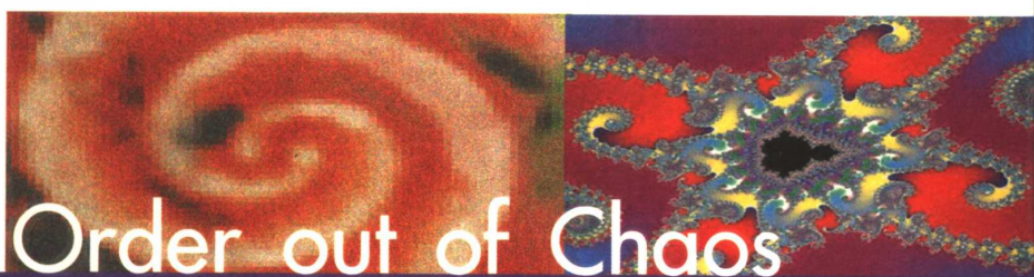




开放人文

从混沌到有序

人与自然的新对话



Order out of Chaos

[比] 伊·普里戈金 [法] 伊·斯唐热 著 曾庆宏 沈小峰 译 I.Prigogine I.Stengers

上海世纪出版集团

从混沌到有序

人与自然的新对话

[比] 伊·普里戈金 [法] 伊·斯唐热 著 曾庆宏 沈小峰 译

世纪出版集团 上海译文出版社

图书在版编目(CIP)数据

从混沌到有序(比)普里戈金(Prigogine, I.), (法)斯唐热(Stengers, I.)著;

曾庆宏, 沈小峰译. —上海: 上海译文出版社

2005. 5

(世纪人文系列丛书)

书名原文: Order Out of Chaos

ISBN 7-5327-3490-0

I. 从... II. ①普... ②斯... ③曾... ④沈... III. 耗散结构理论

IV. N94

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第046431号

图字: 09-2002-541号

本书中文简体字专有出版权归本社独家所有, 非经本社同意不得连载、摘编或复制。
本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题, 请向承印厂联系调换

责任编辑 沈志彦

装帧设计 陆智昌

从混沌到有序

——人与自然的新对话

[比]普里戈金 [法]斯唐热 著

曾庆宏 沈小峰 译

出 版 世纪出版集团 上海译文出版社

(200001 上海福建中路193号 www.ewen.cc www.yiwen.com.cn)

发 行 上海世纪出版集团发行中心

印 刷 商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

开 本 635×965mm 1/16

印 张 22.75

插 页 4

字 数 266 000

版 次 2005年5月第1版

印 次 2005年5月第1次印刷

ISBN 7-5327-3490-0/B·181

定 价 39.00元

出版说明

自中西文明发生碰撞以来，百余年的中国现代文化建设即无可避免地担负起双重使命。梳理和探究西方文明的根源及脉络，已成为我们理解并提升自身要义的借镜，整理和传承中国文明的传统，更是我们实现并弘扬自身价值的根本。此二者的交汇，乃是塑造现代中国之精神品格的必由进路。世纪出版集团倾力编辑世纪人文系列丛书之宗旨亦在于此。

世纪人文系列丛书包涵“世纪文库”、“世纪前沿”、“袖珍经典”、“大学经典”及“开放人文”五个界面，各成系列，相得益彰。

“厘清西方思想脉络，更新中国学术传统”，为“世纪文库”之编辑指针。文库分为中西两大书系。中学书系由清末民初开始，全面整理中国近现代以来的学术著作，以期为今人反思现代中国的社会和精神处境铺建思考的进阶；西学书系旨在从西方文明的整体进程出发，系统译介自古希腊罗马以降的经典文献，借此展现西方思想传统的生发流变过程，从而为我们返回现代中国之核心问题奠定坚实的文本基础。与之呼应，“世纪前沿”着重关注二战以来全球范围内学术思想的重要论题与最新进展，展示各学科领域的新近成果和当代文化思潮演化的各种向度。“袖珍经典”则以相对简约的形式，收录名家大师们在体裁和风格上独具特色的经典作品，阐幽发微，意趣兼得。

遵循现代人文教育和公民教育的理念，秉承“通达民情，化育人心”的中国传统教育精神，“大学经典”依据中西文明传统的知识谱系及其价值内涵，将人类历史上具有人文内涵的经典作品编辑成为大学教育的基础读本，应时代所需，顺时势所趋，为塑造现代中国人的人文素养、公民意识和国家精神倾力尽心。“开放人文”旨在提供全景式的人文阅读平台，从文学、历史、艺术、科学等多个面向调动读者的阅读愉悦，寓学于乐，寓乐于心，为广大读者陶冶心性，培植情操。

“大学之道，在明明德，在新民，在止于至善”（《大学》）。温古知今，止于至善，是人类得以理解生命价值的人文情怀，亦是文明得以传承和发展的精神契机。欲实现中华民族的伟大复兴，必先培育中华民族的文化精神；由此，我们深知现代中国出版人的职责所在，以我之不懈努力，做一代又一代中国人的文化脊梁。

上海世纪出版集团
世纪人文系列丛书编辑委员会
2005年1月

作者为中译本写的序

我们的书现在出版了中译本，我们非常高兴。这对我们来说有一种特殊的意义。近代科学的起点确实是在十七世纪，即伽利略、牛顿和莱布尼兹的时代，但这同时也是欧洲面对中国文明与之相争的时代，中国文明具有了不起的技术实践，中国文明对人类、社会与自然之间的关系有着深刻的理解。近代科学的奠基人之一莱布尼兹，也因其对中国的冥想而著称，他把中国想象为文化成就和知识成就的真正典范，这些成就的获得并没有借助于上帝，然而在欧洲的传统中十分流行对上帝的信任，把上帝比作造物主和立法者。

因此，中国的思想对于那些想扩大西方科学的范围和意义的哲学家和科学家来说，始终是个启迪的源泉。我们特别感兴趣的有两个例子。当作为胚胎学家的李约瑟由于在西方科学的机械论思想(以服从普适定律的惯性物质的思想为中心)中无法找到适合于认识胚胎发育的概念而感到失望时，他先是转向唯物辩证法，然后也转向了中国的思想。从那以后，李约瑟便倾其毕生精力去研究中国的科学和文明。他

的著作是我们了解中国的独一无二的资料，并且是反映我们自己科学传统的文化特色与不足之处的宝贵资料。第二个例子是尼尔斯·玻尔，他对他的互补性概念和中国的阴阳概念间的接近深有体会，以致他把阴阳作为他的标记。这个接近也是有其深刻根源的。和胚胎学一样，量子力学也使我们直接面对“自然规律”的含义问题。

在我们把这本书奉献给中国读者的时候，我们希望李约瑟和玻尔的传统都能永远继续下去。我们和他们一样相信，科学还处在它的初始时期，而且在历史上科学是被嵌入十七世纪的文化之中的，尽管这种嵌入富有成果，但是太受限制，以致对我们今天与自然的对话所引起的问题和疑问无法给出某种解释来。

由于这个原因，我们在本书中强调西方科学因为把自然描述成一个自动机而造成的文化危机，这个自动机甚至不能给出过去与未来之间的任何内在差别。不过，我们认为这个危机正在从内部接近其解除。科学开始容纳它先前排除过的问题了。

从本书写作的时候(1979)以来，无论在对耗散过程的现象描述上，还是在对这些过程的微观解释上，都有了一些重要的进展。

在现象的层次上，描述耗散系统的方程中“对初始条件的敏感性”的发现开创了新的前景。由此看来，除了简单的吸引中心(如我们在本书第五章描述的那些)之外，还存在着一些所谓“混沌吸引中心”，它们隐含着系统的某种“随机行为”。偶然性与必然性之间的关系是本书的论题之一。利用“混沌动力学”，这个问题甚至变得更为关键。诸如睡眠时的脑电活动或者地质时间尺度上天气的表现随机变化等过程，现在似乎成为以某个混沌吸引中心为特征的方程的表达。这就证实了我们的主要断言之一：对我们以自身为尺度的世界的发现才刚刚开始，而且看来和宇观或微观尺度上对世界的探索同样地充满着令人惊奇的情况。

本书的最后部分专门讨论对不可逆性及其与经典动力学所描述的
决定论的可逆性之间的关系的微观解释。只要经典动力学模型仍然是
以稳定轨道为特征的系统，这个问题就得不到解决，因为这时不可逆
性仅能被定义为某种近似的产物，从而失去了任何客观的意义。但
是，稳定的动力学系统只是一些特例，而且最近对不稳定动力学的研
究已经打开了认识不可逆性的通路。不稳定性与不可逆性之间的关系
如今得到了阐明。不稳定系统的主要性质就是如第九章中所讨论的出
现了种类繁多的较低级的时间对称性。这种多样性的存在，再加上假
定初始状态是已知的且具有任意但有限的精度，就直接导出了包括不
可逆性的方程。因此，当不稳定性和观测条件都被正确地考虑时，在
描述的基本层次上不可逆性仍然是有意义的。这样，在现象层次上的
时间之矢的现实性与物理学基本方程对它的否定这两者之间的古老矛
盾正在消除，同时也消除了它的二元论的含义，即有时间性的主体与
一个从内部看是无时间的客体世界之间的对立。

亚历山大·柯伊莱(Alexandre Koyré)论述近代科学诞生的名著的书
名叫《从封闭的世界到无限的宇宙》。他正确地把这个过渡和西方科
学的发源联系在一起，实际上，这个过渡仍在继续着。经典科学主要
关心稳定的周期性的行为，因此以基本上是封闭的时空为参照。只是
到了现在，我们才开始能够描述一个向进化和发明开放的宇宙。近代
科学诞生在十七世纪欧洲的文化和宗教的环境中。现在它正在达到一
个行星的尺度。一个非常有希望的迹象是，科学现在能够把与其他文
化传统相联系观察能力集合起来，因此能够促使这世界经历了不同
进化路径的各部分相互尊重和理解。

伊·普里戈金

伊·斯唐热

| 作者为中译本写的序 |

前言：科学和变化

阿尔文·托夫勒

在当代西方文明中得到最高发展的技巧之一就是拆零，即把问题分解成尽可能细小的部分。我们非常擅长此技，以致我们竟时常忘记把这些细部重新装到一起。

这种技巧也许是在科学中最受过精心磨练的技巧。在科学中，我们不仅习惯于把问题划分成许多细部，我们还常常用一种有用的技法把这些细部的每一个从其周围环境中孤立出来。这种技法就是我们常说的*ceteris paribus*，即“设其他情况都相同”。这样一来，我们的问题与宇宙其余部分之间的复杂的相互作用，就可以不去过问了。

但是，伊·普里戈金（由于对非平衡系统热力学方面所做的工作，他获得了1977年诺贝尔奖金）却不满足于仅仅把事情拆开。他花费了他一生的大部分精力，试图去“把这些细部重新装到一起”，这里具体地说，就是把生物学和物理学重新装到一起，把必然性和偶然性重新装到一起，把自然科学和人文科学重新装到一起。

普里戈金1917年生于俄国，从10岁时起到比利时，在比利时长大

成人,他身体结实,一头灰发,具有线条清晰的面容和像激光一样的力量。由于对考古、艺术和历史有很深的爱好,他把一种十分博学的思想带给了自然科学。他同他的任工程师的夫人玛利娜和儿子帕斯卡住在布鲁塞尔,那里有一个跨学科的小组在忙碌着,他们正在一些互不相干的领域内(如蚁群的社会行为,化学系统中的扩散反应,量子场论中的耗散过程)探讨他的思想所包含的内容。

他每年花费一定的时间在奥斯汀得克萨斯大学的普里戈金统计力学和热力学中心工作。由于他对来自非平衡系统中非线性过程的“耗散结构”所做的工作,他十分兴奋和喜出望外地获得了1977年诺贝尔奖金。本书的另一位作者伊萨贝尔·斯唐热是一位哲学家、化学家和科学史家,她曾用一定的时间参加了普里戈金的布鲁塞尔小组的工作。她现在住在巴黎,在小城博物馆工作。

在《从混沌到有序》这本书中,作者向我们提供了一个里程碑——提供了一种能引起争论和激励思维的工作。这是一本充满远见卓识的书,书中闪闪发光的见解把我们许多最基本的假定推翻了,并提出了一些新的方法,使我们去重新考虑这些假定。

本书曾以《新的联盟》为题,于1979年在法国出版,它的出现在知识界的许多权威人士当中激起了一场了不起的任人畅所欲言的科学大战,其涉及面之广,包括了昆虫学和文艺评论这些截然不同的领域。

这本书已经出版或将要出版十二种语言的版本,它费了这么长的时间才越过大西洋,这正说明了美洲在思想上褊狭和文化上傲慢的程度。不过,这段时间的耽搁,却又给这本书增添了光明的前景,即这次的英文版本中包括了一些普里戈金的最新发现,特别是有关热力学第二定律的新见解。他把热力学第二定律纳入了一个全新的观点之中。

由于这种种原因,《从混沌到有序》不仅仅是该书的又一个版本,它

还是改变科学本身的一个杠杆，是迫使我们重新考察科学的目标、方法、认识论、世界观的一个杠杆。事实上，这本书可以作为当今科学的历史性转折的一个标志，一个任何有识之士都不能忽略的标志。

一些学者把科学描绘成是由其自身的内部逻辑所推动的，是出色地从其周围世界中孤立出来，按照其自身的规律发展的。但是许多科学的假说、理论、隐喻和模型（不论科学家作出怎样的选择：是研究还是忽视各种各样的问题），其形式都是由来自实验室外的经济、文化和政治力量决定的。

我并非要求在本性的本性与占统治地位的科学世界观或所谓“范式”之间有过分纯的并列性。我也不像马克思主义者惯常所做的那样，把科学归结为建立在社会经济“基础”之上的某种“上层建筑”^{*}。但是，科学不是一个“独立变量”。它是嵌在社会之中的一个开放系统，由非常稠密的反馈环与社会连接起来。它受到其外部环境的有力影响，而且一般说来，它的发展是因为文化接受了它的统治思想。

以十七和十八世纪时总称为“经典科学”或“牛顿体系”的那些概念为例。它们描绘出这样一个世界，其中每个事件都由初始条件决定，这些初始条件至少在原则上是可以精确给出的。在这样的世界中偶然性不起任何作用，在这样的世界中所有的细部聚到一起，就像宇宙机器中的一些齿轮那样。

这种机械论的观点恰恰是伴随着工厂文明的出现而被人们接受的。神明掷骰子看来很难说明这样的事实：机器时代热烈地拥抱了把整个宇宙描绘成一部机器的那些科学理论。

^{*} 马克思主义认为，自然科学是没有阶级性的，科学是生产力的一部分，并不是上层建筑。——译者

这种世界观把拉普拉斯引向了他那著名的主张：只要给出充分的事实，我们不仅能够预言未来，甚至可以追溯过去。而且这个简单、均匀、机械式的宇宙不仅塑造了科学的发展，旁及其他许多领域。它影响了美国宪法的创造者，使他们建造了一部统治用的机器，它的控制器和平衡轮像一个钟表的零件那样滴答摆动。当梅特涅为制造欧洲势力均衡而驰骋的时候，在他的行李袋中带着一部拉普拉斯的著作。而且工厂文明的戏剧般的展开，伴随着巨大的轰鸣着的机器，其雄伟的工程突破，铁路的兴起，以及诸如钢铁、纺织、汽车等新兴工业，似乎仅仅证实了宇宙宛如一个工程师手中的玩意儿。

但是今天，假如时代能尖叫的话（我们的时代当然像是能尖叫的），那么机器时代正尖叫着要停下来。工业时代的衰老迫使我们面对着现实世界机器模型的讨厌的局限性。

当然，这些局限性的绝大部分都不是新发现的。认为世界是一个钟表机器，行星在其轨道上永不休止地运转，所有系统在平衡中按决定论而运行，所有这一切都服从于外部观察者能够发现的普适定律——这个模型甚至从其诞生时起就已处于毁灭的炮火之下了。

在十九世纪初，热力学向机械论的宇宙画像中暗含的没有时间的性质进行了挑战。热力学家说明了，如果世界是一部大机器，那么它正在逐渐慢下来，它的有用的能量正在漏失。它不可能永远运行下去，因此，时间有了一个新的含义。达尔文的追随者们很快引入了一种对立的思想：世界机器可能正在慢下来，不断地损失着能量和组织性，但至少生物系统却正在加速发展，变得具有更多的、而不是更少的组织性。

到了二十世纪初，爱因斯坦出来把观察者放回到系统中去，于是，这台机器看上去有所不同了——事实上，对于所有实践上的目的来说，它本来是不同的——取决于你站在它当中的什么位置上去观察。然而，

它依然是一部决定论的机器,而且上帝不曾掷过骰子。再后来,主张量子论和不确定性的人们又给这个模型附加上尖锄、锻锤以及炸弹。

虽然如此,不管所有的“假如”、“而且”和“但是”,仍然可以公正地像普里戈金和斯唐热那样地说,机器范式依然是物理学的“参考点”,而且一般说来依然是科学的核心模型。事实上,它的不间断的影响是如此巨大,以致许多社会科学,特别是经济学依然在它的迷惑之下。

本书的重要意义并不只在于它利用原始的论据向牛顿模型挑战,而且在于它表明了虽然有许多局限性、但依然有效的牛顿体系的主张有可能被相容地放入一个现实世界的更大的画像中去。它断定,古老的“普适定律”并不普适,而仅适用于现实世界的局部区域。而且这些正好是科学最致力研究的区域。

这样一来,用广泛一点的语言来说,普里戈金和斯唐热主张,机器时代的传统科学倾向于强调稳定、有序、均匀和平衡。它最关心的是封闭系统和线性关系,其中小的输入总是产生小的结果。

从基于能量、资本和劳力的巨大输入的工业社会,过渡到以信息和发明作为关键资源的技术高度发达的社会,毫不奇怪,应当出现新的科学的世界模型。

普里戈金的范式之所以令人感兴趣,就在于它把注意力转向了现实世界的那些方面:无序、不稳定、多样性、不平衡、非线性关系(其中小的输入可以引起大的结果)以及暂时性——对时间流的高度敏感性。这些方面标志出今天加速了的社会变化。

伊·普里戈金和他的所谓“布鲁塞尔学派”中的同事们的工作可能很好地代表了下一科学的革命,因为他们的工作不仅与自然,而且甚至与社会本身开始了新的对话。

布鲁塞尔学派的概念主要基于普里戈金的工作，这些概念综合成一个新奇的、综合的关于变化的理论。

概括地讲，他们主张，当宇宙的某些部分可以像机器那样运转时，这些部分就是封闭的系统，而封闭系统至多只能组成物质宇宙的一个很小的部分。事实上，我们所感兴趣的绝大多数现象是开放的系统，它们和它们周围的环境交换着能量和物质(人们还会加上信息)。生物系统和社会系统肯定是开放的系统，就是说，企图用机械论的方法去认识它们，是注定要失败的。

这一点还说明，现实世界的绝大部分不是有序的、稳定的和平衡的，而是充满变化、无序和过程的沸腾的世界。

用普里戈金的术语来说，一切系统都含有不断“起伏”着的子系统。有时候，一个起伏或一组起伏可能由于正反馈而变得相当大，使它破坏了原有的组织。在这个革命的瞬间——作者把它称作“奇异时刻”或“分叉点”，根本不可能事先确定变化将在哪个方向上发生：系统究竟是分解到“混沌”状态呢，还是跃进到一个新的更加细分的“有序”状态或组织的高级阶段上去呢？他们把这个高级阶段称作“耗散结构”，因为比起简单结构来，这些物理结构或化学结构要求有更多的能量来维持它们。

围绕这一概念的一个关键性论战与普里戈金的如下思想有关：普里戈金坚持认为，有序和组织可以通过一个“自组织”的过程真的从无序和混沌中“自发地”产生出来。

为了掌握这个极有力的概念，我们首先要区分“平衡”的系统、“接近平衡”的系统和“远离平衡”的系统。

让我们想象一个原始部落。如果它的出生率和死亡率相等，则人口的数量保持稳定。假定食物和别的资源都足够，这个部落就成为处于生态平衡的局部系统的一部分。

现在增加其出生率,少数新增加的出生者(与死亡人数相抵之外的出生人数)可能只有很小的影响。该系统可能转到一个接近平衡的状态。此外再无别的事情发生。在处于平衡或近平衡状态下的系统中,要产生大的结果,就要有一个大的变动。

但是,假如出生率突然猛增,该系统就被推入了一个远离平衡的状态,而且这时占统治地位的是一些非线性的关系。在这个状态下,系统就完全两样了,它们变得对外部影响特别敏感,小的输入能产生巨大而惊人的效果。整个系统可能以我们觉得异乎寻常的方式重新组织它自己。

在《从混沌到有序》中有许多这种自组织的例子。平滑地通过液体而运动的热,在某个阈值上,突然地转化为一种对流,从根本上重新组织了该液体,千百万个分子像是受到了暗示似的突然把它们自己组织在六角形的元胞中。

普里戈金和斯唐热所描述的“化学钟”更为壮观。让我们想象一百万个白色乒乓球与一百万个黑色乒乓球随意地混合在一起,在一只箱子里杂乱地弹跳,这只箱子上有一个玻璃窗口。多数情况下,通过该窗口看进去里面是灰色的,但有时候,在无一定之规的某些瞬间,通过窗口所见到的样本可能差不多是黑的或是白的,这取决于这些球那时在窗口附近的分布。

现在让我们想象一下,窗口突然呈全白,过一会儿呈全黑,再过一会儿又呈全白,依此下去,以一定的间隔完全改变其颜色,就像钟表的滴答一样。

为什么所有的白球和所有的黑球能随着时间而突然地组织自己,从而交替地改变颜色呢?

按照所有的传统规则,这无论如何是不可能的事。但是,如果我们

抛开乒乓球不说,而去看一看某些化学反应中的分子,我们就会发现,正是这种自组织或有序使反应得以发生而且果然发生了,而不管经典物理学或玻耳兹曼的概率论是怎么说的。

在远离平衡的情形下,还会发生别的一些似乎是自发的,常常是富于戏剧性的,物质在时间上和空间上的再组织过程。如果我们考虑二维或三维的情形,这种可能出现的结构的数目和多样性就会变得非常大。

现在我们再加上一个更新的发现,想象这样一种情形:其中一个化学反应或别的反应产生一种酶,而这种酶的存在本身又能进一步产生同样的酶。这是一个例子,计算机科学家常常称之为正反馈环,在化学中,叫作“自催化”。这样的情形在无机化学中很罕见,但在最近几十年中,分子生物学家已经发现这样的环(以及抑制型的反馈或称“负”反馈和更为复杂的“交叉催化”过程)正是构成生命本身的材料。这样的过程有助于解释我们怎样从一些 DNA 小块构成复杂的生命机体。

因此,更一般地说,在远离平衡的状态下我们发现,非常小的扰动或涨落,可以被放大成巨大的破坏结构的波澜。而这就带来了一切种类的“本质”的变化过程或“革命”的变化过程。当人们把这种得自对远离平衡态的研究的新见解与非线性过程结合起来,并考虑到这些复杂的反馈系统时,便开创了一种全新的方法,使得我们能把所谓硬科学和较软的生命科学关联起来,甚至还会和社会过程关联起来。

(这些发现至少对社会的、经济的或政治的现实观有类比的意义。诸如“革命”、“经济崩溃”、“技术高涨”和“范式更迭”等术语,当我们开始用涨落、反馈放大、耗散结构、分叉,以及普里戈金概念词汇中的其他词语去思考它们的时候,便有了新的含义。《从混沌到有序》为我们打开的就是这些全景画面。)

除此之外,还有那更加普遍而令人困惑的有关时间的争论。

当今在科学方面和文化方面所进行的这场范围广远的革命,其组成部分之一就是重新考虑时间,这个问题有足够的重要性,值得我们在此稍稍扯远一点,然后再回到普里戈金对此问题的作用上来。

以历史学为例。史料编纂方面的伟大贡献之一就是布劳德尔*的把时间分为三种尺度的方法。这三种尺度是“地质时间”(其中事件发生在几千万年的过程中)，“社会时间”(这个尺度比地质时间短得多,经济、国家和文明即以此尺度来测量),以及“个人时间”(它是更短的尺度,用以量度个人的事件和历史)。

在社会科学中,时间在很大程度上依然是一个空白领域。人类学告诉我们,各种文化在对时间的想象上是极为不同的。在某些文化看来,时间是循环的——历史永无止境地重演。在另一些文化(包括我们自己的文化)看来,时间是一条伸向过去和未来的大道,人民或整个社会沿着它前进。还有其他一些文化,在他们看来,人的生命对时间是静止的,未来迎向我们,而不是我们走向未来。

我在别处已经写过,每个社会都表现出它自己特有的“时间倾向”——即它对过去、现在或未来所强调的程度。有的社会生活在过去,有的社会迷恋着未来。

此外,每一种文化和每个人都倾向于用一种“时间的视野”去进行思考。我们当中的一些人只想到目前的,即现在的事情。例如政治家常常因只寻求当前的短期结果而遭到批评,他们的时间视野被说成是受到下次选举日期的影响。我们当中的另一些人则计划着较长的时期。这

* 布劳德尔(F.Braudel, 1902—1985), 又译“布罗代尔”, 法国著名史学家, 年鉴学派的代表人物。——译者