

# HX<sub>N</sub>3 型(过渡方案)高原内燃机车 在青藏铁路的运用

王 爽

(青藏铁路公司,青海 西宁 810006)

**摘要:** HX<sub>N</sub>3 型(过渡方案)高原内燃机车是在 HX<sub>N</sub>3 型机车主体框架结构和主参数不变的基础上,针对青藏铁路特殊的地理环境及运用条件,进行了高原适用性改进。阐述了机车的主要技术特点、机车性能、机车试验运用及技术提升等情况。

**关键词:** HX<sub>N</sub>3 型机车;高原改进;试验;运用;技术提升

中图分类号: U262      文献标识码: B      文章编号: 2095-5901(2016)11-0035-03

青藏铁路是世界上海拔最高、运营里程最长的高原冻土铁路,是“世界屋脊”上的天路,也是国家“一带一路”战略的重要支撑环节。“十一五”开通格拉段铁路,“十二五”开通拉日线,十年间青藏铁路成为青海、西藏两省区经济发展的大动脉。30台 HX<sub>N</sub>3 型(过渡方案)高原内燃机车于2014—2015年陆续配属青藏铁路公司,保证了拉日铁路的顺利开通,并对青藏铁路其他区段的运能改造和提升产生积极影响,无疑是青藏铁路运输发展的一大助力。由于是第一款国产交流传动内燃机车在青藏铁路批量运用,其技术特点、性能应用和提升以及对于发展西部铁路交通的积极意义都值得很好地总结、借鉴。

## 1 HX<sub>N</sub>3 型(过渡方案)高原机车的主要技术特点

### 1.1 机车技术构架

HX<sub>N</sub>3 型机车为双隔离式司机室、内走廊、车体整体承载、Co—Co 轴式的交流传动大功率内燃机车,装用 16V265H 型柴油机(排放满足 Tire 0、Tire 2)、架控交流传动系统、32 位 EM2000 微机网络系

统(国产型号 DLPUS)、CCBII 电控制动系统、半悬挂滚动抱轴驱动形式转向架。机车具备强大的网络控制和故障诊断、数据记录功能。风源系统使用 2 台螺杆式空气压缩机以及 2 个 600 L 总风缸,柴油机采用风起动,风源为 735 L 的第三风缸和辅助空压机。冷却系统为满足柴油机排放要求可配置 2 个风扇(Tire 0)或 3 个风扇(Tire 2)。空压机电机采用辅助逆变器控制,冷却风扇电机可用变极控制或辅助逆变器控制,其中 Tire 2 机车上两种辅机均为辅助逆变器驱动控制。该车柴油机装车功率 4 660 kW(6 250 马力),额定功率 4 400 kW(6 000 马力),轮周功率 3 700 kW,辅助功率仅占柴油机装车功率的 4.6%;起动牵引力 620 kN、持续牵引力 598 kN、电制最大制动力 375 kN(0~35.5 km/h),能够满足双机牵引 5 000 t,平直道上 120 km/h 运行的要求;使用雷达测速的稳定、可靠的架控变流系统保证了机车牵引力和制动力发挥以及黏着利用,三轴架控存在维持轮径一致的机理;具备双机、三机重联功能,三机重联时充分发挥三机功率,与牵引力或电阻制动力同样均匀分配且力总和上限相当于双机重联,以确保行车安全。

### 1.2 高原适应性改进

青藏铁路贯穿青海、西藏两省区,高海拔、空气稀薄、长大坡道、长隧道、多桥隧、多雷电、强紫外线是机车运用中的重要环境制约因素。多隧道、海拔变化大、温差大等因素,对内燃机车的运用更是一

收稿日期: 2016-09-05

作者简介: 王爽(1963—),男,河北丰润人,高级工程师。

种考验。

为适应青藏铁路的环境条件和运用需要,高原内燃机车方案是在 HXN3 型机车主体框架结构和主参数不变的基础上,针对高原地理环境及运用特殊条件,做了很多高原适应性改进,主要集中在柴油机功率限制、电机功率限制、电阻制动功率限制,柴油机油水冷却能力提升、电机冷却匹配,电气绝缘提升,电线电缆、橡胶件、油漆、玻璃等的抗紫外线能力提升,增加双管供风、制氧机和休息室等。每台机车单司机室操纵,为双侧贯通内走廊结构,非操纵端为司机休息生活区,两台机车非操纵端可相互重联,重联后可通过非操纵端实现互通。

针对高原工况,通过优化柴油机增压器转速、控制冷却水温度、采用气缸套减磨环和制定适应高原环境的功率输出控制曲线,机车网络、牵引控制系统进行了适应青藏铁路高海拔、长坡道的改进。

柴油机沿用 16V265H 型,排放等级为 Tier 0,柴油机的额定功率为 3 300 kW,海拔高度不超过 2 800 m、温度不超过 20℃ 时,功率不修正;海拔高度在 2 800 ~ 5 100 m 时,功率随海拔及温度的变化进行自动修正。海拔高度在 5 100 m、温度不超过 10℃ 时,功率 3 000 kW,制动电阻功率由 3 500 kW 修正为 3 200 kW,增压器转速降功限值改为 28 500 r/min。机车起动牵引力、持续牵引力、最大电制动力均保持不变,由于相关功率变化持续速度和电制恒制动力区间相应变化。根据机车功率等级变化对机车控制软件中涉及到的各手柄功率、电流保护值、油水温度保护值等做了相应优化设计。主辅发电机、牵引电动机以及其他辅助电机都在保证电磁性能不变的前提下对绝缘做了深入强化处理,同时其额定功率与机车功率匹配修正。控制电源 APC 功率在硬件保持不变的前提下做了扩容处理,以保证新增制氧机、休息间等的供电需求。经核算,原车两台 2 400 L/min 螺杆式空压机能够满足双机牵引 16 节客车需要,因而未做扩容,其他辅机如牵引通风机等都结合通风量需要进行了优化,以适应高海拔空气稀薄的环境,保证冷却能力和效果。配置 3 个冷却风扇,加装辅助油冷器,优化冷却系统能力,提升冷却效果。转向架增加接地装置。

为了适应运行区段高原缺氧的恶劣环境,为司乘人员创造良好的作业及生活环境,机车设置了乘务员制氧系统。制氧系统的作用是为机车乘务员提供最少 6 SLPM(标准升/min)(2 SLPM/面罩)的

90% 容积浓度的氧气。

### 1.3 机车性能

在青藏线格拉段担当客货牵引运用的主力车型为美国 GE 公司生产的 78 台 NJ2 型内燃机车。NJ2 型机车装用的是 7FDL-46AD1 型柴油机,装车功率 3 000 kW,功率随海拔高度可自动修正,NJ2 型机车与 HXN3 型过渡方案高原内燃机车的主要性能参数对比见表 1。

表 1 HXN3 过渡方案机车与 NJ2 型机车参数对比

机车型号	HXN3(高原)型	NJ2 型
主传动方式	交-直-交 架控	交-直-交 轴控
柴油机装车功率/kW	3 300	3 000
海拔 5 100 m 修正/kW	3 000	2 700
轮周功率/kW	2 670	2 560
起动牵引力/kN	620	534
持续牵引力/kN	598	427
持续速度/km·h <sup>-1</sup>	16.1	20.2
柴油机型号	16V265H	7FDL-46AD1
轴重/t	25	23
轮径/mm	1 050	1 050
最高运行速度/km·h <sup>-1</sup>	120	120
燃油箱可用容积/L	9 000	9 000

## 2 机车技术性能应用

### 2.1 机车试验

2014 年 7 月 20 日—21 日,HXN3 型 0301、0302 号内燃机车双机重联进行了青藏线格拉段下行方向、拉日线下行方向牵引运行试验。试验列车编组: HXN30301 + HXN30302 + SY997745 + 货车(23 辆) + 硬卧车 + 软卧车 + 餐车 + 硬卧车 + 发电车 + NJ20069 + NJ20066,牵引总重共计约 2 600 t。试验过程中,重点测试处于第 2 位的 HXN3 型 0302 号机车的各项参数。2014 年 7 月 25 日—27 日,在格尔木、不冻泉、纳赤台完成了 HXN3 型 0302 号机车柴油机功率、油耗、排放等试验,试验结果如表 2 所列。

昆仑山隧道长 1 686 m,下行起点里程为 K968 + 973,坡度为 14‰、13.4‰。试验列车通过昆仑山隧道的平均速度约 45 km/h,柴油机功率下降约 100 kW,柴油机水温升高约 7℃,柴油机油温升高约 5℃。从试验结果得知,随着海拔高度的增加,柴油机功率逐渐降低。在海拔高度约 4 200 m 时柴油机功率受增压器转速限值(28 500 r/min)而开始下降(额定功率 3 300 kW),唐古拉站(海拔 5 067 m)下降到 2 950 kW(约 10.6%),增压器转速保持

在设定限值28 500 r/min左右。涡轮前排气温度最高约 635℃。在羊八林—羊八井间(海拔高度4 570 ~4 330 m)连续 20‰的长大下坡道上(距离约 13 km) ,被试机车采用满挡位电阻制动与空气制动配合调节 ,列车速度基本维持在 75 ~65 km/h ,电阻制动电功率3 160 ~3 180 kW。拉日线海拔高度最高约4 000 m ,没有格拉段高 ,重点是达嘎山隧道和

盆因拉隧道 ,合计长度约 17.6 km。HXN3 型 0302 号机车在拉日线全程运行过程中 ,柴油机功率未见下降。在通过达嘎山隧道和盆因拉隧道时 ,列车平均速度约 70 km/h ,增压器转速最高达 28 400 r/min ,涡轮前排气温度最高 610℃ ,柴油机水温升高约 9℃ ,柴油机油温升高约 8℃ ,能够满足现场运用要求。

表 2 HXN3 型 0302 号机车试验数据

试验地点	挡位	环境温度 /℃	柴油机 进水温度 /℃	柴油机 进油温度 /℃	涡轮前 温度 /℃	柴油机 转速 /r·min <sup>-1</sup>	增压器 转速 /r·min <sup>-1</sup>	柴油机 功率 /kW	辅发 总功率 /kW	制动电阻 功率 /kW
格尔木 720.22 hPa	8	21.5	79.7	83.9	572	1 000	26 405	3 284	183	3 002
2 800 m	8	29.2	89.7	92.9	600	1 000	26 713	3 288	181	3 006
不冻泉 586.2 hPa	8	13.1	84.3	88.0	583	1 000	28 454	3 129	157	2 880
4 600 m										
纳赤台 660.4 hPa	8	21.6	84.5	88.3	586	1 000	27 585	3 271	166	3 006
3 575 m	8	26.5	90.3	93.6	600	1 000	27 962	3 276	166	3 008

2.2 机车运用

青藏公司现配属 HXN3 型(过渡方案)高原内燃机车 30 台 ,主要承担拉日线客货列车牵引、格敦线(青藏公司管内临时开通线路)及哈木支线货物列车牵引。其中拉日线 2 对旅客列车、2 对货物列车 ,图定使用机车 10 台;格敦线 4 对货物列车 ,图定使用机车 8 台;哈木支线 5 对货物列车 ,图定使用机车 8 台;以上合计 26 台 ,日常检备 4 台。

(1) 拉日线(新开通线路)

拉日线东起青藏线拉萨站(不含) ,西至日喀则西站(含) ,正线全长 252.527 km。单线 ,非电气化。限制坡度 12.5‰ ,线路允许速度 120 km/h ,最小曲线半径 800 m ,到发线有效长 650 m。线路起伏变化较大 ,平均海拔3 730 m ,且长大隧道较多 ,在茶巴拉至当古间总长 114.5 km 线路上共有 14 座全长约 59.7 km 隧道。

双 HXN3 型机车重联牵引旅客列车 16 辆 ,货物列车2 000 t ,允许普超至2 580 t。客机交路拉萨至日喀则间全长 247 km ,旅客列车单程运行 2.75 h ,技术速度 91.2 km/h ,旅行速度 89.5 km/h。货机交路拉萨西至日喀则西间全长 257 km ,货物列车单程图定运行 6.60 h ,技术速度 57.7 km/h ,旅行速度 44.4 km/h。

(2) 格敦线(新开通线路)

格敦线(青藏公司管内临时开通线路)南起青藏线饮马峡站(不含) ,北至马海站 ,正线全长

200.201 km。单线 ,电气化(临时开通期间暂不开通电气化设备 ,按内燃区段)。限制坡度 13.0‰ ,线路允许速度 120 km/h ,最小曲线半径1 600 m ,到发线有效长 880 m。线路起伏变化较大 ,平均海拔 3 160 m。

双 HXN3 型机车重联牵引货物列车4 000 t、允许普超至4 500 t。货机交路格尔木至马海、鱼卡间分别长 354 km 及 276 km(马海、鱼卡至饮马峡间牵引运行 ,格尔木至饮马峡间电气化区段开行单机或附挂运行) ,货物列车单程图定平均运行 6.85 h ,技术速度 57.1 km/h ,旅行速度 50.7 km/h。

(3) 哈木支线

哈木支线南起青藏线哈尔盖站(不含) ,北至木里站(含) ,全长 194.238 km。单线 ,非电气化。限制坡度 12.5‰ ,线路允许速度 80 km/h ,最小曲线半径 600 m ,到发线有效长 880 m。线路起伏变化较大 ,平均海拔3 650 m ,途经大通山隧道全长约 4.5 km。

双 HXN3 型机车重联牵引货物列车4 000 t、允许普超至4 500 t。货机交路哈尔盖至木里间全长 195 km ,货物列车单程图定运行 8.74 h ,技术速度 53.5 km/h ,旅行速度 51.1 km/h。

通过上述区段的运用 ,HXN3 型(过渡方案)高原内燃机车在各区段功率发挥正常 ,高原适应性改造基本满足青藏线客货列车牵引需求。

【下转第 40 页】

## 2 整改措施

通过以上分析,进气滤芯着火的直接原因是柴油机排气总管波纹管内衬套损坏,因此对波纹管进行了材料改进,提高耐高温性能。目前已经更换了所有机车的排气总管波纹管。到目前为止已经运行了约半年时间,没有再次发生机车空滤器着火事故。

## 3 持续优化建议

针对机车进气系统的火灾事故,虽然实施了上述改进措施,并且起到了效果,但是,柴油机内部进气系统结构没有改进,当增压器由于其他原因损坏时,仍然存在发生火灾的可能性。因此,应持续对柴油机内部结构和机车进气系统结构进行以下优化改进,彻底杜绝进气系统火灾事故。

(1) 中冷器第3#和第4#进气口布置方式(见图4)存在设计缺陷,容易造成高温增压空气在此聚集,形成内部阻力,与其他两个进口的压力存在差异。建议改进中冷器进气口的布置方式,将4个进气口分离开,防止因为增压器损坏时,造成空气反窜,进入空滤器,引发纸滤器火灾。

(2) 纸质空滤器起火燃烧的根本原因是进气系统产生内部循环高温空气经过了纸质滤清器,所以,应避免高温空气经过纸质滤清器。建议在空滤器与增压器之间设置集气箱,如图5所示。当发生

内部循环时,循环路径变为:增压器→中冷器→增压器→集气箱→增压器。可以避免高温增压空气进入纸质空滤器。

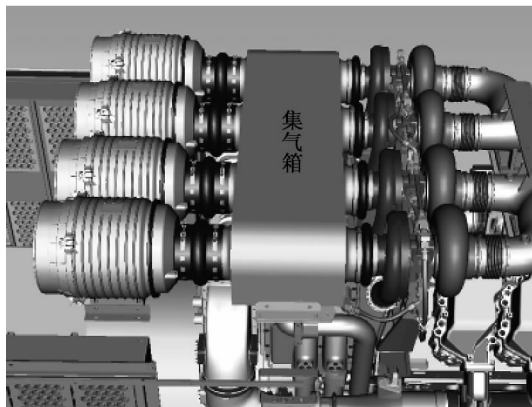


图5 空滤器与增压器之间设置集气箱

(3) 增压器进气温度传感器只有1个,布置在1#增压器进气管上,而2#、3#、4#增压器进气温度没有监控和保护。从目前的火灾现象可以看出,柴油机第3个和第4个增压器进气滤芯着火前应该达到了230℃,温度高于柴油机进气温度停机限制值100℃,但是第1个增压器进气温度却没有达到报警值80℃,因此柴油机没有及时做出判断,导致第3个和第4个增压器的进气温度继续升高,最终将空滤器引燃。因此建议将每个增压器前的进气管上均设置温度传感器,当任意一个增压器的进气出现故障时,均能做出正确的、及时的动作保护柴油机和机车不受损坏。

【上接第37页】

## 3 技术提升

由于HXN3型(过渡方案)高原内燃机车首次高原地区运用,自正式投入运用以来也暴露出一些技术质量问题以及高原环境适应性问题,如昼夜温差大带来的水暖气漏水问题,空气稀薄带来的空压机电流低保护等问题。这些问题的暴露也是产品质量提升、技术创新过程中会经历或面临的课题,对全面了解青藏铁路运用环境,了解机车运用特点和维护要求都有很大好处。针对这些问题及时反馈了大连机车车辆有限公司进行有效的改进及技术提升,使机车能够发挥出更好的性能。

## 4 结语

“十三五”期间,国家将会继续扩大铁路的建设,尤其是西部铁路的投资。西部地区多属于高原、高风沙、高寒地带,这对国产机车的制造及技术水平提出了更苛刻的要求。随着30台HXN3型(过渡方案)高原内燃机车的投入运用与维护,能够为后续国产高原机车的制造及运用奠定坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] 张思庆. HXN3型重载内燃机车产品设计平台的建立[J]. 内燃机车, 2011(7).
- [2] 李海燕. 青藏铁路用机车热工性能试验方法的探讨[J]. 铁道机车车辆, 2002(4).

nally, the effective heat insulation scheme applied to high-cold environment was achieved.

**Key words:** high-cold EMU; heat insulation material; heat transfer coefficient K

#### **The application of HX<sub>N3</sub> (transitional scheme) plateau diesel locomotive on Qinghai-Tibet Railway**

WANG Shi

(Qinghai-Tibet Railway Company, Xining 810006, China)

**Abstract:** Aiming at the particular geographical environment and application conditions of Qinghai-Tibet Railway, HX<sub>N3</sub> (transitional scheme) plateau diesel locomotive is improved for plateau adaptability on the basis of the main body frame and main parameters of HX<sub>N3</sub> locomotive. The paper elaborates the main technical features, performance, test and technical improvement of the locomotive.

**Key words:** HX<sub>N3</sub> locomotive; improvement for plateau; test; application; technical upgrading

#### **Analysis of fire accident in a certain type locomotive diesel engine air filter**

XU Hua, MU Jun-yan

(CRRC Ziyang Locomotive Co., Ltd., Ziyang 641301, China)

**Abstract:** According to fire accident in a certain type locomotive diesel engine air filter, the paper analyzes the principle, structure and material of the air inlet system of the diesel engine, seeks fire cause, adopts rectification measures and puts forward the suggestions for potential hidden trouble.

**Key words:** diesel engine; air filter; fire; analysis

#### **Auxiliary speed inspection method of CKD<sub>0A</sub> diesel locomotive**

LV Shi-wei, LI Zhe

(Technical Development Department of CRRC Dalian Locomotive and Rolling Stock Co., Ltd.,

Dalian 116022, China)

**Abstract:** The paper introduces the speed calculation method of CKD<sub>0A</sub> diesel locomotive through the traction motor speed. This auxiliary inspection method can help driver judge the fault and guarantee locomotive run normally.

**Key words:** CKD<sub>0A</sub> locomotive; locomotive speed; traction motor speed

#### **Development of the comprehensive inspection vehicle for railway heavy freight**

TANG Lei, YUAN Qi-gang,

WANG Yong-tao, ZHANG Xin-ying

(CRRC Luoyang Locomotive Co., Ltd., Luoyang 471002, China)

**Abstract:** The paper introduces a comprehensive inspection train for heavy freight. The theoretical analysis, running test results and online route inspection effect show that the vehicle has excellent dynamic performance and its inspection level can meet the highest standards of railway heavy freight in the world.

**Key words:** heavy freight; comprehensive inspection; safety; inspection system

#### **Design of portable loopback test device for urban rail vehicle**

XIANG Yu-hang<sup>1</sup>, RUAN Yuan<sup>2</sup>

(1. Urban Rail Technology Development Department of CRRC Dalian Locomotive and Rolling Stock Co., Ltd., Dalian 116022, China; 2. Vehicle Branch of Dalian Metro Operation Co., Ltd., Dalian 116031, China)

**Abstract:** The paper introduces the loopback method and principle of urban rail vehicle, the scheme and disadvantage of the traditional loopback test. Through the system analysis, a portable loopback test device is designed, air circuit principle and test method are elaborated in detail and loopback test scheme is optimized, which improves work efficiency.

**Key words:** urban rail vehicle; loopback; test



知网查重限时 7折 最高可优惠 120元

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: [http://www.paperyy.com/reduce\\_repetition](http://www.paperyy.com/reduce_repetition)

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>

---