文章编号：2095-1663(2013)02-0009-04

基于协同学理论的高校协同创新机理研究

林　　涛

（暨南大学发展规划处，广东 广州　510632）

摘　要：本文在探究协同学基本理论的基础上，从序参量、控制参量和自组织演化等方面分析了高校协同创新的内在机理。研究表明，高校协同创新系统是不同创新子系统和系统内部各要素相互作用，形成以高校、科研机构、企业等为序参量的有序集合，其中，非线性作用是高校协同创新系统要素耦合的根本动力，随机涨落是高校协同创新系统的基本效应。

关键词：协同学；高校；协同创新；机理

中图分类号：G646　　**文献标识码**：A

一、引言

胡锦涛同志在清华大学建校 100 周年的讲话中强调，高等学校特别是研究型大学，既是高层次创新人才培养的重要基地，又是基础研究和高新技术领域创新成果的重要源泉，要积极推动协同创新，通过体制机制创新和政策项目引导，鼓励高校同科研机构、企业开展深度合作，建立协同创新的战略联盟，促进资源共享，联合开展重大科研项目攻关，在关键领域取得实质性成果，努力为建设创新型国家作出积极贡献[1]。尤其随着 2012 年国家“高等学校创新能力提升计划”（即“2011 计划”）的启动，协同创新将是国家当今乃至未来发展的主旋律。然而，任何事物要取得有序的可持续发展，都必须遵循一套内在机理，诚如北京交通大学校长宁滨教授所说，协同创新有其固有的特征和规律，有赖于科教资源网络中多种要素的组合，创新链条上多个环节的衔接，服务体系中多元主体的协同[2]。因此，基于协同学理论去探究高校协同创新的内在机理，无疑具有重要的现实意义和理论价值。

二、高校协同创新的理论基础：协同学

协同学是系统科学的一个重要分支，源于希腊文，意为“协调合作之学”[3]，是由联邦德国著名物理学家赫尔曼·哈肯于 20 世纪 70 年代初创立的一门新兴综合性学科理论。它以系统论、信息论、控制论、相变论等现代科学成果为基础，吸取了结构耗散理论的大量成功经验，采用统计学和动力学相结合的方法，研究系统在涨落和非线性作用下产生协同效应，从而自发形成时间、空间和功能的自组织有序结构[4]，揭示了各种系统从无序到有序转变的共同规律。简而言之，协同学所指的“自组织”是指一个系统在内在机制的驱动下，自发从无序向有序、从低级有序向高级有序方向发展的过程；“相变”指从一种稳定组态跃迁到另一种稳定组态的现象和规律；“涨落”指在环境条件的影响下，反映系统宏观量的

收稿日期：2012－08－05

作者简介：林涛（1981—），男，广东湛江人，暨南大学发展规划处助理研究员，博士研究生.

基金项目：本文系国家教育部人文社科研究一般项目“创新与标准竞争融合研究：机制、路径与能力构建”（编号 09YJC630101）和广东省教育科研“十一五”规划 2011 年度研究项目“南方教育高地建设的策略研究——以资源共享为视域”（编号：2011TJK298）的阶段成果.

瞬时值经常偏离平均值而出现的起伏现象;“序参量”指使系统从无序趋于有序过程中起关键作用的宏观要素,“控制参量”指使系统从无序趋于有序过程起影响作用的内在机制和环境因素。

图 1 表明,控制参量对序参量具有控制和导向作用,其变化将形成一种内在机制和驱动力量,促进系统的相变运动,放大系统的涨落效应,并促使系统在平衡态和非平衡态的反复循环中趋于高级有序。序参量则反映了系统宏观有序的程度,主导着系统自组织由低级有序向高级有序演化。

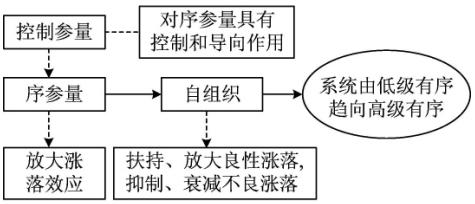

图 1 系统的有序过程及其关联性[5]

三、高校协同创新的内在机理分析

(一)高校协同创新的协同学剖析

高校协同创新系统是由系统内的子系统(高校、科研机构、企业等)和各要素(人才、知识、技术、信息、资金、设备等)以及它们之间的关系流所构成;它依赖于创新系统中不同创新主体的相互共生共享,植根于要素维、时间维和空间维的协同增效过程。基于协同学理论剖析高校协同创新的内在机理,首先要从系统论中的要素与要素、要素与系统、系统与环境等关系流和开放性、复杂性、关联性、动态平衡性、时序性、涌现性、非线性等基本特征入手。

1、高校协同创新系统是一个具有复杂性的开放系统。说它具有复杂性,是因为从系统的要素构成来说,它是由高校、科研机构、企业等多主体要素的多维子系统构成,每个要素又嵌套多个次级要素,且它们之间的关系呈现非线性特征。说它是开放系统,是因为它不仅植根于外部环境之中,而且与外部环境不断发生知识、信息、资金、人才、技术等交流,并且在输入和输出过程通过对创新要素的整合,使高校协同创新向有序方向完善和发展,并始终处于开放状态之中。

2、高校协同创新系统处于远离平衡状态。协同学两大核心作用就是协同和竞争。协同增效根源于系统中创新主体以及要素的互补性和共生性,但受系统外部环境的激励机制以及内部战略导向、组织文化、价值观念、目标诉求等要素差异性的影响,系统始终处于一个远离平衡的状态中,而不平衡的结果,就是通过调整控制参量,优化系统结构,整合创新资源和创新要素,增强协同创新的动力,驱使系统从远离平衡状态趋于近平衡状态,在反复的钟摆运动中,系统将日臻完善和有序。

3、非线性作用是高校协同创新要素耦合的根本动力。高校协同创新系统是一个高度复杂的相互依赖的自组织系统,其整体行为和功能并不是子系统行为和功能的简单叠加。在子系统的相互作用和耦合过程中,个别要素或微量的变化对其他要素或变量的影响是不成比例的,甚至是不可预测的。其关键在于建立起正负反馈回路,增强高校协同创新系统的自适应性和自协调性,系统整体、创新主体、创新要素与环境变量之间的非线性作用,将加速系统内创新要素的耦合,产生系统整体的协同效应,形成要素-主体-环境的协同创新机制。

4、随机涨落是高校协同创新系统的基本效应。“随机涨落”指在环境条件的影响下,反映系统宏观量的瞬时值经常偏离平均值而出现的起伏现象。高校协同创新系统与环境之间的相互作用以及系统内部的相互作用,可能会引起某一变量的涨落,当这种涨落达到临界点时,就会产生正反馈回路,促使整个系统形成放大涨落的效应。例如,高校原创性研究成果的重大突破、企业重大专利的市场转化、国家政策的变革等,都会导致协同创新系统产生放大涨落效应。当系统要素在非线性作用下,促进高校协同创新系统产生协同增效的涨落,称为“良性涨落”;反之,则称为“不良涨落”。因此,应该以激励机制为手段和动力,激活创新主体的竞争活力,放大创新要素的涨落效应,从而促进高校协同创新系统趋于良性涨落。

(二)高校协同创新的序参量

根据协同学理论,序参量是微观子系统集体运动的产物、合作效应的表征和量度,是系统演化程度的宏观表现,支配着各子系统的行为,并主导着系统的有序演化。在系统的相变过程中,把握了序参量的变化,就抓住了系统演化的本质和进程。

高校协同创新系统是由高校、科研机构、企业等多主体要素的多维子系统所构成,而各子系统也是由许多创新要素所组成的。在初始状态时,各子系统相对独立行动,难以形成整体系统的协同效应,不能形成序参量;随着子系统和创新要素的不断相互作用和影响,系统一旦达到某一临界点时,子系统就会形成长程关联,协同效应日趋明显,序参量也就会

形成。根据哈肯运用寻求序参量的方法，即绝热消去方法，消去快驰豫参量，剩下的少数慢驰豫参量就是系统演化的序参量[6]。具体而言，在协同和竞争的矛盾性演化过程中，高校协同创新系统逐渐形成以高校、科研机构、企业等为序参量的有序集合。而根据役使原理，少数几个慢变量组成的稳定模决定了系统的有序结构。同时，各子系统也会产生一些序参量，例如在高校子系统里，学术领军人物、创新精神、团队协作能力等也逐渐形成序参量。在系统演化过程中，在不同演化阶段，不同创新子系统的创新要素所起的作用有所不同。随着各创新子系统和创新要素的不断竞合，最终形成系统的主导序参量，即“协同增效”，它将主导着系统的宏观发展方向，体现了系统协同运动的有序程度，并支配着子系统的行为。由此，高校协同创新最终是由协同增效这一序参量支配、主导着高校协同创新系统从有序状态演化（如图2所示）。总而言之，通过构建序参量演化模型来“界维”和“降维”，有利于宏观把握高校协同创新系统的有序演化。

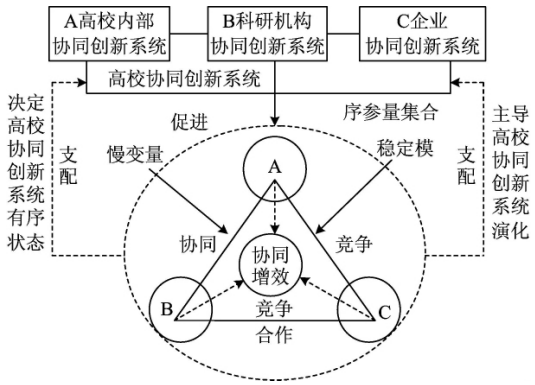

图2　高校协同创新的序参量

（三）高校协同创新的控制参量

协同学理论表明，控制参量是指影响系统从无序到有序的内在机制和外部环境因素，其作用决定了系统能否发生相变，以及推动系统远离平衡态或趋近平衡态的外在动力。

就高校协同创新系统而言，高校和科研机构作为知识系统中的原创知识的生产主体，侧重于基础研究和追求科研成果产出，而企业作为经济主体，侧重于科研成果转化和追求市场效益。可以说，高校与企业之间先天就存在知识势差和目标差异性。况且，创新主体在战略导向、组织文化、价值观念、学习能力等方面也存在很大差异。此外，知识产权保护机制、利益分配机制、信用机制、沟通协调机制等的尚未建立健全、创新主体和要素之间存在的差异性和各类机制的缺失，将会导致产生远离平衡的“熵”结构系统，内部矛盾和摩擦也难以避免。而这种矛盾和摩擦力的大小，跟要素差异的可纠偏性、要素互补性和共生性、外部环境稳定性等密切相关。随着竞争和摩擦的累积，系统将开始偏离平衡状态（如图3所示）。因此，为了减少摩擦和增强创新增值的动力，就必须调整系统的控制参量。由此，需要构建良好的协同机制，不断调和内部要素的差异性；需要不断解放思想和更新观念，推进创新文化的共享；需要创新组织结构，建立与协同创新相匹配的柔性无边界组织；需要建全利益分享机制，以公平的利益分配链条紧密联接参与的各方创新主体；需要构建系统内创新主体和创新要素之间的信任机制，并加强彼此的沟通和合作；需要构建协同创新联盟知识产权保护体系和激励机制等。

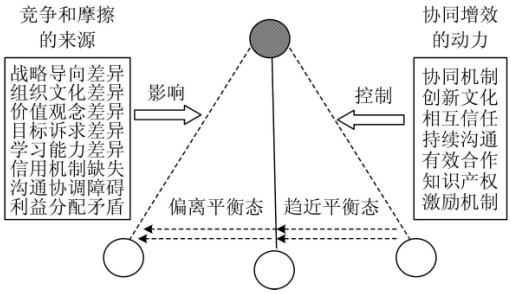

图3　高校协同创新的控制参量

（四）高校协同创新的自组织演化

根据协同学理论，开放和非平衡态是系统自组织形成的前提条件，非线性作用是系统形成自组织的根本，随机涨落是系统自组织形成的基本效应。在控制参量的影响和序参量的支配下，通过放大涨落效应和非线性作用，系统从无序走向有序，达成自组织的演化。

如图4所示，在协同机制、激励机制、社会需求、国家政策等外部因素作用下，随着创新子系统和创新要素的相互协同和深度融合，逐渐形成系统的序参量，通过序参量的主导作用，最终形成一定的自组织结构，通过发挥放大涨落的基本效应和非线性机制的作用，促使高校协同创新系统从无序转变为有序，从低级有序演化为高级有序。具体而言，首先要增强系统的对外开放，引入负熵能力，主动引进国外先进办学理念，加强对外教学科研的合作和交流，大力引进国内外高层次创新人才，积极拓宽办学资金筹措渠道；构建系统的非平衡机制，克服和打破创新

子体各自为政的局面，创建协作型、互助型、学习型的创新平台以及创新利益分配和激励机制；放大系统的涨落效应，如鼓励学术争鸣，鼓励大家多出新创意、新思路，同时要因势利导，认真研究和把握社会需求和国家政策变动所带来的新机；发挥系统的非线性作用，改革以条块分割为特征的线性管理体制和机制，建立交叉融合的动态网状结构，实现系统内人才、技术、信息、知识、资金等要素的流动，整合和优化创新资源，形成协同增效的自组织动力。

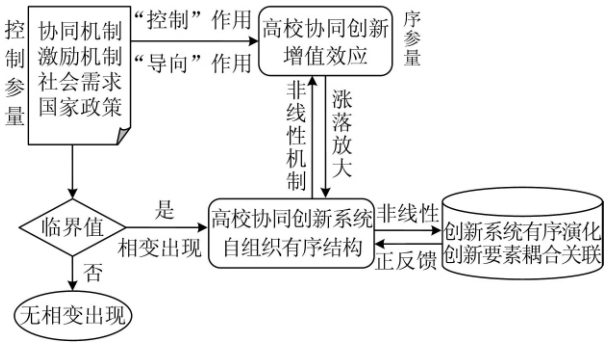

图 4 高校协同创新系统自组织演化过程

协同学理论阐述了创新子系统和创新要素之间的相互关系，并促使整个系统产生单个系统不具备的新结构和功能，使之呈现出“1＋1＋1＞3”的协同效应。伴随着涨落效应，在控制参量和序参量的共同作用下，高校协同创新系统内各创新主体将形成全面依赖的关系结构，并构建彼此耦合关联的关系，从而放大协同效应，促进系统的高级有序演化。

通过系统的自适应、自创生、自优化等过程，形成系统自组织协同机制和“差序化格局”，这是实现系统持续性协同增效的关键。由此，要做好高校协同创新系统的顶层设计，制定整体实施路线，明确各方定位，明晰各方职责，确定具体分工，通过调整控制参量，发挥序参量的主导作用，促进系统结构的“熵”形成多重互补性和创新主体之间关系的可达性，提高自组织正反馈能力，促进系统高级有序演化，形成自组织协同的长效机制，保证系统局部和整体的协同增效保持一致。

四、结语

本文引进协同学中序参量、控制参量和自组织演化等理论，探讨了高校协同创新系统的内在机理。研究指出，高校协同创新系统内不同的创新子系统间以及系统内各要素的耦合关联和非线性作用，促进了高校协同创新系统趋于自组织的有序演化，最终实现了协同增效。由此，通过以协同学为理论基础，探索高校协同创新的内在机理，将有利于促进高校、科研机构和企业全方位的深度融合，形成一种自组织的协同创新机制，有利于整合创新资源、提高创新效率、降低创新成本，以及促进高校协同创新能力的可持续发展。

参考文献：

[1] 胡锦涛. 在庆祝清华大学建校 100 周年大会上的讲话[EB/OL]. [2011-04-24] http://www.gov.cn/ldhd/2011-04/24/content_1851436.htm.

[2] 宁滨. 全力推进协同创新 服务经济社会发展[J]. 中国高等教育，2011，(17).

[3] 赫尔曼·哈肯. 协同学-大自然构成的奥秘[M]. 凌复华，译. 上海：上海译文出版社，2005：123-124.

[4] 赫尔曼·哈肯. 高等协同学[M]. 郭治安，译. 北京：科学出版社，1989：23-54.

[5] 邹辉霞. 供应链协同管理-理论与方法[M]. 北京：北京大学出版社，2007：33.

[6] 黄小寒. 世界视野中的系统哲学[M]. 商务印书馆，2006：40.

Synergism-based Analysis on the Mechanism of Synergic University Innovation

LIN Tao

(*Development and Planning Department, Jinan University, Guangzhou, Guangdong* 510632)

Abstract: Based on the theory of synergism, this paper analyzes the inherent mechanism of synergic university innovation in light of the order parameters, control parameters and self-organizational evolution. It shows that order parameters such as universities, research institutions and industries are synergistically organized among various innovation subsystems, with interactions of elements within the systems. The nonlinear effect is the fundamental force to combine the elements in the system of synergic university innovation and random fluctuation is a primary effect.

Keywords: synergism; university; synergic innovation; mechanism