

深圳大学传播学院
媒介环境学译丛 第一辑

生物域、符号域、技术域
和经济域里的组织繁衍

什么是信息

信息概念的源头

香农信息论的诞生

信息及其与物质性和意义的关系

信息的内容、演化、自主、开放和共生

WHAT IS INFORMATION

Propagating Organization in the
Biosphere, Symbolosphere,
Technosphere and Econosphere

[加拿大] 罗伯特·K. 洛根 著
何道宽 译

版权信息

书名：什么是信息：生物域、符号域、技术域和经济域里的组织繁衍

作者：（加）罗伯特.洛根

出版社：中国大百科全书出版社

出版时间：2019-10-01

ISBN：9787520205719

版权所有 侵权必究

目录

[总序](#)

[序一](#)

[序二](#)

[译者前言 学术奇葩，历久弥鲜](#)

[一、薛定谔之猫](#)

[二、脚踏文理，一朵奇葩](#)

[三、《心灵的延伸》《什么是信息》双壁生辉](#)

[四、背景与框架：三个前期研究工程](#)

[五、心心相印，如影随形](#)

[六、各章提要](#)

[第一章 什么是信息？——研究框架](#)

[第一节 本书背景：三个前期研究工程](#)

[第二节 本书是什么，又不是什么](#)

[第三节 本书布局](#)

[第二章 什么是信息？——为何信息是相对的概念？信息和物质性、意义和组织是何关系？\[1\]](#)

[第一节 导语](#)

[第二节 信息概念的源头](#)

[第三节 香农信息论的诞生](#)

[第四节 信息与熵的关系](#)

[第五节 麦凯的反转：香农信息的意义何在？](#)

[第六节 信息：造成差异的差异](#)

[第七节 生物系统里的信息](#)

[第八节 作为组织繁衍的生命](#)

[第九节 信息的相对性](#)

[第十节 信息及其与物质性和意义的关系](#)

[第十一节 生物系统里信息的意义](#)

[第十二节 生物系统里信息的物质性](#)

[第十三节 作为信息的组织](#)

第十四节 我们是谁？我们是什么，信息抑或是肉体？

第三章 语言的起源和演化及其相互关系

第一节 导语

第二节 语言和心灵发生的心灵延伸模型

第三节 心灵的延伸

第四节 语言乃有机体

第五节 第六语言和符号语言的演化

第六节 六种语言形态的语义学和句法学

第七节 字母表效应

第八节 人类语言、文化、技术、科学、经济 and 治理都是组织繁衍的形式

第九节 本章小结

第四章 文化与信息及其相互关系

第一节 什么是文化：概念定义

第二节 语言和文化的关系

第三节 文化是有机体吗？

第四节 文化有机体归于个人，而不是归于整体的社会

第五节 普遍文化

第六节 文化共同现象一览

第七节 模因是文化有机体的复制器

第五章 符号域里离体组织的繁衍初探

第一节 导语

第二节 符号域

第三节 人类语言的组织繁衍

第四节 人类文化的组织繁衍

第五节 技术演化

第六节 科学演化

第七节 治理和经济的演化

（一）社会化三阶段

（二）复杂性、突显性和经济—政治的演化

第八节 邻接可能性，多样性极大化和自建构符号域

（一）邻接可能性探索

（二）多样性的极大化和热力学第四定律

(三) 自建构系统

第九节 本章小结

第六章 组织繁衍、新二元论、物质和非物质的突显

第一节 导语

第二节 物质突显和非物质突显之比较

第三节 新二元论

第四节 一个比较：笛卡尔的二元论和新二元论

第五节 思维之物或符号域

第六节 文化

第七节 经济与治理

第八节 技术

第九节 科学

第十节 本章小结

第七章 影响人类境遇的四个场域：生物域、符号域、技术域和经济域

第一节 导语

第二节 信息的内容、演化、自主、开放和共生

第三节 生物域

第四节 符号域：心灵、语言和文化

(一) 心灵

(二) 语言

(三) 文化

第五节 技术域

第六节 颠覆性技术乃跃进或间断平衡的例子

第七节 扩展适应

第八节 有别于达尔文式技术进化的另一条路径

第九节 技术革新和设计的突显

第十节 作为自然设计形式的突显

第十一节 经济域

第十二节 本章小结

第八章 什么是科学？作为语言的科学，不可证定理，复杂性和可预测性的互补

第一节 导语

第二节 作为语言的科学

[第三节 科学的不可证定理](#)

[第四节 科学乃隐喻语言](#)

[第五节 复杂性和可预测性的互补](#)

[第六节 本章小结](#)

[第九章 什么是书籍？书籍的古今和未来——从泥板文字到智能书](#)

[第一节 导语](#)

[第二节 为什么书籍遭遇缩微胶片的威胁而安然无恙？又为什么在遭遇数字媒介后生存下来？](#)

[第三节 谁启动谣传云：书籍的末日正在迫近？](#)

[第四节 书面材料和书籍的演化](#)

[第五节 书籍的使用可能会衰减](#)

[第六节 数字媒介实际上促进书籍的撰写、发行和销售](#)

[第七节 书籍的未来](#)

[第八节 智能书](#)

[第九节 教科书](#)

[（一）媒介定律](#)

[（二）传统书媒介定律](#)

[（三）智能书媒介定律](#)

[第十节 本章小结](#)

[第十章 符号域里的非语言信息和艺术表达，符号域通过次生感知的显现](#)

[第一节 导语](#)

[第二节 次生感知](#)

[第三节 语言表达和艺术表达携手出现](#)

[第四节 语言表达和艺术表达之异同](#)

[第五节 心灵理论：生成结果的艺术](#)

[第六节 社会交流](#)

[第七节 生于模仿性交流的艺术](#)

[参考文献](#)

[人名和术语对照表](#)

[译者后记](#)

[译者介绍](#)

总序

20世纪50年代初，哈罗德·伊尼斯的《帝国与传播》《传播的偏向》和《变化中的时间观念》问世。1951年，马歇尔·麦克卢汉的《机器新娘》出版。20世纪60年代，麦克卢汉又推出《谷登堡星汉》和《理解媒介》，传播学多伦多学派形成。

20世纪80至90年代，尼尔·波斯曼的传播批判三部曲《童年的消逝》《娱乐至死》《技术垄断》陆续问世，传播学媒介环境学派形成。

1998年，媒介环境学会成立，以麦克卢汉为代表的传播学第三学派开始问鼎北美传播学的主流圈子。

2007年，以何道宽和吴予敏为主编、何道宽主译的媒介环境学译丛由北京大学出版社推出，印行四种，为中国的媒介环境学研究奠基。

2011年，以麦克卢汉百年诞辰为契机，世界范围的麦克卢汉学和媒介环境学进一步发展，进入人文社科的辉煌殿堂。中国学者不遑多让，崭露头角。

2018年，深圳大学传播学院与中国大百科全书出版社达成战略合作协议，推出媒介环境学译丛，计划在三年内印行十余种传播学经典名著，旨在为传播学修建一座崔巍的大厦。

我们重视并推崇媒介环境学派。它主张泛技术论、泛媒介论、泛环境论、泛文化论。换言之，凡是人类创造的一切、凡是人类加工的一切、凡是经过人为干扰的一切都是技术、环境、媒介和文化。质言之，技术、环境、媒介、文化是近义词，甚至是等值词。这是媒介环境学派有别于其他传播学派的最重要的理念。

它的显著特点是：（1）深厚的历史视野，关注技术、环境、媒介、知识、传播、文明的演进，跨度大；（2）主张泛技术论、泛媒介论、泛环境论，关注重点是媒介而不是狭隘的媒体；（3）重视媒介长效而深层的社会、文化和心理影响；（4）深切的人文关怀和现实关怀，带有强烈的批判色彩。

从哲学高度俯瞰传播学的三大学派，其基本轮廓是：经验学派埋头实用问题和短期效应，重器而不重道；批判学派固守意识形态批判，重道而不重器；媒介环境学着重媒介的长效影响，偏重宏观的分析、描绘和批评，缺少微观的务实和个案研究。

21世纪，新媒体浩浩荡荡，人人卷入，世界一体，万物皆媒介。这一切雄辩地证明：媒介环境学的泛媒介论思想是多么超前。媒介环境学和新媒体的研究融为一体了。

在互联网时代和后互联网时代，媒介环境学的预测力和洞察力日益彰显，它自身的研究和学界对它的研究都在加快步伐。吾人当竭尽绵力。

译丛编委会

2019年9月

序 一

人们常说，我们生活在信息时代，这一点不容置疑，因为无所不在、浩如烟海的信息技术就在我们的股掌之间。借此，我们生成、传递、解释和利用信息。由于计算技术和数字“新媒介”，我们身处信息的汪洋大海，这些技术有：互联网、万维网、博客、电子邮件、即时通信、短信、手机、网络电话、网络摄像头、多媒体播放器、黑莓手机、苹果手机、虚拟现实、虚拟世界、电子标签、智能标签等。除了许许多多诸如此类的信息设备，我们还不得不与物理世界和生物世界以及工程学科、社会学科和人文学科里的信息爆炸竞争。此外，计算技术和信息技术成了我们理解生活和世界的隐喻，成了建构人工智能和人工生命的支柱。不过，最极端的信息自负非爱德华·弗雷德金（Edward Fredkin）莫属。他坚称，宇宙是一台计算机，生命包括人的生命只不过是这台机器运行的一个程序。

具有讽刺意味的是，我们身心浸淫在信息里，信息在我们的经济社会和文化生活里起核心的作用，然而，我们在很大程度上并不真正理解信息究竟是什么。信息不是简单明了的概念，而是非常难以捉摸的概念，在许多方面和许多语境中都难以把握。从语言和语法方面看，信息是名词，然而实际上，信息是一个过程，因而它像是动词。

在考虑信息概念的过程中，若干有趣的问题浮出水面，我们将在本书里探讨这些问题。

(1) 信息只有一种形式呢？抑或有多种形式呢？换言之，信息是不变的常数、普世的形式、独立于参照系呢？抑或要仰赖语境呢？

(2) 信息与意义、通信和组织是什么关系？

(3) 信息是像名词的事物呢？抑或是像动词的过程呢？

(4) 信息是物质、能量形式呢？或者相反，信息不过是一种模型？

(5) 信息是人独有的现象吗？或者相反，非人类的生命形式也含有信息？

(6) 在生命繁衍的过程中，信息扮演什么角色？

(7) 信息与能量和熵是什么关系？

(8) 信息与科学是什么关系？

(9) 信息与媒介是什么关系？

本书研究诸如此类的问题，借以充实我们对什么是信息的理解。我们考虑信息概念的历史发展，借以把握这一事物或过程究竟是什么意思；信息界定了我们的时代，而且是经济增长的引擎。我们追踪信息概念的发展过程，从信息一词的滥觞期直到香农和维纳提出的信息论。此外，我们还要研究信息在影响人类生活的四个领域里扮演的角色。这四个领域是：生命组织的生物域、语言和心灵的符号域（含文化在内的一切精神产物）、技术域、含经济和治理的经济域。

本书的中译本在中国出版，笔者深感荣幸，因为中国是数字信息处理的伟大中心之一。

本书的英文版见德摩出版社 (<http://demopublishing.com>) 网站。网站上有读者评论区，希望你发帖。用英语写帖子当然好，用中

文写帖子也受欢迎，我可以用谷歌翻译软件来读。希望你喜欢我的书。

停笔之际，我要感谢妙笔生辉、创意十足的何道宽先生，我要向这位朋友与合作伙伴表示祝贺。

罗伯特·洛根

2019年1月

序二

特伦斯·迪肯 (Terrence Deacon) 执教于加利福尼亚大学 (伯克利分校) Helen Wills神经科学研究所和认知科学系, 著有《符号物种》 (The Symbolic Species)、《不完备的自然》 (Incomplete Nature) 。

信息大概是21世纪初社会生活最重要的因素。我们的时代被描绘为“信息时代”，无疑是恰如其分的。人类生活的方方面面都迅速受到信息技术的入侵和重构。我们在录制音频和视频的汪洋大海中游泳，这些视听媒介简直就是我们身上穿戴的一部分，时常陪伴我们。凭借一部手机，我们就能在须臾之间与友朋交流，几乎在世界任何地方、任何时候都能与他们联系。我们毫不怀疑，我们能在咖啡店里一边喝咖啡一边用Wi-Fi交流，几分钟内就把我们的思绪、图像、意见和日记里的片言只语传递给数以百万计的潜在的接收者。我们能须臾间即时获取历代的书面知识，我们利用的数字化图书馆比世界上最大的实体图书馆都大得多，两者根本就不在一个数量级上。这使我们能即时获取有史以来最伟大的文学作品、最新的科学或医学发现，了解电影明星的八卦、最新潮的发型、最新的橄榄球比分和陌生城市里最近的北方意大利餐馆。仅仅一代人之前，最有预见之明的未来学家也不曾想象到任何这样的情形。我们不禁惊叹，美丽新世界竟然有如此辉煌的创新！

然而，我们真懂得过去几十年里发生的事情吗？我们发现自己在新信息技术的洪流里沉浮，努力跟上日新月异的技术，但我们同样关

注信息技术的全球影响和文化影响及其对我们个人的影响吗？至于这一发展势头对我们的文化、身份认同和思维过程的影响，我们是否有清晰的视野呢？诚然，考察迅速变迁的信息技术风景的新杂志和博客难以计数，但在侈谈信息技术的话语中，有谁在解释，正在被处理、储存、挖掘、浏览和滥用的究竟是什么呢？

信息不仅是可以利用或忽视的工具，而且是构成我们身份认同和体验的结构要素，因此，信息技术悄无声息地整合进我们的日常生活。铲子、汽车在物理上与使用者分离，相反，信息看似非物质的属性却融入了我们日常的思绪、感知和信念。信息免予任何固着的物理即时性特征，因此它流动性强、很容易分享，同时，它又因此而悄然无声、影响非凡。“外面”是熙攘纷扰的信息，“里面”是我们想象中的我们是谁、我们知道什么、我们在想什么，内外两者的边界很容易模糊，这个边界模糊性使技术重塑我们的人性。

我们浸淫在信息的汪洋大海里，信息位于当代生活各个方面的核心，因此，你可能天真地设想，我们（或某人）清楚而准确地了解什么是信息。错了！我们“看见”它时，似乎认识它，然而有人要我们界定或解释何为信息时，连信息技术大公司的首席执行官、哲学教授、计算机程序员似乎也闪烁其词。更糟糕的是，他们给出的标准技术界定和人们熟悉的观念丝毫不沾边，数学形式化的信息能使人更好地洞察信息的运行机制，却未必能呈现其发送机制。

那么，究竟什么是信息呢？为什么清晰而透彻地回答这个问题竟然会如此艰难呢？回答这个问题，即使提出不那么精致的理论，尝试说明自我们的祖先学会说话以来，信息如何形成了一个由意义、仪式、艺术形式以及价值和技术组成的看似独立的宇宙，那也是雄心勃勃的巨著。谁来迎接这一挑战呢？

一代人以前，马歇尔·麦克卢汉使全世界的文化人注意到，我们用来交流的媒介（从印刷术到广播再到电视）的性质产生极其深刻的社

会影响，比媒介所承载的内容的影响更深刻。他“媒介即讯息”的警句颠覆了表面上的常识。和许多前人不一样，他考察文字、印刷术、电子媒介和其他传播技术发明的文化影响和认识论影响时，聚焦于媒介的背景（ground），而不是其外形（figure）。罗伯特·洛根有志于研究信息问题的深层命题，很大一部分原因是他与麦克卢汉的合作，他们携手研究书的性质和文字的起源。因此，他留意并探索信息不那么明显的属性，这个倾向可以被视为一般传播研究的方法论延伸。

本书的前两章检视信息概念的历史。这个历史序曲扮演至关重要的角色，解释信息概念的演变：从基本的心理概念（mental concept）转化为技术词汇，和原有的口语用法几乎不搭界了。在提供准确形式化的过程中，为适合工程的功能，信息概念被剥掉了心智功能。信息的新技术概念在R. V. L.哈特利（R. V. L. Hartley）、克劳德·香农（Claude Shannon）、沃伦·韦弗（Warren Weaver）等人的研究工作中成长，这个新概念使信息时代成为可能，反过来，它又剥夺了信息界定性的核心语义。

洛根有志于探索这个失去的意义。对于这个可精准量化的信息概念在计算领域和通信工程里重大的贡献，他表示认可。他努力把工程技术过程中被排除掉的信息的特征重新引入理论，将其视为神圣使命。起初，他通览一些好学深思者的主张，他们反对工程技术界把信息简约为纯逻辑的媒介属性。考察唐纳德·麦凯（Donald Mackay）、格雷戈里·贝特森（Gregory Bateson）甚至香农的著述后，洛根主张：确认信息特色鲜明的、更高阶的功能，是十分必要的。

他不坚称某个信息概念是否准确，而是显示在特定语境下，此一或彼一信息理论是否讲得通。随后，他探索不同的信息概念及其广义的意蕴。如此，他试图拯救流行的技术性信息概念，挽救被抛弃的信息概念的核心界定性特征。他界定一些高阶的信息概念，恢复其意义和功能角色，使信息与特定的媒介特征解除耦合的关系。

尝试重新界定信息已包含其逻辑特征和功能特征时，洛根转向信息学家斯图尔特·考夫曼（Stuart Kauffman）提出的方法论。他倚重自己和考夫曼等人合作的文章《组织繁衍初探》（Propagating Organization: An Enquiry，缩写为POE）来论述一个主题：信息的基本特征是，它必然参与组织的繁衍。从头至尾，本书都参引这篇文章。这个路子是基于两点认识：（1）约束条件的生成耗费工作；（2）信息总是要依赖约束条件。信息的技术工程概念建基于约束条件的统计数据理解，组织可以用约束条件来描绘。詹姆斯·克拉克·麦克斯韦（James Clerk Maxwell）向科学界引介他那想象中的小精灵，用气体分子运动速度的信息逆转热力学第二定律，自此，人们总是以这样那样的方式设想，信息的增加与熵或无序的增加对立。我们知道，在此后的一个半世纪里，在一定意义上，这就是真实的写照，信息研究者一直是非常困惑的。尽管如此，关于信息与无序的关系的设想，虽然并没有得到完备的解释，却又成了本书其余论述的奠基性洞察力。其余章节探索这条构想信息的新奇路子所隐含的命题。

贯穿全书的核心洞见是人类思想或交流的两种方式的综合。

第一个洞见是，心灵——至少人的心灵——并非囚禁在大脑里的现象。所谓“心灵的延伸”（extended mind）的假设是这样一种主张：我们所谓人的心灵与其嵌入的通信或交流的汪洋大海是整合一体的，没有缝隙。

一百多年前，查尔斯·桑德斯·皮尔斯（Charles Sanders Peirce）确认，认知是指号过程（semiosis）的一种形式，每个人都与他人进行符号交换，如果此说不错，那就没有任何心灵的孤岛。你和我的思维过程的边界是可以渗透的，思想存在于一个分布式网络里，这个网络覆盖许多相隔千万里、千万年的个人。

第二个洞见是，在许多重要的方面，这个交流的网络存在、演化并表现出因果动态关系，与物理—机械—生物世界平行。约翰·舒曼

(John Schuman 2003) 把这个意义、目的和价值的领域称为“符号域” (Symbolosphere)。以上两个洞见是自然兼容的，洛根将其用来探索信息广泛的隐含意义。此外，他在这里提出了一种与笛卡尔二元论平行的新二元论，但在其他方面却不接受笛卡尔的二元论。著名的身一心二元论认为，心理过程发生的领域没有物质的实体或延伸——这就是思维之物 (res cogitans)，又认为，肉体是物质构成的机制，是物质世界即广延之物 (res extensa) 的一部分。

笛卡尔二元论认为，物质世界与心灵域截然不同。洛根和舒曼都摒弃这个二元分割潜在的超自然涵义，他们确认，心灵域很大程度上是物质世界的一部分。语言生成的符号意义和价值却有奇异的独立性，脱离具体的物质体现。对于如何解决心灵如何影响物质世界的笛卡尔困境，他们提出了一个实用的办法，那就是把符号域等同于笛卡尔的思维实体。虽然体现在延伸的媒介里，任何交流有意义的内容并不等同于这个延伸的基底 (substrate)。我 (2012) 指出，内容在直接的物理媒介里缺席，同时又是其基本的构件；如果没有内容，符号标记只不过是惰性的物件而已。在这个意义上，洛根和舒曼准备把意义和符号的意义与广延之物分开来处理。在这个方面，符号交流影影绰绰的一面与笛卡尔二元论的一个变体是一致的，洛根把这种二元论称为新二元论 (neodualism)。他借此提供一种妥协，以调和现代的物质主义视角和继承于启蒙运动的身一心二元论。

我不迷恋二元论，但我把洛根和舒曼的新二元论视为一种伪二元论 (pseudo-dualism)，洛根脚踏古典二元论里形而上模拟的内涵，同时又规避两个问题：不解释心灵世界和物质世界无窗口的相似性，不解释这两个世界互动的貌似悖论。这使他能集中注意力区分交流和物质世界纯机械属性的许多特征。事实上，他在一个结合点上找到物质和意义的认识论切割，笛卡尔在二元切割这一点上感到舒服：大脑和身体在一边，符号世界在另一边。

当然，一切交流过程都同时是意义建构过程和物理过程（meaningmaking processes and physical processes）。在许多情况下，比如使用语言的符号交流时，物理的体现相当灵活。如此，同样的语言意义可以体现在许多不同的媒介里：人声、手签、手稿、印刷品、计算机内存的比特和字节。这不会使交流非物质化，只不过使基底可转化。其间，总是有时空的延伸，这是交流实现的必要条件，这样的条件就是一种媒介。然而，行为和目的、语词的意义、工具的功能、艺术品的价值既依靠一种物理媒介，又依靠不见于这一物质体现的某种东西。

当然，这里所谓的“某种东西”就是麦克卢汉的天才，他认识到这一媒介形式发挥的基本作用。乍一看，洛根似乎忘记了这个重要的洞见。除了研究物质域（physiosphere）、生物域（biosphere）以及生物符号（biosemiotic）和神经生理（neurological）过程外，洛根还用新笛卡尔主义的二元论研究人类栖居的各个“领域”的信息处理过程。尽管如此，他还是深深扎根于物理过程，这就是构成笛卡尔所谓“广延之物”的过程。洛根探索语言、文化、技术、经济等领域的信息处理，把意义领域和物质领域熔为一炉，平顺，无斧凿痕，并时常把注意力集中在物理的因果影响上。

也许，许多读者会认为，洛根并未正确回答书名提出的问题：什么是信息？既从形式上解释所指和意义的基础，同时又彰显信息和物理工作的关系——这样的信息论迄今仍然是留待未来研究的复杂问题。在此基础上，他进一步把一种拓展的信息论和语言演化论联系起来，把这种信息论与文化技术变革的动态分析联系起来，这是一项极端气势恢宏的工程。固然，他没有提供一个圆满的信息概念，但他清楚证明，我们当前的信息概念有许多严重的局限。他确认，比较圆满的信息论必须是一个更宏伟“组织繁衍”理论的组成部分，而不仅限于数据比特的再生产和传输，这就为符号传播的实用方面搭建好了舞台。这就为他提供了一块跳板，借此，他纵身投入一场意义深远的讨

论，这场讨论涉及社会符号演化的许多独特的人的形式，从科学技术到计算技术和互联网的形式，这是我们当前历史阶段的特征。

其余的大部分章节凸显这些媒介构成的可能性和挑战，重点讲其不一样但相互联系的符号演化过程，唯有血肉比较丰满的信息论才能完成这一任务。心灵的延伸和符号域的概念都不是主流科学，这种重新理解媒介的路子提供了一种新的视角，借此，我们可以观察人类心灵性质前所未有的变化，由于嵌入了许多层次的符号中介的信息处理过程，我们的心灵变化随之而生。人常恒不断地用自己拥有的符号媒介的形象重塑自身，符号媒介是我们创造的，我们人就是讯息。本书旗帜鲜明地宣示，完全符号化的物种究竟意味着什么。

特伦斯·迪肯

译者前言 学术奇葩，历久弥鲜

一、薛定谔之猫

20世纪初，量子论兴起时，围绕粒子波粒二重性的争论如火如荼，论战者之一的埃尔温·薛定谔设立了一个理想中的实验，世人称之为“薛定谔之猫”。这只猫非生非死、亦生亦死的状态比较好地描摹了微观世界里的物理现象：三言两语界定量子论的微观世界近乎不可能。

薛定谔还写了一本书——《什么是生命》。就凭他“薛定谔之猫”的假设，你能猜想他是如何回答“什么是生命”的吗？

什么是信息？你能猜想作者洛根教授是如何回答这个问题的吗？他坦言：“简明的书名《什么是信息》深受薛定谔《什么是生命》的影响，那本书名噪一时、影响很大。”看来，“信息”的定义如“薛定谔之猫”一样难以破译。

为何明知不可为而为之呢？也许适当收缩范围是明智的选择，所以本书的定位是“生物域、符号域、技术域和经济域里的组织繁衍”。它透露了如下信息：集中研究人类四大生活领域里的符号，将其视为有生命、会繁衍的组织。

他利用自己驾轻就熟的“组织繁衍”和“心灵延伸”理论，有所为又有所不为。

他中意罗伯特·M.洛西 (Robert M. Losee) 的信息定义：“信息可以定义为过程输出的特征，这些特征透露过程和输入的信息。这个不依赖学科的定义可以被应用于一切领域，从物理学直到认识论。”因为它是“不依赖学科的定义”，借此暗示信息的相对性和强大的生命力。

二、脚踏文理，一朵奇葩

罗伯特·洛根（Robert Logan）是加拿大物理学家、传播学家，从事跨学科研究，是麦克卢汉思想圈子的核心成员、媒介环境学派第二代代表人物，其著作范围横跨物理学、传播学、复杂理论、信息论、系统论、系统生物学、环境科学、语言学和工业设计，他从事政治、科学和产业咨询，曾任老特鲁多总理的政策顾问和麦克卢汉的科学顾问。他思想无羁、学术活跃、屡出奇兵、著作宏富，是麦克卢汉思想圈子的著名学者。我们粗线条地勾勒他的学术年谱，展示这一枝多姿多彩、老而弥鲜的学术奇葩：

1968 晋升教授

1971 开设通识课“物理学的诗歌和诗歌的物理学”，四十余年如一日，惠及众生，乐此不疲

1974 在多伦多大学创建角马俱乐部，提倡跨学科研究，邀请

麦克卢汉参加，同时又参与麦克卢汉思想圈子的活动，比如参加每周一晚在麦克卢汉研究所举办的研讨会

1977 担任老特鲁多总理的政策顾问和麦克卢汉的科学顾问，发表论文《字母表乃发明之母》（与麦克卢汉合著，1974年开始酝酿）

1979 发表论文《传播和世界问题的双重束缚》（与麦克卢汉合著）

20世纪80年代 研究重点转向传播学、媒介理论、语言学、系统生物学和信息论

1995 专著《第五语言：学会在计算机时代生存》（以下简称《第五语言》）

2000 专著《第六语言：学会在互联网时代生存》（以下简称《第六语言》）

2004 专著《字母表效应：拼音文字与西方文明》（以下简称《字母表效应》）

2007 专著《心灵的延伸：语言、心灵和文化的滥觞》（以下简称《心灵的延伸》）

2010 专著《物理学的诗歌和诗歌的物理学》

专著《理解新媒介：延伸麦克卢汉》

2013 专著《被误读的麦克卢汉：如何矫正》

2014 专著《什么是信息：生物域、符号域、技术域和经济域里的组织繁衍》（以下简称《什么是信息》）

2016 专著《图书馆的未来》（与麦克卢汉合著）

三、《心灵的延伸》《什么是信息》双璧生辉

《心灵的延伸》秉承麦克卢汉媒介史的思想，研究语言的起源和演化，提出别出心裁的“语言演化链”，语出惊人。《什么是信息》综合各学科、各大家的“信息”论述，视语言、心灵、文化为生物有机体和信息系统，借用复杂理论、突显论、混沌理论、耗散结构、进化论、新二元论等思想，论述语言、心灵、文化的自催化、自适应、自建构、自复制的组织繁衍，迭有惊世之言。

2018年，我推荐洛根的《心灵的延伸》和《什么是信息》，得到中国大百科全书出版社的大力支持，深以为幸。原因有三：

(1) 弥补遗憾。我引进洛根的著作比伊尼斯和麦克卢汉的著作晚了十余年，深以为憾。(2) 惠泽读者。麦克卢汉的思想和著作横跨人文社科，洛根横跨文理科，视野更开阔，《心灵的延伸》和《什么是信息》是诸多文理科思想的综合，受惠的读者面更广。(3) 补齐短板。在传播学媒介环境学派中，洛根的成就和地位堪比伊尼斯、麦克卢汉、尼尔·波斯曼、保罗·莱文森，他著作的中译本却大大滞后，我渴望做一些补救工作。

在《被误读的麦克卢汉：如何矫正》（复旦大学出版社，2018）的“译者后记”里，我写下这么一段话：

在介绍麦克卢汉及其学派的过程中，我顺利地译介了麦克卢汉、伊尼斯、波斯曼、莱文森、林文刚等人的著作。遗憾的是，自2005年以来，在引进洛根的著作时却相当不顺……人大和北大两家出版社洽购《字母表效应》都屡屡受挫……感谢洛根教授本人超常的努力和直接干预，复旦大学出版社购得了以上三本书的版权。借此机会，我想要表达另一个愿望，希望有机会引进他的其他著作，比如《心灵的延伸：语言、心灵和文化的滥觞》。

2018年初，我向中国大百科全书出版社的郭银星博士推荐《心灵的延伸》和《什么是信息》，她欣然接受，令人感佩。这两本书宛若并蒂莲，互补性强，交相辉映。它们视野宏阔、大题小做、深入浅出，读之令人脑洞大开。它们学科跨度大，的确难啃，但若鼓足勇气细读，我们定能享受难得的思想操练。

四、背景与框架：三个前期研究工程

《什么是信息》基础雄厚，有三个前期研究工程：

(1) 洛根与约翰·舒曼等人合著的论文《组织繁衍初探》

(2007)，其核心主题是：信息必然参与组织的繁衍；语言、心灵、文化都像生物有机体，在自催化、自适应、自建构、自复制的信息系统中繁衍。

(2) 多年在媒介环境学和语言学上的功夫，包括洛根与麦克卢汉合作撰写的一本书和两篇文章，以及洛根自己撰写的三本书《第五语言》(1995)、《第六语言》(2000)和《心灵的延伸》

(2007)。据此，洛根论证：口语、文字、数学、科学、计算技术和互联网是特色鲜明的六种语言，各有其语汇、语义和句法，构成一条语言演化链。他进而断言，心灵是大脑的延伸，也是语言的延伸，大脑、语言、心灵和文化是协同进化的。他提出语言的等式和心灵的等式：语言 = 交流 + 信息；心灵 = 大脑 + 语言 + 文化。

(3) 与舒曼合作撰写的论文《符号域》(2005)，洛根把语言文化、技术经济都视为生物有机体，阐述人类活动的四大场域(生物域、符号域、技术域和经济域)里的组织繁衍。在此，洛根提出有别于笛卡尔二元论的新二元论，认为现实含两种基本元素：物质元素及其外延涵盖的物质域(相当于笛卡尔的“广延实体”)；语言文化思想之类的符号元素组成的符号域(无外延，相当于笛卡尔的“思维实体”)。对上帝、灵魂和精神之类的观念，他的新二元论却又抱持不可知论的态度。

五、心心相印，如影随形

洛根与麦克卢汉合作共事六七年。洛根担任麦克卢汉的科学顾问，并与其合作写过两篇文章：《字母表乃发明之母》（1977）和《传播和世界问题的双重束缚》（1979），还合写过一本书《图书馆的未来》（2016）。麦克卢汉百年诞辰（2011）前后，他满怀深情地捍卫和发扬麦克卢汉的媒介理论，写成两本非常厚重的专著《理解新媒介：延伸麦克卢汉》（2010）和《被误读的麦克卢汉：如何矫正》（2013）。

著名的人类学家和神经心理学家特伦斯·迪肯（Terrence Deacon）欣然为《什么是信息》作序，点明洛根对麦克卢汉思想的继承：“罗伯特·洛根有志于研究信息问题的深层命题，很大一部分原因是他与麦克卢汉的合作，他们携手研究书的性质和文字的起源。因此，他留意并探索信息不那么明显的属性，这个倾向可以被视为一般传播研究的方法论延伸。”

在这本书里，洛根多次宣示自己与麦克卢汉的惺惺相惜、思想共鸣。他坦承麦克卢汉给予他的启迪，十余次征引麦克卢汉的思想和语录，现抄录几例：

一切媒介在把经验转化为新形式的能力中，都是积极隐喻。言语是人最早的技术，借此，人可以用欲擒先纵的办法来把握环境。

人的言语延伸使智能与广袤的外部世界分离。柏格森认为，如果没有语言，人的智能会全部卷入其注意的客体。语言之于智能犹如轮子之于脚和人体。轮子使人的肢体更轻盈、快速地在事物之间移动，使肢体的卷入越来越少。语言使人延伸和拓展。

印刷术的发明确认并拓展了应用型知识新的视觉偏重，提供了第一种整齐划一的、可重复的“商品”，第一种装配线，第一种大批量生产。

我们对电力技术与谷登堡技术遭遇时所产生的威胁却麻木不仁，真可谓又聋又瞎又哑。

六、各章提要

在本书序文里，迪肯用自问自答的方式肯定洛根这一宏伟工程的新奇路径：“究竟什么是信息呢？为什么清晰而透彻地回答这个问题竟然会如此艰难呢？回答这个问题，即使提出不那么精致的理论，尝试说明自我们的祖先学会说话以来，信息如何形成了一个由意义、仪式、艺术形式、价值和技术组成的看似独立的宇宙，那也是雄心勃勃的巨著。谁来迎接这一挑战呢……”

洛根中文版序介绍了本书的研究重点：

- (1) 信息只有一种形式呢？抑或有多种形式呢？换言之，信息是不变的常数、普世的形式、独立于参照系呢？抑或要仰赖语境呢？
- (2) 信息与意义、通信和组织是什么关系？
- (3) 信息是像事物的名词呢？抑或是像过程的动词呢？
- (4) 信息是物质、能量形式呢？或者相反，信息不过是一种模型？
- (5) 信息是人独有的现象吗？或者相反，非人类的生命形式也含有信息？
- (6) 在生命繁衍的过程中，信息扮演什么角色？
- (7) 信息与能量和熵是什么关系？
- (8) 信息与科学是什么关系？
- (9) 信息与媒介是什么关系？

循着这些问题，各章依次展开论述。

前两章检视信息概念的历史。第一章勾勒了全书的研究框架、三个前期研究项目、三个追求。作者坦诚地说：“本书目标宏大，我不敢说均已达标，甚至不敢说达到了初步的界定性目标。但我敢说，我在既定的方向上起步向前了。”第二章接着讲信息的相对性以及信息与物质性、意义和组织的关系，比较和批评各家的信息概念和定义，包括信息论鼻祖香农的定义。洛根写道：“我们尝试回答这样一个问题：我们是谁？我们是什么？信息抑或是肉体？我们的结论是，我们两者都是。”

第三章考察人类语言的起源和演化，以及传播与信息的关系，重温作者的三本书：《字母表效应》《第六语言》《心灵的延伸》。

《字母表效应》肯定字母表是西方文化之母。《第六语言》详解作者独创的“语言演化链”，含口语、文字、数学、科学、计算技术和互联网六种语言。《心灵的延伸》阐述语言文化是心灵的延伸。本章要点有：（1）追溯信息和心灵的关系，用“inform”一词指出“信息”的原初含义，给心灵赋形；（2）肯定语言的双重功能，并用公式予以表达：语言 = 交流 + 信息；（3）用心灵 = 大脑 + 语言的公式表示：语言和心灵是大脑的延伸；（4）批判乔姆斯基的“普遍语法”和“语言习得机制”的“硬接线”思想。

第四章考察文化、组织和信息的关系，视文化为生物有机体，确认人类文化共同现象，肯定模因是文化的复制器。

第五章讲语言、文化、科学、技术、经济与治理等符号域里的离体组织的组织繁衍。本章要言：组织繁衍是香农信息和生物信息之间的桥梁，是物质、能量、功、约束条件和信息的新的融合。

第六章借重突显论来讲解信息和组织繁衍，提出有别于洛克二元论的新二元论，回答了“何为信息”的问题，区分生物信息和符号信

息：生物信息是物质的，相反，语言文化里的信息是符号的，是一种模型。

第七章描绘直接影响人类境遇的四个场域，即生物域、符号域、技术域和经济域。要点有：（1）信息不是静态的事物，而是一个动态的过程；（2）四个场域形成共生关系，和人也形成共生关系：“它们与人形成的共生关系超乎麦克卢汉所谓的我们是谁的延伸。这些系统是我们的一部分，就像我们的器官是人体不可分割的一部分一样。没有它们，我们就不会成为完全意义上的人。”

第八章讲科学，考察信息、知识、科学和逻辑的关系，接受波普尔科学可证伪的命题。又证明复杂性和可预测性有互补关系，即类似于哥德尔定理的完整性和逻辑一致性的互补关系。

第九章用麦克卢汉的媒介定律审视书籍的未来，描绘数字信息语境下的智能书系统。

第十章研究信息与音乐、舞蹈、绘画、雕塑、摄影艺术和语言艺术的关系，包括语言表达和艺术表达的关系。语言的产生使原生感知演变为次生感知，次生感知既受口语和概念符号思维的影响，又是语言艺术和其他艺术的桥梁。

何道宽

2019年8月31日

第一章 什么是信息？——研究框架

第一节 本书背景：三个前期研究工程

本书由三个前期研究工程衍生而来，过去的几年里，我都致力于这三个工程。“什么是信息”这个问题是在我与斯图尔特·考夫曼（Stuart Kauffman）和罗伯特·埃斯特（Robert Este）的交谈中产生的，加拿大系统生物学会成立大会在渥太华落幕时，我们三人聚在一起交换意见。斯图尔特启动谈话，他问：“什么是系统生物学？”我用一个问题回应：“那不是有关生物系统的信息吗？”他回答说：“但究竟什么是生物系统的信息呢？”我们的讨论生动活跃，不到一小时就结束，我们断定，我们并不真懂生物系统里信息的性质究竟是什么。我们尝试把生物信息和克劳德·香农（Claude Shannon）的信息联系起来。结果很快就显而易见：香农的信息并不能妥帖地描绘生物信息。那一场交谈引出了本书根基的三大工程之一，成果是一篇合著的论文《组织繁衍初探》（Propagating Organization: An Enquiry. Kauffman, Logan, Este, Hobill, Goebel, Shmulevich 2007）。下文将用POE指代这篇论文。我们在这篇文章里指出，生物信息或教学信息与香农所谓的信息截然不同；与前者相关的约束机制允许生物有机体把自由能转化为功，是生物有机体能运行的基础代谢，能繁衍自

身的组织。这篇文章的研究成果在本书第二章予以介绍。这次合作研究的教益使我们注意到这样一个事实：我们几个人都不清楚信息的性质。我们希望，这个研究工程会促使其他人重新检视信息的性质。

应该指出，组织繁衍的概念是考夫曼（2000）在《调查》（Investigations）一书里率先提出的，这个概念在他的调查中发挥重要的作用。实际上，通过概括考夫曼组织繁衍的概念和语言、文化、科学、技术以及经济的关系，我开始意识到，除了香农所谓的信息和生物信息外，还有许许多多不同形式的信息。

固然，“什么是信息”这个问题是在我与考夫曼和埃斯特的交谈中产生的，但我们还需要指出，简明的书名“什么是信息”还深受埃尔温·薛定谔《什么是生命》（What Is Life Irwin Schrödinger 1944）的影响，那本书名噪一时、影响很大。

促使我思考信息性质的第二个工程是我多年不断分享的媒介环境学和语言学研究，这方面的工作始于我和麦克卢汉（McLuhan and Logan 1977）的合作，包括字母表对西方文明发展的影响研究，见《字母表效应》（The Alphabet Effect. Logan 2004a）。此外，我还尝试理解人类传播和语言的起源，见《心灵的延伸》（The Extended Mind. Logan 2007）。我还研究人类传播和语言的演化，从口语、文字、数学到科学、计算技术和互联网的演化，见《第六语言》（The Sixth Language. Logan 2004b）。这方面的研究结果将在第三章和第四章介绍。努力理解人类心灵的动力是：信息的初始意义和心灵的赋形有关系。此外，信息的形成、传递和接受也要凭借心灵的运行机制。因此，我们将考察人类心灵的性质及其与语言和文化的关系，显示语言文化起源的心灵延伸模型（Extended Mind Model）就是这方面的努力（Logan 2007）。第二个工程与“什么是信息”相关的重要成果之一是，我们显示，口语、文化、技术和经济都可以被视为生物有机体，因为它们有演化过程，有自主机制，是突现现象的表征。

与理解信息性质相关的第三个工程源于我对约翰·舒曼（John Schumann 2003a; 2003b）符号域概念的评读，以及我们两人合作的论文《符号域，概念化，语言和新二元论》（The Symbolosphere, Conceptualization, Language and Neo-dualism. Logan, Schumann 2005）。第五章讲述这方面的工作。我们把这个概念和心灵的延伸模型（Logan 2006a, 2007）的思想结合起来，提出一个表征现实的新二元论（neo-dualistic representation of reality）。第六章对新二元论作了介绍。此二元论说的是，现实含两种基本元素：（1）物质元素及其外延涵盖的物质域（physiosphere），相当于笛卡尔的“广延之物”（res extensa）；（2）语言文化思想之类的符号元素，它们没有外延，构成舒曼界定的符号域（symbolosphere），这里的符号域相当于笛卡尔的“思维之物”（res cogitans），对上帝、灵魂和精神之类的观念不置可否。我们称自己的二元论为新二元论，区别于笛卡尔的二元论，其原因就在这里；笛卡尔的二元论，含有一些不便于科学发现的概念。但显而易见的是，既有一个在空间中延展的由物体构成的世界，又有一个思想的世界，而思想的世界既没有物质性，也没有广延性。有鉴于此，我们还是启用了二元论一词。第六章还重温了我的文章（Logan 2006b），这篇文章拓展了新二元论的概念，明确纳入媒介、科学、音乐和美术。

以上三个工程的温习遍布全书。我将其作为研究信息的背景，并纳入本书，那是为了方便不熟悉我旧作的读者。想要详细理解它们的读者应该读这些旧作，我都做了详细的参注。本书的新材料基于我过去五年里的探索和著述，它们都以这样那样的方式与信息这个概念或观念有关系；我觉得这个观念很令人困惑。在过去的五年里，令我兴味盎然的基本问题都是这样表述：“什么是X”其中的“X”是信息、语言、文化、图书、心灵、利他主义、科学和生命。希望在这些问题上给读者一些启示，希望有助于他们理解语言学、传播学、计算机科学、知识管理、物理学、生物学、控制论等诸多领域使用的“信息”一

词的性质。我不敢自诩是某一领域的专家，唯一的例外是物理学，因为我有物理学博士头衔。然而，由于我是“精明的游人”、真正的跨科学者，我希望在上述领域给人以启示。

第二节 本书是什么，又不是什么

甫一落笔，我就想要读者知道，本书的目的是激发他们深入思考一个问题：我们在若干不同领域使用“信息”一词时，究竟想要表达什么意思。我不敢说在鄙人笔头涉及的一切领域都有高深的造诣，因此我不会声称，我详细检查了信息在这些领域发挥的作用。我相信，读者将会更深入地了解信息的性质，他们使用这个词、思考信息时，会更精准地把握其意义。如果系统生物学的领军人物和先驱（Kauffman 等人 2007）斯图尔特经过我们的研究能深入了解他那个领域里信息的意思，那么，生物学之外的其他专家也完全能够更深入、更好地了解他们各自领域里信息的意思。这些专家正是本书的目标受众，不过我相信，一般读者也会对这种研究感兴趣，因为信息和信息技术在他们生活中越来越重要了。

除了更深入了解信息外，本书的研究还有一个动机：我们意识到信息概念在组织繁衍里有强大的力量，可以应用于生物学之外的若干领域。我考察的领域包括总体的文化及其具体的细部，含文学、治理、经济、科学、技术、出版和创意艺术。我和考夫曼等人合著的论文POE涉猎广泛，我应用其洞见时不可能穷尽各领域文献对信息的检讨。我征引的各领域的文献限于我最熟悉的文献，是我在过去的著述中研究过的文献（参见书末文献里我的论文和著作）。我赖以支持自己假设的学者都是他们各自领域主流的学者，都很受人尊敬。

本书研究的第三个动机是跨越疆界，创造人文社科与自然科学的对话，把信息作为连接两者的桥梁。

本书是十二年研究的产物，在此期间，我有时独自研究，有时与他人合作。如上文所述，它生成于几个研究项目。从心灵延伸模型的研究中浮现出这样一个观念：语言、文化及文化单位，比如语言、技术、科学、治理和经济都可以被视为生物有机体，都在演化之中，都有自主机制。随后，我把这个理念与考夫曼等人阐述的组织繁衍概念（2007）结合起来；于是文化及其单位都被视为繁衍各自组织的生物有机体。在第七章里，我将进一步延伸这一概念，确认这些文化组织、专性寄生物（obligate symbionts）或有益寄生体（beneficial parasite）的运行方式，它们有自主机制、向信息开放、形成共生关系。最后，我调动我和舒曼合作提出的新二元论（Logan, Schumann 2005），专攻信息的物质性和非物质性问题。

本书目标宏大，我不敢说均已达标，甚至不敢说达到了初步的界定性目标。但我敢说，我在既定的方向上起步向前了。我诚邀读者判断这本书是否有用。我还恳请读者提出宝贵的意见，包括支持的和批评的意见。我乐意收到读者的电子邮件（邮箱logan@physics.utoronto.ca）。

第三节 本书布局

上文描绘了引向本书的三大工程，又适当提醒读者注意本书是什么，又不是什么。现在我们转而描述本书的其余章节。第二章至第七章展开本书的主题：描绘信息的性质，信息与人类符号文化元素的关系，这些元素如何像生物有机体一样运行。第八章至第十章以具体的事例讲解科学、书籍和创意艺术三个专题。虽然这三章并不是前面各章总体叙事的一部分，但它们却丰富了信息的概念。

第二章介绍与理解信息性质相关的问题。开篇是“信息”一词的语源分析，以《牛津英语词典》（Oxford English Dictionary，简称OED）词条为基础介绍该词使用的历史。接着追溯信息概念的历史，包括香农（1948）提出的信息论，诺伯特·维纳（Norbert Wiener 1948, 1950）提出的控制论，以及香农信息论的局限和对他信息论的批评。我们还探索信息与热力学和熵的关系，就像先前的许多物理学家一样，我们认为：信息和熵是对立概念，而不是香农暗示的平行概念。

然后，我们转向信息在生物学里的使用情况，大篇幅评述我和考夫曼等人的文章POE。我们那篇文章指明，香农的信息一说没有描绘生物信息。我们还指明，信息不是变量，但依存于参考框架或使用语境。为了说明后面这个观点，我们考察了信息与物质性的关系，又检视信息在生物系统和符号信息系统里的意义。随后我们指出，在生物系统里，在人类文化的各个方面，包括语言、技术、科学、经济 and 治理等方面，都存在信息和组织的链环。在第二章结尾，我们讨论这样一个问题：生物有机体比如人，是信息抑或是肉体？我们还讨论信息和肉体的关系。

第三章考察人类语言的起源和演化，以及传播与信息的关系，重温我的三个研究工程即三本书，它们是《字母表效应》《第六语言》《心灵的延伸》。

《字母表效应》假设，拼音字母表、成文法典、一神教、抽象科学、演绎逻辑滥觞于底格里斯河与爱琴海之间的狭长地带，兴起于公元前2000年至前500年之间，在互贸互动的民族间产生。提出这个假设的目的是要解释：虽然很多技术起源于古代中国，但为什么抽象科学却始于西方。

《第六语言》设想，语言既是传播媒介又是交流工具，口语、文字、数学、科学、计算技术和互联网构成一条语言演化链。

《心灵的延伸》认为，从基于感知的心理过程到基于概念的思维过程分叉时，语言随即发生，那是为了应对因工具制造、火的掌握而产生的人类生活的复杂性，是大型社群生活的需要，是为了利用灶台、大型狩猎的和采集的生活，是为了利用非言语的模仿性交流；为了协调以上诸种活动，语言的需求自然产生。这本书还检视莫滕·克里斯琴森（Morten Christiansen 1994）和特伦斯·迪肯（Terrence Deacon 1997）的假设：语言可以被视为生物有机体、专性寄生物，处在演化中，所以很易于儿童学习。这个假设使我们不必援引诺姆·乔姆斯基^[1]（Noam Chomsky）的理论：语言习得机制和普遍语法嵌入了人脑，这可以解释儿童为何可自动学会语言。

第四章考察文化、组织和信息的关系，利用《心灵的延伸》的论述（第2—4章）。克里斯琴森把语言视为有机体的论点可以被延伸为对文化的论述。我们设想，作为有机体的文化的演化容易学习，因此，鉴于人类认知结构的普遍性，唐纳德·布朗（Donald Brown 1991）记述的人类文化的共同现象就不该令人吃惊。

第五章把POE的研究结果与第三章和第四章论述的一个观点结合起来，这个观点是：语言、文化、技术、经济与治理和科学可以被视为有机体，它们演化，繁衍组织，呈现突现现象。我们还证明，这一切人类信息系统也像有机体那样运行，表现为考夫曼在《调查》（2000）一书里确认的三种类似有机体的特性：

（1）它们常恒不断地探索邻接的可能性；

（2）它们使自己的种类最大化，从而遵循考夫曼假定的热力学第四定律；

（3）它们是自建构系统。

第六章考察突显论和二元论观念在信息和组织繁衍语境下的交叉；在生物域里，信息和组织繁衍有物质实例展示；在符号域里，信息和组织繁衍没有物质实例展示。我们证明，菲利普·克莱顿（Philip Clayton 2004）在《心灵与突显：从量子到意识》（Mind and Emergence: From Quantum to Consciousness）里展示的突显论和二元论的冲突，可以用洛根—舒曼的新二元论（2005）来消解。上文已对我们这个观点作了介绍。

第七章描绘四个场域里直接影响人类境遇的信息内容，这个四个场域是生物域、符号域、技术域和经济域。然后，我们对四个场域的构造成分，即生物有机体、语言和文化、技术、经济与治理组织进行比较，看看它们在以下诸方面不同的运行方式：

（1）包含信息；

（2）突显与演化；

（3）形成自主机制；

（4）向能量和信息开放；

(5) 在自己的领域里达成共生关系，同时与其他领域里的构造成分达成共生关系。

第八章考察信息、知识、科学和逻辑的关系。我们描绘科学的局限，描绘“我们将证明X正确”这句话在使用上的细腻微妙。基于波普尔的科学命题可证伪的标准，我们推出一种语言分析和一种形式化数学证法，名曰不可证定理（Non-probativity Theorem），目的是要证明：科学不可能证明任何命题的正确性，只能提出各种假设，需要不断为新的观察领域提供经验证明。命题正确性的证据只寓于数学和逻辑，不寓于科学。我们展示一些历史案例，说明科学如何不得不修正曾经被视为绝对不可动摇的理论和方法论；一个例子是，线性动力学如今被视为异常，非线性动力学反而被视为规范。我们证明复杂性和可预测性有互补关系，就像在海森伯（Heisenberg）的不确定性原理里，粒子的位置与动量有互补关系一样。此外，复杂性和可预测性的互补关系类似于哥德尔^[2]定理（Gdel's Theorem）语境下的完整性和逻辑一致性的互补关系。

第九章审视数字信息语境下书籍的未来。我们断定，尽管有书籍过时的种种预测，但其未来前景看起来是光明的。我们描写书籍演化的未来，描绘智能书系统。在这样的系统里，传统书和带射频识别智能标签（RFID smart tag）的电子书融合为一，成为一个可以阅读、可以搜索、可以联网的智能系统。

第十章研究信息和传播的非语言形式的起源和性质，这样的非语言形式是艺术表达的固有特色；我们通过音乐、舞蹈、绘画、雕塑和摄影来予以考察。我们还考虑语言表达和艺术表达的关系。我们相信，这一关系是由次生感知（secondary perception）产生的。所谓次生感知是受口语和概念符号思维影响的感知。我们指出，概念化的信息处理性能造成了艺术表达的不同形式。

【注释】

[1] 诺姆·乔姆斯基 (Noam Chomsky, 1928—), 美国哲学家、20世纪最伟大语言学家之一, 著有《句法结构》《生成语法》《语言与心灵研究的新方向》等。

[2] 库尔特·哥德尔 (Kurt Gdel, 1906—1978), 数学家、逻辑学家和哲学家, 证明了形式数论系统的“不完备定理”, 公开发表的论著不多。

第二章 什么是信息？——为何信息是相对的概念？信息和物质性、意义和组织是何关系？ [\[1\]](#)

我们提出了一个离散的信息源，将其视为一个马尔可夫过程（Markoff process）。试问，我们能界定一个量，一定程度上能计量这样一个过程能“生成”多少信息吗？甚至能计量信息以什么速度生成吗？

——香农（1948）

有效生存就是信息充足的生存。

——维纳（1969）

信息是造成差异的特色。

——麦凯（1969）

信息是造成差异的差异。

——贝特森（1973）

信息.....在自然选择中.....生成，这是组装束缚条件以释放能量的过程，如此构成做功的过程和组织繁衍的过程。

——考夫曼等人（2007）

第一节 导语

将以上五个现代的信息定义并置，我们就看到在达成对信息的理解时我们将面对什么问题。香农的定义常常是数学概念，缺乏意义或语境。在《给信息放放气》（Deflating Information）里，贝恩德·弗罗曼（Bernd Frohmann 2004, p. 103）针对香农和韦弗的著作写道：“他们对信息的解释从理论上和数学上看是严谨的，但那不是用具像语词解释信息。”对一些人而言，信号—噪声比的信息分析完全规避了意义的概念，这一点广为人知。在维纳的控制论信息观念的定义里，我们看见，信息担当了功能的角色。麦凯和贝特森的两种定义都批评香农的信息观，指出它不考虑意义。考夫曼等人（2007）的定义纳入了生物信息的物质性及其与组织的关系，这是两个不见于香农定义的特征。

我们首先考虑信息概念的发展历程，从最初的英语用法到著名信息论之父香农的正式表述（1948），再到维纳控制论里的表述（1948, 1950）。然后我们研究麦凯（1969）和贝特森（1973）对香农信息表述的批评。他们坚持认为，信息不只是若干涉及意义的比特。同时，像先前的许多未来学家一样，我们考察信息、能量和熵的关系，认为信息和熵是对立的现象，而不是香农暗示的平行现象。

之后，我们考察，与人的心灵密切相关的信息概念是如何引入生物学的。我们看生物学家如何考虑遗传信息的代代相传，看他们如何考虑信号在生物有机体里传递。

随后，我们重温考夫曼等人（2007）的论文。我们指出，香农笔下的信息概念不能描绘生物有机体体内的信息。我们引入了信息相对

性的概念，使人豁然开朗，我们所考虑的信息取决于信息生成和使用的语境：其生成和使用的场所和方式。

再往后，我们考察在信息论、控制论和系统生物学里，信息与意义和物质性是何关系。最后，我们研究信息和组织的关系，并指出，在生物系统里，信息和组织是紧密连在一起的。我们还要确认，信息与组织在人类文化的各个方面均有类似的紧密联系，语言、技术、科学、经济和治理等方面莫不如此。

本章结尾讨论，生物有机体包括人类在什么程度上是肉体，在什么程度上是信息。

第二节 信息概念的源头

我们从历史概览着手，从词源看信息概念的发展过程。查《牛津英语词典》发现，英语里“信息”一词最早出自乔叟（Chaucer）手写的一份报告：“Whanne Melibee hadde herd the grete skiles and resons of Dame Prudence, and hire wise informacions and techynges”，通过法语由拉丁转借而来，由“inform”（意为赋形）加词尾“ation”（指明其表动作“action”，为名词）。这个最早的定义指向心智的训练或形塑。

这就是信息一词被赋予心灵形式的理念，是我展开论述信息的钥匙。信息不是事物，而是过程；借此过程，心灵得以形成，被赋予形式。因此，信息与意义密切相关，而意义并不是寓于发送者传递的信息里，而是寓于信息接收者的脑子里。我们日常用语里所谓的信息实际上是符号；只有对接收者有意义的符号才构成信息。

时序上的第二个信息概念即知识的传播出现在1450年之后。

“Lydg. & Burgh Secrees 1695 Ferthere to geve the Enformacioun, Of mustard whyte the seed is profitable.”

至于信息可在无生命物质里储存、迁移或传播的概念和信息作为数学界定量的概念，都是20世纪后才出现的。

《牛津英语词典》列出抽象信息概念的两个源头，表明信息可在无生命物质里传递或储存：

1937年，Discovery Nov. 329/1。“全部的困难存在于电视图像里，换言之，正如工程师们所云，困难存在于给定时间里传输的信息

量。”

1944年, Jnl. Sci. Instrum. XXI. 133/2. “用穿孔卡片把信息传递给机器。”

《牛津英语词典》援引R. A.费希尔 (R. A. Fisher) 1925年的文章, 指其为信息概念数学化的首例:

我们所谓的误差曲线固有的准确度同样可这样来设想: 这种分布里一次观察的信息量.....如果 p 属于任何一类观察里的概率, $S\{ (m/\theta)^2/m \}$ where $m = np$ 样本里的信息量就是任何一类观察里的期待 (θ 就是其中的参数)。(Fisher 1925)

《牛津英语词典》的另一个词条援引信息数学化的早期成果, 即哈特利 (1928, p. 540) 文章里的一句话: “我们所做的工作就是把可能的符号序列的对数视为信息的实际计量。”有趣的是, 费希尔和哈特利预示了香农的信息概念: 信息只不过是独立于意义的符号串的概率。

第三节 香农信息论的诞生

虽有上文所述费希尔和哈特利的早期研究成果，但现代信息研究的理论成果还是归功于香农（1948），他被视为信息论之父。他把信息定义为发送者传递给接收者的讯息。他在贝尔实验室工作，想要解决以最佳效果为信息编码的问题。他以概率为基础给信息赋予数字或数学价值，用熵来界定概率，因而熵常被称为香农熵。香农的信息和信息发生的概率成反比。信息则用0和1的符号串形式来编码，或者用字母数字来编码。香农（1948, pp. 392—394）的计量表述如下：

我们把离散的信息源表述为一个马尔可夫过程。那么，我们是否能在一定程度上界定一个信息量呢？换言之，这个过程能生成多少信息，能以什么速度生成信息呢？假定我们有一系列可能的事件，其发生概率是 $p_1, p_2, \dots, p_n$ 。这些概率均为已知量，至于哪一件事会发生，这只是我们所知的全部信息。我们能找到一种计量尺度来确定在特定事件的选择上，我们有多大的“选择”呢？如果有这样的计量，比如 $H(p_1, p_2, \dots, p_n)$ ，我们就能说， $H = -\sum p_i \log p_i$ 是一套概率（ $p_1, \dots, p_n$ ）的熵吗？ H 这个量有一些有趣的特性，这些特性进一步例证了选择或信息的合理计量尺度。

有人说，香农不知道如何给这个计量尺度命名。冯·诺依曼（von Neumann）建议他称之为“熵”，因为没有人知道其意义，这会使香农在任何辩论中都占有优势（Campbell 1982, p. 32）。“熵”一词的选用受到杰弗里·威肯的批评（Jeffery Wicken 1987, p. 183）。杰弗里·威肯认为，科学术语只能有一种意义。埃里克·施耐德和多里昂·萨根（Eric Schneider, Dorion Sagan 2005）在热力学和信息论里都参用了“熵”这个词，同时又说这个词引起混乱。他们写道：“热力学和信息论没有简单的对应关系。”

第四节 信息与熵的关系

通过热力学去理解引擎的效率，这样的探索使T.克劳修斯（T. Clausius）提出“熵”的概念，将其作为能量的机械不可用性的计量，或不能转化为可用功的计量。他用的德语词是Verwandlungsinhalt（译为英语大致是“转化内容”）。随后，他又新造一个词“熵”，用希腊词τροπή (trope) 比喻，意为转化，再加上前缀“en”，生成entropy，因为他觉得，energy和entropy两个词联系密切。从entropy的词源看，我们大致可以将其译为“能量转化”。他觉得有必要界定“熵”，因为宇宙的能量保存下来，熵却在不断增加。

熵和概率的关系是玻尔兹曼（Boltzman）统计力学的研究成果，这是为审视热力学另辟蹊径。玻尔兹曼研究认为，气体的熵与 W 的对数成正比， W 是热力学变量压力、温度和容量的等量价值。在玻尔兹曼推导的公式 $S = k \ln W$ 里， k 是玻尔兹曼常数，给香农灵感，使香农用“信息熵”来表达讯息的信息内容计量，虽然符号和事实有差异：比例常数即玻尔兹曼常数具有能量÷温度的物理维度。

物理学家提出的熵和信息的关系产生于对麦克斯韦妖（Maxwell's demon）的思考，与香农提出的关系是对立的。1867年，麦克斯韦设计了一个理想实验与香农的信息概念对立：一个妖怪站在充满气体的两个屋子之间的门口，容许快速移动的分子从一间屋进入另一间屋，造成两间屋的温差，如此，可做功就可以从违背热力学第二定律中获取。

1929年，利奥·西拉特（Leo Szilard）分析麦克斯韦妖造成的问题：为了获得所需的信息，这个妖怪使其他地方的熵增值，以便使净

熵值不减少。他指出，该妖怪只能暂时减少熵，因为它拥有信息，而抓取信息的代价是熵的增值。这并不违背热力学第二定律，因为信息的获取使熵的增值大于信息所表示的熵的减少。西拉特的分析使人必然得出这样的结论：熵和信息是对立的。他还指出，麦克斯韦妖并不是正面的，这是因为它获取信息的办法是：挑选快速运动的分子、把慢速运动的分子拒之门外。既然信息获取的代价是熵的增值，信息就产生净负熵。西拉特之后，吉尔伯特·N.路易斯也发现信息和熵的相反关系。他写道：“熵的增加总意味着信息的减少。” (Gilbert N. Lewis 1930, p. 573)

薛定谔 (1944, pp. 71—72) 也明确引入了负熵的概念：

每一个过程或事件——无论你称之为什么——自然界运行的一切都意味着它所在场所里熵的增加。因此，有机体不断增加其熵值，即产生正熵，倾向于接近最大值熵的危险状态，即死亡的状态。只有不断从环境吸取负熵，它才能超然于这个危险的状态，才能生存——一望而知，这必然是正面的状态。有机体赖以生存的东西是负熵。如果不那么自相矛盾地说，基础代谢的精髓是：在其生存期间，有机体成功地摆脱它不得不生成的熵（第六章）。

维纳 (1950) 和里昂·布里渊 (Leon Brillouin 1951) 都采纳了香农给信息的定义及其与熵的关系，唯一的例外是其中对符号的定义，这大概是受到西拉特 (1929) 和薛定谔 (1944) 影响的结果。

维纳写道：信息是“负熵”；它表达目的 (1948) 。

讯息本身是一种形式和组织。实际上，把讯息视为包含熵的集合，就像外部世界里状态的集合一样，这是可能的。就像熵是组织解体的计量一样，一组讯息所含的信息是组织解体的计量。实际上，把讯息所含的信息解读为其熵的负值，解读为其概率的负对数，也是可能的。换言之，讯息的概率越大，它送出的信息就越少 (p.39) 这种信息量不同于代数符号和可能的数值因子表示的熵。

布里渊（1951）还写道，生命系统输出熵以维持自身熵的低水平。他用“negentropy”而不是用“negative entropy”来表达“负熵”，描绘信息。

维纳和布里渊把熵和信息视为对立现象，把信息视为负熵，其理由源于自然界的一个趋势：系统移入较大的无序状态，即增熵的状态，因而含有较少信息的状态。考虑这样一个系统，其状态含有限的形貌或微状态，而所有微状态又相当于其宏观状态。根据热力学第二定律，自然的趋势是：相当于系统宏观状态的微状态数量要增加。因为微状态随着时间的推移增加，所以我们不知道系统处于哪一种状态；随着微状态数量的增加，我们对系统的了解随之减少。因此，随着熵的增加，系统的信息量随之减少，所以熵是负信息，信息是负熵。换言之，热力学第二定律告诉我们：系统A演变为系统B时，系统B拥有的冗余或同等微状态就多于系统A；既然系统所处的不确定性增加，我们对系统的了解就随之减少。

维纳和布里渊用负号表示信息和熵的关系，相反，香农用正号表示两者的关系。

凯瑟琳·海尔斯（Katherine Hayles 1999, p. 102）指出，这样的区分虽然有点武断，却产生了耐人寻味的冲击。注意到香农所用的正号，她指出：“把熵等同于信息的想法可以被视为关键的交叉点，因为这使人把熵重新构想为热力学引擎，驱动系统走向自组织，仿佛是把熵视为驱动世界走向死亡的热机。”至于对维纳的评述，她写道：“生命是负熵的一座孤岛，位于无序的汪洋大海中。”（1999, p. 102）

尽管香农和维纳赋予信息的符号有所不同，而香农受到维纳著作的重要影响，表现在他（1948）对维纳思想的谢辞中：“我还要感谢维纳教授，他对平稳集（stationary ensembles）过滤和预测问题的优雅解决方案在这个领域里对我产生了重大的影响。”他还在该谢辞第三部分的一个脚注里表示对维纳的感谢：

通信理论在基本哲学和理论上都深受维纳的影响。他那篇经典的NDRC报告《平稳时间序列的内插、外推与平滑》(The Interpolation, Extrapolation and Smoothing of Stationary Time Series. Wiley, 1949) 率先提出明晰的通信理论, 将其视为统计学问题、时间序列的运行研究问题。虽然那篇报告主要研究线性预测和过滤问题, 但和我们这篇文章形成重要的并行关系。在这里, 我们还要提及维纳的《控制论》(Cybernetics. Wiley, 1948), 他那本书论述通信和控制的一般问题。

第五节 麦凯的反转：香农信息的意义何在？

根据香农的论述（1948, p. 379），他的信息定义并不和意义产生联系。

通信的基本问题是在某一点上准确或大概复制在另一点上选择的讯息。讯息常常是有意义的。换言之，它们根据某一系统指涉某些物理实体或观念实体，或与之有关联。通信的语义方面和工程问题没有关系。语义的方面是，实际的讯息选自于一套可能的讯息。

韦弗为香农的《通信的数学原理》（A Mathematical Theory of Communication）作序，他同意香农的论述。他写道：“‘信息’和‘意义’没有关系’，虽然它的确描绘一个‘模型’。”香农又暗示，以讯息为形式的信息常含有意义，但意义并非界定信息的必要条件。所以没有意义的信息是可能存在的，无论那意味着什么。

信息科学界并非人人都喜欢香农的信息定义。香农提出该定义后三年，麦凯（1951）在第八届梅西会议（the 8th Macy Conference）提出理解信息性质的另一条路径。1946年至1953年间召开的论控制论、系统论、信息和通信的一系列梅西会议影响很大。在这些会议上围绕韦弗新提出的控制论和香农早前提出的信息论，参与者展开了激烈的争论，他们是一批令人神往的著名跨学科学者，包括沃伦·麦卡洛克（Warren McCulloch）、沃尔特·皮茨（Walter Pitts）、贝特森、玛格丽特·米德（Margaret Mead）、库尔特·卢因（Kurt Lewin）和冯·诺依曼。麦凯称，他看不到“通信工程里所用的信息概念与我们今天会议讨论的要义有什么密切的关系……这里的问题与其说是寻找最佳的符号编码……不如说是决定发送什么、向谁发送的问题”。他说，信息应该定义为“接收者心态的改变，因此信息有意义”，信息的定义不应该

仅限于发送者的信号 (Hayles 1999b, p. 74) 。信息独立于其意义或语境的概念就像是观赏脱离背景的外形。背景一变，外形的意义随之而变。

香农把信息界定为模型或信号的立场最终占据优势。麦凯定义的问题是，意义不能计量或定量。结果，香农的定义胜出，从此改变了信息论的发展。香农相比麦凯的优势是，他把信息定义为信号，而不是意义，因此他有能力把信息数学化，并证明一般的定理：独立于媒介并带有信息的定理。香农把电信工程和数学结合起来的理论后来定名为信息论。具有讽刺意味的是，《牛津英语词典》举例说明“信息论”的初始源头时，引用的是麦凯在一篇文章提要里的一句话，那篇文章发表在1950年3月的《哲学杂志》 (Philosophical Magazine) 上。

香农定义信息的动机是创造一种工具，以分析如何增加通信时信号对噪声的比率。同意麦凯立场的人抱怨，香农的信息定义不能充分描绘通信。香农不予赞同——“他常常告诫人们说，理论意在应用于某些技术情境，而不是通用于通信” (Hayles 1999b, p. 74) 。他承认，他的定义完全独立于意义，但他又坦承他研究的通信线路上传输的信息常常是有意义的。在贝尔实验室原创的一篇论文里，有他这一段话为证：

通信的基本问题是在某一点上准确或大概复制在另一点上选择的讯息。讯息常常是有意义的。换言之，它们根据某一系统指涉某些物理实体或观念实体，或与之有关联。通信的语义方面和工程问题没有关系。语义方面是，实际的讯息选自于一套可能的讯息。系统的设计必须是为了一切可能的选择运行，而不是为了实际选中的某一选择运行，因为起初设计时，这个特定的选择尚不为人所知。如果集合里的讯息数是有限的，这个数字或它的任何单一函数就可以被视为信息的计量，这个信息量是由讯息的集合中挑选的某一讯息产生，而一切可能的选择都可能是同等的。(Shannon 1948, p. 379)

香农要求，可能选择的数目是有限的，而我们考察生物信息时，这将是关键的问题。我欣赏香农对自己信息定义的坦诚，他的设计是

要处理他所面对的工程问题。他很清楚，他的定义并不是独一无二的定义，只不过是适合他工程要求的定义。在《信息格理论》（The Lattice Theory of Information. 1953）的摘要里，他写道：

在信息论场域里，“信息”一词被赋予了太多不同的意义。可能，在某些应用里，至少其中一部分将被证明是并非充分有用的，不值得进一步研究，得不到永久的承认。不能指望，独一无二的信息概念能令人满意地解释信息论领域的许多可能的应用。本文勾勒信息论的一个新路径，旨在分析某些通信问题；在这里，许多信息源在同时运行。

我觉得非同凡响的是，他自己承认范围局限的信息定义成为标准，且几乎一切形式的信息都用他这个定义来判断。有一些香农信息定义轻微的变异，比如安德列·柯尔莫哥洛夫（Andrey Kolmogorov）的定义，那是用来计量最短的0和1字符串的定义，用于达成编程效果，以便在计算机或图灵机上显示文本。香农信息这些略有变异的表述被当作权威的信息定义，除了少数批评家之外，几乎被所有人所接受。

在以上的香农引语里，我突出被选和选择两个词，以突显一个事实：香农的信息定义必然和前定的一套数据有关，而这些数据未必有任何意义。麦凯利用香农定义的选择因素，将其和自己的定义区别开来；不同于香农的是，他的定义明确包含意义。但他也不得不捍卫自己的定义，反驳指责他主观的抨击。

麦凯反驳的第一个举措是解救信息，使之摆脱影响接收者心态的“主观”标签。他提出，香农和巴维拉斯（Bavelas）都关注他所谓的“选择性信息”：即考虑从一组讯息成分中挑选信息时所计算出来的信息。但选择性信息还不够充分；另一种所谓的“结构信息”还是需要的。“结构信息”显示如何理解“选择性信息”。“结构信息”是如何解读一条讯息的讯息，一种所谓的元通信（metacommunication）。（Hayles 1999a, pp. 54—55）

结构信息若要成功解释选择性信息或香农信息，它就必然涉及语义学和意义。它关注的是信息对接收者头脑的影响和冲击，因此它就是自反性的。结构信息和语义学及语用学有关系，语用学试图在句子

直解和说话人或书写人有意传达的意义之间架起一座桥。相反，香农信息和语义学或语用学没有特别的关系。香农信息只关心訊息的文本，不关心发送者意向，也不关心接收者的解读。

抗拒麦凯信息概念的部分原因是，其定义含有主观性，正统科学家的理论不能忍受主观性。香农信息阵营不考虑人类信息交流还有主观性的事实，他们忽略信息和通信里这个基本元素。步入逻辑结论时，这种态度把科学局限于不涉及主观性的领域，永远把语用学和其他社会科学打入非科学分析的另册。然而如果根除科学、社会研究里的主观性，社会科学的表述本身就是自相矛盾的。

这就提出一个问题：主观性是否可以研究。我要说，我们需要一种平行于量子物理学的路径。亚原子粒子的测量改变了它们的运行态，需要量子力学来予以表征，包括海森伯的不确定性原理的表征；同理，为了主观性的科学研究，我们需要类似的方法论——我将其称为量子修辞。毕竟，传播学和媒介环境学只不过是研究一组主观人与另一组主观人如何交流。香农成功地把主观性驱逐出通信，对他研究的工程目标，那是不错的。我完全尊重他，他总是告诫人们说，他无意把自己的信息定义当作传播理论。但有些人误用了香农的成果，延伸过度。

第六节 信息：造成差异的差异

香农脱离意义的信息概念成了信息论的核心主题，但麦凯的反转并非没有影响，结果，人们看待信息就产生了一点小小的偏移。无疑，读者熟悉贝特森（1973, p. 428）非常著名的信息定义：信息乃“造成差异的差异”（the difference that makes a difference）。深埋在这句精炼定义里的概念是：造成差异的是信息的意义。人们把这个概念归功于贝特森，但情况可能是这样的：他受麦凯的影响。此前四年（1969），麦凯就在《信息、机制与意义》（Information, Mechanism and Meaning）一书里写道：“信息是造成差异的特色（Information is a distinction that makes a difference.）。”贝特森、麦凯和香农都出席了梅西会议，贝特森熟悉麦凯的思想。麦凯定义里的“特色”比贝特森定义里的“差异”与“意义”的关系更紧密。具有讽刺意义的是，指出香农信息定义缺陷的麦凯率先使用“信息论”一词，并率先指出，信息的重要性在于其意义，意义造成差异。麦凯是造成差异的学者，他的功劳大于他通常得到的赞誉。

另一个含有意义概念的一句话定义是弗雷德金作出的，我想把它和麦凯、贝特森的定义归入志趣相近的一类。他写道：“信息的意义是解释信息的过程赋予的。”这个定义很有趣，因为它清清楚楚地包含这样一个概念：信息依靠语境。

如果信息是造成差异的特色（麦凯）或差异（贝特森），那么，如果没有特色或差异，就不会有信息。这就意味着，混沌或随机数不含有信息，因为数字流的一部分没有差异或特色，与之相对的是缺乏组织的另一部分数字流。这个结果和香农的结论截然相对；香农称，随机数字流含有最大限度的信息。一方面，每个元素都不同于下一个

元素，都全然是意外，这是真的；另一方面，混沌和随机性的总体模型又是相同的，随机数字流其中并无特色，亦无差异，这也是真的。在同样温度、压力和体积条件下的气体保持稳定，却又在时常变化，但人们并不能区分气体在此一时刻和彼一时刻的差异。气体在这两个时刻运行的方式并无差异。你能察觉到的唯一信息是气体的体积、压力和温度，这是不会变的。这样的气体不能做功。然而如果这个体积的气体里有温差，就可以从气体里提取功；由于温差组织的方式，气体里就有信息。这就提出了一个问题：组织是不是信息？在本章介绍生物系统信息的性质后，我们将回到这个问题。

第七节 生物系统里的信息

早在1925年，费希尔就论及作为一种抽象的信息概念，1948年，香农把信息形式化。不久，生物学家开始谈论信息。1953年，《牛津英语词典》列出生物学最早使用信息一词的两个例句：

1953 J. C. ECCLES Neurophysiol. Basis Mind i. 1: “我们可以说，一切‘信息’都是以神经冲动编码的形式在神经系统里传导的。”

1953 WATSON, CRICK in Nature 30 May 965/2: “长链分子里可能有许多不同的序列，因此，碱基的准确序列就是承载遗传信息的密码。”

这个语境里信息的使用不是费希尔和香农那种信息的数学化，而是被定性地认为能传输或传递给有机体里的某种东西，或者是以核酸系列序列形式储存在机体里的东西。

第八节 作为组织繁衍的生命

考夫曼（2000）将自主行事并繁衍组织的行为体（或有机体）定义为：完成一次以上热力循环周期的集体自催化系统。有机体里的信息和香农信息论处理的信息是何关系？虽然系统生物学和生物信息学近年很重视生物系统，但这个问题并不是很清楚的。为了考察这个关系，我们一组同仁挑起这个担子，去研究生物系统里信息的性质和流动。研究结果是我和考夫曼等人发表的论文POE。我们说明，香农信息不能用来描绘生物系统里的信息。我们还证明，信息不是独立于参考框架的不变量。

我们认为，香农（1948）将信息作为不确定性减少的量，这个经典定义不适合自组织繁衍的生物系统。文章的论点是，香农信息“不能应用于生物域的演化”，因为达尔文的预适应是不能预测的，因而“可能性的集合及其熵是不能计算的”（Kauffman等人 2007）。因此，“信息乃不确定性减少的量”的定义没有道理，因为无论你从生物系统的信息里了解到多少东西，其中的不确定性始终是无限的，因为能演化的可能性是不可数的、无穷多的。香农下定义时，他明确指出，讯息数必须是无限的。

我们界定一种新形式的信息，而不是界定香农信息，我们称之为学习信息或生物信息。

我们研究的不是香农信息，而是研究约束条件或边界条件。信息量与约束条件的多样性和过程的多样性相关。迈出这一步时，我们把信息概念嵌入了生物域正在进行的过程，因为它们和生物域里正在展开的事情有因果关系。因此我们断定，约束是信息……信息是约束……我们用“学习信息”来表达这个概念，因为这种信息行使教育功能，有时我们称之为“生物信息”，因为这是它起作用

的领域，和人类通信系统或计算机信息系统不一样，香农信息是在那些系统里运行的。（Kauffman等人 2007）

有机体是开放系统，冯·贝塔朗菲（von Bertalanffy 1968, p.149）将其“定义为这样一个系统，它与环境交换物质，呈现出进口和出口，建立和打破其物质成分”。因此，学习信息或生物信息可以定义为能量和物质交换的组织。

我们在POE里指出，作为学习信息的约束条件是细胞运行组织繁衍的必备条件。

在一定意义上，细胞的运行机制是一个复杂的约束条件或边界条件网络；一定程度上，这些条件指令事件的发生，或使之发生。重要的是，细胞里的繁衍组织是作为学习信息的约束条件的结构融合，是做功能量的释放，是信息复制建设里的功的使用，是其他结构建设里的功的使用，是作为学习信息的进一步约束的建设。这种学习信息进一步约束能量的多种释放方式，这一切繁衍过程的组织完成了任务的关闭，细胞的复制得以完成。（Kauffman等人 2007）

在POE里，我们把生物信息或学习信息与环境联系起来，使生物环境因子得以繁衍。这和香农信息定义对立，和另一种观念也是对立的：和有机体里的有结构、有组织的有机化学物群组相比，有机化学物随机群组里的香农信息更多。

然而，生物主体具有的意义多于生物汤的意义。具有更多结构和组织的有机体具有较少的香农信息。在直觉上，这和生物学家对有机体的理解是相悖的。因此我们断言，用香农信息描绘生物系统是行不通的，这样的描绘简直就是一个分类错误。有机体之所以有意义，那是因为它是一个自足自立的行为体。有机化学品的随机溶液既没有意义，也没有组织。（Kauffman等人 2007）

POE一文的分析揭开了一个关键事实：香农信息可以独立于意义去定义，而生物信息或学习信息与有机体的组织紧密相连。因此我们认为，系统里的组织是一种信息，这样的信息概念比香农信息更具活力，因为香农信息只不过是一串符号或比特而已。

根据香农的信息定义，电话线上传输的随机数比同一线路上传输的偶数具有更多的信息。听见2、4、6、8、10、12以后，脑子好使的人都能正确猜出来，接下来序列里的数字是什么。随机数没有组织，偶数组织严谨，香农信息相关的神秘性因此加深，所以你就不得不反直觉地断定，在香农的事物图景中，信息和组织是相左的。

香农这个观点与系统生物学家的信息概念全然是矛盾的，系统生物学家认为，有机体含有信息。由于这样的组织繁衍功能，有机体能生长和繁衍，考夫曼（2000）在《调查》一书中指出有机体这一机能。从香农信息和生物信息的矛盾看，我们觉得大概不止有一种信息，这种信息不是相对论里光速那样的不变量，光速不随参考框架而变化。我们还看到，香农的信息定义可能有局限，也许不代表信息的普遍观念。毕竟，香农把信息构想为信息熵，目的是要解决一个具体的问题：提高通信线路的效率，即提高信号传输里的信号对噪声的比率。

第九节 信息的相对性

在《独立于学科的信息定义》（A Discipline Independent Definition of Information.载美国《信息科学会杂志》），罗伯特·M.洛西（Robert M. Losee 1997）给信息下了这样的定义：

信息可以定义为过程输出的特征，这些特征透露过程和输入的信息。这个不依赖学科的定义可以被应用于一切领域，从物理学直到认识论。

这个定义似乎显示，信息一词一般被认为是某种整齐划一的数量或质量，在它描绘的一切领域和现象里始终如一。换言之，信息就像光速，是不变量，在一切框架里维持不变。如果被追问什么是信息，大多数当代信息技术专家或哲学家都会回到香农的信息定义。有些人甚至还要抬出贝特森的定义：信息是造成差异的差异。大多数人都没有意识到，香农的信息定义和贝特森的信息定义是互相抵触的。香农信息不造成差异，因为它和意义毫无关系，只不过是一串符号或比特。相反，我们发现，贝特森的信息定义更准确地说应该叫作麦凯的信息定义，它是全然有关意义的定义。如此，我们就来到第二个意外的发现：信息相对性。信息不是光速那样的不变量，信息有赖于它被使用的参考框架或语境。

在POE里，我们发现，香农信息与生物信息或学习信息截然不同。信息不是绝对值，有赖于它被使用的语境。对通信信道工程而言，香农信息是完美有用的工具。柯尔莫哥洛夫信息被定义为描绘一个程序或文本所需的最低限度的计算资源，与香农信息相关，对图灵机的信息压缩研究有用（Shiryayev 1993）。另一方面，生物信息或学习信息不是香农信息或柯尔莫哥洛夫信息的近义词。正如我们在

POE一文里所示，描绘生物系统及其组织繁衍的唯一方式是生物信息或学习信息。

信息是工具，作为工具的信息有不同的形式，亦如螺丝刀并不是都一个样。螺丝刀有各种不同的形式：槽形、方形、菲利普形——取决于它们所要用的环境。信息的种类也可以这样说。麦凯区分两种主要的信息：未必和意义挂钩的选择性信息；具体和意义挂钩的结构信息。香农信息是要处理通信里符号对噪声的比率，柯尔莫哥洛夫信息意在测量信息内容，比如图灵机上算法的复杂性。相反，生物信息或学习信息是一种结构信息。DNA信息不像香农选择性信息那样固化，而是像麦凯结构信息那样取决于语境，结果，相同基因型产生不同的显性信息，这取决于环境或语境。

如麦凯和贝特森所论，信息有质化的一维，香农—韦弗信息的质化模型或柯尔莫哥洛夫的多维信息定义都未能把握这质化的一维。香农和柯尔莫哥洛夫捕捉到了量化的一维，麦凯和贝特森捕捉到了意义质化的一维，但你也可以想象其他的维度。

我回应约瑟夫·布伦纳（Joseph Brenner）的“信息交流基础程序清单上的留言”，说他描绘的信息有趣、有启发性、好玩。他引用柯尔莫哥洛夫的另一个信息定义：“在给定的一系列事件的概率分布上引起变化的运算符。”布伦纳所谓的信息改变了我的认识。柯尔莫哥洛夫这个定义捕获了他以前定义里不曾有的真实性；他以前那个定义里没有真实性，其表述是：信息是“描绘一个程序或文本所需的最低限度的计算资源”。因此我们断言，信息不仅有相对性元素，而且是多维的、不是单维的，不像香农信息那样只有一个维度。

虽然我们在POE里介绍了信息相对性的概念，我们当时并不知道尼古拉斯·扎内斯（Nicholas Tzannes 1968）早就提过类似的概念。他“想要下的定义是，信息意义随语境而异……指出：香农和韦弗用何为信息的语词定义信息，而麦凯用信息做什么的语词来定义信息

(Hayles 1999a, p. 56)。“香农和韦弗的信息形式是名词或事物，麦凯的信息形式是动词或过程。我们把学习信息或生物信息与麦凯挂钩，而不是与香农挂钩，因为那样的信息是一个过程，因为DNA、RNA和蛋白质不是信息“事物”，它们催化“过程”和行径，进而产生组织繁衍和信息传输即带意义的信息。简言之，学习信息是结构信息，因为instructional的词根里是“struct”。

香农信息与POE界定的生物信息或学习信息的另一个差别是，香农信息不解释信息来自何方、如何产生。香农理论里的信息乃机械降神（*deus ex machina*）。相反，POE描绘的生物信息来自于一些约束条件，它们使有机体利用自由能，并将其转化为功，使有机体能进行基础代谢，并复制其组织。考夫曼（2000）描绘了这一组织如何通过自催化显身的突显现象，突显现象的特性不能采自有机体生物分子的特性，也不能靠其特性来预测，亦不能还原其特性。如此，考夫曼解释了生物信息来自何方。

第十节 信息及其与物质性和意义的关系

啊，这结实的肉体也要化为泥土。

——《哈姆雷特》

第一幕

第二场

我们在知识里失去的智慧去了哪里？

我们在信息里丢失的知识去了哪里？

——艾略特

我们在信息里丢失的意义去了哪里？

——洛根

信息并不是不变量，而是相对于环境的一个物理量，信息在环境里运行。这个问题讲清楚后，我们来考察信息与物质性和意义的关系，我们借用海尔斯《我们如何成为后人类》（How We Became Posthuman. Hayles 1999a, 1999b）等著作里的洞见。她指出，信息固然被用来描绘物质的东西，因而在事物里物质化了，但信息本身并不是物质。“香农的信息论把信息界定为概率函数，没有维度，没有物质性，不必与意义挂钩。信息是一种模型，不是一种存在（1999a, p. 18）。”

香农信息与意义缺乏必要的联系，这是它有别于生物信息的特征。生物信息显然是有意义的，那就是有机体组织的繁衍。信息是我们用以描绘物质运行的一种抽象，有时被认为是在控制论意义上起作用的东西。

海尔斯 (1999a) 把信息论的源头追溯到维纳、冯·福雷斯特 (von Forester) 和冯·贝塔朗菲之类的控制论者以及香农和韦弗之类的通信工程师。她指出, 他们把信息视为比物质更原始的存在。论及他们提出的信息论时, 她写道: “信息论将信息建构为掌控物质世界的场所。”

她又称, 香农信息和控制论信息被视为与其实例化的物质基础分离的东西, 我同意这个意见。比如, 维纳在《控制论, 或关于在动物和机器中控制和通信的科学》(Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine. 1961, p. 132) 中就写道: “信息是信息, 不是物质, 不是能量。”这里冒出来诸如此类的问题: 信息是否有什么固有的属性呢? 或者说它仅仅是物质行为模式的一种描述或隐喻呢? 信息真的控制物质吗? 或者说它纯粹是基于人类符号语言通信概念的心理建构呢? 反过来, 符号语言是概念思维的产物吗? 我们将在下一章介绍这个观点。

上述控制论者和信息论者所用的信息概念互相影响。许多人认为, 两家的概念相同, 但实际上是迥然不同的。信息是物质世界的掌控者, 这是控制论者的观点, 始于维纳 (1950), 他写道: “效率高的生存是信息足够的生存。因此, 通信和控制属于人内心生活的本质, 甚至属于他的社会生活。”

对通信工程师而言, 信息是一个符号串, 必须要准确地从发送者一地抵达接收者的另一地。他们唯一关心的是传输的准确, 而信息与意义的关系却毫无意义, 不在他们关心之列。如果此刻想想信息与意义的关系, 那么, 控制论的信息概念含有意义, 即控制物质领域的意义; 相反, 香农信息和意义就没有这样的关系。实际上你可以诘问, 香农用公式 $H = - \sum p_i \log p_i$ 描绘“信息”的测量时, 他用的“信息”一词是否正确。公式中界定的显然是有用的计量, 因为它与符号传输的概率相联系——这里的符号既可能有意义, 也可能没有意义。我的观点是, 没

有意义的符号并不是真正的信息。我赞同麦凯和贝特森的观点：够格成为信息的符号必须能造成差异。同理，我同意维纳控制论语境下的信息定义。据埃里克·斯威比（Erik Sveiby）报告，香农对自己所用的“信息”一词的准确性有一些重新的思考：

据说，香农对他理论里“信息”一词始终不太满意，有人劝他用“熵”一词取而代之。但“熵”这个概念也难以传达，所以他还是保留了“信息”这个词。朗厄福什（Langefors 1968）建议，替代信息论的更妥当的词也许是“信号传输理论”。

（见2007年9月9日

<http://sveiby.com/portals/0/articles/Information.html#Cybernetics>）

我赞同朗厄福什的看法：香农在他所谓信息论里分析的是符号或数据的传输，和我在早前与知识管理与合作理论相关的著作《携手合作，参与竞争：驱动知识经济的盈利能力》（Collaborate to Compete: Driving Profitability in the Knowledge Economy）里的分析一致。我的观点部分是受斯威比的影响。在知识管理那本书里，我与路易斯·斯托克司（Louis Stokes）提出了数据、信息、知识和智慧的定义：

（1）数据是纯粹和简单的事实，没有特殊的结构或组织，是基本的信息原子，

（2）信息是有结构的数据，信息赋予数据意义，为数据提供语境和意义，知识是战略上使用信息，以达成个人目标的能力，

（3）智能是在符合个人价值并在大社会语境里选择目标的能力。

（Logan, Stokes 2004, pp. 38—39）

我还发现，维基网对数据和信息关系的描写给人以深刻启示（2017年9月12日）：

虽然信息和数据常常互换着用，但它们实际上是截然不同的。数据是一套无联系的信息，除非经过妥当的评估，否则数据是没有用的。在评估过程中，一旦数据间表现出意义关系，并表现出相关的意义，数据就转化为信息。于是，这一数据就可以被用于不同的目的。因此，除非传递某种信息，否则数据是没有用的。

我将把香农笔下的信息发送者和接收者之间传输的信号解读为数据。这与麦凯和贝特森的立场一致：一旦语境化、具有意义时，信息就造成差异。知识和智慧代表高于本章范围层级的信息应用。不过，我们将在第八章回到知识和科学的论题。数据语境化并具有意义，以成为信息而运行，这是一种突显现象。信息传播不能仅靠香农系统里发送者、接收者、信号或讯息等词语和成分来解释。和香农简化的系统相比，这个过程复杂得多；他那个系统是为了信号传输的数学化和工程化而简化的系统。首先，这个传播过程涉及发送者和接收者的知识、发送者的意向或目的、接收者在过程中的参与，最后还涉及传播渠道，渠道独立于其中的内容，如像麦克卢汉（1964）所谓的“媒介即讯息”。发送者和接收者的知识和意向，以及传输渠道的效应都影响讯息的意义，那是信号在内容之外传达的意义。

第十一节 生物系统里信息的意义

POE将生物信息和学习信息界定为约束条件，约束条件使自主体即有机体能把自由能量转化为功，有机体因而能通过生长和复制来完成组织繁衍。这个定义和意义关系紧密。“对香农而言，讯息的语义或意义无关紧要，相反，生物学里的情况正好相反。生物主体有目的，因而有意义（考夫曼等人 2007）。”因此你可以说，既然学习信息的意义是组织繁衍，所以我们终于了解到生命的意义——“生命的意义”就是组织繁衍。这句话无意淡化从人的角度对生命意义的哲理追求，而是这样一层意思：生命意义包括人的生命意义实际上就是组织繁衍。生命的目的就是生命的创造或更多生命的繁衍。

香农信息未必含有意义，相反，生物信息或学习信息总是含有意义，此外两者还有一点重要的差异。根据其定义，香农信息独立于其实例化的媒介，相反，生物信息与其物质实例化关系非常紧密，其构造成分是核酸和蛋白质。独立于其实例化媒介的香农信息和控制论信息促成了强势的人工智能观念，既催生了莫拉维克（Moravic）和明斯基（Minsky）等人的言论，也在一定程度上催生了维纳的论述：人的智能和思想可以转移到芯片计算机，并不需要人脑这台湿漉漉的计算机。香农信息和控制论信息可以从一种物质环境迁移到另一种物质环境，从一台计算机迁移到另一台计算机；香农信息可以从一部电话机迁移到另一部电话机，从一台计算机迁移到一个纸印的副本。生物域的有机体却不是这样的，在这里，信息储存在DNA、RNA里，或储存在其他组织构造，比如食物/能量和危险/毒素里。

生物信息含有意义——理解这一说法的方式就是理解生命及其代理的关系，这一关系是在生物系统的突显属性露面的。考夫曼

(2008, p. 4) 区分生物域里的“发生” (happenings) 和“作为” (doings)。因此，生物系统具有一种自主机制，这一机制在生物体“作为”以确保组织繁衍的过程中表现出来。“生命及其自主机制在宇宙中自然发生。和自主机制同时来临的还有价值、意义和作为，在宇宙里，这一切像运动粒子一样的真实 (2008, p. x)。”我想补充说，与之同时来临的还有目的；有了目的以后，信息就有意义了。

香农信息是符号性的，因此，无论在纸张上还是在计算机、DVD 或通信设备中，香农信息能够从一种媒介或技术滑向另一种媒介或技术，并没有真实的变化；麦克卢汉的“媒介即讯息”就是这一判断的旁白。这一判断并不适用于生物体。相同的基因型能产生截然不同的表型，这有赖于基因运行的化学环境。请考虑这一事实：同卵双胞胎并非“完全相同”。其原因是，生物分子生化互动发生的环境使结果变了。

第十二节 生物系统里信息的物质性

信息是信息，不是物质或能量。不承认这一点的物质主义今天是不能生存的。

——维纳（1948）

香农理论的信息定义是：没有维度、物质性的概率函数，不必与意义联系，信息是模型，不是存在。

——海尔斯（1999a）

香农信息不能幼稚地用来使生物有机体完善，其意图也不是这样的，因为信息生物体里的信息比如DNA不只是一种模型——而且是一种存在。生物系统既是一种信息模型，也是一种物质客体，更准确地说，生物系统是信息模型在物质存在里的实例化。早在DNA发现之前，薛定谔（1944，p. 21）就打比方描绘了染色体物质的双重性：“染色体结构同时又推动它们预示的发展。它们既是法律，也是执行机构——换用一个比方即可以说，它们既是设计师的蓝图，又是建筑师的技艺——两者合一。”生物体信息模型和物质构成的互动活力决定着生物体的行为。

如上所述，问题取决于你在多大程度上把生物体视为全物理计算机系统。显然，生物系统不能仅用香农信息来描绘，因为信息取自于物质实例化的抽象，是独立于媒介的。同样可以说，柯尔莫哥洛夫信息用于生物系统也是不妥当的。柯尔莫哥洛夫信息是针对图灵机界定的，是信息模型脱离物质实例化的又一个例子。在一次梅西会议上，库比（Kubie）告诫与会者说：“我们常处在把问题过分简化的危险

中，那就是将其缩小到数学处理的层次（Hayles 1999, p.70）。“如上所言，物质环境致使嵌入基因组DNA的信息的意义发生变化。

把生物信息或学习信息与香农信息或柯尔莫哥洛夫信息区别开来的另一个办法是：后两者是符号信息，前两者不是符号信息。生物分子构成生物有机体，生物分子化学字母里的信息密码起作用是通过那些分子的化学互动。“DNA是通过一套复杂机制与其他分子互动的分子。DNA不仅是一种待解读的文本，这样的解读是不精确的简化（Sarkar 1996, p. 860）。“产生RNA信使的不是DNA的符号性，产生蛋白质的不是RNA的符号性，更准确地说，DNA的化学性生成或催化RNA的产生，RNA的化学性生成或催化蛋白质，蛋白质的化学性实施蛋白质的功能，比如：

- (1) 作为酶催生对基础代谢至关重要的生化反应；
- (2) 提供结构功能或机械功能，比如修建细胞骨架；
- (3) 在细胞信号、免疫反应、细胞黏着、细胞周期里发挥作用。

DNA、RNA和蛋白质既是媒介和内容，又是讯息和信使。香农信息和柯尔莫哥洛夫讯息不具有这样的双重性，你不能在他们的信息里区分媒介和讯息、讯息和信使。讯息是这样的信息。讯息运行独立于媒介，在媒介里实例化，这是麦克卢汉的旁白。另一方面，就生物信息而言，媒介和讯息两者为一——不能分开。对生物信息来说，媒介即是麦克卢汉意义上的讯息，又好似内容。就香农信息描绘的人的符号互动而言，信息或内容与媒介是分离的。这是因为对生物系统来说，既有麦克卢汉意义上的“媒介即讯息”，即媒介的效应独立于媒介的内容，也有“媒介即内容”，因为影响有机体的是内容媒介的化学性。事实上，媒介即讯息，因为媒介就是内容，媒介内容就是那一媒介独特的属性，是在媒介里实例化的，是不能迁移到另一媒介里的。

我再重申，一种媒介的内容是不能迁移到另一种媒介里的。媒介及其内容之间有一种同形结构。媒介即内容，因此媒介即讯息。就生物系统而言，媒介既是讯息又是内容，因为生物系统里的信息不是符号性的，而是化学性的。因此，将人脑内容迁移到计算机里去的观念并非纯粹的胡言乱语。

让我们作一小结。信息并非独立于参考框架的不变量。在生物学框架里，信息总是与意义相联系，而香农信息或柯尔莫哥洛夫信息未必与意义相联系。在生物学框架里，信息不能与它实例化的媒介分离开来，相反，在香农或柯尔莫哥洛夫框架里，信息与媒介却是可以分开的。换言之，DNA、RNA和蛋白质的信息体现在生物体中。它们不同于人的符号信息，符号信息可以不体现在实体中，可以从一种媒介迁移到另一种媒介。每一代人都对自己这一代最新的科技成就或突破敬若神明。对希伯来人而言，书面词和法律“是上帝的手指写下的”。希腊人眼里的神明是演绎逻辑和理性思维，而演绎逻辑和理性思维是不体现在物质世界的实践经验和经验证据里的。启蒙时代的神明是牛顿力学和钟表匠上帝，人们用机械模型的词语来解释事物。信息时代的神明是无形无象的信息，无语境的信息，一切用学习迁移来解释，有时，这样的信息是没有意义的。

第十三节 作为信息的组织

什么是组织和信息的关系？我们在POE里发现，生物分子的自催化导致生物有机体的组织，其约束条件的组织使它将自由能量转化为功，这一转化维持生长，允许复制。我们将约束条件认定为学习信息或生物信息，这样的信息返回有机体的组织。这个信息模型适用于生物系统；在生物系统里，集体自催化是组织，组织的构造成分是个体的生物分子。

这一表述似乎有循环的味道，只因为有机体是自组织系统的代表。这是生物信息不同于香农信息的另一个方面；按照定义，香农信息是独立于意义或组织的。实际上，有组织的信息含有较少的香农信息，因为香农信息减少不确定性的程度不如非组织的信息。如上所述，这个模型提供信息创造的机制，而香农信息模型就没有这样的机制。

我相信，关于信息和组织的关系，海尔斯（1999a, p. 11）也得出了类似的结论。她论述自创生或自组织范式，写了这样一段话：

这个范式里不存在信息，或者说，信息深深地沉入系统里，难以和界定系统的组织属性区分开来。

她这句话的后半部分和我们的信息概念一致，产生自主的自组织系统的约束条件或组织是一种信息形式。

和香农一样，维纳把信息与熵联系起来；和香农不一样的是，维纳（1948, p. 18）看见组织与信息的联系。“信息量观念非常自然地与统计力学概念熵产生关联。系统里的信息量是其组织程度的计量尺度，同理，系统里的熵就是其非组织程度的计量尺度。”

在POE里，我们有类似的宣示。我们断言，使组织繁衍成为可能的约束条件代表那个组织的信息内容。换言之，有机体的组织繁衍就是其信息内容。在一定意义上，我们的立场重述维纳（1954，p. 96）类似的情感。维纳写道：“我们不是百依百顺的物质，而是在永续自己的模型。”

我们也有不同于维纳的判断。一方面，我们是柔顺的模型，同时我相信，我们是实例化为肉体的模型。我认为，人的智能不能迁移到芯片计算机里，那是强势版人工智能倡导者的宣示。我的观点是，模型不能和它实例化的媒介分离开来，已如上述。肉体媒介机器组织是关键所在。创制生命的是肉体里实例化的模型，而不仅仅是模型本身。生物系统里的信息不是符号性的，而是化学性的。正如上文断言，肉体的媒介既是讯息，又是生物系统的内容。下文介绍语言和文化的起源及其与信息的关系时，我们将再论及信息和组织的关系问题。讲解这个问题之前，让我们继续讨论有机体是信息还是肉体。

第十四节 我们是谁？我们是什么，信息抑或是肉体？

语词或语言形式的信息是符号性的。“猫”这个词是一个符号，代表一类肉体的活生生的生物。实际的一只猫不是另一种东西的符号，而是一种有机化学物的组织，通过基础代谢和复制的能力，这一组织能自我繁衍。

组成我们人体的有机化学物不断被替换，大约每过七年，人体里就有一套全新的分子。可见，我们又不是肉体，不是一套分子，而是构成我们人体的分子的组织，更准确地说，我们是一个过程，而不是一种能复制的事物。

你不能搞一个人的复制品。连同卵双胞胎也绝不会完全相同。但一篇文本却可以一模一样地复制。文本可以从一种媒介传输到另一种媒介，可以重新格式化。比如，计算机文档就可以传给纸印的文本，直播的节目就可以传给播客。

我认为，强势的人工智能（AI）和强势的人工生命（AL）的倡导者犯了一个错误：我们认为智能或生命是单纯具体化的信息。我们没有去想，创造智能和生命的是基于肉体的物质的互动或组织。我们把这种互动或组织的模型指认为信息，这样的模型不能从其物质媒介中抽象出来；信息实例化在物质媒介里维持不变，甚至更重要的是，信息以过程的形式延续，首先是产生智能或生命。

智能和生命一个共同的特征就是自主，有机体是自主体，有能力利用环境里的自由能，以做功的形式利用自由能，以完成其基础代谢、复制和利用自身的智能。强势的人工智能和强势的人工生命的倡导者鼓吹，智能和生命忽略的这个重要的因素不过是信息或模型，不

依赖自身的物质实例化。人工生命充其量能被视为人的专性寄生物，而不是独立的有机体，因为它们是不自主的。

我们尝试回答这样一个问题：我们是谁？我们是什么，信息抑或是肉体？我们的结论是：我们两者都是，但为了更充分地讲清楚这个问题，我们需要研究语言问题。在下一章里，我们将考察语言在界定我们是什么里的作用。我们就发现，语言是界定我们是谁又是什么的关键因素，因为语言使人脑延伸为人的心灵，并创造文化兴起的条件，而文化的滥觞是界定我们的另一个人类特征。

【注释】

[1] 除了我早前的著作外，本章大量引用两个源头，其一是POE，这是我和诸位作者合作的论文。其二是一本书——《我们如何成为后人类》。在一定意义上，本章是这两种资料加上其他一些文献的再混合。

第三章 语言的起源和演化及其相互关系

第一节 导语

在上一章里，我们区分DNA里含有的生物信息和人的符号信息，后者实例化在语言里。在这一章里，我们考察符号信息与语言、心灵和思维的关系。信息与心灵的关联可以追溯到“inform”一词原初的定义：给心灵赋形。

除了这一关系，几乎再难想象思维和信息的关系，不与某种形式语言联系的信息难以想象。语言是符号信息赖以形成和交流的媒介，只有视觉艺术和音乐（见第十章）是不依赖语言媒介的例外。语言的这一功能特别值得我们注意。我们将会发现，语言既是交流工具，又是信息工具，我用一个公式来表示：语言 = 交流 + 信息（Language = communications + informatics）（Logan 1995, 2004b）。因此，我们将在本章描绘语言的起源，以及语言与思维和信息的关系（Logan 2007）。我们还要描绘语言演化，从口语这种第一形态向文字、数学、科学、计算技术和互联网的演化（Logan 2004b）。我们检视语言符号和信息的不同形式，并显示它们如何影响我们的思维、组织机构、开发工具和互动。我们尤其要考察，拼音字母表和位置数系统如何导向过去五十年里的数字信息爆炸（Logan 2004a; McLuhan,

Logan 1977) 。为方便不熟悉我早期著作的读者，我在本章对此将予以扼要介绍。实际上，以下各节的标题就是那些书里的题名。

第二节 语言和心灵发生的心灵延伸模型

一切媒介在把经验转化为新形式的能力中，都是积极隐喻。言语是人最早的技术，借此，人可以用欲擒先纵的办法来把握环境。

——麦克卢汉 《理解媒介》

语言发生的心灵延伸模型是基于以下前提：语言的发生是人类最早的类人猿祖先对生存复杂性混乱的回应。口语到来之前，类人猿的思想是基于感知的。关于人类祖先模仿性文化的感知基础，默林·唐纳德（Merlin Donald 1991, p. 226）也提出类似的假设：模仿性文化是口语出现之前存在的文化。“连接模仿性行为及其所指的类似原理是感知原理，这种基础的交流手段最好被描绘为可执行的行为隐喻（1998, p. 61）。”

原始人出现在非洲草原，容易被食肉动物捕杀。为了自卫免受威胁并增加食物供给，他们学会了制造工具、控制用火、协调集体觅食狩猎的新技能。唐纳德在《现代心灵的形成》（The Origin of the Modern Mind. 1991）中描绘了这些技能。为了从事这些活动，一种更加复杂的社会组织在原始人中应运而生，这些活动包括非语言的模仿性交流，他们生成的复杂性进一步增加。起初，这样的复杂性可以通过更精致的基于感知的回应来处理，这样的感知回应是模仿性文化的特征（1991）。然而，到了某个时间点上，原始人生成的复杂性太大。单靠基于感知的回应不足以提供足够的抽象，难以应对加重的复杂性。单靠基于感知的感官系统，原始人的大脑再也不能应对生活的丰富性了。我认为，在由此而起的信息超载和混乱中，一个新的抽象层级发生，其形式就是口语和概念化思维。

事实上，我们最早的语词就是我们的概念，概念容许更抽象的思维形式。语词不生成概念，概念不生成语词，更准确地说，人类语言和概念化正好在同样的时间点上出现，那是两者共现条件产生的时间点。从前语言的原始人基于感知的、具体的思维到基于概念的口语和思维，这种转折或分岔是间断平衡论（punctuated equilibrium）的例证。我相信，这个转折点是完全意义智人出现的界定性时间点。这种非连续转折证明了伊利亚·普里高津^[1]（Ilya Prigogine）远离平衡态的理论，证明了这样一个概念：从混沌非线性动力系统的分叉中，一个新层级的秩序会突然冒出来（Prigogine, Stengers 1984; Prigogine 1997）。

语词表征概念，概念由语词表征。每个词均有隐喻功能，都是一个奇异吸引子，把先前存在的与该词相关的感知纽结在一起，形成一个词，因而是单一的一个词。我们一切与水有关的经验和感知：我们饮用、洗澡、烹饪、游泳的水，雨水、雪水，全都被捕获在水这一个词里，这个词还表征简单的水的概念。我们语言里的词语并非全都是以感知概括的面目出现的，不过，语言一出现就使抽象水平的思维成为可能，抽象思维导致新功能词的产生，它们有语法功能，给语言赋予句法结构。句法结构也是概念，是包含语词关系的概念，正如语词是包含感知关系的概念一样。

感知是我们用感官去领悟外部世界所得的直接印象。相反，概念是抽象观念，从具体的例子概括而来。观念使人能应对时空遥远的事物，使模仿外部世界和谋划成为可能。人是唯一能使用语言、进行谋划的动物。这些观点与利维·维谷斯基（Lev Vygotsky 1962）《语言与思维》（Language and Thought）的观点相似。

我们把语言的产生归之于原始人生活的复杂性，这样的复杂性又源自于控制用火、制造工具、复杂的社会结构、协调的大规模狩猎和采集，以及手势、体姿、身势语和非言语发声的模仿性的前语言交

流。这些活动实际上是有声语言发展的一个认知实验室。克里斯琴森（1994）认为，工具制造产生序列学习和处理，其功能也可能是口语的预适应。

复杂的社会结构产生社会智能，产生合作和共享信息的需求，因此也起到口语预适应的作用。许多人互动并完成复杂活动产生信息超载，因而产生更好交流与合作活动的需求，合作的活动有分享用火、维持健康、分享食物和大规模的协调狩猎与采食。从这种复杂的混沌中浮现出模仿性交流的前语言的原始语，唐纳德（1998，p.61）认为，模仿性交流“确立了原始人意向表达的基本要素，没有这些要素，语言是没有机会演化为精致、高速的现代语言交流系统的，除非以前就有过一种稍慢、略简单的语言存在”。在原始人早期交流形式的语境中，生成性表征和交流的技能发展起来了。

工具制造、社会互动和模仿性交流产生的不仅有口语和概念思维。经由口语和概念思维的转化，工具制造、社会互动和模仿性交流成为三种活动的原型，形成现代人类社会的核心，分别是：源自工具制造的技术，源自社会组织和智能的商务，源自模仿性交流的艺术形式。“我们的现代文化里嵌入了残余的模仿性文化，现代人类心灵的总体架构中嵌入了一种模仿性心灵（Donald 1991，p. 162）。”

第三节 心灵的延伸

语言不仅把工具制造、社会互动和模仿性交流分别转化为技术、商务和艺术，而且还使人脑转化或延伸为人的心灵。许多现代心理学家认为，人脑和心灵是近义词，不过是描绘同一现象的两个词汇而已，一个出自生物学，另一个出自语文学。另有人把心灵界定为意识、思维、情感和意志的住所。另一方面，我们意识不到的过程不是我们心灵的活动，而是大脑的活动。没有客观的办法来化解这两种观点的分歧，不过我认为，基于我们的语言动态系统模型，可以对心灵和头脑作一个有效的区分：这就是从具体的基于感知的思维到抽象的基于观念的思维分叉的模型。因此我设想，口语到来时，心灵随即生成，概念思维也随即生成。

语言使人脑的效用延伸，产生心灵。语言是工具，据麦克卢汉（1964）所言，一切工具都是人的延伸，由此就可以断定，语言使人脑延伸为心灵，即我所谓的心灵的延伸。我用一个等式来表达这个观点：心灵 = 大脑 + 语言（mind = brain + language）。

我这个假设就是麦克卢汉（1964）思想的延伸：

人的言语延伸使智能与广袤的外部世界分离。柏格森认为，如果没有语言，人的智能会全部卷入其注意的客体。语言之于智能犹如轮子之于脚和人体。轮子使人的肢体更轻盈、快速地在事物之间移动，使肢体的卷入越来越少。语言使人延伸和拓展。

人的心灵是人脑的言语延伸，是人脑的分岔，这次功能分岔后，人脑仍保留着原始人头脑的感知特征，同时，人脑又能进行抽象的概念思维。安迪·克拉克（Andy Clark）也独立地形成并提出“心灵的延伸”的观点（Clark 1997；Clark, Chalmers 2003）。

在我看来，句法化语言的出现也代表着原始人的最后一次分岔，从智人的远古形式向羽毛丰满的智人的发展。克罗（Crow 2002, p.93）作出了类似的结论：“谨慎的结论是……语言的起源与原始人向现代智人的过渡同时发生，距今大致在十万年和十五万年之间。”

人是唯一拥有口语的物种，也是唯一体认到心灵的物种。我们的祖先、早期的原始人体会到思维，但他们的思维模式是基于感知的，他们大脑的功能是感知的加工引擎，得不到抽象观念的帮助。由此可见，动物有大脑，却没有心灵，人和动物的鸿沟是：唯有人拥有口语和心灵。

总之，口语的发生代表着三种各自独立的结构分岔：

- (1) 从感知到概念的分岔；
- (2) 从脑子到心灵的分岔；
- (3) 从远古智人到现代智人的分岔。

这三次分岔未必是同时发生的。德里克·比克顿（Derek Bickerton 1990, 1995）称，首批表征性使用的语词组成原始语，这种语言的发生与直立人同步。这就是说，第一次的分叉可以断定在200万年前左右。第二次和第三次分叉可以断定在充分句法化语言出现的年代，距今大约150万年，似乎与彼时人类文化和技术进步的爆发有关联（1995, p. 65）。

第四节 语言乃有机体

我们提出的了解语言起源的方法论建基于这样一个概念：从工具制造、社会互动和模仿性交流获得的技能是人类语言发生的预适应。这条路径和乔姆斯基的解释截然不同，他率先提出一个观点：世界上的所有语言都共享一种普遍语法（Universal Grammar，简称UG）。他解释说，因为基因突变，我们都配置了一种硬接线的设施——普遍语法。他还假设，我们都有硬接线的语言习得机制（Language Acquisition Device，简称LAD）。这可以用来解释，为何幼儿能轻松自动地学会父母的语言，虽然他们学母语的刺激很贫乏。他们不需要普遍语法规则的明确灌输，却能在没有人传授的情况下学会这些规则。我们的心灵延伸模型假设：幼儿学父母的语言靠的是模仿，世界语言之所以有普遍性，那是因为人类认知能力的普遍性，因为工具制造、社会互动和模仿性交流成了人类语言发生的预适应。

克里斯琴森（1994）提出另一种有别于乔姆斯基硬接线的假设，和我的心灵延伸模型一致。他说，语言能被视为有机体，演化的结果使之很容易学习，虽然刺激学习的因素贫乏。在稍后与同事合作的一篇文章里，他写道：

语言之所以存在，只是因为人能学习、生成和加工语言。没有人就没有语言。因此，把语言理解为有机体是有道理的，因为语言不得不通过自然选择去符合预适应，以便适应一个特殊的小生境：人脑。为了“生存”，语言具有不需要适应人类学习和加工机制的特性。这并不是说，拥有一种语言的能力不会赋予人选择性优势。有一点似乎是清楚的：具有优势语言能力的人拥有选择性优势。这一点没有争议，是构成许多语言演化预适应论的基本前提。然而，常常没有被人理解的一点是：作用于语言使之适应人的选择性压力相当大，相比而言，人们适应语言的选择性压力要小得多。在语言受压力大的情况下，语言的生存必须要有一个条件：可以被人学习和加工。适应语言的使用仅仅是人受到

的许多选择性压力之一（其他的选择性压力有规避食肉动物、寻觅食物等）。人可以在没有语言的情况下生存，语言没有人却不能生存。由此可见，情况更可能是这样的：语言必须适应人类宿主，而不是人去适应语言。难以学习的语言必定消亡，更可能的情况是，难学的语言根本就不可能产生。

(Christiansen, Dale, Ellefson和Conway 2001, pp. 144—145)

这个假设直截了当地作出了解释：为什么语法是普遍的，为什么无需硬接线的语言习得机制，儿童就轻松学会了语法。

考夫曼 (1995, p. 49) 提出这样一个观点：有机体靠自催化繁衍，这个观点可以应用于语言像有机体运行的假设。“生物有机体是一个化学物系统，能催化自身的繁衍。”我们借用考夫曼的定义，用其泛化的形式来解释语言像有机体运行的假设。我们有理由把语言视为有机体，因为语言是一个语词和语法结构的系统，能催化自身的繁衍。如果我们把每个人的语言使用视为有机体，那么，我们就可以作如是观：每当一个儿童学会父母的语言时，那就是语言的再生。借用这个定义，我们不仅满足了考夫曼关于有机体催化自身繁衍的标准，而且我们还可以这样来考虑语言这个有机体：借用达尔文演化的简单单线定义“带修正的遗传” (descent with modification)。这是因为达尔文所谓的血统就是繁衍。把社会里每个人的语言视为一个有机体，我们就可以说语言在自我繁衍。在这样的情况下，遗传或血统就不是二倍性，而是多倍性，是父母、同胞兄弟姐妹、同龄人、老师、亲友和社会形成的多倍性。到这里，你就可以把自然选择的概念用来指称社会里每个人的语言有机体了。

作为整体的社会语言不是有机体，因为它不能自我繁衍，但我们可以设想它是所有社会成员语言构成的一个有机体物种。费尔迪南·索绪尔^[2] (Ferdinand de Saussure) 把社会的语言称为“语言”，把个人用的语言称为“言语”。换用我们的定义来说，“语言”是物种，“言语”是有机体。一个生物物种的同种个体能相互繁衍，一个语言物种的同种个体能相互交流。英语和法语是语言物种。个体的语言能力则代表拥

有独特语言的一个有机体，这样的独特语言智能在语言物种内部成员间交流。语言习得的个体发生既是生物性的，也是文化性的，意思是说，降生其间的儿童既带有言语遗传机制，同时又接触一种语言。像英语或法语的一个语言物种不是属于个人的，而是属于社会的或文化的。理查德·道金斯（Richard Dawkins 1989, p. 192）认为，达尔文主义原理既适用于生物复制器（基因），也适用于文化复制器（模因）。“正如基因在基因池里自我繁衍，通过精液或卵子从一个身体跳到另一个身体一样，文化基因在文化基因池里自我繁衍，通过一个过程从一个脑袋跳到另一个脑袋，广义地说，这就是模仿。”

罗伯特·沃登（Robert Worden 2000）试图这样来解读语言变化。他说，语言可以被视为一个语词栖居的生态系统，语词是互相影响的文化基因。受这个观点启示，我将其拓宽并提出一个想法：口语和书面语的每个词、每个语法结构，以及数学、科学、计算机技术和互联网的每一个语义要素和句法结构都是文化基因，就像其他文化成分一样。如果一个新词用来指示一种新经验或新句法结构且听者模仿并复制它，那个词或句法结构就符合道金斯的文化基因定义。语词和句法结构演化并相互竞争。它们是适应的产物，含有残留的结构。它们是活的实体，是活的语言的一部分，像生物系统一样演化和竞争。不同的是，语词和句法结构是没有外延的信息，不是由原子组成的、占有物理空间的活生生的有机体。你可以想象它们是活的信息系统或组织，以道金斯（1996, p. 81）所指的方式自我繁衍。“语言似乎以非基因的方式‘演化’，其演化速度比基因演化要高出若干个数量级。”

第五节 第六语言和符号语言的演化

每一个特定的符号都强调某个特定的观点。

——路德维希·维特根斯坦 (Ludwig Wittgenstein)

道金斯和沃顿的文化基因思维与我稍早论语言演化的《第六语言》有交叉。我证明，口语是语言演化链的一部分，这根链条里还包括文字、数学、科学、计算机技术和互联网。我们将看到，这几种语言都是文化复制因子，通过文化基因繁衍自己的组织，像生物有机体一样，它们是活的文化实体，演化、竞争并传递某种形式的信息。

传统上，语言学家严格按照交流的语汇来界定语言。一个例子是爱德华·萨丕尔^[3] (Edward Sapir 1921) 的定义：语言“是思想、情感和意欲的纯人类的、非本能的交流方式”。但交流并非语言的唯一功能。在信息的形成包括信息的加工、储存、检索和组织中，语言还发挥重要的作用。语言是形成新概念和新思想的工具，维谷斯基等人 (1962) 已指出这一点。文字、数学、科学、计算机技术和互联网使一些思想的发展成为可能，单用口语是不能产生这些思想的。因此，我们必须将这些形式的语言视为各有特色的语言，虽然它们是互相联系的。

我概括并拓宽萨丕尔的定义，将语言定义为“思想、情感和意欲的纯人类的、非本能的交流方式，语言又是用自然生成的符号系统形成、加工、储存、检索和组织信息的系统”。因此，口语并非唯一的语言形式。比如我们主张，口语和文字是两种特色鲜明、互相联系的语言形式或方式。

这个立场和传统语言学家的信念分道扬镳。他们认为，口语是语言的首要形式，文字仅仅是转注和记录语言的系统。语言学的奠基人之一索绪尔（1967）写道：“语言和文字是两种不同的符号系统；文字存在的目的仅仅是表征语言……语言学的论题不是口语词和书面词的关系，唯有口语词才是语言学的论题。”莱纳德·布龙菲尔德^[4]

（Leonard Bloomfield 1933, p. 21）写道：“文字不是语言，文字仅仅是用可见符号记录语言的一种方式。”以上语言学家不懂语言的认知含义，不像斯塔布斯（Stubbs）和蔡菲（Chafe）。斯塔布斯

（1982）写道：“语言用于多种方式，每一种方式都影响语言的形态。自20世纪70年代以来，越来越多的注意力被赋予了口语和书面语的差异，现在很清楚了，这两种大类别容许不同的用途和形式（Chafe 1998, p. 96）。”

虽然书面语衍生于口语，但将两者视为两种不同的语言形态颇为有益。我们还可以提出另一个类似的论点：数学、科学、计算机技术和互联网应该被视为四种不同的语言形态，每一种都有独特的交流、储存、检索、组织和加工信息的策略。因此，我将引申口语和文字为两种不同的语言形态的观点，我主张：口语、文字、数学、科学、计算机技术和互联网是六种不同的语言形态，它们特色鲜明、相互依存，构成一个演化序列，后起的形态衍生于并包含先起语言的形态要素。

口语是第一种语言形态，是其他一切交流和信息加工的语言形式的基础。我们可以这样来界定口语：口语是人类嘴巴说出的信息的总和。书面语衍生于口语，口语可以界定为视觉符号记录的信息的总和。书面语和口语的区别是：它拥有永久性记录，口语相反，一出口就立即消逝。我们将区分五种不同形态或形式的符号语言：文字（文本）、数学、抽象科学、计算技术和互联网。

文字和数学符号是首批书面语言；两者都是从缴纳农业贡赋的记录系统生发出来的，支付的形式是5000年前苏美尔的泥版符物（tokens）。这种符物的出现是为了应对会计师的信息超载而出现的；农夫向祭司缴纳贡赋用的是农产品，会计师用泥版符物做记录。随后，这些农产品被分配给从事灌溉的农工，他们负责把底格里斯—幼发拉底流域的河水引进农夫的田地。因为传授文字和数学计算，苏美尔的首批正规学校建立起来了。老师们搜集信息备课，学术由此而生，最终促成科学的发生。科学以有组织知识的面目出现，以应对老师/学者造成的信息超载。科学的方法和发现用文字和数学表达，但科学可以被视为一种独立的语言形式，因为它有自己独特的加工、储存、检索和组织信息的方法，这一方法和书面文本或数学都迥然不同。

六十多年前，下一个加工信息的方式从科学和数学中出现，其形式是计算机技术，这是独特的以赛博空间为基地的、自动加工和组织信息的方法。计算机技术的出现是为了应对科学技术的信息超载。最后，最新的语言形式出现了，那是以互联网和万维网为形式的语言，源自于计算机技术和电信技术的语言。互联网的出现是为了应对计算机技术产生的信息超载，以满足储存和传输信息超载的需要。

这六种信息加工和传播的形态是否应该被视为不同的语言，它们是否仅仅是人类语言能力六个不同的方面——我们不准备讨论这两个问题。为了本书分析的目的，我们将把口语、文字、数学、科学、计算机技术和互联网视为六种特色鲜明的语言形态。它们共享特色鲜明的通信学和信息学（informatics）方法。每一种语言都提供一个独特的看世界的框架。

第六节 六种语言形态的语义学和句法学

我们说，文字、数学、科学、计算机技术和互联网是五种特色鲜明的人类语言形态，是基于这样一个观点：语言是由其信息和传播能力界定的。由于其独特的语义学和句法学，这五种语言形态可以被视为五种独立的语言。传统语言学家佩维奥和贝格（Paivio, Begg 1981, p. 25）称：“语义和句法即意义和语法模型是任何人类语言不可或缺的核心特征。”语义学是语言符号和意义的联系，句法学关注结构和语言符号之间的关系。

罗斯·阿什比（Ross Ashby 1957）的“必要多样性定律”（Law of Requisite Variety）的出现是为了应对日益增加的复杂现象。因此，阿什比认为，这些复杂现象需要更丰富的词汇和更复杂的结构方能运行。因此，我们期望新语言形式的语义和句法维持以前的结构，并追加自己独特的结构要素。

文字、数学、科学、计算机技术和互联网是特色鲜明的人类语言形态，它们和口语不同，因为它们有高于并超越口语特征的语义特征和句法特征。书面词的语义和口语词的语义很相似，但例外的情况很多。许多口语里能接受的结构在散文里是无效的，反之亦然。我们的书面词汇比口语词汇大得多。用书面形式交流时，我们常常用口头话语里绝不会使用的词语。比如，书面散文里的抽象词语多得多。若比较《荷马史诗》（见于其文字记录本）的词汇和公元前四五世纪希腊哲学家和剧作家的词汇，就会揭示一种新的书面词汇的发展。新的书面词汇很丰富，首批抽象术语涌现出来，旧词汇带上了新的抽象意义（Havelock 1963）。

在句法方面，书面语言开始更激进地和口语分道扬镳。书写促进语言形式上的正式结构，由段落、章节组成，这样的结构多半是不见于口语的。分析口语的记录本就可以揭示，口语在语法方面常常是不正确的。“grammar”（语法）一词揭示，在词源上它和字符有联系。希腊语的“字母”（字母表的字母）是“gramma”。文字出现之前，语法是没有形式化的，正如文字出现之前没有拼写、印刷机出现之前没有统一的拼写一样。

在数学语言里，语义域和词汇域主要是由准确界定的数字（如 0, 1, $1/2$, 0.4）、数学运算符号（+ , - , $\times$, $\div$ ）和逻辑关系（如 > , < , =）组成的。数学特有的语义要素是定义及定理，如几何、数论等逻辑系统里的要素。数学语言不同于自然语言（如英语口语）的是，符号（如数字）及其表示的概念（抽象的数）是毫无歧义、完全清楚的。数学语义常规的精确性还延伸到句法领域。数学语言的基本句法是逻辑的句法。与口语或书面语不同的是，数学句法是完全明晰的。管束口语和文字的语法规则容易遭受互相矛盾的解读，数学的语法规则就不会有不同的解读。数学语言还产生了独特的不见于自然语言的句法规则，比如证明、定理和引理。

科学的语义含有许多口语、文字和数学的语义要素，不过，它也产生了自己独有的新语义要素。这些要素包括速度、质量、力量之类的量化概念；有机/无机、固体/液体/气体之类的质化概念；惰性、熵、价化、自然选择之类的理论概念。和数学语言一样，科学语义的特征是精确、无歧义的定义，即使许多术语和日常口语中出现的词汇对应。在英语口语里，“mass”既可以指容积也可以指重量。在物理学里，“mass”用引力属性和惰性特征来下精确的定义。

科学的句法包括口语、文字和数学的结构，但科学还推出自己的句法要素。在一定意义上，最重要的三要素界定了科学的性质。它们是：（1）科学方法；（2）信息数据分类（分类学）；（3）知识的

组织，比如科学定律的组合，以形成科学理论。分类结构和组织结构的核心地位是由于一个事实：科学被定义为有组织的知识。科学方法含有观察、归纳、假设、实验检测和验证等元素，科学方法是关键的要素，决定着科学的性质。科学方法使科学成为特色鲜明的语言，它不像仔细组织的学术活动，比如历史，学术活动也利用组织原理和其他的语言形态，即口语、文字和数学。

计算语言包括四种先行语言形态的所有语义要素和句法要素。由于程序员及其终端使用者的活动，计算语言又拥有自己的语义要素和句法要素。程序设计语言和终端软件程序的语义详细说明输入和输出。程序设计语言和终端软件程序的句法结构使输入转化为输出的步骤形式化。这一点句法结构基本上是无歧义的算法，能确保计算机输出的准确和可靠。程序设计语言里出现的句法结构或关系数据库不同于其他的语言形态，所以，使用者能利用计算机的快速信息处理。

虽然互联网或万维网包含了计算语言的语义要素和句法要素，但它们有自己独特的语义要素或句法要素。也许，我们应澄清万维网或互联网的关系。万维网是互联网的许多独特要素之一，含电子邮件、列表服务器、聊天室、ftp设施、Telnet设施、网页、网站、内联网、外联网、门户网站、电商网站等。这些设施都代表着互联网这种第六语言的语义要素。

互联网有一些独特的句法要素。第六语言独特的句法要素之一是超文本，超文本使链接一切网站和网页成为可能。另一个句法要素是互联网协议，这个协议使一切接入互联网的计算机结成一个巨大的全球网，使万维网、ftp和Telnet都成为可能了。麦克卢汉地球村的预言实现了。互联网另一个独特的句法要素是搜索引擎，它加速了知识和信息的获取，从而提供了超高的传播层次，这是其他形式的语言难以匹敌的。搜索引擎还方便人们互相寻找，从而促成了全球的知识共同体。

第七节 字母表效应

这一节重温的课题是语言的起源和演化，基于这样一个概念：语言既是传播媒介又是信息工具。这个概念出自我与麦克卢汉对拼音文字和拼音字母表影响的研究，它们对西方文化的发展产生了影响。我们证明，字母表首先是传播媒介，同时又对信息形成和组织的方式产生重大的影响。促成我们这场研究的动机是，我们试图弄懂，为何抽象科学起源于西方而不是中国。另一方面，世界上如此之多的技术是起源于中国的，比如，畜力的开发、钢铁冶炼、火药、传动带、链传动、旋转运动变直线运动、段拱桥等都是中国发明的。这个发明的清单上还必须加上灌溉系统、纸张、墨水、印刷术、活字印刷、金属管炮筒、火箭、瓷器、磁力技术、磁力指南针、马镫、独轮手推车、卡登悬置、深井钻探、帕斯卡三角形、庞德水闸、纵帆船、水密舱、艏柱舵、桨轮船、定量制图、免疫技术（人痘接种）、新星和超新星观察、地震仪、声学技术、大批药物化学性和药性的系统探索，等等。通过多年的历史研究，李约瑟^[5] (Joseph Needham 1979, p. 11) 仔细梳理并描绘了中国科学及其对西方的影响。他问：“那么，为什么与古代和中世纪的科学相对的现代科学只是在西方发展呢？”他所谓的现代科学指的是建基于实验和经验观察的抽象理论科学，那是文艺复兴时期开启的科学。

我提出，因为一神教和成文法是西方特有的，两者的共同作用产生了普遍法律的观念，这种观念也许能解释李约瑟悖论。我与麦克卢汉分享这些意见，他立即指出，作为分析、分类、编码和解码模型的字母表也是西方特有的。我们两人（1977）把意见结合起来提出一个假设：字母表、成文法、一神教、抽象科学和演绎逻辑是西方特有

的，虽然没有因果关系，却是自支持、自催化的。写完《字母表效应》后，我的体会是：语言的符号标记方式能影响使用者的思考和形成观念的方式。两河流域的拼音文字给人们启示，社会习俗的组织转化为成文法，最著名的成文法是《汉谟拉比法典》（Hammurabic Code）。希伯来人从米甸人借用字母表，其影响立竿见影、富有戏剧性。除了让儿童学字母表外，摩西还带来了成文法，即“摩西十诫”，带来了抽象的一神教的上帝观念。

字母表引进希腊社会，同样产生了戏剧性影响。字母表促成分析，因为每个词必须分解为基本的音位，方能转录下来。口语转录为文字时，音位即因素必须用无意义的视觉符号即字母进行编码。在阅读过程中，文本的视觉符号要解码，还原为语音。字母表是一种分类工具，通过对拼音文字转录，语言的口语词全都字母表化、完美有序化地得以实现。拼音字母表促成的分析、编码解码和分类成为抽象科学和演绎逻辑的基本要素。

字母表从腓尼基人输入后不到五百年，希腊人就形成了一些重要的思想观念，这些观念构成西方文明的基础。他们创建抽象科学、形式逻辑、定理化几何、理性哲学、具象艺术和个人主义。我不断言，这些发展和字母表有因果关系，但我相信，由于字母表有分类、分析和编码范式的功能，它创造的这些条件使这些新思想成为可能。

字母表的另一个余波是数字“0”和位置数的发明。位置数系统和“0”的概念是公元前200年印度数学家的发明。彼时，印度文字是字母表的，记数法也是字母表的。一旦形成“0”（他们称之为“sunya”）的概念，印度数学家很快就设计了一套位置数系统。

梵语“sunya”的意思是“留一个空位”，这显示，“0”的概念或“留一个空位”概念是在记录算盘计算的结果中产生的。如果打算盘的结果是503，写下来可能是“5”“3”（“5”“3”是字母符号，表示数字5和3），“5”“3”可以读作53或530。相反，如果计算结果写成“5”“留一个空位”

“3”，那么，其中的5就应该读作500，无十位数，和3单位，因而结果就是503。“留一个空位”很快就演化为抽象的数字“0”，起初用一个点“.”记录，稍后用“0”记录。

阿拉伯人借用印度人的数字系统并将其传入欧洲，传入的时间是在15世纪。他们把印度的数字“sunya”（留一个空位）翻译成阿拉伯语的“sifr”或“cipher”。我们如今仍用“zero”表示“零”，仍用那个位置数系统。我们现在使用的“zero”是由拉丁语“cipher”（zephyrino）缩写而来的。位置数引起多种数学进步，包括简单的算术演算法、负数、代数、无穷大和无穷小的概念和微积分。“cipher”一词还有密码的意思，因为梵蒂冈起初禁止使用阿拉伯数字，而意大利商人偷偷地使用这些数字。

与位置数的发明相关的谜团之一是，希腊人在几何学和逻辑学方面取得了伟大的进步，却没有发现“零”。为什么？我们的解释是，他们过分僵硬地坚守逻辑，巴门尼德^[6]断言，“非存在”不可能存在，因为这是逻辑矛盾。相反，印度人没有“非存在”禁忌。事实上，他们正面地倾向于“非存在”，因为这构成他们“涅槃”的观念。（Logan 2004a; 1979, p. 16)

字母表引进后最富戏剧性的传播革命是谷登堡^[7]印刷机。麦克卢汉在《谷登堡星汉》一书中详细描绘了这一技术。他论证了印刷机对重大文化变革的影响，比如科学兴起、宗教改革、启蒙运动、民族主义兴起和工业革命。“印刷术的发明确认并拓展了应用型知识新的视觉偏重，提供了第一种整齐划一的、可重复的‘商品’、第一种装配线、第一种大批量生产。”（1962, p. 153)

第八节 人类语言、文化、技术、科学、经济 and 治理都是组织繁衍的形式

“我认为，信息学指的是信息技术，以及启动、伴随信息技术并使之复杂化的生物、社会、语言和文化变革。” (Hayles 1999a, p. 29)

海尔斯这句话说明，生物、文化和语言信息是有关系的。上文和 POE 也指出，语言和文化像有机体，繁衍组织，因而也繁育信息。繁衍组织的还包括科学、技术、经济 and 治理，因为它们也是文化的组成部分。我们将分别予以阐述，因为它们提供了一些生动的组织繁衍例证。语言和文化表征的信息像生物信息，不是香农信息或选择性信息，而是具有意义的信息，即麦凯的结构信息。

语言 and 文化的信息不是固定的，而是依靠语境的——条件变，语言 and 文化随即变。这句话适用于文化的分支，我们明确地予以界定，它们是科学、技术、经济 and 治理。这些信息形式不代表选择性的香农信息，而是代表麦凯的结构信息，因为它们依靠语境。每一种都不只是字母数字串，也不只是 0 和 1 的字符串。

容我用个人经验举例说明语义如何倚重语境。我有四个孩子，他们为我生了四个孙子。对我而言，“爸爸”一词的意义随着人生的岁月逐渐变化。过去它指的是我的父亲；我有孩子后，它指的是我；我的孩子有孩子后，我成了爷爷，“爸爸”一词就指我孙儿女的父亲了。

要点是，语词的意义依赖语境。这就是我为什么把“爷爷”“爸爸”“儿女”和“孙儿女”这几个词称为奇异吸引子。这是因为一个词的意义绝不会永远不变，每次使用时，其意义都有轻微的变化，因为其语境

绝不会永远相同。为了说明这个观点，让我们考虑水这个词。它代表我们喝的水、洗涤用水、烹饪的水、游泳的水、天降的雨水、融化的雪水，汇成江河湖泊的水，等等。在这些语境下，“水”的概念每一次都有不同，但它们之间有一条共同的线索，因此“水”一词成为一套不同语境的奇异吸引子。

语言是一套符号的组织，其语义和句法是一种信息形式。文化也可以作类似的论述，人类学家吉尔兹（Geertz 1973, p. 8）也用符号语言作了这样的论述。

信息是语言或文化的一种组织形式。虽然它吸纳了香农信息意义的符号性，但它不能与香农信息联系在一起，因为语言文化信息倚重语境，是有意义的。同样，语言文化吸纳了有机体，因为它们演化的方式是难以预测的。因此，我们借用POE里的核心论点，排除用香农信息来描绘语言文化及其演化。“可能性的集合及其语言文化熵是不能计算的。”（Kauffman等人 2007）因此，如果把信息界定为不确定性的压缩，那是讲不通的，因为无论你在语言文化系统里学到多少信息，不确定性仍然是无穷大的，因为能演化的可能性仍然是无穷大的、不计其数的。因为技术、科学、经济 and 治理是文化的组成部分，而且事实是，它们的演化是不能预测的，上一句话里关于语言文化的判断同样适用于文化的这四个子集。

在此，界定两种形式的信息也许是有用的：宏观信息和微观信息。微观信息包含孤立的信息比特，这是香农信息传输的那种信息，它们是较大信息系统或组织的组成部分。宏观信息或组织的系统有生物有机体、语言或文化。其他宏观信息形式有：文化的具体要素，比如商务、经济系统、政治体、科学和技术域。叙事是文本或口语的组织，故可以被视为宏观信息形式。微观信息是构成一本书、一篇文章或一个故事的字符串或符号串。

语言文化的组织信息还有另一个属性，和有机体相同的属性，这一属性使之和香农信息不同。这个事实是：语言文化像生命，是自组织现象。因此，语言文化像生物信息，不像香农信息，我们有一个语言文化信息发生的基元模型（primitive model）。虽然我们没有准确的理论说明，语言文化和与其有关的信息和组织如何发生，但我们提出了若干建议和模型，说明这一现象是如何通过自组织机制发生的。我的《心灵的延伸》含有这些模型的评估。

将信息形式视为组织是基于这样一个理念：我们检视的系统含有成分，成分的组织靠某种组织原理。生命系统的成分是生物分子，生物分子由生物体组成，约束条件或学习信息（instructional information）使自由能转化为功，这就是生物分子的组织原理，组织复制时生命系统就得以繁衍。

这个模型也适用于语言，语言的句法是组织原理，语言的成分是单词或语义。儿童向父母或看护人学习语言时，语言的复制随即发生。

这个模型还适用于社会系统。在这里，作为行为模型的文化是组织原理，文化成分是个人的行为以及他对社会的评判。青少年从父母老师和同龄人等源头学习错综复杂的文化。

就技术而言，技术域是组织，发明或人造物是技术域的成分。每当发明革新者利用技术域里的成分时，技术复制随即发生，新的人造物或发明随之而生。

这个模型亦适用于经济—治理体制。在这里，经济模型是组织，商务交易是成分。以下经济模型的例子根据艾伦·约翰逊和蒂莫西·厄尔的著作整理而成（Allen Johnson, Timothy Earle 1987）：

- (1) 家庭是基本的经济单位；

(2) 头人部落经济单位，头人是经济活动的协调人，为部落人服务，取悦人；

(3) 酋长主导部落经济单位，控制一切经济活动手段，回答部落议事会的问题；

(4) 邦国或庄园经济，君主或庄园主是绝对的统治者，例子有中世纪的庄园系统革命前的沙俄和法国；

(5) 市场驱动的经济体制，民主型的，例子有美国的共和制和英国的君主立宪制；

(6) 社会主义国家，私人企业受控制；

(7) 共产主义国家，国家资本主义，例子有苏联和毛泽东时代的中国。

经济—治理体制通过文化和司法体制复制。

这个模型同样适用于科学，科学方法是组织原理，成分是具体的科学理论。通过科学成果的发表和新科学家的教育，科学的复制随之发生。

第九节 本章小结

我们证明，信息并非独立于其描绘现象的单一概念，也不独立于它借以界定的参考框架。我们借此论证信息的相对性。我们特别说明，香农信息不能妥帖地描绘有机体、语言、文化，也不能恰当地描绘文化的成分，比如技术、科学、经济 and 治理。我们考察了信息与物质性、意义和组织的关系，借以证明，香农信息独立于意义、组织及其物质实例化（material instantiation）；相反，生物信息和语言文化相关的信息不能独立于物质实例化。我们还证明，信息和生物系统的组织关系密切，信息和语言、技术、科学、经济、治理等文化元素的关系也密切。

【注释】

[1] 伊利亚·普里高津（Ilya Prigogine, 1917—2003），俄裔比利时科学家、1977年诺贝尔化学奖得主，提出了“耗散结构”理论，著有《确定性的终结：时间、混沌与新自然规则》《从混沌到有序》等。

[2] 费尔迪南·索绪尔（Ferdinand de Saussure, 1857—1913），瑞士语言学家，结构主义语言学创始人，区分“言语”和“语言”、共时研究和历时研究，著《普通语言学教程》《印欧语系元音的原始系统》等。

[3] 爱德华·萨丕尔（Edward Sapir, 1884—1939），美国语言学家、人类学家，文化语言学和结构主义语言学的奠基人之一，以研究印第安人语言著称，与学生沃尔夫一道提出著名的“萨丕尔—沃尔夫”假说，代表作为《语言》。

[4] 莱纳德·布龙菲尔德（Leonard Bloomfield, 1887—1949），美国语言学家，著有《语言论》。

[5] 李约瑟（Joseph Needham, 1900—1995），英国科学家、剑桥大学李约瑟研究所名誉所长，长期致力于中国科技史研究，其卷帙浩繁的《中国科学技术史》

影响深远，1994年被选为中国科学院首批外籍院士。

[6] 巴门尼德 (Parmenides, 约前515 - 前450) , 希腊哲学家, 爱利亚学派创始人, 存在哲学代表, 认为思想和存在是同一的、不生不灭、不动的、单一的; 承认理性的真实性, 否认感觉的可靠性, 认为只有理性才能认识真理, 认为“非存在”是不存在的; 反对赫拉克利特变化的观点, 认为创造 (从无到有) 和毁灭 (从有到无) 是不可能的。著有《论自然》。

[7] 约翰内斯·谷登堡 (Johannes Gutenberg, 1398—1468) , 德国金匠, 发明活字机器印刷, 包括铸字盒、冲压字模、浇铸铅合金活字、印刷机及印刷油墨, 印制第一部机印版《圣经》 (《42行圣经》) 。

第四章 文化与信息及其相互关系

第一节 什么是文化：概念定义

文化由起自适应心理工具作用的符号信息组成，是人类得天独厚的现象。文化是向先辈学习的机制，通过传播和社会互动代代相传。R.博伊德（R. Boyd）和P. H.里彻森（P. H. Richerson）在《文化与演化过程》（Culture and the Evolutionary Process. 1985, p.14）里写道：

个体的学习.....可能会付出代价，还容易出错。学习的错误费时耗力，而时间和精力本来是可以用于身心健康的，学习的错误很可能带来一定的风险。由于这样的代价，个人用来判断受欢迎行为的投入必然是有局限的，何况个人的学习还可能导向错误。个人也许还没有自适应行为，不适应的行为也可能因偶然被强化而保存下来。当这些代价有重要意义时，个人的选择应该是有利于学习的捷径，如此，有机体能达成表型可塑性，而不必支付学习的全部成本。文化遗传是自适应的，是一条很好的捷径。如果天时地利的自适应行为比其他行为更加普遍，模仿就为获得这种行为提供了一条成本不高的捷径。

吉尔兹（1973, p. 8）的文化定义强调文化信息的符号性。他把文化定义为，“历史传承的嵌入符号的意义模型，用符号形式表达的、代代相传的观念系统，借用这个系统，人们交流、维持并发展生活知

识和生活态度”。他接着说：“文化是决定行为的模式，不是行为模式本身。”

文化是离体的学习形式，为个体提供额外的存活边际。文化是非遗传的，其作用类似于遗传本能。基因控制的本能行为和文化约束行为都处在演化之中，随环境条件的变化而变化。本能行为和文化都支持生存。没有文化，个人或家庭都不能存活。如果环境经历戏剧性变化，继承下来的本能就可能有害于生存，如果物种要生存，本能肯定就要变化和演化。同理，文化要变化，否则社会就不能生存。实际上，历史上僵化文化为数众多，它们不能适应业已变化的情况，因而不能生存。狩猎文化有积极的生存效益，使生活容易，直到过度狩猎使猎物耗尽。猎物耗尽时，猎人/采集人用驯化的动植物补充野生食物之不足。狩猎文化演化为畜牧业社会，动物不再被屠宰殆尽，而是被驯化，被有控制地选择；狩猎文化或演化为农业社会，作物被悉心栽培和收获。这些活动需要比狩猎付出更多的精力。正如《圣经·创世纪》所记载，人们被赶出伊甸园，不得不汗流浹背地为获取食物而耕耘。

第二节 语言和文化的关系

威廉·杜伦 (William Durham 1991, p. 8) 称, 文化含“符号编码”的概念, 意思是说, 文化很像语言, 因为语言也含“符号编码”的概念, 即语词。因此, 我们业已看清的和假设的语言特征同样适用于人类文化。语言既是文化的显性成分, 又是文化传承的工具。

文化对人的思想产生重大的影响, 因此, 由于语言的存在, 心灵不只是大脑的延伸, 我们应该在下列等式里加上文化。我们就心灵所作的新的表述见以下等式: 心灵 = 大脑 + 语言 + 文化 (mind = brain + language + culture) 。

拜读克拉克 (1997, 2003, 2008) 的著作前, 我就提出了自己的心灵延伸的概念。克拉克称, 语言和文化都提供心灵延伸的认知脚手架。之前他认可, 我们的思想是平行发展的 (Clark 2008) 。我也想像他一样认可这一事实。正如语言为概念化思维提供框架一样, 文化也提供这样的框架, 因为它储存社会多年获取的全部教益。既然语言是文化产品, 其他文化产品和过程也促成了人类心灵建构的方式。

第三节 文化是有机体吗？

在本章其余几节里，我们将考察这样一种可能性：像语言一样，文化有机体的演化容易被人的心灵把握，因而产生了普遍文化（Universal Culture，简称UC），就像语言的演化产生普遍语法一样。

文化基本上是符号性的——一套思想、信念、信息和知识。文化若要传承并存活，它就必须容易被人脑获取，就像语言容易被人获取一样。因此，合乎逻辑的假设是，语言的演化方式使之容易被人获取。因此我认为，克里斯琴森（1994）“语言乃有机体”的观点可以引申来判断文化：文化也能被视为有机体，被视为一种专性寄生物。如果我们接受这一假设，类比推理的结果就是：克里斯琴森有关语言的许多论断可以被用来论述文化。

如果我们稍微变换我在上一章里征引的克里斯琴森等人（2001）的一段文字，用“文化”替换“语言”，就可以得出一些有关文化性质及其演化的有趣的思想。用上这样的替换，他（1994）“语言乃有机体”的概念就可以被引申来说文化，文化也可以被视为同样比喻意义上的有机体。

文化之所以存在，只是因为人能学习、生成和加工文化。

没有人就没有文化。因此，把文化理解为有机体是有道理的，因为文化不得不通过自然选择去符合预适应，以便适应一个特殊的小生境：人脑。为了“生存”，文化具有不需要适应人类学习和加工机制的特性。这并不是说，拥有一种文化的能力不会赋予人选择性优势。有一点似乎是清楚的：具有优势文化能力的人拥有选择性优势。这一点没有争议，是构成许多文化演化预适应论的基本前提。然而，常常没有被人理解的一点是：作用于文化使之适应人的选择性压力相当大，相比而言，人们适应文化的选择性压力要小得多。在文化受压力大

的情况下，文化的生存必须要有一个条件：可以被人学习和加工。适应文化的使用仅仅是人受到的许多选择性压力之一（其他的选择性压力有规避食肉动物、寻觅食物等）。人可以在没有文化的情况下生存，文化没有人却不能生存。由此可见，情况更可能是这样的：文化必须适应人类宿主，而不是人去适应文化。难以学习的文化必定消亡，更可能的情况是，难学的文化根本就不可能产生。

在援引克里斯琴森等人的文字时，我用“文化”替换“语言”。因此我们断言，和语言一样，文化可以被视为有机体，在演化过程中容易被习得和保存。

第四节 文化有机体归于个人，而不是归于整体的社会

每个社会人和语言有机体及文化有机体都是共生体。社会的文化是一个物种，由社会的全部个体文化有机体组成。

人们都以个体身份学习。因此，倘若文化是学会的，其终极住所必定是个人而不是群体.....如果我们接受这一观点，文化理论就必定要解释，在什么意义上文化可以说是共享的，是群体所有的.....这种共享兴起的过程是什么。

(Goodenough 1981, p. 54)

沃德·古迪纳夫 (Ward Goodenough) 这一洞见证明我们的看法有道理：把个体的文化视为有机体，把群体的文化视为一个物种，由个体文化的同种个体组成的物种。社会里每个人的文化可能会十分悬殊，因为他们是社会文化的组成部分，有赖于家庭成员的身份、住所、国籍、职业、服务的公司或组织、宗教信仰、爱好等大量的因素。

考夫曼的有机体定义是：“能催化自我繁衍的化学物系统。”

(1995, p. 49) 我们概括考夫曼的有机体定义，将其用来下这样的定义：文化是能催化自我繁衍的思想、信念和知识的系统。如果我们把每个人的文化视为有机体，那么，我们就可以认为，如果儿童习得类似于父母和其他文化同种个体的语言，文化就完成了一次自我复制。但由于受同龄人的不同影响，儿童对父母的文化就做了修正。与此同时，由于最有利于个体和社会的文化元素占主导地位，一个选择过程自然会发生。如此，社会里每个人的文化有机体就沿着达尔文遗传、修正和选择的公式演化。于是，正如个人语言的演化一样，文化遗传不是二倍体的遗传，而是多倍体的遗传。每个人拥有的文化特征可以用克里斯琴森和埃利森 (2002) 对语言的描绘来描绘，这就是他们所

谓的“一种有益的寄生体即共生体，赋予其宿主某种选择优势，没有宿主就不能生存”。社会的总体文化不是有机体，因为它不能自我复制，相反，它是一个文化物种，由全社会所有个体的文化有机体构成。正如生物物种的同种个体能自我复制一样，文化物种的同种个体能交流、合作、共谋、共享基本价值和设想。你可以说，英语和法语是文化物种，美国文化、加拿大英语文化和英国文化是英语文化的亚种。在这三个国家里，还有更细分的亚种，亚种因职业、爱好、宗教等背景而定。它们是文化亚种，因为它们共享文化物种共同的价值。在某些方面，文化亚种和生物亚种相似，它们特色鲜明相互区别，但其成员能杂交繁衍。

属于共同体或社会的文化不属于个人，共同体文化或社会文化通过变异演化，个体使用和修正文化的个性化，文化变异在这个过程中发生。个性化的变异融入文化共同体里其他成员的个体文化，在此过程中，个性化的变异得以在社会里传播。

我们提出了文化的两种意义：个体的文化，文化有机体的意义；社会的共同文化，文化物种的意义。文化共同体既可以是一个民族国家，也可以是小村落、邻里、职业、专业群体、实践社团，甚至是大家族。

第五节 普遍文化

容我介绍另一种饶有趣味、高度推测性、文化乃有机体的概念。让我归纳克里斯琴森（1995, p. 9）的论点：为了生存，语言演化的方式使自己的自适应“符合人的学习和信息处理机制”。这一机制导向人类语言特征的普遍性，或导向乔姆斯基所谓的普遍语法。如果说语言作为有机体的选择机制导向一套普遍的规则，而这套规则又管束一种文化内的社会互动，那么，我们就把这套规则指认为普遍文化，其定义是：一切人类文化都具有的普遍要素。这些普遍要素包括：语言、亲属关系、婚姻、流言和乱伦禁忌等。

罗宾·福克斯（Robin Fox 1989, p. 113）指出，普遍文化和普遍语法有相似之处。他区分了普遍性的过程和内容，以及它自我呈现的方式。他写道：

在具体内容的层次上，像不同的语言一样，不同的文化也许各有特色——文化像语言；但在过程的层次上，不同文化呈现出令人惊叹的一致性——这也像语言……每一个普遍过程的结果却可能大相径庭。然而，普遍过程应该有同等的结果——迄今为止，这一点却不见于书面论述。

然而，人类文化普遍性的观点与人类学主流背道而驰。人类学传统的焦点是原始文化和异域文化的描写，是揭示人类文化的多样性。其他一些人持不同意见并争辩说，共同的情况甚于不同的情况。他们声称，人类文化的基本结构实际上非常相似，不同的仅仅是细节，比如以上福克斯引文所述的细节。

李·克朗克（Lee Cronk）就指出，世上的文化可能像世上的语言，语言千差万别，却存在一个底层的共同结构。作为自己立场的证据，他引用唐纳德·E.布朗（Donald E. Brown 1991）的书《人类共同

现象》（Human Universals），“普遍人”（Universal People，简称UP）那一章有详细的论述：

共同现象见于万物，从语言和语法的细节到社会安排再到音乐、舞蹈和游戏，共同现象无所不在。这个清单还包括一些出乎意料的现象。每个社会都有流言，所有的社会都了解谎言的意思。流言和谎言都有特定场合的特定言语类型，它们都用叙事，都有诗歌，短小的流言和谎言仅有几句话，几秒钟就能说出口。平均而言，各地的男人比女人更富有攻击性，更可能杀人，虽然个体的男男女女与平均的情况差异很大。每个人都有说话和食物的禁忌。所有的社会都有最低限度的舞蹈意识（但有些社会禁止舞蹈），都有某种音乐。引人注目的是，每一个社会都有儿童的音乐。按照文化决定论教条所言，文化千差万别、无所不能，那么，为什么又有如此之多的共同现象呢？为什么人类文化并不比表面上那样表现出更大的多样性呢？（Cronk 1999, p. 25）

泰格（Tiger）和福克斯（1971；转引自Brown 1991, p. 81）认为：“重要的共同现象不是在‘实体性’层次，不是人类学家通常谋求的共同现象，而是在‘过程’的层次……过程可能是普遍现象，即使其结果呈现出高度的多样性。”

第六节 文化共同现象一览

布朗 (1991, pp. 130—141) 大篇幅罗列了人类文化的共同现象, 用他的话说就叫“近似共同现象” (near-universals)。他设问道: “所有人、所有社会、所有文化、所有语言有何共同之处呢?” (1991, p. 130) 他尝试用他所谓的“普遍人”来回答这个问题。

“普遍人”意识到这个特征 (即他们拥有文化), 并假设, 他们之道即文化不同于自然之道。“普遍人”有很大一部分文化嵌入了他们的语言这个交流系统; 如果没有语言, 他们的文化必然要简单得多。有了语言, “普遍人”就可以思考并讨论他们的内在状况, 以及外在于每个人的世界……有了语言, “普遍人”就可以组织、回应和操纵同伴的行为……希望研究普遍人的学者认为, “普遍人”的语言具有战略意义。之所以如此, 那是因为即使这种语言不是“普遍人”的准确的镜像, 至少是窥视其文化、心灵和行为的窗口。(1991, p. 130)

布朗 (1991, pp. 130—141, 157—201) 罗列了一百余个条目, 它们是地球上所有文化共有的普遍现象或近似普遍现象。布朗这个清单包含文化和语言相关的普遍特征, 包括: 正确使用语言的威望; 流言; 谎言; 幽默; 羞辱; 以及语言变化。“一切基础层次上的语言特征——音位、语法和语义的特征都见于一切语言。” (1991, p. 131)

除了以上层次上的特征, 布朗还列出语言的下列共同现象和近似共同现象: 名词和动词; 所有格形式; 标记 (“好”绝不会仅用“不错”来表达); 特别场合的特别话语; 叙事; 大致每三秒钟一停顿的诗歌; 比喻; 隐喻; 借代; 象声词; 性别; 时长; “如日月季年的时间单位”; 周期性或节律性; 时态 (过去, 现在和将来); 类似的分类 (人体部位, 心理状态, 行为特征, 植物; 动物, 气象, 工具, 空间, 以及许多其他的专题); 专有名词; 人称代词 (第一、二、三人称); 地形名称和地名; 反义词和同义词; 数词; 区分性别和辈分的亲属称

谓；“语义类别，比如运动、速度、场所、维度，以及其他物理特性”；词汇越常用越短小；“二元分别”，如“黑白、自然与文化、男女、好坏，以及带中间概念的有序连续体；度量和距离但未必总有统一的单位；分类系统；逻辑术语，如非、和、同、同等和对立；符号；猜测推理；因果关系；主客之别；模仿性交流元素，比如手势；可以模仿、戴面具或修饰的、普遍认可的体姿”。

除了和语言相关的共同现象之外，布朗还发现下列人类心理和行为的共同现象：试错学习；心灵理论；自我与他人的概念；自我意识；理解的意向；惧怕，尤其对噪声、陌生人和蛇的惧怕；性吸引；同性恋；调情；嫉妒；羡慕；对他人的认可；多种工具的制造和使用（杠杆、容器、捆扎材料、矛头、武器以及用火）；烹饪；药物；栖身所；接生；分娩准备；产后护理；家庭生活那样的群居；在一个地方扎根；婚姻和求爱；通奸；家庭；育儿；青少年犯罪；对青少年逆反性的传统约束；裙带关系；恋母情结；赋性地位和自致性地位；控制；名望；男性支配；男子统治者；排斥女性的男子活动；劳动合作；贸易、礼品、食物共享；对未来的预测和谋划；三角关系；治理或公共事务；权威；权力；集体决策；领袖、从未有过完全的民主或完全的专制；对慷慨的钦佩；利他主义；忠诚；自杀；冲突；对破坏行为的控制；内群/外群划分；我族中心主义；承认和使用承诺；道德；价值、理想和标准；同感；骄傲；羞愧；悲伤；需求；日常例行事务；礼仪；款待；性与性行为节制；宗教或超自然物信仰；人格化；民间医术；巫术；占卜；祸福论；仪式；生老病死仪式；哀悼；世界观；梦和梦的解析；所有格；财产；继承规则；审美标准；艺术；想象；讲故事、叙事和神话；解释世界的需求；装饰；梳理整饰；发型；舞蹈；音乐（器乐、声乐和儿童音乐）；戏剧；竞技运动和舞蹈。

有些文化侧面是近似共同现象的，如狗的驯养、记数系统、诗歌仪式的联系；精神实体，比如灵魂的信仰；红白黑等颜色词、死刑和

堕胎的象征意义。

以上文化共同现象的清单取自文献，大多数选自布朗的书（1991），他率先编辑了这个清单。我认为应该补充一项：即侦查和惩罚骗子的司法系统。死刑几乎是所有社会的近似共同现象，但我认为对那些以这样那样的欺骗冒犯社会的人，其他形式的惩罚也是有的。

第七节 模因是文化有机体的复制器

我们假设文化是符号有机体，如此，其复制就需要类似基因的东西，基因是生物有机体的复制器。道金斯（1989）在《自私的基因》（The Selfish Gene）里确认了一个类似基因的东西，引进“文化基因”（cultural meme）即模因（meme）概念，将其视为文化复制器。他认为，文化基因引申了达尔文的进化论，将其从生物系统引入文化或社会系统：

我提出“文化基因”（cultural meme）的概念，以戏剧化手法表现一个事实：基因并非达尔文主义世界的一切……模因是文化遗产单位，和复制器的概念绑在一起成为达尔文主义的基本单位。复制器可以是自我复制的任何东西，对世界施加影响，增减自身被复制的概率。（Dawkins 1996, pp. 80—81）

道金斯的模因乃文化复制器，近似生物基因，有助于我们强化文化乃有机体的概念。模因不仅能解释文化的再生产，而且能解释自然选择，因为模因互相竞争，争夺人类头脑中的一片天地。生物有机体能用基因构成来界定，同理，文化有机体能用模因构成来界定。构成文化的行为模式都是模因，正如语言的词汇和语法结构都是模因一样。

在符号域里繁衍组织是什么意思？模因、语言和文化有目的和意图吗？宗教、社会团体、民族国家、学派、科学思想流派等机构和制度拥有其成员的集体目的，因而有自己的目的吗？

什么机制容许这些模因复制呢？模因提供效益，借以利用宿主，确保自身的传输或复制。然而，语言和文化是人类生存的绝对必须条件，因为人类对它们的依附业已形成，正如现代社会没有电能就不能生存一样。比如，语言和文化与利用人类行为的能量有一种耦合的关

系，其结果是，语言文化乘坐在人类基础代谢的背上，借以繁衍自己的组织。

第五章 符号域里离体组织的繁衍初探

第一节 导语

在第二章里，我们检视了POE。我们显示，占据生物域的生物有机体进行物质上的组织繁衍，它们借助的机制是约束条件，约束条件允许生物体把自由能转化为功，以进行基础代谢和复制。这些约束条件与信息相连：实际上简而言之，约束条件就是我们已界定过的生物信息或学习信息。

人类语言和文化的非物质的离体组织（extra-somatic organization）符号域，在生物域里占有特殊地位，在POE一文里，我们仅仅粗略地予以介绍，没有进行分析。这一章的目的是考虑人类行为这些符号性和观念性特征，它们构成符号域，第二节将予以描绘，我们将分析符号域要素组织繁衍的方式。第三节开始研究语言文化。然后，我们从三个方面介绍文化：第四节介绍技术，第五节介绍科学，第六节介绍治理和经济。符号域里的组织繁衍类似于生物域里的物质组织繁衍，这是POE里业已辨明的相似性。之所以分三节介绍技术、科学和经济—政治系统这三个文化要素，那是因为他们都提供了生动的组织繁衍例证。

在《调查》一书里，考夫曼（2000）提出了若干有趣的论题，它们与生物有机体组织繁衍相关。在第八节里，我们借用考夫曼在《调查》一书里确认生物有机体的三大特征，将其推展到语言和文化的研究。这三大特征是三种观念：

- （1）邻接可能性的探索；
- （2）多样性的极大化和考夫曼假设的热力学第四定律；
- （3）自建构符号域。

实际上，为说明这三个观念，考夫曼也偶尔在分析中包括技术和经济。不过，我们将尝试用更系统的方法来研究这三个观念，把语言、文化、科学纳入分析的范围，因为考夫曼没有明确进行这三个方面的论述。

第二节 符号域

在从考夫曼和克莱顿 (Kauffman, Clayton 2006) 论文的基础上产生的POE里，我们主张，生物性不能简约为物理现象，意思是说：“我们不能对生物域将来的演化做限定性的预判。”同理，人的行为即语言文化的符号观念也是不能简约为物理现象的，既不能派生于人类生物现象，也不能靠人类生物学来预测。对语言和文化（符号生物域）的未来演化，我们不能做限定性的预判。第三章描绘了口语从模仿性交流发展而来的情况，口语的产生既不能靠模仿性交流特性来预判，也不能还原为模仿性交流的特性。你绝不可能预料原始印欧语的发生，也不可能预料其后裔，比如英语、梵语、希腊语、拉丁语、意大利语和罗马尼亚语。你也不可能预判世界各文化的预适应，不可能预判其技术、经济和治理形式，那一切都有赖于它们所处的物理环境等因素。同理，我们不可能预判或预测科学和数学的发展或演化。

人类语言和文化的符号域是人类概念性思想的产物 (Logan 1997, 2000, 2006a, 2007)，是突显现象的表征，而且我们将要说明，这个符号域是组织繁衍的表征。符号域突显现象与生物域现象是迥然不同的：POE一文分析的焦点是，符号域现象是抽象的、概念的和符号的，不会以物质形式实例化，它们也没有外延，技术是唯一例外。以技术而言，它是进入物质工具制造里的符号概念和组织，工具不会繁衍实际的物质工具。我们考虑语言文化表征的组织繁衍还有一个动力，那就是这样一个事实：语言和文化演化的速度比人类的生物演化快得多，因此，对了解人类经验的演化和发展，考虑语言文化表征的组织繁衍是必不可少的。

生物域概念的引进是为了将其与物理世界或物理域区分开来。我们所谓的生物域由生物有机体组成，生物域表征的层次在复杂性上超越物理域的无生物部分，生物有机体是突显现象。为了我们讨论的目的，我建议，生物域包含一个更复杂的和突显的领域，即符号域。率先提出符号域概念的是舒曼（2003a, 2003b），稍后有两篇文章

（Logan, Schumann 2005; Logan 2006b）将其细化。符号域被界定为人的心灵及其产物，含符号抽象思维、语言和文化。宇宙以能量构建自身，生物域以生化分子构建自身，符号域以概念构建自身，概念在人脑里神奇地吸引基于神经的感知。

表征人类心灵的那部分符号域有别于大脑，符号域是概念性思维的领域，语言使之成为可能。在《心灵的延伸》里，我用玩弄词语的方式给心灵下定义：心灵 = 大脑 + 语言。在这个模型里，大脑是物质域的一部分，因而基本上是感知处理器。配上语言后，人类心灵的概念性思维就成为可能了。

至于文化，我们将借用吉尔兹（1973, p. 8）界定的概念：文化是用符号体现的。所有文化成分都是概念化的产物，表征的都是突显现象。

符号域嵌入生物域，从生物域涌现出来，正如生物域嵌入物质域并从物质域涌现出来一样。符号域包含人类符号思维和文化的方方面面，比如语言、技术、科学、治理、经济、文字、数学、计算科学、互联网、诗歌、音乐和视觉艺术，这一切都表征组织繁衍。为求分析的简练，我们将分析的范围限定于上列清单里的前几个重要元素：语言、技术、科学、治理和经济。

概述这些定义或分类之后，我们看到，自大爆炸以来，宇宙历史有多多样性和对称性断裂的三个层次：非对称物质宇宙的出现；地球上也许宇宙其他地方生命或生物圈的出现；地球上人类文化的出现，最

后是地球人抽象的生成性符号语言和文化形式的符号域的出现，以及宇宙其他地方拥有符号智能的生命形式里的出现。

符号域里的组织形式是离体的、非物质的、非广延的，却是在物质媒介里实例化的，表征着人的行为和思想。口语的生成和接收需要人体的几种器官，还需要空气这种物质媒介来传播，有时，口语因电话或话筒之类的电子设备而提升。技术、科学、治理、经济和其他方面都是概念的、符号的。它们是组织的形式，在物质材料里实例化，它们对物质材料的形塑和控制通过直射而下的因果关系来实现。

本章考虑的一切离体的、非物质的组织形式并非全都源于人类。不过，大量证据表明，人类文化的某些方面起源更早，在能人、直立人和尼安德特人时期就已出现。至于人科的较早形式是否会说话，辩论仍在激烈进行中。无疑，他们已有原始的文化形式，因为他们能制造工具。我们在这里规避这样的争论，因为它和本章的核心主题无关；本章的核心主题是离体组织繁衍的存在。

另一种辩论的主题是，非人科的动物多大程度上拥有文化和语言。的确有证据表明，有些灵长目拥有一种很粗陋的文化，使用粗陋的技术，能传递增强生存机会的行为，比如用细长棍子掏洞里的白蚁，用石头砸坚果。另一个例子是日本一个海岛上的猕猴，它们把红薯洗净后再吃。这里有一个争论的问题：这样原始的或初级的文化形式是否是表征的？我认为不是的。就语言而论，唯有人类掌握完全生成的语言。非人类的野生动物最多只能用一小批信号交流，总数不会超过50个。

同样，人类技术比非人动物的任何工具使用都先进得多。唯独人能用火；唯独人能用工具制造工具；唯独人组织知识、发展科学。因此，我们的焦点是通过人类语言文化的组织繁衍，把非人动物组织繁衍的讨论留给更通晓非人动物行为的专家。

考虑符号域的重要意义在于：用迪肯（1997）的话说，我们人是“唯一的符号动物”（the symbolic species）。其含义是，我们是唯一能概念化和符号化的物种，换言之，唯有我们能应对和处理不在我们感知的时空范围内存在的客体或源头的信息。唯有人能与抽象符号建立符号关系，符号象征性地代表我们不能立即感悟或感知的概念或事物。

第三节 人类语言的组织繁衍

基于舒曼的文章《语言的演化》和《符号域的演化》（2003a, 2003b）和我本人的“心灵延伸模型”（Logan 2000, 2007），我们假设，符号域、人类语言和抽象的符号概念化是在同一时间协同进化、出现的（Logan, Schumann 2005）。人类语言是突显现象，是复杂自适应系统，其离体组织的繁衍和演化方式与生物有机体非常相似，第三章对生物有机体的繁衍和演化方式已作了描绘。支持我们有关人类语言组织繁衍这个假设的还有另一个假设，那就是道金斯（1989）提出的模因概念，模因复制的文化要素包括语言，本章第四节“人类文化的组织繁衍”将更详细地予以介绍。

考夫曼（1995, p. 49）说：“生物有机体是化学物系统，能催化自我繁衍。”引申这一定义就可以说，语言的运行像符号有机体，能催化自我繁衍。如果我们把每个说话人生成和领会的语言视为非自主的共生有机体，那么，我们就可以认为，每当一个儿童习得父母和其他人的语言时，语言就在复制自我、繁衍组织。

我们把每个社会人的语言定义为有机体，借此，我们不仅满足了考夫曼关于有机体催化自我繁衍的标准，我们还可以借用达尔文的单线进化定义来考虑语言有机体的演化，这就是考夫曼所谓的“遗传、修正和选择”。在这里，考夫曼所谓的遗传就是复制，就是儿童的语言习得。如此，你就能把自然选择的概念用于每个社会人的语言有机体，其修正方式是个人构造新的词汇或语法结构。新词流行或旧词的新用法流行，并被其他人“捡起来用”时，选择就发生了。

考夫曼 (1995, p. 50) 提出的催化闭合 (catalytic closure) 概念位于生命之源的核心, 这个概念也可能提供一种机制, 用以说明语言从父母到孩子的复制方式。如果语言表现出催化闭合的性质, 那么, 有些语言要素的再生产就催化其他元素的再生产。语词不是孤立隔绝的; 它们是语义网络的一部分。一个词的意义总是用其他词来界定的, 因此, 语词互相催化, 所谓语言表现出催化闭合机制, 其意义就在这里。

语言再生产的意思是, 每个说话人的“个体”语言, 以及儿童轻松学会父母语言的过程。人科和人通过生物选择学会模仿的生物天赋发挥作用, 模拟自催化化学反应, 生成更多的同类产物。也许, 催化闭合机制使语言习得能很快进行。

语言是非自主的共生有机体, 生于催化闭合。如果是这样, 我们就有了有别于乔姆斯基假设的另一种选择。他的主张是: 普遍语法是硬接线的。我们的选择是: 处在自催化根基的是自组织或考夫曼

(1995) 所谓的“自组织指令” (order for free organization), 即自然发生的自组织 (1995, p. 71)。普遍语法不以硬接线的方式蹲在使用者脑子里, 相反, 它是语言本身的突显特征, 每当父母或照顾者的语言以儿童共生语言的形式自我复制时, 语言的突显特征也得以复制了。考夫曼的“自组织指令”可译解为“自组织语法” (grammar for free), 或曰语言的自组织。简言之, 语言有机体演化的方式使之很容易被婴儿习得, 不必借用乔姆斯基假设的语言习得机制。

我们把语言再生产作为生物有机体定义为, “能在环境里自主, 是自催化系统, 完成一个热力循环”, 其中不包含考夫曼生物有机体定义的一部分内容: 生物有机体是自主体, 由生物分子组成。显然, 语言不是分子系统, 不完成热力循环, 但它能自主完成组织繁衍。语言不必进行热力循环, 因为它是非自主的有益寄生体, 从宿主身上获取自由能, 反过来增进宿主获取资源、利用自由能的能力。

生物有机体的热循环要有一个条件：需要约束条件去做功，做功需要构建约束条件。约束条件嵌入了自主体的组织繁衍，我们在POE里将其确定为学习信息或生物信息，使之有别于香农信息。

就语言而言，基本单位是构成语义的语词，约束条件是语法或句法。语言的自催化源于这样一个事实：构造语词需要概念和语法，构造概念和语法需要语词。在词汇假设 (lexical hypothesis) 的传统中，语义和语法是自催化的；根据这一假设，“词汇是语言系统的中心” (Donald 1991, p. 250；亦参见Levelt 1989；Hudson 1984) 。因为语词只能用其他词语来定义，词汇就构成语义网，迪肯已指出这一点 (Deacon 1997, p. 136) 。

语词的比喻用法，以及词义之间的互动可以比喻为一张符号—符号关系网络，迪肯也能够用这个关系网来描绘句法。但是，同一个词的不同意义构成的符号—符号关系网也构成一个语义网，我认为.....这是理解语词演化的机制，是语言生态系统变化的方式。(Logan 2007)

综上所述，生物有机体和语言有机体有以下几个共同点：

- (1) 两者都繁衍组织；
- (2) 两者都通过遗传、修正和选择演化；
- (3) 两者都是突显现象；
- (4) 两者都在自组织和催化闭合中发生；
- (5) 两者都有一种学习信息或约束条件形式。

相比而言，最后一点不那么简单，需要作一点解释。对生物主体 (biotic agents) 而言，学习信息提供必要的约束条件，引导自由能转入化学渠道，使维持和复制有机体的工作得以进行。语言有机体的类比是语法或句法，语法约束语义要素流 (flow of semantic elements) ，以构建有意义的命题，为语言提供结构，使婴儿容易学，使语言容易传播或复制。我们把这种学习信息的形式称为语言学习信息，使之有别于生物学习信息。自此以后的下文里，我们只用学习信息这个通称，既指生物体的学习信息，也指语言学习信息。

第四节 人类文化的组织繁衍

文化是社会传输的信息，其形式为人脑中的概念和符号心灵表征（Geertz 1973, p. 8）。这就是说，文化是离体的、非物质的组织形式，在人与人之间扩散。

因为文化繁衍其组织，像生物有机体和语言那样演化，我们在第四章里指出，文化可以被视为符号性的非自主共生有机体（symbolic non-autonomous symbiont organism），同样，我们把语言描绘为符号有机体和共生体，这也是克里斯琴森和埃利森（2002）对语言的描绘。

作为有机体的文化催生自己的再生产。但社会里的每个人都改变或修正自己从社会继承的文化，以满足自己的需求。我们再一次邂逅达尔文进化论所谓的“带修正和选择的遗传”，因为个人对文化的修正可能被选择或忽视，社会的选择或忽视是基于修正的适合性。如此，文化就繁衍其组织，就像POE描绘的那样。

我们说，个人拥有的文化可以被视为符号有机体。和语言一样，文化不是进行热力工作循环的自主体，而是有益的寄生体（beneficial parasite），它消耗能量，代价是提升个人和社会的能力，让个人和社会获取更好的资源并利用自由能。这个关系是共生关系，类似于宿主植物与菌类的关系：菌类固化氮肥，提高植物把太阳能转化为可用能量的能力。

就生物有机体而言，我们确认，有机化学和化学自催化是作用于它们的约束条件。至于语言有机体，我们确认，语法或句法是作用于该系统的学习信息形式。至于文化，其约束条件是顺应的社会压力，

结果就产生大体一致的社会行为。这种一致性并不适用于每一种情况，因为有人用语特征或逆反行为。这就提供了人与人之间文化传承的修正。通过选择过程，社会的文化规范变迁和演化，与生物有机体的演化颇为类似。

文化的基本单位是行为模式或模型，它们构成个人的信念系统。另一方面，约束条件是社会规范和社会压力。文化的自催化是这样的事实：社会实行自组织。

总之，生物有机体和文化有机体的相似性类似于语言有机体和生物有机体的相似性。它们都繁衍自己的组织；通过遗传、修正和选择机制演化；都是突显现象；都生于自组织和催化闭合；都有某种形式的学习信息。

社会的文化含技术、科学、经济 and 治理体系等元素，我们将在本章第五节、第六节和第七节分别予以介绍。我们现在转向这些元素，因为它们也代表着组织繁衍，展示出一种演化模型（“带修正和选择的遗传”），很像生物有机体。

第五节 技术演化

技术的出现肯定走在语言之前，证据是：人科动物的工具制造者可以追溯到能人。然而，工具的精细化和增生，以及基于技术的文化却姗姗来迟，大约在5000年前。罗宾·邓巴（Robin Dunbar 1998, p. 105）写道：

符号语言.....过了很久才以软件发展的形式出现.....大概在旧石器革命时期，约5万年前，我们看见首批明白无误的符号表征的考古证据（包括工具质与量的戏剧性改良，赭石可能被用于装饰，紧接着出现的刻意葬式，艺术的、非功能性珠宝首饰）。

技术演化遵循的模式与思维有机体的演化模式相似，许多不同类型的论者均已指出这样的相似性。率先指出这一点的是英国批评家和讽刺家萨缪尔·勃特勒（Samuel Butler），《物种起源》（The Origin of the Species.1859）出版后的第四年他就论及这样的相似性。更晚近、更严肃的论述者有乔治·巴萨拉（George Basalla 1988）、约尔·莫吉尔（Joel Mokyr 1990）、沃特·文森特（Walter Vincenti 1990）和加里·奇科（Gary Cziko 1995）。

巴萨拉列举技术演化和生物演化的三点基本相似之处。第一个，生物有机体和技术工具的种类繁多，他列举的事实有：在1790年和1988年间，美国专利局每年批准的专利大约470万项，1988年是他的《技术演化》（The Evolution of Technology）出版的时间。如他所言：“制造品的种类之多像生物种类一样令人震惊。”

巴萨拉指出的第二个相似之处是，技术演化通过遗传和修正的过程进行：“制造品世界出现的任何新东西都是基于某个已有的客体

(1988, p. 45)。“他列举许多例子，说明革新技术如何大量借用早期的技术，比如轧棉机、电动机和半导体。

谷登堡的活字印刷机是另一个例子。他利用劳伦斯·J.科斯特 (Laurens J. Koster) 雕版印刷机的理念。科斯特造了一台雕版印刷机，一页一块雕版，反面雕刻，有时也用木活字。科斯特的雕版印刷机并非首创，他借鉴了中国的雕版印刷。中国雕版印刷的理念源于丝绸上的印花图案。

巴萨拉举的第三个例子是，技术通过选择机制存活，社会从大量的技术中选择一种技术，将其融入物质生活。

莫吉尔 (1990, p. 275) 研究技术演化的路径是考虑技术知识，而不是人造物：

我在这里采用的路径是，技艺.....即如何生产物品或服务的具体方式的知识，与物种类似，其变化带有演化的性质。如何生产一件商品的观念或概念可被视为一个物种成员的表型。在一定程度上，每个有机体的表型是由其基因型决定的，不过环境也起到一定的作用。与此相似，观念约束技艺的形式，但对环境的适应和调整有助于决定技艺的具体形式。因此，发明、新技术的出现相当于新物种的发生。

文森特 (1990) 的技术演化研究路径是提出一个“工程知识增长的变异—选择模型”。他建议，设计新技术的最有效方式就是建构模型（物理模型或计算机模拟），用替代方式低成本地创造多种变异，然后用选择过程来挑选最后将要建成的技术形式。像莫吉尔一样，文森特的焦点放在技术知识，最有效方式也是通过代理式变异和选择来达成目标。

奇科 (1995) 引用巴萨拉 (1988)、莫吉尔 (1990) 和文森特 (1990) 的论述，提出“普遍选择理论” (Universal Selection Theory)，其中一个观点是：技术演化的方式类似于生物有机体。“技术的自适应及其进步是.....难以质疑的。”

最后引用我在《第六语言》里的一段话，我也发现，技术演化与生物有机体的演化有相似之处：

认知工具和物质技术是可供创新者利用的两大资源，社会需要或需求常常是推动力。需要乃发明之母，但发明不会在真空中发生。文化里先前的一切创新提供了认知和物质的资源，为下一层级的创新做准备。先前的创新还对社会经济系统里的变化作出贡献，创造新的社会需求。每一种发明、技术革新或发现都生出新的技术能力、新的认知能力和新的社会条件。这些新东西随即与现存文化里的经济、政治、社会、文化、技术和认知现实相互作用，为下一轮的革新搭建舞台。因此，我们这个模型里的技术变革是正在进行的迭代过程的一部分。这个过程始于智人的开端，绵延不断直至今天，步伐日益加快。

(Logan 2004b, p. 125)

第六节 科学演化

科学是另一种人类独有的基于符号的活动，科学也繁衍自己的组织。科学组织繁衍的机制是托马斯·库恩（Thomas Kuhn 1972）所谓的常态科学。科学的每一次成功都生成一个范式，这个范式尽量与多种现象接合，被尽量用于多种现象。这就是遗传机制。一旦范式不再提供令人满意的对自然的描写，一个革命科学时期旋即开始，寻找新的范式。这就是修正机制。如果新范式可重复的结果为科学界提供一种令人满意的解释，新一轮常态科学随即开始。这就是选择机制。科学通过常态科学繁衍组织，通过遗传、修正和选择演化，就像生物有机体一样。达尔文的生物有机体演化和库恩的遗传、修正和选择过程的相似性导致他谨慎的断言，他在科学革命分析的末尾写道：

有机体演化和科学思想演化的类比很容易被推向极端。不过，对于结论部分的问题而言，这个比方几乎完美无缺……发展过程前后相继的各个阶段的清晰度和专门化都有明显的增加，就像我们假设的生物进化一样，科学发展的整个过程未必有既定目标之利，但却有一个永恒不变的科学真理：科学知识发展的每一个阶段都是一个更好的范例。（Kuhn 1972, pp. 172—173）

卡尔·波普尔（Karl Popper 1979, p. 261）对科学的描绘和库恩有所不同，但他也发现了科学演化和生物有机体演化的相似之处：

我们的知识增长是一个过程，其结果很像达尔文所谓的“自然选择”，即假设的自然选择：每时每刻，我们的知识都包含那些假设；它们在生存斗争中，显示自身的（比较而言的）自适应；在这场激烈的竞争中，不适应的假设被淘汰了。

第七节 治理和经济的演化

因为经济 and 治理紧紧纠缠，而经济大体上又界定治理，所以我们把两者合在一起讲。经济和政治制度的组织繁衍和演化大体上与生物有机体的组织繁衍和演化相同，与语言文化的组织繁衍和演化也大体上相同，它们都通过“遗传、修正和选择的过程”繁衍和演化。

在前人类的人科动物和人类的演化中，生物学因素起初占主导地位。技术、语言和文化出现以后，生物学因素继续在人类进化中起重要作用。人的生物学属性和文化协同进化（Boyd, Richerson 1985）。“人口和技术有反馈关系；人口增长提供推进力，技术改变拉力。但.....基本上，人口增长是经济演变的推进力。”（Johnson, Earle 1987, p. 5）

（一）社会化三阶段

约翰逊和厄尔（1987）确认了随人口密度增长而发生的社会化阶段：

（1）家庭级群体（family-level groups），分成小营地，或家庭村落；

（2）地方群体（local groups），由5到10个家庭级群体组成，它们聚居是为了防卫或食物储存；

（3）地区政治体（regional polities），在小地方群体的基础上生成，人口适度时结成酋邦（chiefdom），人口多时结为邦国（state）。

约翰逊和厄尔确认的治理和经济单位有家庭、村落、头人为首的部落、酋邦和邦国，这些单位全都是代代相传的组织形式。由于低一级组织的经济成功，人口增长，更复杂的一级组织随之兴起，正如更复杂的生物有机体从较简单的生物有机体兴起一样。

我们看到，在每一个演化阶段，现存的组织单位都嵌入新的更高一级的统一结构。村落由家庭组成，地方群体由村落组成，酋邦由地方群体组成，邦国由酋邦组成。如此，无国家级社会的地方群体，原本是防卫单位，逐渐融入国家后，就变成税务和行政单位了。（1987，p. 322）

（二）复杂性、突显性和经济—政治的演化

由于人类社会通过狩猎和采集而成功地确保了自然食物资源（从而获得自由能），人口密度随之增加，最终导致食物供给的耗竭。人口过载导致新的挑战 and 混乱。从远离平衡态的混乱中，出现新一级的秩序（Prigogine 1997），其形式是动植物的驯化。驯化模式全球兴起，分布在彼此隔绝的社群，大约在冰河末期，一万年。地方群体也许能从邻居处学会驯化动植物，这是真的；但农业和游牧在几个大陆独自兴起，几乎在世界上的每一个生态系统中兴起，这也是真的。普里高津用人口过载的复杂性来解释动植物驯化的出现，克莱顿（2004）、考夫曼和克莱顿（2006）用强突显模式来描绘动植物驯化，这两种解释有相似之处。

动植物驯化导致新的挑战，产生新层级的复杂性，反过来又产生新层级的渐增的秩序，其形式是：家庭级的群体（小营地和村落），地方群体（“头人”制度）和地区政治体（含酋邦和邦国）。每一种新政治制度的出现都源自先前政治制度的人口过载。这是通过社会文化传播而进行的组织繁衍的结果，先前政治经济制度的特征融入了新的政治秩序，约翰逊和厄尔（1987）论述了这个演化过程。

第八节 邻接可能性，多样性极大化和自建构符号域

在《调查》一书里，考夫曼论述了物质世界许多层次的复杂性，但是，对语言文化的非物质符号域，他仅仅点到为止。本节，我们将引申考夫曼对生物域的论述，将其推广到语言和文化，即符号域。我们尝试拓展他的概念：含生物域的宇宙不断探索邻接的可能性，符号宇宙的多样性也不断增加。我们将证明：符号域也在不断探索邻接的可能性，因而也在增加宇宙的多样性。我们还要尝试把考夫曼推定的热力学第四定律延伸到符号域。这条定律显示，自建构的开放系统，比如生物域，使生成多样化的速度最大化。最后我们将证明，像生物域一样，符号域也是自建构的开放系统。考夫曼又论及，经济和技术也在不断探索邻接可能性。我们将这个观点推展到符号域的各个方面，这一切方面都在不断地探索邻接可能性（adjacent possible）。

（一）邻接可能性探索

考夫曼《调查》一书的核心主题之一是生物域里存在邻接可能性。他（2000，p. 22）给邻接可能性下了这样的定义：

自主体永远在推进新异的邻接可能性——分子、形态、行为和组织层次上的邻接可能性。我将用“邻接可能性”的数学观念来对这一现象作形式化的表述，这是宇宙里执着的探索，在宇宙的许多生命周期里，没有任何一个周期能穷尽一切可能的蛋白质序列、一切细菌种类，或一切法律体系。我们的宇宙浩瀚无穷，是非重复的、长短遍历的（nonergodic）。

我们断言，符号域有一种“邻接可能性”。实际上，考夫曼（2000，p. 54）确认，符号域某些元素有“邻接可能性”。“科学、技术和艺术偶尔邂逅邻接可能性，以大致相当和结合的步伐进入这种状

态。”“在物种、语言、法制和雪佛兰卡车的层面上，宇宙都是非均衡的、长短遍历的。”（2000，p. 145）我们认为，符号域的所有元素都是长短遍历的。在心灵延伸模型（Logan 2007）里，语词被视为奇异吸引子（strange attractor）的表征，把感知和概念联系在一起。语词是奇异吸引子，因为它们绝不回归语义形貌空间里相同的位置，因为其准确意义有赖于其使用语境，或围绕其使用的语义网络。因为它们是奇异吸引子，因而它们是长短遍历的。

考夫曼（2000，p. 143）称，“生物域总体上一一直在扩张，进入邻接可能域，已长达48亿年”，结果，“如今有一亿个物种的常态多样性”，基因的种类估计约有10万亿，代表着这样的生物多样性，“可能有数百万亿甚至更多的”有机化学物种。

相反，根据大多数考证资料，符号域只存在了5万年到15万年（有些人称有一两百万年的历史），却生成了极大的多样性。不计各种地域方言，现存的语言大约有6000种。大多数已经消亡的语言都没有化石遗存，例外有原始印欧语或拉丁语，它们分流到许多其他语言中，拉丁语留下文字遗存。

一门语言有多少词汇？英语大约有100万词汇。假定其他语言平均有10万词汇，世界上所有现存语言的现存词汇大约有5亿。但这不是符号域多样性的广度。我们还必须考虑所有的介词或句子，自语言滥觞起，语词构造的句子数量就难以想象了。假设60亿人（只计算今天在世的人）平均寿命为50年，每人每天说100句话，自生物域存在以来所生成的句子就达1万兆。以今天的人口水准计，每年生成的句子将增加200兆。况且，这样的计算只考虑了口语。除此之外，记录在案的还有书面语，以及技术、经济、法律文书里的句子，还有服装、首饰、艺术等文化产品。

（二）多样性的极大化和热力学第四定律

上文探讨邻接可能性，我们看到，“自主体永远在推进新异的邻进性”，结果就产生“生物域里执着的新异演化”（2000，pp. 5，22）。同样的动态关系适用于符号域。比如，新异性和多样性增加，包括造新词、语法化生成的新语法成分或结构；还包括口音、方言和新语言的分化，比如拉丁语就分化为法语、意大利语、西班牙语、葡萄牙语、加泰罗尼亚语和罗马尼亚语。通过文化的多样化，符号域还在增加其新异性，考夫曼（2000，p. 229）确认经济的多样性：“和生物域一样，经济是谋生方式执着的创造性。”考夫曼确认的执着的经济创造性部分要归因于概念化和语言的使用。

考夫曼提出推定性的热力学第四定律，其基础是邻接可能域里持续出现的新异现象，生物域和生态域里都存在这样的邻接可能性。“生物域里自主体一般的世俗建构的多样性实现了最大化……一般地说，生物域持续不断地使后续发生的多样性增加。”我们认为，如果考夫曼这个定律是正确的，它就适用于符号域的一切要素，且有效性同等，证据是：技术、科学、法律、文学、音乐和视觉艺术新异现象持续不断。

（三）自建构系统

考夫曼《调查》的一个核心主题是这样一个概念：宇宙和生物域是自建构系统（self-constructing system）。“协同进化的生物域完成组织繁衍的建构。”（2000，p. 5）我们设想，符号域也是这样的系统。构造词汇需要思想和概念，创建思想和概念需要词汇。和自主体通过自催化出现在生物域里一样，符号域里也有一个类似的机制在起作用。

我在《心灵的延伸》里写了以下两段话：

语言和概念思维的出现是自催化过程的例子。一组词协同工作建构一个意义和思想的结构。每个词都在接下来的思维和语词上投下自己的影子。语词和

思想既是催化剂，又是思想和语词的产物。语言和概念思维是突显现象，它们以自助方式进入生存状态。

由于事件发生在远古，在语言技能、社交技能、认知技能中，我们不可能判定哪一种最先到来。但你可以说，语言技能、社交技能、认知技能构成一组自催化技能，而且它们还互相强化（或因互助而生成），这就赋予掌握技能者一种再生产的优势。（Logan 2007, pp. 45, 173）

生物域自建构的驱动力是自催化，考夫曼（2000, p. 37）把自催化归因于相变（phase transition）。他写道：“反应系统的分子多样性增加，抵达一个关键的门槛，集体自催化的、自复制的化学反应网络随即自然形成。”（2000, p. 16）

让我们引申这个观点，将其用于符号域。也许，原始语系统的词汇或概念多样性（Bickerton 1998）（大概是人类语言的最初形态，只有语义，没有句法）日渐增加，抵达一个关键的门槛，集体自催化的、自复制的化学反应网络随即自然形成，充分发育的句法和语法随即形成。

有些进化论者认为，难以用自然选择解释合作与利他行为，因为自私的个人把选择优势置于利他主义优势之上。解决这个问题的办法包括：群体选择、亲属选择和互利主义。至于这些机制里的哪一种能解释利他主义，激烈的争论仍在进行中。在《调查》里，为解决这个问题，考夫曼（2000, p. 75）作了一个有趣的尝试：聚焦于合作而不是利他主义，因为后者暗示着牺牲。“组织建构底层的核心因素和适用于经济的因素是相同的——它们只不过是人的生物域的延伸而已。实际上，这些核心因素集中在‘交易优势’（advantages of trade）上。”

在菌类和宿主植物的共生关系一例中，我们已经看到“交易优势”的作用：菌类固氮，从植物的根部吸收能量。一个类似的“交易优势”可以被用来理解语言的兴起和使用，语言是有益的寄生体、共生物。交换信息、协调活动的个人也有互利优势，这样的活动对所有的参与者都有利。请看以下例子，它说明“信息交换的优势”。

主体A做功 W_a 需要消耗信息 I_a ，主体A和主体B分享信息 I_a 时，两个主体都只需付出很小额外的成本。让我们设定：主体A分享信息 I_a 的代价是做功 W_x ；主体B分享信息 I_a 的代价也是做功 W'_x 。主体A让人分享信息时希望，主体B稍后会礼尚往来，让他分享信息；他只需付出 W_b 的代价就可以获得做功的信息 W_x 。同理，主体A付出 W'_x 的代价就可以从主体B获得信息 I_b 。为求简明，让我们假定， $W_a = W_b = W$ ，且 $W_x = W'_x$ 。如此，我们就可以计算主体A和主体B交换信息 I_a 和信息 I_b 产生的经济效益。让我们设想两个剧本：A和B都获得信息 I_a 和信息 I_b ：一个剧本是两人合作的剧本，另一个剧本是两人独立工作、不合作的剧本。合作的剧本：两人的成本相同，各自的成本均为 $W + 2W_x$ ，两人合计的成本就是 $2W + 4W_x$ 。独立工作、不合作的剧本：两人各自获得信息 I_a 和 I_b 付出的代价是 $2W$ ，两人合计付出的代价是 $4W$ 。

已知 $W \gg 2W_x$ ，我们立即看到合作剧本的优势。由此可以断定，这个模式有一个合作的优势，因此我们就可以解释引向利他主义的那种组织，并解释该组织如何和语言联系。我们看到，利他主义可以在自然选择里产生，就像宿主植物和菌类的共生关系一样，两者形成共生关系，互利互惠。

在《调查》一书里，考夫曼（2000）就合作互动的生物有机体和人类经济体做了类比。既然语言是人类经济基础设施的一部分，结果就是：语言与人类协同进化。

非人类经济（Non-human economics）由非表征符号指引，或者由图像符号和索引符号指引。自然选择和协同进化在物种间产生共生关系与合作关系。另一方面，人类经济由语言和文化或表征符号指引。共生关系通过人类语言和文化的表征活动来构想或传播。语言使概念化成为可能，概念化产生大量的人类经济系统，它们几乎使人能在地球的各个角落栖息，产生了动植物的驯化，产生了制造业，晚近还产生了知识经济。

第九节 本章小结

高度猜测性的断想：组织繁衍是香农信息和生物信息之间的桥梁吗？

组织繁衍不仅是生物有机体的特征，而且正如我们所示，组织繁衍还是人类若干抽象、象征、离体、非物质、非广延心灵活动的特征，也就是符号域里语言、文化、技术、科学、治理和经济活动的特征。这一结果是POE一文研究成果的延伸。POE展示了物质的非生物世界和生物世界里的组织繁衍。它还显示了组织繁衍的普遍性，从比较简单的组织形式中涌现出更加复杂的组织形式。

为了真正理解人类进化的性质，我们需要考虑两个领域的协同进化：

(1) 人体包括人脑的物质实例化；

(2) 人类心灵的非广延符号域，以及人类心灵的全部产物，包括抽象思维、语言、文化、技术域、科学、治理和经济。

这两个领域有共生关系，有平行发展。两个领域都分别探索其邻接可能性，都使自己的多样性最大化，考夫曼（2000）的热力学第四定律预测了这样的最大化。事实上，符号域多样性增加的速度比人体快得多。最后，两个领域都是自建构系统，考夫曼对此做了论述。

在第二章检视POE时，我们证明，给生物有机体提供信息或指令的生物信息与香农信息迥然不同，香农的经典定义是：信息即熵。倘若语言和文化组织繁衍的方式类似于生物自主体即生物有机体的组织繁衍方式，那么，这两种信息也许有一些共同的特征吧：给生物系统

提供的信息是生物信息或学习信息，给人类符号思维提供的信息是香农信息，两者可能是有共同之处的。

先讨论这个概念：以物质形式实例化的学习信息或生物信息提供信息或指令，决定生物有机体的生物分子在生化过程中的行为。另一方面，香农信息则是在语言文化系统的语境下运行，通过非物质符号为人的心灵提供信息或指令。如果香农信息被视为学习信息的一种形式，这有道理吗？香农信息给接收者提供信息或指令，告诉他发送者提供的信息是什么。如果我们接受这样的定义，我们就能界定一种泛化的学习信息，把两种信息都包括在内：一是生物有机体的学习信息或生物信息，二是为人类符号通信定义的香农信息。这似乎是信息一词含有的天然互补性，其含义是：某人某物接收信息，因而接收到指令。由此可见，一切形式的信息都是学习信息，但其具体的特性却是由语境决定的，也就是由接收者的性质决定的，因此就有香农信息或生物信息的区分。

在POE一文里，我们几位合作者阐明，信息并非独立于其参考框架的不变量，而是倚重它被应用的语境。现在看来，这句话仍然是正确的。不过，这两种不同形式的信息有一个共同的方面：根据定义，它们都提供信息，因而都发出指令。生物信息指令细胞如何把自由能转化为功，那是生长和复制之必需。符号信息即香农信息含在语言文化里，执行类似的功能，影响人的活动，它加强自由能资源能被找到并被转化为有用功的方式。说到底，语言和文化的目的是加强寻找能源、做功并最终增进人类繁衍的途径。

在本章结尾，我要表明，这里呈现的思想受到许多POE合作者的启发，我诚恳感谢斯图尔特·考夫曼（Stuart Kauffman），鲍勃·埃斯特（Bob Este），兰迪·戈贝尔（Randy Goebel），戴维·霍比尔

（David Hobill）和伊利亚·希穆勒维奇（Ilya Shmulevich）。我必须特

别感谢考夫曼，他的几本大作总是给我启示，他常常花时间在电话里与我探讨这些思想。

第六章 组织繁衍、新二元论、物质和非物质的突显

第一节 导语

本章推出的新二元论图像的丰富性胜过这样一个物理学观点：世界上一切现象都能用基础物理学的术语来解释。我刚学物理时也认为，一切现象最终都能用物理学解释。所幸的是，我在成长中摆脱了这个观点，因为我发现这个世界上，现象是多样而复杂的。

在《调查》一书里，考夫曼（2000）提出了一个观点：组织繁衍是物质、能量、功、约束条件和信息的新的融合，其证明是协同进化的符号域宏大的组织。在本书第二章检视的POE一文里，考夫曼等人研究了物质的非生物世界和生物世界里的组织繁衍。在《调查》的最后一章里，考夫曼组织繁衍的观点被推广到语言、文化、科学、技术、治理和经济的非物质的符号域。他在那里假设，正如他在POE以及他与克莱顿（Clayton 2006）合著的论文里的假设一样，向高一阶组织秩序的过渡只能用强突显论来解释，克莱顿的《心灵与突显》（Mind and Emergence）对强突显论作了描绘。

较高阶的组织秩序由其要素组成，从其要素产生；克莱顿描绘了这种秩序与其要素的关系，描绘了这个问题上的三个基本学派。他认为，这三个学派是：物理论者，二元论者和突显论者。突显论者代表着物理论者和二元论者之间的第三种选择。物理论者认为，一切存在的现象和事物基本上是物理的和物质的，都可以而且将要用基础物理来解释。二元论者相信，除了物理世界，还有另一个元素，这就是“灵魂、自我或精神，这个元素基本上是非物理的”。（2006, p. v）克莱顿引用艾尔-哈尼和佩雷拉（el-Hani, Pereira 2000, p. 133）对突显论者（emergentist）立场的描绘：

- （1）万物由物理学描绘的基本粒子及其集合构成；
- （2）基本粒子的集合达到某种程度的复杂水平时，新特性随之突显；
- （3）这些特性既不能还原为较低阶的特性，也不能凭借产生它们的较低阶的特性来预测；
- （4）高层级的实体影响低层级的实体，高层级的实体由低层级的实体构成，从低层级的实体中突显出来，这就是所谓的自上而下的因果关系。

克莱顿还区分突显学派的两家分支：强突显论和弱突显论。他本人是强突显论者。强突显论认为，从本体论看，新冒出的高层级复杂性与它们出自的低层级复杂性是不同的，物理学永远不可能解释这些较高层级的现象。相反，弱突显论的立场是，诚然，高低层级的复杂性不同，但说到底，一旦对世界的认识深入一步，所有层级的复杂性都是能用物理学来解释的。

第二节 物质突显和非物质突显之比较

人的符号互动自然是人生物系统的一部分，因而是生物域的一部分。不过，我们选择把纯粹的生物互动与人的语言文化区分开来。生物符号学关乎信息传播，由生物分子和器官实例化，生物有机体由生物分子和器官组成，其中传递的信息不是符号的，不代表其他什么东西。因此，其中的信息不能与生物分子即传递器分离开来，也不能与器官分离开来，因为生物分子是由这些器官实例化的。DNA不是RNA的符号，只通过催化作用从化学上催生RNA。同理，RNA不是蛋白质的符号，只不过帮助蛋白质的化学合成。神经信号不是其他什么东西的符号，而是实实在在的物理信号。生物符号的载体和信息内容或讯息也是物理信号。相反，人的语言文化是符号表征的，其中的讯息没有物质实例化，只不过有物质的载体，因而能从一个载体移动到另一个载体。

我们区分物理的突显和非物理的突显。物理突显现象的例子包括正六边形的对流细胞，无论是非生物界的模型还是生物域的生物有机体。非物理的突显现象包括人类语言、概念思维和文化，它们都属于符号域。符号域由舒曼（2003a, 2003b）率先提出，既包括人的心灵以及心灵的一切产物，即抽象思维、符号传播过程，比如口语化书面语，还包括人类心灵的其他产物，比如音乐、艺术、数学、科学和技术。

非物理突显和物理突显的差异是：艾尔-哈尼和佩雷拉（2000, p. 133）描绘物理突显的“万物由基本粒子构成”的第一个元素站不住脚。人类语言、概念思维和文化不是由物理学描绘的基本粒子构成的，它们没有广延性，存在于符号域，不存在于物质粒子6N维度的空间。

就像我们在上一章论证的一样，考夫曼（2000）和克莱顿（2004）也论证，生物学不能从物理学预测，也不能还原为物理学。正如生物学不能还原为物理学一样，人类行为符号的、概念的和非物质的方面即语言和文化既不能还原为人脑和神经系统的生物学属性，也不能来自于这样的生物学属性，亦不能用这样的属性来预测，虽然语言和文化是从这样的系统兴起的。人类语言文化的符号域是人类概念思维的产物（Logan 2000, 2006a, 2007），表现的是突显现象和组织繁衍。它们不同于生物有机体，生物有机体栖居在生物域，是抽象的、概念的和符号的，不是由物质实例化的，唯有技术例外。至于技术，概念和组织进入物质工具的制造，概念和组织是突显的，并不在实际的物质工具里繁衍。

第三节 新二元论

由于非物质突显和符号域同时存在，我和舒曼（2005）提出了新二元论的概念。次年，我又在《心灵延伸模型》的论文中进一步拓展了这个概念。克莱顿（Clayton 2004）仔细区分突显现象的不同形式，却不考虑不同二元论的可能性。我们提出的新二元论大异其趣。按照克莱顿（2004，p. v）的定义，二元论包含灵魂或精神概念。“二元论者认为……人由一个物理成分和一个灵魂、自我或精神组成，精神基本上是非物质的。”（2004，p. v）

我们赞同二元论者的观点：人有一个非物质的成分，即语言、文化和心灵。然而，这个非物质的成分是符号的，未必是精神的、超越的。至于灵魂、精神或上帝的观念，我和舒曼（2005）提出的新二元论则予以摒弃，或者是持不可知论的观点。我们设想，人的行为包含物理的和非物理的两个成分，非物理的成分未必是精神的，而是概念的或符号的。比如，零、能量、数、力、生命、道德、民主、自由和婚姻就没有物理实例化，也没有物质实例化。它们是人类心灵的非物质产物，没有外延。

新二元论清楚区分纯物质现象，无论它们是非生物现象或生物现象，抑或是与人类思维相联系的非物质现象，比如思想、符号、语言、文化，或者是进入了创造科学、技术、治理、经济、艺术创作和音乐的概念。在我和舒曼（2005）的新二元论研究路径中，一切现象都归属于两个领域之一：物理域和符号域。物理域就是物质世界，含生命物质和非生命物质，正好对应笛卡尔的广延之物。符号域含心灵及其符号产品，对应笛卡尔的思维之物除去上帝观念、灵魂和精神。像笛卡尔思维之物概念的符号域既没有广延性，也没有物理性。

在我们新二元论的模型里，大脑和心灵被视为不同的实体，大脑属于物理域，心灵属于符号域。这个新二元论的模型有两个源头：舒曼（2003a，2003b）的符号域概念和我的心灵延伸的概念（1997，2000，2007）。心灵延伸的概念假设：心灵是人脑的产物加口语。新二元论代表一种弱二元论，与笛卡尔的强二元论相对。

克莱顿（2004，p. v）暗示，二元论和突显论相互冲突：“突显论……代表争论里的第三种选择，比其他两个竞争者（二元论和物理论）更好。”倘若克莱顿将自己的二元论限定在笛卡尔二元论的范围，并假设精神实体的存在，以解释上帝的存在和人灵魂的存在，那么突显论和二元论就是直接冲突的。然而，如果你考虑我和舒曼（2005）所持的新二元论立场，那么，冲突就荡然无存；我们将证明，突显论和新二元论的立场是完全兼容的。

本章的重点是阐明这个弱二元论或新二元论，论证的根据是：考夫曼的《调查》、我们几位作者合著的论文POE以及前文描绘的非物质突显和组织繁衍。在分析的过程中，我们将仔细区分两种组织繁衍：生物域里物质的、基于基因的组织繁衍和符号域里非物质的、基于模因的组织繁衍。前者见于POE的描绘，后者含人类语言和文化。

在本节结束之际，我们强调：新二元论包含强突显论，但明白区分生物域的物质性和符号域的非物质性，符号域含人类语言、概念思维和文化。

第四节 一个比较：笛卡尔的二元论和新二元论

笛卡尔的二元论在科学界不再受宠，在拥抱科学方法的哲学界的大部分领域里，他的二元论也不再受宠了。原因是，他把不能经验探索的概念，比如灵魂、精神和上帝，引进到他的哲学系统实体，它们的妥善归属是信仰和神学的领域。“到了科学时代，人性论的强二元论，尤其灵魂的实体理论成问题了。” (Clayton 2004, p. 124) 对于笛卡尔引进其哲学的这些范畴，大多数科学家和科学哲学家的立场在科学追求中是不可知论，在如何理解科学运行方面也持不可知论。在个人层面上，科学家和科学哲学家各有不同，从虔诚的信仰人到不可知论者再到无神论者甚至到好斗无神论者都有，好斗无神论者觉得有必要鄙视有神论者。

笛卡尔提出广延之物即物质领域和思维之物即非物质的或概念的领域，但他做了一个重要的区分，把世界分为物质领域和非物质领域，这样的区分对生物学、人类学、社会学、经济学、政治学和媒介环境学具有极其重要的意义。这些学科领域几乎都只研究思维之物；相反，人类生物学 (human biology) 研究物质领域和非物质领域的混合，进化生物学和生物符号学就是这样混合的领域；在这里，物质形式和非物质形式的信息影响人的演化、发展和生存可能性。

我们刚才给思维之物所下的定义并不完全，除非我们准确描绘何谓人的心灵。我们的心灵延伸模型 (Logan 2000, 2006a, 2007) 假定，心灵可以被视为符号思想的处理器，大脑则是感知的处理器。我们假定，心灵 = 大脑 + 语言。口语和心灵同时出现。彼时，从感知到概念的分岔发生，我们的祖先对信息过载引起的混乱作出回应，信息过载的原因是原始人生活增加了的复杂性。口语和抽象概念思维同时

出现。彼时，从非语言交流技能和前语言原始人基于感知的思维到口语概念思维的分岔发生了（Logan 2000, 2006a, 2007）。

第五节 思维之物或符号域

广延之物即物理域，含物质世界，因此，凡有广延性的、由物质组成的东西都在其中，最后是原子或粒子；如果还想进入更深的层次，那就包括轻子和夸克（有人还声称弦理论，却没有一丝经验证据）。思维之物即符号域，是物理域外的一切，它就是非物质世界或符号域，含人的心灵及其概念和分析工具，比如语言、文化、科学、技术、法律和经济。思维之物或符号域的元素都没有广延性，都不由物质元素组成。思维之物即符号域的突显不同于其他形式的突显，不同于生物域的突显，那是有机化学领域的突显，因而是原子的突显，其差异是：生物有机体由原子组成，但思维之物的元素不由物质的东西组成，而是由人类思维和行为的产物组成。

把思维之物即符号域所有要素结为一体的特征是：它们都是符号的。迪肯把人类描绘为符号物种，思维之物即符号域是符号元素的集合，由人这个符号物种的行为组成。舒曼和N.李（N. Lee）简要描绘了语言元素与大脑的关系，语言元素是抽象的、非物质的、无广延性的，大脑是物质的、广延性的；语言在大脑里发生，以自上而下的因果关系运行。舒曼（2003）指出，语词和语法以复杂自适应系统的面目出现，是原始人交流互动的产物。语言这个产物是文化人造物；语言“既不是大脑的一部分，也不贮藏在大脑中”（Lee, Schumann 2003）。语言的组织不是以生物学方式繁衍，而是以文化方式繁衍，语言“以文化人造物或技术的方式存在于人的大脑之间”（2003）。

语言是人造物，无广延性，是非物质的，因而不是物质生物域的一部分，而是符号域的一部分。符号域含一切形式的符号交流，包括口语和书面语、数学、科学、技术、计算、互联网、法律、经济制

度、音乐和艺术。符号域的每一个元素都自我繁衍，就像生物有机体那样。不同的是，生物有机体的复制机制是基于化学的，通过DNA，而符号域里语言文化元素的复制是通过模因。同理，正如生物有机体通过遗传、修正和选择的机制演化一样，符号域的元素也通过模因来复制。每当模因从一个头脑传到另一个头脑时，遗传随即发生。当其他人的头脑判定是否采用新的模因或修正过的模因时，选择过程就发生了。

第六节 文化

文化是重要的自适应心理工具，几乎为人类所独有，借此，先辈学会的东西通过交流和社会互动代代相传。和语言一样，文化是一种抽象、非物质、非广延的符号活动。

吉尔兹（1973，p. 8）用符号语言来界定文化，杜伦（1991，pp. 8—9）也用符号语言来界定文化，杜伦写道：

文化是符号编码的概念现象体系，人类学界在这一点上达成了新的共识，这些现象社会地、历史地在人群内外传递。基辛（Keesing）指出，这个观点与以前的文化定义明显不同，过去的观点把文化构想为自适应行为系统，为了文化的延续，人口维持在本地的环境里。

文化包括技术、经济、治理和科学，每个元素都是基于符号的。文化是组织繁衍的一种形式，像生物有机体一样，文化通过遗传、修正和选择演化。文化代表着社会组织里的衣食住行、防护等物质生活的方式。文化的组织是基于符号的，但对社会的物质人造物和社会成员的行为，这样的组织产生自上而下的影响。

第七节 经济与治理

经济与治理是另一个文化元素，其功能是组织人的互动，造就社会凝聚力。这一组织繁衍的形式是符号的，约翰逊和厄尔（1987，p. 322）指出：“生物学纽带支撑家庭群体，为了维持超越这种纽带的社会整合，把个人‘自我利益’意识拓展到较大的社会单位就有必要。这一自我的推广是基于符号的。”

经济与治理是符号的、非物质的，但它们仍然对人的主体产生自上而下的因果关系影响，经济与治理的组织形式就寓于人的主体中。谋生和组织社会的方式代代相传，但因环境条件变化而修正，或者因个人的革新而修正。尔后，获得社会更大支持的修正被选中，这就完成了遗传、修正和选择的达尔文式的演化过程。

第八节 技术

技术是文化的另一个元素，乍一看，它似乎是物质的。但实际上，技术是概念的、符号的，是一种表征方式，借此，物质材料通过自上而下的因果关系组织起来以达成功能效应。

技术是组织繁衍的一种形式，也像生物有机体那样通过遗传、修正和选择演化。一切技术都源于先前的工具，或者从先前的工具留传下来。最早的人类工具衍生于寻获的物体，就像灵长目动物从寻获的物体造出工具一样。工具代代相传。新技术的发明人或设计师是先前工具或其组合被修正的源头。最后，选择使用技术的人完成演化周期。被选中的工具是功能性好、使用起来容易而舒适的工具。

第九节 科学

科学是我们要分析的最后一个文化元素。基本上，科学是非物质的、描绘自然的符号方法论。库恩（1972）在《科学革命的结构》（The Structure of Scientific Revolutions）里通过对常态科学的阐述描绘了科学组织的传承和繁衍。革命科学时期是现存理论修正的时期，通过修正，新的科学定律和自然描绘就浮现出来。科学假设的经验证明完成演化周期的选择要素。对文化的其他元素，比如经济、治理和技术，科学自上而下的因果关系产生影响。

第十节 本章小结

我们说明，语言文化的一切要素，包括显豁的经济、治理、技术和科学，都是非物质的、突显的，都表征着组织繁衍。这就证明，我们理解现实的新二元论有道理，同时证明，强突显论与新二元论或弱二元论是可以兼容的。我们的目标之一是回答这样一个问题：信息是物质的？抑或是一种能量形式？或者它只不过是一种模型？我认为我们业已证明：生物信息或学习信息是物质的，相反，语言文化里的信息是符号的，是一种模型。生物信息在DNA里实例化了，相反，RNA和蛋白质可以建构为一种化学能量形式，无论其价值是什么。

我在本章呈现的思想受舒曼的启发，他与我合作撰文《新二元论与符号域的分叉发展》（Neo-Dualism and the Bifurcation of the Symbolosphere into the Mediasphere and the Human Mind. 2005）。我们在那篇文章里首次提出新二元论的概念。

第七章 影响人类境遇的四个场域：生物域、符号域、技术域和经济域

第一节 导语

就上一章描绘的关于现实的新二元论模型而言，世间万象可以分配给物质现实的物理域，或者非物质概念现实的符号域。物理域可以分为两支：非生物的符号域和生物有机体的符号域。非生物的符号域可以纯粹用物理性来描绘；生物有机体的符号域从物理域兴起，乃突显现象。非物质现象的符号域从包含人生命的生物域兴起，乃突显的符号现实。

在这一章里，我们回到英语information一词之根inform，其意义起初是：赋予人的心灵以形式，借以检视信息对人的生存产生的影响。影响人境遇的信息有三种形式：我们DNA的遗传信息；我们感官探查到的信息；我们用脑处理的概念现象。我请读者注意，概念现象是大脑和语言的产物。由此可见，人的生存受两个方面的影响和组织场域的调节；在这个过程中，信息传递和组织繁衍是关键所在。这两个场域是生物域和符号域。

生物域是物理域或广延之物的一部分，含非生物的物质世界。物理域的非生物部分也影响人的境遇：我们受制于物理定律。我们受重力的影响，受制于热力学定律，受电磁辐射的影响。至于主宰非生物物理域的物理定律，我们不视之为信息或组织繁衍形式，而是将其视为背景，其他场域的运行就在这样的背景中发生。物理定律广泛渗透——它们不以组织形式繁衍，不像我们考虑的其他场域里的信息。其他场域里包含的信息定位于各自的场域，物理定律却是无所不在的。

符号域含心灵（与大脑相对）、语言、文化、政治经济或经济域，以及技术或技术域。技术域和经济域实际上是符号域的子集，但我们分两节讲这两个子集，同时却把语言和文化统合起来讲，放在符号域那一节。这适合我们的目的。这样分割的原因是，技术域和经济域各有其独特的组织繁衍机制和演化机制，两者都对物理域的物质世界产生自上而下的因果关系影响。

技术域包含进入人类工具和技术组织的所有概念。技术域是纯符号的，不包含物质工具的物质性，而是包含其符号概念；那些符号概念的功能是：把物理域的元素组织称为物质工具和技术，使之为人所用。

经济域包含经济活动和治理活动的所有概念，活动的机构有：合股公司和独资公司，非政府组织和政府机构，国家元首、议会、司法部的机构及部委司局的行政机构。我们这里考虑的经济域元素是概念的，代表着这些组织机构的组织功能（一语双关），而不是其物理域里的实际的日常运作。经济域一词是肯尼斯·博尔丁^[1]

（Kenneth Boulding 1966）首创的：

我们可以把世界经济或“经济域”视为“世界集合”（world set）的子集，所谓的“世界集合”是世界上一切话语客体的集合。如此，我们就可以把经济域在任何特定时刻的状态构想为总股本，即一切主体、人、组织等的集合；从交易系

统的角度看这很有趣。这个股本总额显然是一个开放系统：有输入输出，输入是生产，输出是消费；输入增加股本，输出减少股本。

我们的定义不同于博尔丁的定义，他的经济域包含经济的实际物质元素，既向信息开放，又向能量和物质开放。相反，我们考虑的经济域是纯符号的，含经济模型，不是类似吉尔兹的“文化乃符号实体”那种定义的模型。因此，我们的经济域只向信息开放，不向能量和物质开放。在一定程度上，组成经济域的经济组织是技术：它们是交易的系统和过程。然而，为了我们分析的目的，将经济域与技术分开来讲是颇有裨益的。

符号域元素源于生物域，栖于生物域，乃突显现象。相反，生物域源于非生物物质域，乃栖于非生物物质域的突显现象。高层级的场域兴起于低层级的场域，乃突显现象，自上而下的因果关系影响所有的低层级场域。我们必须弄懂储存于人体的DNA，RNA和蛋白质里的生物信息，而且要弄懂源于生物域和符号域的一切共生有机体（它们栖居于人的有机体），还要弄懂人借以互动的其他有机体。因为我们的焦点是信息，所以我们把自己的研究限定在符号域里的专性共生有机体，比如语言、文化、技术和政治经济；至于我们体内的生物共生体，我们就略去不讲了。

我们将影响人类境遇的因素分为四个场域，动机是：我们想研究信息内容，其演化方式，其对信息流的开放程度（生物域既对能量开放又对信息开放），四个场域的开放度各有不同。我们还想检视这四个场域的自主机制，这些自主机制的共生关系，以及它们与人类宿主的共生关系，这样的关系同样是各有不同的。有些情况下，我们将重温我们讲过的领域，另一些情况下，我们将讨论自主机制和共生机制，介绍新的领域。分四个场域介绍的另一个动机是探索性的，因为这有助于我们对影响人的不同信息形式作比较。以这样的方式，我们希望进行宏大的综合，尝试回答“什么是信息”的问题，然后才讲解第八章到第十章的例子。

第二节 信息的内容、演化、自主、开放和共生

如第五章所论，符号域所含的语言、文化、技术和经济实体等元素可以被视为生物有机体，虽然它们是寄生体或专性寄生物；它们有自己的组织繁衍。从其演化的组织而言，生物有机体含生物信息。它们在达尔文式的遗传、修正和自然选择过程中演化。它们有自主能力，因为它们是自主体（autonomous agent），自主运行。它们向物质、能量和信息开放，彼此形成共生关系，恰似菌类与宿主植物的关系。我们还将表明，自主生物有机体（autonomous living organism）所有这些属性遍布生物域，这些属性也是符号域的元素。符号域的元素也含有信息，也要演化，也有自主能力，也向物质、能量和信息开放，形成与人的共生关系以及彼此的共生关系。本章，我们将从信息传播和组织繁衍的观点出发，去考虑并比较四个场域的元素对人生存的影响。

我们特别有志于比较生物域、符号域、技术域和经济域里各要素的五大属性：

- (1) 它们所含信息的性质；
- (2) 它们演化的方式；
- (3) 它们自主力量（agency）的性质；
- (4) 它们向物质、能量和信息的开放；
- (5) 它们形成的共生关系。

生物域、符号域、技术域和经济域里符号要素的性质类似于生物有机体的性质。它们的结构组织里含有信息。它们的演化机制是达尔

文认证的生物有机体的遗传、修正和自然选择机制。它们不是靠自己获取自由能的自主体。作为专性寄生物，它们依附于人这个宿主以获取能量，但它们能提高宿主开发自由能的能力，因而它们与人的关系是共生关系，而不是寄生关系。我们只考虑它们对信息的开放，因为它们对能量的开放是通过人这个宿主进行的；因为它们是非物质的，所以它们不对物质开放。虽然它们不是自主的，但它们有一定的自主性，因为它们产生自上而下的影响；它们按照自己的利益行事，以确保自己的组织繁衍。它们形成共生关系，因为人类文化的符号元素在同一场域内互相强化，在场域之间也互相强化；它们携手合作，黏合一体，协同进化，成为人类生存之必需。

第三节 生物域

生物学不是物理科学，而是符号学。

——迪肯

栖息在生物域里的生物有机体是自主体，同时又是：

- (1) 把自由能 (free energy) 转化为功的热力机；
- (2) 用环境原材料制造复杂生物分子的工厂；

(3) 信息处理器，把外部信号转化为适当的内部行为，并使之与外部环境适当互动；把环境信息的素材转化为复杂的行为，使自己能利用总装以后所需的能量和素材，避免可能会终止自己生存的毒物和杀手。有人说，生物有机体是计算器，却不应该和人造计算器混为一谈，因为人造计算器处理的是符号信息。生物有机体的计算或信息处理不是符号的，它们处理的是来自物体的信息；

(4) 传播媒介，生成适合于同种个体和其他有机体的适当讯息。它们还处理环境素材，与同种个体和其他物种结成符号关系，如此，它们也可以被视为传播媒介。

上述活动乃生物有机体之必需。它们进行新陈代谢和自我复制即组织繁衍，借此，它们维持自身及其物种的生存。这些活动都以这样那样的方式涉及信息。活动 (1) 和 (2) 需要我们所谓的约束条件，我们在第二章重温POE时确认，约束条件就是学习信息。活动 (3) 和 (4) 涉及有机体与其环境之间来来往往的信息流。

和生物系统相关的信息有两种类型。一是活动（1）和（2）所需的内部传承的信息，因为有机体复制和生长的组织繁衍需要这样的信息；二是有机体进行活动（3）和（4）所需的信息流。生物有机体处理从外部流向它的信息，造成反过来流向环境的信息流，这就是有机体与环境和其他生物有机体互动的信息流，其他有机体可能是同种个体，也可能是另一个物种的成员。

第三种信息是人生成的符号信息，我们将其作为符号域的一部分来研究。内部传承的信息内容含生物有机体繁衍的组织。这种生物信息或学习信息的例证之一是约束条件，约束条件容许有机体把自由能转化为基础代谢和复制所需的功。生物信息还包括指引有机体生长发展的DNA、RNA和蛋白质。

细胞是活细胞组织繁衍的一部分，以信息处理单位运行，从环境接收信息，通过复杂的分子网络繁衍信息，利用储存在DNA和细胞分子系统里的信息，以作出适当的回应。实际上，生物学正在获得信息学的许多特征。

(Hood, Galas 2003)

以上引语描绘细胞的信息处理活动，但在多细胞生物中，细胞间也有信息流。没有大脑的简单动物靠感受器和感官搜集信息，直接引起运动系统的行为。植物的信息流产生趋日性之类的现象。最后说有大脑的动物，其信息流流向大脑，经过处理，产生的信号流向身体的各个部位，比如运动系统。

我们确认了生物有机体的四大功能：信息功能、热力功能、生物制造和信息传播。这四大功能有许多联系。

首先，组织结构里含有的信息使生物有机体：

- （1）能把自由能转化为功；
- （2）使生物分子的生物制造成为可能；

(3) 能处理来自外部世界的信息，并将其传播到有机体结构的各部分；

(4) 能与其他有机体交流。

制造生物分子的化学反应使生命成为可能，是吸热的，需要生物有机体利用环境里的自由能，将其转化为功，需要储存能量，以备不时之需。有机体的传播能力必然兴于其处理信息、挑选适当交流讯息的能力，亦需要拥有进行这一活动的能量。另一方面，交流乃性（sex）之所需，亦是组织复制和合作事业以增强能量获取能力之所需。最后，生物制造是有机体基础代谢和复制的基础。

鉴于热力学和信息学这样的相互交叠，我有意在考夫曼生物有机体或自主体定义的基础上加上另一种情况。按照他的定义，生物有机体或自主体进行至少一个热力循环。我补充说，生物有机体还能处理取之于环境的信息，条件是：定位自由能，确定杀手或毒物危险的存在。

既然生物有机体靠获取自由能并将其转化为功的能力维持生存，所以它们对能量是开放的，对物质也是开放的，因为它们的生长和复制既需要能量又需要物质。最后，有机体通过感受器对信息开放，感受器是它们组织的一部分，帮助它们获取自由能，躲避毒物和杀手。

上文业已声明，达尔文描绘了生物有机体遗传、修正和选择的演化模型，还为我们提供了另一个模型：描绘符号域各要素演化的模型。

生物有机体的另一个特征是，它们形成共生关系。共生的字面意思就是在一起生存。从最简单的细菌到最复杂的动植物，包括人，一切共生体都与其他有机体形成共生关系。如果没有体内生存的许多有机体，我们人是不能生存的。附生在植物根部的菌类固氮以换取食

物，前文已将其作为共生关系的经典例证。共生关系在信息传播过程中发展。

对生物域产生最大影响的共生形式是真核细胞的产生，真核细胞使生命的进化超越单细胞即原核细胞，产生动物界和植物界。真核细胞从两个细菌的共生中产生。细菌促成真核细胞的细胞核与动物的线粒体结合，与植物的叶绿体结合。

根据推测，一个细胞，比如线粒体，穿透另一个细胞壁，产生两个生物有机体的共生关系时，最初的真核细胞就产生了。这两个原来独立的有机体生活在一个细胞壁里，成为单一的真核有机体，比原来的两个原核细胞成分复杂。真核细胞的诞生是突显现象的例子，因为真核细胞的特性不能还原为那两个原生细胞的特性，也不能取自于那两个原生细胞的特性，亦不能靠那两个原生细胞的特性来预测。即使在真核细胞诞生之前，细菌已构成合作共生关系：一个细菌为另一个细菌提供功能或服务，以换取食物。林恩·马古利斯（Lynn Margulis 1970）猜想，在这种共生关系里，一个细菌不再徘徊于另一个伙伴细菌附近，而是进入其细胞壁，放弃自己的独立。由此生出的真核细胞更复杂，因为一个细菌成了细胞核，另一个细菌成了线粒体的细胞器，细胞的能量引擎。

第四节 符号域：心灵、语言和文化

智人起源于生物域，和语言文化即心灵同时出现，心灵和语言文化分岔发展（Logan 2007）。第三章和第四章讲了语言文化与心灵起源和演化的问题。语言文化和心灵的发展表征着一种间断平衡论

（punctuated equilibrium）形式，在此，自然选择可能突然产生时间尺度上的不连续变化；相对而言，这个时间尺度比地质时间尺度短暂，对应的是物种事件，接着出现的是不那么戏剧性的较长的时期

（Eldredge, Gould 1972）。语言、文化和心灵这三大要素构成符号域（Logan, Schumann 2005），第五章已对此进行讨论。

（一）心灵

每个人心灵的内容包含其掌握的语言和全部概念。你不能说“心灵演化”，因为演化需要遗传、修正和选择的机制。个人的心灵在人去世后不复存在，因此其语言文化没有遗传机制。至于我们在本章考察的其他范畴，你可以说，每个人的心灵都有自主性（agency）。拥抱极端还原论的人可能会挑战这个概念，说人的行为完全是外部环境决定的，自由意志只不过是幻想而已。我们不在本章讨论这一论战，因为这样的研究建基于突显论观点的有效性，而这样的有效性是下一章才去证明的问题。况且，我们的目的是更好地理解信息的性质，而不是要辩论自由意志和决定论孰好孰坏。至于本章检视的其他范畴，很显然，个人的心灵向信息开放，并与其他人的心灵结成共生关系。同理，人们的语言、文化、技术、经济 and 治理也结成共生关系。

（二）语言

语词和语言生成符号域，因为语词是抽象符号，代表语词物理信号之外其他某样东西。我们的分析从语言或语词的五大属性破题。语词既是代表、传播和表达信息的一个纯粹载体，又是信息本身。语词和语言是表征信息的纯粹的媒介，像麦克卢汉（1964，p.8）所论的电灯泡，是没有内容的载体。使用者（或说话人）提供语词的内容，用麦克卢汉的话说：“使用者即是内容。”

语词或语言的信息表征无须辩解，但如果说语词本身就是信息的一种形式，简单地说一说就有必要了。正如第三章所论，语词是奇异吸引子，把语词相关的感知与其表征的概念结合起来。由此可见，语词携带的信息包括：相关的全部感知的信息，加上它们作为语义网的一部分被使用的方式。

因为携带着联想中的信息，语词就有自主的力量，它们携带并插入说话者无意表达的意思。诗人擅长利用语词的多义性，使自己的选词能丰富诗歌的意蕴。

语词是共生的：它们生活在一起，工作在一起。孤立的词语没有意义。通过它们生存其间的句法和语义网，语词彼此赋予意义。语词改变彼此的意义。有时，语词共生在一个新词里，例子有：单词houseboat，短语by and large，复合词steamboat、steamship、airplane等。

语词的意义会演化。莎士比亚笔下的fair是“美丽”“美妙”，今天的意思却是average（平常）。awful原来的意思是“令人惊叹”，现在的意思是“令人不快”“讨厌”。

作为表征和传输信息的载体，语言自然是向信息开放的。语言向信息开放的一层意思是：由于地理相邻而具有相似性的语言，通过借词向其他语言开放，参与语言联盟的活动。语言向信息开放的另一层意思是：它们是语义网的一部分，结成语义网，通过语法和句法向彼

此开放。语言还向使用者境遇产生的信息开放。新经验产生，比如新技术发明、新社会政治经济情况出现时，新语词就应运而生。现存的语词带上许多新的意思，比如cool就带上“酷”的意思。

倘若把个人的语言视为有机体，把英语或法语视为所有个人组成的物种，借助那种语言交流，我们就看到，个人的语言和他人的语言形成共生关系。英语和法语这样的物种在互动：操英语的人使用法语词chauffeur或RSVP，操法语的人使用英伦风格的借词le weekend或le pullover。

(三) 文化

文化是信息的符号形式，代代相传。吉尔兹（1973）说，文化是“行为模式”。文化可以用作信息生成和传递的媒介。正如第四章所描绘的那样，文化演化的方式使之很容易学习，所以它们能进行组织繁衍。组织繁衍进而保存自我的能力反映了文化的自主能力。另一个事实也反映了文化的自主能力：社会文化常常根据自己的利益行事，牺牲其“宿主”的利益。帝国主义文化即为一例。它要求公民牺牲，作战时号召公民把自己植入受害的险境。文化改变或演化，以改进其“宿主”的生存机会，因此作为环境和社会情况的文化自身也随之变化。文化能变，因为它们向信息开放的。正如第四章描绘的那样，文化有机体属于个人的有机体，个人的互动则形成社会。因此，个人的文化有机体是符号性的：它们共生，如此而造就社会的文化。在本章其余几节里，我们将考察文化的两大要素：技术域和经济域。然后，我们将研究人类文化的其他三种元素：科学（第八章）、书籍（第九章）和创意艺术（第十章）。

第五节 技术域

技术包括产品、服务、过程和系统，由人发明，属于类似于生物域的空间，常称为技术域。我们在本研究中所用的技术概念由抽象符号概念构成，它们参与创造和利用工具或技术，本身并不是真实的物质工具或技术。这些概念是制造和利用工具的模式（Geertz），因而构成技术域的内容。

生物有机体进行热力循环工作，能维持自己，技术有所不同，它们不是自主体。相反，技术是专性寄生物，依靠人类宿主，其发端、制造都依赖人类宿主，其运行的能量也依赖人类宿主；技术还对环境和人产生影响。因此，技术不是自主的，其自主的力量总体上由使用者的意图来决定。一个问题自然冒出来，多大程度上我们能说，技术真的拥有自主的力量。我们首先问：什么是自主体（agent）？我们给一个物体或过程赋予自主的力量时，那是什么意思？自主体的词典定义是：自主行动的主体或使事情发生的主体。这显然是生物有机体的特征，它作用于环境，利用环境资源即原料和自由能实现自己的组织繁衍，从而使环境发生变化。但我们接着问：技术是自主体吗？我们来看看铁锤。铁锤是惰性物体，自己不能把钉子敲进木头。它只能通过使用人的力气来实现变化。通过人对它的使用，铁锤和使用者一道产生作用力。但如果从麦克卢汉式的视角看问题，铁锤就可以被视为使用者的延伸，因而铁锤就具有其使用者的作用力。

还可以争辩说，由于作用于人类宿主和环境，技术就具有作用力；它们的作用力不取决于使用者的意图。麦克卢汉说“媒介即讯息”，其媒介就包括各种形式的技术；他又说，媒介和技术的效应常常是反直觉的、无心插柳的。借此他确认，技术和媒介拥有一定程度的

作用力。严格地说，技术或媒介不直接启动其作用力，然而打比方就可以说，技术能启动作用力，因为它们的冲击力或作用力和使用者的意图毫无关系。造成郊区的后果并非汽车的意图，但由于汽车的作用，郊区就产生了。因此你可以说，郊区的产生是由于汽车起作用了。

巴萨拉（1988）指出，像生物有机体一样，技术也通过达尔文式的遗传、修正和选择机制演化。第五章已就此展开讨论。遗传机制适用于技术，因为一切工具起初都是先前工具的修正，修正由发明人完成，又好像是两种工具合成，汽车即为一例，起初它叫“不用马拉的车子”（horseless carriage），是马车和发动机的联姻。

两种工具能结合成为第三种工具，这说明工具是开放系统。最早的例子是手斧加杠杆的结构，手斧成为斧头，杠杆以一根棍棒为形态，成为手柄。蒸汽机发明以后，蒸汽机与其他机械工具结合，流水和风力驱动的水车和风车被取代。这些例子还说明，像生物有机体一样，不同的工具能结成共生关系，其中的技术互相支持。汽车由马拉车和汽油引擎结合产生，这个例子是技术共生的例子，类似于真核细胞，载体加细胞核起细胞的作用，引擎起线粒体的作用。独立技术互相支持时，技术的共生就能发生，例子有iPod播放器、iTunes播放器、个人电脑和万维网。用户可以用手机从网上的iTunes应用下载歌曲，也可以从那里下载到自己的iPod播放器。苹果公司制造这两种播放器，让其利用互联网和笔记本电脑共生。

iPhone手机代表一组技术的共生，这些技术包括互联网、手机、摄像头、iPod播放器和敏感触摸屏幕，它们结合起来组成iPhone手机。iPhone手机是突显现象：它具有其构造成分之外的特征，这特征不能源自于成分的特征，也不能依据其成分来预测，亦不能还原为那些特征。一种新技术的成功取决于一个条件：它能与支持它成功的技

术形成技术共生关系。比如，汽车技术需要公路技术和汽油配送系统。

其他技术共生关系的例子有：

- (1) 作物栽培和灌溉；
- (2) 书写和纸张；
- (3) 活字印刷机、字母表和纸张；
- (4) 书籍和印刷机；
- (5) 蒸汽机和机械设备，比如火车头和汽船；
- (6) 摩天大楼和升降机；
- (7) 汽车和公路；
- (8) 机械设备的电气化，比如电动机、留声机或任何一种厨用电器；
- (9) 计算机主机和程序语言；
- (10) 个人电脑和应用软件。

生物有机体和技术的相似性相当引人注目，因为它们都有自主的力量，都演化出新形式，都有信息内容，都向信息开放，都结成共生关系。唯独欠缺的是，技术的运行依靠人类宿主的能量，不能自我繁衍，其再生产需要人的干预。因此，技术—有机体不是自主体，它们与人结成共生关系，可以被视为专性寄生物。

技术像有机体行事的观念有一个有趣的倾向：它们的结合像异花授粉，仿佛在交配。因此，马车与马达婚配时，汽车就诞生了。船与蒸汽机婚配时，汽船就诞生了。

在20世纪，计算机科学家、控制论家、信息学家和人工智能家借用计算机或图灵机的类比或隐喻，建构了物理主义者的生命和智能模型，正如18世纪的物理学家牛顿给出机械的生命和智能模型一样。近年，考夫曼（2000）、马图拉纳和瓦雷拉（Maturana, Varela 1992）等人提出了生命和智能的突显论的自组织模型。这就是我在本书里展现的思路，我相信，这一思路为我们提供了新的洞见，使我们能更好地了解人类发明和技术使用等行为的性质。如果说20世纪发明和技术的模型聚焦于计算技术，我相信21世纪发明和技术的模型将要聚焦于生物学和其他突显现象，比如文化、语言和心灵。

第六节 颠覆性技术乃跃进或间断平衡的例子

我们将以颠覆性技术 (disruptive technology) 的例子, 以支持我们的观点: 技术演化与生物域里生物有机体的演化相类似。

在技术域里, 颠覆性技术是间断平衡的形式; 间断平衡说由奈尔斯·埃尔德雷奇 (Niles Eldredge) 和史蒂夫·J.古尔德 (Stephen J. Gould 1972) 提出, 本章稍早前已有描绘。像生物域里的间断平衡一样, 破坏性技术代表时间尺度上人类工具突然而间断的变革。在技术域的时间尺度上, 颠覆性技术的时间尺度是相对短暂的, 它对应的是新技术时代。在新技术时代里, 若干新技术利用新的颠覆性技术; 与此同时, 一些旧技术过时, 承担较少重要的功能了。

我们认定以下技术为颠覆性技术, 因为它们引起其他技术发展的重大变化, 带来重大的社会经济政治变革, 迎来相关变革的颠覆性技术, 例子包括:

(1) 100多万年前最早的石器和用火, 模仿性交流和文化出现;

(2) 大约公元前10000年至公元前5000年, 工具制造里的文化产品和技术革新爆炸式增长, 我们认为, 这个石器技术对应于人类语言和符号表征比如艺术出现的时期 (Bickerton 1998, pp. 354—355; Crow 2002, p. 93; Dunbar 1998, p. 105; Logan 2007) ;

(3) 大约公元前3000年, 文字和数学符号出现, 与邦国的兴起相关, 也与成文法和宗教机构的出现相关联;

(4) 大约公元前2000年科学兴起, 然后是公元1500年出现的近代科学;

(5) 大约公元前1500年字母表出现，与其相关的是时间、哲学和演绎逻辑随之兴起，导致“零”的发现；

(6) 大约公元前200年，“零”和位置数系统出现，相关的代数亦兴起；

(7) 大约公元1000年至1500年，重型犁、挽具、风车、水车等机械设施出现，相关的资产阶级和现代城市兴起，导致印刷机的出现；

(8) 大约公元1450年，活字印刷机出现，与其相关的是文艺复兴和宗教改革开始，最终导致普及教育，提供了大批量生产的样板；

(9) 大约在18世纪，蒸汽机与相关的工业革命兴起；

(10) 大约在19世纪至20世纪中，电气技术和相关的电力大众媒介盛行；

(11) 20世纪后半叶，计算技术和相关的自动化与机器人盛行；

(12) 从1980年至今，互联网与万维网和相关的Web 2.0的经济。

以上颠覆性技术形式都是间断平衡的完美例证。这些技术演化的间断说明了普里高津的理论：远离平衡态的新秩序水平会突然冒出来，与混沌的非线性动态系统分道扬镳，这就是人类文化的本质 (Prigogine, Stengers 1984; Prigogine 1997) 。

第七节 扩展适应

生物域和技术域的另一个演化平行性是扩展适应或拱肩的存在。威尼斯圣马可大教堂的拱肩是必不可少的建筑结构，支撑着整座教堂。上面装饰着福音传道人的雕像，是教堂内装饰不可分割的部分。古尔德用拱肩的比方来解释生物有机体演化里扩展适应的现象：

在拱肩（spandrel）原理下，你能拥有一个合适、好用、妥当的结构，它不是为了目前的用途通过自然选择建造的。它可能根本就不是靠自然选择建造的。拱肩是建筑的副产品。它们不是通过自然选择建造的，但它们被使用的方式很奇妙——用来容纳福音传道人。但你不能说，它们被修正以容纳福音传道人。伊丽莎白·维尔巴（Elizabeth Vrba）和我启用“扩展适应”（exaptation）这个术语，原因就在这里。由于被选中，扩展适应成为有用的结构，它们是扩展性的适应结构，因为它们的适应是另有原因的。它们适应目前的角色，但不是通过自然选择建造的。

生物扩展适应的另一个例子是昆虫的翅膀。起初，翅膀的功能是降温，经扩展而适应飞行。再一个例子是恐龙的翅膀，起初它们是上肢，用来更有效地铲起猎物，经过扩展而成为飞行的设备。再一个例子是鱼鳔，起初它们是鱼类深浅位置调节器；调节鱼鳔里水和空气混合的比例，它们就可以下沉。经过扩展适应就成为肺脏，结果是陆生动物的出现。

扩展适应在技术设计中发挥重要的作用。例子有古苏美尔人记账用的三维黏土符物。这种三维符物变成农产品交易的二维符号，最后演化为文字和数字符号。纽科姆蒸汽机的设计功能是为煤矿抽水，经詹姆斯·瓦特（James Watt）扩展，成为利用蒸汽的火车头，又用于工厂的运行，以前的工厂是由水车和风车提供动力的。谷登堡活字印刷

机是另一个例子，由木雕版印刷系统扩展而来，而雕版印刷又是由纺织品印染扩展而来的。在新技术的设计中，扩展适应是强大的工具。

第八节 有别于达尔文式技术进化的另一条路径

行文至此，我们提出了技术进化的达尔文式的遗传、修正和选择模型，甚至用类比的方法研究间断平衡和扩展适应。然而，生物有机体和技术的演化的确有一点不同：修正那一步是不同的。在生物学里，修正是随机的和无意的；相反，技术修正是有意的，是新技术的设计者有意选择的。因此，摩根斯·奥利森（Mogens Olesen 2008）就提出，由于设计师或革新者的角色，达尔文进化模式必须要修正，他写道：

至于媒介发展，达尔文式的随机选择也好，拉马克式的完全理性化的、计划好的过程也好，都不是媒介发展的妥当描绘。我们需要的是将两者结合，也许是描绘一种所谓新的进化模式，有别于生物进化的模式。尽管如此，一个基本问题已然存在：设计师目的明确的创造止步于哪里？整体的媒介发展的普遍机制在哪里接手呢？

第九节 技术革新和设计的突显

奥利森指出，生物进化和技术演化不同，他是对的，但两种过程的相似性也是存在的。凡·阿尔斯丁（Van Alstyne）和我（2006）在安大略艺术设计学院的战略创新实验室研究一个工业设计项目。我们认为，设计创新行为本身就涉及一个突显机制，与生物域突显类似的机制。我们发现一种令人吃惊的、反直觉的真相：设计本身并非总是处在创新的前列。设计是必要条件，却不是新产品核心服务成功的充足条件。我们主张，设计必须利用突显机制；因为只有通过自下而上的、反复的突显展开，新的改进产品和服务才能成功地在市场上提炼、进入和扩散。

他们指出技术的突显设计和生物突显现象的相似之处：

- （1）走向目标或目的的组织繁衍；
- （2）选择的涉入；
- （3）有别于一般性的发展，或复杂性的增加；
- （4）新形式的形态发生，或新形式的降生。

他们还确认人的设计和自然突显的如下差异：

- （1）技术设计者的意向性和大量生物自主性是对立的；
- （2）技术设计者是认知性的、概念性的、自上而下的、控制性的，生物突显性刚好相反：它是非认知性的、非概念性的、自下而上的、非控制性的；
- （3）固化关系对维持关系；

(4) 设置约束条件对探索约束条件。

第十节 作为自然设计形式的突显

这一节的文字是阿尔斯丁和我合著论文《为发生和革新而设计：设计的再设计》（Designing for Emergence and Innovation: Redesigning Design）的摘录。

控制与影响的问题是人的设计和自然突显反差的关键所在。自然不控制；它仅仅接受最适合的东西。自然选择、选择的力量是环境因素聚合的结果，是不能交配和组织繁衍的个体消耗的结果。

也许，设计师能向自然界学习新方法以便更有效地进行设计。他的秘密何在？首先，他生成新的生物，这些东西能组织自己的生命形式，能根据自己的利益行事，能适应变化的情况，同时不停地、坚持不懈地在相邻可能域里寻求改进，从而创造新的物种、新样态甚至新的分类。自然不积极主动繁衍这些生物——它仅仅是创制一套物理定律包括有机化学，使这些生物根据定律通过自组织突显出来。这些生物为何能取得如此辉煌的成就呢？答案很简单，以至于常常被人忽视。它们有目的——组织繁衍的目的。能达到目的的生物存活下来，生存、繁衍，不能达到目的的生物倒在路边，不再被人听闻。

试问设计师的底线在哪里？目的必然是出发点和激励因素。接着是材料到位，投入设计的元素要齐备。设计师必须催化设计过程，使设计元素自组织成一个能达到目的图案。这四个元素代表亚里士多德的四因说：质料因、形式因（图案）、动力因（设计师）和目的因。设计师是动力因，努力完成目的因。设计就是心想事成（Designing is causing.）。

第十一节 经济域

经济域包含组织原材料、能量与活动的符号模式，产生交换的经济单位或系统，由企业、非政府组织和政府机构组成。这些组织模式表征信息。这些经济单位受经济域自上而下的因果关系冲击，其实际的物质实例化向能量、物质和信息开放，相反，构成经济域的组织模式只向信息开放。

经济域的单位是文化的子集，其行为像有机体和专性寄生物；专性寄生物提高宿主从环境获得自由能的能力，从而促进宿主维持生存和繁衍组织的能力。经济域的单位通过达尔文遗传、修正和选择的机制演化，约翰逊和厄尔（1987）在《人类社会的演化》（The Evolution of Human Societies）已作了论述。他们确认了基于社会生存需求的政治经济系统的普遍模式。

生存集约化、政治和社会分层是交迭相扣的三个过程，我们在历史上没有关联的案例中反反复复看到这样的现象。觅食人多样化，逐渐采纳农业；村社形成并整合为地区政治体；头人逐渐主导并改变社会关系……我们把这个演化过程视为螺旋上升的过程。在底层，增加的人口对资源的压力引起经济社会回应；互动的回应产生高一级的经济努力，以维持人口增长。这个过程不断重复，直到领袖人物加大介入，人口的增长才有可能。领袖人物的介入加大，人们的依附性随之加大，政治发展随之发生。（Johnson, Earle 1987, pp. 4, 15)

通过文化传播，以前政治经济制度的特征融入新的政治秩序，新的政治秩序的兴起是为了应对人口增长的压力。所谓经济域要素通过遗传机制演化就是这个意思。旧形式沉入新兴的系统时，社会组织的旧形式也必须修正，以应对新的挑战。经济域发生的修正类似于生物域里的间断平衡。最早的人类经济单位是生物学意义上的家庭，这里

的唯一交换是家庭成员的交换。随着人口增加，因资源减少而引起的竞争加剧，新组织形式出现。经济单位的修正起初是由少数头人和革新者发动的，他们是由这个社群选出的。推选机制使采用最适合组织形式的社群存活，和采用或维持不那么合适的组织形式的社群相比，它们有竞争优势。这一选择机制类似于生物进化。经济域里的修正机制则有所不同，因为它不是生物域里那种随机机制。

经济政治体制的演化和生物有机体还有一个类似之处：新结构出现后，虽然系统的复杂性增加，但原有的系统维持下来。先说生物系统，心脏突显或大脑突显后，较高阶的动物维持了这样的特征。脊柱在最简单、最早的脊椎动物身上出现后，较高阶的动物，比如鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类，都维持了这一结构。在每一类动物身上，这一结构都包裹脊髓，只不过从骨骼结构看，脊柱这一结构发挥不同的作用而已。同样，家庭保持了其基本结构，这是因为经济 and 治理组织有自主的力量，其凭借的是组织的制度意志，制度意志又在组织里取代了个人意志。市民不希望纳税，但政府强制他们纳税。现代政治理论有一个始于托马斯·霍布斯^[2] (Thomas Hobbes) 的传统：国家应该被视为一个人。这一看待政治体的方式包含的概念是，国家有自主的力量，像生物域的有机体一样。

这个现代理论传统适用于经济域里的其他单位。在法律上，公司被视为一个人，因此它是自主体。在公司里，雇员不能追求个人私利，必须要为公司的利益行事，公司的利益就是赚钱。至于非政府组织，其目的也融入其自主的力量了。

另一种自主力的形式是，政治经济体塑造人们与技术互动的方式，也塑造人们互动的方式。请考虑工业革命盛期的资本主义体制，私有的个人投资生产资料，为了收回投资，他们要让机器尽可能地运行。这就造成三班倒的工作，对工人的要求是准时、顺从，干机械枯

燥的重复工作。政治经济制度和批量生产技术有自主的力量，迫使工厂主把非人性的工作程序全加在工人头上。

经济组织和治理组织是共生的，它们彼此互动、交易，形成政治经济体，结成国际贸易伙伴关系，因为公司和其他形式的企业合作，所以有人就提倡，在市场上竞争的组织也可以发展共谋和共生的关系 (Logan 2004c) 。

我们重温刚才的分析，用以下矩阵Mij来描绘：

影响人类境遇的四个场域及其特性矩阵图

场域 / 特性	信息 *	演化	自主力	开放度 *	共生关系
1. 生物域	M ₁₁	M ₁₂	M ₁₃	M ₁₄	M ₁₅
2. 符号域	M ₂₁	M ₂₂	M ₂₃	M ₂₄	M ₂₅
3. 技术域	M ₃₁	M ₃₂	M ₃₃	M ₃₄	M ₃₅
4. 经济域	M ₄₁	M ₄₂	M ₄₃	M ₄₄	M ₄₅

兹将矩阵图做文字解读如下：

信息* = 信息内容

开放度* = 向信息开放；在生物域里还包括向能量和物质开放

M11：生物域的信息内容呈现为DNA、RNA、蛋白质以及其他形式的生物信息或学习信息，POE一文已对此进行界定。

M12：达尔文用遗传、修正和选择的公式描绘了生物有机体的演化。

M13：生物有机体是自主体，按照自己的利益行事。

M14：一切生物有机体都向物质、能量和信息开放。

M15：一切生物有机体都与其他有机体构成共生关系。

M21：语言和文化是符号系统，它们既承载信息，同时又是传播信息的媒介。

M₂₂：语言和文化通过模因机制用遗传、修正和选择的方式演化。

M23：语言和文化像有机体那样行事，有自己的自主的力量，克里斯琴森（1994）和我（2007）分别对语言和文化作了这样的描绘。

M24：语言和文化向信息开放，因为这是它们被修正的机制。

M25：语言和文化并不隔绝，它们和其他语言和文化互动。

M31：工具和媒介归属技术域，技术域不是技术的物质实例化，而是技术设计的符号概念，即建造工具和媒介的模式，因此，工具和媒介是信息形式。

M32：技术通过遗传、修正和选择的机制演化，巴萨拉（1988）已对此进行论述。

M33：技术有自主的力量，因为它们产生无心插柳的效应，麦克卢汉（1964）已对此进行论述。

M34：技术向信息开放，因为这是它们被修正的机制。

M35：技术是符号的，一种技术的成功取决于其他共存技术的存在。

M₄₁：经济单位和治理机构是物料与人的组织的符号模式，因此，它们表征信息。

M₄₂：经济单位通过遗传、修正和选择的机制演化，约翰逊和厄尔（1987）已对此进行论述。

M₄₃: 经济组织和治理组织有自主的力量, 因为组织的机构意志常常取代组织内的个人意志。

M₄₄: 经济组织和治理组织向物质、能量和信息开放, 但经济域的构造成分是符号交换模式, 故只向信息开放。

M₄₅: 经济组织和治理组织彼此互动、交易, 形成政治经济体, 结成国际贸易伙伴关系。

第十二节 本章小结

我们对影响人类境遇的四个组织繁衍场域作了分析和比较，以上的矩阵对分析比较的结果作了归纳。从这些数据可以得出一些结论。首先，我们在前几章里对生物有机体与语言、文化、技术和政治经济系统所作的类比有相当强劲的说服力。我们还看到，这些彼此形成共生关系的组织繁衍系统，以及它们与我们人类形成的共生关系超乎麦克卢汉（1964）所谓的我们是谁的延伸。这些系统是我们的一部分，就像我们的器官是人体不可分割的一部分一样。没有它们，我们就不会成为完全意义上的人。如果它们没有演化，没有适应变化中的情况，我们未必能活下来，也肯定不可能以如此众多的人口在这个行星上栖息。

我们的分析揭示了一个道理：信息不是静态的事物，而是一个动态的过程。虽然它是名词，但它的表现的确像动词。以上各章阐明了信息的总体框架，以下三章转向信息唱主角的三个领域。第八章看信息在科学里的作用及其可靠性。第九章展望书籍的未来，书籍是五千年来储存和传播信息的主导媒介。在最后的第十章里，我们将展示，概念化的信息处理能力如何通向不同的艺术表达形式。诚然，这三个案例研究并不是回答“什么是信息”使命的核心主题，但它们丰富了我们为信息所作的画像，使我们更好地了解信息的性质，以及信息在人类事务中扮演的角色。

【注释】

[1] 肯尼斯·博尔丁（Kenneth Boulding, 1910—1993），美国经济学家，曾任美国经济学会会长，论著宏富，代表作有《和平经济学》《经济学的重建》《组织

革命》《经济政策原理》《20世纪的意义》《超越经济学》《形象》等。

[2] 托马斯·霍布斯 (Thomas Hobbes, 1588—1679) , 英国政治家、哲学家、社会学家, 著有《论政体》《利维坦》《论人》《论社会》等。

第八章 什么是科学？作为语言的科学，不可证定理，复杂性和可预测性的互补

第一节 导语

上一章研究影响人类境遇的四个场域，略去了对科学的介绍。在这一章里，我们将研究科学的性质，这是本书的目的之一：创建一场科学、人文和社科的对话，将信息作为三者之间的桥梁。

我们具体回答五个问题：

- (1) 什么是科学？
- (2) 科学与数学有何区别？
- (3) 信息与科学是何关系？
- (4) 科学生成的信息有何可靠性和真理价值 (truth-value) ？
- (5) 科学分析能证明什么吗？

2000年1月，在加拿大圣凯瑟琳斯市的布鲁克大学主办的“人类和宇宙研讨会”上，有些与会学者称，科学可以证明这个或那个。在研讨的过程中，我突然意识到，科学不能证明任何东西，只能提出一些假

设，让我们去进行经验探索。本章就是对彼时思考的问题的进一步阐述。

我将进行语言分析，提出形式化数学证据，借以证明，科学不能证明假设的真实性，只能提出假设，假设需要持续不断的经验验证，每一个新的观察领域都需要经验验证。我列举若干历史例证，借以说明，科学必须修正曾经被视为绝对真理、不可动摇的理论和方法论。其中一个例子是：如今，线性力学被视为异常，非线性力学被视为常态。我将证明，复杂性和可预测性有互补性，就像海森伯的不确定性原理显示，粒子的位置与动量有互补关系一样。此外，复杂性和可预测性的互补关系类似于哥德尔的不完备定理和逻辑一致性的互补关系。

第二节 作为语言的科学

科学是一种知识组织形式，因此为了弄懂信息对科学的关系，我们就需要弄懂信息和知识的关系。我们在第二章里确认，信息是有结构的数据，知识是战略上使用信息以达成个人目标的能力。科学的目的是尽可能准确而简单地描绘自然。爱因斯坦认为，理论应该尽可能简单，但又不是太简单。我们在第三章里又说，科学和数学是语言，因而是文化的一部分，是符号域的组成部分。在语言演化模型这个框架内，数学和科学被视为特色语言，各有其独特的信息目标。

数学努力求解方程，证明命题集合的等价性，涉及数学语言的语义元素，即抽象数字（如整数、其他有理数、无理数和虚数）、集合、运算符等。一个定理或一个证明是数学语言独特的句法元素，我们将证明，它们不能是科学语言的元素。一个定理或一个证明运用逻辑去判定一组语句和另一组语句的等价性，是一个命题，其命题的真值由该定理判定。第一组语句包括真值不证自明的定理，有时还包括基于同一套定理也已被证明的其他定理。

科学判定命题的真实性，用的是观察、假设、归纳、假设的方法，靠的是对假设预测的经验验证。科学方法是科学语言独特的句法元素。科学试图提供对自然的准确描绘，此外，它还试图用最少量元素系统地描绘自然。这个方法试图对减少描绘自然所需的基本元素进行解读，这是科学的基本目标。科学还试图进行可验证的预测，以确定模型的准确性。然而，无论这样的过程提炼得多么精细，并进行了多少还原和简单化，总还是有一些不可还原的元素，或不能用简单现象解读或描绘的元素。还原的过程总是有尽头的。用以描绘其他现象

的基本元素可以被视为科学描绘的基本原子或元素（MacArthur, 2000）。

科学家常常用数学语言来建构自然的模型，物理学家尤其如此。他们常用数学证明去判定自己模型语境下的数学语句的等价性。这就导致了大众这样一种信仰：科学实际上能证明有关自然的事情。但这是误解。没有科学假设能被证明，假设只能被验证，只能在被验证的条件下被证明是有效的。每一个命题必须要不断地被验证，在每一个新的观察领域里被验证。

本章的目的是用数学推理来表明，并实际证明，科学绝不可能证明任何命题或假设的真实性。我们的证据建基于波普尔（1959）提出的一个定理：只有能被证伪（falsifiable），假设、命题或理论才是科学的，就是说，它有可能被观察或物理实验证明是错误的；换言之，它可以用一个负面结果的可能性来测试。

为了我们的研究目的，我们需要澄清我们用“truth”一词的意图。我们区分两种真理：经验真理或可验证真理是一类，必然真理（necessary truth）或分析真理为另一类。经验真理源自于测量与模型的匹配，总是近似于这样那样的程度，取决于测量的精确和模型的准确。必然真理源自于数学推理或逻辑运用，是准确的。虽然必然真理是准确的，但其有效性完全取决于着手验证时所用的基本定理，有赖于你假设的定理是不证自明的。在某一个时间点上，你不得不依靠信念去判定，定理是不证自明的真理。由此可见，数学或逻辑是必然真理的判断，是人为的。关于数学或逻辑的真实性，你最多只能说，受制于哥德尔的不完备定理的真实性，它只能证明一组命题和另一组命题有何等价性。由此可见，数学和逻辑是虚拟现实最早的例子。虽然经验真理的准确性比不上必然真理，至少它试图描绘现实。科学模型是人为的，只不过是现实的表征而已，但它必须要达标够格。

为了判定我们的科学不可证定理（Science Non-probativity Theorem），我们借用波普尔的基本定理：若要一种表述或主张被视为科学论述，它就必须被验证，可以验证，因而必须是可以证伪的。如果一个被视为科学的命题必须是可以证伪的，可以反驳的，你就永远不可能证明它是真理，因为如果你证明该命题是真理，那么它就被证明是（必然真理意义上的真理），它就不可能再被证明是错误的，就不可能再被认为是在科学领域之内。由此可见，我们已经证明，科学不能证明任何东西的真实性。一个命题的任何真实性证据都可能把该命题置于科学领域之外，而置于数学或逻辑领域了。正如史蒂芬·克拉克（Stephen Clark 2000）所言：“并非一切证据都带有‘强迫’的意向。因此，被当作‘证据’的东西常常在不同学科与实践中各有不同。”

第三节 科学的不可证定理

让我们重复上述论点，将其作为一个形式定理，我们借用两个公理。

公理一：命题必须能被证伪，方能成为科学命题或科学理论的一部分。

公理二：命题不可能同时被证明是必然真理，又可以被证伪。（一旦被证明为真理，命题就不能被证伪，因此，命题是不能被证伪的。）

定理：命题不能用科学或科学方法被证明是真理。

证据：如果命题要用科学方法证明为真理，它就不能再被证伪。如果因为它已被证明为真理，因而再也不能被证伪，那么，它就不能再被认为是科学命题，因而它就不能被科学证明为真理。

按照科学的不可证定理的精神，以及我们区分必然真理和经验真理的精神，我们不能断定，这一推理思路是绝对有效的或“正确的”。毕竟，我们只不过用了定理这个数学语言的句法元素来判断有关科学语言的一个命题。我们结论的有效性并不胜过我们出发点公理的有效性。我们的定理并非科学有效的，但由于我们完成了有用的探索，它就成了数学推理的结果；这个定理能导向一些有趣的反思，使我们洞察科学的性质和局限。有些科学家尤其公众往往不加批判地接受科学的权威，如果我们的定理有助于他们采纳对科学更谦恭和谦虚的理解，它就达到了自己的目的。这一场练习并不像有些人暗示的挑战，我们无意挑战科学的用处或科学方法的有效性，而是只想澄清科学真理的性质，并对科学真理和逻辑的必然真理进行比较。

科学所能做的只不过是遵循经过考验的、正确的方法：观察、实验、归纳、假设、预测，然后再验证其假设和预测。科学家所能做的至多不过是宣称，就迄今为止所做的每一场实验或测验而言，已做的假设能解释所有的观察，而且在试错的范围内，所有的预测都被证明是有效的。科学真理总是模棱两可、难说准确的，总是取决于未来观察、发现和实验的结果。科学真理绝不是绝对的。我希望，我们这些观点确定的是：通过经验测试或观察来验证科学命题并不等于证明，像有些人宣称的那样，那个命题就是真理。

凡是宣称自己证明了任何东西的科学家都是在搞教条。每个人甚至科学家都有信仰的权利，有权相信他们的证据凭借的基本公理。但如果有人称自己是理性的科学家，声称科学是客观的、普世的，在自己的信仰与信仰体系和科学的价值方面非常绝对化，那就不应该了。科学家对教条和偏狭的观点并不具有免疫力。乔治·科因（George Coyne 2000）博士在布鲁克大学主办的“人类和宇宙研讨会”上宣讲《科学圣牛和宗教相会时》（When the Sacred Cows of Science and Religion Meet），指出了这样的不足。

我认为，鉴于以下历史小故事的教训，科学家在自己的实践中应该展现更多的谦恭和宽容，是完全适宜和妥当的（Bertschinger, 2000）。这些故事显示，公认的科学理论和信条不得不让位于新的理论和信条。

一旦考虑接近光速的速度，牛顿的运动理论就让位于爱因斯坦的相对论。随着描绘原子系统所需要的量子力学的引入，牛顿式图像也经历了重大的修正。但牛顿对科学的贡献也好，他的力学模型对非相对论、非量子事件的有效性也好，并不因为20世纪的新发现而有所减损。实际上，牛顿理论的许多元素保留在相对论和量子力学中。你不能想象，如果没有牛顿的先驱工作，这些新理论怎么可能提出来。连

今天流行的量子力学版本也需要牛顿—哈密顿经典力学来制定能量算符。

用其1905年对光电效应的解释，爱因斯坦帮助科学界推出了量子力学。他背对自己生的孩子—量子力学，宣称它是不完备的理论。他的反对意见不得势，主流物理学界接受了一个观点：由与海森伯的不确定性原理，概率是我们观察自然的固有一部分。根据上文提出的非可证定理，爱因斯坦关于量子力学是不完备科学的假设既不能被驳倒，也不能被证错。然而，由于走向完备的、非可证量子力学理论的具体进步尚付阙如，他这个假设的用途就有所减损。尽管戴维·博姆（David Bohm）、罗杰·彭罗斯（Roger Penrose）等人坚持不懈地努力寻找隐藏的变量或结构，并声称，这些新发现会使量子力学成为完备的理论，非可证量子力学理论的具体进步仍然乏善可陈。你禁不住要猜想，也许，这些变量隐藏很深的原因是，它们并不存在。不过这只是我个人的猜想和信念，并不是我能证明的任何东西。

爱因斯坦当选《时代》周刊的20世纪最具影响力的100个人物，他的名字与天才同义，但他放弃了自己广义相对论的一个元素，并不感到困难。1914年，他把宇宙学常数引入自己的广义相对论，以描绘他当时认为的稳恒态宇宙。但在1929年，当曼德温·哈勃（Edwin Hubble）证明，我们生活在膨胀宇宙中时，他立即放弃了宇宙学常数——自己宇宙论里的这个要素。一些当代的宇宙学家复活了宇宙学常数的概念，因为他们发现，在解释或描绘自己的某些宇宙观察时，宇宙学常数的概念是有用的。

近年，物理学界的态度发生了一个有趣的变化。说明这一转变的是，混沌理论、复杂性、简洁性、折中性、突显性和自组织临界性几乎同时冒出来，全都与非线性动力系统相关。不久前有人说，非线性方程呈现的复杂性乃单纯细节，不值得注意，因为基本的运动方程虽然在封闭形式里无解，但如果你要求解方程的话，至少这些方程还是

经得起数学分析的。实际上，朱尔·亨利·庞加莱（Jules Henri Poincaré）说明，三体问题（3-body problem）没有独一无二的解答。

简单规律管束变量众多的系统时，因为我们不能追踪每一个构造成分，底层的秩序就显得模糊不清，我们有效的脑力就难以知晓。在过去的十年间，这个复杂性源头的观点遇到强大的挑战.....在今天数学的前沿出现了关于世界变化的令人吃惊的悖论。尤其令人吃惊的是，我们如今知道，严格、先定、简单的规律可能引向非常不规则的行为，对一切意向和目的而言，这样的行为都是随机的。（Cohen, Stewart 1994, p. 20）

有了计算机尤其微电脑以后，科学界能探索和考察非线性动力系统的复杂性及其对初始条件的灵敏度，因为计算机给研究中提供了低成本的计算力。因此，许多有趣的结果达成了，如今人们普遍承认，非线性物理学不是特殊案例，也不是自然的异态，而是常态，需要仔细考察。如今的形势迥然不同，人们意识到，能用线性方程描绘的动态系统是异常情况。仅仅是因为它们能被简单而封闭的数学方程所描绘，它们才受到如此之大的关注。

根据科学的不可证定理，很显然，科学的角色是探索，而不是证明。有趣的是，两个英语单词prove（证明）和probe（探索）都源于同一拉丁语词根proba（证明）。三个英语单词probability（概率）、problem（问题）和probable（可能）也都源于同一拉丁语词根。这就使爱因斯坦放弃量子力学概率的决定更具讽刺意义。

第四节 科学乃隐喻语言

科学涉及用模型表征经验观察的过程，许多模型是数学表征的。无论是否是数学模型，它们都是隐喻，用来表现自然，或者是自然的抽象。科学模型描绘的精神是隐喻，就像“口语的所有词汇是隐喻”这个命题一样。一切交流都基于隐喻的理念“起源于古代文化，不断被重复、被争辩，从古至今”。（Gozzi 2000）柏拉图（Plato）、维科（Vico）、济慈（Keats）、雪莱（Shelley）和许多现代语言学家都参与辩论。麦克卢汉（1964）引用昆体良（Quintilian）的话“几乎我们所说的一切都是隐喻”。

一个科学模型提出并用基本的公理隐喻表达后，人们就探索这些隐喻的数学关系和逻辑关系，引向新形式隐喻的预测。公理和预测的隐喻之间的关系有数学证明的严谨，但在判定模型的有效性时，则要看预测的隐喻在多大程度上匹配自然的观察。用休谟（Hume）的话，你最多只能说，从初始模型的公理隐喻转变而来的新的预测隐喻和观察到的自然现象很匹配。这种经验的一致性支持科学家的模型，但是不证明模型正确，因为你必须为一种可能性持开放态度：模型被证伪，或被驳斥，或被改进。

倘若如上文所述，一切词语都是隐喻，一切科学模型也都是隐喻，那就没有必要证明，科学表述是正确的。你不能证明隐喻正确，你只能测试，它是否提供有用的自然描写，并引向更多的洞见。以科学为例，这是否导向更多的预测；以艺术为例，这是否产生更深刻的洞察力。语言的自然过程在演化，语词和隐喻的意义也在演化。语词不断分叉，保留旧意义，获得新意义。然而，新意义携带一些先辈残留的结构或意义，正如动植物保留先辈残留的结构一样。科学理论由

隐喻组成，它们同样演化、分岔成新模式，也残留先行的理论。相对论和量子物理学至今保留着大量经典牛顿物理学的成分。事物越是变，越保留一些原有成分。

一切模型都是自然的抽象，因而代表着一种简化的现实。抽象的数学转化或模型的隐喻可能会进一步减损准确性，使自己与经验现实的匹配减损。

科学的作用不是证明甚至不是解释自然现象，而是揭示一套现象与另一套现象关系的模型。科学模型和隐喻的数学化，并接受数学运算的过程，被证明是成功的技巧，能揭示这些模型，尤其是在进行可以观察或计量的预测的时候。

第五节 复杂性和可预测性的互补

有人设想，数学模型所含的隐喻用来描绘自然，将线性数学运算用于隐喻，尽可能获得模型元素的新关系，如此，该模型就和自然的观察对应。这个设想依托的前提是这样一个概念：模型元素和现实元素的关系是线性的。这是不能用数学证明的设想或基本预设，而是必须要经过经验测试的，不能预先就认定是必然正确的。

如果模型元素的数学方程式本身是非线性的，模型和现实的非线性效应就可以被放大。根据洛伦兹（Lorenz）的蝴蝶效应，模型元素和被构形的现实之间一个小小的差异或非线性就足以导致判若云泥的结果。

量子力学和不确定性原理教导我们，在原子尺度上测量自然时，我们观察和检查的现象会发生变化。观察和检查复杂现象时，类似的情况也会发生。

发展过程产生反直觉的、似乎是非因果关系的反应，充满令人惊奇的结果……复杂性（complexity）是固有的主观概念，何谓复杂性取决于你如何看待它……无论这类系统具有的复杂性是什么，它都是一个系统与另一个系统相互作用所具有的共同特征，而这另一个系统常常是另一个观察者或控制者。（Casti 1994, pp. 269—271）

用隐喻给自然建模，试图用经典的前混沌物理学去表现非线性现象，这就引起了模型与自然匹配方面新水平的不确定性。吊诡的是，混沌的引入导致新模型的发现，以及对非线性动力系统性质的洞察，从生态系统的反应到宇宙的起源，都有新的发现和洞察。

在新的混沌物理学或复杂性理论中，我们不能预测非线性系统反应相关的混沌或不确定性，正如普里高津所言，导向了新层级的秩

序。量子力学里海森伯的不确定性原理不允许同时判定位置和动能，并导致这样一种认识：粒子的波性和光的粒子性；通过联想又导致描绘原子和亚原子粒子所需的波的概率幅表现，使人能预测原子和亚原子粒子的表现。正如动能和位置（或能量和时间）在海森伯的不确定性原理里扮演互补的角色，复杂性和可预测性似乎也有类似的互补作用。在这样的语境下，复杂性和可预测性难以量化，就像量子力学里动能和位置的不确定性一样。你不能同时既考虑非线性系统的一切变量，又提出预测系统表现的方程式。

实际上，任何复杂性理论必然看上去不充足。变异性预先就排除这样一种可能性：所有详细的观察都能浓缩为少数的数学方程式，类似于物理学基本定律的方程式.....如果遵循传统的科学方法，专注于细节的准确描绘，我们就失去视野.....混沌理论告诉我们，许多简单的机械系统比如周期推动的钟摆都可能表现出不可预测的特性。一段长时间后，我们并不准确知道，钟摆会在哪里，无论我们多么精通其运动的方程和初始状态。（Bak 1996, pp. 9—11）

研究天气之类的非线性现象时，模型越大，它包含的复杂性就越大，可预测性就越小，混沌态就越大。这类似于海森伯的不确定性原理：对动能的了解越多，对位置的了解就越少，反之亦然。类似的情况也见于动态建模。模型的可预测性越大，其复杂性越小，能被成功建模的元素就越少。请考虑太阳系之类的引力系统。两体问题产生完全的可预测性，因为描写运动的方程可以在闭合的形式里解决。至于三体或多体问题，由于体数增加，复杂性就增加，可预测性就减少。复杂性和可预测性是互补的，就像海森伯的不确定性原理语境中的动能和位置一样。

非线性动力系统的混沌度增加，其模型的可预测性就减少，这并不是该模型的缺陷，相反，那是在寻求完备，试图把被表征现象的全部复杂性都包括在内。根据非可证定理的精神，我们没有先验的理由相信，表征自然的模型应该既完备，又完全可以预测。哥德尔的不完备定理云，数学系统不可能同时既完备，又逻辑自治。如果我们把现

象的可预测性视为与自然定律基本性质逻辑一致的一种形式，把复杂性视为完备性的一种形式，那么，哥德尔的不完备定理也支持这样一个概念：模型的完全复杂性或完备性预先就排除了完全的可预测性。

牛顿力学、相对论和量子力学旧范式的支持者排斥混沌学和复杂性理论，原因是：新物理学为自然的可预测性设定极限。爱因斯坦叹曰：“上帝不玩骰子。”对新一代的怀疑者而言，新物理学更令人不安。他们争辩说，上帝的确是在玩骰子，不仅在原子和亚原子层次，而且在宏观的层次上玩骰子。即使复杂的经典系统有因果关系，但由于它们的复杂性和非线性动力学，它们也是不可预测的，因而像量子效应一样，似乎也是随机的。因此，你必须放弃某些现象的宏观层次预测，连量子力学也不需要这样的预测，虽然它利用宏观层次上的概率。使有些人同样不安的是，人类生存本身就可能是骰子的随机结果。

新物理学在科学的终极预测能力上设置了极限。无论我们的计算能力多么先进，对人类生存至关重要的某些现象比如天气和大尺度气候变化的预测，科学的能力总是有极限的。

接受新物理学就需要接受这一事实：有些问题是棘手的。这需要科学更高层次的谦恭。五百多年来，科学享誉前所未有的成功，能描绘并解释几乎它遇见的一切现象。我们甘愿牺牲可预见性的神牛并在理解宇宙的追求中接受自己更卑微的角色吗？我们要接受这样一个世界观吗？混沌和不可预测性被视为宇宙复杂性、多义性和丰富性的自然结果，产生这样一个两难困境，我们接受吗？我相信，下一代的物理学家将乐意这个神牛迈步走向对宇宙更高层次、更深刻的认识，就像希伯来人放弃西奈的金牛犊、转而拥抱伦理一神教那样，不过难免有一点僵硬。有人因新物理学缺乏可预测性而感到不安，唯一可给他们安慰的是：世间的事件仍然是因果相连的，不过，自组织临界性在混沌的边缘发生时，科学并不能判定什么新形式的平衡态将会出现。

第六节 本章小结

在这一章里，我们试图说明科学被视为语言时的强项和局限，因为它有传播（描述）和信息处理（预测）的双重作用。不可证定理强调一个长久以来的信念：科学真理不是绝对的，总是要接受进一步的测试。我们尝试把两种情况联系起来：一是非线性动力学新物理学的框架内预测的局限性；二是海森伯的不确定性原理和哥德尔的不完备定理。我们建议说，混沌理论和复杂现象的不可预测性使我们能进行更完备和充分的自然描写。

我要感谢布鲁克大学和布鲁克哲学会主办的“人类和宇宙研讨会”（2000年1月20—22日）的组织者和与会者。本章的思想就是在会议期间孵化的。我还要感谢乔治·科恩，他的主旨讲演很给力。我还要感谢以下与会者富有洞见的讲演和热烈的讨论：雨果阿尔罗（Hugo Fjelstad Alroe）、戴维阿特金森（David Atkinson）、理查德伯格（Richard Berg,）、埃德蒙波特辛格（Edmund Bertschinger,）、利亚布拉德肖（Leah Bradshaw,）、布鲁斯布坎南（Bruce Buchanan）、戴维克鲁柯克（David Crocock）、G. E.丹（G. E. Dann）、达伦多姆斯基（Darren Domski）、乔治埃利斯（George Ellis）、戴维戈伊科切亚（David Goicoechea）、阿鲁普古普塔（Anoop Gupta）、加尔文海斯（Calvin Hayes）、丹尼尔麦克阿瑟（Daniel MacArthur）、K. 麦凯（K. McKay）和M. J. 辛丁（M. J. Sinding）。

我还要感谢媒介环境学会通讯录上在最近一场有关隐喻的讨论中的朋友：吉姆库尔提斯（Jim Curtis）、雷蒙德戈兹（Raymond Gozzi）、伦道夫朗姆普（Randolph Lumpp）、约翰马圭尔（John

Maguire)、埃里克麦克卢汉 (Eric McLuhan)、萝莉拉莫斯 (Lori Ramos) 和兰斯斯特拉特 (Lance Strate) 。

再感谢我多伦多大学物理学系老同事肯麦克尼尔 (Ken McNeill) 的帮助。

第九章 什么是书籍？书籍的古今和未来 ——从泥板文字到智能书

每一个出口都是通向另一个地方的入口。

——汤姆·斯托帕德 (Tom Stoppard)

第一节 导语

五千年来，书籍代表的技术一直是储存和传播信息的主要媒介。只是与计算机和互联网一道出现了数字信息后，作为保存和传播信息主要媒介的印刷书籍才有了竞争对手。虽然本书的重点是回答“什么是信息”，但我认为，在这里回答以下一些问题还是妥当的：什么是书籍？信息的数字形式呈现出什么样的竞争？数字信息如何重塑书籍？我们将以麦克卢汉媒介环境学的视角来回答这些问题。

展望书籍的未来前，让我们先在后视镜里看看，并勾勒书籍的简史。一般地说，你用“书籍”一词时，立即想到典籍形的机印书，含文本的若干页纸张，油墨印，装订成册。我们就用一个更普通的定义：书面文本的集合。如果用这个定义，我们就可以说，早在文字发明以前五千年，书籍就以泥版文书的形式出现在苏美尔了。这些泥版使用楔形文字，先用坚硬的苇管笔在潮湿的泥板上刻写，再经烘焙形成永久性记录。一些泥版保存至今。你还可以把镌刻在石头上的文本纳入书籍的范畴，例子有《汉谟拉比法典》之类的巴比伦碑文，以及古埃及遗址墙上的象形文字或“圣书文字”。这些文本不是通常意义上所理解的书籍媒介，因为它们缺乏便携性，仅仅意在供公众阅读。

书籍演化的下一种形态是墨水书写在羊皮纸、莎草纸或纸张上，然后卷成卷轴。最早的卷轴大概生成在古埃及，距苏美尔出现的文本相去不远。卷轴的形态传遍世界，成为书籍的主要媒介，直到公元1世纪罗马人发明古籍书为止。新卷轴的生产延续到欧洲中世纪，最后才被古籍书取代。希伯来律法书即为一例，它沿用至今，在犹太教堂仪式间展开朗诵，见于世界各地。

书籍发展的下一步形态更接近今天的印刷书，这就是古籍书形态的文本，用墨水在羊皮纸、莎草纸或纸张上写成。印刷机发明前，所有的书籍都是手写的。最早的印刷机出现在中国。文本反刻在雕版上。欧洲的第一台印刷机是由低地国家哈勒姆城的科斯特（Laurens Janszoon Coster）发明的，大约在1420年，他借用中国的雕版印刷术，加上少数字母字钉。第一台活字印刷机由德国美因兹的谷登堡发明，大约在1440年。这一发明产生了机印书的大爆炸和文化革命，导向宗教改革、通俗文学、民族主义和科学革命（McLuhan 1962；Logan 2004a）。紧随印刷机发明的是奥尔杜斯·马努蒂尔乌斯（Aldus Manutius）发明的意大利体字钉，这使一页纸能容纳更大的文本。他开始印小开本、更便宜的书，使书籍的便携性和普及性增加。印刷技术其他方面的进步使书籍更加便宜。工业革命时期公共教育的出现使读书的公众人数大增，后来纸皮书的引入又进一步增加了阅读公众人数。

计算机技术、文字处理和桌面出版系统再一次促进书籍的生产。计算机保存文档、打印文件印刷和复印术的进步催生了按需印刷书籍。这些发展没有改变书籍的版式，仍然保有油墨纸张的古抄本形式。

书籍最富戏剧性的变化是指不再需要油墨纸张来印刷，电子书出现了，以数字形态保存在存储器里的书发到读者的显示屏上。显示屏可嵌入电脑、智能手机或亚马逊的kindle电子书阅读器。这样的技术发展使电子书的倡导者和爱好者欢呼，并声称机印书即将过时。我们认为，他们大错特错了。我们将证明，书籍没有消亡的迹象，实际上，书籍的繁盛前所未有的。那么试问，既然书籍的终结不在眼前，为什么有些学者说，个人电脑形式的数字信息和互联网对书籍构成威胁，油墨纸张的手写书形态即将过时呢？这是个好问题。

有些学者相信，互联网、万维网和电子书昭示着印刷书媒介的终点，这种媒介五千年前出现，在缩微胶卷、电视、个人电脑、互联网和万维网出现之后继续存活。怀疑印刷书存活的人对书面文档的存活不持异议，但他们认为，油墨纸张装订成册的文本即通常所谓的书将要让位于电子形态的文本，电子文本在网上发送，在电子形貌的显示屏上阅读。他们进一步称，屏幕上文本的清晰度稳步改进，逐渐达到油墨纸张书的水平；对于这一点，我们将在下文论述。我们想要表明，这些书籍末日的预言太夸张了，那是因为他们对书籍和电子屏如何运行缺乏神经生理层次上的深刻理解。这并不是说，书籍完全维持不变。我们将证明，书籍注定要采用新形式，达到功能性的新水平。

我认为，容许有些人对书籍的未来持悲观态度的原因之一是，他们相信录制音乐产业的遭遇也会在书籍出版业发生——CD的销售量急剧下降。这个产业变了，从珠宝盒装的CD产品生产商和发行商转变到服务供应商了。许多音乐店和连锁店关门了，因为他们不能和iTune之类的播放器竞争。录制音乐档的下载成了服务，不再是产品。书籍长度的文本也将遭遇这样的变化吗？

书业和音乐产业很不一样。音乐无须仔细研究就可以欣赏，相反，文本需要仔细研究和细读，因此，可资获取的格式极其重要。阅读纸上文本和电子屏上文本的差异涉及神经的一维：大脑两半球处理信息不一样。左脑涉及口语和书面语的分析性生产和解释。相反，右脑涉及空间感知和音乐感受的综合处理。阅读纸印文本是严格的左脑过程。阅读电子屏上的文本是左脑和右脑并用的过程，无论其分辨率有多高。面对屏上文本时，读者先重新组装表征字母的像素马赛克，以形成字母的形象。这是右脑的空间感知过程。如此，读者必须阅读右脑组装的文本，但他使用的则是左脑的分析过程。无论分辨率多高，电子屏上阅读都是复杂的活动。右脑把像素转变成字母，左脑又把字母转变成语词和句子。连接大脑两半球的胼胝体的“交通”很繁忙。

专业作家通过文字处理创作高质量的文本时，并不需要使用电子屏，其原因就在这里。有时，他们即使在显示器上做一点编辑，但最后编定手稿时，他们会把文字处理的手稿打印出来，在纸上修改和编辑，而不是在显示器上编定文稿。2009年1月，我调查两组作家，共42人，一组是多伦多BookCampTO的与会者，一组是圣路易斯媒介环境学会的与会者。两组人全都异口同声地说，这正是他们的工作程序。编定长篇书稿时，你要能同时一览整篇文稿，什么形式的文本都赶不上古籍本那种格式，它使你能同时看整本书，一览无余。

若要研究长篇文本，即使网上能看到，做学问的人也会把文档打印出来，以便在纸上细读。除了短小的电子邮件或一页长的文字，在屏上细读长篇文本几乎是不可能的。卷轴文本被古籍书文本取代，是有原因的。读电子书时，我们不得不回归卷轴式文本，颇有一丝讽刺意味。

我肯定，书籍将以古籍本形态存活下去，同时又将以电子书的新形态出现。电子书已经相当流行。智能书之类的新形式业已出现，本章末尾将描绘智能书。支持书籍的机构，比如出版社、书店和图书馆会有一些变化，书籍支撑的机构，比如学校和研究所也会发生变化。我相信，机构都会变化，它们是作者和读者的中间人，我们将简要描绘这些变化。我们知道，互联网对这些中间人不仁慈。

我不愿看到书籍的末日，因此有些读者可能会有这样的印象：我是顽固的传统主义者，甚至可能是反对新数字技术的勒德分子

(Luddite)。我要袒露心扉，让这个观点立即休止。实际上我相信，古籍形态的书会继续存在，电子书会越来越流行，此外，印制书和数字书新杂交形式的电子书会出现。事实上，我正在和一家以多伦多为基地的国际团队合作，开发一种杂交媒介。智能书，含一本传统形态的书、一个智能标签、互联网、一个阅读器和一个基于软件的推荐系统；阅读器既可以读智能标签，又可以上网。下文描绘的智能书是四

个元素的结合：插图书的可读性、电子书的可搜索性、博客的网络性和推荐系统的人工智能性。由此可见，我非但不预言书籍会消亡，还要述说书籍功能性、可用性和流行性增强的新时代，新形式的书籍涌现出来了。

第二节 为什么书籍遭遇缩微胶片的威胁而安然无恙？ 又为什么在遭遇数字媒介后生存下来？

缩微胶卷和缩微片把整本书缩小为小的胶片，以缩微形式包含其中，这样的胶片可以放大并投射到屏幕上，并配上一个阅读器。他们曾经被吹捧为解决方案，把迅速膨胀的藏书削减到可以管理的规模。遗憾的是，这一技术从未兑现其承诺，因为缩微胶卷是不令人满意的阅读媒介。没有什么东西胜过传统书籍轻松阅读的形态，以下引语雄辩地宣称：

传统形式的书是一台储存机器，紧凑，力量持久。在装订、封皮和材料中，携带着书的源头、旅程的痕迹；它既是人造物，又是形象和思想贮藏所。作为物体，它有20世纪哲学家瓦尔特·本雅明的一圈“光环”，使人产生许多仪式的和形而上的联想。我们有些人一想到数字图书馆就退缩，但我们最怕的是失去这个光环。（《波士顿环球报》，马休斯战役，Boston Globe. Dec. 26, 2004）

我没看见物质书与其数字化身的冲突。无疑，如果准备从头到尾读一本书，书籍就是阅读的最佳方式。不过，数字书格式可能是极为有用的，尤其你想要将其用作参考时，或者是想要从读过的传统书抽取引语时。我相信，在不久的将来，学术书将会以两种形态杂交的方式出版。

第三节 谁启动谣传云：书籍的末日正在逼近？

书籍末日逼近的观念来自哪里？有多久的历史？有人说，新数字媒介的倡导者率先宣告，书籍的时代正在走向终结。实际上，就我所知，第一个宣告书籍过时的人是麦克卢汉（McLuhan 1964），他在《理解媒介》里如是说。具有讽刺意味的是，撰写《谷登堡星汉》（McLuhan 1962）的麦克卢汉是书籍的伟大捍卫者。在《理解媒介》里，麦克卢汉描述了社会转折产生急剧的变革，那是书面文化和机械技术过渡到电力媒介时代的急剧变革。他特别观察电视对文化素养的负面影响，感到震惊，提出警告说：“我们对电力技术与谷登堡技术遭遇时所产生的威胁麻木不仁，真可谓又聋又瞎又哑。”（1964, p. 32）实际上，撰写《理解媒介》之前8年、商业电视问世之前6年，他就对电力技术对文化素养的威胁有所关注。他在和泰德·卡彭特（Ted Carpenter）合编的革命性杂志《探索》（Explorations）里撰文写道：

几乎全球的时空覆盖使书籍成为越来越过时的传播形式。目光沿字行缓慢移动，脑子组织的条目缓慢处理适应这无穷无尽的平行字钉——这样的过程怎能承受瞬间覆盖地球的压力。（McLuhan 1954）

遗憾的是，麦克卢汉有生之年未能看见这一趋势的逆转，这一趋势始于个人电脑的数字媒介、互联网、电子邮件、短信和万维网，和广播电视电影不一样，这些新媒介拥抱谷登堡技术，将其用作内容。他是率先警告电视危险的学者之一，认为电视是反智媒介，威胁文化素养。他是发起圣战的十字军，自比为抗击瘟疫的巴斯德大夫：“我的处境与巴斯德十分相近。他告诫医生们说，医生的敌人是完全看不见的，而且医生对自己的敌人也一无所知。”（McLuhan 1964, p. 32）

麦克卢汉说电视对文化素养构成威胁，在他1954年至1980年去世时学者生涯的活跃期，他这样说是对的。我认为，他确认的威胁那时还不如今天大。今天，电视仍然威胁文化素养，对有些儿童而言，它仍然对读写能力产生负面影响，但数字媒介实际上生成了一个促进文化素养的新环境。自从他率先就电视对文化素养的负面影响发出警报以来，一种新的抗菌素已经开发出来，它反制电视的有害影响，这个抗菌素就是互动式“新媒介”的出现，如个人电脑、互联网、电子邮件、短信、万维网等。这些媒介的内容是文本，这些文本是解毒剂，抗衡电视对文化素养的有害影响。

儿童正回归谷登堡星汉，不过这是数字化的谷登堡星汉，嵌入电子邮件、存在网上或电子书里。谷登堡印刷机的内容是活字合成的书面词，印在纸上。万维网、博客、电子书和电子邮件的数字化谷登堡星汉的内容是文字处理的语词，仍然用谷登堡活字印刷的机制，循环使用，重排重组，只不过字钉是电子生成的，款式比经典罗马时期多得多，是无衬线字体，而不是用铅水浇铸的。

麦克卢汉首先确认的威胁之一是电子构形信息的运行速度。他写道：“一切社会功能和政治功能都结合起来，以电的速度产生内爆，这就使人的责任意识大大提高。”（1964，p. 20）他担心，“行为及其反应几乎同时发生”，我们失去了自己与正在被处理的信息的距离，因而失去了“行动而不反应的能力”。结果他就相信，我们就生活在电力媒介的神话环境中。“神话是一种过程的收缩和内爆。电能瞬息万里的速度给今天普通的工业和社会行动赋予神话的特点。”（1964，pp. 38—39）

麦克卢汉五十年前对信息速度表达的关切不再是一个问题，因为我们现在能把电力信息打印出来，使信息流放慢速度。这就给予我们思索文本意义和意蕴的时间。他彼时论述的主题是有效的。他描绘环绕我们的信息环境，他是对的。如今，在计算机、快速而便宜的打印

机普及的背景下，“信息电力速度”的比方变了。根据麦克卢汉对外形/背景关系的强调，我们必须重新评估信息电力速度的冲击。正如他所云：“没有一种媒介具有孤立的意义和存在，任何一种媒介只有在与其它媒介的相互作用中，才能实现自己的意义和存在。”（1964，p. 39）

自从麦克卢汉预测书面文化的衰亡以来，电力形构信息的效应已急剧变化。个人电脑、印刷机、按需打印、互联网和万维网出现以来，我们享有谷登堡星汉和数字信息两种技术最好的一面。书籍继续兴旺，我们能把电子邮件或互联网的信息打印出来。大多数人不会在显示屏上阅读长篇文档，而是将其打印出来，在纸媒上阅读。在屏幕上重温电子邮件或网上冲浪是可以的，但大多数人偏爱在纸媒上阅读，而不是在屏幕上阅读，遇到长篇文本尤其书籍长度的文本时，在屏幕上重组像素的文本就不想读了。这就是为什么我相信，书面文化正在回归前电视时代的水平，书籍肯定会长寿。这不是说，书籍的形式不变，不会像过去那样不变。在下一节里，我们将描绘书面词的演化，书籍在前数字时代的各种形式，然后再描绘伴随数字信息而出现的书籍的新形式。

第四节 书面材料和书籍的演化

我们主张，一切形式的书面文字材料都是这样那样的书。如此看来，书的观念就包含以下早期形式：泥版、埃及墙上的镌刻、巴比伦的石碑、羊皮纸的手写卷轴比如犹太人宗教仪式用的律法（《圣经》前五卷），以及莎草纸、羊皮纸、犊皮纸和稍后纸张上的手抄书。现代书籍随着印刷机兴起，起初是手抄书的印制版本。随着马努蒂尔乌斯的革新，意大利体字钉和便携式书籍出现，这样的书适合放挎包里了。随着动力驱动的印刷机（先是蒸汽驱动，后来电力驱动），图书价格下降，大批量发行书报杂志成为可能。广谱的文本材料可以被视为图书的样本。一个作者独著的书、多人合著的专题书、专题刊物、专一学科或普通刊物以及杂志和报纸的界线都开始模糊起来。书和刊没有清楚的界线。你还可以问，图书和小册子是否有界限。我们就把一切发行册数多的、印制的阅读材料称为“书”，同时又保留正式图书的称谓，用以指称标准的书店销售、图书馆收藏的古籍本格式的印刷材料。但今天我们能把这种文字材料进一步推而广之，加以泛化，把电子书和实际上一切形式的文档纳入“书”的范畴，凡是能在互联网上获取的文档都可以作如是观，因为它们属于那个批量发行文本的范畴。

偏好对开本的书的另一个观点是，你可以轻松返回重读一些段落，以弄懂你想弄懂的东西。对开本的书籍形式胜过犹太律法的卷轴形态而流传下来，因为相比卷轴形态，对开本形态使人更容易获取信息。在计算机屏幕上阅读长篇文件基本上就是在用一种电子卷轴。回头想想，我们描绘显示屏上阅读文本用的scrolling就是上下开阖的卷轴滚动的意思嘛。

第五节 书籍的使用可能会衰减

如上所论，书籍活得很好，而且在数字媒介的猛攻下还将活下去。但我们可能会看到，阅读传统古籍形态纸印书的时间会减少。正如麦克卢汉所预见的那样，信息的电力化和随后的数字化产生了新的信息使用模式。人们读书所花时间的比例会下降，因为新媒介的出现必然会排挤比较旧的媒介。一天之内的时间是有限的，新媒介所花的时间将变为较少的读书时间。读书的时间会减少，但阅读的时间实际上增加了。因为阅读“新媒介”，即使用互联网、博客、电子邮件、短信、即时通信、读电子游戏里的文字都涉及阅读。由于这些使用模式，以及数字媒介的读者习惯于使用短小的信息点击了，书籍将会变短而不是变长。

第六节 数字媒介实际上促进书籍的撰写、发行和销售

今天的传统书看上去和过去的书一样，实际上它们是一种杂交技术，因为构成其内容的信息的搜集、撰写、编辑和排版都是用电子媒介完成的。由于数字技术，今天书籍的撰写和生产比以前容易了。书籍安然无恙的指数是，每年出版的书的绝对数量在增加。20世纪70年代初，美国每年出版大约40000种书。近来，这个数字翻了三番，说明书籍活得很好。我认为，计算机和互联网的使用更多的是鼓励纸上的写作和阅读。实际上，学术图书和刊物爆炸性增长，大多数学术图书馆都难以备齐这类书刊的全集。许多情况下，它们都依靠学术刊物的电子版。如今，随着新刊物的出现，大多数刊物都选择电子版格式，许多曾经是纸印的刊物都改为电子版了。arXiv是科学和数学预刊本的档案库，可网上访问。有些科学家选择在arXiv发表，不愿意麻烦将论文提交同行匿名评审的刊物。你可以肯定，读到这些arXiv预刊本的科学家会将其打印出来再仔细研究。

数字技术支持书籍的另一种方式是按需印刷的发行方式，用多功能打印机就可以储存大量的信息。一种运行方式是，出版社首印少量书，首印售罄后，出版社根据顾客需要再印书。再一种按需印刷支持书籍的生产和发行的方式是，作者不再需要出版商，可转向lulu.com之类的服务商，服务商接受电子文档根据订书人的需求册数印书。

除了按需印刷的书外还有有声书，这是朗读者朗诵书的数字录音。有声书可以在CD机或MP3播放器上收听。失明人、朗诵障碍者可用这种书，想在做事时听书的人，比如开车的人，也可以用这种书。

另一种书籍促销的方式是经营网站，或网上售书时允许人们看书的内容。两家领头的网站是亚马逊和谷歌搜索，它们都允许访客查看书的内容。亚马逊的访客可以网上买，谷歌搜索将访客链接到网上卖书人包括亚马逊，借以促销。总之我想说，数字技术更多的是促进书籍的生产，而不是阻碍书籍的使用。

第七节 书籍的未来

随着发行文本新手段的开发，书籍继续演化。网上讨论组存档的文件能被视为书吗？博客又怎么样呢？博客是与时俱进的书吗？古籍形的书和当代的文本发布形式会融合，就像电视与互联网融合一样，就像社交网络新闻和公共事务节目需要来自听众电子邮件的评论和问题一样。

一切媒介都增加了多义性和选择。书面文化社会在完成手写稿到机印书的变化时，媒介都发生多样性和选择的爆炸，因为印制许多册的书太容易了，书籍的运输也容易。新媒介也在发生类似的爆炸，因为其产品很容易复制和传输，无论这些产品是文本、音频或视频。结果，需求很少的书仍然可以被网管放在网上，而且还能盈利。克里斯·安德森（Chris Anderson 2004）把这种现象叫作“长尾”。你可以说一个新类别的长尾书，生产容易，意在小众，比如，lulu.com出品的就是长尾书。戴维·格里（Dave Gray）出了一本进行态的书，名为《标记与意义》（Marks and Meaning），lulu.com出品，他请读者帮助他完成这本书。他这本书是“维基”书，参与写作者众。由于数字传播很容易，许多书是多位能共事的人合作完成的。

第八节 智能书

我想描绘阿尔斯丁和我合作的一本智能书，将其作为本章的结尾。这是我和他在安大略艺术设计学院的战略创新实验室搞的一个工业设计项目。参与者还有国际合作团队，包括视觉思维公司XPLANE的创建人和首席执行官戴维·格里，多伦多的设计师彼得·琼斯（Peter Jones），詹姆斯·考德威尔（James Caldwell），巴塞罗那CitiLab的革新部主任拉蒙·桑桂撒（Ramon Sangüesa），巴塞罗那的传播学教授卡洛斯·斯科拉里（Carlos Scolari），巴塞罗那图书馆馆长凯西·卡瓦萨基（Kathy Kawasaki），多伦多大学的社会学教授盖尔·穆尔（Gale Moore）、i-School的马特·拉托（Matt Ratto）。我们推出的这个项目是新格式的书，把“智能标签”嵌入标准的开本书或对开书，指向一个网站，存在那里的文本是数字形态。因此，这本智能书可读、可搜索、可在网上运行。他是传统标准书和电子书的杂交。

智能书可读，因为其拥有传统书格式且“白纸黑字”是阅读文本的最佳方式。智能书像电子书一样可搜索，因为智能标签指向网站上图书内容的数字形式。智能书可以在网上运行，因为网站或网志书

（blook）含数字图书形式，可以让读者与作者分享书，就像分享博客一样。作者可以评论读者的留言，还能更新书的内容，或根据读者评论来修改，或根据它所论领域的发展来更新。最后，智能书聪明，因为它知道读者想要什么，能向读者推荐他们特别感兴趣的章节。它拥有了以上智能的水平，因为读者上网的机制里有一个推荐系统，里面含有读者的搜索需要和信息兴趣。因此，这个系统能突显对读者特别有趣的部分内容。

通过网络界面，智能书还使传统书的格式纳入了超文本的优势。你可以用手边的上网设备阅读传统格式书。作者可以在文本的打印版和数字形式里标记一些地方，让读者跳到该书其他部分，或跳到另一个网上资源，读者靠鼠标点击获取，因而能丰富阅读经验。这就意味着，主要是由文本构成的书可以被延伸到网站，读者可以在那里访问插图、照片、视频和音频。

智能书为出版商提供了第三种选择，其他的两种选择是：标准的纸印书（选择一）和各种数字格式的书，如电子书或光盘书（选择二）。选择一和选择二各有其独特优势。机印书或对开书仍然是可读性最佳的形式。机印书格式更适合快速浏览，以获得感觉；如果有详细的目录和索引、开篇就提供全书概要，浏览的感觉更好。数字格式的书的优势为，它是读者搜索和研究时挑选的格式。电子书还有一个优势：做复杂课题时，你能搜索到对读者特别有趣的话题，从而把相关的主题捆绑在一起。如果写作时就利用超文本的优势，电子书的优势就特别明显。

智能书拥有上述选择一和选择二的一切优势。此外，它还能读者定制特别用途的内容，能为读者的讨论提供论坛。这个特点对研究用书特别有用。小说或诗歌不太需要智能书格式，除非某部小说或诗歌是经典，需要学者和学生频繁研究。但即使对纯文学书而言，读者可以在网上彼此联系甚至与作者联系，智能书格式也有明显的优势。

如果智能书成功打入市场，它们就会对出版商、书商、图书馆和学校造成极大的冲击。出版商不仅要印行传统格式的图书，而且要为每一本书维护一个网站。智能书增多以后，图书馆就受到冲击。试想这样一个图书馆，读者走进来，携带的笔记本或掌上电脑装有推荐系统，系统把他们引向自己感兴趣的东西。咨询图书馆员的部分功能将要被智能书系统接管。智能书的图书馆版本必须有一个智能标签或射频识别智能标签（RFID smart tag），它能长距离传输无线电信号。

智能书还要影响书店。试想你走进书店，带着自己的推荐系统，被引向你想买的书。多么方便！

第九节 教科书

学校用书在小学低年级不会有大的变化。我不能想象幼童如何学习用电子书。无论电子书世界怎么发展，教科书的需求是必然的，需求会阻止其消亡。由于存在像素化的屏幕阅读的神经生理效应，传统书肯定会在学校系统里保存下来。高中和大学里用电子书和智能书则是另一回事。你很容易想象，它们会在大学和中学里找到许多不同的应用。

（一）媒介定律

麦克卢汉提出一套定律，他所谓的“媒介定律”（Law of Media）（McLuhan 1975；McLuhan, E. McLuhan 1988），旨在研究媒介或技术效应，尤其显示其反直觉性质。“媒介定律”含以下四条定律：

- （1）提升：每一种媒介或技术都提升某种人的功能。
- （2）过时：它使以前的某种媒介或技术过时，那过时的媒介或技术曾被用来完成某种功能。
- （3）再现：在完成其功能时，新的媒介或技术再现以前的某种旧的形式。
- （4）逆转：推进到足够的程度时，新的媒介或技术就逆转成为一种补足的形式。

为了更深刻洞悉传统书和智能书，我们建议考虑这两种媒介的四条定律。

(二) 传统书媒介定律

- (1) 提升：信息的储存与获取。
- (2) 过时：口头传统和神话。
- (3) 再现：记忆。
- (4) 逆转：电子书和智能书。

(三) 智能书媒介定律

- (1) 提升：传统书。
- (2) 过时：传统图书馆。
- (3) 再现：咨询图书馆员。
- (4) 逆转：智能书。

第十节 本章小结

我相信，书籍并未走向终结，也没有过时，而是正在进入一个新的历史阶段，其特点是把印制的传统书和数字的电子书的优势结合起来。

第十章 符号域里的非语言信息和艺术表达，符号域通过次生感知的显现

第一节 导语

你可以大致把人类传播和信息形式分为语言的和非语言的两部分。我们考察了符号域里各种形式的语言信息，比如口语、文字、数学、科学、计算、互联网，以及技术域和经济域里的符号形式。在这一章里，我们将完成对“什么是信息”的研究，检视非语言信息及其传播形式的起源和性质，这是音乐、舞蹈以及绘画、雕塑和摄影等造型艺术固有的艺术表达。有些信息样态，比如电影、戏剧和歌剧，含有语言的和非语言的两种信息形式。本章将考虑这个有趣的问题：既然语言的艺术表达形式和非语言的艺术表达形式都是符号表达形式，那么这两种表达形式有什么关系呢？一种暗示的关系是：人是既拥有语言能力又使用视觉形象和音乐表达自己的唯一动物。我们认为，这绝非偶然。我们准备证明：概念化的信息处理能力在艺术表达的出现中起到了关键的作用。

本章将展示，艺术表达的起源和口语表达的起源有关系，两者通过次生感知（secondary perception）产生联系。我们所谓的次生感知

可以定义为受口语和概念符号思维（conceptual symbolic thought）影响的感知。原生感知（primary perception）是非人类动物和我们的人科祖先经验中的感知，那是在口语到来之前的感知。正如我们在第三章里所示，心灵延伸模型假设：口语出现之前，我们人科祖先的思维纯粹基于感知，口语出现以后，人类的概念符号思维出现。《第六语言》假设，口语和符号思维演化为文字、数学、科学、计算和互联网，以回应先前语言的信息过载。但是，那本书没有讲一种形式的符号思维和传播，即视觉艺术和音乐的艺术表达，而艺术表达是视觉感知（或听觉艺术）和概念思维的结合。《第六语言》的读者常问我：为什么我没有把视觉艺术和音乐纳入我的理论，难道这两种艺术表达形式不是语言吗？我的回答总是：是啊，它们也是语言，不过它们是非语言“语言”，我不懂它们和六种口头语言的关系。

现在我想，我发现了口头语言和非口头语言的关系。在心灵延伸模型里，口语的出现与感知思维和概念思维的分叉相联系，彼时，口语的语词代表着我们首批的概念。这恍然的顿悟引向我当前的尝试：把口头语言和艺术表达语言联系起来。我意识到，由于它们的艺术载体的物质性，视觉艺术和音乐是基于感知的，最重要的是，它们又是概念的，因为它们的艺术形式具有符号和表征的性质。艺术家像科学家一样利用概念，但艺术家还植根于物质载体中，无论那载体是颜料、大理石、电影或音乐。艺术家通过我们对艺术载体的感知来触动我们的情绪，又通过作品的符号表征来调动我们的知性。

口头语言的影响不限于艺术作品的符号表征，符号表征还影响艺术家感知力的性质，这个感知力不同于我们前语言祖先的感知力。艺术家的感知力改变了感知力的性质，创造了我所谓的次生感知。

如果这个假设是正确的，口头语言和艺术表达就应该有关联，两者在人类历史上同时出现就有相关性。我现在必须坦诚地说，这不是真正的科学预测，因为我很清楚，有些学者声称口语和艺术表达有假

定的相关性，下文将对他们的假设予以介绍。除了我对他们假定的了解，我还要感谢影响我论艺术表达“次生感知”假设的另一个源头。那就是沃尔特·翁（Walter Ong 1991）的次生口语文化（secondary orality）的概念，我从这个概念演绎出次生感知，也就是受口头语言和基于概念思维影响的感知。

第二节 次生感知

心灵延伸模型 (Logan 2007) 表示, 语言出现之前, 人科动物的思维纯粹是基于感知的, 大脑基本上是感知处理器。口头语言出现以后, 头脑分叉为大脑和心灵。大脑仍然是基于感知思维的住所, 心灵成为基于概念思维的住所。这种隐喻式的表述可以用一个等式来表示: 心灵 = 大脑 + 语言。

关于艺术起源的新洞见是: 有了语言和基于概念的思维以后, 次生感知出现时, 感知被概念思维改变, 就像口语文化被书面文化改变, 因而产生次生口语文化一样。次生口语文化是沃尔特·翁

(1991) 一个简明的理念: 原生口语文化和次生口语文化不同, 原生口语文化是前文字社会的口语文化, 而次生口语文化是书面文化中的口语文化。他认为, 书面文化改变了前文字文化的性质, 产生所谓的“次生口语文化”。人习得口头语言和概念符号思维以后, 感知系统的性质就变为我们所谓的次生感知了。次生感知对原生感知或前语言感知的关系就像次生口语文化对原生口语文化或前书面文化的关系。次生感知使潜在的艺术家能把两种能力结合起来: 一是感知力, 二是创造符号并运用符号思维的能力。符号创造或思维的能力是艺术表达必不可少的要素。

次生感知产生的机制是心灵里自上而下的因果关系, 从心灵即概念思维的住所到大脑即感知处理器的住所的因果关系。这一表述产出的理论是: 艺术的出现是次生感知和基于概念思维的产物。这一表述还可以解释言语和符号艺术明显的相关性。遗憾的是, 这一假设可能被解释为仅仅是说说的故事而已, 就像符号艺术和口头语言曾经是人类历史上出现过的事情一样。然而, 艺术表达需要次生感知和概念思

维，基于这一理念，我们还是可以做一个独立的预测。我相信，如果扫描艺术家创作或表演艺术作品时的大脑活动，我们就可以揭示：口头语言的功能区和视觉或听觉（取决于视觉或听觉的艺术形式）的功能区都在活动。我希望，有些实验心理学家会检测我这个猜想。

谷歌文献搜索表明，和口头语言相关的左脑影响肯定存在，影响艺术表达的概念思维多半是与右脑的功能有关系。

以下是研究一位轻度中风艺术家的文字，这段话说明大脑两半球都参与艺术表达，概念化在艺术表达中发挥作用。

绘画是复杂的行为，其神经关联涉及感知、认知和情绪效价刺激处理的脑区；因此，大脑损伤可能会修正艺术表达.....顶枕部损伤产生空间忽略、结构性失用症和感知失认症，能改变整幅画或个别部分的空间形貌；另一方面，广泛的左脑损伤可能是画中物件细部被简化的原因。（Annoni 等人 2005, p. 797）

另一位神经学家安健·查特利（Anjan Chatterjee 2004, p. 1573）对神经功能障碍的艺术家进行研究，他也把这种障碍与艺术表达的概念化联系起来：

从可资利用的有限数据看，视觉失认症病人的艺术似乎多半是由一个因素来界定的：他们的障碍更接近物体辨认过程的感知一端还是概念一端。如果障碍是在感知一端，病人可能不能生成总体形式和形象的组合，却可以继续表现物体的个体特征。相反，如果障碍是在概念一端，而他们又是从一个丰富的源头复制，那么，他们就画得很好，但如果不得不靠记忆作画，或者靠自己的世界知识的指引来作画，他们就不知所措。

艾伦·迪萨纳亚克（Ellen Dissanayake 1988, p. 112）在《艺术的目的》（What Is Art for）里写道，“艺术的元素是人本性的基本元素”，包括“语言和口语，分类和概念的形成，符号表征”。她接着说这些元素的关系：“不能和抽象思维或概念思维和语言分离的是表征、确认一物代表或表现另一物的能力。”（1988, p 118）

第三节 语言表达和艺术表达携手出现

有些学者认为，大约在五万年前，语言、符号思维或概念思维和艺术表达彼此关联、同步发生。贾雷德·戴蒙德（Jared Diamond）称之为“大跃进”，法伊弗（Pfeiffer 1982）和塔特萨尔（Tattersall 1998）称之为“创造性爆炸”。那是人类发明的爆炸，首次出现了大量的新工具、兽皮衣、工具装饰、首饰珠宝、葬礼之类的仪式以及洞穴画、雕像和乐器形态的艺术表达。

许多考古学家认为，艺术——他们更愿意称之为符号表征，大约在五万年前以喷薄之势登场。他们普遍相信，那是现代人走出非洲到地球遥远角落的时期。这些学者说，非洲移民携带符号操作、制作形象的能力，这是此前的人类祖先缺乏的能力……斯坦福大学的理查德·克莱因（Richard Klein）写道：“五万年前发生了一场行为革命。此前，没有人创作艺术，此后，人人都创作艺术。”（Appenzeller 1998）

邓巴得出类似的结论：

符号语言（形而上或宗教的语言、科学和教学的语言）大约在五万年前的旧石器革命时出现，后来以软件开发的形式出现（符号语言不体现以前社会语言里不曾有的任何新结构特征或认知特征）。我们看见五万年前符号表征的确凿无疑的考古证据（包括：工具质量和形态的戏剧性改良，可能用于装饰目的的赭石，紧接着出现的精心葬式，艺术和非功能性首饰）。（1998，p. 105）

岩画专家伊曼纽尔·阿纳蒂（Emanuel Anati 1989，p. 209）认为，艺术、语言和宗教同根同源。他断定的视觉艺术到来的时间是五万年前。

直到五万年前，没有全面使用视觉艺术的证据。早期岩画显示，全世界基本库存相同的符号与图像有一致性。这就证明，智人的起源是相同的，其独一无二的人的心智也同出一源……前历史的早期人已经在联想、符号和抽象的心理机制的框架内运行。直到今天，这些心理机制仍然是我们人类的界定性特征。

和更早的人科动物相比，这些认知能力的使用不只是一种演化，而且是一场真正的革命：一次飞跃，一旦跨出这一步，我们就永久性地改变为迥然殊异的灵长目了。（Anati 2004, p. 53）

在《洞穴中的心灵：意识与艺术的起源》（The Mind in the Cave: Consciousness and the Origins of Art）里，艺术史家戴维·路易斯-威廉斯（David Lewis-Williams 2004）把艺术的起源和意识联系在一起。我们这本书《什么是信息》以“心灵延伸模型”（Logan 2007）为依据。在这个模型里，宗教和意识都依靠概念思维，因而也依靠语言。因此，我们认为，路易斯-威廉斯和阿纳蒂的两本书支持语言起源和艺术起源有联系的观点。

第四节 语言表达和艺术表达之异同

语言表达和艺术表达都传达说话人（或写作人）和艺术家的意向。因此，这两种表达形式都需要一种心灵理论，我们将在下一节予以解释。这两种传播形式都可以用来传达情绪。两者都需要思想和谋划，不过，说话和音乐表演往往具有更多自发性和较少计划性。但即使需要一定量的计划，计划也是在说话的过程中发生的，这不是很长的一个过程。但语言和艺术是抽象的：语言代表现实向语词或说话的转化，艺术代表现实向视觉形式或声音的转化。语词、语言和艺术都是代表性的、符号的。然而，从皮尔斯符号学视角看，语言总是符号的，而艺术可以是图标的（iconic）、指代的（indexical）或符号的。图标的代表性凭借相似性，比如照片代表人。指代的表现是靠符号，符号与被指代物产生联想，比如烟使人想到火。符号靠约定俗成代表另一物，这就是符号的代表性。比如“狗”这个词代表人最好的朋友，是一种四脚动物。

另一种相似性是这样一个事实：我们所知的每一种人类文化都既有语言，又有艺术表达。它们是人类境遇的普遍现象，是人类得天独厚的特征。

人科动物的进化长达四百万年，艺术到了智人时期才出现，被证明是精湛的人类表达。艺术的创生是一场革命。

我们早期智人祖先有一个神经功能的特征，那就是创生一种意识形态，这种意识形态的基阵仍然存在于现代人概念认知的核心里。这个框架包括综合和抽象的能力，除了其他因素外，综合和抽象的能力使人能生产艺术和抽象思维，使人培育出一种清晰而复杂的语言。（Anati 2004, pp. 64, 60）

语言表达和艺术表达相似性范畴的最后一点是，重要的是记住，绘画、雕塑和音乐常被说成是语言，同时，演讲、诗歌和文学形式的口头语言常常又被说成是艺术形式。语言表达和艺术表达有许多交叉，现在让我们考察两者的一些差异。

艺术直接诉求于人类思维的感性方面，然后才诉求于知性方面。相反，语言直接诉求于知性方面，然后才通过意象诉求于心理的感性方面。语言是线性的，而艺术是多维度的。即使具有时间线性展开特性的音乐也是多维度的，因为它含有音高、音色、速度、音量、旋律与和声等维度。语言可以是综合的和审美的，语言表达和艺术表达都可以表现思想感情，但艺术倾向于更多地表达感情，而语言倾向于更多地表达思想。

第五节 心灵理论：生成结果的艺术

如上所述，艺术和语言传达意向，表达思想感情。因此，这两种传播形式是基于一种心灵理论，即这样一种观念：交流者相信，听众有类似于自己的心灵，因而能理解他们传达的意趣，无论这是语言的交流还是艺术的交流。研究语言起源的人认为，人的心灵理论能力即认知能力是人类独有的能力，这使口头语言成为可能。邓巴将心灵理论界定为“理解另一个体心态的能力”。（1998, p. 102）如果没有这种能力，他说：

那就不会有我们所知道的形式语言……语言需要的元素不仅是格式良好、语法正确的语句的单纯的编码和解码。实际上，人们常常指出，许多日常会话明显是欠缺语法结构的（Gumperz 1982）。然而，重要的形式语法也许是在信息迁移的精准中，言语的意向性无疑是最必须具备的特征，对说话人和听话人都是这样的。

我认为，心灵理论对艺术表达的起源至关重要，正如它对语言的起源极为重要一样。艺术表达也是人类独有的属性，要求艺术家拥有一种心灵理论的心态。通过艺术作品，艺术家试图对受众产生影响；艺术家要拥有一种心灵理论，相信自己能在受众身上产生类似于自己体验到的那种效应。麦克卢汉（1964）这样描绘艺术家的方法论：艺术家从想要产生的结果开始，倒过来创造因果要素，以产生他们心里想要的结果。为了以这样的方式工作，艺术家显然必须要有一种心灵理论。

第六节 社会交流

口头语言和艺术表达都是社会交流形式。“口语……有两种功能，一是社会交流，二是用作抽象思维的载体。”（Logan 2007）艺术表达也可以说有这两种功能。口头语言和艺术表达都是抽象思维的形式。两者都是情感表达的载体，但是，和口头语言相比，视觉艺术和音乐艺术往往偏爱情绪表达，而不是分析性思维。不过，这样的概括仅仅是一个总体的趋势，因为你还可以发现用口语表达情绪有很棒的例子，亦可能看到，音乐和视觉艺术也可能是极端分析性的，还可能看到居于两者之间的例子。

口语一直是形成社会凝聚力与合作的非常重要的工具。利他主义和口头语言的起源有很强的关联性。口语意味着信息共享，信息共享本身就是有利于他人的行为。如果没有帮助同种个体的欲望，人就不会有和人类同胞交流的动机，由此可见，口头语言和利他主义无疑是携手并进的。不过，对于艺术表达和利他主义的关系，我们也可以作类似的论断。

“为什么人有必要记录自己的思想和情绪刺激呢？无疑，这是智人本性的一部分，就像社会化、审美体验、爱心、抱负和团结一样”。
（Anati 2004, p. 67）

第七节 生于模仿性交流的艺术

默林·唐纳德^[1] (Merlin Donald) 说，模仿性交流是口语发展的认知实验室。美术之根可以追溯到基于感知的模仿性交流，其基本元素是音韵（发声的调子）、面部表情、手势和哑剧（或体态语）。最早的艺术形式都是非语言的，生成于模仿性交流。这些形式包括音乐、绘画、雕塑和舞蹈，全都是仪式的一部分。音乐可以追溯到音调和节奏的变化，故可以追溯到口语的音韵。舞蹈基本上是配上音乐的一种体态语形式。最早形式的绘画是身体和面部的绘画，最早形式的雕塑是面具和服装，可以被视为提升和强化面部表情和哑剧的尝试。口语到来后，艺术的杂交形式出现，模仿性交流和语词结合起来，生成现代（后语言）艺术形式，比如包含语词和音韵的诗歌，结合语词和音乐的歌曲，以及把语词、哑剧和舞蹈结为一体的戏剧。

次生感知不仅在艺术感知里起作用，而且促进技术革新和设计。工具发明者必须能想象该工具如何被制造和使用，因此，他的感知力必须和分析技能结合起来。

【注释】

[1] 默林·唐纳德 (Merlin Donald, 1939—)，加拿大心理学家，著有《现代心灵的形成》。

参考文献

Anati, E. 1989. *Les Origines de l'art et la Formation de l'esprit Humain*. Diane Ménard (Transl.). Paris: Albin Michel.

Anati, E. 2004. Introducing the World Archives of Rock Art (WARA): 50.000 Years of Visual Arts. In (XXI Valcamonica Symposium) *New Discoveries, New Interpretations, New Research Methods*. Capo di Ponte: Edizioni del Centro.

Anderson, C. 2004. The Long Tail. *Wired*: October 2004.

Annoni, J. M., Devuyst, G., Carota, A., Bruggimann L. and Bogousslavsky, J. 2005. Changes in Artistic Style after Minor Posterior Stroke. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry* 76: pp. 797-803.

Appenzeller, T. 1998. Art: Evolution or Revolution. *Science* 282: pp. 1451-1454.

Bak, P. 1996. *How Nature Works*. New York: Copernicus.

Basalla, G. 1988. *The Evolution of Technology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Bateson, G. 1973. Steps to an Ecology of Mind. St. Albans: Paladin Frogmore.

Bertschinger, E. 2000. The Call of Science: Theological Reflections on the Ethics of Vocation. Humanity and Cosmos Symposium.

Bickerton, D. 1998. Catastrophic Evolution: The Case for a Single Step from Protolanguage to Full Human Language. In C. Knight, J. Hurford and M. StuddertKennedy (eds.). Approaches to the Evolution of Language. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 341-358.

Boulding, Kenneth E. 1966. The Economics of the Coming Spaceship Earth. In H. Jarrett (ed.). Environmental Quality in a Growing Economy. Essays from the Sixth RFF Forum: pp. 3-14. Baltimore, MD: Resources for the Future/Johns Hopkins University Press.

Boyd, R. and Richerson, P. H. 1985. Culture and the Evolutionary Process. Chicago: University of Chicago Press.

Brillouin, L. 2004. Science and Information Theory. Mineola, NY: Dover (First published by Academic Press, 1962).

Brown, Donald E. 1991. Human Universals. New York: MacGraw-Hill.

Campbell, J. 1982. Grammatical Man: Information, Entropy, Language, and Life. New York: Simon and Schuster.

Casti, J. 1994. Complexification. New York: Harper Perennial.

Chatterjee, A. 2004. The Neuropsychology of Visual Artistic Production. *Neuropsychologia* 42: pp. 1568–1583.

Christiansen, M. 1994. Infinite Languages Finite Minds: Connectionism, Learning and Linguistic Structure. Unpublished doctoral dissertation. Centre for Cognitive Studies, University of Edinburgh UK.

Christiansen, M. 1995. Language as an Organism - Implications for the Evolution and Acquisition of Language. Unpublished manuscript. Washington University.

Christiansen, M., Dale, R., Ellefson, M. and Conway, C. 2001. The Role of Sequential Learning in Language Evolution: Computational and Experimental Studies. In A. Cangelosi and D. Parisi (eds.). *Simulating the Evolution of Language*. London: Springer-Verlag.

Christiansen, M. and Ellefson, M. 2002. Linguistic Adaptation without Linguistic Constraints: The Role of Sequential Learning in Language Evolution. In A. Wray(ed.). *The Transition to Language*. Oxford: Oxford University Press, pp. 335-358.

Chomsky, N. A. 1957. *Syntactic Structures*. The Hague: Mouton.

Clark, S. 2000. Private Communication.

Clayton, P. 2004. *Mind and Emergence: From Quantum to Consciousness*. Oxford: Oxford University Press.

Cohen, J. and Stewart, I. 1994. *The Collapse of Chaos: Discovering Simplicity in a Complex World*. New York: Penguin Books.

Coyne, G. 2000. When the Sacred Cows of Science and Religion Meet. Humanity and Cosmos Symposium.

Crow, T. J. 2002. Candidate Gene for Cerebral Asymmetry. In A. Wray (ed.). The Transition to Language. Oxford: Oxford University Press, pp. 93-112.

Cziko, G. 1995. Without Miracles: Universal Selection Theory and the Second Darwinian Revolution. Cambridge, MA: MIT Press.

Dawkins, R. 1989. The Selfish Gene. Oxford: Oxford University Press (originally published in 1976).

Dawkins, R. 1996. The Survival Machine. In J. Brockman (ed.). The Third Culture. New York: Touchstone Books.

Deacon, Terrence W. 1997. The Symbolic Species: The Co-evolution of the Brain and Language. New York: W. W. Norton & Co.

Dissanayake, E. 1988. What is Art For. Seattle: University of Washington Press.

Donald, M. 1991. The Origin of the Modern Mind. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Dunbar, R. 1998. Theory of Mind and the Evolution of Language. In C. Knight, J. Hurford and M. Studdert-Kennedy (eds.). Approaches to the Evolution of Language. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 92-110.

Durham, William H. 1991. Coevolution: Genes, Culture and Human Diversity. Stanford: Stanford University Press.

El-Hani, Charbel N. and Pereira, Antonio M. 2000. Higher-level Descriptions: Why We Should Preserve Them In P. Bogh Andersen, C. Emmeche, N. Ole Finnemann and P. Voetmann Christiansen (eds.). *Downward Causation; Mind, Bodies, and Matter*. Aarhus: Aarhus University Press, pp. 118-142.

Fisher, R. A. 1925. *Theory of Statistical Estimation*. Proceedings of Cambridge Philosophical Society XXII, p. 709.

Frohmann, B. 2004. *Deflating Information*. Toronto: University of Toronto Press.

Geertz, C. 1973. *The Interpretation of Culture*. New York: Basic.

Goodenough, W. 1981. *Culture, Language and Society*. McCaleb Module in Anthropology. Menlo Park Calif.: Benjamin/Cummings.

Gould, Stephen J. 1996. *The Pattern of Life's History*. In J. Brockman (ed.). *The Third Culture*. New York: Touchstone Books.

Gozzi, R. 2000. Private Communication by E-mail.

Gumperz, J. J. 1982. *Discourse Strategies*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hartley, R. V. L. 1928. *Transmission of Information*. Bell Systems Technical Journal VII: pp. 535-563.

Hayles, K. 1999a. *How We Became Posthuman*. Chicago: University of Chicago Press.

Hayles, K. 1999b. *The Condition of Virtuality*. In P. Lunenfeld (ed.). *The Digital Dialectic*. Cambridge, MA: MIT Press.

Hood, L. and Galas, D. 2003. The Digital Code of DNA. *Nature* 421: pp. 444-448.

Hudson, R. 1984. *Word Grammar*. London: Basil Blackwell.

Johnson, Allen W. and Timothy, E. 1987. *The Evolution of Human Societies: From Foraging Group to Agrarian State*. Stanford: Stanford University Press.

Kauffman, S. 1995. *At Home in the Universe*. Oxford: Oxford University Press.

Kauffman, S. 2000. *Investigations*. Oxford: Oxford University Press.

Kauffman, S. 2008. *Reinventing the Sacred*. New York: Basic Books.

Kauffman, S. and Clayton, P. 2006. On Emergence, Agency, and Organization. *Biology and Philosophy* 21: pp. 501-521.

Kauffman, S., Logan, Robert K., Este, Robert Goebel R., Hobill, D. and Shmulevich, I. 2007. Propagating Organization: an Enquiry. *Biology and Philosophy* 23: pp. 27-45.

Kelly, K. 1994. *Out of Control: the New Biology of Machines, Social Systems and the Economic World*. Boston: Addison-Wesley, p. 98.

Kortlandt, F. 2003. The Origin and Nature of the Linguistic Parasite. In B. Bauer and Georges-Jean Pinault (eds.). *Language in Time and Space: A Festschrift for Werner Winter on the Occasion of his 80th Birthday*. Berlin: Mouton De Gruyter.

Kroker, A. 2000. Code of Privilege. An online interview by Sharon Grace.

Kuhn, T. 1972. The Structure of Scientific Revolutions. Chicago: University of Chicago Press.

Langefors, B. 1968. System fr Fretagsstyrning. Lund: Studentlitteratur.

Lee, N. and Schumann, J. H. 2003. The Evolution of Language and the Symbolosphere as Complex Adaptive Systems. Paper presented at the conference of the American Association for Applied Linguistics, Arlington VA, March, pp. 22-25.

Lewis, Gilbert N. 1930. The Symmetry of Time in Physics. Science 71: pp. 569-576
Lewis-Williams, D. 2004. The Mind in the Cave: Consciousness and the Origins of Art. London: Thames and Hudson.

Logan, Robert K. 1979. The Mystery of the Discovery of Zero. Etcetera, Vol. 36: pp. 16-28.

Logan, Robert K. 1995. The Fifth Language: Learning a Living in the Computer Age. Toronto: Stoddart Publishing.

Logan, Robert K. 1997. The Extended mind: Understanding Language and Thought in Terms of Complexity and Chaos Theory. Presented at the 7th Annual Conference of the Society for Chaos Theory in Psychology and the Life Sciences at Marquette U., Milwaukee, Wisconsin, Aug. 1, 1997.

Logan, Robert K. 2000. The Extended Mind: Understanding Language and Thought in Terms of Complexity and Chaos Theory. In

L. Strate (ed.). 2000 Communication and Speech Annual, Vol. 14.
New York: The New York State Communication Association.

Logan, Robert K. 2002. The Five Ages of Communication.
Explorations In Media Ecology 1: pp. 13-20.

Logan, Robert K. 2004a. The Alphabet Effect. Cresskill NJ:
Hampton (1st Edition 1986. New York: Wm. Morrow).

Logan, Robert K. 2004b. The Sixth Language: Learning a Living
in the Internet Age. Caldwell NJ: Blackburn Press (1st Edition 2000.
Toronto: Stoddart Publishing).

Logan, Robert K. 2004c. Collaborate to Compete. Toronto: Wiley
Canada.

Logan, Robert K. 2005. Neo-Dualism and the Bifurcation of the
Symbolosphere into the Mediasphere and the Human Mind.
Semiotica 157 – 1/4, pp. 345-51.

Logan, Robert K. 2006a. The Extended Mind Model of the Origin
of Language and Culture. In N. Gontier, J. Paul Van Bendegem and
D. Aerts (eds.). Evolutionary Epistemology, Language and Culture.
Dordrecht: Springer.

Logan, Robert K. 2006b. Neo-Dualism and the Bifurcation of the
Symbolosphere into the Mediasphere and the Human Mind.
Semiotica 160 – 1/4, pp. 229-242.

Logan, Robert K. 2007. The Extended Mind: The Origin of
Language and Culture. Toronto: University of Toronto Press.

Logan, Robert K. and Schumann, J. 2005. The Symbolosphere,
Conceptualization, Language and Neo-Dualism. Semiotica 155: pp.

201-214.

Logan, Robert K. and Stokes, Louis W. 2004. Collaborate to Compete: Driving Profitability in the Knowledge Economy. Toronto and New York: Wiley.

Losee, Robert M. 1997. A Discipline Independent Definition of Information. *Journal of the American Society for Information Science* 48 (3): pp. 254-269.

MacArthur, Daniel. 2000. Cosmology, Creation, and Psuedo Questions. *Humanity and Cosmos Symposium*.

Mackay, Donald M. 1969. *Information, Mechanism and Meaning*. Cambridge, MA: MIT Press.

Margulis, L. 1970. *Origin of Eukaryotic Cells*. New Haven, CT: Yale University Press.

Maturana, H. and Varela, R. 1992. *The Tree of Knowledge*. Boston: Shambala.

McLuhan, M. 1954. New Media as Political Forms. *Explorations* 3 (Aug.): pp. 120-126.

McLuhan, M. 1962. *The Gutenberg Galaxy*. Toronto: University of Toronto Press.

McLuhan, M. 1964. *Understanding Media*. New York: McGraw Hill. (The page references in the text are for the McGraw Hill paperback 2nd edition. Readers should be aware that the pagination in other editions is different. To aid the reader in calibrating note that Chapter 1 The Medium is the Message begins on page 7 in the edition I have referenced.)

McLuhan, M. 1975. Communication: McLuhan's Laws of Media. *Technology and Culture* 16 (1): pp. 74-78.

McLuhan, M. 1995. A McLuhan Sourcebook Assembled by William Kuhns. In E. McLuhan and F. Zingrone (eds.). *Essential McLuhan*. Concord, ON: Anansi, pp. 272 & 276.

McLuhan, M. 2004. *Understanding Me: Lectures and Interviews*. S. McLuhan and D. Staines (eds.). Cambridge, MA: MIT Press.

McLuhan, M. and McLuhan, E. 1988. *Laws of Media: The New Science*. Toronto: University of Toronto Press.

McLuhan, M. and Logan, Robert K. 1977. Alphabet, Mother of Invention. *Et Cetera*, Vol. 34: pp. 373-383.

Mokyr, J. 1990. *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. New York: Oxford University Press.

Niles, E. and Gould, Stephen J. 1972. Punctuated Equilibria: an Alternative to Phyletic Gradualism. In T. J. M. Schopf (ed.). *Models in Paleobiology*. San Francisco: Freeman Cooper, pp. 82-115.

Olesen, M. 2008. *Sketching an Evolutionary Understanding of Digital Media*. Department of Film and Media Studies, University of Copenhagen. Unpublished paper.

Ong, W. 1991. *Orality and Literacy: The Technologizing of the Word*. London: Routledge Kegan & Paul.

Pfeiffer, J. 1982. *Creative Explosion*. New York: Harper & Row.

Popper, K. 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. (originally written in German as *Logik der Forschung*). London: Routledge.

Popper, K. 1979. Objective Knowledge: An Evolutionary Approach (rev. ed.). Oxford: Clarendon Press, p. 261.

Prigogine, I. and Stengers, I. 1984. Order Out of Chaos. New York: Bantam Books.

Prigogine, I. 1997. The End of Certainty. New York: Free Press.

Sarkar, S. 1996. Decoding "Coding" — Information and DNA. Bioscience 46 (11): pp. 857-64.

Schrödinger, E. 1992. What Is Life Cambridge: Cambridge University Press.

Schmandt-Besserat, D. 1986. The Origins of Writing. Written Communication 13.

Schneider, E. and Dorion S. 2005. Into the Cool: Energy, Flow, Thermodynamics and Life. Chicago: University of Chicago Press.

Schumann, J. 2003a. The Evolution of Language: What Evolved Paper presented at the Colloquium on Derek Bickerton's Contributions to Creolistics and Related Fields, The Society for Pidgin and Creole Linguistics Summer Conference(Aug.): pp. 14-17, University of Hawaii, Honolulu.

Schumann, J. 2003b. The Evolution of the Symbolosphere. Great Ideas in the Social Sciences Lecture, UCLA Center for Governance, Nov. 21.

Searchnetworking.com. 2002. Information Theory.
http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7_gci801374,00.html.

Shannon, Claude E. 1948. A Mathematical Theory of Communication. Bell System Technical Journal, Vol. 27: pp. 379-423 and 623-656, July and October, 1948.

Shannon, Claude E. 1953. The Lattice Theory of Information. Information Theory, IEEE Transactions 1: pp. 105-07.

Shiryayev, A.N. (ed.). 1993. Selected Works of A.N. Kolmogorov: Volume III: Information Theory and the Theory of Algorithms (Mathematics and its Applications). New York: Kluwer Academic Publishing.

Tattersall, I. 1997. From Becoming Human: Evolution and Human Uniqueness. New York: Harcourt.

Taylor, M. 2002. The Moment of Complexity: Emerging Network Culture. Chicago: University of Chicago Press.

Tomasello, M. 1999. The Cultural Origins of Human Cognition. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Tomasello, M., Kruger, A. C. and Ratner, H. H. 1993. Cultural Learning. Behavioral and Brain Sciences 16: pp. 495-552.

Tzannes, Nicholas S. 1968. The Concept of "Meaning" in Information Theory. (Aug. 7, 1968) In Warren McCulloch Papers, American Philosophical Society Library, Philadelphia, B/M139, Box 1 (cited in Hayles 1999a, p. 56 & 301 n. 7).

Van Alstyne, G. and Logan, Robert K. 2007. Designing for Emergence and Innovation: Redesigning Design. Artifact 1: pp. 120-129.

Van Driem, George. 2005. The Language Organism: the Leiden Theory of Language Evolution. In J. W. Minett and W. S. Y. Wang (eds.). Language Acquisition, Change and Emergence: Essays in Evolutionary Linguistics. Hong Kong: City University of Hong Kong Press.

Vincenti, W. 1990. In What Engineers Know and How They Know It. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Von Bertalanffy, L. 1968. General Systems Theory: Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller.

Vygotsky, L. 1962. Thought and Language. Cambridge, MA: MIT Press.

Wicken, J. 1987. Entropy and Information: Suggestion for a Common Language. Philosophy of Science 54: pp. 176-193.

Wiener, N. 1948 (2nd Edition 1961). Cybernetics; or, Control and Communication in the Animal and the Machine. Cambridge, MA: MIT Press.

Winener, N. 1950. The Human Use of Human Beings. Boston: MIT Press.

人名和术语对照表

A

agency 自主, 自主力, 自主机制, 作用力

agent 主体; 动因

autonomous agent 自主体

biotic agent 生物主体

Alstyne, Van 凡·阿尔斯丁

Anati, Emanuel 伊曼纽尔·阿纳蒂

Anderson, Chris 克里斯·安德森

artifact 人造物

cultural artifact, 文化产品

autopoiesis 自创生

B

Basalla, George 乔治·巴萨拉

Bateson, Gregory 格雷戈里·贝特森

Bickerton, Derek 德里克·比克顿

bioinformatics 生物信息学

biosemiosis 生物符号学

biotic system 生物系统

blook 网志书

Boulding, Kenneth 肯尼斯·博尔丁

Brillouin, Leon 里昂·布里渊

Brenner, Joseph 约瑟夫·布伦纳

C

Caldwell, James 詹姆斯·考德威尔

catalytic closure 催化闭合

Chomsky, Noam 诺姆·乔姆斯基

Christiansen, Morten 莫滕·克里斯琴森

Clausius, T. T. 克劳修斯

Clayton, Philip 菲利普·克莱顿

codex book 传统书, 古籍形态纸印书

communications and informatics 通信学和信息学

conceptual thinking 概念性思想

conspecifics 同种个体

constraints or boundary conditions 约束条件或边界条件

Cronk, Lee 李·克朗克

cultural meme 文化基因

D

Darwin's simple one line definition of evolution 达尔文的单线进化定义

Dawkins, Richard 理查德·道金斯

Deacon, Terrence 特伦斯·迪肯

Diamond, Jared 贾雷德·戴蒙德

diploidy 二倍性

Donald, Merlin 默林·唐纳德

Dunbar, Robin 罗宾·邓巴

Durham, William 威廉·杜伦

E

Earle, Timothy 蒂莫西·厄尔

Este, Robert 罗伯特·埃斯特

economic-governance system 经济—治理体制

Eldredge, Niles 奈尔斯·埃尔德雷奇

exaptation 扩展适应

extragenetic 非遗传的

extra-somatic organization 离体组织

F

Fox, Robin 罗宾·福克斯

Fredkin, Edward 爱德华·弗雷德金

G

generativity 生成性

genotype 基因型

Gdel's Theorem 哥德尔的不完备定理

Gutenberg, Johannes 约翰内斯·谷登堡

H

hard wired 硬接线

Hayles, Katherine 凯瑟琳·海尔斯

Heisenberg uncertainty principle 海森伯的不确定性原理

I

iconic 图标的

indexical 指代的

informatics 信息学

information 信息

biotic information 生物信息

instructional information 学习信息

selective information 选择性信息

structural information 结构性信息

symbolic information 符号信息

Investigations 《调查》

Irwin Schrödinger 埃尔温·薛定谔

K

Kauffman, Stuart 斯图尔特·考夫曼

Kolmogorov, Andrey 安德列·柯尔莫哥洛夫

L

Laurens J. Koster 劳伦斯·J. 科斯特

language 语言

notated language 符号语言

Language Acquisition Device 语言习得机制

Lewis, Gilbert N. 吉尔伯特·N. 路易斯

Lewis-Williams, David 戴维·路易斯-威廉斯

lexical hypothesis 词汇学假设

linear dynamics 线性动力学

living system 生命系统

M

Mackay, Donald 唐纳德·麦凯

Markov, Andrey 安德烈·马尔可夫

Maxwell's demon 麦克斯韦妖

McCulloch, Warren 沃伦·麦卡洛克

Mead, Margaret 玛格丽特·米德

metacommunication 元通信

Mokyr, Joel 约尔·莫吉尔

N

negentropy 负平均信息量，负熵

non-denumerable 不可数的

nonergodic 长短遍历的

Non-probability Theorem 不可证定理

O

obligate symbionts 专性寄生物 (symbiont共生有机体)

Olesen, Mogens 摩根斯·奥利森

on-demand printing 按需印刷

orality 口语文化primary orality 原生口语文化

secondary orality 次生口语文化

order for free organization 自组织指令

organism 有机体

living organisms 生物有机体

non-autonomous symbiont organism非自主的共生有机体

symbolic organism 符号有机体

P

perception 感知

primary perception 原生感知

secondary perception 次生感知

phenotype 表型

physiosphere 物质域

Pitts, Walter 沃尔特·皮茨

polyploidy 多倍性

preadaptation 预适应

Prigogine, Ilya 伊利亚·普里高津

Propagating Organization: An Enquiry (POE) 《组织繁衍初探》

punctuated equilibrium 间断平衡

Q

quantum mechanics 量子力学

quantum rhetoric 量子修辞

R

res cogitans 思维之物

res extensa 广延之物

RFID smart tag 射频识别智能标签

S

Sapir, Edward 爱德华·萨丕尔

Saussure, Ferdinand de 费尔迪南·索绪尔

Schumann, John 约翰·舒曼

semantics 语义学, 语义

self-constructing systems 自建构系统

sign 符号

non-symbolic signs or iconic and

indexical signs 非表征符号, 或者图像符号和索引符号

sprachbund 语言联盟

stationary ensembles 平稳集

Stokes, Louis 路易斯·斯托克司

Stoppard, Tom 汤姆·斯托帕德

strange attractor 奇异吸引子

Sveiby, Erik 埃里克·斯威比

symbolic species, the 符号动物

symbolic thought 符号思维

symbolosphere 符号域

systems biology 系统生物学

T

theory of mind 心灵理论

thinking, thought

conceptual-based thinking 基于概念的思维

conceptual symbolic thought 概念符号思维

percept-based thinking 基于感知的思维

token 符物

truth 真理

analytic truth 分析真理

empirical or verifiable truth 经验真理或可验证真理

necessary truth 必然真理

U

Universal Culture, UC 普遍文化

Universal Grammar, UG 普遍语法

Universal People 普遍人

Universal Selection Theory 普遍选择理论

V

Variety, the Maximization of 多样性最大化

von Bertalanffy 冯·贝塔朗菲

von Forester 冯·福雷斯特

von Neumann 冯·诺依曼

W

Weaver, Warren 沃伦·韦弗

Wicken, Jeffery 杰弗里·威肯

Wittgenstein, Ludwig 路德维希·维特根斯坦

Worden, Robert 罗伯特·沃登

译者后记

《什么是信息：生物域、符号域、技术域和经济域里的组织繁衍》和《心灵的延伸：语言、心灵和文化的滥觞》是我引进的罗伯特·洛根的第四本和第五本专著，它们同时出版，因为它们犹如并蒂莲，交相辉映，相得益彰。

罗伯特·洛根横跨文理，卓尔不凡，我引进他的著作，比译介麦克卢汉、伊尼斯、莱文森的著作晚了一二十年，深以为憾。

在介绍麦克卢汉及其学派的过程中，我顺利地译介了麦克卢汉、伊尼斯、波斯曼、莱文森、林文刚等人的著作。遗憾的是，自2005年以来，在引进洛根的著作时却相当不顺。经过洛根本人、复旦大学出版社、中国大百科全书出版社及相关朋友的艰苦努力，终于购得几本书的版权。迄今为止，洛根的主要著作经我译介者一共五部，除了上述的“并蒂莲”，其余三本是：《字母表效应：拼音文字与西方文明》《理解新媒介：延伸麦克卢汉》《被误读的麦克卢汉：如何矫正》。

原书的目录粗略，我们将其细化。原书无索引，而这本跨学科的力作又有相当大的难度，所以我们编辑“人名和术语对照表”，试图在作者和读者之间架设一座桥梁。

洛根这两本跨学科的奇书，希望它们能产生20世纪80年代理查德·道金斯《自私的基因》和爱德华·威尔逊《新的综合》那种大开大阖、开启民智、震撼学界的效应。

希望洛根这五本书的引进有助于推进中国的媒介理论研究、媒介环境学研究，以及跨学科甚至文理科的大跨度研究。

何道宽

2019年8月31日

译者介绍

何道宽，深圳大学英语及传播学教授、政府津贴专家、资深翻译家。《中国新闻传播学年鉴》（2017）学术人物，曾任中国跨文化交际研究会副会长、广东省外国语学会副会长，现任中国传播学会副理事长、深圳翻译协会高级顾问，从事英语语言文学、文化学、人类学、传播学研究30余年，率先引进跨文化传播（交际）学、麦克卢汉媒介理论和媒介环境学。著作和译作80余种，著译文字逾2000万。

著作有《夙兴集：闻道·播火·摆渡》、《中华文明撷要》（汉英双语版）、《创意导游》（英文版）。电视教学片（及其纸媒版）有《实用英语语音》。

译作要者有《文化树》《理解媒介》《技术垄断》《数字麦克卢汉》《游戏的人》《中世纪的秋天》《17世纪的荷兰文明》《裸猿》《麦克卢汉传：媒介及信使》《传播的偏向》《帝国与传播》《超越文化》《新新媒介》《麦克卢汉精粹》《思维的训练》《思想无羁：技术时代的认识论》《手机》《真实空间》《麦克卢汉书简》《传播与社会影响》《新政治文化》《麦克卢汉如是说》《媒介环境学》《模仿律》《莱文森精粹》《与社会学同游》《伊拉斯谟传》《口语文化与书面文化》《传播学批判研究》《重新思考文化政策》《交流的无奈：传播思想史》《人类动物园》《亲密行为》《作为变革动因的印刷机》《无声的语言》《传播学概论》《软利器》《迫害、灭绝

与文学》《菊与刀》《理解新媒介：延伸麦克卢汉》《字母表效应：拼音文字与西方文明》《变化中的时间观念》《文化对话》《媒介、社会与世界》《群众与暴民：从柏拉图到卡内蒂》《互联网的误读》《中国传奇：美国人眼里的中国形象》《初闯中国：美国人对华贸易、条约、鸦片和救赎的故事》《乌合之众》《个性动力论》《媒介即是按摩》《媒介与文明：麦克卢汉的地球村》《余音绕梁的麦克卢汉》《指向未来的麦克卢汉》《公共场所的行为》《驱逐：十九世纪美国排华史》《文化树》《文化科学》《公共场所的行为》《创意生活》《公共文化、文化认同与文化政策》《被误读的麦克卢汉：如何校正》等。

论文要者有《介绍一门新兴学科——跨文化的交际》《比较文化之我见》《中国文化深层结构中崇“二”的心理定势》《论美国文化的显著特征》《和而不同息纷争》《多伦多传播学派的双星：伊尼斯与麦克卢汉》《异军突起的第三学派——媒介环境学评论之一》《麦克卢汉：媒介理论的播种者和解放者》《莱文森：数字时代的麦克卢汉，立体型的多面手》《文化政策需要顶层设计》《媒介环境学：从边缘到殿堂》《冒险、冲撞、相识：美中关系史第一个一百年的故事》《泣血的历史：19 世纪美国排华史揭秘》等。