



“十二五”国家重点出版规划
精品项目

机床数字控制 技术手册

主编 王先逵
主审 艾 兴

· 机床及系统卷 ·

卷主编 易 红 唐小琦



国防工业出版社
National Defense Industry Press



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十二五”国家重点出版规划
精品项目

机床数字控制技术手册

主 编 王先逵

主 审 艾 兴

· 机床及系统卷 ·

卷 主 编 易 红 唐小琦

卷 副 主 编 朱晓春



国防工业出版社
National Defense Industry Press



内 容 简 介

数字控制技术的范围较广,涉及机床、电动机、计算机、自动化、控制、软件等多个方面,《机床数字控制技术手册》以机床为对象,限定在机床的数字控制技术方面,而且以机为主,机电结合,分为技术基础卷、机床及系统卷、操作与应用卷三卷,内容、结构比较全面、完整。技术基础卷主要论述数控机床的组成、工作原理、数控系统、数控建模和数值计算、数控加工工艺、数控编程及语言,以及数控技术与计算机辅助制造工程的关系等内容,属于基础性方面的共性知识。机床及系统卷主要论述数控机床的结构设计、功能部件、计算机数控装置、数控系统、工艺装备系统和附件等,以及与数控装置有密切关系的可编程控制器等,属于结构、装置与系统方面的共性技术。操作与应用卷强调实用性,介绍国内外有影响的典型数控机床、加工中心、数控生产线和数控系统,论述数控机床的性能检测和故障诊断以及实用操作技术,提供数控技术的标准和数控名词术语的中英文对照。

本手册可供企业、工厂、科研院所从事机械工程的广大工程技术人员参考,并可作为各级高等院校“机械工程”各专业的专科生、本科生和研究生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机床数字控制技术手册. 机床及系统卷 / 王先逵主编; 易红, 唐小琦分册主编. —北京: 国防工业出版社, 2013. 10

ISBN 978-7-118-08999-8

I. ①机... II. ①王...②易...③唐... III. ①数控机床—技术手册 IV. ①TG659-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 230297 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司印刷

新华书店经售

*

开本 880×1230 1/16 印张 31¼ 字数 978 千字

2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 168.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

编辑委员会

主 编 王先逵

主 审 艾 兴

技术基础卷 主 编 刘 强

副主编 汤立民

机床及系统卷 主 编 易 红 唐小琦

副主编 朱晓春

操作与应用卷 主 编 王爱玲

编 委(按姓氏音序排列)

曹锦江 邓三鹏 关大力 郭连水 韩 雄

李佳特 李梦群 刘 强 仇晓黎 沈兴全

宋 宝 宋放之 孙 莹 汤立民 唐小琦

王 彪 王 焱 王爱玲 王俊元 王先逵

武文革 闫光荣 杨堂勇 叶伯生 易 红

袁松梅 张吉堂 张泰华 郑联语 朱晓春

序

数控机床是国家创新能力和综合实力的重要标志,经济建设和国防建设所需要的大、特、精、小等装备必须应用数控机床进行加工。数控机床越来越广泛的应用已充分证明数控机床对国民经济的发展、国防建设和综合国力的增强具有非常重要的意义。

我国数字控制技术的发展可追溯到 20 世纪 50 年代,1958 年研制出了第一台数字控制机床,长期受到政府有关部门的高度重视和支持,发展很快。改革开放以来,制造业发展迅速,数字控制机床有了长足进步,不仅数量大、种类多、功能强,而且水平高,广大工程技术人员亟需机床数字控制方面的综合性手册类工具书,以提高理论与实践水平,指导研究开发工作,满足生产发展的需求。

国防工业出版社组织专家学者编写《机床数字控制技术手册》一书,对我国数字控制机床的发展有重要意义。该项目先后被评为国家“十二五”重点出版规划精品项目和国家出版基金资助项目,也很好说明了这一点。

该书主编王先逵教授是我的老朋友,他是我国数控机床研制的最早参加者和主要完成人之一,在机床数字控制方面的造诣颇深,不仅承担了多项相关研究,而且成果水平高,他治学严谨,善于积累和总结,所带领的编写团队聚集了国内从事数控技术研究和应用的优秀人才,他们将多年的研究、应用成果汇聚凝练,历时三载编撰成本书。

该书体系完整,内容全面,结构安排合理,全书分为技术基础卷、机床及系统卷、操作与应用卷三卷,覆盖了机床数字控制技术的主要内容。既有基本理论,又有实用技术,体现了理论与实际结合,例如在技术基础卷中,专门编写了“数控建模与数值计算”一章,详细论述了曲线曲面的逼近、拟合、光顺和反求工程等技术,有深度又有广度,是当前航空、汽车、模具等制造中的技术难题,在一般数控机床书籍中是很难见到的,有很强的理论指导意义。在机床及系统卷中,专门编写了“数控机床的机械结构设计”一章,强调了结构设计理论的指导意义,在论述传统机械结构的同时注意论述当前机械结构设计的新发展,有特色;由于近年来,功能部件发展很快,专门撰写了功能部件内容。在操作与应用卷中,阐述了典型数控机床、典型数控系统的实用操作技术;同时注意了当前我国“技术标准”的改变,解读了主要

的相关标准等资料。

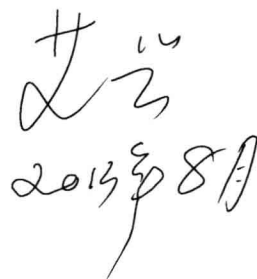
该书内容丰富翔实,具有先进性,反映了机床数字控制技术近年来的发展现状和成果,如曲面、曲线加工、复合加工中心等内容。特别是将数字控制技术与计算机制造工程联系起来,表明数字控制技术已发展成为制造业的通用基础技术,具有很强的参考意义。

该书联系实际,实用性强,有些内容,例如“数控加工工艺设计”是直接由工厂的技术人员编写的。从生产实践中系统地总结归纳了数控加工工艺的设计过程及其特点,分析了与一般加工工艺的不同点,并进行了实例分析。有些内容,例如“典型数控系统”是在国内外著名数控技术公司提供资料的基础上编写的。

《机床数字控制技术手册》适应我国数控技术发展的需求,满足了广大从事数控技术工程技术人员的急需,同时也为高校相关专业的本科生、研究生和教师提供了参考,对我国数控技术的创新发展、水平提高和推广应用具有重要的意义。

由于编写要求高,难度较大,到目前为止,国内外在数字控制技术手册方面出书较少,作为审稿人,很高兴看到该书的出版,欣然写下这段文字,是为序。

中国工程院院士



Handwritten signature and date: 2013年8月

前言

一、出版《机床数字控制技术手册》的必要性和迫切性

数字控制技术是 20 世纪伟大的工程技术发明,已有近 60 年的发展历史,与计算机技术、集成电路技术、纳米技术、高分子技术等一样,成为对制造技术发展有着深远影响的共性工程技术之一。目前,机床数字控制技术仍处于方兴未艾的大发展时期,成为衡量国家制造技术特别是装备制造业技术水平的重要指标之一,是制造业“保证质量、提高效率、降低成本、节能减排”的重要手段,世界各工业发达国家均高度重视。

工程手册是一种最具指导性的工程技术参考书,是工程技术人员必备的最有效文献资料,曾经在历史上、一直到现在都发挥着重要的指导和参考作用。编写一本高质量的工程技术手册对该工程技术的发展具有重要意义。

我国机床数字控制技术的发展是从 1958 年开始的,已有 50 多年的发展历史,其中经历了国家“第六个五年计划”到“第十二个五年规划”的重点支持,从程序控制到计算机数字控制,从单坐标数字控制到多坐标数字控制,从单功能、单工种到带有自动换刀装置的多功能、多工种加工中心数字控制,从单机到柔性制造系统和柔性生产线的数字控制,从传统加工到特种加工的数字控制,以及从整体式到嵌入式和分布式数字控制等,都有了显著的、长足的进步和发展,取得了丰硕的成果,值得总结,也急需编写手册、丛书和专著,以便为机床数字控制技术的进一步发展提供有力的支持。

近年来,我国在机床数字控制方面出版的各类图书还是不少的,教材、丛书比较多,但综合性手册非常少,虽然不少手册,都有专门的章节对机床数字控制技术进行了介绍,但在内容上远不够系统和完整。因此需要编写一本综合的机床数字控制技术方面的手册,来反映当前机床数字控制技术的发展,供广大相关工程技术人员参考。

二、我国机床数字控制技术发展的早期历史

机床数字控制技术的发展,是我国工业技术发展的重要方面。温故知新,20 世纪 90 年代后的发展在本书的正文部分有所体现,为了使广大工程技术人员对我国机床数字控制技术的发展史有完整的了解,这里重点回顾一下早期历史。

(一) 数字控制机床

1. 我国第一台数控机床的研制成功

世界上第一台数字控制机床在 1953 年问世,由美国麻省理工学院和美国空军共同研制成功,当时主要是为了解决飞机制造中一些曲线样板的加工问题,受到了制造工程技术界的极大关注。此后,日本、苏联、英国、法国等相继开展了这一研究工作,日本在 1957 年研制出了数字控制机床。



我国的机床数字控制研究起步于 1958 年。当时,清华大学机械制造系的邹致圻教授到苏联考察回来,对苏联研制的程序控制机床进行了介绍,提出了研制程序控制机床的设计,得到清华大学的大力支持。很快,在北京市委直接领导和关怀下,清华大学机械制造系和自动化系师生,在邹致圻教授指导下,与北京第一机床厂共同研制了 101 型和 102 型两台程序控制 3 坐标立式铣床,两台机床都是在 X53 立式铣床上改装的。101 型数控铣床采用自整角机直流电机半闭环随动(伺服)系统;102 型数控铣床采用电液脉冲电机开环随动(伺服)系统(图 1)。由于数控机床最早称为程序控制机床,因此这两台机床成为我国最早研制成功的数控机床。机床和系统所用元件、功能部件和装置,如滚珠丝杠、步进电动机、液压伺服阀、液动机等全部由我国自行研制或生产。

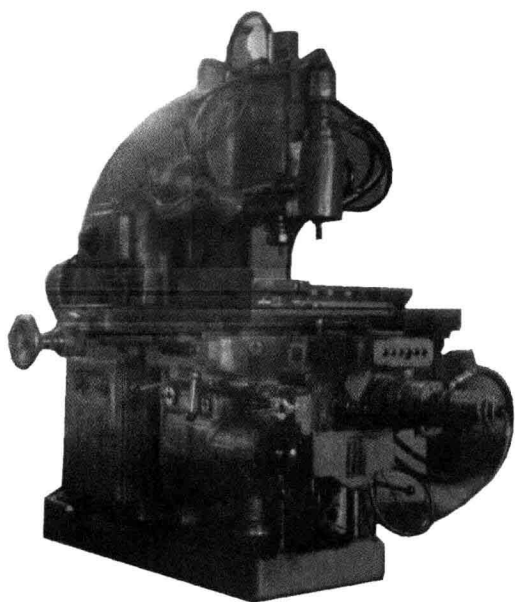


图 1 我国第一台 102 型数控铣床

102 型数控铣床由穿孔机、穿孔带、输入装置、数控装置和机床组成。其工作原理是:根据加工图样进行编程,通过穿孔机穿孔将程序载入到穿孔带上,再由输入装置(如光电输入机)将穿孔带的信息送入数控装置,信息经过处理后,控制机床的相应传动系统,使机床按照程序工作,如图 2 所示。

两台机床所用数控系统是自行开发的专用数控装置,它是一台专用计算机,由输入机、输入控制

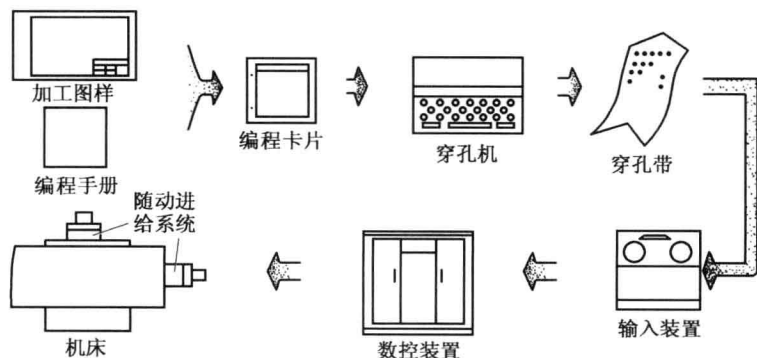


图 2 102 型数控铣床的工作原理



器、运算器、输出控制器和主控制器组成(图3)。信息载体是8单位穿孔纸带(图4),光电输入机将穿孔纸带上的孔通过光电转换变为电信号送入控制器中,信号可分为数字信号(1,2,3,...,0)和文字信号(X,Y,Z,R,...),经翻译后,将数字信号送至运算器进行加、减、乘、除等基本运算;将文字信号送到主控制器以控制各部分工作。主控制器接收到文字信号后,发出相应指令,指挥各部分工作。当时,该专用计算机为晶体管插件式结构。机床强电系统采用干簧管继电器控制。

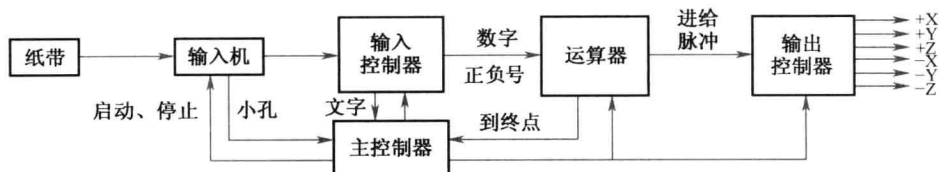


图3 专用数控装置的工作原理

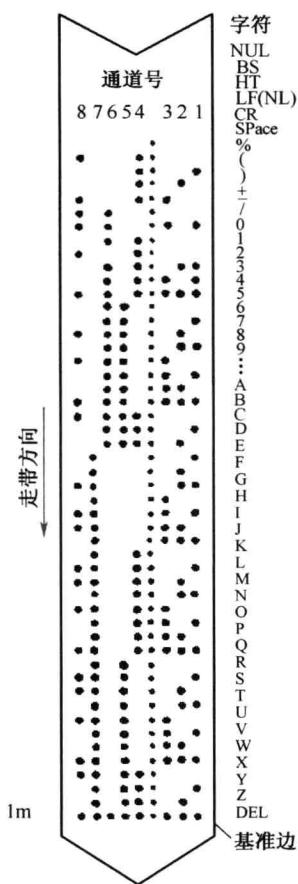


图4 8单位穿孔纸带

穿孔纸带简称穿孔带,常用的穿孔带多为8单位,它是一条黑色不透明的结实纸带,其上有9条孔,其中1条小孔是传动纸带用的,8条大孔是信息通道。第1孔至第7孔是信息孔,可以组合成各种数字信息和文字信息;第8孔是校验孔,用于穿孔信号正确性检查(图4为奇偶检查)。穿孔带也有35单位的宽带,带很短,穿孔机较大,构造复杂,应用较少。

2. 我国第一台用于生产的数控机床

我国第一台用于实际生产中的数控机床当推 XPK-01 数控劈锥铣床,它是 1965 年由清华大学



精密仪器系工厂与五机部、六机部所属华北光学仪器厂为劈锥零件的加工而自行设计生产的。劈锥是一个具有空间复杂型面的零件,原采用光学坐标镗床加工、手工修锉,费工且质量不高。该数控铣床是3坐标两联动,3坐标是两个直线运动、一个回转运动,采用步进电动机-液压扭矩放大器开环随动(伺服)系统,纸带光电输入,数控装置为锗晶体管分离元件。XPK-01 数控劈锥铣床外形如图5所示,传动系统如图6所示。该厂采用劈锥铣床加工后,生产使用了十几年,加工时间大大减少,且精度高、工作稳定。

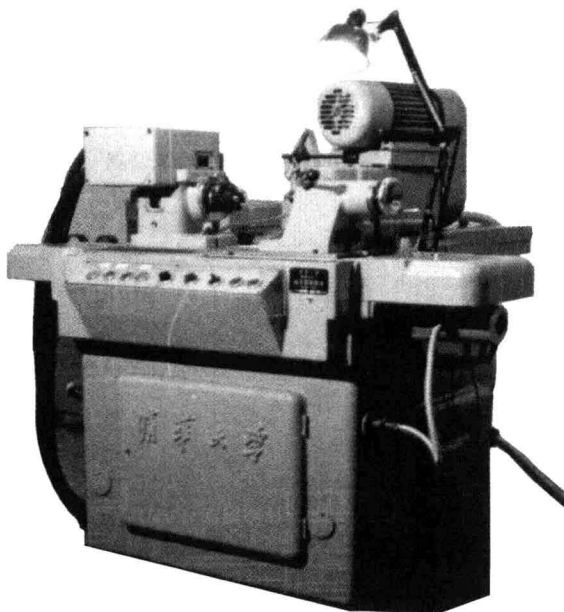


图5 XPK-01 数控劈锥铣床

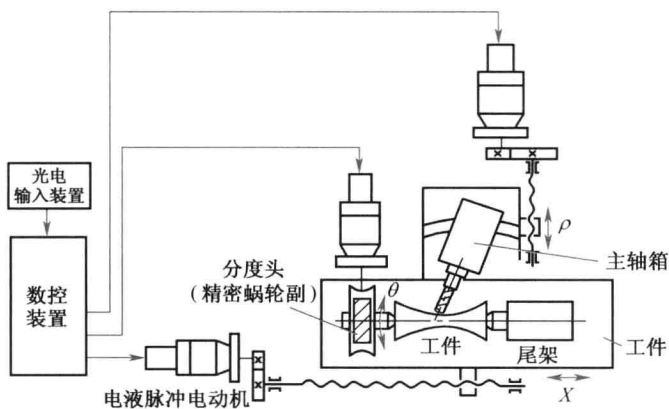


图6 XPK-01 数控劈锥铣床传动系统

3. 带有自动换刀装置的程序控制机床

1960年—1962年,清华大学与北京第一机床厂共同研制带有自动换刀装置的卧式程序控制机床(加工中心),为3坐标联动,由直流电动机-测速发电机随动(伺服)系统驱动,光码盘位置检测半闭环控制,可自动更换15把刀,数控系统所用为晶体管插件式专用计算机。图7为我国研制的第一台带有自动换刀装置的程序控制机床,即数控加工中心。

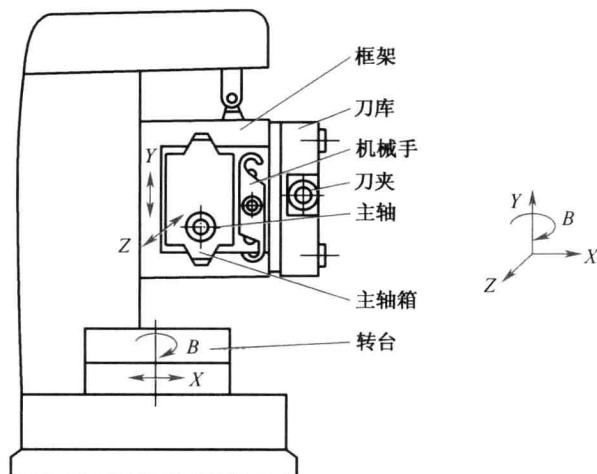


图7 带有自动换刀装置的程序控制机床

该机床的传动和控制系统如图8所示，采用35单位穿孔纸带光电输入装置（简称宽纸带发报

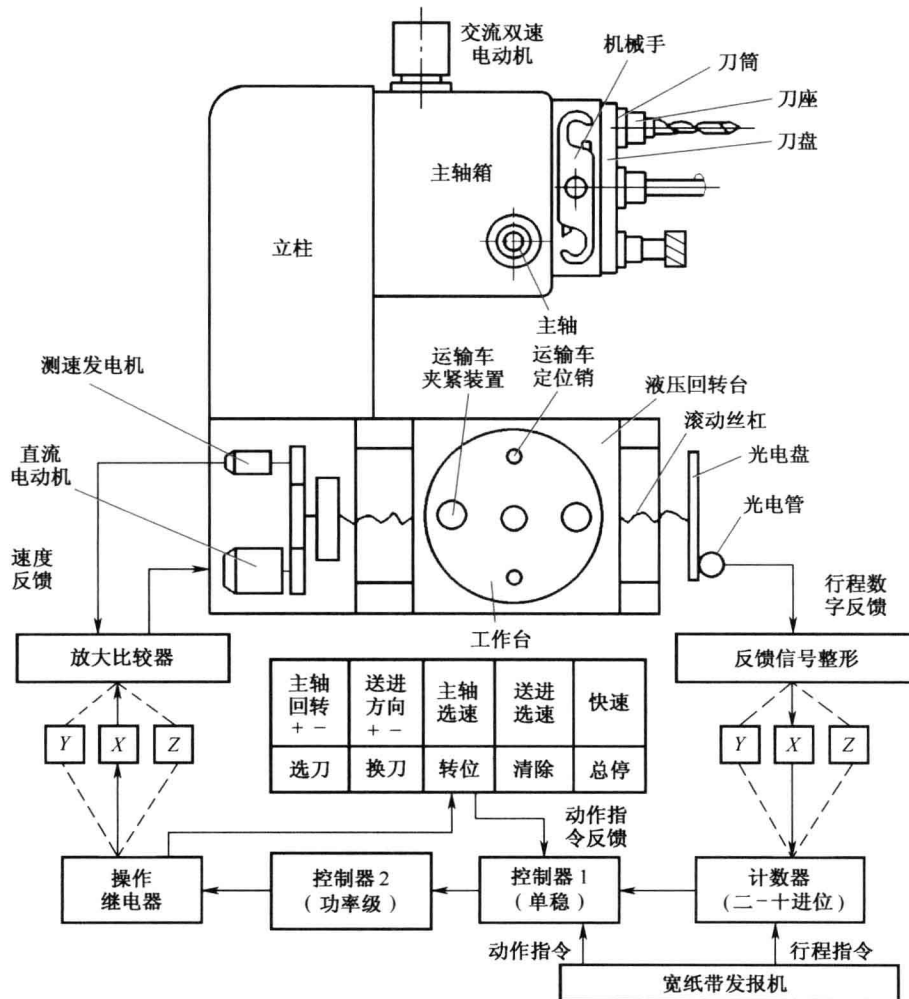


图8 机床的传动及控制系统



机),其动作指令、行程指令分别通过控制器和计数器处理后进入相应的传动系统,进行主轴回转方向和转速选择、进给方向和速度选择、选刀、换刀、工作台转位等工作。由于该机床用于自动线上,因此还有运输车定位和夹紧等装置。机床的专用计算机控制原理如图9所示,由计数器、控制器和操作继电器等构成。

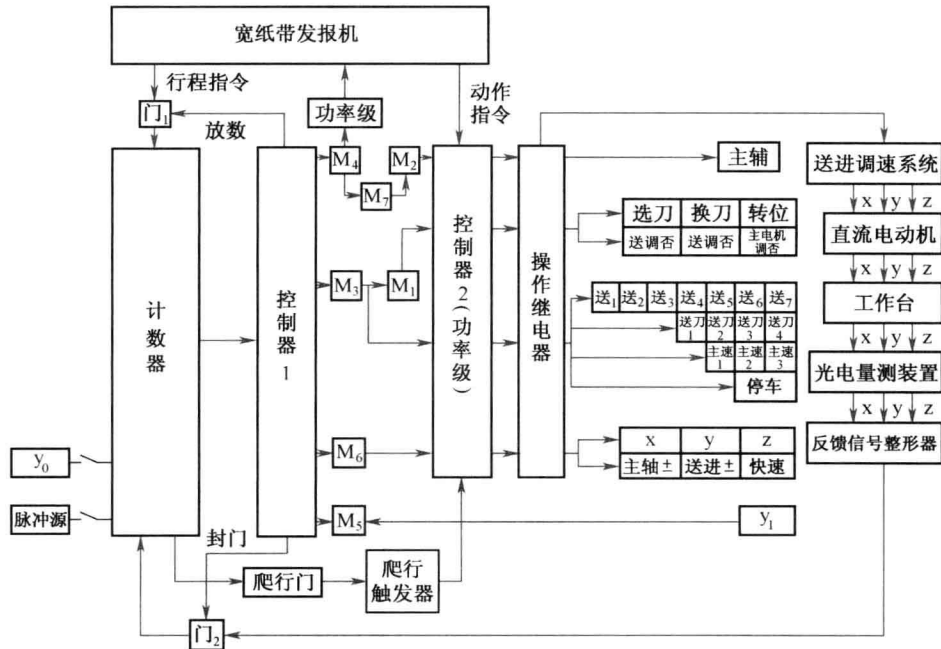


图9 机床的专用计算机控制原理

选刀装置采用机械结构,通过刀座上四个信号环的不同组合来选刀。机械手的动作由液压系统实现。

4. 众多数控机床产品问世

20世纪70年代以后,数控机床进入了高速发展期,出现了许多具有代表性的产品。

作为单功能数控机床,有北京第一机床厂与华中工学院合作生产的功率步进电动机直接驱动的XK5040型数控立式升降台铣床、长城机床厂生产的CK3732A型数控车床、昆明机床厂生产的TK4163B型数控单柱坐标镗床、天津第一机床厂生产的数控非圆齿轮插齿机等。

作为中大型数控机床,主要有:1972年,清华大学参与设计的XK5108中型数控立式铣床,并开始小批生产提供市场,大连工学院研制的XKB-2320型3坐标数控壁板龙门铣床、齐齐哈尔第二机床厂生产的XKH2510型4坐标龙门铣床、北京第一机床厂生产的XKD2012/13型3坐标数控龙门铣床等。

作为多坐标数控机床,主要有:三机部625所研制的XSK(IV)G型4坐标数字控制铣床,用于加工航空工业带变斜角的铝镁合金零件和整体叶轮等零件,机床摆头绕纵轴摆角为 $\pm 15^\circ$,摆动速度为 $120(^{\circ})/\text{min}$,伺服系统是数字-相位闭环控制,由电液伺服阀控制大扭矩液压马达(或油缸),用感应同步器或旋转变压器为检测装置。此外,有齐齐哈尔第二机床厂生产的XKH2510型4坐标龙门铣床,摆头摆角为 $\pm 15^\circ$,采用开环系统。

作为加工中心,其中有:北京机床研究所的JCS-013数控卧式镗铣加工中心,它是4坐标点直线系统,三个直线运动的定位精度为 $\pm 0.02\text{mm}/300\text{mm}$,重复定位精度为 $\pm 0.005\text{mm}$,回转运动



的定位精度为 $\pm 10''$,重复定位精度为 $\pm 5''$,可任意分度。刀库为链式,容量为 60 把刀,如图 10 所示。该机床在国内外有很大影响,被许多书籍资料所收集。

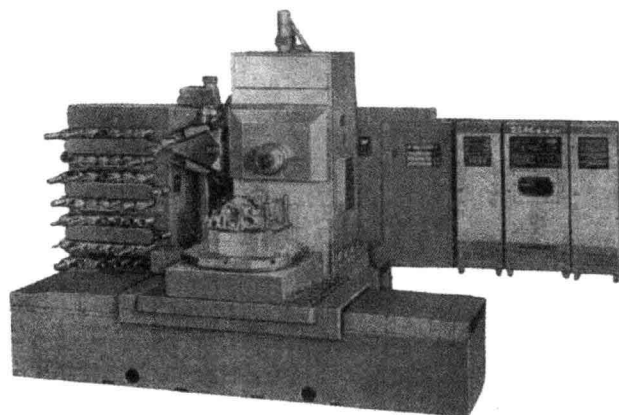


图 10 JCS-013 数控卧式镗铣加工中心

还有 1973 年—1976 年,华中工学院研制的 THK6370 型数控卧式加工中心,刀库容量为 60 把刀,定位精度为 0.02mm,重复定位精度为 0.008mm。数控系统为步进电动机液压伺服系统,任意两坐标联动,可进行钻、扩、铣、镗、铰和攻丝等切削加工实验,并适合多种零件的数控加工,如图 11 所示。

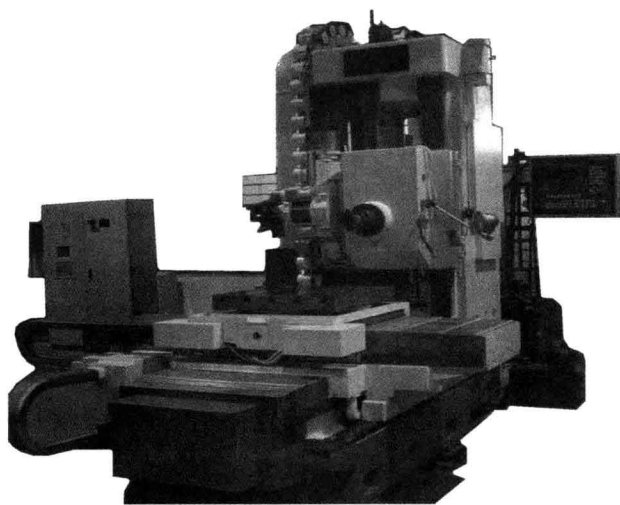


图 11 THK6370 型数控卧式加工中心

此外,还有上海第二机床厂生产的 THK63160 型数控立式镗铣加工中心(刀库为链式,刀库容量 60 把刀)、北京第二机床厂生产的 THK6380 型数控立式镗铣加工中心(刀库为鼓式,位于立柱侧面,刀库容量 40 把刀)、大河机床厂生产的 THK6363 型数控立式镗铣加工中心(刀库为鼓式,置于立柱顶上,刀库容量 36 把刀)、上海第四机床厂生产的 XHK6050 型数控立式镗铣加工中心(刀库为鼓式,置于床身的顶部,刀库容量为 16 把刀)等。

在数控测量机方面有北京第二机床厂生产的 ZCS-1000 型数控 3 坐标测量机,采用金属反射光



栅作为检测元件,指示精度为 0.015mm,最小读数值为 0.002mm,重复定位精度为 0.01mm。

进入 20 世纪 90 年代以后,机床数字控制技术的发展步伐不断加快,范围不断扩大,在多功能加工中心、多面体加工中心、多坐标数控机床、大型数控机床、特种加工数控机床、高精度数控机床以及数控系统等方面均有长足进步,并逐步形成了我国自己的品牌。

(二) 数控机床自动线和柔性制造系统

1. 我国最早的柔性制造系统——程序控制机床自动线

1960 年—1962 年,清华大学与北京第一机床厂共同研制了 B1-64 程序控制机床自动线,由 4 台相同的带有自动换刀装置的数控机床(加工中心)、环形导轨运输线、液压升降机构、托盘运输车组成,由中央控制台进行全线控制,4 台专用计算机分别控制 4 台加工中心,平面布局如图 12 所示。

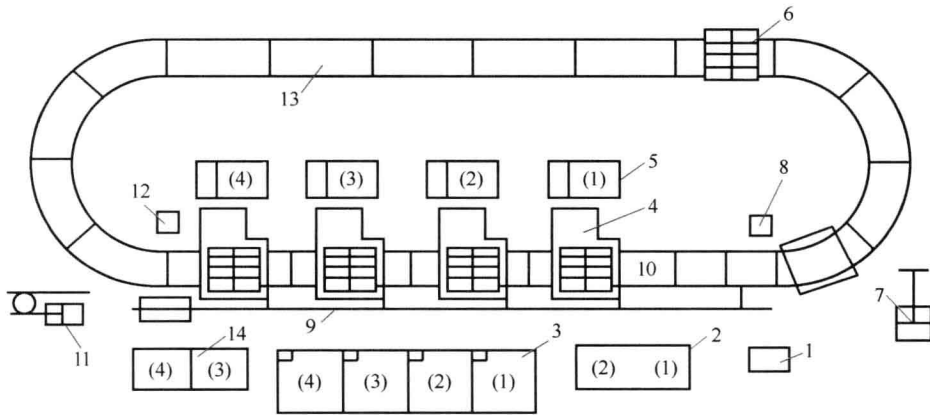


图 12 程序控制自动线平面布局

- 1—中央控制台;2—电器柜;3—计算机;4—带有自动换刀装置的数控机床;5—数控机床用油箱;6—运输车;
7—升降机构;8—升降机构用油箱;9—拉杆;10—拉杆小爪;11—拉杆机构;12—拉杆机构用油箱;
13—环形导轨运输线;14—输出装置。

工件装夹在托盘上的夹具中,由托盘运输车送至各加工中心进行顺序加工。加工完的工件由托盘运输车经过带有坡度的环形导轨运输线自动送至液压升降机构处,并自动提升至机床工作台高度进行人工装卸工件,即将已加工完毕的工件卸下,换上要加工的工件。程序控制机床自动线实际上是数控加工中心自动线,也是最早的柔性制造系统。

2. JCS-FMS-1 回转体类零件柔性制造系统

1985 年,由北京机床研究所和日本联合研制的柔性制造系统问世,用于加工直流伺服电动机的轴类、盘类等 14 种零件。整个系统由数控机床、物流系统和控制系统组成。数控机床、物流系统由我国提供,控制系统由日本发那科(FANUC)公司开发,它是我国自行研制最早向世人公开的柔性制造系统,如图 13 所示。

加工系统由 5 台国产数控机床(STAR-TURN1200 车床 1 台、H160/1CNC 车床 1 台、CK7815 数控磨床 1 台、JCS-1 立式加工中心 1 台和 YNZ54 卧式加工中心 1 台)、4 台 M1 工业机器人和 1 台中心孔清洗机组成。5 台数控机床均配有 FANUC6M 数控装置,机床呈直线排列,每台机床均配有工件托板存放站(缓冲站),用机器人进行工件装卸,并传送工件。5 台数控机床分为 3 个加工单元,分别由 3 个单元控制器(CCU)进行控制。

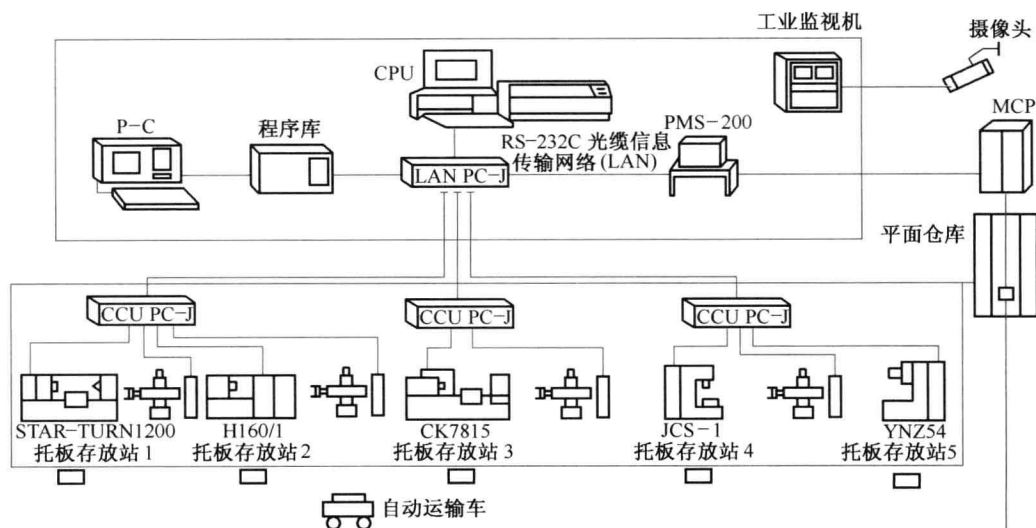


图 13 JCS - FMS - 1 回转体类零件柔性制造系统

物流系统由 1 台感应式无轨自动运输车、1 座平面仓库、1 台工业监视机、5 个摄像头和 5 个工件托板存放站(缓冲站)组成。感应式无轨自动运输车用于平面仓库与机床前托板存放站间的工件搬运。平面仓库由 15 个工件出入的托板存放站组成。

控制系统采用集中管理、分级控制的方式,使系统扩展方便,个别加工单元发生故障时,易于和系统脱离进行故障排除。整个系统为三级控制结构:第一级为中央管理系统(MAIN CPU),总体管理和决策控制;第二级为单元控制器(CCU),进行单元生产过程控制;第三级为设备控制装置。

三、《机床数字控制技术手册》的编写要点

(一) 定位机床数控,软硬结合

数字控制技术的范围较广,涉及机床、电动机、计算机、自动化、控制、软件等多个方面,《机床数字控制技术手册》不是一般的数控技术手册,而是以机床为对象,限定在机床的数字控制技术方面,而且采取了以机为主、机电结合的写法。

(二) 基础技术并重,系统全面

在系统上,《机床数字控制技术手册》分为技术基础卷、机床及系统卷、操作与应用卷三卷,内容、结构比较全面、完整。

技术基础卷主要论述机床数控的组成、工作原理、数控系统、数控建模和数值计算、数控加工工艺、数控及语言,以及数控技术与计算机辅助制造工程的关系等方面的内容,属于基础性方面的共性知识。

机床及系统卷主要论述数控机床的结构设计、功能部件(包括主轴单元、进给单元、伺服装置、控制电动机以及位置检测装置等)、计算机数控装置、数控系统、工艺装备系统(包括刀具、夹具、转台、检测系统等)和附件(包括排屑装置、冷却装置等)等,以及与数控装置有密切关系的可编程控制器等,属于结构、装置与系统方面的共性技术。

操作与应用卷强调了实用性,介绍国内外有影响的典型数控机床、加工中心、数控生产线和数控系统,论述数控机床的性能检测和故障诊断以及实用操作技术,并解读了数控技术的标准等资料,以



供读者需求。

(三) 体系结构新颖,科学先进

数字控制技术本身就是一项先进技术,机床数字控制技术一直处于高速发展期,内容不断变化,体系不断更新,新技术、新水平不断涌现。同时,数控技术在应用上不断扩大和广泛,它又成为高新制造技术的基础。《机床数字控制技术手册》论述分布式数控、嵌入式数控等先进数控系统和STEPNC软件系统等;介绍德国西门子、日本发那科、华中数控等公司的先进数控系统;同时论述多工种加工中心、多面体加工中心、并联数控机床等先进数控机床,以求《机床数字控制技术手册》体系结构和内容上的先进性及新颖性。

(四) 理论联系实际,典型实用

手册的实用性是手册能否受到读者欢迎的关键,鉴于《机床数字控制技术手册》是为广大相关工程技术人员参考,因此实用性要求较高。为此《机床数字控制技术手册》不仅编写了典型实用的功能元件、装置、工艺装备、附件等,而且还专门编写“操作与应用卷”,介绍国内外知名企业的典型数控机床和数控系统,论述数控机床的安装调试、性能检测、可靠性、故障诊断,以及实用操作模式、加工仿真和典型加工实例,并附有常用数控标准、常用数控名词术语中英文对照等。

(五) 国家现行标准,力求贯彻

《机床数字控制技术手册》的名词、术语、代(符)号、量和单位等都力求贯彻国家现行标准,以满足行业和社会需求。由于在机床数字控制技术方面的名词术语国家尚无统一标准,也无与国际通用的数控名词术语对照,因此编写了常用数控名词术语中英文对照,以供读者参考。

(六) 发挥各方作用,联合编写

《机床数字控制技术手册》采取高校、院所、企业联合编写的方式,发挥各自所长,使《机床数字控制技术手册》更具严谨性、科学性、实用性和先进性。组织国内外在机床数字控制技术方面有基础、有成就的多个单位参加编写,如清华大学、北京航空航天大学、华中科技大学、中北大学、东南大学、山东大学、北京机床研究所、成都132厂、广州数控信息科技有限公司、德国西门子公司、日本发那科公司等。

参加《机床数字控制技术手册》编写人员如下:

主 编 王先逵

主 审 艾 兴

技术基础卷

主 编 刘 强

副主编 汤立民

第1章 数控机床工作原理 主编:刘 强 袁松梅

第2章 数控建模与数值计算 主编:王爱玲 李梦群

第3章 数控加工工艺设计 主编:汤立民 韩 雄

第4章 数控程序的编制和语言 主编:郭连水

第5章 数控技术与计算机辅助制造工程 主编:闫光荣 郑联语

机床及系统卷

主 编 易 红 唐小琦

副主编 朱晓春

第6章 数控机床的机械结构设计 主编:易 红 仇晓黎



- 第7章 数控机床驱动系统 主编:唐小琦 孙莹
第8章 计算机数控装置 主编:叶伯生 宋宝
第9章 数控机床工装系统 主编:邓三鹏
第10章 数控机床中的可编程控制器 主编:曹锦江 朱晓春
操作与应用卷
主 编 王爱玲
第11章 典型数控机床 主编:宋放之 武文革
第12章 典型数控系统 主编:张吉堂
第13章 数控机床的性能检测和故障诊断 主编:王俊元
第14章 数控机床的实用操作技术 主编:王彪
第15章 数控技术的标准和数控名词术语 主编:沈兴全

《机床数字控制技术手册》可供企业、工厂、科研院所从事机械工程的广大工程技术人员参考,并可作为各级高等院校“机械工程”各专业的专科生、本科生和研究生的参考书。

在《机床数字控制技术手册》的编写中,得到了多家单位及个人的热情帮助,他们提出了不少宝贵意见,在此谨表衷心感谢。感谢艾兴院士对书稿进行了主审。感谢国防工业出版社邢海鹰总编辑,孙慧波副总编辑,编辑管明林先生、程邦仁先生和孙汝忠先生等,是他们提出了编写《机床数字控制技术手册》的设想,提供了良好的写作平台和氛围,为《机床数字控制技术手册》的顺利出版付出了辛勤劳动、做出了突出贡献。由于水平有限,《机床数字控制技术手册》中难免有不足之处,恳请广大读者不吝指教。

2013年1月于清华园