浅谈 360° 视频监控预警系统在工程机械领域的应用

唐波
（四川蜀渝石油建筑安装工程有限责任公司 四川 成都 610036）

摘要：工程机械野外作业地形环境复杂，在设备临边作业、作业区域内有障碍物、人机交叉作业时，需对工程机械作业情况进行监护，因设备作业时存在视觉盲区、监护人员监护手段有限、监护水平不足、设备操作手安全驾驶水平和自律能力有限等因素，使得设备作业过程中存在一定安全风险。
为有效解决以上风险隐患，拟考虑采用工程机械 360° 全景视频监控和操作人员监控预警方式，对设备作业环境进行实时监控和风险预警，辅助操作手进行安全驾驶操作，提升设备作业安全性。本文对 360° 视频监控预警系统在工程机械的试点应用进行分析和探讨，总结摸索工程机械安全驾驶相关条件，希望有助于业内设备安全管理工作的开展。

关键词：工程机械；视频监控预警系统；风险预警

0 引言

工程机械 360° 全景视频监控系统，是通过安装在工程机械前 / 后 / 左 / 右的 4 个超广角鱼眼摄像头，同时采集设备四周的影像，经过先进的算法合成处理后，形成一幅设备周边的 360 度全景鸟瞰图，图像的形成是即时和连续的，实时传送到显示屏上，给车内的驾驶者呈现一幅即时的全景图像。通过工程机械 360° 全景视频监控系统，工程机械操作人员坐在设备内即可直观地看到设备所处的位置以及设备周围的障碍物，从容操控设备施工作业或通过复杂路面，有效减少刮蹭、碰撞、陷落等设备事故的发生。

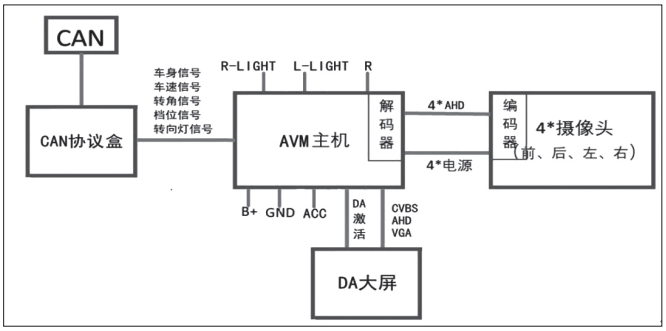
1 业界现状

随着图像和计算机视觉技术的快速发展，越来越多的技术被应用到车辆电子领域，传统的基于图像的倒车影像系统只在车尾安装摄像头，只能覆盖车尾周围有限的区域，而车辆周围和车头的盲区无疑增加了安全驾驶的隐患，在狭窄拥堵的作业环境容易出现碰撞和刮蹭事件，为扩大驾驶员视野，就必须能感知 360° 全方位的环境，这就需要多个视觉传感器的相互协同配合作用然后通过视频合成处理，形成全车周围的一整套的视频图像，正因有这类需求，全景视觉辅助系统应运而生。

目前视频监控预警相关产品技术相对成熟，360° 视频监控辅助人工驾驶系统在家用和公务汽车领域已是常见功能。而在工程机械施工作业领域，该项全景视觉辅助系统技术应用较少。因工程机械设备体型大、外形不规则，且需要进行复杂的驾驶操作，经常会在比较恶劣的地形和工况进行施工作业，因此，对于工程机械 360° 视频监控预警系统有迫切需求，以辅助驾驶人员进行安全驾驶操作，提升工程机械施工作业的安全性。

经过笔者与工程机械生产厂家和 360° 视频监控商家多次对接和技术交流，针对目前常用工程机械，如挖掘机、装载机和压路机的外形尺寸、性能特点和作业环境等内外部因素进行论证，并进行算法优化，由厂家量身定置适用于工程机械的 360° 视频监控预警系统，在工程机械上进行安装试点和总结分析，探索出适用于建筑施工现场工况的解决方案。

2 系统框架



3 规格参数

项目	参数	项目	参数
处理器	T5 四核 ARM Cortex-A53 64 位	摄像头像素	1280*960
显示分辨率	1280*720	摄像头视频制式	AHD
额定电压	DC12V/DC24V	摄像头帧率	25FPS
工作电压	9~36V	摄像头电压	5V
额定电流	490mA&12V/250mA&24V	摄像头水平视场角	185°
主机电流	260mA&12V/140mA&24V	摄像头垂直视场角	120°
静态电流	＜3.5mA	摄像头光圈	F=1.8
冷启动时间	＜6S	摄像头最低照度	0.00001Lux/F1.2
热启动时间	＜500mS	摄像头防水等级	IP67
视频输出方式	CVBS(N/P)/VGA/AHD	摄像头图像清晰度	130 万像素；模拟：1200 线
视频输出延时	＜100ms	摄像头白平衡	Auto(2500K~9500K)
视频输出幅度	Vpp:1.0±0.2V/75Ω	镜头结构	6P GLASS
工作温度	-30℃~85℃	录像格式	720P_25FPS*4CH H264 压缩
存储温度	-40℃~85℃	录像存储方式	U 盘 最大支持 128G

4 组件构成

名称	数量	备注
主机	1 个	
主线	1 条	包括摄像头接口，USB 接口，CVBS 视频接口，AHD 视频接口，倒车控制输出线
电源线	1 条	包括电源接口，串口接口，音频接口，红外接口
VGA 线	1 条	包括 VGA 视频接口，倒车控制检测线，解码器电源接口
AHD 高清摄像头	4 个	
摄像头延长线	4 条	前、左、右延长线长 6 米，后延长线长 15米
遥控器	1 个	
喇叭	1 个	
红外接收器	1 个	
23mm 钻头	1 个	左右摄像头打孔使用
摄像头角度调节垫	1 套	调整摄像头安装角度

5 系统功能

5.1 全景界面功能

360 全景显示画面可实时展示车周环境情况，可对画面进行 2D、3D、广角等不同视图进行显示，点击不同视图按钮

（下转第 121 页）

料焊缝区域周围导致焊缝中心线偏移从而形成宽而窄的焊缝。第三，可以通过采用控制氢气含量来选择熔点和保护气体匹配度合适的焊丝。并且做好高质量材料选材控制，防止低质劣等材料造成焊缝裂纹问题。

2.2 焊接脆断折断防治

焊缝折断问题一般是由于焊接位置未彻底融透，使得焊接部位材料接受高温之后再在空气中冷却后容易发生脆断、折断等问题。因此，首先在焊接接缝设计时必须按照平缓圆滑过度为原则，确保焊接部位不会形成尖角、凹凸等现象。其次，焊接坡度必须选择合适的角度进行焊接，避免焊缝接头过度集中，并且焊缝间距必须大于 5d（d 是指焊丝直径），并做好焊接工艺参数控制和工序确认工作，结合外部环境将焊接速度、焊缝宽度、电流值控制在合理范围之内。最后，必须做好表面清渣工作，并通过高水平技术人员参数确认之后才能进行下一道焊接工序，这在一定程度上关系着焊接质量和结构稳定性。

2.3 夹渣、焊瘤控制策略

焊接技术人员在焊接操作中由于焊接坡口清洁不佳、电流电压值过高、焊接速度过快、电弧热损失严重导致局部融化等问题形成夹渣、焊瘤问题严重。因此在实际操作中应该做好焊接坡口清洁工作，提高破口位置清洁度，提高电弧热利用率使焊接材料焊接融化充分，所以对于夹渣和焊瘤控制应该做好温度利用效率控制。此外，通过的电流和电压应该控制在合理范围内，尽量确保焊接一次性程序，防止焊接反复和焊接局部溶化等因素造成焊瘤存在，从而有效地改善焊接质量确保焊接部位结构稳定。

2.4 气孔和咬边控制

减小和防止气孔和咬边焊接缺陷应该从焊缝中气体数量和提升熔池中气体含量两方面考虑。首先，在合适电流、电压控制下焊接材料应该属于高质量和容易受潮的焊丝，对焊丝进行烘焙和焊接部位打磨清洗清除油渍、水分等。将通入焊缝中的保护气体氢气进行合理性控制，从而达到有效排除气孔空气达到充分融化粘合目的。其次，尽量采用短弧焊焊接，减少外界空气进入焊缝，并在焊接环境周围搭设防风措施，条件许可的情况下尽可能室内焊接。

3 结语

综上所述，金属材料焊接质量受到材料自身影响和外部环境以及操作技术综合因素影响，表现出焊接裂缝、气泡、咬合、夹渣、焊瘤等成型问题突出。因此制定针对性防范策略能够有效防止焊接成型问题产生，提高材料成型质量和焊接水平，从而确保焊接结构稳定性。

参考文献：

[1] 王健仁 . 金属材料焊接成型中主要缺陷及控制策略分析 [J]. 中国设备工程，2019，20（10）：94-99

（上接第 119 页）

可切换对应的视角进行观看，画面中叠加其他功能状态图标显示。

5.2 ADAS 功能

通过工程机械四周的摄像头对周围移动物体进行检测，可监测最小物体 30cm × 30cm × 30cm，当设备行驶速度 ≤ 10km/h，设备作业半径内有物体穿越，可将物体的一侧进行标记，提醒设备操作人员注意，并语音报警。

5.3 运行 / 停机记录

系统可对四路摄像头原始画面进行记录，保存画面分辨率 1280 × 720，帧率 25fps，视频文件以 H.264 格式压缩，保存为 AVI 文件。

录像文件生成时长可设置，分别为 3min、5min、10min。当录像存储设备空间不足时，录像可自动循环覆盖。

熄火后可继续录像，录像时长 1 小时，3 时间，6 小时，12 小时，此时可设置系统关闭电压，二者任一条件达成时则停止录像并关闭系统电源。

熄火录像可设置录像帧率，可选 1 秒 1 帧，1 秒 3 帧，1 秒 5 帧，1 秒 12 帧，1 秒 25 帧。

可对录制文件进行播放，播放器显示四个摄像头原始图像拼接成的田字格画面，播放中可对单一画面进行放大播放。

5.4 可拓展功能

5.4.1 DSM 人脸识别：工程机械驾驶室安装 DSM 高清摄像头，实现对操作人员的人脸识别和预警，可进行疲劳报警、吸烟报警、打电话报警、分神报警和驾驶身份识别，防止操作手疲劳驾驶和做与工作无关的事。

5.4.2 悬崖深坑预警

采用更先进的激光雷达，因分辨率更高，可以区分移动中的行人和障碍物，在三维立体的空间中建模、检测静态物体、精确测距和测高差，可有效辅助操作人员远离临边区域和危险地带。

6 实施效果评价

通过对三台工程机械（挖掘机、装载机和压路机）安装试点，并进行静态测试和动态测试，可对工程机械 360° 作业半径内的人及动物等移动物体进行实时显示和报警提示，协助设备操作人员更好的进行规范操作，防范因不正当驾驶、疲劳驾驶等出现的风险，提高了工程机械作业的安全性。

7 结语

工程机械智能化发展日新月异，如何加强设备安全管理与操作，降低设备作业事故、减少设备维修成本，是摆在建筑施工企业面前的重要课题。所以运用推广工程机械 360° 视频监控预警系统，推进科技革新和技术改造，不断完善设备安全性能，强化安全精准管理，让设备管理更好地适应未来信息化、智能化的新趋势。

参考文献：

[1] 韦伟，李明 . 基于大数据的工程机械远程监控系统研究——评《视频监控系统工程实用技术》[J]. 机械设计 ,2020,37(11):149.

[2] 赵峰 . 工程机械机载视频监控系统的设计和研究 [D]. 浙江大学 , 2013.