

本文通过对 OCV 电磁阀的结构、卡滞机理的分析，从制造、设计和使用三个方面，论述了造成卡滞故障问题的关键因素，确定改进措施并综合改进，有效地解决 OCV 电磁阀卡滞故障报警率高的问题，为解决类似电磁阀问题提供参考。

□ 神龙汽车有限公司 张明兴

发动机 OCV 电磁阀卡滞问题解析

发动机 OCV 电磁阀是控制发动机 VVT 凸轮轴相位角的关键零部件，OCV 电磁阀故障会造成 VVT 凸轮轴相位角不正确，发动机报警。严重时发动机抖动，不能正常运转。OCV 电磁阀最频繁且最易出现的故障为卡滞，分析卡滞产生的原因，解决卡滞问题是保证 OCV 电磁阀功能正常的关键。

卡滞的机理

1. OCV 电磁阀结构

OCV 电磁阀结构如图 1 所示，通常由电磁线圈驱动机构、阀体、阀芯、复位弹簧、弹簧座圈、滤网和卡箍弹簧组成，阀体和阀芯通常为铝合金材质。

2. OCV 电磁阀卡滞机理

阀芯由弹簧和电磁线圈驱动，如图 2 所示，阀芯由电磁力作用向左移动，机油由电磁阀 A 口进油，B 口出油到 VVT 齿轮，C 口为 VVT 齿轮回油，随着阀芯移动，C 口 D 区逐渐封闭，当有杂质流经该区就会卡在该区，当杂质较小时可能被切断，出现轻微的卡滞后再恢复正常。

当杂质粗大时：①不能切断，阀芯不能继续向左移动会造成 VVT 相位角调整问题；②如果控制系统让阀芯向右移动，卡滞的杂质可能被回油冲走，卡滞解除；③可能杂质粘附在卡滞部位不能冲走，继续造成卡滞；④可能卡滞较严重，阀芯无法左右移动，完全卡死。如果刃口部有毛刺，在油液等作

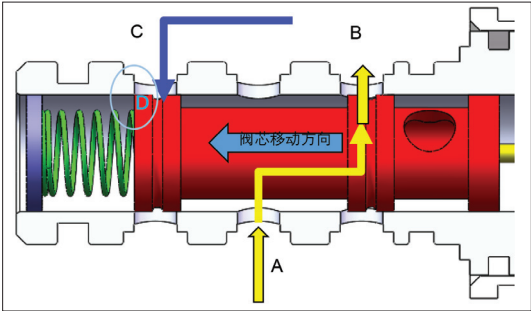


图 2 阀芯由弹簧和电磁线圈驱动

用下毛刺状态的变化，也会造成卡滞。

OCV 电磁阀卡滞报警的主要影响因素

通过研究 OCV 电磁阀的结构和使用条件，对故障件的分析，电磁阀卡滞的主要影响因素可以分为 4 个方面。

1. 制造精度方面

阀体孔径及阀芯外径的尺寸精度直接影响到配合间隙，圆柱度误差也影响到实际配合间隙。随着油温的变化配合间隙也会微变，间隙过小就会影响阀芯的运动。表面粗糙度及表面质量缺陷、尖角毛刺等制造质量问题，影响阀芯在阀体中运动的灵活性，从而影响 OCV 阀的响应速度，严重时会造成 VVT 凸轮轴相位角的误差过大，使发动机运行异常并报警。

制造精度问题容易造成异常磨损和零部件损伤，致使零部件功能失效。目前，供应商十分注重制造精度。

2. 清洁度方面

阀内清洁度和毛刺是产生



图 1 OCV 电磁阀结构

卡滞的关键因素。杂质颗粒造成卡滞是一个概率性事件,根据卡滞颗粒的大小和卡滞的部位,可以分为轻微卡滞和严重卡滞。轻微卡滞是能够通过电磁力和弹簧力自动解除的卡滞。严重卡滞是指电磁力和弹簧力难以解除的卡滞,必须采取措施以避免卡滞。

OCV 电磁阀内部清洁度的颗粒大小、数量要求十分重要。杂质颗粒粗大,难以断屑,极易造成严重卡滞;颗粒数量越多,卡滞产生的概率越大,所以要严格控制清洁度,禁止大颗粒。清洁度属边缘工艺,很多公司重视不足,在清洗工艺及清洁度测量上不规范,所以在清洁度方面很容易出现问题。

3. 结构设计方面

在结构设计上要避免对清洁度的敏感性,避免易产生清洁度问题,要使内部杂质容易排出。通过对卡滞故障件的分析,结构设计上需要关注以下几种问题。

(1) 刃口要求

OCV 电磁阀应用在油道环境中,细小的颗粒是无法避免的,要避免对清洁度的敏感性,所以断屑功能是必需的,阀芯、阀体刃口必须锋利,使断屑力小,容易断屑。

通过对卡滞严重的故障电磁阀拆检、研究,发现卡滞痕迹清晰,有些阀芯刃口损伤严重,如图 3 所示,阀体内壁损伤。阀芯刃口损伤存在两种情况:一是装配前有磕碰伤;二是切断粗大颗粒时造成。刃口损伤部位断屑能力差,极易形成卡滞风险;同时可能因卡滞损伤阀体内壁,造成更严重卡死情况。

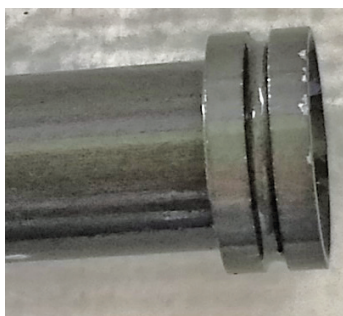


图 3 阀芯刃口损伤严重

(2) 阀外配置滤网

发动机油道非常复杂,细长孔、交叉孔多,无法做到绝对清洁。为避免油道清洁度对 OCV 阀的影响,在阀外配置滤网,保证油道大颗粒杂质不能进入阀内,截面尺寸小于滤网孔径的小杂质颗粒是有可能进入阀内的,滤网孔径通常在 $200\ \mu\text{m}$ 左右,电磁阀有切断 $0.2\ \text{mm} \times 0.2\ \text{mm}$ 铝屑杂质的能力。

(3) 避免过盈配合压装装配

压装装配过盈配合的弹簧座,有可能产生压装损伤,形成脱落的杂质颗粒,掉到装配完成的阀体中,如图 4 所示。在结构设计时应该尽量不采用过盈配合的压装结构,便于保证装配总成的清洁度。压装产生的颗粒,有可能是粗大颗粒,从阀体排出困难,会造成严重的卡滞,并有可能损伤阀芯刃口和阀体内壁。

在我们的发动机 OCV 电磁阀中就出现过该问题,有一段

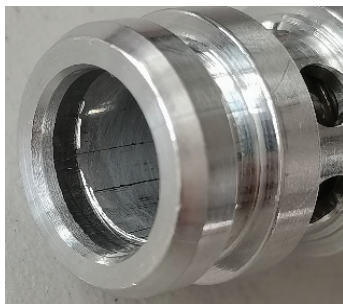


图 4 脱落的杂质颗粒掉到装配完成的阀体中

时间我们发动机零公里故障率很高,有 50% 退返件重新装到发动机上,故障再现,属于严重卡滞。在现场台架试验,出现多起 OCV 故障报警情况,通过对故障件分析,发现弹簧座压装存在损伤零部件问题,对未装配的损伤件进行清洁度检查,阀体内清洁度不合格,存在大颗粒铝屑。挑出所有库存件内的压装损伤件,供应商对压装损伤进行改进和监控,卡滞情况得到极大改善,没有再出现严重卡滞。

(4) 提高电磁力

通过提高电磁力和弹簧力,使解除卡滞的能力提高,降低电磁阀“卡死”的概率。

(5) 阀体内杂质方便排出

在零部件设计时应考虑杂质的排出。因弹簧座片的阻挡,阀体内杂质集中在出口部,排出困难,故障件拆检发现大部分卡滞痕迹都出现在该部位。

4. 使用方面

合理地设定 ECU 标定参数,配置电磁阀自清洁功能,使用好电磁阀十分关键。现代发动机都是通过 ECU 监控发动机的运行状态,控制发动机各个功能件的正常运行,当 ECU 实时监控到 OCV 阀工作不正常,就会按照设定程序发出报警信息,进行相关应急处理。因电磁阀内油液清洁度难以做到无杂质,短时间轻微卡滞难以避免,报警频次高。对于短时间轻微卡滞,通过优化标定参数和设置电磁阀自清洁功能,降低卡滞报警的敏感性,自动解除轻微卡滞,使 OCV 能及时恢复正常的功能状态,从而大幅降低报警频次。

改进工作及效果

1. 在制造过程中保证精度，避免磕碰伤及压装损伤

在制造过程中保证零部件尺寸及表面质量，同时重点完成以下改进工作：①关注边缘工艺细节，去毛刺必须干净，各尖角部不能存在毛刺；②零部件掉落地面，存在变形和磕碰伤，必须报废；③阀芯刃口加工后必须有防磕碰伤措施，刃口不得有磕碰伤；④对于压装装配，要保证装配前、后零部件的清洁度，对压装工位定期清洁，零部件配合面尺寸及表面质量合格，零部件的润滑状态良好，压头及定位夹具状态良好、调整合格，压力和位移监控合理、可靠，严格监控压装损伤的出现。改进后没有再出现电磁阀“卡死”情况。

2. 油道清洁度的提升

OCV 阀内部清洁度对卡滞至关重要，重点严格控制。特别是粗大颗粒，存在造成严重卡滞的可能，其结果可能损坏电磁阀，必须更换故障件。OCV 外部的进油道，对卡滞报警也有一定影响，需要保证产品清洁度要求。因有滤网保护，仅有细小颗粒杂质可能通过滤网进入阀内，其结果，仅有产生轻微卡滞的可能，不会造成严重卡滞。清洁度的提高，大颗粒的减少，有效降低了卡滞的概率。

3. 使用的优化

优化 ECU 标定参数值，轻微卡滞造成短时间异常后又恢复功能，减少不必要的报警。设置自清洁功能，在发动机开机、关机及功能异常时加大占空比，进行几个往复动作，使不严重的卡滞得以解除，电磁阀功能得以恢复。

4. 结构设计改进方面，实施困难，只能在产品设计时考虑，作为经验反馈，应用于新产品。

结论

通过以上改进措施的实施，有效解决了 OCV 阀卡滞故障率高的问题。电磁阀的卡滞是杂质颗粒造成，必须根据产品要求合理控制清洁度。在产品设计时要注意电磁阀的卡滞解除能力及杂质排除，优化 ECU 标定参数和自清洁功能，降低对清洁度的敏感性，避免采用需压装装配的过盈配合结构。在制造过程中要严格控制 OCV 阀的制造精度，注重去毛刺和防磕碰伤，避免压装损伤，严格控制阀内存在粗大颗粒杂质，从而尽量避免严重卡滞的产生。A



从2022年1月起
诺威NWH钢丝绳电动葫芦
质保三年



诺威起重设备（苏州）有限公司

www.novocrane.com

400-110-1833

★ 质保承诺：诺威品牌电动葫芦质保三年，不含易损件。本质承诺最终解释权归诺威起重设备（苏州）有限公司所有。

广告