

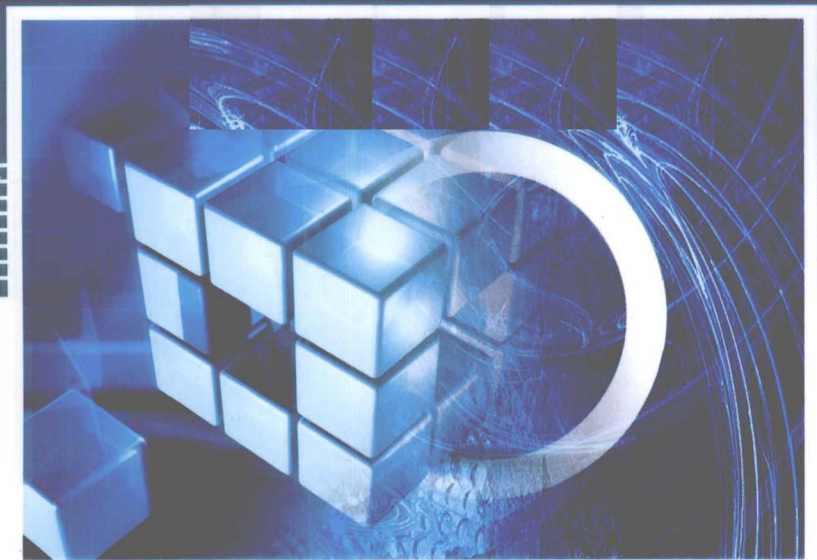


21世纪高等职业教育精品课示范性规划教材

数控机床技能操作实训

shukong jichuang jineng caozuo shixun

■ 主 编 董跃平 江长华 陈 蕊



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高等职业教育精品课示范性规划教材

数控机床技能操作实训

主 编 董跃平 江长华 陈 蕊
副主编 陈红江 周 伟 荣 伟
主 审 袁建新

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是 21 世纪高等职业教育精品课示范性规划教材,以培养学生的数控机床技能实训为主导,详细介绍了法兰克、西门子以及华中三个系统的数控车、铣、加工中心的操作。

全书共分为五个项目,项目一详细介绍了数控车床的操作编程加工。项目二详细介绍了数控铣床的操作编程加工。项目三详细介绍了加工中心的操作编程加工。项目四介绍了数控线切割的操作编程加工。项目五介绍了数控电火花成型加工的操作。

本书简明扼要、图文并茂、内容丰富、论述条理清晰,是一本针对性、实用性较强的教材,便于读者理解和掌握。

本书可作为高职、高专、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校数控技术应用、机械制造、机电一体化等专业的教材,也可作为从事数控机床操作的技术人员的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数控机床技能操作实训/董跃平,江长华,陈廷主编.北京:北京理工大学出版社,2009.8

ISBN 978-7-5640-2730-8

I. 数… II. ①董…②江…③陈… III. 数控机床-操作-高等学校:技术学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 151005 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/天津武清高村印装厂

开 本/710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张/12.75

字 数/237 千字

版 次/2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数/1~4000 册

定 价/22.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代,面临这个难得的机遇和挑战,本着“科教兴国”的基本战略,我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求,满足社会对高校毕业生的技能需要,北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写,以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材面向机电类相关专业。作者在编写之际,广泛考察了各校应用型学生的学习实际,本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格,以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,力求提高学生的实际运用能力,使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ✚ 以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用目的。
- ✚ 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合机电类课程体系设置。
- ✚ 以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高。
- ✚ 以内容为核心,注重形式的灵活性,以便学生易于接受。

二、编写原则

- ✚ 定位明确。本系列教材所列案例均贴合工作实际,以满足广大企业对于机电类专业应用型人才实际操作能力的需求,增强学生在就业过程中的竞争力。
- ✚ 注重培养学生职业能力。根据机电类专业实践性要求,在完成基础课的前提下,使学生掌握先进的机电类相关操作软件,培养学生的实际动手能力。

三、丛书特色

- 系统性强。丛书各教材之间联系密切,符合各个学校的课程体系设置,为学生构建牢固的知识体系。
- 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深,循序渐进的原则,重点、难点突出,以提高学生的学习效率。
- 先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例,使学生对当前专业发展方向有明确的了解,并提高创新能力。
- 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力,以使理论来源于实践,并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

前 言

操作数控机床加工零件是数控加工设备操作工的典型工作任务，是数控技术高技能人才必须掌握的技能。数控机床操作是高职机械类专业的一门重要的专业核心课程。

本书以训练学生的数控机床操作技能为目标，以 FANUC 数控系统、华中数控系统为主，SIEMENS 数控系统为辅，详细介绍数控车床、数控铣床、加工中心、线切割、电火花成型加工的操作内容。

本书以操作过程为导向，通过 5 个项目的学习，学生能够掌握数控机床的操作方法、编程方法、分析方法，达到高级工的水平。

本书由董跃平担任第一主编并负责全书的统稿，由江长华担任第二主编，陈廷担任第三主编，由陈红江、周伟、荣伟担任副主编。本书由袁建新教授担任主审。

由于时间仓促，编者水平和经验有限，书中难免有欠妥和错误之处，恳请专家读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 数控车床操作	1
课题一 车床的维护保养与安全文明生产	1
课题二 数控机床的结构	2
课题三 FANUC 0-TD 系统数控车床概述	3
课题四 数控车床的操作流程与加工流程	5
课题五 数控机床的准备与对刀	6
课题六 编辑程序与输入程序	7
课题七 实际操作练习	12
课题八 华中系统数控车床面板	13
课题九 华中数控车床程序编制	20
课题十 西门子数车面板	41
课题十一 西门子数车编程	43
项目二 数控铣床操作	51
课题一 铣床的维护保养与安全文明生产	51
课题二 数控铣床的结构	52
课题三 FANUC 0i 系统数控铣床概述	53
课题四 数控铣床的操作流程与加工流程	62
课题五 数控加工中心的准备与对刀	63
课题六 程序编写与零件加工	67
课题七 实际操作练习	73
课题八 西门子系统数控铣床	75
课题九 华中世纪星数控铣床面板	97
项目三 数控加工中心操作	113
课题一 数控加工中心的维护保养与安全文明生产	113
课题二 加工中心分类、组成及工装应用	114
课题三 FANUC 0i XH713A 加工中心机床概述	119
课题四 数控加工中心的操作流程与加工流程	125
课题五 数控加工中心的准备与对刀	126
课题六 程序编写与零件加工	128
课题七 实践操作练习	133
课题八 西门子系统数控加工中心面板	134

课题九 华中世纪星数控加工中心面板·····	154
项目四 数控电火花线切割机床的操作·····	162
课题一 数控电火花线切割加工工艺·····	162
课题二 数控电火花线切割机床的基本编程方法·····	171
课题三 计算机自动编制程序·····	180
课题四 数控电火花线切割加工综合应用·····	184
项目提示·····	188
练习与思考·····	188
项目五 数控电火花成型加工机床的操作·····	190
课题一 开机·····	190
课题二 工件安装·····	190
课题三 工具电极安装·····	190
课题四 加工原点设定·····	191
课题五 程序输入·····	191
课题六 程序运行·····	191
课题七 零件检测·····	191
课题八 关机·····	191
课题九 零件加工实例·····	192
参考文献·····	194

项目一 数控车床操作

教学要求:

- ◆ 掌握数控车床 (FANUC 系统、SIEMENS 系统、华中系统) 的组成、布局及其主要技术参数
- ◆ 熟练掌握机床操作面板与控制面板及其按钮的使用方法
- ◆ 熟练掌握实训用数控车床的特殊指令与常用指令及其使用方法
- ◆ 了解数控车床的维护与保养

课题一 车床的维护保养与安全文明生产

一、车床的维护保养

为了使车床保持良好状态,除了发生事故应及时修理外,坚持经常的维护保养也是十分重要的。定期检查、维护保养,可以把许多故障隐患消灭在发生之前,防止或减少了事故的发生。操作者必须做到以下几点:

- (1) 每天做到各导轨面的清洁、卫生。
- (2) 每天检查主轴自动系统工作是否正常。
- (3) 注意检查冷却系统,检查液面高度,及时添加冷却液,确保冷却液输出流畅,流量满足加工要求。
- (4) 注意检查车床液压系统油箱油泵有无异常声音,工作油面是否合适。
- (5) 每天下班前做好机床清洁卫生,清扫铁屑,擦净导轨部位的冷却液,防止导轨生锈。
- (6) 车床启动后,在车床自动连续运转前,必须低速运转 3 ~ 5min。
- (7) 车床运转时,不能调整刀具或测量工件尺寸,手不得靠近运动的刀具或工件。
- (8) 停机后除去工件或刀具上的铁屑。
- (9) 加工完毕后关闭电源,清扫机床并涂防锈油。

二、安全文明生产

1. 文明生产

文明生产是现代企业制度的一项重要重要的内容,而数控加工是一种先进的加工方法,与通用机床加工比较,数控机床自动化程度高;采用了高性能的

主轴部件及传动系统；机械结构具有较高刚度和耐磨性；热变形小；采用高效传动部件。操作者除了掌握好机床的性能、精心操作外，一方面要管好、用好和维护好机床；另一方面还必须养成文明生产的良好工作习惯和严谨的工作作风。

2. 安全操作规程

- (1) 机床的开机、关机顺序，一定要按照机床说明书的规程操作。
- (2) 主轴启动开始切削之前一定要关好防护门，程序正常运行中严禁开启防护门。
- (3) 机床正常运行时不允许打开电气柜的门，禁止按动“急停”、“复位”按钮。
- (4) 不得随意更改数控系统内制造厂设定的参数。
- (5) 在加工过程中，工、量具要摆放整齐，每一种量具应放在固定的位置且不要随意移动。
- (6) 上机床操作时必须穿工作服，女生必须戴工作帽，且工作服要“三紧”。

课题二 数控机床的结构

一、数控机床的组成

数控系统一般有输入/输出装置、数控装置、伺服驱动控制装置、机床电器逻辑控制装置四部分，机床本体为被控制对象。如图 1-1 所示。



图 1-1 数控机床的组成

二、数控机床的机械结构

数控机床的机械结构由机床的独特机械结构和机床基础件组成。

- (1) 机床的独特机械结构有：主传动系统；进给系统；实现工件回转、定位装置和附件；实现某些部件动作和辅助功能的系统和装置，如液压、气动、润滑、冷却等系统和排屑、防护等装置；刀架或自动换刀装置（ATC）；自动托盘交换装置（APC）；特殊功能装置，如刀具破损监控、精度检测和监控装置；为完成自动化控制功能的各种反馈信号装置及元件。

(2) 机床基础件有：床身、底座、立柱、横梁、滑座、工作台等。其他机械结构的组成则按机床的功能需要选用。

数控机床除基础件外，还有传动系统、进给系统以及刀架、润滑、冷却、照明等其他辅助装置。

三、数控车床的结构特点

与普通车床相比，数控车床除了独具数控系统外，还具有以下一些结构特点。

(1) 运动传动链短。数控车床上沿纵、横两个坐标轴方向的运动是通过伺服驱动系统完成的。

(2) 总体结构刚性好，抗振性好。只有刚性好，才能与数控系统的高精度控制功能相匹配，也才能适应数控车床高速、强力切削的要求，否则其数控的优势将难以发挥。

(3) 装有安全、方便的防护装置，冷却效果优于普通机床。

课题三 FANUC 0-TD 系统数控车床概述

一、控制轴

- | | |
|-----------|---------|
| (1) 控制轴数： | 2 轴 |
| (2) 轴名称： | |
| 第一轴 | X 轴 (U) |
| 第二轴 | Z 轴 (W) |

(3) 设定单位

- 1) 最小设定单位。编程时使用的移动量的最小单位，用 mm 表示。
- 2) 最小移动单位。机床的最小移动单位，用 mm 表示。

二、控制面板介绍

1. 各功能键的说明

各功能键如图 1-2 所示。

- | | |
|-------------|----------------|
| RESET: | 复位键。 |
| CURSOR: | 光标移动键。 |
| PAGE: | 翻页键。 |
| POS: | 显示坐标位置画面。 |
| PRGRM: | 显示程序画面。 |
| MENUOFSSET: | 显示或输入刀具偏置和磨耗值。 |

- DGNOSPARAM: 显示诊断数据或进行参数设置。
 OPRALARM: 显示报警和用户提示信息。
 AUXGRAPH: 显示或输入设备, 选择图形模拟方式。
 ALTER: 修改键。
 INSRT: 插入键。
 DELET: 删除键(每个)。
 EOB; 结束符。
 CAN: 删除键(每行)。
 INPUT: 数据输入键。
 OUTPUTSTART: 数据输出键。

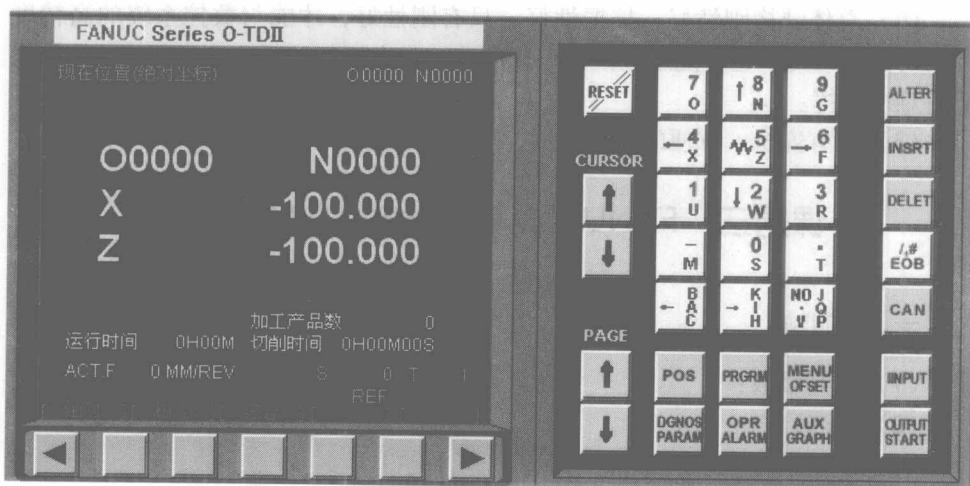
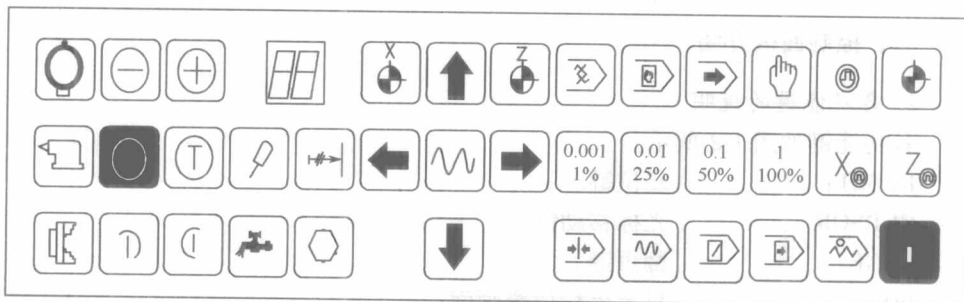


图 1-2 控制面板

2. 工作方式

工作方式面板如图 1-3 所示。



EDIT : 程序编辑方式, 编辑程序。

AUTO : 程序运行方式, 自动运行一个已存储的程序。

MDI : 手动数据运行方式, 直接运行手动输入程序。

JOG : 手动进给方式, 使用点动键或快速移动键。

: 手摇脉冲方式。

: 回零方式, 手动返回参考点。

: Z 轴手摇脉冲进给。

: X 轴手摇脉冲进给。

: 手摇脉冲单位。

课题四 数控车床的操作流程与加工流程

一、操作流程

- (1) 合上电源总开关, 机床送电正常。
- (2) 按通电按钮, 给数控系统送电。
- (3) 返参考点 (两种方法), 将 X 轴和 Z 轴分别返参考点, 待指示灯亮。
- (4) 输入加工程序, 检查确保输入无误。
- (5) 锁住机床空运行程序, 验证程序的正确性。特别要仔细观察各程序的坐标尺寸是否有误, 完毕后务必要撤销空运行操作。
- (6) 对刀, 装夹试切工件, 手动选择各刀具, 用试切法测量各刀具的刀补并置入程序规定的刀补单元。注意小数点和正负符号。
- (7) 以试切工件为基准, 用手动方式移动刀架到 G50 指令设定的坐标位置。
- (8) 调出当前加工工件的程序, 选自动操作方式, 选择适当的进给倍率和快速倍率, 按循环启动键, 开始自动循环加工, 首件加工时应选较低的快移倍率, 并利用单步程序段功能, 可减少程序和对刀错误引起的故障。
- (9) 加工完毕后首先测量各加工部位尺寸、修改各刀的刀补值, 然后加工正式工件, 确认尺寸无误后恢复快速倍率 (根据实际加工随时调整) 加工全部工件。

二、数控车床一般的加工流程

数控车床一般的加工流程如图 1-4 所示。

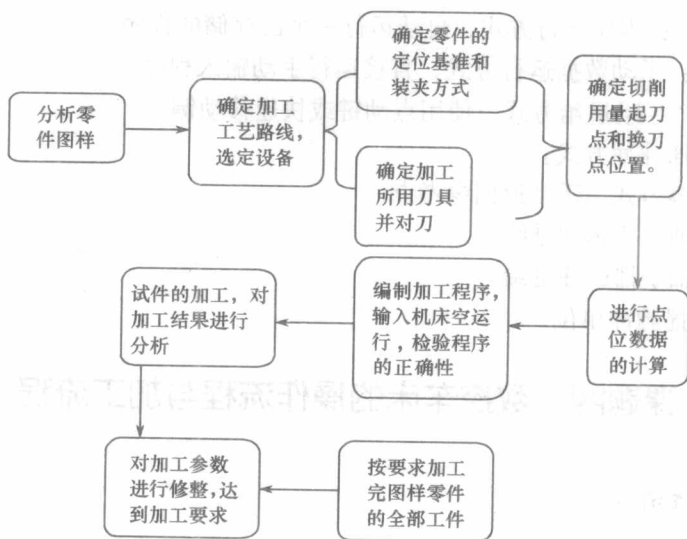


图 1-4 加工流程

课题五 数控机床的准备与对刀

一、准备工作

- (1) 打开机床电源检查机床 CNC 是否通电、油位是否偏低。
- (2) 机床回参考点。
- (3) 检查是否有报警信息出现，如果有，则按警告信息作操作处理。
- (4) 装刀。在装刀时一定要注意，刀尖必须对准于工件中心。
- (5) 装夹工件。在装夹工件时，伸出的长度必须要比所有要加工的长度长 10mm 左右。

二、对刀

在数控车床车削加工过程中，首先应确定零件的加工原点，以建立准确的加工坐标系；其次要考虑刀具的不同尺寸对加工的影响，这些都需要通过对刀来解决。常用的对刀法有：试切对刀法；机外对刀仪对刀；ATC 对刀；自动对刀。下来主要介绍试切对刀。

将工作方式换为手动，如图 1-5 所示。

要求：每个人必须熟练掌握对刀方法。

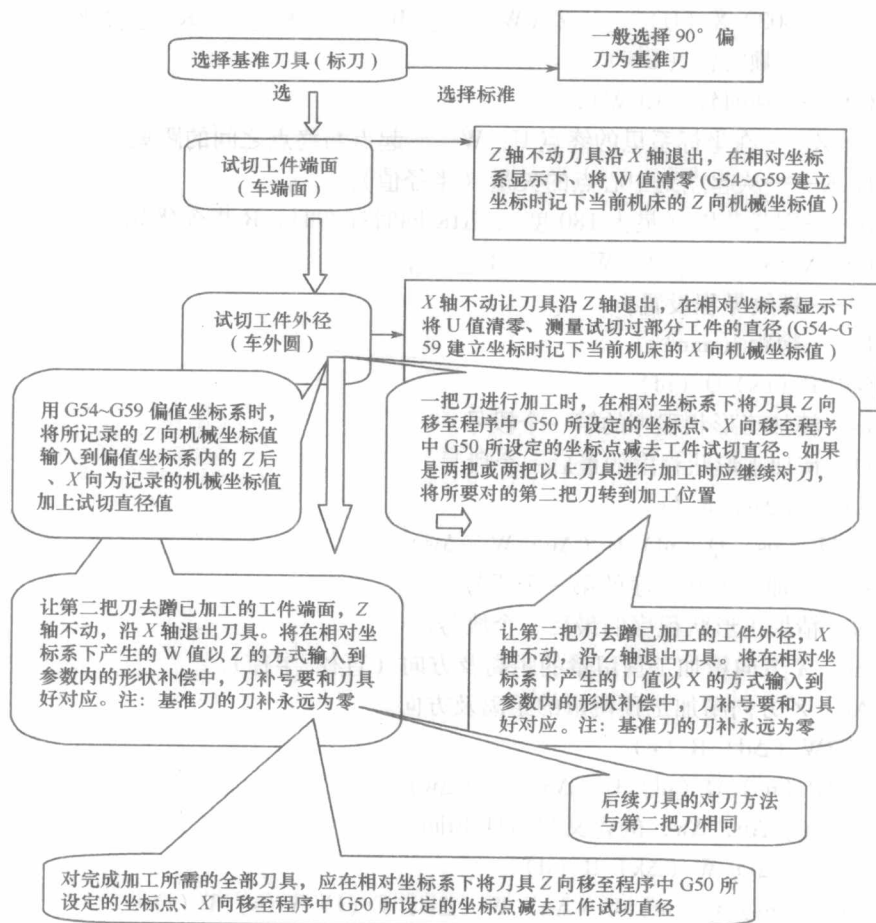


图 1-5 试刀对刀法流程图

课题六 编辑程序与输入程序

一、编辑程序

1. 指令格式:

G00 X_ Z_

这个命令把刀具从当前位置移动到命令指定的位置(在绝对坐标方式下), 或者移动到某个距离处(在增量坐标方式下)。

G01 X(U)_ Z(W)_ F_

直线插补以直线方式和命令给定的移动速率从当前位置移动到命令位置。

G02 (G03) X (U) ____ Z (W) ____ R ____ (I ____ K ____) F ____

G02——顺时针 (CW);

G03——逆时针 (CCW);

X, Z——在坐标系里的终点 U; W——起点与终点之间的距离;

I, K——从起点到中心点的矢量 (半径值)。

R——圆弧范围 (最大 180 度), RIK 同时存在时, R 指令优先。

G32 X (U) ____ Z (W) ____ E ____;

F——螺纹导程设置;

E——螺距 (mm)。

G70 P (ns) Q (nf)

ns: 精加工形状程序的第一个段号。

nf: 精加工形状程序的最后一个段号。

G71 U (Δd) R (e)

G71 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw)

ns: 精加工形状程序的第一个段号。

nf: 精加工形状程序的最后一个段号。

Δu : X 方向精加工预留量的距离及方向 (直径/半径)。

Δw : Z 方向精加工预留量的距离及方向。

G72 W (Δd) R (e)

G72 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw)

ns, nf, Δu , Δw , 的含义与 G71 相同

G73 U (Δi) W (Δk) R (d)

G73 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) F (f) S (s) T (t)

Δi : X 轴方向退刀距离 (半径指定)。

Δk : Z 轴方向退刀距离 (半径指定)。

d: 分割次数, 这个值与粗加工重复次数相同。

ns: 精加工形状程序的第一个段号。

nf: 精加工形状程序的最后一个段号。

Δu : X 方向精加工预留量的距离及方向 (直径/半径)。

Δw : Z 方向精加工预留量的距离及方向。

G76 P (m) (r) (a) Q (Δd_{min}) R (d)

G76 X (u) Z (w) R (i) P (k) Q (Δd) F (f)

m: 精加工重复次数 (1 至 99)。

r: 到角量。

a: 刀尖角度;

可选择 80°、60°、55°、30°、29°、0°, 用两位数指定。

Δ_{min} : 最小切削深度。

i : 螺纹部分的半径差。

如果 $i=0$, 可作一般直线螺纹切削。

k : 螺纹高度。这个值在 X 轴方向用半径值指定。

Δd : 第一次的切削深度 (半径值)。

f : 螺纹导程 (与 G32)。

G90 X (U) ____ Z (W) ____ F ____。

锥体切削循环: G90 X (U) ____ Z (W) ____ R ____ F ____;

注: 必须指定锥体的 “R” 值。

G92 X (U) ____ Z (W) ____ F ____

锥螺纹切削循环:

G92 X (U) ____ Z (W) ____ R ____ F ____

平台阶切削循环:

G94 X (U) ____ Z (W) ____ F ____;

锥台阶切削循环:

G94 X (U) ____ Z (W) ____ R ____ F ____;

G96 的功能是执行线速度控制, 并且只通过改变 RPM 来控制相应的工件直径变化时维持稳定的切削速率。

G97 的功能是取消线速度控制, 并且仅仅控制 RPM 的稳定。

2. 编辑程序

[例 1] 加工如图 1-6 所示的零件, 编辑此程序 (注: $\phi 40$ 圆柱不加工)。

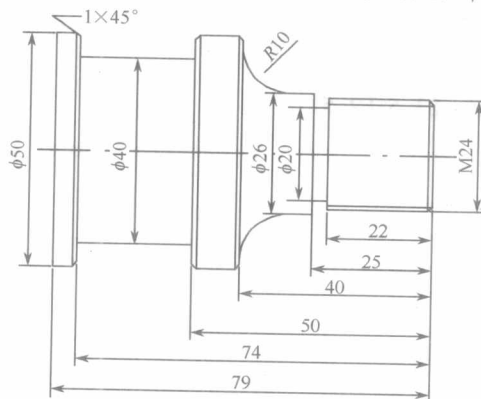


图 1-6 [例 1] 图

O1234

G97 G99 M03 S600 T0101

G00 X56 Z2