

防「溢」大作戰

—防溢器對防溢成效之研究



科別：生活與應用科學(二)科

組別：國小組

關鍵詞：防溢器、防溢成效

編號：

中華民國一〇九年三月二十四日

摘要

本研究主要在探討防溢器對於防溢成效的影響，防溢器原理為鍋底產生的氣泡不會直接跑上來，而是從旁邊的小洞釋出大氣泡。這樣防溢器讓氣泡變大，就能減少泡沫的形成與薄膜的產生。我們從不同面向來探討防溢器對防溢成效的影響：孔洞大小、孔洞密度。研究結果發現防溢器洞全打開的情況下，防溢效果最佳，且防溢器洞密度大的效果會比較好。因此我們建議可以尋找家中具有孔洞且孔洞密度大的生活器具來替代市售防溢器，提高生活的便利性。

壹、研究動機

一開始，我們看到網路上有影片說只要在煮麵前在鍋中加入鐵湯匙就能有效的讓水和泡泡在沸騰時不會溢出，我們很好奇這個方法是不是真的有效，於是實際找了鐵湯匙來做實驗，發現真的有效，於是我們開始尋找適合、可替代又是在生活中常見的物品來做實驗。(教材相關性：水的三態)

貳、研究目的


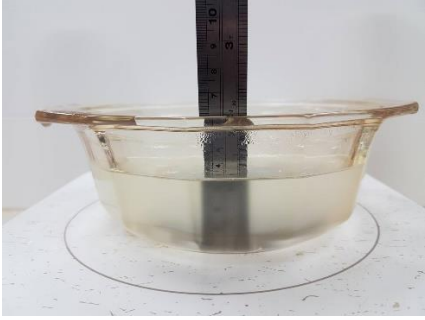
煮麵線時易溢出，本研究探討防溢器的影響因素，研究項目如下：

- 一、有無鐵湯匙對於煮沸時水位高度的影響
- 二、不同水量下煮沸情況探討
- 三、孔洞大小對於防溢成效的影響
- 四、孔洞密度對於防溢成效的影響
- 五、市售防溢器對防溢成效的影響

參、研究設備及器材

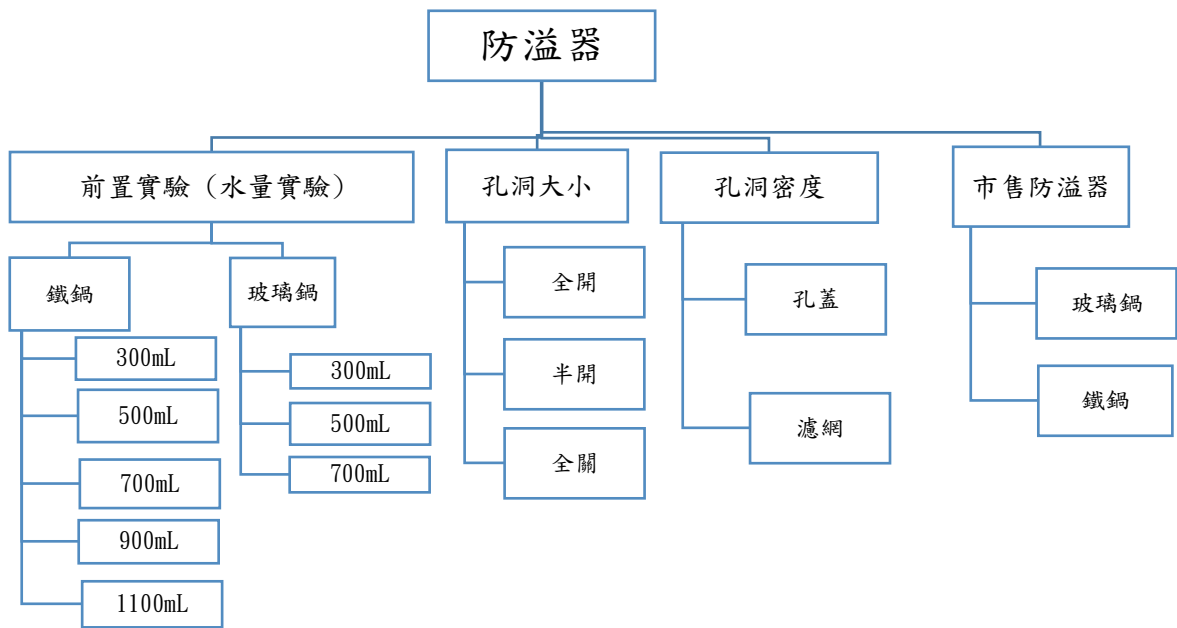
電磁爐、玻璃鍋、鐵鍋、排水孔蓋、保溫壺、電子天平、鐵尺、市售防溢器。



圖 1：電磁爐	圖 2：玻璃鍋	圖 3：鐵鍋
		
圖 4：電子天平		圖 5：鐵尺

肆、研究過程、結果與討論

一、【研究架構】



二、【文獻探討及實驗原理】

1. 依照不同實驗在鍋內加入不同水量。

➤ 文獻探討

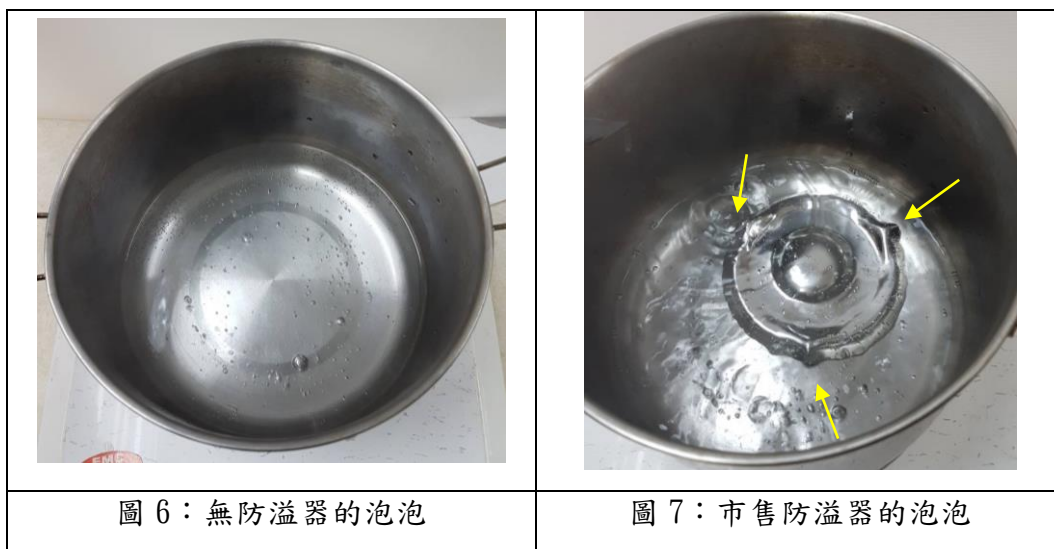
(一) 歷屆作品

我們利用關鍵字「防溢器」搜索全國科展歷屆作品，並無發現相關研究，因此值得深入探討這個主題。

(二) 市售防溢器

我們 GOOGLE 搜尋，找到大創百貨有賣，並且有相關影片 (<https://reurl.cc/ZOQVpQ>)。這個市售防溢器是一個較重的圓盤，放入鍋中後會沉入鍋底，圓盤周圍有三處非常小的開口，能讓水流通。

以下是相同火力、水量的條件下，我們觀察放入市售防溢器後水沸騰的情況，可以明顯看見加入防溢器後，水滾時所釋放出的泡泡變得比無防溢器時大得多(圖 7)。



➤ 科學原理

當水被煮沸時，鍋子底部的水因為比較接近火源，所以氣化成水蒸氣，而水蒸氣受到浮力的作用往上升，上升液面時接觸空氣易破裂，所以一般的水燒開時，不太會沸騰溢出；然而，如果水中有油脂、澱粉等雜質，則會沾黏在氣泡上形成一層薄膜，就是因為這個薄膜造成氣泡不易破裂，因此氣泡層層堆疊造成高度上升，因此溢出。

加入防溢器後，鍋底產生的氣泡不會直接跑上來，而是變成一個大氣泡從旁邊的小洞釋放大氣泡。這樣防溢器讓氣泡變大，這會引發兩個效果：

1. 減少泡沫的形成：泡沫裡氣泡越大，就越容易破裂，可減少泡沫。
2. 減少薄膜的產生：氣泡越大，浮上去的速度越快，使液體攪動越劇烈，液體表面的薄膜較易破裂，就不易溢出。

三、【實驗設計與測量方法】

1. 依照不同實驗在鍋內加入不同水量。
2. 放入防溢器，大火加熱至沸騰。
3. 水滾 30 秒後放入 30g 麵條，關火，由於加入麵，降溫了，還不會有大量氣泡產生稱為【加麵不滾】，此時測量【加麵不滾】的水位高度(H_0) (圖 8)。
4. 開火，持續加熱 2 分鐘後，達到滾沸，測量此時【加麵滾沸】的水位高度(H) (圖 9)。
5. 計算水位差 $\Delta H = H - H_0$ 。



圖 8：測量【加麵不滾】的水位高度 H_0 (左：側面。右：正面。)

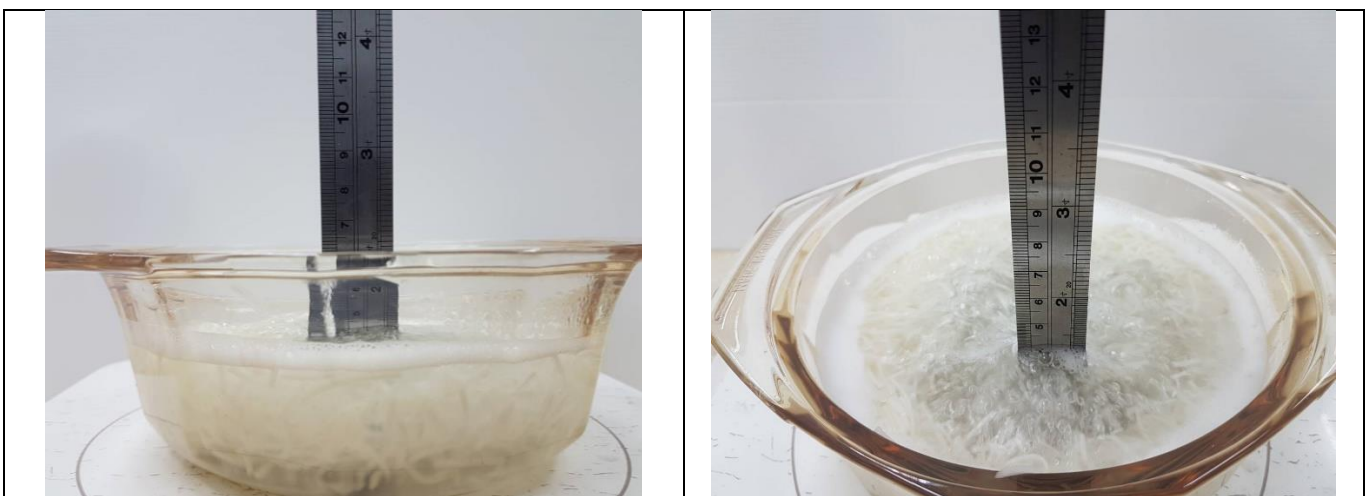


圖 9：測量【加麵滾沸】的水位高度 H (左：側面。右：正面。)

四、研究一：有無鐵湯匙對於煮沸時水位高度的影響

此時尚未購買玻璃鍋，因此用手邊現成的鐵鍋作實驗。

變因：

操縱變因：(1)水量，分別為 300 / 500 / 700 / 900 / 1100(mL)

(2)有無鐵湯匙

應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質:玻璃鍋、火力、麵量 30g

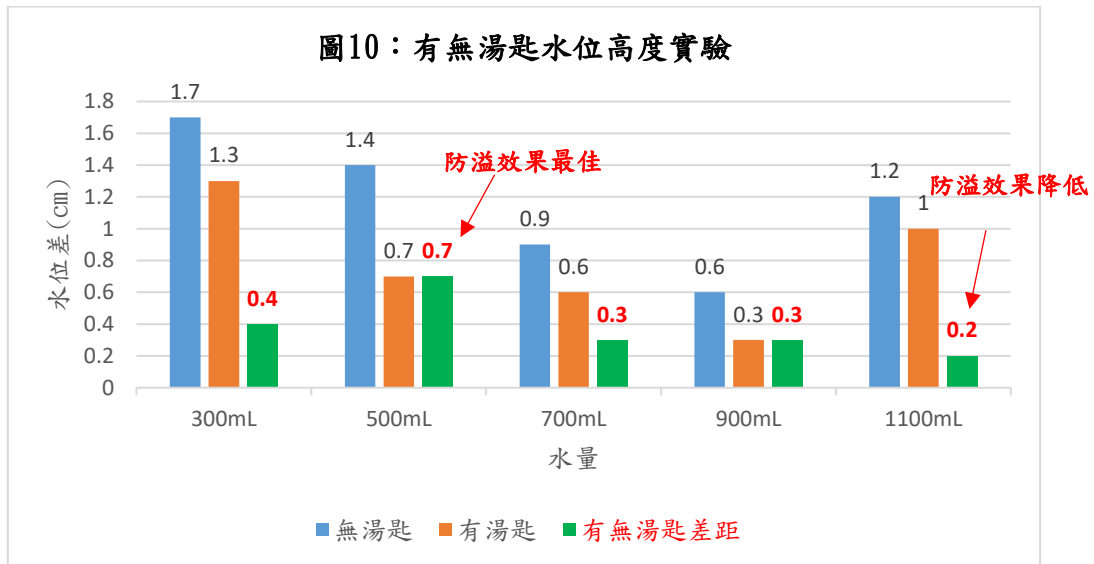
(一)實驗步驟

1. 水量分別為 300 / 500 / 700 / 900 / 1100 (mL)
2. 水滾 30 秒後加入 30g 麵，測量高度(H_0)。
3. 持續加熱 2 分鐘，測量高度(H)。
4. 計算水位差並記錄於紀錄簿中

(二)實驗結果

隨著水量的增加，水位防溢高度分別是 0.4、0.7、0.3、0.3、0.2cm，其中 500mL 時水位防溢高度 0.7 公分為差異最大。

水量		水位(cm)	加麵不滾 H_0	加麵滾沸 H	水位差 ΔH	防溢高度 (實驗組-對照組)
300mL	對照組		1.2	3.0	1.7	-0.4(下降)
	實驗組		1.3	2.5	1.3	
500mL	對照組		1.9	3.3	1.4	-0.7(下降)
	實驗組		2.0	2.7	0.7	
700mL	對照組		2.6	3.5	0.9	-0.3(下降)
	實驗組		2.7	3.3	0.6	
900mL	對照組		3.4	4.0	0.6	-0.3(下降)
	實驗組		3.5	3.8	0.3	
1100mL	對照組		4.1	5.3	1.2	-0.2(下降)
	實驗組		4.2	5.2	1.0	



(三) 實驗討論

- (1) 由圖 10 可以得知，不管水量多少，放入鐵湯匙都可以使沸騰的水位下降。其中以水量 500mL 時防溢效果最明顯。
- (2) 隨著水量的增加，防溢效果變得越不明顯，所以之後的實驗我們均以 500mL 作為實驗水量。



圖 11：300mL 紅色虛線部分皆無淹過



圖 12：500mL 僅紅色虛線無淹過

五、研究二：不同水量下煮沸情況探討

由於研究一使用的鐵鍋無法直接從側面觀察麵與泡泡的流動和防溢器具的變化。因此我們決定購買可觀察鍋內變化的玻璃鍋來做實驗。

由於玻璃鍋的容量較小，無法容納 900mL、1100 mL 的水加上 30g 的麵量，因此僅以 300、500、700 mL 的水量作實驗。

由於玻璃鍋的底面積不大，放不下研究一所使用的鐵湯匙，因此我們改用家中常見的排水蓋作為此實驗的防溢工具。

變因：

操縱變因：(1)水量，分別為 300 / 500 (mL)。(2)有無全開洞防溢器。

應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質：玻璃鍋、火力、麵量 30g

(一)實驗步驟：

1. 在鍋底放入全開洞防溢器
2. 水滾 30 秒後加入 30g 麵，測量高度(H_0)。
3. 持續加熱 2 分鐘，測量高度(H)。
4. 計算水位差 ΔH 並記錄於紀錄簿中



圖 13：放入全開洞防溢器



圖 14：加麵不滾示意圖

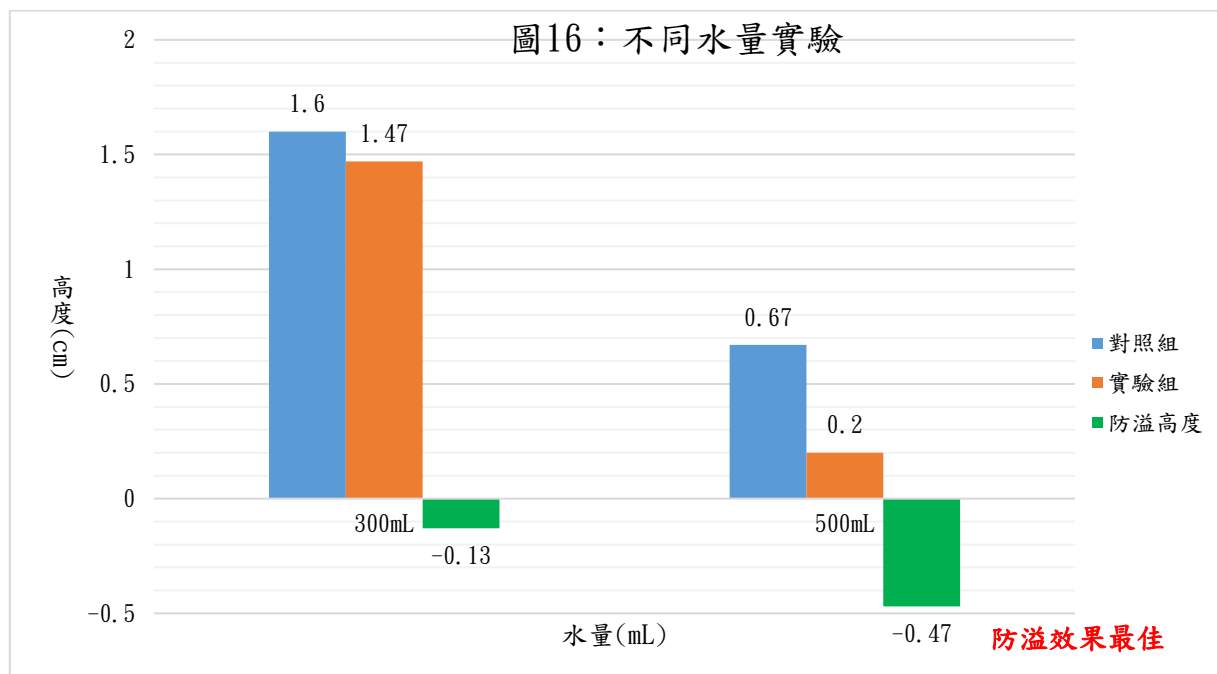


圖 15：加熱滾沸示意圖

(二)實驗結果

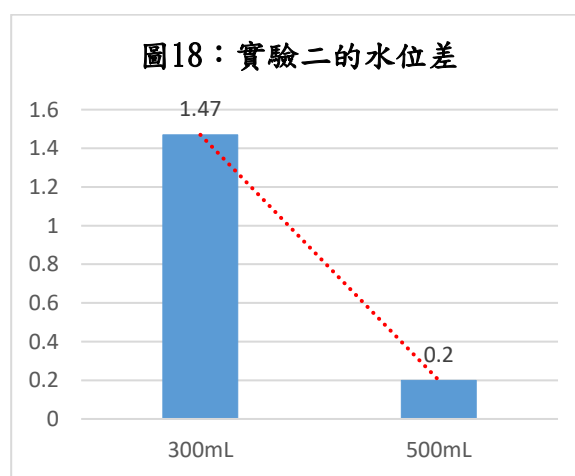
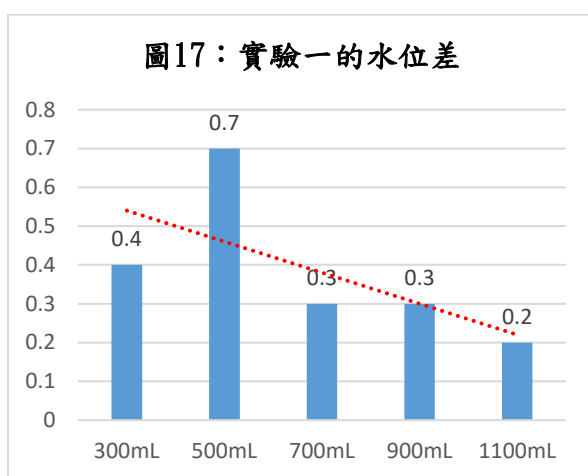
300、500mL 的水量，水位防溢高度分別是 0.13、0.47cm，其中 500mL 時水位防溢高度可下降 0.47cm 為差異最大。

水量		水位(cm)		水位差 ΔH	水位差 ΔH 平均	防溢高度 (實驗組-對照組)
		加麵不滾 H_0	加麵滾沸 H			
300 mL	對照組	2.4	4.1	1.6	1.6	-0.13(下降)
	實驗組	2.5	4.0	1.5	1.47	
		2.5	3.7	1.2		
		2.5	4.2	1.7		
500 mL	對照組	3.8	4.5	0.67	0.67	-0.47(下降)
	實驗組	3.8	4.1	0.3	0.2	
		3.8	4.0	0.2		
		3.8	3.9	0.1		



(三)實驗討論：

1. 水量不同在玻璃鍋實驗中，防溢效果是 500mL > 300mL，以 500mL 水量最明顯的，這與研究一的結果相符。
2. 考量到實驗時的安全性及實驗的精準度，所以統一用效果最明顯(500 mL)的水量搭配透明可觀察的玻璃鍋來做之後的實驗。我們有嘗試做 700mL 的實驗，不過加入麵後水位太高沸騰時就快溢出來了，看不出水位上的差異，因此只做了 300、500mL 的實驗。
3. 在這個實驗中，我們發現水量越多，似乎水位差有降低的趨勢，這讓我們聯想到實驗一的結果似乎也有這個趨勢，於是我們利用 excel 自動畫出趨勢線，發現兩個實驗的走勢完全相同(圖 17、圖 18)。



4. 上面的發現引起了我們的興趣，我們很好奇為什麼會有這樣的現象發生，於是我們查閱了很多資料，大膽的假設當水被煮沸時，鍋子底部的水因為比較接近火源，所以氣化成水蒸氣，而水蒸氣受到浮力的作用往上升，然而當水蒸氣產生時如果水中有油脂、澱粉等雜質，則會沾黏在氣泡上形成一層薄膜，就是因為這個薄膜造成氣泡更不容易消失，因此氣泡層層堆疊造成高度上升，因此溢出。
5. 上面的推論可以合理解釋，為什麼水量越多，水位差越低，因為水量變多造成澱粉的濃度降低，所以氣泡沾黏到澱粉、油脂的機率降低，所以當水量增加時水位差也跟著降低。

六、研究三：孔洞大小對於防溢成效的影響

變因：

操縱變因：洞的大小

甲：無防溢器 乙：無洞防溢器 丙：半開洞防溢器 丁：全開洞防溢器

應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質、火力、水量 500mL、麵量 30g

(一)實驗步驟：

1. 購買可開關式排水蓋，可調整洞的大小。
2. 在小玻璃鍋中加入 500g 水，並依對照組、甲、乙、丙、丁組分別放入不同大小洞口的防溢器後加熱至滾沸。
3. 滾沸計時 30 秒後放入麵線，關掉火力並測量加麵不滾 H_0 。
4. 量完加麵不滾 H_0 後，繼續加熱 2 分鐘後測量加麵滾沸 H 。



圖 19：乙：無洞防溢器



圖 20：丙：半開洞防溢器



圖 21：丁：全開洞防溢器



圖 22：排水蓋在水中情形



圖 23：加麵不滾示意圖

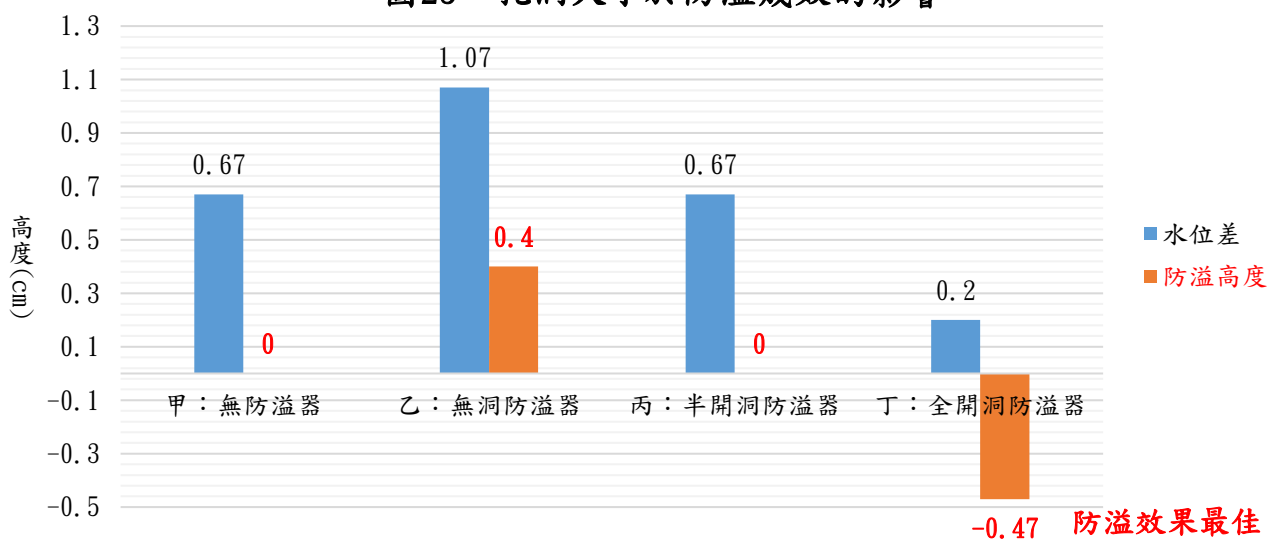


圖 24：加熱滾沸示意圖

(二)實驗結果：加麵不滾的水位是 $H_0=3.8\text{cm}$

洞大小	水位(cm)	加麵滾沸 H	水位差 ΔH $H-3.8$	防溢高度 (實驗組-對照組)
甲：無防溢器 (對照組)	1	4.5	0.7	0
	2	4.5	0.7	
	3	4.4	0.6	
	平均	4.5	0.67	
乙：無洞防溢器	1	4.7	0.9	0.4(上升-無效)
	2	5.0	1.2	
	3	4.9	1.1	
	平均	4.9	1.07	
丙：半開洞防溢器	1	4.5	0.7	0 (無效)
	2	4.5	0.7	
	3	4.4	0.6	
	平均	4.5	0.67	
丁：全開洞防溢器	1	4.1	0.3	-0.47 (下降-有效)
	2	4.0	0.2	
	3	3.9	0.1	
	平均	4.0	0.2	

圖25：孔洞大小於防溢成效的影響



(三)實驗討論：

1. 洞的大小不同，乙丙丁三組與甲組不加防溢器(對照組)對照組進行比較，防溢效果為丁組全開洞 > 丙組半開洞 > 乙組無洞，這表示防溢器洞全打開的情況下，防溢效果最佳。
2. 甲乙組比較：乙組無洞防溢器的效果比甲組無防溢器還差(液面上升 0.4cm)，我們猜測，因為無洞防溢器是貼平在鍋底，沒有洞口讓氣泡釋出，沒有產生大氣泡的效果，所以沒有防溢效果。而這個結果與我們之前有無鐵湯匙的實驗結果不同，可能是，湯匙沒有緊貼鍋子底部，氣泡上升過程中與鐵湯匙的邊緣碰撞摩擦，氣泡較容易破裂，所以有防溢效果。
3. 為什麼丁組全開洞比丙組半開洞防溢效果好？因為打開孔洞可以增加氣泡與防溢器的接觸面積，因此產生摩擦，氣泡較易破裂。
4. 為了證明我們的想法，所以設計了實驗四來驗證。我們增加孔洞密度，看氣泡是否更容易摩擦而破掉。
5. 同時，為了證明討論第 2 點鐵湯匙沒有緊貼鍋底的差異，我們在未來展望的部分我們規劃做防溢器不同高度的實驗來驗證我們的想法。

七、研究四：孔洞密度對於防溢成效的影響

變因：

操縱變因：孔洞的密度

甲：無防溢器 乙：孔蓋(洞的密度小) 丙：濾網(洞的密度大)

應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質(鐵鍋)、火力、水量 900mL、麵量 30g。

(一)實驗步驟：

1. 濾網和孔蓋尺寸差不多，濾網洞的密度較大，孔蓋洞的密度較小。
2. 分別在鐵鍋中加入 900mL 水，放入甲：不加、乙：孔蓋(洞的密度小)、丙：濾網(洞的密度大)後，加熱至滾沸。
3. 滾沸計時 30 秒後放入麵線，關掉火力並量加麵不滾 H_0 。
4. 量完加麵不滾 H_0 後，繼續加熱 2 分鐘後測量加麵滾沸 H 。



(二)實驗結果

從 900mL 實驗結果中乙、丙組防溢高度分別為 0.13、0.2 cm，以濾網防溢高度水位可下降 0.2 cm 為最佳。

組別	水位(cm)		水位差 ΔH	防溢高度 (實驗組-對照組)
	加麵不滾 H_0	加麵滾沸 H		
甲：不加 (對照組)	1	3.5	4.7	0
	2	3.5	4.3	
	3	3.4	4.4	
	平均	3.5	4.5	
乙：孔蓋 (洞的密度小)	1	3.7	4.5	-0.13(下降)
	2	3.6	4.5	
	3	3.6	4.5	
	平均	3.6	4.5	
丙：濾網 (洞的密度大)	1	3.6	4.3	-0.2 (下降效果較佳)
	2	3.6	4.3	
	3	3.6	4.6	
	平均	3.6	4.4	

圖29：孔洞密度對於防溢成效的影響

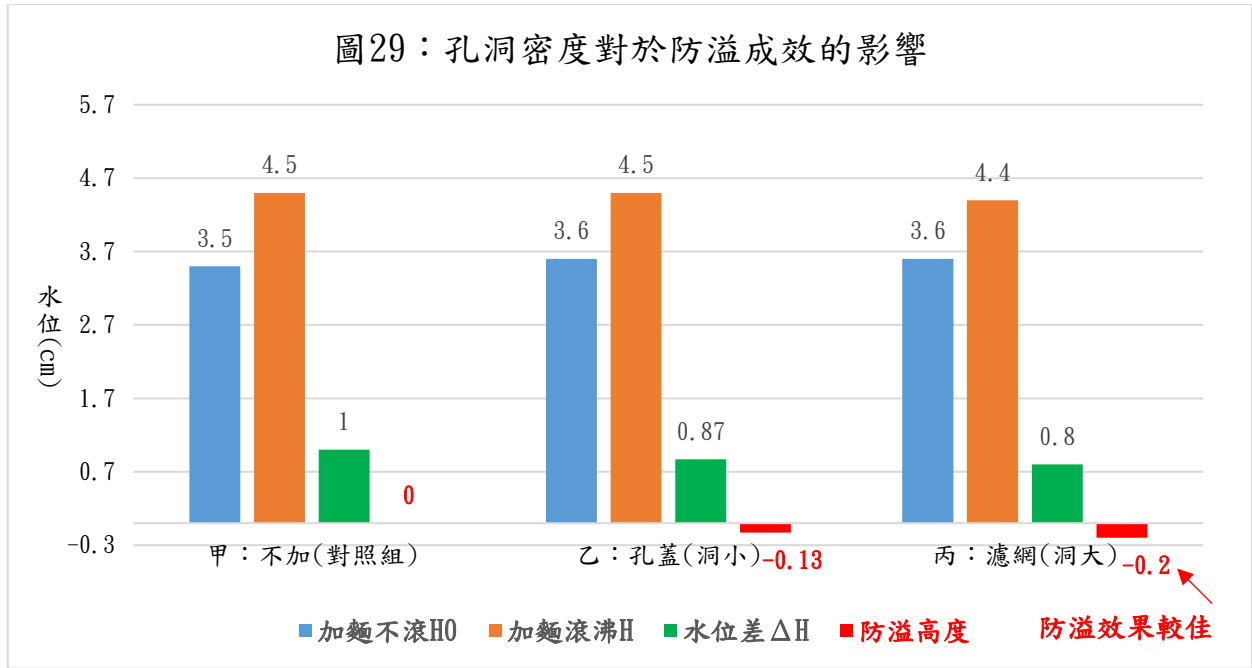


圖 30：900mL 濾網



圖 31：濾網加麵不滾 H_0



圖 32：濾網加麵滾沸 H



圖 33：900mL 孔蓋



圖 34：孔蓋加麵不滾 H_0



圖 35：孔蓋加麵滾沸 H

(三)實驗討論

1. 乙丙二組與甲組不加防溢器(對照組)進行比較，洞密度的防溢成效為丙組濾網(洞的密度大)下降 0.2cm > 乙組孔蓋(洞的密度小)下降 0.13cm，防溢器洞密度大的效果只有稍微好一點而已。
2. 我們事先使用水量 500mL 進行實驗，但是水皆無淹過濾網及孔蓋，因此決定要將水量提高至 900mL。有可能因為增加水量，減少了澱粉的濃度，所以氣泡比較易破裂，導致乙、丙組整體下降數據都比研究三的丁組 0.4cm 還差(p. 11)，而且乙、丙組的差距也不大。

八、研究五：市售防溢器對防溢成效的影響

變因：

操縱變因：有無市售防溢器 甲：無市售防溢器 乙：有市售防溢器

應變變因：水位差 (cm)

不變變因：鍋子材質:鐵鍋、火力、水量 500mL、麵量 30g。

(一)實驗步驟：

1. 購買市售防溢器。
2. 在鐵鍋中加入 900mL 水，並測量其水位高度。
3. 依甲、乙組分別放入市售防溢器，觀察變化。
4. 滾沸計時 30 秒後放入麵線，關掉火力並量水位高度。
5. 量完加麵不滾 H_0 後，繼續加熱 2 分鐘後測量加麵滾沸 H 。



圖 36：市售防溢器



圖 37：滾沸情形



圖 38：乙組加麵不滾 H_0

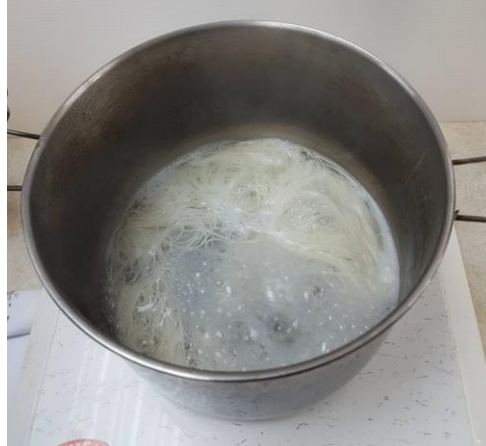
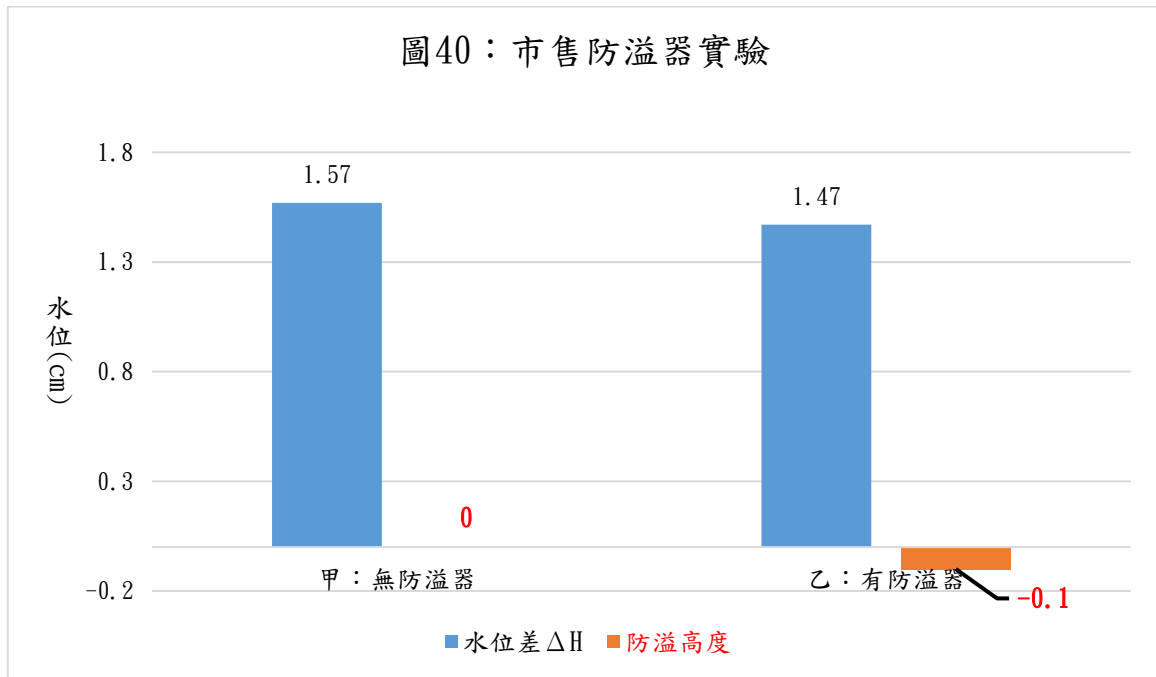


圖 39：乙組加麵滾沸 H

(二)實驗結果：

組別		水位(cm)	加麵不滾 H_0	加麵滾沸 H	水位差 ΔH	防溢高度 (實驗組-對照組)
甲：不加 (對照組)	1		2.0	3.2	+1.2	0
	2		2.0	3.7	+1.7	
	3		2.0	3.8	+1.8	
	平均		2.0	3.6	+1.57	
乙：市售防 溢器	1		2.2	4.0	+1.8	0.1 (下降)
	2		2.5	3.8	+1.3	
	3		2.2	4.5	+1.3	
	平均		2.3	4.1	+1.47	

鐵鍋：水：500mL 麵量：50g



(三)實驗討論

1. 購買大創百貨的市售防溢器(乙組)，與甲組不加(對照組)比較， $1.47-1.57=-0.1(\text{cm})$ ，加了防溢器反水位下降 0.1cm ，防溢效果只有一點點(圖 40)。
2. 實驗設計條件歷程：
 - (1)一開始用玻璃鍋、30g 麵的條件進行實驗，發現市售防溢器的完全沒有防溢成效(水位比甲組還高)，推測可能是玻璃鍋底面積太小影響了成效，所以換成鐵鍋再次進行實驗。
 - (2)改用較大一點的鐵鍋搭配 30g 麵量再做實驗，結果仍然無效(水位比甲組還高)。
 - (3)經過討論，猜測是否麵量太少，泡泡的粘性不高，導致防溢效果不顯著，於是再將麵量增加至 50g，實驗結果發現(圖 40)，增加麵量後才勉強下降 0.1cm 的防溢效果。
 - (4)我們仔細觀察市售防溢器，周圍有三個尖尖的小突起點，經過我們的實驗觀察，我們發現氣泡大多由這裡逸出，我們猜想，廠商的用意應該是希望沾黏澱粉的氣泡從這裡溢出同時與防溢器摩擦使氣泡破滅，但是這裡的接觸面積並不大，所以我們未來會設法在市售防溢器上增加接觸面積，比較防溢效果證明我們的想法。

伍、結論

一、水量實驗

(一)鐵湯匙+鐵鍋

水量分別 300、500、700、900、1100 mL，放入鐵湯匙都可以使沸騰水位下降，其中以 500mL 水量防溢效果最佳，而且 500~1100 mL 隨著水量的增加，水位防溢高度會漸漸下降。

(一)全開洞防溢器+玻璃鍋

水量不同在玻璃鍋實驗中，防溢效果是 500mL 較佳，下降 0.47cm，而 300mL 時只下降 0.13cm，以 500mL 水量實驗效果最明顯的，所以以下實驗使用 500mL 水量。

二、孔洞大小對於防溢成效的影響

孔洞大小實驗分成四組分別為甲：無防溢器、乙：無洞防溢器、丙：半開洞防溢器、丁：全開洞防溢器，防溢效果為丁組全開洞 > 丙組半開洞 > 乙組無洞，這表示 防溢器洞全打開的情況下，防溢效果最佳。

乙組無洞防溢器與甲組無防溢器進行比較，發現乙組的效果比甲組還差(液面上升 0.4cm)，我們猜測，因為無洞防溢器是貼平在鍋底，沒有洞口讓氣泡釋出，因此沒有產生大氣泡，所以沒有防溢效果。

三、孔洞密度對於防溢成效的影響

孔洞密度實驗分為甲：不加(對照組)、乙：孔蓋(洞的密度小)、丙：濾網(洞的密度大)，從實驗結果可知乙、丙組防溢高度分別為 0.13、0.2 cm，以丙組濾網防溢高度水位可下降 0.2 cm 為最佳，這表示防溢器 洞密度大的效果有稍微好一點。

四、市售防溢器對防溢成效的影響

市售防溢器在【玻璃鍋(小容器)+30g 麵】、【鐵鍋(大容器)+30g 麵】條件的實驗中反而出現水位上升的反效果，在【鐵鍋(大容器)+50g 麵】條件下，才勉強出現平均下降 0.1cm 的防溢效果。

陸、未來展望

市面上的防溢器都是置於鍋底，未來我們將延續本研究，將防溢器以吊掛的方式放在不同水位高度時(①：水面上②：水中間③：水底)對防溢成效的影響，找出防溢效果最佳的放置高度並可夾在鍋具上，如此不但能依麵量及水量等因素的不同而可自由調整防溢器的高度更不會占用太多的空間就能達到防止煮麵時水滾沸外漏的效果!(圖 41)

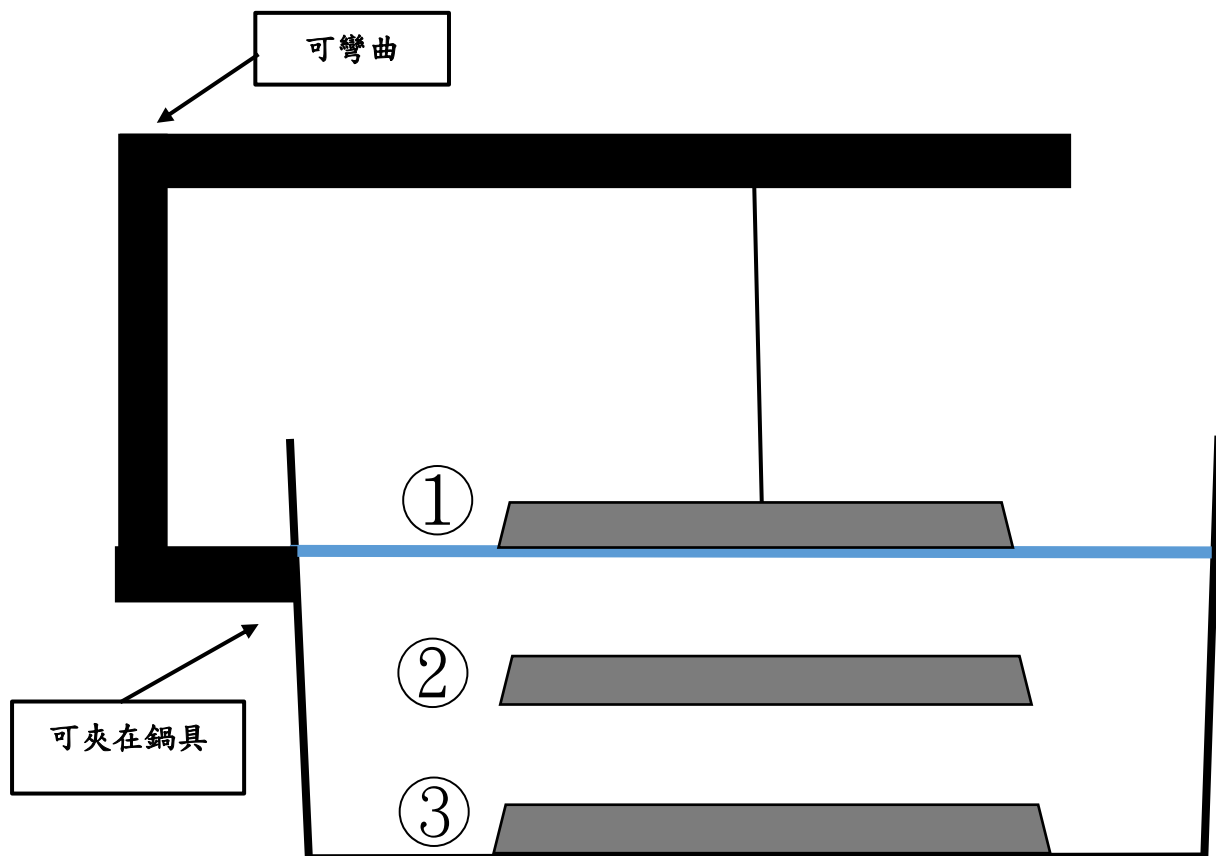


圖 41：未來發展概念圖

柒、參考資料與其他

維基百科 - 防溢器。取自：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%98%B2%E6%BA%A2%E5%99%A8>

熬粥溢鍋好麻煩一根湯匙破壞泡沫解決(民 107 年 3 月 8 日)。台視新聞：發現科學【新聞群組】。取自 <https://reurl.cc/MvAZaK>

【ECHO】煮麵防溢器。取自 https://www.youtube.com/watch?v=2_WyRV668fE