

透視測電條；自製測電條

高小組應用科學科第二名

高雄市十全國民小學

作者：張智傑、吳孟哲、陳玠愷、呂美勳

指導教師：楊勝任、黃枝福

一、研究動機

從電視上看到某兩種品牌電池測量電力的廣告，只要一壓電池的肚子，就會跑出一條線，從線的長短就可以知道電量剩多少。那卡通造型可愛的電池娃娃令我印象深刻，尤其是在學校和同學越談越有趣，就想了解其測電條的奧妙，於是開始和同學一起研究。

二、研究目的

- (一) 想了解測電條的構造
- (二) 了解測電條測電的原因
- (三) 三種測電條的比較
- (四) 嘗試自製簡便測電條

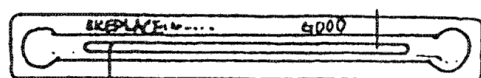
三、研究設備及器材

甲品牌3號電池外附型測電條、甲品牌3號電池內含型測電條、乙品牌3號電池內含測電條、三用電表、魚缸測溫片、奶瓶溫度計、棒狀溫度計、變色信紙、不鏽鋼片、石綿心網、鋁箔紙、錫箔紙、漆包線、指南針、尖嘴鉗、三角架、吹風機、酒精燈、刀片、剪刀、白膠、膠帶、燒杯。

四、研究過程及結果

(一) 拆解測電條，觀察其構造

1. 甲品牌外附型測電條：

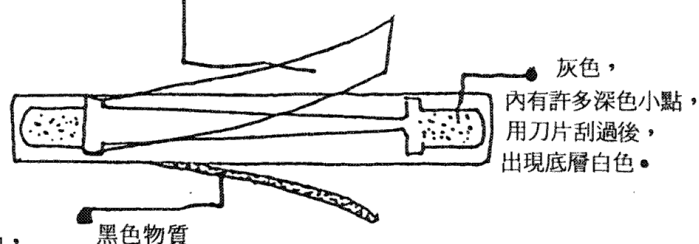


(圖一)

正面：電力顯示處，通電後電力顯示呈黃色，否則呈墨綠色，經用刀片刮過電子顯示處，發現刮出一些黑色物質，而底部是黃的（和通電時一樣的颜色）。

(圖二)

背面：天藍色，用刀片刮除時，會透出底層的白色



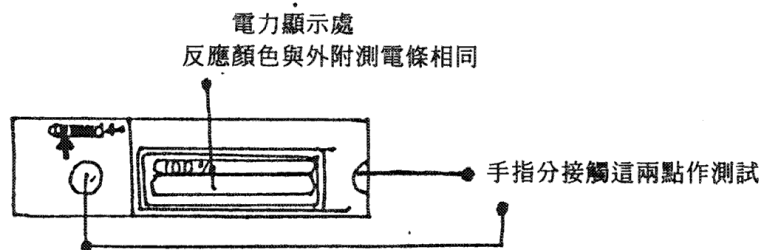
推測：(1)可能是這些黑色物質在通電以後變透明，所以讓底部的黃色透出來。
 (2)灰色部分是導電的結構。

實驗：以電線串連電池及灰色的部分兩端，觀察測電條變化情形。

結果：(1)測電條顯示黃色，表示構成通路，即證明灰色部分是導電的組織。
 (2)正面被刮去黑色物質而露出黃色底的電力顯示處能「照常運作」，
 可見，正面的電力顯示處不是通路的構造，而只是一種變色的功能，
 且極可能就是那表面「黑色物質」變透明了。

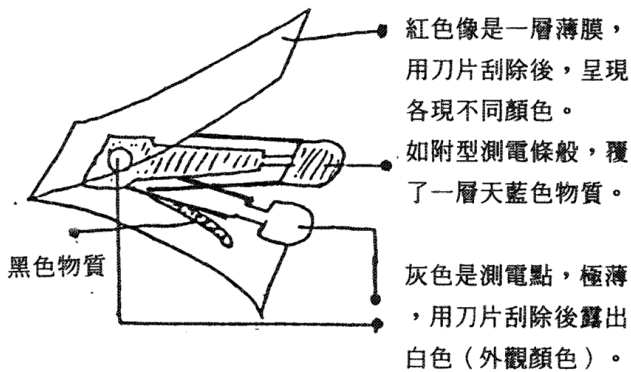
2. 甲品牌內含型測電條：

(圖三) 外觀：

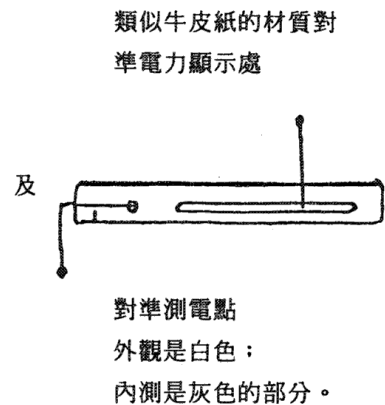


發現：這個測電條的電力顯示處不能刮出東西，整個電池包裝紙外覆一層膠膜，與外附型的測電條不同。

(圖四) 內側測電範圍的構造：



(圖五)

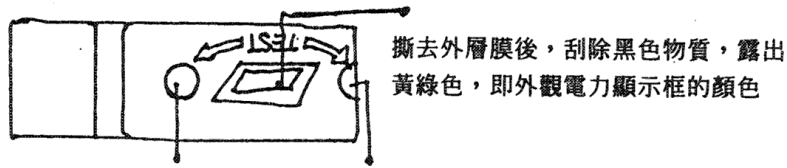


發現：(1)測電條顯得很經濟，所有的材質薄得像刷上去而已。

(2)牛皮紙可能是爲了保持測電條與電池外殼些許距離，以免造成隨時都在測電而太耗電。

3. 乙品牌內含型測電條：

(圖六)外觀：

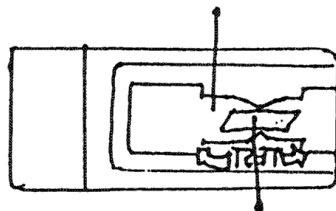


當手接觸這兩點時，中間黑色部分會變成黃綠色，
在電力充足時，呈現出GOOD
當電力不足時，呈現出00

內側測電範圍構造：

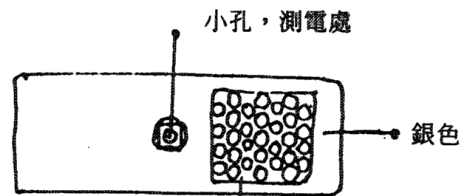
(圖七)第一層包裝紙內側

整條灰白色是通電的組織(導體)
用刀片刮除，則露出底層墨綠色



透光下隱約可見GOOD字樣

(圖八)第二層包裝



銀白色，另外再加上的物質，
做通電試驗後，發現它不導電

發現：金頂和勁量測電條的設計原理相似，都是用通電導致變色的原理製作成的。只是包裝的方式及導體的形狀不一樣。

(二)探究測電條變色反應的原因

方法一：如測電條說明書操作方式，直接以電池串連導體二極，觀察測電條的反應。

發現：(1)手可感受到電池及測電條都有溫熱感。

(2)電力顯示方式不同，可能和導電條設計型式有關。

推測：(1)一般我們用電池做實驗時，電池也會有發熱的現象，可能因此而使測電條跟著溫暖了，我們再實驗看看。

(2)甲品牌的測電條——外附、內含型的導電條型式都是一端細，然後漸漸變粗，而電力顯示正好由細的一端至粗的一端。

(3)乙品牌導電條是中間細兩邊寬，電力顯示也從中間開始，可見電力的反應是由導電條細的一端擴至粗的一端，可能細的部分較快反應出電力。

方法二：把內含測電條由電池包裝紙上拆下，另外以電池、電線串連測電條，觀察測電條的反應。

結果：反應的型式各方法一相同。

發現：測電條和電池依然都會發熱。

推測：測電條不是因依靠在電池旁而溫熱，而是因為「電生熱」的緣故，所以，這個導電條也必須能「發熱」。

疑問：究竟是電使測電條內的物質變化，還是熱的作用？於是我們決定以加熱的方式一試。

方法三：用吹風機直接吹在測電條顯示處，觀察測電條的反應。

結果：三種測電條都很快的顯示了！我們真覺得驚訝，難道測電條是「測溫條」？但經過一再以吹風機加熱，測電條都一樣會有變色反應。

方法四：將三種測電條放入加了水的燒杯中，再以酒精燈加熱，讀取棒狀溫度計的刻度，以了解測電條變色的溫度。

結果：甲品牌外附型：48°C；甲品牌內含型：48°C；乙品牌內含型：35°C 就會變色。

討論：(1)甲品牌兩種型式的測電條溫度變化都在48°C，而乙品牌內含型測電條在35°C時就變色，難怪當我們手摩擦乙品牌電池幾秒後，測電條也會變色。

(2)測電條的一面是導電的物質，而另一面是塗上遇熱會變色，遇冷又還原的化學物質。在電流通過產生的熱激發化學物質的變化，且是由黑變透明，然後映著包裝紙的黃或綠色，就是我們所見的顏色。

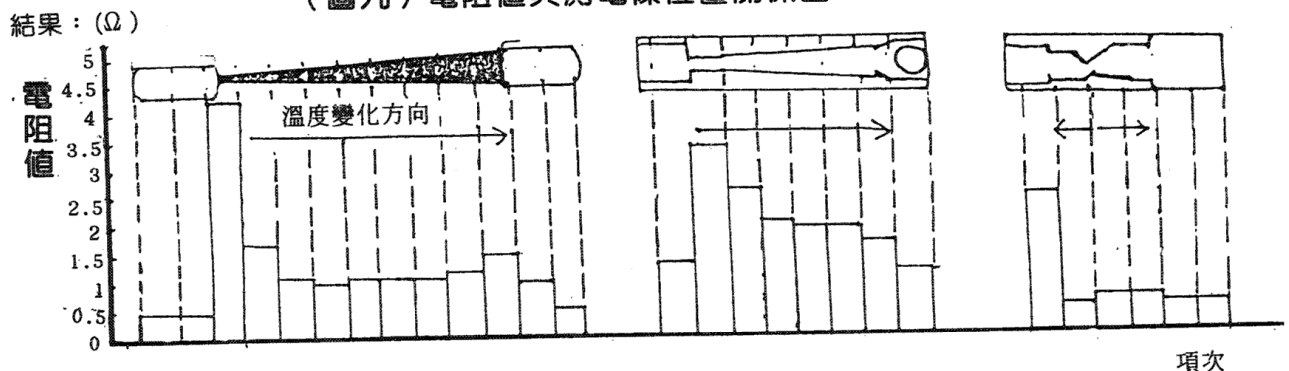
方法五：將測電條上一部分黑色物質刮去，加熱觀察其變化。

結果：被刮去黑色物質部分透出底色，未刮除部份反應所變的顏色和底色一樣。

證明：測電條是一受熱感應會變色的東西，且是黑色部分變透明，然後透出其底色的。

方法六：將三種測電條分別以每0.5公分測量電阻，探究電阻與溫度變化的關係。

(圖九) 電阻值與測電條位置關係圖

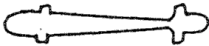
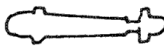
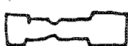


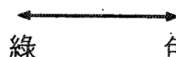


發現：(1)較細的部分，電阻較大；較粗的部分，電阻較小。

(2)測電條變化是由細到粗，可見電阻大，易發熱。

(三)三種測電條的比較：

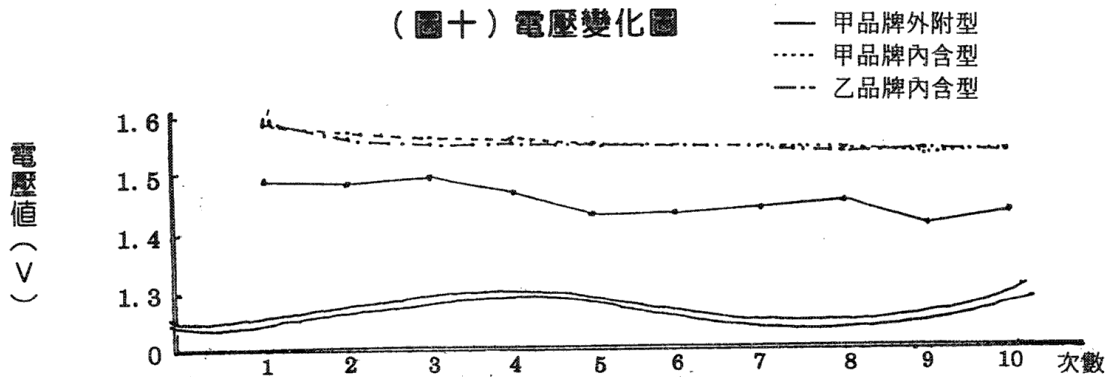
(表一) 三種測電條筆比較總表

測電條種類 比較結果 比較項次	電池種類		
	甲品牌外附型	甲品牌內含型	乙品牌內含型
導體形狀			
導體長度	6.5CM	4CM	2.5CM
傳熱路徑 顯示結果			
原理	電生熱、熱感應	同左	同左
變色溫度	48°C	48°C	35°C
變色時間	20.41秒	4.59秒	1.35秒
電阻比較	7.35歐姆	5.6歐姆	4.33歐姆
形成通路的電流量	0.19安培	0.966安培	1.34安培
使用十次電壓變化	1.483……1.422(V) 下降0.061(V)	1.568……1.531(V) 下降0.057(V)	1.581……1.528(V) 下降0.053(V)
購買方式	2或4粒電池附一	粒粒電池皆附	粒粒電池皆附
價格(元)	45	52	53
優點	<ol style="list-style-type: none"> 經濟：買2粒裝的金頂電池附電條就可測其他不同品牌電池。 不燙手：因測電條附在塑膠透明盒。 顯示清晰。不受正負極限制。 	<ol style="list-style-type: none"> 方便：每粒內含附電條產品皆可測。 顯示清晰。 不必顧慮正負極。 	<ol style="list-style-type: none"> 方便。 顯示清晰。 不必顧慮正負極。
缺點	<ol style="list-style-type: none"> 受外界熱干擾。 測電時間較久。 	<ol style="list-style-type: none"> 受外界熱干擾。 可能燙手。 測電孔不可破，否則無法測電。 完用即丟，形成資源浪費。 	<ol style="list-style-type: none"> 受外界熱干擾。 可能燙手。 測電孔不可破，否則無法通電。 完用即丟，形成資源浪費。

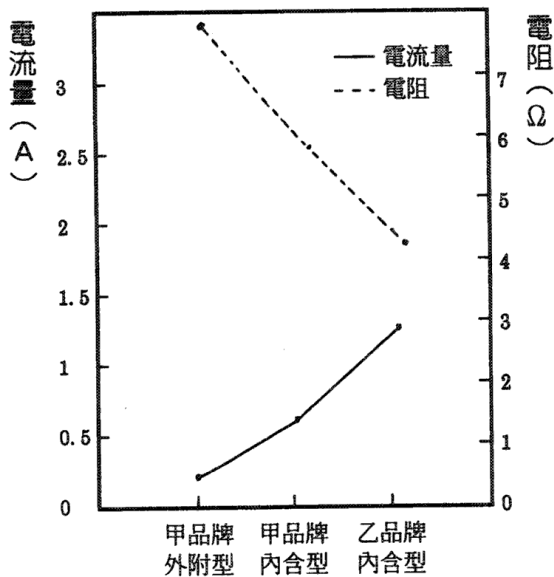
(表二) 電壓變化記錄表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
甲品牌外附型	1.483	1.482	1.490	1.463	1.425	1.425	1.438	1.447	1.407	1.422
甲品牌內含型	1.579	1.568	1.558	1.552	1.543	1.540	1.539	1.538	1.532	1.531
乙品牌內含型	1.581	1.557	1.548	1.549	1.544	1.540	1.539	1.534	1.534	1.528

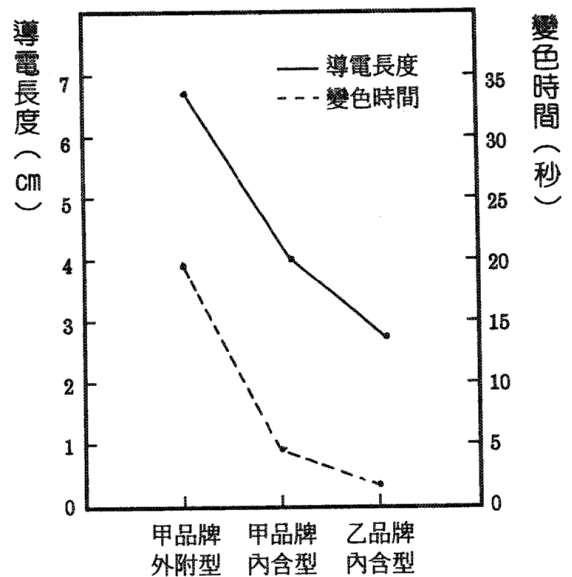
(圖十) 電壓變化圖



(圖十一) 電阻與電流關係圖



(圖十二) 導體長度與變色時間關係圖



發現：(1)導體較長的，變色時間較久。

(2)導體較長的，電阻較大，形成通路的電流量較小。

(3)測電條使用的次數越多，電壓下降越明顯，可見測電條不可常使用。

(四)自製測電條

根據對測電條剖析，現在對自製測電條有迫不及待感。首先，我們找到某國

小曾做過的測電條研究，歸納出二重點：(1)不鏽鋼是很容易發熱的導體；(2)越短、窄、薄的不鏽鋼片的發熱越快。所以，我們決定以不鏽鋼片為導電的材料。另搜集各種溫度顯示片，選出最適當的做為測溫片。

步驟一：搜集各種溫度片，選出最適合的做測電條者

結果：

(表三) 各種溫度片比較表

溫度片種類	感應溫度	刻度
魚缸溫度片	18°C~34°C	2°C一格
體溫片	36°C~40°C	0.5°C一格
奶瓶溫度片	37°C~43°C以上	L 37 OK 43 H
變色信紙	33°C	由灰變白
變色名片	33°C	由灰變白

我們發現：(1)魚缸溫度計受室溫影響很大，不可靠。

(2)體溫片測試溫度範圍太小。

(3)變色信紙和變色名片變化溫度低於體溫，非常敏感，不合適。

(4)奶瓶溫度片可能是較好的材料。

步驟二：量出3號電池所需測電條只要7.3公分，我們則改變導電體寬度，厚度仍維持0.03公厘，然後，測出電阻、電流量及達到H的反應時間。

結果：

(表四) 各種寬度不鏽鋼測電條電阻、測電時電流與反應時間表

寬度	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
電阻	1.0	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
電流	1.19	0.98	1.30	1.45	1.67	1.68	1.83	1.85	1.97	2.13
時間	3.11	3.81	3.11	5.87	9.78	13.41	20.42	13.86	15.08	16.6

我們發現：長、厚一樣時，越細的導電條電阻越大，發熱越快，溫度越高，且電流量也較小，較省電。而寬0.2~0.25公分的導電條，都適合當測電條。

步驟三：(1)蒐集各種的1.5V的3號電池20個。

(2)將自製測電條兩端接觸電池兩端，記錄其顯示情形。

(3)亦將電池放在測電條上測試，並加以記錄。

(4)比較自製測電條及測電條之性能。

(5)將電池接上三用電表，測量電壓。

結果：

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
電壓	1.511	1.517	1.469	1.528	1.480	1.592	1.409	1.374	1.480	1.399
自製測電條溫度	H	H	H	H	H	H	43	43	H	L
編號	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
電壓	1.512	1.381	1.403	1.574	1.484	1.599	1.516	1.464	1.461	1.378
自製測電條溫度	H	L	L	L	43	H	L	L	L	L

(表五) 自製測電條測試值與電壓對照表

我們發現：(1)電壓越高，溫度越高；電壓越低，溫度越低。

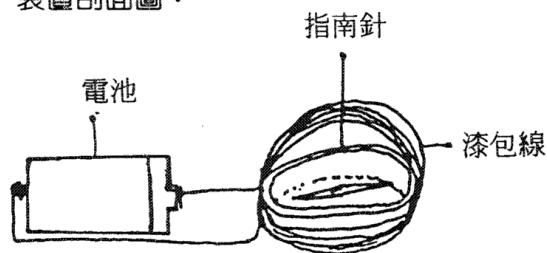
(2)電壓在1.40伏特左右還可以供鬧鐘使用。

(3)自製測電條很快的溫度就會升的很高。

(4)自製測電條顯示L的電池，在甲品牌測電條亦顯示REPLACE。

步驟四：五下自然課，我們學過電磁鐵，它使磁針偏轉的方式很像三用電表，我們決定製作一個「磁感應」式的測電條。

裝置剖面圖：



(表六) 漆包線圈數與電阻、電流、偏轉角度對照表

	27		號	33		號	36		號		號	
	電阻	電流	角度	電阻	電流	角度	電阻	電流	角度	電阻	電流	角度
20圈	0.7	1.74	45	1.3	0.95	85	2.3	0.56	80	2.7	0.49	80
15圈	0.6	1.76	75	1.1	1.18	80	1.8	0.78	80	2.1	0.62	80
10圈	0.5	2.36	81	0.9	1.4	100	1.4	0.96	90	1.6	0.95	74
5圈	0.3	2.7	85	6.5	2.02	90	0.8	1.42	70	1.0	1.17	70

(表七) 磁感應式測電條測量值與電壓對照表

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
偏轉角度	87	78	69	63	51	41	34	74	46	28
電壓	1.599	1.528	1.484	1.464	1.409	1.399	1.381	1.511	1.403	1.374

試驗結果：(1)漆包線愈細愈耗電。

(2)同粗細的漆包線圈數愈多，電阻愈大，電流愈小。

(3)新電池的電力強，磁針偏轉角度較大，約90度，電力愈弱，偏轉角度愈小。

優點：1.電池連接方向不影響角度，只會改變偏轉方向。我們只要看角度偏轉的大小，就可知道電力強弱了。

2.不受外界溫度的影響。

限制：磁針對準南北極後，要與導線平行，否則會受影響。

我們發現：以電生磁方式製作的測電條也很好，既不受外界的熱干擾；也不會因變色物脫落失靈。只是它較不花俏，且可能成本較高，廠商未用這種方式測電條。

五、討論與結論

(一)在構造原理方面：

- 1.三者都是應用電生熱，熱感應變色的物理變化原理製成的。
- 2.電阻大小與發熱有關，電阻大，較會發熱。
- 3.若長度相同，寬度不同時，較寬的電阻較小，較不易發熱。

(二)優點：

- 1.使用方便，不論是內含或外附型的都方便。
- 2.點子創新，很吸引人。
- 3.設計上是只要將測電條兩端接成通路即可，不像三用電表必須一端接正極，一端接負極的限制。
- 4.顯示很清楚，讓人一目瞭然。

(三)缺點：

- 1.三者都易受外界熱的干擾，尤其是內含型測電條更明顯。
- 2.內含型測電條其中一測電孔不容刺破，否則不易構成通路，就測不出來了。
- 3.這兩種品牌的售價比普通電池貴了一倍多，雖標榜電力較強，但「貴」總

是事實。

4.粒粒皆附型測電條隨電流用完即丟，形成資源浪費。

(四)對於那種遇熱變色的物質，我們雖一直未找到答案，但變色信紙上的「遇熱變色物」與它很像，或許是同一種物質，只是變色信紙上塗得較薄、較敏感吧！

(五)自製測電條總不如廠商的產品，我們不得不佩服廠商的創意與用心，及開發新產品的勇氣。

六、心得與感想

(一)小小一條測電條，結合了物理、化學等各方面科技，且竟是「世界首創」，我們很佩服研發者的智慧，也覺得能「用」的科學真好。

(二)在我們自製的測電條部分，已有雛型，且我們更應用所學，製作磁感應式測電條，雖不比三用電表精密，但猶簡易方便，挺好用的。

評 語

本作品從市場上買得到的電池測電條開始，去瞭解測電條的構造與原理，並進行實驗，進而以電磁感應的原理，自行設計一個簡單設備，利用轉動磁針，來測出電池中尚存的電量，決定電池是否還可使用，在此設計中，還考慮到測電時引出電流多少的問題，作省電量測之設計，成品可以很簡單地做出來，也具有實用性，是相當完整的一項研究製作。