

■ 河北华北柴油机有限责任公司/黄立荣 赵 祎 刘云霞 马晓峰

柴油机喷油提前器 故障分析与排除

车用柴油机转速范围很广，为保证每个转速都有适当的供油角度，供油提前器按照柴油机转速变化自动调节喷油喷射正时，使供油提前角随发动机转速上升而提前，保证高速时点火不致延迟，使燃烧完全，低速时提前角减小，改善起动性能，保证低速稳定性和避免燃烧粗暴。每台发动机有其合适的提前角供油，发动机供油过早则容易出现发动机在起动时困难、运转过程中出现敲缸、功率下降、油耗上升等故障；供油过迟则容易出现烟度增大、水温升高、功率下降及油耗上升等故障。

下面就BFL413F发动机供油提前器的原理结构及与之相关的故障进行一下分析与研究。

发动机供油提前器原理

1. 提前器结构

发动机喷油提前器（简称提前器）是按照柴油机转速变化自动调节喷油喷射正时的装置。BFL413F风冷柴油机采用机械离心式提前器，结构如图1所示。

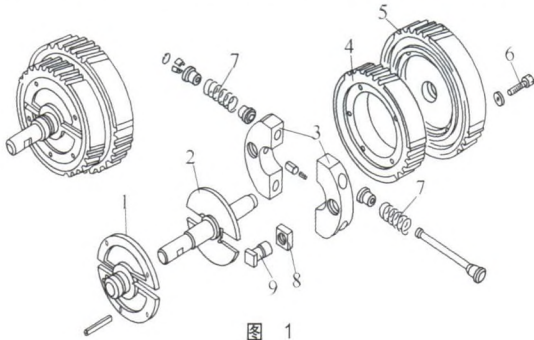


图 1
1.主动盘 2.被动盘 3.飞块 4.风扇主动齿
5.喷油泵驱动齿轮 6.螺栓 7.弹簧 8.被动滑块 9.主动滑块

2. 发动机喷油提前器原理

提前器工作原理：喷油泵驱动齿轮5、风扇主动齿轮4、主动盘1通过螺栓6联接在一起，被动盘2的前、后轴颈分别穿入主动盘1和喷油泵驱动齿轮5的相应孔中。主动滑块9在主动盘1滑槽中，被动滑块8在被动盘2的滑槽中。主动滑块9轴颈部分穿入被动滑块8、飞块3配合孔内。

工作过程中，喷油泵驱动齿轮5转动，从而带动主动盘1转动，主动滑块9转动，被动滑块旋转，被动盘旋转，飞块旋转。飞块在离心力的作用下，克服弹簧7张力向外移动，同时带主动滑块9、被动滑块8向外移动。

因为主动盘与被动盘是偏心的，在向外移动时，飞块的离心力产生一个力偶矩，迫使被动盘2按旋转方向转动一个角度，即使喷油泵供油提前一个角度。

随着发动机转速不同，产生的离心力也不同，转速越高，飞块产生的离心力越大，转动喷油泵驱动的力矩越大，提前角度也就越大。

B/FL413F风冷柴油机一般采用提前角为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 的曲轴转角，提前器偏心率为22mm，调节开始转速为1100~1300r/min，调节范围为1200~2650r/min。其调节特性曲线如图2所示。

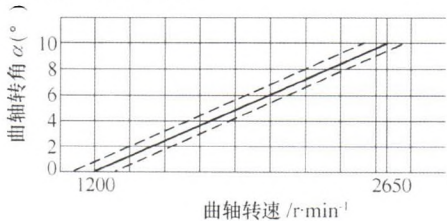


图 2

发动机喷油提前角变化的原因及排除

B/FL413F风冷柴油机喷油提前角的正常值为 $30^{\circ} \pm 1^{\circ}$ ，提前器喷油提前角滞后，会使发动机在上止点后喷油，导致燃烧不完全，出现发动机无力、冒黑烟，甚至停车后无法着车等故障现象。导致供油提前角变化的原因有七个方面。

1. 喷油泵卡滞

喷油泵总成发生卡滞，工作时阻力增大，易造成联轴器前、后连接盘产生相对移位，供油提前角随之减小。检查时，用手转动喷油泵凸轮轴，感到转不动或很难转动，说明喷油泵滞卡。

2. 高压油管堵塞

若某根高压油管堵塞，内燃机工作时，则喷油泵不能供给喷油器燃油，此时该柱塞向上运动时，柴油压力逐渐增大，同时柱塞尾部向上的作用力也越来越大，凸轮轴转动的阻力也随之增大，并且柴油机转速越高，此阻力越大。因此，发动机出现供油提前角减小，应检查高压油管是否堵塞。若堵塞，应用高压空气吹净或更换新高压油管。

3. 喷油器问题

喷油器易使供油提前角减小，主要是喷油器进口处的滤芯堵塞或针阀卡死，这样该柱塞供来的高压柴油既不能喷射到气缸，也不能从喷油器上部的回油管回油。与高压油管堵塞一样，也使供油提前角减小。此时应重新调正喷油器，或更换新的喷油器。

4. 正时齿轮系啮合间隙过大

柴油机工作时，正时齿轮系之间必然产生磨损，间隙增大，供油提前角减小。修理时，应检查正时齿轮系啮合间隙，若间隙过大，应成对更换正时齿轮。

5. 凸轮轴、滚动传动部件磨损

由于工作时凸轮轴、滚动传动部件的调整螺钉或调整垫块、滚块等零件的磨损，产生供油滞后，供油提前角减小，若凸轮轴磨损严重，应更换新凸轮轴；若磨损不严重，可以通过调整滚轮的调整螺钉或调整垫进行校正。

6. 凸轮轴定位销剪断

凸轮轴前端用以固定正时齿轮，正时齿轮通过凸轮轴定位销（见图3）保证与凸轮轴确定的安装关系。

凸轮轴正时齿轮驱动喷油泵驱动齿轮（图1中件5），实现喷油泵驱动，完成一系列的喷油动作。检查各缸相位是否发生错乱现象，如未发生错乱可以排除凸轮轴定位销剪断；如果配气相位变化，可证明凸轮轴定位销剪断，导致正时齿轮与凸轮轴产生了位移，凸轮轴上的正时齿轮与提前器齿轮啮合产生了变化，因此会导致喷油提前角变化。应更换新的凸轮轴和定位销，重新调整供油提前角。

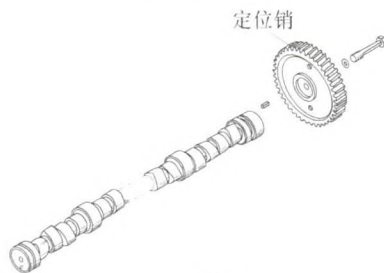


图 3

7. 联轴器紧固螺栓松动

联轴器螺栓松动易使半联轴器与联轴器片相对位置移动，造成供油提前角减小。此时，应重新调整供油提前角，并拧紧紧固螺栓。联轴器松动会造成提前角变化的故障不容小觑，下面以一故障实例来说明。

（1）联轴器结构 B/FL413F风冷柴油机选用的是片式弹性联轴器，其结构如图4所示。



图4 片式弹性联轴器

（2）联轴器松动的原因 日前一车用发动机在运行过程中出现无力、冒黑烟，停车后再次起动不能着车的现象，经现场检查为联轴器上一颗螺母脱落，喷油提前角滞后，现将喷油提前角变化故障分析及排除简述如下，以供参考。

联轴器中的紧固螺母有较严格的拧紧力矩要求为25~35N·m,但在装配过程中由于拧紧力矩不足或疏忽力矩要求,发动机运行过程中振动较剧烈,造成了与提前器相连端一螺母脱落,螺栓松动,进而导致同一平面螺栓无足够的力量固定半联轴器与联轴器片。随着发动机的振动将导致对侧螺栓逐渐松动,因此半联轴器位置移动,引起喷油提前角变化,变化最大范围为20°(见图5两长孔位置)。

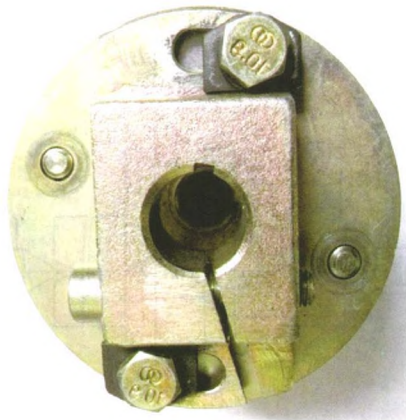


图 5

(3) 联轴器松动带来的提前器损坏 在上述案例中,现场拆检时检查联轴器与提前器连接部位无相对位移,连接用半圆键无损坏,查看螺栓有轻微变形,部分螺纹损坏,箱体有摩擦痕迹。拆检提前器齿轮,发现无打齿和磕碰痕迹,飞块、弹簧等零部件正常,但提前器传动轴总成(见图1中件2)中轴与调整盘出现相对位移,传动轴总成如图6所示。

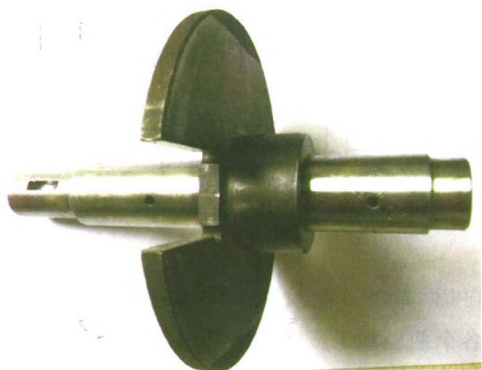


图6 传动轴总成

故障机理:受箱体和联轴器位置所限,与螺母连接的螺栓没有脱落,继续随联轴器转动,因无螺母锁紧,联轴器上螺栓发生窜动并与箱体发生磕碰(经检查发现箱体和螺栓有摩擦痕迹),给联轴器突然施

加很大的冲击力(螺栓有部分螺纹损坏,联轴器孔有明显螺纹磕碰痕迹)。由于联轴器与提前器连接部位(传动轴)无相对位移,半圆键无损坏,此冲击力使与联轴器相连的提前器传动轴总成上的调整盘与传动轴发生了相对移动,由于传动轴总成中轴与调整盘为热压安装件,为过盈配合(过盈量为0.019~0.053 mm),安装位置如图7所示。键槽为压装后加工,与调整盘开口成 $3^{\circ} \pm 10'$ (右侧),经现场检测键槽与调整盘开口成 21° (左侧),因此传动轴总成中轴与调整盘的相对位移造成喷油提前角滞后了 24° ,进而影响发动机喷油和燃烧,导致发动机运转无力、冒黑烟等故障。

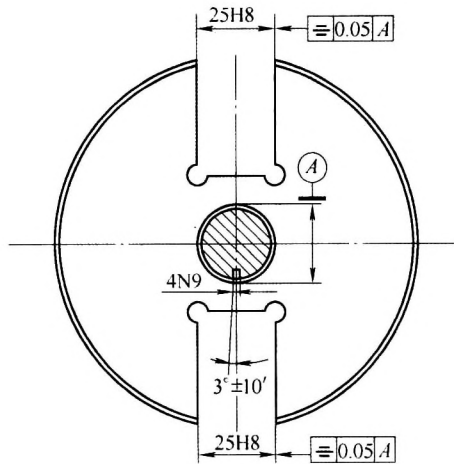


图 7

结语

本文对发动机供油提前器的原理及提前角变化的原因进行了分析和阐述,供油提前角对发动机的动力性能和经济性能都起着至关重要的作用。为了进一步改善发动机启动性能,保证工作稳定性,在今后的工作中还将对发动机提前角进行改善,遇到提前角故障要逐步分解,逐一筛查,找出真正原因,对症予以排除。

关键词:

喷油提前器 故障分析 排除

(收稿日期20131009)