

山区农村公路智能化安全监测系统设计及实现

周晓颖¹ 巫金磊² 傅长荣³ 高子坤³ 李利平³

1. 杭州荣兴公路工程机械有限公司 浙江杭州 310000

2. 遂昌县交通运输局 浙江丽水 323300; 3. 丽水学院 浙江丽水 323000

[摘 要] 针对遂昌县农村山区公路存在的交通安全隐患以及农村山区公路智能化程度低的现状,设计了一种山区农村公路智能化安全监测系统。该系统网页端系统菜单由数据监测、报表中心、系统日志三项组成,集成了道路运行环境、公路安全监测等功能。山区农村公路智能化安全监测系统实时收集车辆、灾害、边坡、桥梁、弯道等关键要素数据并进行数据预警统计,达到预警阈值时,能够提醒过往车辆,保障农村道路行车安全以及道路畅通。山区农村公路智能化安全监测系统对于高水平的“四好农村路”建设具有重大意义。

[关键词] 智能监测; 农村山区公路; 四好农村路; 提前预警

引言

山区农村公路常常因地势险峻、暴雨等因素发生崩塌、边坡失稳、桥梁破坏等灾害堵塞道路、造成拥堵和安全隐患。据资料统计,我国农村山区公路交通事故的发生率远高于其他地区公路。及早监测、识别这些安全隐患、降低事故发生率,是公路管理部门一直希望解决的问题。近年来,随着“四好农村路”的提出,我国农村公路建设已经取得很大的进展。但“四好农村路”的发展中仍然存在一定的短板。山区农村公路智能化安全监测系统是建设高水平“四好农村路”的有效手段,该系统集成了道路运行环境,以及公路安全监测功能,实时收集道路车辆、沿线景观和气象、空气湿度、公路路况以及桥梁、边坡、弯道等关键要素的数据,能够对关键结构物实时监控并有效预警,防止公路交通事故的发生,保障公路畅通,助力提升路况水平。

1 背景

随着农村山区公路建设里程的不断推进,对于农村山区公路的建设要求不断提高。近年来,各个山区县积极响应国家政策,推进高水平的“四好农村路”建设。“四好农村路”以建好、管好、护好、运营好农村公路为主要内容。在农村公路的运行中,边坡、桥梁、隧道等大型结构物的稳定性常常制约着农村公路的发展。比如,遂昌县农村道路工程因资金短缺等原因,许多项目在老路拓宽采用了老桥涵,老桥涵年久失修达不到现有公路桥梁建设标准成为危桥,极易发生桥毁事故^[1]。同时,遂昌县山区公路多急弯、陡坡,极容易发生交通事故。这些安全隐患成为遂昌县乡村振兴的巨大掣肘。传统的道路安全监测技术无法同时做到对桥梁、边坡、弯道、路况等关键要素的实时监测并提前发出预警信号,一

旦桥梁水毁破坏或者边坡失稳,将会造成巨大的生命和财产损失。

针对遂昌县农村公路的建设情况以及当地的地质条件,开发了山区农村公路智能化安全监测系统。

2 公路智能化监测研究现状与不足

交通运输是国家兴国、强国的关键。国内外研究人员对公路智能化监测技术进行了广泛而深入的研究。

李萍^[2]把地质灾害预警预报数学模型作为核心,利用三维地理信息系统为可视化平台,成功地将地质灾害预警、信息管理、决策服务等功能有机结合起来。本研究对建立高速公路地质灾害监测系统具有一定的参考价值。阎宗岭^[3]为解决山区公路边坡滑坡、岩体崩塌、落石等严重影响高速公路运行安全的问题,提出了一种新的基于无线射频识别技术的危岩监测预警系统。王身宁^[4]等人研发的IMBD智能系统,能够有效的监测公路桥梁的运营安全。田红宝和王强^[5]以物联网技术为基础,提出了一套地质灾害监测预警系统架构。谢瑞^[6]等人研制出了一种在弯道上使用的智能预警系统,通过在弯道设置LED闪光灯和弯道诱导标志,使得弯道的轮廓更加清晰,从而提高了弯道的行车安全性。

Fae Azhari^[7]等人提出了基于预警时间桥梁基础冲刷框架。这项研究中提出的框架是一个简单而实用的工具,用于预测已知的冲刷深度的警告时间。这对于公路桥梁结构的安全监测具有重大意义。Lin YungBin^[8]等人开发并实现了物联网与人工智能相结合的基于振动阵列传感器的冲刷监测系统,实现了对公路桥梁实时冲刷深度测量。

从过往的国内外研究来看,大部分智能化监测技术只能做到一种问题的监测,无法同时对多种公路问题进行智能化

监测。并且，现有的智能化监测技术大都应用于高速公路以及城市交通，农村山区公路智能化程度较低。

3系统总体架构

3.1 系统技术构架

山区农村公路智能化安全监测系统主要由现场数据采集部分、远程监测部分、监测中心数据处理与分析三部分构成。系统技术构成图如图 1 所示。

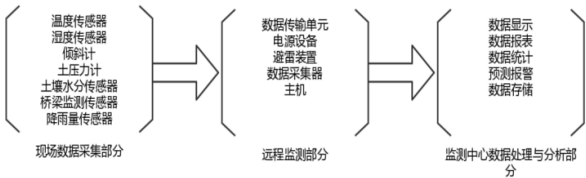


图 1 系统技术构成图

Fig.1 Technical diagram of the system

3.2 系统网页端架构

山区农村公路智能化安全监测系统网页端系统菜单由数据监测、报表中心、系统日志三项组成。系统项目监测包括弯道诱导、卡口抓拍、景观视频、数字气象站、桥梁监测、边坡监测、急弯会车监测、道路巡检。该系统数据统计的内容包括报警记录、卡口流量、应变、裂缝、冲刷、气象、水文、倾斜、位移。系统网页端架构图如图 2 所示。

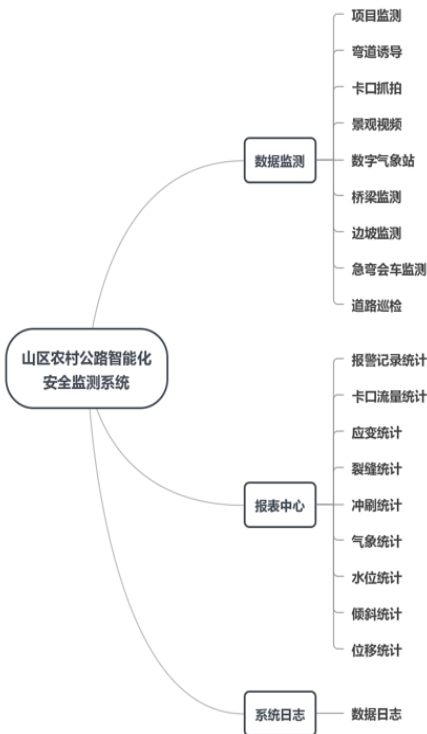


图 2 系统网页端架构图

Fig.2 Architecture of the system web side

山区农村公路智能化安全监测系统中数据监测功能在于

查看各个项目监测的情况。报表中心是对监测数据的统计、处理、存储并生成相关的图表，便于用户对比查看。而系统菜单栏中数据日志的功能在于记录所有监测时期的数据，便于用户查看任何时间的数据。

3.3 系统主要功能

山区农村公路智能化安全监测系统集成了道路运行环境以及公路安全监测的多种项目，具备多种项目监测功能。

(1) 边坡灾害监测

该系统现场数据采集部分在路段边坡安设不同的传感设备采集土体边坡水平方向以及垂直方向位移、应变、裂缝等测量数据，同时该系统前端传感设备还采集边坡区降水、大气条件（温度、湿度）等数据传到系统监控中心进行数据的处理、统计与分析。一旦边坡监测的物理量超过预设值，系统便会提前预警，从而防止边坡灾害的发生。系统边坡灾害监测界面如图 3 所示。

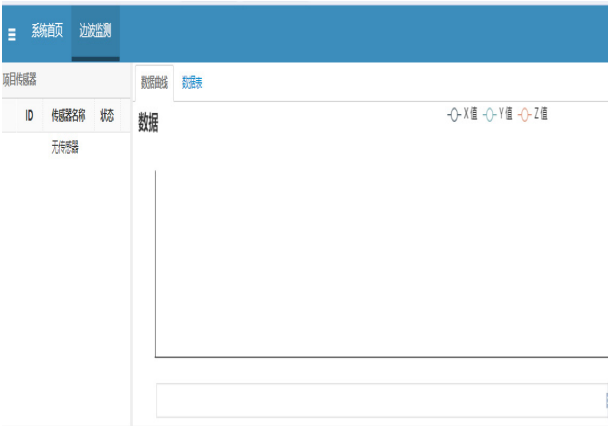


图 3 边坡灾害监测界面

Fig.3 Slope hazard monitoring interface

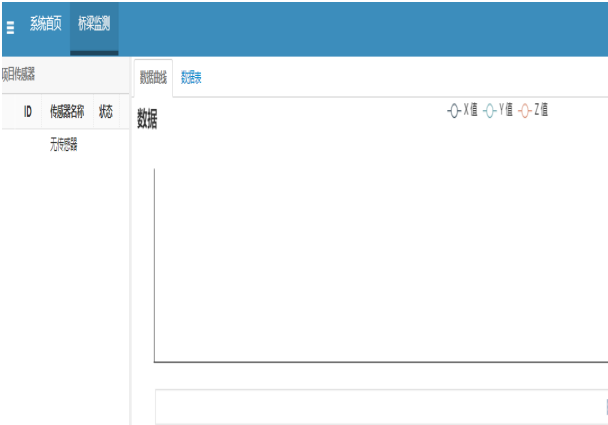


图 4 桥梁监测界面

Fig.4 Bridge monitoring interface

(2) 桥梁基础冲刷监测

山区农村公路桥梁基础容易受暴雨影响发生水毁破坏。山区农村公路智能化安全监测系统通过安设桥梁基础冲刷的

传感器,对山区公路桥梁所受结构变形、应力、冲刷深度等情况进行实时的数据采集,通过系统报表中心以及数据日志进行桥梁监测数据的统计、分析,生成应力、应变曲线图、曲线表以及对最大冲刷深度、最小冲刷深度的统计,帮助交通管理部门实时掌握桥梁的健康状况,防止桥梁因洪水导致坍塌。系统桥梁监测界面如图4所示。

(3) 急弯诱导

农村山区公路地形地貌条件复杂,多急弯、陡坡路段,容易发生弯道会车碰撞,造成交通事故。该系统能够实时监测山区公路弯道会车情况,对行车方向的车流量进行数据采集,同时地钉系统能够对过弯车辆进行诱导,强化道路的轮廓形状,防止弯道会车发生碰撞。系统弯道诱导、会车监测界面如图5所示。

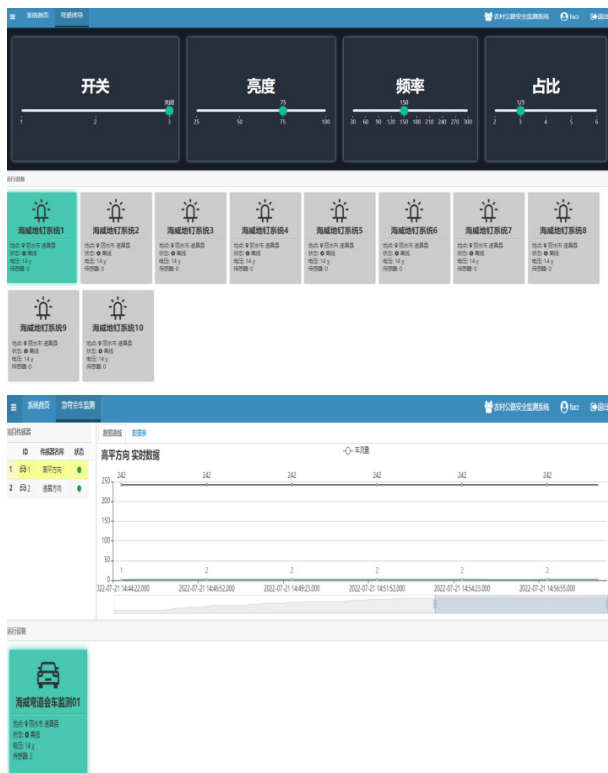


图5 系统弯道诱导、会车监测界面

Fig.5 System curve guidance and meeting monitoring interface

(4) 道路运行环境监测

系统数字气象站不同传感器(如雨量计、湿度计、温度传感器等)能够采集农村山区公路路段降雨量、湿度、温度、土壤水分以及风速、风向、能见度等数据并生成道路环境要素的曲线图和数据表,便于用户实时监测查看。同时该山区农村公路智能化安全监测系统能够提供道路景观视频,提升了道路服务水平。系统道路运行环境、景观视频监测界面如图6所示。

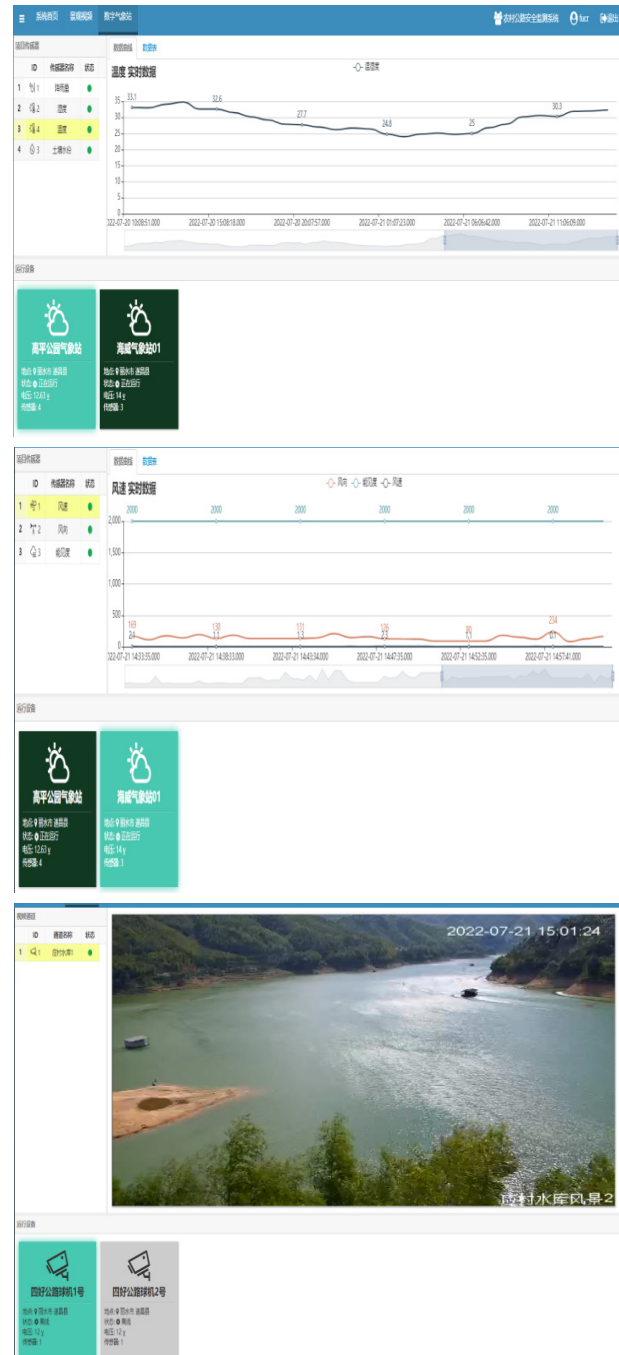


图6 系统道路运行环境、景观视频监测界面

Fig.6 System road operating environment, landscape video monitoring interface

4系统创新点

近年来,我国农村公路的建设取得了不错的成绩,农民的交通出行有了一定的保障。但是,农村道路还存在着信息化程度低、交通诱导以及基本运行的监测难度大等问题。山区农村公路智能化安全监测系统是以遂昌县农村道路情况为背景而研究开发的。该系统的开发突破了以往监测技术所存在的缺陷,具备很强的创新性。系统创新点如下:

1、多项目智能化监测,提升公路管理质量

该系统基于 AIoT 平台,创新面向路面、边坡、桥梁、弯道等针对农村山区公路的智能化安全监测关键技术,使得潜在的事故点提前预警,保障农村公路行车安全,提升了农村公路管理质量。如图 7 所示,系统运行主界面显示了监测的多个项目以及百度地图提供的监测点位置。

2、全天候智能监测

系统能够实现 24 小时不间断的采集农村公路的运行情况以及大型公路建筑物的状况,并进行数据的处理、存储和上报,确保农村公路拥有良好的路况水平。



图 7 系统运行主界面

Fig.7 Main screen of system operation

3、多技术融合,高精度

系统利用了先进的信号采集、网络通信等技术,结合智能数据分析技术、物联网技术对农村公路进行安全监测并及时预警,确保道路安全和畅通。

4、降成本增效率

以往公路边坡、桥梁监测都需要人工参与,需要很高的成本。而该系统的开发使得桥梁、边坡、弯道等关键要素的监测变得智能化、高效化,不再需要人工进行道路的巡检与监测,降低了人工成本,同时规避了监测和巡检人员的安全风险。

5、主动防控潜在事故点

系统报表中心能够对采集的各个项目的数据进行统计分析,一旦采集数据的数据超过预设值便会提前预警,这有利于管理人员主动防控潜在的事故点,从而降低风险。

5结束语

山区农村公路智能化安全监测系统是以遂昌县山区农村公路建设情况为背景并结合物联网技术、无线通信技术以及数据分析技术而搭建的。该系统能够实现山区农村公路多项目的智能化监测,为山区公路智能化提升与研究积累了经验。

同时,该系统能够提前预警潜在事故点,降低事故发生率,是推进高水平“四好农村路”建设的有效手段,对于实现乡村振兴以及交通跨越式发展具有重要意义。随着时代和科技的进步,山区公路智能化管理必定是未来交通部门管理的趋势。而山区公路智能化的核心在于大数据、物联网、智能化监测等技术与交通运输全面融合,从而达到提升公路路况水平、改善道路环境以及保障交通安全的目的。我国在智慧公路以及智能化监测技术研发方面起步较晚,但发展的势头较猛。山区农村公路智能化安全监测系统的搭建无疑是对以往监测技术的创新与突破,能够帮助我们探索公路管理的新手段,对于未来全面化、智能化公路监测系统的建设具有重大指导意义。

[参考文献]

- [1]潘学武, 华忠勇. 农村公路老桥的加固、改造与养护[J]. 城市道桥与防洪, 2013, (05): 155-157+10+9.
 - [2]李萍. 浅谈高速公路地质灾害监测、预警与决策系统的建设[J]. 安徽建筑, 2010, 17 (6): 160-162.
 - [3]阎宗岭, 柴贺军, 黄河. 基于 RFID 的公路危岩智能安全监测与现场报警系统[J]. 公路, 2017, 62 (6): 23-27.
 - [4]王身宁, 孙发军, 赵文秀等. 公路桥梁智能监测探究[J]. 工程技术研究, 2019, 4 (18): 100-101.
 - [5]田红保, 王强. 基于智慧物联网的地质灾害易发区监测预警系统研究[J]. 国土资源信息化, 2015 (4): 43-46.
 - [6]谢瑞, 董学申, 邓开文, 董世超, 张靖. 山区公路弯道盲区交通情报预警系统设计[J]. 公路, 2020, 65 (07): 223-227.
 - [7]Fae Azhari, Kenneth J. Loh. Warning Time - Based Framework for Bridge Scour Monitoring[J]. Journal of Bridge Engineering, 2020, 25 (7) .
 - [8]Lin YungBin, Lee FongZuo, Chang KuoChun, Lai JihnSung, Lo ShiWei, Wu JyhHorng, Lin TzuKang. The Artificial Intelligence of Things Sensing System of Real-Time Bridge Scour Monitoring for Early Warning during Floods[J]. Sensors, 2021, 21 (14) .
- 项目基金: 丽水市自筹类公益性技术应用研究项目“遂昌县农村山区公路安全智能监测系统研发与应用”(编号: 2022SJZC095), 丽水学院科研项目“遂昌县山区农村公路智能化提升研究与应用课题”(编号: HZCB-2021124)
- 作者简介: 周晓颖(1998 年 10 月-), 女, 汉, 浙江丽水, 大学本科, 助理工程师, 研究方向: 公路工程项目管理及公路机电设备研发。