



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

弱信号介入的供应链风险识别本体构建： 从顶层本体到领域本体

董尹¹ 刘千里² 胡雅萍³

1. 合肥学院经济与管理学院 合肥 230601;
2. 南京大学信息管理学院 南京 210023;
3. 南京邮电大学人口研究院 南京 210042

摘要：弱信号的介入有利于供应链风险识别在理念和时间先行性上获得提升，但由于自身的模糊性和不确定性，需要借助本体方法对供应链风险弱信号的语义关联机制进行研究，从而发现弱信号作用下的供应链风险识别规律。首先，借助本体构建的复用理念，引入顶层本体 GFO；其次，对领域本体相关研究进行综述，同时梳理供应链风险与弱信号领域知识；最后，选择合适的本体构建方法和工具，通过概念对接构建了领域本体原型——弱信号介入的供应风险识别本体（SCRIO-WS），并制订了相应的推理规则。SCRIO-WS 不仅在一定程度上实现了领域知识的共享与重用，同时还意味着从归纳聚类、演绎推理和灵感触发三个方面对供应链风险弱信号语义关联机制做出了表述。

关键词：弱信号；供应链风险识别；顶层本体；通用形式化本体；领域本体

中图分类号：G353.1

Supply Chain Risk Identification Ontology with Weak Signals: from Upper Ontology to Domain Ontology

DONG Yin¹ LIU Qianli² HU Yaping³

1. School of Economics and Management, Hefei University, Hefei 230601, China;
2. School of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210023, China;
3. Population Research Institute of Nanjing University of Posts and Telecommunication, Nanjing 210042, China

基金项目：国家自然科学基金青年科学基金项目“弱信号生命周期视角下的供应链风险信号识别研究”（71603069）；国家社科基金青年项目“意义构建视野下安全情报的弱信号研究”（15CTQ032）；国家社科基金青年项目“决策失误防范中的情报保障体系研究”（16CTQ021）。

作者简介：董尹（1981-），博士，副教授，研究方向：竞争情报、物流与供应链管理，E-mail: dy_asaka@qq.com；刘千里（1983-），博士，讲师，研究方向：竞争情报、信息资源管理。胡雅萍（1988-），博士，讲师，研究方向：竞争情报。

Abstract: It is helpful to enhance that perspective and leading time of supply chain risk identification by weak signal getting involved. However, due to ambiguity and uncertainty of weak signal, there is a requirement that research on semantic association mechanism of supply chain risk weak signal by Ontology methodology. Firstly, introduction to a top level ontology GFO by the concept of ontology reuse. Secondly, literature reviews on domain ontology research and puts domain knowledge of supply chain risk and weak signal in order. Thirdly, selects appropriate method and tool of ontology construction. Then builds a domain ontology prototype — Supply Chain Risk Identification Ontology with Weak Signals (SCRIO-WS), and formulates inference rules for it. SCRIO-WS not only realizes the sharing and reuse of domain knowledge to some extent, but also means that there is an exposition of semantic association mechanism of supply chain risk weak signal from three facets: inductive clustering, deductive reasoning and inspiration triggering.

Keywords: Weak signals; supply chain risk identification; upper ontology; general formal ontology(GFO) ; domain ontology

引言

“风险识别”是有效开展供应链风险管理的首要阶段。广泛、持续不断地汇集相关数据和信息对于风险识别来说是重要的基础工作，但是，通常一般意义上搜集到的数据和信息并非是为风险识别而准备的，还需要“处理和加工”来对其进行初步鉴别、整理和序化，这就带来了时滞问题。另外，传统的风险识别是在风险事故发生前，对已确定或者几乎成为定局的事件进行总结和处理，从而识别所出面临的风险及分析发生风险事故潜在原因的过程，留给行为主体控制与决策的时间较短，识别效果也不尽明显。然而，基于弱信号的供应链风险识别实质在于对未来变化的推测，突出前瞻性，对各种征兆保持敏感，可使风险预警时间得以提前。特别是某段时间内，竞争环境中某些指标发生细微变化时，可通过对供应链内外环境中风险弱信号的侦测进行风险识别，进而辅助行为主体的战略和战术决策，增强整条供应链在面对竞争动态和环境变化时所需的掌控力。

但由于弱信号的模糊性和不确定性，单凭常见的知识网络聚类方法和通用的演绎推理方法无法完全识别，特别是在复杂的供应链网络中，风险弱信号之间可能会出现大范围语义关联的“语义跳跃”现象，而且并非所有随机得到的语义链接都能够带来有效的风险识别。所以在本文的研究中希望通过领域本体构建，为弱信号作用下的供应链风险识别提供规律性指导。

1 本体相关研究

目前，不同的机构和专家小组已推出了多个顶层本体，文献 [1-3] 对国际上认可的常见顶层本体（如 SUMO、DOCLE、Open Cyc/Research Cyc、BFO 和 GFO）进行了较为详细的描述和比较。在本文的研究中，选择 GFO（General Formal Ontology，通用形式化本体，以下简称 GFO）作为基础进行领域本体构建，是因其过程和变化方面独特的见解，以及所提供的思想和相关概念也更加科学和合理^[4]，

从而有助于对供应链风险弱信号进行动态的知识分析和表达。在 GFO 的体系架构中^[5-6]，如图 1 所示，世间事物皆为“存在 (Entity)”，由集合 (Set) 和条目 (Item) 构成。当构建有弱信号介入的供应链风险识别领域本体时，即

时体和过程是两大主要类别。除此之外，我们将弱信号视为供应链风险触发事件的属性，在构建领域本体时引入 GFO 的“属性 (Property)”类别，其他类别也将通过对领域知识的梳理按需引入。

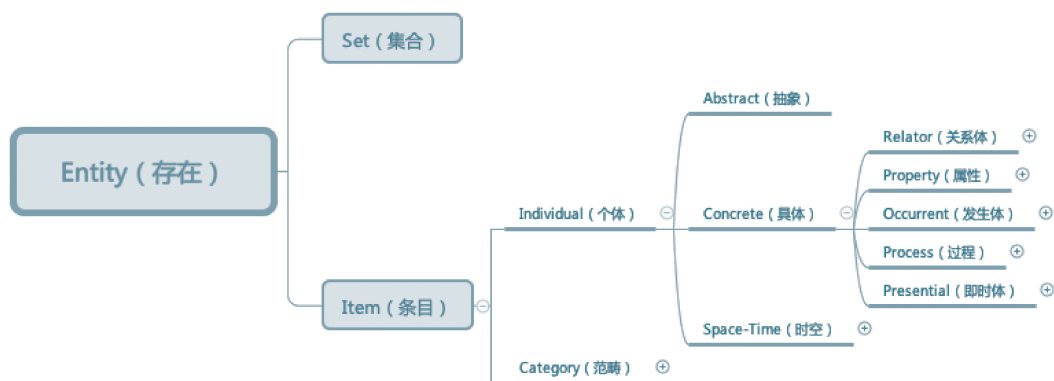


图 1 GFO 基本分类树^①

领域本体 (Domain Ontology) 是本体概念在具体领域的应用，同样遵循本体的四个基本特征，通过对领域知识的归纳和抽象，达到共享和重用的目的。自信息科学以来，本体广泛应用于诸多学科和专业领域。尤其是在生物医学领域，已有大量成熟公开的本体，为领域本体研究起到了很好的示范作用。龙海等^[3-4]正致力于借助顶层本体 GFO 构建中医药领域本体，其德国研究团队 Onto-Med 还提出了整合其他生物学领域本体的生物学核心本体 GFO-Bio^[7]。就本文的研究主题而言，主要从风险、应急和预警三方面进行了梳理，发现供应链风险识别领域的本体还鲜有人研究。

本体在风险领域的运用涉及众多行业，主

要集中在航空运营风险、工程实施风险、项目实施风险、自然灾害风险等。在预警领域，国内相关研究偏向于运用本体方法构建预警系统或指标，包括食品安全、煤矿和瓦斯事故、火灾、碳排放、财务风险、航空安全、物流运输等领域，国外的研究也分布广泛。另一方面，网络舆情也是本体在预警领域应用较多的一个研究方向。在应急领域，本体研究侧重于自然灾害、农业灾害、突发事件等方面的案例库、预案库或知识库的构建。在物流与供应链应急方面，也有个别学者开展了研究。王尧和张翀 (2009) 都借助本体对物流应急系统进行了研究，只是前者偏重应急处理和预警，后者偏重车辆监控和路径优化^[8-9]。冯玉灿为了解决供应链突发风

①更为详细的分类情况请参见 `gof.owl` 文件：<http://www.onto-med.de/ontologies/gfo.owl>

险应急决策中的知识共享和复用问题，在“情景-应对”模式下，构造出供应链应急领域本体，建立起相应的应急知识模型^[10]。张立等则从业务模型视角出发，对应急物流相关知识进行本体表示，以达到异构信息本体融合和配送路径求解的目的^[11]。

2 弱信号介入的供应链风险识别本体构建的作用与意义

面对风险环境，弱信号有助于指引性风险指标的形成，缩短供应链风险识别周期。弱信号有着隐匿性、不确定性等特征让其作用并不那么突出，但是有时往往是关键所在。正如Ansoff^[12]所说，弱信号是“用来预测不可知变化”。Coffman^[13]指出如果可以尽早的解读弱信号，并在此基础上进行战略实施，企业则能识别更多的风险和获得更多的机会。供应链风险识别活动也具有预警性质，与其他预警活动一样，需要对信息进行搜集，也就是说需要风险指标作为基础。但在现有的供应链风险识别过程中多使用的是迟滞性指标（例如：已发生的事故或未遂事故的数量），而非指引性指标，所以无法起到早期预警的作用，也错失了实施预防和缓解措施的时机。然而，当弱信号介入，则弥补了这一不足之处。通过构建供应链风险识别本体，以弱信号为抓手，遵循本体的四个基本特征，偏重对风险识别活动本身的知识进行归纳和抽象，达到共享和重用的目的。从而可以尽早发现触发事件，加快供应链风险识别过程，为后续的风险分析、评估和应对争取更多时间。

3 弱信号介入的供应链风险识别本体原型构建

本文的“弱信号”主要是指在社会科学中且更多面向经济管理领域的不完全信息。董尹等对这一范畴下的弱信号相关研究进行了梳理^[14]。随后，通过进一步研究发现，弱信号是一个持续的意义构建过程，首先从当前经验流的异常中注意到模糊且不确切的提示，随后抽取出线索并进一步润色和细化，指引可能会产生的变化和趋势，最终通过事后的反思确定效果^[15]。并且，弱信号介入到供应链风险识别中，也有着三方面的可行性：目的的相似性；在风险管理分支领域中有不同程度涉及；有助于风险指标的形成^[16]。本文将借助顶层本体GFO形成具有弱信号介入的供应链风险识别领域本体，以诠释其中的语义关联机制。

3.1 构建方法选择

由于不同领域的知识概念具有不同特性，其领域本体的构建方法也不尽相同，张文秀和朱庆华、王向前等从过程、成熟度、优缺点等方面进行了详细的比较^[1,17]，具有代表性的方法有九种，不过这些方法都并未很好的支持基于顶层本体的领域本体构建过程，丁晟春等虽然提出了一个构建方法框架，但核心思想是借助叙词表对选词进行规范化处理^[18]，鉴于供应链风险识别领域还未有完备的叙词表出现，我们考虑还是选用更具一般性的构建过程^[19]：①确定领域本体的范围和对象；②选择形式化描述语言；③选择构建工具；④对领域本体进行内容分析和设计；⑤对领域本体进行形式化表示

和存储。

3.2 领域本体原型构建

3.2.1 范围与对象

本研究主要面向供应链风险管理中的子环节——供应链风险识别，同时考虑引入“弱信号”作为有利因子，改善现有供应链风险识别中存在的问题，如：供应链风险事件的触发并非只会由一个触发事件造成；概率陷阱和认知偏见；过于悲观或过于乐观。所以，弱信号介入的供应链风险识别本体原型构建旨在针对供应链风险识别中所涉及的弱信号以及风险识别过程，提取出一套核心概念集及其属性，并赋予它们相应的关系，建立可以应用的领域本体，使弱信号作用下的供应链风险识别更趋结构化，以便于获得更多的供应链风险识别知识。

3.2.2 描述语言和构建工具选择

尽管本体描述语言大致可以分为：基于谓词逻辑的描述语言和基于 Web 的描述语言，但随着信息时代计算机和互联网技术的快速发展，基于 Web 的本体描述语言逐步变成主流。所以，本研究的领域本体描述语言采用符合 RDF/XML 标准语法的 OWL 来进行表示。

另一方面，常用的本体开发工具主要也分为两类：可视化手工构建工具和半自动化构建工具，但在学术研究领域还是手工构建居多。Protégé 是由斯坦福大学开发的使用较为广泛的一款本体手工构建工具，由于其开放源代码，能够支持中文字符编辑受到国内使用者的青睐。同时考虑到此次领域本体原型并非大规模本体，可以进行手工构建，以及目前最新版本（Version

5.2.0）支持诸多插件，方便可视化展示和推理规则编写，由此我们采用 Protégé 作为构建工具。

3.2.3 基于GFO的领域本体内容分析和设计

通过复用顶层本体 GFO，不仅能够继承顶层本体合理的逻辑结构，还能通过遵循顶层本体的标准规范，为此次构建的领域本体——“弱信号介入的供应链风险识别本体（Supply Chain Risk Identification Ontology with Weak Signals，以下简称 SCRIO-WS）”——将来的复用以及与其他领域本体的融合奠定基础。

本研究在 GFO 的基础上，结合弱信号与供应链风险领域知识，运用 Visio 软件形成经验模型，如图 2 所示，之后再使用 Protégé 进行本体语言描述和推理规则编写。

（1）概念对接。通过前文对供应链风险和弱信号二者概念的界定和相关知识的总结，首先将 SCRIO-WS 中涉及的概念与 GFO 中的概念框架进行对接。鉴于在供应链风险识别中强调的是风险的负面影响，我们给出“负面情形（Adverse_Situation）”这一概念，它与弱信号都是 GFO 中的情形（Situation）子类，是在某个时间点上的事物。而它们各自也有着对应的属性“负面情形属性（Adverse_Situation_Property）”和“指引性指标（Guidance_Index）”，在 GFO 中属性（Property）是某些存在所依赖的一种存在，可以视同自然语言中所说的特征（Characteristic）、特点（Feature）、特性（Quality）等。

指引性指标源自决策科学、人工智能、心理学等学科领域，为了解决非结构化问题而采用的指引性提问。指引性提问并非是一种实质性提问，其真正的意义不在于对问题的回答，

而在于对问题回答的思考以及由此引发的一切启发、联想。在供应链风险弱信号领域，指引性问题是导入环节，是直接面对供应链环境的不确定性和供应链参与主体的有限理性。通过对风险状态的提问，把握风险参数的不确定性；对风险要素关系的提问，把握风险行为的不确定性；对“合理的”风险预期提问，把握

风险未来的不确定性。于是，我们将 SCRIOWS 中的指引性指标分解为三个子指标：针对状态（About_Status）、针对关系（About_Relationship）、针对未来（About_Future）。并由此引出三个对应的负面情形子属性：负面状态（Adverse_Status）、负面关系（Adverse_Relationship）、负面未来（Adverse_Future）。

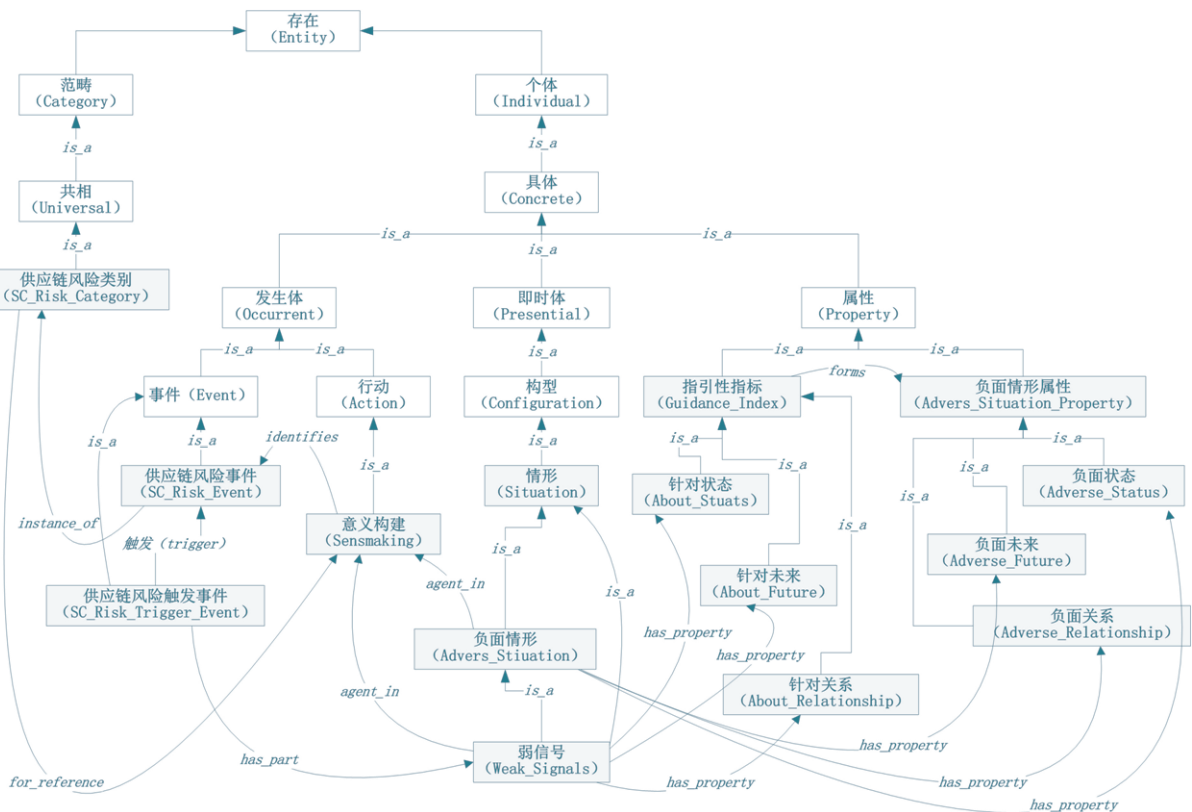


图 2 基于 GFO 的弱信号介入的供应风险识别本体 (SCRIOWS) 经验模型

另一方面，供应链风险弱信号蕴含在供应链风险触发事件（SC_Risk_Trigger_Event）中，但能触发怎样的供应链风险事件（SC_Risk_Event）还需通过意义构建（Sensmaking）进行识别。意义构建是人的主观能动性的发挥，是一种认知与分析活动，所以位于 GFO 中的行动（Action）子类，弱信号和负面情形则都是

它的素材。同时对已发生过的供应链风险事件进行归纳而形成的供应链风险类别（SC_Risk_Category）作为一种范畴（Category）子类也是意义构建过程中重要的参考，并且识别出的供应链风险事件可以成为供应链风险类别的实例，构成供应链成员企业开展组织学习的闭合回路。

(2) 关系复用和新增。GFO 不仅提供了可复用的顶层本体概念, 还提供了可复用的概念间关系, 即 OWL 中的对象属性 (Object

Property)。在上述概念对接的基础上, 选用了部分 GFO 内置关系也增加了适用于领域本体 SCRIO-WS 的新关系, 如表 1 所示。

表 1 SCRIO-WS 中的关系

GFO内置关系	新增关系	作用域	值域	描述
has_property		弱信号	指引性指标三个子指标	弱信号有指引性指标形成的属性
		负面情形	负面情形三个子属性	负面情形有负面情形属性
has_part		供应链风险触发事件	弱信号	供应链风险触发事件有组成部分弱信号
agent_in (GFO中可用于精神层次 <Psychological Stratum>和 意识层面<Mental Level>的 关系)		弱信号	意义构建	弱信号是意义构建的介质
		负面情形	意义构建	负面情形是意义构建的介质
instance_of		供应链风险事件	供应链风险类别	供应链风险事件是供应链风险类别的实例
	forms	指引性指标三个子指标	负面情形三个子属性	由指引性指标形成负面情形属性
	reveal	弱信号	负面情形	由弱信号揭示出负面情形
	identifies	意义构建	供应链风险事件	由意义构建识别出供应链风险事件
	for_reference	供应链风险类别	意义构建	供应链风险类别对于意义构建起参考作用
	trigger	供应链风险触发事件	供应链风险事件	供应链风险触发事件能够触发供应链风险事件

3.2.4 SCRIO-WS形式化表示和存储

在经验模型的基础上, 通过使用 Protégé, 以 OWL 为本体描述语言, 构建了相应的类和对象属性, 并通过了 Protégé 自带的推理机 Hermit 和 Pellet 的一致性检验。图 3 是在 OWLViz 面板中展示出的 SCRIO-WS 层次结构, 图 4 展示的是所具备的对象属性。最后, 该领域本体模型以 Protégé 默认的 RDF/XML 文件格式存储。

3.3 本体推理规则制订与实例分析

本体推理规则的制订也是领域本体构

建的重要组成部分之一, 尽管此次构建的 SCRIO-WS 不尽完善, 但仍希望未来可以在该领域本体的基础上形成用于查询和分析供应链风险及其弱信号的专家系统。为此, 针对现有的领域本体结构和关系, 制订了四组的推理规则, 以“三鹿奶粉”事件为例, 在 Protégé 中添加了相应的实例(如图 5 所示), 并在 SWRLTab 面板中编写推理规则, 通过推理机的运行, 验证了规则具有一定的合理性。具体推理规则和运行结果如下:



图3 SCRIO-WS 层次结构 (使用 Protégé 的 OWLviz 面板)

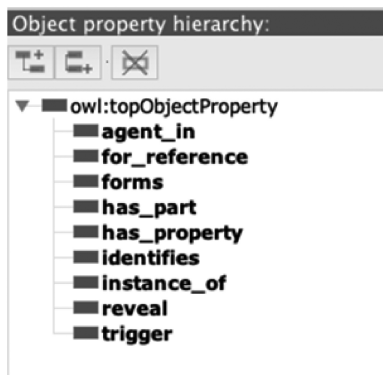


图4 SCRIO-WS 在 Protégé 中的对象属性截图

3.3.1 供应链风险弱信号析出规则

弱信号的析出与指引性指标紧密相关，在供应链风险背景下，如果某一情形通过针对状

态、关系和未来三方面的指引性提问，只要能确认其中任何一个方面有着负面可能的存在，并能形成对应的负面情形属性具体内容，则可以认为这一情形是一个供应链风险弱信号。该规则由四个子规则构成。

Rule 01: $Situation(?x) \wedge has_property(?x, adverse_status) \wedge About_Status(?x) \wedge forms(?x, ?y) \wedge Adverse_Status(?y) \rightarrow Weak_Signals(?x)$

Rule 02: $Situation(?x) \wedge has_property(?x, adverse_customer_relationship) \wedge About_Status(?x) \wedge forms(?x, ?y) \wedge Adverse_Status(?y) \rightarrow Weak_Signals(?x)$

Rule 03: $Situation(?x) \wedge has_property(?x,$

adverse_supply_relationship) ^ About_Status(?x) ^ forms(?x, ?y) ^ Adverse_Status(?y) -> Weak_Signals(?x)

Rule 04: Situation(?x) ^ has_property(?x, adverse_future) ^ About_Future(?x) ^ forms(?x, ?y) ^

Adverse_Future(?y) -> Weak_Signals(?x)

通过推理机 Pellet 运行获得的推理结果样例如图 6 所示, 将弱信号 WS1-1 添加为 Situation (情形) 的实例, 黄底的“Weak_Signals”字样为推理后自动显示。

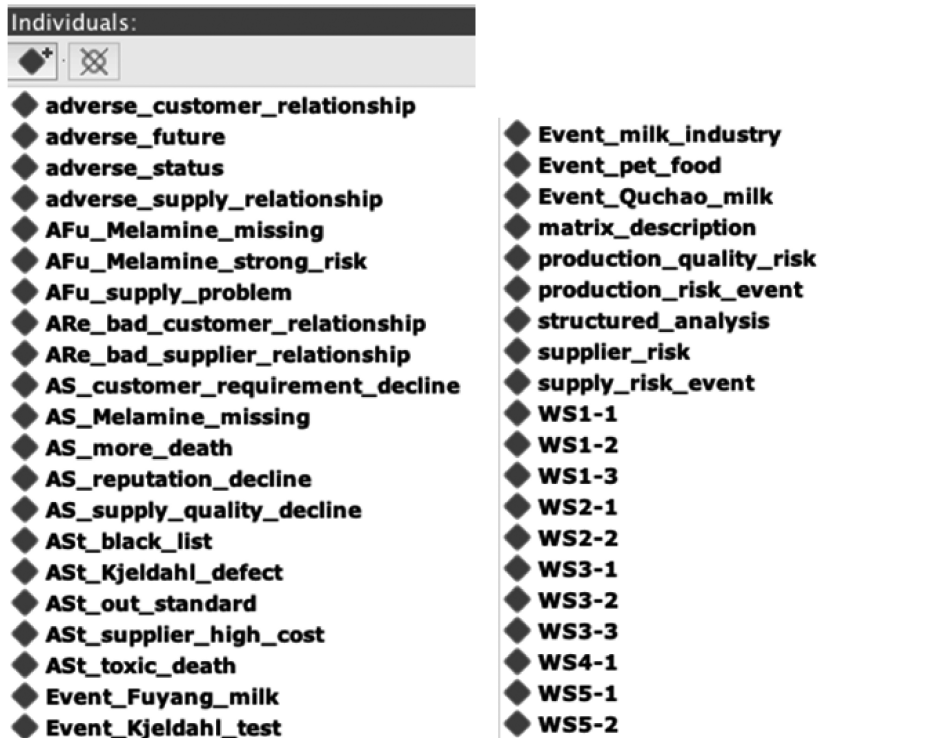


图 5 在 Protégé 中以“三鹿奶粉”事件为例添加的实例截图



图 6 供应链风险弱信号析出规则下实例“WS1-1”推理结果

3.3.2 供应链风险触发事件确认规则

供应链风险弱信号蕴含在供应链风险触发事件之中, 是其组成部分。在上述析出规则的基础上, 可以确认某已发生的事件为供应链风险触发事件。该规则由四个子规则构成。

Rule 05: Event(?x) ^ has_part(?x, ?y) ^

Weak_Signals(?y) ^ has_property(?y, adverse_status) ^ About_Status(adverse_status) -> SC_Risk_Trigger_Event(?x)

Rule 06: Event(?x) ^ has_part(?x, ?y) ^ Weak_Signals(?y) ^ has_property(?y, adverse_customer_relationship) ^ About_Status(adverse_cus-

tomor_relationship) -> SC_Risk_Trigger_Event(?x)

Rule 07: Event(?x) ^ has_part(?x, ?y) ^ Weak_Signals(?y) ^ has_property(?y, adverse_supply_relationship) ^ About_Status(adverse_supply_relationship) -> SC_Risk_Trigger_Event(?x)

Rule 08: Event(?x) ^ has_part(?x, ?y) ^ Weak_Signals(?y) ^ has_property(?y, adverse_future) ^ About_Status(adverse_future) -> SC_Risk_

Trigger_Event(?x)

根据对“三鹿奶粉”案例复盘分析，有关的供应链风险触发事件有五起，我们将其添加为Event（事件）的实例，进行推理机推理后，获得更准确的类别归属，其中样例“阜阳奶粉事件（Event_Fuyang_milk）”如图7所示，黄底的“SC_Risk_Trigger_Event”字样为推理后自动显示。

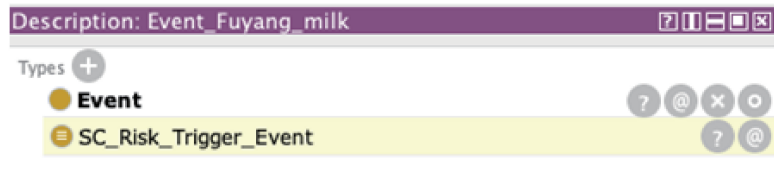


图7 供应链风险触发事件确认规则下实例“Event_Fuyang_milk”推理结果

3.3.3 供应链风险弱信号揭示负面情形规则

鉴于对供应链风险的识别注重的是对负面影响的判断，所以尽管弱信号本身对正、负面影响均有揭示性，但在供应链风险背景下，我们设计的领域本体强调的是弱信号对负面情形的揭示，而这一揭示过程可以映射为指引性指标对负面情形属性的作用。所以，该规则也由四个子规则构成

Rule 09: Weak_Signals(?x) ^ has_property(?x, adverse_status) ^ About_Status(adverse_status) ^ forms(adverse_status, ?z) ^ Adverse_Status(?z) ^ Adverse_Situation(?a) ^ has_property(?a, ?z) -> Weak_Signals(?x) ^ reveal(?x, ?a) ^ Adverse_Situation(?a)

Rule 10: Weak_Signals(?x) ^ has_property(?x, adverse_customer_relationship) ^ About_Relationship(adverse_customer_relationship) ^ forms(adverse_customer_relationship, ?z) ^ Adverse_Relationship(?z) ^ Adverse_Situation(?a)

^ has_property(?a, ?z) -> Weak_Signals(?x) ^ reveal(?x, ?a) ^ Adverse_Situation(?a)

Rule 11: Weak_Signals(?x) ^ has_property(?x, adverse_supply_relationship) ^ About_Relationship(adverse_supply_relationship) ^ forms(adverse_supply_relationship, ?z) ^ Adverse_Relationship(?z) ^ Adverse_Situation(?a) ^ has_property(?a, ?z) -> Weak_Signals(?x) ^ reveal(?x, ?a) ^ Adverse_Situation(?a)

Rule 12: Weak_Signals(?x) ^ has_property(?x, adverse_future) ^ About_Future(adverse_future) ^ forms(adverse_future, ?z) ^ Adverse_Future(?z) ^ Adverse_Situation(?a) ^ has_property(?a, ?z) -> Weak_Signals(?x) ^ reveal(?x, ?a) ^ Adverse_Situation(?a)

图8和图9展示了弱信号实例“WS4-1”和“WS5-1”对负面情形揭示的结果，黄底的字样为推理后自动显示。

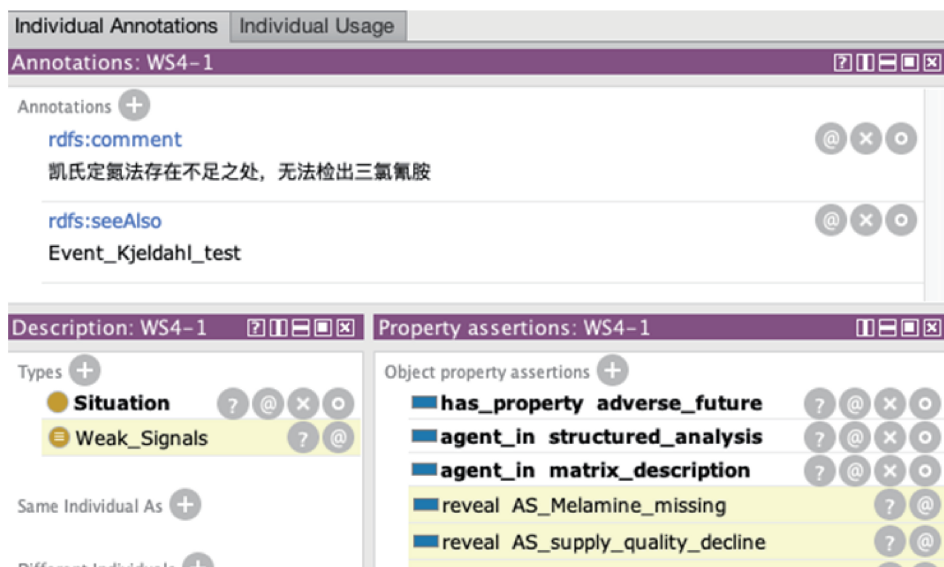


图8 供应链风险弱信号揭示负面情形规则下实例“WS4-1”推理结果

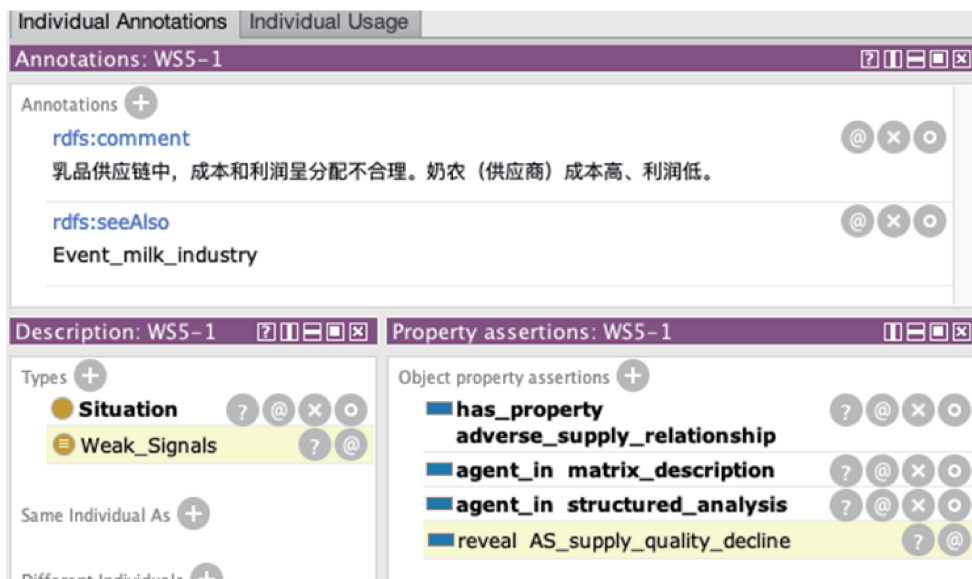


图9 供应链风险弱信号揭示负面情形规则下实例“WS5-1”推理结果

3.4.4 供应链风险事件触发规则

供应链风险识别的目的在于判断已发生的事件（即供应链风险触发事件）是否会触发未来的供应链风险事件，而且这只是“表面”，其“内在”是借助供应链风险弱信号和负面情形进行的意义构建活动。因为，供应链风险弱

信号是供应链风险触发事件的组成部分，是现实的反映；供应链负面情形又由弱信号揭示，具有一定的主观判断，在二者的作用下，物质层面和意识层面形成交互，共同构成（使用GFO中的agent_in表达）意义构建过程对供应链风险事件进行识别。反之，如果以弱信号为介

质的意义构建能识别出某种类别的供应链风险事件，那么在现实中蕴含弱信号的供应链风险触发事件也能够触发已识别出的供应链风险事件。所以，该规则形式如下：

Rule 13: $Weak_Signals(?x) \wedge Adverse_Situation(?y) \wedge agent_in(?x, ?z) \wedge agent_in(?y, ?z) \wedge Sensemaking(?z) \wedge identifies(?z, ?a) \wedge SC_Risk_Event(?a) \wedge SC_Risk_Trigger_Event(?b) \wedge has_property(?b, ?x) \rightarrow SC_Risk_Trigger_Event(?b) \wedge trigger(?b, ?a) \wedge SC_Risk_Event(?a)$

图 10 展示了供应链风险触发事件实例“Event_pet_food”的推理结果，它蕴含了三个弱信号，并意味着未来可能会有供应风险事件和生产风险事件。黄底的字样为推理后自动显示。

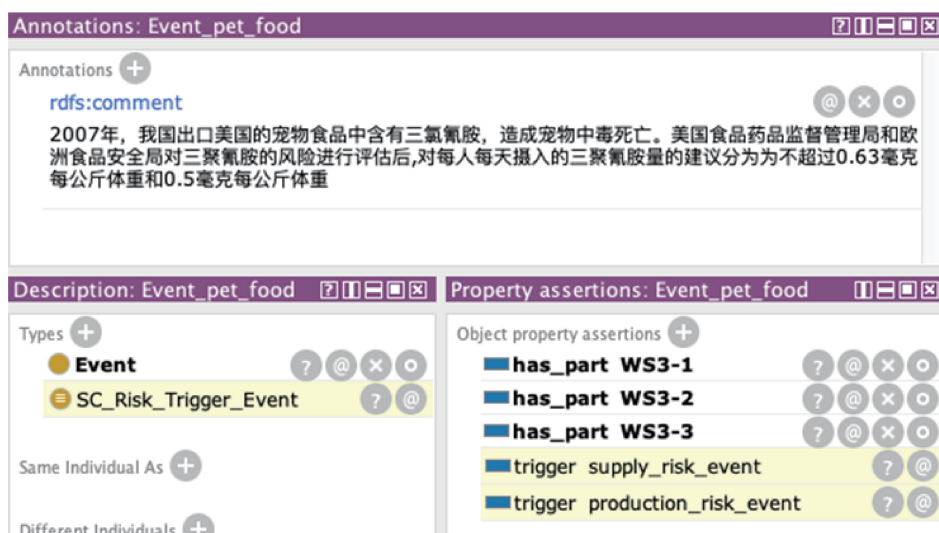


图 10 供应链风险事件触发规则下实例“Event_pet_food”推理结果

4 小结与展望

本研究在顶层本体 GFO 的基础上构建了弱信号介入的供应链风险识别本体原型（SCRIO-WS），其目的除了能够给予弱信号和供应链风险领域知识以复用和共享之外，还希望通过该领域本体对供应链风险弱信号的语义关联机制进行表述，由三方面机制共同构成：归纳聚类机制、演绎推理机制和灵感触发机制。

首先，在 SCRIO-WS 中“Weak_Signals（弱信号）”、“Adverse_Situation（负面情形）”

与各自对应的属性“Guidance_Index（指引性指标）”、“Adverse_Situation_Property（负面情形属性）”，以及“forms（形成）”关系体现了供应链风险弱信号的归纳聚类机制和演绎推理机制，也就是说在供应链风险识别过程中要关注与供应风险有关的信息网络（如语词网络、引文网络、知识图谱等）的弱链接部分。另一方面，不是所有弱链接天然具备成为弱信号的潜质，那么就要通过指引性提问，获得指引性指标的值，从而析出弱信号，也为之后的负面情形揭示做好准备。指引性问题导向的“reveal

（揭示）”作用，类似于供应链风险分析人员逻辑推理过程，弱信号不确定性程度越大，则指引性指标对于演绎推理方向的“绑定”作用越大。

其次，“Sensmaking(意义构建)”和“agent_in(是……介质)”体现了供应链风险弱信号的灵感触发机制。由于弱信号的非噪声信息含量较少，单凭常见的聚类方法和通用演绎推理方法可能无法很好的将其析出和进一步推断。所以，在SCRIO-WS中意义构建的过程也是有效方法的使用过程，正如添加的两个实例——“matrix_description(矩阵描述方法)^[20]”和“structured_analysis(结构化分析方法)^[21-22]”。前者是通过对有限的信息存量进行矩阵变换，在不追加新信息的情况下，比较认知状态是否有变化；后者则是侧重克服认知偏见、符合认知过程的分析方法。

最后，本研究提出的SCRIO-WS领域本体原型及其推理规则，其实用性和准确性还有待提高，另外也缺少对该本体的进一步评估。所以，未来考虑与GFO中的“时空(Space-Time)”和“过程(Process)”概念对接，将时间和供应链风险识别过程本身融入本体，并结合GFO中的“投射(projects to)”关系体现出弱信号介入供应链风险识别后所带来的时间先行性的好处，同时考虑寻找更多案例对本体进行修正，从常用的方法中选择合适的方法开展评估^[23]。

参考文献

- [1] 贾君枝, 刘艳玲. 顶层本体比较及评估[J]. 情报理论与实践, 2007, 30(3):397-400.
- [2] 宋文, 张剑, 邵燕. 顶层本体研究[J]. 图书馆理论与实践, 2006(1):43-45.
- [3] 龙海, 朱彦. 论GFO的基本框架及顶层本体比较研究[J]. 中国中医药图书情报杂志, 2015, 39(5):18-22.
- [4] 龙海, 贾李蓉, 朱玲, 等. 顶层本体GFO在中医药领域本体构建中的应用展望[J]. 中国中医药图书情报杂志, 2016, 40(1):15-20.
- [5] Herre H, HELLER B, BUREK P, et al. General Formal Ontology (GFO) - A Foundational Ontology Integrating Objects and Processes [R]. Leipzig: University of Leipzig, 2006:1-90.
- [6] Herre H. General Formal Ontology (GFO): A Foundational Ontology for Conceptual Modelling [M]. Poli R, Healy M, Kameas A, ed. Theory and applications of ontology: computer applications. Netherlands: Springer, 2010:297-345.
- [7] Hoehndorf R, Loebe F, Poli R, et al. GFO-Bio: A biological core ontology [J]. Applied Ontology, 2008, 3(4):219-227.
- [8] 王尧. 基于本体的四方物流应急系统研究[D]. 天津: 天津大学, 2009.
- [9] 张翀. 第四方物流应急系统的车辆监控和路径优化[D]. 天津: 天津大学, 2009.
- [10] 冯玉灿. 供应链突发风险应急决策中的知识管理研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2013.
- [11] 张立, 王茜竹, 宁亚辉, 等. 业务模型驱动的应急物流本体知识表示及应用[J]. 西南交通大学学报, 2015, 50(03):550-556.
- [12] Ansoff H I, Mcdonnell E J. Implanting strategic management [M]. New York: Prentice-Hall International Inc., 1984.
- [13] Holopainen M, Toivonen M. Weak signals: Ansoff today[J]. Futures, 2012, 44(3):198-205.
- [14] 董尹, 刘千里, 宋继伟, 等. 弱信号研究综述: 概念、方法和工具[J]. 情报理论与实践, 2018, 41(10):147-154.
- [15] 董尹, 刘千里, 宋继伟. 基于系统动力学方法的弱信号生命周期建模与仿真[J]. 图书情报工作,

- 2019, 63(13): 75-84.
- [16] 董尹, 刘千里. 供应链风险识别中的弱信号介入、感知机制与观测方法研究 [J]. 情报工程, 2019, 5(3):49-64.
- [17] 张文秀, 朱庆华. 领域本体的构建方法研究 [J]. 图书与情报, 2011(1):16-19.
- [18] 丁晟春, 李岳盟, 甘利人. 基于顶层本体的领域本体综合构建方法研究 [J]. 情报理论与实践, 2007, 30(2):236-240.
- [19] 马朋云. 本体公理推理及其在交通领域中的应用 [D]. 大连: 大连交通大学, 2010.
- [20] 刘千里, 董尹. 情报意义构建的矩阵描述及认知机理探讨 [J]. 情报理论与实践, 情报理论与实践, 2018, 41(11):27-33+37.
- [21] 董尹, 尹放. 基于“组、群”概念的开源情报分析方法研究 [J]. 情报理论与实践, 2013, 36(12):54-58.
- [22] 马晓娟, 陈焯, 董庆安. 结构化分析技巧——克服情报分析中认知偏见的逻辑 [J]. 情报杂志, 2018, 37(7):25-30.
- [23] 徐雷. 本体评估研究进展 [J]. 情报学报, 2016, 35(7):772-784.