

E097 牛頭犬工作單

撰稿：李欣樺

引言：《E097 牛頭犬》是荷蘭版畫家艾薛爾在1952年12月以油墨印製而成的作品，我們影片中的封面圖是艾薛爾在1957年6月製作的紅色木製版畫，如下圖所示：



上圖與原創作《E097 牛頭犬》有著相同的對稱概念但使用了迥異的著色方式，鮮豔的紅色更為牛頭犬們增添了不同的趣味變化與視覺效果。現在就讓我們一起觀賞《E097 牛頭犬》吧！

請在電腦上點選《E097 牛頭犬.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、牛頭犬的數學與藝術

我們可以把牛頭犬的影片分成如下的四幕：

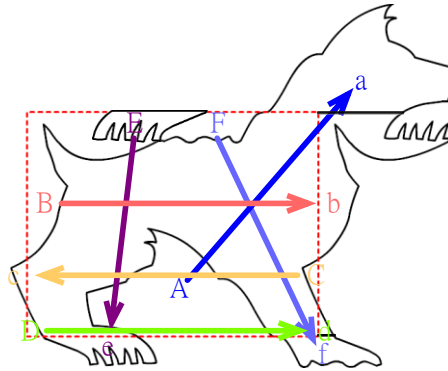
- 第一幕：影片由矩形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這矩形正是牛頭犬的數學骨架。
- 第二幕：將數學舞台的一個矩形放大，從這矩形剪下六小塊後，依數學原理的平移及旋轉貼到正確的位置，即裁貼出牛頭犬。
- 第三幕：將牛頭犬外框的內部著上顏色成為藝術品並進行藝術表演，表演過程依各種適當角度將表演的牛頭犬們互相密合。
- 第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將牛頭犬一隻一隻放到數學骨架上的正確位置進而鋪滿數學舞台，而這種不互相重疊、無空隙、反覆且連續的鋪滿稱作鑲嵌或密鋪。

1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？
 正方形 矩形 矩形
2. 第二幕裁貼的過程中，用到了哪些數學方法？
 平移 旋轉 翻面
3. 影片中有幾種顏色的牛頭犬？
 兩種 三種 四種
4. 鋪滿數學舞台的牛頭犬們有哪些特色？
 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出牛頭犬

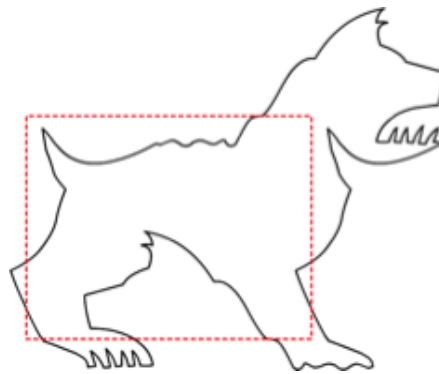
綜合下面兩個方式即可裁貼出牛頭犬，方式如下：

甲、將矩形剪下六個小區塊 A, B, C, D, E, F，並將這六個小區塊貼到正確的位置上，即 $A \rightarrow a$ ； $B \rightarrow b$ ； $C \rightarrow c$ ； $D \rightarrow d$ ； $E \rightarrow e$ ； $F \rightarrow f$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的平移：

- (1) $A \rightarrow a$ ：先將 A 區塊翻面再往上平移到 a
- (2) $B \rightarrow b$ ：先將 B 區塊平移到 b
- (3) $C \rightarrow c$ ：先將 C 區塊平移到 c
- (4) $D \rightarrow d$ ：先將 D 區塊平移到 d
- (5) $E \rightarrow e$ ：先將 E 區塊翻面再再往下平移到 e
- (6) $F \rightarrow f$ ：先將 F 區塊翻面再再往下平移到 f



裁貼出牛頭犬再畫上內部輪廓後可以發現：矩形的四個頂點分別落在牛頭犬的頭部、尾巴上端、前腳間及後腳邊，這就是牛頭犬在數學骨架上的正確位置。

三、真的是牛頭犬磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的牛頭犬有什麼令人驚艷的地方呢？我們可以由第三幕的藝術表演觀察到經數學原理形成的牛頭犬可以彼此互相密合，於是有以下兩種密合方式：

(1) 左右的密合



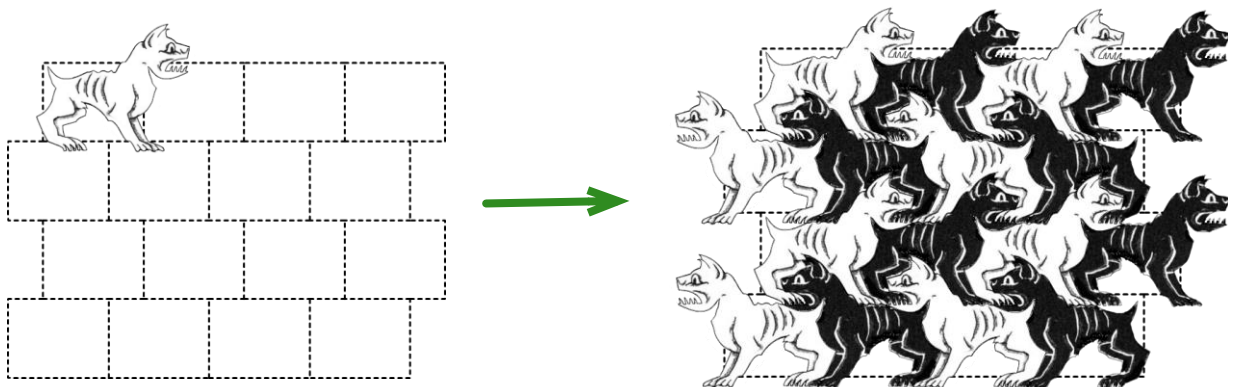
(2) 上下的密合



這種可以互相密合、無交疊且無空隙的牛頭犬圖案，我們稱之為牛頭犬磁磚。有了這兩種密合方式後，就可以用這兩種方式將數個牛頭犬磁磚密鋪在平面上了。

四、牛頭犬的鑲嵌圖

透過了解牛頭犬在數學骨架上的正確位置及兩種密合方式後，即可在數學骨架上密鋪出牛頭犬鑲嵌圖，左下圖是先將牛頭犬放在數學骨架上的正確位置，其他的牛頭犬除了要放在數學骨架上的正確位置外，還須一一按照兩種密合方式密鋪。



關於艾薛爾的《E097 牛頭犬》原圖，如下圖所示：

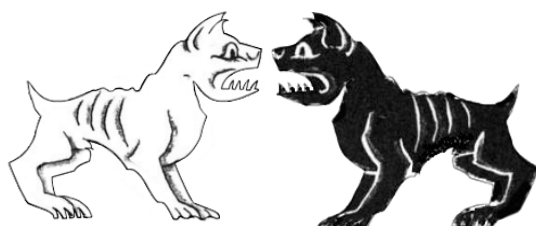


這幅作品曾在Periodic Drawings (plate 18)中發表，有趣的是，《E097 牛頭犬》與《E067 騎兵》有著類似的數學剪裁原理，但又有明顯不同的圖像表現，其中，白色及黑色牛頭犬軍同時守護兩個方向、相互交錯；《E067 騎兵》中的白色騎

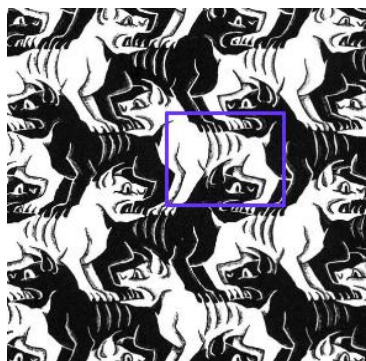
兵全都面對同一方向，而黑色騎兵則全面對另一個相反的方向。

E097 牛頭犬回饋單

1. 請你回想一下，每一隻牛頭犬周遭圍繞著幾隻牛頭犬呢？
 2個 3個 4個 5個
2. 牛頭犬的矩形數學骨架包含了幾隻牛頭犬？
3. 牛頭犬的表面積與其數學骨架矩形的面積是否一樣？
 是 否
4. 如下圖，左邊的牛頭犬和右邊的牛頭犬是什麼樣的關係呢？
 平移 旋轉 翻面



5. 右下圖為艾薛爾的一幅作品《E032 魚》，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出魚的矩形數學骨架。



6. 關於影片與本工作單的教材，你給予幾分(最多10分，最少0分)

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

又有何建議：