



中华人民共和国国家标准

GB/T 39334.4—2020

机械产品制造过程数字化仿真 第4部分：数控加工过程仿真要求

Digital simulation of mechanical products manufacturing process—
Part 4: Requirements of NC machining process simulation

2020-11-19 发布

2021-03-01 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

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类 1

 4.1 按仿真目标分类 1

 4.2 按加工类型分类 1

5 一般要求 1

6 基本流程 2

7 详细要求 2

 7.1 仿真方案制定 2

 7.2 仿真模型构建 3

 7.3 仿真运行分析 4

 7.4 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 4 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、中国电子科技集团公司第三十八研究所、中车株洲电力机车有限公司、河南柴油机重工有限责任公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、陕西法士特齿轮有限责任公司、西安电子科技大学、西安陕鼓动力股份有限公司、中国电子科技集团公司第三十研究所、深圳市格林晟科技有限公司。

本部分主要起草人：赵正龙、武瑞、辛明哲、陈杰、魏一雄、沈龙江、顾向阳、韦韡、严鉴铂、余功炎、刘焕玲、张胜利、韩增福、杨平、陈正江、汪洪敏。



机械产品制造过程数字化仿真

第4部分：数控加工过程仿真要求

1 范围

GB/T 39334 的本部分规定了机械产品制造过程中数控加工过程仿真的分类、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。

本部分适用于机械产品制造过程中数控加工过程仿真有关的应用、开发、服务和研究。

本部分不适用于加工的物理参数仿真。

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 4863 机械制造工艺基本术语

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 4863 和 GB/T 39334.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类

4.1 按仿真目标分类

根据数控加工过程仿真的目标分类,通常可分为刀具轨迹仿真、加工干涉检查、加工工艺参数(切削量、进给量、转速等)仿真等。

4.2 按加工类型分类

根据数控加工的类型分类,通常可分为车削加工仿真、铣削加工仿真等。

5 一般要求

5.1 数控加工过程仿真应符合以下要求：

- 符合 GB/T 39334.1 的基本要求；
- 采用三维模型；
- 仿真输入数据包括机床模型、刀具模型、夹具模型、工序模型及数控程序等；
- 仿真结果能以三维动画等形式直观展示出来；
- 对仿真结果进行分析评价和优化,必要时可采用试加工的方式进行验证。

5.2 仿真软件宜与三维设计建模系统、数控编程系统、工艺设计系统等集成,并共享机床模型、刀具模

型、夹具模型、数控程序等。

6 基本流程

数控加工过程仿真应包括仿真方案制定、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。以加工工艺信息为输入，收集相关资料和规范，确定仿真目标，输出包含仿真手段和仿真路线等的方案。
- b) 仿真模型构建。根据仿真方案，从仿真模型库中调用或新建工序模型、机床模型、刀具模型、夹具模型等，形成用于仿真的模型。
- c) 仿真运行分析：以仿真模型和仿真方案为基础，输入数控程序、工艺参数等，选择适当的算法，对刀具轨迹、加工干涉等进行计算和监控，并输出可供分析的数据图、表、可视化的结果文件等。
- d) 结果评价与优化。以仿真结果为评价对象，按照适当的评价算法，对照评价目标和指标，形成评价结果，进而以动态、迭代的方式对仿真方案和加工工艺进行调整和优化。

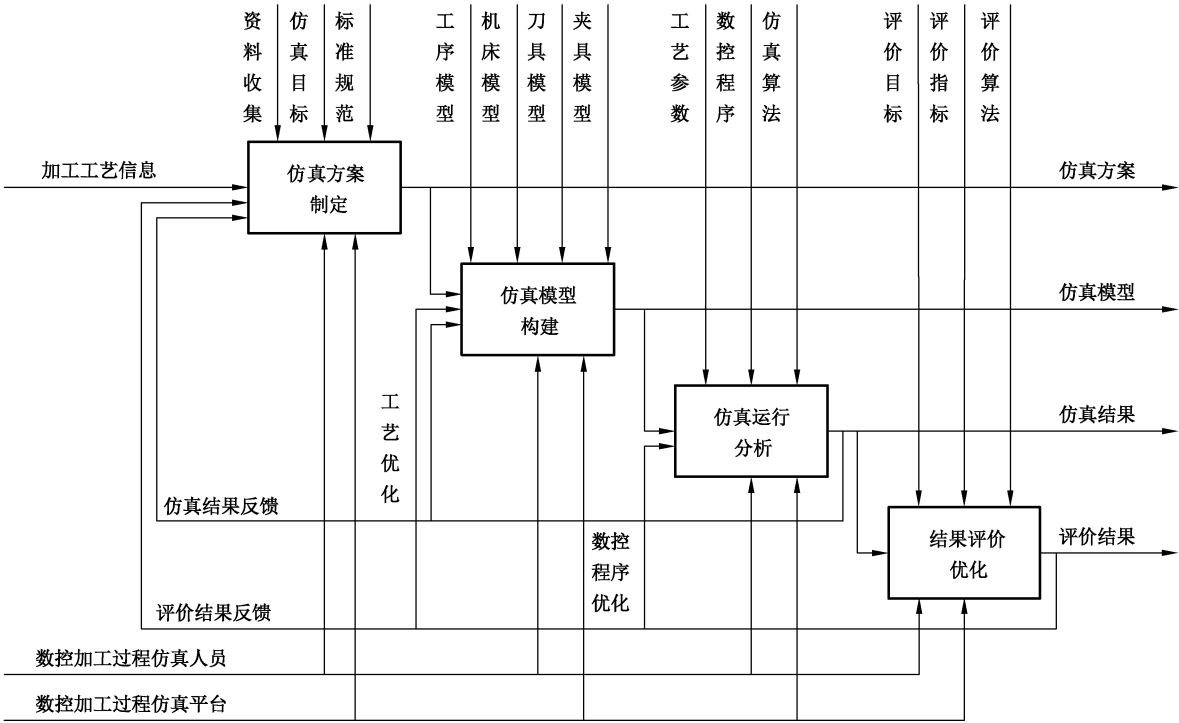


图 1 数控加工过程仿真基本流程

7 详细要求

7.1 仿真方案制定

7.1.1 仿真目标

开展数控加工过程仿真前，应确定仿真目标，具体内容应包括但不限于：

- a) 验证数控程序是否正确，检查过切、欠切等现象；

- b) 验证数控程序的效率,检查加工时间等;
- c) 验证工艺可行性,检查刀具和机床、刀具和工件、刀具和夹具、工件和机床之间的干涉状况;
- d) 验证工件加工的质量,进行加工精度和表面质量预测。

7.1.2 仿真平台

开展数控加工过程仿真前,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) 数控加工过程仿真运行分析软件;
- d) 数据管理软件;
- e) 软件集成接口。

7.1.3 其他

7.1.3.1 应根据仿真目标明确所需包含的输入对象,如工序模型,刀具、机床、夹具模型,数控程序,加工参数,外部环境参数等。

7.1.3.2 应综合考虑仿真精度和成本,明确仿真的空间、时间范围,制定合理的边界约束条件。

7.2 仿真模型构建

7.2.1 工作内容

数控加工过程仿真在建模阶段通常应进行以下工作,包括工序模型、机床模型、刀具模型、夹具模型构建,控制系统配置等。

7.2.2 工序模型构建

7.2.2.1 数控加工过程仿真工序模型的构建应符合以下要求:

- a) 以工件的工序模型为基础进行;
- b) 平滑处理通过数据转换获取的模型曲线;
- c) 构建完成的模型具备相应的精度和公差等级;
- d) 根据需求选择模型的尺寸控制方式,包括中间尺寸建模和基本尺寸建模;
- e) 能被数控加工仿真系统读取并重用。

7.2.2.2 数控加工过程仿真工序模型的构建宜符合以下要求:

- a) 建模坐标系与编程坐标系统一;
- b) 复用设计模型,以提高设计模型的重用率。

7.2.3 机床模型构建

机床模型的构建应符合以下要求:

- a) 将数控机床实体按照运动逻辑关系进行分解,并为各部件构建较为简单的模型,然后按照它们之间的逻辑结构关系进行装配;
- b) 在了解数控机床各轴之间的相互运动关系及相关参数的基础上,建立机床运动轴组件拓扑结构;
- c) 机床组件模型的尺寸大小、位置关系与实际机床结构完全相同,并进行必要的简化,省去一些与仿真无关的冗余部件;

- d) 设定机床相关参数,如机床初始化设置、机床的换刀位置、机床行程等。

7.2.4 刀具模型构建

7.2.4.1 刀具模型的构建应符合以下步骤:

- a) 建立刀具,包括确定刀具类型,定义刀具直径、刀具长度、刀具刃长、刀具夹持点和刀尖点;
- b) 建立刀柄;
- c) 根据程序中刀具名称或刀具刀号给刀具命名;
- d) 根据实际工艺需要设定刀具夹持点。

7.2.4.2 刀具类型、规格、刀具参数应与现场机床一致,防止刀具调用错误导致撞刀。



7.2.5 夹具模型构建

夹具模型的构建应符合以下要求:

- a) 具备主要的外廓几何要素;
- b) 模型特征满足碰撞、干涉等仿真要求。

7.2.6 仿真控制系统配置

7.2.6.1 设置好机床的组成和结构后,应进行控制系统配置,使机床具有解读数控代码、插补运算等功能。

7.2.6.2 宜在仿真软件中配置控制系统库,并直接调用。

7.3 仿真运行分析

7.3.1 应调用机床模型、刀具模型、夹具模型和工件毛坯模型,并设置工件坐标系原点、刀补参数等。

7.3.2 加载的数控程序应符合以下要求:

- a) 包含各编程坐标系的程序代码;
- b) 包含进退刀点及刀具补偿地址代码:
 - 1) 进退刀点不会和工件及其他刀具发生干涉,在确保安全的情况下,尽量减少空走刀行程;
 - 2) 多把刀具不要选择同一退刀点,方便后期刀具轨迹的拾取;
 - 3) 刀具进刀的时候尽量从加工点的延长线切入,保护刀尖,同时防止不完全加工;
 - 4) 刀具补偿量与刀具参数符合。
- c) 包含完整的转速、进给量等参数;
- d) 具备加工过程的完整刀具轨迹信息。

7.3.3 数控加工过程仿真运行中的检查内容应包括但不限于:

- a) 检查是否有过切、欠切、碰撞干涉等问题;
- b) 检查刀具补偿信息是否正确;
- c) 检查主轴转速、进给速度是否与当前数控机床匹配等;
- d) 仿真过程中状态应可控制,可按照仿真进程显示程序。

7.3.4 数控加工过程仿真的输出结果应包括但不限于:

- a) 工件的仿真结果模型;
- b) 数控加工过程动画;
- c) 干涉、碰撞等的可视化提示信息;
- d) 加工时间、材料去除率等的工艺文件报表。

7.4 结果评价与优化

7.4.1 仿真方案评价与优化

7.4.1.1 对数控加工过程仿真方案的评价应包括但不限于：

- a) 结果精度是否符合预期；
- b) 对模型的简化是否导致计算值失真。

7.4.1.2 评价后应对仿真方案做出调整和优化，具体应包括但不限于：

- a) 重新选择仿真的模型精度；
- b) 对仿真区域进行划分；
- c) 调整仿真的边界条件和加载方式；
- d) 调整仿真计算的时间范围等。

7.4.2 加工工艺评价与优化

7.4.2.1 对数控加工工艺的评价应包括但不限于：

- a) 对数控程序的正确性进行判断，是否出现过切、欠切等情况；
- b) 对数控程序的效率进行分析，如无效切削是否存在，以及加工中的材料的去除率、加工时间、走刀路径是否最优，并估算加工成本；
- c) 对工艺的可行性进行判断，如是否存在刀具与机床、刀具与夹具、工件与夹具等的干涉和碰撞，是否有切伤工件、损坏夹具、折断刀具、碰撞机床或超出行程的情况；
- d) 对加工质量进行分析，如根据仿真，评估加工后的表面粗糙度是否满足设计要求、是否存在过大的进给，影响尺寸精度等。

7.4.2.2 评价后应对数控加工工艺做出调整和优化，具体应包括但不限于：

- a) 对仿真中出现的干涉、碰撞、过切、欠切等情况进行分析，并修改数控程序，反复迭代后输出正确的数控程序和几何仿真视频文件；
- b) 消除无效切削，优化切削参数和路径，提高切削速度，提高加工效率；
- c) 对工件模型与设计要求进行比对分析，若其的差异性不满足要求，则修改加工参数和数控程序，并继续进行数控加工过程仿真，直至切削模型满足设计要求。