

他的演说之蹩脚是出了名的，他是会说多种语言，但没有一种容易听懂，他的文体也很混乱。

——佚名

我在山大读本科时的专业是自动控制，后来因为兴趣转移，考研时改为数论方向。这一改变虽然是在数学系内部，但还是挺大的，相当于从应用数学转到纯粹数学，与某些同学的选择刚好相反。没想到还挺顺利，以高代满分，数分和总分全系第一，英语全校第一考取了本校研究生。在此我想介绍一下这门学科及其代表人物，借机重温一下当年，也算不枉此生就读过的唯一一个本科专业。

自动控制是一门跨学科的领域，起源于工程学和数学，后来也逐渐应用于各种社会科学，包括经济学、社会学、心理学、犯罪学及金融系统。山大的自动控制因为偏重理论，也叫控制理论。通常可用方框表示的控制系统主要由测量、比较、计算和修正组成，这与我们每个人的成长历程颇为相似。

控制理论的核心原理是反馈。反馈最初是生物学概念，是指一个系统（分子、细胞或种群）中能影响该系统的连续活动的反应，后来成为现代科学技术的基本概念。而控制理论中的反馈，是指将系统的输出返回到输入端并以某种方式改变输入，进而影响输出的过程。

完成反馈功能的装置叫控制器，它可以是电路、机器，也可以是人脑，后者接受来自眼睛的暗示，比如关于伸出的手和要抓获的对象之间距离的信号。以斯诺克为例，当一方做成后，对手无法用白球直接击打目标球，需要实现一库或多库的反弹，再击中目标球，这也叫解球。如果斯诺克做得高明，往往不是一两次能够解开，而击中其他球是要罚分的。为此，就需要依据上一杆的经验加以调整。

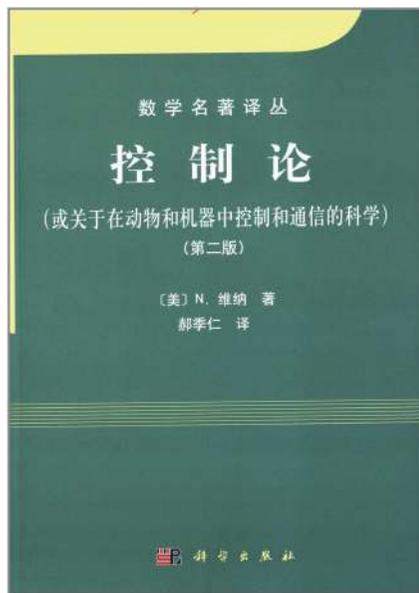
上述例子可谓最简单的控制了，在日常生活方面，常见的例子有冰箱、空

调和飞机的自动驾驶仪，等等。在我看来，即便纯粹数学尤其是求解方程，也有许多反馈例子。比如，古代巴比伦人是这样求一个数 x 的平方根的。他们先取 a 接近 x 的平方根，求得 $b = x/a$ ，令 $c = (a+b)/2$ ；再求 $d = x/c$ ，令 $e = (c+d)/2$ ；如此反复，将会越来越接近于 x 的平方根，并在其精确值附近来回振荡。

控制理论最基本的特点和要求是稳定性。随着工业革命的到来，锅炉的压力问题和水温调节器应运而生，瓦特在蒸汽机上使用了离心调速器，解决了蒸汽机的速度控制。另一方面，为了改善调速器的准确率所作的努力，常常会导致系统瘫痪，这就产生了稳定性问题。记得大学时学过几个稳定性判别准则，而对于无显性解的微分方程，则需用到李雅普诺夫¹判据。

经典控制理论适用于单输入、单输出的线性系统。在这种理论指导下，飞机上自动驾驶仪的性能得到提高，并为研制前两代导弹提供了基础，不过命中率并不高。因而非线性理论受到重视，这一理论帮助改进了50年代的战术导弹系统。可是，随着导弹和航天技术的发展，对飞行器控制的精度要求不断提高，加上飞行器的飞行环境和任务更趋复杂，对控制系统提出了更高的要求。为满足这些要求，需要寻求新的理论来指导控制系统的设计。

1948年，美国数学家诺伯特·维纳同时出版了《控制论——关于在动物和



《控制论——关于在动物和机器中控制与通讯的科学》中文版

机器中控制与通讯的科学》一书的英文版和法文版。把原先单一的对机器的控制全面拓广，论述了控制理论的一般方法，进一步明确了反馈的概念和控制器的数学定义，赋予控制理论这门学科新的涵义。同时指出了四项基本原则，即普遍性、智能性、非决定性和黑箱方法。

维纳给这一复杂系统的理论起了全新的名字 *cybernetics*，这是因为，“所有现有的术语不是过分偏重于这一方面就是过分偏重于另一方面，不能适应这个领域未来的发展”。这个词的希腊语词根意为“操舵术”，在柏拉图的著作中，常用它来表示管理的艺术。如此说来，中译名“控制论”并非维纳的本意²。

1894年11月26日，维纳出生于密

¹ 李雅普诺夫（1857-1918），俄国数学家、物理学家，圣彼得堡大学博士，圣彼得堡科学院院士。1917年陪同患肺结核的妻子去敖德萨，在她去世当天举枪自杀，三日后不治身亡。

² 《控制论》中文版由科学出版社于1961年首版，译者是龚育之、罗劲柏、侯德彭、陈步。由于后两位出版前被划为“右派”，而前两位不同意只有他们署名，于是用了笔名“郝季仁”（好几人）。2007年，北大社重版此书时，为尊重历史，仍在世的作者建议署名不变。



1935年，维纳（前排左五）在中国

苏里河畔的小县城哥伦比亚。他的双亲均为犹太人，父亲列奥出生在俄国，十八岁独自漂洋过海来到美国，通过自学，成为哈佛大学斯拉夫语教授。维纳认为父亲是天生的学者，集德国人的思想、犹太人的智慧和美国人的精神于一身。

至于维纳本人，他是个神童，四五岁便开始阅读法国博物学家蒲丰的《自然史》和天文学科普读物，七八岁时他已无所不读了。在其他男孩想当警察的时候，维纳就立志献身科学了。无论拉丁语、希腊语、德语还是英语，都存在



维纳和李郁荣（右，Yuk-Wing Lee）