

威雅利電子节能减排目标下的汽车电子油泵驱动设计

前言：节能减排的目标与汽车油泵市场现状

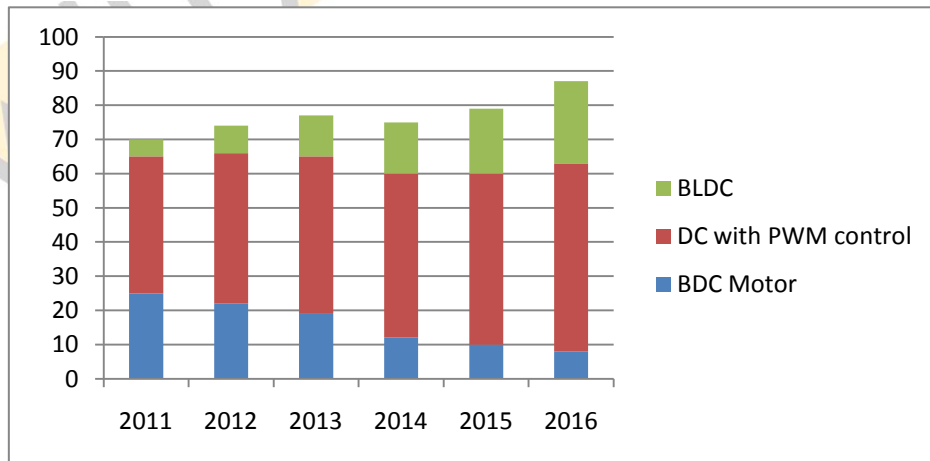
国家“十二五规划”明确提出了节能减排的目标，即到 2015 年，单位 GDP 二氧化碳排放降低 17%；单位 GDP 能耗下降 16%。

而根据中国社科院统计，二氧化碳排放量的 25%来自于汽车排放，作为汽车保有量世界第二的中国（交通局数据，2012 年底为 1.25 亿辆），汽车节能减排对整个社会的节能减排，对我国“十二五规划”规定目标的达成有着重大意义。

目前，全球各大著名的汽车厂商都在研发更高效，节能的汽车油泵系统。其中 BLDC 电机驱动方式，以其更低的能耗和更好的碳排放表现，成为各大厂商的主要研究目标和发展方向。

目前国内市场上，机械泵和非控制式的电子泵仍然占据主动地位。但预计到 2016 年，传统油泵将推出市场，取而代之的是 BLDC 驱动方式的油泵系统逐渐成为主流产品。

单位：百万套



数据来源：中国汽车工业协会

1. 推出基于 ST 芯片的 BLDC 油泵驱动方案

三项无刷电机（下简称 BLDC）控制技术因三项电机的广泛应用而受到关注。在系统干扰大，电压要求高（如汽车上的 6V 低电压启动），换向频繁等原因，其控制技术较为复杂。但其拥有的静态电流小，重量轻，输出功率大，抗干扰性强等诸多优点，又吸引着全球的半导体供应商和方案开发商不断研究和发展与其相关的产品和技术。

Willas-Array（威雅利电子）基于 ST BLDC Pre-Driver IC **L99ASC03**，开发了其在汽车 BLDC 油泵驱动方面的应用。与传统油泵系统相比 **L99ASC03** 的驱动方案有以下优势：

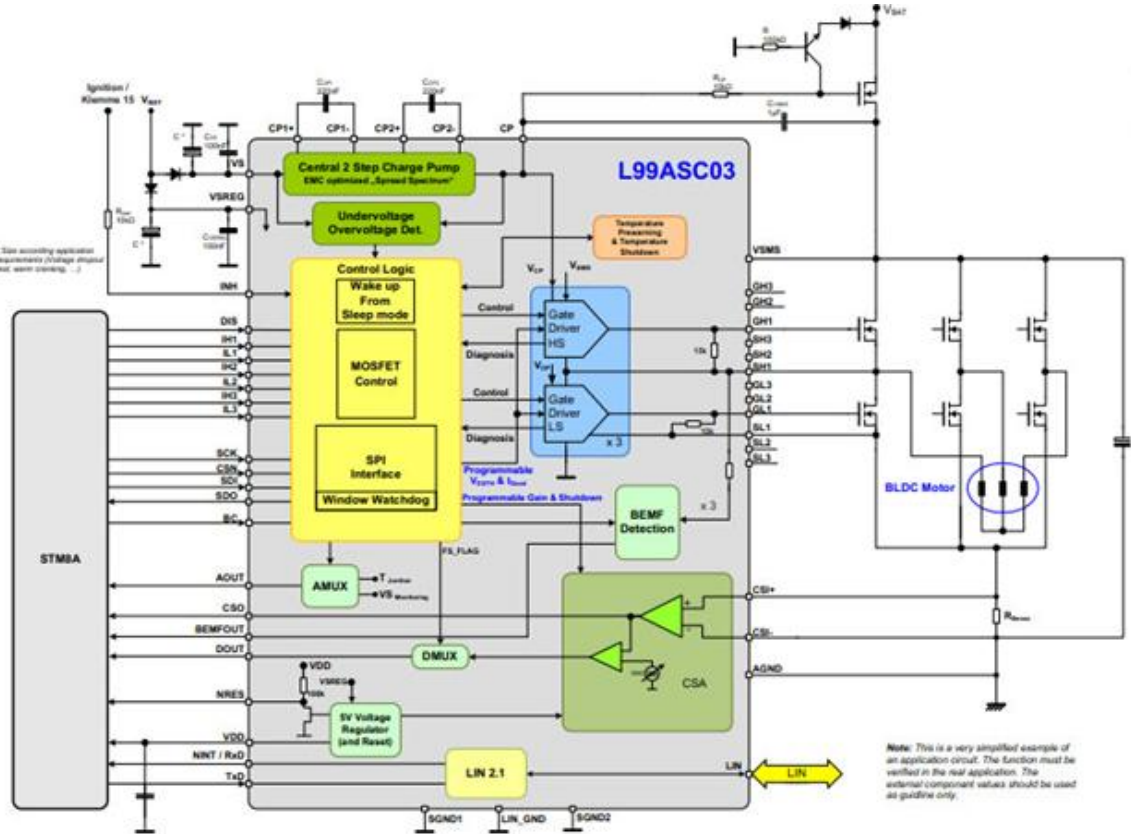
1. 系统驱动无刷电机，不存在电刷和换向器的磨损，使油泵寿命得到延长。总所周知，BLDC 电机由于不使用电刷进行换向，所以内部构造不存在电刷和换向器，这样做的好处是电刷和换向器间的震动与摩擦不存在了，系统整体的稳定性和寿命（通常 BLDC 的寿命都在 BDC 的 10 倍以上）都得到了提升，而且产品整体重量也得以减少。
2. 电子换向替代了机械换向，没有了换向火花，运转时摩擦力大大减小，运行顺畅，噪音会低许多，这个优点对于模型运行稳定性是一个巨大的支持。
3. L99ASC03 系统整体功耗更低。能耗降低来自于两方面：BLDC 系统无需驱动电刷和换向器动作也不存在电刷和换向器摩擦损耗；更准确的电流反馈功能，有效控制了电机的转速，降低了功耗。
4. 精确控制电机转速，使得进入供油系统的油量被准确控制，提高燃油燃烧效率，减少了回油量，有效降低了油箱蒸发和碳排放。
5. 更好的拓展性，能外接多种传感器，并能和行车 ECU 进行 LIN 通信，以获取更多的车辆信息，提高输油效率。

2. 设计思路

1. 用 ST 8bit 高性能 MCU 控制 L99ASC03 动作。BLDC 控制本不需要太多的计算量，加上与外设（Sensor，汽车 ECU）的通信，要求 MCU 在保证运算速度的同时，兼顾可拓展性，低功耗，和相对的低成本。
2. 考虑设计方案的通用性，希望能以预驱动+功率器件的方式完成平台。所以，以预驱动去驱动外置的 6 颗 MOS FET，今后可根据负载的不同，灵活选择不同驱动能力的 MOS 产品，平台的可移植性得到了保证，能有效降低未来的开发成本。
3. 油泵驱动作为汽车应用的一种，在设计上需要考虑到汽车应用的特殊性，如低电压启动，EMC 性能的改善，在设计初都需要对相关问题进行预判。
4. 电机上电抖动问题可能引起油箱内燃料的乱流。因此在油泵驱动中，这种情况是不允许发生的。结合 L99ASC03 的硬件优势（内置高精度运放和比较器），考虑采用短时脉冲算法解决电机上电抖动问题。
5. 由于希望油泵有较大的调速范围，在需要的时候能以较低的速度运行来提供合适的油压，提供燃油燃烧效率，但低转速同时又会降低反向电动势使得转子的位置无法确定，所以需要验证 L99ASC03 在配合不同电机时低转速区域的表现。

3 硬件设计

本方案主要由 ST 的 8 bit 单片机，BLDC 驱动，功率 MOSFET 组成。

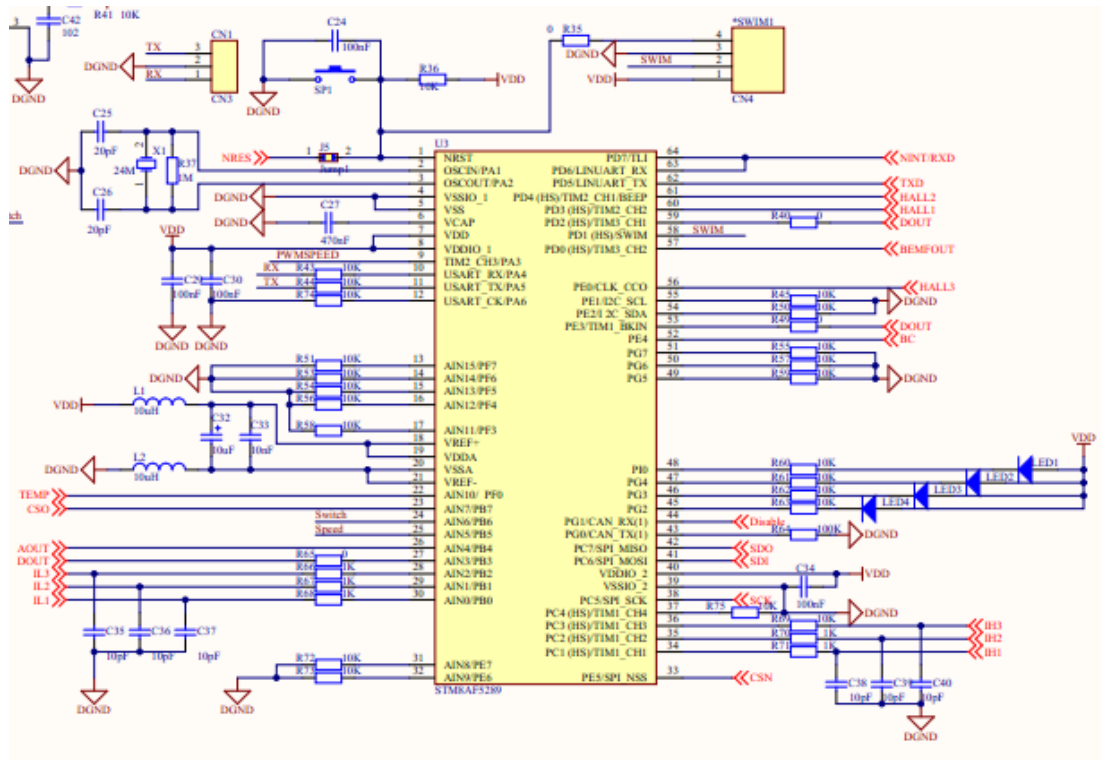


系统拓扑结构

3.1 ST 8bit 单片机：STM8AF5289

由于是开发汽车用油泵系统，所以我们选择了 ST 汽车级 8 位 MCU。考虑到节能的需要，我们希望这款产品本身功耗要低，由于在汽车环境中，需要和行车电脑进行通信，集成 CAN，LIN 通信口也是很有必要的；另外，一定数量的 I/O 保证了系统的拓展功能，以便将来能外接更多的 Sensor，丰富系统功能，同时还要用相当迅速的处理速度。

STM8AF5289 部分参数：· 64pin LQFP 封装；· 最低消耗电流 5uA；· 54 个 I/O；· 集成 CAN，LIN，USART 通信口；· 支持 I2C，SPI 通信；· 内置 64Kb Flash，6Kb RAM，2048b EEPROM。

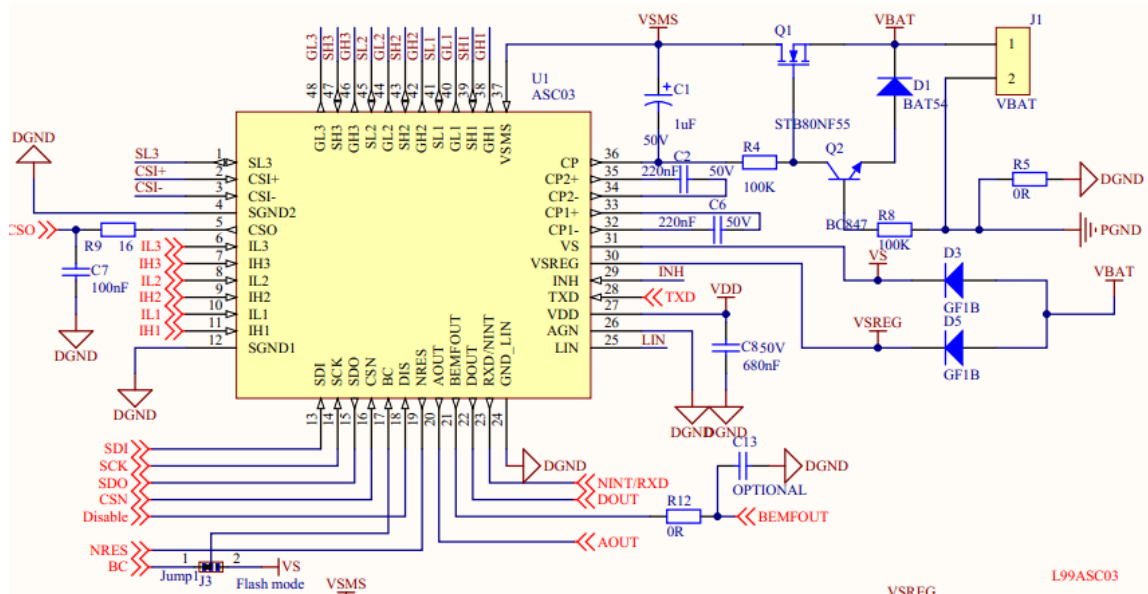


MCU 回路

3.2 ST BLDC 驱动 IC : L99ASC03

L99ASC03 具有如下特点，使他非常适合作为三项无刷电机的驱动

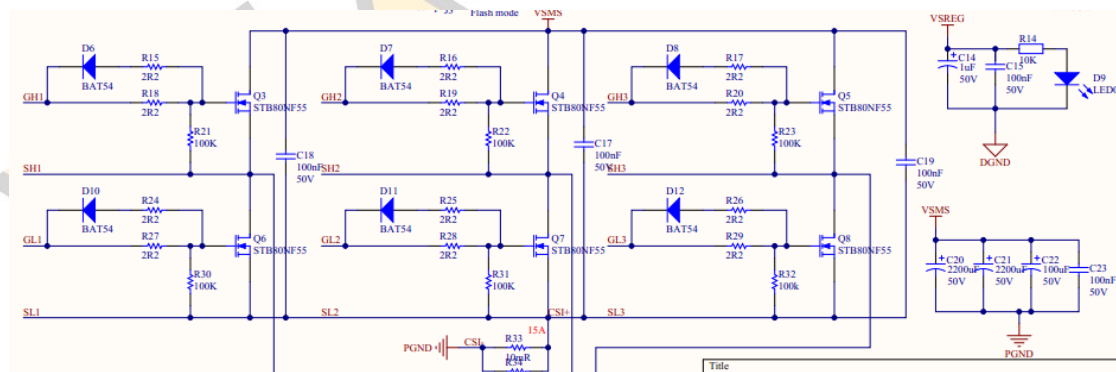
1. 内置 200mA 为单片机供电，减少了外围电路器件，降低了系统价格和 PCB 面积
2. 电流反馈功能能更可靠的监测负载运行状态
3. 集成 LIN 通信口，能更为迅速的和行车电脑进行数据通信
4. 内置高精度的比较器和运放，为优化三项无刷电机运行创造了硬件条件



BLDC Driver 回路

3.3 ST N 沟道 MOS : STD86N3

Vdd 30V , Id 80A 的 MOS , 6 颗作为 BLDC 电机的驱动 , 1 颗作为电源反接的保护。具体根据不同油泵电机 , 可选择适合的 MOS 产品。

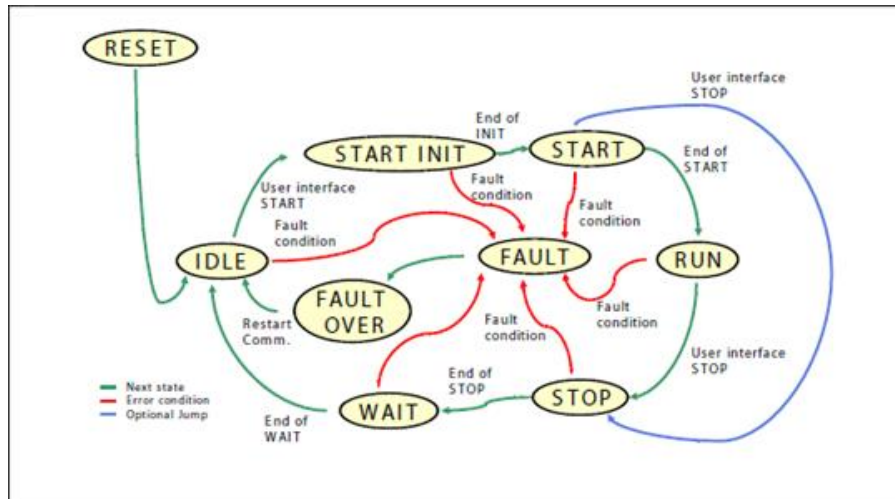


MOS 驱动回路

4 软件设计

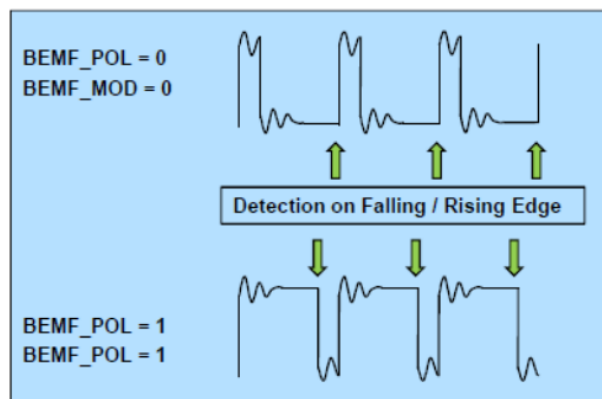
对于油泵无刷电机驱动应用 , 进行了软优化

1. 软件控制时序状态图



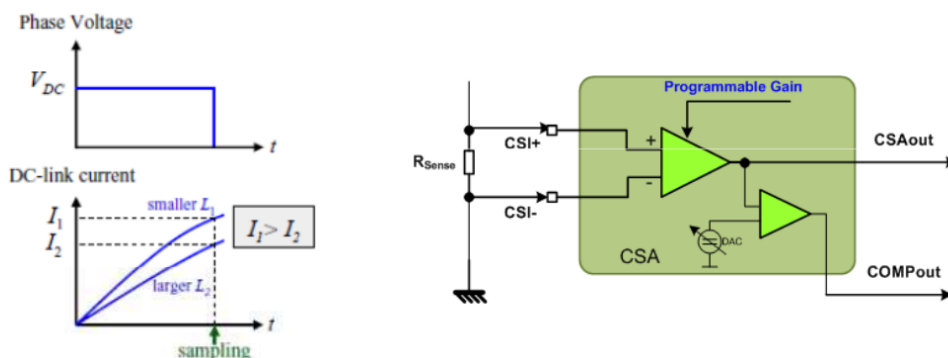
- 使用多种的采样方式，根据不同情况采用不同的采样方式，能降低开关噪音对零点检测的干扰，从而提高零点检测精度。

Low Duty Cycle



High Duty Cycle

- 利用内置的高精度运放和比较器，加上软件优化（短时脉冲算法），能预估转子位置，解决了马达电机上电抖动问题。



小结

在汽车已经逐步进入中国家庭的今天，现在的中国消费者已不再是仅仅关注汽车的外在或是其品牌效应，而对汽车安全性和环保性提出了更高的要求，人们也往往愿意为了更安全，更节能的配置而多掏自己的腰包。

2006 年的大众召回门事件（美联社：大众汽车美国分部发布的因为油泵问题导致引擎故障，大众急召 4.7 万辆 03 年款帕萨特）给我们敲响警钟：改善目前的油泵系统，对提高整车的安全性将有巨大的意义。

与传统机械油泵系统或 BDC 油泵系统相比，BLDC 油泵系统具有系统稳定性高，较长的使用寿命和便于维护的特点。同时由于有效的控制了流出油量，油箱蒸发，燃油经济性等问题也得到了很好的解决。

目前，世界知名的汽车制造商都在积极研发 BLDC 驱动的油泵系统，其中 Bosch 和 Conti 凭借其在汽车科技领域常年的经验和技术优势，成为了这一领域的先行者和主导者。在中国，由于 BLDC 自身的成本较高，且开发难度也大于传统电机，目前国内企业并不十分热衷于 BLDC 系统。但我们相信，只有新技术才能催生新的市场，带来新的价值。随着 BLDC 技术自身的成熟，政府和整车厂的要求，及各大汽车制造巨头的倡导，BLDC 油泵系统必将成为市场的主流。国内供应应有长远的眼光，积极投入研发，以占领市场先机。