



领先的构造数值模拟实验室

## 第二次构造数值模拟实战课程



李长圣

东华理工大学 地球科学学院

地点：南京大学仙林校区地球科学与工程学院A111

2019年06月28日

# + 目录

---

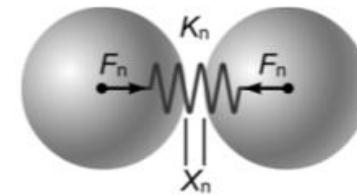
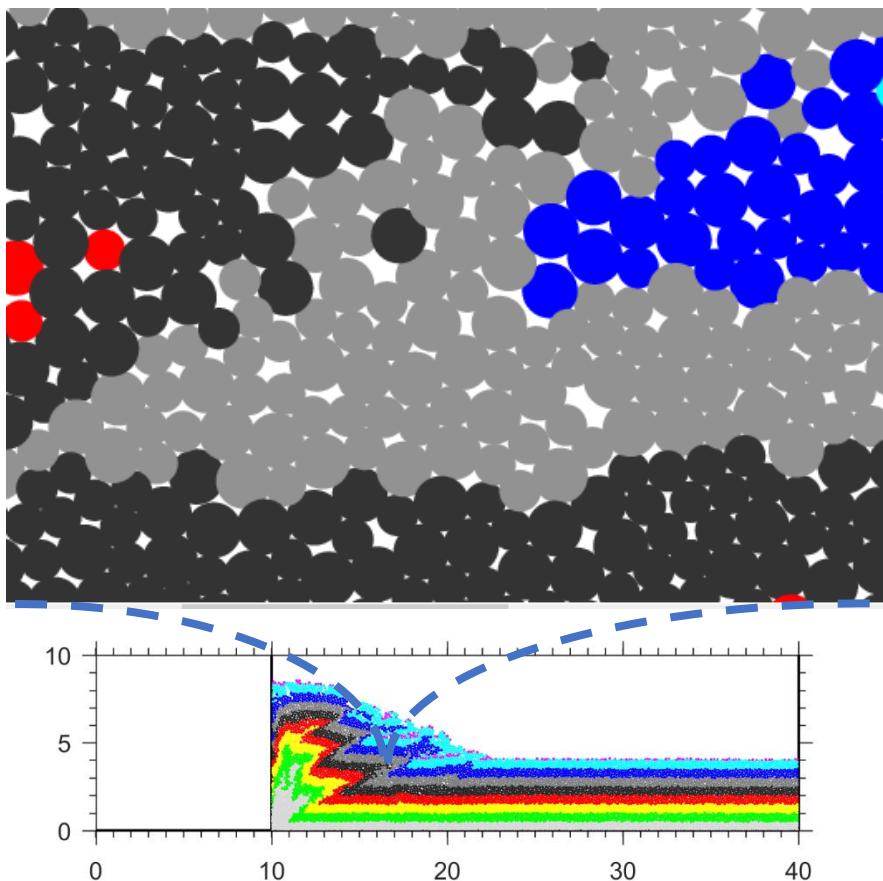
● 离散元原理

● VBOX使用方法

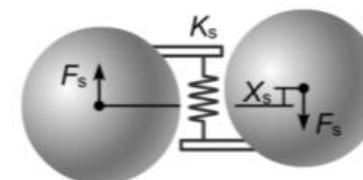
● 一个实例学会VBOX

# + 离散元原理

- 弹性颗粒系统
- 给系统施加外力
- 观测其运动行为



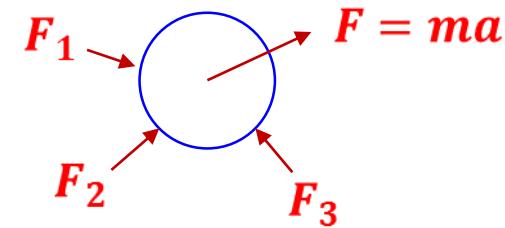
$$F_n = K_n \cdot X_n$$



$$F_s = K_s \cdot X_s$$

刘春

根据接触关系计算颗粒间作用力



$$\mathbf{F} = \sum \mathbf{F}_i$$

根据颗粒所受合力计算其运动轨迹

# + 离散元原理

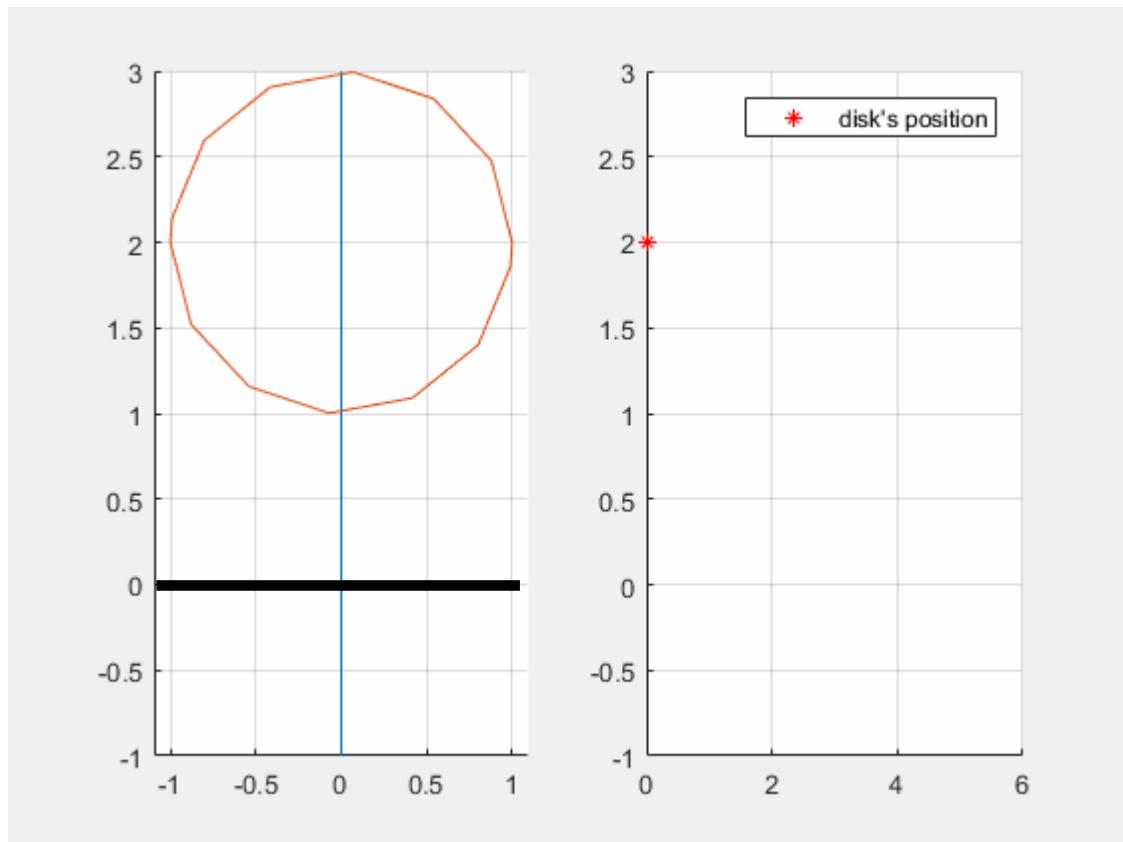
计算合力

$$\mathbf{F} = m \cdot g + k \cdot d\mathbf{s}$$

更新位置

$$\mathbf{v} = \mathbf{v} + dt \cdot \mathbf{F}/m$$

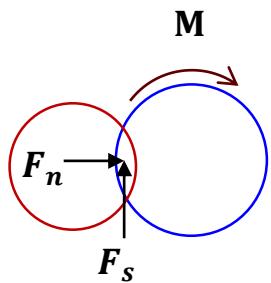
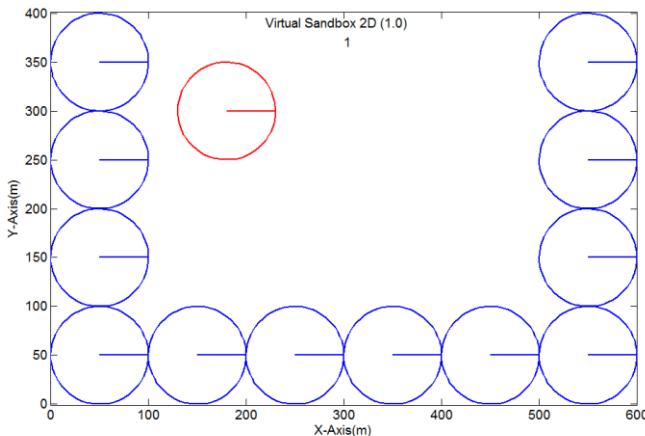
$$\mathbf{y} = \mathbf{y} + dt \cdot \mathbf{v}$$



<https://github.com/demsheng/SimpleDEM>

# + 接触力学模型

## Linear Model



法向力+切向力+力矩

$$F_n = K_n \cdot U_n$$

$$F_s = K_s \cdot U_s$$

$$\mathbf{M} = \mathbf{r} \cdot \mathbf{F}_s$$

## Hertz-Mindlin

$$K_n = \left( \frac{2\langle G \rangle \sqrt{2\tilde{r}}}{3(1-\langle \nu \rangle)} \right) \sqrt{U^n}$$

$$K_s = \left( \frac{2\langle G \rangle^2 3(1-\langle \nu \rangle) \tilde{R}^{1/3}}{2-\langle \nu \rangle} \right) |F_{ni}|^{1/3}$$

粘结=胶结=Bond

$$K_n = E_b \cdot S \cdot (\mathbf{r}_A + \mathbf{r}_0)$$

$$K_s = G_b \cdot S \cdot (\mathbf{r}_A + \mathbf{r}_0)$$

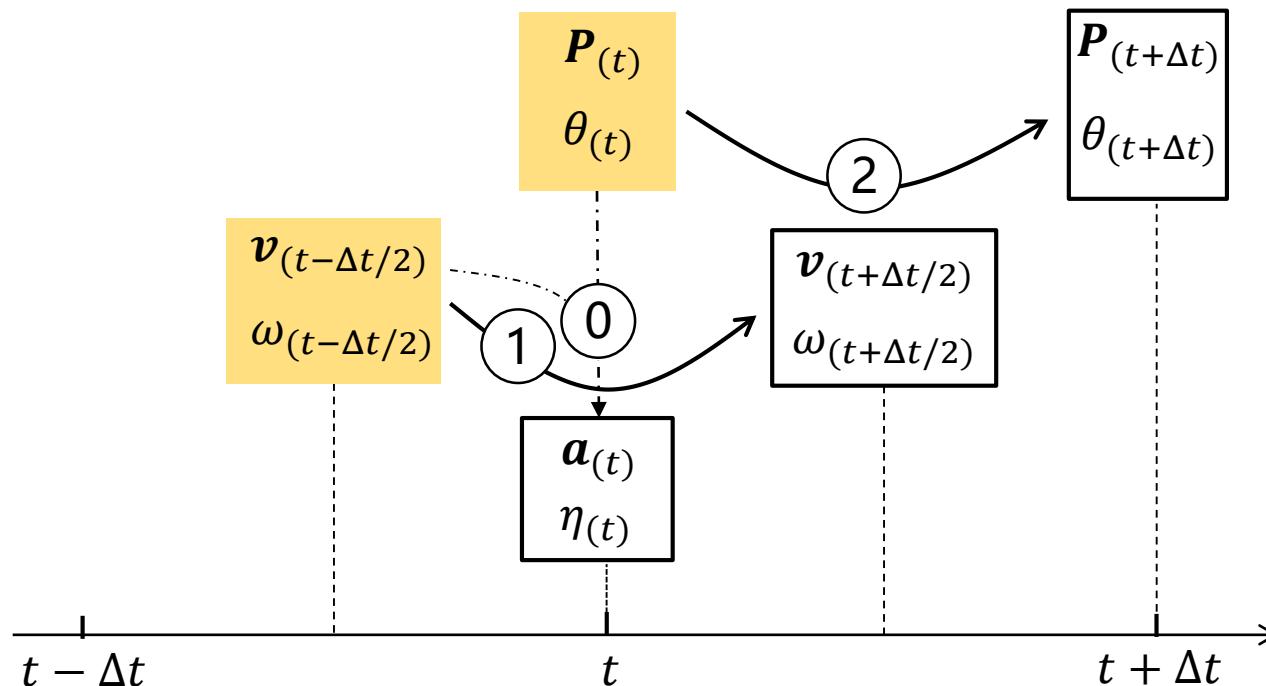
$$F_{n\max} = \frac{C_b}{T_b} (T_b \cdot S - F_n)$$

$$F_{s\max} = C_b \cdot S - \mu F_n$$

# + 颗粒位置更新

## 蛙跳法

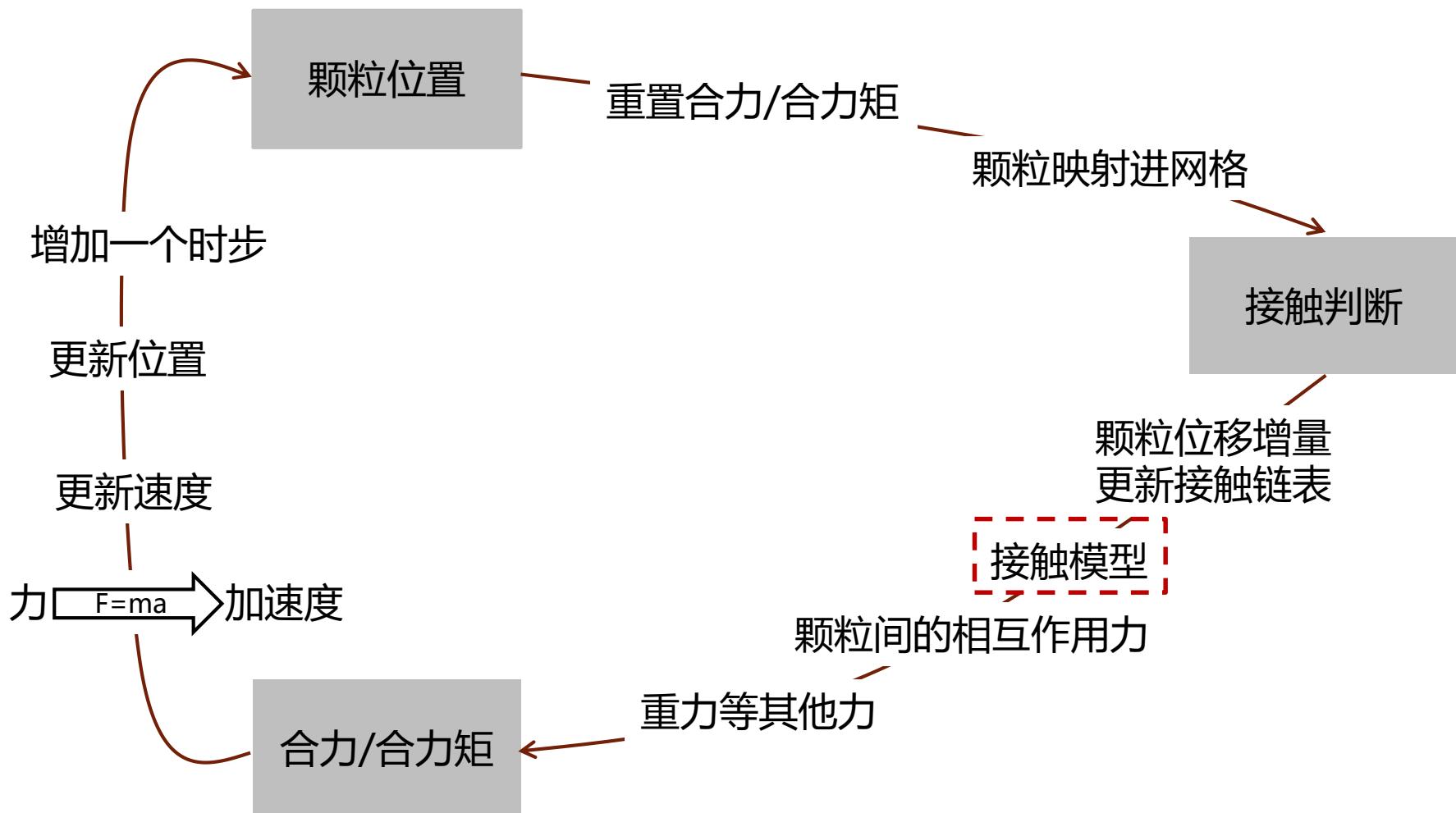
$$\boldsymbol{a}_{(t)} = \mathbf{F}_{(\mathbf{t})}/m$$



①  $\mathbf{v}_{(t+\Delta t/2)} = \mathbf{v}_{(t-\Delta t/2)} + \boldsymbol{a}_{(t)} \Delta t$

②  $\mathbf{P}_{(t+\Delta t)} = \mathbf{P}_{(t)} + \mathbf{v}_{(t+\Delta t/2)} \Delta t$

# + 计算流程



# + 目录

---

离散元原理

VBOX使用方法

一个实例学会VBOX

# + VBOX使用方法

链接: <https://pan.baidu.com/s/154Hkq-faUcnB4ihKG2s5UQ>

提取码: r0o3

Xshell Xftp gsview

百度网盘

网盘 分享 找资源 更多

取消分享 下载 列表

software

① 2019-04-02 15:11 失效时间：永久有效

返回上一级 | 全部文件 > software

<input type="checkbox"/> 文件名	大小	修改日期
<input type="checkbox"/> Xshell-6.0.0111p.exe	41.6M	2019-04-01 17:38
<input type="checkbox"/> Xftp-6.0.0105p.exe	30.5M	2019-04-01 17:38
<input type="checkbox"/> paraview_vbox_color10.json	912B	2019-04-01 17:38
<input type="checkbox"/> ParaView-5.6.0-Windows-msvc2015-64bit.exe	127.5M	2019-04-01 17:38
<input type="checkbox"/> npp.7.6.4.Installer.x64.exe	3.6M	2019-04-01 17:37
<input type="checkbox"/> gsview注册码.txt	97B	2019-04-01 17:37
<input type="checkbox"/> gs50w64.exe	2.1M	2019-04-01 17:37
<input type="checkbox"/> gs923w64.exe	25M	2019-04-01 17:37



回收站



腾讯QQ



百度网盘



software

software

文件 主页 共享 查看

< > ^ > software 搜索"software"

名称	修改日期	类型	大小
gs923w64	2019/4/2 18:51	应用程序	25,623 KB
gsv50w64	2019/4/2 18:49	应用程序	2,126 KB
gsview注册码	2019/4/2 18:48	文本文档	1 KB
npp.7.6.4.Installer.x64	2019/4/2 18:50	应用程序	3,721 KB
Xftp-6.0.0105p	2019/4/2 18:53	应用程序	31,209 KB
Xshell-6.0.0111p	2019/4/2 18:56	应用程序	42,621 KB

快速访问

- 桌面
- 下载
- 文档
- 图片
- OneDrive
- 此电脑
- 视频
- 图片
- 文档
- 下载
- 音乐
- 桌面
- 本地磁盘 (C:)
- 网络
- DESKTOP-V3A7UH

6 个项目

grid view thumbnail view



搜索 Web 和 Windows

18:56  
2019/4/2

中 中

Windows 10 教育版



回收站



Xftp 6



Xshell 6



腾讯QQ



software



百度网盘

Xshell 6 (Free for Home/School)

应用程序工具 software

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 工具(T) 选项卡(B) 窗口(W) 帮助(H)

主机,IP地址或会话名称  
要添加当前会话,点击左侧的箭头按钮。

会话管理器

会话

新建

所有会话

名称 主机 端口 协议 用户名 说明

启动时显示此对话框(S)

连接(C) 关闭

所有会话属性

名称	值
名称	所有会话
类型	文件夹



搜索 Web 和 Windows

19:03  
2019/4/26



回收站



Xshell 6



Xshell 6 (Free for H...)

文件(F) 编辑(E) 查看

+ 文件夹 | %

主机IP地址或会话: 主机, IP地址或会话

要添加当前会话, 点击这里

会话管理器

所有会话

所有会话属性

名称	值
名称	所有会话
类型	文件夹

新建会话属性

类別(C):

- 连接
  - 用户身份验证
    - 登录提示符
    - 登录脚本
  - SSH
    - 安全性
    - 隧道
    - SFTP
  - TELNET
  - RLOGIN
  - SERIAL
  - 代理
  - 保持活动状态
- 终端
  - 键盘
  - VT 模式
  - 高级
- 外观
  - 窗口
  - 突出
- 高级
  - 跟踪
  - 钟
  - 日志记录
- 文件传输
  - X/VMODEM
  - ZMODEM

连接

常规

名称(N): 新建会话

协议(P): SSH

主机(H): hpcc.nju.edu.cn

端口号(O): 8801

说明(D):

重新连接

连接异常关闭时自动重新连接(A)

间隔(V): 0 秒      限制(L): 0 分钟

TCP选项

使用Nagle算法(U)

连接      确定      取消



搜索 Web 和 Windows

19:04  
19/4/2019 英



回收站



Xftp 6



Xshell 6



腾讯QQ



software



百度网盘

新建会话属性

类別(C):

- 连接
  - 用户身份验证
  - 登录提示符
- SSH
  - 安全性
  - 隧道
  - SFTP
- TELNET
- RLOGIN
- SERIAL
- 代理
- 保持活动状态

- 终端
  - 键盘
  - VT 模式
  - 高级
- 外观
  - 窗口
  - 突出
- 高级
  - 跟踪
  - 钟
  - 日志记录
- 文件传输
  - X/VMODEM
  - ZMODEM

连接 > 用户身份验证

请选择身份验证方法和其它参数。

使用此部分以节省登录时间。但是，为了最大限度地提高安全性，如果担心安全问题，建议您将此部分留空。

方法(M): Password

用户名(U):

密码(P):

用户密钥(K): <无>

密码(A):

注释: 公钥和Keyboard Interactive仅在SSH/SFTP协议中可用。

3

连接 确定 取消



搜索 Web 和 Windows

19:04  
2019/4/2

英



回收站



Xftp 6



Xshell 6



腾讯QQ



software



百度网盘

新建会话 - Xshell 6 (Free for Home/School)

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 工具(T) 选项卡(B) 窗口(W) 帮助(H)

ssh://hwyyin:\*\*\*\*\*@hpcc.nju.edu.cn

要添加当前会话，点击左侧的箭头按钮。

会话管理器

- 所有会话
- 新建会话

SSH安全警告

未知主机密钥

hpcc.nju.edu.cn (端口: 8801) 的主机密钥未在本地主机密钥数据库中注册。下次若需身份验证此主机的话须保存主机密钥。

主机密钥指纹:

哈希算法(H):  MD5  SHA256

MD5:22:db:46:04:06:98:54:a8:32:56:bf:73:19:1f:0f:6b

```
+---[RSA 2048]---+
| .+oo
| o. o .
| . - -
| +. o . o
| o. . + S =
|   B + E .
|   . = -
|   .
```

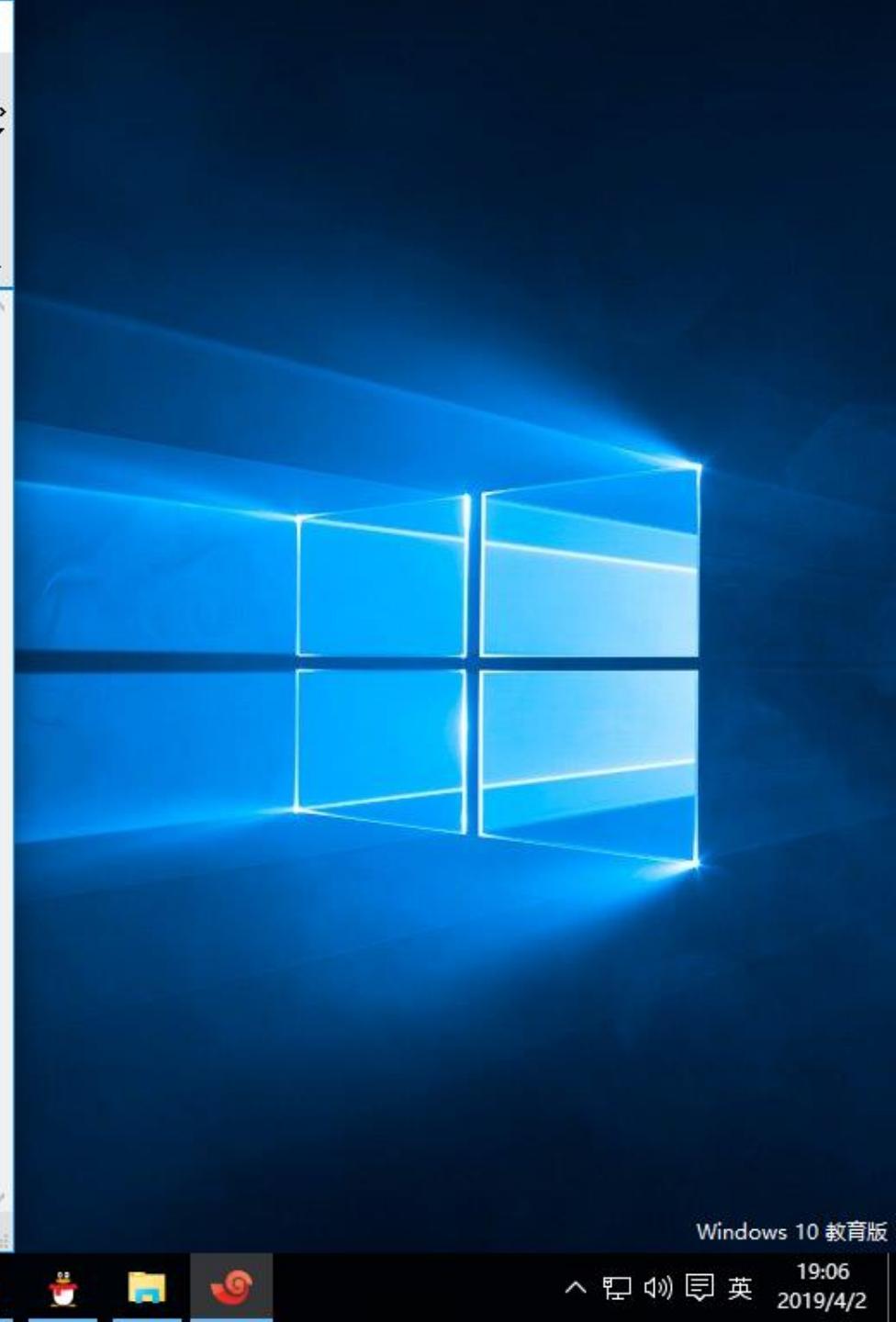
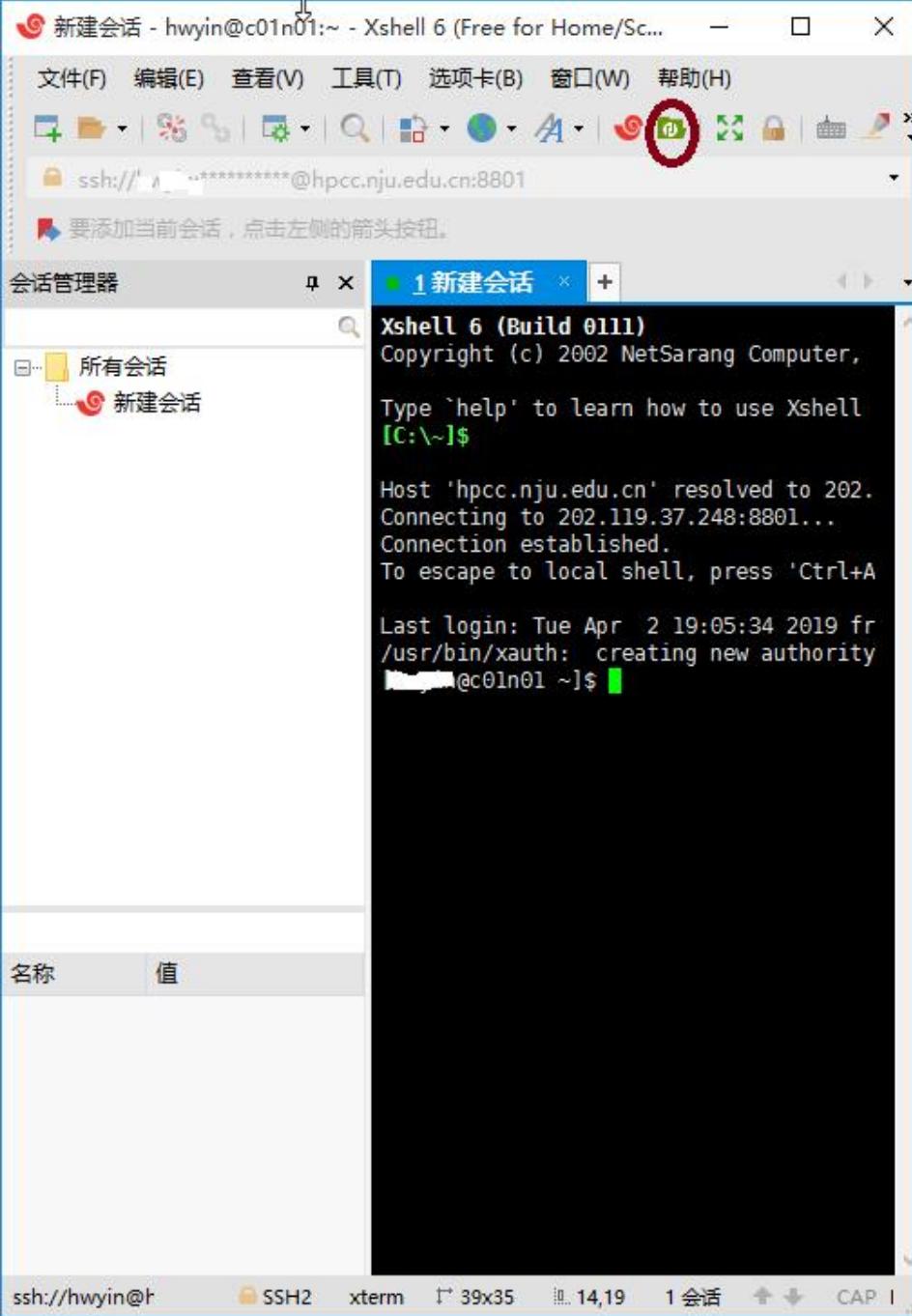
接受此主机密钥吗?

一次性接受(O) 接受并保存(S) 取消



搜索 Web 和 Windows

19:05  
英 2019/4/2



新建会话 - hwyin@c01n01:~ - Xshell 6 (Free for Home/Sc...)

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 工具(T) 选项卡(B) 窗口(W) 帮助(H)

ssh://hwyin@\*\*\*\*\*@hpcc.nju.edu.cn:8801

要添加当前会话，点击左侧的箭头按钮。

会话管理器

所有会话 新建会话

Xshell 6 (Build 0111)  
Copyright (c) 2002 NetSarang Computer,  
Type `help' to learn how to use Xshell  
[C:\~]\$  
  
Host 'hpcc.nju.edu.cn' resolved to 202.  
Connecting to 202.119.37.248:8801...  
Connection established.  
To escape to local shell, press 'Ctrl+A'  
  
Last login: Tue Apr 2 19:05:34 2019 fr/  
/usr/bin/xauth: creating new authority  
[hwyin@c01n01 ~]\$

名称 值

ssh://hwyin@h... SSH2 xterm 39x35 14,19 1会话 CAP I...

已连接 hpcc.nju.edu.cn:8801, 二进制 10 对象 6KB

桌面 - Xftp 6 (Free for Home/School)

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 命令(C) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)

sftp://hpcc.nju.edu.cn:8801

新建会话

桌面

名称 大小

库  
控制面板  
此电脑  
网络  
lichangsheng  
OneDrive  
software  
Xftp 6 2KB  
Xshell 6 2KB  
百度网盘 1KB  
腾讯QQ 1KB

本机

/share/home/

名称 大小 类型

..  
lib  
vbox

主机

搜索 Web 和 Windows

19:08 2019/4/2

新建会话 - hwyin@c01n01:~ - Xshell 6 (Free for Home/Sc...)

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 工具(T) 选项卡(B) 窗口(W) 帮助(H)

ssh://hwyin:\*\*\*\*\*@hpcc.nju.edu.cn:8801

要添加当前会话，点击左侧的箭头按钮。

会话管理器

所有会话 新建会话

Xshell 6 (Build 0111)  
Copyright (c) 2002 NetSarang Computer,  
Type `help' to learn how to use Xshell  
[C:\~]\$  
  
Host 'hpcc.nju.edu.cn' resolved to 202.  
Connecting to 202.119.37.248:8801...  
Connection established.  
To escape to local shell, press 'Ctrl+A'  
  
Last login: Tue Apr 2 19:05:34 2019 fr  
/usr/bin/xauth: creating new authority  
[hwyin@c01n01 ~]\$

名称 值

ssh://hwyin@h SSH2 xterm 39x35 14,19 1会话 CAP I 已连接 hpcc.nju.edu.cn:8801, 二进制 1已选择 0 Bytes

桌面 - Xftp 6 (Free for Home/School)

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 命令(C) 工具(T) 窗口(W) 273 KB/s

sftp://hpcc.nju.edu.cn:8801

hwyin 密码

● 桌面

名称 大小 类型

库		系统文件夹
控制面板		系统文件夹
此电脑		系统文件夹
网络		系统文件夹
lichangsheng		系统文件夹
OneDrive		系统文件夹
software		文件夹
Xftp 6	2KB	快捷方式
Xshell 6	2KB	快捷方式
百度网盘	1KB	快捷方式
腾讯QQ	1KB	快捷方式
example		文件夹

名称

.. lib vbox

传输 日志

名称 状态 进度 大小

19:18 2019/4/2

# + Linux 命令行

- 查看当前所在目录

```
pwd
```

输出 `/share/home/zhangsan`

- 列出当前目录下的目录和文件

```
ls
```

输出 `backup.sh bin Desktop git help programs projects vbox`

# + Linux 命令行

到当前目录下的 `Desktop` 目录里

```
cd Desktop
```

到上一级目录。当前目录 `.` 上级目录 `..`

```
cd ..
```

分屏查看文件 `example.txt` 的内容。按空格键向下翻页，`b`向上翻页

```
more example.txt
```

## + VBOX使用方法

```
[vbox_test@sandbox ~]$ pwd
```

```
/home/vbox_test
```

```
[vbox_test@sandbox ~]$ ls
```

```
example
```

```
[vbox_test@sandbox ~]$ cd example/
```

```
[vbox_test@sandbox example]$ ls
```

```
ex1_push ex2_erosion ex3_sed ex4_pre_struct ex5_detachment
```

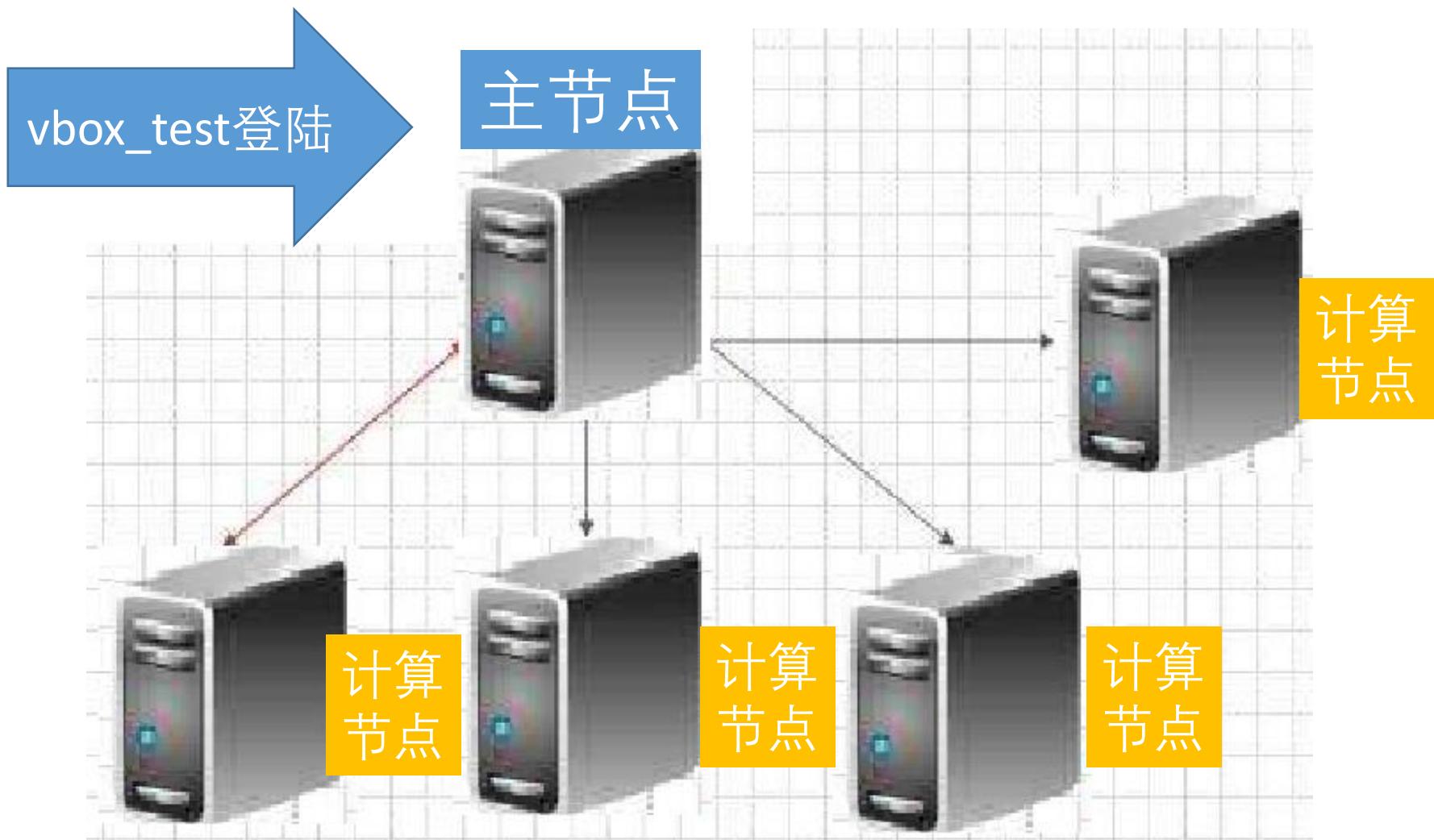
```
ex6_palaeohigh ex7_extens_1rigid ex7_extens_2ductile
```

```
[vbox_test@sandbox example]$ cd ex1_push/
```

```
[vbox_test@sandbox ex1_push]$ ls
```

```
push.py README.txt sge.sh
```

## + SGE管理计算任务



SGE → VBOX

## + 使用SGE提交计算

```
[vbox_test@sandbox ex1_push]$ qsub sge.sh
```

Your job 3424 ("T2") has been submitted

```
[vbox_test@sandbox ex1_push]$ qstat
```

job-ID	prior	name	user	state	submit/start at	queue	slots	ja-task-ID
3424	0.00000	T2	vbox_test	<b>qw</b>	06/26/2019 19:14:45		8	

```
[vbox_test@sandbox ex1_push]$ qdel 3424
```

## + sge.sh

```
#!/bin/sh
#$ -S /bin/bash
#$ -N example #设置任务的名字
#$ -j y
#$ -M sheng0619@163.com #修改为自己邮箱
#$ -m e
#$ -o log.txt #程序执行日志，记录了错误信息
#$ -V
#$ -cwd
#$ -pe orte 8          #调用8个核计算
export OMP_NUM_THREADS=$NSLOTS
time vboxdaily push.py #提交计算
vboxplot --dir=./data/ #绘图
convert -delay 100 ./data/*[0-9].jpg -loop 0 ./data/process.gif #制作GIF
```

SGE脚本

SGE  
sge.sh

VBOX  
push.py

# + 目录

---

● 离散元原理

● VBOX使用方法

● 一个实例学会VBOX

## + push.py

#程序初始化

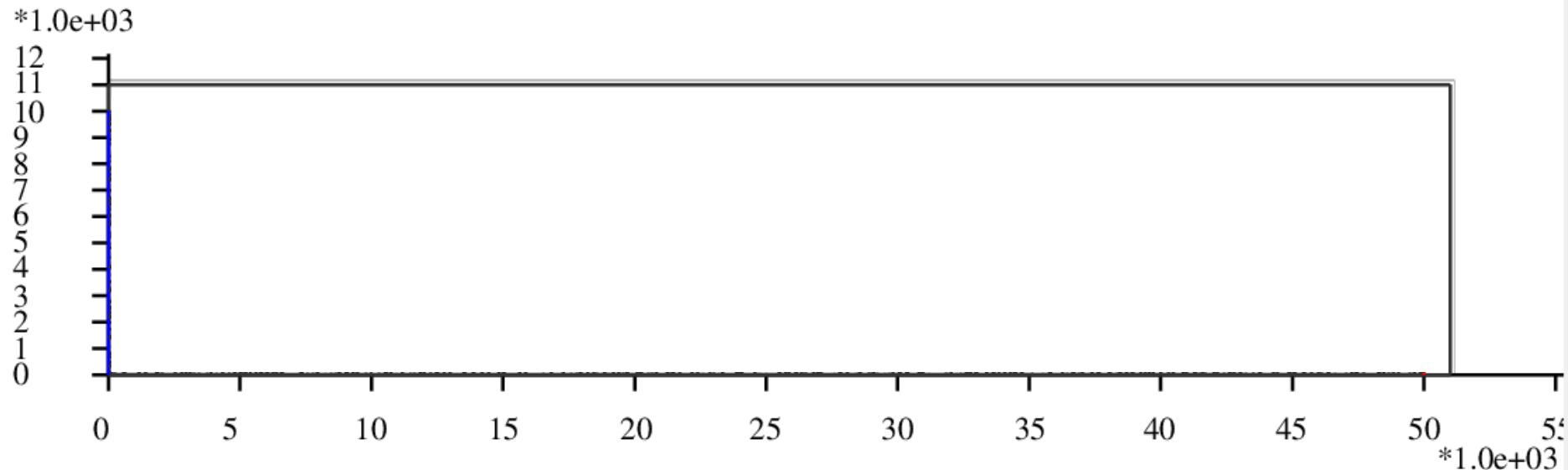
START

#颗粒设为球， 计算颗粒体积用 $4/3 * \pi * r^3$ 计算

set disk off

#设置研究范围

BOX left 0.0 right **51000.0** bottom 0.0 height **11000.0** kn=0e10 ks=0e10 fric 0.00



## + push.py

#设置挡板墙，这里模型采用hertz接触模型

WALL ID 0, NODES ( 0.0 , 10.0 )( 50000.0 , 10.0 ) ...

WALL ID 1, NODES ( 10.0 , 10000.0 )( 10.0 , 10.0 ) ...

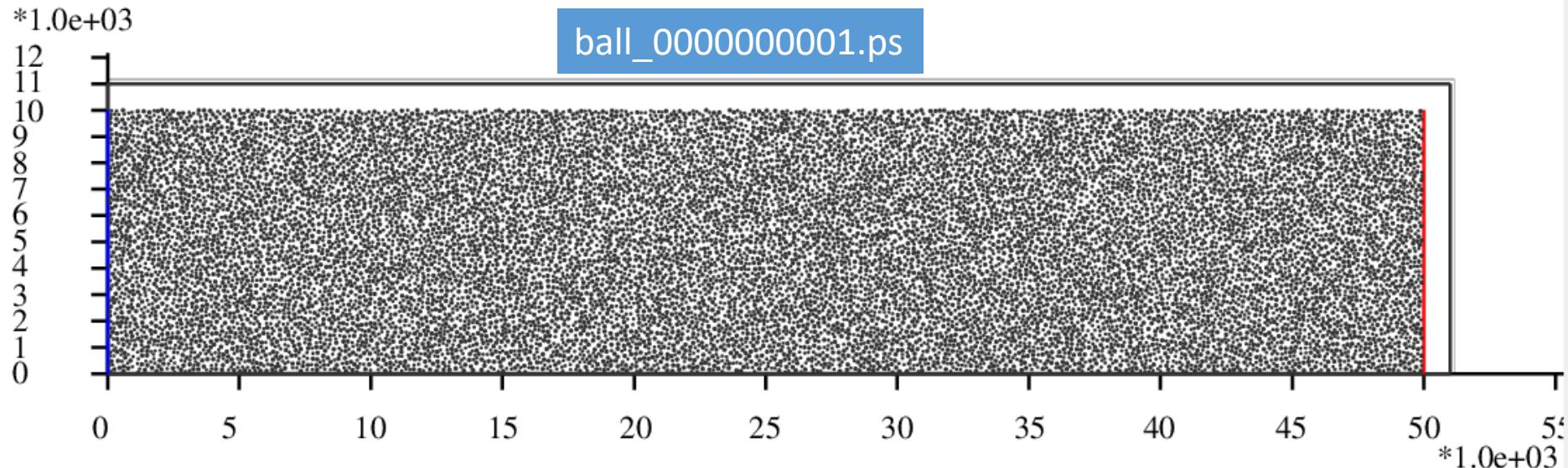
WALL ID 2, NODES ( 50000.0 , 10.0 )( 50000.0 , 10000.0 ) ...

#在矩形范围内生成颗粒

GEN NUM 100000.0 rad discrete **60.0 80.0**, x ( 10.0, 50000.0 ), y ( 10.0, 10000.0 ), COLOR black GROUP ball\_rand

#设置颗粒的微观参数

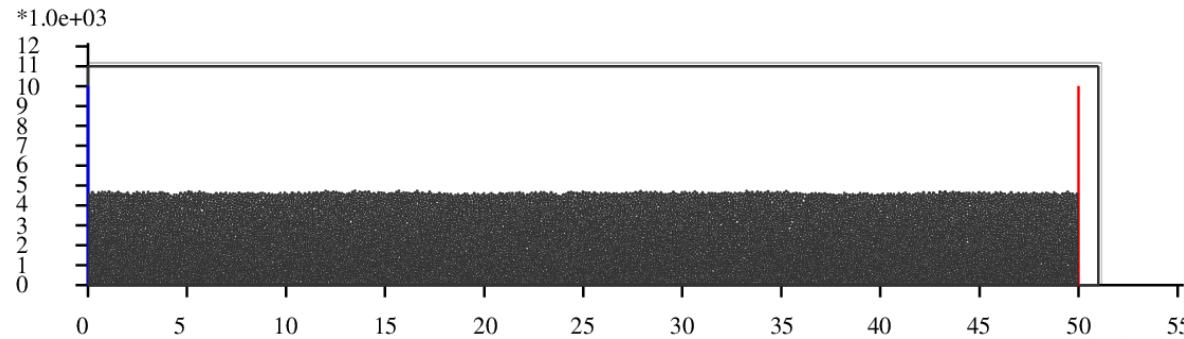
PROP DENSITY 2.5e3 FRIC 0.0 SHEAR 2.9e9 POISS 0.2 DAMP 0.4 HERTZ



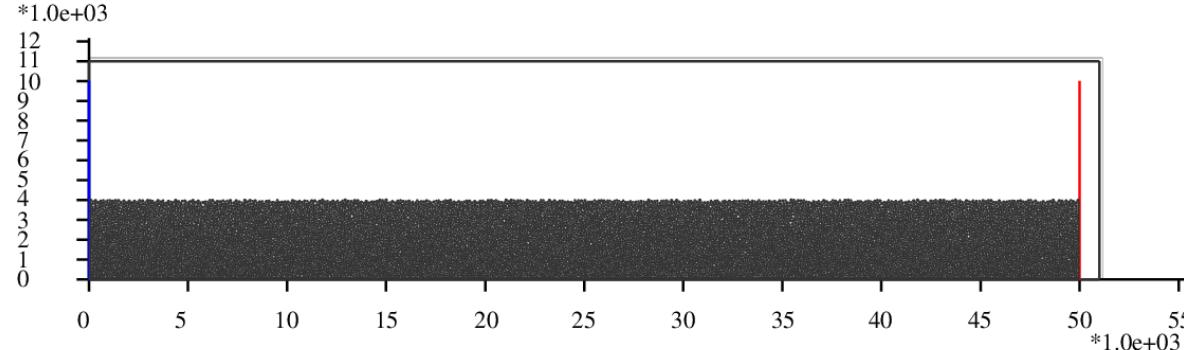
## + push.py

```
#设置时间步及重力加速度  
SET DT 5e-2, GRAVITY 0.0, -9.8  
#设置每1000步保存一次ps格式的计算结果  
SET ps 1000  
#设置每1000步保存一次dat格式的计算结果  
SET print 1000  
#沉积, 计算5000步  
CYC 5000  
#删除6000米以上的颗粒  
DEL RANGE y 4000.0 999000.0  
#平衡, 计算1000步  
CYC 1000
```

ball\_0000005000.ps



ball\_0000005001.ps

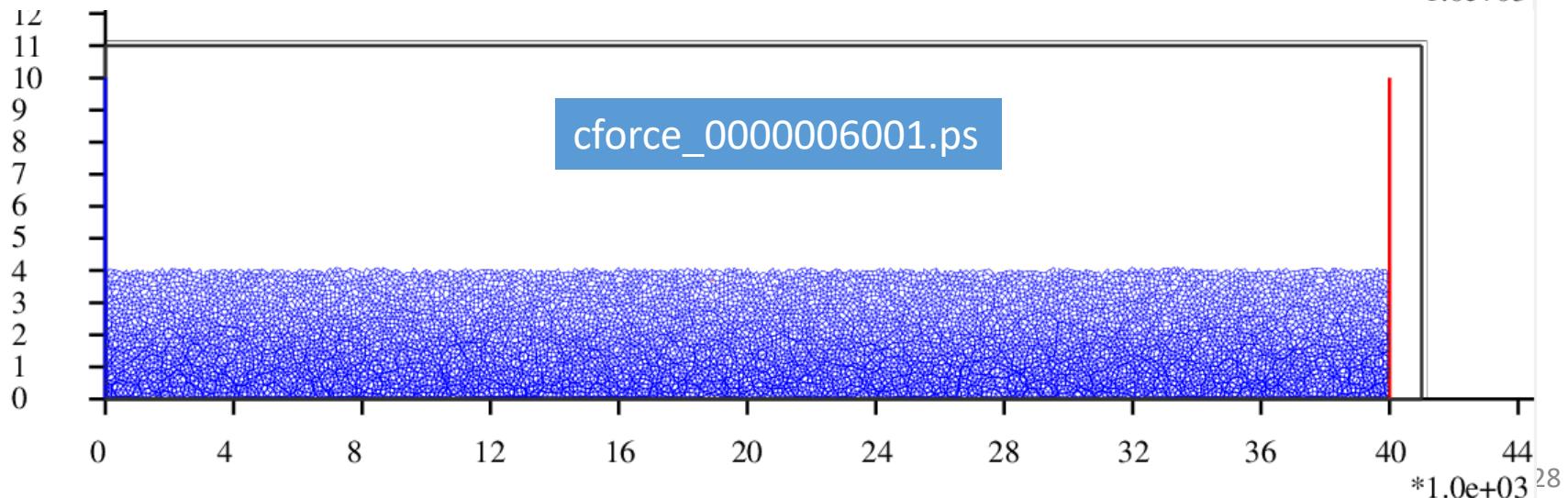
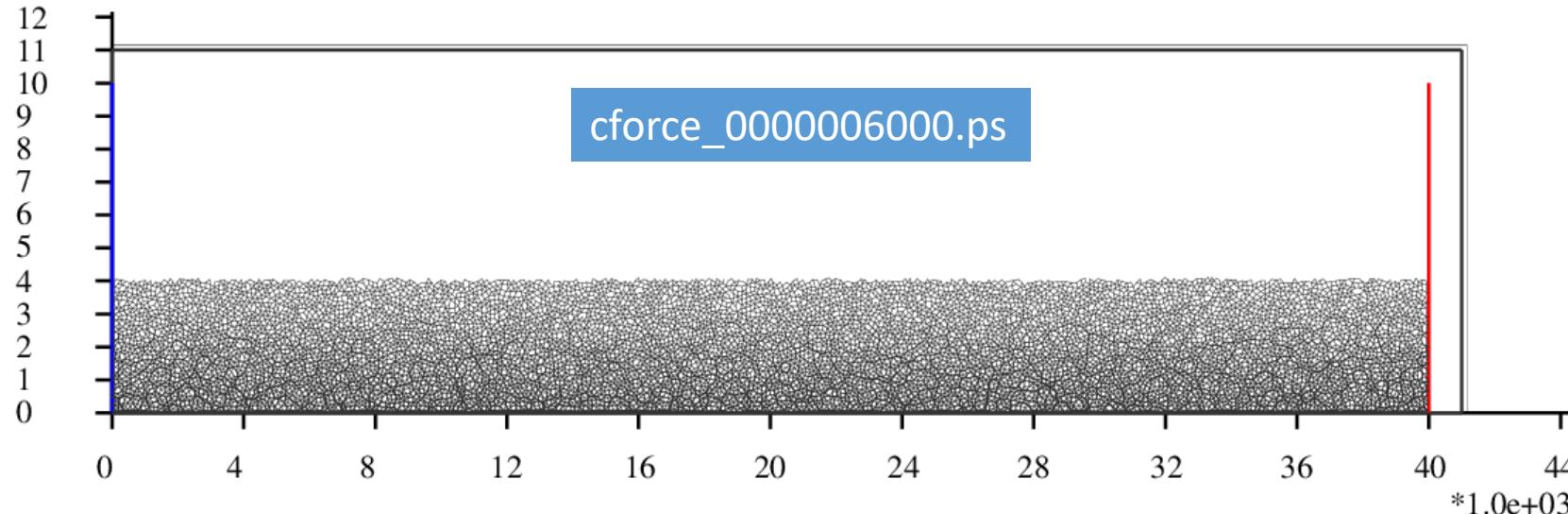


# + push.py

#设置bond粘结，使颗粒具有粘聚力

PROP ebmod 2e8 gmod 2e8 tstrength 2e7 sstrength 4e7 fric 0.3

\*1.0e+03



# + push.py

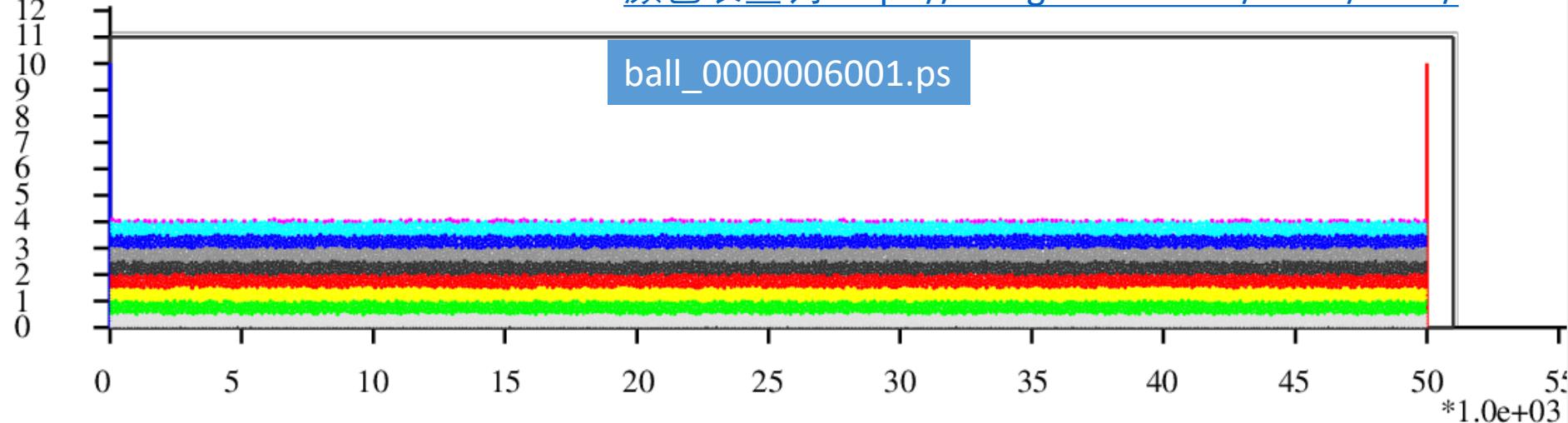
#给地层赋上颜色

PROP COLOR <b>lg</b>	range y 0.0 500.0
PROP COLOR <b>green</b>	range y 500.0 1000.0
PROP COLOR <b>yellow</b>	range y 1000.0 1500.0
PROP COLOR <b>red</b>	range y 1500.0 2000.0
PROP COLOR <b>black</b>	range y 2000.0 2500.0
PROP COLOR <b>mg</b>	range y 2500.0 3000.0
PROP COLOR <b>blue</b>	range y 3000.0 3500.0
PROP COLOR <b>gb</b>	range y 3500.0 4000.0
PROP COLOR <b>violet</b>	range y 4000.0 4500.0



\*1.0e+03

颜色表查询 <https://doc.geovbox.com/latest/color/>



# + VBOX使用方法

~ 16分钟

#设置挡板墙摩擦系数

WALL id 0 fric 0.3

WALL id 1 fric 0.3

WALL id 2 fric 0.3

#设置墙的挤压速度x方向速度为2.0

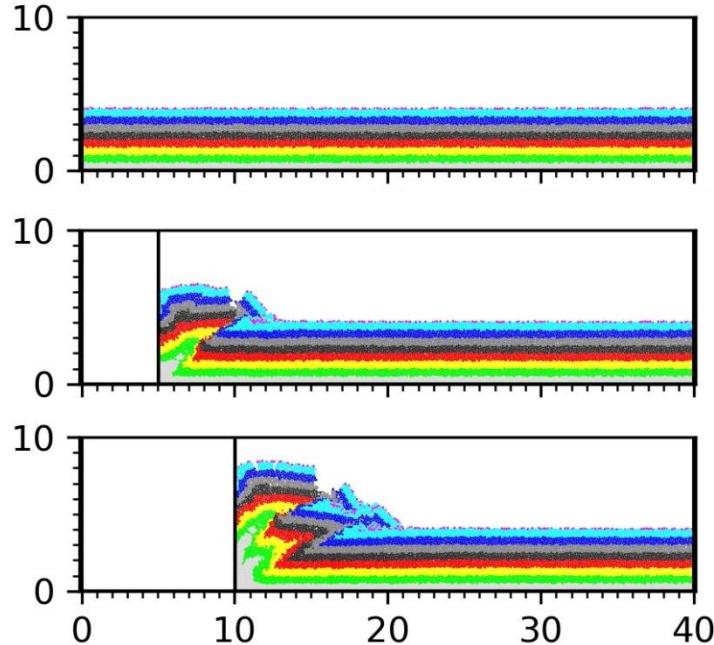
WALL id 1 xv 2.0

#设置墙的挤压量x方向推进10000.0, 每挤压2000.0保存一次计算结果

IMPLE wall id 1 xmove 10000.0 save 2000.0 print 1000.0 ps 1000.0

#停止计算

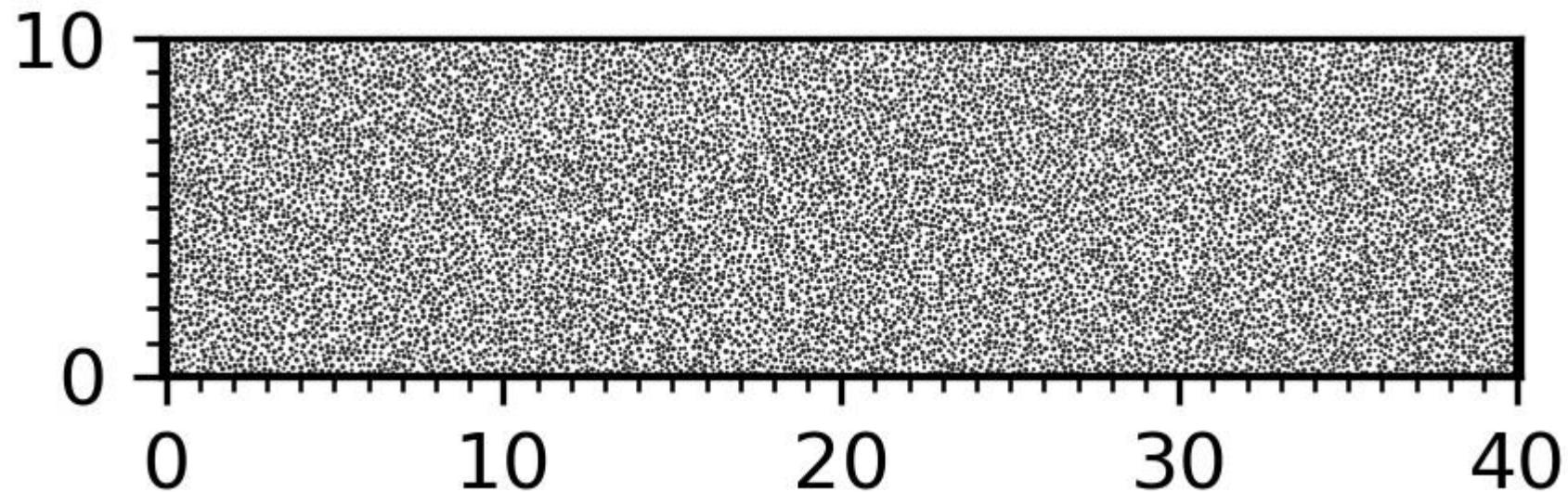
STOP



## + GIF制作

```
[vbox_test@sandbox data]$ convert -delay 100 *[0-9].jpg -loop 0 process1.gif
```

**convert -delay 100 \*[0-9].jpg -loop 0 process.gif**



+ 目录

---

剥蚀

沉积

先存断层

古隆起

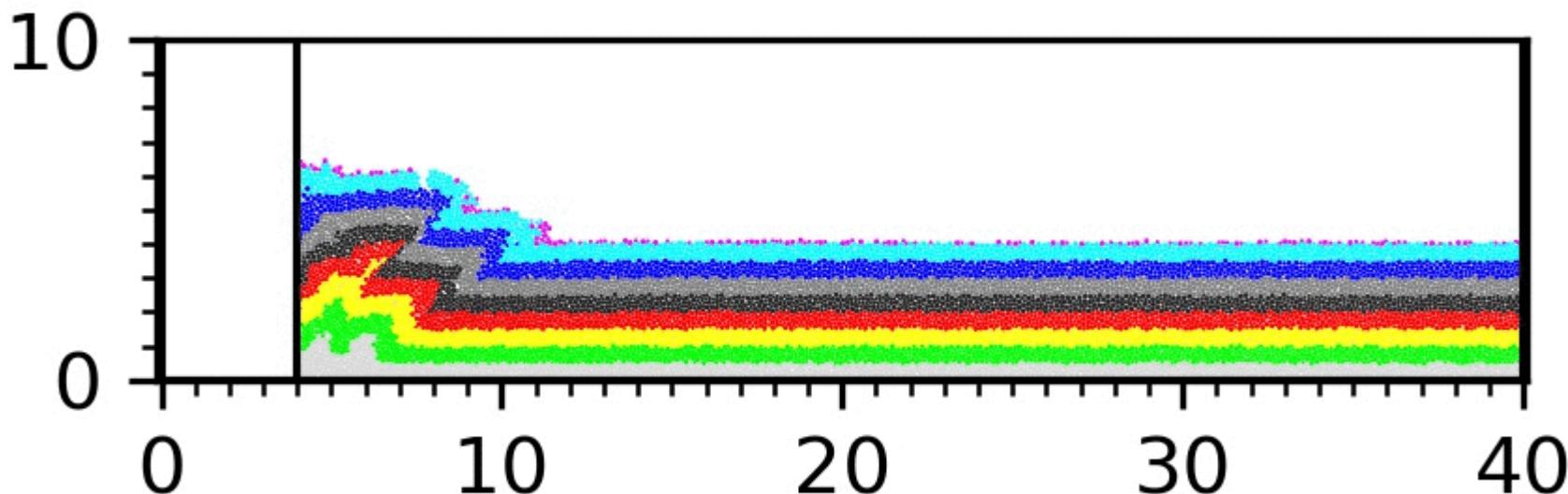
刚性基底

韧性基底

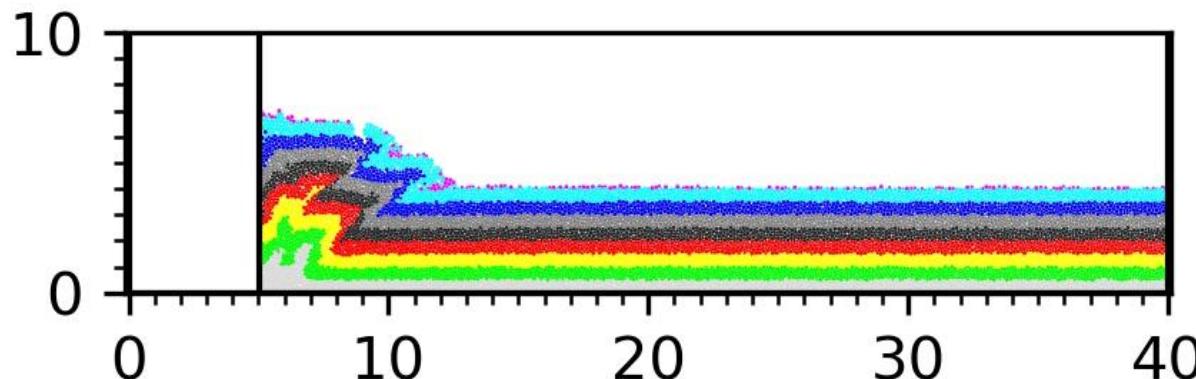
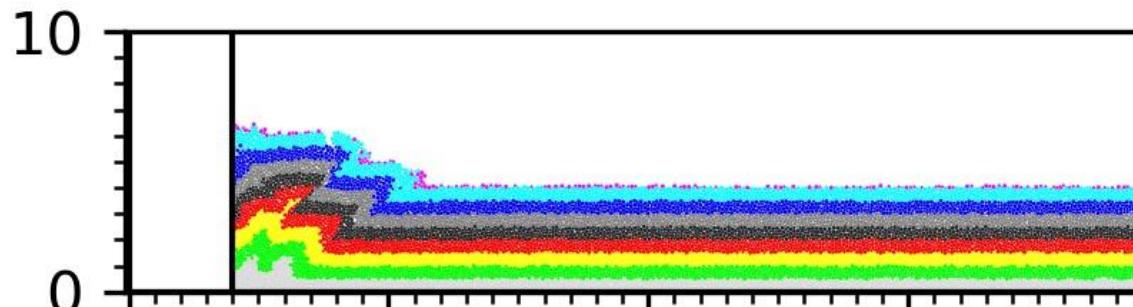
## 剥蚀

ex2\_erosion

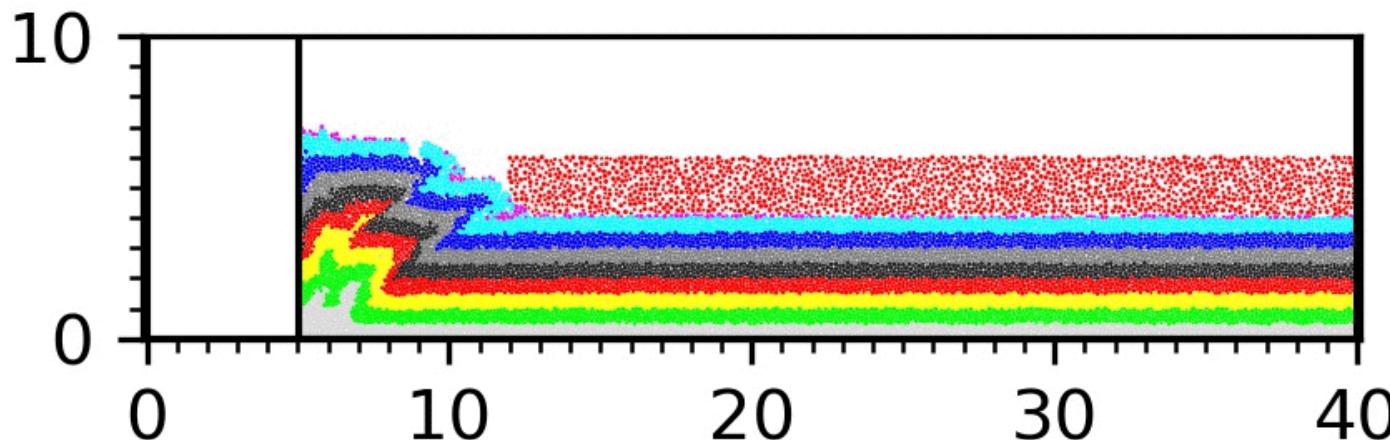
#从 0000046000.sav <版本1.3> 计算节点恢复, 由一个实例学会VBOX 生成 ~ 7分钟  
RES 0000046000.sav  
# 每次 100 步更新一次进度条  
SET stepbar 100  
#设置墙的挤压速度x方向速度为2.0  
WALL id 1 xv 2.0  
#设置墙的挤压量x方向推进1000.0, 每挤压1000.0保存一次计算结果  
IMPLE wall id 1 xmove 1000.0 save 1000.0 print 1000.0 ps 1000.0  
##### 剥蚀 #####  
#删除4000米以上的颗粒  
DEL RANGE y 4000.0 999000.0



```
#从 0000046000.sav <版本1.3> 计算节点恢复, 由一个实例学会VBOX 生成  
RES 0000046000.sav  
# 每次 100 步更新一次进度条  
SET stepbar 100  
#设置墙的挤压速度x方向速度为2.0  
WALL id 1 xv 2.0  
#设置墙的挤压量x方向推进1000.0, 每挤压2000.0保存一次计算结果  
IMPLIE wall id 1 xmove 1000.0 save 2000.0 print 1000.0 ps 1000.0
```



```
#####
##### 沉积 #####
#停止挤压, 墙的x方向速度改为0.0
WALL id 1 xv 0.0
#沉积。在挤压前端12000 ~ 40000.0上方, 沉积约1 km 颗粒。y范围需设为4000-6000。
#经验: 颗粒充填满2km范围, 沉积之后的地层厚度约为1km
GEN NUM 100000.0 rad discrete 60.0 80.0, x ( 12000.0, 40000.0), y ( 4000.0, 6000.0), COLOR red
GROUP sed
#设置沉积颗粒 GROUP=sed 的微观参数
PROP DENSITY 2.5e3, fric 0.3, shear 2.9e9, poiss 0.2, damp 0.4, hertz range GROUP sed
#每100 步输出一次计算结果
SET print 100
#计算2000步, 让颗粒沉积下来
CYC 2000
#####
```



## ⊕ 沉积

ex3\_sed

~ 10分钟

#设置墙的挤压速度x方向速度为2.0

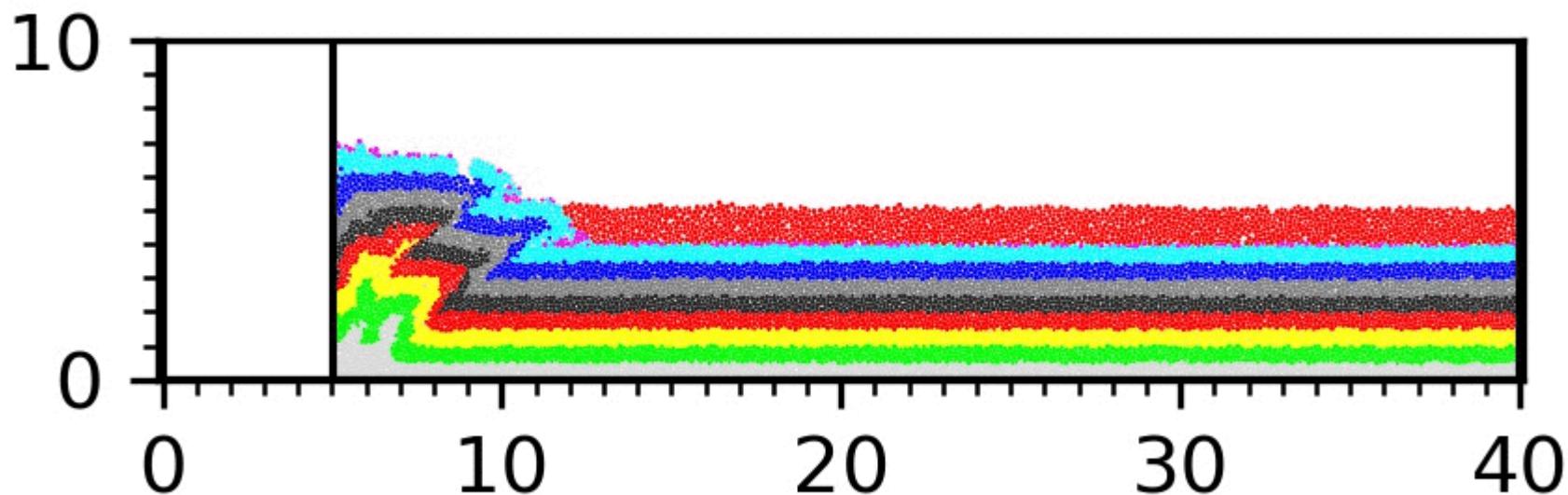
WALL id 1 xv 2.0

#设置墙的挤压量x方向推进5000.0, 每挤压2000.0保存一次计算结果

IMPLE wall id 1 xmove 5000.0 save 2000.0 print 1000.0 ps 1000.0

#计算停止

STOP

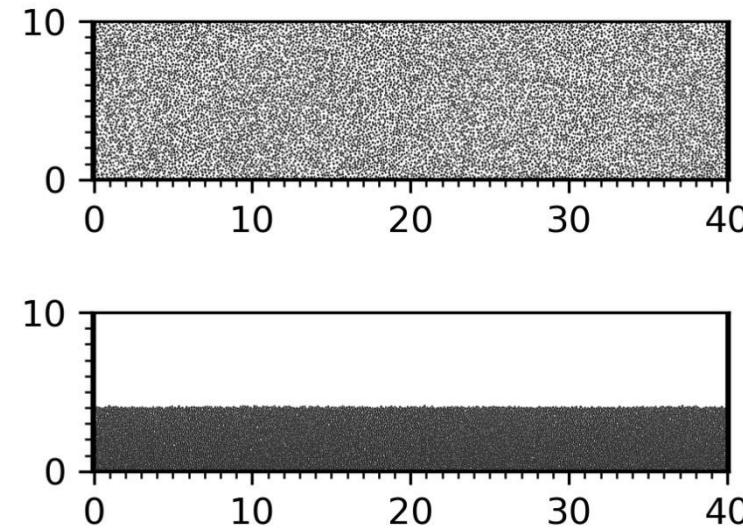


## +

# 先存断层

## ex4\_pre\_struct

```
#程序初始化
START
#关闭圆盘，颗粒设为球，计算颗粒体积用4/3*pi*r^3计算
set disk off
#设置研究范围
BOX left 0.0 right 41000.0 bottom 0.0 height 11000.0 kn=0e10 ks=0e10 fric 0.00
#设置挡板墙，这里模型采用hertz接触模型，挡板墙的kn ks无效，计算时取颗粒的参数
WALL ID 0, NODES( 0.0, 10.0 )( 40000.0, 10.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR black
WALL ID 1, NODES( 10.0, 10000.0 )( 10.0, 10.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR blue
WALL ID 2, NODES( 40000.0, 10.0 )( 40000.0, 10000.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR red
#在矩形范围内生成颗粒
GEN NUM 100000.0 rad discrete 60.0 80.0, x ( 10.0, 40000.0 ), y ( 10.0, 10000.0 ), COLOR black GROUP ball_rand
#设置颗粒的微观参数
PROP DENSITY 2.5e3, fric 0.0, shear 2.9e9, poiss 0.2, damp 0.4, hertz
#设置时间步及重力加速度
SET DT 5e-2, GRAVITY 0.0, -9.8
#设置每1000步保存一次dat格式的计算结果
SET print 1000
#沉积，计算5000步
CYC 5000
#删除4000米以上的颗粒
DEL RANGE y 4000.0 999000.0
#平衡，计算1000步
CYC 1000
#输出包含颗粒的[x y r]信息的初始模型 init_xyr.dat
EXP init_xyr.dat
```



#设置bond粘结，使颗粒具有粘聚力

PROP ebmod 2e8 gbmod 2e8 tstrength 2e7 sstrength 4e7 fric 0.3

#给地层赋上颜色

PROP COLOR lg range y 0.0 500.0

PROP COLOR green range y 500.0 1000.0

PROP COLOR yellow range y 1000.0 1500.0

PROP COLOR white range y 1500.0 2000.0

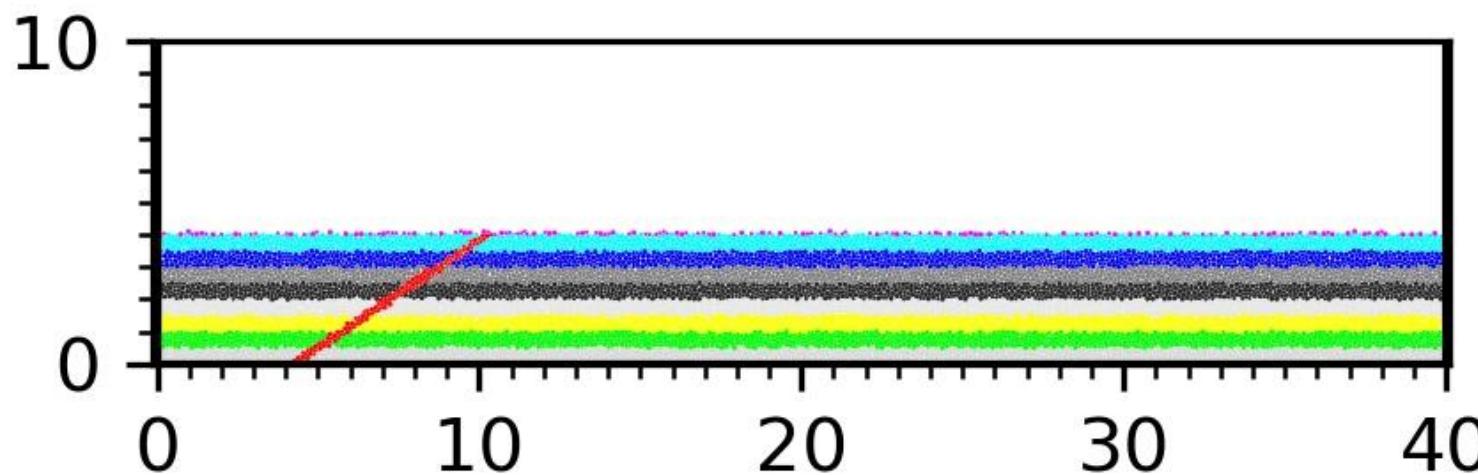
PROP COLOR black range y 2000.0 2500.0

PROP COLOR mg range y 2500.0 3000.0

PROP COLOR blue range y 3000.0 3500.0

PROP COLOR gb range y 3500.0 4000.0

PROP COLOR violet range y 4000.0 4500

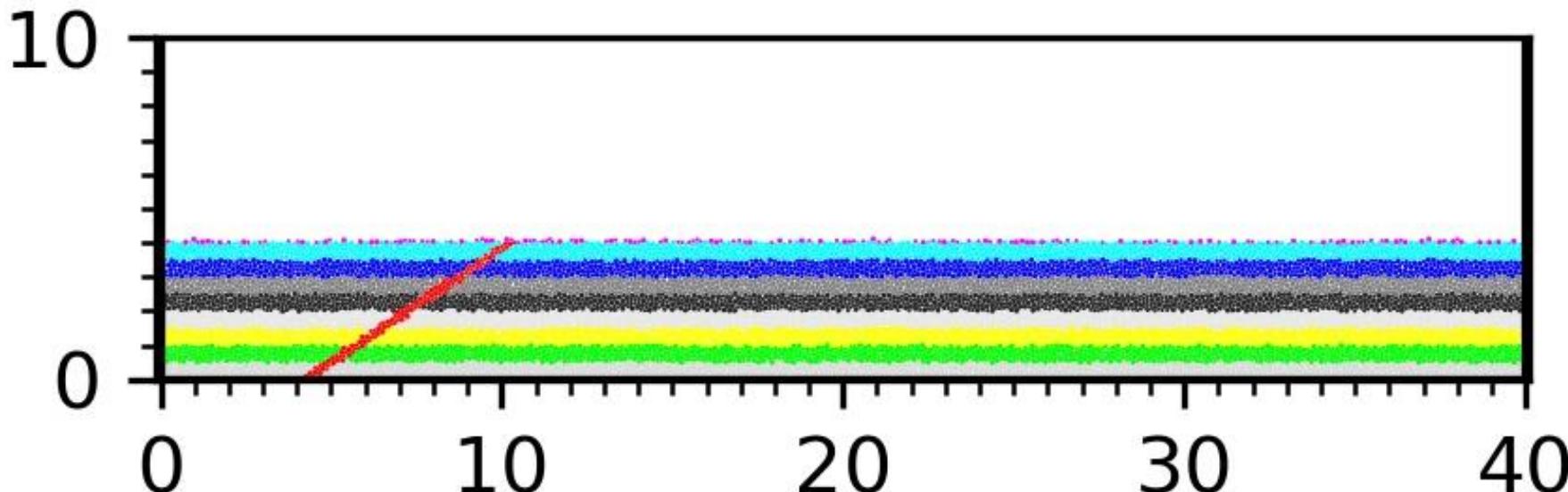


## +

# 先存断层

## ex4\_pre\_struct

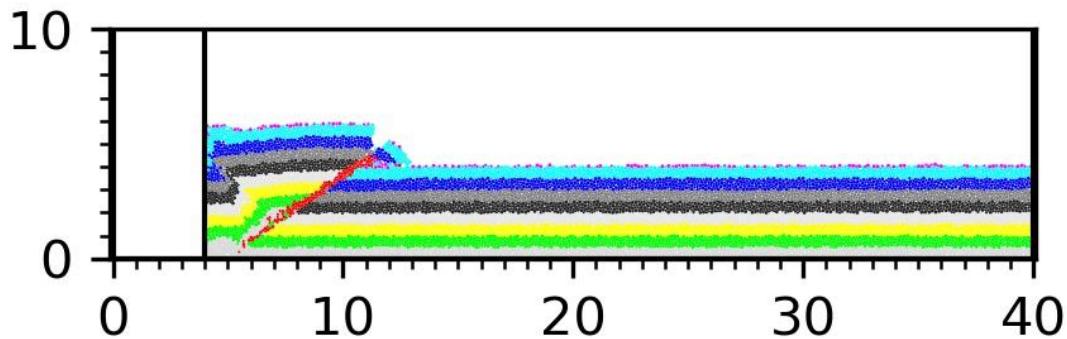
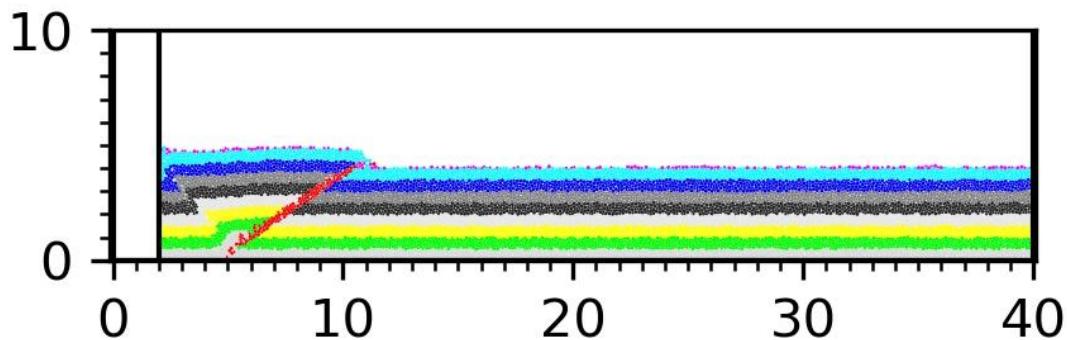
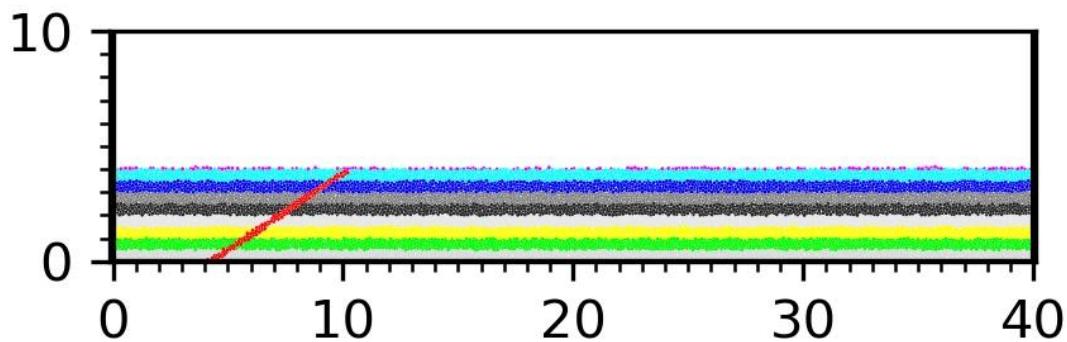
```
##### 断层设置 #####
#用range P4 (point1) (point2) (point3) (point4) 命令，逆时针指定四个点
#四个点组成的多边形，设置为组 struct1
PROP GROUP struct1 RANGE P4 (4000.0, 0.0) (4500.0, 0.0) (10500.0 4000.0) (10000.0 4000.0)
#打断struct1组内的颗粒粘结
BOND break RANGE GROUP struct1
#将struct1组的颗粒颜色设置为红色,摩擦系数设置为0.0,摩擦系数可以根据断层强弱改变
PROP COLOR red FRIC 0.0 RANGE GROUP struct1
#####
```



## + 先存断层

ex4\_pre\_struct

~ 7分钟



START

set disk off

BOX left 0.0 right 41000.0 bottom 0.0 height 11000.0 kn=0e10 ks=0e10 fric 0.00

WALL ID 0, NODES ( 0.0 , 10.0 )( 40000.0 , 10.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR black

WALL ID 1, NODES ( 10.0 , 10000.0 )( 10.0 , 10.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR blue

WALL ID 2, NODES ( 40000.0 , 10.0 )( 40000.0 , 10000.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR red

GEN NUM 100000.0 rad discrete 60.0 60.0 80.0, x ( 10.0, 40000.0), y ( 10.0, 10000.0), COLOR black GROUP ball\_rand

PROP DENSITY 2.5e3, fric 0.0, shear 2.9e9, poiss 0.2, damp 0.4, hertz

SET DT 5e-2, GRAVITY 0.0, -9.8

SET print 1000

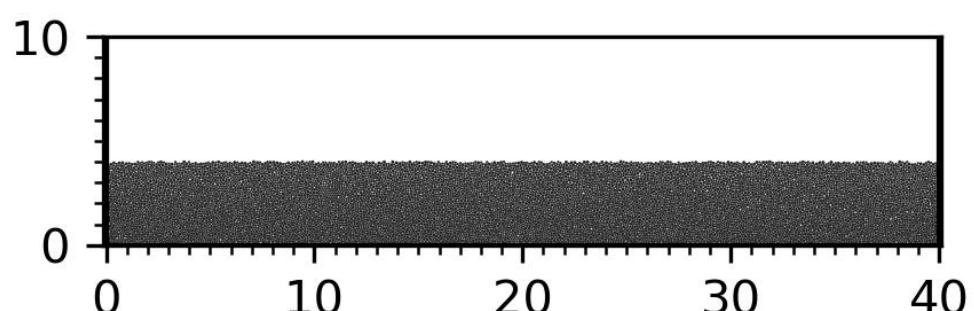
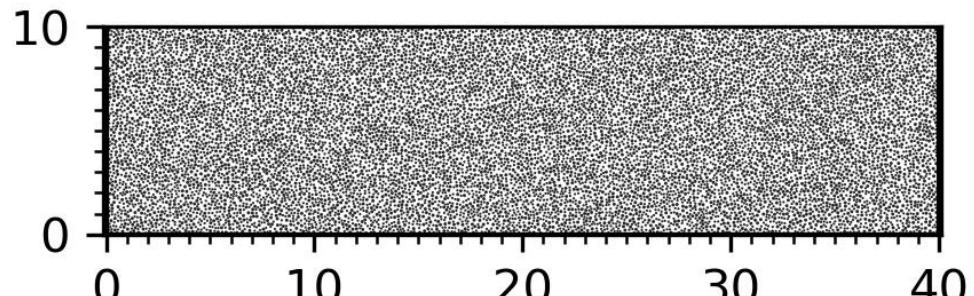
SET stepbar 1000

CYC 5000

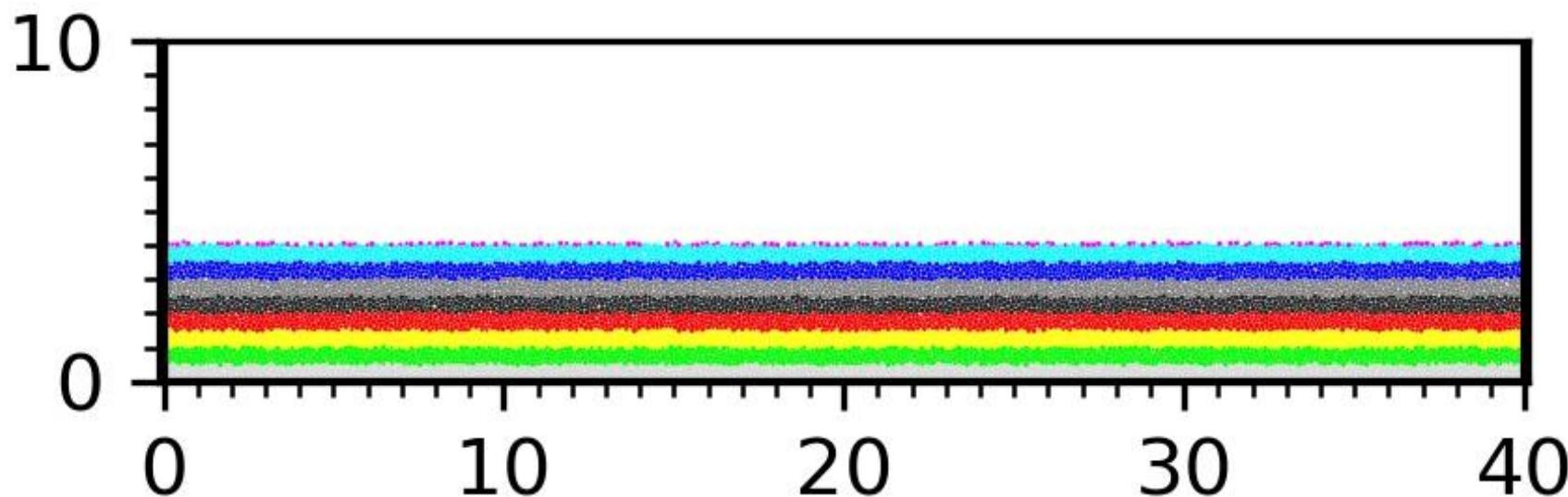
DEL RANGE y 4000.0 999000.0

CYC 1000

EXP init\_xyr.dat



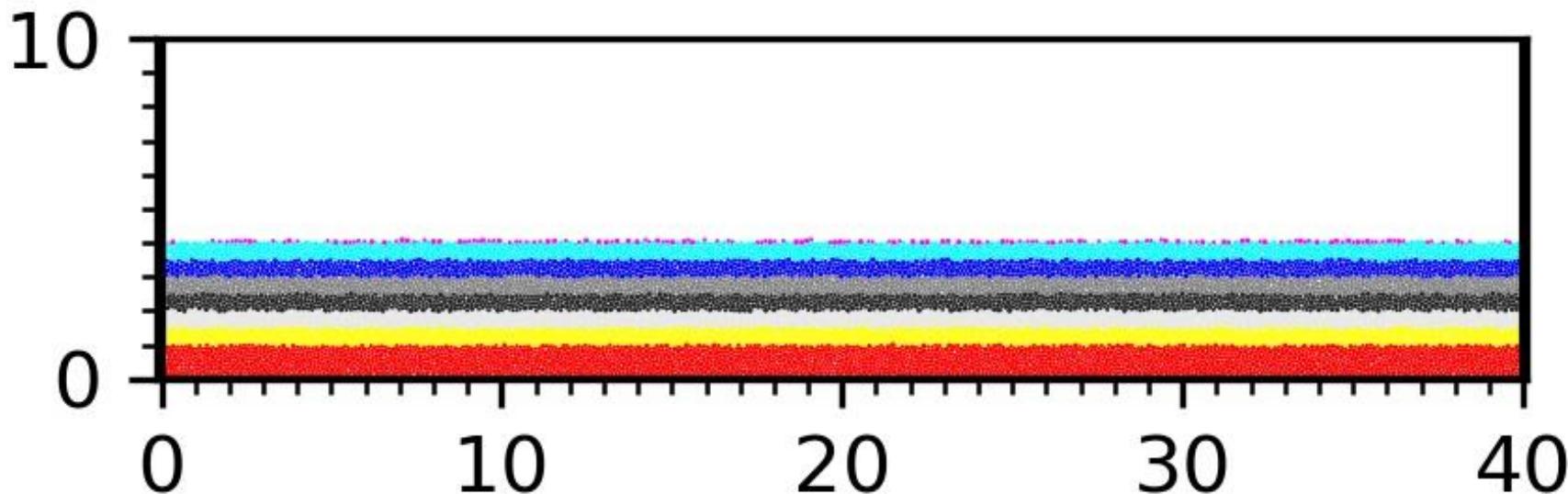
```
PROP ebmod 2e8 gmod 2e8 tstrength 0e7 sstrength 0e7 fric 0.3  
PROP COLOR lg      range y  0.0  500.0  
PROP COLOR green   range y 500.0 1000.0  
PROP COLOR yellow  range y 1000.0 1500.0  
PROP COLOR white   range y 1500.0 2000.0  
PROP COLOR black   range y 2000.0 2500.0  
PROP COLOR mg      range y 2500.0 3000.0  
PROP COLOR blue   range y 3000.0 3500.0  
PROP COLOR gb      range y 3500.0 4000.0  
PROP COLOR violet  range y 4000.0 4500.0
```



## 滑脱层

## ex5\_detachmen

```
##### 滑脱层设置 #####
#用range P4 (point1) (point2) (point3) (point4) 命令，逆时针指定四个点
#四个点组成的多边形，设置为组 struct1
PROP GROUP detachment RANGE y ( 0.0, 1000.0)
#打断struct1组内的颗粒粘结
BOND break RANGE GROUP detachment
#将struct1组的颗粒颜色设为红色，摩擦系数设置为0.0，摩擦系数可以根据断层强弱改变
PROP COLOR red FRIC 0.0 DEN 2.2e3 RANGE GROUP detachment
#####
```



~ 20分钟

#设置挡板墙摩擦系数

WALL id 0 fric 0.0

WALL id 1 fric 0.3

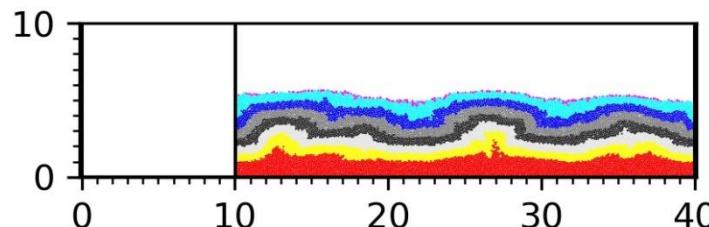
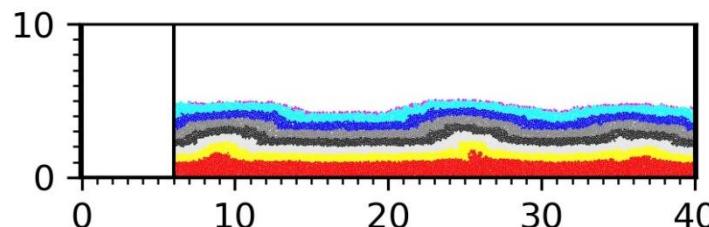
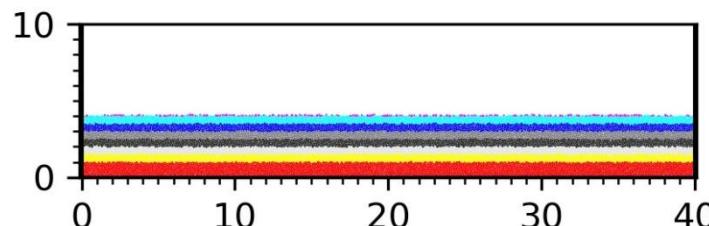
WALL id 2 fric 0.3

#设置墙的挤压速度 x方向速度为2.0

WALL id 1 xv 2.0

#设置墙的挤压量x方向推进4000.0, 每挤压1000.0保存一次计算结果

IMPLE wall id 1 xmove 10000.0 save 1000.0 print 1000.0 ps 1000.0#计算停止STOP



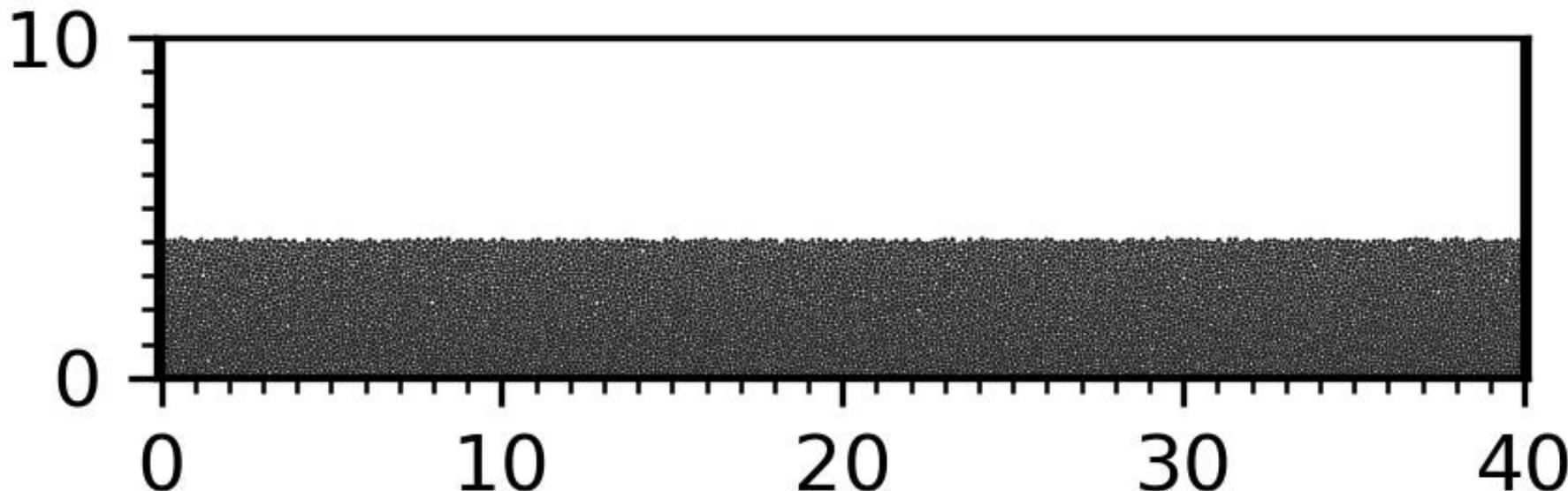
#程序初始化

**LOAD init\_xyr.dat**

#关闭圆盘，颗粒设为球，计算颗粒体积用 $4/3\pi r^3$ 计算

**set disk off**

#设置研究范围



#设置bond粘结，使颗粒具有粘聚力

PROP ebmod 2e8 gbmmod 2e8 tstrength 0e7 sstrength 0e7 fric 0.3

#给地层赋上颜色

PROP COLOR lg range y 0.0 500.0

PROP COLOR green range y 500.0 1000.0

PROP COLOR yellow range y 1000.0 1500.0

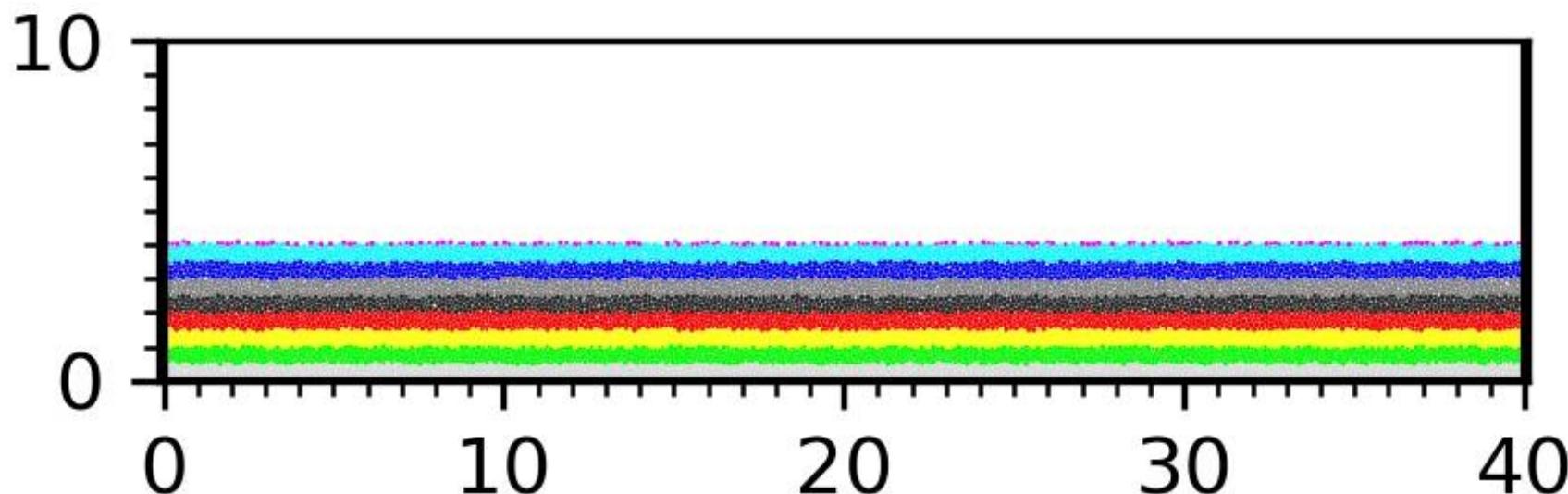
PROP COLOR white range y 1500.0 2000.0

PROP COLOR black range y 2000.0 2500.0

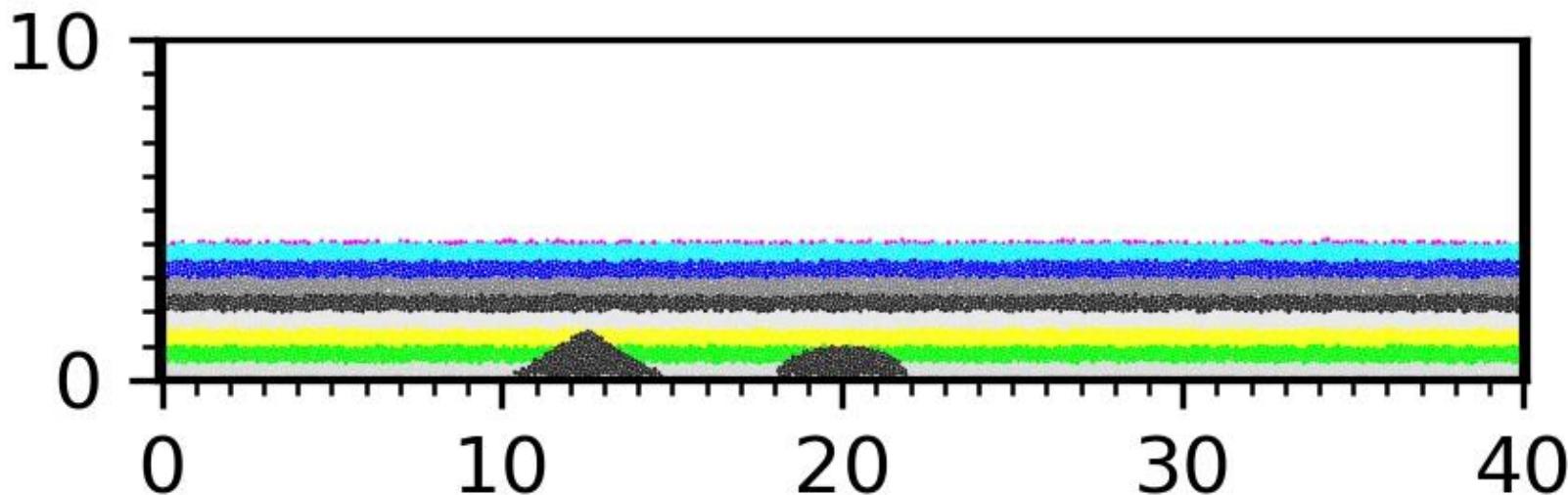
PROP COLOR mg range y 2500.0 3000.0

PROP COLOR blue range y 3000.0 3500.0

PROP COLOR gb range y 3500.0 4000.0



```
##### 古隆起设置 #####
#用range P4 (point1) (point2) (point3) (point4) 命令，逆时针指定四个点#四个点组成的多
#边形，设置为组 struct1
PROP GROUP palaeohigh RANGE ellipse ( 20000, 0.0) 2000, 1000.0
PROP GROUP palaeohigh RANGE P4 ( 10000.0, 0.0) ( 12000.0, 0.0) ( 15000.0 0.0) ( 12500.0
1500.0)
#打断palaeohigh组内的颗粒粘结
BOND break RANGE GROUP palaeohigh
FIX x y spin RANGE GROUP palaeohigh
#将palaeohigh组的颗粒颜色设置为黑色
PROP COLOR black RANGE GROUP palaeohigh
#####
```



~ 16分钟

#设置挡板墙摩擦系数

WALL id 0 fric 0.0

WALL id 1 fric 0.3

WALL id 2 fric 0.3

#设置墙的挤压速度 x方向速度为2.0

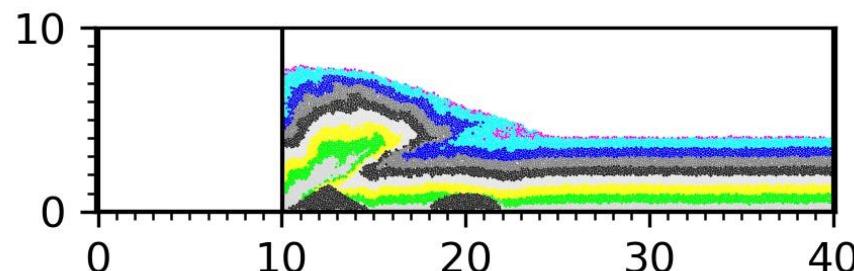
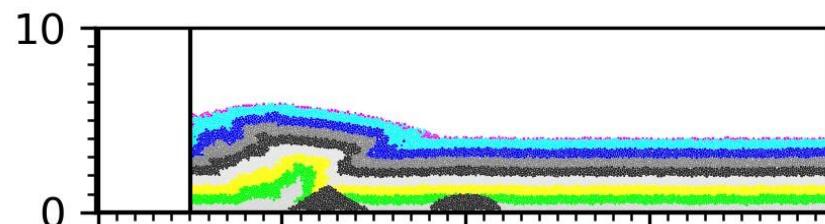
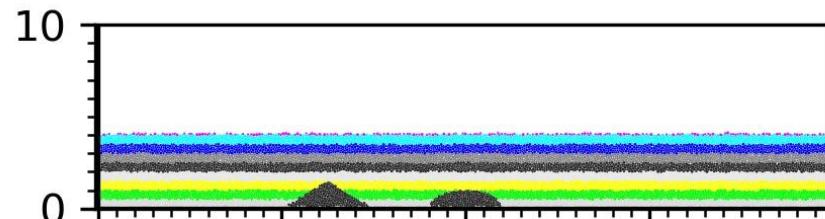
WALL id 1 xv 2.0

#设置墙的挤压量x方向推进4000.0, 每挤压1000.0保存一次计算结果

IMPLE wall id 1 xmove 10000.0 save 1000.0 print 1000.0 ps 1000.0

#计算停止

STOP



START

SET DISK off

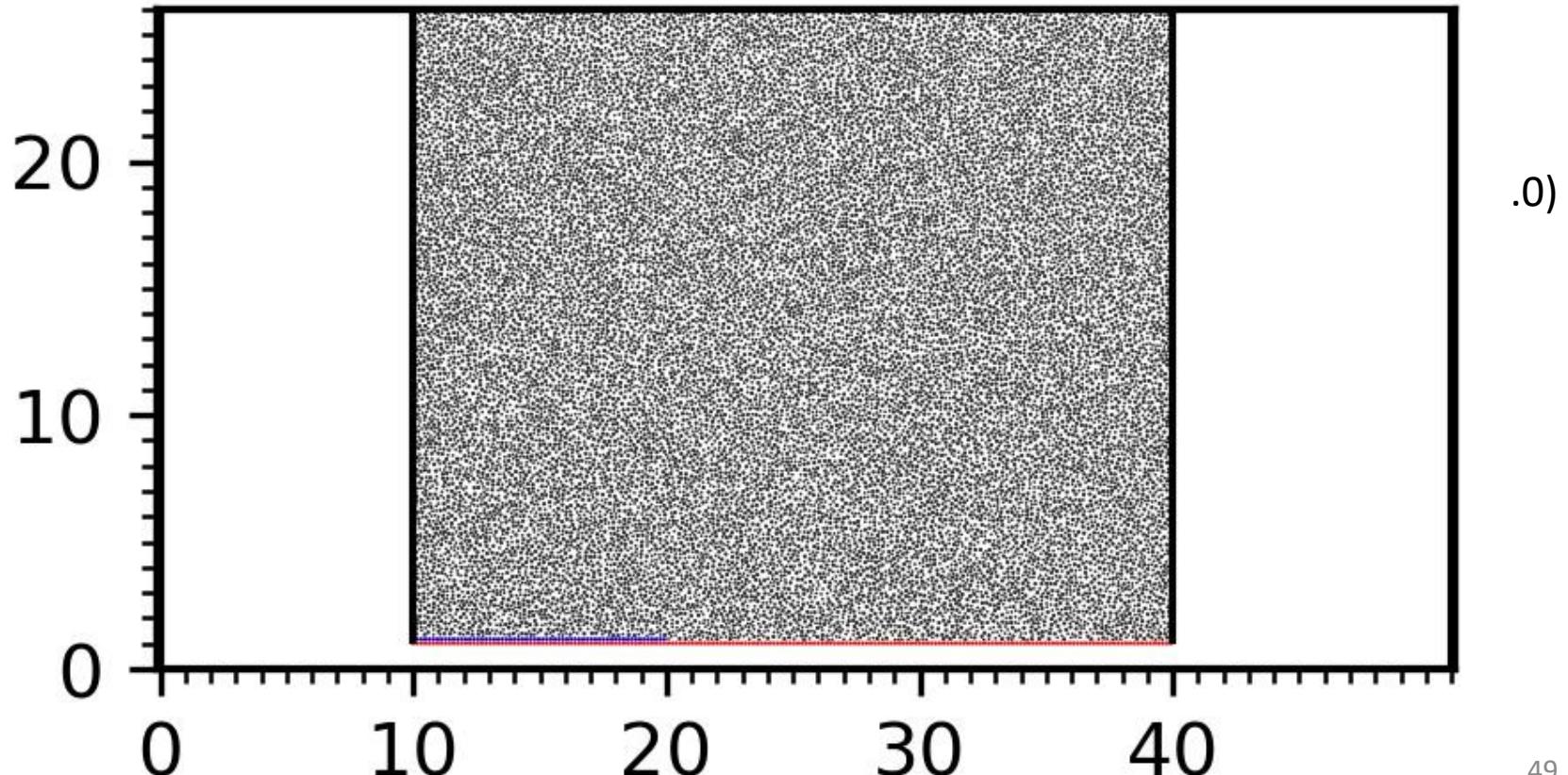
BOX LEFT 1.0e-3 RIGHT (51000.0) BOTTOM 1.0e-3 HEIGHT (26000.0) kn=4e10 ks=4e10 fric 0.30

WALL ID 0, NODES ( 10000.0 , 26000.0 ) ( 10000.0 , 1080.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR black

WALL ID 1, NODES ( 40000.0 , 1080.0 ) ( 40000.0 , 26000.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR blue

GLINE P1 ( 10000.0 , 1160.0 ) P2 ( 20000.0 , 1160.0 ) RAD 80.0 GROUP bom\_wall1

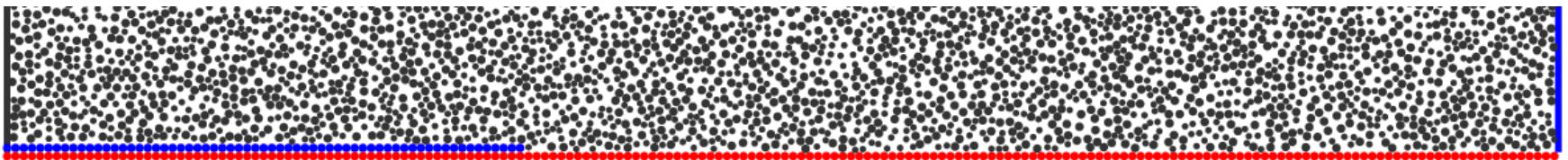
GLINE P1 ( 10000.0 , 1000.0 ) P2 ( 40000.0 , 1000.0 ) RAD 80.0 GROUP bom\_wall2



## 刚性基底

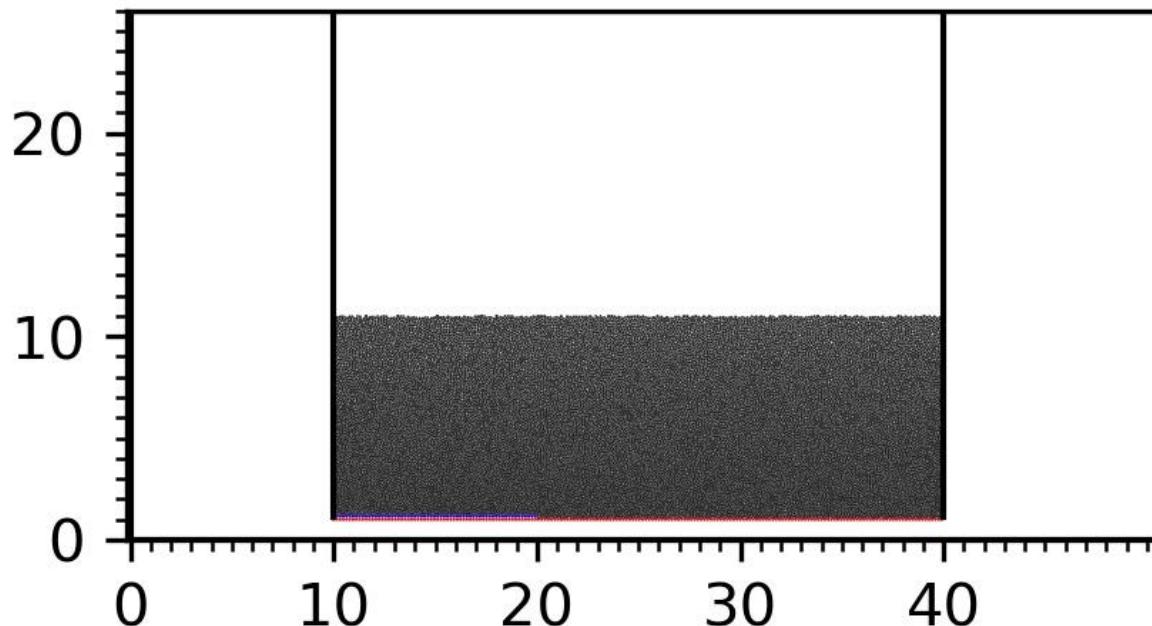
## ex7\_extens\_rigid

```
START
SET DISK off
BOX LEFT 1.0e-3 RIGHT (51000.0) BOTTOM 1.0e-3 HEIGHT (26000.0) kn=4e10 ks=4e10 fric 0.30
WALL ID 0, NODES ( 10000.0 , 26000.0 ) ( 10000.0 , 1080.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR black
WALL ID 1, NODES ( 40000.0 , 1080.0 ) ( 40000.0 , 26000.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR blue
GLINE P1 ( 10000.0 , 1160.0 ) P2 ( 20000.0 , 1160.0 ) RAD 80.0 GROUP bom_wall1
GLINE P1 ( 10000.0 , 1000.0 ) P2 ( 40000.0 , 1000.0 ) RAD 80.0 GROUP bom_wall2
PROP COLOR blue RANGE GROUP bom_wall1
PROP COLOR red RANGE GROUP bom_wall2
FIX x y spin RANGE GROUP bom_wall1
FIX x y spin RANGE GROUP bom_wall2
GEN NUM 100000, RAD DISCRETE (60.0 80.0) x (10000.0, 40000.0) y (1000.0, 26000.0)
GROUP ball_rand
PROP COLOR black RANGE GROUP ball_rand
PROP DEN 2.5e3 FRIC 0.0 SHEAR 2.9e9 POISS 0.2 DAMP 0.4 HERTZ
```

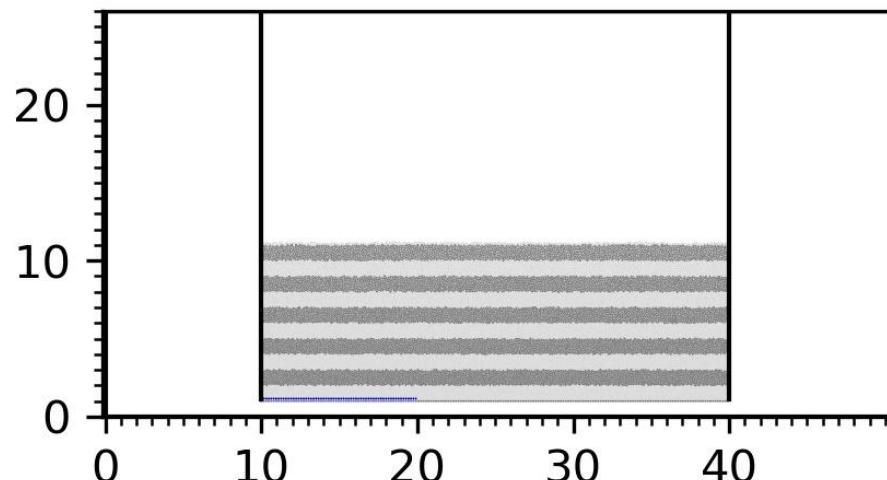


10 15 20 25 30 35 40

```
DRAW INTERVAL 200 bfill wall
SET STEPBAR 1000
SET SAVE 20000
set PRINT 10000
set PS 10000
SET DT 5e-2,
SET GRAVITY ( 0.0, -10.0 )
CYC 50000
DEL RANGE y (11000.0, 25000.0)CYC 10000
EXP initxyr.dat RANGE GROUP ball_rand
SAV initxyr.sav
```



```
##### 设置颜色 #####
prop color lg RANGE GROUP ball_rand
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 261.0 1000.0
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 2000.0 3000.0
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 4000.0 5000.0
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 6000.0 7000.0
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 8000.0 9000.0
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 10000.0 11000.0
PROP FRIC 0.3 RANGE GROUP bom_wall1
prop FRIC 0.3 RANGE GROUP bom_wall2
#设置粘结
PROP ebmod 2e8 gbmmod 2e8 tstrength 2e7 sstrength 4e7 fric 0.3 RANGE GROUP ball_rand
```

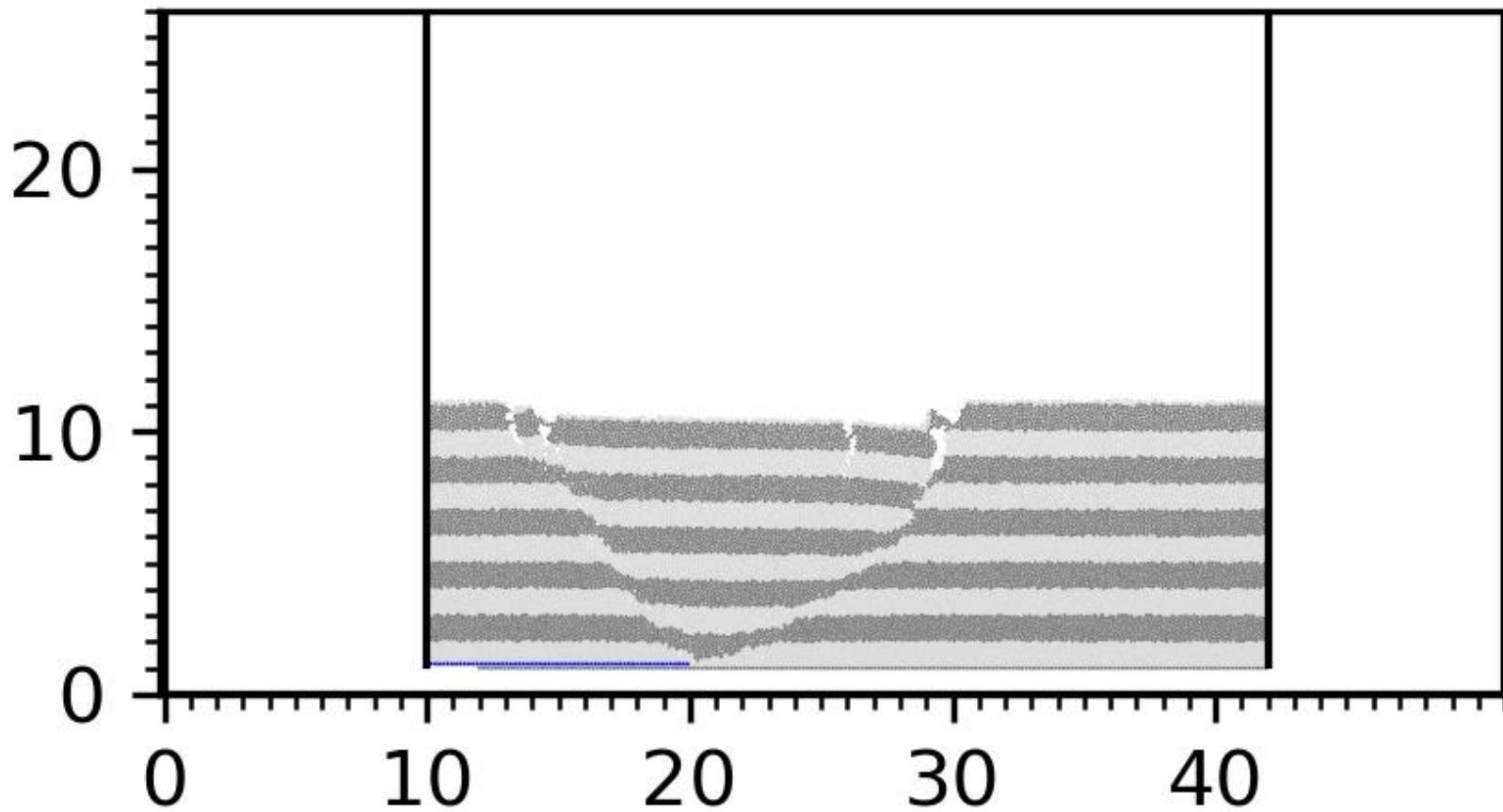


#开始伸展

INI XV 2.0 RANGE GROUP bom\_wall2

WALL ID 1 XV 2.0

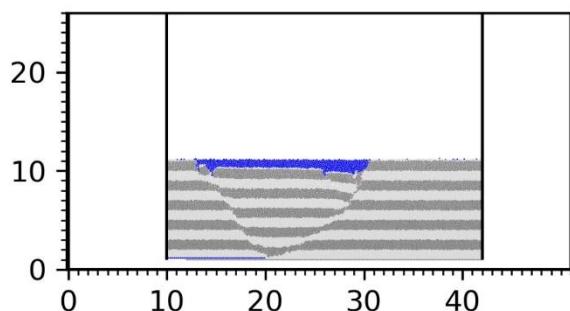
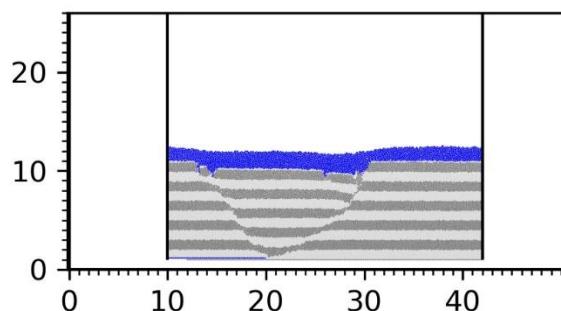
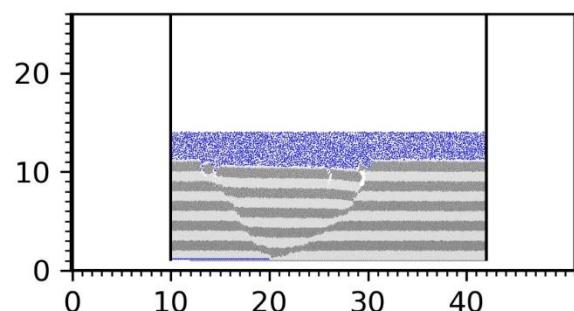
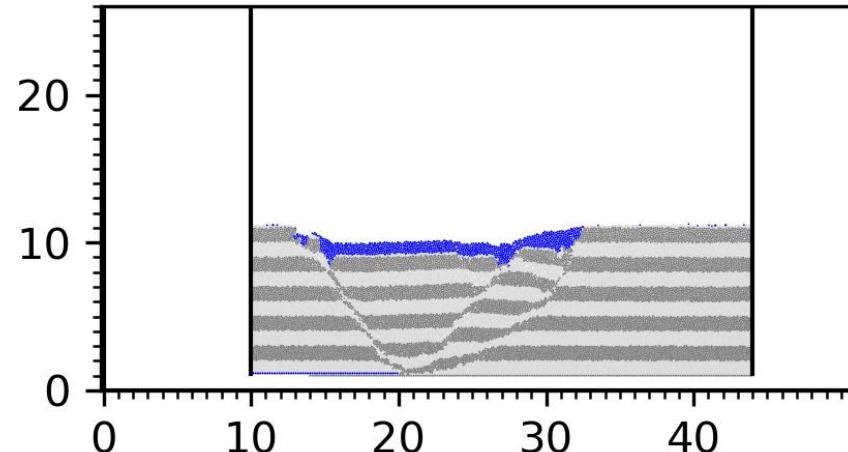
IMPLE WALL ID 1 XMOVE 2000.0 SAVE 2000.0 PRINT 1000.0 PS 1000.0



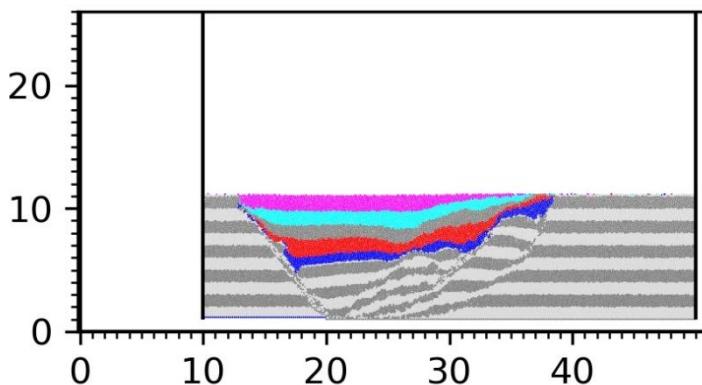
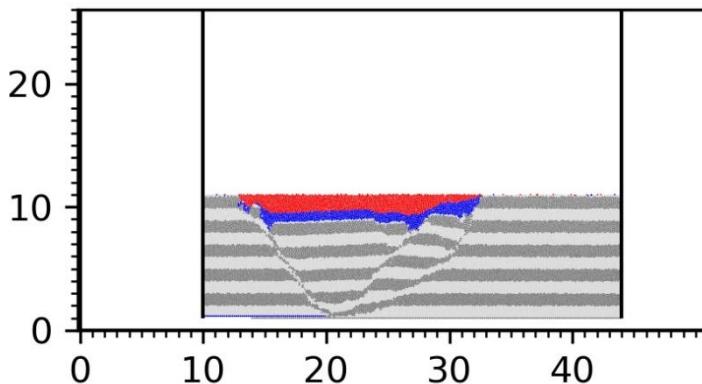
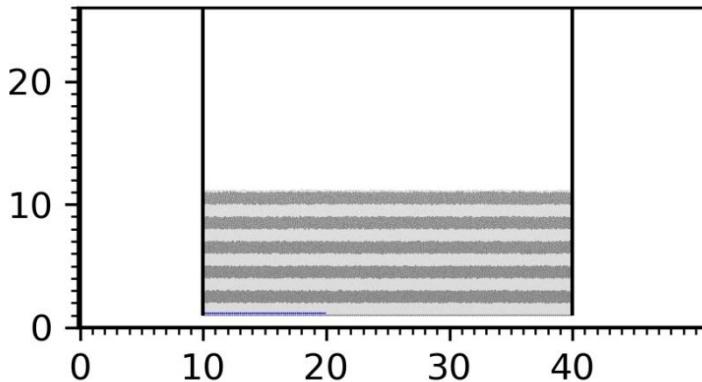
## 刚性基底

ex7\_extens\_rigid

```
#####
# 沉积1 #####
gen NUM 200000, rad discrete 60.0 80.0 , x( 10000.0, 42000.0) y (10000.0, 14000.0 ) GROUP ballsed1
PROP COLOR blue DEN 2.5e3 FRIC 0.3 SHEAR 2.9e9 POISS 0.2 DAMP 0.0 HERTZ RANGE GROUP ballsed1
INI XV 0.0 RANGE GROUP bom_wall2
WALL ID 1 XV 0.0
set ps 1000
set print 1000
CYC 5000
DEL RANGE y 11000.0 16000.0
CYC 2000
#开始伸展
INI XV 2.0 RANGE GROUP bom_wall2
wall id 1 xv 2.0
IMPLE WALL ID 1 XMOVE 2000.0 SAVE 2000.0 PRINT 1000.0 PS 1000.0
```



~ 57分钟



START

SET DISK off

BOX LEFT 1.0e-3 RIGHT (51000.0) BOTTOM 1.0e-3 HEIGHT (26000.0) kn=4e10 ks=4e10 fric 0.30

WALL ID 0, NODES ( 10000.0 , 26000.0 ) ( 10000.0 , 1080.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR black

WALL ID 1, NODES ( 40000.0 , 1080.0 ) ( 40000.0 , 26000.0 ), kn=0e10 ks=0e10 fric 0.0 COLOR blue

GLINE P1 ( 10000.0 , 1000.0 ) P2 ( 40000.0 , 1000.0 ) RAD 80.0 cratio 0.5 GROUP bom\_wall1

PROP GROUP bom\_wall RANGE x( 20000.0 , 30100.0 ) y( 999.0 , 1001.0 )

PROP GROUP bom\_wall2 RANGE x( 30000.0 , 40100.0 ) y( 999.0 , 1001.0 )

PROP COLOR blue

PROP COLOR red

PROP COLOR blue

20

FIX x y spin RANGE

10

FIX y spin RANGE

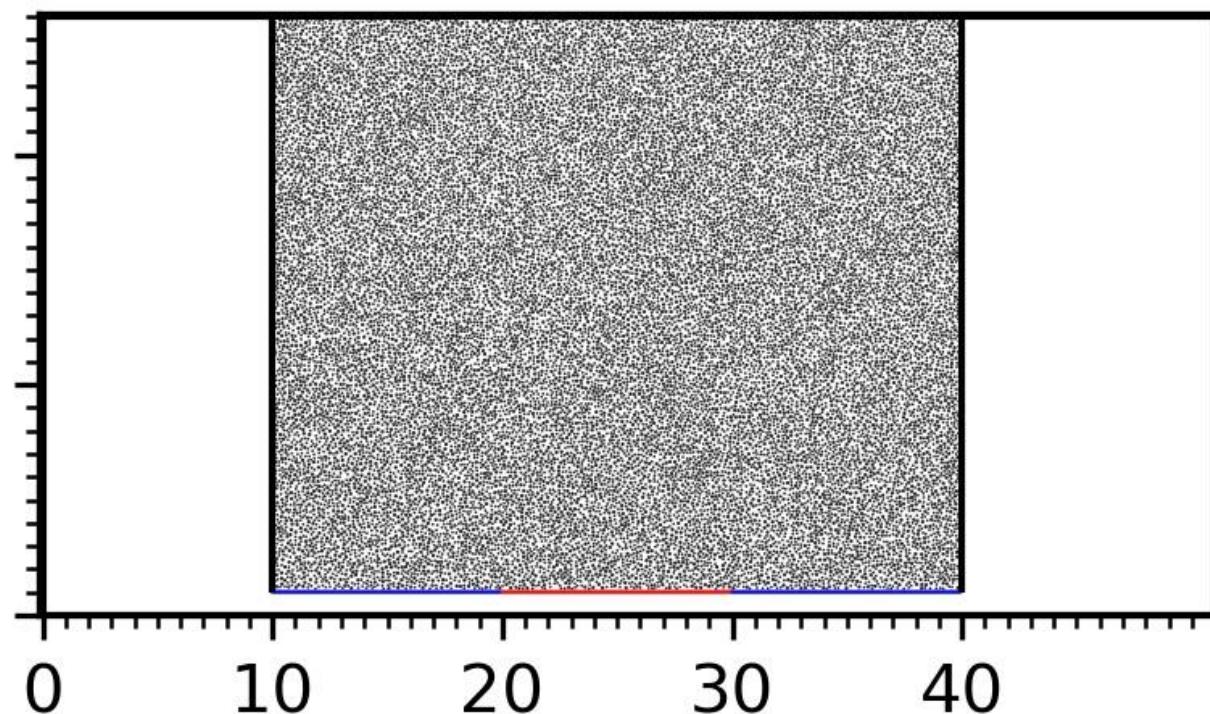
0

FIX x y spin RANGE

GEN NUM 100000, RAD

PROP COLOR black RAN

PROP DEN 2.5e3 FRIC 0.



# 韧 性 基 底

ex8\_extens\_ductile

START

SET DISK off

BOX LEFT 1.0e-3 RIGHT (51000.0) BOTTOM 1.0e-3 HEIGHT (26000.0) kn=4e10 ks=4e10 fric 0.30

WALL ID 0, NODS ( 10000 0 26000 0 ) 1000 0 0 100 0 0 100 0 COLOR black

WALL ID 1,

GLINE P1

PROP GRO

PROP GRO

PROP COL

PROP COL

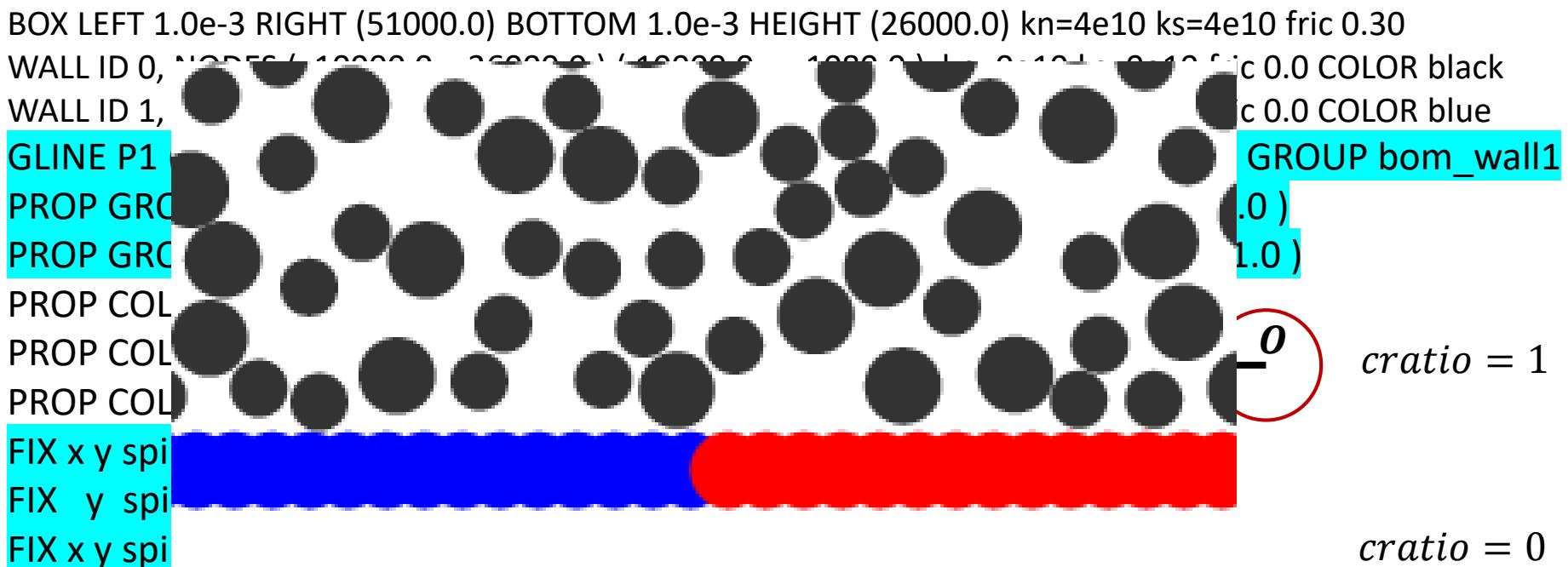
PROP COL

FIX x y spi

FIX y spi

FIX x y spi

$$cratio = |AO|/(ra + ro)$$



$$cratio = 1$$

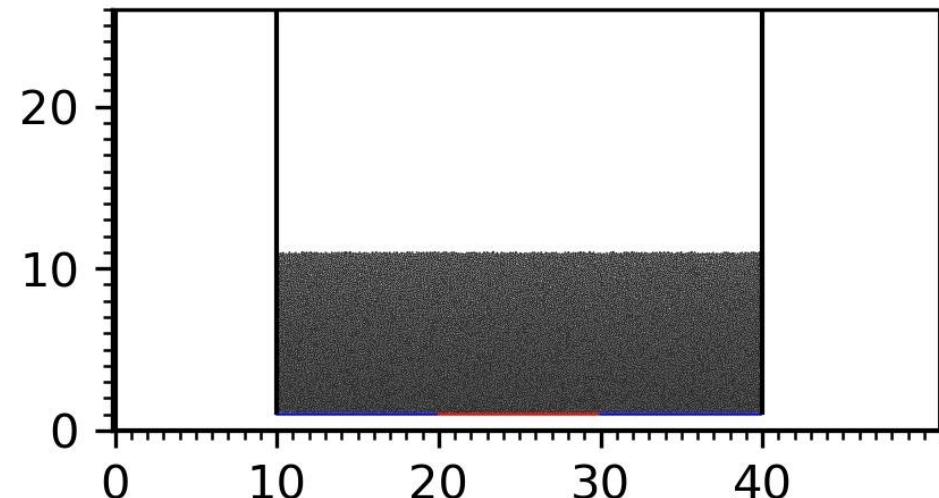
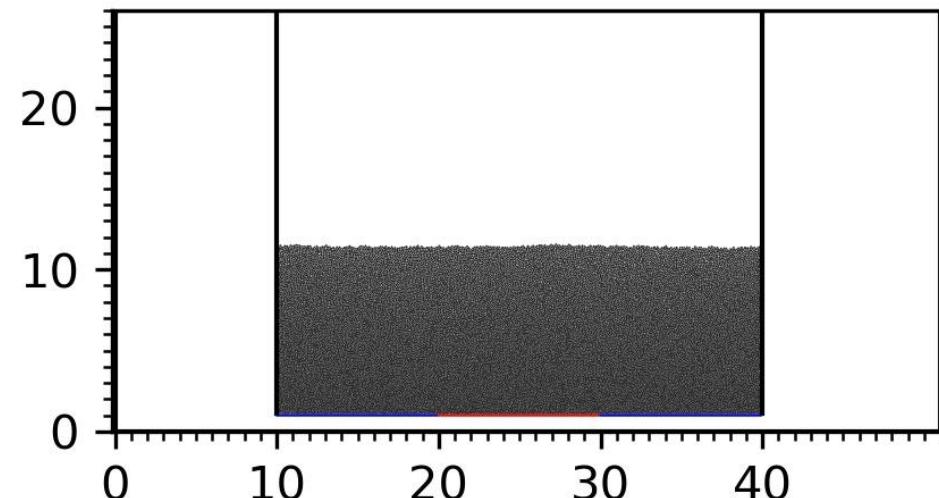
$$cratio = 0$$



## 韧 性 基 底

## ex8\_extens\_ductile

```
DRAW INTERVAL 200 bfill wall  
SET STEPBAR 1000  
SET SAVE 20000  
set PRINT 10000  
set PS 10000  
SET DT 5e-2,  
SET GRAVITY ( 0.0, -10.0 )  
CYC 50000  
DEL RANGE y (11000.0, 25000.0)  
CYC 10000  
EXP initxyr.dat RANGE GROUP ball_rand  
SAV initxyr.sav
```



```
##### 设置颜色 #####
prop color lg RANGE GROUP ball_rand
```

```
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 2000.0 3000.0
```

```
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 4000.0 5000.0
```

```
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 6000.0 7000.0
```

```
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 8000.0 9000.0
```

```
prop color mg RANGE x 101.0 59999.0 y 10000.0 11000.0
```

```
PROP FRIC 0.3 RANGE GROUP bom_wall1
```

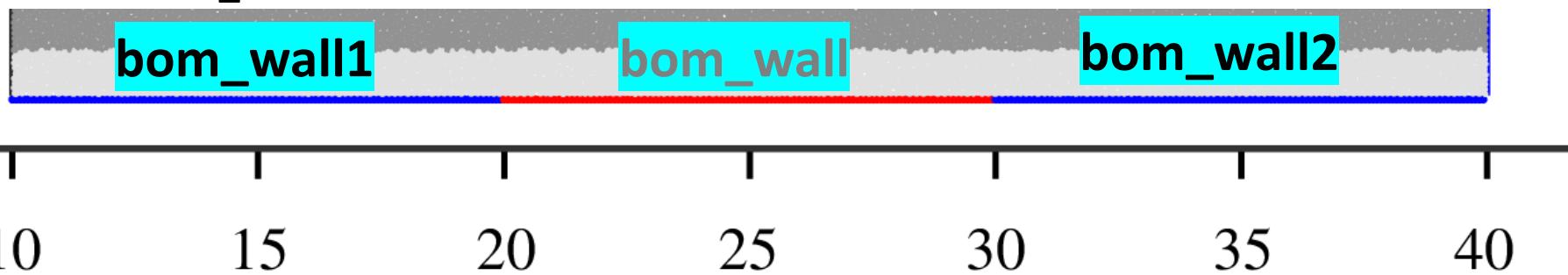
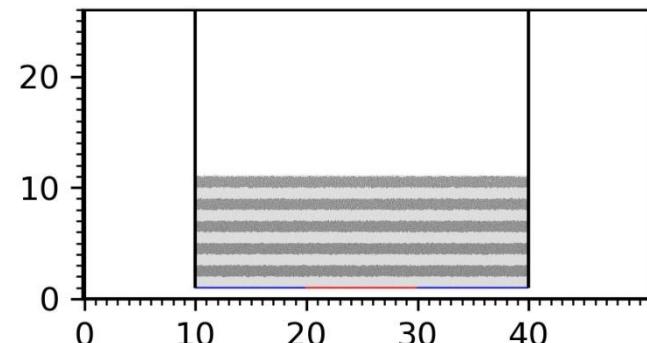
```
prop FRIC 0.3 RANGE GROUP bom_wall2
```

#设置粘结

```
PROP ebmod 2e8 gbmmod 2e8 tstrength 0e7 sstrength 0e7 fric 0.3 RANGE GROUP ball_rand
```

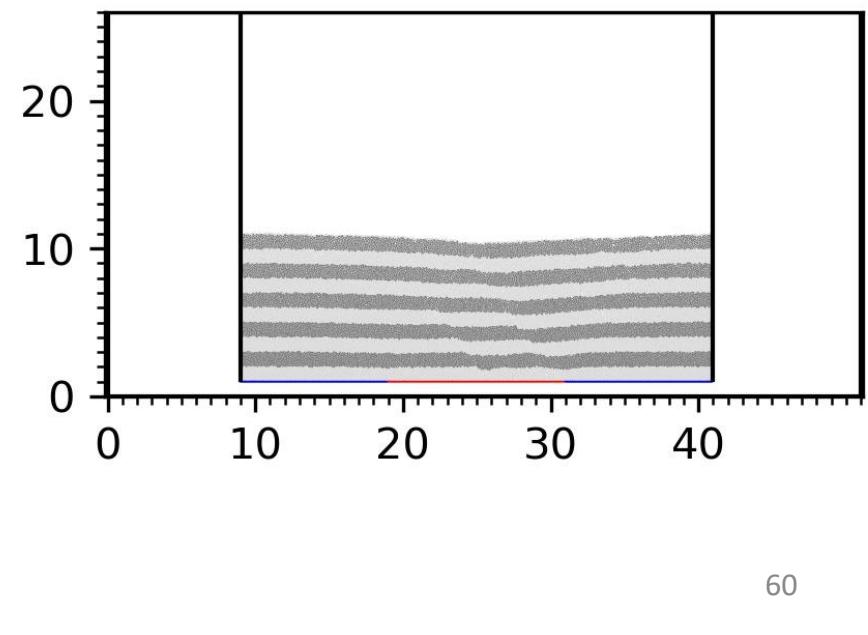
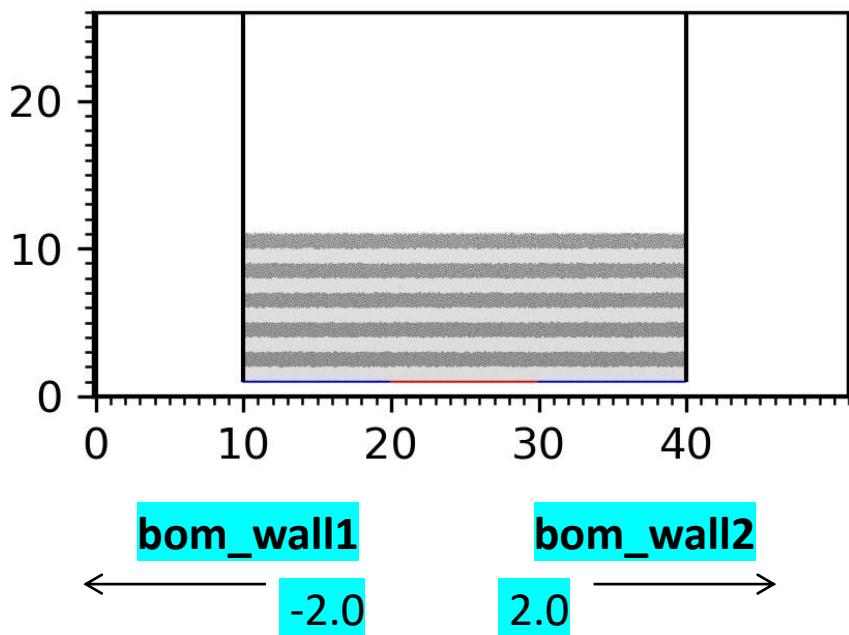
```
prop ebmod 2e8 gbmmod 2e8 tstrength 2e100 sstrength 4e7 fric 0.3 range group bom_wall1 and GROUP bom_wall
```

```
prop ebmod 2e8 gbmmod 2e8 tstrength 2e100 sstrength 4e7 fric 0.3 range group bom_wall2 and GROUP bom_wall
```

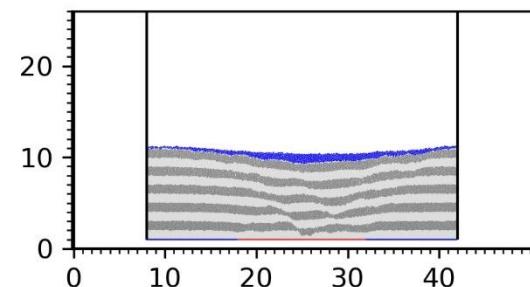
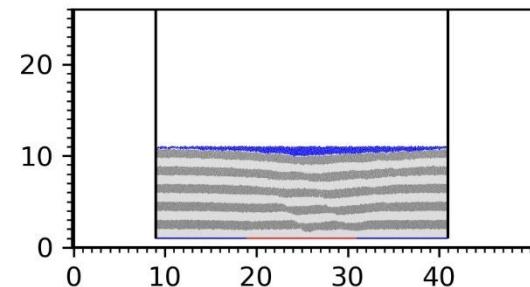
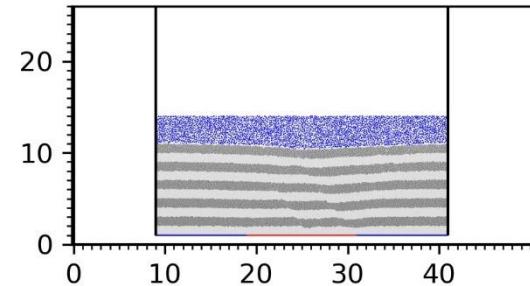


#开始伸展

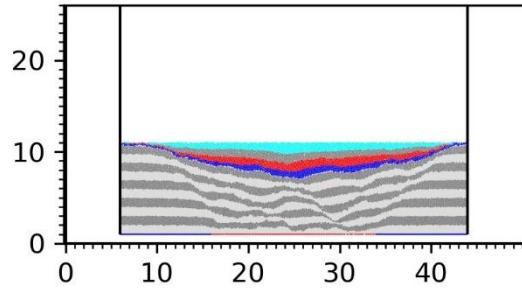
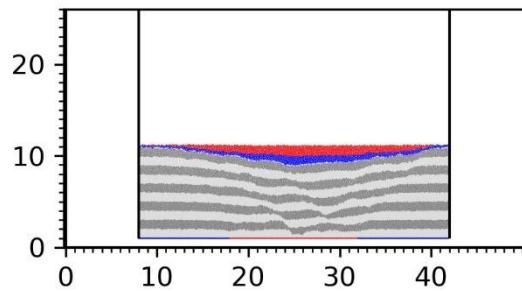
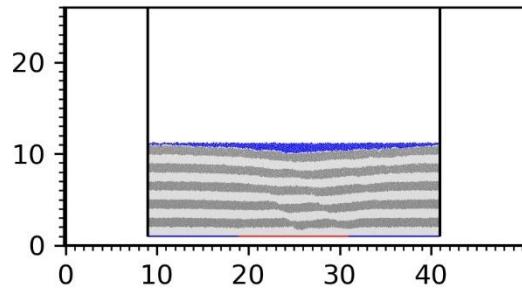
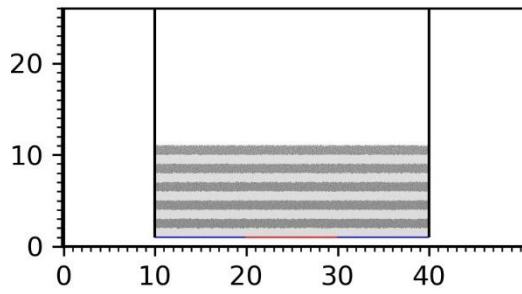
```
INI XV -2.0 RANGE GROUP bom_wall1
INI XV 2.0 RANGE GROUP bom_wall2
WALL ID 0 XV -2.0
WALL ID 1 XV 2.0
IMPLE WALL ID 1 XMOVE 1000.0 SAVE 1000.0 PRINT 1000.0 PS 1000.0
```



```
#####
# 沉积1 #####
gen NUM 200000, rad discrete 60.0 80.0 , x( 9000.0, 41000.0) y (10000.0, 14000.0 )
GROUP ballsed1
PROP COLOR blue DEN 2.5e3 FRIC 0.3 SHEAR 2.9e9 POISS 0.2 DAMP 0.0 HERTZ RANGE
GROUP ballsed1
INI XV 0.0 RANGE GROUP bom_wall1
INI XV 0.0 RANGE GROUP bom_wall2
WALL ID 0 XV 0.0
WALL ID 1 XV 0.0
set ps 1000
set print 1000
CYC 5000
DEL RANGE y 11000.0 16000.0
CYC 2000
#开始伸展
INI XV -2.0 RANGE GROUP bom_wall1
INI XV 2.0 RANGE GROUP bom_wall2
WALL ID 0 XV -2.0
wall id 1 xv 2.0
IMPLE WALL ID 1 XMOVE 1000.0 SAVE 2000.0 PRINT 1000.0 PS 1000.0
```



~ 57分钟



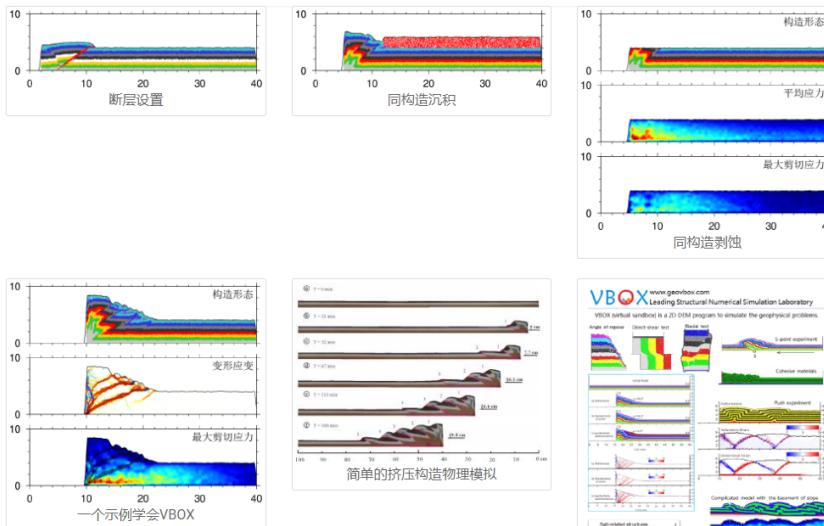
# + 资料

官网

[www.geovbox.com](http://www.geovbox.com)



欢迎VBOX用户及数值模拟和物理模拟科研工作者投稿，详情见[投稿须知](#)。



手册  
[doc.geovbox.com](http://doc.geovbox.com)

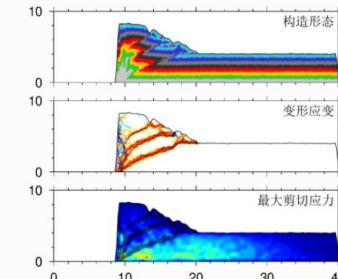
Docs » VBOX手册 1.3

Edit on GitHub

Next ➔

## VBOX手册 1.3

欢迎来到 VBOX 的世界。



首先来看一个示例学会VBOX

本项目是由 VBOX 官网维护的 VBOX 参考手册，即可以作为 VBOX 日常参考，也可以作为离散元的入门读物。希望通过阅读本手册，能够让用户尽快掌握 VBOX 的使用方法。

### VBOX脚本约定

- 不区分大小写，不支持任何中文字符。
- `( ) = [ ]` 和空格都会被忽略
- `# ! ;` 均是注释符，注释符后面的所有内容（可以使用中文）会被忽略。
- 程序必须以`START`、`RESTORE`或`LOAD`开始一个计算。

<https://geovbox.com/download/>

1. 李长圣. 基于离散元的褶皱冲断带构造变形定量分析与模拟. 博士论文. 南京大学, 2019.
2. Morgan, J.K., 2015, Effects of cohesion on the structural and mechanical evolution of fold and thrust belts and contractional wedges: Discrete element simulations, *J. Geophys. Res.*, 120, doi:10.1002/2014JB011455.