

# 现代汉语主谓谓语句的 HNC 处理研究<sup>\*</sup>

缪建明<sup>1,2</sup> 张全<sup>1</sup>

(中国科学院研究生院 北京 100039)<sup>1</sup> (中国科学院声学研究所 北京 100080)<sup>2</sup>

**摘要** 主谓谓语句是汉语特有的语言现象,主谓结构做谓语的格式也是汉语最常见、最重要的句式,也是汉语区别于印欧语的重要句式之一。现代汉语语法对这种特殊句式进行了深入的研究,在语法、语义等方面取得了长足进展。本文尝试在 HNC 理论的总体框架下,对这一特殊句式展开全面、系统的解释,并从计算语言学的角度形成特有的处理规则,便于计算机在原始语料中发现这类语句,最终形成针对主谓谓语句的专家处理系统。

**关键词** 主谓谓语句, HNC 理论, 语义块, 句类表示式, 作用效应链, 语句格式

## HNC-based Research about Modern Chinese S+S+V Sentence

MIAO Jian-Ming<sup>1,2</sup> ZHANG Quan<sup>1</sup>

(Graduate School of the Chinese Academy of Science, Beijing 100039)<sup>1</sup>

(Institute of Acoustics, Chinese Academy of Science, Beijing 100080)<sup>2</sup>

**Abstract** S+S+V sentence is a special sentence type in Chinese. The sentence type of predicates composed by SV structure is also the most common, most important sentence type of Chinese, and it is one of the important different sentence types between Chinese with Indo-European phylum too. Modern Chinese grammar has carried on deep research to such special sentence type and has made considerable progress in many aspects as grammar and semantics. The paper tries to explain the special sentence type in an all-round and systematical way under the overall frame of HNC theory, and forms the unique processing rule from computational linguistics angle. These rules help the computer to discover this kind of sentence in the primitive language materials and finally form the expert processing system.

**Keywords** S+S+V Sentence, HNC theory, Semantic chunk, Sentence category (SC) expressions, Action and effect chain, Sentence Format (SF)

## 1 引言

主谓谓语句就是由主谓短语充当谓语的句子。主谓结构做谓语的格式是汉语里最常见最重要的句式之一(朱德熙, 1985),而英语中无此类句式。主谓谓语句的存在对汉英翻译的发展和对外汉语教学工作的展开产生了一定的难度。现代汉语语法学研究的专家和学者们对此做了大量的研究,形成了不少可供 HNC 理论借鉴的研究成果。这些研究成果的焦点主要集中在主谓谓语句的范围和类型的划分上。

目前,现代汉语语法学形成的较为统一的分法是:按句子的主语和谓语之间的意义关系,分为大小主语之间施受关系、大小主语之间领属关系、大主语隐含“关于”“对于”介词、大主语和谓语部分某一成分有复指关系和大主语和小主语隐含主谓关系这几种类型(徐青, 1997)。这些分类的成果,对部分主谓谓语句的类型、例句甚至研究得十分透彻,让人能够很自然地了解到主谓谓语句的不同形式。但是,由于目前的现代汉语语法研究整体上仍是以描述语言现象为主,主要服务于人对自然语言的理解和学习,而不是面向计算机理解语言,对计算机理解仍存在相当的困难。这些成果对人而言可以掌握,但是对于计算机则无法运用。计算机无法通过现有句法理论来解决主谓谓语句带来的困扰问题。原因有二:其一,目前的句法理论总体上是采用的西语“NP+VP”的结构研究,西语

的 NP 和 NP 之间通过介词等连接,但是汉语允许 NP 和 NP 之间直接连接(且这种情况还十分常见),且最终句法理论分析的结果到词语,如果出现词语歧义的问题,那么 NP 与 VP 之间甚至 NP 之间的准确划分都存在相当的困难;其二,现代汉语语法学的主谓谓语句研究大多是在人为已经划分 NP 和 VP 的情况下展开研究,用这种人为的划分标准给计算机使用, NP 和 VP 的划分仍然存在相当的困难。那么,如何通过 NP 和 VP 的准确划分来确定主语和谓语之间的意义关系、得到大小主语之间隐含的主谓关系呢? 这些模糊边界的确定给基于现代汉语语法的中文信息处理带来了困扰,也给现代汉语主谓谓语句的理解处理研究提出了新的研究课题。

HNC 理论立足于自然语言理解理论框架的建设,首先充分考虑了计算机理解和人理解的不同,在借鉴现代汉语语法学优秀成果的基础上,建立了一套基于汉语基元数字化的符号体系。在这套体系中,充分考虑了各种语义块之间的关联性,形成相关的句类和格式知识,通过句类知识和格式知识的结合得到一个计算机能理解的自然语言的分类体系,通过句类的假设、检验来保证计算机理解的正确性。对于中文信息处理中主谓谓语句的边界困扰问题, HNC 理论采用句类代码符号、格式代码符号和句蜕符号作为解决的工具,在概念基元符号体系的保证下,能够很好地解决现代汉语语法研究中的边界困扰问题。本文正是通过 HNC 相关的句类知识和格式

<sup>\*</sup> 本文承国家 973 项目“自然语言理解的交互引擎研究”(2004CB318104)、中科院声学所知识创新工程项目“HNC 语言知识处理理论及技术”的资助。缪建明 博士研究生,研究方向:自然语言理解处理;张全 研究员,博士生导师,研究方向:HNC 自然语言理解处理、计算机语言等。

知识来解析现代汉语主谓谓语句,由于有概念基元符号体系的保证,这种分析方法能够有效地被计算机使用,使得现代汉语语法学的优秀研究成果能够形式化并且为计算机可使用,从而更有利于计算机对语言的自动分析处理。最后通过对相关语料的主谓谓语句进行分析统计,证明 HNC 的分析方法是全面而有效的。

## 2 HNC 理论相关知识

HNC 理论是 Hierarchical Networks of Concepts(概念层次网络)的简称,因其以概念化、层次化、网络化的语义表达为基础而得名。HNC 理论不同于以主谓宾说为基础的语言研究理论,它是以概念和语义表达为基础的,在语言概念空间研究语言现象。

HNC 理论认为,语义块是句子的语义构成单位,形式上可以是一个词、一个短语或者一个句子。语义块分为主语义块和辅语义块两大类,主语义块是句义的“必不可少”的成分,辅语义块是句义的“可有可无”的附加成分(黄曾阳,1998)。根据主语义块各部分在句子中所起的语义表达的作用,将主语义块细分为特征 E、作用者 A、对象 B 和内容 C,后三种语义块统称为广义对象语义块 GBK。辅语义块分为七种:条件、手段、工具、途径、参照、因、果。一个句子至少由一个对象语义块和一个表现语义块构成。主语义块的表示式加在一起就构成句类表示式。

HNC 理论认为:作用效应链反映一切事物的最大共性。判断是人类思维活动的基本内容,也应是语言表达的基本内容之一(黄曾阳,1998)。自然语言的一个句子总是对作用效应链的某个或某些环节进行表达,这就是句子的基本语义信息。根据作用效应链定义的六种句类加上判断句,构成 HNC 的七种基本句类,并根据作用效应链的具体细分,分为了 57 组基本句类。在基本句类的基础上,可形成一定数量的混合句类。

HNC 理论引入语句格式来说明一个句子中主语义块的排列顺序和语义块对应的形态变化。HNC 理论定义了基本、规范、违例和省略(外挂型:需附加在前 3 种格式的基础上使用)四种语句格式。

## 3 HNC 理论“主谓谓语句”的研究

传统语法学主谓谓语句研究主要提出的是“NP1+[NP2+VP]”的形式(其中 VP 可隐含),出于两种理论对比的需要,我们仍然采用这种形式对比 HNC 理论的术语进行说明。其中,NP1 可由广义对象语义块 GBK 或辅块 fK 来充当,NP2 可由广义对象语义块 GBK 或辅块 fK 充当,同时也可出现由 NP1+NP2 结合构成一个广义对象语义块 GBK 的情况;VP 块可以隐含,对应大主语和大谓语之间隐含主谓关系这一情况;还有可能出现 VP 由 E1 充当的复杂情况,对应于大主语和谓语之间隐含主谓关系,但是在小主语和小谓语之间存在主谓关系的情况。

### 3.1 HNC 理论的“主谓谓语句”分类

(1)根据 VP 块在语句中是否隐含,可将“主谓谓语句”分为两种:

1)VP 块隐含,对应到 HNC 的术语下则为特征语义块 EK 在语句中隐含,汉语的无特征语义块的几种句类(例如:简明状态句、简明势态句和集内比较判断句等)都可能出主谓谓语句的情况,语句格式也都采用基本格式中的“! 0”格

式。(注:为了便于说明语句格式的不同,所有语句均给出语句格式代码)例如:

- a)胡萝卜一斤||两毛钱。 ! 0S041J=SB+SC  
b)桂林山水||甲||~天下。 Cn! 0jD01J=DB0+jDC  
c)非洲科学技术的落后状况||十分严重。  
! 0jD2J=DB+DC

2)VP 块显含,即特征语义块 EK 在语句中不隐含,现代汉语语法学研究中大多数的主谓谓语句均为这一类型,这一类出现的格式的变化情况也较为复杂,需要根据 NP1 和 NP2 的具体构成具体分析得出。例如:

- a)他||上海||去过。 ! 211T2bJ=TA+TB2+T2b  
b)那张纸条的事情||谁||也不准再提。  
! 212T31Y30 \* 21J=YC+TA+T31Y30

(2)根据构成 NP1、NP2 的语义块的种类,可将“主谓谓语句”分为 5 种:

1)NP1 由广义对象语义块 GBK1 构成,NP2 由广义对象语义块 GBK2 构成,NP2 与特征语义块 EK 之间构成现代汉语语法学研究的反动宾结构,可还原为“GBK1+GBK2+EK”的形式结构,这种“主谓谓语句”形成“! 211(三块句)”或“! 2111(四块句)”的语句格式。例如:

- a)他||上海||去过。 ! 211T2bJ=TA+TB2+T2b  
b)您||一点意见||都没有吗?  
! 211R011jD1 \* 21J=RB1+DC+R011jD1

2)NP1 由广义对象语义块 GBK2 构成,NP2 由广义对象语义块 GBK1 构成,NP2 与特征语义块 EK 之间构成现代汉语语法学的主谓结构,可还原为“GBK2+GBK1+EK”的形式结构,使用“! 212(三块句)”或“! 2131(四块句)”的语句格式。例如:

- a)那张纸条的事情||谁||也不准再提。  
! 212T31Y30 \* 21J=YC+TA+T31Y30  
b)这件珍贵的衬衫||我||一直精心收藏着。  
! 212R611S0 \* 21J=SC+RB1+R611S0

3)NP1 由广义对象语义块 GBK 构成,NP2 则由省略了辅块标记符(“用”“以”等)的工具辅块 fK 构成,可还原为“GBK1+fK+EK+……”的形式结构,由于辅块在句类表示式中不出现,因此这类句子虽然以四块句的形式出现,但实际上是三主块句,语句格式也是采用基本格式中的“! 0”格式。例如:

- a)鲁提辖||~拳~||打||镇关西。 ! 0XJ=A+X+B  
b)时艳女郎||~脚~||踢||三轮车夫。  
! 0XJ=A+X+B

4)NP1 由缺省了辅块标记符号(“对于……”等)的辅块 fK 构成,NP2 则由广义对象语义块 GBK 构成,可还原为“fK+GBK1+EK”的形式结构这种情况的语句格式同上述第 3)类的情况,采用基本格式中的“! 0”格式。例如:

- a)这件事~||中国人的经验||太多了。  
Re! 0S01J=SBC+S  
b)这个人~||大家的看法||不一致。  
ReB! 0S01D1 \* 10J=SBC+S01D1

5)NP1 和 NP2 联合构成 GBK1。可还原为“GBK1+EK+……”的形式结构,采用基本格式中的“! 0”格式。这类主谓谓语句所占比例最大。例如:

a)量子计算机||促进了||人类生活巨大的进步。

! 0XY60 \* 21J=X+XY60+YC

b)瓜菜运销旺季||还未到。 ! 0P01J=PBC+P

(3)根据特征语义块 EK 构成 VP 块的种类,可将“主谓谓语句”分为两种:

1)VP 块由全局性特征语义块 Eg 充当。大部分“主谓谓语句”属于这种类型。

2)VP 块由局部性特征语义块 EI 充当。HNC 理论认为:当语句一级是无特征语义块句类时,但谓语中又出现句蜕时,有可能出现由局部特征语义块 EI 充当 VP 块的复杂情况。这种类型极特殊,语句一级和句蜕一级均采用基本格式中的“! 0”格式。例如:

a)他||{身体|很快恢复了}。

语句一级:! 0S041J=SB+SC(SB;他,SC;身体很快恢复了)

句蜕一级:! 0SJ=SB+S(SB;身体,S;很快恢复了)

b)小王||{脑筋|转过来了}。

语句一级:! 0S041J=SB+SC(SB;小王,SC;脑筋转过来了)

句蜕一级:! 0SJ=SB+S(SB;脑筋,S;转过来了)

以上从语句句类和格式的角度,对现代汉语“主谓谓语句”的各种类型按照 HNC 标准进行了句类和格式层面的分类和分析。总的看来,大多数的“主谓谓语句”习惯采用违例格式和省略辅块标记符号的基本格式,基本不采用以! 1 开头的规范格式,这与汉语整个系统自然演变的历史有关,属于现代汉语史的研究范畴,不在本文的研究之列,笔者对此不做说明。对于 5 种无特征语义块的特殊句类,目前发现有 4 种会出现所谓的“主谓谓语句”,但它们可通过无特征语义块的特殊句类知识,计算机仍能很快得出“主谓谓语句”的类型和格式,采取相应的对策处理,计算机分辨仍不存在问题。

### 3.2 规则处理

因为主谓谓语句的表示形式大体相当于“NP1+NP2+VP”,在具体的处理过程中,形成了以下具体判断“主谓谓语句”格式的规则处理:

#### 规则 1 VP 块隐含规则

如果 VP 块出现隐含,对应于现代汉语语法研究中大主语和大谓语之间隐含主谓关系的情况,即该句是无全局特征语义块的句类,这种“主谓谓语句”一定采用“! 0”或“! 0”的基本格式。

#### 规则 2 辅块判断规则

如果 NP1 或 NP2 由辅块充当,则这种“主谓谓语句”一定采用“! 0”的基本格式。

#### 规则 3 块合并判断规则

如果 NP1 和 NP2 出现合并时,这种“主谓谓语句”一定采用“! 0”的基本格式。

#### 规则 4 一般判断规则 1

如果 NP1 由广义对象语义块 GBK1 构成,NP2 由广义对象语义块 GBK2 构成,NP2 与特征语义块 EK 之间构成现代汉语语法学研究的反动宾结构,即形成“GBK1+GBK2+EK”或“GBK1+GBK2+EK+GBK3”的形式。这种“主谓谓语句”语句一级一定形成“! 211”或“! 2111”的语句格式。

#### 规则 5 一般判断规则 2

如果 NP1 由广义对象语义块 GBK2 或 GBK3 构成,NP2 由广义对象语义块 GBK1 构成,NP2 与特征语义块 EK 之间

构成现代汉语语法学主谓结构,即形成“GBK2+GBK1+EK”(三块句)或者“GBK3+GBK1+EK+GBK2”(四块句)的形式。这种“主谓谓语句”一定形成“! 212”(三块句)或“! 2131”(四块句)的语句格式。

这些规则可以在出现“主谓谓语句”时进行格式的判别,作为计算机进行“主谓谓语句”的格式判断的依据,也可作为对“主谓谓语句”的检验方法之一(注:相关的符号表示含义,读者可详见参考文献[3])。

## 4 统计结果

笔者对人民日报 2002 年 1~2 月的 60 篇文章近 2000 句语句进行了前述判断规则的分类格式验证统计。统计数据显示各种“主谓谓语句”的分布极不均衡。在总语句 1967 句中,“主谓谓语句”一共出现了 148 句,占总数的 7.52%。按照 HNC 理论的规则进行相对应的分类,各项统计的具体数据如表 1 所示。按照制定的规则进行格式的判别,除了在主辅块判断模糊和俚语的判断模糊导致规则判断有偏差以外,规则的准确率都可达到 90%,规则判断的结果令人非常满意。

表 1 HNC 各种分类的分布统计数据表

HNC 分类的标准	具体分类	HNC 结构形式	出现句数	比例数	正确率
VP 块是否显含	VP 显含	语义块 1+语义块 2+EK	141	95.27%	93.5%
	VP 隐含	语义块 1+语义块 2+语义块 3	7	4.73%	100%
NP1 和 NP2 的构成情况	NP1 和 NP2 合起来构成 GBK1	GBK1+EK+……	101	68.24%	95.4%
	NP1 构成辅块,NP2 有 GBK 构成	fK+GBK1+EK	41	27.7%	92.3%
	NP2 构成辅块,NP1 有 GBK 构成	GBK1+fK+EK	3	2.03%	100%
	NP1 构成 GBK1,NP2 构成 GBK2	GBK1+GBK2+EK	2	1.35%	100%
	NP1 构成 GBK2,NP2 构成 GBK1	GBK2+GBK1+EK	1	0.68%	100%
VP 块的构成情况	Eg 构成 VP	语义块 1+语义块 2+Eg	146	98.65%	91.6%
	EI 构成 VP	语义块 1+语义块 2+EI	2	1.35%	100%

上面的对现代汉语语法学“主谓谓语句”的 HNC 研究过程,在实际处理中并非一帆风顺,而是遇到了各种各样的问题。加上 HNC 各项知识仍有许多地方不完善,很多问题仍然有待改进。

首先,对于现代汉语语法学研究类型中“大主语和谓语部分某一成分有复指关系”这一分类由于涉及到句间的联系,而目前对句间联系的知识仍需进一步完善,这一类判断情况十分复杂,目前在讨论 VP 是否显含时划分在 VP 显含的类中,在讨论 NP 构成时划分在 NP1 和 NP2 合并构成 GBK 的类中,在讨论 VP 构成时则划分在 Eg 构成 VP 的类中,这也造

(下转第 161 页)

的泛化能力。

**结论** 本文将半监督学习技术运用于药物活性预报中,并且用特征选择的方法克服了结构特征参数中无关和冗余特征对预报性能的影响。实验证明,半监督学习比单单在标记样本上进行完全监督学习具有更好的性能,同时特征选择能够提高半监督学习在药物活性预报中的精度。进一步的工作包括如何提高半监督学习的效率、如何选择合适的机器学习方法以提高半监督学习的泛化能力,从而提高化合物活性预报的效率和精度。

## 参考文献

1 Xu L, Wu Y, Hu C, Li H. A QSAR of the toxicity of amino-

- benzenes and their structures. Science in China (Series B), 2000, 43(2):130~136
- 2 Blum A, Mitchell T. Combining labeled and unlabeled data with Co-Training. In: Proceedings of the 1998 COLT, Morgan Kaufmann Publishers, 1998. 92~100
- 3 Goldman S, Zhou Y. Enhancing supervised learning with unlabeled data. In: Proceedings of the 17th ICML, San Francisco, CA, Morgan Kaufmann, 2000. 327~334
- 4 Zhou Z H, Li M. Semi-supervised regression with Co-Training. In: Proceedings of the 19th IJCAI'05, Edinburgh, Scotland 2005. 908~913
- 5 Guyon I, Elisseeff A. An introduction to variable and feature selection. Journal of machine learning research, 2003(3): 1157~1182
- 6 Moody J, Utans J. Principled architecture selection for neural networks; Application to corporate bond rating prediction. In: NIPS 4, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1992. 638~690

(上接第 144 页)

程——要素检验和结构检验,也可以用类似的方法描述子过程的自明度。

在分析广义对象语义块的内部构成阶段,需要确定组成广义对象语义块的各个词语之间的概念关联。假设组成广义对象语义块的词语总数为  $N$ ,判定出的词和词之间的关系总数为  $n$ ,则广义对象语义块构成的自明度可以表示为  $M_{i3} = n/N$ 。对于词与词之间的组合层次关系,以及出现语句嵌套的广义对象语义块等子过程的自明度,也可以根据子过程的分析方法和分析步骤计算。

### 5.5 小结

理解自明度的计算是以从形式结构到语义结构的句类分析过程为基础,其基本标准是句类检验能否通过。通过计算机程序的句类检验的,就作为正确的结果计入自明度,不能通过句类检验的只能作为候选集合总数的一部分来影响自明度的大小。自明度计算公式实际上反映了从候选集中找到通过句类检验的唯一元素的可靠性,即自明度越趋向于 1,找到的可靠性越大;当自明度为 0 时,表示无法找到。自明度描述了构成理解过程的子过程结果的可靠性,可以逐级深入。整个句类分析过程的理解自明度可以用下面的式子表示:

$$M = (M_1 + M_2 + M_3 + M_{i1} + M_{i2} + M_{i3}) / 6 \quad (1-9)$$

**结束语** 在计算机理解汉语语句的过程中,既需要从外部制定符合要求和预期的指标,也需要从系统内部给出过程数据和结果的分析评价。语句理解自明度就是计算机内部的

一个自我评价指标,它不仅考核过程结果的正确性,而且考核过程结果的数据来源依据和可靠性。自明度从数据的使用和结果等方面说明了解过程的理解过程的解模糊程度,从语句形式结构到语义结构的过程中经常要从多个候选中选出正确的,在这个选择过程中自明度越高说明系统解模糊的能力程度越强。

本文把从语句形式结构到语义结构的理解过程划分为五个子过程,对每一个子过程中重要的可能出现模糊的数据给出了自明度的计算公式。这些公式只是粗略地反映了理解过程中计算机进行“多义选一”操作的效果,还没有反映出详细的支撑知识和规则。对于如何记录理解过程中使用的规则和知识,并评价它们对理解过程的影响,以及如何计算它们的自明度,将是本文进一步深入研究的内容和方向。

## 参考文献

- 1 房玉清. 实用汉语语法[M]. 北京:北京语言学院出版社,1992
- 2 黄曾阳. HNC(概念层次网络)理论——计算机理解自然语言的新思路[M]. 北京:清华大学出版社,1998
- 3 黄曾阳. 语言概念空间的基本定理和数学物理表达式[M]. 北京:海洋出版社,2004
- 4 晋耀红. HNC句类分析的“自知之明”. 见:第一届 HNC 与语言学学术研讨会,武汉,2001
- 5 池毓焕. 汉语动词形态困扰的分析与处理[D]:[博士学位论文]. 北京:中国科学院声学研究所,2005
- 6 苗传江. HNC(概念层次网络)理论导论[M]. 北京:清华大学出版社,2005
- 7 [英]玛格丽特·博登,编著. 人工智能哲学[M]. 刘西瑞,王汉琦,译. 上海:上海译文出版社,2001
- 8 徐波,孙茂松,靳光谨,主编. 人中文信息处理若干重要问题[M]. 北京:科学出版社,2003

(上接第 147 页)

成了统计数据存在一定不完美,对于这一类的准确划分仍需要深入的配合句群的研究工作展开。

其次,辅块省略标记符号还原为辅块时问题仍然存在,主辅两可块的问题有待深入解决,也造成了统计数据存在一定不完美。例如:这条新闻电视台播过。可还原为“电视台||播过||这条新闻”,也可还原为“这条新闻||~在电视台||播过”。国外纺织企业已普及无梭织机。可还原为“国外的纺织企业||已普及||无梭织机”,也可还原为“在国外~||纺织企业||已普及||无梭织机”。

再次,对于规则的判断,需要用到具体的语义块构成以及语义块之间的信息,其中涉及到的深层次问题仍然存在,规则的具体形式化工作仍需进一步结合计算机形式语言的特征深入展开。

最后,对于“主谓谓语句”的统计数据是建立在人为搜索语料后得出的,这其中必然含有人为的遗漏、误添,实际的统计数据在此基础上一定存在一定的偏差,更精确的数据还需要在更大规模的真实语料的基础上展开。

**总结** 本文在现有的 HNC 研究所取得的成果的基础上,用 HNC 理论中的句类理论和语句格式知识来分析“主谓谓语句”这一现代汉语语言现象,并归纳得出了一套解决现代汉语主谓谓语句的语句格式判断规则,该规则采用 HNC 理论句类知识和语句格式知识为核心,利用语言概念空间中的概念及其关联知识来解决主谓谓语句给计算机带来的模糊不清问题,并试图通过规则得出判断结果。初步实验表明,这些规则是高效可行的。今后的工作将集中在规则进一步验证和将规则的学习机制引入知识库的构造过程的研究上。能否很好地解决这些问题将是整个计算机能否解决主谓谓语句带来的语义模糊的关键所在。

## 参考文献

- 1 朱德熙. 语法答问. 北京:商务印书馆,1985
- 2 徐青. 现代汉语. 修订版. 上海:华东师范大学出版社,1977. 295~302
- 3 黄曾阳. HNC(概念层次网络)理论. 北京:清华大学出版社,1998. 6~9
- 4 张全,萧国政. HNC 与语言学研究. 武汉:武汉理工大学出版社,2001
- 5 黄曾阳. 语言概念空间的基本定理和数学物理表达式. 北京:海洋出版社,2004