

一般系统的 yoyo 结构及牛顿力学定律

林 益^{1,2}, 易东云²

(1. 美国宾夕法尼亚州高教系统滑石分校 数学系, 宾夕法尼亚州 滑石 PA 16057; 2. 国防科技大学理学院, 湖南 长沙 410073)

摘 要:介绍一般系统的 yoyo 结构。类似于欧式空间在当代科学中举足轻重的作用,该模型的引入使得系统科学的研究具有了自己独到的直观,方法体系及思维方式;为系统科学的进一步发展提供了方法保证。在论证了这个模型的成立与存在后,该文利用这个模型研究了牛顿力学三定律的推广。本文结果说明了系统 yoyo 模型在自然科学研究中的有效性和实用性,所得到的 4 个物质运动状态定律可以相当自然地应用于社会科学方面的研究。

关键词: 旋转域;系统建模;总体进化;黑洞;大爆炸

DOI:10.3969/j.issn.1009-3516.2009.05.015

中图分类号: N941.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2009)05-0070-06

1987 年 4 月 4—7 日在美国圣·路易斯召开的第六届国际数学建模大会上,本文的第一作者报告了题为“Can the World be Studied from the Point of View of Systems?”的文章。从那时起,便与同事开始了对该问题长达 20 多年的研究。理论上的探索最终解说了为什么历史上某些理论,如微积分,取得了巨大的成功并得以持续的发展;应用方面的探索使我们理解了为什么某些理论可以成功地应用于实践。此后这方面的一系列研究工作已经以文章,专辑及专著的形式在过去的二十年间陆续发表。在这些工作基础上,本文的第一作者于 2007 年^[1]提出了下面一般系统的 yoyo 模型并在文献[2]中综合介绍了该模型的几种应用:

具体的说,每一个系统或物体都可以抽象地看作一个多维空间中的实体,它环绕着一个隐形轴不停地旋转。如果将它理解为一个物质世界中的实体,我们就得到图 1 中的结构,其中黑洞面将所有的东西,例如物质、信息、能量等,吸入该旋转体。通过一个短窄瓶颈后,所有的东西都于大爆炸面崩出。一些崩出的东西会重新回到该旋转体的黑洞面,而其它的东西则会被别的旋转体吸收。基于它在三维物质世界中的一般特性,该结构称为一个 yoyo。该模型所表明的是:物质世界中的万物,无论是实际存在的还是理论的抽象,无论是生命体,还是以人为主的组织、文化或文明,都可

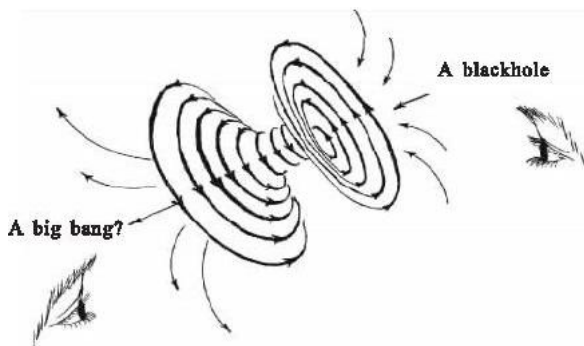


图 1 一个一般系统的涡动模型
Fig. 1 An eddy model of general system

以抽象的看作多维空间中各种各样的具有旋转域的 yoyo 体。每一个 yoyo 体都保持在不停的旋转之中。如果某个系统的 yoyo 结构停止了它的旋转运动,这个系统将不再实质性的存在。

在图 1 模型的基础上,本文将利用一个全新的图像分析法来推导一些重要的科学结果。对此问题,文献

* 收稿日期:2009-06-25

作者简介:林 益(1959—),男,福建福州市人,教授,国际一般系统研究会主席,主要从事数学及一般系统论、应用数学建模、非线性分析与应用等研究。E-mail:jeffrey.forrest@sru.edu
易东云(1965—),男,湖南株洲人,教授,博士生导师,主要从事海量智能数据处理与复杂系统分析、集成研究

[1]使用等量运动与等量效应的概念给予了充分讨论。简要地说,在整个人类历史上图像分析法从来就是一个反复使用的方法。例如,中国文字就由巨大数量的图像组成。任何文字的文学作品都可以看作一个广泛使用并被广泛接受的图像表示法及图像分析法。在分析与推论中最早使用图像分析的著作是中国的易经。当微积分的创始人莱布尼兹在300年前读了易经后,他建立了二进制及p-进制数的系统^[3],为后来计算机的出现与发展提供了理论基础。

今天,图像表示及图像分析在人们日常生活的每个角落都可以见到。比如数字 π 就是一个极好的例子。由于无法以传统的方法(小数形式或分数形式)来表达这个数字,人们就以图像 π 来表示这个非传统的数字,类似的方法也用于书写无理数。在天气预报行业,天气图的分析更是每天都要用到;在金融市场的研究中,技术分析的大部分内容都是在图像基础上发展起来的。利用等量效应概念以及所认识到的图像分析的重要性,欧阳^[4]发明了转数为形的方法从而使预报零概率灾害天气系统变得可能。

1 Yoyo 结构的存在

一般系统 yoyo 结构存在的理论基础为欧阳的 blown-up 理论^[4]。它也可以看作是信息结构守恒定律的物质基础^[5]。更具体地说,在实际数据的基础上,文献[5]提出了下述守恒定律:对任一个给定系统都存在一个正数 a 使得:

$$AT \times BS \times CM \times DE = a \quad (1)$$

式中: A, B, C, D 为该系统的结构及特性所决定的常数; T 为在该系统中度量的时间; S 为该系统所占有的空间; M 和 E 为该系统所含的总质量及能量。

因为 M (质量)及 E (能量)可以互换,并且如果所研究的系统是封闭的,则该系统的 M (质量)及 E (能量)总体守恒。所以式(1)表明当时间 T 进化到一个相当大的数值时,空间 S 必定是非常小,就是说,在一个非常有限的空间内,质量与能量的密度变得极高。因此,可以预测一个大爆炸的出现。随着这个大爆炸的出现,系统所占有的空间 S 开始膨胀。同时时间开始向后运动及发展或收缩。由这个结果我们可以得出下述著名的以系统的语言所描述的宇宙模型(该模型曾经由爱因斯坦相对论得出):每一个系统的演绎与发展都经过下述的循环步骤:… → 膨胀 → 收缩 → 膨胀 → 收缩 → … 就是说,图1给出了由爱因斯坦相对论得出的宇宙模型的几何基础。

从实践角度看,系统的多维 yoyo 结构(图1)早已被生活不同的方面所证实。例如,每个人都是一个多维空间中旋转 yoyo 结构在三维物质世界中的体现。为了证明这个结论,让我们来看2个可以不断重复的例子(当代科学要求的就是要要有可以不断重复的实验来论证每一个理论)。第一个例子,假设我们到一个喧嚣繁忙的餐馆就餐。任选一个离我们餐桌不远但有一定距离的就餐客人。我们开始有目的地一动不动地凝视这个客人。在很短的时段内,这位客人就会奇迹般地感觉到有人在注视他。他会立刻转头并在顷刻间找到凝视他的人。这种神奇般的无语的人与人之间的交流表明每一方都是一个高维旋转的 yoyo。尽管双方被空间与信息的噪音所隔离,一方对另一方的凝视仍然将他的 yoyo 结构的旋转域侵入到另一方的 yoyo 结构的旋转域之中。这就是这个无语交流所存在的理论与物质基础。

作为第二个例子,让我们来看人的相互关系。当 A 对 B 有良好印象时,B 也奇迹般地对 A 有类似的良好印象。当 A 不喜欢 B 并认为 B 不诚实时,无数临床记录表明^[6] A 所描述的正是 A 自己。这个例子再次表明人的相互间的无语的评价来自于各自的旋转 yoyo 及旋转域。我们各自对别人的感觉来自我们彼此的 yoyo 结构及旋转域的相互作用。

另一个旋转 yoyo 模型(图1)的理论基础为 Bjerknes 的环流定理。V. Bjerknes 在18世纪末发现了地球大气与海洋由于密度变化所产生的涡动效应。简要地说,环流表示域中的一个闭合回路。数学上,环流 Γ 定义为速度向量局部正交于回路的分量沿该回路的线积分。如果 \mathbf{V} 表示一个运动流体的速度, S 为任意一个闭回路, $d\mathbf{r}$ 为曲线 S 上两个邻近点向量差,则环流 Γ 可以描述为:

$$\Gamma = \oint_S \mathbf{V} \cdot d\mathbf{r} \quad (2)$$

使用一些高明的微积分技巧,Bjerknes 得到了下面的环流定理:

$$\frac{d\Gamma}{dt} = \iint_{\sigma} \nabla \left(\frac{1}{\rho} \right) \cdot (-\nabla p) \cdot \delta\sigma - 2\Omega \frac{d\sigma}{dt} \quad (3)$$

式中由于密度 ρ 的不均匀右端的第一项产生于 p 一平面和 ρ 一平面的交集从而产生扭力。因此,物质的运动必定是旋转,其旋转方向由相同的 p 一平面和 ρ 一平面的分布所决定,公式中的第二项来自于地球的旋转。

气象学中传统地应用 Bjerknes 环流定理来解说陆海风的形成机理,欧阳^[7]认为该定理具有更一般的价值;它揭示了流体运动中涡动效应普遍存在的机理,正如 Kuchemann 在 1961 年^[7]所述:“运动流体的肌腱在于涡动”。

非均匀涡动是宇宙间可观察到的物质运动的最普遍的形式。例如,在宏观上,可观察到太阳系和星系等的涡旋运动。在宏观的地球上,我们可以看到极涡和气旋等。在微观上,物理学家们已经观察到不同形式的基本粒子的旋转特性及结构。所以,可以推论 Bjerknes 环流定理提供了解说宇宙间各种涡流及涡动的形成机理。

对于一般动力系统而言,牛顿第二定律更进一步说明了 yoyo 结构的普遍存在性。该定律预言了当一个力作用于一个物体时,该物体的运动速度会发生变化。具体地说,牛顿第二定律表明,该物体的加速度 \mathbf{a} 与作用力 \mathbf{F}_{net} 的大小成正比与该物体的质量成反比。用数学公式,我们有:

$$\mathbf{F}_{\text{net}} = m\mathbf{a} = m \frac{d\mathbf{v}}{dt} \quad (4)$$

如果运用爱因斯坦物质演化与发展的非均匀时间和空间的概念^[8],可以假设:

$$\mathbf{F} = -\nabla S(t, x, y, z) \quad (5)$$

集中 $S = S(t, x, y, z)$ 为外部作用物体(其也为一个 yoyo 结构)的时空分布,设 $\rho = \rho(t, x, y, z)$ 为被作用物体的密度,则应用被作用物体的单位质量,式(4)可以改写如下:

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\frac{1}{\rho(t, x, y, z)} \nabla S(t, x, y, z) \quad (6)$$

如果 $S(t, x, y, z)$ 不是常函数,或者说,作用物体的结构是非均匀的,式(6)可以改写为:

$$\frac{d(\nabla \cdot \mathbf{x}\mathbf{v})}{dt} = -\nabla \cdot \mathbf{x} \left[\frac{1}{\rho} \nabla S \right] \neq 0 \quad (7)$$

该方程表示一个涡旋运动其中 $\nabla \cdot \mathbf{x}$ 可以由 ∇_y 或 ∇_z 所取代。就是说,当引入非均匀结构的概念后,牛顿第二定律的实质是:一个作用于物体的力事实上是这个作用物的引力或斥力;它是由作用物体内部结构非均匀所构成。即,物体的 yoyo 结构的旋转性来自它内部结构的非均匀。这个结构越不均匀,它的 yoyo 结构就旋转的越快。

2 牛顿力学定律的推广

牛顿力学及微积分理论在传统意义上的巨大成功在于它们在理论上将物体抽象为没有大小没有内部机构的质点,将数形象地等化于数轴上没有大小没有内部机构的点。这就是为什么这些理论最伟大的成就大都在天文学等领域可以自然地将所讨论的对象抽象为质点领域,而在其它不能这样做的领域,这些理论都遇到了种种挑战。例如,在真正意义上的预测中,尽管有种种高科技手段的帮助,但人们对零概率事件的预测仍然显得一无所措。与此同时,由于没有建立类似于牛顿定律的定理,社会科学方面的研究从古到今都被认为是不精确的,所得到的结果也不象自然科学一样可靠。对此,在本节中我们力图推广牛顿定律,从而可将有希望将我们的结果等效率地应用于自然科学及社会科学之中。

由于物质密度非均匀产生搅力,所以自然产生了旋转场。根据图 1 中的 yoyo 模型,当一个物体受力时,外界的作用力来自于另一个更高层次上的 yoyo 结构的旋场。这个作用力迫使被作用的物体改变它的运动方式并进入一个全新的旋场。同时,如果不存在外界作用力,物体将延续它原来的运动方式,并在它原来的轨道上继续运行。根据这个分析,牛顿第一定律可以推广如下:

运动状态第一定律:宇宙间的每一个物体或系统,无论它是抽象的还是实际存在的,都是一个具有某个维数的旋转 yoyo 体。这个 yoyo 体的外围有一个旋转场或域。在没有其它 yoyo 结构的干预时,这个 yoyo 旋转场中的每个粒子都将以其原有的运行方式在其原有的轨道上运行。

原有牛顿第一定律的成立需要借助一个外力。这个推广的运动状态第一定律无需任何外力。同时它解说了力的来源及运作方式。下面我们来看牛顿第二定律。

根据上面对牛顿第二定律的讨论及图 1 中的 yoyo 模型,我们可以构造模型来描述一个物体 m 如何被

另一物体 M 所作用,见图 2 和图 3。

图 2(a)描述物体 m 本来位于一个发散涡动场 N 之中,而后被收敛涡动场 M 所吸收的情形。图 2(b)描述发散涡动场中物体 m 如何被 M 沿方向 a 推或沿方向 b 拉。当 m 被沿方向 b 拉动时,它将被发散域 M 所俘获。此时,如果域 M 的旋转强度不够,物体 m 将不会被旋转域 M 拉出它原来所属的 yoyo 域。图 2(c)和图 2(d)中的模型所描述的是位于收敛涡动的一个物体 m 如何被另一个协调旋转的 yoyo 结构所俘获。这里,除了旋转方向外,两个旋转体的域相同时,称这两个旋转体为协调的。

更具体的说,只有当物体 M 比物体 m 大很多时, M 对 m 的引力(图 2(a)及图 2(c))或斥力(图 2(b)和图 2(d))才会对物体 m 的运动状态产生明显的影响, M 才有可能俘获 m 。要对 m 的运动状态产生明显的影响或俘获 m ,物体 M 和 m 必须来自不同的层次,具有不同的当量。如果它们具有相同的层次和当量,物体 m 将不可以被视为一个质点。它将是图 2(a)~图 2(d)中的一个完完全全位于左手侧的涡旋 N 。在这种情况下,图 2(a)中的物体 m 不会被吸入 M 。相反, m 为收敛域 M 提供 M 所需要的物质。在图 2(b)中,物体 M 及 $m=N$ 彼此相斥。在图 2(c)中,收敛涡旋 $m=N$ 及 M 相互吸引。如果它们的旋转方向及角度相配,它们有可能形成一个更强有力的巨型收敛涡动场。在图 2(d)中, M 是收敛涡旋 $m=N$ 的供给。

当物体 m 和 M 的 yoyo 结构不协调时,它们的作用与反作用模型由图 3 给出。基于上述分析,牛顿第二

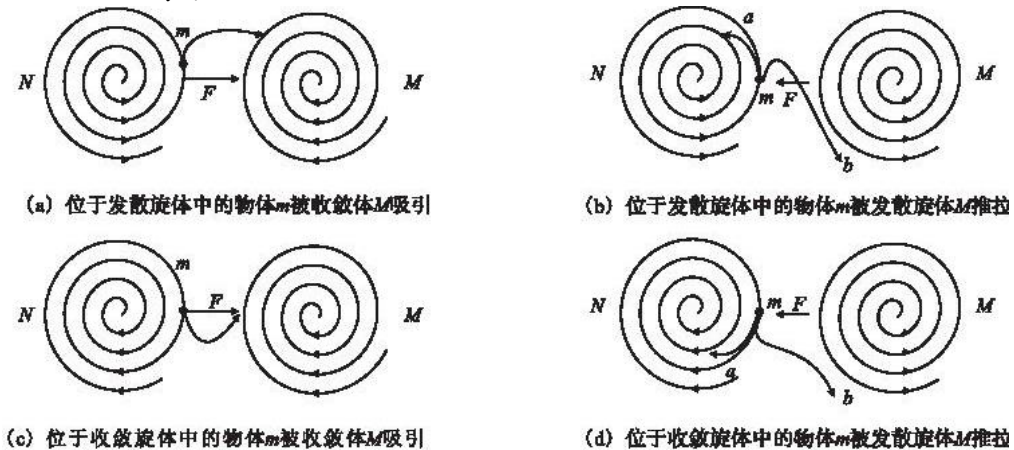


图 2 协调旋转 yoyo 结构的相互作用与反作用

Fig. 2 The interaction and reaction of coordinate rotation yoyo structure

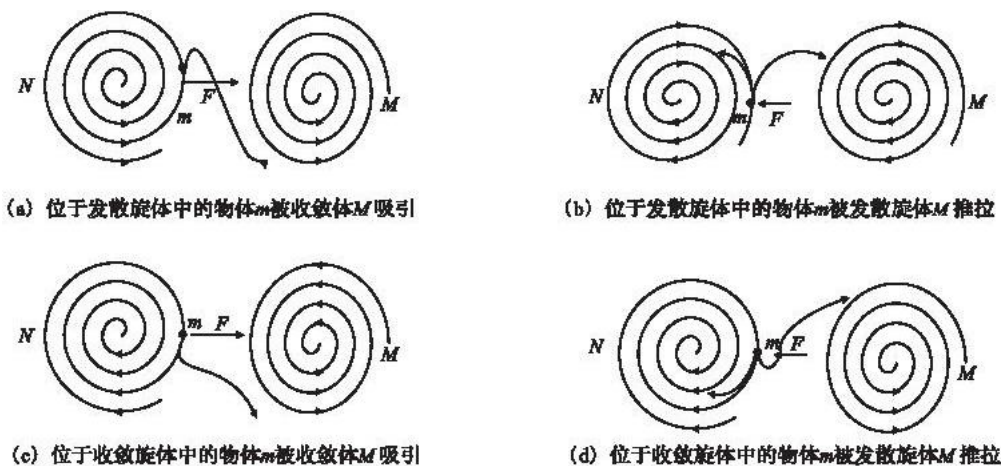


图 3 非协调旋转 yoyo 结构的相互作用与反作用

Fig. 3 The interaction and reaction of incompatible rotation yoyo structure

定律可以推广如下:

运动状态第二定律:当一个均匀旋转的 yoyo 结构 M 作用于一个位于另一个物体 N 的旋转域中的物体 m 时,物体 m 的运动速度将发生变化并加速。物体 m 将面临朝向 M 中心的加速度 a ,其数值当量为:

$$a = v^2 / r \tag{8}$$

式中: r 为物体 m 与 M 中心的距离; v 为 M 域中距离 M 中心 r 的物体的速度。 M 作用于 m 上的净拉力 F_{net} 的数值当量为:

$$F_{net} = ma = mv^2 / r \tag{9}$$

现在我们从两个角度来讨论牛顿第三定律:① 两个相仿涡动彼此作用与反作用;② 一个旋转 yoyo 被另一个高层次及当量的涡流所作用。对于第一种情形,图 4 给出了两个涡动的作用与反作用示意图。

由分析旋转方向可以看到,图 4(a)中的作用与反作用为 N 作用于 M 并且 N 为 M 提供它所需的物质

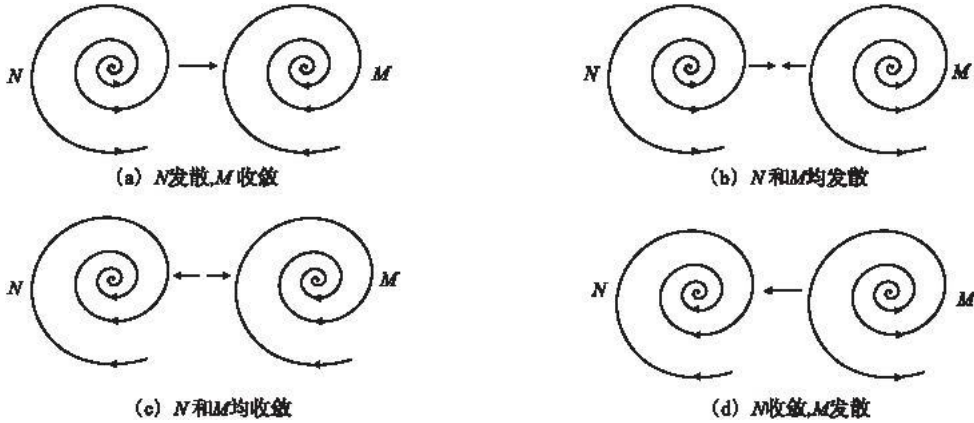


图 4 同层次、同当量协调 yoyo 相互作用与反作用斑图

Fig. 4 The spot pattern of coordinate yoyo in the same level and equivalent

及能量等。当 N 和 M 均相对稳定时,物体 M 也对 N 施加一个反方向的反作用力。如果这个反作用力不存在, M 将消亡而 N 将超大膨胀。此时, N 和 M 将不得不修改它们各自所占有的领地的规模以达到新的平衡;或者它们将同时化解消亡。当物体 N 和 M 如图 4(b)所示时,它们彼此真正的以等量但方向相反的作用与反作用方式相互作用。由于它们的旋转域彼此相争,它们将相对的越离越远。原有的牛顿第三定律所说的就是这个情况。

当 N 和 M 同时协调地收敛时(图 4(c)),它们彼此相吸或相斥。如果它们相对稳定,它们的旋转域有可能达到作用力与反作用力暂时平衡。但是,这两个旋转域具有相互结合而形成一体的趋势。图 4(d)的情形类同于图 4(a)的情况,其中 N 和 M 的作用相反。

对于不协调旋转域的物体 N 和 M ,我们有图 5 中的模型。

尽管图 5(a)所示的情形类似于图 4(a),但是此时 N 和 M 的 yoyo 结构非协调旋转。所以, N 和 M 彼

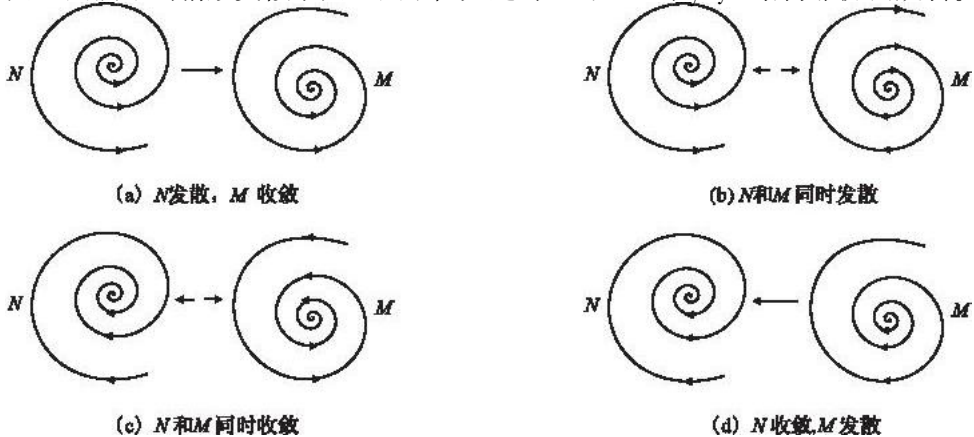


图 5 同尺度旋转 yoyo 作用与反作用的斑图

Fig. 5 The interaction and reaution spot pattern of divegent yoyo at the same scale

此的作用与反作用与图 4(a)的情形不同。此时 N 对 M 施加一个推力,同时没有为 M 很好的提供物质能量等。与图 4(b)相比,它们相互排斥,由于它们的旋转域不相互争斗,图 5(b)中的 yoyo N 和 M 更可以和平相处。尽管图 5(c)中的旋转域 N 和 M 相互吸引,但它们不协调的旋转方向使得它们不会相互结合而成为一个统一的旋转体。除了 N 和 M 的作用对调外,图 5(d)的情形与图 5(a)一致。

根据上述分析,针对两个涡动的相互作用与反作用而言,牛顿第三定律可以推广如下:

运动状态第三定律:当两个 yoyo 结构 N 和 M 相互作用时,它们的相互作用可以分为如图 4(a)一图 4(c)及图 5(a)一图 5(c)的 6 种情况,并满足:①对于图 4(a)、图 5(a)中的情形,如果 N 和 M 暂时相对稳定,

则它们的相互作用与反作用暂时基本相等方向相反。但就 N 和 M 的整体演化而言,发散的旋转域(N)对收敛的旋转域(M)施加更多的作用力;②对于图 4(b)、图 5(b)的情形, N 和 M 之间存在永久的等当量但是方向相反的作用与反作用;③对于图 4(c)、图 5(c)中的情形, N 和 M 之间存在永久的吸引力。对于前一种情况,暴力般的引力将两个旋转域吸在一起,大有合并的趋势。对于后一种情况,平静的引力被它们相反的旋转方向所平衡。所以,这两个旋转体可以永远并存。

现在我们考虑牛顿第三定律的第二种情形:一个旋转 yoyo 体 m 被一个高层次、高当量的涡流 M 所作用。对此假设在受到 M 的作用前 m 是某个高层次高当量的涡流 N 中的一个质点。即我们考虑图 2、图 3 所描述的情形。通过类似于前面的讨论,我们可以得到运动状态第 4 定律:当旋转域 M 作用于一个在旋转域 N 中运动的物体 m 上时,如果该物体被甩出 N 的旋转域并且没有被 M 所接受(图 2(a),图 2(d),图 3(b),图 3(c))或被一个由 N 和 M 共同产生的次级涡流所俘获(图 2(b),图 2(c),图 3(a),图 3(d)),则该物体经受方向相反但等量的作用与反作用力。对任何其他情况, N 和 M 均不对物体 m 产生方向相反但等量的作用与反作用力。

3 结束语

本文结果说明了系统 yoyo 模型在自然科学研究中的有效性和实用性。同时,从本文的讨论可以看出,我们所得到的 4 个物质运动状态定律可以相当自然的应用于社会科学方面的研究。对此,我们将在后序论文中讨论如何应用 yoyo 模型来讨论人类文明以及人的思维。

参考文献:

- [1] Lin Y. Systemic Yoyo Model and Its Applications in Newton's Laws of Mechanics, Universal Gravitation, Kepler's Laws and the Three Body Problem[J]. Kybernetes: The International Journal of Systems and Cybernetics, 2007, 36(3): 484—516.
- [2] Lin Y. Systemic Yoyos: Some Impacts of the Second Dimension[M]. New York: Auerbach Publications, An Imprint of Taylor and Francis, 2008.
- [3] Kline M. Mathematical Thought from Ancient to Modern Times[M]. Oxford: Oxford University Press, 1991.
- [4] Wu Y, Lin Y. Beyond Nonstructural Quantitative Analysis: Blown-Ups, Spinning Currents and Modern Science[M]. New York: World Scientific Press, 2002.
- [5] Ren Z Q, Lin Y, OuYang S C. Conjecture on Law of Conservation of Informational Infrastructures[J]. Kybernetes: The International Journal of Systems and Cybernetics, 1998, 27(4/5): 543—552.
- [6] Hendrix H. Getting the Love You Want: A Guide for Couples[M]. New York: Owl Books Press, 2001.
- [7] OuYang S C. Break-offs of Moving Fluids and Several Problems of Weather Forecasting[M]. Chengdu: Chengdu University of Science and Technology Press, 1994.
- [8] Einstein A. The Collected Papers of Albert Einstein[M]. Princeton: Princeton University Press, 1997.

(编辑:田新华)

General Systems' Yoyo Structure and Newton's Laws of Motion

LIN Yi^{1,2}, YI Dong-yun²

(1. Department of Mathematics Slippery Rock University, Slippery Rock, PA 16057, USA; 2. The Science Institute, National University of Defense Technology, Changsha, 410073, China)

Abstract: In this paper, we establish the yoyo structure for each general system. Analogous to the important role of Euclidean spaces in modern science, the introduction of this yoyo model makes the research of systems science possess its very own intuition, system of methods and logic of thinking, which provides a methodological guarantee for the further development of systems science. After we justify the appearance and existence of such a model, we apply this model to generalizing Newton's laws of motion for the purpose of being able to apply these laws equally in natural and social sciences.

Key words: spin field; systems modeling; whole evolution; black hole; big bang