



中华人民共和国国家标准

GB/T 39334.3—2020

机械产品制造过程数字化仿真 第3部分：装配车间物流仿真要求

Digital simulation of mechanical products manufacturing process—
Part 3: Requirements of assembly workshop logistics simulation

2020-11-19 发布

2021-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

5 基本流程 2

6 详细要求 3

 6.1 仿真方案制定 3

 6.2 仿真模型构建 4

 6.3 仿真运行与分析 5

 6.4 结果评价与优化 5



前 言

GB/T 39334《机械产品制造过程数字化仿真》分为 5 个部分：

- 第 1 部分：通用要求；
- 第 2 部分：生产线规划和布局仿真要求；
- 第 3 部分：装配车间物流仿真要求；
- 第 4 部分：数控加工过程仿真要求；
- 第 5 部分：典型工艺仿真要求。

本部分为 GB/T 39334 的第 3 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本部分由全国技术产品文件标准化技术委员会(SAC/TC 146)提出并归口。

本部分起草单位：徐工集团工程机械股份有限公司、中机生产力促进中心、中车株洲电力机车有限公司、中国电子科技集团公司第三十八研究所、内蒙古第一机械集团股份有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、南京骏骏软件有限公司、中国航发西安动力控制科技有限公司、西安陕鼓动力股份有限公司、深圳市格林晟科技有限公司。

本部分主要起草人：闫伟驰、王连坤、潘康华、陈杰、方忠民、陈兴玉、周红桥、赵富、甘雨田、邵晓东、王宇、张利民、李洪亮、汪洪敏。

机械产品制造过程数字化仿真

第3部分：装配车间物流仿真要求

1 范围

GB/T 39334 的本部分规定了机械产品制造过程中装配车间物流仿真的一般要求、基本流程,以及仿真方案制定、仿真模型构建、仿真运行分析、结果评价与优化的详细要求。

本部分适用于与机械产品制造过程中装配车间物流仿真有关的应用、开发、服务和研究。

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(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 26099.3—2010 机械产品三维建模通用规则 第3部分:装配建模

GB/T 39334.1 机械产品制造过程数字化仿真 第1部分:通用要求

3 术语和定义

GB/T 26099.3—2010 和 GB/T 39334.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

仓储系统 warehouse system

产品分拣或储存接收中使用的仓库、设备和运作策略的组合。

3.2

配送系统 distribution system

产品运输、装卸过程中使用的设备、路径、布局和运作策略的组合。

3.3

装配过程物流系统 assembly process logistics system

产品装配过程中物料吊装、搬运、人员及其运动策略的组合。

3.4

回收系统 recovery system

产品装配过程中废弃或者不合格物料的收集、搬运、存储及处理的组合。

4 一般要求

机械产品制造过程中装配车间物流仿真符合以下要求:

- 以装配操作和物流过程为基础进行模型的构建;
- 系统资源的各项必要条件定义应清晰准确;
- 装配车间物流仿真应综合考虑仓储、配送、装配及回收等过程物流活动中的各要素,直观地体现装配车间物流活动;
- 仿真模型简化处理时,保留模型基本信息,如重量、尺寸、逻辑控制信息等;

- e) 模型有效、合理；
- f) 装配车间物流仿真建模时可根据验证目的和仿真假设条件进行要素的取舍,在理想状态下可省去设备的故障率信息和人员的操作影响。

5 基本流程

装配车间物流仿真通常包括仿真方案制定、仿真模型构建、仿真运行分析、结果评价与优化 4 个阶段(见图 1),具体如下:

- a) 仿真方案制定。根据生产纲领、产品及工艺信息,明确仿真目标,利用过程建模方法、过程建模方案和仿真资源库,确定仿真平台、仿真输入以及仿真运行控制方式等。
- b) 仿真模型构建。根据仿真方案,利用仿真模型库,结合车间布局、工艺规划、物流规划信息,完成车间布局模型、物流设备模型、物料模型等的三维建模工作,对三维模型轻量化和渲染,并将生产指令及物流规则等引入初始化设置的仿真环境。
- c) 仿真运行分析。将生产过程信息、工艺规划信息、物流规划信息等输入,设置仿真模型出事状态,在仿真算法支持下,构建物流仿真过程序列,对仿真过程中是否存在碰撞问题、物流拥塞、不协调等问题进行实时分析和验证,输出仿真结果。
- d) 结果评价与优化。根据仿真目标、评价指标,制定评价算法,对装配车间物流仿真做出定量和定性的评价,并根据仿真结果以动态、迭代方式对仿真方案进行优化。

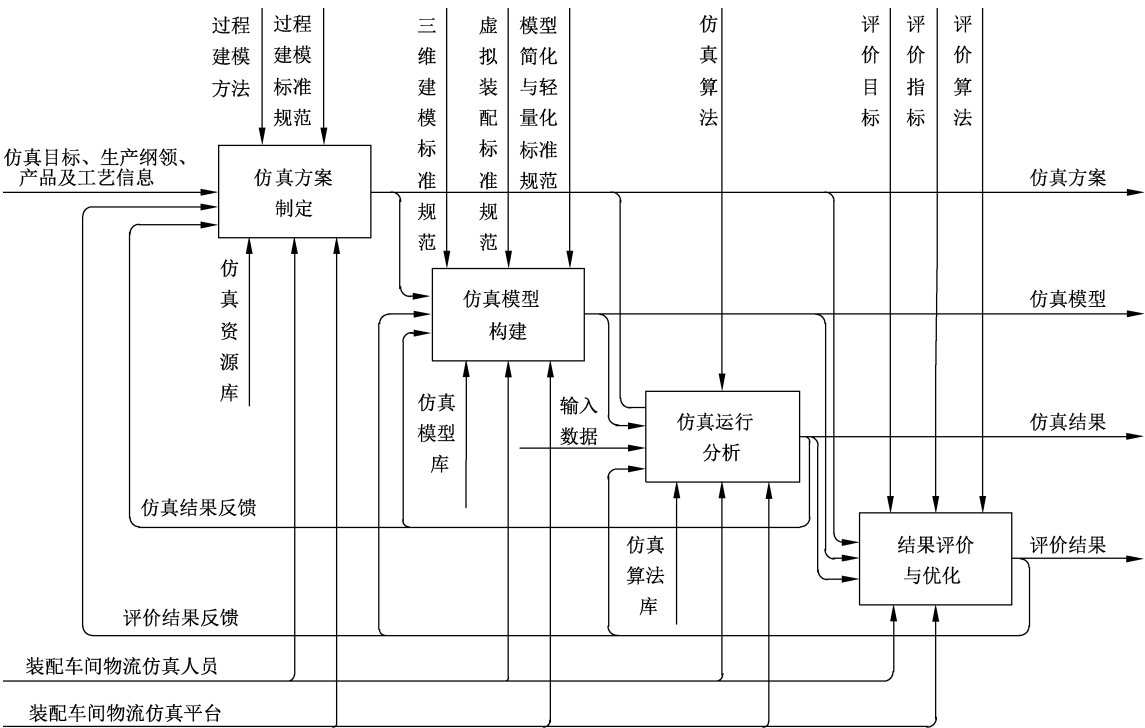


图 1 装配车间物流仿真基本流程

6 详细要求

6.1 仿真方案制定

6.1.1 仿真目标

开展装配车间物流仿真前,应确定仿真目标,具体内容应包括但不限于:

- a) 物流布局设计及优化,即对生产线设置、物流通道、缓存区域等布局仿真优化;
- b) 物料配送方案设计及优化,即对物料配送批次、配送往返时间、物料配送路径、缓存区进出与生产线功能匹配等进行仿真优化;
- c) 物流资源设计及优化,即对物料运转工具数量、配送通道拥挤度和调度等进行仿真优化。

6.1.2 仿真平台

开展装配车间物流仿真前,应搭建好仿真平台,具体内容应包括但不限于:

- a) 三维模型构建软件;
- b) 三维模型渲染与处理软件;
- c) 装配车间物流仿真运行分析软件;
- d) 数据管理软件;
- e) 软件集成接口。

6.1.3 仿真输入

开展装配车间物流仿真前,应明确仿真输入,具体包括:

- a) 生产过程信息。具体内容应包括但不限于:
 - 1) 排产计划,如装配车型、批次计划等;
 - 2) 生产节拍,如产线生产节拍、工位生产节拍等;
 - 3) 车间生产统计信息,如车间工作时间、装配质量合格率、装配返修率等;
 - 4) 开通率及平均故障修复时间,通常包括生产线和工位两级。
- b) 工艺规划信息。具体内容应包括但不限于:
 - 1) 装配车间生产流程,是装配产线之间的工艺流程信息,如部件装配到整机装配的流程信息;
 - 2) 物料装配工序信息,如物料装配顺序、物料装配时间等;
 - 3) 装配资源信息,如物料装配使用的工具、工装分配及装配路径等信息。
- c) 物流规划信息。具体内容应包括但不限于:
 - 1) 物料配送计划,如物料车间物料配送的数量、时间、配送点等信息;
 - 2) 物料运转方式,通常可分为立体运转和平面运转两种形式;
 - 3) 物料运转资源,通常可分为人工、AGV(Automated Guided Vehicle,自动导引运输车)、RGV(Rail Guided Vehicle,有轨制导车辆)、机械吊运等运转工具,应确定物料运转工具、物料运载数量、工具调用控制信息;
 - 4) 物流运转规则,如物流路径、缓存区布局、进出规则、缓存数量、配送物料优先等级设置规则、避让/等待规则等信息。

6.1.4 仿真运行控制

开展装配车间物流仿真前,应明确仿真控制,具体内容应包括但不限于:

- a) 对仿真运行的时钟推进进行设计,如仿真时间与真实时间比例关系;
- b) 对仿真运行中的随机因素进行设计,如物料延迟、配送车辆故障等;
- c) 对仿真运行中的异常情况做出预案,如事件调度逻辑等;
- d) 对仿真结果的评价和验证做出规划,如是否需要参照实物进行验证;
- e) 对仿真目标的优化步骤做出规划。

6.2 仿真模型构建

6.2.1 建模对象

装配车间物流仿真三维建模的对象通常包括装配车间布局模型、工艺过程信息、物料模型、物流资源模型等,其中,装配车间布局模型的具体内容应包括但不限于:

- a) 基础设施模型,通常包括厂房建筑物、辅助设施等信息;
- b) 生产线模型,通常包括生产线布局信息、生产线开通率信息、设备信息等;
- c) 缓存区模型,通常包括缓存区域布局、工装、缓存物料等;
- d) 物流通道模型,通常包括物流路径、物流通道安全区域等。

6.2.2 建模要求

6.2.2.1 装配车间布局模型

装配车间布局模型构建时,应符合以下要求:

- a) 基础设施模型应设定物流通道、缓存区等相关的边界信息,如墙壁与物流通道边缘的安全距离、空中转运时的车间高度信息等;
- b) 生产线模型应设定工位数量、工位布局、工位工装、设备等信息,并设定产线/工位开通率、平均无故障时间等;
- c) 缓存区应设定进出规则、缓存数量、缓存工装、缓存区域布局等;
- d) 物流通道应明确定义物料入口、物流路径、物流等待规则等信息。

6.2.2.2 工艺过程信息

工艺过程信息构建时,应包括但不限于:

- a) 装配路线,包括装配顺序、装配路径、装配下线及出厂路线等;
- b) 工艺节拍,包括各工位和工序的运转、装配和等待时间;
- c) 工艺资源分配,包括装配人员、物料运转方式和装配方式等。

6.2.2.3 物料模型

物料模型构建时,应符合以下要求:

- a) 物料模型应能反映物料的基本几何信息;
- b) 物料应设定对应进厂单次数量;
- c) 设定物料的工位工序需求数量;
- d) 设定使用的运载工具,以及单次运载的物料数量。

6.2.2.4 物流资源模型

物流资源模型信息构建时,应符合以下要求:

- a) 设定物流资源的数量 and 对应运载物料;
- b) 设定物流资源的等待、调度规则;



- c) 设定物流资源的运动路径长度、运动速度等信息；
- d) 设定物流资源的开通率和平均无故障时间等信息。

6.2.2.5 仿真控制系统配置

仿真模型构建完成后,应按照仿真方案设定的仿真信息输入,并对仿真控制参数进行配置。仿真控制系统配置具体内容应包括但不限于:

- a) 仿真时间控制:确定仿真运行的时钟推进、分配规则;
- b) 工艺过程控制:确定零部件的加工顺序、加工方法、物流运转节拍;
- c) 设备运动控制:确定加工设备的运动参数和工作时间,工作时间除手工输入外,应支持通过设定设备运行参数如速度、形式、路径等计算给出;
- d) 路径过程控制:确定物料、生产人员和物流设备模型的运动路径,物流时间除手工输入外,应支持通过设定人员、设备运行参数如速度、形式、路径等计算给出;
- e) 干涉检查控制:确定干涉检查的范围、对象和时间;高亮显示干涉内容,设备物流运行支持干涉停止;支持人员、物流设备等的自动路径规划,智能找到避让障碍的最短路径;
- f) 异常处理控制:对仿真运行中的随机因素进行设计,如物料延迟、配送车辆故障等。

6.3 仿真运行与分析

6.3.1 装配车间物流仿真时,首先应调用车间布局模型、物流资源模型、物料信息,并设置初始工作状态。

6.3.2 装配车间物流仿真时,应输入仿真参数,通常包括生产过程信息、工艺规划信息、物流规划信息等。

6.3.3 装配车间物流仿真运行分析过程中应注意检查以下内容:

- a) 物料是否按时、按量配送,是否存在拥塞;
- b) 物料内部运转过程中是否干涉、人员配比和设备配比是否合理;
- c) 线边存储是否存在缺料或者物料过多等问题。

6.3.4 装配车间物流仿真输出的结果通常包括:

- a) 物流通道:通道内同时出现的运送工具、人员等数量,评价是否通畅;
- b) 运送工具:运送工具的数量,以及运送工具的空闲时间、运输时间、装载和卸载时间、空载时间等,评价运送工具利用率情况;
- c) 物料配送:物料到达生产线所用时间、装配物料等待时间、装配过程的人员及工具负荷率等,评价物料的配送是否及时,以及对装配线平衡性的影响;
- d) 产能分析:一段时间内各生产线的装配数量,以及装配车间总体装配数量。

6.4 结果评价与优化

6.4.1 仿真结果评价

装配车间物流仿真结果评价应符合以下要求:

- a) 装配车间物流仿真过程中的仓储系统、配送系统、装配过程物流系统和回收系统规划内容是否合理,物流通道是否存在拥塞、等待时间过长等情况,是否满足生产纲领要求;
- b) 对仿真过程中人员、设备的搬运及路径等进行分析,并对物流过程是否安全进行评价(如人员疲劳度、路径干涉、碰撞、最小间隙等),输出人员、物流设备等的自动路径规划方案,即避让障碍的最短路径;
- c) 仓储容量及库存、人员及设备配置利用率、物料配送及时性、物流系统平衡性等;

- d) 分析入库、库存、设备及资源利用率等信息,综合评估物流成本。

6.4.2 仿真方案优化

装配车间物流仿真方案优化应包括但不限于:

- a) 优化物流布局。具体内容包括:
 - 1) 优化生产线工位、工序设置、线边存储缓存规则;
 - 2) 优化生产线间缓存区域和规则;
 - 3) 优化物流布局,通常分为平面布局与立体空间布局;
 - 4) 优化物流通道设置。
 - b) 物料配送方案。具体内容包括:
 - 1) 优化物料配送批次、时间;
 - 2) 优化物料运载单次数量;
 - 3) 优化物料配送路径、缓存区进出及存储控制等。
 - c) 物流资源。具体内容包括:
 - 1) 优化运转工具、操作者的数量;
 - 2) 优化运转工具、操作者调度逻辑;
 - 3) 优化运转工具等待规则;
 - 4) 优化运载方式、路径及速度等。
-

