

# 全自动广播滤波电路的分析研究

党金贝

北京市轨道交通运营管理有限公司 北京

**【摘要】**随着全自动运行系统的快速发展,无人驾驶列车越来越普及,对旅客信息系统的要求越来越高,因此可靠的全自动广播是保证乘客到站下车的根本保障,在应急情况下引导并疏散乘客,能够有效避免危害的扩大。由于全自动驾驶车辆的环境复杂,有很多未知的电磁干扰。因此,本文提出一种可以提高广播主机抗电磁干扰能力的方案,可以提高全自动广播播报的可靠性。

**【关键词】**全自动驾驶;全自动广播;抗干扰

## Analysis and Research of Automatic Broadcast Filter Circuit

Jinbei Dang

Beijing Rail Transit Operation Management Co., Ltd. Beijing

**【Abstract】** With the rapid development of automatic operation systems, driverless trains are becoming more and more popular, and the requirements for passenger information systems are getting higher and higher. Therefore, reliable automatic broadcasting is the fundamental guarantee for passengers to get off at the station. Guiding and evacuating passengers in emergency situations can effectively avoid the expansion of hazards. Due to the complex environment of fully autonomous vehicles, there are many unknown electromagnetic disturbances. Therefore, this paper proposes a scheme that can improve the ability of the broadcast host to resist electromagnetic interference, which can improve the reliability of fully automatic broadcast broadcasts.

**【Keywords】** Fully automatic driving; Fully automatic broadcasting; Anti-jamming

在全自动运行系统广播播报的过程中,由于车辆电磁环境复杂,会存在偶发性的干扰,因此,提高部件的抗干扰能力是至关重要的,有助于正确提醒乘客上下车,必要时可以指引乘客前往安全的逃生路径。普通地铁的滤波电路已经不能满足复杂的市域列车,在优化电磁环境的同时,要提高设备的抗干扰能力,以满足日益增长的现代轨道交通需求。

## 1 原理及拓扑介绍

### 1.1 系统描述

全自动广播依据运营已经排好的当日计划表,将到站、进站、离站等信息发送给地面 ATC 系统,通过 ATC 通道,将地面信号发送至车载 ATC,从而发送给车辆网络 TCMS,经过转发至车载广播系统,车载旅客信息系统仅接收来自 ATC 的触发信号,再将已经录制好的音频播报出来,广播播报的过程无

需人工操作,从而实现广播全自动的目的。

全自动运行广播系统与语音报站功能相关设备包括:司机室广播控制主机—中央控制器模块、客室广播控制主机—客室控制器模块、客室广播控制主机—功率放大器模块、客室扬声器。广播报站功能的实现原理如下图 1 所示。

系统运行过程中,司机室广播控制主机内中央控制器模块通过 TCMS 的 MVB 接口获取报站指令(站点 ID 及离站、进站、到站等触发信息),并进行 MVB-广播系统内部协议转换。广播控制盒(按键触发报站)也可发出广播报站控制指令。

中央控制器和广播控制盒的广播报站控制指令通过以太网(传输主控端信号、当前的离站到站等广播状态、站点信息等)传输过程数据。

司机室中央控制器模块对音频总线的电平进行控制,并根据触发指令调取 MP3 报站音频,输出至

音频总线上。中央控制器通过音频控制总线传输电平控制信号和语音音频给客室广播控制主机内客室控制器模块，客室控制器模块检测到音频总线由 24V 拉低到 12V 时，则打开广播通道，将广播音频输出至功率放大器，然后由客室扬声器将声音输出至客室车厢。

### 1.2 车载广播拓扑结构

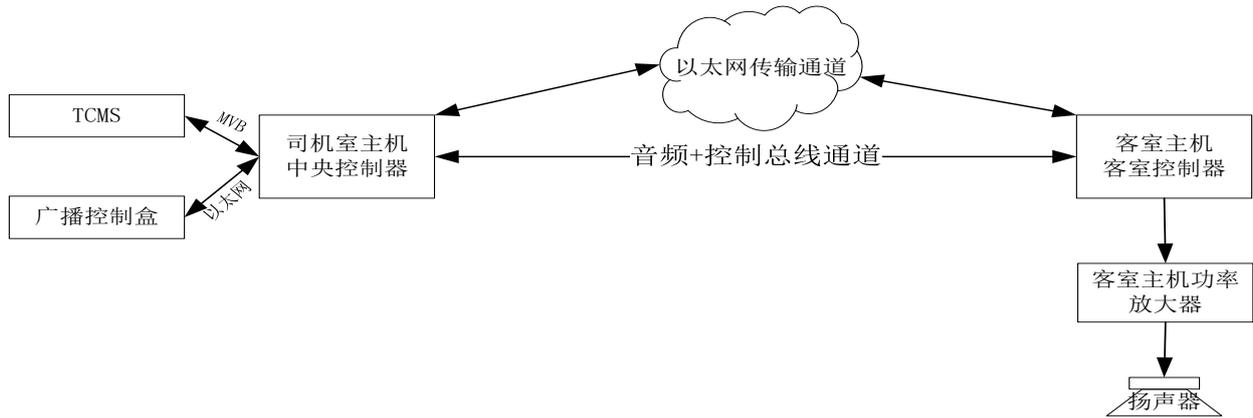


图 1 语音报站系统拓扑

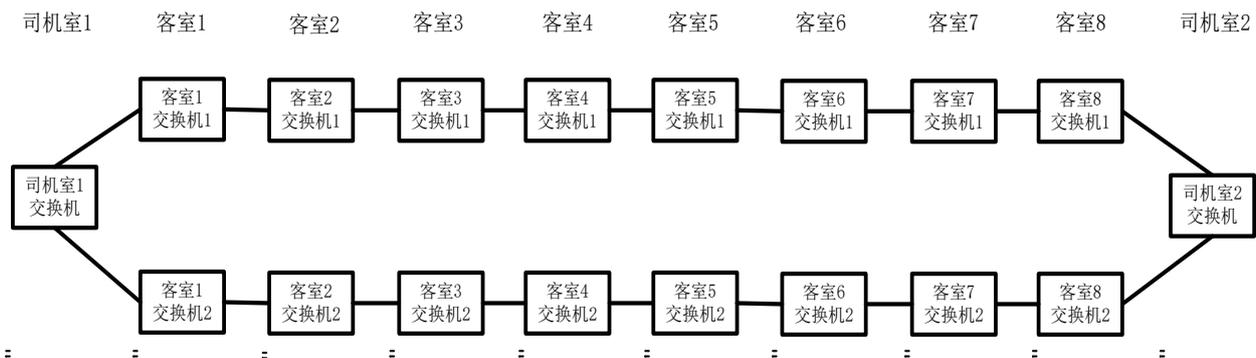


图 2 车载广播系统网络拓扑

## 2 影响分析

全自动广播控制主机中央控制器负责广播报站的控制功能，它从两端的司机室控制主机内的机箱主板接入交换机模块，连接整车广播系统网络。当网络通信异常时，两端的中央控制器则处于同时工作状态，系统接收到 TCMS 发送的有效报站触发后会同时调取并将音频放置在总线上，客室控制主机接收到报站指令及叠加后的音频输出到客室，由于两端司机室中央控制器调取 MP3 音频的时间会稍有差异，当播音时差超过 100ms 时人耳可分辨，会使车上出现重音的故障现象。当故障出现时，会使交

车载广播系统通过以太网完成整车广播系统主干网的连接，连接器形式为 M12（D-code）。列车主干网为环网拓扑结构，其中司机室广播控制主机设置 1 个交换机模块，每个客室广播控制主机分别设置 2 块交换机模块，单点的网络断开不会影响整个网路的通信。网络拓扑详见下图 2。

换机模块的其中一个端口无法识别通信，且外部网络接口接入网线指示灯不亮，说明该物理网口存在问题，该端口对应交换芯片引脚阻值异常。

基于以上处理和分析过程，该交换机模块的交换芯片出现失效导致某一端口无法通信。当网络中一台交换机出现问题时只会影响连接本交换机的设备工作状态，实现单点故障不扩散，不影响其他客室的系统功能。但是，当同一环网网络中出现两台交换机同时故障的情况，则会出现主干网通信异常的情况从而引发很多次生问题，因此有必要提高设备本身的抗干扰能力。

不明确的干扰可能会引起音频通道检测错误的情况。如果客室控制器检测到错误的电平触发信号，有可能造成客室控制器无法在播音及空闲状态之间切换音频通道播放音频。这种错误发生时，可以通过记录在客室控制器中的通道切换日志进行跟踪分析。日志中详细记录了通道发生切换的时间、切换通道号、通道恢复时间等信息。

网络抖动也会造成广播无法播报，会造成网络数据接收不到或者网络数据接收错误，影响客室控制器的工作状态，进而无法及时切换音频通道并播放音频。这种错误情况发生时，可以通过记录在客室控制器中的网络状态日志进行跟踪分析。客室控制器接收到网络波动的大量报文时会进行状态记录，包括：网络波动开始时间和恢复时间的信息。

对于客室控制器音频输出通道未正常打开的情况。正常情况下客室控制器正常收到切换通道指令后，通过 I2C 通讯总线，给外设音频芯片寄存器写入数值，控制音频芯片打开输出通道，最终输出通道打开后输出音频至功放模块。对于这种情况可以通过观察客室控制器面板指示灯、功放模块面板指示灯，以及通过连接客室控制器 USB 接口，通过调试指令查看寄存器数值进行分析定位。

对于出现音频通道检测错误的情况。如果客室控制器检测到错误的电平触发信号，有可能造成客室控制器无法在播音及空闲状态之间切换音频通道播放音频。这种错误发生时，可以通过记录在客室控制器中的通道切换日志进行跟踪分析。日志中详

细记录了通道发生切换的时间、切换通道号、通道恢复时间等信息。

### 3 电路优化

提高交换机板卡的抗干扰能力是保证音频通道正常播报的关键所在，通常受干扰的部位位于与其它系统的通信端口，即交换机的外接端口，既有的交换机滤波电路是通过压敏电阻 RV1 提供端口保护，其板卡的滤波电路如图 3。

根据现场使用的环境，在电源开关开启瞬间在整个应用环境会产生浪涌干扰信号，此干扰信号有很大概率通过网络线缆串扰到网口中。所以对交换机的板卡保护电路进行了增强，新设计的板卡提高了浪涌保护等级，网络变压器外边使用陶瓷气体放电管 DW33 (PCB 上丝印 TVS1)，网络变压器里边使用 TVS 管 D4, D5, 提供完备的保护。

新方案保护原理：气体放电管是一种间隙式的防雷保护电子器件，多用于保护电路中，起到泄放暂态电流何限制过电压的用途，但压敏电阻具有非线性特性好、通路容量大等有点，通常将放电管与压敏电阻配合使用。当浪涌干扰信号通过网线进入后，首先通过第一级防护器件陶瓷气体放电管 DW33 过滤一部分后，剩下能量再通过网络变压器和差模防护 TVS 管 D4、D5 进行过滤保护，最终到交换芯片引脚的电压不会超过交换芯片可承受的最大电压，可以有效的优化滤波电路，从而减少外界带来的干扰。

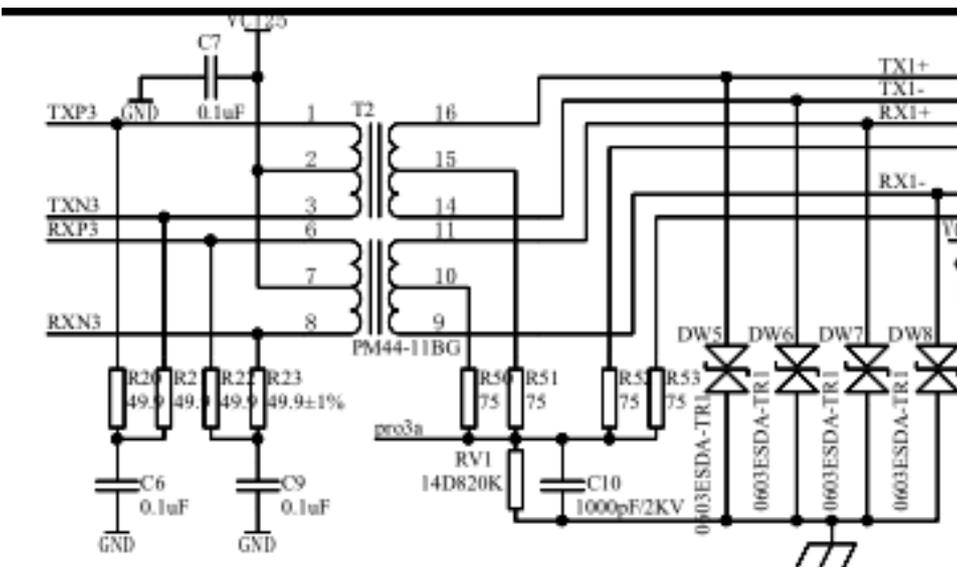


图 3 既有交换机板卡滤波电路

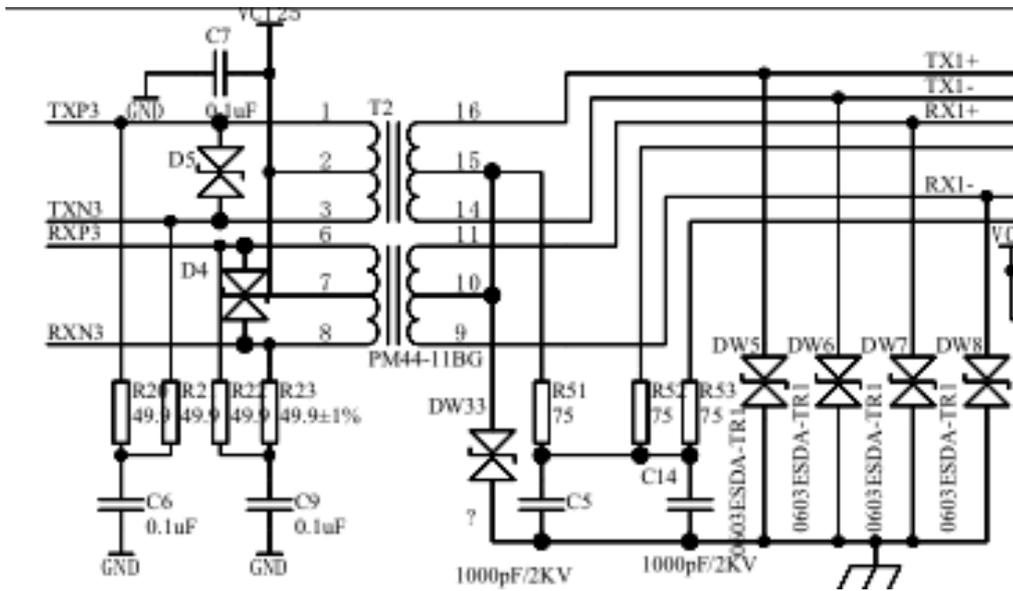


图4 新设计交换机板卡滤波电路

4 结论

综上所述，全自动广播作为引导乘客的重要方式，其性能反应了轨道运营的服务水平，由于车载旅客信息系统是整个播报的执行终端，因此其抗干扰能力是亟需解决的问题。本文给出一种优化的广播交换机的滤波电路，并将压敏电阻改为陶瓷气体放电管，可以有效的防止浪涌干扰信号对接口电路的影响，从而提高整个全自动广播系统的抗干扰能力，保证广播的正常播报，提高运营的效率，为后续旅客信息系统的设计提供参考。

参考文献

[1] 许承真.列车乘客信息系统典型故障案例分析[J].甘肃科技,2018,34(16):53-55.  
 [2] 李芄芄.基于运营场景需求的全自动驾驶列车远程控制功能研究[J].技术与市场,2021,28(06):29-30+33.  
 [3] 刘敏,孙元,杨磊.城市轨道交通全自动运行线路通信系统的功能研究[J].城市轨道交通研究, 2019.S2.025.

[4] 李海,彭慧,吴永文.地铁全自动联动广播实现方法研究[J].城市轨道交通研究, 2015.07.032.  
 [5] 马桂财,许桂红.城轨交列车乘客信息显示系统报站广播控制逻辑研究[J].铁路技术创新, 2016.06.017.  
 [6] 薛红艳,李伟岩.地铁列车自动报站控制逻辑对比及优化分析[J].现代城市轨道交通,2018(10):63-65

收稿日期: 2022年3月9日

出刊日期: 2022年5月11日

引用本文: 党金贝,全自动广播滤波电路的分析研究[J].  
 电气工程与自动化, 2022, 1(1): 31-34  
 DOI: 10.12208/j.jcea.20220008

检索信息: 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS