

智能制造基础技术系列教材
“互联网+”新形态一体化教材

UG NX 12.0 数控编程

主编◎梁宇明 赵江平 邱腾雄



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

智能制造基础技术系列教材
“互联网+”新形态一体化教材

UG NX 12.0 数控编程

主编◎梁宇明 赵江平 邱腾雄



扫一扫
学习资源库



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是按照数控车铣“1+X”职业技能中级证书的加工岗位职业标准和典型的工作任务要求，基于数控车铣加工工艺及程序编制与实施工作过程的要求进行编写的。本书由UG NX 12.0 编程介绍、平面铣加工、轮廓铣加工、孔加工、车削加工 5 个项目组成，每个项目根据加工工艺分成多个任务，便于读者学习。本书除了常规的铣削加工、孔加工、车削加工的学习外，还对项目相关的“1+X”证书的实操考题进行讲解，分析其加工工艺，得出相关的工艺参数，演示部分编程过程，引导读者自行解决实操考题剩余部分的工艺与编程。本书适合UG 数控加工初学者以及数控加工编程人员使用，同时也可以作为大中专院校、高职院校相关专业的教材以及社会相关培训班的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

UG NX 12.0 数控编程 / 梁宇明, 赵江平, 邱腾雄主
编. —上海: 上海交通大学出版社, 2024.2
ISBN 978-7-313-30182-6
I. ①U… II. ①梁… ②赵… ③邱… III. ①数控机
床—程序设计—应用软件 IV. ①TG659-39
中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 035129 号

UG NX 12.0 数控编程

UG NX 12.0 SHUKONG BIANCHENG

主 编: 梁宇明 赵江平 邱腾雄	地 址: 上海市番禺路 951 号
出版发行: 上海交通大学出版社	电 话: 021-6407 1208
邮政编码: 200030	
印 制: 北京荣玉印刷有限公司	经 销: 全国新华书店
开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16	印 张: 11.25
字 数: 270 千字	
版 次: 2024 年 2 月第 1 版	印 次: 2024 年 2 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-313-30182-6	电子书号: ISBN 978-7-89424-543-4
定 价: 45.00 元	

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 010-6020 6144

前言

“1+X”证书制度体现了职业教育作为一种类型教育的重要特征，是完善职业教育培训体系、深化产教融合与校企合作的一项重要制度。为了贯彻落实习近平总书记关于教育的重要论述和全国教育大会精神，推进新时代职业教育改革发展，2019年教育部等四部门印发了《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》，部署实施“1+X”证书制度。

实施“1+X”技能等级证书制度培养复合型技能人才，是应对新一轮科技革命和产业变革的挑战，是促进人才培养供给侧和产业需求侧结构要素全方位融合的重大举措。新一轮科技革命和产业变革的到来，推动了产业结构调整与经济转型升级发展新业态的出现。制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基，而UG NX软件是目前世界上面向制造业的最高端软件之一，在全球拥有众多客户，广泛应用于汽车、航空航天、机械、医药、电子工业等领域。针对上述情况，笔者编写了这本以UG NX为基础，全面讲解数控加工编程的教材，用以培养能够达到数控车铣“1+X”职业技能中级证书要求的高素质劳动者和技术技能人才，为促进经济社会发展和提高国家竞争力提供优质人才资源支撑。

本书有五大特点：

（1）落实立德树人根本任务，贯彻《高等学校课程思政建设指导纲要》和党的二十大精神，将专业知识与思政教育有机结合，推动价值引领、知识传授和能力培养紧密结合。

（2）突出案例教学，在全面、系统地介绍各项目内容的基础上，以数控车铣“1+X”职业技能中级证书中的实操考核任务为案例，将理论知识和案例结合起来。

（3）采用项目化的方式，项目下有多个小任务，将数控加工工作任务与企业真实应用相结合，读者在学习项目的过程中，掌握“1+X”职业技能中级证书要求的工作知识和技能。

（4）结构严谨、条理清晰、重点突出、案例丰富，内容讲解由浅入深，从易到难，各项目既相对独立又前后关联，及时给出总结和相关提示。

（5）配备了丰富的操作视频、配套的实例素材源文件及参考答案、在线学习资源等，满足读者多样化的学习需求，推动教育教学变革创新。

本书在编写过程中，得到武汉华中数控股份有限公司的技术支持，特此鸣谢。由于编者水平有限，书中存在的错误和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。此外，本书作者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可致电13810412048或发邮件至2393867076@qq.com。

目 录

项目 1 UG NX 12.0 编程介绍 / 001

任务 1.1 认识 UG NX 12.0 数控加工编程软件·····	003
任务 1.2 UG NX 12.0 数控加工编程流程·····	004

项目 2 平面铣加工 / 023

任务 2.1 平面铣类型及操作·····	024
2.1.1 底壁铣·····	025
2.1.2 表面铣·····	030
2.1.3 手工面铣·····	034
2.1.4 平面铣·····	039
任务 2.2 “1+X”证书项目的平面铣加工编程·····	044
2.2.1 项目分析·····	044
2.2.2 平面铣加工工艺选择·····	045
2.2.3 编程工序的确定·····	046
2.2.4 工件的检测与改进·····	054
2.2.5 “1+X”证书项目习题·····	055

项目 3 轮廓铣加工 / 057

任务 3.1 轮廓铣类型及操作·····	058
3.1.1 型腔铣·····	059
3.1.2 自适应铣削·····	064
3.1.3 剩余铣·····	066
3.1.4 深度轮廓铣·····	069
3.1.5 单刀路清根·····	071
3.1.6 固定轮廓铣·····	073
3.1.7 实体轮廓 3D·····	082

任务 3.2 “1+X”证书项目的轮廓铣加工编程	085
3.2.1 项目分析	085
3.2.2 轮廓铣加工工艺选择	085
3.2.3 编程工序的确定	086
3.2.4 工件的检测与改进	091
3.2.5 “1+X”证书项目习题	091

项目 4 孔加工 / 095

任务 4.1 孔加工类型及操作	096
4.1.1 定心钻	097
4.1.2 钻孔	101
4.1.3 攻丝	108
任务 4.2 “1+X”证书项目的孔加工编程	111
4.2.1 项目分析	111
4.2.2 孔加工工艺选择	112
4.2.3 编程工序的确定	112
4.2.4 工件的检测与改进	117
4.2.5 “1+X”证书项目习题	117

项目 5 车削加工 / 119

任务 5.1 车削加工类型及操作	120
5.1.1 简单外轮廓车削加工	121
5.1.2 复杂外轮廓车削加工	129
5.1.3 外径开槽车削加工	134
5.1.4 外径螺纹车削加工	138
5.1.5 内孔车削加工	142
任务 5.2 “1+X”证书项目的车削加工编程	157
5.2.1 项目分析	157
5.2.2 车削加工工艺选择	158
5.2.3 编程工序的确定	158
5.2.4 工件的检测与改进	169
5.2.5 “1+X”证书项目习题	170

参考文献 / 172



项目 1

UG NX 12.0 编程介绍

学习目标

知识目标

1. 了解零件数控加工的基本流程。
2. 熟练掌握创建程序、几何体、刀具等操作方法。
3. 熟悉几何体、刀具等加工参数的设置。

技能目标

1. 掌握 UG NX 12.0 软件数控加工自动编程的流程。
2. 能根据加工零件的特点设置加工坐标系和工件几何体。
3. 掌握“1+X”证书（中级）训练题的编程技巧及流程。
4. 能独立对加工零件进行创建几何体、刀具等编程的前期操作。

素质目标

1. 体会一丝不苟的工作作风在数控编程中的重要性。
2. 培养良好的编程思路，具备“1+X”证书（中级）所需的职业素养和规范意识。
3. 提升创新设计的意识和能力。

项目概述

数控加工编程是数控加工准备阶段的主要内容，包括分析零件图样，确定加工工艺；计算刀轨，获得刀具位置信息；编写数控加工程序；制作控制介质；校验加工程序及首件试切。它是从加工图纸到获得数控加工程序的全过程，可分为手工编程和自动编程。

手工编程是指零件图纸分析、工艺处理、数值计算、编写程序单、程序校核等各步骤的数控编程工作均由人工完成的全过程。编程人员利用一般的计算工具，通过人工进行各种三角函数的计算，刀具轨迹的运算，并进行指令编制。这种方式一般用于点位加工或简单的几何形状零件的加工，编程方便简单，适应性强。

自动编程是指在计算机及相应的软件系统的支持下，自动生成数控加工程序的过程。自动编程是采用计算机辅助数控编程技术实现的，需要一套专门的数控编程软件。现代数控编程软件主要分为以处理命令方式为主的各种类型的语言编程系统和交互式 CAD/CAM 集成化编程系统。交互式 CAD/CAM 集成系统自动编程是现代 CAD/CAM 集成系统中常用的方法。编程人员利用计算机辅助设计（CAD）软件或自动编程软件自身的建模功能，对零件进行建模；然后对零件图样进行工艺分析，确定加工方案；再利用编程软件的计算机辅助制造（CAM）模块的编程功能，根据工艺方案设定切削用量、刀具及其参数，生成刀轨文件；最后利用对应加工机床数控系统的后置处理功能生成加工程序。由于使用计算机代替编程人员完成了烦琐的数值计算工作，并省去了书写程序单等工作，因而可提高编程效率几十倍乃至上百倍，解决了手工编程无法解决的许多复杂零件的编程难题。

任务 1.1 认识 UG NX 12.0 数控加工编程软件

1. 简介

UG NX (unigraphics NX) 是一款由 Siemens PLM Software 公司开发的先进数控编程软件。该软件是集 CAD、CAE 计算机辅助工程、CAM 于一体的三维机械设计平台,也是当今世界上应用广泛的计算机辅助设计、分析与制造软件之一,在汽车、交通、航空航天、日用消费品、通用机械及电子工业等工程设计领域都有大规模的应用。这类软件的特点是优越的参数化设计、变量化设计及特征造型技术与传统的实体和曲面造型功能结合在一起,加工方式完备,计算准确,实用性强。数控编程是 UG NX 的重要功能之一,它能够优化制造过程,提高生产效率和质量。它可以实现从简单的 2 轴加工到以 5 轴联动方式进行的极为复杂的工件表面加工,并可以对数控加工过程进行自动控制和优化。

国内 CAM 软件的代表有 CAXA 制造工程师、中望收购的 VX 等,它们主要面向国内的中小企业,与德国西门子公司旗下的 UG 软件仍有一定的差距。随着中国由制造大国向制造强国转变,对数控加工产品的精度和质量在不断提高,对精密制造的技术人员的编程能力的要求也越来越高。这就要求我们务必提高自己的 CAM 软件的编程水平,简化生产工艺与工序,减少后续处理工作量,提高加工效率、表面质量和高速加工技术。

2. 主要功能

UG NX 数控编程软件的主要功能如下。

(1) 图形绘制: 提供丰富的绘图工具,支持二维和三维几何图形绘制。用户可以使用各种绘图命令,如直线、圆弧、曲线等来创建所需的零件轮廓和结构。

(2) 建模工具: 提供一系列三维建模工具,如布尔运算、放样、扫描等,用于创建和修改复杂零件模型。用户还可以进行特征设计,如孔、槽、凸轮等。

(3) 零件装配: 支持零件装配与拆卸,可进行碰撞检查和模拟。用户可以创建装配关系,指定零件之间的连接方式,并进行模拟以验证设计的可行性。

(4) 工程图创建: 生成二维工程图,包括剖视图、局部视图等。用户可以从三维模型生成工程图,添加尺寸、标注和其他注释信息。

(5) 数控编程: 使用 CAM 模块生成数控加工路径。用户可以根据零件模型和加工需求,设置刀具路径、切削参数、进给速度等,生成可用于数控机床的 G 代码。

(6) 仿真与优化: 进行运动仿真、流体动力学分析等,优化产品设计。用户可以通过仿真验证加工过程,检查潜在的干涉和碰撞问题,优化加工参数,提高产品质量和生产效率。

3. 优势

UG NX 数控编程软件的优势如下。

(1) 高度集成的环境: UG NX 将 CAD、CAE 和 CAM 功能集成在一个软件中,使得从设计到制造的过程更加高效和顺畅。

(2) 先进的建模技术：支持参数化、变量化和特征驱动的建模方法，可以快速创建和修改复杂零件模型。

(3) 强大的数控编程功能：提供丰富的数控编程工具，能够生成高效、精确的加工路径和 G 代码。

(4) 可视化编程：提供可视化的编程环境，便于用户编写程序，并能够进行可视化调试。

(5) 数据可视化：支持数据可视化分析，便于用户理解数据，并能够进行可视化的数控加工仿真。

(6) 高效率：具有高效的处理速度和稳定性，能够提高工作效率。

(7) 兼容性：支持多种数据格式转换，便于与其他软件集成。

(8) 安全性：提供可靠的数据保护和加密功能，确保数据安全。

4. 应用领域

UG NX 数控编程软件广泛应用于以下领域。

(1) 汽车制造：用于汽车零部件的制造，如发动机、底盘、车身等。

(2) 航空航天：用于航空航天零部件和结构的制造，如飞机发动机、机翼等。

(3) 机械制造：用于各种机械设备的制造，如机床、液压缸、齿轮等。

(4) 电子设备：用于电子设备的制造，如手机、计算机等。

(5) 医疗器械：用于医疗器械的制造，如手术器械、牙科设备等。

(6) 模具制造：用于模具的设计和制造，如注塑模具、压铸模具等。

5. 使用方法

(1) 使用 UG NX 数控编程软件时，首先需要创建一个新的设计文档。在文档中，用户可使用绘图工具绘制二维或三维图形，并使用建模工具进行三维建模。

(2) 在建模过程中，用户可以根据需要应用特征设计命令，如孔、槽、凸轮等。

(3) 完成模型创建后，可进行零件装配和仿真，验证设计的可行性。

(4) 在数控编程阶段，用户可以使用 CAM 模块生成加工路径和 G 代码。

(5) UG NX 还提供可视化的编程环境，便于用户编写程序并进行可视化调试。在使用过程中，用户可根据需要学习软件的各种功能和工具的使用方法。

任务 1.2

UG NX 12.0 数控加工编程流程



UG NX 12.0 数控
加工编程流程

当工厂接到订单后，技术人员针对加工零件的特点，制订出合理的加工工艺。数控编程技术人员利用 UG NX 12.0 强大的建模功能，根据产品零件图绘制出产品的建模模型，再进入软件的 CAM 加工模块，对产品进行数控加工编程，其主要流程如下。

(1) 打开或导入已创建好的产品建模模型。

(2) 进入 CAM 加工模块。

- (3) 创建程序。
- (4) 创建加工坐标系。
- (5) 创建工件几何体。
- (6) 创建刀具。
- (7) 创建加工工序。
- (8) 生成刀轨并进行仿真。
- (9) 后处理并输出 NC 代码。

下面通过一个简单型芯零件的数控加工编程，来介绍 UG NX 12.0 软件的一般编程流程。

1. 进入加工模块

(1) 打开通过 UG NX 软件创建的加工零件的建模模型“1.2.1.prt”，如图 1-2-1 所示。如果是其他三维建模软件创建的建模模型，要先把文件格式转换成通用格式 STEP、IGES 等。也可新建一个建模文件，再通过“文件(F)”工具栏中的“导入”功能，将模型导入到 UG NX 软件中，如图 1-2-2 所示。

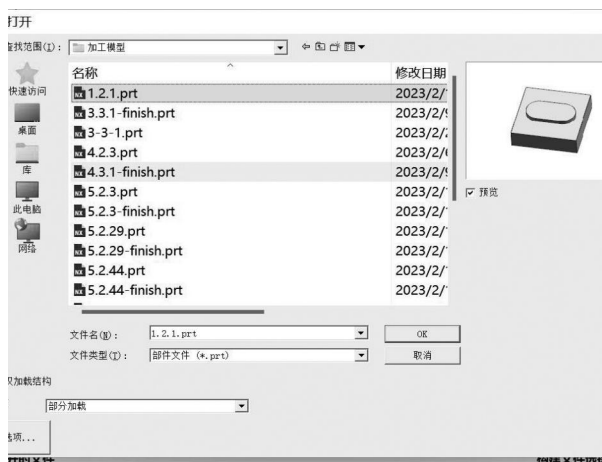


图 1-2-1 打开加工零件

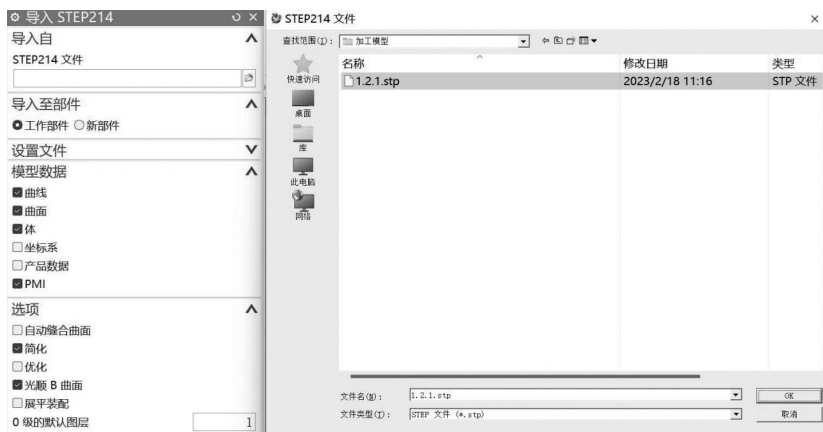


图 1-2-2 导入加工模型

2. 进入 CAM 加工模块

(1) 在“应用模块”功能选项卡区域中单击  图标，弹出“加工环境”对话框，如图 1-2-3 所示。

mill_planar: 平面铣削模块。

mill_contour: 轮廓铣削模块。

mill_multi-axis: 多轴铣削模块。

mill_multi_blade: 多轴叶片铣削模块。

mill_rotary: 旋转铣削模块。

hole_making: 孔加工模块。

drill: 钻孔模块。

turning: 车削模块。

(注: 本书中, $\times\times$ 铣与 $\times\times$ 铣削意思相同)

(2) 在“加工环境”对话框的“CAM 会话配置”区域中, 选择默认的“cam_general”选项, 在“要创建的 CAM 组装”区域中, 选择默认的“mill_planar”选项, 单击“确定”按钮进入加工模块, 如图 1-2-4 所示。

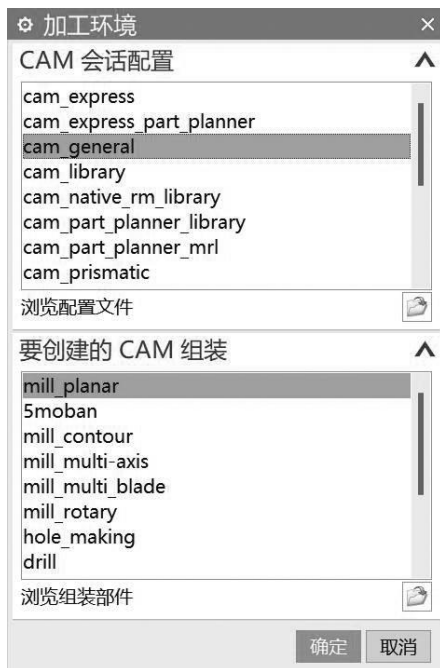


图 1-2-3 加工环境设置

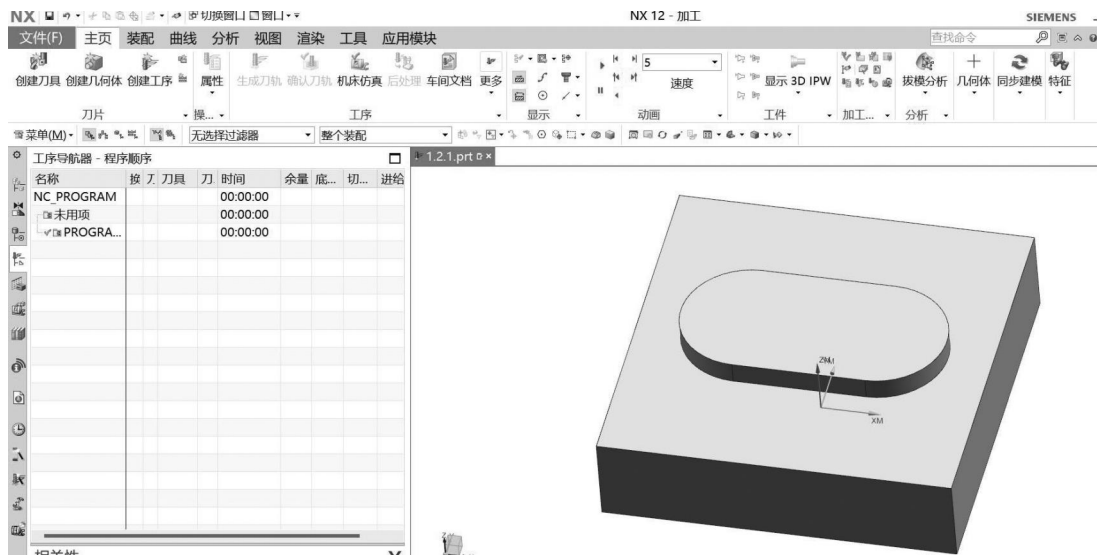


图 1-2-4 加工模块

(3) 进入加工模块后, 系统会自动保存加工环境的加工参数, 以后每次打开这个加工文件, 单击  图标进入“加工模块”后, 无须再次选择加工环境。如要重新选择加工环境, 可以在“工具”菜单选择“工序导航器”中的“删除组装”选项(见图 1-2-5), 在弹出的“删除组装确认”对话框(见图 1-2-6)中单击“确定”按钮, 可以重新设置加工环境。



图 1-2-5 重置加工环境

3. 创建程序

程序可以控制加工工序的顺序，且不同的程序下面包含了相同特点或者加工参数的加工工序（如刀具、加工工艺、加工机床等），类似一个文件夹的作用，把符合某种要求的工序集中在一起，便于输出程序。例如，加工零件采用的数控机床没有刀库功能，我们可以创建一个相同刀具的程序，把相同刀具的工序放在这个程序下，程序输出同一个 NC 文件，提高加工效率。

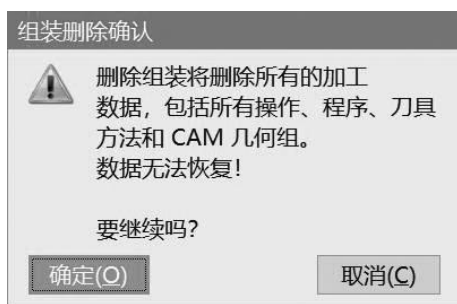


图 1-2-6 组装删除确认

(1) 单击如图 1-2-7 所示的  (程序顺序视图) 图标，进入程序视图界面。

(2) 右击“PROGRAM”图标，在弹出的工具条（见图 1-2-8）中，选择“插入”列表中的“程序组”选项，进入“创建程序”对话框，如图 1-2-9 所示。在“名称”中填入“粗加工”，单击“确定”按钮进入“程序”对话框，如图 1-2-10 所示。再次单击“确定”按钮后，成功创建“粗加工”程序组。



图 1-2-7 单击“程序顺序视图”图标



图 1-2-8 插入程序组



图 1-2-9 创建程序



图 1-2-10 程序描述

4. 创建加工坐标系

数控铣床一般将加工坐标的原点设置在加工零件的上表面的中心。这样设置的优势在于，可以利用分中棒对工件进行四点分中，找出 $X^{\text{①}}$ 、 Y 坐标的中心，工件的四个侧面都留有余量进行粗加工。

(1) 单击如图 1-2-11 所示的  (几何视图) 图标，进入几何视图界面。

(2) 双击  MCS_MILL 加工坐标系，弹出“MCS 铣削”对话框，如图 1-2-12 所示。

(3) 加工坐标系的设置。示范工件的建模坐标在工件的底面的中心，系统会自动把建模坐标转化成加工坐标，如图 1-2-13 所示。我们需要把加工坐标系的原点移动到加工零件的上表面中心。

① 为与软件坐标轴格式一致，本书坐标用正体表示。



图 1-2-11 几何视图图标



图 1-2-12 MCS 铣削

方法 1：测量底面到顶面的高度，在加工坐标系坐标文本框中输入 Z 的坐标。具体做法是，单击“分析”工具条下的  图标，分别选取工件的底面和顶面，测量出工件的高度为 25 mm，如图 1-2-14 所示。在加工坐标系的设置文本框，输入 Z 坐标为 25 mm，加工坐标系就移动到了顶面的中心，如图 1-2-15 所示。

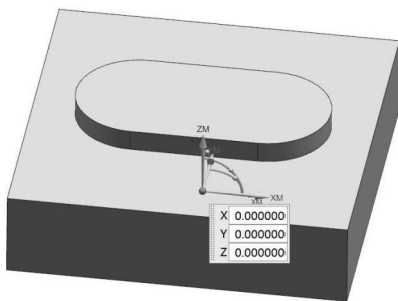


图 1-2-13 初始加工坐标系

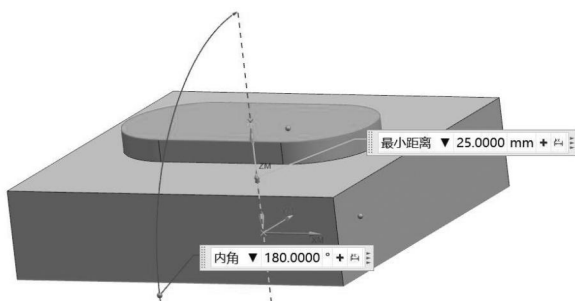


图 1-2-14 测量高度

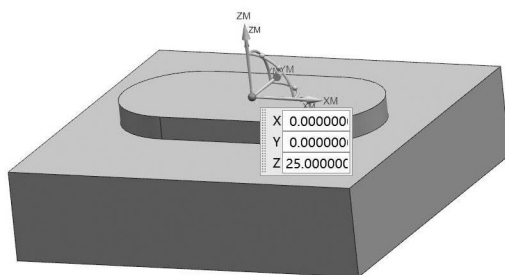


图 1-2-15 设置加工坐标系

方法2：利用坐标原点的“点设置”功能，找出顶面的中心。具体做法是，单击“机床坐标系”→“指定MCS”中的图标，进入“坐标系”对话框，如图1-2-16所示。单击“操控器”→“指定方位”中的图标，进入“点”对话框，如图1-2-17所示。“点类型”选择“面上的点”选项，选择加工工件的顶面作为选择面，如图1-2-18所示。在“面上的位置”设置区域，把“U向参数”和“V向参数”都设置为“0.5”（代表点在选择面X、Y方向中心），如图1-2-19所示。连续单击“确定”按钮返回“MCS铣削”界面。



图 1-2-16 “坐标系”对话框



图 1-2-17 “点”对话框

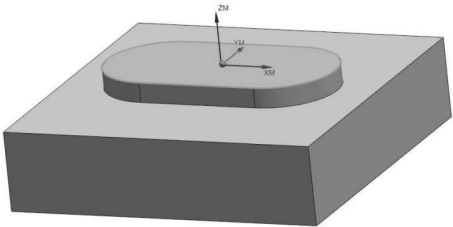


图 1-2-18 选择加工工件顶面



图 1-2-19 “点”参数设置

(4) 加工坐标系的 Z 轴一定是垂直于顶面向上的, 有些建模的坐标 Z 轴并不是向上的, 可以通过双击坐标轴之间的旋转作用点, 在弹出的文本框中填入旋转角度, 旋转加工坐标系得到 Z 轴向上的加工坐标系, 如图 1-2-20 所示。

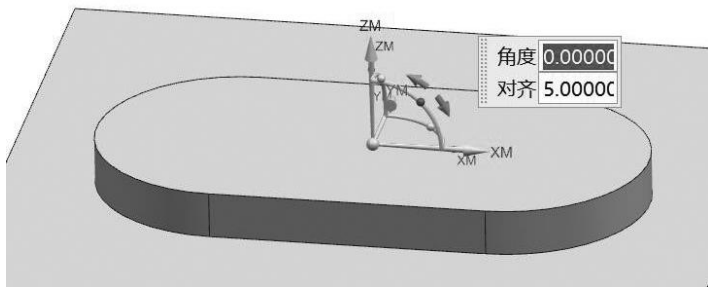


图 1-2-20 旋转工件坐标系

(5) 安全平面的设置非常重要, 影响到加工的安全, 很多工序默认的移动刀具都是在安全平面上进行的。安全平面默认的设置是“自动平面”, 安全距离默认的设置是“10”, 为了让刀具移动时兼顾安全性和效率性, 一般设置安全平面离顶面 3~5 mm。因此, 在“安全设置”区域中, 设置“安全设置选项”为“平面”, 选择加工工件的顶面作为安全平面的参考, 在“距离”文本框中填入“5”, 如图 1-2-21 所示。

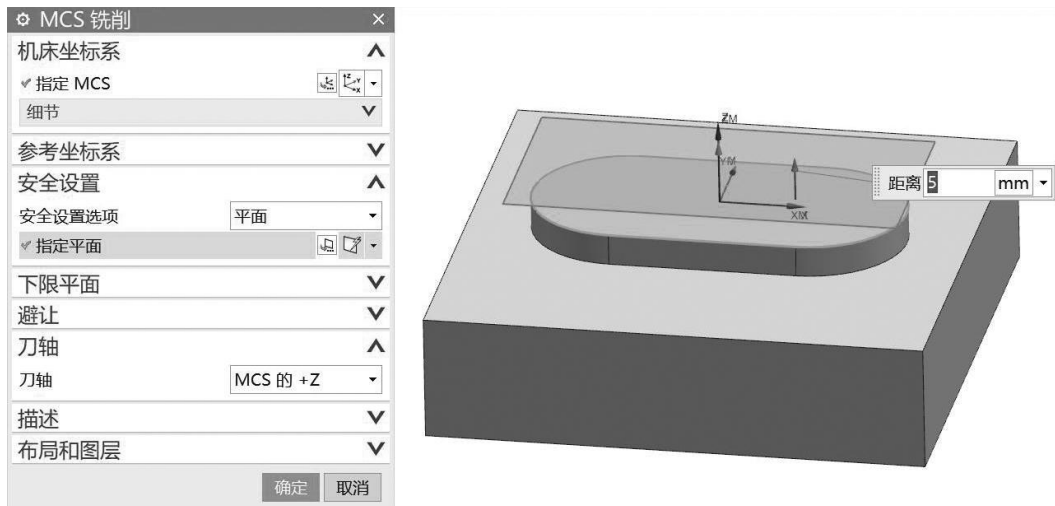


图 1-2-21 安全平面的设置

5. 创建工件几何体

创建工件几何体主要包括三个内容: ①  (指定部件); ②  (指定毛坯); ③  (指定检查)。指定部件是指经过数控加工后最终加工成型的模型, 一般选用根据零件图创建的模型。指定毛坯是指采用什么形状、多大尺寸的毛坯进行数控加工, 一般根据实际拿到的毛坯进行设置。指定检查是指在加工过程中, 指定刀具不能与之相碰的几何体, 一般是夹具和已经加工过的重要表面。

(1) 双击  **WORKPIECE** 图标, 弹出“工件”对话框。在“几何体”设置区域, 单击  (指定部件) 图标, 弹出“部件几何体”对话框, 如图 1-2-22 所示。选取加工零件作为部件几何体, 如图 1-2-23 所示。单击“确定”按钮返回“工件”界面。



图 1-2-22 “部件几何体”对话框

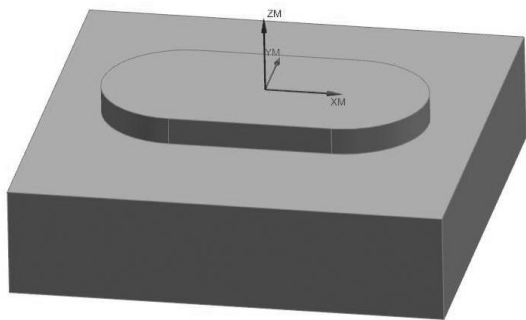


图 1-2-23 选择部件几何体

(2) 单击  (指定毛坯) 图标, 进入“毛坯几何体”界面。把“毛坯几何体”设置为  包容块 模式, 如图 1-2-24 所示。包容块模式是指利用最小的长方体把“部件几何体”包裹成毛坯。在“限制”设置区域中, 根据实际毛坯的大小算出 XM-、XM+、YM-、YM+、ZM-、ZM+ 方向的余量, 填入相应的文本框内。单击“确定”按钮返回“工件”界面。单击  图标预览效果图, 如图 1-2-25 所示。



图 1-2-24 包容块设置

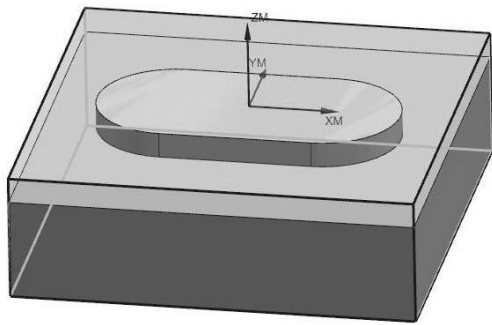


图 1-2-25 毛坯预览图

(3) 常见的毛坯设置还有几何体、部件的偏置、包容圆柱体等, 如图 1-2-26 所示。几何体是指选取 UG NX 软件提前绘制好的毛坯建模模型, 一般形状不规则或者较为复杂的毛坯用这种方式。部件的偏置是指部件几何体整体偏置的尺寸, 一般铸造件、其他机床已经粗加工过的工件用这种方式。包容圆柱体是指利用最小的圆柱体包裹工件几何体, 一般圆柱形、圆锥形、球形的工件使用这种方式。

6. 创建刀具

在创建工序前，必须根据实际加工的刀具的参数进行刀具设置，或者从刀库中选取标准的刀具。刀具的类型和直径直接影响了加工表面的粗糙度、加工精度和加工成本。刀具的刀刃长度、总长度、夹持长度、夹持器的参数与加工仿真息息相关，在刀具参数设置中填入真实加工的参数，可以对实际数控加工的过切、撞刀等情况进行检测。

(1) 单击“主页”区域下的  图标，进入“创建刀具”对话框，如图 1-2-27 所示。

在“类型”设置区域，可以选择 mill_planar、mill_contour、mill_multi-axis 等加工模块，如图 1-2-28 所示。选择不同的模块，可选择相应的刀具子类型。



图 1-2-26 毛坯几何体设置



图 1-2-27 “创建刀具”对话框

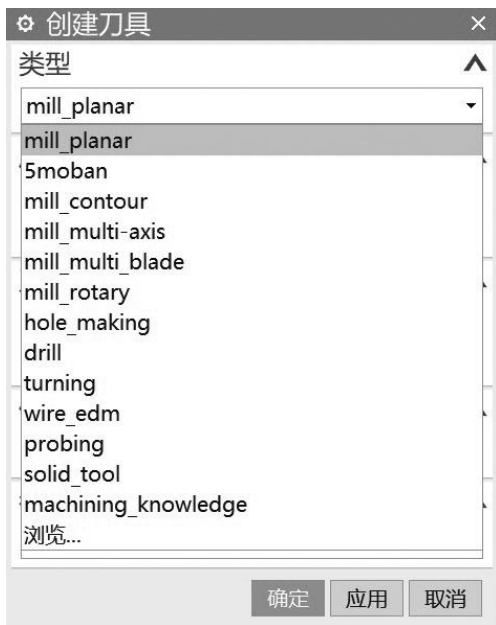


图 1-2-28 类型选择

例如，选择 mill_planar、mill_contour 等模块，则弹出铣刀刀具供选择，如图 1-2-29 所示。选择 hole_making 模块，则弹出钻孔刀具供选择，如图 1-2-30 所示。选择 turning 模块，则会弹出车刀刀具供选择，如图 1-2-31 所示。

常用的铣刀有：（平底刀）、（倒角铣刀）、（球刀）、（T型铣刀）等。

常用的钻孔刀具有：（麻花钻）、（中心钻）、（埋头孔钻）、（丝锥）、（螺纹刀）等。



图 1-2-29 铣刀选择



图 1-2-30 钻孔刀具选择

常用的车刀有：（外圆左偏车刀）、（外圆右偏车刀）、（内孔车刀）、（外槽刀）、（内槽刀）、（外螺纹刀）、（内螺纹刀）等。

(2) 在类型区域下，选择“mill_planar”模块。在“刀具子类型”区域，单击（平底刀）图标，在“名称”区域，填入平底刀的直径“D10”作为刀具名称，如图 1-2-32 所示。单击“确定”按钮进入“铣刀 -5 参数”对话框。在“尺寸”区域中的“直径”文本框中填入“10.0000”，“长度”和“刀刃长度”不变（有些刀具长度为加长长度，按实际加工刀具参数填写）。在“编号”区域，将“刀具号”“补偿寄存器”和“刀具补偿寄存器”都设置为“1”，如图 1-2-33 所示。



图 1-2-31 车刀刀具选择



图 1-2-32 刀具类型选择

(3) 单击“夹持器”图标，切换至夹持器设置界面。在“夹持器步数”区域下，将“下直径”设置为 30，“长度”设置为 50，“上直径”设置为 30（按实际加工机床的夹持器参数填写，常用的为 BT30 和 BT40 两种），在“刀片”区域，将“偏置”设置为 20（该参数代表夹持器夹持刀具的长度），如图 1-2-34 所示。

7. 创建加工工序

UG NX 软件加工模块的工序能对铣削工件、车削工件等各种类型的零件进行数控加工。各种工序针对零件的表面、曲面、型芯、型腔等不同部分进行粗加工、半精加工和精

加工，产生对应的刀路轨迹。如何选用合适的工序来加工不同特点的工件，是提高编程水平必须掌握的技能。



图 1-2-33 刀具参数设置



图 1-2-34 夹持器的设置

(1) 单击“主页”区域下的  图标，进入“创建工序”界面，如图 1-2-35 所示。

(2) 在“类型”设置区域，可以选择平面铣、轮廓铣等不同加工模块类型，如图 1-2-36 所示。选择加工模块类型后，在“工序子类型”区域出现与选择的加工模块相对应的工序供选用。图 1-2-37 是“mill_planar”加工模块对应的工序。

(3) 在“位置”设置区域，“程序”选项可以选择该子工序生成在哪个程序组下，默认有 NC_PROGRAM、NONE、PROGRAM 三个程序组。选取前面创建的“粗加工”程序组，代表该工序是属于粗加工工序，便于后期工序分类、管理和修改，如图 1-2-38 所示。



图 1-2-35 “创建工序”界面

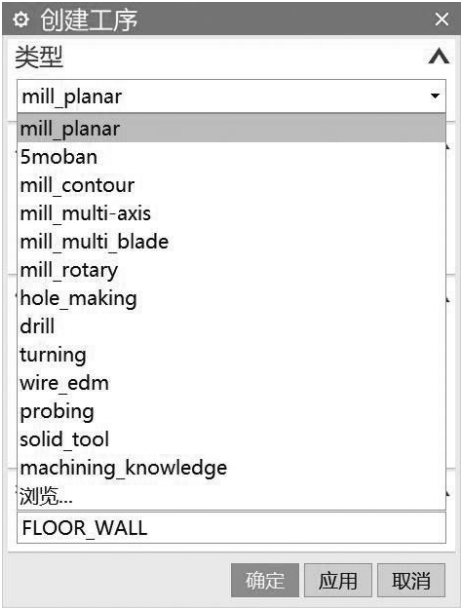


图 1-2-36 加工模块选择



图 1-2-37 对应的工序子类型

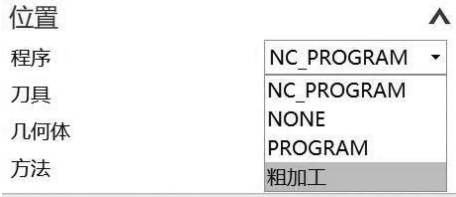


图 1-2-38 程序组选择

(4) 在“位置”设置区域，“刀具”选项可以选择该子工序采用哪一把刀具进行加工。选取前期创建的“D10 (铣刀-5 参数)”铣刀，如图 1-2-39 所示。

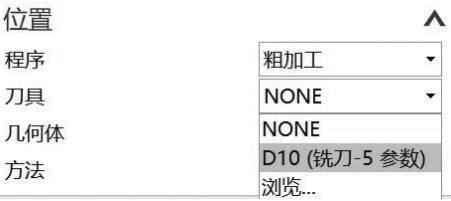


图 1-2-39 刀具选择

(5) 在“位置”设置区域，“几何体”选项可以指定该子工序选用哪个几何体进行加工，默认的有 MCS_MILL、NONE、WORKPIECE 三个几何体。选择“MCS_MILL”几何体，代表该工序处在“MCS_MILL”加工坐标下，执行前面的加工坐标，跟“WORKPIECE”几何体同级，意味着该工序不执行前面指定的工件几何体。选择“WORKPIECE”几何体，代表该工序处在“WORKPIECE”工件几何体下，执行上两级的加工坐标系和工件几何体约束。选择“NONE”几何体，代表不执行加工坐标系和工件几何体的约束。如图 1-2-40 所示，选择“WORKPIECE”几何体选项。

(6) 在“位置”设置区域，“方法”选项可以选择该子工序选用的加工方法，默认的有

METHOD、MILL_FINISH、MILL_ROUGH、MILL_SEMI_FINISH、NONE 五种，代表了一般方法、精加工、粗加工、半精加工和无五种加工方法。选择“MILL_ROUGH”（粗加工）选项，如图 1-2-41 所示。



图 1-2-40 几何体选取



图 1-2-41 加工方法选择

(7) 单击“确定”按钮进入“底壁铣”工序界面，如图 1-2-42 所示。在几何体设置区域中，由于前面指定了“WORKPIECE”几何体，因此（指定部件）显示为灰色不可选状态，可以单击图标查看几何体。单击（指定切削区底面）图标，弹出如图 1-2-43 所示的“切削区域”对话框。选择需要加工的底面，如图 1-2-44 所示。



图 1-2-42 “底壁铣”工序界面



图 1-2-43 “切削区域”对话框

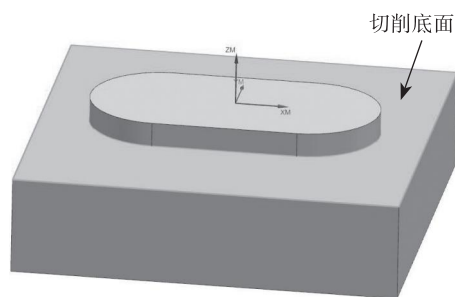


图 1-2-44 切削底面选择

(8) 在“工具”设置区域中,默认选取了前面设定的“D10”铣刀作为该子工序的加工刀具。如需更改其他刀具,可在刀具选项点选。也可单击图标,对当前刀具进行刀具参数修改,或者单击图标,新建一把刀具。

(9) “刀轴”设置区域。“刀轴”是指刀具所在的轴线方向。三轴数控机床加工,刀轴方向都是ZM+方向固定不变,“轴”可以改为“+ZM轴”选项,由于选择工序的加工底面的垂直方向与“+ZM轴”方向相同,默认“垂直于第一个面”选项,可以不更改,如图1-2-45所示。



图 1-2-45 刀轴设置

(10) 在“刀轨设置”区域中,默认选取前面设定的“MILL_ROUGH”选项作为该子工序的加工方法。可以单击图标,新建一种加工方法,设定“加工余量”和“公差”等参数。单击图标,修改当前加工方法的“加工余量”和“公差”等参数,弹出如图1-2-46所示的“铣削粗加工”对话框。在“余量”设置区域,部件余量文本框中填入“0.5000”。在“公差”设置区域,“内公差”和“外公差”的文本框中都填入“0.0100”。

(11) 在“刀轨设置”对话框中,单击 (进给率和速度)图标,弹出“进给率和速度”对话框。在“主轴速度”设置中,勾选 (主轴速度)图标,在文本框中填入“2000.000”。在“进给率”设置中,将“切削”文本框填入“1000.000”,如图1-2-47所示。



图 1-2-46 加工方法参数修改



图 1-2-47 进给率和速度设置

注: rpm 的规范用法为 r/min, 由于本书软件使用了 rpm, 故本书统一使用 rpm。

8. 生成刀路并进行仿真

(1) 在“操作”设置区域中,单击图标计算刀路,如图 1-2-48 所示。其中红色虚线(请扫描图片旁的二维码,查看高清彩图)代表刀具执行 G00 指令快速移刀的轨迹,蓝色虚线代表垂直快速上下刀的轨迹,浅蓝色实线代表进刀的轨迹,而灰色实线代表退刀的轨迹。

(2) 在“操作”设置区域中,单击图标进行加工仿真,弹出“刀轨可视化”对话框。“重播”选项代表刀具沿着刀轨进行移动执行仿真,主要是仿真刀具的移动过程。“3D 动态”选项代表刀具沿着刀轨进行切削 3D 仿真,可以预览工件的 3D 切削效果。在“动画速度”设置中,1~10 代表仿真的速度,一般选择 2 比较容易观察仿真过程。单击图标进行仿真,仿真效果如图 1-2-49 所示。

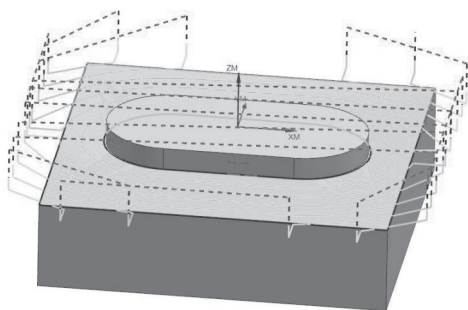


图 1-2-48 刀轨预览

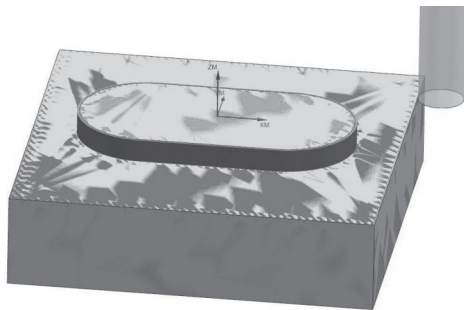


图 1-2-49 仿真效果



刀轨预览

9. 后处理并生成 NC 代码

当成功创建工序,并进行仿真确认没有问题后,就可以导出加工程序,输入数控机床进行加工了。不同的数控系统的机床的加工代码、切削范围、换刀点、夹持器各不相同,因此有相应后处理导出对应数控系统的加工程序。后处理的一般操作步骤如下。

(1) 右击FLOOR_WALL,弹出工具条,选择“后处理”选项,如图 1-2-50 所示。

(2) 在弹出的“后处理器”对话框中选择 UG NX 自带的“MILL_3_AXIS”后处理器,如图 1-2-51 所示。它与“MILL_3_AXIS_TURBO”都是 3 轴数控机床的通用后处理器,区别在于前者是手动换刀,后者带有自动换刀功能。

除了 UG NX 软件自带的后处理器,用户也可以通过 UG NX 软件带有的后处理构造器程序进行后处理器的新建和修改工作。或者通过 (浏览以查找输出文件)功



图 1-2-50 选择“后处理”

能选择网络上下载的后处理器进行后处理。

(3) 在“输出文件”设置区域中,“文件名”文本框显示的地址是程序输出的地址,可在  更改程序输出的地址。“文件扩展名”一般由后处理器设定,也可自行修改,一般常用的为 NC、CNC、PTP 格式,如图 1-2-52 所示。



图 1-2-51 “后处理器”对话框



图 1-2-52 输出文件设置

(4) 单击“确定”按钮,在指定的地址生成加工程序,并弹出生成程序的“信息”对话框,如图 1-2-53 所示。

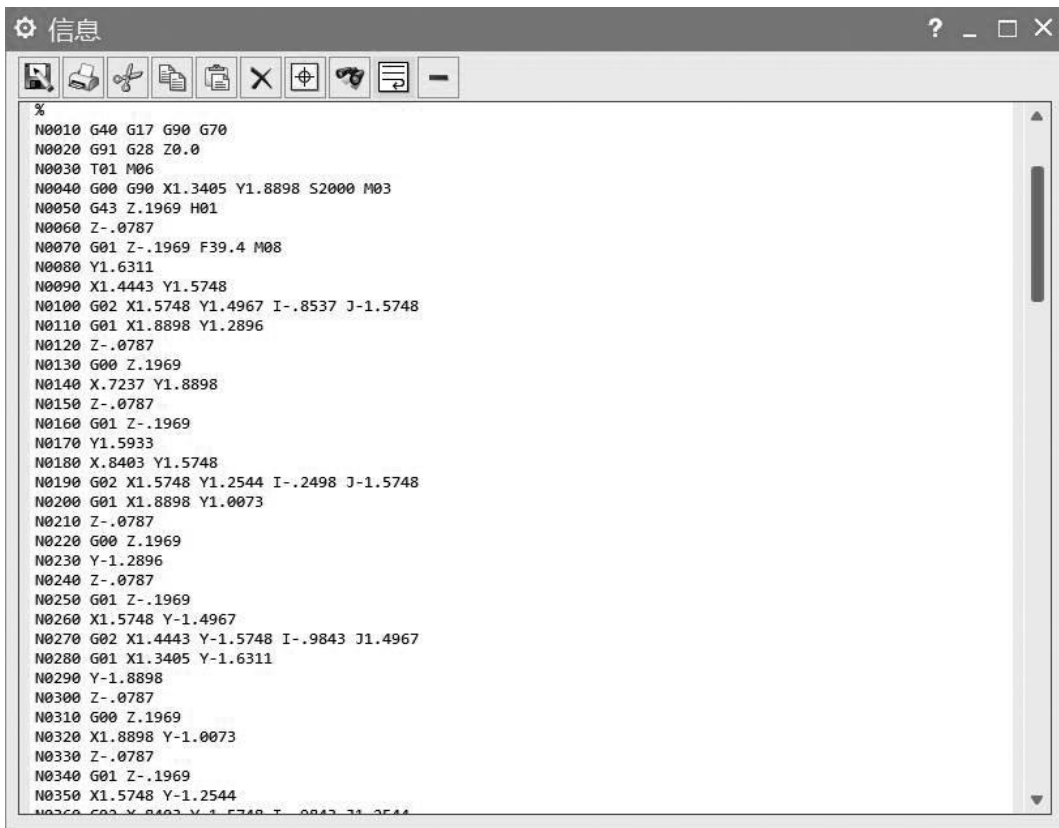


图 1-2-53 加工程序信息

(5) 在生成的加工程序“1.2.1.NC”图标上右击,选择工具条上的“打开方式”中的“记事本”选项,如图 1-2-54 所示,可打开加工程序进行修改,打开效果如图 1-2-55 所示。



图 1-2-54 打开加工程序

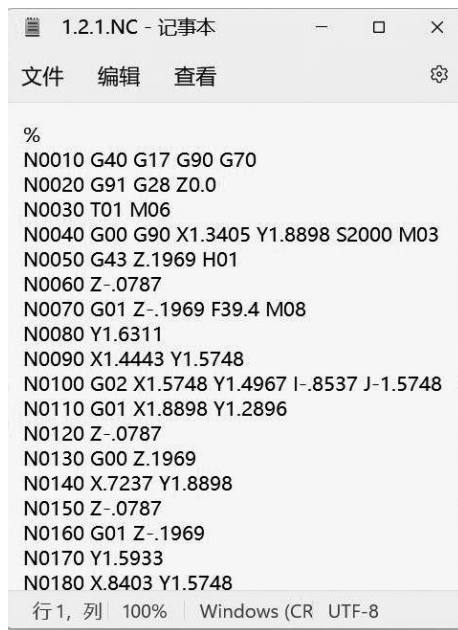


图 1-2-55 记事本修改加工程序

学思践悟

“蛟龙”号载人潜水器首席装配钳工技师——顾秋亮

“蛟龙”号载人潜水器是目前世界上下潜深度最大的载人潜水器,其研制难度不亚于航天工程。在这个高精尖的重大技术攻关中,有一个普通钳工技师的身影,他就是顾秋亮——中国船舶重工集团公司第七〇二研究所水下工程研究开发部职工,“蛟龙”号载人潜水器首席装配钳工技师。

他全程参与了“蛟龙”号载人潜水器 1000 米、3000 米、5000 米和 7000 米四个阶段的海上试验,保质保量完成了“蛟龙”号总装集成、数十次水池试验和海试过程中的“蛟龙”号部件拆装与维护。参加海上试验时,顾秋亮已是五十多岁,但他克服了严重的晕船反应和海上艰苦的工作生活条件等诸多困难,安排好家中生病的妻子,义无反顾地投入每年近 100 天的海试中。

作为首席装配钳工技师,工作中面对技术难题是常有的事。而每次顾秋亮都能见招拆招,靠的就是工作四十余年来养成的“螺丝钉”精神。他爱琢磨善钻研,喜欢啃工作中的“硬骨头”。凡是交给他的活儿,他总是绞尽脑汁想着如何改进安装方法和工具,提高安装

精度，确保高质量地完成安装任务。

顾秋亮说：“在海上工作生活确实很苦很累，但我感到很兴奋、很自豪。不管是晚上加班到半夜还是早上五点半起床保养潜水器，不管日晒还是雨淋，我感到很光荣，能为海试出一份力，我很骄傲，因为在祖国的深潜纪录中有我的汗水，光荣！”

怀揣崇高的使命感和荣誉感，他又肩起了新的挑战——组装 4500 米载人潜水器。已近花甲的顾秋亮仍坚守在科研生产第一线，为载人深潜事业不断书写我国深蓝乃至世界深蓝的奇迹默默奉献……

（来源：中国网，2022 年 10 月 31 日）