

Christen Waite

Position Sensing

引言

在过去的几年里，自动化走出工业环境，已通过物联网 (IoT) 集成到家庭和工作场所的各方面应用中。智能家居使我们能够安全连接许多现代创新产品，例如扫地机器人、电动百叶窗和电子智能锁，让我们的生活更加轻松。通过将这些设备连接到物联网，我们现在能够从任何地方控制我们家中的这些设备，从而提高可靠性并节省成本。

随着智能设备变得更加自主，有必要随时了解其工作状态和位置。此功能在电动百叶窗等低功耗自动化应用中尤为重要，因为在此类应用中，用户需要确信系统按预期运行。本应用简报将讨论在电动百叶窗中实现位置检测时的主要设计挑战；电动百叶窗用于使百叶窗的打开和关闭变得快速方便，同时还可降低空调和供暖成本。

电动百叶窗的工作方式

传统的百叶窗通过阻挡从窗户投射进来的光线为建筑物遮光。通过在建筑物的窗户和其余空间之间形成屏障，可以帮助保持室内温度并节省供暖和制冷成本。这些百叶窗通常通过手动拉动绳线或直接拉动百叶窗来降低。电动百叶窗的电机连接到滚轮上，滚轮由遥控器或手机应用程序进行控制，遥控器或手机应用程序可以向百叶窗发送信号来使其向上和向下移动或移动到预设位置，因此十分方便。图 1 所示为电动百叶窗中霍尔效应传感器系统的功能图。

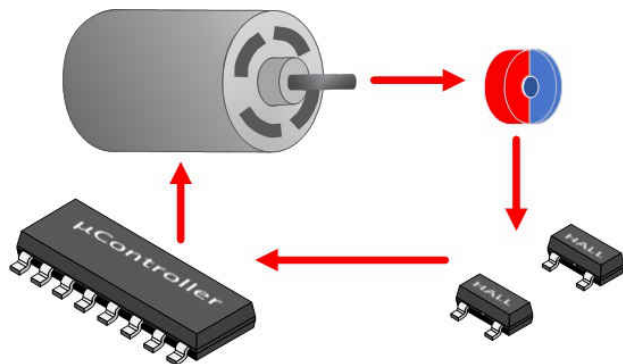


图 1. 电动百叶窗中的传感器系统

电动百叶窗的设计挑战

电动百叶窗需要不断了解其位置，以便电机在任一方向到达行程终点时不会受到张力。百叶窗还需要识别用户进行的手动调整，以便系统可以维护有关百叶窗状态的实时信息。如果系统无法检测到百叶窗的手动移动，则可能会影响系统性能并有损坏百叶窗的风险。

使用霍尔效应锁存器进行旋转编码

霍尔效应锁存器可以通过执行称为旋转编码的功能来提供精确的位置数据。增量式旋转编码器可将旋转运动转换为电信号，从而更精确地控制自动化系统。随着旋转的发生，增量编码器会产生交替的高电平和低电平脉冲，这些脉冲可以指示旋转物体的速度和方向。在电动百叶窗中，霍尔效应锁存器可以跟踪连接到电机轴的环形磁体的极性变化。此跟踪可以指示电机旋转次数，这一信息使系统能够了解百叶窗的速度和位置。在窗帘将沿两个不同方向移动的此类应用中，可以使用两个单轴锁存器或一个二维 (2D) 锁存器来指示百叶窗的位置。

单轴锁存器解决方案

当使用两个单轴锁存器 (例如 DRV5012) 来确定方向时，精确放置传感器以实现最佳 90 度正交偏移非常重要。当传感器之间的距离为每个磁极长度的一半加上任意整数个磁极长度时，便可获得 90 度偏移。理想的 90 度偏移可更大限度地提高每个状态之间的时序裕度，从而防止由机械容差、传感器不匹配和信号抖动导致的误差。图 2 中的输出信号是一个 2 位正交输出的示例，清楚地展示了四种不同的状态。

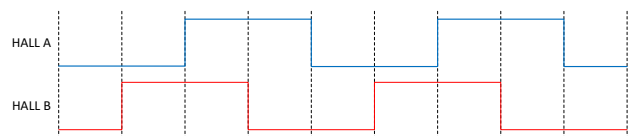


图 2. 2 位正交输出

如果在检测方向变化时出现错误，可能会导致电动百叶窗失去其位置信息并错误地检测到行程终点。图 3 的磁性增量编码器显示了与环形磁体相关的传感器配置，可实现 90 度偏移。

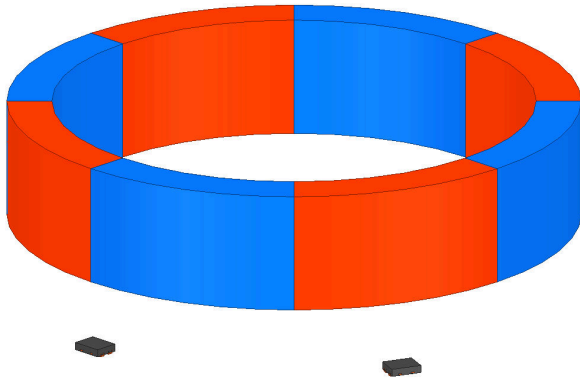


图 3. 磁性增量编码器

DRV5012 器件是一款可通过引脚选择采样率的超低功耗数字锁存器霍尔效应传感器，推荐用于功率受限的应用，例如电池供电的百叶窗。

2D 锁存器解决方案

另一种解决方案是使用 2D 霍尔效应锁存器（例如 TMAG5110 或 TMAG5111）。此解决方案可以进一步简化设计，并在传感器布局方面提供更大的灵活性。通过集成对磁场矢量的正交分量敏感的第二个霍尔元件，可以使用单个器件来测量旋转磁体的速度和方向。之所以能够实现这个过程，是因为磁体本身可以产生相差 90 度的磁场分量。这样可以消除由于放置两个单轴传感器而可能出现的任何误差。图 4 突出显示了使用 2D 锁存器时的传感器和磁体布局灵活性。



图 4. 采用环形磁体和各种传感器布局实现的旋转编码

与使用两个单轴锁存器相比，使用一个 2D 锁存器可减少布板空间，因此非常适合尺寸受限的应用，例如电动百叶窗。TMAG5110 具有两个输出信号，分别表示每个独立霍尔元件的响应。为了进一步简化设计，TMAG5111 还具有两个输出响应，分别表示磁体的速度和方向。

结论

电动百叶窗因其更加便利和节能特性而在智能家居中越来越受欢迎。霍尔效应锁存器为电动百叶窗提供了精确可靠的位置检测解决方案，并解决了需要随时了解百叶窗位置的主要设计难题。可使用两个单轴锁存器进行可靠的测量，也可使用 2D 锁存器来提高传感器和磁体布局灵活性，并且 2D 锁存器很适合功率和空间受限的应用。

表 1. 备选器件建议

器件	特征	设计注意事项
DRV5011	该器件采用 SOT-23、X2SON、DSBGA 和 TO-92 封装，最大工作阈值为 3.8mT	30kHz 的高感应带宽使该器件可用于大多数旋转应用。封装类型可适应大多数应用。该器件由 2.5V 至 5.5V 电源供电。
DRV5012	低功耗、引脚可选带宽、采用薄型 X2SON 封装。最大运行阈值为 3.3mT。	平均电流越高，采样频率越高。该器件由 1.65V 至 5.5V 电源供电。可选采样率为 20Hz 和 2500Hz。该速率应至少是预期输入频率的两倍。
DRV5013	2.5V 至 38mV 的宽电源电压范围简化了此器件在大多数设计中的应用	该器件的典型电源电流为 3mA，感应带宽为 20kHz。提供汽车和商业级。
DRV5015	该器件的最大阈值低至 2mT，有助于提高整体正交精度	工作电压限制为 2.5V 至 5.5V，典型的 ICC 电流为 2.3mA。典型感应带宽为 30kHz。提供汽车和商业级。
TMAG5110	具有双路输出的 2D 霍尔效应锁存器，用于直接监控锁存器行为，最大阈值低至 1.4mT	2D 锁存器以极少的元件数量提供设计灵活性。借助直接输出，微控制器需要计算速度和方向。
TMAG5111	双路输出转换为速度和方向的 2D 霍尔效应锁存器，最大阈值低至 1.4mT	与 TMAG5110 类似，但双路输出的格式针对速度和方向进行了调整。这对于旋转编码特别有用，但不提供锁存器行为，此行为在校正对齐以实现理想正交对齐方面非常有用。

表 2. 相关技术资源

名称	说明
增量旋转编码器	介绍旋转编码，重点介绍可以实施的各种技术。
利用 2D 霍尔效应传感器减少增量旋转编码的正交误差	2D 霍尔锁存器设计指南，其中讨论了增量编码以及如何设计以实现理想正交对齐。
使用霍尔效应传感器进行设计的 3 个常见设计缺陷以及解决方案	介绍常见的磁编码器问题以及如何使用可行的解决方案来提高性能。
TMAG511x 高灵敏度 2D 双通道霍尔效应锁存器评估模块	使用 TMAG5110 和 TMAG5111 同时使用 10 极和 20 极磁体的旋转编码实践演示。
利用霍尔效应传感器测量旋转运动的绝对角度	应用简报，其中进一步讨论了角度检测，并提供了指向其他相关内容的链接和详细信息。
TI 高精度实验室 - 了解 2D 霍尔传感器锁存器	介绍 2D 霍尔效应锁存器的有用视频。
TI 高精度实验室 - 使用霍尔效应位置传感器进行旋转编码	介绍如何使用霍尔效应传感器进行旋转编码的有用视频。

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