

控制理论革新

蒋 卡 林

控制理论不是纯理论，而是理论方法。控制理论是一些方法的总和，这些方法可以在任意特定条件下拟定和论证用来达到预先提出的某些控制目的解。

控制理论方法的发展应该跟上技术发展的形势：

计算能力增大

现在，计算机已广泛应用。计算机以及相应的计算方法，即所谓计算能力，已大大地增大。应用电子计算机，能完成非常复杂的迭代计算，甚至几百个联立的微分方程式，都能迅速解出。

在这里，不打算把计算机的一切功能都列举出来。读者可参考有关手册或书。

提倡时域法

过去，由于时域法很麻烦，因此，逐渐地被频域法所代替。现在，有了电子计算机这一利器以后，时域法又重新抬头，成为“重新擦亮的工具”。

所谓频域法，即在频率数域内的分析法和逼近法，如：傅氏变换，拉氏变换，赫氏算子法，米氏算子法，频域稳定判据，高频补偿法，低频补偿法，零点极点配置法，根轨迹法，BODE法，NICHOLS法，梯形频率特性法，等等。

目前，在我国流行的一些调节原理教科书或论文集内，较大的篇幅讲述频域法，时域法则介绍的不多。这种情况必须扭转。

时域分析及设计的优点是：它完全符

合时间过程，能直接进行特性的分析和估价。在非线性系统及时变系统的研究中，时域法的优点更为突出。

砸开“黑箱”

在控制理论书刊内，常常采用“黑箱”表示法，即用一个方框表示系统的某一个部分，或者，表示整个系统；方框的特性完全用传递函数表示。换句话说，只要人们在一个“黑箱”上面贴上传递函数标签，就万事大吉（黑箱子里面的详细情况就可以不过问了）。

黑箱传递函数表示法的最大缺点是未计入黑箱内任何初具条件；参数变化或结构变化也是传递函数法所无法表明的。而且，一个传递函数能代表多种结构。

传递函数常常是高阶的。一个高阶的传递函数实质上就代表一个高阶的微分方程式。常见高阶的微分方程式的特点是阶次高，但参数很少。

过去，分析者最害怕参数多。现在，有了计算机的帮助之后，对参数多至几十甚至几百的问题也都可以处理了。

这样看来，在一个高阶微分方程式内，还可以代入许多新变量，于是，将高阶方程式瓦解成为许许多多的一阶方程式。这些一阶方程式的参数可以整整齐齐排列起来，然后，采用矩阵的形式表示，而整齐的矩阵关系，无论多么复杂，都可由计算机去进行分析或运算。其中许多的初具条件或参数的变化都能够考虑到。

断续问题占首位

过去,在研究上或者在教学上,都是采取“先连续后断续”的次序。现在,在计算技术面前,我们认为断续问题比较容易,而连续问题的分析或求解则需要庞大的存储量。由断续问题自然地得出一系列的实数,这是计算机所欢迎的。断续最优化问题是有限维空间的最优化问题,它的求解比连续最优化问题简便得多。断续最优化问题的有限维空间内的解能很容易地推广至连续最优化问题的无限维空间。因此,应该首先详细介绍断续最优化问题,然后,自然地推广至连续系统。

系统复杂化

现在,自动化技术已进入第四阶段:大系统阶段。在现代许多庞杂系统中,相互有关的变量的数目是非常多的,而且包含着随机因素。

应用运筹学方法

控制技术人员,在处理复杂系统问题时,必须引用运筹学方法。

运筹学是一门用来帮助解决工农业生产、国防建设以及经济规划等问题的学问。许多属于安排、调度、调拨、筹划、控制等类型的问题,只有采用运筹学方法,才能够解决。

从前,由于计算能力低,许多具有运筹学思想的论文都不过是纸上谈兵而已。现在,有了快速电子计算机和良好的软件以后,许多利用运筹学处理的问题都能够求出其数值解了。而且,由于有了先进的模拟技术和计算技术,我们已能够有效地进行各种运筹学实验。

对控制系统来说,运筹学方法更是不

可缺少的一项数学工具。

大家知道,运筹学包括:数学规划(动态规划、线性规划、非线性规划)、对策论、排队论、质量控制等。

现在,控制理论正在与运筹学相融合。

不难看出:在运筹学与传统控制理论之间是存在着密切联系的;符合庞特里亚最大原理的连续控制以及被运筹学方法所定确的断续控制可以紧密地联系起来。大系统数学模型的编制以及大系统控制问题的表达和求解乃是控制理论最近期和最重要的发展前景。

回顾与展望

自动调节器发明后一个多世纪,才出现自动调节理论。初期的理论太落后了。

理论确实是来自于实践。但人们应该努力研究理论,并用理论去指导实践。

人们通过辛勤的脑力劳动,才研究出新理论。新的理论有时可能被埋没七八十年,然后被人们发现和采用。利亚普诺夫的理论就是一例。

从上述历史事实,得到两点教训:今后我们应使控制理论研究工作紧紧地跟上控制技术发展形势,并尽量利用理论,包括现有理论和原有理论。

当前迫切的任务是使控制理论跟上计算技术,并配合大系统。

还应注意工业中的一些新技术,如新的能量生产技术和新的能量分配方式以及种种新的生产过程技术。控制理论必然要配合这些新技术作更进一步的发展。

* * *

〔附注〕上述内容是本报告正文。其注释部分和有关参考文献因过长而删去。本报告曾于1974年5月在单位内部宣讲过。经讨论后,作了部分文字修改。现在看来,这份报告还值得大家参考。希各位指正。