

概 论

在系统科学领域，系统论并不能有效解决具体的复杂系统问题，主要原因是未能解决系统悖论——不能针对具体系统给出具体的定量形式化描述模型。深入研究发现：复杂系统不存在统一的原理及描述模型，只能针对特定类型的系统，寻求特定的原理及描述模型。如联合国，属交互作用型系统；一个国家的行政组织或译码器，属定向协同作用型系统；人脑神经系统，既有协同作用型自组织，又有交互作用型自组织，且具有准全息性。针对交互作用型自组织的定量形式化描述，我们给出了“准全息元数学模型”。

描述准全息交互作用型自组织有三个要素：1. 作用因子。2. 自组织结构。3. 结构法则。构成自组织的作用因子可称为自组织参量，参量之间的关系称为结构。

显然，结构的构成需要遵循一种法则，这种法则就是参量之间交互作用的法则，也是参量之间自组织为一个整体结构及集合的法则。如整数集遵循加减运算法则即可形成加减运算关系结构，有理数集遵循乘除运算法则即可形成乘除、乘方开方、对数反对数运算关系结构……。

遵循共同的结构法则，系统之间才会有同构性。同构是系统

之间交互作用产生预期反映的前提条件。基于预期性，系统之间才能有效地交换信息、反馈信息。另外，预期还是主动性及相互理解的前提条件，是预测、目的、希望、及相互交流信息的基础，可以说没有预期性就没有人类智能。

一般来讲，自组织结构与参量集合的类型有关，如整数、有理数、实数及超越数等类型，分别确定着加减、乘除、乘方开方、对数反对数等数学基本运算关系。这种运算关系或结构的类型是有限的，具有元结构的性质；其结构法则——等价逻辑法则，具有元逻辑的性质；其参量类型也是最基本的。因而是自然科学基础理论的元语言。另外，这种法则具有内涵与外延一致性，还等价数学基本运算及自组织或自然法则。

不同类型的参量遵循不同的法则构成的自组织结构，其复杂性有很大的差别，如加减运算关系结构，仅涉及整数类参量，用二维结构即可表示，复杂性要小得多——等价线性系统。而乘除、乘方开方、对数反对数运算关系结构，涉及有理数类参量，必须用三维结构表示，具有足够的复杂性——等价非线性系统。

通过准全息元数学模型，我们可以确定复杂开放系统的三个基本定理：1. 准完备性定理。2. 系统结构法则的多元相容性定理。3. 系统参量的互为因果关系定理。可以确定复杂开放系统创生的三个基本原理：1. 结构法则（等价逻辑法则）内涵与外延的一致相容原理。2. 互补原理。3. 自组织原理。可以确定智能系统的几个基本原理：1. 准全息信元逻辑相关原理。2. 自组织功能耦合原理。3. 准全息信元逻辑内涵与外延一致性及多元相容性原理。

模型的重大意义在于：1. 解决了准全息信元的全互联及交互作用关系问题；2. 解决了准全息信元的组合爆炸问题；3. 有

条件的解决了模数统一问题；4. 有条件的解决了联结机制与符号机制的统一问题；解决了储算一体及数据与地址的统一问题；5. 解决了开放性与系统进化问题；6. 解决了有限状态与无限状态的统一问题；7. 解决了有限计算能力与无限计算能力的统一问题；8. 解决了确定性状态与非确定性状态的统一问题，或有序与无序的统一问题；9. 解决了智能系统的因果目的性问题；10. 解决了有关智能或信息技术及理论的统一问题；11. 解决了智能系统的准多值逻辑推理机制及原理问题。

在系统科学领域，老前辈钱学森曾提出建立系统学，但系统学所要解决的问题在系统悖论没有解决的情况下，可能无法解决，系统学也难以建立。因而系统学所要解决的问题，需通过特定类型的系统理论才能解决。鉴于系统不存在统一原理及描述模型，亦很难抽取系统共性的东西，存在系统学内涵与外延的界定困难，因而建立“系统系谱学”似更现实一些。它可以涵盖系统学的研究内容，但研究目标明确了，避免了一些不必要的麻烦。

搞“系统系谱学”的意义在于：搞清楚各类具体系统的基本要素，结构与功能单元，原理与功能机制、功能层次，通过系统系谱分析，就有可能像基因重组一样，组构人类所需要的系统类型，获取所需要的系统功能。它建立在充分了解系统的共性与个性的基础上。

统一系统论、信息论及控制论是系统学或系统系谱学的重要内容。通过准全息系统论及准全息元数学模型，说明系统论、信息论与控制论的统一应该是很自然的事情。之所以造成三论分离，是因为各自的理论高度不够——均没有结构描述，而三论统一的基础就是系统结构。结构是系统参量或子系统之间的作用关系，系统参量等价系统单元状态，系统单元状态等价系统单元信息。因此系统参量关系等价系统的状态关系或系统的信息关系，

等价系统因子的自组织自控制关系。而控制是基于系统因子，或系统之间的作用与反作用关系，不能脱离信息。而控制因子与系统因子及信元等价，信元与系统因子或控制因子匹配输入输出。信息的传递与保存，则与系统的结构统一，本身也是系统结构及系统或控制因子相互作用的标志及体现。基于特定的系统结构，系统参量、系统状态、与控制因子及系统信息，可以互相描述、互相定义、互相转换。物质与能量亦可以互相转换，故信息的表现形式也可以多种形式转换；系统没有信息的转换，及作用与反作用，系统就不可能生存。

模拟任何一个复杂系统的功能，包括人脑智能，只有在弄清系统动力学自组织结构特性的基础上，才能复制原型或还原，最起码也要有一个同构描述模型。本世纪迅速发展的仿生学，就是通过弄清组织结构的本质特征，然后以不同的人工材料为基础，模拟原型的功能。相对于人脑神经这样的复杂系统，如没有定量形式化的自组织结构及原理模型，就谈不到有效的人工模拟，也不能说智能模拟有了真正完善的理论基础。

人脑智能模拟是个系统工程，不能指望用还原论方法解决问题，系统问题就必须用系统理论及方法来解决。也不能从一个局部或层次展开，而是要从各个层次功能机制的协调统一入手，如同模拟鸟飞的飞机，其飞行原理、机制及相应的控制与动力系统，包括空气动力学理论，都要统一于满足飞机不仅能飞且能承受这一基本实用要求。如完全模拟鸟飞的机理，就很难满足承重这一特定要求。模拟人类智能也是同理，没有必要与人脑完全一样，但一定要抓住主要矛盾，明确本质特征，有整体目标、整体规划及明确的理论基础，避免盲人摸象。

人工智能的三大流派——符号机制、联结机制与控制论机制，都为人工智能做出了巨大贡献，但都有不可克服的局限性。

要设计功能足够强大的智能计算机，必须在信元自组织的基础上解决交换、控制、及运算功能的统一一体化问题，同时解决组合爆炸问题、总线瓶颈问题、储算分离问题、内外情境的统一问题……。但因传统的系统论只有定性描述，而无系统参量的自组织结构及原理描述，而确实难以作为智能系统的有效理论基础。“准全息元数学模型”的提出，首先是解决了系统理论本身的定量形式化描述难题，为复杂人工智能系统的设计奠定了坚实的数学理论基础。

根据同构或相似性原理，可以认为人脑及计算机都应是转换状态或组织状态关系的物理实体，其中的组织状态关系与记忆状态及其关系是统一的。只要解决了三大根本问题，就能模拟再现人脑的本质功能。一是解决状态的自组织问题——体现状态关系的整体存在形式，即状态关系结构问题。二是解决状态的实时转换问题——体现状态在不同层次及不同转换阶段的表现，即功能问题。三是解决子系统功能耦合的原理及机制问题——体现状态的互补定义及交互作用。上述问题涉及到转换或组织状态的实体，与脑神经网络是否同构的问题，涉及到内外情境的统一问题。

具体到状态的操作，应该是状态之间的交互作用及协同作用。这一点非常重要，因为功能是状态之间的自然作用，如果是加上外在的控制因素，就不是功能的自然体现。这里涉及到一个重要的概念——自动机，传统的自动机是按预先安排好的操作步骤动作，而真正的自动机是现场状态可以直接驱动机器作用与反作用。且在这一过程中完全没有任何附加控制条件及过程性控制，完全是根据信元的自组织或互为因果关系结构交互作用。这里涉及一个重要的理论问题：“即转换状态时，状态一定是对象的真实描述。而转换状态的实体（计算机或人脑）亦必须是真实

状态关系的自组织，且两者必须具有一致性。”

一般来讲，状态的自组织形式决定状态的作用机制，即所谓的结构决定功能。由此可见，机器模拟人脑思维是有条件的——同等复杂性的结构决定同等复杂性的功能。且只有具有特定结构、特定作用方式及原理的系统才能产生特定的功能。

对思维或脑科学，只有给出本体的系统论描述，才能对其结构与功能特征有一个理性的认识。说准全息元数学模型是思维及人脑的定量形式化描述模型，是因为人脑这一思维本体是个典型的准全息系统，它基于连接机制，是状态转换、状态交换及状态交互作用一体化的复杂网络系统。

人脑神经元的连接有两种形式，一种是以逻辑可逆为基础的交互作用型连接，其功能是组织与转换状态，与交换及控制机制统一；一种是以编译码机制为基础的协同作用型连接，其功能是编码、译码、解码。前者体现为逻辑思维，后者体现为形象思维，两者是互为依存的关系。而人脑神经系统同时包含这两种类型的自组织。

智能系统最起码有两个功能层次：一是子系统功能层次，相对容易解决一些。一是子系统功能耦合层次，解决起来就相对困难一些，因为子系统功能可以通过若干不同子系统的功能互补解决，亦可以通过不同子系统的功能代偿，而子系统功能耦合层的问题则无论如何不能替代及代偿。用系统论的话说，系统整体的功能并非子系统功能简单的叠加，整体功能要大于部分功能之和，这涉及系统论最难以解决的问题——涌现问题（也有将涌现称为突现的），同时涉及子系统功能耦合的原理及法则问题。这应该是智能系统的最本质问题，具体涉及状态转换的自组织原理及相应的功能机制，涉及状态的组合与分解机制——即运算机制；涉及状态之间的交互或协同作用机制——即控制机制。自组

织及其涌现问题，及功能耦合问题不解决，智能模拟就很难取得根本性的突破。

目前的符号机制仅涉及状态转换，却没有状态的自组织这一基本前提，因而状态转换不能与子系统的功能耦合或自组织机制统一。联结机制亦不能结合子系统功能耦合或自组织机制统一解决状态转换问题。其分类功能大部分仅相当于译码器，相当于感知子系统这一个层次的功能；控制论机制同样不能解决这一问题。反馈控制同样需要建立在子系统功能耦合——即状态自组织的基础上，才能更有效的与全部背景或相关状态双向实时交互作用。通过上述分析，现有理论都没有解决智能模拟的根本问题——系统的自组织或子系统功能耦合原理问题。至于状态转换问题则必须在内外情境统一的基础上统一解决，才会更有效率。

另外，状态转换不能基于二值逻辑，而应基于准多值逻辑。道理很简单，二值逻辑需要把所有的状态都用二值编码，而现实状态的编码需要用三值、四值……，且能直接、实时、透明相互转换。用多值态编码的意义，在于各种编码方式可以互补定义同一个状态，且能互相激励互相检索。最主要的是二值逻辑没有可逆性，不能进行逆向逻辑推理；在此基础上不能直接转换有理数及实数类状态，这将导致信息处理实体内外情境的分离，为语义理解造成了根本性的障碍，同时导致计算复杂性问题。另外，在二值逻辑基础上不能实现状态的自组织，造成储算分离。

以“准全息元数学模型”为逻辑结构模式设计的计算机，多入多出、逻辑可逆；储算一体；地址与数据统一；适应多种进制代码运算、控制及交换；并行运算、并行控制、并行交换功能统一一体化；可双向读写算、同步读写算、及并行读写算。其记忆单元之间具有内在的自组织关系，相对于冯型计算机，可以说是计算原理及体系结构的一次革命。可从根本上提高计算机的基础

性能，其意义远远大于日本的第五代计算机。

基于模型的计算原理可称为自组织结构计算原理，相对于冯型机，有三个方面的不同：1. 以自组织为基础转换状态。2. 以准多值逻辑为基础转换状态，可以直接转换有理数及实数状态，可以并行转换状态。3. 状态之间可以互相控制进行转换。相比之下，冯型机是：1. 以二值逻辑为基础转换状态。2. 串行转换状态。3. 转换状态需要通过预先程序化及存储程序。

钱老曾提出大成智慧，但其实现，只有以准全息元数学模型为基础，搞出智能计算机才有可能。因这种智能机可以解决存储单元之间的全互连性，能按照特定法则实时、透明化利用数据、存检数据、组织数据。以此为基础，才能有效地集中人类知识精华，并实时更新。智能机的本质，是本身可以遵循某种法则组织状态、转换状态、交换状态。

只有基于元逻辑、元算法及元数据结构，构建智能计算机，才能决定人机遵循共同法则。在同构的基础上组织数据与实时、有效地利用数据，才有可能搞出通用海量数据库，这是集大成、得智慧的基本前提条件。而冯型机的存储单元之间因没有内在联系，通过软件建立内在联系，必然面临组合爆炸问题，还因其体制问题，存在读写瓶颈，存在分段、分时、串行处理等诸多弊端。故基于冯机建数据库不可能具有通用性，只能是为解决特定问题搞专用数据库，这就不可避免海量数据的读写瓶颈，及难以修改更新等诸多弊端，因此很难实现大成智慧。以此为基础，不仅人机没有共同的法则可以遵守，计算机本身也没有可供主动遵守的行为准则。

谈到智能模拟，很多人认为所解问题不能形式化与不可计算，是机器智能不可逾越的双重限制。但不能形式化与不可计算的问题不仅仅限于计算机，对于人来讲也同样存在，但这并非智

能不能模拟的理由。因为世界是开放性的，人类的智力也是开放性的，形式化的方法及计算能力始终是在随着人类智力水平提高而提高，二值逻辑计算机绝非人类智力发展的极限！二值编码的形式化及二值逻辑计算性能的局限性并非不可逾越！复杂性的问题必然有复杂性的方法解决。

搞智能计算机并非可望而不可及的事情，亦并非是一劳永逸的事情。它涉及的理论及技术问题较多，不同的理论与技术途径，其结果会有很大的差别，有些是非本质的，有些则是本质的。以往，因为智能本身没有公认的标准，亦没有统一明确的理论基础，所以对于智能的评价及认同标准都是实用性的，相对性的。但这并不影响人类对于智能问题的执着探索，人们根据各自的理解在不同途径，逐步向智能的本质结构与功能特征逼近，随着自然科学基础理论的飞速发展，在二十一世纪初，智能计算机的理论与技术必将产生质的变革。

人类模拟任何功能，都不需要和原型一模一样，就像模拟人类行走可以用轮子而不用双腿，而驱动轮子转动行走的机制，与驱动双腿行走的机制则完全不同，但其满足人类实用的价值却要从某些方面高于双腿。类似的例子几乎比比皆是，因而模拟人类智能的技术理论，能从脑科学找到出路当然更好，但暂时找不到，亦不能说明智能模拟及智能计算机的设计就没有出路或要停滞不前。

对于智能模拟或智能计算机的讨论，很容易陷入空对空的无谓争论，亦很容易走两极端——或者是将现有的工作拔高成人脑功能，或者说智能永远无法模拟，并为此找出若干所谓的理论根据。因而有关讨论必须限于特定的条件，限于特定的理论及技术，不然就会造成无谓争论。作为一个人工系统，其功能只能是相对于一种技术及理论而言，这样所要讨论及解决的问题都将是

非常具体的，需要做的都是实实在在的工作。不管怎样，只有针对具体的理论及技术问题提出具体的解决方案，才能对人工智能系统的构建有实质性的推动作用。

第 一 章

准全息系统论



第一节 系统论急需理论突破

1. 引言

目前，系统论在定性研究方面有了一些发展，但在涉及具体组织或结构的定量形式化描述方面，依然进展不大，在此领域，系统论要想有根本性突破，必须从复杂系统的自组织结构及其涌现性入手，且必须给出其定量形式化描述模型。

在系统科学领域，人们曾就系统研究的分析与综合，或是否适用还原方法展开过激烈争论，但很显然，两者都正确但又都有局限性。这一问题就像岩石的水成说与火成说一样，都有正确的一面又都有错误的一面，只有掌握岩石物理变化的全过程及全貌才不致以偏概全。不论是综合还是分析，都要针对一个特定的参照系——系统及其结构，使得分析必须是基于特定系统结构的分析，综合亦是基于特定系统结构的综合。另外，分析与综合都要有一个明确的目的性，需要确定分析或综合的依据，确定分析或综合的具体形式与内容，及确定特定法则。假设对于这些问题没有整体把握，谈分析或综合就难免盲目性。目前，相对于系统、结构及其功能，还原论或分析方法面

临无奈，综合方法或系统论则面临悖论。

2. 还原论的无奈

笛卡尔（ReneDescartes），近代科学思想的奠基人之一，在那篇关于正确运用推理的著名论著中，对科学研究提出如下至今仍然有效的建议：“如果一个问题过于复杂以至于一下子难以解决，那么就将原问题分解成一些足够小的问题，然后再分别解决。”这被称为“笛卡尔方法”。笛卡尔方法隐含了一个假定：当所有分割的问题都被解决之后，系统还可以恢复原状或重新组合起来。换言之，分割的各问题的解答之总和就给出了一个最后答案。这个假定对于简单系统也许成立，或者更确切地说，该方法仅仅适用于那些可以重新装配的系统。然而对于生命系统，情况并非如此，整体总是大于部分之和。当系统被分解之后，某些东西——即生命本身就不可挽回地失去了。就是说许多关键性的步骤是不可反转的，或者用专门术语来说，这样的系统是不可逆的。当我们把一个生命系统剖分成各个部分时，我们所研究的不过是一死物而已。生命，作为系统整体的性质，已随着剖分的进行而消失殆尽。所以，当我们面对的是生命本身时，由于生命组成部分之间的相互依赖性，如何区分及确定生命组成部分之间的这种依赖因素，是对生命网络进行剖分的先决条件。但就是在这一领域，还原论或分析方法面临无奈。

3. 系统面临悖论

生命结构显得非常复杂，它们由许多部分组成，因而难以分析它们的结构——功能关系。由于这个原因，人们试图借助整体哲学及方法论。生物体是由许多器官和多种类型的组织组成的，它们全体必须以非常特定的方式结合在一起。否则的话，在结缔组织、软骨、粘膜、腺体等等之间就不会再有什么区别。细胞不能像沙袋中的沙子一样包装在一起。正如“自组织”这个词所暗示的那样，它们必须加入到某种特定的接触方

式中去。

科学也许可以定义为力图寻找不同形态之间的组织原则，并且，在理想的情况下，用数学描述这些形态和它们之间的相互关系。因而，培根（Roger Bacon）称数学是通往科学的道路和钥匙。大量的物理过程可以用方程来描述。万有引力定律〔伽利略（Galileo）〕，行星运动〔牛顿（Newton）〕，和白炽金属丝发出的辐射〔普朗克（Planck）〕，都可以用普通方程的数学形式表示出来。然而对于生命系统可能吗？迄今为止没有人能够说清楚。

贝塔郎菲把一般系统论界定为关于整体性的科学，把整体性界定为一种“涌现的”性质。全部系统研究的任务集中到一点，就是阐明整体为何大于部分之和，然后制定描述大于部分之和的整体性质（即涌现性）的方法。对于涌现，哈肯曾反复阐述这样一个思想：“序参量作为描述宏观整体特性的量，是微观子系统相互作用在临界条件下形成的，它们在微观层次上完全不能被了解（还原论失效）。”认识整体性的关键，就是研究涌现现象和涌现性质。至于什么是涌现，系统科学把整体具有而部分不具有的东西称为涌现。涌现是指那些高层次具有，而还原到低层次就不复存在的属性、特征、行为、功能。

人工生命的倡导者兰顿认为：“生命是一种形式性质，而非物质性质，是物质组织的结果，而非物质自身固有的东西。无论核苷酸、氨基酸或碳链分子都不是活的，但是，只要以正确的方法把它们聚集起来，由它们的相互作用涌现出来的动力学行为，就是被我们称为生命的东西。”这是很有说服力的。组织在细胞中的分子同处于非细胞实体中的分子并无两样，令人迷惑的“生命力”或“活力”只能是物质分子按照细胞这种结构模式进行组织所带来的涌现性。它们不违反量子力学规律，但不能完全归结为量子力学规律，符合物理学规律并不意

意味着物理学规律足以解释这些现象。生命现象如此，一切涌现现象都如此，都应作为组织的产物来理解。我们在大自然中看到的至今难以解释的那些整体特性，都是物质世界通过自组织涌现出来的。

涌现并非不可预测，更非反直觉。涌现作为总体系统行为，是从多个参与者的相互作用中产生出来的，从系统的各个组成部分的孤立行为中无法预测、甚至无法想象。如果我们从物质世界的最深层次，即基本粒子谈起，一切整体涌现性都是组成整体的各部分相互作用、相互制约的结果。一切涌现现象归根结底是结构效应、组织效应、即系统的组成部分相互作用造成的整体效应。但迄今为止，遗憾的是对于这些都无法给出确切描述。在这方面，即便是像美国约翰·霍兰这样的权威，在《涌现——从混沌到有序》一书（第 16 页）中，在谈到研究道路上的困难时，也认为“在一个由规则支配的系统中，很少发现我们所期望的产生涌现现象的结构。在涌现现象大量不同的例子中，隐藏期间的那些意外出现的新奇事物的虚假轨迹，给我们分离涌现现象的基本要素造成了许多困难”。

鉴于这些问题的存在，产生系统悖论也就不足为怪了。

苏联哲学家瓦·尼·萨多夫斯基，提出六个有关系统的悖论，其基础性的悖论有三个：

等级性悖论——描述任何给定系统这一任务，只有在把该系统描述为更大系统的元素这一任务获得解决的前提下，才能得到解决。而把该系统作为更大系统的元素来描述的任务，又只有在把该系统作为系统来描述的任务得到解决的前提下，才可能解决。

整体性悖论——把给定系统描述为某种整体性的任务，只有在解决了把该系统以“整体性的方式”划分为部分的任务之后才能解决，而以“整体性的方式”把该系统划分为部分的任务，只有在解决了把该系统描述为某种整体性的任务之后才

能解决。

系统方法悖论——形成关于具体系统的真正知识的任务，只有在完善的系统研究方法论基础上才能解决，而这样的方法论只有在能满足系统方法论要求的，对具体系统进行恰当的描述的基础上才能建立起来（参见《系统之谜》第 2—5 页，曾永寿著，中国商业出版社，2002.12.1）。

系统悖论的发现，本身就是系统科学的重要成果，它并不表明不存在关于系统的符合逻辑的认识方法，只是表明现有的认识方法与系统这一认识对象不适应。正因为如此，才更能够说明系统理论及科学的重大意义。

现实的问题是面临各种各样的复杂系统，只要不解决系统悖论，就谈不到对系统进行有效的把握与调控，更谈不到进行有效的系统功能模拟。面对复杂的系统问题，头痛医头脚痛医脚、短期效应，往往隐含着某种不可预料的危险或弊端。系统悖论涉及社会经济的方方面面，其影响日见突出，目前，急需系统理论的重大突破。

4. 贝塔郎菲的一般系统论

一般系统论是在基础科学层次上，现代系统研究的起点和第一个理论框架，虽然在定量研究方面并无大的作为，但在阐述系统思想、概念、方法论方面有巨大贡献，其影响是其它系统理论无法代替的。

贝塔郎菲认为，那些不能用机械论解释、又被活力论神秘化了的问题，如整体性、目的性、秩序等，都是“系统的基本问题”，是系统的一般属性；只要建立起关于系统的一般理论，就可以对这些问题做出统一的科学解释。他发现，柯勒早已用物理学方法研究过系统论的基本原理，试图对照有机体系统拟定出无机体系统的一般特性。洛特卡研究过一般系统概念，他以微分方程为工具对人口系统的研究，直接启发贝塔郎菲形成动态系统理论。他认识到存在着适用于一切系统的模式、原则

和规律，而不管其组成部分的具体种类、性质，以及它们之间的关系和力的性质如何。这些认识最终于 1937 年凝结出一般系统和一般系统论的概念，使其在创立这门新学科的道路迈上决定性的一步。

系统观点要求人们把关注的中心从实体转向关系，从部分转向整体，从组分转向结构，从孤立因果链转向相互作用的因果转化网络，即从分析思想转向系统思想。如贝塔郎菲所说：这就意味着科学思维基本方向的转变。提倡系统论并不意味着全盘否定还原论，在现代系统论看来，任何系统都是可分与不可分、还原与非还原的对立统一。

许多矛盾，如系统与环境、输入与输出、激励与响应、成分的组建与破坏等，在封闭系统中并不存在，在开放系统中则具有基本的重要意义。许多矛盾，如平衡与不平衡、稳定与不稳定、初态与终态等，在封闭系统中显得很平常，在开放系统中内容大大丰富了。由于开放，系统还会出现许多现象，如启动不及与过调等。开放性概念还有助于我们科学地把握整体性、目的性、方向性等概念，因为系统的这些特性与系统和环境的关系密切相关。

贝塔郎菲在清除机械论因果观方面的贡献主要有三点：其一，指出经典科学的孤立因果链观点只适用封闭系统，研究开放系统必须把因果观点建立在动态相互作用之上，即采用系统论的因果观。其二，基于开放系统和定态概念阐述有机体的异因同果性，说明这种性质是有机系统初级调节能力的基础。其三，批判了单向因果联系的传统观念。动力学把因果关系归结为系统不同状态之间的关系，使因果关系可以用科学语言表述，是一个贡献。但简单地把原因与初态等同起来，把结果与终态等同起来，把原因完全归于过去，把结果完全归于未来，就在原因与结果、过去与未来之间划出一条形而上学的界线。拉普拉斯决定论就立足于这条界限之上。贝塔郎菲反对这种观点，坚持辩

证地把握原因与结果、过去与未来之间的关系。他认为，对于人类来说，目标的预见决定实际的行为是不争的事实，表明决定人类行为的原因也来自未来。对于一般系统，某些未来状态有吸引作用，也是决定系统行为的原因。就是说，原因与结果在时间维中的联系不再是单向的，系统行为是它过去状态与未来状态的辩证统一。

贝塔郎菲指出，机械论没有给目的性、方向性留下任何余地，是它不能解释演化现象的根源。他主张对目的论采取一分为二的态度，在清除其唯心主义观点的同时，把目的性、方向性作为合法的科学课题对待。贝氏相信，在开放系统理论和动态系统理论的基础上，可以用科学甚至数学的语言来阐明目的性和方向性概念。为此，他提出果决性概念，认为“果决性也可以说成是取决于将来的意思”，目的性就是“过程走向最终状态的针对性”。这些论点已经包含现代动力学吸引子理论的某些思想。

在贝塔郎菲的思想中，组分之间的斗争、对立物之间的一致，是系统的一般组织原理。他力图从这种对立、斗争和一致性中发现系统演化的机制，从系统内部说明何以能够出现由简单到复杂、由低序到高序的演化。从动力学方程中控制参数的一种特殊变化方式中，贝塔郎菲发现了系统的一种特殊演化方式，即渐进分异化和渐进机构化。它导致从整体向总和、从非加和性向加和性的转变，是造成系统复杂性增加的机制之一。从控制参数的另一种变化方式中，他还发现系统的另一种特殊演化方式，即中心化和渐进个体化。这是导致系统有序化和提高整体性、统一性的机制之一。分异化和中心化是两种相反的趋势，但又是相互联系、相互促成的，都可以在生命和社会历史的现实演化过程中观察到。贝塔郎菲认为，坚持这两个原理可以解释许多演化现象，避免许多假命题。

简单地否定“分析程序”是贝氏的一大失误。贝塔郎菲认