

# 具有真正上电能力与零功耗的多圈位置传感器(TPO)

Stephen Bradshaw, 产品应用工程师  
Christian Nau, 产品营销经理  
Enda Nicholl, 战略营销经理

## 摘要

本文概述了当前用于实现真通电(TPO)多圈传感功能的方法, 并介绍了一种将重塑工业与汽车位置传感市场的简化新解决方案。无论是否具有磁系设计经验, 设计者都可以使用这个简化的系统来替代笨重且昂贵的传统解决方案。

## 简介

位置传感器和编码器在汽车和工业应用中无处不在, 在这些应用中, 自始至终都知道系统的位置是至关重要。然而, 现有位置传感器和编码器只能提供单圈或360° TPO的位置信息。需要多次旋转或更宽测量范围的TPO位置信息的系统通常集成备用电源, 用于在意外断电后跟踪并记忆单圈传感器的多次旋转, 或是关断或断电期间跟踪多圈运动。或者, 可向系统中增设齿轮减速机构, 将多次旋转减少至单圈, 并与单圈传感器结合使用, 用以查找TPO的多圈位置信息, 这些解决方案均昂贵且笨重。并且对于电池备用系统, 还需要定期维护合同。

旋转编码器和线性编码器是应用中使用的关键设备, 在这些应用中, 系统设计者需要确保机械系统的位置始终为闭环控制所知, 即使是在正常运行周期的一部分或意外断电之后。系统设

计者面临的挑战是确保即使在断电后也能获取TPO位置。如果系统状态丢失, 则需要通过一个冗长且往往复杂的过程将系统重置为已知状态。

## 传统解决方案

现代工厂越来越依赖机器人和协作机器人来缩短生产周期, 并提高工厂吞吐量和效率。与标准机器人、协作机器人和其他自动化装配设备相关的主要成本和低效的原因之一是在运行过程中突然断电后所需重新归位并初始化电源的停机时间。由此导致的停机时间和生产力的损失代价高昂, 而且运行效率很低。虽然这个问题可以通过备用电池、存储器和单圈传感器解决, 但这些解决方案都有局限性。电池包的使用寿命有限, 需要通过维护/服务合同来管理电池更换。在某些存在爆炸风险的环境中, 电池包中可存储的最大能量是有限的。储能的减少导致维护周期缩短, 必须更频繁地更换电池。

备用电池的替代方案是使用Wiegand导线能量收集模块。这些模块使用经过特殊处理的导线, 其外壳磁感矫顽力远远高于内芯矫顽力。当磁场旋转时, 不同的矫顽力在器件输出端产生电压尖峰。尖峰可用于为外部电路供电, 并记录铁电随机存取存储器(FRAM)中的圈数。

由ADI公司开发的磁性多圈存储器不需要外部电源来记录外部磁场的旋转次数。因而可以减小系统尺寸并降低生产成本。

### 多圈传感器技术

磁性多圈传感器的核心是由巨磁电阻(GMR)元件的多个纳米线组成的螺旋状GMR材料。传感器的工作原理基于形状各向异性以及在外部磁场的情况下在畴壁生成器中生成的畴壁。当外部磁场旋转时，畴壁通过附着于畴壁生成器的窄螺旋轨道（纳米线）传播，如图1所示。

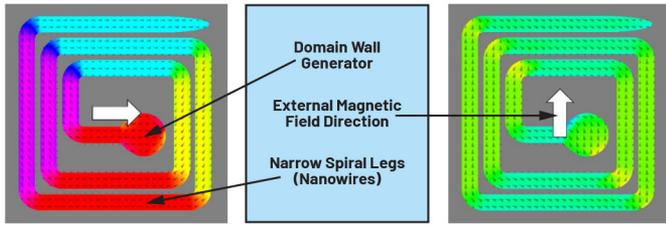


图1. 多圈工作原理。

当畴壁通过螺旋支腿结构时，每个螺旋支腿元件的状态都会发生变化。由于这些元件由GMR材料制成，可通过测量其电阻来确定每个元件的状态。该传感器仅依赖于外部磁场，计算旋转计算操作不需要额外的备用电源或能量收集技术。当传感器重新通电时，无需进一步的用户操作或系统重置可直接读取圈数状态。

### 可简化系统设计的组合技术解决方案

ADMT4000的顶层方框图（如图2所示）将上述GMR多圈传感器与高精度AMR角度传感器和集成信号调理IC结合，提供一种能够提供以 $\pm 0.25^\circ$ 的典型精度记录46圈或16560°运动的解决方案。集成信号调理IC可进一步增强系统功能以支持谐波校准，从而消除应用中因磁性和机械公差所导致的错误。ADMT4000通过SPI或SENT接口提供绝对的46圈（0°至16560°）数字输出。

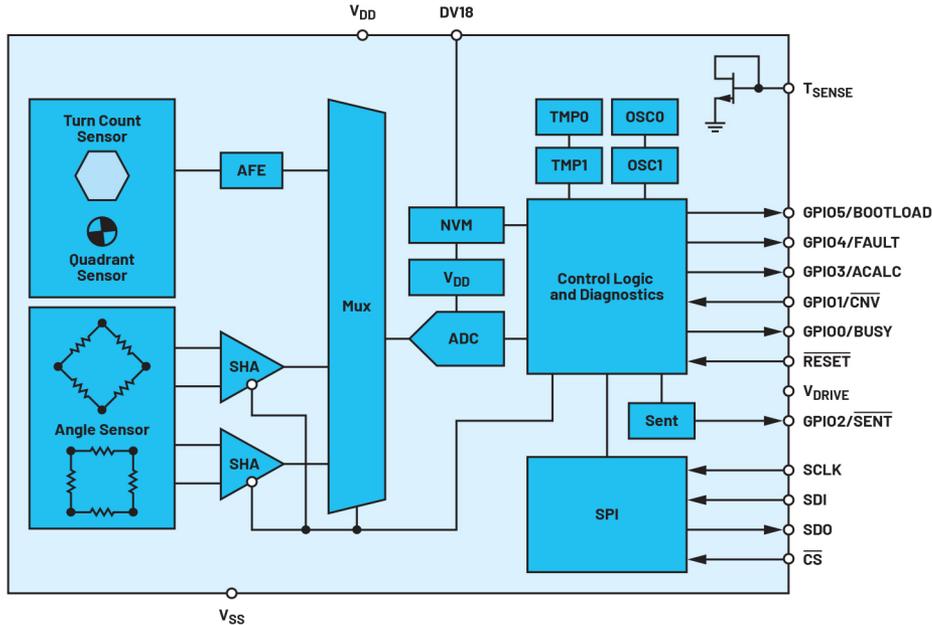


图2. ADMT4000多圈传感器方框图。

ADMT4000位于安装在旋转轴上的偶极磁铁对面，如图3所示。

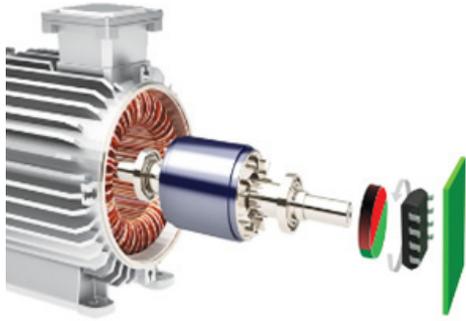


图3. ADMT4000典型应用装配。

ADI公司正在准备一种磁性参考设计，使几乎没有磁性设计能力的用户能够在其应用中轻松采用ADMT4000。可除了磁芯设计之外，该参考设计还将提供对杂散磁场的抗扰性和鲁棒性，使客户能够在恶劣环境中部署该传感器。产生杂散磁场的干扰源很多，尤以靠近电动机或制动器旁带电流的导线为甚。

ADMT4000的功能在许多工业应用中都极具价值，包括发生停电或断电时的机器人和协作机器人手臂关节位置跟踪（见图4）。其他工业应用包括在工业自动化、机床或医疗设备应用中对x-y表进行绝对和TPO跟踪（如图5所示）。其他旋转到线性应用包括但不限于通电时线圈、卷筒、线轴、卷轴、起重机、绞车和升降机的圈数计算（图6）或停电或断电时的运动跟踪。

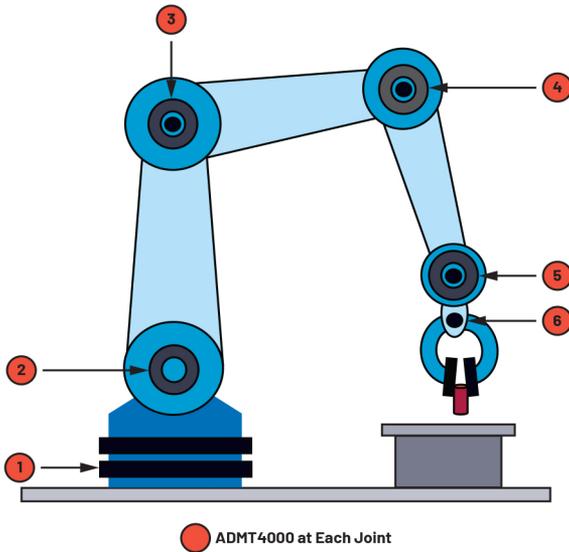


图4. 机器人/协作机器人应用中的ADMT4000。

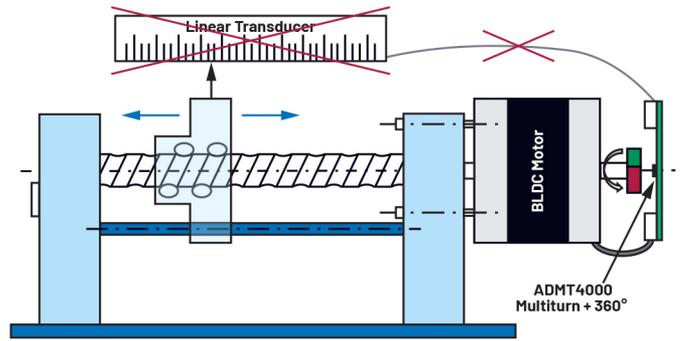


图5. 旋转到线性致动器应用中的ADMT4000。

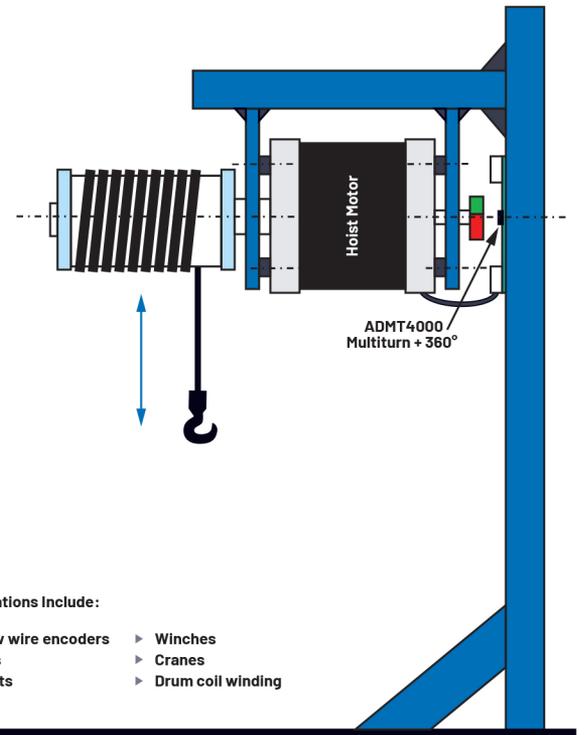


图6. 拉线编码器应用。

此外，ADMT4000提供的TPO位置传感对于汽车应用而言具有重要价值，包括但不限于变速箱制动器（图5）、电动助力转向器包括线控转向器(EPS)（图7）、停车锁致动器、其他通用致动器和安全带卷收器（图8）。

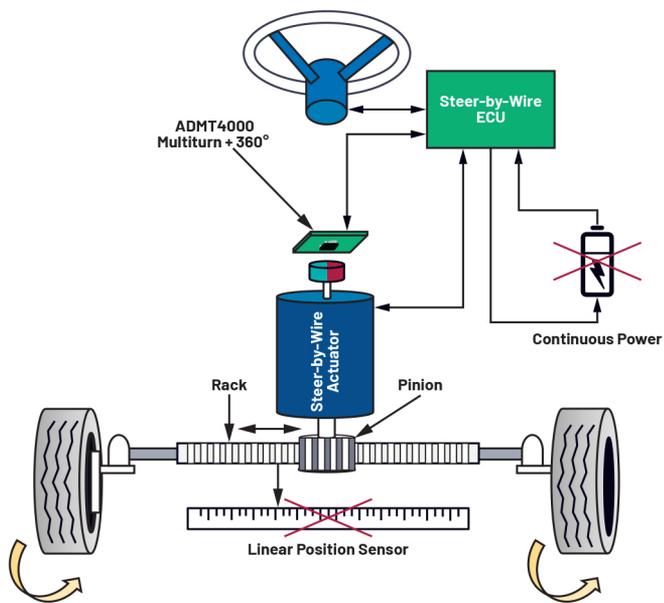


图7. 线控转向应用。



图8. 安全带卷收器应用。

ADMT4000的尺寸、成本和工作温度范围使其得到了广泛应用，包括汽车和工业领域的安全关键应用。汽车安全关键应用符合ISO 26262标准和特定的汽车安全完整性等级(ASIL)。ADMT4000将作为ASIL-QM或ASIL-B(D)提供，以适应需要和不需要高级ASIL或SIL功能的应用。

## 结论

ADMT4000和首款集成式TPO多圈位置传感器旨在显著降低系统设计的复杂性和工作量，最终实现尺寸更小、重量更轻、成本更低的解决方案。ADMT4000的易用性将使无论是否具备磁性设计能力的设计人员均能够为当前应用添加或改进现有功能，并为许多新应用打开大门。

要了解有关ADMT4000和磁性参考设计的更多信息，请联系您当地的ADI销售团队，他们将很乐意讨论您的要求和应用，或者访问[analog.com/magnetics](http://analog.com/magnetics)。



## 作者简介

Stephen Bradshaw拥有利兹大学电气工程学士学位，以及格拉斯哥大学光电学硕士和博士学位。在职业生涯的早期，Stephen曾负责意法半导体第一代手机摄像头中所用镜头的设计和表征，然后在Maroni钻研Gbps光收发器并在Nanotech Semiconductor参与了大部分光收发器的研发工作。Stephen在ADI公司工作已有10余年，期间担任应用工程师，为锂铁和铅酸电池监控产品线及磁性位置传感器业务提供支持。



## 作者简介

Christian Nau是ADI公司的产品营销经理，拥有汽车电子和传感器方面的背景。他于2015年加入ADI公司，担任现场应用工程师和主题专家，为欧洲、中东和非洲地区的磁性传感器业务提供支持。自2019年以来，Christian一直在ADI公司的磁性传感器技术事业部工作，为现有产品的客户合作项目提供支持，并为该事业部未来在多个市场的发展方向出谋划策。



## 作者简介

Enda Nicholl是ADI公司驻爱尔兰利默里克的磁性传感器战略营销经理。Enda是一名机械工程师，于2006年加入ADI公司。他在传感器和传感器接口产品领域拥有近30年的经验，涉及广泛的应用和市场，包括汽车和工业。在整个职业生涯中，Enda一直从事产品应用、现场应用和销售，以及战略业务开发和营销。

