

# 重整化群（五）：从重整化群的物理实质到理解生命现象

陈童

这一节纯粹是一点私货，据我所知，这一节的观点在其它地方好像都没见到过，希望对读者有所启发。

首先，让我们重复一下前面的这段话：重整化群实际上是一个关于如何处理多尺度多自由度系统的纲领，重整化变换的物理实质就是积去小尺度的短程自由度，这样的操作之所以起作用是基于两个基本的观察：第一，小尺度短程自由度对于更大尺度的长程物理是有影响的，第二，但是只要合适地选取表达理论的变量，那么这个影响就可以用几个相关参数来概括，几个参数就可以概括小尺度的所有相关信息，至于短程结构的更多细节信息则与大尺度物理无关。因此，通过积去短程自由度你就能忽略小尺度结构的无关细节，得到一个与你所关心的尺度的物理密切相关的有效理论。

重整化群这种处理多尺度多自由度系统的纲领已经被证明反映了凝聚态物理系统和量子场论系统的本质。然而，生命现象也是从无生命的原子分子中呈展出来的，任何有生命的系统都是一个多尺度多自由度系统。但是这种多尺度多自由度系统和传统凝聚态物理或量子场论中研究的系统有所不同，其中一个关键的不同是，凝聚态系统和量子场论系统的大尺度物理都是由小尺度结构决定的，重整化群流只能从小尺度流向大尺度，然而生命系统的典型特征之一是，大尺度可以反过来影响和调节小尺度的结构，也即是说，在生命系统这样的系统中，多尺度之间的相互沟通更为复杂和丰富，因此重整化群的纲领很可能不能完全适用，这里很可能还需要全新的想法！

与此相关的另一个重要不同是，一般来说在重整化群流之下，系统的熵一定是增加的，因为重整化操作本身就意味着不断舍弃小尺度的无关信息。然而，生命系统与此相当不同，当然，在生命系统中从小尺度到大尺度也一定有大量信息是无关而应该被舍弃的，不同的是，在生命系统中许多真正有意思的信息并不是原来就存在于小尺度结构之中，反而正是来源

于宏观大尺度的输入，因此，生命系统的从小尺度到大尺度不完全是一个提取相关信息舍弃无关信息的过程（正是这一点和重整化群有本质区别），它同时还需要相关信息（负熵）的输入（也即是，生命系统总体上要保持在向环境排出更多熵而吸收更少熵的状态）。也许，正是这个相关信息（负熵）的输入使得生命系统的大尺度结构可以反过来调节小尺度结构。归纳来说，在生命系统中存在两个不同的相关信息流向，一个是小尺度的相关信息随着重整化群流流向大尺度的结构，然而，在生命系统中同时还存在一个负熵流，或者说一个反向的相关信息流，它是从大尺度流向小尺度的。生命现象正是这两种相关信息流向共同作用的结果，因此要真正理解生命现象我们也许就必须发展一个处理多尺度多自由度系统的新框架，重整化群和负熵流也许必须同时被包括进这样的框架之中。

在这个系列讲稿的最后这一节，我们花了一点篇幅来讨论重整化群的物理实质和它的可能推广。目的是为了说明，生命系统同样是一个多尺度多自由度物理系统，然而这个系统和我们以前用重整化群来处理的那些系统都有所不同，人们也许需要一个新的框架才能处理生命系统这样不可思议的多尺度多自由度系统。