

冶金行业转向架车辆双侧轮式闸瓦制动装置的研发

Design of Bilateral Wheel Brake Shoe Braking Device Using in the Metallurgical Industry Bogie Vehicle

供稿|陈晓光/CHEN Xiao-guang

内容导读

冶金行业从高炉到转炉的铁水运输大多采用转向架结构形式的车辆运送承载高温铁水的罐类容器。冶金车辆的转向架类似又不同于国铁货车的转向架，一般不加设制动装置，只是靠牵引机车提供一定的制动力。近年来，为适应钢铁冶炼工艺和安全生产的要求，冶金车辆的转向架也开始考虑加设限速的制动装置，但也仅限于将国铁货车使用的单闸瓦制动系统或手制动装置改造后安装在冶金车辆上。针对这种现状，秦冶重工在承接华凌涟钢一罐到底铁水罐车项目中，针对涟钢的特殊线路，研发了首次应用于冶金车辆的、单车制动力大的双侧轮式闸瓦制动装置，并已获得国家专利授权。文章对双侧轮式闸瓦制动装置的研发过程进行了介绍。

在钢铁厂的工艺布置中，由于地理条件的限制，炼铁的高炉到炼钢的转炉区间运输线路中不可避免的设有弯道和坡道，运输高温铁水的车辆通常采用机车牵引方式运行。因此为使运输车辆具有一定的曲线通过能力，车辆需采用转向架结构。在转向架结构的车辆运行至坡道处时，为保证安全，需要为列车提供一定的制动力以控制列车速度，在列车停止运行时，还需为列车提供驻车制动，因此在坡道线路上运行的转向架结构的车辆需安装制动装置。目前转向架结构车辆的制动系统大多采用单闸瓦轮式制动或

盘式制动。而单闸瓦轮式制动和盘式制动提供的制动力非常有限，对于行车减速制动要求高、制动距离要求短的大吨位编组列车来说，单单采用单闸瓦制动或盘式制动所提供的制动力是远远不能满足整个大吨位编组列车的制动力要求。

如何在保证安全运行的情况下，增加冶金行业转向架结构运输车辆的制动力，从而使列车制动距离控制在规定的范围内，是摆在我们面前的又一技术问题。

立项前提

目前冶金车辆应用最多的是

手制动装置和风手双系统的单闸瓦制动，手制动装置大多作为驻车制动，风手双系统的单闸瓦制动可通过制动风管与机车间连接，靠牵引机车操作实现整车制动。但是因为冶金行业运输的是高温铁水，考虑运行的安全性，除非线路特殊要求，一般铁水车不要求配套制动系统，只靠牵引机车制动就可实现列车的控速和停车。但是在特殊地理条件下，只靠机车制动无法满足运输的要求，这就需要在这个编组列车中考虑制动系统的设计。

2007年，秦冶重工承接了华凌涟钢 3200m³ 高炉至 210t 转炉区

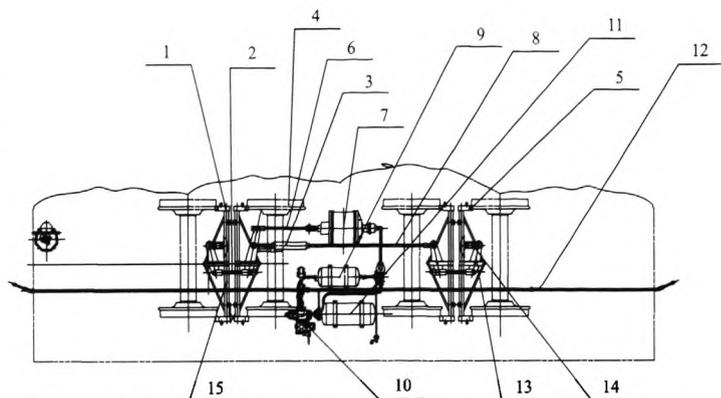
作者单位：秦皇岛秦冶重工有限公司，河北 秦皇岛 066318

间铁水运输车辆的成套供货合同。炼铁高炉位于娄底市边部的山上，海拔高于转炉炼钢车间，在运行线路上，车辆需行经一段铁路桥后，下坡道运行穿过与铁路交叉的行车道，再驶入转炉车间。下坡道长度为600 m，坡度设计为0~5‰，下坡时车辆为满载运行，行至坡下与铁路交叉的行车道前，整个编组列车需控速至7 km/h速度运行，如遇行车道有行人或车辆经过行车道，编组列车需在30 m的制动距离内紧急停车。整列车编组情况为机车+隔离车+铁水罐车。因整个线路中弯道最小曲线半径为R150 m，如果铁水车全部采用加制动的转向架，为满足载重要求，势必使铁水罐车转向架固定轴距和铁水罐标高增大很多，整列车的曲线通过能力将降低，高炉出铁场平台及转炉车间与铁水罐车相关的标高均受影响，对整个工艺布置较大，铁水罐车重心高度也将上移，对列车的行车安全也不利。因此综合考虑后，商定采用带制动的隔离车与牵引机车共同为整列车提供制动力，从而达到控制列车速度和紧急状态下在安全距离内停车的要求。那么单闸瓦制动的隔离车能否满足以上要求？我们首先进行了理论计算和分析，最终根据实际情况和工矿要求确定设计方案。

方案的确定

单闸瓦制动结构简要介绍

冶金车辆转向架的单闸瓦制动装置借鉴了上线运行的铁路货车基础制动装置，通常采用的是单闸瓦制动，结构示意图如图1、图2所示。其结构形式为：每个转向



1. 闸瓦托 2. 制动拉杆 3. 制动杆 4. 转向架轮对 5. 闸瓦 6. 制动拉杆组成一 7. 制动梁 8. 制动拉杆组成二 9. 副风缸 10. 120 阀组 11. 主风缸 12. 制动主管路 13. 制动拉杆 14. 吊座 15. 制动梁

图1 单闸瓦制动系统工作原理图

架有四个车轮，每个车轮安装一套制动闸瓦，制动系统由转向架、基础制动装置、风制动系统组成。转向架为摇枕、侧架、轮对三大件式结构，基础制动包括制动拉板、闸瓦、闸瓦托、吊杆、制动拉杆等，制动拉板通过吊座安装于转向架中部的摇枕位置，以便制动系统安装于转向架相应位置。

核算单闸瓦制动制动力是否满足要求

因列车要求在重载下坡时制动距离不大于30 m，因此我们首先对列车所需制动力进行计算，然后分析普通的单闸瓦制动是否满足要求，否则需采取特殊的结构形式以满足运行安全要求。

通过计算可知，两辆单闸瓦结构的隔离车编组方式不能确保重载制动距离不大于30 m的要求。

仔细分析制动力计算公式，影响制动制动力系统制动力的主要参数为闸瓦摩擦系数、制动缸直径、管路压力、制动倍率、闸瓦数量等。不同材质的闸瓦与车轮间的摩擦系数是固有参数，管路

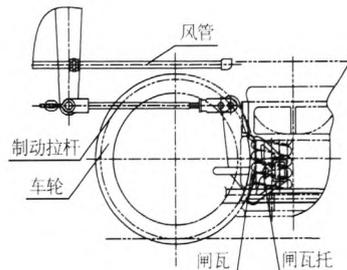


图2 单闸瓦安装示意

压力在空车、重车时的压力值也是一定的，制动倍率是制动杆的杠杆比，制动倍率的取值不宜太大，气制动的风缸直径是标准系列，依靠以上几个参数无法大幅度提高制动力。制动缸数量增加，又需一定的安装空间，需加长车体长度从而增加工艺长度，这就涉及工艺布置问题。那么不改变编组中铁水罐车的载重和数量，不改变工艺布置，还要保证制动距离的要求，可以有以下两种途径实现：

A. 不改变隔离车制动系统的结构，只能靠增加隔离车数量的方法增加制动力；

B. 不增加隔离车数量，改变隔离车制动系统的结构，增加单

车制动力，从而提高整列车制动力达到制动距离的要求。

如采取方案 A，隔离车数量增加后，整个编组列车长度增加，整个铁路线路布置需要调整，尤其是铁路桥引桥长度和结构需重新考虑，造价相对较高，变动较大；

如采取方案 B，整套工艺参数无需变动，只是增加隔离车单台设备的造价，相对看造价较低。经与涟钢物管中心和炼铁厂有关负责人共同探讨，综合考虑，涟钢决定采用双闸瓦制动方式以解决问题。

双闸瓦制动的的设计

双闸瓦制动结构的设计

传统的轮式制动每个车轮只有一侧闸瓦，而为增加闸瓦数量，改为双侧闸瓦制动之后，在保证制动力不大于粘着力安全条件下，可大大增加制动力，为大吨位编组列车提供足够的制动力，保证制动距离控制在要求范围之内。但原来的转向架结构已无法满足双侧闸瓦安装要求，因此，从转向架结构形式到基础制动，全部采取了新的技术方案。

新的制动系统由转向架、基础制动装置、风制动系统组成。为了保证制动梁的安装，转向架一改传统的摇枕、侧架三大件式结构，改为构架式转向架，构架为 H 型焊接结构，转向架的轴箱采用弹簧悬挂式，转向架构件前端面设有横梁，用于安装制动系统的制动梁，基础制动包括制动梁、闸瓦、闸瓦托、吊杆、制动拉杆等，制动梁通过吊杆安装于转向架两端及中部的横梁位置，以便制动系统安装于转向架相应位置。如图 3

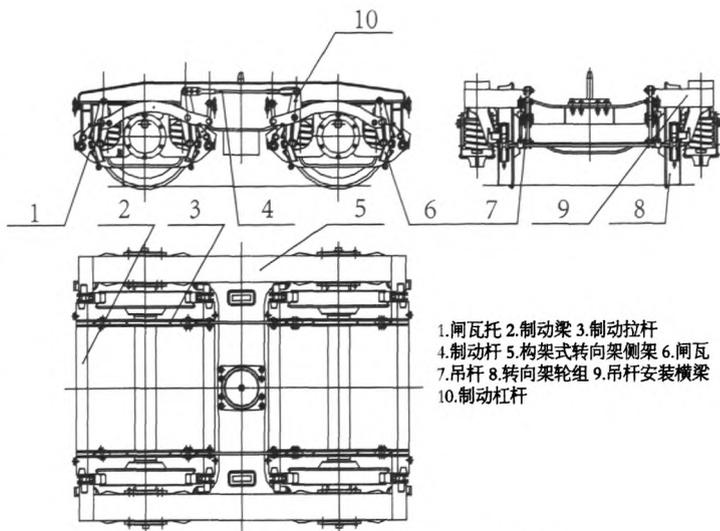


图3 双侧闸瓦制动构架式转向架及制动系统示意图

所示，制动缸活塞端部通过制动拉杆组成一、制动拉杆组成二与制动杆相连，制动杆连接闸瓦托，闸瓦安装于闸瓦托上，两侧车轮处的闸瓦托通过制动梁连成一体以保两侧闸瓦同时动作，制动梁通过吊杆安装于转向架两端的横梁上，主管路通过 120 阀组及主风缸、副风缸后，与制动缸连接。本制动系统为减压制动，当主管路中的气管压力产生变化后，制动缸的活塞产生相应运动，通过带动制动拉杆一、制动拉杆二、制动拉杆动作，从而使制动梁带动两侧的闸瓦托连同闸瓦同时动作，使闸瓦与车轮间的位置产生相对变化，从而实现制动或解除制动，减压制动，充气缓解。双闸瓦的安装如图 4 所示，图 5 为整车制动系统的布置。

结束语

现双闸瓦制动的隔离车已于 2009 年 9 月开始运行于涟钢 3200 m

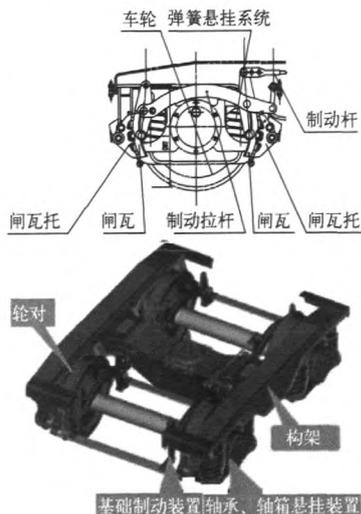
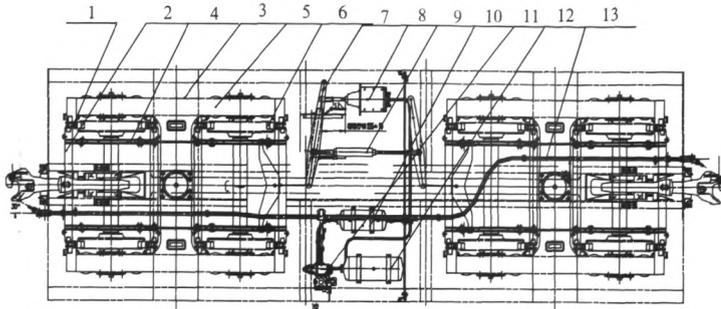


图4 双侧闸瓦安装图

高炉与 210 t 转炉间。

冶金行业转向架车辆双闸瓦制动系统能够在套风缸和制动缸的作用下同时使两个转向架上的基础制动装置同步动作，解决了大吨位的冶金行业转向架结构车辆的行车、驻车制动问题，保证了车辆的安全运行，也为铁路通用车辆的结构在冶金行业的应



1. 闸瓦托 2. 制动梁 3. 制动拉杆 4. 制动杆 5. 构架式转向架侧架 6. 闸瓦 7. 制动杆杆组成一
8. 制动缸 9. 制动杆杆组成二 10. 副风缸 11. 120 阀组 13. 制动主管路

图5 制动系统布置示意图



用提供了实例。下图为双闸瓦制动的隔离车图片。

作者简介

陈晓光(1965—), 男, 汉族, 秦皇岛秦冶重工有限公司, 主要从事冶金设备产品研发工作。

(上接第43页)

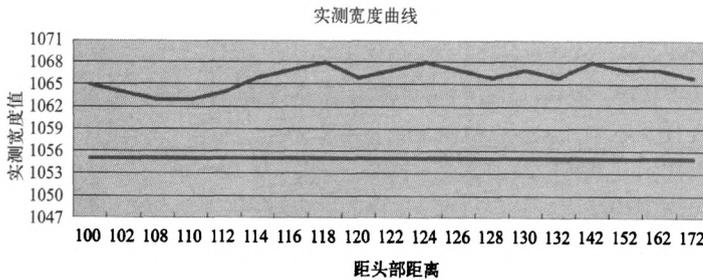


图4 优化后实测宽度曲线

效果验证

图4是使用以上措施后轧机出口 PDA 厚度曲线和实测带钢宽度曲线：

从以上曲线可以看出，通过减小张力、修改夹送辊速度时序和使用后段稀疏冷却，实测的宽度基本无窄点，优化前后的轧机出口厚度减薄从 $30\mu\text{m}$ 减小到 $10\mu\text{m}$ ，说明拉窄现象已经得到解决。

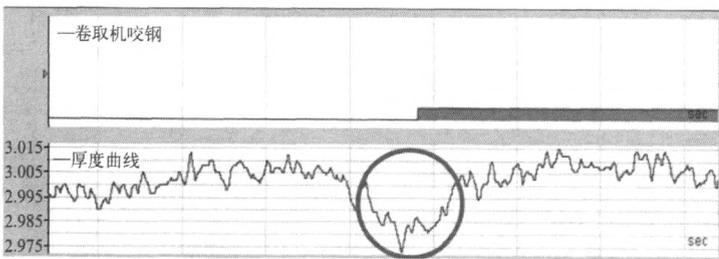


图5 程序优化前宽度厚度曲线 (标注为异常区域)

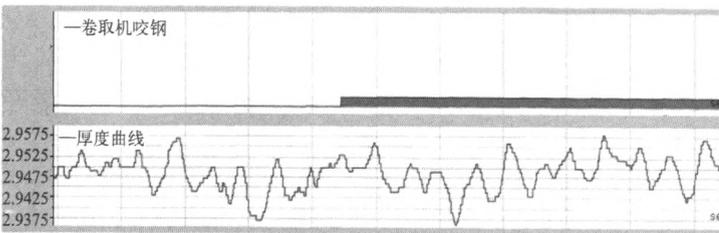


图6 程序优化后宽度厚度曲线

参考文献

- [1] 全国标准化技术委员会, GB/T709—2006 热轧钢板和钢带尺寸、外形、重量及允许偏差. 北京: 中国标准出版社, 2007
- [2] 王笑波, 板带层流冷却过程控制方法. 中南工业大学学报(自然科学版). 2004, 34(4): 390-392
- [3] 崔忠圻, 金属学与热处理. 北京: 机械工业出版社, 2001