

东风4B型内燃机车提手柄停机故障分析及电线路改进

杜兴

(国家能源集团新朔铁路有限责任公司机务分公司)

【摘要】东风4B所属内燃机车,运行中经常出现装载惯性停车故障,乘务员处理故障困难,容易导致发动机故障事故,直接威胁运输生产安全。因此,有必要对这一惯性故障进行分析,并采取相应的技术改进措施,防止这一惯性停车故障的发生。

【关键词】东风4B型内燃机车;加载停机;故障;改进

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2021.11.1654

东风4B型内燃机车加载停机故障在实际机车运行中发生的比较多,不仅使乘务员故障处理较为困难,而且极易造成机破事故的发生,威胁着机车的安全正点运行,通过对加载停机故障发生原因的细致分析,提出延缓DLS失电时间解决问题的设想,并提出了电路设计改进的方案,经过车上的实际应用,较好地解决了这一惯性故障问题。

一、加载时惯性停机故障原因分析

内燃机车柴油机故障性停机是指由于柴油机发生某种故障,运转条件受到破坏而被强制停机。故障性停机包含纯故障性和由于某种原因引起的偶然性停机。这里所说的提手柄加载时停机就是属偶然性停机。柴油机是在燃烧三要素即温度、空气、燃料的基础上,通过喷油泵、喷油器、活塞、连杆、曲轴、进排气相位的密切配合得以正常工作的。因此,只要破坏了燃烧的某一要素,柴油机就要停机。其中引起中断燃油供给的故障,是我们常见的,某些装有“防飞”装置的机车,由于“防飞”装置的正常动作或误动作,则是切断进气道,迫使柴油机因空气缺乏而停机。东风4B型内燃机车柴油机的停机(指切断燃油)是靠联合调节器电磁锁来控制。停机时,由于电磁锁DLS线圈失电,停车阀杆释放,将联合调节器动力活塞下方工作油排出,通过供油杠杆装置使喷油泵供油齿条回到零位,柴油机便在无燃油供给的情况下停机。通常柴油机停机,就是通过使电磁锁DLS线圈失电而实现的。我们所说的提手柄加载时的停机故障也不例外。分析提手柄加载时停机的原因还得从电磁锁DLS的供电回路开始,如图1。

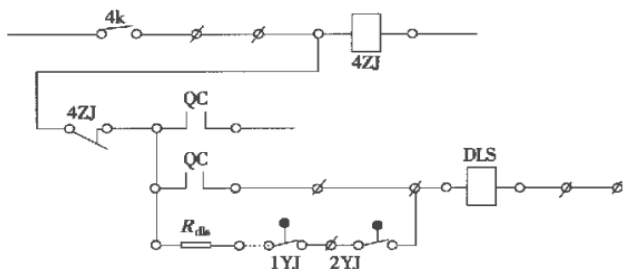


图1 电磁锁DLS供电回路

启机时,电流经4K、4ZJ反锁锁、启动接触器QC正锁锁到电磁锁DLS线圈,使DLS得电,停车阀杆吸合,使柴油机启动,当柴油机启动完毕,完全进入正常运转状态时,为了保证柴油机有良好的润滑条件,避免柴油机因得不到很好的润滑而损坏,在DLS电路中串入了经济电阻Rdl1s和油压保护继

电器1~2YJ。一方面使DLS保持小电流吸合状态,另一方面对滑油压力起监视作用。倘若因某种原因使滑油压力低于规定值时,柴油机得不到良好的润滑,油压保护继电器1~2YJ断开,DLS线圈失电,通过联合调节器及供油杠杆装置停止向喷油器供油,柴油机停机。通常柴油机在正常工作时,主机油泵只要不发生故障,柴油机在正常工作转速下都能保证滑油压力符合规定要求。但由于运用中,滑油压力随运行条件的变化而变化,如油温越高,机油就会被稀释,油压也会随之下降;在提手柄加负荷、空压机泵风或冷却风扇工作时,柴油机转速都会发生波动,机油压力也会随之波动。当机油压力随柴油机负荷突增而下降至低于油压保护继电器1~2YJ释放值时,1~2YJ就会瞬间断开,DLS线圈失电,柴油机停机。这种故障,就属于偶然性故障,也就是我们所说的假性停机故障。对于这种假性停机故障,有一种观点认为1~2YJ断开又闭合后,由于电磁锁DLS得电回路中串入了一个200Ω的经济电阻Rdl1s,使得通过DLS线圈的电流过小,DLS线圈中的磁势Fw小,不足以使联合调节器停车阀杆再次吸合,联合调节器动力活塞下的压力油流,回油槽,在供给油杠杆作用下,使供油回零,切断燃油供给,柴油机停机。那么,加载时惯性停机的出现是不是上述原因造成的呢?在电气试验台上,我们做了DLS衔铁的吸合试验,其吸合值为400mA。机车上DLS线圈中通过的电流,可以根据公式 $I=U/R$ 计算出,式中 $R=R_{dl1s}+R_{dl1s}=223.8\Omega$ 。如果取电压 $U=96V$,有 $I=U/R=425mA$,实际运用中电压 $U=110V$,那么 $I=487mA$,这两个数值均大于DLS衔铁的吸合400mA,因此有理由认为这种瞬间停机原因的观点不成立。在出现加载时惯性停机的我段东风41897、1908、1801上先后做过试验。人为拆下电磁锁DLS线圈上834号线,这样就相当于1~2YJ断开,使DLS线圈失电。试验的目的是为了证明1~2YJ瞬间断开又闭合能否造成柴油机停机。首先在东风41897上做试验。柴油机启机后,稳定在430r/min时,人为把834号线从DLS上断开,随即再接通。断开与接通的时间用秒表计时,时间间隔用 Δt 表示,当 $\Delta t=1s$ 时,柴油机照常运转,无异常变化;当 $\Delta t=2s$ 时,供油拉杆少量拉回,柴油机转速轻微抖动,然后又恢复正常; $\Delta t=3s$ 时,供油齿条几乎回到零,然后又被拉出十多个刻线,柴油机冒出一股浓烟,随即恢复正常运转,这时的情况类似于启机时的状态。在同一台机车上,重复上述试验3次,仅在 $\Delta t=3s$ 时,出现柴油机停机,这与计时误差有很

大关系。我们又在东风41908和1801上做相同试验，其结果一致。对于上面所试验结果，可以从理论的角度进一步分析。当电磁联锁DLS失电、停车阀开启时，联合调节器动力活塞下的工作油流回油槽，但由于惯性的作用，柴油机转速不会突停，联合调节器齿轮泵继续传输压力油，动力活塞下的工作油只是缓慢流回油槽，供油杠杆带动供油齿条缓慢回零。当DLS再次得电吸合，如果柴油机转速能使再次供油爆发时，此时柴油机能够继续运转。由上面的试验和分析可以知道，加载时的惯性停机不是由于DLS电路中串入了经济电阻Rd1s而使DLS衔铁瞬间释放后因无足够的磁势再次吸合造成的。其真正的原因是加载时，由于滑油压力瞬间下降至低于油压保护继电器1~2YJ释放值，1~2YJ断开时间稍长（超过3s），造成柴油机停机。

二、DLS延时控制改进电路的设计

当提手柄加载时，由于柴油机负载突增，转速瞬间下降，滑油压力随之降低。由于联合调节器的作用，很快转速恢复正常，滑油压力也随之增加，其时间不会过长。因此，我们可以考虑一个办法，使得当加载瞬间，1~2YJ断开后的一段时间内，DLS线圈不至于失电导致柴油机停机。从电气方面可以设计一个延时电路来控制电磁联锁DLS的得、失电状态。

电路的设计。电磁联锁DLS的延时控制电路。该电路由蓄电池经1DZ、燃油泵接触器RBC—正联锁供电，由1~2YJ的闭合和断开决定延时控制电路的得、失电状态。在1~2YJ断开状态下，蓄电池供给的96V电压经电阻R1、R2降压后，由两个稳压二极管（型号为2CW74）稳压，在a、b两点间得到18~20V的电压。该电压经电阻R4、电位器Rw向电容C1充电。与电容器C1串联的R4、Rw的电阻值可由计算获得。其分压比约为0.6，在该电路中的峰值电压约为10~12V，为了计算便利，取 $U_{C1}=11V$ 。在通常情况下，电容C1可视为未增电流，即电压 U_{C1} 的初始值为零，电容C1处于零初始状态。电容C1与其串联的电阻可以用一等效电路代替，当a、b间有一稳定电压时，根据零状态响应方程式，有 $U_{C1}U_{ab}(1-e^{-1/2t})$ ，时间常数 $t=RC1$ ，C1取 $75V/47\mu F$ 。取 $U_{C1}=11V$ ， $U_{ab}=19V$ ， $t>3s$ （取10s），把数据代入零状态响应方程式，得 $C=11.56\mu F$ ， $R=82k\Omega$ 。上述计算采用数据是为了计算便利而取，但相同型号的元器件也存在差异，因此，最终计算结果不是太准确，归根结底都表现在电容C1的充电时间上。为了使电容C1的充电时间有一个宽的调整范围，取 $R4=10k\Omega$ 、 $Rw=100k\Omega$ ，Rw的具体数值在试验台上根据电容C1的充电时间调整。电路中，R1取 680Ω ，20W；R2取 $6.2k\Omega$ ，2W；Dw选用22CW74；R3取 430Ω ，0.5W；R5取 51Ω ，0.5W；二极管D选用2CP19；中间继电器GJ选用JJD23—33，直流24V；可控硅3CT选用3CT20A/770V；电容C2取CA25V/10 μF ；开关K为钮子开关KN3—31。电路中采用开关K的目的是一旦电路中任意元件损坏，断开开关K，切断该电路的电源。

2. 电路连接。在图1所示电路中，拆下5/15上的838号线和1H1/2上的842号线，接入设计的延时控制电路中c、d两点。中间继电器GJ的反联锁连接在5/15和1H1/2之间。改进后的电路如图2。

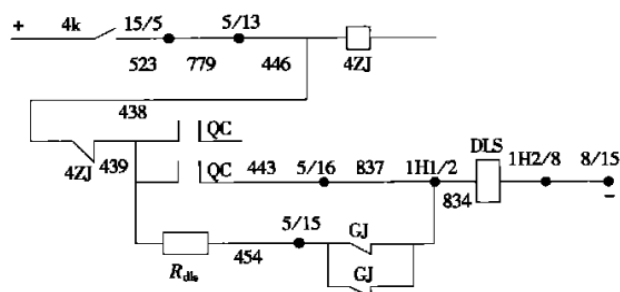


图2 改进后的控制电路

启机后，油压保护继电器1~2YJ不再直接控制电磁联锁DLS的得、失电状态，而由1~2YJ控制的中间继电器GJ来直接控制DLS。

3. 电路的工作原理。结合图2，阐述其工作原理如下：当合上蓄电池闸刀XK后，此时未合4K，燃油泵接触器RBC不吸合，合4K后，1~2YJ因无油压处于断开状态，GJ得电吸合，切断DLS的保持电路。此时相当于图1所示电路中未启机时的状态。当柴油机爆发启机后，1~2YJ所受油压达到闭合值，GJ和3CT支路中c、d两点电位相等，GJ释放，图2中GJ反联锁处于接通状态，DLS保持有电吸合。因某种原因，当滑油压力下降至低于1~2YJ释放值时，1~2YJ断开，蓄电池96V电压经R1、R2降压后，a、b两点间得到18~20V的稳定电压，经电阻R4、Rw向电容C1充电。经10s左右，C1电压达到单结晶体管BT的峰值电压时，BT导通，C1通过单结晶体管基极向电阻R5放电，产生一正向脉冲，触发可控硅3CT，使其导通，中间继电器GJ得电吸合，切断图2中DLS得电回路，柴油机停机。在提手柄加载时，滑油压力即使下降至低于1~2YJ释放值，因有10s左右的延时，在此期间，由于联合调节器的作用，柴油机转速恢复，滑油压力也随着恢复正常，1~2YJ重新闭合，可控硅3CT得不到触发脉冲，GJ反联锁仍处于导通状态，因此柴油机不会停机。

总之，电磁联锁DLS延时控制电路的设计是在理论推导和试验基础上得出的，该电路能很好地抑制柴油机负载突加时惯性停机的发生。DLS延时控制改进电路的应用及进一步的完善，将彻底解决提手柄停机的惯性疑难故障，在实际应用中取得了较好的效果，适宜推广应用，为机车的安全运行作出贡献。

参考文献

- [1] 宋德武，曹鸿冰，李劲松. 东风4B型内燃机车提手柄停机故障分析及电线路改进[J]. 铁道机车车辆，2003，23（2）：43-45.
- [2] 陆节. 关于东风4B型内燃机车提手柄停机故障分析及电线路改进. 2020.