

· 综述 ·

词汇联想网络分析在言语康复治疗中的应用前景*

林 枫¹ 江钟立^{1,2}

语言是人类认知能力的最直接体现之一,而记忆则是人类认知的重要环节。老化、痴呆、脑外伤和脑卒中等多种因素均能影响人的认知能力,并以联想记忆能力受损和交流功能障碍表现出来^[1-2]。针对这些功能障碍,目前临床上言语和记忆功能障碍已经有较为成熟的评估技术,如西方失语成套测验(western aphasia battery,WAB)、日本失语标准语言测验(standard language test of aphasia, SLTA)^[3]以及韦氏记忆量表(Wechsler memory scale,WMS)^[4]等。在治疗手段上通常进行治疗师和患者之间或患者与康复软件系统之间的交流训练^[5-6]。这些训练通常都需要使用词汇、概念或相关话题进行评估或选择训练的素材,如家庭生活环境词汇等^[7]。就像在第二语言习得过程中需要选择单词手册,在言语功能训练过程中也面临着词汇素材的选取问题:为什么要先训练这些词汇?哪些词汇搭配要先训练?印刷词频(printed frequency)是重要的词汇选择指标。该指标从印刷品中统计出词汇使用频率,反映一个词在整个社会文化中被大多数人所使用的程度。但是,词汇的意义及功能体现在与其他词汇的相互关系中,Nelson^[8]等认为词汇联想反应(word association)比印刷词频更有效。迄今为止,言语功能训练时缺乏有效的素材选取指标,导致临床言语康复具体操作带有盲目性和随意性,直接影响到临床疗效。近年来,随着科学的发展,网络分析技术已经为量化和可视化地有目的选取训练词汇素材提供了帮助,增加了临床的可操作性。

1 网络及网络分析与词汇联想的关系

1.1 网络与词汇联想的关系

有研究表明总数不到万分之一的门户网站是整个互联网的交通枢纽。小型网站出现故障则在日常生活中比比皆是,其并没有对整个互联网的运行产生明显影响,而如果互联网的多数大型门户网站都出现故障,整个网络系统就会崩溃为互不相连的碎片^[9]。

更普遍意义上的网络是由点(nodes)和线(links)组成。如果将事物内部的组成要素看作点,各要素之间的相互作用看作连线,那么事物的基本结构可以抽象为网络^[9]。例如:蛋白质(分子层面,氨基酸是点,化合键是线)、神经元(细胞层面,生物大分子是点,代谢关系或细胞信号转导关系是线)、大脑(器官层面,神经元是点,神经元间的突触联系是线)、人体(器官是点,器官之间的血流关系是线)、生态圈(物种是点,捕食关系是线)、人类社会(个人是点,人际关系是线)、语言(词汇是点,词汇间的概念联系或联想关系是线)等均构成相应的网络,发挥其特定的功能作用。因此,对网络普遍特性的研究有助于理解各种复杂系统的结构、功能和演变^[10-11]。

在语言教学中传统使用词频统计编撰的单词手册。如果仅仅按照词频记忆单词,实际上忽略了单词之间的相互联系(如语法关系和语意联系)。与传统方法不同的是,网络分析

关注的是关系数据(relation data)。如“·-·”,两个点代表系统中的作用者(agent),连线代表了作用者之间的相互作用。点的性质是属性数据(attribute data),例如:词频、性别或年龄、蛋白质分子量、神经元类型、计算机硬件配置等。连线就是关系数据,例如:语法关系或词汇联想关系、人际关系、蛋白质相互作用、神经元之间的抑制与激活关系、计算机之间的数据传输协议等。关系数据无法还原为单个点的属性,而是整个系统的属性,并不满足通常统计方法所需要的“独立性假设”^[12]。因此,拥有大量关系数据的网络需要有与之相适应的分析范式(paradigm),而现代科研已经从20世纪还原论占主导的原子时代进入到21世纪的网络时代^[13]。

2001年,西班牙学者Solé和Cancho发表了语言研究领域第一篇以网络分析方式探讨人类言语小世界结构(small-world structure)的论文^[14]。以此为标志,网络分析技术在语言学中的应用飞速发展。在此之前的语言研究领域,人们虽然普遍认为人类语言是进化过程中的一大飞跃,但是限于语言不能留下化石,语言理论因此没有稳固的根基。巴黎语言学会在1866年甚至发出禁令,抵制语言起源研究的论文。网络分析技术应用于语言研究后,人们相继在英语、俄语、巴斯克语和汉语多种不同语言的单词共现性网络(co-occurrence network)、语义网络(semantic network)和语法网络(syntactic networks)中发现了小世界和无尺度(scale-free)等多种相似的结构特征,提示在语言的起源、习得和使用过程中存在某种普遍适用的机制^[15-16]。进入实用阶段的网络分析技术将为揭示和利用这些机制提供了有效的手段。

1.2 网络分析技术与词汇联想的关系

网络分析技术通常能够从三方面研究网络的点线关系。

1.2.1 可视化(visualization)信息:生物医学研究中通常借助于病理切片、蛋白凝胶电泳显影、免疫组织化学等手段得到图片信息。网络分析技术可以将网络的结构用图像的形式表现出来以利于比对。图1显示了同一个单位三个部门间(黑、白、灰色)的人际关系网络。“E”点可能是黑部门和白部门之间交流的重要通道,但也可能是信息瓶颈。白部门和灰部门的信息交流则完全受制于点“叁”。

1.2.2 提供量化指标(numerical indices):借助于图论(graph theory)等数学手段,网络分析可以进行量化计算,并发展了其自身针对关系数据的统计比对范式。这种方式尤其适宜分析存在成百上千甚至上亿个点的复杂网络^[17]。表1列出了基本量化分析术语。

* 基金项目:江苏省卫生厅资助项目(H200732)

1 南京医科大学第一附属医院康复医学科,南京,210029

2 通讯作者:江钟立(南京医科大学第一附属医院康复医学科,210029)

作者简介:林枫,男,硕士,住院医师

收稿日期:2008-01-15

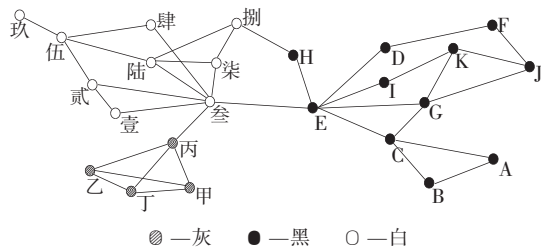


图 1 网络示意图

不同的指标有着不同的意义。点度衡量的是点的势力大小,因此其又可以称为点度中心度(degree centrality)。点的云集系数衡量的则是点聚集成团的程度。在图 1 中,“甲”点度为 3,“E”点度为 6,而“玖”点度为 1。由于与“甲”相邻的三点“乙、丙、丁”相互之间紧密联系,因此“甲”的云集系数是 1。同样点度为 3,但是“J”相邻的三点“G、K、F”之间并没有紧密联系,J 的云集系数是 0.33。虽然“E”点度较高,但是其云集系数为 0.067。在现实网络中存在“物以类聚,人以群分”的情况:

表 1 网络分析基本术语^[31]

术语	释义
顶点(vertex, pl. vertices)	网络的基本单位,表现为图中的点。所指的可以是蛋白质分子(生命科学)、人(社会学)或单词(语言学)等。
边(edge)	两个顶点之间的连线。所指的可以是分子间的相互作用(生命科学)、人际关系(社会学)或语法关系(语言学)等。连线的粗细可以用来表示其权重大小。
有向/无向(directed/undirected)	如果某条边仅从一个顶点发出指向另外一个顶点而且没有返回,那么这个边就称为有向边。如果某条边同时指向两个方向,那就称为无向边。有向边又称为弧(arc),在图形上可以表示为带有单向箭头的线条。
完备图(complete graph)	某无向图,如果一共有 n 个顶点,并且每个顶点到其他 $(n-1)$ 个顶点都有且仅一条边,则图中共有 $n(n-1)/2$ 条边,这种图称为完备图,也称完全图。如果是有向图,那么 n 个顶点的完备图就拥有 $n(n-1)$ 条边,即在每两个顶点之间都有一来一去两条边。
最短路径(shortest path)	又称为测地线(geodesic path):指的是从某顶点到达另外一个顶点的最短通道(也就是其所经过的边的数目,如果有顶点 u 和 v ,则记为 l_{uv})。两点之间的测地线长度又称为两点之间距离(distance)。需要注意的是:①在两个顶点之间可以存在不止一条测地线;②如果是有向图,从顶点 u 到顶点 v 的测地线 l_{uv} 可以不同于从顶点 v 到顶点 u 的测地线 l_{vu} 。如果在网络中任意取两点,测量其中的测地线。遍取图中所有顶点对,就得到所有顶点对的测地线。将所有测地线的长度取平均值,其通常被称为网络的平均最短路径。最长的测地线长度又称为直径(diameter)。完备图的平均最短路径是 1,直径也是 1。

人们结合成团体或派系以完成一定的社会功能,蛋白质往往聚集成一定的模块以完成一定的生物功能,词汇形成词群以达到表述某个话题的功能。如果一个人的朋友很多(点度高),可以认为这个人的势力范围较大,但是并不代表这个人能将自己的朋友都团结起来形成一个紧密的合作团体。同样,一个高点度蛋白质参与的功能较多,并不代表与其相互作用的蛋白质相互之间紧密联系而形成功能组块;一个高点度概念能影响很多其他的概念,但是并不代表其所影响的概念能够聚集起来表达同一个话题(如宗教、日常生活活动的某个方面等)。因此,通过对量化指标的计算和比对,网络分析技术能够回答诸如网络的性质、影响力、功能组块(functional modules)、运行特征、调控因素等许多问题^[17,18]。

1.2.3 网络分析能够提供不同的网络模型:例如随机网络(random network)、小世界网络(small-world network)和无尺度网络(scale-free network)等^[11,12]。通过对现实网络的分析 and 计算,推测其运行机制,并建立网络模型,然后对模型进行计算,所得数据如果符合现实网络的实测数据,就可以推测网络的运行机制,提供有应用价值的网络模型和建模原则。

Cancho 等首次采用网络分析的方法进行语言网络分析(language networks analysis),发现在人类语言的词汇并列结构(word co-occurrence network)中存在小世界特征和无尺度结构^[15]。此后诸多研究均提示网络分析在语言研究领域的重要价值^[19,16]。Steyvers 等首次对佛罗里达大规模联想词汇库(South Florida Associative Thesaurus)进行网络分析并发现其平均最短路径约为 3,且符合无尺度结构和小世界结构的特征^[20]。无尺度结构使网络结构更稳定,而小世界结构使网络顶点之间的交互联系有效率,从而有利于保持较高的思维

(或交流)速度和较低的费力程度^[11]。Motter 等对辞典词条之间的概念联系进行分析,发现概念网络(conceptual network)也拥有无尺度和小世界网络的特征^[21]。周亮等也在汉语联想词汇库中发现了类似特征^[22]。符合实际语言结构的网络模型可以指导对语言和记忆的临床研究^[17]。

2 词汇联想测试及词汇联想网络

2.1 词汇联想关系

词汇联想关系是最简单和最直接的语言表现之一。不需要专业的语法语义分析,通过简单的自由词汇联想测试(free association test, FAT)就可以搜集大量的联想关系数据。测试的方法是给出一个刺激词(stimulus words),受试者立即进行联想,说出或写出第一个联想词(response words),由此而确立刺激词和反应词之间的联想关系^[7]。

2.2 词汇联想测试

词汇联想测试是人类用以揭示脑内知识组织结构的最古老方法,最早由 Galton 在 19 世纪 80 年代采用。此后,冯特(Wundt)、弗洛伊德(Freud)和荣格(Jung)等心理学家将其逐渐拓展到心理学研究领域,并试图将其应用于临床诊疗。由于研究手段和数据分析方法的限制,这种针对特定个体的词汇联想关系的经验性研究一度衰退并沉寂了数十年。到了 20 世纪五、六十年代,由于人们对词汇学习(verbal learning)和言语行为(verbal behavior)的研究兴趣日益增加,人们开始将词汇联想测试技术应用于大规模人群调查和数据库构建^[23]。同时,理解词汇联想关系的网络观也开始逐步成为一种思维范式。1975 年, Collins 和 Loftus 提出扩散激活模型(spreading activation model, SAM)认为:大脑的语义结构由

相互联系的结点构成的网络组成。每个结点表征一个特殊的概念,并储存这个概念的所有特征。当大脑加工一个单词的时候,网络中与该单词意义相应的概念结点得到激活,这种激活信息沿着与该结点相关联的连线进行扩散。扩散的程度与最终效果受到最初的刺激强度高低以及结点之间的语义距离大小有关^[24]。虽然此后出现了许多修正模型,但无论这些模型有多复杂,其都架构在网络视角之上,并且所有的模型最终都要诉诸人类经验性词汇联想测试的研究和验证。从20世纪70年代开始,以英语、俄语和日语等为母语的许多国家已经建立联想词汇库(word association norms, WAN)并广泛应用于语言和记忆研究^[25-28]。

联想词汇库通常能够提供三方面的信息:个体间变异(between participant variability,即联想反应的多样性)、概念间关系(inter-concept relationship)和反应时间(response time)^[28]。个体间变异可以用传统的方法进行分析,也可以用网络分析更快速地进行;后两者只有借助网络分析技术才能进行完整的研究。

个体变异通常是以联想词频为基础。联想词频是指接受词汇联想测试的时候有多少人联想到某个反应词,代表的是一个反应词被联想的强度^[7]。对于个体间变异的分析可以通过传统的计数方法进行计算和分析,主要比较联想强度(ADOM,给出同一个刺激词,最多联想到的反应词占总受试人数的比例)、联想词汇总数(NAR)、特异性联想词汇总数(NUR,仅被一个受试者所联想到的词的总数)。周亮等用“刺激词→反应词”网络(stimulus-response network, SR网络)同样能够进行此类指标的计算和比较^[29]。SR网络包括了所有刺激词和反应词。从刺激词发出的有向边(弧)沿着联想反应的方向指向反应词,有向边的权重可以是联想强度,也可以是反应时间。

对概念间关系的分析的传统分析方式是将“刺激词→反应词”之间的一对一关系分为两种类型:选择性联想反应(paradigmatic response)与修饰性联想反应(syntagmatic response)。前者基于上下位、同义或反义关系等语义关系(semantic relations)的词形变化组合;后者基于语境和感知的修饰关系或固定搭配词^[28]。在不同人群中,两类联想反应的比例可能存在一定的差异。Burke等建立美国青年和老年人群的联想词汇库(WAN),发现联想反应类型均以选择性联想反应为主^[28]。Hirsh等建立英国青年和老年人群的WAN,发现两组人群均以选择性联想反应类型为主,而青年人的修饰性联想反应占总反应数量的比例要高于老年人群^[29]。国内周亮等建立汉语青老年人群WAN并比较了汉语背景下青老年人群词汇联想反应的个体间差异和联想反应类型,得到结果与Hirsh的报道一致,提示青年人的词汇联想材料并不适用于老年人的言语与记忆研究^[29]。但是,不同人群认知联系结构的传统分析方式仅仅反映了联想词频和“刺激词→反应词”的一对一联想关系,而不能对概念间联系结构进行整体分析,而网络分析技术为此提供了整体分析的新方法。

2.3 采用网络分析方法进行词汇联想测试

Coronges等首次采用网络分析方法比较了不同年龄阶段学生的概念间联系网络,并发现大学生的认知联系网络结构

变得更成熟,信息流动变得更有效率^[29]。其采用的是“反应词-反应词”网络(response-response network, RR网络):共享刺激词的反应词之间建立连线,即将刺激词看作是无向边。连线的权重(weight)反映了两个反应词之间共享了多少个刺激词。例如:“猫”联想到“狗”和“宠物”,“可爱”也联想到“狗”和“宠物”。则“狗”和“宠物”在RR网络中通过一条权重为2的无向边连接。FAT中的刺激词是由实验人员预先设定,因此只有反应词能够代表受试者产生的概念,而RR网络则反映了被试者脑内的概念共享结构^[30]。

许多大规模联想词汇库采用滚动抽词法建立,即第一轮的反应词作为第二轮的刺激词,而第二轮的反应词作为第三轮的刺激词。通常只要进行三轮的联想反应,词汇数量可以基本涵盖一种语言的基本用词,其可以称之为联想辞典(word associative thesaurus, WAT)^[26]。目前已经建立了英语和俄语的联想辞典^[26]。Steyvers等首次对佛罗里达联想辞典(South Florida Associative Thesaurus)进行网络分析^[21]。在联想辞典的网络分析中,同一个词既可以是反应词角色,也可以是刺激词角色,由此而构建起“联想词-联想词”(associative word-word network, WW网络)。这种WW网络可以作为某种语言的普遍特征分析,但是相应的词汇库建立较难,且受试对象的范围不易控制,通常都是以青年人为对象,难以用于不同人群间比较。因此,采用一次性词汇联想方法采集的联想词汇库目前仍然是比较不同人群间的词汇联想结构主要工具。

针对某些特定话题进行人群间的比较还可以借助于三词联想的词汇激发技术(word evocation method):向被试者提到某个概念,并让其就这个概念给出三个最先想到的词,例如“请告诉我当你考虑健康问题的时候最先想到的三个词”。将同一个人联想的三个词用无向边连接起来,所有受试者联想到的词汇可以组成一个词汇激发网络(evoked word network, EW网络)。Ferreira等采用EW网络研究了巴西不同收入阶层对疾病和口腔健康问题的社会表征(social representation,一种有助于社会交流的共识),发现词汇激发网络的结构与话题所应用的概念本身有关,而网络的词汇则与收入水平有关,并且发现词汇激发网络具有无尺度性^[30]。

3 词汇联想网络分析的言语康复治疗临床应用前景

言语康复治疗的目的是修复或代偿患者的言语交流功能,提高患者的记忆或认知能力,而其前提是对正常语言的生理状态的了解。在网络分析应用于语言研究之前,语言的属性数据和关系数据并没有得到明确区分,并且限于计算能力和软件工具的缺乏,人们对正常语言的整体结构特征缺乏统一的认识。随着Cancho等^[15]首次采用网络分析的方法进行语言网络分析(language networks analysis),从网络角度来分析语言的习得、交流时的选词和受到损伤后的语言表现特点成为可能^[20]。具有小世界性的词汇网络将有助于节省人们思考的效率。从任意一个词出发,要顺利表述另外一个词汇意义,其间所要经过的最短路径长度通常在3—7个词^[16]。具有无尺度性的词汇网络将有助于人们保持语言的高效能力:用很少的词汇就能表述几乎所有的意思,而词汇量又可以随着语言使用的需要不断增长。同时无尺度特征还有助于维持语

言结构的强健性(robustness);低点度的随机缺失不会影响到整个词汇网络的完整性,高点度的词汇可以作为词汇连通的转接点。如果高点度词汇缺失,整个网络可能崩溃为互不联通的词群,因而在思维或表达过程中发生命名或找词困难,临床上表现为非流畅性失语(如 Broca 失语)。外来语言信息的辨认需要在听或读词汇后将其与内部的概念进行比对。如果在接受词汇信息时不能与原有网络建立有效的连接,可能造成理解或复述的困难,临床多表现为流畅性失语(如 Wernicke 失语)。如果损伤后原有负责最短路径转接的词汇无法使用,那么患者可能代偿性使用其他的高点度词汇来试图恢复最短路径,就有可能出现语法错乱(paragrammatism)和替代现象,临床可表现为传导性失语^[7]。

利用词汇网络的特性和量化指标,可以进行不同人群的词汇网络特性的比较;也可以寻找特定话题相关的词汇云集团(如日常生活活动相关词汇)作为功能训练使用;还可以寻找高点度词汇以修复正常的寻词路径或抑制异常的词汇通达路径。此外,还有多种网络分析指标可供从不同应用目的选词,例如:中间中心度(betweenness centrality,衡量某词汇作为信息桥梁所承载的信息负荷)、接近中心度(closeness centrality,衡量某词汇传递信息的时候在多大程度上不需要依赖其他词汇)、特征矢量(eigenvector,衡量某词汇在网络整体结构中处于核心地位的程度)等。量化和可视化的结合可以反映不同选词指标所衡量的词汇重要程度。

4 小结

网络分析技术为语言研究提供了新的范式和手段。通过应用网络分析技术,联想词汇库可以为言语康复治疗更符合人类语言组织特征的语言素材(包括词汇和词汇之间的关系),应用网络分析技术进行不同人群言语网络的比对,有可能提供新的言语功能评定和康复疗效评估手段。

参考文献

- [1] Burke DM. Representation and aging [M]. In Craik, F.I.M. & Bialystok, E. (Eds.) *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change*. Oxford University Press, 2006.
- [2] Jordan LC, Hillis AE. Disorders of speech and language: aphasia, apraxia and dysarthria [J]. *Curr Opin Neurol*, 2006, 19(6):580—585.
- [3] 江钟立, 于美霞, 单春雷, 等. 三种汉语失语症检查方法的临床相关性研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2004, 19(9):661—663.
- [4] 龚耀先. 修订韦氏记忆量表手册 [M]. 长沙: 湖南医科大学, 1998. 1—50.
- [5] Lányi CS, Bacsá E, Mátrai R, et al. Interactive rehabilitation software for treating patients with aphasia [M]. *Proc. 5th Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech.* Oxford, UK. 2004.233—238.
- [6] Hillis AE. Aphasia: progress in the last quarter of a century [J]. *Neurology*, 2007, 69(2):200—213.
- [7] Nelson DL, McEvoy CL, Dennis S. What is free association and what does it measure[J]? *Mem Cognit*, 2000, 28(6):887—899.
- [8] Barabási AL. *Linked: The New Science of Networks* [M]. Perseus, Cambridge, MA, 2002.
- [9] 车宏安, 顾基发. 无标度网络及其系统科学意义 [J]. *系统工程理论与实践*, 2004, 4:11—16.
- [10] Newman M. The structure and function of complex networks [J]. *SIAM Review*, 2003, 45:167—256.
- [11] Dorogovtsev SN, Mendes JFF. *Evolution of networks* [J]. 2001, cond-mat/0106144.
- [12] 刘军. *社会网络分析导论*[M]. 社会科学文献出版社, 2004.
- [13] Kelly K. *Out of Control: The New Biology of Machines, Social Systems, & the Economic World* [M]. USA: Persus Books, 1994.
- [14] Ferrer I Cancho R, Solé RV. The small world of human language[J]. *Proc R Soc Lond B*, 2001, 268(7):2261—2265.
- [15] Solé RV, Corominas B, Valverde S. *Language Networks: Their Structure, function and evolution* [J]. 2005; Santa Fe Institute Working Paper/05-12-042.
- [16] 江钟立, 林枫, 孟殿怀. 复杂适应性系统理论在言语认知康复中的应用前景[J]. *中国康复医学杂志*, 2006, 21(2):183—185.
- [17] Proulx SR, Promislow DE, Phillips PC. Network thinking in ecology and evolution [J]. *Trends Ecol Evol*, 2005, 20(6):345—353.
- [18] Mitchell M. *Complex Systems: Network Thinking* [J]. *Artificial Intelligence*, 2006, 170(8):1194—1212.
- [19] Jinyun KE. *Complex networks and human language* [J]. 2007; arxiv.org/abs/cs/0701135.
- [20] Steyvers M, Tenenbaum JB. The large-scale structure of semantic networks: statistical analyses and a model of semantic growth [J]. *Cogn Sci*, 2005, 29(1): 41—78.
- [21] Motter AE, Moura APS, Lai YC, et al. Topology of the conceptual network of language [J]. *Physical Review E*, 2002, 66:0102(R):1—4.
- [22] 周亮, 江钟立, 林枫, 等. 青年人和老年人词汇联想反应的研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2008, 23(4):297—300.
- [23] Moss H, Older L. *Birkbeck Word Association Norms*[M]. (1996) Psychology Press. An imprint of Erlbaum (UK) Taylor & Francis.
- [24] Carroll DW. *Psychology of language* [M]. Thomson Learning, 2004.111—114.
- [25] Sinopalnikova A. *Word Association Thesaurus As a Resource for Building WordNet* [M]. GWC 2004. 199—205.
- [26] Terry J. Modeling the Japanese mental lexicon: Morphological, orthographic and phonological considerations [J]. *Advances in Psychological Research*, 2004; 31: 27—61.
- [27] Burke D, Peters L, Harrold RM. Word association norms for young and older adults [J]. *Social and Behavioral Science Documents*, 1987, 17(2).
- [28] Hirsh KW, Tree JJ. Word association norms for two cohorts of British adults [J]. *Journal of Neurolinguistics*, 2001, 14(1):1—44.
- [29] Coronges K, Stacy A, Valente T. Structural comparison of cognitive associative networks in two populations [J]. *Journal of Applied Social Psychology*, 2007, 37(9):2097—2129.
- [30] Ferreira AAA, Corso G, Piuvezam G, et al. A scale-free network of evoked words[J]. *Braz J Phys*, 2006, 36(3a): 755—758.
- [31] 林枫, 江钟立, 周亮, 等. 青年人和老年人认知联系网络的整体结构分析[J]. *中国康复医学杂志*, 2008, 23(4): 291—296.