从系统科学看教育创新的机制

曹 正 善
(四川师范大学 教育科学学院,四川 成都 610068)

摘要:教育创新既是知识经济下的教育适应性转型,也是教育系统内根本性的整体革新。因此,可以用复杂系统的进化原理,即开放系统的原理,功能决定结构的原理,协同作用的原理去分析系统结构进化的机制,在这些基本原理的指导下,教育创新即是为增强教育的预期性和参与性而实行的教育开放、教育行动与教育协同,是对教育的生态控制。

关键词:教育创新;教育开放;行动导向;协同
中图分类号:G40 - 032 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-5315(2003)04-0116-06

教育创新是知识经济条件下的教育适应性转型,其革命性意义在于强调教育观念、教育体制、教育活动、教育内容、教育方法、教育评价等的全面而彻底的变革。就教育改革本身的意图而言,主要是为修正现有教育政策运行中的各种失误,调整教育不适应社会环境变化的结构,优化和完善现有教育系统的内在结构,逐步实现教育的理想。教育创新在本质上是一种深层次的教育改革,是教育系统内部结构的进化,因此必然服从系统进化的基本原理。系统科学以自然科学的研究为基础,清晰而明确地解释了世界万物演化的总体规律,即通过开放从环境中引进负熵的有序,通过涨落使系统远离平衡态的有序,通过内部要素相互竞争的有序。本文以这三个基本原理来剖析教育创新的基本机制。

一 开放教育系统,引导教育创新

我们所在的教育是一种既存状态的教育,这种既存状态的教育是由不同层次和类型的学校,形形色色的专业及其学科,以及各种教育环境资源等多层次的不同要素形成的系统,虽然它们统一在国家教育的整体范畴之中,然而,像其他复杂的系统一样,这些要素一旦生成,就有着自己的能量,就有自己的运行方式。如果我们鸟瞰教育内部的各种要素的运动,当会发现他们更多的是以自己的方式在运动着,其运动基本上是随机的,从而难以用某种确定的路径或模型等确定性方法来描述这一实在系统的运行形态,而只能用概率统计的方式来描述。系统科学把这样的状态称为无序状态,熵是描述这一不确定状态的物理量,它与系统的具体构成无关,而只与系统要素运动的概率分布有关,实际上是概率的平均数。熵基本上是无序状态的量度,按照思维的辩证法,实际上也是有序的量度,熵越大,系统就越无序。在系统要素以等概率形态存在的情况下,系统最无序,反之,系统有序程度就增加,因此,系统的有序实际上是熵的减少。

熵与系统并在,而系统在与不在取决于系统所指向的对象,一般地认为如果某一实在是由许多具体可见的要素构成的,就可以作为客观实在的系统。因此,教育作为系统而存在实际上首先是指教育是由各种实实在在的物质体构成的,其次教育是不是系统还取决于研究者的世界观,只有当研究者觉得

收稿日期:2003-01-14
作者简介:曹正善(1965—),男,湖南省宜章县人,四川师范大学教育科学学院副教授,教育学硕士。

把教育视为系统有利于解决问题的时候，才把它作为系统来对待。历史告诉我们，把一个研究对象视为一个系统，往往意味着所要研究的问题是很复杂的，答案是多元的，其结果是不确定的，是用分析的方法无法解决的，把对象视为系统决不是解决所有问题的灵丹妙药，这已是20世纪90年代初期对早期的“系统热”的反思中被证明了的。教育一旦被认为是一个系统（不论是实在的还是观念的），就有了相应的熵，就必然要服从熵的规律。所谓熵的原理是指在一个封闭系统里，熵将不断增加，并最终达到最大值，即系统将达到最无序的状态。

教育创新是教育的根本性变革，其核心直指教育系统的内部结构，其目的是优化教育结构，也就是促进教育结构的有序化。根据熵的原理，如果我们把教育视为一个封闭系统的话，它所引来的只能是教育系统更大的无序。因此，开放是系统有序的必要条件。系统有序实际上是熵的减少，使熵减少的直接途径是从环境中引进一个负熵，如果系统的熵是一个常数的话（实际上，只要系统一旦稳定下来，其熵就是一个常数），其总的熵自然就变少了。

教育在实际形态上是开放系统，不论教育研究者还是教育实践者都认为教育与社会有密切的联系，但是就实际做法而言，却又是另外一回事，现在不是有不少学校以实行全封闭管理为自身的特色吗，有不少教师不是以知识足够而自居吗，有不少学生不是难以与他人和谐共处吗，这些想法和做法实际上是教育封闭的写照，这种心理不仅难有创新，从根本上说是没有出路的。何况开放是具有无限意义的，这与系统的原理有关，因为系统往往与特定边界相联系，从最小的微粒到广袤的宇宙都属于系统的范畴。就教育的情形看，其开放不仅是向本地域的社会系统开放，也向异域的社会系统开放，不仅向社会开放，也向自然开放，不仅向全地球开放，而且还向外星球上的人（如果有的话）开放，因此开放总是相对的，具有空间的无限性和延展性。

开放是而且仅仅是教育有序进化的必要条件，说明教育开放可能带来教育的有序进化，也可能带来教育的无序和退化，这主要取决于教育系统是否能够从环境中吸收有利于自身的信息，即负熵。因此，教育系统对环境刺激的选择力将具有特别的重要性。尽管对教育创新有各种各样的理解，但是从“创新性学习”的原创者之本意而言①，“创新性学习”主要是指为发展人的应变力为基本特征的学习。应变力即是对变动不居的环境的适应力，它是由预见力、创造力和参与力合成的。教育创新是为增强教育灵活应对社会环境变革和未来社会需求而进行的变革，其目标是预见未来社会的发展前景，使教育成为引领未来的先头兵，创造人类的新文明，使教育成为新型生活方式的奠基者，和平新生活的创造者，使教育成为文化融合的主力军，教育创新是“面向未来、面向现代化、面向世界”的行动。

教育创新必须依赖于教育开放，而使教育系统进化的开放又依赖于正确的决断，否则教育系统将彻底地异化变形，这是由熵的第二定律（热力学第二定律）决定的。熵的第二定律表明，能量总是从能量集中化程度较高的状态转移到能量集中程度较低的状态，直到平衡为止，这是一个不可逆转的过程。如果这一过程延续到一定的时间，系统结构将发生彻底的变化，就再也难以回复到原来的状态。如果要回复到原来状态，所花费的能量将是无穷大，罗素把这一现象称为自然界的“民主过程”[1]（35页）。罗马俱乐部就这一问题做了深刻的阐释，人类以史无前例的科学技术成就和社会生产力而自豪，但却为此付出了过高的社会、生态的代价，甚至被诱而使人类忘记了作为健康社会的基础——生活质量、价值的与道德的东西。现代人虽然在其他许多方面高度发达，却并不能充分理解正在做的事情的意义和后果，不能充分理解在自然环境中和在自己状况中造成的危险性变化，因而除了改善人的素质外，就没有扭转全球局势的其他出路。学习之路，是形成一个人类更好未来的灿烂之路。

在《学无止境》中，他们指出，“学习意味着对于知识、对于生活的接近，它强调主动精神，它包括获得和实践为生活在一个变化的世界上的人所必需的新的方法、新的技能、新的态度和新的价值，学习是预备处理新的情况的过程。”显然这种学习不是传统意义的学习，而是一种变革的学习，即创新性学习，这是准备个人和社会同新情况、尤其是同人类自身所创造的情况相一致的活动的必要手段，是解决任何全球性问题的不可缺少的前提。“革新的学习是一种预期性学习，它强调未来时态，其目的是让人类预测未来的灾难而慎重考虑当前的行为，反思人类固有的发展模式。预期是预测未来而反思现在，以使自己参与到解决问题的行列中去。因此，创新

性学习又是参与性学习,参与是学习的目的,参与是世界在空间上联合成为一个整体"[2](499—500页)。

从以上意义来理解教育创新,就是要增强教育的未来感,强化教育预期的价值和意义,增强教育的责任感,强化教育在参与解决人类问题中的作用。

二 强化教育行动,促进教育创新

通过开放引入负熵使系统结构进化在方式上可能存在多种形态,大体上说可以分为突变和渐变两种。突变是系统在环境中寻找到了一种新型的结构并以此彻底替代原来的结构,如全面引进国外私立学校的办学模式对一些公立学校作彻底的改组。这种突变具有革命性的意义,见效快,但是因此而带来的问题和风险也很大,因此比较稳妥的方式是渐变,即通过开放引入激发系统变化的刺激,通过局部的变化来逐渐达成彻底的变化。

处在开放系统中的教育,无时无刻不受到来自于环境的冲击。面对环境的冲击,教育必须也必然会对环境作出反应,而这些反应从形式上看主要有两种,即如果这种冲击与教育原来的经验相协调,或者经过教育系统的处理后与教育结构相一致的话,教育就会用原来的经验来处理这种冲击,教育系统就不会发生结构上的变化。从认识的角度看,可以把这种反应视为"同化"效应。如果这种冲击与教育原来的经验不相协调,而这种冲击又难以避开,教育将不得不采用新的行为方式来处理它,而新的行为方式必然要求新的结构来调节,这样必然带来教育结构的变化,即最终形成新的教育系统结构,由此而呈现"顺应"效应。由于教育系统在环境中有两种形式的反应,从而引导着教育与环境的相互适应,在教育与环境的适应性调节中,后一种反应是引导教育结构变化的根本机制,实际上是系统的自组织作用所产生的效果。用系统科学的语言来说,即是环境微弱的扰动(涨落)先引起系统活动方式即功能的变化,而功能的变化引起系统结构的变化,变化的结构则需要新的或者更大的涨落,如此循环,最终导致系统结构的根本性变化。

自组织机制是系统逐渐进化的基本机制,是系统最基本的学习过程,它显示了功能性行为如何引起结构改造的基本原则。实践是认识革命的前提,人的认识是在实践中形成和发展的,是一切认识的基础和源泉。不仅一般的认识来自于实践,即便是像灵感这样的作为创新性学习重要组成的创造性认识也来自于实践。"创造思维,就是人类各种思维形式的系统运用,……灵感常以独特的突破性创新作用,居于创造思维的重要位置。""诱发灵感的机制,大体可由五道程序组成的一个序列链,并以反馈为纽带,循环升华,实现诱发灵感的目标,诱发灵感的机制序列链是"境域——启迪——跃迁——顿悟——验证"[3](367—370页)。从自组织理论看,灵感发生最关键的是启迪、跃迁和顿悟。启迪是受外界信息的启示,或者是环境对人的冲击,跃迁即是这种冲击无法用常规的行为来消除这种冲击,迫使思维作非连续性的跃迁,而引起思维结构的变化。顿悟即融会贯通,茅塞顿开,这是长期耐心的研究之后突然诞生的概括也是思维结构的整合。

自组织的进程是复杂的,即在"涨落——功能——结构"之间存在着多向度的联系,乃至于我们无法判定谁先谁后,但是就其基本的运作顺序而言,基本遵循"涨落——功能——结构——涨落"的顺序。理解这一点是重要的,它反映了功能优先的变化原理。功能在系统论中是活动关系,在教育中常常指行动或者实践,而结构则是分布关系,在教育中可以理解为教育的结构或观念。功能优先要求在教育创新中应该坚持行动优先或实践优先的原则。为实现教育创新,坚持行动优先就是要不断尝试,不断总结,不断调整,不断修正,也就是说这里的行动更具有实践的意味,因为实践实际上是行动与反思的辩证统一。

把握自组织原理还需要理解反馈的作用,系统哲学把反馈视为系统各种要素之间存在的相互作用。一种反馈使系统趋向于稳定,是结构导向的,其效应在于消解可能的异动,是引起"同化"反应的基本原因;另一种反馈使系统趋向于自组织,是功能导向的,其效应在迎合可能的异动,是引起"顺应"反应的基本原因。在后一种反馈中,系统能够把一个细小的涨落转变为巨大的涨落。"同化"与"顺应"这两者之间的平衡、失衡、再平衡引导系统与环境的相互作用,由此系统结构将按照"更新——稳固——更新"作螺旋式上升。教育创新不可能一蹴而就,需要一个"调整——稳固——调整"的过程,而且只能按照螺旋式上升的道路前进。

教育所处的时代和社会已经发生了变化,而且无时无刻不在变化,传统的教育维持②已经无法适

应这样的变化。因此，教育创新应该成为我们主动的选择，教育创新是从教育观念、教育体制、教育内容、教育方法等的全面的革新。首先打破的是根深蒂固的传统思维惯性。在以往的教育讨论中，我们过多地强调理论先行和理论导向的价值和作用，但在教育实践上所产生的效应是有目共睹的，当然这与理论本身的特点有关。且不说理论具有抽象性而且需要转化，即具有效果的滞后性，更危险的是如果理论始终不见成效的话，人们对理论本身会丧失信心。因此，我们必须改变这种思维定势，强调行动导向就是一个可行的选择。罗马俱乐部之所以能够完成让世人震惊的众多研究，发表影响引起全球性的战略决策的咨询报告，就在于它是一个典型的行动导向机构。为解决全球性的重大问题，行动导向把来自于不同领域的专家结合在一起，使不同观点、领域、民族的人们团结起来共同奋斗，它有效地摈弃了空谈，杜绝了浮夸。教育创新固然包括教育理论的创新。但是更重要的是教育行动的创新，坚持行动导向不仅符合系统科学的自组织原则，也符合教育改革的基本精神，何况理论创新的源泉还是实践，其目的在于指导实践。在教育行动中难免会有偏差，或许会阻力重重，但是这也只能通过行动去克服，因为，一切伟大的事业都是人们在行动中创造出来的。

教育创新是对教育自身的建构，建构主义充分肯定行动在建构中的作用。建构主义认为，活动，特别是创造性和形成性等具有自我再生产的、自我维持的或反身性的活动，是认知建构的中心；在知识的发展过程中，“产生”比“发现”更重要，创造的过程比发现的过程更重要；独立于我们自身以外的外部世界的知识没有什么意义，而意义和价值比事实和原因更为重要；建构活动不是测试特定的理论与假设的外部世界的一致程度，而是要评论理论在意义和价值中的一致性、生存力、成效性、启迪性和恰当性程度；在理论和实践的关系上不存在普遍共识，因为如果我们在最初学习理论的时候没有学会实践的话，那么这种理论就绝对不能说是被正确理解了的理论，理论的创建者就不可能向实践者讨论理论的价值[4](32页)。在建构主义看来，面向真实情境的问题解决，着眼于社会协商的合作，脚踏实地的建构行为是认知建构的关键，也是获得意义和价值的基石，因此建构主义实际上也可以理解为行动主义。

行动导向引导的教育创新会有风险，防范其风险的手段是把教育预期放在重要的位置上。预期性是这样的一种意向，即为可能出现的意外事故作好应对的准备并考虑长期的未来决策，鼓励人们预测方向、制定计划，对目前行动的后果和可能存在的副作用进行结算。预期性并非教育理论的专利，从这一点看，教育创新中的行动导向有着广泛的理论背景，甚至可以是教育工作者的一种直觉。托夫勒(Alvin. Toffler)曾经这样写到，“当千百万大众都具有这股对未来的热情时，我们就有一个装备较为精良的社会去迎接变化的冲击力。塑造诸如此类的好奇心和警觉性是教育的首要职责。创造一个孕育这种好奇心的教育……也许是教育战线的超工业革命的中心任务”[5](475页)。这虽然针对的是人，但何尝又不是在启发教育创新呢？

三　寻求教育合作，协调教育创新

在教育生活中，我们很难找到完全同质的要素，就像在一个班里找不出完全相同的学生一样。不同质的要素必然携带不同的能量，在不同能量的要素之间就有不同的互动方式，最基本的方式是竞争与合作。通过竞争，某个要素将打败其他的竞争者，使整个系统以它的结构形式来反映，由此使系统摆脱原来的混乱状态而呈现出有序，而合作则是某几个要素把其他要素整合在各自的结构中，而形成相应的单元体。尽管这些单元体存在着竞争，但是由于势均力敌而并存在系统之中，这样就获得了多元共存的局面，也使系统摆脱了原来的混乱状态，走上有序的结构，这便是系统的协同作用。协同作用是系统内各个要素以有规律的方式合作着、竞争着、相互制约着，是系统内部的裂变或突变，即是那些从原来均匀、对称，各组“平权”的关系中突然产生某个特殊的要素、关联等，由此而产生了一个小的内涨落，一方面这一涨落使系统内部的要素产生竞争和合作行为，从而使系统趋向有序，另一方面这一涨落会产生一种新的作用方式，即对其要素或单元体等的“组元”(特别是临近的组元)产生新的作用和影响，如果相近的其他的组元也处在非稳定状态，它就会以这个已发生突变的组元为“榜样”，跟着发生变异，只要条件成熟，它就会像滚雪球似地长大起来，成为一个新的系统[6](68页)。

竞争是系统进化的基本动力，也是系统结构变化的基本机制。教育创新无疑地需要竞争，不仅要在教育内部开展各种竞争，而且要参与国际教育的

竞争,加入 WTO 以后的中国教育面临的竞争对手更多、更强。如果说以往的国际教育竞争只是远距离的观念竞争的话,现在我国教育面临的竞争则是面对面的全面的较量。要在竞争中取得优势,全面提升自己是关键。然而由于我国的教育资源还不足以在教育的所有方面提供支撑,因此就战略而言,应该有所取舍,允许在教育系统的某些方面优先发展。就国际教育发展的经验而言,高等教育优先发展对教育系统乃至整个社会都具有极大的推动作用。联合国在 1998 年的《21 世纪的高等教育:展望和行动世界宣言》中,提出了高等教育改革与发展的优先行动的框架,在战略上提出了许多原则,其中就有"用高等教育带动整个教育系统"、"将高等院校办成终身教育机构"等重要原则[7](428 页)。我国的高考不仅是教育事件,而且是社会事件,对基础教育的改革和社会体制的改革都有重要的引导作用。因此,教育创新首先应该是高等教育的创新,高等学校应该进入教育创新的前哨阵地。在当前这个多变的世界里,高等教育将以适切性、高质量和国际化为基本的决策点,通过创办"进取性大学"来赢得其战略地位。他们认为,"'进取性大学'的这种远景,意味着在寻找能够适应特定高等教育机构、社区、国家和地区的需要以及条件和可能性的学校模式与实践的过程中,必须进行创造性的调整。这种对高等教育发展和变革的探求,也应该看做是现代社会整个变革过程中的一个重要部分"[7](182 页)。通过竞争来引导教育创新,不仅要使某些层次、类型的教育进入更高的有序,而且要使其成为其他层次和类型的教育创新的榜样,并具有联合中心的作用,从而实现教育体制的全面创新。

竞争是引起差异的原因,而差异又成为合作的基础,差异不是差距(尽管可能带来差距),差异也不是累赘,而是一种重要的资源,把有差异的主体联合起来,主体之间通过相互理解和沟通就能够分享彼此的资源。"将事实上的相互依赖变成有意识的团结互助,是教育的主要任务之一。为此,教育应使每个人都能够通过对世界的进一步认识来了解自己和了解他人。全球范围的团结互助还意味着要克服闭关自守的倾向,在尊重多样性的基础上了解他人,……教育不但应致力于使个人意识到他的根基,从而使他掌握有助于他确定自己在这个世界中的位置的标准,而且应致力于使他学会尊重其他文化。……归根结底,享有共同的价值和共同命运的意识,是一切合作项目的基础"[8](34-36 页)。合作在教育中的价值是极其重大的,因为合作本身就是一种相互理解、取长补短、集思广益,这正是创新的基本条件,创新蕴涵着广泛的参与性。参与性是一种具有合作、对话和情感交流等特点的态度。

人类的历史实际上是长期不懈地致力于用最初代表现实,然后作用于现实,往后不断改善和日益有效的手段来克服复杂性的过程。每当某个问题超出了已有的经验验证的解决某一问题的程序和范围时,便被贴上了"复杂的"这种标签,然而这种自我欺骗的做法是不能长久的,我们必须直面它。要解决复杂的问题仅靠个人的能力是行不通的,而是需要集中人类的所有智慧以及人类有史以来全部知识的总和,需要具备各种知识的人有积极参与解决这些问题的主动性,需要他们的相互合作。参与是地理上或空间的一种创造性社会劳动,面临"复杂问题",几乎全世界都提出了在各个层次进行更多参与的要求,每个人都渴望而不愿意充当受到过分限制的角色;每个人都渴望过更充实的生活,有效的参与是以个人对正直和尊严的渴望,以采取主动的能力作为先决条件的。创新性学习把参与性作为预期性学习的目标,因为"预期是预测未来而反思现在,参与是世界在空间上联成一体而解决现实面临的困境"。教育创新是不仅意味着需要增强预期性,而且要在反思现在的基础上,并在解决现实教育以及整个世界所面临的困境的实践中,培育对世界教育和世界问题的解决的参与力。

协同原理实际上表明了这样一种基本思想,一个有机系统的控制具有生态的效应,这种控制过程将使这一自主的系统能够引导其内部要素的相互平衡,也能够引导其适应环境,并能够解决系统内部的问题以及周边环境中的问题。这无疑是教育所需的。

系统科学从最普遍的意义上揭开了世界万物进化的机制和图景,开放边界、功能变异、协同作用是把握进化机制的最基本概念。教育作为观念意义的系统,其创新必赖于教育开放、行动优先和协同运动及其相互联合。开放必然带来信息的繁杂,系统科学主张将以上三者调整为"节省、启发和协同",认为这是实现生态学的控制的"必不可少的最低限度的知识"。节省是思考力的节省,即要充分地利用

科学，因为科学的目的就是节省思考力，它同时也是一种美学意识。启发式方法则在实质上是直观地探索各种问题的情况的基本原则，目的在于制定简单的、常识性的解决问题的方法，它通常是严密分析的前奏而不是替代这种分析。协同是以有创造性的方式组合和利用任何东西的各个组成部分，以便产生全面的结果或超过各个部分总和的过程[9](369—371页)。

注释：

①“创新性学习”见于国际著名的决策咨询机构罗马俱乐部于1978年提出的《学无止境》这一著名报告。在该报告中明确指出，创新性学习与维持性学习相对，是指能够带来革新、更新、重建和重新表述问题的学习，创新性包括预期性和参与性，创新力是个体独立的或与人合作预见未来、解决问题的能力，是灵活应变的能力。

②按照逻辑，既然创新与维持对举，教育创新也应该与教育维持对举，教育维持是对现存的教育制度和确定的教育方式的维系，是教育传统的延续，是面向过去或当前的自在的教育存在方式。

参考文献：

[1]杰里米·里夫金.熵：一种新的世界观[M].吕明等，译.上海：上海译文出版社.1987.
[2]高健等.罗马俱乐部——人类策划与世界决策[M].北京：中国城市出版社.1998.
[3]钱学森.关于思维科学[M].上海：上海人民出版社.1986.
[4]莱斯利·P·斯特弗，等.教育中的建构主义[M]. 高文等，译.上海：华东师范大学出版社，2002.
[5]阿尔温·托夫勒.未来的震荡[M].任小明译.成都：四川人民出版社.1985.
[6]袁运开.自然科学方法研究(Ⅱ)[M].上海：华东师范大学出版社.1999.
[7]赵中建.全球教育发展的研究热点——90年代来自联合国教科文组织的报告[R].北京：教育科学出版社.1999.
[8]UNESCO.学习：内在的财富[M].联合国教科文组织总部中文科译.北京：教育科学出版社.1998.
[9]欧文·拉兹洛.系统哲学引论——一种当代思想的新范式[M].钱兆华译.北京：商务印书馆.1998.

Education Innovation Mechanism in View of System Science

CAO Zheng-shan
(Education Science Institute, Sichuan Normal University, Chengdu, Sichuan 610068, China)

Abstract: Education innovation is educational transformation suiting to knowledge economy, and a fundamental overall reform inside the education system. Therefore, we can use the evolution principle of complicated system, that is, the opening system principle, the principle of function determining structure, and the principle of coordinate work to analyze the evolution mechanism of system structure. Based on these fundamental principles, education innovation is educational opening, action and coordination for the purpose of strengthening educational anticipation and participation.

Key words: education innovation; educational opening; action guidance; coordination

[责任编辑：王永政]