

机械电子学

Mechatronics

朱钟淦

(成都电子科技大学, 教授 成都 610054)

70年代,由于集成电路、电子计算机的飞速发展,尤其是微型电子计算机的出现,使得人们有可能对大量的、传统的机械产品进行新的考虑。那时,在日本出现了“机电一体化”的提法。在一本杂志上,有人提出将英文单词机械(Mechanics)的前缀和电子(Electronic)的后缀合成一个新的英文单词,这就是当今世界上流行的“Mechatronics”这个单词。在我国有人将它翻译成“机电一体化”,有人翻译成“机械电子学”。本文作者与中国电子学会商榷,认为后者的翻译较为确切。

关于机械电子学概念的研究,较早的是日本电气通信大学的梶谷诚教授,接着是本文作者,再就是丹麦理工大学的雅各布·布尔(Jacob Buur)博士。本文将分别介绍他们所阐明的观点,以供读者对机械电子学有一个客观的了解。

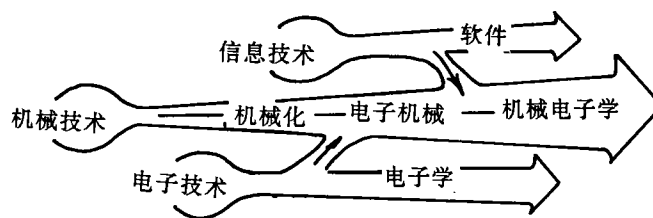
1. 梶谷诚的观点

梶谷诚教授于1985、1989、1993年分别发表文章,讨论了机械电子学的概念。

他指出:机械电子学是机械、电子和软件融合为一体,用于高智能系统和节约能源的一种新技术;机械电子学的进步是一种历史的必然。应用这种技术制造的产品,具有共同的特点:(1)属精密机械;(2)应用微型计算机软件控制;(3)必须使用高精密的加工技术。机械电子学属工程科学范畴,它仍从工程三要素物质、能量、信息出发。然而,信息的特性与物质和能量之间存在着根本的不同,信息能促使产品的附加值大幅度地增长,信息融于物质。例如,在加工和处理过程中,用软件能够获得更高的附加值,所以产品的高附加值是由信息与物质的有机结合产生的。信息能节约能量,信息控制系统对能量供给系统加以控制,能与物质一样给社会创造财富。所以,信息与机器的融合,形成了机械电子学。如图1所示。

机械电子学本身不存在独立的技术和工程。它是为所需要的目的而择优所形成的综合技术。它要求将各种新技术融合于机械电子学这个范围内,并

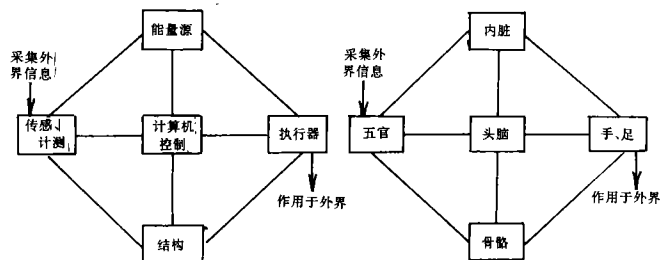
把它们综合形成一体。



梶谷诚提出,机械电子学有两个概念:系统概念和接口概念。

(1) 系统概念

应用机械电子学的综合技术设计、制造的产品必然是一个系统。而这种系统具有四大功能:主功能、控制信息功能、动力功能、结构功能。机械电子学系统的特征是一个具有主动能部件和目的性很强的高级控制信息功能的精确操作机械。同时,机械电子学产品系统中的部件类似于人体,其中计算机相当于人的大脑、传感器有如五官,执行器好比肌肉,机械装置像骨骼,动力源相当于内脏,如图2所示。由此可见机械电子学系统今后的目标是平衡开发各类元件的功能,并将它们有机地联接起来。



(2) 接口概念

各种技术和具有不同特性的部件,在这样复杂的机械电子学产品系统中,互相联接在一起。元部件之间、子系统之间的接口必然变得更为重要。因

此,在机械电子学中,接口是很重要的一个概念。

接口功能是由输入、输出和匹配功能组成。就其输入、输出情况而言,一般分为:机械接口、物理接口、信息接口、环境接口。按其匹配功能可以分为:零接口、被动接口、主动接口、智能接口。

2. 笔者的观点

笔者于1988、1990、1993年分别发表文章讨论了机械电子学的概念、设计思想和方法。

笔者认为:机械电子学是在现代科学技术发展的基础上形成的。它是综合机、电、磁、光、声、热、液、气、生物、化学等多种学科而构成的一门独立的交叉学科;研究多种学科各自的特征参量,以及在一个功能整体里,各参量之间的物理联系,并能正确地处理相互间的耦合关系。应用这些物理联系和耦合关系,可以分析和解决产品设计与制造中的具体问题。

应用机械电子学设计思想和方法设计、制造的产品,通常应具有下列特点:高性能;智能化;高效率;低成本;高可靠性;结构短、小、轻、薄。

机械电子学的设计思想和方法有三点:产品系统设计,信息流程设计,建立统一物理模型。下面分别予以介绍。

(1) 产品系统设计

按照机械电子学设计和制造的产品,无论是消费品还是工业品,都应具有决定于其使用目的的变换、传输、存储等三个方面的主要功能。为了实现机械电子学产品的主要功能,其内部必须具有信息流程关系、接口、能量供给等部份,还应有输入、输出要求。所以综合这些部分后,机械电子学的产品必然是一个产品系统。产品系统的特性是由系统主要功能的特性参量来描述的。产品系统又可分为系统、子系统、元部件等三个层次。子系统和元部件采用哪种技术和内容,决非传统地、刻板地确定,而是根据产品系统需要实现的主要功能和产品性能评定的质量标准去选择。非常重要是具有产品系统的主要功能必需考虑接口关系;接口一般分为硬接口和软接口。

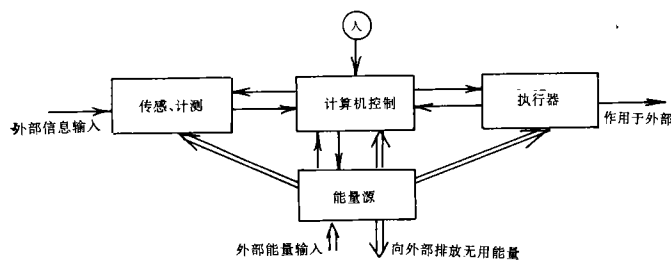
产品系统设计方法有四个方面:产品系统功能分析;确定产品系统功能模块;多种方案的综合评价,优化设计;产品系统的实体设计分析。

(2) 信息流程设计

信息流程设计是机械电子学产品设计的特点之一。产品系统引入了信息流程设计,使人们对产品的需求功能,通过信息得以实现;而且产品的功能也获得较大的增强。由此而产生的附加值也随之增加。机械电子学产品系统一般信息流程图,如图3所示。

随着信息技术的不断发展,机械电子学产品将具有更高水平的信息处理功能,其先进性已在很大

程度上影响着机械电子学的发展。反过来机械电子学产品的发展,又将有助于信息技术的发展,这已被许多事实所证明。



信息流程设计有三个方面:实现产品系统主要功能所需信息量的分析;确定功能模块之间的逻辑关系;产品系统信息流程框图的设计。

机械电子学产品信息流程设计有一个重要的问题是智能化。如果产品系统没有智能化,就没有机械电子学产品的特色,就不能进一步替代人类的高级思维。尤其是智能运动控制,必须使执行器作用于环境,由感觉获得反馈信息,经智能功能的分析、判断,提出修正方案,进行新的运动设计,才能达到预期的目的。例如,消费品中的高级傻瓜相机即是如此。

另外,机械电子学产品系统软件中,有一新的概念,即所谓机械软件。可将机械的硬件形式,用软件中“如果…则…”的语句来表达,使原来由机械硬件实现的功能改由机械软件实现。

(3) 产品系统设计中建立统一物理模型

机械电子学产品涉及的学科范围较为宽广,联系着多种物理概念。然而产品系统的主要功能指标又是唯一确定的,衡量其高性能的指标也是一致的。为了使机械电子学产品设计满足其高性能指标,必须在产品系统设计中,建立统一的物理模型,这样才能使各个部分为实现主要功能处于最佳状态。

建立统一物理模型的基础是由相对于产品系统能量的变化而确定的。这需采用物理量互相比拟的办法,即对系统中的元部件,无论是机械的、电子的、液动的、气动的等等,都用阻量、容量、惯量(感量)表示。

$$\text{阻量} = \frac{\text{势能变化}}{\text{速度、电流、流量的变化}}$$

$$\text{容量} = \frac{\text{质量或位移的变化}}{\text{势能变化}}$$

$$\text{惯量} = \frac{\text{势能变化}}{\text{流量(速度或电流)每秒的变化}}$$

于是,进一步应用网络理论即可建立起它们的数学模型。一般来说,这些特征量大多是时间的函

数,又可用状态矢量表示;产品系统是一个动态系统,需建立状态方程,应用计算机分析。

由于应用了统一物理模型,就能在一个功能整体内,更好地综合发挥各种技术的特色,并处理好相互间的耦合关系。

3. 雅各布·布尔的观点

布尔是欧洲共同体当年派往日本,专门从事研究日本机械电子学设计理论的博士生,于1989年发表文章。他认为:机械电子学产品设计是通过机械、电子和软件工程相结合的集成技巧,使消费品和工业品得到发展的;机械电子学设计的实施是很困难的,而要设计成功,很大程度上取决于设计者的技术潜力和他在创造一个崭新概念方面的技巧;在机械电子学的设计中,不仅要想到转换,更应该想到所需要的效应或者目的功能;描述功能的设计模型是非常困难的一种抽象的概念层次,这里很重要的是通过软件描述系统整个过程之间的序列和逻辑关系,由它判断何时和如何按照外部信号、反馈信号去完成主功能;对于机械电子学产品中的机

械部分,可用专用集成电路(ASIC)实现机械软件。

布尔认为机械电子学的设计方法如下:

(1)产品系统整体功能的确定。

(2)功能结构的确定:变换功能和流程;目的功能和原因;层次功能;功能的综合,其中控制功能成为最重要部分。

(3)设计概念的确定:机械、电子、软件的综合;需要重新定义的软件术语;信息体系;各种接口的实施。

总之,机械电子学产品的设计,是将各种新技术在产品系统中进行综合,使产品能实现人类所要求的尽可能完美的功能。

综上所述,机械电子学是一门崭新的学科,是新型的综合技术。它不仅仅由机械和电子两门学科所组成,而是各种技术的综合体。各种高新技术的发展,将促使机械电子学不断地发展和完善;与此同时,机械电子学的发展又推动着其他各种技术的发展。

(责任编辑 王宏章)

科技动态

用太阳能简易淡化海水

自1991年海湾战争以后,科威特这个沿海的沙漠小国几乎尽人皆知,它盛产石油,但水资源却十分缺乏。为解决国民饮用水,这个国家曾经建立了不少海水淡化工厂。但在海湾战争快结束时,撤退的伊拉克军队把这些海水淡化厂破坏了,使许多科威特人陷入了无淡水饮用的恐慌之中。

在海湾地区,几乎每个国家都存在缺少淡水的问题,尽管这里的海水取之不尽。因此科学家们一直在致力于研究更方便和廉价的海水淡化方法和设备,把海水变为能饮用的淡水资源。过去,海水淡化大多采用蒸馏方法,即将海水煮沸使其中的水分蒸发,然后变成蒸馏水。但这种方法要消耗大量的能源。幸好海湾国家有丰富的石油,采用蒸馏法还不存在能源困难。但对那些能源也缺少的许多岛屿,以及干旱国家和地区,蒸馏海水显然很不合算。

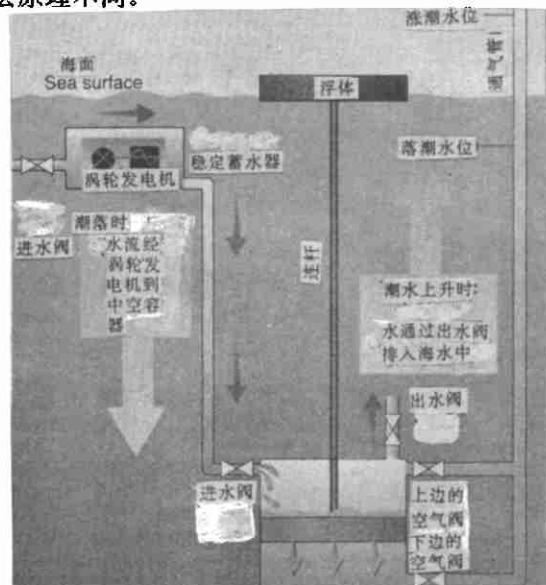
1991年,法国南锡化学工程科学实验室的专家皮埃尔·利·戈夫,为偏远、干旱和海岛地区的人们发明了一种利用太阳光的热量使海水淡化的简易装置,这种海水淡化装置既简单又耐用,任何农村的工匠,海岛渔民只要稍加指点,就会使用和维护。

这个装置就像插图中示意的,它有一个盛海水或咸水的桶,桶中的水靠重力向下流到细纱布上,细纱布悬挂在6块彼此垂直平行相隔4厘米安放的铝板旁边,太阳光透过透明的乙烯塑料板照射到铝板上,为了有效利用阳光,还有一面可调整角度的反射镜,使阳光垂直照射铝板。第一块铝板可以被阳光加热到94℃,于是,在这块铝板旁悬挂的细纱布上的水很快就蒸发变成水蒸汽,水蒸汽穿过4厘米的间隔遇到第二块铝板时,就冷凝成水滴,在冷凝时水滴释放的热量会加热这块铝板(温度

低于第一块被太阳直接加热的铝板),这块铝板又使另一块悬挂在它旁边的细纱布上的盐水蒸发,这个过程依次进行到最后—块铝板和细纱布。在最后一块铝板上得到的冷凝蒸馏水的温度约45℃。所有6块铝板上冷凝的蒸馏水都滴落到海水淡化装置底下的一个蒸馏水收集容器内。

这个海水淡化装置像一个小型的温室,每天每平方米太阳能收集器可以生产20升蒸馏水。一个普通的单水桶太阳能蒸馏器一天可产2.5~3.0升蒸馏水,很适合偏远、贫困的干旱地区淡化咸水,且便于搬运。

澳大利亚许多地区干旱缺少饮用淡水,悉尼新南威尔士大学的专家托尼·费恩也设计了一种太阳能海水淡化装置,但他是利用一种半渗透膜的方法,与戈夫的方法原理不同。



(本刊记者 刘先曙)