

UTO 模式下的地铁列车疏散方案研究

张文文 张 潜 肖 飞

(中国中车南京浦镇车辆有限公司, 210031, 南京//第一作者, 高级工程师)

摘 要 地铁列车在运行过程中若发生突发紧急事件时, 一旦处理不及时、不得当, 将对乘客生命财产安全及社会造成很大影响。针对 UTO (无人值守全自动运行) 模式下的地铁列车的疏散问题, 分析了疏散场景和相应的疏散方式, 介绍了疏散授权建立流程和疏散防护区域建立规则, 梳理了保障疏散安全的辅助措施。

关键词 地铁列车; 无人值守全自动运行; 疏散方案

中图分类号 U231.6; U298.6

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2022.01.038

Study on Evacuation Plan for UTO Mode Metro Train

ZHANG Wenwen, ZHANG Qian, XIAO Fei

Abstract When emergency happens during metro train operation, untimely and improper treatment will cause concerning consequences on passenger and society. Targeting the issue of metro train evacuation under UTO (unattended train operation) mode, evacuation scenarios and corresponding evacuation arrangements are analyzed. Establishment process of evacuation authorization and evacuation protection area establishment rules are introduced. Assisting measures for ensuring evacuation safety are sorted.

Key words metro train; UTO (unattended train operation); evacuation plan

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

UTO (无人值守全自动运行) 系统是基于现代计算机、通信、控制和系统集成等技术实现列车运行全过程自动化的新一代城市轨道交通控制系统, 满足 GoA4 级功能要求。随着信号、车辆、通信、综合监控等领域的技术进步和完善, 城市轨道交通全自动无人驾驶技术日趋成熟, 目前北京、上海、香港等多个城市的全自动无人驾驶列车相继投入运行, 基于 UTO 模式的车辆已成为城市轨道交通的新生力量。

列车以 UTO 模式运行时, 由于无司机值守, 紧

急情况下如何进行乘客疏散成为安全行车的重中之重, 本文着重对 UTO 模式下的地铁列车疏散方案进行研究分析。

1 疏散功能定义

疏散是指在不具备乘客正常上下车条件的情况下, 乘客可以离开无人驾驶列车的一种功能。其主要功能需求为: 只有当列车停车后, 才允许车门被乘客打开; 只允许打开“安全侧”的客室门; 如果乘客进入轨道, 需在列车周边建立防护区域以防止其他列车接近。

2 疏散基本流程

地铁列车在 UTO 模式下运行时, OCC (运营控制中心) 收到远程综合监控系统报警或者乘客报警信息后, 将立即调用车载 CCTV (视频监控), 核实并确认故障或突发事件的真实性及严重等级。若报警信息为系统设备假故障或轻微事件, 不会危及列车及乘客人身财产安全时, OCC 工作人员可忽略当前报警信息, 或对系统故障报警信息进行复位确认, 列车将继续保持运行; 若当前情况已经危及到列车及乘客人身财产安全, OCC 工作人员需立即启动安全疏散流程, 正线调度员应立即通过广播系统对乘客进行安抚指导, 同时协同车站工作人员制定安全有效的方案, 保证乘客能够尽快疏散至安全区域, 具体疏散流程如图 1 所示。

3 疏散场景分类

对于 UTO 模式下地铁列车的疏散场景, 需要进行安全有效组织的主要有火灾、客伤事件 (如乘客异动或突发疾病)、列车严重故障或事故 (如失去牵引力无法运行、脱轨、撞车) 等场景。从上述场景的危害等级以及列车自身是否具备行车条件两方面来考虑, 可将疏散分为站台疏散及区间疏散两种。

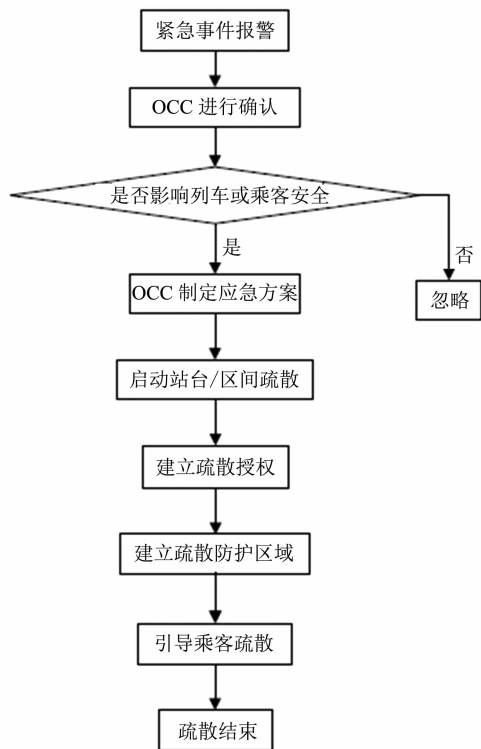


图1 UTO 模式下的地铁车辆疏散基本流程

Fig. 1 Basic evacuation process for metro vehicle under UTO mode

3.1 站台疏散

当发生火灾或客伤事件时,OCC 可通过火灾报警系统、乘客紧急对讲装置、乘客紧急解锁装置及车载 CCTV 监控等辅助方式及时获知列车及乘客当前状态。车载 ATC(列车自动控制)亦将根据收到的列车火灾、紧急解锁等信息并结合列车当前位置信息,控制列车停靠当前站台或下一站台,实现站台疏散。例如,当列车驶出站台且驶出距离小于半列列车长度时,列车至少有一个客室车门仍位于站台区域,因此车载 ATC 将立即触发紧急制动,保障乘客在本站立即疏散;若列车已经位于区间或当列车已驶出站台且驶出距离大于半列列车长度时,进行本站台疏散已经不具备可能性,车载 ATC 将控制列车继续运行到下一站站台后停车,保障乘客在下一站站台疏散,同时 OCC 将提前通知前方车站进行各项站台疏散准备,组织人员救援事宜。

3.2 区间疏散

当列车发生严重故障或事故导致迫停区间时,列车已经不再具备继续运行至下一站站台的条件,因此必须在区间立即进行安全疏散。区间疏散可分为区间有序疏散及远程引导区间疏散两种。

OCC 通过控制中心信号终端、综合远程告警系统、乘客紧急对讲装置和乘客紧急解锁装置等辅助方式获知列车迫停位置以及列车故障信息后,结合当前列车及乘客状态组织区间疏散。

1) 区间有序疏散:若列车在区间因设备故障(如牵引制动系统故障、弓网故障等)导致迫停区间时,由于短时间内无法恢复运营,且当前工况暂时不会危急乘客人身财产安全,正线调度人员可组织车站工作人员至现场接应指挥。车站工作人员到达迫停列车后,进入客室打开车门组织乘客有序疏散至就近车站。区间有序疏散在提高疏散效率的同时,也可避免乘客踩踏等二次伤害的风险。

2) 远程引导区间疏散:若列车因爆炸、冲突或脱轨等突发事故导致区间迫停,此种工况严重危急乘客人身安全,因此需要立即组织乘客疏散。正线调度人员需尽快确定疏散方向,通过车厢广播远程引导乘客疏散至相关就近车站,确保乘客安全。

4 疏散授权建立流程

建立疏散授权是进行安全疏散的前提条件,只有具备授权的“安全侧”的车门才能够被乘客打开。疏散授权由 ATS(列车自动监控)远程建立或者由车载 ATC 自动建立。

对于进行站台疏散的列车,列车停稳于站停车窗,且客室门与站台屏蔽门对准,车载 ATC 系统将默认线路数据库中预定义的开门侧为安全侧,自动控制车门打开并允许乘客从正常开门侧下车疏散。

对于迫停区间的列车,ATS 可根据当前实际情况确认允许建立疏散授权或者拒绝建立授权(流程如图 2 所示),具体控制策略及疏散步骤为:

1) ATS 上弹出乘客紧急手柄请求信息,并显示列车相关告警信息;

2) ATS 上弹出一个对话框,框内显示“允许”和“拒绝”按钮,同时系统自动开启 30 s 倒计时(具体参数可通过软件调整);

3) 若 OCC 人员在倒计时过程中点击“允许”按钮,则车载 ATC 立即自动输出车门授权信号,此时乘客可通过紧急解锁装置打开车门;

4) 若 OCC 人员在 30 s 倒计时内不做任何操作,则系统倒计时为 0 后,车载 ATC 自动输出车门授权信号,此时乘客可通过紧急解锁装置打开车门;

5) 若 OCC 人员在倒计时过程中点击“拒绝”按钮,则车载 ATC 保持车门关闭,延时倒计时消失,

此时乘客无法通过紧急解锁装置打开车门；

6) 若 OCC 人员拒绝车门打开,乘客再次通过紧急手柄进行请求时,则延时重新开始,跳转到步骤 1)。

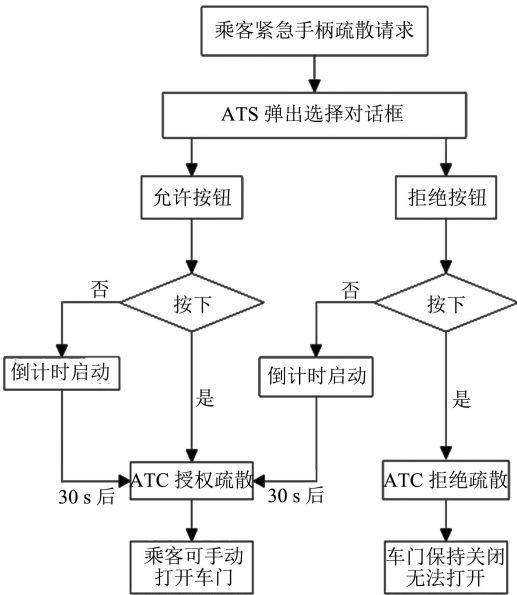


图 2 迫停区间列车的疏散授权建立流程图
Fig. 2 Flow chart of evacuation authorization establishment for train forced stop at interval

5 疏散防护区域建立规则

全自动驾驶线路具备轨道关闭功能,该功能触发后,相应轨道将无速度码,其所属进路将无法被排列,轨道被封锁。如图 2 所示,信号轨旁系统通过激活一个或多个预定义的 RAUZ(行车授权区域)来保护相关线路区域,可以防止自动运行列车在该区域运行(例如缩短移动授权)。此外 RAUZ 状态也被传送至轨旁联锁系统,轨旁联锁系统收到 RAUZ 激活状态后,设置相应的信号机为受限状态。

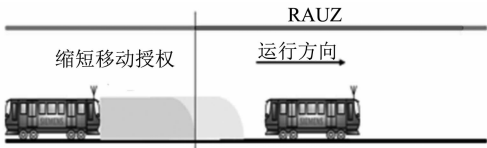


图 3 RAUZ 防护疏散区域

Fig. 3 RAUZ protection evacuation area

一旦疏散授权建立,乘客可以离开列车进入轨道区域时,ATS 显示“车载疏散进行中”。此时疏散防护区域将由信号系统自动建立或由 ATS 手动建立,从而保证乘客所在轨道线路内的其他列车间保持足够的安全距离,避免疏散过程中列车及乘客的

侵害风险。

6 其它疏散辅助措施

OCC 组织疏散过程中,应建立以信号系统控制为主导,其它 PIS(乘客信息系统)、通信、远程告警综合监控等子系统辅助配合的控制策略;坚持以人为本,快速有效制定安全有序的疏散方案,保障所有乘客能够尽快疏散至安全区域。

1) 在客室的明显位置张贴操作提示语,用于提示乘客在紧急情况下操作紧急解锁装置下车;在紧急解锁装置面板上安装指示灯,该指示灯在疏散授权存在时保持常亮,提示乘客可进一步操作紧急解锁并打开车门完成疏散。

2) 车载 TCMS(列车网络控制系统)实时收集车辆各子系统设备状态及故障信息,并上传至远程告警综合监控系统,为 OCC 工作人员进行方案制定提供辅助判断依据。

3) 列车火灾和乘客紧急解锁装置等设备与车载摄像头具有视频联动功能,一旦发生上述情况,客室对应位置摄像头会立即触发联动,相关视频画面可显示在 OCC 大屏。此外,OCC 工作人员可随时远程调看列车摄像头视频监控画面,实时获知客室内现场情况,为疏散提供事实依据。

4) 每节车厢的客室内布置乘客紧急对讲装置,用于实现紧急情况下乘客与 OCC 工作人员的实时通话。

5) 针对迫停列车,根据载客工况、已迫停时间等信息,广播系统在超过规定停车时间后自动播放乘客安抚信息广播。每隔几分钟进行一次广播,广播词为无需判断类的内容,如“列车稍作停留,请乘客耐心等待”等,避免乘客产生恐慌心理,避免发生二次踩踏等事故。

6) OCC 工作人员可通过广播系统安抚乘客情绪并引导乘客疏散,车载 PIS 可播放系统预录或由 ATS 远程下发的紧急广播内容,并在客室显示屏上显示相关信息。

7) 进行区间疏散前,OCC 工作人员根据确认的疏散方向和疏散预案启动相应的区间通风模式以及区间疏散标志,打开区间照明。

7 结语

故障导向安全一直是采用 UTO 模式的列车的

(下转第 205 页)