

TPS6503xx-Q1 Orderable Part Number (OPN)规范化指导

Jiawei Hu, Florens Liang

Sales and Marketing/China Auto CAR OEM

摘要

随着高级驾驶辅助系统（ADAS）的普及，越来越多摄像头视觉方案出现，其产品组合涵盖从低分辨率（1-3M 像素图像传感器）到高分辨率（8M 像素以上图像传感器），因此对电源电压和电源时序有不同的要求。为了满足不同传感器的需求，需要大量不同的摄像头 PMIC orderable part number(OPN)。本应用手册首先介绍摄像头内部框图，进而给出 TPS6503xx-Q1 OPN 规范化指导。一方面，利用 ADAS ECU 初始化通过 SerDes 反向通道修改 PMIC 寄存器以修改输出电压；另一方面，在客户的摄像头模块生产过程中，将摄像头 PMIC 烧录步骤集成到客户的生产流程中，以减少客户所需的 PMIC OPN。

目录

1	系统介绍	2
2	摄像头模组框图	3
3	TPS6503xx-Q1 OPN 规范化指导.....	5
	3.1 每次上电前 ECU 通过 I2C 修改电压	5
	3.2 产线烧录 Camera PMIC	7
	3.2.1 客户出厂工序.....	7
	3.2.2 在工序中集成 Camera PMIC 烧录操作.....	7
4	总结	8
5	参考	8

图

图 1-1	车载摄像头在车上的安装位置示意图.....	2
图 2-1	摄像头模组典型框图	3
图 3-1	寄存器操作流程	5
图 3-2	带 Configuration CRC 的寄存器操作流程.....	6
图 3-3	无 CRC 的 2C 指令操作	6
图 3-4	带 CRC 的 2C 指令操作	6
图 3-5	摄像头模组出厂工序流程	7
图 3-6	集成 PMIC 烧录操作的摄像头模组出厂工序流程.....	7

表

表 2-1	常见的 Camera Sensor 型号以及对应的电压、时序要求	4
表 2-2	常见的串行器供电需求	4

1 系统介绍

随着汽车智能化的快速发展，车载摄像头作为智能驾驶感知系统的关键部件，其重要性日益凸显。根据不同 ADAS 功能需求，车载摄像头主要包括前视摄像头(front camera)、驾驶员监测摄像头(DMS camera)、全景摄像头(SVS camera)和后视镜摄像头(rear view camera)等多种类型。

车载摄像头在车上的安装位置示意图如图 1-1 所示。前视摄像头通常安装在车辆前挡风玻璃后方，用于识别前方道路的车道线、交通标志、前方车辆和行人等，为 ADAS 功能实现提供关键数据。驾驶员监测摄像头一般位于车内后视镜附近，主要用于监测驾驶员状态，如是否疲劳驾驶、分心等，以提高驾驶安全性。全景环视摄像头由多个摄像头组成，分布在车身四周，通过配合鱼镜头实现 360° 影像，实现自动泊车等功能。后视镜摄像头位于后保险杠或后备箱处，可支持变道盲区监测和流媒体后视镜功能，为倒车提供后方视野。

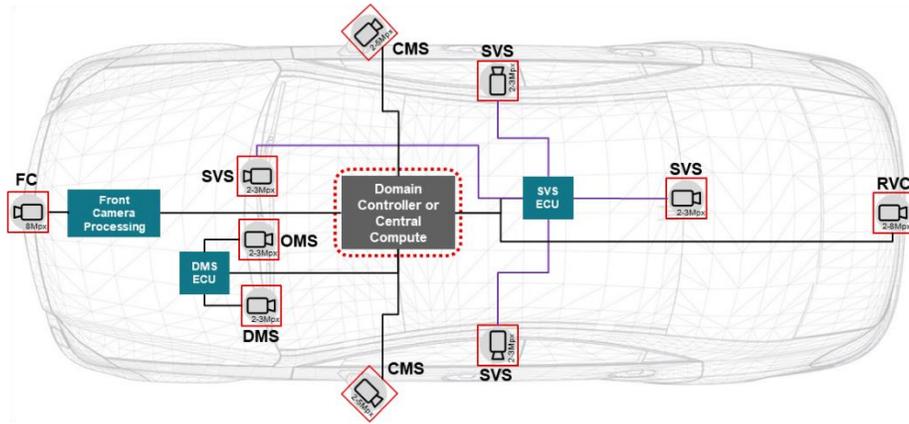


图 1-1 车载摄像头在车上的安装位置示意图

不同类型的车载摄像头，所搭载的摄像头传感器需求也各有不同。比如前视摄像头需要高分辨率，高动态范围；驾驶员监测摄像头需要支持近红外波段感光。并且，不同供应商和型号的 Camera sensor 工作电压、上电时序也存在差异。Camera sensor 不同工作电压和上电时序的要求，导致需要不同型号的 PMIC 来满足其供电需求。这使得汽车制造商在料号管理上的成本显著增加。每一个型号的 PMIC 都需要单独进行采购、库存管理等，增加了供应链管理的复杂性和成本。

2 摄像头模组框图

摄像头模组一般由 12V 同轴线供电，其典型框图如图 2-1 所示。摄像头模组由 POC Filter、Camera PMIC、Camera sensor、串行器和 Oscillator 组成。其中，Camera PMIC 作为摄像头模组供电核心单元，需要同时为 Camera sensor 和串行器供电。

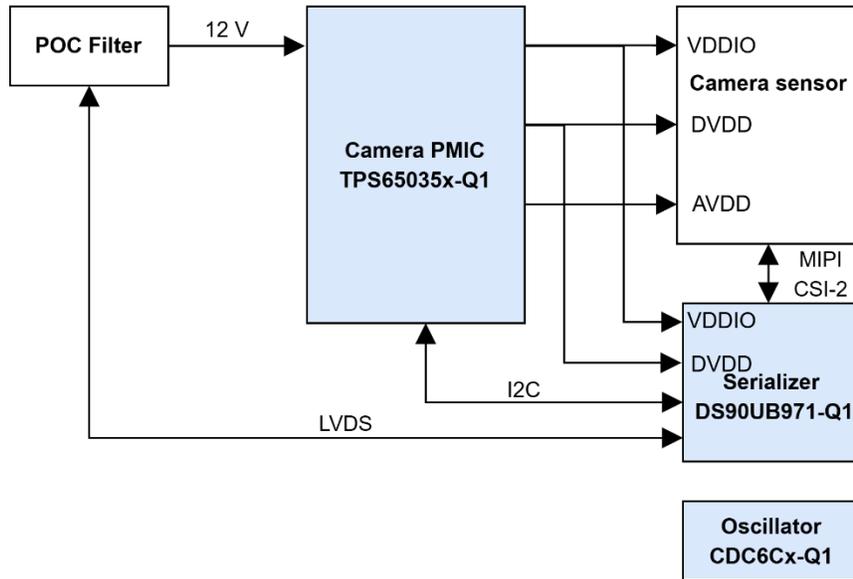


图 2-1 摄像头模组典型框图

Camera sensor 一般需要三路电源轨供电，Analog power(VAA), Digital I/O power(VDDIO)和 Core digital power(DVDD)，其中 AVDD 供电噪声会影响图像质量，所以 Camera sensor 的 AVDD 一般用输出噪声极小的 LDO 供电。常见的 Camera sensor 型号以及对应的电压、时序要求如表 2-1 所示。

Camera sensor	Voltages and sequencing	Camera PMIC	Comments
Sony IMX490 Sony IMX622 Sony IMX623 Sony IMX728 Sony ISX021 Sony ISX031	LVB = 1.1 V LVB = 1.8 V LDO = 3.3 V	TPS65032002-Q1 TPS65035003-Q1 TPS65035009-Q1 TPS6503500A-Q1 TPS65035208-Q1 TPS65035218-Q1 TPS6503520A-Q1	No sequencing requirement
Sony IMX290 Sony IMX390	LDO = 2.9 V B2 = 1.8 V B3 = 1.2 V	TPS65033007-Q1 TPS6503320G-Q1 TPS65033303-Q1	No sequencing requirement
Sony IMX324 Sony IMX424 Sony ISX019 Sony ISX020	LDO = 2.9 V LVB = 1.8 V LVB = 1.1 V	TPS6503300I-Q1 TPS6503320F-Q1 TPS65033302-Q1 TPS65033304-Q1 TPS65035004-Q1 TPS6503520F-Q1	No sequencing requirement

		TPS6503520G-Q1 TPS6503520H-Q1	
Omnivision OX03C10 Omnivision OX03F10 Omnivision OX08A4Y Omnivision OX08B40 Omnivision OX08B4C	1) LDO = 2.9 V 2) LVB = 1.8 V 3) LVB = 1.1 V	TPS65035004-Q1 TPS6503520F-Q1 TPS6503520G-Q1 TPS6503520H-Q1	
Omnivision OV23113 Omnivision OV23124	1) LVB = 1.1 V 2) LVB = 1.8 V 3) LDO = 3.3 V	TPS65035009-Q1 TPS65035209-Q1	
Omnivision OV2311 Omnivision OV2312 Omnivision OV9284 Omnivision OX05B1S ON Semi AR0143 ON Semi AR0144 ON Semi AR0147 ON Semi AR0233	1) LDO = 2.8 V 2) LVB = 1.8 V 3) LVB = 1.2 V	TPS65035203-Q1 TPS65035204-Q1 TPS65035206-Q1	
ON Semi AR0220 ON Semi AR0820 Smartsens SC320AT	1) LVB = 1.8 V 2) LDO = 2.8 V 3) LVB = 1.2 V	TPS65033207-Q1 TPS6503320HA-Q1 TPS65035201-Q1	
Smartsens SC360AT	1) LVB = 1.8V 2) LDO = 2.8V 3) LVB = 1.0V	TPS6503520P-Q1	

表 2-1 常见的 Camera Sensor 型号以及对应的电压、时序要求

常见串行器的电源需求如表 2-2 所示。由于 Camera sensor 和串行器的 VDDIO 均需要 1.8V，因此可以使用 PMIC 的 LVB 输出的 1.8V 为两者供电。对于某些串行器，VDDIO 和 DVDD 的电源需求不同，因此在实际应用中，为了满足小型化和低成本的要求，这个 DVDD 通常会与 Camera sensor 的 DVDD 共用电源。

Vendor		Maxim	AIM	Rsemi zhiyuan	BYD	TI
Part number		MAX96717G	AIM935	RLC90605	BF2005FN	DS90UB971-Q1
Power supply	VDD18	1.7-1.9V(TYP. 1.8V)	1.71-1.89V(TYP. 1.8V)	1.71-1.98V(TYP. 1.8V)	1.71-1.89V(TYP. 1.8V)	1.71-1.89V(TYP. 1.8V)
	VDDIO	1.7-3.6V	3.0-3.6V			
	DVDD		1.71-1.89V(TYP. 1.8V)			

表 2-2 常见的串行器供电需求

3 TPS6503xx-Q1 OPN 规范化指导

目前，客户在 PMIC 应用时主要面临两大问题，一是对于仅需微调输出电压、修改 GPIO 类型等少量寄存器配置的需求，却需要重新生成新的 OPN，导致项目周期显著延迟；二是随着传感器、串行器种类增加，PMIC OPN 数量呈指数级增长，增加客户内部选型、库存及供应链管理难度。针对上述问题，本文提供针对 TPS6503xx-Q1 OPN 规范化指导。

3.1 每次上电前 ECU 通过 I2C 修改电压

在摄像头模组追求小型化的趋势下，外置 I2C 控制器因需占用 SDA 和 SCL 两根线路空间与引脚资源，难以适配紧凑布局需求，通常不单独设置。为了满足与 Camera PMIC 的寄存器配置通信需求，当前主流方案是复用串行器的 back channel，即解串器至串行器的低速传输通道，在不额外占用空间的前提下，实现 Camera PMIC 寄存器配置等数据的传输。

根据表 2-2，1.8V 和 1.1V 的电源电压可以满足大多数串行器的电源需求。为了减少 PMIC OPN，可以让 PMIC 的两个 LVB 输出用于为串行器提供 1.8V 和 1.1V 电源。每次启动摄像头模块时，PMIC 首先为串行器供电，然后 ECU 通过 I2C 修改 PMIC 输出电压寄存器的配置，以满足摄像头传感器的电源需求。由于串行器必须先供电，上电顺序不能更改。因此，该方法适用于没有上电顺序要求或遵循 VDDIO、DVDD、AVDD 上电顺序的 Camera sensor。寄存器操作流程如图 3-1 所示。

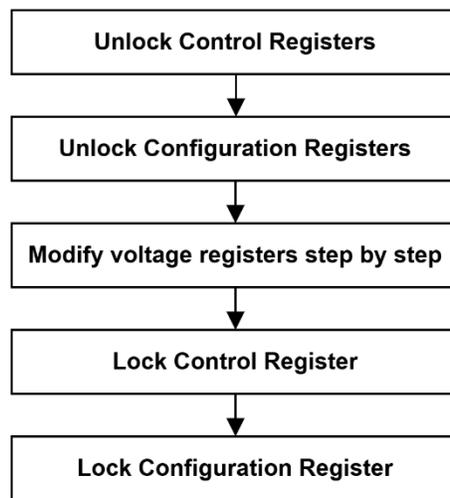


图 3-1 寄存器操作流程

对于安全需求，通常要求集成或支持 CRC 功能。因此，在进行写寄存器操作时，需要增加 I2C CRC 和 Configuration CRC 操作，如图 3-2 所示。无 CRC 和带 CRC 的 I2C 指令操作分别如图 3-3 和图 3-4 所示，CRC 计算请参考数据手册 I2C on I2C Interface 相关内容。更新配置寄存器数值后，需要重新计算 Configuration CRC 校验值，具体步骤请参考数据手册 CRC on Device Configuration Registers 相关内容。

值得注意的是，由于故障诊断需求，直接修改 PMIC 输出电压可能会导致过压/欠压报错，发生中断或者 Reset 事件。因此，需要逐级修改输出电压。此外，由于未进行 EEPROM 烧录操作，每次上电时，寄存器会重新读取 EEPROM，因此需要重新写寄存器以满足 Camera sensor 供电需求。

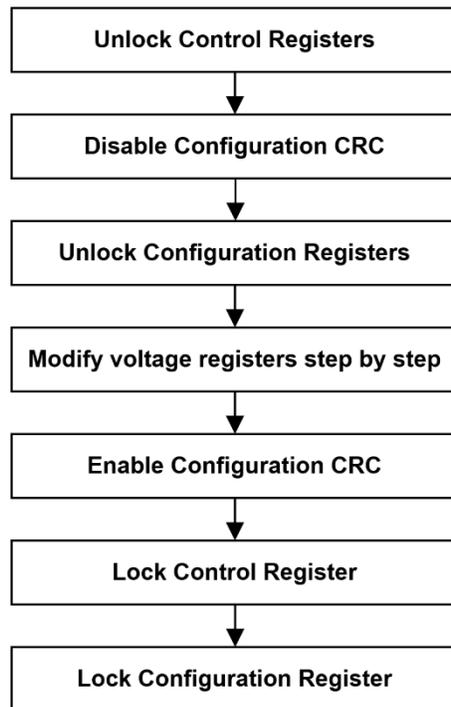


图 3-2 带 Configuration CRC 的寄存器操作流程

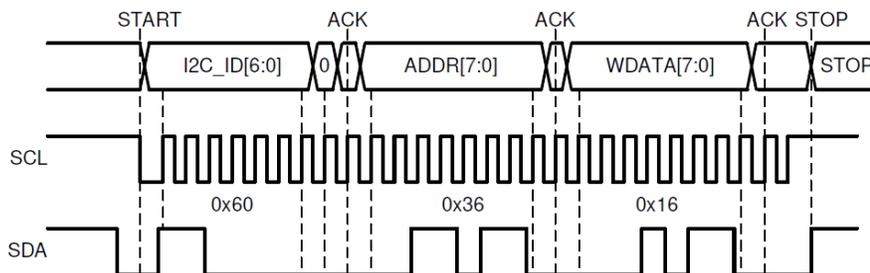
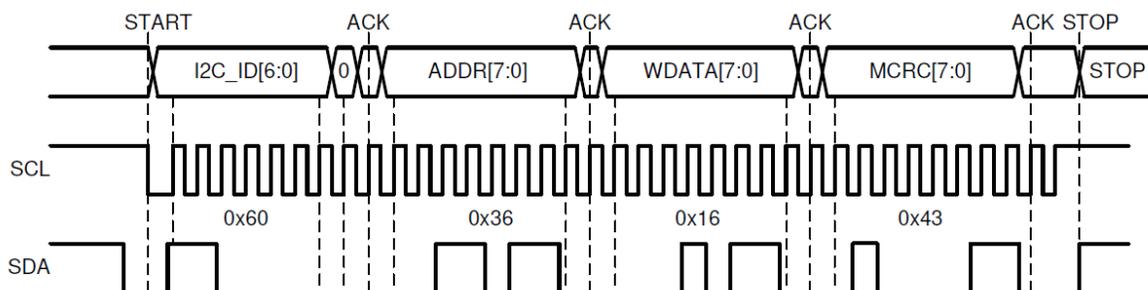


图 3-3 无 CRC 的 2C 指令操作



Controller provides MCRC[7:0], which is calculated from the I2C_ID, R/W, ADDR, and the WDATA bits (24 bits).

图 3-4 带 CRC 的 2C 指令操作

3.2 产线烧录 Camera PMIC

3.2.1 客户出厂工序

摄像头模组出厂工序流程如图 3-5 所示。首先，通过表面贴装技术(SMT)将芯片、电容等元器件贴装到 PCB 板上。随后进行前盖安装操作，通过密封胶固定前盖。接着烧录摄像头传感器的 EEPROM，将传感器暗电流补偿、色彩校准等基础参数写入存储单元。然后进行主动对准操作，以调整镜头和传感器的相对位置，确保光线精准聚焦。完成主动对准操作后，进行后盖安装工序。后盖安装完成后，进行 EEPROM 参数校准，结合模组组装后的实际状态对动态参数优化。最后进行点亮测试，检测模组能否正常工作，图像质量是否正常等。

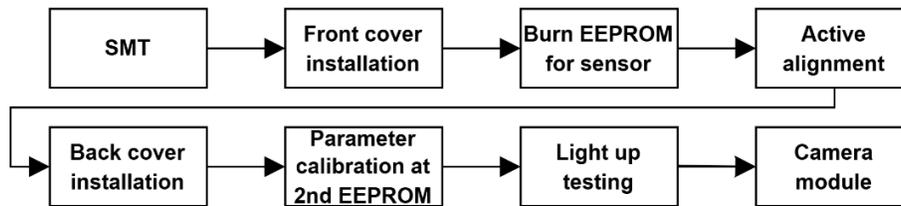


图 3-5 摄像头模组出厂工序流程

3.2.2 在工序中集成 Camera PMIC 烧录操作

在摄像头模组工厂工序中，包括了为传感器烧写 EEPROM 的环节，该工序需要使用摄像头模组测试箱通过串行器 back channel 对摄像头传感器进行烧录。客户可以使用可配置的通用摄像头 PMIC，并将摄像头 PMIC 烧录操作添加到出厂工序中。PMIC 烧录操作集成到出厂工序的流程如图 3-6 所示。为了避免增加额外工序，可在为传感器烧写 EEPROM 时，同时对 PMIC 的 EEPROM 进行编程，以修改 PMIC 的输出电压和上电时序。

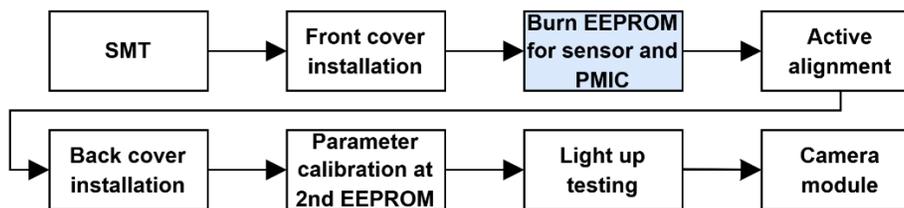


图 3-6 集成 PMIC 烧录操作的摄像头模组出厂工序流程

针对不同串化器，TI 提供不同标准版本 OPN，在设备上电的时候确保串化器正常启动，并借助串化器解串器反向通道完成 Camera sensor EEPROM 和 PMIC 内部 EEPROM 烧录。通过这一设计，原先需为不同 Camera sensor 和解串器匹配不同 PMIC OPN 的情况，优化为仅需针对不同解串器匹配对应 PMIC OPN，大幅简化了 OPN 管理。

4 总结

不同的 ADAS 车载摄像头具有不同的 Camera sensor 电压要求，因此需要不同的摄像头 PMIC OPN，从而增加了管理成本。本文提供两种简化 PMIC OPN 的方法。第一种为每次上电时 ECU 通过 I2C 写寄存器值来修改 PMIC 输出电压，但这种方法要求每次上电时都写 PMIC 寄存器。由于客户在摄像头模组制造过程中需要对摄像头传感器的 EEPROM 烧录，因此可以在此步骤中增加对 Camera PMIC 的 EEPROM 烧录作为第二种方法，以设置 PMIC 输出电压和上电时序。

5 参考

1. Texas Instruments, [Camera PMIC Spin Selection Guide](#).
2. Texas Instruments, [Powering Multiple Image Sensors with the Same Power Management IC](#).
3. Texas Instruments, [TPS6503xx-Q1 Camera PMIC Programming Guide](#).
4. Texas Instruments, [TPS650330-Q1 Automotive Camera PMIC](#).
5. Texas Instruments, [TPS650350-Q1 Automotive Camera PMIC](#).

重要通知和免责声明

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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月