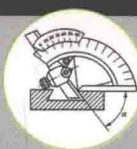
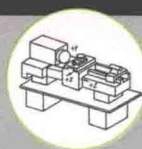




高等职业教育精品教材

数控加工 项目进阶教程

主编 伍伟杰



中国时代经济出版社

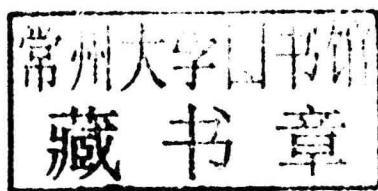
高等职业教育精品教材

数控加工项目进阶教程

主 编 伍伟杰

副主编 付为堂 谢海东 李文辉

主 审 侯勇强



 中国时代经济出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

数控加工项目进阶教程 / 伍伟杰主编. — 北京 :
中国时代经济出版社, 2013. 2
高等职业教育精品教材
ISBN 978-7-5119-1419-4

I. ①数… II. ①伍… III. ①数控机床—加工—高等
职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 028425 号

书 名: 数控加工项目进阶教程
作 者: 伍伟杰

.....

出版发行: 中国时代经济出版社
社 址: 北京市丰台区玉林里 25 号楼
邮政编码: 100069
发行热线: (010) 68320825 68350173
传 真: (010) 68320634 68320484
网 址: www.cmepub.com.cn
电子邮箱: zgsgdjj@hotmail.com
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京市科星印刷有限责任公司
开 本: 787×1092 1/16
字 数: 427 千字
印 张: 18.5
版 次: 2013 年 2 月第 1 版
印 次: 2013 年 2 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5119-1419-4
定 价: 39.80

.....

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社发行部联系更换
版权所有 侵权必究



数控加工技术是目前 CAD/CAPP/CAM 系统中重要的环节之一, 在实现设计加工自动化、提高加工精度和加工质量、缩短产品研制周期等方面发挥着重要作用。在装备制造业、航空工业、汽车工业等领域有着大量的应用。随着数控技术的广泛应用, 数控机床在机械制造设备中所占比例越来越大。数控加工手工编程是数控加工技术中运用最广的数控编程方式, 应用在绝大部分机械零部件加工上。

本书从机械零件的结构特征、程序指令与数控机床操作、零件技术要求、刀具、工具、量具、工装、工件材料等多个角度进行分析、分解, 再将细化的技能点进行优化, 重组成多个循序渐进的进阶任务, 构成任务驱动的理论实践一体化进阶培训方案, 使数控加工编程与操作的初学者迅速入门, 并快速成长为数控加工能手。此外, 不同需求的学习者还可以选择适应自身的学习项目(阶段), 从而进行针对性的学习。

本书进阶任务的设计遵循下述原则:

① 全面性与综合性原则。学习者完成任务的进阶过程就是在零件结构、程序编写、机床操作、技术要求、工具、量具、刀具、夹具、工艺编制等多方面从简单到复杂的综合应用过程;

② “反复→熟练→熟能生巧”原则。每个新任务都有机整合了新技能和前述任务所学技能, 学习者执行新任务时不仅需要学习新技能, 而且还要将已经训练过的任务技能进行再训练, 当训练完最后任务时已无形中将关键技能反复训练到非常熟练的程度;

③ 理论与实训操作一体化融合。各个进阶任务以技能实训操作为基础, 以相关知识专题、技能与工艺要点分析、程序剖析等形式穿插理论知识, 结合任务重点循序渐进地构建统一的系统知识结构。

本书的每个进阶任务均包括:

- ① 任务导入: 从问题引入到学习要点分析;
- ② 学习指引: 建议该任务的学习方式;
- ③ 任务能力进阶: 指明学习该任务将掌握的新技能;
- ④ 相关知识: 完成该任务所需的相关知识专题;
- ⑤ 实施条件: 指明执行该任务所需要的场地和设备、工具、量具、刀具等;
- ⑥ 任务实施: 该任务的工艺分析、加工过程以及程序范例。



本书分为数控车削加工和数控铣削加工两篇。

第一篇进阶训练和讲授数控车削加工，包括基本轮廓车削、轮廓粗加工、槽、螺纹、内孔特征、配合零件等的编程与加工，包括项目一～项目四共十个任务，如图 1 所示。



图 1 数控车削加工进阶案例与进阶要点

第二篇进阶训练和讲授数控铣削加工，包括基本轮廓刻画、平面特征、轮廓特征、孔特征等的编程与加工，包括项目五～项目七共七个任务，如图 2 所示。

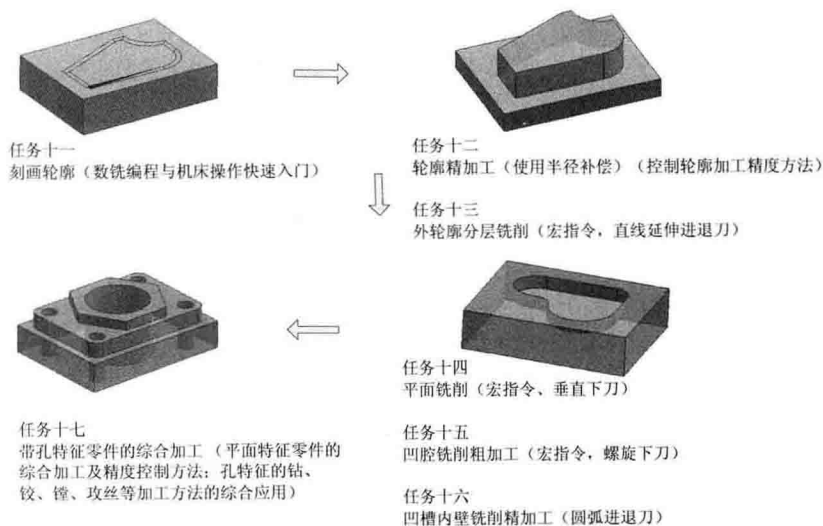


图 2 数控铣削加工进阶案例与要点

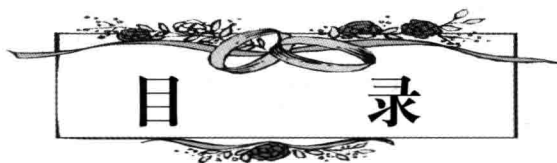


全书由顺德职业技术学院伍伟杰任主编并统稿，顺德职业技术学院付为堂、李文辉，广东轻工职业技术学院谢海东任副主编，参加本书编写的有顺德职业技术学院袁华、唐家会、谢君生，广东省机械高级技工学校张炼兵、谢健辉、陈平，广东工贸职业技术学院吴秀杰，容桂职业技术学校梁永盛等，最后由广东工贸职业技术学院侯勇强审稿。在本书的编写过程中，得到了企业工程师陈成锋、李高和各个兄弟院校的大力支持，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，希望广大师生提出宝贵意见。

编 者

2013 年 1 月



第一篇 数控车削加工

数控车削加工基础	2
一、数控车床的结构、加工工艺类型及其使用维护	2
二、常用数控车削刀具	7
三、常用量具与使用	24
四、常用数控车床装夹附具及形式	36
五、数控车削加工工艺基础	39
六、螺纹及其车削加工	46
七、程序编制及指令介绍	54
项目一 零件轮廓车削加工	62
任务一 基本编程指令与轮廓精加工	62
一、任务导入	62
二、学习指引	63
三、能力进阶	63
四、相关知识：数控车床系统操作与编程基础	63
五、实施条件	70
六、任务实施与检查	71
七、任务小结	73
数控车入门训练题集	74
项目二 零件单头车削加工	75
任务二 简单循环指令（G80）与粗加工	75
一、任务导入	75
二、学习指引	76
三、能力进阶	76
四、相关知识：粗加工与简单循环指令	76
五、实施条件	78



六、任务实施与检查	78
七、任务小结	81
任务三 外径复合指令粗加工 (G71)、G01 倒角与 螺纹加工 (G82)	82
一、任务导入	82
二、学习指引	83
三、能力进阶	83
四、相关知识: 复合循环指令粗加工以及螺纹加工	83
五、实施条件	86
六、任务实施与检查	86
七、任务小结	90
数控车工初级训练题集	90
项目三 零件调头与内孔轮廓车削加工	94
任务四 调头加工、双线螺纹加工 (G76) 与简单精度控制	94
一、任务导入	94
二、学习指引	95
三、能力进阶	95
四、相关知识: 精度控制操作与复合循环指令加工螺纹	95
五、实施条件	97
六、任务实施与检查	98
七、任务小结	102
任务五 凹外轮廓粗加工 (G71)、刀尖半径补偿 与内孔轮廓加工	103
一、任务导入	103
二、学习指引	104
三、能力进阶	104
四、相关知识: 轮廓精度控制与内孔轮廓加工	104
五、实施条件	106
六、任务实施与检查	108
七、任务小结	112
任务六 融合内槽、内螺纹的综合训练	113
一、任务导入	113
二、学习指引	113
三、能力进阶	114
四、相关知识: 槽加工刀路设计	114
五、实施条件	115



六、任务实施与检查	116
七、任务小结	124
任务七 数控车削自动编程加工	124
一、任务导入	124
二、学习指引	125
三、能力进阶	125
四、相关知识: CAXA 数控车 2008 自动编程	126
五、实施条件	144
六、任务实施与检查	145
七、任务小结	153
数控车工提高训练题集	153
项目四 配合件车削加工	162
任务八 配合件常规配做加工	162
一、任务导入	162
二、学习指引	162
三、能力进阶	164
四、相关知识: 零件装配方法及其加工	164
五、实施条件	165
六、任务实施与检查	166
七、任务小结	174
任务九 配合件配合加工	175
一、任务导入	175
二、学习指引	176
三、能力进阶	176
四、相关知识: 配合工件技术要求与装配加工	176
五、实施条件	177
六、任务实施与检查	178
七、任务小结	186
任务十 配合件配合加工(宏指令)	187
一、任务导入	187
二、学习指引	188
三、能力进阶	188
四、相关知识: 宏指令编程与异型零件加工要点	188
五、实施条件	192



六、任务实施与检查	193
七、任务小结	202
数控车工高级训练题集	202
附录一 FANUC 0i MATE-TB 数控车削编程	216
一、FANUC 0i MATE-TB 基本编程指令	216
二、FANUC 0i MATE-TB 编程注意事项	218
三、编程实例	220
附录二 GSK 980TD 数控车削编程	222
一、GSK 980TD 的编程指令	222
二、GSK 980TD 的宏指令编程	224

第二篇 数控铣削加工

数控铣削（加工中心）加工基础	227
一、数控铣床（加工中心）结构及其坐标系统	227
二、常用数控铣削刀具	228
三、常见数控铣削装夹方式	234
四、数控铣削工艺基础	235
五、FANUC 0iMD 编程概述	238
项目五 轮廓加工	248
任务十一 轮廓刻画	248
一、任务导入	248
二、学习指引	249
三、能力进阶	249
四、实施条件	249
五、任务实施	250
六、检查考核	250
任务十二 轮廓精加工（使用半径补偿）	251
一、任务导入	251
二、学习指引	252
三、能力进阶	252
四、实施条件	252



五、任务实施	253
六、检查考核	253
任务十三 外轮廓分层铣削（宏指令、直线延伸进退刀）	254
一、任务导入	254
二、学习指引	255
三、能力进阶	255
四、实施条件	255
五、任务实施	255
六、检查考核	256
项目小结	257
项目六 面铣与凹腔的粗、精加工	258
任务十四 平面铣削（宏指令、垂直下刀）	258
一、任务导入	258
二、学习指引	258
三、能力进阶	258
四、实施条件	259
五、任务实施	259
六、检查考核	260
任务十五 凹腔铣削粗加工（宏指令，螺旋下刀）	261
一、任务导入	261
二、学习指引	262
三、能力进阶	262
四、实施条件	262
五、任务实施与检查	262
六、检查考核	264
任务十六 凹槽内壁铣削精加工（圆弧进退刀）	265
一、任务导入	265
二、学习指引	265
三、能力进阶	266
四、实施条件	266
五、任务实施	266
六、检查考核	267
项目小结	268



项目七 带孔特征零件的综合加工	269
任务十七 带孔特征零件的综合加工	269
一、任务导入	269
二、学习指引	270
三、能力进阶	270
四、实施条件	270
五、任务实施与检查	271
六、检查考核	275
项目小结	276
数控铣工训练题集	276
参考文献	282

第一篇 数控车削加工

数控车削加工基础

一、数控车床的结构、加工工艺类型及其使用维护

数控车床是数字程序控制车床的简称，它具有通用性好、加工精度高、加工效率高的特点，是目前使用量最大、覆盖面最广的一种数控机床。

数控车床一般按主轴位置分为两大类：卧式数控车床和立式数控车床，如图 1-0-1 所示。立式数控车床用于车削回转直径较大的盘类零件；卧式数控车床用于车削轴向尺寸较长或小型盘类零件。卧式数控车床是最常见的数控车床，本书主要介绍卧式数控车床及其车削加工。

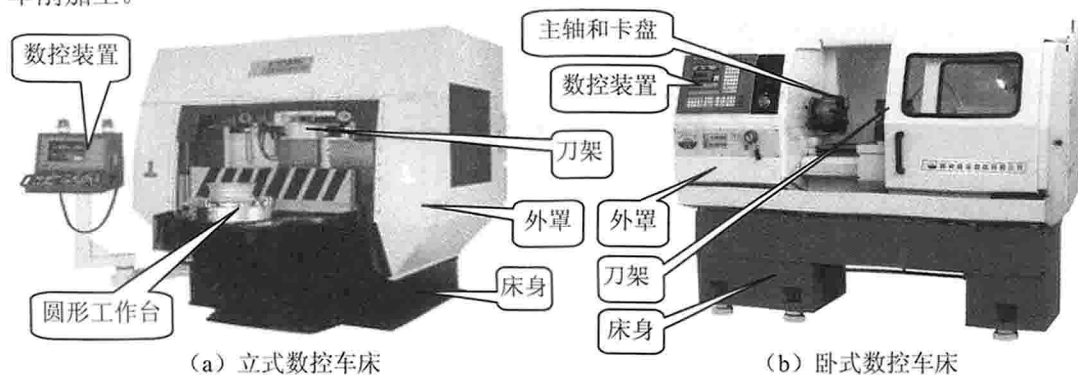
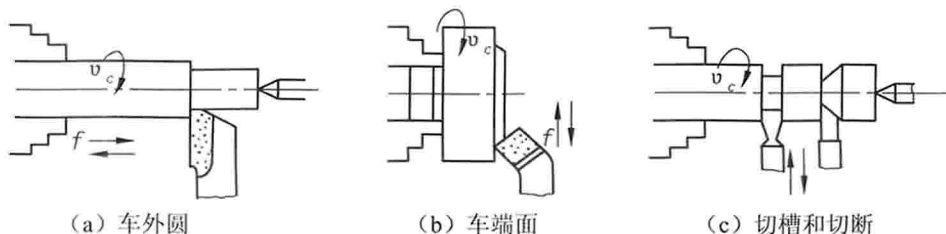


图 1-0-1 数控车床的种类

(一) 数控车床的加工工艺类型

车削加工是机械加工中最常见的加工方法之一，用于回转体零件的加工。数控车床的加工工艺类型主要包括：车外圆、车端面、切槽、车螺纹、滚花、车锥面、车成形面、钻中心孔、钻孔、镗孔、铰孔、攻螺纹等，如图 1-0-2 所示。此外借助标准夹具（如四爪单动卡盘）或专用夹具，在数控车床上还可完成非回转体零件上的回转表面加工。



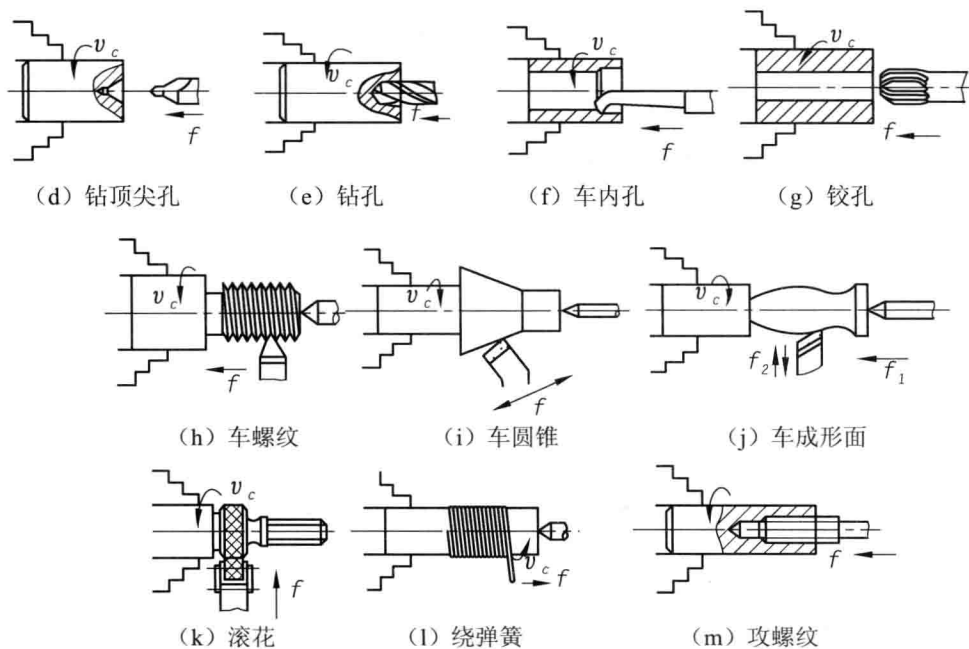


图 1-0-2 数控车床加工工艺类型

(二) 卧式数控车床结构

1. 数控车床整体结构

典型数控车床的机械结构包括：自动送料机构、主轴卡盘、刀架、尾架、主轴电机或 C 轴控制的主轴电机、机内对刀仪、工件接收器、自动排屑装置、副主轴等，如图 1-0-3 所示。

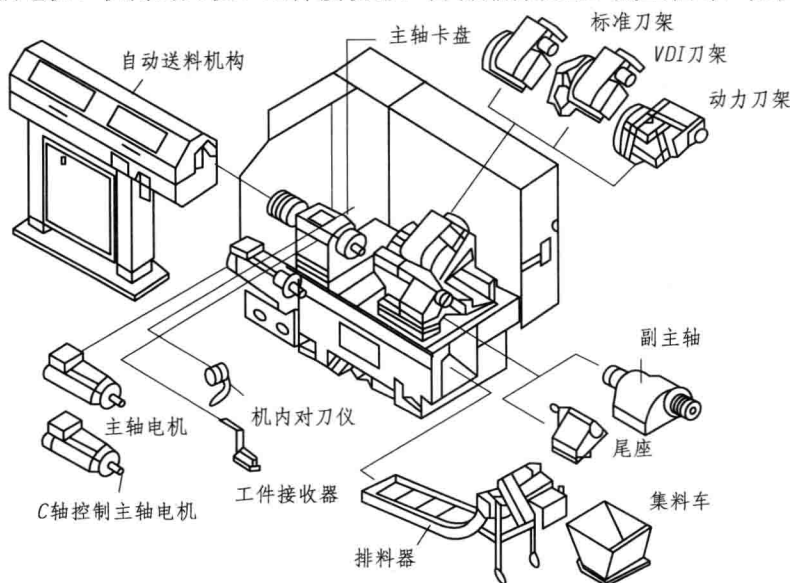


图 1-0-3 数控车床的全功能结构



根据床身与滑板的不同数控车床整体布局形式有 4 种, 如图 1-0-4 所示, 特点如下:

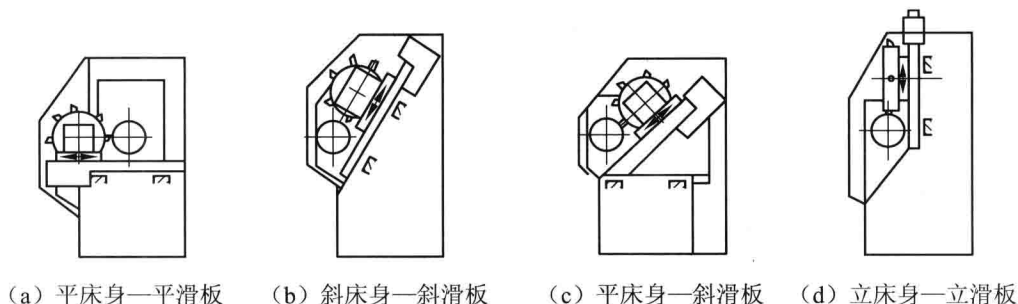


图 1-0-4 数控车床布局形式

(1) 平床身—平滑板

如图 1-0-4 (a) 所示, 这种布局中水平床身工艺性好、导轨面易于加工, 工作时不受刀架滑板自重影响, 容易提高定位精度。缺点是下部空间小、排屑困难, 刀架水平放置使得滑板横向尺寸较大, 导致车床宽度较大, 一般用于大型数控车床或小型精密数控车床的布局。

(2) 斜床身—斜滑板

如图 1-0-4 (b) 所示, 这种布局中排屑最方便, 操作、上下料方便, 易于安装机械手, 机床占地面积小, 容易实现床身的封闭式截面设计而提高机床刚性。床身倾斜角是设计时的重要参数, 倾斜角度小排屑不便, 倾斜角度大, 导轨导向性及受力情况差。小型数控车床多采用 30° 或 45° 倾斜角, 中型数控车床多采用 60° 倾斜角, 大型数控车床多采用 75° 倾斜角。立式数控车床采用 90° 倾斜角的滑板式立床身结构。

(3) 平床身—斜滑板

如图 1-0-4 (c) 所示, 水平床身配上倾斜放置的滑板, 并配置倾斜式导轨防护罩, 这种布局形式水平床身工艺性好, 斜导轨使得机床宽度较小, 排屑方便, 被中、小型数控车床所普遍采用。

综合来看, 倾斜床身或斜滑板多采用 30° 、 45° 、 60° 、 75° 和 90° 倾斜角, 常用的倾斜角有 45° 、 60° 和 75° 。其特点是: 排屑容易, 热铁屑不会堆积在导轨上, 也便于安装自动排屑器; 操作方便, 易于安装机械手, 以实现单机自动化; 机床占地面积小, 外形简单、美观, 容易实现封闭式防护。

2. 数控车床的常见结构形式

(1) 刀架结构形式

数控车床为适应不同的加工场合, 刀架结构形式各有特点。刀架大致可以分为两大类, 即排刀式刀架和转塔式刀架。有的车削中心还采用带刀库的自动换刀装置。

排刀式刀架一般用于小型数控车床。各种刀具排列并夹持在可移动的滑板上, 换刀时可实现自动定位。



大多数数控车床使用回转式刀架, 刀具沿圆周方向安装在刀架上, 可以安装径向车刀、轴向车刀、钻头、镗刀等。车削加工中心还可以安装轴向铣刀、径向铣刀。

(2) 数控车床的常见结构形式

面向不同的应用场合, 常见的不同结构形式的数控车床有以下几种: 平床身—平滑板数控车床 (电动四方刀架) (如图 1-0-5 所示)、斜床身—斜滑板数控车床 (后置回转刀架) (如图 1-0-6 所示)、斜床身—斜滑板数控车床 (排刀架) (如图 1-0-7 所示)、水平床身—水平滑板数控车床 (排刀架) (如图 1-0-8 所示)。



图 1-0-5 平床身—平滑板数控车床 (电动四方刀架)



图 1-0-6 斜床身—斜滑板数控车床 (回转刀架)

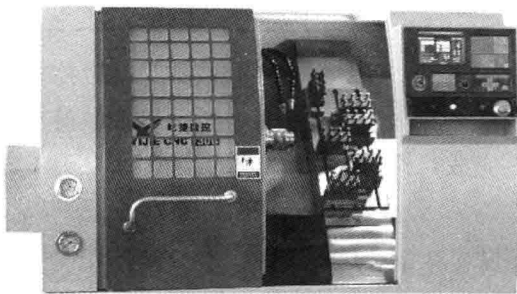


图 1-0-7 斜床身—斜滑板数控车床 (排刀架)

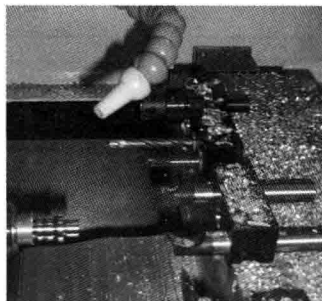


图 1-0-8 水平床身—水平滑板数控车床 (排刀架)