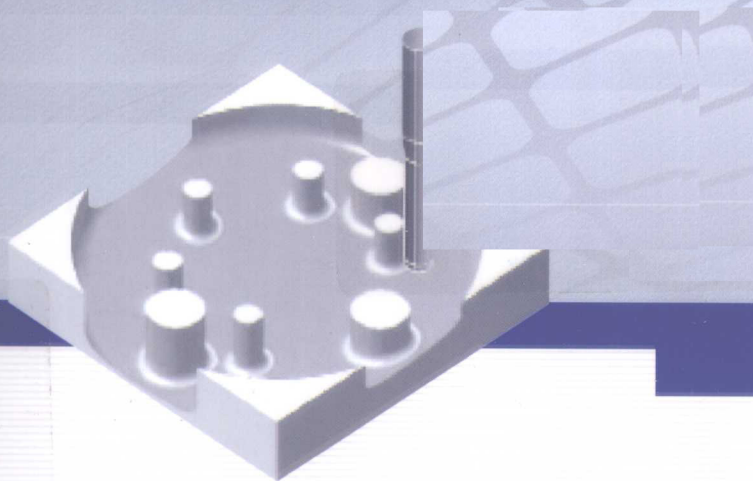




职业教育课程改革规划新教材
机电类专业教学与考工用书

数控铣床/加工中心 操作工技能鉴定

SHUKONG XICHUANG JIAGONG ZHONGXIN
CAOZUOGONG JINENG JIANDING



吴光明 ◎ 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

职业教育课程改革规划新教材
机电类专业教学与考工用书

数控铣床/加工中心操作工 技能鉴定

主 编 吴光明

副主编 陈 巨

参 编 李柏枝

ISBN 978-7-111-3

1. 数... 1. 数...

2. 数... 2. 数...

3. 数... 3. 数...

4. 数... 4. 数...

5. 数... 5. 数...

6. 数... 6. 数...

7. 数... 7. 数...

8. 数... 8. 数...

9. 数... 9. 数...

10. 数... 10. 数...

11. 数... 11. 数...

12. 数... 12. 数...

13. 数... 13. 数...

14. 数... 14. 数...

15. 数... 15. 数...

16. 数... 16. 数...

17. 数... 17. 数...

18. 数... 18. 数...

19. 数... 19. 数...

20. 数... 20. 数...

21. 数... 21. 数...

22. 数... 22. 数...

23. 数... 23. 数...

24. 数... 24. 数...

25. 数... 25. 数...

26. 数... 26. 数...

27. 数... 27. 数...

28. 数... 28. 数...

29. 数... 29. 数...

30. 数... 30. 数...



机械工业出版社

本书是根据中华人民共和国原劳动和社会保障部最新制定的有关国家职业标准数控铣床/加工中心操作工中的知识要求和技能要求编写的。

本书包括自动编程 CAM 概述及加工设置、技能鉴定的实操试题库、应用 Mastercam 软件进行实操题具体编程加工的详细工艺过程、技能鉴定的理论试题库及样题 4 个部分。另在附录部分介绍了数控铣床/加工中心安全操作规程与职业技能鉴定标准。

本书的实操题由浅入深,列举了数控铣床/加工中心加工中的 20 个实际例子(初级工 4 个,中级工 8 个,高级工 8 个),详细地讲述了使用 Mastercam 软件进行零件数控编程加工的方法与技巧。通过本书的学习和实践,读者可达到数控铣床/加工中心操作工的中、高级水平。

本书突出了实践操作和编程技能,并结合现代制造业工厂的实际情况,按照岗位培训的需要来编写,非常适合职业院校数控、模具、机电类专业学生参加国家职业技能鉴定考核培训使用,也适合对 Mastercam 软件或其他 CAM 基础知识有一定了解,但对数控加工工艺还不熟悉,正处于摸索、实践,水平还需提高的在校学生及工厂的数控铣床/加工中心操作工、编程人员学习,还可作为培训机构、企业数控程序员及学校师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床/加工中心操作工技能鉴定/吴光明主编. —北京:机械工业出版社, 2010. 1

职业教育课程改革规划新教材. 机电类专业教学与考工用书
ISBN 978-7-111-28951-7

I. 数… II. 吴… III. ①数控机床: 铣床—操作—职业技能鉴定—教材②数控机床加工中心—操作—职业技能鉴定—教材 IV. TG547 TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 009222 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:汪光灿 责任编辑:汪光灿 版式设计:霍永明

责任校对:刘志文 封面设计:王伟光 责任印制:李妍

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2010 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·471 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-28951-7

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

数控技术是提高产品质量、提高劳动生产率必不可少的重要手段,是关系我国制造业发展和综合国力提高的关键技术,如今,在机械加工、汽车制造、模具设计与制造等行业已非常普及。只有加快数控技术的发展,进一步提高产品的设计制造水平,才能促进我国先进生产力的发展。目前,我国掌握数控技术的机电复合型人才缺口巨大,尽快加速培养掌握数控加工编程技术的应用型人才已成为当务之急。

本书是为了满足国家对数控人才的迫切需要,根据中华人民共和国原劳动和社会保障部最新制定的有关国家职业标准数控铣床/加工中心操作工中的知识要求和技能要求编写的。

本书包括自动编程 CAM 概述及加工设置。技能鉴定的实操试题库、应用 Mastercam 软件进行实操题具体编程加工的详细工艺过程、技能鉴定的理论试题库及样题 4 个部分。另在附录部分介绍了数控铣床/加工中心安全操作规程与职业技能鉴定标准。

本书的实操题由浅入深,列举了数控铣床/加工中心加工中的 20 个实际例子(初级工 4 个,中级工 8 个,高级工 8 个),详细地讲述了使用 Mastercam 软件进行零件数控编程加工的方法与技巧,包括数控加工工艺的编制、工序的安排,以及各种加工方法的参数设置等。各部分内容都结合典型实例进行讲解,对实例的每一步操作的目的和参数设置进行了详细的分析,读者只要按照本书的实例操作加工,就能掌握数控加工工艺及各种常用的刀路程序的技巧。通过本书的学习和实践,读者可轻松达到数控铣床/加工中心操作工的中、高级水平。

本书将数控理论与技能有机地结合起来,针对性、实用性强,既有数控铣床/加工中心安全操作规程与职业技能鉴定标准,又有考核鉴定的理论和技能题库及答案,并将重点放在了技能考核题的讲解上。本书适合职业院校数控、模具、机电类专业学生参加国家职业技能鉴定考工培训使用,也适合对 Mastercam 软件或其他 CAM 基础知识有一定了解,但对数控加工工艺还不熟悉,正处于摸索、实践,水平还需提高的在校学生及工厂的数控铣床/加工中心操作工、编程人员学习,还可作为培训机构、企业数控程序员及学校师生的参考书。鉴于 CAM 类软件所提供的加工方法具有相似性,读者如使用其他版本软件或其他 CAM 类软件,本书所讲述的编程思路和技巧也可起到一定的参考作用。

本书由东莞市职业技能鉴定指导中心组织编写,由吴光明任主编,陈巨任副主编,李柏枝参加编写。其中吴光明编写了第一、三、四章;陈巨编写了第五章;李柏枝编写了第二章。全书由吴光明统稿。东莞市职业技能鉴定指导中心几位领导提出了很多修改意见。在编写过程中,东莞市职业技能鉴定指导中心、东莞理工学校、东莞市高级技工学校、联合技工学校、育才职业技术学校、长安职业高级中学、常平黄水职业中学、智通职业技术学校、华

粤职业技术学校、南华职业技术学校、南博职业技术学院、东莞理工学院，以及东莞模具制造相关企业也给予了大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

限于编者的水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正，编者的电子邮箱为 wgm2170@21CN.com。

编者

2009.6

目 录

前言

第一章 自动编程 CAM 概述及加工

设置	1
第一节 自动编程 CAM 概述	1
一、自动编程的定义及特点	1
二、自动编程的操作步骤	1
第二节 Mastercam 9.1 系统的相关性及其应用	2
一、刀具的选择和定义	3
二、刀具参数	5
三、工件设置	7
四、操作管理	8
第三节 刀路的选择	10
一、二维曲线加工 (2D curve)	10
二、钻孔加工 (Drill)	10
三、曲面粗加工 (Surface rough)	10
四、曲面精加工 (Surface finish)	11
五、线框刀路 (Wireframe)	11
第二章 数控铣床/加工中心技能鉴定 (应会) 试题	13
第一节 数控铣床/加工中心初级工技能鉴定 (应会) 样卷	13
第二节 数控铣床/加工中心中级工技能鉴定 (应会) 样卷	18
第三节 数控铣床/加工中心高级工技能鉴定 (应会) 样卷	29
第三章 数控铣床/加工中心操作工技能鉴定编程加工 (应会) 试题	42
第一节 数控铣床/加工中心初级工技能鉴定编程加工 (应会) 试题	42
一、零件的编程加工——技能试题 A	42
二、零件的编程加工——技能试题 B	57

三、零件的编程加工——技能试题 C	68
第二节 数控铣床/加工中心中级工技能鉴定编程加工 (应会) 试题	81
一、零件的编程加工——技能试题 A	82
二、零件的编程加工——技能试题 B	93
三、零件的编程加工——技能试题 C	105
四、零件的编程加工——技能试题 D	116
五、零件的编程加工——技能试题 E	127
六、零件的编程加工——技能试题 F	139
七、零件的编程加工——技能试题 G	153
八、零件的编程加工——技能试题 H	166
第三节 数控铣床/加工中心高级工技能鉴定编程加工 (应会) 试题	176
一、零件的编程加工——技能试题 A	177
二、零件的编程加工——技能试题 B	183
三、零件的编程加工——技能试题 C	189
四、零件的编程加工——技能试题 D	195
五、零件的编程加工——技能试题 E	201
六、零件的编程加工——技能试题 F	207
七、零件的编程加工——技能试题 G	212
八、零件的编程加工——技能试题 H	218
第四章 数控铣床/加工中心操作工理论 (应知) 试题库	225
一、填空题	225
二、判断题	230
三、选择题	239
四、多项选择题	258
五、问答题	261
六、综合题	266
第五章 数控铣床/加工中心操作工理论 (应知) 模拟样卷	270
第一节 数控铣床/加工中心初级工理论 (应知) 样卷	270

一、填空题	270
二、判断题	271
三、选择题	271
四、简答题	272
五、综合题	272
第二节 数控铣床/加工中心中级工理论	
(应知) 样卷	273
一、填空题	273
二、判断题	273
三、选择题	274
四、简答题	275
五、综合题	275
第三节 数控铣床/加工中心高级工理论	
(应知) 样卷	277
第一章 数控铣床/加工中心操作工技能鉴定	
第一节 数控铣床/加工中心中级工理论	
(应知) 样卷	273
一、填空题	273
二、判断题	273
三、选择题	274
四、简答题	275
五、综合题	275
第二节 数控铣床/加工中心高级工理论	
(应知) 样卷	277
一、填空题	277
二、判断题	277
三、选择题	278
四、简答题	280
五、综合题	281
附录	282
附录 A 数控铣床/加工中心职业技能	
鉴定标准	282
附录 B 数控铣床/加工中心的日常维	
护和保养	293
附录 C 数控铣床/加工中心安全操作	
规程	296

一、填空题	277
二、判断题	277
三、选择题	278
四、简答题	280
五、综合题	281
附录	282
附录 A 数控铣床/加工中心职业技能	
鉴定标准	282
附录 B 数控铣床/加工中心的日常维	
护和保养	293
附录 C 数控铣床/加工中心安全操作	
规程	296
第一章 数控铣床/加工中心操作工技能鉴定	
第一节 数控铣床/加工中心中级工理论	
(应知) 样卷	273
一、填空题	273
二、判断题	273
三、选择题	274
四、简答题	275
五、综合题	275
第二节 数控铣床/加工中心高级工理论	
(应知) 样卷	277
一、填空题	277
二、判断题	277
三、选择题	278
四、简答题	280
五、综合题	281
附录	282
附录 A 数控铣床/加工中心职业技能	
鉴定标准	282
附录 B 数控铣床/加工中心的日常维	
护和保养	293
附录 C 数控铣床/加工中心安全操作	
规程	296

第一章

自动编程 CAM 概述及加工设置

第一节 自动编程 CAM 概述

一、自动编程的定义及特点

自动编程又称为计算机辅助编程。它是利用计算机和相应的前置、后置处理程序对零件的源程序或几何造型进行处理,以得到加工程序和数控工艺文档的一种编程方法。

自动编程时,首先利用 CAD/CAM 软件先绘制工件的几何图形,编程人员只需根据图样的要求,使用数控语言编写出工件加工源程序,送入计算机,由计算机自动地进行数值计算、后置处理,编写出工件加工程序单,直至自动生成加工厂代码。

Mastercam 是一套非常完整的 CAD/CAM 系统,它性能优越,功能强大,运行稳定,易学易用,对硬件要求低,是目前机械加工行业使用最为广泛的一种软件,它可用于数控铣床、数控车床、数控镗床、加工中心、线切割机床等。Mastercam 系统的 Design 设计模块集 2D 和 3D 的线框、曲面和实体造型于一体,具有全特征化造型功能和强大的图形编辑、转换处理能力。Mastercam 系统的 Mill 制造模块可以生成和管理多种类型的数控加工操作。

二、自动编程的操作步骤

Mastercam 系统编程所追求的目标是如何更有效地获得各种工件加工要求的高质量的加工程序,以便更充分地发挥数控机床的性能,获得更高的加工质量和加工效率。

Mastercam 系统的目标是要生成 CNC 控制器可以解读的数控加工程序(NC 码)。NC 码生成的三个步骤如下:

- 计算机辅助设计(CAD)生成数控加工中工件的几何模型。
- 计算机辅助制造(CAM),生成一种通用的刀具路径(刀路)数据文件(NCI 文件)。
- 后置处理(POST)将 NCI 文件转换为 CNC 控制器可以解读的 NC 码。

1. 数控加工工艺确定

数控加工工艺是采用数控机床加工工件时所运用的方法和技术手段的总和,在程序编制工作之前,必须确定加工工艺方案。加工工艺的好坏直接影响工件的加工质量和机床的加工效率。

数控加工工艺主要包括:

- 1) 选择适合在数控机床上加工的工件。
- 2) 分析图样,明确加工内容及技术要求,制定加工工艺路线。
- 3) 选定工件的定位基准,确定夹具、辅具、切削用量和加工余量等。
- 4) 选取对刀点和换刀点,确定刀具补偿和加工线路。
- 5) 试加工,处理现场出现的问题。
- 6) 加工工艺文件的定型和归档。

2. 工件几何模型建立

工件的数控编程首先是建立被加工工件的几何模型,主要技术包括曲线曲面的生成、编辑、裁剪、偏置、旋转、镜像等。在 Mastercam 系统中,工件几何模型的建立主要有以下 3 种途径:

- 1) 由系统本身的 CAD 造型建立工件的几何模型。
- 2) 通过系统提供的 DXF、IGES、CADL、VDA、STL、PARASLD、DWG 等标准图形转换接口,把其他 CAD 软件生成的图形转换为本系统的图形文件,实现图形文件的交换和共享(这是目前最为常用的一种方法)。
- 3) 通过系统提供的 ASC II 图形转换接口,把经过三坐标测量仪或扫描仪测得的实物数据转换成本系统的图形文件。

3. 刀具轨迹生成

刀具轨迹生成是对形状复杂工件进行数控加工的最重要而且研究最为广泛深入的内容,能否生成有效的刀具轨迹,直接决定了加工的可能性、质量与效率。生成的刀具轨迹必须无干涉、无碰撞、轨迹光滑、满足切削负荷要求、代码质量高,同时,生成的刀具轨迹还应满足通用性好、稳定性好、编程效率高和代码量小等条件。加工模型建立后,即可利用 CAM 系统提供的多种形式的刀具轨迹生成功能进行数控编程。可以根据不同的工艺要求与精度要求,指定加工方式和加工参数,生成刀具的切削路径。

4. 程序校验

Mastercam 系统可以通过 Backplot (刀具路径模拟) 和 Verify (实体切削校验) 验证生成的刀具轨迹的精度及进行干涉检查,用图形方式检验加工代码的正确性。Mastercam 系统提供了对已生成刀具轨迹进行编辑的功能,以满足特殊的工艺需要。

5. 后置代码生成

Mastercam 系统提供了大多数常用数控系统的后处理器。后置处理文件的扩展名为 .PST,是一种可以由用户以回答问题的形式自行修改的文件,在编程前必须对这个文件进行编辑,才能在执行后处理程序时产生符合某种控制器需要和使用者习惯的 NC 程序。

6. 加工代码输出

Mastercam 系统可通过计算机的串口或并口与数控机床连接,将生成的数控加工代码由系统自带的 Communications (通信) 功能传输到数控机床,也可通过专用传输软件将数控加工代码传输给数控机床。

第二节 Mastercam 9.1 系统的相关性及其应用

Mastercam 9.1 系统的相关性是指刀具路径、刀具参数、刀具材料、加工参数联系工

件的几何模型构建一个完整的操作程序,若操作程序的任何部分改变,另一个相关部分可重新生成,而不需要重新构建全部操作程序,即可重新生成 NCI 文件,并将所有的这些资料存储在一个 MC9 文件中,为工件模型及加工参数修改后重新生成 NCI 文件提供了便利。

Mastercam 9.1 相关性的刀具路径功能,用于曲面加工、外形铣削、钻孔和挖槽等,下面功能在所有相关的刀具路径功能中是公用的: Tool manager (刀具管理)、Operations manager (操作管理)、Define tool (刀具设置)、Chain manager (串联管理)、Tool parameters (刀具参数)、Job setup (工件毛坯设置)。

一、刀具的选择和定义

1. 刀具结构形式选择

常用硬质合金刀具有整体式和可转位两种结构形式。

(1) 整体式 铣刀的刀具整体由硬质合金材料制成,价格贵,加工效果好,多用在精加工阶段。此类型刀具通常为平底刀及球头刀。

(2) 可转位式 铣刀前端采用可更换的可转位刀片(舍弃式刀粒),刀片用螺钉固定。刀片材料为硬质合金,表面有涂层,刀杆采用其他材料。刀片改变安装角度后可多次使用,刀片损坏不重磨。可转位式铣刀使用寿命长,综合费用低。刀片形状有圆形、三角形、方形、菱形等,圆鼻刀多采用此类型,球刀也有此类型。

2. 刀具形状选择

(1) 平底刀 粗加工和精加工都可使用。平底刀主要用于粗加工、平面精加工、外形精加工和清角加工。

(2) 圆鼻刀 它主要用于粗加工和半精加工及平面精加工,适合于加工硬度较高的材料。常用圆鼻刀圆角半径为 $R0.2 \sim R6\text{mm}$ 。

(3) 球头刀 它主要用于曲面的精加工。

3. 刀具材料选择

常用刀具材料:高速钢、硬质合金。非金属材料刀具使用较少。

(1) 高速钢刀具(白钢刀) 高速钢刀具易磨损,价格便宜,常用于加工硬度较低的工件,如铜材和铝材零件。

(2) 硬质合金刀具(钨钢刀、合金刀) 硬质合金刀具耐高温,硬度高,主要用于加工硬度较高的工件。硬质合金刀具需要较高转速加工,否则容易崩刃。硬质合金刀具加工效率和质量比高速钢刀具好。

4. 刀具的定义

选择任何一种加工方法,在进入了命令之后,首先出现的是一个对话框,里面有 2 个或 3 个甚至 4 个标签页,但第一个标签页一定是刀具参数标签页。点选 Toolpaths \ Contour, 选择所要加工的外形后出现外形铣削对话框,进入图 1-1 的界面,在刀具空白栏内单击鼠标右键,在弹出的菜单中选择 Get tool from library (从刀库中选刀) 或 Create new tool (构建新刀具) 选项,进入图 1-2 所示的刀具参数定义选项卡。

如图 1-2 所示,刀具参数选项可对刀具的参数进行设置。不同类型的刀具选项卡的内容有所不同,但主要参数都是一样的。以球头刀为例来说明该选项卡各参数的含义。

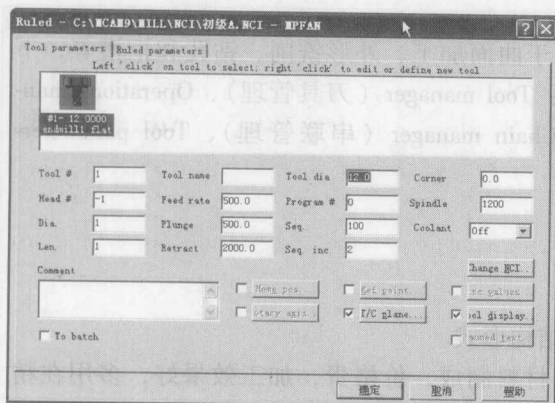


图 1-1 刀具参数

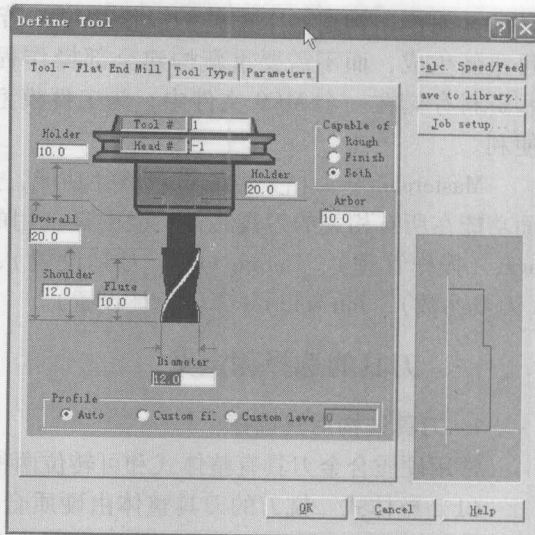


图 1-2 刀具参数定义选项卡

- 1) Diameter 直径。设置刀具切口的直径。
- 2) Flute 切削刃长度。设置刀具有效切削刃的长度。
- 3) Shoulder 切削刃长度。设置刀具从刀尖到刀尖的长度。
- 4) Overall 刀长。设置工具由刀尖到夹头底端的长度。
- 5) Arbor 刀柄直径。设置刀柄直径。
- 6) Holder 夹头。有两个参数输入框，一个用来设置夹头直径，另一个用来设置夹头长度。
- 7) Tools # 刀具编号。系统按自动创建的顺序给出刀具编号，也可以自行设置编号。
- 8) Capable of 刀具应用场合。用来设置该刀具的应用场合，可选择 Rough（粗加工）、Finish（精加工）、Both（粗、精加工）。

若要改变刀具类型，可单击 Tools Type 标签，在 Tools Type（刀具类型）选项卡中选择刀具类型后，系统自动打开该类型刀具参数的选项卡，如图 1-3 所示。

各刀具类型的含义如下：

End Mill: 平铣刀	Taper Mill: 锥度铣刀	Left-hand tap: 左牙丝锥
Sphere Mill: 球头铣刀	Dove Mill: 燕尾铣刀	Center Drill: 中心钻
Bull Mill: 圆鼻铣刀	Lo1. Mill: 圆球形铣刀	Spot Drill: 铤孔钻
Face Mill: 盘铣刀	Drill: 钻头	Counter Bore: 沉孔铣刀
Radius Mill: 圆弧铣刀	Reamer: 铰刀	Counter Sink: 锥孔铣刀
Chamfer Mill: 倒角铣刀	Bore Bar: 镗刀	Undefined: 未定义
Slot Mill: 槽铣刀	Right-hand tap: 右牙丝锥	

在 Define Tools（刀具定义）选项卡中，选择 Parameters（参数）选项，显示图 1-4 所示刀具其他参数设置对话框，可设置使用该刀具在加工时的进给量、冷却方式等。主要参数的含义如下：

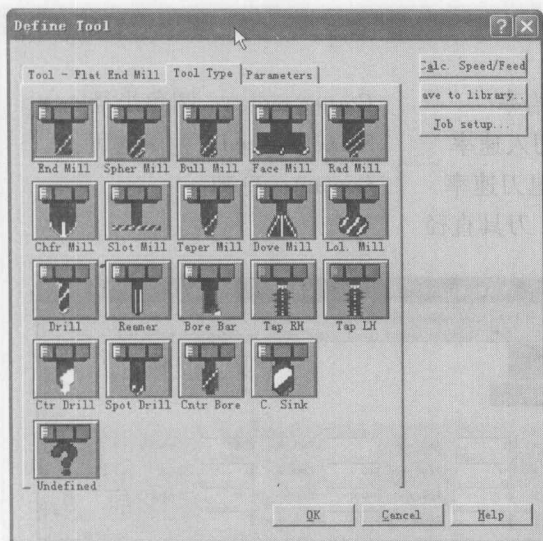


图 1-3 刀具类型选项卡

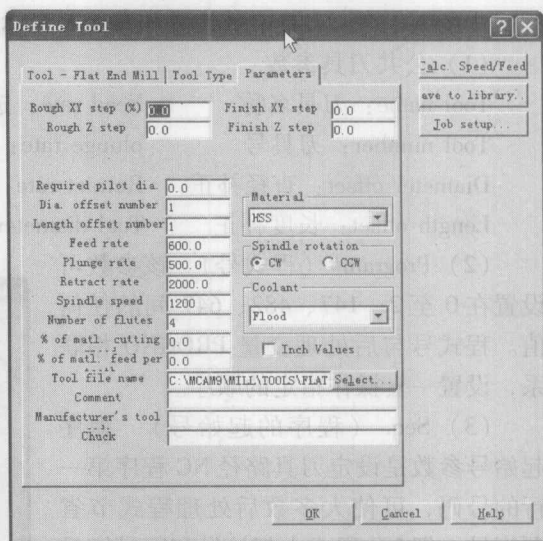


图 1-4 刀具参数选项卡

1) Rough XY Step: 粗加工时, 在垂直刀轴方向 (XY 方向) 的每次进给量。该项参数以刀具直径的百分率表示。

2) Rough Z step: 在粗加工时, 在刀轴方向 (Z 方向) 每次进给量。

3) Finish XY Step: 精加工时, 在垂直刀轴方向 (XY 方向) 的每次进给量。

4) Finish Z Step: 精加工时, 每次铣削在刀轴方向 (Z 方向) 的进给量。

5) Required pilot dia: 通常用于在攻螺纹、镗孔时, 设置刀具所需的中心孔直径。

6) Dia. offset number/Length offset number: 当用 CNC 控制器设置刀补参数时, 该值赋予刀补号, 刀补号相当于一个寄存器。

7) Feed rate: 进给率参数, 用于控制刀具进给的速度 (英寸/每分钟, 毫米/每分钟)。

8) Plunge rate: 切入速率, 用于控制刀具快速趋近工件的速度。

9) Retract rate: 退刀速率, 用于控制刀具快速提刀返回的速度。

10) Number of flutes: 刀具的刃数, Mastercam 使用该参数去计算进给率。

11) Spindle rotation: 主轴旋转的方向, 有 CW (顺时针方向)、CCW (反时针旋转)。

12) Coolant: 设置加工时的冷却方式, 有 off (不使用切削液)、Flood (液体冷却)、Mist (薄雾喷射冷却)、Tool (经过刀具内部冷却) 4 种方式。

13) % of matl. cutting: 刀具切削线速度的百分比。

14) % of matl. Feed: 刀具进给量的百分比。

15) Tool file name: 刀具文件名参数。

16) Tool name: 在选择刀具名显示区文本框输入一刀具名。

17) Chuck: 夹头参数, 是机床上夹紧刀具的附件。

18) Material: 设置刀具材料, 系统使用该材料用于计算主轴转速、进给率和插入速率。

二、刀具参数

在指定加工区域后, 必须定义加工用刀具的参数, 这些参数中许多项直接影响后置处理

程式中的 NC 码。刀具参数设置如图 1-5 所示。

(1) 公共刀具参数

Tool name: 刀具名称	Feed rate: 进给率	Corner radius: 圆角半径
Tool number: 刀具号	plunge rate: 切入速率	Spindle speed: 主轴速度
Diameter offset: 直径补偿	Retract rate: 退刀速率	Coolant: 冷却
Length offset: 长度补偿	Tool diameter: 刀具直径	

(2) Program# (程式号) 该参数可设置在 0 至 2、147、482、647 间的任何值。程式号与后处理变量 PROGNO 相联系, 设置一套操作指定的顺序。

(3) Seq. (程序的起始号) 程序起始号参数是设定刀具路径 NC 程序第一行的号码, 可使大多数后处理程式节省顺序号, 把 NC 程式中起始号和行号增量参数都设置为 0。

(4) Seq. inc (顺序行号的增量值) 顺序行号的增量值参数是设置刀具路径的 NC 程式每行的增量数, 使大多数后处理的程式节省顺序号, 把 NC 程式中起始号和行号增量参数都设置为 0。

(5) Comment (注释) 输入任何操作的注释。

(6) Change NCI (改变 NCI 文件名) 改变 NCI 按钮, 改变目标 NCI 文件的名字, 符合于现在的操作, 每一种操作有一个不同目标 NCI 文件, 若在一个新图形 MC9 文件中构建第一个操作, Mastercam 9.1 系统会自动提示选择 NCI 文件名, 否则系统下一次操作同样的 NCI 文件名。

(7) Home pos (原点设置) 该按钮用来设置刀具的原点, 可在输入框中输入刀具原点的各坐标值, 或用 Select 按钮选择图形区中一点作为原点位置。

(8) Ref. point (参考点) 在机械加工中, 刀具先从刀具原点移动到 Approach (进给时的参考点) 设置的位置, 再开始第一条刀具路径的加工; 当刀具完成加工后, 先移动到 Retract (返回时的参考点) 栏设置的位置, 再返回到刀具的原点。参考点对话框默认值相对于操作的刀具平面的坐标是 X0.0000、Y0.0000 和 Z0.0000。

(9) T/C Plane (刀具平面/构图平面) 该对话框用来设置刀具平面和构图平面的原点及视角方向, 除工件补偿选项只应用于刀具平面外, 刀具平面和构图平面选项是相同的。

Mastercam 9.1 系统的工件坐标系 (WCS) 不仅适用于造型设计, 同样也适用于其机械加工系统, 选中 Tool Plane/Construction Plane 对话框中的 Working Coordinate System (加工坐标系) 选项后, 即可在工件坐标系下定义构图平面和加工平面以及各自的原点。

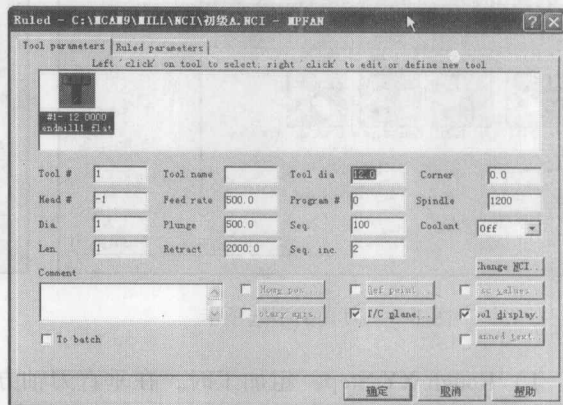


图 1-5 刀具参数选项卡

三、工件设置

工件设置是设置工件参数,包括设置工件的大小、原点和材料等,从主菜单Toolpath \ Job setup或按 $\text{Alt} + \text{J}$ 组合键,系统弹出毛坯参数设置对话框,可进行工件毛坯的设置,如图1-6所示。

1. 定义工件尺寸

工件只能定义为立方体。定义工件尺寸有以下方法:

1) 在 Job Setup 对话框的 X、Y 和 Z 输入框中输入工件的尺寸。

2) 单击 Select corners 按钮,在绘图区选取工件的两个角点。

3) 单击 Bounding box 按钮,在绘图区选取几何对象后,根据选取对象的外形来定义工件的大小。

4) 单击 NCI extents 按钮,根据 NCI 文件中的刀具移动范围,计算工件的大小。

2. Stock Origin (工件原点设置)

Mastercam 9.1 系统中,将工件的原点定义在工件的 10 个特殊位置上,包括 8 个角落及两个下面中心点。系统将用一个小箭头指示所选择工件上的位置。将光标移到特殊点位置上,单击鼠标左键即可将该点设置为工件原点。

工件原点坐标可以直接在 Stock Origin 输入框中输入,也可单击 Stock Origin 按钮返回绘图区选取工件的原点。

3. Toolpath Configuration (刀具路径设置)

刀具路径设置部分包括 NCI 文件参数设置。

1) Output operation comment to NCI: 选该复选框时,在生成的 NCI 文件中包括操作注解。

2) Generate toolpath immediately: 直接产生刀路。当构建直接操作选项时,该选项重新产生 NCI 文件,否则,在操作管理器中用重新生成刀路的按钮重新生成路径。

3) Save toolpath immediately: 在 MC9 文件中存储刀具路径。

4) Assign tool numbers sequentially: 系统自动依序指定刀具号。

该选项指挥系统为构建新刀具赋予下一个现有的刀号或从刀库选取,当执行时,该选项用这些新值溢流刀库内已存储刀号。

5) Use tool's step, peak, coolant: 使用刀具的步距、步进、冷却等参数设置。

6) Search tool library when entering tool: 当选中该复选框时,在 Tool parameter 选项卡中输入刀具号时,系统自动使用刀具库中的对应刀具号的刀具。

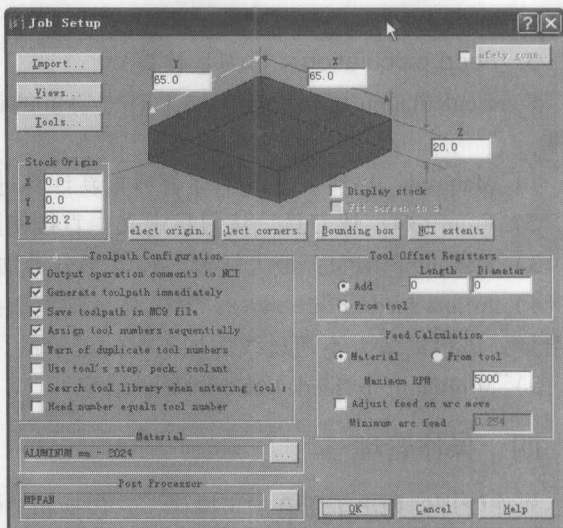


图 1-6 毛坯参数设置对话框

4. Tool offset registers (刀具补正寄存器)

Tool offset registers 是确定刀具直径补正和长度补正值, 用来设置生成刀具路径的刀具偏移值。

1) Add: 增加。选此按钮系统 will Length (长度) 和 Diameter (直径) 输入值与刀具长度和直径相加作为偏移值。

2) From tool: 从刀具。选此按钮系统直接从刀具定义中使用长度和刀具直径作为偏移值。

5. Feed calculation (进刀量计算)

Feed calculation 用来设置在加工时进给量的计算方法, 计算进给率、退刀速率和主轴转速。

1) Material: 材料。根据毛坯材料重新计算进给率、切入速率、退刀速率和主轴转速。

2) From tool: 从刀具。从刀具定义中直接使用进给率和主轴转速。

3) Maximum RPM: 最大转速。输入每分钟加工时刀具的最大转速。

4) Adjust feed on arc move: 对圆弧运动调整进给率。系统在进行圆弧加工时自动调整进给量, 进给量最大不超过线性加工时的进给量。

5) Minimum arc feed: 最小圆弧进给率。

四、操作管理

操作管理器列出了所有加工操作, 它包括相关性和非相关性的刀路。使用该对话框可进行分类、编辑、重新生成和后处理等操作, 可进入该对话框选择刀路, 从主菜单选 Toolpath \ Operation (或按 **Alt** + **O** 组合键), 系统弹出如图 1-7 所示的刀路操作管理对话框, 在管理器内单击鼠标右键可得到更多信息。

1. 操作列表区

该区域显示在现在工件中的操作顺序, 为一个操作选择文件夹图像, 显示操作部分, 包括参数、刀具定义、图形和 NCI 文件。

2. Select All (选择所有)

该按钮选择操作管理器列表中所有操作, 已选择的操作在文件夹里的图像用一个标记表示。

3. Regen Path (重新生成路径)

重新生成路径按钮可改变已有操作, 并重新构建已选取的操作, 该选项只应用于相关性刀具路径, 非相关性刀具路径可重新产生选择参数图像, 并使用重做按钮重新选取图形和参数。

4. Backplot (重绘图形)

从 NC Utils (公共管理) 或操作管理器, 选择重绘刀路 (Backplot), 显示重绘刀路菜单, 重绘刀路显示路径, 用刀具去切削工件, 该刀具路径在图形视角中显示。在生成刀具路径

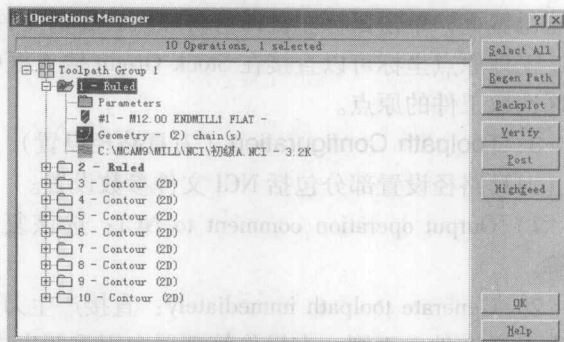


图 1-7 刀路操作管理对话框

后, 可以重新设定刀具路径的显示模式并进行显示。各参数的意义如下所示。

Step: 单步模拟。单击该命令一次, 刀具就在屏幕上移动一次。

Run: 自动模拟。单击该命令后, 显示完整的刀具仿真过程。

Display: 参数设定。

Show path: 显示路径。该命令为 Y 时, 在仿真过程中显示刀具路径, 即刀具中心的移动轨迹。

Show tool: 显示刀具。该命令为 Y 时, 在仿真过程中显示刀具。

Show hold: 显示刀柄。该命令为 Y 时, 在仿真过程中显示刀具的夹头。

MC9 name: MC9 文档名。

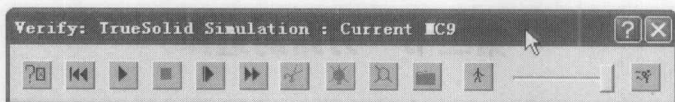
Verify: 切痕着色验证。该命令为 Y 时, 在仿真过程中显示工件被切削的痕迹。

MC9 file: MC9 文件。

5. Verify (检验刀具路径)

检验刀路。在正式加工之前, 可用已编制好的刀路进行实体切削仿真验证。选择 **NC Utl** \ **verify** 选项或在操作管理器中单击 **Verify** 按钮, 在绘图区显示出设置的工件外形和 **Verify** 工具栏, 这时可以对选取的操作进行加工模拟, 以检验刀具路径。

Verify 工具栏中各按钮的功能如下:



按钮: 单击该按钮, 弹出如图 1-8 所示的检验刀路参数设置对话框, 该对话框用来设置加工模拟中工件、刀具等参数。

按钮: 删除以前的模拟加工结果。

按钮: 开始连续加工模拟。

按钮: 暂停加工模拟。

按钮: 按输入的步数进行加工模拟。

按钮: 不显示加工过程, 直接显示加工结果。

按钮: 显示加工后工件的截面。

按钮: 重新配置灯光, 仅对标准加工模拟有效。

按钮: 刷新放大显示的区域, 仅对 Truesolid 加工模拟方式有效。

按钮: 设置模拟加工的速度。

6. Post (后处理)

在操作管理器中单击 **Post** 按钮, 弹出 **Post processing** (后处理) 对话框, 如图 1-9 所示。设置后处理中的有关参数, 系统默认后处理器为 **MPFAN.PST** (PANUC 控制器)。若需要使用其他的后处理器, 可单击 **Change Post** 按钮, 在弹出的 **Specify File Name to Read** 对话框中选取对应的后处理器。通过设置 **NCI file** 栏和 **NC file** 栏中的参数可对生成的 **NCI** 文件和 **NC** 文件进行设置。

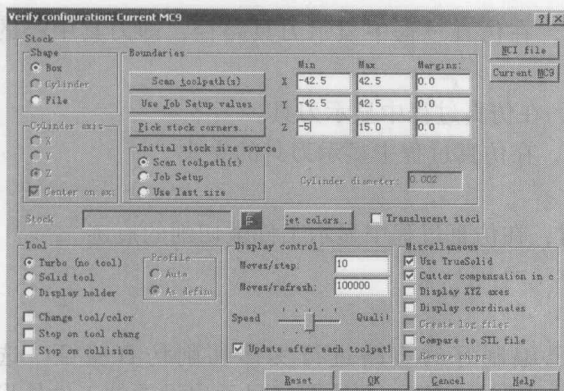


图 1-8 检验刀路参数设置

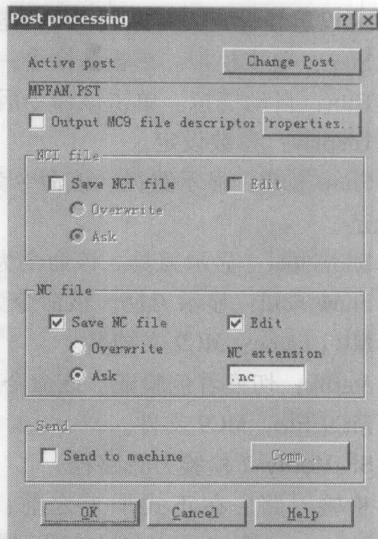


图 1-9 “后处理”对话框

第三节 刀路的选择

刀具路径（刀路）及参数的选择直接影响加工效率和加工质量。如何保证较高的加工效率和加工质量，是数控加工过程中必须重视的问题。Mastercam 9.1 提供了多种铣加工刀具路径。下面介绍刀具路径的特点。

一、二维曲线加工（2D curve）

（1）外形加工（Contour） 刀具沿所选曲线移动，用于外形粗加工、精加工，操作简单、实用。通常采用平底刀、圆鼻刀、斜度刀加工。外形铣加工可在材料外部进刀，进刀点避开曲线拐角处。如选择 3D 曲线，则自动转为三维曲线外形铣削。

（2）挖槽加工（Pocket） 选择封闭曲线确定加工范围，常用于对凹槽特征的粗加工，限制加工深度时可用于对平面精加工。挖槽加工在毛坯上进刀，进刀时选用螺旋或斜向进刀。其走刀方式最常用的是来回进刀（Zigzag）。

（3）面加工（Face） 用于对平面的粗、精加工。用挖槽加工可达到相同目的。

二、钻孔加工（Drill）

钻孔加工有钻孔、攻螺纹、镗孔等多种加工方式，以点来确定孔加工的位置。

三、曲面粗加工（Surface rough）

（1）曲面挖槽加工（Pocket） 分层清除曲面与加工范围之间的所有材料，加工完毕的工件表面呈梯田状。刀路计算时间短，刀具切削负荷均匀，加工效率高。其进刀方式最常用的是来回进刀。同其他开粗刀路加工效率相比，常作为粗加工第一步首选方案。