

航空发动机柱塞滑靴收口方式技术革新

Technological Innovation of Shut Mode of Aeroengine Piston Slipper

北京航科发动机控制系统科技有限公司 朱春江 刘彦超 王涛 张喆
张雪 张翠平 王玲君



朱春江

高级工程师,从事机加工工艺工作20多年,工作经验丰富,擅长精密偶件类零件加工工艺,熟悉现场加工的各个流程,多年来致力于新设备、新技术在生产现场的引进和运用。主持的滑靴柱塞精益生产项目获得中航工业集团管理创新三等奖,两次荣获中航工业型号试飞或设计定型个人三等奖,有多篇文章在专业刊物上发表,并多次获得公司级科技论文一、二等奖。

在航空领域中,液压传动与控制技术以其稳定的结构、大范围的无级调速、响应灵敏等优点而应用广泛。柱塞式液压泵因为加工方便、配合精度高、密封性强、工作压力大,在重型

在柱塞泵机构中,柱塞、滑靴之间要有一定的间隙,且要运转灵活;收口后柱塞在滑靴中应能沿轴线任意方向平稳运转到一定的角度,无滞涩和嘎吱声;收口处用四倍放大镜检查无裂纹;收口后应进行拉脱力试验,拉脱力不低于规定值,从而保证在长时间的周期性反复冲击力下质量可靠。柱塞滑靴收口的质量将严重影响柱塞泵关键特性的稳定性和疲劳寿命。现在普遍采用的是车床滚压收口,这次介绍一种用压力机进行收口的全新收口方式。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.22.129

机械和航空飞机中应用广泛,而柱塞滑靴的收口及收口后要保证的各种参数是柱塞式液压泵中的关键要素,直接影响液压泵的性能。常见的柱塞滑靴收口方式有钳工冲击收口和车床滚压收口两种方式,本文主要对除这两种收口方式之外的柱塞式液压泵中柱塞滑靴组件进行研究。

以下是典型柱塞滑靴组件的结构和加工要求,其中轴向间隙 d 和偏转角 α ,拉脱力 L 、收口部位无裂纹要求 W 是本文加工方法需要满足的主要参数,见表1。

零件收口前的准备和要求

(1)滑靴材料主要选用不锈钢,

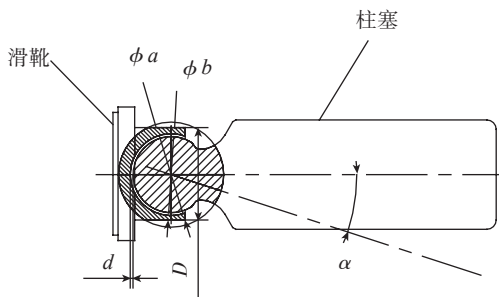


图1 收口后典型柱塞滑靴组件结构示意图

表1 加工方法需要满足的主要参数

符号	名称
$\phi a/\text{mm}$	滑靴球径
$\phi b/\text{mm}$	柱塞球径
D/mm	滑靴口直径
d/mm	轴向间隙
$\alpha / (^\circ)$	偏转角度
L/N	柱塞滑靴拉脱力
W	滑靴收口部位无裂纹

如 2Cr3WMoA, 要求材料有一定的塑性, 基体硬度适中, 一般结构钢材料选取洛氏硬度 28~35HRC。

(2) 压力收口部位外形收口前需加工到特殊形状, 要求收口部位凸出于与之相接部位, 如图 2 所示, 图例中加工成雁翅形状, 以备后续加工收口使用。收口前对要收口的两个零件进行配对加工、检测, 如图 1 所示, 将要收口的滑靴内球和柱塞外球配对加工, 使之球形吻合并进行相应检测, 以保证收口质量。此种收口方式适用于液压压力机和铣床的收口工艺。

加工原理

通过压力机和工装共同作用, 在滑靴孔轴线方向孔口内球处施加压力, 使滑靴孔口沿柱塞球面发生变形, 抱住柱塞球面, 而后用铣床滚压收口部位, 达到确保轴向间隙 d 满足

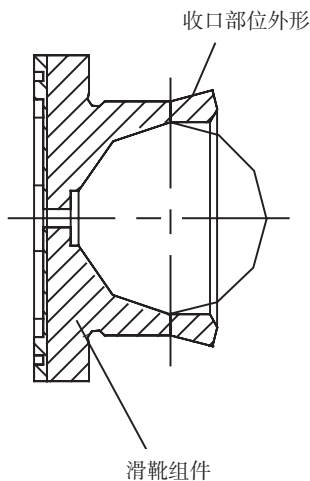


图2 收口前滑靴外形图

要求的目的。

加工过程

1 加工设备

(1) 可调速的压力机和卧式铣床或万能工具铣床。

(2) 预收口工装和收口工装。

2 加工温度

在无特殊要求情况下, 收口加工一般在室温范围内进行。

3 加工前清洁与重要面保护

加工前用绸子布将柱塞和滑靴擦拭干净, 在滑靴面上贴两层保护纸并沿外圆稍做裁剪。

4 预收口

检查柱塞球面上应无锈蚀和伤痕, 在柱塞球面上涂抹一定量的润滑油 HH-20, 将滑靴放入预收口工装相应位置, 见图 4 (a), 将柱塞定位盖盖上, 见图 4 (b), 柱塞放入工装定位孔内, 见图 4 (c), 手动调节压力机压力大小, 以可将滑靴口冲压变形为宜, 不可过大或过小, 压力机冲压速度调节至缓慢, 冲压结束后需用 4 倍放大镜检查收口位置应无裂纹, 见图 4 (d)。

5 收口

找正收口工装并固定在工作台上, 调节铣床转速使收口工具边缘线速度约 0.1m/s。收口刀沿 Z 轴向下缓慢进刀, 待柱塞平稳转动时, 将组件取下, 测量柱塞滑靴轴向间隙 d , 若 d 小于设计要求, 可降低 Z 轴坐标

值继续收口, 如此反复试验加工(收口次数不超过 3 次), 待 d 值满足要求时, 即可确定该类零件收口进刀量和 Z 轴坐标值, 为之后零件加工提供数据参考, 待数据稳定后即可一次收口满足要求, 见图 3。

6 检验

(1) 用专用测具检查组件轴向间隙应满足 d 要求, 见图 4 (e)。

(2) 在柱塞尾部施加大小为 F 的力条件下, 柱塞应能沿轴线任意方向偏转 α 角度(可测量柱塞零件自身重力, 若自身重力 $\leq F$, 则收口后靠柱塞自重沿轴线可任意方向偏转 α 角度来检测此条件合格), 如图 4 (f) 所示。

(3) 滑靴在角度 α_{\max} 角度处转动应平稳, 无滞涩和吱嘎声, 见图 4 (g)。

(4) 用 4 倍放大镜检测收口部位, 应无裂纹, 见图 4 (h)。

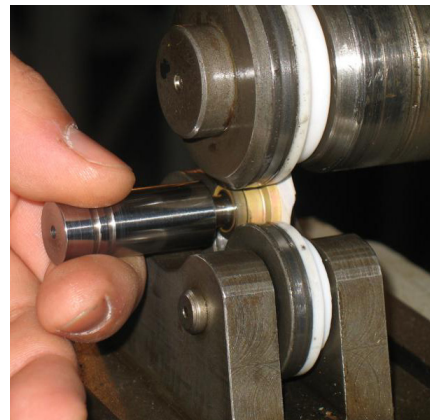


图3 铣床滚压收口示意图

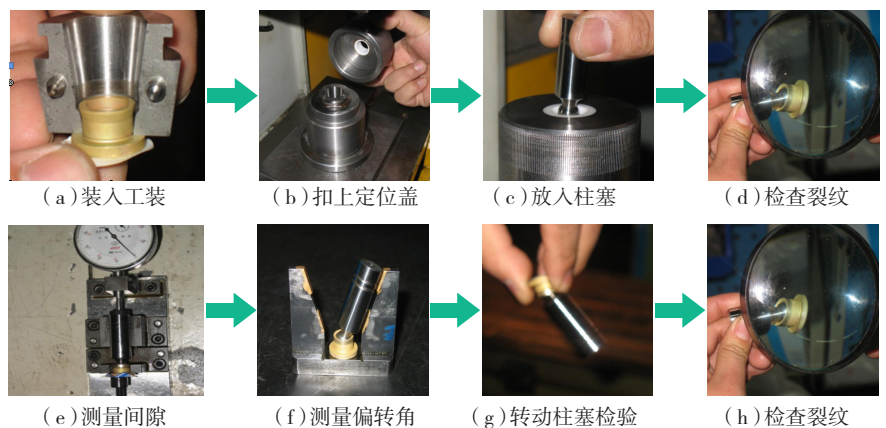


图4 将滑靴放入预收口工装损伤顺序和4倍放大镜检测收口部位

工装分析

1 压力预收口工装

工装设计要将 2 个零件固定在设计位置,下面的夹头卡在滑靴突起收口部位,通过压力机向下施加压力,使凸起部位变形,将金属向内挤压达到收口的目的,收口后滑靴挤死在柱塞上,但又不能使柱塞表面尺寸形状发生变化,如图 5 所示。

2 铣床滚压工装

在铣床上装上专用滚轮,将压力收口后的滑靴柱塞组件装在滚轮中间进行滚压,滚压后测量滑靴柱塞间隙,直至合格为止。滚轮既要有一定强度,能够对滑靴收口部位进行滚压,又要采取适当保护措施,避免划

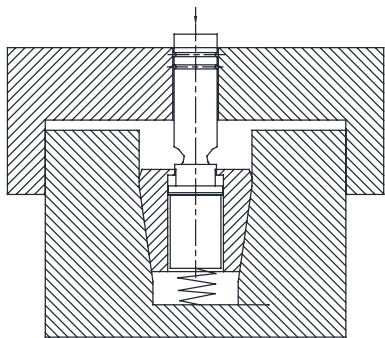


图5 预收口工装结构原理简图

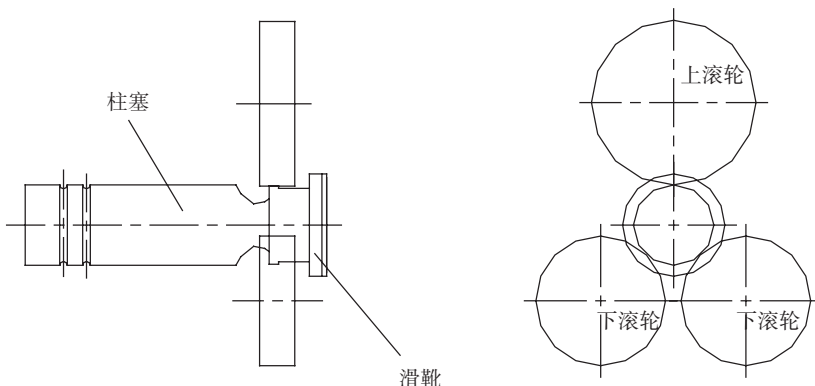


图6 铣床滚压收口工装结构原理简图

伤零件表面,如图 6 所示。

加工参数

(1) 压力预收口时压力选择: 选择 10kN 压力进行压力收口。

(2) 铣床滚压收口时机床转速 (n): 收口时主轴转速需调整到最低档,约 30r/min。

(3) 切削深度 (z)、进给速度 (f): 收口时可采用手动方法,为保证收口的一致性和稳定性,避免零件的变形,进给速度采用手摇控制,保持匀速。从接刀开始,进刀深度参考值为 0.26mm,根据零件实际情况此值可加大或缩小,加工时采用试削法来确定

切削深度,以保证最终零件要求为准。

本文所描述方式主要应用于航空航天制造中典型柱塞泵滑靴柱塞结构的收口,经过现场多年加工验证,收口方式可靠,稳定,适用于滑靴柱塞收口零件的大批量生产。相对于传统钳工冲击收口和车床滚压收口两种收口方式,具有加工效率高、操作简便,质量好且稳定,收口后间隙可调整、工装简单耐用维护方便等优势,具有较大的实际应用价值和经济效益。在汽车制造业或其他柱塞泵类机械制造也有一定的推广意义,可广泛应用于各民品行业。

(责编 古京)

(上接第 70 页)

主机院所仿真能力体系,加强多系统联合仿真、多专业协同仿真技术研究,持续开展仿真基础资源库建设和仿真可信度评估方法研究,推动仿真技术应用水平迈上一个新台阶。

参考文献

[1] 郑晓曦,孙国正.虚拟样机系统.计算机工程与应用,2005(1):25-28.
 [2] 刘看旺.全三维研制技术推动飞机研制体系变革.航空制造技术,2011(1/2):7-9.
 [3] 朱龙.计算机辅助工程(CAE)技术的应用及其新发展.机械制造与自动化,2004(6):22-25.
 [4] 杨鼎宁.计算机辅助工程(CAE)及其发展.力学与实践,2005(3):35-37.
 [5] 姚伟.浅谈 CAE 技术现状与发展趋势.科技创新导报,2011(27):33-36.
 [6] 孙东印,司建明,李郁.综述 CAE

技术的发展与应用.现代制造技术与装备,2011(2):25-27.

[7] 张树桐.浅谈计算机辅助工程(CAE)的发展及应用.科技传播,2010(16):232-233.

[8] 李美芳.CAE 技术及发展趋势.世界制造技术与装备市场,2005(4):54-56.

[9] 贺朝霞.复杂机械产品的协同仿真环境数据管理系统研究.中国机械工程,2009(20):1306-1308.

[10] 郑党党.企业级仿真数据管理技术研究与应用.航空科学与技术,2015(7):79-82.

[11] 郑党党.飞机数字化性能样机技术及体系研究.航空科学与技术,2015(5):6-8.

[12] 曹星平,黄柯棣.基于 HLA 的仿真系统的校核、验证与确认研究.系统仿真学报,2003(1):25-28.

[13] 翟慎涛,顾健,占科鹏.仿真模型可信度评估指标体系研究.系统仿真学报,2011(S1):26-28.

[14] 张杰,范宏达,郭晶,等.面向对象国防通讯网仿真及 VV&A.计算机仿

真,2004(11):137-139.

[15] 孙成松,花传杰,李永.关于仿真可信度评估及仿真 VV&A 的探讨.计算机仿真,2005(5):89-92.

[16] 程磊.基于模型的系统工程与虚拟铁鸟解决方案.国防制造技术,2011(6):100-102.

[17] 程磊.LMS 虚拟铁鸟解决方案.航空制造技术,2009(21):58-61.

[18] 刘兴堂,刘力,宋坤,等.对复杂系统建模与仿真的几点重要思考.系统仿真学报,2007(13):72-74.

[19] 岳中第.关于构建新一代航空 CAE 的基础平台.航空制造技术,2011(12):88-89.

[20] 陈睿智,席平.面向航空产品的 CAD/CAE 集成设计系统.航空制造技术,2009(25):89-90.

[21] 王宏伟,张和明.面向广域网环境的协同仿真平台的设计与实现.计算机集成制造系统,2009(1):12-17.

(责编 古京)