

机械加工新技术

〔日〕《机械与工具》编辑部编

王辅基 陶建明 译

喻醒尘 校

内 容 简 介

本书论述了日本机械加工技术的现状并展望了八十年代到九十年代的发展趋势。特点是从技术角度，通俗易懂地说明了未来的加工技术包括的主要内容，以及哪些必须解决的问题。

本书共七章，第一章总论以技术预测为中心，阐述了八十年代到九十年代引人瞩目的各种新技术动向。从第二章到第七章，分别详细说明了各种技术的特征、现状和技术开发课题。

本书能为我国从事技术革新与技术改造的广大科技人员、工人、高校师生提供新的启示和有益的技术知识。

〔日〕《機械と工具》編集部

生産加工技術最前線

工業調査会1982年3月

机械加工新技术

〔日〕《机械与工具》编辑部编

王辅基 陶建明 译

喻醒尘 校

科学技术文献出版社出版

北京昌平百善印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

◆

开本：787×1092 1/32 印张：8 字数：173千字

1985年9月北京第一版第一次印刷

印数：1—20,000册

科技新书目：101—56

统一书号：15176·621 定价：1.70元

前 言

从政治上和经济上来说，八十年代是“模糊不清的时代”，但机械加工领域在八十年代的发展方向，却相当明朗。

例如，电子技术和机床的结合，不仅是以计算机为代表的微电子技术，八十年代还将进一步把传感器电子学、动力电子学包括进去。八十年代可望推广应用的智能机床和智能机器人等，是电子技术和机械从硬件和软件两方面完全融为一体典范。

未来的自动化工厂，将用计算机代替人的信息处理功能，用机器人代替体力劳动，在这种情况下，人究竟起什么作用呢？悲观论者认为，它将剥夺劳动者的工作岗位，并促使人和人的关系疏远。而乐观论者则认为，它会导致创造性新产业的诞生。

欧美各国的所谓发达国病，根源在于第二产业的衰退。本书指出了其中的一些原因（详见第二章）。但是，对于一个资源小国的日本来说，贸易立国和技术立国是至高无尚的命令，加工组装工业是主干产业，一定要不懈努力地加以扶植。为此，必须提供能充分发挥人的创造力的生产场地，并优先推进技术开发，以便用更低成本生产出更高级的产品。

日本的技术，一向以欧美各发达国家的技术水平为目标，经过不断努力提高，在迎接八十年代到来的今天，除高

级尖端技术部门以外，已大体上达到了同等水平。

因此，从八十年代到九十年代，在这即将跨入二十一世纪大门的二十年间，日本是重走犯发达国家病的老路，还是夺取技术开发的领导权以振兴第二产业，从而通过技术安全保障，来加强资源小国的地位，这将具有重大意义。今后二十年间，是日本人口老年化急剧发展的时期，这是不可忽视的不利因素。

本书展望了八十年代到九十年代的机械加工技术。从技术角度通俗易懂地说明了未来的加工技术革新包括哪些内容，以及哪些必须解决的问题。

本书首先在第一章的总论中，以技术预测为中心，按时间顺序阐述了八十年代到九十年代引人瞩目的各种技术。然后，从第二章到第七章，以问答方式分别详细说明了各种技术的特征、现状和技术开发课题。

因此，第一章适于按时间顺序横向地掌握八十年代到九十年代的新技术动向。第二章到第七章的内容，适于纵向地深入理解各种技术。

相信本书的内容能为从事机械加工技术的广大科技人员提供新的有益的技术知识。而且，还必将为理工科大学生以及关心生产技术的一般人士所理解。

在本书的编辑过程中，对技术内容给予指导的工业技术院机械技术研究所生产工学部的井上英夫、日本濑古机床公司的松冈甫篁，以及帮助我们整理资料和原稿的山田绿嬢和协助出版的内堀隆夫等，致以深切的谢意。

工业调查会《机械与工具》编辑部

一九八二年二月

目 录

第一章 总论 生产技术的发展趋势的探讨

一、生产系统预测

数控机床硬件的发展过程…………… (1)

数控机床软件的发展过程…………… (3)

计算机技术的进步…………… (5)

九十年代的展望——制造工程师协会的特
尔菲法预测…………… (7)

机床和电子技术的结合——灵活的机械系统
时代…………… (9)

从点控制向面控制发展——对CAD/CAM
系统的希望…………… (13)

柔性加工系统(FMS)的普及…………… (15)

通往无人化生产系统的途径——扩大活跃
领域的机器人…………… (19)

应用机器人的生产系统…………… (20)

二、加工技术预测…………… (22)

对高速切削的期待…………… (24)

迎接普及期的激光加工法…………… (27)

三、材料技术预测…………… (30)

从航天飞机看尖端材料技术…………… (30)

复合材料和高强钢——普及的新材料…………… (32)

四、迎接后电子工业时代·····	(34)
第二章 基础技术——生产加工技术 ·····	(37)
一、八十年代生产技术的背景·····	(37)
1. 政治、经济形势的影响·····	(37)
2. 劳动就业形势的变化·····	(39)
3. 机床技术发展的历史潮流·····	(42)
二、八十年代日本的机械工业·····	(43)
4. 技术立国的主力·····	(43)
5. 通过三S和三F实现知识密集化·····	(46)
三、激化的生产率之战·····	(48)
6. 为生产率低下而苦恼的美国·····	(48)
7. 什么是生产率·····	(50)
8. 美国生产率下降和国际竞争力减弱·····	(52)
9. 生产率增长的两个途径——设备投资 和研究开发投资·····	(54)
10. 掌握美国经济复苏关键的机械工业·····	(56)
11. 为了生产技术的复兴·····	(61)
第三章 从硬件自动化向软件自动化发展 ·····	(65)
一、计算机开拓的生产系统·····	(65)
12. 计算机硬件的进步——向小型高速发 展·····	(65)
13. 计算机软件的开发越来越重要·····	(67)
14. 应用计算机的生产系统·····	(69)
15. 计算机辅助设计系统·····	(71)
16. 计算机辅助设计系统的功能·····	(72)
17. 计算机辅助设计和计算机辅助制造系	

统.....	(76)
18. 计算机辅助工艺计划 (APP) 系统.....	(78)
19. 数据库.....	(81)
20. 中央数据库.....	(84)
二、柔性自动化和自动分批生产系统ABMS...	(87)
21. 柔性自动化技术发展的背景.....	(87)
22. 柔性生产系统.....	(89)
23. 自动分批生产系统ABMS的应用范围...	(91)
24. 自动分批生产系统的构成.....	(93)
25. 自动分批生产系统中的柔性传送系统...	(96)
26. 旋转式柔性生产系统.....	(98)
27. 刀架自动转换加工系统 (旋转刀架自 动加工机)	(101)
三、应用刀架转换加工机的生产系统.....	(103)
28. 刀架转换式加工机 (I)	(103)
29. 刀架转换式加工机 (II)	(107)
四、发展软件组装技术的必要性.....	(109)
30. 组装机器人实用化的必要性.....	(109)
31. 组装机器人实用化的背景.....	(111)
第四章 八十年代的材料技术	(114)
一、八十年代的材料发展趋势.....	(114)
32. 对轻便、坚韧、高强度的材料的要求...	(114)
33. 努力解决资源问题.....	(116)
二、新工程陶瓷.....	(119)
34. 材料研制给技术革新带来的希望.....	(119)
35. 为确立实用化技术而努力.....	(121)

三、开花结果的复合材料时代·····	(123)
36. 从汽车和飞机方面看复合材料的应用 领域·····	(123)
37. 碳纤维增强塑料——还需确定加工技 术·····	(125)
38. 烧结机械零件·····	(127)
第五章 机床性能的高级化·····	(130)
一、加工精度相当于X光波长·····	(130)
39. 超精密加工技术·····	(130)
40. 毫微米机床·····	(133)
二、提高机床功能的外围技术·····	(135)
41. 复合化技术·····	(135)
42. 传感器——智能化生产系统的感觉器 官·····	(138)
43. 精度监控·····	(140)
44. 刀具损伤监控·····	(145)
三、机床·····	(148)
45. 流体静压轴承·····	(148)
46. 气体轴承、磁力轴承·····	(150)
47. 光导纤维·····	(152)
48. 机床的热变形控制·····	(154)
49. 机床的混凝土结构·····	(156)
第六章 八十年代的新加工法·····	(159)
一、面临普及期的激光加工法·····	(159)
50. 激光的原理及开发的历史·····	(159)
51. 激光加工的特点·····	(161)

52. 多样化的激光加工·····	(163)
53. 加工用激光的种类及其特点·····	(166)
54. 二氧化碳气体激光是大有希望的加工 用激光·····	(168)
二、电子束加工·····	(171)
55. 在精密加工中大显身手的电子束加工··	(171)
56. 电子束加工的优缺点·····	(176)
三、干净的切割和冷切割·····	(178)
57. 超高压射流加工的应用 (I) ·····	(178)
58. 超高压射流加工的应用 (II) ·····	(181)
第七章 新的磨削加工和切削加工技术 ·····	(186)
一、磨削加工技术及其外围技术·····	(186)
59. 多样化的磨料·····	(186)
60. 计算机数控磨床·····	(188)
61. 磨削加工控制的多样化·····	(190)
62. 高效率切入磨削·····	(191)
63. 高速纵向走刀磨削·····	(194)
64. 超硬磨料磨具的精修和修整·····	(196)
65. 多样化的精修和修整方式及其最佳选 择·····	(199)
66. 缓进给强力磨削的进展·····	(203)
67. 缓进给强力磨削的缺点及其防止措施··	(205)
68. 缓进给平面强力磨削实例·····	(207)
69. 超低速旋转强力外圆磨削·····	(209)
二、切削加工效率的提高·····	(212)
70. 切削加工效率的提高·····	(212)

71. 各种切削刀具的磨损和换刀时间·····	(214)
72. 刀具破损的原因及其防止措施·····	(220)
73. 最近的刀具材料及其发展动向·····	(223)
74. 立方晶氮化硼烧结刀具的现状和展望··	(225)
75. 镀层高速钢刀具的现状及其问题·····	(226)
76. 不重磨铣刀的种类·····	(228)
77. 铣床用不重磨刀片·····	(231)
78. 不重磨车刀的使用注意事项·····	(232)
79. 不重磨钻头的特点·····	(234)
80. 不重磨钻头的合理使用方法·····	(237)
81. 加工中心机床的刀具系统·····	(238)
82. 数控车床的刀具系统·····	(242)

第一章 总论 生产技术发展 趋势的探讨

一、生产系统预测

计算机从七十年代后期开始正式应用于生产系统。但是，传感器、计算机、传动装置、机械通过接口设备完全融为一体的机电一体化系统，即机械电子系统或灵活的机械系统估计到八十年代才能得到真正的普及。

这种计算机控制生产系统的起源，大体上可以追溯到四十年代后期至五十年代初期，由美国开始研制的数控机床。

数控机床硬件的发展过程

图1.1表明美国数控机床硬件的发展过程。

数控机床的研究开始于一九四九年初，这一年约翰帕森斯喷气式飞机公司与美国空军签订了委托研究合同（该公司曾在美国密执安州制造直升飞机叶片）。在这项委托研究合同执行过程中，波士顿市的麻省理工学院也参加了美国空军的委托研究。在一九五二年首次研制成数控机床，即三轴铣床。

其后，数控机床的研究在美国空军强有力的资助下，以麻省理工学院、潘迪克斯飞机公司、卡尼·特雷克公司、吉登格斯·勒威斯等大学和私人企业为中心而取得了迅速的发

展。

早在一九五二年，国际商用机器公司已开始在纽约的恩迪科特工厂研究带刀具自动换位装置的Fosdic镗床（可装30把刀具）。一九五八年，卡尼·特雷克公司首次研制成装有刀具自动换位装置的数控机床“Milwaukee-Matic”，并成为组合加工中心机床的先驱。

一九六四年，美国通用电气公司开始销售，可实际应用的数控设备，即全部晶体管化的 Mark Centurg-2。

日本的富士通电气公司，一九五六年十二月开始研究数控六角车床穿孔卡，一九五七年二月，东京工业大学试制成数控车床，一九五八年三月、十一月，牧野铣床制造厂和日立精密机械制造厂，分别研制成数控铣床。

一九五九年三月，日本工业技术院机械技术研究所，用三年的时间，正式研制成数控座标镗床。从此，日本便踏上了实际应用数控技术的道路。后来，国营铁路系统，在一九六八年三月，开始采用池贝铁工公司和富士通公司研制成的群控系统。同年秋天，牧野铣床企业和丰田工业机械研究所，在第四届国际机床展览会，展出了组合加工中心机床。

数控机床软件的发展过程

图1.2表示数控软件的发展过程

承担数控软件方面的数控程序的正式研究始于一九五五年，随后，麻省理工学院又使用MIT Whirlwind 计算机，开始研究将手动程序发展为自动程序。

一九五六年，麻省理工学院与美国空军签订委托研究合同，并由麻省理工学院的D·T洛斯开始研制刀具自动控制

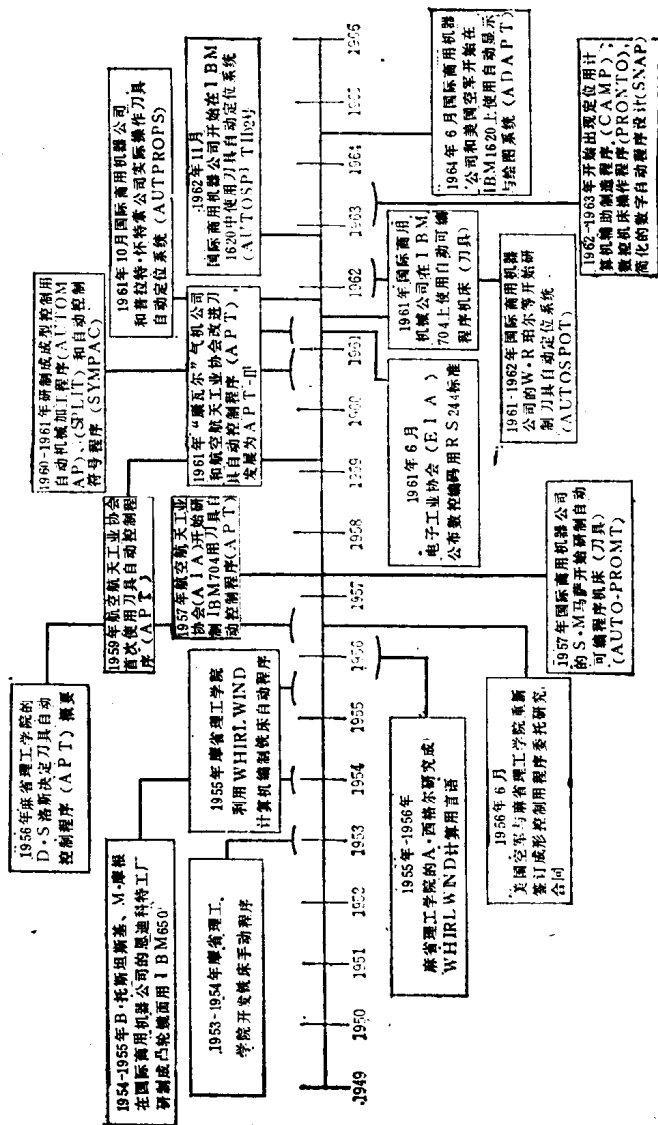


图1. 2 美国数控软件的发展过程 (国际商用机器公司, M·摩根)

程序系统 (APT)。麻省理工学院从一九五七年起, 使用 IBM704 计算机研究刀具自动控制程序 (APT) 系统, 后来, 在一九六一年, 依里诺伊工学院又继续进行这项研究工作。

刀具自动控制程序 (APT) 系统的研究, 正在取得进展。在欧洲, 以联邦德国为中心也在开展这项研究, 计划搞扩大刀具自动控制程序 (APT) 系统功能的刀具自动控制程序系统 (EXAPT)。

日本的数控软件的研究开发大大落后于美国。这是由于美国飞机工业要求复杂的三维曲面形状的加工, 因此必须研制数控铣床, 而多轴成形控制用高级数控软件又是必不可少的缘故。日本则是以节省劳力为主要目的而发展数控化, 所以定位控制用的数控软件占主要地位。

计算机技术的进步

从图1.1与图1.2可看出, 五十年代就奠定了今天的数控技术的基础, 但是进入七十年代, 数控机床才开始得到普遍应用, 具有高度灵活性的计算机数控 (CNC) 的普及开始于七十年代后期。在八十年代, 利用计算机数控进行的点控制, 将进一步向与通讯网络结合的面控制方向发展。

从五十年代的数控技术摇篮期, 向七十年代后期的计算机数控普及期过渡的桥梁, 是这一时期计算机元件的进步。

以下回顾计算机元件取得惊人进步的历程。

图1.3与图1.4表明计算机价格下降的过程, 图1.3还反映出大型计算机即 IBM 公司具有代表性的产品的成本性能对比, 图1.4反映出小型计算机具有代表性的公司数据仪器公司 (DEC公司) 程序控制数据处理机 (PDP) 8 模型的价格变化。

从图1.3可知,国际商用机器公司(IBM)生产的计算机,三十年期间的成本性能比降低近300倍。图1.4的程序控制数据处理机8模型的成本,在十年期间下降了十分之九。如果考虑到通货膨胀的因素,则可明显地看到,自一九四七年发

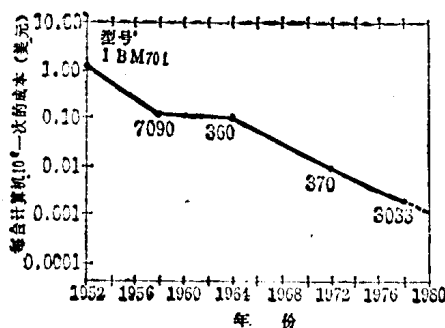


图1.3 国际商用机器公司 (IBM) 制计算机成本性能比的改善

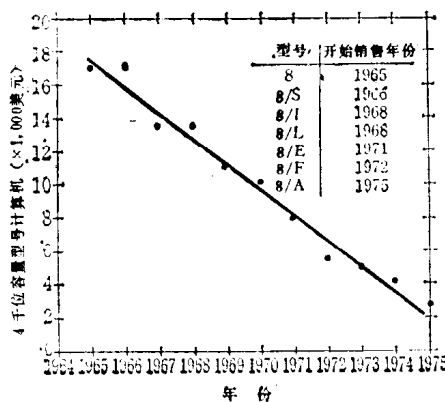


图1.4 美国数据仪器公司 (DEC) 制程序控制数据处理机8型计算机价格下降的过程

明晶体管后,仅三十年时间,计算机的成本下降得非常迅速。

处理速度的高速化和元件的小型化,都取得了迅速的进展。图1.5和图1.6分别表明处理速度的进步、元件小型化及集成度的进步。指令执行速度也提高了几百倍。小型集成化从小规模集成电路向中规模集成电路、大规模集成电路发展,目前正在向超大规模集成电路元件的时代过渡。

今后,这种计算机技术仍然会继续进步,与以往一样,仍将继续对生产技术产生巨大影响。

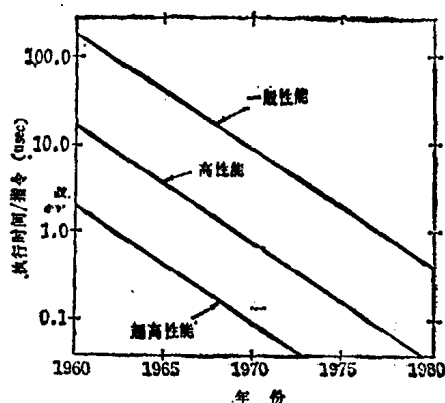


图1.5 计算机运算速度的提高

九十年代的展望——制造工程师协会的特尔菲法预测

从一九七七年至一九八〇年,美国制造工程师协会(SME)与密执安大学,共同对使用计算机的全自动化工厂进行了技术预测,其主要成果如图1.7所示。正如该图所表明的那样,由于这是美国在三、五年前所作的预测,所以其中有一部分预测结果已变成现实。