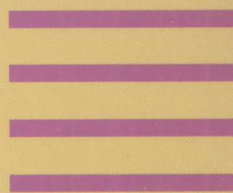


21世纪数控类高职系列教材

WUTP



Shiyong
Shukong
Chechuang
Jishu

实用数控车床技术

龚建国 主编



武汉理工大学出版社

WUTP Wuhan University of Technology Press

70519.1/2

21 世纪数控类高职系列教材

实用数控车床技术

主 编 龚建国
副主编 景海平 刘振亚
主 审 李坚利

武汉理工大学出版社

· 武汉 ·

内 容 简 介

本书介绍了数控车床的组成与系统、数控车床加工工艺、数控车床程序编制与操作训练、数控车床保养与维修。

全书共4章。第1章主要介绍数控车床组成及功能;第2章主要介绍数控车床加工工艺设计方法;第3章主要介绍数控车床编程方法和加工方法;第4章主要介绍数控车床机械、电器保养维修方法。

本书可作为高等职业技术学校机械类专业培训教材,也可作为中等职业技术学校 and 工程技术人员机械类专业培训教材。教学时数为20~30课时。

图书在版编目(CIP)数据

实用数控车床技术/龚建国主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2004.6
ISBN 7-5629-2134-2

I. 实… II. 龚… III. 数控机床:车床-技术培训-教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 005405 号

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮政编码:430070)

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

印刷者:湖北地矿印业有限公司

发行者:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:8.5

字 数:218 千字

版 次:2004 年 8 月第 1 版

印 次:2004 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

定 价:12.50 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

前 言

本书是参考“1997 机械工业部高等职业技术教育机电专业教材建设研讨会”提出的写作大纲并结合自己多年的数控教学体会编写的,可供高等职业技术学院和中等专业学校机械、机电、模具类专业学生作培训教材之用,也可供相关工程技术人员作培训教材之用。

本书从培养职业技术型人才的目的出发,介绍了数控车床的组成功能、数控车床加工工艺分析与设计、数控车床加工工艺文件编制,数控车床机械电器保养与维修方法,着重介绍了数控车床程序编制方法与基本零件数控车削方法。

本书实用性强,每一章都备有适量的相应的技能训练课题,确保学员在掌握基本理论知识的基础上得到充分的实践训练。本书在编写过程中以几个典型零件为主线贯穿始终,从零件加工工艺设计,到零件程序编制,到操作加工方法和步骤,都是以这几个零件为例进行编写的,目的是让学员全面掌握数控车床零件加工的全过程。为了适应不同学校或企业不同设备的教学需要及不同的教学时数要求,在主要介绍 FANUC 数控车床的基础上,还增加了西门子数控车床的相关内容。为了培养学生的创新能力和创新意识,本书还增设了创新零件形体的程序设计训练内容。本书举例丰富,并附有练习与思考题,供教学参考。

本书由江西现代职业技术学院、江西电力职业技术学院、山西综合职业技术学院、天津城建学院高职学院合编,由龚建国任主编,景海平、刘振亚任副主编,由李坚利主审。参加本书编写工作的人员有:龚建国、刘礼贵、杨威、景海平、刘振亚,本书的多媒体课件由刘礼贵编写制作。

本书在编写过程中参考了许多前辈专家和同行的经典论述,有些甚至直接引用。在此表示深深敬意和感谢!

因水平有限,经验不足,不当之处在所难免,望读者指正。

编 者

2004 年 2 月

目 录

第1章 数控车床加工概述	1
基本理论	
1.1 数控车床基本概念	1
1.2 数控系统	3
1.3 数控车床机械结构	11
1.4 数控车床电器部件	14
1.5 数控车床坐标系	19
思考题	21
技能训练	
课题 1.1 数控车床认识	22
课题 1.2 数控车床有关参数设置	24
第2章 数控车床加工工艺	25
基本理论	
2.1 数控加工工艺概述	25
2.2 数控车床夹具与刀具	25
2.3 数控车床加工工艺分析与设计	29
2.4 数控车床加工工艺文件编制	31
2.5 典型零件加工工艺设计	33
思考题	40
技能训练	
课题 2.1 工件与刀具安装	40
课题 2.2 数控车床加工工艺设计	41
第3章 数控车床程序编制与操作训练	43
基本理论	
3.1 常用编程指令	43
3.2 数控车床程序编制基础	48
3.3 安全操作规程	49
3.4 数控车床操作	49
3.5 单一形状固定循环程序编制	50

3.6 复合固定循环程序编制	53
3.7 典型零件的加工程序编制	63
思考题	72

技能训练

课题 3.1 面板及其各功能键作用认识	73
课题 3.2 数控车床程序输入	85
课题 3.3 数控车床对刀	86
课题 3.4 图形模拟加工	87
课题 3.5 外圆、端面、台阶加工	89
课题 3.6 沟槽加工与切断	91
课题 3.7 外圆锥加工	95
课题 3.8 直通孔加工	97
课题 3.9 台阶孔加工	100
课题 3.10 平底孔和内沟槽加工	101
课题 3.11 内圆锥孔加工	103
课题 3.12 单一圆弧加工	105
课题 3.13 单线及多线圆柱螺纹加工	108
课题 3.14 圆锥螺纹加工	112
课题 3.15 典型零件车削加工	113
课题 3.16 创新设计形体车削加工	115

第4章 数控车床保养和维修..... 116

基本理论

4.1 数控车床机械部分保养和维修	116
4.2 数控车床电器部分保养和维修	119
思考题	121

技能训练

课题 4.1 数控车床保养、报警及故障排除	121
-----------------------------	-----

参考文献..... 127

第 1 章 数控车床加工概述

基本理论

1.1 数控车床基本概念

1.1.1 数字控制概念

数字控制是指用输入数控装置的数字信息来控制机械执行预定的动作的技术,简称数控或 NC(Numerical Control)。其数字信息包括字母、数字和符号。计算机数控简称 CNC(Computer Numerical Control),是指采用具有存储程序的计算机,按照存储在计算机内读写存储器中的控制程序去执行数控装置的一部分或全部数控功能的控制技术。目前运用较普遍的是由 16 位和 32 位微处理器构成的微机 CNC 系统,简称 MNC(Microcomputer Numerical Control)系统。

数控机床是指用数字信息进行数字控制的加工机械零件的机床。数控车床即为用数字控制技术控制车削加工的机床,它是用输入专用或通用计算机中的数字信息来控制车床的运动,自动将零件车削出来的车床。

数控车床加工零件的过程如图 1.1 所示。

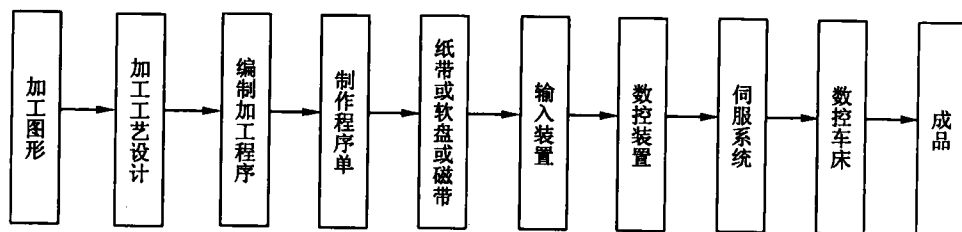


图 1.1 数控车床加工过程

1.1.2 数控车床组成

数控车床由程序输入装置、数控装置、伺服系统、机床本体四部分组成。

(1) 输入装置

输入装置的作用为将信息载体上记载的加工信息输送给数控装置。常用的输入装置为光电阅读机、磁场驱动器、磁带机、操作面板上的键盘。

(2) 数控装置

数控装置的作用为将输入装置输送来的加工信息进行处理与计算,并转化为相应的指令

脉冲传送给伺服系统,通过伺服系统使机床按预定的轨迹运动。它是数控车床的“大脑”,属一种专用微型计算机。

(3) 伺服系统

伺服系统的作用为将数控装置输送来的指令脉冲信号进行放大等处理,并传递给相应的伺服驱动电机,使机床移动部件作出相应的移动,并控制车床的定位精度和进给速度。

(4) 车床本体

数控车床本体由主轴及主轴电机系统、装夹卡盘、尾架、刀架系统及刀具、纵横向导轨、冷却系统、机座等部分组成。

1.1.3 数控车床的加工特点

- (1) 加工精度高、加工质量稳定。
- (2) 加工生产效率高。
- (3) 减轻劳动强度,改善劳动条件。
- (4) 对零件加工的适应性、灵活性好。
- (5) 有利于生产管理。

1.1.4 数控车床分类

数控车床属二坐标联动的车床。根据伺服系统的不同,可分为如下三种:

(1) 开环伺服系统数控车床。如图 1.2 所示。该种伺服系统最适于普通车床的数控改造。由于该种伺服系统的数控车床没有工作台位移检测装置,也没有位置反馈和校正控制系统,因此工作台的位移精度完全取决于机械运动精度,因而位置控制精度较低。

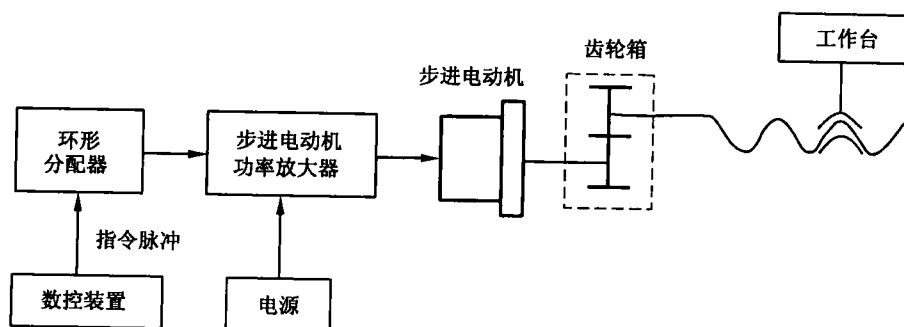


图 1.2 开环伺服系统

(2) 闭环伺服系统数控车床。如图 1.3 所示。由于闭环伺服系统工作台上位置反馈系统,可以补偿机械传动装置中的各种误差、间隙和干扰的影响,因而定位控制精度高,且进给速度可以很大。

(3) 半闭环伺服系统数控车床。如图 1.4 所示。由于该种伺服系统的位移检测装置装在进给丝杆轴端或电动机轴端,而非装在车床坐标工作台上,因而,半闭环伺服系统加工精度低于闭环伺服系统,但半闭环伺服系统将惯性大的工作台安排在闭环之外,使得系统调试容易,

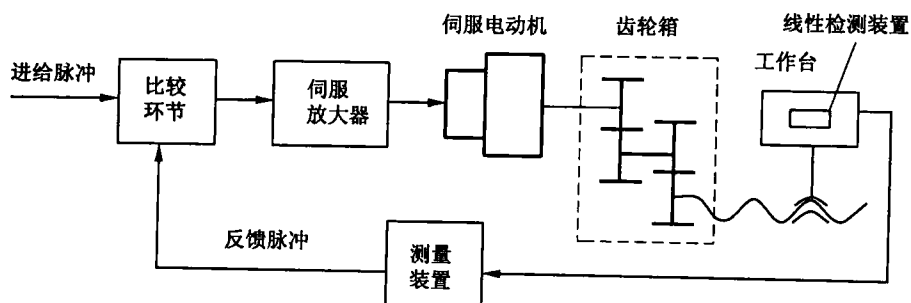


图 1.3 闭环伺服系统

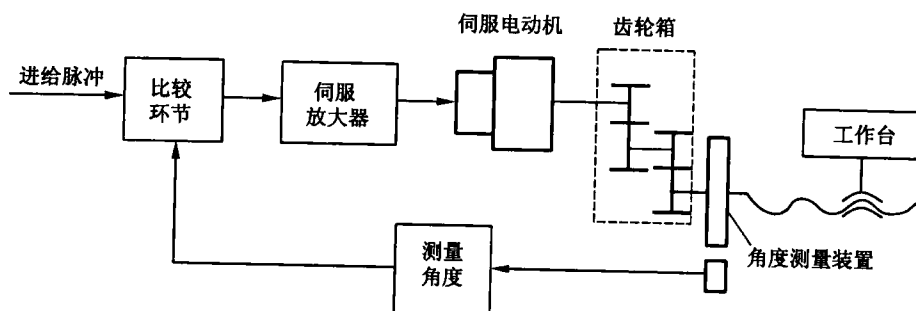


图 1.4 半闭环伺服系统

稳定性也较好,且半闭环伺服系统位移测量元件简单,价格也较低廉,因而半闭环伺服系统应用最为普遍。

根据数控车床综合性能不同,数控车床可分为如下四种:

- ① 简易数控车床。一般由单板机或单片机控制。车床主体部分通常由普通车床略作改进而成。此种车床结构简单、价低,但功能较低,无自动补偿功能。
- ② 经济型数控车床。一般采用开环或半闭环控制系统控制,功能较高,但没有恒线速度切削功能。
- ③ 全功能数控车床。采用闭环或半闭环伺服系统控制,具有高刚度、高精度、高速加工等特点,并具有恒线速度切削和自动补偿功能。
- ④ 车削中心。在全功能数控车床主体的基础上,配置刀库和换刀机械手,功能更全面,但价格高。

1.2 数控系统

1.2.1 数控系统构成

现在的数控系统皆为 CNC 数控系统。其构成见图 1.5。

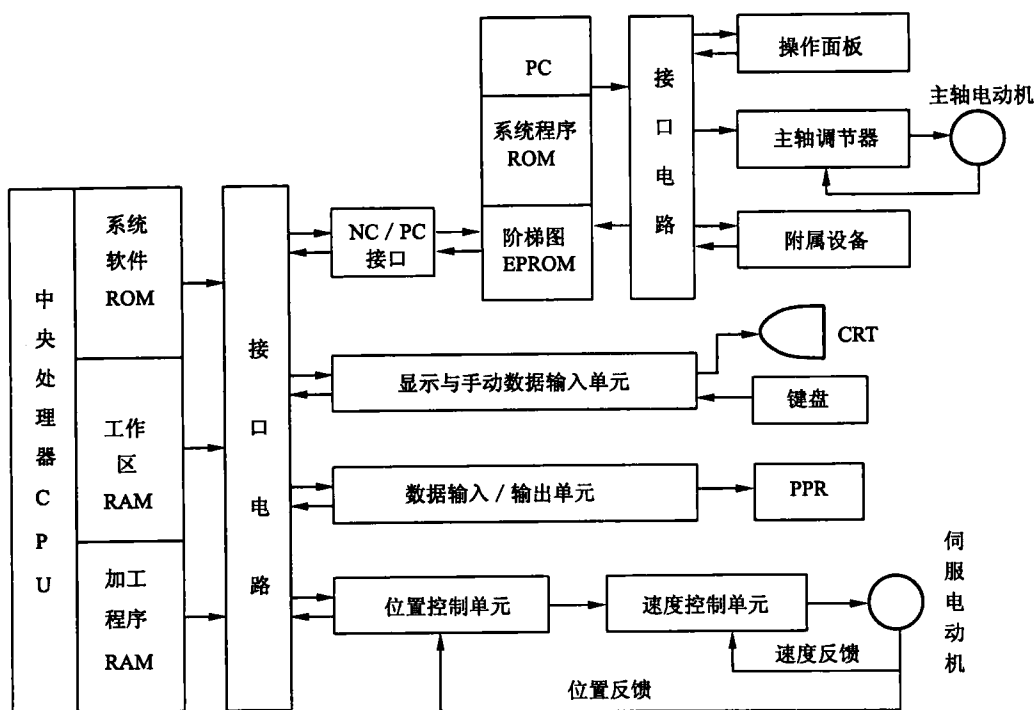


图 1.5 CNC 系统构成

1.2.2 数控车床 FANUC 数控系统功能指令

(1) 准备功能指令

FANUC 数控系统准备功能 G 代码是用地址字 G 和后面的两位数字来表示的,见表 1.1。

表 1.1 准备功能 G 代码表

FANUC6T/OET-A				
B:基本功能 O:选择功能 X:无此功能				
代码	组号	功 能	6T	OET-A
* G00	01	快速定位	B	B
G01		直线插补	B	B
G02		圆弧插补(顺时针)	B	B
G03		圆弧插补(逆时针)	B	B
G04	00	暂停	B	B
G10		数据设定	O	O
G20	06	英制输入	O	O
* G21		米制输入	O	O

续表 1.1

FANUC6T/OET-A				
B:基本功能 O:选择功能 X:无此功能				
代码	组号	功 能	6T	OET-A
* G25	08	主轴速度波动检测断	X	O
G26		主轴速度波动检测通	X	O
G27	00	参考点返回检验	O	B
G28		参考点返回	O	B
G29		从参考点返回	O	B
G32	01	螺纹切削	B	B
G33		螺纹切削	X	X
G36		自动刀具补偿 X	O	X
G37		自动刀具补偿 Z	O	X
* G40	07	取消刀尖半径补偿	O	B
G41		刀尖半径左补偿	O	B
G42		刀尖半径右补偿	O	B
G50	00	①坐标系设定,②主轴最大速度限定	BO	BB
G65		调用宏指令	X	O
G70		精加工复合循环	O	O
G71		外圆粗加工复合循环	O	O
G72		端面粗加工复合循环	O	O
G73		固定形状粗加工复合循环	O	O
G74		端面钻孔复合循环	O	O
G75	00	外圆切槽复合循环	O	O
G76		多头螺纹复合循环	O	O
G90	01	外圆切削循环	O	O
G92		螺纹切削循环	O	O
G94		端面切削循环	O	O
G96	02	主轴恒线速控制	O	B
* G97		取消主轴恒线速控制	O	B
G98	05	每分钟进给量	B	B
* G99		每转进给量	B	B

注:① 00组的 G 代码为非模态,其他均为模态 G 代码。

② 标有 * 的 G 代码为数控系统通电后的状态。

(2) 数控车床 FANUC 数控系统辅助功能指令

① M00:程序暂停。执行 M00 后,车床所有动作均被切断,重新按程序钮后,才会继续执行后面的程序段。

② M01:任选暂停。执行过程和 M00 相同,只是在车床控制面板上的“任选停止”开关接通时,该指令才会有效。

③ M02:主程序结束。切断车床所有动作,并使程序复位。

④ M03:主轴正转。

⑤ M04:主轴反转。

⑥ M05:主轴停止。

⑦ M06:刀塔转位换刀。M06 应与相应的刀号结合,才能构成完整的换刀指令。

⑧ M08:切削液开。

⑨ M09:切削液关。

⑩ M10:车螺纹 45°退刀。

⑪ M11:车螺纹直退刀。

⑫ M12:误差检测。

⑬ M13:误差检测取消。

⑭ M19:主轴准确位置停止。

⑮ M20:ROBOT 工作启动。

⑯ M30:程序结束,纸带终了倒带。

1.2.3 数控车床 KENT 数控系统(浙江凯达数控系统)功能指令

(1) 准备功能指令

KENT 准备功能指令见表 1.2。

表 1.2 准备功能

G 代码	组 别	功 能
G00	01	定位(快速移动)
* G01		直线插补(切削进给)
G02		圆弧插补 CW(顺时针)
G03		圆弧插补 CCW(逆时针)
G04	00	暂停,准停
G27	00	返回参考检查
G28		返回参考点
G29		从参考点返回
G32	01	螺纹切削
G50		坐标系设定

续表 1.2

G 代码	组 别	功 能
G70	00	精加工循环
G71		外圆粗车循环
G72		端面粗车循环
G73		封闭切削循环
G74		端面深孔加工循环
G75		外圆、内圆切槽循环
G76		复合形螺纹切削循环
G90	01	外圆、内圆车削循环
G92		切削循环
G94		端面切削循环
G96	02	恒线速 ON
* G97		恒线速 OFF
* G98	03	每分进给
G99		每转进给

注：① 带有 * 记号的 G 代码，当电源接通时，系统处于这个 G 代码的状态。

② 00 组的 G 代码是一次性 G 代码。

③ 如果使用了 G 代码一览表中未列出的 G 代码，则出现报警(G010)，或指令了不具有的选择功能的 G 代码，也报警。

④ 在恒线速控制下，可设定主轴最大转速。

(2) 辅助功能指令

M03：主轴正转。

M04：主轴反转。

M05：主轴停止。

M08：冷却液开。

M09：冷却液关。

M10：卡紧。

M11：松开。

M32：润滑装置开。

M33：润滑装置关。

M00：程序暂停。

M30：程序结束，程序返回开始。

1.2.4 数控车床(西门子数控系统)功能指令

(1) 准备功能指令

表 1.3 准备功能 G 代码表

SINUMER1K802S/802C				
B: 基本功能 O: 选择功能 X: 无此功能				
代码	组号	功 能	802S	802C
* G00	01	快速定位	B	B
G01		直线插补	B	B
G02		圆弧插补(顺时针)	B	B
G03		圆弧插补(逆时针)	B	B
G04	00	暂定	B	B
G08	00	加速	O	O
G09		减速	O	O
G33	01	螺纹切削, 等螺距	B	B
G34		螺纹切削, 增螺距	B	B
G35		螺纹切削, 减螺距	B	B
* G40	07	取消刀具半径补偿	B	B
G41		刀具半径补偿——左	B	B
G42		刀具半径补偿——右	B	B
G43	08	刀具长度补偿——正	B	B
G44		刀具长度补偿——负	B	B
G53	00	零点偏移取消	O	O
G54		零点偏移	O	O
G55		零点偏移	O	O
G56		零点偏移取消	O	X
G57	09	零点偏移	O	O
G58		零点偏移	O	O
G59		调用工件坐标系	O	O
G84	00	外圆与端面切削固定循环	B	B
G85		圆柱螺纹切削固定循环	B	B
G86		切槽固定循环	B	B
G90	02	绝对坐标编程	B	B
G91		增量坐标编程	B	B
G92	00	预置工件坐标系	B	B

SINUMERIK502S/802C				
B:基本功能 O:选择功能 X:无此功能				
代码	组号	功 能	802S	802C
G94	03	进给速度单位,mm/min	B	B
G95		进给速度单位,mm/r	B	B
G96	02	恒线速度切削	B	B
* G97		取消恒线速度	B	B

注:① 00 组为 G 代码的非模态指令,其余均为模态。

② 标有 * 的 G 代码为数控系统通电后的状态。

(2) 辅助功能指令

表 1.4 辅助功能 M 代码

代码	功能开始时间		功能保持到 被注销或被 适当程序指 令代替	功能仅在所 出现的程序 段内有作用	功能
	与程序段 指令运动 同时开始	在程序段指 令运动完成 后开始			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
M00		*		*	程序停止
M01		*		*	计划停止
M02		*		*	程序结束
M03	*		*		主轴顺时针方向
M04	*		*		主轴逆时针方向
M05		*	*		主轴停止
M06	#	#		*	换刀
M07	*		*		2 号冷却液开
M08	*		*		1 号冷却液开
M09		*	*		冷却液关
M10	#	#	*		夹紧
M11	#	#	*		松开
M12	#	#	#	#	不指定
M13	*		*		主轴顺时针方向,冷却液开
M14	*		*		主轴顺时针方向,冷却液开
M15	*			*	正运动
M16	*			*	负运动

续表 1.4

代码 (1)	功能开始时间		功能保持到 被注销或被 适当程序指 令代替 (4)	功能仅在所 出现的程序 段内有作用 (5)	功能 (6)
	与程序段 指令运动 同时开始 (2)	在程序段指 令运动完成 后开始 (3)			
M17~M18	#	#	#	#	不指定
M19		*	*		主轴定向停止
M20~M29	#	#	#	#	永不指定
M30		*		*	纸带结束
M31	#	#		*	互锁旁路
M32~M35	#	#	#	#	不指定
M36	*		#		进给范围 1
M37	*		#		进给范围 2
M38	*		#		主轴速度范围 1
M39	*		#		主轴速度范围 2
M40~M45	#	#	#	#	如有需要,作为齿轮换挡,此外不指定
M46~M47	#	#	#	#	不指定
M48		*	*		注销 M49
M49	*		#		进给率修正旁路
M50	*		#		3 号冷却液开
M51	*		#		4 号冷却液开
M52~M54	#	#	#	#	不指定
M55	*		#		刀具直线位移,位置 1
M56	*		#		刀具直线位移,位置 2
M57~M59	#	#	#	#	不指定
M60		*		*	更换工件
M61	*				工件直线位移,位置 1
M62	*		*		工件直线位移,位置 2
M63~M70	#	#	#	#	不指定
M71	*		*		工件角度位移,位置 1
M72	*		*		工件角度位移,位置 2
M73~M89	#	#	#	#	不指定
M90~M99	#	#	#	#	永不指定

注:① # 表示如选作特殊用途,必须在程序说明中说明。

② M90~M99 可指定为特殊用途。

1.3 数控车床机械结构

1.3.1 数控车床传动系统

数控车床传动系统见图 1.6。

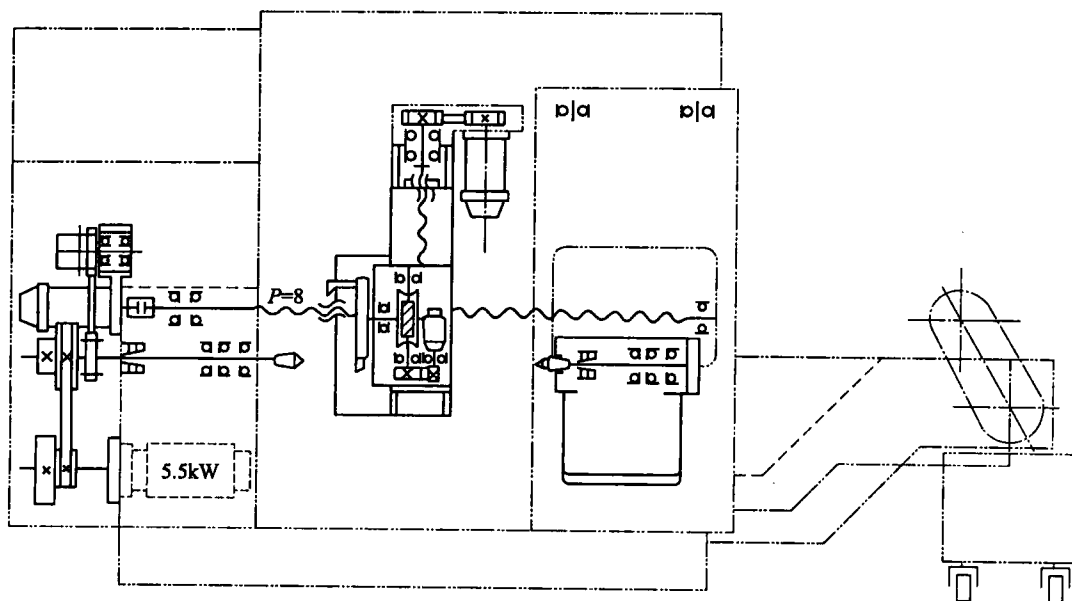


图 1.6 CK7815 型数控车床传动系统

1.3.2 数控车床坐标工作台进给运动部件

坐标工作台进给运动部件普遍采用滚珠丝杆螺母副传动。工作台用导轨支承。支承导轨有滑动导轨、滚动导轨、静压导轨。滚珠丝杆螺母副结构见图 1.7。各种导轨结构见图 1.8。

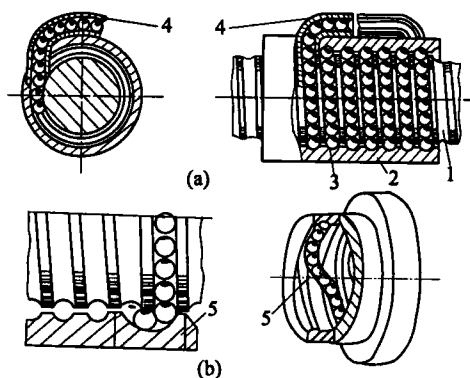


图 1.7 滚珠丝杆的结构

1—丝杆；2—螺母；3—滚珠；4—回珠管；5—反向器