

# 超融合无人检测技术应用

## ——全球首创云辇 X 功能无人检测系统

杨步凌 侯晓雯 宋常志 任亮

比亚迪股份有限公司

**摘要:** 本文提出一种通过传感器测量技术、远程诊断技术和 AI（人工智能）技术相融合实现的云辇 X 功能无人检测系统。利用远程诊断技术激活车辆动作，通过视觉技术、传感器技术检测车辆的动作，实现云辇 X 底盘独有的弹跳、摇篮和舞蹈等功能的检测，并且在该检测系统中融合了无人驾驶技术，实现了车辆转运、激活、检测的全自动无人检测。

**关键词:** 远程诊断；计算机视觉；传感器

## 0 前言

近年来，自动检测技术已经取得了显著的进展。从传统的基于传感器的检测方法，到现代基于计算机视觉和人工智能的检测方法，自动检测技术不断向着更高效、更准确的方向发展。尽管自动检测技术和技术都取得了很大的进展，但因为不同检测方式的局限性及各种检测条件，只能做到自动检测而做不到无人检测。本文旨在弥补这一空白，探讨利用超融合无人检测技术，实现无人检测领域的突破，为其他检测方案提供参考。

## 1 研究创新

本文提出超融合无人检测技术为业内首创，所涉及的云辇 X 功能无人检测系统为全球首创。利用智能视觉技术检测车辆的动作系统并采用对射光栅获取更高精度的数据，实现了多源技术超融合，利用无人驾驶技术和远程诊断技术可实现检测的无人化。

## 2 技术方案

### 2.1 多源检测

#### 2.1.1 视觉检测车辆动作

##### (1) 视觉检测整体架构

数据采集层通过光学设备采集车身运动的视频或照片，传给 AI 模型作为输入数据。数据预处理层对

输入数据进行数据清洗、增强和归一化等操作，提升输入数据质量，满足模型输入的要求。目标检测层使用 AI 模型对输入数据进行推理，输出检测到的目标坐标和类型。后处理层基于检测到的目标的坐标和类别，设计判断策略，最终判断出车身动作的类别和强度。

##### (2) 技术原理

车身的动作检测可以通过检测车身姿态变化来实现，而车身姿态的变化在视觉上可以通过标定车身一些显著的关键点和车身部件来评估。比如标记车身外包围件四周的一些关键点、标记车轮以及后视镜等零部件目标，然后使用远心镜头拍摄这些特征点和目标的位置变化，计算位置变化的幅度和规律，识别出车身动作的类别和强度。

车身的关键点和零部件检测，本系统使用 AI 目标检测和关键点检测模型来实现。通过标注采集到的车身运动视频数据，提取目标 ROI 和特征图，预测目标和点位的坐标和类别，最终输出预测到的目标和关键点的坐标。

使用远心镜头拍摄视频、照片可以抑制光学畸变，得到关键点和零部件的坐标变化后，可以映射到现实世界坐标的变化尺寸，从而知道车身动作的幅度，设计判断规则可以判断车身动作的类别，最终得到我们想要的结果。

##### (3) 技术评估指标

车身控制的视觉检测评估指标分两部分。

因为车身动作的检测是通过对特定零部件目标和特定关键点的检测来实现的，整个系统的精度依赖于最底层的目标和关键点检测的精度，所以目标检测精度的评估至关重要。评估目标检测的精度可以通过计算标注数据目标的坐标和预测目标的坐标的距离或者 boundingbox 的重合程度来实现。同时需要计算模型检测出目标的个数和预测目标类别的正确率来评估模型正确检测出目标的能力。

系统的最终输出结果是车身动作的类别和强度。所以得到目标的坐标后，需要基于坐标设计判断策略，判断车身动作的类别和强度。所以，通过计算同样坐标结果下，不同版本的策略的判断准确率，评估判断策略的性能。

### 2.1.2 利用对射光栅获取更高精度

#### (1) 对射光栅

对射光栅的工作原理是首先由发光器发射出一束光线，这束光线经过特定路径后被接收器捕捉。发光器与接收器之间形成了一道光幕，当有物体穿过这道光幕时，接收器会检测到光线的中断或变化，进而将这些变化转化为电信号。当物体通过光幕时，接收器会接收到反射回来的光或者没有接收到光，从而产生一个光通断的信号。这个信号被发送给内部电路，进行进一步处理。根据接收到的信号状态，内部电路会执行相应的动作。

#### (2) 采用对射光栅获取原地起跳的滞空时间

整个检测系统需使用两对对射光栅，本系统所使用的是西克（SICK）的对射光栅，具体型号参数如表所示。两对光栅平行放置，前一对用于检测前轮起跳状态，后一对用于检测后轮起跳状态，形成两道光幕，如图 1 所示。被检车辆驶入检测区域后，停放于两对对射光栅之间。车辆接收到起跳信号后开始起跳，如果光幕存在未被遮挡的时间，即存在滞空时间，则系统会认为被检车辆原地起跳成功，否则将认为原地起跳失败，进而将检测结果传送给相关人员，以保障车辆满足下线检测标准，相应的控制图如图 2 所示。

## 2.2 自动实现

### 2.2.1 自动驶入检测工位

云辇 X 功能检测前，被测车辆采用自动驾驶驶入检测工位。该系统架构主要分为环境感知、路径规划、车辆控制和系统协同。

#### (1) 环境感知

环境感知是自动驶入检测工位的基础。利用车辆

表 对射光栅型号

| 光栅类型 | 发光器          | 接收器          |
|------|--------------|--------------|
| 型号   | C4C-SA12030A | C4C-EA12030A |
| 高度   | 1.2 m        | 1.2 m        |
| 对射距离 | 15 m         | 15 m         |
| 分辨率  | 30 mm        | 30 mm        |

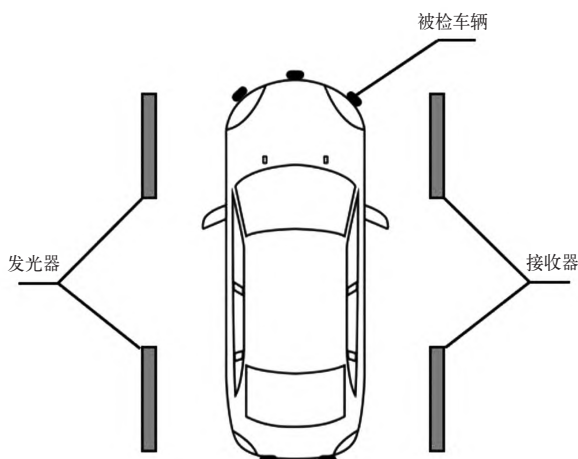


图 1 检测工位布局

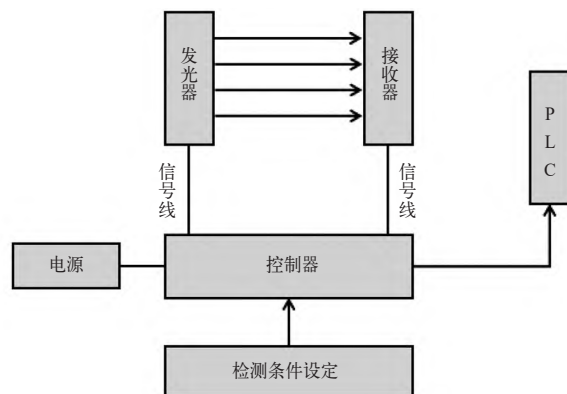


图 2 检测系统控制

上配备的多种传感器，如激光雷达、摄像头和毫米波雷达等，实现对周围环境的全方位感知。这些传感器能够精确地获取车辆与周围障碍物的距离、速度等信息，为车辆的自动驾驶提供关键数据支持。

在数据融合方面，采用先进的算法将来自不同传感器的数据进行融合处理，生成一个全面、准确的车辆周围环境模型。这一模型为后续的路径规划和车辆控制提供了重要的依据。

#### (2) 路径规划

基于感知结果和地图信息，路径规划模块负责生成一条从车辆当前位置到检测工位的最佳行驶轨迹。为了实现这一目标，首先需要构建车辆检测场所的虚拟三维地图，包括检测工位的位置、道路布局等信息。

然后，采用先进的路径规划算法，根据感知到的实时环境变化，规划出一条安全、高效的行驶轨迹。

### (3) 车辆控制

车辆控制也是实现自动驶入检测工位的关键。根据规划好的轨迹，通过控制车辆的转向、制动和加速系统，实现车辆的自动驾驶。在行驶过程中，车辆需要实时调整其行驶状态，以适应感知到的环境变化。为了实现这一目标，采用先进的控制算法和策略，确保车辆在复杂环境中保持稳定、安全的行驶。

### (4) 系统协同

系统协同是实现被测车辆自动驶入检测工位的重要保障。通过算法处理工位传感系统所采集的数据，对车辆检测工位进行资源监控和展示，实现自动派工。同时，被测车辆与工位管理系统之间进行信息交互，如车辆到达信息、检测工位占用情况等，以确保整个流程的顺畅进行。

## 2.2.2 远程诊断自动激活

在被检车辆驶入检测工位后，采用远程诊断的方式自动激活相应的检测项，如原地起跳、跳舞等。当车辆执行自身诊断任务时，它会向云端或远程诊断中心发送请求，询问是否有待执行的诊断任务。如果有，云端会向车辆或设备下发诊断脚本。诊断脚本包含了需要执行的诊断指令和数据的收集要求，指导车辆或设备通过内部通信网络（如 CAN 网络）向相应的零部件（如 ECU）发送指令或请求数据。

车辆或设备按照诊断脚本的要求执行诊断任务，如原地起跳、跳舞等动作，并收集相关数据。这些数据经过打包处理后，通过车联网模块或其他通信方式发送到 Internet 网络，再传到远程诊断中心。一旦诊断出故障或问题，远程诊断中心会将诊断结果和相应的处理建议返回给车辆的检测现场。

## 2.3 技术融合

超融合系统是一种创新的 IT 基础架构解决方案，本系统通过技术融合，确保不同设备、系统、车辆间实现互联互通。

超融合系统以软件定义技术为核心，将计算、存储和网络资源整合为一个统一的系统。这种整合不仅简化了资源管理，还提高了资源利用率。通过虚拟化技术，超融合系统能够将物理资源抽象为逻辑资源，从而支持 AI 技术、设备等按逻辑运行。这种灵活性使得超融合系统能够适应不断变化的市场需求和检测场景。

超融合系统利用多方交互控制技术，实现了不同

设备、系统和车辆之间的互联互通。这种控制技术通过定义明确的通信协议和数据交换格式，确保了设备间高效、可靠的信息传输和交互。即使这些设备使用不同的技术和标准，超融合系统也能够通过协议转换和数据格式适配，实现无缝交流。

在车辆互联互通方面，超融合系统通过整合车载计算、存储和网络资源，支持车辆间的实时通信和数据共享。为实现云辇 X 检测系统提供了有力支持，如被检车辆在驶入检测工位后会向中央控制系统发送信号，中央控制系统在接收到信号后通知车辆完成下一项功能检测。同时，超融合系统还能够对车辆检测数据进行实时分析和挖掘，帮助产线识别潜在的安全问题。

## 3 结语

通过融合 AI 视觉技术、无人诊断及光栅检测等先进技术，实现了云辇 X 功能无人检测系统，该系统能够检测被检车辆的摇篮、跳舞、原地起跳功能，并创新性地融入了智能驾驶入库和远程诊断功能，使得系统能够实现无人化全自动检测。整个系统采用自主开发，自研设备的方式，以生产创新应对产品创新，将前沿的设计理念转化为高效的工业化制造，这一过程在确保产品品质卓越的同时，实现了省时、省人和省力的生产优化。

该检测系统在我公司深汕基地已部署运行，并用于仰望品牌系列车型的下线检测，确保每一辆车在交付给客户之前都经过全面的质量检验。该系统采用全自动方式，不会因为人为因素导致检验标准不一致，且由于是全自主开发，节约了大量采购成本和交付时间成本，为公司降本增效做出了卓越贡献。

## 参考文献

- [1] 叶肖伟,董传智.基于计算机视觉的结构位移监测综述[J].中国公路学报,2019,32(11):21-39.
- [2] MAHTO P,GARG P,SETH P,et al. Refining Yolov4 for Vehicle Detection[J]. International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology,2020,11(5):409-419.
- [3] 陈晓杜,郭天文,李珮.利用对射光栅建立物流出入库安全连锁[J].科技创新与应用,2016(30):46-46.
- [4] 刘涛菲,胡学敏,陈国文,等.视觉感知的端到端自动驾驶运动规划综述[J].中国图像图形学报,2021,26(1):49-66.