

《自动化系统与集成 智能生产线虚拟重构技术要求》编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况

1 任务来源

本文件《自动化系统与集成 智能生产线虚拟重构技术要求》由中国机械工业联合会提出，上报国家标准化管理委员会批准为国家标准制定计划（计划号：20220068-T-604）。

2 主要工作过程

本文件的编制过程主要包括以下几个阶段：

(1) 预研阶段

2020年7月至2021年9月，《自动化系统与集成 智能生产线虚拟重构技术要求》标准起草组主要成员单位对国内外智能生产线虚拟重构相关资料进行了查找、收集、分析、讨论和深入研究，对国内拥有或建设智能生产线的代表制造企业进行了详细调研，了解了智能生产线虚拟重构技术的组成部分、相关现状以及应用情况，并编写了标准草案初稿。

(2) 标准起草阶段

国家标准化管理委员会下发计划后，2021年10月至2021年12月，通过面向社会公开召集《自动化系统与集成 智能生产线虚拟重构技术》国家标准起草组，吸收了更多研究该技术的起草单位。主要有智能生产线虚拟重构技术领域科研院所、高校、国家重点实验室、

系统供应商以及用户企业近二十家单位。

2022年1月至2022年7月，标准起草组召开了多次线上线下标准内容讨论会，对标准草案的共同关注点、标准适用性、智能生产线虚拟重构技术体系架构、流程定义、各层主要技术要求以及标准条款的准确性进行了充分地研讨，整理各方会上及会下的意见，综合考虑并进行修改，形成标准征求意见稿。

3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本文件的起草单位有清华大学、北京机械工业自动化研究所有限公司、香港大学、北京理工大学、北京航空航天大学、北京电子工程总体研究所、联想（北京）有限公司、华中科技大学、重庆大学、中国科学院自动化研究所、浙江大学、航天科工仿真技术有限责任公司、北京工业大数据创新中心有限公司、东风汽车集团股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、北京极智嘉科技股份有限公司、浙江国自机器人技术股份有限公司、苏州海通机器人系统有限公司等。近二十家单位各自充分、高效地完成了标准起草组所分发的任务，共同讨论并修改，最终形成了标准征求意见稿。

二、标准编制原则和主要内容

1. 编制原则

本文件根据国情、结合我国标准的体系和有关规定等进行修订，提高标准的综合水平。在编写结构、格式和表达方式上符合我国国家标准 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》。

2. 标准的主要内容

除了标准的规范性要素（范围、规范性引用文件、术语和定义等）外，本文件针对当前智能生产线设计欠缺虚拟重构特性的应用挑战、生产线规划建设、生产制造中布局及流程不合理、任务分配系统和车间生产线响应速度慢、低价值密度异构数据中 useful 信息挖掘困难等问题，提出了智能生产线虚拟重构框架、流程及技术要求，系统性地分析智能生产线的构成，明确智能生产线虚拟重构的步骤顺序，提出智能生产线数据采集、实体重构、仿真模型、虚拟重构相关要求，为智能生产线的优化运行提供一定的技术支撑，同时为企业、设计人员在规划智能生产线时提供一定的指导和借鉴。

本文件将智能生产线分为物理层、虚拟控制层和重构功能层，提出了物理层数据采集与传输能力、柔性重构能力、虚拟控制层数据清洗和存储能力、仿真内容和精度能力、重构流程控制及重构结果评估反馈能力、重构功能层生产线及配套虚拟优化能力等方面的相关要求。

3. 确定标准主要内容论据

本项目从传统制造业向智能化、虚拟化方向进行建设和更新的需求出发，为应对大规模定制时代高度敏捷化、柔性化生产的迫切需求，提出了智能生产线虚拟重构框架、流程及技术要求，旨在跨越制造资源与数字世界之间的交互鸿沟，打造虚拟空间深度融合的新型智能化可重构生产线，并为生产线设计提供新思路与新方法。

（1）标准中的概念和架构

明确智能生产线虚拟重构技术中各层次结构的相关术语、集成架

构。广泛吸收并借鉴了国内外有关数字化车间、云制造、大数据、数字化仿真方面标准化的技术资料，定义和术语部分主要参考国家标准《GB/T 24742-2009 技术产品文件 工艺流程图表用图形符号的表示法》《GB/T 39334.2-2020 机械产品制造过程数字化仿真 第2部分：生产线规划和布局仿真要求》《GB/T 37973-2019 信息安全技术 大数据安全管理指南》。

（2）技术要求的确定

本标准规范了智能生产线虚拟重构技术的总体架构、流程定义、物理层要求、虚拟控制层（数据模块、仿真模块、监控模块）要求及重构功能层要求等，为生产线实现智能虚拟优化提供依据。

本标准主要参考《GB/T 37393-2019 数字化车间 通用技术要求》、《GB/T 38554-2020 云制造仿真服务通用要求》、《GB/T 39334.1-2020 机械产品制造过程数字化仿真 第1部分：通用要求》《GB/T 39334.5-2020 机械产品制造过程数字化仿真 第5部分：典型工艺仿真要求》等相关国家标准；数据安全性要求主要参考《GB/T 37973-2019 信息安全技术 大数据安全管理指南》等相关国家标准；仿真模块建模步骤要求主要参考国家标准《GB/T 39334.2-2020 机械产品制造过程数字化仿真 第2部分：生产线规划和布局仿真要求》。在本标准编制工作中，依据了实施智能生产线虚拟重构技术项目的建设实施经验及专业领域专家建议。另外，也结合了验证情况明确了标准技术条款。

三、主要试验（或验证）情况

1. 试验验证情况

本项目涉及的智能生产线虚拟重构技术和标准中的条款，在虚拟现实技术与系统国家重点实验室、先进仿真技术航空科技重点实验室、复杂系统智能控制与决策国家重点实验室、复杂产品智能制造系统技术国家重点实验室等实验室进行了试验验证，取得了良好效果。在航天、航空、电子、汽车及零配件、基础工业件、轻工、生物等多个行业的多家单位的生产线智能虚拟化改造过程中进行了应用验证。专家和企业给出若干意见，包括调整部分表述、增加某些指标等，收到了良好的验证效果。

标准能够指导和支持制造业企业全面推进生产线智能化、虚拟化建设，为制造企业向智能制造演进提供有效保障，对虚拟重构技术的实施提供基础性标准化支撑。通过智能生产线虚拟重构技术，可为传统制造业企业赋能，并推动智能生产服务平台生态建设。

2. 推广应用论证

国外机构 NASA、通用电气、波音、达索、西门子等在航空、航天、汽车等相关领域在生产线虚拟重构如布局重构和物流重构等方面进行了应用实践。国内在物流业应用较好，在制造业仍被国外机构垄断，急需通过标准提出虚拟重构架构和要求，提高方法的实用性和普适性，为我国研究和应用单位提供指导。

本文件工作组讨论稿完成之后，在相关企业进行了推广应用，包括联想（北京）有限公司、航天科工仿真技术有限责任公司、东风汽车集团股份有限公司、北京极智嘉科技股份有限公司、浙江国自机器

人技术股份有限公司、苏州海通机器人系统有限公司等。为智能生产线的优化运行提供一定的技术支撑，同时为企业、设计人员在规划智能生产线时提供一定的指导和借鉴。

四、标准中涉及专利的情况

本文件不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本文件规定了智能生产线虚拟重构技术的体系架构，并具体定义了智能生产线虚拟重构的流程与阶段，详细阐明了物理层、虚拟控制层（数据模块、仿真模块、监控模块）和重构功能层（产品工艺流程重构模块、生产线布局重构模块、生产调度重构模块、物流调度重构模块）的基本框架与主要功能，为制造企业智能制造和虚拟重构升级提供方向，可降低重构成本，缩短重构周期；通过标准整合技术力量，为虚拟重构在制造企业的应用提供指导。

六、与国际、国外对比情况

国外暂无同类标准。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本文件的主要技术内容符合现行有效国家标准和行业标准的有关规定，并与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

建议按推荐性国家标准发布。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本文件批准发布 6 个月后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无废止现行相关标准的建议。

十二、其他应予说明的事项

无。