

生产线数字化仿真应用 职业技能等级标准

标准代码： 460060
(2021 年 2.0 版)

山东莱茵科斯特智能科技有限公司 制定
2021 年 12 月 发布

目 次

前言.....	1
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 适用院校专业.....	3
5 面向职业岗位（群）	4
6 职业能力要求.....	4
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、王平嶂、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、杨一听

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，未经本公司同意，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

4.1 参照原版专业目录

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。

4.2 参照新版职业教育专业目录

中等职业学校：工业机器人技术应用、机电技术应用、电气设备运行与控制、智能设备运行与维护、数控技术应用、电子信息技术等。

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、智能制造装备技术、机电设备技术、新能源汽车技术、数字化设计与制造技术等。

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。

高等职业教育本科学校：机械设计制造及自动化、智能制造工程技术、装备智能化技术、机械电子工程技术、电气工程及自动化、智能控制技术、机器人技术、自动化技术与应用、轨道交通车辆工程技术、船舶智能制造技术、航空智能制造技术、汽车工程技术、新能源汽车工程技术等。

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；

		<p>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;</p> <p>1.3.4 能够根据生产线设计基准,设置设备、工件的坐标系。</p>
2.生产线工艺数据配置	2.1 机械结构定义	<p>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;</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>2.1.4 能够根据设备的外观要求,设置颜色。</p>
	2.2 运动机构定义	<p>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;</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>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。</p>
	2.3 动作逻辑定义	<p>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;</p> <p>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;</p> <p>2.3.3 能根据设备的运行状态,编写设备运动程序。</p>
3.生产线工艺仿真与交付	3.1 仿真设置	<p>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;</p> <p>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;</p> <p>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。</p>
	3.2 虚拟调试	<p>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;</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>3.2.4 能够根据生产线工艺要求,演示虚拟仿真运动状态;</p> <p>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。</p>

	3.3 项目交付	<p>3.3.1 能够根据工作过程，编写任务实施总结；</p> <p>3.3.2 能够根据任务要求，评价任务实施结果；</p> <p>3.3.3 能够根据项目要求，汇总技术文件资料；</p> <p>3.3.4 能够根据项目流程，对任务各环节做介绍说明；</p> <p>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。</p>
--	----------	--

表2 生产线数字化仿真应用职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 生产线模型导入	1.1 模型转换	<p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>
	1.2 模型定义	<p>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；</p> <p>1.2.2 能够根据生产线中各设备类别，准确定义模型属性；</p> <p>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。</p>
	1.3 模型配置	<p>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；</p> <p>1.3.2 能够根据生产线工艺流程，再次划分模型的类别；</p> <p>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。</p>
2. 生产线工艺分析	2.1 功能分析	<p>2.1.1 能够根据任务目标进行动作分析；</p> <p>2.1.2 能够根据动作原理进行结构分析；</p> <p>2.1.3 能够根据动作要求，明确机构运动状态。</p>
	2.2 工序分析	<p>2.2.1 能够根据生产线要实现的功能，分析工序组成；</p> <p>2.2.2 能够根据生产线工序组成，分析各工序排序；</p> <p>2.2.3 能够根据合理的工序安排，分析各工序设备动作。</p>
	2.3 结构分析	<p>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；</p> <p>2.3.2 能够根据设备运动特性进行相关运动参数设定；</p> <p>2.3.3 能够根据机械结构的运动范围进行关节限位操</p>

		作。
3. 机器人离线编程	3.1 机器人基本配置	<p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>
	3.2 机器人轨迹规划	<p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>
	3.3 机器人程序验证	<p>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；</p> <p>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> <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	<p>1.1.1 能够根据生产线工艺流程，描述项目任务要求；</p> <p>1.1.2 能够根据生产线工艺流程，确认项目任务要求；</p> <p>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。</p>
	1.2 工艺分析	<p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>
	1.3 装备配置	<p>1.3.1 能根据生产线工艺要求，确认被加工产品物流走向；</p> <p>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；</p> <p>1.3.3 能根据物理设备，划分相关设备模型的类型；</p> <p>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。</p>
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；

		<p>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；</p> <p>2.1.3 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。</p>
	2.2 机器人路径设计	<p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>
	2.3 控制系统编程	<p>2.3.1 能够根据生产线设计要求，配置物理PLC；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>
3. 生产线虚实联调	3.1 仿真信号设置	<p>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；</p> <p>3.1.2 能够根据生产线及仿真需求，添加非仿真信号；</p> <p>3.1.3 能够根据仿真需求，设置仿真软件中的信号适配器。</p>
	3.2 OPC通讯设置	<p>3.2.1 能够根据调试需求，选择合理的信号通讯方式；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>
	3.3 系统综合调试	<p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>3.3.5 能够根据生产线的工艺仿真结果，确认产品生</p>

		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 解决方案完善	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] 教育部关于印发《职业教育专业目录（2021年）》的通知（教职成〔2021〕2号）
- [11] 《教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》（教高函〔2020〕2号）
- [12] 《教育部关于公布2020年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》（教高函〔2021〕1号）