

数控加工技术和 NCSIMUL 环境下的仿真

清华大学出版社数字出版网站

WQBook  书文
局泉
www.wqbook.com

ISBN 978-7-302-30732-4



定价：45.00元

数控加工技术和 NCSIMUL环境下的仿真

卓勇 席文明 姚斌 姚博世 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以 NCSIMUL 数控加工仿真软件使用教程为模板,以中文界面的形式进行讲解。为了便于不同层次的用户,本书在内容的组织和章节的编排方面深入浅出,综合考虑数控仿真软件的实际应用经验、操作步骤、思路及技巧,配以数控加工的刀位计算基础理论、数控机床的结构运动形式,从理论到实际、图文并茂地帮助读者轻松学习和掌握 NCSIMUL 数控加工仿真软件的功能和应用技术。全书分为 12 章,全面讲述了 NCSIMUL 数控加工仿真软件的用户管理、机床仿真环境、刀具库、毛坯夹具零件、工作构建、过程仿真检查、接口批处理和切削优化等重要功能;同时介绍了刀位计算的常用数学基础,给出了一些机械加工装备的结构运动形式以便帮助读者学习。本书配备相关的示例操作示范及其配套学习光盘,读者只需按照教程中的步骤做成、做会、做熟,再举一反三,就能扎扎实实地掌握 NCSIMUL 软件在数控加工仿真技术领域中的实际应用。

本书既可以作为法国 SPRING Technologies 公司在中国的用户培训教材,也可以作为国内 NCSIMUL 用户在实际使用中的参考教程,还可以作为国内高等院校机械、机电及相关专业学生的学习教材。具有数控加工专业知识的技术人员亦可以此为自学参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数控加工技术和 NCSIMUL 环境下的仿真/卓勇等编著. --北京:清华大学出版社,2013.1
ISBN 978-7-302-30732-7

I. ①数… II. ①卓… III. ①数控机床—加工—仿真程序 IV. ①TG659 ②TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 283549 号

责任编辑:庄红权

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.25 插 页:1 字 数:537 千字
(附光盘 1 张)

版 次:2013 年 1 月第 1 版

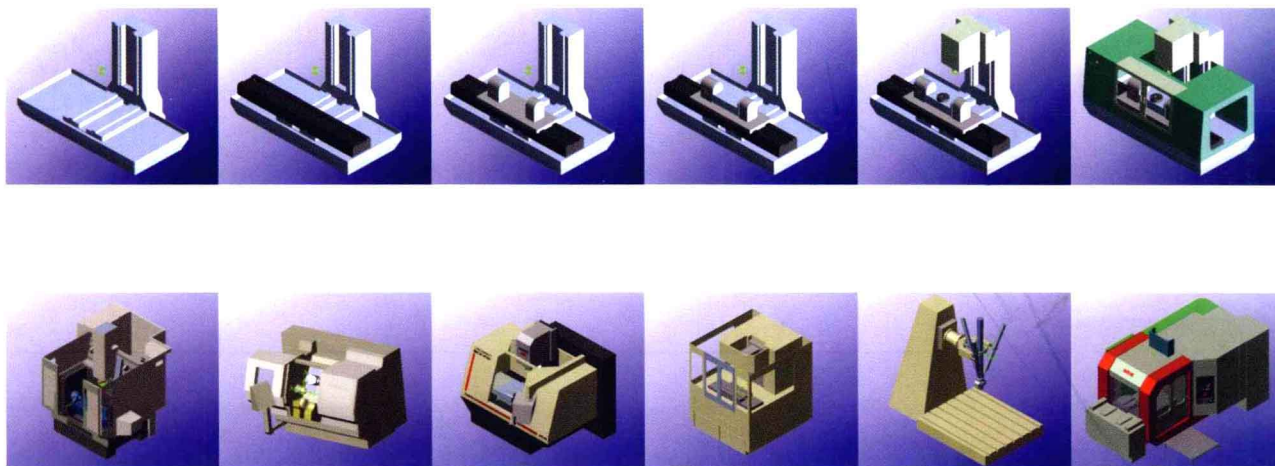
印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

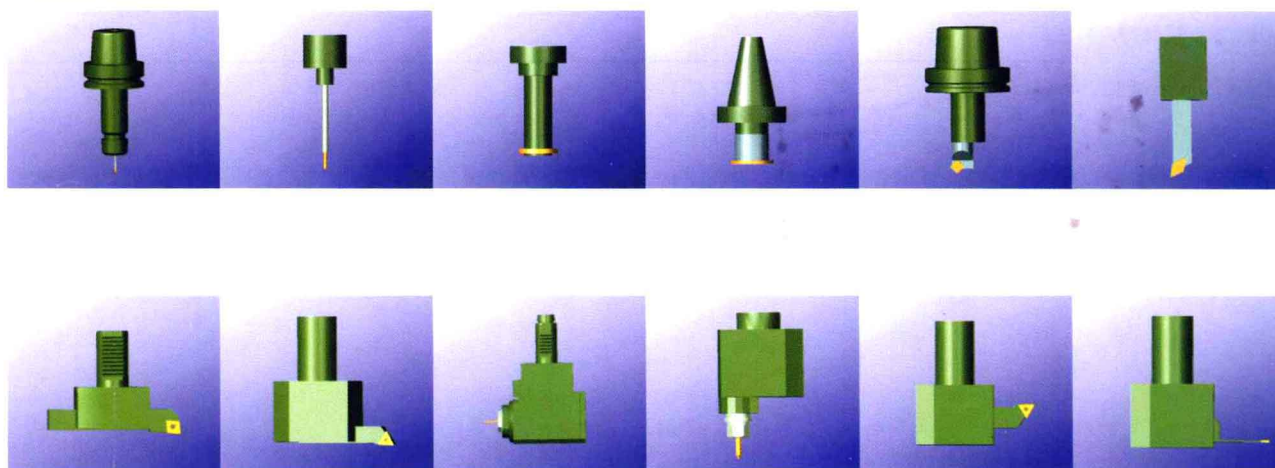
定 价:45.00 元

产品编号:050959-01

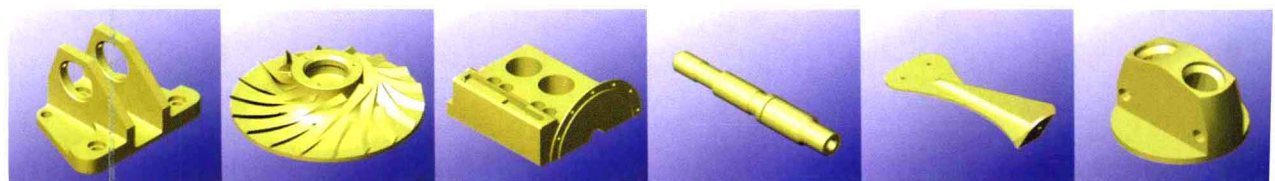
第 3 章 >>



第 4 章 >>

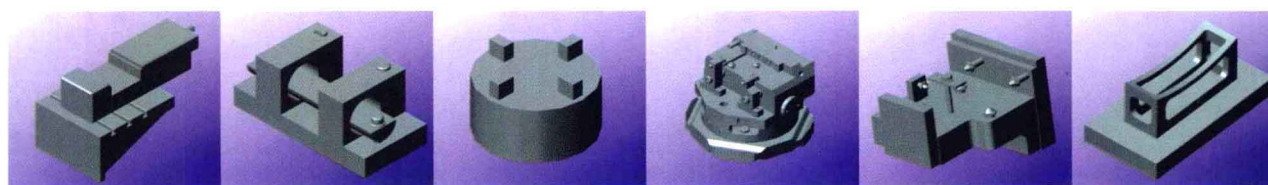


第 5 章 >>

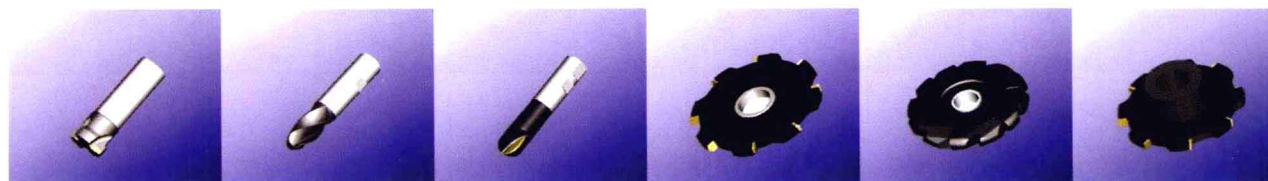


本书作品欣赏

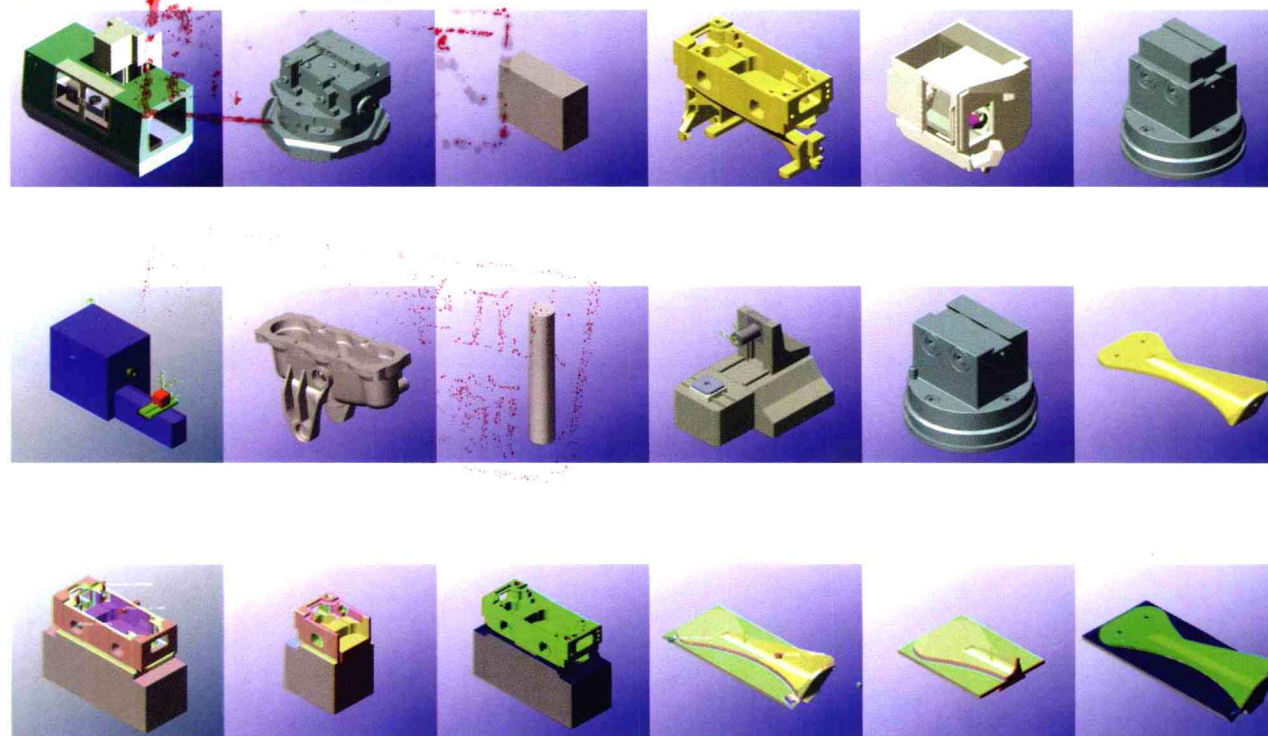
第 5 章 >>



第 9 章 >>



第 10 章 >>



法国 SPRING Technologies 公司开发的 NCSIMUL 数控加工仿真软件作为世界上应用最广泛的专业数控加工仿真系统,具有强大的三维加工仿真、验证、优化等功能,广泛应用于汽车制造、航空航天、模具制造等行业,目前在国内也拥有越来越多的用户群体。2010 年推出的最新版本 8.9 版为使用者提供了一个功能更强大、使用更方便、速度与效率更高的数控加工仿真平台。

本书以 NCSIMUL 数控加工仿真软件使用教程为模板,在内容的组织和章节的编排方面,主要按 NCSIMUL 数控加工仿真软件功能模块划分,遵循循序渐进的原则。不仅介绍 NCSIMUL 软件的具体功能,而且还介绍复杂曲面加工成形、数控切削机床结构等相关的基础理论知识,最后通过几个实例讲解 NCSIMUL 软件在数控加工仿真的关键技术应用。全书共分 12 章,从使用者的角度出发,通过功能介绍和实例讲解,全面讲述了 NCSIMUL 数控加工仿真软件的环境界面、基本操作、参数设置、用户管理、机床仿真环境创建、控制系统配置、刀具库刀具定义、毛坯夹具零件定义、工作构建、程序调用、过程仿真、检查分析、接口批处理和切削优化等重要功能。

软件以中文界面的形式进行讲解,综合考虑数控仿真软件的实际应用经验、操作步骤、思路及技巧,从理论到实际、图文并茂地帮助读者轻松学习和掌握 NCSIMUL 数控加工仿真软件的功能和应用技术。为方便读者学习,本书配备相关的示例操作示范,读者可以按照教程中的步骤做成、做会、做熟,再举一反三,就能扎扎实实地掌握 NCSIMUL 软件在数控加工仿真技术领域中的实际应用。

本书由厦门大学机电工程系卓勇、席文明、姚斌和姚博世合作编著。在编写过程中,厦门大学机电工程系教授姚斌负责全程策划;法国 SPRING Technologies 公司总经理冯彦卓提供经费支持;法国 SPRING Technologies 公司的王志、郝伟技术工程师,汉江机床股份有限公司的赵仲琪总工程师及邓顺贤、周斌高级工程师等人提供了技术支持。参与本书编写及实例创作的还有博士研究生沈志煌,硕士研究生彭明军、赵鑫、兰国玮、卢杰、张凌、吴燕君、欧阳醒、熊雄、赵文昌、林祖文、王萌萌。在此对所有参与者的努力、支持和帮助表示衷心的感谢。

本书是编者在从事数控加工技术工作和使用 NCSIMUL 数控加工仿真软件后的经验总结,限于作者水平,加之时间仓促,错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正,以利我们今后的改进。

编 者

2012 年 11 月

第 1 章 NCSIMUL 软件介绍	1
1.1 概 述	1
1.2 NCSIMUL 软件的定位	2
1.3 NCSIMUL 的性能特点	3
1.4 NCSIMUL 软件的安装	10
1.4.1 硬件配置	10
1.4.2 软件安装	11
1.4.3 技术支持	15
1.5 NCSIMUL 软件许可证配置	15
1.5.1 NCSIMUL 许可证介绍	15
1.5.2 第一次启动 NCSIMUL/许可文件过期后重启	18
1.5.3 设置浮动工作站许可证	20
1.6 NCSIMUL 软件工作界面	20
1.6.1 NCSIMUL 启动界面	20
1.6.2 NCSIMUL 主窗口	21
1.6.3 NCSIMUL 工作原理	22
1.6.4 3D 窗口	23
1.6.5 程序窗口	28
1.6.6 NCSIMUL 选项设置	28
1.7 NCSIMUL 软件选项	29
1.7.1 NCSIMUL 参数预设	29
1.7.2 NCSIMUL 快捷键设置	35
第 2 章 NCSIMUL 用户管理	37
2.1 NCSIMUL 用户管理概述	37
2.2 创建新用户	37
2.3 更改用户	38
2.4 修改用户工作属性	39

2.5	删除用户	41
2.6	用户信息	41
第3章	NCSIMUL 机床仿真环境	42
3.1	NCSIMUL 机床的定义	42
3.2	NCSIMUL 机床的创建	42
3.3	NCMOTION 工具	46
3.3.1	简介	46
3.3.2	环境	46
3.3.3	新机床	47
3.3.4	设定参数	54
3.3.5	导入机床	59
3.4	交互注释	59
3.5	NCSIMUL 五轴机床构建示例	62
3.5.1	准备工作	62
3.5.2	CAD 模型准备	63
3.5.3	NC 控制器准备	64
3.5.4	在 NCSIMUL 中创建新机床	64
3.5.5	在 NCMOTION 中配置机床运动	64
3.5.6	新机床配置	75
第4章	NCSIMUL 刀具库	77
4.1	NCSIMUL 刀具库概述	77
4.2	刀具定义	79
4.3	3D 刀具	83
4.4	针对刀具定义的 CAD 文件	85
4.5	刀具的复制和粘贴	89
4.6	探针(探尺)	89
4.7	NCPROFIL 模块	91
4.8	NCSIMUL 刀具库及刀具创建示例	96
4.8.1	创建新的刀具库	96
4.8.2	新刀具定义	97
第5章	NCSIMUL 的毛坯、夹具和零件定义	108
5.1	毛坯	108
5.2	夹具	112
5.3	零件	114
5.4	NCSIMUL 毛坯、夹具和零件定义示例	116

第 6 章 NCSIMUL 的工作	120
6.1 NCSIMUL 工作简介	120
6.2 工作构建	123
6.3 工作准备	134
6.3.1 工作元素	134
6.3.2 工作初始化	137
6.4 工作检查	141
6.4.1 信息窗口	142
6.4.2 程序	145
第 7 章 NCSIMUL 工作仿真及检查分析	151
7.1 仿真简介	151
7.1.1 仿真工具栏的功能	151
7.1.2 仿真参数	152
7.1.3 确认工作在 NCMAC 格式下仿真	159
7.2 工作仿真	161
7.3 仿真分析	163
7.3.1 测量	163
7.3.2 比较	168
7.3.3 剖面	170
7.4 录像	173
7.5 3D 录像	174
7.6 NCPLAYER 仿真演示	175
第 8 章 NCSIMUL 的接口及批处理功能	180
8.1 数据的导入/导出	180
8.1.1 数据的导入格式	180
8.1.2 用户间数据传递	187
8.1.3 工作的导入/导出	188
8.1.4 导出刀具轨迹	188
8.1.5 导出结果	190
8.2 批量处理功能	191
第 9 章 OPTITool 切削优化	195
9.1 OPTITool 切削优化简介	195
9.1.1 OPTITool 简介	195
9.1.2 TOOLSIMUL 优化的前提: 定义刀具和毛坯	197
9.2 OPTITool 切削优化流程	199



9.2.1	切削计算阶段	199
9.2.2	切削分析阶段	203
9.2.3	刀路和切削条件的优化阶段	206
9.2.4	载荷计算	209
9.2.5	优化程序的编辑阶段	210
9.2.6	导出优化数据	211
9.3	OPTITOOL 切削优化示例	212
第 10 章	NCSIMUL 仿真工作示例	228
10.1	用 NCSIMUL 软件仿真加工的工作过程	228
10.2	五轴机床加工仿真示例	229
10.2.1	启动 NCSIMUL	229
10.2.2	用户创建和更改	230
10.2.3	工作创建	231
10.2.4	工作仿真	237
10.3	三轴车床加工仿真示例	239
10.3.1	新工作创建	239
10.3.2	新元素创建	239
10.3.3	元素加载和工作检查	253
10.3.4	工作仿真	255
10.4	四轴铣削加工仿真工作示例	255
10.4.1	准备工作	255
10.4.2	新工作创建	256
10.4.3	元素加载	256
10.4.4	工作检查	258
10.4.5	工作仿真	261
10.4.6	解决仿真错误	261
10.4.7	仿真结果及其分析	263
10.5	五轴铣削加工仿真工作操作	265
10.5.1	NCSIMUL 用户选择	265
10.5.2	NCSIMUL 工作加载	266
10.5.3	NC 程序分析	270
10.5.4	数控加工工作仿真	272
10.5.5	解决仿真错误	274
10.5.6	仿真结果分析	277
10.5.7	刀具长度优化	279
10.5.8	数据输出/通信	281

第 11 章 数控加工成形曲面的常用数学基础	283
11.1 曲线论基本知识	283
11.1.1 曲线的矢量方程和参数方程	283
11.1.2 矢函数	285
11.1.3 导矢在曲线、曲面造型中的应用	286
11.1.4 弧长参数化	288
11.1.5 活动标架	293
11.1.6 曲线论的基本公式	294
11.2 曲面论基本知识	296
11.2.1 曲面的参数方程和矢量方程	296
11.2.2 曲面上参数曲线的切矢	298
11.2.3 二次函数的全微分	300
11.2.4 复合函数的偏导数	300
11.2.5 曲面上曲线的切矢和曲面的法矢	301
11.2.6 曲面的等距面	303
第 12 章 数控机床结构及加工基础	304
12.1 数控机床的基本知识	304
12.1.1 数控机床概述	304
12.1.2 数控机床分类	306
12.1.3 典型数控机床简介	308
12.1.4 数控编程技术基础	312
12.2 数控机床的结构	318
12.3 数控机床运动学原理	323
12.4 机床总体结构方案设计	328
12.5 数控加工工艺基础	332
12.5.1 数控加工工艺系统的基本组成	332
12.5.2 数控加工工艺性分析	333
12.5.3 加工方法选择	334
12.5.4 数控加工工艺路线的设计	335
12.5.5 确定走刀路线和安排加工顺序	336
12.5.6 刀具的选择	337
12.5.7 切削用量的选择	343
参考文献	345



NCSIMUL 软件介绍

1.1 概述

随着社会生产和科学技术的飞速发展,机械制造技术发生了很大变化,传统的普通机械加工设备已经难以适应市场对产品多样化的要求。20 世纪中叶,一种以数字控制技术为核心的新型数字程序控制机床产生了。20 世纪 70 年代以来,随着计算机技术、传感技术、检测技术、自动控制技术及机械制造技术等不断进步,数控机床技术得到了迅速的发展。

数控机床加工零件是靠数控指令程序控制来完成的。为确保数控程序的正确性,防止加工过程中干涉和碰撞的发生,在实际生产中,起初常采用试切的方法进行检验,但这种方法费工费料,代价昂贵,增加生产成本,并延长了产品的加工时间和生产周期。后来采用轨迹显示法,即以划针或笔代替刀具,以着色板或纸代替工件来仿真刀具运动轨迹的二维图形显示法。这种方法可以显示二维加工轨迹,也可以检查一些大的错误,但其运动仅限于平面,有相当大的局限性。对于工件的三维和多维加工,也有用易切削的材料代替工件(如石蜡、木料、改性树脂和塑料等)来检验加工的切削轨迹。但是,试切要占用数控机床和加工时间。为此,人们一直在研究能逐步代替试切的计算机仿真方法,并在试切环境的模型化、仿真计算和图形显示等方面有所突破。在这种情况下,数控加工的计算机仿真技术应运而生。

数控加工仿真是采用计算机图形学的手段对加工零件切削过程进行模拟,具有快速、逼真、成本低等优点。它采用可视化技术,通过仿真和建模软件,模拟实际加工过程,在计算机屏幕上将铣、车、钻、镗等加工工艺的加工路线描绘出来,并能提供错误信息反馈,使工程技术人员能预见制造过程,及时发现生产过程中的不足,有效预测数控加工过程和切削过程的可靠性及高效性,还可以对一些意外情况进行控制。数控加工仿真代替了试切等传统的刀具轨迹检验方法,大大提高了数控机床的有效工时和使用寿命,因此在制造业得到了越来越广泛的应用。

数控加工仿真是 CAD/CAM 技术中的关键技术,是数控技术、仿真技术与虚拟现实技术等先进技术的交叉应用。

法国 SPRING Technologies 公司开发的 NCSIMUL 软件是世界上应用最广泛的专业数控加工仿真系统,具有强大的三维加工仿真、验证、优化等功能,可运行于安装 Windows 操作系统的计算机上。2010 年推出的最新版本 8.9 版为过程仿真提供了有效支持。NCSIMUL 软件目前已广泛应用于汽车制造、航空航天、模具制造等行业,其最大特点是可

仿真各种 CNC 系统,能仿真 CAM 后置处理的 NC 程序和手工编制的程序,其整个仿真过程包含程序验证、分析、机床仿真、优化和模型输出等。

1.2 NCSIMUL 软件的定位

1. 客户的定位

对于想达成下述目标并正在使用复杂的数控机床且想安全有效地进行生产的客户,

- 缩短数控加工程序的验证时间;
- 避免机床碰撞;
- 通过优化提高加工效率;
- 延长刀具使用寿命;
-

NCSIMUL 软件是最好的选择之一。

2. 软件的定位

NCSIMUL 软件在数控(NC)生产中的定位如图 1.1 所示,通过 NCSIMUL 软件仿真模拟 CAM 软件后处理的 NC 程序,找出其潜在错误及加工中的危险(如碰撞、过切等),以使机床安全高效地运作。

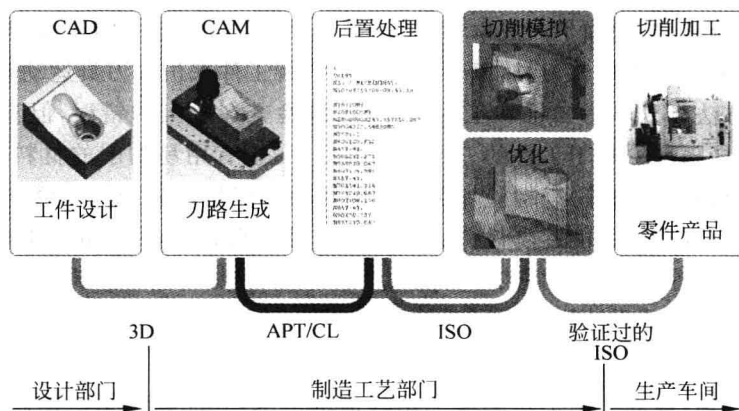


图 1.1 NCSIMUL 在 NC 生产中的定位

NCSIMUL 考虑了数控系统 (HEIDENHAIN、FANUC、SIEMENS 等)、机床参数 (RTCP 功能、多轴、并联机床,机器人等)以及加工者的操作(定位、装夹)等,从而使 NC 仿真更接近实际加工。

3. NCSIMUL 的特长

- 致力于加工领域的 NC 程序编译和仿真;
- 基于 OpenGL 3D 技术的 Windows 特性用户界面;

- 3D 仿真、NC 程序和信息窗口的相互关联；
- 加工仿真前的刀具路径显示和错误检测；
- 可动态缩放与旋转的全视角机床运动与材料去除的 3D 仿真；
- 支持所有类型机床的仿真(并联机构、多转塔、多主轴、托盘转换、柔性装配线)；
- 构建机床的图形化界面(NCMOTION)；
- 优化切削环境。

4. 安装 NCSIMUL 所获的收益

- 平均 6 个月的投资回报时间；
- 减少在机床上的程序验证时间,提高生产率；
- 减少机床的无效运行时间(例如试切等),缩短生产周期；
- 避免机床零部件损坏；
- 更短的培训周期；
- 更短的加工时间。

NCSIMUL 可代替数控机床来调整 NC 程序,从而将机床完全用于生产。

1.3 NCSIMUL 的性能特点

NCSIMUL 的产品结构是以客户所需要的高质量解决方案为目标而建立的。解决方案以标准形式提供了所有用于仿真数控机床运动状态、执行生产前检验和分析 NC 程序的功能。这些标准功能分为: NC 程序分析,加工仿真,结果分析及输出,程序优化(OPTITool)。

图 1.2 所示为 NCSIMUL 仿真校验的过程。

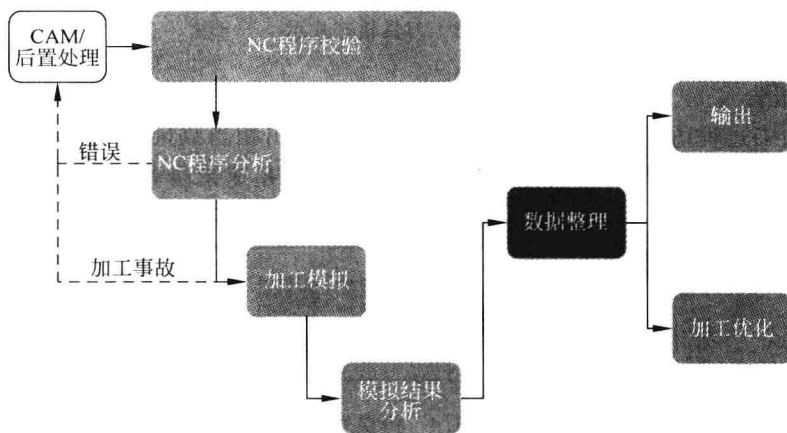


图 1.2 NCSIMUL 仿真校验的过程

1. NC 程序分析

为了最大限度地减少用户用于验证 NC 程序的时间,NCSIMUL 被设计用于分析经过

后置处理或手工编制的 NC 程序。为了广泛满足工业界的需要,NCSIMUL 支持结构化的程序(客户编制的子程序)以及使用系统变量、循环、宏程序等。

在 NCSIMUL 的帮助下,没有必要因为确定某些程序问题而对工件加工进行仿真。从加工任务的上载起,NCSIMUL 可提供以下功能。

1) 刀具轨迹显示

用户可自行设定刀具轨迹显示,允许进行可视化分析,用于排除明显碰撞或可能的加工原点错误,如图 1.3 所示。

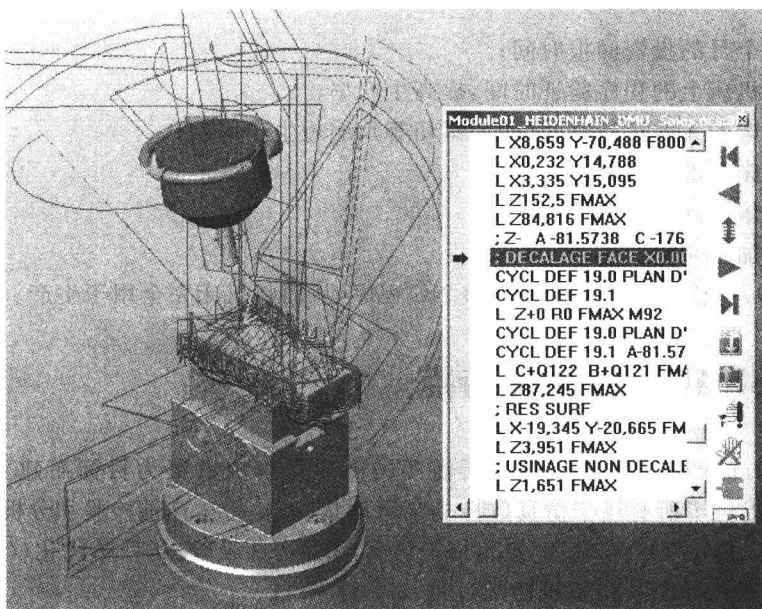


图 1.3 刀具轨迹显示

2) 错误报告

在实际加工过程仿真之前,NCSIMUL 可检测并列出相当数量类型的错误,如图 1.4 所示,包括:句法错误,超行程,刀具补偿错误,插补错误和超速错误等。

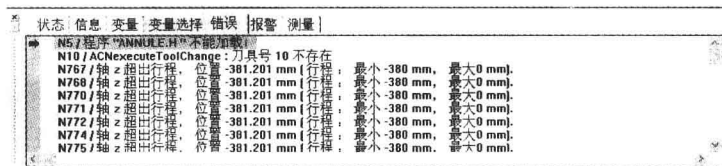


图 1.4 错误列表

3) 动态链接的窗口

所有加工信息、3D 视图、程序窗口等被紧密地动态链接。任何信息的改变将被动态更新,因此程序员易于对 NC 程序进行分析,如图 1.5 所示。

4) 刀具序列的循环时间

从程序被加载起,NCSIMUL 将以表格的形式显示详细报告,如图 1.6 所示,包括每个

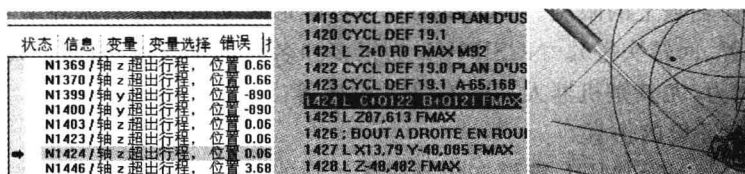


图 1.5 同步链接的窗口

刀具和每个运动类型的不同时间(快速运动时间、实际加工时间以及总时间等)。NCSIMUL 为每个轴计算进给速度、转速、加速度,这可使操作人员在加工之前精确估计加工循环时间。

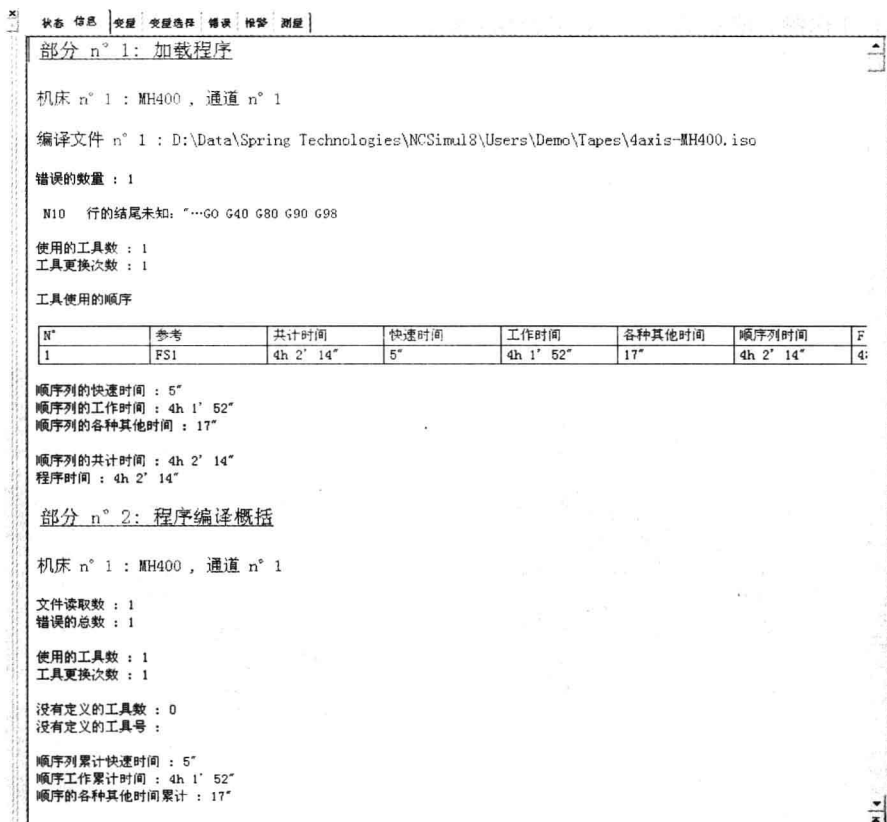


图 1.6 信息列表

5) 集成化编辑器下的交互式程序修改

NCSIMUL 的集成化程序编辑器可让程序员修正检查到的错误或对程序的即时修改进行测试。

2. 加工仿真

1) 支持复杂运动仿真

在长达 25 年的研发成果基础上,NCSIMUL 能够对任何加工中心或多通道铣削加工进

行仿真,并无任何轴数上的限制。NCSIMUL 以标准形式支持所有机床环境元素(如机床控制面板、传送装置、回转头等)。NCSIMUL 为很多知名大企业采用,因为它具有能够处理并联机构机床的能力,尤其是机器人、TRICEPT 机床等。

2) 接近真实环境的仿真

基于创新技术,NCSIMUL 能够在仿真机床运动的同时仿真材料的去除。其具有的 3D OpenGL 技术能够在不中断仿真过程和不影响仿真性能的情况下轻松进行 3D 操作(缩放、旋转和平移),或者在多个视窗中进行动态切换。在任何时候(如每次报警、换刀等)都可以自动或手动地中断仿真,以查看加工工件的状态。

3) 探测

NCSIMUL 以标准形式管理所有的探测工作周期。

(1) 工件探测: 原点获取,不对中补偿,测量;

(2) 刀具探测: 机械或激光。

4) 加工事故的检测

在仿真过程中,可以设置对所有类型的碰撞和切削事故(刀具不匹配、主轴停转、刀具在加工工件中的快速移动等)进行检测报警,并在 3D 视窗中以红色显示报警区域,如图 1.7 所示。

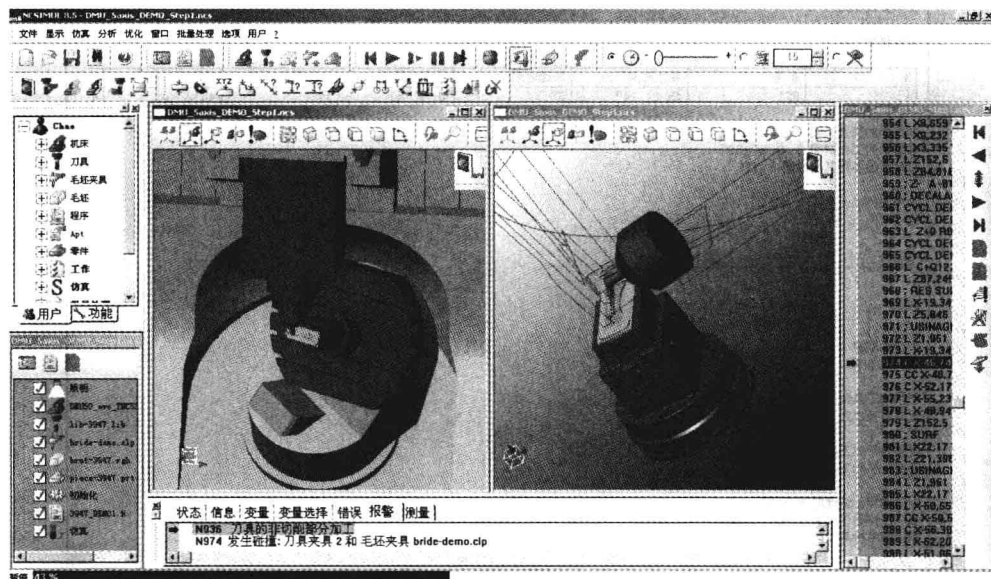


图 1.7 加工碰撞检测

5) 刀具相对于夹具的伸出长度优化

NCSIMUL 集成了刀具伸出长度优化功能,如图 1.8 所示。

此功能用于:

(1) 为每个刀具确定允许的最小伸出长度,以避免刀柄、刀架等和加工环境中的元素(毛坯、夹具等)间出现可能的碰撞;

(2) 最小化每个刀具的挠度效应,以提高工件表面的加工质量并延长刀具的使用寿命。