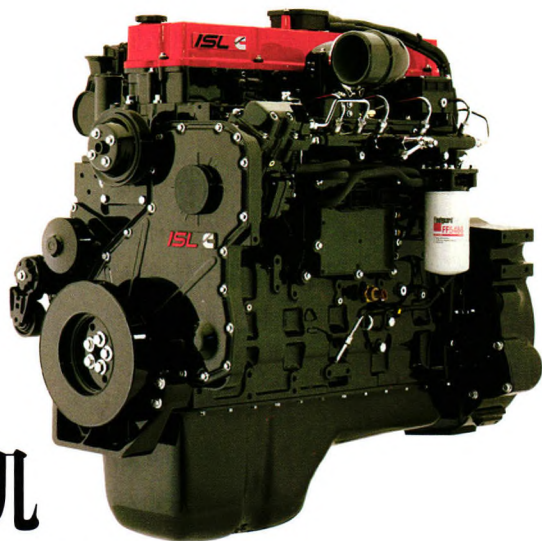




电控柴油机 故障诊断与维修

随着我国汽车工业发展的突飞猛进,汽车尾气对环境的污染也越来越严重。为此,国家制定了严格的排放标准。在柴油机领域,各个厂家都在不断采用新技术,优化柴油机性能,改善燃油经济性,降低柴油机排放。柴油机的电控化便是这些新技术中最核心的部分。它通过各种传感器检测柴油机的状态,电控模块快速处理,精确控制喷油器的喷油量和喷油时刻以及高压油轨内的燃油压力,实现最优化的燃油计量和喷射。本文针对康明斯L系列电控柴油机的结构特点,介绍电控柴油机故障诊断的注意事项和科学排查方法。

L系列电控柴油机

康明斯L系列电控柴油机是针对中国市场开发的一款中功率发动机,额定功率覆盖范围206~294kW,最大扭矩覆盖范围1100~1700N·m。它采用康明斯CCR高压共轨燃油系统,喷射压力达到160MPa。喷油器使用BOSCH电控喷油器,可实现多次喷射;涡轮增压器使用康明斯公司的HX40W带废气旁通阀的涡轮增压器;电控模块使用摩托罗拉CM2150。通过优化机内燃烧技术和电控高压共轨燃油系统以及SCR后处理系统,

保证发动机满足国IV或国V排放标准;也可以根据客户需要使电控柴油机满足国III排放水平。多项降噪技术可使整机噪声控制在95dB(A)以下。能实现恒车速控制、恒转速控制以及远程油门控制等功能,还具有冷起动保护、进气预热、高海拔功率修正等保护功能。L系列电控柴油机主要用于豪华大客车、城市BRT快速公交、牵引车、载货车及专用车等。

使用准则

在维修L系列电控柴油机前,服务人员必须取得L系列电控柴油机服务资格认证,掌握L系列电控柴油机的机械结构、工作原理、维修和操作L系列电控柴油机的注意事项。操作与使用L系列电控柴油机必须遵守下列使用准则:

1) L系列电控柴油机上电和关电的步骤是:上电时,先打开车辆总开关,再将钥匙开关旋至点火位置;关电时,先将钥匙开关旋至“关”位置(OFF位置),30s后再关掉总电源,必须先让电控模块执行完关机程序。如果不按照上述顺序上电和关电,会产生故障代码1117,还有可能破坏电控模块中存储的一些数据甚至程序,造成一些其他的故障。

2) 不允许在电控模块工作时(即点火钥匙位于“ON”位置),拆卸或安装电控模块接头、传感器接头和执行器接头。电控模块、传感器和执行器都是电子元件,其中的电感元件在带电断开或接通的瞬间,由于自感作用会产生高压,因此会损坏一些半导体元件或集成电路,甚至烧蚀触点,造成电控模块、传感器或执行器的损坏。

3) 在装配L系列电控柴油机的车辆上进行电焊作业时,应拆除电控模块上的所有插头并断开总开关,严禁在电控模块通电情况下进行电焊作业。在L系列电控柴油机推向市场的初期,一些整车厂在柴油机没断电的情况下进行电焊作业,结果导致许多柴油机发生故障,包括电源模块被击穿、锁死或程序混乱,致使柴油机不能起动等问题。

4) 不得直接用水冲洗L系列电控柴油机。可以用湿布擦拭发动机电控部分或者用压缩空气清洗柴油机。柴油机的电气插头都带有多环密封圈,能防止水及湿气进入,但有一定压力的水会穿过密封环进入电气插头内部,轻则造成信号失真、柴油机工作异常或无法工作,重则造成电气元件甚至是电控模块损坏。

5) 电控模块上的所有插头必须在连接好蓄电池正负极之后才能安装。这是为了防止在车辆装配过程中或车辆改装过程中因操作失误造成电气元件的损坏。例如,在总开关打开的情况下,连接蓄电池的正负极,会因打火损坏电控模块。

6) L系列电控柴油机上的所有插头在安装前必须检查是否有异物、水汽、锈蚀和损坏。在安装时要确保各插头安装到位、连接牢固、锁片锁紧到位,不正确的安装可能会损坏电控模块。

7) 做好防磁场、防干扰措施。电控模块外壳上有一根搭铁线,必须确保其与气缸体搭铁良好。不接搭铁线将造成电控模块外壳带静电而工作不良,发动机运转粗暴。节气门踏板线路用屏蔽线,喷油器线路用双绞线。必须严格按《L系列电控柴油机电气安装手册》进行安装。

8) 燃油系统对清洁度有很高要求,脏物、灰尘和水等杂质会直接导致高压油泵和喷油器损坏。在对燃油系统进行维修和维护保养时,必须清洁开放部位的周围区域,断开的接头如果不马上安装回去必须用专用塑料管塞或塑料管帽封闭。在发动机刚熄火时,高

压共轨燃油管中仍维持有很高的压力,在关闭发动机10min之后才能拆卸高压燃油管接头。禁止在热柴油机上对燃油系统进行放气。

维修检查

要修好L系列电控柴油机,还必须掌握一些基本的电气测量方法,这些方法与其他型号的电控柴油机的测量方法是一样的。L系列电控柴油机的电气故障都会有相应的故障代码,并以故障诊断树的形式给出了这些故障代码的维修方法,其中涉及一些基本的电气测量方法,因此,必须掌握这些测量方法。

(1) 供电电源检查 正确的电源供给是L系列电控柴油机电子控制系统元件正常工作的前提条件。没有电源供给或者错误的电源供给都将导致系统不能工作或工作异常。在整个控制系统中,电控模块由蓄电池供电,传感器和执行器等电气元件由电控模块提供工作电源。输入设备如传感器、开关、节气门踏板,由电控模块提供5V的工作电压,输出设备如电子油泵、电子燃油控制阀,工作电压也由电控模块提供。常见的电源故障包括插头损坏等造成的电路虚接,保险丝熔断和错误的接线等。

(2) 导通性检查 导通性检查是检测两点之间的线路是否导通。导通性检查测量两点之间的电阻值,用于确认这两点之间是否导通,这是将实际的电路连接和电路图进行对比的有效手段。对导通性的要求是两点之间的电阻值小于 10Ω 。

(3) 断路检查 断路检查是检测两点之间的线路是否绝缘。它也是测量两点之间的电阻值,用于确认这两点之间是否开路。对开路的检查要求是两点之间的电阻值大于 $100k\Omega$ 。导通性和断路的检查是电控电路系统最常用的检查方法。

(4) 对地短路以及线与线短路检查 柴油机和整车的电路连接一般采用负极搭铁的形式,即存在一个公共的负极,所有需要回路的元件负极都接入这一公共负极,这样可以大大简化系统接线的复杂程度。蓄电池的负极和这一公共的负极相连,形成回路。对柴油机而言,公共负极是气缸体,对整车而言,公共负极为车架大梁。对地短路是指电路上的某点按电路设计要求不应该接地而实际电路已经接地的故障。电源正极对地短路会引起保险丝熔断等故障。凡是不应

与地短路的两点之间的电阻均应大于 $100\text{k}\Omega$ 。线与线短路检查与对地短路相似，线与线之间短路是指两点之间按照电路设计的要求不应该导通而实际导通的故障。和对地短路的技术规范一样，两点之间开路要求两点之间的电阻大于 $100\text{k}\Omega$ 。

(5) 元件功能检查 由于电路元件的多样性，元件的功能检查要根据实际元件采取不同的方法。如温度传感器可采取测量其电阻的办法；压力传感器需要专用的测试工具在其工作时测量其输出的信号电压，然后再与技术规范进行比对；对电磁阀可以通过测量电阻的办法进行判断。在无法对元件功能做出正确判断时，一个通用的办法是更换一个确认功能正常的元件，观察系统的工作状况。

维修必备

要正确维修L系列电控柴油机，服务人员必须接受电控柴油机维修课程的培训，并取得相应的服务资格。掌握下列专业知识，是最基本的要求。

1. 确认电控模块工作条件

电控模块是否工作是L系列电控柴油机工作的前提。发动机无法起动，第一步检查电控模块是否工作。从发动机方面讲，可以听电子油泵的运转声、测量某个传感器的供电电源是否有 5V 电压以及服务软件是否能联上电控模块，从整车仪表看有没有与发动机相关的故障报警。如果发动机不能起动，整车仪表显示“ECU与EECU通讯故障”，则基本可判断电控模块没有工作。如果已确认电控模块没有工作，就需要测量电源模块上4针电源接头处1或2针脚与3或4针脚有没有 24V 电压，还要测量电控模块的发动机线束接头处45[#]线与接地线之间有无 24V 电压，如果两处电压正常则可判断电控模块损坏，需要用已安装标定程序的电控模块更换，否则维修相关电路。

2. 读取故障代码

电控系统能够显示并记录一些故障，这些故障以代码的形式显示，便于故障的排除。整车仪表盘上一般都要配三个指示灯：红色的停机灯亮起，说明发动机或车辆存在严重故障，将导致发动机停止运转；黄色的报警灯亮起时，说明发动机或车辆有故障，提示用户尽快到就近服务站进行维修；淡黄色或白色等待

起动灯亮起时，说明发动机正在进气预热，等待此灯熄灭后再起动发动机。可以通过红色停机灯和黄色报警灯的闪烁，读取故障代码。方法是将诊断开关拨至“ON”挡位，然后将钥匙开关从“OFF”位置旋至“ON”位置。如果电控模块没有记录故障代码，则红色灯和黄色灯一起亮；如果记录了现行故障代码，则开始显示故障代码。

故障代码按下列顺序闪烁：

1) 黄色报警灯先亮一下，持续时间 2s 。

2) 接着红色停机灯闪烁出故障代码，在每个数字之间会有 1s 的停顿。当红色停机灯闪烁完故障代码后，黄色警告灯再次亮起，然后红色停机灯再次重复闪烁故障代码。

3) 要想查看下一个故障代码，可将“怠速调节开关”向“+”位置扳动一下，要想查看上一故障代码，只要将“怠速调节开关”向“-”位置扳一下。如果只记录一个故障代码，则无论扳到“+”或“-”位置，故障灯都将显示同一个故障代码。

3. 正确维修导线接头和线束

电控柴油机的使用环境非常恶劣，要承受高温、低温、风吹、雨淋等恶劣环境的考验，而电控系统对于电信号的要求非常苛刻。这就要求导线接头和线束的维修必须按照L系列电控柴油机的技术标准进行。L系列电控柴油机的导线接头选用多家世界知名企业的产品，例如Deutsch和Bosch这两家公司的接头，导线插针和插孔是可以单独更换的，需要使用专门的维修工具。大气压力传感器、凸轮轴位置传感器和曲轴转速传感器是Siemens公司的产品，其接头的针孔也是可以单独更换的，不需要专门的工具。Metri-Park公司的接头针脚不能单独更换，只能更换整个接头。导线的维修有专门的对接端子，这种端子在对接两根导线后，加热会分泌出密封胶，密封导线线头。

4. 正确使用电路图

电路图是电控系统故障排查中必不可少的资料，能正确地阅读L系列电控柴油机电路图是电控系统故障诊断的前提之一。L系列电控柴油机安装到OEM车辆或设备上，需要OEM完成一系列接线，其中包括电控模块的供电电路，柴油机的起动电路、油门电路、指示灯和控制开关电路等。当然，L系列电控柴油机的电路

图主要是针对所有OEM的，即针对具体的车辆应用，很多接线都是可以省掉的。

5. 熟练连接并正确使用服务软件

电控柴油机控制系统的核心是电控模块，而控制软件又是电控模块的灵魂。服务人员可以通过服务软件来监测发动机的状态，修改发动机的参数，查看故障代码，对非现行故障代码复位等。所以要迅速找到故障原因并修复，服务软件的作用非常关键。

6. 正确使用故障诊断树

L系列电控柴油机故障诊断系统提供两种类型的故障诊断树：一种是每一种故障代码都对应一个详尽的故障诊断树，另一种是针对某种抱怨的故障诊断树。每个服务人员由于工作经验不同，受教育的程度不同，从事的专业有区别，对于同一个故障，处理起来就有难易的不同。但如果正确使用故障诊断树，按照“专家”的提示一步一步做的话，即便没有多少电控柴油机的维修经验，也能很快找到故障点并排除。

7. 掌握L系列电控柴油机的结构特点

L系列电控柴油机的结构特点包括机械结构、电控系统、燃油系统、润滑系统、冷却系统和进排气系统结构、流程和工作原理。和其他电控柴油机的工作原理类似，L系列电控柴油机的电控系统的作用是对燃油的计量和喷油的控制，主要涉及到的系统是燃油系统和电控系统。燃油系统和电控系统故障一般都会以故障代码的形式显示，而发动机的机械部分故障如活塞环磨损、气门烧蚀、气门座下沉、轴瓦的磨损等，没有传感器对这些故障进行检测，不报故障代码，只能根据相应故障现象进行维修，所以必须有机械式柴油机的维修经验。润滑、冷却、进排气系统的故障一般也是按机械式柴油机的维修方法进行诊断和维修。很多故障现象的原因牵扯到多个系统，维修时，先按故障代码进行维修，清除所有故障代码后，就可确认燃油系统和电控系统没有故障了，如果故障仍没解决，再按机械式柴油机的维修方法维修。

维修方法

当具备了一定的L系列电控柴油机基础知识和维修技能之后，就可以按照科学的方法来进行电控柴油机的维修了。

1. 收集信息

准确而完备的信息收集是快速有效维修的第一步。这个过程一般包括两个方面的内容，第一是从用户那里得到具体情况的描述，第二是验证用户所说的情况，并围绕引起故障的原因，向用户收集一些有用的信息。

2. 分析信息

当收集到与故障相关的信息后，就必须对这些信息进行分析，通过分析确定可能的故障原因，并制订必要的测试计划，确定必要的维修措施，这需要参考柴油机电路图和故障诊断树。

3. 测试

通过测试来确定故障的真正原因。测试的项目涉及柴油机的每一个系统。对于电控系统的故障，进行各种基本的电气检查，检验每个电路和元件是否正常。不管是根据现行故障代码还是根据柴油机的症状，都应该按照故障诊断树进行测试。

这里特别强调使用测试导线的重要性，如果不使用专门的测试导线可能造成接头或元件损坏，接触不良致使柴油机无法正常工作。燃油系统一般测量每个部件的进出口燃油压力来判断部件的好坏。

4. 维修

通过测试确定故障根源后，更换或维修发生故障的部件或导线。必须按L系列电控柴油机的技术规范和要求维修接头和导线或更换损坏的零部件。

5. 重新测试

在与发生故障的相同情况下重新测试系统或零部件。测试的目的是确保故障已经排除和柴油机已修复，同时确认不存在隐藏的或连带的其他故障，从而保证在维修过程中没有产生新故障。清除非现行故障代码，并将维修过程归档以便将来参考。

结语

综上所述，对于康明斯L系列电控柴油机的维修，要按照由易到难、由简到繁、由表及里的工作思路，认真进行分析，还要善于总结和学习，不断提高维修水平。

关键词：

电控柴油机 维修方法 故障诊断

(收稿日期20121120)