

基于动态 AI 视觉巡检预警系统 在城市燃气管道巡检中的应用

袁逸军 胡敏乐（佛燃能源集团股份有限公司，广东 佛山 528000）

摘 要：本文探讨了基于动态 AI 视觉巡检预警系统在城市燃气管道巡检中的应用。随着城市燃气管道的不断延伸和更新，传统的巡检方法已经难以满足快速、高效、精准的需求。因此，引入 AI 视觉技术作为辅助手段成为一种必然选择。该系统通过搭载高清摄像头和 AI 算法，能够实时监测燃气管道附近的第三方施工信息，并自动发出预警信号。与传统人工巡检相比，该系统具有更高的效率和准确性，能够大大降低人力成本和巡检周期。在实际应用中，该系统已经取得了显著的成效，为城市燃气管道的安全运行提供了有力保障。未来，随着 AI 技术的不断发展和完善，基于动态 AI 视觉巡检预警系统在城市燃气管道巡检中的应用前景将更加广阔。

关键词：动态 AI 视觉巡检；城市燃气管道；预警系统；应用

1 引言

近年来，由于野蛮施工导致的燃气管网及附属设施损坏事件居高不下，严重影响了城市公共安全。如何有效预防第三方损坏事件，降低燃气管网及附属设施损坏频率，提高安全稳定供气的保障能力，成为燃气运营企业关注的焦点。当前佛燃能源集团股份有限公司（下称“佛燃能源”）在全市已有各类高、中、低压天然气管道总长近 6000km。为了防止第三方施工破坏城市燃气管道，佛燃能源组建了专职巡线队伍，每天定期沿着管线人工巡查。但人工巡检存在几个问题：①巡检效率低，每个巡检员每天仅能巡查 100km；②巡检频次低，每段燃气管道每天仅能巡查 2 次；③巡检风险高，巡检员要一边驾驶车辆一边巡检，容易分心出现交通事故。

为预防第三方损坏城市燃气管道，并解决人工巡检成本高、效率低、工作量大等难题，佛燃能源计划通过采用一种不依赖人巡的动态视觉 AI 巡查方法。视觉 AI 主要用机器模拟人类视觉，从图像或视频中提取专业信息并进行加工处理，该技术在中国已广泛应用于电网、林业、环保、国家边海防、智慧城市等诸多领域。调研发现 AI 动态视觉技术在无人机有应用，但模型单一，无法针对城市燃气管道进行针对性识别；其他针对 AI 技术的应用大多采用静态安装，即通过立杆或铁塔将摄像头固定进行 AI 分析。

基于此，佛燃能源率先将动态 AI 视觉技术应用于自主研发智能巡检终端，并将其搭载到车辆上（包括但不限于巡检车、公交车、环卫车等）识别在管线附

近出沒的施工人員、施工車輛、工程車輛、施工標識牌、圍蔽工地、圍蔽工地等與施工有關的情況，並實施反饋給後方監控管理人員，避免發生第三方野蠻施工破壞城市燃氣管道事故，極大地提高了公司的管網安全，解放生產力，節約運營成本。

2 城市燃气管道 AI 视觉巡检系统组成和工作原理

基于动态 AI 视觉巡检预警系统由智能视觉巡检终端和巡检预警系统两部分组成。如图 1，其工作模式是：智能视觉巡检终端搭载到高速移动的车辆上，车辆正常行驶过程中通过终端内嵌入的 AI 算法自主识别城市燃气管道附近的第三方施工，发现疑似施工后将事件推送到巡检预警系统；巡检预警系统接收施工事件后通过后台可核查，核查后通过系统派单让附近巡检员立即前往现场核实并制止危害燃气管道的第三方施工，保障燃气管道安全。



图 1 基于动态 AI 视觉巡检预警系统工作模式示意图

2.1 城市燃气管道智能视觉巡检终端

燃气管道智能视觉巡检终端由内置摄像头、4G 传输模组、GPS 定位模组、边缘分析模组组成，如图 2。特别设计可直连车内的点烟器供电，安装简便，无需

图 2 AI 识别对象场景图

智能巡检终端特别设计了车载式巡检终端和固定式巡检终端两套，用于匹配在静态场景（如智慧工地、重点场所 24 小时监控等）和动态场景（如公交车、无人机、电动车等）下的 AI 识别巡检。

2.2 视觉巡检预警系统

预警系统采用 B/S 架构实现信息总览、实时监控、事件管理、档案管理，完成对智能终端预警事件在线处理。

2.2.1 信息总览

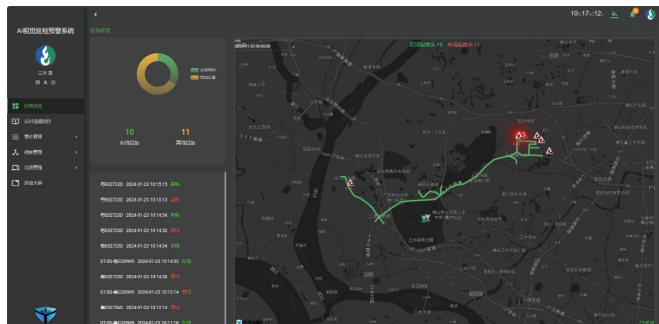


图3燃气管道施工路段示意图

可通过该界面看到在线设备和离线设备情况，一

旦有疑似第三方施工，会出现红色施工图标进行闪动提示。点击图标可发现施工情况和施工距离城市燃气管道的位置，如图 3-4。

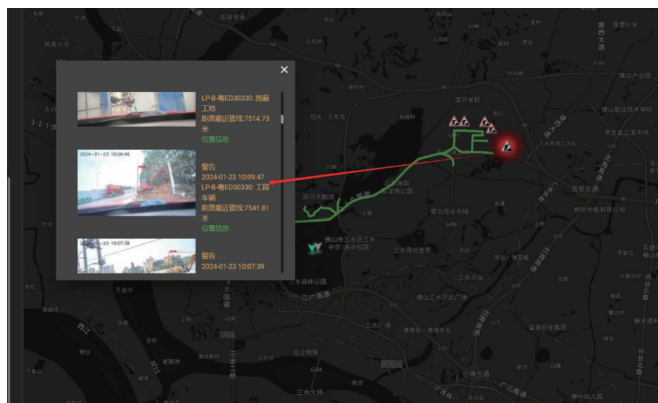


图 4 施工距离城市燃气管道的位置界面图

2.2.2 燃气管道的实时视频监控

通过该界面可以调取所有巡检终端设备实时监控画面，并对当前巡检终端所处位置及环境进行普查。如图 5，当前画面为公交车粤 E02756D 协助巡检时的画面。

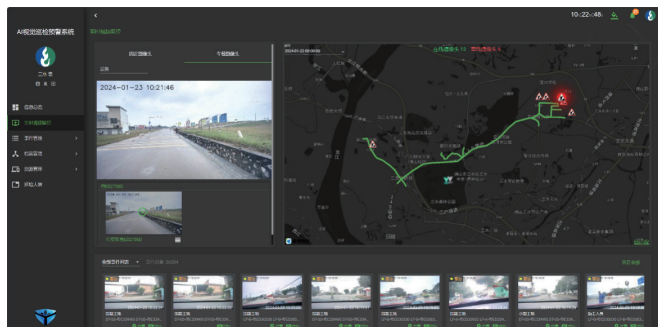


图 5 公交车粤 E02756D 协助巡检时的画面

2.2.3 事件管理

事件管理由事件列表和事件统计两部分组成。事件列表数据图(图6)可以看到自设备安装以来所有疑似施工信息;事件统计下可以按照设备、按施工类型、按危急程度进行分类统计,分析哪台设备所在线路下安全风险最高,需重点关注。

2020-10-17 09:00:00											
应用层日志			数据库层日志			操作系统层日志					
时间	IP	主机	用户	命令	结果	时间	IP	主机	用户	命令	结果
178735	2024-01-02 10:25:47		root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功	2024-01-02 10:25:48	192.168.1.10	192.168.1.10	root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功
178732	2024-01-02 10:25:32		root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功	2024-01-02 10:25:33	192.168.1.10	192.168.1.10	root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功
178745	2024-01-02 10:22:52		root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功	2024-01-02 10:22:53	192.168.1.10	192.168.1.10	root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功
178744	2024-01-02 10:22:09		root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功	2024-01-02 10:22:10	192.168.1.10	192.168.1.10	root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功
178737	2024-01-02 10:19:51		root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功	2024-01-02 10:19:52	192.168.1.10	192.168.1.10	root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功
178736	2024-01-02 10:19:51		root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功	2024-01-02 10:19:52	192.168.1.10	192.168.1.10	root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功
178734	2024-01-02 10:19:38		root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功	2024-01-02 10:19:39	192.168.1.10	192.168.1.10	root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功
178732	2024-01-02 10:19:26		root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功	2024-01-02 10:19:27	192.168.1.10	192.168.1.10	root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功
178728	2024-01-02 10:18:36		root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功	2024-01-02 10:18:37	192.168.1.10	192.168.1.10	root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功
178717	2024-01-02 10:16:52		root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功	2024-01-02 10:16:53	192.168.1.10	192.168.1.10	root	ls -ld /usr/lib/jvms	成功



图6 事件列表数据图

2.2.4 燃气管道 AI 巡检的档案管理

通过巡检预警平台核查判断为施工事件后,可建立事件档案(如图7)。在档案中进行管理,包括任务是否分配、任务是否处理、任务事件是否需要关闭等。同时也可以查看当前账户下是否存在与自己所在辖区相关的任务事件。



图7 档案信息安排

2.2.5 资源管理

可以对燃气管道巡检终端进行远程设置和功能配置。可以设置巡检时段,如图8,在22:00-6:00部分线路设备可休眠;可以设置巡检距离,如距离燃气管道超过500m不预警,意味着当疑似第三方施工距离我方燃气管道足够远,可不预警。

3 系统应用效果

我们在佛山市三水区应用车载式巡检终端19套,

设备名称	设备位置	状态	操作
APD-000001	施工路段北侧	已激活	功能关闭
公交车-粤E027960	施工路段北侧	已激活	功能关闭
公交车-粤E027230	施工路段北侧	已激活	功能关闭
三水「叶花河」	施工路段北侧	已激活	功能关闭
三水「叶花河」	施工路段北侧	已激活	功能关闭
XN-SS-000001	施工路段北侧	已激活	功能关闭
BN-SS-000001	施工路段北侧	已激活	功能关闭
LP-A-000001	施工路段北侧	已激活	功能关闭
XN-SS-000001	施工路段北侧	已激活	功能关闭
BN-SS-000001	施工路段北侧	已激活	功能关闭

图8 燃气巡检时段图

固定式巡检终端2套,用于佛山市三水能源有限公司燃气管道智能巡检,对施工人员、施工车辆、围蔽工地、小型工地、施工标识、工程车辆等要素均能有效识别,而且能够及时发现、及时预警,方便公司员工及时处理和制止第三方野蛮施工。在高明区安装固定式巡检终端2套,用于偏远区域(湿地保护区,燃气管道末端距离车行道需不行穿越丛林1km)无人值守巡检,即发现燃气管道附近第三方施工后及时预警处理。

系统应用的效果具体包括:①准确获取燃气管道及周边的情况信息,实现安全且高频率巡检燃气管道的目的;②通过边缘计算发现疑似施工信息后再预警,防止人员长期监屏导致的视觉疲劳;③巡检员可安心驾驶车辆,巡检终端可自行判断燃气管道附近是否有第三方施工;④利用AI动态识别技术可借助公交车、电动车、环卫车等社会性车辆实现智慧巡检。

4 结论

基于动态AI视觉的巡检预警系统,首次将动态AI视觉技术应用于城市燃气管道巡检,这在行业内为首创应用。目前佛燃能源已经在公交车、巡检车、电动车等车辆上进行了安装应用,而且同步研发了固定式AI巡检设备安装在重点场所和管段,在三水、高明、肇庆等均进行了应用。AI视觉巡检技术同步在无人机进行了应用,正在三水丽日天鹅湖、山水庄园、云上保利等几个小区进行智能化无人AI识别巡检。佛燃能源正在通过一系列的AI动态视觉识别应用,有效控制了第三方施工的安全风险,保障人民群众的生命财产安全,能更有力地为管网安全运行保驾护航。

参考文献:

- [1] 李勇. 北斗精准定位技术在燃气企业的应用与成效分析[J]. 工程技术, 2022(03):105-109.
- [2] 唐永, 寇江伟. AI机器视觉智能监管系统在危险化学品行业安全管控中的应用[J]. 化纤与纺织技术, 2023, 52(03):116-118.