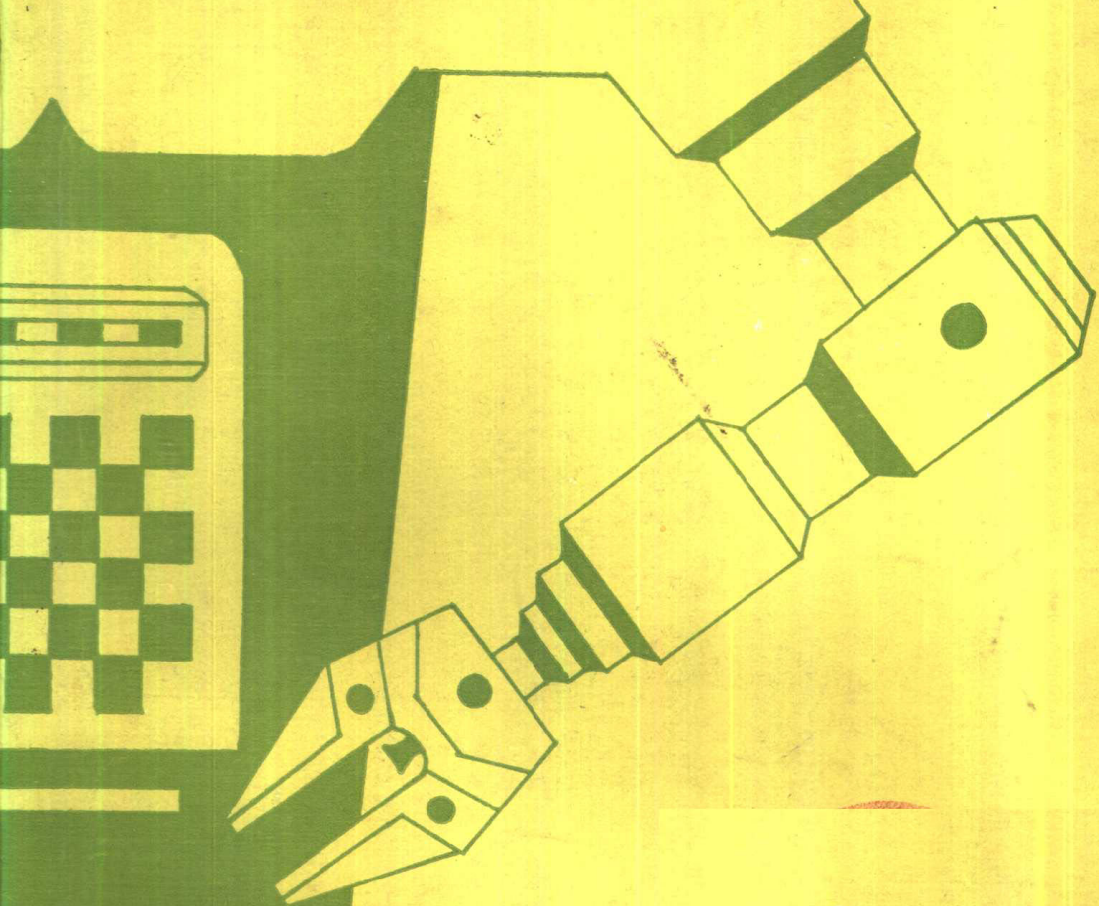


机械制造工艺过程自动化



宋文骐
张彦才
主编

云南人民出版社

高等学校试用教材

机械制造工艺过程自动化

昆明工学院 宋文骐
东北工学院 张彦才 主编

云南人民出版社

责任编辑: 林德琼

封面设计: 郑荣国

高等学校试用教材

机械制造工艺过程自动化

昆明工学院 宋文骐 东北工学院 张彦才 主编

*

云南人民出版社出版

(昆明市书林街100号)

云南省新华印刷厂印刷 云南省新华书店发行

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 26.25 字数: 592,000

1985年4月第一版 1985年4月第一次印刷

统一书号: 15116·157 定价: 4.35 元

前 言

根据机械制造工艺设备及自动化专业教学和有关工程技术人员的需要。冶金部教育司于1979年在沈阳召开了部属高等院校教学计划会议,决定编写《机械制造工艺过程自动化》教材,供部属院校及其他院校使用。

本教材是在东北工学院和昆明工学院现有的教学大纲和自编教材基础上,根据目前国内外在机械制造自动化方面的发展和成就,重新编写的。全书按56学时编写,在基本原理方面,适当增加了自动化制造系统和优化原理;在设计与应用方面,不仅有少品种大批量生产的自动化,而且还有多品种少批量生产的自动化和全盘自动化,增加了工业机器人、自动化可变加工系统及装配系统等内容。在教学方面还配备了反映国内外先进水平的录相带、影片、幻灯片和实验。各校可根据讲课的具体学时和情况,自行调整讲授的内容。

本教材由昆明工学院宋文骥和东北工学院张彦才担任主编,其中:绪论、第一、二、四、五、十一、十二章由宋文骥编写;第三、六、七、八、九、十章由张彦才编写;第四章的第三节由万光珉编写,第四、六节由杨宗正编写;统稿时由两位主编人进行了修改补充。

本教材初稿写成后,曾于1981年8月份在昆明召开了审稿会,对大纲和初稿进行了详细审阅和认真讨论,提出了宝贵的修改意见。会后由两位主编人进行了修改和统稿。

参加本教材审稿的有:南京工学院吴天林、东北工学院宋振武、昆明工学院杨志超、刘振辉、何幼瑛、沈阳冶金机械专科学校孙奎武、朱杭发、武汉工学院刘禹臣、贵州工学院余时伟、重庆大学陈庆生、云南工学院赵之渊、谢培德等同志,他们对初稿提出了不少宝贵意见,给予了大力的支持和帮助,谨致以衷心的感谢。对参加绘制插图的陈光荣、宋文斌、宋晓丽及参加校稿的李加丽等同志表示感谢。

由于我们水平有限,时间仓促,教材中难免有不少缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

绪 论

§ 1—1	生产自动化的意义、目的和任务·····	(1)
§ 1—2	机械制造工艺过程自动化的现状与发展·····	(3)
§ 1—3	课程的目的要求和内容·····	(8)

第一篇 基本原理

第一章	机械制造工艺过程自动化的基本原理·····	(10)
§ 1—1	基本概念·····	(10)
§ 1—2	工艺过程自动化的目的和评价标准·····	(13)
§ 1—3	实现工艺过程自动化的技术经济条件·····	(15)
§ 1—4	不同生产规模条件下实现工艺过程自动化的途径·····	(19)
§ 1—5	提高机械制造工艺过程自动化生产率的基本规律·····	(22)
§ 1—6	自动化制造系统及优化原理·····	(29)

第二篇 多品种少批量生产的自动化

第二章	通用机床的自动化·····	(57)
§ 2—1	基本概念·····	(57)
§ 2—2	确定中小批生产自动化方案的方法·····	(58)
§ 2—3	简易自动化·····	(60)
§ 2—4	通用机床的自动化改装·····	(66)
第三章	检验过程自动化·····	(101)
§ 3—1	基本概念·····	(101)
§ 3—2	加工过程中的自动测量装置·····	(103)
§ 3—3	加工尺寸的自动补偿装置·····	(112)
§ 3—4	加工中的自动防护及检测装置·····	(119)
第四章	机械手与工业机器人·····	(122)
§ 4—1	基本概念·····	(122)
§ 4—2	工业机器人的运动方案设计·····	(126)
§ 4—3	工业机器人的结构设计·····	(155)

§ 4—4	工业机器人的运动平稳性及定位精度	(179)
§ 4—5	工业机器人的驱动及控制系统选择	(191)
§ 4—6	工业机器人的实例	(196)
第五章	自动化可变加工系统	(209)
§ 5—1	概述	(209)
§ 5—2	可变加工系统的结构及工作原理	(211)
§ 5—3	可变加工系统的实例	(240)

第三篇 少品种大批量生产的自动化

第六章	上下料自动化	(249)
§ 6—1	概述	(249)
§ 6—2	料斗式上料装置	(252)
§ 6—3	振动式料斗	(261)
§ 6—4	料仓式上料装置	(268)
第七章	输料自动化	(275)
§ 7—1	概述	(275)
§ 7—2	滚动式输料槽	(276)
§ 7—3	滑动式输料槽	(282)
§ 7—4	链条式输料装置	(286)
§ 7—5	链板履带式输送带	(290)
§ 7—6	步伐式输送装置	(293)
第八章	其它辅助工作自动化	(300)
§ 8—1	概述	(300)
§ 8—2	转位自动化装置	(301)
§ 8—3	贮料自动化装置	(304)
§ 8—4	随行夹具返回自动化装置	(308)
§ 8—5	断屑自动化装置	(311)
§ 8—6	排屑自动化装置	(314)
§ 8—7	快速调刀及自动换刀装置	(317)
第九章	机械加工自动线	(321)
§ 9—1	自动线概述	(321)
§ 9—2	自动线工艺方案的拟定	(323)
§ 9—3	自动线的节拍计算和节拍平衡	(327)
§ 9—4	自动线的总体布局	(329)
§ 9—5	自动线工作循环周期表的编制	(339)
§ 9—6	自动线的控制系统	(340)
§ 9—7	自动线的技术经济效果分析	(345)

第十章 机械加工自动线实例	(349)
§ 10—1 直接输送工件的组合机床自动线实例.....	(349)
§ 10—2 采用随行夹具的组合机床自动线实例.....	(353)
§ 10—3 旋转体加工自动线实例.....	(359)

第四篇 综合工艺过程自动化及全盘自动化

第十一章 机器的装配工艺过程自动化	(363)
§ 11—1 概述.....	(363)
§ 11—2 装配作业的自动化.....	(367)
§ 11—3 中小批生产的装配自动化.....	(379)
§ 11—4 大批大量生产的装配自动化.....	(385)
§ 11—5 装配自动化的发展趋向.....	(392)
第十二章 机械制造的综合工艺过程自动化及全盘自动化	(394)
§ 12—1 基本概念.....	(394)
§ 12—2 自动化车间.....	(398)
§ 12—3 自动化工厂.....	(403)
§ 12—4 机械制造的全盘自动化系统.....	(406)

绪 论

§ 1 生产自动化的意义、目的和任务

生产自动化是科学技术不断进步和生产高度发展的产物，是人类早就想往并且久已期待的理想生产形式；自动化生产的实现，标志着人类进入了现代化文明生产的新纪元。

在自动化生产时，各种高生产率的机器设备代替了人所担负的繁重体力劳动，各种自动控制装置、仪器和电子计算机代替了人对生产过程的操纵管理和部份脑力劳动；整个生产过程能在无人直接参与的情况下，自动地按最佳状态连续进行生产，高速度地制造出大量价廉物美的产品，供给社会和人民物质文化生活的需要。这时，人所担任的工作将是机器、控制装置和电子计算机所无法完成的、最复杂的创造性工作。

所以，自动化生产是人类生产活动中的一种先进、完善的高级生产形式。它是科学技术和生产高度发达的现代化国家所采用的基本生产形式。

由于自动化生产不仅具有很高的生产率，而且能够使产品的性能、产品质量、生产成本、经济收益、生产数量和劳动条件综合地达到最佳的目标。因此，它受到了许多技术先进和生产发达国家的极大重视。这些国家投入了很大的人力和物力，设立了专门的研究机构，正在努力研究和开发生产自动化的先进技术。从一些国家采用自动化生产的实践证明，使生产自动化确实能够发展国家的经济实力，提高生产能力，使国家富强，使人民的物质文化生活水平提高。同时，由于自动化能使劳动条件得到改善，因此工作人员的工伤事故也显著减少了。

自动化生产的技术经济效果：

根据不同国家、不同工厂的具体情况，只要对适合的产品采用与之相适应的自动化方式进行生产，确能获得良好的技术经济效果。详见表—1及图—1。

如果用图形来表示自动化生产的技术经济效果，当大量制造同样的轴承时，自动化程度越高，经济效果越好。由图—1中可看出：

a 表示采用大量通用机床来加工轴承，而自动机床用的很少。这时，生产的操作工入多，工资支付多，生产面积大，但投资少，折旧费用少，辅助人员多。

b 表示建立自动线生产后，投资和折旧费增加，但生产工人和生产面积大大减少了，工资支付也减少了，因为辅助工作仍为手工操作，所以辅助人员仍然比较多。

c 表示当采用高效率自动机，建立自动化程度更高的自动线时，使辅助工作也自动化，那么就能更显著地减少生产工人和辅助人员，减少工资支付和生产面积。但是设备的投资和折旧费要比前述的 a、b 方案增大。

从国内外采用自动化的方式生产后，其优越性是：

1. 能有效地提高劳动生产率，增加产量；
2. 有显著的经济收益。从我国 6 条自动线统计，每年能节约经费 490,891 元。按年

表—1

自动化生产的技术经济效果表

名 称	生产率 提高(倍)	节省操作 工人(人)	年节约经 费(万元)	投资增加 (元万)	投资回收 年限(年)	减少生产 面 积	生产量 (万件/年)	注
中国曲拐自动线	4	7	10	2.75	0.28		1.43	
中国汽缸盖自动线	11	12	26.1	120.4	4.6		1.16	
电机轴自动线	3	3	4.8	3.3	0.7		9	
工具刀片自动线	2.3	7	1.39	5.34	4		14	
中国 204 轴承环自动线	4.5	81.2%				49.4%	306	
苏联活塞自动化工厂	4	83.8%				28%	120	
苏联汽缸体自动线	1	48	成本降低 47%				1.63	一班制
英国MOLINS 24 系统	4.4	315	80%	减少37%		85%		计算机群 控自动加 工系统

	生产方式及自动化程度	生产面积	投资	工资总额	折旧费
a		大	少	多	少
b		较大	较多	较少	较少
c		小	多	少	多

图—1 不同自动化程度生产的经济效果

利润计算 1~2 年就可收回建线投资。据苏联 378 个企业统计,每当采用一项自动化措施,就能节约 8,600 卢布;

3.能改善劳动条件,降低劳动强度,缩短劳动时间;所以,自动化生产的方式特别适合于笨重的劳动和对人体有害的加工工作中采用;

4.能减少工作人员、减少工资支付,能减小生产面积,缩短生产周期,降低产品成本;节约能源;

5.自动化生产时,由于采用了自动检验和自动调节的装置来控制各种加工参数,因此能够有效地提高并稳定产品质量;

6.自动化生产时,要求工人掌握更高、更多、更广泛的科学技术知识,才能胜任自动化加工系统的安装、使用、调整和维修工作。例如:使用数控加工系统,就需要高级别的技术工人和专门的工程技术人员来维护;又如苏联的轴承自动车间使用以后,工人的平均等级从 3.5 级提高到 7 级。因此,采用自动化生产能缩小体力劳动与脑力劳动之间的

差别;

7. 柔性自动化生产系统及设计自动化的应用和发展, 还有利于产品的更新和性能的提高。

自动化生产能在高度技术基础上使生产不断增长、不断完善, 能最大限度地满足社会的需要和人民不断增长的物质文化需要。因此, 自动化生产符合社会主义的基本经济法则, 符合我国现代化生产发展的规律。虽然自动化生产会引起劳动分工的转移和初期投资增大的问题, 但是在社会主义国家是可以通过有步骤、有计划地发展经济来统筹解决的。

在资本主义国家, 自动化生产虽然发展得很快, 自动化技术的采用也很广泛。但是在生产资料私有制的资本主义社会里, 得利者是资本家, 自动化生产的广泛采用, 常给劳动人民带来失业的灾难。

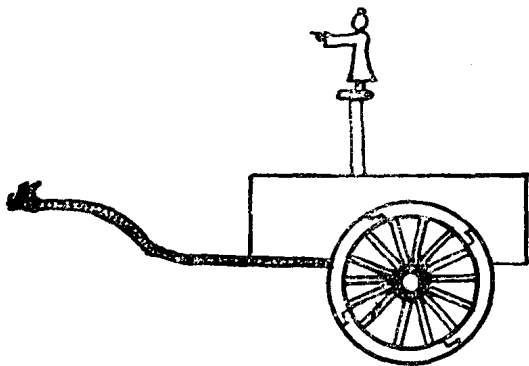
§ 2 机械制造工艺过程自动化的现状与发展

一、我国自动化机械的历史及机械制造工业自动化的现状

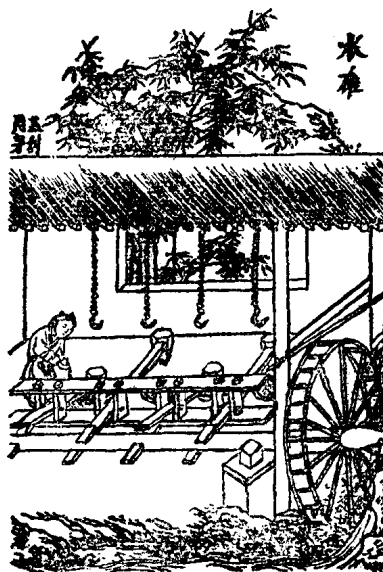
(一) 我国自动化机械的历史

我国研究和开发自动化机械的历史很悠久, 早在距今四千多年前就研制成功自动定向的指南针, 在三千多年前研制成功自动计时的铜壶滴漏, 在二千二百多年前又进一步研制成用齿轮及凸轮等自动机构制成的指南车, 在西京杂记上有记载, 晋书卷二十五舆服志载有: “司南车一名指南车。驾四马。其下制如楼三级。四角金龙衔羽葆。刻木为仙人。立车上。车虽回运而手常指南。”见图—2。前汉时期研制的记里鼓车亦能用车轮、凸轮和轮系的转动, 把行车距离自动表示出来, 每行一里下层木人击鼓, 行十里上层木人击钲。这些自动机械都曾用于实践, 并有多种历史文献记载和科学的考证。除此之外, 长期用于生产的自动机械还有:

公元前一世纪西汉末发明的水力推动的水碓, 是一种用凸轮机构, 按平行作业的四工位自动机, 见图—3。



图—2 指南车示意图



图—3 连机水碓

距今二千多年前发明的畜力磨上已经采用了自动送料的料斗，见图—4；以后又发明了链式自动送料装置“水转翻车”，见图—5。



图4 畜力磨



图5 水转翻车

此外，能自动捕鼠、能下水捕鱼的自动木人和木水獭等自动装置，也相继在公元318年至321年及公元1041年至1048年间研制出来。这些都有历史记载，可以说是现代社会生产中人们研究机器人与仿生机械的雏形和先驱。总之，我国历史上研制成功的自动装置不胜枚举，而且发明时间都居于世界前茅。但是，由于历代封建帝王竟然把劳动人民的这些伟大创造发明视为雕虫小技，供作酒后茶余观赏玩乐，更没有给予扶持和发扬，以致使我国古代的自动化技术长期处于停滞状态。

西欧产业革命以后，我国沦为半封建半殖民地，自动化的科学技术始终未能得到发展。国民党统治时期，也仅仅向国外购买了少量的轻工业和兵工制造厂用的自动机器，在生产上并没有发挥多大作用。

(二) 我国自动化生产的现状和发展

1949年中华人民共和国成立后，在中国共产党的正确领导下，我国的生产自动化才正式列入了经济建设和科研规划，并且逐渐得到了发展。例如：

1956年，我国第一个五年计划完成后，建成了汽车的汽缸体加工自动线；制造成功了单轴转塔自动车床、单轴纵切自动车床和多刀半自动车床；以后又相继制造成功多轴立式半自动车床、多轴卧式自动车床和组合机床，为进一步发展自动化生产打下了基础。

1959年，我国又自行设计并制造成功丝锥自动线、轴承自动线（见图—6）、柴油机汽缸体加工自动线、齿轮自动线和螺钉螺帽自动线。以后又研制成功数控铣床。

1964年起，我国仅为第二汽车制造厂就设计制造了各种高生产率的自动机床八千多台，自动线五十七条。在以后的几年间，又建成了轴承自动化车间和装配自动线。尤其是1976年以后，相继研制成功了各种数控镗床、数控车床、数控自动换刀镗铣床、可换主轴箱的组合机床、工业机械手和工业机器人；在此之后，又成功地研制成功了示教再

现式工业机器人、计算机控制的机器人及计算机控制的群控自动加工系统，为我国进一步研究和建立可变的机械制造系统打下了基础。

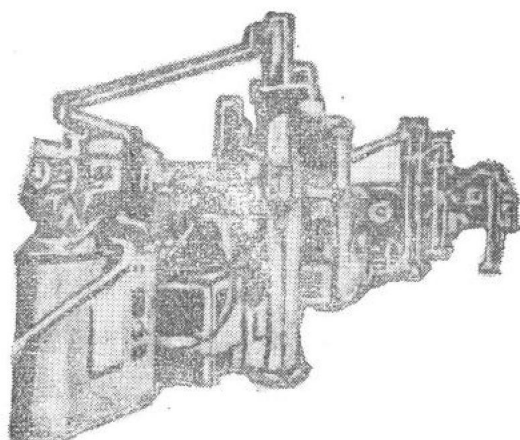


图6 轴承自动线

据1980年的资料报导：在1979年以前，我国已建成了两个自动化车间，四百七十七条自动生产线，约一千台工业机械手，其中包括工业机器人十五台（见图—7），电子计算机已开始用到机械制造厂的管理、机械产品优化设计和数控机床的控制中，微处理机已开始用于机床和工业机器人的控制，并建成了两个可变加工系统。这些巨大的成就是非常喜人的。

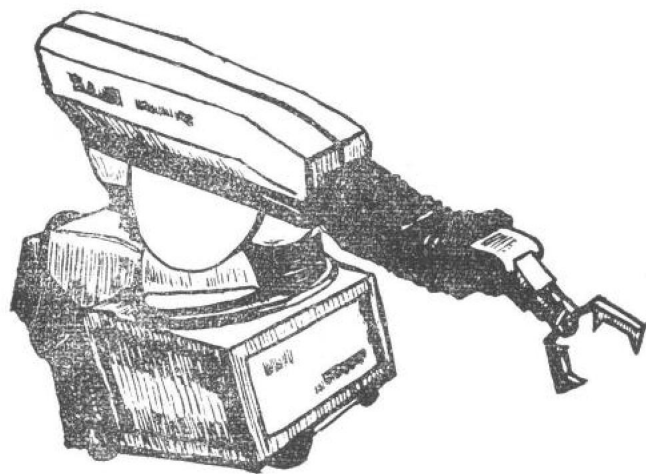


图7 工业机器人

但是，在我们自动化生产的发展过程中，也还有所不足。据资料报导：所建成的自动线只有44.7%运行比较稳定，故障较少，经济上合算。18.5%故障较多，生产节拍达不到设计要求。7.1%加工质量达不到要求，故障太多。25.9%因产品改变、无销路、批量太小及生产管理方面的原因没有使用。3.8%由于技术不过关而报废。数控机床、计算机、工业机械手和机器人的制造和使用也有类似情况。数控机床及自动换刀数控机床的制造成本很高，质量差，而正常和稳定的数控机床其利用率也很低；由于技术、管理上

的问题和故障多，没有使用的也不少。再加以我国当前经济建设的资金紧，生产还不发达，劳动力很多，技术方面还跟不上。因此，需要在经济上、管理上和技术上加以调整、整顿、巩固和提高。

（三）我国当前对机械制造工艺过程自动化的技术政策精神

必须从我国的具体情况出发，我们在相当长的时间内，还是要自动化、半自动化、机械化以及必要的手工劳动相结合。日本丰田汽车厂把自动化分为五等，全自动化为A级，混合式自动化为B级，半自动化为C级，工卡具自动化为D级，手工操作工卡具为E级。当零件月产量超过三万件时可用A级，当月产量只超过一万五千件时用C级，月产量小于五百件时采用E级。我们应适当参考日本的标准。那种盲目搞自动线，不满40%负荷也要搞的倾向应当纠正。

我们搞自动化要考虑三条因素：1.为保证产品质量所必需；2.为保证安全生产和改善恶劣的劳动条件所必需；3.为提高劳动生产率及使生产经济合理所必需。因此，在化工、原子能以及一些有毒、有害作业方面，对必须保证重复精度方面，非搞自动化不可。批量很大的轻纺产品以及机电产品也要搞自动化、搞自动线。

数控机床，则主要应考虑保证质量，提高效率，取得最佳经济效益，今后对多品种小批量的复杂形状工件，对批量不大而重复精度要求高的应采用数控机械或顺序控制机械加工。要总结数控机床制造、使用的经验，要选择好加工对象，要提高数控的可靠性，发展微处理机的应用。要培训及调整维修人员，做到及时而又高质量的维修。要保持最高负荷和不间断地供应软件。积极稳步地发展顺序控制和数控技术。

机械手也应该主要针对改善恶劣的生产条件，发展专用机械手和示教再现型机械手。智能机械人，选几个点进行研制，建立技术储备也还是必要的。

（四）关于机械加工中电子计算机应用的技术政策精神

电子计算机能够完成各生产阶段的综合管理职能，对生产过程中的信息流、物质流建立统一的信息管理系统，实现综合的自动化，使机械工业从传统的断续生产逐步过渡到技术经济效益最优化的连续生产，这对我国具体情况来说，还不是当务之急。

电子计算机的应用，应强调用于特定时间里人所办不到的事情。当前主要应放在机床与刀具的辅助设计，建立切削数据库，微处理机在数控及计算机数控中的应用，应用软件的研制，以及企业管理几方面。现在首要的是培养软件、硬件人员，并普及教育。充分发挥国内已有电子计算机的效率。同时还应迅速推广微型计算机的应用。要使机械加工自动化技术积极而又稳步地开展电子计算机的应用。

二、国外的现状和发展

国外机械自动化的发展历史并没有我国悠久。但是自十八世纪随着蒸气机出现和产业革命以后，为了提高劳动生产率，十九世纪西方国家基本上形成了机械化生产方式。在以后，由于追求更高生产率的自动化机器，许多工业发达的国家投入了大量人力和物力研究自动化技术；随着电子学和自动控制技术的发展，国外的自动化生产进一步得到了迅速的发展。

1924年，最简单的自动传送流水作业方式在英国的Morris汽车公司建成。在第二次世界大战前后，美国底特律福特汽车公司建成了大量生产用的自动化生产线。到五十年

代中期，西方和苏联等国广泛采用了自动化的生产方式。以后，日本也迅速地采用了自动化生产。到六十年代，大量生产的自动化已达到成熟和普及的程度。与此同时，由于技术的进步，国际市场的竞争，产品更新加快，以及高技术熟练劳动力不足，能源和资源危机等因素的影响，在五十年代资本主义国家盛行的“大量生产，大量消费”的观点开始发生变化，使许多生产和技术发达的国家转向于寻求高效率、多品种生产的自动化技术。

于1952年美国研制出了数控铣床，1956年开始逐渐在中、小批生产中使用，1958年研制出数控自动换刀机床，迅速得到发展。随着电子计算机的出现及其制造成本的大幅度降低，微型化和大规模集成电路的采用，1967年英国Molins公司研制成电子计算机控制六台数控机床的可变制造系统24，解决了多品种小批量生产的自动化及降低成本和提高效率的问题。使单件小批生产的零件在机床上加工的时间利用率从5%提高到75%~80%。彻底改变了传统的单件小批生产中制成一个零件（从材料到成品）的存放和运输时间占95%，而加工时间只占5%的状态。这引起了资本主义国家的极大重视。于1967年美国 Sundstand 公司和日本国铁大宫工厂相继又研制成功计算机控制的全自动可变制造系统和数控机床的计算机数控系统。1969年日本研制出了按成组加工原则的IKEGAI可变加工系统。1970年美国研制出用一台大型计算机对多台小型计算机数控机床进行遥控的自动加工系统，可在50至100公里以外或由卫星传送信息，能使加工过程减少停歇时间。在1971年以后相继研制成由小型计算机来协调装在自动机床上的微处理机数控系统；研制成计算机数控自动换刀机床，自适应控制的自动机床，（这种自动机能在加工中按最低成本、最高生产率、最高质量的优化原则，自动调节切削用量及零件的几何尺寸精度）。在1976年又研制出自动诊断故障的机床。

1959年美国研制成功工业机器人，当时主要用作加工过程中的零件装、卸和传送。六十年代传入西欧和日本，迅速得到了发展，广泛用于机械制造业。以后又扩大到其他行业，用来代替人做一些笨重和有害健康的工作。现在工业机器人已发展成为具有感觉、触觉、视觉和具有简单逻辑判断能力的智能机器人。它除了能完成机床上下料的工作外，还能识别图像、进行装配工作、焊接、喷漆、热处理、清砂、浇注铸件等工作。目前的机器人共有二百五十多个品种，数量在五万台以上。

在七十年代末期，日本、美国、德国都研究成功了用电子计算机控制、具有多品种加工功能、搬运传送功能、生产管理功能和各种信息处理功能的自动化可变加工系统。现在，国外已有203个这种系统。1981年日本已经研究和制造成功用电子计算机控制自动机床、由机器人来生产机器人的工厂。并且正在研究和建立适合多品种小批量生产多种机床的“无人加工”的全自动工厂。在这个工厂中采用70多台电子计算机分级管理，应用多功能机器人和可变加工系统进行生产。在这个系统中，能够自行编程、自行控制材料（毛坯）、工夹具和刀具的更换，能够按生产要求控制加工的进度和产品品种。目前已部份建成，预计1985年陆续投入生产使用。

现在，日本、西德和美国等工业发达的资本主义国家，还正在致力研究具有设计、制造和管理功能的全自动一体化企业。这是自动化程度更高、规模更大，包括了产品设计，生产管理，冷、热加工，检查、装配、试验、运输、仓库及其他辅助工作的全盘自

自动化系统，并已取得了一些进展。因此，这是机械制造自动化发展的理想前景。

三、世界各国机械生产自动化的实况和水平

世界各国机械生产自动化的实况和水平，可以从它所拥有的研制单位和生产自动化系统的数量表示出来。大批量生产自动化的情况，由自动线（车间、工厂）的多少来表示。中、小批生产自动化的情况，由数控机床、机器人及可变制造系统的多少来表示。详见表—2。

表—2 世界各国机械工业拥有：自动线（车间、工厂）、自动装配机、可变制造系统、数控机床、机器人及研制单位数量表

情况 国名	自动线专业 公司(厂家)	自动线拥 有量(条)	自动化工厂 (车间)(个)	工业机器人 厂家(个)	工业机器人 数量(台)	数控机床拥 有量(台)	可变制造 系统及生 产单元	自动装配 机(台)
中 国	2	477	2	2	60	4,100	3	25
美 国	35	20,000	10	29	3,000	(78年)53,600	44	17,000
苏 联		8,400	10		300	24,000	8	
西 德	25		2	21	850	4,400	35	
英 国	9		3	13	185		10	
日 本		6,700	7	100	20,000	24,000	60	7,617
法 国	4		1	1	200	2,620		
意 大 利	7		1	5	500		2	
瑞 典			3	9	600		3	
东 德			1				9	
加 拿 大			1					
瑞 士			1	2			1	
波 兰					360		4	
挪 威					200		8	
其 他							20	

据现有资料的不完全统计

§ 3 课程的目的要求和内容

机械制造工艺过程自动化是五十年代发展起来的一门独立学科，并且正式列为工科大学机械制造专业的一门专业课。其目的是：研究机械制造工艺过程自动化的原理、方法和结构；探讨在不同生产条件下，提高劳动生产率、降低产品成本、提高质量、改善劳动条件的最佳自动化方案；探讨合理应用自动化设备、设计自动化装置、建立自动化加工系统和使通用机床自动化的原则和方法。因此，本门课程既是“机械制造工艺学”的继续和发展，又是自动机床、电子技术、液压传动、控制技术、机器人学、计算机技术及系统工程学的综合运用和发展。

本课程的任务是：在学生学完前阶段课程的基础上，通过本课程的学习，系统地掌握机械制造工艺过程自动化的基本原理和规律；掌握不同生产规模条件下实现工艺过程自动化的主要方法和典型的自动化装置，以达到今后工作中能够综合运用所学的知识，结合我国生产发展的要求和不同地区厂矿的情况，拟订合理的自动化方案；对通用机床的自动化、工业机器人、自动装置、自动线及可变自动加工系统具有一定的设计能力；并且具有解决实际生产中有关加工与装配自动化问题的能力。

课程内容：本课程主要学习机械加工及装配方面的自动化基本知识。包括：

- 1.机械制造工艺过程自动化的基本原理；
- 2.多品种小批量生产的自动化。包括：简易自动化、通用机床自动化、检验自动化、工业机器人及自动化可变加工系统等；
- 3.少品种大批量生产的自动化。包括：自动生产线、上下料自动化、输料自动化、其他辅助工作的自动化等内容；
- 4.机械制造工艺过程的综合自动化及全盘自动化。包括：装配自动化、自动化车间及自动化工厂等内容。

第一篇 基本原理

第一章 机械制造工艺过程自动化的基本原理

§ 1—1 基本概念

一、机械化和自动化的概念

机械化、自动化是人们所熟悉而又容易混淆的两个名词。所以，在学习本课时必须弄清楚机械化与自动化的概念和定义。

(一) 什么是机械化

人在生产过程中的劳动，包括基本的体力劳动、辅助的体力劳动和脑力劳动三个部份。基本的体力劳动是指：直接改变生产对象的形态、性能和位置等方面的体力劳动。辅助的体力劳动是指：完成基本体力劳动所必须做的其它辅助性工作。如：检验、装夹工件、操纵机器的手柄等体力劳动。脑力劳动是指：决定加工方法、工作顺序、判断加工是否符合图纸技术要求、选择切削用量以及设计和技术管理工作等。在学习本课程时，必须彻底弄清楚它们的基本概念。

当人用双手和体力所担任的繁重的基本劳动，由机械及其驱动的能源（如：各种机械能、风力、水力、电力、热能、化学能和原子能）来代替的过程，称为机械化——如：机动走刀代替手动走刀，称走刀机械化；车子运输代替肩挑背扛，称为运输机械化；由人和机器构成的有机集合体就是一个机械化生产的人机系统，见图 1—1。但是机械化生产时，人还不能离开机器，还须不断操作看管机器。整个生产在很大程度上还受操作者的影响，只要操作偶有不当，就会产生废品，甚至发生事故，在很多情况下，机器速度的提高还受工人精力、体力的限制，还会使劳动强度增大、精神过度紧张、劳动条件恶化。因此，仅仅实现机械化生产，还不是生产的理想方式。

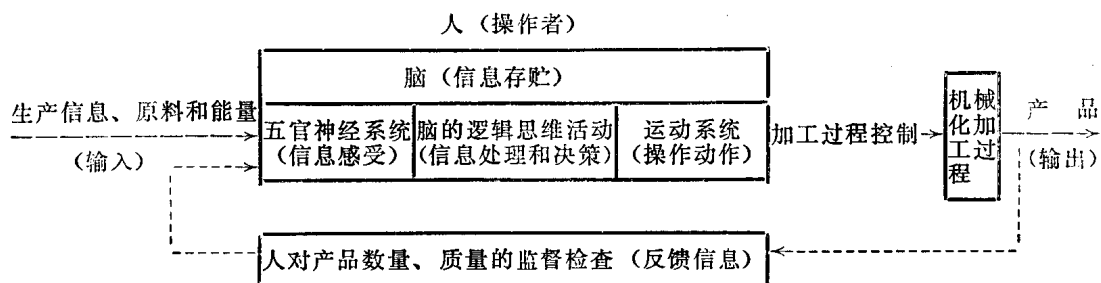


图 1—1 机械化生产的人机系统