却后再工进,再进行

冷却和排屑，直至孔深钻削完成。

四、数控铣床刀具的装夹

数控铣床刀柄及配件如图 1-16 所示，组装数控铣床工具系统时要先将拉钉旋入刀柄上端的螺纹孔中，然后将刀具装入对应规格的夹头中，最后再装入刀柄中。拉钉有几种规格，所选拉钉的规格要和数控铣床配套。

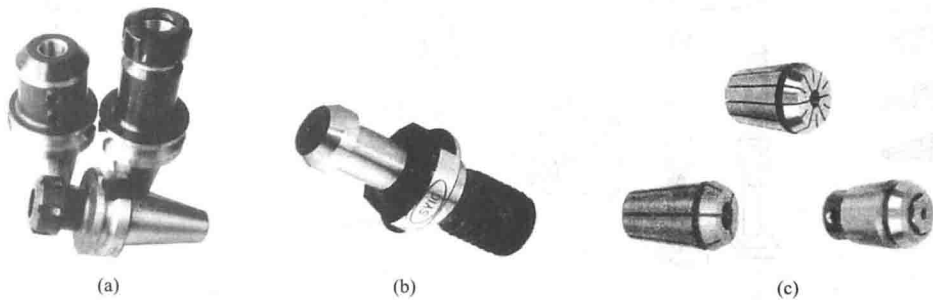


图 1-16 数控铣床刀柄及配件
(a) 刀柄；(b) 拉钉；(c) 夹头

装刀时，需把刀柄放在如图 1-17 所示的锁刀座上，锁刀座上的键对准刀柄上的键槽，使刀柄无法转动，然后用如图 1-18 所示的扳手锁紧螺母。

如图 1-19 所示为安装好刀具和拉钉后的刀柄。

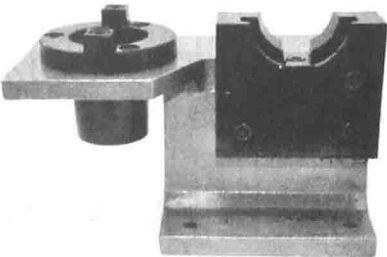


图 1-17 锁刀座



图 1-18 扳手



图 1-19 安装好刀具和拉钉后的刀柄

任务三 数控铣削工件的装夹

在使用数控铣床上加工零件之前，必须正确将毛坯装夹在数控铣床的工作台上，下面介绍数控铣床上常用的工件装夹方法。

一、使用 T 形槽用螺钉和压板固定工件

用螺钉和压板通过机床工作台 T 形槽，可以把工件、夹具或其他机床附件固定在工作台上。

使用 T 形槽用螺钉和压板固定工件时，应注意以下各点。