

1435/1520mm 新型变轨距动车组地面变轨距装置研制

张峰 王晓宁

(中车青岛四方机车车辆股份有限公司 山东 青岛 266111)

摘要: 开展 1435/1520mm 新型变轨距动车组地面变轨距装置的研制是为了完成 1435/1520mm 变轨距动车组转向架的双向自动变轨试验, 验证变轨距转向架锁紧机构和轮轴滑移机构的工作性能, 形成满足 1435/1520mm 轨距变化范围变结构走行系统的试验平台, 为跨国联运动车组提供强有力的支撑。通过对比国外现有地面变轨距装置, 从结构特点、变轨原理等方面对 1435/1520mm 新型变轨距动车组地面变轨距装置进行了介绍。

关键词: 1435/1520mm; 变轨距; 动车组; 地面装置

0 引言

由于政治、经济、技术及历史等多方面原因, 目前世界上存在着多种不同的轨距。随着全球经济一体化的飞速发展, 跨国间的铁路运输在近年来发展迅速。然而各国铁路的轨距不同, 从而给跨国间的铁路运输造成严重的阻碍^[1]。为了解决上述问题, 多个国家开展变轨距列车技术的研究^[2], 即当列车行驶到它国的铁路上时, 通过改变自身轮对上的车轮之间的间距, 来适应它国铁路的轨距。在列车变轨距的过程中, 车轴两端的的车轮间的间距会发生调整, 这就需要研制一套能够满足车轮间距调整的地面变轨距装置。地面变轨距装置是变轨距转向架实现轨距变换的重要辅助装置, 安装在两种不同轨距线路交界处的直线区段。当列车行驶到不同轨距铁路上时, 通过地面变轨距装置带动转向架上轨距锁紧机构完成解锁—变轨—锁紧步骤, 从而改变轮对上车轮之间的间距, 实现不停车情况下自动变换轨距。地面变轨距装置的研制有效解决了轨距不同区间的列车直通运行问题, 其结构布置是否合理对变轨距转向架的可靠性至关重要。

1 国外地面变轨距装置分析

伴随变轨距转向架技术的发展, 国内外对于地面变轨距装置的研究已较多, 国外较典型的是西班牙、波兰、日本的地面变轨距装置。

西班牙自 20 世纪 60 年代开展变轨距技术研究以来^[3], 已发展多代地面变轨距装置, 包括适合于 Talgo 车型的地面变轨距装置、CAF 的 Brava 列车的地面变轨距装置以及同时适用多种车型的地面变轨距装置, 满足了

西班牙境内不同轨距之间的转换需求。Talgo 变轨距转向架采用独立旋转车轮结构, 相应的地面变轨距装置主要结构包括: 两种轨距的引导轨、轴箱支撑滑轨、内外两套解锁/锁紧 T 形轨和导向轨。CAF 的 Brava 列车转向架变轨系统主要由两套预压在轴套上的车轮装置组成, 并由一根非旋转的车轴连接, 相应的地面变轨距装置主要结构包括: 两种轨距的引导轨、轴箱支撑滑轨(具备解锁/锁紧功能)及内外两套导向轨。由于 Talgo 和 CAF 两种车型的变轨转向架和轮轴结构不同, 必须有相应的地面变轨距装置与之配套。经过多年技术开发, 西班牙研制了同时兼顾 Talgo 和 CAF 适用多种车型的一体式地面变轨距装置。地面变轨距装置总长度约 15m, 列车在低速 15km/h 条件下自动完成变轨。西班牙地面变轨距装置的变轨原理是变轨时车轮沿引导轨运行, 轴箱在支撑滑轨上滑动, 引导轨高度下降后, 轴向锁紧机构逐步解锁, 车轮在导向轨作用下沿轴向移动, 变轨到位后再锁紧。变轨时轴箱承载, 车轮无负载。

波兰变轨距转向架轮轴仍属于传统轮对机构^[4], 地面变轨距装置有多种型式, 能够适用于 1435/1520mm、1435/1668mm 等不同轨距转换。地面变轨距装置主要结构包括: 带槽轨道、保护轨道和约束轨道, 地面变轨距装置总长度约 27m, 列车在低速 30km/h 条件下自动完成变轨。变轨原理是变轨时转向架两侧车轮嵌入带槽轨道, 在约束轨道作用下一侧车轮锁定装置开启, 该侧车轮在其轮缘与带槽钢轨之间的力的作用下开始变轨, 直至车轮的轮缘通过约束轨道后锁定装置重新锁定, 期间完全固定的另一侧车轮导引全部车轮, 一侧车轮变轨完成后再进行另外一侧车轮变轨。

日本变轨距转向架发展了多个阶段^[5,6], 变轨距转

向架轮轴有独立旋转车轮和传统轮对结构两种方式，但两种转向架形式采用的地面变轨距装置相同。地面变轨距装置适用于 1435/1067mm 轨距转换，地面变轨距装置主要结构包括：导轨、边轨和支撑滚珠。地面变轨距装置总长度约 49m，其中变轨段长度 5m，列车在低速 7km/h 条件下自动完成变轨。日本地面变轨距装置的变轨原理与西班牙 CAF 的 Brava 列车的变轨原理类似，整个变轨过程中车轮不负载，由于支撑滚珠可以滚动，轴箱体磨损较小。

对国外典型地面变轨距装置进行对比分析，为实现轨距变换，可通过移动左右车轮来改变车轮的内侧距，不同变轨距产品支撑方式有所差异^[7]，如下表所示。

表 国外典型地面变轨距装置对比分析

项点	西班牙地面变轨距装置	波兰地面变轨距装置	日本变轨距装置
变轨范围 /mm	1435/1668	1435/1520、1435/1668	1435/1067
长度 /m	15	27	49
变轨速度 / (km/h)	≤ 15	≤ 30	≤ 7
变轨支撑结构位置	轴箱体	车轮轮缘	轴箱体
变轨时轴箱承载情况	轴箱承载	轴箱不承载	轴箱承载
变轨时车轮负载情况	车轮不负载	车轮负载	车轮不负载
两车轮变轨顺序	同时变轨	分步变轨	同时变轨

2 1435/1520mm 新型地面变轨距装置结构特点

本文研制的 1435/1520mm 新型地面变轨距装置主要结构包括：引导轨、轴箱支撑滑轨、导向轨、车轮定位梁和定位机构，如图所示。地面变轨距装置长度约 14m，主体宽度约 2.88m。

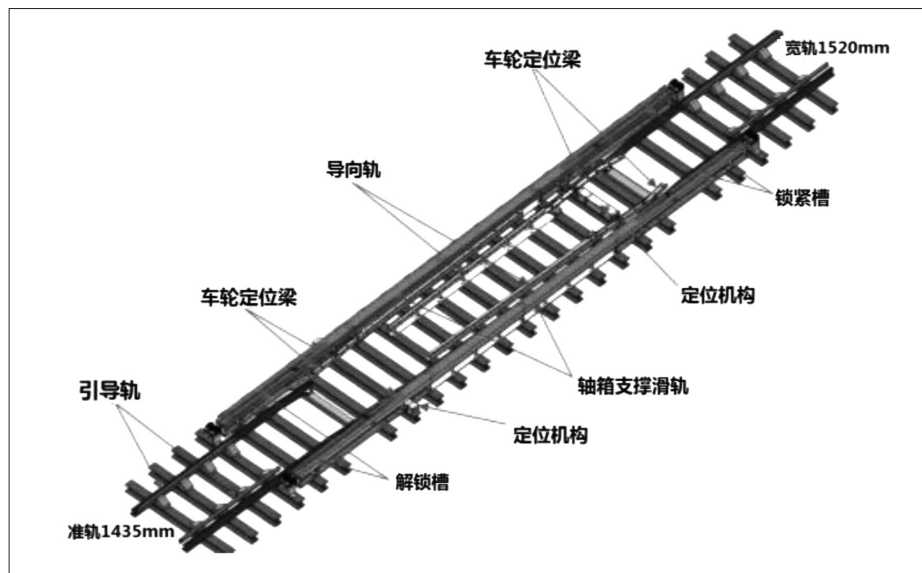


图 1435/1520mm 地面变轨距装置

本新型地面变轨距装置主要结构特点如下：

(1) 地面变轨距装置的引导轨位于准轨及宽轨两侧，引导轨内侧设置护轨，用于引导轮对对中后进入变轨区域；引导轨的末端设计为水平向下倾斜轨道，主要用于车轮卸载 / 加载。在轴箱支撑滑轨内侧面设置横向止挡结构，轴箱体底部设计止挡结构，变轨动作过程中，可实现轴箱体的横向定位。

(2) 轴箱支撑滑轨两端设置坡形解锁 / 锁紧槽，能够实现轴箱上锁紧销的解锁 / 锁紧动作。解锁槽和锁紧槽的功能完全相同，变轨时车辆进入一端的为解锁槽，车辆出来一端则是锁紧槽。解锁 / 锁紧槽具有容错设计，采用喇叭口结构。轴箱支撑滑轨两端外侧设置阶梯状的清扫刷，用于变轨前后轴箱体下部、锁紧销表面杂物的清理。

(3) 导向轨分为内侧导向轨和外侧导向轨，内侧导向轨在 1435mm 准轨向 1520mm 宽轨变换过程中推动车轮向外侧移动；外侧导向轨在 1520mm 宽轨向 1435mm 准轨变换过程中推动车轮向内侧移动。为消除由于导向轨间隙导致的车轮定位不准确现象，在导向轨的末端设置可活动的车轮定位梁，车轮定位梁围绕一个固定支点旋转。同时设置定位机构，定位机构内设置弹簧，弹簧提供的弹力可确保车轮定位梁处于被压紧状态，变轨时能够将车轮推向最终位置，从而保证锁紧动作顺利完成。车轮定位梁和定位机构分为外置式和内置式两种，其中外置式车轮定位梁和定位机构安装在准轨 1435mm 一侧的轴箱支撑滑轨下部，变轨时从外侧压紧车轮；内置式车轮定位梁和定位机构安装在宽轨 1520mm 一侧的轨道枕梁上，变轨时从内侧压紧车轮。

(4) 为保证变轨过程的安全，在地面变轨距装置的轴箱支撑滑轨两端解锁 / 锁紧槽内设置多套解锁 / 锁紧状态检测装置。其中，在变轨解锁阶段设置解锁状态检测装置，在锁紧阶段设置锁紧状态检测装置。解锁 / 锁紧状态检测装置采用电感式传感器，防冲洗型设计，适用于户外环境。电感式传感器在垂向和横向各设置一个，其中垂向传感器用于检测轴箱体支撑状态，检测变轨时轴箱体是否与轴箱支撑滑轨相贴合；横向传感器用于检测锁紧销状态，检测变轨时锁紧销是否

落下。当列车变轨距转向架经过地面变轨距装置时,如果轴箱锁紧销出现卡滞、锁紧销弹簧失效等异常而不能正常落下,传感器则发送信号给地面系统,并报警提示,通知司机实施紧急制动,避免锁紧失败的车辆带着巨大的安全隐患驶出地面变轨设施导致的安全事故。

3 1435/1520mm 新型地面变轨距装置变轨原理

1435/1520mm 新型地面变轨距装置具有双向变轨功能,一个方向执行从准轨 1435mm 到宽轨 1520mm 的变换,在相反方向执行从宽轨 1520mm 到准轨 1435mm 的变换,两个方向变轨原理完全相同。

以准轨 1435mm 到宽轨 1520mm 的方向变轨为例,变轨过程共分为 7 个阶段:

(1) 起始阶段。轮对在 1435mm 引导轨上运行,并在护轨的作用下调整轮对横向位置,以保证变轨时轴箱能够精确支撑在轴箱支撑滑轨上。

(2) 卸载阶段。1435mm 引导轨逐渐降低,轮对随之下降,轴箱与轴箱支撑滑轨接触并承受垂向载荷,车轮卸载,轴箱上的锁紧销进入轴箱支撑滑轨上的解锁槽内。

(3) 解锁阶段。轴箱支撑滑轨上的解锁槽逐渐上升,对轴箱上的锁紧销施加垂向力,克服锁紧弹簧的预紧力,锁紧销依次被顶起,完成解锁动作。

(4) 变轨阶段。车轮在内侧导向轨的作用下实现横移,轨距由 1435mm 逐渐变到 1520mm,定位机构的横向弹簧向外压紧车轮定位梁,从而使轨距稳定在 1520mm。

(5) 锁紧阶段。轴箱支撑滑轨上的锁紧槽逐渐下降,解除对轴箱支撑滑轨上的锁紧销的垂向力,锁紧销在锁紧弹簧的作用下下落至锁紧位置,实现锁紧动作。

(6) 加载阶段。1520mm 轨道逐渐上升,重新与车轮接触,车轮重新加载,轴箱逐渐与轴箱支撑滑轨脱离。

(7) 结束阶段。轮对在 1520mm 轨道上正常运行,完成整个变轨动作。

当列车从 1520mm 宽轨变换到 1435mm 准轨时,整个变轨过程与上述过程基本一致,不同的是变轨阶段车轮在外侧导向轨的作用下实现横移,轨距由 1520mm 逐渐变到 1435mm,另外一套定位机构的横向弹簧向内压紧车轮定位梁,从而使轨距稳定在 1435mm。变轨过程中车体质量由轴箱体承担,车轮不负载。同一轮对

上的两个车轮同时变轨,列车在低速 15km/h 条件下自动完成变轨。

4 结语

地面变轨距装置与动车组变轨距转向架的结构直接相关,如轮对轴箱锁紧机构的安装位置、车轮解锁/锁紧模式、车轮承载模式等,这些因素决定着地面变轨距装置的结构和布置。本文的 1435/1520mm 新型地面变轨距装置结合动车组变轨距轮对轴箱,采用锁紧销结构进行解锁/锁紧。并在此基础上,设置了可活动的车轮定位梁和定位机构,实现了变轨过程中车轮弹性限位,避免刚性限位带来的车轮磨损过快问题,也消除了导向轨间隙带来的定位不准确现象;设置变轨状态检测传感器,提高了变轨过程的安全性。1435/1520mm 新型地面变轨距装置研制后,经过单转向架、整辆车多次双向变轨试验验证,满足动车组变轨距转向架的变轨功能要求。1435/1520mm 地面变轨距装置的研制满足了我国变轨距转向架技术发展的需求,为不同轨距线路的跨国联运提供了装备支撑。

基金项目:国家重点研发计划(2016YFB1200501-001)。

参考文献:

- [1] 李芾,黄运华,傅茂海.变轨距转向架发展及其可行性研究[J].铁道机车车辆,2002,22(5):1-5.
- [2] 任民.世界各国的变轮距技术[J].铁道知识,2010(5):26-27.
- [3] 谭皓尹,黄运华,李芾,等.丝绸之路经济带背景下变轨距转向架的发展研究[J].机械工程与自动化,2017(2):217-219.
- [4] 秋山芳弘,宋志宁,王建国.波兰开发可变轨距系统[J].国外铁道车辆,2005,42(3):14-16.
- [5] 邵亚堂,黄运华.日本变轨距列车及其转向架的发展与运用(待续)[J].国外铁道车辆,2018,55(5):1-7.
- [6] 邵亚堂,黄运华.日本变轨距列车及其转向架的发展与运用(续完)[J].国外铁道车辆,2018,55(6):1-5.
- [7] 刘晓妍,黄运华,许红江,等.600/1067mm 变轨距动车组转向架研发可行性分析[J].机械工程与自动化,2018(5):224-226.