# 一、 BLDC电机控制软件整体策略架构

框图

控制空图+我流程图的总和

# 二、BLDC有感和无感工作原理及差异

常见的无刷电机的定子由电枢铁芯，电枢绕组等组成；转子由永磁体构成。无刷电机一般通过三个霍尔传感器、增量式或者绝对是光电编码器、旋转变压器等位置传感器采集转子位置信息进行换相，但是转子的位置检测传感器会增大电机的尺寸和成本，而且转子位置传感器的电气接线也比较多，容易引入电磁干扰，另外传感器的安装精度直接影响电机转子位置信息的获取，从而影响电机的运行状况，尤其是在多级电机情况下安装精度很难得到保证；在一些恶劣情况下，例如振动、高温、高压、腐蚀、冷冻、空气污浊的情况下，位置传感器的精度和耐久都会大大降低，甚至发生错位。所以基于以上考虑，无位置传感器无刷直流电机的研究具有实用性。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 传感器 | 结构 | 体积 | 安装 | 输出信号 | 精度 | 功耗 | 可靠性 | 环境要求 | 工作温度 |
| 旋转变压器 | 复杂 | 大 | 方便 | 好 | 高 | 低 | 高 | 不高 | 宽 |
| 光电式 | 较复杂 | 大 | 较方便 | 较好 | 高 | 较小 | 高 | 高 | 一般 |
| 磁阻元件 | 简单 | 小 | 难 | 小 | 低 | 小 | 较差 | 较严 | 较窄 |
| 霍尔 | 简单 | 小 | 难 | 小 | 低 | 大 | 差 | 严 | 窄 |

表 1位置传感器性能对比

当前无刷直流电机的研究点主要集中在以下几个方面：

1.转子位置检测

根据前文可以得知，无感直流无刷电机在一些工作情况下的优势相对于传统的有感直流无刷电机十分明显。无感直流无刷电机一般通过检测电机旋转时候产生的某些信息（电流、电压、磁链），再通过一定的算法将其转换为转子的位置信息，从而实现转子位置的检测。目前比较常见的转子位置检测方法有反电动势过零检测法、反电动势三次谐波检测法、转子磁链估计法、续流二极管导通检测法、自适应观测器法、扩展卡尔曼滤波法以及一些基于现代控制理论的方法。在实际的工程实践中，因反电动势过零检测法相对简单且可靠，较为实用。

2.转矩脉冲抑制

在理论上，直流无刷电机可以使用方波驱动，但是实际上，因为电机加工与制造过程中，因为一些不可控因素导致其反电动势不完全对称、磁材料磁性不一致、这些因素在定子换相的过程中都会直接影响到电机转矩脉动。在一些精度比较高的伺服电机中，转矩脉动是不可接受的。减少转矩脉动的方法主要通过两方面来展开，一方面是优化电机本体设计，另一方面是采用先进的控制方法来降低或者抵消转矩脉动的影响。

3.低转速控制技术

在低转速的情况下，无刷电机的转子位置不易采集，同时在考虑到摩擦转矩、风阻等影响，电机可能会出现爬行现象，转矩脉动增大。而且对于无感直流无刷电机来说，其低速时的运行性能，决定了产品设计的优劣。

## 结构组成

无刷直流电机由电机本体、逆变器、位置检测单元和电源等部分组成，构成框图如图1所示。



图 1无刷直流电机控制系统框图

图2展示了无刷直流电机的等效电路，其电路结构由等效电阻、等效电感和反电动势组成。主电路采用电压型逆变型电路，逆变回路呈低阻抗，输出电压为矩形波，并且与负载阻抗角不同

# 三、BLDC有感和无感控制策略

总的推导式

# 三、 BLDC有感和无感的软件控制策略差异性

直观---列表格