

· 科技基金 ·

## 科学基金申请中科学假说的研究内涵

科学研究中,可采用系统科学的思维方式。研究对象即事物的内因就是系统结构,研究对象之外的作用即事物的外因就是系统的环境。依据系统结构已知结构信息、环境信息及相互作用的规律作为基本事实,从事物发生、发展的内因(系统结构)、外因(系统环境)及内外因相互作用原理和演化过程等方面来探讨未知的自然现象和科学规律。因此,在区分结构信息、环境信息及其相互作用和演化信息的基础上,要发现问题、进而梳理问题、提炼问题。

### 1. 系统结构初始状态与结构假说

研究对象的内因(系统结构)决定着系统的功能特性。因此,可首先深入研究系统的结构,掌握系统结构三要素组成部分、时空秩序、联系规则等方面的全部信息,以已知的系统结构3要素的科学原理和科学事实为基础,对结构3要素未知的自然现象及规律性作出科学猜测,提出系统的结构假说,或者系统结构3要素之间的组合假说。

系统结构中往往有一个或一组子结构支配着整个系统的演化特性、演化方向与演化趋势,该(组)子结构叫做该系统的主导结构。主导结构是系统中的“主角”,因此在申请书中,可以充分论证系统结构构成,确定主导结构并确立主导结构控制假说。

在初始状态和演化过程中,系统结构的3要素会发生渐变、持续变化甚至突变。系统结构的检测标度具体体现在系统的组分、浓度、强度、温度、顺序、形态、位移或速度、加速度及势能变化等方面。在同一外界环境作用下的同一系统结构,在不同层次或不同尺度子系统特性一般是不同的;同时在不同演化阶段,系统结构特性也会不同。因此,一般可从初始状态、不同演化阶段对系统结构内部整体结构或整体结构下的不同层次、不同尺度进行系统结构组分、结构形式及其相互作用方式进行系统研究。在已知系统结构理论的基础上,进一步对不同层次、不同尺度、不同演化阶段等方面提出新的系统结构内部初始状态结构组分、结构形式及其相互作用方式的科



学假说。

### 2. 环境假说

系统环境是开放系统之外的所有因素,是事物演化的外因;系统结构内部、系统环境因素之间及系统结构与环境之间的任何差异是系统演化的源动力。一般来说,系统环境作用包括机械、物理、化学、生物及社会等各种外界环境单独或联合、耦合作用。每一项环境作用,还可细分为许多不同的分项。系统之间的外部作用,在更高层次总系统就为内部作用,因此系统的环境可以统称为外部环境作用。

实际研究过程中,环境作用的精确测量和准确描述是很困难的,甚至是不可能的;当然有时在研究过程中重点考虑系统结构假说,没有必要对外界环境作用进行精确测量和准确描述。因此,在已知系统环境作用的基础上,提出新的系统环境作用假说,包括各种外界环境单独或联合、耦合作用。在研究过程中,有些环境作用复杂或联合、耦合作用,难以直接描述,如物理、化学、生物等耦合作用,可采用等效机械(力学)作用,提出相应的等效广义力作用假说。

### 3. 系统与环境相互作用原理及其演化过程假说

系统结构与系统环境如机械、物理、化学、生物、社会等各种外界环境单独或联合、耦合相互作用,通常经历孕育、潜伏、发生、暴发、持续、衰减、终止等不同演化阶段,在不同演化阶段中,一般可从3个方面进行考虑。一是演化过程中结构变化。系统结构在演化过程中,系统结构的3要素可发生量变的积累直至质变,如同一组分在演化过程中演化速率

不同,或不同组分间演化速率差异,甚至发生组分结构间的非连续性,即在演化过程中系统结构随着演化进程而改变,出现结构非线性。如果系统结构状态发生突变,实质上是系统原结构的消失并同时诞生新的系统结构。系统结构突变的描述通常是非常困难的,此时须建立系统结构的演化进程与突变假说。

二是系统环境如环境的强度、烈度、作用方式等随着演化进程而发生变化,一般来说在很短的时间增量内,如果系统环境发生微小改变,可以认为环境为常量;如果环境发生较大甚至发生重大变化,即必须考虑系统环境随着演化进程的非线性关系,此时须建立系统环境的演化进程假说。

三是系统结构演化特性随着演化进程的不同而变化。因此可在不同演化阶段分别建立本构或响应关系,即建立系统结构不同演化阶段的特性假说。

在系统的演化过程中。在不同层次间的影响因素,可能是上一总系统的内动力,同时又是下一子系统的外动力,从不同层次体现内因、外因之间的互相转换和相互影响,该动力因素就为耦合因素;在数学模型的描述中,称为耦合控制变量,可建立耦合模型假说。

### 4. 综合假说

在复杂系统研究中,同时提出系统结构、系统环境及系统与环境相互作用演化过程研究中2项以上对自然奥秘有根据的猜测,也就是提出综合假说。如在论证系统结构假说的基础上,提出了系统环境假说及系统与环境相互作用演化过程假说,或者在确定的系统结构基础上,论证、预测系统环境假说及系统与环境相互作用演化过程假说,提出更加复杂的综合假说。

文/朱旺喜<sup>1</sup>,王来贵<sup>2</sup>

**作者简介** 1. 国家自然科学基金委员会工程与材料科学部工程科学一处处长,研究员;2. 辽宁工程技术大学力学与工程学院,教授。图左右分别为本文第1、2位作者。

**栏目主持人** 汤锡芳,电子邮箱: tangxf@nsrc.gov.cn。

(责任编辑 汤锡芳)