

# 科玩 DIY—旋轉式立體飄浮魔鏡

方金祥

大仁技術學院 幼兒保育系

## 一、目的

市售 3D 飄浮魔鏡(圖 A)是一套會令人感到相當好奇、驚訝而有趣的科學玩具，所產生之物像是看得到摸得到卻是抓不住的靜態飄浮實像。本文之主要目的是欲將產生的靜態飄浮實像的「3D 飄浮魔鏡」，改良設計成能呈現出旋轉式立體飄浮實像的「旋轉式立體魔鏡」。此套改良式立體魔鏡可以增強立體視覺效果，在九年一貫課程自然與生活科技領域教師在凹面鏡之教學時，更能引起學生學習凹面鏡成像原理之興趣。除此之外，旋轉式立體魔鏡也能作為居家擺飾以及將生活與科學結合在一起，以增添生活的樂趣。



圖A 市售3D飄浮魔鏡

## 二、「3D 立體飄浮魔鏡」之結構與成像原理

### (一) 3D 立體飄浮魔鏡之結構

市售 3D 立體飄浮魔鏡之結構簡單，是由上下兩面凹面鏡面對面所組成，其一為內徑 22.0 cm 外徑 22.4 cm 立體飄浮魔鏡之底座(圖 B)，二為內徑 22.0 cm 外徑 23.8cm 中央有一直徑 6.2 cm 小孔之立體飄浮魔鏡蓋子(圖 C)。凹面鏡之特性經筆者進一步測量結果，得知此兩面凹面鏡之鏡心相距 9 cm，兩面凹面鏡之焦距為 9 cm，凹面鏡之鏡心恰各為另一凹面鏡的焦點，凹面鏡之曲率半徑皆為 18 cm，凹面鏡之弧度皆為  $37.5^\circ$ 。



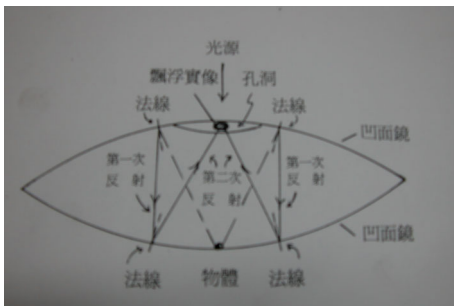
圖B 立體飄浮魔鏡之底座(下面的凹面鏡之內徑 22.0 cm，外徑 22.4 cm)



圖C 立體飄浮魔鏡之蓋子（上面的凹面鏡之內徑22.0 cm，外徑 23.8cm，中央小孔直徑6.2 cm）

### （二）3D 立體飄浮魔鏡漂浮成像之原理

3D 立體飄浮魔鏡飄浮成像之主要原理與凹面鏡成像原理相同如圖 D 所示，它是利用物體置於兩面大小相同的凹面鏡組合在一起的凹面鏡之底座之中心點，亦即是放在上面凹面鏡的焦點位置上，由於光線有可逆的性質，當平行主軸射入的光線，反射時會聚集於一點（焦點）。反之，當物體擺在立體飄浮魔鏡上面凹面鏡的焦點上（亦即在立體飄浮魔鏡下面凹面鏡的中心處）時，上方光線照射到物體經兩次反射後物像又聚焦於立體飄浮魔鏡上面凹面鏡中心之孔洞上方而成立體飄浮實像，此一立體飄浮實像之大小比實物稍大，而其方位是與實物之左右相反。



圖D 立體飄浮魔鏡經二次反射成漂浮實像之示意圖

### 三、旋轉式立體飄浮成像之設計與組合

市售「3D 立體飄浮魔鏡」只能將小物體置於凹面鏡的中心，經二次反射的結果產生靜態飄浮的實像。若欲看到其他方向的立體飄浮實像，除非觀看者自己變更觀看位置或者是轉動立體飄浮魔鏡的位置。本設計是在既不變更觀看者之位置，也不轉動立體飄浮魔鏡的位置，而只需設法使置放玻璃或塑膠小動物的位置轉動，即可將原本靜態的立體飄浮實像轉變為旋轉式的立體飄浮實像，使觀看者只要從固定的一個角度便可看到立體飄浮實像的全貌。茲將旋轉式的立體成像的設計與組合過程說明如下：

#### （一）材料

旋轉式投射燈 (Phantom Lamp)	1 台
3D 飄浮魔鏡	1 台
玻璃或塑膠小動物	9 種
小蠟燭	1 支

#### （二）旋轉式立體飄浮成像之設計

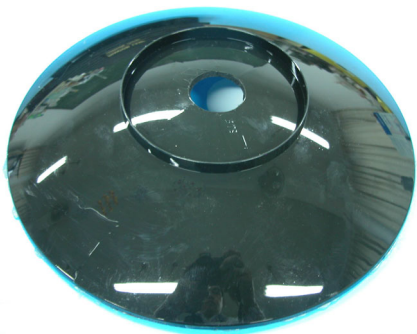
1. 將旋轉式投射燈(Phantom Lamp, 圖 E)之燈泡取下來，使其只有旋轉的功能，而沒有燈投射效果。
2. 用鑽孔機將立體飄浮魔鏡之底座中央處挖一直徑約為 2.5 cm 的小孔（圖 F），此孔之大小約與旋轉式投射燈燈座上方之孔相同。
3. 將已鑽有一小孔之立體飄浮魔鏡之底座，置於旋轉式投射燈燈座小孔上（圖 G）。
4. 將原先就插在旋轉式投射燈燈座上之旋轉基座（圖 E 右圖），再插入圖 G 立體飄浮魔鏡底座之小孔上（圖 H），並在旋轉基座上置放一張白紙片，以供置放玻璃或塑膠小動物

之用。

5. 最後再將立體飄浮魔鏡之蓋子蓋在立體飄浮魔鏡之底座上面，便完成一套「旋轉式立體飄浮魔鏡」。



圖E 旋轉式投射燈（下：燈座，上：旋轉基座）



圖F 立體飄浮魔鏡之底座中央處挖一小孔



圖G 挖孔之立體飄浮魔鏡底座置



圖H 旋轉基座經飄浮魔鏡底座

於旋轉式投射燈燈座小孔上套入旋轉式投射燈燈座上

### （三）旋轉式立體飄浮成像之演示

1. 看得到卻抓不住的立體飄浮成像
  - (1)先準備一些玻璃小動物或塑膠小動物共九種備用，如圖 I 所示。
  - (2)將旋轉式立體飄浮魔鏡上面的凹面鏡打開，然後分別將圖 I 之玻璃或塑膠小動物置於旋轉基座之白紙片上，如封底圖 J 所示。
  - (3)將立體飄浮魔鏡之上面的凹面鏡再蓋回立體飄浮魔鏡底座上面時，則置於旋轉基座上的玻璃或塑膠小動物會經兩次反射後以左右相反放大的實像飄浮在立體飄浮魔鏡上面凹面鏡的孔之上方位置，但是這種飄浮的實像是看得到，用手去處摸時卻是抓不住的，如封底圖 K 所示。
  - (4)若將旋轉式投射燈燈座之電源開關打開時，外觀上整個立體飄浮魔鏡是靜止不動的，只有在立體飄浮魔鏡內之「旋轉基座」會轉動。因此置於旋轉基座上的玻璃或塑膠小動物會隨著旋轉基座做 360 度的轉動。而呈現在立體飄浮魔鏡上面凹面鏡的孔上方之動物漂浮實像，也會隨著做 360 度的轉動，使動物的飄

浮實像之全貌能完全展現出來，如封底 L 及封底圖 M 所示。

## 2. 觸摸不會被燒到的立體飄浮成像：燃燒的蠟燭

- (1) 先準備一支小蠟燭，點燃後備用（封底圖 N）。
- (2) 將動態立體魔鏡上面的蓋子打開，將已點燃之小蠟燭置於旋轉基座上。
- (3) 將立體魔鏡之上面的蓋子再蓋回立體魔鏡底座上面，則置於旋轉基座上正在燃燒的小蠟燭會以左右相反且放大的實像飄浮在立體魔鏡上面蓋子的孔之上方，但是這種飄浮的實像也只是看得到，當用手去觸摸燭火時卻是抓不住也不會被燒到，如封底圖 O 所示。
- (4) 若將旋轉式投射燈燈座之電源開關打開時，則只有旋轉基座會轉動，整個立體魔鏡是靜止不動的。但是置於旋轉基座上的燭火會隨著旋轉基座做 360 度的轉動。因此在立體魔鏡之上面蓋子的孔上方所呈現出來的燭火漂浮實像也會隨著做 360 度的轉動，使蠟燭燃燒的飄浮實像之全貌完全展現出來。



圖 I 玻璃或塑膠動物小品

## 四、結論

「3D 立體飄浮魔鏡」雖是屬靜態的飄浮成像，但是卻會令人感到相當地好奇與引起相當大的興趣。此一靜態的飄浮魔鏡經筆者將其稍加改良之後，便可使靜態的飄浮成像變成動態立體飄浮成像，使觀賞者只要站在固定的位置，便可清楚地看到物體的立體飄浮成像的全貌，使飄浮成像更加神奇有趣。透過此套改良式「旋轉式立體飄浮魔鏡」的動手操作，除可學到物理的現象與原理之外，也可將其視為居家裝飾擺設，亦能將生活與科學結合在一起，進而增添生活的樂趣。

## 參考資料

1. Magic Illusion (Item No.MI3000) Colour and content of miniature supplied may vary. 2002.
2. 自然與生活科技 第三冊第三章第三節凹面鏡與凸透鏡，56 頁。南一書局出版，2003。
7. Lincoln, G. A. 1984. The pineal gland. In: Reproduction in mammals 2nd ED.
8. Terasawa, E. and D. L. Fernandez, 2001. Neurobiology mechanisms of the onset of puberty in primates. *Endocr. Rev.* 22: 111-151.
9. Umtawska, W. 2000. Age of menarche in girls with sight organ diseases. *Prz. Antropol. - Anthropol. Rev.* 63: 85-93.
10. Zacharias, L. and R. J. Wuetman, 1964, Blindness: Its relation to age of menarche. *Science* 44: 1154-1155.

.....  
(上承第 22 頁)