

Manny Soltero

Position Sensing

用于家用电器的三种位置感测解决方案

包含活动器件的消费类产品已经从纯机械产品转变成通过集成电路 (IC) 实现电子控制的机电产品。以逐步改进的洗衣机为例，它最初非常简单，就是一根棍棒，或者说一根桨状的棍棒，通过在河中的岩石上捶打衣物来去除衣物上的污垢。中世纪以来，洗衣机已经从棍棒演变成了洗衣桶和洗衣板，后来又增加了绞水桶，接着洗衣桶和绞水桶又实现了电动化，最终在 1947 年转变为类似于现今产品的自动洗衣机。

现今的电器使用许多类型的传感器来测量水位、旋钮选择器和温度等。自 1990 年微控制器 (MCU) 问世后，人们可以收集电器上的传感器信息，并根据这种新数据集做出明智的决策。例如，在旋转周期，当振动导致衣物转移到内筒一侧时，MCU 以振荡运动缓慢地转动内筒，直到衣物均匀分布，然后再继续高速旋转。这样可以防止洗衣机及周围物件受到损坏。

本文介绍了借由霍尔效应和电感式位置传感器实现的三种感测创新技术，可以提升功能、可靠性、精确度和系统灵活性。

感测解决方案 1 - 增加布局灵活性的旋转编码

在洗衣机和烘干机中，旋转编码决定转筒的速度和方向，这些信息对于 MCU 管理不同的洗衣模式和旋转周期非常重要。与采用两个霍尔效应锁存器的传感器相比，通过集成了真正 2D 锁存器的单一器件来实现旋转编码，可以实现更灵活的传感器布局。2D 锁存器能够监视所有三个灵敏度轴，使设计人员可根据磁体方向选择具有两个方向灵敏度的特定器件。如果没有上述功能，两个单独的传感器会给系统设计带来挑战，因为在一些情况下，需要将一个传感器朝向一个方向，另一个传感器朝向另一个方向。

尽管旋转编码并不是什么新的概念，但是能够将 IC 放置在最方便的位置仍旧是很多双锁存器霍尔效应传感器所不具备的一项优势。此外，通过板载 2D 锁存器可以进一步提高环形磁极宽度的灵活性，如图 1 中所示。请查看 [TMAG5110](#) 和 [TMAG5111](#)，这些双路 2D 锁存器可以轻松灵活地提供数字正交签名。

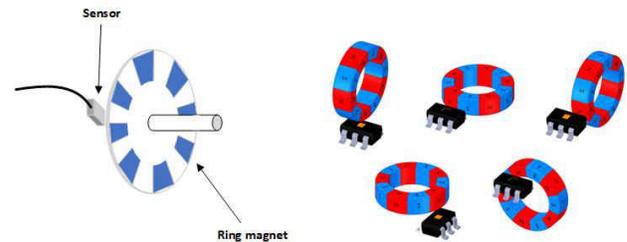


图 1. 采用环形磁体和各种传感器布局实现的旋转编码

感测解决方案 2 - 具有力检测功能的触控按钮

通常情况下，家用电器的的工作环境不太干净。对于容易发生食物溢溅（炉灶台面）和油脂堆积（抽油烟机）的环境，密封的触控按钮将是理想的设计。电感技术间接且非常准确地测量传感器线圈到金属触控按钮的距离，是此用例的理想选择，因为它可以使用实心金属片来制作触控按钮，从而将外界环境与传感器隔离开来。这项技术具有能够测量微米范围内目标的固有功能，因此可以实现非常精确的力检测，除了简单的开关之外，还提供其他按钮功能。图 2 显示了如何利用电感技术实现无缝界面。

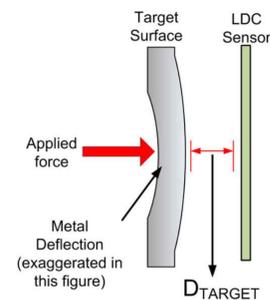


图 2. 用于触控按钮的电感式感测技术

电感式感测技术 (**LDC3114**) 提供以下优势：

- 与恶劣的外部环境完全隔开
- 非接触式感测，可靠性高
- 防油液、油脂和水渗透，性能不打折扣
- 即使用户佩戴手套，功能体验始终如一

- 经久耐用，因为传感器会自主调节来适应磨损、误触和环境变化
- 能够使用一片不锈钢实现多个触控按钮
- 通过压感触控来实现额外的触控按钮功能

表 1. 开关和传感器的优缺点

	机械开关	簧片开关	DRV5032 霍尔效应传感器	TMAG5124 霍尔效应传感器
优点	成本最低的方案	对 MCU 通用 I/O 进行脉冲将为器件供电，从而实现可变采样操作。	<ul style="list-style-type: none"> • 低功耗方案（功耗为几 mA） • 批量购买时的系统总成本为几美分 • 半导体 IC 固有的高可靠性。 	<ul style="list-style-type: none"> • 半导体 IC 固有的高可靠性 • 电流输出具备以下优势： <ul style="list-style-type: none"> - 由于固有的噪声抑制功能，布线距离更长 - 双线连接可降低布线成本（只需 V_{CC} 和 GND 引线）
缺点	会因连续使用而出现磨损，可能导致过早损坏。	<ul style="list-style-type: none"> • 需要磁体，因此会增加成本 • 需要小心处理和非标准组装，这会增加系统总成本 	<ul style="list-style-type: none"> • 需要磁体，因此会增加成本（与簧片开关的方向不同） • 需要小型印刷电路板 (PCB) 来安装传感器 	

感测解决方案 3 - 具有扩展布线功能的开合检测

机械开关或非接触式磁性开关可检测冰箱、洗衣机和烘干机等家用电器的盖门开合情况。经济实惠型电器由于价格较低，通常采用机械或磁性簧片开关。这类开关已经使用了几十年，但它们也面临挑战（请参阅表 1）。

高端电器通常采用磁性霍尔效应传感器，因为这些传感器具有多项优势（请参阅表 1，其中包括两款 TI 的霍尔效应传感器）。DRV5032 被认为是一种低功耗器件，因为该器件以低至 5Hz 的速率由内部占空比控制

工作。TI 产品系列中的其他器件能够以更低的速率进行下电上电，但需要注意的是，设计人员必须等待开通时间过后才能开始采样。

采用 TMAG5124 等双线电流输出器件比电压输出器件具有显著的优势，如表 1 中所示。图 3 显示了 TMAG5124 的高侧配置连接方式以及小型 PCB 实现方式。需要注意的是，尽管双线霍尔效应传感器确实需要 PCB，但它们的体积通常不大也不笨重。

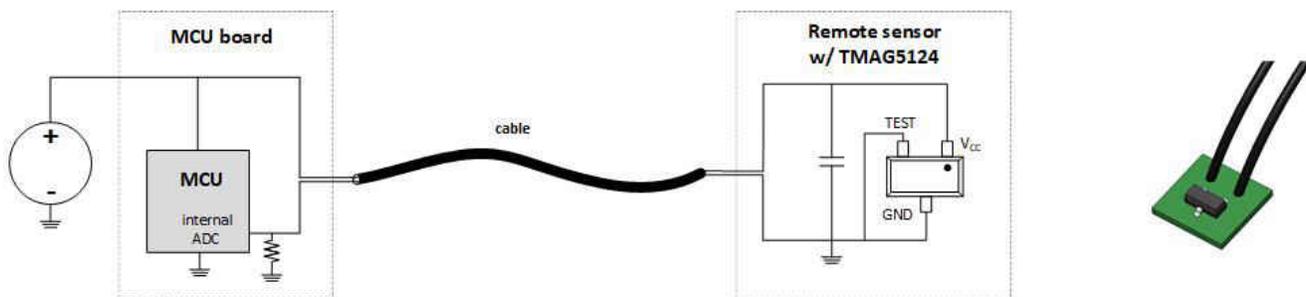


图 3. TMAG5124 双线连接和小型 PCB 实现

本应用简报中提供的位置感测设计展示了如何在家用电器中使用霍尔效应传感器和电感式传感器。如需了解具体的家用电器信息，请参阅表 2。该表列出了可使用 TI 位置感测器件实现的一些家用电器以及功能。如需了解如何在设计中使用这些功能的更多信息和资源，请访问表中的链接。参考文献一节提供了其他一些资源，其中包括开始设计工作所需的重要文档。

表 2. 主要功能和其他资料

设备	功能	链接
炉灶台面	旋转拨盘和旋钮	E2E™ 常见问题解答
烤箱	触控按钮、旋转拨盘和旋钮	E2E™ 常见问题解答
抽油烟机	触控按钮和翘板开关	E2E™ 常见问题解答
冰箱	开合检测和制冰控制杆	E2E™ 常见问题解答
洗碗机	开合检测和触控按钮	E2E™ 常见问题解答

表 2. 主要功能和其他资料 (continued)

设备	功能	链接
洗衣机和烘干机	开合检测、滚筒速度检测、水位和触控按钮	E2E™ 常见问题解答

参考文献

- 德州仪器 (TI), [利用 2D 霍尔效应传感器减少增量旋转编码的正交误差](#) 应用手册
- 德州仪器 (TI), [BOOST-LDC3114EVM LDC3114 电感式感测评估模块](#) 工具页面
- 德州仪器 (TI), [LDCTOUCHCOMCOILEVM 电感触控传感器线圈评估板](#) 工具页面

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