

某型柴油机喷油器衬套加工工艺研究

马天帅, 王东军, 薛 明

(海军装备部装备采购中心, 北京 100041)

摘 要: 针对某型柴油机喷油器衬套材料改为 42CrMo 后, 原摇臂钻床加工底平面的工艺方法已不能满足产品设计要求的问题, 经多次工艺试验, 改为在加工中心镗底平面的工艺方法。通过选定三刃螺旋硬质合金立铣刀具, 优化工艺方案, 确定合理的工艺参数, 保证了产品的加工质量。

关键词: 喷油器; 衬套; 材料; 加工工艺

中图分类号: TK423.8⁺4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2015)06-0043-02

Research on Machining Procedures of a Diesel Engine's Injector Lining

Ma Tianshuai, Wang Dongjun, Xue Ming

(Equipment Purchasing Center, Naval Equipment Department, Beijing 100041)

Abstract: As the injector lining material of a certain diesel engine was changed into 42CrMo, the original machining method using rocker driller to process the bottom could not meet the product design requirements anymore. By many times of tests, the machining center was chosen to carry out spot facing of the bottom. The machining quality was ensured by choosing the hard alloy spiral cutting tool, optimizing the machining programme and determining the appropriate machining parameters.

Key words: injector; lining; material; machining procedure

0 引 言

某型柴油机喷油器衬套材料采用 42CrMo, 硬度为 28-33HRC。采用老设备和刀具在摇臂钻床加工喷油器衬套底面, 加工出来的底平面出现波纹, 表面粗糙度较低, 达不到产品设计要求, 且有径向贯通刀痕, 直接影响产品的使用性能。由于加工达不到要求, 常常出现一个缸盖换掉 2~3 个喷油器衬套的现象, 造成极大浪费, 严重影响柴油机的交付进度要求。通过进行多次工艺试验, 改进工艺方法, 解决了这一难题, 保证了批产的顺利进行。

1 产品零件的结构特点

气缸盖是柴油机的关键零部件, 其质量的高低直接影响柴油机的使用性能和寿命。产品设计要求喷油器衬套内台阶表面必须在气缸盖部件上加工,

这样就使得加工工艺性较差。该喷油器衬套内台阶表面直径为 $\Phi 21.8_0^{+0.2}$, 深度为 118.35 ± 0.08 , 表面粗糙度要求 $Ra 1.6$, 底平面相对于喷油器衬套 $\Phi 27$ 内孔跳动为 0.05, 见图 1。由于喷油器衬套材料为 42CrMo, 硬度高, 加工难度更大, 加工后的工件表面明显呈波纹状, 且有贯穿的径向刀痕, 刀痕台阶有 0.03, 影响了零件的密封性和表面粗糙度, 底平面跳动 0.05 也难以保证。

2 原因分析

通过分析认为出现该问题的原因为: 零件材料硬度高, 加之孔深增加, 刀杆太长, 切削宽度加大, 造成切削力过大引起刀具振动, 且排屑困难; 冷却液喷不到位; 同时, 原有刀具不适合加工现选用材料, 切削参数选择不合理, 造成零件表面质量达不到图样要求。

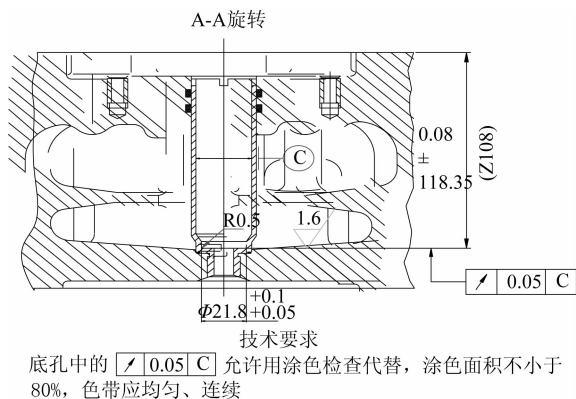


图 1 喷油器衬套内台阶表面加工工艺图

3 加工工艺研究

初次加工是在摇臂钻床 VR6 上进行的, 刀具为前引导端面铣刀, 材料为硬质合金。在加工中发现: 在深度方面超差 $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$, 表面粗糙度只能达到 $Ra12.5$ 左右, 平面度 0.55 左右, 严重超差。经过分析认为: 摇臂钻床从结构原理上为一台粗加工机床, 机床的转速、进给、调整机构都非常落后, 进给机构间隙太大, 主轴在加工时无法锁紧。而 42CrMo 为难加工材料, 铣刀在切削时, 由于切削力太大, 主轴摆动, 所以造成尺寸超差和表面粗糙度较低, 后决定改为在立式加工中心试制加工。由于孔较深和加工的特殊要求, 没有可选用的标准刀具, 工艺技术人员只能在原有专用端面铣刀上进行工艺改进, 并改在立式加工中心进行试加工。

3.1 调整切削参数

调整切削参数, 进行工艺试验。每刀进给量在 $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$, 产生的切屑过多, 刀具磨损严重, 在喷油器衬套底面产生鳞状波纹; 每刀进给量为 0.4 mm , 切屑太厚产生带状波纹; 每刀进给量在 $0.3 \sim 0.4 \text{ mm}$ 效果较好, 产生环状波纹。调整转速、进给量, 转速越高, 切屑能力越差, 转速在 $60 (\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$ 为最佳状态。经分析认为: 由于刀杆太长, 刀具在高速切削时, 离心力太大, 从而引起切屑振动。在切削进给方面, 通过试验最终确定 $F=6 (\text{mm} \cdot \text{min}^{-1})$ 为最佳状态。但由于刀具自身的不足, 虽然较在摇臂钻床加工质量有所提高, 但台阶表面仍有贯穿的径向刀痕, 且最多只能加工一个气缸盖, 刀具就必须重新刃磨或更换。

3.2 调整刀具角度

改磨刀具角度, 增大刀具前角, 虽然刀具锋利, 铣出的台阶表面粗糙度有所提高, 但仍达不到产品设计要求; 且刀具不耐磨, 由于排屑困难, 冷却液不充足经常崩刃, 一个缸盖没有加工完成, 就得重新刃磨刀具。

3.3 增加刀具前引导

通过增加刀具前引导和调整刀具的前引导间隙, 提高加工时的稳定性, 改善切削条件, 但这样使得排屑更加困难, 台阶表面切削痕迹严重, 仍无法满足产品设计要求。

3.4 设计研磨棒对台阶表面研磨

设计专用研磨棒, 增加研磨工序以提高表面粗糙度。试验表明: 虽然在一定程度使得零件表面粗糙度有所改善, 但仍未达到产品设计要求; 而且不易清洗, 费时又费力。

3.5 调整刀刃数量

四刃刀具排屑困难, 减少刀刃数量, 有利于排屑。将四刃刀具改为两刃后, 虽然排屑稍好, 但因加工表面较宽, 导致稳定性差, 影响表面粗糙度。通过试验, 调整切削参数, 仍达不到图纸要求。

3.6 采用双刃镗刀

采用进口加长双刃镗刀进行加工, 因切削面较宽 (单边约 6 mm) 造成切削力过大, 且刀杆太长, 易引起振动, 在加工时刀具刀片很快出现崩刃现象, 仍不能满足图样要求。

3.7 采用三刃硬质合金立铣刀

经过上述工艺试验, 虽然有一定效果, 但都达不到产品设计要求。经过对出现的具体问题的分析, 结合零件的加工特点, 认为三刃刀具具有良好的稳定性, 又较利于排屑和冷却, 因此决定采用加长进口三刃螺旋硬质合金立铣刀加工喷油器衬套内台阶表面。该刀具具有较好的稳定性、排屑通畅和良好的减振性。由于刀具立铣刀端面刃均带有 3° 向心角, 因此须对立铣刀端面刃改磨, 以满足产品设计要求。通过多次工艺试验, 确定工艺参数为: $S=60 \sim 80$, $F=6 \sim 8$ (每齿进给量为 0.033 mm), 加工时圆弧插补走刀, 中心退刀。并且认为精加工冷却液起的是润滑作用, 因此冷却液浓度提高了 12% 。采用此方法加工后的零件, 计量部门检验表面: 粗糙度大大提高, 涂色检验垂直度, 均符合产品设计要求。

温度相差不大,因此在焊接过程中不易产生拉应力而造成焊缝处开裂;同时焊接过程中方管在长度方向处于自由状态,产生的变形可自由向两端伸展,不会导致产生拉应力或仅产生非常小的拉应力,并且即使焊缝处开裂,通常不会造成方管材料开裂,因此在无较大拉应力的情况下,焊接过程不会造成方管开裂。

(4) 拉应力

顶横梁只有受 P_1 或 P_2 (图 1 所示) 方向的力,才可能在横向裂纹处产生较大纵向拉应力,并在该较大纵向拉应力的作用下造成方管横向开裂。而该拉应力在正常制造过程中无法自然产生,势必为外来应力,为此必须找到这一“不明拉应力”。

3 故障诊断

根据上述关于裂纹形成于涂漆之前和“不明拉应力”的分析,对整个制造过程中可能产生拉应力的工艺过程进行了全面分析和检查。检查结果表明:在顶横梁与加强筋的焊接过程中,在 P_1 、 P_2 处应上下压紧(工艺未明确),以防止顶横梁两端在焊接过程中向下弯曲变形;同时压紧力不能太大,确保顶横梁在长度方向可自由伸展,焊接后顶横梁的直线度才能满足技术要求而无须校直整形。

(上接第 39 页)

IACS M68 中已明确提出,该规范不适用于冰区航线的船舶,并且要求应力值为频域计算结果;DNV 有自己的疲劳校核方法,适用于冰区扭振计算,但由于方法过于复杂,不利于推广施行。因此确定出便于应用且可靠的应力限制值,是日后冰区扭振计算研究工作的重点。

参考文献

- [1] 白春江,李志华. 北极航线探讨 [J]. 航海技术, 2009 (5): 7-9.
- [2] 王燕舞,张达勋. 冰级定义的有关分析及建议 [J].

(上接第 44 页)

4 结束语

通过以上工艺改进,不仅节约了生产费用,也提高了生产效率,解决了关键工艺技术“瓶颈”问题,满足了产品的设计要求,确保了生产的顺利进行。同时,为今后加工类似的产品提供了理论依

但在实际焊接过程中,顶横梁未上下压紧,造成顶横梁两端焊接后向下弯曲变形。为保证顶横梁的直线度,操作人员擅自将顶横梁通过压机进行校直,即在顶横梁上增加了 P_1 、 P_2 方向的力,即上述分析的“不明拉应力”,从而在裂纹处产生较大纵向拉应力,造成顶横梁横向开裂。由于涂漆时疏忽未发现开裂,而将涂层覆盖在裂纹上,随着使用过程中箱装体的振动,裂纹处的涂层不断剥落,从而发生了开裂这一故障。

4 结束语

故障原因分析和诊断表明,导致四根顶横梁横向开裂故障的直接技术原因是:焊接工艺中未明确焊接时应将顶横梁二端压紧,造成焊接变形;同时由于方管为薄壁,通过压机校直的方法进行整形时,在裂纹处将产生纵向拉应力,并在方管表面微裂纹处产生应力集中,微裂纹在应力集中作用下,最终演变成顶横梁横向开裂。

而管理工作的缺失和不到位是导致本次故障发生的根本原因。为此采取了相应措施,如明确和细化工艺文件、加强员工岗位和技能培训和强化工艺纪律的执行等。从而杜绝了故障的再次发生,确保了产品的质量和可靠性。

上海造船, 2010 (4): 54-58.

- [3] Finnish & Swedish Maritime Administration. Finnish-Swedish ice class rules [R]. 2010.
- [4] Det Norske Veritas. Ice strengthening of propulsion machinery [R]. 2011.
- [5] Wartsila Switzerland Ltd. Torsional vibration/ice class rules [R]. 2014.
- [6] International Association of Classification Societies Ltd. IACS M68 dimensions of propulsion shafts and their permissible torsional vibration stresses [R]. 2012.

据和实践经验,具有一定的推广和借鉴价值。

参考文献

- [1] 北京设计手册编委会. 非标设计手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.