

## Application Brief

## 汽车车身电机中的位置检测



Patrick Simmons, Satyajeetsinh Jadeja, and Alicia Rosenberger

## 简介

监测电机位置对于在现代汽车中实现标准和豪华功能而言至关重要。本文档探讨了汽车中使用的不同电机模块中的各种位置检测方法和应用，这些方法和应用增强了功能和用户体验。

图 1 展示了车身电机中需要位置传感器的许多功能。

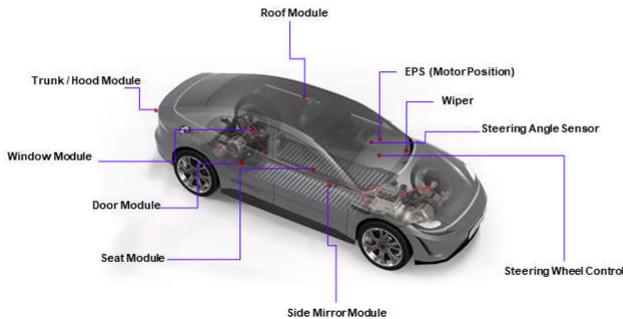


图 1. 汽车车身电机位置传感器

## 精确的位置监测

在现代车辆中，精确的位置监测对于编程的方向盘位置、侧后视镜中的路缘查看以及高级座椅调节等功能而言至关重要。这涉及到使用霍尔效应传感器等传感器为电机控制提供准确的反馈。这些电机模块的常见机械配置包括电机轴上用于驱动蜗轮的蜗杆。该蜗轮进而可用于移动圆弧齿轮、另一个蜗杆（用于实现横向移动）或杆（用于实现重复周期性移动）。有关该机械配置的直观表示，请参阅图 2。

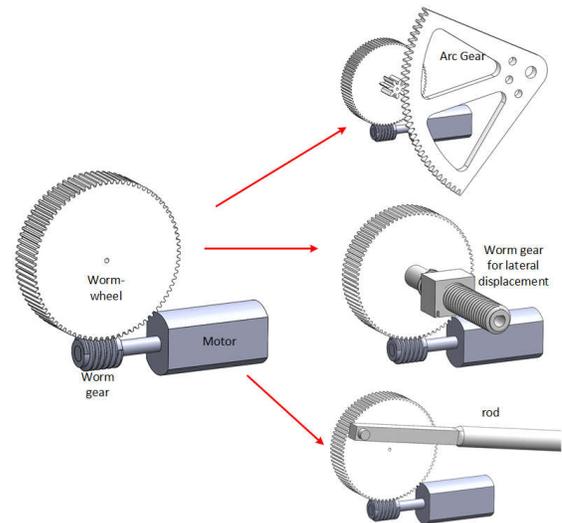


图 2. 蜗轮实现

环形磁体和径向磁体可以放在任何齿轮轴上进行电机编码，如图 3 和图 4 所示。图 3 展示了蜗杆轴上的环形磁体与 [TMAG5111-Q1](#) 等 2D 锁存器器件一起用于计算磁极转换次数。或者，可以使用两个分立式 [DRV5013-Q1](#) 1D 锁存器。任何一种方法都需要校准初始位置并将计数值存储在非易失性存储器中。图 4 展示了采用 [TMAG5170-Q1](#) 的径向磁体。径向磁体选项可以在单次旋转中提供高分辨率，无需存储器即可记住单次旋转中磁体的当前位置。

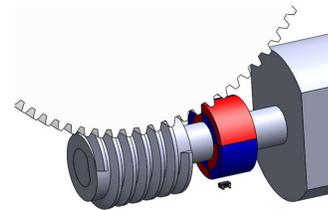


图 3. 环形磁体编码器

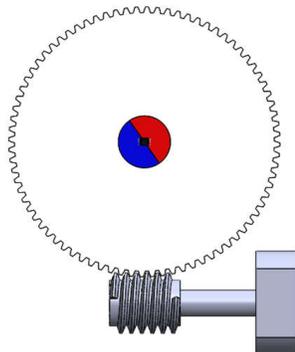


图 4. 径向磁体编码器

对于横向移动，可以使用 [DRV5055-Q1](#)（模拟输出）、[DRV5057-Q1](#)（PWM 输出）、[TMAG5170-Q1](#)（SPI 输出）或 [TMAG5173-Q1](#)（I2C 输出）等线性器件来监测磁体，如图 5 所示。

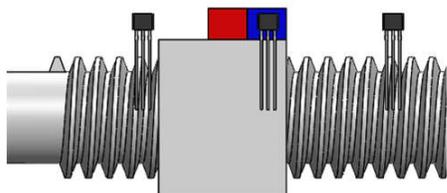


图 5. 横向移动

当磁体横向移动时（如图 5 所示），磁体的移动也可以通过机械方式转换为偏转角或俯仰角，例如侧后视镜中发生的情况。这样，对于任何机械系统而言，可能存在旋转或横向运动，因此可以使用多种潜在的方法来监测系统的状态。

### 移动终点位置监测

某些功能（如滑动门和折叠后视镜）只需要监测特定位置（例如完全打开或关闭）。除了查找默认静止位置之外，挡风玻璃雨刮器等模块通常不需要精确的位置监测。移动终点位置传感器为这些应用提供简单而有效的反馈，提示电机何时可以分离。

### 发起移动

传感器还可用于确定电机何时接合。触控按钮和接近传感器可以启动方向盘调节或车门锁分离等操作，从而提高车辆可用性和安全性。其他豪华功能（如自动折叠座椅）也可能需要传感器来检测重量或障碍物，以确保可以安全执行预期的功能操作。

### 车门模块

对于前后车门，移动终点位置监测对于验证车门是否完全关闭或打开而言至关重要。该反馈对于接合锁定装置而言至关重要。如果有遥控钥匙，则 [FDC1004-Q1](#) 等电容式传感器可用于在把手附近检测到人手时触发锁分离。此外，1D 线性锁存器（如 [DRV5015-Q1](#) 和 [DRV5013-Q1](#)）还可用于通过使用磁体并监测磁场来帮助检测车门何时完全关闭或仍然打开。

滑动门受益于精确的位置监测和移动终点位置传感器。监测车门的位置有助于保持平稳运行，同时检测完全打开或关闭状态以相应地接合电机。

### 天窗电机模块

负责天窗打开和关闭等操作的天窗电机模块依靠精确的位置监测来提供准确的移动和用户控制。[DRV5015-Q1](#) 和 [DRV5013-Q1](#) 等器件可用于检测转轮的每一次旋转，方法是检测安装在旋转轴上的磁体，然后对磁体进行计数，以帮助确定电机的位置。

### 座椅模块

标准座椅调节（包括前移、后移、升高、降低和倾斜）使用线性执行器和位置传感器提供可编程到存储器中的定制座椅位置。座椅的腰部支撑和按摩功能等高级功能需要精确的位置监测。[TMAG5111-Q1](#) 等锁存器可以跟踪调节，为用户提供定制的舒适度设置。保持正确的座椅位置（尤其是对于进入辅助）需要使用 [TMAG5123-Q1](#) 等移动终点位置开关。这些传感器有助于调节座椅和方向盘，使驾驶员方便进出。

## 侧后视镜模块

过去，驾驶员只是通过目视来调整后视镜。现在，现代车辆提供编程的用户设置，使后视镜能够根据使用的遥控钥匙、按下按钮或其他用户区分机制来自动调节。此外，豪华汽车还具有路缘查看功能，从而可以调整后视镜方向以方便泊车。这些功能可以通过 **TMAG5111-Q1** 等脉冲生成锁存器或 **TMAG5170-Q1** 等 3D 传感器来实现。

## 方向盘模块

电动助力转向 (EPS) 系统由三个重要元件组成：电子控制单元 (ECU)、电动助力电机和转向位置传感器。转向位置传感器负责检测方向盘的位置。转向位置传感器通常使用 1D 锁存传感器，例如 **DRV5013-Q1** 和 **DRV5015-Q1**。该技术融合了精确的位置监测、移动终点位置和发起移动功能，可修改方向盘的高度和距离。**TMAG5170-Q1** 和 **TMAG5173-Q1** 等器件还可用于转向位置传感器，以测量方向盘上其他 HMI 系统的位置。

## 后备箱模块

后备箱模块负责打开和关闭后备箱，可通过移动终点位置监测来帮助确定后备箱是完全打开还是关闭。如果有遥控钥匙，则 **FDC1004-Q1** 等电容式传感器可用于在后备箱附近检测到人手或用脚踢后保险杠时触发锁分

离。或者，也可以使用 **PGA460-Q1** 等超声波器件来检测保险杠附近是否有脚。该反馈对于正确使用电机和为用户提供便利而言至关重要。

## 车窗模块

每个车门都配备了一个车窗模块开关，主模块位于驾驶员车门上。这些开关利用磁传感器技术根据功能确定开关的工作状态。**TMAG5131-Q1** 和 **DRV5021-Q1** 等器件集成可用于这些应用。每个开关都连接到相应的车窗电机模块。此外，1D 锁存器 (如 **DRV5015-Q1** 和 **DRV5013-Q1**) 可用于旋转编码器。这些器件可用于在手动激活开关时接收信号，从而使车窗沿适当方向移动。为了增强车窗模块的功能并控制车窗电机的停止点，按照上一节所述实现了移动终点位置机构。

## 雨刮器模块

雨刮器模块包含各种传感器，从超声波传感器到磁传感器，不一而足。雨水感应雨刮器的操作非常简单，因为这些雨刮器利用发光二极管来检测降雨。检测到雨水后，系统会向电机发送信号，从而激活雨刮器。德州仪器 (TI) 的先进技术，尤其是 **DRV5013-Q1** 和 **DRV5015-Q1** 通过一维锁存器提供高带宽和高灵敏度，这对于旋转编码和电机换向而言至关重要。此外，如前所述，移动终点位置机构可确定何时停止雨刮器电机，从而增强了雨刮器模块的功能。

表 1. 建议的器件

检测应用	问题	推荐的传感器	传感器对功能的改善
前/后车门模块	验证车门关闭/打开的位置，以实现安全和锁定机构	<b>TMAG5124-Q1</b>	霍尔效应开关用于检测打开/关闭状态
		<b>DRV5023-Q1</b>	
		<b>TMAG5123-Q1</b>	
		<b>FDC1004-Q1</b>	电容式传感器用于在车门把手附近检测到人手时触发锁分离
滑动门模块	通过移动终点位置对滑动门进行适当的管理	<b>TMAG5124-Q1</b>	霍尔效应开关用于检测打开/关闭状态
		<b>DRV5023-Q1</b>	
		<b>TMAG5123-Q1</b>	
		<b>FDC1004-Q1</b>	电容式传感器用于在车门把手附近检测到人手时触发锁分离
天窗模块	打开和关闭天窗并了解位置	<b>DRV5013-Q1</b>	具有高带宽和低功耗的霍尔效应锁存器可以通过检测安装在旋转轴上的磁体来检测转轮的每次旋转
		<b>DRV5015-Q1</b>	
		<b>TMAG5110-Q1/ TMAG5111-Q1</b>	2D 霍尔效应锁存器可以安装在旋转的多极磁体或者转速比比主轴更快的磁体附近。这可以提供天窗的移动方向和速度
		<b>FDC1004-Q1</b>	电容式触控传感器用于天窗的开关按钮
侧后视镜模块	自动调整驾驶员侧后视镜，并在驻车模式下折叠后视镜	<b>TMAG5110-Q1/ TMAG5111-Q1</b>	2D 霍尔效应锁存器，蜗杆轴上带有环形磁体，用于了解速度和方向
		<b>TMAG5170-Q1</b>	3D 霍尔效应传感器，可以高精度和高性能地监测蜗轮上径向磁体的位置
		<b>TMAG5173-Q1</b>	
		<b>DRV5013-Q1</b>	具有高带宽和低功耗的霍尔效应锁存器，可用于通过检测安装在旋转轴上的磁体来检测车轮的每次旋转
		<b>DRV5015-Q1</b>	

**表 1. 建议的器件 (续)**

检测应用	问题	推荐的传感器	传感器对功能的改善
方向盘模块	检测方向盘的角度，并向电机提供反馈	TMAG5173-Q1	3D 霍尔效应位置传感器可以测量方向盘上其他 HMI 系统的位置
		TMAG5170-Q1	
		DRV5015-Q1	具有高带宽和高灵敏度的 1D 霍尔效应锁存器可用于电机换向
		DRV5013-Q1	
		TMAG6180-Q1/ TMAG6181-Q1	
后备箱模块	用于打开和关闭后备箱	FDC1004-Q1	电容式传感器用于在后备箱附近检测到人手或用脚踢后保险杠时触发锁分离
		TMAG5110-Q1/ TMAG5111-Q1	2D 锁存器，蜗杆轴上带有环形磁体，用于了解速度和方向
		DRV5013-Q1	具有高带宽和低功耗的霍尔效应锁存器，可用于通过检测安装在旋转轴上的磁体来检测车轮的每次旋转
		DRV5015-Q1	
		PGA460-Q1	超声波器件，用于检测是否有脚可以打开后备箱
车窗模块	用于车窗模块的电源按钮，并用于监测移动终点位置	DRV5023-Q1	霍尔效应开关用于控制模块上的按钮按压操作
		TMAG6180-Q1/ TMAG6181-Q1	2D AMR 用于圈数计数器和角度测量
		TMAG5110-Q1/ TMAG5111-Q1	霍尔 2D 锁存器用于旋转编码，以计算轴的旋转次数
		DRV5013-Q1	1D 锁存器用于了解与旋转轴相连的车窗的位置，以确定是否到达移动终点位置。
雨刮器模块	提供用于停止雨刮器电机并监测运动终点的信号	DRV5013-Q1	1D 锁存器用于了解雨刮器的运动和位置。
		TMAG5173-Q1	3D 霍尔传感器有助于确定雨刮器的确切位置
		DRV5053-Q1	1D 线性器件用于检测雨刮器是否处于默认位置

**表 2. 相关技术资源**

名称	说明
<a href="#">使用霍尔传感器、电感式传感器和电容式传感器的汽车车门把手模块</a>	有关如何使用位置传感器设计汽车车门把手模块的技术文档
<a href="#">使用位置传感器进行汽车车门把手设计</a>	有关如何使用位置传感器设计汽车车门把手模块的技术文档
<a href="#">使用线性霍尔效应传感器跟踪滑动位移</a>	有关霍尔传感器如何用于滑动检测并实现汽车滑动门应用的应用手册
<a href="#">汽车车身电机模块设计的霍尔传感器和磁体选择</a>	有关如何为特定应用选择传感器和磁体的讨论
<a href="#">增量旋转编码器</a>	有关如何将霍尔传感器用于增量旋转编码应用的应用手册
<a href="#">在汽车 HMI 应用中使用霍尔效应传感器和电感式传感器</a>	有关如何使用位置传感器设计 HMI 系统的技术文档
<a href="#">汽车超声波脚踢开启后备箱门系统中的 PGA460-Q1</a>	有关如何将超声波传感器用于脚踢开启后备箱门应用的应用手册

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司