

为：

$$K_i = \frac{3 \times [1 + \frac{kl}{H_0} \sin(\theta_i + (i-1) \times \frac{2\pi}{3})]^{2n}}{\sum_{i=1}^3 [1 + \frac{kl}{H_0} \sin(\theta_i + (i-1) \times \frac{2\pi}{3})]^{2n}} \quad (3.21)$$

其中， l 为叶片长度； kl 为叶片平均风速点的等效长度； H_0 为风力发电机组机舱处的位置与轮毂中心处的距离到地面的高度； θ_i 为叶片 i 的方位角。

经过权系数分配后，计算得到桨距角值

$$\beta_i = K_i \beta \quad (3.22)$$

其中， β 为统一变桨的桨距角。

根据公式(3.19)~(3.22)，独立变桨风力发电机组的执行机构的仿真结构图如下所示。

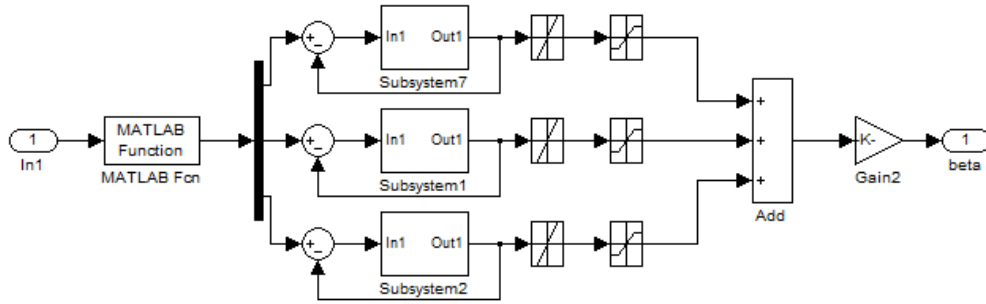


图 3.11 独立变桨执行机构

3.1.4 发电机模型

风力发电的过程是风能转化成机械能，再由机械能转化成电能。其中，风力机完成了风能到机械能的转化，发电机完成了机械能到电能的转化，在能量转化过程中，发电机扮演着极其重要的角色，它不仅关系到输出电能的质量，还影响了风力发电机组的效率。发电机选择时需要考虑其稳定可靠性和使用寿命以及是否能够适应风况的变化等。

目前在变桨控制中主要采用异步发电机，异步发电机通过改变定子电压来改变发电机电力矩，本文对异步发电机的模型进行简化，其数学模型可表示为为^[63]：

$$T_{em} = \frac{gm_1 U_1^2 r_2'}{(\omega_g - \omega_1) [(r_1 - \frac{C_1}{\omega_g - \omega_1})^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2]} \quad (3.23)$$

$$\omega_g = n_g \omega_r \quad (3.24)$$

其中， g 为发电机极对数； m_1 为相对数； U_1 为电网电压(V)； C_1 为修正系数； ω_g 为发电机转速(rad/s)； ω_r 为风轮转速(rad/s)； ω_1 为发电机同步转速(rad/s)； r_1 和 x_1 分别为定子绕组电阻和漏抗(Ω)； r_2' 和 x_2' 分别为转子绕组电阻和