

机械制造工程系统自动化

方明伦 李德庆 端木时夏 编

上海工业大学

编 号: 82001

印刷单位: 上海工业大学印刷厂

印刷日期: 一九八二年三月

前

言

我们对于机械加工自动化,应有一个正确的、全面的理解。不能单纯认为,自动化只是为了省人力。在我国条件下,为提高生产效率,保证产品质量,确保安全生产和改善恶劣的劳动条件,也应积极地采用自动化技术。电子计算机技术,尤其是功能越来越强、体积越来越小、价格越来越便宜的微型计算机的迅速发展和推广应用,更促进了机械加工自动化技术的发展,成为不可阻挡的技术趋势。因此,对于将来要在机械工业领域工作的大学生,学习这方面的基本内容,是完全必要的。

当代机械制造工业发展的特点之一是系统化。发展着的系统工程学不断地应用于机械制造工业,必然会引出一些新的概念和理论。新的东西总是值得注意的。系统化的观点应成为工程技术人员的基本观点。任何一个机械制造企业、一个车间、一条自动线,甚至一台设备,都可看作一个系统,只是规模大小、复杂程度、技术水平的高低不同罢了。工程技术人员的工作,就是要追求整个系统的最佳技术经济效益。设计一台加工设备,要从整个生产系统的角度来考虑问题,设计一个部件或零件要跟整台设备(即一个系统)设定的性能指标相吻合。因此,应该培养学生具有这种观点。从这个意义上讲,本教材是一次尝试。

机械制造和类似专业的教学内容,应该不断地有所改进和发展。因此,在一时找不到这方面教材的情况下,为了教学的急需,我们匆匆地编写了这本教材。编写时,我们力求从生产系统的观点来讨论机械加工自动化。既讲了大批量生产自动线,又着重于中小批生产中的自动化问题。后者也是客观发展趋势。关于内容的取舍,凡能找到我国自己的技术成果,尽量予以选用。对计算机控制的机械制造系统,我们注意介绍软件方面的内容,同时也讲了数控自动换刀镗铣床(加工中心)、工夹具等设备方面的内容,意图想引导学生,注意硬技术和软设备的紧密结合。

由于我们三校教学上的共同需要,本教材由上海工业大学方明伦、上海交通大学李德庆和上海机械学院端木时夏合作编写的。方明伦编写第二、三、八和九章;李德庆编写第五、六章;端木时夏编写第一、四、七章。署名按姓名字笔划为序。

教学急需,时间又十分紧迫,使本教材编写得非常匆忙。同时,也因我们水平有限,在教材的体系、内容的取舍、深浅的掌握、名词的统一等方面,均存在一些问题,甚至有错误。请读者予以批评和指正。

本教材能够在短期内付印,解决了教学急需,得到了上海工业大学印刷厂同志的大力支持和帮助,谨致衷心的感谢。

编者

目 录

第一章 基本概念	1
第一节 生产系统和制造系统的定义及其构成	1
一、系统的概念	1
二、机械制造系统的概念	1
三、生产系统的概念	2
第二节 生产的评价准则和生产自动化	4
一、生产的评价准则	4
二、生产系统最佳化	5
三、生产自动化	5
第三节 机械制造生产系统的研究范畴	8
一、生产技术	8
二、生产设备	9
三、生产控制	9
四、生产管理	9
第二章 大批量生产的自动生产线	10
第一节 概述	10
一、自动线的组成	10
二、自动线的类型	10
第二节 自动生产线	12
一、设计自动线时应考虑的主要因素	12
二、自动线的工艺方案	13
三、自动线结构方案	18
四、自动线的循环周期表	27
五、自动线控制	29
第三节 自动线的可靠性	31
第三章 计算机控制的制造系统	36
第一节 概述	36
第二节 机床数字控制	43
一、数字控制的基本概念	43
二、数控机床的分类	45
三、数控装置	49
四、数控机床的伺服驱动机构	53
第三节 计算机数控系统(CNC)	57
一、计算机组成和工作原理	57
二、计算机的外围设备	63

三、计算机的软设备	71
四、计算机数控系统	72
第四节 计算机群控系统(DNC)	95
一、概述	95
二、群控系统的结构	97
三、群控系统举例	100
四、非实时DNC系统	106
第五节 柔性机械制造系统(FMS)	108
一、概述	108
二、柔性制造系统的定义和优点	110
三、柔性制造系统的组成	111
四、柔性制造系统的控制	116
五、柔性制造系统举例	122
第六节 计算机辅助制造(CAM)	128
一、CAM分级结构	128
二、CAM系统的组成	130
三、CAD/CAM一体化	132
四、CAM系统中的监测	134
第四章 机械制造中的信息系统	136
第一节 基本概念	136
一、信息和数据	136
二、数据库概念	136
三、数据库内容	136
四、数据库方法	142
第二节 工艺数据库	156
一、工艺最佳化和工艺数据库	156
二、工艺数据库的数据文件	156
第三节 成组工艺	163
一、概述	163
二、分类编码	167
三、成组技术的应用	191
第四节 自动诊断	192
第五章 数控加工的程序编制	193
第一节 程序编制概述	193
一、程序编制的基本概述	193
二、程序编制的方法	193
三、程序编制的通用标准	195
第二节 手工编制程序	201

一、点位及直线加工的程序编制	202
二、直线圆弧轮廓的程序编制	202
三、曲线方程的节点计算	206
四、列表曲线的数学处理	208
五、立体轮廓的数学处理	210
第三节 自动编制程序	211
一、自动编程概述	211
二、ZCX—2 自动编程语言系统	213
三、EXAPT 及CKY—1 自动编程语言系统的特点	230
第四节 其它程序编制方法	233
一、会话型自动程序编制	233
二、数控图象系统	233
三、无尺寸图形的数字化处理	234
四、音频语言系统编程	234
第六章 制造系统的优化及适应控制	235
第一节 机械加工的优化	235
一、概述	235
二、单工序加工条件的优化	236
三、多工序加工条件的优化	239
第二节 加工过程的适应控制	244
一、概述	244
二、机床适应控制系统的类型	247
三、机床适应控制系统举例	247
四、机床适应控制的主要技术问题	257
第七章 机械制造中的工具系统	260
第一节 基本概念	260
一、数控机床加工系统	260
二、数控机床加工的工具系统	261
第二节 刀具系统	262
一、概述	262
二、刀具的编码和识别	263
三、刀具系统举例	266
四、自动换刀	273
第三节 夹具	274
一、专用夹具	274
二、万能夹具	275
三、随行夹具	277
第八章 自动化传输系统	280

第一节 概述	280
一、传输系统的意义和型式	280
二、柔性加工系统的传输系统	282
第二节 传输装置	285
一、箱式、杂类工件加工自动线的输送装置	285
二、旋转体工件加工自动线的传送装置	290
第三节 工业机械手	298
一、概述	298
二、机械手的组成和分类	299
三、工业机械手的自由度和技术参数	303
四、工业机械手的结构	310
五、工业机械手举例	315
六、工业机械手在机械制造系统中的应用	320
第四节 多品种小批量生产系统的传输系统	323
第九章 自动化机械制造工程系统的设计	329
第一节 系统的规划	329
一、规划的系统方法	329
二、系统结构选择和确定对机床的要求	331
三、确定自动化程序	333
四、确定传送系统和组织管理方案	334
五、制定具体的投资和成本—利润核算计划的重要性	336
第二节 最佳工艺路线的选择	336
一、动态程序法	337
二、网络计划技术	338
第三节 自动化机械制造系统中的结构模块化设计	340
第四节 模拟技术在自动化机械制造系统设计中的应用	348
一、概述	348
二、柔性制造系统的数字模拟辅助程序	351
三、自动线结构系统的合理选择	354

第一章 基本概念

第一节 生产系统和制造系统的定义及其构成

一、系统的概念

任何事物都是由数个相互作用和相互依赖的部分组成的并具有特定功能的有机整体，这个整体就是“系统”。

在同一个系统中，应有两个或两个以上的要素组合而成，而且这些要素是相互联系和相互作用并具有其整体的目的性，还能适应其所处环境变化的能力。亦就是说：要成为一个系统，必须具备 1. 集合性，2. 相关性，3. 目的性，4. 环境适应性等四个属性。

这里“整体”思想是系统概念的核心，研究系统问题时，必须明确整体的目的性，各要素都不能离开整体去研究，而要相互协调才能最有效地达到整体的目的。

在机械加工中，机床、刀具、夹具和工件四个要素组成“机械加工的工艺系统”，这个系统的整体目的是在不同的生产条件下，能适应环境达到保证质量、满足产量和降低成本地完成材料切削加工成形要求。因此，必须从组成机械加工工艺系统的机床——刀具——夹具——工件这四个要素的“整体”出发，分析和研究一系列的有关问题，才有可能实现该“系统”的最佳化加工方案。

对于一个机械制造工厂来说，除机械加工外，还有铸造、锻压、焊接、热处理和装配等工艺，不同的工艺方法又都可以形成各自的工艺系统。

二、机械制造系统的概念

如果单靠上述各种直接改变材料的形状、尺寸和性能的工艺过程是不能完成整个机械产品的生产的，因此，上述工艺过程只是各相应车间生产过程中的一个主要组成部分。拿机械加工车间的工作来说，不仅包括零件在机床上的加工和控制，而且还包括物料的存储、运输、检验、计划和调度等工作。因此，我们说机械加工车间的整体是由上述各要素组成的“机械制造系统”。其整体目的是使该车间能最有效地实现各零件的机械加工。

图 1—1 形象地描绘出机械制造系统各组成部分之间的相互联系。图中，将毛坯、刀具、夹具、量具和其他辅助物料作为“原材料”输入机械制造系统，经过存储、运输、加工、检验等环节，最后作为机械加工后的成品输出。由于这个流程都属“物质”的流动，故其流程称之为“物质流”，至于加工任务、加工顺序、加工方法、物流要求等所确定的计划、调度、管理等则属于“信息”的范畴，故其流程称之为“信息流”。此外，制造系统中能量的消耗及其流程

——能量流——亦是不可忽视的。因此，这里提出了如何综合考虑整个系统的物质流、信息流和能量流以实现系统最佳化的问题。

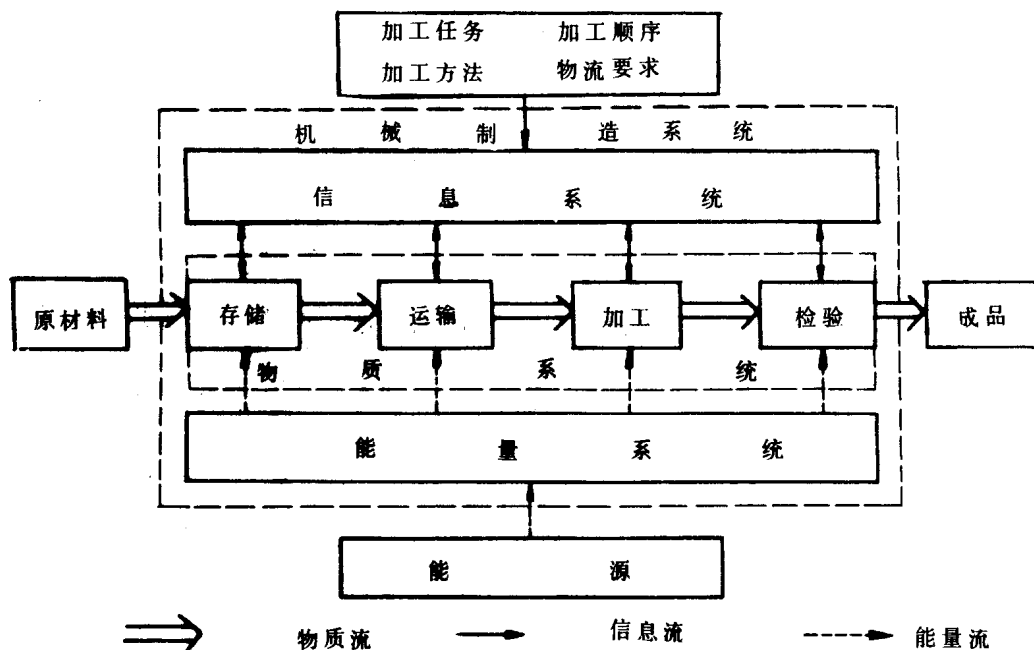


图 1-1 机械制造系统图

三、生产系统的概念

如果以整个机械制造厂为整体，为了最有效地经管，就不仅要把原材料、毛坯制造、机械加工、试车、油漆、装配、包装、运输和保管等作为要素来考虑；而且还必须把技术情报、经营管理、劳动力调配、资源和能源利用、环境保护、市场动态、经济政策、社会问题甚至国际因素等作为更重要的要素来考虑。以上这些要素都可看作“生产系统”的组成部分，只有根据工厂最有效地经营这一整体目的，全面考虑组成该系统各要素的有机协调，才能达到最佳效果。

由此可知，生产系统是包括制造系统的更高一级的系统，亦即：制造系统是生产系统的子系统中比较重要的部分。

图 1-2 为整个工厂的生产系统图。图中上部表示工厂的厂部领导根据国家的经济政策、资源和能源情况、环境保护、市场动态并参考了数据库中的有关情报资料，制订工厂总的生产纲领，确定产品品种。然后，计划管理部门，根据生产纲领，结合市场销售情况。技术部门和数据库提供的有关情报确定各种产品的产量并制订全厂的生产计划。接着，各部门（冷加工、热加工、装配等）的技术人员根据各产品产量，运用各自的知识和才能，并参考数据库中的有关技术资料，作好各项生产技术准备工作（产品设计和新产品开发以及工艺准备等）。

最后,各个生产车间(制造系统)对原材料进行加工、装配、油漆、包装,直至输出产品投入市场供应 用户需要。这就是一个工厂生产系统的总流程。

尽管本课的主要任务是研究机械制造系统,但是,要实现一个机械制造厂取得最佳的经营效果,必须了解机械制造这个子系统在整个生产系统中的地位,而且“局部”必须服从“整体”,才能实现生产系统的最佳化。

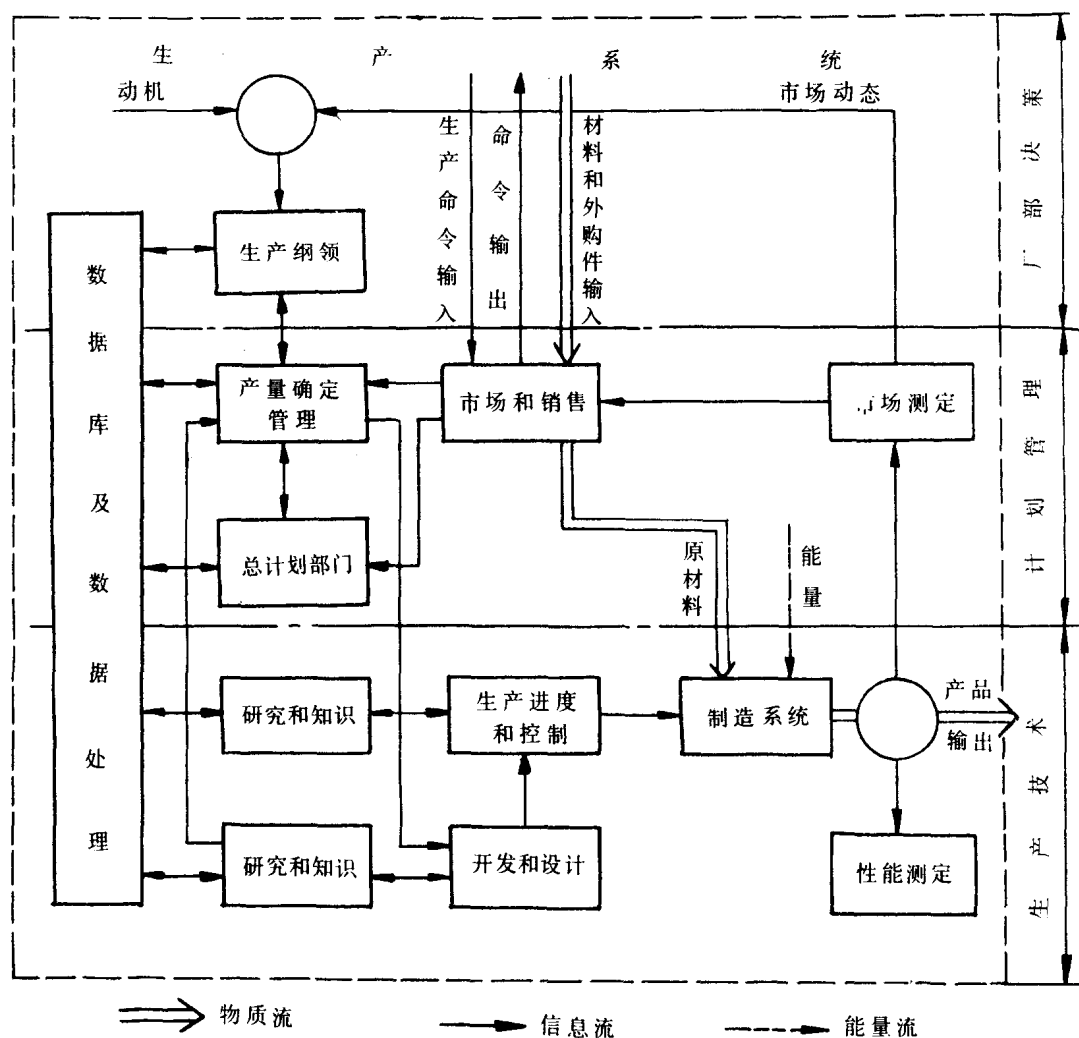


图 1—2 生产系统图

第二节 生产的评价准则和生产自动化

一、生产的评价准则

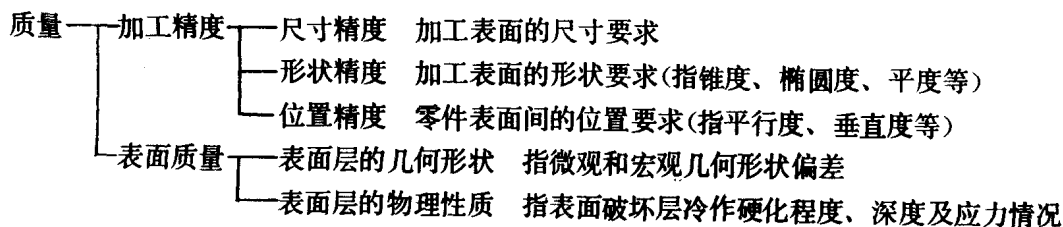
要研究机械制造中生产系统的最佳化,必须首先明确对生产的评价准则。

概括地说,可将生产评价准则总括为:“保质、保产、低耗”六个字,亦就是说在保证质量和产量的情况下使总的消耗最小,成本最低。现分别叙述如下:

1. 产品质量的保证

对整台机器而言,它是指机器的使用性能是否满足要求,这里所指的使用性能,包括性能要求、可靠性、精度保持性、使用寿命……等广泛意义。

对机器零件的加工来说,指的是否能够全面满足零件图纸上的质量要求,这里“质量”包括以下内容:



显而易见,不论对整台机器的生产还是零件的加工,都必须首先保证产品的质量,因为没有质量就谈不上产量,不保证质量的产品就是废品,最好亦只能成为“处理品”,其中废品只能当废铁回炉,处理品则只能削价处理。因此,是和“系统”的整体目的不符的。所以,产品质量的保证是评价生产的首要准则。

2. 生产纲领的完成

不论对整台机器的生产或零件的加工来讲,根据国家任务、订货合同或更高一级“系统”都要求在一定期限内,完成一定的产量。有关部门必须想方设法,在保证质量的前提下,有节奏地完成生产纲领所规定的产量。否则,就不能完成生产任务导致不能按合同按时交货,或者由于个别零件的不足而影响整机装配任务不能完成,而损害了“整体”的利益。

3. 最低的生产成本

在保证产品质量和完成生产纲领的同时,必须选择使生产过程总消耗最低的生产方案,以求最大限度的降低生产成本。如果一个企业生产成本过高,就会减少企业营利,甚至造成亏损。或者,因为缺乏竞争能力,被生产同类产品的其他企业淘汰。

因此,在这个意义上来讲,讲求经济效益,千方百计降低生产成本,是关系到一个企业生死存亡的大事,是评价生产优劣的基本准则。不仅是企业的领导,包括企业的每一个成员,都应有经济观点,齐心协力,在保质保量的同时,在各个生产环节都要想方设法尽量降低消耗,使企业获得最大的经济效益。

二、生产系统最佳化

评价生产系统最佳化时有下列两种情况:

1. 以最高利润为衡量目标:

这一类问题是在给定的生产任务下, 如何统筹安排, 才能用最少的资源去完成这项任务, 以获得最高的利润。

2. 以最高产量为衡量目标:

这一类问题是在一定数量的人力和物力资源下, 如何使这些资源能生产出最大量的产品。

要分析系统的最佳化, 就必须建立量的概念。上述两种情况, 衡量目标是不同的, 前者以最高利润为目标; 后者则以最高产量为目标。明确了衡量目标后, 根据必要的数字, 就能建立目标函数(即表达最高利润的数字公式)。然后, 求出一定约束条件下的极值(最大值或最小值)。就能选定系统最佳化方案。

三、生产自动化

1. 自动化的概念:

所谓“自动化”就是以机械的动作代替人力操作, 自动地完成特定的作业。

自动化的目的是为人类造福, 考虑某项操作是否应该实现自动化时, 不仅要考虑技术上的可能性, 还必须要考虑经济上的合理性以及对社会就业的影响。

一项合理的自动化措施, 应该可以达到减轻工人劳动强度, 提高劳动生产率, 减少在制品数量, 缩减车间面积, 节省能源消耗, 降低产品成本等目的。

在机械制造中, 传统的自动机床和组合机床自动线, 由于只适用于特定的工作。因此, 设备的加工适应性很差, 只适用于大批量生产的自动化。直至廿世纪五十年代, 电子计算机技术引入机械制造业, 出现了机床的数字控制技术, 才给多品种、少批量生产自动化开拓了广阔的前景。

2. 自动化的途径:

(1) 大批量生产的自动化

实现机械加工大批量生产自动化时, 根据生产批量, 工件形状、精度、材料等要求不同, 一般采用下列几种自动化途径。

① 通用机床的自动化改装

在一般机械制造厂中, 为了利用原有通用机床提高个别工件和工序的加工自动化程度, 可以通过对通用机床进行局部改装, 配置上、下料和刀具自动循环装置, 就能经济地实现某些机械加工的单机自动化。

② 自动机床

在通用机床中, 诸如自动车床、多轴自动车床等, 都具有工件自动夹紧机构和刀具自动循环系统, 能实现棒料加工的全部自动化。对于液压仿形车床, 多刀半自动车床等, 当配置料仓和工件上下料装置后, 亦可以实现机械加工的单机全自动化。前者适用于棒料为毛坯的零件, 在大批量生产时的自动化; 后者适用于“件料”(铸件、锻件)等单个毛坯的大批量生产。

的自动化。

③ 专用机床和组合机床

某些大批量生产的工件,无法采用通用的自动机床加工时,就要根据特定的加工要求,专门设计和制造一台自动化或半自动化的机床进行机械加工,这种机床就称“专用机床”。设计专用机床时,为了减少费用和提高效率,往往采用大部分经过实践考验的通用部件(标准动力头等),设计和制造成的专用机床称为“组合机床”(我国出版有组合机床设计图册)。这样可以大大缩短专用机床的设计和制造周期并降低成本。尽可能多地采用标准部件来“搭配”出作专门用途的组合机床,是专用机床设计的重要方向。

④ 自动生产线

对于大量生产的零件,为了进一步提高加工效率,减少设备和在制品占有的车间面积,改善经济效果,可将多台自动化单机,借助工件自动传输系统,实现全线自动化。在自动线的起点,被加工工件由工人装卸或自动上下料,然后工件由传输系统一个个工位的传送下去,各工位的加工往往是同时进行的,所以效率很高。但是,自动线只能加工特定的零件,所以只能在零件产量很大时,采用自动线加工才是经济合理的。

(2) 多品种、小批量生产的自动化

① 成组加工(Group Technology 简称GT)

采用成组加工技术,就是将几何形状、尺寸类似的零件集合在一起,设计出能在一定范围内通用的成组夹具,用成组加工的途径来实现小批量生产的自动化。例如:多面转塔组合机床、自动更换主轴箱式组合机床和具有快速调整特点的小型组合机床,都能解决多品种小批量生产时采用高效机床负荷不高的特点,达到提高小批量生产的自动化程度的目的。

② 数字控制(Numerical Control 简称NC)

机床数字控制是指由穿孔带上的“数字”信息,输入数控装置或控制机床的电子计算机,控制机床和刀具的相对运动,加工出工件所要求的形状和尺寸。

由于数控机床工作时,只要根据不同工件的形状和尺寸要求,改变穿孔带上的数字信息就能加工不同的工件,因此,它是多品种、小批量零件生产自动化的重要方向。

③ 加工中心(Machining Center 简称MC)

加工中心亦称自动换刀数控机床,这种机床工作时,工件在机床上一次安装后,数控系统就能控制机床自动地更换刀具,依次地对工件各个加工面自动地完成铣、镗、钻、扩、铰、攻丝等多种加工。加工中心和一般数控机床比较,增加了一个迴转工作台和一套自动换刀装置。这类机床由于能够对工件进行连续地多面自动化加工,因此,具有下列优点:

1) 提高加工效率

由于节省了大量的工件装卸和刀具更换的时间,使机床切削时间占机床总开动时间能高达75~85%(通用机床为15~20%,一般数控机床为65~70%)。

2) 改善加工质量

用迴转工作台的自动转位来代替工件的反复安装,而且同一表面的加工是在同一工位上连续自动地完成的,因此能够改善箱体工件的加工质量。

3) 缩短了新产品的试制周期

由于工序高度集中,可以节省大量工艺装备的设计和制造,从而大大地缩短了新产品试

制周期。

4) 减少车间生产面积

由于一台加工中心,能够替代几台机床的工作,并且避免了工件转换机床时的中间储存面积,既减少了车间的生产面积,还简化了生产管理。

因此,加工中心适用于形状比较复杂工件的中、小批量的自动化加工。而且它往往是下面要讲的柔性制造系统中的主要设备。

④ 适应控制(Adaptive Control 简称AC)

适应控制机床能够通过装在机床上的各种传感器,感受出机床加工条件的变化量,然后将信息送回适应控制装置,并与预先存入的刀具、机床功率等数据进行比较和分析,从而使机床自动适应加工条件的变化,满足零件加工要求,使机床始终处于最佳工作状态。

⑤ 计算机数控(Computer Numerical Control 简称CNC)

CNC 是用一台小型通用电子计算机代替一般NC中的数控装置来工作。其数控机能只要改变磁芯存储器内的“控制程序”就可适应不同工作的需要。因此,CNC的通用性较大,而且小型通用计算机作为通用产品,生产批量大,价格亦比数控装置便宜。

廿世纪七十年代,由于微处理器技术的飞跃发展,由它组成的微型计算机系统,不仅价格比小型计算机更为便宜,而且工作可靠,灵活性强,维修方便。所以,目前微型计算机数控(MNC)已逐步替代CNC(根据美国制造工程师学会协同密歇根大学的技术预测表明“廉价微型电子计算机将在1986年用在所有的数控机床上,以代替普通的硬件控制或小型计算机控制”)这是一个值得重视的动向。

⑥ 直接数控(Direct Numerical Control 简称DNC)

DNC 是用一台大型通用电子计算机输出的数据,直接输给一群(从几台到几百台)机床的控制系统来控制各台机床自动地完成各自的工作。因此,DNC亦称“群控”。

⑦ 柔性制造系统(Flexible Manufacturing System 简称FMS)

FMS 是DNC的发展,它是由数台数控机床和用来贮存同一类型的各种工件的自动化仓库组成的多工位自动化加工系统。这个系统能通过计算机控制的信息系统,在不需要停机调整的情况下,通过自动化物质流输送系统,连续地加工不同工件,因此,实际上FMS就是一条由计算机控制并可以自动地更换加工对象的“柔性”自动线,故被称为柔性制造系统。

柔性制造系统的出现,给多品种,少批量自动化地加工各种形状复杂工件开辟了广阔的前景。据统计,目前世界各国在机械制造业中投入运行或正在试验中的柔性制造系统已多达一百个左右。这种系统的发展受到普遍的重视,根据技术预测,到1990年时,将有一半以上新生产的机床,将用来组成柔性制造系统。

⑧ 计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing 简称CAM)

CAM 可以说是一个较大型的FMS,一般的FMS往往用来加工数种以至数十种同一类型(箱体、盘形工件、轴类……)的工件,而CAM则往往以一个部件或产品为对象。因此,CAM系统除一般FMS具有的功能(加工、检验、调度、贮运等)外,还能进行自动装配和性能测试,有时,还能用计算机进行工艺过程的自动设计。

据资料介绍,目前世界约有廿多个CAM系统已经在机械制造业中应用,第一个CAM系统是1974年在美国通用汽车公司建成的,用来加工、装配、调整和调试化油器,它用1台

大型、6台中型和146台小型计算机进行分级控制,系统中有机床和检验台58台,每天24小时连续工作,至今运行一直良好。

廿世纪七十年代初,为了发展CAM系统用的计算机语言,在美国成立了一个国际性的研究组织CAM-I,许多国家主动参加并提供资金,由此可见,世界各国对CAM系统发展的重视程度。

⑨ 集成制造系统(Integrated Manufacturing System简称IMS)

IMS亦称CAD/CAM,它是计算机辅助设计和计算机辅助制造的综合运用。因此,是一个产品设计和制造的全盘自动化系统。IMS和CAM的主要区别在于:包括产品的工作图纸亦由计算机辅助设计CAD来完成。因此,IMS是一个不需要传统产品图纸的CAM系统。美国最近搞了一个生产刀具的CAD/CAM系统,据说这个系统使设计刀具工作由几个月降几秒钟,从而使设计到完成刀具的制造的整个过程所需时间减少到原来的十分之一。以西德为例,1971~1976年就为CAD/CAM计划提供了五亿马克的发展基金。

⑩ 无人化制造系统(Unmanned Manufacturing System简称UMS)

UMS是指多品种、小批量生产的机械工厂生产全盘自动化,这里自动化的含义不仅包括机械加工,而且还应包括锻造、铸造、热处理、焊接、冲压、检验、装配和油漆这样一个广义的CAM系统。

为了有机地组织UMS的生产,不仅要使CAM和CAD结合起来,而且还要建立由计算机经营管理的情报系统(Management Information System简称MIS),并使CAD, CAM, MIS等各方面的工作高度地协调一致起来,才能实现机械工厂的全盘自动化。因此,UMS是一项非常复杂的综合性技术,它的实现不只是机械工业的事,而且要求来源于电子工程的机床数控技术,来源于计算机技术的数控自动编程和来源于控制工程的机床适应控制技术能提高到更高的阶段。特别是要使这样一项高度自动化计划,不仅技术上能实现,而且还要在经济上合理,才能使UMS有实用价值。因此,要取得UMS的完全成功,还需要做大量艰难、细致的工作。

1973年日本机械技术协会受通产省的委托,提出了世界上第一个UMS的初步设想,希望在廿世纪八十年代初能够建成一座能生产2000种机械零件,其批量仅为1~25件,能装成50种左右产品(齿轮箱、主轴箱、油马达等)的全盘自动化工厂。这个工厂只使用10个管理人员承担通常要700~800人的工作,“无人化”工厂建成后除了提高经济效果和生产效率外,其更高的目标为:节约能源和减少公害。

国际生产工程研究协会(CIRP)的技术预测结果亦表明:“1985年(中值)将实现由中央计算机控制的整个机械制造厂的联机自动化与最佳化”。由此看来UMS的实现并不是遥远将来的事。

第三节 机械制造生产系统的研究范畴

一、生产技术

对于传统的生产方法应实现加工的最佳化;对于新的生产方法则应注意开发。

从发展观点来看,对机械产品的生产,势必要求对产品不断更新,并开发按新的工作原理设计的新产品,以提高产品的性能,才有竞争能力;即使对目前产量较大的家用机电产品的生产,随着生活水平提高,势必对产品“多样化”和“新颖化”提出更高的要求。这一切都意味着“多品种,少批量”的生产方式将愈来愈占有更重要的地位。因此,“柔性”生产技术的研究是十分重要的,它可以大大地缩短新产品的研制周期,降低产品的生产成本,提高多品种、少批量生产的自动化程度。

二、生产设备

设计新的生产设备时,要十分重视提高机械的工作效率和工作可靠性,注意设备操作时的安全性和宜人性(降低噪音、油污、尘土、水气等以改善工作条件),降低能源和资源消耗并减少公害。

在机床性能方面,要重视对机床动态特性,加强利用电子计算机及其软件对机床误差进行静态和动态误差补偿的研究。

三、生产控制

在生产控制方面,要特别重视计算机软件系统的研究。如语言选择、后置处理、现场编辑和程序设计技术以及对机器人或自动线发布语言指令的研究。

要重视各种适应控制系统和相应的传感器的研究,并扩大微型计算机的应用,它是实现生产最佳化的重要途径之一。

为了扩大 FMS、CAM 和 UMS 等大型自动化系统的应用,必须进一步研究机械的故障监视和自我诊断和维修系统。

四、生产管理

生产管理是一个十分重要的课题。因为,即使有很好的生产技术、生产设备和控制系统,如果由于管理不善,生产各环节不能相互协调,就不可能达到“系统”总体的理想目标。对于复杂的系统,要运用大型计算机分级控制许多台中、小型计算机来全面协调设计(CAD)、制造(CAM)和管理(MIS)工作并调度好物质流程和信息流程。

在电子计算机应用中,数据库的建立和扩大具有重大意义,要实现生产系统工作的最佳化,需要随时调用数据库中的有关信息,为了使数据库中的数据信息不断充实和完整,要注意经常把有关设计、工艺和市场等的信息贮存进去。使计算机不仅能更好地辅助设计和制造工作,而且还能进行生产管理,并对设备进行科学地保养和修理,预防设备精度和可靠性的降低。

第二章 大批量生产的自动生产线

第一节 概 述

机械制造业中的大批大量生产常常采用自动生产线。切削加工自动线是用工件自动传送系统及自动控制系统,把按加工工序排列的若干台金属切削机床和其它辅助设备联系起来的自动生产线。在自动线上,工件以一定的生产节拍,按工序自动地通过各工位,完成预定的工艺过程。

从1924年英国建立和使用第一条自动生产线起,自动线在机械工业中应用已有56年的历史。随着科学技术的进步,自动线的基本部件更加完善,工艺范围从孔系加工扩大到各种典型型面加工及特殊型面加工,加工精度已发展到精密工序连线的程度,生产节拍缩减到30秒以下,控制与监督系统越来越完善等,使自动线从单一加工对象、刚性连接的形式发展到多品种可调自动线的形式。二次大战以后,机械工业采用自动线发展得很快,美国自动线的年产量达到500~800条之间,1963年至1973年自动线拥有量已由1261条增至5085条,十年中增加了三倍,苏联1974年自动线年产量达743条,1975年自动线拥有量为8034条,其中46~60%为机械加工自动线。我国第一机械工业部和农业机械工业系统,据初步统计,拥有各类自动线477条。对其中266条作了全面调查,箱体加工自动线占35%,杂件加工自动线占37.6%,轴类另件加工自动线占15.4%,盘类另件加工自动线占11.7%。我国自动线的数量、精度等级与先进国家相比还有很大的差距,但在自动线的设计、制造、调试、基本部件的制造等已经形成了一整套技术力量并且有一定的制造能力。

一、自动线的组成

自动线由基本工艺装备以及各种辅装置、控制系统和工件传输系统等组成。根据工件的具体情况、工艺要求、工艺过程、生产率要求和自动化程度等因素,自动线的结构及复杂程度,常常有很大的差别。但是任何一条自动线,不管其复杂程度如何,归纳起来,总是由几个基本部分所组成,可概括地表示为图2—1所示的自动线组成的系统图。

在图2—2中表示了常见的加工箱体类零件的组合机床自动线。从图中可以看出,该自动线主要由三台组合机床1、2和3,工件输送带4,输送带传动装置5,转位台6,转位鼓轮7,夹具8,液压站10、操纵台11以及切屑运输装置9等所组成。

二、自动线的类型

切削加工自动线,根据不同的特征,它可以有许多不同的分类方法。例如根据自动线布局型式可分为:直线排列的自动线,折线排列的自动线,框形封闭式的自动线等;根据工件的输送方式可分为:用料槽输送的自动线,用机械手输送的自动线,用传送带输送的自动线,带随行夹具的自动线等,按不同的特征进行分类的目的,是为了便于从某一方面分析和掌握自动线的特性与规律。图表2—1是三种不同分类法的自动线类型和特点。