

膠帶貼撕生電

李義評^{1*} 紀慶隆² 張世欣³ 吳英正⁴

¹ 國立雲林科技大學 產業精密機械研究所

² 臺中市龍海國民小學

³ 國立彰化高級商業職業學校

⁴ 國立雲林科技大學 機械工程系

壹、前言

在大自然中的力分為重力、電磁力、核力、弱力四大類，在目前所接觸的力，以電磁力為主。由於在膠帶發現有吸引頭髮的情形，便運用指北針量測，指北針不動，判斷為電力，並非磁力。經由研究將檢測方法標準化，包括靜電感應、靜電強弱、靜電類型及絕緣性判斷。透明膠帶貼撕會產生靜電，所帶的靜電類型大多為正電，撕開速度對靜電強弱有顯著影響。膠帶材質會影響靜電產生，膠帶本身絕緣特性佳者，電荷不容易流動，靜電容易產生。但膠帶本身絕緣特性不佳者，電荷容易流動，靜電容易流失，會不帶電。基材會影響膠帶靜電的產生，只有當使用高壓電作業絕緣鞋做基材時，電荷不易流動，不會有靜電產生。其他基材，皆有靜電產生。從膠帶實驗讓我們得知，靜電除了「摩擦生電」外，還有「貼撕生電」，呈現電荷守恆的特性。

貳、研究動機

當我們上美勞課程時，同學撕下膠

*為本文通訊作者

帶，經過同學頭髮時，發現同學頭髮豎了起來，引起了我的注意。不知是否跟用衣服磨擦塑膠尺，此時塑膠尺產生靜電可以吸起頭髮的原因是否相同。讓我們對於膠帶及靜電產生的道理，感到非常好奇。

參、研究目的

我們想要研究怎麼做才會產生靜電？
有哪些因素會影響靜電的強弱和類型？

肆、實驗材料

實驗所用的膠帶如圖 1a 及圖 1b 所示。



圖 1a



圖 1b

伍、檢驗方法

將此次有關的檢測方法陳述如下，包括：靜電感應、靜電強弱、靜電類型、絕緣性判斷。

一、靜電感應

任何物質進入電場後，會有偶極化現象，不論物質是否為絕緣體，都會使靜電瓶金箔張開角度變小，實驗步驟如圖 2a~2d 所示。



圖 2a、衛生紙



圖 2b、剪刀



圖 2c、奇異筆

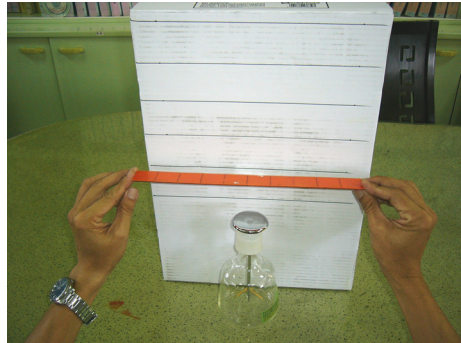


圖 2d、塑膠尺

二、靜電強弱(判斷膠帶靜電強弱)

靜電強弱由距驗電盤多少公分時，金箔張開角度會變化，實驗步驟如圖 3a~3b 所示。



圖 3a、以不帶電的物體測靜電感應距離，測出大約為 6cm。



圖 3b、再將膠帶放在上方上下移動，觀察金箔張開角度是否變化，以靜電感應距離判斷靜電強弱。

三、靜電類型（判斷帶正、負電）

要判斷膠帶所帶的靜電為正電、還是負電，首先要找出標準帶正或負電物體，老師提供一張表，顯示不同物質間摩擦所產生的帶電性。由表中可得知（1）毛皮跟塑膠棒摩擦，毛皮帶正電，塑膠棒帶負電。

（2）絲綢跟塑膠棒摩擦，絲綢帶負電，塑膠棒帶正電。先將毛皮跟塑膠棒摩擦，塑

膠棒帶負電。將帶負電塑膠棒靠近驗電瓶，再來將運用感應接地起電（圖 4a~4d）法進行判斷電極性。塑膠棒帶負電時進行感應接地起電（圖 5a），當膠帶為帶正電時，金箔片的開度會增加（圖 5b）、膠帶為帶負電時，金箔片的開度會減少（圖 5c）。實驗步驟如（圖 6a~6h）所示。

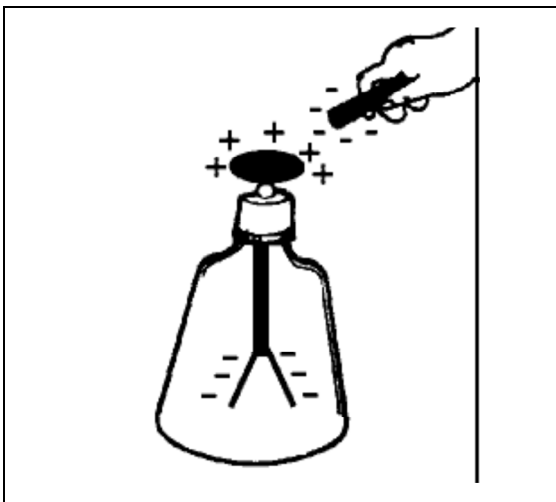


圖 4a：帶電體靠近金屬產生靜電感應

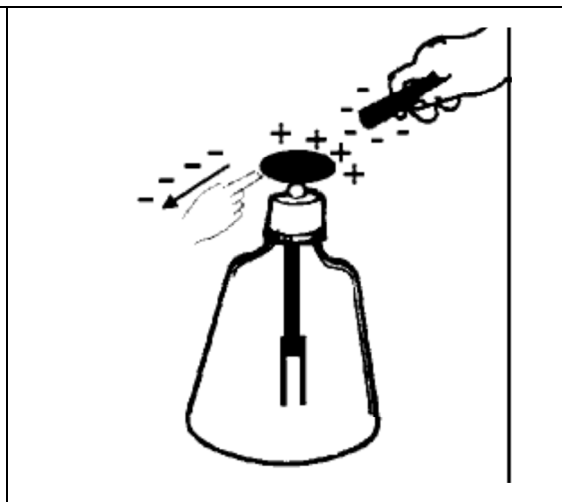


圖 4b：手觸接地，使部分電荷移轉

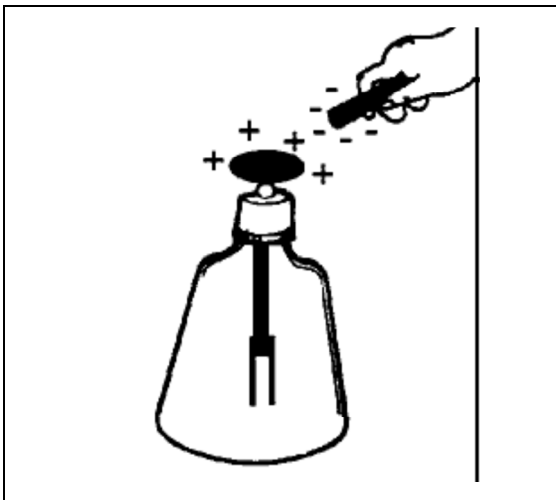


圖 4c：手離開

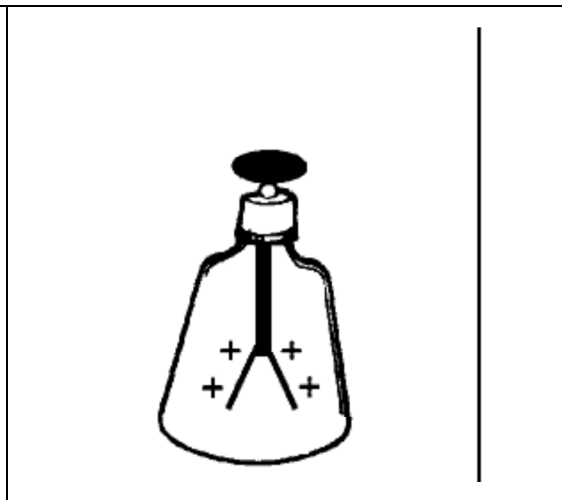


圖 4d：帶電體移離，物體帶異性電

（資料來源：陳淑敏、黃義傑，2007）



圖 5a、利用感應接地起電法使金箔帶正電。

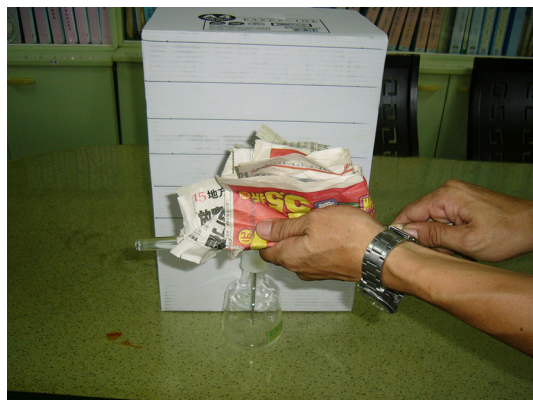


圖 6a、用報紙摩擦壓克力棒產生靜電，報紙帶負電（-），壓克力帶正電（+）。



圖 5b、膠帶帶正（+）性電，箔片的張開的角度會增加。



圖 6b、以衛生紙快速碰金屬盤，調整兩金箔的夾角約 90 度。



圖 5c、膠帶帶負（-）性電，箔片的張開的角度會減少。



圖 6c、以不帶電物質測感應距離並劃線。



圖 6d、以壓克力棒做為膠帶的附著基材，在使用前，先檢查壓克力棒是否帶電，若帶電在微溼的抹布上清除電荷。



圖 6g、撕下第一層，使金箔閉合，帶正電。



圖 6e、撕下一層膠帶（20~30cm 長），貼在壓克力棒，並消除電荷。



圖 6h、將第二層連壓克力，使金箔開，帶負電。



圖 6f、撕下另一層膠帶（20~30cm 長），貼在壓克力棒，並消除電荷。

四、絕緣性判斷

物體的絕緣性主要影響的是靜電產生後停留在物體上的時間，絕緣性越好靜電停留在物體的時間越長。規劃實驗為先將正電荷儲存於金箔上張開角度 90 度。再將基材接觸金屬盤 2 秒，若金箔慢慢合起，代表絕緣性不佳。以珍珠板及絕緣鞋為例，實驗步驟如（圖 7a~7b）所示。



圖 7a、珍珠板



圖 7b：絕緣鞋

陸、實驗結果

一、實驗一：有沒有靜電產生

先將從整卷膠帶用濕抹布消除靜電後，撕開 30cm 長膠帶，分將一條膠帶、及整卷膠帶測量出靜電類型及靜電強弱。實驗結果如表 1 所示。

表 1、有沒有靜電產生實驗結果

	一條膠帶	整卷膠帶	消除靜電
第一次實驗	15cm 帶+電	8cm 帶-電	~
第二次實驗	12cm 帶+電	7cm 帶-電	~
第三次實驗	16cm 帶+電	8cm 帶-電	~

由實驗結果得知，再將膠帶撕下的時候，一條膠帶在三次實驗皆會得到帶正電，整卷膠帶會得到帶負電。

二、實驗二：正（膠面）反（光滑面）面對靜電的影響

先將從整卷膠帶用濕抹布消除靜電後，從整卷撕開 30cm 長膠帶，分將一條膠帶的膠面及光滑面、及整卷膠帶測量出靜電類型及靜電強弱。實驗結果如表 2 所示。

表 2、正（膠面）反（光滑面）面對靜電的影響實驗結果

	光滑面	膠面	整卷	消除靜電
第一次實驗	15cm 帶+電	15cm 帶+電	8cm 帶-電	~
第二次實驗	12cm 帶+電	12cm 帶+電	7cm 帶-電	~
第三次實驗	16cm 帶+電	16cm 帶+電	8cm 帶-電	~

由實驗結果得知，膠帶兩面帶電類型相同是正電，而靜電強弱也一樣。表示出正（膠面）反（光滑面）面對靜電的沒有影響。因膠面在實驗時容易黏住，所以後面實驗用光滑面進行實驗。

三、實驗三：不同寬度的膠帶對靜電的影響

用不同寬度（寬度 4.8cm 及 2.4cm）的鹿頭牌透明膠帶，將膠帶撕開後，分將一條膠帶、及整卷膠帶測量出靜電類型及靜電強弱。實驗結果如表 3 所示。

表 3、不同寬度的膠帶對靜電的影響實驗結果

	寬度 4.8cm		寬度 2.4cm		消除靜電
	一條膠帶	整卷膠帶	一條膠帶	整卷膠帶	
第一次實驗	20cm 帶+電	8cm 帶-電	15cm 帶+電	8cm 帶-電	✓
第二次實驗	17cm 帶+電	7cm 帶-電	12cm 帶+電	7cm 帶-電	✓
第三次實驗	21cm 帶+電	7cm 帶-電	16cm 帶+電	8cm 帶-電	✓

由結果得知，但寬度改變不會影響靜電類型及靜電強弱，所以後面用寬度 2.4cm 進行實驗。

四、實驗四：不同材質、品牌膠帶對靜電的影響

收集不同材質、品牌膠帶，分別做絕

緣性檢測，再從整卷膠帶撕下一條，分別測量一條及整卷靜電。實驗結果如表 4 所示。由表 4 可得知，實驗結果有四種情形。第一類較特殊，為鹿頭牌 2.4cm，一條膠帶時穩定帶正電，整卷膠帶有時不帶電，有時帶負電。第二類為一條膠帶帶正電、整卷膠帶無帶電。共有 3M stotch 隱形膠帶等三種。第三類和第二類相反，為一條膠帶帶負電、整卷膠帶無帶電。有特力屋 PVC 絕緣膠帶帶等二種。第四類為兩層皆不帶電，有特力屋牛皮紙膠帶等四種。綜合測試結果，殘餘在整卷膠帶的電力，通常很微弱或不易測得，由此判斷，靜電強弱可能與帶電體的形狀有關。另外，從實驗結果得知，膠帶絕緣特性和膠帶有無帶電沒有絕對關係。

表 4、不同材質、品牌膠帶對靜電的影響實驗結果

	絕緣	靜電感應		1	2	3
鹿頭牌 2.4cm	好	3cm	一條	17cm, 帶+電	18cm, 帶+電	19cm, 帶+電
			整卷	無	7cm, 帶-電	11cm, 帶-電
3M stotch 隱形膠帶	好	3cm	一條	14cm, 帶+電	16cm, 帶+電	22cm, 帶+電
			整卷	無	無	無
特力屋 PVC 棕色膠帶	好	6cm	一條	20cm, 帶+電	25cm, 帶+電	23cm, 帶+電
			整卷	無	無	無
特力屋 OPP 膠帶	好	4cm	一條	17cm, 帶+電	18cm, 帶+電	18cm, 帶+電
			整卷	無	無	無
特力屋 PVC 絕緣膠帶	好	4cm	一條	17cm, 帶-電	18cm, 帶-電	18cm, 帶-電
			整卷	無	無	無
3M 超強大力膠布	好	6cm	一條	10cm, 帶-電	9cm, 帶-電	15cm, 帶-電
			整卷	無	無	無
特力屋 牛皮紙膠帶	不好	4cm	一條	無	無	無
			整卷	無	無	無
特力屋 防水布膠帶	不好	4cm	一條	無	無	無
			整卷	無	無	無
特力屋 鋁箔膠帶	不好	4cm	一條	無	無	無
			整卷	無	無	無
Stotch blue 遮蔽紙膠帶	不好	3cm	一條	無	無	無
			整卷	無	無	無

五、實驗五：帶電膠帶上的電荷流動性測量

先將從整卷膠帶用濕抹布消除靜電後，徒手從整卷撕開 30cm 長膠帶，方法如上，撕下後，一分鐘後再進行測量，實驗結果如表 5 所示。

表 5、帶電膠帶上的電荷流動性測量實驗結果

第一次實驗	14cm，帶+電
第二次實驗	14cm，帶+電
第三次實驗	13cm，帶+電

由表 5 可知，實驗三次，將膠帶撕下後等待 1 分鐘後再進行測量，發現膠帶上的靜電依然存在，表示電荷流動性不佳，絕緣性很好。

六、實驗六：膠帶撕開速度對靜電的影響

膠帶撕開時，會有靜電產生，但撕開速度快慢是否對靜電產生有影響，同樣撕下 30cm 的膠帶，第一種慢慢撕下，總共時間 5 秒，第二種快速撕下，總共時間 1 秒。實驗結果如表 6 所示。

表 6、膠帶撕開速度對靜電的影響實驗結果

	第一次實驗	第二次實驗	第三次實驗
5 秒	12cm，帶+電	13cm，帶+電	11cm，帶+電
1 秒	14cm，帶+電	17cm，帶+電	14cm，帶+電

由表 6 可知，撕開速度越快，所帶靜電愈多。

七、實驗七：兩膠帶撕開對靜電的影響

找尋絕緣性良好的基底，經絕緣性測量，選擇壓克力棒做為基底，先從膠帶撕 20cm 長膠帶貼在壓克力棒底材上，用濕抹布消除靜電，用驗電瓶確認。再從膠帶撕 20cm 長膠帶疊貼在第一張膠帶上。再用濕抹布消除靜電，並用風吹乾。實驗結果如表 7 所示。

表 7、兩膠帶撕開對靜電的影響實驗結果

	1	2	3
第一層膠帶	13cm，帶-電	10cm，帶-電	10cm，帶-電
第二層膠帶+壓克力棒	15cm，帶+電	8cm，帶+電	10cm，帶+電

由表 7 可知，當用兩膠帶疊貼時後再撕開，第一層膠帶皆帶負電，第二層膠帶+壓克力棒帶正電。

八、實驗八：不同基材對靜電產生的影響

將基材做改變，只用一層膠帶貼上基材後撕開，將實驗結果彙整如表 8 所示。由表 8 可得知，實驗結果有二種情形。第一種膠帶帶負電，共有珍珠板等七種。第二種膠帶不帶電。只有絕緣鞋。不同基材對靜電產生有影響。絕緣特性對膠帶貼撕

靜電產生無直接關係。因不論絕緣性好或不好，皆可能有靜電產生。

使用高壓電作業絕緣鞋做基材時，電荷不易流動，不會有靜電產生。其他基材，皆有靜電產生。

柒、討論與結論

- 一、經由研究將檢測方法標準化，包括(1)靜電感應。(2)靜電強弱。(3)靜電類型。(4)絕緣性判斷。
- 二、由實驗結果得知，透明膠帶貼撕會產生靜電，所帶的靜電類型皆為正電，撕開速度對靜電強弱有顯著影響。
- 三、膠帶材質會影響靜電產生，膠帶本身絕緣特性佳，電荷不容易流動。但膠帶本身絕緣特性不佳，電荷容易流動，靜電容易流失。
- 四、基材會影響膠帶靜電的產生，只有當

參考文獻

- 維基百科 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9D%9C%E9%9B%BB%E5%AD%B8>
- 開啟密室的小縫~靜電理論不完善處之探討與現象揭示，陳淑敏、黃義傑，全國第四十八屆中小學科展 國中組 理化科。
- 逢甲大學林泰生教授 http://knight.fcu.edu.tw/~tslin/course_uint.htm
- Hecht, Physics; Serway, Physics for scientists and engineers
- Charging of Adhesive Tapes on Peeling <http://sciencelinks.jp/j-east/article/200706/000020070607A0223458.php>

表 8、不同基材對靜電產生的影響實驗結果

基材	絕緣性檢測	1	2	3
珍珠板	好	10cm，帶－電	9cm，帶－電	9cm，帶－電
玻璃	不好	7cm，帶－電	8cm，帶－電	7cm，帶－電
不銹鋼門	不好	12cm，帶－電	15cm，帶－電	7cm，帶－電
磨石子窗台	不好	17cm，帶－電	19cm，帶－電	16cm，帶－電
塑膠桌墊	不好	14cm，帶－電	20cm，帶－電	22cm，帶－電
椅子	不好	15cm，帶－電	15cm，帶－電	17cm，帶－電
壓克力棒	好	12cm，帶－電	16cm，帶－電	18cm，帶－電
絕緣鞋	好	無	無	無