

某机型发动机气门有漏气现象。在缸盖装配气门油封、气门弹簧和气门等零部件后，在试漏工位分别封堵进排气法兰面，并对进排气道进行自动充气、平衡和测试阶段后，最终在试漏仪器上显示出整个泄漏量的大小。

□ 芜湖埃科泰克动力总成有限公司 户贵云

缸盖座圈直线度检测方法及其应用



AI 汽车网—工艺与装备

在发动机制造过程中，需要进行气门试漏。气门试漏的主要失效模式有：缸盖座圈加工问题、气门及清洁度问题和试漏设备问题。本文就缸盖座圈加工问题中排气座圈加工表面质量问题进行深入分析，从而引入座圈直线度检测方法及其应用。

自 2018 年 3 月之后的几个月，某机型缸盖加工过程中抽检发现 OP100-3 机床加工排气座圈密封面刀痕累计 29 件。3 月 29 日装配线反馈 9 件 OP100-1 排气座圈试漏不合格，检查排气座圈密封面底部存在异常亮带。在 2018 年 4 ~ 8 月期间偶发多次出现排气座圈密封面刀痕、异常亮带问题，该工序三台机床均有发生，具体情况如图 1 所示。

从图可知排气座圈 90° 密封面出现的刀痕、异常亮带归类为“座圈 90° 密封面外观质量异常”。其中座圈 90° 密封面刀痕产生原因为刀片崩刀，可通过圆珠笔检测出来。但座圈 90° 密封面异常亮带用圆珠笔无法检测出，而流至装配线导致试漏不合格。

对上述出现的缸盖外观质量问题进行相关检查与故障排除过程。

1. 门拍打 / 气门划线法试验：

根据气门座圈和气门密封原理进行气门拍打试验（图 2），理论上气门拍打后气门盘锥面上密封带是靠近外圆一侧的一圈，即凡尔线。对排气座圈 90° 密

封面异常亮带的缸盖进行了气门拍打试验，发现凡尔线位置发生变化，呈现两圈不完整的凡尔线（图 3）。由于凡尔线的不完整致使密封失效，从而导致试漏不合格。同样再次使用气门划线法检测凡尔线，同气门拍打试验结果相同，出现了“双凡尔线”（图 4）。此方法检测对操作手法要求高，比较费时。

2. 测座圈 90° 密封面表面粗糙度

因排气座圈 90° 密封面的理论宽度相对较小，为 1.307 mm，因此，无法评价其粗糙度值。为直观了解座圈表面状态，使用粗糙度量仪对座圈 90° 密封面出现的刀痕、异常亮带检测，结果如图 5 所示。与正常缸盖座圈密封面状态进行对比后，可知刀痕、异常亮带在密封面上呈现出不同程度的高点。

分析图 5 可以得出结论：

（1）刀痕多是座圈 90° 密封面在某处有凸点，用放大镜可以看到，用笔划同时有触感，此现象说明刀具在某处存在崩口，实际过程监控能发现该类异常现象。

（2）异常亮带因其区域为斜线渐变凸起，因此用笔划是没有明显触感，此现象说明刀具在加工座圈密封面底部区域存在渐变磨损，无有效检测手段发现该类异常。虽然用轮廓度仪可以检测座圈异常状态，但检测受限工件姿态以及测头行程等影响，

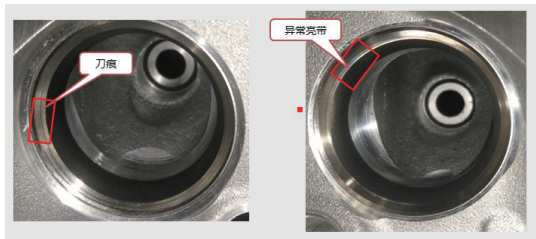


图 1 座圈密封面刀痕 / 异常明带



图 2 气门拍打后排气座圈



图 3 拍打后的气门



图 4 划线后的气门（双凡尔线）

每次测量较费时，且存在测量不准的情况。

（3）检测座圈 90° 密封面直线度。结合表面粗糙度图形分析，座圈 90° 密封面存在不同程度的高点。为量化该尺寸，查询相关技术论文，确认座圈直线度检具可检测评价。经咨询确认二期缸盖线新增的尼泊丁检具具备检测座圈直线度的功能，为此进一步采用座圈直线度检具对座圈密封面刀痕、异常亮带进行检测，同时对比正常缸盖的座圈直线度结果。

从检测数据对比分析，当座圈表面存在刀痕、异常亮带时座圈直线度均大于 0.004 mm。因此该检具可有效量化过程检查发现的座圈表面异常问题，如刀痕与异常亮带。

在此对使用的检具做进一步说明。该检具座圈部分配备有高精度直线导轨，导轨上配有直线电动机，驱动导轨沿座圈方向移动。检具配置触点为 2 μm 的接触式气动喷嘴，固定在直线导轨上，气动喷嘴的精度为 0.2 μm。

其测量原理如下：将此检具

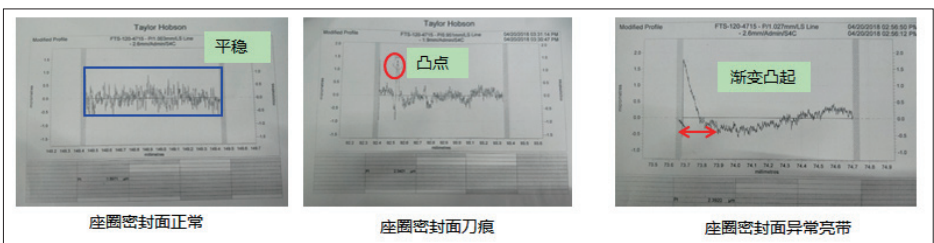


图 5 使用粗糙度量仪检测结果

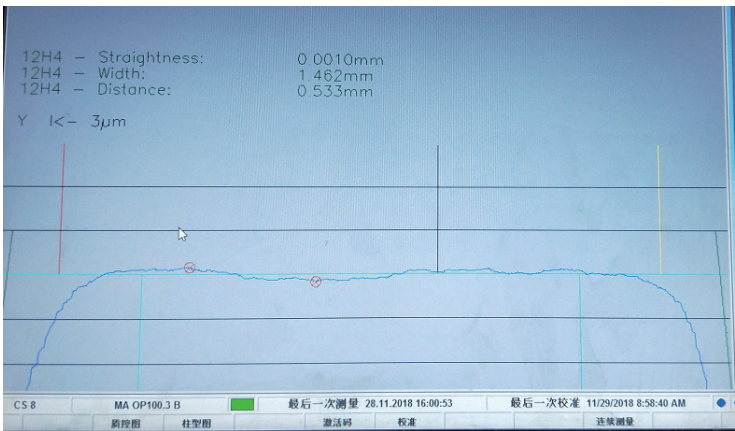


图 6 座圈直线度图形

放入待测量的座圈导管孔内后，检具本体以导管孔和座圈孔粗定位。按下起动按钮后，电动机开始驱动直线导轨沿座圈母线方向滑动。滑动过程中，接触式气动测量以 200 点/s 的扫描频率扫描座圈，测量方式类似轮廓度仪，直线导轨的总行程为 10 mm，并基本可以覆盖同一缸盖座圈的进排气座圈直径（进排气座圈角度必须一致）。当测量爬过下边缘时，程序开始计算座圈的直线度和宽度，当爬过上边缘后，程序终止计算，同时给出座圈的直线度和宽度计算结果并以图形方式直观显示（图 6）。

该检具可以在宽度标准件中模拟测量，用于日常确认检具测量结果的准确性。检具查看座圈的加工工序是否存在异常。如遇刀具磨损或有崩口，则都会导致座圈表面粗糙度值过大或有台阶、断带等加工缺陷。

此检具经过 1 年多的现场应用，尤其在刀具改进验证过程中，利用该检具检测座圈直线度直接反映座圈刀片磨损状态，快速确认刀片验证结果。经过对刀具改进，笔者及团队解决了座圈刀片偶发崩刀的问题，并将座圈直线度纳入日常检测项目。

工程团队进而制定管控标准：座圈直线度 ≤ 0.004 mm，通过对座圈刀具改进，刀具寿命由原来的 150 件提升至 300 件，降低了生产成本。

总结

通过本案例，我们对测量座圈直线度有了深层次的了解，并掌握了此检具的测量原理。经实践证实了现场用此精准检具，完善了座圈表面质量检测手段，能够实时监控产品的制造状态，使缸盖的制造质量得到有效保证。AI