

Fuzzy method is used to solve the friction balance problem

Dou Hongtao

Jiangxi Normal University, Nanchang

Abstract: This paper puts forward the idea of solving friction balance problem in mechanics by using Fuzzy method, and solves the concrete physics problem by using Fuzzy asymmetric model.

Key words: The frictional force. Equilibrium state; Fuzzy method

Received: 2019-10-10; Accepted: 2019-10-30; Published: 2019-11-12

运用 Fuzzy 方法解决摩擦平衡问题

窦洪涛

江西师范大学, 南昌

邮箱: doudou1212@sina.com

摘 要: 文章提出了应用 Fuzzy 方法解决力学中摩擦平衡问题的解题思路, 并应用模糊非对称模型解决了具体物理问题。

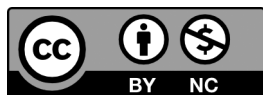
关键词: 摩擦力; 平衡状态; Fuzzy 方法

收稿日期: 2019-10-10; 录用日期: 2019-10-30; 发表日期: 2019-11-12

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Fuzzy 方法在摩擦平衡问题中经常应用。本文提出了应用 Fuzzy 方法解决力学中摩擦平衡问题的解题思路, 并应用模糊非对称模型解决了具体物理问题。

我们知道, 任意两个物体相互接触且具有相对运动趋势时, 在接触面之间会产生一对阻止相对运动趋势的力, 称为静摩擦力。正是静摩擦力的存在阻碍了物体相对运动的出现。其大小满足:

$$0 \leq f \leq f_s$$

$F_s = \mu_s N$ 是物体将发生相对运动这一临界状态时的摩擦力, 称为最大静摩擦力。它只在这一状态下表现出来。

其中: μ_s 为静摩擦系数, 与接触面的材料及表面情况有关; N 为正压力。

当外力 $F > f$ 时, 物体间将产生相对运动, 这时的摩擦力称为滑动摩擦力, 其大小为:

$$f_k = \mu_k N$$

其中: μ_k 为动摩擦系数, 与接触面的材料及表面情况有关; N 为正压力。

一般来说, 对于给定的接触面

$$1 > \mu_s > \mu_k$$

在粗略计算中, 可令 $\mu_s = \mu_k$, 则静摩擦力大小满足:

$$0 \leq f \leq \mu_s N = \mu_k N$$

设有一质量为 G 的物体放在水平面上, 过物体的重心有一水平推力 Q (如图 1 所示), 物体的材料及接触面情况已知, 试分析物体在水平面上保持静止的条件。

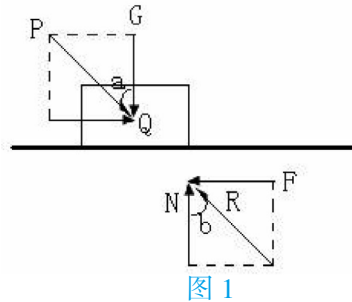


图 1

应用模糊化方法分析: $F = \mu N$

故静摩擦力与摩擦面的“光滑”, “粗糙”有关, 具有模糊性。那么对摩擦平衡问题的求解即是一个模糊条件的极值问题。具体思路是:

- (1) 静摩擦系数 μ 是模糊规划的一个解;
- (2) 目标是使物体承受的主动动力尽量大;
- (3) 限制是使物体在支撑面上保持静止。

根据受力分析, 有 $\text{tga} = Q/P$ 取论域 $U = [0, +\infty]$ 为角度集合, 那么 $\text{tga} = Q/P$ 在 U 上的目标函数可以定义为

$$A(u) = \text{tgu} \quad u \in (0 \leq u \leq 90^\circ)$$

同理 $\text{tgb} = F/N$ 。

F 为摩擦力, N 为正压力。

设 D 为 U 上的一个模糊子集, 一般情况下可依的关系 $0 \leq f \leq f_s$ 经统计试验得到其隶属度函数。设 μ 随 β 的变化规律属正态分布, 则可以确定 D 的隶属函数为

$$D(u) = \exp[-(u-t)^2 / \sigma^2] \quad (0 \leq |u-t| \leq +\infty)$$

其中 t 为试验中角度元素的平均值, σ 为其标准方差。这样 D 即为 U 上的

一个限制模糊子集。

函数 $y=A(u)$ 与 $y=D(u)$, 从广义上说, 都可以看作是定义域上的 R 型函数, 分别具有峰域 $[90^\circ, 90^\circ]$ 和 $[u^0, u^0]$ 。对于 R 型函数, 如峰域不变, 则有论域上的普通子集:

$$\overline{M} = \begin{cases} [\phi_2, a_2] & \phi_2 < a_1 \\ [\phi_1, a_1] & a_2 < \phi_1 \end{cases}$$

这里 $[a_1, a_2]$ 是 $y=A(u)$ 的峰域, $[\phi_1, \phi_2]$ 是 $y=D(u)$ 的峰域。

现在 $\phi_1 = \phi_2 = u^0$, $a_1 = a_2 = 90^\circ$, 属于 $\phi_2 < a$, 故有

$$D_i(u) = D(u) \wedge M = \exp[-(u-t)^2/\sigma^2] \quad u^0 \leq u \leq 90^\circ$$

于是 A 在 D 上的模糊优越集为

$$M = [u^0, 90^\circ]$$

在优越集中如有 $u=u^*$ 满足

$$D_i(u^*) = \max D_i(u)$$

则 u^* 是在 D 限制条件下使目标函数达到最大值的元素, 由于 $D_i(u^*) = \max D_i(u) = 1$, 故最佳决策点为统计试验中角度元素的均值, 即 $t = u^*$, 由此有 $F_{Max} = \mu N = Gtgt$ 。

这样物体在水平推力下保持静止的条件是:

$$Q \leq F_{Max} = Gtgt$$

在具体问题中, 如果能运用精确数学方法处理的, 可以不必节外生枝地考虑概念的模糊性, 当然这得以保证所研究的问题能圆满解决为条件; 相反, 如果需要用模糊数学方法处理的问题, 一般则要和精确数学结合起来。可以预见, 模糊数学方法与其它学科的结合必将给人工智能仿真和人的主观思想及模糊概念的定量研究带来新的希望。

参考文献

- [1] 张文修. 模糊数学基础 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1984.
- [2] 楼世博. 模糊数学 [M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [3] 陈国权. 模糊数学在气象科学中的应用 [J]. 自然科学杂志, 1984, (3).