

# 社会合作秩序的经济理论（二）：多尺度互动机制

陈童<sup>†</sup>

*School of Science, East China University of Technology, Nanchang 330013, China*

<sup>†</sup> *tongchen@ecut.edu.cn*

## Abstract

本文承接上一篇文章，继续研究社会合作秩序的演化动力学。本文提出，社会合作秩序按照规模尺度的大小呈现出一种层级结构，大尺度合作秩序是对小尺度合作秩序的重整化，而小尺度合作秩序是对大尺度的一种适应，社会合作秩序的多个尺度之间呈现出一种复杂的互动关系，我们称之为社会合作秩序演化的多尺度互动机制。

**关键词：**合作秩序, 重整化群, 适应, 多尺度互动

## Contents

1	Introduction	2
2	社会合作秩序的演化动力学	3
2.1	社会合作秩序结构	3
2.2	多尺度互动机制	5
3	社会演化算法	9
3.1	社会演化作为一种搜索运算	9
3.2	并行性	11
4	我们可能设计理想的社会吗？	12
5	Acknowledgements	15

# 1 Introduction

为了研究人类社会广泛存在的大规模合作现象，我们在上一篇文章[Ct021]中引入了社会合作秩序的概念，并提出了社会合作秩序的基本演化规律在于社会依存成本的不断降低，直至达到社会依存成本函数的某个局部极小，我们称这为秩序演化规律。本文承接上一篇文章，继续研究社会合作秩序如何演化的动力学机制。

上一篇文章[Ct021]将社会合作秩序定义成大量社会个体行为之间的协调。如此一来，我们要解决的另一个核心问题就是，大量社会个体的行为之间是如何协调起来的？或者说，社会合作秩序具体的演化动力学机制是什么？我们可以将这个问题分解成两个问题，其一是，微观个体的行为如何产生宏观层次的秩序，其二是，大尺度的秩序如何反过来调节小尺度上的行为，比如，由于任何微观个体都不是处于真空之中，而是处于各种社会合作秩序之中，我们需要回答社会合作秩序将会如何影响微观个体的行为。在物理学中，一个复杂系统从微观到宏观的涌现性质是通过重整化群[Wilson 1983, Wilson and Kogut 1974]的思想精确实现的，本文将借用这一思想，将它用于构建一个对前一问题的理论回答。对于后一问题，我们的回答是通过适应，微观个体是在适应宏观秩序，小尺度的合作秩序是在适应更大尺度的社会合作秩序。通过研究一个社会的合作秩序结构，我们可以将重整化群的思想 and 适应的思想结合起来，再结合我们提出的秩序演化规律，就可以构成一个关于大量个体的行为具体如何协调起来的基本理论，也即一个关于社会合作秩序如何演化的具体动力学机制。当然，我们的这一理论只是尝试性的，社会合作秩序的演化动力学可能还有其它不同的机制。

我们为大量社会个体的行为如何协调起来所构建的基本理论本质上是一个复杂适应系统理论。也即是说，一个社会各层次水平上的社会合作秩序共同组成了一个复杂适应系统。正如我们将在文中阐述的，这一复杂适应系统的典型特性是，同时存在一个从小尺度流向大尺度的自由意志之流和从一个从大尺度反向流向小尺度的负熵流，在这两个流的共同作用下就产生了不同尺度水平上的社会合作秩序间的复杂互动。正是这种多尺度间的复杂互动使得设计社会成为一件很困难的事情。

本文的安排如下：在第二节中，我们将结合重整化群的思想 and 适应的思

想建立大规模的人与人之间的行为协调如何达成的基本动力学，本节尤其会阐明多尺度互动机制是如何工作的。第三节将从运算的角度对社会合作秩序的演化动力学机制进行重新思考。在最后一节中，我们简单讨论了设计社会有多么困难的问题。

## 2 社会合作秩序的演化动力学

### 2.1 社会合作秩序结构

在上一篇文章[Ct021]中，我们曾经论证过，社会合作秩序的演化会在由所有个体的行为选择所构成的状态空间 $S$ 中画出一条演化路径，这条路径代表的就是社会的演化历史，在给定的社会环境下，社会合作秩序的演化总是朝着越来越协调有序的方向进行的，直至到达某个协调有序度的局部极大状态。换句话说，给定社会环境，社会合作秩序的演化总是在不断降低社会依存成本 $SC$ ，直至到达某个 $SC$ 的极小状态，这一状态就是社会合作秩序所最终达到的协调有序的稳定状态。问题是，这种大规模的人与人之间的行为协调到底是如何产生的呢？换言之，社会合作秩序的这一演化过程具体遵循的演化动力学机制是什么呢？

为了弄清楚这个问题，我们首先需要弄清楚一个社会的合作秩序结构。为此，我们将整个社会的合作秩序看成是由许许多多的具有不同规模(尺度)的局部合作秩序组成的一个复杂系统。为了看清楚这一复杂系统的结构，我们将引入物理学里面的重整化群的思想。具体来说即是，设想我们在高空中往下俯视观察一个社会，则任何社会在人们的观察下都呈现出多规模(多尺度)结构，如果我们靠地面很近在足够小的规模上观察社会，我们就会观察到它的微观结构，这些微观结构通过相互作用形成稍大一点规模上的社会结构，这时候原来的小规模上的微观细节变得不再那么重要，新规模水平上的新结构开始涌现出来。依此类推，每一个特定规模水平上涌现出来的社会结构总是由稍小一点的社会结构通过相互作用而形成的，而我们在离地面足够远的地方所观察到的大规模社会结构就是社会的宏观结构。随着我们的观察距离由近及远，我们将逐步地忽视掉微观细节，而我们所观察到的社会结构就由微观逐步走向宏观。

同样的，社会合作秩序的结构当然也会呈现出上文所说的这种规模结

构。现在，假设我们观察的规模水平为 $l$ ，也就是说，我们看到的都是人数规模在 $l$ 级别上的群体的行为，这样的群体我们称之为局部群体，这种群体的行为我们称之为局部合作秩序，因为群体行为的本质其实就是组成它的那些局部个体行为选择之间的相互协调。我们将 $l$ 规模上的第 $i$ 个局部合作秩序记为 $LO_i(l)$ ，很显然，当规模 $l$ 足够大时，相应的 $LO(l)$ 就是宏观局部合作秩序(macroscopic local order of cooperation)，而当 $l$ 足够小时，相应的 $LO(l)$ 就是微观局部合作秩序。现在，让我们按对数坐标逐步提高我们观察的规模水平，比方说，设想我们将观察的规模水平放大 $m$ 倍，这时候由于我们的视野放大了，那么原来的规模 $l$ 上所观察到的那些局部合作秩序 $LO_i(l)$ 现在就变得几乎不可见了，我们看到的将是更大规模水平的，忽略了原来的细节的，由 $m$ 个 $\{LO_{ij}(l), i = 1, 2, \dots, m\}$ 通过竞争和合作的相互作用而形成的新的局部合作秩序，我们记为 $LO_j(ml)$ 。也就是说，每个 $LO_j(ml)$ 都是 $m$ 个 $\{LO_{ij}(l), i = 1, 2, \dots, m\}$ 通过相互作用而在更大的规模水平上的涌现，它的行为是这 $m$ 个低一层级的局部合作秩序的行为的集成。随着我们从微观水平 $l = 1$ 开始，逐步放大我们观察的规模水平，并且每次都把规模水平扩大 $m$ 倍，直至将社会整体都笼括进去，也就是直至 $l = N$ （ $N$ 就是我们所观察的这个社会的总人口规模），我们就得到一个社会的局部合作秩序的层级结构，见图(1)。

从低层级走向高层级，新的合作秩序会在低层级合作秩序的相互作用中涌现，直至涌现出各种宏观合作秩序，而涉及社会整体的那个最大规模的合作秩序 $LO(N)$ ，我们有时候又称之为整体合作秩序。有效地，我们可以把每一层级上的局部合作秩序看成是形成高一层级的局部合作秩序的行为主体。而且，根本而言，各种宏观合作秩序本身作为行为主体的行为都是微观个体的社会行为通过一层一层的竞争和合作的相互作用，而最终在宏观水平上的涌现。另外，假设我们所考察的这个社会的合作秩序结构一共有 $L + 1$ 个层级，则很显然

$$m^L = N. \quad (1)$$

层级结构和涌现实际上是复杂系统的两个基本特征，正是在这个意义上我们说，一个社会的合作秩序结构是一个复杂系统。

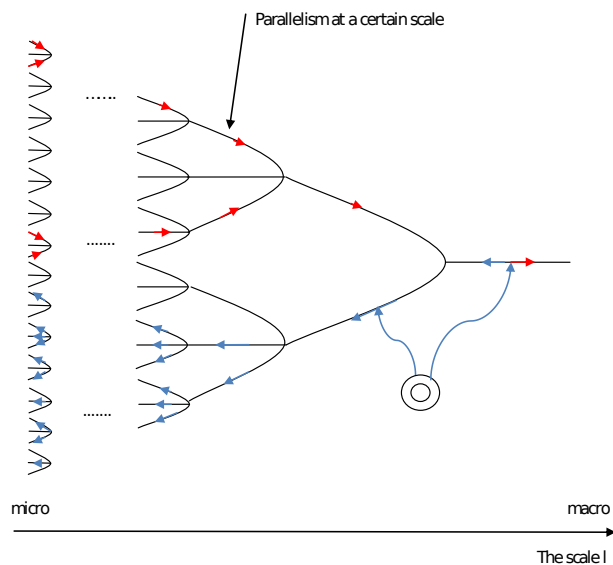


Figure 1: 图中每一根连线代表一个局部合作秩序，这些局部合作秩序根据尺度的大小形成了一个层级结构，从左往右，尺度逐渐增大，层级也逐渐增加。图中最左边露出来的线代表微观个体，而最右边露出来的连线代表最高层级的合作秩序，也就是整个社会的整体合作秩序。图中，多个低层级局部合作秩序在节点处相互作用，并进而形成高一层级的局部合作秩序。自由意志(红色的箭头)沿着连线从左边流向右边。而负熵(蓝色箭头)沿着连线从右边流往左边。图中的小同心圆代表社会秩序所处的环境。

## 2.2 多尺度互动机制

那么，微观个体的行为选择是如何影响宏观秩序的行为的呢？为了弄清楚这个问题，我们设想某个微观个体的行为选择发生了某种自发变异，这种行为选择的自发改变当然是微观个体的自由意志的体现，我们可以将之看成是作用在这个微观个体身上的一股自由意志之流。微观个体的行为变异通过个体之间的竞争和合作就有可能影响高一层级的局部合作秩序的行为，使得这高一层级的局部合作秩序的行为产生变异，这种变异我们可以看成是某种作用在这个局部合作秩序上的社会有效意志的体现，是一股作用在这个局部合作秩序上的自由意志之流，这股自由意志之流当然是从最初的微观个体的自由意志之流流过来的。这样的过程还可能不断往更高层

级发展，不断影响更高层级的局部合作秩序的行为，这种影响我们可以看成是一股社会有效意志之流，或者简称自由意志之流，这股自由意志之流从最低层级的微观个体发出，连续不断地流向更高层级的局部合作秩序。这个过程实际上就是各种宏观合作秩序的行为如何从大量微观个体的行为选择中涌现的过程。我们在图(1)上用红箭头标示了这种从小规模水平流向大规模水平的自由意志之流。

但是反过来，高层级的局部合作秩序的行为也会反过来影响低层级的局部合作秩序的行为，这种影响是必须存在的，否则各个层级的局部合作秩序的行为就无法协调起来，比方说，没有这种高层级对低层级的影响，微观个体的行为就无法保证和宏观合作秩序相协调。这就是社会和物质材料的根本不同之一，因为社会是由具有自由意志的能自主行为的微观个体组成的，这些微观个体与组成物质材料的原子有根本性的不同，在物质材料中，高层级的秩序只能从低层级秩序的相互作用中涌现，而不能反过来影响低层级的行为。在物理学中，我们说重整化群流只能从小尺度流向大尺度，从微观流向宏观，而不能反过来流。但是，在人类社会中高层级的秩序的确会反作用于低层级的秩序，使低层级秩序的行为自动和高层级秩序的行为相协调，如我们在后文将会论证的，这种反作用是通过低一级对高一级的适应来完成的，通过这种低层级对高层级的层层适应，最终就将从微观个体到整个宏观社会整体各个规模水平上的局部合作秩序都协调了起来。用物理学的概念来说，这种低一级对高一级的适应就产生了一股从高层级流向低层级的负熵流，正是这股负熵流最终协调了所有微观个体的行为。此前，Georgescu-Roegen已经将熵的概念引入演化经济学的研究之中[Georgescu-Roegen 1971]，正是在这个基础上我们进一步引入了负熵流的概念，而我们的负熵流的本质正是低层级对高层级的层层适应。正是由于这种层层适应对于一个社会的合作秩序演化的重要性，我们因此说我们的局部合作秩序结构是一个复杂适应系统。

可见，在我们的局部合作秩序的结构网络（图1）的连接上，有两种流向完全相反的流动，从低层级流向高层级的自由意志之流，和从高层级流向低层级的负熵流。自由意志之流从左向右，几股不同的自由意志之流可以在某个层级上合流，但所有自由意志之流的流线都必须起于最左端的微观个体，这是因为自由意志之流从本质上来说是行为的自发变异，而任何

社会行为归根结底最终只能是由社会个体作出的。相反，负熵流从右向左，一股负熵流可以在某个层级上分岔，但是，所有的负熵流的流线都必须终止于最左端的微观个体，这是因为，负熵流从本质上来讲是行为选择之间的相互适应，这种适应归根结底只能是源自于微观个体的行为选择对社会的适应。这两种不同流向的流动的同时存在，在效果上就可以产生不同规模水平之间的复杂互动，低层级通过自由意志之流可以影响高层级，高层级可以反过来通过负熵流影响低层级。这种多层级间的互动，是当我们把重整化群思想和适应的思想结合起来以后产生的全新现象。

一个有意思的问题是，对于一个人口规模为 $N$ 的社会而言，它从一个初态出发演化到最终的稳态所需要的典型时间 $\tau$ 大致是多少？尤其是，我们想估计 $\tau$ 作为社会规模的函数 $\tau(N)$ 的典型形式是怎么样的。很显然， $\tau(N)$ 应该是自变量 $N$ 的增函数，我们可以根据多尺度互动机制估算一下它的具体形式。由于重整化和适应都是逐层发生的，假设每一层级完成重整化和适应的典型时间为 $c$ ，很显然， $c$ 一般来说是依赖于 $m$ 的，但是与 $N$ 无关。另外，第1层级不涉及重整化，而最高层级不涉及相互适应，因此实际上我们需要考虑的层级数为 $L$ 。重整化和适应的逐层进行告诉我们

$$\tau(N) \sim cL = c \frac{\log(N)}{\log(m)}. \quad (2)$$

如果我们考察的是一个社会所有成员所有社会行为整体都达到均衡的稳态，那么我们可以这么来估算 $\tau(N)$ ：首先，日常生活的经验告诉我们两人世界的互动如果要想达到全面的均衡可能需要数年时间，这也就是说在(2)中，我们有 $\tau(2) \sim \text{several years}$ ，由此我们就容易估算出，比方说对于一个数亿人口规模的社会，就有 $\tau(\text{Hundreds of millions}) \sim \text{decades}$ 。通常来说，在这么长的时间之内，社会环境早就发生了足够大的变迁了，因此，实际上原来的稳定均衡态已经不再是稳定均衡态了，因此实际上对于这样规模的社会来说，均衡的稳态永远是达不到的，因为社会环境一直在变迁，所以社会永远在演化永远在适应社会环境的过程之中。不过，如果我们考虑的不是所有社会行为的全面均衡，而是少数几种社会行为的部分均衡，那 $\tau(N)$ 的时间尺度就要快很多，甚至可以在数小时到数天之内完成，显然这种部分均衡才是有可能达成的。

作为以上所述多尺度互动机制的一个简单示例，下面我们来分析一下价格机制。弗里德曼[Friedman 1990]归纳过价格机制的三种功能，第一，传递

信息，第二，提供激励，使得人们把可能的资源用于最有价值的目标，第三，收入分配。我们将仅以对价格如何传递信息的说明为例，来说明我们的关于社会合作秩序的一般运作图像可以如何用于帮助理解价格机制。在我们将要分析的情况中，我们将把价格看作是各个局部合作秩序的一种行为，这种行为是从许许多多的微观个体，也就是生产者和消费者，的行为中涌现出来的，同时又通过需求曲线和供应曲线调控着微观个体的行为。从我们的观点来看，需求曲线可以看成是需求者对价格这一局部合作秩序的行为适应的结果，而供应曲线则是供应者对价格适应的结果，因此价格对微观个体行为的协调是通过负熵流，而价格本身则是由微观个体发出来的自由意志之流决定的，这些自由意志之流反映的是微观个体的需求和供给行为。

下面，我们将以两个具体的例子来进行更详细的说明，我们将要分析的例子都是仿照弗里德曼书中的例子[Friedman 1990]。我们的第一个例子是，假设某种原因导致了某个局部地区的木材供应商减少了木材的供应，木材供应的减少通过供应者的自由意志之流就会使得这个地区的局部市场（一种局部合作秩序）的木材价格升高，这种较低层级的局部合作秩序的价格升高又通过有效的自由意志之流流向更高层级的局部合作秩序，导致更高层级的局部合作秩序的价格行为呈现出区域不平衡，某个其它地区的较低层级局部合作秩序就会适应这种高层级上的区域不平衡（也就是趋向于将木材卖往价格更高的区域），这种适应最终会对这个地区的木材价格有所提升，而这个地区的木材供应者又会适应这种价格的提高，进而加大木材的供应。在效果上，这就使得一个地区的木材往原来木材供应减少的地区输送，这就是通过价格传递信息，进而在不同地区间调配木材供应的市场机制。

我们的第二个例子与第一个例子类似，还是假设因为某种原因木材的供应减少了，不过这次我们假设整个社会的木材供应都减少了，因此这种木材供应的减少会通过所有木材供应者发出的自由意志之流一直往局部合作秩序结构的高层级流，使得每一层级的市场（局部合作秩序）的木材价格都有所提高。作为对这种木材价格提高的适应，各层级的局部合作秩序都会发出负熵流往更低层级流，使得低层级局部合作秩序对木材的需求减少，最终这股负熵流会流到作为木材需求方的铅笔生产商，铅笔生产商就



会减少铅笔的产量。而作为铅笔供应者的铅笔生产商的这一行为又会随着其自由意志之流提高各个层级的局部合作秩序的铅笔价格。作为对铅笔价格提高的适应，这些局部合作秩序又会往更低层级发出负熵流，使得各个层级减少对铅笔的需求，最终，这些负熵流会流到铅笔的终端消费者，使得消费者们减少对铅笔的消费。这样，木材供应减少的信息就通过价格机制的不断传递，最终影响了铅笔消费者的行为。

自由意志之流和负熵流这两种流动是发生在不同规模水平之间，但是实际的流动同时也发生在时间上，在我们的局部合作秩序的结构网络（图1）的连接上，特定的流可以随时间生成，也可能随时间消失，这就表现为随着时间的进展，多个不同规模水平的局部合作秩序之间随着时间的互动，它反映了某种合作模式 $M$ 在社会上的演化。所谓的一种社会合作模式 $M$ ，我们指的是在局部合作秩序的结构网络上的一个随时间演化的子网络，这个子网络我们记为 $M(t)$ ，一般来说，它是时间的函数。 $M(t)$ 随时间的演化动力学由自由意志之流和负熵流这两种流生成，每出现一个流我们就给予网络添上一条相应的连接，反之，每一个流的消失我们就减去一条相应的连接，但是，无论流如何产生和消失，它必须满足前面提到过的一般规律，即自由意志之流必须起于最左端，而负熵流必须终止于最左端。

### 3 社会演化算法

#### 3.1 社会演化作为一种搜索运算

前面我们考察了一个人口规模为 $N$ 的社会的合作秩序的演化动力学，我们看到这一演化过程总是朝向社会状态空间 $S$ 中某些稳定有序的状态的（也就是朝向社会依存成本函数的极小值状态）。可以想见，给定社会环境，那么在整个状态空间 $S$ 中只有少量状态可能是这种稳定有序的社会终态。假设我们从计算的角度来看待社会的演化，那么在计算上，我们可以将社会演化的轨迹看成是一个搜索过程<sup>1</sup>，这个搜索过程最终是要找到这少量的稳定有序状态。因此，社会合作秩序的演化过程可以看成是一个搜索过程，搜索空间就是我们的社会状态空间 $S$ 。

<sup>1</sup>文献[Beinhocker 2011]详细研究了这种将社会演化过程看成是一个搜索过程的观点。

这幅将社会合作秩序的演化过程看成是一个搜索过程的图像可能可以自然地解释人类社会的差异性 (divergence), 原因就在于在状态空间 $S$ 上社会依存成本函数 $SC$ 有许多不同的极小, 而不同的社会有不同的演化初态或者不同的演化历史路径, 随着社会的演化, 它们就将到达不同的极小, 这些不同的极小所对应的社会合作秩序的稳态是差异化的。

但是一般来说, 这一搜索问题的搜索空间 $S$ 是一个巨大的空间。假设对于我们所考察的这个社会的合作秩序的稳态而言, 每个人的行为有 $M$ 种选择, 由于全社会总人口数为 $N$ , 因此对于这个社会的合作秩序的演化而言, 我们涉及到的状态空间大小为 $M^N$ , 也即是说我们要考察 $M^N$ 个不同的社会状态。比方说, 如果我们考察的社会人口规模为1亿, 如果 $M = 10$ , 那么总状态数就是 $10^{100000000}$ , 一个超乎想象的数字, 因为整个宇宙的原子总数也才只有 $10^{80}$ 个。因此这一搜索任务绝对不是一个简单的计算任务。实际上如果搜索空间 $S$ 没有任何结构, 那么解决这一搜索问题的搜索算法的时间复杂度至少在 $M^N$ 量级, 我们可以将之记为 $O(M^N)$ 。由于对于人口规模而言, 这一复杂度是指数型的, 因此这样的搜索算法显然不是形成社会合作秩序的稳态的有效算法。当然, 这是因为我们假设搜索空间 $S$ 完全无结构, 如果我们假设 $S$ 有且仅有某种排序结构, 即假设其中的所有社会状态都可以按某种原则排序, 那么解决这一搜索问题的算法的时间复杂度就会降低为 $O(\log M^N) = O(N)$ 。如果社会演化的过程是在电子计算机上执行, 那么这样的算法复杂度是足够有效的。但是, 社会的演化是通过活生生的人的行为过程而进行的, 其运算速度比电子计算机的运算速度远远要低, 对于一个1亿人口的社会而言 $O(N)$ 的时间复杂度也意味着社会演化是一个数亿年的漫长过程, 这显然也是不符合实际的。

真实社会的状态空间 $S$ 当然有某种排序结构, 那就是由社会依存成本函数所度量的社会状态的协调有序度结构。但正如我们刚刚看到的, 仅有这一结构还不足以构造一个足够实际的搜索算法。实际上, 由于我们的社会是由一个一个的个体人组成的, 所有个体人的行为是并行式进行的, 因此, 我们的社会状态空间除了有协调有序度结构以外, 还天然的有某种可并行化结构。正是这一可并行化结构使得真实社会的演化可以进一步降低搜索过程的时间复杂度。

任何在真实社会演过中可有效执行的搜索算法都必然要充分利

间 $S$ 的有序度结构和可并行化结构。但要将这两种结构紧密地结合在一起并不是一件很容易的事情。不过，在上一节(2)中我们结合重整化思想和适应的思想提出了社会合作秩序的一个可能演化机制(即多尺度互动机制)。我们当然可以将这一动力学机制的执行过程看成是一种算法过程，我们不妨称之为社会演化算法。回顾第(2)节中关于这一算法过程的论述，我们可以发现社会演化算法正是一种充分利用了状态空间 $S$ 的协调有序度结构和可并行化结构的算法(关于这一点我们在下一小节还会进行更深入的讨论)，因此我们猜测它就是真实社会演化的算法机制，或者说动力学机制。那么社会演化算法的时间复杂度是多少呢？这个问题实际上我们前面已经解决了，它就是由(2)式给出来的

$$\tau(N) = O(\log(N)). \quad (3)$$

正如前文所讨论的，这一算法复杂度对于真实社会的演化而言才是切实可行的。

### 3.2 并行性

社会合作秩序的演化就是要在社会状态空间 $S$ 中找到稳定有序的状态，也就是社会依存成本函数的某个极小值状态，这个时候各个规模水平上的局部合作秩序就都达到了稳态。但是，由于搜索空间过于巨大，而真实社会的运算速度又远比电子计算机要慢，所以这一问题的有效求解是很难的，正如后文中我们将要论证的，也许除了社会演化算法以外，人们再也不能找到其它的有效算法。在上一节(第(2)节)中，我们已经看清楚了社会演化算法是如何工作的，这一小节我们将要进一步讨论一下社会演化算法有效的基本原因。

社会演化算法之所以有效，在我们看来不止因为它利用了搜索空间 $S$ 的协调有序度结构，更因为它利用了并行计算的思想。具体来说就是，社会演化算法将寻找 $SC$ 的极小值位置这一难题，分解成了寻找大量相对独立的局部合作秩序的稳态的问题。最终所有这些局部合作秩序的总所构成的稳定的局部合作秩序结构对应的就是我们最初想要寻找的稳定有序社会。而这些局部合作秩序又按照不同的规模水平形成了层级结构，高一层级的局部合作秩序的行为是从低一层级的行为中涌现出来的，而低一层级的局

部合作秩序的行为则又在不断地适应高一级别的行为。总之，在一个特定的层级上，在同一层级之间，所有的那些局部合作秩序是并行地演化的，是在进行着一种并行计算，见图(1)中所标。社会演化算法正是通过将搜索 $SC$ 的极小值状态这一难题转化成了多个层级的并行计算从而有效地解决了这一难题。这是将一个计算量很大的难题，转化成了由各个局部合作秩序各自的演化分而治之的问题，而每一个局部合作秩序的演化在计算上都要简单许多。相对于直接寻找总社会依存成本函数 $SC$ 的极小值状态来说，这一化约以后的搜索问题已经大大简化了，这种简化主要体现在搜索空间的化约上，由于每一个局部合作秩序都可以看成是形成更高一级别秩序的独立“主体”，因此现在这一搜索空间的典型大小是 $M$ ，相对于整个社会状态空间的大小 $M^N$ 来说，这已经是极大的化约了。可见，社会演化算法之所以有效，关键就在于利用了并行计算化约搜索空间，进而将一个计算上过于困难的搜索问题化约成了一个相对简单的搜索问题。

## 4 我们可能设计理想的社会吗？

哈耶克曾经论证，人类社会的合作秩序无法通过计划和设计来产生，因为这些秩序的运行离不开巨量的分散于一个个独立个体的知识，这些知识很难集中起来，也很难集中使用。在本文中，我们已经从运算的角度分析了社会合作秩序的演化动力学。我们说，社会合作秩序的演化可以看成是一个搜索问题，即在社会状态空间 $S$ 上搜索社会依存成本函数的某个极小值状态。我们也找到了一种能在真实社会中有效地解决这一问题的算法，即社会演化算法。但从第(2)节关于社会演化算法的讨论中我们可以知道，这一算法的本质在于让社会自发演化。然而，考虑到电子计算机的运算速度远快于社会个体做出行为选择的速度，人们禁不住要问：我们可不可以利用电子计算机的帮助来设计一个理想的协调有序的社会呢？

我们的回答是，很难。这是因为：首先，我们很难在机器上预先就任何一种社会状态 $\mathbf{X}$ 计算出其相应的社会依存成本 $SC(\mathbf{X})$ ，也就是说，真实社会的社会依存成本函数很难计算出来。因此我们很难在机器上通过直接使用搜索空间的社会依存成本结构（或者说协调有序度结构）进而找到 $SC$ 的极小，比方说，由于 $SC$ 本身难以计算，所以我们无法使用梯度下降算法来

找SC的极小。实际上只有在最根本的层次上模拟社会演化本身，才可能在不具体计算出社会依存成本函数的前提下利用搜索空间的协调有序度结构找到社会合作秩序的稳态。其次，任何电子计算机的预先设计最终都要在真实社会中执行。而真实社会的演化遵循的总是一种自发演化算法，比方说我们的社会演化算法。因此如果要想计算机的设计可以在真实社会中有效执行的话，我们的计算机就必须在最根本的层次上模拟社会的演化过程，比如说在计算机上实现我们的社会演化算法。

那么，我们能否在机器上通过模拟社会演化算法进而设计社会合作秩序呢？我们的看法是，脱离了社会本身，社会演化算法很可能无法真正地在任何机器的模拟中实现。我们无法在计算机上实现社会演化算法的第一个原因是每个个体个性化的自由意志很可能无法被有效模拟，因此社会演化算法所需要的从低层级流向高层级的自由意志之流就更无法真正在模拟中实现。另外，社会演化算法中从高层级流向低层级的负熵流也无法真正在计算机模拟中实现，这是因为，真实社会完全是一个开放结构，而任何计算机模拟都是输入和程序两者结合起来的封闭结构。在计算机模拟中信息只会被擦除而不能无中生有，因此熵只会随着运算逐步增加，负熵流很难真正实现。哪怕是量子计算机也最多只能保证不在运算的过程中擦除信息，也不能真正实现负熵流。也即是说，社会演化算法和它所依托的硬件（即社会系统）是分不开的，它们一起演进，企图单独将社会演化算法剥离出来放到机器上实现也许是很难的。

不过，人们也许可以用简化的数学模型来抓住社会演化算法的核心机制，对自由意志之流和负熵流进行某种简化的而不是真正的模拟。事实上，在我们看来，发展这样的简化的数学模型虽然可能无法帮助我们具体设计社会，但是对于帮助我们理解社会合作秩序的运行机制而言，无疑将会是有巨大价值的。

那么，我们能否不是通过计算机模拟，而是通过在真实社会中进行人为的计划而设计社会合作秩序呢？我们的看法是，也很难。这是因为，首先，社会合作秩序所要安排的并非无生命的物体而是活生生的具有自由意志的人，只有通过社会演化算法自发产生的社会合作秩序才是完全遵从个体的自由意志的，这是因为社会演化算法的自由意志的流向是从微观流向宏观的，是一种依赖于自由选择的算法，对这种算法的实质性偏离就意味

着全面依赖于强制。而任何秩序的形成如果需要以全面的强制（计划的核心特征）以克服个体自由意志为代价，就一定会在真实社会中带来额外的社会依存成本。强制与自由的区别正在于，在依赖于强制这一社会运算的秩序形成算法之中，其自由意志的流向是相反的，是从一个宏观的秩序反向地流向微观个体。由于需要不断地克服和抑制个体天然的自由意志，这类算法的复杂度比自由算法的复杂度就要高很多。两者的区别也许就好像将素因数自然地乘起来得到一个大的合数与将一个大的合数反向分解成素因数的算法复杂度的区别。总之，强制的服从当然也能达成秩序，但一种宏观合作秩序之所以能形成，主要靠的是微观上的，无时无刻不在发生的，分布式进行的自发自愿的行为协调，而非对强制的服从。其实，即使是一些小规模的合作秩序，比方说企业内通过合约产生的合作秩序，如果没有个体的自觉遵守，而是完全通过强制监管来达成的话，监管的费用也可以无限攀升，原因就在于，强制这种社会运算对于合作秩序的形成而言运算量可以无限增加！并且，宏观合作秩序的形成需要协调微观上每一个个体的行为，用强制来达成合作秩序的话所需要强制力来控制的可能性会遭遇所谓的组合爆炸，也就是说这时候社会运算量会随着社会的规模指数增长，对于一个宏观社会的合作秩序的形成而言这当然是完全无效的，是不可接受的，它必然会导致社会的崩溃。

最后，通过计划和设计对社会演化算法的实质性偏离，很可能也意味着对从大规模水平流向小规模水平的负熵流的破坏。而没有一股从宏观流向微观个体的负熵流的话，熵就会在微观上产生，换言之，个体的行为在社会的尺度上就会表现为随机混乱，这就从微观上阻止了社会合作秩序的形成。事实上，这股负熵流对于任何局部合作秩序的演化而言都是实质性的，如果破坏了这股负熵流，那任何规模水平上的局部合作秩序很可能都无法走向稳定有序。

综合上面这些理由，我们认为：社会合作秩序总体上应该是社会演化自发产生的，人力只能是这种社会演化的一部分而无法超越出社会演化之外，想单纯地通过计划和设计来得到一个理想化的协调有序的大规模社会也许极其困难。

## 5 Acknowledgements

这篇论文是长期思考的结果，它最初的文字形式可以追溯到2014年5月，最初的草稿和这个最终版本几乎是完全不同的东西，也许只有对于社会秩序如何演化这一条线索可以将论文的不同版本串联起来。对于这些版本的演化，我的朋友Downes有不可磨灭的贡献，许多地方都离不开他的共同讨论，比如关于合作秩序的结构(如图1)就是我们共同讨论的结果。

## References

- [Ct021] 陈童，社会合作秩序的经济学理论(一): 演化规律。
- [Wilson 1983] Wilson, K. G., 1983. The renormalization group and critical phenomena. *Rev. Mod. Phys.* 55, 583.
- [Wilson and Kogut 1974] Wilson, K. G., Kogut, J., 1974. The renormalization group and the  $\epsilon$  expansion. *Physics Reports*, 12(2), 75-199.
- [Georgescu-Roegen 1971] Georgescu-Roegen, N., 1971. *The entropy law and the economic process*. Harvard Univ. Press, Cambridge, MA
- [Friedman 1990] Friedman, M., Friedman, R., 1990. *Free to choose: A personal statement*. Houghton Mifflin Harcourt.
- [Beinhocker 2011] Beinhocker, E. D., 2011. Evolution as computation: integrating self-organization with generalized Darwinism. *Journal of Institutional Economics*, 7(3), 393-423.