



中华人民共和国国家标准

GB/T 40654—2021

智能制造 虚拟工厂信息模型

Intelligent manufacturing—Virtual factory information model

2021-10-11 发布

2022-05-01 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	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 虚拟工厂信息模型框架	1
5 对象模型库	2
5.1 对象模型的组成	2
5.2 对象模型属性信息分类	2
5.3 对象模型属性信息	3
5.4 对象模型关系信息	4
6 规则模型库	4
6.1 生产工艺规则模型库	4
6.2 生产管理规则模型库	4
6.3 产品信息规则模型库	4
6.4 生产物流规则模型库	4
6.5 技术知识规则模型库	4
7 虚拟工厂信息模型关系	4
7.1 概述	4
7.2 层级组合	4
7.3 关联组合	4
7.4 对等组合	5
8 虚拟工厂信息模型业务功能	5
8.1 设计仿真	5
8.2 工艺流程规划	5
8.3 生产测试	5
8.4 产品交付	5
附录 A (资料性) 虚拟工厂对象模型属性信息示例	6
附录 B (资料性) 虚拟工厂规则模型库信息示例	11

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。

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件起草单位：中国电子技术标准化研究院、株洲中车时代电气股份有限公司、东北大学、机械工业第六设计研究院有限公司、国机工业互联网研究院(河南)有限公司、云南昆船设计研究院有限公司、东风设计研究院有限公司、西门子(中国)有限公司、浙江中控技术股份有限公司、中船第九设计研究院工程有限公司、菲尼克斯(南京)智能制造技术工程有限公司。

本文件主要起草人：韦莎、周航、马原野、程雨航、朱国良、陈志漫、俞文光、张晓玲、朱恺真、张新生、沈超、汪彦钧、秦希青、姜峰、陈士金、熊冠楚、张珺、冯卫闯、黄文君、吴志伟、徐泉。

引 言

随着智能制造标准化的逐步推进和数字孪生技术的发展,虚拟工厂建设被投以更多的关注。为实现虚拟工厂建设的统一,对虚拟工厂相关内容进行标准化是十分重要的。

统一的虚拟工厂信息模型框架有助于不同虚拟工厂的开发者、系统解决方案供应商、用户建立对虚拟信息模型建设方法的统一认识。

库七七 www.kqqw.com 提供

智能制造 虚拟工厂信息模型

1 范围

本文件规定了虚拟工厂信息模型的模型框架、对象模型库、规则模型库,以及虚拟工厂信息模型的业务功能等。

本文件适用于指导虚拟工厂信息模型的开发应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 40648—2021 智能制造 虚拟工厂参考架构

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

虚拟工厂 **virtual factory**

将实体工厂映射过来,具备仿真、管理和控制实体工厂关键要素功能的模型化平台。

3.2

信息模型 **information model**

一种对给定的虚拟工厂信息资源进行定义、描述和关联的组织方式和框架。

4 虚拟工厂信息模型框架

虚拟工厂信息模型的建立应以实现虚拟工厂业务功能为目标,按照信息模型建立方法及模型属性信息要求进行。虚拟工厂信息模型库应包括以人员、设备设施、物料材料、场地环境等信息为主要内容的对象模型库和以生产工艺、生产管理、产品信息、生产物流、技术知识为主要内容的规则模型库。虚拟工厂信息模型框架见图1。其中,虚拟工厂信息模型的业务功能按照 GB/T 40648—2021 中第5章规定的虚拟工厂运行阶段产品生命周期的四个阶段展开。

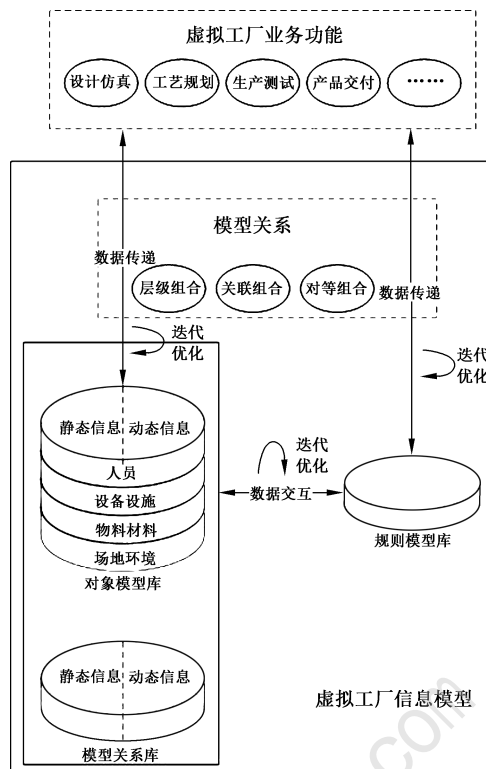


图 1 虚拟工厂信息模型框架

5 对象模型库

5.1 对象模型的组成

虚拟工厂对象模型库包含人员模型、设备设施模型、物料材料模型、场地环境模型及其相对应的模型关系。

5.2 对象模型属性信息分类

模型元素的属性信息可划分为静态信息和动态信息两部分，其中静态信息应包括身份信息、属性信息、计划信息和静态关系信息，动态信息应包括状态信息、位置信息、过程信息及动态关系信息，如下：

- 身份信息用于明确对象身份，可包括模型名称、编号、型号、职能范围、采购价格等信息；
- 属性信息用于对象模型分类，可包括模型的常见类别信息，具体内容根据对象模型的不同而变化；
- 计划信息用于反映对象在生产运行过程中的计划，可包括模型的工作计划等；
- 状态信息用于明确对象状态，可包括当前工作状态、性能等信息；
- 技术信息用于描述模型特性，主要包括模型元素的技术参数、工艺要求、输入输出接口等信息；
- 过程信息用于反映模型在生产运行过程中状况，主要包括模型元素的位置变动、工作参数、工艺变化、操作行为等信息；
- 其他信息用于反映模型其他状况，主要包括模型元素的辅助信息，如通信、维护等信息。

5.3 对象模型属性信息

5.3.1 人员

人员模型属性信息示例见附录 A 的 A.1,应包括但不限于以下内容:

- a) 身份信息;
- b) 职能信息;
- c) 技能信息;
- d) 位置信息;
- e) 状态信息。

5.3.2 设备设施

设备设施模型属性信息示例见 A.2,应包括但不限于以下内容:

- a) 技术规格;
- b) 身份信息;
- c) 位置信息;
- d) 机械和结构属性;
- e) 资产信息;
- f) 状态信息;
- g) 维护信息。

5.3.3 物料材料

物料材料模型属性信息示例见 A.3,应包括但不限于以下内容:

- a) 技术规格;
- b) 身份信息;
- c) 位置信息;
- d) 机械和结构属性;
- e) 资产信息;
- f) 状态信息;
- g) 维护信息。

5.3.4 场地环境

5.3.4.1 场地模型属性信息示例见 A.4,应包括但不限于以下内容:

- a) 基本参数信息;
- b) 功能信息;
- c) 布局信息;
- d) 状态信息;
- e) 维护信息。

5.3.4.2 公用配套模型属性信息包括但不限于以下内容:

- a) 基本参数信息;
- b) 安装信息;
- c) 位置信息;
- d) 状态信息;

- e) 维护信息；
- f) 接口信息。

5.4 对象模型关系信息

模型关系库信息用来描述对象模型之间的静态关系和动态关系,包括但不限于以下内容:

- a) 静态模型关系信息,用于反应对象与其他对象之间的静态关系,可包括模型间的常见关系信息,具体内容根据对象模型的不同而变化;
- b) 动态模型关系信息,用于反映对象与其他对象之间的动态关系,可包括模型间常见动态关系,具体内容根据对象模型的不同而变化。

6 规则模型库

6.1 生产工艺规则模型库

生产工艺规则模型库可包含工艺基础信息、工艺清单、工艺路线、工艺要求、工艺参数、生产节拍、标准作业等规则模型信息及其相关逻辑规则,其示例见附录 B 的 B.1。

6.2 生产管理规则模型库

生产管理规则模型库可包含生产计划、排产规则、生产班组、生产线产能、生产进度、生产排程约束、生产设备效率等规则模型信息及其相关逻辑规则,其示例见 B.2。

6.3 产品信息规则模型库

产品信息规则模型库可包含产品主数据、物料清单、产品生产规则、资源清单等规则模型信息,其示例见 B.3。

6.4 生产物流规则模型库

生产物流规则模型库可包含物料需求、物流路径、输送方式、配送节拍、在制品转运方式、入库、出库等与生产物流相关的规则,其示例见 B.4。

6.5 技术知识规则模型库

技术知识规则模型库可包含工艺原理、操作经验、仿真模型、软件算法等,其示例见 B.5。

7 虚拟工厂信息模型关系

7.1 概述

不同的信息模型组件可根据需要进行组合,以形成系统、产线等的集成。按照应用层所提供业务功能的不同要求,信息模型组件间的组合可采用层级组合、关联组合、对等组合等方式。

7.2 层级组合

层级组合用以描述不同系统层级的信息模型按照层级关系依次组合的信息模型关系。在层级组合关系的描述下,可将具有从属关系的不同信息模型结合,作为整体进行功能实现。

7.3 关联组合

关联组合用以描述不同信息模型之间存在的相互关联关系。在关联组合关系的描述下,可将非从

属关系但相互耦合的信息模型建立关系,作为整体进行功能实现。

7.4 对等组合

对等组合用以描述不同信息模型之间存在的非耦合关系。在对等关系的描述下,可将独立的非耦合信息模型之间建立关系,作为整体进行功能实现。

8 虚拟工厂信息模型业务功能

8.1 设计仿真

虚拟工厂的产品设计仿真应基于产品原型库、设计机理库等设计基础信息,建立产品的虚拟模型。在设计仿真阶段,还应将产品的虚拟模型在包括设备生产能力、设备生产环境的虚拟工厂运行环境中进行模拟生产,测试产品设计的合理性、可靠性,提升产品研发效率。

8.2 工艺流程规划

虚拟工厂的工艺流程规划应基于工艺知识库、设备布局信息、仓储情况等工艺流程规划基础信息,完成产品工艺流程规划。在工艺流程规划阶段,还应将包括工艺信息的产品虚拟模型在虚拟工厂的生产规划中进行流程模拟,测试产品工艺规划和流程规划的合理性、可靠性,提升工艺流程规划效率。

8.3 生产测试

虚拟工厂的生产测试应基于设备布局信息、设备运行信息等基础信息及包括工艺信息和生产信息的产品虚拟模型,对产品的生产环节进行模拟测试,测试产品设计、工艺规划及生产流程的合理性和可靠性,提升产品设计成功率和测试效率。

8.4 产品交付

虚拟工厂的产品交付应分为实体产品交付和产品虚拟模型交付两部分。其中产品虚拟模型应包括产品的外观信息、功能信息、工艺信息等内容,可适当提前于实体产品提供给用户,以满足用户提前进行模拟测试的需求。

附录 A

(资料性)

虚拟工厂对象模型属性信息示例

A.1 人员模型属性信息

人员模型属性信息示例见表 A.1。

表 A.1 人员模型属性信息示例

身份信息		
序号	属性名称	类型
1	名称	文字
2	类别	文字
3	工种	文字
职能信息		
序号	属性名称	类型
1	班次	文字
2	班组	文字
技能信息		
序号	属性名称	类型
1	能力证书	文字
2	从业年限	数值
位置信息		
序号	属性名称	类型
1	车间编号	文字
2	产线编号	文字
3	当前位置	文字
状态信息		
序号	属性名称	类型
1	操作设备	文字
2	工作时长(小时)	数值

A.2 设备设施模型属性信息

设备设施模型属性信息示例见表 A.2。

表 A.2 设备设施模型属性信息示例

技术规格		
序号	属性名称	类型
1	型号	文字
2	生产能力	文字
3	生产特性	文字
4	加工参数	文字
5	能耗	数值
6	功率	数值
7	安全距离	数值
8	通信协议	文字
身份信息		
序号	属性名称	类型
1	名称	文字
2	编号	数值
3	类型	文字
位置信息		
序号	属性名称	类型
1	空间编号	文字
2	空间名称	文字
机械和结构属性		
序号	属性名称	类型
1	尺寸	数值
2	重量	数值
3	材质	文字
4	安装方式	文字
资产信息		
序号	属性名称	类型
1	资产编码	文字
2	权属部门	文字
3	制造商	文字
4	成本	数值
状态信息		
序号	属性名称	类型
1	开机时间(小时)	数值
2	当前加工产品	文字

表 A.2 设备设施模型属性信息示例（续）

状态信息		
序号	属性名称	类型
3	操作员	文字
维护信息		
序号	属性名称	类型
1	供应商	文字
2	保修期	数值
3	使用寿命	数值

A.3 物料材料模型属性信息

物料材料模型属性信息示例见表 A.3。

表 A.3 物料材料模型属性信息示例

技术规格		
序号	属性名称	类型
1	型号	文字
2	种类	文字
3	数量	数值
4	物理特性	数值
5	物料属性	文字
身份信息		
序号	属性名称	类型
1	名称	文字
2	代码	数值
3	类型	文字
位置信息		
序号	属性名称	类型
1	空间编号	文字
2	空间名称	文字
机械和结构属性		
序号	属性名称	类型
1	尺寸	数值
2	重量	数值
3	材质	文字
4	硬度	数值

表 A.3 物料材料模型属性信息示例（续）

机械和结构属性		
序号	属性名称	类型
5	质量	文字
资产信息		
序号	属性名称	类型
1	批次	文字
2	责任部门	文字
3	入库时间	时间
4	制造商	文字
5	成本	数值
状态信息		
序号	属性名称	类型
1	存储量	数值
维护信息		
序号	属性名称	类型
1	供应商	文字
2	保修期	数值
3	保质期	数值

A.4 场地模型属性信息

场地模型属性信息示例见表 A.4。

表 A.4 场地模型属性信息示例

基本参数信息		
序号	属性名称	类型
1	名称	文字
2	位置	文字
3	占地面积	文字
4	归属方	文字
功能信息		
序号	属性名称	类型
1	属性	文字
2	空间名称/坐标	文字

表 A.4 场地模型属性信息示例（续）

布局信息		
序号	属性名称	类型
1	总面积	数值
2	区域划分	文字
状态信息		
序号	属性名称	类型
1	投产年限	数值
2	装修年限	数值
维护信息		
序号	属性名称	类型
1	清洁频次	文字
2	权属部门	文字
3	制造商	文字
4	成本	数值

附录 B

(资料性)

虚拟工厂规则模型库信息示例

B.1 生产工艺规则模型库信息

生产工艺规则模型库信息示例见表 B.1。

表 B.1 生产工艺规则模型库信息示例

基本参数信息		
序号	属性名称	类型
1	工艺基础信息	文字
2	工艺清单	文字
3	工艺路线	文字
4	工艺要求	文字
5	工艺参数	文字
6	生产节拍	文字
7	标准作业	文字

B.2 生产管理规则模型库信息

生产管理规则模型库信息示例见表 B.2。

表 B.2 生产管理规则模型库信息示例

基本参数信息		
序号	属性名称	类型
1	生产计划	文字
2	排产规则	文字
3	生产班组	文字
4	生产线产能	文字
5	生产进度	文字
6	生产排程约束	文字
7	生产设备效率	文字

B.3 产品信息规则模型库信息

产品信息规则模型库信息示例见表 B.3。

表 B.3 产品信息规则模型库信息示例

基本参数信息		
序号	属性名称	类型
1	产品主数据	文字
2	物料清单	文字
3	产品生产规则	文字
4	资源清单	文字

B.4 生产物流规则模型库信息

生产物流规则模型库信息示例见表 B.4。

表 B.4 生产物流规则模型库信息示例

基本参数信息		
序号	属性名称	类型
1	物料需求	文字
2	物流路径	文字
3	输送方式	文字
4	配送节拍	文字
5	在制品转运方式	文字
6	入库	文字
7	出库	文字

B.5 技术知识规则模型库信息

技术知识规则模型库信息示例见表 B.5。

表 B.5 技术知识规则信息示例

基本参数信息		
序号	属性名称	类型
1	工艺原理	文字
2	操作经验	文字
3	仿真模型	文字
4	软件算法	文字