

# 生产线数字化仿真应用 职业技能等级标准

(2021 年 1.0 版)

山东莱茵科斯特智能科技有限公司 制定  
2021 年 3 月 发布

# 目 次

前言 .....	2
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
4 适用院校专业.....	4
5 面向职业岗位（群） .....	4
6 职业技能要求.....	5
参考文献 .....	12

## 前 言

本标准根据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。

本标准起草单位：山东莱茵科斯特智能科技有限公司、中国第一汽车股份有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、常州机电职业技术学院、淄博职业学院、济南职业学院、深圳职业技术学院、盘锦职业技术学院、沈阳职业技术学院、常州工业职业技术学院、青岛职业技术学院、苏州健雄职业技术学院、天津理工大学、北京航空航天大学、青岛西海岸新区中德应用技术学校、中国机电一体化技术应用协会、杭州和利时自动化有限公司、西门子工业软件（上海）有限公司、思爱普(中国)有限公司、贝朗医疗（山东）有限公司、北京汽车股份有限公司株洲分公司

本标准主要起草人：崔智、胡成满、张振中、姜翰、胡鹏昌、王真、朱建忠、王洪磊、王金龙、徐强、齐嵩宇、周勇、许朝山、潘学海、周晓刚、王平璋、郭树军、王辉、侯伯民、蒋正炎、张云龙、张惊雷、郑联语、崔秀光、王继宏、杨春伟、王文华、张雁、杨坤、王凌德、杨一昕

**声明：本标准的知识产权归属于山东莱茵科斯特智能科技有限公司，未经公司同意，不得印刷、销售。**

## 1 范围

本标准规定了生产线数字化仿真应用职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于生产线数字化仿真应用职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训和考核可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

GB/T 37393-2019 数字化车间通用技术要求

GB/T 3935.1-1996 标准化和有关领域的通用术语

GB/T 25486-2010 网络化制造技术术语

GB/T 5226.1-2008 机械电气安全 机械电气设备

GB 11291.2-2013 机器人与机器人装备 工业机器人的安全

GB/T 20867-2007 工业机器人 安全实施规范

GB/T 14284-1993 工业机器人通用技术条件

## 3 术语和定义

国家、行业标准界定的以及下列术语适用于本标准。

### 3.1 虚拟仿真 Virtual Simulation

虚拟仿真是用一个虚拟系统模仿另一个物理系统的技术，通过三维仿真技术来验证设备生产工艺，做到在物理设备制造前发现问题、分析问题并解决问题。

### 3.2 定义 Define

定义是指在软件中配置对象静态和动态的物理参量及物理类型。

### 3.3 模型 Model

模型是指模型的三维数字模型，可用于设计、仿真等后续处理工作。

### 3.4 工艺路线 Process Route

工艺路线是指产品及零部件的加工方法及加工次序。

### 3.5 OPC 通讯 OLE for Process Control

OPC通讯以OLE/COM机制作为应用程序的通信标准，是一套与厂商无关的软件数据交换标准接口和规程，可以在各个应用之间提供透明的数据访问。

### 3.6 姿态 Posture

姿态是指由人工定义的设备在工作过程中的多种状态。

### 3.7 约束 Constraint

约束是指根据设备的限位给设备添加运动条件，确保设备运动时符合要求且不出限位。

### 3.8 路径坐标点 Path Coordinate Point

路径坐标点的功能是用于确认设备的工作路径。

### 3.9 路径编辑器 Path Editor

路径编辑器用于规划设备工作路径，可对工作路径进行调整，直到符合工作要求。

## 4 适用院校专业

中等职业学校：工业机器人技术应用、机电技术应用、电气技术应用、机电设备安装与维修、电气运行与控制、数控技术应用、电子与信息技术等。

高等职业学校：工业机器人技术、机电一体化技术、电气自动化技术、智能控制技术、机械制造与自动化、工业过程自动化技术、自动化生产设备应用、机电设备维修与管理、新能源汽车技术等。

应用型本科学校：机器人工程、自动化、智能科学与技术、机械工程、机械设计制造及其自动化、机械电子工程、智能制造工程、智能装备与系统、智能车辆工程、新能源汽车工程等。

## 5 面向职业岗位（群）

**【生产线数字化仿真应用】（初级）**：主要面向装备制造行业、工业服务行业工业生产线技术领域的简单工艺规划、初级自动化编程、设备运行调试等工作岗位，主要完成不含机器人、复杂程度不高的生产线的工艺仿真验证和技术优化等工作。

【生产线数字化仿真应用】（中级）：主要面向装备制造行业、工业服务行业工业生产线技术领域的工装夹具设计、工艺流程规划、PLC程序设计、机器人编程、生产线仿真调试等工作岗位，主要完成机器人的动作定义和过程模拟、机器人和自动化设备的仿真联调、生产线工艺技术优化等工作。

【生产线数字化仿真应用】（高级）：主要面向装备制造行业、工业服务行业工业生产线技术领域的制造路线规划与设计、产品研发、装备设计、工艺流程规划与设计等工作岗位，主要完成设备通讯及其控制逻辑仿真调试、单工位多机器人工作仿真调试、生产线设备的虚实联调、生产单元设计及生产工艺仿真验证等工作。

## 6 职业能力要求

### 6.1 职业技能等级划分

生产线数字化仿真应用职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【生产线数字化仿真应用】初级：能够根据生产线工艺要求对设备（不含机器人）模型合理分类，对模型中的直线运动和回转运动进行约束和定义，对运动机构建立主从关系及运动限位，能使用逻辑配置功能进行动作设置，能够完成生产线（不含机器人）的时序仿真调试和生产工艺验证。

【生产线数字化仿真应用】中级：能够根据生产线工艺要求对设备模型合理分类，对模型中的关节进行约束和定义，对相对运动部件建立主从关系及运动限位，能使用时序方式进行仿真，能对机器人运动路径进行规划，能对机器人运动轨迹进行优化和仿真，能将机器人程序从仿真环境导出并进行物理调试，能够完成生产线（含机器人）的虚拟调试和生产工艺验证。

【生产线数字化仿真应用】高级：能够根据生产线工艺要求对设备模型进行设置及时序仿真，能对单工位多机器人运动轨迹进行优化和仿真，能设置机器人与智能设备之间的通讯，能设置软硬件之间的 OPC 通讯，能进行复杂生产线的虚实联调，能够完成生产线设计方案和生产工艺的评估及优化。

### 6.2 职业技能等级要求

表1 生产线数字化仿真应用职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 生产线模型配置	1.1 生产线工艺分析	1.1.1 能够根据初始工艺要求，描述产品在生产线上的生产过程； 1.1.2 能够根据生产线工艺文件，明确产品生产工艺过程； 1.1.3 能够根据生产线工艺流程，描述设备与设备、设备与产品之间的协同关系。
	1.2 生产线功能分析	1.2.1 能够根据生产线的功能原理，描述生产线上各个设备的功能及运动特性； 1.2.2 能够根据设备机构的运动特性及特点，分析相关运动关系； 1.2.3 能够根据图纸模型等资料，确认驱动机构； 1.2.4 能够根据生产线工艺要求，确定机构运动参数。
	1.3 生产线模型定义	1.3.1 能够根据仿真软件要求的文件格式，导入正确格式的模型； 1.3.2 能够根据生产线工作原理，对生产线模型进行设备和零件分类； 1.3.3 能够根据产品加工的特征，设置产品物流走向，定义物流参数； 1.3.4 能够根据生产线设计基准，设置设备、工件的坐标系。
2. 生产线工艺数据配置	2.1 机械结构定义	2.1.1 能够根据生产线的布局要求，设置设备坐标、工具坐标、物流坐标的位置参数； 2.1.2 能够根据产品的物流走向，设置产品的位置参数和运动参数； 2.1.3 能够根据设备的工作需求，创建设备资源，并在设备资源内，定义设备中的运动机构； 2.1.4 能够根据设备的外观要求，设置颜色。
	2.2 运动机构定义	2.2.1 能够根据生产线工艺要求，测量设备中各个运动机构的位置参数； 2.2.2 能根据设备的运动要求，定义各个设备运动机构的运动姿态； 2.2.3 能根据设备的运动要求，定义各个运动机构的运动参数及位置极限； 2.2.4 能够根据生产线生产工艺，对物料运动过程中的拾取与放置进行定义。
	2.3 动作逻辑定义	2.3.1 在虚拟仿真环境下，能够根据运动机构的运动分析建立相关输入、输出信号； 2.3.2 在虚拟仿真环境下，能够对输入、输出信号建

		立逻辑关系； 2.3.3 能够根据设备的运行状态，编写设备运动程序。
3. 生产线工艺仿真与交付	3.1 仿真设置	3.1.1 能够根据仿真软件的功能，描述该软件的仿真工作特性； 3.1.2 能够根据仿真软件的功能，选择合适的虚拟通讯方式； 3.1.3 能够根据生产线的动作要求，按时序方式设置生产线设备的动作顺序。
	3.2 虚拟调试	3.2.1 能够根据生产线工艺要求，设置软件的虚拟仿真环境参数； 3.2.2 能够根据生产线工艺及运动机构的运动关系，建立仿真顺序； 3.2.3 能够根据生产线工艺要求，修改仿真模型的动作规划和运动参数； 3.2.4 能够根据生产线工艺要求，演示虚拟仿真运动状态； 3.2.5 能够应用虚拟仿真环境，完成对生产线工艺流程的初步验证。
	3.3 项目交付	3.3.1 能够根据工作过程，编写任务实施总结； 3.3.2 能够根据任务要求，评价任务实施结果； 3.3.3 能够根据项目要求，汇总技术文件资料； 3.3.4 能够根据项目流程，对任务各环节做介绍说明； 3.3.5 能够根据计划目标与实际结果的差异，对方案提出合理化建议。

表2 生产线数字化仿真应用职业技能等级要求（中级）

1. 生产线模型导入	1.1 模型转换	1.1.1 能够根据仿真软件要求的文件格式，对不满足要求的模型文件进行格式转换； 1.1.2 能够根据软件各版本的文件识别差异，对不满足要求的模型版本进行升级； 1.1.3 能够根据设备实际的工作要求，对参数文件进行优化或重新配置。
	1.2 模型定义	1.2.1 能够根据生产线中各设备用途，描述模型属性的种类与特点； 1.2.2 能够根据生产线中各设备类别，准确定义模型属性； 1.2.3 能够根据生产线工艺要求，定义工装夹具的属性与参数。
	1.3 模型配置	1.3.1 能够根据生产线工艺，划分模型中的零件和生



		产设备的类别; 1.3.2 能够根据生产线工艺流程,再次划分模型的类别; 1.3.3 能够根据生产线上设备的智能化程度不同,进行不同层次的类别划分。
2. 生产线工艺分析	2.1 功能分析	2.1.1 能够根据任务目标进行动作分析; 2.1.2 能够根据动作原理进行结构分析; 2.1.3 能够根据动作要求,明确机构运动状态。
	2.2 工序分析	2.2.1 能够根据生产线要实现的功能,分析工序组成; 2.2.2 能够根据生产线工序组成,分析各工序排序; 2.2.3 能够根据合理的工序安排,分析各工序设备动作。
	2.3 结构分析	2.3.1 能够根据动作原理对运动部件进行关系定义并建立约束; 2.3.2 能够根据设备运动特性进行相关运动参数设定; 2.3.3 能够根据机械结构的运动范围进行关节限位操作。
3. 机器人离线编程	3.1 机器人基本配置	3.1.1 能够根据仿真软件需要,对机器人进行类型定义和模型导入; 3.1.2 能够根据生产线工艺需求,对机器人进行移动定位及建立运动关系; 3.1.3 能够根据生产线工艺需求,建立机器人工作坐标与基本坐标,机器人夹具的工作坐标与基本坐标; 3.1.4 能够根据生产线工艺需求,建立被加工工件的工作坐标与基本坐标; 3.1.5 能够根据设备运动特性,建立机器人夹具的运动关系、运动参数与限位。
	3.2 机器人轨迹规划	3.2.1 能够根据生产线工艺要求,手动定义机器人运动轨迹中会出现的姿态; 3.2.2 能够根据生产线工艺要求,手动定义机器人夹具工作姿态; 3.2.3 能够根据生产线工艺要求,手动设置并优化机器人运动轨迹; 3.2.4 能够根据生产线工艺要求,在机器人的安全活动空间内自动生成路径,并优化其运动轨迹。
	3.3 机器人程序验证	3.3.1 能够根据机器人基础应用,完成对机器人的约束与关系的校验,建立机器人工作坐标系; 3.3.2 能够根据工艺需求,在路径编辑器中设置机器人的路径,将机器人的离线程序导出;

		<p>3.3.3 能够根据机器人仿真示教器设置，将机器人离线程序导入到物理机器人设备中；</p> <p>3.3.4 能够根据机器人物理示教器操作，调试机器人读取仿真程序；</p> <p>3.3.5 能够通过机器人仿真示教器，优化调整程序参数。</p>
4. 生产线工艺仿真与交付	4.1 仿真设置	<p>4.1.1 能够根据项目控制要求，组态仿真PLC及其相关硬件、编写控制程序；</p> <p>4.1.2 能够根据系统技术参数，配置软硬件通讯环境；</p> <p>4.1.3 能够使用PLC编程软件，完成仿真PLC程序的上传下载；</p> <p>4.1.4 能够根据生产线控制要求，分配信号地址、定义信号类型；</p> <p>4.1.5 能够根据软件虚拟调试需求，创建信号配置器，完成信号通讯要求；</p> <p>4.1.6 能够根据信号映射的要求，将仿真PLC与仿真软件之间的通讯采用虚拟方式进行连接。</p>
	4.2 虚拟调试	<p>4.2.1 能够根据生产线工艺要求，建立产品物流走向；</p> <p>4.2.2 能够根据生产线工艺要求，设置机器人运动轨迹；</p> <p>4.2.3 能够根据机器人功能要求，设置机器人夹具的运动姿态；</p> <p>4.2.4 能够根据生产线工艺要求，通过仿真PLC实现对夹具和机器人轨迹的联合控制；</p> <p>4.2.5 能够通过仿真软件的操作，展示机器人在生产线上的工艺流程；</p> <p>4.2.6 能够根据生产线的工艺仿真结果，优化参数、调试虚拟设备，验证其是否满足生产工艺。</p>
	4.3 项目交付	<p>4.3.1 能够根据工作过程，编写任务实施总结；</p> <p>4.3.2 能够根据任务要求，评价任务实施结果；</p> <p>4.3.3 能够根据项目要求，汇总技术文件资料；</p> <p>4.3.4 能够根据项目流程，对任务各环节做介绍说明；</p> <p>4.3.5 能够根据计划目标与实际结果的差异，对方案进行优化。</p>

表3 生产线数字化仿真应用职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 生产线仿真设计	1.1 任务规划	1.1.1 能够根据生产线工艺流程，描述项目任务要求； 1.1.2 能够根据生产线工艺流程，确认项目任务要求； 1.1.3 能够根据生产线实际需求，利用现有软硬件资源进行工艺分析规划。
	1.2 工艺分析	1.2.1 能够根据生产工艺需求，对任务实施过程中的重点难点进行分析； 1.2.2 能够根据生产工艺需求，对任务过程中可能出现的问题进行分析； 1.2.3 能够根据生产工艺需求，对任务中存在的风险进行分析。
	1.3 装备配置	1.3.1 能根据生产线工艺要求，确认被加工产品物流走向； 1.3.2 能根据生产线工艺要求，确认所有工序及工位的相关装备； 1.3.3 能根据物理设备，划分相关设备模型的类型； 1.3.4 能根据仿真软件的特性，确认物理设备仿真的可行性。
2. 生产线系统集成	2.1 机构参数配置	2.1.1 能够根据生产线设备运动原理，对机械结构进行运动关系划分； 2.1.2 能够根据生产线设备机械结构原理，对运动关系进行约束限位； 2.1.2 能够根据复杂工位或工序设备特点，对特定的设备进行分层次结构化的模型定义。
	2.2 机器人功能设计	2.2.1 能够根据生产线中机器人的工作要求，对机器人工作原理进行运动关系划分，并开发配置文件； 2.2.2 能够根据机器人机械结构的运动关系，进行机器人关节关系约束和限位，并对运动干涉进行检查； 2.2.3 能够对单工位多机器人进行运动干涉检查，并进行运动干涉的参数配置； 2.2.4 能够根据机器人的工作情况，自动生成路径，并优化其运动轨迹； 2.2.5 能用根据不同用途的机器人，选择并使用合适的路径规划工具。
	2.3 控制系统编程	2.3.1 能够根据生产线设计要求，配置物理PLC； 2.3.2 能够根据生产线设计要求，对HMI、网卡与物理PLC进行组态； 2.3.3 能够根据生产线工艺要求，导入并调试物理PLC的程序；

		2.3.4 能够根据生产线设计要求，定义传感器的类型与数量并编写程序。
3. 生产线虚实联调	3.1 仿真信号设置	3.1.1 能够根据生产线中设备运动逻辑关系，添加仿真软件中的信号； 3.1.2 能够根据生产线及仿真需求，添加非仿真信号； 3.1.3 能够根据仿真需求，设置仿真软件中的信号适配器。
	3.2 OPC通讯设置	3.2.1 能够根据调试需求，选择合理的信号通讯方式； 3.2.2 能够根据调试需求，配置OPC与物理PLC之间的信号映射； 3.2.3 能够根据调试需求，配置OPC与仿真软件之间的信号映射。
	3.3 系统综合调试	3.3.1 能够根据调试需求，通过软件启动物理PLC驱动生产线仿真系统； 3.3.2 能够根据调试需求，用硬件启动物理PLC驱动软件环境下的生产线仿真系统； 3.3.3 能够根据机器人动作要求，通过仿真软件和物理设备调试机器人程序； 3.3.4 能够根据生产线工艺要求，通过物理PLC同时驱动虚拟设备和物理设备； 3.3.5 能够根据生产线的工艺仿真结果，确认产品生产工艺方案，能够根据产品生产工艺方案，调试物理设备。
4. 生产线数字化仿真项目交付	4.1 资料整理	4.1.1 能够根据任务要求，编制任务中的文件目录； 4.1.2 能够根据项目进度，汇总实施过程记录； 4.1.3 能够根据项目管理要求，及时归档仿真模型、PLC程序、机器人程序及相关参数文件。
	4.2 解决方案优化	4.2.1 能够根据项目实施过程，对项目实施进行可行性分析； 4.2.2 能够根据项目实施过程，对任务执行进行合理性分析； 4.2.3 能够根据项目预期目标，对方案的成本、进度、质量进行管控和优化。
	4.3 项目交付	4.3.1 能够根据工作过程，对任务实施的过程与结果进行介绍与展示； 4.3.2 能够根据项目应用要求，对客户进行技术培训与技术指导； 4.3.3 能够根据项目管理要求，对项目实施进行成本和质量分析； 4.3.4 能够根据用户需求，撰写项目分析报告。

## 参考文献

- [1] GB/T 37393-2019 数字化车间通用技术要求
- [2] GB/T 3935.1-1996 标准化和有关领域的通用术语
- [3] GB/T 25486-2010 网络化制造技术术语
- [4] GB/T 5226.1-2008 机械电气安全 机械电气设备
- [5] GB 11291.2-2013 机器人与机器人装备 工业机器人的安全
- [6] GB/T 20867-2007 工业机器人 安全实施规范
- [7] GB/T 14284-1993 工业机器人通用技术条件
- [8] ISO/CD TR 24464 AUTOMATION SYSTEMS AND INTEGRATION —  
INDUSTRIAL DATA — VISUALIZATION ELEMENTS OF DIGITAL TWINS
- [9] ISO/DIS 23247-1 AUTOMATION SYSTEMS AND INTEGRATION —  
DIGITAL TWIN FRAMEWORK FOR MANUFACTURING — PART 1: OVERVIEW  
AND GENERAL PRINCIPLES
- [10] 中等职业学校专业目录（2010年修订）
- [11] 《中等职业学校专业目录》增补专业
- [12] 普通高等学校高等职业教育（专科）专业目录（2015年）
- [13] 《普通高等学校高等职业教育（专科）专业目录》增补专业（2016~2019年）
- [14] 普通高等学校本科专业目录（2020年版）