

10. 某航母跑道长 160m, 飞机发动机产生的最大加速度为 5m/s^2 , 起飞需要的最低速度为 50m/s 。飞机在某航母跑道上起飞的过程可以简化为匀加速直线运动。若航母沿飞机起飞方向以某一速度航行, 为使飞机安全起飞, 航母匀速运动的最小速度为多少?

【学长说题】 本题在审题时, 最关键的一点是明确参考系。飞机发动机产生的最大加速度 5m/s^2 是对地的加速度, 飞机起飞需要的最低速度 50m/s 也是对地的速度。

设航母匀速运动的速度为 v_0 。

那么, 由于初始时飞机相对航母静止, 则飞机的初速度也为 v_0 。

研究飞机加速的过程:

设时长为 t , 飞机末速度为 v , 飞机对地位移为 x_1 , 则:

$$v = v_0 + at \quad (1)$$

$$2ax_1 = v^2 - v_0^2 \quad (2)$$

航母对地位移 $x_2 = v_0 t \quad (3)$

飞机对航母的位移为 $x_1 - x_2$, 大小等于跑道长度 L 。

$$x_1 - x_2 = L \quad (4)$$

以下是解方程的过程:

分析已知未知量, 明确变形方向——消去 x_1, x_2, t

即可。

$$\text{由(2)} \Rightarrow x_1 = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$\text{由(1)} \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a}, \text{代入(3)得}$$

$$x_2 = v_0 \frac{v - v_0}{a} = \frac{vv_0 - v_0^2}{a}$$

最后再把 x_1 和 x_2 的表达式代入(4), 得

$$\frac{v^2 - v_0^2}{2a} - \frac{vv_0 - v_0^2}{a} = L$$

化简:

$$\frac{v^2 - v_0^2 - 2vv_0 + 2v_0^2}{2a} = L$$

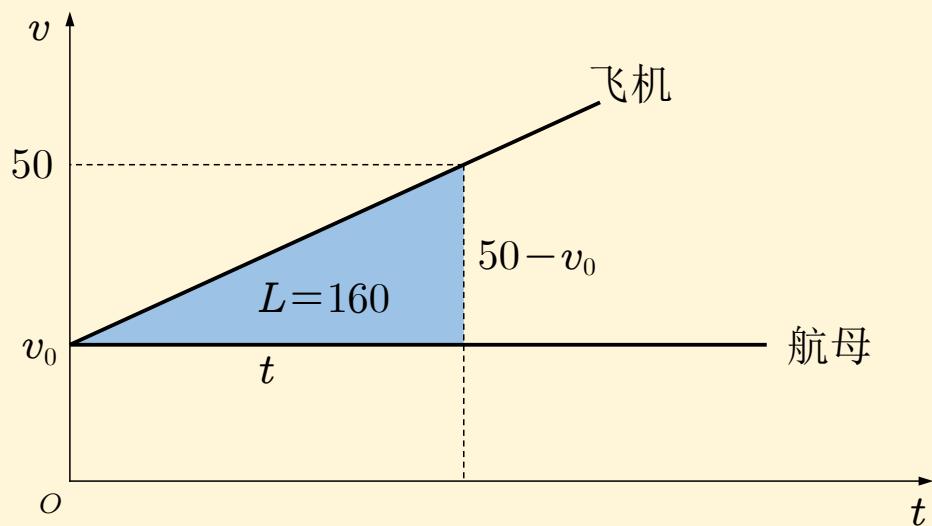
$$\Leftrightarrow \frac{(v - v_0)^2}{2a} = L$$

$$\Rightarrow v_0 = v - \sqrt{2aL}$$

由题意: $v \geq 50, a \leq 5$, 代入得

$$v_0 \geq 50 - \sqrt{2 \times 5 \times 160} = 10 \text{m/s}$$

考场上, 当然不需要这么麻烦, 应该养成画图的习惯, 画个 $v-t$ 图来解决:



图中三角形的面积,表示飞机相对航母的位移大小。则 $L = \frac{1}{2} t(50 - v_0)$

其中, $t = \frac{50 - v_0}{a}$

联立两式可得 $(50 - v_0)^2 = 2aL$

$\Rightarrow v_0 = 10 \text{ m/s}$