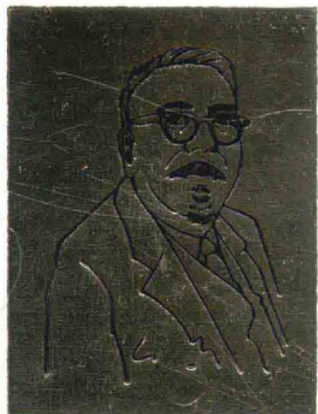




Norbert Wiener

新闻学与传播学经典丛书·大师系列

控制论

关于动物和机器的控制与传播科学 (第二版)

Cybernetics

or Control and Communication in the Animal and the Machine (second edition)

中文·英文 (双语版)

[美] 诺伯特·维纳(Norbert Wiener) 著

陈 娟 译

中国传媒大学出版社

新闻学与传播学经典丛书·大师系列

控制论：关于动物和机器的 控制与传播科学（第二版）

Cybernetics: or Control and Communication
in the Animal and the Machine(second edition)

中文·英文(双语版)

[美]诺伯特·维纳(Norbert Wiener) 著

陈 娟 译

中国传媒大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

控制论：关于动物和机器的控制与传播科学：第二版：汉、英/（美）诺伯特·维纳著；陈娟译．—北京：中国传媒大学出版社，2018. 2

（新闻学与传播学经典丛书·大师系列）

ISBN 978-7-5657-1765-9

I. ①控… II. ①诺… ②陈… III. ①控制论—汉、英 IV. ①O231

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 170020 号

新闻学与传播学经典丛书·大师系列

控制论：关于动物和机器的控制与传播科学（第二版）

KONGZHI LUN; GUANYU DONGWU HE JIQI DE KONGZHI YU CHUANBO KEXUE (DIER BAN)

著 者 [美] 诺伯特·维纳

译 者 陈 娟

策划编辑 司马兰 姜颖昶

责任编辑 司马兰 姜颖昶

特约编辑 刘 英

封面设计 运平设计

责任印制 阳金洲

出版发行 中国传媒大学出版社

社 址 北京市朝阳区定福庄东街 1 号 邮编：100024

电 话 010-65450532 或 65450528 传真：010-65779405

网 址 <http://www.cucp.com.cn>

经 销 全国新华书店

印 刷 三河市东方印刷有限公司

开 本 880mm×1230mm 1/32

印 张 15

字 数 446 千字

版 次 2018 年 2 月第 1 版 2018 年 2 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5657-1765-9/O·1765 定 价 68.00 元

版权所有

翻印必究

印装错误

负责调换

新闻学与传播学经典丛书·大师系列

- 社会传播的结构与功能
- 变化中的时间观念
- 新闻学原理
- 帝国与传播
- 传播的偏向
- 新闻伦理学
- 个性动力论
- 控制论(第二版)

总序

新闻与大众传播事业在现当代与日俱增的影响及地位，呼唤着新闻学与传播学学术研究的相应发展和跟进。而知识的传承，学术的繁荣，思想的进步，首先需要的是丰富的思想材料的积累。

“新闻学与传播学经典丛书·大师系列”的创设，立意在接续前辈学人传译外国新闻学与传播学经典的事业，以一定的规模为我们的学术与思想界以及业界精英人士，理解和借鉴新闻学与传播学在西方方兴未艾之际的精华提供基本的养料，便于站在前人的肩膀上做进一步的探究，以免长期在黑暗中自行低效摸索。

将近10年前，在何道宽教授与我的发起和主持下，在司马兰女士的大力支持下，“新闻学与传播学经典丛书·大师系列”开始启动，至今已推出十来种名著的中译本，在学界也较有影响。这首先是何道宽教授的贡献，作为英语科班出身，且口译、笔译俱佳的高手，依然投身于传播学经典的引进；退休后更是乐此不疲，每天清晨起床开始工作，每年推出好几本译著，而且专攻技术学派（何道宽教授称之为“环境学派”），不但包办了哈罗德·伊尼斯、马歇尔·麦克卢汉著作的所有中译本，而且还延伸到了保罗·莱文森等当代名家的著作。

记得何道宽教授说过，他热爱传播学学术翻译到了这样的程度：“不给我钱（稿费），我也愿意翻译。”我当时就感慨，新闻传播学界要是多有一些像何道宽教授这样外语水平高、热衷翻译的专才就好了。可是在目前的学术考核环境下，译著工作辛苦和稿费低暂且不提，其翻译成果在多数学校还是不被承认为科研工作量的。这就妨碍了许多为教学

科研和生活所累的年轻学人接续这一事业，尽管也出现了像刘海龙这样的优秀青年译者。

好在随着新闻传播学的发展，越来越多的学人意识到了我9年多前说的两个80%：新闻学与传播学是舶来品，80%的学术和思想资源不在中国；而日渐人多势众的研究队伍将80%以上的精力投放到虽然在快速发展，但是仍处在“初级阶段”的国内新闻与大众传播事业的研究上。这两个80%倒置的现实，导致了学术资源配置的严重失衡和学术研究的肤浅化、泡沫化；专业和学术著作的翻译虽然在近几年渐成气候，但是其水准、规模和系统性不足以摆脱“后天失调”的尴尬。

如果说当年启动时，我们深感百余年前梁启超呼吁：“国家欲自强，以多译西书为本；学子欲自立，以多读西书为功。”对于当代新闻传播学的意义，如果说任公所言西学著述“今之所译，直九牛之一毛耳”的巨大落差，如果说新闻学与传播学相关典籍的译介比其他学科还要滞后许多，以至于我们的学人们对这些经典知之甚少，眼界相当狭窄，那么这种状况现在已经有所改观。如今的新闻传播学，虽然仍属小学科，但是近10年出版的图书数量猛增，其中译著的大量问世是最为引人瞩目的现象。

这些新闻传播学译著可能并非本本经典，事实上也出现了些许重复翻译。一些译著的翻译质量存在问题，译校也比较粗糙。但是总体而言，它们对于学术的推动和学科地位的提升功不可没，尤其是比较媒介理论、传播研究方法类译著，直接烘托和滋养了年轻学子，令他们的研究水准迅速提升。回想10年前，尽管几乎所有新闻传播学专业的学生言必称传播学“四大奠基人”或“四大先驱”，可是当时他们的传播学译著一本也没有被翻译成中文。

本丛书将奉献新闻学与传播学大师的经典之作，如哈罗德·拉斯韦尔、埃尔·塔尔德、哈罗德·伊尼斯、马歇尔·麦克卢汉、库尔特·卢因、卡尔·霍夫兰等人的佳作。大部分名著是新近翻译出版的，部分名著是中文版的修订本。“译事之艰辛，惟事者知之。”从事这种恢弘迫切而又繁难备至的工作，需要好几代人做出不懈努力，幸赖同道和出版者的大力扶持。我们自知学有不逮，力不从心，因此，热忱欢迎中青年学人加入译者队伍，我们也将虚心聆听各界读者提出的批评和建议。

主 编

目 录

第二版序言	1
-------	---

第一部分

引 言	13
第一章 牛顿时代与柏格森时代	43
第二章 群和统计力学	58
第三章 时间序列、信息与传播	74
第四章 反馈与振荡	109
第五章 计算机和神经系统	130
第六章 完形和一般概念	147
第七章 控制论和精神病理学	157
第八章 信息、语言与社会	168

第二部分

第九章 关于学习和自复制自动机	181
第十章 脑电波与自我组织系统	193
索引	215
译后记	241

Cybernetics; or Control and Communication in the Animal and the Machine	245
Preface to the Second Edition	247

PART I

Introduction	259
I Newtonian and Bergsonian Time	288
II Groups and Statistical Mechanics	303
III Time Series, Information, and Communication	318
IV Feedback and Oscillation	353
V Computing Machines and the Nervous System	374
VI Gestalt and Universals	391
VII Cybernetics and Psychopathology	402
VIII Information, Language, and Society	413

PART II

IX	On Learning and Self-Reproducing Machines	427
X	Brain Waves and Self-Organizing Systems	439
	Index	463

第二版序言

13年前,在我写《控制论》第一版时,由于种种不利因素,书中出现了诸多印刷甚至内容上的错误。我想,现在,13年后的今天,也就是已经到了重新审视控制论的时候了,控制论已经不再是一门潜在的科学,而是一门既存的学科了。因此,我想趁这个机会,对本书做一些必要的修订,并对控制论这门学科的现状,以及在本书第一版中所引发的一些新思维模式做进一步的阐述。

vii

如果一门新兴学科真正有生命力,那么,随着时间的推移,该学科的关注焦点也必然会发生变化。当我第一次写《控制论》,并试图阐述我的观点时,遇到的障碍主要是我很难说清楚统计信息的概念,而控制论又很新颖,这对于当时已成型的科学理念而言还是很震撼的。现在,那些当年的难处已经不再出现,统计的概念和控制论甚至已经成了通信工程师与自动控制设计师们的一种常用工具;而我现在的难处是,这本书所论述的内容可能已经过于老生常谈了。在机械设计和生物学中,反馈的角色地位已然确立。信息的应用及测量和传输信息的技术已经为工程师、生理学家、心理学家和社会学家建立了一整套的游戏规则。在本书第一版中,我对机器人进行了些许预测,现在这些预测都已成真。在当时预测时,我曾警示过相关的社会危害,而且我不仅在本书中提到过

这些危害，在《人有人的用处》(*The Human Use of Human Beings*)^①一书中，也对其进行了阐释。

因此，控制论学者应当开始转向新的领域，并把关注焦点放在过去10年的发展中出现的新观念上。过去，在告知科学家们关于控制论研究的重要性方面，简单的线性反馈曾起到巨大的作用，但现在，这些反馈已不再那么简单，也不再那么线性。确实，在早期的电路理论中，为电路网络提供系统解决方案的数学资源并没有超越电阻、电容和电感的线性并置关系。这就意味着，整个学科只需要用信息传输的调和分析，以及这个信息传输所依托的回路中的阻抗、导纳以及变压器电压比的调和分析就可以完全概括。

在《控制论》出版前，人们早就意识到，将非线性回路（例如，我们在很多放大器、电压限制器和整流器中所发现的那样）研究置于这一框架中并非易事。然而，为了追寻更好的方法论，我们不断地尝试拓展过去电机工程的线性概念，以达到一个能将新型精密仪器囊括其中的程度。

1920年左右，我曾造访麻省理工学院。那时，每个有关非线性装置的问题都有一个相同的答案：阻抗——因为这对于线性和非线性装置来说都是通用的。这么做的后果就是，非线性电机工程的研究最后陷入了托勒密地心学说在其最后阶段的相同境地。在托勒密地心学说的最后阶段，本轮(epicycle)不断叠加，修正也不停地叠加，最后，大量的拼凑物堆加在一起，导致了研究的停滞。

我们都知道，哥白尼的日心说仅仅用简单、自然的“太阳为中心”来描述天体的运动，但却轻而易举地取代了复杂、难懂的“地球为中心”的托勒密地心学说，因此，非线性结构与系统的研究——无论是电气的还是机械的结构，无论是天然的还是人造的系统——都需要这样一个全新而独立的理念作为出发点。在新书《随机理论中的非线性问题》^②

① 维纳。人有人的用处：控制论与社会 [M]。波士顿：米夫林出版公司，1950。

② 维纳。随机理论中的非线性问题 [M]。纽约：麻省理工学院技术出版社，约翰·威利父子出版社，1958。

中,我做了一些新的尝试。结果证明,在线性现象处理中非常重要的三角分析在非线性现象中就变得不那么重要了。很明显,这有其数学上的原因。与许多其他物理现象一样,电路现象在时间点发生平移后依然会保持不变。也就是说,如果我们在正午 12:00 开始进行一项物理实验,那么,它会在下午 2:00 达到某个状态;而如果我们在 12:15 开始进行,那么,在下午 2:15 时,它也一样会达到这个状态。因此,物理定律对于时间平移群而言是不变式。

三角函数 $\sin nt$ 和 $\cos nt$ 表示相同平移群中的两个重要不变式。一般函数

$$e^{i\omega t}$$

将会变成函数

$$e^{i\omega(t+\tau)} = e^{i\omega\tau} e^{i\omega t}$$

这两个函数在平移后形式相同,而这个平移是我们通过在 t 上加 τ 得到的。因此,

$$\begin{aligned} & a \cos n(t+\tau) + b \sin n(t+\tau) \\ &= (a \cos n\tau + b \sin n\tau) \cos nt + (b \cos n\tau - a \sin n\tau) \sin nt \\ &= a_1 \cos nt + b_1 \sin nt \end{aligned}$$

也就是说,函数族

$$Ae^{i\omega t}$$

与

$$A \cos \omega t + B \sin \omega t$$

在平移后都是不变式。

还有其他一些函数族在平移后能够保持不变。假设一个粒子在某个时间区间内随意游动,且它游动轨迹的分布仅与这个时间区间的长度相关,并与该时间区间开始之前的一切都无关,那么,这个粒子随意游动的系综经时间平移后最终会与自身重合。

也就是说,三角函数的平移不变性是其他很多函数也都具备的属性。

除了这种不变性,三角函数还有另外一种特殊属性:

$$Ae^{i\omega t} + Be^{i\omega t} = (A + B)e^{i\omega t}$$

这样一来,这些函数就形成了一个极其简单的线性集合。注意,这种属性与线性相关——我们会发现,可以把一个既定频率的所有振荡都简化为两个振荡的线性组合。也就是说,三角函数的这一特殊属性发掘了谐波分析在电路的线性特征处理中的价值。这些函数族

$$e^{i\omega t}$$

x 是平移群的特征标,也形成了这个平移群的线性等式。

然而,当我们面对的是不同函数的组合(如将两个函数相乘),而不是常系数的简单相加时,简单三角函数的初等矩阵群特征就会消失。换句话说,就是随机游动中产生的随机函数确实拥有一些特殊属性,非常适合用来讨论它们的非线性组合。

在这里,我并不想耗费太多的时间来讨论这个问题,因为这个问题需要用到非常复杂的数学方法,而我的另一本书《随机理论中的非线性问题》中也对这个问题进行了讨论。虽然《随机理论中的非线性问题》中的内容已被广泛运用于某些非线性问题的讨论中,但要让书中所阐述的项目得以实施,也不是那么容易的事。若将书中的这些内容运用于具体实践中,我们就会发现,在进行非线性系统研究时,布朗运动的特征标比三角函数集更适于进行测试输入。从物理学的角度来说,电子回路中的布朗运动函数可以由散粒效应生成。散粒效应是电流中的一种不规则现象,这里的电流并非源于连续的电流,而是由一系列不可分割且同科电子的序列运动产生。因此,电流也具备统计上的不规则性,而这种统计不规则性本身也具备某种统一的特征,如果将电流放大到一定程度,就可以产生规模巨大的不规则噪音(random noise)。

正如我将在第九章中讨论的那样,不规则噪音理论不仅适用于电路及其他非线性进程的分析,而且对这两种进程的综合分析也很有用。^①合成使用的装置将随机输入的非线性装置的输出简化为一系列规格化正

① 这里我使用了“非线性系统”一词,并非排斥线性系统,而是想囊括一个大类别的系统。以不规则噪音进行非线性系统分析也适用于线性系统,而之前也一直是这样处理的。

交函数，当然，该正交函数与厄米特多项式（Hermite polynomials）密切相关。这一非线性进程分析的关键在于，如何在一定的参数中确定这些多项式的系数——对输入值求平均值即可获得这些参数。

这个过程说起来很简单。除了用黑箱代表尚未分析的非线性系统以外，我还将某些已知结构称为白箱，代表所求展开式中所需的各项。^① 我把同一不规则噪音分别置于黑箱和一个指定的白箱。在黑箱的展开式中，指定白箱的系数通过取黑箱和白箱输出值的乘积的平均值来获得。由于这个平均值是对散粒效应输入的整个系综取的平均值 A ，除了一组概率为零的集合外，我们可以通过在时间维度上获得的平均值 B 来取代之前的系综平均值 A 。而为了获得这个平均值 B ，我们需要拥有一个能计算黑箱和白箱输出值的乘积及其平均值的设备——我们之所以可以依赖这个设备，是因为通过电容器的电势与电容器中的电量成正比，因此，也与电容器中通过的电流的时间积分成正比。

每个白箱的系数构成了黑箱等价表达式的逐一相加，我们不仅能够把这些系数一个一个地算出来，还能同时把它们都算出来。甚至，通过恰当的反馈装置，我们还能够使白箱的每一个系数进行自动调节，直至与黑箱展开式中的系数一致。这样一来，我们就可以设计一个多功能白箱，当这个白箱与某个黑箱保持适当的关联，且两个箱子都从属于同一随机输入时，这个白箱就会自动转化成黑箱的运算等价物（operational equivalent），尽管它的内部结构可能与黑箱完全不同。

白箱转化成黑箱等价物的这些分析、合成和自动调节操作也能通过一些别的方法来实现。亚玛·博斯（Amar Bose）^② 教授和伽柏

① “黑箱”和“白箱”是两个方便且形象的表达，用于描述两个并不常用的现象。我把黑箱理解为一种精密仪器，例如，有着四个终端（两个输入终端和两个输出终端）的网络，这个仪器对现在和过去的输入电势都有作用，但我们并不知道这种作用是通过怎样的结构才得以发生的。从另一方面来说，白箱也有类似黑箱的网络，但在白箱中，其输入—输出电势的关系是我们根据一个能够保障先前的输入—输出关系的计划所建立起来的。

② 博斯，非线性系统特征与优化 [C]，无线电工程师协会关于信息论的议事录（无线电工程师协会议事录特别补充），1959（IT-5）：30—40。

(Gabor)^① 教授曾经对这些方法有过阐述。在这些方法中,有一种是通过为白箱和黑箱选择适当的输入,并对其进行比较,来引入或获得某些进程的使用。在这些进程中(包括伽柏教授的方法),乘法设备起到了相当重要的作用。尽管运用电子设备就有很多种计算两个函数乘积的方法,但从技术上来说,这也不是那么简单的事。一方面,一个好的乘法设备必须能在一个非常大的振幅范围内正常运作;另一方面,在高频率时,它几乎必须要随着振幅的变化而瞬时变化运作,这样才能保持高精度。在伽柏阐述的方法中,乘法设备的频率范围需要达到差不多1,000转。在他任伦敦大学帝国理工学院电机工程特聘教授的就职演说中,伽柏并没有明确指出振幅在什么范围内,他的函数乘法才能够成立,也没有表明这种函数乘法的精确度具体是多少。我非常迫切地期待着这两个问题能有明确答案,只要有了确切的答案,我们就可以更好地评估那些用到乘法设备的其他仪器的价值。

在所有的这些仪器中,有一种设备会根据过去的经验,采用某种特定的结构或功能,这样的设备引发了人们对待工程学和生物学的新态度。就工程学而言,有着相同特征的设备不仅能用于玩游戏或执行特定的任务,而且还能够根据过去的经验不断修正自身的表现。在本书的第九章中,我将就几个相关的可能性做细致的阐述。而对于生物学来说,我们至少也拥有一个类似物,它可能是生命的关键现象。为了使遗传能持续下去,也为了使细胞能继续繁殖,细胞中就必须携带具有遗传性质的物质——也就是所谓的基因——必须拥有能根据自身去制造其他相似的、具有遗传性质的结构。因此,如果我们能有一个办法,让一个工程结构产生出另一个与自身功能非常接近的结构,那将是一件令人非常兴奋的事情。在本书的第十五章中,我将对这个问题进行探讨——其中,就某个既定频率的振荡系统如何将其他振荡系统变成与其在同一频率的振荡系统的过程进行详细讨论。

① 伽柏:《电子发明及其对文明的冲击》,1959年3月3日在伦敦大学帝国理工学院的就职演说。

人们常说，根据现存的分子创造出任何特定的分子这一过程与工程学使用模板的过程非常类似，在工程学中，我们可以把某个机器中的某个功能元件作为模板，来制造另一个相似的元件。模板是静态的，但一个基因分子炮制另外一个基因分子则必须有个过程。这里，根据常识做了一个假设：频率，或者说分子光谱的频率，可能就是携有生命物质身份的样板元件，而基因的自我组织（self-organization）可能就是频率的自我组织的一个呈现——有关这点，在后文中我将有所涉及。

我已经大致描述了学习机。我将用一个章节的内容来详尽地叙述这种机器及其潜能，以及在机器的使用过程中可能遇到的问题。在这里，我只想做一些一般性的说明。

在本书的第一章中，我们将会看到，学习机的概念与控制论出现的时间相差无几。就我笔下的防空预测器而言，我们能在任何既定的时间范围内发挥预测器的线性特征，这种线性特征取决于我们长期以来收集到的时间序列集的统计数据，而这些统计数据正是我们希望能预测到的。有关这些线性特征的信息能够运用我所给出的原理，并通过数学方法计算出来，因此，要设计一款能够逐个计算这些数据的电脑是完全可行的，在已有经验的基础上得出该预测器的短期特征也是可能的，这种经验只需通过进行预测的同一台机器即可获得，而且这种获得还是自动完成的。这样得出的结果可能远超纯粹的线性预测器得出的结果。在卡利安普尔（Kallianpur）、马萨尼（Masani）、阿库托维茨（Akutowicz）和我^①所写的很多论文中，我们共同发展了非线性预测的理论。通过长时间的观察为短期预测建立统计基础，这一理论至少使得预测能以同一种方式执行下去。

线性和非线性的预测理论都涉及预测的拟合优度的标准问题。最简单的标准——尽管这不是唯一可行的标准——就是使均方误差最小化。

① 维纳，马萨尼，多元随机过程的预测理论（第一部分）[J]，数学学报，1957（98）：111—150；维纳，马萨尼，多元随机过程的预测理论（第二部分）[J]，数学学报，1958（99）：93—137。维纳，阿库托维茨，酉变换随机伴随的遍历理论与界定[R]//巴勒摩数学学会报告（第2辑第6册），1957：205—217。

这种方法被运用于某种与布朗运动的泛函相关的特殊形式中——布朗运动曾被我用来说制造非线性装置，因此，我的很多展开项都具备一定的正交特性。这些正交特性保证了这些展开项的有限数的部分以及这台仿制设备的最佳仿真效果——如果能获得均方误差标准，那我们就可以根据这些展开项炮制出这台仪器。伽柏的工作也运用了均方误差标准，但他的运用更为广泛，甚至也运用于那些通过经验而获得的时间序列。

学习机的概念并不止步于预测器、过滤器和其他类似设备的运用。对于竞技类游戏（如西洋棋）机的制造和研究来说，学习机的概念尤为重要。塞缪尔（Samuel）^①和渡边（Watanabe）^②已经在国际商用机器公司（IBM）的研究室里完成了关键工作。对于预测器和过滤器而言，有关时间序列的特定函数以一个更大类的能被展开的函数来表示。通过这些函数，我们可以得到游戏获胜所需的有效值的数值计算。例如，双方的棋子数量、所有的走棋及走棋方向等。刚开始使用这台机器时，所有可能性的走棋都会被赋予试探性的权重，而且机器会选择规则许可的走棋，使得总权重值达到最高。截止到这一步，机器仍然只是在执行一个刻板的程序，并没有变成一个学习机。

然而，机器有时候还需要承担不同的任务。它试图根据自身能识别的，代表着各种走棋的多种函数来展开那个函数，在展开的函数中，1为胜利，0为失败，1/2可能就是和局。这样一来，机器就重新确认了这些走棋的权重值，也因而能继续一场更复杂的游戏。在本书的第九章中，我将讨论有关这类机器的一些特性，但在这里，我必须指出，这些机器已经完全能够在10—20个小时的学习和工作后打败它们的程序设计员。同时，在这一章节中，我还希望能够涉及那些用于证明几何定理，以及在一定程度上模拟了逻辑推理的机器的相关研究。

所有这些工作都是自动程序设计理论与实践的一部分——麻省理工学院电子系统实验室已经对其进行了大量的研究。而在本书中，除非我

① 塞缪尔，A L. 关于学习机的一些研究——通过跳棋游戏 [J]. IBM 研究与发展月刊，1959（3）：210—219.

② 渡边，S. 多元相关的信息理论分析 [J]. IBM 研究与发展月刊，1960（4）：66—82.