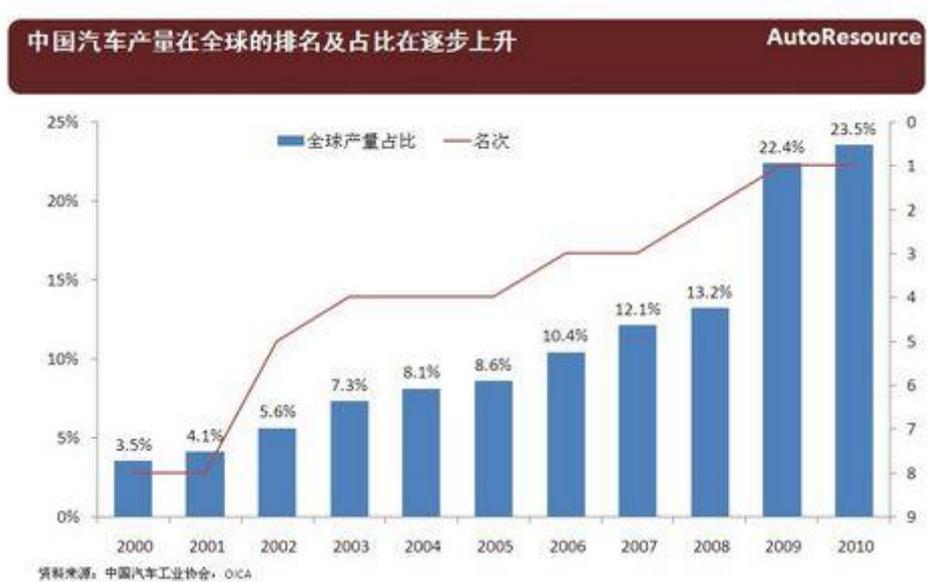
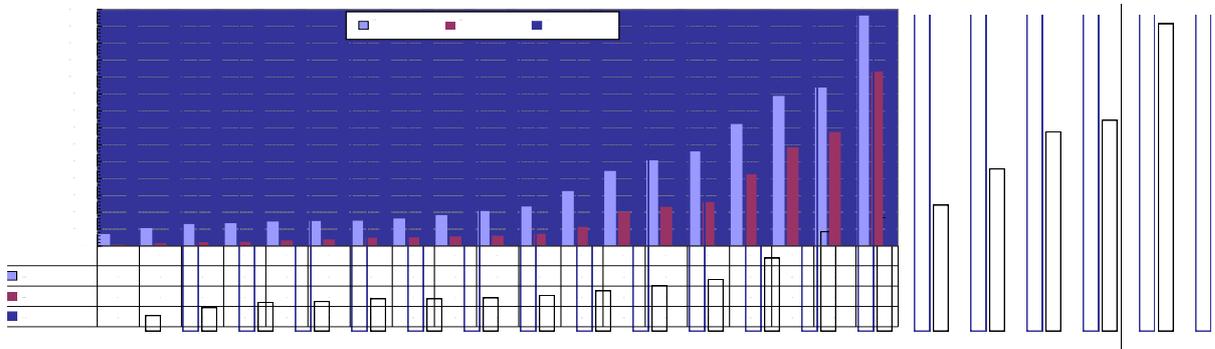


威雅利电子 SCR 的电控尿素喷射系统设计

汽车产业发展与 SCR 市场需求现状

1、中国汽车产业发展现状

中国汽车产业经历了 57 年特别是改革开放 30 年的发展，从 1999 年开始汽车市场已进入以大众消费为基础的成长发展期；由 1999 年的 183.2 万辆市场规模快速增长，2009 年达到 1364.5 万辆（包括柴油汽车），10 年来平均年增长率超过 20%；从中国汽车产量在全球排名及占比在逐渐上升。



2、中国政府的强制规定：

随着汽车产量增长迅速，空气污染严重，国家环保部宣布，2102 年 7 月 1 日起在

全国范围内实施柴油汽车第四阶段排放标准。未达到国家四排放标准的柴油汽车将无法进行工信部新车公告。而从次年7月1日起，全国范围内未达到国内四排放标准的柴油汽车不得销售和注册。（最新消息该相关规定延期执行）

3、SCR 在国内市场潜力巨大

目前以欧洲排放后处理产业越有800亿元的产值，以中国柴油汽车保有量来推算，实施国四标准限制后，相关产业将产生上千亿元的市场份额，SCR制造企业将获得丰厚的利润。

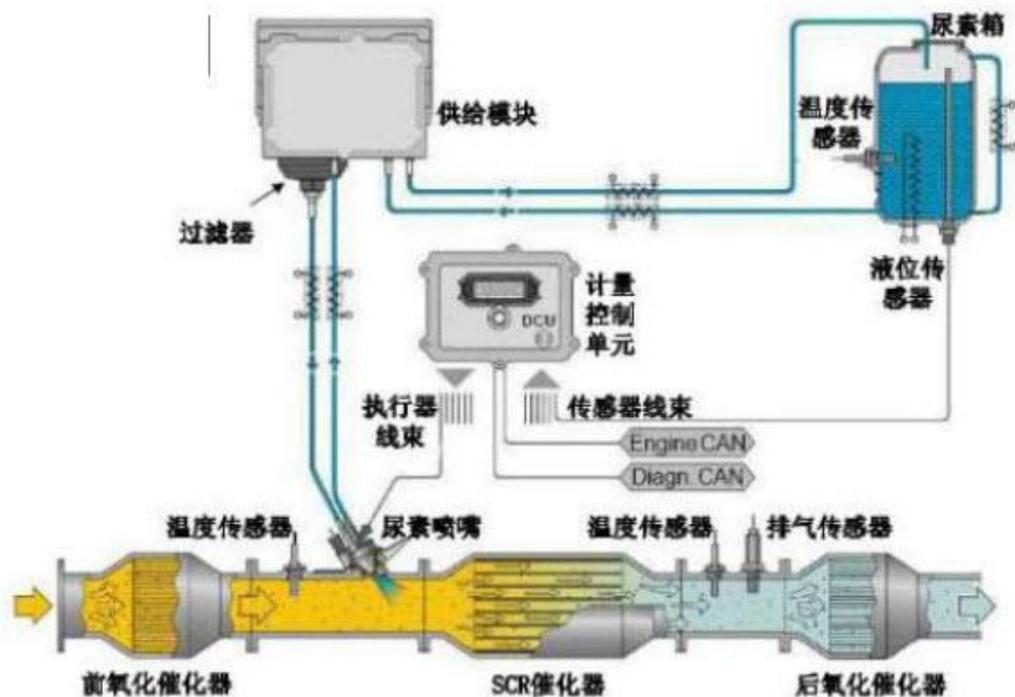
4、SCR 系统的技术优势

达到国IV排放水平的技术路线有两种，一种是采用废气再循环 EGR+尾气颗粒捕集器方式，另一种是采用选择性还原反应 SCR 的方式对排放的尾气进行处理。

SCR 控制排放系统对燃油含硫量并不十分敏感。而 EGR 对燃油中的硫比较敏感，参与燃烧后形成的 SO_x 与水蒸气会形成酸性腐蚀物，会引起发动机内部的增加腐蚀磨损，对发动机有着比较大的杀伤力。因此采用 EGR 系统就需要油品含硫量低于 50PPM,高油品价格自然要贵些，根据中国的国情出发，所以 SCR 控制排放系统更适合广大用户。

威雅利电子推出基于 ST 芯片的 BLDC 尿素喷射驱动方案

为达到柴油发动机国IV、V排放水平要求，我公司提供选择性还原反应 SCR 的方式对排放的尾气进行处理解决方案。是一种在柴油车尾气中喷射液体尿素溶液，并使其在高温尾气中蒸发成氨气与汽车排出的氮氧化物 NO_x，在催化剂中的催化剂作用下，发生还原反应，从而极大降低 NO_x 值直至满足排放法规要求的一种装置。



SCR 尿素喷射泵控制系统

由于尿素喷射泵控制系统，在 SCR 排放中处与控制核心位置，基于尿素喷射泵控制系统的重要性，Willas-Array 研发了尿素喷射泵驱动方案，基于 ST BLDC Pre-Driver IC L99ASC03(根据具体需要可选 L9907)。

与传统喷射泵系统相比 Willas-Array 公司的尿素喷射泵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，使尿素喷射泵寿命得到延长。
2. 电子换向替代了机械换向，没有了换向火花，降低了电磁干扰。
3. 无需驱动换向器和克服电刷反作用力，整体功耗更好。
4. 以 PWM 调速精确控制供尿素量，提高减排效率，降低排放。
5. 更好的拓展性，能和行车电脑进行 LIN 通信，以获取更多的车辆信息。

威雅利电子研发的尿素喷射泵系统与目前市场 SCR 系统比较，有以下优势：

- 1、 采用无传感器控制方式，芯片内部算法精确计算电机位置；与目前市场带霍尔传感器尿素喷射泵比较，即节省传感器成本，又避免传感器损坏尿素喷射泵无法工作等问题。

- 2、 无传感带载启动零抖动，响应速度快，稳定可靠等优势；是目前市场尿素喷射泵无法比拟的优势。
- 3、 威雅利电子尿素泵系统能够急增速、急减速、急启动、急停止等特点，速度响应快速，转速精准，能使尿素喷射精确控制；对于业内人士都很清楚，尿素的喷入量必须要与 NOx 的浓度相匹配，在保证降低 NOx 的同时，不能超过份量。尿素的喷入量过少，则达不到应有的处理水平，尿素的喷入量过多，则会使多余的氨气排入大气，导致新的污染。与目前市场尿素喷射泵比较，喷射精准可控制性极高等优势；

硬件设计

本方案主要由 ST 的 8 bit 单片机，BLDC 驱动芯片：L99ASC03/ L9907，功率 MOSFET 组成。

2.1 ST 8bit 单片机：STM8A 系列

由于是开发汽车用尿素喷射泵驱动系统，所以我们选择了 ST 汽车级 8 位 MCU。考虑到节能的需要，我们选用的这款芯片具有多种低功耗模式；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，以使用户能外接更多的传感器，资源丰富及强大的功能，快速处理信息。

STM8AF5289 部分参数：· 64pin LQFP 封装；· 最低消耗电流 5uA；· 52 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。

一提到 STM8A 控制尿素喷射，就不得不提及 STM8A 的高级定时器，也就是高级定制器 TIM1 和 TIM8，使尿素喷射更准确，更可控。不少业界人士称，STM8 是为马达控制量身定制的天才，高级定时器则是其灵魂。

2.1 高级控制定时器(TIM1):

STM8A 的 TIM1 由一个 16 位的自动装载计数器组成,它由一个可编程的预分频器驱动。本章中使用 i 来代表 1、2、3、4, 分别对应于四个不同的捕获/比较通道。高级控制定时器适用于许多不同的用途:

- 基本的定时
 - 测量输入信号的脉冲宽度(输入捕获)
 - 产生输出波形(输出比较, PWM 和单脉冲模式)
 - 对应与不同事件(捕获, 比较, 溢出, 刹车, 触发)的中断
 - 与 TIM5/TIM6 或者外部信号(外部时钟, 复位信号, 触发和使能信号)同步
- 高级控制定时器广泛的适用于各种控制应用中, 包括那些需要中间对齐模式 PWM 的应用, 该模式支持互补输出和死区时间控制。

高级控制定时器的时钟源可以是内部时钟, 也可以是外部的信号, 可以通过配置寄存器来进行选择。

主要特性

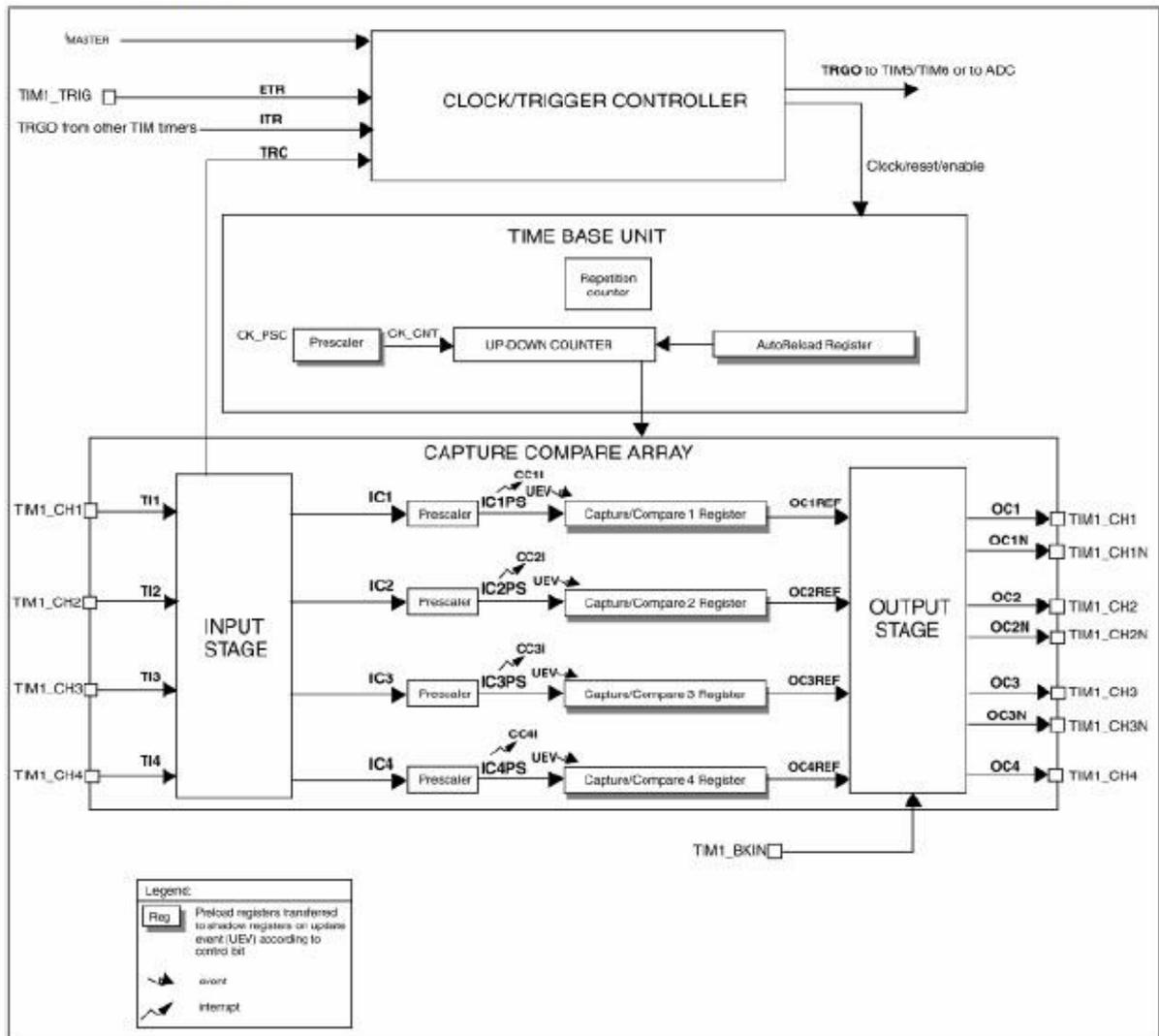
STM8A 的 TIM1 的特性包括:

- 16 位向上、向下、向上/下自动装载计数器
- 允许在指定数目的计数器周期之后更新定时器寄存器的重复计数器
- 16 位可编程(可以实时修改)预分频器, 计数器时钟频率的分频系数为 1~65535 之间的任意数值
- 同步电路, 用于使用外部信号控制定时器以及定时器互联(某些型号的芯片没有定时器互联功能)
- 多达 4 个独立信道可以配置成:
 - 输入捕获
 - 输出比较
 - PWM 生成(边缘或中间对齐模式)
 - 六步 PWM 输出
 - 单脉冲模式输出
 - 三个支持带互补输出, 并且死区时间可编程的通道
- 刹车输入信号可以将定时器输出信号置于复位状态或者一个已知状态
- 产生中断的事件包括:
 - 更新: 计数器向上溢出/向下溢出, 计数器初始化(通过软件或者内部/外部触

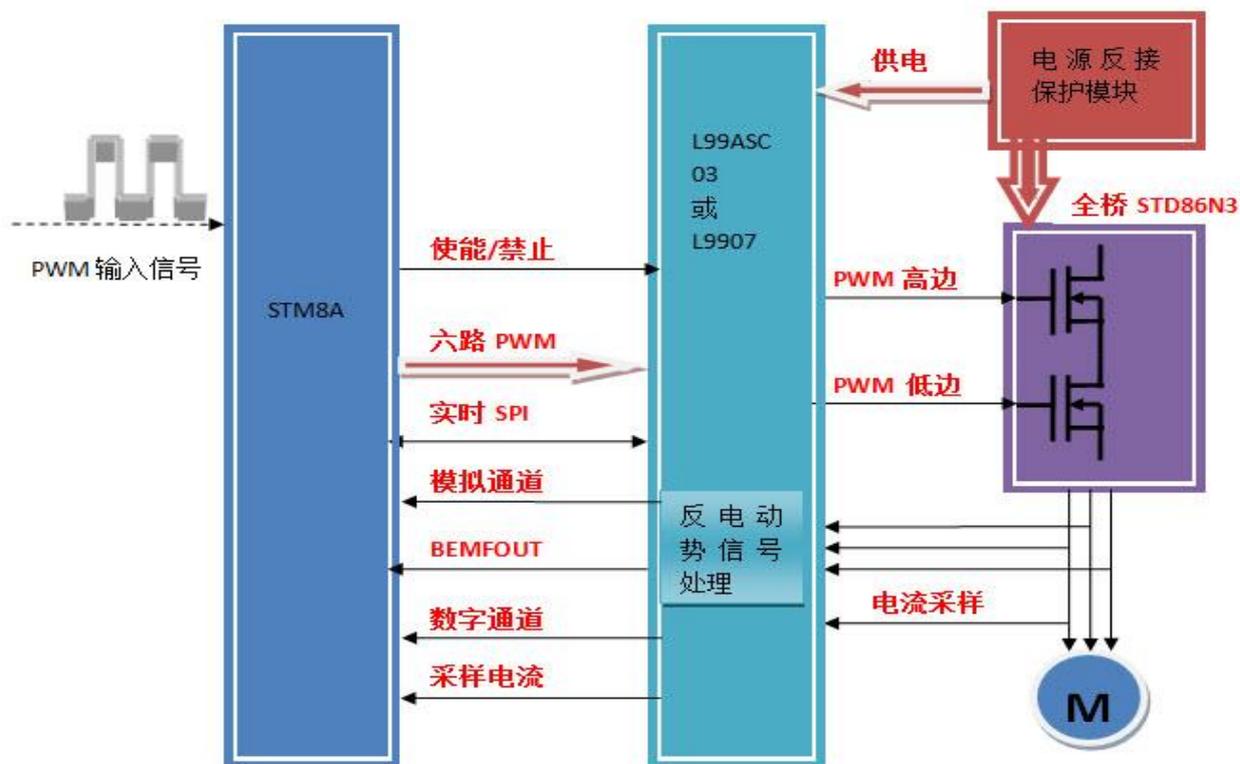
发)

- 触发事件(计数器启动、停止、初始化或者由内部/外部触发计数)
- 输入捕获
- 输出比较
- 刹车信号输入

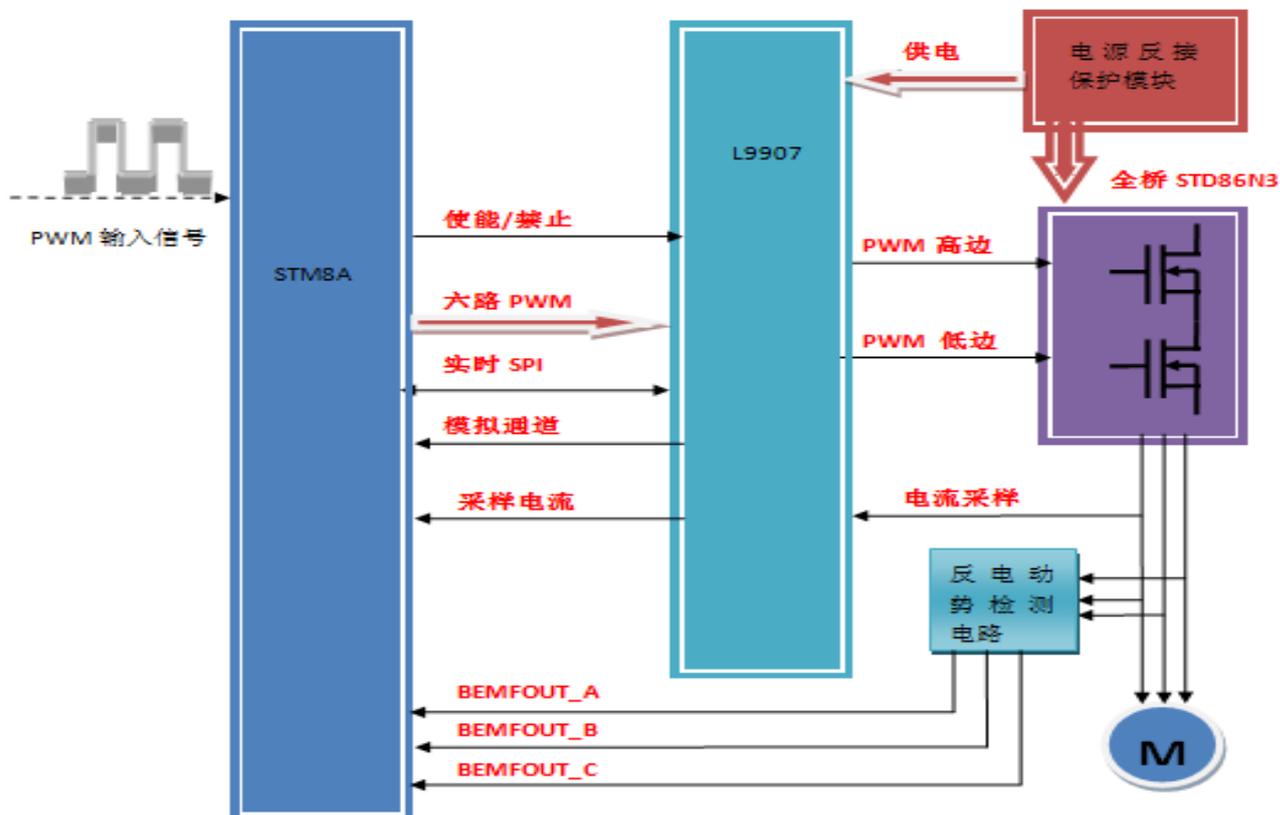
TIM1框图



2.2 ST BLDC 驱动 IC: L99ASC03 或 L9907



L99ASC03 硬件拓扑结构



L9907 硬件拓扑结构

L99ASC03 具有如下特点，使他非常适合作为三相无刷电机的驱动

1. 内置 5V200mA 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. 内置检测反馈电流功能，能够可靠的监测负载运行状态;电流阈值可以通过软件进行多级设置，无须更改硬件电路；
3. 集成 SPI 能够与单片机实时通讯，若通讯异常，L99ASC03 停止输出驱动波形，能够有效保护 MOS 管，以防损坏 MOS 管现象。
4. 内置高精度的比较器和运放，为优化三相无刷电机运行创造了硬件条件。
- 5、反电动势模块处理输入过电压信号和反电势过零点，内部处理电磁干扰，输出一个过零点的数字信号。
- 6、芯片内部有死区设置，错误逻辑 PWM 信号输入，芯片会禁止输出驱动电机信号，避免损坏 MOS 管及电机。

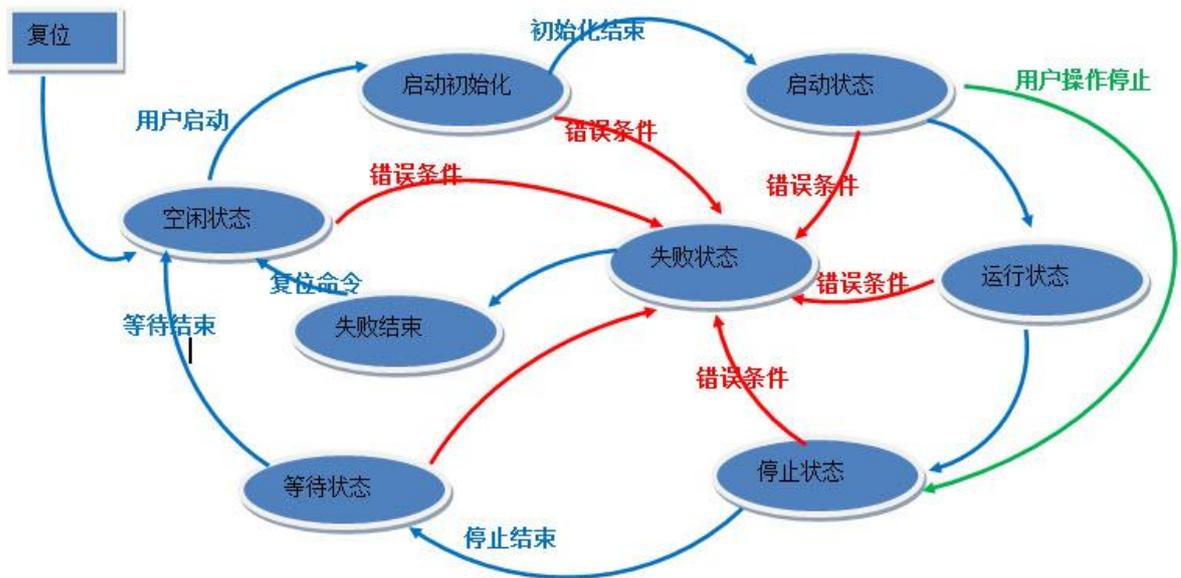
2.3 ST N 沟道 MOS: STD86N3

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。具体根据不同尿素喷射泵，可选择适合的 MOS 产品

软件设计

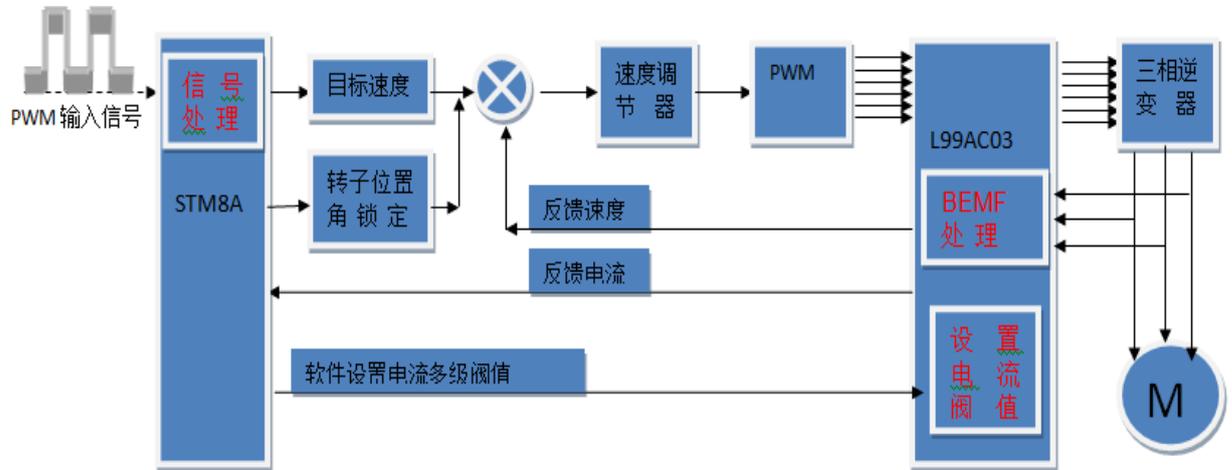
对于尿素喷射泵驱动应用，进行了软的优化

1. 软件控制时序状态图



尿素泵控制状态机

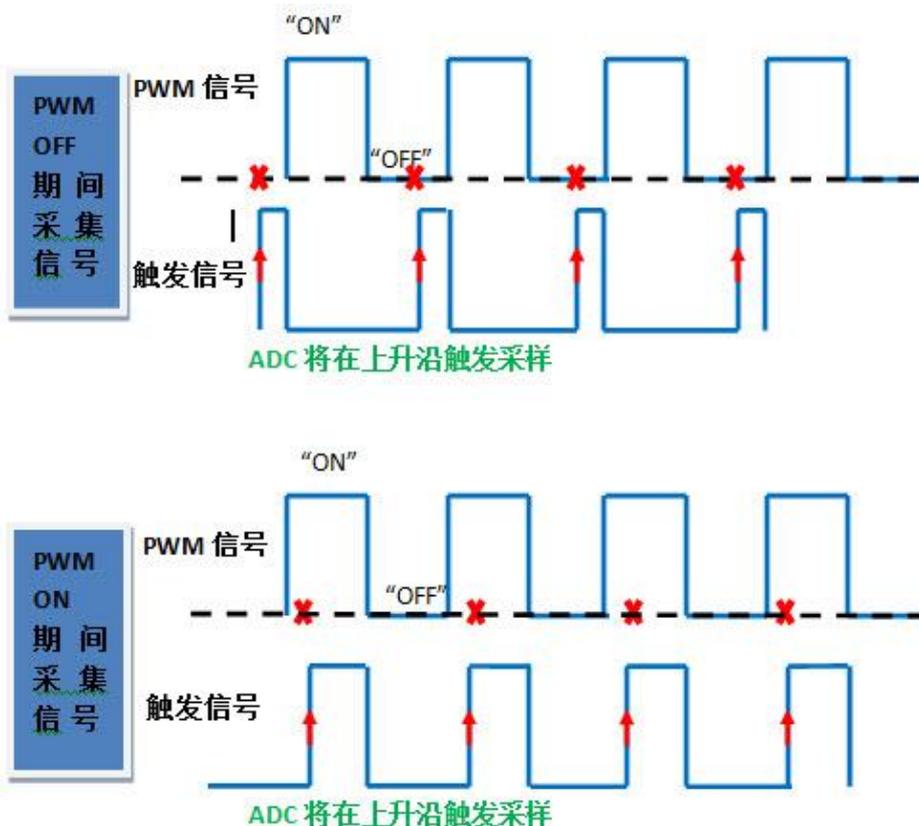
2、尿素泵速度闭环控制框架图：



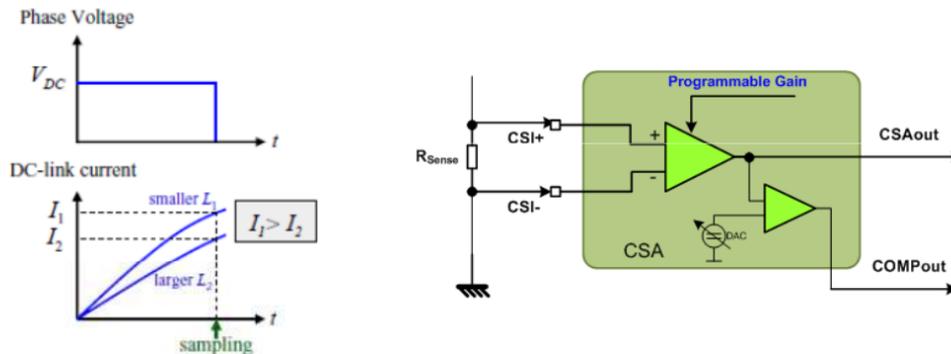
3、 L99ASC03芯片的反电动势是通过内部模块处理，输出数字信号BEMFOUT，即反电动势的过零点；而L9907需要外部电路对反电动势采样处理；如果使用L9907芯片，根据需要可以选择以下方式进行反电动势采样：一种是在在PWM OFF 期间，AD 采样悬浮相电压值,采样值和GND做比较；另一种：在PWM ON 期间，在悬浮相进行AD采样，采样值与VSMS电压的一半进行比较；另一种：在PWM ON 期间，在悬浮相进行AD采样，采样值与VSMS电压的一半进行比较，判断是否过零点。根据不同情况采用不同的采样方式，能降低开关噪音对零点检测的干扰，从而提高零点检测精度。

4、

以下是两种采样反电动势方法图：



4、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），能精确检测出电机转子位置，解决了马达电机上电抖动问题。



小结

随着国家的严格控制排放指标及客户对环境保护的意识增强，不具备 SCR 排放处理装置的柴油汽车制造商将会影响销量甚至失去市场，排放标准的升级必然还会带来产品的升级换代，对于厂家来说，既是机遇更是挑战。根据北京等地区升级国三标准的经验，在第一时间推出符合政策标准的车型，将有利于抢占市场。

目前，世界知名的汽车制造商都在积极研发 BLDC 驱动的尿素喷射系统，其中 Bosch 和 Grundfos 凭借其在汽车科技领域常年的经验及技术优势，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 尿素喷射泵系统必将成为市场的主流。国内供应有长远的眼光，积极投入研发，以占领市场先机。

以上介绍了基于 ST 芯片的 BLDC 尿素喷射驱动方案。对于该方案如有查询，可浏览意法半导体网站 www.st.com 及我司网站 www.willas-array.com 或联系我司获得相关信息。