

广州地铁 B 型车车门紧急解锁功能改造方案

孙壮壮

(广州地铁集团有限公司 运营事业总部, 广东 广州 510310)

摘要:为解决在非紧急情况下乘客擅自操作地铁列车车门紧急解锁装置影响地铁列车运营安全的问题,针对列车运行中解锁车门、列车从车站启动时解锁车门、列车停稳后解锁车门3种情况,分别提出了基于列车控制系统和车门软件逻辑修改的紧急解锁功能改造方案。测试及实际运行表明,这种采用软件改造的方案不仅实现了全部的改造目标,而且改造费用低,同时避免了采用硬线改造方案带来的安全风险。

关键词:广州地铁;车门紧急解锁装置;功能优化;软件

中图分类号: U231

文献标识码: B

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2016.04.028

0 引言

地铁列车车门均设有紧急解锁装置,以便于乘客在紧急情况下能够自行解锁车门。如果乘客在非紧急情况或非必要情况下操作紧急解锁装置,则可能产生很严重的后果,比如列车在隧道区间内紧急制动停车,乘客打开车门下车;大客流时列车牵引联锁不能启动造成运营延误等。因此有必要采取技术措施来避免或者降低这类风险,广州地铁针对不同车型分别采用硬线改造方式或者软件改造方式对列车车门紧急解锁装置功能进行了优化改造。硬线改造方式需增加列车线及继电器,工作量大且作业风险点多,而软件改造方式不仅工作量小而且不存在硬件改造所涉及的列车安全风险。

1 车门紧急解锁功能改造需求

车门紧急解锁装置是一个安全设备,为乘客提供的一个紧急情况下可自行操作开门离开列车的手段。无疑,乘客只能在列车停车时才能下车,所以操作装置应能阻止列车启动或使运行中的列车停车,并在停车时才能打开车门为宜。但地铁这种在地下隧

道运行的轨道车辆,且两站之间运行区间较短,对于绝大多数的紧急情况,列车继续运行到前方车站再疏散乘客是最合理的做法,而在区间疏散乘客,应是一种尽量避免的做法。广州地铁对列车车门紧急解锁装置功能进行了优化,对在几种情况下操作紧急解锁装置后列车和车门的反应功能提出了3条要求标准,如表1所示。

表1 不同情况下操作紧急解锁装置后
列车和车门的反应功能要求

标准1	标准2	标准3
列车运行中解锁车门: 不产生紧急制动,不允许车门打开	列车从车站启动时解锁车门: 运行距离小于半列车长度将触发列车紧急制动,运行距离超过半列车长度后列车继续运行	列车停稳后解锁车门: 由司机在一个延时间内决定是否允许手动打开车门,如果司机在延时间内没有进行操作,可手动打开车门;若司机在延时间内进行操作,车门不可以手动打开(整侧车门都禁止或者允许)

2 改造方案设计

2.1 标准1改造方案

2.1.1 改造原理

通过修改门控器软件,达到非零速下门被解锁后车门电机立即施加关门力防止车门被打开的目的,同时对送给信号系统的所有门关好信号做硬件延时。

2.1.2 改造方案

通过修改车门控制器软件,使列车运行中(即在没有零速信号的情况下)车门控制器在接收到车门被紧急解锁信息后,立即对车门电机施加关门力,将车门关闭,如图1所示。

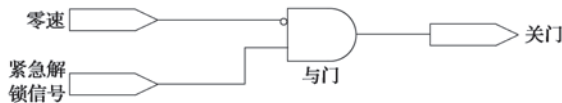


图1 门控器软件逻辑修改

接收到车门紧急解锁信号后,门控器启动电机将车门关闭,但会存在一定延时,在解锁装置及风压的作用下车门打开一条约1 cm的缝隙。在车门重新关闭前,车门关好/锁好行程开关会短时断开。车门监视回

路短时失电将导致信号系统触发列车紧急制动。

从硬件上解决这个问题一个方案是，在列车车门关好列车线上新增一个延时继电器（失电延时），如图 2 所示。由于车门监视回路只是短暂失电，只要在延时期间车门重新关闭并锁闭，信号系统便不会检测到车门打开。

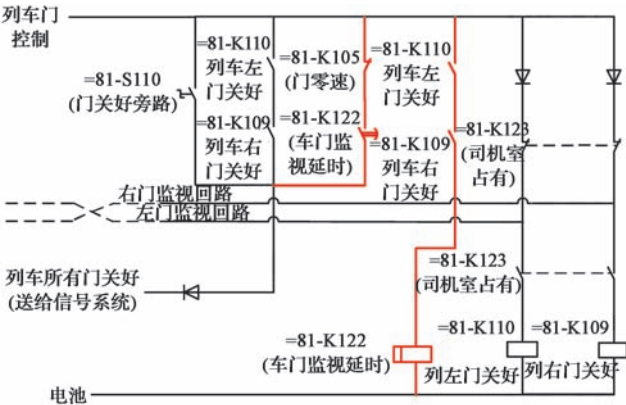


图 2 全列车车门监视电路修改

2.1.3 风险分析

零速情况下，车门监视回路打开信号未被延时，对列车及屏蔽门开关没有影响。
对非零速下车门监视回路断开信号做了短暂延时处理，若运行中车门确实意外打开了，列车在延时间之后仍将施加紧急制动，与改造之前相比，没有新增风险。

新增继电器如果发生故障，对列车正常运营无影响，但故障期间列车运行过程中如果乘客操作紧急解锁装置，列车可能会产生紧急制动，与改造之前相同。

2.2 标准 2 改造方案

2.2.1 改造原理

以车门使能信号、车门紧急解锁信号、零速信号和速度信号为输入进行逻辑设计，以实现仅在列车从站台启动运行在半列车长度内解锁车门后紧急制动。

2.2.2 改造方案

通过列车零速信号和门使能信号判断列车是否在站台，辅以列车速度信号计算出列车从站台启动运行的距离是否大于半列车长度。在车门打开信号或紧急解锁信号和站台启动运行距离小于半列车长度信号同时存在时，列车控制系统发出紧急制动命令，如图 3 所示。

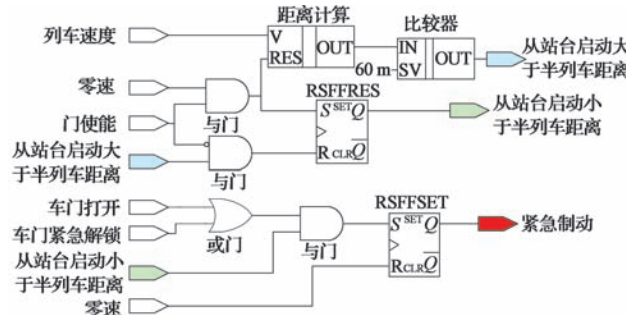


图 3 单个车门关好 / 锁好信号以及紧急解锁信号

2.2.3 风险分析

该方案只对列车控制系统及门控器软件进行了修改，与未改造之前相比，没有增加安全风险。

2.3 标准 3 改造方案

2.3.1 改造原理

修改门控器与 VCU 通信协议，修改列车控制系统软件，增加禁止解锁命令。使零速下车门被解锁后，列车控制系统随即向车门发送禁止解锁命令，车门不能被人工打开；在车门被解锁后的一个延时期内，若司机按下禁止解锁按钮，则禁止解锁命令在延时结束后仍一直有效，车门不能被人工打开；若在延期内司机没有按下禁止解锁按钮，则禁止解锁命令在延时结束后失效，车门可以被人工打开。

2.3.2 改造方案

在司机室车门操作面板新增左 / 右车门禁止解锁按钮，并将其连接到列车控制系统输入模块。
修改门控器与 VCU 通信协议，增加禁止解锁命令。
修改车门软件，使车门在零速时收到禁止解锁命令后，若发生车门紧急解锁，则执行关门操作，防止车门被打开，如图 4 所示。



图 4 车门软件逻辑修改

修改列车控制系统软件，使零速下车门被解锁后一个延时间内列车控制系统向整列车车门发送禁止解锁命令，延时结束后禁止解锁命令自动取消，若延时期间司机按下禁止解锁按钮，则延时结束后继续发出禁止解锁命令，如图 5 所示。

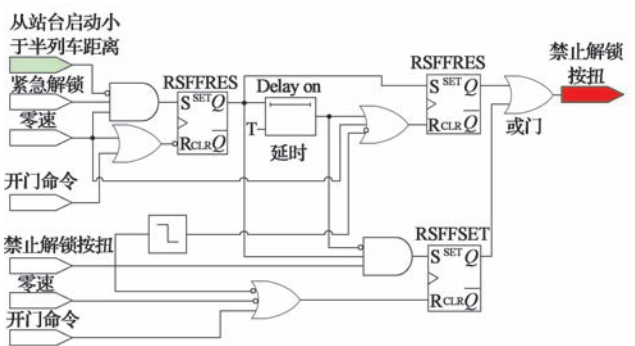


图 5 列车控制系统软件逻辑

在逻辑中增加了开门命令以及禁止解锁按钮恢复的判断逻辑，以实现在开关门、禁止解锁按钮恢复或者列车启动后，禁止解锁命令取消输出。

2.3.3 风险分析

该方案只对列车控制系统及门控器软件进行了修改，与未改造之前相比，没有新增安全风险。

3 其他情况

当列车的控制电路失效，导致紧急照明、紧急通

风、广播功能失去时，车门控制器失电，电机无法对车门施加关门力，此时乘客操作紧急解锁装置可以直接解锁并打开车门，符合紧急解锁装置的基本功能要求。

4 结语

广州地铁对 B 型车已按照上述改造方案进行了样车改造工作，库内及正线测试已全部通过，并计划推广到广州地铁所有类似车型的改造工作中。

参考文献：

[1] 西门子（中国）有限公司 . SIBAS-G-Reader 逻辑功能描述 [M]. 北京：西门子（中国）有限公司，2010.
[2] 朱士友，吕劲松 . 车辆检修 [M]. 北京：中国劳动社会保障出版社，2009.
[3] 张世钟，吕劲松 . 车门紧急解锁后列车运行状态及车门状态的设置方案探讨 [J]. 电力机车与城轨车辆，2015，31(7)：84-87.

广 告 索 引

深圳市宝创科技有限公司（封 2）
株洲中车时代电气股份有限公司（前插 1）
思库机电工程技术（上海）有限公司（前插 2）
广州金升阳科技有限公司（前插 3）
咸阳亚华电子电器有限公司（前插 4）
湖南中车时代电动汽车股份有限公司（前插 5、6）
上海王丰复合材料有限公司（前插 7）
株洲庆云电力机车配件工厂有限公司（前插 8）
汕头华兴冶金设备股份有限公司（前插 9）
宁夏银利电气股份有限公司（前插 10）
株洲中车时代电气股份有限公司通信信号事业部（中插 1）
株洲中车时代电气股份有限公司半导体事业部（中插 2）
宝鸡中车时代工程机械有限公司（中插 3）
株洲中车时代装备技术有限公司（中插 4、5）
宁波中车时代传感技术有限公司（中插 6）

株洲中车时代电气股份有限公司印制电路事业部（中插 7）
襄阳中车电机技术有限公司（中插 8、9）
中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司（中插 10、11）
株洲时代电气绝缘有限责任公司（中插 12）
上海意兰可电力电子设备有限公司（后插 1）
深圳通业科技股份有限公司（后插 2）
江苏必得科技股份有限公司（后插 3）
温州市龙电绝缘材料有限公司（后插 4）
北京创四方电子股份有限公司（后插 5）
苏州康开电气有限公司（后插 6）
北京石竹科技股份有限公司（后插 7）
上海鹰峰电子科技有限公司（后插 8）
CRTEC 国际铁路轨道交通展（上海）（后插 9）
深圳意杰（EBG）电子有限公司（后插 10）
珠海金电电源工业有限公司（后插 11）
安徽省康利亚股份有限公司（后插 12）
株洲时代新材料科技股份有限公司（封 3）
深圳市中电华星电子技术有限公司（封 4）