

HXN5型机车空压机接触器故障浅析

吴广民

中国铁路沈阳局集团有限公司吉林安全监察大队

摘要: HXN5型机车是我国干线货运大功率交流电传动内燃机车, 自配属运用以来发生多起因空压机接触器故障造成的机车空压机不泵风、辅发不发电等现象, 不但降低了机车运用率, 更严重干扰正常运输秩序, 因此有必要对空压机接触器这一惯性质量问题进行分析, 查找故障原因, 制定有针对性的措施和在线应急故障处理方法。

关键词: HXN5型机车; 空压机接触器; 线圈; 传动机构; 触头; 弹片

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2023.09.086

空压机接触器是用于控制空压机启动电流的电气装置, 其工作原理基于电磁吸引力和弹簧力。空压机接触器由电磁铁、触头和机械传动机构组成。当接触器的控制回路接通电源, 电磁铁中的线圈通电产生电磁力, 这个电磁力将吸引移动铁芯将机械传动机构推动, 使得动、静触点间的连接状态发生改变。移动铁芯移动的方向和距离取决于电磁力的大小和弹簧力的平衡, 当接触器的控制回路断开电源电磁铁中的线圈停止通电, 电磁力消失, 此时弹簧力将会作用于移动铁芯, 使其恢复到原始位置, 重新连接闭合触点和断开触点。通过控制接触器的电磁铁通电或断电, 可以实现对空压机电流的开启或关闭。空压机接触器传动机构配合微动开关控制反联锁及正联锁电路, 给空压机旁通阀线圈供电的同时向C10反馈控制信号。

一、空压机接触器故障原因分析

1. 空压机接触器线圈故障。接触器在使用过程中, 容易受到外界环境及自身材质的影响产生损坏, 例如温度、湿度、电磁场、使用频率等因素。CA9区域内进水或空气潮湿会影响线圈的电性能; 接触器工作环境中存在电磁场容易使线圈中产生涡流电流加剧线圈损坏; 频繁的吸合及断开动作导致线圈内部的电气弧破坏绝缘, 线圈发热等问题。因此接触器线圈损坏的原因是多方面的, 而线圈损坏最直接的是导致空压机接触器不能吸合或断开, 无法控制空压机电机正常工作, 甚至是造成负序电流机车保护辅发不发电。

2. 空压机接触器传动机构故障。一是弹簧压力不足, 造成接触器吸合不正常; 二是弹簧反作用力过大, 造成吸合缓慢; 三是由于传动机构可动部分卡住、转轴生锈或变形、机械联锁机构与衔铁定位销窜出动作位置不正确、长期频繁碰撞, 铁芯板面不平整、传动机构被异物卡住等原因造成接触器吸合不正常。

3. 空压机接触器触头故障。触头问题的产生一是触

头弹簧压力超程过大, 使铁芯不能完全闭合; 二是触头的弹簧压力与释放压力过大, 造成触头不能完全闭合; 三是触头弹簧失去弹性使触头复位力量不足, 触头熔焊; 四是由于触头组装不当或弹簧、弹片折损造成的位置窜动使触头接触不良。接触器的触头接触不牢靠会使动静触头间接触电阻增大, 导致接触面温度过高, 造成触头熔焊的发生。当接触器失电准备断开时, 因粘连触头接触器不能断开, 触头仍然连接机车辅发电路, C10检测机车辅发电流三相不平衡, 机车保护性卸载。

4. 空压机接触器弹片故障。沙尔特宝空压机接触器内触头是通过接触器弹片进行固定在卡槽内, 接触器弹片存在材质质量问题, 出现细小裂纹, 在多次开闭动作的冲击下产生断裂, 致使接触器触头脱落。

5. 空压机接触器连线故障。空压机接触器连线由于绑扎过紧产生抗力造成线环折损脱落; 异物导通造成大电流冲击、日常保养检查不到位出现腐蚀氧化及断股情况、更换接触器后检查不到位安装螺栓松动, 线环与连板压接不实等原因都可能导致接触器连线的烧损造成断路。

二、典型案例分析

1. 空压机接触器线圈故障

2016年4月5日, 吉林机务段HXN5型0508号机车, 担当敦化-棋盘间43240次货物列车, 当列车行至老爷岭-六道河间司机调速时发现机车空压机不泵风, 采取常用制动停车, 报告车站请求救援。

检查过程: 机车入库后查询机车显示屏故障信息, 记录有“主风缸1的压力<105psi (724 kpa)”及多次“空压机A CDC11保持打开”的故障信息, 对机车A空压机低速接触器CDC11进行自测试, 发现CDC11接触器人为接通电源时接触器不动作闭合, 测量CDC11接触器线圈阻值为开路状态。对机车B空压机低速接触器CDC21进行自测试, 发现接触器有卡滞现象。

原因分析：通过机车微机数据分析及检查情况确认造成该机车途中空压机不泵风的原因是A空压机低速接触器CDC11线圈内部断路，B空压机低速接触器CDC21发生卡滞，使机车空压机在低速泵风时A、B空压机低速接触器均不能正常得电闭合，造成机车总风缸压力低。

2. 空压机接触器传动机构故障

2020年7月17日，吉林机务段HXN5型0544号机车，担当棋盘-长北间43104次货物列车牵引任务。在龙家堡站调车作业完毕准备开车时机车警铃报警无牵引力，显示器提示故障信息“辅助发电机输出相电流不平衡-负序电流”，报告车站请求更换机车。

检查过程：机车入库后查阅智能显示屏显示“制动力及牵引力无效”，查询诊断功能在故障时间记录“辅助发电机输出相电流不平衡-负序电流”的故障信息。外观检查CDC22空压机接触器指示杆在闭合位，其他5组接触器指示杆在释放位。打开CDC22接触器灭弧罩，发现该接触器U相触头粘连在一起，用螺丝刀撬开接触器U相触头，机车故障现象消失。在文件中记录“辅助发电机输出相电流不平衡-负序电流”的故障信息，辅发检测电流有效值明显不平衡，C相电流偏高。

检查CDC22空压机接触器各接线牢固，无过热变色，紧固螺栓无松动，安装螺丝紧固状态良好，平弹垫齐全。检查过压吸收片无过热烧损，各接线紧固状态良好，测量风泵接触器线圈阻值正常，用微欧表测量风泵电机阻值符合要求。拆下CDC22空压机接触器，发现该接触器U相动触头与上部静触头存在粘连迹象，存在烧损迹象。

手动反复闭合接触器，发现U相动静触头不能密贴，存在1mm间隙。检查W相侧机械联锁机构与衔铁定位销安装良好，但U相侧机械联锁机构与衔铁定位销窜出。由于U相侧定位销窜出，在衔铁动作时联锁机构不能带动该侧的动触头密贴在静触头上。

原因分析：CDC22U相侧机械联锁机构与衔铁定位销窜出，在衔铁动作时联锁机构不能带动该侧的动触头密贴在静触头上，造成触头虚接，触头接触面在大电流通过时过热而烧结粘连。当接触器失电准备断开时，因粘连触头接触器不能断开，触头仍然连接机车辅发电路，C10检测机车辅发电流三相不平衡，机车保护性卸载。

3. 空压机接触器触头故障

2016年3月30日，吉林机务段HXN5型0481号机车，担当龙潭山-长春北间62670次货物列车牵引任务，列车在吉林北站3道准备开车时司机发现机车警铃报警，故

障信息提示牵引无效，进行大复位处理后故障现象没有消除，报告车站请求更换机车。

检查过程：机车入库后查询机车微机显示屏在故障时间记录有“辅助发电机输出相电流不平衡-负序电流”的故障信息，检查机车各辅助电机及接线无接磨、破损处所，打开空压机各接触器灭弧罩，发现A空压机高速接触器CDC12右侧5号主触头有烧蚀现象，进一步检查发现该动触头弹簧座向下窜动，接触器闭合时动触头无法与静触头紧密闭合。

对机车进行自负荷试验，发现当A空压机高速接触器CDC12闭合时，机车产生卸载同时警铃报警，辅助发电不发电，显示屏同时记录“辅助发电机输出相电流不平衡-负序电流”的故障信息，将动触头弹簧座恢复在正常位置后，再次反复进行试验，故障现象消失。

原因分析：结合机车检查、试验情况判断造成该机车牵引无效的原因是A空压机的高速接触器CDC12右侧5号主触头的动触头弹簧座向下窜动，在空压机高速接触器CDC12得电吸合时，弹簧座与灭弧罩先接触，造成5号动触头与静触头接触不上，空压机三相绕组中有一相绕组没有得电，微机检测到辅助发电机输出电流不平衡，自动停止辅助发电，造成机车牵引无效。

4. 空压机接触器弹片故障

2023年7月17日，吉林机务段HXN5型0483号机车担当棋盘站-烟筒山间43008次货物列车，列车运行至双河镇调车作业时司机发现机车辅助发电不发电，报告车站请求更换机车。

检查过程：机车入库后查询机车微机显示屏在故障时间记录频繁记录“04-0011辅助发电机输出相电流不平衡-负序电流”故障信息。机车进行第一次大复位机车再次记录“04-0011辅助发电机输出相电流不平衡-负序电流”故障信息。机车进行第二次大复位启机后依然记录“04-0011辅助发电机输出相电流不平衡-负序电流”故障信息，机车辅助发电不发电。

进行启机试验，启机后机车辅助发电正常，机车加载8档，机车各项数据显示正常。进行高速泵风试验，当风泵B启动时，机车警铃报警，机车记录“04-0011辅助发电机输出相电流不平衡-负序电流”的故障信息，机车故障现象重现。外观检查风泵B接触器两组高速接触器接线牢固，接触器无粘连迹象。打开灭弧罩，检查动、静主触头未粘连。发现CDC22接触器B相动触头脱落，动触头弹片折损。

原因分析：因为CDC22接触器触头弹片折损，导致

触头脱落,机车在泵风时C10检测出空压机输出电流不平衡,保护机车不发电。

5. 空压机接触器连线故障

2017年10月26日,吉林机务段HXN5型0496号机车,担当棋盘-敦化间87721次货物列车,因机车辅助发电故障处理无效后报告车站请求救援。

检查过程:机车入库后查询机车显示屏,在机车发生故障时提示有“04-0001辅助发电机输出相电流过流”、“04-0011辅助发电机输出相电流不平衡-负序电流”、“04-0064辅助发电机系统故障-蓄电池充电器还在工作”等故障信息。检查主发电机接线无松动、碳刷良好,滑环无烧损。检查机车A、B风泵接触器时,发现B泵空压机CDC21接触器在吸合位(应在断开位),该接触器的B组主触头2CEB号接线在线环根部烧断,拆下防护罩检查接触器内部状态,发现三组接触器触头粘连。用万用表测量接触器线圈阻值正常,无断路,测量接触器辅助触头常开、常闭触头接触良好。手动试验接触器机械部分无卡滞现象。

原因分析:通过机车检查情况判断造成机车辅助发电不发电的原因是由于B组风泵CDC21接触器接线烧损,造成B组空压机工作时,机车辅助发电机输出的三相负载产生负序电流,微机保护自动断开车辅助发电励磁,导致机车辅助发电不发电。

三、预防与解决

1. 机车入库整备时,加强对机车显示屏故障信息的查询,发现空压机接触器相关故障信息时要及时提票处理,对无法确定的故障要及时扣车并进行反馈。

2. 针对沙尔特宝空压机接触器2016年生产批次存在的质量问题情况,对段配属机车空压机接触器进行普查,2016年生产的接触器进行销号式更换。

3. C级修时做好对机车空压机各接触器、传感器及相关线路的检查,防止因接线松动、触头虚接、卡滞等原因造成空压机不工作;加强对接触器机械联锁机构各组件的检查,发现配合间隙过大时立即更换。

4. C级修空压机接触器触头状态检查标准,触头开距8~9.5mm,触头基座不小于2mm。主触头无裂纹、破损、变形、过热烧损,主触头上不得吸附铁性杂质,触头组件、各紧固件齐全。检查触头接触面有氧化或轻微烧损可用细挫打磨处理或更换触头组件。触头上不得有铁性杂质。触头银接触片厚度不小于1.4mm。

5. C级修对空压机接触器的测量时用万用表测量接

触器线圈阻值 20°C 时释放位 $13.5\sim 16.5\Omega$,闭合位为 $143.1\sim 174.9\Omega$ 之间,否则更换接触器。

6. 增加检修范围,在C3修时对弹片进行探伤,C4修时对弹片进行更新。一是使用渗透探伤的方法对弹片裂纹进行探伤。目前对60台机车的风泵接触器弹片进行探伤,发现裂纹115个。二是探伤后对每个触头弹片标记接触器及触指位置编号,便于摸索弹片是否存在固定位置的裂纹及使用寿命。三是由西安沙尔特宝有限公司提供弹片对吉林段配属的HXN5型机车的空压机接触器弹片全部进行更新。

四、故障处理方法

通过对多起机破、途中故障原因的分析及经验积累,针对空压机接触器故障总结的处理方法:

1. 当机车运行途中发现故障信息同时记录有“30-0088空压机 B CDC23 保持闭合;30-0087空压机 A CDC13 保持闭合”,进行全部重置处理。

2. 当机车因空压机接触器触头粘连,导致不发电时,将柴油机停机,取下接触器灭护罩(用一字螺丝刀按压紧固螺丝后逆时针方向旋转 90°)用螺丝刀撬开粘连接触器触头,确保主触头断开后,将接触器对应的风泵温度或压力传感器甩除。

3. 通过数据分析及入库检查发现机车故障信息中记录某一个空压机接触器保持打开或保持闭合时,通过接触器自测试查看接触器动作是否良好,用万用表测量风泵接触器线圈阻值 20°C 时释放位 $13.5\sim 16.5\Omega$,闭合位为 $143.1\sim 174.9\Omega$ 之间,微动开关 $200\text{m}\Omega$,接触器线圈、微动开关触指阻值不在规定范围内的更换接触器。

结束语

通过上述方法对机车空压机接触器故障进行排查以及日常检修维护,接触器故障现象得到有效控制,因空压机接触器故障发生机破的情况明显减少,效果显著,故障预防与处理方法行之有效。

参考文献

- [1] 杨秀刚. 高寒条件下HXN5型机车空压机排气超温问题的分析与改进[J]. 内燃机车, 2022(005): 000.
- [2] 胥猛. 针对HXN5机车空压机压缩机的高压故障研究[J]. 2021(2015-12): 120-120.
- [3] 冷洁枫, 王力锋, 周晓俊, 等. HXN5型内燃机车电阻制动故障分析研究[J]. 科学与财富, 2019, 000(019): 337.