

桥梁信息管理与健康监测系统设计及开发

关淑萍, 邱 鹏, 郑淑倩, 徐哲能

(浙江华东测绘与工程安全技术有限公司, 浙江 杭州 310014)

摘 要:为实现桥梁从施工期到运营期信息化、数字化和智慧化管理,通过桥梁信息管理与健康监测系统的设计与开发,依据全面的桥梁基础资料管理、长期运营监测数据与定期检测成果相结合、定期检测成果与加固维修措施相结合的原则,实现了桥梁全寿命期的一体化信息管理系统的融合及应用。系统提供了监测管理模块的多源数据采集、测点管理、图形绘制、监测预警,检测管理模块的移动端病害录入、技术状况评估、历年病害统计对比,加固维修管理模块的对策措施和费用匡算等功能。依据桥梁长期监测数据和检测病害,可综合评判桥梁健康状况,有效提升桥梁运维管理水平。

关键词:桥梁信息管理系统;监测管理;检测管理;加固维修;系统设计与开发

中图分类号: U447

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)12-0181-04

0 引 言

随着我国综合国力和经济实力的提升,国内各地基础设施建设规模不断扩大,根据中国交通运输部《2021 年交通运输行业发展统计公报》统计结果,截至 2021 年末,全国公路桥梁有 96.11 万座,其中特大桥梁 7 417 座、大桥 13.45 万座,桥梁数量有了较大的增长,但与之而来的运营安全管理工作也日益加重。近年来,计算机科学与通信技术飞速发展,物联网、大数据、区块链、云计算、人工智能等信息技术都得到了极大的发展,在这种形势下,各类桥梁管理系统应用而生。

杨泰维等^[1]开发了公路桥梁检测系统,可实现对桥梁信息进行统计、查询和修改,并对输入的病害进行分类存储和评定。吕德昕^[2]关于桥梁检测管理系统软件开发实现了各类桥梁基本信息录入与查询、检测评估报告生成、养护维修方案生成、后期相关报表生成和复杂权限管理等功能。聂功武等^[3]介绍了传统的养护管理系统与新型桥梁结构健康监测系统的发展状况以及存在问题,指出在养护管理中充分融合这两个系统的必要性,并举例提出系统融合的几点设想。常军^[4]对桥梁管理系统与结构健康监测系统融合的必要性和可行性进行了分析,通过对桥梁管理系统中如何进行信息融合,给出了两种系统

融合的具体做法。

为提升桥梁的科学化管理养护水平,通过桥梁信息管理与健康监测系统的设计,进行桥梁信息管理系统、监测管理系统、检测管理系统和加固维修管理系统的融合开发,以构建一个集约高效、技术先进、易于管理、开放兼容、实用经济的大数据平台,实现桥梁从施工期到运营期信息化、数字化、智慧化的统一集成管理。

1 系统总体功能设计^[5-6]

系统以运营管理机构、监测单位、检测单位和养护单位使用需求为主,开发设计如图 1 所示具有桥梁信息管理、监测管理、检测管理和加固维修等四大功能的模块结构,以实现桥梁施工及运营的监测、检测与养护维修的一体化综合管理。

桥梁信息管理模块包括桥梁基础信息、地理信息、构件信息和三维模型的录入、查询、浏览和编辑等功能,并按照省、市、区进行不同类型桥梁的统计分析。监测管理模块实现多源数据融合和自动化与人工监测数据的接入,可进行静态数据校审、纵横向图形绘制和特征值统计,动态数据时程曲线绘制、频谱分析、索力计算和动态预警等功能。桥梁检测管理模块包含对常规定期检测、结构定期检测、特殊检测的计划制定、现场检测数据的移动端录入及上传、电脑互联网端桥梁技术状况评估、检测成果统计、历年病害对比和三维展示等功能。加固维修管理模块实现对桥梁历史加固维修资料的调取,并基于病害检测结果,

收稿日期: 2022-12-23

作者简介: 关淑萍(1978—),女,硕士,高级工程师,从事桥梁及隧道工程检测监测及相关系统开发工作。

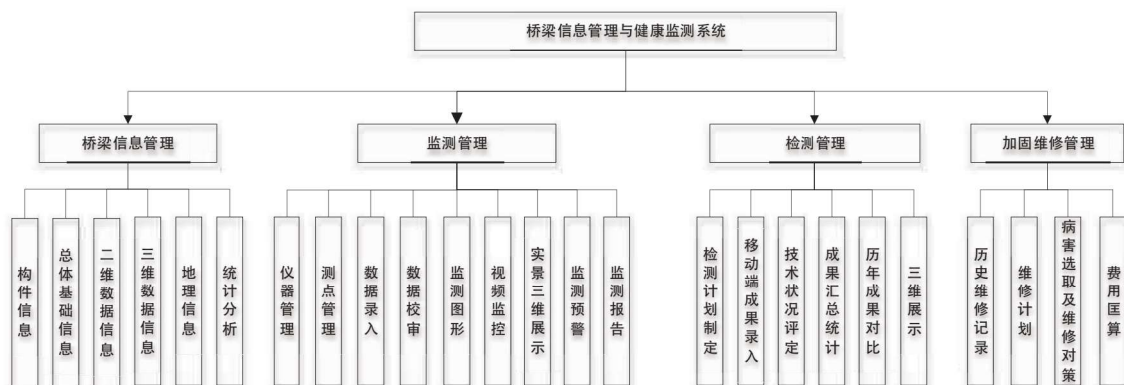


图1 系统总体功能结构

进行病害分类分析,加固维修方法选用,给出桥梁初步的加固维修费用匡算,以上各模块之间可相互调用,相互关联。

2 系统平台总体技术架构

2.1 技术架构设计

系统结合传感器技术、通信技术、数据库技术、网页信息技术进行设计,技术框架自下到上采用六层次结构,各个功能模块划分依次为采集层、通信层、基础服务层、业务服务层、接口服务层和表示层,如图2所示。各层之间采用接口相互访问,并通过对象模型的实体类(model)作为数据传递的载体,不同的对象模型实体类对应数据库的不同表。

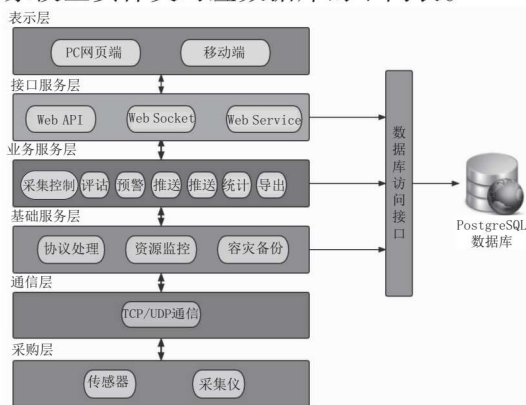


图2 系统技术架构设计

最底层为采集层,由各类传感器和采集仪节点组成,数据由传感器采集后传输至采集仪并通过网关设备发送至目标网络。第二层为通信层,服务器端接受到消息后,通过特定的校验方式后,将socket进行拆包并进入第三层。第三层为基础服务层,该层包含了已封装的通信协议解析包和外部服务,作为系统主要底层服务,用户无法访问该层的服务。第四层为业务服务层,该层将根据业务需求,通过直接调取数据库的数据并通过预设的逻辑,从而形成不同的服务。第五层为接口服务层,该层将表示层的反馈以

接口的形式到达业务服务层。第六层为表示层,通过vue框架将各类服务和应用展示到计算机网页端或移动端。

2.2 系统平台架构设计

2.2.1 总体功能架构^[7-8]

系统平台主要包括用户层、应用层、基础服务层、数据层和资源层。其中用户层为不同业务人员提供不同的业务功能。应用层负责核心业务逻辑,主要包括系统首页、桥梁信息管理、监测管理、检测管理、加固维修和系统管理等。基础服务层按照微服务和容器的设计理念,将通用支撑功能分离出来,提高应用横向扩展能力。数据层实现对桥梁基本信息、监测数据、检测数据以及加固维修数据的统一存储和管理等功能,是本系统运行的数据基础。资源层主要为系统提供各类软、硬件基础设施支撑。系统平台总体功能架构如图3所示。



图3 系统平台总体功能架构

2.2.2 特色功能模块介绍

(1)多源数据采集与测点管理

监测数据采集提供人工和自动化两种方式,可接入目前市场常用的多种类型传感器,如485数据

采集仪、弦式采集仪、多功能动态数据采集仪等,并可在在线对各采集仪器进行采集周期或频率的设置。测点管理提供测点录入、修改、删除、查询、二维/三维/全景位置标记功能。对于振动监测和索力监测类型的测点可设置基频最低和最高限制,应变、变形、索力监测类型可查看计算公式、进行相关参数预设置等。

(2)桥梁实景三维展示

系统可录入桥梁的基本信息、养护信息、地理信息和二维三维多媒体文件信息,进行桥梁实景三维监测测点展示。测点展示支持切换全景、BIM 剖面不同的底图数据,不同的底图展示相应标记的测点,不同的监测类型采用不同的图标,在三维或二维图上标注显示。

(3)监测数据审核及图形绘制

监测图形部分包括测点数据、数据表格和分布图。在数据检查页面,可通过数据表格展示测点、监测事项、监测时间、测值、变化量、录入人员和审核人员等,结合测点过程线,综合进行监测数据检查、审核、异常数据处理。

监测图形页面可查询二维和三维图上测点位置,对预警测点按照预警级别进行不同颜色显示。监测过程线曲线图采用双坐标轴,同一监测类型的测点可以选择多个,监测过程线按照监测时间长短,横坐标分别按照日、月、年进行显示。选中图形属性,可进行图幅、坐标轴和线条等个性化设置。选中分布图,可绘制选定时段不同测点横向或纵向分布变化过程线。监测数据审核及监测图形如图 4 所示。

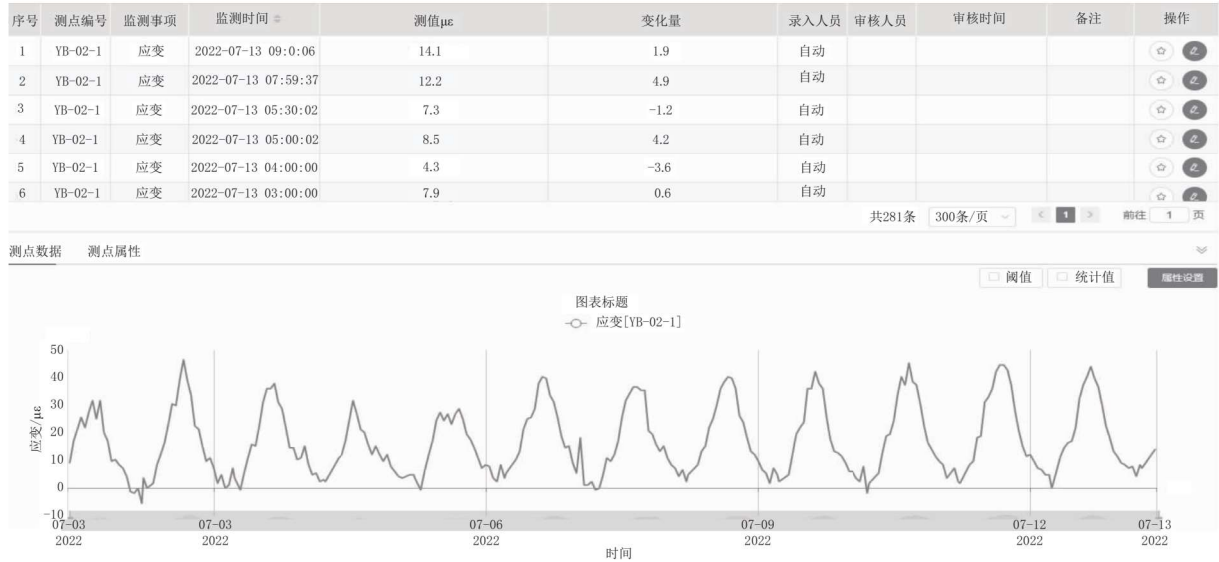


图 4 桥梁监测数据及监测图形

(4)防撞监测预警

监测预警页面提供红色、黄色的预警事件查询及人工解除功能。对于有防撞预警需求桥梁,提供加速度防撞监测功能,防撞预警页面展示桥梁名称、测点编号、监测时间、30 s 内加速度过程线图,可根据桥梁名称、测点编号、日期范围进行查询。在预警配置页面,选择桥梁名称、测点编号,仪器编号、仪器名称、监测类型,选中上限、下限、上下限,输入对应阈值进行监测预警阈值配置。

(5)检测病害记录及技术状况评定

系统支持移动端和电脑端桥梁检测病害录入功能,并在电脑端进行资料审核、依据相关规范进行桥梁技术状况评定、报告编制。在汇总统计中以不同的分类原则,如检测类型、养护类别、桥梁技术状况等

级等对各类检测信息进行汇总统计。根据历年检测结果,对于选定桥梁进行病害查询,并进行外观检查、专项检测和技术状况评定的对比。

(6)维修加固措施选取及费用匡算

对现有桥梁历史加固维修资料调取,关联桥梁检测模块中病害结果,进行病害成因初步分析,在加固维修库中选用合适的加固维修方法。针对拟定加固维修方案,可根据所选的方案及加固维修工程量,系统可调用函数,得出桥梁总体方案费用与加固施工工艺及工程量之间的数字关系,按照人材机、分部分项及单位工程等给出某一座桥梁总体加固所需的总体费用匡算。

2.3 系统业务流程设计

该系统软件与硬件对接采用 TCP 协议,根据设

备报文要求,发送 socket,实现设备数据读取。如系统从硬件传感器获取的监测数据分为静态数据和动态数据,静态数据发送指令给传感器,传感器进行数据采集,采集后将十六进制数据回传给服务端。系统业务流程如图5所示。

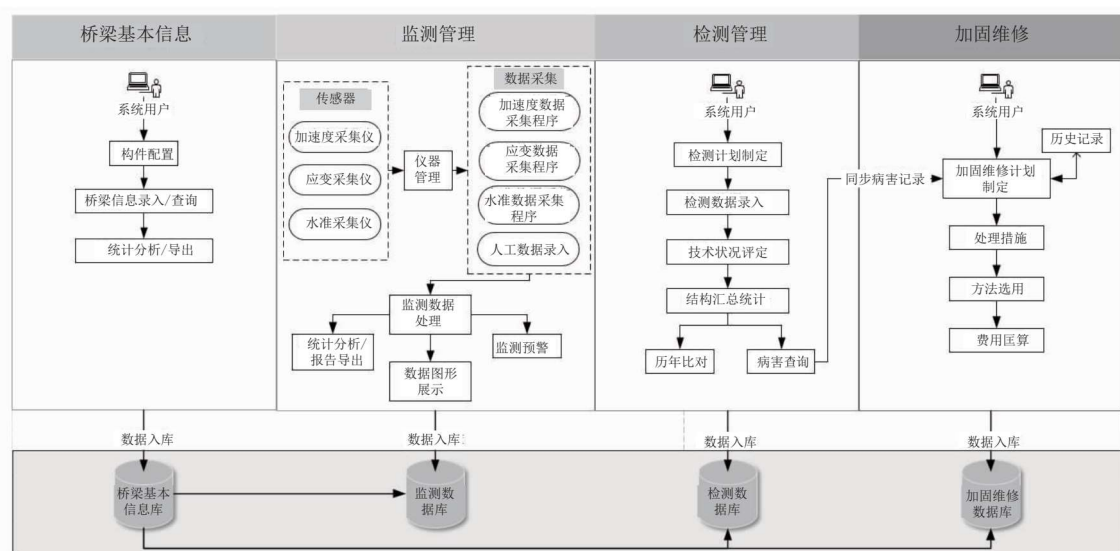


图5 系统业务流程图

化融合管理和应用。系统主要功能特点包括3方面。

(1)全面性。相对传统的桥梁信息管理系统、健康监测系统、检测管理系统,该系统综合考虑了桥梁基础信息、施工期监测数据、长期健康监测数据、运营期定期检测数据和维修加固等基础资料融合的关联性和统一性。

(2)高效性。系统通过手机移动端实现桥梁病害记录、现场拍照、外业数据采集和实时上传等工作,并在电脑端进行资料审核、桥梁技术状况评定和报告编制,解决了人工外业数据采集记录、内业资料整理和报告编制过程中费时费力、效率低下和易错等问题。

(3)智慧化。系统可进行数据校审、图形绘制与修改、监测预警、检测报告编制和根据监测、检测成果进行维修加固措施选取和费用匡算功能,真正实现桥梁运营全寿命期的一体化管理。

此外,由于该系统是结合目前桥梁运营管理中

3 结 语

为实现桥梁从施工期到运营期的信息管理,开发的桥梁信息管理与健康监测系统平台,实现了桥梁基础信息、监测数据、检测数据和加固维修的一体

对健康监测、定期检测、管理养护需求而进行的开发,解决了当前市场上桥梁管理系统融合性不高、功能之间关联性差等问题,系统的推广使用将有效促进今后桥梁运营维护管理水平的提升。

参考文献:

- [1] 杨泰维,晋民杰,韩智强.公路桥梁检测管理系统的开发与设计[J].太原科技大学学报,2020,41(4):307-312.
- [2] 吕德昕.桥梁检测管理系统的设计与实现[D].西安:西安电子科技大学,2020.
- [3] 聂功武,孙利民.桥梁养护巡检与健康监测系统信息的融合[J].上海交通大学学报,2011,45(增刊):104-108.
- [4] 常军.桥梁管理系统与结构健康监测系统的信息融合[J].苏州科技学院学报(工程技术版),2012,25(4):9-14.
- [5] JT/T 1037—2022,公路桥梁结构监测技术规范[S].
- [6] CJJ 99—2017,城市桥梁养护技术标准[S].
- [7] 柴干,万水,钱振东,等.桥梁养护管理系统的设计与开发[J].公路交通科技,2008,25(3):84-87.
- [8] 徐萍飞,熊峰,夏伟杰,等.基于BIM的桥梁信息集成管理系统研究[J].施工技术,2016,45(12):119-123.