

# 数控车床在变速箱换挡导块加工中的应用

■ 浙江万里扬股份有限公司（金华 321025） 蓝 健 张裕强 孙宇伦

**摘要：**在变速箱换挡导块的加工中，将精密数控车床替换原先的车床和立式钻床两道工序，实现一次装夹完成原孔与定位面的加工，保证了拉削孔质量稳定，符合图样设计要求，且实现人机分离，减少了人工，提高了效率。

## 1. 加工中出现的问题

换挡导块是汽车变速箱中的一个重要零件，其典型零件尺寸如图1所示。长期以来，该类产品工艺中的首先两序加工内孔、定位面常采用立式钻床扩孔，再用车床平定位端面及孔口倒角，然后再拉内孔。

某供应商的机加工典型工艺中，首先进行的工序为：扩孔→车定位面及倒角→拉孔，共使用加工设备3台，需操作人员3人。其中扩孔、车定位面及倒角工序由于工时较拉孔长，经常出现产能不足、加班赶货的现象。扩孔工序采用的是立式钻床配普通麻花钻，以外圆毛坯面定位夹紧，加工时存在孔偏大、偏位的现象，当后道工序再以外圆毛坯面定位夹紧车定位面及倒角时，夹紧点容易发生偏差，导致车出的定位面与底孔垂直度差，进而出现拉孔工序无法将孔完全拉出的现象。

## 2. 工艺改进方案

针对前述工艺缺陷，采用数控车床进行工艺改进，投入液压工装与刀具后，改扩孔为车底孔，同时将车定位面和两端面倒角一并完成，相比原先工艺零件一次装夹完成两道工序，一方面提高了拉前底孔的稳定性，另一方面极大地提高了拉前底孔与定位面的垂直度，完全消除了因此造成的拉孔无法加工出的问题。工艺改进后的工序为：车底孔→平端

面及倒角→拉孔。

(1) 数控车床液压夹具的设计。根据产品结构，一端靠紧，以 $\phi 26\text{mm}$ 毛坯外圆定位夹紧，设计出数控车床夹具，如图2所示。通过液压系统工作带动联接拉杆前后运动，进而带动活动拉杆运动，实现压爪和V形压块对导块工件的夹紧和松开。夹具主体中充满机油，保证各活动件充分润滑。顶块对工件的毛坯端面进行限位，堵头防止切屑进入主体。设计排屑孔的作用是透空使工件可以实现内倒角。

(2) 刀具的选用。根据本工序需完成的工作，即平端面、车底孔、内倒角和外倒角，选用的刀具为内孔车刀（见图3）。

导块材料为ZG310-570，选用泰珂洛的内孔TAC车刀，具体型号为：刀杆A12M-STFPR1102-D140，配套的刀片型号TPMT110208PM T6130。

(3) 切削参数的计算与选用。参考金属切削手册，留拉孔余量 $0.6\text{mm}$ ，故内孔车至 $\phi(15.5 \pm 0.1)\text{mm}$ 。

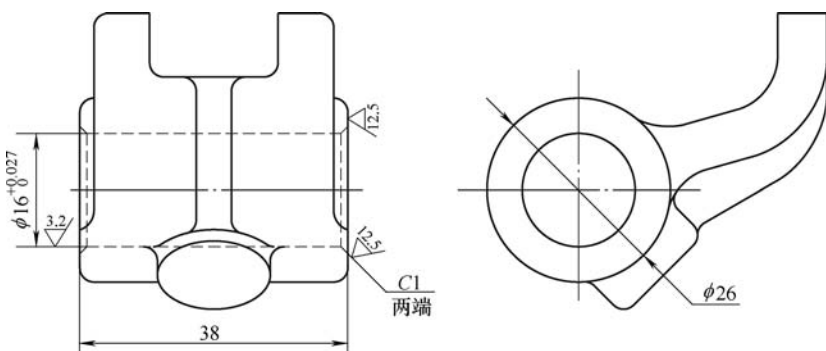


图 1

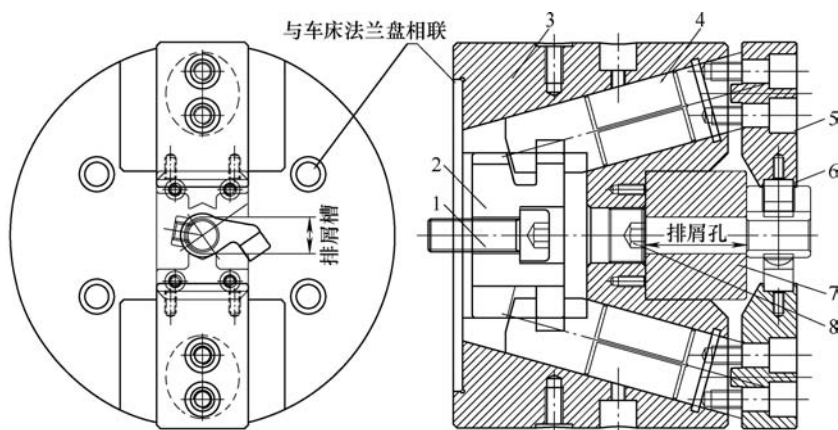


图 2

1.联接螺栓 2.联接拉杆 3.主体 4.活动拉杆 5.压爪 6.V形压块 7.顶块 8.堵头

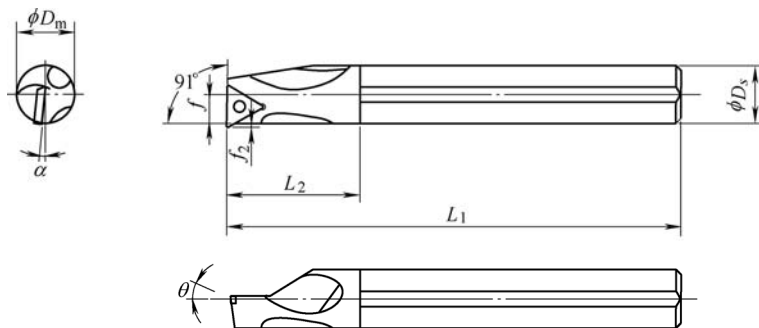


图 3

根据厂家提供的刀具样本上给出的参考参数： $v_c=60\sim 150\text{m/min}$ ，切深 $a_p=1\sim 3\text{mm}$ ，进给量 $f=0.07\sim 0.3\text{mm/r}$ ，结合设备的自身状态，选定 $v_c=70\text{m/min}$ ，计算转速 $n=1000v_c/(\pi d)=1000\times 70/(3.14\times 15.5)\approx 1400\text{ (r/min)}$ ， $f$ 取 $0.2\text{mm/r}$ ，内孔毛坯底孔约为 $\phi 14.5\text{mm}$ ， $a_p$ 取 $0.5\text{mm}$ 。

### 3. 夹具、刀具的安装和生产调试

(1) 夹具、刀具的安装。将制作完成的夹具安装至车床上，安装时注意不要磕碰，安装完成后对夹具的端面跳动、径向跳动进行检测，检测跳动不大于 $0.05\text{mm}$ 的视为合格，可投入使用。刀杆安装在相应的刀位上，根据工件的长度预留合适的加工空间。对刀杆的安装高度进行复检，确定刀尖和主轴中心在同一高度上，用百分表对刀杆上母线和侧母线进行复检，若跳动较大，利用垫片进行调整，将跳动控制在 $0.03\text{mm}$ 以内。

(2) 编写加工程序。绘制走刀轨迹如图4所示，其中实线表示切削

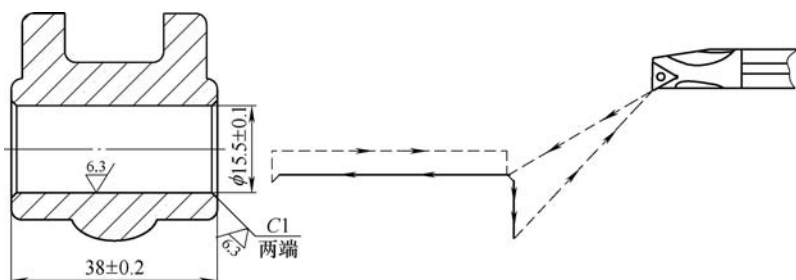


图 4

轨迹。

根据走刀轨迹编写加工程序如下：

```
G99;
M03 S01;
M08;
T03;
G0 X15.8 Z3;
G1 Z-39 F0.2;
U1 Z-39;
U-1.6;
X14.5;
G0 Z-1.7;
G1 X15 F0.2;
Z0 X18;
X29 F0.1;
G0 Z120;
M09;
M05;
M30;
```

完成对程序的检查后进行试加工，根据实际工况再对加工程序进行优化。

### 4. 经济效益对比分析

由于机物料消耗难以统计，本次改进涉及的几道工序机物料消耗不多，故经济效益主要从人工、电耗和设备几方面计算单件成本的降低（见附表）。

### 5. 结语

本次工艺改进改变了原先每道工序都需占用一名操作人员的状态，数控车床的应用使机加工可以实现一人多机，这不仅提高了导块的生产效率，提升了产品加工质量，更为后续精加工尺寸的稳定性提供了有效保障。工艺技术降成本是工厂成本控制的一个重要方面，目前本次工艺改进成果的大范围推广也给工厂带来

工艺改进前后成本对比

| 序号 | 项目内容                    | 成本对比数据                            |                        |       | 备注                                          |
|----|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------|---------------------------------------------|
|    |                         | 改进前                               | 改进后                    | 对比差   |                                             |
| 1  | 班产量/件                   | 520                               | 520                    | 0     |                                             |
| 2  | 人员用工数量/人                | 3                                 | 2                      | 1     |                                             |
| 3  | 单件人工费用/(元/件)            | 0.36 (扩孔0.08, 车端面倒角0.2, 拉孔0.08)   | 0.28 (数控车床0.2, 拉孔0.08) | 0.08  |                                             |
| 4  | 设备数量/台                  | 3                                 | 2                      | 1     |                                             |
| 5  | 单件理论总耗时/s               | 75                                | 45                     | 30    | 扩孔30s, 车30s, 拉孔20s                          |
| 6  | 单件电费消耗(按0.8元/度计算)/(元/件) | 0.070                             | 0.037                  | 0.033 | 立钻功率3kW, 普通卧式车床7.5kW, 数控车床5.5kW             |
| 7  | 设备折旧/(元/件)              | 0.033                             | 0.026                  | 0.007 | 折旧按普通卧式车床7 000元/年, 立钻3 000元/年, 数控车床8 000元/年 |
| 8  | 单件成本/元                  | 0.463                             | 0.343                  | 0.120 |                                             |
| 9  | 年降低费用/元                 | $300\,000 \times 0.120 = 36\,000$ |                        |       | 年产量30万件                                     |

了可观的经济效益。

#### 参考文献:

[1] 上海市金属切削技术协会. 金属

切削手册[M]. 3版. 上海: 上海科学技术出版社, 2000.

MW (收稿日期: 20170809)

### 专家点评



本文作者针对零件特点, 设计了专用夹具, 并通过专用夹具的应用, 优化了加工工艺, 避免了零件多工序重复装夹造成基准不重合误差, 保证了零件的加工精度, 同时还提高了加工效率、降低了加工成本。这种优化工艺的加工思路值得同行们借鉴。

## 我国将创建“中国制造2025”国家级示范区

近日召开的国务院常务会议部署创建“中国制造2025”国家级示范区, 加快制造业转型升级。会议强调, 在东中西部选择部分城市或城市群建设国家级示范区, 要聚焦创新体制机制, 深化开放合作, 同时破解制造业发展瓶颈, 与“互联网+”、“双创”结合, 打造先进制造工业云平台, 在创新体系建设、智能和绿色制造等方面先行先试。同时, 将目前已在国家自主创新示范区等实施的简政放权、财税金融、土地供应以及人才培养等有关政策扩展到示范区, 并对内外

资企业一视同仁。

主要有: 一是深化简政放权、放管结合并且优化服务改革, 加快工业产品生产许可准入制度改革, 支持示范区出台制造业和信息产业市场准入负面清单。经批准可将省级相关投资审批、外资管理和经贸合作等权限下放至示范区。全面实行企业“多证合一”。二是积极为大中小企业融通发展、集群发展搭建平台, 统筹用好各类政府资金和产业基金, 带动更多社会资本支持先进制造。实施普惠金融服务, 国有商业银行已经成立的普

惠金融事业部要着力在示范区探索积累经验。实行市场主体信用评价与税收便利服务挂钩。国有科技企业可对重要技术和管理人员实施股权等激励。三是在安排新增工业用地时对示范区适当倾斜, 支持利用老旧工业和商业设施等发展生产性服务业和众创空间。四是鼓励对符合条件的高校毕业生、就业困难人员给予创业补贴。允许科技人才在高校、科研院所和企业兼职, 推广海外人才优惠便利政策。五是深化制造业创新发展中外合作, 积极引进国外先进技术装备。