

基于计算机视觉与可视化平台的 加油站智能安全管理系统设计

李永红 梁胜轲 何赵飞（中化石油销售有限公司，北京 100069）

徐 冲 郑瑞祥（北京安信科创软件有限公司，北京 100073）

摘 要：近年来，我国对危险化学品的安全生产工作越发重视，为了积极响应、促进危险化学品安全生产的信息化、智能化建设，本文以加油站为应用对象，研究了针对加油站安全管理的智能安全管理系统设计。该系统的研究内容主要聚焦于两个方面，一是对加油站中的隐患、危险性违规操作行为的智能化实时监测，采用了计算机视觉与机器学习算法辅助隐患违规行为识别；二是对加油站日常管理内容的可视化呈现，采用数字三维技术建立加油站仿真模型，将所有管控结果可视化呈现。本研究将计算机视觉与数字三维可视化技术融合到加油站的实际业务场景中，提升了加油站的智能安全管理水平，助力传统加油站管理向智慧化、数字化迈进，进一步推动加油站行业管理的进步与发展。

关键词：加油站安全管理；计算机视觉；可视化平台

近年来，各行各业生产活动中的安全管理越来越受到人们的关注。2014年，我国首次提出了“国家安全观”的理念，从国家层面明确了对安全工作的高度重视。对于国家安全所涵盖的领域，我国明确将社会治安、交通安全、生产安全等多个方面置于国家安全领域之中，不断强调“加强交通运输、消防、危险化学品等重点领域安全生产治理，遏制重特大事故的发生”。2021年8月，国务院安委会、应急管理部在全国安全防范工作紧急视频会议中指出，要强化企业的主体责任，在生产经营、收购扩张、发展规划中把安全摆在重要位置。由此可见，各行业生产过程中的安全管理体系建设必不可少。随着社会的飞速发展，国内对成品油的需求量也在逐年大幅提高，加油站的市场竞争也变得非常激烈。随着人们对成品油消费的提高，加油站的规模得以迅速扩大，逐渐成为人们日常生活中不可缺少的场景。随着加油站市场的繁荣发展，加油站的安全管理与经营也面临很大挑战，加油站的安全管理水平亟待进一步提高。本文将以加油站的日常生产运营场景为例，阐述加油站智能安全管理系统设计，融合计算机视觉与数字可视化平台等新兴技术，助力加油站生产活动各流程的智慧化、数字化。

1 加油站安全管理需求概述

加油站的安全管理主要包含两个方面，一是风

险的实时排查，二是健全的管理体系。针对运营过程中的风险排查，需要对各类风险行为、违规操作进行快速的察觉与辨识。针对加油站的管理体系，需要对加油站的人员、危化品、设施设备、日常任务执行情况等内容进行全面的建档汇总，利用数字化技术实现实时监测与高效管理。

1.1 加油站的风险排查与安全运营

在加油站的日常运营工作中，不可避免地面临各种安全风险，例如成品油的装卸、存储、加油等操作流程，应当按照规范的安全操作步骤逐一落实。在加油站内抽烟、使用普通手机等行为危险性较高，明令禁止，因此需要对员工和顾客的违规行为进行实时监测，一旦发现及时预警。对于这些风险因素，完整的安全管理流程需要包含对风险行为、违规行为的辨识，给予风险评估，再及时采取风险控制措施，最终消除隐患。对违规操作与行为的及时识别与制止，是确保加油站安全平稳运营的基础性工作，是加油站安全管理体系的重中之重。

1.2 加油站的数字化管理体系

在当前阶段，加油站的管理制度多侧重于整体的运营管理，对具体到班组层面的管理细节多有缺乏，各班组的管理建设和作业标准不统一、不规范、操作性不强。考虑到加油站中各类操作多涉及到危化品，这种较为粗放的管理制度存在较大的盲区，

对加油站的安全造成隐患。此外，加油站中的各类设施设备、危化品的实时状态，都需要监测记录，以便及时发现潜在问题。因此，引进数字化技术，实时收集监测各类关键信息数据，建立可视化的三维数字化管理平台，能够帮助管理层与员工更加便捷地实时了解加油站的重要信息数据，实现加油站全方位的安全管理。

2 加油站安全管理系统建设目标与建设内容

2.1 总体建设目标

加油站的安全管理系统主要依托数字化平台实现，在三维建模数字化平台技术基础之上，进一步融合基于计算机视觉和机器学习的监控视频识别功能，最终形成具有智能视频识别功能的数字化安全管理系统。

在风险排查与安全运营方面，该系统对加油站内监控视频进行实时分析，对视频内拍摄到的违规行为进行识别、记录、提醒。通过实时化的视频信息分析处理，打破隐患感知不全，隐患汇报繁琐，隐患处理延迟的现状，提升加油站的安全管理水平。

在数字化管理体系方面，该系统对加油站内各类业务建立全流程管理体系，对加油站内人员与设施设备建立全面监测感知，实现加油站经营状态与运维风险的实时把握，提升加油站工作人员的操作体验和沟通效率。

2.2 建设内容

2.2.1 基于计算机视觉的视频识别

通过对加油站各部位监控视频的实时分析，结合计算机视觉与机器学习算法，能够自动识别并预警违规操作。本文以动态的吸烟行为为例，人员吸烟作为加油站日常运营中最常见的违规行为，属于一种对人员特定行为的动态识别。在本文的实践中，将通过边缘计算设备实时采集加油站监控摄像头的视频流，并内置视频识别模型，持续进行视频分析，完成对监控视频拍摄到的违规行为进行实时识别、记录、提醒，验证计算机视觉在加油站安全管理中的可行性。

2.2.2 基于可视化平台的数字安全管理系统

基于三维建模技术与数字化平台技术，以单个加油站为模型制作可视化三维模型，通过在线平台对站内员工、经营数据、设施设备概况进行数据采集、储存更新、可视化综合化管理。基于加油站的三维模型，智能生成三维可视化应急预案，有效训练员工的紧急事件应对，提升安全管理水平。视频

识别功能融合在平台中的智慧安全模块，能够在线调取加油站内的实时监控视频，并实时推送视频识别分析结果，记录上传视频证据，通报异常违规行为。

3 加油站安全管理系统的建设技术方案

3.1 基于计算机视觉的视频识别技术方案

基于计算机视觉的智能视频识别算法的技术架构主要基于 YOLO v3 以及 Efficient Net 技术。该技术架构采用端到端的计算机视觉技术，通过采集加油站监控视频素材作为原始数据，于在线运行状态下，将视频的每一帧画面输入智能视频识别平台，经过一系列的计算，输出视频判断的结果。

该技术框架主要分为两步实现视频识别：第一步是人物检测及回归（基于 Yolo v3 技术），检测出画面中的人并使用边界框进行标注；第二步是分辨每个被框出的人的具体动作（基于 Efficient Net 技术），将人物的动作行为进行分类和界定，并输出判定结果。Yolo v3 及 Efficient Net 的技术路线具备较强的泛化能力，能够拓展到多种不同特征的视觉识别场景，为后续识别场景的扩充打好基础。

3.2 基于可视化平台的安全管理系统技术方案

平台是对各种数据的全面分析与展示之用，因此数据是平台的基础，对数据的处理是可视化平台建设的关键所在。可视化油站需要各类传感器采集设施设备数据，通过接入加油站的各类物联网设备，获取传感器数据，对加油站各方面进行统一的安全监测及管理。

三维可视化模型是平台的技术亮点，通过引入三维可视化功能，平台能够实现高性能三维实时渲染，能够流畅展示三维空间中的真实场景及建筑物。平台中能够储备丰富的模型库，帮助加油站完成个性化建模，支持灵活摆放、编辑场景所需物品，如危化品的位置及相关信息等。在三维可视化平台中生成应急预案，快速模拟处置险情，帮助加油站工作人员沉浸式体验灾情，完成虚拟仿真的线上演练。

4 加油站安全管理系统的建设实例

4.1 吸烟人群视频识别结果实例

运用 YOLO v3 结合 Efficient Net 技术，以中石化石油销售有限公司位于北京的某加油站为试点，配置了边缘计算网关设备采集监控视频并实时分析，获得分析结果如下图 1 所示。图 1 中算法识别出的加油站内人员用蓝色方框框出；在完成人员识别后，算法将实时判断这些人员的动作状态是否为吸

烟,判断结果用不同颜色方框表示,其中红色方框表示该人员有违规行为,蓝色方框表示该人员动作正常。



图1 人员吸烟的视频识别结果

当算法检测到加油站内有人吸烟时,会向安全管理平台推送提醒,并对该人员的动作轨迹进行记录和跟踪。疑似吸烟动作能够触发算法的跟踪监测机制,即持续监测5秒钟的视频,若疑似吸烟的动作持续发生,则系统会判定为吸烟行为并报警,提醒站内工作人员从速处置,直至处理完毕。

4.2 三维可视化加油站安全管理平台

以中化石油销售有限公司所属加油站为试点,依据技术方案建立了可视化加油站安全管理系统,加油站安全管理系统的整体架构如图2所示。主要包括四大板块的功能,即经营数据图表分析,设施设备状态监测,智能应急消防预案以及智能视频识别分析。

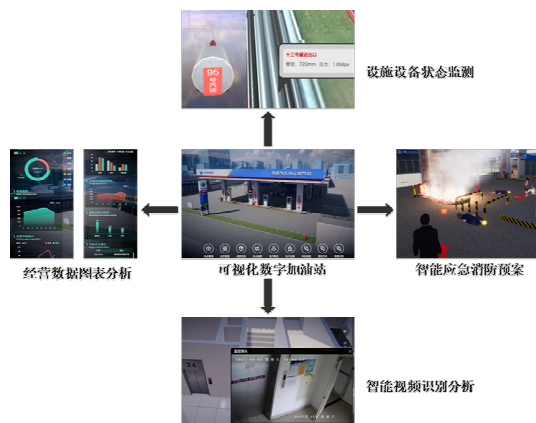


图2 安全管理系统平台板块架构

经营数据图表分析主要用于帮助加油站工作人员及时了解经营情况。能够展示不同时期的油品销量等数据,同时能够分析加油站能源消耗情况,辅助加油站制定更节能的方案。

设施设备状态监测功能通过各种物联网设备传感器,采集加油站内各类重要设施设备的物理参数,服务于管理平台的数据分析。加油机、储油罐、灭

火器、阀门、输油管线等设施都能够进行三维线上仿真展示,实时监测设备参数。

智能应急消防预案板块能够根据加油站的具体地形规划,制定个性化的应急消防预案,通过三维的形式展现出来,让预案更加真实、生动、可视。这一板块主要用于培训员工在发生灾情时如何更快、更标准、更有效地进行疏散和火灾控制,有效提升应急演练的效果。

平台的智慧安全板块可以调取整个加油站内的实时监控视频,并将视频识别算法的分析结果实时推送至平台,提醒工作人员及时应对。平台将建筑物中所有摄像头都纳入三维仿真场景,能够直观地查看并寻找监控点位,同时能够查看对应点位的实时监控内容,监控点位支持用户进行自行创建和配置。

5 结论

本文引入了基于计算机视觉技术的智能视频识别,对加油站内监控视频进行识别分析。在真实的加油站场景中,利用真实的监控视频画面,采用复合的算法框架进行吸烟动作识别,识别准确度可达90%。本文提出了集多种功能于一体的三维可视化数字加油站安全管理系统,大大提升了加油站的安全管理效益。通过平台系统中各大板块的功能,实现加油站的数字化、可视化管理,帮助加油站人员了解站内设施、消防设施和周边环境,帮助站内员工进行应急预案演练,当油站发生灾情时更快、更标准、更有效地疏散和火灾控制,减少人员伤亡。同时,视频识别功能与平台的结合,能够实现实时监控加油站违规情况,对违规操作进行记录和分析,提醒站内人员对违规操作进行整改,提前消除安全隐患。本文提出的智能加油站安全管理平台,能够有效提升加油站的安全管理水平,助力加油站向数字化、智能化安全管理推进。

参考文献:

- [1] 席竞.虚拟现实技术在消防战训工作中的运用策略[J].今日消防,2020(8):12-13.
- [2] 朱萍.基于虚拟现实技术的消防安全系统开发分析[J].科技创新与应用,2020(21):93-94.
- [3] 朱新平,徐海瑶,等.基于虚拟现实的机场消防救援虚拟演练平台[J].计算机仿真,2020(2):102-105.
- [4] 毛勇忠,张继新,黄玮.三维仿真及虚拟现实技术在消防训练中的应用[J].中国管理信息化,2019(3):149-152.