

浦艳敏 姜芳 牛海山 编著

# FANUC

## 数控系统典型零件加工

# 1000例



化学工业出版社

014007714

TG659  
493

# FANUC 数控系统典型零件 加工 100 例

浦艳敏 姜芳 牛海山 编著



TG659

493



化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1694557

117700310

图书在版编目 (CIP) 数据

FANUC 数控系统典型零件加工 100 例 / 浦艳敏, 姜芳,  
牛海山编著. —北京: 化学工业出版社, 2013.10

ISBN 978-7-122-17840-4

I. ①F… II. ①浦… ②姜… ③牛… III. ①机械元  
件—数控机床—加工 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 146088 号

姜芳 牛海山 浦艳敏



---

责任编辑: 王 烨  
责任校对: 边 涛

文字编辑: 张绪瑞  
装帧设计: 尹琳琳

---

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17¼ 字数 609 千字 2013 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: 59.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

目前,在机械制造行业,数控机床的占有率逐年提高,而配备 FANUC 数控系统的数控机床在国内更是应用广泛,但我国现代制造业职工队伍的整体素质偏低,特别是数控操作工严重短缺,这就需要培养一大批能熟练掌握 FANUC 数控系统操作技术的人才。为了进一步提高数控操作人员的技能水平,编者在总结多年从事数控技术教学经验和研究成果的基础上,编写了本书。

本书共 3 章。第 1 章为 FANUC 数控车床典型零件加工实例(40 个实例);第 2 章为 FANUC 数控铣床典型零件加工实例(30 个实例);第 3 章为 FANUC 加工中心典型零件加工实例(30 个实例)。本书采用简单实例、提高实例和复杂典型实例循序渐进的设置方式,每个实例都进行了详细的工艺分析、编程及指令代码的注释。本书语言简洁、结构清晰,工艺分析详细到位,编程实例典型丰富。本书中的实例很具代表性,大都来自生产实际,既有利于学生学习和提高,又对数控技术人员有一定的参考价值。

本书由辽宁石油化工大学浦艳敏、姜芳、牛海山编著。其中浦艳敏编写第 1 章,姜芳编写第 2 章,牛海山编写第 3 章。李晓红、郭庆梁、衣娟、杨伟、冷冬、汪洋、孙玲、胡金玲、董壮生、刘勇刚、王红宇、赵丹杨、赵伟、宋然、王军、孙喜冬、叶丽霞、张丽红、张娇、高霞、郭丽莉、张景丽等同志为本书的编写提供了帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编著者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

浦艳敏  
2013 年 3 月



# 目 录

## 第1章 FANUC 数控车床典型零件加工

|                  |    |
|------------------|----|
| 实例               | 1  |
| 1.1 阶梯轴类零件编程加工   | 1  |
| 1.1.1 实例 1       | 1  |
| 1.1.2 实例 2       | 3  |
| 1.1.3 实例 3       | 6  |
| 1.2 简单成形面类零件加工实例 | 8  |
| 1.2.1 实例 4       | 8  |
| 1.2.2 实例 5       | 10 |
| 1.2.3 实例 6       | 13 |
| 1.2.4 实例 7       | 15 |
| 1.2.5 实例 8       | 17 |
| 1.2.6 实例 9       | 19 |
| 1.2.7 实例 10      | 21 |
| 1.2.8 实例 11      | 24 |
| 1.3 孔类和槽类零件加工实例  | 26 |
| 1.3.1 实例 12      | 26 |
| 1.3.2 实例 13      | 28 |
| 1.3.3 实例 14      | 31 |
| 1.3.4 实例 15      | 33 |
| 1.3.5 实例 16      | 35 |
| 1.3.6 实例 17      | 37 |
| 1.3.7 实例 18      | 39 |
| 1.3.8 实例 19      | 42 |
| 1.3.9 实例 20      | 44 |
| 1.4 宏程序加工实例      | 48 |
| 1.4.1 实例 21      | 48 |
| 1.4.2 实例 22      | 50 |
| 1.4.3 实例 23      | 51 |
| 1.4.4 实例 24      | 53 |
| 1.5 调头轴类零件加工实例   | 56 |
| 1.5.1 实例 25      | 56 |
| 1.5.2 实例 26      | 58 |
| 1.5.3 实例 27      | 61 |
| 1.5.4 实例 28      | 64 |
| 1.5.5 实例 29      | 68 |
| 1.5.6 实例 30      | 71 |
| 1.5.7 实例 31      | 74 |
| 1.5.8 实例 32      | 77 |
| 1.5.9 实例 33      | 81 |
| 1.5.10 实例 34     | 84 |
| 1.5.11 实例 35     | 88 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 1.5.12 实例 36    | 92  |
| 1.5.13 实例 37    | 97  |
| 1.5.14 实例 38    | 100 |
| 1.5.15 实例 39    | 105 |
| 1.6 组合件的加工实例    | 110 |
| 1.6.1 内外螺纹的配合要求 | 111 |
| 1.6.2 实例 40     | 111 |

## 第2章 FANUC 数控铣床典型零件加工

|               |     |
|---------------|-----|
| 实例            | 118 |
| 2.1 轮廓类零件的加工  | 118 |
| 2.1.1 实例 1    | 118 |
| 2.1.2 实例 2    | 119 |
| 2.1.3 实例 3    | 120 |
| 2.1.4 实例 4    | 122 |
| 2.1.5 实例 5    | 123 |
| 2.1.6 实例 6    | 124 |
| 2.1.7 实例 7    | 125 |
| 2.1.8 实例 8    | 127 |
| 2.1.9 实例 9    | 129 |
| 2.1.10 实例 10  | 131 |
| 2.2 孔的加工      | 133 |
| 2.2.1 实例 11   | 133 |
| 2.2.2 实例 12   | 135 |
| 2.2.3 实例 13   | 137 |
| 2.2.4 实例 14   | 140 |
| 2.3 型腔类零件的加工  | 142 |
| 2.3.1 实例 15   | 142 |
| 2.3.2 实例 16   | 145 |
| 2.3.3 实例 17   | 147 |
| 2.3.4 实例 18   | 149 |
| 2.3.5 实例 19   | 151 |
| 2.3.6 实例 20   | 155 |
| 2.4 复杂零件的铣削加工 | 156 |
| 2.4.1 实例 21   | 156 |
| 2.4.2 实例 22   | 160 |
| 2.4.3 实例 23   | 166 |
| 2.4.4 实例 24   | 172 |
| 2.4.5 实例 25   | 177 |
| 2.4.6 实例 26   | 179 |
| 2.4.7 实例 27   | 183 |
| 2.4.8 实例 28   | 187 |
| 2.4.9 实例 29   | 192 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 2.4.10 实例 30 .....            | 196        |
| <b>第 3 章 FANUC 加工中心典型零件加工</b> |            |
| <b>实例 .....</b>               | <b>201</b> |
| 3.1 平面轮廓类零件的加工 .....          | 201        |
| 3.1.1 实例 1 平面铣削加工 .....       | 201        |
| 3.1.2 实例 2 正方形凸台铣削加工 .....    | 203        |
| 3.1.3 实例 3 圆凸台铣削加工 .....      | 204        |
| 3.1.4 实例 4 平面外轮廓铣削加工 .....    | 206        |
| 3.1.5 实例 5 平面内轮廓铣削加工 .....    | 207        |
| 3.1.6 实例 6 内轮廓型腔零件的加工 .....   | 209        |
| 3.1.7 实例 7 平面轮廓铣削综合训练 .....   | 211        |
| 3.2 槽类零件的加工 .....             | 214        |
| 3.2.1 实例 8 正方形型槽铣削加工 .....    | 214        |
| 3.2.2 实例 9 圆孔型槽铣削加工 .....     | 215        |
| 3.2.3 实例 10 普通槽类的加工 .....     | 217        |
| 3.2.4 实例 11 槽形零件加工 .....      | 220        |
| 3.2.5 实例 12 凸轮槽加工 .....       | 222        |
| 3.2.6 实例 13 梭轴螺旋槽的加工 .....    | 223        |
| 3.2.7 实例 14 摩擦盘槽的加工 .....     | 224        |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 3.3 孔类零件的加工 .....           | 225        |
| 3.3.1 实例 15 单孔加工 .....      | 225        |
| 3.3.2 实例 16 多孔加工 .....      | 227        |
| 3.3.3 实例 17 螺孔的加工 .....     | 229        |
| 3.3.4 实例 18 深孔的加工 .....     | 232        |
| 3.3.5 实例 19 复杂多孔的加工 .....   | 232        |
| 3.3.6 实例 20 定位孔板的加工 .....   | 234        |
| 3.3.7 实例 21 排孔的加工 .....     | 238        |
| 3.4 复杂类零件加工 .....           | 239        |
| 3.4.1 实例 22 三维曲面铣削加工 .....  | 239        |
| 3.4.2 实例 23 壳体零件的加工 .....   | 240        |
| 3.4.3 实例 24 盖板孔加工 .....     | 242        |
| 3.4.4 实例 25 棘轮加工 .....      | 245        |
| 3.4.5 实例 26 衬板加工 .....      | 249        |
| 3.4.6 实例 27 肥皂盒加工 .....     | 252        |
| 3.4.7 实例 28 复杂孔加工 .....     | 257        |
| 3.4.8 实例 29 复杂盘类零件的加工 ..... | 261        |
| 3.5 实例 30 组合零件的加工 .....     | 265        |
| <b>参考文献 .....</b>           | <b>274</b> |

# 第 1 章 FANUC 数控车床典型零件加工实例

## 1.1 阶梯轴类零件编程加工

### 1.1.1 实例 1

加工如图 1-1 所示的零件，已知采用  $\phi 40 \times 60$  的棒料，材料为 45 钢。

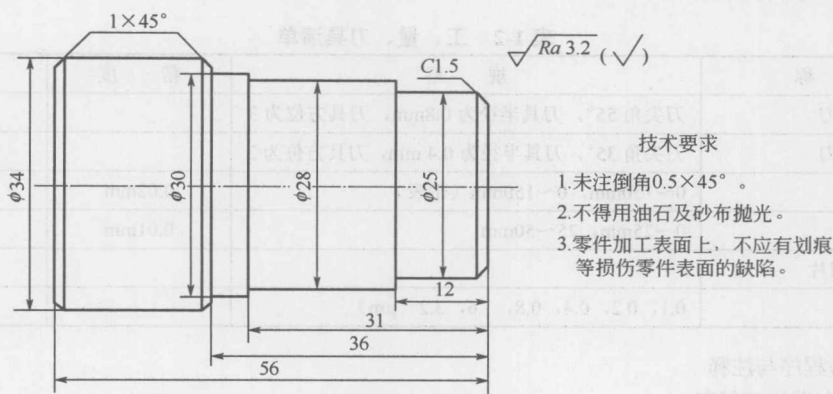


图 1-1 零件图

#### (1) 工艺分析

##### 1) 加工工序

- ① 装夹毛坯，伸出卡盘长度 35mm。
- ② 粗车左端。粗车倒角、外圆。
- ③ 精车零件左端。精车外圆、倒角至要求尺寸。
- ④ 零件调头，装夹  $\phi 34$  外圆（用紫铜皮包工件，校正工件）。
- ⑤ 粗车右端外轮廓。
- ⑥ 精车右端外轮廓。

##### 2) 加工工序卡

加工工序卡如表 1-1 所示。

表 1-1 加工工序卡

| 工步 | 工步内容         | 刀号  | 刀具类型          | 切削用量              |                  |             | 备注 |
|----|--------------|-----|---------------|-------------------|------------------|-------------|----|
|    |              |     |               | 主轴转速<br>/ (r/min) | 进给速度<br>/ (mm/r) | 背吃刀量<br>/mm |    |
| 1  | 装夹右端，手动平左端面  | T01 | 93°外圆车刀       | 500               |                  |             | 手动 |
| 2  | 粗车左端外轮廓      | T01 | 93°外圆车刀       | 500               | 0.2              | 2.0         | 自动 |
| 3  | 精车左端外轮廓至尺寸要求 | T02 | 外圆车刀（刀尖角 35°） | 800               | 0.1              | 0.5         | 自动 |

续表

| 工步 | 工步内容             | 刀号  | 刀具类型           | 切削用量             |                 |             | 备注 |
|----|------------------|-----|----------------|------------------|-----------------|-------------|----|
|    |                  |     |                | 主轴转速/<br>(r/min) | 进给速度/<br>(mm/r) | 背吃刀量<br>/mm |    |
| 4  | 调头装夹, 手动<br>平右端面 | T01 | 93°外圆车刀        | 500              |                 |             | 手动 |
| 5  | 粗车右端外轮廓          | T01 | 93°外圆车刀        | 500              | 0.2             | 2.0         | 自动 |
| 6  | 精车右端外轮廓至尺寸要求     | T02 | 外圆车刀 (刀尖角 35°) | 800              | 0.1             | 0.5         | 自动 |

(2) 工、量、刀具清单  
工、量、刀具清单如表 1-2 所示。

表 1-2 工、量、刀具清单

| 名称       | 规格                                | 精度     | 数量  |
|----------|-----------------------------------|--------|-----|
| 93°外圆粗车刀 | 刀尖角 55°, 刀具半径为 0.8mm, 刀具方位为 3     |        | 1   |
| 93°外圆精车刀 | 刀尖角 35°, 刀具半径为 0.4 mm, 刀具方位为 3    |        | 1   |
| 游标卡尺     | 0~150mm, 0~150mm (带表)             | 0.02mm | 各 1 |
| 外径千分尺    | 0~25mm, 25~50mm                   | 0.01mm | 各 1 |
| 紫铜片、垫刀片  |                                   |        | 若干  |
| 粗糙度样板    | 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2 (μm) |        | 1   |

(3) 参考程序与注释

1) 零件左端加工程序

|                        |                                                                     |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| O0001;                 | 程序名                                                                 |
| M03S500;               | 主轴正转                                                                |
| T0101;                 | 换 1 号刀, 调用 1 号刀补                                                    |
| G00X40.0Z5;            | 快速定位到循环起点                                                           |
| G71U2.0R0.5;           | 外圆粗车纵向循环指令, 每次背吃刀量为 2mm, 退刀量为 0.5mm                                 |
| G71P10Q20U0.5W0.1F0.2; | 按 N10~N20 指令的精车加工路径, X 向留精加工余量为 0.5mm, Z 向留 0.1mm, 进给量 0.2mm/r 粗车加工 |
| N10G00X30.0;           | X 轴进刀                                                               |
| G01Z0.0F0.1;           | Z 轴进刀                                                               |
| X34.0C1.0;             | 加工倒角                                                                |
| Z-25.0;                | 加工 φ34 外圆                                                           |
| N20U2.0;               | 抬刀                                                                  |
| G00X100.0Z100.0;       |                                                                     |

|               |                |
|---------------|----------------|
| M05;          |                |
| M00;          |                |
| T0202;        |                |
| M03S800M08;   |                |
| G00X35.0Z5.0; |                |
| G70P10Q20;    | 精加工循环          |
| X100.0Z100.0; | 回换刀点           |
| M05M09;       | 主轴停止           |
| M30;          | 程序停止并返回程序头主轴停止 |

2) 零件右端加工程序



|                        |                                                                  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------|
| O0002;                 | 程序名                                                              |
| T0101;                 | 换 1 号刀                                                           |
| M03S500;               | 主轴正转                                                             |
| G00X40.0Z5.0 M08;      | 快速进刀至粗加工循环起点                                                     |
| G71U2.0R0.5;           | 外圆粗车纵向循环指令，每次背吃刀量为 2mm，退刀量为 0.5mm                                |
| G71P30Q40U0.5W0.1F0.2; | 按 N30~N40 指令的精车加工路径，X 向留精加工余量为 0.5mm，Z 向留 0.1mm，进给量 0.2mm/r 粗车加工 |
| N30G00X20.0;           | X 轴快进                                                            |
| G01Z0F0.1;             | Z 轴进给                                                            |
| X25.0C-1.5;            | 倒角                                                               |
| Z-12.0;                | 加工 $\phi 25$ 外圆                                                  |
| X28.0;                 | 端面加工                                                             |
| Z-31.0 ;               | 加工 $\phi 28$ 外圆                                                  |
| X30.0;                 | 端面加工                                                             |
| Z-36.0;                | 加工 $\phi 30$ 外圆                                                  |
| X32.0C1.0;             | 加工端面                                                             |
| N20U2.0;               | 抬刀                                                               |
| G00X100.0Z100.0;       | 回换刀点                                                             |
| M05;                   |                                                                  |
| M00;                   |                                                                  |
| T0202;                 |                                                                  |
| M03S800M08;            |                                                                  |
| G00X35.0Z5.0;          |                                                                  |
| G70P30Q40;             |                                                                  |
| G00X100.0Z100.0;       |                                                                  |
| M05M09;                |                                                                  |
| M30;                   |                                                                  |

(4) 注意事项

- ① 确认车刀安装刀位和程序中的刀号是否一致。
- ② 注意 FANUC 数控 G71 与华中数控的区别，注意循环参数的设置。
- ③ 灵活运用修调按钮，调节主轴和进给速度。
- ④ 为保证对刀准确，自动加工前应试切一刀，以检验对刀精准；或粗车后暂停，检验尺寸精度。

1.1.2 实例 2

加工如图 1-2 所示的零件，已知采用  $\phi 35 \times 60$  的棒料，材料为 45 钢。

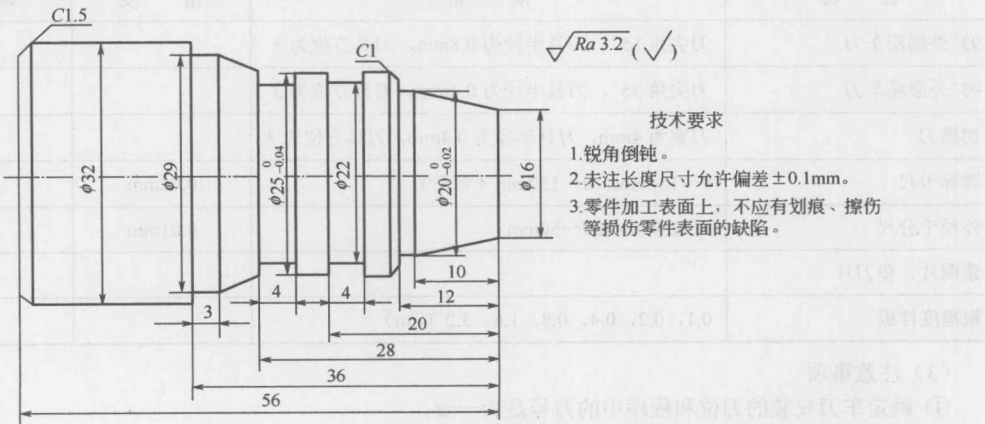


图 1-2 零件图

- (1) 工艺分析
- 1) 加工工序
- ① 夹毛坯，伸出卡盘长度 25mm。

② 车端面并对刀，加工左端面，粗、精车 $\phi 32$  外圆并倒角至要求尺寸。

③ 零件调头，夹 $\phi 32\text{mm}$  外圆。

④ 车端面至零件总长，并对刀。

⑤ 粗加工右端外轮廓。

⑥ 精加工右端外轮廓。

⑦ 切槽。
- 2) 加工工序卡
- 加工工序卡如表 1-3 所示。

表 1-3 加工工序卡

| 工步 | 工 步 内 容      | 刀号  | 刀 具 类 型       | 切 削 用 量           |                  |             | 备注 |
|----|--------------|-----|---------------|-------------------|------------------|-------------|----|
|    |              |     |               | 主轴转速<br>/ (r/min) | 进给速度<br>/ (mm/r) | 背吃刀量<br>/mm |    |
| 1  | 装夹右端，手动平左端面  | T01 | 93°外圆车刀       | 500               |                  |             | 手动 |
| 2  | 粗车左端外轮廓      | T01 | 93°外圆车刀       | 500               | 0.2              | 2.0         | 自动 |
| 3  | 精车左端外轮廓至尺寸要求 | T02 | 外圆车刀（刀尖角 35°） | 800               | 0.1              | 0.5         | 自动 |
| 4  | 调头装夹，手动平右端面  | T01 | 93°外圆车刀       | 500               |                  |             | 手动 |
| 5  | 粗车右端外轮廓      | T01 | 93°外圆车刀       | 500               | 0.2              | 2.0         | 自动 |
| 6  | 精车右端外轮廓至尺寸要求 | T02 | 外圆车刀（刀尖角 35°） | 800               | 0.1              | 0.5         | 自动 |
| 7  | 切槽           | T03 | 切槽刀           | 350               | 0.05             | 4.0         | 自动 |

- (2) 工、量、刀具清单
- 工、量、刀具清单如表 1-4 所示。

表 1-4 工、量、刀具清单

| 名 称      | 规 格                                      | 精 度    | 数 量 |
|----------|------------------------------------------|--------|-----|
| 93°外圆粗车刀 | 刀尖角 55°，刀具半径为 0.8mm，刀具方位为 3              |        | 1   |
| 93°外圆精车刀 | 刀尖角 35°，刀具半径为 0.4mm，刀具方位为 3              |        | 1   |
| 切槽刀      | 刀宽为 4mm，刀具半径为 0.4mm，刀具方位为 3              |        |     |
| 游标卡尺     | 0~150mm，0~150mm（带表）                      | 0.02mm | 各 1 |
| 外径千分尺    | 0~25mm，25~50mm                           | 0.01mm | 各 1 |
| 紫铜片、垫刀片  |                                          |        | 若干  |
| 粗糙度样板    | 0.1，0.2，0.4，0.8，1.6，3.2（ $\mu\text{m}$ ） |        | 1   |

- (3) 注意事项
- ① 确定车刀安装的刀位和程序中的刀号是否一致。

② 灵活应用修调按钮，调节主轴和进给速度。

③ 编程前应测量切槽刀具宽度。

④ 为了保证对刀精度, 自动加工前, 应切试一刀, 以检验对刀精度。

#### (4) 参考程序与注释

##### 1) 零件左端加工程序

|                        |                                                                     |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| O0001;                 | 主程序名                                                                |
| M03S500;               | 主轴转速 500r/min                                                       |
| T0101;                 | 刀具换到第一把刀                                                            |
| G00X35.0Z2.0 ;         | 加工前的对刀                                                              |
| G71U2.0R0.5;           | 外圆粗车纵向循环指令, 每次背吃刀量为 2mm, 退刀量为 0.5mm                                 |
| G71P10Q20U0.5W0.1F0.2; | 按 N10~N20 指令的精车加工路径, x 向留精加工余量为 0.5mm, z 向留 0.1mm, 进给量 0.2mm/r 粗车加工 |
| N10G00X29.0;           | x 轴进刀                                                               |
| G01Z0.0F0.1;           | z 轴进刀                                                               |
| X32.0C1.0;             | 加工倒角                                                                |
| Z-25.0;                | 加工 $\phi 32$ 外圆                                                     |
| N20U2.0;               | 抬刀                                                                  |
| G00X100.0Z100.0;       |                                                                     |
| M05;                   |                                                                     |
| M00;                   |                                                                     |
| T0202;                 |                                                                     |
| M03S800M08;            |                                                                     |
| G00X32.0Z5.0;          | 精加工循环                                                               |
| G70P10Q20;             | 回换刀点                                                                |
| X100.0Z100.0;          | 主轴停止                                                                |
| M05M09;                | 程序停止并返回程序头主轴停止                                                      |
| M30;                   |                                                                     |

##### 2) 零件右端加工程序

|                        |                                                                     |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| O0002;                 | 程序名                                                                 |
| T0101;                 | 换第一把刀                                                               |
| M03S500;               | 主轴正转                                                                |
| G00X35.0Z5.0 M08 ;     | 快速进刀至粗加工循环起点                                                        |
| G71U2.0R0.5;           | 外圆粗车纵向循环指令, 每次背吃刀量为 2mm, 退刀量为 0.5mm                                 |
| G71P30Q40U0.5W0.1F0.2; | 按 N30~N40 指令的精车加工路径, x 向留精加工余量为 0.5mm, z 向留 0.1mm, 进给量 0.2mm/r 粗车加工 |
| N30G00X16.0;           | x 轴快进                                                               |
| G01Z0F0.1;             | z 轴进给                                                               |
| X20.0Z-10.0;           | 加工锥面                                                                |
| Z-12.0;                | 加工 $\phi 20$ 外圆                                                     |
| X25.0 C1;              | 端面加工及倒角 C1                                                          |
| Z-36.0 ;               | 加工 $\phi 25$ 外圆                                                     |
| X29.0Z-33.0;           | 加工斜面                                                                |
| Z-36.0;                | 加工 $\phi 29$ 外圆                                                     |
| X32.0;                 | 加工端面                                                                |
| N20U2.0;               | 抬刀                                                                  |
| G00X100.0Z100.0;       | 回换刀点                                                                |
| M05;                   |                                                                     |
| M00;                   |                                                                     |

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| T0202;              |                    |
| M03S800M08;         |                    |
| G00X35.0Z5.0;       |                    |
| G70P30Q40;          |                    |
| G00X100.0Z100.0;    |                    |
| M05;                |                    |
| M00;                |                    |
| T0303 ;             | 换第三把刀 (切槽刀)        |
| M03S350;            |                    |
| G00X30.0 Z-28.0M08; | 快移至第一个 4mm 槽的起点    |
| G01X22.0F0.05;      | 切第一个槽              |
| G04P1000;           | 切槽停留 1s            |
| G00X30.0 ;          | 快速退刀               |
| Z-32.0;             | Z 向进给至第二个 4mm 槽的位置 |
| G01X22.0 F0.05;     | 加工第二个槽             |
| G04P1000;           | 切槽停留 1s            |
| GOOX100.0;          | X 方向快速退刀           |
| Z100.0;             | Z 方向快速退刀           |
| M05M09;             | 主轴停止               |
| M30;                | 程序结束               |

### 1.1.3 实例 3

加工如图 1-3 所示的零件, 已知采用  $\phi 50 \times 80$  的棒料, 材料为 45 钢。

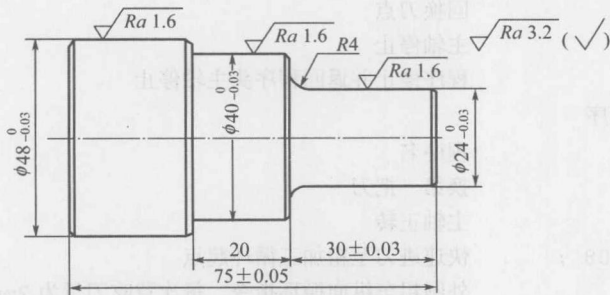


图 1-3 零件图

技术要求:

- ① 不准用纱布及锉刀等修饰表面。
- ② 未注倒角  $1 \times 45^\circ$ , 未注公差尺寸按 GB 1804-M。
- ③ 材料及备料尺寸: 45 ( $\phi 50 \times 80$ ) 圆钢。

(1) 工艺分析

1) 加工工序

- ① 车端面: 毛坯伸出三爪卡盘的卡爪面约 60mm, 校正、夹紧。用外圆端面车刀加工端面。
- ② 粗车外圆: 粗车  $\phi 40$  和  $\phi 24$  的外圆及 R4 的倒圆角, 各处留 0.5mm 的深加工余量。
- ③ 精车外圆: 精车  $\phi 40$  和  $\phi 24$  的外圆及 R4 的倒圆角至零件图要求的尺寸。
- ④ 调头车另一端面: 保证零件总长尺寸  $75 \pm 0.05$ 。
- ⑤ 车外圆: 车  $\phi 48$  的外圆和倒角。

2) 加工工序卡

加工工序卡如表 1-5 所示。



表 1-5 加工工序卡

| 工步 | 工 步 内 容 | 刀号  | 刀 具 类 型         | 切 削 用 量           |                  |             | 备注 |
|----|---------|-----|-----------------|-------------------|------------------|-------------|----|
|    |         |     |                 | 主轴转速<br>/ (r/min) | 进给速度<br>/ (mm/r) | 背吃刀量<br>/mm |    |
| 1  | 车右端面    | T01 | 外圆粗车刀           | 800               | 0.2              | 0.5         | 手动 |
| 2  | 粗车右外圆   | T01 | 外圆粗车刀           | 800               | 0.2              | 1.0         | 自动 |
| 3  | 精车右外圆   | T02 | 外圆精车刀 (刀尖角 35°) | 800               | 0.1              | 0.5         | 自动 |
| 4  | 调头, 车端面 | T01 | 外圆粗车刀           | 800               | 0.2              | 1.0         | 自动 |
| 5  | 车左外圆    | T02 | 外圆精车刀 (刀尖角 35°) | 800               | 0.1              | 0.5         | 自动 |

### (2) 工、量、刀具清单

工、量、刀具清单如表 1-6 所示。

表 1-6 工、量、刀具清单

| 名 称      | 规 格                               | 精 度    | 数 量   |
|----------|-----------------------------------|--------|-------|
| 93°外圆粗车刀 | 刀尖角 55°, 刀具半径为 0.8mm, 刀具方位为 3     |        | 1     |
| 93°外圆精车刀 | 刀尖角 35°, 刀具半径为 0.4mm, 刀具方位为 3     |        | 1     |
| 半径规      | R1~R6.5, R7~R14.5                 |        | 各 1 套 |
| 游标卡尺     | 0~150mm, 0~150mm (带表)             | 0.02mm | 各 1   |
| 外径千分尺    | 0~25mm, 25~50mm                   | 0.01mm | 各 1   |
| 粗糙度样板    | 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2 (μm) |        | 1     |

### (3) 参考程序与注释

1) 夹工件的一端, 完成表 1-5 中 1~3 工步

```
00001;
```

M03 S800;

T0101;

G00 X52.0 Z1.0 M08;

G71U2.0R0.5;

G71P10Q20U0.5W0.1F0.2;

```
N10 G00 X20.0;
```

Z0.0;

G01 X24.0C1.0 F0.1;

$$Z-26.0;$$

G02 X32.0 Z-30.0 R4.0;

G01 X40.0 C1.0;

Z-50.0 C1.0;

N20 U2.0;

G00X100.0Z100.0;

M05;

M00;

T0202;

M03S800M08;

G00X50.0Z5.0;

G70 P10 Q20;

调用 1 号刀

### 设置起刀点

外圆粗车纵向循环指令, 每次背吃刀量为 2mm, 退刀量为 0.5mm

按 N10~N20 指令的精车加工路径, X 向留精加工余量为 0.5mm, Z 向留 0.1mm, 进给量 0.2mm/r 粗车加工

### X 轴向快进

### Z 轴向进给

倒角

加工  $\phi 24$  外圆

## 加工圆弧

### 加工端面及倒角

### 加工端面及倒角

退刀

### 回换刀点

### 快移至精加工循环起点

### 精加工循环

G00 X100.0 Z100.0; 刀具回换刀点  
M05 M09 ; 主轴停止  
M30; 程序结束并返回

2) 调头, 夹工件的  $\phi 40$  处

O0002;  
G00 X100.0 Z100.0;  
M03 S800;  
T0101; 换 1 号刀  
G00 X46.0 Z5.0M08; 快速点定位  
G94 X-1.0 Z4.0 F0.2; 端面车削单一循环  
Z3.0;  
Z2.0;  
Z1.0;  
Z0.5;  
Z0;  
G00 X100.0 Z100.0;

M00; 程序暂停  
T0202; 换 2 号刀  
M03 S800;  
G00X46.0Z2.0;  
G90X49.5Z29.0F0.1; 外圆单一循环  
X49.0;  
X48.5;  
X48.0;  
G01X44.0F0.2;  
Z0.0;  
G01 X48.0 C1.0 F0.1; 倒角  
G00 X100.0 Z100.0;  
T0100;  
M05 M09 M30;

## 1.2 简单成形面类零件加工实例

### 1.2.1 实例 4

加工如图 1-4 所示的零件, 已知采用  $\phi 45 \times 90$  的棒料, 材料为 45 钢。

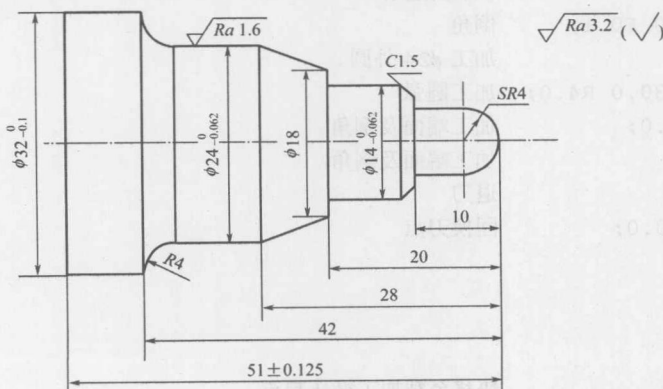


图 1-4 零件图

技术要求:

- ① 不准用纱布及锉刀等修饰表面。
- ② 未注倒角 1×45°，未注公差尺寸按 GB 1804-M。
- ③ 材料及备料尺寸: 45 (φ45×90) 圆钢。

(1) 工艺分析

1) 加工工序

- ① 装夹毛坯。
- ② 粗车外圆、圆弧并倒角。
- ③ 精车外圆、圆弧并倒角至要求尺寸。
- ④ 零件调头，装夹 φ32 外圆 (用紫铜皮包工件，校正工件)。
- ⑤ 切断保证零件总长。

2) 注意事项

- ① 确认车刀安装的刀位和程序中的刀号是否一致。
- ② 灵活运用修调按钮，调节主轴和进给速度。
- ③ 为了保证对刀精度，自动加工前，应试切一刀，以检验对刀精度；或粗车后暂停，检查尺寸的精度。

3) 加工工序卡

加工工序卡如表 1-7 所示。

表 1-7 加工工序卡

| 工步 | 工步内容 | 刀号  | 刀具类型           | 切削用量         |             |         | 备注 |
|----|------|-----|----------------|--------------|-------------|---------|----|
|    |      |     |                | 主轴转速/(r/min) | 进给速度/(mm/r) | 背吃刀量/mm |    |
| 1  | 车端面  | T01 | 外圆车刀 (刀尖角 55°) | 500          |             |         | 手动 |
| 2  | 粗车外圆 | T01 | 外圆车刀 (刀尖角 55°) | 500          | 0.2         | 1.0     | 自动 |
| 3  | 精车外圆 | T02 | 外圆车刀 (刀尖角 35°) | 800          | 0.1         | 0.5     | 自动 |
| 4  | 切断   | T03 | 切槽刀            | 350          | 0.04        | 3       | 自动 |

(2) 工、量、刀具清单

工、量、刀具清单如表 1-8 所示。

表 1-8 工、量、刀具清单

| 名称       | 规格                           | 精度     | 数量  |
|----------|------------------------------|--------|-----|
| 93°外圆粗车刀 | 刀尖角 55°，刀具半径为 0.8mm，刀具方位为 3  |        | 1   |
| 93°外圆精车刀 | 刀尖角 35°，刀具半径为 0.4mm，刀具方位为 3  |        | 1   |
| 切槽刀      | 刀宽为 4mm，刀具半径为 0.4mm，刀具方位为 3  |        | 1   |
| 半径规      | R1~R6.5，R7~R14.5             |        | 1 套 |
| 游标卡尺     | 0~150mm，0~150mm (带表)         | 0.02mm | 各 1 |
| 外径千分尺    | 0~25mm，25~50mm               | 0.01mm | 各 1 |
| 紫铜片、垫刀片  |                              |        | 若干  |
| 粗糙度样板    | 0.1，0.2，0.4，0.8，1.6，3.2 (μm) |        | 1   |

(3) 参考程序与注释

|                        |                                                                  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------|
| O0001;                 | 程序名                                                              |
| M03S500;               | 主轴正转                                                             |
| T0101;                 | 换 1 号刀，调用 1 号刀补                                                  |
| G00X35.0Z5.0;          | 快速定位到循环起点                                                        |
| G71U2.0R0.5;           | 外圆粗车纵向循环指令，每次背吃刀量为 2mm，退刀量为 0.5mm                                |
| G71P10Q20U0.5W0.1F0.2; | 按 N10~N20 指令的精车加工路径，X 向留精加工余量为 0.5mm，Z 向留 0.1mm，进给量 0.2mm/r 粗车加工 |

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| N10G00X0;           | X 向快移            |
| G01Z0F0.1;          | Z 向进给            |
| G03X8.0Z-4.0R4.0;   | 加工球面             |
| G01Z-10.0;          | 加工 $\phi 8$ 外圆   |
| X14.0C1.5;          | 倒角               |
| Z-20.0;             | 加工 $\phi 14$ 外圆  |
| X18.0;              | 加工端面             |
| X24.0Z-28.0 ;       | 加工锥面             |
| Z-38.0;             | 加工 $\phi 24$ 外圆  |
| G02X32.0Z-42.0R4.0; | 加工顺圆             |
| G01Z-54.0;          | 加工 $\phi 32$ 外圆  |
| N20U2.0;            | 抬刀               |
| G00 X100.0 Z100.0;  | 回换刀点             |
| M00;                | 程序暂停             |
| T0202 ;             | 换 2 号刀           |
| M03 S800;           |                  |
| G00X35.0Z2.0;       |                  |
| G70P10Q20;          | 精车循环             |
| G00 X100.0 Z100.0;  | 回换刀点             |
| M05;                | 主轴停止             |
| M00;                |                  |
| M03S350;            | 主轴正转             |
| T0303;              | 换 3 号刀, 调用 3 号刀补 |
| G00X40.0Z-54;       | 快速定位到切断位置        |
| G01X-1.0F0.04;      | 切断               |
| G00X100.0;          | 刀具回 X 方向安全位置     |
| Z100.0;             |                  |
| M05M09;             | 主轴停止             |
| M30;                | 程序停止             |

### 1.2.2 实例 5

加工如图 1-5 所示零件, 已知零件的材料为 45 钢, 直径为  $\phi 40$ 。

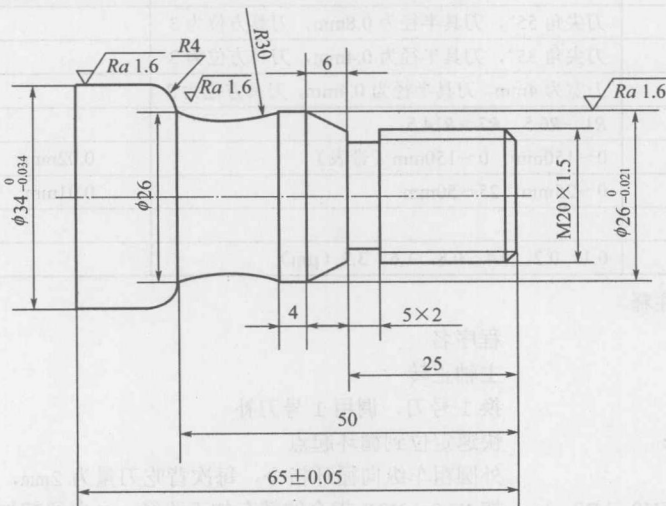


图 1-5 零件图



(1) 工艺的分析

1) 工艺路线

- ① 夹左端外圆，棒料伸出离卡爪端面距离 90mm 长。
- ② 手动车右端面。
- ③ 粗车螺纹外圆、锥面、 $\phi 26$  外圆、R30 外圆 R4 圆弧、 $\phi 34$  外圆。
- ④ 精车外轮廓至零件图要求。
- ⑤ 车 5×2 退刀槽。
- ⑥ 车 M20×1.5 螺纹。
- ⑦ 按零件图要求长度切断零件。

2) 加工工序卡。

加工工序卡如表 1-9 所示。

表 1-9 加工工序卡

| 工步 | 工 步 内 容 | 刀号  | 刀 具 类 型 | 切 削 用 量           |                  |             | 备注 |
|----|---------|-----|---------|-------------------|------------------|-------------|----|
|    |         |     |         | 主轴转速<br>/ (r/min) | 进给速度<br>/ (mm/r) | 背吃刀量<br>/mm |    |
| 1  | 车端面     | T01 | 外圆粗车刀   | 600               |                  |             | 手动 |
| 2  | 粗车外轮廓   | T01 | 外圆粗车刀   | 600               | 0.2              | 2.0         | 自动 |
| 3  | 精车外轮廓   | T02 | 外圆精车刀   | 1000              | 0.1              | 0.5         | 自动 |
| 4  | 车退刀槽    | T03 | 切槽刀     | 350               | 0.05             | 5           | 自动 |
| 5  | 车螺纹     | T04 | 60°螺纹刀  | 400               | 1.5              |             | 自动 |
| 6  | 切断      | T03 | 切槽刀     | 350               | 0.04             | 5           | 自动 |

(2) 工、量、刀具清单

工、量、刀具清单如表 1-10 所示。

表 1-10 工、量、刀具清单

| 名 称      | 规 格                          | 精 度    | 数 量   |
|----------|------------------------------|--------|-------|
| 90°外圆粗车刀 | 刀尖角 45°，刀尖半径 0.8mm           |        | 1     |
| 90°外圆精车刀 | 刀尖角 35°，刀尖半径 0.2mm           |        | 1     |
| 切槽刀      | 5mm                          |        | 1     |
| 螺纹刀      | 60°                          |        | 1     |
| 半径规      | R1~R6.5，R20~R50              |        | 各 1 套 |
| 游标卡尺     | 0~150mm，0~150mm（带表）          | 0.02mm | 各 1   |
| 外径千分尺    | 0~25mm，25~50mm               | 0.01mm | 各 1   |
| 紫铜片、垫刀片  |                              |        | 若干    |
| 粗糙度样板    | 0.1，0.2，0.4，0.8，1.6，3.2 (μm) |        | 1     |

(3) 参考程序与注释

|                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| O0001;                      | 程序名             |
| G40 G97 G99;                | 取消刀补设定每转进给      |
| T0101;                      | 换 1 号外圆车刀       |
| M03 S600;                   | 主轴以 600r/min 正转 |
| G00 X40.0 Z2.0;             | 到达循环起点位置        |
| G73 U9.0 W0 R10.0;          | 使用外圆粗加工切削循环指令   |
| G73 P10 Q20 U0.5 W0.1 F0.2; |                 |