

地铁司机应急处理技术能力提升策略

丁钰峰 王秋俊 王博文 卢 震 吕广霖

青岛地铁运营有限公司 山东 青岛 266100

【摘 要】：随着我国城市轨道交通网络的快速扩张与运营复杂性的日益提升，地铁司机的应急处理技术能力已成为保障公共安全、维持系统韧性的核心要素。本文聚焦于地铁司机在面对突发事件时所需具备的关键能力，旨在构建一套系统性、前瞻性的能力提升策略。文章首先深入剖析了当前地铁司机应急能力培养体系存在的普遍性挑战，指出现有培训模式在应对非预案、高压复合型事件时的局限性。在此基础上，文章从理论层面解构了应急处理技术能力的核心内涵，将其分解为知识整合与情境感知、决策判断与风险评估、精准操作与人机协同三个相互关联的维度。针对这三个核心维度，本文提出了具体且具有操作性的提升策略：构建以虚拟现实（VR）和数字孪生技术为支撑的虚实结合沉浸式培训体系，以强化情境感知与应变能力；实施基于真实案例复盘的认知决策训练模式，以锻炼司机在高压环境下的快速研判与科学决策。

【关键词】：地铁司机；应急处理；技术能力；提升策略

DOI:10.12417/2811-0528.25.13.072

引言

城市轨道交通作为现代都市的“大动脉”，其安全、高效的运营是城市功能正常运转的基石。地铁司机，作为列车运行的直接操控者与突发事件的“第一响应人”，其应急处理技术能力的水平直接决定了紧急状态下乘客生命财产安全与线路运营秩序的恢复效率。近年来，尽管地铁自动化技术（如ATO）不断发展，但在火灾、设备故障、恶劣天气、公共卫生事件等复杂多变的紧急情况下，司机的临场判断与处置能力依然是任何自动化系统无法完全替代的最后一道安全屏障。然而，当前针对地铁司机的应急培训与能力评估体系，在一定程度上仍存在模式固化、场景单一、重程序轻决策等问题，难以完全满足现代地铁运营对应急响应能力提出的更高要求。因此，系统地分析地铁司机应急处理技术能力的内涵，并在此基础上构建一套科学、高效的能力提升策略，不仅是轨道交通运营管理领域的重要课题，更是保障城市公共安全的迫切需求。

1 地铁司机应急处理能力现状与挑战

当前，我国各大城市的轨道交通运营单位已普遍建立起一套涵盖岗前培训、在岗轮训、应急演练在内的司机培养体系，为保障地铁基本运营安全发挥了重要作用。这些体系通常以标准化操作规程（SOP）为核心，通过理论教学、模拟器驾驶训练和跟车实习等方式，使司机掌握列车基本驾驶技术与常见故障的处理流程。然而，随着运营里程的增加、客流密度的增大以及潜在风险的多样化，这种传统的、以程序为导向的能力培养模式正面临着深刻的挑战。一方面，现实中的突发事件往往是动态演变且具有高度不确定性的，其复杂程度远超预案所能覆盖的范围。例如，在隧道内突发火灾并伴随断电与通信中断，这就构成了一个典型的“复合型”危机场景，考验的不仅仅是

司机对单一故障的处置熟练度，更是其在信息缺失、压力骤增环境下的综合研判与资源协调能力，而这恰恰是当前标准化演练难以充分模拟的。另一方面，技术的进步也带来了新的挑战。高度自动化的驾驶系统在降低司机日常操作负荷的同时，也可能导致其在关键时刻对车辆状态的感知变得迟钝，产生“自动化自满”现象，削弱其手动介入处置的果断性与精确性。此外，现有培训手段多侧重于技能操作的“外显”层面，对于支撑应急处置的心理素质、认知决策等“内隐”能力的培养关注不足。评估方式也多以流程考核为主，难以有效甄别司机在真实压力情境下的决策质量与应变水平。因此，如何突破传统培训模式的瓶颈，从“程序执行者”向“情境管理者”的角色定位转变来重塑司机的应急能力，已成为行业亟待解决的核心问题。

2 应急处理技术能力的核心内涵解构

2.1 知识整合与情境感知能力

这是应急处理的基础与前提。它要求司机不仅要熟练掌握车辆构造、线路特点、规章制度等静态知识，更要具备在动态变化的环境中快速、准确地获取、筛选和理解信息的能力。情境感知能力体现在司机能够通过仪表盘数据、车载监控画面、乘客异常反应、车外环境声音等多元信息渠道，迅速构建起对当前事态的完整认知图景。这种能力的核心在于“整合”，即将碎片化的信息与自身知识库进行关联匹配，判断出“发生了什么”、“严重程度如何”、“可能的发展趋势是什么”。一个情境感知能力强的司机，能在故障初露端倪时便察觉异常，为后续处置争取宝贵的时间窗口。

2.2 决策判断与风险评估能力

在准确感知情境后，司机需要迅速进入决策阶段。这项能

力是应急处理的“大脑”。在巨大的时间压力和不确定性下，司机必须在多个潜在处置方案中进行权衡。例如，在迫停隧道区间时，是就地疏散还是继续运行至下一站台？这个决策需要综合评估火源位置、通风条件、乘客恐慌程度、后续救援可达性等多重风险因素。优秀的决策判断能力，意味着司机能够超越规章的字面条文，理解其背后的安全逻辑，并结合现场实际情况，做出风险最低、效益最高的选择。这是一种基于规则又超越规则的认知活动，要求司机具备批判性思维和风险权衡的智慧。

2.3 精准操作与人机协同能力

这是将决策转化为有效行动的最终环节。精准操作不仅指司机能够稳定、熟练地执行各项应急驾驶与设备操作，更强调在巨大心理压力下的操作稳定性和准确性。任何一个微小的操作失误，都可能导致事态恶化。而人机协同能力则是在现代高度集成的驾驶环境中提出的新要求。司机需要清晰地知道自动化系统在做什么、其局限性在哪里，以及在何种时机、以何种方式进行人工干预最为有效。同时，这项能力还包含与行车调度中心（OCC）、车站工作人员乃至乘客的有效沟通与协作，通过清晰、简明的语言传递关键信息，引导多方力量共同应对危机，实现应急资源的优化配置。

3 基于能力内涵的能力提升策略构建

3.1 构建虚实结合的沉浸式培训体系

为从根本上提升地铁司机的“知识整合与情境感知能力”，必须构建一个超越传统模拟器边界的、以新一代信息技术为驱动的虚实结合沉浸式培训体系。传统模拟驾驶训练体系尽管在程序化操作层面具备价值，但其在情境真实性与心理保真度上存在天然的瓶颈，往往导致司机在训练中“知其然”而难以“感其切”，无法有效复现真实应急环境下的“隧道视野”和认知负荷。因此，一个融合了虚拟现实（VR）、增强现实（AR）与数字孪生（Digital Twin）技术的全新培训范式势在必行。

该体系的核心首先在于利用虚拟现实（VR）技术创造一种深度的“在场感”（Sense of Presence）。这不仅是视觉与听觉层面的高保真复刻，例如在VR头显中呈现浓烟弥漫、火光闪烁的隧道，或模拟出乘客因恐慌而产生的嘈杂尖叫与混乱行为；更重要的是，通过这种全方位的感官包裹，有效诱发与真实危机情境相仿的生理与心理应激反应，如心率加快、注意力窄化等。在这样的高压环境中，司机被迫调动全部的认知资源去处理涌入的、碎片化的信息，从而在绝对安全的前提下反复演练和优化其在极端压力下的情境感知能力。训练场景的设计可以远超物理模拟器的范畴，涵盖从设备故障到自然灾害，再到公共安全事件的各类复杂组合，实现对司机应急知识库的

全面激活与检验。

数字孪生技术则将这一体系提升至战略高度，为“知识整合”能力的培养提供了理想的试验场。它并非静态的三维模型，而是一个与物理世界实时或准实时同步的、动态的数字化镜像。通过将整条地铁线路的物理实体（包括列车、轨道、信号、供电、通风系统等）及其运行逻辑进行数字化建模，可以构建一个与现实世界高度一致的虚拟运营环境。在这个环境中，司机的每一次虚拟操作，其产生的后果不再是预设的脚本反馈，而是基于真实物理规律和系统逻辑的科学推演。例如，司机在虚拟隧道中执行紧急制动和断电操作，数字孪生系统可以即时演算出这将如何影响后方列车的安全间隔、车站的客流积压情况以及全线电网的负载变化。这使得司机能够直观地理解其局部决策对整个运营系统的连锁影响，从而将分散的规章知识、设备知识和线路知识，整合成一种系统性的、具备因果预见性的专业直觉。

3.2 实施基于案例的认知决策训练模式

构建一个高质量的案例数据库是该模式的基石。这个数据库不应是冰冷事故报告汇编，而应是一个动态、多维度的“活教材”。它需要精心搜集并结构化整理国内外轨道交通领域的典型应急事件，不仅要囊括导致严重后果的灾难性事故，更要重视那些被成功化解的危机和险些发生的“未遂事件”（near misses）。每一份案例都应包含尽可能完整的原始信息链，例如：事发时的列车运行数据、司机与调度中心的真实通话录音、现场监控视频片段、事故调查报告中的技术分析、以及事后专家团队的复盘结论。将成功与失败的案例并置，能够为司机提供正反两方面的参照系，使其在学习过程中既能认识到错误决策的严重后果，也能领悟到卓越处置的智慧与方法，从而构建更为全面和平衡的风险认知。

训练的实施过程必须精心设计，以“启发式研讨”取代“教师式讲授”。训练活动应以小组形式展开，由一位经验丰富且受过引导技术培训的教官担任“催化剂”而非“裁判员”。训练流程通常始于案例呈现，司机首先独立思考，形成初步的处置方案。随后进入关键的集体深度复盘环节。在此阶段，教官的作用是提出一系列具有穿透力的引导性问题，将讨论引向深入。问题设计应跳出“应该怎么做”的表层，触及决策的认知内核，例如：“当事人收到的第一条模糊信息是什么？这条信息可能如何影响了他的初始判断？”“在那个时间点，他面临着哪几种相互冲突的目标（如疏散效率、防止次生灾害、维持线路秩序）？他是如何进行优先级排序的？”“在他的决策链中，哪一个环节是转折点？如果在这个点上获得另一条关键信息，整个局面会有何不同？”通过这种苏格拉底式的诘问，迫使司机反复审视自身与他人的思维过程，识别潜在的认知偏见

(如确认偏误、乐观偏误),并学习如何在巨大的认知负荷下进行结构化思考。

更进一步,可以将“桌面推演”和“角色扮演”融入训练之中,以增强情境的代入感和系统性思维。在桌面推演中,小组成员不再仅仅扮演司机,而是分别承担起行车调度员、车站值班员、设备维修人员等不同角色。在模拟的应急时间线上,他们依据各自的角色职责和所获信息进行决策与沟通。这种设计能够彻底打破司机的单一角色壁垒,使其切身感受到应急响应是一个环环相扣的系统工程。司机会深刻体会到,自己的一句指令、一个操作,将如何影响到其他环节的同事;同样,调度中心的一个模糊指令或车站的一个迟缓反应,又会如何增加自己现场处置的难度。

3.3 健全全周期的技能评估与心理支持机制

为保障司机的“精准操作与人机协同能力”并维持其长期稳定,必须建立一套科学的评估与支持系统。评估方式应从结果导向转为过程与结果并重。在模拟考核中,不仅要看处置结果是否符合规程,更要通过数据采集(如眼动仪、生理指标监测)分析其在应急过程中的注意力分配、心理负荷水平、操作平稳度等过程性指标,从而更精准地识别其能力短板。评估结果应与个性化的反馈与辅导相结合。同时,必须高度重视心理

支持机制的建设。应急处置对司机心理冲击巨大,定期的心理健康筛查、压力管理培训、创伤后应激障碍(PTSD)干预等,是确保司机在高压下能够保持冷静、实现精准操作的重要保障。建立一种贯穿司机整个职业生涯的、动态的“能力-心理”档案,实现持续追踪、精准干预与长效支持,是巩固和提升应急处理能力的根本保障。

4 结论

地铁司机应急处理技术能力的提升是一个复杂的系统工程,它超越了单纯的技能培训范畴,触及到认知科学、心理学与现代培训技术的深度融合。本文通过解构应急处理能力的核心内涵,明确了情境感知、决策判断、精准操作三大关键维度。基于此,论文提出了一套以“沉浸式培训、案例式决策、全周期支持”为支柱的综合性提升策略。这些策略旨在推动地铁司机培训从知识灌输向能力生成转变,从程序复刻向情境创造转变,从单一技能考核向综合素质评估转变。展望未来,随着技术的不断演进,将人工智能(AI)辅助决策系统融入培训与实际操作,将是进一步提升司机应急处理能力的又一重要方向。最终,培养出一批具备卓越技术能力、强大心理素质和科学决策思维的地铁司机队伍,将是构筑城市轨道交通安全韧性的最坚实基础。

参考文献:

- [1] 周浩然.地铁司机应急处置能力分析研究[J].人民公交,2024,(22):67-69.
- [2] 杨聚芬,顾传扬,刘志钢,等.地铁司机应急处置绩效影响因素研究[J].现代城市轨道交通,2023,(01):71-75.
- [3] 程雨.应急情境下地铁司机人因可靠性研究[D].上海工程技术大学,2022.
- [4] 陈扶崑.构建地铁司机应急指挥平台方案探讨[J].科技风,2019,(13):246.
- [5] 方智华.关于地铁司机处理故障应急事件的探讨[J].科技风,2017,(11):278.