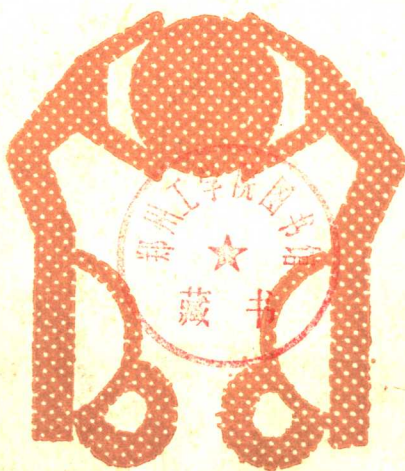


机械加工过程

自动化

陈庆生 余时伟 何幼瑛
杨兴邦 罗中先



JJGGCZDH

贵州科技出版社

机 械 加 工 过 程 自 动 化

陈庆生 余时伟

杨兴邦 罗中先

何幼瑛 编

贵 州 科 技 出 版 社

内 容 提 要

本书包括绪论、机械加工系统工程基础、机械加工自动线、机械加工自动线的经济分析、机械加工中的上料自动化、机械加工系统中的工业机器人、机械加工中的自动检测、柔性制造系统及集成制造系统。

本书以机械加工系统为主线,着重讲述机械加工自动化的基本理论和设计方法,并介绍生产中广泛采用的自动化技术和机械加工自动化的发展方向。可供高校、职大、电大、夜大等机械制造工艺与设备专业师生和从事机械加工自动化方面研究的工程技术人员阅读使用。

责任编辑 黄绍琨

封面设计 黄小祥

技术设计 晓 光

机械加工过程自动化

陈庆生 杨兴邦 余时伟 罗中先 何幼瑛 编

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路289号)

贵州省商业专科学校印刷厂印刷 贵州省新华书店经销

787×1092毫米 16开本 15.375 印张374 千字

1991年8月第1版 1991年8月 第1次印刷

印数: 1——7000

SIBN 7-80584-073-2/TH·002 定价6.40元

前 言

“机械加工过程自动化”是机械制造工艺及设备专业的专业课。通过该课程的学习，使学生掌握在少品种大批量生产和多品种小批量生产中机械加工自动化系统设计的理论及方法，初步具备对机械加工自动化系统进行分析 and 设计的能力。

由于电子-机械学的发展和应用，开创了数控加工及使用工业机器人的新时代。由此发展起来的柔性制造系统、集成制造系统、计算机控制、在线自动检测和适应控制技术等，是机械加工自动化领域的最新技术。本书对上述内容进行了较为详细的论述，可使学生扩大视野，开阔思路，增加一些机械加工领域未来高科技发展型人才的基础知识。

本书编写本着精选内容，学以致用原则，以机械加工系统为主线，详细论述了自动生产线、柔性制造系统和集成制造系统的组成、设计及最优决策方法。并详细介绍了与系统运行有关的内容，如自动上料、自动检测、自适应控制系统的经济性及可靠性分析等。工业机器人已发展成一个新型的工业领域，它既可以用在机械加工自动化系统中，也可以作为一个独立的自动机器用于其他领域，因而作为独立的一章加以讲授。

本书各章分别反映了机械加工自动化的一个独立部分，编写时特别注意介绍各部分的现状和发展，使读者不但掌握基本原理和设计方法，并了解各部分技术的现状和发展，为读者提供了他们感兴趣的研究方向。

本书绪论和第一至三章由重庆大学陈庆生编写，第四章由贵州工学院余时伟编写，第五章由成都科技大学杨兴邦编写，第六章由四川工业学院罗中先编写，第七章由昆明工学院何幼瑛编写。重庆大学陈庆生任主编，成都科技大学杨兴邦任副主编，贵州工学院余时伟任主审。

参加本书审稿的有重庆大学徐发仁，贵州工学院余时伟，昆明工学院宋文骥，四川工业学院杨仁述、陈代知，成都科技大学杨凤鸣等。

本书编写过程中，得到重庆大学、四川工业学院、成都科技大学、贵州工学院、昆明工学院等院校领导的支持；华中理工大学段正澄教授提出了许多宝贵意见；贵州工学院高德铭对本书插图的描绘和出版工作给予了大力帮助。在此谨致谢意。

由于编者水平有限，不足和错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

1990.12.

目 录

绪论	(1)
一、机械加工过程自动化技术的发展	(1)
二、我国机械工业自动化的现状	(2)
三、机械工业自动化的基础——自动机	(3)
第一章 机械加工系统工程基础	(5)
第一节 系统的基本概念	(5)
一、系统的定义	(5)
二、系统的基本问题	(6)
三、系统设计	(6)
第二节 机械加工系统的基本概念	(8)
一、生产、制造和加工的定义	(8)
二、机械加工系统的含义和内容	(9)
三、机械加工系统工程	(12)
四、多品种、小批量生产的特征	(13)
第三节 机械加工系统的经济性评价标准	(13)
第四节 机械加工系统的优化	(14)
一、单工序加工系统的优化	(14)
二、多工序加工系统的优化	(18)
第二章 机械加工自动线	(25)
第一节 机械加工自动线设计	(25)
一、机械加工自动线的组成及分类	(25)
二、自动线设计的一般程序——三段工作法	(28)
三、“同步工程”设计法	(30)
四、自动线的可靠性分析	(32)
第二节 组合机床自动线的总体设计	(34)
一、组合机床自动线的配置型式	(34)
二、组合机床自动线的工艺特点及最优工艺路线分析	(41)
三、组合机床自动线总联系尺寸图的绘制	(49)
四、组合机床自动线循环周期表的绘制	(52)
第三节 机械加工自动线的控制系统	(57)
一、对控制系统的要求	(57)

二、自动线控制系统的分类	(57)
三、可编程序控制器 (PC) 简介	(61)
四、一种新的控制系统——系统“90”	(63)
第四节 机械加工自动线的发展	(64)
一、成组加工组合机床自动线	(64)
二、自动化车间简介	(65)
三、柔性自动线	(67)

第三章 机械加工自动线的技术经济分析 (73)

第一节 机械加工自动线的生产率	(73)
一、柔性联接自动线的生产率	(73)
二、刚性联接自动线的生产率	(76)
第二节 自动线的工位数和工段数	(79)
一、刚性联接自动线的工位数	(79)
二、柔性联接自动线的工段数	(82)
三、贮料装置容积的确定	(83)
第三节 自动线的技术经济分析	(84)
一、自动线的生产纲领	(84)
二、自动线的生产率和负荷率	(85)
三、自动线的劳动生产率	(85)
四、设备寿命及折旧系数	(85)
五、设备总投资额	(86)
六、自动线年工序工艺成本	(86)
七、附加基本投资回收期	(87)
八、自动线的技术经济指标	(87)

第四章 机械加工中的上料自动化 (88)

第一节 概述	(88)
一、件料自动上料装置的类型	(89)
二、件料自动上料装置的组成	(90)
三、决定件料自动上料装置设计方案的主要因素	(90)
第二节 料仓式上料装置	(91)
一、料仓	(91)
二、上料机构	(95)
三、隔料器	(97)
四、料仓式上料装置应用举例	(98)
第三节 料斗式上料装置	(103)
一、件料的定向特性	(103)

二、件料的定向方法·····	(103)
三、料斗式上料装置的结构和设计·····	(104)
四、其他料斗式上料装置·····	(113)
第四节 振动式上料装置·····	(116)
一、圆筒型电磁振动料斗的结构·····	(116)
二、振动上料原理·····	(117)
三、定向方法·····	(120)
四、圆筒型电磁振动料斗的设计·····	(120)
五、振动料斗应用举例·····	(122)
第五章 机械加工系统中的工业机器人 ·····	(125)
第一节 概述·····	(125)
一、工业机器人的概念·····	(125)
二、工业机器人的组成·····	(126)
三、工业机器人的分类·····	(127)
四、工业机器人主要技术性能参数·····	(128)
第二节 工业机器人的运动分析·····	(128)
一、工业机器人的图形符号·····	(128)
二、工业机器人的运动自由度及其组合时的运动图形·····	(129)
三、工业机器人的坐标型式及其工作范围·····	(132)
四、齐次变换·····	(135)
第三节 工业机器人的机械结构·····	(141)
一、手部·····	(141)
二、腕部·····	(148)
三、臂部和机身·····	(152)
第四节 工业机器人的动态特性·····	(158)
一、稳定性·····	(158)
二、空间分辨率·····	(160)
三、定位精度·····	(160)
四、重复定位精度·····	(160)
五、机器人动态特性的影响因素和提高动态特性的措施·····	(161)
第五节 工业机器人的控制系统·····	(162)
一、工业机器人控制系统的特点·····	(162)
二、工业机器人的控制方式·····	(162)
三、工业机器人的编程方式·····	(163)
四、工业机器人控制系统的结构·····	(164)
五、工业机器人的软件系统·····	(165)
第六节 工业机器人的实例·····	(166)

一、PBIR-I型工业机器人	(166)
二、PUMA-560型工业机器人	(174)

第六章 机械加工中的自动检测及其应用 (177)

第一节 概述	(177)
一、检测在机械加工系统中的地位	(177)
二、自动检测的应用及特点	(178)
第二节 自动在线检测基础	(179)
一、自动在线检测	(179)
二、自动在线检测原理与传感器	(180)
第三节 尺寸精度和几何精度的自动检测	(184)
一、尺寸精度和几何精度的自动主动检测	(184)
二、检验自动机	(186)
第四节 自动补偿系统	(187)
一、自动补偿原理	(187)
二、磨床的自动补偿装置	(188)
三、镗刀的自动补偿装置	(189)
第五节 联锁保险系统	(190)
一、刀具损坏的检测	(190)
二、工件定位保险检测	(192)
三、上线毛坯状况检测	(192)
第六节 自动检测与自适应控制	(192)
一、概述	(192)
二、自适应控制系统的分类	(193)
三、自适应控制系统的工作原理和应用	(194)

第七章 柔性制造系统 (197)

第一节 概述	(197)
一、柔性制造系统的技术背景与现状	(197)
二、FMS的基本概念	(197)
三、FMS的优点和适用范围	(198)
第二节 FMS的结构及工作原理	(199)
一、FMS的必备功能和基本组成	(199)
二、FMS的工作原理	(201)
第三节 FMS的信息流系统	(204)
一、FMS信息流系统的任务集	(204)
二、信息流系统的硬件结构	(205)
三、信息流系统的软件	(207)

四、信息流系统的软件结构·····	(210)
第四节 FMS的加工系统·····	(210)
一、加工设备·····	(210)
二、刀具交换系统·····	(211)
三、夹具托盘组件·····	(214)
第五节 FMS的物流系统·····	(220)
一、加工回转体类零件的物流系统·····	(220)
二、加工非回转体零件的物流系统·····	(221)
第六节 柔性制造系统实例·····	(225)
一、加工曲轴的FMS·····	(225)
二、丰田工机的AFMS·····	(227)
第七节 计算机集成制造系统·····	(230)
一、概述·····	(230)
二、CIMS的功能与技术基础·····	(231)
三、实现CIMS的关键技术·····	(232)
四、计算机集成制造系统的计划·····	(234)

绪 论

生产自动化是国民经济现代化的重要内容。机械工业是国民经济的基础,它不但需要实现自身的自动化生产,还必须尽快地为其他部门提供先进的自动化设备。机械工业能否尽快实现现代化,将直接影响我国四个现代化建设的进程。

自动化是保证获得最高生产率,最优产品质量和最低成本的最好手段。自动化生产是人类社会和科学进步的结晶,是生产力发展的必然趋势。

一、机械加工过程自动化技术的发展

自动化生产首先是由工业自动化开始发展起来的。美国是机械工业自动化方面发展最早的国家之一。1947年美国福特汽车公司正式使用“自动化”一词。其含义是指加工采取连续的方式,生产过程流水式地自动进行。

机械工业自动化技术的发展,经历了一个从单机自动化、车间自动化到综合自动化的过程。几十年来,随着各种控制理论和控制技术的发展和进步,机械工业自动化的含义和内容也不断地演化和扩充。40年代后期提出了反馈控制理论、程序存贮概念、工程控制论,研制出第一代电子计算机。50年代初出现了数控加工技术、工业机器人。同时,在这一时期提出了自适应控制技术、最佳控制理论的系统工程学。60年代,集成电路获得快速发展,出现了大规模集成电路。工业机器人的研制,顺控器和小型计算机在生产中陆续获得实际应用,数控机床开始普及,与此同时发展了计算机控制的数控系统,使机械工业自动化向前跨了一大步。70年代,微型计算机问世,大大加速了机械工业自动化的步伐,同时,在发展硬件、软件和计算机网络技术的基础上,系统工程学在各种规模的机械工业生产系统中,开始获得富有成效的应用。

现代机械工业生产过程的自动化已开始表征出连续和信息化的特点,并可描述为:系统在没有人直接参与的情况下,能使过程按规定的目标以可编程序的方式准确无误地自动进行,并确保能按最佳规范和要求进行工作。这就是现代化机械制造系统的特点。

机械工业实现生产过程自动化的意义在于其技术和经济效果显著。从产品方面看,可以提高质量,降低成本;从生产装备方面看,可以提高其运行能力、效率、可靠性、稳定性和经济性;从生产人员方面看,可以改善劳动条件,减少劳动时间,节省劳力等等。特别在一些应用计算机的复杂生产系统中,自动化可以把人们从大量的、繁重的、单调的劳动中解放出来。在这种场合计算机不仅可以模拟人的感觉和思维,而且可以逾越人体机能的限制。例如在检测、计算、判断、控制等方面,完成人们所不能完成的任务,为我们提供崭新的生产手段、先进的科学实验技术和有效的组织管理方法,从而把机械工业生产提高到一个新的水平,获得优良的产品和最高的生产效率。

然而,机械工业自动化面临的任务是艰巨的,其原因在于机械工业生产控制的对象是立体的,加工工艺与控制参量不但繁多而且多变,较难实现自动化生产。就机械工业内部而

言,自动化的难易程度和发展水平相差也很大。一般说生产管理过程自动化比加工过程自动化容易。冷加工的自动化比热加工的自动化发展快。

40~50年代国外已经在机械制造业中开始采用自动线及自动化车间进行生产。

60~70年代,在继续发展自动化车间的基础上,从车间的集中控制向综合自动化发展。特别是随着电子计算机的发展和推广应用,实现了管理信息自动化与生产过程控制相结合的多级计算机控制,创造了大规模的工业自动化系统。

电子计算机的发展及其在工业上的广泛应用,是工业自动化技术发展到新水平的重要标志。

成组工艺的发展和运用于生产,数控机床和加工中心机床的出现和不断完善,工业机器人的广泛使用,电子计算机及其微型化,决定着机械工业生产过程综合自动化的完善程度,成为机械加工过程自动化发展的四大支柱。

现代世界机械加工技术的主要发展趋势是以CNC数控机床及锻压机械为基础,不断向柔性加工自动化即柔性制造单元(FMC)和柔性制造系统(FMS)方向发展,并以计算机集成系统(CIMS)为发展目标。当前工业发达国家CNC技术已广泛应用,FMC大量采用,FMS技术已进入实用阶段并开始商品化,CIMS则是机床行业的热门研究课题和主攻方向。

各工业发达国家正在努力将机械工业的自动化生产向全盘自动化方向推进,无人化工厂已进入实验阶段。例如日本筑波的综合柔性制造系统实验工厂,于1978年完成技术设计,各项基础技术的研究工作于1979~1980年完成,工厂的设计和建筑于1981年完成,1983年底建成筑波实验工厂,总投资约130亿日元。

二、我国机械工业自动化的现状

我国机械工业自动化的水平,与世界先进国家相比,差距较大。但是,随着机械加工自动化的发展,在机械加工自动化和自动装配技术方面已有较大的发展,在焊接自动化,铸、锻毛坯制造自动化,热处理自动化等方面的技术水平也有相应的提高。

50年代后期我国主要在少品种、大批量生产中发展机械加工自动化技术。60年代以后自动线主要向综合加工自动化方向发展——包括毛坯上线,切削和非切削加工以至装配、检查等工序的自动化。

根据统计我国拥有金属切削机床320万台,高于美国,与苏联相当。但机床的自动化水平低,加工效率低。

近年来,我国数控机床的生产有很大的发展,在2000余种金属切削机床的通用品种中,数控机床已有150多种。1987年重点企业的数控机床产值为1985年的2.3倍,数显产值为1.8倍。数控机床的年产量由1980年的692台上升到1988年的2610台,为1980年的3.8倍。

国产数控机床品种迅速发展,技术水平提高,是近几年自动化技术发展的特点。如青海第一机床厂生产的QH₁-FMC-1柔性制造单元,具有6个交换工作托盘,定位精度 $\pm 0.012/300\text{mm}$;武汉重型机床厂CH 5116立式车削中心,采用滚动式预紧高精度轴承,工作台径向振摆达到 $6\text{ }\mu\text{m}$;北京第一机床厂的17-10FP175NC/2 $\times$ 5m龙门式加工中心及北京精密机床厂的XH 714立式加工中心等产品。都已达到世界70年代末和80年初的水平。创造更多高效率、高精度和高自动化的金属切削机床,是机械工业刻不容缓的任务。

为了促进我国数控技术的发展,在数控机床配套技术方面,发展了可转位面铣刀、镗刀、车刀、玉米铣刀等1912个规格的刀具。附件行业发展了数控可倾转台、磁性排屑系统等产品。

数控系统和伺服系统已有北京数控设备厂,上海机床研究所等多家生产。1988年生产数控系统1560台,若包括经济型数控系统,其产量超过3000台。已初步形成先进的新兴产业结构。

三、机械工业自动化的基础——自动机

研究自动化的主要内容:在于研究各种能代替人们劳动的自动机,不仅能代替人的体力劳动,而且还能在一定程度上代替人的脑力劳动。如分析问题、计算、看图、识字和进行逻辑推理等等。要像人那样开动脑筋和分析问题。

现在人类使用的各种自动机大致可归纳成以下三大类:

第一类自动机——自动化的检测装置:是在仿生学的基础上发展起来的各种自动化检测装置,可以代替人的眼、耳、鼻、手等感觉器官的某些功能。是自动化生产不可缺少的重要组成部分。

用硫化镉制成的“电眼”,对光的敏感跟人很相似,当不同强度的光照射它时,它的电阻就会有相应的变化。利用它的这个特性,可以用它来监视火警,和制造光电跟踪器来指挥线切割机床工作等。

用溴敏半导体做成的“电子鼻”,比人的鼻子还灵敏。利用“电子鼻”的特殊嗅觉,使钢铁厂、化工厂、煤气公司可以及时察觉高炉、管道泄漏的有毒气体或易爆气体,以便及时采取安全措施。

机械制造过程所使用的自动化检测装置的范围是极其广泛的。从制品(零件、部件和整机)的尺寸、形状、缺陷、性能等的自动测量,到成品生产过程各阶段上的质量控制;对各种工艺过程及其设备的调节与控制,到实现最佳条件(或无人化)的自动生产,其中每一方面都离不开自动检测技术。

根据不同需要制造的各种自动检测装置如:温差传感器、压力传感器、自动监听器、自动录像机、光栅检测装置,以及大量的气动、电动和联合作用的检测装置等等。它们的主要作用就在于全面地、快速地获得有关产品质量的信息和数据。

发展高效的、自动检测产品质量及其制造过程状态的技术和相应的装备,是发展高效、自动化生产的前提条件之一。

第二类自动机——控制器和控制机:控制器的作用,是根据自动检测器送来的信息,经过分析比较,发出调节生产过程参量的信号,使这些参量自动保持在一定的规定范围内。

在比较复杂的场合,可以用电子计算机作为控制器叫做控制机。随着电子技术的发展,在机械制造部门所使用的控制器也逐渐地由继电器控制向可编程序控制及计算机控制的方向发展。

随着大规模集成电路的发展,出现了微处理器和微处理机(微型计算机),从而大大加速了机械制造过程自动化进程,为机械工业广泛的实现自动化,提供了广阔的前景。

据国外初步估计,机械工业可能应用微处理机的范围大致有:自动化机械、遥测和遥控、

仓库管理、自动分选机、数据记录器、自动绘图机、分析仪器、程序控制、工艺过程控制以及自动检测装置等。当前以程序控制和自动化机械等应用较多。

第三类自动机——自动执行机构:代替人手的自动机械,它接受自动控制器发来的指令,自动完成人手的功能。

一台自动化的机床,往往具有第二、第三类自动机的功能,完善的自动机床和自动生产线,往往都是由这三部分机器所组成。

有了以上的三类自动机器,人类可以实现体力劳动和脑力劳动的自动化。各种灵巧的甚至会“思考”的机器人,就是在这个基础上研制出来的。

目前世界上大约有10万个机器人在不同的岗位上大显神通,在机械制造工厂中担负各种复杂的工作。例如:焊接、铸造、电镀、喷漆、装配、以及在自动化的机械制造系统中代替人进行的自动运输及监控等。

作为机械制造专业的技术人员,主要精力是放在创造第一、第三类自动机。由于第二类自动机器和我们具有密切的不可分割的关系,从而使我们必须具备第二类自动机器的基本知识,能够正确地使用它,并有一定的设计能力。

第一章 机械加工系统工程基础

第一节 系统的基本概念

一、系统的定义

机械加工是一个输入-输出系统,它由机床、夹具、刀具、被加工工件和操作人员等组成。机械加工系统输入的是毛坯或半成品,经过机械加工制成成品输出,所以机械加工过程和生产过程一样,可以用系统工程的方法来解决。

由于系统概念在各领域的应用与发展,定义方法很多,在工程范围内,我们采用这样的定义:“系统是实体或事物(有生命或无生命)的集合,它们获得某些输入,并被强制协同地影响这些输入,产生一定的输出,从而使输入和输出的某种函数达到最大值为目标”。作为一个系统必须具备四个基本属性。

1. 集合性:一个系统是由多个独立存在的单元(元件、部件、要素、子系统等)组成。这些单元可能是物质的,或者是概念的;可能是天然的,或者是人造的。一个机械加工系统是由机床、夹具、刀具、被加工工件和生产工人等组成,它们都是系统中独立存在的单元。

2. 相关性:几个单元组合在一起,仅能叫做一个“组”,在这些单元之间必须具有相互关系或相互作用,这样的组才能被认为是一个系统。

3. 目的性:一个实际的系统,它是一个整体,要完成一定的任务,或者说要达到一个或多个目的,只要以最高的水平实现了这些目的,便可以说实现了系统的优化。例如一个加工系统把生产要素转变成生产财富(产品),就达到了对原材料添加价值来创造高效益的目的。

4. 环境适应性:一个具体的实际系统,必须具有对周围环境变化的适应性。外部环境的变化与系统是互相影响的,必然要进行物质-能量-信息的交换。如果能找到一种方法进行自我控制,即便外部环境发生了变化,也能始终保持最优状态的系统,称适应性系统。该系统的动态适应性表现为以最少的时间延迟去适应变化的环境,使系统接近理想状态。人就是一个完善的适应性系统。模具制造中的电火花加工机床,就能以最少的时间延迟去适应各瞬间电流的变化,从而调整各加工参数,使其达到预定的理想状态,确保其加工质量。现代出现的自适应控制机床,就是具体的适应控制系统。

这种系统的概念用在机械制造中,就成为机械制造系统。在现代化的机械制造厂中,只有周详的考虑原材料的采购、生产、库存、销售和分配等系统的综合性问题,运用系统的概念和方法才能指导我们实现优化的目的。

计算机的发展,优化技术如运筹学、管理科学、系统工程学和模拟技术的运用和发展,为定量地解决大规模系统问题,作出合理而符合逻辑的决策已成为可能。

二、系统的基本问题

从系统的环境适应性这一基本属性看出,环境对系统的影响是输入(包括意料不到的“干扰”);反之,系统对环境的影响是输出。图1-1说明。系统从其环境中得到输入,再把输入转变成输出,将输出交给环境。并力图使这个转变的生产率达到最大值。

从图1-1中可以将系统看成是输入 I ,经过转变 T ,产生输出 O 。其输入—输出的关系可用下式表示:

$$T(I) = O \quad \text{或} \quad T: I \rightarrow O$$

研究了上式和图1-1后,与系统有关的问题可归纳为以下五种情况之一:

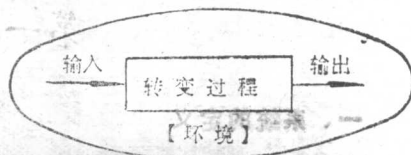


图1-1系统的转变

1. 系统分析: 研究 I 、 T 、 O 的内容是什么?
2. 系统运行: 给定 T 和 I ,求 O 。
3. 系统转向: 给定 T 和 O ,求 I 。
4. 系统的综合或识别: 给定 I 和 O ,确定一个适当的 T 。
5. 系统的优化: 给定一个 I 、 O 或 T ,确定一个最优的评价标准。

三、系统设计

1. 系统设计的基本依据: 一个系统的组成部分可分为两大类: 一类是能按设计者的意愿控制的可控变量; 另一类是设计者不能控制的不可控参量。具有可控变量的系统称可控(或控制论)系统。

如果通过优化理论,并以优化判据作为基础,适当地选择可控变量值,就可实现系统的优化目标。在进行系统的优化结构设计时,它是依据系统的四大属性和以下两大要素所决定的:

- (1) 系统的目标: 靠多单元组成的系统的功能来实现。
- (2) 系统的约束: 分为内部约束和外部约束,它们是由系统本身的结构和系统与外部环境之间的关系所造成的。

这两个要素都可用模型来描述。一般说来,模型总不会像实际事物那样复杂,但重要的是要使模型尽可能地接近实际中所要研究的问题。生产和制造中所使用的主要模型有: 实物模型、图式模型、数学或解析模型、模拟(或计算机)模型。有时,由于理论上的不可能,时间耗费太多,经济上不合算等原因,不可能实现系统的优化时,就需要进行系统优化可能性的研究,而不去推导它的可行解。所寻求的解答达到一定程度的“期望性”或“满意性”,使得决策人对于达到的目标感到满足,这种解叫做“满足解”。为解决这一问题最有效的方法是试探法,或叫做试探规则。但是,至今还没有建立起解决这一问题的统一的程序。用计算机模拟人的思维过程的方法,对解决这类复杂问题是十分有效的。

所谓优化,基本上是寻求解决结构简单的问题,而近似优化则是用试探法来解决结构复杂的问题。

2. 系统设计的基本方法: 系统设计的基本方法有两种: 归纳法和演绎设计法。归纳设

计法是一种分析的方法，通过对现存系统的识别和研究，找到一个理想系统的通解。演绎设计法则是一种公理化的方法，首先以普遍性的规律和原理为基础，设计一个理想系统，然后从理论上导出可行解或最优解。因此，如何提出理论上的理想系统，并具有实际应用的意义，而在技术上又是可行的，就成为系统设计的重要问题。下面介绍一种使用模型进行系统最优设计的方法。

3. 系统设计——模型分析最优设计法：这是系统设计的一般方法，它包括三个阶段和十个步骤。这个方法对解决一般问题和进行最优决策都是有效的。

第一阶段：问题分析过程。

(1) 问题认识：系统设计者运用自己的创造思维，直觉认识和判别能力来鉴别设计问题范围，从而明确设计的技术要求。

(2) 素要分析：识别并列出设计问题的要素，并区分可控要素与不可控要素，定性要素与定量要素。可控要素与定量要素在最优设计中起着重要作用。

(3) 信息收集：信息收集是为下一阶段解决问题所需信息和数据进行收集工作。收集客观的、可计量的数据和信息，并要求它们尽可能与系统相关事件有关。

第二阶段：问题解决过程。

(4) 模型制作：制作一个模型，用以表示已经明确了的问题，从而在“模型世界”内有助于最优抉择的进行，模型包括“现实世界”中实际事物的主要事项（要素及它们之间的关系）。好的模型能使最优设计和最优决策顺利完成。这样，当系统一旦建立和运行时，就能达到预期的目标，也能对系统的未来状态加以预测。

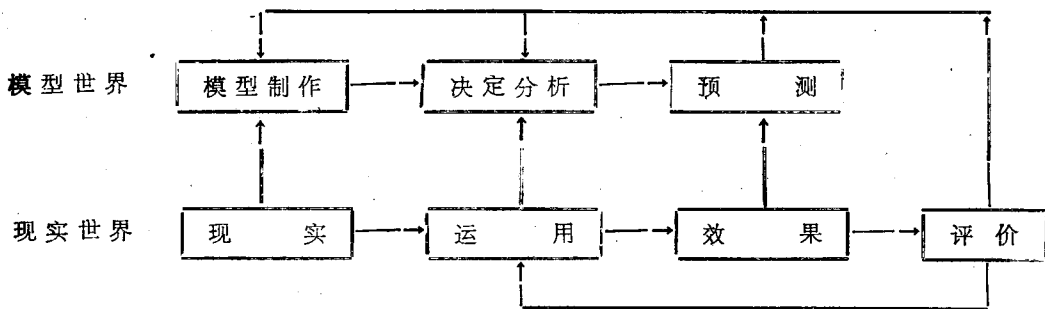


图 1-2 最优系统设计和最优决策过程模型

(5) 模型验证：这个步骤是指用归纳法或演绎法，对上一步骤中所制作的模型进行效能的测试和验证。

(6) 决定分析：通过分析系统模型来得出满足系统设计目标的解（系统结构和运行程序）。只要有可能，则根据优化判据去寻求最优性，得出最优解。如果系统得不出最优解，可以根据满意判据，探求其近似最优解。

第三阶段：评价过程。

(7) 预测分析：在系统中，使用模型求解的优点之一是可以预测运用阶段中系统的状态和效能，特别是敏感性分析。如果测出的结果不令人满意时，我们就得回到步骤（6），重新考虑问题。

(8) 运用：根据第(6)步骤决定分析中得出的最优方案，在现实世界中建立起新系统，并按程序运行。

(9) 效果评价：测定与评价第(8)步骤中实际运用结果，其检查判据或控制判据如下：

可靠性——系统建立后，实现和保持系统规定功能和目标的准确度。

响应性——系统对环境变化干扰的适应能力。

稳定性——即使在环境出现重大变化时，系统仍保持稳定状态的能力。

适应性——系统保持最优性的能力。

经济性——确保运用系统的良好经济效果。

(10) 修改与再设计：当实际效能与计划阶段中建立的标准两者相差超过一定限度时，就得进行修改。若简单的修改仍不能满足，则重新返回到图1-2中前面的步骤，进行再设计。

第二节 机械加工系统的基本概念

一、生产、制造和加工的定义

人类的生产活动是为创造经济财富（有形的和无形的）而进行的。其方式是通过转变活动把称之为生产要素的生产输入转变为生产输出。这种转变过程是一种工艺过程，也称为生产过程。

生产过程是一个将生产要素转变成经济财富的过程，它包括有形财富和无形财富（服务），是通过增加附加价值创造效益的过程。生产可被看成“输入-输出”系统。

从生产技术角度来讲，生产是将原材料转变成产品的过程，而且仅仅只适用于生产输出有形财富，如制造业、加工业。在研究与生产有形财富即物质财富有关的生产过程中，如果说生产可被看成是“输入-输出”系统，则生产、制造和加工之间就没有严格的区别了。

图1-3表示了生产、制造和加工的基本含义。

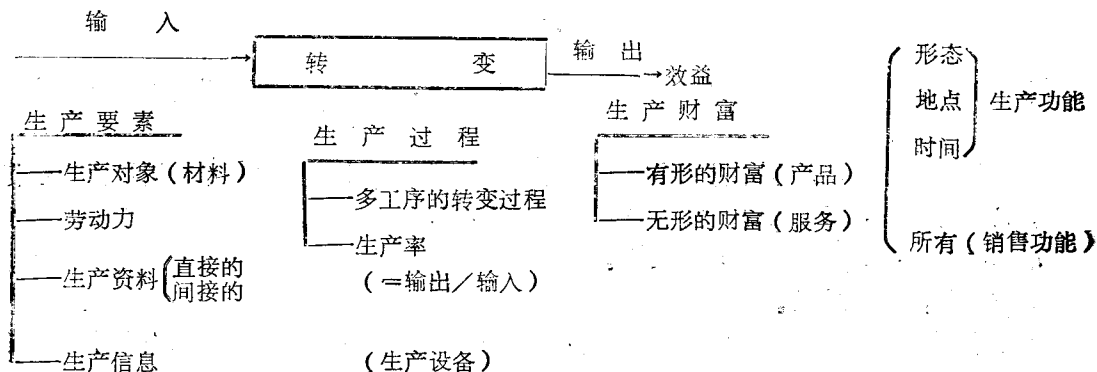


图1-3 生产、制造和加工的基本含义