

## Technical White Paper

## 汽车功能安全以及 TI 如何通过高精度位置传感器帮助客户



Nayeem Mahmud

Position Sensing

## 摘要

从蒸汽动力汽车时代到无人驾驶汽车和电动汽车，这些年来，汽车行业实现了突飞猛进的发展。随着这种发展，驾驶员和乘客的安全对于汽车行业变得越来越重要。由于车辆电气化和高级驾驶辅助系统 (ADAS) 的兴起，汽车行业越来越依赖半导体元件来实现车辆功能。作为半导体行业的重要参与者，德州仪器 (TI) 在支持汽车功能安全方面发挥着关键作用。本文探讨了汽车功能安全的概念、功能安全的重要性以及 TI 在确保我们驾驶的车辆安全方面所发挥的作用。

## 内容

1 商标.....	1
2 汽车功能安全行业标准.....	2
3 汽车功能安全的关键概念和原则.....	2
4 汽车功能安全为何很重要？.....	2
5 提供汽车功能安全面临的挑战.....	3
6 德州仪器 (TI) 在汽车功能安全方面发挥的作用.....	4
7 结论.....	5

## 1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 2 汽车功能安全行业标准

为了确保我们驾驶的车辆安全可靠，业界制定了一套功能安全标准。汽车行业最广泛认可的标准是 ISO 26262，它为道路车辆安全关键系统的设计和开发提供指南。该标准将功能安全定义为“不存在因电气和电子系统故障行为引起的危险而导致的不合理风险”。

ISO 26262 定义了一个开发流程，包括使用风险评估、故障模式和影响分析 (FMEA) 以及故障树分析 (FTA)。该标准还要求使用冗余等安全机制，以确保系统能够在运行时提供失效防护。

ISO 26262 的目标是确认将安全性融入到整个开发过程中，并在车辆设计过程中从各个方面考虑安全性。该标准规范了产品生命周期中每个步骤（包括开发、生产、运营、服务和停用）的系统硬件和软件。该标准还旨在为整个行业的安全关键系统的开发提供一个通用框架。

德州仪器 (TI) 参与此类国际标准组织有助于确保公司从设计过程一开始就将功能安全作为开发产品的优先事项。

## 3 汽车功能安全的关键概念和原则

汽车功能安全是现代汽车工程中最关键的方面之一。该过程是指电子系统或元件安全地执行预期功能的能力。这包括控制制动、转向和其他安全关键功能的系统。功能安全是一个过程，该过程涉及识别车辆中的潜在危险、评估与这些危险相关的风险以及设计和开发减轻这些风险的安全措施。制定的安全措施旨在减少车辆或车辆系统和功能造成事故或伤害的可能性。

汽车功能安全基于一系列概念和原则，包括：

**危害和风险分析 (HARA) :** HARA 是识别潜在危险并评估车辆设计和开发中相关风险的过程。HARA 有助于识别潜在的故障模式和潜在的后果，并确定适当的措施来减轻相关风险。

**安全要求 :** 这些是安全功能必须满足以达到所需的安全完整性级别的系统级要求。安全要求源自 HARA，用于指导安全功能的设计和开发。

**安全功能 :** 这些是车辆内对安全运行至关重要的功能。安全功能旨在防止或减轻发生系统故障时潜在危险的后果。

**汽车安全完整性等级 (ASIL) :** ASIL 是用于道路车辆的汽车功能安全标准 ISO 26262 定义的风险分类方案。根据 ISO26262 第 3 部分，ASIL 由严重性 (S)、暴露程度 (E) 和可控性 (C) 确定。严重程度从无伤害 (S0) 到危及生命的伤害 (S3) 分为四个等级。暴露程度从极不可能 (E0) 到极有可能 (E4) 分为五个等级。可控性也分为四个等级，范围一般可控 (C0) 至不可控 (C3)。最高危险的组合 (S3 + E4 + C3) 可能会导致该危险事件达到 ASIL D 分级。有四个 ASIL 等级：ASIL A、ASIL B、ASIL C 和 ASIL D，其中 ASIL A 是最低安全完整性等级，ASIL D 是最高安全完整性等级。

由于存在与故障相关的风险，电动助力转向 (EPS) 或集成制动控制 (IBC) 系统等汽车系统需要具有 ASIL D 功能。相反，制动灯或前照灯通常具有 ASIL A 功能。

**验证和确认 :** 这些是测试和确认安全机制的过程，用于确认这些机制满足安全要求，以达到所需的安全完整性等级。

长久以来，汽车行业一直依靠机械系统来确保车辆安全。然而，随着车辆变得越来越复杂和互连，电子系统和基于软件的系统的使用变得更加普遍。这些电子系统和基于软件的系统会更加有效，但是这些系统在解决功能安全方面也提出了独特的挑战。

## 4 汽车功能安全为何很重要？

汽车功能安全的重要性怎么强调都不为过。每年都有数千人死于车祸中或受伤。在许多情况下，这些事故是由车辆功能故障或系统故障引起的。汽车功能安全通过确保车辆的功能或系统安全并按预期运行，来帮助最大限度地降低此类事故的风险。

在过去十年中，汽车行业也出现了自动驾驶 (AD) 增长的趋势。虽然自动驾驶汽车有可能彻底改变交通运输，但自动驾驶汽车也带来了新的安全挑战。自动驾驶车辆做出的决策和执行的执行操作必须能够确保乘客、其他驾驶员和行人的安全。在确保这些系统的安全以及将与自动驾驶相关的风险降至最低方面，汽车功能安全至关重要。

## 5 提供汽车功能安全面临的挑战

提供汽车功能安全是一项复杂的任务，需要深入了解硬件、软件和物理环境之间的交互。在确保行业提供的元件安全可靠方面，半导体行业面临着多项挑战。

主要挑战之一是需要确保元件能够在各种环境条件下运行。车辆暴露在各种恶劣的环境中，包括温度、湿度和振动。这些环境因素会影响半导体元件的性能和可靠性，因此确认元件能否在这些条件下可靠运行至关重要。

现代车辆的复杂性也提出了重大挑战。车辆的互连程度越来越高，多个系统相互依赖才能正常运行。这会创建一个复杂的依赖关系网络，必须仔细设计和管理该依赖关系网络，以确认系统安全可靠地运行。

另一项挑战是需要确保元件能够在运行时提供失效防护。失效防护意味着即使发生故障或错误，系统或功能仍能安全地继续运行。这需要采用故障检测机制并使用冗余来确认系统可以检测到并响应发生的任何故障。

TI 不仅持续开发相关产品，还提供这些产品的所有必要数据和文档用于功能安全应用，可帮助应对这些挑战。例如，[TMAG5170D-Q1](#) 是一款双芯片、高精度线性 3D 霍尔效应传感器，专为各种汽车安全关键位置检测应用而设计。一个封装中的两个相同芯片使系统集成商能够利用这种完全冗余的 2 通道传感器架构来满足最高的功能安全要求。[TMAG5170D-Q1](#) 提供多种诊断功能来检测和报告系统和器件级故障，有助于实现电子换挡器或电动助力转向 (EPS) 等系统的 ASIL D 级安全等级。通过使用这种高性能 3D 位置传感器的冗余功能，系统集成商可以实现更高水平的安全性和可用性。

## 6 德州仪器 (TI) 在汽车功能安全方面发挥的作用

半导体制造商在确保其半导体元件安全可靠方面发挥着关键作用。这需要对汽车行业和功能安全的具体要求有深入的了解。TI 与汽车制造商密切合作，确保其元件与最新的系统和技术兼容。

为了确保其元件符合要求的标准，TI 遵循严格的流程来开发安全关键元件。TI 的功能安全开发流程是根据 ISO 26262 和 IEC 61508 制定的。该开发流程已获得 Technischer Überwachungsverein (TÜV) SÜD 的认证。该认证有助于确保这一类别的产品是按照功能安全标准 ISO 26262 和 IEC 61508 规定的规格开发的。要查找这些认证，请参阅[功能安全](#)。

例如，考虑使用上述开发流程开发的符合以下复杂功能安全标准的器件：

**TMAG5170-Q1** - TI 精度超高的 3D 霍尔效应传感器专为精密机电和安全关键型应用的实时测量和数据转换而设计。借助众多内置安全机制，该传感器能够达到电动助力转向柱控制模块或电子换挡器等安全关键应用的 ASIL B 级安全等级。

**TMAG6181-Q1** - 汽车高精度模拟 AMR 角度传感器专为安全关键型电机应用而开发。该产品支持多种器件和系统级诊断功能，可检测、监控和报告器件运行期间的故障。借助内置安全机制，该传感器能够达到带式起动发电机或转向角传感器模块等应用的 ASIL B 级安全等级。

**LDC5072-Q1** - 带 Sin/Cos 接口的电感式位置传感器前端。该具有 SIN/COS 输出的电感式传感器专为安全关键型高速电机位置传感而设计。该器件也可以用于线性、部分旋转和扭矩检测应用。该器件采用超过 25 种诊断和安全机制，可用于 ASIL C 级安全系统，或者采用两个器件，可满足 ASIL D 应用的要求。

TI 拥有不断增长的功能安全产品系列，其中包括非常精确的霍尔传感器和电感式传感器。该列表还包括 **TMAG5173-Q1**、**TMAG6180-Q1** 器件，这些器件专为具有 ASIL B 至 ASIL D 安全等级的不同汽车和工业安全关键型应用而开发。

## 7 结论

提供汽车功能安全是一项关键任务，需要包括半导体制造商在内的各个利益相关者之间的协作。为了满足功能安全的要求，半导体制造商必须遵循严格的流程来开发安全关键元件。这包括使用先进的仿真和测试技术，以及开发冗余和失效防护机制。

随着汽车行业的不断发展，TI 在确保我们驾驶的车辆安全可靠方面继续发挥着关键作用。通过与汽车制造商密切合作并遵循最新的功能安全标准和指南，TI 正在使这一切成为可能。

## 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