DRS 与一阶谓词逻辑公式*

夏年喜

(首都师范大学哲学系，北京 100089)

摘要：DRS 是 DRT 的灵魂部分，DRT 对自然语言语义的刻画正是通过 DRS 来实现的。每个 DRS 都是由话语所指集和 DRS-条件集构成的有序对。从 DRS 的模样可以看出，它和一阶谓词逻辑的公式是十分相象的，如果我们分别给出二者的严格定义，并在此基础上对二者间的翻译也进行定义的话，我们就可以顺利地实现二者间的互译了，这说明这二者在本质上是相通的。不过，当我们把 DRS 置于 DRT 中，并把一阶谓词逻辑公式置于一阶谓词逻辑中，再对二者进行比较的话就会发现，这二者其实是有着重大差异的：前者是算出来的，后者则是感觉出来的。

关键词：DRS　DRT　一阶谓词逻辑公式

中国分类号：**B81**　**文献标识码**：**A**

DRS 是 Discourse Representation Structure 的简称，是 DRT 的灵魂部分。DRT 即 Discourse Representation Theory，是一种自然语言逻辑理论，有人将之译为“话语表征理论”[1](p112)，也有人将之译为“篇章表述理论”[2](p454)和“话语表达理论”[3](p360)，还有人将之译为“话语表现理论”[4](p95)。对 DRT 有多少种译法对 DRS 就有多少种译法，本文的宗旨只是对 DRS 与一阶谓词逻辑的公式进行比较，所以可以不必纠缠于这些译名中哪个更准确。通过 DRS 与一阶谓词逻辑的公式的比较，我们可以更加清楚地看到 DRT 与一阶谓词逻辑之间的内在联系与差异，从而加深我们对 DRT 这一理论的了解，为将这一理论运用于汉语的语义分析打下更加坚实的基础。

1　DRS——DRT 的灵魂

DRT 由“句法规则”、“DRS 的构造规则”和“DRS 在模型中的解释”三部分构成[5]。

句法规则给出的是英语的句法算法，DRS 的构造规则给出的是语言形式和语义之间的转换模式，DRS 在模型中的解释部分则是用真值条件模型论语义学方法对 DRS 进行解释。在这三个组成部分中，居于核心位置的是 DRS，因为 DRS 就是 DRT 对英语句子序列的语义刻画。

DRS 究竟是何模样的呢？每个 DRS 都含有两部分的内容：话语所指（discourse referent）和与话语所指相关的各种条件，即 DRS-条件（DRS-condition），分别组成话语所指集和 DRS-条件集。其中话语所指集又称论域（universe）。以语句“Mary owns a dog”来说，其 DRS 如下图所示：

收稿日期：2005-9-20；

作者简介：夏年喜（1965-），女，湖北潜江人，哲学博士，首都师范大学哲学系副教授。主要从事语言逻辑和逻辑哲学研究。

基金项目：本文得到教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“基于自然语言的知识表达和推理系统”（04JZD006）资助。

（1）

x　y
Mary（x） dog（y） x owns y

该 DRS 中有两个话语所指 x 和 y，分别表示 Mary 和 dog，它们位于框图的上部，所以，该 DRS 的论域是集合{x , y}，记作 U_K = {x , y}。DRS-条件有三个：Mary（x）、John（y）、x owns y，按顺序排成三行，所以，该 DRS 的 DRS-条件集是{ Mary（x），John（y），x owns y }，记作 Con_K = { Mary（x），John（y），x owns y }。为节省空间，该框图还可以用线形方式表示，（2）就是这一表示的结果，显然（2）是 U_K 和 Con_K 组成的有序对。

（2）　〈{x, y},{Mary(x),dog(y),x owns y}〉

这里，话语所指集包含多少元素，条件集中又包含哪些元素，都是由“Mary owns a dog”的句法结构决定的，因为它们都是根据该语句的句法结构而引入的。怎样由语句的句法结构过度到 DRS 呢？这是 DRT 所关注的一个焦点。在 DRT 中，对应于每一语类都有相应的 DRS-构造规则，如针对专名有规则 CR.PN，针对不定摹状词有 CR.ID，针对代词有 CR.PRO，等等。有了这些规则，任何人都可以根据英语中句子的句法结构，在有穷步骤内得到句子的 DRS。“Mary owns a dog”的 DRS 就是分别施用规则 CR.PN 和 CR.ID 的结果。

如果要刻画的是句子序列 $S_1,S_2,\ldots,S_n$ 而不是单个语句的话，只需按如下的方式操作即可：先处理 S_1，得到 DRS_1；再处理 S_2，对 S_2 的处理就是把 S_2 所含的语义信息加进 DRS_1 中，从而得到 DRS_2；……对 S_n 的处理就是把 S_n 所含的语义信息加进 DRS_{n-1} 中，从而得到 DRS_n。DRS_n 就是整个句子序列的语义。比如说，要刻画“Mary owns a dog, she owns it”的语义，此时 n=2，由于 S_1 即“Mary owns a dog”的 DRS 为（2），所以要得到该序列的 DRS 只需把 S_2 即“she owns it”的语义信息添加进（2）即可。S_2 含有两个代词，对这两个代词先后施用规则 CR.PRO 所得到的就是 S_2 的语义信息，这些信息包括两个话语所指：u 和 v，包括三个 DRS-条件：u = x，v = y，u likes v。把这些信息加进（2）就得到了如下的 DRS：

（3）　〈{x, y, u, v},{Mary(x),dog(y),x owns y, u = x，v = y，u likes v }〉

显然，（3）不过是在 DRS_1 即（2）的基础上添加 S_2 的语义信息的结果，由此而形成的 DRS 就是整个语句系列的 DRS。

2　DRS 与一阶谓词逻辑公式间的互译

从 DRS 的模样可以看出，它和一阶谓词逻辑的公式是十分相象的，由此人们自然会提出这样的问题：DRS 和一阶谓词逻辑的公式之间究竟是一种什么样的关系？二者之间可以进行互译吗？下面我们就按照通常的思路来回答这一问题。所谓通常的思路是这样一种思路：先给出要互译的两种对象的严格定义，然后再在此基础上对二者间的翻译进行定义，如果可以做到这两点的话，就证明二者之间是可以互译的。

（1）DRS 的定义

定义 2.1.1

（1）若 U 是属于话语所指集合 R 的有穷集合，且 Con 是在 V、R 范围内的有穷 DRS-条件的有穷集合，则〈U,Con〉是 V、R 范围内的有穷 DRS；

（2）V、R 范围内的有穷 DRS-条件是下列表达式之一：

① x = y , 其中 x 、y 属于 R；

② π（x），其中 x 属于 R 且 π 是 V 中的一个名称；

③ η（x）, 其中 x 属于 R 且 η 是 V 中与通名相对应的一元谓词；

④ xζ , 其中 x 属于 R 且 ζ 是 V 中与不及物动词相对应的一元谓词；

⑤ $x \xi y$，其中 x、y 都属于 R 且 ξ 是 V 中的二元谓词；

⑥ $\neg K$，其中 K 是 V 与 R 范围内的 DRS。

⑦ $K_1 \Rightarrow K_2$，其中 K_1、K_2 是 V、R 范围内的 DRS。

⑧ $K_1 \vee \ldots \vee K_n$，其中 $n \geqslant 2$，$K_1, \ldots, K_n$ 是 V、R 范围内的 DRS。

（1）是对 DRS 的限定，是为了把目光锁定在有穷 DRS 上，因为话语所指集和 DRS-条件集都可以是无穷的。这一特性虽然赋予了 DRS 强有力的刻画效力，使之相当于一种无穷逻辑的语言。但是，这一特性又使得我们难以讲清楚从 DRS 到一阶谓词逻辑公式的翻译。因此，为了便于理解，这一限定是必不可少的。

（2）一阶谓词逻辑的公式的严格定义

一阶谓词逻辑的公式对我们来说是非常熟悉的，鉴于一阶谓词逻辑有多个不同的版本，这里还是有必要对之进行严格的定义。为叙述的方便，我们不妨称即将要用到的这个版本为 PL_1。PL_1 的非逻辑词汇由两类符号构成：$c_1, c_2, \ldots, c_n, \ldots$；$P^n_1, P^n_2, \ldots, P^n_m, \ldots$其中 $n \geqslant 0$。前者表示个体常项的无穷序列，后者表示 n-元谓词的无穷序列。PL_1 的逻辑词汇则由变项（$x, y, z, u, v, \ldots, x_1, x_2, x_3, \ldots$）、逻辑常项、联结词（¬、&、→、∨）、等号、量词（∃、∀）和括号构成。有了这些，就可以对 PL_1 的公式进行如下定义了：

定义 2.2.1

（1）如果 π 是 n-元谓词，$x_1, x_2, \ldots, x_n$ 是变项或个体常项，则$\pi(x_1, x_2, \ldots, x_n)$是 PL_1 的公式。

（2）如果 σ 、τ 是变项或个体常项，则$\sigma = \tau$ 是 PL_1 的公式。

（3）如果φ是 PL_1 的公式，则$\neg\varphi$也是 PL_1 的公式。

（4）如果$\varphi_1, \ldots, \varphi_n$ 是 PL_1 的公式，则（$\varphi_1 \& \varphi_2 \& \ldots \& \varphi_n$）是 PL_1 的公式；

（5）如果$\varphi_1, \ldots, \varphi_n$ 是 PL_1 的公式，则（$\varphi_1 \vee \varphi_2 \vee \ldots \vee \varphi_n$）是 PL_1 的公式；

（6）如果φ_1和φ_2是 PL_1 的公式，则（$\varphi_1 \rightarrow \varphi_2$）是 PL_1 的公式；

（7）如果$\alpha_1, \ldots, \alpha_n$ 是变项，φ是 PL_1 的公式，则$\exists\alpha_1, \ldots, \alpha_n \varphi$ 和$\forall\alpha_1, \ldots, \alpha_n \varphi$ 都是 PL_1 的公式。

（3）翻译规则

有了 DRS 和一阶谓词逻辑公式的严格定义后，我们还需要对它们之间的翻译进行定义，这一定义相当于给出翻译规则：

翻译规则：

（1）令 K 是限于 V 和 R 范围的一个 DRS $\langle U, Con\rangle$

① 假定 U={ }，则φ是在 PL_1 里对 DRS K 的翻译，当且仅当，φ的形式为（$\varphi_1 \& \varphi_2 \& \ldots \& \varphi_n$），其中$\varphi_i$是$\gamma_i$翻译（$i = 1,2,3,\ldots,n$）且 $\langle\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_n\rangle$ 是 Con 的排序。

② 假定 $U=\{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n\}$，则φ是在 PL_1 里对 DRS K 的翻译，当且仅当，φ的形式为$\exists\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n$（$\varphi_1 \& \varphi_2 \& \ldots \& \varphi_n$），其中$\varphi_i$同于（a）中的$\varphi_i$，且 $\langle\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n\rangle$ 是 U 的排序。

（2）假定γ是限于 V 和 R 范围的 DRS-条件。

① 假定γ的形式为$\nu(\alpha)$，其中α是 R 中的话语所指，ν 是 V 中的专名，则φ是在 PL_1 里对γ的翻译，当且仅当，φ是公式“$\alpha=\nu$”。

② 假定γ的形式为ν（α），其中α是 R 中的话语所指，ν 是 V 中的普通名词，则φ是在 PL_1 里对γ的翻译，当且仅当，φ是公式“ν（α）”。

③ 假定γ的形式为ν（α），其中α是 R 中的话语所指，ν 是 V 中的不及物动词，则φ是在 PL_1 里对γ的翻译，当且仅当，φ是公式“ν（α）”。

④ 假定γ的形式为$\alpha\nu\beta$，其中α和β都是 R 中的话语所指，ν 是 V 中的及物动词，则φ是在 PL_1 里对γ的翻译，当且仅当，φ是公式“ν（α,β）”。

⑤ 假定γ的形式为$\alpha=\beta$，其中α和β都是 R 中的话语所指，则φ是在 PL_1 里对γ的翻译，当且仅当φ是公式“$\alpha = \beta$”。

⑥ 假定γ的形式为$\neg$ K，其中 K 是限于 V 和 R 的 DRS，则φ是在 PL_1 里对γ的翻译，当且仅当φ是公式“$\neg\varphi$”，其中φ是 K 的翻译。

⑦ 假定γ的形式为 $K_1\Rightarrow K_2$，其中 $K_1 = \langle U_1, Con_1\rangle$，$U_1$ 由话语所指$\alpha_1, \alpha_2,\ldots, \alpha_n$构成，$Con_1$ 由条件$\gamma_1, \gamma_2,\ldots, \gamma_m$构成，则$\varphi$是在 PL_1 里对 $K_1\Rightarrow K_2$ 的翻译，当且仅当φ是形式为“$\forall\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n$ （（φ_1 & φ_2 & …& φ_m）$\rightarrow \phi$）”的公式，其中φ_i是γ_i翻译（i = 1,2,3,…,n），且ϕ是 K_2 的翻译。

⑧ 假定γ的形式为 $K_1\vee K_2\vee\ldots\vee K_n$,则$\varphi$是在 PL_1 里对 $K_1\vee K_2\vee\ldots\vee K_n$ 的翻译，当且仅当φ是形式为“$\varphi_1 \vee\varphi_2 \vee\ldots\vee\varphi_n$”的公式，其中$\varphi_i$ 是 K_i 翻译（i = 1,2,3,…,n）。

我们已经有了 DRS 和 PL_1 公式的严格定义，也有了二者间的翻译规则，这说明二者间是可以实现互译的。下面我们就以已提到的 DRS（2）来说明 DRS 到 PL_1 公式的翻译。为叙述的方便，我们把 DRS（2）在此复制一遍：

（2） 〈{x, y},{Mary(x),dog(y),x owns y}〉

（2）的话语所指集里有 x、y 两个元素，DRS-条件集里有三个条件。根据翻译规则的（1-②），如果我们有了与这三个条件相对应的翻译，就可以很顺利地把（2）翻译成一阶谓词逻辑的公式了。(2)中的第一个 DRS-条件是 Mary(x)，根据(2-①),它的翻译为 x = Mary 。第二个 DRS-条件是 dog（y），根据（2-②），它的翻译为 dog（y），与 DRS-条件完全相同。第三个条件是 x owns y，根据（2-④），它的翻译为 owns（x, y）。这样，按照（1-②）就可以写出与（2）对应的公式了：

（2′） $\exists$xy（x = Mary & dog（y）& owns（x, y））

由此可见，DRS 其实只是一阶谓词逻辑的公式的一种变体，每个 DRS 都可以看作是一个乔装的谓词逻辑公式，都可以翻译成谓词逻辑的公式。

3 “算”的结果与“感觉”的结果

DRS 与一阶谓词逻辑公式间有没有差异呢？回答是肯定的，不仅有差异，甚至可以说是有质的差异的。这一论断与二者间可以进行成功的互译并不矛盾，因为这种质的差异不在 DRS 与一阶谓词逻辑公式本身，倘若单从 DRS 与一阶谓词逻辑公式本身的“长相”来看，DRS 确实只是一阶谓词逻辑公式的一种变体，可是当我们不只是局限于其“长相”的时候，当我们把 DRS 置于 DRT 中，并把一阶谓词逻辑公式置于一阶谓词逻辑中，再对二者进行比较的时候就会发现，这二者之间的差异竟如此巨大：一个是算出来的，一个是感觉出来的！

DRS 是算出来的。DRT 作为一种自然语言逻辑理论，它非常关注句法到语义的过度问题。如前所述，DRT 这一理论有三个构成部分：句法规则、DRS-构造规则、DRS 在模型中的解释，其中前两个部分都是在解决这样一个过度问题。为实现这样一个过度，DRT 特设计了“DRS-构造算法”（DRS-Construction Algorithm）[6](p86)。所谓算法，是表示计算程序的一个明晰的能行的指令集，它提供的是解决某一类问题的一种能行的方法，这种方法对每一步该做什么都有明确的规定，以保证在有穷步骤内求得答案。DRS-构造算法就规定了要想

得到 DRS 应该从哪一步做起，每做完一步之后下一步该怎么做，只要按照它所规定的步骤去做，在有穷步骤内我们总可以得到有穷语句序列的 DRS。所以说，DRS 是算出来的。面对同一个语句序列，只要大家都严格按照 DRS-构造算法去求其 DRS 的话，所得到的 DRS 都是一样的，也就是说 DRS 是否准确是有客观标准的。

一阶谓词逻辑的公式则全然不同。一个语句或一个推理该怎样用公式刻画出来，一阶谓词逻辑里并没有给出具体的操作步骤，这个过程是凭经验来完成的，往往会出现这样的现象：对同一个语句序列不同的人会用不同的公式来表示，这就使得这一过程有很大的随意性，在判别对错的时候也就没有了客观标准，一切都只能凭感觉来进行。

一个是算出来的，一个是感觉出来的，这就是 DRS 和一阶谓词逻辑公式间的根本差别。透过这一差异我们可以看到 DRT 与一阶谓词逻辑的差异，乃至自然语言逻辑理论与一阶谓词逻辑的差异，因为 DRT 是自然语言逻辑理论的代表。从句法到语义的过度是 DRT 关注的焦点，也是自然语言逻辑的其它理论所必须解决的问题，这是信息时代对自然语言逻辑所提出的要求，也是信息时代赋予自然语言逻辑的历史使命，但在一阶谓词逻辑中，这一问题是完全被忽略的。了解二者之间的这种差异可以帮助我们进一步把握 DRT 这一理论，并为最终把这一理论用于汉语的语义分析奠定基础。

参考文献:

［**1**］沈家煊（译）. 现代语言学词典（戴维.克里斯特尔）. 北京: 商务印书馆, 2002 年.

［**2**］蒋严、潘海华. 形式语义学引论.北京: 中国社会科学出版社, 1998 年.

［**3**］方立. 逻辑语义学. 北京语言文化大学出版社, 2000 年.

［**4**］邹崇理.自然语言逻辑研究.北京:北京大学出版社,2000 年.

［**5**］Hans Kamp. A Theory of Truth and Semantic Representation. Paul Portner & Barbara H. Partee（eds.）. *Formal Methods in the Study of Language*. 2002.

［**6**］Hans Kamp & Uwe Reyle. *From Discourse to Logic: Introduction to Model-Theoretic Semantics of Natural Language, From Logic and Discourse Representation Theory*. Dordrecht: Kluwer. 1993.

DRS and The Formulas of First-Order Predicate Logic

Xia Nian-xi

（Department of Philosophy, Capital Normal Univ.,Beijing,100089）

Abstract：DRS is the soul of DRT which is a very important theory in natural language logic. Every DRS consists of two sets, one is the set of discourse references, the other is the set of DRS-conditions. DRS looks like the formulas of First-Order Predicate Logic. If we give them definition separately, and then the definition of the translation between them, we will translate them each other successfully. This fact shows that they are the same essentially. But when put DRS into DRT and the formulas into First-Order Predicate Logic, we will find there is big difference between them: the former is the result of Algorithm, the latter is the result of feeling.

Key Words: DRT; DRS ; the formulas of First-Order Predicate Logic