

平衡轴孔压装压入力检测应用研究

□ 沈阳航天三菱汽车发动机制造有限公司/孙连祥 徐浩 崔建国 张朝军 项军

平衡轴用来平衡和减少发动机的振动，从而降低发动机噪声、延长使用寿命、提升驾乘者舒适性。平衡轴衬瓦压装的质量直接决定了平衡轴的成功与否，而衬瓦压装质量决定于平衡轴孔和衬瓦配合及压入力。本文以平衡轴衬瓦压装设备的升级改造为基础，利用电伺服和相关软件的采集数据和数据分析，研究压入力检测和控制的应用，来保证平衡轴衬瓦压装质量。

所谓平衡轴技术，其实就是一个装有偏心重块并随曲轴同步旋转的轴，利用偏心重块所产生的反向振动力，使发动机获得良好的平衡效果，降低发动机振动。

现状分析

据质管部门统计，发动机平衡轴故障问题中，因衬瓦压装产生的问题占27.8%。压入力不足是关键原因。压入力不足由多个因素造成的：

1) 缸体方面：缸体平衡轴孔径大和缸体平衡轴孔粗度不足。

2) 衬瓦方面：平衡轴瓦外径小和平衡轴瓦外侧粗度不足。

压入力不足，平衡轴脱出时，由于受到平衡块的限制呈半脱出状态，造成轴瓦烧付，轴瓦无法掉落会对缸体持续磨损，缸体上会产生阶梯状磨损或凸状磨损，如图1所示。



缸体会产生阶梯状磨损或凸起状磨损。

图1 缸体磨损

对决定压入力大小的相关尺寸进行了测量和计算，没有发现超差的情况，但有个别尺寸工程能力指数偏低（<1.33）。

在较低不良率的条件下，从尺寸的测量很难找出可能存在的极限配合状态，因此压入力的监控就显得非常重要。

由于当时的技术限制，我公司衬瓦压入在建SAME生产线之初采用液压缸压入，压入位置通过死挡块和相应的行程开关来控制，压入力的监控方式误差大，以目前的状态无法进行压装负荷试验和评价及效果的确认。随着压装设备的不断进步，原液压压装技术已经不能满足整车厂对压装的检测要求。

生产线系统组成

为解决衬瓦压入力检测难的问题，避免因压入力不足而产生故障机，对现有生产线实施改造。通过多次调研和MHI详细讨论，改造方案为：引入TAIYO液压电伺服单元压入检测装置对现有生产线进行改造。

TAIYO电伺服单元、直接驱动方式电伺服与带负荷和长度传感器的液压缸组合在一起,可根据内置在液压缸中的位置传感器和负荷传感器的数据,进行任意的负荷和定位控制。优点如下:

- 1) 无需任何控制阀和液压源装置。
- 2) 高性能、高功率、高输出

和高精度。

- 3) 大幅降低环境负荷。
- 4) 高效率、节能效果显著。
- 5) 无配管,无需液压配管施工。
- 6) 可根据用途选择控制器。

系统由电伺服缸(含压头)、伺服放大器、交互器和压力和位置检测开关等元件组成,如图2所示。

压入力是否合格是通过FRONT GATE判断来实现的,采用“识别压配端基准判断法”,根据工艺设定GATE压力值上下限,并作为基准,将实际压入力值与各处设定的GATE基准进行校验,对每个GATE进行压入力的判定,GATE数可以根据压入力和压入位置进行设定(见图3)。

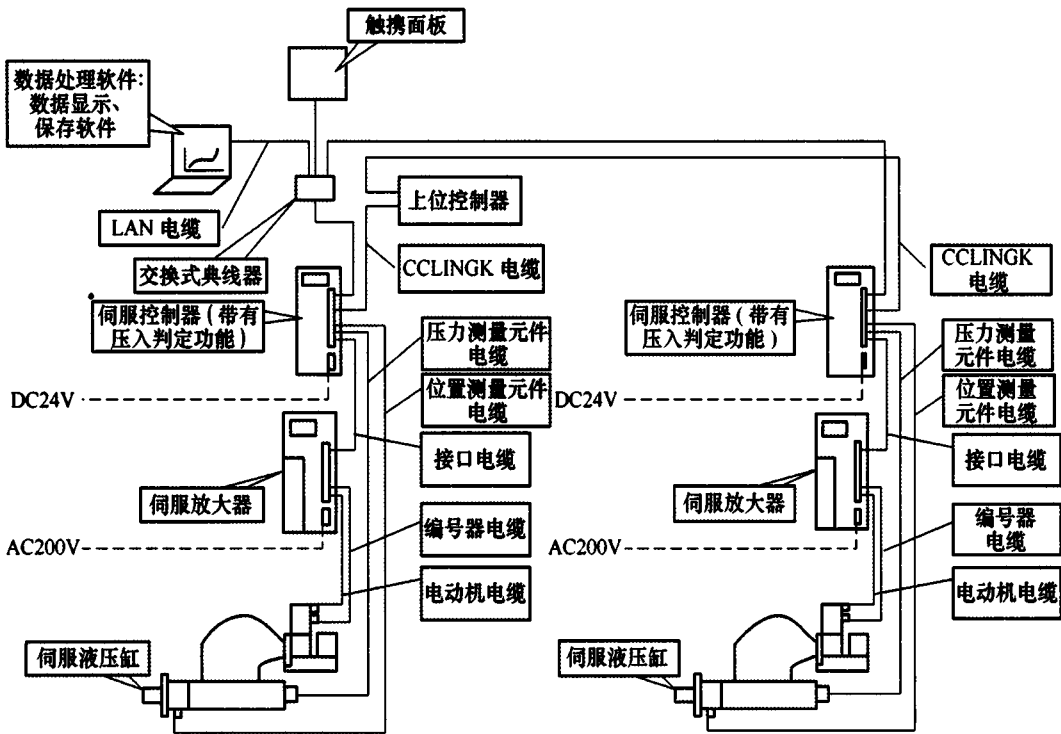


图2 系统组成及原理示意

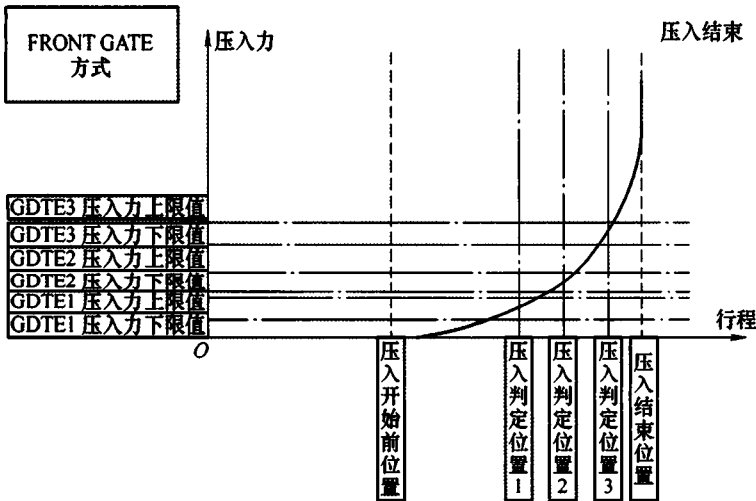


图3 压入力判断原理分析示意

改造内容

改造内容主要包括以下几个方面：

- 1) 油压缸变更为TAIYO制造ATSUKAN Servo (PQCS2series)。
- 2) 对现副操作盘侧面追加ATSUKAN Servo设定用TOUCH PANEL。
- 3) 拆除停用液压源。
- 4) 停用压入位置限位挡铁。
- 5) 用合格工件去设定每个位置GATE标准上下限。

缸体结构及相关尺寸如图4所示，位置度±0.3mm（压入深），压入力不超过11kN。

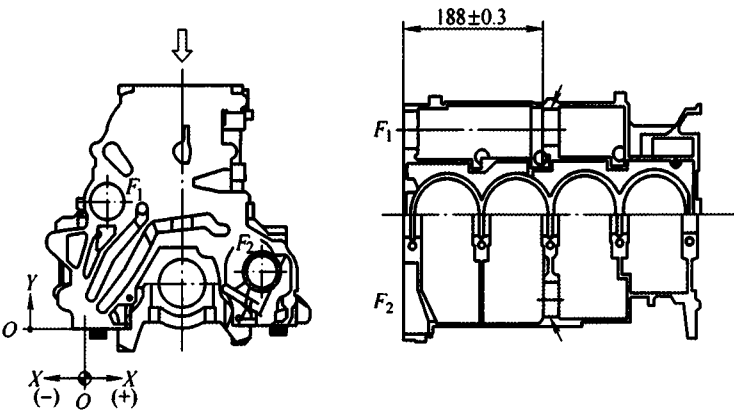


图4 缸体结构示意

(1) 工件准备 缸体平衡轴孔、衬瓦合格件10件，用于正常数据提取；缸体平衡轴孔、衬瓦上下限工件10件，用于设定GATE上下限基准；缸体平衡轴孔、衬瓦不合格工件2件，用于测量不合格功能的判定。

(2) 验收条件 节拍在现有基础保持不变；压入力和压入位置在工艺范围内；NG工件进行NG功能判定；可实时监控压入力范围，保存相关数据内容。

数据收集和处理

通过前面对FRONT GATE 数据处理软件的分析，在每个位置设定上下限基准值，可以实时监控压入力并实现不合格品报警功能。

压入过程中首先确定相对位置（见图4）和上下限取值，结果见表1~表3。

每个位置的压入力范围区间是通过平衡轴孔和衬瓦临界值设定的，平衡轴孔压入力合格的情况下

进行产品尺寸测量，经过质管部门测定，衬瓦压装尺寸满足产品尺寸要求。压入力检测系统在调试过程中，按照工艺图设定压力载荷范围，出现了衬瓦压裂的现象，压入力调低后衬瓦压裂现象消失。

综上所述，经过试验和平衡轴孔产品尺寸检查，原工艺图给定载荷范围不合理，需要修正工艺图和产品图压入力载荷范围。

通过小批量生产，验证测量系统的实时检测功能，同时采集数据建立小数据库，采集相关数据及数据处理图像如图5和图6所示。

从图5和图6可以看出，平衡轴压装在设定范围内合格没有报警，不合格品曲线相对明显，同时报警。在生产过程中，每个合格工件都会出现图5所示的曲线图像；通过生产验证，实时检测 and 不合格品报警功能都能实现。

表1 F₁外孔行程位置与压入力

初始行程/mm	197			
行程位置/mm	213.69	215.69	217.69	221.6~221.8
压入力上限/kN	7.5	8.4	9.5	10.4
压入力下限/kN	6.6	7.5	8.2	8.5

表2 F₁里孔行程位置与压入力

初始行程/mm	398.18			
行程位置/mm	398.45	400.45	402.45	403.18
压入力上限/kN	8.8	9.8	10.5	9.0
压入力下限/kN	8.0	9.0	9.0	6.5

表3 F₂孔行程位置与压入力

初始行程/mm	398.18			
行程位置/mm	398.4	400.4	402.4	403.1
压入力上限/kN	6.5	7.5	7.7	11.0
压入力下限/kN	5.6	5.7	5.6	9.32

(下转第55页)

对磨粒流设备进行检查，设备运行中发现柱塞行程过短，柱塞处出现渗沙现象，设备其他参数正常。

两个柱塞的上下行程若过短，或上下运动有停顿，都会导致去毛刺效果异常。因此柱塞行程问题是该失效模式的主因。

(2) 解决措施 每天检查磨粒流设备柱塞处情况，对运动行程及是否出现渗沙进行监控记录，出现问题及时调整。

综上所述，磨粒流设备的监控项目见表2。

结语

通过对溢流阀体的7个交叉孔毛刺失效模式的过程改进，并后续编制Lessens Learned的汇总培训教

表2 磨粒流设备的点检表

序号	项目	备注
1	冷却池换水，1次/周	项目后打“√”或空着
2	工作台换水，1次/2天	
3	磨料更换，1次/周	
4	压块更换（按实际磨损情况）	
5	水压显示值是否满足要求（每班检查，当班结束时填写）	项目后填写OK或NK
6	柱塞处情况：运动行程，及是否渗沙（每班检查，当班结束时填写）	
7	搅拌机运转是否正常（每班检查，当班结束时填写）	
8	当班不生产，运行设备	项目后打“√”或空着
9	连续3天不生产	

材，在持续改进的路上逐步积累经验，通过PDCA的改进循环，保证了装配过程中的质量可靠性。 **AUTO1950**

(下接第52页)

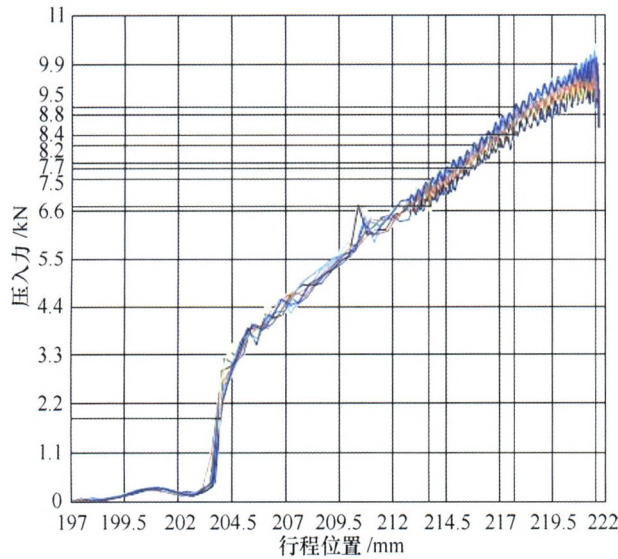


图5 F₁外孔压入力与形成数据采集

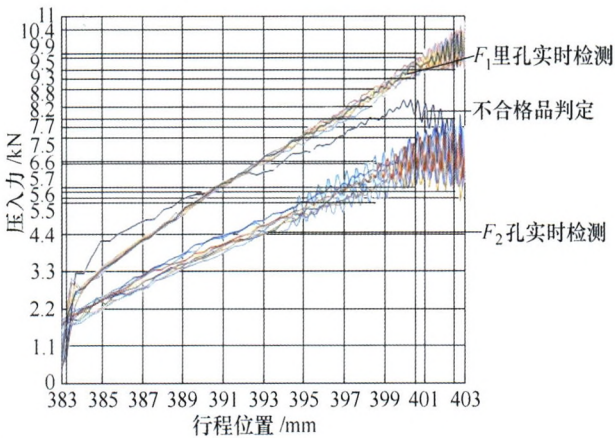


图6 F₁里孔和F₂孔压入力与形成数据采集

结语

通过对旧设备升级改造，利用ATSUKAN Servo (PQCS2series) 对压入力由未知到能够读取、保存数据和实时监控，对产品过程控制和品质控制具体量化，为厂家审查

和外审提供可靠数据，保证为客户提供优良产品。但由于受到时间的限制，数据库有限，生产过程中可能会因范围限定出现频繁报警的状况影响设备开动率 and 产品合格率，需要大批量生产采集大量的压入力

检测数据，对上下限范围进行合理优化。此次改造不仅解决了平衡轴孔压装读取难的问题，还为以后类似结构和实时检测功能积累了经验。 **AUTO1950**