

运用检修

“和谐”型货运电力机车 加装列车供电电源的探讨

何成才

(武汉铁路职业技术学院, 湖北 武汉 430205)

摘 要:阐述了“和谐”型货运电力机车加装列车供电电源的必要性,并以HXD3型货运电力机车为例,提出了加装列车供电电源的改造方案,对改造后牵引旅客列车的运行性能进行了简单分析和计算。

关键词:“和谐”型货运电力机车;列车供电电源;整流器;运行分析

中图分类号:U264.5*6;U260.6 文献标识码:B

文章编号:1000-128X(2012)04-0080-02

自2007年首台和谐型大功率电力机车投入使用以来,“和谐”型电力机车的主力机型地位日益显现,截至2012年1月,我国已有4 531台“和谐”型电力机车投入使用,覆盖了主要繁忙干线和重点地区,形成了“四纵四横、干线贯通、两翼配套”的基本格局。但是,由于绝大多数“和谐”型电力机车设计为货运专用,没有装备旅客列车供电电源,给将其用于旅客列车机破救援带来不便,也不能牵引春运临客列车,所以,建议“和谐”型货运电力机车加装列车供电电源。

1 加装列车供电电源的必要性

1.1 满足春运临客牵引需要

春运是我国在农历春节前后发生的一种大规模的单向客流高潮的现象,给交通运输造成极大的压力,时间为春节前后共40天。在这40天里,铁路旅客运输量约为2.6亿人次,旅客运输流向集中,任务繁重。春节前客流主要集中在珠三角、长三角等经济发达地区,流向四川、湖北、河南等劳动力输出省份;春节后返程客流则以四川、湖北、河南等劳动力输出省份旅客为主,流向珠三角、长三角等经济发达地区。

为了完成好春运任务,铁道部每年都要从各铁路局集中调度备用客车投入到春运繁忙地区,春运繁忙地区大量增开临客列车,停开部分货物列车,客运机车十分紧张,货运机车需求减少而部分闲置备用。目前我国旅客列车采暖、照明等多为列车集中供电,而

春运繁忙地区正是我国常年客、货运繁忙地区,货运机车一般使用没有列车供电电源的“和谐”型电力机车,不能向客车供电。春运期间,铁道部从其他地区调度具有列车供电电源的客运机车支援春运繁忙地区,一方面加大了机车调度工作,影响了调出地区的运输生产;另一方面春运繁忙地区部分货运机车闲置备用,降低了机车运用效率,特别是机车乘务员不熟悉外借机车的性能,影响临客列车的安全性、正点率和旅客的乘坐舒适度。“和谐”型货运电力机车加装列车供电电源后,春运期间可直接投入临客牵引,减少机车调度工作量,提高机车运用效率,能确保临客列车的安全、正点和平稳运行。

1.2 满足旅客列车机破救援需要

旅客列车的安全、正点既关系到铁路运输企业的经济效益,又关系到铁路运输企业的社会效益。在客、货运繁忙地区,旅客列车机破临时停车时有发生,因为“和谐”型货运电力机车没有装备列车供电电源,不能牵引客车,只能等待装备有列车供电电源的客运机车救援,而客运机车从车库驶往救援地点路途较远,所需时间较长,容易引起旅客抱怨。“和谐”型货运电力机车加装列车供电电源后,可就近及时救援机破旅客列车,减少旅客列车临时停车时间。

2 “和谐”型货运电力机车概况

“和谐”型货运电力机车设计最高速度均为120 km/h,分别是株洲电力机车有限公司生产的HXD1、HXD1B和HXD1C型电力机车,大同电力机车有限责任公司生产的HXD2、HXD2B和HXD2C型电力机车,大连机车车辆有限公司和北京二七轨道交通装备有限责任公司生产的HXD3型电力机车,大连机车车辆有限公司生产的HXD3B型电力机车。其中,HXD1和HXD2型为轴功率1 200 kW的8轴电力机车,HXD3、HXD1C和HXD2C型为轴功率1 200 kW的6轴电力机车,HXD1B、HXD2B和HXD3B型为轴功率1 600 kW的6轴电力机车。这些机车主要配备在客、货运输繁忙干线和重点地区,具体配备见表1。另有大连机车车辆有限公司生产,加装了列车供电电源的客货两用HXD3C型电力机车480台。

3 加装列车供电电源改造方案

“和谐”型货运电力机车加装的列车供电电源可以从牵引变压器牵引绕组获取电源,需加装600 V整流器、冷却风机、控制电器和连接插座,敷设专用电缆。列车供电电源将机车600 V直流电送往客车车辆,一方面经客车逆变器逆变成三相交流电供客车空调、电开水炉、冰箱、电饭锅等电器使用;另一方面经充电机产生110 V直流电供车辆蓄电池充电和车内照明灯、电风扇等电器使用。

表1 “和谐”型货运电力机车配备表

铁路局或集团公司	HXd1	HXd1B	HXd1C	HXd2	HXd2B	HXd2C	HXd3	HXd3B	合计
沈阳	0	0	0	0	0	0	10	351	361
北京	0	0	0	0	161	0	189	149	499
太原	220	0	0	180	0	0	0	0	400
郑州	0	130	135	0	0	220	152	0	637
武汉	0	270	0	0	0	0	25	0	295
西安	0	0	0	0	0	0	290	0	290
济南	0	0	0	0	0	0	217	0	217
上海	0	0	0	0	200	0	147	0	347
南昌	0	100	185	0	0	0	10	0	295
广铁	0	0	167	0	0	0	0	0	167
成都	0	0	150	0	0	0	0	0	150
兰州	0	0	293	0	0	0	40	0	333
青藏	0	0	60	0	0	0	0	0	60
合计	220	500	990	180	361	220	1 080	500	4 051

3.1 电源

列车供电电源取自牵引变压器牵引绕组。“和谐”型货运电力机车均采用轴控方式，即从变压器牵引绕组、四象限整流器、逆变器到三相异步牵引电机均为独立供电。以6轴HXD3型电力机车为例，牵引变压器具有6组牵引绕组2U1、2V1、2U2、2V2、2U3、2V3、2U4、2V4、2U5、2V5、2U6、2V6，从这些绕组输出的交流电经整流逆变后分别向6台三相异步牵引电机供电。列车供电电源可以从变压器6组牵引绕组中取2组，如2U2、2V2、2U5、2V5。牵引客车时，切除牵引电机MM2和MM5，相应的变压器牵引绕组向列车供电电源供电，机车减少2台牵引电机的牵引力。变压器牵引绕组额定电压为1 450 V，可以改造变压器，从牵引绕组中间引出抽头，或在列车供电电源柜加装1台小型自耦变压器将电压从1 450 V降到860 V，分别向2台整流器供电，或将1 450 V降到320 V，供新型四象限整流器使用。

3.2 600 V整流器

600 V整流器可以采用传统相控整流电路或新型四象限整流电路。

方案1：600 V整流器采用传统的相控整流电路，如图1。在机车上加装2台600 V相控整流器，分别向2套相对独立的列车供电系统供电。主电路、辅助电路、控制电路和电子电路可参考SS₉型电力机车列车供电电源。对于970 V牵引绕组，控制柜要选用与电压电流相匹配

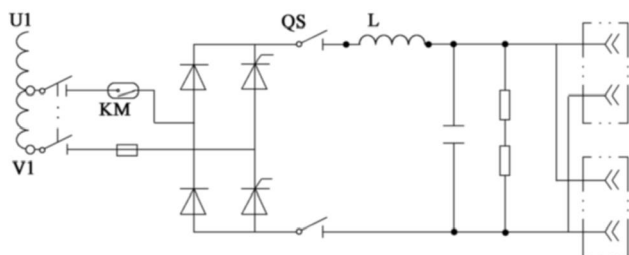


图1 相控整流电路原理图

的同步变压器、1 140 V交流接触器、1 000 V快速熔断器、4 000 V整流电子元器件。对于经过变压器改造的整流器交流侧输入电压调到860 V，可直接采用相控整流技术成熟、运行可靠的现成产品，改造成本较低。此改造方案具有可行性。

方案2：600 V整流器也可采用四象限整流电路，如图2。同样在机车上加装2台600 V四象限整流器，分别向2套相对独立的列车供电电源供电。主电路、辅助电路、控制电路和电子电路均可参考HXD3型电力机车牵引整流器电路。其特点是功率因数高，但控制技术相对复杂，国内目前还没有运用，需要实践考核。

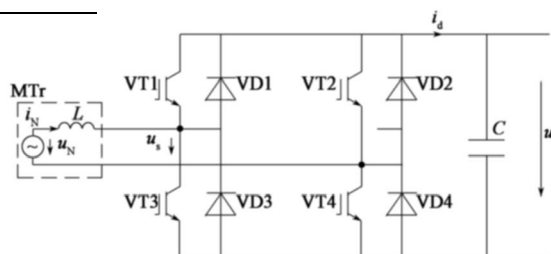


图2 四象限整流电路原理图

3.3 控制柜

列车供电电源控制柜内安装供电电源电子元器件、控制电器、保护电器、显示仪表及客、货运转转换开关，控制变压器牵引绕组的切换和600 V整流器的投用。转换开关置“货运”位，机车牵引电路保持现状不变；转换开关置“客运”位，牵引绕组从主变流器切换至600 V整流器，整流器向列车供电。

4 列车运行分析

加装列车供电电源后，牵引客车时，切除2台牵引电机，机车减少2台牵引电机的牵引力。以HXD3型电力机车为例分析如下。

HXD3型电力机车为6轴独立传动，牵引电机功率1 200 kW，机车总功率7 200 kW，恒功率速度范围为70~120 km/h。切除2台牵引电机后，机车功率为4 800 kW，在速度为120 km/h时，机车牵引力

$$F = \text{功率} / \text{速度} =$$

$$4800 \times 1000 \div (120 \times 1000 \div 3600) = 144\,000 \text{ N}$$

列车牵引18辆客车，牵引质量 $G=1\,000 \text{ t}$ ，机车质量 $P=138 \text{ t}$ ，由《列车牵引计算规程》查得机车车辆单位基本阻力 $w_0' \approx 7.57 \text{ N/kN}$ ， $w_0'' \approx 5.11 \text{ N/kN}$ ，取重力加速度 $g=10 \text{ m/s}^2$ ，列车运行基本阻力

$$W_0 = (Pw_0' + Gw_0'')g =$$

$$(138 \times 7.57 + 1000 \times 5.11) \times 10 = 61\,524 \text{ N}$$

(下转第90页)

轴承。新、旧轴承替代表见表2。新型号轴承材质采用100CrMo7贝氏体钢,旧型号轴箱轴承材质采用GCr15贝氏体钢。相比较而言,100CrMo7贝氏体钢的冲击韧性比GCr15马氏体钢提高了86%,比GCr15贝氏体钢提高了56%^[2]。采用新型材质的轴箱轴承较之前相比故障率大幅减少。

表2 新旧轴箱轴承替代表

旧型号	新型号
552732QT	NJ2232WB
552732QTY	NJ2232WBY
652732QT	NU2232WB
752732QTY	NUHJ2232WB
752732QTY1	NUHJ2232WBY1
752732QTY1	NUHJ2232WBY1

②铁道部运装机检[2000] 111号文规定,新造和大修后轴箱轴承的使用寿命为80万km或4年,宝鸡机车检修厂做大修及中修时,已严格按照文件要求执行,禁止轴箱轴承超期使用。

2) 改善轴箱后盖密封环节

为防止SS_{6B}轴箱轴承故障多发,宝鸡机车检修厂决定在原有橡胶圈密封基础上再增加2道密封(如图2)。2道密封槽内填充毛毡条,使轴箱后盖与防尘圈密贴,有效地阻止了沙尘的浸入。从2008年11月开始,西安铁路局SS_{6B}机车进厂中修,轴箱后盖都要按图2进行改造,现已改造17台车。

3) 严格执行轴箱组装工艺

①轴箱组装前,各部件必须清洗干净,逐个配件测量,填写《轴箱组装质量控制卡》。

②轴承润滑脂保存必须加盖密封,阻止水分和浮尘侵入。

③轴箱轴承组装时,认真检查轴箱体内部有无变形,凹坑或凸点。发现异常及时清除,使轴承顺利装入箱体内,禁止组装人员将轴承硬砸进去。

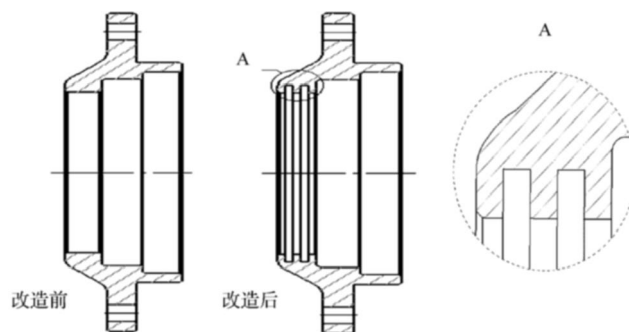


图2 轴箱后盖密封改造

4 结语

本文从3个方面分析了造成轴箱轴承故障的原因,并制定出相应的应对措施。2年的运用情况表明,以上应对措施取得了良好的效果,SS_{6B}轴箱轴承报警故障至今未发生一起。因此,认真执行上述铁标及组装工艺要求,对防止轴箱轴承故障具有积极的意义。

参考文献:

- [1] 刘友梅. 韶山6B型电力机车[M]. 北京:中国铁道出版社, 2003.
- [2] 刘仲铭, 岳利众. 机车轴箱轴承外圈故障多发的原因分析及应对措施[J]. 内燃机车, 2009(1).

(上接第81页)

由平衡方程 $(P+G) g i_j + W_0 = F$ 推出列车可以通过的加算坡道

$$i_j = (F - W_0) / (P + G) g = (144000 - 61524) / 10 (138 + 1000) = 7.25 \%$$

从计算结果可以看出,切除2台牵引电机后,HXD3型电力机车牵引1 000 t的旅客列车可以以120 km/h的速度顺利通过7.25‰的加算坡道,能够满足牵引旅客列车的需要。其他型号的“和谐”型货运电力机车改造后牵引功率都不小于HXD3型,完全能够胜任牵引旅客列车的任务。

5 结语

“和谐”型货运电力机车加装列车供电电源在技术上是可行的,加装后能够满足牵引旅客列车的需要。不同型号的“和谐”型货运电力机车加装列车供电电源方案会略有不同。如变压器牵引绕组电压高于1 350 V,可以像HXD3一样使用牵引绕组抽头向2台常规的600 V整流器供电或在供电柜加降压变压器供电;如变压器牵引绕组电压低于1 050 V,可使用牵引绕组直接向2台

600 V整流器供电。“和谐”型货运电力机车加装列车供电电源后,春运期间可直接投入临客牵引,减少机车调度工作,提高机车运用效率,提高临客列车的安全性、正点率和旅客乘坐舒适性;也可以直接救援机破旅客列车,减少机破旅客列车停车时间,提高铁路运输企业的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 申瑞源. 凝心聚力 创新进取 为铁路科学发展提供坚实动力保障——在全路机务工作会议上的讲话(摘要)[J]. 中国铁路, 2012(2).
- [2] 张曙光. HXD3型电力机车[M]. 北京:中国铁道出版社, 2009.
- [3] 张曙光. HXD2型电力机车[M]. 北京:中国铁道出版社, 2009.
- [4] 张曙光. HXD1型电力机车[M]. 北京:中国铁道出版社, 2009.
- [5] 余卫斌. 韶山9型电力机车[M]. 北京:中国铁道出版社, 2005.
- [6] 史富强, 张京一, 杨国荣. DC 600 V在铁路空调客车供电电源的应用[J]. 电子设计工程, 2009(5).
- [7] 郭世明. 电力电子技术[M]. 成都:西南交通大学出版社, 2002.