

如图 2-12 所示, 飞行器与 Y 轴之间的夹角  $\beta$  主要通过前后两个旋翼产生的升力控制, 其控制关系为:

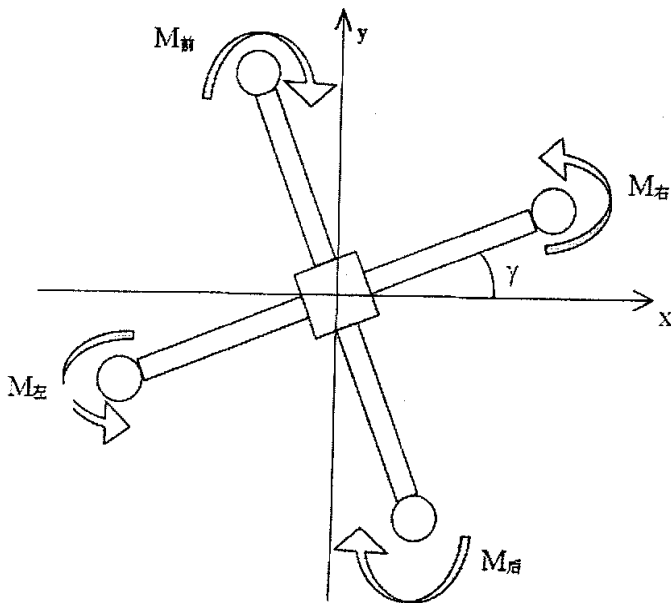
$$\begin{aligned} \sum M &= I_x \ddot{\beta} \\ l_y(F_{\text{前}} - F_{\text{后}}) &= I_x \ddot{\beta} \\ \ddot{\beta} &= \frac{l_y(F_{\text{前}} - F_{\text{后}})}{I_x} \end{aligned}$$

### 2.5.3 飞行器绕 Z 轴的角度 $\gamma$ 与升力之间的关系

$$\begin{aligned} \sum M &= I_z \ddot{\gamma} \\ M_{\text{右}} + M_{\text{左}} - M_{\text{前}} - M_{\text{后}} &= I_z \ddot{\gamma} \\ \ddot{\gamma} &= \frac{M_{\text{右}} + M_{\text{左}} - M_{\text{前}} - M_{\text{后}}}{I_z} \end{aligned}$$

由于旋翼所产生的升力和力矩之间存在关系  $M = cF$ , 所以上式可以表示为  $\gamma$  与升力之间的关系:

$$\ddot{\gamma} = \frac{c_{\text{右}}F_{\text{右}} + c_{\text{左}}F_{\text{左}} - c_{\text{前}}F_{\text{前}} - c_{\text{后}}F_{\text{后}}}{I_z}$$



2-13 飞行器绕 Z 轴的角度与  $M_{\text{前}}$ 、 $M_{\text{右}}$ 、 $M_{\text{后}}$ 、 $M_{\text{左}}$  之间的关系

假定各旋翼性能参数都一致，则可认为  $c_{前} = c_{后} = c_{左} = c_{右} = c$ ，上式可简化为：

$$\ddot{\gamma} = \frac{c(F_{右} + F_{左} - F_{前} - F_{后})}{I_z}$$

## 2.5.4 飞行器飞行速度与升力之间的关系

根据牛顿第二定律：

$$\sum F = m_t \ddot{z}$$

$$F_{前} + F_{后} + F_{左} + F_{右} - m_t g = m_t \ddot{z}$$

$$\ddot{z} = \frac{F_{前} + F_{后} + F_{左} + F_{右} - m_t g}{m_t}$$

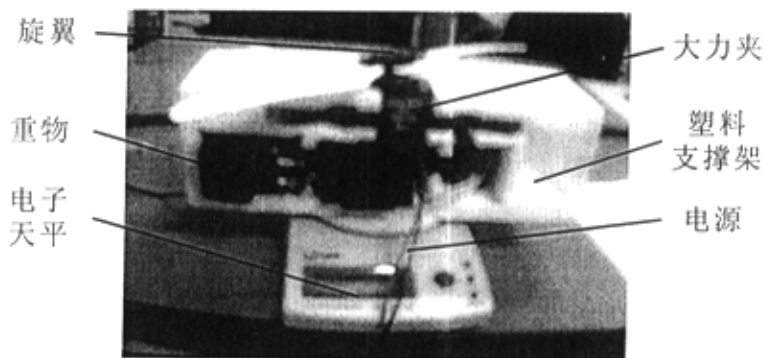
## 2.6 四桨碟形飞行器各旋翼升力测试

### 2.6.1 测试装置介绍

四桨碟形飞行器是一个非常发散的系统，对稳定性提出了更高的要求，必须事先对飞行器进行了各旋翼的特性测定，以更好更合理的设定飞行器参数提高飞行稳定性。

该升力测试装置就是为了测定相同状态下各旋翼的特性而设计的。

整个装置主要由电源、电子天平、塑料支撑架、大力夹、重物等部分组成，装置如图 2-14 所示。



2-14 升力测试装置