

教育部高职高专规划教材

技能型紧缺人才培养培训系列教材

数控车削编程与考级

(SINUMERIK 802S/802C 系统)

	徐建高	主 编
尹玉珍	李 宏	副主编
	周明虎	主 审

 **化学工业出版社**
教材出版中心

· 北 京 ·

数控技术专业系列教材编委会

主 任

覃 岭

副主任

冯建雨 唐义锋 苑章义

编 委

(按姓氏汉语拼音排序)

常红梅	陈粟宋	程时甘	洪 凯
黄劲枝	孔 杰	龙光涛	麻 艳
毛卫秀	孙贵杰	吴新腾	徐建高
杨永平	尹玉珍	赵俊生	钟江鸿

图书在版编目 (CIP) 数据

数控车削编程与考级 (SINUMERIK 802S/802C 系统)/徐建高主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 12

教育部高职高专规划教材

技能型紧缺人才培养培训系列教材

ISBN 7-5025-8005-0

I. 数… II. 徐… III. 数控机床: 车床-车削-程序
设计-高等学校: 技术学院-教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 148742 号

教育部高职高专规划教材
技能型紧缺人才培养培训系列教材
数控车削编程与考级
(SINUMERIK 802S/802C 系统)

徐建高 主 编
尹玉珍 李 宏 副主编
周明虎 主 审
责任编辑: 高 钰 韩庆利
责任校对: 陶燕华
封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
教 材 出 版 中 心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销
化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 11 $\frac{1}{4}$ 字数 276 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8005-0

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

此为试读, 需要完整 PDF 资料: www.cnfengbook.com

内 容 提 要

本书是根据国家教育部数控技术应用专业技能紧缺人才培养方案和劳动与社会保障部制定的有关国家职业标准及相关的职业技能鉴定规范编写的。本书主要由三部分组成：第一部分为数控机床加工的相关知识、编程知识和数控机床的操作步骤，其中将编程指令的讲解融入简单的程序中，使读者易于理解与应用；第二部分为数控车床中级工、高级工实习课题，此部分精选例题，讲解仔细，各具特色；第三部分为数控车床操作工模拟试题及参考答案，方便读者自测。

本书可作为高等职业学院数控技术应用专业等机械类专业教材，也可作为技工、中等职业学校机械类教材，机械工人培训教材和自学用书。

前 言

本书是根据国家教育部数控技术专业技能紧缺人才培养方案和劳动与社会保障部制定的有关国家职业标准及相关的职业技能鉴定规范，结合编者多年的教学和实践经验编写而成的。

随着中国工业的发展，许多世界级先进企业面向全球化和信息化的新一轮战略调整，纷纷加快他们向中国转移的速度和力度，中国将成为“世界工厂”、“制造中心”，这些外资企业的设备大多是融机械制造技术、微电子技术和信息技术于一体的数控设备，同时中国工业为提升竞争力，也纷纷购置性能优越的数控设备。因此，各行各业迫切需要大批懂数控技术的高级技术应用型人才。

本书着重讲解 SINUMERIK 802S/802C 数控指令及其应用，其中将编程指令的讲解融入程序中，便于理解和应用；零件举例从简单到复杂，循序渐进，便于实践操作。

本书由徐建高任主编，尹玉珍、李宏任副主编，参加本书编写工作的还有姚健、沈为清、孙焕光、赵学跃，全书由徐建高统稿和定稿，周明虎任主审。马蕾、边巍、陈青云等先后参加过收集资料、绘图等工作。此外，兄弟院校的同仁对本书的编写工作也给予了大力支持，在此谨表感谢。

本书不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2005 年 8 月

目 录

第一章 数控车床概述	1
第一节 数控机床的基本知识	1
一、数控与数控机床的概念	1
二、数控车床型号及技术参数	1
第二节 数控车床工作原理	2
一、数控车床组成及其作用	2
二、数控系统的主要功能	4
三、数控车床工作原理	5
第三节 数控车削加工工艺范围及特点	5
一、数控车削加工工艺范围	5
二、数控车削特点	6
第四节 数控机床分类	8
一、根据机床加工特性和主要加工工序分	9
二、根据数控系统的技术水平分	9
第二章 数控车床编程基本知识	13
第一节 数控编程概述	13
一、数控编程的内容	13
二、数控编程方法	14
三、程序格式	14
第二节 数控机床坐标系	15
一、坐标和运动方向命名的原则	15
二、坐标运动的规定	16
三、机床坐标系、机床原点和机床参考点	17
四、数控车床坐标系	17
第三节 数控车床编程特点	18
一、尺寸字选用灵活	18
二、重复循环切削功能	18
三、直接按工件轮廓编程	18
四、采用直径编程	18
第三章 数控车床程序编制的基本方法	19
第一节 数控车床程序的结构组成	19
一、程序名	19
二、程序段	19
三、数控车床程序的基本指令	19
第二节 数控车床程序编制的基本方法	22
一、数控车床程序编制的基本方法课题 I	22

二、数控车床程序编制的基本方法课题Ⅱ	23
三、数控车床程序编制的基本方法课题Ⅲ	26
四、数控车床程序编制的基本方法课题Ⅳ	28
五、数控车床程序编制的基本方法课题Ⅴ	30
六、数控车床程序编制的基本方法课题Ⅵ	33
七、数控车床程序编制的基本方法课题Ⅶ	35
八、数控车床程序编制的基本方法课题Ⅷ	38
第四章 数控车床操作	41
第一节 数控车床操作面板	41
一、数控系统控制面板	41
二、机床控制面板	42
第二节 数控车床操作	44
一、开机	44
二、回参考点	44
三、手动运行方式	45
四、MDA 运行方式（手动数据输入）	45
五、自动运行方式	46
六、程序运行的控制	46
七、选择和启动零件程序	46
八、输入新程序	47
九、零件程序的修改	47
十、对刀	48
十一、输入和修改零点偏置值	49
十二、磨损补偿	50
第五章 数控车床操作工（中级）考核练习题	51
第一节 数控车工（中级）课题Ⅰ	51
一、教学目的	51
二、注意事项	51
三、编程、操作时间	51
四、零件图	51
五、加工工艺	52
六、零件加工参考程序	53
第二节 数控车工（中级）课题Ⅱ	54
一、教学目的	54
二、注意事项	54
三、编程、操作时间	54
四、零件图	55
五、加工工艺	56
六、零件加工参考程序	57
第三节 数控车工（中级）课题Ⅲ	58
一、教学目的	58
二、注意事项	58

三、编程、操作时间	58
四、零件图	59
五、加工工艺	60
六、零件加工参考程序	61
第四节 数控车工（中级）课题Ⅳ	62
一、教学目的	62
二、注意事项	62
三、编程、操作时间	62
四、零件图	63
五、加工工艺	64
六、零件加工参考程序	65
第五节 数控车工（中级）课题Ⅴ	66
一、教学目的	66
二、注意事项	66
三、编程、操作时间	66
四、零件图	67
五、加工工艺	68
六、零件加工参考程序	69
第六节 数控车工（中级）课题Ⅵ	70
一、教学目的	70
二、注意事项	70
三、编程、操作时间	71
四、零件图	71
五、加工工艺	72
六、零件加工参考程序	73
第七节 数控车工（中级）课题Ⅶ	74
一、教学目的	74
二、注意事项	74
三、编程、操作时间	74
四、零件图	74
五、加工工艺	75
六、零件加工参考程序	76
第八节 数控车工（中级）课题Ⅷ	77
一、教学目的	77
二、注意事项	77
三、编程、操作时间	78
四、零件图	78
五、加工工艺	79
六、零件加工参考程序	80
第九节 数控车工（中级）课题Ⅸ	82
一、教学目的	82
二、注意事项	82

三、编程、操作时间	82
四、零件图	82
五、加工工艺	83
六、零件加工参考程序	84
第十节 数控车工（中级）课题 X	85
一、教学目的	85
二、注意事项	85
三、编程、操作时间	85
四、零件图	85
五、加工工艺	86
六、零件加工参考程序	87
第十一节 数控车工（中级）课题 XI	89
一、教学目的	89
二、注意事项	89
三、编程、操作时间	89
四、零件图	89
五、加工工艺	93
六、零件加工参考程序（略）	95
第六章 数控车床操作工（高级）考核练习题	96
第一节 数控车工（高级）课题 I	96
一、教学目的	96
二、注意事项	96
三、编程、操作时间	96
四、零件图	96
五、加工工艺	97
六、零件加工参考程序	98
第二节 数控车工（高级）课题 II	100
一、教学目的	100
二、注意事项	101
三、编程、操作时间	101
四、零件图	101
五、加工工艺	102
六、零件加工参考程序	103
第三节 数控车工（高级）课题 III	106
一、教学目的	106
二、注意事项	106
三、编程、操作时间	106
四、零件图	106
五、加工工艺	107
六、零件加工参考程序	108
第四节 数控车工（高级）课题 IV	110
一、教学目的	110

二、注意事项	110
三、编程、操作时间	111
四、零件图	111
五、加工工艺	112
六、零件加工参考程序	113
第五节 数控车工（高级）课题 V	115
一、教学目的	115
二、注意事项	115
三、编程、操作时间	115
四、零件图	115
五、加工工艺	116
六、零件加工参考程序	117
第六节 数控车工（高级）课题 VI	121
一、教学目的	121
二、注意事项	121
三、编程、操作时间	121
四、零件图	121
五、加工工艺	122
六、零件加工参考程序	123
第七节 数控车工（高级）课题 VII	127
一、教学目的	127
二、注意事项	127
三、编程、操作时间	127
四、零件图	127
五、加工工艺	128
六、零件加工参考程序	129
第八节 数控车工（高级）课题 VIII	133
一、教学目的	133
二、注意事项	133
三、编程、操作时间	133
四、零件图	133
五、加工工艺	134
六、零件加工参考程序	135
附录一 数控车床考试模拟试题	139
数控车床（中级）考试模拟试题（一）	139
数控车床（中级）考试模拟试题（二）	140
数控车床（中级）考试模拟试题（三）	142
数控车床（中级）考试模拟试题（一）答案	144
数控车床（中级）考试模拟试题（二）答案	145
数控车床（中级）考试模拟试题（三）答案	146
数控车床（高级）考试模拟试题（一）	147
数控车床（高级）考试模拟试题（二）	151

数控车床（高级）考试模拟试题（三）	155
数控车床（高级）考试模拟试题（一）答案.....	159
数控车床（高级）考试模拟试题（二）答案.....	159
数控车床（高级）考试模拟试题（三）答案.....	160
附录二 数控机床安全操作规程.....	162
附录三 数控机床的日常保养.....	163
参考文献.....	164

第一章 数控车床概述

第一节 数控机床的基本知识

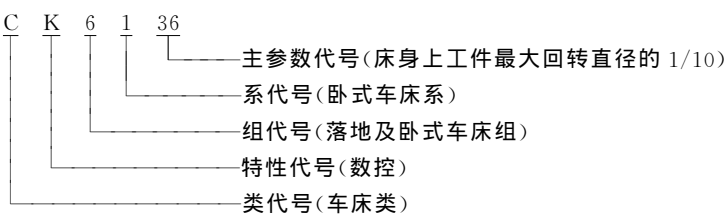
一、数控与数控机床的概念

数字控制（Numerical Control，简称数控或 NC）技术，国家标准（GB 8129—87）定义为：“用数字化信号对机床运动及其加工过程进行控制的一种方法”。装备了数控系统的机床称为数控机床。随着科学技术的发展，数控系统也采用专用或通用计算机及控制软件与相关的电气元部件一起来实现数控功能，称为计算机数控（CNC）系统。

二、数控车床型号及技术参数

1. 数控车床型号

根据《金属切削机床型号编制的方法》（GB/T 15375—94）中规定，机床均用汉语拼音字母和数字，按一定规律组合进行编号，以表示机床的类型和主要规格。数控车床编号 CK6136 中，字母与数字含义如下：



2. 数控车床技术参数

技术参数是用户购买机床时的主要依据，表 1-1 列出 CK6136A 和 CA6140 的技术参数，旨在了解数控车床与普通车床在技术参数种类和数值上的不同。数控机床性能指标的含义和对机床的影响见表 1-2。

表 1-1 数控车床和普通车床技术参数

规格及参数名称		单位	CK6136A	CA6140
与工件尺寸和工夹具有关的参数	床身上工件最大回转直径	mm	360	400
	两顶尖间最大支撑长度	mm	750	750
	主轴通孔直径	mm	58	48
	主轴内孔锥度		莫氏 6 号	莫氏 6 号
	主轴端部代号		D6	
	尾架套筒内孔锥度		莫氏 4 号	莫氏 4 号
与机床动力特性和技术经济指标有关的参数	主轴转速范围	r/min	200~2000	10~1400(正转)14~1580(反转)
	主轴转速级数		无级	正转 24, 反转 12
	Z 轴最快进给速度	m/min	6	4
	X 轴最快给速度	m/min	3	2

续表				
规格及参数名称		单位	CK6136A	CA6140
与机床动力特性和技术经济指标有关的参数	最小设定单位(脉冲当量)	mm	Z:0.01 X:0.005	Z:0.1 X:0.02
	定位精度	mm	0.04(Z)0.03(X)	
	重复定位精度	mm	0.016(Z)0.012(X)	
	主电机功率	kW	4 或 5.5	7.5
	进给电机功率	kW		
	外形尺寸(长×宽×高)	mm		
	机床净重	kg	1600	2000

表 1-2 数控机床性能指标

种 类	项 目	含 义	影 响
精度指标	定位精度	数控机床工作台等移动部件在确定的终点所达到的实际位置的水平	直接影响加工零件的位置精度
	重复定位精度	同一数控机床上,应用相同加工程序加工一批零件所得连续质量的一致程度	影响一批零件的加工一致性、质量稳定性
	分度精度	分度工作台在分度时,理论要求回转角度值与实际回转角度值的差值	影响零件加工部位的空间位置及孔系加工的同轴度
	分辨率	数控机床对两个相邻的分散细节间可分辨的最小间隔	决定机床的加工精度和表面质量
	脉冲当量	执行运动部件的移动量	决定机床的加工精度和表面质量
坐标轴	可控轴数	机床数控装置能控制的轴数	影响机床功能、加工适应性和工艺范围
	联动轴数	机床数控装置控制的坐标轴同时到达空间某一点的坐标数目	影响机床功能、加工适应性和工艺范围
运动性能指标	主轴转速	机床主轴转动速度	可加工小孔和提高零件表面质量
	进给速度	机床进给线速度	影响零件加工质量、生产效率、刀具寿命
	行程	数控机床坐标轴空间运动范围	影响零件加工大小
	摆角范围	数控机床摆角坐标的转角大小	影响加工零件的空间大小和机床刚度
	刀库容量	刀库能存放加工所需的刀具数量	加工适应性及加工资源
	换刀时间	带自动换刀装置的机床在主轴用刀与刀库中下一工序用刀交换所需的时间	影响加工效率
加工能力指标	每分钟最大金属切除率	单位时间内去除金属余量的体积	影响加工效率

第二节 数控车床工作原理

一、数控车床组成及其作用

图 1-1 所示为数控车床 CK6136 外形。

传统观点认为数控车床由程序载体、输入输出设备、数控系统、伺服系统、机床本体等组成。但现代数控车床的数控系统都采用模块化结构，伺服系统中的伺服单元和驱动装置为数控系统中的一个子系统，输入输出装置也为数控系统中的一个功能模块，所以现在的观点



图 1-1 数控车床 CK6136 外形

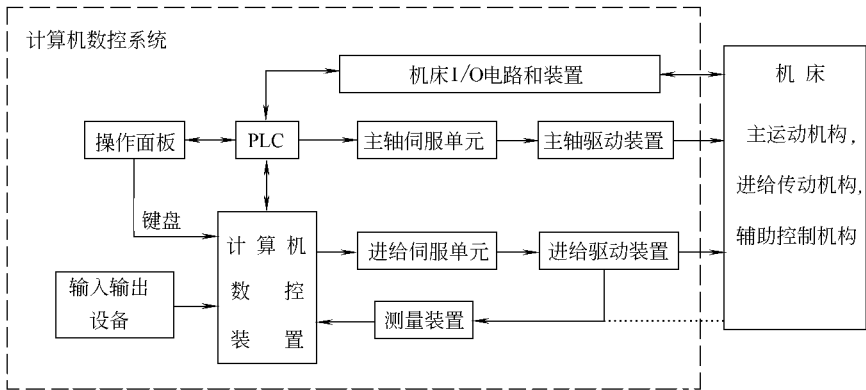


图 1-2 数控车床的组成

认为数控车床主要由计算机数控系统和机床本体组成，见图 1-2。其中每一部分的功用如下。

1. 输入装置

数控车床是按照编程人员编制的工件加工程序运行的。在工件加工程序中，包括车床上刀具和工件的相对运动轨迹、工艺参数（走刀量、主轴转速等）和辅助运动等。通常编程人员将工件加工程序以一定的格式和代码存储在一种载体上，如录音磁带、软磁盘或硬盘等，通过数控车床的输入装置，将程序信息输入到数控装置内。

输入装置的作用是将程序载体内有关加工的信息读入数控装置。根据程序载体的不同，输入装置可以是录音机或软盘驱动器等。

数控车床还可以不用任何程序载体，通过数控车床操作面板上的键盘，用手工将工件加工程序输入数控装置；或者将存储在计算机硬盘上的工件加工程序传送到数控装置。

2. 计算机数控装置

数控装置是数控车床的核心。它根据输入的数据，完成数值计算、逻辑判断、输入输出控制等。数控装置一般由专用（或通用）计算机、输入输出接口板及可编程序控制器（PLC）等组成。可编程序控制器主要用于对数控车床辅助功能、主轴转速功能和刀具功能的控制。

3. 伺服系统

伺服系统包括主轴伺服单元、进给伺服单元、机床控制线路、功率放大线路及驱动装置，它接受数控装置发来的各种动作命令，驱动数控机床传动系统的运动。它的伺服精度和动态响应是影响数控机床的加工精度、表面质量和生产率的重要因素之一。

4. 测量装置

测量装置的作用是通过位置传感器将伺服电动机的角位移或数控车床执行机构的直线位移转换成电信号，输送给数控装置，使之与指令信号进行比较，并由数控装置发出指令，纠正所产生的误差，使数控车床按工件加工程序要求的进给位置和速度完成加工。

5. 机床本体

机床本体包括：主传动系统、进给系统以及辅助装置等。对于数控加工中心，还有存放刀具的刀库、自动换刀装置（ATC）和自动托盘交换装置等。与传统的车床相比，数控车床的结构强度、刚度和抗振性，传动系统和刀具系统的部件结构，操作机构等方面都发生了很大的变化，其目的是为了满足不同数控技术的要求和充分发挥数控车床的效能。

二、数控系统的主要功能

数控系统的功能取决于数控系统硬件和软件的配置，一般说来，数控系统的主要功能可归纳为以下几点。

（1）多轴控制功能 控制系统可以控制坐标轴的数目指的是数控系统最多可以控制多少个坐标轴，其中包括平动轴和回转轴。基本平动坐标轴是 X 、 Y 、 Z 轴，基本回转坐标轴是 A 、 B 、 C 轴。联动轴是指数控系统按照加工的要求可以控制同时运动的坐标轴的数目。如某型号的数控机床具有 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴运动方向，而数控系统只能同时控制两个坐标（ XY 、 YZ 或 XZ ）方向的运动，则该机床的控制轴数为 3 轴（称为三轴控制），而联动轴数为 2 轴（称为两联动）。

（2）插补功能 指数控机床能够实现的运动轨迹。如直线、圆弧、螺旋线、抛物线、正弦曲线等。数控机床的插补功能越强，说明加工的轮廓种类越多。

（3）进给功能 包括快速进给（空行程移动）、切削进给、手动连续进给、点动、进给量调整（倍率开关）、自动加速减速功能等性能。进给功能与伺服驱动系统的性能有很大的关系。

（4）主轴功能 可实现恒转速、恒线速度、定向停车及转速调整（倍率开关）等功能。恒线速度指的是主轴可以自动变速，使得刀具对工件切削点的线速度保持不变。主轴定向停车功能主要用于数控机床在换刀、精镗等工序退刀前，对主轴进行准确定位，以便于退刀。

（5）刀具功能 指在数控机床上可以实现刀具的自动选择和自动换刀。

（6）刀具补偿功能 包括刀具位置补偿、半径补偿和长度补偿功能。半径补偿中有车刀的刀尖半径、铣刀半径的补偿，长度补偿中有车刀长度变化的补偿。

（7）机械误差补偿功能 指系统可以自动补偿机械传动部件因间隙产生的误差的功能。

（8）操作功能 数控机床通常有单程序段运行、跳段执行、连续运行、试运行、图形模拟仿真、机械锁住、暂停和急停等功能，有的还有软件操作功能。

（9）程序管理功能 指对加工程序的检索、编制、插入、删除、更名、锁住、在线编辑（即后台编辑，在执行自动加工的同时进行编辑）以及程序的存储通信等。

（10）图形显示功能 在显示器（CRT）上进行二维或三维、单色或彩色的图形显示。图形可以进行缩放、旋转，还可以进行刀具轨迹动态显示。

（11）辅助编程功能 如固定循环、镜像、图形缩放、子程序、宏程序、坐标轴旋转、极坐标等功能，可减少手工编程的工作量和难度。

（12）自诊断报警功能 指数控系统对其软件、硬件故障的自我诊断能力。这项功能可

以用于监视整个机床和整个加工过程是否正常，并在发生异常时及时报警。

(13) 通讯功能 现代数控系统中一般到配有 RS232 接口或 DNC 接口，可以与计算机进行信号的高速传输。高档数控系统还可与 MAP 或 INTERNET 相连，以适应 FMS、CIMS 的要求。

三、数控车床工作原理

数控车床工作原理如图 1-3 所示。

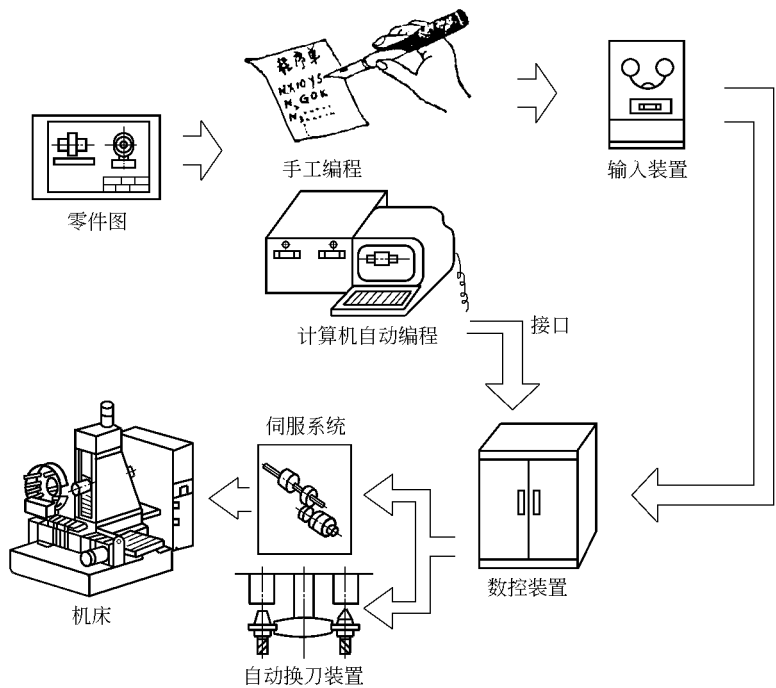


图 1-3 数控车床工作原理

根据零件图样，进行工艺分析，确定工艺方案，依据数控系统的规定指令，编制零件的加工程序。视零件结构的复杂程度，可以采用手工或计算机编程，程序较小时，可以直接在车床的操作面板的输入区域操作；程序较大时，也可在装有编程软件的普通计算机上进行，编程软件国内一般采用模拟软件和专业软件，经过相应的后置处理，生成加工程序。再通过车床控制系统上的通信接口或其他存储介质（软盘、光盘等），把生成的加工程序输入到车床的控制系统中。进入数控装置的信息，经过一系列处理和运算转变成脉冲信号。有的信号输送到车床的伺服系统，通过伺服机构处理，传到驱动装置（主轴电机、步进或交、直流伺服电机），使刀具和工件严格执行零件加工程序规定的运动；有的信号送到可编程控制器，用以控制车床的其他辅助运动，如主轴和进给运动的变速、液压或气动装夹工件、冷却液开关等。

第三节 数控车削加工工艺范围及特点

一、数控车削加工工艺范围

数控车床是数控机床中应用最广泛的一种，在数控车床上可以加工各种带有复杂母线的回转体零件，高级的数控车床（一般称为车削中心）还能进行铣削、钻削加工多边形零件。

图 1-4 所示为在数控车床上加工的工艺范围。

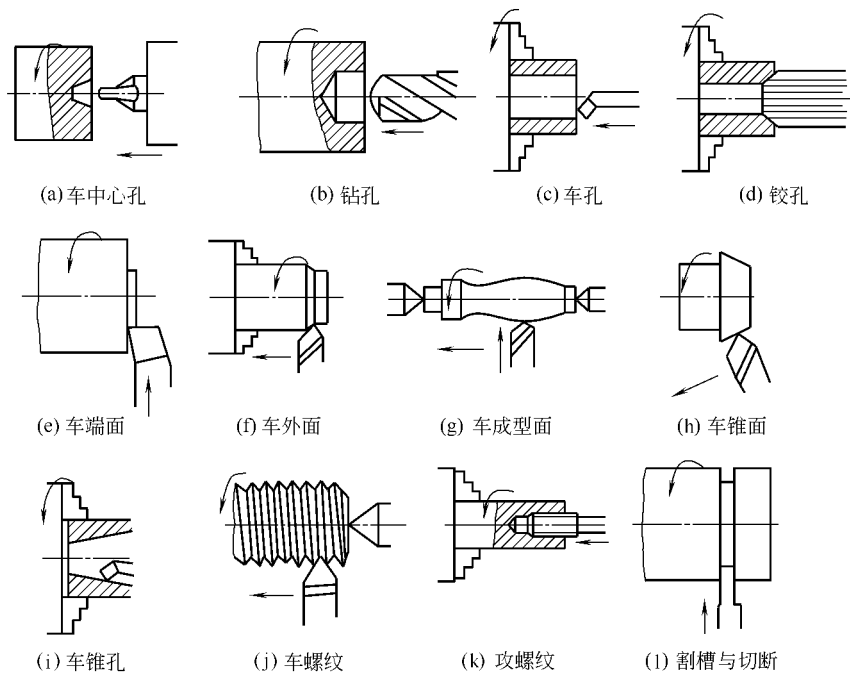


图 1-4 车削工艺范围

二、数控车削特点

数控车床加工有普通车床无法比拟的特点，主要有以下几点。

1. 数控车床的特点

(1) 传动链短 与普通车床相比，主轴驱动不再是电机—皮带—齿轮副机构变速，而是采用横向和纵向进给分别由两台伺服电机驱动刀架运动完成，不再使用挂轮、离合器等传动部件，传动链大大缩短。

(2) 刚性高 为了与数控系统的高精度相匹配，数控机床的刚性高，以便适应高精度的加工。

(3) 轻拖动 刀架移动采用滚珠丝杠副，摩擦小，移动轻便。丝杠两端的支承是专用轴承，其压力角比普通轴承大，在出厂时便选配好；数控车床的润滑部分采用油雾自动润滑，这些措施都使得数控车床移动轻便。

2. 数控车床加工特点

(1) 自动化程度高，可以减轻操作者的体力劳动强度 数控加工过程是按输入的程序自动完成的，操作者只需开始时对刀、装卸工件、更换刀具，加工过程中，主要是观察和监督机床运行。但是，由于数控机床的技术含量高，操作者的脑力劳动强度相应提高。

(2) 加工的零件精度高、质量稳定 数控机床的定位精度和重复定位精度都很高，较容易保证一批零件尺寸的一致性，只要工艺设计和程序正确合理，加之精心操作，就可以保证零件获得较高的加工精度，也便于对加工过程实行质量控制。

(3) 生产效率高 数控机床加工时能在一次装夹中加工多个加工表面，一般只检测首件，所以可以省去普通机床加工时的不少中间工序，如划线、尺寸检测等，减少了辅助时间和机动时间，而且由于数控加工出的零件质量稳定，为后续工序带来方便，其综合效率明显提高。