

我公司某款 DCT 变速器的高压滤清器盖是一种通过螺纹装配并通过 O 形圈密封的密封件。在早期生产过程中出现过胶圈啃伤与划伤壳体等质量问题。本文结合生产过程中总结积累的经验，简述了该问题的成因及对应的拧紧曲线特征，并提供一种用于检测该类带螺纹并带 O 形圈密封件装配质量不良的方法。

□ 中国第一汽车股份有限公司动力总成工厂 边玖玖 王蛟龙 徐仁杰 王建平

DCT 变速器密封件拧紧质量探测

变速器高压滤清器盖是变速器外观件（图 1）。该件通过底部螺纹与变速器壳体进行装配，通过滤清器盖螺纹附近的 O 形圈保证整机密封。在早期生产过程中曾经出现过胶圈啃伤、划伤壳体等质量问题。该零件装配质量直接影响变速器密封性能，所以对该种装配质量不良成因的探测，具有重要意义。



图 1 高压滤清器盖

使用的是博世力士乐手持拧紧枪，拧紧过程数据上传至拧紧工控机，通过软件生成曲线记录。

一般如螺母之类的紧固件在通常情况下其拧紧过程是克服螺纹副摩擦力、螺杆轴向拉力以及支撑面间摩擦力的过程，其拧紧曲线，趋势应为前期平稳、后期急速上升。分析两种拧紧过程差异，并明确造成这种前期力矩峰值的原因具有重要意义。根据旋入力矩爬升的原因是零件在旋入方向的反方向受力增加，那么结合图像变化、拧紧角度和装配过程可以得出，整个过程第一次发生较大反力的原因是 O 形圈受壳体挤压变形。那么前期力矩上扬则是对应克服 O 形圈弹性形变的过程。当 O 形圈处配合过紧时，就会造成啃伤，松紧程度通过力矩峰值不同进行体现。该种情况下，由于旋入过程中阻力过高，前期力矩峰值将大于特定数值，该数值便是啃伤件与合格件的临界值。

2. 高压滤清器盖划伤后壳

拆解机件发现高压滤清器盖 O 形圈下方凸台与壳体内孔发生剧烈划伤（图 5），且该划伤位置为装配后 O 形圈所在位置。这势必会影响密封效果。调出该件拧紧曲线（图 6），发现在装配过程中力矩发生异常波动。同样，根据旋入力矩爬升的原因是零件在旋入方向的反方向受力增加，经分

主要问题分析

1. 高压滤清器盖 O 形圈啃伤

数模模拟 O 形圈装配过程（图 2）显示，若壳体与 O 形圈所在圆柱面间隙过小，壳体倒角外沿易对 O 形圈造成啃伤（图 3）。啃伤的残留物会留在壳体平面与法兰面之间。

调取 3 000 余条该工位拧紧曲线记录加以对比（图 4）。在拧紧过程中，力矩先小幅度平缓上升，达到一处力矩峰值后平缓下落至某力矩，最后急速上升完成装配。99% 以上的曲线均为该种形态，区别在于力矩峰值数值不同。需要注明的是本工位

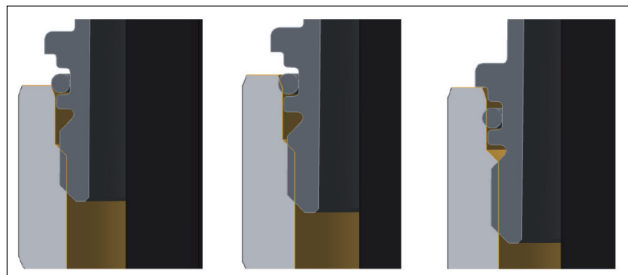


图 2 高压滤清器盖装配过程



图 3 高压滤清器盖啃伤实物

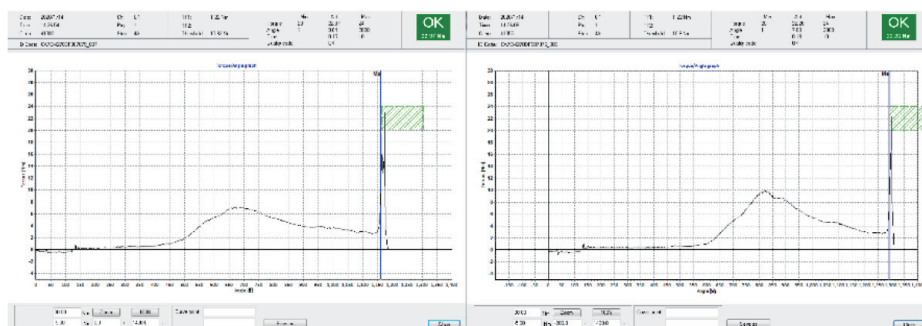


图4 合格件(图左)与啃伤件(图右)的拧紧曲线



图5 高压滤清器盖划伤壳体实物

析该波动即是划伤所对应的曲线特征。按照上一案例的分析,同样可以得出,由于旋入过程中阻力过高,前期力矩峰值将高压滤清器盖划伤壳体实物大于特定数值,该数值即是划伤件与合格件的临界值。

综合两种质量异常,分析可知:前期力矩峰值应不超过某个设定值,该设定值将通过实验测得,用于区别合格件与异常件。得到该设定值后,对曲线通过某种方式实施监控,可保证对装配不良的探测与拦截。

参数确定

通过前期变速器拆解过程中记录的相关变速箱流水号,调出其O形圈啃伤所对应的拧紧曲线,发现前期力矩峰值集中在 $9 \sim 11 \text{ N} \cdot \text{m}$ 之间;调出划伤所对应的拧紧曲线,发现前期力矩峰值大于 $10 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。在生产线上实时监控每台变速器拧紧曲线,对前期力矩峰值达到 $7 \text{ N} \cdot \text{m}$ 以上的高压滤清器盖进行拆解,观察

是否发生啃伤与划伤。经过100台验证,确定发生O形圈啃伤对应的最小力矩为 $9 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、划伤对应的最小力矩为 $10 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。因此作为应对,限定前期力矩峰值数值应不超过 $8.5 \text{ N} \cdot \text{m}$,以确保对不合格品的严格探测。

正常情况下,当O形圈与壳体接触后发生弹性形变,后续旋入力矩的阻碍主要来自被压缩后的O形圈产生的滑动摩擦力。由于O形圈、内孔装配前涂油,该反力较前期力矩峰值要小。如发生啃伤,由于O形圈

缺损导致线径减小,同样不会产生过高的滑动摩擦力。如发生划伤,在短暂的划伤完成后同样进入到克服胶圈滑动摩擦力的过程。因此无论哪种情况下,曲线经过前期力矩峰值后会发生回落。经统计,曲线经过前期力矩峰值后,回落过程中力矩最小值的范围为 $2 \sim 5.5 \text{ N} \cdot \text{m}$,故限定如果力矩到达 $8.5 \text{ N} \cdot \text{m}$ 以后,如果回落至 $6 \text{ N} \cdot \text{m}$,则判定发生O形圈啃伤或划伤。如果没有回落至 $6 \text{ N} \cdot \text{m}$,则说明力矩达到 $8.5 \text{ N} \cdot \text{m}$ 时,拧紧已经进入最终阶段,该阶段扭矩急速上升。

该程序施加后陆续检测出多件发生啃伤与划伤(图7),且个别啃伤、划伤非常微小,初步证明程序真实有效。少数情况下,当设备报警时,拆卸高压滤清器盖后,无啃伤与划伤出现。此种情况的概率小于10%。

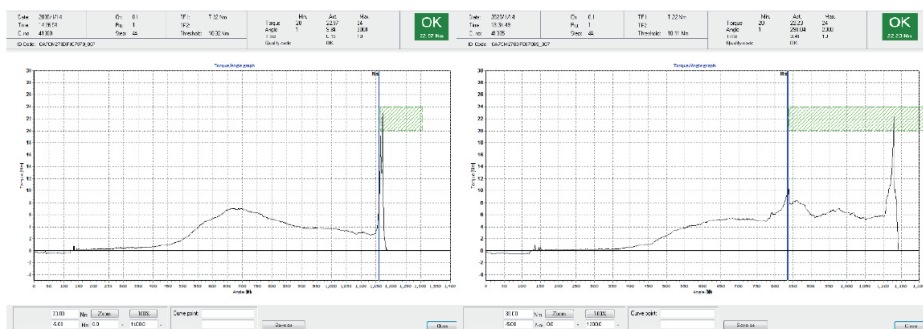


图6 合格件(图左)与划伤件(图右)的拧紧曲线

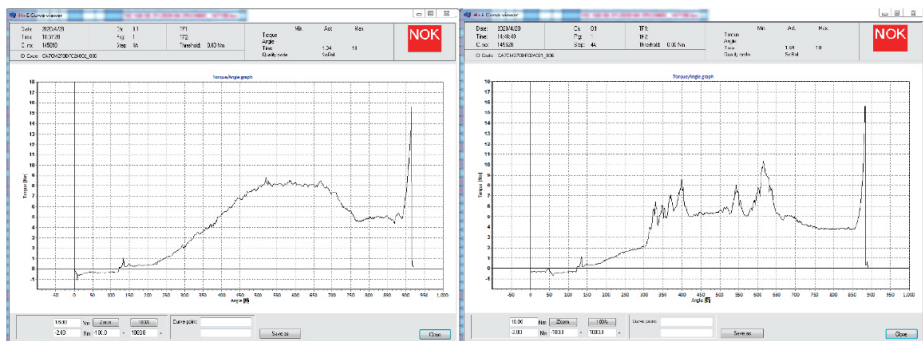


图7 啃伤(图左)与划伤(图右)探测结果

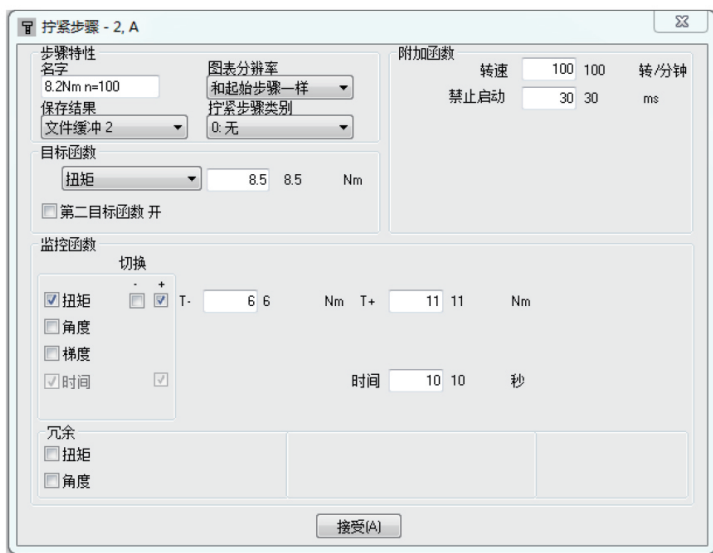


图 8 程序设定界面 1

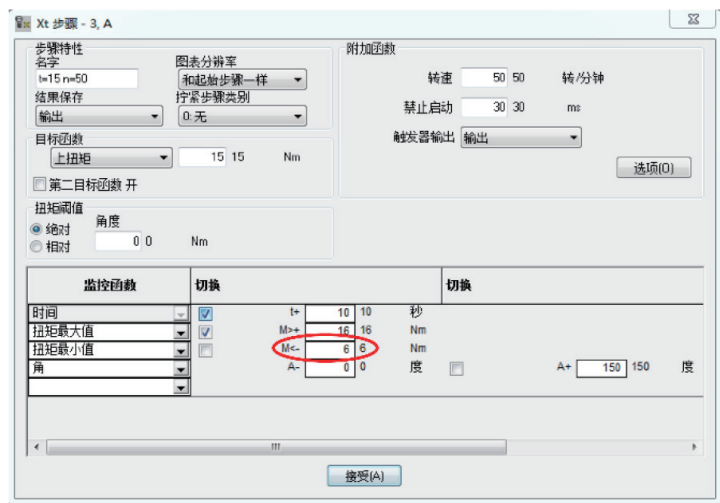


图 9 程序设定界面 2

在前期调查库存变速器的 3 000 条曲线记录时，总结规律的同时也标记了其中 23 条异常曲线。对这些变速器进行检查，同样发现多件发生微小的啃伤与划伤，极个别情况装配合格，进一步证明判定思路真实有效。

程序编写

本程序使用的软件版本为 BS350 V2.500（图 8、图 9）。

图 8 中 8.5 N·m 和图 9 中 6 N·m 分别对应上文两个参数，即当力矩达到 8.5 N·m 后，如

果后续回落至 6 N·m，则设备报警。

总结

当装配过程中出现质量不良，对过程曲线的几何特征分析与约束很可能成为探测质量不良的关键。当前主流拧紧设备和压装设备都具备生成过程曲线的功能，且均可以通过设置拧紧监控函数与增压压装过程窗口来实现质量判断。掌握各种监控方法，用实验数据支撑监控参数，就能实现不合格品探测。 AI

PFEIFFER VACUUM



泄漏检测 解决方案

普发真空提供多种泄漏检测方案，无论是大气检漏、氦气检漏还是氢气检漏，我们都能提供对应的解决方案。我们领先的解决方案已经广泛应用于汽车制造和制药领域。电子元器件和机械部件能通过这种方式进行检测同时密封部件和包装产品的密闭性也可以通过这些方式进行检测。

- 采用ATC微流量和质量流量检测，使用大气检测方式进行快速检漏
- 使用氦气或氢气进行快速和稳定的泄漏检测
- 可集成于自动化检漏系统中的模块化检漏仪
- 我们检漏仪团队能提供各种方案适应各种应用

您是否正在寻找出色的真空解决方案？
请联系我们：

Pfeiffer Vacuum
(Shanghai) Co., Ltd.
普发真空技术(上海)有限公司
T +86 21 3393 3940
www.pfeiffer-vacuum.cn



官方微信

广告