# 第一章 飞机本体动态特性计算分析

## 1.1 纵向运动模态分析

### 1.1.1 飞机本体运动方程

常规布局飞机纵向状态方程形式为：



状态变量为：，控制变量：

飞机纵向运动方程：



对于基准状态为定常直线平飞时，飞机纵向运动方程为：



联立(1.2)和(1.3)可得飞机纵向小扰动方程为：



由力与力矩可用如下导数表示：



因此可以得到：



纵向方程组状态变量 ，控制变量 ，可将上式化为 的形式：



对飞行高度10,000m，飞行速度190m/s的定常直线平飞状态作为基准状态，可以得到基于纵向运动状态下飞机小扰动运动方程为：



同时得到纵向小扰动方程的特征根：



可以看出飞机纵向模态主要有两个，一个是虚部绝对值较大的特征根对应的短周期模态，另一个是虚部绝对值较小的对应的长周期模态。

由系统特征根可知，系统有两对共轭复根，即有两种运动模态：长周期模态与短周期模态，对应频率与阻尼比如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 模态 | 特征值 | 自然频率 | 阻尼比 |
| 长周期 |  | 0.0223 | 0.3403 |
| 短周期 |  | 0.4598 | 0.9451 |

表1.1 飞机纵向模态特性

### 1.1.2 传递函数