## 一、基于仿射变换的视频稳定方法

### 1. 方法原理

**特征提取与匹配**  
在每两帧之间，通过提取图像中的角点（如用 cv2.goodFeaturesToTrack）并利用光流（例如 cv2.calcOpticalFlowPyrLK）跟踪这些点，可以获得前一帧和当前帧之间的对应特征点对。

**变换估计：cv2.estimateAffinePartial2D**  
使用 cv2.estimateAffinePartial2D，通过RANSAC等稳健估计方法，计算出能够描述当前帧与前一帧之间平移、旋转以及尺度变化的部分仿射矩阵（2×3矩阵）。这种方法适用于大部分摄像机抖动场景，因为摄像机的抖动通常是小范围的旋转和位移，而场景大多可以近似看作一个局部平面。

**图像校正：cv2.warpAffine**  
得到变换矩阵后，用 cv2.warpAffine 对当前帧进行校正，将抖动引起的运动补偿掉，从而实现视频稳定效果。

### 2. 方法优势与选择原因

**高效实时**  
仿射变换模型参数较少，计算速度快，每一帧仅依赖与前一帧进行计算，不会随着视频长度增加而增大复杂度，适合实时应用。

**对摄像机抖动的补偿**  
对于小幅度的旋转、平移和尺度变化，仿射模型能够准确地估计并补偿摄像机的随机抖动，恢复出稳定的背景。

**鲁棒性处理移动物体**  
采用RANSAC策略时，场景中由于移动物体引入的错误匹配点往往会被剔除，从而使得最终计算的变换主要反映背景的全局运动。  
（当然，如果移动物体占比较大，可能会影响估计精度，但在大部分场景中这种方法已足够有效。）

**适用性**  
当场景较为简单（例如静态背景、摄像机主要受到抖动影响）时，仿射方法效果理想，且实现和计算成本较低。

## 二、基于透视变换（全投影变换）的视频稳定方法

### 1. 方法原理

**特征提取与匹配**  
与仿射方法类似，同样通过提取并跟踪特征点获得帧间对应关系。

**变换估计：cv2.findHomography**  
使用 cv2.findHomography（同样可结合RANSAC），估计出描述两帧之间全投影变换的3×3矩阵。与仿射变换不同，透视变换能够描述更复杂的运动，包括平面内的投影效果、透视畸变等。

**图像校正：cv2.warpPerspective**  
得到的全投影矩阵用 cv2.warpPerspective 进行图像校正。该方法能够更好地处理存在较明显景深变化或透视效应的场景，在补偿抖动的同时保持透视关系。

### 2. 方法优势与选择原因

**应对场景中较大透视变化**  
在存在较强的景深效应或场景中有较大透视失真的情况下，全投影变换能够更全面地捕捉图像的几何关系，使得校正效果更为准确。例如，当摄像机视角发生较大变化或背景平面假设不完全成立时，透视变换可以提供更好的补偿效果。

**对移动物体的鲁棒性**  
同样利用RANSAC进行稳健估计，移动物体引起的局部误差能被过滤。但需要注意，透视变换模型参数更多，若匹配点质量不高，可能对局部运动更敏感。

**适应复杂场景**  
在场景复杂、背景平面假设不太成立的情况下，透视变换能更好地反映真实的场景运动，尽管计算成本比仿射方法略高，但对于要求较高稳定性的场合更为适用。

## 三、方法对比与实际选择

**摄像机抖动补偿**

对于轻微的抖动，仿射变换（使用 cv2.estimateAffinePartial2D 和 cv2.warpAffine）已经能有效补偿。

当摄像机运动引入明显的透视变化时，透视变换（使用 cv2.findHomography 和 cv2.warpPerspective）可以更好地恢复场景。

**移动物体处理**

两种方法都依赖于特征点匹配，并借助RANSAC剔除异常点，从而尽量避免将移动物体对整体变换造成干扰。

如果移动物体较多，匹配点可能受到一定影响，此时需要选择特征丰富、背景占比大的区域进行匹配，或者结合其他方法进一步优化。

**景深与透视效应**

仿射变换假设背景近似为局部平面，适用于景深变化不大的情况。

对于存在显著景深变化或非平面结构的场景，透视变换能够更全面地描述图像之间的几何关系，虽然在非平面场景下也存在一定局限性，但在平面假设较合理时表现更好。

**实时操作能力**

两种方法均基于当前帧与前一帧的顺序处理，保证每帧计算复杂度固定，不受视频长度影响。

仿射变换由于参数较少，计算速度更快；透视变换计算复杂度稍高，但在现代硬件下仍能满足实时要求。

## 四、总结

综合来看：

**cv2.estimateAffinePartial2D** 与 **cv2.warpAffine** 的组合适用于背景静态、摄像机抖动较小、且对实时性要求极高的场景。其优势在于计算速度快，且能通过RANSAC有效排除因移动物体带来的干扰。

**cv2.findHomography** 与 **cv2.warpPerspective** 的组合适合需要处理较大透视变化、景深变化明显的场景。虽然计算复杂度稍高，但在场景较复杂的情况下能够提供更准确的几何补偿。

对两个视频使用这两种方法进行处理，发现视频1更适合方法1，视频2更适合方法2