

风力发电机偏航系统的组成分析

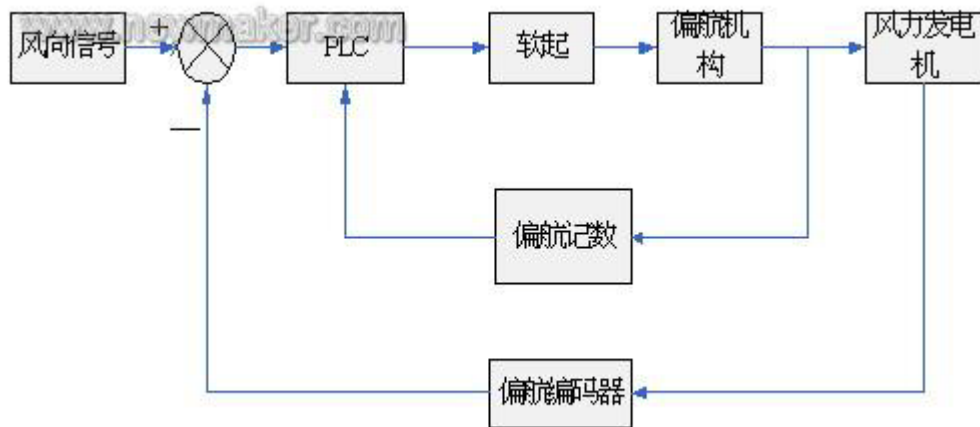
导读：偏航系统是风力发电机组特有的伺服系统。它主要有两个功能：一是使风轮跟踪变化稳定的风向；二是当风力发电机组由于偏航作用，机舱内引出的电缆发生缠绕时，自动解缆。

偏航系统的作用

偏航系统是风力发电机组特有的伺服系统。它主要有两个功能：一是使风轮跟踪变化稳定的风向；二是当风力发电机组由于偏航作用，机舱内引出的电缆发生缠绕时，自动解缆。

偏航控制系统

偏航系统是一个随动系统，风向仪将采集的信号传送给机舱柜的 PLC 的 I/O 板，计算 10 分钟平均风向，与偏航角度绝对值编码器比较，输出指令驱动四台偏航电机（带失电制动），将机头朝正对风的方向调整，并记录当前调整的角度，调整完毕电机停转并启动偏航制动。偏航控制系统框图如下图所示：



下文将对偏航控制系统的各机构进行分析：

1、风速仪

风力发电机组应有两个可加热式风速计。在正常运行或风速大于最小极限风速时，风速计程序连续检查和监视所有风速计的同步运行。计算机每秒采集一次来自于风速计的风速数据；每 10min 计算一次平均值，用于判别起动风速和停机风速。测量数据的差值应在差值极限 1.5m/s 以内。如果所有风速计发送的都是合理信号，控制系统将取一个平均值。

2、风向标

风向标安装在机舱顶部两侧，主要测量风向与机舱中心线的偏差角。一般采用两个风向标，以便互相校验，排除可能产生的误信号。控制器根据风向信号，起动偏航系统。当两个风向标不一致时，偏航会自动中断。当风速低于 3m/s 时，偏航系统不会起动。

3、扭缆开关

扭缆开关是通过齿轮咬合机械装置将信号传递 PLC 进行处理和发出指令进行工作的。除了在控制软件上编入调向记数程序外，一般在电缆处安装行程开关，当其触点与电缆束连接，当电缆束随机舱转动到一定程度即启动开关。以国内某知名公司生产的 1.5MW 风机为例，当机身在同一方向已旋转 2 转 (720 度)，且风力机不处在工作区域 (即 10 分钟平均风速低于切入风速) 系统进入解缆程序。解缆过程中，当风力机回到工作区域 (即 10 分钟平均风速高于切入风速)，系统停止解缆程序，进入发电程序，但当机身在同一方向已旋转 2.5 转 (900 度) 偏航限位动作扭缆保护，系统强行进入解缆程序，此时系统停止全部工作，直至解缆完成。当风速超过 25 m/s 时，自动解缆停止。自动解除电缆缠绕可以通过人工调向来检验是否正常。当调向停止触点由常闭进入常开状态时，风机自动解除电缆缠绕，此时风力发电机应不处于维修状态，因此自动调向功能在维修状态时无法使用。

4、偏航编码器

偏航编码器是一个绝对值编码器，可以准确记录偏航位置。因为绝对编码器由机械位置决定的每个位置的唯一性，它无需记忆，无需找参考点，而且不用一直计数，什么时候需要知道位置，什么时候就去读取它的位置。这样，编码器的抗干扰特性、数据的可靠性大大提高了。

5、软启动器

软启动器采用三相反并联晶闸管作为调压器，将其接入电源和电动机定子之间。这种电路如三相全控桥式整流电路，使用软启动器启动电动机时，晶闸管的输出电压逐渐增加，电动机逐渐加速，直到晶闸管全导通，电动机工作在额定电压的机械特性上，实现平滑启动，降低启动电流，避免启动过流跳闸。待电机达到额定转数时，启动过程结束，软启动器自动用旁路接触器取代已完成任务的晶闸管，为电动机正常运转提供额定电压，以降低晶闸管的热损耗，延长软启动器的使用寿命，提高其工作效率，又使 [电网](#) 避免了谐波污染。软启动器同时还提供软停车功能，软停车与软启动过程相反，电压逐渐降低，转数逐渐下降到零，避免自由停车引起的转矩冲击。

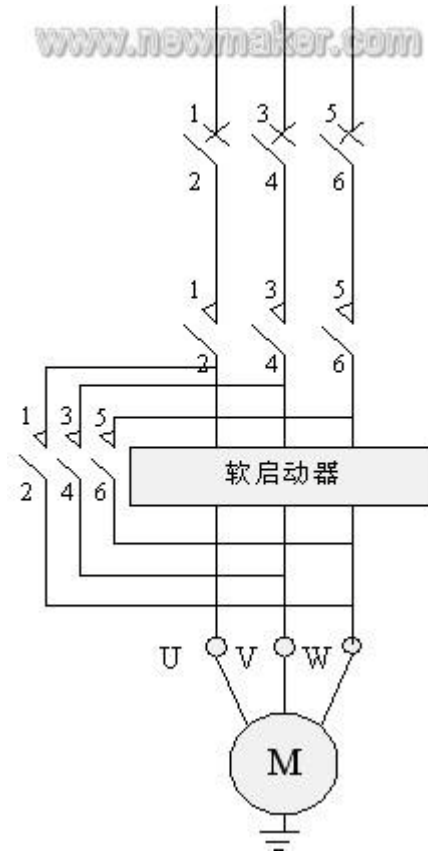


图 1 软启动器控制电机的主电路图

图 1 为软启动器控制电机的主电路图，图 2 为电机启动电压变化曲线，图三为软启动器的接线图和电气图。

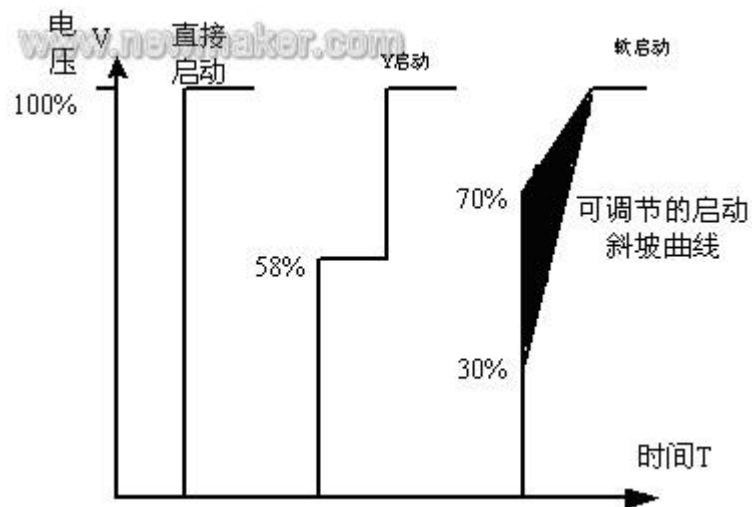


图 2 电机启动电压变化曲线

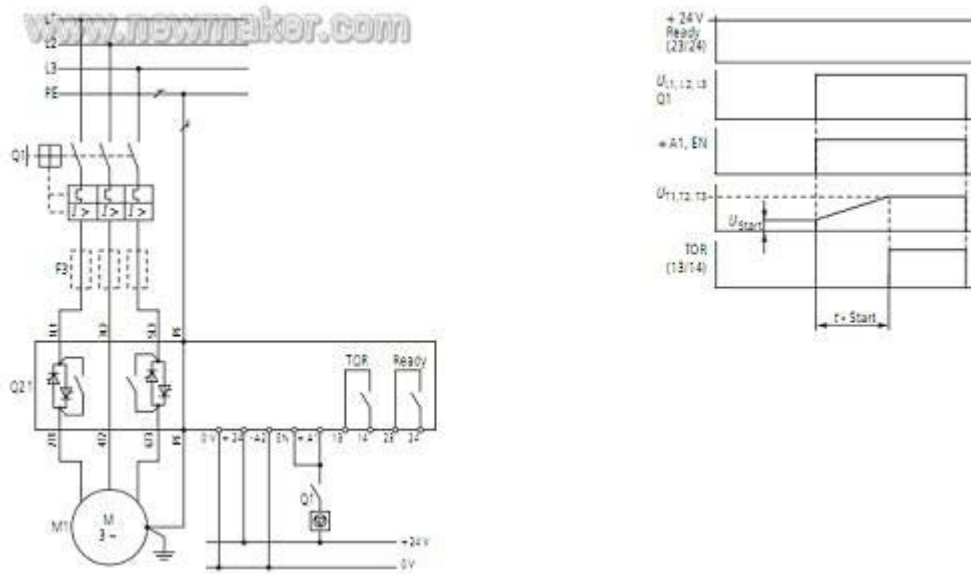


图 3 软启动器的接线图和电气图

6、偏航机构

偏航系统是由回转支撑轴承、弹簧阻尼装置和四台电机驱动的齿轮传动机构组成的。带有内齿的偏航轴承用螺栓连接在塔筒顶部，外环与机舱座连接，内环与塔架法兰连接。在偏航系统中驱动机构一般都是由电机加减速机构成，电机是偏航的动力来源，减速机是将电机输出的高速转变成低速的机构，那么在一般的偏航系统中偏航刹车部分一般由两部分组成，一个是安装在驱动电机后端的电机电磁制动器，一部分是安装在偏航轴承附近的液压偏航。偏航时 10 个刹车盘处于半释放状态，偏航系统压力约 45bar；自动解缆时刹车盘处于全释放状态 来源：OFweek 风电网

上海丰林科技有限公司推荐产品

偏航传感器又叫偏航扭缆开关，凸轮计数器。偏航传感器由旋转限位开关与电位器组成，其功能：一是机舱偏航极限保护（旋转限位解缆）；二是检测风机机舱位置（电位器），配合风速风向仪实现机舱的实时对风，并最终到达风能有效利用率最大化的目的。

针对这种行业运用，我们推荐如下几种解决方案：

- ① 导电塑料电位器：导电塑料技术是在聚合薄膜的基体上涂上一层导电塑料，称导电塑料电阻基片，这种涂层是由惰性炭黑材料构成。导电塑料角位移传感器主要由这种基片、转轴及电刷组件和壳体等几部分组成



ECS/ECO 系列

经济型工业电位器，较小的直径 $\phi 22.2\text{mm}$ 便于安装在偏航传感器内。

优秀的耐高低温性能： $-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ 。拥有 $\pm 0.35\%$ ($\pm 0.25\%$ 可选) 的较高的独立线性度和 500 万次的使用寿命使其在海上风场运行时更加可靠



SF/ BF 系列

军工、航天用电位器符合美军标：MIL-R-39023 和 NFC 93-255。拥有最高可达 $\pm 0.015\%$ 的独立线性度，最高转速可达每分钟 600 转，高达 2000 万次的使用寿命和更耐腐蚀的优良转轴以及保证了产品在高盐高湿的海上和近海风场运行的可靠性。

②霍尔式电位器：在置于磁场的导体或半导体时通入电流，若电流与磁场垂直，则在与磁场和电流 都垂直的方向上会出现一个电势差，这种现象为霍尔效应，利用霍尔效应制成的 元件称为霍尔电位器。



(1) 631HE /351HE

霍尔式电位器，是新兴的应用技术： 360° 无死区、非接触式、抗震动、耐高低温 ($-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$)、高使用寿命 (2000 万次) 以及更加优良的封装保证其保护等级可达 IP67 使之在海上风场有更优秀的表现。

③ 编码器与菊花状的工业塑料轮盘 可用于风电螺旋叶片变桨控制系统



play-free electronic switching cam encoder

应用在动态和静态的机械设备，适用于电厂，风能风轮、起重机等各行业。

可达 4 路控制开关量输出：

- 继电器:接触过载保护
- PhotoMOS 半导体继电器:常开状态

编码器信号输出：模拟, SSI, CANopen, ProfiBus-DP...