运动学模型

吊具看作是连杆

由平面位置矢量关系可得到，自由漂浮机械臂杆件的质心在惯性系下的位置矢量为：

动力学模型推导

使用拉格朗日法推导系统动力学，首先建立系统的拉格朗日函数：

其中，为拉格朗日函数，为系统的总动能，为系统的总势能。

由于系统处于空间环境中，忽略重力对其影响，则系统的总势能为，故拉格朗日函数为：

其中是系统的广义坐标向量。

系统的拉格朗日方程为：

其中是广义坐标，是广义坐标对应的广义力。将其表示成向量形式为：

机器人系统的动能等于系统各个部件动能之和，即：

整个系统的运动可以分为基座的位移和旋转以及机械臂的运动，因此动力学方程可以写成：

当基座处于自由漂浮状态，即基座位移不受控，令，可以解出

将其代入公式中，得到动力学方程：

其中：

基座控制方程设计成：

其中是基座姿态控制力矩，是机械臂对其补偿力矩。定义姿态角误差为：

是基座期望姿态角，因此姿态反馈控制力矩设计成：

和分别是比例系数和微分系数。

在基座运动过程中，会受到机械臂的运动对其姿态的影响，相当于改变了基座的角动量，因此，需要适当的对基座进行补偿，来消除机械臂的运动对其造成的影响。假设补偿力矩对应的角动量为，则有：

基座的角动量误差为：

其中是期望补偿角动量，近似等于

因此，机械臂对基座的补偿力矩设计成：

其中，和分别是比例系数和积分系数。

机械臂的控制方程设计成：

其中是机械臂反馈控制力矩，是基座对机械臂的补偿力矩。定义关节角误差为：

是机械臂期望关节角，因此反馈控制力矩设计成：

同样，在机械臂的运动过程中，基座的运动也会对其造成影响，因此需要对机械臂运动进行适当的力矩补偿，来消除基座对其影响，假设补偿力矩的角动量为，则有：

机械臂角动量误差为：

是期望补偿角动量，近似等于：

因此，基座对机械臂的补偿力矩设计成：

和分别是比例系数和积分系数。