

# 基于动力学模型的“同心鼓”问题仿真研究

赵莹 王阳森 武启美

1. 西安建筑科技大学资源工程学院 陕西 西安 710000)
2. 西安建筑科技大学信息与控制工程学院 陕西 西安 710000)
3. 西安建筑科技大学信息与控制工程学院 陕西 西安 710000)

**【摘要】**本文主要研究了团队熔炼中“同心鼓”项目的策略问题,通过受力分析、算法仿真模拟等方法建立动力学模型,为参与队员设计了系列不同条件下的最佳协作策略,采用合作型协同进化算法,利用 MATLAB 编程计算结果。

**【关键词】**仿真模拟 动力学模型 合作型协同进化算法

## 1 引言

近年来,各组织、公司等举办了不少的团建活动,“同心协力”项目以其较高的难度系数让不少人望而生畏。为了使连续颠球的次数增多,以更好地完成这项项目,建立合适的数学模型来研究此问题。

## 2 建模求解

### (1) 鼓、排球的受力分析

将鼓和排球看做整体,分别给出单个拉力的作用示意图及所有队员合拉力的作用效果图,如下图所示:

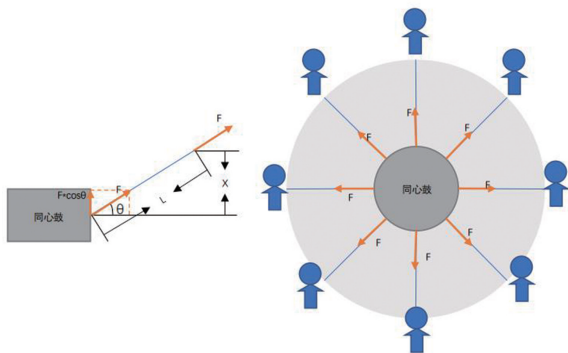


图 1 鼓与排球整体受力分析图

### (2) 理想条件下颠球运动的简析

在理想状态下,队员可以通过相互配合使鼓面保持水平,假定此时绳子紧绷产生的平面为水平面,对颠球运动进行简要分析。结合运动学知识和实际生活经验,将颠球运动分为三个过程。第一过程是排球从鼓面上方中心位置竖直下落至接触鼓面达到最大速度,这时排球做自由落体运动。第二过程是

排球跟随鼓下降至减速为零的缓冲运动。第三过程是队员通过拉紧绳子使鼓上升至水平位置,并给排球竖直向上的初速度,使其继续向上运动。

$$\sum F_i = n \times F \sin \theta$$

$$\left(\frac{d}{2} + l\right) 2\pi = n \times (d_U + d_s)$$

$$\sin \theta = x / l$$

为保证此策略实施的效果,由题意做出合理假设:在最佳协作策略下,排球被颠起的高度距鼓面恰为 40cm,下面通过计算来证明该假设的合理性。

$$a = \frac{\sum F_i - \sum_{i=1}^n M_i g}{\sum_{i=1}^n M_i}$$

$$\sum_{i=1}^n M_i = M_v + M_d + M_s$$

$$2x \frac{\sum F_i - \sum_{i=1}^n M_i g}{\sum_{i=1}^n M_i} = -2gH$$

化简得 F 与 x 的关系式,可得数学模型:

$$F = \frac{(H + x)[n \times (d_U + d_s) - d\pi] \sum_{i=1}^n M_i g}{2\pi n \cdot x^2}$$

待二者速度为零后,拉紧绳子使鼓面加速上升至原位置,在此过程中,鼓面上的排球有了一个竖直向上的加速度,继续向上运动至减速为零,速度为零后排球又恢复第一个运动过程,队员只需通过松紧绳子来控制鼓面的摆动。

### 3 模型求解

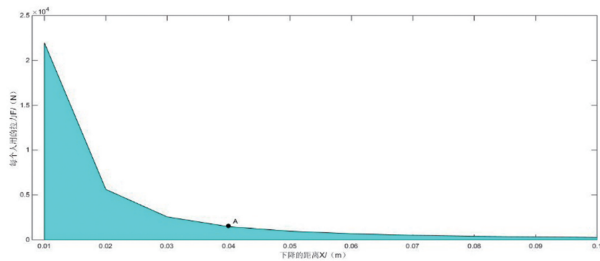


图 2 F-X 图示

通过验证和分析,最终给出的最佳协作策略是:

参与队员人数为 8 人,每位队员所用绳子长度为 1.11m,各队员之间夹角为  $45^\circ$ ,并且 F 与 x 之间满足上式并且位于 A 点右侧图像上,此时的颠球高度为 40cm。

### 4 结论

在建模过程中,为了简化计算,并未考虑鼓的弹力,但实际上的鼓为牛皮鼓,具有较好的弹性。因此,对模型进行改进,考虑加弹力对鼓受力的影响,对于其它的线弹性体,也可从弹性力学的基本公式求出相似结论。

### 【参考文献】

- [1]叶建龙,孙建渊,席广恒. 梁拱组合桥柔性吊杆张拉力的确定及分析[J]. 东北公路,2000(01):44-47.
- [2]曾盛誉. 对排球跨步垫球的运动学研究综述[J]. 佳木斯教育学院学报,2013(05):433-434.
- [3]王华. 基于相关性分析的合作型协同进化算法[D]. 南昌航空大学,2017.
- [4]林晓凡,胡钦太. 社会网络分析视角下的混合学习社群协作策略研究[J]. 现代教育技术,2014,24(10):73-80.
- [5]郭俊芬,贾谊. 排球运动扣球起跳和落地动作的动力学分析[J]. 四川体育科学,2018,37(01):56-63.
- [6]史长莹,郜迪. 脆性材料的线弹性应力模型试验[J]. 工程建设,2016,48(07):31-32+59.

作者简介:赵莹(1999.10-),女,陕西商洛人,本科在读,西安建筑科技大学资源工程学院学生,安全工程专业。

陕西省西安市西安建筑科技大学雁塔校区,赵莹