

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

技高組 成果報告格式

題目名稱：時間暫停現象!?原來原因是這樣

一、摘要

本次實驗的目的是利用專業相機拍攝電風扇旋轉的變化，我們發現當相機快門速度與旋轉物體的頻率同步或接近同步時，會出現葉片看似靜止或緩慢移動的效果。這是因為每次快門開啟時，電風扇的葉片處於相同的角度位置，無論實際旋轉速度如何。此現象也與「頻閃效應」有密切相關。

二、探究題目與動機

有一天，我們正在進行社團作業要拍攝一部電影，並且同時記錄下整個製作過程，從劇本討論到拍攝的每一個細節。當我們在剪輯影片時，卻發現了一個非常奇怪的現象：在影片中，電風扇的旋轉情況與我們肉眼所見的完全不同。肉眼看到的電風扇是快速轉動的，但在影片中，電風扇有反方向的黑影在旋轉。這讓我們感到非常困惑，甚至有些不解，因為這種情況和我們的預期完全不同。大家討論了一番後，這個現象引起了我們的強烈好奇心，我們迫切想要知道背後到底是怎麼回事。於是，我們決定上網搜尋相關的資料，希望能夠找到解釋這個現象的科學原理。

三、探究目的與假設

(一)目的：

- 1.了解相機的幀率與風扇葉片轉速之間的關係。
- 2.探討為何相機錄影時，電風扇的葉片看似不會轉動或變慢。

(二)假設：

- 1.相機的幀率與風扇的轉速相符時，會出現葉片看似不轉動的現象。

四、探究方法與驗證步驟

(一)、實驗說明：



(二)、實驗步驟：

1. 設定電風扇轉速：

將電風扇開啟，並設定在固定的轉速（例如中速或高速）且確保風扇葉片的轉動速度穩定。

2. 使用不同快門速度錄製電風扇：

分別使用不同的快門速度下的 30fps 錄製風扇的轉動，觀察風扇的轉動畫面是否與相同。

以下是不同快門速度下拍攝的畫面截圖：



沒有調快門速度的畫面



有調快門速度的為 1/1000 秒的畫面

(三)、分析實驗結果&反思：

1. 拍攝過程發現「快門速度」有影響：

拍攝過程中我們發現快門速度會有影響，如果要將電風扇畫面靜止需要把快門速調為 1/1000 秒後，畫面才會有暫留停止的現象。

2. 拍攝結果：

30fps 拍攝結果：風扇葉片移動的距離很小，畫面看起來像是風扇轉得比實際速度慢。

快門速度調整為 1/1000 秒 30fps 拍攝結果：風扇葉片不會動

3. 從拍攝結果中得出頻閃效應的原理：

頻閃效應被暱稱為「馬車車輪」效應，在電影中你可以看到當馬車移動時，車輪的齒輪似乎減速或靜止不動。會發生這種情況是因為攝影機的快門速度與車輪的轉動速度同步，因此攝影機捕捉到的畫面看起來是相同位置，同樣的情況也會出現在螺旋槳的葉片上，因此是因為這個原理，所以在影片中飛機螺旋槳才會看起來靜止不動。這個 $RPM = FPM / K$ 閃頻儀轉速計算公式有關。

4. 閃頻儀轉速公式可以算出相機拍攝的物體頻率：

閃頻儀轉速公式的原理是基於閃頻儀閃光頻率和物體旋轉運動的關係。在實驗中，當我們使用閃頻儀來觀察旋轉物體（例如電風扇、輪子等）時，通過調整閃光的頻率，我們能夠觀察到物體的旋轉情況。而這個跟相機影格率類似，只是一個是用肉眼看一個是機器拍出來的畫面，因此閃頻儀轉速計算公式可以應用在相機拍攝。

五、結論與生活應用

結論：

在上述的實驗中我們發現：

(一) 從實驗中，我們發現當相機的快門速度與旋轉物體的頻率同步或接近同步時，會出現一個有趣的視覺效果，讓葉片看似靜止或以緩慢的速度移動。意思就是，當我們使用相機拍攝旋轉的電風扇時，若相機的快門速度設置恰好與電風扇的旋轉頻率相匹配或接近時，會導致每次快門開啟時，電風扇的葉片處於相同的角度位置。這樣一來，無論葉片實際上旋轉多快，拍攝下來的影像會顯得像是靜止的，或者以極慢的速度移動。而這一現象也與「頻閃效應」有著密切的關聯。

(二)這種現象在攝影、影視、機械監測、交通安全、虛擬實境 (VR) 與醫學等領域有廣泛應用。例如，電影利用此效應製造特效，工業上則用來監測高速運轉機械的狀態，而 VR 設備則透過提升幀率來減少視覺殘影。透過調整快門速度或使用頻閃燈，人們可以控制這種效應，提升影像質量或檢測設備狀態。

如果理解並應用這一原理，不僅有助於改善視覺技術，也能提升各領域的效率與安全性。理解這一原理能改善生活體驗。例如，高幀率螢幕能減少閃爍，降低視覺疲勞；電風扇在特定燈光下看似靜止，與光源頻率有關；汽車儀表板需避免 LED 閃爍，確保駕駛能正確讀取數據。這些應用顯示，這種效應影響著日常視覺與生活品質。

生活應用：

汽車與列車車輪監測，高速攝影可用於分析車輪的轉動狀況，防止不正常的震動或打滑。防止視覺錯覺造成危險，某些車輛儀表板或 LED 指示燈會閃爍，若頻率與人眼視覺暫留匹配，可能讓駕駛誤判數據，因此設計時要考量這種效應。

參考資料

頻閃與其他視覺幻象：什麼是視覺幻象？

<https://www.uprtek.com/zh-TW/blogs/what-is-tla-or-temporal-lighting-artifacts>

joe.fly512。(2025/01/08)。立榮航空 ATR72-600 起飛。

<https://www.facebook.com/reel/623339553698483>

佑來了。(106/07/25)。[\[Fun 科學\]時間暫停現象 \(全片真實拍攝非特效處理\)](#)。

<https://youtu.be/B3rOtdXusj8?si=FHyZjGgTXvvi5JWW>

Stroboscopic effect 頻閃效果

https://en.wikipedia.org/wiki/Stroboscopic_effect

Wagon-wheel effect 車輪效應

https://en.wikipedia.org/wiki/Wagon-wheel_effect