www.docsriver.com 定制及广告服务　小飞鱼
更多广告合作及防失联联系方式在电脑端打开链接
http://www.docsriver.com/shop.php?id=3665

www.docsriver.com 商家　本本书店
内容不排斥 转载、转发、转卖 行为
但请勿去除文件宣传广告页面
若发现去宣传页面转卖行为，后续广告将以上浮于页面形式添加

www.docsriver.com 定制及广告服务　小飞鱼
更多广告合作及防失联联系方式在电脑端打开链接
http://www.docsriver.com/shop.php?id=3665

docsriver.com
商家本本书店

汉译世界学术名著丛书

人有人的用处

——控制论和社会

〔美〕N.维纳著

中央社会主义学院
图书馆
★藏书★

074424

汉译世界学术名著丛书

人有人的用处

——控制论和社会

〔美〕N.维纳著

陈步译

200259380

中央社会主义学院
图书馆
藏书

商務印書館

1989年·北京

汉译世界学术名著丛书

人有人的用处

——控制论和社会

〔美〕N. 维纳 著　　陈 步 译

商 务 印 书 馆 出 版

（北京王府井大街36号）

新华书店总店北京发行所发行

北京第二新华印刷厂印刷

ISBN 7-100-00516-7/B·59

1978年6月第1版　　开本 850×1168 1/32

1989年7月北京第2次印刷　　字数 120千

印数 9,200 册　　印张 5 1/4 插页 4

定价：2.95 元

www.docsriver.com 定制及广告服务　小飞鱼
更多广告合作及防失联联系方式在电脑端打开链接
http://www.docsriver.com/shop.php?id=3665

www.docsriver.com 商家　本本书店
内容不排斥 转载、转发、转卖 行为
但请勿去除文件宣传广告页面
若发现去宣传页面转卖行为，后续广告将以上浮于页面形式添加

www.docsriver.com 定制及广告服务　小飞鱼
更多广告合作及防失联联系方式在电脑端打开链接
http://www.docsriver.com/shop.php?id=3665

D55/29 11

汉译世界学术名著丛书
出版说明

我馆历来重视移译世界各国学术名著。从五十年代起，更致力于翻译出版马克思主义诞生以前的古典学术著作，同时适当介绍当代具有定评的各派代表作品。幸赖著译界鼎力襄助，三十年来印行不下三百余种。我们确信只有用人类创造的全部知识财富来丰富自己的头脑，才能够建成现代化的社会主义社会。这些书籍所蕴藏的思想财富和学术价值，为学人所熟知，毋需赘述。这些译本过去以单行本印行，难见系统，汇编为丛书，才能相得益彰，蔚为大观，既便于研读查考，又利于文化积累。为此，我们从 1981 年至 1986 年先后分四辑印行了名著二百种。今后在积累单本著作的基础上将陆续以名著版印行。由于采用原纸型，译文未能重新校订，体例也不完全统一，凡是原来译本可用的序跋，都一仍其旧，个别序跋予以订正或删除。读书界完全懂得要用正确的分析态度去研读这些著作，汲取其对我有用的精华，剔除其不合时宜的糟粕，这一点也无需我们多说。希望海内外读书界、著译界给我们批评、建议，帮助我们把这套丛书出好。

商务印书馆编辑部

1987 年 2 月

出版说明

N.维纳(1894—1964)是美国著名的科学家，马萨诸塞理工学院数学系教授，控制论的创始人之一。1935—1936年曾来中国，任清华大学的客座教授。在第二次世界大战期间，他从事制造高射瞄准器和导弹方面的研究工作。维纳和他的同事们——物理学家、心理学家和电子学工程师等，从研制高速计算器、雷达机件等中看出：这类机器和人类的头脑及神经系统活动有着类似的情况。1943年，他发表论文《行为、目的和目的论》。1949年出版专著《控制论》，先在巴黎出版，后在美国印行。书畅销，连印过几次。1950年出版《人有人的用处》，对控制论这门新的综合性的学科作了通俗的阐述。1954年又出了此书的修订版，这一版比初版材料新一些，叙述更系统。因此，各国多根据1954年修订本翻译。我们也是如此。

控制论是第二次世界大战后产生的一门新的综合性的学科。控制论一词是从希腊字"舵手"借用来的，指的是感觉和机器方面的控制与通信。就是说，控制论是研究动物(包括人类)、自动机器和有机体的控制和通讯的理论，是将两者之中的某些控制机制加以类比，从而抓住一切通讯和控制系统所共有的特点进行概括而形成的。这个共同的特点就是信息变换过程，因而与控制论同时形成的信息论便是控制论的基础。现在，控制论对科学技术、国民经济等各个部门正在发生越来越大的影响。有人认为，如果第一次工业革命是机器代替人的大量手工劳动，那末第二次工业革命将是机器代替人的大量脑力劳动。

然而，五十年代初，苏联学术界却蔑视控制论，把它斥之为“伪科学”，从而使它在研制电子计算器等技术方面落后于西方多年。不久，苏联改变了看法，加强了对控制论的研究和运用。

控制论的发展，引起有关认识论的一系列问题，诸如：信息作为一个哲学范畴，是物质的还是意识的，以及机器能否思维等等，这些都是当前世界科学界和哲学界有争论的重要问题。马克思主义在实践中将不断地开辟认识真理的道路，我们要在马克思主义的指导下对控制论以及控制论的哲学问题开展研究，现在，我们翻译出版此书，就是提供一个材料，供有关方面学习和研究的参考。

目　录

序　言　一个偶然性的宇宙观念 ……1
第一章　历史上的控制论 ……7
第二章　进步和熵……18
第三章　定型和学习：通讯行为的两种模式……35
第四章　语言的机制和历史……56
第五章　作为消息的有机体……74
第六章　法律和通讯……83
第七章　通讯、保密和社会政策……89
第八章　知识分子和科学家的作用 ……106
第九章　第一次工业革命和第二次工业革命 ……111
第十章　几种通讯机器及其未来 ……133
第十一章　语言、混乱和堵塞 ……154

序　言

一个偶然性的宇宙观念

二十世纪的发端不单是一个百年期间的结束和另一个世纪的开始，它还标志着更多的东西。在我们还沒有完成政治的过渡之前，亦即从在整体上是被和平统治着的上一个世纪过渡到我们刚刚经历过的充满战争的这半个世纪之前，人们的观点早就有了眞正的变化。这个变化也许首先是在科学中表露出来，但这个影响过科学之物，完全可能是独自导致了我们今天在十九世纪和二十世纪的文学和艺术之间所看到的那种显著的裂痕。

牛顿物理学曾经从十七世纪末统治到十九世纪末而几乎听不到反对的声音，它所描述的宇宙是一个其中所有事物都是精确地依据规律而发生着的宇宙，是一个细致而严密地组织起来的、其中全部未来事件都严格地取决于全部过去事件的宇宙。这样一幅图景决不是实验所能作出充分证明或是充分驳斥的图景，它在很大程度上是一个关于世界的概念，是人们以之补充实验但在某些方面要比任何能用实验验证的都要更加普遍的东西。我们决计沒有办法用我们的一些不完备的实验来考查这组或那组物理定律是否可以验证到最后一位小数。但是，牛顿的观点就迫使人们把物理学陈述得并且用公式表示成好象它眞的是受着这类定律支配的样子。现在，这种观点在物理学中已经不居统治地位了，而对推翻这种观点出力最多的人就是德国的玻耳兹曼(Bolzmann)和美国的吉布斯(Gibbs)。

这两位物理学家都是彻底地应用了一个激动人心的新观念的。他们在物理学中所大量引进的统计学，也许不算什么新事物，因为麦克斯韦(Mexwell) 和别的一些人早已认为极大量粒子的世界必然地要用统计方法来处理了。但是，玻耳兹曼和吉布斯所做的是以更加彻底的方式把统计学引入物理学中来，使得统计方法不仅对于具有高度复杂的系统有效，而且对于象力场中的单个粒子这样简单的系统同样有效。

统计学是一门关于分布的科学，而这些现代科学家心目中所考虑的分布，不是和相同粒子的巨大数量有关，而是和一个物理系统由之出发的各种各样的位置和速度有关。换言之，在牛顿体系中，同样一些物理定律可以应用到从不同位置出发并具有不同动量的不同物理系统。新的统计学家则以新的眼光来对待这个问题。他们的确保留了这样一条原理：某些系统可以依其总能量而和其他系统区别开来，但他们放弃了一条假设，按照这条假设，凡总能量相同的系统都可以作出大体明确的区分，而且永远可用既定的因果定律来描述。

实际上，在牛顿的工作里就已经蕴含着一个重要的统计方面的保留了，虽然在牛顿活着的十八世纪里人们完全忽视了它。物理测量从来都不是精确的；我们对于一部机器或者其他动力学系统所要说明的，其实都跟初始位置和动量完全精确给定时(那是从来没有的事)我们必定预期到的事情无关，而真正涉及的都是它们大体准确给定时我们所要预期到的事情。这就意味着，我们所知道的，不是全部的初始条件，而是关于它们的某种分布。换言之，物理学的实用部分都不能不考虑到事件的不确定性和偶然性。吉布斯的功绩就在于他首次提出了一个明确的科学方法来考察这种偶然性。

科学史家要寻求历史发展的单一线索，那是徒劳的。吉布斯

的工作，虽然裁得很好，但缝得很坏，由他开头的这项活计是留给别人去完工的。他用作工作基础的直观，一般讲，是在一类继续保持其类的同一性的物理系统中，任一物理系统在几乎所有的情况下最终会再现该类全部系统在任一给定时刻所表现出来的分布。换言之，在某些情况下，一个系统如果保持足够长时间的运转，那它就会遍历一切与其能量相容的位置和动量的分布的。

但是，后面这个命题除了适用于简单系统外，既不真实，也不可能。但虽然如此，我们还有另外一条取得吉布斯所需的、用以支持其假说的种种成果的道路。历史上有过这样一桩巧事：正当吉布斯在纽哈文进行工作的时候，有人在巴黎也正对这条道路进行着非常彻底的勘查；然而巴黎的工作和纽哈文的工作在 1920 年以前未曾有成效地结合起来。我以为，对于这种结合所得到的头胎婴儿，我有助产的光荣。

吉布斯不得不使用量度论和几率论作为研究工具，这两者至少已有二十五年的历史并且显然不合乎他的需要。可是，在同一时候，巴黎的玻雷耳(Borel)和勒贝格(Lebesgue)正在设计一种已被证明为切合于吉布斯思想的积分理论。玻雷耳是位数学家，已经在几率论方面成名，有极好的物理学见识。为了通向这种量度论，他做过工作，但他没有达到足以形成完整理论的阶段。这事是由他的学生勒贝格来完成的。勒贝格完全是另一个样子的人，他既没有物理学的见识，也没有这方面的兴趣。但虽然如此，勒贝格解决了玻雷耳留下的问题，只不过他把这个问题的答案仅仅看作研究傅立叶（Fourier）级数和纯粹数学的其他分支的一种工具。后来当他们同时都成为法国科学院院士候选人时，他们彼此之间展开了一场争论，只在经过多次的相互非难之后，他们才一起得到了院士的荣誉。但是，玻雷耳继续坚持勒贝格和他自己的工作之作为物理工具的重要性；然而，我以为，我自己才是把勒贝格积分

在1920年应用于一个特殊的物理问题即布朗运动问题上的第一个人。

这桩事情出现在吉布斯逝世很久之后，而吉布斯的工作在这二十年中一直是科学上的神秘问题之一，这类问题有人研究，尽管看来是不应该去研究的。许多人都具有远远跑在他们时代前面的直观能力；在数学物理学中，这种情况尤其真实。早在吉布斯所需的几率论产生之前，他就把几率引进物理学了。但尽管有这些不足之处，我相信，我们必须把二十世纪物理学的第一次大革命归功于吉布斯，而不是归功于爱因斯坦、海森堡或是普朗克。

这个革命所产生的影响就是今天的物理学不再要求去探讨那种总是会发生的事情，而是去探讨将以绝对优势的几率而发生的事情了。起初，在吉布斯自己的工作中，这种偶然性的观点是叠加于牛顿的基础上的，其中，我们要来讨论其几率问题的基元都是遵从全部牛顿定律的系统。吉布斯的理论，本质上是一种新的理论，但是，与它相容的种种置换却和牛顿所考虑的那些置换相同。从那时起，物理学中所发生的情况就是把牛顿僵硬的基础加以抛弃或改变；到现在，吉布斯的偶然性已经完全明朗地成为物理学的全部基础了。的确，这方面的讨论现在还没有完全结束，而且，爱因斯坦以及从某些方面看来的德布罗意(de Broglie) 还是认为严格决定论的世界要比偶然性的世界更为合意些；但是，这些伟大的科学家都是以防御的姿态来和年轻一代的绝对优势力量作战的。

已经发生了一个有趣的变化，这就是，在几率性的世界里，我们不再讨论和这个特定的、作为整体的真实宇宙有关的量和陈述，代之而提出的是在大量的类似的宇宙中可以找到答案的种种问题。于是，机遇，就不仅是作为物理学的数学工具，而且是作为物理学的部分经纬，被人们接受下来了。

承认世界中有着一个非完全决定论的几乎是非理性的要素，

这在某一方面讲来，和弗洛依德(Freud)之承认人类行为和思想中有着一个根深蒂固的非理性的成分，是并行不悖的。在现在这个政治混乱一如理智混乱的世界里，有一种天然趋势要把吉布斯、弗洛依德以及现代几率理论的创始者们归为一类，把他们作为一单个思潮的代表人物；然而，我不想强人接受这个观点。在吉布斯-勒贝格的思想方法和弗洛依德的直观的但略带推论的方法之间，距离太大了。然而，就他们都承认宇宙自身的结构中存在着机遇这一基本要素而言，他们是彼此相近的，也和圣·奥古斯汀的传统相近。因为，这个随机要素，这个有机的不完备性，无需过分夸张，我们就可以把它看作恶，看作圣·奥古斯汀表征作不完备性的那种消极的恶，而不是摩尼教① 徒的积极的、敌意的恶。

本书旨在说明吉布斯的观点对于现代生活的影响，说明我们通过该观点在发展着的科学中所引起的具有本质意义的变化和它间接地在我们一般生活态度上所引起的变化。因此，后面各章既有技术性的叙述，也有哲学的内容，后者涉及我们就我们所面对的新世界要做什么并应该怎么对待它的问题。

重复一下：吉布斯的革新就在于他不是考虑一个世界，而是考虑能够回答有关我们周围环境的为数有限的一组问题的全部世界。他的中心思想在于我们对一组世界所能给出的问题答案在范围更大的一组世界中的可几程度如何。除此以外，吉布斯还有一个学说，他认为，这个几率是随着宇宙的愈来愈老而自然地增大的。这个几率的量度叫做熵，而熵的特征趋势就是一定要增大的。

---

① Manichaean，是波斯人摩尼(Mani，约在纪元前216年左右)所创，肯定善恶二元论。这个思想首先渊源于古巴比伦的自然崇拜，波斯人查拉杜斯屈拉(Zoroaster，约在纪元前1000年)据此创立祆教(拜火教)。摩尼教直接继承祆教，也吸取基督教和佛教教义。这个思想又反过来对基督教起很大的影响。基督教理论家之一圣奥古斯汀(Aurelius Augustinus，354—430)在青年时代就是摩尼教徒，公元386年才加入基督教。——译者

随着熵的增大，宇宙和宇宙中的一切闭合系统将自然地趋于变质并且丧失掉它们的特殊性，从最小的可几状态运动到最大的可几状态，从其中存在着种种特点和形式的有组织和有差异的状态运动到混沌的和单调的状态。在吉布斯的宇宙中，秩序是最小可几的，混沌是最大可几的。但当整个宇宙(如果真的有整个宇宙的话)趋于衰退时，其中就有一些局部区域，其发展方向看来是和整个宇宙的发展方向相反，同时它们内部的组织程度有着暂时的和有限的增加趋势。生命就在这些局部区域的几个地方找到了它的寄居地。控制论这门新兴科学就是以这个观点为核心而开始其发展的①。

① 有人对于熵和生物的组织解体之间是否完全相同持怀疑态度。对于这些批评，我早晚总要作出评价的，但我目前必须假定，它们的差别，不在于这些量的基本性质上，而在于被观测的量所处的系统上。对于任何不太闭合的和不太孤立的系统而言，要想给熵找到一个终极的、明确的、为一切著作家都能同意的定义，这个要求太高了。

第一章

历史上的控制论

自从第二次世界大战结束以来，我一直在信息论的许多分支中进行研究。除了有关消息传递的电工理论外，信息论还有一个更加广大的领域，它不仅包括了语言的研究，而且包括了消息作为机器的和社会的控制手段的研究，包括了计算机和其他诸如此类的自动机的发展，包括了心理学和神经系统的某些考虑以及一个新的带有试行性质的科学方法论在内。这个范围更加广大的信息论乃是一种几率性的理论，乃是 W. 吉布斯所开创的思潮的固有部分，这我在序言中已经讲过了。

直到最近，还没有现成的字眼来表达这一复合观念，为了要用一个单词来概括这一整个领域，我觉得非去创造一个新词不可。于是，有了“控制论”一词，它是我从希腊字 *Kubernētēs* 或“舵手”推究出来的，而英文“governer”（管理人）一字也就是这个希腊字的最后引申。后来我偶然发现，这个字早被安培(Ampère) 用到政治科学方面了，同时还被一位波兰科学家从另一角度引用过，两者使用的时间都在十九世纪初期。

我曾经写过一本多少是专门性质的著作，题为《控制论》，发表于 1948 年。为了应大家的要求，使控制论的观念能为一般人所接受，我在 1950 年发表了《人有人的用处》一书初版。从那时到现在，这门学科已经从申农(Claude Shannon)、韦佛(Warren Weaver)两位博士和我共同提出的为数不多的几个观念发展成为一个

确定的研究领域了。所以，我趁重版本书的机会，把它改写得合乎最新的情况，同时删掉原书结构中的若干缺点和前后不一致的地方。

在初版所给出的关于控制论的定义中，我把通讯和控制归为一类。我为什么这样做呢？当我和别人通讯时，我给他一个消息，而当他给我回讯时，他送回一个相关的消息，这个消息包含着首先是他理解的而不是我理解的信息。当我去控制别人的行动时，我得给他通个消息，尽管这个消息是命令式的，但其发送的技术与报道事实的技术并无不同。何况；如果要使我的控制成为有效，我就必须审理来自他那边的任何消息，这些消息表明命令之被理解与否和它已被执行了沒有。

本书的主题在于阐明我们只能通过消息的研究和社会通讯设备的研究来理解社会；阐明在这些消息和通讯设备的未来发展中，人与机器之间、机器与人之间以及机器与机器之间的消息，势必要在社会中占居日益重要的地位。

当我给机器发出一道命令时，这情况和我给人发出一道命令的情况并无本质的不同。换言之，就我的意识范围而言，我所知道的只是发出的命令和送回的应答信号。对我个人说来，信号在其中介阶段是通过一部机器抑是通过一个人，这桩事情是无关紧要的，而且，在任何情况下，它都不会使我跟信号的关系发生太大的变化。因此，工程上的控制理论，不论是人的、动物的或是机械的，都是信息论的组成部分。

当然，在消息中和在控制问题中都有种种细节的差异，这不仅在生命体和机器之间如此，而且在它们各自更小的范围里也是如此。控制论的目的就在于发展语言和种种技术，使我们能够真正地解决控制和通讯的一般问题，但它也要在某些概念的指导之下找到一套专用的思想和技术来区分控制和通讯的种种特殊表现形

式的。

我们用来控制我们环境的命令都是我们给予环境的信息。这些命令，和任何形式的信息一样，要在传输的过程中解体。它们一般是以不太清晰的形式到达的，当然不会比它们发送出来的时候更加清晰。在控制和通讯中，我们一定要和组织性降低与含义受损的自然趋势作斗争，亦即要和吉布斯所讲的增熵趋势作斗争。

本书有很多地方谈到个体内部和个体之间的通讯限度。人是束缚在他自己的感官所能知觉到的世界中的。举凡他所收到的信息都得通过他的大脑和神经系统来进行调整，只在经过存贮、校对和选择的特定过程之后，它才进入效应器，一般是他的肌肉。这些效应器又作用于外界，同时通过运动感觉器官末梢这类感受器再反作用于中枢神经系统，而运动感觉器官所收到的信息又和他过去存贮的信息结合在一起去影响未来的行动。

信息这个名称的内容就是我们对外界进行调节并使我们的调节为外界所了解时而与外界交换来的东西。接收信息和使用信息的过程就是我们对外界环境中的种种偶然性进行调节并在该环境中有效地生活着的过程。现代生活的种种需要及其复杂性对信息过程提出了前所未有的高度要求，我们的出版社、博物馆、科学实验室、大学、图书馆和教科书都不得不去满足该过程的种种需要，否则就会失去它们存在的目的。所谓有效地生活就是拥有足够的信息来生活。由此可知，通讯和控制之作为个人内在生活的本质就跟它们之作为个人社会生活的本质一样。

通讯问题的研究在科学史上所处的地位既非微不足道和碰巧做出的，也不是什么空前的创举。远在牛顿之前，这类问题就在物理学中，特别是在费尔马(Fermat)、惠更斯(Huygens)和莱布尼兹(Leibnitz)的工作中流行开了；他们这几位都对物理学感到兴趣，而他们兴趣的集中所在，不是力学，而是光学，即关于视觉映象的

传递问题。

费尔马以其最小化(minimization)原理推进了光学的研究，这个原理说，在光程的任意一段足够短的区间上，光是以最少的时间通过的。惠更斯提出了现在称之为“惠更斯原理”的草创形式，这个原理说，光从一光源向外传播时，便在此光源的周围形成某种类似于一个小球面的东西，它由次级光源组成，而次级光源的光接下去的传播方式和初级光源的传播方式完全相同。莱布尼兹则从另一方面把整个世界看成一种称之为“单子”的实体的集合，单子的活动就是在上帝安排的预定谐和的基础上相互知觉，而且，非常清楚，莱布尼兹主要是用光学术语来考虑这种相互作用的。除了这种知觉外，单子没有“窗戶”，因此，依据莱布尼兹的见解，一切机械的相互作用实际上都只不过是光学上的相互作用的微妙推论而已。

在莱布尼兹这方面的哲学中，处处都表现出了作者对于光学和消息的偏爱。这种偏爱在他的两个最根本的观念中充分体现出来，这两个观念就是：*Characteristica Universalis*，或普适科学语言；*Calculus Ratiocinator*，或逻辑演算。这个 Calculus Ratiocinator 在当时虽然并不完善，但却是现代数理逻辑的直系祖先。

受着通讯思想支配的莱布尼兹在许多方面都是本书思想的知识前驱，因为他对机器计算和自动机也感到兴趣。在本书中，我的种种见解和莱布尼兹的见解相距很远，但是，我所讨论的问题却是道道地地的莱布尼兹的问题。莱布尼兹的计算机器只不过是他对计算语言即推理演算感到兴趣的一种表现，而推理演算，在他的心目中，又只不过是他的全部人造语言这一思想的推广。由此可知，即使是他的计算机器，莱布尼兹所偏爱的也主要是语言和通讯。

到了上一世纪中叶，C. 麦克斯韦及其先驱者法拉第 (Faraday)的工作再次引起了物理学家对于光学的注意；人们这时把光

看作电的一种形式，而电又可以归结为某种媒质的机制，它是奇怪的、坚硬的但肉眼看不见的东西，叫做以太。在当时，人们假定以太是弥漫在大气中、星际空间中和一切透明物质中的。C. 麦克斯韦的光学工作就在于数学地发展了从前法拉第令人信服的但不是数学形式表示出来的思想。以太的研究向人提出了其答案都很含糊的若干问题，例如，通过以太的物质运动问题。迈克耳逊(Michelson)和莫莱(Morley)在九十年代的著名实验就是为了解决这个问题而进行的，实验给出了完全意想不到的答案：绝对无法证明通过以太的物质运动。

对于这个实验所提出的种种问题，第一次作出满意解答的乃是洛伦兹(Lorentz)的解答。洛伦兹指出：要是我们把那些使物质结合起来的力本身看成是电学性质的或光学性质的，那我们就应该从迈克耳逊-莫莱实验预期到反面的结果。然而，在 1905 年，爱因斯坦把洛伦兹的这些思想翻改成为如下的形式：绝对运动的不可观测性与其说是物质的任何特殊结构所决定的，不如说是物理学上的一项公设。就我们的角度看来，在爱因斯坦的工作中，重要之点是，光和物质处于同等的地位，这和牛顿以前的著作所提出的观点相同，而不是象牛顿那样地把所有东西都隶属于物质和力学。

爱因斯坦在阐释自己的见解时，把观测者作了多种多样的使用：观测者既可以是静止的，也可以是运动着的。在爱因斯坦的相对论中，如果不同时引进消息的观念，如果事实上不重新强调物理学的准莱布尼兹状态(其倾向还是光学的)，那就不可能把观测者引进来。爱因斯坦的相对论和吉布斯的统计力学乃是截然不同的东西。爱因斯坦基本上还是使用绝对严格的动力学术语来探讨问题的，并没有引进几率观念，这和牛顿相同。与此相反，吉布斯的工作从第一步起就是几率性的。然而，这两个人的工作方向都代表了物理学观点的更替，即在某种意义说来，用观测时方才存

在的世界来代替实际存在的世界，而物理学上古老的朴素实在论则让位给某种也许会使巴克莱大主教眉开眼笑的东西了。

在这个地方，讨论一下本书序言中曾经提到的与熵有关的若干概念，对我们说来是恰当的。如前所述，熵的观念代表了吉布斯力学和牛顿力学之间的几个极为重要的分歧。在吉布斯的观点中，我们有一个物理量，它不属于我们这个外在世界，而属于一组可能的外在世界，因而它出现于我们对这个外在世界所能提出的若干特定问题的答案中。物理学现在不去探讨那个可以看作全面答复全部有关问题的外在宇宙了，它变成了对于某些极为有限的问题作出答案的帐单。事实上，我们现在研究的东西和我们可以收进并发出的一切可能的输入和输出的消息毫无关系，我们所关心的只是极为特殊的输入和输出的消息理论，包括这类消息只给我们有限信息量的测量方法在内。

消息自身就是模式和组织的一种形式。的确，我们可以把消息集合看作其中有熵的东西，就象我们对待外在世界状态的集合一样。正如熵是组织解体的量度，消息集合所具有的信息则是该集合的组织性的量度。事实上，一个消息所具有的信息本质上可以解释作该消息的负熵，解释作该消息的几率的负对数。这也就是说，愈是可几的消息，提供的信息就愈少。例如，陈词滥调的意义就不如伟大的诗篇。

我已经提到莱布尼兹对于自动机的兴趣，这个兴趣曾经碰巧被他的同时代人巴斯卡(Pascal)分享过，巴斯卡对于我们现在称之为台式加法机的发展有过真正的贡献。莱布尼兹把调准在同一时刻的时钟给出时间的一致性看作单子预定谐和的模型。这是因为，体现他那个时代的自动机技术就是钟表匠的技术。我们不妨考察一下在八音盒顶上跳着舞的小人儿的动作。它们是按照模式而运动的，但这个模式是预先安排的，而小人儿的过去活动对其未来活

动的模式实际无关。它们偏离原定模式的几率等于零。的确，这里也有消息的传递，但消息只从八音盒的机械装置传给小人儿，到此就停住了。除了和八音盒预定谐和的机构发生上述单向的通讯外，小人儿自身并没有和外界通讯的痕迹。它们都是又瞎又聋而又哑的东西，一点儿也离不开约定化了模式而改变其活动的。

把它们的行为和人的行为或者任何确具中等智力的动物的行为例如一只小猫的行为作个比较。我叫唤小猫，它就抬头看我。我发给它一个消息，它用它的感官来接收，这从它的行动中可以看出。小猫饿了，因而发出悲鸣。这时它是消息的发送者。小猫在摆弄一个悬吊着的小线球时，当球摆向左边，小猫就用左爪去抓它。这时，在小猫自己的神经系统之内，通过它的关节、肌肉和腱等某些神经末梢，既发送又接收着性质非常复杂的消息；借助这些器官发出的神经消息，动物便能觉察到自己组织的实际位置及其张力。只有通过这些器官，人的手工技巧这一类东西才是可能的。

我已经把八音盒上小人儿的预先安排好的行为作为一方，又把人和动物的因事而异的行为作为另一方，进行过一番比较。但是，我们一定不要把八音盒设想作一切机器行为的典型。

比较古老的机器，特别是比较古老的制造自动机的种种尝试，事实上都是在闭合式钟表的基础上搞起来的。但是，现代自动机器，诸如自控导弹、近炸信管、自动开门装置、化工厂的控制仪器以及执行军事或工业职能的其他现代自动机器装备，都是具有感觉器官的，亦即具有接收外界消息的接收器。它们可以简单得象光电管那样，当光落在它们上面时就发生电变化，从而能够在暗处识别光；也可以复杂得象一架电视机那样。它们可以从一根受到张力作用的导线所产生的电导率变化来测定张力，也可以借助温差电偶（这种仪器是由两种不同的金属片的相互接触来构成的，当接触点之一加热时就有电流产生）来测量温度。在科学仪器制造者

的宝库中，每种仪器都是一个可能的感觉器官，都可以通过专用电子仪器的介入从远处把它的读数记录下来。由此可知，这类机器是受到它与外界的关系所制约的，从而也受到外界所发生的事件的制约。我们现在有这种机器，而且从某个时候起就已经有了。

借助消息而作用于外界的机器也是常见的。自动光电开门装置是每个经过纽约宾夕法尼亚车站的人都知道的东西，这类装置同样也用在许多别的建筑物里。当一束光线被截断的消息送到仪器时，这个消息刺激门并使它打开，于是旅客得以通行了。

从这种类型的用感官来激励的机器到执行某项任务的机器，其间有许多步骤，或者简单得象电门的情况那样，或者具有我们工程技术限度之内的事实上是具有任意复杂程度的机器。一个复杂的动作乃是这样一种动作：为了取得对于外界的一种影响（我们称之为输出），而在这种动作中引入了可以含有大量组合的数据（我们称之为输入）。这些组合既有当下放进的数据，又有从过去存贮的数据（我们称之为记忆）中取出的纪录。这些组合都记录在机器中。迄今已经制成的最复杂的、能把输入数据变成输出数据的机器就是快速电子计算机，对于这种机器，我打算在后面比较详细地谈论它。这些机器的行为样式是由特种输入来决定的，这种输入往往是用穿孔卡片、穿孔纸带或磁化导线来构成，它决定机器据以进行的某种不同于过去所进行的操作方式。在控制中，由于经常使用穿孔带或磁带，所以，放进这些机器中用以指示机器组合信息的操作方式的数据，统称为程序带。

我讲过，人和动物都有运动感觉，它们就是据此来保持自己肌肉的位置和张力的纪录。为了使任何机器能对变动不居的外环境作出有效的动作，那就必须把它自己动作后果的信息作为使它继续动作下去所需的信息的组成部分再提供给它。举例说，当我们操纵着一架电梯时，只打开电梯栏的栅门是不够的，因为我们所给

的命令应该使电梯在我们开栅门的时候恰好到达门前。重要之点是，开门的释放机械要由电梯实际到达门前这一事实来决定，否则，要是沒有什么东西挡住电梯的话，乘客就会踏进空阱里去。这种以机器的实际演绩(*actual* performance)而非以其预期演绩(*expected* performance)为依据的控制就是反馈;机器作这种控制时需要使用种种感觉元件，这些感觉元件由起动元件来激发，它们执行着预报器或监视器的职务，亦即执行着对一项演绩作出指示的职务。正是这些机构的职能使组织解体的力学趋势受到控制，亦即它们使熵的正常方向发生了暂时的和局部的逆转。

我刚才提到了电梯作为反馈的一例。还有其他许多例子，其反馈的重要性更为显著。例如，大炮瞄准手从他的观测仪取得信息，然后把它传给大炮，于是大炮便向某个方向瞄准并使炮弹在一定时刻击中活靶。但是，大炮是要在一切气候条件下使用的。在某种气候条件下，滑润油暖化了，大炮就转动得很灵快。在另外一些气候条件下，滑润油冻住了或是掺进沙子了，那么，大炮回答我们的命令就会慢一些。当大炮对我们的命令应答不灵，滞后于命令时，要是我们给它一个补充推进以加强这些命令，则瞄准手的误差就会减低下来。通常，为了取得尽可能准确的演绩，我们便给大炮加上一个反馈控制元件，把大炮滞后于指定位置的程度纪录下来，再利用这个差数给大炮以一个补充的推进。

的确，我们必须采取预防措施来使这个推进不至于过猛，如果过猛，大炮就会越过指定的位置，势必还要通过一系列的振荡才能把它拉回来，这个振荡可能变得愈来愈大，这便导致了严重的不稳定。如果反馈系统自身是可控的，换言之，如果它自身的熵趋势还可以用其他控制机构来遏制，并且保持在足够严格的限度之内，那么，上述情况就不会发生，而反馈的存在就增加了大炮演绩的稳定性。换言之，大炮的演绩跟摩擦负载的关系就很少，或者也可以这

样说，大炮的演绩不因滑润油的粘结而产生滞延。

在人的活动中存在着与上述情况非常相似的东西。当我去取一根雪茄，我不是有意使用某些特定肌肉的。在许多情况下，我的确不知道它们是哪些肌肉。我所做的只不过使某一反馈机制亦即某一反射发生作用，其中我尚未取得雪茄的效果变成对滞后的肌肉(不管是什么肌肉)一个新的、加强的命令。按照这个办法，一个前后完全同一的随意命令就可以使我们从各种各样的初始位置出发来完成相同的任务，而与由于肌肉的疲劳所引起的伸缩能力的降低无关。同样，当我驾驶一辆汽车，我对车辆所作的一系列控制不是单纯取决于我对道路的印象以及我对之要做的驾驶工作。要是我发现车辆太偏向公路右边了，这个发现就会使我把它驶向左边。这种控制是取决于车辆的实际演绩的，不单是取决于公路的情况；正是这种控制办法使我可以用大体相同的效率来驾驶一辆轻便的奥斯汀轿车或者驾驶一辆重型卡车，用不着为了驾驶这两者而去形成不同的驾驶习惯。我在本书专门讨论机器的一章里将更多地讲到这个问题，我们将在该处讨论到，研究演绩有缺陷的、类似于人的机制中所发生的缺陷的机器可以对神经病理学作出贡献。

我的论点是：生命个体的生理活动和某些较新型的通讯机器的操作，在它们通过反馈来控制熵的类似企图上，二者完全相当。它们都有感觉接收器作为它们循环操作中的一个环节：也就是说，二者都以低能级的特殊仪器来搜集外界的信息并以之用于操作中。在这两种情况下，外界消息都不是不折不扣地(neat)取得的，它要通过仪器内部的变换能力来取得，不论这个仪器是活的还是死的。然后，信息才转换为可用于以后各个阶段演绩的新形式。这种演绩在动物和机器中都是有效于外界的。在动物和机器中，回报到中枢调节器的，并非只有它们对于外界打算做的活动，还有

它们对于外界运演过的活动。行为的这种复杂性没有被一般人所了解，尤其没有在我们对社会的日常分析中起到应起的作用；虽则从这个观点出发，正如个体的生理反应可以因之得到理解那样，社会自身的有机反应也可以因之得到理解。我的意思并不是说，社会学家没有认识到社会通讯的存在及其复杂性，但是，社会学家直到最近都有这样的倾向，故意忽视社会通讯是社会这个建筑物得以粘合在一起的混凝土。

我们在本章中提出一组复杂的、直到最近都还没有充分联系起来的观念。它们是：吉布斯引进的作为传统牛顿约定之修正的物理学上的偶然性观点；奥古斯汀根据这种偶然性而要求于秩序和我们行为的态度；一个人与人之间、机器与机器之间以及社会作为时间事件序列的通讯理论，序列自身虽然具有某种偶然性，但它总是力图按照各种不同目的来调节其各个组成部分以遏制秩序紊乱的自然倾向。现在看来，这些观念基本上是统一的。

中央社会主义学院
图书馆
藏书

第二章

进步和熵

如前所述，自然界之倾向于秩序紊乱的统计趋势，亦即孤立系统之具有熵增加的趋势，乃是通过热力学第二定律表现出来的。我们，人，不是孤立系统。我们从外界取得食物以产生能量，因而我们都是那个把我们生命力的种种源泉包括在内的更大世界的组成部分。但更加重要的事实是：我们是以自己的感官来取得信息并根据所取得的信息来行动的。

就这个陈述所涉及的我们与环境的关系而言，物理学家现在都已经熟悉其意义了。信息在这个方面的作用，有个天才的表示，它是由麦克斯韦以所谓"麦克斯韦妖"的形式提出来的。我们可以把这个妖描述如下。

设有一个气体容器，其中的气体，各部分温度相同。气体的某些分子一定要比其余分子运动得快些。现在我们假定容器中有一个小门，气体经过这个小门进入一根开动一部热机的导管，而热机的排气装置则和另一根经过另一小门回到容器的导管相连。每个门都有一个小妖，它具有鉴别到来气体分子的能力，根据它们的速度来开门或关门。

第一个门上的小妖只给高速度的分子开门，碰到来自容器的低速分子时，它就把门关上。第二个门上的小妖的任务正好相反：它只给来自容器的低速分子开门，碰到高速分子时就把门关上。这样做的结果是，容器一端的温度升高，而另一端的温度降低，由是

创造出“第二种”永动机，即不违反热力学第一定律（这个定律告诉我们：给定系统的总能量守恒）的永动机，但它违反了热力学第二定律（这个定律告诉我们：能量自动地使温度趋于平衡）。换言之，麦克斯韦妖看来克服了熵增加的趋势。

也许，我可以用下述例子再进一步地来阐释这个观念。考虑有一群人从地下道的两个旋转栅门走出来，其中的一个门只让以一定速度行走的人走出，另一个门则只让走得慢的人走出。地下道中的人群的这种偶然运动将表现为这样的一股人流：从第一个旋转栅门出来的人都走得快，而通过第二个旋转栅门的人都走得慢。如果我们用一条装有踏车的通道把这两个旋转栅门连接起来，那么，走得快的人流从一个方向来转动这部踏车的力量要大于走得慢的人流从另一个方向来转动这部踏车的力量，这样，我们就会从人群的偶然走动中得到一个有用的能源。

这里有一个非常有趣的差异，它出现在我们爷爷辈的物理学和今天的物理学之间。在十九世纪的物理学中，信息的取得似乎是不付任何代价的。结果是，在麦克斯韦的物理学中，他的任何一个妖都不发生供应其能源的问题。但是，现代物理承认，麦克斯韦妖只能通过某种象感官之类的东西来取得信息，有了信息，妖才能开门或关门，而就这种目的而言，这个感官就是眼睛。刺激妖眼睛的光并不是附加于机械运动的某种不带能量的东西，而是同样具有机械运动自身的种种主要属性的。除非是光碰到仪器，任何仪器是接收不到光的；除非是光击中了粒子，光不能指示任一粒子的位置。所以，这种情况就意味着，即使从纯粹力学的观点看来，我们也不能认为气室中所含有的东西仅仅是气体，而应当认为其中含有气体和光，这二者可以处于平衡状态，也可以处于不平衡状态。如果气体和光处于平衡状态，那么，作为现代物理学说的一个推论，我们可以证明：麦克斯韦妖将是一个瞎子，瞎到就跟气室中

根本沒有光一样。我们顶多有曖昧不明的、来自四面八方的光，这样的光对于气体粒子的位置和动量是起不了什么指示作用的。所以，麦克斯韦妖只能在状态不平衡的系统中工作。但是，在这样的系统中，可以证明，光和气体粒子之间的恒常碰撞有使二者达到平衡的趋势。因此，即使妖可以暂时地颠倒熵的通常方向，它归根到底也会搞得精疲力竭的。

仅当系统之外有光加进来，其溫度不同于粒子自身的力学溫度时，麦克斯韦妖才能不断地作工。这个情况我们应该是完全熟悉的，因为我们知道，我们周围的一切都在反射着太阳光，而太阳光和地球上的力学系统远非处于平衡状态。严格说，我们所遇到的粒子，其溫度都处于华式 50 至 60 度左右，而和粒子处在一起的光发自太阳时则在好几千度左右。

在一个不处于平衡状态的系统中，或者，在此系统的局部区域中，熵不一定增加。事实上，熵是可以局部地减少的。我们周围世界的这种非平衡状态也许只是衰退过程中的一个阶段，这个衰退过程终归是要导致平衡的。我们早晚都得死去，我们周围的整个宇宙非常可能要由于热寂而毁灭，那时候，世界将还原为一个浩瀚无际的溫度平衡状态，其中再也沒有眞正新鲜的事物出现了。除了单调的一致性外，别无他物，我们从中所能期望的只不过是微小而无关宏要的局部涨落而已。

然而，我们尙未成为世界最后毁灭阶段的目睹者。事实上，这些阶段不可能有目睹者。所以，在这个与我们直接有关的世界里，存在着这样一些阶段，它们虽然在永恒中只占居一个微不足道的地位，但对我们讲来却具有巨大的意义，因为在这些阶段中，熵不增加，组织性及其伴随者(信息)都在增进中。

我所讲的这些局部区域的组织性增强问题，不仅限于生命体所揭示出来的那种组织。机器也可以局部地、暂时地增加信息，虽

则它们的组织性和我们的组织性相较，那是粗糙而不完善的。

在这里，我要插进下述的语义学意见：生命、目的和灵魂这类字眼都是极不适于作严格科学思考的。这些词都因我们对某类现象的共同认识而获得其意义，但它们事实上并未提供恰能表征该共性的任何根据。每当我们发现一种新现象，如果它和我们已经命名为“生命现象”的那些东西的性质具有某一程度的共同点而又和我们用来定义“生命”一词的一切有关方面不相符合时，我们就面临着这样的问题：究竟是扩大“生命”一词的含义以便把这种现象包括进去呢，还是以更加严谨的方法来定义该词以便把这个现象排除在外呢？我们过去在研究病毒时就曾经碰到这个问题，病毒表现有若干生命倾向——生存、增殖和组织化，但这些倾向又不具有充分发展的形式。现在，当我们在机器和生命机体之间观察到行为的某些类似时，有关机器究竟是活的还是死的这个问题，就我们的角度看来，就是语义学问题，亦即我们可以随意用这种或那种最方便于我们的方式作出回答。这就象汉普蒂·丹普蒂① 所说的一句名言那样：“我给他们额外津贴，要他们按照我的需要办事。”

假如我们想用“生命”一词来概括一切局部地违反熵增加流向的现象，那我们是可以随意这样做的。但是，这样做了之后，我们就会把天文学上的如我们通常所知道的和生命仅有极其微小相似的许多现象都包括进去了。所以，按照我的意见，最好是避免使用诸如“生命”、“灵魂”、“生命力”等等之类的一切自身尚待证明的代号，而在谈到机器的时候，仅仅指出：在总熵趋于增加的范围内，在代表减熵的局部区域这一点上，我们没有理由说机器不可以和人相似。

当我用这种机器和生命机体作比较时，我的意思从来都不是说，我们通常所理解的有关生命的那些特殊的物理、化学以及精神

① Humpty Dumpty，英国一首儿歌中的主人翁。——译者

的过程和生命模拟(life-imitating)机中的那些过程等同。我只不过是说，它们二者都可以作为局部反熵过程的例证。反熵过程或许还可以通过许多其他途径找到例证，当然这些途径既不应当称之为生物学的，也不应当称之为力学的。

虽然在自动化这样一个发展如此迅速的领域中，我们不可能对生命模拟自动机作出共同的陈述，但我愿意强调指出，这些实际存在的机器具有若干共同的特点。一个特点是，它们都是执行某项特定任务或若干特定任务的机器，因而它们都必须具有使这些任务得以完成的效应器官(类似于人的胳膊和腿)。第二个特点是，它们都得用感觉器官和外界交往(*en rapport*)，例如，用光电管和温度计，这些仪器不仅可以告诉机器当前的环境如何，而且能够使机器把自己任务完成与否的情况记录下来。后一种职能，如前所述，称做反馈，即一种能用过去演绩来调节未来行为的性能。反馈可以是象普通反射那样简单的反馈，也可以是比较高级的反馈，在后一情况下，过去经验不仅用来调节特定的动作，而且用来调节行为的全盘策略。这样一种的策略反馈可以而且往往表现为从一方面看来是条件反射而从另一方面看来又是学习的那种东西。

对于行为的这一切形式，特别是较复杂的形式，我们必须给机器设置一个中枢决策器官，它根据馈给机器的信息来决定机器的下一步动作，这个器官之存储信息就是模拟生命体的记忆能力的。

要制造一部趋光或避光的简单机器，那是不难的，又如果这类机器自身含有光源，那么，许多这样的机器结合在一起便会表现出社会行为的复杂形式，其情况就象G.瓦尔特(Grey Walter)博士在《活脑》(*The Living Brain*)一书中所描述的那样。在目前，属于这种类型的若干比较复杂的机器只不过是用来探索机器自身及其模拟物——神经系统的种种可能性的科学玩具而已。但是，我们有理由猜想，最近将来的技术发展必将使其中的若干潜在性得到利用。

因此，神经系统和自动机器在下述一点上基本相似：它们都是在过去已经作出决定的基础上来作决定的装置。最简单的机械装置都会在二中择一的情况下作出决定的，例如，电门的开或关。在神经系统中，个别神经纤维也是在传递冲动或不传递冲动之间作出决定的。机器和神经系统二者之中都有依其过去而对未来作出决定的专门仪器，在神经系统中，这个工作大部分是在那些内容极为复杂的叫做"突触"的地方来做的，这个地方有多根传入神经纤维和一根传出神经纤维相连。我们可以在许多情况下把这些判决的根据说作突触活动的阈值，换言之，我们使用应有几根传入纤维的激发(fire)才可以使传出纤维激发起来作说明。

这就是机器和生命体之间至少有部分类似的根据。生命体中的突触和机器中的电门装置相当。关于进一步阐述机器和生命体在细节上的关系，读者应参看瓦尔特博士和阿希贝博士的极其引人入胜的著作①。

如前所述，机器，和生命体一样，是一种装置，它看来是局部地和暂时地抗拒着熵增加的总趋势的。由于机器有决策能力，所以它能够在一个其总趋势是衰退的世界中在自己的周围创造出一个局部组织化的区域来。

科学家总是力图发现宇宙的秩序和组织性的，所以，他是玩着一种反对我们的头号敌人即组织解体的博奕。这个恶魔是摩尼教的恶魔还是奥古斯汀的恶魔呢？它是一种与秩序对立的力量还是秩序自身的欠缺呢？这两种恶魔的不同之处就在我们为反对它们而采取的不同战术中表现出来。摩尼教的恶魔是一个敌手，它和任何一个注定得胜并将使用任何机巧权术和虚伪手段以取得胜利的敌手一样。具体说，他能给自己的捣蛋策略保密；要是我们对它

① W. Ross Ashby, *Design for a Brain*, Wiley, New York, 1952, and W. Grey Walter, *The Living Brain*, Norton, New York, 1953.

docsriver.com商家本本书店

的捣蛋策略泄露出有所觉察的任何苗头时，那它就会改变策略从而继续把我们蒙在鼓里。另一方面，奥古斯汀的恶魔自身不是一种力量，而是我们弱点的量度；为了揭露它，也许需要用上我们全部的才智，但既然揭露了它，那我们也就在一定意义上征服了它，同时，它也不会以进一步破坏我们为其唯一目的而在一个已被我们弄清的问题上面改变其策略了。摩尼教恶魔跟我们打扑克，不惜采取欺骗手段；这种手段，正如冯·诺意曼(von Neumann)在其《博奕论》中所作的解释那样，不仅旨在使我们能以欺骗手段取胜，而且旨在防止对方在我们不进行欺骗的诚实基础上取胜。

和摩尼教的这个貌善心毒的恶魔比较起来，奥古斯汀的恶魔是个笨蛋。它玩着复杂的游戏，但我们可以用自己的才智彻底打败它，就象洒下圣水一样。

至于说到恶魔的本性，我们知道，爱因斯坦有句格言，这句格言具有比格言更多的内容，它其实是关于科学方法种种依据的陈述。爱因斯坦说："上帝精明，但无恶意。"在这里，"上帝"一词是用来表示种种自然力量的，包括我们归之于上帝的极为谦恭的仆人，即恶魔的力量在内。爱因斯坦的意思是说，这些力量不欺骗我们。也许，这个恶魔的含义和墨菲斯托弗里斯①相距不远。当浮士德询问墨菲斯托弗里斯他是什么东西的时候，墨菲斯托弗里斯回答说："我是永远在求恶而同时永远在行善的那种力量的一个部分。"换言之，恶魔的骗人能力不是不受限制的，假如科学家要在他所研究的宇宙中寻求一种决心和我们捣蛋到底的积极力量的话，那他是白费自己的时间了。自然界抗拒解密，但它不见得有能力找出新的和不可译解的方法来堵塞我们和外界之间的通讯的。

---

① Mephistopheles，恶魔名，首见于中世纪后期圣徒浮士德(Faust)传记。这个字大概是希腊文"不爱光"三个字组成的。详见歌德《浮士德》。莎士比亚《温莎的风流娘儿们》(*Merry Wives*, I, i)中也曾提到。——译者