

請重視我們的健康—— 石綿心網的替代品

國中組應用科學科第一名

台中縣立清水國中

作者：王權毅、林志忠
何岳謙、陳易亮
指導教師：韓順興、黃淑嬪

一、研究動機

韋恩颱風過後，石綿瓦灑了滿地，報紙上大肆討論“存在我們四周的無形殺手——石綿”濫用的嚴重性，看完它的內容後，我們知道在日常生活中石綿的用途極廣，如：石綿瓦和以石綿為原料做成的輸水管，而使用這些物品時由於石綿會脫落，飄浮在空氣中或水中，使人們把這些石綿屑吸進體內，而影響我們身體的正常機能，引發疾病，甚至導致癌症。

自從加重實驗課程的理化新教材實施後，我們在實驗室的時數增加了，我們接觸石綿心網的機會也就多了。為了維護我們的健康，我們決定要找出石綿心網的替代品。

二、研究目的

改良石綿心網，找出比石綿心網傳熱快，耐熱且不為害人體健康的替代品。

三、實驗器材

(一)控制器材：

①酒精燈 1 個②本生燈 1 個③鐵架 1 個④溫度計 1 支⑤燒杯 250 ml 2 個，50 ml 3 個⑥石綿心網 3 片⑦測微器。

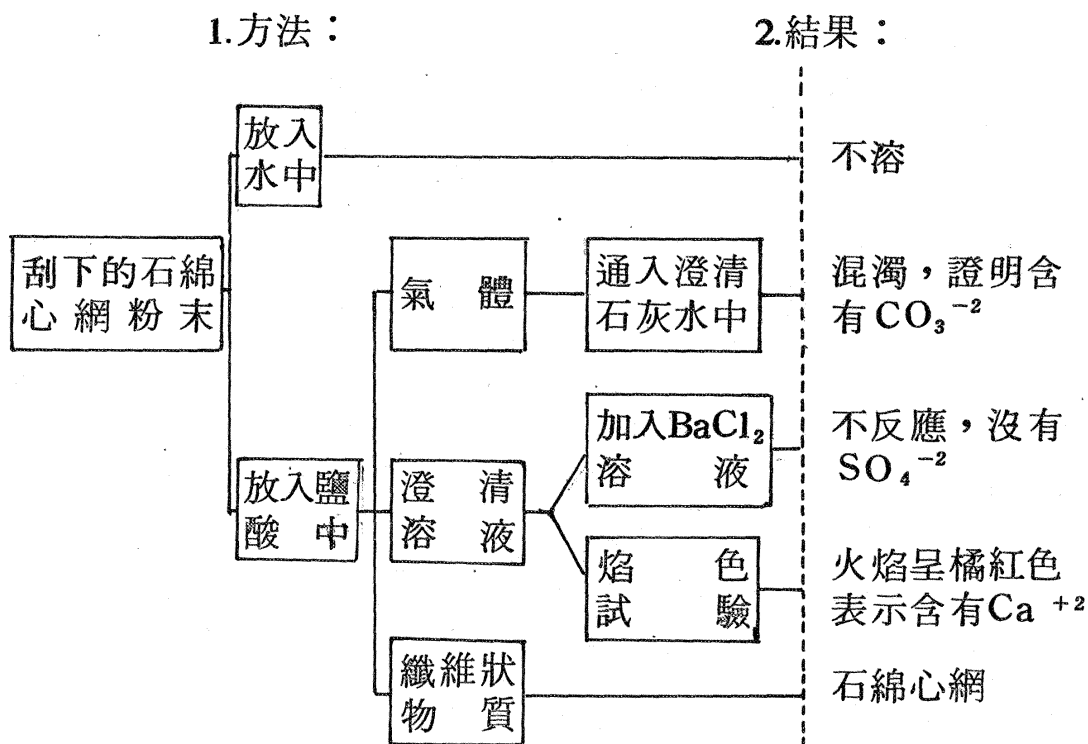
(二)變因器材：

- ①青銅片厚薄各 1 片②鋁片厚薄各 1 片③鐵片厚薄各 1 片
 ④陶土⑤黏土⑥石灰⑦水泥⑧細沙⑨耐火泥⑩鐵網⑪陶瓷纖維
 ⑫大理石粉末。

四、研究過程

【實驗一】：石綿心網的組成成分是什麼？

大家都知道「知己知彼，百戰百勝」。既然我們決定改良石綿心網，找出它的替代品，當然必須先知道它的組成成分，於是在老師的指導下，我們完成下列的分析。



3.討論：

- (1)本以為石綿心網是由石膏和石綿纖維構成，可是經實驗證明並無石膏成分。（石膏成分是 CaSO_4 ）。
- (2)將石綿屑放入鹽酸中後產生的氣體通入石灰水中，則變成混濁，表示有 CO_2 ，焰色試驗呈橘紅色表示有 Ca^{+2} ，故石綿心網 CaCO_3 和石綿纖維等。

【實驗二】：金屬片可替代石綿心網嗎？

在我們決定改良石綿心網找出它的替代品後，我們最先想到的替代品就是金屬片，因為金屬片傳熱快，所以我們就選擇了青銅片、鋁片、鐵片為替代品。

1. 方法：

- (1)取厚度不同的金屬片，分別為厚 0.55 mm 的青銅片、鋁片、鐵片各一片及厚 0.31 mm 的青銅片、鋁片、鐵片各一片。
- (2)調整鐵架高度，固定為離底座 12 cm（以後均如此）。
- (3)取 20 ml 的水裝入 50 ml 的燒杯內，再放在厚度不同的青銅片、鋁片及鐵片上，以同一個酒精燈加熱。
- (4)以溫度計每隔 30 秒量取其末溫，至四分鐘為止，然後將其結果與石綿心網比較之並畫成表。
- (5)取燒杯（250 ml）裝適量的水放在青銅片、鋁片、鐵片上以本生燈加熱，看燒杯是否破裂。

2. 結果：

- (1)燒杯放在平滑的金屬片上，以本生燈加熱，則燒杯不會破裂。
- (2)若燒杯放在表面凹凸不平的金屬片上，以本生燈加熱，則燒杯容易破裂。

3. 討論：

- (1)厚的金屬片的傳熱效果，並沒有比石綿心網傳熱效果好，可是薄的金屬片除了鐵片之外，青銅片和鋁片的傳熱效果都比石綿心網好，而且效果好很多。
- (2)金屬片不易保存，極易變形，使玻璃杯不易與它緊密接觸，易造成玻璃杯受熱不均而破裂。
- (3)銅片和鐵片受熱後，顏色改變，生鏽了，鋁片較難生鏽，但易變形。
- (4)金屬片在加熱後，溫度很高，必須放上一會兒才能冷卻收起來。使用上較為不便。

以上除第一點外，其餘幾點都是金屬片的共同缺點，也就是我們不以它取代石綿心網的原因。

【實驗三】：鐵網可改進金屬片的缺點嗎？

因金屬片加熱後，非常的燙，而石綿心網加熱後，它周圍的鐵網並不會燙，因此如果將金屬片改成鐵網，其效果如何，很值得我們的探討。

1.方 法：取三種網目粗細不同的鐵網，其它步驟同實驗二。

2.結 果：

燒杯放在鐵網上以本生燈加熱，不久後即因受熱不均而破裂。

3.討 論：

鐵網以酒精燈加熱的效果都比石綿心網好，尤其是網目粗的鐵網效果最佳，然而以本生燈加熱時，其火焰穿過鐵網。過了幾分鐘，燒杯即破裂。表示在加熱時，鐵網上必須塗有類似石綿的散熱物質，於是我們進行下列的探討實驗。

【實驗四】：黏土、陶土及大理石粉末附在鐵網上，效果會比石綿心網好嗎？

由上二個實驗，我們發現鐵網上必須塗有耐熱且能均勻散熱，不為害人體健康的物質。因此我們想到工藝課使用的黏土、陶土及大理石粉末。

1.方 法：

(1)厚紙板中心挖空，附在木板上，做成兩個圓形凹模。（凹模厚度為 1.86 mm，圓半徑同石綿心網。）

(2)分別將耐火材料塗在兩個凹模上，鐵網置於其中，再用木工鉗夾緊，控制把柄位置，做個記號。

(3)取下木板，拿出鐵網，陰乾⇒成品。

(4)傳熱速率實驗方法如實驗(二)。

2.結 果：

將燒杯放在製好的鐵網上，以本生燈加熱，燒杯並沒有破裂。

3.討 論：

(1)在此實驗，大理石粉末傳熱效果雖比石綿心網好，但因其黏性差易脫落，故將其捨去。

(2)黏土和陶土，則黏土比石綿心網好，陶土較差。且黏土不易脫落，所以至此我們找到較滿意的替代品——黏土。

(3)爲了求更好，我們決定至耐火材料行找尋更好的材料。

【實驗五】：耐火泥和水泥混合後，附在鐵網上的傳熱效果比石綿心網好嗎？

我們在尋找耐火材料時，發現耐火泥，覺得非常新鮮，就買回來做實驗。因耐火泥黏性不佳，故商店老板要我們添加水泥增加黏性。

1.方 法：

(1)將水泥及耐火泥各依質量比 1 : 3，1 : 1，3 : 1 的不同比例（每項共 16 克）加水調勻後，製法同實驗(四)。

(2)其餘步驟同實驗(二)。

2.結 果：

將燒杯放在製好的鐵網上，以本生燈加熱，燒杯並沒有破裂。

3.討 論：

(1)做完此實驗後，大家都很興奮，因在此實驗中，塗有水泥的鐵網傳熱效果比石綿心網好，且它也不易脫落，是目前最佳替代品。

(2)其餘三種，除塗耐水泥 + 水泥質量比 3 : 1 的傳熱效果較差外，另兩種的傳熱效果都比石綿心網好。

【實驗六】：細沙與水泥混合後，附在鐵網上效果比石綿心網好嗎？

耐火泥外觀很像細沙，而水泥與細沙在蓋房子是分不開的，因此我們想試試它的效果。

1.方 法：

(1)將細沙與水泥依質量比 3 : 1，1 : 1，1 : 3 的不同比例（每項共 16 克），加水調勻後，製法同實驗(四)。

(2)其餘步驟同實驗(二)。

2.結 果：

燒杯放在製好的鐵網上，以本生燈加熱，燒杯沒有破。

3. 討 論：

水泥混合細沙的效果不佳，且加熱時容易脫落，故此實驗成果不好。

【實驗七】：耐火泥加石灰調勻附在鐵網上的效果比石綿心網好嗎？

因石綿心網的成分含有碳酸鈣。故我們想以耐火泥和碳酸鈣來替代石綿。可是實驗的結果，耐火泥和碳酸鈣黏性極差。因此我們將碳酸鈣改成氧化鈣，因氧化鈣加水後，吸收空氣中的二氧化碳即可形成碳酸鈣。

1. 方 法：

- (1)取石灰及耐火泥加石灰各依質量比 1 : 1 及 1 : 2 (每項 16 克)，加水調勻後，製法同實驗(四)。
- (2)其餘步驟同實驗(二)。

2. 結 果：

將燒杯放在製好的鐵網上，以本生燈加熱的結果，燒杯並沒有破裂。

3. 討 論：

- (1)在此實驗中，塗有耐火泥加石灰質量比 1 : 2 的傳熱效果最好，其餘兩種則與石綿心網差不多。
- (2)實驗至此，我們找到三種較好的替代品，可是我們仍不滿足，於是我們決定再去找尋我們所需要的資料。

【實驗八】：陶瓷纖維和石灰調勻後附在鐵網上，效果比石綿心網好嗎？

在找尋資料時我們發現先進國家都以陶瓷纖維替代石綿，因此我們將石綿心網上的石綿改成陶瓷纖維，試其傳熱效果。

1. 方 法：

- (1)將陶瓷纖維和石灰依質量比 1 : 3，1 : 5，及 1 : 7 (每

項 16 克) 加水調勻後製法同實驗四。

(2)其餘步驟同實驗二。

2. 結果：

將燒杯放在鐵網上，以本生燈加熱，燒杯沒有破。

3. 討論：

(1)以陶瓷纖維替代石綿，傳熱效果比石綿心網還好，而且它不易脫落，其中以質量比 1 : 5 的效果最好。

(2)實驗至此我們找到四種效果最好的替代品，爲了肯定它們使用的長久性，我們決定進行下列的研究。

【實驗九】：各類心網受熱後裂開難易程度的比較。

在上幾個實驗中，各類心網受熱後大多有裂痕，使用壽命不易長久，我們想從這些替代品中，找出最不易裂開者。

1. 方法：

(1)選出前幾次試驗中最優良之替代品，放在酒精燈及本生燈加熱 4 分鐘，冷卻後再反覆加熱數次，至裂開爲止。

2. 結果：略

3. 討論：

(1)各心網在酒精燈上加熱七次以上，均未現裂痕。

(2)在本生燈上加熱數次後，各心網都或多或少出現裂痕。其中以水泥裂開程度最嚴重。其餘的裂痕都很輕微，不仔細看，不易察覺。

(3)石綿心網雖不易裂開，但隨着加熱次數之增加，剝落越嚴重，即空氣中會有許多石綿屑，是我們最顧忌的地方。耐火泥 + 石灰也不易裂開，但是加熱後極易剝落。

(4)陶瓷心網不易裂也不易剝落，可以完全取代石綿心網。

五、結 論

(一)因石綿會致癌，且處理不當，會造成污染。故本實驗是以無害的物質來改良石綿心網。如黏土、水泥、耐火泥加石灰、陶瓷纖維加石灰等。它們的傳熱效果很好，可以替代石綿心網。

(二)我們選出最好的替代品依次爲：陶瓷心網、純水泥、耐火泥+石灰（質量比 1 : 2 ）。其共同優點：①傳熱效果比石綿心網好②不產生有害人體健康的物質。

(三)在塗耐火材料時，必須使其厚度一致表面平滑，因爲物體的厚度與表面的平滑度都會影響導熱效果。

(四)國中理化實驗，很少用本生燈加熱，若只以酒精燈加熱是可以空白鐵網來加熱，因其傳熱效果很好，且燒杯不會破裂。

(五)石綿纖維一公斤 30 元，陶瓷纖維一公斤 200 元，而每片心網約使用 3 克的石綿及陶瓷纖維。因此每片陶瓷心網比石綿心網貴 0.6 元。對於我們的健康是非常值得的。

因此我們要呼籲學校把石綿心網棄置，給我們陶瓷心網。至少給我們空白的鐵網。

六、參考資料

(1)陶瓷纖維絕熱工學 黃忠譯著 1986,5.

(2)化工材料 張鎮國 徐氏基金會 1985,7.

(3)中華兒童、科學彩色、幼獅少年百科全書。

評 語

命題清楚，求解過程表現出良好的科學態度與方法，對相關知識之運用良好，實驗細心將問題解的相當完整，是一篇很好的科學習作。