

负熵

丁有瑚

(石油大学应用物理系 山东 257062)

一、负熵的由来

奥地利著名理论物理学家、量子力学创始人薛定谔 1943 年在爱尔兰都柏林三一学院的讲演稿,整理成了《生命是什么?》一书,于 1944 年出版。在这本书中薛定谔提出了“负熵”概念。他在书中写道:生命有机体“要摆脱死亡,就是说活着,唯一的办法就是从环境里不断地汲取负熵”。汲取了“一串负熵去抵消它在生活中产生的熵的增加,从而使它自身维持在一个稳定的而又很低的熵的水平上”。否则,“一个生命有机体在不断增加它的熵——或者说是在增加正熵——并趋于接近最大值的熵的危险状态,那就是死亡”。生命“有机体就是依赖负熵为生的”。

玻耳兹曼熵 $S = k \ln W$, 式中 W 是热力学系统内部大量粒子因无规则热运动所造成的微观状态的花样数,它是系统内部混乱程度或无序程度的度量。薛定谔认为,既然 W 是无序度的量度,那么“它的倒数 $1/W$ 可以作为有序度的一个直接量度,因为 $1/W$ 的对数正好是 W 的对数的负值,玻耳兹曼方程可以写成这样: $-S = k \ln 1/W$ 。因此,‘负熵’的笨拙的表达式可以换成一种更好一些的说法:取负号的熵,它本身是有序的一个量度”。

二、负熵的意义

表面上看,负熵表达式的引入或推出,只是简单地以 $1/W$ 替代玻耳兹曼方程中的 W , 负熵与玻耳兹曼正熵仅差一个负号而已;但从内涵本质上看,负熵引入了一个与正熵完全相反的概念:正熵的增加意味着事物向着混乱无序的方向发展、是退化的标志;而负熵的增加却意味着事物向着有序的方向发展、是进化的标志,不能简单地认为“负熵仅仅是取负号的正熵”,

这如同“不能认为负数仅仅是取负号的正数”,因为正数若意味着盈利、负数则意味着亏空。

薛定谔用负熵概念解释生命现象,这对于热力学系自发过程熵增加与生物系统“自发”过程熵减小的沟通架起了一座熵概念的桥梁,也为麦克斯韦在 1867 年提出的麦克斯韦妖找到了作用的归宿——麦克斯韦妖是产生负熵的机制。1956 年布里渊提出的“信息与负熵相当”,则把麦克斯韦妖与得到的信息通过负熵相互联系起来。

当今科技前沿领域的激光、超导、混沌、自组织结构等无一不与负熵机制相关联,乃至人类社会组织及宇宙进化的理论解释也需要引用负熵概念。

负熵的独立意义如同负温度、负能量、负质量:不能简单地认为它们仅仅是“取负号的温度”、“取负号的能量”、“取负号的质量”,而是有独具特色的状态与之相对应。例如,负温度状态与激光源物质粒子数反转状态及核自旋系统自旋磁矩与外磁场取向相反的状态相对应,负能量状态与反粒子及反物质世界相对应,“负质量状态与负物质世界相对应”、在宇宙起源的解释上具有一定的理论意义;而负熵的意义是更加广泛的,可以说,负熵概念与机制是自然界(包括生命世界、人类社会乃至整个宇宙)一切有序现象、有序结构及其发展进化的“灵魂与主宰”。

