

# 从信息的控制观点看自动化的机遇与挑战

李衍达

(清华大学自动化系 北京 100084)  
(E-mail: daulyd@mail. tsinghua. edu. cn)

**摘要** 分析了自动化学科的内涵,指出应从信息的控制观点认识自动化学科的本质及其应用范围.在对自动化学科所面临的关键的科学与技术问题分析的基础上,指出网络化、集成化、智能化对自动化学科提出了巨大的挑战,也提供了重大的机遇.文章还对我国在工业现代化、产业结构改革与升级、新兴产业、军事现代化、社会现代化中出现的大量与自动化有关的课题中的一些关键问题及可能的出路作了初步的探讨.

**关键词** 自动化,信息,控制  
**中图分类号** TP1

## THE OPPORTUNITY AND CHALLENGE FOR AUTOMATION FROM THE INFORMATION CONTROL POINT OF VIEW

LI Yan-Da

(Department of Automation, Tsinghua University, Beijing 100084)  
(E-mail: daulyd@mail. tsinghua. edu. cn)

**Abstract** In this paper, we point out that automatic control is based on information control in essence. Applications of automation are of a very wide range from information control point of view. The discipline of automatic control is also facing the great challenge and opportunity from the same point of view in the 21<sup>st</sup> century. The technical challenges and the possible applications are discussed as well.

**Key words** Automation, information, control

### 1 引言

随着我国现代化建设的进程日益加快,在国家、社会生活的许多方面涌现出了大量与自动化相关的问题,自动化学科面临着前所未有的重大机遇和挑战.如何在新的社会发展时期正确看待自动化学科的本质?如何正确面对自动化学科的机遇和挑战?这都是需要我们认真面对的问题.

## 2 自动化学科的内涵及其面临的机遇与挑战

### 2.1 自动化学科的内涵是自动控制,而控制的内涵是指信息的控制

钱学森在“工程控制论”序言中曾写道:“这门新学科的一个非常突出的特点就是完全不考虑能量、热量和效率等因素,可是在其他各门自然科学中这些因素是十分重要的.控制论所讨论的主要问题是—个系统的各个不同部分之间的相互作用的定性性质以及整个系统的总的运动状态”<sup>[1]</sup>,即是说,控制论只研究信息与控制,不讨论能量和物质.这是一个重要的着眼点.

这里应指出几点:

- 1)自动化学科的内涵是自动控制;
- 2)自动控制研究的是一个系统的各个部分之间的相互作用如何影响整个系统的性能;
- 3)控制论的着眼点是信息与控制,或者说信息的控制.

### 2.2 从信息的控制角度看自动化学科的应用范围

过去从设备的控制看自动化学科比较多,故认为自动化是信息化与工业化的桥梁,这是对的,但这是远远不够的.因为决定设备的控制性能的是信息的控制,如果从信息的控制观点看自动化学科,则有

- 1)自动化是信息化与工业化的桥梁;
- 2)自动化是信息化与社会现代化,军事现代化的桥梁;
- 3)自动化也是信息化深入发展的内涵之一,因为它包括信息系统的集成与优化,信息的管理与优化,信息的调控、处理的优化等等.

因此,自动化不仅扩展了信息化的应用范围,如从工业现代化到各个领域的自动化与智能化,例如军事、金融、家居、社会的信息化与智能化.而且,信息化本身也需要自动化学科的介入,如网络的集成、建模与调控;网络服务的质量控制 QoS;网络与信息的安全等等,无不与自动控制有关.

### 2.3 各个部分之间的相互作用对系统的影响是网络化以后遇到的一个关键的科学与技术问题

在 NII 发展的基础上,在网络化的基础上,下一个面临的问题是各个不同部分相互作用的性质及其对整个系统状态的影响,例如:网络计算、如何提高计算效能;网络资源的检索与网络管理问题;网络的建模;基因与蛋白质的功能分析;交通的优化与预测,等等.网络化、集成化、全球化与智能化这些发展趋势都关联到如何将各个不同的部分相连接以达到全局最优的问题,也都面临由于局部障碍而导致全网崩溃的巨大风险,如同美国西部电力网崩溃而导致重大损失的问题.尤其在网络黑客、网络病毒日益猖獗的今天,如何避免网络崩溃更是大家面临的问题.另一方面,这个问题又与现代社会所面临的一些重大问题有密切联系,例如:基因与蛋白质的功能研究;脑功能与神经科学的研究;网络计算与网络安全;企业的重组;金融风险预测与防范;海量信息的检索与服务;城市交通的规划与优化;复杂疾病的基因诊断与治疗;生物芯片的检测与分析;信息战的攻击与防御,等等.可以说,网络化、集成化、智能化对自动化学科提出巨大的挑战,也提供重大的机遇.

## 2.4 面临的一些关键问题与出路

在网络化以后,我们往往面临系统和个体之间的种种情况,如:系统包含大量的有个性的主体;个体只处理局部信息,而互相关联却影响整体的性能;系统的各个层次有强烈的关联;系统的整体性质与个体个性有密切联系,等等.可以说,我们面临着分布式控制与优化;自主、代理(agent)系统的建模、控制与优化;复杂系统的建模,控制与优化;具有免疫、进化功能的系统的控制与优化;量子计算、通信的控制与优化等挑战.当然,我们还面临传统工业与新兴工业现代化的挑战,传统工业中仍有困难的控制问题,涉及非线性、不确定性、强干扰等问题.新兴产业也有大量自动化问题急待研究,例如,微电子、医药、液晶、生物技术等等,也提出大量的技术问题.

我们要敢于面对我国在工业现代化、产业结构改革与升级、新兴产业、军事现代化、社会现代化中出现的大量与自动化有关的课题.我们也要面对网络化、集成化、智能化情况下提出的大量新问题,开展深入的研究.将理论与实践相结合,在解决问题中发展理论.我们需要观念、理论与技术的突破.也许,我们可以更多地从生物内部的调控、从生物智能中学到很多东西.例如,计算机网络的病毒流行问题,从生物系统的观点看,所有计算机都是克隆产物,而克隆世界是经不起病毒侵袭的.生物世界则是个体有个性,各个地方有民族、地方性,在某种程度上,限制了病毒的流行.对网络安全问题,我们是否可以从生物系统学到点什么呢?例如是否可引入免疫系统,是否可以把进化观念引入到计算机世界中来,等等.我想,如果从生物的调控过程与认知过程进行深入分析,会对我们解决复杂系统的调控问题有很大的帮助.

## 3 结束语

1)过去从设备的控制看自动化学科是远远不够的,在新的时期,要从信息的控制观点看待自动化的机遇和挑战.

2)在网络化以后,研究系统整体问题时,不仅要考虑其各个部分的性质,还应考虑它们之间的相互关系.事实上,系统各部分之间的互相关联对系统整体的性质以及系统的优化都将有重要的作用.

3)对于社会发展新时期自动化学科面临的关键问题,我们需要观念、理论与技术上的突破.借助其它学科的知识可能会对自动化学科的发展提供很大的帮助.

## 参 考 文 献

- 1 钱学森. 工程控制论. 北京: 科学出版社, 1958

**李衍达** 教授,中国科学院院士. 主要研究领域为自动控制、网络信息服务、生物信息学、智能信号处理等.