



超细长空心活塞杆高速车削加工

赵文军 常 菲 董彦萍 张建强

(长治清华机械厂, 长治 046012)



摘要: 介绍了长径比接近 80:1 的超细长空心杆 (活塞杆) 的结构特点和加工难点。从理论联系实际的角度出发, 分析了细长空心杆车削过程中容易出现的各种缺陷的产生原因, 并提出针对性的措施以及提高生产效率的途径。

关键词: 超细长空心杆; 车削; 加工

High-speed Turning for Super-Slender Hollow Piston Rod

Zhao Wenjun Chang Fei Dong Yanping Zhang Jianqiang

(Changzhi Qinghua Machinery Factory, Changzhi 046012)

Abstract: This paper introduces the structure feature and machining difficulties of super-slender rod with slenderness ratio of 80 : 1. Taking a slender hollow rod (piston rod) as an example, it analyses the fault reasons in the process of turning, and puts forward ways and measures to solve the problems and enhances the production efficiency.

Key words: super-slender hollow rod; turning; machining

1 引言

细长轴的特点是刚性较差, 尤其对于长径比超过 20 : 1 的细长轴更是如此。在实际生产中, 遇到了超细长空心杆类零件 (活塞杆) 的加工, 在进行外圆加工时很容易出现多棱形、竹节状、锥度过大、弯曲、轴表面呈波纹状等多种缺陷, 为此进行反复的加工试验和理论分析, 攻克了超细长空心杆的高速加工难题。

2 超细长活塞杆的结构特点及加工难点

2.1 结构特点

超细长空心活塞杆工件示意图如图 1, 两端焊接堵头, 空心杆长 3185mm, 杆体外圆 $\Phi 40_{-0.087}^{-0.025}$ mm, 外径和长度之比为 1 : 79.6, 壁厚 5mm, 要求加工完

后, 壁厚差不大于 0.4mm, 圆柱度 0.04mm, 直线度 0.04mm, 外圆表面粗糙度 $0.8\mu\text{m}$ 。

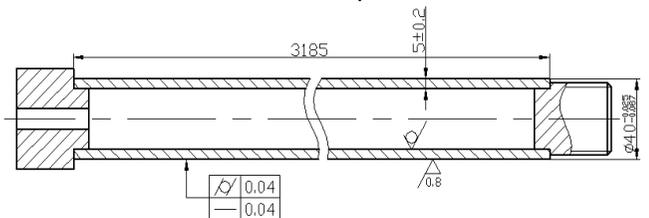


图 1 超细长空心活塞杆

2.2 加工难点

- 工件材料为 30CrMnSiA, 属难加工材料;
- 该工件长径比过大, 加工中易振动, 易受热变形, 以往加工时采用高速钢车刀加油基润滑油, 用低转速 (20~40r/min) 进行切削, 效率极低;
- 工件直线度和圆柱度要求严格, 全长达 0.04mm, 同时外径精度高;

作者简介: 赵文军 (1978-), 工程师, 材料科学与工程专业; 研究方向: 机械普通加工、数控加工技术及生产管理。

收稿日期: 2010-09-16

d. 工件表面粗糙度要求 $R_a 0.8\text{mm}$ 。

3 加工工艺方案

通过对工件的结构特点进行工艺分析,拟采用多次粗加工、半精加工、校形穿插进行,最后进行精车、砂带磨工序制成。零件加工过程具体划分为:粗车—校形—半粗车—校形—……—半精车—校形—精车—砂带磨削。工序约划分为40多道。

4 解决措施

4.1 刀具的选择

根据工件材料的特殊性,对刀具的选择进行了认真的分析:如果选用模块化车刀,虽然可以提高装夹刀具和磨制刀具的时间,但是由于模块化刀片刃刃过钝,在加工中切削抗力较大,工件容易产生变形,为此针对刀具材料选用了耐热性好的焊接硬质合金YT15车刀。经过反复试验刀具切削部分的角度,确定了车刀主偏角为 60° 左右、前角 $+12^\circ$ 左右时,切削轻快平稳,但发现工件表面花纹较大,表面粗糙,随即对刀具圆角进行了改进,解决了这个难题,工件表面粗糙度达到了预定指标。

4.2 切削液的选择

针对工件加工发热量高、变形大的情况,选择了ROCOL ULTRACUT 370 超级水基切削液,这种切削液稀释倍数高,软水及硬水均可使用,稀释后能见度高,利于操作者适时观察刀具切削状况,而且该切削液冷却性好,适宜高速切削。

4.3 工件受力变形问题的解决

通过对加工状态下工件的受力分析,得出正向进刀使工件处于正压力状态,从而导致了细长工件变形严重。为此改变进刀方式,由正向进刀变为反向进刀,工件处于拉应力状态,在车床上进行了试验,发现效果明显,从而解决了活塞杆的变形问题。见图2。

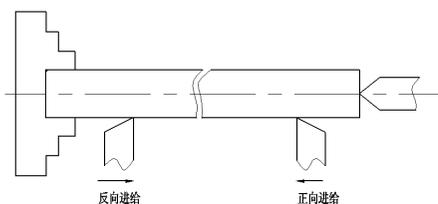


图2 工件切削状态的走刀方式选择

加工中,采用了浮动顶尖顶紧工件。在装夹工件后,尾座顶尖的松紧可通过经验控制,判定的标准为:开车后,手捏住浮动顶尖能制动,则顶尖顶紧工件的力度合适。

4.4 跟刀架支撑爪材料的选择

在细长杆加工中,跟刀架的正确使用非常重要。针对工件长径比达80:1的情况,采用了可实现三点支撑的跟刀架。

通过反复的试验和总结,并对跟刀架支撑爪的材料进行了改进,认为在选用跟刀架支撑爪材料时,要充分考虑其与工件材料的化学亲和力问题。若采用铸铁材料,支撑爪磨损严重,有时挤光了工件表面,工件柱面锥度达 0.2mm 左右,主要是铸铁和工件材料的化学亲和力较大造成的。

随后试验了胶木、锡青铜等材料,发现工件柱面锥度都超过了 0.15mm ,满足不了使用要求。最后通过试验,发现如果跟刀架支撑爪采用硬聚氯乙烯,即使主轴转速达到 500r/min 以上,磨损都比较小,而且工件柱面锥度在 0.02mm 以下,使用寿命长。

4.5 表面粗糙度的保证

为了有效保证细长轴的表面质量,在精加工后,采用在刀架上装夹砂带磨削机对细长轴进行了干式磨削,保证了外径尺寸精度和粗糙度要求。

5 提高超细长杆车削加工效率的途径

工件加工工序共40多道,而零件耗时最长的工序为车工工序,如果能缩短该工序的总切削时间,即可大幅度提高效率,而有效的途径就是提高切削速度。通过综合考虑工件材料、刀具材料、工件装夹、跟刀架支撑爪耐磨性等多方面因素,试验出主轴转速可达到 $300\sim 400\text{r/min}$,相对于以往的 $20\sim 40\text{r/min}$,实现了较高速加工,提升了生产效率。

6 产生缺陷的原因及应对措施

6.1 细长轴柱体截面为多棱形

产生原因:跟刀架支撑爪过松。

应对措施:适当调整跟刀架支撑爪,调整顺序为:先调整工件下方支撑爪,再调整刀具对面的支撑爪,最后调整工件上方的支撑爪。

合理控制尾座顶尖在加工中的松紧程度。在实际

(下转第57页)

