

传感器问题导致康明斯柴油机故障检修两例

刘桃生, 于富强, 朱海庆

(海军蚌埠士官学校, 安徽蚌埠 233012)

摘 要: 以 6BT5.9G1 型康明斯柴油机不能起动和运行中自动停机故障为例, 分析了因传感器故障导致柴油机不能正常工作的故障原因, 并介绍了相应的检查步骤和排除方法。

关键词: 康明斯柴油机; 传感器; 故障

中图分类号: TK428; TP212.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2010)05-0050-03

1 概 述

康明斯柴油发电机组广泛应用于通信、酒店等的应急供电。该机组智能化程度较高, 采用电子调速, 具备完善的水温、油温、油压、超速等检测和报警功能。这些功能的顺利实施依赖于各种传感器的正常工作。一台康明斯柴油发电机组上一般有转速、油温、油压和水温传感器, 各种传感器作为连接柴油机和电气控制部分的中间装置, 它的作用相当于人的眼睛一样感知着机组的运行状态。

2 传感器基本原理

为了检测柴油机的运行状况, 通常会在柴油机上至少安装四个传感器, 具体如表 1。

表 1

传感器	类型	安装位置	输出参量
转速传感器	电磁感应式	飞轮罩壳	电压
油压传感器	压敏电阻式	机体润机油道	电阻
油温传感器	热敏电阻式	机体润机油道	电阻
水温传感器	热敏电阻式	冷却水出口	电阻

2.1 转速传感器

如图 1 所示, 柴油机的转速传感器由传感器体、永久磁铁、线圈、锁紧螺母等组成, 属于电磁感应式传感器, 安装在柴油机的飞轮壳上, 用来检测柴油机实时转速。

飞轮旋转时, 齿的凸凹将引起磁力线增强和减弱, 使线圈产生近似正弦波的交流感应电势, 其频率为: $f = \frac{Z \times n}{60}$, 式中: Z 为齿环齿数; n 为发动

机转速, r/min ; f 为频率, Hz 。

当传感器中心与飞轮齿环顶面的垂直间隙为 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ 时, 在柴油机正常工作转速范围内, 输出交流电势的有效值可达到 $4 \sim 10 \text{ V}$ 。

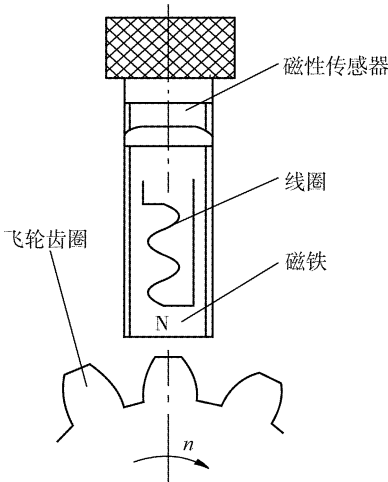


图 1 磁性传感器基本结构及工作原理

2.2 油压传感器

机油压力传感器一般为压敏电阻式压力传感器, 该种传感器利用单晶硅材料的压阻效应和集成电路技术制成, 被封装在一个圆柱形的金属壳体内, 传感器通过螺纹拧入缸体的润滑油道内。传感器的接线柱一般有两个或三个, 其中 G 接油压表, WK 接报警电路, 三个接线柱的传感器第三端接地, 两个接线柱的传感器外壳是接地端。油压传感器感测油道内的机油压力, 并将压力转变为电阻值输出。

2.3 温度传感器

水温传感器和油温传感器均采用热敏电阻式, 主要由热敏电阻、金属引线、接线插座和壳体组成。传感器的壳体上有螺纹, 便于安装和拆卸。接

线插座分为单端子式和双端子式两种，单端子式的传感器壳体是传感器的一个电极，目前大多数采用的是双端子式，接线时两端子分别与电控部分相应端子连接。水温传感器安装在冷却水出水口，油温传感器安装于油底壳或机体油道中。温度传感器感测水温 and 油温，并将温度转变为电阻值输出，通过电控部分在水温表、油温表显示温度。

传感器作为联系柴油机和电控系统之间的装置，在日常维护保养和维修中往往不被重视，在柴油机出现各种故障的时候，也经常是从柴油机和电控系统本身找原因，而忽视了传感器，下面就两起因传感器故障引起的柴油机不能正常工作的例子，来说明故障检修中如何检查更换传感器。

3 传感器问题导致柴油机运行故障

3.1 柴油机不能起动故障

一台某型康明斯柴油发电机组（柴油机型号：6BT5.9-G1）在重新安装后，按下起动按钮后，柴油机在起动机带动下运转，不能自行发火、起动。

柴油机不能起动是柴油机常见故障之一，油、水、气、电及相关的部件都可能导致柴油机起动不成功。基于这台机组不能自行发火燃烧，很容易想到的是：是否有雾化良好的柴油喷入气缸；气缸内压缩空气是否合格等。按照这个思路，进行以下操作。

首先做好起动前的油水气电等检查工作，经检查，情况良好。其次，按下起动按钮的同时，观察油门执行器的动作情况，经观察发现执行器无动作。第三，用手拉动执行器执行机构使齿条向供油量增大的位置改变，柴油机能够发火起动了，松开后柴油机又自行停机。基于以上操作，可以判断出该柴油机的油、气等无故障，故障出现在电子调速系统。

图 2 所示为电子调速系统组成，主要由测量信号输入部分、控制部分和执行器部分组成。在调速器工作时，操纵人员预先设定原动机的转速，用转速设定电位器设定的电压信号为正信号，转速传感器所输出的柴油机转速测定信号为负信号，所以当转速传感器输出的负转速信号和转速设定电位器设定的正信号在放大运算控制器中相加时，结果若为负值，则放大器向执行器输出减油信号；结果若为正值，则放大器向执行器输出加油信号；结果若为零值，则放大器向执行器输出让柴油机保持现在供油状况的信号，从而达到使柴油机保持预先设定的转速状态稳定运转的目的。

在柴油机起动时，传感器检测到有一定转速后，执行器将齿条拉到最大供油量位置以利柴油机的

的起动。

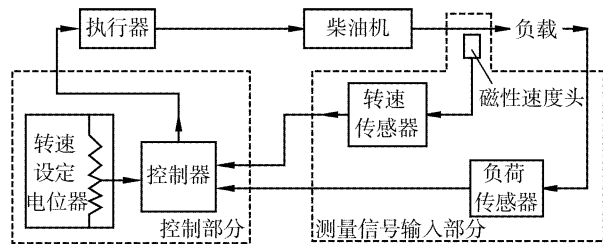


图 2 电子调速系统组成框图

基于以上分析，柴油机起动时执行器无动作，说明电子调速器没有输出信号给执行器，原因可能在于电子调速器本身故障、传感器故障、执行器故障等。按照从简单到复杂的原则，检查传感器。

拨开传感器和电子调速器之间的连接导线，先在停机状态下用万用表的电阻档测量传感器两根引线之间的电阻，电阻基本正常；接着在机组起动时，用万用表的交流电压 10 V 档测量传感器输出端的电压。经测量，电压在 1V 以下，初步确定是传感器故障。因这种磁性传感器和齿圈间的安装间隙直接影响传感器的输出，这里先将传感器卸下重新安装。松开传感器锁紧螺母，拧下传感器，检查传感器端部有无撞击的痕迹，经检查，无明显损伤；将传感器重新装回安装孔里，先顺时针轻轻拧进传感器，注意速度要慢，待传感器端部与齿圈接触后，将传感器按逆时针方向拧出 3/4 圈，将锁紧螺母拧紧；重新起动柴油机，用万用表检查传感器输出端的电压值，经检查，电压在 2 V 左右，在正常范围内；停下机组，将传感器和电调之间的连线接好，再次按正常步骤起动机组，机组顺利起动、运行，故障排除。

上述机组在重新安装后，由于振动导致转速传感器安装间隙变化，使得传感器无输出，电调无法检测柴油机的转速而使机组不能正常起动的故障被排除。这里需要注意，转速传感器安装好后要在传感器体、锁紧螺母和机体上做上标记，并且工作中不要輕易拆卸或拧松传感器。

3.2 柴油机自动停机故障

一台某型康明斯柴油发电机组（柴油机型号：6BT5.9-G1），按正常操作步骤，可以正常起动、运行，空载运行时油压、油温、水温、转速等均正常，在机组带负载约 0.5 h 后（空载约 1 h 后），柴油机自动停机，同时低油压声光报警。

自动停机后，再次起动柴油机，当转速到额定转速后，再次出现油压低声光报警并自动停机。从表面看，故障原因是机油压力低。一般来说，柴油机机油压力低的原因有：机油黏度低、压力表损坏、

机油滤清器堵塞、机油泵不泵油、轴承间隙过大等。

按照从简到繁的原则,对润滑系统进行检查。首先基于该机组机油已用了很长一段时间,按照要求重新更换了 CF-15W/40 型的康明斯专用机油,试机,运行 1 h 左右,机组再次自动停机,故障依旧。停机后检查机油的黏度和机器上是否有机油泄漏,经检查,机油黏度合格、机器上也无泄漏机油。是机油泵出了问题,还是机油压力显示问题导致的误报警?

检查机油压力,由于该机组机油压力检测是利用压力传感器将机油压力转换为电阻输出给仪表和电控系统,为此给柴油机安装上直通式机油压力表,开机运行机组。在机组整个运行阶段,密切监视机油压力。运行大约 1 h 时,机组再次自动停机,观察外接的压力表指示发现油压正常,至此可以断定机器油压没有问题,问题应该是出在油压传感器。换上新的压力传感器,开机运行,机器运行 2h 后未出现上述的自动停机现象,故障排除。

在机器运行 1 h 左右时,传感器出现问题,可

(上接第 26 页)

5 结 论

根据柴油机工作过程仿真计算和连杆有限元分析计算结果,可得出如下结论:

(1) 通过柴油机工作过程一维仿真分析获得了不同转速下高功率密度柴油机和常规功率密度柴油机示功图,并以此为基础计算分析了两种柴油机连杆最大拉伸载荷与最大压缩载荷随转速的变化规律。计算结果表明,连杆所受最大压缩载荷并不发生于标定转速,而是发生于低于标定转速的某一转速下。这是由于连杆受最大压缩载荷时气体力与惯性力方向相反,最大转速时惯性力较大而抵消了部分气体作用力。连杆所受最大拉伸载荷则主要是由于惯性力的影响,其值随柴油机转速的升高而增大。

(2) 相同转速条件下 HPD 柴油机连杆最大压缩载荷比 TPD 柴油机连杆最大压缩载荷高约 0.5 ~ 2 倍以上,且随着转速的提高两者差距加大;两者的最大拉伸载荷则相差无几。

(3) 有限元分析表明,尽管 HPD 柴油机连杆所受最大载荷是 TPD 柴油机连杆所受最大载荷的 2 倍,但只要结构设计合理,采用传统结构形式的连杆,其最大应力值及最大变形值仍可以满足连杆强度和刚度的设计要求。

能是由于机器运行后油温升高,在高温时,传感器内部参数发生了变化,出现了误报警;机器冷却下来后,传感器又恢复正常,因此才出现冷机时工作正常、热机后自动停机的故障。

4 结束语

以上两例故障系传感器的安装间隙不对或传感器本身出现故障,导致了电控部分不能得到正确的机组运行参数,而使柴油机不能正常起动或出现自动停机。现代化的柴油机随着自动化程度的提高,柴油机上安装的传感器越来越多,在机组出现各种故障时,除了认真检查柴油机的各大系统之外,一定不能忽视对各种传感器的检查。

参考文献

- [1] 李铁军. 柴油机电控技术实用教程[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
- [2] 宋福昌. 电控柴油机维修技术[M]. 北京:电子工业出版社,2008.

参考文献

- [1] 张玉申. 高功率密度柴油机及其关键技术[J]. 车用发动机,2004(3):5-11.
- [2] 张卫正,原彦鹏,郭良平,等. 高功率密度柴油机设计问题的仿真[J]. 兵工学报,2006(5):775-778.
- [3] 任惠民,任继文,吴建. 现代军车动力的经典——890 系列柴油机[J]. 车用发动机,2006(5):1-6.
- [4] 张永锋,骆清国,马向平,等. 几种高功率密度装甲车辆发动机的发展现状[J]. 车辆与动力技术,2006(3):60-64.
- [5] 周龙保. 内燃机学[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [6] 朱访君,吴坚. 内燃机工作过程数值计算及其优化[M]. 北京:国防工业出版社,1997.
- [7] 王延生,黄佑生. 车辆发动机废气涡轮增压[M]. 北京:国防工业出版社,1984.
- [8] 陆家祥. 柴油机涡轮增压技术[M]. 北京:机械工业出版社,1986.
- [9] 荣现志. 国外柴油机的超高增压方式和装置[M]. 北京:北京理工大学出版社,1989.
- [10] 凌道盛,徐兴. 非线性有限元及程序[M]. 浙江:浙江大学出版社,2002.
- [11] 李人宪. 有限元法基础[M]. 北京:国防工业出版社,2002.
- [12] 史美堂. 金属材料及热处理[M]. 上海:上海科学技术出版社,1993.