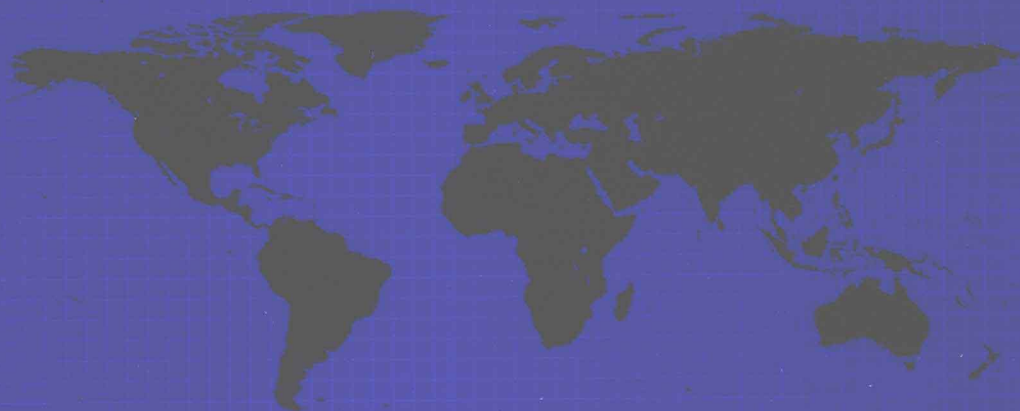




普通高等教育“十二五”机电类规划教材



MACHINERY



数控加工工艺

主 编 施晓芳
副主编 庄曙东

- 精品课程配套教材
- 采用国家最新标准
- 配套习题、答案、课件等教学资源
- 教学资源请登录华信教育资源网 (www.hxedu.com.cn) 免费获取



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十二五”机电类规划教材

数控加工工艺

主 编 施晓芳

副主编 庄曙东



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书全面、系统地介绍了数控加工工艺的基本知识,共分为6章,包括数控刀具与数控工具系统、数控机床夹具、数控加工工艺规程、数控车削加工工艺、数控铣削加工工艺及加工中心加工工艺等内容。本书加强和突出了实用性方面的内容,能够帮助读者全面、系统地学习和更好地理解数控加工工艺。由于数控加工工艺指导数控编程,数控程序又包含数控加工工艺,因此,数控加工工艺和数控程序密不可分。书中编写的数控加工工艺规程实例配有数控加工程序,从而使本书变得更加系统、完善,更具有先进性和实用性。

本书可作为理工科高等院校相关专业学生的教材,也可作为广大从事数控工作的工程技术人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺/施晓芳主编. —北京:电子工业出版社,2011.6

(普通高等教育“十二五”机电类规划教材)

ISBN 978-7-121-13510-1

I. ①数… II. ①施… III. ①数控机床—加工工艺—高等学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第084520号

策划编辑:李洁

责任编辑:李洁 特约编辑:刘忠

印刷:北京京师印务有限公司

装订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:17.5 字数:448千字

印次:2011年6月第1次印刷

印数:4000册 定价:33.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

数控加工是机械制造中的先进技术，是一种高效率、高精度和高柔性化的自动化加工方法。数控技术是提高产品质量、提高生产效率必不可少的技术手段，大力发展数控技术已成为各国加速经济发展、提高综合国力的重要途径。正确、合理的数控加工工艺是实现产品高质量、高精度、高效率的保证。本书比较全面、系统地介绍了数控加工工艺的基本知识，具体分析了数控车床、铣床、加工中心的加工工艺，加强和突出了实用性方面的内容。

本书被列为普通高等教育“十二五”机电类规划教材，内容丰富、语言精练、图文并茂，具有很强的实践性；有较强的核心工艺理论知识；具有定位准确、注重能力、内容创新、叙述通俗的特色；通过典型实例分析，结合数控编程，培养学生掌握数控加工工艺能力。

本书共分6章，包括数控刀具与数控工具系统、数控机床夹具、数控加工工艺规程、数控车削加工工艺、数控铣削加工工艺及加工中心加工工艺等内容。参考学时60学时，可作为理工科高等院校有关专业学生的教材，也可作为广大从事数控工作的工程技术人员的参考书。

本书由江苏技术师范学院施晓芳老师主编，河海大学庄曙东老师任副主编，第1章及本书习题部分由江苏技术师范学院张卫平老师编写。

本书在编写过程中，参阅了国内外同行的专著、教材、手册等文献资料，并得到了企业技术人员的技术支持和帮助，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中难免出现疏漏和错误，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 数控刀具与数控工具系统	(1)
1.1 数控刀具	(1)
1.1.1 数控刀具的基本特点	(1)
1.1.2 数控刀具的分类	(2)
1.1.3 数控刀具的材料	(2)
1.2 数控机床自动换刀装置与工具系统	(5)
1.2.1 自动换刀装置	(5)
1.2.2 刀库	(6)
1.2.3 数控工具系统	(6)
思考题 1	(10)
第 2 章 数控机床夹具	(11)
2.1 机床夹具概述	(11)
2.1.1 机床夹具的定义和分类	(11)
2.1.2 机床夹具的作用和组成	(13)
2.2 工件的定位	(16)
2.2.1 基准	(16)
2.2.2 六点定位原理	(17)
2.2.3 工件的定位	(18)
2.2.4 完全定位、不完全定位与欠定位	(20)
2.3 典型的定位方式、定位元件及装置	(24)
2.3.1 平面定位	(24)
2.3.2 孔定位	(27)
2.3.3 外圆定位	(29)
2.3.4 定位表面的组合	(31)
2.4 定位误差的分析	(32)
2.4.1 定位误差	(32)
2.4.2 定位误差的产生	(32)
2.4.3 定位误差的分析	(33)
2.5 机床夹紧机构	(36)
2.5.1 夹紧机构应满足的要求	(37)
2.5.2 夹紧力的确定	(37)
2.5.3 常用夹紧机构	(40)
2.6 数控机床夹具	(47)
2.6.1 数控机床夹具的特点	(47)
2.6.2 数控车床的通用和专用夹具	(49)
2.6.3 数控铣床和加工中心的通用和专用夹具	(53)

2.6.4	组合夹具	(56)
2.6.5	拼装夹具	(63)
	思考题 2	(68)
第 3 章	数控加工工艺规程	(71)
3.1	机械加工工艺过程的基本概念	(71)
3.1.1	生产过程与工艺过程	(71)
3.1.2	机械加工工艺过程	(71)
3.1.3	机械加工工艺规程	(74)
3.1.4	生产纲领和生产类型	(75)
3.2	机械加工工艺规程制定的方法与步骤	(77)
3.2.1	阅读装配图和零件图	(77)
3.2.2	分析零件图	(77)
3.2.3	分析零件的结构工艺	(78)
3.2.4	毛坯的确定	(81)
3.2.5	工艺路线的设计	(82)
3.2.6	工序加工余量的确定	(97)
3.2.7	工序尺寸及其公差确定	(100)
3.2.8	切削用量的确定	(104)
3.2.9	填写工艺文件	(105)
3.3	数控加工工艺内容与特点	(107)
3.3.1	数控加工的基本过程	(107)
3.3.2	数控加工工艺的主要内容	(108)
3.4	数控加工工艺设计	(110)
3.4.1	数控加工工艺性分析	(110)
3.4.2	数控加工的工艺路线设计	(112)
3.4.3	数控加工工序的设计	(113)
	思考题 3	(124)
第 4 章	数控车削加工工艺	(127)
4.1	数控车削的主要加工对象	(127)
4.2	数控车削加工常用刀具及选择	(129)
4.3	坐标系	(130)
4.4	数控车削加工工艺的制定	(131)
4.4.1	零件图工艺分析	(131)
4.4.2	工序的划分	(133)
4.4.3	进给路线的确定	(136)
4.4.4	切削用量的选择	(140)
4.5	典型零件的数控车削加工工艺分析	(146)
4.5.1	轴类零件的数控车削加工工艺分析	(146)
4.5.2	套类零件的数控车削加工工艺	(153)
	思考题 4	(161)

第 5 章 数控铣削加工工艺	(163)
5.1 数控铣削的主要加工对象	(163)
5.2 常用刀具的选择	(165)
5.2.1 常用铣刀	(165)
5.2.2 数控铣削常用刀柄种类	(167)
5.3 数控铣削加工工艺的制定	(170)
5.3.1 数控铣床和加工中心的坐标系	(170)
5.3.2 数控铣削加工工艺性分析	(171)
5.3.3 铣削方式的合理使用	(175)
5.3.4 加工方法的选择	(176)
5.3.5 工序的划分	(180)
5.3.6 工步顺序的安排	(181)
5.3.7 走刀路线的确定	(182)
5.3.8 切削用量的选择	(188)
5.4 典型零件数控铣削加工工艺分析	(190)
5.4.1 盘形零件的数控铣削加工工艺性分析	(190)
5.4.2 凸轮的数控铣削加工工艺性分析	(206)
思考题 5	(220)
第 6 章 加工中心加工工艺	(223)
6.1 加工中心工艺特点及其加工对象	(223)
6.1.1 工艺特点	(223)
6.1.2 加工中心的主要加工对象	(224)
6.2 加工中心的刀具	(227)
6.2.1 钻孔刀具的结构及特点	(228)
6.2.2 扩孔刀具的结构及使用特点	(230)
6.2.3 镗孔刀具的结构及特点	(231)
6.2.4 铰孔刀具的结构及特点	(232)
6.2.5 丝锥的结构及特点	(234)
6.2.6 孔加工复合刀具的结构及特点	(234)
6.3 加工中心加工工艺的制定	(235)
6.3.1 加工中心加工工艺性分析	(235)
6.3.2 加工方法的选择	(236)
6.3.3 加工阶段的划分	(237)
6.3.4 工步顺序的确定	(237)
6.3.5 进给路线的确定	(237)
6.3.6 装夹与夹具	(240)
6.3.7 刀具的选择	(240)
6.3.8 切削用量的选择	(241)
6.4 典型零件的加工中心加工工艺分析	(242)

6.4.1 盖板零件加工中心加工工艺性分析	(242)
6.4.2 箱体零件加工中心加工工艺性分析	(261)
思考题 6	(268)
参考文献	(271)

第 1 章

数控刀具与数控工具系统

1.1 数控刀具

1.1.1 数控刀具的基本特点

数控刀具为适应数控机床高速、高效、自动化程度高、加工工序集中和加工零件次数少等要求，应当具有以下基本特点。

- ① 切削刀具由传统的机械刀具实现了向高科技产品的飞跃，刀具的切削性能有显著的提高。
- ② 切削技术由传统的切削工艺向创新制造工艺的飞跃，大大地提高了切削加工的效率。
- ③ 刀具工业由脱离使用、脱离用户的低级阶段向面向用户、面向使用的高级阶段的飞跃，成为用户可利用的专业化的社会资源和合作伙伴。
- ④ 切削刀具从低值、易耗品过渡到全面进入“三高一专（高效率、高精度、高可靠性和专用化）”的数控刀具时代，实现了向高科技产品的飞跃。
- ⑤ 成为现代数控加工的关键技术。
- ⑥ 与现代科学的发展紧密相连，是应用材料科学、制造科学、信息科学等领域的高科技成果的结晶。

数控刀具必须适应数控机床高速、高效和自动化程度高的特点，一般应包括通用刀具、通用连接刀柄及少量专用刀柄。刀柄要连接刀具并装在机床动力头上，因此，已逐渐标准化和系列化。

1.1.2 数控刀具的分类

数控机床加工时都必须采用数控刀具，数控刀具主要是指数控车床、数控铣床、加工中心等机床上所使用的刀具。从现实情况看，应当从广义上来理解“数控刀具”的含义。随着数控机床结构、功能的发展，现代数控机床所使用的刀具，不是普通机床所采用的“一机一刀”的模式，而是多种不同类型的刀具同时在数控机床的主轴上（刀盘上）轮换使用，可以达到自动换刀的目的。因此，对“刀具”的含义应理解为“数控工具系统”。数控刀具按不同的分类方式可分成以下几类。

1. 按照刀具结构分类

(1) 整体式

由整块材料磨制而成，使用时根据不同用途将切削部分磨成所需要的形状。其优点是结构简单、使用方便、可靠、更换迅速等。如钻头、立铣刀等。

(2) 镶嵌式

镶嵌式包括刀片采用焊接式和机夹式，机夹式又可根据刀体结构的不同，分为不转位刀具和可转位刀具。

(3) 特殊形式

特殊形式包括强力夹紧、可逆攻螺纹、复合刀具等。数控机床的刀具主要采用不重磨机夹可转位刀具。

(4) 减振式

当刀具的工作长度与直径比大于4时，为了减少刀具的振动，提高加工精度，应该采用特殊结构的刀具。减振式刀具主要应用在镗孔加工上。

2. 按照切削工艺分类

① 车削刀具：外圆刀、内孔刀、螺纹刀、成型车刀等；

② 铣削刀具：面铣刀、立铣刀、螺纹铣刀等；

③ 钻削刀具：钻头、铰刀、丝锥等；

④ 镗削刀具：粗镗刀、精镗刀等。

3. 铣刀的结构

铣刀的结构分为三部分：切削部分、导入部分和柄部，如图 1-1 所示。铣刀的柄部为 7:24 圆锥柄，这种圆锥柄不会自锁，换刀方便，具有较高的定位精度和较大的刚性。

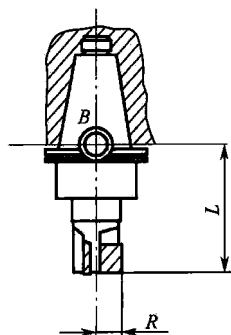


图 1-1 铣刀的结构

1.1.3 数控刀具的材料

刀具材料主要指刀具切削部分的材料。刀具切削性能的优劣，直接影响着生产效率、加工质量和生产成本。而刀具的切削性能，首先取决于切削部分的材料；其次是几何形状及刀具结构的选择和设计是否合理。

1. 对刀具材料的基本要求

在切削过程中, 刀具切削部分不仅要承受很大的切削力, 而且要承受切屑变形和摩擦产生的高温, 要保持刀具的切削能力, 刀具应具备如下的切削性能。

(1) 高的硬度和耐磨性

刀具材料的硬度必须高于工件材料的硬度。常温下一般应为 60HRC 以上。一般说来, 刀具材料的硬度越高, 耐磨性也越好。

(2) 足够的强度和韧性

刀具切削部分要承受很大的切削力和冲击力, 因此, 刀具材料必须要有足够的强度和韧性。

(3) 良好的耐热性和导热性

刀具材料的耐热性是指在高温下仍能保持其硬度和强度, 耐热性越好, 刀具材料在高温时抗塑性变形的能力、抗磨损的能力也越强。刀具材料的导热性越好, 切削时产生的热量越容易传导出去, 从而降低切削部分的温度, 减轻刀具磨损。

(4) 良好的工艺性和经济性

为便于制造, 要求刀具材料具有良好的可加工性。包括热加工性能(热塑性、可焊性、淬透性)和机械加工性能, 以及良好的经济性。

2. 常用刀具材料

刀具材料的种类很多, 常用的有工具钢, 包括: 碳素工具钢、合金工具钢和高速钢、硬质合金、陶瓷、金刚石和立方氮化硼等。

碳素工具钢和合金工具钢, 因耐热性很差, 只适宜做手工刀具。

陶瓷、金刚石和立方氮化硼, 由于质脆、工艺性差及价格昂贵等原因, 仅在较小的范围内使用。

目前, 最常用的刀具材料是高速钢和硬质合金。

(1) 高速钢

高速钢是在合金工具钢中加入较多的钨(W)、钼(Mo)、铬(Cr)、钒(V)等合金元素的高合金工具钢。它具有较高的强度、韧性和耐热性, 是目前应用最广泛的刀具材料。高速钢因刃磨时易获得锋利的刃口又称“锋钢”。

高速钢按用途不同, 可分为普通高速钢和高性能高速钢。

1) 普通高速钢

普通高速钢具有一定的硬度(62~67 HRC)和耐磨性、较高的强度和韧性, 切削钢料时切削速度一般不大于 50~60m/min, 不适合高速切削和硬材料的切削。常用牌号有 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2。

2) 高性能高速钢

在普通高速钢中增加碳(C)、钒的含量或加入一些其他合金元素而得到耐热性、耐磨性更高的新钢种, 但这类钢的综合性能不如普通高速钢。常用牌号有 9W18Cr4V、9W6Mo5Cr4V2、W6Mo5Cr4V3 等。

(2) 硬质合金

硬质合金是由硬度和熔点都很高的碳化物, 用钴(Co)、钼(Mo)、镍(Ni)作为黏结剂烧结而成的粉末冶金制品。其常温硬度可达 78~82 HRC, 能耐 850~1000℃的高温, 切削速度可比高速钢高 4~10 倍。但其冲击韧性与抗弯强度远比高速钢差, 因此, 很少做成整体式刀

具。在实际使用中,常将硬质合金刀片焊接或用机械夹固的方式固定在刀体上。

我国目前生产的硬质合金主要分为三类。

1) K类(YG)

K类即钨钴类,由碳化钨和钴组成。这类硬质合金韧性较好,但硬度和耐磨性较差,适用于加工铸铁、青铜等脆性材料。常用的牌号有YG8、YG6、YG3,它们制造的刀具适用于粗加工、半精加工和精加工。其中数字表示钴含量的百分数,如YG6即含钴为6%,含钴量越高,则韧性越好。

2) P类(YT)

P类即钨钴钛类,由碳化钨、碳化钛和钴组成。这类硬质合金耐热性和耐磨性较好,但冲击韧性较差,适用于加工钢料等韧性材料。常用的牌号有YT5、YT15、YT30等,其中的数字表示碳化钛含量的百分数,碳化钛的含量越高,则耐磨性较好、韧性越低。这三种牌号的硬质合金制造的刀具分别适用于粗加工、半精加工和精加工。

3) M类(YW)

M类即钨钴钛铌钽类。由在钨钴钛类硬质合金中加入少量的稀有金属碳化物(TaC或NbC)组成。它具有前两类硬质合金的优点,用其制造的刀具既能加工脆性材料,又能加工韧性材料,同时还能加工高温合金、耐热合金及合金铸铁等难加工材料。常用牌号有YW1、YW2。

(3) 其他刀具材料简介

1) 涂层硬质合金

这种材料是在韧性、强度较好的硬质合金基体上或高速钢基体上,采用化学气相沉积(CVD)法或物理气相沉积(PVD)法涂覆一层极薄硬质和耐磨性极高的难熔金属化合物而得到的刀具材料。通过这种方法,使刀具既具有基体材料的强度和韧性,又具有很高的耐磨性。常用的涂层材料有TiC、TiN、Al₂O₃等。TiC的韧性和耐磨性好;TiN的抗氧化、抗黏结性好;Al₂O₃的耐热性好。使用时可根据不同的需要选择涂层材料。

2) 陶瓷

陶瓷的其主要成分是Al₂O₃,刀片硬度可达78HRC以上,能耐1200~1450℃的高温,故能承受较高的切削速度,但抗弯强度低,冲击韧性差,易崩刃。主要用于钢、铸铁、高硬度材料及高精度零件的精加工。

3) 金刚石

金刚石分人造和天然金刚石两种,做切削刀具的材料,大多数是人造金刚石,其硬度极高,可达10000HV(硬质合金仅为1300~1800HV)。其耐磨性是硬质合金的80~120倍,但刃性差,对铁族材料亲和力大。因此,一般不宜加工黑色金属,主要用于硬质合金、玻璃纤维塑料、硬橡胶、石墨、陶瓷、有色金属等材料的高速精加工。

4) 氮化硼

氮化硼(CNB)是人工合成的超硬刀具材料,其硬度可达7300~9000HV,仅次于金刚石的硬度。但热稳定性好,能耐1300~1500℃高温,与铁族材料亲和力小。但强度低,焊接性差。目前,主要用于加工淬火钢、冷硬铸铁、高温合金和一些难加工材料。

刀具材料的选用应对使用性能、工艺性能、价格等因素进行综合考虑,做到合理选用。例如,车削加工45钢自由锻齿轮毛坯时,由于工件表面不规则且有氧化皮,切削时冲击力大,选用韧性好的K类(钨钴类)就比P类(钨钴钛类)有利。又如车削较短钢料螺纹时,按理要用P类,但由于车刀在工件切入处要受冲击,容易崩刃,所以,一般采用K类比较有利。

虽然K类的热硬性不如P类，但工件短，散热容易，热硬性就不是主要矛盾了。

1.2 数控机床自动换刀装置与工具系统

1.2.1 自动换刀装置

数控机床为了进一步提高生产率，压缩非切削时间，已逐步发展为在一台机床上一次装夹完成多工序或全部工序的加工。这就要求数控机床的刀具不能采用普通机床所采用的“一机一刀”的模式，而是多种不同类型的刀具同时在数控机床的刀盘上（或主轴上）轮换使用，以达到自动换刀的目的。为了完成对工件的多工序加工而设置的存储及更换刀具的装置称为自动换刀装置，它是加工中心上必不可少的部分。根据组成结构，自动换刀装置可分为回转刀架式、转塔式、带刀库式三种形式。图1-2、图1-3、图1-4所示为带刀库式自动换刀装置。

带刀库式自动换刀系统由刀库和刀具换刀机构组成，目前，这种换刀方法在数控机床上的应用最为广泛。带刀库式自动换刀装置的数控机床主轴箱与转塔主轴头相比较，由于主轴箱内只有一个主轴，所以，主轴部件有足够的刚度，因而能够满足各种精密加工的要求。另外，刀库可以存放数量很多的刀具，可进行复杂零件的多工序加工，可明显地提高数控机床的适应性和加工效率。这种带刀库式自动换刀装置特别适用于数控钻床、加工中心等机床。

带刀库式换刀系统换刀过程较为复杂，首先应把加工过程中需要使用的全部刀具分别安装在标准刀柄上，在机外进行尺寸调整之后，按一定的方式放入刀库，换刀时按刀具编号在刀库中进行选刀，并由刀具交换装置从刀库和主轴上取出刀具进行交换，将新刀装入主轴，把从主轴上取下的旧刀具放回刀库。存放刀具的刀库有较大的容量，刀库可安放在主轴箱的侧面或上方，也可单独安装在机床以外作为一个独立部件，由搬运装置运送刀具。这种换刀方式的整个工作过程动作较慢，换刀时间较长，并且使系统变得更为复杂，降低了工作可靠性。

1. 自动换刀装置的形式

在刀库式自动换刀装置中，为了传递刀库与机床主轴之间的刀具并实现刀具装卸的装置称为刀具的交换装置。刀具的交换方式通常分为两种：一种是机械手交换刀具；另一种是由刀库与机床主轴的相对运动实现刀具交换，即无机手交换刀具。刀具的交换方式及它们的具体结构直接影响机床的工作效率和可靠性。

(1) 无机手交换刀具方式

无机手的换刀系统一般是把刀库放在主轴箱可以运动到的位置，或整个刀库或某一刀位能移动到主轴箱可以到达的位置，同时，刀库中刀具的存放方向一般与主轴上的装刀方向一致。换刀时，由主轴运动到刀库上的换刀位置，利用主轴直接取走或放回刀具。图1-2所示是一种可装20把刀的立式加工中心无机手换刀装置。

无机手换刀系统的优点是结构简单，成本低，换刀的可靠性较高。缺点是换刀时间长，刀库因结构所限容量不大。

(2) 带机械手交换刀具方式

采用机械手进行刀具交换方式在加工中心中应用最为广泛。机械手是当主轴上的刀具完成

一个工步后,把这一工步的刀具送回刀库,并把下一工步所需要的刀具从刀库中取出来装入主轴继续进行加工的功能部件。对机械手的具体要求是迅速可靠,准确协调。由于不同的加工中心的刀库与主轴的相对位置不同,所以,各种加工中心所使用的换刀机械手也不尽相同。图 1-3 所示为一种可装 24 把刀的立式加工中心有机手换刀装置。

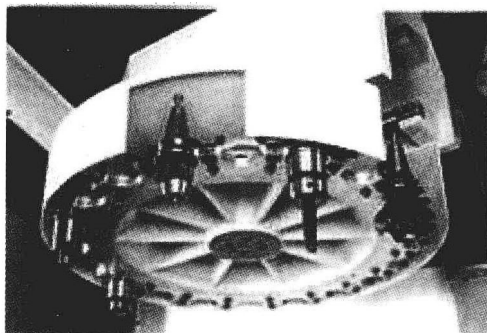


图 1-2 可装 20 把刀的立式加工中心
无机手自动换刀装置

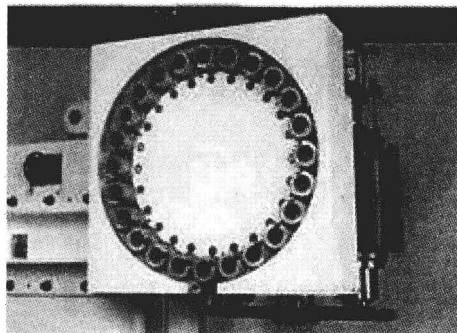


图 1-3 可装 24 把刀的立式加工中心
有机手自动换刀装置

1.2.2 刀库

1. 刀库的功用

刀库是用来储存加工刀具及辅助工具的,是自动换刀装置中最主要的部件之一。由于多数加工中心的取送刀具位置都是在刀库中某一固定刀位,因此,刀库还需要有使刀具运动的机构来保证换刀的可靠性,刀库中刀具的定位机构是用来保证要更换的每一把刀具或刀套都能准确地停在换刀位置上。其控制部分可以采用简易位置控制器,或类似半闭环进给系统的伺服位置控制,也可以采用电气和机械相结合的销定位方式,一般要求其综合定位精度达到 $0.1\sim 0.5\text{mm}$,即可采用电动机或液压系统为刀库转动提供动力。

2. 刀库的类型

按刀库的结构形式可分为圆盘式刀库、链式刀库和箱式刀库,前两种较为常见。圆盘式刀库如图 1-2 所示,其结构简单,应用也较多。但因刀具采用单环排列,空间利用率低,因此,出现了将刀具在盘中采用双环或多环排列的形式,以增加空间利用率。但这样使刀库的外径扩大,转动惯量也增大,选刀时间也长,所以,圆盘式刀库一般用于刀具容量较小的刀库。链式刀库适用于刀库容量较大的场合。链的形状可以根据机床的布局配置,也可将换刀位凸出以利于换刀。当需要增加链式刀库的刀具容量时,只需要增加链条的长度,一般刀具数量为 $30\sim 120$ 把时都采用链式刀库。

1.2.3 数控工具系统

由于在数控机床上要加工多种工件,并完成工件上多道工序的加工,因此,需要使用的刀

具品种、规格和数量就较多。要加工不同工件所需刀具更多,因品种规格繁多而造成很大困难。

为了减少刀具的品种规格,有必要发展柔性制造系统和加工中心使用的工具系统。数控工具系统是指连接数控机床与刀具的系列装夹工具,由刀柄、连杆、连接套和夹头等组成。工具系统一般为模块化组合结构,在一个通用的刀柄上可以装多种不同的刀具,使数控加工中的刀具品种规格大大减少,同时也便于刀具的管理。数控机床工具系统能实现刀具的快速、自动装夹。随着数控工具系统的应用与日俱增,我国已经建立了标准化、系列化、模块式的数控工具系统。数控机床的工具系统分为整体式和模块式两种形式。

1. 车削类工具系统

随着车削中心的产生和各种全功能数控车床数量的增加,人们对数控车床和车削中心所使用的刀具提出了更高的要求,形成了一个具有特色的车削类刀具系统。目前,已出现了几种车削类工具系统,它们具有换刀速度快、刀具的重复定位精度高、连接刚度高等特点,提高了机床的加工能力和加工效率。目前,广泛采用的一种整体式车削工具系统是 ZCG 车削工具系统,它与机床的连接接口的具体尺寸及规格可参考相关资料。图 1-4 所示为车削加工中心用的模块化快换刀具系统,它由刀具头部、连接部分和刀体组成。这种刀体还可装车、钻、镗、攻螺纹检测头等多种工具。

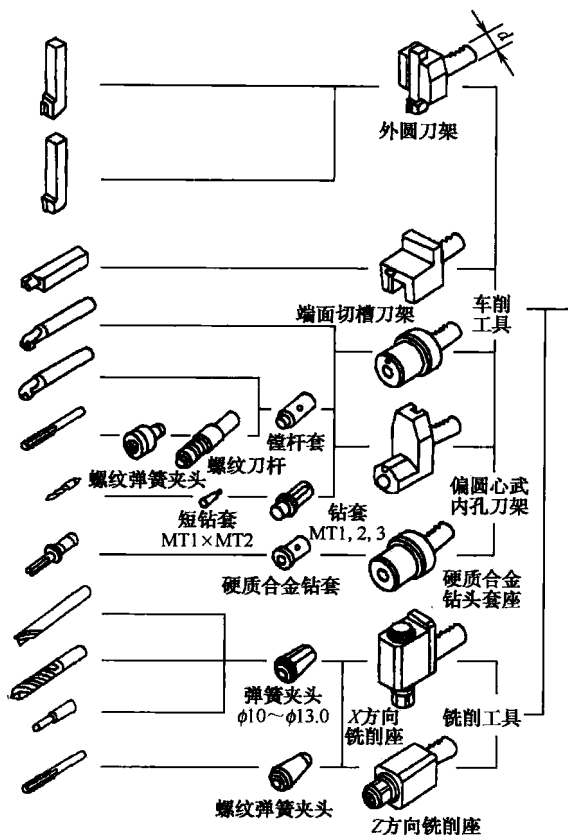


图 1-4 车削加工中心用模块化快换刀具系统

2. 镗铣类工具系统

加工中心上加工的内容较多,其配备的刀具和装夹刀具的工具种类也较多,并要求换刀迅速。因此要将其配备的装夹刀具的工具系列化,标准化,即镗铣类工具系统。镗铣类工具系统一般由与机床连接的柄部、接杆和刀具组成。它们组合后,可进行平面、型腔、凸台、钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、攻螺纹等工艺。镗铣类工具系统分为整体式工具系统(TSG)和模块式工具系统(TMG)。

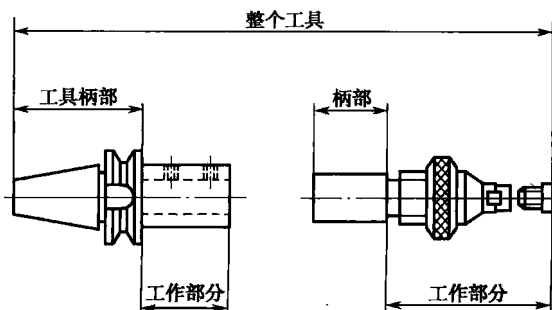


图 1-5 整体式工具系统的组成部分

(1) 整体式工具系统

图 1-5 所示为镗铣类整体式工具系统的组成,它是把工具柄部和装夹刀具的工作部分做成一体。要求不同工作部分都具有同样结构的刀柄,以便与机床的主轴相连,所以,具有可靠性强、使用方便、结构简单、调换迅速及刀

柄的种类较多的特点。由于工具的品种、规格繁多，给生产、使用和管理带来不便。图 1-6 所示为整体式工具系统图，该图表明了整体式工具系统中各种工具的组合形式。

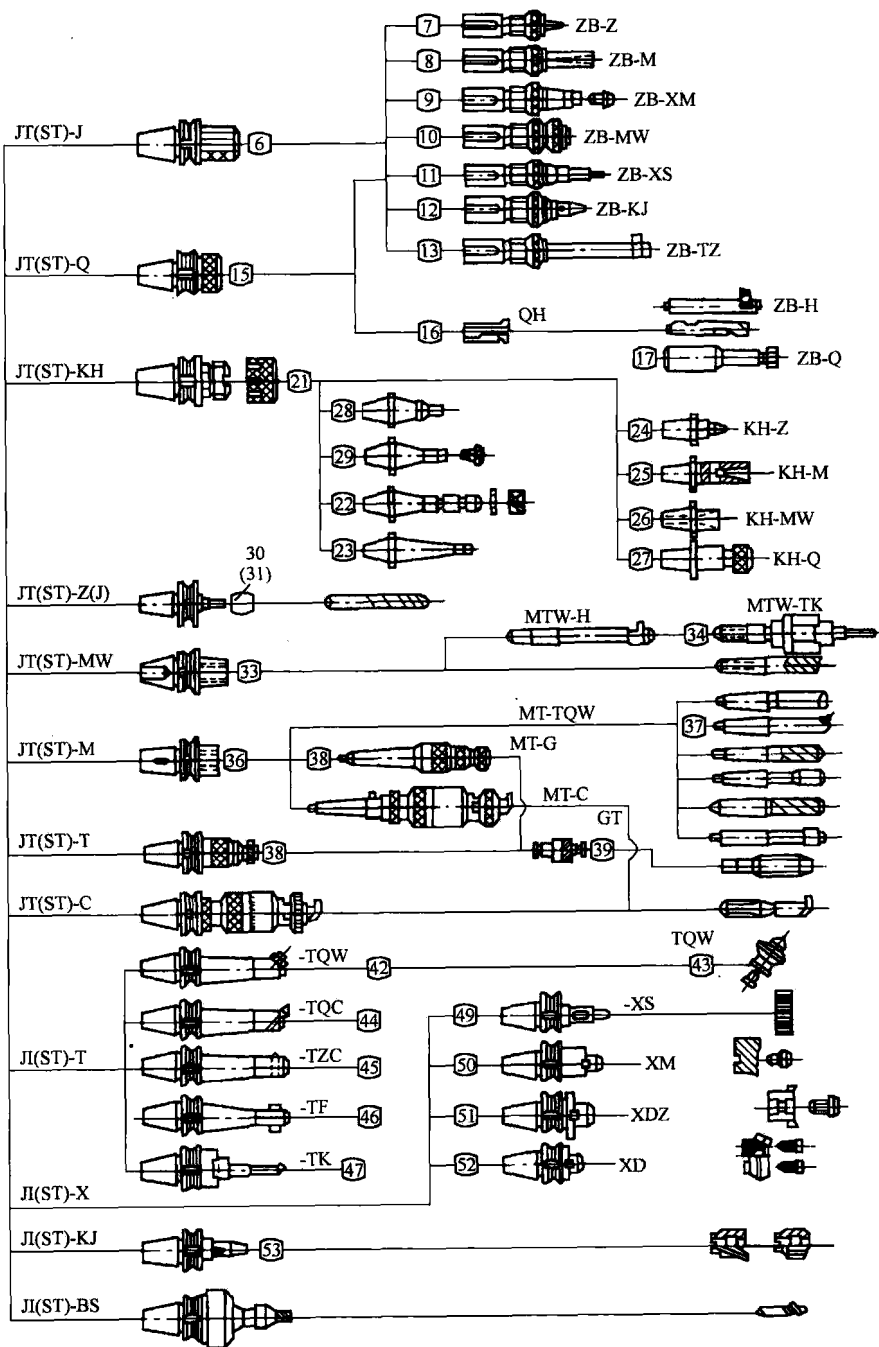


图 1-6 整体式工具系统图

(2) 模块式工具系统

镗铣类模块式工具系统是把整体式刀具分解成柄部（主柄模块）、中间连接块（中间连接模块）和工作头部（工作模块）三个主要部分，然后通过各种连接结构，在保证刀杆连接精度、

强度、刚性的前提下，将这三部分连接成整体，如图 1-7 所示。

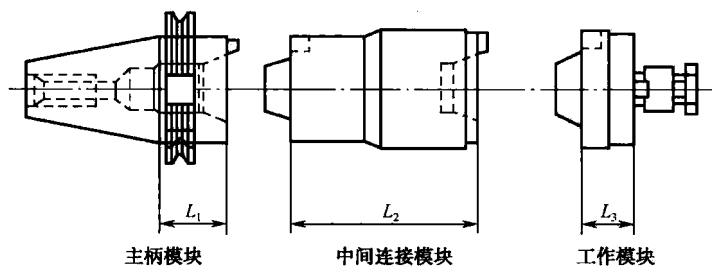


图 1-7 模块式工具系统的连接模块

模块式工具系统有下列三种结构形式：圆柱连接系列 TMG21，轴心用螺钉拉紧刀具；短圆锥定位系列 TMG10，轴心用螺钉拉紧刀具；长圆锥定位系列 TMG14，用螺钉锁紧刀具。模块式工具系统以配置最少的工具来满足不同零件的加工需要，因此，该系统增加了工具系统的柔性，是工具系统发展的高级阶段。

这种工具系统可以用不同规格的中间连接块，组成各种用途的模块工具系统，既灵活、方便，又大大减少了工具的储备。例如，国内生产的 TMG10、TMG21 工具系统，发展迅速，应用广泛，是加工中心使用的基本工具。图 1-8 所示为模块式工具系统的示意图。

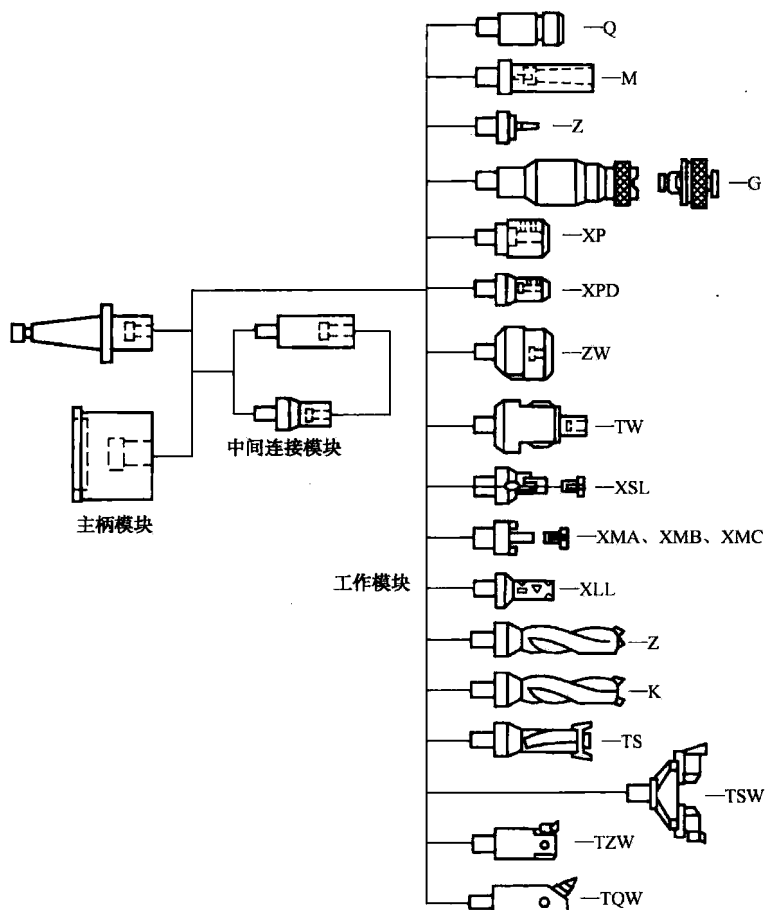


图 1-8 模块式工具系统