应用于业务流程建模符号（BPMN）的斯多

Sabah Al-Fedaghi*科威特
大学计算机工程系，科威特

salfedaghi@yahoo.com, sabah.alfedaghi@ku.edu.kw

摘要 – 基本抽象原则通过本体得以确立；传统上，本体被视为对世界本身的描绘。本体也通过概念建模（CM）来描述，而概念建模定义了现实的基本概念。概念建模是计算机科学的核心活动之一，尤其因为它主要在软件工程中用作系统构建的中间产物。为实现这一目标，我们提出斯多葛概念建模（SCM），以尽可能减少歧义的方式描述系统在功能上必须完成的工作。作为案例研究，我们运用 SCM 探究 BPMN（业务流程建模符号）的本体。此项研究既展示 SCM 的概念，也可能为 BPMN 提供可行的本体论基础。SCM 基于斯多葛关于存在与存续的概念，定义现实中事物与行动的存在状态。它包含两个规范层次：（1）存续静态模型，其中事物与行动处于存续状态；（2）存在动态模型，其中事物与行动在时间中存在。从斯多葛本体论的观点来看，存在着的事物具有明确的指称，而存续则表示该事物“在那里,”，但处于不活动状态（不参与任何事件）。我们将 SCM 应用于涉及购买新汽车的 BPMN 流程，其中包含活动、任务、事件和消息等诸多概念。结果表明，SCM 能够更严谨地表述现实，从而为应用世界中的相关部分提供必要描述，并将其用作开发软件系统的需求。

索引词——概念建模、斯多葛学派、处理、***BPMN***、存续、存在、组织

I. 引言

人类学家认为，对现实进行抽象是智人得以超越发展程度较低的人类种群、获得竞争优势的最重要特征。基本的抽象原则通过本体得以确立；按照传统观念，本体是对世界本身的描述。 自希腊哲学家亚里士多德以来，本体一直是人类理论和模型构建的基础 [1]。概念建模（CM）也借助本体来定义现实的基本概念。

概念建模是计算机科学的核心活动之一，尤其是因为它主要在软件工程中用作系统构建的中间制品 [2]。本文提出斯多葛概念建模（SCM），用于以最小的歧义描述系统在功能上必须做什么 [3]。

我们认为，斯多葛本体论可以为概念建模提供基础，也可以作为评估概念建模语言及其相应概念的本体健全性的一种方式。本体论指的是系统所承认其存在的事物[4][5]。作为一项案例

基础。

A. 业务流程建模符号

当代业务信息系统的复杂性促使人们开始关注将概念

。

BPMN 已被用于创建：1）可供交流和分析的描述性业务流程模型；以及 2）面向需要模型详细规范以使其可执行的技术开发人员的技术视图目标[7]。BPMN 增进了业务分析师、技术开发人员与业务人员之间的沟通[8]。

理论家提出，BPMN 可凭借其简洁性和表现力用作概念建模的基础。此外，有人声称 BPMN 具有定义明确的语义结构，并提供了一个易于使用的工作平台[9]。根据[10]，BPMN 的特点是能够“更好地描述和反映信息系统的现实世界。这种规范内容全面，但部分内容相互冲突。”因此，“一些研究人员提出了一种本体，它为 BPMN 提供正式定义，并可用作知识库”[10]。

BPMN标准的重点是提供直观的图形语言，而非形式语义规范。这种侧重点导致其建模构造的解释存在语义歧义 [11]。目前没有关于如何在基于本体的系统中使用BPMN的指南，不同社群一直在针对各自不同的应用目的构建类BPMN本体 [11]。以下示例说明了进一步研究BPMN本体的必要性。

*2021年6月退休，借调至2021/2022学年秋季学期

B. 示例问题

BPMN的主要建模概念之一是事件。在BPMN中，事件会影响模型的流：—抛出事件会导致某事发生；捕获事件则由某事触发。此外，根据事件在流程中的位置，它们分为开始事件、结束事件或中间事件‖ [11]。引用了具名消息的BPMN事件称为消息事件。消息表示两个参与者之间通信的内容 [12]。

文献 [11] 考察了图1所示的 BPMN图。流程池之间通过使用发送消息类型的任务来交换消息。BPMN 还将消息作为一种抛出事件，用于对消息的发送进行建模。由于消息任务（活动）和消息抛出（事件）都对发送消息这一行为进行建模，因此两者的含义有所不同。一般而言，事件传达的是“当某事发生时……”这一概念，而活动则更侧重于需要完成某件事这一概念。事件表示正在建模的领域中的变化，而活动则指参与者为实现特定目标所作的承诺。事件映射到时间线上的一个时间点，而任务（或活动）映射到一个时间间隔。BPMN 构造与时间线之间的这种关系表明，事件是瞬时的，而活动则会持续一段时间。“BPMN 并未采用任何关于时间点或时间间隔的理论；在其建模框架中，除原子性之外，所有关于时间的表述仍然含糊不清。”[11]

C. 论文结构

本文有两个目标：1）探讨 SCM 作为一种新型建模语言的本体特征；2）将 SCM 应用于新的应用领域——BPMN。因此，本文结构安排如下。下一节将介绍 SCM，其中包括先前出版物中已有的材料，以使稿件内容完整自足。此外，本文还对 SCM 作出了一项新的贡献，这项工作仍在持续进行。第 3 节展示 SCM 建模示例。第 4 节介绍一个使用 SCM 概念建模的 BPMN案例研究。

II. SCM 与物化机模型

SCM 运用基于斯多葛本体论 [14] 和卢帕斯基逻辑 [15]

F TM 建模中，事物是一种海德

]

´机器）。物机的描述方式类似于 Romer 的系统：“现实中的任何部分，原则上至少可以与世界其他部分分离，并可成为研究对象” [17]。

此外，物机（图 2）具有存在的双重模式：机器侧和物侧。机器有五种潜在动作：创建、处理、释放、转移和接收。“机器”这一概念源自 TM 的五种动作，表示凡是创建、处理并移动

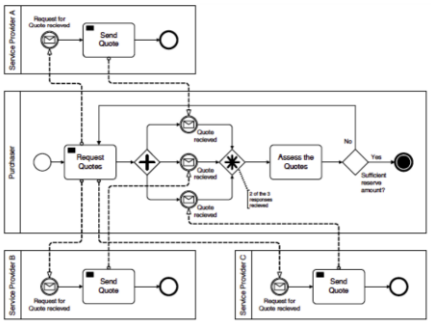

图 1 BPMN 处理图（来源：[12]）

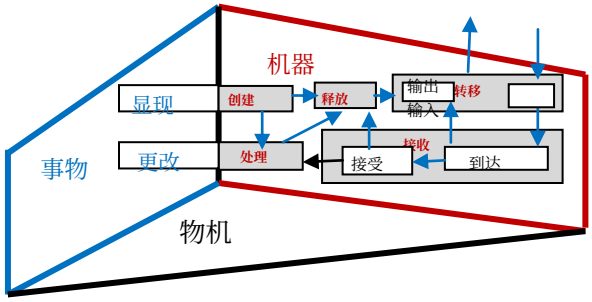

图 2. 作为事物与机器的物机

（释放—转移—接收）其他事物的，都是机器。同时，机器所创建、处理（改变）、释放、转移和／或接收的，都是事物。在这种建模视角下，“世界”是事机的总和。

TM 建模有两个规格层级：

1) 静态模型：表示静态事物和静态动作。从 SCM 的角度来看，事物在这一层级的“存在”是一种特定的存在状态、存续状态，或“成为”的潜能；也就是说，它“在那里”，静止不动、被动地等待与时间耦合后才开始存在。成为是指转移到动态层级，从而触发事件的生成。它也是一种“非活动”状态（例如休眠火山）。静态层级是事件退隐的“世界”，例如，做某事会成为一个“未做某事”的负事件（卢帕斯基逻辑中的术语）。

2) 动态模型：包含一个随时间展开的静态模型子图（区域），从而产生事件，即静态事物和动作的实现。因此，事件是存在的存在体，先前作为静态层级中某个区域而存续。由此看来，卢帕斯基概念中的负事件——从动态层级回归静态层级——或许可以解释罗素的 [18] 虚幻事物，例如，今天是星期三，

但实际上是星期二

在详细介绍 TM 建模之前，我们将从斯多葛本体论的角度介绍其基础。

A. 对 TM 双层建模的斯多葛式补充

斯多葛本体论用于定义现实中 TM 事物与行动的存在。斯多葛学派提出了一种更广泛的存在范畴：现实由存在的事物和存续的事物构成。这一观点保留了常识性的概念，即静态事物和动态事物都在某种

意义上是真实的。“存在方式”的概念在经典逻辑中以不同

边表形而上学，并区分了存在与实存。借助斯多葛本体论，我们将动态 TM 描述视为实存，而动态描述中静态的、经映射的部分则视为存续。

TM 静态性指的是一种静态模型，它呈现了潜在可能性的世界，并具有非时间性、非空间性

在 TM 的动态层级中，事件彼此形成一个相互作用的关联网络（组合体），它们定义、传达并构成所有思物存在者（存在）。动态层级中的事物可能同时呈现类似对象和 PROCESS 的特征 [22]。我们将 PROCESS 全部大写，以区别于 TM 中使用的过程动作（图 2）。在 TM 中，PROCESS 是事件的另一种说法，更具体地说，是一个事件网络；在对 BPMN 建模时，我们将对此进行详细讨论。

事件可以暂定地定义为一种根本性发生，它构成了现存世界的基本构件。世界中的一切，包括人和事物，都可以由构成基本本体论元素的事件建构而成。海德格尔所进行的主要研究领域，正是对它们之“存在”的理解。

B. 示例：区域与事件

例如，考虑一个这类同质、开放式的处理。根据 Kerr, [22]，这似乎具有一种“普遍性”，因为步行发生在许多不同的时空位置，涉及许多参与者。但如果确实如此，那么这种步行的时空范围是什么？根据 在日常话语中，人们通常会这样描述此类事件的发生：“我步行到车站”“我步行了五分钟”或“我步行了500米”。我们不清楚是否需要一种区别于广为接受的事件实例概念的“过程实例”概念 [22]。

图3展示了“步行到车站”的静态表示。该表示反映了一台存续的机器（处理），它有可能在现实中实现。它之所以存续，是因为它具有存在体，但这种存在体处于非活动状态。它并非心智事物，因为即使人类消失，也可能有某种非人类存在体（例如狗）步行到车站。它是一种非活动的“自然”处理，类似于一座休眠火山，早在人类存在之前就曾发生过喷发。

请注意，此处的静态性包括某个物机的所有变化，以允许动态层级发生本体变化。例如，事机之间的本体关系可能会变化为不同的本体安排，例如，A 不再是 B 的一部分；在这种情况下，静态层级包括所有这些差异。

存续的物机若嵌入时间子事物机器，便会转变为存在状态，从而成为一个事件。我们可以将图3中的通用动作（例如转移、接收等）设为事件，但我们更倾向于将更有意义的事件定义为如图4所示。事件的区域是静态模型中发生该事件的子图。为简化起见，下文将用区域表示事件。

图 5 展示了“步行了500米”这一事件，图 6 展示了“步行了五分钟”这一事件。

为说明 TM 世界的两个层次如何相互关联，图7展示了从静态区域「生成」为事件的 TM 流程（事件1取自图4）。因此，遵循怀特海的形而上学，现实中的事物都是流程，即由流程（在 TM 中为事件或事件网络）构成；它们的生成本身也是一个流程。

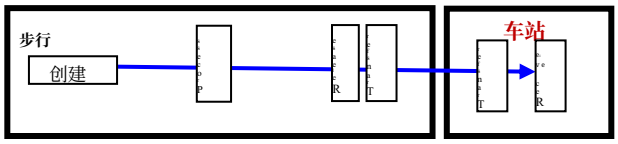

图3 步行到车站**的静态模型**

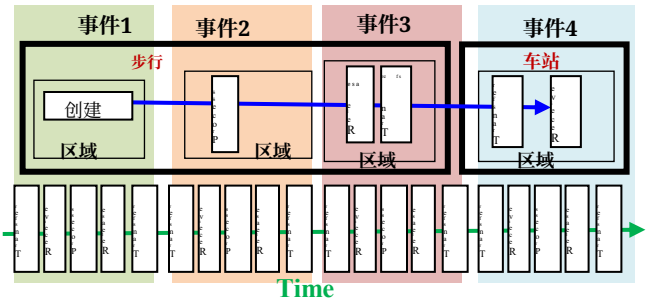

图4 动态模型

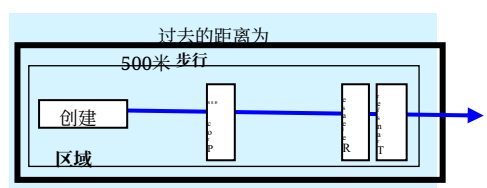

图5 步行了***500***米**这一事件**

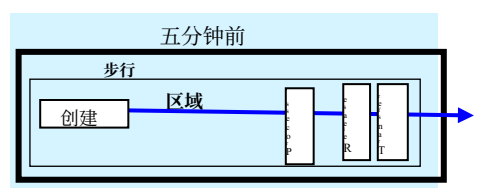

图6 事件：步行了五分钟

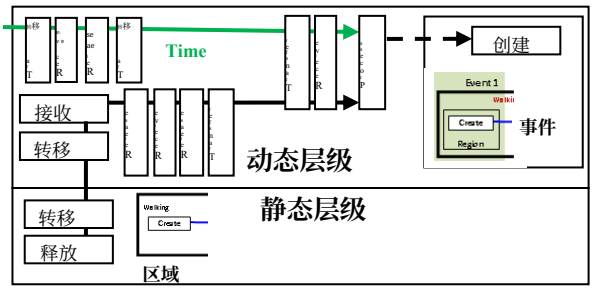

图7 将区域转换为事件

在 SCM 的语境下，这些问题以及其他相关问题（例如时间的本质、同一性和事件演算）仍需进一步研究。请注意，TM 和 SCM 的发展仍在持续推进，并在每篇论文中不断完善。

C. Thimac的事物侧面

The thimac 1 成部分的总和（即，它拥有自己的机器）。即使内在性没有子事机（例如，空储存保险箱），物机也具有自己的动作：创建、处理、释放、转移和／或接收。事物存续意味着它是一个可识别的事物，并伴有相关动作。例如，它就像地图上的一座城市。城市可以从街道、人口、与其他城市的联系、与环境的互动、风力、水资源等方面加以描述，但它只是一张地图，并没有任何活动。尽管它与另一座城市相连，公路上却没有行驶的汽车，街道上也没有玩耍的孩子。存续事物之间的“关系”就像干涸河床。尽管一条干涸的河（例如，释放、转移、转移、接收）在静态模型中看起来“永久”存在，但它会变成一个随时可能消失的瞬时事件，也就是说，它会在静态层级与动态层级之间交替。

只有能够嵌入时间的事机，才能在动态层级上实现（存在）。因此，例如，“方圆”是一个静态物机，无法注入时间以在动态模型中存在；它也不能持续存在，因为它无法映射到动态层级。TM宇宙由在两种不同存在层级之间交替的事物构成：静态层级和动态层级。这个宇宙是一个处理（事件网络），事件发生后随即消亡或停止存在。

根据 [23], 斯多葛派非物体（静态层级中可映射的占据者）是一些条件，“没有这些条件，世界中物体间的相互作用既无法分析，也无法理解。”这些无形物（类似实体和类似处理）的存在并不取决于其物质占据者，因为它们无需物质化（在TM存在中）也能以自身持续存在的方式延续下去。

D. 机器

图2所示的TM动作可描述如下。

1）到达：一个事物移动到一台机器。在斯多葛本体论中，运动存在于时间维度之中，而“运动的长度，或其持续时间，可以通过运动覆盖了多少时间维度来衡量。只有当一种运动覆盖的时间维度多于另一种运动时，前者的持续时间才更长”[24]。

在 TM 建模中，时间不仅是运动存在的维度，也是动作（创建、处理、释放、转移和接收）存在的维度。

2）接受：一个事物进入机器。为简化起见，我们假设到达的事物都会被接受；因此，可以将到达阶段和接受阶段合并为接收阶段。

3) 释放：事物已准备好转移到机器外部。4) 处理：事物经过改变、处理和检查，但没有产生新的事物。这也包括比较操作，例如：某个数字（事物）是否大于零？还可以考虑生火，然后“木头正在燃烧”是一个处理，表示物理状态始终未变，仍在燃烧。

5）转移：一个事物被输入机器或从机器输出。动态的（不一定是物理的）“移动”（事件）从先前的区域经过第三个区域，到达另一个不同的区域。

6）创建：一个新事物“成为”（被发现／显现）这一过程，从它在物机中出现（涌现）的那一刻起便得以实现。同时，它也指事物的“存在”，尤其是在我们想强调其时间上的持存时。

事件创建结束后，该事件的区域便返回静态层级。创建分为三种类型：存在、存续和显现（不在静态层级中存续，例如方圆）。请注意，“ 不存续 ” 意味着不存在存在的可能性（见图 8）。这些事物 “既不存续，也不存在，但它们仍然 [5]。

是表达性的；作为显现的创建在动态层级中则是 非表达性的。

此外，TM模型包含一种触发机制（在本文的图中以虚线箭头表示），它会启动从一台机器到另一台机器的（非顺序）流。此外，每个动作阶段都可以拥有自己的事物记忆存储（在 TM 图中以圆柱体表示）。记忆有自己的五种动作，构成一个记忆物机。

请注意，为求简洁，我们可能会在某些图中省略“创建”，因为代表物机的方框已蕴含其存在（在 TM 模型中）。

E. 两种表征层次与卢帕斯基逻辑

TM事件不同于文献中目前使用的同名概念。请注意，TM方法认同哲学家（例如怀特

请注意，对象是动态层级上的元素，通常被视为持久、

法被感官察觉。此外，就意向性而言，同一对象在动态层级上可能只部分显现，因此呈现出不同面貌。不过，在本研究阶段，我们暂不考虑意向性这一概念。

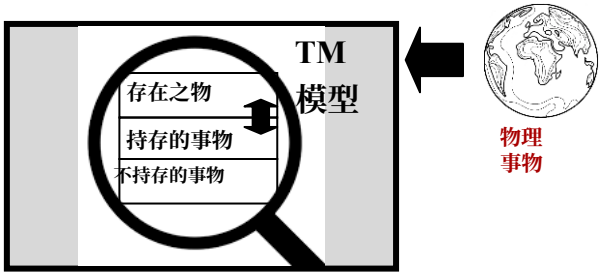

图 8 SCM 中的事物

在 SCM 中，事件不是使处理停止，而是将区域移至动态层级；与之相对的是“将（事件的）区域还原至静态层级”。这种消除否定性的做法源自哲学家斯特凡·卢帕斯库。根据[27]，，每个元素 e（在 TM 中：一个事件，即包含一个区域和时间的物机）总是与一个非 e（在 TM 中：静态物机）相关联，因此，一个元素的现实化意味着另一个元素的潜在化，反之亦然；或者说，“两者都不会彻底消失”[27]。关于这一主题的更多说明见[15]。本文接下来的部分以及最后一部分将举例说明如何依据卢帕斯基逻辑表示负事件。斯多葛本体论允许从有形物连续过渡到无形物，再反向过渡，形成存续与存在的循环。

III. SCM 探索

斯多葛学派的“身体”（物理学的研究对象）是任何能够施动或受动的东西。这是存在的标志。物机是一种能够创建、处理、释放、转移和／或接收的机器；同时，它也是一种能够被创建、处理、释放、转移和／或接收的事物。因此，正如斯多葛主义中两个原则共同构成物理现实——施动者与受动者——在 TM 中，施动行为包括创建、处理、释放、转移或接收；受动则包括被创建、被处理、被释放、被转移和被接收。在 TM 中，物机可以同时是施动者和受动者。

A. 示例 1

海德格尔著名的锤子，只要处于上手状态，就是一种存在

（处理）。当它损坏时（现成状态），它便存续

。请注意，锤子的头部和手柄是存在的。如图9左图所示，锤子隐退（撤回）至存续状态，因而不可用，但它的各个部件仍然存在。图9中图中，它存在，但可能未被使用。图9右图中，锤子存在且正在被使用。因此，现成状态和上手状态似乎还需要第三种存在方式：使用状态。这说明了 SCM 表示法的一个特征。

B. 示例 2

这个示例比本文前面的示例更复杂。它表明，基于 TM 的[28]，业务流程建模需要事件演算。

根据[23]，《我的手表是在瑞士制造的》中的内容，“我的手表”一词指的并非一块金属，而是一种非物质职能，即某种事物所承担的角色，由某块金属来充当。如果“明天我丢了手表，又买了一块新的”成为事实，那么明天，另一块不同于当前戴在我手腕上的金属将成为我的手表。因此，我的手表几乎不可能指任何物质。

图10展示了该场景的 TM静态模型。首先，一个人（粉色 1）购买一块手表（2），使其成为他/她的手表（3）。“丢失”是负事件“未拥有”，它与拥有这一事件具有相同的区域，但不包含时间，这与动态模型中的情况相同。图11展示了包含以下事件的动态模型。

E_1：我是一个现存对象（即实体类事件）。E_2：手表是一个现存对象。E_3：我购买了这块手表。E_4：这块手表归我所有。E_5：我拥有这块手表。R5：我不再拥有这块手表（丢失了它）；R 表示区域 5。

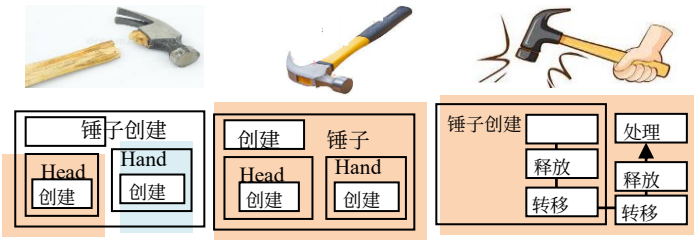

图9 现存的锤子与现有的头部和手（左）、现有的锤子（中）、现有的旧锤子（右）

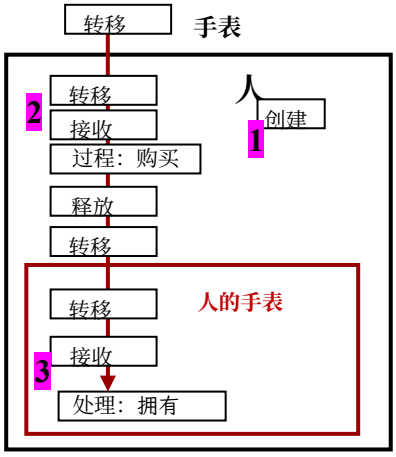

图10 静态模型：我丢了手表，又买了一块新的

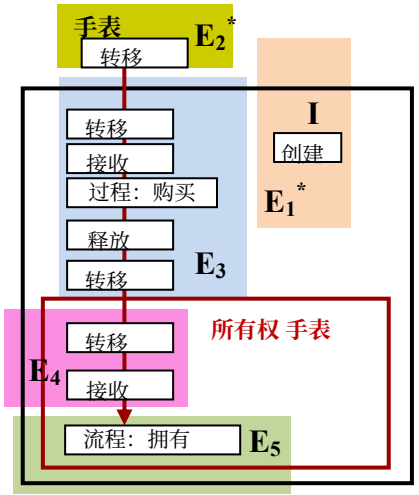

图11 我丢了手表，又买了一块新的的动态模型我丢了手表，又买了一块新的

在图11中，E_1 和 E_2 表示我和手表的存在，而我购买了这块手表（E_3）。E_4 表示这块手表成为我的手表；E_5 记录了这块手表所有者的状态。R5（E_5的区域）表示我丢失了手表；因此，这块手表不再归我所有。我在 E_3（不同的时间）购买的另一块手表出现在 E_2 中，并成为我的手表。这个例子有趣之处在于，E_2、E_3, 和 E_4 的区域在不同时间重复出现。因此，区域在不同时间被提升为事件。星号表示扩展事件（持续存在的实体类事件）。可以限定这种扩展的范围（开始—结束），但在这个例子中，我们忽略这类细节。

图12展示了行为模型。

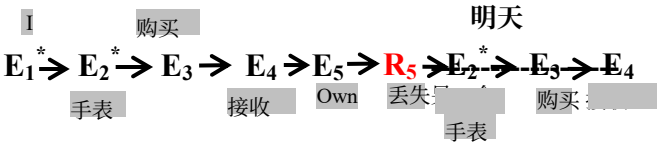

图12 行为模型

IV. 使用 SCM 的 BPMN

业务流程描述组织如何开展必要的工作以产出结果 [29]。参考文献 [30] 将业务流程定义为“旨在产出产品或服务的一系列步骤”。BPMN规范将业务流程定义为“从流程实例的初始状态到某个既定结束状态的一系列活动” [31]。活动“是在业务过程中反复执行的操作。每个活动实例都代表在不同工作对象上执行的（大致相同的）操作” [31]。业务流程可能经过了精心设计，也可能只是在多年间逐渐演变而成。流程对于理解组织中的任何事物如何创造价值至关重要 [29]。参考文献 [29] 使用著名的输入—流程—输出模型，将业务流程定义为把输入转化为组织所重视的输出的活动。

本文提出，业务流程是由一组 TM流程构成的网络所实现的物机。作为物机的组织可以分解为若干主要流程，而这些主要流程又可以划分为子流程。

A. 新车销售建模

参考 [32] 呈现 “基于事实的分析” BPMN 示例模型，如图 13 [31] 所示。以下概念适用。 *1)* 活动：企业内部执行的工作。 *2)* 处理：在公司内部或跨公司执行的任何活动。 *3)* 事件：在业务流程过程中 “ 发生 ” 的事情。

然后， [32] 利用这样的列表和图13，将以下事实表述整理为基础事实（此处仅展示一小部分表述）：

> 黑盒池“客户”有一条指向白盒池“新车销售”中“销售”泳道内的消息开始事件“接收订单”的出向消息流“订单”。黑盒池“客户”有一条指向子流程“向工厂订购汽车”的出向消息流“确认响应”。子流程“向工厂订购汽车”有一条指向黑盒池“客户”的出向消息流“确认请求”。

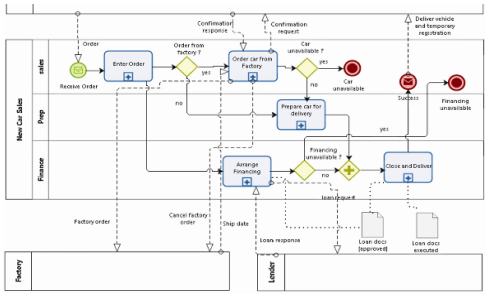

图13 BPMN 示例（**[31]**中的原始内容，来自 **[32],** ）

据称，这种方法能够增强 BPMN 的“语义丰富性”。参考文献 [32] 中的示例展示了一个典型的业务流程，也就是一个 TM事件网络。我们认为，试图为 BPMN 增添更多语义，是由 BPMN 中的建模方式所致。为此，我们基于 SCM 开发了一个模型，以便将这两个模型并列对比。

B. 静态模型

图14展示了新车销售流程各区域的TM静态模型（最初处于存续状态），可描述如下。

客户为一辆新车创建订单（圆圈1），订单流向新车销售（2），并在那里得到处理（3）。根据此类处理的结果，

a) 如果汽车不可用 (4)，则会触发创建一条消息 (5)，并将其发送给客户 (6)。

b) 如果要从工厂订购汽车 (7)，则会向客户发送确认请求 (8)；收到客户确认后 (9、10 和 11)，会向制造商发送请求 (12)，并向准备部门发送请求 (13)，以准备汽车。

c) 如果汽车可用 (14)，则会向准备部门发送请求 (15)。

在上述 (b) 和 (c) 两种情况下，都会向财务部门发送融资请求 (16 和 17)。在财务部门，融资请求会经过处理 (18)，从而触发生成一份贷款申请 (19)，并将其发送给贷款人 (20)。贷款人处理贷款申请 (21)，并将响应发送给财务部门 (22)。财务部门处理贷款人的响应 (23)，并向准备部门发送批准/拒绝决定 (24)。在准备部门，

a) 如果接收到准备申请（25）和财务批准（26），就将汽车从仓库中取出（27），进行准备（28），然后发送给客户（29）。水平粗线是一种图形简化表示，表明必须同时满足25和26中的两个条件。

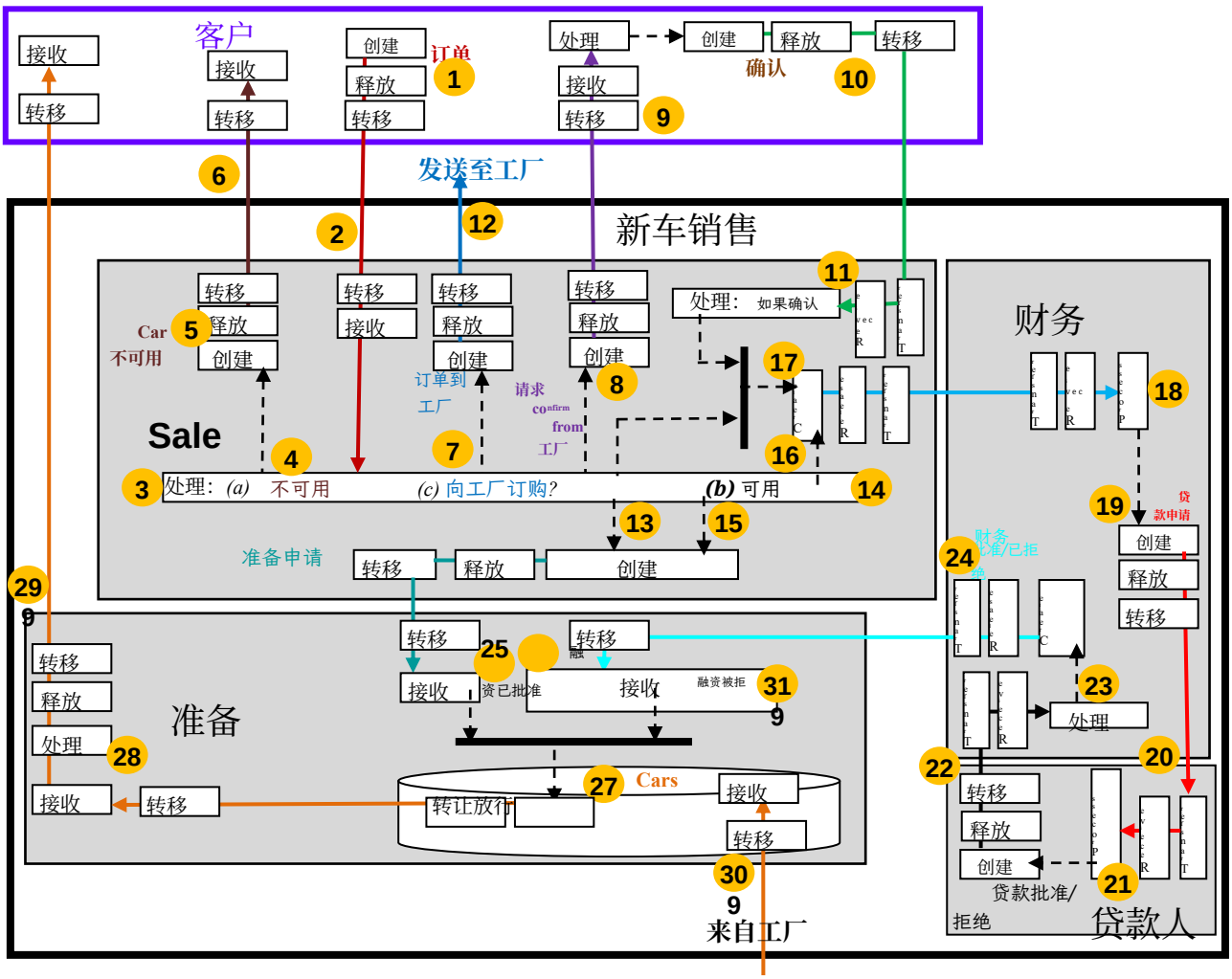

图14 新车销售的静态模型

对于从制造商处订购的汽车，我们假设还需满足第三个条件，即汽车已从制造商处到达仓库（30）。

b) 在上述(a)中，如果财务被拒绝（31），则不会执行(a)中的操作（动态模型中将表示为负事件）。

C. 动态建模

e动态模型包含以下事件。

E_1: 客户发送新车订单，新车销售部门接收该订单。 E_2: 处理客户的订单。 E_3: 订购的汽车不可用；因此，向客户发送消息告知此事。 E_4: 订购汽车需要从工厂订购。 E_5: 向工厂下单。 E_6: 请求工厂确认订单并接收确认。 E_7: 发送汽车准备申请。

E_8: 发送汽车融资请求。 E_9: 汽车可用。 E_{10}: 创建贷款申请并将其发送给贷款人。 E_{11}: 贷款人响应贷款申请。 E_{12}: 财务部门处理贷款人的响应，并向准备部门发送批准/拒绝结果。 E_{13}: 准备部门收到融资批准。 E_{14}: 准备部门收到准备申请。 E_{15}: 汽车已从工厂到达。 E_{16}: 汽车交付给客户。 E_{17}: 融资遭到拒绝。 R_{16}: （负事件）汽车交付取消。

图16展示了这些事件的时间顺序。

因此，新车销售流程从生存（静态）层级开始，此时没有事件发生。请注意此初始步骤中“存续”的含义。所有区域都有存在体（它们是真实存在的），但处于非活动状态。例如，如果客户问：“你们销售二手车吗？”答案是：我们公司没有这样的流程。

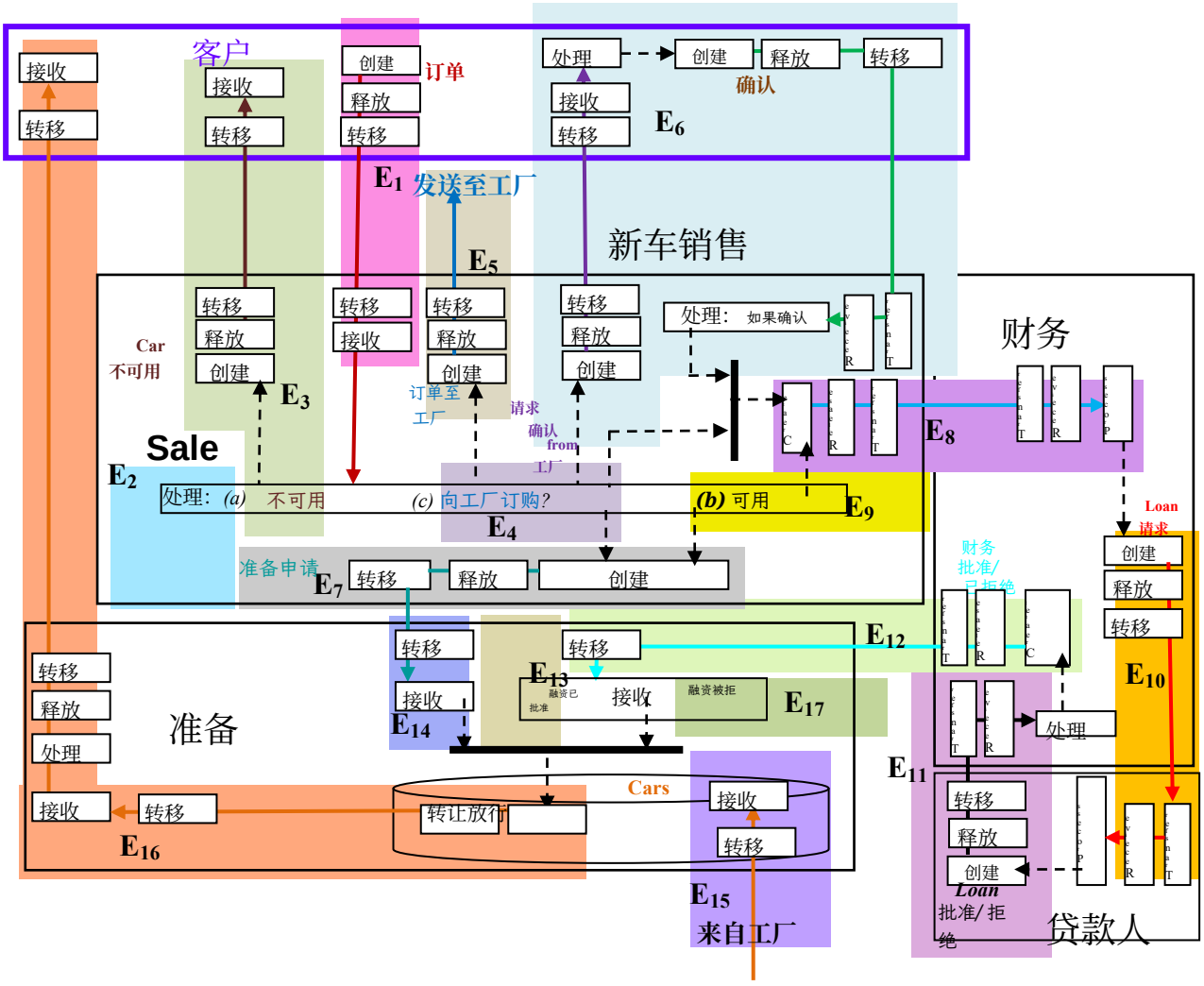

图15 新车销售的动态模型

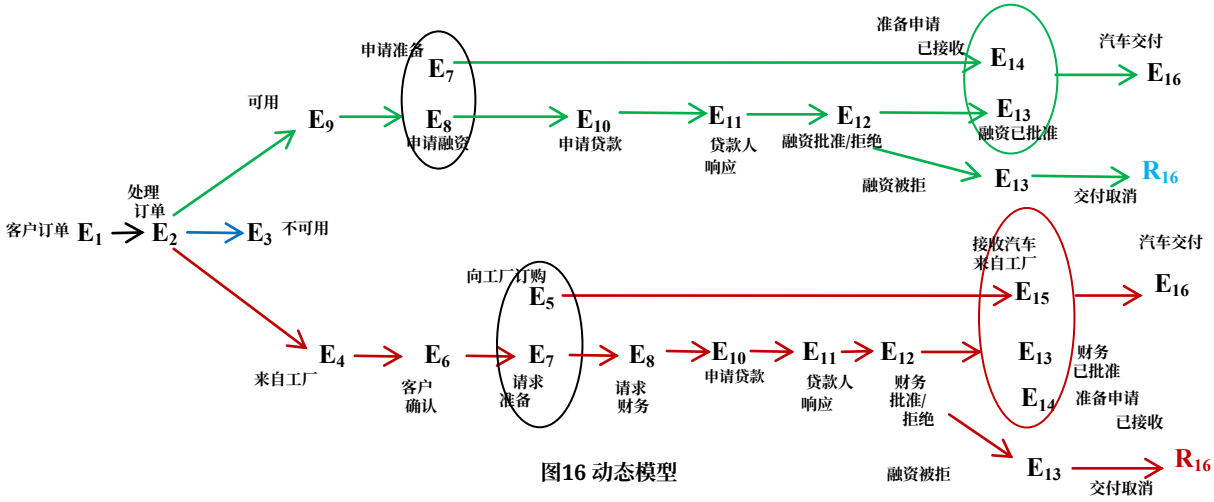

图16 动态模型

请注意，事件如何从静态层级中依次涌现，形成单个订单的序列，例如订购可用车辆（参见图17）。当然，同时进行的订单有多个。

所有类型的研究都可以涉及当前每个区域发生的事件数量、区域数量（负事件）等，这些数据可用于衡量所有流程的效率和活动。

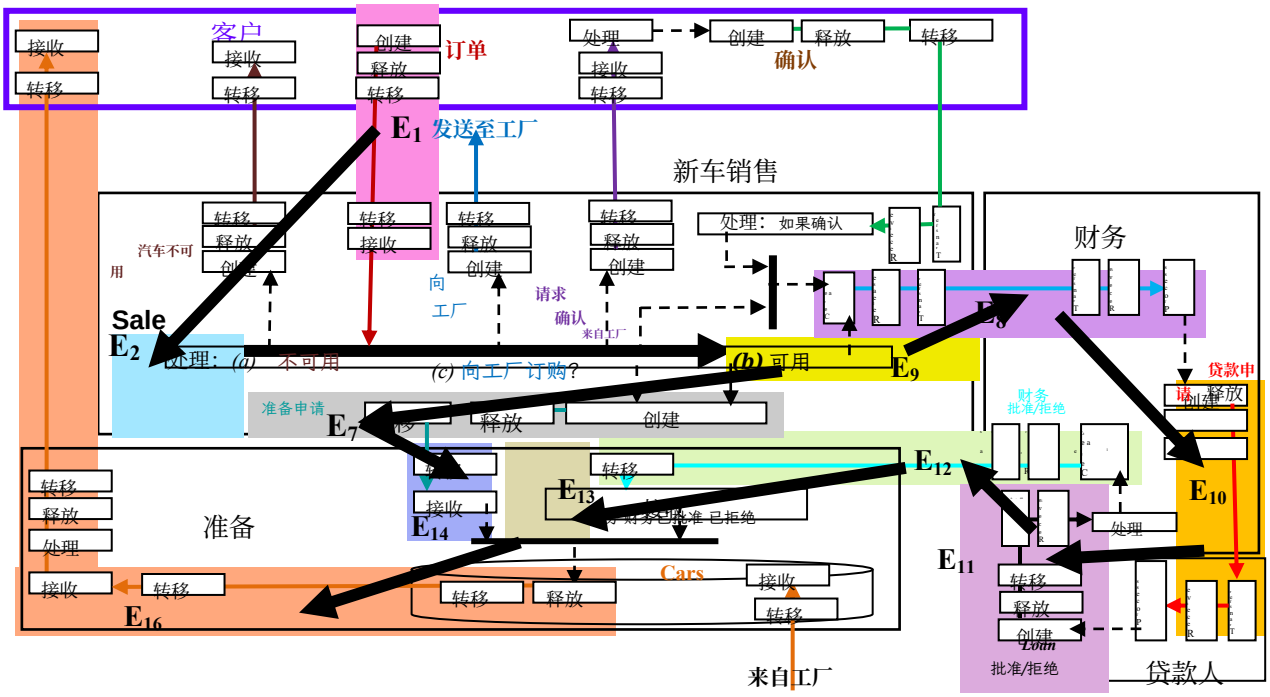

图17 可用车辆的事件轨迹

V. 结论

作为案例研究，我们应用 SCM 来研究 BPMN 的本体。这样的工作既能展示 SCM 的概念，也可能为 BPMN 提供可行的本体论基础。由于这两种建模技术在各个方面都存在差异，因此很难具体指出它们各自的优缺点。我们的策略是采用两种方法并行建模同一个问题，并比较整体结果。

对于这类问题，判断留给读者，例如，[10]，“更好地描述和反映信息系统的真实世界”的能力。还需要进一步研究，以阐明基于SCM的建模是否可行。

然而，TM模型图示的“复杂性”可能引发一个问题。这种复杂性似乎是由反复使用TM动作造成的。例如，假设箭头的方向足以表示流，则可将图14简化为图18所示，其中省去了释放、转移和接收这些动作。

参考文献

[1] *D. Peuquet, B. Smith, and B. Brougaard,* “领域本体：在 *Varenius*项目支持下举行的专家会议报告”，*Pan. Comp. Implem. Geogr. Concp. Spec. Mtg. Nat. Ctr. Geogr. Inf. Analy. (NCGIA),* 巴港，缅因州，*1998*年*6*月*11*日至*13*日，第*1-42*页。[2] B. Thalheim, “概念模型 ≡ 一种充分且忠实的制品由概念加以丰富，” *Front. Artif. Intell.,*第260卷，第241-254页，2014年1月。[3] F. Bozyiğit, Ö. Aktaş, and D. Kılınç, “软件需求与概念模型的关联：系统性文献综述，” *Eng. Sci. Technol. Int. J.,*第24卷，第1期，第71-82页，2021年2月。

[4] M. Verdonck、F. Gailly、S. d. Cesare 和 G. Poels，《本体驱动的概念建模：系统性文献映射与综述》，《应用本体论》，第 10 卷，第 3-4 期，第 197-227 页，2015 年 12 月。[5] T. Honderich，《牛津哲学指南》，牛津：牛津大学出版社，2006 年。[6] J. Mendling、J. Recker、H. A. Reijer 和 H. Leopold，《模型查看者特征与概念流程模型理解之间关联的实证综述》，信息系统前沿，第 21 卷，第 5 期，第 1111-1135 页，2019 年。[7] B. S. S. Onggo 和 O. Karpat，《使用 BPMN 表示基于代理的概念模型》，载于会议录冬季仿真会议，S. Jain、R. R. Creasey、J. Himmelspach、K. P. White 和 M. Fu 编，2011 年，第 671-682 页。[8] B. Oliveira、Ó. Oliveira 和 O. Belo，《使用 BPMN 进行 ETL概念建模：案例研究》，载于会议录第十届国际数据科学会议，法国巴黎，2021 年 7 月 6-8 日，第 267-274 页。[9] B. Oliveira、V. Santos、C. Gomes、R. Marques 和 O. Belo，《概念—物理桥接——从 BPMN 模型到 Kettle上的物理实现》，*CEUR* 研讨会，第 1418 卷，59，2015 年 55 页。-。[10] M. Kchaou、W. Khlif、F. Gargouri 和 M. Mahfoudh，《将 BPMN 模型转换为 OWL2本体》，载于会议录第十六届软件工程评估与新方法国际会议（*ENASE*），线上，2021 年 4 月 26-27 日，第 380-388 页。[11] E. M. Sanfilippo、S. Borgo 和 C. Masolo，《事件与活动：BPMN 背后是否存在一种本体论？》，载于第八届形式本体与信息系统国际会议会议录，巴西里约热内卢，2014 年 9 月 22-25 日。[12] 对象管理组（OMG）业务流程模型和标注（*BPMN*）。2.0 版，2011 年。访问日期：2014 年 3 月。可用：http://www.bpmn.org [13] S. Al-Fedaghi 和 G. Aldamkhi，《IP电话通信系统的概念建模：案例研究》，《国际跨学科电信网络期刊》，第 13 卷，第 3 期，第 83-94 页。[14] S. Al-Fedaghi，《基于斯多葛本体论的概念建模：具有动态存在与静态存续的现实》，arXiv 预印本，arXiv:2212.05300。[15] S. Al-Fedaghi，《基于卢帕斯基逻辑的事物机器对系统事件和负事件的建模》，arXiv 预印本，arXiv:2211.12586。

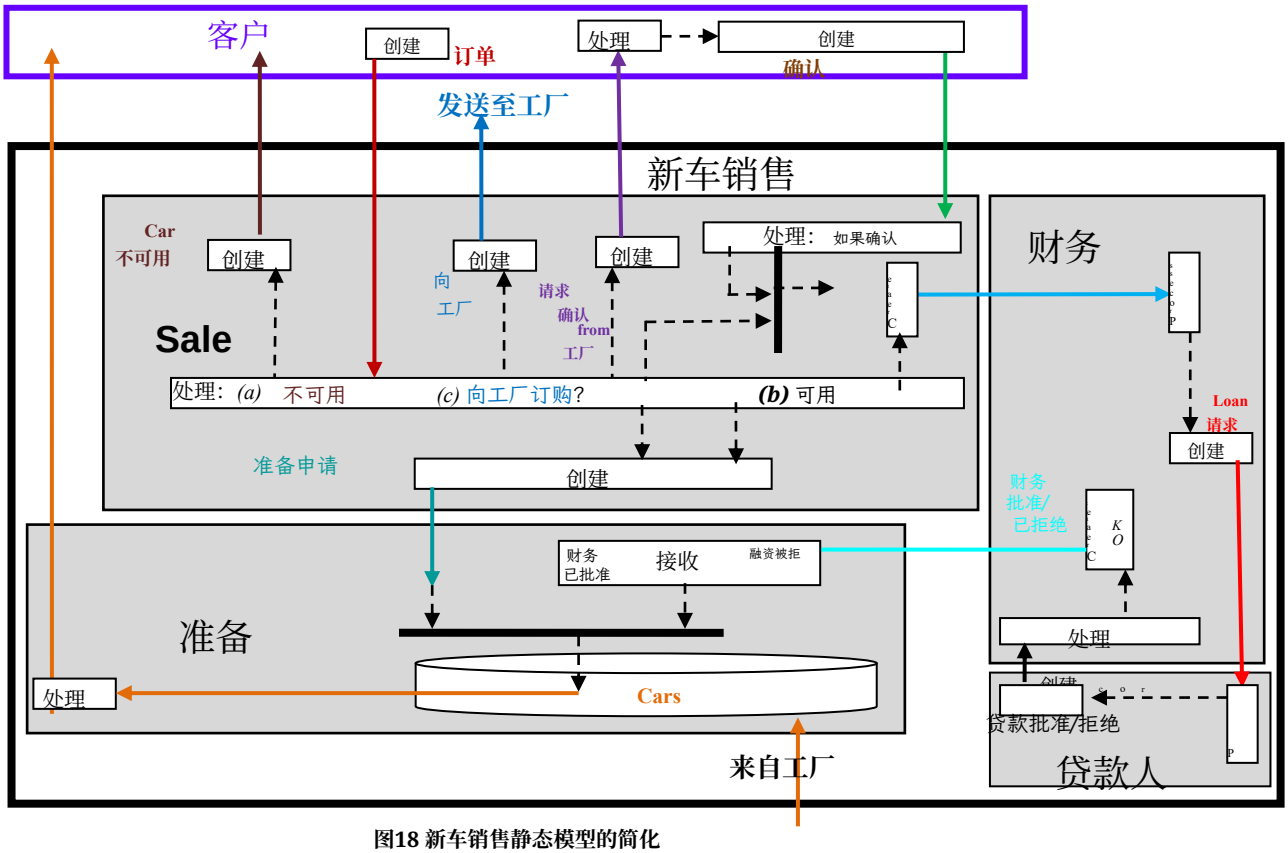

图18 新车销售静态模型的简化

[16] A. K. Hai, 《海德格尔：四重整体》，博客，访问日期：2022 年 12 月 10 日。https://that-which.com/heidegger-the-fourfold/ [17] H. Romer, 《过程与实体的互补性》，arXiv:quant- ph/0602171v1。[18] B. Russell, 《逻辑原子主义哲学》，载于《逻辑与知识》，伦敦：George Allen & Unwin，1968 年。[19] R. F. A. Hoernlé, 《当代逻辑与认识论中的"存在"与"存续"》，载于第六届国际哲学大会会议录，1927 年，第 261-271 页。https://doi.org/ 10 5840 6192750 。/wcp A. Meinong, [20] 《对象理论》，载于《实在论与现象学背景》，R. Chisholm 编，格伦科，伊利诺伊州：Free Press，1960 年，第 76-117 页。[21] J. Post, 《形而上学：当代导论》，纽约：Paragon House，1991 年。[22] A. Galton，2012 年。《状态、过程与事件的本体论》，载于《跨学科本体论》，M. Okada 和 B. Smith 编，第 5 卷。[第五届跨学科本体论会议录，东京：庆应义塾大学，第 35 45] - 页。T. J. [23] Bailey, 《斯多葛主义形而上学的结构》，载于《牛津古代哲学研究》，第 XLVI 卷，B. Inwood 编，2014 年夏季。https://philpapers.org/archive/BAITSO-21.pdf [24] B.A. Greene, 《不完美的现在：斯多葛主义时间物理学》，博士论文，加利福尼亚大学圣迭戈分校，2018 年。https://escholarship.org/content/qt3jz5n2pk/qt3jz5n2pk_noSplash_0fb2 f7fcc5c31c232cbaab793ef4f8ad.pdf

[25] A. Betti, 《反对事实》，马萨诸塞州剑桥：麻省理工学院出版社，2015年。[26] R. Casati 和 V. Achille, "事件"，载于《斯坦福哲学百科全书》，E. N. Zalta 编，2020年夏季版。https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/events/ [27] J. E. Brenner, "作为过程的意识：一种新的逻辑视角"，《哲学与计算机》，第18卷，第1期，2018年秋，第10–24页。https://cdn.ymaws.com/www.apaonline.org/resource/collection /EADE8D52-8D02-4136-9A2A-729368501E43/ComputersV18n1.pdf [28] I. Chishti, "迈向业务流程建模的通用框架"，《国际智能计算研究杂志》，第5卷，第3期，2014年9月。[29] P. Harmon, "什么是业务流程"，《业务流程趋势》，第8卷，第21期，2010年12月14日。[30] G. A. Rummler 和 A. P. Brache, 《提升绩效》，2nd 版，旧金山：Jossey-Bass，1995年。[31] B. Silver, 《BPMN方法与风格》，2nd 版，加利福尼亚州阿尔塔迪纳：Cody-Cassidy Press，2017年。[32] P. Bollen, "BPMN的基于事实的元模型"，载于《ERP未来》，F. Piazolo 等编。LNBIP 285，第29–41页，2017年。DOI: 10.1007/978-3- 319-58801-8 3_