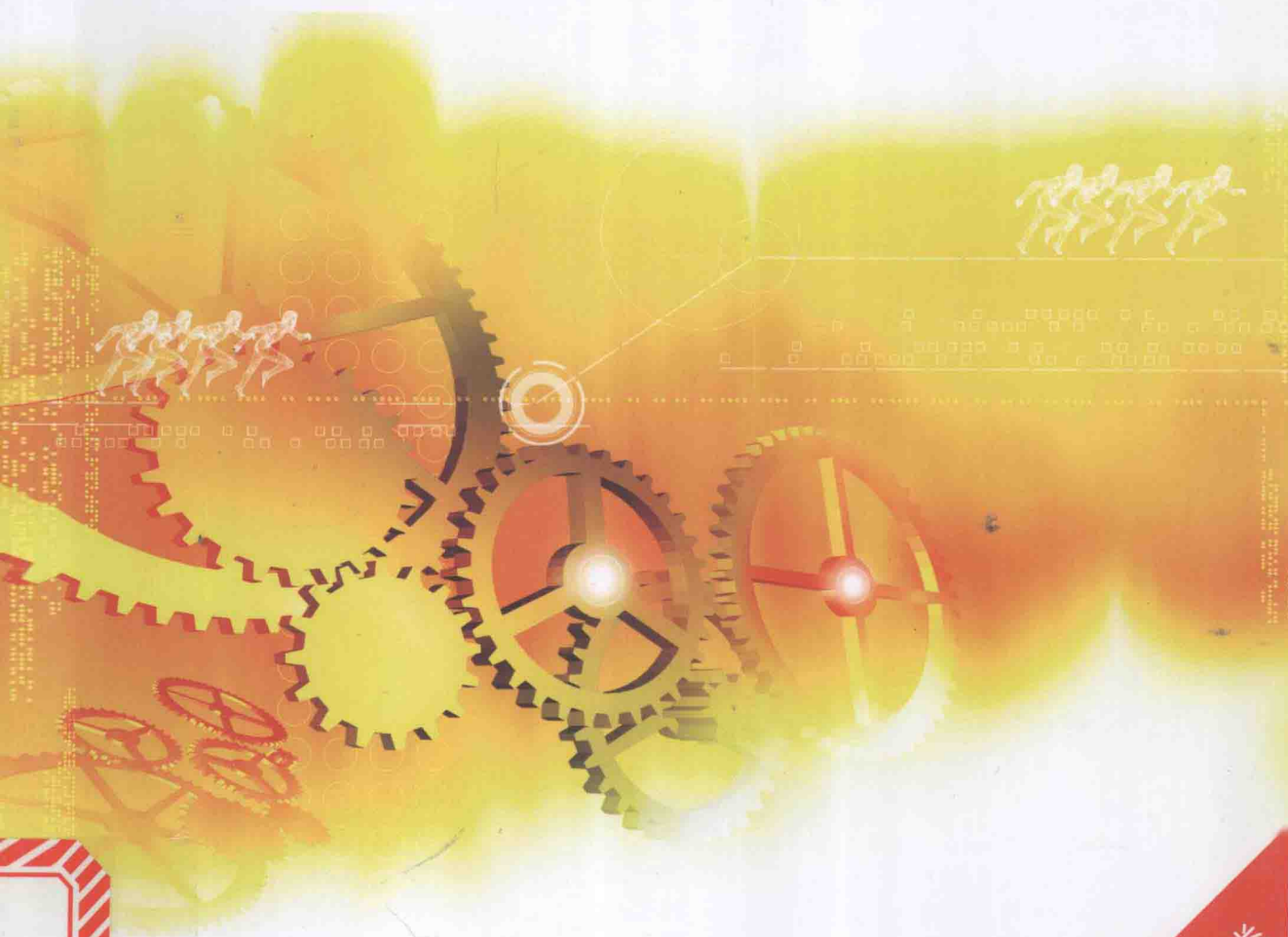




全国高等职业教育创新型“十二五”重点规划教材·机电类

数控车削 加工工艺与编程操作

主 编 周钦河 黄银俊



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

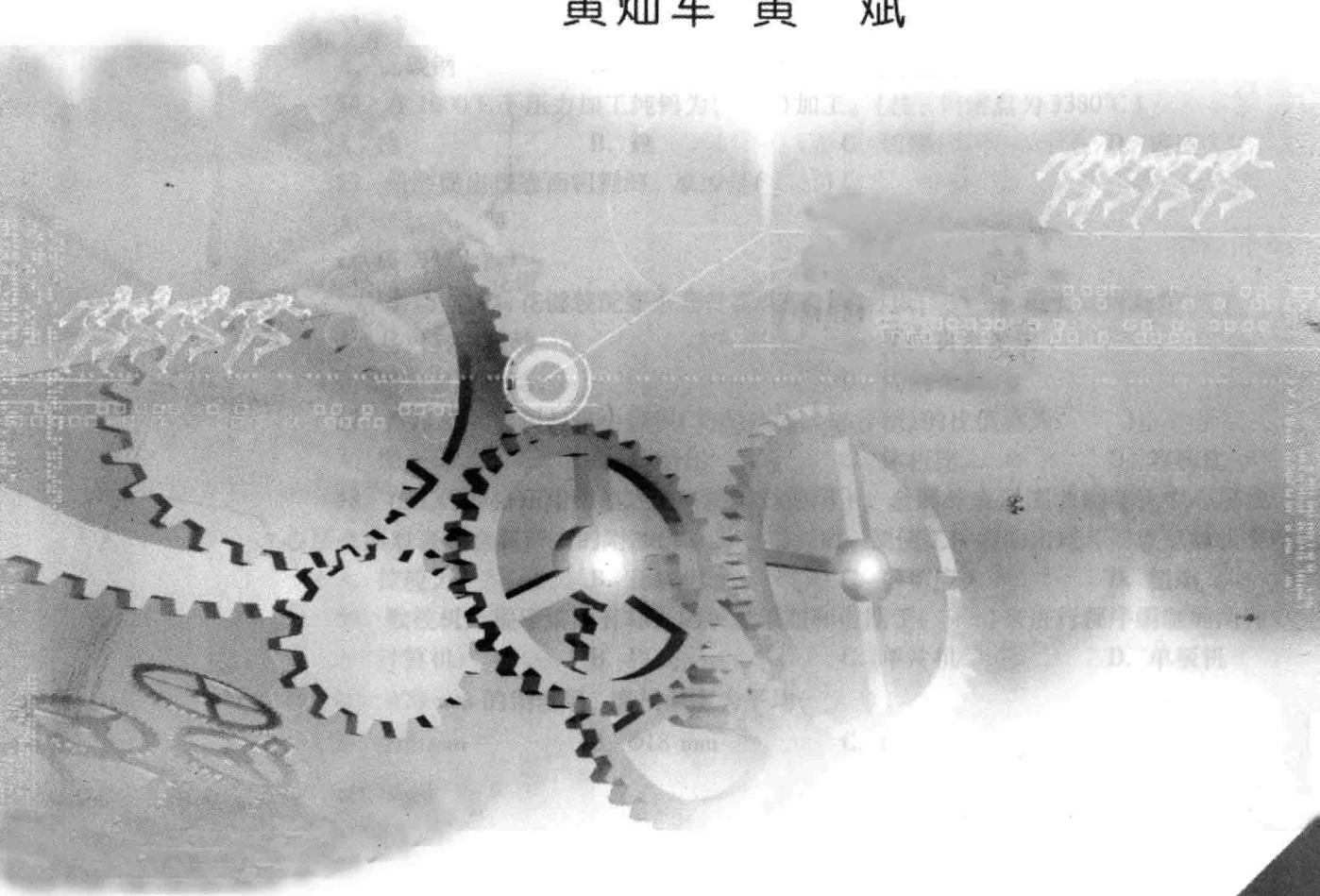
机电类



全国高等职业教育创新型“十二五”重点规划教材·机电类

数控车削 加工工艺与编程操作

主 编 周钦河 黄银俊
副主编 林庆文 何俊明
黄灿军 黄 斌



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

机电类

图书在版编目(CIP)数据

数控车削加工工艺与编程操作/周钦河,黄银俊编. —长沙:
中南大学出版社,2012. 12
ISBN 978-7-5487-0749-3

I. 数... II. 周... III. ①数控机床-车床-车削-加工工艺-教材②数控机床-车床-车削-程序设计-教材
IV. TG519. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 000853 号

数控车削加工工艺与编程操作

周钦河 黄银俊 主编

☐责任编辑 胡小锋

☐责任印制 周 颖

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙瑞和印务有限公司

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 13 ☐字数 321 字

☐版 次 2013 年 1 月第 1 版 ☐2013 年 1 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-0749-3

☐定 价 25.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前言

数控车床作为当前应用最广泛的制造业加工设备之一,凭借其可靠性高、加工产品质量稳定、生产效率高、劳动强度低、操作方便等优点,在制造业中迅速普及。

本书是在当今职教界“基于工作过程系统化”教学改革浪潮中诞生的,在教材的编写中,编者根据多年的企业实践和丰富的职教教学经验,打破以知识传授为主要特征的传统学科课程模式,转变为以完整工作过程为中心的项目化课程模式。本书分为三大部分:第一部分为教学项目,根据工作中数控车床生产的常见零件进行分类,包括简单台阶轴的加工,带锥面、圆弧面等的轴类加工,三角形螺纹的加工,复杂轴类零件加工,盘套类零件的加工,配合套件的数控切削加工六大学习项目,每个学习项目包含若干个学习任务。第二部分为学生自主学习部分,主要是拓展学生对数控车床加工工艺及自动编程的知识面。第三部分为广东省职业技能鉴定数控车床中、高级工考核试题。

根据岗位能力,结合劳动部《数控车床操作工》职业资格证书考试有关要求,将机械识图、公差等机械加工基础知识融入到书中,并配套有任务书供学生使用,细化考核标准,方便对学生进行测评记录与存档,同时也培养学生安全生产、规范操作等素质。

本书由长期从事数控加工与职业教育多年的教师与企业人员共同完成编写,由周钦河、黄银俊担任主编,林庆文、何俊明、黄灿军、黄斌等担任副主编,同时感谢广州数控设备有限公司龚德明、郭莲芬等工程师的大力支持。本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、中等职业技术学校、技工学校、成人高等学校机械类专业学生的教学用书,也可以作为在职人员培训或自学教材。

由于编者水平和经验有限,不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2012年12月

目 录

一 教学部分

项目一 简单台阶轴的加工	(3)
任务1 直线插补指令 G01 与快速定位指令 G00 的应用	(3)
任务2 内、外圆单一固定循环切削指令 G90、端面循环切削指令 G94 的应用	(12)
任务3 练习：简单台阶轴的加工	(15)
项目二 带锥面、圆弧面等的轴类加工	(20)
任务1 指令代码 G02、G03 的应用	(20)
任务2 指令代码 G41、G42、G40、G96、G97 的应用	(31)
任务3 练习：带锥面、圆弧面等的轴类加工	(34)
项目三 三角形螺纹的加工	(39)
任务1 三角形圆柱、圆锥外螺纹加工	(39)
任务2 三角形圆柱内螺纹加工	(51)
任务3 练习：三角形螺纹类零件的加工	(56)
项目四 复杂轴类零件的加工	(59)
任务1 复杂轴类零件的加工	(59)
任务2 练习：典型轴类零件车削加工	(74)
项目五 盘套类零件的加工	(77)
任务1 套筒零件的加工	(77)
任务2 盲孔类零件的加工	(84)
任务3 练习：盘套类零件的加工	(91)
项目六 配合套件的数控切削加工	(99)
任务1 配合套件的数控切削加工	(99)

任务2 练习：配合套件零件的加工	(106)
任务3 练习：综合零件的加工	(111)

二 自学部分

项目七 数控车床基本操作与必备知识	(125)
任务1 数控车床的使用范围与安全规程	(125)
任务2 数控车床加工工艺	(128)
任务3 工件的装夹以及试切削对刀	(138)
项目八 子程序与宏程序应用	(151)
任务1 子程序的应用	(151)
任务2 宏指令的应用	(153)
项目九 数控车床自动编程	(161)
任务1 Mastercam Lathe v9.1 的图形绘制	(162)
任务2 Mastercam Lathe v9.1 的刀路编制	(165)
任务3 刀路的后处理与程序的传输	(180)
广东省职业技能鉴定数控车床中级工技能考核试题	(184)
广东省职业技能鉴定数控车床中级工理论考核试题	(186)
广东省职业技能鉴定数控车床高级工技能考核试题	(193)
广东省职业技能鉴定数控车床高级工理论考核试题	(195)
参考文献	(201)

一 教学部分

项目一 简单台阶轴的加工

项目二 带锥面、圆弧面等的轴类加工

项目三 三角形螺纹的加工

项目四 复杂轴类零件的加工

项目五 盘套类零件的加工

项目六 配合套件的数控切削加工

项目一

简单台阶轴的加工

学习目标

一、技能目标

1. 能熟练正确装夹工件和刀具。
2. 能操作数控车床(包括开机、关机、回零、对刀等操作)。
3. 能合理使用空运行(初学者对程序的检验),自动、单段等加工方式。

二、知识目标

1. 掌握准备功能指令代码 G00(快速定位)、G01(直线插补)的应用。
2. 掌握单一固定循环指令 G90(外圆、内圆车削循环)、G94(端面车削循环)。
3. 掌握数控编程中常用的 S、T、M、F 等指令代码。
4. 会编制简单的数控加工程序。
5. 了解数控加工编程指令代码。
6. 掌握简单零件数控加工工艺的制定方法。

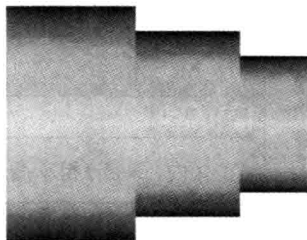
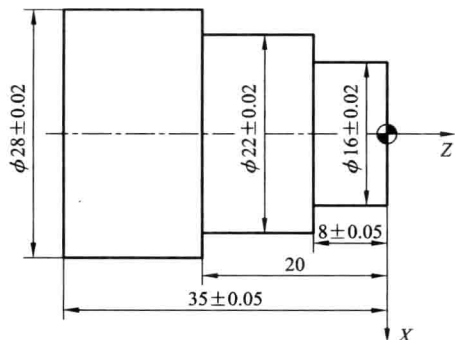
三、态度目标

1. 严谨细致的工作态度。
2. 良好的学习作风与团队合作精神。

任务引入

任务1 直线插补指令 G01 与快速定位指令 G00 的应用

完成如图 1-1-1 所示零件的编程与操作加工,毛坯为 $\phi 30$ 的 PVC 材料。



实体图

图 1-1-1 简单台阶轴零件图

知识点学习

一、程序指令

一个完整的加工程序一般都由程序名、程序内容、程序结束符组成。

①程序名：一般以字母“O”开头后面跟着四位数字，可以从0000~9999，如O3636。

②程序内容：是由若干个程序段组成的，表示数控机床要完成的全部动作。每个程序段由一个或多个指令地址和字构成(如N0010 G00 X35 Z50)，每个程序段一般占一行。

③程序结束指令。程序结束指令可用M02或M30。一般要求单列一段。

下面介绍数控编程指令代码。

1. 准备功能G代码

准备功能G代码，是使数控系统建立某种加工方式的指令。由地址G和后面的两位数字组成，从00~99。G指令主要用于规定刀具与元件的相对运动轨迹。不同的数控系统G指令的功能有可能不同，编程时需参考机床生产厂的编程说明书。本书主要介绍GSK980TD系统的编程指令。

表1-1-1是GSK980TD系统常用的准备功能G代码的说明。

表 1-1-1 GSK980TD 系统 G 代码功能表

G 指令	组别	功 能	程序格式及说明
▲G00	01	快速点定位	G00 X(U)___Z(W)___; (U、W 为增量值编程)
G01		直线插补	G01 X(U)___Z(W)___F___;
G02		顺时针方向圆弧插补	G02 X(U)___Z(W)___R___F___; (R 半径编程)
G03		逆时针方向圆弧插补	G03 X(U)___Z(W)___I___K___F___; (I、J、K 编程)
G04	00	暂停	G04 X___; 或 G04 U___; 或 G04 P___; X、U 指定单位为秒，P 为毫秒
G28		返回参考点	G28 X___Z___;
G32	01	螺纹切削	G32 X___Z___F___; (F 为螺距)
G34		变螺距螺纹切削	G34 X___Z___F___K___;
▲G40	04	刀尖半径补偿取消	G40 G00 X(U)___Z(W)___;
G41		刀尖半径左补偿	G41 G01 X(U)___Z(W)___F___;
G42		刀尖半径右补偿	G42 G01 X(U)___Z(W)___F___;
G50	00	坐标系设定或主轴最大速度设定	G50 X___Z___; 或 G50 S___;
G65		宏程序调用	G65 P___L___(自变量指定);
G70		精车循环	G70 P___Q___;
G71		径向(内、外圆)粗车循环	G71 U___R___; G71 P___Q___U___W___F___;
G72		轴向(端面)粗车循环	G72 W___R___; G72 P___Q___U___W___F___;
G73		封闭切削循环	G73 U___W___R___; G73 P___Q___U___W___F___;

续表 1-1-1

G 指令	组别	功 能	程序格式及说明
G74	00	轴向切槽多重循环	G74 R__; G74 X(U) __Z(W) __P__Q__R__F__;
G75		径向切槽多重循环	G75 R__; G75 X(U) __Z(W) __P__Q__R__F__;
G76		螺纹切削复合循环	G76 P__Q__R__; G76 X(U) __Z(W) __R__P__Q__F__;
G90	01	外径/内径切削循环	G90 X(U) __Z(W) __F__; G90 X(U) __Z(W) __R__F__;
G92		螺纹切削复合循环	G92 X(U) __Z(W) __F__; (F 指定螺距) G92 X(U) __Z(W) __R__F__; (圆锥螺纹)
G94		端面切削循环	G94 X(U) __Z(W) __F__; G94 X(U) __Z(W) __R__F__;
G96	02	恒线速度控制	G96 S__;
▲G97		取消恒线速度控制	G97 S__;
▲G98	05	每分钟进给	G98 F__;
G99		每转进给	G99 F__;

说明：①打▲的为开机默认指令(初态)。②00 组 G 代码都是非模态指令。③不同组的 G 代码可以在同一程序段中被指定。如果同一程序段中指定了同组 G 代码，则最后指定的 G 代码有效。

注意：①模态指令：一经指定就一直有效，直到被同组的 G 代码取消为止。非模态指令：只在本程序段中有效，下一段程序需要时必须重写。②初态是指运行加工程序之前数控系统默认的功能状态。

2. 辅助功能指令(表 1-1-2)

表 1-1-2 常用辅助功能 M 指令表

序号	指令	功能	序号	指令	功能
1	M00	程序暂停	7	M30	程序结束并返回程序头(常用)
2	M01	程序选择停止	8	M08	冷却液开(常用)
3	M02	程序结束	9	M09	冷却液关(常用)
4	M03	主轴顺时针方向旋转(常用)	10	M98	调用子程序
5	M04	主轴逆时针方向旋转	11	M99	返回主程序
6	M05	主轴停止(常用)			

常用辅助功能简要说明：

(1)M00 程序停止。执行 M00 后，程序停止执行，机床运行动作被切断(但主轴及切削液功能正常运行)，以便进行某种手动操作。重新按动程序启动按钮后，再继续执行后面的程序段。

(2)M30 程序结束。执行该指令后，表示程序已经执行完毕，并自动返回到程序开头位

置,为加工下一个工件做好准备。

(3) M98 子程序调用指令。执行该指令后系统将跳转到指定的子程序运行。

(4) M99 子程序返回指令。执行该指令后系统将返回到主程序继续往下运行。

3. 其他功能指令

常用的其他功能指令有刀具功能指令 T(程序格式为 T0101)、主轴转速功能指令 S、进给功能指令 F,这些功能指令的应用,对简化编程十分有利,将在后面的内容中详细介绍。

二、工艺分析

下面以简单台阶轴在 GSK980TD 系统数控车床编程加工中为例说明从图样到加工出产品的过程,工艺过程如图 1-1-2 所示。

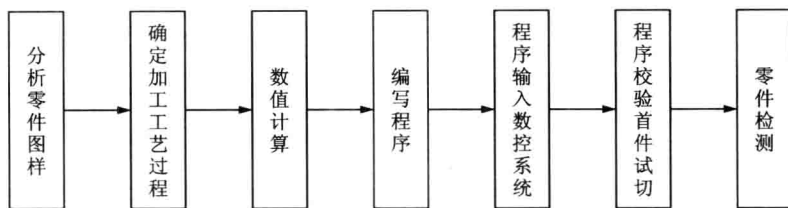


图 1-1-2 数控车床加工产品的工艺过程

1. 确定工艺方案及加工路线

根据零件图样要求、毛坯情况,确定工艺方案及加工路线:

(1) 对上图的简单台阶轴类零件,以轴线为工艺基准,用三爪自定心卡盘夹持 $\phi 30$ mm 毛坯外圆,使毛坯伸出卡盘外 50 mm 即可,一次装夹完成粗精加工。

(2) 工步顺序

① 粗车外圆。基本采用阶梯切削路线,粗车 $\phi 28$ mm、 $\phi 22$ mm、 $\phi 16$ mm 各外圆段,留 0.6 mm 的精车余量。

② 自右向左精车各外圆及台阶面:切削 $\phi 16$ mm 段外圆→车 $\phi 16$ 到 $\phi 22$ 的台阶面→车 $\phi 22$ mm 圆柱段→车 $\phi 22$ 到 $\phi 28$ 的台阶面→车 $\phi 28$ mm 圆柱段。

③ 程序运行结束后,测量径向、轴向各尺寸是否符合图纸的要求,如果不符合要求则要进行对刀补偏置量的调整,再进行精车加工。总之要测量出所加工零件各尺寸符合图纸的要求后,才按所加工零件的长度尺寸进行手动切断(初学者不建议用自动编程切断)。

2. 选择机床设备

根据零件图样要求,选用经济型数控车床即可达到要求。故选用 GSK980TD 型数控卧式车床。

3. 选择刀具

根据加工要求,选用三把刀具,T01 为粗加工 93° 外圆右偏刀,T02 为精加工 93° 外圆右偏刀,T03 为切槽刀(刀宽为 4 mm)。

同时把三把刀在自动换刀架上各自位置安装好,且都对好刀,把它们的刀偏值分别输入系统相应的 001#、002#、003# 刀补参数中。

4. 确定切削用量

切削用量三要素包括切削速度 v_c 、进给速度 v_f 和切削深度 a_p ，表 1-1-3 为各工序的切削速度和进给速度。

表 1-1-3 各工序的切削参数

加工工序	刀具号	刀具类型	主轴转速 S (r/min)	进给速度 F (mm/min)	切削深度 a_p (mm/单边)
粗车外圆	T01	外圆粗车刀	500	80	3.0
精车外圆	T02	外圆精车刀	600	60	0.3
切退刀槽	T03	切槽刀	300	30	

(1) 切削速度 v_c ：切削速度 v_c 是刀具切削刃上选定点(刀位点)相对于工件的主运动瞬时线速度。由于切削刃上各点的切削速度可能会不同，计算时常用最大切削速度代表刀具的切削速度。当主运动为回转运动时：

$$v_c = \frac{\pi dn}{1000}$$

式中， d ——切削刃上选定点的回转直径(工件直径)，单位：mm；

n ——主运动的转速，单位：r/min。

(2) 进给速度 v_f ：进给速度 v_f 是切削刃上选定点相对于工件的进给运动瞬时速度，单位：mm/min。进给速度也可用 F 表示。

进给量 f 是刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量，用刀具或工件每转或每分钟的位移量来表述，单位：mm/r 或 mm/min。

进给速度与进给量的关系是：

$$v_f = \eta f$$

(3) 切削深度 a_p ：对于车削加工来说，切削深度 a_p (背吃刀量)是在与主运动和进给运动方向相垂直的方向上度量的已加工表面与待加工表面之间的距离，如图 1-1-3 所示，单位为 mm。

对于外圆切削来说：

$$a_p = (d_w - d_m)/2$$

对于钻孔加工来说：

$$a_p = d_w/2$$

式中， d_w ——待加工表面外圆直径，单位：mm；

d_m ——已加工表面外圆直径，单位：mm。

5. G 指令讲解

(1) 快速点定位指令 G00

①功能作用：

使刀具快速移动到指定的坐标位置。

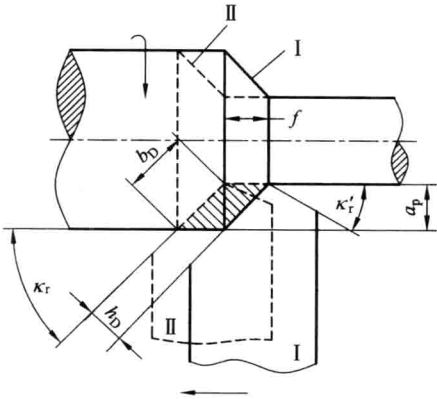


图 1-1-3 切削用量与切削层参数

②指令格式:

G00 X(U)___Z(W)___;

字母含义:

X、Z: 表示轨迹终点的绝对坐标值。

U、W: 表示刀尖起点与终点间在坐标轴上的距离。

③刀具轨迹:

如图 1-1-4 所示刀具从 A 点快速定位到 B 点, 其轨迹是先以 1:1 的步数双坐标联动走完短轴再单坐标移动走完长轴的, 最终刀尖停在终点 B 处。

④编程实例:

如图 1-1-5 所示刀具从 A 点快速定位到 B 点时程序可编制如下:

N20 G00 X30 Z50

或

N20 G00 U - 30 W - 40

⑤适用场合:

适用于拖板的空行程(刀具不与工件或卡盘和尾座接触)的快速移动。

⑥注意事项:

程序段中不需设置刀具的移动速度, 其速度在 22、23 号参数中设定。

(2) 直线插补指令 G01

①功能作用:

使刀具以切削进给速度做直线位移。

②指令格式:

G01 X(U)___Z(W)___F___;

字母含义:

X、Z、U、W: 同 G00 意义一致。

F: 表示切削进给速度, 单位: mm/min 或 mm/r。

③刀具轨迹:

走刀路线轨迹始终为一条由起点到终点的直线。

如图 1-1-6 所示起点 A 到终点 B 的轨迹为一直线, 最终刀尖停在终点 B 处。

④编程实例:

如图 1-1-6 所示刀具走刀路线为 A→B→C→D。

绝对编程为: N10 G01 Z5 F150; (A→B)

N20 X30 Z5; (B→C)

N30 Z0; (C→D)

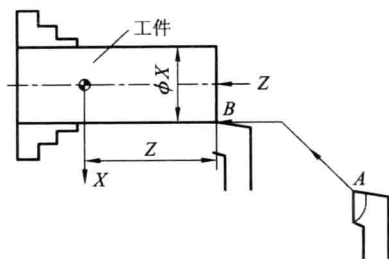


图 1-1-4 G00 轨迹图

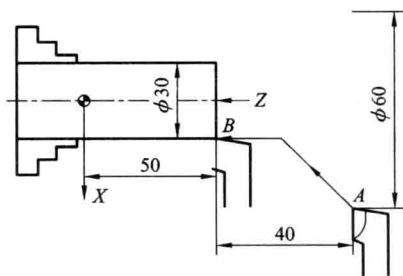


图 1-1-5 G00 快速定位实例图

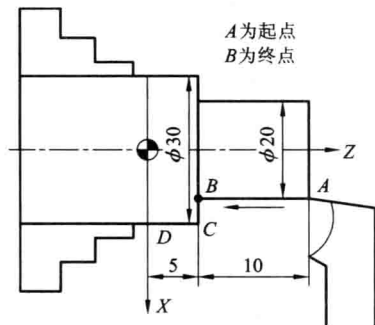


图 1-1-6 G01 轨迹图

相对编程为: N10 G01 W -10 F150; (A→B)

N20 U10 W0; (B→C)

N30 W -5; (C→D)

混合编程: N10 G01 W -10 F150; (A→B)

N20 U10 Z5; (B→C)

N30 W -5; (C→D)

或: N10 G01 W -10 F150; (A→B)

N20 X30 W0; (B→C)

N30 Z0; (C→D)

如图 1-1-7 所示起点 A 到终点 B 的轨迹为一点线, 最终为尖点停在 B 点处。

绝对值编程为:

N10 G10 X25 Z5 F100;

⑤适用场合:

本指令适用于外圆、内孔、端面、内外槽、内外锥及正反锥等加工余量不多的精加工场合。

⑥注意事项:

a. 采用 G01 指令时, 在 G01 指令的程序首段应指定进给速度 F 值, 而在其后的程序段若还是保持本指令功能则可不再指定。

b. 若 G01 程序段之前没指定 F 值, G01 程序段本身也没指定 F 值, 则系统会自动采用 G00 运行方式执行。

6. 确定工件坐标系、对刀点和换刀点

确定以工件右端面与轴心线的交点 O 为加工作件编程原点, 建立 XOZ 工件坐标系。

采用手动试切对刀方法, 把点 O 作为对刀点。换刀点设置在(远离工件与尾座, 以避免换刀时发生撞刀事故)工件坐标系下 $X60$ 、 $Z60$ 处。

7. 计算各基点的坐标

数控车床加工原点一般设在工件右端面轴心上, 如图 1-1-8 所示, 则其基点坐标分别为: $A(16, 0)$ 、 $B(16, -8)$ 、 $C(22, -8)$ 、 $D(22, -20)$ 、 $E(28, -20)$ 、 $F(28, -35)$ 。

8. 编写程序

据以上的工艺分析该工件的加工程序如下(该程序用于 GSK980TD 数控车床):

O0015; (程序名)

N10 T0101 S500 M03; (换粗加工外圆刀 T01 主轴以 500 r/min 正转, 启动主轴)

N20 G00 X50 Z50 M08; (快速移动到换刀点的位置, 开冷却液)

N30 X31 Z1; (快速定位在启刀点位)

N40 G01 X28.6 F200; (直线插补以 200 mm/min 的速度到粗加工起点处)

N50 Z -38 F60; (粗加工 $\phi 28$ 外圆)

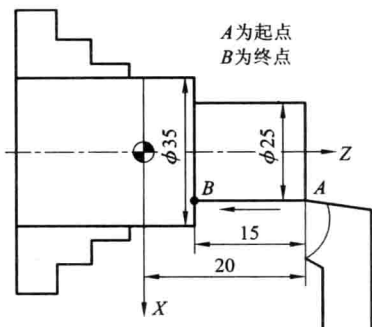


图 1-1-7 G01 编程实例图

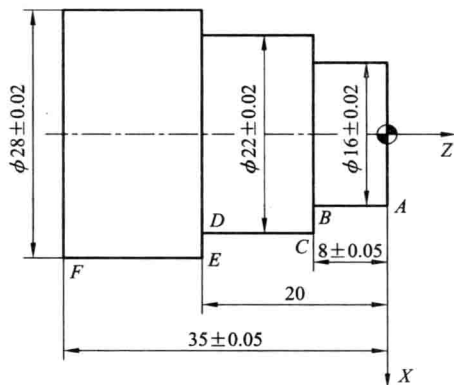


图 1-1-8 简单台阶零件图

N60 G00 X30; (X 向退刀)
 N70 Z1; (Z 向退刀)
 N80 X22.6; (快速到 $\phi 22$ 粗加工起点处)
 N90 G01 Z-19.7 F60; (粗加工 $\phi 22$ 外圆到 $\phi 22.6$, X 和 Z 向都留单边 0.3 mm 的精加工余量)
 N100 G00 X30; (X 向快速退刀)
 N110 Z1; (Z 向退刀)
 N120 X16.6; (快速到 $\phi 16$ 粗加工起点处)
 N130 G01 Z-7.7 F60; (粗加工 $\phi 16$ 外圆到 $\phi 16.6$, X 和 Z 向都留单边 0.3 mm 的精加工余量)
 N140 G00 X100; (X 向快速退刀)
 N150 Z100; (Z 向退刀, 退到安全换刀点位)
 N160 T0202 S800 M03; (调用精车外圆刀 T02, 主轴转速为 800 r/min, 正转)
 N160 X16 Z2; (快速到 $\phi 16$ 精加工起点处)
 N170 G01 Z-8 F50; (精加工 $\phi 16$ 外圆)
 N180 X22; (精车 $\phi 22$ 端面)
 N190 Z-20; (精车 $\phi 22$ 外圆)
 N200 X28; (精车 $\phi 28$ 端面)
 N210 Z-38; (精车 $\phi 28$ 外圆)
 N220 G00 X50 Z50 M09; (快速退刀到安全点位, 关冷却液)
 N230 M05; (主轴停)
 N240 M30; (程序结束并返回程序头, 程序结束符)

9. 把编好的程序输入 GSK980TD 系统

机床启动电源, 回机械零点后, 按程序编辑键 、按程序键 , 依次键入地址键 、数字键“0015”; 按换行键  (建立新的程序), 按“T0101 S500 M03”; 按换行键 , 按“G00 X50 Z50 M08”(输入程序内容); 按换行键 ……也就是每输完一个程序段就按换行键, 直到把所有的程序内容输完为止。

如果在手动输入程序过程中有某些内容输错了该怎么办呢? 按光标下移键  到错的地方如 **N20 S32000M03**; 然后输入正确的内容即可, 按“S500”, 按插入修改键 , 即 **N20 S500M03**。

如果要删除多余的程序段, 则把光标移到该程序段, 按删除键  即可; 如果要删除某个程序则输入要删除的程序名, 如“00001”按  即可。若要删除存储器中的全部程序, 则按如下操作: ①选择编辑方式; ②按“程序”键, 显示程序画面; ③按地址键“O”; ④输入-999 并按  键即可。

10. 自动运行、检测结果及评分

装夹刀具并对刀操作, 输入刀偏到系统。程序输完后需仔细检查确认正确无误后可进行

自动加工。

按自动运行键，调出所要加工的程序名，如按“O0015”按，按单段键，按循环启动键，则开始进行自动加工。（每走完一段程序，按一下，刚学操作最好用单段加工）

试运转：机床锁住开关为 ON 时，机床 X、Z 向不移动，但位置坐标的显示和机床运动时一样，并且 M、S、T 都能执行。按则指示灯亮（X、Z 轴被锁住不动）。此功能用于程序校验。

按一次此键，同带自锁的按钮，进行“开→关→开…”切换，当为“开”时，指示灯亮，关时指示灯灭.

程序自动运行加工完毕后，停转主轴，检测工件尺寸符合图纸要求后，进行手动切断加工。检测结果及评分填写在表 1-1-4 中。

表 1-1-4 检测结果及评分表

班级		姓名		学号		日期	
项目一		简单台阶轴零件加工训练			零件图编号		图 1 - 1 - 8
编程	序号	检测内容		配分	学生自评	教师评分	
	1	切削加工工艺制定正确		5			
	2	切削用量选择合理		5			
	3	程序合理、正确、规范		10			
操作	4	设备操作与维护保养正确		10			
	5	安全、文明生产		10			
	6	正确选择、安装刀具，规范		5			
	7	正确安装工件并校正		5			
工作作风	8	行为规范、遵守纪律、认真		10			
外圆	9	φ16 mm	实测：φ	10			
	10	φ22 mm	实测：φ	10			
	11	φ28 mm	实测：φ	10			
长度	12	8 mm	实测：	2			
	13	20 mm	实测：	3			
	14	35 mm	实测：	5			
总评分				100			

加工完毕，清理机床，导轨涂上防锈油，工、量具等放回工具箱。

11. 注意事项

(1) 工件要夹紧（如是半成品则要校正，有余量的坯料则换动尽量小）；刀具安装要正确。