

零速信号在地铁列车电气控制中的应用

张 潜 何玉琴 张文文

(中车南京浦镇车辆有限公司, 210031, 南京//第一作者, 工程师)

摘 要 针对地铁列车上零速信号的使用情况,介绍了零速信号的定义、来源,以及在关键电气系统中的典型应用,以说明零速信号对于列车电气系统控制的重要性及必要性。

关键词 地铁; 列车; 电气控制; 零速信号

中图分类号 U231.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.04.026

Application of Zero-speed Signal in Metro Vehicle Electric Control System

ZHANG Qian, HE Yuqin, ZHANG Wenwen

Abstract In view of the zero-speed signal application on metro vehicles, the definition, sources and the main application of zero-speed signal in the key electric system are introduced, the importance and the application necessity of zero-speed signal to the control of metro vehicle electric system are explained.

Key words metro; train; zero-speed signal

Author's address CRRC Nanjing Puzhen Co., Ltd., 210031, Nanjing, China

零速作为列车安全停稳的状态指示,是列车安全导向的重要信号之一,是多个重要系统功能实现的前提条件。因此,零速信号对列车的电气控制至关重要,被广泛应用于牵引允许建立、紧急牵引、车门控制、紧急制动缓解及保持制动施加等多个重要控制回路中。本文将从零速定义、零速来源、零速的典型应用等几个方面对零速信号在地铁列车上的应用做详细分析。

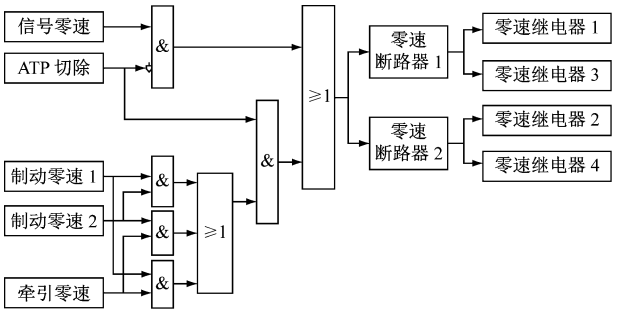
1 零速的定义

从严格意义上来说,列车处于静止状态被定义为零速状态。但受传感器等硬件精度制约,列车实际的零速判定标准通常为运行速度 $< 0.5\text{ km/h}$,非零速的判定标准通常为运行速度 $> 1.0\text{ km/h}$ 。列车上,用零速继电器的得电表示零速状态,用失电表示非零速状态。由于多个系统需要使用零速信

号,列车一般会设置多个零速继电器。这些继电器触点的动作是同步的。

2 零速信号的来源

列车零速信号通常可由信号系统、制动系统及牵引系统输出。这3个系统的零速判据不尽相同。按照系统设计的安全等级,三者的选择存在优先级顺序。在实际使用时,零速信号优先选择信号系统输出,如信号系统输出不可用,则选择制动系统输出;如制动系统输出也可用,则选择牵引系统输出。当信号系统隔离后,列车可综合使用制动系统和牵引系统的零速信号,以保证列车的零速输出安全可靠。零速信号产生逻辑如图1所示。



注:ATP——列车自动保护

图1 零速信号产生逻辑图

(1) 在 ATP(列车自动保护)模式下,零速继电器仅由 ATP 输出驱动。考虑到 ATP 通常仅一端激活并输出信号,所以设计了列车线,以保证两端的零速继电器都能同时动作。

(2) 当列车因故障切除 ATP 模式时,零速继电器由列车的牵引系统和制动系统同时输出驱动。制动系统的零速继电器可由 2 个单元的网阀同时输出,以驱动 2 个不同的继电器;牵引系统零速继电器可由全车所有的牵引控制单元同时输出,以驱动 1 个继电器。为保证列车零速状态控制的可靠性及可用性,车辆对这 3 个继电器进行“3 取 2”的设计,

任意 2 个继电器励磁,即可驱动列车的零速继电器。

(3) 列车的零速继电器使用系统较多且复杂。通过设置 2 个断路器将零速继电器分为 2 组,以防止由于某个继电器发生短路故障,而对列车其他所有零速继电器及所控制的电路造成影响。

3 零速信号的典型应用

3.1 牵引允许

牵引允许的逻辑图如图 2 所示。

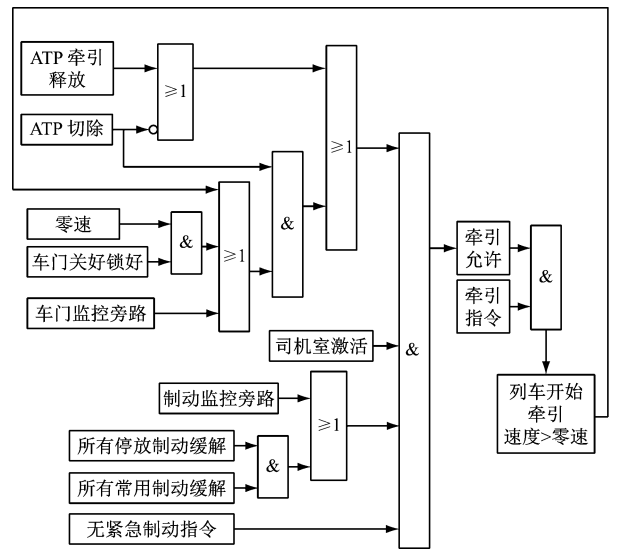


图 2 牵引允许逻辑图

在未切除 ATP 模式的情况下,牵引允许信号由 ATP 输出;当 ATP 切除后,牵引允许信号由列车的牵引允许电路输出。在牵引允许电路中,零速信号的应用起到了车门限位开关的防抖功能:在列车零速状态下,该功能必须要由司机室的控制开关激活,所有车门关好且锁好,以及停放制动、常用制动、紧急制动都缓解才可允许牵引。收到牵引指令后,列车一旦起动,通过零速继电器的失电功能可使旁路车门关好回路,防止由于任一车门限位开关抖动而触发“门关好且锁好”信号的丢失,从而导致牵引允许信号丢失,继而导致列车无法被牵引。当然,在行车过程中,若车门意外打开,则通过触发紧急制动进行安全保护。

3.2 建立紧急牵引模式

建立紧急牵引模式的逻辑图如图 3 所示。

紧急牵引模式是网络故障下驾驶列车就近退出运营的应急模式。在网络系统正常的情况下,牵引/制动指令及参考值由网络传输至牵引/制动控制单元。当网络故障时,列车需切换到紧急牵引模

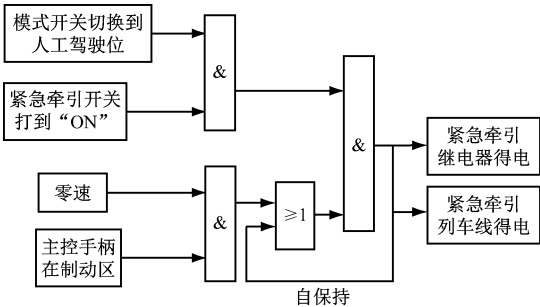


图 3 建立紧急牵引模式的逻辑图

式。该模式下牵引/制动指令由硬线传输,且参考值执行默认的设置。

建立紧急牵引模式时,司机应在列车零速状态时将主控手柄拉至制动区,将模式选择开关切换到人工驾驶模式,再操作紧急牵引开关。紧急牵引模式一旦建立,将会触发旁路零速及主控手柄制动位的条件,以保证司机正常驾驶列车。

3.3 司机控制器的警惕测试

司机控制器警惕测试逻辑图如图 4 所示。

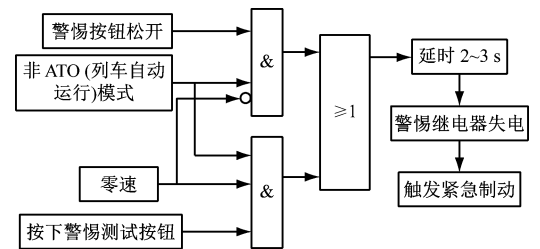


图 4 司机控制器警惕测试逻辑图

在列车零速状态时按下警惕测试按钮,将导致警惕继电器(DMR)失电,延时 3 s 后将触发列车的紧急制动。该功能是对司机控制器警惕按钮松开后 3 s 触发紧急制动功能的测试,只允许在列车零速状态时进行。在列车运行过程中,不允许司机松开警惕按钮。

3.4 车门零速保护

车门的控制事关行车及乘客的安全,除了需要车门使能信号及开门指令外,还需要零速列车线信号,才能允许车门打开。另外,车门系统本身设有零速保护功能。零速信号一旦丢失,开着的车门将立即开始关闭,以避免在列车运行过程中发生乘客跌落事故。

3.4.1 车门零速列车线

车门零速列车线车门控制逻辑图如图 5 所示。

如图 5 所示,列车的零速列车线采用 2 根列车线进行“夹花”设计,即每根列车线仅控制一侧的一

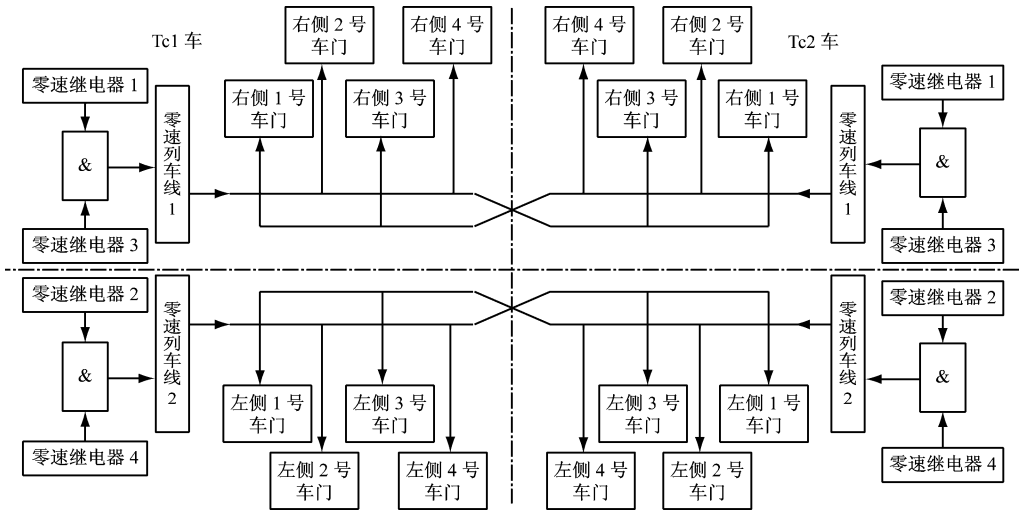


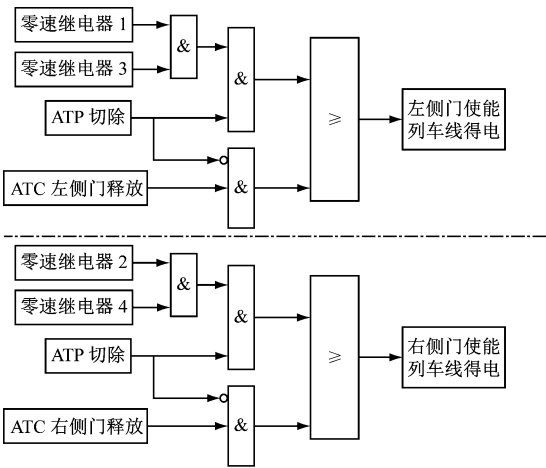
图 5 车门零速列车线车门控制逻辑图

半车门。这样设计的巧妙之处在于,若某一根列车线发生故障,仅会导致某一侧车门中一半的车门打不开,其他车门均可以打开,从而将故障的影响降到最低。

值得注意的是:零速列车线 1 和 2 使用的零速继电器是不同零速断路器保护下的 2 组继电器。这样的设计好处在于:单个断路器保护下的继电器若出现短路故障,则该断路器断开,仅 1 根零速列车线无法得电,故仅一侧一半车门无法打开,进一步降低了故障的影响。

3.4.2 车门使能列车线

车门使能逻辑图如图 6 所示。



注:ATC——列车自动控制

图 6 车门使能逻辑图

在未切除 ATP 模式的情况下,车门使能信号由 ATP 输出;在切除 ATP 模式后,车门使能信号由列车负责输出。列车通常以零速状态作为输出车门

使能的唯一条件。

值得注意的是,车门使能列车线与零速列车线一样采用“夹花”设计,其对于零速继电器的应用设计也和零速列车线一样。

3.5 紧急制动缓解

紧急制动缓解逻辑图如图 7 所示。

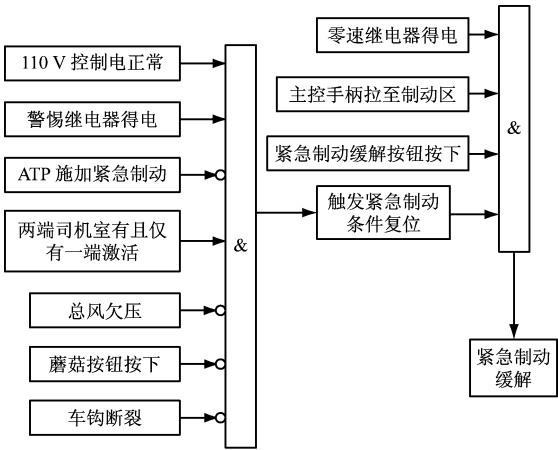


图 7 紧急制动缓解逻辑图

出于故障导向安全的设计理念,地铁列车的紧急制动列车线采用失电施加、得电缓解的设计。列车上触发紧急制动的条件有很多。常见触发紧急制动的条件为:运行过程中司控器方向手柄过零位、警惕按钮松开超过 3 s、列车脱钩、两端钥匙同时激活或同时丢失、车辆超速、总风欠压、蘑菇按钮拍下、ATP 触发紧急制动等。紧急制动是不可逆的。列车必须一直制动直至停车,且停车后才可以对紧急制动进行缓解。在上述触发紧急制动的条件消失后,可通过将主控手柄拉到制动区、按下司机台

的缓解按钮来缓解全车的紧急制动。非零速时,紧急制动一旦触发,就不允许被缓解。

3.6 停放制动施加

停放制动施加逻辑图如图 8 所示。

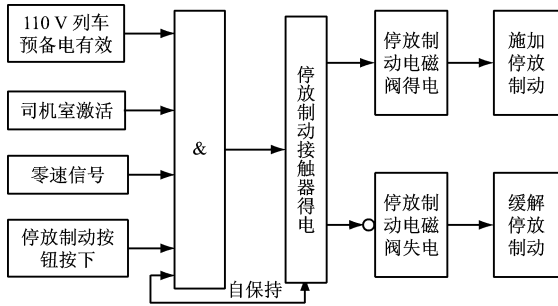


图 8 停放制动施加逻辑图

停放制动力应能使 1 列超负荷负载(9 人/m²)的列车停放在干燥清洁的最大坡度线路上。

在每个司机台上,设置一个自锁按钮用于停放制动的施加和缓解。在列车零速状态下,按下该按钮,将使停放制动电磁阀得电;如果此时没有施加常用制动,则将施加停放制动。若该按钮弹起,则停放制动缓解。当所有停放制动都缓解后,带灯按钮点亮。

除了人工施加停放制动外,当总风压力低于一定值时,停放制动也会通过弹簧自动施加。

3.7 保持制动施加

列车具有保持制动功能,该功能可防止列车在坡道上停车时溜车。保持制动是常用电制动及空气制动的一部分功能,具有载荷补偿作用。根据线

路最大坡度及最大载荷,可计算出保持制动力与最大常用制动力的比例关系。当然,若有更大的制动力需求,将按更大的制动力来施加。

通常在 ATO(列车自动运行)模式下,应保持制动施加。根据列车的零速状态,且在无牵引指令时由 ATO 施加控制。为防止溜车,列车制动控制单元会实时监测列车零速状态的持续时间。在预设的时间内,若 ATO 没有输出保持制动的施加指令,则由列车制动控制单元自行施加。

在人工驾驶模式下,保持制动的施加由列车制动控制单元来控制。当制动单元检测到零速信号且无牵引指令后,将自动施加保持制动。

4 结语

综上所述,零速信号对于地铁列车电气控制十分重要,影响到列车的牵引、制动、车门、驾驶等几大关键电气系统的逻辑控制。在地铁列车电气设计工作中,务必要从零速信号的来源、精度定义入手,对其使用时的可靠性、可用性进行综合考虑,从设计上保障行车的安全。

参考文献

- [1] 汤善成. 广州地铁 B2 型车零速信号的应用与故障处理[J]. 科技风, 2014(10): 153.
- [2] 中车南京浦镇车辆有限公司. 南京地铁项目电路原理图[R]. 南京: 中车南京浦镇车辆有限公司, 2017.

(收稿日期: 2017-07-03)

(上接第 104 页)

新,对保护地下管线起到了关键作用。

(2) 分析勘探危险源,并制定针对性措施。重点地段重点监管对提高勘探安全成效明显。

(3) 勘察安全技术作为轨道交通工程的关键技术之一,在勘察设计阶段应引起足够的重视。3 号线各阶段勘察工作执行建设单位的“勘察前策划,勘察中控制,勘察后总结”的总体要求是切实可行的。

(4) 提高参与人员的勘察风险意识,确保勘察工作安全、有效、可控,降低勘察工作对城市居民工作生活的影响,其意义重大。

参考文献

- [1] 住房和城乡建设部,国家质量监督检验检疫总局. 岩土工程勘

察安全规范: GB 50585—2010[S]. 北京: 中国计划出版社, 2010: 55.

- [2] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 铁四院质量环境职业健康安全手册: QESM 001[Z]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2011: 16.

- [3] 安徽省住房和城乡建设厅. 安徽省质量技术监督局. 工程勘察现场作业人员职业标准: DB 34/T 5003—2014[S]. 合肥: 安徽省工程建设标准设计办公室, 2014: 37.

- [4] 合肥城市轨道交通有限公司. 合肥市轨道交通工程勘察实施细则 [Z]. 合肥: 合肥城市轨道交通有限公司, 2013.

(收稿日期: 2017-12-07)