

Scott Bryson

Position Sensing

引言

许多用户系统需要对开关模式类型的操作进行位置检测。当使用典型的霍尔效应开关器件时，这种开关功能的开关类型相对简单，可在笔记本电脑盖、安全带、光开关和电动工具中找到。当输入磁场超过工作阈值 B_{OP} 时，传感器输出切换状态，当同一磁场分量的幅度小于释放阈值 B_{RP} 时，输出返回空闲状态。通常，该器件内置一些迟滞，有助于在磁场幅度非常接近工作阈值的情况下避免快速输出切换。

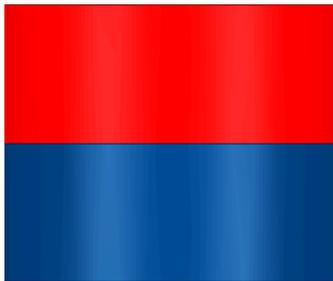


图 1. 两位置开关

此功能可在许多领域中使用。在许多情况下，两种输出状态就足够了，这种操作非常适合防止机械磨损以及灰尘和油脂的干扰。有关此类解决方案的更多详细信息，请参阅[使用霍尔效应传感器的两态选择器应用简报](#)。

多状态位置传感器

虽然许多系统只有两个预期的检测位置，但这一概念也可以纳入其他状态。简要考虑一下具有三位电源开关的工具。它可能标有“Low”、“High”和“Off”等设置。在这里，单个传感器不适合检测所有三种状态。乍一看，这可以通过为系统中的每个额外开关位置添加传感器来解决。

使用单极开关时，此模式的设计非常简单。磁体可以放置在足够接近的空气间隙处，以确保在磁体的南极朝向传感器的情况下超过最坏情况下的工作点 $B_{OP Max}$ 。当磁体位于传感器上方时，这会导致磁场矢量向上。如果磁体的行程宽度大于其自身宽度，磁场方向将向下，

传感器无法激活。只要传感器间距超过磁体的全宽，就可以放置一组传感器来创建任意数量的位置。

为了帮助选择磁体，[磁感应测距工具](#)可帮助计算条形和圆柱形磁体中各种磁性材料的预期磁场。使用迎面或滑动配置，可以针对此应用快速优化空气间隙和行程距离。

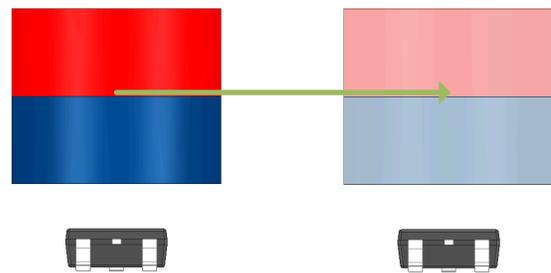


图 2. 使用两个传感器进行多位置检测

当磁体移动时，通过检查输出可以立即清楚地看到哪个位置处于活动状态。

表 1. 位置编码

位置	传感器 1	传感器 2	...	传感器 n
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
...	0	0	1	0
n	0	0	0	1

虽然这对于少量位置似乎不是很方便，但随着位置数量的增加，对构成部分的要求变得更加难以管理。有几种方法可以通过减少元件数量来解决此问题。

双极开关

具有双极开关的开关器件，例如 DRV5032DU (参见 [DRV5032 超低功耗数字开关霍尔效应传感器](#) 数据表)，有两个独立运行的输出。每个输出都对磁场的相反极性敏感，即一个传感器在器件出现北极时响应，而另一个输出在器件出现南极时响应。

使用类似这样的器件，可以使用磁体定向检测三个位置，如图 3 所示：

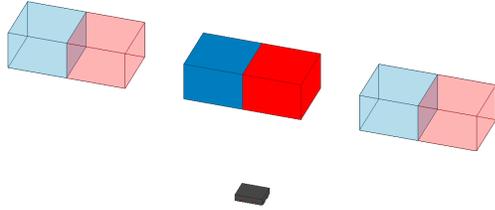


图 3. 使用单个器件的三位置开关

检查图 4 中的磁场线，很明显，对于中间位置，磁场与 PCB 表面平行。由于此传感器的灵敏度方向上没有元件，因此两个输出均未激活。然而，在磁体的任一肢体附近，磁场矢量变为垂直。当磁体位于左侧位置时，N 极敏感输出处于活动状态；而当置于右侧时，S 极敏感输出激活。

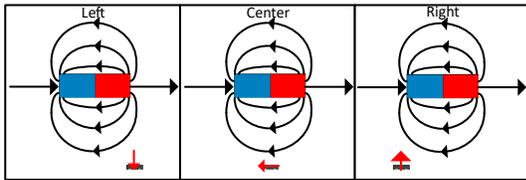


图 4. 三位置开关的磁场

一般而言，这使用磁体很容易设计，磁体的长度是开关位置间行程长度的两倍。在中心位置，磁场没有垂直分量，两个传感器都未激活。磁体运动长度的一半移动会将任一磁极放置在传感器正上方，其中有一个较大的垂直分量。同样，在选择磁体和确定机械功能时，磁感应测距工具也很有用。

如果需要三个以上的位置，可以通过放置一组彼此分开的传感器来扩展此格式，从而创建更独特的位置。使用这种方法时要小心，以确保独特的输出条件。由于使用多个器件，两个输出均处于非运行状态的中间位置不能用于多个传感器，否则会产生冲突。图 5 显示了两个传感器的输入以及每个输出受 $B_{OP\ Max}$ 和 $B_{RP\ Min}$ 限制的活动区域的示例。无法确定无阴影区域中的磁体位置。

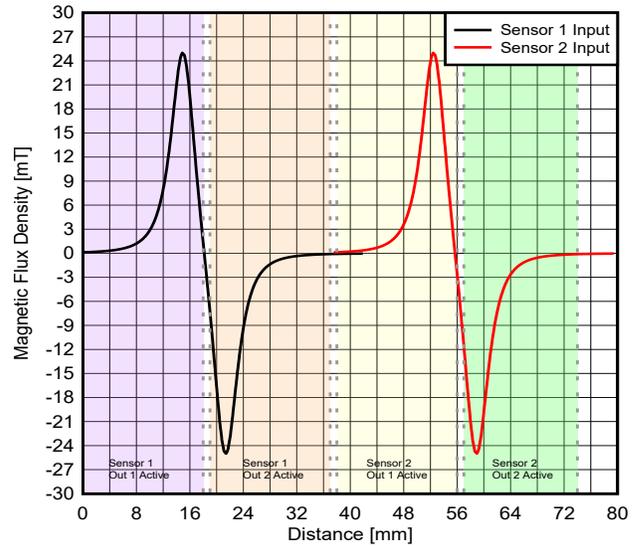


图 5. 两个传感器输入

旋转位置

多位置感应的另一种格式是旋转拨号盘，这可能是白色家电、音频设备或电动工具的常见用户控制。这可以通过将磁体的行程从线性路径更改为圆弧来实现。

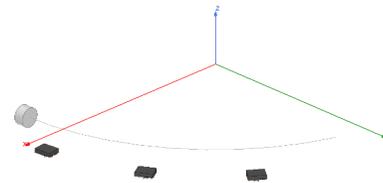


图 6. 曲线多传感器扫描

此解决方案的工作方式与之前介绍的扩展阵列类似。线性霍尔效应传感器阵列设计应用报告中提供了使用线性霍尔效应传感器实现此目的的示例。

另一种独特的旋转配置可使用 TMAG5110A2 与标准径向圆柱体磁体一起创建。如果放置在具有此磁体类型的轴上，则在一个完整旋转过程中会出现四种不同的输出条件。当超过每个输入阈值或释放点时，会观察到四个独特的输出条件。

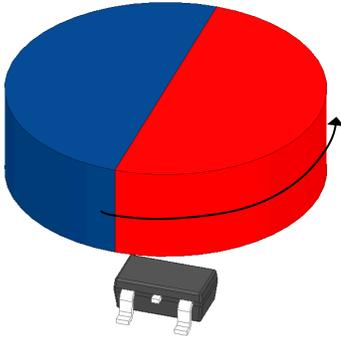


图 7. TMAG5110 同轴

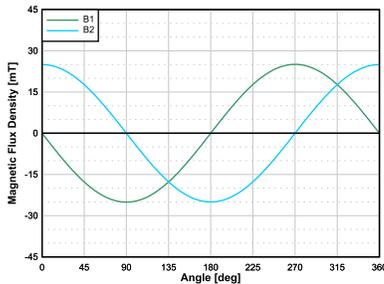


图 8. 同轴磁场输入

磁体角度	Out1	Out2
0 (360)+	0	1
90+	0	0
180+	1	0
270+	1	1

有关使用 [TMAG5110](#) 进行多位置检测的更多信息，请参阅 [增量旋转编码器](#) 应用简报。

磁编码

最后一种可以实现的方法是创建磁体的编码模式。例如，可以创建一个磁体模式来生成 2^n 输出状态，其中 n 是传感器的数量。每个传感器都可以放置在连续磁体段下方的中心位置。这种轮模式专为具有 16 种独特组合的 4 个传感器而设计。

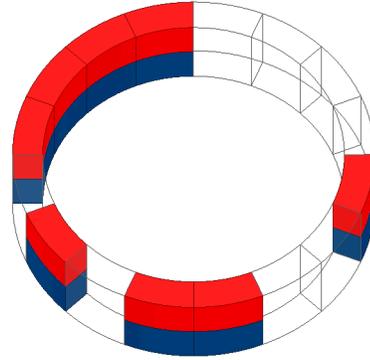


图 9. 编码磁轮

线性传感器

可以使用线性霍尔效应传感器来实现最终方法。但是，要区分每个状态，需要一种转换模拟输出电压的方法。这可以通过数字逻辑或使用比较器定义输出区域来完成。

线性传感器能够提供比三个固定位置更高的分辨率，通常更适合需要梯度输出的滑动解决方案。有关此解决方案类型的更多详细信息，请参阅 [使用线性霍尔效应传感器跟踪滑动位移](#) 应用简报。线性霍尔效应传感器选项可在 [TI.com](#) 上找到。

来自德州仪器 (TI) 的其他资源

表 2. 备选器件建议

器件	特征	注意事项
DRV5032	商用单轴低功耗霍尔效应开关，采用 SOT-23、X2SON 和 TO-92 封装	DRV5032DU 是一款灵敏的双路单极开关，具有两个独立运行的输出。一个输出专用于检测正场，另一个输出用于检测负场。
DRV5033 (DRV5033-Q1)	商用 (汽车) 单轴霍尔效应开关。此器件的 V_{CC} 最高可在 38V 下运行。	多位置开关解决方案需要阵列配置中的器件。
TMAG5110 (TMAG5110-Q1)	商用 (汽车) 双轴霍尔效应锁存器	该器件可用于使用径向圆柱体或多极环形磁体检测旋转磁体的多个位置。
TMAG5123 (TMAG5123-Q1)	商用 (汽车) 单轴平面霍尔效应开关。此器件的 V_{CC} 最高可在 38V 下运行	平面传感器能够检测与采用表面贴装封装的 PCB 表面平行的磁场分量。多位置开关需要阵列配置中的器件。
TMAG5231	商用单轴低功耗霍尔效应开关	此器件提供比 DRV5032 更严格的阈值容差。多位置开关解决方案需要阵列配置中的器件。
TMAG5124 (TMAG5124-Q1)	采用 2 线配置的商用 (汽车) 单轴开关	该器件采用 SOT-23 封装，输出状态可通过测量 I_{CC} 进行监控。该器件对于遥感应用特别有用。

表 3. 支持资源

名称	详细信息
使用 TI 霍尔效应传感器设计单位置和多位置开关	包含单位置和多位置开关设计注意事项的详细指南
使用霍尔效应传感器的两态选择器	一份介绍设计双位置开关基础知识的应用手册
增量旋转编码器	一份介绍增量编码的应用手册
磁感应测距工具	一款有用的计算器工具，能够提供磁体选择和行程指导
使用线性霍尔效应传感器跟踪滑动位移	一份介绍线性霍尔效应传感器面向磁体滑动行程配置的应用手册

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