



黄琳,江苏扬州人,控制科学专家,中国科学院院士。现为北京大学泰普讲习教授,长期从事控制理论与稳定性理论的研究。目前的研究兴趣在有关力学系统,特别是飞行器的动力学与控制。曾获包括国家自然科学基金三等奖在内的多项奖励。

卷首语 Foreword

科技导报 2011,29 (17)

控制科学的机遇

改革开放初期,在筹备《控制理论与应用》杂志的讨论会上,有人转述了一位国家领导人对中国要不要搞自动化的看法,即“中国人口众多,有这么多劳动力,不急于搞自动化”。30年过去了,国家发生了巨大的变化。20世纪80年代以王淦昌等4位科学家的提议为基础,邓小平同志批准启动了国家高技术研究发展计划(即863计划),自动化便是其中的主题之一。自动控制作为自动化的主要方向在我国得到了很好的发展。近年来国际上不断传出对我国的产品进行“反倾销”制裁的消息,从这些反倾销的投诉中可以看到几乎没有一个产品是由高科技支撑的,我国出口型产业在金融危机中的遭遇,表明只有创新、发展高科技的产业我们才有出路。今天中国正处在一个强烈要求创新的时期,不论是从国防的需求上看、还是从企业转型的需要上看,自动控制势必将成为大家关注的中心议题之一。

人类是世上万物之灵,在经过几十万年的进化之后,我们以能创造工具和富于思维能力而成为世界的主宰。虽然人类无论从感官还是力量上看,在自然界的万物中都不占优势,却可以依靠智慧创造出奇迹;可以探测大到宇宙小到基本粒子的特性;可以传感各种变量的微小变化。依靠人类自己创造的设备既可以源源不断地生产出巨大的能量,也可以进行微小到纳米级的加工与制造,所以说人类是依靠本身的智慧创造了世界文明。而自动控制正是将上述传感、执行和体现智慧的解算集成在一起在无需人本身直接参与就能使受控对象达到目的科学与技术,由于它是人类智慧的高度集成,因而自动控制必然会在各类科技与工程的创新活动中发挥巨大的作用。自动控制在人类生产、科技诸方面的作用是与年俱增的,随着这一发展进程,控制对象复杂程度的增加,控制目的的多样化,精度的提高,使新的问题不断提出,呈现出持续发展的巨大的生命力。当前被高度关注的两个领域可以说明控制科学所面临的新挑战:

以航空航天为例,人们有一个理想,希望能造出一种飞行器,它要有航空航天两方面的特征,即既可以作节省动力的轨道或亚轨道飞行,又能自由地从轨道飞行改为进入大气层飞行。这一能实现在临近空间实行持续飞行的空天飞行器无论对战争还是民用都具有重大意义。近年,美国进行的X37B,X51和HTV-2试验都是这类飞行器。由于这一特点决定了这类飞行器在大气层内也必须以高超声速飞行,这一类飞行器作为控制对象就必然是高非线性、具大不确定性、强时变和强耦合的,而它的飞行包线很广,高超声速飞行下,一方面很多物理机制尚未被人类认识清楚,另一方面小的控制失误就可能引发灾难性后果。因此,高超声速飞行对控制科学提出了新的、巨大的挑战。

现在人们提倡低碳经济,在这一要求下兴起了发展智能电网的需求。智能电网一般应有一个物理网,由包括发电、输电、配电、用电等工程设施组成,同时又有一个对这个物理网进行管理与控制的信息网,控制科学更关心的是后者。这样一个网作为控制对象具有很高的复杂性,它的节点或子系统是各式各样的,反映出多类节点,而其信息联系又是十分复杂的,可能出现多层递阶特征的复杂信息结构。对它的控制涉及到在线大规模优化,离散事件与不同动态系统的集成,网络总体性能与各节点性能之间合理的平衡等。这些虽还远不能概括对这种电网控制的问题的全部,但已远远超出了传统控制研究的范围。

上面只是两个例子,从中可以看到控制科学可以发挥作用的领域很宽广,面临的挑战性问题十分困难,概括来说控制科学面对的新问题主要表现在:

- 1) 对象的复杂性大大增加,具有强非线性,快时变与高动态,强耦合,高不确定性,不同模式系统的集成等。原来这些问题本身已很困难,现在它们竟可同时发生在一个对象上。
- 2) 信息流不再是单一回路,而是十分复杂的分层、多关联结构。控制也由单一回路的控制转变成既有反馈也有关联,不同时间尺度,不同模式集成,集中与分散两种控制方式并存的复杂模式。
- 3) 由于计算机科学技术的飞速发展,在控制器设计上必然面对大量数据出现、采集与处理,这表明针对控制问题的计算机算法与软件的研究和应用将成为控制研究的主要工具。

当然这样复杂的问题不可能一下子被解决,新的理论与方法也不可能在短期内集中出现,所需要的是一个一个地认真解决。这要求大家一起努力,不断地克服难点,不囿于现有的理论与方法,长期坚持不懈地进行研究,使控制科学在人类的生产和创新活动中发挥更大作用,而这种研究也一定会使控制科学的前途更为丰富多彩。

(北京大学工学院,北京 100871)