

研
究
开
发

出口白俄罗斯宽轨电力机车 转向架轮对驱动系统

徐艳晖

(中国北车集团大同电力机车有限责任公司 技术中心, 山西 大同 037038)



作者简介: 徐艳晖(1984-), 男, 工程师, 从事电力机车轮对及驱动系统的研发工作。

摘 要: 为了满足白俄罗斯铁路的运用和标准要求, 借鉴我国现有机车成熟的转向架技术, 基于白俄罗斯标准及欧洲标准要求, 对出口白俄罗斯的中白货运1型宽轨电力机车转向架轮对驱动系统进行了设计研发。通过运行考核表明: 该车的牵引性能优越, 完全满足白俄罗斯设计要求。

关键词: 宽轨机车; 轮对驱动系统; 设计研发; 结构; 标准; 白俄罗斯铁路

中图分类号: U260.331 文献标识码: A 文章编号: 1000-128X(2013)05-0049-04

Bogie Wheel-set Drive System of Broad-gauge Electric Locomotive Exported to White Russia

XUYan-hui

(CNR Datong Electric Locomotive Co., Ltd., Datong, Shanxi 037038, China)

Abstract: To meet the operation requirement and standard of Byelorussia railway, and referred to domestic existing mature locomotive bogie technology, wheel-set drive system for China-Byelorussia I broad-gauge locomotive exported to White Russia was designed and developed. The test operation showed that the designs satisfied the requirements of White Russia railway certification with excellent performance.

Key words: broad-gauge locomotive; wheel-set drive system; design and develop; structure; standard; White Russia railway

0 引言

2010年3月中国北车集团大同电力机车有限责任公司与白俄罗斯正式签署大功率交流传动货运电力机车出口项目, 该项目名称为“中白货运1型大功率交流传动货运电力机车”。由于白俄罗斯的铁路轨道标准为1 520 mm宽轨, 且机车相关零部件标准与中国不一致, 因此在该机车转向架设计中, 借鉴了我国成熟的转向架技术, 结合相关白俄罗斯标准、欧洲标准以及外方提供的技术参数, 对机车转向架轮对驱动单元进行了设计开发。

1 主要技术参数

主要技术参数如下:

轨距	1 520 mm
轴重	25 t
最大运营速度	120 km/h
轮径	1 250 mm(新)/1 150 mm(磨耗)

轮对内侧距	1 440 ± 1 mm
牵引电机悬挂方式	抱轴式半悬挂
传动方式	单边直齿
齿轮传动比	120/23
齿轮模数	8
压力角	20°
齿轮中心距	576 mm

2 结构、性能与特点

该机车转向架(见图1)有2组对称布置的轮对驱动

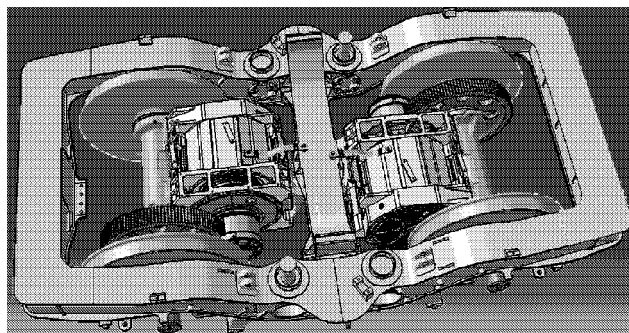


图1 机车转向架三维图

系统,每组轮对驱动系统由轮对和驱动单元组成。轮对主要由车轴、车轮、轴箱等组成。驱动单元主要由牵引电机组件、抱轴箱组件、从动齿轮、齿轮箱组件、电机悬挂及防落装置等组成。

为充分保证轮对驱动系统的安全性,在轴箱、抱轴箱轴承部位以及电机轴承处加装走行部故障监测装置,更好地保证了转向架运行的安全性。

2.1 轮对

轮对内侧距为 $1\,440 \pm 1\text{ mm}$,轴箱中心距为 $2\,201\text{ mm}$,车轮与车轴采用过盈装配,直径规格为 250H6/v6,过盈量为 $0.31\sim 0.37\text{ mm}$,符合 GOST 11018《机车车辆轮对供货技术条件—公差和组装》;齿轮与车轴采用过盈装配,直径规格为 254H6/v6,过盈量为 $0.35\sim 0.41\text{ mm}$ 。车轮、齿轮与车轴的压装符合 GOST 11018—2000 标准规定的压装方法。轮对上安装有注油孔,可以在退轮时通过该孔注高压油,高压油集中在车轮毂孔的油槽内,使车轴轮座与车轮毂孔之间形成稳定的润滑油膜,防止退轮时将车轮毂孔及车轴拉伤。

轮对装配技术参数依据白俄罗斯标准 GOST 9238—83《轨距为 $1\,520/1\,524\text{ mm}$ 的铁路限界》、GOST 11018—2000 及 GOST 9036—88 进行设计。

驱动轴组装满足 GOST 11018 规定的电阻试验要求,轮对电阻的测量值不超过 $0.01\ \Omega$ 。

2.1.1 车轴

车轴材料为符合 GOST 31334—2007《轨距为 $1\,520\text{ mm}$ 铁路运输工具轴体技术条件》标准的 A1N(A1 为材料牌号,N 表示正火处理)。

车轴设计符合 GOST 31334—2007《轨距为 $1\,520\text{ mm}$ 铁路运输工具轴体技术条件》、UIC 515-3《机车车辆转向架—驱动轴设计计算方法》和 EN 13104《铁路应用—轮对和转向架—动轴设计方法》标准要求。车轴轴颈、轮座、齿轮座、轴承座表面采用滚压强化处理,提高了接触表面的疲劳强度,同时在齿侧轮座与齿轮座之间、齿轮座与轴承座之间、非齿侧轮座与密封盖之间设计有卸荷槽,也可以提高过盈装配部位的抗微动疲劳强度。

经计算,车轴各截面计算应力小于标准规定的最大安全系数 1.5 时的许用应力,完全能够满足运用要求。

2.1.2 车轮

车轮材料为符合 GOST 10791《辗钢整体车轮技术规范》标准的 2 号钢。采用的进口整体辗钢车轮,与白俄罗斯钢轨有很好的匹配性能,适宜机车的重载运输。车轮踏面剥离倾向小,适宜与踏面制动方式匹配。由于采用踏面制动,簧下质量较轮盘制动方式小,有利于提高机车运行品质。

车轮设计符合 UIC 510-5《整体车轮技术认证规程》或 EN 13979-1《铁路应用—轮对和转向架—车轮—技术批准程序—第 1 部分:锻造车轮和轧制车轮》。对于辐板机加

工的车轮,如果辐板应力幅 $\Delta\sigma \leq 360\text{ MPa}$,则车轮在整个寿命期内辐板不会产生疲劳裂纹。经过计算,辐板与轮毂过渡处为最大应力处,最大应力幅值为 250 MPa ,并没有超过 360 MPa ,因此车轮在整个寿命期内辐板不会产生疲劳裂纹,车轮的疲劳强度完全能够满足机车重载需求。

车轮踏面外形依据白俄罗斯标准 GOST 9036—88《整轧车轮,结构和尺寸》进行设计。

2.1.3 轴箱组件

白俄罗斯机车轴箱与构架连接采用上下双拉杆结构。轴箱组装主要由轴箱体、整体免维护轴承、轴端压盖、前盖、后盖、橡胶密封圈等组成,如图 2 所示。

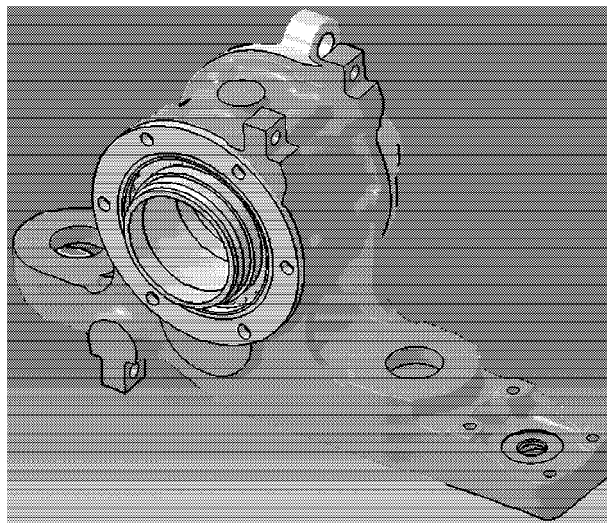


图 2 轴箱组装三维图

轴箱轴承采用的是整体免维护的自密封双列向心圆锥滚子轴承,轴承横动量为 $0.1\sim 0.4\text{ mm}$,适宜于机车在高速重载运用情况下的稳定运行。除了轴承组件带有密封装置外,前盖和后盖设计有 O 型橡胶密封圈,进一步确保了整个轴箱装配的密封性能,有效防止了雨水及灰尘的进入,进一步提高了轴承的运行品质。每个轮对上都装有轴箱端部接地装置,有效防止了轴承的电蚀,确保了轴承的安全可靠运行。

2.2 驱动单元

驱动单元设计采用一级直齿传动和抱轴式半悬挂结构,如图 3。

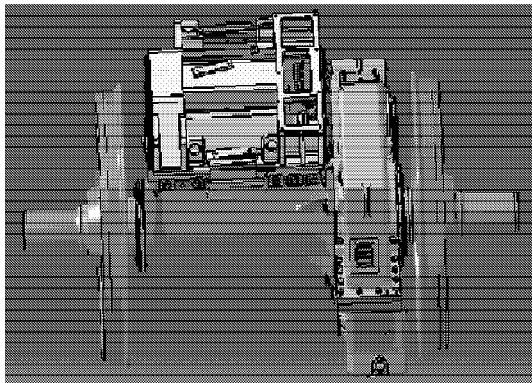


图 3 驱动单元组装三维图

抱轴箱通过2组圆锥滚子轴承支撑在车轴上。牵引电机与抱轴箱通过键和10条螺栓一起形成刚性连接。牵引电机另一侧通过一根带橡胶垫的吊杆弹性地悬挂在构架上。电机悬挂装置的吊杆一方面承受牵引电机的静动载荷,另一方面承受牵引或再生制动时电机转矩产生的力,同时在牵引电机工作过程中,橡胶垫可以衰减振动,实现安全可靠地吊挂电机并承受电机牵引转矩和再生制动转矩产生的力。当吊杆失效时,还有防落装置能防止驱动装置绕车轴旋转。

另外,由于牵引电机功率大,而且是交流电机,为防止轴承内外圈电位差产生电蚀,在电机壳与构架横梁之间设有接地线,再通过轴端接地装置使轴承内外圈电位相等,消除了产生电流的条件,保护轴承不会产生电蚀,确保了轴承的安全和可靠性,并大大延长了轴承的寿命。

齿轮箱在车轮侧大领圈与从动齿轮毂之间装有一对密封盖与密封环组成的动密封装置,密封盖外圆与齿轮箱领圈孔贴合,并在端面用螺栓连接在一起;密封环通过过盈装在齿轮毂上;齿轮箱内侧大领圈与抱轴箱通过静密封及螺栓连接;齿轮箱小领圈内侧、外侧都与牵引电机输出端端盖上的轴承安装座外表面形成静密封,齿轮箱与电机端面的凸台通过2条螺栓连接。

2.2.1 齿轮箱装配及齿轮油润滑

齿轮箱装配是由上、下箱体通过定位销和螺栓联结组成。

齿轮油采用BP公司的SHX-LS 75W-90润滑油。该油是一种高性能全合成润滑油,专门用于在恶劣条件下的机械润滑,高温抗氧化性好,粘度特性好,起泡沫少,抗磨性能好,并且具有耐超压性能,可以减少机械传动的振动和噪声。

齿轮箱润滑油承担传动端电机轴承以及传动端抱轴箱轴承的润滑,润滑油飞溅到齿轮箱内部的集油槽,通过集油槽对润滑油的收集,经润滑油路将润滑油带到轴承润滑部位,有效地确保了轴承的润滑效果。齿轮箱密封元件设置多道独立的密封环槽,并设置了减压室。独立的密封环槽在最低部位通过开设各自的回油孔与减压室连通,各环槽的润滑油经回油孔流入减压室,再经回油入口进入回油腔。独立环槽密封结构增强了密封效果,这是因为在传动系统高速运转时,箱体内腔压力高于外界压力,这将迫使箱体内腔飞溅的油产生沿各密封元件之间的间隙外泄的趋势,但经过第一道、第二道等多环槽的阻挡,外泄趋势减弱,环槽中的积油便顺利流入减压室,见图4、图5。

齿轮箱装有2个磁性螺堵以净化齿轮油中的磁性杂质,并且装在下箱的磁性螺堵还具有放油功能;装有透明的观察油位的油标,便于检查油位及油的颜色变化,并带有保护盖;装有检查孔盖便于检查齿轮和组装时加油;装有防尘帽便于在运用中补油。

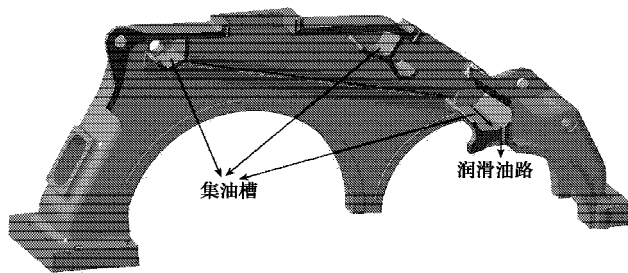


图4 箱体集油槽及润滑油路的结构示意图

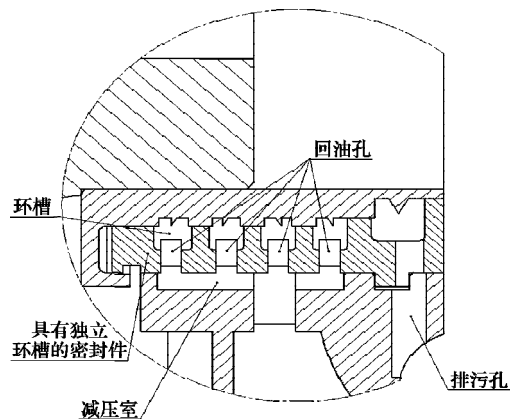


图5 具有多道独立密封环槽和减压室的密封结构示意图

2.2.2 主动齿轮与电机轴装配

主动齿轮设在电机轴上的2个轴承中间,属于简支梁式结构,是一种先进、可靠的主动齿轮支撑结构。这种结构不同于既有机车的悬臂式结构,可以很好地改善传动齿轮及电机轴承的工作条件,改善齿轮的啮合性能,提高传动系统的平稳性,延长齿轮及轴承的使用寿命。

2.2.3 主动和从动齿轮

主动齿轮和从动齿轮材料采用EN 10084《渗碳钢、交货技术条件》的18CrNiMo7-6材料。为提高齿轮的承载能力及使用寿命,齿轮表面进行渗碳淬火处理,轮齿表面硬度高,耐磨性好,心部韧性好,抗冲击且具有较高的延伸率,因此主要用于高速、重载牵引。为进一步改善齿轮传动的啮合性能,对齿廓进行了修形,经过修形的齿轮也可以降低啮合噪声。主动齿轮内孔采用1:20锥度,与电机轴采用过盈装配,在与主动齿轮配合的电枢轴颈上有2道油沟,此油沟与轴端的油孔相通,便于拆卸小齿轮;同样,从动齿轮内孔也设有2道油沟与齿轮毂端的注油孔相通,方便注油退下齿轮。

2.2.4 抱轴箱装配

抱轴箱装配结构如图6所示。

抱轴箱组件作为驱动单元的一个关键部件,由于其不但承受来自轨道的冲击和振动,而且作为驱动单元的悬挂点之一也承受来自电机的力,是一个复杂的受力部件。因此对抱轴箱、抱轴承的强度以及装配结构有着很高的要求。白俄罗斯机车抱轴箱轴向游隙为0.15~0.25 mm。在抱轴箱装配时通过专用工装可快速测出轴向游隙,可根据测量结果选择不同厚度的调整

垫对游隙进行调整。抱轴箱游隙的调整消除了轴向组装的各种组装误差,有利于轴承长期安全稳定地运用。

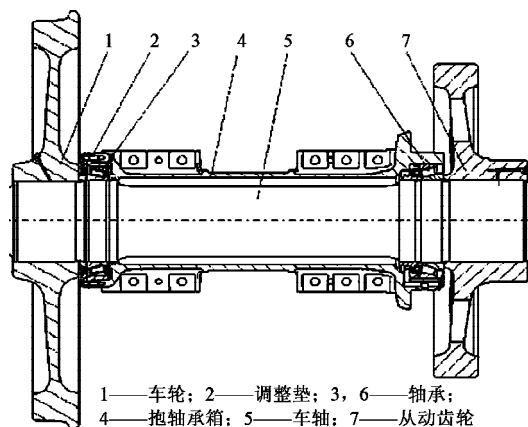


图6 抱轴箱装配

这种抱轴箱装配结构在国内现有机车上有着成熟的运用经验,当机车上线运行一段时间后,抱轴箱游隙增大超限时,可方便地更换适宜的调整垫将抱轴箱游隙调整至原形,保证机车的安全可靠运行。

2.2.5 抱轴箱

抱轴箱为采用EN 1563《铸造 球墨铸铁》标准的GJS400-18LT材料铸造而成的管状结构,管柱面是封闭的。与以往机车的半圆状抱轴箱相比,这种封闭结构改善了铸造的工艺性,提高了抱轴箱的抗弯模量,改善了应力集中,提高了抱轴箱的强度,提高了抱轴箱的安全性和可靠性,而且由于抱轴箱为封闭结构,使得抱轴箱轴承的密封性能更加良好,确保了轴承的安全可靠运行。

2.2.6 抱轴箱轴承及润滑

轴承型号为SKF M249747/710/VG237-M349547/510/VG237或FAG 547733A、FAG 547734A。齿端轴承采用齿

轮箱的润滑油润滑,非齿端轴承采用Shell 2760B润滑脂润滑。抱轴箱非齿端处设置有注油杯,可以方便地实现机车运行中的补脂操作。轴承安装在抱轴箱内,由于属于簧下部分,除承受驱动单元的静载荷外,还承受剧烈的径向和横向动载荷,承受因电机牵引转矩和再生制动转矩而作用到轴承上的力。

3 结语

中白货运1型电力机车转向架轮对驱动系统从材料、结构、强度计算等方面都采用了国际先进的标准体系,且许多方面又高于标准,创新多,充分借鉴和谐2型系列机车多年的成熟运用实践经验,具有先进性、可靠性和安全性,并且维护简单、检修方便。

2012年5月首批2台机车运抵白俄罗斯,并陆续开展了机车的静态试验和线路上的动态试验和运用考核。现白俄罗斯铁路要求的部件认证项目已全部通过认证,机车已全部运抵白俄罗斯开始上线运行。运用考核结果表明:中白货运1型机车的牵引性能优越,能够很好地适应白俄罗斯的线路和环境要求,完全满足白俄罗斯设计要求。中白货运1型机车出口项目为大同电力机车有限责任公司搭建了宽轨机车设计、制造平台,为公司今后拓宽市场奠定了基础。

参考文献:

- [1] 卡尔·萨克斯.电传动机车转向架结构与原理[M].北京:中国铁道出版社,1988.
- [2] 陈清明,陈喜红,钟源.我国货运电力机车转向架轮对驱动系统[J].电力机车与城轨车辆,2010(3).
- [3] 吕士勇,封全保,刘辉,等.HXD2型电力机车转向架轮对驱动系统[J].电力机车与城轨车辆,2009(6).
- [4] 鲍维千.内燃机车总体及机车走行部[M].第四版.北京:中国铁道出版社,2004.

动态消息

《机车电传动》编辑部声明

为顺应网络环境下期刊出版的新要求,推进期刊网络出版传播,凡向本刊投稿并被本刊录用,在著作权法的框架内,该论文的复制权、发行权、信息网络传播权、翻译权、汇编权等权利在全世界范围内转让给本刊及本刊授权的相关数据库。凡被本刊录用的稿件将同时通过因特网、手机等进行网络出版或提供信息服务,根据本刊编辑部稿酬标准一次性支付作者著作权使用报酬(即稿费,包含印刷版、光盘版和网络版等各种使用方式的报酬)。

《机车电传动》编辑部

