

使用维修

底特律柴油机游轮故障分析及解决措施

吴年华

(中石化总公司江苏油田井下作业处, 江苏江都 225265)

摘要:介绍了一则用于压裂机组的 MTU/DDC12V4000 系列柴油发动机的故障现象,从机械、油路、电路三个方面及用 DDDL 诊断软件查找故障原因。结果表明,对于如 MTU/DDC12V4000 系列电控柴油发动机,应使用专业的监控设备、监控软件解析发动机各项运行参数,为判断故障提供科学的依据。

关键词:MTU/DDC12V 4000 柴油机;DDDL 诊断软件;油门 VSG 值

中图分类号:TK428 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-4357(2010)01-0055-02

1 概述

MTU/DDC12V4000 系列柴油发动机采用底特律柴油机第四代电控系统,电子共轨,各缸独立喷油器,由高频电磁阀控制喷油器直接喷油,性能优越,广泛用于军事、石油、矿山、运输等行业。国内中石化第四石油机械厂生产的 2000 型压裂机组广泛采用该柴油机,车台上使用该发动机作为驱动三缸压裂泵的动力设备。

一台 2000 型压裂泵车在压裂施工过程中,车台 MTU DDEC12V4000 型柴油机发动机出现低速提速困难、高转速带负荷游轮故障;同时伴随排气管排出大量脉动黑烟、车身剧烈抖动现象,无法正常工作。故障出现后,采取由简单到复杂,机械系统故障和电控系统故障同时排除的方法,在底特律柴油机专用故障诊断 DDDL 软件的帮助下,顺利地找到了发动机的故障点,及时修复了故障发动机。

2 检查分析

MTU/DDC12V4000 系列柴油发动机采用工业级电脑精确控制其运行,发动机上安装了 16 个传感器,将相关温度、压力、转速等重要运行参数采集到电脑内(图 1),经处理后对发动机的共轨压力、喷油量等进行精确控制,以满足发动机在各种负载和工况下的要求。同时,电脑还通过 CAN 总线将一些重要参数和报警信息传输到 EDM 上;如出现电控系统故障,还能将故障以代码报警形式显示出来,根据故障代码,可以很容易地在工作手册上找到相应的故障。而这台发动机发生故障时,却没有任何故障代码,EDM 上显示的发动机各项基

本参数均正常。对于电控柴油机故障,首先想到用特律柴油机专用故障诊断设备和 DDDL 软件,读取发动机各个传感器和主副电脑的工作参数,进行数据解析和故障诊断,由于没有携带该软件,在现场只能先从机械、油路入手查找故障原因。

4000 系列发动机双重 ECM 示意图

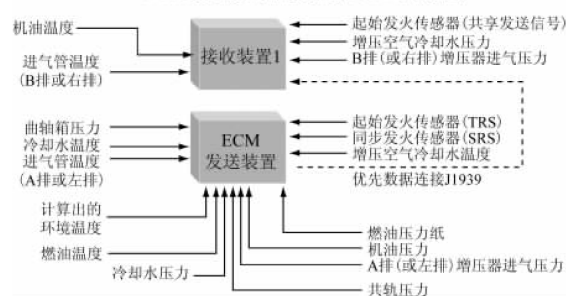


图 1 主副电脑、传感器连接图

2.1 从柱塞泵方面查找故障原因

在压裂施工高压下,如果三缸柱塞泵阀座和阀配合不好或发卡,致使单缸或多缸供油不良,将会对发动机产生一个交变负荷,这时 ECM 根据负荷的不断变化而改变瞬时供油量,其结果是供油不均衡,产生脉动冒黑烟的现象,同时伴随车身剧烈抖动;但是不会出现低速提速困难和高转速游轮现象。所以,柱塞泵故障可以排除。为了保险起见,更换了该车全部阀座、阀、阀弹簧。上井施工故障现象并未消失。

2.2 从发动机方面查找故障原因

本着由易到难的工作程序,先检查空气滤芯是否堵塞,由于出行前刚更换过空气滤芯,所以很干净。再从油路方面着手,一般情况下,柴油机出现

提速困难、高速游车现象,最有可能的原因是:柴油品质不合格、油路堵塞、管线漏气等。经调查,该车使用的是胜利压裂机组一直正常使用的-35#柴油,没有使用过品质有问题的柴油,因此可以排除柴油品质因素。油路方面:柴油滤芯更换后使用时间不超过 20 个台时,也不会堵塞。油箱到发动机的供油管线为黑色一寸半软管,长期使用可能会因管内壁老化而导致脱层,在低压输油泵的吸力下脱落堵塞进油管道,造成供油不畅。但由于油管线太多、太长查找不便,使用了排除法:发动机工作时,在 EDM 上监视低压油路的压力,压力值稳定在 0.5 MPa,这时关掉油箱出口阀门,压力迅速下降,同时 EDM 出现了供油压力低的 48 代码,证明供油管线没有堵塞。如果堵塞会一直有 48 代码,而不是在关闭出油口阀门后,所以不用更换管线,油路堵塞因素也可以排除。在设计时为防止管线漏气影响发动机工作,油箱出油口的安装位置高于输油泵的入口位置,就算有管线漏气也不会影响发动机正常运转,至此可以彻底排除低压油路方面的故障。

2.3 用 DDDL 软件检测

考虑每次发动机出现故障时,现象均相同,而且持续不断,考虑故障可能出在电控系统。连接 DDDL 故障诊断系统测试发动机各项参数(图 2)。起动发动机,记录发动机 10 min 内全部工作参数,并用图表的形式表达出来,经过反复对比研究发现,怠速时发动机油门 VSG 值很不稳定,一会在 35~50,一会在 70~80,而怠速时的标准值为 60~80。而 VSG 值实际上就是一个由油门控制电压经 ECM 转化来的数值,如果 VSG 值来回跳动,那么与之相对应的油门控制电压也是不稳定的,也就是说从油门到发动机主副电脑控制信号输入口有地方接触不良,使得电阻忽大忽小。测量远控箱到发动机的 30 m 遥控电缆中的第 15#、30#油门控制线路,电阻值正常,为 0.5 Ω 。测量遥控电缆输入口到发动机主副电脑控制信号输入口之间的油门控制线路,短短 1 m 的线路,电阻值竟为 7 Ω (图 3),故障应该就在这段线路内,仔细检查线路中每一段的电阻,发现怠速继电器 K3 两端电阻时为 0.6 Ω ,时为 6.8 Ω ,故障点终于找到了。

3 故障排除

该继电器(图 4)的零件编号为 60.12.9.024.0040。发动机运转时,该怠速继电器使用的是常闭触点,仅在发动机回怠速时分离一次再复位,因长期频繁动作,触点氧化,电阻加大,增加了其在控制电路中的

分压,降低了输入控制信号电压,致使油门控制 VSG 值偏低。在更换怠速继电器后,起动发动机,观察油门 VSG 值,怠速时为 65 左右,并且很稳定,发动机提速顺畅、高速无游车现象。上井施工十余井次发动机工作均正常,再未出现过类似故障现象。

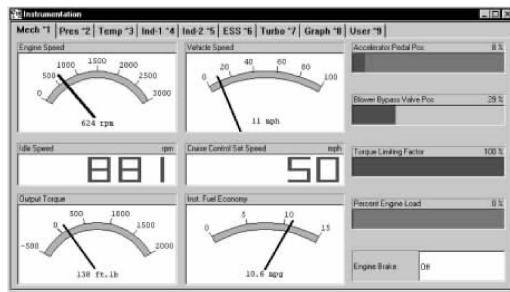


图 2 DDDL 软件显示界面

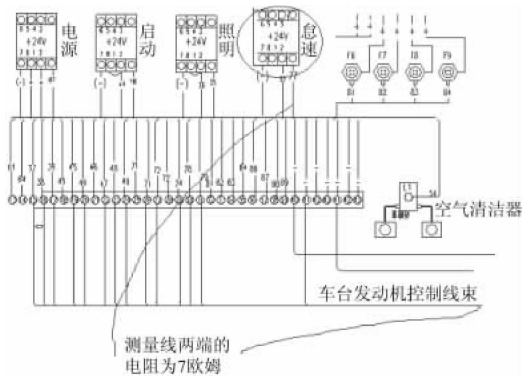


图 3 控制线路电器原理图

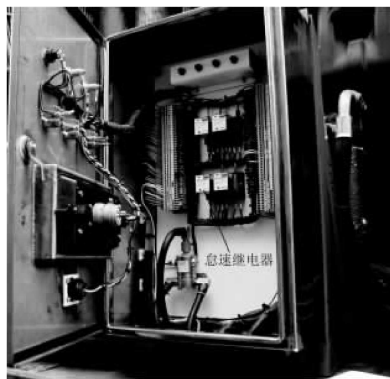


图 4 电器控制柜实物图

4 结论

大型石油装备中经常使用具有世界先进水平的进口柴油发动机,例如底特律第四代电控燃油喷射系统柴油发动机,对我们来说既是机遇也是挑战。在实际工作中,当遇到疑难故障时,应使用专业的监控设备、监控软件解析发动机各项运行参数,为判断故障提供科学的依据。