

簡易靈敏的驗電瓶

周鑑恆

各級教科書在談到電學時常提到驗電瓶和其相關實驗。師生若能一起親手製作可靠耐用、靈敏精巧、但製程簡單的驗電瓶，且用它來活靈活現地演示課文中提及的各種感應電荷現象，必有助於提昇教學效果和樂趣。本文介紹一項巧思，利用日常生活中垂手可得之廢棄物，透過極簡單的剪裁和摺紙技巧，製造一個滿足上述要求的驗電瓶。

所需的材料如下：(一)罐裝奶粉或麥片的封口鋁箔。(二)長約 25 公分，直徑約 1 公釐的漆包銅線、或裸銅線（學校實驗室必有庫存）或其他金屬線。(三)厚度約 4 至 10 公釐（厚度不夠時，可將幾片黏在一起使用），面積約 5×5 平方公分，質地為較緻密的保麗龍板。(四)空的透明酒瓶、果汁瓶或大小適當的玻璃容器（裝 300ml 純水的保特瓶雖造形美觀，惟保特瓶本身稍一摩擦即帶電，影響觀測，故不適用）。(五)AB 膠（文具店有售）、細裸銅絲；用到的工具：剪刀、美工刀、直尺、細字麥克筆（以便在鋁箔上作圖）、牙籤、砂紙、錫鎔及錫錫（可備而不用）。

製作過程：首先將圖一之式樣依尺寸儘可能精確地畫在鋁箔上，用剪刀依圖樣剪出舌狀鋁箔和萼狀鋁箔。再用鋒利的美工刀，以重覆輕輕多切割幾次的方式（一方面較易掌握精度，一方面避免鋁箔劇烈變形），割出萼狀鋁箔中的方形孔。鋁箔此時可能稍微變形，不再完全是平面的，須稍事平整這兩件鋁箔，使之大致成為平面。必要時將其夾在厚書本內頁重壓。依圖二，利用牙籤小心摺出半圓形的凹槽結構，並確保其半圓形構造的平滑。最後把萼鋁箔兩側之翼狀部分包住半圓形凹槽之兩端，摺成圖三的形狀。再將 25 公分長的漆包線纏繞鉛筆作成螺管狀。把螺管狀之漆包線和漆包線另一端的絕緣漆刮除（用不著將整條漆包線的漆都刮除，螺管部份之漆包線之漆在製成螺管前即予刮除），再穿過保麗龍蓋，此保麗龍蓋之大小最終須能密封驗電瓶。再依圖三，用細裸銅絲及錫鎔將萼狀鋁箔與加工後的漆包線結合（若細裸銅絲可將兩者紮得牢靠，免用錫鎔亦可）。務必確保鋁箔組件和刮除絕緣漆之漆包線形成完整導體，並以保麗龍蓋確保金屬部分與玻璃瓶完全絕緣（若不用保麗龍作為瓶蓋之材質，要注意該材質是否會吸收濕氣；會潮濕者即不適宜，例如軟木塞）。以砂紙磨掉舌狀鋁箔上方的厚度，使舌狀鋁箔之重心略略低於其兩側三角突起下緣，反覆測試之後，使舌狀鋁箔可利用其兩側三角突起之下緣垂直穩定地掛著，但稍有極小之外力即可使其翻轉，把舌狀鋁箔以其兩側三角形突起之下緣掛在萼狀鋁箔的半圓形凹槽中（見封底圖(七)）。此步驟須小心保護三角形突起之芒尖，避免碰損。最後清洗、烘乾

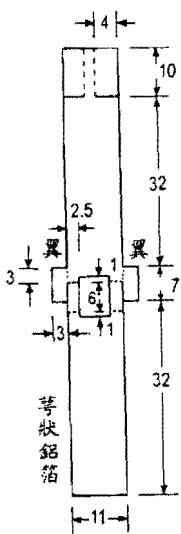
果汁瓶或酒瓶，將整個組件置入瓶中。用混合後之 AB 膠，強化漆包線刺穿保麗龍蓋處，並塗在保麗龍蓋的下緣，封住瓶口，一只新的驗電瓶於焉誕生。可以開始進行課文中提到的各種實驗了，這驗電瓶之靈敏度必令人印象深刻（見封底圖(八)、(九)、(十)）。水果攤雜貨鋪常用之塑膠袋、泡麵之保麗龍碗，稍微搓揉一下即帶電，不失為摩擦帶電材料的最佳選擇。

此驗電瓶之特點：以三角突起之下緣為轉軸，並以三角突起之芒尖巧妙發揮止推軸承之功能，不但大幅簡化此部分之設計，且能可靠確保舌狀鋁箔順利翻轉。其次，結構和製程又被進一步簡化（註），反而更為靈敏，製作成功率高，費時不多，值得一試。

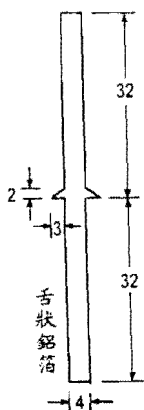
註釋：筆者之前曾提出較複雜的設計（見科學月刊 1999 年 2 月號）。本文之設計特別針對原設計複雜的半圓形凹槽（此部分之製作乃為成敗關鍵）加以簡化，以有效提高製作的成功率，增進學生嘗試自製之信心和意願，其靈敏度卻更好，在實際教學中更具運用之價值。

圖說：

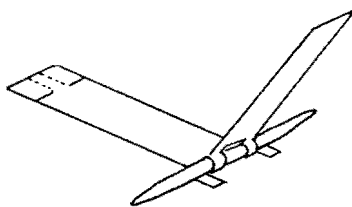
1. 舌狀鋁箔和萼狀鋁箔的設計圖。其中數字代表尺寸，單位為公釐。虛線為摺線，勿剪裁。
2. 萼狀鋁箔的加工過程。
3. 驗電瓶金屬部分的特寫鏡頭和立體圖。
4. 當鋁箔未感應電荷時，舌狀鋁箔自然下垂，平行貼近萼狀鋁箔。當帶電物體（揉搓後之塑膠袋）接近時，舌狀鋁箔和萼狀鋁箔之最大張角幾可達 80 度。因這驗電瓶相當敏銳，帶電塑膠袋在十幾公分之外即可使鋁箔張開。



圖一



圖二



圖三