

城市轨道交通

广州地铁直线电机转向架的改进及运用

赵 锐, 唐 宋, 李杭健

(广州市地下铁道总公司 运营事业总部,
广东 广州 510700)

摘 要: 在总结进口 BM3000-LIM 型直线电机车辆转向架运用经验的基础上, 研制了一种新型 SDB-LIM 型直线电机车辆转向架, 解决了装车运行中出现的直线电机悬挂系统失效和电机高度调整垫片断裂等问题, 通过不断的结构改进和优化, 转向架的安全性和可靠性完全满足运营需求。

关键词: 广州地铁; 直线电机; BM3000-LIM 型; SDB-LIM 型; 转向架; 悬挂系统; 垫片

中图分类号: U231; U260.331 文献标识码: B
文章编号: 1000-128X(2015)04-0086-03
doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2015.04.023

广州地铁 5 号线共配置 62 列直线电机车辆, 其中前 30 列采用进口 BM3000-LIM 型直线电机转向架, 在运用中出现了车轮异常磨耗、轴端接地装置失效、直线电机高度调整装置失效等问题, 为此, 后 32 列车采用广州地铁与南车青岛四方机车车辆股份有限公司联合研制的国产新型 SDB-LIM 型直线电机转向架, 于 2011 年 11 月开始陆续投入运用, 截至 2014 年底最长运营里程已超过 40 万 km。

1 广州地铁 5 号线直线电机转向架的改进

1.1 BM3000-LIM 型与 SDB-LIM 型转向架总体结构对比
相比进口的 BM3000-LIM 型转向架 (见图 1), SDB-LIM 型转向架 (见图 2) 通过更合理的结构提升

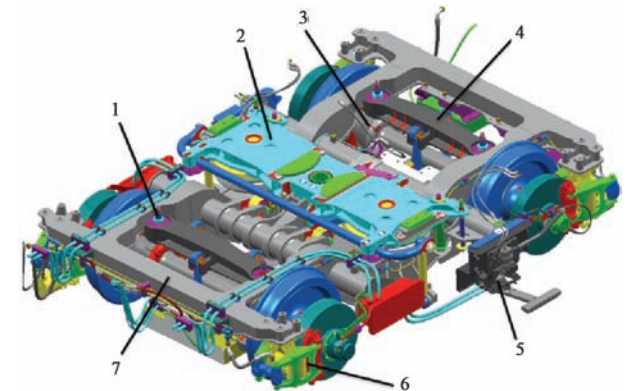
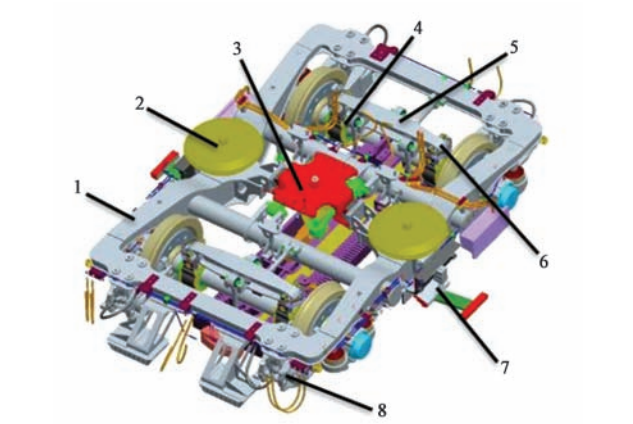


图 1 进口 BM3000-LIM 型直线电机车辆转向架

了转向架的功能和适应性。2 种转向架总体结构对比如下。



1—构架; 2—空气弹簧; 3—中央牵引装置; 4—轮对轴箱组成; 5—直线电机悬挂装置; 6—直线电机高度调整装置; 7—三轨受流装置; 8—基础制动装置

图 2 国产新型 SDB-LIM 型直线电机车辆转向架

① BM3000-LIM 型轴箱为内置式, 存在轮对弯曲变形引起的轮轨异常磨耗和轴端振动过大等问题, 导致车轮圆跳动发展过快和轴端接地装置松脱故障。对此, SDB-LIM 型轴箱更改为外置式, 接地装置为轴箱体安装, 取消 BM3000-LIM 型接地装置内部轴承结构, 以减小振动和冲击。同时轴箱和直线电机悬挂采用分体式设计, 通过平衡轮对受力改善轮对承载状态, 使轮对承载更合理, 车轮磨耗得到改善 (见图 3、图 4)。

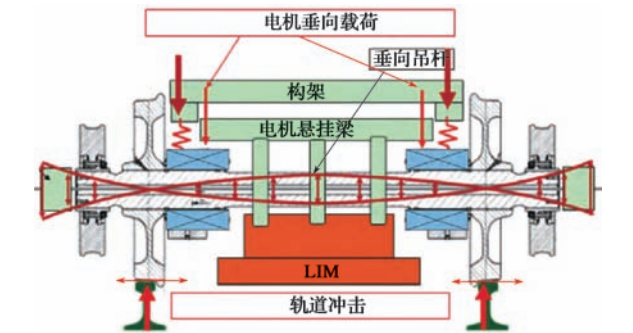


图 3 BM3000-LIM 型转向架轮对承载示意图

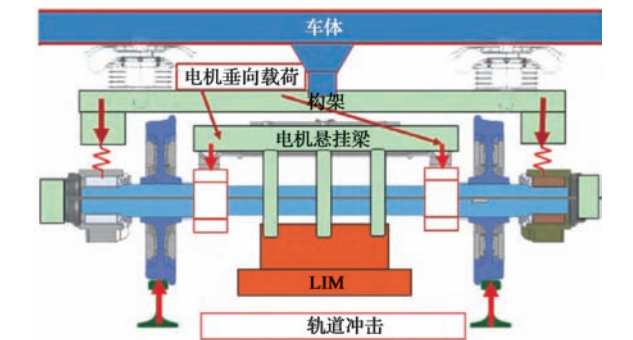


图 4 SDB-LIM 型转向架轮对承载示意图

② 相对于 BM3000-LIM 型的螺纹调整, SDB-LIM 型采用通过增减垫片式直线电机高度调整装置。

③ SDB-LIM 型转向架取消了抗侧滚扭杆和摇枕, 简化结构, 减小质量。设有由中心销、牵引梁、“Z”

字形牵引拉杆组成的中央牵引装置, 实现了弹性无间隙牵引。

④ SDB-LIM 型转向架直线电机采用轮对内侧独立悬挂, 与车辆主悬挂分离, 该结构可保证直线电机与感应板之间的气隙稳定在 9~10 mm。同时采用经运营验证的直线电机无间隙弹性吊挂结构, 在保证电机气隙稳定的基础上, 有效降低直线电机振动。在此基础上, 车辆主悬挂系统可独立优化参数, 保证车辆的动力学性能。

1.2 SDB-LIM 型转向架结构特点

直线电机悬挂系统及电机高度调整装置是直线电机转向架特有的结构和关键技术所在, 同时也是故障率较为突出的部分, 需要在运用中特别关注。SDB-LIM 型转向架结构主要从这两点来介绍。

1) 直线电机悬挂系统

SDB-LIM 型与 BM3000-LIM 型直线电机悬挂系统总体结构相同, 在垂向上通过 5 根配有橡胶节点的垂向吊杆组成 5 点悬挂安装在悬挂梁上, 在横向上通过 2 根横向拉杆安装于构架。BM3000-LIM 型悬挂梁通过支撑橡胶、双头螺柱安装于内置轴箱顶部, 而 SDB-LIM 型转向架采用了轴箱外置结构, 在车轮内侧增设支撑箱轴承装置, 悬挂梁通过弹性橡胶节点安装在支撑箱上, 可实现电机气隙不受一系悬挂系统的影响, 最大限度地保持运行过程中直线电机与感应板之间的气隙稳定 (见图 5)。

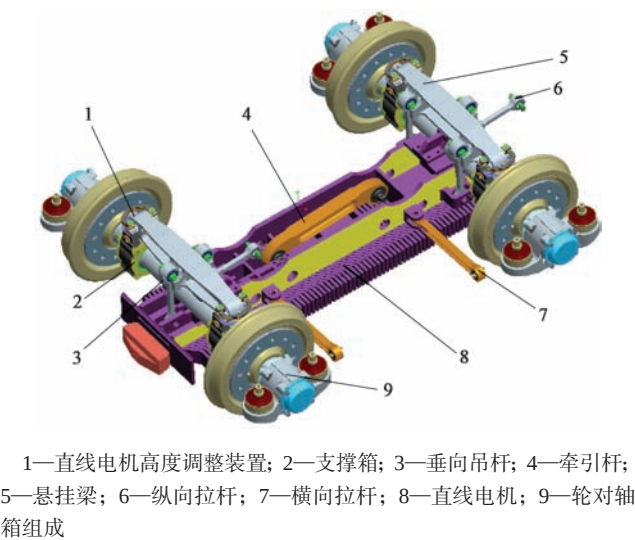


图 5 SDB-LIM 型转向架直线电机悬挂系统

2) 直线电机高度调整装置

BM3000-LIM 型直线电机高度采用螺纹调整, 由双头螺柱、调节套筒、弹簧套管及其他紧固件组成 (见图 6), 在运用中频繁出现因螺纹滑牙、双头螺柱松动和相关紧固件松脱导致电机高度无法正常调整或电机沉降侵限。对此, SDB-LIM 型直线电机高度改为采用增减垫片式调整, 避免了上述问题, 使调整作业操作更加方便快捷 (见图 7)。

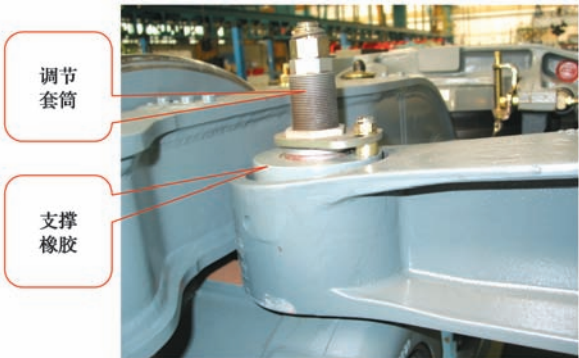


图 6 BM3000-LIM 型转向架电机高度调整装置

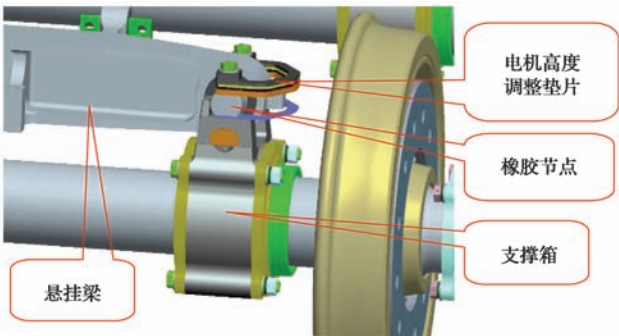


图 7 SDB-LIM 型转向架电机高度调整装置

2 SDB-LIM 型转向架运用情况及改进

采用 SDB-LIM 型转向架的 5 号线增购车辆于 2011 年年底开始陆续上线投入载客运营, 经过约 10 万 km 的运营后, 出现了直线电机悬挂系统橡胶件失效、电机高度调整垫片断裂和松散等故障, 存在直线电机沉降侵限隐患, 为避免故障扩大急需实施有效的预防和改进措施。

2.1 直线电机悬挂系统橡胶件失效及改进

1) 直线电机悬挂系统橡胶件失效

SDB-LIM 型电机垂向吊杆和悬挂梁橡胶节点分别由英国和日本某厂家生产, 垂向吊杆橡胶节点失效故障一般表现为橡胶挤出变形、鼓包 (见图 8), 悬挂梁橡胶节点失效故障表现为橡胶与金属发生磨损、橡胶龟裂 (见图 9)。

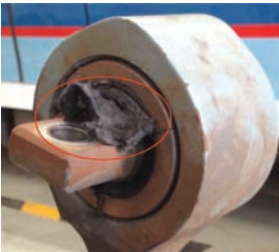


图 8 垂向吊杆橡胶挤出、变形



图 9 橡胶节点靠近芯轴侧的橡胶龟裂

直线电机安装于一系以下, 直接承受来自轮轨的冲击振动。垂向吊杆上部、悬挂梁两端配备的橡胶节点, 给直线电机提供减振缓冲作用。5 号线轮轨关系较为苛刻, 轮轨冲击和振动较大。经分析, 恶劣的工况是电机悬挂系统橡胶件失效的主要原因。