

# 一种基于数字桥接通讯的音视频远端监测系统研究

张云动<sup>1</sup> 寇彦飞<sup>2</sup>

1. 咸阳市特种设备检验所 陕西 咸阳 712000

2. 中北大学 山西 太原 030000

**摘要:** 特种设备检验人员在电梯井道、大型压力容器内等特殊环境下工作时, 通讯信号微弱、内外沟通不畅, 技术监管困难, 存在安全隐患。为提升检验安全与质量, 实现检验人员、检验技术负责人、远程指导专家之间的可视化沟通与管理, 开发一种基于数字桥接通讯的音视频远端监测系统。该系统基于一种双频WiFi数字桥接通讯装置, 设备通过5G/4G/WiFi物联网无线传输的方式, 可实现检验人员在检验现场与检验技术负责人、远程指导专家分组集群音视频通话, 进行技术答疑或技术指导, 也可实现检验技术负责人和质量负责人远程同时对多个检验现场展开安全检查, 发现安全隐患及时督导改正, 提升检验现场安全管理水平。

**关键词:** 特种设备安全 桥接通讯 远端监测

目前, 我国特种设备检验检测系统智能化程度不高, 在检测时需要检验检测人员带上相关的检验设备、仪器等进行现场作业, 当特种设备检验检测人员在电梯井道、大型压力容器内等特殊环境下工作时, 整个过程占用时间较长, 工作较为繁琐复杂, 通讯信号微弱、内外沟通不畅, 技术监管困难, 存在安全隐患, 因此开发一种基于数字桥接通讯的音视频远端监测系统, 该系统由音视频远端监测终端(可外挂于安全帽)、桥接装置、智能管理平台三部分组成, 将有效解决检验现场沟通交流和远端监控的问题。

## 1 研究现状

目前, 国内外对基于数字桥接通讯的音视频远端监测系统研究主要包括挂载设备性能提升研究及监测系统智能化研究两方面。挂载设备性能提升研究主要目的是改进可挂载的安全帽的抗冲击强度, 并使其佩戴舒适。监测系统智能化研究主要方向包括可靠通信、安全预警、续航能力及日常管理等方面。

挂载设备性能提升研究, 通过多年努力, 在增加强度、改善抗冲击性, 减小重量, 隔热降温, 保暖舒适, 预防触电等方面均取得了一定程度的进步。2014年, 北京科技大学研究者进行了可挂载的工业安全帽的防护性能的研究。他们采用落锤装置对各种材质的可挂载安全帽进行了冲击试验, 通过实验, 研究了安全帽的能量吸收率以及其防护性能<sup>[1]</sup>。2020年, 中国地质大学研究者提出了对可挂载的安全帽进行顶吹风的装置, 通过研究安全帽内部热量分布情况, 通过不同风速对比测试, 提出最优风速的概念, 以找到最优风速, 解决高温环境中如何散热的问题<sup>[2]</sup>。2012年, 江汉大学研究者提出可挂载安

全帽防触电的设计方案, 通过加装场强感应装置, 来探测可能触电的电源, 并通过网络来传输报警信号, 并及时发布提示信息<sup>[3]</sup>。

对监测系统智能化研究的主要方向包括信息采集、数据通信、安全预警、电池续航及日常管理等方面, 通过传感器、通信、分析、智能平台等各种不同的智能模块为音视频远端监测系统赋予不同的功能, 使其应用情景更为丰富, 应用场景更为广泛。2017年, “带后视镜的智能安全帽”专利得到应用, 可以通过后视摄像头摄像并将其投影, 以方便使用者查看后方情况<sup>[4]</sup>。2019年, 中国民航大学研究者设计了一款智能安全帽系统, 使用GPRS网络传输现场环境信息, 并运用北斗卫星定位等技术, 完成精准定位、媒体通信、脉搏监测和环境监测等功能<sup>[5]</sup>。2020年, 研究者实现了一款基于5G的音视频远端监测系统, 并将其应用在应急救援及应急通讯中<sup>[6]</sup>。2019年, 浙江大学研究者基于音视频远端监测系统设计了一套安全行为绩效考核机制, 以惩戒和激励作业人员, 用以改善作业人员的安全行为<sup>[7]</sup>。2011年, 研究者设计了一款基于无源UHFRFID技术的音视频远端监测系统, 消除了电池续航性能对使用者终端的不良影响<sup>[8]</sup>。2020年, 研究者提出一个可以监控工人工作环境, 并能实时对其工作环境风险进行监测的音视频远端监测系统, 该系统能够及时发现危险因素, 并及时通知作业人员, 保护作业人员安全<sup>[9]</sup>。

综上所述, 近年来国内外学者在智能远端监测系统的研究成果越来越多, 其应用场景越来越丰富, 社会效益越来越突出。国内近年来5G通信技术蓬勃发展、wifi通讯日臻成熟, 北斗定位技术日新月异, 且应用越来越

越丰富，但当前在特种设备检验行业，其应用结合行业特点并不高，因此，开发基于数字桥接通讯的音视频远端监测系统仍有较大的发展空间。

### 2 研究意义

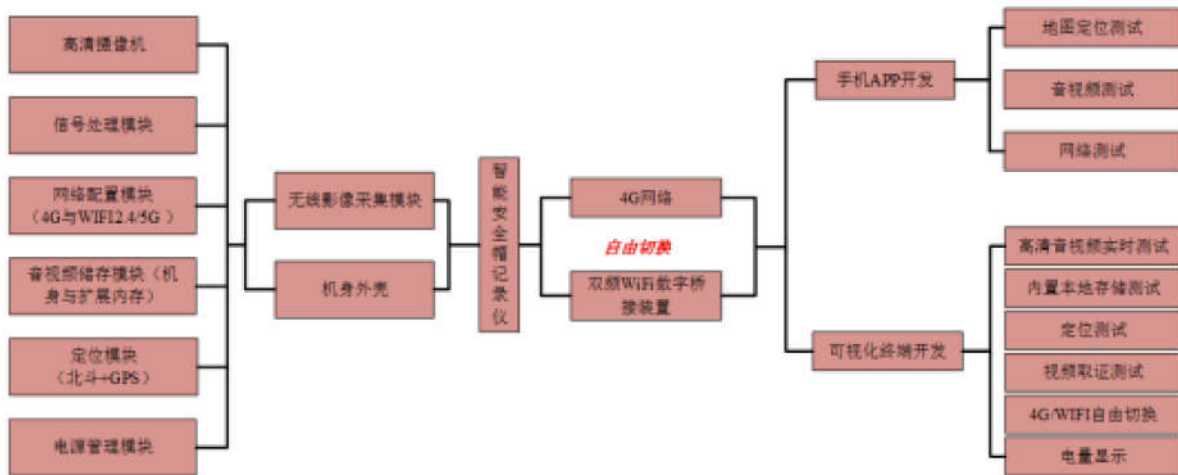
为了增加特种设备检验的完整性，提高检验的安全性，规范监督检验流程，并对特种设备异常运行提供及时可靠的影像依据，因此，亟需针对特种设备关键部位或检验人员容易遗漏或不易接近的区域，进行视频信号记录，现场可视化互动处理，实现在线传输、检验现场随时观看、指导，实时语音通话，不限时间、地点，可以分组集群通话，可视化调度平台，调度协调指挥，达到精细化管理，提高管理实效，使得检验人员更全面高效和清晰准确地判断设备的可靠性、合格性。

针对以上问题，为了增加特种设备运维的安全性，增强特种设备安全技术的水平，本研究将特种设备的特殊环境信号检测传输设备、安全帽与管理平台相结合

设计一款基于数字桥接通讯的音视频远端监测系统，依托无线传输综合管理系统以检验应用需求为导向，无线网络为支撑，综合运用多种信息化技术，充分整合、共享数据信息，建设统一的音视频监管系统平台，为“高效、规范、文明、廉洁、和谐检验”提供信息和技术支撑，通过视频终端和宽带便携终端帮助监管或检验人员实时观察现场音视频等信息，持续提高综合检验的现代化管理水平。

### 3 主要研究内容

特种设备检验安全帽在线监测系统设计思路如下图所示，该系统由智能安全帽集成终端、双频5G/4G/WiFi数字桥接装置和智能管理平台三大模块组成。首先设计智能安全帽记录仪，包括无线影像采集模块和机身外壳设计；接下来通过双频5G/4G/WiFi数字桥接装置传输信号，最后通过手机APP或可视化终端等智能管理平台实现特种设备的有效管理。



#### 3.1 可视化智能头戴终端设计

为了检验的方便可行性，考虑视频采集模块、无线信号处理发射模块、存储模块、锂电池供电模块以及摄像头的固定模块做一体化设计，在检验现场无信号的情况下，信号通过无线传输与路由组网，通过WiFi网络与检验人员的手机通讯，管理人员通过后台软件进行远程可视化指导与管理。在检验现场有信号的情况下，直接通过5G/4G与检验人员手机通讯或管理人员通过后台软件进行远程可视化指导。

#### 3.2 基于局部场景双频5G/4G/WiFi数字桥接装置

基于局部场景双频WiFi数字桥接装置需要集成性设计，要将集成电源模块、双频WiFi支持模块、物联网组网模块、定向阵列天线等模块一体化设计，使其便携、操作简单。可采用多天线AP来提高传输性能。同时，在

无线AP作为中继时，采用无线分布系统（WDS）的无线桥接（一对一）及无线中继（一对多）功能，防止出现井道或压力容器等特殊检验环境内信号衰减甚至无法接收的情况，通过无线中继分布式传输，消除WiFi无线覆盖死角。由于使用环境比较复杂，信号传输需要做信号加强处理，所以抗干扰能力也需要加强。

#### 3.3 全场景可视化智能管理平台的开发

为实现特种设备检验检测的集中有效管理，那么软件需要具备①通过对人员信息、岗位信息、组织信息进行全量采集，“线索、隐患”随手拍，“工作即采集，采集即防范”；②建立人员信息数据库及岗位档案分类，对软件操作按照部门划分，设置不同权限，提高管理高效性和准确性；③技术指导人员与现场检验人员互联互通、一呼百应，实时接收和传送视频、图片、语音

指令,后台一张地图动态展示从业人员的实时位置、在岗人数分布情况等,便于管理者指挥调度管理;④记录工作轨迹、里程、管理者实时可以发布任务、处理隐患举报,对异常时告警进行高效监督、一键督导,进入地图模式,勤务工作一张图运作;⑤全局动态数据分析,一张图直观展示,服务决策,实现一个“监督、管理、考核、指挥、联动”统一运作。

#### 4 需解决的关键技术问题

##### 4.1 可视化终端集成一体化设计

特种设备检验检测工作流动性大,检验环境往往具有局限性,如大型球罐内部通讯信号微弱,检验负责人要同时组织检验人员同步开展检验,要想同时观察不同部件的联动情况,或者是具有一定危险或者有局限容易疏忽的地方,一般不易实现,但如果摄像头能传输不同局部的实时信息,检验负责人就可及时发现特种设备在检验过程中不易发现的问题,检验人员之间也可音视频交流,方便对设备缺陷的认识和定性。因此,对于可视化终端的要求就需要轻巧便捷,同时辅助检验操作尽量简洁,对于可视化音视频终端的供电需要自身供给,信号处理接收发射模块、视频的存储、设备的固定等功能模块都需要集成化设计,同时要考虑携带的方便性,所以轻巧便捷的集成化处理是可视化终端的设计关键。

##### 4.2 信号处理传输模块的设计

特种设备的检验检测环境往往在空间位置方面具有局限性,如针对井道、容器等特殊检验环境中信号极易受到干扰屏蔽,导致信号传输距离短、信号差等问题,就需增加抗干扰电路来提高传输性能,以解决如何从有限的空间环境中传出有效的信号的问题。因此,音视频信号处理传输模块的设计是特种设备检验全场景可视化智能管理系统的关键基础。

##### 4.3 集成可视化指挥调度平台

特种设备检验检测涉及人员众多、分布广泛,要想形成有效管理机制,那么就应从特种设备的安装、使用、管理、维护保养、现场检验检测等多环节进行监管,那么如何能在可视化终端和传输模块的基础上,通过软件架构实现特种设备信息采集、信息管理、指挥调度、督导管理、统计分析、辅助安全、等级评价等功能是软件架构设计和开发的关键。

#### 5 结语

集成化音视频远端监测装置轻巧方便,通过音视频终端和便携通讯终端帮助检验人员观察现场,可为特种设备的检验检测提供可视化辅助判断,进一步加强了特种设备检验检测的安全性。研究的可视化指挥调度平台以特种设备检验检测应用需求为导向,综合运用多种信号处理技

术,充分整合、共享数据信息,进而提高特种设备的安全性以及应急处理的高效性。总之,基于数字桥接通讯的音视频远端监测系统的研发成功,有望在特种设备领域大范围使用,为“高效检验、规范检验、文明检验、廉洁检验、和谐检验”提供信息和技术支撑,进而提高特种设备检验检测的安全性以及现场监管的高效性。

#### 参考文献

- [1]郭奕裕,周笋鱼.安全帽佩戴检测网络模型的轻量化设计[J/OL].计算机工程:1-12.
- [2]刘至键.基于深度学习的安全帽佩戴检测方法研究[D].广东工业大学,2022.
- [3]万涛,曾进,韩涛,孙虎.勘探光电一体化多功能安全帽的机理研究[J].黑龙江科学,2022,13(12):44-46.
- [4]丁文龙,费树珉.基于改进YOLOv3的安全帽检测方法研究[J].电子测试,2022,36(11):84-86+114.
- [5]范新磊.安全帽智能检测算法研究[D].山东工商学院,2022.
- [6]蒋明轩,郭雅婷,陆军,刘汝梧.智能安全帽的研发及应用[J].铁道运营技术,2022,28(02):41-43.
- [7]梁楷博,吴有龙,苏杰,沈亮,潘星颖,郑坤,叶晴.基于惯性传感器的智能安全帽人体跌倒检测系统设计[J].物联网技术,2022,12(04):14-16.
- [8]张榕,周瑾,焦雯,李坚.基于神经网络架构搜索的安全帽佩戴检测算法研究[J].铁道通信信号,2022,58(04):43-47+53.
- [9]杨雪,陈刚.基于深度学习的移动端安全帽检测系统设计与实现[J].江苏通信,2022,38(02):103-106.
- [10]陈萍.建筑施工安全监控智慧体验区建设研究[D].华中科技大学,2021.
- [11]张培基.工业监控视频中的安全服与安全帽检测方法研究[D].华中科技大学,2021.
- [12]郭普特,郑斌,黄敏,苏洁,李铖杰,韦天健,刘宇.基于深度学习的智能识别系统设计与实现[J].中阿科技论坛(中英文),2022(04):137-141.
- [13]杨庭,徐桂彬,严俊,徐遥,王宇.基于深度学习的安全帽和口罩检测系统的设计[J].电脑知识与技术,2022,18(10):15-18.
- [14]赵鹏.有限空间智能安全帽系统的设计[D].哈尔滨理工大学,2022.
- [15]刘川.基于工程环境背景下安全帽佩戴检测算法研究[J].河南科技,2022,41(04):7-12.
- 周小娜,杨桥桥.冬夏两用舒适型安全帽的研制[J].农村电工,2022,30(02):35-36.