

可行性分析：B

谭淞宸

2019 年 9 月 12 日

1 符号标记表

物理量	记号
总人数	n
队员	i
队员的方位角	α_i ($\alpha_1 = 0$)
发力时机	t_i
发力大小	F_i
鼓的坐标	x, y, z, θ, φ
球的坐标	ξ, η, ζ
碰撞时刻	t_c
弹性系数	e
碰撞后速度	$*'$

2 需要作出的假设

2.1 忽略

- 球是质点，因而没有空气阻力

2.2 关于「颠球」

假设：只考虑一次颠球，不考虑两次颠球之间的鼓是怎么运动的。

- 现实原因：两次颠球之间回复初始状态的过程是一个高度的耗散过程，很难求解；
- 理论依据：这个耗散过程（根据日常生活经验）能够快速耗散能量，以至于下一次的初始条件仍可以认为是处于平衡状态；

2.3 关于「发力大小」

假设：发力指的是在维持平衡的基础上，额外的沿绳方向的力度，且要么这个方向始终不变，要么绳的手端始终不变。

- 现实原因：无法计算手的高度
- 理论依据：好像没有

2.4 鼓和球的碰撞弹性系数

假设：弹性系数肯定不是 1，否则不动就是策略。

如何找到一些资料定弹性系数？

3 工作计划

3.1 库函数：运动方程

- 球作三自由度的质点运动
- 鼓作五自由度的刚体运动（质心三自由度 + 法向量球面角二自由度）
- 列出求解的运动方程并用四阶 Runge Kutta 法求解，精度应该够用，也有现成的库；

3.2 第一题的求解

对于第一题，假设队员是各向同性的，则有两个参数可变：共同发力时机 t_0 ，共同发力合力力度 F_{total} ，问题简化为

$$\min\{F_0|t_0\}, \text{s.t. } h = 0.4$$

此时实际上鼓和球简化为作一自由度的质点运动；

3.3 第二题的求解

直接解就行了。

3.4 第三题的求解

这里我们必须引入额外的假设，关于何为最佳策略。

设每人的颠球时机和力度符合正态分布，则有可能算出最终倾角的期望，同时对高度和倾角最优化即可。

如果不能的话，可以进行很多次随机模拟，每次用随机数模拟他们的误差，看最后对倾角的影响。

3.5 第四题的求解

第一问：要求控制碰撞时的球面角，有两个变量，理论上也可以通过这两个队员的发力来解决。

分析现实情形和上一题的方法类似。