

# 基于投影近场动力学的弹塑性材料模拟

作者：何小伟 王华民 吴恩华

文献信息：Projective Peridynamics for Modeling Versatile Elastoplastic Materials, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (conditionally accepted)  
联系方式：xiaowei@iscas.ac.cn

## 研究背景

现实世界中弹塑性材料多种多样，其模拟的难点主要体现在两点：（1）弹塑性材料本构模型的多样性；（2）弹塑性材料几何结构的多样性。仿真过程如何能够提供一套统一的处理多维几何特征且高效稳定的方法一直以来是弹塑性材料研究的热点和难点。

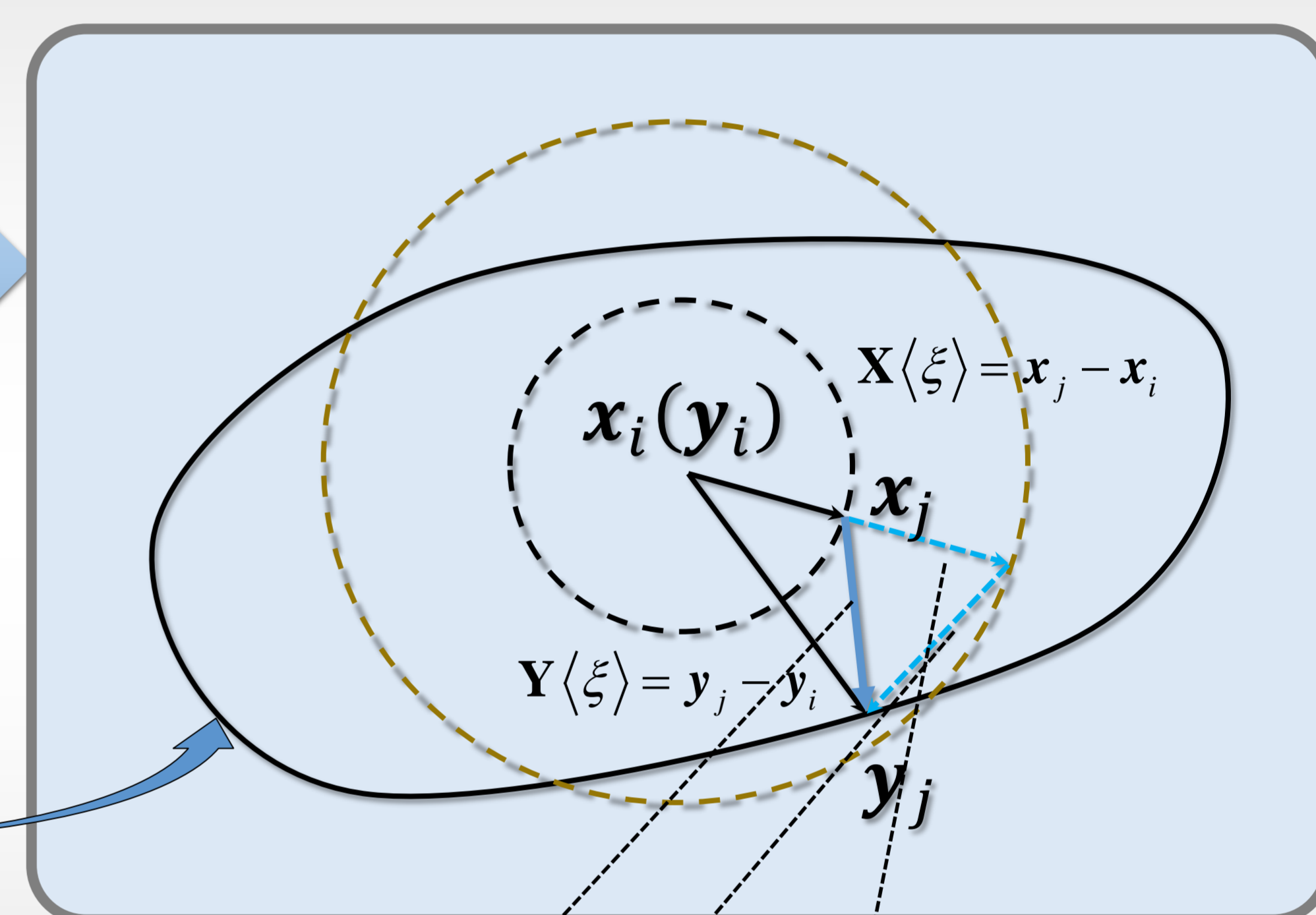
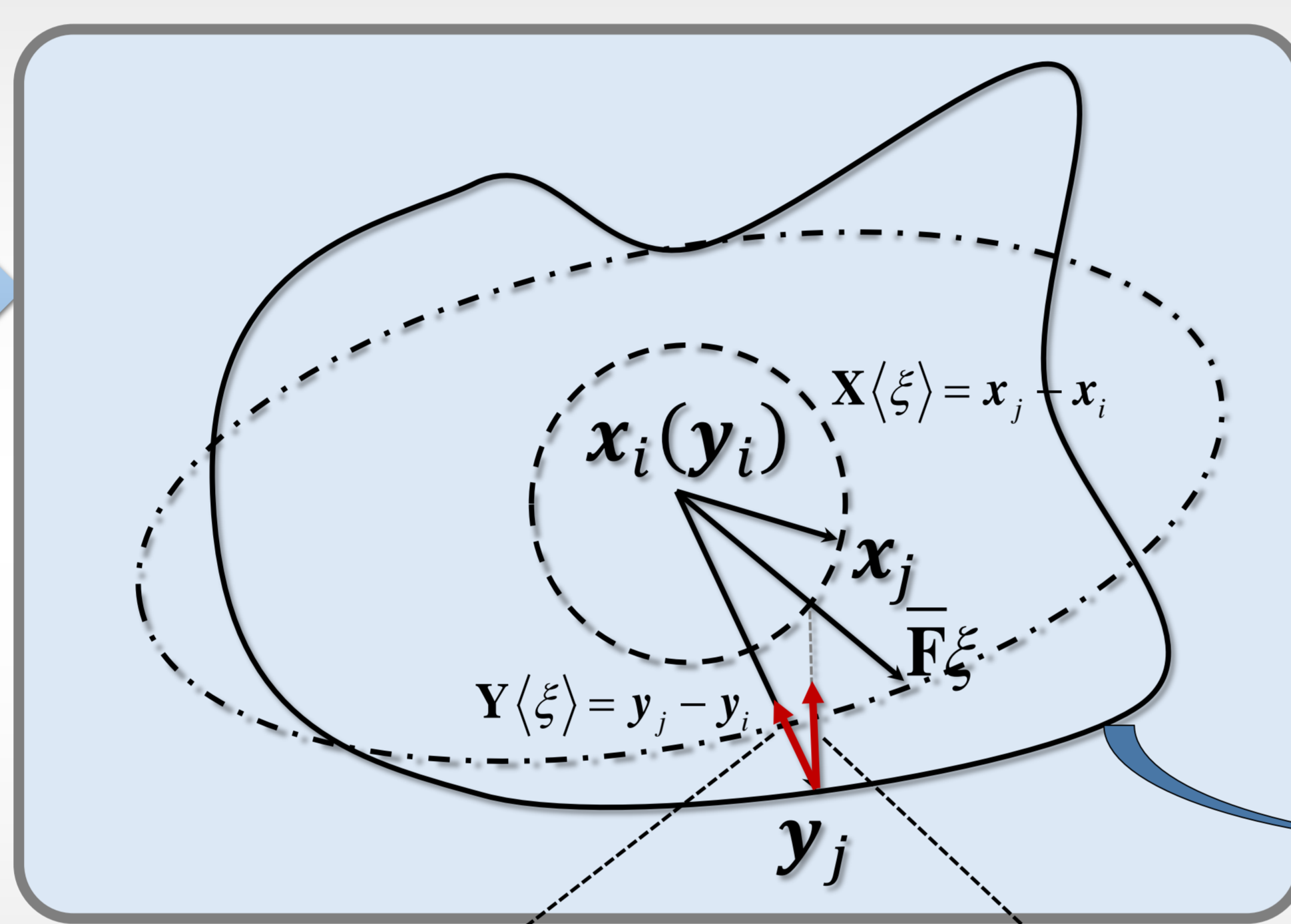
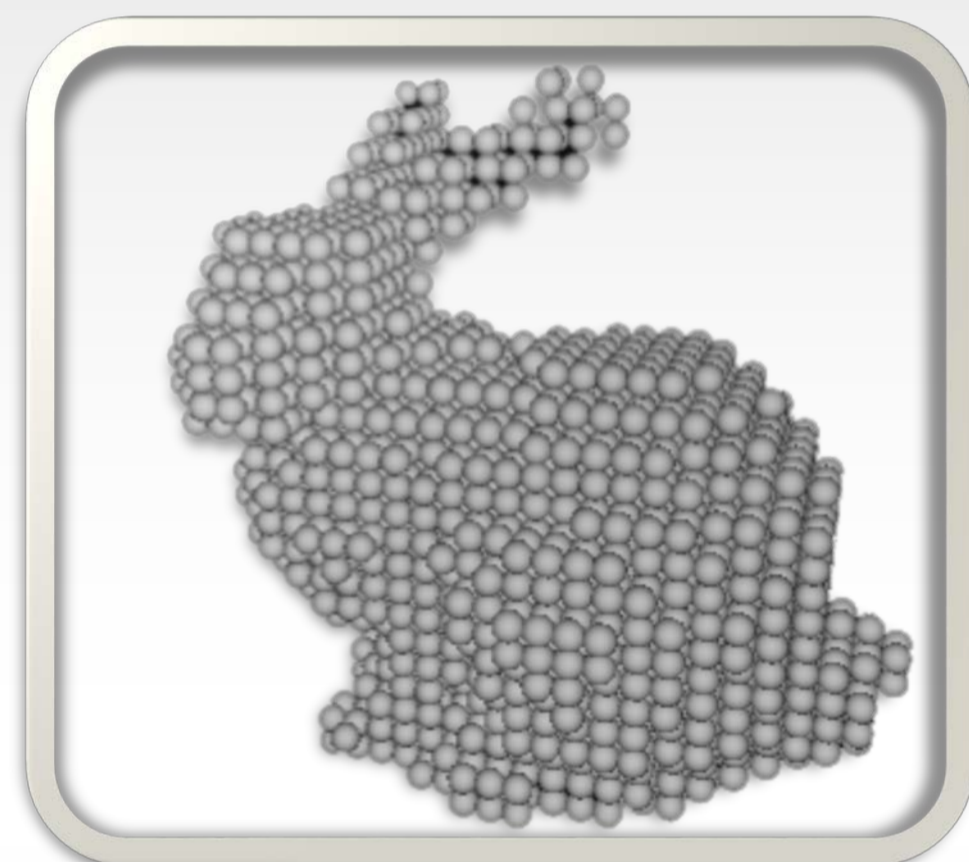
## 研究思路

- 引入粒子对多种不同几何结构进行统一表示
- 引入近场动力学对连续以及非连续介质动力学进行统一的建模
- 改进数值求解过程，通过位移空间的直接分解实现统一塑性材料延展过程建模

## 仿真方法

基于投影近场动力学的非连续弹性力学模型

基于直接位移分解的塑性模型



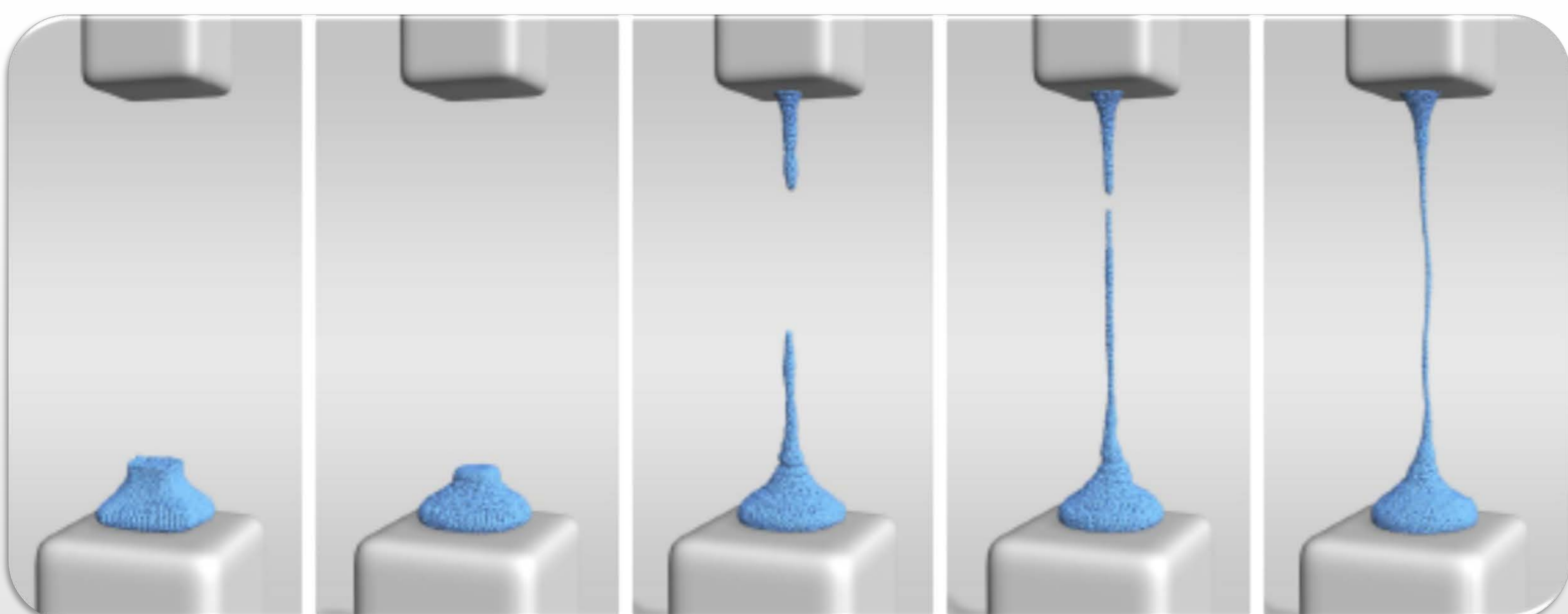
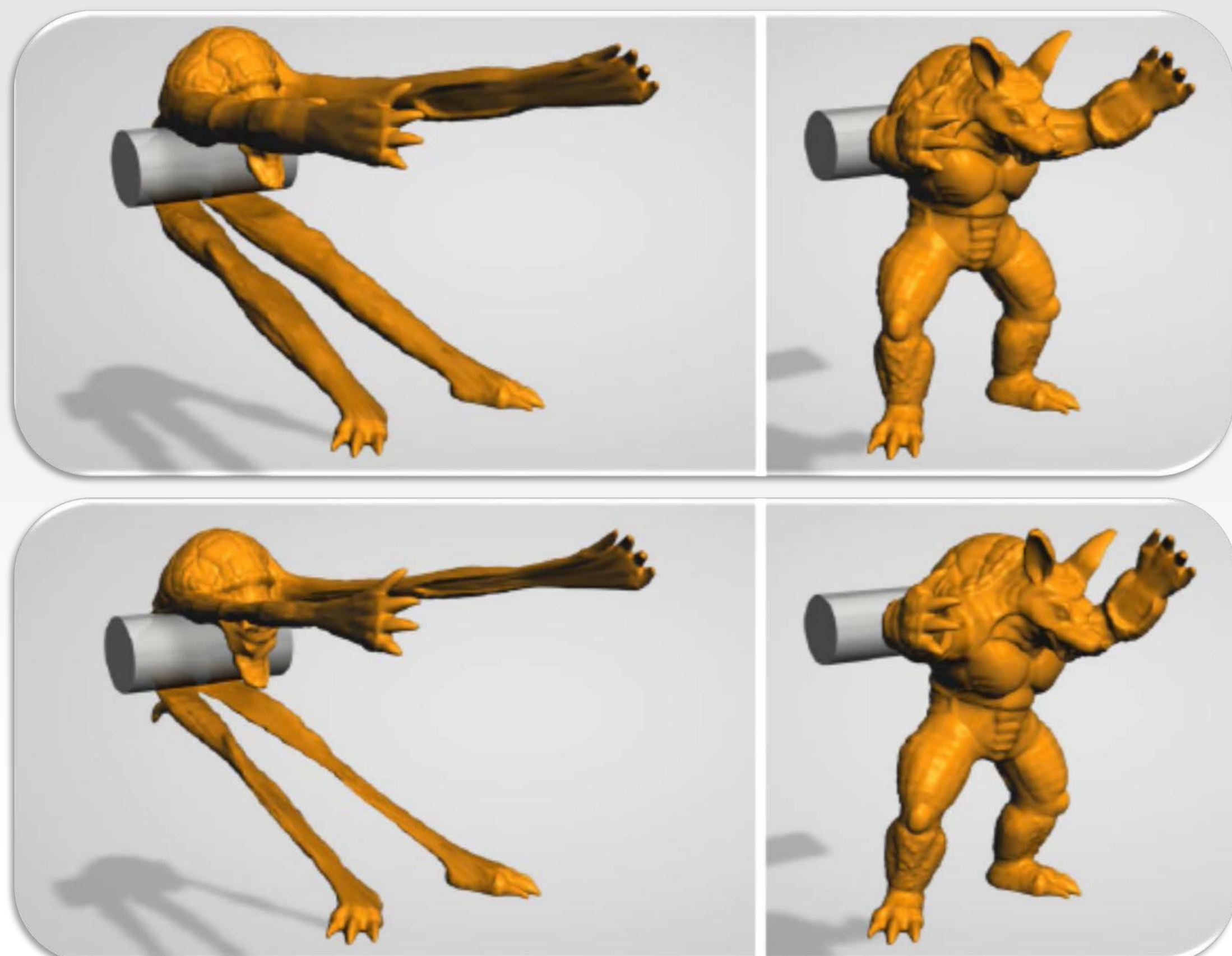
$$\underline{\mathbf{T}}^{iso} = \frac{2\lambda w}{|\underline{\mathbf{X}}|^2} (\underline{\mathbf{Y}} - |\underline{\mathbf{X}}| (dir \underline{\mathbf{Y}})) \quad \underline{\mathbf{T}}^{dev} \approx \frac{2\mu w}{|\underline{\mathbf{X}}|^2} (\underline{\mathbf{Y}} - |\underline{\mathbf{X}}| (dir \underline{\mathbf{Y}}^*))$$

$$\underline{\mathbf{D}} = \underline{\mathbf{D}}^{dev} + \underline{\mathbf{D}}^{iso}$$

Drucker-Prager yield criterion

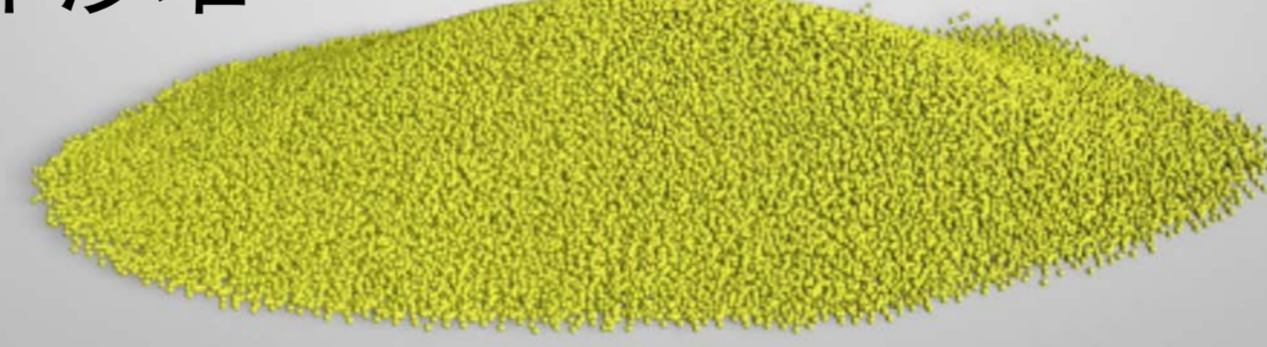
## 方法验证

相比于[Muller et al. 2005]方法（右上），本文方法（右中）可以得到更精确、稳定的仿真结果。



## 结果展示

干沙堆



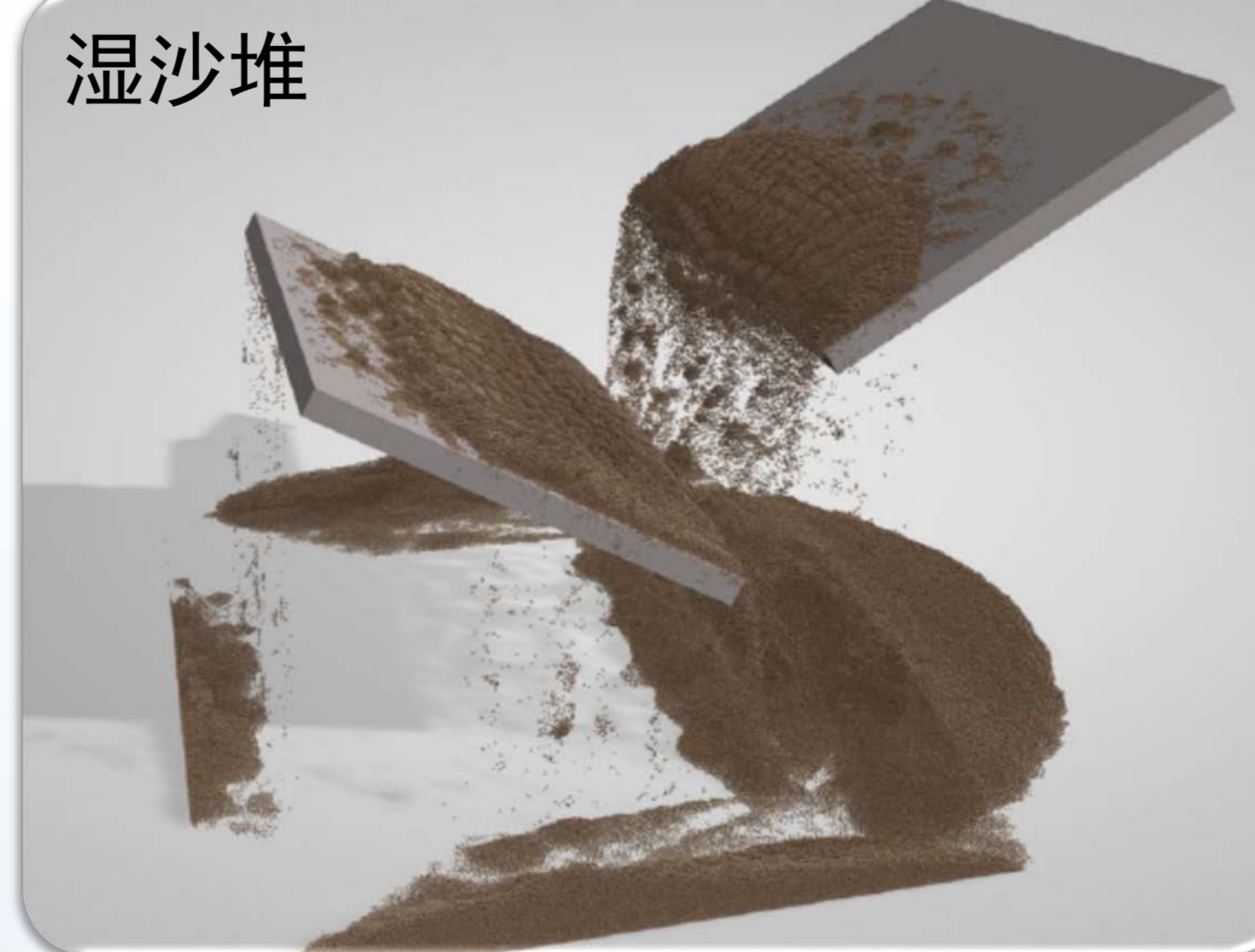
绳索



布料



湿沙堆



蜂蜜



## 总结

- 提出一种能统一模拟不同几何特征的弹塑性材料模拟方法
- 提升了仿真精度和稳定性