

B 题 滑翔伞伞翼面积的设计及运动状态描述

众所周知，滑翔伞具有高度的灵活性和可控性，以及震撼性和刺激性，因此滑翔伞在生活中具有广泛地应用，比如救援、探险、运动、个人娱乐、环保和交通等，且将来也有着更广阔的应用和发展前景。遗憾的是目前十大滑翔伞品牌中没有一家是中国的，因此设计安全、灵活、可控的中国滑翔伞意义重大。

假如你是一个设计师，负责设计一款安全、可灵活操控方向并且面积尽可能小的降落伞。为了简化问题，我们假定滑翔伞伞翼是椭圆形，并且滑翔伞的操控方式通过控制绳来实现（通过向左或向右拉动控制绳实现转向，向前或向后拉动控制绳实现加速或减速），同时假定人的重量在 50-70kg。现要求滑翔伞伞头重量在 4-4.2kg，并从 280-300 米高度起飞，起飞若干时间后可达到安全飞行速度 35-50 公里/小时，最终达到安全降落速度 4-7 米/秒。请通过数学模型回答以下问题：

问题 1 请给出设计滑翔伞伞翼面积应该考虑的因素，在安全的条件下，请建立滑翔伞伞翼最小平展面积模型，并说明因素和模型的合理性；

问题 2 利用你们的模型，分析无风状态下操纵滑翔伞从高空竖直落下、从高空滑翔降落到距竖直点 L 米处的运动过程和操纵策略，并通过模型的模拟展示滑翔伞的运动过程。

问题 3 利用你们的模型，分析平均风风场情况下操纵滑翔伞从高空竖直落下、从高空滑翔降落到距竖直点 L 米处的运动过程和操纵策略，并通过模型的模拟展示滑翔伞的运动过程。

附件 1

表 1 设计滑翔伞的参数值

投影面积 (m^2)	建议起飞重量 (kg)	增加起飞重量 (kg)	平展宽度 (m)	投影宽度 (m)	展弦比	投影展弦比	最大弦长 (m)	气室数量	组带数量	单位面积浮力 (N)
19.2	50-70	70-85	10.4	8.4	4.8	3.5	2.55	38	3+1	950

展弦比：机翼的翼展与弦长之比.

风压 (kN/m^2)：垂直于气流方向的平面所受到的风的压力，计算公式为

$w_p = 0.5\rho v^2$, ρ 为空气密度 (kg/m^3), v 为风速 (m/s).

附件 2

表 2 风力等级国家标准表

风级和符号	名称	风速 (m)	陆地物象	海面波浪	浪高 (m)
0	无风	0.0-0.2	烟直上	平静	0.0
1	软风	0.3-1.5	烟示风向	微波峰无飞沫	0.1
2	轻风	1.6-3.3	感觉有风	小波峰未破碎	0.2
3	微风	3.4-5.4	旌旗展开	小波峰顶破碎	0.6
4	和风	5.5-7.9	吹起尘土	小浪白沫波峰	1.0
5	劲风	8.0-10.7	小树摇摆	中浪折沫峰群	2.0
6	强风	10.8-13.8	电线有声	大浪到个飞沫	3.0
7	疾风	13.9-17.1	步行困难	破峰白沫成条	4.0
8	大风	17.2-20.7	折毁树枝	浪长高有浪花	5.5
9	烈风	20.8-24.4	小损房屋	浪峰倒卷	7.0
10	狂风	24.5-28.4	拔起树木	海浪翻滚咆哮	9.0
11	暴风	28.5-32.6	损坏普遍	波峰全呈飞沫	11.5
12	飓风	32.7-36.9	催毁巨大	海浪滔天	14.0