

# 机械电子学的研究与发展

朱钟淦\*

(电子科技大学 成都 610054)

**【摘要】** 概要地介绍机械电子学的形成和发展,论述了近年来作者和日本学者在设计理论方面的研究成果,提出了当前和今后机械电子学的发展方向。

**关键词** 机械电子学; 设计理论; 系统设计; 发展方向;

中图分类号 TH122

机械电子学 (Mechatronics) 是 80 年代兴起的一门交叉学科。它是在现代科学技术发展的基础上形成的。

70 年代至今,计算机技术 (包括信息技术) 发展十分迅速,电子技术 (包括微电子技术、控制技术),机械技术中的精密工程都有较大的发展,人们在生产实践和日常生活中,逐渐认识到只有将现代科学技术综合在一起,从实现功能出发,才有可能获得具有高附加值的产品或系统。在欧美和日本,将计算机技术、控制技术与机械技术融合于一体,出现了数控机床 (NC),又如高级自动相机、复印机等,它们在市场上都有较强的竞争力。80 年代,日本、中国、丹麦、法国等国家的研究者,对机械电子学设计理论的研究做了大量的工作,使机械电子学得到了较大的发展。机械电子学是以计算机技术 (包括信息技术)、电子技术、机械技术三者为主体熔合而成的,如图 1 所示。机械电子学的产品或系统,是具有高级控制功能、智能化的,又能实现类似于人的高级活动,并能完成高级目的功能的产品或系统。在市场上,它能创造较高的附加值。

机械电子学的产品或系统,一般分为三类:

1) 技术性产品: 主要包括电子类产品 (如计算机、电视机、测量仪器等),机械类产品 (如复印机、缝纫机、照相机、打字机等);

2) 生产设备和系统: 如数控机床、机器人、柔性制造系统、存储和运输设备等;

3) 元器件产品: 如各类传感器、各类电机、显示器、连接器等。

机械电子学的产品或系统具有的特点: 1) 高性能; 2) 低成本; 3) 智能化; 4) 高效率; 5) 高可靠性; 6) 结构短、小、轻、薄化; 7) 使用者的最好朋友; 8) 容易使用。

## 1 机械电子学的设计原理与方法

一般工程观点指出: 任何一个工程产品或系统是由功能决定其特性的。功能包括变换、传输、存储三种。所以根据一般工程观点,机械电子学的产品或系统是一个系统,它由主功模块、能量供给模块、控制功能模块、结构功能模块组成。下面分别讨论其设计原理与方法。

## 1.1 系统设计原理

首先,根据人们提出设计的产品或系统的要求,即能确定产品或系统的主功能,接着分析主功能中所含的目的功能、层次功能以及功能结构。按照功能结构,分析各功能模块之间的关系。这种关系分为:相互联系;相互独立;相互矛盾;因果联系四种。并应分析各功能模块之间的接口关系。在机械电子学的产品或系统中,接口分为硬接口与软接口两种。硬接口分为:零接口、主动接口、被动接口、智能接口。软接口是对程序、规律、标准、语言、符号的传递。

功能分析是用功能术语表示产品或系统的主功能。分析时,应掌握各种技术所能实现的功能;还要注意功能术语与技术指标的联系和区别。

其次,为实现各功能模块的作用,选择可能实现的方案。功能模块的作用,一般能有不同学科的多项技术方案实现,但应按照机械电子学的产品或系统的设计准则和特点,对多种可能的方案进行综合评价与优化设计,以确定设计方案。

机械电子学的产品或系统的功能矩阵为

$$\{F\} = \{F^1, F^2, \dots, F^i, \dots, F^n\}^T \quad (1)$$

设计准则矩阵为

$$\{ST\} = \{WT, ST_2, \dots, ST_i, \dots, ST_n\}^T \quad (2)$$

这里较简单的方法是利用加权法,并优化后得功能矩阵,进而确定用何种技术实现功能模块作用的方案,即

$$\{F\} = \{\text{opt}F\}^T = \{M, E, M_a, \dots\}^T \quad (3)$$

最后,根据综合评价和优化确定的方案,作产品或系统的实体分析设计。

## 1.2 信息流程设计原理

机械电子学的产品或系统有一个很显著的特点是智能化。机械电子学的产品或系统要有能模仿人类的高级思维活动的功能,在其内部必然有它的信息流程关系。具有这种关系,就有能学习、理解、判断、图像识别、模式识别等功能,同时具有智能数据生成、处理、检索以及自动编程等功能,其设计方法如下:

1) 根据目的功能、层次功能和功能结构,确定功能逻辑关系,设计功能逻辑框图,并对每个功能模块内的子功能模块,设计其子功能模块的逻辑框图。

2) 为实现各种功能模块的作用,确定应产生、传输、存储的信息量,并分析信息量的物理特性,建立信息流程关系框图。

3) 分析系统信息流程中出现的公用信息处理流程,这种流程有多次运行的特点。故需设计具有循环功能的信息流程模块,以提高信息流程的运行速度。

4) 正确处理系统流程图中的各种技术范畴内的信息量互相之间的影响,以及它们之间的耦合关系。

在信息流程设计中,智能化是十分重要的问题。智能化概念如图 2 所示。智能化是机械电子学的产品或系统显著的特点。因此,智能化在信息流程中具有十分重要的地位。在机器人设计中,要设计智能运动控制系统,其中管理系统的智能化是必须要解决的问题。目前有一种趋势应用智能计

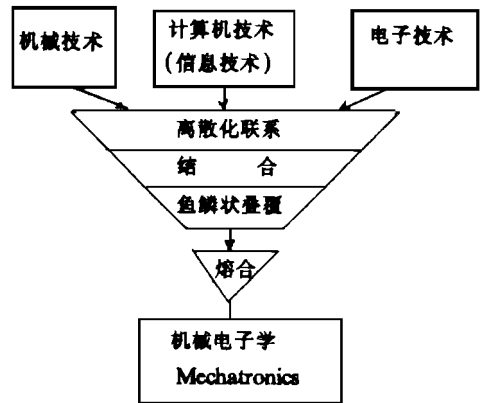


图 1 机械电子学的形成

## 计算机智能运动控制

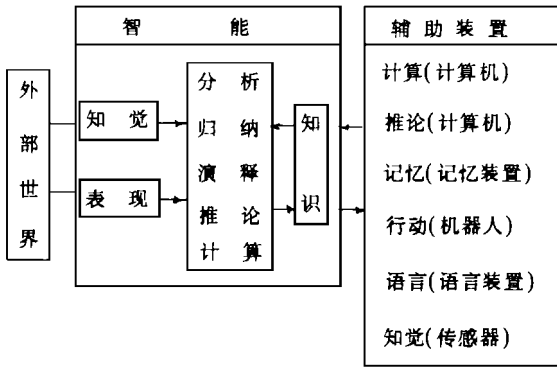


图 2 智能化流程图

系统的功能而出现的。为使产品或系统具有高性能等特点,必须研究设计中建立统一物理模型的方法。根据物理学的基本原理,将描述的研究对象,涉及的不同学科的物理量,都相对于系统能量的变化而确定。应用比拟方法,在产品或系统中的元件,无论是机械的,还是电子的、液动的、气动的,它们的物理特征参量都以阻量、容量、惯量(感量)分别表示如下:

$$\text{阻量} = \frac{\text{势能的变化}}{\text{速度(或电流、或流量)的变化}}$$

$$\text{容量} = \frac{\text{质量(或位移)的变化}}{\text{势能的变化}}$$

$$\text{惯量} = \frac{\text{势能的变化}}{\text{速度(或电流、或流量)每秒的变化}}$$

由于各元件都用统一的特征参量表示,则系统的设计分析,应用能量的基本定律,网络理论,键合图方法,即能建立起产品或系统统一的数学模型,便于应用分析和优化,实现机械电子学的产品或系统高性能,低成本等特点。

## 2 机械电子学的研究和发展趋向

近十年来,机械电子学的研究和发展十分迅速。它起源于日本,中国接受得比较早。1988年,中日两国在成都召开了第一次机械电子学学术会议。欧美各国接受较迟,欧州共同体于1988年派博士生到日本研究机械电子学的设计理论。90年代,日本和法国在1992年和1994年召开了两次机械电子学学术会议,法国研究者提出:机械电子学是研究者幻想的实现,技术的基础需要。1996年日法联合在法国召开欧亚机械电子学学术会议。确定1997年9月在成都召开中日第二次机械电子学学术会议。由此可见,这门交叉学科正在蓬勃地发展。下面分别叙述各国对机械电子学的研究和发展。

### 2.1 机械电子学的产品或系统的设计与软件

机械电子学的综合工程,新产品的观点,机械电子学的计算机辅助设计,集成产品的设计原理,集成产品的变化原理,集成产品的模数原理,集成产品的标准化,以及集成产品的模数原理,集成产品的标准化,以及集成产品设计的周围分析,通信技术的引入等。

另外,以往人们认为机械意味着硬件,但在机械电子产品或系统信息流程设计中,提出机械软件的概念,应用条件语句“如果……则……”表示。以变速器为例,“如果转矩加在输入轴上,则将以相反的方向按传动比把转矩传到输出轴上。”至于实现此语句的方案是多样的,这样,使机械中的硬件可得以软性化,这在信息流程设计中更易处理。

### 1.3 建立统一物理模型的方法

机械电子学设计的产品或系统,涉及的学科范围较为宽广,它联系着各种物理概念。但是,所涉及的各种物理量都是为实现产品或系

## 2.2 机械电子学技术的研究

机械电子学的选择方法与工具的研究,如何使用新技术,与其发展趋向;机械电子学技术的评价;高级制造技术单元的研究,制造接口技术的研究。

## 2.3 机器人

机器人机械,机器人控制系统,自动化机器人,活动方案的研究。

## 2.4 微机器与微系统

微电子机械系统(MEMS),微执行器,微机器人,微型精巧操纵器的研究。

## 2.5 视觉和传感器

机器人视觉,可视检查研究,光学系统,非接触传感器,微型传感器,传感器的聚合,分布式传感器,光学传感器,光学三维传感器。

## 2.6 机械电子学的制造系统研究

制造及装备系统研究,质量控制系统,生产控制系统,生产监视系统,集成制造系统等研究。

机械电子学的研究和发展是不受某一门学科本身的局限,而是根据人们要求设计的产品或系统的功能,以获得最高附加值为准则,选用能实现最好的性能/价格比的综合技术。所以,机械电子学在应用各类技术,使其协调一致,发挥综合作用,则是机械电子学产品或系统研究和发展很重要的一个方面。

## 参 考 文 献

- 1 Zhu Zhonggan. Designing principles and methods of mechatronics. China-Japan Symposium on Mechatronics, Chengdu, 1988: 290- 294
- 2 Makoto Kajitani. A concept of mechatronics. Journal of Robotics and Mechatronics, 1989, 1(1): 10 ~ 13
- 3 Zhu Zhonggan, Mokoto Kajitani. The designing principles and methods of mechatronics device and product system. Journal of Robotics and Mechatronics, 1993, 5(5): 424- 426
- 4 Bartrand C. Mechatronics phantasm of the researcher or technology' s fundamental needs. Japan-France Congress On Mechatronics, Japan, 1994: 1- 5

## Research and Development of Mechatronics

Zhu Zhonggan

(UEST of China Chengdu 610054)

**Abstract** This paper briefly introduces the formation and the development of mechatronics, and sums up the achievements in the author's researches and the researches of some Japanese scholars into the designing theories: designing principles of system; information flow designing principles; designing principles of establishing unified physic model. This paper also points out the future development of mechatronics.

**Key words** mechatronics; designing theory; system design; forward development

编辑 徐安玉