

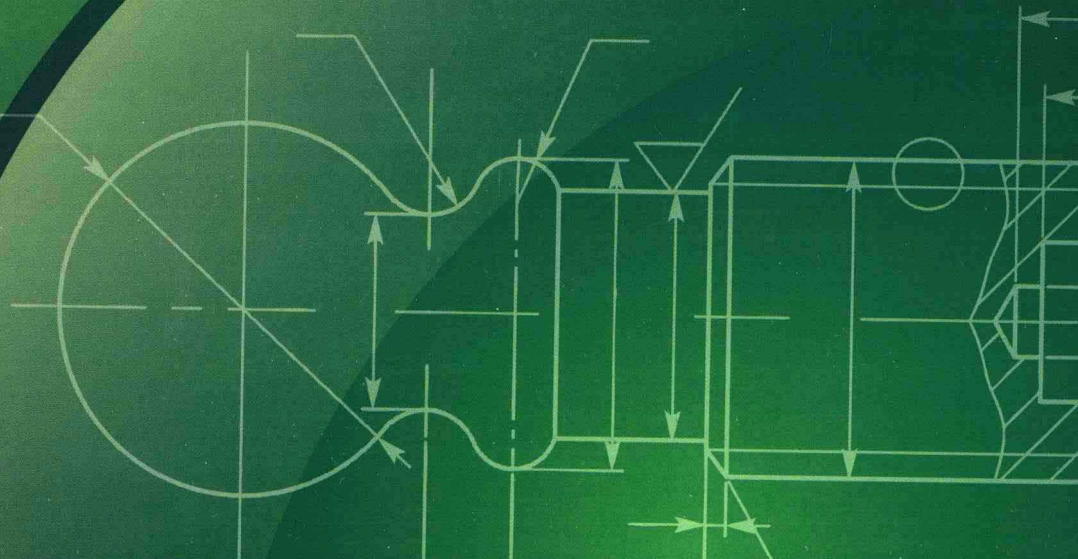
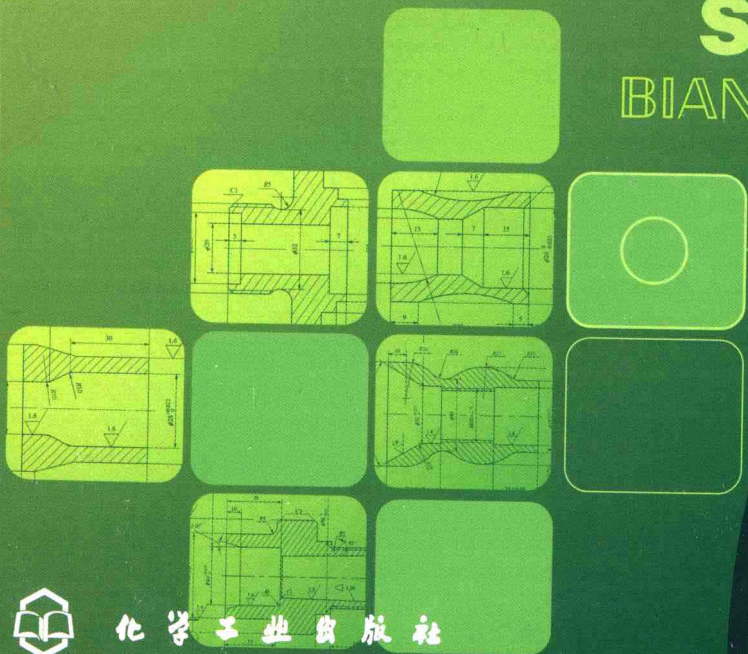
数控车床

翟瑞波 编著

编程训练图集



SHUKONG CHECHUANG
BIANCHENG XUNLIAN TUJI



化学工业出版社

翟瑞波 编著

数控车床

编程训练图集

SHUKONG CHECHUANG

BIANCHENG XUNLIAN TUJI



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

数控车床编程训练图集 / 翟瑞波编著. —北京: 化学工业出版社, 2009.9

ISBN 978-7-122-06142-3

I. 数… II. 翟… III. 数控机床: 车床-程序设计-图集 IV. TG519.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 105865 号

责任编辑: 王 焯

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 宋 夏

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 17½ 字数 470 千字 2009 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前言

为提高数控编程理论、实操教学中练习图的针对性、适用性，参照原劳动和社会保障部颁布的《数控车工》国家标准，我们编写了这本《数控车床编程训练图集》。

本图集兼顾了编程理论、仿真教学、机床加工等方面的需要，采取循序渐进的原则，通过基本指令、循环指令、宏程序（参数编程）、指令综合应用等部分的练习，突出了 FANUC、SIEMENS 系统编程指令的应用。

本图集编写中加入了大量的实际应用技巧，涵盖机械加工工艺、数控加工工艺、数控编程、刀具、夹具等方面的知识。练习图的设置注重综合知识的应用，可操作性强。本图集中将编者多年的教学、生产经验编入其中，对教学及实践有较好的指导作用。

本图集适合本科院校、职业院校、技师学院和社会培训学校数控专业师生讲授和学习编程指令时参考使用。

本图集在编写过程中得到了西安机电信息技术学院王振峰、苏向东、陈蓉、胡克明、李锋、汪化娟、张鹏程等领导、专家的帮助和支持，在此一并表示感谢。

本书编写的不足和疏漏之处，希望读者批评指正。

编著者

2009年6月

第 1 章 FANUC 系统常规编程训练图例	1	第 2 章 FANUC 系统综合练习	48
1.1 常用指令练习	2	2.1 常用指令的综合应用	49
1.1.1 快速定位指令 G00.....	2	2.1.1 外形加工	49
1.1.2 直线插补指令 G01.....	3	2.1.2 外形、内腔加工	81
1.1.3 圆弧插补指令 G02、G03.....	4	2.2 典型零件加工	100
1.1.4 刀尖半径补偿指令 G40、G41、G42.....	5	2.2.1 轴类零件练习	100
1.1.5 螺纹切削指令 G32.....	8	2.2.2 轴套、套、槽、盘类零件	113
1.1.6 综合编程练习	9	2.2.3 综合零件加工	127
1.2 循环指令编程练习	15	第 3 章 SIEMENS 系统常规编程训练图例	131
1.2.1 单一形状固定循环	15	3.1 常用指令练习	132
1.2.2 多重复合固定循环指令.....	19	3.1.1 绝对坐标和相对坐标	132
1.2.3 循环指令综合编程练习.....	26	3.1.2 TRANS / ATRANS 可编程零点偏置.....	132
1.3 子程序	32	3.1.3 快速定位指令 G00	133
1.4 宏程序	35	3.1.4 带进给率的线性插补指令 G01	133
1.4.1 变量	35	3.1.5 圆弧插补指令 G02/G03	134
1.4.2 用户宏程序的调用	38	3.1.6 刀尖半径补偿指令 G40 G41 G42.....	141
1.4.3 算术运算指令	39	3.1.7 恒螺距螺纹切削指令 G33	142
1.4.4 控制指令	40		
1.4.5 宏程序练习	42		

3.2 循环指令编程练习	143
3.2.1 CYCLE82 中心钻孔	143
3.2.2 CYCLE83 深孔钻削	145
3.2.3 CYCLE93 切槽循环	147
3.2.4 CYCLE94 退刀槽形状 E 或 F	149
3.2.5 CYCLE95 毛坯切削	150
3.2.6 CYCLE97 螺纹切削	152
3.3 子程序	154
3.4 参数编程	157
3.4.1 R 参数	157
3.4.2 程序跳转	158
3.4.3 参数编程练习	160

第 4 章 SIEMENS 系统综合练习	171
4.1 常用指令的综合应用	172
4.1.1 外形加工	172
4.1.2 外形、内腔加工	199
4.2 典型零件加工	218
4.2.1 轴类零件	218
4.2.2 轴套、槽、盘类零件	231
4.2.3 综合零件加工	245
第 5 章 技能鉴定样题	253
5.1 中级工技能鉴定样题	254
5.2 高级工技能鉴定样题	260

第1章

FANUC系统常规编程训练图例

- 1.1 常用指令练习
- 1.2 循环指令编程练习
- 1.3 子程序
- 1.4 宏程序

FANUC

1.1 常用指令练习

1.1.1 快速定位指令 G00

(1) 指令格式: $G00 X(U) _ Z(W) _;$

(2) 指令练习: 分别使用绝对值、增量值以及混合编程完成刀具快速从点 (X120, Z90.) 移动至点 (X60, Z5.), 见图 1-1。

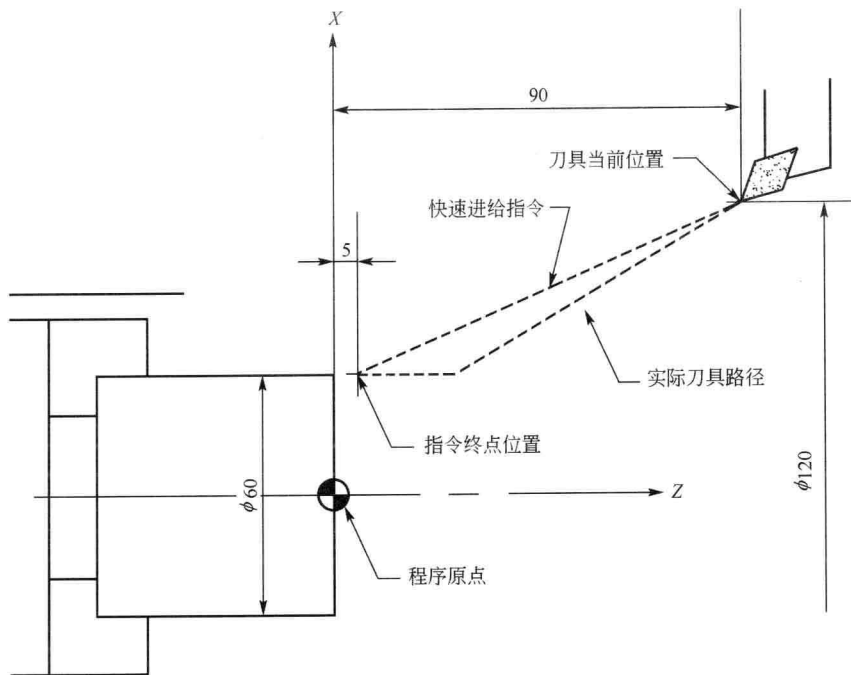


图 1-1 G00 指令练习

应用技巧:

1) 绝对值编程时, 用 X 、 Z 表示 X 轴与 Z 轴的坐标值; 增量值编程时, 用 U 、 W 表示 X 轴与 Z 轴的移动量。数车编程时, 也可以用绝对值编程和增量值编程混合起来进行编程的方法称为混合编程, 如 $G01 X50.0 W-10.0$ 。编程时常用绝对值编程。

2) $G00$ 指令刀具轨迹不是标准的直线插补。各轴按同一速度进给, 距离短的轴先到尺寸。移动速度由系统设定: 如 FANUC 0T 系统速度, X 轴 $8000\text{mm}/\text{min}$ 、 Z 轴 $12000\text{mm}/\text{min}$ 。

1.1.2 直线插补指令 G01

(1) 指令格式: $G01 X(U) _ Z(W) _ F_;$

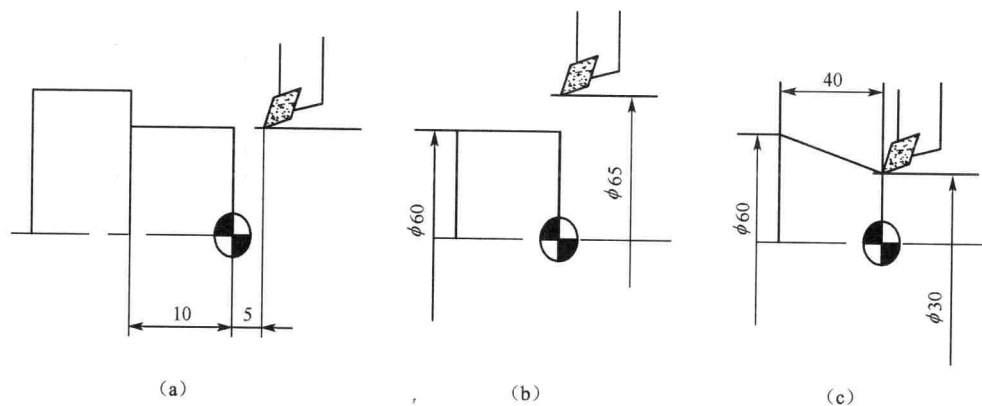


图 1-2 G01 指令

(2) 指令练习

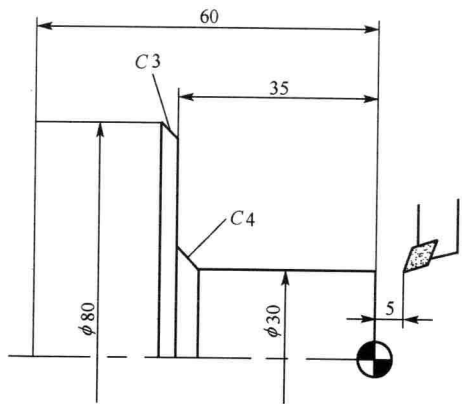


图 1-3 倒角练习

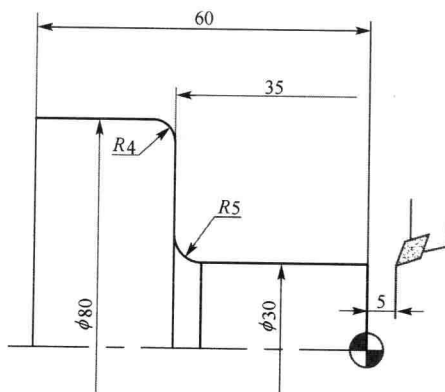


图 1-4 倒圆练习

应用技巧:

1) G01 指令格式, 其中 F 为进给速度, 单位为 mm/min (G98 指令设定) 或 mm/r (G99 指令设定), 一般车削时默认设置为 mm/r。

2) 使用 G01 指令可以实现纵向切削、横向切削、锥度切削等形式的直线插补运动, 编程练习见图 1-2。

3) G01 指令在数控编程中, 还可以直接用来进行倒角 (C 指令)、倒圆角 (R 指令)。注意判定 C 指令、R 指令的正负值。编程练习见图 1-3、图 1-4。

1.1.3 圆弧插补指令 G02、G03

- (1) 指令格式: $G02/G03 \ X(U) \ _ \ Z(W) \ _ \ R \ _ \ F \ _ ;$
 或: $G02/G03 \ X(U) \ _ \ Z(W) \ _ \ I \ _ \ K \ _ \ F \ _ ;$

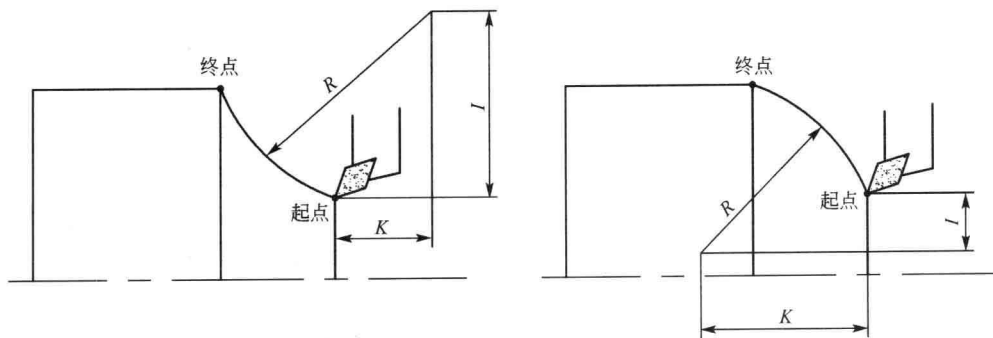


图 1-5 圆弧插补指令

- (2) 指令练习

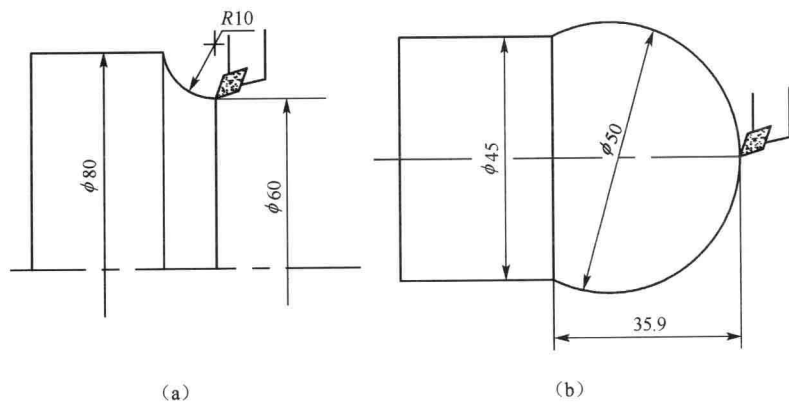


图 1-6 圆弧插补练习

应用技巧:

- 1) $X(U) \ _ \ Z(W) \ _$ 为圆弧终点坐标。
- 2) $I \ _ \ K \ _$ 为圆心相对于圆弧起点的增量坐标; I 为半径增量, 如图 1-5 所示。
- 3) R 为圆弧半径。若 $G02 \ X \ _ \ Z \ _ \ R \ _ \ I \ _ \ K \ _ \ F \ _ ;$ 则执行 R 指令 (优先)。圆弧 $< 180^\circ$ 时 R 为正, $\geq 180^\circ$ 时 R 为负。圆弧插补指令练习见图 1-6。

1.1.4 刀尖半径补偿指令 G40、G41、G42

(1) 指令格式

① G40: 取消刀具(尖)半径补偿指令。

② G41: 刀具(尖)半径左补偿; G42: 刀具(尖)半径右补偿。

判定: 沿着刀具运动方向看, 刀具在工件切削位置左侧称左补偿; 刀具在工件切削位置右侧称右补偿, 如图 1-7 所示。

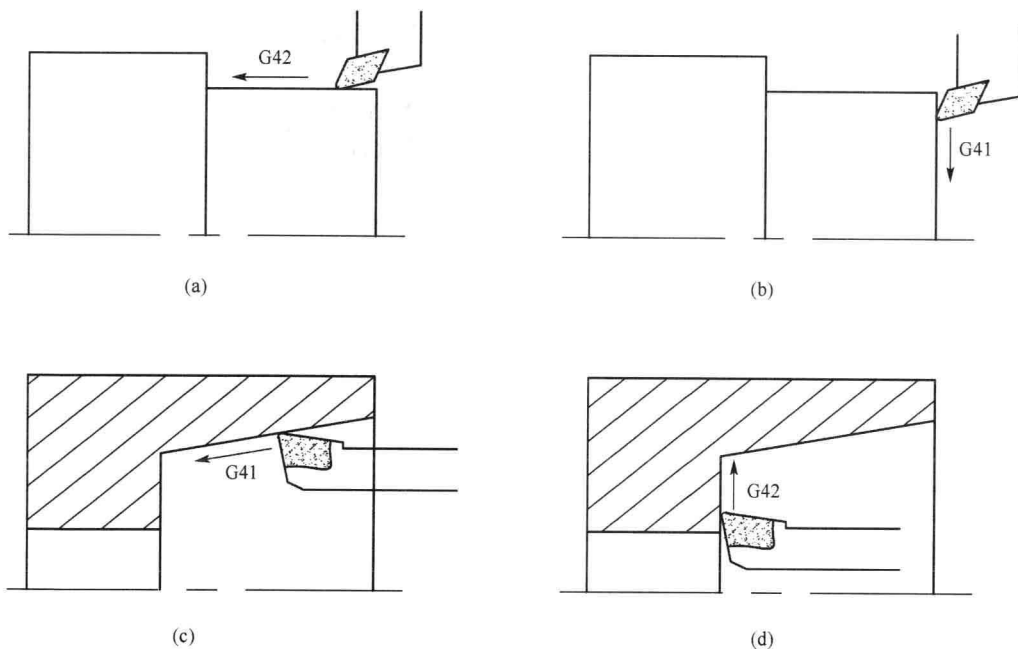


图 1-7 刀具(尖)半径补偿判定

应用技巧:

1) G40 应写在程序开始的第一个程序段以及取消刀具半径补偿的程序段, G40 取消 G41、G42。

2) 加刀具半径补偿或去除刀具半径补偿最好在工件轮廓线以外且未加刀补点至加刀补点距离应大于刀具(尖)半径; 未去刀补点至去除刀补点处距离应大于刀具(尖)半径。

3) G41、G42 指令可与 G00 或 G01 指令写在同一个程序段内, 在这个程序段的下一个程序开始点位置, 与程序中刀具路径垂直的方向线通过刀尖圆心。

用 G40 指令取消刀具半径补偿, 在指令 G40 程序段的前一个程序段的终点位置, 与程序中刀具路径垂直的方向线通过刀尖圆弧中心。

4) 在使用 G41 或 G42 指令时, 不允许有两条连续的非移动指令。

非移动指令: M 代码、S 代码、暂停指令 G04、某些 G 代码(如 G50、G96)、移动量为零的切削指令(如 G01 U0 W0)。

(2) 指令练习：刀尖半径补偿练习

【练习 1】根据图 1-8 中利用刀具（尖）半径补偿做出的刀具路径，完成程序编制。刀具尖 R 为 0.4mm 。

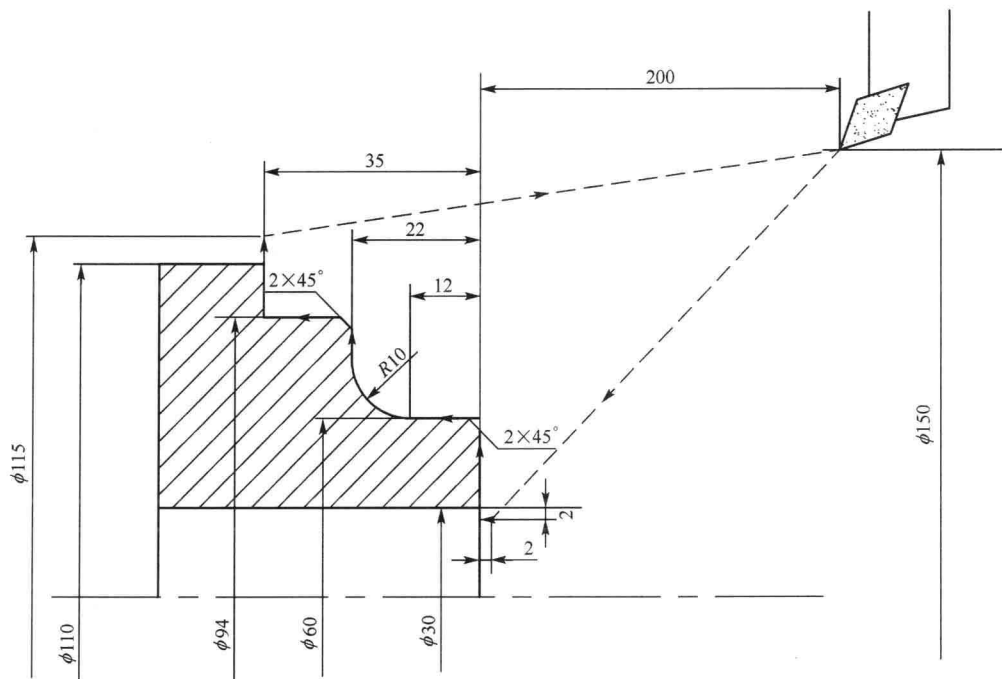


图 1-8 外形切削练习

应用技巧：

1) (X150、Z200) 为换刀点。刀具切至 (X26、Z2) 时加右刀补，程序为 G00 G42 X26. Z2.;

2) 刀具刀尖圆弧半径应小于编程的刀具行程长度。例如图中刀具从 (X26、Z2) 切削至行 (X26、Z0)。

3) 去刀补程序：

...

```
G01 X94.0 Z-35.;
```

```
X111.;
```

```
G40 X115.;
```

```
G00 G40 X150. Z200.;
```

...

若程序为：

```
G01 X94.0 Z-35.;
```

```
G40 X115.;
```

```
G00 G40 X150. Z200.;
```

则长度 35mm 尺寸不能保证。

【练习 2】 根据图 1-9 中利用刀具半径补偿做出的刀具路径，完成程序编制。刀尖 R 为 0.4mm。

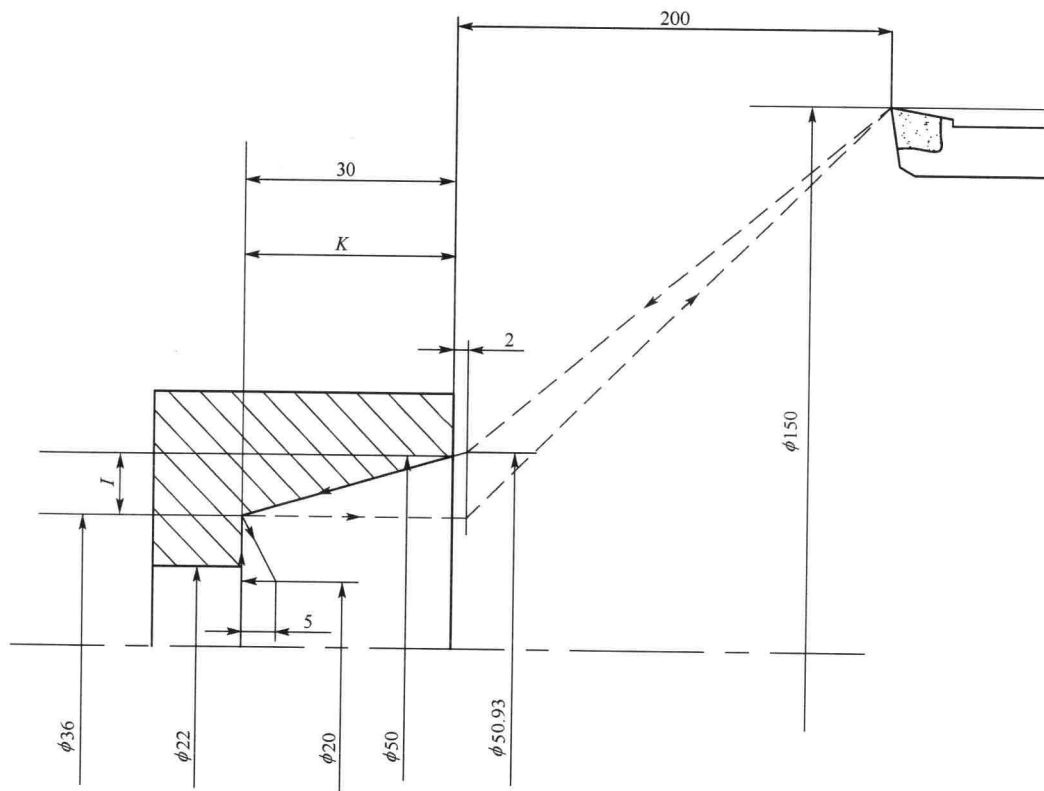


图 1-9 内腔切削练习

应用技巧:

在阶梯、锥面连接处，退刀时指定 G40，在指定 G40 的程序里使用反映斜面方向的 I、K 地址来防止工件被过切。如图 1-9 所示。

程序示例：

O0013;

G50 X150.0 Z200.0;

G40 G97 G99 S500 M03 F0.2 T0202;

G00 G41 X50.93 Z2.0;

G01 X36.0 Z-30.0;

G00G40X20.0Z-25.0I-7.0K-30.0 ; 去

刀补

G01 G42 Z-30.0; I、K 工件斜面方向，防止过切

X36.0;

G00 G40 Z2.0 I7.0 K30.0; 去刀补

G00 X150.0 Z200.0;

G28 U0 W0 T0 M05; 返回参考点，取消刀具，主轴停转

M30;

程序中 G41 被 G40 取消后方可使用 G42。

1.1.5 螺纹切削指令 G32

- (1) 指令格式: $G32X(U) _ Z(W) _ F__;$
 式中的 $X(U) _ Z(W) _$ 为螺纹终点坐标, $F__$ 为螺距。
 (2) 指令练习

① 直螺纹加工 如图 1-10 所示, 螺纹外径已车至 29.8 ; 4×2 的退刀槽已加工, 此螺纹加工查表知切削 5 次 (0.9 ; 0.6 ; 0.6 ; 0.4 ; 0.1), 至小径 $d=30-1.3 \times 2=27.4$ 。

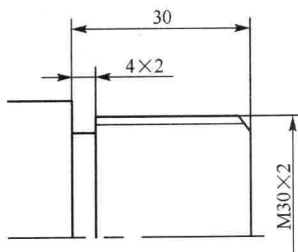


图 1-10 直螺纹加工

② 锥螺纹加工 如图 1-11 所示, 螺距 2 mm。

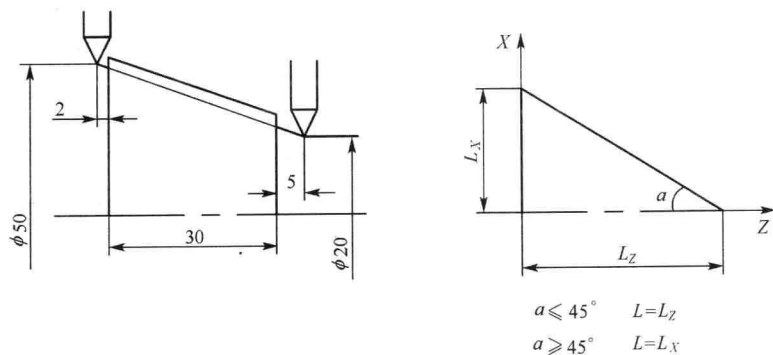


图 1-11 锥螺纹加工

应用技巧:

1) G32 指令可车削直螺纹、锥螺纹和端面螺纹(涡形螺纹)。G32 进刀方式为直进式。G32 指令在编写螺纹加工程序时, 车刀的切入、切出和返回均要写入程序中(注: 螺纹切削时不可用主轴线速度恒定指令 G96)。程序员可控制螺纹的编程过程, 从而可在螺纹加工中应用一些特殊的技巧, 例如使用比螺纹本身小得多的螺纹刀加工螺纹形状或使用圆头切槽刀加工大螺距螺纹。

2) 有些控制器也使用 G33。

3) 双线或多头螺纹加工进行分头时, 移动量=螺距, 移动次数=线数-1。

4) 右旋螺纹, M3 Z-进刀; 左旋螺纹, M3 Z+进刀。

1.1.6 综合编程练习

【练习 1】

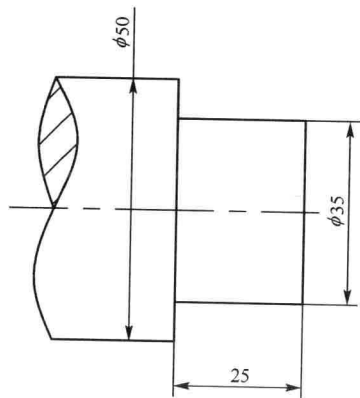


图 1-12 圆柱面加工

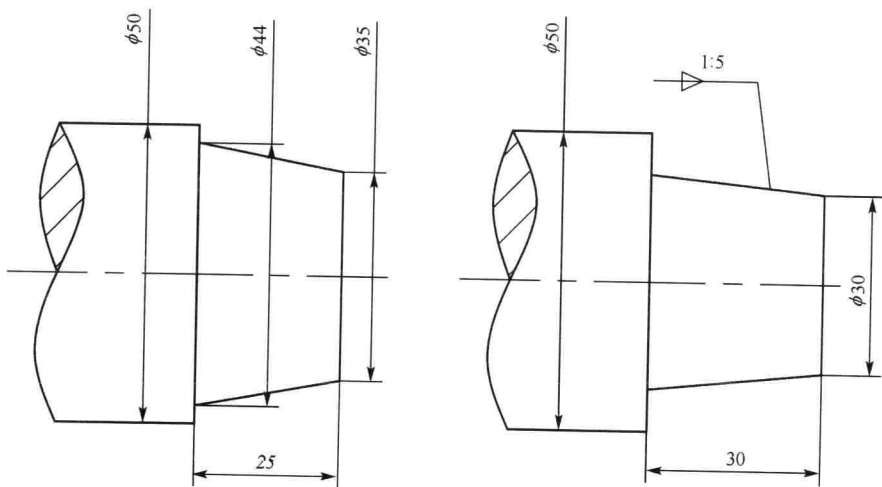


图 1-13 圆锥面加工

应用技巧:

- 1) 工件毛坯为 $\phi 50$ 棒料, 不切断。
- 2) 使用 G00、G01 指令完成精加工。
- 3) 图 1-13 编程时注意圆锥面线段起、终点坐标的计算。

例: 1:5 锥度计算终点 X 轴坐标

$$X=30+30 \times 1/5=36$$

- 4) 使用外圆车刀, 不考虑刀具刀尖圆弧半径。

【练习 2】

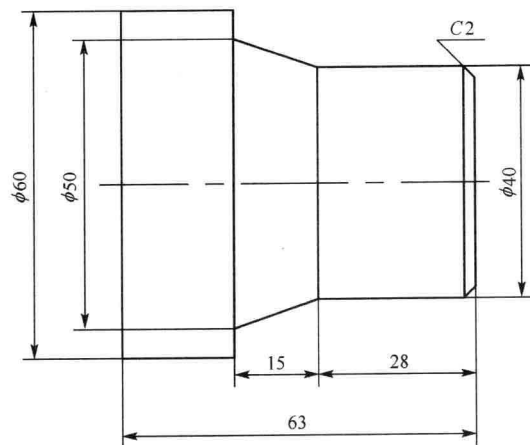


图 1-14 外形切削 (一)

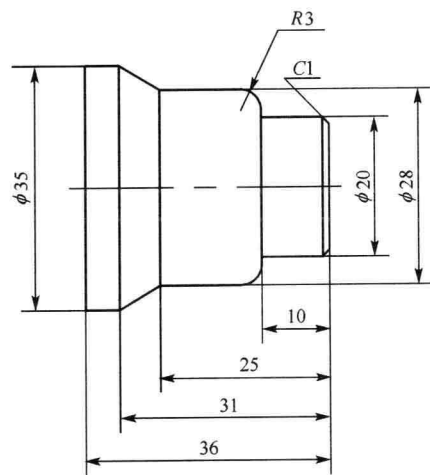


图 1-15 外形切削 (二)

应用技巧:

- 1) 使用 G00、G01 指令完成精加工。
- 2) 图 1-15 编程时采用 G01 指令完成倒角 (45°)、倒圆 ($1/4$ 圆)。
- 3) 使用外圆车刀, 不考虑刀具刀尖圆弧半径。使用圆棒料, 工件不切断。

【练习 3】

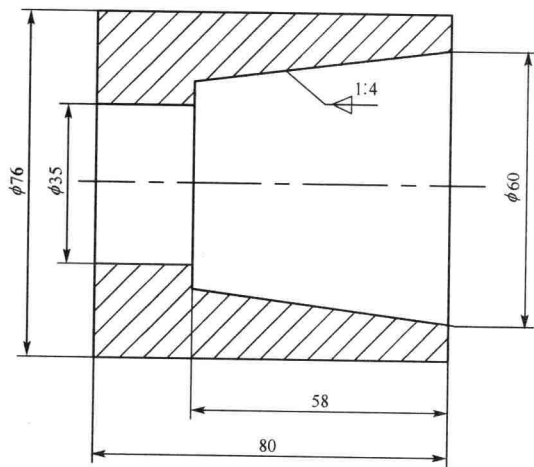


图 1-16 内腔切削 (一)

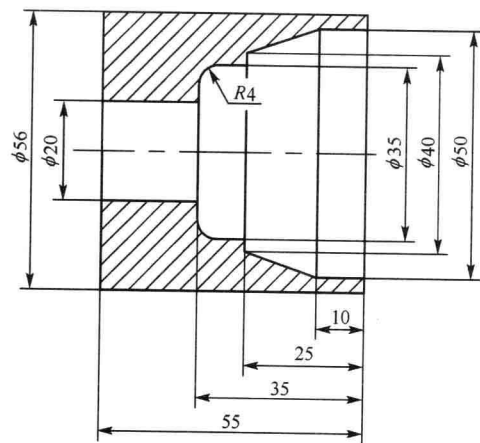


图 1-17 内腔切削 (二)

应用技巧:

- 1) 使用 G00、G01 指令完成精加工。
- 2) 使用外圆车刀、镗孔刀, 不考虑刀具刀尖圆弧半径。使用棒料, 工件底孔已做, 工件不切断。完成精加工。
- 3) 图 1-16 编程为保证轮廓尺寸, 锥度孔应适当延伸。示意图如下。

