

Dongfeng 5 locomotive instantaneous oil pressure anti-stop transformation

Feng Jing Huaiyou Lan Bo Li Xiaoqiang Wang Ruming Liu

CRRC Luoyang Locomotive Co., Ltd., Luoyang, Henan, 471002, China

Abstract

Dongfeng type 5 locomotive is powered by diesel engine, and the oil pressure is very important in operation. When the oil pressure is slightly less than 80 Kpa, the oil pressure relay 1 YJ is disconnected, the diesel engine is down, and there is no fault prompt. The restart takes 45 seconds, which is a safety hazard. By analyzing the reasons of the continuous operation state of diesel engine and the failure of oil shutdown under low pressure, this paper puts forward the transformation scheme of restoring LDT power supply at the moment of diesel oil shutdown. The intermediate relay and other equipment are added to change the control logic. After the test of Dongfeng 5-1339 locomotive, the diesel engine can quickly restart and alarm when the oil pressure is lower than the standard value, which effectively improves the operation safety of the locomotive.

Keywords

Dongfeng type 5 locomotive; instantaneous low oil pressure; quick self-start after shutdown

东风 5 型机车瞬间油压低防停机改造

荆峰 蓝怀佑 李博 王小强 刘汝明

中车洛阳机车有限公司, 中国 · 河南 洛阳 471002

摘 要

东风5型机车以柴油机为动力, 运行中机油压力对其至关重要。当机油压力略小于80Kpa时, 油压继电器1YJ断开, 柴油机停机, 且无故障提示, 重启耗时45秒, 存在安全隐患。本文通过分析柴油机持续运行状态和油压低停机无法自动重启的原因, 提出在柴油机油压低停机瞬间恢复对LDT供电的改造方案。增加中间继电器等设备改变控制逻辑, 经东风5 - 1339机车试验, 改造后柴油机在油压低于标准值时能快速重启并报警, 有效提升了机车运行安全性。

关键词

东风5型机车; 瞬间油压低; 停机后快速自启

1 引言

东风 5 型机车采用柴油机作为动力, 机车运行所需要的持续牵引动力、机车制动需要的持续空气压力等, 后续机车辅助运行需要的照明电力等, 都由柴油机运转输出。在柴油机运转中, 曲轴及活塞处于持续的运动状态, 各缸套、活塞、曲轴、连杆、轴瓦、轴承、齿轮等运动件, 在柴油机运行中, 在机油的润滑下持续进行滚动及滑动运动, 持续产生细小杂质, 随机油在各腔室内不停流动。若某个时刻机油滤芯由于以上杂质堵塞, 造成机油压力略小于 80Kpa, 根据机车电路设计, 引起油压继电器 1YJ 断开, 造成柴油机停机。此时的停机不会给司机做任何故障提示, 司机只能凭经验判断停机原因, 无法做出相应的判断。

停机后, 为保证机车持续运行, 不至于由于机车停车

影响铁路上其他机车运行, 司机须中止牵引工况, 司控器回零位, 持续 45 秒按下启动按钮, 才能再次启动柴油机。按照运行速度 80km/h 计算, 这 45 秒内, 机车将在没有牵引动力及空气制动力的情况下滑行 1000 米, 安全后果不堪设想。

因此, 如何保证柴油机瞬间机油压力低导致停机后, 快速自动重启, 将机车处于无牵引动力及无空气制动力的运行时间缩短到最短, 最大程度地减小对铁路运行秩序的影响, 成为亟待解决的问题。

2 柴油机持续运行的状态分析

按下启动按钮后, 燃油通过 LDT 送往喷油泵。启动发电机带动柴油机转动后, 喷油泵将液态燃油转化为油雾喷向燃烧室, 当活塞随着曲轴向上运动在燃烧室内压缩油雾时, 油雾与空气混合体的体积瞬间变小, 温度骤升, 油雾被压燃, 体积瞬间变大, 推动活塞及连杆向下运动。多个汽缸轮流运动, 推动曲轴转动。曲轴通过齿轮带动主机油泵运转,

【作者简介】荆峰 (1977-), 男, 中国河南洛阳人, 本科, 副高级工程师, 从事铁路机车电气研究。

泵出的机油供给增压器油压继电器 1YJ。当 1YJ 压力高于 100Kpa 时, 联锁电磁铁 LDT 得电吸合, 导通柴油机供油油路, 持续为柴油机供油, 柴油机维持运转。下图是改造前的原理图。

3 柴油机油压低停机无法自动重启的原因

根据目前电路设计,当油压继电器 1YJ 检测到某个时刻机油压力低于 80Kpa 时,1YJ 断开,断开 LDT 电源。由于机油压力低于 80Kpa 的瞬间,没有电源供 LDT 自行再次吸合,LDT 不再为柴油机喷油泵供油,柴油机汽缸内不再有油雾供应,无法利用柴油机仍在高速怠速的条件,活塞继续压缩燃烧室体积,无法促进燃油爆发,因此柴油机转速逐渐下降,最终停机。

4 针对 LDT 失电后无法自动恢复得电实施的措施

如果在柴油机油压低停机瞬间,利用柴油机仍在高速惰转的条件,设计电路自动恢复对 LDT 供电,也即恢复对喷油泵供油,恢复向燃烧室内供应油雾,利用活塞仍在高速往复运动时,迫使油雾爆发,多缸续爆,就能实现柴油机机油压力低停机后的自动重启,且重启后主机油泵恢复工作,使机油压力重新建立在 100KPa 以上。同时,在柴油机油压高于 100Kpa 时,恢复对 LDT 的供电。对目前电路设计进行改造,增加中间继电器、时间继电器、蜂鸣器,改变 LDT 的控制逻辑,实现 1YJ 压力瞬间低于 80Kpa 时, LDT 在多个中间继电器、时间继电器的自动动作下立即自动重复得电,利用柴油机仍在高速惰转的条件,恢复向汽缸内喷入油雾,持续使油雾爆发,防止柴油机停机。

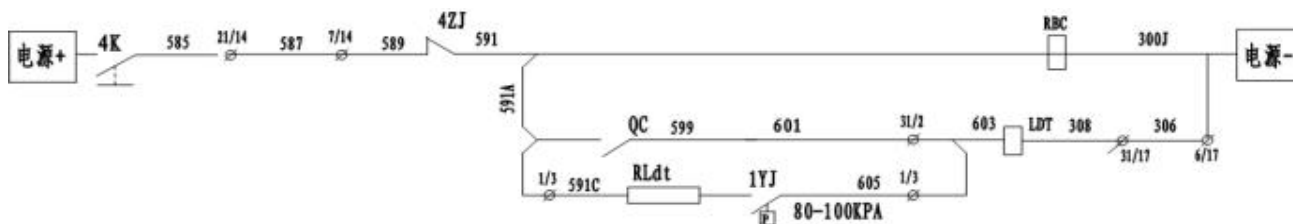


图 1 改造前的原理图

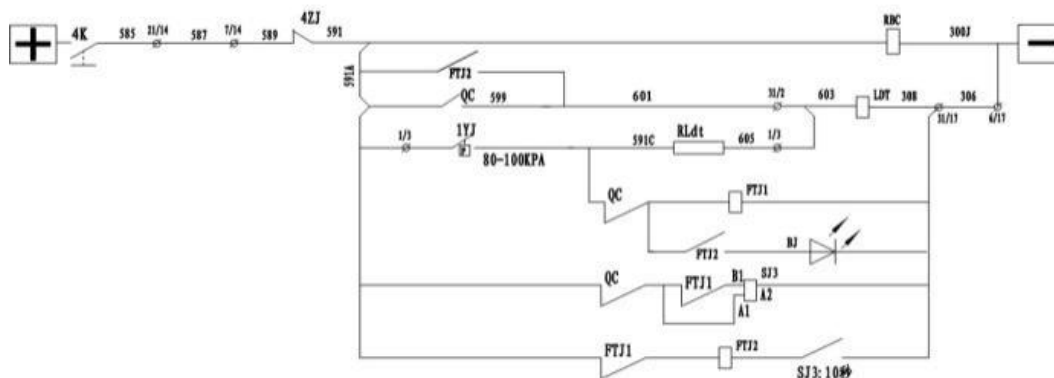


图 2 改造后的原理图

5 对上述改造方案的解读

在柴油机启动前，司控器手柄置零位，闭合机油泵开关 3K、燃油泵开关 4K，持续 45 秒按下启动按钮，其间机油泵持续为柴油机提供启动前润滑油压。45 秒内，由于启动接触器 QC 未吸合，QC 辅助触点闭合，柴油机没有启动，没有建立油压，防停机继电器 FTJ1 线圈无电不吸合，FTJ1 辅助触点闭合。结合时间继电器 SJ3 线圈吸合条件，即 QC 辅助触点与 FTJ1 辅助触点同时闭合，因此时间继电器 SJ3 动作吸合，SJ3 辅助开点在 0~10 秒吸合，引起 FTJ2 吸合。虽然 FJT2 在 0~10 秒内吸合，但是由于柴油机未启动，1YJ 油压没有建立起来，声光报警器不动作。同时 LDT 在按下启动按钮的 0~10 秒内得电，在 10~45 秒内断开。但在启动按钮按下的 0~45 秒内，QC 未吸合，启动发电机没有运转，

因此在 SJ3 吸合的 0~10 秒内, 即按下启动按钮的 0~10 秒内, 不会引起柴油机提前启动。

在 45 秒后，启动接触器 QC 吸合，蓄电池给启动发电机提供电能，启动发电机带动柴油机运转。一方面，4K 通过 QC 常开触点（此时闭合），为联锁电磁铁 LDT 提供全压电压，LDT 导通为柴油机提供燃油，柴油机汽缸活塞压缩雾状柴油在缸内爆发后，柴油机开始自行运转并建立油压。另一方面，QC 常闭触点（此时断开），切断 SJ3 时间继电器电源，SJ3 常开触点持续断开；FTJ1 常闭触点（此时断开）切断了防停机继电器 FTJ2 线圈正电，FTJ2 不动作，FTJ2 常开触点持续断开，声光报警器不动作。

若 1YJ 油压高于 80Kpa, 柴油机开始惰转。此时松开启动按钮, QC 不再带动柴油机, QC 常开触点断开, 不再

为 LDT 提供全压电压。电源正经过 4ZJ 常闭触点,经油压继电器 1YJ (此时闭合) 经过电阻 Rdls 串联降压后,为联锁电磁铁 LDT 提供维持电压,持续导通为柴油机供燃油的通路。油压继电器 1YJ 在运转中实现对柴油机油压的实时监控。QC 常闭触点闭合,防停机继电器 FTJ1 得电吸合,其常闭触点 (此时断开) 与 QC 的另一对常闭触点,共同作用于时间继电器 SJ3, SJ3 不动作, FTJ2 线圈正负同时失电,其常开触点断开,声光报警器 BJ 不动作。

当柴油机运转后,油压继电器 1YJ 在某个时刻油压低于 80Kpa 时, FTJ1 继电器断电,其常闭触点与 QC 常闭触点同时为时间继电器 SJ3 供电, SJ3 触点开始闭合,也就是说, SJ3 的辅助触点自 1YJ 压力低于 80Kpa 的时刻开始的 0~10 秒内闭合, 10 秒后断开。另一方面, FTJ2 的正电由 FTJ1 线圈常闭触点供电, FTJ2 线圈的负电由 SJ3 辅助点提供, FTJ2 在油压继电器压力低于 80Kpa 的 0~10 秒内吸合。因此 FTJ2 吸合,其常开触点 (此时闭合), 开始为 LDT 提供全压电压。LDT 导通柴油机的供油油路。由于柴油机尚处于高速惰转, 喷油泵持续向缸内喷出雾状柴油, 缸内活塞在曲轴及连杆带动下, 对雾状柴油进行压缩, 雾状柴油开始爆发, 重新推动活塞、连杆及曲轴, 实现柴油机自 1YJ 压力低于 80Kpa 的 0~10 秒内快速自动启动, 并重新建立润滑油压。同时报警器 BJ 持续 10 秒向司机报出故障, 告知司机存在瞬时故障。

柴油机油压建立起来后, FTJ1 吸合, FTJ2 释放, BJ 在 10 秒后不再报警。此装置按照图 2—图 5 的顺序自行运转, 无须人工干预, 最大程度地减少了机车无牵引动力及空气制动力的安全风险。

6 效果验证

以东风 5-1339 机车进行试验。柴油机启动前, 持续 45 秒按下启动按钮。在这 45 秒内, QC 接触器不吸合, LDT 不得电, 柴油机喷油泵内没有燃油。在 45 秒的前 10 秒, 由于柴油机没有运转起来, 1YJ 没有油压, 因此 FTJ1 线圈无电, 其常闭触点闭合。结合 QC 未吸合, 二者共同为 SJ3 提供工作电源及控制电源。SJ3 在 0~10 秒内吸合, FTJ2 吸合。但由于此时没有油压, 因此报警器不动作。0~10 秒内 FTJ2 吸合, 为 LDT 提供工作电源。由于此时 QC 主触点没有吸合, 启动发电机不会带动柴油机启动。10 秒后 SJ3 失电, 因此 10 秒后 FJT2 也失电, FTJ2 触点不再为 LDT 供电。45 秒后, QC 吸合, 启动发电机开始运转, 带动柴油机运转。与此同时, QC 常开辅助点闭合, 为 LDT 供电, LDT 导通为喷油泵供油的油路, 喷油泵开始将液态燃油转化为油雾。柴油机曲轴通过连杆活塞上下运动, 将汽缸内的油雾压缩, 当活塞运行

到最顶端时, 油雾由于体积瞬间变小, 温度猛然升高, 油雾开始爆发, 推动活塞向下运动。多个活塞轮流往复运动后, 柴油机由零转速上升到基本转速并稳定。柴油机自带的主机油泵开始运转, 1YJ 油压继电器压力在高于 100Kpa 时闭合, 由正电源经过降压电阻 Rldt 向 LDT 供电, LDT 保持吸合。此时松开启动按钮, QC 接触器释放, 已经闭合的 QC 辅助点断开, 由 1YJ 及 Rldt 构成串联部分, 持续为 LDT 供电。QC 已经断开的常闭触点恢复闭合, 一个 QC 常闭触点向 FTJ1 供电致其吸合。FTJ1 吸合后, 其常闭触点断开; 另一 QC 常闭触点一方面与 FTJ1 触点 (此时断开) 串联, 向时间继电器 SJ3 供电。由于此时 FTJ1 触点断开, 造成时间继电器 SJ3 没有控制电源。另一方面, 同样的 QC 常闭触点向时间继电器 SJ3 提供工作电源。因此, 此时 SJ3 只有工作电源输入, 没有控制电源输入, SJ3 不工作, 其开点不闭合。

与此同时, FTJ1 线圈得电后, 其常闭触点断开。结合上面所说的 SJ3 开点不闭合, 因此在柴油机稳定运行时, FTJ2 不得电。

在柴油机运行中, 若某一时刻 1YJ 的压力由于某种原因低于 80Kpa 时, 1YJ 立即断开, LDT 失电, 不再向喷油泵供油。同时 FTJ1 继电器失电, 其常闭触点 (在油压高于 100Kpa 时断开) 此时重新闭合。由于启动后, QC 接触器释放, 因此 QC 常闭触点保持闭合。因此, 在 QC 常闭触点与 FTJ1 常闭触点的串联作用下, 时间继电器 SJ3 得到了控制电源。自 SJ3 得到控制电源的时刻开始的 10 秒内, SJ3 常开触点变为闭合。在 FTJ1 继电器失电的同时, 其常闭触点由断开恢复为闭合状态。因此, 在 FTJ1 常闭触点及 SJ3 时间继电器常开触点 10 秒内闭合的共同作用下, FTJ2 在油压低于 80Kpa 的时刻开始的 10 秒内得电。FJT2 常开触点在 10 秒内闭合, 强制为 LDT 供电, 致其吸合, 喷油泵内重新注入燃油并转化为油雾, 在柴油机仍在怠速情况下, 利用活塞的往复运动, 将油雾压燃爆发, 柴油机重新开始运转, 主机油泵重新为柴油机泵油, 1YJ 油压重新高于 100Kpa。FTJ2 吸合的同时, 其常开触点闭合。在 1YJ (此时闭合)、QC 常闭触点 (此时闭合) 及 FTJ2 触点 (此时闭合) 的串联下, 报警器开始向司机播报油压低信息。10 秒后, SJ3 常开触点 (10 秒内闭合) 断开, 报警器不再播报油压低信息。柴油机转速下降 30 转后立即恢复到 430 转, 柴油机恢复运转, 改造成功。

参考文献

- [1] 林聪云.内燃机车电传动[M].北京:中国铁道出版社, 1998.
- [2] 马国忠、吴海涛.机车车辆与线路,北京:科学技术出版社, 2013.
- [3] 姚建伟.机车车辆动力学,北京:科学技术出版社, 2019.