

地铁列车保持制动控制逻辑分析和运用

宋岩峰

南京中车浦镇海泰制动设备有限公司 江苏 南京 211800

【摘要】列车制动系统是行车安全的重要保障,保持制动作为制动系统的重要功能之一,是以空气制动力为驱动的制动方式。不同的用户对制动系统的功能、性能要求也不尽相同,但总的原则是以安全为导向。经过长期运用,逐步暴露出了保持制动功能设计标准不统一、前瞻性研究不足等问题,需要用户、主机厂、制动系统供应商等结合现场运用情况,不断优化系统功能。

【关键词】地铁列车;保持制动;控制逻辑

前言

保持制动是制动系统的一项常用且重要的功能,是纯空气制动;主要功能在列车停稳后以及坡道启动前有效防倒溜;当列车在线路平直道、弯道以及超过 30% 坡道上停车、启动时不会发生溜车现象,从而避免了因溜车可能造成的列车退行、冲突、碰撞等问题,保障人员、设备等安全。

一、主要性能

(一) 性能指标

列车施加保持制动时,将制动力控制在常用制动力的 30% ~ 70% 之间,不同的设计平台,其保持制动力的大小有所不同。总的来说,保持制动力必须确保列车即便是超员状态下也能在线路最大坡道 ($\geq 30\%$) 上停稳及启动不溜车,同时满足特殊情况下空车 (AW0) 救援重车 (AW3) 的需求。

(二) 系统构成

列车保持制动是空气制动的一种,主要通过机械摩擦制动的方式,由压缩空气推动闸瓦(踏面制动)或闸片(盘形制动)产生制动力,达到列车防溜保护的目的,其执行部件主要由空气压缩机、总风缸、制动风缸、调压阀、单向阀、电磁阀、空气制动管路、微机控制单元、压力传感器、速度传感器及单元制动器等构成。

(三) 控制方式

列车保持制动通常分为信号系统集中控制和车辆控制两种方式,其中车辆控制又分为网络系统集中控制、制动系统集中控制、牵引系统控制、应急运行控制 4 种类型。

作者简介:宋岩峰,男,1984年11月生,汉族,本科学历。专业:机械制造;主要负责地铁制动系统工作。

由于不同设计平台保持制动设计理念、控制逻辑、功能参数有所差异,在实际的运营过程中可能会出现差异,文中将重点选取部分有代表性的实例进行深入分析,探讨更为优化的解决方案。

二、常见控制方案

(一) 信号系统集中控制方案

1. 保持制动施加

信号控制车辆的自动驾驶模式下,当车辆状态正常时,车载信号设备向列车发送制动指令,列车开始制动减速,当信号系统检测到列车速度降低至 1km/h 以下时(通常为 $\leq 0.5\text{km/h}$),向车辆发送保持制动施加指令,保持制动施加,列车停稳,保持制动力相当于当前列车载荷所需的常用制动力的 30% ~ 70%。

2. 保持制动缓解

信号控制车辆的自动驾驶模式下,当车辆等设备状态正常时,信号系统向列车发送牵引指令,牵引系统输出牵引功率,并实时计算牵引力大小。当牵引力克服列车溜车力达到一定值时,经车辆网络系统向车载信号系统发送牵引力信号,信号系统判断有效后,向车辆发送保持制动缓解指令,车辆制动系统检测到牵引指令和保持制动缓解指令,缓解保持制动。

(二) 车辆制动系统集中控制

1. 保持制动施加

制动系统集中控制模式下,列车以任意模式运行,制动系统根据车辆网络系统发送的制动指令和级位指令控制列车减速。当检测到列车速度降低至 1km/h 以下时(通常为 $\leq 0.5\text{km/h}$),施加保持制动,保持制动力相当于当前列车载荷常用制动力的 30% ~ 70%。

2. 保持制动缓解

制动系统集中控制模式下,列车以任意模式运行,网络系统向牵引系统和制动系统转发来自信号系统或司机控制器发送的制动指令和级位指令,牵引系统输出牵引功率并实时计算牵引力大小,当牵引力达到克服列车下溜力的一定值时,制动系统缓解保持制动,列车起动运行。

(三) 牵引系统控制

1. 保持制动施加

牵引系统控制模式下,保持制动施加控制可采用信号控制、网络控制、制动控制等方案。

2. 保持制动缓解

牵引系统控制模式下,列车以任意模式运行,网络系统向牵引和制动系统发送来自车载信号控制器或司机控制器发出的制动指令和级位指令,牵引系统输出功率并实时计算牵引力大小,当牵引力达到克服列车下溜力的一定值时,通过硬线方式直接向制动系统输出保持制动缓解指令,制动系统缓解保持制动,列车起动运行。

三、优化和改进构想

(一) 合理设计保持制动力大小

设计保持制动力大小需要充分评估车重、线路坡道及不同载荷下的救援需求等方面因素,特别是应急运行模式时,保持制动力结合最大载荷下的列车下溜力、轮轨摩擦力所需制动力,并预留一定安全裕量,避免出现应急运行时无法缓解保持制动的情况。

(二) 优化保持制动缓解控制逻辑

根据网络正常模式和应急运行模式分别进行保持制动的缓解逻辑设计。当网络正常时,由网络系统综合列车载荷、倒溜力以及保持制动力数据进行缓解控制。

当网络故障时,制动系统检测的持续的硬线牵引指令,且超过 3s 时,制动系统直接缓解保持制动。

(三) 保留有条件的强迫缓解功能

如列车发生单节车制动不缓解或全列车保持制动不缓解的情况时,列车保留有条件的强迫缓解功能,通过控制电路设计,在确保行车安全的情况下进行强迫缓解操作,达到应急处理的目的,降低故障影响。

结束语

列车制动系统是行车安全的重要保障,保持制动作为制动系统的重要功能之一,是以空气动力为驱动的制动方式之一。随着城市轨道交通飞速发展,制动系统功能日益完善,安全性越来越好,实用性越来越强。有时,不同的用户对同一种系统的功能、性能要求也不尽相同,但总体的原则仍然是以安全为导向的。经过长时间的现场运用,逐步暴露出了保持制动功能存在设计标准不统一、前瞻性研究不足等问题,需要用户、设计单位、设备生产商等长期结合现场运用情况,不断优化系统设计,制定一整套合理、完善的设计方案。制动系统的功能完善和提升不是一蹴而就的,要保障列车在现场运用的可靠性,除了设备本身外,还需制定一套完善的操作规范,充分预想可能发生的问题并制定可行高效的应急应对方案,同时组织做好相关岗位的培训学习,确保执行落地。

【参考文献】

- [1] 中车青岛四方机车车辆股份有限公司. 地铁车辆保持制动设计方案 [Z]. 2018.
- [2] 中车长客股份有限公司. 地铁车辆制动系统设计方案 [Z]. 2018.