

多维三鉴探测技术在油气管道安防中的应用

王 枫^{1*}, 林其明², 王怡玮³

¹中国石油管道局工程有限公司国际事业部, 河北 廊坊

²国家管网集团广东省管网有限公司, 广东 广州

³中国石油集团工程股份有限公司, 北京

Email: *744440051@qq.com

收稿日期: 2021年6月10日; 录用日期: 2021年9月16日; 发布日期: 2021年9月28日

摘 要

为了确保输油气管道站场的安全性, 针对对射类探测技术“误报率高”、振动光缆探测技术“误报率低, 但功耗要求高、投资高”的缺点, 提出了低功耗、低投资且误报率极低的多维三鉴探测技术, 该技术通过探测器中陀螺仪、加速度传感器、压敏传感器感知周围各种振动数据, 信号采集从传统的一元变成三元, 在三个维度中建立多变量模型, 更精确的区分入侵及干扰, 大大降低了误报率, 同时采用了低功耗设计, 非常适合油气管道站场及阀室的入侵探测要求, 通过实际应用发现, 多维三鉴探测技术大大降低了误报率, 同时节省大量投资, 应用功能效果很好。

关键词

多维三鉴, 智能融合, 振动, 干扰

*通信作者。

Application in Oil and Gas Pipelines Security of Multi-Dimensional Three Kam Detection Technology

Feng Wang^{1*}, Qiming Lin², Yiwei Wang³

¹China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd. International, Langfang Hebei

²Guangdong Natural Gas Grid Co., Ltd., PipeChina Cooperation, Guangzhou Guangdong

³China Petroleum Engineering Co., Ltd., Beijing

Email: *744440051@qq.com

Received: Jun. 10th, 2021; accepted: Sep. 16th, 2021; published: Sep. 28th, 2021

Abstract

In order to ensure the safety of oil and gas pipeline sites, aiming at radiation detection technology “high false alarm rate”, and “low false alarm rate, but high power consumption and high investment”, low investment and low false alarm rate multi-dimensional three Kam detection technology will be put forward: The technology senses the vibrations through the detector gyroscope, acceleration sensor, pressure-sensitive sensors, signal acquisition from the traditional one latitude to third latitude, establishing multivariable model in the three dimensions to distinct more accurately between invasion and interference, greatly reducing the false alarm rate, while the use of low-power design is ideal for oil and gas pipelines sites and valves intrusion detection requirements. The practical application shows that the multi-dimensional three-Kam detection technology greatly reduces the false alarm rate, saving a lot of investment and has a good application function.

Keywords

Multi-Dimensional Three Kam, Intelligent Integration, Vibrations, Interference

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

石油行业采油站点、石油管道、油库等场所分布比较零散，一般由总控中心和各分控中心对其所有厂、站进行管理。工作人员很难做到 24 小时巡视和管理，以至于盗油、盗窃及破坏事件时有发生。当发生此类事件时，只有物防 + 技防的周界报警系统能够在第一时间通知相应值班人员。因此，周界防范显得尤为重要；更重要的是石油行业需要一套稳定、可靠的周界技防手段。现阶段行业内周界报警系统中常用的有主动红外报警系统、振动光纤报警系统、电子围栏报警系统、智能视觉监控系统等，这些系统在实际应用中大多存在着误报率高、探测方式单一、容易受恶劣天气干扰，所使用的侦判算法也需要根据现场环境和气候变化不断重新建模和调整，这些都为入侵的判定产生了严重的影响。

针对周界特点开发了以多维三鉴振动探测和智能融合处理技术为基础的周界入侵防范系统, 针对经常采用攀爬、穿凿、剪切等方式入侵的行为可进行精准定位, 同时, 依靠系统自身的秒级侦判和回传, 有效地解决了各类周界防护系统存在的大量误报问题[1] [2] [3]。

2. 多维三鉴探测系统原理

本文充分分析了各探测技术的原理, 提出了 1 套适合油气管道站场及阀室的极低误报率的入侵探测技术——多维三鉴探测技术。

2.1. 工作原理

不同与传统的探测技术采用二维取样[4] [5] [6], 多维三鉴探测技术采用了三维空间取样, 见图 1, 在三个维度中建立多变量模型, 信号采集从传统的一元变成三元。前端探测源采用陀螺仪感知角加速度, 由角加速度积分得角速度, 角速度乘以单位时间积分得角度(探测器姿态数据); 加速度计感知线加速度, 由线性加速度积分得线速度, 线速度乘以单位时间积分得位置(探测器位置数据); 压敏计阻值经一次函数得实际压力(探测器受力数据)。采集的信号通过差分逻辑分析方法 - 所得采样数据通过卡尔曼滤波算法经矩阵运算过滤传感器漂移读数, 并通过频率域、强度域、时间域和空间域精细建模, 与原始标准模型进行比对找出报警点。

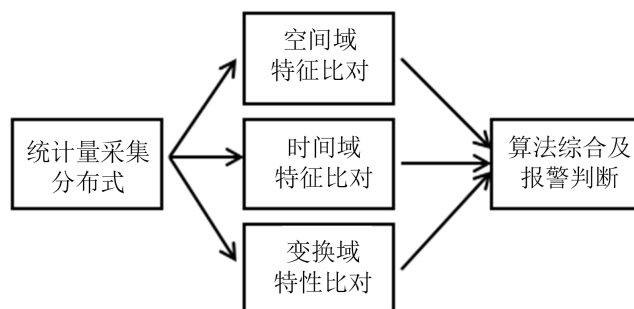


Figure 1. Information judgment diagram
图 1. 信息判断图

图 2 中每行绿颜色长条代表一个前端多维三鉴振动探测器。从图 2 中可以看到每个探测器的震动波形, 不是说震动大就一定要报警, 图 2 中红色的立柱, 为最终经过差分逻辑后真正被认同的报警发生时间及位置。

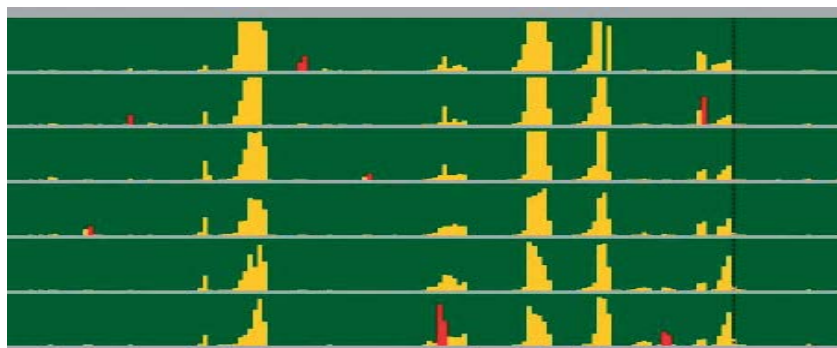


Figure 2. Oscillograph trace
图 2. 波形图

在大风, 冰雹, 大雨或者车辆驶过, 都会有不同程度的震动, 但是经过智能融合处理器运用的差分逻辑分析之后, 前端多维三鉴振动探测器的振动幅度都一样, 是有规律时间差和振幅差的, 系统不认为是有效的报警。

相反, 有些是非常微弱的震动, 但是和其他相邻多维三鉴振动探测器的震动不在一个规律上, 系统会不正常的震动信号找到(唯一 ID), 进行视频复核, 从而使相应人员发出直观有效的指令。

差分逻辑算法有效的屏蔽了环境、天气等对多维三鉴振动探测器造成的影响, 使报警更加真实和有效, 每个前端多维三鉴振动探测器和输入输出模块的地址, 可以帮助我们准确定位。使更加快速、准确。

2.2. 系统构架

多维三鉴探测系统主要由多维三鉴振动探测器、智能融合处理器、网络传输、声光报警、视频安防平台等组成。多维三鉴振动探测器负责探测周界安全探测, 并将数据上传至智能融合处理器。智能融合处理器负责找出报警点, 实现现场声光报警器等进行震慑驱离, 同时将报警数据上传至安防集成平台, 综合安防集成平台收到报警数据后, 联动视频监控系统对报警处进行监控, 如图 3 所示。

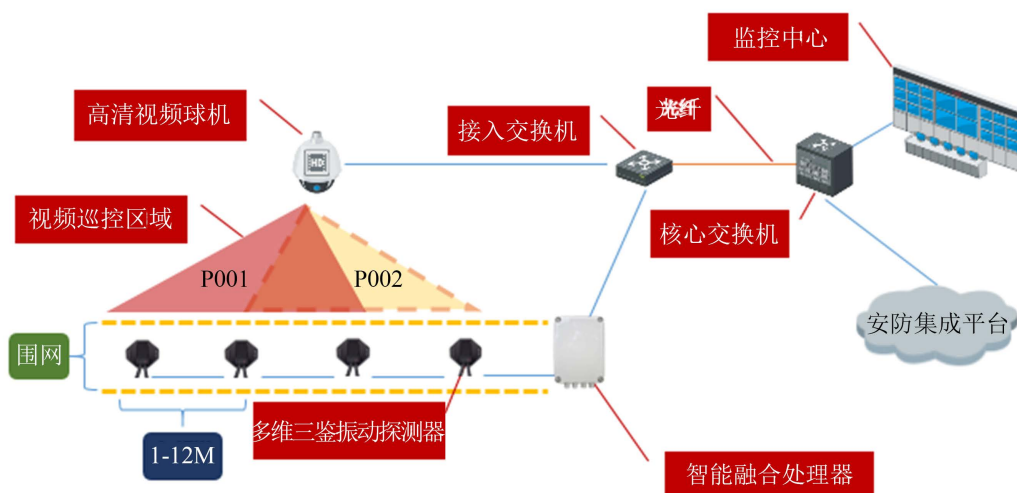


Figure 3. System architecture diagram
图 3. 系统构架图

多维三鉴探测系统主要设备为多维三鉴别探测器和智能融合处理器, 前端探测器由陀螺仪、加速度计和压敏计组成, 每个探测器通过内置的陀螺仪、加速度计和压敏计为智能融合处理器提供探测样本, 智能融合处理器接收到样本值后在空间域、时间域和变换域等进行特征比对分析, 最后通过算法的综合研判, 将报警的结果实时输出, 如图 4 所示。

智能融合处理器是系统的处理中心, 前端多维三鉴振动探测器反馈回的信号将在智能融合处理单元中进行处理, 经过算法判断, 可确定是否为真实报警; 可以对报警信号进行上传, 或通过联动输入输出单元联动第三方设备或系统。

3. 应用实例

3.1. 方案设计

多维三鉴探测系统应用于 xx 压气站, 前端探测器按照每 5 m 布放一个, 根据场区周长, 共计布放 80 个前端探测器, 智能融合处理器可接入 240 多个多维三鉴探测器, 场区已有模拟摄像机, 本方案将多

维三鉴探测器通过网络连接器连接到工业电视 DVR 上, 实现多维三鉴探测器与场区内已经布置的摄像机联动, 实现更有效的报警监控, 整体结构如图 5 所示, 其中前端多维三鉴探测器安装于围墙顶端铁丝网, 图 6 所示。

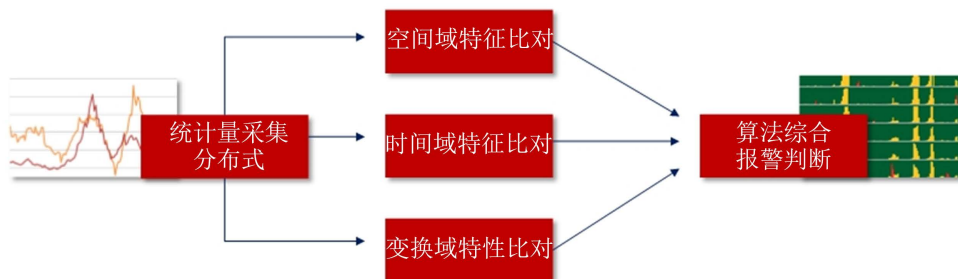


Figure 4. The functional schematic
图 4. 工作原理图

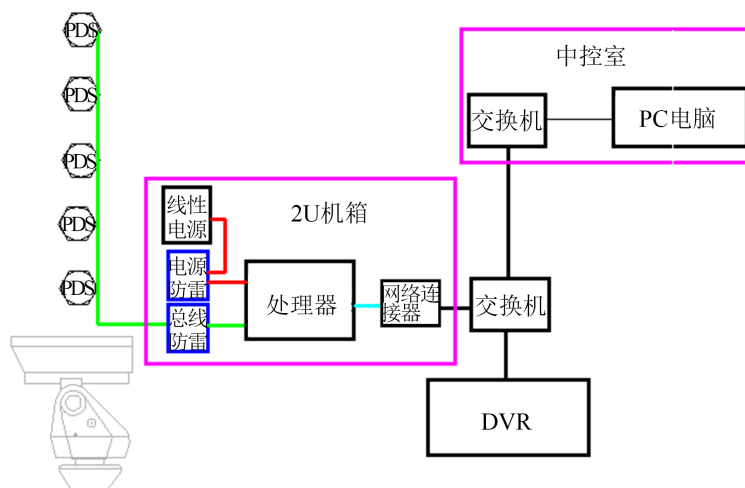


Figure 5. Overall structure drawing
图 5. 整体结构图



Figure 6. Installation drawing
图 6. 安装图

多维三鉴探测器(PDS)串接入 2U 机箱内的防雷器, 后接到处理器, 通过网络连接器与工业电视 DVR 进行统一连接, 实现联动, 同时通过 PC 电脑端进行管理及显示, 一旦多维三鉴探测器探测到入侵, 即可通过 DVR 联动摄像机进行可视化监控。其中, 多维三鉴探测器(PDS)以及 DVR 内的联动管理模块为整体系统的关键环节: 多维三鉴探测器(PDS)有效地实现了低误报, 而 DVR 有效地实现多维三鉴探测器(PDS)和摄像机之间的可靠联动。

3.2. 应用效果

本方案在 XX 压气站安装后进行了现场实际测试如下:

1) 测试 1:

在任一防区内, 1 名入侵者随机从任意位置闯入防护区域内, 实时查看系统平台电子地图界面的报警提示, 并重复 10 此闯入。

测试结果:

- ① 当人员闯入防护区域, 在电子地图界面能够即时报警, 并且报警点位与实际闯入点位相同;
- ② 系统平台显示入侵点的位置, 并且显示的入侵点与实际闯入位置基本一致。

2) 测试 2:

测试人员进入防区触发报警, 查看监控界面摄像头是否追踪到入侵人员。

测试结果:

测试人员进入防区, 触发告警, 摄像头能准确追踪到测试人员(可看清人体特征), 并弹出视频界面。

3) 测试 3:

入侵人员从防护区域的任意位置闯入防区, 每天在 2 小时内反复验证不少于 10 次, 统计一个月内漏报次数。

测试结果:

通过观察每天的报警记录, 确定系统的漏报率为 0。

4) 测试 4:

累计监控系统不小于 24 小时, 查看告警情况。

测试结果:

没有误告产生。

从测试结果来看, 多维三鉴探测技术基本实现 0 误报, 0 漏报, 而且能有效地进行人为入侵的报警及解决了各类周界防护系统存在的大量误报问题, 对油气管道站场的安防性起到很好的保障作用, 应用效果很好。

4. 结论及展望

4.1. 结论

从实际应用看, 多维三鉴探测技术从一元转化为三元进行多方位综合探测, 提高了探测的精准性, 极大地降低了误报率。

4.2. 展望

其自身极低的功耗和相对较低的造价, 使得此技术很适合油气管道站场及阀室的安防系统设置。尤其在阀室采用太阳能供电的情况下, 多维三鉴探测器特别适合。

参考文献

- [1] 杨子慧, 梁晨, 张蕾, 等. 对射与双鉴探测技术相结合的管道站场周界防范系统[J]. 油气储运, 2014, 36(12): 1335-1337.
- [2] 董晓琪, 姜翔飞, 吴双. 基于迈克尔逊技术的管道站场振动光缆周界报警系统[J]. 油气储运, 2015, 34(8): 879-881.
- [3] 张月桥, 杨小平. 降低误报的三鉴智能探测器的硬件和软件设计[J]. 现代电子技术, 2007, 24(12): 4-5.
- [4] 孙茜, 封皓, 曾周末. 基于图像处理的光纤预警系统模式识别[J]. 光学精密工程, 2015, 23(2): 334-341.
- [5] 徐国权, 熊代余. 光纤光栅传感技术在工程中的应用[J]. 中国光学, 2013, 6(3): 306-317.
- [6] 张月桥. 室内型三鉴智能入侵探测器的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2013: 21-26.