



Xinnova Technology Ltd.

Xinnova XN62L系列 电机控制方案

无刷直流伺服电动机系统

无刷伺服电动机正沿着机电一体化的发展方向发展。即，传统的电机与电力电子电路、微处理器及其控制软件集成为一个应用系统。



无刷直流伺服电动机既可以看成是采用电子换向器的直流电动机，也可以看成是使用直流电源的带有逆变器供电的交流电动机。

补充说明

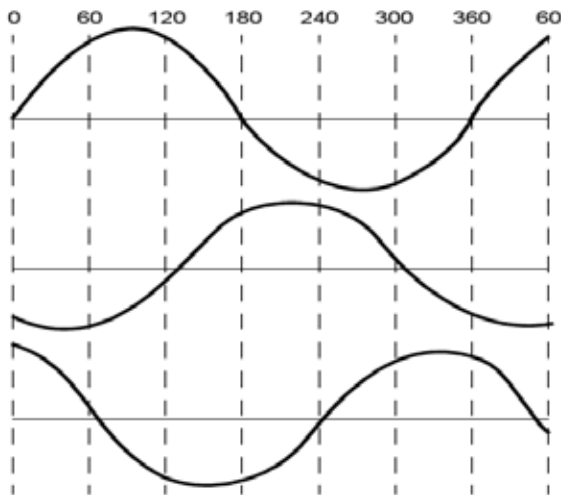
国际惯例：

反电势为梯形波——无刷直流电动机（BLDCM）（Brush less DC Motor）；

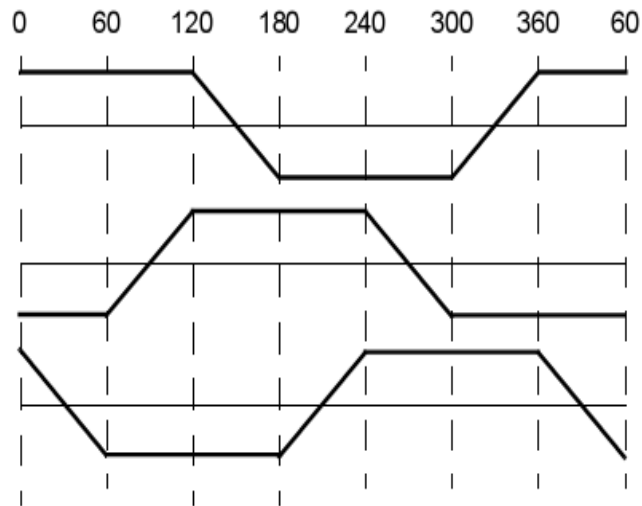
反电势为正弦波——永磁同步电动机（PMSM）（Permanent Magnetic Synchronous Motor）

国内一般习惯称PMSM为正弦波无刷直流电动机。

我们下面所指的直流无刷电机包括上面两种电机。



PMSM



BLDC

直流无刷电机特点

体积小、重量轻、出力大；

响应快，速度高，惯量小；

转矩特性优异，中、低速转矩性能好，启动转矩大，启动电流小；

无级调速，调速范围广，过载能力强；

软启软停、制动特性好，可省去原有的机械制动或电磁制动装置；

效率高，电机本身没有励磁损耗和碳刷损耗，消除了多级减速耗；

可靠性高，稳定性好，适应性强，维修与保养简单；

运行温度低噪音小，电磁辐射很小，长寿命，可用于各种环境；

容易实现智能化，其电子换相方式灵活，可以方波换相或正弦波换相；



直流无刷电机应用领域

信息处理设备:

打印机、传真机、复印机等.

家用电器用:

空调、电冰箱、洗衣机、吸尘器、空气清洁机、电风扇、干衣机等.

车辆:

汽车和电动摩托车、电动自行车

机器人:

家庭医生机器人、照顾残疾人机器人、帮助康复机器人、打扫卫生机器人、按摩机器人、扫雷机器人、排雷机器人等

保健电器产品:

脊背按摩器、按摩椅、腿肚按摩器、电子按摩器、跑步机等。

电动工具:

电动扳手电磨便携式多用途吸尘器切割机

医疗行业:

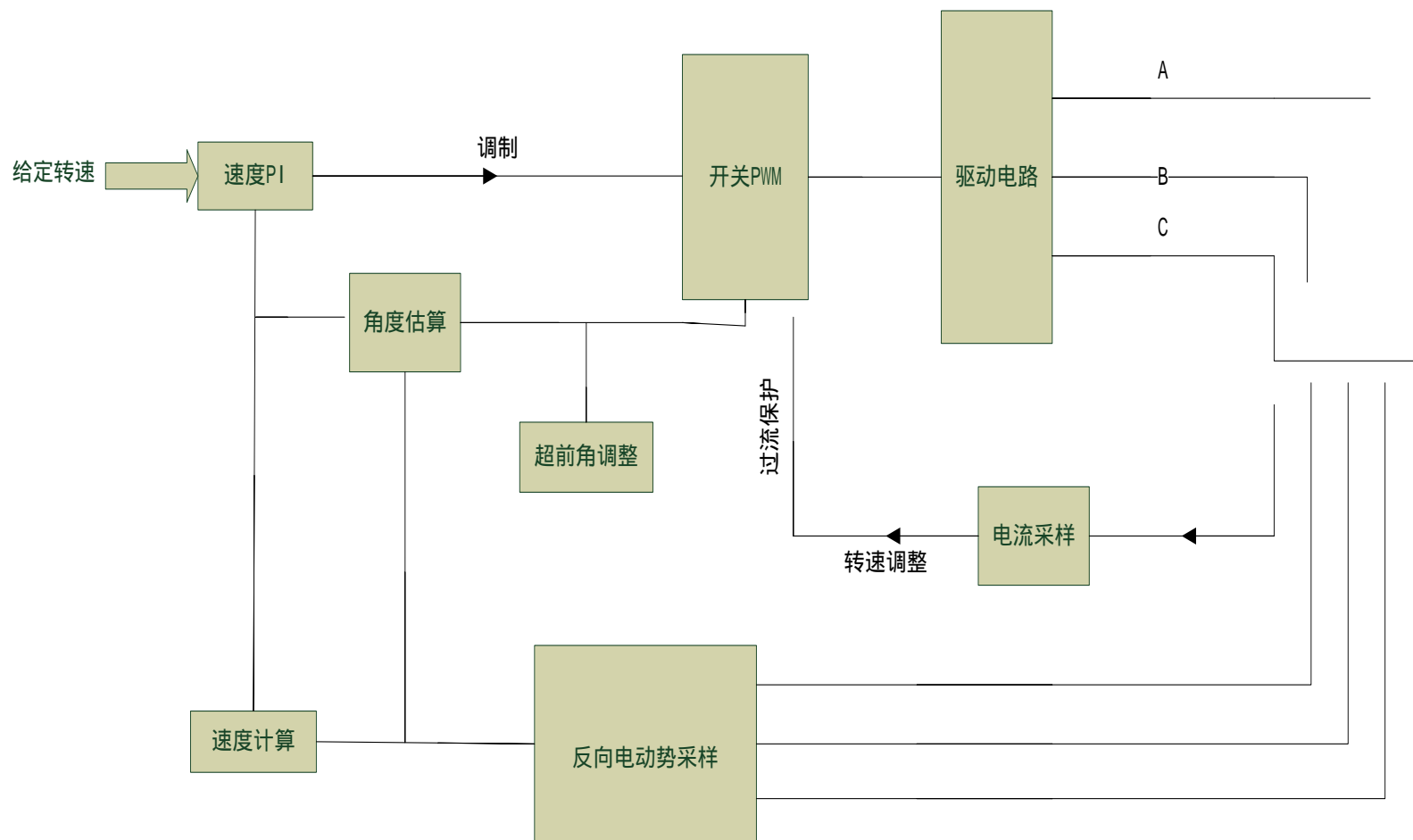
骨锯牙科电磨、电钻

航模行业:

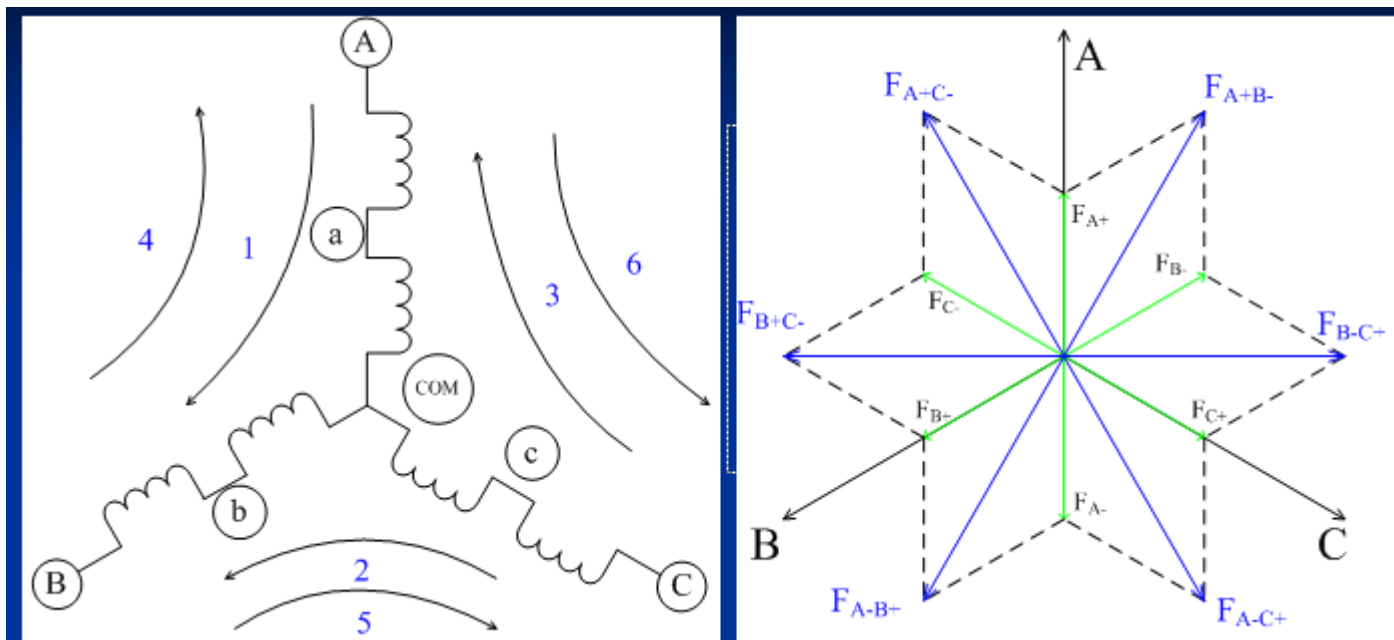
车模、船模、飞机模型等



控制框架图



控制理论---六步换相

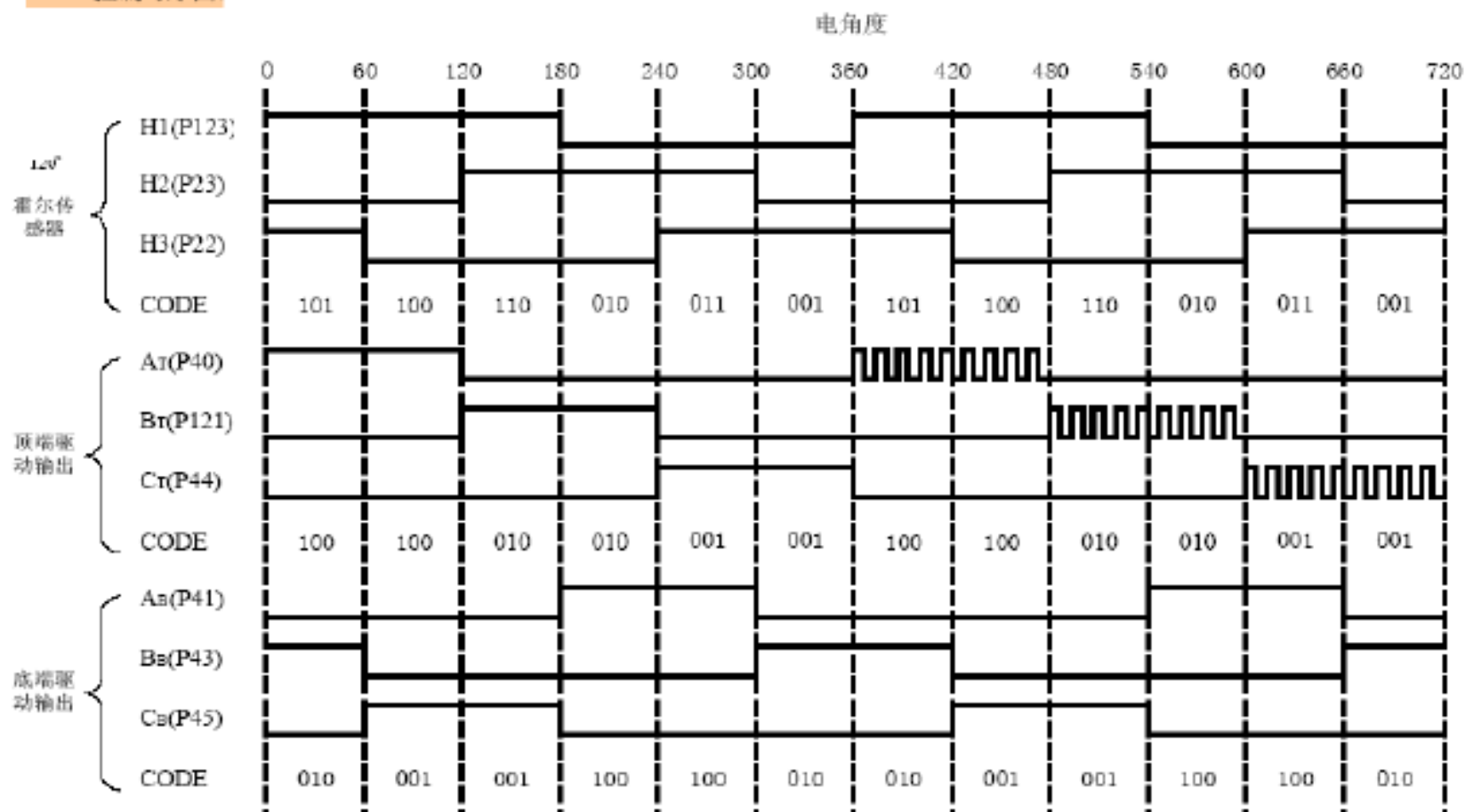


1. $A+B-$
2. $C+B-$
3. $C+A-$
4. $B+A-$
5. $B+C-$
6. $A+C-$

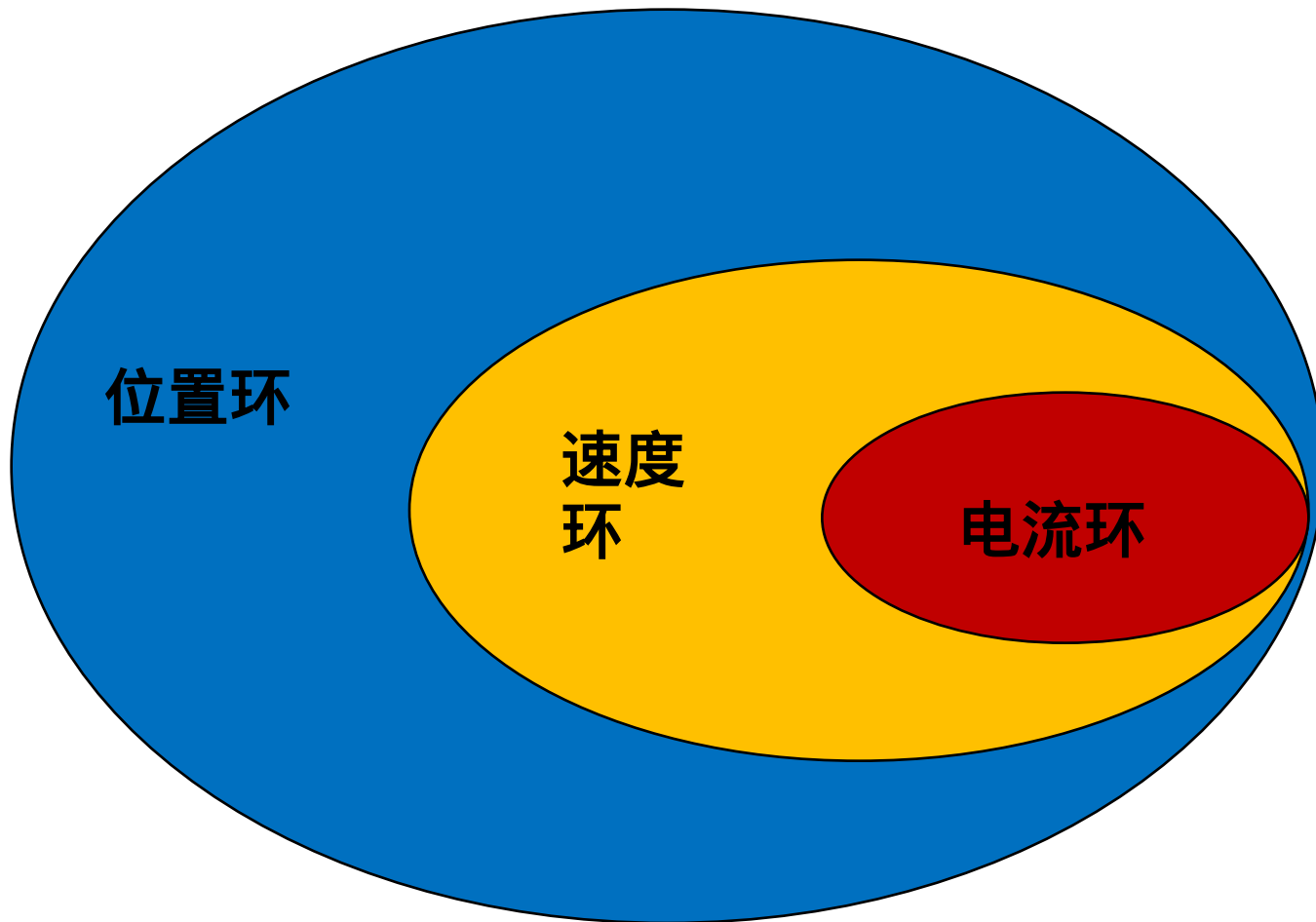
每步磁场旋转60度，每6步旋转磁场旋转一周；
每步仅一个绕组被换相。

控制时序

Motor控制时序图:



闭环控制



PID控制理论

$$u = K_p \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right]$$

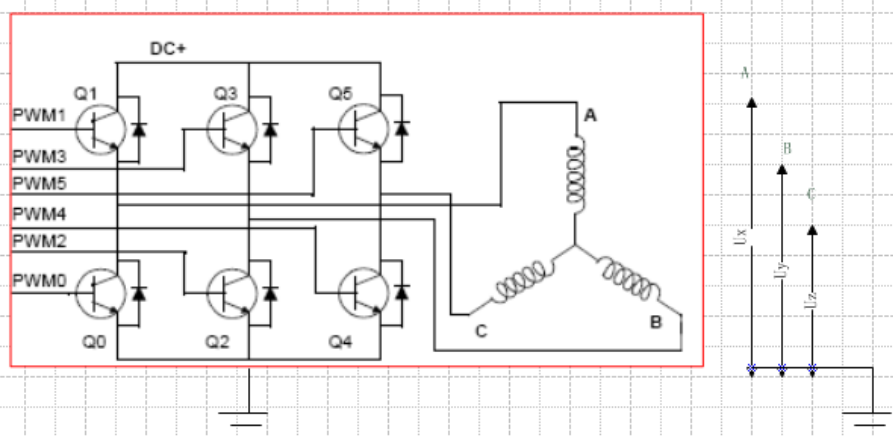
一般PID控制如下：

K_p 控制(比例控制)：输出与输入误差讯号成正比关系，即将误差固定比例修正，但系统会有稳态误差。

T_i 控制(积分控制)：当系统进入稳态有稳态误差时，将误差取时间的积分，即便误差很小也能随时间增加而加大，使稳态误差减小直到为零。

T_d 控制(微分控制)：当系统在克服误差时，其变化总是落后于误差变化，表示系统存在较大惯性组件或(且)有滞后组件。微分即是预测误差变化的趋势以便提前作用避免被控量严重冲过头。

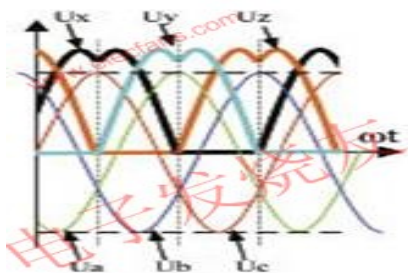
简易正弦波控制



$$U_x = \begin{cases} \sqrt{3} \times \sin(\omega t + 30^\circ), & \omega t \in [-30^\circ, 90^\circ] \\ \sqrt{3} \times \sin(\omega t - 30^\circ), & \omega t \in [90^\circ, 210^\circ] \\ 0, & \omega t \in [-30^\circ, 90^\circ] \end{cases}$$

$$U_y = \begin{cases} \sqrt{3} \times \sin[(\omega t + 30^\circ) - 120^\circ], & \omega t \in [90^\circ, 210^\circ] \\ \sqrt{3} \times \sin[(\omega t - 30^\circ) - 120^\circ], & \omega t \in [210^\circ, 330^\circ] \\ 0, & \omega t \in [-30^\circ, 90^\circ] \end{cases}$$

$$U_z = \begin{cases} \sqrt{3} \times \sin[(\omega t + 30^\circ) - 240^\circ], & \omega t \in [210^\circ, 330^\circ] \\ \sqrt{3} \times \sin[(\omega t - 30^\circ) - 240^\circ], & \omega t \in [-30^\circ, 90^\circ] \\ 0, & \omega t \in [90^\circ, 210^\circ] \end{cases}$$



U_x , U_y , U_z 相位差120度 , 且为分段函数形式, 通过控制 U_x , U_y , U_z 的相位以及幅值即可以控制 U_x , U_y , U_z , 实现控制电流的目的。

无霍尔位置测定

BLDC转子旋转时每向绕组产生反电动势电压,方向与主电压方向相反,反电动势取决于三个因素:

转子角速度

转子磁体产生的磁场

定子的绕线匝数

$$\text{反电动势} \quad (E) \propto NlrB\omega$$

其中:

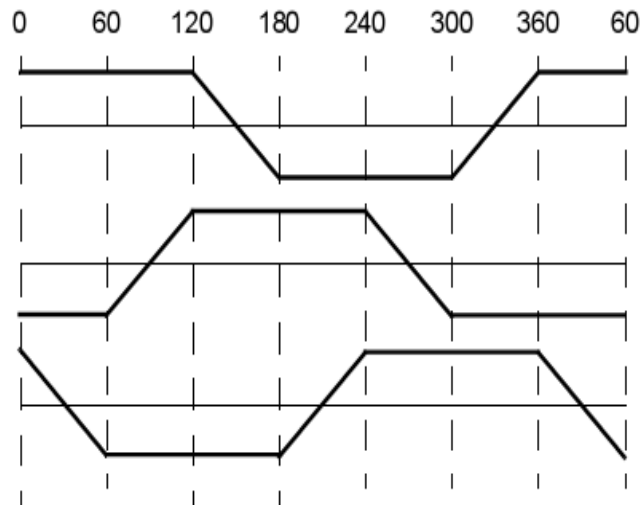
N 是每相绕组的匝数,

l 是转子的长度,

r 是转子的内径,

B 是转子磁场密度,

ω 是电机的角速度



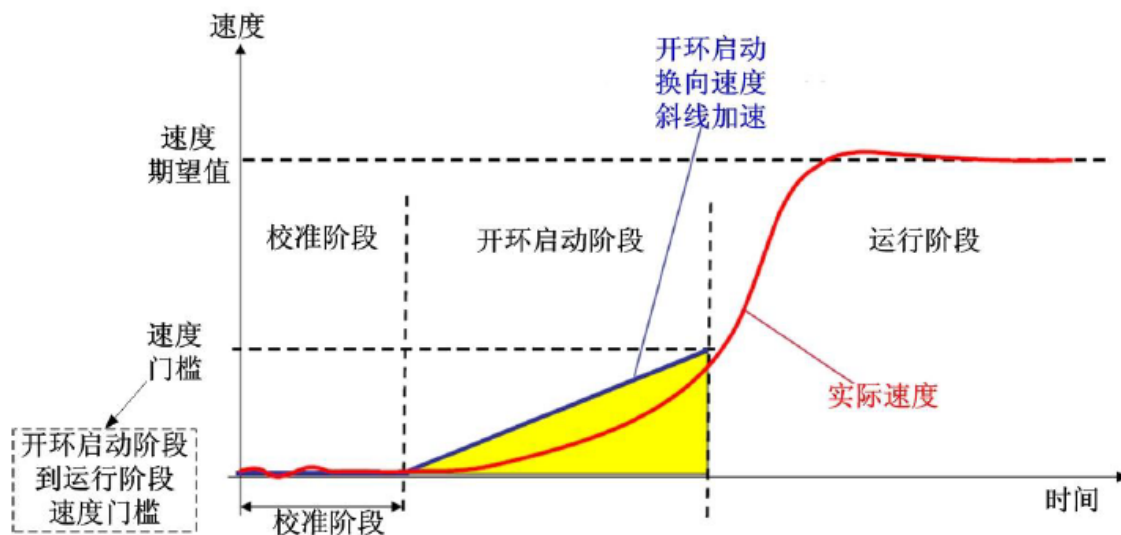
BLDC

无霍尔电机控制需要通过采集反向电动势而得到转子的位置,从而给出正确的控制信号

无霍尔电机启动

无霍尔电机因为开始不知道转子位置,需要通过人为手段让电机预转到一定速度,电机速度和电压关系如下: $K_E = C_e \Phi_\sigma$ 为反向电动势.

$$n = \frac{U - 2\Delta U - 2I_a r_a}{C_e \Phi_\sigma} = \frac{U - 2\Delta U - 2I_a r_a}{K_E} (\text{rpm})$$



控制无刷电机对MCU功能要求

灵活的多路PWM(脉宽调制)

高精度ADC,采样速度快

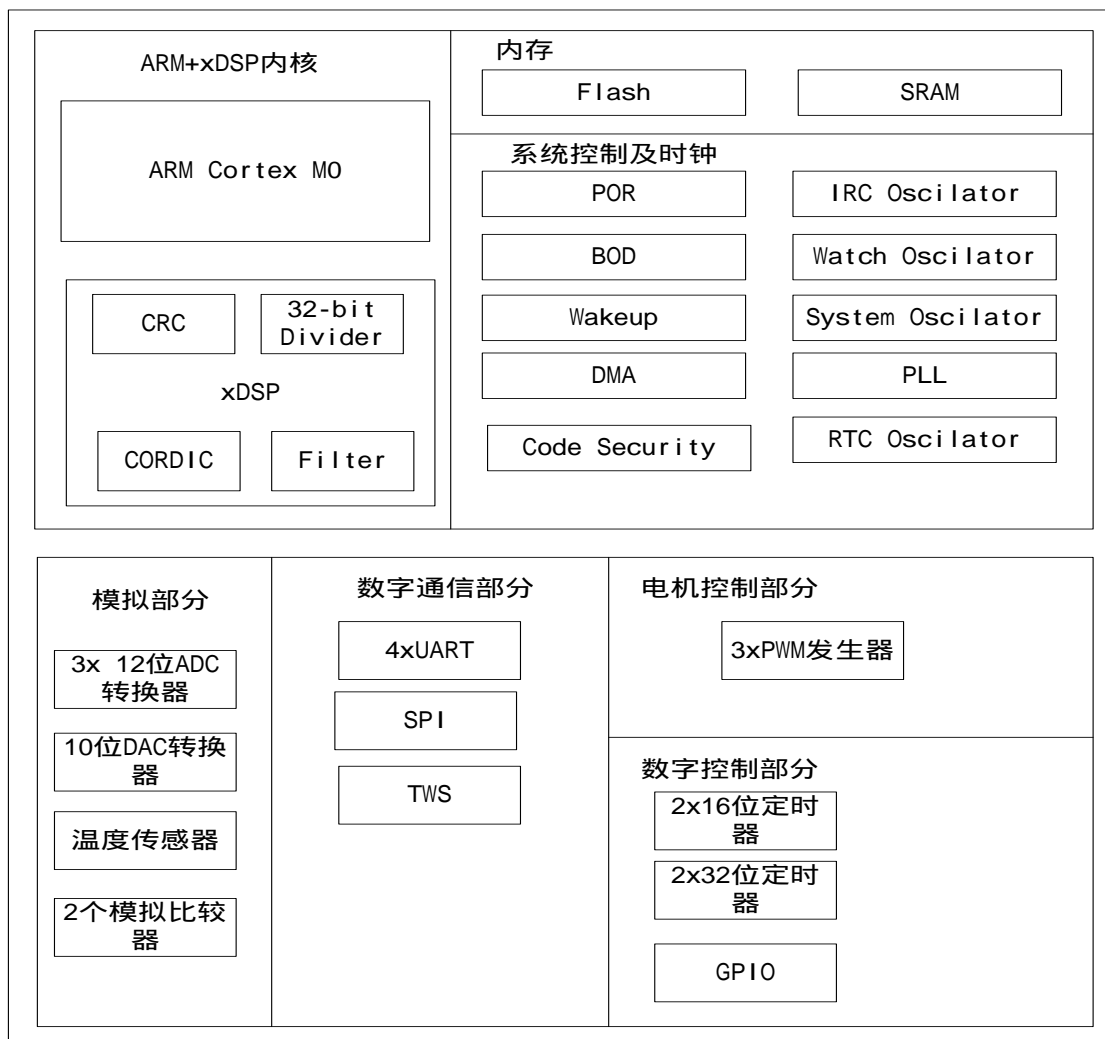
便捷高效的定时器/计数器

快速响应的中断机制

可以进行复杂电机控制参数计算

快速的程序执行速度以及运算速度

Xinnova XN62L数字信号控制器框图



Xinnova芯片电机控制方面的优势

性能优越的针对电机控制的PWM模块

- Ø 支持24路PWM信号输出,可同时控制多个电机
- Ø 32位占空比精度,电机控制的最细微操作
- Ø PWM频率宽范围调整,可控制各种参数电机
- Ø 可以软件控制死区时间,使控制更安全

3个独立的ADC转换器更适合系统高速采样需求

- Ø 12位, 1MHz采样率,更精确得到电机运行状态参数
- Ø 8路ADC通道,可同时对多路模拟量进行采样
- Ø PWM重载信号直接触发ADC转换,精准掌握采样时间

10-bit DAC, 1MHz转换率

- Ø可灵活控制反向电动势的偏移电平



Xinnova芯片电机控制方面的优势

优越的ARM Cortex-M0内核

- Ø 最大100MHz运行速度,可以将软件运行速度提高到极致
- Ø 丰富中断处理机制使电机控制效率更高,更及时

xDSP 用于电机控制所需计算

- Ø CORDIC运算器,运算Sin,Cos,Arctan,直接应用于电机矢量控制
- Ø 灵活的FIR/IIR滤波器,可用于滤除采样过程中的干扰信号

内置温度传感器

- Ø 可以应用于环境温度过热的保护机制



Xinnova芯片电机控制方面的优势

4个增强型系统定时器/计数器

- Ø 32位/16位精度，灵活多变
- Ø 支持位置解码器的正交编码信号输入，准确快速确定电机速度，位置等参数

支持各种通讯接口，方便电机参数调试或者监控电机运行状态

- Ø 4个带波特率自动检测和IrDA功能的UART
- Ø 1个SPI
- Ø 1个TWS (I²C兼容)

数据和程序的高可靠和保密性能

- Ø 2个128位密码的分区加密和保护技术，确保内数据安全和防知识产权的克隆
- Ø 加密模式下的应用二次开发，更好知识产权回报



Xinnova XN62L BLDC 方案

请向Xinnova 查询:
sales@xinnovatech.com





Xinnova Technology Ltd.

Thanks

Nov. 2012