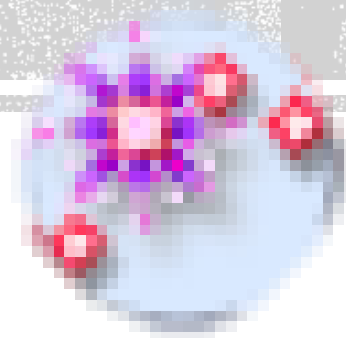




# Tracker 入门教程



复旦大学物理学系  
物理教学实验中心



居家隔离，回不了学校实验室，如何设计利用身边的小物品+智能手机，设计一个简单易操作的小实验？

如：测定小球和地面之间碰撞的恢复系数



恢复系数

$$e = \frac{v_{\text{分离}}}{v_{\text{接近}}} = \frac{v_2}{v_1}$$

💡 方案一

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} \quad v_2 = \sqrt{2gh_2}$$

💡 方案二

直接通过视频确定  $v_1, v_2$  ?

- 如何通过视频确定小球移动速度？
- 如何将视频的帧数和真实时间进行换算？
- 如何将视频中的距离和真实距离换算？

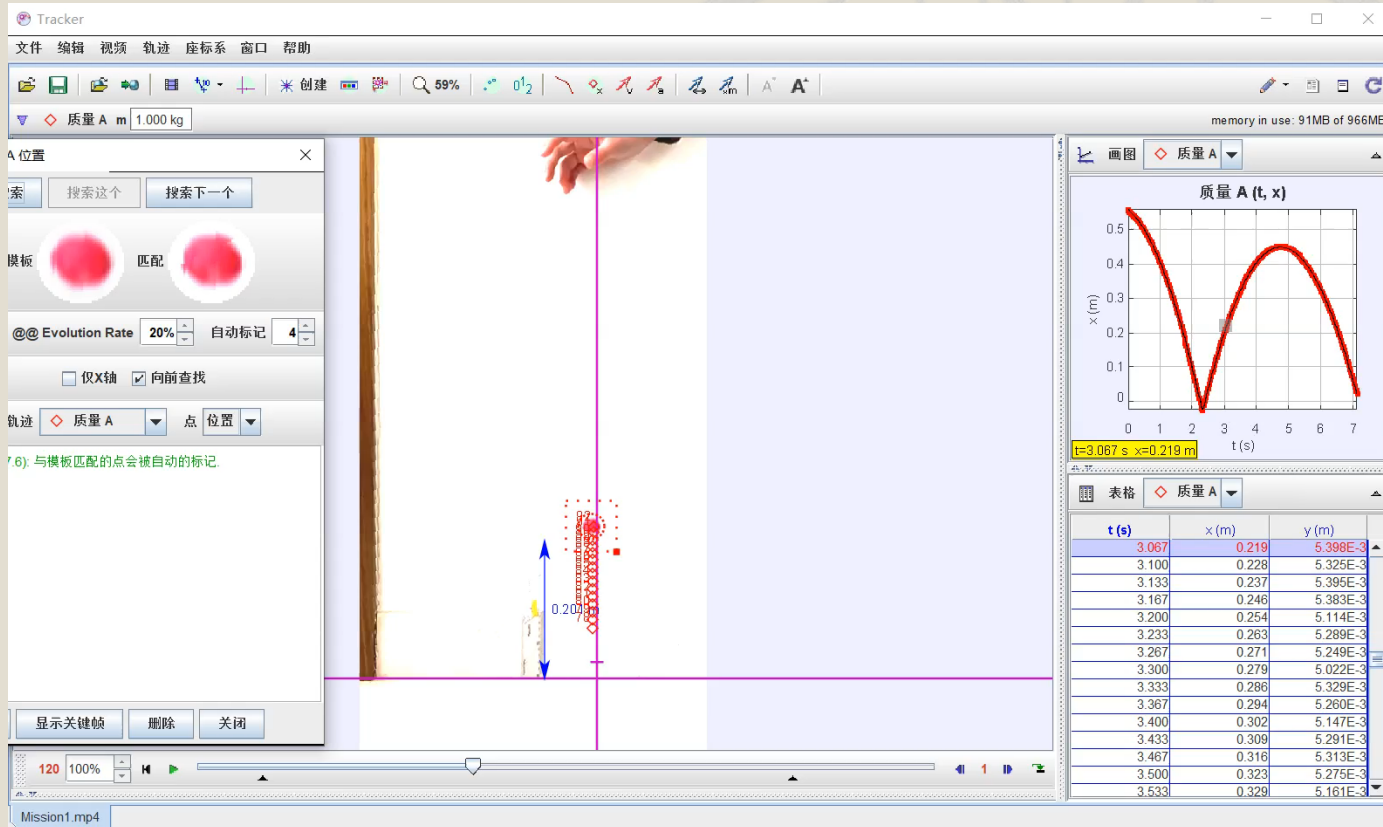
怎么办？

iphone iOS13

慢动作模式；帧率：240fps 拍摄



# Tracker



- 距离：通过**定标尺**完成视频中距离和实际距离的对应。
- 帧数换算：  
**240 frames in 1 second**
- 方案二、方案一都可以完成

原理：在视频画面中建立坐标系，**逐帧自动定位目标物体**，  
输出它在坐标系中的位置，获得 **位置-时间变化关系图**

$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

$$\vec{r} = \vec{r}(x, y)$$

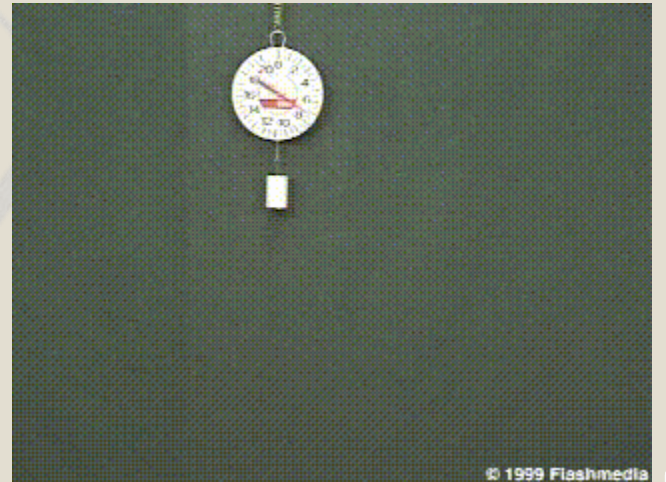
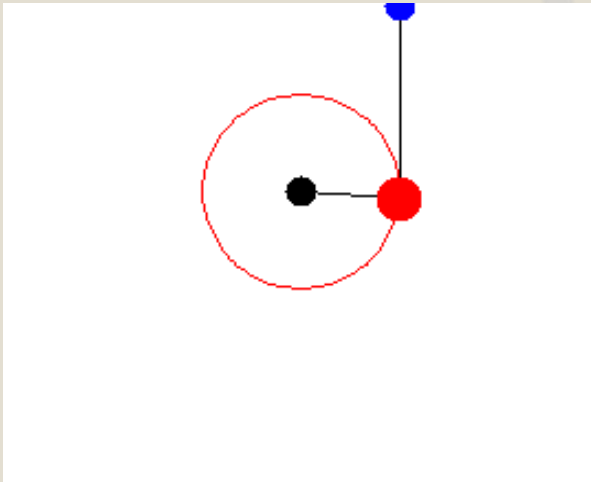
$$\vec{r} = \vec{r}(x, y)$$

# What's more?

- 伽利略斜面实验
- 测定弹簧劲度系数
- 研究混沌摆运动轨迹 (二维轨迹)
- 研究抛体运动
- .....

$$\left. \begin{array}{l} \bullet \text{ 伽利略斜面实验} \\ \bullet \text{ 测定弹簧劲度系数} \end{array} \right\} \vec{r} = \vec{r}(t)$$

$$\vec{r} = \vec{r}(x, y)$$



# 总结: Tracker 的主要功能

**Tracking:** 自动/半自动追踪视频中像素点的运动

**Modeling:** 建立质点/矢量等模型和坐标架 (可伸缩至实际比例)

**Data Analysis and Curve Fitting:**

分析质点(单体、多体)等模型的运动, 计算其坐标、速度、加速度等信息, 绘制其随时间的变化曲线; 可导出数据/直接进行函数拟合;

# Tracker的下载安装

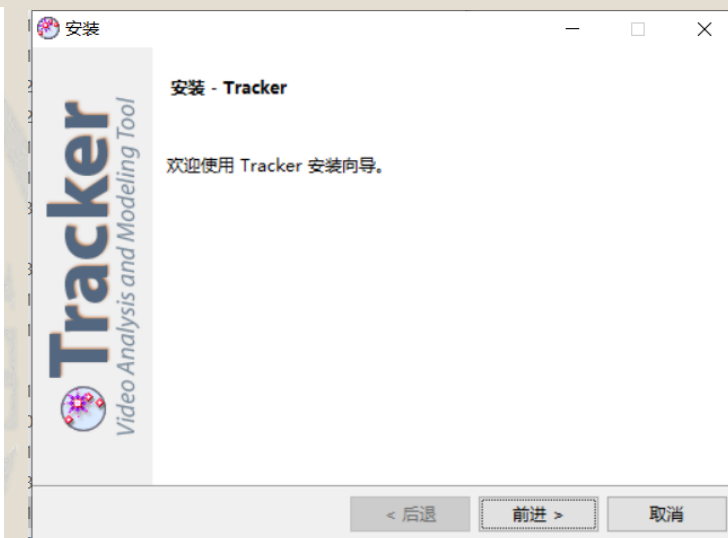
免费、开源

<https://www.physlets.org/tracker/>

点击此处下载更新



The screenshot shows the Tracker website homepage. At the top is the Tracker logo with the tagline "Video Analysis and Modeling Tool". Below the logo, it states "Over 1 million users in 26 languages. Completely free and open source." and "Upgrade now to version 5.1.3:". There are four links: "Windows", "OS X", "Linux 32", and "Linux 64". A blue box highlights these four links. Below them, it says "New to Tracker? Use these Tracker 5.1.3 installers:" followed by four links: "Windows", "OS X", "Linux 32-bit", and "Linux 64-bit". A red box highlights these four links. Below that, it says "OSX users: control-click the installer and choose Open from the popup menu rather than double-clicking." and provides links for "Installer Help", "Change Log", and "Discussion Forum". At the bottom, it says "Be sure to check out the improved Tracker Projects. Easy to build and save. Easy to browse in the Library Browser 'recent' tab."



Windows(XP以上)/OS X/Linux 点击此处下载installer, 大小100Mb左右, 耐心等待

<input type="checkbox"/>	tracker-5.0.6.jar	2018/8/16 3:01	JAR 文件	7,095 KB
<input checked="" type="checkbox"/>	Tracker-5.0.6-windows-installer	2018/12/8 10:56	应用程序	100,296 KB
<input type="checkbox"/>	trk	2013/2/20 2:11	ICO 文件	57 KB

下载完毕, 双击installer (注意: OS X系统要control+点击“从弹出菜单打开”)

按提示进行安装即可



# 界面简介

可阅读官方帮助文档 (快捷键F1)

放大、缩小视图

已占用的内存 (总额不够, 软件会进行请求)

菜单栏

工具栏

这里会显示关于更新的信息

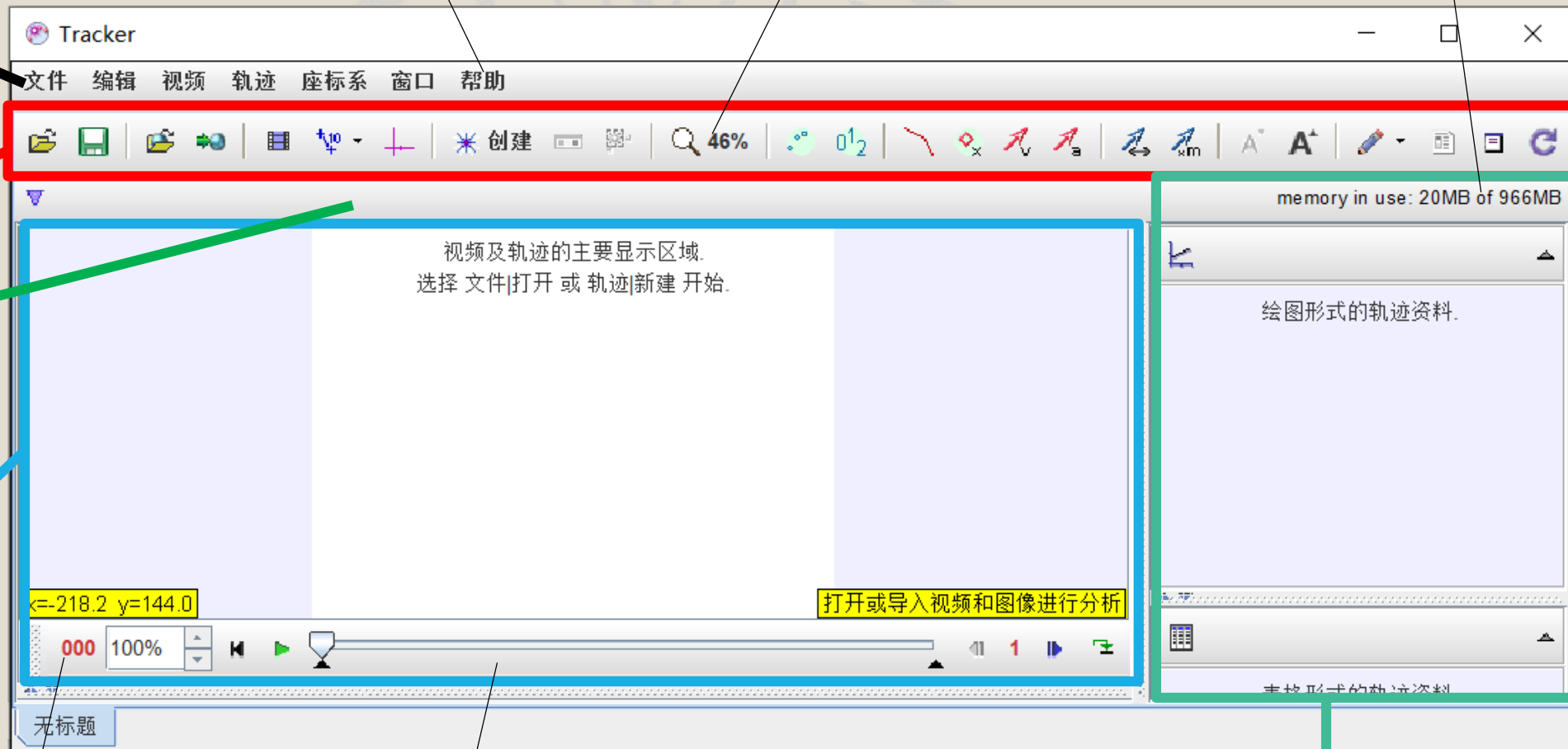
视频播放器

帧数

进度条

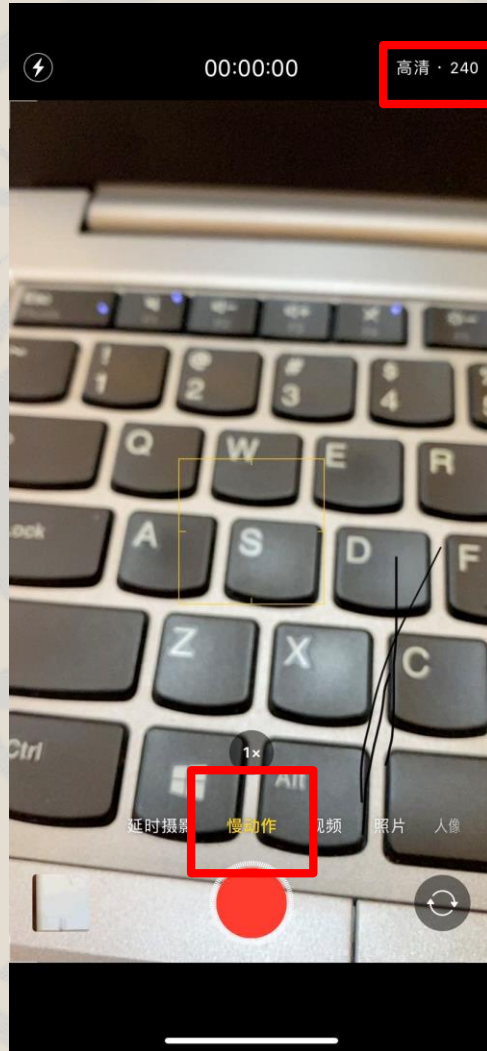
附加视图

绘制的曲线、数据表格会在这里显示



# 关于拍摄视频

尽量使用慢动作拍摄，一定要明确拍摄的帧率（XXX fps）



iphone

尽量把手机用  
自拍杆等固定

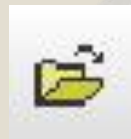
物体运动平面和  
拍摄平面尽量平行



# 打开、裁剪视频

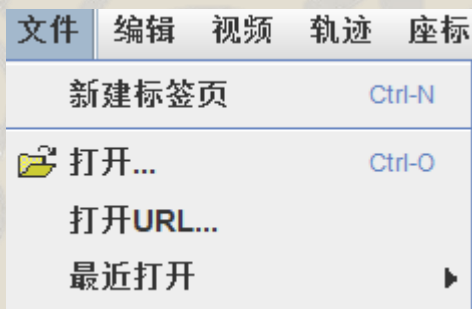
可以打开 mp4/mov/wmv/avi/gif 等多种格式的视频和动画

点击工具栏的



按钮打开本地视频；

或点击菜单栏“文件”



点击“打开URL”可以打开在线视频

点击工具栏的



按钮进行视频裁剪和帧率选择

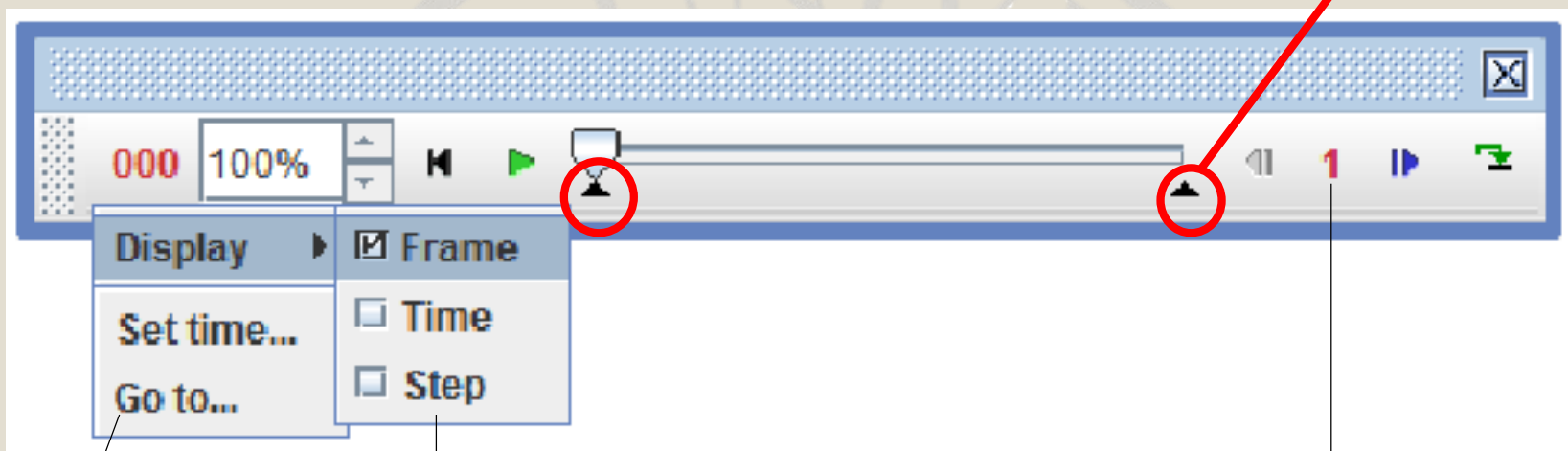


将这个帧率  
设置为拍摄  
帧率



# 播放器的使用

裁剪视频的始末位置



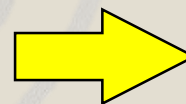
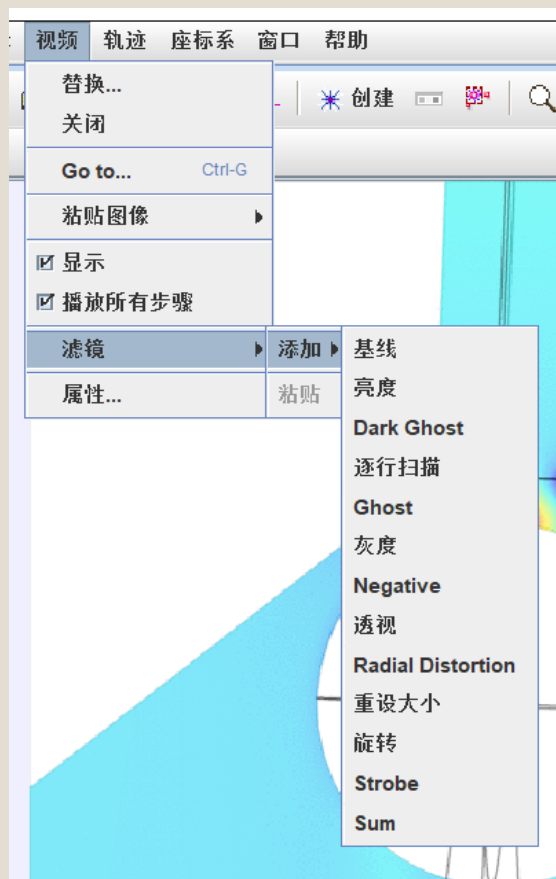
可以选择步长 (现在是一步一帧)

可以选择横轴代表帧、时间、步长

跳转到指定时间/帧



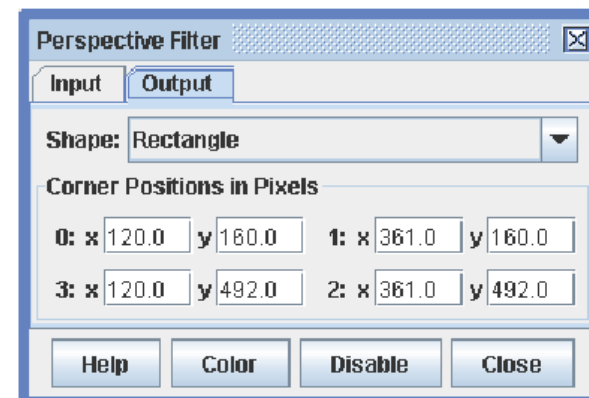
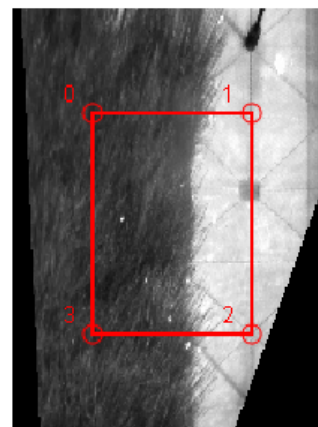
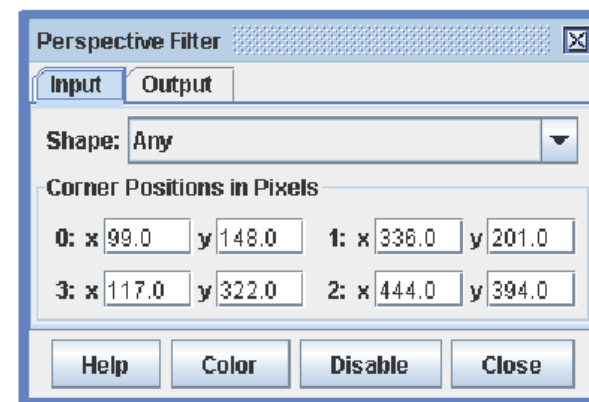
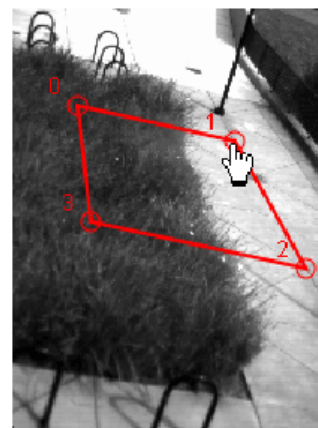
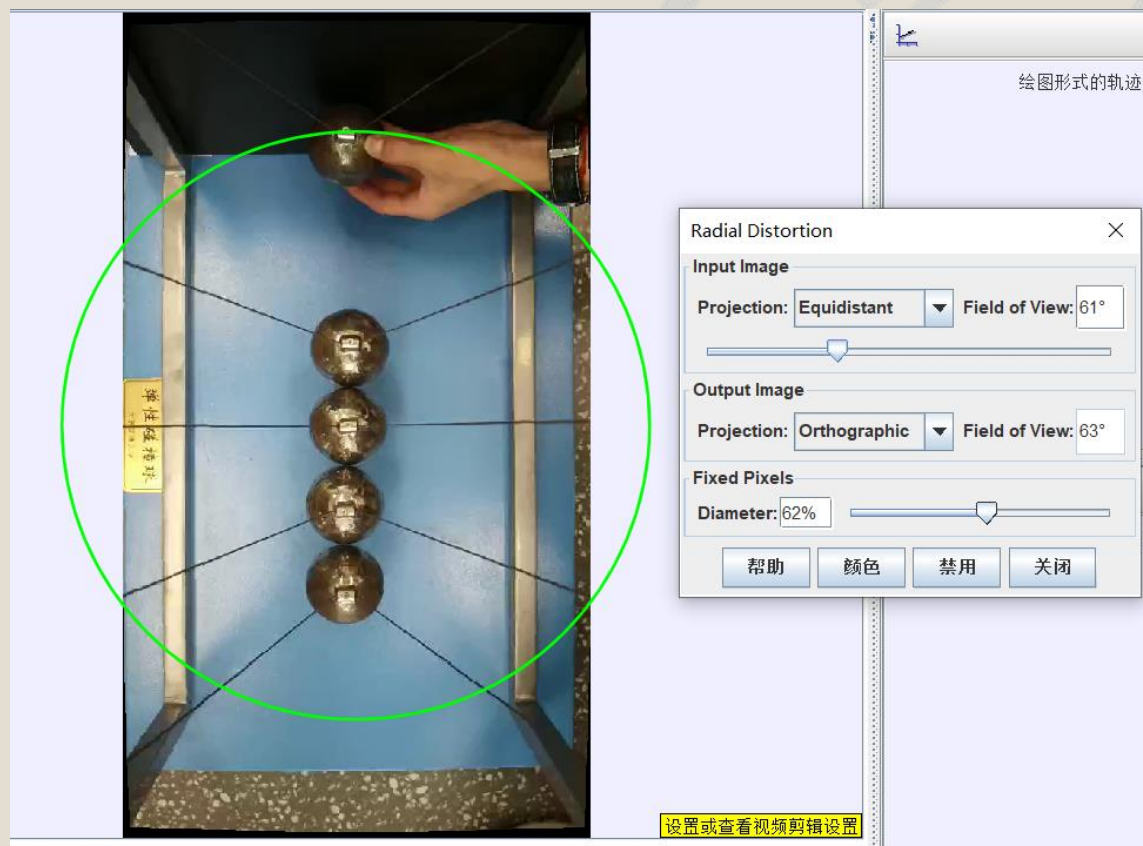
# 滤镜的使用



# 滤镜的使用

可以用滤镜中的**Radial Distortion**修正广角镜头的视角偏差

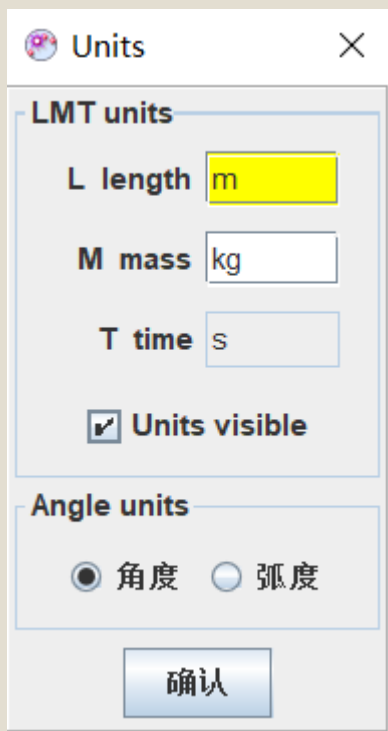
用**透视(Perspective)**滤镜修正平面偏差



# 坐标系的建立

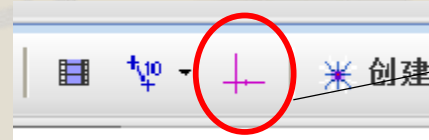
菜单栏点击“坐标系”可以选择建立固定/动坐标系

并设置单位制



选择参照物

“默认”代表原点在视频中心的静止参考系



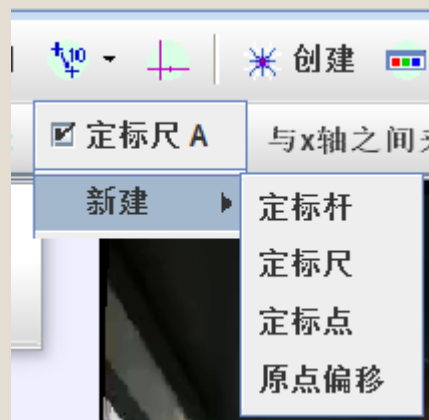
点击工具栏这个按钮，坐标系就显示出来了



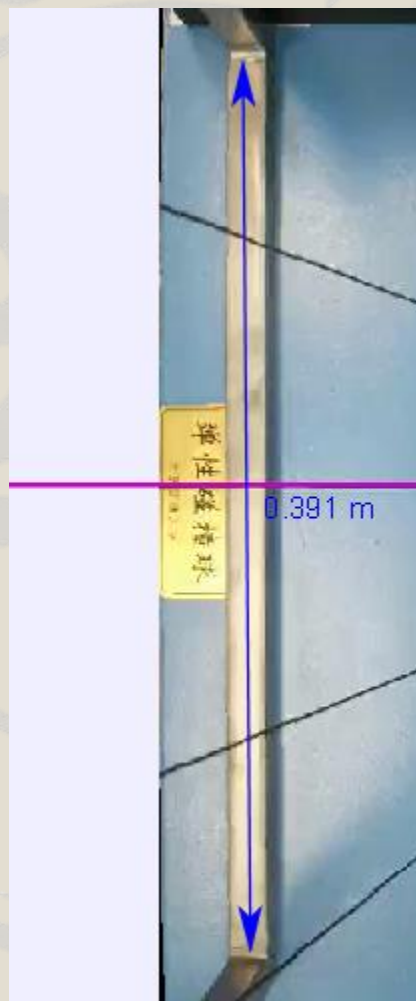
这里调整轴的原点、指向等参数

# 坐标系的建立

此时还需要定标，使得视频中的长度对应真实长度



如图，选择工具栏的定标工具



比如，使用装置一旁的栏杆长度作为定标尺；实验中测得其长度为0.391m；于是，将定起点、终点标尺拖动到相应位置，此时，坐标系中的其它物品的长度就按比例伸缩到了真实长度

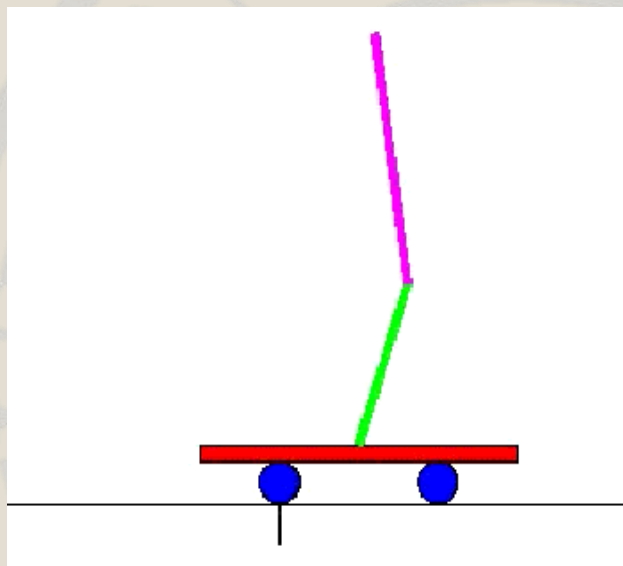
# 建立质点并追踪其运动

Tracker 的主打功能在于可以**自动地**识别、追踪像素点的运动

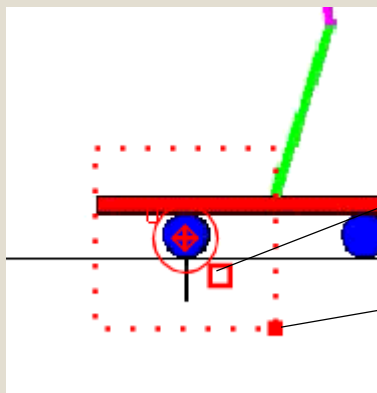
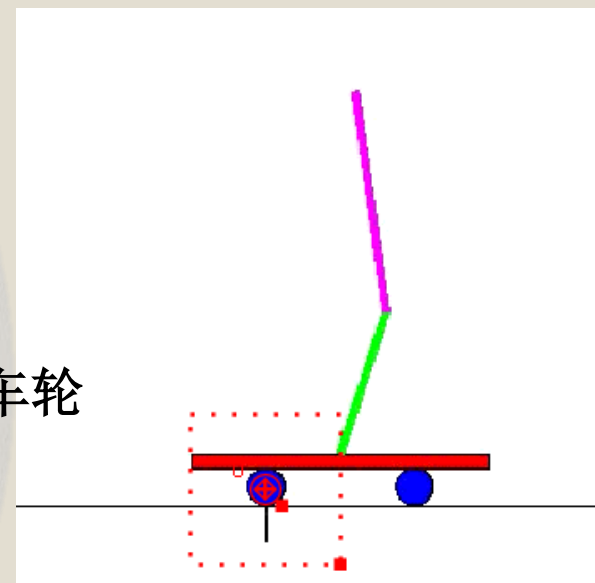


在工具栏创建“质点”

除此之外的模型详见帮助文档

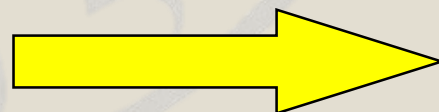


按住**Control+Shift**  
左键点击要追踪的车轮



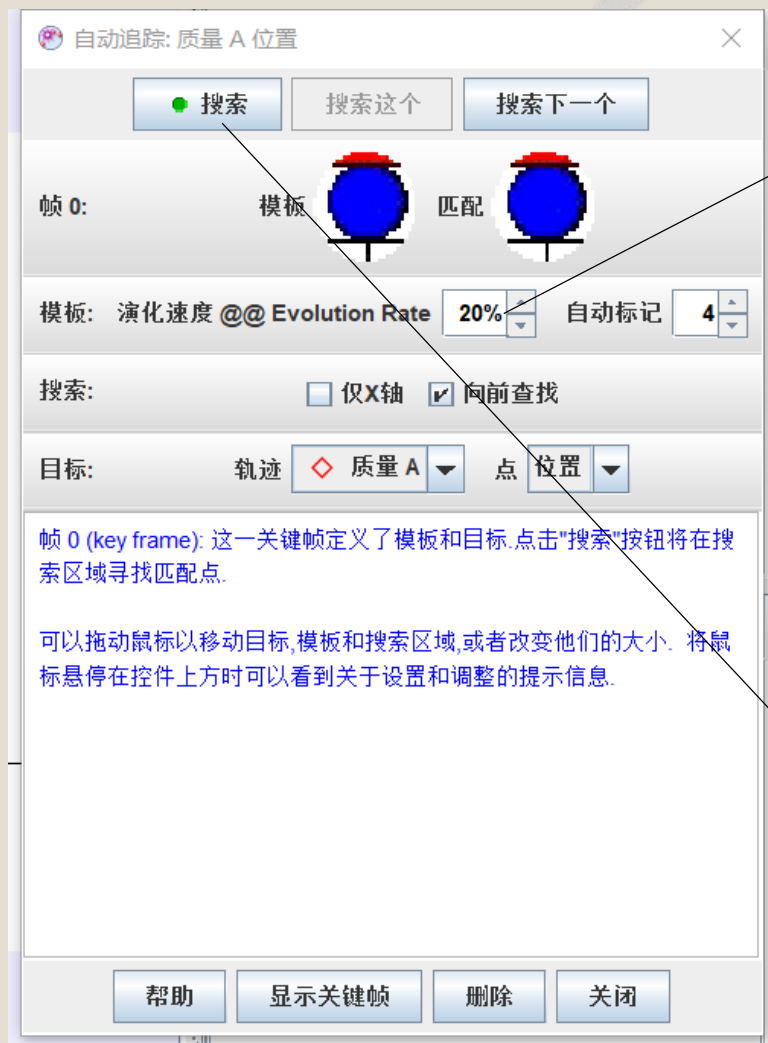
样本框：作为在下一帧识别的样本

最大搜索范围框



拖动右下角的按钮调节  
这两个框的大小

# 自动搜索



“演化速度”相当于模板和下一帧匹配图像之间的“容错率”

一旦模板和匹配之间的差距超过了这个容错率，自动追踪就会停止，这时需要手动调整追踪框，调整之后再继续进行追踪

调整好之后点击开始自动搜索



# 数据的分析、导出和拟合

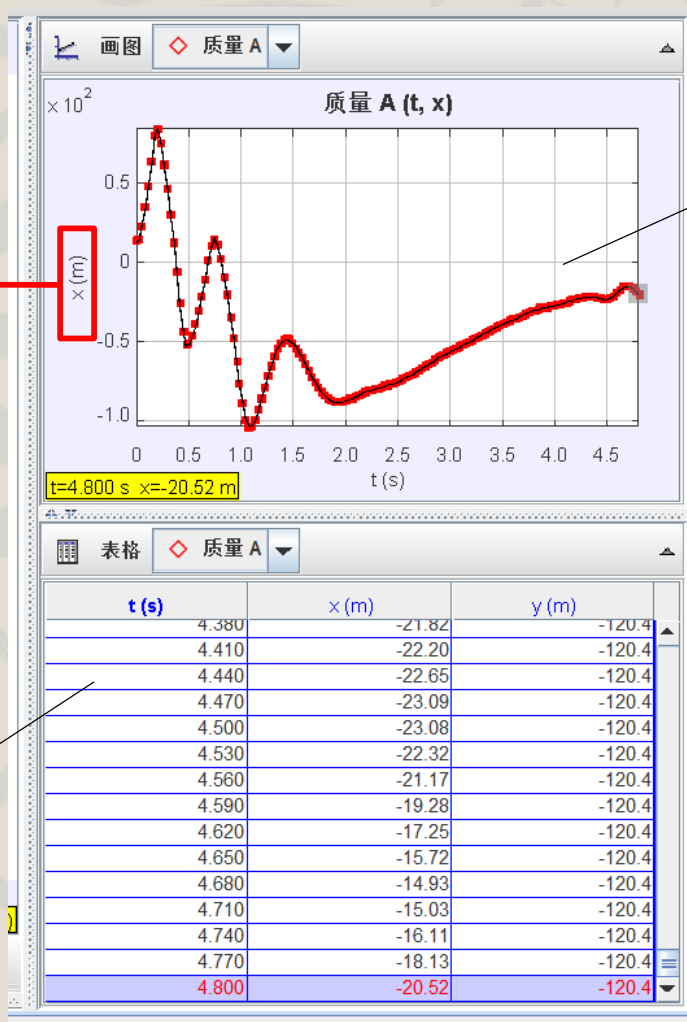
自动搜索完成后，在附加视图中就可以得到追踪物体的运动曲线

画图  质量 A  F

3.92E-1  Auto

- x: 位置x分量
- y: 位置y分量
- r: 位置大小
- $\theta$ : 位置角度
- vx: 速度x分量
- vy: 速度y分量
- v: 速度大小
- $\theta$ v: 速度角度
- ax: 加速度x分量
- ay: 加速度y分量
- a: 加速度大小
- $\theta$ a: 加速度角度
- $\theta$ : 旋转角度
- $\omega$ : 角速度
- $\alpha$ : 角加速度
- step: 步骤序号
- frame: 帧序号
- px: 动量x分量
- py: 动量y分量
- p: 动量大小
- $\theta$ p: 动量角度
- pixelx: pixel x-component
- pixely: pixel y-component
- L: path length
- K: 动能

定义...



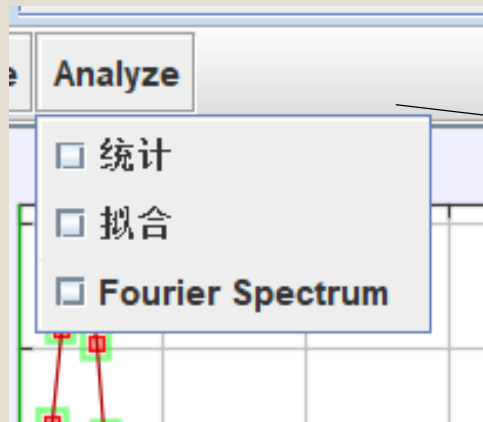
表格中数据可以直接copy至Origin等软件中进行数据分析

右键点击图像，可以选择“分析”

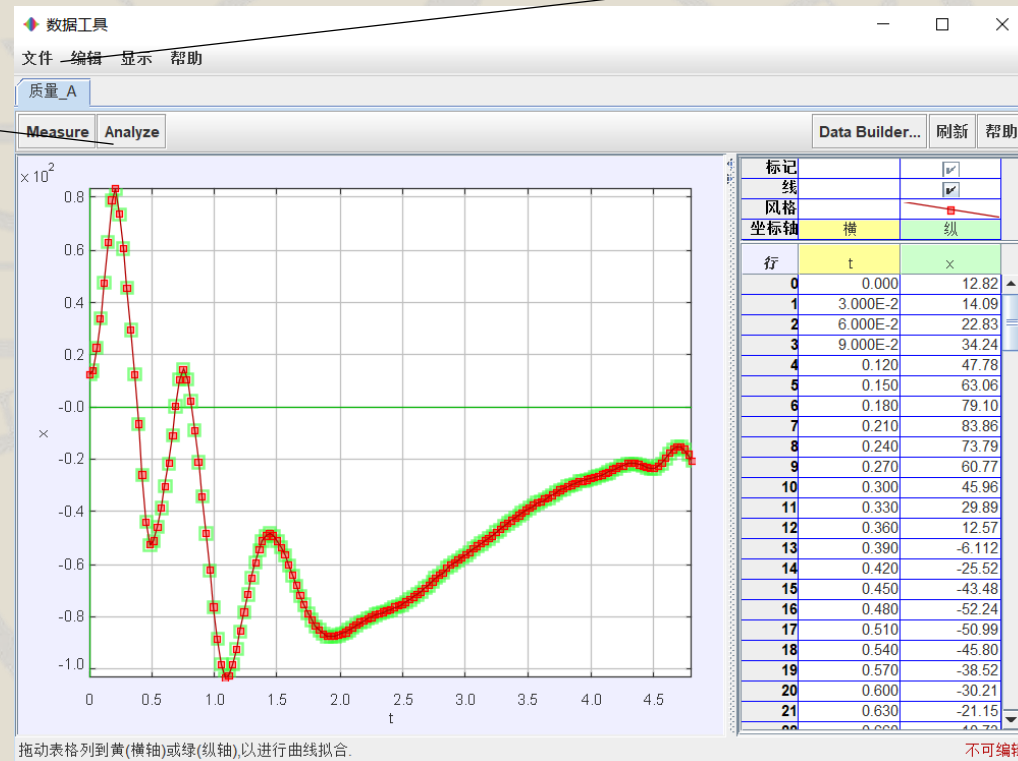


# 数据的分析拟合

点击“分析”后，可以用自带的工具进行数据分析拟合

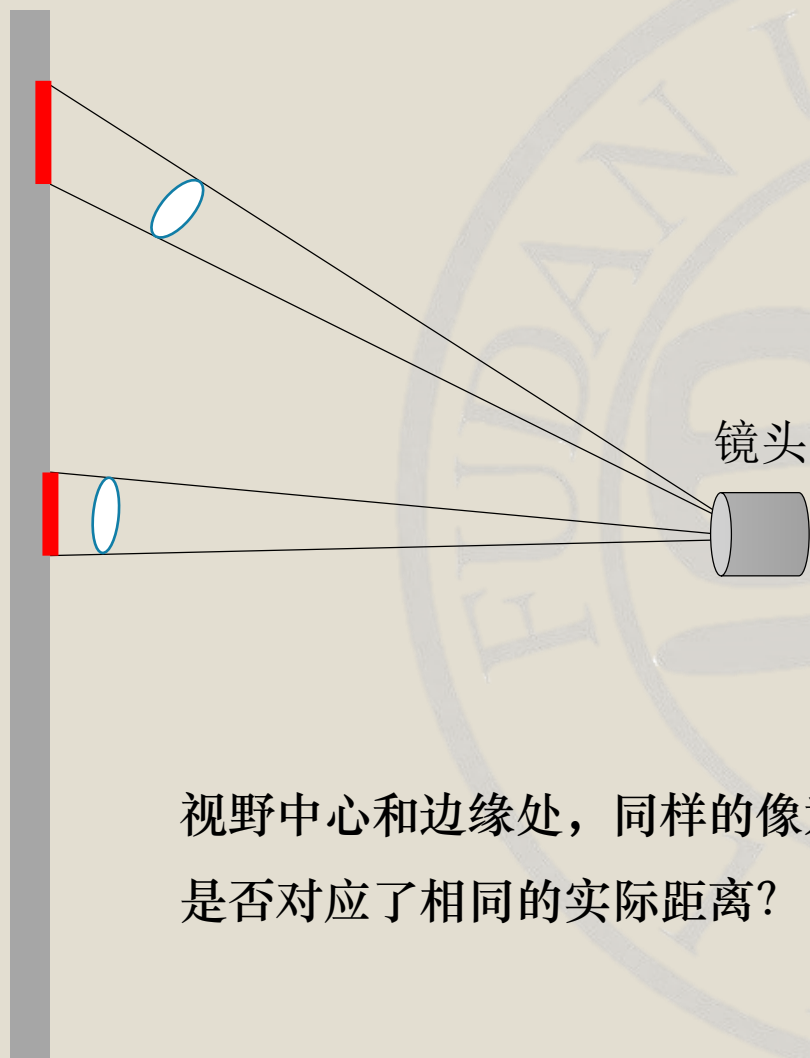


点击Analyze，可以进行函数拟合、FFT



点击“文件”可以导出处理之后的数据

# 思考：如何分析不确定度？



视野中心和边缘处，同样的像素是否对应了相同的实际距离？

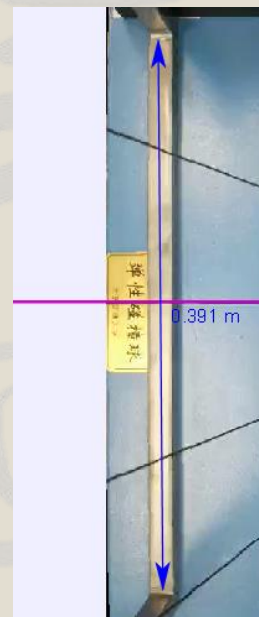
运动平面



追踪的物点大小如何？

“搜索区域”大小如何？

追踪点是否保持在物点中心？



定标的物体精度如何？

是否位于运动平面？

定标尺的始末段是否与定标物体重合？



# Tracker的更多玩法，可以按F1在自带的帮助文档中查找

