

运用检修

线路状况及牵引吨位对HXD1C型
电力机车运用影响分析

封 宇

(重庆机务段 技术科, 重庆 400052)

摘 要:对HXD1C型电力机车因为初期定吨时缺乏充分计算和试验数据导致牵引吨位偏高,多次在途坡停导致机破的问题,通过计算和试验数据验证了载重吨位对机车运用的影响,并阐述了原因,提出了合理化建议。

关键词:HXD1C型电力机车;粘着系数;牵引吨位;线路条件;坡停;机破

中图分类号:U269.6

文献标识码:B

文章编号:1000-128X(2011)04-0077-03

HXD1C型电力机车自2009年10月12日在重庆机务段投入运营以来,已持续运行1年多时间。从目前来看,机车的牵引能力基本满足该区段的运营要求,能够在西南山区单机牵引约3 500 t 的货物稳定运行。但是,该型机车在运营中仍然因为坡停导致若干次救援。仔细分析机破原因,基本可以确定线路条件较差及牵引吨位过大是导致机车坡停机破的主要因素。

1 线路条件对机车运用的影响

根据机车粘着控制理论,机车可发挥的最大牵引力取决于轮轨粘着系数和轴重。在同样的轴重下,轮轨间粘着系数直接决定机车可发挥的最大牵引力。

轮轨间粘着系数取决于与轨面状态和线路曲线半径(本文主要分析轨面状态对机车运用的影响),其中轨面状态受雨、雪等天气影响变差导致粘着系数大大降低是机车空转、坡停机破等故障的主要原因。为保证HXD1C型机车充分利用不同线路条件下的粘着系数,机车装备了粘着利用控制装置。现有应用结果和测试数据表明,粘着利用控制装置保证了机车在良好的线路条件下能够完全发挥机车设定牵引力;在线路条件恶化时及时卸载,快速恢复粘着;在不产生严重空转的同时持续、平稳地调节实际牵引力;在粘着条件改善时能使实际牵引力迅速跟随设定牵引力。

然而,由于粘着利用控制装置只能利用却无法改变粘着系数,因此在雨、雪天气时,就会出现轨面状态变差导致粘着系数下降而引起最大可利用粘着牵引力低于实际所需牵引力的情况。于是出现了重载的HXD1C型机车在翻越襄樊—安康—达州之间的长大坡

道时,机车运行速度不断下降,最后坡停无法启动的现象。

根据铁道部统计,2010年1月—5月HXD1C机车发生机破58件。如果按线路来分,襄渝线发生机破43件,占74.1%,其中安康机务段管内线路发生机破24件,占襄渝线的55.8%(占全路的41.4%),而发生在麻柳至巴山区段的有17起,占安康机务段管内线路的70.8%。因此,解决安康段特别是麻柳至巴山区段的故障多发问题将是重中之重。

2 牵引吨位对机车运用的影响

牵引吨位直接决定了机车持续运行所需的牵引力。然而,前面的分析表明,轨面状态较差时,机车最大可利用粘着牵引力受到影响。当机车最大可利用粘着牵引力小于机车载重爬坡时所需牵引力时,必然会发生机破。

根据列车牵引计算规程(TB/T 1407—1998),机车启动单位基本阻力取5 N/kN,货车启动单位基本阻力取3.5 N/kN,对2009年HXD1C型机车的几次坡停启动结果进行汇总,见表1(启动阻力未考虑曲线和隧道附加阻力,机车设计最大启动牵引力570 kN)。

表 1 HXD1C型机车的坡停启动试验结果汇总表

机车重量/t	货车重量/t	坡度值/(%)	启动阻力/kN	备 注	启动所需粘着系数
150	3 990	12.7	641	11月20日,86号车,株洲至怀化,坡起失败	0.436
150	3 990	11	574	11月20日,86号车,株洲至怀化,坡起成功	0.391
150	3 990	10	535	11月20日,86号车,株洲至怀化,坡起成功;怀化至株洲,带弯道,坡起失败	0.364
150	3 627	11	523	11月21日,64号车,安康至达州间麻柳站大巴山隧道内,机破	0.356
150	3 600	10	484	11月22日,63号车,安康至达州间麻柳站大巴山隧道内,机破	0.329
150	4 500	7	470	向塘机务段HXD1B牵引定数,最大坡道6‰~8‰	0.320
150	3 500	12	539		0.367
150	3 000	12	463		0.315

目前HXD1C型机车的牵引吨位是在轨面状态良好、供电网压正常等理想条件下设计的,同机车实际运行条件存在差别。因此,HXD1C型机车出现了襄樊—安康间因为雨天的坡停,安康—达州之间因为网压过高的坡停。

根据对安康机务段机车运用情况的了解,HXD1C型机车与其他车型对比主要运用情况如下:

HX3双机重联,牵引吨位5 000 t,最大5 200 t;

收稿日期:2011-01-13;收修改稿日期:2011-05-18

HXd3单机运行,牵引吨位2 600 t (单机3 500 t 还在试验中);

SS3B 双机重联,牵引吨位4 000 t ;

HXd1C单机运行,牵引定数3 500 t ,最大3 800 t 。

襄渝线线路全长897 km,共有桥梁716座,隧道405座,桥隧总长占线路总长的45%,长大坡度12.7‰~10‰。

HXd1B单机运行,牵引吨位4 500 t ,向塘机务段线路条件最大坡道6‰~8‰。

3 牵引力计算

根据铁道部的要求,襄渝线牵引定数为3 800 t ,并且考虑麻柳至巴山区段多为曲线(R 取平均值700 m),列车启动理论坡度为:

$$i_q < (F_q \times 10^3 / g - P\omega'_q - G\omega''_q) / (P + G) - \omega_r \approx 10\text{‰}$$

式中:

P, G —— 分别为机车计算重量和牵引重量;

F_q —— 机车启动牵引力,取570 kN;

i_q —— 启动点计算坡度;

ω'_q —— 机车启动单位基本阻力,取5 N/kN;

ω''_q —— 车辆启动单位基本阻力,取3.5 N/kN;

ω_r —— 曲线附加单位阻力, $\omega_r = 600 / R = 0.86$ 。

另外,麻柳至巴山区段多为隧道,以上计算中没有考虑隧道附加空气阻力。并且机车启动牵引力取570 kN,其计算粘着系数为0.387,实际在麻柳至巴山段为山区,轨道上常有露水,隧道中常有冷凝水,粘着受到极大影响。

由于机车最大牵引力的发挥受轮轨粘着条件的限制,从长大坡道的坡停启动的角度上说,机车的牵引力应留有裕量,一般考虑切除1台牵引电机时也能启动。因此,机车牵引吨位为:

$$G < [F_q \times 10^3 / g - P(\omega'_q + i_q + \omega_r)] / (\omega''_q + i_q + \omega_r) \approx 3\,000\text{ t}$$

(式中 i_q 取11‰)

为了避免降低牵引电机的使用寿命以及盛夏时大批量机破的出现,机车在麻柳至巴山区段长期运行速度应大于机车持续速度(65 km/h),因此,机车的牵引吨位为:

$$G < [F_0 \times 10^3 / g - P(\omega'_0 + i_0)] / (\omega''_0 + i_0) \approx 3\,000\text{ t}$$

式中:

F_0 —— 机车牵引力,取400 kN (持续点65 km/h);

ω'_0 —— 机车单位基本阻力,

$$\omega'_0 = 0.93 + 0.0053v + 0.000248v^2 \text{ N/kN};$$

ω''_0 —— 车辆单位基本阻力,

$$\omega''_0 = 0.92 + 0.0048v + 0.000125v^2 \text{ N/kN};$$

i_0 —— 启动点计算坡道,取11‰。

综上所述,机车牵引3 800 t 在麻柳至巴山区段只能依靠惯性闯坡,一旦停车就可能造成列车机破。

4 HXd1C 型机车典型运用工况分析

2010年5月20日,技术人员添乘HXd1C型6007#机车从安康至万源,牵引吨位为3 722 t,气象条件为晴,环境温度约为16℃,机车运行状态良好,途中未发生任何故障。机车通过毛坝关站后牵引手柄一直放在最大位(过分相时除外),到达麻柳站时,机车速度为71 km/h,牵引电机温度最高为138℃,过第一个分相区后速度降为56 km/h,过第二个分相区后速度降为37 km/h,后一段路机车速度加至55 km/h,过第三个分相区后速度降为39 km/h,至巴山站时速度为55 km/h,牵引电机温度最高为189℃(具体如图1所示),麻柳至巴山区段平均速度约为52 km/h。

电机1温度	167℃	167℃	电机4温度
电机2温度	168℃	173℃	电机5温度
电机3温度	152℃	169℃	电机6温度
主变流器1冷却水温度	23℃	23℃	主变流器2冷却水
主变流器1柜体温度	95℃	95℃	主变流器2柜体温度
主变流器1冷却油温度	37℃	37℃	主变流器2冷却油
主变流器1冷却水压力	2.69bar	2.40bar	主变流器2冷却水
油流1状态	正常	正常	油流2状态
主变流器1中间直流电压	1843V	1856V	主变流器2中间直

图 1 HXd1C 机车 IDU 装置显示温度界面

根据安康机务段的反映,机车从麻柳站至巴山站牵引3 800 t 时平均速度一般为30~50 km/h,最低速度可能只有10 km/h,而牵引电机最高温度一般为180~200℃,牵引电机温度上升达到40~70℃,图2为安康机务段的记录。

HXD1C机车温度变化情况登记卡(下行)														
日期: 2017.9.12 机车: 16066 车次: 10177 编组: 2733 吨 27 轴数 8 换头 司机: 彭洋														
查询处所	填写时间	环境温度	牵引电机温度						主变流器冷却水温度		主变流器柜体温度		主变流器油温	
			1	2	3	4	5	6	1	2	1	2	1	2
万源站	10:20		21	22	21	20	23	20	24	24	25	25	29	26
高滩站	12:46		79	77	77	73	78	75	24	24	29	30	31	30
麻柳站内	13:56		130	127	129	124	130	125	24	24	32	32	36	36
松柳坪分相后	15:09		171	165	168	156	168	161	25	25	35	35	39	38
巴山站内	15:24		188	183	184	161	184	177	25	24	35	36	39	38
巴山坡顶试闸前	15:28		193	187	187	170	187	179	21	21	36	36	38	37
官渡站内	15:57		142	138	137	126	140	130	25	25	36	37	36	35
万源站内	16:05		129	126	125	115	129	122	27	27	37	37	34	32
新市站	16:18		113	111	110	102	115	108	25	25	36	36	33	31
新市坡顶试闸前	16:40		77	77	74	70	77	72	24	24	34	34	35	31
达州站	16:53		67	67	65	60	68	64	26	25	33	34	32	30

图 2 安康机务段 HXd1C 机车温度变化情况记录

根据收集、整理的数,机车从麻柳站至巴山站牵引3 800 t 时,最低速度达到22 km/h,牵引电机温度达到210℃,具体如图3所示。

根据分析,机车在麻柳至巴山区段牵引3 800 t 运行时,长期运行在牵引包络线上,并且速度低于机车

的持续速度65 km/h,致使牵引电机长期大电流、小功率、超负荷运用,因此牵引电机温度上升较快并且已经接近电机温度保护点(牵引电机温度设定为220℃降功率,230℃封锁牵引)。

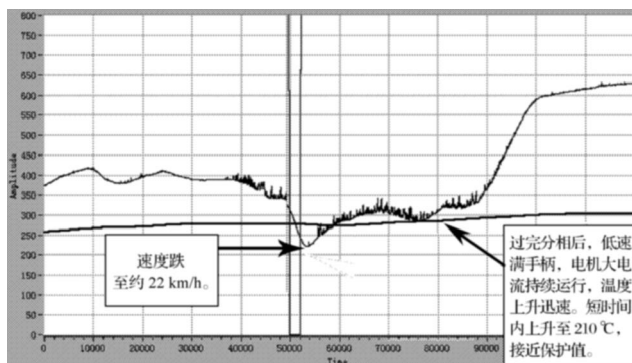


图3 HXD1C 机车控制系统数据记录界面

考虑到夏日环境温度40℃时,机车在麻柳至巴山

区段运行时牵引电机的温度将可能超过230℃牵引封锁而造成大批量机车机破。并且,牵引电机长期处于大电流、小功率、超负荷状态下也将降低牵引电机的使用寿命。

5 分析结论及建议

根据以上对影响HXD1C型机车牵引性能的几个关键因素的分析认为,虽然HXD1C机车同直流机车相比,单个电机功率从800 kW增加到了1 200 kW,轴重增加8%左右(23 t→25 t),但HXD1C机车的牵引能力只是在晴天比直流机车有优势,而在雨天没有功率大的优势,只有轴重大的优势。因此,应该按照雨天等轮轨粘着条件不佳时的情况来设计机车的牵引吨位,机车的牵引力应留有裕量。根据对HXD1C机车的设计参数及西南地区路线状况的分析, HXD1C机车单机牵引吨位不应超过3 000 t,双机重联则不应超过5 000 t。