

地铁列车广播系统稳定性提升策略研究

——以沈阳地铁为例

张一含¹ 苏禹澎²

1. 沈阳地铁集团有限公司运营维护保障分公司 辽宁 沈阳 110000
2. 沈阳市自来水给排水工程有限责任公司 辽宁 沈阳 110000

摘要：本文以沈阳地铁为例，深入分析了地铁列车广播系统报站失效的问题。通过详细探讨两次典型故障案例，识别出故障发生的根本原因，并提出了针对性的解决方案。研究表明，通过软件更新、设备更换及在广播主机中加入语音识别模块等措施，可显著提升地铁列车广播系统的稳定性。本文还探讨了新线源头改造方案，以期从根源上解决报站失效问题，为地铁运营提供高质量的服务保障。

关键词：地铁列车广播系统；报站失效；稳定性提升；语音识别模块

1 引言

1.1 研究背景与意义

地铁作为现代城市公共交通的重要组成部分，其运营的安全性和服务质量直接关系到乘客的出行体验。列车广播系统作为地铁运营中的关键信息传递工具，承担着播报到站信息、预到站信息及紧急信息的重要任务，是确保乘客及时了解列车运行状态和安全指引的关键环节^[1]。然而，在实际运营过程中，地铁列车广播系统偶尔会出现报站失效的问题，即“三无”状态（无自动报站、无手动报站、无口播），这不仅影响了乘客的出行体验，还可能对地铁运营安全造成潜在威胁。以沈阳地铁为例，近年来发生了数次列车广播系统报站失效的事件，引起了广泛关注。本文旨在通过分析沈阳地铁列车广播系统报站失效的具体案例，探讨其发生的原因，并提出相应的提升策略，以期为解决类似问题提供参考和借鉴。

1.2 国内外研究现状

国内外关于地铁列车广播系统的研究主要集中在系统设计、功能实现及故障诊断等方面。国外研究较早，技术较为成熟，多采用先进的通信技术和智能算法来提高系统的稳定性和可靠性。国内研究则起步较晚，但近年来随着地铁建设的快速发展，相关研究也逐渐增多，主要集中在系统优化、故障预测与健康管理方面。然而，针对地铁列车广播系统报站失效问题的深入研究相对较少，尤其是从实际案例出发，分析故障原因并提出具体解决方案的研究更为稀缺。因此，本文的研究具有一定的创新性和实践价值。

1.3 研究内容与方法

本文以沈阳地铁为例，通过案例分析、故障诊断及

系统优化等方法，深入研究地铁列车广播系统报站失效的问题。具体研究内容包括：①案例分析：选取沈阳地铁近年来发生的两次典型报站失效案例，详细分析故障现象、故障诊断过程及故障原因。②故障诊断：结合地铁列车广播系统的工作原理和通讯模式，深入探讨报站失效的根本原因。③系统优化：针对故障原因，提出具体的解决方案和优化措施，包括软件更新、设备更换及加入语音识别模块等。④新线源头改造：探讨新线源头改造方案，以期从根源上解决报站失效问题。

2 地铁列车广播系统概述

2.1 系统组成与功能

地铁列车广播系统主要由广播主机、广播控制盒、乘客信息显示系统（PIS）及扬声器等组成，是地铁运营中不可或缺的信息传递工具。其主要功能包括：①自动报站：根据列车运行状态和位置信息，自动播报到站和预到站信息^[2]。②手动报站：司机通过广播控制盒手动触发报站信息。③口播：司机使用手麦直接向乘客播报信息。④紧急广播：在紧急情况下，播报紧急疏散指令和安全提示。⑤媒体播放：播放文娱文化宣传内容，提升乘客出行体验。

2.2 报站工作原理

沈阳地铁列车广播系统的报站工作原理根据车型不同而有所差异，但总体上可分为自动报站、手动报站和口播三种模式。自动报站模式依赖于列车运行状态和位置信息，通过信号逻辑控制实现。具体报站逻辑如下：

2.2.1 既有车报站逻辑

预报站：当车门由开到关且速度大于5Km/h时，视为出站逻辑，播报预报站信息。

到站：当车门由开到关且速度小于5Km/h时，视为到站逻辑，播报到站信息。

2.2.2 增购车报站逻辑

预报站：速度大于5Km/h时，视为出站逻辑，播报预报站信息。

到站：距离小于50米时，视为到站逻辑，播报到站信息。

2.2.3 大修车报站逻辑

预报站：当车门由开到关且速度大于5Km/h时，视为出站逻辑，播报预报站信息。

到站：速度小于30Km/h时，视为到站逻辑，播报到站信息。

2.3 通讯模式与优先级

地铁列车广播系统的通讯模式包括自动报站、手动报站、司机对讲、OCC广播和乘客紧急对讲五种，每种通讯方式之间存在优先级的高低。优先级由高到低依次为：乘客紧急对讲、OCC广播、司机对讲、口播、自动报站。在实际运营过程中，高优先级的通讯方式会占用广播通道，导致低优先级的通讯方式无法进行。

3 沈阳地铁列车广播系统报站失效案例分析

3.1 案例一：2020年1月8日故障分析

3.1.1 故障描述

2020年1月8日15:33，沈阳地铁一号线10612次/110车在青年大街站上行站台发生自动广播及口播均故障的现象。控制中心组织沿途车站协助报站，影响了正常的运营服务。

3.1.2 故障诊断过程

故障发生后，驻站人员对广播主机、广播控制盒等设备以及线路接线端头进行了全面排查，发现设备指示灯闪烁正常，线路连接状态稳定，排除了设备故障和接线故障的可能性。通过询问司机正线作业流程，排除了司机人为操作导致故障的可能性。车辆下线回库后，重新升弓重启，故障恢复，初步判定为网络系统通讯故障。进一步下载广播系统运营日志，分析发现故障时段内司机室广播主机的PIS系统运行正常，但OCC无线广播被触发并一直占用报站通道。由于自动广播和口播的优先级均低于OCC无线广播，导致这两种功能无法进行。

3.1.3 故障原因分析

深入分析发现，故障时段内正线运营并未执行OCC无线广播通讯，但司机因车载台突发卡滞，通过重启车载台方式排除故障。重启过程中，车载台内部计算机会进行自检工序，发出“开”和“关”信号。由于列车广播系统与车载台网络通讯故障，导致广播系统在接收到

OCC无线广播“开”信号后，未及时接收到“关”信号，一直监测到OCC无线广播介入，从而占用了报站通道。

3.2 案例二：2021年3月5日故障分析

3.2.1 故障描述

2021年3月5日7:10，11503次/115车在黎明广场站下行站台发生自动报站及口播均故障的现象。控制中心组织沿途车站协助报站，7:28在太原街站报站恢复正常。

3.2.2 故障诊断过程

通过调取视频和询问司机发现，故障原因为车载台手麦故障——车载台手麦PTT软胶按钮未弹起，导致按键一直处于按下的工作状态。由于该型号车载台内部逻辑设计错误，重启无效，不能执行自检工序，只发出“开始”信号，未形成闭环，没有发出“结束”信号，导致OCC无线广播一直占用报站通道。

3.2.3 故障原因分析

该故障的根本原因在于车载台手麦PTT按钮的特殊材质与司机操作手法导致按键未弹起，同时车载台内部逻辑设计存在缺陷，无法正确处理重启过程中的信号变化，导致OCC无线广播信号一直占用报站通道。

4 地铁列车广播系统稳定性提升策略

4.1 既有线解决方案

现有线路车辆故障排除方案主要聚焦于更新系统软件、更换设备以及优化故障应急应对措施。具体而言，针对网络识别不稳定的列广系统，进行内部程序更新；对于车载台设备内部逻辑设计不合理的，进行批量更换；同时，简化故障发生后的处置流程^[3]。

4.1.1 2020年1月8日故障针对性措施

设计缺陷改进：延长车载台自身开关信号间隔时间识别为1s。在关闭状态下，若1s内先收到OCC广播打开命令又收到关闭命令，PIS自动理解为自检重启模式，不作处理。（广播电台首次上电会向系统程序发送毫秒级间隔的“开始”和“关闭”命令）

故障应急应对措施：将重连报站系统的方式由回库上电改为重启广播主机。在确认无OCC实时报站时，重启1车司机室广播主机，使其恢复到未接受OCC广播命令前的状态，恢复PIS系统其他功能，正线运营时司机按此处理减少影响。

4.1.2 2021年3月5日故障针对性措施

对车载台设备进行更换。正常情况下按住手麦PTT键同时重启车载台可完成重启，但因车载台内部程序BUG，长按手麦PTT键和重启电源键时，系统只能发出开始信号无法发出关闭信号。工程师对118-123车车载台进行更换，安装新式车载台后未再发生此类故障。

4.2 新线源头改造方案

4.2.1 问题根源分析

两次故障的根本原因是列广系统广播主机无法区分真正的OCC无线广播信号和故障虚假OCC无线广播信号，且二者通讯代码均为OCC OPERATION START，无法通过识别不同代码解决。进一步研究发现，真正OCC无线广播在通讯线路传递中会进行语言交流，声音信号可转变为电信号，而故障引起的OCC无线广播传递通道无法识别人声。

4.2.2 具体改造措施

添加语音识别模块：在列车广播主机中加入语音识别模块，并设置识别时限，用于识别传递信号是伴随人

声模拟信号还是设备电流信号。

语音识别系统原理：语音识别系统是以语音为研究对象的模式识别系统，通过语音信号处理和模式识别让机器自动识别和理解人类口述语言，将语音信号转变为相应文本或命令，包含特征提取、模式匹配、参考模式库三个基本单元。行调发出的“OCC请求接收”语音经话筒变成电信号后输入识别系统，先进行语音信号预处理去除个体口音差异和环境噪音，再建立语音模型分析语音信号并抽取特征建立模板^[4]。计算机识别时将输入语音信号特征与存放的模板比较，找出最优匹配模板，通过查表给出识别结果，转换成代码为VOICE LANGUAGE DETECTED。

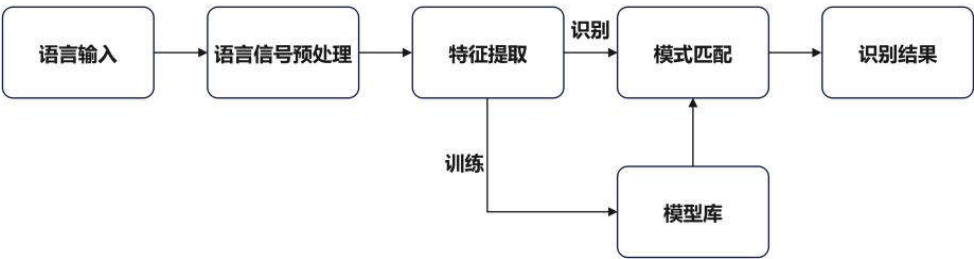


图1 语音识别系统原理

模块连接方式：模块安装到广播主机后，直接与车载台用通讯线连接以识别语音代码，再与TMS设备连接向TMS反馈语音信号代码。

4.2.3 不同信号处理逻辑

真正OCC无线广播信号：车载台系统向TMS发送OCC OPERATION START代码，语音识别模块检测出人类声音信号并向TMS发送VOICE LANGUAGE DETECTED，TMS内部计算机参考两条代码执行“NO”逻辑，向广播主机发出“停止报站”信号，接入真正OCC无线广播。

故障导致的错误OCC无线广播报站信号：车载台向TMS发送OCC OPERATION START代码，语音识别模块未检测出人声信号，向TMS发送NO VOICE LANGUAGE DETECTED代码，TMS内部计算机参考两条代码执行“YES”逻辑，忽略车载台发送的OCC OPERATION START代码，继续报站，同时语音模块自主向TMS发出OCC COMMUNICATION ERROR!。TMS弹出此故障代码时，司机可通过TMS故障履历查看车载台设备排除故障。该逻辑在提醒司机排除故障的同时不影响报站，提高正线报站稳定性，从根源上解决故障OCC无线广播信号占用报站通道的问题。

结语

本文以沈阳地铁为例，深入剖析地铁列车广播系统

报站失效问题，运用案例分析、故障诊断和系统优化等方法，识别出故障根本原因并提出针对性解决方案，研究表明通过软件更新、设备更换及在广播主机中加入语音识别模块等措施可显著提升系统稳定性；未来地铁列车广播系统的研究可进一步聚焦智能化与自动化，借助人工智能技术实现更精准高效的报站和服务，关注多模态交互，结合多种感官模态提供更丰富直观的信息展示和交互方式以提升乘客出行体验，以及推动系统集成与标准化，实现广播系统与其他地铁子系统的集成和标准化工作，达成信息共享和协同工作，提高地铁运营的整体效率和安全性。

参考文献

[1]张宝林,李维中,张宇,等.地铁列车PIDS系统广播运用问题分析与解决方案[J].现代城市轨道交通,2024,(09):139-142.
[2]曾进豪.地铁广播系统板卡自动测试平台的设计[J].电视技术,2021,45(08):56-58.
[3]康普尧.面向多车协同的地铁车辆预防性维护与行车调度联合优化[D].沈阳工业大学,2023.
[4]王光,翟德龙,杨路宇.地铁列车乘客信息系统故障分析与技术改进[J].石家庄铁路职业技术学院学报,2021,20(04):62-65.