

具有北斗卫星自动授时功能的道口无线预警设备

康潇楠¹ 韩洋¹ 迟英强²

1. 中国铁路沈阳局集团有限公司电务部 吉林 吉林 132000

2. 中国铁路沈阳局集团有限公司吉林电务段 吉林 吉林 132000

摘要: 本课题的研究目的是研制一套具有北斗卫星自动授时功能的道口无线预警设备,对道口无线预警设备实现北斗自动授时功能,一是保证道口无线预警设备时钟偏差符合集团公司《行车组织规则》的规定;二是减少设备维护人员的维护工作量,三是减少因频繁人工手动调整时钟造成设备故障的风险。

关键词: 道口;自动授时;无线预警;行车安全

1 引言

1.1 研究背景

安全生产是铁路运输永恒的主题。而道口安全是铁路行车安全的重要环节。随着铁路提速范围的不断扩大,道口和行车安全问题越来越得到铁路各级部门的重视。因此,道口和行车的安全稳定运行与铁路运输安全生产密切相关,尤其是我国铁路飞速发展的今天,更是对保障铁路设备的安全手段提出了更高的要求。

道口无线预警设备是为防止铁路道口出现异常情况阻塞,危及行车安全而设置的专用无线预警设备,是基于无线列调通信系统的终端通信设备,是确保行车安全的重要辅助设备^[1]。

道口无线预警设备安设在有人看守道口的道口房内,在紧急情况下,由当班的道口作业人员按压道口无线预警设备的预警按钮,向该道口附近的机车电台发射道口无线预警设备内录制的无线预警语音,语音为“××线××公里××米道口故障,请司机立即停车”,其有效预警距离不小于2公里。

中国铁路总公司《铁路技术管理规程》(普速铁路部分)第228条规定:铁路地面固定设备的系统时钟,当具备条件时,应接入铁路时间同步网;不具备条件时,可独立设置卫星授时设备。调度所的时钟及各系统的时钟须定期校准。钟表的配置、校对、检查、修理及时钟校准办法,由铁路局规定。沈阳局集团公司《普速铁路行车组织规则》第20条规定:各部门行车时钟的允许走时误差 $< 30s$ 。

目前全路范围内安装使用的道口无线预警设备均采用内部时钟,均没有自动校对时钟的功能,经常出现道口无线预警设备时钟偏差超出规定的问题,在日常设备维护时,需维护人员到现场进行校对,并且在道口发生故障使用道口无线预警设备后,由于时钟偏差会造成机

车、车站、调度与道口无线预警设备时间不一致,给事故处理及责任判断造成难度。

1.2 研究内容

本课题所研制的具有北斗卫星自动授时功能的道口无线预警设备应符合《列车无线调度通信系统制式及主要技术条件》(TB/T 3052-2002)的规定,满足现场对保证道口无线预警设备的使用需求;接收北斗卫星授时信号,自动完成道口无线预警设备的时钟授时功能,保证了道口无线预警设备时钟误差符合集团公司《行车组织规则》规定的小于30s的要求。主要研究内容如下:

接收北斗卫星授时信号,自动完成道口无线预警设备的时钟授时功能,保证道口无线预警设备时钟误差符合集团公司《行车组织规则》规定的小于30s的要求,彻底解决目前既有道口无线预警设备时钟运行误差较大、需经常人工进行校准的问题。

采用计算机语音合成技术,直接在信道机内完成道口无线预警设备预警语音的预置,保证预警语音的规范、完整、可靠。

根据需要,可采用手机短信方式,对接维护人员手机,实现道口无线预警设备故障实时远程告警、运行状态远程监控和查询、数据远程下载。

2 北斗卫星导航系统概述

2.1 北斗系统结构与工作原理

北斗卫星导航系统是由一系列卫星、地面监控与控制系统及用户设备组成的全球导航卫星系统。北斗系统主要由空间分系统、地面分系统和用户分系统三部分组成。空间分系统由北斗导航卫星组成,地面分系统由多个地面监测站和控制站构成,用户分系统包括导航接收机和用户终端设备。北斗导航卫星根据特定的轨道分布,覆盖全球范围,并向地面用户提供导航、定位和授时信息^[2]。

2.2 自动授时技术分析

自动授时技术是指利用卫星信号实现设备自动获取精确的时间信息的技术。北斗卫星系统作为中国自主建设的全球卫星导航系统，具有提供高精度的时间信号的能力。在道口预警电台中，利用北斗卫星自动授时功能可以有效确保设备获得准确的时间信息，提高系统的可靠性和稳定性。

自动授时技术的应用还可以进一步提升道口预警电台系统的智能化和自主化水平。通过自动获取时间信号，可以实现对设备的时间管理和同步，减少人工干预，提高系统的自主运行能力，降低了系统维护和管理成本。同时，自动授时技术也可以为道口预警电台的远程监控和维护提供更可靠的时间基准，增强了系统的实时性和稳定性。

2.3 北斗系统在道口预警中的作用

北斗系统在道口预警中的作用主要体现在其具有高精度的定位和时间服务能力。北斗系统具有高精度的自动授时功能，可以确保道口预警电台的时间同步精度高达毫秒级，从而保证道口预警系统的时间同步准确无误。

3 道口预警电台系统设计

3.1 系统总体设计方案

具有北斗卫星自动授时功能的道口预警电台的系统总体设计方案包括硬件和软件两方面的设计。在硬件方面，道口预警电台包括主控制模块、北斗卫星模块、数据传输模块。主控制模块采用高性能处理器，具有快速响应能力和较大的存储容量，可以实现道口预警电台的整体控制和数据处理功能。北斗卫星模块集成了北斗卫星接收机，能够实时接收并解码北斗卫星信号，实现对道口预警电台的自动授时功能。数据传输模块采用无线通信技术，能够实现道口预警电台与中心监控站的数据传输和通信。

在软件方面，道口预警电台的总体设计方案包括系统软件和应用软件两部分。系统软件是道口预警电台的核心软件，具有实时监测、数据处理、预警判断等功能，应用软件是为了满足用户特定需求而设计的软件，可以根据不同的应用场景定制不同的功能模块，例如道口预警参数设置、历史数据查询等功能。总体而言，系统软件和应用软件共同构成了道口预警电台的软件系统，能够满足不同用户的需求，提升道口交通管理的智能化水平。

道口预警电台的系统总体设计方案还包括设备安装和调试方案。在安装方面，需要根据道口的具体情况确定设备安装位置和方式，确保设备能够正常运行并且不影响车辆通行。在调试方面，需要对设备进行综合测试

和调试，确保各个模块能够正常工作，保证道口预警电台的稳定性和可靠性。同时，还需要编制设备安装和调试的详细方案和流程，以便后续的设备安装和调试工作能够顺利进行。

3.2 自动授时功能设计与实现

本文设计的道口预警电台系统具有北斗卫星自动授时功能，以确保系统时钟的准确性和稳定性。为实现自动授时功能，首先需要进行北斗卫星信号的接收和解析。系统通过北斗卫星接收模块，接收来自北斗卫星的报文，并对卫星报文进行解析和处理，获取卫星发送的时间信息。

系统上电后，等待北斗卫星模块冷启动，待有定位信息后即提取卫星报文中的时间数据并以此数据替代系统时钟的时间数据且修改至东八区（北京时间）。

系统持续运行时系统时钟每日早八点进行一次时钟同步操作，以期减少系统时钟累积误差。

3.3 系统硬件设计

系统硬件设计是道口预警电台系统设计的重要环节之一。首先，需要选择适用于道口预警电台的硬件设备，本项目采用的是Motorola XiR P3688手持台，此机型在路内有大规模使用的。性能稳定可靠，足以确保其能够满足道口预警电台系统的要求。此外，天线选择室外天线以保证其具有足够的通信范围。

针对道口预警电台系统需要考虑电源供应的设计。在设计电源供应时，除交流电源外还配备了后备直流电源。后备直流电源采用了两块Motorola XiR P3688的PMNN4543A容量18.1Wh的原装锂电池组，以确保足够的续航时间。可选单电池或双电池模式相对于既有道口无线预警设备采用的铅酸电池，既提高了交流电源停电时电池的供电时间，又减少了电池的维护工作量。具有电池电量实时监测和低电量告警功能。

另外，系统硬件设计还需要考虑到系统的机械结构设计。在机械结构设计中，需要考虑到预警电台的安装方式、固定方式等因素，以保证其能够牢固地安装在道口设施上，并且能够适应各种环境条件下的使用和维修更换便利。

在系统硬件设计中，还需要考虑到系统的接线与布线设计。对于道口预警电台系统而言，良好的接线与布线设计能够减少信号传输中的损耗和干扰，从而提高系统的性能和稳定性。因此，在硬件设计中需要合理规划接线与布线，避免因布线不当而引起的信号失真和干扰。

4 系统性能测试与评估

4.1 测试环境搭建

测试环境搭建是系统性能测试的重要前提, 确保测试环境的准确和稳定。首先, 我们选择合适的地点进行测试, 地点的选择考虑到无遮挡、无干扰、无阻碍北斗卫星信号接收的条件。其次, 搭建测试设备, 包括道口预警电台和北斗卫星自动授时功能设备。在搭建测试设备时, 按照相关标准和要求进行安装和调试, 保证设备的正常工作。对测试设备进行校准和验证, 确保设备的精度和稳定性, 以确保后续测试的准确性。同时, 还建立相应的数据采集和记录系统, 以便对测试结果进行准确的收集和分析。在测试环境搭建完毕后, 进行系统功能测试和性能评估, 以验证设备的性能和稳定性是否符合预期要求。最后, 对测试过程中的各项数据进行分析 and 总结, 为后续系统性能测试和评估提供可靠的依据。

4.2 自动授时精度测试

根据系统设计要求, 对具有北斗卫星自动授时功能的道口预警电台进行了自动授时精度测试。测试方法采用了传统的对比测试和定点定时测试相结合的方式, 以验证系统自动授时的准确性和稳定性。

通过以上测试方法和评估指标, 可以全面验证系统具有北斗卫星自动授时功能的道口预警电台的自动授时精度和稳定性, 为系统的实际应用提供可靠的时间同步保障。

4.3 系统稳定性与可靠性分析

系统稳定性与可靠性分析是道口预警电台设计中至关重要的一环, 其稳定性和可靠性直接关系到设备在实际应用中的有效性。在系统稳定性方面, 首先需要对设备的温度适应能力进行测试。将设备置于不同温度环境下进行稳定性测试, 以评估其对温度的敏感程度。

为了评估设备在长时间运行下的稳定性, 需要进行持续工作测试。通过长时间的持续工作, 可以观察设备在不同环境条件下是否会出现漂移、偏差或频繁故障, 从而评估设备在实际应用中的稳定性。

在可靠性方面, 需要进行设备的寿命测试。通过模拟长时间工作, 以观察设备在不同工作条件下的寿命情况。同时, 进行设备的负载能力测试和模拟故障条件下的应急处理能力测试, 以评估设备在不同负载和应急情况下的可靠性表现。

除此之外, 需要对设备的数据传输稳定性进行分

析。通过模拟数据传输过程中的丢包率、延迟等情况, 以评估设备在数据传输方面的稳定性和可靠性。同时, 对设备的接收机灵敏度和抗干扰能力进行测试, 以评估其在复杂电磁环境下的可靠性。

5 总结与展望

5.1 工作总结

安全生产是铁路运输永恒的主题。而道口安全是铁路行车安全的重要环节。随着铁路提速范围的不断扩大, 道口和行车安全问题越来越得到铁路各级部门的重视。具有北斗卫星自动授时功能的道口无线预警设备采用北斗卫星自动授时技术, 通过对道口无线预警设备每天两次自动统时钟进行校正, 最大限度地减少了时钟误差, 不仅保证了道口无线预警设备时钟偏差符合集团公司《行车组织规则》的规定, 并且减少因频繁人工手动调整时钟造成设备故障的风险, 从而解决了因时钟偏差危及行车安全的问题。具有很好的社会效益、经济效益和广泛的应用前景^[3]。

5.2 研究展望与发展方向

在未来的研究中, 可以进一步探索和优化道口预警电台的北斗卫星自动授时功能, 以提高授时的准确性和稳定性。可以尝试利用更先进的技术和算法, 对北斗卫星信号进行更精确的处理和分析, 以降低误差并提高授时的精度。

结语

在技术发展方向上, 可以思考如何结合5G、物联网和云计算等新兴技术, 进一步提升道口预警电台的智能化水平和数据处理能力, 以应对未来交通系统的更高要求和更复杂环境下的挑战。通过不断引入新技术, 不断完善和升级道口预警电台的功能和性能, 从而保持其在铁路安全生产领域的领先地位。

参考文献

- [1]曾惠明.铁路平交道口预警防护及远程监控系统[J].《铁道运营技术》,2021年(02):38-40
- [2]刘娅,李孝辉,赵志雄,等.基于北斗卫星的纳秒级全球授时系统[J].《导航定位与授时》,2022年(03):14-22
- [3]中国铁道出版社.《铁路通信维护规则》,2014年北京