

# 耗散结构论的经济发展观

汤正仁

**摘要:** 普里戈金的耗散结构论体现了唯物辩证法的基本特征, 具有很重要的方法论意义。它试图把必然性与偶然性、生物学和物理学、自然科学与人文科学重新结合在一起, 是当今科学历史性转折的一个标志。本文试图用耗散结构论对几种主要的经济发展理论——经济成长阶段论、平衡增长论、不平衡增长论、“发展极”论、“二元结构”论、进口替代和出口导向战略论、人力资本投资论、新制度经济发展论作出方法论的解释和评价, 为发展经济学提供一个新视角。

**关键词:** 耗散结构 经济发展 发展经济学

## 一、“耗散结构论”的形成 主要内容和方法论意义

### (一)“耗散结构论”产生的背景

在耗散结构论的创始人普里戈金看来, 统治机器时代的传统经典科学倾向于强调稳定、有序、均匀和平衡, 过程是可逆的; 经典科学的各种假定是以这样的基本信念为中心的, 即相信在某个层次上世界是简单的, 而且被一些时间可逆的基本定律所支配。

传统经典科学的问题在于, 它认为只有永恒的定律才被看作是科学理性的表现, 暂时性仅仅是一种幻影, 没有科学的价值。正因为如此, 西方科学的伟大奠基者们特别强调自然定律的普适性和永恒性, 企图寻求包罗万象的图式, 普适的统一框架。然而, 无论从基本粒子领域、天体物理领域、生物学领域, 还是经济生活、政治生活和社会生活领域, 各个层面都能看到不可逆性、不均匀性、不稳定性、多样性和演化。我们处在一个可逆性和决定论只适于有限的简单情况, 而不可逆性和随机性却占统治地位的世界之中。

在牛顿经典力学基础上发展起来的热力学第二定律, 向经典科学过程的可逆性提出了挑战。1850 年, 克劳修斯首次对热力学第二定律作了表述: 不可能把热量从低温物体传到高温物体而不引起其他变化, 即热传导不可逆。1865 年, 克劳修斯在讨论热循环时引进了熵概念, 进一步表达了这一定律。热力学第二定律指的是这样一条重要定律: 对一个孤立系统来说, 由于与周围环境没有物质、能量和信息的交换, 外部熵流为零, 而内部的不可逆过程使熵产生, 熵增加并趋于最大化, 增加着的熵相当于系统自发地进化, 这些自然过程最终把系统带到对应于最大熵状态的热力学“平衡态”。在热力学平衡态下, 无序性最高, 组织程度最差, 系统混乱度最大。一进入热力学“平衡态”, 便只能维持这种状态, 不能飞跃成为另一种新质状态。热力学第二定律引出了一个极为悲观的结论。美国学者里夫金和霍华德 1981 年出版了《熵: 一种

新的世界观》的著作, 书中宣称, 牛顿的机械论世界观行将消亡, 统治人类各方面的将是熵的定律, 即热力学第二定律。作者把熵增加视作有效能量的减少, 有效能量使用后成为无效能量即“垃圾”, 人类科学技术的迅速发展正产生出比他“创造”出来的“财富”更多更有害于人类的垃圾。人们只有以熵定律作为新的世界观来考察社会生活的各方面, 才能减慢熵的增长和延缓走向“热寂”的速度。该书同 1972 年马萨诸塞理工学院的米都斯领导的 17 人小组向罗马俱乐部提交的《增长的极限》报告一样, 强烈地震撼了西方学术界, 两本著作从不同的角度得出了相似的结论, 前者更从熵作为一种世界观的高度来观察和分析。

### (二)“耗散结构论”的研究对象和出发点

普里戈金的耗散结构理论是建立在对热力学第二定律的研究基础之上的。他的研究将宏观系统分为三种类型。一是孤立系统, 它是与周围环境不产生物质和能量交换的系统, 这种系统的运作服从于热力学第二定律, 其内部宏观状态总是随着时间的持续趋于平衡, 达到完全平衡时, 系统内部宏观状态不再随时间发生变化。二是封闭系统, 它与外界环境交换能量, 不交换物质。总体上看, 其宏观系统近乎孤立系统, 其运行状态从长时期看也遵从热力学第二定律。三是开放系统, 它既与外界交换能量, 又与外界交换物质。开放系统比比皆是, 生物细胞、城市均是典型的开放系统。普里戈金的耗散结构论研究的对象不是孤立系统, 也不是封闭系统, 而是开放系统。他研究的出发点不满足于生命等开放系统的进化是否对应于宇宙的熵增加, 是否符合热力学第二定律, 而是研究能否用热力学来阐明生命等系统自身的进化过程。

### (三)耗散结构论的主要观点

1. “耗散结构”概念。普里戈金用比较通俗的语言表达了他的耗散结构理论的研究成果: “生物和社会组织包含一种新型的结构, 它与平衡结构例如晶体有不同的来源, 要求有不同的解释。社会和生物的结构的一个共同特性是它们产生于开放系统, 而且这种组织只有与周围环境的介质进行物质和能量的交换才能维持生命力。然而, 只是一个开放系统并

没有充分的条件保证出现这种结构。……只有在系统保持远离平衡和在系统的不同元素之间存在着非线性的机制的条件下,耗散结构才可能出现。一个开放系统可能有三种不同的存在方式:第一种方式是热力学平衡态。在这里经过流动已经消除了温度和浓度的差别,熵增加到一个新的较大的值,从而达到了一致。……第二种可能的方式与平衡只有一点微小的差别,只是系统内部的温度和浓度保持有一点小小的不同,因而它保持近于平衡。如果这种对平衡的偏离是足够的小,于是我们可以用对平衡态加上一个小的修正来分析这种系统——因此把这种系统叫做‘线性非平衡态’。然而,对于这种状态,可以表明,系统向近可能靠近分子完全无序的状态运动。因此任何新的结构和组织都不可能出现。然而,对于第三种可能的方式情况变得完全不同,这是在强制力保持一定的值,迫使系统远离平衡时产生的结果。在这种情况下,新的结构和新型的组织能够自发地形成,这叫作‘耗散结构’。”概言之,远离平衡态条件下开放系统通过负熵流的增大形成的有序结构,称之为耗散结构。

2. 耗散结构形成的条件。耗散结构的形成有两个基本的前提条件:一是系统必须是远离平衡态的开放系统。如果系统是孤立系统或封闭系统,耗散结构不可能形成;如果开放的系统处于平衡态或近平衡态,耗散结构还是不可能形成。二是系统的不同元素之间存在着非线性的机制。系统元素之间的线性关系是指一一对应的关系,如元素A的小变化引起B的小变化,A的大变化才能引起B的大变化。如果系统之间是这样一种线性关系,则哪怕是在远离平衡态的开放系统的场合,耗散结构仍然不可能产生。只有在系统的元素间存在非线性机制,即并非一一对应的关系,而是A的小的变化会引起B的大的变化的条件下,耗散结构才可能出现。在生命系统和社会关系中,这种非线性作用可以经常见到。

3. 耗散结构形成的途径——“微涨落”转化为“巨涨落”。涨落是系统的不稳定状态。远离平衡态的系统可以被描述成是有组织的,并非是因为它实现了一个和基本活动不同或超越它们的计划,而相反是因为某个“微涨落”在“恰当时刻”被放大成“巨涨落”,使得其中一种反应途径优于其他许多同样可能的途径。当然,这种“涨落”过程并非必然产生出有序的耗散结构,因为由“微涨落”引起的“巨涨落”在系统进化处于分叉区间会引起不止一种结果,它既可能产生有序的耗散结构,也可能产生更加混乱无序的结构。普里戈金引用了麻省理工学院和瓦丁顿的经典例子。“这倒霉的东西刚好不做它应当做的事!”一个贫民窟的清除计划得出了情况比以前更糟的结果。新建筑吸引大批人到此区域,但如果那里没有足够的工作给他们做,他们仍然很穷,他们的住房甚至会变得更加拥挤不堪。可见,远离平衡条件下通过“涨落”进行的自组织过程,并不是一个必然性和决定的过程,而是相当于偶然性和必然性之间、涨落和决定论法则之间的一个微妙的相互作用。在某个分叉附近,涨落或随机因素起着很重要的作用,而在刚过一个分叉、下一个分叉来临之前,决定论的方面处于支配地位。即系统在临近分叉处,存在着非线性机制,“微涨落”会引起“巨涨落”,而在两个分叉处之间,仅存在线性关系。因此,当在非线性的机制作用下,远离平衡态的系统通过“涨落”形成新的有序结构或耗散结构后,该耗散结构会在

一定时期内处于相对稳定的状态,直至下一个分叉点的到来。

#### (四)耗散结构论的系统发展观

耗散结构论研究的出发点是热力学第二定律所证明的时间的不可逆性。在普里戈金等人看来,热力学第二定律所描述的趋向平衡的发展观与自然界及社会现象中总结出来的由简单到复杂、由低级到高级的发展观并不是对立的,支配这些现象的规律是同样的。所不同的是,前者或是孤立系统,不与外界交换物质和能量,或虽是开放系统,但处于热力学平衡态或近平衡态,外部熵流大于或等于0;后者则是远离平衡态的开放系统,与外界有物质和能量的交换。在这里,普里戈金借用了薛定谔最早提出的负熵流概念,指出,在不违反热力学第二定律的条件下,远离平衡态的开放系统可能通过物质能量交换中负熵流的引入来减少总熵,从而使系统达到一种新的稳定的有序状态,即耗散结构状态。这样,在普里戈金看来,生命系统的进化绝不违背物理学定律,生命和非生命之间没有真正的界限,许多非稳定性中的一种连续性,可以跨越生命和非生命之间的鸿沟,在这里,非稳定性不是一种干扰因素,而是形成耗散结构的杠杆。

“耗散结构”论体现出如下的唯物辩证法特征:第一,联系的观点。“耗散结构”论考虑的是开放系统而不是封闭或孤立系统。开放系统的基本特征是不仅内部元素之间相互联系和相互作用,而且与外在环境发生种种联系,与环境不断交换物质和能量。第二,发展进化的观点。机械论的发展观只有数量的增减和场所的变更,没有质的变化。耗散结构论的发展观则不仅有量的变化(两个分叉点之间),而且量变达到其临界点、分叉点或阈值,即“度”时,量变会引起新的质变,形成“耗散结构”。第三,内因论和外部条件论。耗散结构论虽然重视系统的开放性和从外界的物质能量中引进负熵流,但形成新的有序结构主要依靠系统内在的自组织过程。这充分体现了唯物辩证法“外因是变化的条件,内因是变化的根据,外因通过内因而起作用”的观点。第四,必然性和偶然性的观点。“耗散结构”论认为,在系统的进化过程中,在两个分叉点之间是必然性在起作用,而在近分叉点处,则是偶然性在起作用。

“耗散结构”论具有很重要的方法论意义。普里戈金教授由于在建立耗散结构理论方面的贡献,使他在1977年荣获诺贝尔奖。关于耗散结构论的方法论意义,西方学术界给予了极高的评价。著名未来学家阿尔文·托夫勒在为普里戈金和斯唐热耗散结构论的著作《从混沌到有序》一书写的前言“科学和变化”中写道:“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,使我们重新考虑这些假定。”该书“是改变科学本身的一个杠杆,是促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历史性转折的一个标志。”这本书试图把各个细节重新组装到一起,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。普里戈金和斯唐热认为,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部分。事实上,我们感兴趣的绝大多数

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。生物系统和社会系统是开放系统,用机械论的方法去认识它们是注定要失败的。普里戈金的范式之所以引起人们的兴趣,在于他转向了动荡着的现实世界的那些方面,即不稳定、不平衡、多样性、无序、非线性关系(其中小的输入可以引起大的输出)以及暂时性。因此,耗散结构论“提供了最高的创造功能——它帮助我们创造崭新的秩序。”

## 二、发展经济学的耗散结构论解释

发展经济学是研究欠发达国家贫穷落后的原因、经济发展的战略选择、如何实现经济发展的途径的理论。实质上研究的是落后国家的经济社会系统,怎样才能进化到富裕文明。耗散结构论正是研究系统如何从混乱无序走向有序,形成新的充满生机活力的新结构的。所不同的是,前者是对特殊问题的研究,后者是对一般问题的研究。在以上的分析中我们看到,耗散结构论具有十分重要的世界观和方法论意义。这里,我们试图用耗散结构论对发展经济学的一些理论进行新的解释。

### (一) 经济成长阶段论的耗散结构论解释

普里戈金的耗散结构论,可以为经济成长阶段论提供坚实可靠的世界观和方法论基础。罗斯托的传统社会,可以看作是普里戈金从有序逐步进入无序的系统;为起飞前提,可看作是系统的“微涨落”到“巨涨落”的演化阶段;“起飞”是原有经济系统通过与外界大量交换物质和能量,出现“巨涨落”,使落后的经济系统跃迁到新的经济系统,形成新系统的有序结构或“耗散结构”的阶段,也是不发达经济系统演化的决定性阶段。这一阶段到来的决定性条件,虽如罗斯托所说的是3个,而最关键者则是其中的第二项,即“主导产业部门”的形成。由主导产业引致的新产业结构的建立也就形成了走向发达的经济系统的有序结构或“耗散结构”。随后,经济系统从质变阶段进入了新的“走向成熟”、“大规模高额群众消费”的量变阶段。在这些新的量变阶段,经济系统可能会从形成耗散结构时的“远离平衡态”逐步走向平衡,从新的有序逐渐进入新的混沌状态。这并非危言耸听。20世纪70年代以来世界范围内敲起的“人口爆炸”、“环境污染”、“资源耗竭”的警钟逐步证实了这一点。其中的“环境污染”和“资源耗竭”问题,主要是由发达经济系统的大规模生产和消费引起的。而当人们进入“追求生活质量”阶段时,又可能会使经济系统形成新的有序结构或“耗散结构”,这种新结构必须依靠实施可持续发展战略才能形成。

### (二) 平衡增长战略的耗散结构论解释

“平衡增长战略”的理论基础“贫困恶性循环论”,是热力学第二定律在经济领域的具体写照。由于不发达经济往往是封闭系统,封闭系统与外界没有物质和能量的交换,没有负“熵”流入,系统内的“熵”产生不断增加,使不发达经济系统不断接近混乱无序状态,陷入“贫困恶性循环”境地。按耗散结构论的观点,从混沌到有序,必须满足系统开放、远离平衡态和系统各要素间的非线性作用三个条件。然而,以“大推进”为特征的平衡增长战略的主导思想则是依靠国内市场,不是开放而是封闭;“大推进”,一开始就是齐头并进、平衡增长,企图一下子从不发达的平衡系统跃迁到新的平衡系

统,而不是首先造成远离平衡态的条件;同时,平衡增长的“大推进”,从作用机制上看,不是小的投入引起大的产出的“微涨落”转变为“巨涨落”的非线性作用机制,而是企图用高投入带来高产出的线性作用机制。而高投入正是不发达经济系统尤其是封闭系统最不可能得到的。这正是“大推进”平衡增长招致失败的根本弊端所在。

### (三) 不平衡增长战略的耗散结构论解释

不平衡增长战略较好地体现了耗散结构论的主要思想。不平衡增长论者关于经济发展过程,不同部门之间、不同企业之间不是平衡的,以相同的速度发展,而是有快有慢的思想,关于一些部门的投资和产量在一定时期内快于另一些部门的思想,体现了形成耗散结构需要系统远离平衡态的主张。关于经济发展过程通常由于少数企业带动的思想,关于集中有限资源投资重点部门、通过“主导部门”的前、后向联系效应直接或间接带动整个经济发展的思想,体现了耗散结构论的系统各要素间相互作用的“非线性机制”,由“微涨落”引进“巨涨落”的作用过程,从而带动系统从原来的无序状态跃迁到新的有序结构或耗散结构的思路。

### (四) “发展极”论的耗散结构论解释

从耗散结构论的观点看,“发展极”其实就是一个不发达经济系统跃迁到一个新经济系统所形成的“耗散结构”的雏型。“发展极”作为“吸引中心”和“扩散中心”,与其周围环境的关系是远离平衡态条件下的非线性作用关系。是否建立“发展极”是不发达经济系统能否在进入“分叉”区间后形成耗散结构的关键。不能建立“发展极”,“微涨落”仅仅在原有经济系统的平衡区间上下波动,难以打破不发达经济系统的平衡。只有在建立“发展极”的过程中,才能打破原有平衡,形成远离平衡的态势,从而通过“创新”企业和企业家产生的“微涨落”带动“群随企业”的出现而形成经济增长过程的“巨涨落”。最后完成旧系统到新系统的跃迁。

### (五) “二元结构”论的耗散结构论解释

“二元结构”论的第一个基本假定,即不发达经济中存在着先进的城市工业部门和落后的农村农业、手工业部门,构成了不发达经济系统的远离平衡态;第二个基本假定,即农业劳动生产率很低,存在大量的隐蔽性失业,农业劳动的边际生产率为零,指出了农业部门处于一种混乱无序的状态,不发达经济的这种“二元结构”;城市现代工业部门是引导系统跃迁到具有耗散结构的新系统的主导部门。在市场经济条件下,由于市场价格机制和供求机制的作用,落后的农业部门中劳动力价格便宜,收入水平低,劳动者贫穷,而城市中工业劳动者的工资水平较高,劳动力会从农业转入工业,形成劳动力的“涨落”。劳动力的“涨落”也意味着产业的“涨落”和兴衰,意味着工业的逐渐兴起,与此同时,农业劳动边际生产力为零的状况,并不因农业劳动力向工业的转移而使农业衰落。随着工业利润的大量增加引起大量资本的积累和投资,对劳动力的需求量也同时大量增加,大批农业劳动力迅速转移到城市工业部门,使不发达经济系统从原来的缓慢发展转变为加速发展,由“微涨落”转变成为“巨涨落”,使长期占统治地位的传统农业让位于现代工业部门,完成不发达经济系统向新的充满生机与活力的“耗散结构”的跃迁。同时,现代工业部门的兴起除吸收完农业部门的剩余劳动力,还通过物

资和技术的供给提高农业劳动的生产率,完成不平衡的“二元结构”向新的平衡的一元结构的过渡。

#### (六) 进口替代和出口导向战略的耗散结构论解释

本质上说,进口替代战略是一种封闭型发展战略。它虽有已经形成的国内初级产品市场,也可利用国内农副产品和初级原料的出口换取收益来发展本国农副产品等非耐用品的加工以及实行高级进口替代,发展耐用消费品的加工。但是,这种立足于国内资源和国内市场的封闭型发展战略,由于不能大量与外界交换物质和能量,生产成本低,价格高,产品质量差,消费者所得实惠不多,很快受到国内市场饱和的限制,又会重新进入经济系统的混乱无序状态,很难形成充满生机和活力的新的有序结构或“耗散结构”。因此,进口替代战略虽在一个市场容量大的国家的一定时期内会在一定程度上促进经济的发展,但在资源和市场较小的国家则会很快进入混乱无序状态。较大市场、较多资源的国家也只不过延缓这种无序状态的进程而已。至于与之相对的出口导向战略,则是另外一番景象。外向型发展战略首先将经济系统看作是一个开放系统,与其他经济系统相比较,这个系统既具有自己的比较优势,也具有自己的比较劣势,是一个远离平衡态的系统。它通过生产自己具有比较优势的产品,与其他经济系统具有比较优势而自己仅有比较劣势的产品相交换,在这种大进大出的物质、能量交换过程中,吸收负熵流,使负熵流大于熵产生,从而减少总熵的量,降低经济系统的混乱无序度,提高有序度,形成新的耗散结构。应当指出的是,如果选择初级出口导向战略,有可能出现贸易条件恶化状况:虽然出口的农副产品和原材料数量增大了,但由于这些产品的需求弹性小,供应量的较大增加造成价格大幅度下跌,出口同量的初级产品能换回的其他制成品更少。如果这种贸易条件的恶化超过一定幅度,则不发达经济系统在与外界交换物质和能量的过程中就不是引进负熵流,而是引进正熵流,从而进一步加速了系统的熵增加即混乱无序的进程。因此,不发达经济系统选择的出口导向战略,如果最初选择初级产品出口导向,则经过一段时间后要尽快转向为次级产品出口导向战略。次级产品即工业制成品或劳务,这类产品的需求弹性较大,贸易条件不易恶化,在与外界的交换过程中一般总是吸入负熵流,因而能够促使系统形成耗散结构,走向新的有序。

#### (七) 人力资本投资论的耗散结构论解释

初一看,耗散结构论与人力资本投资理论似乎不搭界,没关系。认真思考则不然,二者之间关系密切。不发达经济为什么要进行人力资本投资?原因是输入不发达国家的资本往往以建筑物和设备的形式存在,而这些资本的使用效益差,不发达国家对它们的吸收能力差。吸收能力差又主要是因为不发达国家劳动者的素质差,从而需要进行人力资本的投资。从这样一条思路中,我们至少可以看到这样几点:第一,这里的不发达经济是一个开放系统;第二,这个开放系统与外界环境不断交换着物质能量;第三,在物质能量交换过程中吸收进来的物质资本难以形成“非线性作用”机制,即“微涨落”只导致“微涨落”而没有带来“巨涨落”,不能打破原有的平衡造成远离平衡的态势,从而难以使原有不发达经济系

统出现耗散结构而跃迁成为新的经济系统;第四,为使系统摆脱无序状态,使不发达系统在与外界交换物质能量过程中的“微涨落”带来“巨涨落”效果,形成新的有序结构,必须改变劳动者素质不适应引进的物质资本的状况,向人力资本投资。因此,人力资本投资理论已经更具体到系统内部各要素之间的相互适应和相互作用方面。

#### (八) 新制度经济发展理论的耗散结构论解释

20世纪80年代以来,发展经济学进入了由新制度经济学主导的新阶段。新古典经济学在无制度背景下对经济活动的纯粹研究“以一种水晶般明彻的思路,构造了一个与理论物理学相媲美的理论经济学体系”。然而,世界各国经济发展呈现的巨大差异清楚地表明,新古典经济学对经济发展尤其是发展中国家的经济发展的解释是苍白无力的。在新制度经济学看来,对经济发展过程起着决定性影响的正是新古典经济学舍象掉的制度性因素。同样的生产要素在不同国家经济绩效会出现巨大差异,从根本上讲,是由不同的制度安排所决定的。制度创新对经济发展的决定作用表现在以下几方面,一是通过确定规则提高信息透明度,使各经济主体对其他经济主体的行为反应能作出准确预见;二是通过产权界定塑造发展动力,使各经济主体的个别努力转化成私人收益率与社会收益率相等的、为经济发展所需的活动;三是通过正规法令规章和非正规的行为准则、道德规范和社会习俗影响市场机制的配置效率;四是通过为财产权利和知识产权提供保护,促进企业家的涌现和技术的创新。总之,有效的制度安排和经济组织提供了一种将个体的经济努力变成社会经济发展活动的一部分的机制,能够大大降低交易成本,提高经济活动的效率。当把耗散结构论与新制度经济发展理论联系起来思考时,我们发现,新制度经济学突破了新古典经济学的封闭研究方法,把制度创新理论扩展到经济、政治、社会和意识形态等方面,用开放式的方法研究一国经济发展的开放系统。其制度创新思路的目的在于,在与外界不断交换物质、能量和信息过程中,提供一种高效的变换机制,这种机制亦即由“微涨落”转换成为“巨涨落”的非线性作用机制。这种机制也就是不发达经济系统形成“耗散结构”的自组织机制。正是这种自组织机制的出现或通过制度创新形成高效的制度安排,才能完成不发达经济系统向发达经济系统的跃迁。

#### 注释:

普里戈金:《复杂性的进化和自然界的定律》,载《自然科学哲学问题》,1980(3)。

普里戈金、斯唐热:《从混沌到有序》,中文版,252、6、7、25页,上海,上海译文出版社,1987。

熊彼特:《从马克思到凯恩斯十大经济学家》,中文版,39页,北京,商务印书馆,1965。

邹薇:《经济发展理论中新制度主义思路的兴起与发展》,载《经济评论》,1998(2)。

(作者单位:贵州行政学院 贵阳 550028)

(责任编辑: N)