



如何为您的应用选择最适合的微功耗开关或锁存器磁传感器

By Allegro MicroSystems

引言

在快速发展的电子器件领域，在不影响性能的前提下优化功耗是工程师面临的一项重要挑战。

本应用笔记讨论了微功耗霍尔传感器的工作原理，这些原理对优化现代电子系统的运行效率和应用性能至关重要。随着行业向更加注重功耗的应用方向发展，选择与应用中特定需求正确匹配的器件也越来越需要了解与微功耗器件相关的权衡。

本应用笔记讨论了微功耗开关和锁存器磁传感器的基本原理，并提供了用于提高系统性能的全面的器件选择指南和无源元件集成指南。

满足一个低功耗世界的需求

延长电池寿命和提高能源效率的需求促进了微功耗应用在各个领域的普及。许多市场和应用可以从微功耗磁传感技术中获益良多。

在智能家居中，微功耗开关和锁存器传感器使高能源效率门锁和电表防篡改检测成为可能，从而增强了设施安全并防止了能源盗窃。窗户、门和便携式电子设备（如手机、平板电脑和笔记本电脑）的开/关检测系统也依靠微功耗磁传感器实现了高效节能运行。暖通空调 (HVAC) 系统在阻尼器、阀门和电磁线圈中使用微功耗开关/锁存器传感器，以实现精确控制和更好的能源效率。能量收集应用（从周围环境中收集能量的应用）也受益于微功耗传感器，以最大限度地利用收集的能量。

这些应用展示了微功耗磁传感技术在消费、工业和汽车领域优化能源效率和延长电池寿命方面的多元化实例。这些应用都有独特的要求，必须考虑这些要求以确保系统工作在最佳状态。

例如，笔记本电脑的开/关检测系统必须对于用户有足够的响应速度，同时也必须足够节能以在充电前保障电池电量。此外，对于不频繁监测环境的电池供电的防篡改系统，具有较慢的刷新率和响应时间的传感器可能更为合适，从而在设计中充分利用其低功耗特性。像Allegro

[APS11753](#)^[1]和[APS12753](#)^[2]微功耗霍尔传感器权衡了这些和更多应用中所需的性能、低功耗和设计灵活性。

图1说明了微功耗磁传感应用的范围及其在功耗和响应时间之间的权衡。

超低功耗系统经常使用纽扣电池。因此，必须保证传感器在低电池电压供电时保持性能的能力。Allegro

APS11753和APS12753的供电电压范围为2.2 V至5.5 V，简化了将高性能磁传感器集成到节能电池供电的设计过程。

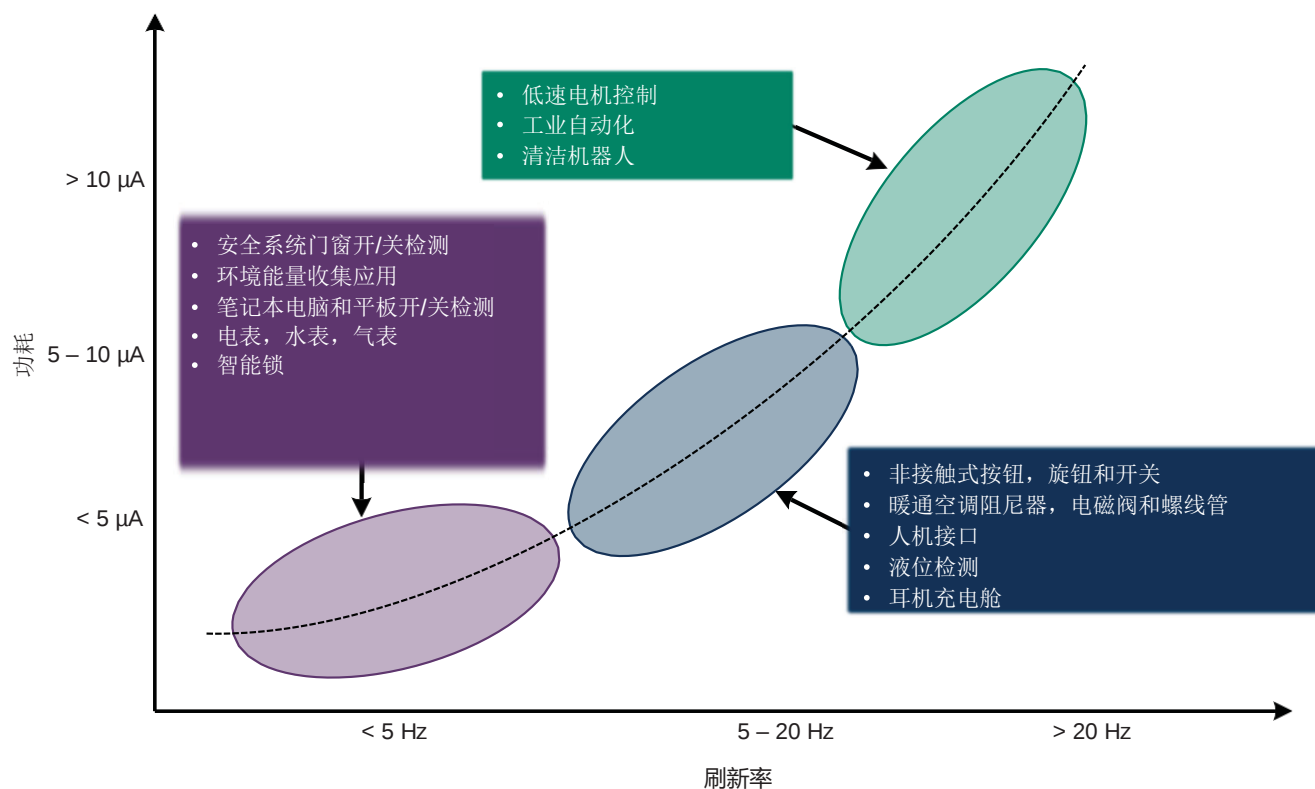


图1: 微功耗器件的应用

^[1] <https://www.allegromicro.com/en/products/sense/switches-and-latches/micropower-switches-latches/aps11753>

^[2] <https://www.allegromicro.com/en/products/sense/switches-and-latches/micropower-switches-latches/aps12753>

微功耗锁存器和开关：降低功耗

微功耗磁开关或锁存器的目标是最小化功耗，同时保持应用所需的功能和性能。为实现这一目标，APS11753和APS12753通过内置的占空比机制减少平均电流消耗，该机制定期激活和关闭传感器的内部电路。这个循环过程包括两个不同的阶段：一个“唤醒”阶段(t_{AWAKE})和一个“睡眠”阶段(t_{SLEEP})（见图2）。

唤醒阶段 (t_{AWAKE})

在唤醒阶段的短暂时间内，传感器和信号通路处于激活状态，传感器进入稳态并测量磁场。为了最小化能量消耗，唤醒阶段的持续时间必须设计得刚好足够进入稳态和准确采样。

睡眠阶段 (t_{SLEEP})

为了节省功耗，在唤醒阶段之后，传感器和信号通路电路关闭。在这个睡眠阶段期间，输出锁定为最后采样的状态，无论外部磁场有任何变化，都保持该输出状态。对于大多数应用来说，睡眠阶段对系统工作没有显著影响。

平均电流消耗 ($I_{CC(AVERAGE)}$)

对于微功耗开关或锁存器，平均电流消耗($I_{CC(AVERAGE)}$)由睡眠和唤醒阶段的电流消耗($I_{CC(AWAKE)}$ 和 $I_{CC(SLEEP)}$)的加权平均值确定，通常计算为：

$$I_{CC(AVERAGE)} = \frac{I_{CC(AWAKE)} \times t_{AWAKE} + I_{CC(SLEEP)} \times t_{SLEEP}}{t_{AWAKE} + t_{SLEEP}}$$

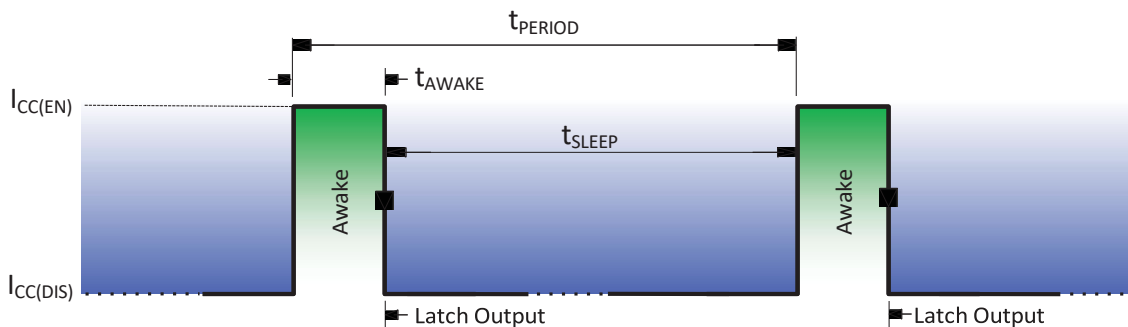


图2: 器件输出周期性刷新

输出电气配置

通常情况下，磁开关或锁存器传感器具有开漏或推挽式输出配置。具有开漏配置的设备需要外部上拉电阻才能正常工作。通过该电阻的电流也必须计算在系统的整体功耗中。使用较大的电阻值来减小电流消耗似乎是一个浅显的设计思路；然而，在实际设计中，传感器输出晶

体管的漏电流会产生偏移，这限制了上拉电阻的最大值。

针对低功耗应用，通常最好选择像APS11753或APS12753这样具有推挽式输出的器件。在这种配置中，内部集成的晶体管用于上拉输出，从而避免了外部上拉电阻及其相关的功耗。这种方法还节省了所使用的器件数量。

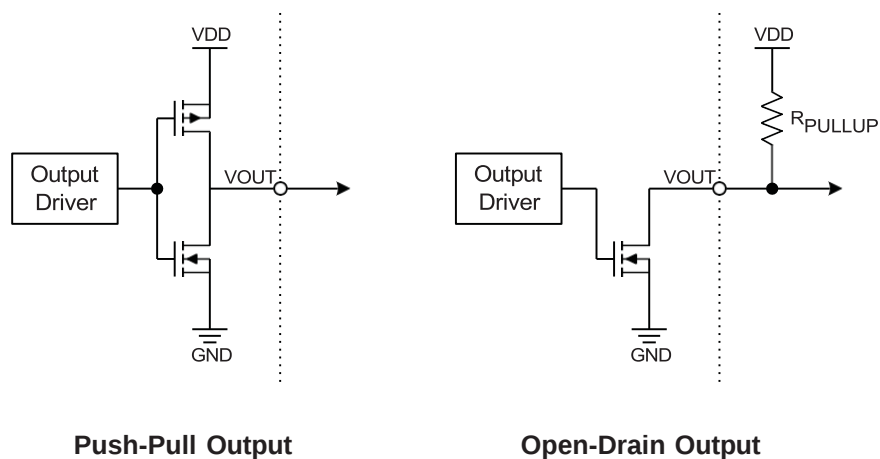


Figure 3: Output Driver Configuration Comparison

刷新率与电池寿命的关系

为满足特定应用要求，APS11753和APS12753在器件响应时间和功耗方面提供了灵活的可选配置。为说明这一点，图4展示了一个纽扣电池充电状态的仿真。该仿真采用了两种不同配置的低压微功耗开关APS11753用于估算电流消耗。可以观察到，刷新率的不同很大程度上会影响电池寿命：

- $t_{\text{SLEEP}} = 1.5 \text{ ms}$ 的器件在4,000小时内耗尽电池电量。
- $t_{\text{SLEEP}} = 48 \text{ ms}$ 的器件在47,000小时后耗尽电池电量。

结论

选择合适的微功耗开关或锁存器，必须仔细考虑功耗要求，并与所需的传感器刷新率保持平衡。

本应用笔记：

- 探讨了微功耗霍尔传感器（如Allegro APS11753和APS12753器件）的功能和优势；
- 强调了霍尔传感器选型对实际应用中功耗和电池寿命的影响。

通过理解并考量这里提到的关键因素，工程师可以更有信心地选择先进的Allegro MicroSystems磁传感器解决方案，以满足其特定应用要求，创造一条创新、节能设计的前路。

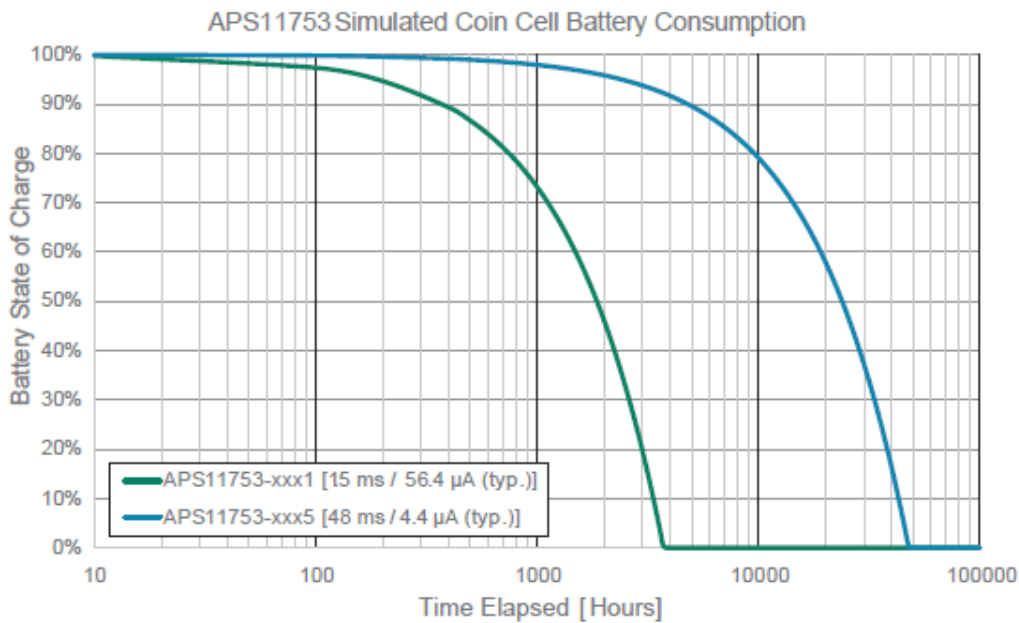


Figure 4: APS11753 Simulated Battery Life Comparison

Revision History

Number	Date	Description	Responsibility
–	January 8, 2025	Initial release	J. Bader

Copyright 2025, Allegro MicroSystems.

The information contained in this document does not constitute any representation, warranty, assurance, guaranty, or induce- ment by Allegro to the customer with respect to the subject matter of this document. The information being provided does not guarantee that a process based on this information will be reliable, or that Allegro has explored all of the possible failure modes. It is the customer's responsibility to do sufficient qualification testing of the final product to ensure that it is reliable and meets all design requirements.

Copies of this document are considered uncontrolled documents.