

系统非优分析理论及方法

何平

(辽宁警官高等专科学校, 辽宁大连 116033)

[摘要] 对系统非优分析理论做了较为详细的论述。指出寻求不确定系统优化的主要问题, 关键是缺少对系统的非优分析。在系统非优范畴的基础上建立了征兆群与经验分析, 提出了系统非优度量以及从非优追踪到系统自组织等问题。

[关键词] 系统非优范畴; 非优征兆群; 非优度量; 系统自组织

[中图分类号] N945.15 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2003)07-0040-07

1 引言

系统非优分析是1985年中国学者提出的学术思想^[1]。十几年来, 系统非优问题的研究无论是理论上, 还是方法的应用方面, 都有了较为迅速的发展。研究的领域涉及了系统的非优识别、优解与非优解的评价、系统的非优度量理论以及有关工程问题的非优判别指导系统等问题。

系统非优分析理论是根据人类认识、实践活动的过程与结果, 以及满足人类主观要求和符合客观合理性的尺度, 确定了优和非优两个研究范畴。其中, 优范畴包括最优和优, 即成功的过程和结果, 非优范畴包括失败的和可以接受的不好的过程和结果。不可行、不合理是典型的非优, 即使在一定程度上是可行、合理的, 也往往属于非优范畴。实际上, 任何系统大部分都存在于非优范畴之中。从非优范畴的角度去分析系统形成非优因素的原因, 以及系统达到优化的途径, 是一种符合人类认识和满足现实需要的思想方法, 简称非优追踪思想, 研究非优追踪的理论方法称系统非优分析理论。笔者从系统工程学的角度探讨系统非优分析的几个问题。

2 非优分析思想与非优范畴

系统非优分析理论和追求最优化模式, 两者是

对立的统一, 是相互联系、相互贯通的。前者表现为从非优范畴的挣脱, 后者表现为在优范畴内对最优化模式或过程的探索。就两大研究范畴的依存关系而言, 非优范畴的形成及非优约束的确立是优范畴建立的基础, 即只有当人们的研究真正跳出非优范畴之后, 才有可能在实践中进入对最优化模式或过程的追求。

2.1 系统非优分析的现实意义

非优分析思想在中国古代思想史上有着悠久的历史渊源。战国末期哲学家韩非在其著作《亡征》中, 深入考察了以往历代亡国的教训, 详细地论述了47种导致国家灭亡的征兆, 以及其锐利的思想为统治者提出了避免亡国的治国策略。在中国古代的军事名著《孙子兵法》的“计篇”、“九变篇”、“地形篇”, 《孙臧兵法》的“兵失”、“将义”、“将失”、“将败”等部分中, 总结了春秋战国以前作战的经验, 特别是剖析了战败的教训。这些历史文献说明, 自古以来人们不光是在优范畴内分析问题, 而且非常重视对事物的非优分析。因此, 非优分析思想在人类的认识史上占有非常重要的特殊地位^[2]。

20世纪50年代, 科学技术高度综合的产物——系统工程学诞生了, 它把系统抽象为一定的模型, 在满足约束条件的情况下, 以求得系统整体的

最优解。但是，由于人类社会实践的高度复杂性，例如，存在众多的未知因素和不确定因素、事物之间纵向和横向联系的交叉性、人的行为影响等，特别是，系统处于走向有序的动态过程中，有些隐患尚未暴露，这时，所得到的最优化模式往往处于一种不稳定的状态。这说明，人类的认识与实践不仅表现在优范畴内的探索和追求，而且在许多情况下还没有脱离非优范畴。也就是，人类在现实中所面临的紧迫问题，不仅是寻求最优化模式或实现最优化目标，而更主要的是如何有效地摆脱大量严重非优事件的困扰和对系统非优因素的控制能力。

在对工程系统分析中，往往存在着两种性质完全不同的思路：一是正常思维，即与已有的思维模式相一致；另一种是反向思维，即与已有的思维模式相冲突。科学的历史表明，固守常规的思路容易使人思想僵化，思路堵塞，造成科学研究的失败；而反向思维的出现，则往往能开阔思路，导致科学研究的成功。系统非优分析思想则是运用了反向思维。

2.2 系统非优范畴

非优概念的意义极为广泛。从系统的存在角度，意味着不可行、不合理；从系统的行为角度，意味着不理想、不好；从系统的功能角度，意味着失效和不正常；从系统的变化角度，意味着阻碍、干扰和影响。从系统的存在到系统的变化都对应着一系列非优问题，从而形成了一定的非优范畴。对于各种系统工程问题来说，即有独立的非优范畴，又有共同的非优范畴，所谓独立的非优范畴，是由系统的特征所决定的，而共同的非优范畴是一种客观存在。

任何一个系统都存在于非优范畴之中，由于系统的需要，形成了一些基本确定的系统行为和功能，这些行为和功能都是伴随着非优范畴而确定的。例如，劳动是人类系统存在的必然行为，不劳动者不得食，人无食就无法生存，饥饿、死亡这类非优促成了人类劳动行为。由于客观的非优现象，使得大部分系统具有了相应的系统行为和功能。

现实系统的行为给出了系统所具有的非优现象。一般来说，这些非优现象含于非优征兆群之中，但有时却不是这样。如果系统在原先基础上有较大的发展，并且系统的现实行为远不同于过去行为，这样，现实系统的非优现象大部分将不含于非优征兆群中，但和非优征兆群有一定的关联。

由于系统的复杂性，所以，系统在任何条件下都具有一些不分明属性，所谓不分明属性就是系统具有一些未知的东西，系统未知的多少取决于系统的复杂程度。例如，经济系统要比物理系统复杂得多，所以，经济系统未知的东西远远大于物理系统。正是这种不分明的属性，使系统具有潜在的非优因素。

系统非优分析研究的关键是如何建立系统的非优征兆群。首先找出系统过去的非优范畴是前提。在过去的不同阶段，非优范畴的大小可能是不同的，但非优范畴并不是非优征兆群。所以，在非优范畴中，找出那种使系统行为发生变化的非优因素，并且这些非优因素具有稳定域。这样，由这些非优因素就构成了系统非优征兆群^[3]。

在经济系统分析中，过去的经济指标对分析现实的经济现象起了很重要的作用。实际上对过去的所有指标进行分析，有时是非常困难的，并且在一些条件下根本不可能。如果找出经济系统行为发生较大变化的时期，寻求这一时期的非优因素，从而分析哪些因素是造成经济波动的主要非优因素，而稳定域中的这些因素就可构成现实经济系统的非优征兆群。

系统在形成非优征兆群的过程中，有两个值的注意的问题，一是过程非优，二是结果非优。系统非优减小的数量实际上就是系统功能提高的数量，同时也就说明了系统不分明属性也在减少，所以，系统不分明属性的减少则是反映了系统的可控性和可观察性。从系统的自身特点来看，非优现象的最小化是创造系统功能最大化的条件。从系统的环境来看，不分明属性的减少决定了系统行为变化的方向性。另外，如果系统非优在增加，这种增加的原因有两方面，一是系统功能减少，二是系统不分明度增加，从而使系统可观察性和可控性减弱。系统非优变化的不确定性现象是对不稳定系统来说的，换句话说，如果系统的非优变化是确定的，那么这样的系统是稳定系统。例如，经济系统的不稳定性，正是由于一些经济要素的不确定性非优造成的。

3 系统非优分析理论与方法

3.1 基于自组织理论的非优系统

系统非优分析理论的基础是系统自组织学说，对任意一个系统来说，衡量它是否进入优范畴，或

者是否跳出非优范畴是通过自组织过程来实现的。由于系统具有产生、发展和消亡三个阶段，所以，系统同时还具有非优、优、非优…交替出现的特点。要想在一定程度和阶段上将系统控制在优范畴内，必须通过自组织功能对系统的非优因素进行识别和控制。众所周知，自组织系统不但是运动的，而且还是演化、进化的。为了衡量自组织系统的进化程度，必须设立一些进化判据（自组织判据）。对此，不同学派有其不同的选择，不同系统也有不同的具体看法。一般说来，从系统内部结构的组织状态看，可以采用熵和熵有关的参量做为判据，如熵产生，超熵产生，负熵等。根据熵的统计解释，熵值的大小表征了系统内部的混乱程度，当系统达到热力学平衡时熵取最大值。因此，可以把熵减少的方向称为系统进化方向，即熵减少的多少或熵与最大熵的差值作为组织化的量度。从系统与外界的关系来看，存在着性能或功能的判据。例如，序参量即可以表征系统内部的组织状况，又可以体现系统整体与外界的关系，因此，序参量常可以作为自组织系统进化的一种特征参量。除了上述两个基本自组织判据外，针对不同性质的系统还可以选择不同的自组织判据。例如一般自然系统的发展往往是从简单到复杂，那么复杂性的程度便可作为一个判据^[4]。

判断一个系统是否为一个最优化系统，是对任何系统进行分析的关键。人类对各自不同领域的系统进行分析和研究的目的，是寻求系统中最好的目标和结果，但实际上并不简单。以往的系统分析者都承认，在时间和资源都有限的条件下是不可能实现最优化的。同时，在最优解的后面必然存在着一系列的假设、中间决策和数据的简化。在大多数情况下，寻求最优解的那些假设实际上并不存在，尽管人们将这种方法推广应用到许多领域，所得的结果只能是暂时的，而且有时根本达不到最终目的。

近半个世纪以来，最优化理论在各学科领域的贡献是无可置疑的，正是由于它的广泛应用，才能发现它与现实要求还有一定的距离。理想化的模型分析是否都能解决现实中的问题，使人们产生怀疑。另外，现实中的许多复杂问题很难建立它的数学模型，特别是对不确定性的系统，要建立它的数学模型不但很勉强，而且很难求其解，尽管出现了许多近似求解的理论和方法，但还是与现实要求具有一定的差距。

在现实生活中，根本不存在绝对的优和非优，只有在一定条件下所区别的相对优。相对优可以看成令人满意解，由于现实系统存在着大量的不确定性和非线性，正如西蒙指出的传统古典决策原则的三个缺陷：“忽略经济生活中不确定性的存在；忽略现实世界中的非线性关系；忽略了决策者主观条件的限制”。西蒙认为，在复杂的现实世界中，只有少数的情况能用微积分的方法求其极大和极小值，有时则根本不存在最优解，而大多数情况下是设法找到一个令人满意的近似解（或称相对优化解）。令人满意的标准是确定一个上限和一个下限，只要在上下限范围内，都是可以接收的。这实际上是用优化区间代替了优化点，系统非优分析理论研究的内容之一就是如何确定这个优化区间。同时，不属于优化区间范围内的目标和结果可称为非优的，所以，系统非优程度的判据是根据系统要素组合的结果落在优化区间的数量大小而决定的。

研究发现，在寻求系统优化的同时应建立其非优系统。而这里的非优正是与系统的优相对立的，非优系统是由系统内外所有的不相容问题和限制决定的，它直接和间接影响着系统的执行过程和目标。一个系统是否在优范畴也是由系统的不相容程度和限制程度两问题所决定的，而不相容程度与限制程度决定了系统的非优程度（非优度）。

当系统对自身的不相容问题和限制条件具有完全控制调节的功能时，系统才真正进入最优化的追求阶段，这也是自组织理论要研究的新问题。从系统超循环理论也可以得出系统非优分析理论的依据。该理论可以把许多随机效应反馈到起点（该起点表示系统循环的开端），使它们本身成为一种起放大作用的原因。通过建立起一个自我复制、自我选择而进化到高度有序水平的宏观功能性组织。这种自我复制、自然选择正是在非优和优的超循环中实现的。非优的出现产生了在一定需求条件下的优范畴，而衡量优范畴与非优范畴的尺度是系统优化的核心。

3.2 系统非优的度量

任何事物都具有两个方面，只有在实践中通过两方面的中间过渡才能确定一个系统的最后方向，系统的状态是在优和非优选择中确定自己的目标。因此可由如下表示方法来描述系统非优问题：

设 S_o 表示一个优化系统， S_{no} 表示一个非优系统，无论是优化系统还是非优系统，它们都是由系

统目标 O ，系统功能 G 和系统环境 E 构成。对于优化系统来说，由目标 O ，功能 G 和环境 E 所形成系统 S 的介优（无法确定优与非优的状态）结构 $J(O, G, E)$ 如满足以下条件：

- 1) 系统目标是可达的；
- 2) 系统功能是可实现的；
- 3) 系统环境是可控的。

则称 S 是优化系统。

这里所说的系统目标可达性，反映了系统的认识目标与系统实际目标的距离是可接受的，系统功能可实现性，是指系统的实际功能资源接近目标要求资源，而系统环境的可控性则是反映了系统的自组织能力，即序参量的大小达到允许值。

如果设 O_r 为系统认识目标， O_s 为系统实际目标，则 α 表示了 O_r 与 O_s 距离度量的值，体现了系统目标可接受程度； G_s 为系统的实际功能资源， G_r 为系统目标要求资源，则 β 表示了 G_r 与 G_s 功能度量值； E_s 为实际系统环境控制程度， E_r 为系统目标控制程度，则 λ 表示了 E_r 与 E_s 程度度量值。如果实际系统 S 的熵值 $e \leq \gamma$ ，则 γ 表示了系统标准熵。

从而有，对于系统的介优结构 $J(O, G, E)$ ，如存在有 ϵ, ζ, γ (可以接受任意小的差别)，使 $|\alpha - \alpha_0| \leq \epsilon$ ， $|\beta - \beta_0| \leq \zeta$ ， $|\lambda - \lambda_0| \leq \eta$ 同时成立，则系统 S 是优化系统，其中 $\alpha_0, \beta_0, \lambda_0$ 为系统优与非优的边界因子，从而选取集 $J(\alpha_0, \beta_0, \lambda_0)$ 为系统非优分析的判据。

在实际系统分析中，在一定的选取标准前提下 (ϵ, ζ, η 已知)，对 α, β, λ 来说，无法得到 $\alpha_0, \beta_0, \lambda_0$ 则称系统 S 为非优系统。

以上是对系统非优问题的总描述，它给出如何在非优系统中确定优的总框架，但是，不同性质的系统和具体的实际问题，具有各自的度量方法和手段，可在实际的系统分析中，采用适当的定性与定量分析手段，并且，人工智能与专家系统的推理工具也能在系统非优分析中发挥作用。

系统非优分析理论的重点之一是对优和非优范畴的边界进行定量的描述。由于两者的边界在客观条件和人类主观意愿的变化、以及人们所具有的不同行为参数，通常呈现出不确定性和动态性，同时，又由于人类实践和认识的不断进步，在科学信息广泛交流的有效协同下，边界将在动态变化过程中又呈现出确定的和可描述的趋势。对已被描述出

来的边界的合理性和可靠性判决，不是一个理论问题，而是一个方法的选择和实践检验问题。另外，用定量手段分析系统非优问题时，有许多关系参数需要统计分析和属性评价，并且系统的非优影响在许多方面要依靠对系统的经验认识，也就是说，经验分析在系统非优分析中具有重要的地位，它反映了定性评价与定量分析有机结合的意义和作用。

4 从系统非优经验到系统优化认识

对系统的非优认识应该有三种属性——经验属性、直觉属性和知识属性。经验属性反映了系统行为特征的过程认识，直觉属性反映了系统行为特征的模糊认识，知识属性则是反映了系统行为属性的确定性认识。这里仅从系统的经验属性角度来讨论系统非优因素选择问题。

4.1 系统经验与非优征兆群

系统的经验为系统提供了非优征兆。认识不同，非优征兆也就不同，对系统过去状态的追踪可得出一个非优征兆群。在人为系统中，不同的人其行为特点和经历不同，经验显然就具有一定的差别。有时称经验是一种认识，但认识水平的不同，系统的经验也会不同。系统的非优征兆群是由系统经验选择而决定，经验选择的合理性是一个很有意义的课题。例如，系统功能提高使以往非优范畴缩小，同时系统行为的变化会形成新的非优因素，这些因素是随着系统行为而变化的。这样，现实系统的非优范畴是由非优征兆群，非优改变数量以及潜在非优因素组成。

在经验形成的前提下，系统的非优需要有一个认识过程，这个过程是一个自组织、自适应过程。自然非优是一个客观存在，它不随人们意志为转移，但是，当人们掌握了此非优的基本特征后，会建立一定的功能去克服这种非优的出现，这类非优属性不是系统非优分析理论研究的主要内容。从系统的创立以及到系统的灭亡，中间有一个完全的运行过程，实际上，一个完全的、标准的运行状态是没有的，它也不符合事物的发展规律。从认识到存在这一辩证法思想来考虑，也符合于非优的存在和认识。例如，一个企业的决策者，首先，围绕着企业经营和发展战略目标要做一系列的工作。那就是，采用什么样的方法，解决什么样的问题，克服什么样的困难。要想完成这一系列工作的关键，是能否准确地找出与目标同时存在的非优问题。当

然, 这些非优问题是由直接经验、间接经验和部分假设形成的。提到假设, 有人可能会问, 假设只能是假设, 它能代替肯定吗? 这种怀疑是不必要的。实际研究表明, 没有假设也就没有肯定, 假设的接收就是肯定, 可接收的效用与肯定是成正比的。化学系统大部分是建立在假设基础上, 其重要性是极为显然的, 数学就是根据某些假设, 用逻辑的推理得到结论。经济系统也同样具有种种假设, 但经济学的这种假设不太具备重复性的条件。因为, 系统不同, 假设会不同, 再者, 在 t_i 时的假设可能在 t_j 时就无意义了。例如, 一个投资者, 在 t_i 时的市场条件下, 他确定了目标和假设, 但是当 t_i 变到 t_j 时, 原先的目标和假设未必会生效, 这样, 目标与假设的可变性特征, 使他在任何情况下都不能对投资这一问题作肯定的回答。其主要的原因还是非优问题带来的^[5]。

4.2 系统经验属性与非优分析

了解假设条件的存在性和可靠性是一个对系统非优问题的追踪。如何追踪, 经验是不可缺少的。经验体系同其经验环境相互作用, 经验环境是经验体系产生和发展的基础, 而经验体系又反过来作用和影响其经验环境。

对系统非优现象的追踪有其特有的本质和规律, 它与系统的经验本质及规律有密切的联系。经验是人们认识系统、改进系统、控制系统所得到认识的总结、提高和积累。经验伴随着人类生存与发展, 而经验优选则是人类社会发展的最重要的因素之一。当经验具有了一定的科学价值并形成了确定的体系时, 它便转化成知识, 所以, 经验成为知识要有一个转化和认识的过程。

从系统发展的角度来看, 系统非优认识的经验有一个永无休止的增值、发展变化的过程。通过永无穷尽的反馈, 可使经验发生量、质和度的变化, 从低级到高级、从简单到复杂、从具体到抽象、从特殊到一般、从不够可靠到基本可靠的不断发展。“失败是成功之母”这一格言对系统分析来说, 包含了两个内容: 其一, 非优给系统优化建立了基础; 另外, 非优经验是系统决策的关键原则。当然, 非优的过去时、现在时、还是将来时都是有时间概念的, 而经验的数量和质量, 可反映出系统非优追踪对系统再认识所做的贡献。

经验是时间的函数, 是人们在认识活动中, 作用于非优经验源信息而得到的最原始的非优经验。

它起源于直接的感性认识。人们的智力活动不断相互作用, 使之随着时间的推移和认识的深入, 而产生一个经验序列 (对非优问题), 从而使非优识别上升为一般的经验, 由一般的经验上升为普通经验, 又不断地趋近效用经验。但又永远达不到理想经验。

经验系统中, 组织决策者应具备一个非优信息库。这种非优信息库可为决策者提供两方面的内容, 非优征兆群和判别系统。在以上的分析中, 非优征兆群主要依赖于经验, 这种经验有一个可行域。所谓经验可行域是各阶段的经验效用最大者所构成的区间。(有时经验效用可采用经验利用率)

5 基于概率特征的非优分析

在分析系统的非优经验中, 有这样两个情况, 一是系统在稳定条件下所固有的非优征兆, 它完全由系统的功能特性决定; 二是系统不稳定时的非优征兆, 它是通过统计分析而得到。就是说, 系统在发生涨落过程中, 非优因素对系统产生影响, 由这些影响会形成一种系统在稳定时所没有的关系, 可称非优生成关系。任何一个系统必须要有一个非优生成关系, 否则, 系统出现不稳定就会走向紊乱。

比如, 在对一个大型化工公司企业战略决策中发现, 如何建立非优生成关系是企业生存与发展的关键。其方法是, 通过本企业多年来的经验, 可形成一个稳定经验域 (按每年一定的经验决策效用), 通过它可反映出系统出现不稳定现象的原因, 找出非优因子。当然, 系统的非优因子是处处存在的, 而所需要的非优因子是主因子, 也就是使系统在不同程度上出现波动的主要因素。在实际系统分析中, 有些系统要素与非优因子有直接的关系, 有些是间接的关系。相关程度较大的要素, 受非优因子的影响也较大, 所以, 可以分为主非优影响和辅助非优影响, 所谓辅助非优影响是由其他要素的影响而被影响的。追踪非优影响的核心, 是从建立非优征兆和非优成因开始的。征兆并不能够成为真正的影响, 实际的非优才能对系统有影响, 但是, 它们基本上都来自于非优征兆。从征兆到成因需有一个诊断的过程, 它是对系统行为完成时的诊断过程, 具体模型包含两方面: 一是从主征兆到非优成因类; 二是从辅助征兆到非优成因类, 这就是非优追踪的总框架。可探讨建立两类映射 F_I 和 F_{II} ,

$$F_I: S \rightarrow D,$$

$$F_{\parallel} : A \rightarrow K.$$

其中： $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$ 为主征兆的全集合， $s_g (g = 1, 2, \dots, m)$ 为各具体主非优征兆全集合， $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ 为主非优征兆， $d_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 为各具体主非优征兆； $A = \{a_1, a_2, \dots, a_r\}$ 为辅助非优征兆全集合， $a_u (u = 1, 2, \dots, r)$ 为各具体辅助非优征兆； $K = \{k_1, k_2, \dots, k_v\}$ 为系统非优全集合， $k_l (l = 1, 2, \dots, v)$ 为各具体系统非优。

若系统非优的全集合用 $W = \{S, A\} = \{W_1, W_2, \dots, W_{g+r}\}$ 表示，当给出一组非优 $W_i \subseteq W$ 输入，在上述两类映射的作用下，可得相应的系统非优类别 $d_j \in D$ 与非优因素 $k_l \in K$ 的输出。

在确定两类映射特征前，需将由经验资料统计得到的非优征兆群划分为主征兆与辅助征兆，划分的原则是，依据非优征兆为识别系统非优类所提供的信息量多少而定。令

$$P(d_j | w_i) = \frac{N_{d_j}}{N_{w_i}}$$

为征兆 w_i 出现的条件下系统非优类 d_j 造成系统非优的条件概率，其中 N_{w_i} 为征兆 w_i 出现的次数， N_{d_j} 为在征兆 w_i 出现的条件下非优类 d_j 产生非优现象的次数。又

$$P(w_i) = \{P(w_1), P(w_2), \dots, P(w_{m+r})\}$$

为征兆 w_i 的概率分布，即

$$P(W_i) = \frac{N_{w_i}}{N_w}$$

其中 N_w 为所有征兆出现的总次数， N_{w_i} 为征兆 i 出现的次数。上述 N_{d_j} ， N_{w_i} ， N_w 皆可由经验统计资料获得。这样，对应 $P(D | w_i)$ 的熵函数为

$$H(D | w_i) = - \sum_{j=1}^n P(d_j | w_i) \text{lb} P(d_j | w_i),$$

对应的平均熵为

$$H(D | W) = \sum_{i=1}^{m+r} P(w_i) H(D | w_i).$$

选择可靠性水平 β ，使

$$\frac{H(D | w_i)}{H(D | W)} \leq \beta$$

的征兆 w_i 为所需的主征兆，即为判别系统非优类 d_j 所需的多息征兆，其余少息征兆皆为辅助征兆。对相关征兆 $w_i, w_g, H(D | w_i) = H(D | w_g) (i \neq g)$ ，则 w_i, w_g 同归于辅助征兆。这里的选择水平，由经验利用率所决定。经验利用率较高，则选

择水平较大^[5,6]。

对系统的非优征兆分析后，就可建立起非优征兆群，它为现时系统的分析提供了有用的信息。实际上，在人们的脑子里存在着不同的非优征兆，一个优秀的决策者应具备良好的非优征兆识别能力，如果不具备这种能力就根本做不到对系统的控制。

在分析系统的非优征兆时还要分两方面来考虑，一是系统内的非优征兆，二是系统外（环境）的非优征兆。对于一个封闭系统来说，只有系统内的非优征兆，所以，这种非优征兆基本上都会形成对系统的影响，这对系统行为是一个交替出现而相互作用的过程。按照事物发展的必然规律，非优出现的次数提供了对系统行为评价的机会。例如，市场交易者，在成交过程就有这种情形。A、B、C 和 D 四方面如何能成交，除了一些基本成交条件外，还要看他们是否有交易的经历，成交者 A 经历了不可行、不满意、不顺利等非优影响过程，所以他的成交结果就会有一定的可靠性。显然，如果 B 没有这样的经历，B 的交易结果就不如 A。实际上，在经验中达到完全均衡的情况是不存在的，所以提出完全均衡是在没有考虑交易各方的非优经历。实际分析表明，在成交者中不存在相同的非优认识，这是因为每个成交者的目标、行为属性和环境是不同的。如果他们具有相同的非优认识，并且具有相似的存在条件，那么，在一定的条件下是可能达到均衡的。除了对系统过去完成时的非优分析外，关键的问题是要对系统现在进行时和将来时的非优分析，这就要考虑系统的动态特征及开放性。

6 从非优追踪到系统的自组织

在研究系统自组织理论中，耗散结构理论、超循环理论、协同学和混沌理论等都对它做了不同的贡献。实际上，在他们各自的理论中，都含有系统非优理论的成分。因为系统自组织的主要特征是完善系统运行，发展系统目标，它们必然经历由非优到优、由优到非优的过程。如果系统不存在这一特性，也就无需自组织了。分析表明，系统的状态总是处于非优与优的边界上，其自组织的目的是使系统的状态从边界上进入优范畴，系统处于优范畴是有一定的时间约束的，在一定时期内，由于系统稳定，使状态保持在优范畴中。但是，如果系统不稳

定,那么,它很快就要从优范畴中移到新的边界上,形成系统维持的状态。系统的维持状态不是发展的状态,不是系统的理想状态。当然,系统实际的角度不存在最优的标准,也没有必要去确定什么是最优的,只要系统能加快非优范畴到边界、边界到优范畴的速度,那么这样的系统是令人满意的。如果系统具备这种转换的能力,也就说明了系统有良好的自组织能力。从自组织理论已经知道,微涨落不会对系统有多大影响,只有在众多的微涨落形成巨涨落时,才会使系统发生演变,这一结论可以使系统的非优控制生效,系统自然处于优范畴,处于优与非优的边界上。在此边界上系统完成自组织功能,比如说,将系统开放,使系统与外界进行能量等交换,改变了系统的功能和行为,形成了新的非优控制力,所以,又使系统回到优范畴。这种自组织过程有时可通过协同的办法,或者通过超循环现象,让系统在边界上自我复制、自我完善达到优范畴状态(还要强调的是,优范畴表明了系统的非优能控制的范畴)^[4]。

此处提到的边界是一个很容易理解的概念,比如,一个人的日常生活处于边界状态,是反映这个人的生活有时好,有时会坏,所以,不能说此人的生活最优和非优。当此人在确定的环境中适应下来时,对所有的非优已能够控制时,也就是说生活能力增大了,他显然是进入了优范畴。如果他的生活改变了环境或者生活的行为发生了变化,如需要改变心理变异,这时会产生新的非优问题,使已有的控制能力失效,又回到边界状态。这时,他还要通过自适应、自调节来扩大自己的非优控制能力,使生活趋向优范畴。这一过程是一个逐步完善发展的过程,人类社会就是这样发展起来的。

这种规律最明显的是经济系统。一个国家的经济发展水平不仅看他的各项经济指标的变化,更重要的是从宏观经济系统边界的角度考察非优与优的转化能力。

由于系统的性质不同,它的边界也会不同,当然,优和非优的边界也是可变的。从系统的转化规律来看,其边界由系统的结构所决定的。例如,人口系统的优和非优边界是由社会经济综合系统所决定的,当人口数量发展到一定比例时,国民经济的发展水平处于一个维持的状态,或者在一个水平的上下波动。如果控制人口的数量变化,那么,国民

经济系统可能离开边界维护状态,进入一个优范畴。在优范畴中的经济系统称过渡状态。当国民经济系统的行为发生改变时,不利于经济发展的非优因素对经济系统的影响超过了限度,经济系统失去控制,从而又转入到边界上。此边界不同于以往的边界,它反映的非优属性和优水平是不一样的。所以,将经济系统的边界与优属性的转化时期称经济系统的发展时期。但是,系统整体上的非优会产生系统紊乱,然后可能出现系统的新属性,系统的部分非优会加速系统自组织的过程。所以,系统的非优行为、状态蕴藏着极为丰富的系统动力原始能源,对它进行系统地采掘、传输、存贮和加工,达到建立非优信息系统的目的。实际分析表明,非优信息系统的高级形式可以用计算机的硬件和软件加以实施,它的初级形式可以用资料、文件、图表等加以构成。非优信息系统存贮了非优信息动力的原始能源,突破了物质能源向动力的一次转换的限制。只要非优信息所表述的状态、行为继续存在,这种能源就始终蕴含着有效的燃烧值,并可随时形成相应的系统动力。并且还可以建立系统动力模型:

$$\frac{dx_i}{dt} = \frac{A_i Q_i - D_i}{N} x_i + \sum W_{ik} X_k + \phi_i,$$

其中 x_i 是系统第 i 个经非优控制后的状态值, A_i 表示系统原有的状态数, Q_i 为 A_i 的贡献率, D_i 为由非优影响而减少的贡献额, N 是系统状态数, X_k 为系统新增状态量, W_{ik} 为 X_k 对 X_i 的影响度, ϕ_i 是系统不分明元突变率。任何系统都具有一定的动力学模型,通过此模型可建立系统的非优分析模式,并且,通过系统的自组织功能可进一步完善系统非优分析的功能,同时,系统非优分析也增强系统自组织水平^[3]。

系统非优分析理论可得出,人的需求可以控制系统有序,非优可促进有序。从非优指导系统中可判决系统从无序转化到有序、从有序转化到无序的条件。系统非优理论将会在决策科学中有较大的应用,可经常将人们的经验转化为科学手段,并且可能在控制系统中建立有一定行为特征的指导模型。这种模型可将经验与理论融为一体,对系统的运行轨道做出真实的评价。

(下转第71页)

Research on the Forecast of the BP Neural Network Based on the Orthogonal Test

Cai Anhui, Liu Yonggang, Sun Guoxiong

(Department of Technical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

[Abstract] The strategy for forecasting the BP neural network was researched on the basis of the training-studying samples that were obtained in the orthogonal test of $L_9(3^4)$. The self-contained orthogonal sample was the basic training and studying cell. When others samples were added into the self-contained orthogonal samples or the self-contained orthogonal samples were cut down, the forecasting results were completely irresponsible. On the same test condition and orthogonal test type, the self-contained orthogonal sample with large information content could forecast that with small information content at high precision. A new test-design approach was put forward. Namely, the self-contained orthogonal sample was obtained through the orthogonal test, and then, the values of all other samples whose factors were the same as that of the self-contained orthogonal sample could be forecast in the BP neural network and its precision was considerable high. Therefore, the time and labors were enormously saved.

[Key words] BP neural network; orthogonal test; strategy; design-test approach; sample collection

(上接第46页)

参考文献

- | | |
|--|---|
| <p>[1] He Ping. Non-optimum system theory and methods [A]. Fuzzy Sets and System [C]. First Joint IFSA-EC Workshop Press, 1986. 58~62</p> <p>[2] 何平. 系统非优理论的现实源泉与应用展望 [J]. 系统工程, 1989, 2(7): 1~5</p> | <p>[3] 何平. 系统非优判别指导系统 [J]. 控制与决策, 1989, 3(4): 18~21</p> <p>[4] 苗东升. 系统科学精要 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1998</p> <p>[5] 何平. 探讨经济系统的新方法 [M]. 大连: 大连理工大学出版社, 1989</p> <p>[6] 何平. 系统非优理论的进一步研究与探讨 [A]. 物元与系统理论 [C]. 大连: 大连理工大学出版社, 1991</p> |
|--|---|

System Non-optimum Analysis Theory and Method

He Ping

(Liaoning Policeman Collage, Dalian, Liaoning 116033, China)

[Abstract] This paper discusses non-optimum analysis theory of system and points out main problem of exploring indefinite system optimization. The key is short of the non-optimum analysis to the system. The article establishes symptom covey and empirical analysis based on non-optimum category of the system, and puts forward that system is degree measured along with non-optimum traced up to systematic self-organization and so on.

[Key words] the non-optimum category of system; non-optimum symptom covey; non-optimum magnanimity; systematic self-organization