

几乎所有步进电机驱动器都具有多种衰减模式，例如慢速、快速和混合衰减模式。虽然具有固定快速衰减量的混合衰减模式通常在纯快速和慢速衰减之间实现良好平衡，但仍会出现某些问题，例如：

- 非正弦电流波形和电流调节损失。
- 线圈电流波形中的重复图形通常落在可听频率范围内，从而导致电机运行时声音嘈杂。
- 传统的固定/快速衰减模式也需要由用户进行调整以确定有效的解决方案，并且调整通常既漫长又耗时。
- 固定/快速衰减模式不会根据电源电压、负载电流、电机参数和步进频率的变化自行调整。

图 1 展示了在具有固定快速衰减百分比的衰减模式下，步进器的线圈电流波形。混合衰减模式没有使用足够快的衰减来正确调节电流，因此该波形会在下降阶跃时失真。这种电流失真导致电机扭矩不均，运行时会产生振动和噪声。

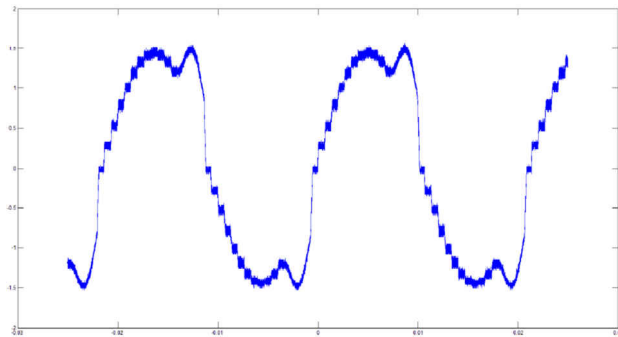


图 1. 慢速/混合 (快速占 30%) 衰减模式下的线圈电流波形

步进电机中的另一个噪声源来自步进驱动器中的 PWM (脉宽调制) 电流斩波方案引起的磁致伸缩。步进电机驱动器使用 PWM 电流斩波方案来定期打开和关闭 H 桥并调节线圈电流。磁致伸缩 (线圈在不断变化的磁场中的机械变形) 将 PWM 开关频率转换为可闻机械振动。通过将开关频率推出可闻范围之外并降低纹波电流的幅度来减轻磁致伸缩产生的影响。

系统级设计人员会花费大量时间来尝试，以确保电机无噪声运行。传统的固定/快速衰减模式会尽可能通过增加 PWM 开关频率、增加微步电平 and 降低线圈电流电平来缓解该问题。然而，这些措施都不能保证电机在所有操作条件下安静而平稳地运行。

为了确保电机安静而平稳地运行，理想的衰减模式将是自适应衰减模式，它可以随着电源电压、电机电感和电阻、负载电流、电机速度和许多其他参数在运行过程中的变化而改变快速衰减的百分比。这样的自适应衰减方案将不需要任何调优。

DRV8424、DRV8426、DRV8436 和 DRV8886AT 等 TI 的步进驱动器具有智能调优衰减模式，这是一种自适应衰减方案。智能调优可适应不断变化的操作条件和电机参数，从而使步进电机更顺畅地运行。智能调优还通过防止电流调节损失的方式尽可能地减少电机噪音和振动。

与图 1 中电机的线圈电流波形相同，但具有智能调优衰减模式，如图 2 所示。

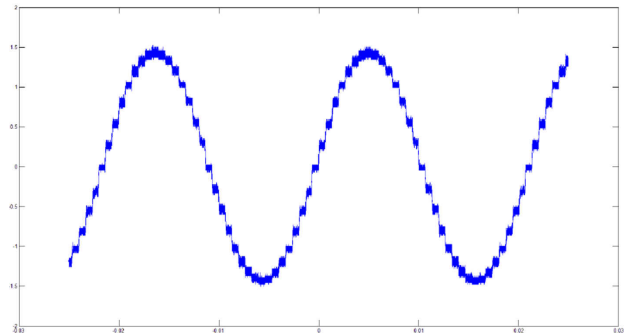


图 2. 智能调优 (纹波控制) 下的线圈电流波形

图 3 和图 4 详细显示了分别使用慢速/混合衰减模式 (下降阶跃时，快速衰减占 30%) 和智能调优衰减模式时线圈电流形状的差异。

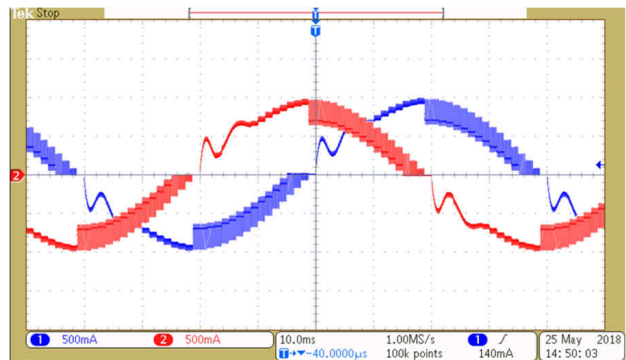


图 3. 慢速/混合 (快速占 30%) 模式下的线圈电流波形

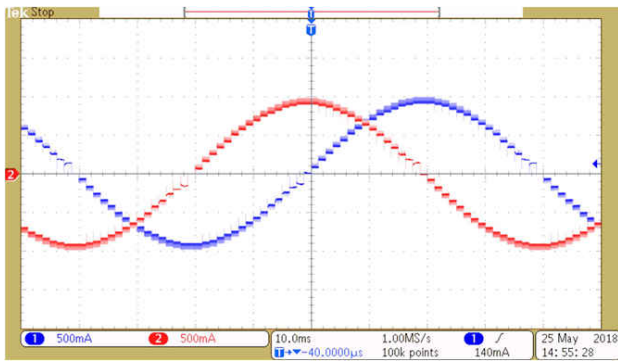


图 4. 智能调优模式下的线圈电流波形

显然，智能调优使波形更为平滑，从而使电机运行得更安静。

图 5 比较混合衰减和智能调优在可闻频率范围内的功率频谱。很明显，在混合衰减操作模式下产生的噪声比在智能调优模式下多 10dB 至 20dB。

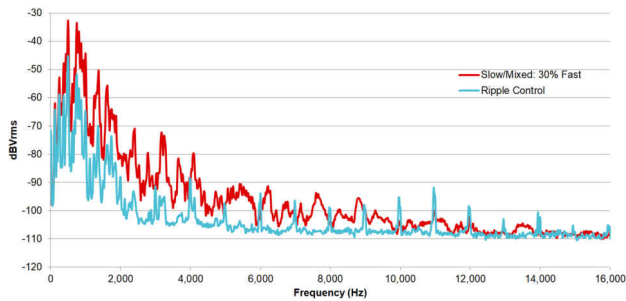


图 5. 功率频谱比较

低频分量对于混合衰减比对智能调优更重要——这会导致产生混合衰减操作模式，从而导致电机发出可闻噪声和振动。智能调优模式下的总体噪声水平较低，这是智能调优卓越的自动调优能力的结果，可生成近乎理想的正弦电流波形。

重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com.cn](https://www.ti.com.cn) 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。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122

Copyright © 2021 德州仪器半导体技术（上海）有限公司