



国家技术转移东部中心  
National Eastern Tech-Transfer Center

# —智能汽车各类传感器说明—

## 产 业 信 息 追 踪

### 目录

#### 概述

智能传感器的概念	P1
汽车电子技术对智能传感器的要求	P2

#### 外部传感器

视觉传感器	P4
毫米波雷达	P6
激光雷达	P7

#### 内部传感器

传感器应用于发动机控制系统	P9
传感器应用于汽车底盘控制系统	P11
传感器应用于车身操控系统	P12

# 概述

随着电子科技的快速发展，电子技术在各行业得到应用和推广。在汽车行业，电子技术已成为主导发展因素，传感器的应用进一步提升了汽车的操作性能、安全性能和动力性能。

传感器是一种检测装置，不仅能对信息进行测量，还能将检测到的信息依据一定规律变换为电信号传导给系统，进而满足信息传输、处理和存储等要求。传感器是实现智能汽车自动控制、检测的关键部件，一辆普通轿车约安装有上百只传感器，而豪华轿车所安装的传感器数量可能高达 200 余只。

车用传感器具有多种类型，对其稳定性、准确性进行研究，对汽车行业的进一步发展具有现实意义。

## 一、智能传感器的概念

智能传感器是一项综合技术，它不仅是传感器设备，而且是传感器与模拟转换器、信号处理器、CPU 和智能仪表的结合体。电子信息技术是在集成的基础上增加的。同时，增加了接口电路，扩展了通信接口的方式，采用各种网络通信协议，促使多个设备组能更好地与其他电子设备工作，从而实现各部件之间的互联，保证了传感器对信息的智能有效检测。

从功能角度来说，通过对先进软件进行设计，可有效实现智能传感器的通信功能，同时，还涵盖了逻辑思维、信息判断、信息处理和信息检测等功能，为后期的人工智能提供了技术保障。智能传感器装载了微处理器，可对信息进行存储、处理和判断，同时还具有自动补偿、自动诊断和自动校准等功能。智能传感器在对信息进行处理的过程中，可对所测得数值及误差进行补偿，并借助软件线性化处理非线性信号。智能传感器在智能汽车中的应用，主要是对发动机所发出的信息进行检测、收集和处理，并测量汽车运行过程中各系统的参数值，便于驾驶员能够随时掌握汽车的运行情况。对于智能汽车来说，其多数电子器件均处于较为恶劣的运行环境当中，且各元件之间存在着较大差异，如停车等待时的低温状态、运行过程中的高温状态、电磁干扰和高强度冲击等，要求电子元器件具有较高的稳定性，且需对外界环境具有较高的自

适应能力。应用智能传感器可有效弥补传统传感器在智能汽车中的不足，提高传感器检测、记忆信息的准确度，同时还能提高汽车的运行稳定性、安全性。

智能传感器的最大优势就在于，可充分感知乘客情况、周边环境和交通设施等信息，进而判断乘客是否处于最佳状态、车辆是否会发生危险等，并及时采取相应措施。

## 二、汽车电子技术对智能传感器的要求

以往，汽车电子技术所采用的传感器，虽然可实现一定功能，但稳定性欠佳、敏感度不高，无法满足现代汽车工业发展的实际需求。电子信息的技术创新逐渐被应用于汽车制造业中，这标志着汽车电子技术已从部件和微处理器系统运行时代进入智能电子设备新阶段。现代智能车辆的电子系统有许多独立的控制单元，这些单位是独立的关系，同时它们需要独立运行，但它们可以相互协调，通过各自的作用来确保车辆运行的最佳状态。

智能车辆的电子技术需要智能传感器。

首先，电子控制系统需要快速、准确和稳定。传统的传感器控制系统由传感器、执行器和微处理器组成，这种系统不能满足现代智能车辆的需要，需要采取软件操作和硬件开发等措施，才能进一步提高智能化进程，满足智能汽车对社会的高度要求，为现代智能化的进一步发展打下基础。其次，集成化是汽车电子发展的极为重要的部分，无论是电路集成还是器件集成都非常重要。所有的智能汽车均具备电子设备控制机械结构，但由于汽车的体积存在一定限制，且车体空间也有限，这就需要通过实现器件与电路的集成，促使电子控制单元与其所控制的硬件结构能够形成一个整体，而要想达到这一目的，就需要实现各种设备的微型化、集成化，以便其更好地结合。

同时，汽车电子技术对控制单元的智能化也提出更高要求，当代智能汽车对于智能化需求越来越迫切，这就要求电子控制单元必须达到一定智能化程度，完善自我检查、维护等工作流程。例如汽车的安全气囊，其在汽车运行过程中，95 %的时间均是处于关闭状态，仅当汽车受到较大的冲击力时才会自动打开，要求其能够及时、快速地启动，但部分汽车的安全气囊基本不会使用，这样就需要汽车具备自我检查、自我维护的能力，通过智能化的电子系统确保气囊系统的安全、稳定运行。此外，必须确保每个功能部件的可靠性。由于每个部件都有其自身的

运动和可控性，不同功能部件的机动性不同，其工作环境也不同。但它们大多处于相对恶劣的工作环境中，如高温环境、静态低温环境和高强度冲击等，这些环境条件对车辆的各个部件和电路提出了很高的要求，需要保证各部件的稳定性，具有较强的自适应和自补偿能力，能正确应对不同的运行环境。

## 外部传感器

外部传感器是对智能汽车所处的外部环境进行数据采集，如车载相机、毫米波雷达、激光雷达等；智能汽车的环境感知技术离不开外部传感器，神经网络算法更是需要车载外部传感器采集的数据进行训练，传感器的性能直接影响智能汽车最终的决策。

随着 3D 数据采集技术的飞速发展，雷达等传感器的硬件成本和软件技术也形成了一定的规模，在无人驾驶感知领域逐渐得到应用。雷达相较于相机能够提供物体的 3D 信息和距离信息等，数据形式更加丰富，这使得智能汽车在理解周围环境时能更容易。雷达主要包括激光雷达、毫米波雷达和超声波雷达。超声波雷达主要感知近距离的环境，比如自动泊车等任务，对于检测任务作用较小。本次主要介绍毫米波雷达和激光雷达。

表 1：不同传感器之间对比

传感器	优势	劣势	用途	成本
视觉传感器	分辨率高 语义性强 数据处理简单	雨雾天气效果差 受光照条件影响 容易产生虚警	障碍物检测 交通信号灯检测 交通标志检测 车道线，人行横道 线检测	低
毫米波雷达	不受天气和光照影响 测量范围较大	不适用于动态物体的检测 易产生误检	障碍物检测测距 测速	中

激光雷达	监测范围大 检测精度高	成本高 雨雾天气效果差	障碍物检测 测距 长短时记忆网络 (LSTM) 技术	高
------	----------------	----------------	-------------------------------------	---

## 一、视觉传感器

### 1、视觉传感器的分类

视觉传感器是智能汽车的“眼睛”，它利用计算机视觉技术，模仿人眼视觉机理，通过处理摄像镜头捕捉的图像，获得引导信息，其主要功能是获取足够的机器视觉系统要处理的最原始图像。目前智能汽车上视觉传感器主要为车载相机，根据摄像头模块的不同，可以分为单目摄像头，双目摄像头，三目摄像头以及红外摄像头。

单目摄像头目前在智能汽车上可识别 40 米~120 米的范围，未来将达到 200 米或更多。单目摄像头的视角越宽，可以检测到的精确距离长度越短，视角越窄，检测到的距离越长。

双目摄像头在 20 米范围内具有明显的测距优势，在 20 米以外，很难缩小视差的范围。采用高像素摄像头和较好的算法可以提高测距性能，双目摄像头间距越小，测距镜头之间的距离越近，探测距离越大，镜头间距越大，探测距离越远。

三目摄像头的划分为 25° 视场、50° 视场、150° 视场，25° 视场用于检测前车道线、交通灯，50° 视场负责一般的道路状况监测，150° 视场用于检测平行车道、行人和非机动车行驶的状况。

红外摄像头采用红外线技术，安装在车内后视镜的前方，驾驶员可以像白天一样透过灯光显示系统看到道路的行驶条件。当两辆车相遇时，可以大大减少对车前驾驶员的视力刺激，也可以提高驾驶员在雾中辨别的能力。

### 2、视觉传感器在智能汽车上的应用

智能驾驶汽车的视觉传感器可实现车道偏离警告、前方碰撞预警、交通标志识别、盲点监控、驾驶人注意力监控、停车辅助等功能。

以特斯拉 Autopilot 2.0 L2 级为例，智能驾驶汽车拥有三个前视摄像头，三个后视摄像头，两个侧视摄像头，12 个超声波雷达和一个安装在车身上的前毫米波雷达。

#### (1) 车道偏离警告车道偏离警告系统

是一种辅助驾驶员通过警告来减少因为车道偏离引起的交通事故的系统，系统构成主要包括毫米波雷达、激光雷达和摄像头等部件。在汽车将要偏离当前车道线时，系统通过方向盘震动以及显示屏的警告灯闪烁通知驾驶员注意行驶安全性；当要进行超车时，可以打开转向灯，这时车道偏离警告不工作。

#### (2) 汽车防碰撞预警系统

汽车防撞预警系统主要用于协助驾驶员避免高速、低速追尾，高速中无意识偏离车道，与行人碰撞等重大交通事故。汽车防撞预警系统是基于智能视频分析处理技术，通过动态视频摄像技术、计算机图像处理技术来实现其预警功能。

#### (3) 交通标志识别

车辆安全系统的交通标志识别系统（如图 8 所示）通过特征识别算法，利用前置摄像头组合模式识别道路上的交通标志，提示警告或自动调整车辆运行状态，从而提高车辆的安全性和合规性，提醒驾驶员注意前方的交通标志。

#### (4) 盲点监测

盲点监测系统又称并线辅助系统，主要功能是扫除后视镜盲区并通过侧方摄像头或雷达将车左右后视镜盲区内的影像显示在车内。由于车辆后视镜中有一个视觉盲区，因此在换道前无法看到盲区中的车辆。如果盲区内有超车车辆，则会发生车道碰撞，在大雨、雾天、夜间光线暗淡的情况下，更难看到后面的车辆，换道更危险。

#### (5) 驾驶员注意力监控系统

驾驶员注意力监控系统也称为疲劳监测系统或注意力辅助系统，疲劳驾驶预警系统是一种基于驾驶员生理反应特性的驾驶员疲劳监测预警技术。通过不断检测驾驶员的驾驶习惯，可以感觉到驾驶员在疲劳驾驶后及时向驾驶员发出警告，提醒驾驶员应适当在安全岛停车休息。

#### (6) 停车辅助

停车辅助系统是用于停车或倒车的安全辅助装置，有手动和自动两种类型的汽车倒车辅助。停车辅助系统包括多个安装在汽车周围的摄像头、图像采集组件、视频合成/处理组件、数字

图像处理组件和车辆显示器。这些装置可以同时采集车辆周围的图像，对图像处理单元进行变形恢复→视图转换→图像拼接→图像增强，最终形成车辆 360° 全景仰视图。

随着视频图像处理技术的日臻完善，智能汽车上视觉传感器的应用范围会越来越广泛，在未来它很有可能应用在行人碰撞预警、车道保持辅助以及无人驾驶方面，这种技术有利于提升汽车的整体性能以及交通安全性，促进汽车行业的整体发展。

## 二、毫米波雷达

车载毫米波雷达技术是利用天线发射电磁波之后，通过对前方或者是后方反射回来的回波进行不断探测，在对雷达信号进行分析处理之后计算出前方和后方障碍物之间的速度与距离，从而形成警示信息传递给汽车控制单元，由汽车控制单元控制汽车的变速器和制动装置做出相应的安全动作，从而防止车辆发生安全事故。根据检测范围的大小可分为远程、中程、短程毫米波雷达。

毫米波雷达技术具有性能稳定，分辨率高等特点。与红外摄像头传感器相比较，其对灰尘和烟尘、大雾等有非常强的穿透能力，全天候都可以保持传感动态。而智能网联汽车是对搭载先进车载传感器装置，并通过现代信息技术实现智能信息交换、具备环境感知、智能化的新一代汽车。其实，智能网联汽车是车联网和智能汽车的相互结合，其自身具备外界环境的感知，核心是通过车载信息实现驾驶人、车辆、路线状况和互联网之间信息的交换。在传统汽车系统中，毫米波雷达主要负责测量周围目标的方位、与前车和后面车辆的距离以及速度等等，

毫米波雷达技术在智能网联汽车应用中可以用于自动巡航和车辆的盲点探测等等，根据目前我国毫米波雷达技术在汽车行业中的应用，缺乏整体竞争优势，当前国内的产业链竞争还并不成熟，与国外毫米波雷达发展相比较，我国起步时间比较晚，产品一经上市就需要面临激烈的市场竞争，由于我国毫米波雷达起步时间比较晚，专业型的人才更是少之又少，研究车载雷达技术需要有丰富雷达系统和毫米波频射经验的人才，而具备这些技术的人才大部分在我国的军工企业和国外企业之中，除了缺乏专业的人才之外，我国研制毫米波雷达技术的基础更是薄弱，研发所需要的设备我国自己并不会生产，大部分都是从国外进口。花费的费用成本比较高，

而且前期投入大，后期的收益却都是未知数，并不是投入就会有回报。因此我国国内生产毫米波雷达技术的厂家面临非常大的市场压力，加之开发周期比较长，自然收获经济效益的周期也比较长。通常情况下，研发毫米波雷达的周期一般在一年左右，生产出产品之后还需要后期的静态测试、路况测试以及各种复杂环境下的测试等等，算下来整个研发周期可能要达到两年以上。

### 三、激光雷达

#### 1、激光雷达的概述

激光雷达（LIDAR）基于光的探测与测距，以激光作为载波，向目标物发出激光探测信号后接收目标物返回信号，激光雷达对接收信号进行比较分析、处理，从而获取目标物的目标方位、距离、速度、高度、状态、形状等相关参数信息，实现对目标的探测、跟踪和识别。如果将激光雷达与惯性导航设备、GPS 等装备在智能网联汽车上配合使用，可获取有效数据信息并生成精准数字高程模型。

按有无机械旋转部件，激光雷达可分为固态、机械和混合固态激光雷达。激光雷达的工作原理与毫米波雷达相似，但它发射的是光波而不是无线电波。固态激光雷达只能获得一定角度的点云数据，而机械激光雷达和混合固态激光雷达则能获得的智能汽车周围 360° 的点云数据，点云数据包括点的 X, Y, Z 坐标和反射强度等，不同的材质反射强度不同，因此点云能区分不同材质的物体。

激光雷达在测距方面优势明显，且由于激光雷达是通过发射可见光波长外的光波获得点云数据，故不受光照等条件的限制，能在黑夜工作。其与相机具有相同的缺点，受天气影响大，雨雾天气工作效果差。激光雷达在检测与远距离物体时，点云数据会变得稀疏，这会导致检测效果变差。激光雷达是智能汽车必需的传感器之一，目前随着成本的不断降低，有望大规模部署应用。采用多传感器组合使用的方式可以互补各个传感器之间的不足，克服单个传感器的局限性，在检测精度方面能够提高冗余性，避免某个传感器误检甚至是停止工作而引起的检测失效，以此提高感知系统的检测精度和鲁棒性。

## 2、激光雷达传感器在智能汽车上的应用

### (1) 车辆高精度定位

借助定位系统，车辆系统能够通过获得实时位置信息做出决策。但定位方式会受信号的干扰，特别是在经过城市建筑、隧道时信号容易中断。为获得精准位置，激光雷达比对车辆初始位置与高精地图信息。①由惯性导航装置、全球定位系统和轮速等传感器提供车辆初步位置；②将激光雷达局部点云信息进行特征提取，结合初始位置获取全局坐标系下矢量特征；③将矢量特征与高精地图特征信息进行匹配，获取精确的车辆位置。因此，相对其他车载传感器，激光雷达的定位精度及稳定性方面优势明显。

### (2) 障碍物识别及目标跟踪

激光雷达可不依赖光照进行实时扫描，扫描视角可达  $360^\circ$ ，且计算量较小。在扫描中先对障碍物（车、人、隔离带等）进行识别，从而获取该障碍物的空间位置。对障碍物分类、跟踪，则先通过分割点云关联目标，确认上下帧是否属于同一个物体，再进行目标跟踪，输出目标跟踪信息。

### (3) 自动泊车系统

安装在车顶或车身四周的激光雷可以检测车辆停车位的位置、感知周围车辆等障碍物，并将获取的有效信息输入到车辆控制系统，为车辆自动泊车的控制决策提供可靠的环境信息。

### (4) 车道保持辅助系统

借助激光雷达对车道线检测，车道保持辅助系统在检测到车辆偏离预计行车轨迹时，通过逻辑运算并作出决策，从而控制车辆按照既定的车道轨迹进行行驶。激光雷达对车道线检测方法可基于雷达扫描点密度。该方法为获得所需车道线，可先获取雷达扫描点坐标信息，然后转化为栅格图，最后利用栅格图中点的密度进行提取，该方法实时性好。

### (5) 防撞及行人保护

车辆通过快速、实时分析激光雷达等传感器采集的车辆附近环境数据，可提前开启车辆主动安全系统，并向驾驶员发出警告信号，防止与潜在的障碍物发生碰撞，并在车辆可能发生碰撞前及时停车，避免与行人发生碰撞。

### (6) 车道偏离预警

如果车辆行驶偏离预定轨迹时，激光雷达通过检测车辆行驶前方车道线标识可能的危险障碍物，并采集车辆在行驶道路中的实时位置信息，若检测车辆行驶轨迹发生偏离并存在危险时，车道偏离预警系统便发生预警信号，使车辆驾驶员及时修正行驶路线，按照预定轨迹行驶。

(7) 自动紧急制动激光雷达通过对车辆行驶路线前方存在可能发生碰撞的静态或动态危险障碍物进行检测，并将采集信息发送给车辆系统，系统分析可能发生危险时作出决策，使车辆自动紧急制动。

利用安装在车辆上的相关传感器，先进驾驶辅助系统（ADAS）能够快速获取车辆内外部环境数据信息，对物体进行静态、动态识别和监测与追踪等处理，让驾驶者及时察觉潜在危险。尽管激光雷达在 ADAS 方面有优势，但在实际应用中 also 面临技术、计算性能、价格等问题。未来车用激光雷达将会向高技术指标、全固态、小型化、环境适应能力强、抗干扰能力强、低成本化等方面发展，从当前的辅助驾驶系统过渡到半自动驾驶甚至完全自动驾驶，并满足多种视觉与传感技术融合。

## 内部传感器

### 一、传感器应用于发动机控制系统

在智能汽车中，发动机是传感器最多的核心部件。传感器种类繁多，不仅有气体密度传感器、位置传感器、压力传感器，还包括温度传感器、振动传感器和流量传感器等。这些传感器可以为发动机系统提供工作信息，使控制器能够实时了解和控制发动机的实时工作，进而获得最佳的动力性能，减少汽车的废气排放，同时获得最佳的燃油经济性。在汽车发动机振动、高压、高温及污泥等恶劣环境当中，智能传感器的耐受度要高于传统传感器，发动机用传感器的性能要求较多，主要包括可靠性、精度、耐用性和响应特性等，其中最为主要的就是可靠性，若无法保障传感器的稳定性和可靠性，就可能导致系统误差，进而使得发动机系统失灵或发生故障。

在智能汽车的整个电子控制系统当中，发动机控制系统属于核心内容，这一控制系统中传感器的应用在整个汽车传感器应用中也就成为关键部分。

这些传感器的作用就是实时收集发动机的工作信息，并将信息提供给电子控制单元，实现对智能汽车的精确控制，以提高发动机的动力性能，同时降低发动机在其运动过程中的油耗，还可在一定程度上减少所排放的废气。此外，传感器还可检测发动机是否存在故障，并将检查情况反馈给发动机系统。智能汽车的发动机对传感器有着较高的技术要求，其最为关键的就是测量精度，一旦产生误差，就可能导致发动机运行中出现故障。

传感器在发动机控制系统中的应用主要包括：

(1) 温度传感器该种传感器主要用于判断汽车发动机的状态，并对空气的质量、流量等进行计算，要求能够连续地、精确地对发动机温度、冷却水温度、机油温度、吸入气体温度和燃油温度等进行检测。在其实际应用过程中，温度传感器的类型较为多样，包括热敏电阻式、线绕电阻式和热电偶式等，三种温度传感器具有不同特点，应用场合也有所不同。其中线绕电阻式的精度较高，但不具备较强的响应特性。热敏电阻式的灵敏度较高，响应特性较好，但线性较差，适用温度在 300° C 之内，具有一定局限性，且其采用的主要材料是 MnO-NiO 系列。

(2) 压力传感器该种传感器应用于发动机控制系统中，主要检测气缸压力、机油压力和大气压力。目前，汽车上使用的压力传感器种类繁多。根据信号产生的原理，可分为电容型、膜片盒驱动型、半导体变阻器型和表面弹性波型四种类型。其中电容式传感器具有较高的环境适应能力，同时输入能量较高，且动态响应能力较强。压敏电阻式具有响应快、尺寸小等优势，同时具有较好的抗震性能，但其受到温度因素的影响较大，需另外设置温度以补偿电路；膜盒传动的可变电感式传感器易于数字输出，且具有较大输出，但抗震性较差，而表面弹性波式具有体积小、灵敏度高、可靠性强、功耗低和数字量输出等优势，是较为理想的一种压力传感器。

(3) 位置传感器位置传感器在发动机控制系统中的应用，主要包括两种类型，即曲轴位置、节气门位置。其中曲轴位置传感器是发动机集中控制系统中最为主要的一种传感器类型，是控制点火时刻确认曲轴位置的重要信号源，同时也可对发动机转速

的信号源进行测量，进而确定发动机转速和曲轴转角等。该类传感器包括光电式、霍尔效应式和磁脉冲式等。节气门位置传感器主要安装于汽车的节气门体上，可对节气门开度进行检测，进而满足节气门于不同开度状态下对喷油量的有效控制，包括开关式、线性式两种类型。

## 二、传感器应用于汽车底盘控制系统

在智能汽车的底盘控制系统当中，传感器类型较多，其所应用的主要系统包括制动防抱死系统、动力转向系统和悬架控制系统等。尽管传感器分布于底盘控制系统的不同部位，但其与发动机用传感器的工作原理一致。

在汽车底盘控制系统中，最为重要的就是防抱死系统，其运用了制动压力自动调节装置，以实现汽车制动处理。其次，防抱死制动系统无须依靠其他系统而实现自动控制，这些功能的实现均是由于其应用了大量的传感器，进而最大限度发挥出电子控制系统的性能。随着电子控制系统的不断发展，智能汽车的电子系统集成化程度逐渐得到提升，在这样的现实情况下，统一传感器出现并得到了广泛应用，该种传感器不仅能向发动机系统提供信号，还能向底盘控制系统提供信号，进而提高汽车运行的稳定性。

汽车底盘控制系统主要指动力转向系统、变速器控制系统和防抱死制动系统等，其主要通过传输信号来保障汽车运行稳定性和安全性。

传感器在底盘控制系统中的应用主要包括：

(1) 线性加速惯性传感器该种传感器主要采取微机电系统技术，多分布于车辆的底盘入口，主要分为电容式和压阻式两种类型。

(2) 车盘悬架的角速度传感器该种传感器主要依赖于微机系统技术，进而对不同结构类型的转数效率进行检测，通常安装于稳定系统。

(3) 变速控制传感器该种传感器主要应用于自动变速器控制功能，通过传感系统来最大限度提高动力性能，可有效控制油体温度和加速度等[4]。

### 三、传感器应用于车身操控系统

车身操控系统包含了汽车装置的多个方面，通过在电子系统中应用智能传感器，可对汽车的车身操控装置进行优化。在汽车的空调装置中也安装有部分智能传感器，进而对空气温度进行调节和控制。除此之外，汽车的倒车传感器装置、智能车锁等均需要应用智能传感器。

在智能汽车的机件构成中，电子控制系统是重要组成部分，在确保汽车稳定、可靠运行方面发挥着重要作用。在汽车电子控制系统中，传感器的应用具有重要意义，要求工作人员准确把握各种传感器的实际应用，促使传感器在汽车控制系统中更好地发挥作用，进而保障汽车控制系统具有更完善的功能。

传感器在车身操控系统中的应用主要包括：

导航控制系统传感器：随着 GIS 和 GPS 应用越来越广，在汽车导航系统中应用的传感器也越来越多，如罗盘传感器、方向盘传感器、车速传感器等。这类传感器可以收集汽车行驶过程中的信息并将信息传输给汽车导航系统，汽车导航系统根据信息实现导航，从而保证汽车能依照导航正常行驶。