

作为复杂适应系统的自然语言^①

威廉·A. 皮克林 著 王仁强¹ 杨旭² 李娜³ 译

(1. 3. 四川外国语大学 研究生院, 重庆 400031; 2. 复旦大学 中文系, 上海 200433)

摘要: 社群语言与复杂系统在本质上相似。文章认为, 语言由构成运作整体的互动单位组成, 具有网络结构、分散控制、涌现、互为因果、远离平衡态以及正负反馈过程等属性。此外, 语言还具有适应性, 而定义语言适应性的关键在于: 个体的语言变异在保持一门语言的稳定和变化中起作用。因此, 把自然语言视为复杂适应系统有助于提出理论假设和进行实证检验, 复杂系统路径可为认识各种语言现象作出统一连贯的解释。

关键词: 复杂系统; 语言学; 适应; 社会语言变异

Natural Languages as Complex Adaptive Systems

William A. PICKERING trans. by WANG Renqiang YANG Xu LI Na

Abstract: Certain basic properties of complex systems are compared to those of communal languages. It is argued that languages are comprised of interacting units that constitute a functioning whole, with the properties of network structure, decentralized control, emergence, reciprocal causation, far-from-equilibrium state, and positive and negative feedback processes. The possibility that languages also have the property of adaptivity is also discussed. The key problem in defining language adaptivity is found to be the role played by individual linguistic variation in maintaining a language's stability and capacity for change. It is argued in conclusion that considering natural languages as complex adaptive systems serves as a basis for hypotheses that can be modeled and tested empirically, and that the complex systems approach can bring a unity and coherence to the understanding of diverse linguistic phenomena.

基金项目: 本文系国家社会科学基金项目“超学科视域下的分析语词类问题实证研究”(15BYY169)的阶段性成果之一。

作者简介: 威廉·A. 皮克林, 男, 巴西坎皮纳斯州立大学语言学博士, 逻辑、认识论和科学史中心博士后, 主要从事语言学研究。

译者简介: 王仁强, 男, 四川外国语大学研究生院教授, 博士, 博导, 主要从事词典学、认知语言学、语言类型学和语料库语言学。

杨旭, 男, 复旦大学中文系在读博士, 主要从事语法理论与现代汉语语法研究。

李娜, 女, 四川外国语大学研究生院在读硕士, 主要从事词典学研究。

Key words: complex systems; linguistics; adaptation; sociolinguistic variation

0. 引言

把复杂系统理论应用到语言学研究的历史并不长。就相关论著发表数量来看,此类研究大概肇始于20世纪90年代中期,在此之前仅有零星论述或者仅限于多数语言学家所不熟悉的专门领域。早在20世纪60年代,苏联语言学家Jakobson(1990: 474-483)就断言,语言是动态的、自我调节的目的性系统,但他并未将其发展为详尽的语言学理论。大约在同一时期,法国数学家René Thom把他的突变理论应用到符号学,后来被其他学者所接受并发展为语言不同侧面的突变论模型(Wildgen & Brandt 2010)。系统概念也被应用到计量语言学研究,该领域滥觞于20世纪三四十年代Zipf有关力量法则分布的研究(Köhler & Altmann 2005; Naranan & Balasubrahmanyam 2005)。20世纪80年代,德国计量语言学家开启的“协同语言学”研究延续至今(Köhler 2005)。然而,诸如此类的观点对主流语言学影响甚微。

不过,最近20年来,复杂性理论视角的语言学论著明显增加。其中,以一语/二语学习、语篇现象和语言教学为研究对象的应用语言学领域已发展出一整套理论概念,并与普通语言学的理论进展渐行渐远(Larsen-Freeman & Cameron 2008; de Bot et al. 2013)。另一个领域是语言演变,目前主要致力于把语言演变同时作为生物和文化进程来研究。由于缺乏历史数据,加之言语交际的复杂性,电脑建模在语言演变研究中扮演着重要角色(Zuidema & de Boer 2013)。语言类型与其结构特性之间的复杂性关联问题长期被语言学家所忽视(因为19世纪的理论认为欧洲语言具有优越性),而在当前科学背景下学者们已着手对其进行探讨(Sampson et al. 2009)。最近十年来,在语言学传统领域展开了几次复杂系统与语言的大讨论(Larsen-Freeman & Cameron 2008; Beckner et al. 2009; Kretschmar 2015)。从复杂性理论视角开展研究的语言学专门领域还有音系学(Wedel 2011)、句法学(Boeckx 2014)、历史语言学(Ehala 1996; Keller 1994)、方言学(Kretschmar 2009)、认知语言学(Bernárdez 2008; Frank & Gontier 2010)和心理语言学(de Bot 2012; Raczaszek-Leonardi 2014)。

简言之,复杂系统视角下的语言学研究在众多语言相关学科中依然各自为阵,而且各个学科所开展的复杂系统视角的研究都要求重新审视那些基本概念。虽然提出了一些一般性的理论主张,但迄今为止尚未基于复杂性理论详细构建出完整的、学界普遍认可的语言理论。尽管如此,语言学家对复杂系统理论的兴趣日增,因为它能对众多语言现象提供统一连贯的解释,并提出可供建模和检测的假设。

1. 作为复杂适应系统的语言

本节首先介绍复杂系统的主要特征(Heylighen 2001 2008) ,接着阐明语言也具有类似特征。切记 ,文中所说的语言指社群语言(communal languages) 而非个人语言(idiolects) 。

复杂系统由动态互动的单位构成 ,它们之间的相互依存为整个系统提供了功能特征。这些单位仅在局部互动 ,但这种局部互动能为作为功能整体的更大系统提供支持。人类语言就是这样的动态系统 ,系统的互动单位就是说某种语言的个体。对话就是一种言语行为高度依存的局部行为 ,可从大脑行为、直接交流背景、个人关系、文化进程、代际语言变化等不同时间维度进行考察(Larsen-Freeman & Cameron 2008: 166-169 240-241) 。而在同样可以从不同时间维度进行观察的社群层面 ,语言系统作为整体在广阔时空中对说者行为进行调节。

复杂系统中单位之间的互动可以定义为一种网络结构 ,进而可以进行数学和电脑建模。有的复杂网络具有无标度性、小世界、聚类等特点 ,这些特点加上其他网络属性已被应用到各种社会网络的分析中(Easley & Kleinberg 2010) 。人类通过语言进行互动对社会网络的形成至关重要。社会语言学家发现 ,一门语言使用哪些言语要素(即社会语言学变异) 通常与年龄、阶层和性别有关。他们还发现 ,社会语言学变异及其社会关联对应于社会网络。已有研究者(如 Fagyal et al. 2010; Mühlenbernd & Quinley 2013) 对此进行电脑建模。会说多种语言的人自然会参与多个语言网络 ,而在多语社群中使用不同语言也是可以建模的(Minnet & Wang 2008) 。

复杂系统的控制分布在构成系统的各个单位。没有哪个外在的控制者、内部的个体单位或集体单位可以引导系统的行为。语言是分布控制的绝佳案例。语言是通过数代说者集体互动进行演变的 ,任何自然语言的词汇和语法都不太可能由某个祖先或几个先驱创造出来。众所周知 ,通过国家语言学会之类的权威机构企图规定语言的变化往往收效甚微。

复杂系统中的单位互动随着时间的推移就会衍生出涌现特征。涌现特征是系统作为整体的属性 ,不能单单通过或“还原为”系统个体单位的行为就能解释清楚 ,但确实是由于系统中的单位互动而涌现出来的。Beckner 等(2009: 15) 阐述了语言复杂系统研究路径的核心假设 “个人语言是在言语个体通过与社群语言中其他个体进行言语交际的过程中涌现出来的 ,而社群语言的涌现则是个人语言交互影响的结果。”长时间对大量人口进行社群语言涌现研究往往困难重重 ,但借助电脑建模可以克服困难; 它“至少在原则上可以证明: 特定的基本机制组合起来就会产生一些观察效应” (Beckner et al. 2009: 12) 。

作为语言学领域的一个重要流派,“基于使用”的语言理论对语言习得、语言结构和语言演变做出的解释并不依赖于先天语言机制假设。其中,“涌现”概念非常有

用,因为它有助于理解为什么通过记忆、模仿等体现一般认知能力的人类行为就可以演化出复杂的语言结构。复杂系统理论的魅力在于,它能为基于使用的解释提供一个统一的框架(Larsen-Freeman & Cameron 2008; Becker et al. 2009)。在语言学领域,“涌现论”指一批采用涌现一般概念并在不同程度上接受广义复杂系统的研究(MacWhinney & O'Grady 2015)。

尽管复杂系统的出现是其构成单位个体行为的结果,或者在某种意义上是由后者引起的,但是涌现特征也会限制系统构成单位的行为,使其不会任意发展(即互为因果;参见Larsen-Freeman & Cameron 2008: 59)。语言也是这样的双向过程:一方面,个体的语言创新若被他人模仿,在语言网络中传播,就会导致语言演变;另一方面,个体的语言表现要受制于他所操的语言,因该语言是他要达到交流目的所必须遵守的常规。

复杂系统以远离平衡的状态存在,系统构成单位之间以及系统和环境之间都存在持续的能量流动。能量来源若被切断,系统就会消亡。不需要在社会系统与物质系统或生物系统之间进行严格的类比就可以观察到,若说者(即语言能量之源)死亡或改操其他语言,那么这门语言就会完全消失。正如漩涡消失、有机体死亡或者物种灭绝,导致语言涌现的初始条件和后续互动相当复杂,以至很难精确再现或者重组。因此也难怪人们常把世界语言多样性的减少与生态系统中生物多样性的丧失相提并论。

反馈过程是复杂系统的另一项重要特征。在复杂系统中,网络中的负面反馈会抑制扰动,促使系统保持稳定;正面反馈会强化扰动,并在整个系统中传导,从而导致变化。若不加以控制便会造成系统的不稳定。在复杂系统中,正负反馈的相互作用维持了系统的稳定性,同时也赋予了系统应对环境变化的灵活性。创新用法(比如一个新词、一个新的语法结构或一个新的发音)进入语言其实就是在在一个说者网络中涉及正负反馈的过程。某些创新用法被一小部分关系紧密的群体如家庭或朋友圈所采用并不断模仿(即正面反馈),接着很快就被丢弃(即负面反馈)。其他的创新用法则继续传播,最终成为多数语言使用者的基本装备。语言特征的这种此起彼伏的过程正是语言变化的重要特点。

因为反馈过程的存在,复杂系统会展现非线性行为:扰动即使很小,一旦得到正面反馈,也会导致系统发生巨大变化;同样,扰动即使很大,但若被负面反馈抑制,也只能引起小小的变化。鉴于涉及因素相当复杂,很难准确预测复杂系统的行为。Larsen-Freeman 和 Cameron(2008: 85-88)指出,语言演变中相对突发的历史“重建”过程具有非线性特征。

2. 适应: 语言是否具有适应性?

复杂系统在绝对稳定和无序变化之间保持平衡的方式就是适应。尽管“复杂系

统”和“复杂适应系统”这两个术语经常交替使用,但严格来说只有部分复杂系统具有适应性。语言是稳定和变化的混合体,因为在变化速率上,语言变化快于人类的生物演化,但远慢于文化的发展变化。语言变化作为语言学领域的重要研究对象已有200年历史,但至今还没有一种解释其成因的理论被广为接受。随着达尔文的自然选择理论的出现,有人把语言变化和生物适应进行比较,但在20世纪这种比较在语言学领域一直备受争议。目前多数语言学家反对这种比较(Labov, 2001: 6-15)。然而最近几十年来,在当代演化理论、拟态学和复杂系统理论的新科学背景下,语言学领域重启有关语言适应的研究(Christiansen & Chater, 2008; Croft, 2000; Mufwene, 2001; Beckner et al., 2009)。复杂系统视角表明,语言确实在以某种方式适应环境。

根据 Heylighen(2001: 15),适应可视为存在于系统给定配置和环境给定配置之间的“契合”。换言之,系统能够在特定境况中维持自身并获得成长(注意,复杂系统本身也可视为其子系统和构成单位需要适应的环境)。然而,环境的变化会导致系统出现不稳定,进而导致其崩溃。适应系统面对变化维持自身的方式是,“在变化大到足以威胁基本结构之前抵制扰动”(Heylighen, 2001: 15)。因此,“复杂适应系统通常位于‘混沌的边缘’,即处于绝对稳定和动荡不停之间的空隙”(Heylighen, 2001: 16)。由此看来,“适者生存”指的是环境自身对系统中哪些行动可以达到契合以及哪些达不到契合之间作出“选择”。

不难想象,言语个体是通过终身语言发展来适应语言环境的,但要在集体层面把系统适应合理地类推到语言中就比较困难了。从上节讨论我们可以清楚地看到,语言表现出复杂系统的典型特征,即稳定和变化。但要说语言在集体层面上进行适应,那么其适应环境又是什么呢?

对心理语言学家 Christiansen 和 Chater(2008)来说,语言适应的对象是大脑。他们反对内在语言能力是通过生物自然选择进行演化的观点,主张集体层面的语言就像生物物种一样,是通过适应其环境而衍生发展的。不同的是,语言适应是一个文化过程,而非生物过程;人脑正是语言所适应的环境。Christiansen 和 Chater(2008: 490)认为“人类语言结构肯定是围绕人类的学习和加工偏好而形成的,这些偏好源于我们的思维加工结构、知觉运动因素、认知局限和语用限制。我们很容易学会使用语言,并不是因为我们的大脑包含语言知识,而是因为语言适应了我们的大脑。”手语研究者发现,这个观点其实可扩展到整个身体,而不仅限于大脑(Aronoff et al., 2008)。

然而,这个观点只关注到了语言必须适应的环境中最稳定的一面,即视为生物有机体的人体。另一面则是植根于文化的个人日常行为,表现为巨大的多样性和快速的变化性。为了准确理解这一点,我们不妨首先看看语言学传统上是如何理解语言的。需要指出的是,语言学内部就这个重要问题并未达成一致。为了讨论方便,我们简要回顾两种著名的语言概念:索绪尔和乔姆斯基的语言观。

在索绪尔看来,语言既有社会的一面(即“语言”),也具有个体的一面(即“言

语”)。他认为语言学家应该研究“语言”,因为它是“语言的社会维度,外在于个体,个体自身无力创造或改变它”(Saussure, 1986: 14)。对于语言的这个维度,索绪尔认为“作为集体现象,语言是每个人大脑中的印记合成,就像人手一部相同的词典一样。”(Saussure, 1986: 19)而“言语”则包含在思维和言语行为中,它是“个体的和暂时的”。索绪尔认为,言语处理的是个体身心过程,过于异质,因此不能作为语言科学的研究对象。

乔姆斯基也做了区分,但关注点有所不同。对他而言,语言学的研究对象应为内化语言,即“在大脑中获得或内在表征的语言知识系统。”它是内在官能与经验相结合的产物(Chomsky, 1986: 24)。而外化语言则存在于“实际或潜在的言语事件中(也许包括其使用语境和语义内容的描述)”(Chomsky, 1986: 20)。乔姆斯基认为,外化语言“充其量是附现象”(1986: 25),包括诸如历时变化和社会语言学变异等集体现象。

尽管两者观点有别,但都认为一门语言个体说者之间所存在的变异不是具体语言或一般语言的定义特征,而且都把语言理解成与交流 and 特定语境使用无关的语法结构和语音结构。虽然上文提到的基于使用的研究路径不严格区分语言系统和语言使用,但并不排斥语言或内在语言等概念,只不过接纳程度有别罢了。但是,撇开这些区别不谈,基于使用的路径有一个基本前提,即个体言语行为的方式和成因对阐明语言的本质至关重要。因此,基于使用的语言研究和复杂系统理论是兼容的,理由是:从复杂系统视角来看,鉴于宏观过程可以进行统计描述,且能通过复杂系统理论的一般原则进行解释,故系统中的个体单位看似可以忽略,不过,需要指出的是,上述过程的基础正是源于微观层面中系统单位的局部互动,而且要正确理解这样的复杂系统就必须对微观层面的互动作出解释。

20 世纪后半叶语言学界取得的伟大成就之一就是来自社会语言学家的田野调查发现:一门语言中说者之间的变异要比过去认为的要广泛得多,语言形式变体和基于年龄、阶层、性别和其他更小规模组别的社会分组之间存在系统关联。然而,社会语言学视角(至少在北美)的一般看法是,与社会相关的变异表明,同一社会分组的说者享有不同于其他社会分组的同一语言系统(即“语言”)——尽管可能只在特定规则或特征上有所不同。因此,尽管该领域注重与社区成员合作开展实证研究,但是“社会语言学家并不在意个人的言语行为,而是把他们视为能够代表特定群体(即言语社群)的个体。社会语言学家关注‘最系统的语言形式’,唯恐它被人类社会结构的繁琐细节所破坏”(Kretzschmar, 2009: 10)。

根据上文的适应性定义,可以说语言已经演化出各种各样的响应(即备选形式,如人群中的社会变体、区域变体乃至个人变体),这些响应足够语言系统在面对环境中的各种扰动(指个体之间的持续互动)时维持自身;还应该有某种因素,不管来自语言系统之内还是之外,能够选择合适的响应以应对特定情境。不过,这种观点有别于

传统的语言系统概念。乔姆斯基认为,语言的系统性本质上源于内在官能。内在语言概念否认了会话交流和历史变化等“外在”因素是语言的构成要素或者定义特征。索绪尔并不否认这个事实,但他认为“语言”可以单独进行定义和研究,在描述语言系统时个体差异是无足轻重的;社会语言学接受了索绪尔的假设,只不过做了一点微调。

因此,为了定义语言适应性,有必要给语言下一个不同的定义。该定义不仅要考虑到微观层面的互动会导致宏观层面的结构和过程涌现,也要能够把言语中观察到的变异与复杂适应系统中的多样性和选择等理论概念联系起来。在这方面,Kretzschmar(2009, 2015)采用复杂系统视角开展的“言语语言学”研究取得了重大进展。言语语言学认为,语言包含许多特征变体(即同义的言语变体形式集);这些特征变体作为言说同一事件的备选方式在说者群体中流动,就像基因在生物物种基因库中流动一样。个体说者只有在特定情境中决定使用(或不使用)时才能说“选择”了变体;而当我们说语言系统“选择”变体时,意思是说由于语言系统网络的反馈效应,特定变体在人群中的使用频率可能增加或减少(甚至消失)。

Kretzschmar(2009, 2015)的研究显示,特征变体在地域上显示出无标度性的“A曲线”(力量法则)频率分布(即一个特征有极少的高频变体和大量的低频变体)。频率分布的无标度性指的是,尽管社会群组 and 区域大小有别,社群和区域抽样中的变体频率有异,但A曲线模式始终保持不变。这种变体无标度分布产生的后果就是,不论在某个地区的哪个地点,个体都极有可能使用和邻居相同的高频变体。这就形成了一种印象,即他们所操的方言局限于该地区,而来自其他地区的人则操的是其他方言。然而,个体之间存在的地域差异实际上是说者相邻局部网络之间的渐进差异。特定的特征变体不会出现在整齐划一的地区,群组的不同特征也不会分布于同一地区。如果有人认为,特定地区(不论其大小)发现的高频变体就证明该地区存在某种假想的共享语言系统,那么他一定忽略了语言系统的动态本质。Kretzschmar(2009)指出,如果把最常见的变体视为系统的或常态的,那么语言学家就可能描写出一种实际上没有人说的语言。

在把适应性概念应用到语言时,可能需要重新思考上述定义。说到语言系统的选择时(对应于个体说者的变体选择),不妨在抽象层面上把它视为一个适者生存的过程。语言系统的外在环境可理解为全体说者日常语言使用所在情景变体的总和;Bernárdez(2008: 143-144)注意到“语言使用的基础(即不停变化的互动条件)使得变异成为其直接的必然结果。”选择(即不论变体在语言网络中是否得到传播)取决于说者网络中的反馈过程,因为网络中的个体选择深受他人影响。从这个意义上讲,这是一个超越个体的过程。

然而,要搞清楚语言适应性这个概念,需要定义好语言变异:用复杂系统的话语来说,它相当于系统中存在各种选项。显然,语言中存在很多变异;有意或无意的创

新是日常语言使用的副产品;说者可利用各种变体服务于自身的目的;语言特征变体的相对频率可表示为 A 曲线(力量法则)。至于集体语言系统“必须能够在面对扰动时自动采取措施来维持系统自身的稳定”这个观点,上述事实如何与之相吻合的问题尚未回答。只有当扰动及其应对措施等相关概念变得明确而具体的时候,才有可能就语言适应性做出明确系统的理论定义^②。这个定义之所以重要,部分原因是它能使语言适应性的观点从源自生物学或经济学等其他学科的隐喻中脱离出来。

3. 结束语:复杂性理论与语言学的相关性

综上所述,复杂系统概念与语言研究关系密切,它为异质的语言事实提供了一个统一连贯的解释,尽管在索绪尔看来是无法在一个科学框架下对其进行研究的。把个体说者同时视为复杂系统和具有动态涌现特征的更大系统中的互动单位,有助于发现存在于个体语言使用、交流互动、社会地域变异以及语言变化之间的整体关联。从复杂性视角研究这些关联当然需要跨学科合作,不过复杂性理论的基本框架为其提供了共同基础。此外,把复杂性理论应用到语言学还开启了另外一种可能性,即:重新定义语言,把源于各个语言相关学科的成果整合起来,而不是人为排除掉或者打入其他类别。复杂系统理论对语言学研究具有很多新启示。如果我们接受语言是包含动态互动单位的复杂系统这个基本观点,那么我们就可以基于复杂性理论作出有关语言的预测。比如,我们可以预测:说者网络具有复杂网络的特征,其动力分布是分散的,具有涌现特征,包括互为因果以及反馈的过程。适应性是某些复杂系统的附加属性,语言预计拥有这个属性。

注释:

- ①原作: Pickering, William A. Natural Languages as Complex Adaptive Systems [J]. *Estudos Linguísticos*, 2016, 45 (1): 180-191. 本文翻译获得了原作者许可,并根据知识共享公共许可证(Creative Commons Public Licenses)条款得到了版权所有者的授权,原文获取网址为: <https://revistas.gel.org.br/estudos-linguisticos/article/view/787>。
- ②Larsen-Freeman 和 Cameron 就应用语言学中有关概念的使用所做的阐释与提出一个明确的语言适应性观点直接相关。“比如,如果我们主张‘中介语是复杂系统’,那么这究竟是说中介语满足了复杂系统的各项标准呢,还是采用打比方的方式说中介语像复杂系统?复杂性理论若想超越这种隐喻性或桥接性的角色,我们就得对其进行合理的归类,即我们得采纳应用语言学领域的标准来回答上述问题。”

参考文献:

- [1] Aronoff, M., Meir, I., Padden, C. & W. Sandler. Open Peer Commentary: Language is Shaped by the Body [J]. *Behavioral and Brain Sciences*, 2008, 31(5): 509-511.
- [2] Beckner, C. et al. Language is a Complex Adaptive System: Position Paper [J]. *Language Learning*,

- 2009 ,59(1) : 1-26.
- [3]Bernárdez ,E. Collective Cognition and Individual Activity: Variation ,Language and Culture[G]// Frank ,R. M. et al (eds.) . *Body , Language and Mind* (vol. 2) . Berlin: Mouton de Gruyter , 2008: 137-166.
- [4]Boeckx ,C. *Elementary Syntactic Structures* [M]. Cambridge: Cambridge University Press ,2014.
- [5]Chomsky ,N. *Knowledge of Language: Its Nature ,Origin ,and Use* [M]. New York: Praeger ,1986.
- [6]Christiansen ,M. H. & N. Chater. Language as Shaped by the Brain [J]. *Behavioral and Brain Sciences* ,2008 ,31(5) : 489-509.
- [7]Croft ,W. *Grammar: Functional Approaches* [EB/OL]. [2015-10-04]. <http://www.unm.edu/wcroft/Papers/Functionalism-IESBS2ed.pdf>.
- [8]Croft ,W. *Explaining Language Change* [M]. Harlow: Longman ,2000.
- [9]de Bot ,K. ,Lowie ,W. ,Thorne ,S. L. & M. Verspoor. Dynamic Systems Theory as a Comprehensive Theory of Second Language Development [G]// Mayo ,M. et al. *Contemporary Approaches to Second Language Acquisition*. Amsterdam: John Benjamins ,2013: 199-220.
- [10]de Bot ,K. The End of Psycholinguistics as We Know It? It's about Time! [G]//Judith ,N. et al. *Mentális folyamatok a nyelvi feldolgozásban (Mental Procedures in Language Processing)*. Budapest: Tinta Könyvkiadó ,2012: 10-49.
- [11]Easley ,D. & J. Kleinberg. *Networks ,Crowds ,and Markets* [M]. Cambridge: Cambridge University , 2010.
- [12]Ehala ,M. Self-Organization and Language Change [J]. *Diachronica* ,1996 ,13(1) : 1-28.
- [13]Fagyal ,Z. et al. Centers ,Peripheries ,and Popularity: The Emergence of Norms in Simulated Networks of Linguistic Influence [J]. *University of Pennsylvania Working Papers in Linguistics* , 2010 ,15(2) : 81-90.
- [14]Fran ,R. M. & N. Gontier. On Constructing a Research Model for Historical Cognitive Linguistics (HCL) : Some Theoretical Considerations [G]// Winters ,M. E. et al. *Historical Cognitive Linguistics*. Berlin: Walter de Gruyter ,2010: 31-69.
- [15]Heylighen ,F. The Science of Self-Organization and Adaptivity [G]//*Encyclopedia of Life Support Systems* (vol. 5) . Paris: EOLSS Publishers ,2001: 253-280.
- [16]Heylighen ,F. Complexity and Self-Organization [G]// Bates ,M. et al. *Encyclopedia of Library and Information Sciences*. New York: Taylor & Francis ,2009: 1215-1224.
- [17]Jakobson ,R. *On language* [M]. Cambridge: Harvard ,1990.
- [18]Keller ,R. *On Language Change: The Invisible Hand in Language* [M]. London: Routledge ,1994.
- [19]Köhler ,R. & G. Altmann. Aims and Methods of Quantitative Linguistics [G]// Altmann ,G. et al. *Problems of Quantitative Linguistics*. Černivci: Ruta ,2005: 12-41.
- [20]Köhler ,R. Synergetic Linguistics [G]// Köhler R. et al (eds.) . *Quantitative Linguistik/Quantitative Linguistics: ein internationales Handbuch/An International Handbook*. Berlin: Walter de Gruyter , 2005: 760-774.
- [21]Kretzschmar ,W. A. *The Linguistics of Speech* [M]. Cambridge: Cambridge University ,2009.

- [22]Kretzschmar ,W. A. *Language and Complex Systems* [M]. Cambridge: Cambridge University ,2015.
- [23]Labov ,W. *Principles of Linguistic Chang: Social Factors* (vol. 2) [M]. Oxford: Blackwell ,2001.
- [24]Larsen-Freeman ,D. & L. Cameron. *Complex Systems and Applied Linguistics* [M]. Oxford: Oxford University ,2008.
- [25]MacWhinney ,B. & W. O' Grady (eds.) . *The Handbook of Language Emergence* [G]. Oxford: Wiley-Blackwell ,2015.
- [26]Minnett ,J. W. & W. S. Wang. Modelling Endangered Languages: The Effects of Bilingualism and Social Structure [J]. *Lingua* ,2008 ,118(1) : 19-45.
- [27]Mufwene ,S. *The Ecology of Language Evolution* [M]. Cambridge: Cambridge University ,2001.
- [28]Mühlenbernd ,R. & J. Quinley. Signaling and Simulations in Sociolinguistics [J]. *University of Pennsylvania Working Papers in Linguistics* ,2013 ,19(1) : 129-138.
- [29]Naranan ,S. & V. Balasubrahmanyam. Power Laws in Statistics and Related Systems [G] // Köhler ,R. et al (eds.) . *Quantitative Linguistik/Quantitative Linguistics: ein internationales Handbuch/An International Handbook*. Berlin: Walter de Gruyter ,2005.
- [30]Raczaszek-Leonardi ,J. Multiple Systems and Multiple Time Scales of Language Dynamics: Coping with Complexity [J]. *Cybernetics and Human Knowing* ,2014 ,21(1-2) : 37-52.
- [31]Sampson ,G. ,Gil ,D. & P. Trudgill. *Language Complexity as an Evolving Variable* [G]. Oxford: Oxford University ,2009.
- [32]Saussure ,F. *Course in General Linguistics* [M]. Chicago: Open Court ,1986.
- [33]Wedel ,A. Self-Organization in Phonology [G] // Van Oostendorp ,M. et al. *The Blackwell Companion to Phonology: Suprasegmental and Prosodic Phonology*. Oxford: Wiley-Blackwell ,2011: 130-147.
- [34]Wildgen ,W. & P. Brandt (eds.) . *Semiosis and Catastrophes: René Thom' s Semiotic Heritage* [G]. Bern: Peter Lang ,2010.
- [35]Zuidema ,W. & B. de Boer. Modelling in the Language Sciences [G] // Podesva ,R. et al. *Research Methods in Linguistics*. Cambridge: Cambridge University ,2013: 422-439.

责任编辑: 蒋勇军