



中华人民共和国国家标准

GB/T 44449—2024/ISO 20534:2018

工业自动化系统与集成 全球生产网络配置的形式语义模型

Industrial automation systems and integration—Formal semantic models for the
configuration of global production networks

(ISO 20534:2018, IDT)

2024-09-29 发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	V
引言	VI
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	7
5 全球生产网络配置的形式语义模型	7
5.1 形式语义	7
5.2 生产网络层次化概述	8
6 系统功能形式语义——第1层	9
6.1 概述	9
6.2 第1层形式语义——语境	11
6.2.1 语境	11
6.3 第1层形式语义——属性	12
6.3.1 属性——基体	12
6.3.2 属性——实体	12
6.3.3 属性——活动	12
6.3.4 属性——系统功能	12
6.3.5 属性——能源	13
6.3.6 属性——材料	13
6.3.7 属性——信息	13
6.3.8 属性——角色	13
6.3.9 属性——输入	14
6.3.10 属性——输出	14
6.3.11 属性——资源	14
6.3.12 属性——控制	14
6.3.13 属性——场景	14
6.4 第1层形式语义——关系	15
6.4.1 关系——影响状态	15
6.4.2 关系——基体影响角色	15
6.4.3 关系——角色影响角色状态	15
6.4.4 关系——扮演角色	15
6.4.5 关系——角色需要活动提供的语境	16
6.4.6 关系——基体由基体组成	16
6.4.7 关系——角色由角色组成	16
6.4.8 关系——活动包含角色	16
6.5 第1层形式语义——公理	17

6.5.1	公理——角色需要活动来提供语境	17
6.5.2	公理——活动不能包含角色并扮演角色	17
6.6	第1层形式语义——规则	17
6.6.1	规则——角色需要活动	17
6.6.2	规则——包含角色的活动	17
7	人造系统形式语义——第2层	18
7.1	概述	18
7.1.1	第2层系统概述	18
7.1.2	第2层角色概述	18
7.1.3	第2层网络概述	19
7.1.4	第2层和第4层产品概述	20
7.1.5	位置概述	21
7.2	第2层形式语义——语境	22
7.2.1	语境——人造系统	22
7.3	第2层形式语义——属性	23
7.3.1	属性——网络	23
7.3.2	属性——产品	23
7.3.3	属性——实体产品	23
7.3.4	属性——带服务的实体产品	23
7.3.5	属性——服务	23
7.3.6	属性——使用实体产品的服务	23
7.3.7	属性——原型	24
7.3.8	属性——组织功能	24
7.3.9	属性——设施功能	24
7.3.10	属性——执行者类型	24
7.3.11	属性——执行者	24
7.3.12	属性——客户	25
7.3.13	属性——供应方	25
7.3.14	属性——网关	25
7.3.15	属性——分流网关	25
7.3.16	属性——汇聚网关	25
7.3.17	属性——包容性分流网关	25
7.3.18	属性——包容性汇聚网关	26
7.3.19	属性——排他分流网关	26
7.3.20	属性——排他汇聚网关	26
7.3.21	属性——条件	26
7.3.22	属性——业务事件	26
7.3.23	属性——开始事件	27
7.3.24	属性——结束事件	27
7.3.25	属性——决策事件	27
7.3.26	属性——计划	27
7.3.27	属性——项目	27
7.3.28	属性——位置	28

7.3.29	属性——区域类型	28
7.3.30	属性——地区/城市	28
7.3.31	属性——州/省	28
7.3.32	属性——国家	28
7.3.33	属性——区域	28
7.3.34	属性——全球	29
7.4	第2层形式语义——关系	29
7.4.1	关系——扮演角色执行者	29
7.4.2	关系——扮演角色服务	29
7.4.3	关系——扮演角色实体产品	29
7.4.4	关系——流从输出到输入	30
7.4.5	关系——网关包含角色	30
7.4.6	关系——开始事件具有输出角色	30
7.4.7	关系——结束事件具有输入角色	30
7.4.8	关系——定义项目	31
7.4.9	关系——项目包含场景	31
7.4.10	关系——项目已选择场景	31
7.4.11	关系——带服务的实体产品	31
7.4.12	关系——服务包含实体产品	32
7.4.13	关系——实体产品有原型	32
7.4.14	关系——组织功能由设施功能组成	32
7.4.15	关系——系统功能位置	32
7.4.16	关系——设施功能位置	33
7.5	第2层形式语义——公理	33
7.5.1	公理——系统功能不能既扮演一个角色又包含同一个角色	33
7.5.2	公理——网络应包含两个系统功能之间的流	33
7.5.3	公理——流只能存在于输入和输出之间或输出和输入之间	34
7.5.4	公理——流只能从目标到源或从源到目标,但不能双向存在	34
7.5.5	公理——在流关系中,源基础应该流向目标	34
7.5.6	公理——在网络中扮演输出角色的基础应扮演输入角色	34
7.5.7	公理——开始事件是一种特殊类型的基本事件,仅扮演输出角色	35
7.5.8	公理——结束事件是一种特殊类型的基本事件,仅扮演输入角色	35
7.5.9	公理——网关应至少有一个输入和一个输出	35
7.5.10	公理——分流网关应仅有一个输入和两个或两个以上输出	35
7.5.11	公理——汇聚网关应具有两个或两个以上输入和仅一个输出	36
7.5.12	公理——包容性分流网关有一个输入和两个或两个以上输出	36
7.5.13	公理——包容性汇聚网关有一个默认输出和两个或两个以上输入	36
7.5.14	公理——排他分流网关继承包容性分流网关	37
7.5.15	公理——排他汇聚网关继承包容性分流网关	37
7.5.16	第2层形式语义——规则	37
8	制造业务系统形式语义——第3层	38
8.1	概述	38
8.2	第3层形式语义——语境	38

9 全球生产系统网络形式语义——第 4 层	38
9.1 概述	38
9.2 第 4 层形式语义——语境	39
9.3 第 4 级形式语义——属性	39
9.3.1 属性——生产网络	39
9.3.2 属性——GPN	40
9.3.3 属性——生产方	40
9.3.4 属性——制造方	40
9.3.5 属性——制品	40
9.3.6 属性——制品服务	40
9.3.7 属性——BOM	41
9.4 第 4 层形式语义——表达式、关系	41
9.4.1 关系——场景中 GPN	41
9.4.2 关系——制造商生产制品	41
9.4.3 关系——制品有材料清单	41
9.4.4 关系——制品服务包含服务	42
9.5 第 4 层形式语义——公理	42
9.5.1 公理——应在生产网络中扮演生产商角色	42
9.5.2 公理——应在生产网络中扮演产品角色	42
9.5.3 公理——应在生产网络中扮演供应商角色	42
9.5.4 公理——供应商应有输出	43
9.5.5 公理——生产商应有输出	43
9.5.6 公理——客户应有输入	43
9.5.7 公理——GPN 中的设施应具有地址/城市/国家	44
9.5.8 公理——GPN 的设施应位于多个国家	44
附录 A (资料性) Highfleet 本体库参考	45
附录 B (资料性) KFL 中的本体	66
附录 C (资料性) ECLIF 语言参考	78
附录 D (资料性) FLEXINET 综述和方法	96
参考文献	105

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件等同采用 ISO 20534:2018《工业自动化系统与集成 全球生产网络配置的形式语义模型》。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本文件起草单位：中国标准化研究院、安徽江河智能装备集团有限公司、欧瑞科斯科技产业(集团)有限公司、重庆泓宝科技股份有限公司、西格迈股份有限公司、浙江武精机器制造有限公司、广东天机智能系统有限公司、广东顺力智能物流装备股份有限公司、敏实汽车技术研发有限公司、哈尔滨宇龙自动化有限公司、依柯力信息科技(上海)股份有限公司、北一(山东)工业科技股份有限公司、一工机器人银川有限公司、浙江锐智信息技术有限公司、上海辛帕智能科技股份有限公司、中铁宝桥(南京)有限公司、安徽长荣光纤光缆科技有限公司、苏州堡威技术有限公司、山东未来网络研究院(紫金山实验室工业互联网创新应用基地)、中山市川成精密电子有限公司、宁波海尔施基因科技股份有限公司。

本文件主要起草人：王志强、徐凯程、何世伟、梁大伟、张丽霞、郑文超、王林东、蒋瑞锋、曹海珠、黄绍平、杜鑫、梁军强、俞玲、赵金晓、尹可杰、黄家坤、王小龙、周盖、张朝富、张康伟、袁晓波、冯骏、何春武、余丁、杨青海、刘守华、王淑敏、尹书蕊、温娜、高亮。

引 言

在应对变化的过程中,针对复杂的多方面问题进行决策时,竞争性制造业的目标是充分了解各种可能选项之间的平衡。了解如何最好地配置和重新配置全球生产网络,以应对快速变化的产品服务需求,这是一个复杂的问题域。决策要考虑多种现有产品和服务、多种新产品和服务,以适应新的技术、经济、社会、环境和政治要求以及当前生产和服务负荷的影响,并协同遍布全球的生产网络,同时考虑当地供应商能力、运输限制、工厂能源使用和生产负荷预测等因素。

尽管当前的信息和通信技术(ICT)工具在支持此类业务发展决策方面发挥着重要作用,但具有高度集成的跨学科的整体解决方案更有利于长期竞争(Huber 2014)。这个问题的部分解决方案在于利用语义技术,该技术为语义的一致理解提供了一种形式逻辑基础路径。这已被公认为提供了支持跨多个相关应用程序的互操作性的潜力(Borgo 等人^[23];Chungoora 等人^[24])。提供了形式的、基于计算机的方法来解释概念的含义,以及与其他概念的关系及其适用的约束和规则。

形式语义的使用范围可以分为领域本体、基础本体和参考本体。领域本体往往限于相当狭窄的适用领域,因此不符合上述整体要求。基础本体是为了定义所有事物的语义而开发的,但过于通用,无法对任何感兴趣的特定领域提供正向约束。面向制造的参考本体的目的是弥合这两者之间的差距,并为互操作性提供有效的支持,但仅限于目标领域或感兴趣的领域,即制造业领域。本文件提供一种支持全球生产网络配置的形式语义建模方法,为这种制造参考本体做出贡献。文件中所用解释来源于 ISO 15531 和 ISO 18629。

本文件关注的焦点是制造业中有关如何设计和配置全球生产网络(GPN),为生产和运营新的实体产品或产品服务。它不涉及生产设施的任何操作方面,而是对生产网络中设施之间的流关系进行建模。未来的标准可以建立在本文件的基础上,为智慧工厂系统开发标准语义模型。

所采用的方法是基于利用形式逻辑的具体化能力,以便逐步开发和约束概念及其关系,从基础级描述到可以被领域层级软件服务和应用程序利用的语义模型层级。建模方法以系统功能语境为基础,逐步表示全球生产系统、它们的关系、约束和相关规则。形式逻辑的使用使得这些语义模型不仅能够捕获层次关系,而且能够捕获并在计算上利用这些模型中定义的约束和规则。

本文件中所述层次不同于 IEC 62264 的分层操作功能。本文中主要关注概念特化的层次。从任何类型系统语境的关键概念开始,一直到专用于制造业务系统的具体化。这与 IEC 62264 的分层操作功能不同,后者主要关注从高层生产管理到车间的业务操作层次结构。

本文件使用了供应链模型中常见的一些概念,如供应链运作参考(SCOR)模型(供应链理事会 2014 年)和 ISO 19440 的一些概念。SCOR 与本文件的相关性有限,因为运营支持超出了其范围。ISO 19440 中的概念与本文件有最大的协同作用,共享面向业务过程的企业建模方法。虽然 ISO 19440 提供了模型视图,以支持识别相关的对象层次结构以及不同类和子类之间的关系,但本文件从系统功能语境开始,以构建所有后续的层次结构和关系,包括语义约束和规则。

虽然本文件与 IEC/TR 62541《OPC 统一架构》存在不同之处,但它们都为多供应商系统的互操作性提供支持。IEC/TR 62541-1 提供了一个标准接口,以促进多供应商无缝互操作应用程序的开发。

如图 1 所示,有许多语义模型影响着关于全球生产网络配置和重新配置的决策。本文件为所有这些模型的开发提供了基础方法,但是需将重点放在图 1 所示的生产网络概念上。因此,指标、度量、业务、项目、风险、位置、场景和产品的模型不在本文件的范围之内。通过制定未来的标准,基于本文件并尽可能利用这些领域的现有标准,可以充分发挥本文件的全部价值,覆盖这个信息范围的所有内容。

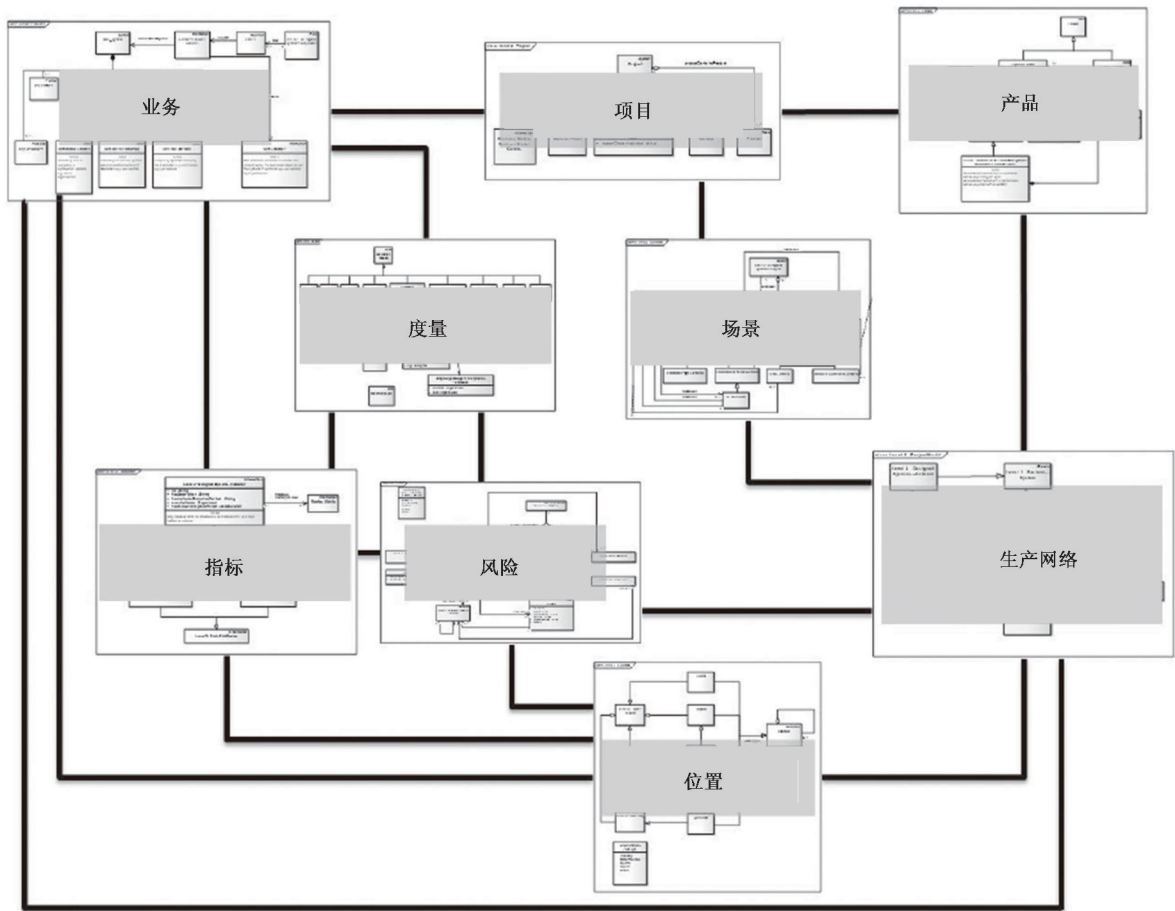


图 1 支持生产网络配置决策所需的参考信息范围

工业自动化系统与集成

全球生产网络配置的形式语义模型

1 范围

本文件规定了一种基于形式逻辑的概念具体化方法,以支持制造参考模型的开发,这些模型是支持全球生产网络配置所需的必要业务特定知识模型的基础。

本文件规定了以下内容:

- 形式语义模型方法;
- 属性具体化的层次;
- 各层次的语境;
- 各层次的关键属性;
- 属性关系;
- 属性公理;
- 适用性规则。

以下内容属于本文件范围:

- 离散产品制造的生产网络;
- 全球生产网络配置的形式语义;
- 系统层次形式语义;
- 人造系统形式语义;
- 制造业务系统形式语义;
- 全球生产系统网络形式语义。

以下内容不属于本文件范围:

- 工厂形式语义;
- 全球生产网络运行的形式语义。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 的术语数据库可以通过下述网址访问:

- ISO:<https://www.iso.org/obp>;
- IEC:<https://www.electropedia.org/>。

3.1

活动 activity

功能 function

将输入(3.26)转换为输出(3.38)的功能。