

# 电喷柴油发动机常见故障及其排除方法浅析

陈紫阳

(广州港股份有限公司南沙集装箱码头分公司 广东 广州 511462)

**摘要：**港口企业使用的流动机械设备大部分都是采用电喷柴油发动机作为动力来源，虽然电喷柴油发动机的生产制造及其应用现时已十分成熟，但因其使用环境、操作习惯以及保养维护等各种因素的影响，其故障率一直高居不下。这种情况一直困扰着设备使用者，故此分析其常见故障以及故障排除方法对设备的管理使用意义重大。

**关键词：**电喷；故障；故障排除方法

## 0 引言

广州某码头企业共有 60 多台集装箱牵引车设备，该批设备所选用的潍柴 WP7.270E30 型发动机为电喷柴油发动机。设备从 2013 年投产使用至今已有 8 年时间，随着使用年限的增长设备故障率也逐年增高，其中发动机是最常见也是最高发的故障部分。

### 1 电喷柴油发动机故障诊断技术及修理基本思路

#### 1.1 发动机故障诊断技术

所谓发动机故障诊断，其实是指在不解体发动机的条件下，借助相关的故障检测仪器和设备，在一定程度上进行定量地确定发动机技术状况或工作能力的排查工作。发动机故障诊断只可判断发动机的状况或能力是否符合要求的规定，也就是合格或不合格，达到控制技术状况的目的。故障诊断对象是发动机使用性能和可靠性，如动力性、燃料经济性、安全性、防止公害性、振动特性、外观和使用可靠性等情况。

#### 1.2 柴油发动机修理的基本思路

电喷柴油机因为长期工作，甚至高强度工作，其机件容易发生疲劳、磨损甚至变形、腐蚀及烧损，加上可能存在使用维护不当的情况，电喷柴油机会出现不正常的现象和故障，例如：安全性故障，如柴油机无法正常启动；突发性故障，使柴油机失去功能或部分功能，如抱瓦拉缸事故；渐发性故障，如柴油机燃烧不完全不充分出现冒黑烟的情况。这就要求无论是使用者还是维护技术人员皆须对电喷柴油机的原理、构造、性能、使用维护方法、技术参数调整等都要求有深入的了解，在维修过程中须凭借电喷柴油机日常使用经验的判断、借助检查和测量手段及仪器设备，方能迅速高效排除故障。

总的原则就是要根据从简到繁、由表及里、从点到面按系统逐项地认真细致分析，最后找出故障的实质原因，并最终加以排除。

故此，根据电喷柴油发动机使用和维修的实践中，总结出来的判断故障的基本思路是：首先搞清除故障现象，结合构造，联系原理，具体分析，从简到繁，由表及里，从点到面，按系统分段，逐步检查。电喷柴油发动机出现故障的多少，一是与柴油机的设计制造质量有关，一些知牌产品不但技术性能指标先进，而且可靠性好，只要日常注意正确维护，很少出现故障；二是与人为因素有关，如：保养不规范，不按

时更换机油，机油过脏使曲轴轴颈与轴瓦早期磨损，又或者经常急停急起等；三是与使用者的操作技术水平有关，电喷柴油机长期带病作业，潜在故障增加，最后造成突发性故障。

### 2 电喷柴油发动机常见故障分析

#### 2.1 发动机不能正常启动

##### 2.1.1 因起动系统问题导致的故障

发动机的起动系统大多由启动电路、保护信号、启动电池以及飞轮齿圈等部分所组成。若该部分出现故障，如空挡信号丢失、起动电机短路、电池电压不足或飞轮齿圈崩齿等皆可造成发动机无法正常启动。故此，当出现发动机不能正常启动时，应当首先检查起动系统所组成的各要素是否正常完好。

##### 2.1.2 共轨压力无法建立

潍柴 WP7.270E30 型电喷柴油发动机采用了主流的高压共轨电喷技术，该技术是指由高压输油泵、传感器和电信号控制单元等部件组成的共轨系统中，把共轨压力的产生与喷射过程独立分开的一种输油技术。该故障主要分为电路和输油两大方面：

##### 2.1.2.1 系统油路故障导致无法建立正常轨压

共轨系统对供油系统的气密性要求极高，若出现泄漏，共轨压力便无法建立。这时须检修泄漏点并对系统进行有效排空。具体实施方法：拧开燃油粗滤所设置的松气螺丝，按压手排泵排出其中的空气，一直等到松气螺丝底部连续不断喷出柴油方可停止排气。

##### 2.1.2.2 系统电路故障导致无法建立正常轨压

系统电路故障导致无法建立正常轨压，首先须先检查系统轨压传感器的信号电线，测量其初始电压值（通常约 0.6V）和系统所设定好的轨道压力值（通常约为 400bar~500bar），对比其真值是否在该范围值内。若不在，则应逐一检查系统中的各类传感信号的电线插头与接线，是否出现松动的情况，然后再进一步确定输油泵的流量计算信号或者计量单元是否损坏。若无专用检测设备，也可使用人工排除法逐一拔掉相关传感器的插头再尝试启动。

##### 2.1.3 曲轴信号和凸轮轴信号丧失

潍柴 WP7.270E30 型电喷发动机上配置有曲轴位置传感单元，其主要作用是可以有效控制气缸的喷油正时，是发动机一个十分关键的信号，如果该信号丢失，则必然导致发动

机无法正确判定各气缸的具体喷油时间，后果便会使得发动机无法如常启动，而一般该传感信号丢失的原因有以下几点：

- (1) 传感器失效，出现短路或断路的情况。
- (2) 传感器和匹配的感应齿之间的间隙出现异常。(该间隙通常约为  $1\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ )。

故障判断与检修方法：更换完好的曲轴位置传感器。

## 2.2 柴油机加不起油

### 2.2.1 喷油嘴问题

喷油器若出现问题，通常可分为机械类问题和电线路问题。

#### 2.2.1.1 机械类问题

发动机使用的柴油质量较差，含有的杂质较多，长期使用后容易导致喷油嘴的针阀堵塞卡死，从而无法在喷油器内正常动作。

#### 2.2.1.2 电线路问题

由于长期使用过程中产生的振动、摩擦等无可避免的原因，导致喷油嘴的电线断开或与缸体接触后与地短路。此时发动机出现怠速不稳、运行声音异常等情况，该情况宜采用喷油嘴最常运用的断缸分析法进行检查维修。

### 2.2.2 发动机冷却水温度、润滑油温度以及进气温度过高

发动机冷却水温度、润滑油温度以及进气温度过高，发动机的控制单元便会启动热保护功能，降低发动机的运行功率，造成无法加速。

#### 2.2.2.1 造成水温高的原因及修复办法

- (1) 冷却水箱液面过低：检查系统是否漏水，有则修复；
- (2) 风扇转速异常：检查相关的传动部件；
- (3) 冷却水箱堵塞：清洗或更换新；
- (4) 冷却泵皮带松动或损坏：调整设定张紧力或更换；
- (5) 节温器失效：换新；
- (6) 冷却水道密封件损坏：换新；
- (7) 水温传感失效：修复或换新。

#### 2.2.2.2 润滑油温度过高的原因及修复办法

(1) 发动机油底壳油面过低：检查漏油处并修复添加润滑油；

(2) 冷却水温度高：逐一排查上述造成水温高的原因并修复；

(3) 润滑油散热器堵塞或损坏：检查清理或换新。

#### 2.2.2.3 进气温度过高的原因及修复办法

检查发动机中冷器的散热效果以及压力温度传感器是否正常，修复或换新。

### 2.2.3 流量计量单元故障

流量计量单元是有效制定发动机系统轨压的关键部件。通常设置在高压油泵上，若出现故障，则柴油机会发出“咔咔”的噪音。发动机此时的最大转速一般不超过  $1500\text{r/min}$ 。

故障案例：某牵引车在 2016 年 9 月发动机出现功率明显下降的故障，发动机的最大转速达不到  $1500\text{r/min}$ 。经检测判断为轨压过高（测量超过了  $1600\text{bar}$ ），怀疑是流量计量

单元损坏，换新后故障解除。

### 2.2.4 柴油管路泄漏造成轨压压力值频繁变动

燃油管路泄漏容易引起轨压异常波动，从而致使发动机出现转速异常的现象，此时应重点检查供油系统的气密性。

### 2.2.5 传感器故障

潍柴 WP7.270E30 型发动机传感器数量较多，最容易出现故障的往往是以下几种传感器：

- (1) 进气压力传感器：用于给 ECU 测算进气量；
- (2) 冷却水温度传感器：用于反馈发动机热负荷的具体情况；

(3) 轨压传感器：用于检查高压共轨内的柴油压力值。

故障排除方法：检查各传感器是否插接牢固、用故障诊断仪检测数据流观察检测值和参考数值是否存在明显偏差。

故障案例：某牵引车在 2017 年 1 月发动机出现转速提升慢、加不起油的故障。经检查发现发动机机油传感器两电线接触造成短路，重新插接后故障消除。

## 3 发动机烟大

潍柴 WP7.270E30 型发动机在使用的过程中经常会出现急加油门烟大的现象。造成这种情况的原因有以下几种：

### 3.1 进气系统失效

进气系统出现故障将直接影响发动机的功率失常。若进气不足，则往往导致机体内部燃烧不充分，最终造成发动机功率下降。

### 3.2 喷油器雾化不良或泄漏

故障案例：某牵引车在 2018 年 4 月发动机出现烟大、重车无力现象，经检查发现发动机第二缸完全不工作，判断其喷油嘴雾化效果不理想，拆除该喷油嘴换新后，该故障消失。

### 3.3 发动机气门闭合不良

故障案例：某牵引车在 2019 年 5 月发动机出现无论怠速或加速状态皆存在烟大的现象，测量发现发动机喷油量异常，当加大油门时喷油量只有  $40\text{mg}$  左右（正常值为  $>80\text{mg}$ ），故此检查发动机气门机构，发现四缸排气门摇臂磨损严重，气门推杆损坏，造成发动机气门闭合不量，更换气门后故障消除。

### 3.4 电路系统存在故障

故障案例：某集装箱牵引车在 2020 年 7 月 29 日潍柴 WP7.270E30 型发动机报修发动机烟大故障，经过仔细检查发现压力传感器接触不良，重新安插后故障消除。

## 4 结语

电喷柴油机本质上是“柴油机 + 电控燃油喷射 + 其它控制”的模式，归根到底依然是柴油机，所以具备传统柴油机的基本维保知识和修理经验是管理好电喷柴油机的首要基础，通过学习并掌握电控技术尤其是电控燃油喷射技术是快速修复电喷柴油机的关键。

电喷柴油发动机并非所有的发动机故障都发生在电控系统上，在大多数情况下，电喷柴油机高发的故障仍然是与常

（下转第 63 页）

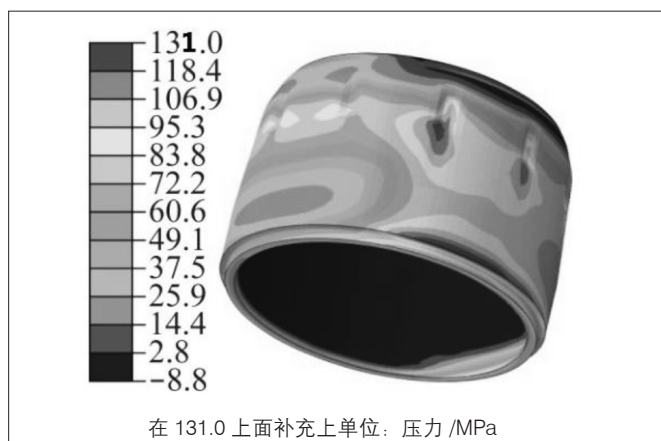


图4 制动鼓应力分布云图，MPa

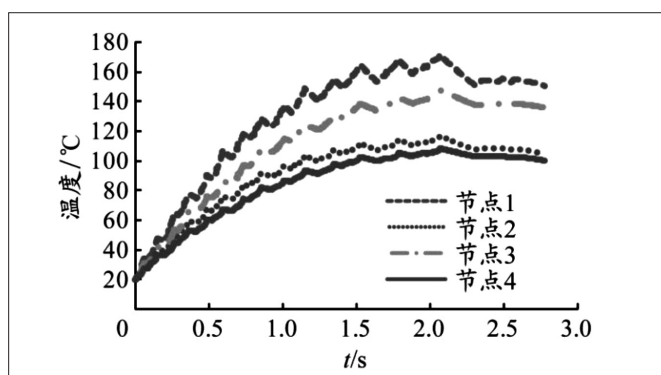


图5 制动鼓内表面温度变化曲线

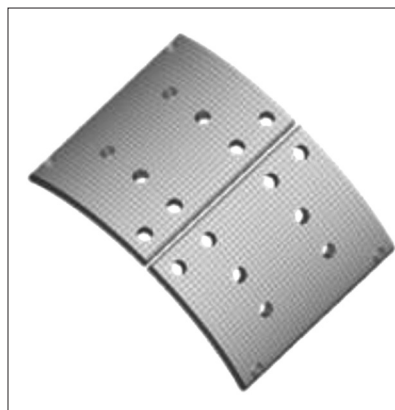
况，在内表面沿着轴线分别取4个节点，画出温度变化曲线，(如图5所示)。各个节点温度变化特点均为先上升、后平缓下降、最后平稳下降。前期的转速高是发生这一现象的关键原因，在制动时由于摩擦作用会有大量的热量产生，热量远高于向外散发，因此制动鼓会大量吸引热能，温度因此升高；在后期，制动鼓转速快速下降，摩擦产热同时减少，因为摩擦产热低于外界吸收的热量，也会降低制动鼓温度。

图5中的4条曲线表明了计算周期内温度发生的波动，

可以表明摩擦片与制动鼓接呈现出周期性温度变化。从图6中可了解摩擦片的结构特点。摩擦片中安装孔，这导致在不同位置有不同的接触面，制动鼓的表面温度分布呈条带状(见图3)。

#### 4 结语

不同于传统的顺



序耦合，分析制动鼓 图6 摩擦片结构示意图

的温度以及热应力分布特点，完全热固耦合能够客观地表现制动鼓应力分布与温度的特点，这种特点是基于不同条件下的状态。将仿真数据和测试数据进行对比，并利用有限元对其可靠性进行研讨，数据显示制动鼓的应力水平、温度分布等，都可以在误差范围内表现出来，表明该方法可以应用于设计中。一旦发生紧急制动，会迅速变化制动鼓的温度，尽管制动鼓的应力水平不会超过材料本身的抗拉强度，但在驾驶中仍要控制急刹车的频率，通过控制内部温度预防制动性能降低，影响到行车安全。

#### 参考文献：

- [1] 边疆,王晓颖,桂良进,范子杰.双金属鼓式制动器高温工况的试验与仿真[J].汽车安全与节能学报,2021,12(02):173-179.
- [2] 叶清风.基于有限元方法的重卡鼓式制动器改进[D].安徽理工大学,2020.
- [3] 孙继宇,张晓东.鼓式制动器不同工况下热—应力耦合分析[J].中国农机化学报,2020,41(01):109-113+119.

**作者简介：**鲁启立(1985.12-)，男，汉族，广东江门人，大学本科，中级工程师，研究方向：商用车底盘件（以车桥为主）。

(上接第60页)

规发动机相同的机械、燃油、管路等常见方面的故障，尤其是当发动机出现异常而故障指示灯又不亮时，应主要检查机械或油路方面的故障；如果故障指示灯亮，说明电喷系统出现了故障，应先读取故障码，继而进行相应的检测排障工作，虽然强调的一点是虽然排查电喷系统故障过程中我们可以借助诊断仪，但诊断仪只能检查到电控元件的故障，并不能直接检测到机械故障，也就是并非所有的故障都要通过故障诊断仪进行判断。

以上便是潍柴 WP7.270E30 型电喷发动机最常遇到的故障以及对应的排除检修方法，经过反复的研究具备了一定的维修经验，同时对电喷柴油机的认识也在不断加深，但鉴于

电喷柴油机相较传统柴油机其结构更为复杂，故障排除难度更大，这就要求维保技术人员需要具备较强的技术专业水平和维修保养的能力，才能更好地发挥出电喷柴油发动机的应用优势。

#### 参考文献：

- [1] 李新甫.电喷柴油机的检测与故障诊断[J].工程机械与维修,2006,(5):166-168.
- [2] 王林.柴油机常见故障现象原因解析[J].农机使用与维修,2019,(9):67.

**作者简介：**陈紫阳(1987.07-)，男，汉族，广东省汕头人，本科，助理工程师，研究方向：机械设计与制造及其自动化。