

引言

如果您购买或曾经乘坐过过去五年制造的车辆，就会发现它很可能至少配备了一个摄像头。与旧车型相比，新车中用于提高驾驶员和乘员安全性的汽车摄像头数量和类型正在迅速增加。个人和商用车辆中驾驶员监控、环视、前置和后置摄像头数量不断增多，这主要是由政府安全规定和消费者对更多安全功能的需求推动的。

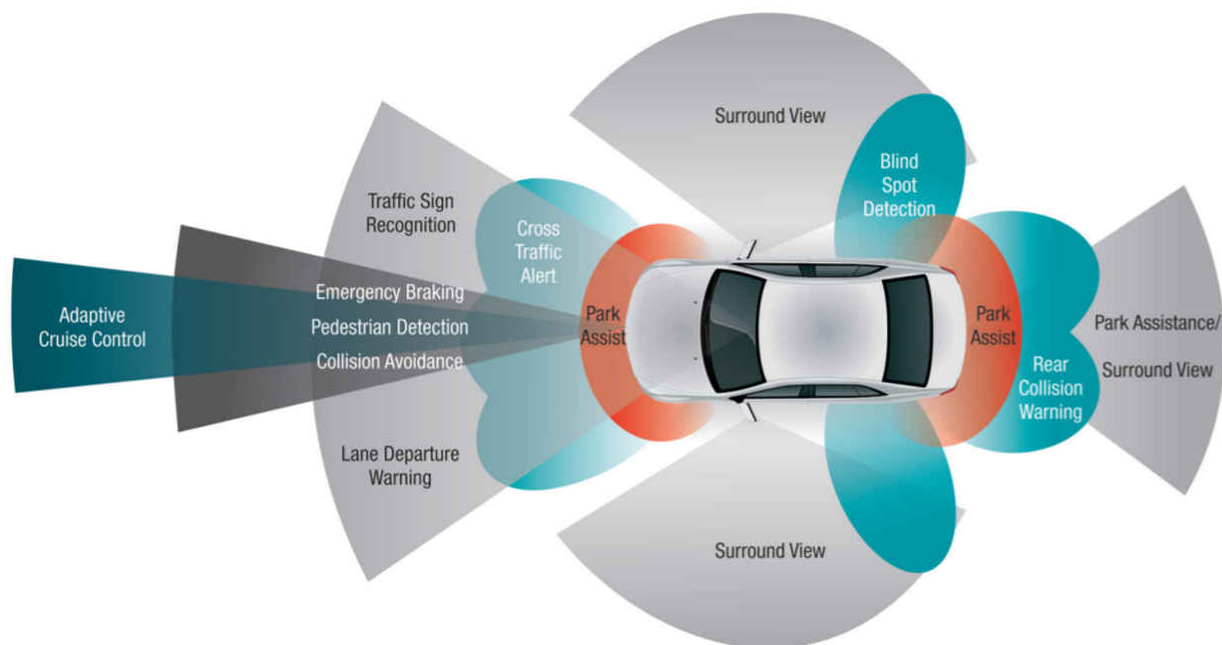


图 1. ADAS 中的前视、后视和环视摄像头的应用

与汽车摄像头类似，工业摄像头应用也实现了巨大的增长和创新。在新冠疫情爆发后，居家办公的人群空前增多，许多企业仍在继续解决员工重返办公室的问题。随着居家时间的增加，为了保障个人和财产安全，消费者对智能安全和可视门铃摄像头的的需求也在增加。在商业方面，在新冠疫情的推动之下，适用于面部识别访问控制、楼宇占用跟踪和物体检测等应用的非接触式设备（如互联网协议 (IP) 网络摄像头）使用量增加，从而更大幅度地降低物理接触风险。



图 2. 工业摄像机应用，如安防、面部识别访问和自动化

摄像头使车辆或网络系统能够收集环境数据，然后处理这些数据并采取纠正措施，这往往是自主操作。由于摄像头将安全辅助或自动驾驶车辆直接连接到周围环境，因此驾驶员和乘客的安全在很大程度上取决于摄像头系统的性能。前置摄像头和后置摄像头必须能够支持更高的处理能力，以便在侧向来车和碰撞检测应用中实现快速响应。需要精确地组合多个环视摄像头图像，以便可靠地支持自适应巡航控制和盲点检测等功能。这些摄像头的性能水平决定了系统检测潜在危险的距离、在系统检测到潜在危险之前危险的大小或隐藏程度，以及信息传输到汽车中央电子控制单元 (ECU) 的速度。在考虑如何实现高性能驾驶辅助摄像头时，一个重要因素是摄像头模块本身可能出现的极端温度。众所周知，在无法容忍高误差率的应用中，温度过高或过低对图像质量和元件运行会产生不利影响。因此，随着车辆越来越多地依赖摄像头来实现安全功能，确保摄像头可靠运行以保护所有驾驶员和乘客比以往更加重要。

在工业摄像头方面，单元更有可能位于静态室外位置，无法抵御极端温度和天气条件（如雨和雪）的影响。由于智能可视门铃或 IP 摄像头中的水分积聚可能会使摄像头镜头起雾、造成电路短路并且通常伴有高温，因此实时摄像头馈送的准确性和自动系统采取的以下措施在很大程度上取决于摄像头性能。工业摄像头中的温度和湿度感应都侧重于可靠的摄像头运行，以确保图像清晰，从而实现安全性和物体识别。网络安全摄像头外壳可接收 IP 额定值，以确定摄像头在外部环境（包括液体、天气条件和腐蚀）中的保护程度，温度或湿度感应可为确保摄像头可靠运行提供另一道保障。

温度感应在汽车和工业摄像头中至关重要，可防止因过热或结冰而导致热损坏、性能不佳和寿命缩短。摄像头可能会暴露在极热和极冷环境条件下以及发热的电路板元件，例如电源管理多通道 IC (PMIC) 或 IR LED，这些元件会对摄像头模块本身的温度产生很大影响。由于模块外形小巧，摄像头自热特性的这种影响会放大。温度感应可用于在摄像头过热或过冷时发出警报，并激活冷却或加热元件以确保性能和寿命不会受到严重影响。可以减少流经摄像头模块的电流量以保持图像质量，或在图像传感器中执行热补偿以降低传感器噪声。

传感器要求和散热难题可能会因所设计的汽车或工业摄像头类型以及温度传感器连接到的元件而异。本应用简报分为两部分，具体取决于模数转换器 (ADC) 通道是否可用。同时还讨论了两种情况下常见的摄像头类型，以强调它们对温度感应的独特要求。

ADC 通道不可用

当没有可用的 ADC 通道时，板载温度感应要求略有不同。低端驱动器监控、环视摄像头、可视门铃和某些 IP 网络摄像头等应用通常没有可用的 ADC 通道，而是需要一种数字、远程或开关温度传感器。环视摄像头也称为不具有处理功能的 360° 摄像头或摄像头模块，是更高端车辆上当前的安全选项，未来五到六年将得到大规模采用。环视摄像头由两到六个广角摄像头组成，它们连接到车辆 ECU，水平视角至少为 180°。将这些摄像头视图拼接在一起可提供整个车辆周围环境的图像，并可以帮助驾驶员完成典型的高风险功能，如变更车道和泊车。需要进行温度感应，以确保从不同角度准确合并多个不同的视频源，从而呈现统一的图像。



图 3. 紧凑型环视摄像头模块

与环视摄像头一样，可视门铃通常安装在外部，比前置摄像头、后置摄像头或 IP 网络摄像头更小。由于外形小巧，没有通风口，并且需要电池在宽温度范围内（尤其是零下温度）保持稳定工作，可视门铃通常需要更高的热效率。因此，环境条件以及小型摄像头模块内的 PMIC 或电路板元件自热会影响摄像头的正常功能。



图 4. 具有高度集成功能的小型可视门铃

根据系统规格，汽车和工业摄像头中提供了多种不带 ADC 通道的温度感应选项。第一种解决方案可能是数字温度传感器，它会主动监测温度，并可以通过 I2C、SMBus 或 SPI 直接连接到 MCU 或平板显示器链路 (FPD-Link) 串行器。在车辆中，串行器随后可以将图像数据传输回中央车辆 ECU 或中央摄像头 ECU，以便启动任何必要的校正操作。为环视或可视门铃摄像头选择理想数字温度传感器时，两个重要限制因素是尺寸和成本。高精度和小尺寸选项可提供高集成度，例如用于 I2C 接口的 [TMP112\(-Q1\)](#) 和 [TMP102\(-Q1\)](#) 或用于 SPI 的 [TMP126\(-Q1\)](#)，这些选项可用于测量红外 LED 或 PMIC 温度以及摄像头模块的环境温度。如果尺寸是主要的系统限制因素，[TMP103](#) 和 [TMP114](#) 器件采用一些超小封装来提供有源数字温度监测。[TMP103](#) 是超小型数字温度传感器，具有独特的多器件访问模式，允许与多个 [TMP103](#) 传感器进行通信。[TMP114](#) 是超薄型数字温度传感器，允许将器件放置在发热的板组件（如成像仪）下方，以实现高精度测量。

第二种解决方案是远程温度传感器。这些器件利用内置的本地温度传感器以及连接二极管的晶体管，在距离传感器本身不同的距离内测量多个温度。单通道器件可测量一个本地温度和一个远程温度，双通道器件可测量一个本地温度和两个远程温度，等等。远程温度传感器可在智能可视门铃中用于测量摄像头模块（例如 MCU 或片上系统 (SoC)）内多个位置的温度，因为高温会随着时间的推移降低 SoC 的可靠性和性能。在极端温度环境中，远程温度传感器可以激活加热或冷却元件，以防止内部元件因冻结或过热而出现机械或电气故障。根据系统要求，远程温度感应有多种选择。常用的远程温度传感器包括 [TMP451\(-Q1\)](#) 和 [TMP461](#) 单通道器件、[TMP431](#) 双通道器件和 [TMP464](#) 四通道器件。尽管 [TMP451\(-Q1\)](#) 和 [TMP461](#) 都是单通道远程温度传感器，但 [TMP461](#) 具有地址引脚，因此将来可以在系统中添加额外的远程温度传感器（如有必要）。

第三种解决方案适用于许多不需要主动温度监测的低成本摄像头，它可实现简单的温度阈值检测，并将警报和迟滞作为可靠摄像头运行的选项。在这些情况下，通常使用一个具有一个阈值（如 [TMP302\(-Q1\)](#)）或两个阈值（如 [TMP390\(-Q1\)](#)）的温度开关进行被动温度监测，在测量的元件超过特定温度后，可以采取纠正措施。[TMP302\(-Q1\)](#) 是一款出厂时经过编程的器件，与可通过电阻器编程的 [TMP390\(-Q1\)](#) 相比，它具有尺寸更小的优势。温度开关可通过通用输入/输出 (GPIO) 引脚直接连接到 MCU 或 PMIC。但是，由于摄像头模块外形小巧，使用 PMIC 可能会导致温度超过安全工作限制。环视摄像头通常需要同时具有过热和欠温警报，因为它们会快速升温并暴露在车辆外部的极端环境条件下。然后，这些警报可用于激活冷却或加热系统，以保护摄像头元件并防止不可逆转的损坏。

最后，许多安装在户外（无论是在车辆外还是建筑物外）或使用百万像素 (MP) 摄像头的摄像头模块对极端温度和湿度水平都很敏感。在这些情况下，湿度感应可能是设计系统时需要考虑的一个重要因素，在水分渗入摄像头模块的情况下，检测摄像头镜头是否开始起雾或电气元件是否可能损坏。[HDC2010](#) 和 [HDC3x\(-Q1\)](#) 系列等湿度传感器可在一个集成器件中提供精确的温度和湿度感应。

ADC 通道可用

在摄像头模块本身的电路板上具有可用的 ADC 通道，这在高端驾驶员监控、前置和后置摄像头以及某些 IP 网络摄像头等应用中颇为常见。前置摄像头或后置摄像头系统中通常需要多个温度传感器，因为与其他类型的汽车摄像头相比，这些传感器包含多种元件和安全协议。此外，一些先进的“智能”前置摄像头还增加了夜视、前部碰撞警告和自适应巡航控制等功能，这些功能需要摄像头板提供更高的处理能力，从而缩短响应时间。能够将预处理数据发送到中央 ECU 对于乘员安全至关重要，因为它会增加车辆必须从 CMOS 传感器接收到图像开始采取纠正措施的时间。



图 5. 具有用于板载处理的 ADC 的前置或后置摄像头模块

在某些模拟 IP 摄像头中，如果摄像头模块处于恶劣环境中，具有可用的 ADC 通道有助于实现系统可靠性。板载处理支持精确的加热器或冷却器激活、用于调光的环境光感应以及均匀的红外 LED 照明。



图 6. 用于录制、监控和自动化的 IP 网络摄像头

IR LED 故障通常在高温下发生，原因是随着温度升高，输出容量会降低，这可能会无意中导致系统发生过载故障。在许多情况下，CMOS 成像仪中的集成温度传感器的精度不够高，无法防止热损坏并降低图像质量。极端寒冷的天气会导致摄像头镜头收缩和破裂，从而可能导致水分渗入摄像头镜头。相反，极端炎热的天气会导致 CMOS 传感器和电池过热，从而导致图像失真和摄像头故障。在湿度较高的区域，冷凝可能会使镜头起雾或损坏模块内的电气元件。由于增加了处理能力，板载处理器通常是发热元件，必须进行监控以确保摄像头安全可靠地运行。

当板载 ADC 通道可用时，可考虑多种不同的选项来保护 DMS、前置或后置摄像头或 IP 网络摄像头的可靠性并延长其寿命。ADC 将温度传感器的模拟输出转换为可由微控制器单元 (MCU) 读取和处理的数字形式。一些 MCU 附带内置 ADC，而其他系统在电路板上使用外部 ADC；这两种选项都有助于支持更高的电路板处理能力。如果需要恒温监控，可以选择 TI 的线性热敏电阻系列（例如 [TMP61](#)），该系列精度高且长期漂移低。TI 的所有温度感应产品系列还包括用 -Q1 表示的汽车级温度传感器，如 [TMP61-Q1](#)。当需要更高的精度时，[TMP235\(-Q1\)](#) 是一款流行的精密模拟输出温度传感器，与热敏电阻不同，它不是离散的，因此其压降不受外部元件的影响。尽管可以使用这些外部模拟温度传感器实现高精度，但所报告的实际温度值的分辨率将受到 ADC 分辨率的限制。

此外，板载 ADC 通道不会将您的解决方案限制为仅使用模拟温度传感器。上一节中提到的任何温度或湿度感应解决方案仍可用于具有 ADC 的系统，它只是不使用 ADC 通道。在需要释放 ADC 通道以连接到其他元件或需要使用更小的传感器以节省布板空间的系统设计中，仍可以在无需连接到可用 ADC 的情况下实现数字传感器、远程传感器或温度开关。

总结

随着汽车和工业摄像头领域的创新突破了图像质量、物体检测和更多高级特性的界限，高精度温度监控对于确保系统可靠运行变得至关重要。自动驾驶汽车中的 ADAS 和 DMS 具有额外的安全要求，这也将继续推动汽车摄像头中的温度感应，此类摄像头要求几乎零误差。CMOS 图像传感器或 FPD-Link 本身中的集成温度传感器通常无法满足许多新系统在最坏情况下的温度精度要求。所选外部温度传感器的类型会因系统中存在的其他板载元件（即是否有可用的 ADC 通道）以及精度、尺寸和成本限制而异。[表 1](#) 中总结了本文中重点介绍的不同选项，其中的传感器用 (-Q1) 表示，指示汽车级型号。

表 1. 选项比较

传感器类型	参数	在 ADC 通道可用时有效	
		-	在 ADC 通道不可用时有效
温度	成本更低	TMP61(-Q1)	TMP102(-Q1) 适用于 I2C， TMP126N 适用于 SPI
	尺寸更小	TMP61(-Q1)	TMP103 和 TMP114N 适用于 I2C
	准确度较高	TMP235(-Q1)	TMP112(-Q1) 适用于 I2C， TMP126-Q1 适用于 SPI
	远程感应	-	TMP431 、 TMP451(-Q1) 、 TMP461 、 TMP464
	温度开关	-	TMP302(-Q1) 、 TMP390(-Q1)
湿度		-	HDC2010 、 HDC3020(-Q1)

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司