

HXD₁C型机车轮对空转故障后果、原因分析及应对措施

田礼刚

(新疆哈密机务段技术科,新疆 839000)

摘要 HXD₁C型机车自2014年投入我段使用后的两年多时间内,机车空转情况频发,出现过在上坡道因大风天气轮对空转严重、列车无法继续运行而请求救援的情况。我段机车运行的线路固有条件并不恶劣,最大坡度为6‰,最小曲线半径为235m,严重空转均发生在风雨或风雪天气且列车运行在上坡道线路情况下,特别是在逆风情况下,整列车风阻较大,空转尤为明显。对铁路运输正常秩序造成了较大的影响。为有效扭转、最大限度降低空转导致的线上救援事故的发生,一是结合机车牵引特性制定科学正确的操纵方法,要求乘务员严格执行;二是反馈厂家对空转控制程序进行优化,实现空转的单台电机抑制。

关键词 电力机车 轮对空转 轴温高报警

1 问题的提出

HXD₁C型电力机车自2014年投入我段使用以来,以其大功率、接近免维护的牵引电机、状态较好、碎修故障较少等特点,深受机车乘务员及检修职工的欢迎。但在投入使用近两年多的时间内,机车轮对空转故障频发,并造成机车线上救援,给铁路安全运输秩序造成较大的影响。2014~2015年间机车线上运行过程中发生持续严重空转的情况共计17件,因空转导致的救援事故4件;上述故障严重影响了当时我局铁路的运输安全秩序,解决该问题刻不容缓。

2 故障原因分析

(1)异步电动机工作特性影响。机车牵引电机为三相交流异步电动机,因受变频变压控制,工作频率一定,则转速(对应机车速度)一定,其牵引特性曲线如上图(图1)所示。可直观看出,在恒功状态下,在机车启动时,转矩最大,在轮轨粘着系数保持不变的情况下,采用满功率牵引满吨位(兰新正线为重载,约5000吨)货物列车,如在天气及线路状态良好的情况下(理想状态),在平道启动(俗称:起车)时,通过缓慢加载,即可实现列车平稳启动。如在风雨、风雪或轨面有霜凝结的天气情况并在一定的上坡道前启动列车,为避免出现空转,需采取低手柄(即电机工作在低频率,电机转差率相对较小)同时向轨面撒砂的启动方式,方可实现机车不发生空

转。如在恶劣天气情况下,采用满功率(即电机工作在满频率,电机转差率相对最大)启动,即使撒砂,空转也一定会发生,并可能持续恶化,因为异步电动机的低频率工作,牵引电机较大的转差率在启动的时间段内始终存在。

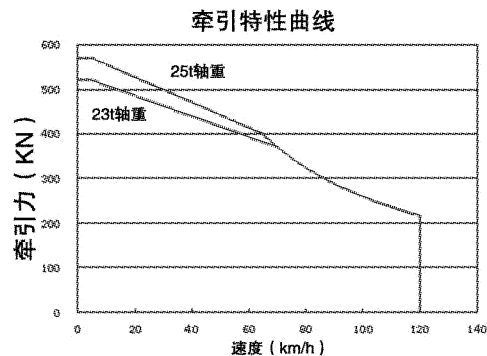


图1 牵引特性曲线

(2)控制程序设计不合理。HXD₁C型机车原有空转抑制的控制程序不够合理,是不利于空转抑制的客观因素,如出现轴重转移后持续空转,无法准确通过控制系统以改变转矩来抑制空转,空转会持续恶化。

(3)自然环境与天气方面的原因。我段配属机车运行区段所处的自然环境相对内地来说较恶劣,百里风区、小曲线半径的坡道、严寒、雨雪天气等因素,会直接导致空转出现。大风天气的影响,一方面是风阻相当于增加了牵引吨位,另一方面大风将导

致撒在轨面上的机砂易被大风吹散掉落,不利于空转控制;小曲线半径坡道的存在,直接会导致整列车较大的轮轨附加阻力出现,与坡道存在形成的整列车自重的垂向分力(即牵引反方向的力)叠加,在上坡牵引时易导致空转出现;新疆冬季 $-20\sim-30^{\circ}\text{C}$ 的严寒天气将会使轮轨微观重力变形的粘着面积减少,较大的牵引转矩易导致启动或上坡过程中的机车轮对发生空转,在夏季因温度高受轴重力作用轮轨之间的粘着面积会大大增加,空转不易发生;由于雨雪天气导致的空转原因较简单,不再赘述。

(4)人为操纵方面的原因。经多次对机车相关记录文件进行查阅,并利用监控文件对机车乘务员的操作情况进行对应综合分析,发现机车在上坡道并伴有风雨雪天气情况下运行时,手柄设定目标速度较高,且乘务员频繁动手柄。由于机车司机人为操纵水平及经验方面欠缺导致的空转情况发生较多。特别是重载货物列车在小曲线半径的长大上坡道上运行时,而且受大风雨雪不良天气的影响,在同样的地点、同样的天气情况下,大部分货物列车安全通过,个别车次的则请求救援,其原因就是机车司机存在驾驶年龄短、经验不足所导致的。通过机车音、视频及电车文件综合分析,机车出现空转前后,机车司机未设置合理的目标速度,而且来回动手柄,未能在合理设定速度值的前提下,保持手柄稳定,将导致不断变化的机车速度、电机转速、轮对转矩等反馈信号不断变化,受其影响,微机控制系统将不断地对上述若干控制环节发出调整指令,轮对空转将恶化,如此反复,恶性循环,最终持续的空转无法抑制而请求救援。

(5)机砂缺少导致的空转无法抑制。即使按标准将机砂配备充足,但由于以上月原因引起持续空转导致的持续撒砂,最终将定量储存的机砂吹撒完,机车牵引重载列车因轮轨粘着无法建立而导致在上坡道线路上速度降为零请求救援。

(6)牵引电机机体及轴承温度超温报警在轮对持续空转方面的原因。由于机车速度值设定过高,导致牵引电机定子绕组工作频率高,牵引电机转差率始终无法减小,铁心因涡流发热就越严重,从而导致电机机体与轴承温度同步升高。三相异步形式的牵引电动机,如牵引机车在重载、低速情况下工作,近似于异步电动机的堵转,也就是转差率较大,一是电机定子铁心在定子绕组大电流、高频率的作用下涡流严重,使机体升温严重,二是电机定子绕组在高频涡流作用下,鼠笼式转子绕组受电磁感应作用产

生交变电流的频率值也就高,直接导致转子铁芯受涡流作用温度上升较快,最终导致电机机体及轴承的超温报警故障。

3 采取措施

(1)将采用机控方式抑制空转的意见反馈至厂方,由厂方对程序进行升级。根据机车实际速度(电机转速)、牵引电机转矩、工作电压电流、工作频率等数据来,对单台电机进行单独控制,控制系统按程序设定及时按比例降单台电机的电功率,即控制轮周牵引转矩,以减少轮对转矩过大导致的空转及持续空转发生。

(2)根据操纵经验丰富的机车司机操纵经验,制定乘务员在恶劣天气情况下的防空转机车操纵方法,在出现空转时,根据机车运行速度,合理设定机车速度目标值,在机车实际速度未接近设定速度值时,严禁来回动手柄,以防止机车控制程序紊乱而出现更为严重的空转;在机车位于坡道并处于曲线上启动时,需提前设定较低的目标速度值,并采取提前撒砂同时提手柄的方式启动列车,避免设置目标速度值过高导致启动转矩过大而导致的空转;在达到接近设定的目标速度时,再小数值地增加目标速度,以达到逐步加速并抑制空转的目的,也符合异步电动机的转矩特性。

(3)借助电力机车弓网检测棚检测设备,对轮对踏面磨耗状态的测量数据进行关注,对近限的轮对进行踏面镟削,确保轮对状态良好,有效去除轮对因空转而导致轮对出现的擦伤剥离的后果,以有效去除再次发生空转形成的其中一个条件。

(4)遇大风雨雪不良天气,列车运行到中转站时,如发现机砂不足,应及时添补机砂,以确保机车出现空转时,及时采取撒砂措施对空转予以抑制。

4 应用效果

(1)自2018年初厂家人员对机车控制程序优化升级后,加之段方从人为操纵方面采取措施进行控制,空转故障大幅降低。从机车文件分析,程序通过机车单条轮对的轮轨粘着的控制,抑制空转效果较明显,较前版程序同时对同台转向架三条轮对进行粘着控制的理念更为合理科学。

(2)自2016年5月份起,段制定下发针对机车轮对空转的具体操纵方法,要求机车司机严格执行后,机车空转情况大幅下降。2014年至2015年共发生严重空转情况17件,因空转导致的救援事故4

件;2016年6月至2018年6月,即便在大风雨雪天气,非人为操纵原因导致轮对发生持续严重空转(未请求救援)的情况(轮轨粘着状态被天气原因破坏严重)共计7次,而因机车持续空转(因缺机砂)导致的请求救援事故1件,采取的措施较为显著。

(3)自采用上述措施后,牵引电机机体及轴承超温报警而导致的自动降功故障亦大幅下降。2014年至2015年共发生牵引电机机体及轴承超温报警故障为84件;2016年至2018年共发生牵引电机机体及轴承温度超温报警故障仅为11件,对比来说效果明显,而且11件超温报警故障均是由于牵引电机通风道堵塞通风不良以及牵引行包快运专列而形成的轻载高速的客观原因导致的后果。

5 结束语

HXD1C型机车在运行过程中出现的空转故障,其造成的后果是多方面的,不论是机车制造与大修厂,还是使用机车的各机务段,造成的经济损失以及对社会的影响是巨大的,并严重影响了铁路运输正常的生产秩序,通过我单位采取科学有效的应对措施,空转故障得到了有效控制,为保证铁路运输生产的正常秩序、广大旅客正常出行做出了应有的贡献。

参考文献

- [1]交流电传动机车中国铁道出版社.
- [2]HXD1C型电力机车总体介绍.中国铁道出版社.