

# 电子计算机在 机械工业中的应用

机械工业部 编



机械工业出版社

TH  
/1

# 电子计算机在机械工业 中的应用

机械工业部 编



机械工业出版社

## 内 容 简 介

本书是电子计算机在机械工业中应用的信息型工具书。内容主要包括三部分：第一部分介绍电子计算机在机械工业中设计、制造、管理及机械电子产品等方面的现状和远景；第二部分介绍最新应用成果，包括功能简介、软硬件配置及经济效益分析，这部分还包括近年来获得国家科技成果奖及机械工业部一等奖的优秀项目，对用计算机来设计、制造新一代产品、节省原材料和能源、改造老设备等有参考价值；第三部分收集了大量应用信息，为开发应用提供了方便条件。

本书供计算机应用的广大工程技术人员阅读，高等院校有关师生也能参考。

1533·645

## 电子计算机在机械工业中的应用

机械工业部 编

\*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·印张 27<sup>1</sup>/<sub>2</sub>·插页 3·字数 686 千字

1986年5月北京第一版·1986年5月北京第一次印刷

印数 00,001—9,790·定价 7.40 元

\*

统一书号：15033·6475

## 序

从第一台电子计算机正式运行到今天已整整四十个年头。在这四十年中，随着微电子技术的发展，把一台 400 立方英尺和重 150 吨庞然大物——电子计算机，竟然能缩小到象一个钢笔尖这样大小的硅片上，这是人类社会物质文明的又一次新突破。电子计算机的出现和应用给人类社会带来了巨大的推动，也对机械工业的发展产生深刻的影响。从五十年代末期，电子计算机已开始在我国某些研究所、高等院校和设计部门中应用了。机械工业也是最早使用电子计算机的部门之一。我国在 1958 年研制出了第一台数控车床，随后又开始研究数控铣床。同年，我部也为化工生产研制了我国第一台过程控制计算机。但是，电子计算机真正应用于机械工业是从七十年代以来，价廉物美的大规模集成电路（LSI）和大容量的半导体存储器的出现，以及微处理器的随之出现，为电子计算机在机械工业上的广泛应用打开了大门。特别是传统的机械技术与现代微电子技术的融合，产生了新型的机电一体化产品。这种机械产品用微电子技术、计算机系统进行信息存贮、计算，用各种检测仪表、敏感元件、执行器完成信息的获得、转换和反馈，大大提高了产品的技术密集度，使产品的功能、效率、可控性和可靠性提高到一个新的水平，为大幅度提高社会生产力开辟了广阔的前景。

应用电子计算机是机械工业技术发展的一个重要方向：一是有重点有步骤地用微电子技术改造现有机械设备（如用数显、数控装置改造机床，用微机改造工业炉窑等）；二是发展新的机电一体化产品（如数控机床、柔性加工中心、工业机器人、电子量仪、医疗电子仪器、大型精密仪器、办公自动化设备等）；三是用于大型成套设备和工业流程的自动化控制；四是用于机械工业的设计、制造和管理。

为了开创计算机在机械工业上的应用，必须首先在推广应用上下功夫，通过应用促进开发制造。在发展产品中，要突破对全局有影响的基础产品和元器件。在发展硬件的同时，要积极开发应用软件，要加速人材的培养。近几年来，我国许多科研院所、高等学校及企业在这方面作了不少工作，取得了一定成效。

本书着重介绍“六五”期间我国电子计算机在机械工业方面应用的经验和实例，由于篇幅和出版时间所限，还有一些优秀项目来不及编辑在册。

希望这本册子能作为推广应用电子计算机的种子，促进计算机技术在机械工业各方面应用得更好，取得更大的社会和经济效益。

机械工业部副部长 李守仁

八六年四月

# 目 录

## 第一部分 专 文

- 回顾与展望…………… 机械工业部科技司副总工程师兼计算机与专  
用集成电路应用办公室主任陈令 (3)
- 开展计算机应用, 发展智能化仪表……………机械工业部仪表局 总工程师马少梅 (15)
- 机械工业统计信息系统……………机械工业部信息统计司 副司长潘大连 (18)
- 我国数控机床的发展概况……………机械工业部机床局 总工程师王恒智 (22)  
机械工业部机床局 毛海英
- 方兴未艾的工业机器人……………机械工业部机械科学研究院 技术发展处处长杜祥璞 (26)
- 机械工业的 CAD  
及 CAM……………合肥工业大学微型机应用研究所 副教授朱逸芬 (30)  
合肥工业大学微型机应用研究所 叶震
- 计算机绘图系统的实用化……………第二汽车制造厂 (34)
- 计算机在印刷技术中的应用……………机械工业部科学技术情报研究所 副总工程师周斌 (37)
- 机床试验的 CAT……………机械工业部北京机床研究所 (41)

## 第二部分 应用实例

### 一、柔性加工生产系统

1. JCS-FMS-1 柔性制造系统……………机械工业部北京机床研究所 (49)
2. 柔性制造系统的分析与仿真……………同济大学 张曙 熊鹰 余祖光 (53)
3. ZHS-K001 型自动更换多轴箱柔性加工单元 ……大连组合机床研究所 李留铎 (57)

### 二、数控机床及其自动编程系统

4. DJK-BS05 五坐标联动数控系统……………机械工业部北京机床研究所 (60)
5. MNC801A 线切割机床微型机数控系统 ……航天工业部七〇六研究所 潘元利 (62)
6. 经济型 SKC-I 多功能微型机数控系统 ……航天工业部新兴仪器厂设计所 (64)
7. CMK-1116 数控纵切自动车床……………四川宁江机床厂 (67)
8. CK3263A 型数控车床……………沈阳第三机床厂 (70)
9. CROMEMCO III 微型机控制五坐标五联动  
数控铣床……………中国船舶工业总公司第七〇二研究所 陶月明 张庆志 (71)
10. H165 型全轴半自动曲轴磨床……………上海机床厂磨床研究所 叶家钟 (74)
11. MK2932B 连续轨迹数控坐标磨床……………四川宁江机床厂 (77)
12. 微型机控制印刷电路板四轴

- 高速钻床……………合肥工业大学微型计算机应用研究所 冯金益 王仕林 (80)
13. TJK-64J1 经济型数控镗铣床……………汉川精机所 (83)
14. 具有在线自动编程功能的非圆齿轮插齿机的微型机  
数控装置……………合肥工业大学工业自动化研究所 (86)
15. XCKX-4 型数控线切割机控制台……………航天工业部新兴仪器厂 (89)
16. CNC-4A 微型机控制火焰气割机……………上海气焊机厂 (91)
17. JWK 系列机床微型机控制装置……………南京微分电机厂 (93)
18. MNC841 微型机数控系统……………航天工业部七〇六研究所 周浩祥 (96)
19. BSO3A 经济型数控系统……………北京机床研究所 梅莲芳 (99)
20. CNC 控制大型三、四、五坐标龙门移动式铣床……………航天工业部工艺研究所 (101)
21. YKD5130 型微型机控制插齿机……………天津齿轮机床研究所 (103)
22. 5.5×12(m) 微型机控制气割机……………哈尔滨大电机研究所 赵煜升 (106)
23. CM-APT 自动编程系统……………航天工业部七〇六研究所 王立家 (109)
24. SPOL-C 面向车削工艺数控自动编程系统……………安徽工学院 杜小楠 (112)
25. SPM 全能数控自动编程机……………太原重型机器厂 (115)

### 三、工业机器人

26. 微型机控制伺服型组合式工业  
机器人……………大连组合机床研究所、沈阳自动化研究所 (117)

### 四、CAD 及 CAM

27. 冲裁模具 CAD 程序系统——人机交互型 CCD 程序系统……………北京市机电研究院 (120)
28. 推力向心球面滚子轴承优化设计  
及绘图软件……………洛阳轴承厂技术开发处 屈里程 汪洪 (120)
29. 柴油机燃烧室和喷油方向配合的 CAD……………洛阳拖拉机研究所 张璞 冯恩科 (122)
30. 热模锻模具 CAD 系统……………吉林工业大学辊锻工艺研究所 (124)
31. 液压元件和系统动态特性仿真软件包……………浙江大学流体传动及控制研究所 (128)
32. 液压系统静态性能仿真通用软件……………浙江大学流体传动及控制研究所 (131)
33. 常用机械零件的 CAD 和 CAG 软件包……………成都科技大学 CAD 研究室 (133)
34. 车身外表面的 CAD……………第二汽车制造厂 (136)
35. 积木块式工业汽轮机及其 CAD 系统……………杭州汽轮机厂 肖定国 (139)
36. 三元流动叶型的 CAD/CAM……………沈阳鼓风机厂 卢庆堂 李延林等 (142)
37. CAD/CAM 一体化非圆齿轮  
铣齿机……………合肥工业大学、合肥仪表总厂 王治森等 张乐平 (143)
38. 低损耗电力变压器电磁系统 CAD……………武汉变压器厂设计科 肖子孚 (146)

### 五、工业控制计算机系统应用

39. 微型机在 ZSH-1 型划片机上的应用……………沈阳仪器仪表工艺研究所 高英 (151)
40. 350 吨快锻水压机微型机控制系统……………沈阳重型机械研究所 董进宝 (153)

41. 螺旋焊管弹复力校正计算机控制 .....西安重型机械研究所 (155)
42. 中小造纸机定量水分控制系统 .....浙江大学化学系 (157)
43. 采用微处理机的感应电动机矢量控制变频调速系统 .....天津大学自动化系 (160)
44. 微型机控制 L3.5-20/8-1 型无润滑空气压缩机  
情况介绍..... 南京压缩机厂 南京工学院 张学龙 万才春 (161)
45. 网格式高速摄影机微型机控制系统 .....陈本智 林玉驹 (165)
46. 微型机速度调节器  
MSR-1..... 机械工业部北京机械工业自动化研究所 钟业柱 (168)
47. 电子束的偏摆和焊缝跟踪控制系统 .....成都电焊机研究所 (170)
48. 微型机在输煤自动控制系统中的  
应用..... 上海电器科学研究所输煤自控系统课题组 (172)
49. 横火焰玻璃窑炉节能微型机自控系统 .....天津工业自动化仪表研究所 肖开祥 (174)

#### 六、工业控制机及可编程序控制器

50. MPC-10 可编程序控制器 .....机械部自动化所 杨昌焜 (177)
51. DJK 与 IBM-S/1 机两级控制系统 .....机械工业部重庆工业自动化仪表研究所 (180)
52. IPC-1 型智能程序控制器 .....机械工业部北京机械工业自动化研究所 邢瑞方 (182)
53. DT-1 型单回路控制器 .....天津工业自动化仪表研究所 詹增修 (184)
54. YW-I 小型可编程序  
控制器..... 机械工业部北京机械工业自动化研究所 游珂 王凤 (187)

#### 七、自动巡回检测系统

55. 江都水利枢纽实时数据处理系统 .....上海电器科学研究所 刘汉元 李军等 (191)

#### 八、自动测试系统及应用

56. 油泵性能试验微型机数据处理 .....无锡油泵油嘴研究所 (193)
57. 长期自动气候站 .....长春气象仪器研究所 杨熔坤等 (195)
58. 微型机对自动中间测试台的控制 .....沈阳仪器仪表研究所 赵志诚 (200)
59. 微处理机控制的触头材料烧损试验机 .....上海华通开关厂 陆佑匡 张家鼎 (203)
60. 应用微处理器的 SZD-9103 外径  
自动测量仪..... 上海微型轴承厂 杜炳坤 顾昌柏 (207)
61. WD-1 型触头参数测试仪 .....天水电气传动研究所 高庆山 (211)
62. 微型机电机自动测试系统 .....上海电器科学研究所 李平 张增楷等 (213)
63. 微机控制的计量装置——SDJ-Ⅲ型旋斗式散装  
水泥自动计量器..... 辽源市无线电八厂 (215)
64. 电池放电微型机自动检测系统 .....广州电器科学研究所 黄来楚 李雄 (216)
65. 通用接口及自动测试系统 .....哈尔滨电工仪表研究所 张礼勇 (221)
66. 波形数字化器及 CAMAC 系统 .....哈尔滨电工仪表研究所 杜风焕 (225)
67. 拖拉机数据遥测处理系统 .....机械工业部洛阳拖拉机研究所 傅大钧 (228)

68. 高精度车床主轴回转误差运动测量系统 .....国防科学技术大学 万鹏 (230)
69. 行走机构试验车计算机实时数据采集和  
处理系统..... 洛阳大学、洛阳拖拉机研究所 朱乃立 武汉忠等 (233)

### 九、智能仪表

70. 微型机双频激光干涉仪 .....陕西机械学院 郭彦珍 郭俊杰等 (238)
71. GFU-202型双光束原子吸收分光光度计 .....北京分析仪器厂 (241)
72. 7502型ICP等离子体光电光谱仪微型机自动控制系统.....北京第二光学仪器厂 (247)
73. SQ-203微型机气象色谱仪.....北京分析仪器厂 (250)
74. W-85综合遥控遥测气象仪 .....长春气象仪器研究所 任素珍 郭玉杰等 (256)
75. WHK-B型微型机厚度控制仪 .....无线电通信技术学校 党志雄 崔连太等 (259)
76. PZ96型智能数字电压表的性能和原理.....上海电表厂 杨禾生 (263)
77. ITM-1型智能温度测  
量仪..... 机械工业部北京机械工业自动化研究所 电站自动化课题组 (267)
78. 低温温度测量控  
制仪..... 机械工业部北京机械工业自动化研究所 陈风廖 石有林等 (269)
79. 低温高场霍尔磁强计 .....机械部北京自动化所四室 吉王桂 王俊罗等 (273)
80. XSY微型机行驶记录仪.....第二汽车制造厂技术中心 杨海欧 (275)
81. 凸轮轴检查仪 .....第二汽车制造厂技术检查处 李保忠 (279)
82. 84型三表法圆度测量分析仪.....中国科学院光电技术研究所 张庆平 王宝玉 (283)
83. 大型光电跟踪经纬仪多微机实时  
控制系统..... 中国科学院光电技术研究所 邓集成 张玉涛等 (287)

### 十、智能外围设备

84. JZPC-13型软磁盘驱动器 .....上海电表厂 孙继亮 (292)
85. 喷墨式汉字电报终端 .....上海电表厂 王滋庭 (294)
86. CC-IBM-3275中西文兼容终端与4331系列机  
联机技术..... 北方电脑应用开发公司 张维华 (298)
87. JEX-62彩色图形显示终端 .....上海大华仪表厂 (302)
88. LS-5型静电印刷绘图仪 .....上海仪器仪表研究所 (304)
89. 兄弟民族文字——蒙文显示  
终端..... 机械工业部武汉计算机外部设备研究所 黄国珍等 (307)
90. 彩色多终端图形工作站 .....机械工业部武汉计算机外部设备研究所 韩云若等 (311)

### 十一、智能印刷及排版设备

91. 微型机在HDP-3型半自动照相排字机中的应用 .....上海光学机械厂 杨乃星 (314)
92. 计算机控制HUZ-2型照相排字机 .....无锡照相排字机厂技术科 (317)
93. QZWK-920微型机控制切纸机 .....温州印刷机械厂 梁建旺 (320)



## 十二、信息收集与处理

94. TZG-01 型智能广告装置 ..... 天津华光电子器件厂 (324)  
 95. 电子软盘信息库 ..... 机械工业部科学技术情报研究所 吴元 (324)

## 十三、企 业 管 理

96. 物资管理软件包 ..... 洛阳轴承厂计算站 徐刚 (327)  
 97. 人事劳资管理软件 ..... 长春第一汽车制造厂 (329)  
 98. 工票管理软件 ..... 洛阳轴承厂 刘茵 (334)  
 99. 生产作业统计和在制品管理软件 ..... 长春第一汽车制造厂 (336)  
 100. 计算机辅助生产管理系统 ..... 沈阳第一机床厂计算站 牛孟海 (342)  
 101. 单件多品种工序管理软件 ..... 长春第一汽车制造厂 (348)  
 102. 微型机项目管理软件系统 ..... 北京吉普汽车有限公司 蒋云庭 (353)  
 103. 技术预测软件 ..... 机械工业部机械科学研究院 董雨珠 (357)

## 十四、立 体 仓 库

104. 单板机控制三台巷道堆垛机 ..... 北京起重运输研究所 赵时喆 覃薇薇等 (359)  
 105. IBM-PC/AT 微型机的机床夹具标准零件库 ..... 兵器工业部系统工程研究所 (362)

## 十五、应 用 软 件

106. UNIX 版本还原成 C 语言源程序 ..... 合肥工业大学 陈建三 史展和 (364)  
 107. 微型机 MAS 结构分析  
     程序系统 ..... 中国农机科学院 邓达华 (366)  
 108. 等高线和三维彩色图形表示的程序设计 ..... 江苏工学院 王来生 鞠时光 (370)  
 109. 轴承行业常用优化计算方法和程序 ..... 上海轴承公司 查全 (371)  
 110. 冲天炉铁水质量管理及优化配料软件 ..... 太原重型机械学院 胡秉亚 于淑田 (376)  
 111. 冲天炉特殊要求配料优化  
     软件 ..... 哈尔滨科技大学 无锡机床厂 陈方 丁邦太 (380)  
 112. 轮式装载机传动系匹配及牵引  
     计算软件 ..... 吉林工业大学液力机械传动研究所 张天一 (385)  
 113. Ethernet 微型机局部  
     网络 ..... 合肥工业大学微型机应用研究所 郭之传 朱逸芬 (387)

## 第三部分 计算机应用信息

# 第一部分 专 文



# 回顾与展望

机械工业部科技司副总工程师兼计算机  
与专用集成电路应用办公室主任 陈令

机械工业是为国民经济各部门提供装备的。随着装备技术的发展，生产工艺的不断革新，以及微电子技术、计算技术、信息论与控制论的进展，各方面对机电产品和成套设备的要求不断提高。机械工业要争取超额完成出口任务，还要接受国外产品的激烈竞争和国内用户的多种要求，这是一种很大的压力，但也可以认为这是一种很大的动力，因此，当前形势要求机械工业迅速地、大踏步地前进，要求机械工业先行一步。

赵总理在《经济振兴的一个战略问题》的报告中提出：“到本世纪末，把经济发达国家在七十年代或八十年代初已经普遍采用了的、适合我国需要的、先进的生产技术，在我国厂矿企业中基本普及，并形成具有我国特色的技术体系。”近三十年来，陆续形成一批新技术群，如微电子技术、信息技术、计算机技术、生物工程、空间技术、激光以及海洋工程等。从工业发达国家的技术发展分析中可见，对于机械工业最急需、最有效的当首推微电子技术的推广和计算机技术的应用。

## (一)

机械工业现有的大、中、小计算机数百台，微型机数千台，其中一部分为进口机型。在机械工业现有的数百台大、中、小计算机中，用于设计计算的约占42%，用于数据处理的占33%，用于过程控制的占22%，用于其它方面的占3%。

目前，对于计算机辅助设计(CAD)的定义还不太统一、严谨，但设计计算包括总体设计、零部件设计、生产设计、工艺设计和工程绘图，这些都被认为是CAD的重要组成部分。根据统计，前一阶段机械工业应用CAD的主要领域仍然是设计计算及绘图。

它们把部分产品设计手册以及通用零部件的设计都编成程序输入计算机。由于计算机的精度高，有逻辑判断功能，有利于多个方案的对比，这些优越性很快为广大技术人员所接受。

例如：大容量冲击变压器，由于要长期运行在巨大短路电流的反复冲击下，设计难度较大，过去一般只能作定性分析，采用了计算机进行漏磁场的分析计算和线圈的轴向静态、动态计算后，再加上采取了相应的制造工艺措施，研制出的大容量冲击变压器顺利地通过了额定电流的反复冲击试验。

十二米立车工作台的刚度计算，过去长期未能很好解决，运用SAP-V大型通用结构分析程序后，已圆满地解决了。

水轮机涡壳下料的劳动量很大，划线工作繁重，过去每下一个料，要用相当长的时间，是生产中的一个难点。将这套工作整理出程序后，现在几分钟就可以把有关节点计算出来，划线效率大大提高。

6300kVA的变压器系列，采用计算机设计计算的结果比原统一设计方案节约材料2~

3%。110kV及220kV等变压器系列，经过计算机对设计方案的优选，使产品达到用料少、性能好、重量轻、损耗低，促进了产品的更新换代。

汽轮机设计中，采用计算机仅流型设计一项就作了三十多个比较方案。

对汽轮机叶片强度振动计算，采用计算机后，所得的结果与六、七百余次试验的数值对比，误差在5%以内，因而削减了投资巨大的试验计划。

钻孔组合机床多轴箱采用CAD后，不仅设计质量好，而且设计效率平均提高到十倍左右。

CO<sub>2</sub>压缩机管路系统的静力分析计算，过去要一个月，现在16秒钟即告完成。

12000吨水压机活动横梁应力计算，分析了横梁裂纹的原因，提高了产品寿命，解决了设计定型。

三元叶片胎具，过去人工制做用三个月，改用CAD后进行加工，只用一天。

个别工厂过去只能生产一般产品，满足不了用户要求，采用了计算机，开发了设计程序，转变成为可按用户的不同要求设计各式规格。

机械工厂的设计计算，如自然地形的土方量、工厂用电高低压负荷设计、电压损失、短路电流、用电设备最佳相序以及基建施工、车间平面布置等绘制工作和相应的计算也开始采用计算机，从而提高了计算的效率和精度。

优化设计工作发展得也相当迅速，如7000马力机车燃气机用的透平、行星齿轮减速器、60吨柴油机的凸轮等设计方案均采用计算机加以优化。

轴承是品种繁多的基础配套产品，在轴承设计中，只要变更参数，就会产生数以百计的设计方案，采用计算机设计计算，效果十分显著。例如，双列向心球面滚子轴承，手工设计需22天，计算机优化设计只需40分钟，提高速度260倍；加强型圆锥滚子轴承CAD，可提高速度320倍；圆锥滚子轴承保持器CAD，可提高速度480倍；单列向心球轴承CAD，可提高速度672倍。当然，这样高的效率不是所有机电产品都可相比的。又如葛洲坝水轮机设计方案，由于用了计算机，仅用极短的时间对几十种方案进行了计算，选择了最优方案，从而保证了机组投产后的正常运行。这样的事例已经很多，不一一列举。

自动绘图也是CAD的重要组成部分，机械工业系统的许多工厂和研究所，在绘图软件的开发上已经做了不少工作。例如，为转子叶片展开图开发的绘图系统，为国产的绘图机开发的P01、P02、P03绘图程序，为开发机床零件开发的SKGD绘图程序。其他如武汉外围设备研究所、合肥工业大学微型机应用研究所等均开发了有关的绘图软件。机械工业部工业自动化研究所和上海交通大学、大连组合机床研究所等单位联合开发的组合机床多轴箱CAD系统具有传动设计与校核、图形显示、自动绘图功能以及相应的数据库等系统。

机电产品的CAD是机械工业“三上一提高”的重大措施，有些工作如不用计算机进行也很难奏效，如30000组以上内插齿刀的干涉数据计算，进口的10吨载重汽车横梁断裂原因及时而有力的分析等等。由于计算机运算的迅速和精确，所取得的效益是普遍而明显的。

但是机械工业是一个庞大而复杂的技术体系，面对数以万计的品种，在产品CAD方面已做的工作仍还属于初步阶段。

1983年10月，机械工业部召开的1983~1990年计算机与专用集成电路规划会议，在机电产品CAD方面明确了：要加速机械工业大量产品的更新换代，应用计算机来缩短设计周期，提高设计水平和设计质量。机械产品中常用的零部件、机构、器件，通用系列产品

(如电机、电器、风机、水泵等)和大型产品中的结构件和基础件,要在发展优化设计程序的基础上形成程序库和数据库,使这些主要产品能够应用计算机进行设计;大量生产的汽车行业,在引进辅助设计程序的基础上,建立起汽车整机、零部件的辅助设计系统;电站设备(发电机、锅炉、汽轮机)、工业汽轮机、透平压缩机、鼓风机等重大产品,在消化引进技术的基础上建立起辅助设计系统;机床工具行业、仪表行业、农业机械行业、重型机械行业、通用机械行业、轴承行业、液压件、模具制造等骨干工厂和研究所,采用自行开发和引进技术相结合的办法,逐步建立起以超小型机、微型机为主体的辅助设计系统。

“七五”期间重点机电产品的CAD已列为国家重点攻关项目,并将有基础的几十个主导产品系列首先加以突破。这项工作已在部内各级领导的关切和督促下加速进行。

## (二)

机械工业的产品系统,从大的方面,包括:原动机械、传动机械、工作机械与控制机械。由于信息获得工具的发展,反馈技术的广泛运用,使控制机械部分发展很快,而且对机械产品系统的影响和作用也日益显著。

在计算机未进入主机及其控制系统以前,机械装备上早已采用各类(热工量、成分量、机械量、电量)传感器来获得信息,从而用指示、记录、显示出模拟的过程状态,用限位和模拟运算来实现调节意图(包括分析、加、减、乘、除、开方、平方等运算和信息处理),一直到指挥最终的执行器来完成工艺过程的要求。在大型成套装备系统中,运用自动控制装置尤为重要。五十年代,机械工业即致力于模拟仪表为主体的工业生产信息处理控制系统。到五十年代末,已初步形成比较完整的控制仪表体系,其中计算与程序控制功能也有较大的发展,所缺的是存储能力。当工业控制深入到涉及过程动态学以后,对生产过程除物流信息外,对能量和质量的平衡要求很高,因而出现了“前馈”、“超驰”、“自适应”以及“最佳控制”等系统功能,这也是基于工程控制理论和计算技术的发展。因此,机械工业对原先的仪表和装置系统实现了两大变革:一是由模拟技术扩展到数字技术,二是发展了以工业控制机、分散型系统、智能化仪表为代表的与模拟仪表系统相兼容的产品体系。比方说,工业控制机是个宝塔尖,那么,在此以前,在宝塔的塔座、塔身、塔底部分机械工业已完成了大量工作,有了比较坚实的基础。这也是工业自动化仪表系统的必然发展的方向和结果。国外所有研制、生产工业自动化仪表或电气产品的公司,几乎毫无例外地出现了与各自控制仪表产品体系兼容的工业控制机系列、集中分散型控制系统和分布式工业控制机系统。

机械工业是在上述多种需求的情况下,结合自身的条件,在国内较早地研制生产了工业控制机系统。

机械工业内部,采用电子技术和光、机、电相结合的技术由来已久。从建国后第一代电动单元组合仪表系列开始,就是全电子型的。所用的通用电子器件是国内电子工业提供的,专用器件是根据产品系列的需要,机械工业自行设计、试制、生产的。机械工业拥有的精密机械加工、光学工艺和电子技术为研制生产工业控制机和相应的外部设备、汉字信息系统以及大规模电路的专用设备提供了有利条件。在信息获得的手段方面,如力敏、光敏、压敏、磁敏、湿敏等传感元件以及各式应变片和电磁元件方面已做了较多的工作,在信息的变送和转换方面也搞出了一整套放大器、显示器、计数器件、线性化元件,模/数、数/模以及各种过程输入输出通道、接口、自动测试系统等等。这些为大型精密仪器仪表、过程控制装置的

数字化和推广应用工业控制机的工作打下了良好的基础。所以，机械工业既是计算机的大用户，又是工业控制机的研究开发与制造部门。

早期，为满足用户的特定需要，机械工业系统先后为重机厂、光学厂、电力、石油、冶金、化学、纺织、食品等单位，提供了约数十台计算机，通过这些任务，培养了一批人材，为进一步研制工业控制机打下了基础。1973年整顿机型，定型了两个系列：

一是JS系列，先后有5个型号（JS-10、20、30、110、440），三种经过选择定型。其中JS-10，销售生产481台。1980年，对这种机型进行了普查，销售分布26个省市，调查的情况是，可正常运转的约占62%，用得不好的约占12%，没有很好用的占19%，生产厂对此建立了卡片，加强了服务。这一机型是由上海自动化仪表研究所研制、上海调节器厂生产。另一是CK-700系列，有两个型号（CK-710、CK-720），这一系列是由重庆工业自动化仪表研究所研制、四川仪表三厂小批生产。1979年，在总结前一阶段基础上又研制出JS-110，采用了微程序、单总线、堆栈、自动向量中断等技术，接着研制出JS-440，与PDP-11/小型机兼容，向国际上优良的小型机系列靠拢。近几年围绕了机械工业产品配套和应用，选用了8位和16位微处理器，按照工业控制机的配置加以改装、充实，已局部投入生产并加以推广。上述小批或成批生产的机型，有一个特点，都是配备了模/数、数/模、IB接口、各种采集信息的通道以及相应的支撑软件系统，并和原有的模拟仪表，特别是变送器和执行器，通过标准的联络信号，构成可并存兼容的工业控制机系统，可以根据生产过程不同的自动化水平，以及测试系统的不同需要，灵活配置成复杂程度各异的自动控制系统。

从1974年起，开始研制与工业控制机相适应的外部设备，先后研制了25种，有的已成批生产。在外部设备方面，机械工业在工艺上有较好的基础。如上海电表厂的SZ-5型45英寸磁带机曾在全国磁带机评比中获第一名，75英寸磁带机获荣誉奖。3英寸、5英寸、8英寸软盘驱动器领先研制投产。针型汉字打字机、热敏打印机早已研制成功，喷墨式打印机经过多年努力，也已完成。在十二次党代表大会选举中就是采用机械系统的HD-100汉字打字机。在图形显示方面，以提高分辨率为特色，已研制成多种规格的图形设备，满足了有关部门的需要，并获得好评。为了适应CAD的需要，大型绘图仪和滚筒式绘图仪都已小批投产。

在工业控制机的研制、生产和应用工作中有一条重要经验，搞好汉字系统，是我们推广工业控制机系统和提高技术水平的关键设备之一，因为工业控制机要为广大职工所掌握，它必须具备较好的汉字功能。这方面机械工业已有三个系统：其中杭州自动化所的汉字终端，可以兼容多种编码，早已批量投产，销路很好。

十多年来，在工业控制机应用方面得出了几点经验：

（1）它和主机、辅机系统密切相关，不了解主机的动态特性，不了解系统的工艺要求，不了解现场，就无法提供相匹配的硬件与适应的应用软件，也就体现不了计算机的优越性。

（2）它离不开模拟仪表中的变送器和执行器，和各种过程输入输出通道，模/数、数/模器件。否则就不能形成一个完整的控制系统。

（3）实时性要求突出，要有很好的实时操作系统。如数控机床，操作中如反应不及时，瞬间就会造成工件的超差报废。在连续性工业生产中，实时响应尤为重要。

（4）高可靠性。这不仅反映工业控制机本身的质量，更重要的是不能造成生产系统的

失调以至停顿，从而带来不应有的经济损失。

(5) 工业控制机只是机械设备系统中的一个重要组成部分，它必须从属于大系统的需要，随着装备系统的不同要求，其组态方式也不同。因此，应该有为广大用户易学易掌握的控制语言和控制模式。

(6) 除了足够的支撑软件外，更重要的是应用软件，这一般都由设备制造和用户部门共同来生成的。而且，应用软件可移植性不大。

“七五”是我国工业控制机发展的关键性五年。发展的方向应是：按照典型系统要求，开发工业控制机新品种，形成工业控制机的批量生产能力，向用户提供成套产品并应取得更大的应用效果。

发展中大体应遵循：

(1) 以应用促制造，以服务求发展。通过服务开拓市场，通过应用取得效益，通过高质量树立信誉。

处理好应用与产品开发的关系，继续针对用户要求，开展专用工业控制机系统的开发、应用，同时要下决心从工程系统典型化入手，研究、开发能定型生产的产品系统。

(2) 工业控制机发展要以系统带产品，开发主导产品，并围绕主导产品，全面部署硬件、软件、外部设备的研究开发任务。

要发挥配套优势，搞好包括检测、转换和执行在内的，完整的工业控制机系统的大成套。

(3) 贯彻“引进、消化、开发、创新”的方针。对引进的技术要积极组织力量，进行消化，并在总结我国研制技术的基础上结合国情、开发高于引进产品水平的系列产品，并应重点支持有研究所参加消化的引进项目和有工厂接产并取得应用效果的研究项目。

(4) 加强工业控制机实时软件的开发。开展系统软件、支撑软件、应用软件的研究、移植。针对工业控制和科学实验的要求，开发模块化工业检测控制语言系统和研究工业控制机软件的工程技术。

(5) 采用国际标准。推进工业控制机构的标准化。要积极采用国际标准和国外先进标准以及国内已有的、适用的计算机基础标准。要重视对发展具有指导意义的标准及规程的制订。

(6) 加强人才培养。多途径培养各个层次的人才。要逐步改变现有技术队伍的专业结构，增加系统、软件、应用专业人员。

### (三)

机械工业部在七十年代对机床数控曾组织过三次攻关。此后，全国生产包括线切割机在内的数控机床数千台，并建立了一批主机、系统和配套的生产点。

1974年，国外数控装置已进入第五代——微处理器数控。国产数控系统还是以中、小规模集成电路为主。国产的数控装置性能不高，稳定性、可靠性也不够理想。为了提高国产机床的性能，1978年，采取国内主机配国外数控系统、伺服驱动装置的做法，从日本FANUC公司进口了数控系统。使数控机床性能和可靠性大为提高，并受到国内用户的欢迎。

1981年从日本FANUC公司引进了5、7、3数控系统和直流宽调速主轴驱动和伺服驱动装置系列，建立了北京数控设备厂，从而为数控攻关奠定了技术基础。



我国能否发展数控机床，数控机床是否符合国情，也有过不同看法。经过仔细分析，统一了认识，国家于1983年已将机床行业的数控机床，高精度机床、重型、超重型机床等列为国家重点科技攻关项目。

为了向数控技术的高级阶段发展，于1984年北京机床研究所和大连机床厂、大连组合机床研究所对柔性制造技术开展了研究。

1984年中央有关领导同志，对南京微分电机厂采用经济型数控系统改造C618车床取得经济效益，作出了批示。两委、两部、一省在南京召开了全国微电子技术改造普通机床现场会，从而经济型数控技术迅速发展。

与此同时，全功能数控机床的攻关进一步深入，主要技术经济指标围绕了数控系统及驱动装置、配套技术、主机三大方面。如控制系统方面增加了高档数控系统TX-8的剖析（软件），6~8轴控制系统的开发研究等。在机床品种方面增加了柔性单元及车削中心。在配套技术及科研方面，增加数控机床计算机辅助试验（CAT）技术开发项目，为制定加工中心和数控车床样机全面性能试验规范细则打下基础。

由于在引进的七十年代中期数控技术的基础上进行了攻关，在消化引进系统的基础上开发了3~4坐标联动功能，并开发了5坐标联动系统；大惯量、宽调速直流伺服驱动装置，在引进的品种基础上，又开发五个品种形成了系列。攻关的数控机床新产品，大多注意选用国外先进配套，如高精度轴承，先进的气、电、液元部件，交流伺服主轴驱动装置，甚至一些产品配用国外八十年代初水平的数控系统，少数产品还通过合作设计，合作生产，技术引进，达到八十年代初水平，如南京机床厂TND360数控车床，北京机床所FMC<sub>1</sub>、FMC<sub>2</sub>柔性单元等，在品种方面，研制了一批高难度产品，如定位精度±0.005毫米的精密加工中心。加工精度在±0.005毫米的精密数控线切割机以及数控冲模回转头压力机等。由于数控技术先进，新一代数控机床稳定可靠，很受用户欢迎。

新一代数控机床产值高，投资回收率高，如JCS-018，XH754，CK7815，TND360，SZ-053等品种，近年来产量产值均有显著的增长。

同时，已减少了进口，新一代数控机床中，通用基型品种已能部分地挡住进口，1984年进口的数控机床中，大多为各部门引进项目提出的专门化、精密数控机床，及大规格的数控机床。3~5坐标联动系统的研制生产，打破了某些国家对我国的禁运，提高了复杂型面及模具加工的能力。3~4坐标系统国内定货增多，仅上海第四机床厂生产的XK715F型3~4坐标联动数控铣床1985年产量增加，五坐标联动系统也已向用户供货。

数控机床新产品已有出口，如JCS018，XH754，CK7815，MK1632等四个产品已在日本FANUC无人化工厂中已正常运转近三年。FMC<sub>1</sub>、FMC<sub>2</sub>两个柔性单元也已安装在FANUC无人化工厂中，另外JCS-018已向南斯拉夫、匈牙利出口。HC型线切割机向南斯拉夫出口，H160数控端面外圆磨床向美国出口，另外南京机床厂、南通机床厂、沈阳第三机床厂与国外合作生产数控机床返销主机，南京机床厂、南通机床厂近两三年来返销数量相当可观。

1985年8月，调查各地开发的经济型数控系统（包括单板机数控）品种已有20种左右，1985年已形成的生产能力接近万台，国家经委、科委、电子振兴办，已把发展经济型数控，用其改造老设备，作为改造传统工业的重要措施。决定每年召开一次经验交流会，有关委、办，与机械工业部、电子工业部，成立了联合办公室，抓规划、选型、定型推广工作，北京