

地铁车门关闭信号与车辆接口的研究

许智翔

南京地铁运营有限责任公司

DOI: 10.12238/ems.v6i11.10018

[摘要] 本文主要探讨车载信号采集车辆信息及车门状态信号与车载信号的联系，重点分析了车门状态信号与车载信号的联系，并且根据这些分析，我们对地铁信号系统与车辆信息等功能的实现有了更真切的认识。我们也希望通过对这个论题的研究分析，可以为地铁的发展而助力，为地铁运营效率得到提高。

[关键词] 车载信号；ATC（列车自动控制）；车门关闭状态；EDCU（电子门控单元）

Research on the Signal of Subway Door Closing and Vehicle Interface

Xu Zhixiang

Nanjing Metro Operation Co., Ltd

[Abstract] This article mainly discusses the collection of vehicle information and the relationship between door status signals and onboard signals through onboard signal acquisition. The focus is on analyzing the relationship between door status signals and onboard signals. Based on these analyses, we have gained a deeper understanding of the implementation of subway signal systems and vehicle information functions. We also hope that through the research and analysis of this topic, it can contribute to the development of the subway and improve its operational efficiency.

[Keywords] vehicle signal; ATC (Automatic Train Control); Door closed status; EDCU (Electronic Gate Control Unit)

车门关闭信号属于车载ATP系统中车门监督功能。如果检测到列车在移动，而车门没有锁闭在关闭状态，车门监督功能就会实施紧急制动。除了被抑制（如下所述），车门监督功能在所有信号模式中都有效。

如果列车移动超过一定的距离（例如：0.3米）；或者当列车以超过特定速度的速度运行（例如：“ATP零速度”）；当从车门接点没有接收到“全部车门关闭”信号时，列车实施紧急制动。

在紧急情况下，当列车停稳，司机按压紧急车门按钮阻止了车门监督功能。这使在出现车门接点故障时，也可以移动列车。当车门监督功能以这种方式被抑制，司机必须全权负责并保证在随后运行阶段乘客的安全。当从车门接点再次接收到“全部车门关闭”信号，车门监督功能会自动恢复。

1、故障现象

司机手动尝试关闭车门时，发现门关好灯与左侧关门灯出现交替互闪的异常现象。随后，司机对话显示装置（DDU）发出报警，提示至少一个车门无法正常工作。司机尝试重新开关车门，这次门关好灯正常亮起，车门故障报警随即自行消失，DDU上的故障报警也相应消除。司机回到驾驶室，却发现自动列车操作（ATO）系统的指示灯未亮，推荐行驶速度显示为0。尽管司机尝试推动牵引控制器，列车却没有任何位移。

2、检查情况

在对列车进行现场检查时，技术人员确认了故障现象依然存在。在进行降弓操作并切换至CM（手动）模式后，尝试推动牵引控制器时，发现常用制动未能缓解。进一步的电路检测显示，MAR（牵引允许继电器）回路中的COR1（司机室

占有继电器1）触点上端未得到电源供应。详细测量后，发现ATC（自动列车控制系统）输出的牵引允许信号始终为低电平，而正常情况下，该信号在制动缓解前应有110V电压。随后断开并重启KS开关重启ATC系统，故障现象随之消失。信号专业技术人员下载的ATC故障信息显示所有车门关闭失败。

进一步的回库检查揭示，5A车门在关闭位置附近频繁动作，导致DDU（司机对话显示装置）报告至少一个车门无法正常工作，并且门关好灯出现闪烁。经过一系列操作后，车门故障自行消失，门关好灯恢复常亮，DDU上的故障提示也相应消除。这一连串的故障和解决过程显示了车辆控制系统中存在的复杂交互问题和故障诊断的挑战。

3、车门故障原因

在对5A车门的电子控制单元（EDCU）进行故障信息下载后发现，该单元多次报告“未经允许离开开门位”。经过详细检查，确认车门尺寸和S1开关均正常，机械结构无明显异常。继续深入分析和多次测试开关门操作，最终确定是车门制动器发生故障。

目前使用的35D型车门制动器，在正常工作时，能够在车门门页关闭后将其锁闭。然而，当车门制动器失效时，门页无法被有效锁闭。这会导致在列车运行中受到震动、风压等外部因素影响下，门页会自行移动离开开门位置。此时，EDCU监测到门页状态异常，会向车门电机发送信号尝试重新关闭门页。若制动器故障未得到修复，门页将无法稳定锁闭，会重复离开开门位置。这种情况下，EDCU再次检测到门页异常位置，指令车门电机进行反复的关闭尝试。这一反复循环的故障过程中，EDCU的反复报警也相应地发出，提示维护人

员需对车门制动器进行更换或修复,以确保车门的正常运作和乘客的安全。通过更换新的车门制动器并进行多次开关门测试后,车门得以正常运作,故障得到彻底解决。

4、车载信号采集车辆信息

为确保列车运行的安全性与可靠性,西门子车载自动列车保护系统(ATP)内置的车载信号系统负责采集和监控各种关键车辆操作信息。这些信息包括车辆车门的关闭状态,这是确保乘客安全的基本要求。系统同样记录司机是否按下了ATO(自动列车操作)启动按钮,以及RM(手动模式)按钮,这两项操作直接影响列车的运行模式。此外,开门允许按钮和折返按钮的操作也被系统捕获,这对于调度中心精确控制车辆动态极为关键。车载系统还监控ATP故障开关,即切除ATC(自动列车控制)的开关操作,以及主控KS钥匙的切换情况,这些操作可能在紧急情况下使用。紧急制动的输入信号也被记录,以确保在紧急情况下能迅速响应。最后,车载系统还检测模式开关是否被置于ATO位(如图1),这是自动驾驶状态的关键设置。

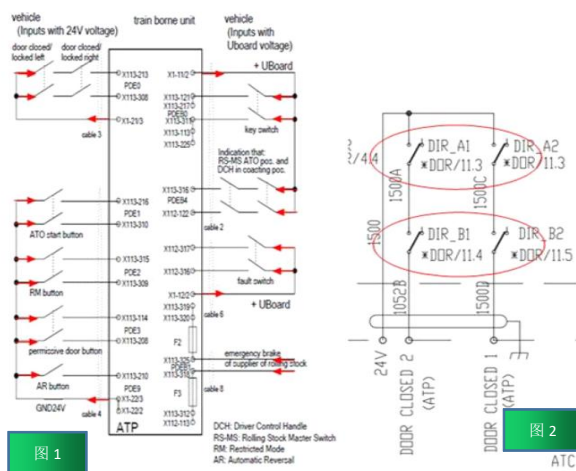


图 1

5、车门状态监督

车门监督功能是列车安全系统中非常关键的一部分。这个功能确保在列车运行时,所有车门必须锁闭在关闭状态。如果系统检测到列车在移动而车门未锁闭,它会立即实施紧急制动,以防止任何潜在的安全事故。这种监控在所有信号模式下均有效,除非被特定条件下抑制。

具体来说,如果列车在没有收到“全部车门关闭”的确认信号的情况下,移动超过一定距离(例如:0.3米),或者以超过设定的特定速度(例如:“ATP零速度”)行驶,紧急制动会被触发。这样的设计是为了确保在任何非正常的车门状态下,列车的安全运行不会被妨碍。

然而,在特殊情况或紧急情况下,如车门接点发生故障,导致无法正常接收车门关闭状态信号时,司机可以通过按压紧急车门按钮来暂时抑制车门监督功能。这允许列车在没有正常车门关闭信号的情况下移动,但这时司机必须全权负责,并确保在随后的运行阶段中乘客的安全。一旦车门接点问题得到解决,系统重新接收到“全部车门关闭”的信号后,车门监督功能会自动恢复。这种灵活的响应机制既保障了紧急情况下的操作需要,也维护了行车的总体安全。

6、车门状态信号与车载信号的联系

车载信号采集车辆车门关闭状态是通过车辆的 DIR_A1(左侧车门互锁继电器1)、DIR_A2(左侧车门互锁继电器2)、DIR_B1(右侧车门互锁继电器1)、DIR_B2(右侧车门互

锁继电器2)继电器的吸合来实现的(如图2)。当所有A侧车门关闭时,DIR_A1、DIR_A2

继电器得点;当所有B侧车门关闭时,DIR_B1、DIR_B2继电器得点(如图3)。

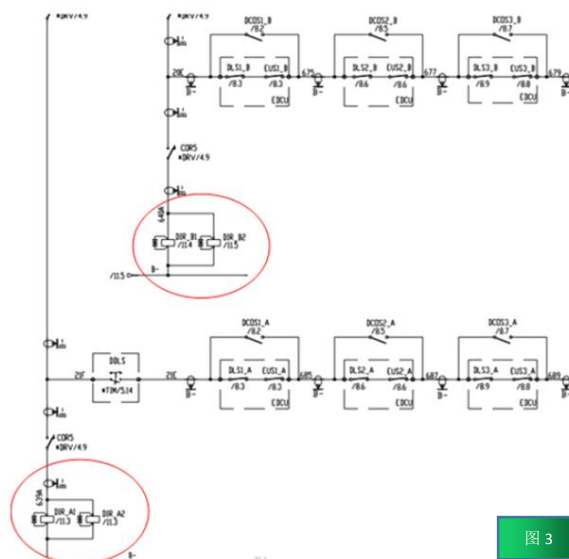


图 3

在车载信号系统中,车门状态信号的采集设计为双通道系统,以增强其可靠性和安全性。在正常操作条件下,无论是开门还是关门,双通道所采集到的车门状态信息应当是一致的,这确保了信号的准确性和系统的稳定运行。然而,如果出现任何通道间的信息不一致,车载信号系统将无法判断哪个信号是正确的。根据故障导向安全原则,这种情况下系统会默认认为故障一直存在,从而采取安全措施。

为保障列车安全,当发现此类信号不一致时,系统不会输出牵引允许信号。这意味着列车无法进行牵引运动,直到故障状态被清除。一旦车门的故障状态消失,必须重启车载信号系统以恢复牵引允许信号的输出。重启可以通过断开并重新连接KS钥匙开关来实现,这相当于对车载信号系统进行了重置。此操作不仅解决了暂时的信号不一致问题,也重新校验了车门状态,确保所有安全相关的信号都在正常工作范围内。

7、结论

理论上 DIR_A1 与 DIR_A2、DIR_B1 与 DIR_B2 继电器的吸合是同步动作的,并且任意一个车门的开关状态,车载信号接受到的信号是同步的。但在实际运用中,相同型号的继电器吸合或释放在时间上不可能完全同步,存在着极其细小的时间差,当车门制动器发生失效故障时,由于该门 EDCU 的保护特性使得门页在关闭位不停的动作,此时 DIR_A1 与 DIR_A2 继电器则会在极短的周期内高频率的吸合、释放,此过程中逐步会使 DIR_A1 与 DIR_A2 继电器在吸合或释放的同步过程拉大,最终导致 DIR_A1 与 DIR_A2 继电器不同步,此时车载信号则采样的信号也不同步,车载信号无法判定信息准确性,根据车载信号故障导向安全的原理,触发 ATP 保护工作,从而无法输出牵引允许信号。EDCU 短时间内多次产生保护后触发车载信号安全保护,两者保护累加之后的结果。

【参考文献】

[1] [NJL1_SE-ATP-FD-001-0_ATP ATO system description _ ATP ATO 系统描述]