

# 解析柴油机常见故障分析与排除方法

李庆华 解 斌

一拖(洛阳)柴油机有限公司 河南 洛阳 471000

**摘要:** 柴油机作为重要动力设备,广泛应用于农业机械、工程机械等领域,其运行稳定性直接影响生产效率。本文系统分析柴油机基本结构、四冲程工作原理,重点研究启动系统、燃油系统、润滑与冷却系统的常见故障及成因,包括启动困难、燃油泄漏、油压异常等典型问题。同时对比传统与现代诊断技术的应用特点,提出针对性排除方法,包括电气系统检测、燃油管路疏通、机油状态调控等实操步骤。研究旨在为柴油机故障诊断与维修提供理论支撑和实践指导,助力提升柴油机运行可靠性与使用寿命,具有较强的工程应用价值。

**关键词:** 柴油机; 常见故障分析; 排除方法

引言: 柴油机在长期使用中,启动系统、燃油系统等易因部件老化、操作不当等出现故障,导致停机损失。目前,部分维修人员对故障成因判断不准确、排除方法不规范,增加维修成本。基于此,本文从柴油机结构原理入手,剖析常见故障,梳理诊断与排除方法,为行业提供科学、高效的故障处理方案,满足实际生产对柴油机可靠运行的需求。

## 1 柴油机的基本结构与工作原理

### 1.1 柴油机核心组成部件及功能

柴油机以下核心部件围绕能量转换与动力传输协同工作,保障整机稳定运行。机体作为基础框架,支撑曲轴、气缸套等部件,同时提供冷却液与润滑油流通通道,确保结构刚性;气缸盖装配于气缸顶部,集成进排气道、喷油器安装孔及气门组件,密封气缸形成燃烧室,为燃油燃烧创造密闭环境;曲轴是动力输出核心,将活塞往复直线运动转化为旋转运动,通过飞轮传递至传动系统,曲拐结构匹配活塞行程以保证动力平稳输出;活塞与连杆构成运动执行机构,活塞受燃气压力往复运动,连杆连接活塞与曲轴实现运动转换,活塞环贴合气缸壁密封燃气并刮除多余机油;喷油器将高压燃油雾化后喷入燃烧室,喷雾质量直接影响燃油与空气混合效率,进而决定燃烧充分性与动力输出效率。

### 1.2 柴油机四冲程工作过程

柴油机通过以下吸气、压缩、做功、排气四冲程循环,完成能量转换与动力输出,各冲程对应特定部件动作与能量变化。吸气冲程时,曲轴带动活塞下行,进气门开、排气门闭,气缸容积增大形成负压,吸入过滤后空气,此时缸内无燃油;压缩冲程中,进排气门均闭,活塞上行压缩空气,因压缩比高(16-22:1),空气温度升至燃油自燃点(300-400℃),为燃烧准备;做功冲程

是能量转换关键,活塞接近压缩上止点时,喷油器喷入高压燃油,燃油与高温空气混合自燃,产生高温高压燃气推动活塞下行,带动曲轴旋转输出动力,此为唯一对外做功冲程,排气冲程时,排气门开、进气门闭,活塞上行排出燃烧废气,为下一吸气冲程腾空间,废气排出后排气门闭,循环重启<sup>[1]</sup>。

## 2 柴油机常见故障分析

### 2.1 柴油机启动系统常见故障

柴油机启动系统常见故障为“启动困难”与“无法启动”,以下成因与组件失效直接相关。电气系统是首要问题:蓄电池亏电或老化导致输出电压、电流不足,无法供能给启动电机,低温下容量进一步衰减,加剧启动难题;启动电机碳刷磨损、换向器氧化或线圈烧毁,会使电机效率下降甚至失效,引发运转无力或无响应;启动电路接线松动、接触不良或保险丝熔断,造成电路断路,切断电机供电,导致启动系统瘫痪。燃油供给问题影响启动:燃油箱油量不足或管路堵塞,使燃油无法输送至喷油器,燃烧室无燃油参与燃烧;燃油滤清器长期未换造成滤芯堵塞,过滤效率下降,杂质进入管路阻碍燃油流动,还可能损坏喷油器;低温下燃油标号选择不当,使燃油黏度增加、流动性变差甚至结冰,堵塞管路或喷油器,中断燃油供给。气门间隙异常(过大或过小)导致进排气门开关时机失常,影响气缸进气量与排气效率,缸内空气压缩比不足,无法达到燃油自燃温度,最终启动失败。

### 2.2 柴油机燃油系统故障

柴油机燃油系统故障直接影响燃油雾化与燃烧效率,引发连锁问题,常见故障分三类:(1)燃油泄漏:多发生在管路接头、喷油器密封面及高压油泵连接处。管路接头密封垫片老化、损坏或螺栓松动,导致燃油渗

漏,既浪费又存安全隐患;喷油器与气缸盖间密封铜垫磨损、变形,使高压燃油泄漏,还影响喷油压力与角度;高压油泵柱塞偶件或出油阀偶件磨损,降低泵体密封性,出现内漏,导致燃油输出压力下降,影响喷油效果。(2)燃油管路与部件堵塞:燃油箱底部杂质、水分未及时清理,随燃油进入管路堵塞滤清器滤芯;喷油器喷孔因杂质沉积或低温结蜡,出现堵塞或流通面积减小,雾化变差,喷油不均、滴油;燃油管路长期使用后内壁附着油垢,尤其燃油品质差时,油垢堆积缩小管路内径,阻碍燃油流动,造成供给量不足。(3)喷油器失效:喷油器针阀卡滞导致无法正常开关,喷油提前、滞后或持续时间异常,提前喷油使燃油过早燃烧产生敲缸声,滞后喷油导致燃烧不充分,增加排气烟度;喷油器雾化不良使燃油以油滴形式进入燃烧室,无法与空气充分混合,降低燃烧效率,增加积碳与油耗,加剧气缸壁、活塞磨损,缩短发动机寿命。

### 2.3 柴油机润滑与冷却系统故障

柴油机润滑与冷却系统均为整机稳定运行关键,故障需从功能失效与系统联动分析。润滑系统常见故障:

(1)油压异常(过高或过低):机油泵磨损、泵油效率下降导致输出压力不足;机油滤清器堵塞增加流通阻力,旁通阀失效则机油无法正常循环,引发油压过高;机油油位过低或黏度选择不当导致压力波动,低温用高黏度机油易油压过高,高温用低黏度机油易油压过低。

(2)机油变质:多由氧化、污染或稀释引起。机油长期高温使用氧化生成胶质、积碳,降低润滑性能;活塞环磨损导致气缸窜气,高温燃气进入油底壳加速机油氧化,燃油雾化不良时未燃烧燃油渗入油底壳,稀释机油、降低黏度与润滑效果;冷却系统漏水使冷却液进入油底壳,导致机油乳化,丧失润滑功能。(3)润滑不良:是油压异常与机油变质的直接后果,使曲轴轴瓦、凸轮轴、活塞销等运动部件油膜破裂,出现干摩擦,加剧磨损,严重时轴瓦烧毁、曲轴卡死。

冷却系统常见故障:(1)水温过高(超80-95℃甚至沸腾):散热器表面积尘、柳絮堆积阻碍散热气流,降低散热效率;冷却风扇皮带松动、打滑或电机故障,导致风扇转速不足,无法有效降温;水泵叶轮磨损、泵水效率下降减慢冷却液循环,削弱散热效果;节温器卡滞在关闭位置,冷却液始终小循环,无法经散热器降温,水温骤升。(2)冷却液泄漏:多发生在散热器水管、水泵密封件及管路接头。水管老化、破裂或被撞击损坏,导致大量泄漏;水泵水封磨损或密封圈老化,冷却液从轴端泄漏;管路接头密封垫片损坏或螺栓松动,导致渗

漏。(3)冷却液失效:长期未更换导致内部防锈剂、防腐剂消耗,失去对金属部件的保护作用,散热器、气缸体水套腐蚀、结垢,水垢附着降低热传导效率,进一步加剧水温过高。(4)系统联动:润滑不良增加部件摩擦产热,加重冷却系统散热负担;冷却系统水温过高使机油温度同步升高,加速机油氧化变质,形成“故障循环”,对柴油机造成双重损坏<sup>[2]</sup>。

## 3 柴油机常见故障的诊断技术

### 3.1 传统诊断方法

传统诊断方法以经验为核心,依托基础检测手段实现初步故障定位。感官判断通过听运转异响、看尾气颜色、摸部件温度及油管脉动,直观捕捉故障信号;参数测量聚焦热力与运行参数,如监测气缸压力、排气温度、机油压力等,结合标准值偏差判断故障趋势;解体检查则在非解体手段无法确诊时采用,通过拆解关键部件观察磨损、积碳或损坏情况,但存在耗时久、对装配精度要求高的局限,多用于重大故障排查。

### 3.2 现代诊断技术

现代诊断技术依托数字化与智能化手段,实现故障的精准识别与高效诊断。故障码读取通过连接专用诊断仪调取ECU存储的故障数据,快速定位传感器、执行器及电路异常;传感器监测系统实时采集振动、温度、油液等信号,经数据处理提取故障特征;远程诊断系统借助物联网技术,将柴油机运行数据传输至云端平台,结合大数据分析实现故障预警与远程会诊,大幅提升诊断的及时性与覆盖面,尤其适用于fleet化管理场景<sup>[3]</sup>。

## 4 柴油机常见故障的具体排除方法

### 4.1 启动系统故障排除方法

启动系统故障排除要遵循“电气优先、燃油跟进”顺序,避免盲目拆解,具体方法如下:(1)电气系统排查先测蓄电池:用直流20V档位万用表断电测正负极电压,正常为12.4-12.7V,低于12V需按“小电流慢充”补电,充电后电压无回升或循环超300次则更换,更换时先断负极再拆正极防短路。检查启动电路时,逐一清理电瓶桩头、继电器及电机端子的氧化物,用120目砂纸打磨后涂导电膏,按8-12N·m力矩紧固;拔出启动保险丝用通断档检测,显示“OL”则换15-20A同规格保险丝,禁换大规格。(2)启动电机异常需断电拆解:测碳刷长度,低于新刷1/3或崩裂则更换,安装确保弹簧压力均匀;换向器氧化或烧蚀用400目砂纸裹木片抛光,防过度打磨失圆;线圈短路/断路需送修重绕或换总成,装机前手动盘车查运转是否顺畅。(3)燃油供给处理先查油量与标号,标号不符则放净旧油加新油;松低压油路放气

阀,慢压手油泵至无气泡燃油流出,忌频繁快压;拆燃油滤清器前关油阀,滤芯有杂质或水分则更换,“除水放心滤”不可混装普通滤芯,换后压手油泵排气。机械方面,用塞尺测气门间隙,超范围则松锁紧螺母,调螺钉至塞尺微阻后锁紧复检。

#### 4.2 燃油系统故障排除方法

燃油泄漏处理先关油箱出油阀,擦净疑似部位,怠速运转定位渗漏点,具体排除方法如下:(1)管路接头渗漏需拆螺栓,换老化垫片,按15-25N·m力矩紧固,确保垫片无偏移;喷油器密封面泄漏需拆喷油器,换磨损铜垫并涂300℃以上密封胶,按对角线分次紧固螺栓防歪斜;高压油泵内漏需拆泵体,洗柱塞偶件与出油阀偶件,有划痕则换同组偶件,装配时涂清洁柴油润滑。

(2)管路与部件堵塞排除:拧油箱排污阀排杂质水分至柴油清澈;管路堵塞可分段拆接头,用0.4-0.6MPa压缩空气反向吹通,或用专用清洗剂浸泡10-15分钟冲洗;喷油器喷孔堵塞需拆针阀偶件,用0.15-0.3mm通针疏通,或28-40kHz超声波清洗15分钟,清洗后用试验台查雾化是否均匀。(3)喷油器失效处理:装试验台测压力,超范围则旋调压螺钉调整;针阀卡滞用清洁柴油泡30分钟,专用工具推不动则换总成;高压油泵压力异常查调节弹簧,变形则更换,必要时用试验台校准泵油压力与供油提前角。

#### 4.3 润滑系统故障排除方法

润滑系统故障排除方法如下:(1)油压异常处理先拔机油尺查油位,不足则补同品牌同黏度机油(夏季15W-40、冬季10W-30),禁混加;油位正常则滴油试纸,2小时后扩散环与沉积环界限模糊或油呈黑褐色有异味,需放净旧油换滤器。机油泵磨损致压力不足需拆解,齿轮啮合间隙超0.2mm或端面磨损超0.1mm则换总成,同时吹通集滤器滤网;滤器堵塞需关油阀拆滤,换滤芯并查旁通阀,阀芯卡滞则换弹簧或滤器。(2)机油变质处理:热机状态放旧油,拆油底壳用刮刀清油泥,柴油冲洗晾干装回;测活塞环开口间隙,超0.5mm或对口、黏结则换组件,安装时开口错开90-120°。机油乳化

需先修冷却系统泄漏点,再换机油与滤器,启动运转10分钟后停机30分钟复查。

#### 4.4 冷却系统故障排除方法

冷却系统故障排除方法如下:(1)水温过高处理:停机冷却后,用 $\leq 0.8\text{MPa}$ 高压水枪从散热器背面冲尘,防正面冲坏散热片;查风扇皮带,中点挠度10-15mm为宜,松则调张紧轮,裂则换同规格皮带;风扇电机故障用万用表测线圈,短路/断路则更换,换后测高低速运转;节温器卡滞需拆下,80℃热水中查开启温度,异常则更换,安装时“TOP”标识朝上;水泵效率下降需拆解,叶轮叶片断或磨损超0.5mm则换总成,轴封涂润滑脂,装后加冷却液排气,查是否漏水。(2)冷却液泄漏处理:散热器水管裂则剪坏段换同规格管,喉箍紧固防划伤;接头渗漏换垫片对齐安装;水泵轴端泄漏换水封与密封圈,静环涂硅基密封胶;缸体水套微漏加注专用补漏剂,运行2-3小时观察,严重则送厂焊接。(3)冷却液失效处理:开散热器与缸体放水阀放净旧液,加清水运转10分钟后放净;新冷却液按1:1(冬季6:4)混合,加至膨胀水箱“MAX”刻度,运转至80-95℃,开排气阀排气泡,后补至标准液位<sup>[4]</sup>。

结束语:本文围绕柴油机常见故障分析与排除展开研究,明确了各核心系统故障的表现形式与成因,建立了“原理分析—故障诊断—排除实操”的完整逻辑链,提出的传统与现代结合的诊断技术及针对性排除方法,经实践验证可有效解决启动、燃油、润滑冷却系统的典型问题。

#### 参考文献

- [1]韩振叶,彭真.柴油机启动故障原因分析及排除方法[J].中国水运,2025(9):71-73.
- [2]卢道南.关于船舶柴油机几种常见故障及排除方法探讨[J].航海,2024(3):67-69.
- [3]陈俊良.柴油机润滑系统的常见故障与排除[J].内燃机与配件,2024(13):103-105.
- [4]张坤.柴油机启动困难故障分析与维修策略[J].汽车维修技师,2025(4):54-55.