

汽车应用中的电机驱动设计实例

在汽车中，水泵、油泵和助力转向泵这些负载仍由发动机直接驱动，采用电机驱动这些负载，可大大简化机械设计，无需采用皮带和转轮，同时节省发动机舱内空间。AUIR3330S 提供了一个可以全速范围驱动任何类型电机的解决方案，其主动 di/dt 控制实现了 EMI 及开关损耗性能的优化。

电机的采用

我们需要追溯至多年前，回顾那段车辆不使用电机的时期。那个时候，车辆是通过手摇曲柄进行发动的，发动机冷却风扇和雨刷器与发动机进行机械连接。电机与内燃机迅速结合在一起，这种结合最初主要是出于舒适度方面的考虑。这些电机都是低功率电机 (<100W)，通常只需要一个简单的继电器驱动负载，它们是提升系统效率和性能的最佳选择。随着电机开始投入安全应用，例如防抱死制动系统和牵引力控制系统，电机需要更加可靠的驱动系统。

然而，最近，汽车工业将注意力转向了降低油耗。绿色交通的压力已经迫使工程师尽可能为车辆找到智能、有效的解决方案。电机在由智能电子设备驱动的情况下，能够实现卓越性能。电子解决方案尤其适用于高功率电机 (>100W)。尽管现代汽车中的发动机冷却装置和鼓风机现在都采用电子功率控制，但电机的应用范围仍然很广。汽车中的许多功能依然使用与内燃机连接的机械系统。电子控制能够在效率方面带来显著的改善，水泵和油泵就是很好的例子。利用电气控制方式，功率能有效传输给电机，使电机在任何时候都能够准确地满足功率需求。

变频技术为汽车领域带来重大机遇

车辆发动机冷却装置和鼓风机应用变频电机控制是最新的一个创举。老款车型的发动机冷却装置和鼓风机都使用由电阻器和继电器构成的转速控制系统。采用该系统，电机的转速被限制为几个离散值。实现任何转速值都需要一个电阻器与电机串联。电机的转速不能针对功率需求实现最优化，因而这一解决方案的性能极低。导致大多数情况下典型效率低于 50%。

电力电子技术的最新发展使变频电机控制成为许多应用的首选解决方案。使用变频控制，在整个负载范围内能够实现高于 90% 的典型系统效率。以典型的 400W 发动机冷却风扇为例，在典型负载周期内，采用电子控制器的功耗比电阻风扇控制器少 100W。节省的这 100W 功率相当于每 100km 的燃料消耗量约减少 0.1L。



图 1:典型的 400W 发动机冷却风扇

采用 PWM 控制技术驱动电机所面临的挑战是要符合 EMI 要求。在 20 kHz 时，系统会在电池侧产生噪声。接通和关断期间的电流斜率 di/dt 是 EMI 的主要来源。为了符合 EMI 要求，必须在电池和逆变器之间连接一个无源滤波器。这一滤波器通常由两个大电容和一个电感组成。滤波器的成本是整个系统的一项重要成本。在使用 MOSFET 的简单系统中，减小 di/dt 的唯一方法就是在栅极插入一个电阻器以减缓开关速度。这样做会大大增加开关损耗，降低系统效率，并且需要加大散热器的尺寸。在这样的系统中，需要权衡 EMI 滤波器和散热器的尺寸。

AUIR3330S 针对输出采用专有 di/dt 控制，以减少电池板的传导辐射。这种主动 di/dt 控制实现了 EMI 及开关损耗性能方面的优化，不必再受制于 EMI 滤波器和散热器的尺寸权衡。这一特征的实现需要在 MOSFET 中形成特定的栅极，使用分立元件是无法实现的。对于带有驱动器的 MOSFET 一般应用而言，开关时间的控制是通过使用栅极电阻控制驱动电流实现的。此外，AUIR3330S 提供了一个可以全速范围驱动任何类型电机的解决方案。高集成度使设计师能够设计一个紧凑的解决方案。只需利用很少的外部组件，就可快速实现全速范围设计。

主动 di/dt 控制

接通过程中，驱动器会应用大电流以便尽快达到 MOSFET 阈值。电流开始流入 MOSFET 时，栅电流降低以限制 di/dt 。当漏-源电压开始下降时，栅电流升高以限制开关损耗。与电阻器驱动 MOSFET 相比， di/dt 阶段开关损耗相同，但是在 dv/dt 阶段开关损耗要低很多。因此，在相同 EMI 水平下，AUIR3330S 的功耗低得多，只需要一个较小的散热器。主动 di/dt 控制需要一个复杂的驱动器，能够在开关不同阶段采用不同的栅电流。AUIR3330S 还包含了用于检测 di/dt 和 dv/dt 阶段的智能电路。

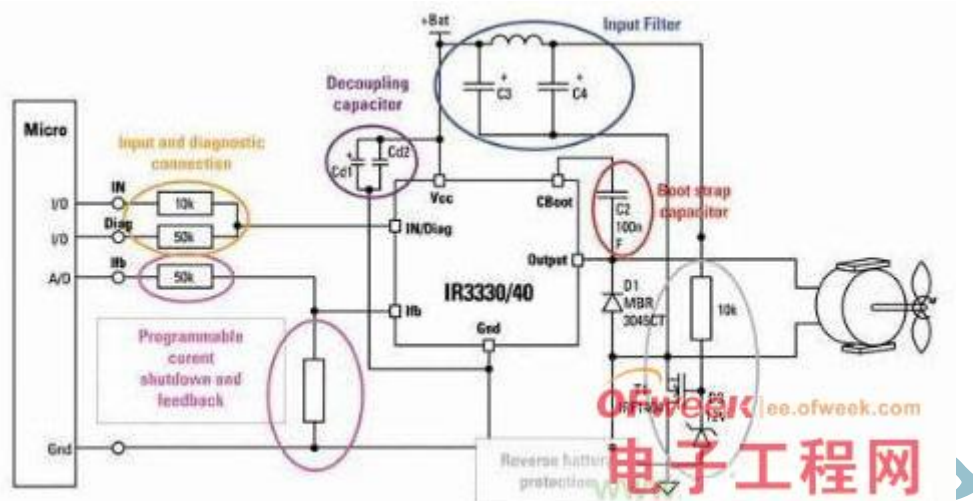


图 2:主动 di/dt 控制

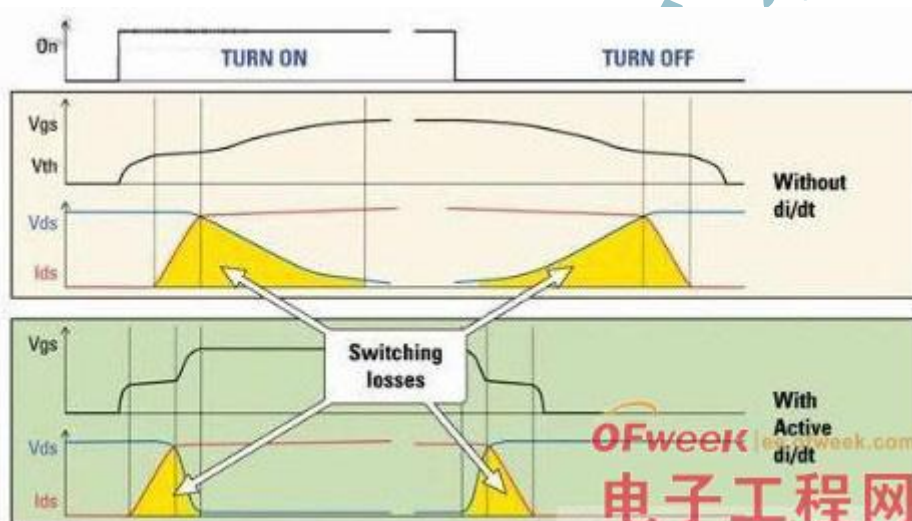


图 3:故障分析

现代电机驱动应用还需要保护和故障诊断等附加功能。AUIR3330S 集成了多种用以防止在异常模式下系统出现故障的功能，包括过温状况、输出短路、地线或自举电容脱断。在上述任何一种故障状态下，AUIR3330S 都能受到保护，并且会向微处理器报告故障诊断结果。故障诊断结果是一个数值，可直接由微处理器读取。

此外，AUIR3330S 具有电流反馈功能，能够通过测量流经 R_{ifb} 电阻器的电压读取负载电流。该系统可以监测负载电流，从而控制提供给负载的功率。并且可以检测到电机堵转状态。

电流感测反馈用于设置过流保护阈值。当通过 R_{ifb} 电阻器的电压超过 4.5V 时，输出会自动切断。此功能可防止在堵转状态下线路或电机内的任何故障，并且可以经过调整适应每个系统的需要。

OFweek 电子工程网